

การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโอนการเรียนรู้
เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา
การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1

นางสาวณัฐกานต์ รักนาค

ศูนย์วิทยุทรัพยากร


วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2552

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DEVELOPMENT OF AN INSTRUCTIONAL MODEL BASED ON TRANSFER
OF LEARNING APPROACH TO ENHANCE MATHEMATICAL SKILLS
AND PROCESSES IN PROBLEM SOLVING, REASONING,
AND CONNECTIONS OF SEVENTH GRADE STUDENTS



Miss Nathigan Raknak

A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Doctor of Philosophy Program in Curriculum and Instruction
Department of Curriculum, Instruction, and Educational Technology

Faculty of Education
Chulalongkorn University

Academic Year 2009

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยง
การเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์
ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง
ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1

โดย

นางสาวณัฐกานต์ รักนาค

สาขาวิชา

หลักสูตรและการสอน

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

รองศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อลิศรา ชูชาติ

คณะกรรมการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยรับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาตรีบัณฑิตศึกษา

คณบดีคณะครุศาสตร์

(ศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย กาญจนวาสี)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อลิศรา ชูชาติ)

กรรมการ

(อาจารย์ ดร.ยรวัดณ์ คล้ายมงคล)

กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.สิริพร ทิพย์คง)

ณัฐกานต์ ริกนาค : การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผลและการเชื่อมโยงของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1. (DEVELOPMENT OF AN INSTRUCTIONAL MODEL BASED ON TRANSFER OF LEARNING APPROACH TO ENHANCE MATHEMATICAL SKILLS AND PROCESSES IN PROBLEM SOLVING, REASONING, AND CONNECTIONS OF SEVENTH GRADE STUDENTS)
 อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รศ.ดร.อัมพร ม้าคนอง, อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม : ผศ.ดร.อลิศรา ชูชาติ, 290 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยงของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 2) ศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยงของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 การวิจัยประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกเป็นการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน และขั้นตอนที่ 2 เป็นการทดลองใช้รูปแบบที่พัฒนาขึ้นในชั้นเรียน โดยใช้แนวคิดของการถ่ายโยงการเรียนรู้ การวิเคราะห์และการสังเคราะห์ทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอน แล้วนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนอนุบาลวังม่วง จังหวัดสระบุรี จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 43 คน โดยเป็นห้องทดลอง 1 ห้อง และห้องควบคุม 1 ห้อง ระยะเวลาในการดำเนินการทดลอง 18 สัปดาห์ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แบบวัดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง วิเคราะห์ข้อมูลแบบผสมทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพโดยวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติที (t-test) การวิเคราะห์ความแปรปรวน และการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วยขั้นตอน 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นการสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ 2) ขั้นการฝึกปฏิบัติการใช้ความรู้ 3) ขั้นการถ่ายโยงการเรียนรู้ 4) ขั้นสะท้อนความคิด

2. รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ สามารถพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง

2.1 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยงอย่างชัดเจน นักเรียนค่อยๆเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ในทางที่ดีขึ้น สามารถเชื่อมโยง และนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันได้มากขึ้น

ภาควิชา หลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา ลายมือชื่อนิสิต.....
 สาขาวิชา หลักสูตรและการสอน ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....
 ปีการศึกษา 2552 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม.....

4984641027: MAJOR CURRICULUM AND INSTRUCTION

KEYWORDS: TRANSFER OF LEARNING/ PROBLEM SOLVING/ REASONING/ CONNECTION

NATHIGAN RAKNAK : DEVELOPMENT OF AN INSTRUCTIONAL MODEL BASED ON THE TRANSFER OF LEARNING APPROACH TO ENHANCE MATHEMATICAL SKILLS AND PROCESSES IN PROBLEM SOLVING, REASONING, AND CONNECTIONS OF SEVENTH GRADE STUDENTS. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. AUMPORN MAKANONG, Ph.D., THESIS CO-ADVISOR : ASST. PROF. ALISARA CHUCHAT, Ph.D., 290 pp.

This study was a research and development which aimed to 1) develop an instructional model based on the transfer of learning approach to enhance mathematical skills and processes in problem solving, reasoning, and connections, and 2) study the effects of the developed model on students' problem solving, reasoning, and connection abilities.

The study composed of two phases which were the development of the instructional model and the experiment of using the model in classroom instruction. The instructional model was developed using research framework of the transfer of learning approach. Teaching and learning theories were also synthesized and integrated into the model. The experiment of the developed model was conducted one semester with 43 seventh grade students at Anubanwangmuang School, Saraburi Province, in academic year 2009. The other 43 students in the same school were treated as a control group and were taught by traditional approach. The research instruments were problem solving, reasoning, and connection tests. Each kind of the tests had two parallel versions of pretest and posttest. The data were analyzed by using mix method of quantitative and qualitative approaches.

The research findings were as follows:

1. The instructional model developed based on the transfer of learning approach consisted of 4 main steps of organizing learning activity, namely; 1) Creating of learning experiences, 2) Practicing of obtained knowledge, 3) Transferring to application, and 4) Reflecting and looking back.

2. The developed instructional model was effective. It enabled students to develop mathematical skills and processes in problem solving, reasoning, and connections.

2.1 Problem solving, reasoning, and connection abilities, and mathematical skills and processes of students after learning from the instructional model were significantly higher than those before learning from the instructional model at .05 level of significance.

2.2 Problem solving, reasoning, and connection abilities, and mathematical skills and processes of students learning from the instructional model were significantly higher than those of students learning from traditional approach at .05 level of significance.

2.3 The analysis of qualitative data strongly documented that mathematical skills and processes in problem solving, reasoning, and connections of students in the experimental group were much more developed.

The students gradually changed their learning behavior into positive direction. They could show their capacities of relating and applying mathematical knowledge to real life situations.

Department:	Curriculum, Instruction, and Educational Technology	Student's Signature	
Field of Study:	Curriculum and Instruction.....	Advisor's Signature	
Academic Year:	2009.....	Co-advisor's Signature	

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความปลอดภัยอันมุ่งมั่นที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในทิศทางที่ดีขึ้นกับการศึกษาของประเทศชาติ

ขอขอบพระคุณ ผู้ที่อยู่เบื้องหลังความสำเร็จ ซึ่งจุดประกายและขับเคลื่อนพลังแห่งความคิด สติปัญญาของผู้วิจัยเสมอมา พลังสำคัญนี้ คือรองศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ซึ่งเป็นครูผู้เป็นแบบอย่างอันงดงาม เสียสละ นึกถึง และทำประโยชน์เพื่อสังคมและประเทศชาติอย่างแท้จริงตลอดมา ที่ได้อุทิศเวลาให้คำปรึกษาตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องนานัปการ ด้วยความเมตตา และเอาใจใส่เป็นอย่างดีถึงตลอดเวลา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาเป็นยิ่งนัก หากไม่มีแรงกระตุ้น ความปรารถนาดี และกำลังใจจากท่าน วิทยานิพนธ์ฉบับนี้คงไม่สามารถสำเร็จลุล่วงได้ และผู้วิจัยคงมิได้เรียนรู้และก้าวผ่านมาจนถึงวันนี้

พลังสำคัญต่อมาที่ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อลิศรา ชูชาติ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ซึ่งเป็นผู้ให้ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงแก้ไขวิทยานิพนธ์ ทำให้ผู้วิจัยได้เกิดการเรียนรู้อย่างกว้างขวาง

ขอขอบพระคุณ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้แก่ รองศาสตราจารย์ ดร.พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.สิริพร ทิพย์คง และอาจารย์ ดร.ยุรวัฒน์ คล้ายมงคล ที่ให้ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบ แก้ไข และให้ข้อเสนอแนะในการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอขอบคุณผู้อำนวยการโรงเรียนหินกองพิบูลอนุสรณ์ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการทดลองใช้เครื่องมือ

ขอขอบคุณผู้อำนวยการโรงเรียนอนุบาลวังม่วงที่ให้ความอนุเคราะห์ในการทดลองสอน และขอบคุณนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีตลอดระยะเวลาของการทดลอง

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณาจารย์คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชา ความรู้แก่ผู้วิจัย

สุดท้าย ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อจรัส คุณแม่ทองเล็ก รักนาค พลังใจบริสุทธิ์ผู้ที่อยู่เบื้องหลังทุกสิ่งทุกอย่างตลอดมา รวมทั้งขอขอบคุณผู้มีพระคุณที่ได้เอ่ยถึง ณ ที่นี้ หากแต่ได้มีส่วนร่วมในการเป็นพลังแห่งการพัฒนาของผู้วิจัย ซึ่งผู้วิจัยขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

คุณค่าและประโยชน์ทั้งปวงที่เกิดขึ้นจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาแด่ผู้มีพระคุณทั้งหลายที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
คำถามการวิจัย.....	7
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	8
สมมติฐานการวิจัย.....	9
ขอบเขตของการวิจัย.....	11
คำนิยามศัพท์เฉพาะ.....	12
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	14
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	15
รูปแบบการเรียนการสอน.....	16
ความหมายและองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน.....	16
ประเภทของรูปแบบการเรียนการสอน.....	17
การพัฒนาและการนำเสนอรูปแบบการเรียนการสอน.....	18
การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์.....	21
ปรัชญาการสอนและหลักการสอนคณิตศาสตร์.....	21
ธรรมชาติของการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์.....	22
ความมุ่งหมายของเรียนการสอนคณิตศาสตร์.....	24
ทักษะการสอนคณิตศาสตร์.....	25

แนวทางการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์.....	28
การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์.....	32
ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์.....	32
ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา.....	34
ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผล.....	44
ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการเชื่อมโยง.....	52
การวัดผลและประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์.....	59
หลักการวัดผลและประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์.....	59
วิธีวัดผลและประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์.....	60
การประเมินผลทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์.....	65
แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายโยงการเรียนรู้.....	68
ความหมายและความสำคัญของการถ่ายโยงการเรียนรู้.....	68
แนวคิดทฤษฎีการถ่ายโยงการเรียนรู้.....	72
องค์ประกอบของการถ่ายโยงการเรียนรู้.....	78
ประเภทของการถ่ายโยงการเรียนรู้.....	80
ระดับของการถ่ายโยงการเรียนรู้.....	88
ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการถ่ายโยงการเรียนรู้.....	89
การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้.....	91
คณิตศาสตร์กับการถ่ายโยงการเรียนรู้.....	97
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	100
งานวิจัยในประเทศ.....	100
งานวิจัยต่างประเทศ.....	102
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	108
การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน.....	110
การศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน คณิตศาสตร์.....	111

การศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายโอนการเรียนรู้....	112
การพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอน.....	121
การตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอน.....	126
การแก้ไขปรับปรุงรูปแบบการเรียนการสอน.....	126
การเตรียมการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น.....	129
การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้และสื่อการเรียนรู้.....	130
การสร้างและพัฒนาเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล.....	137
การทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน.....	142
การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	144
การดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน.....	145
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	150
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	152
ผลการพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโอนการเรียนรู้.....	152
ผลการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโอนการเรียนรู้.....	157
ผลการทดลองใช้ในเชิงปริมาณ.....	157
ผลการทดลองใช้ในเชิงคุณภาพ.....	165
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	171
สรุปผลการวิจัย.....	177
อภิปรายผลการวิจัย.....	181
ข้อเสนอแนะ.....	189
รายการอ้างอิง.....	190
ภาคผนวก.....	202
ภาคผนวก ก รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโอนการเรียนรู้ เพื่อ	203
ส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ด้านการแก้ปัญหา	
การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง.....	
ภาคผนวก ข รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ.....	214

ภาคผนวก ค	ตัวอย่างแผนการสอน.....	216
ภาคผนวก ง	ตัวอย่างเครื่องมือการวิจัย.....	255
ภาคผนวก จ	หนังสือขอความร่วมมือ.....	267
ภาคผนวก ฉ	แบบประเมินความสอดคล้องของรูปแบบการเรียนการสอนสำหรับ ผู้เชี่ยวชาญ.....	269
ภาคผนวก ช	การวิเคราะห์ข้อมูล.....	272
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....		290

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1	แนวทางการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมทักษะและกระบวนการทาง คณิตศาสตร์..... 112
2	แนวทางการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโอนการเรียนรู้..... 119
3	จำนวนแผนการจัดการเรียนรู้ตามหน่วยการเรียนรู้ต่างๆ..... 130
4	เกณฑ์คะแนนแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์..... 139
5	แสดงค่าความยาก อำนาจจำแนก และความเที่ยงของเครื่องมือวัด..... 141
6	แบบแผนการทดลอง..... 144
7	เปรียบเทียบแนวการสอนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม..... 145
8	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ก่อนการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม..... 158
9	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทาง คณิตศาสตร์ก่อนการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม..... 158
10	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์ก่อนการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม..... 159
11	ผลการเปรียบเทียบทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง..... 161
12	ผลการเปรียบเทียบทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผล ก่อนเรียน และหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง..... 161
13	ผลการวิเคราะห์ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการเชื่อมโยงก่อน เรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง..... 162
14	ผลการวิเคราะห์ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนกลุ่มทดลอง..... 162

ตารางที่		หน้า
15	ผลการวิเคราะห์ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม.....	163
16	ผลการวิเคราะห์ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผลหลัง เรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม.....	164
17	ผลการวิเคราะห์ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการเชื่อมโยง หลังเรียน ของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม.....	164
18	ผลการวิเคราะห์ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียน กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม.....	165

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

แผนภาพที่		หน้า
1	กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	107
2	สรุปขั้นตอนและแผนการดำเนินการวิจัย.....	109
3	แนวทางในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน.....	110
4	ผลการสังเคราะห์แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายโยงการเรียนรู้.....	116
5	กระบวนการถ่ายโยงการเรียนรู้.....	117
6	การพัฒนากระบวนการถ่ายโยงการเรียนรู้.....	118
7	การสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนโดยใช้กระบวนการถ่ายโยงการเรียนรู้.....	122
8	ผลการสังเคราะห์กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้	123
9	การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้.....	125
10	การเตรียมการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน.....	129
11	การดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน.....	142
12	ผลของการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้....	153

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

คณิตศาสตร์เป็นศาสตร์หนึ่งที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้รู้จักคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น ทำงานอย่างเป็นระบบ มีหลักการ และมีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหา หรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 1) นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นวิชาที่ก่อให้เกิดความเจริญก้าวหน้าทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในโลกในปัจจุบันเจริญขึ้นเพราะการคิดค้นทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งต้องอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งคณิตศาสตร์ยังช่วยพัฒนาให้แต่ละบุคคลเป็นบุคคลที่สมบูรณ์ เป็นพลเมืองดี (สิริพร ทิพย์คง, 2545: 1) เป็นที่ยอมรับว่าคณิตศาสตร์เป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาคุณภาพของมนุษย์ จนมีผู้กล่าวไว้ว่า “ความสามารถทางคณิตศาสตร์มีความจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับการเป็นพลเมืองของชาติ” เพราะคณิตศาสตร์ช่วยพัฒนาความคิดของผู้เรียนให้สามารถคิดได้อย่างมีระบบ มีเหตุผล และสามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ (บุญทัน อยู่ชมบุญ, 2529: 1)

อย่างไรก็ตาม จากผลการประเมินความสามารถด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโครงการ TIMSS ตั้งแต่ปี 2542-2550 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีแนวโน้มลดลง โดยในปี 2542 ประเทศไทยมีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ประมาณ 7 แสนคน ผ่านการประเมินด้านคณิตศาสตร์ตามมาตรฐานที่กำหนดร้อยละ 45 ในปี 2550 จำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 8 แสนกว่าคน แต่ผลการประเมินด้านคณิตศาสตร์กลับลดลง โดยมีนักเรียนผ่านประเมินตามมาตรฐานเหลือเพียงร้อยละ 34 และจากการพิจารณาข้อมูลของโครงการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ร่วมกับนานาชาติ ปี 2550 (Third in International Mathematics and Science Study 2007) หรือ TIMSS-2007 ซึ่งโครงการดังกล่าวเป็นการประเมินนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ระหว่างปี 2547-2551 จากจำนวน 59 ประเทศ ซึ่งผลการวิจัยพบว่าวิชาคณิตศาสตร์ของประเทศไทยอยู่อันดับที่ 29 ได้ 441 คะแนน ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยนานาชาติที่กำหนดไว้ 500 คะแนน นอกจากนี้เมื่อพิจารณาการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับชาติ

(NT) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่3 ปีการศึกษา 2550 นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ 15.81 จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน สอดคล้องกับผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติ ขั้นพื้นฐาน (O-NET) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่3 ประจำปีการศึกษา 2551 ซึ่งสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) ได้ประกาศผลเมื่อวันที่ 5 เมษายน 2552 ปรากฏว่าค่าเฉลี่ยคะแนนจากการทดสอบในรายวิชาต่างๆ อยู่ในระดับต่ำมากไม่ถึงร้อยละ 50 โดยเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์มีค่าเฉลี่ยของคะแนนคือ 32.66 และมีแนวโน้มที่จะลดน้อยลงทุกปี จากผลการประเมินดังกล่าวข้างต้นสะท้อนให้เห็นถึงสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน จึงมีความสำคัญและจำเป็นยิ่งในการหาวิธีแก้ไขปัญหาดังกล่าว

การปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน และเพื่อให้บรรลุเป้าหมายตามตัวชี้วัดและมาตรฐานการเรียนรู้ นั้น สิ่งที่มีผลต่อการพัฒนาดังกล่าวคือ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน เนื่องจากทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถของบุคคลในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ จึงเป็นเครื่องมือ (tool) ของผู้เรียนในการทำให้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ มีความหมายและ มีคุณค่ามากกว่าเป็นเพียงวิชาที่ประกอบด้วยสัญลักษณ์และขั้นตอนการแก้ปัญหาในห้องเรียน ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์จึงเป็นของคู่กัน และเป็นสิ่งจำเป็นต่อการแก้ปัญหาในชีวิตจริง (อัมพร ม้าคอง, 2548: 94) สอดคล้องกับที่สำนักวิชาการ มาตรฐานการศึกษา(2551: 3) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการ เรียนรู้ อย่างมีคุณภาพนั้น ต้องให้มีความสมดุลระหว่างสาระด้านความรู้ ทักษะและกระบวนการ ควบคู่ไปกับคุณธรรมและจริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ นอกจากนี้สำนักงานคณะกรรมการ การศึกษาขั้นพื้นฐาน (2548: 40) กล่าวไว้ว่าทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็น สมรรถภาพที่จำเป็นต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้น พื้นฐานพุทธศักราช 2551 (2551: 59) กล่าวว่า ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็น ความสามารถในการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้และ ประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ และบรรจุอยู่ในสาระที่ 6 ของกลุ่มสาระการ เรียนรู้คณิตศาสตร์ ประกอบด้วย ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการให้เหตุผล ความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ ความสามารถในการ เชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ โดยองค์ความรู้ ทักษะสำคัญ และคุณลักษณะของสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 ได้กำหนดให้ผู้เรียนนำความรู้

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา การดำเนินชีวิต และการศึกษาต่อ การใช้เหตุผลและผล การมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ การพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ และการคิดสร้างสรรค์ ซึ่งการพัฒนาผู้เรียนให้สามารถนำความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหา การดำเนินชีวิตและศึกษาต่อ นั้น ผู้เรียนจำเป็นต้องได้รับประสบการณ์ที่หลากหลายที่จะช่วยให้เกิดความเข้าใจจากการทำกิจกรรมต่างๆ ด้วยตัวของผู้เรียนเอง ตลอดจนได้รับการฝึกปฏิบัติที่เพียงพอในการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ที่หลากหลาย สอดคล้องกับที่สมาคมศึกษานานาชาติคณิตศาสตร์ในสหรัฐอเมริกา (The National Council of Supervisors of Mathematics [NCSM]) ได้ให้ทรรศนะเกี่ยวกับคุณลักษณะของผู้เรียนที่จะเติบโตไปสู่สังคมยุคข่าวสารว่าจะต้องเป็นผู้ที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์โดยเฉพาะความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์ (NCSM, 1989: 471) ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง เป็นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญ จำเป็นและต้องพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 59)

เป้าหมายสูงสุดของการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ อยู่ที่การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา (Adam, Ellis and Beeson, 1977: 173) ซึ่งนักคณิตศาสตร์ต่างยอมรับว่า การคิดแก้ปัญหาเป็นหัวใจของคณิตศาสตร์ นักเรียนต้องอาศัยความคิดรวบยอด ทักษะการคิดคำนวณ หลักการ กฎและสูตรต่างๆ เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาโดยเฉพาะทักษะในการแก้ปัญหาที่มีความสำคัญต่อชีวิตและสามารถสร้างให้เกิดขึ้นได้ในการสอนให้นักเรียนรู้จักแก้ปัญหาจะช่วยส่งเสริมให้รู้จักคิดอย่างมีเหตุผล มีขั้นตอน มีระเบียบแบบแผน และรู้จักตัดสินใจได้อย่างถูกต้อง (กรมวิชาการ, 2544: 4) กระบวนการแก้ปัญหาก็เป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นที่นักเรียนทุกคนจะต้องเรียนรู้ เข้าใจ สามารถคิดเป็น และแก้ปัญหาได้ เพราะการได้ฝึกแก้ปัญหาก็จะช่วยให้ นักเรียนรู้จักคิด มีระเบียบขั้นตอนในการคิด รู้จักคิดอย่างมีเหตุผล และรู้จักตัดสินใจอย่างฉลาด (สิริพร ทิพย์คง, 2536: 137) ซึ่ง ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537: 5-6) ได้กล่าวถึงลักษณะของการแก้ปัญหาซึ่งสรุปได้ว่าการแก้ปัญหาคือความสามารถขั้นพื้นฐานของมนุษย์ เนื่องจากมนุษย์ต้องพบกับปัญหาและอุปสรรคมากมาย ต้องใช้ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอยู่ตลอดเวลา เพื่อให้สามารถปรับตัวอยู่ในสังคมได้ การแก้ปัญหาก็ทำให้เกิดการค้นพบความรู้ใหม่ ซึ่งเป็นความพยายามที่จะแก้ปัญหา และก่อให้เกิดการพัฒนากระบวนการทางความคิดเป็นประสบการณ์ใหม่ เมื่อผสมผสานกับประสบการณ์เดิมจะก่อให้เกิดสาระความรู้ใหม่ทั้งในเชิงเนื้อหา และวิธีการ

โดยการแก้ปัญหาเป็นความสามารถที่ต้องปลูกฝังให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล และแสดงความคิดออกมาชัดเจน มีระเบียบและรัดกุม

การให้เหตุผลเป็นเป้าหมายที่สำคัญประการหนึ่งในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เพราะการให้เหตุผลเป็นพื้นฐานของการเรียนรู้และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เราไม่สามารถดำเนินการทางคณิตศาสตร์โดยปราศจากการให้เหตุผล การแสดงเหตุผลที่ดีมีคุณค่ามากกว่าการที่ผู้เรียนหาคำตอบที่ถูกต้องได้ (NCTM, 1989: 6,29,81) ในการพัฒนาการคิดและความสามารถในการให้เหตุผล ควรเริ่มจากการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คิดอย่างมีเหตุผลจากกิจกรรมที่ผสมผสานการคิดและการให้เหตุผลควบคู่กันไปโดยการฝึกคิดวิเคราะห์ หาความสัมพันธ์ของแนวคิดและสรุปแนวคิดจากสถานการณ์ที่กำหนด ซึ่งผู้เรียนจะได้แสดงพฤติกรรมการสืบค้น คาดการณ์ ค้นหาวิธีการพิสูจน์ สังเกต ได้อธิบายแลกเปลี่ยนความคิด ชี้แจงเหตุผลกัน (สสวท, 2544: 6)

การเชื่อมโยงเป็นคุณลักษณะที่สำคัญอีกประการหนึ่งของคณิตศาสตร์ ซึ่ง อัมพร ม้าคนอง (2547: 101) กล่าวถึง การเชื่อมโยงว่ามีความสำคัญและจำเป็นสำหรับการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย เนื่องจากการเชื่อมโยงจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจคณิตศาสตร์ที่เรียนในห้องเรียนได้ดีขึ้น และมองเห็นความสำคัญของคณิตศาสตร์ในแง่ของการเป็นเครื่องมือที่เป็นประโยชน์ที่สามารถนำไปใช้กับศาสตร์สาขาอื่นได้ นอกจากนี้การเชื่อมโยงยังช่วยให้คณิตศาสตร์ไม่ถูกมองว่าเป็นอะไรที่ซับซ้อน ห่างไกลจากการดำเนินชีวิต และยังส่งเสริมให้คณิตศาสตร์เป็นศาสตร์ที่ทำทนาย นำเรียนรู้ สอดคล้องกับที่ ดวงเดือน อ่อนน่วม(2547: 26 -27) กล่าวว่าการเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์เป็นไปได้หลายแบบ ได้แก่ การเชื่อมโยงกันในตัวของคณิตศาสตร์เอง การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน เนื่องจากคณิตศาสตร์เป็นศาสตร์ที่มีความต่อเนื่องกันเป็นลำดับขั้น การจะเรียนรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่งนั้นมีเรื่องที่ต้องเรียนรู้มาก่อน (สมศักดิ์ สนิทระเวชญ์, 2542: 36) การเชื่อมโยงความรู้เก่าไปสู่ความรู้ใหม่เป็นการตอบสนองความอยากรู้อยากเห็น ใฝ่หาความรู้ ขยายความรู้ออกไปสู่โลกกว้าง เข้าใจชีวิตและธรรมชาติ ตามวัย เป็นบทเรียนที่ช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบตัวเอง รักและเห็นประโยชน์ของการเรียนรู้ รวมทั้งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประเมินพัฒนาการะบวนการเรียนรู้ของตนเองเพิ่มเติมในส่วนที่บกพร่องโดยไม่ทำให้นักเรียนเกิดความเครียดและรู้สึกล้มเหลว การเรียนรู้สิ่งต่างๆ เชื่อมโยงต่อเนื่องกลมกลืนกันทั้งในเรื่องใกล้ตัวในท้องถิ่น สิ่งแวดล้อมที่อยู่อาศัย เรื่องของท้องถิ่น เรื่องของสากล การเปลี่ยนแปลงและแนวโน้มต่างๆ ที่เกิดขึ้นในสังคมโลก สอดคล้องกับที่สมาคมนครุคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (The National Council of Teachers of Mathematics, 1989: 84-93) ซึ่งกล่าวถึงความสำคัญของกระบวนการเชื่อมโยงที่มีต่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

โดยกล่าวถึงนักเรียนเกรด 5-8 ว่ากระบวนการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จะช่วยขยายการรับรู้ของผู้เรียนให้กว้างมากยิ่งขึ้น ทำให้ผู้เรียนรู้ว่าคณิตศาสตร์เป็นส่วนเดียวกันทั้งหมด ไม่ใช่เป็นเพียงกลุ่มของสิ่งที่เกี่ยวข้องกันเท่านั้น และทำให้ผู้เรียนสามารถนำคณิตศาสตร์ไปใช้ทั้งในเรื่องการเรียนในโรงเรียน และในชีวิตประจำวัน โดยผ่านการสำรวจความสัมพันธ์ต่างๆ ระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ความสัมพันธ์ระหว่างวิชาคณิตศาสตร์กับวิชาอื่น และความสัมพันธ์ระหว่างวิชาคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน ซึ่งทำให้ผู้เรียนพบว่า ความรู้ทางคณิตศาสตร์ต่างๆ นั้นมีความสัมพันธ์กัน สามารถช่วยให้เข้าใจวิชาอื่นๆ และชีวิตประจำวันได้ นอกจากนี้ยังแสดงให้เห็นว่าวิชาอื่นๆ และความรู้ในชีวิตประจำวัน มีประโยชน์ต่อการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้อย่างไร เมื่อผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา ก็จะทำให้ผู้เรียนมองเห็นถึงความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ว่าเป็นวิชาที่มีประโยชน์ มีคุณค่า และสามารถนำไปใช้ได้ในชีวิตจริง และยังส่งผลให้ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ตามมาอีกด้วย นอกจากนี้กระบวนการเชื่อมโยงยังช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจภาษาของคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นสะพานเชื่อมโยงสาระหรือความคิดที่ไม่เป็นทางการไปสู่ภาษาที่เป็นนามธรรมและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ง่ายต่อการแก้โจทย์ปัญหามากยิ่งขึ้น (NCTM, 1989: 26)

การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในปัจจุบันควรมีความจำเป็นที่ต้องปรับเปลี่ยนจากการเน้นท่องจำข้อมูลพื้นฐาน มาเป็นการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนอย่างเพียงพอที่จะสามารถนำสิ่งที่เรียนรู้แล้วไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ๆ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งการจัดการเรียนการสอนที่ผ่านมาเป็นการจัดการเรียนการสอนที่ยังไม่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิด การให้เหตุผล ทักษะ/กระบวนการ และความคิดสร้างสรรค์ ทำให้ผู้เรียนไม่ชอบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (กรมวิชาการ, 2544ข: 1) ดังนั้นในการปรับปรุงการจัดการกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน ผู้สอนหรือผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการจัดการศึกษา ควรจะมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบวิธีการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็น “ผู้เรียนรู้” อย่างแท้จริง โดยจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดและแก้ปัญหาด้วยตนเอง ได้ศึกษาค้นคว้าจากสื่อและเทคโนโลยีต่างๆ โดยอิสระ ผู้สอนมีส่วนช่วยในการจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียนโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล (กรมวิชาการ, 2544ค: 188)

สิ่งที่มีความหมายและความสำคัญยิ่งสำหรับการสอนของครูคือ การที่จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถนำสิ่งที่เรียนรู้ไปแล้วมาใช้ในสถานการณ์ใหม่หรือในสถานการณ์ที่เปลี่ยนไป (Borich

and Tombar, 1995: 377) ผู้สอนจำเป็นต้องใช้กลวิธี ที่จะทำให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้หรือ ประสบการณ์ในห้องเรียน ไปใช้ในสถานการณ์ของโลกความเป็นจริงได้ สอดคล้องกับ แนวความคิดของ เบลล์ (Bell, 1978: 331) ซึ่งได้กล่าวเกี่ยวกับเป้าหมายของการสอนคณิตศาสตร์ ว่าการสอนคณิตศาสตร์ เป็นการสอนเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้มีความรู้และทักษะทาง คณิตศาสตร์ สามารถนำความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตจริงได้ ทั้งในการแก้ปัญหา และแสวงหาความรู้ เพราะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาศักยภาพในการ วิเคราะห์ และเป็นเครื่องมือช่วยให้ประยุกต์ใช้ศักยภาพเหล่านั้นไปสู่ในสถานการณ์ใหม่ การแก้ปัญหาช่วยให้ผู้เรียน เรียนรู้ข้อเท็จจริง ทักษะ มโนทัศน์ และหลักการต่างๆ โดยการ ประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ที่สัมพันธ์กับสาขาอื่นๆ และสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์รวมทั้ง สามารถถ่ายโยงความรู้ไปสู่การแก้ปัญหาต่างๆไปได้

กระบวนการจัดการศึกษาควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตาม ศักยภาพ โดยเน้นให้ผู้เรียนสามารถนำประสบการณ์ทางด้านความรู้ ความคิด และทักษะที่ได้ เรียนไปใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ ในชีวิตประจำวัน ซึ่งสอดคล้องกับที่ สลาบิน (Slavin, 1986) กล่าว ไว้ว่าจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนในชั้นเรียนคือการทำให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับ จากชั้นเรียนไปใช้เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่นได้ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับที่ เบลล์ โจนส์ และซิมป์สัน (Blair, Jones and Simpson, 1968 cited in Davis and Warren, 1974: 101) กล่าว ไว้ว่า เป้าหมายที่สำคัญที่สุดของการเรียนการสอนในชั้นเรียน เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง พฤติกรรม ซึ่งจะนำไปใช้ประโยชน์ในสถานการณ์อื่นได้ เช่น ครูตั้งใจฝึกนักเรียนให้ทำแบบฝึกหัด เพื่อที่จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้แก้ปัญหาต่างๆได้ดีขึ้นในสถานการณ์ใหม่ แต่ละสถานการณ์ที่ผู้เรียนต้องเผชิญอาจมีองค์ประกอบที่มีลักษณะเฉพาะ และจำเป็นต้องใช้การ เรียนรู้ที่มีมาก่อนหน้านี้ ผู้เรียนไม่เพียงจำได้เท่านั้น แต่ต้องสามารถเลือกตอบสนองสิ่งเหล่านี้ได้ อย่างเหมาะสม โดยใช้ประสบการณ์ที่ผ่านมาในการเรียนรู้สิ่งใหม่ เมื่อการเรียนรู้สามารถนำไปใช้ ในสถานการณ์ใหม่ได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ นักจิตวิทยาการศึกษาจะระบุว่า กระบวนการดังกล่าวเป็นการถ่ายโยงการเรียนรู้ (Transfer of learning) ซึ่งเป็นเป้าหมายสูงสุด ของการศึกษา (McKeough, Lupart, and Marini, 1995) ซึ่งเป็นการอธิบายเกี่ยวกับ ความสามารถในการนำสิ่งที่เรียนรู้ในสถานการณ์หนึ่งไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ที่แตกต่างกัน (Reed, 1993; Singley and Anderson, 1989) การนำความรู้จากสถานการณ์หนึ่งไปใช้กับอีก สถานการณ์หนึ่งได้ เป็นสิ่งจำเป็นอย่างมากในชีวิตประจำวัน เพราะจุดมุ่งหมายสำคัญของการ เรียนรู้คือการนำความรู้ไปใช้ได้จริง เป็นความสามารถของมนุษย์ในการปรับตัวต่อสถานการณ์หรือ

เหตุการณ์ใหม่ๆที่ค้นพบ โดยการประยุกต์สิ่งต่างๆที่ตนเองได้เคยเรียนแล้วในอดีตมาใช้ จะประสบความสำเร็จมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับว่ามนุษย์สามารถที่จะประยุกต์สิ่งที่ตนเองได้เคยเรียนแล้วไปใช้ในการแก้ปัญหาการเรียนสิ่งใหม่ได้ดีเพียงใด การดำเนินชีวิตประจำวันของคนเราในแต่ละวันนั้นเป็นผลมาจากการถ่ายโยงความรู้เดิมเป็นส่วนใหญ่ เพราะไม่มีการเรียนรู้ใดในชีวิตประจำวันของเราที่เป็นสภาพที่ใหม่ เนื่องจากจะต้องมีของเก่าที่เคยเรียนรู้ผ่านมาแทรกอยู่บ้างไม่มากก็น้อย

กระบวนการเรียนการสอน หรือรูปแบบการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการถ่ายโยงการเรียนรู้จะเป็นสิ่งที่ช่วยให้ผู้เรียนถ่ายโยงสิ่งที่เรียนจากในห้องเรียนไปใช้นอกห้องเรียน ตามสถานการณ์ที่แตกต่างจากในห้องเรียนได้ (Schunk, 1991: 155-156,181,307) นั่นคือการนำทักษะหรือองค์ความรู้จากสถานการณ์หนึ่งไปใช้ในสถานการณ์อื่นที่มีบริบทต่างจากสถานการณ์เดิมซึ่งเป็นการได้องค์ความรู้ใหม่จากการบูรณาการความรู้เดิมกับข้อมูลใหม่ (Gagne, 1970; Bigge, 1982 and Voss, 1987) และยังเป็นกระบวนการสำคัญที่ใช้ตรวจสอบประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนว่าผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในการเรียนเพียงพอที่จะสามารถนำความรู้ที่ได้เรียนไปแล้วไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ที่หลากหลายได้หรือไม่

การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ให้ได้ผลในเชิงปฏิบัติ จำเป็นต้องอาศัยกระบวนการถ่ายโยงการเรียนรู้ ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง เนื่องจากทำให้ได้รูปแบบการเรียนการสอนที่เหมาะสมในการพัฒนาผู้เรียน ให้สามารถเชื่อมโยงความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ และในชีวิตประจำวัน ตลอดจนสามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำถามการวิจัย

1. รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยงมีองค์ประกอบและขั้นตอนการเรียนการสอนเป็นอย่างไร
2. รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ ส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยงได้จริงหรือไม่

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยงของนักเรียน มัธยมศึกษาปีที่ 1 มีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยงของนักเรียน มัธยมศึกษาปีที่ 1

2. เพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการ เชื่อมโยงของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดย

2.1 เปรียบเทียบทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้ เหตุผล และการเชื่อมโยงของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด การถ่ายโยงการเรียนรู้ก่อนและหลังการทดลอง

2.2 เปรียบเทียบทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน กลุ่มทดลอง ที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ก่อนและหลังการทดลอง

2.3 เปรียบเทียบทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้ เหตุผล และการเชื่อมโยงหลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียน การสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ และกลุ่มควบคุมที่เรียนโดยวิธีปกติ

2.4 เปรียบเทียบทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองของนักเรียน กลุ่มทดลอง ที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ และกลุ่มควบคุม ที่เรียนโดยวิธีปกติ

2.5 ศึกษาพัฒนาการด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยงของ นักเรียนกลุ่มทดลอง ที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน

สมมติฐานการวิจัย

การถ่ายโยงการเรียนรู้ เป็นการเรียนรู้ในสถานการณ์หนึ่งที่ส่งอิทธิพลต่อการเรียนรู้ในเวลาต่อมา และเป็นความสามารถในการใช้ประสบการณ์ที่ผ่านมา มาช่วยสร้างความเข้าใจในสถานการณ์ใหม่ต่างๆที่ท้าทาย (Elliot and others, 2000) และยังเป็นพื้นฐานของการเรียนรู้อารมณ์ และการแก้ปัญหาต่างๆ (Haskell, 2001) จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัย พบว่าการถ่ายโยงการเรียนรู้ทำให้เกิดการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ให้เกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพเนื่องจากแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ ในบริบทที่ทำการศึกษา สังเคราะห์มาจาก (1) ทฤษฎีโครงสร้างความรู้ (Schema theory) ทฤษฎีนี้มีความเชื่อว่า ความรู้ของคนเราได้รับการรวบรวม เรียบเรียงเป็นหน่วยความรู้หลายหน่วย ซึ่งแต่ละหน่วยมีความสัมพันธ์กัน และคล้ายคลึงกัน ผู้เรียนที่มีโครงสร้างความรู้ที่รวบรวมไว้อย่างหลากหลายจะมีความพร้อมสูงในการเลือกดึงมาใช้ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย สามารถเชื่อมโยงสัมพันธ์ความรู้ใหม่และความรู้เดิมได้อย่างรวดเร็ว ทฤษฎีโครงสร้างความรู้เป็นทฤษฎีที่อธิบายถึงความสามารถในการถ่ายโยงบนพื้นฐานของกระบวนการในการประมวลผลข้อมูล (Information-processing requirements) และพิจารณาได้จากการเรียนรู้ จากกระบวนการเชิงพุทธิปัญญาและกลวิธี (cognitive process and strategies) ของงานสองชิ้นที่มีความคล้ายคลึงกัน (2) ทฤษฎีองค์ประกอบเหมือน (Identical- component theory) อธิบายถึงการถ่ายโยงไว้ว่า การที่การเรียนรู้ในสถานการณ์หนึ่งจะมีผลต่อการเรียนรู้ในอีกสถานการณ์หนึ่งนั้น ขึ้นอยู่กับว่าสิ่งเร้าของสองสถานการณ์นั้นเหมือนกันมากน้อยเพียงไร ทั้งในด้านเนื้อหา (content) วิธีการ(technique) และเจตคติ (attitude) ของนักเรียนต่อสถานการณ์การเรียนรู้ทั้งสองสถานการณ์ ความคล้ายคลึงกันจะทำให้เกิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ในทางบวก ทฤษฎีนี้ชี้ให้เห็นถึงการฝึกเพื่อช่วยให้ผู้เรียนถ่ายโยงการเรียนรู้ไปสู่สถานการณ์นอกโรงเรียน กล่าวคือการสอนความรู้และทักษะในโรงเรียนที่เหมือนกับที่พบในชีวิตประจำวันนอกโรงเรียนทำให้เกิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ และ(3) ทฤษฎีการสรุปนัยทั่วไป (Generalization theory) เป็นทฤษฎีที่มีความเชื่อว่า เมื่อคนเราเรียนรู้หลักการและวิธีการของงานอย่างหนึ่งไปแล้ว หลักการและวิธีการที่ได้เรียนรู้แล้วนั้นจะส่งเสริมการเรียนรู้ในงานต่อไปที่คล้ายคลึงกัน ซึ่งจะใช้เป็นแนวในการเรียนรู้สิ่งอื่น หรือเพื่อจะแก้ปัญห่อื่นๆต่อไป นอกจากนี้ยังเชื่อว่าการถ่ายโยงการเรียนรู้เป็นความตระหนักรู้ในความสัมพันธ์ (relationship) ระหว่างองค์ประกอบต่างๆในสถานการณ์หนึ่งซึ่งเกิดขึ้นได้โดยอัตโนมัติ (automatic) เมื่อมีการจัดสิ่งแวดล้อมที่เอื้ออำนวยให้เกิดการเรียนรู้ จากการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยพบว่า ตามแนวคิดทฤษฎีทั้ง 3 มีองค์ประกอบสำคัญได้แก่ โครงสร้างความรู้ (schema) กระบวนการ

ทางปัญญา(Cognitive process) และกระบวนการรู้คิด(metacognition) ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ โดยการถ่ายโยงการเรียนรู้ เกิดขึ้นจากการที่โครงสร้างความรู้ ได้รับการกระตุ้นให้นำความรู้ต่างๆ ที่มีอยู่กลับมาใช้อีกครั้งในสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกับบริบทเดิมหรือในบริบทใหม่ ภายใต้การปฏิบัติงานของกระบวนการทางปัญญาที่เป็นการประมวลผลเชิงลึก และเมตาคognitionซึ่งเป็นกลไกในการจัดการเกี่ยวกับการคิด การรู้ของเอกัตบุคคล การถ่ายโยงการเรียนรู้ สามารถส่งเสริมให้เกิดขึ้นได้ด้วยการสอนให้ผู้เรียนเกิดการรู้คิด การให้โอกาสในการเรียนรู้ และการฝึกปฏิบัติที่หลากหลายและเพียงพอ ตามที่นักการศึกษากล่าวไว้ว่าการการถ่ายโยงการเรียนรู้ เป็นเป้าหมายสูงสุดของการศึกษา (McKeough, Lupart, and Marini, 1995) นั่นคือการที่ผู้เรียนสามารถนำความรู้ ไปใช้แก้ปัญหาได้ในชีวิตประจำวัน นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยของแมรี่ (Marie,N.K.,1995) สนับสนุนว่าการถ่ายโยงการเรียนรู้จะช่วยเพิ่มแรงจูงใจซึ่งวัดได้โดยความพยายามในด้านวิชาการ และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ เฮนรี่ (Henry, 1997) ที่ได้ศึกษาผลผลิตของการเรียนรู้เป็นกลุ่ม พบว่ากลไกการถ่ายโยงทำให้การเผยแพร่ความรู้ข้ามหมู่คณะมีประสิทธิภาพ

จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎีของนักการศึกษาเกี่ยวกับการถ่ายโยงการเรียนรู้ดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้กำหนดสมมติฐานการวิจัยดังนี้

1. ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหของนักเรียน กลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในด้านการแก้ปัญห การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง
2. ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผลของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในด้านการแก้ปัญห การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง
3. ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการเชื่อมโยงของนักเรียน กลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในด้านการแก้ปัญห การให้เหตุผล และ การเชื่อมโยงหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง
4. ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน กลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทาง

คณิตศาสตร์ในด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยงหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง

5. ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหาหลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลอง ที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวความคิดถ่ายโยงการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยงสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนโดยวิธีปกติ

6. ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผลหลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวความคิดถ่ายโยงการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยงสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนโดยวิธีปกติ

7. ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการเชื่อมโยงหลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวความคิดถ่ายโยงการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยงสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนโดยวิธีปกติ

8. ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวความคิดถ่ายโยงการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยงสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนโดยวิธีปกติ

ขอบเขตของการวิจัย

1. การวิจัยนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวความคิดถ่ายโยงการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยงของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาระบุรีเขต 2 กระทรวงศึกษาธิการ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองเพื่อประเมินคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนอนุบาลวังม่วง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาระบุรีเขต 2 กระทรวงศึกษาธิการ
2. การประเมินคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นโดยผู้ทรงคุณวุฒิและใช้การวิจัยกึ่งทดลองเป็นส่วนหนึ่งของการประเมิน ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

2.1 ตัวแปรจัดกระทำคือ การใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้

2.2 ตัวแปรตามคือ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยคือ สารการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่1 ภาค การศึกษาที่2 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ประกอบด้วย เศษส่วนและทศนิยม การประมาณค่า คู่อันดับและกราฟ สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ และโอกาสของเหตุการณ์

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยคือภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2552 (พฤศจิกายน 2552- มีนาคม 2553)

คำนิยามศัพท์เฉพาะ

รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ หมายถึง รูปแบบการเรียนการสอน ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ตามกระบวนการถ่ายโยงการเรียนรู้ ที่เป็นผลมาจากการสังเคราะห์ทฤษฎีโครงสร้างความรู้ ทฤษฎีองค์ประกอบเหมือน และทฤษฎีการสรุปนัยทั่วไป เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีประสบการณ์การเรียนรู้ และถ่ายโยงความรู้ไปใช้แก้ปัญหา และเรียนรู้สิ่งใหม่ โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน 4 ขั้นตอนหลักดังนี้

1. ขั้นการสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ เป็น ขั้นตอนที่กระตุ้นให้ผู้เรียน ระบุนิยามความรู้ในอดีตที่มีความสำคัญและเกี่ยวข้องกับสิ่งที่กำลังเรียนรู้ และพิจารณาหาองค์ประกอบที่เหมือนหรือคล้ายคลึงกับสิ่งที่ได้เคยเรียนรู้แล้ว เพื่อไปสร้างความสัมพันธ์กับสิ่งที่กำลังเรียนรู้ใหม่ หรือขยายขอบเขตของความรู้ในเรื่องนั้นๆให้กว้างขวางยิ่งขึ้น จนกลายเป็นข้อสรุปของความรู้ใหม่ที่ผู้เรียนได้รับ

2. ขั้นการฝึกปฏิบัติการใช้ความรู้ เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะ และกระบวนการใช้ความรู้ใหม่ โดยเริ่มจากการฝึกทักษะในสิ่งที่มีความซับซ้อนน้อยไปหาสิ่งที่มีความซับซ้อนมาก โดยมีการกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนได้ดำเนินการใช้ความรู้ไปแก้ปัญหาในบริบทที่ผู้เรียนกำลังเรียนรู้ จากนั้นให้ผู้เรียนสะท้อนการเรียนรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย เช่น การทำ Mind map ทำรายงาน โครงการ

3. **ขั้นการถ่ายโยงความรู้ไปใช้** เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาภายใต้เงื่อนไขใหม่ และบริบทใหม่หรือในสถานการณ์จริง และรวมถึงการที่ผู้เรียนทำการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหา ด้วยกระบวนการทางคณิตศาสตร์

4. **ขั้นการสะท้อนความคิด** เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการแก้ปัญหาของตนเอง

การจัดการเรียนการสอนโดยวิธีปกติ หมายถึง การจัดการเรียนการสอนตามแนวการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือการจัดการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งคำนึงถึงผู้เรียนเป็นสำคัญ ประกอบไปด้วยขั้นการทบทวนความรู้พื้นฐาน ขั้นปฏิบัติกิจกรรม ขั้นสรุป และขั้นฝึกทักษะ

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถหรือความชำนาญในการปฏิบัติงานหรือทำกิจกรรมคณิตศาสตร์ โดยมีการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการทำกิจกรรม หรือแก้ปัญหาอย่างสมเหตุสมผล ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผล และทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการเชื่อมโยง

1. **ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา** หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ไปดำเนินการหาคำตอบของปัญหา โดยประยุกต์ใช้กลยุทธ์แก้ปัญหาที่เหมาะสมในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ อันได้แก่การวิเคราะห์หาคำความหมายโจทย์ปัญหา วางแผนและกำหนดขั้นตอนการแก้ปัญหา เพื่อให้ได้ข้อสรุปหรือคำตอบของปัญหาอย่างสมเหตุสมผล ซึ่งประเมินได้จาก แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบบันทึกการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้สร้างขึ้น

2. **ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผล** หมายถึง ความสามารถในการแสดงแนวคิดเกี่ยวกับการสร้างหลักการ การวิเคราะห์ การหาความสัมพันธ์ เพื่อมาอธิบายข้อสรุปหรือข้อสันนิษฐาน อย่างสมเหตุสมผล ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ใช้การให้เหตุผลแบบนิรนัยและอุปนัย โดยการให้เหตุผลแบบนิรนัย หมายถึงความสามารถในการนำกฎ นิยาม ทฤษฎี หรือหลักการทั่วไปทางคณิตศาสตร์ไปใช้สรุปความถูกต้องของเนื้อหาที่สอดคล้องกันได้ และความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัย หมายถึงความสามารถในการหาข้อสรุปจากลักษณะร่วมของข้อมูลย่อยๆ ที่มีซึ่งประเมินได้จาก แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และแบบบันทึกการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้สร้างขึ้น

3. ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการเชื่อมโยง หมายถึงความสามารถในการนำความรู้ เนื้อหาสาระ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มาสัมพันธ์กับความรู้หรือแนวคิดที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่หรือช่วยในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคยซึ่งแบ่งออกเป็น การเชื่อมโยงความรู้ภายในวิชาคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงความรู้ระหว่างวิชาคณิตศาสตร์กับวิชาอื่น และการเชื่อมโยงความรู้ระหว่างวิชาคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน ซึ่งประเมินได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และแบบบันทึกการเรียนรู้ของผู้เรียนซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้สร้างขึ้น

นักเรียน หมายถึง นักเรียนที่ศึกษาอยู่ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสระบุรีเขต 2 กระทรวงศึกษาธิการ

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นทางเลือกใหม่ของนักการศึกษา และครูคณิตศาสตร์จะได้พิจารณานำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง
2. รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ สามารถนำไปดัดแปลงหรือประยุกต์ใช้ในการพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนในด้านอื่นๆ ที่แตกต่างจากงานวิจัยครั้งนี้
3. กระบวนการในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นจะเป็นแนวทางในการวิจัยและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการอื่นๆต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่องการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยงของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. รูปแบบการเรียนการสอน
 - 1.1 ความหมายและองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน
 - 1.2 ประเภทของรูปแบบการเรียนการสอน
 - 1.3 การพัฒนาและการนำเสนอรูปแบบการเรียนการสอน
2. การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์
 - 2.1 ปรัชญาการสอนและหลักการสอนคณิตศาสตร์
 - 2.2 ธรรมชาติของการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์
 - 2.3 ความมุ่งหมายของเรียนการสอนคณิตศาสตร์
 - 2.4 ทักษะการสอนคณิตศาสตร์
 - 2.5 แนวทางการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์
3. การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์
 - 3.1 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์
 - 3.2 การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา
 - 3.3 การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผล
 - 3.4 การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการเชื่อมโยง
4. การวัดผลและประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์
 - 4.1 หลักการวัดผลและประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์
 - 4.2 วิธีวัดผลและประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์
 - 4.3 การประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์
5. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายโยงการเรียนรู้
 - 5.1 ความหมายและความสำคัญของการถ่ายโยงการเรียนรู้
 - 5.2 แนวคิดทฤษฎีการถ่ายโยงการเรียนรู้
 - 5.3 องค์ประกอบของการถ่ายโยง

- 5.4 ประเภทของการถ่ายโอนการเรียนรู้
- 5.5 ระดับของการถ่ายโอนการเรียนรู้
- 5.6 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการถ่ายโอนการเรียนรู้
- 5.7 การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโอนการเรียนรู้
- 5.8 คณิตศาสตร์กับการถ่ายโอนการเรียนรู้
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 6.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. รูปแบบการเรียนการสอน

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการเรียนการสอนมีรายละเอียดดังนี้

1.1 ความหมายและองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน

1.1.1 ความหมายของรูปแบบการเรียนการสอน

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของรูปแบบการเรียนการสอนไว้ดังนี้ จอยส์ และวีล (Joyce and Weil, 2000) ให้ความหมายของ รูปแบบการเรียนการสอน ว่าเป็นแผนในการจัดการเรียนการสอนที่บรรยายให้เห็นถึงสิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่เป็นแนวทางในการออกแบบการเรียนการสอนที่มีเป้าหมายให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ทีศนา เขมมณี (2545: 475) ได้กล่าวถึงรูปแบบการเรียนการสอนไว้ว่าเป็นแบบแผนการดำเนินการสอนที่ได้รับการจัดเป็นระบบอย่างสัมพันธ์สอดคล้องกับทฤษฎี/หลักการเรียนรู้หรือการสอนที่รูปแบบนั้นยึดถือ และได้รับการพิสูจน์ ทดสอบว่ามีประสิทธิภาพ สามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายเฉพาะของรูปแบบนั้นๆ โดยทั่วไปแบบแผนการดำเนินการสอนดังกล่าว มักประกอบด้วยทฤษฎี/หลักการที่รูปแบบนั้นยึดถือ และกระบวนการสอนที่มีลักษณะเฉพาะอันจะนำผู้เรียนไปสู่จุดมุ่งหมายเฉพาะที่รูปแบบนั้นกำหนด ซึ่งผู้สอนสามารถนำไปใช้เป็นแบบแผนหรือแบบอย่างในการจัดและดำเนินการสอนอื่นๆ ที่มีจุดมุ่งหมายเฉพาะเช่นเดียวกันได้

จากรูปแบบการเรียนการสอนที่กล่าวมาแล้วข้างต้น สรุปได้ว่ารูปแบบการเรียนการสอน เป็นแบบแผนการดำเนินการจัดการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบตามทฤษฎีหรือหลักการที่รูปแบบนั้นยึดถือ และได้รับการพิสูจน์ว่ามีประสิทธิภาพที่จะช่วยพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนการสอน

1.1.2 องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน

นักการศึกษาได้อธิบายองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอนไว้ดังนี้
จอยส์ และวีล (Joyce and Weil, 2000: 13-14) ได้อธิบายเกี่ยวกับ
องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนการสอนไว้ 4 องค์ประกอบ ดังนี้

1) เป้าหมายของรูปแบบการเรียนการสอน ซึ่งอธิบายถึงสิ่งที่มุ่งพัฒนาหรือ
คุณลักษณะที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน

2) หลักการหรือแนวคิดที่เป็นพื้นฐานของรูปแบบ

3) รายละเอียดเกี่ยวกับขั้นตอนการสอนหรือการดำเนินการสอน

4) การประเมินผลชี้ให้เห็นถึงผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการใช้รูปแบบนั้น
ทิตนา แชมมณี (2545: 219-220) ได้อธิบายถึงองค์ประกอบของรูปแบบการ
เรียนการสอนไว้ 4 องค์ประกอบ ดังนี้

1) ปรัชญา ทฤษฎี หลักการแนวคิดหรือความเชื่อที่เป็นพื้นฐานของรูปแบบ
การเรียนการสอนนั้น

2) การบรรยาย และอธิบายสภาพหรือลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่
สอดคล้องกับหลักการที่ยึดถือ

3) การจัดระบบ คือ มีการจัดองค์ประกอบและความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ
ของ ระบบให้สามารถนำผู้เรียนไปสู่เป้าหมายของระบบหรือกระบวนการนั้นๆ

4) การอธิบายหรือให้ข้อมูลเกี่ยวกับวิธีสอนและเทคนิคการสอนต่างๆ อันจะ ช้
วยให้กระบวนการเรียนการสอนนั้นๆ เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

คำอธิบายดังกล่าวข้างต้นสามารถสรุปถึงองค์ประกอบของรูปแบบการเรียน
การสอนได้ 4 ประการ คือ 1) ปรัชญา หลักการ แนวคิด หรือทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในการพัฒนา
รูปแบบ 2) วัตถุประสงค์ของรูปแบบ 3) ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนการสอน
และ 4) การวัดและประเมินผลที่เกิดจากการใช้รูปแบบการเรียนการสอน

1.2 ประเภทของรูปแบบการเรียนการสอน

ทิตนา แชมมณี (2545: 223-269) แบ่งรูปแบบการเรียนการสอนไว้เป็น 5 ประเภท
สรุปได้ดังนี้

1) รูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการพัฒนาด้านพุทธิพิสัย เป็นรูปแบบการเรียนการ
สอนที่มุ่งช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระต่างๆซึ่งอาจอยู่ในรูปของข้อมูล

ข้อเท็จจริง มโนทัศน์ หรือความคิดรวบยอด เช่น รูปแบบการเรียนการสอนมโนทัศน์ รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดของกานเย่ รูปแบบการเรียนการสอนโดยการเสนอแนวคิดนำ รูปแบบการเรียนการสอนแบบเน้นความจำรูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้ผังกราฟิก

2) รูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการพัฒนาด้านจิตพิสัย เป็นรูปแบบที่มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เกิดความรู้สึก เจตคติ ค่านิยม คุณธรรม และจริยธรรมที่พึงประสงค์ ซึ่งเป็นเรื่องยากแก่การพัฒนาหรือปลูกฝัง เช่น รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการพัฒนาจิตพิสัยของบลูม รูปแบบการเรียนการสอนโดยการชักจูง รูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้บทบาทสมมติ รูปแบบการจัดการเรียนการสอนโดยวิธีทำความเข้าใจในค่านิยม

3) รูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการพัฒนาด้านทักษะพิสัย เป็นรูปแบบที่มุ่งพัฒนาความสามารถของผู้เรียนด้านการปฏิบัติ การกระทำ หรือการแสดงออกต่างๆ เช่น รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการพัฒนาทักษะปฏิบัติของซิมพ์สัน รูปแบบการเรียนการสอนทักษะปฏิบัติของแฮร์โรว์ รูปแบบการเรียนการสอนทักษะปฏิบัติของเดวิส

4) รูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการพัฒนาทักษะกระบวนการ เป็นรูปแบบที่มุ่งพัฒนาทักษะที่เกี่ยวข้องกับวิธีการดำเนินการต่างๆ อาจเป็นกระบวนการทางสติปัญญา กระบวนการคิด กระบวนการทางสังคม รูปแบบการเรียนการสอนในลักษณะนี้ เช่น รูปแบบการเรียนการสอนกระบวนการสืบสอบและแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม รูปแบบการเรียนการสอนกระบวนการคิดอุปนัย รูปแบบการเรียนการสอนกระบวนการคิดสร้างสรรค์ รูปแบบการเรียนการสอนกระบวนการคิดแก้ปัญหาขนาดตามแนวคิดของทอร์เรนซ์

5) รูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการบูรณาการ เป็นรูปแบบที่พยายามพัฒนาการเรียนรู้ด้านต่างๆ ของผู้เรียนไปพร้อมๆกัน โดยการบูรณาการทั้งทางด้านเนื้อหาสาระและวิธีการ เช่น รูปแบบการเรียนการสอนทางตรง รูปแบบการเรียนการสอนโดยการสร้างเรื่อง รูปแบบการเรียนการสอนตามวัฏจักรการเรียนรู้ 4MAT รูปแบบการเรียนการสอนของการเรียนการสอนแบบร่วมมือ

1.3 การพัฒนาและการนำเสนอรูปแบบการเรียนการสอน

1.3.1 การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน

ทิสนา แชมมณี (2545: 199-201) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการพัฒนารูปแบบ การเรียนการสอนไว้ว่ามีขั้นตอนสำคัญดังต่อไปนี้

1) การกำหนดจุดมุ่งหมายในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนให้ชัดเจน

- 2) การศึกษาหลักการหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเพื่อกำหนดองค์ประกอบและแนวทางในการจัดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน
- 3) การศึกษาสภาพการณ์และปัญหาที่เกี่ยวข้องเพื่อให้ค้นพบองค์ประกอบสำคัญที่จะช่วยให้รูปแบบการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพเมื่อนำไปใช้จริง และช่วยป้องกันปัญหาที่จะทำให้รูปแบบการเรียนการสอนขาดประสิทธิภาพ
- 4) การกำหนดองค์ประกอบสำคัญของรูปแบบ เพื่อพิจารณาว่ามีสิ่งใดที่ช่วยให้เป้าหมาย หรือจุดมุ่งหมายบรรลุผลสำเร็จ
- 5) การจัดกลุ่มองค์ประกอบ เพื่อนำองค์ประกอบที่กำหนดไว้มาจัดหมวดหมู่เพื่อความสะดวกในการดำเนินการในขั้นตอนต่อไป
- 6) การจัดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ เพื่อพิจารณาว่าองค์ประกอบใดเป็นเหตุและเป็นผลขึ้นต่อกันในลักษณะใด สิ่งใดควรมาก่อนมาหลัง สิ่งใดสามารถดำเนินการคู่ขนานกันไปได้
- 7) การจัดผังรูปแบบโดยแสดงลำดับขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอน และแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน
- 8) การทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน เพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้น
- 9) การประเมินผลรูปแบบการเรียนการสอน เพื่อประเมินว่าบรรลุผลตามเป้าหมายหรือใกล้เคียงกับเป้าหมายมากน้อยเพียงใด
- 10) การปรับปรุงรูปแบบการเรียนการสอน เพื่อนำผลจากการทดลองใช้ไปปรับปรุงให้รูปแบบการเรียนการสอนนั้นดียิ่งขึ้น

1.3.2 การนำเสนอรูปแบบการเรียนการสอน

การนำเสนอรูปแบบการเรียนการสอน เป็นขั้นตอนที่สำคัญ เนื่องจากการนำเสนอรูปแบบการเรียนการสอนที่ชัดเจนและเข้าใจง่ายจะช่วยให้ครูผู้สอนเกิดความเข้าใจและสามารถนำรูปแบบการเรียนการสอนไปใช้ได้ หรือสามารถศึกษาและฝึกฝนตนเองให้ใช้รูปแบบการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเกิดผลตามจุดมุ่งหมายของรูปแบบในการนำเสนอรูปแบบการเรียนการสอน

จอยล์ และวีล (Joyce and Weil, 1992) ได้เสนอรูปแบบการเรียนการสอนเป็น 4 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ที่มาของรูปแบบการเรียนการสอน (Orientation to the model) เป็นการอธิบายความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ซึ่งเป็นที่มาของรูปแบบการสอนประกอบด้วยเป้าหมายของรูปแบบ ทฤษฎี ข้อสมมุติ หลักการ และแนวคิดสำคัญที่เป็นพื้นฐานของรูปแบบการสอน

ตอนที่ 2 รูปแบบการเรียนการสอน (The model of teaching) เป็นการอธิบายถึงรูปแบบการเรียนการสอน โดยมีรายละเอียดตามหัวข้อต่อไปนี้

1) ขั้นตอนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอน (syntax) เป็นการให้รายละเอียดเกี่ยวกับลำดับขั้นตอนการสอนหรือการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

2) หลักการของการปฏิสัมพันธ์ (Social system) เป็นการอธิบายถึงบทบาทของครู นักเรียน ความสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน ความสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน ซึ่งจะแตกต่างกันไปในแต่ละรูปแบบ เช่น บทบาทของครู อาจเป็นผู้นำในการทำกิจกรรม เป็นผู้อำนวยความสะดวก เป็นผู้แนะแนว และเป็นแหล่งข้อมูล เป็นต้น

3) หลักการของการตอบสนอง (Principles of reaction) เป็นการบอกถึงวิธีการแสดงออกของครูต่อนักเรียน การตอบสนองการกระทำของนักเรียน เช่น การให้รางวัลแก่ผู้เรียน การให้อิสระในการแสดงความคิดเห็น การไม่ประเมินว่าถูกหรือผิด เป็นต้น

4) ระบบการสนับสนุนการจัดการเรียนการสอน (Support system) เป็นการอธิบายถึงเงื่อนไขหรือสิ่งจำเป็นที่จะทำให้การใช้รูปแบบนั้นได้ผล เช่น รูปแบบการเรียนการสอนแบบทดลองในห้องปฏิบัติการ ต้องใช้ผู้ดำเนินการทดลองที่ผ่านการฝึกฝนมาอย่างดีแล้ว รูปแบบการเรียนการสอนแบบฝึกทักษะ นักเรียนจะต้องได้ฝึกการทำงานในสถานที่และใช้อุปกรณ์ที่ใกล้เคียงสภาพการทำงานจริง

ตอนที่ 3 การนำรูปแบบการเรียนการสอนไปใช้ (application) เป็นการให้คำแนะนำ และตั้งข้อสังเกตเกี่ยวกับการนำรูปแบบการเรียนการสอนไปใช้ให้ได้ผล เช่น ควรใช้กับเนื้อหาประเภทใด ควรใช้กับผู้เรียนระดับใด

ตอนที่ 4 ผลที่ได้จากการใช้รูปแบบการเรียนการสอนทั้งผลทางตรงและทางอ้อม (Instructional and nurturant effects) เป็นการระบุถึงผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่คาดว่าจะเกิดแก่ผู้เรียนทั้งผลทางตรงซึ่งเป็นจุดมุ่งหมายหลักของรูปแบบการสอน และผลทางอ้อมซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการใช้รูปแบบการเรียนการสอนนั้น ซึ่งจะเป็นแนวทางสำหรับครูในการพิจารณาและเลือกรูปแบบการสอนไปใช้

ตามที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่าการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนนั้นต้องจัดทำอย่างเป็นระบบ โดยศึกษาหลักการ แนวคิด หรือทฤษฎีมาใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนา

รูปแบบ เพื่อกำหนดองค์ประกอบสำคัญของรูปแบบ ในงานวิจัยนี้ได้นำแนวคิด และหลักการเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอนดังกล่าว มาเป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดทฤษฎีการถ่ายโยงการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง

2. การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีรายละเอียดดังนี้

2.1 ปรัชญาการสอนและหลักการสอนคณิตศาสตร์

ปรัชญาการสอนคณิตศาสตร์ หมายถึง หลักแห่งความรู้และความจริงที่ยึดถือเพื่อเป็นแนวทางในการสอนคณิตศาสตร์ (ยุพิน พิพิธกุล, 2530: 48) ประกอบด้วย

- 1) สอนให้นักเรียนคิด และค้นพบด้วยตนเอง โดยครูเป็นเพียงผู้ชี้แนะและผู้อำนวยความสะดวก
- 2) สอนโดยยึดโครงสร้างอย่างมีระบบระเบียบ และควรใช้วิธีสอนหลายวิธีอย่างมีการยืดหยุ่น เหมาะสมตามเนื้อหา
- 3) ไม่มุ่งสอนแต่เนื้อหาคณิตศาสตร์อย่างเดียว ควรจะสอดแทรกจริยธรรม ฝึกความมีวินัย และฝึกความเป็นเหตุเป็นผลไปด้วย

หลักการสอนคณิตศาสตร์ เป็นสิ่งที่นักการศึกษาและครูผู้สอนต้องคำนึงถึง ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ในแต่ละสาระเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเต็มศักยภาพของนักเรียนแต่ละบุคคล

ยุพิน พิพิธกุล (2530: 49) และอัมพร ม้าคนอง (2546: 8-10) ได้ให้หลักการสอนคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกันกล่าวโดยสรุปได้ดังนี้

- 1) สอนให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ หรือความรู้ทางคณิตศาสตร์จากการคิดสรุปด้วยตนเอง และมีส่วนร่วมในการค้นคว้า สรุปกฎเกณฑ์ และทำกิจกรรมกับผู้อื่น
- 2) ใช้ความสนใจของนักเรียนเป็นจุดเริ่มต้น โดยใช้ความคิดและคำถามของนักเรียนในการนำเข้าสู่บทเรียนหรือประเด็นในการอภิปราย
- 3) สอนให้นักเรียนเห็นโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ ความสัมพันธ์และความต่อเนื่องของเนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่องที่สัมพันธ์กันควรสอนไปพร้อมกัน เช่น เซตที่เท่ากันกับเซตที่เทียบเท่ากัน ยูเนียนกับอินเตอร์เซกชัน
- 4) สอนโดยการใช้สิ่งที่เป็นรูปธรรมอธิบายนามธรรม หรือการทำสิ่งที่เป็นนามธรรมมากๆ ให้เป็นนามธรรมที่ง่ายขึ้นหรือพอจะจินตนาการได้ง่ายขึ้น
- 5) สอนจากเรื่องง่ายไปสู่เรื่องยาก และไม่ควรรสอนเรื่องที่ยากเกินความสามารถของ

นักเรียน

- 6) สอนผ่านประสาทสัมผัสหลายอย่างทั้งการดู การฟัง การเขียน การพูดและการปฏิบัติ
 - 7) สอนโดยคำนึงถึงประสบการณ์เดิม และความรู้พื้นฐานของนักเรียน กิจกรรมใหม่ควรต่อเนื่องจากกิจกรรมเดิม
 - 8) สอนให้นักเรียนเกิดทักษะการคิดวิเคราะห์ ทักษะการคิดคำนวณ เกิดความคิดสร้างสรรค์อยากรู้ อยากเห็นและนำไปคิดต่อ
 - 9) ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติในสิ่งที่ทำได้ และสอนให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์ในห้องเรียน คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน และคณิตศาสตร์กับวิชาอื่นๆโดยจัดโอกาสให้นักเรียนได้นำความคิดทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆอย่างกว้างขวาง
 - 10) สอนโดยคำนึงว่าจะให้นักเรียนเรียนอะไร และเรียนอย่างไรนั้นคือต้องคำนึงถึงทั้งเนื้อหาวิชาและกระบวนการเรียน
 - 11) ครูควรมีความกระตือรือร้น และตื่นตัวอยู่เสมอ สอนให้นักเรียนมีความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ สนุกสนานในการทำกิจกรรม
 - 12) ครูควรศึกษาธรรมชาติ และศักยภาพของนักเรียน เพื่อจัดกิจกรรมการสอนให้สอดคล้องกับนักเรียน
 - 13) สังเกตและประเมินการเรียนรู้ และความเข้าใจของผู้เรียนขณะเรียนในห้องโดยใช้คำถามสั้นๆ หรือการพูดคุยกติ
- สรุปได้ว่าการสอนคณิตศาสตร์นั้นนอกจากครูต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ความชำนาญในเนื้อหาคณิตศาสตร์ แล้วยังต้องมีความรู้ทางด้านปรัชญาการสอน และหลักการสอน จุดประสงค์ของการจัดการเรียนการสอน ลักษณะของการจัดกิจกรรม บทบาทของผู้เรียน และบทบาทครูในการส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งทุกส่วนจะต้องมีความสอดคล้องและส่งเสริมซึ่งกันและกัน

2.2 ธรรมชาติของการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษากล่าวเกี่ยวกับธรรมชาติของการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

ไพจิตร สะดวกการ (2538) ซึ่งให้เห็นถึงธรรมชาติวิชาของคณิตศาสตร์ดังนี้

- 1) โครงสร้างคณิตศาสตร์มีส่วนประกอบสำคัญ 4 ประการได้แก่ อนิยาม (Undefined term) นิยาม (Definition or defined term) กติกา (postulate) หรือข้อตกลงเบื้องต้น (assumption) หรือสัจพจน์ (axiom) และทฤษฎีบท(theorem)

2) คณิตศาสตร์ เป็นวิชาที่มีเนื้อหาเป็นนามธรรม (abstract) ความเป็นนามธรรมของคณิตศาสตร์เกิดขึ้นเมื่อมนุษย์ตระหนักว่าประสบการณ์มีมากมายจนเกินกว่าจะจาะไนได้อย่างครบถ้วน การสรุปเหตุการณ์เชิงรูปธรรมให้เป็นนามธรรมในวิชาคณิตศาสตร์ทำให้มนุษย์สามารถอธิบายประสบการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผลสอดคล้องกับการสังเกต

3) คณิตศาสตร์ เป็นวิชาที่ว่าด้วยการพิสูจน์ (proof) หรือการให้เหตุผล(reason) เนื้อหาของคณิตศาสตร์คือการให้เหตุผล ไม่ใช่สามัญสำนึกเป็นเครื่องตัดสิน แต่ใช้นิยาม กติกา และทฤษฎีบทมาเป็นเหตุผลสนับสนุนว่าสิ่งใดสิ่งหนึ่งเป็นจริง ยิ่งระดับที่เป็นนามธรรมลึกซึ้งมากเพียงใด เหตุผลก็ยังมีบทบาทสำคัญมากขึ้นเพียงนั้น

4) คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มุ่งหานัยทั่วไป (generalization) ของสิ่งต่างๆ เพื่อประโยชน์ในการนำไปใช้แก้ปัญหากรณีเฉพาะต่างๆที่มีโครงสร้างร่วมแบบเดียวกันได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว ความเป็นกรณีทั่วไปของคณิตศาสตร์มีความเด่นมากจนกล่าวกันว่าคณิตศาสตร์เป็นเรื่องของแบบแผน (pattern) ซึ่งเป็นโครงใหญ่กว้างๆที่รวมกรณีเฉพาะต่างๆไว้อย่างไม่จำกัด นอกจากนี้ ยูพิน พิพิทกุล (2539, หน้า 2-3) ได้กล่าวไว้สอดคล้องกันดังนี้

1) คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวกับความคิด เราใช้คณิตศาสตร์พิสูจน์อย่างมีเหตุผลว่าสิ่งที่เราคิดขึ้นนั้นเป็นจริงหรือไม่ ด้วยวิธีคิด เราก็จะสามารถนำคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ คณิตศาสตร์ช่วยให้คนเป็นผู้มีเหตุผล เป็นคนใฝ่รู้ พยายามคิดสิ่งที่แปลกและใหม่จึงเป็นรากฐานแห่งความเจริญของเทคโนโลยีด้านต่าง ๆ

2) คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับความคิดของมนุษย์ จึงมีการสร้างสัญลักษณ์แทนความคิดนั้น และสร้างกฎในการนำสัญลักษณ์มาใช้ เพื่อสื่อความหมายให้เข้าใจตรงกัน คณิตศาสตร์จึงมีภาษาเฉพาะของตัวเอง ซึ่งเป็นภาษาที่กำหนดขึ้นด้วยสัญลักษณ์ที่รัดกุมและสื่อความหมายได้ถูกต้องโดยมีตัวอักษร ตัวเลข และสัญลักษณ์แทนความคิด และเป็นภาษาสากลที่ทุกชาติ ทุกภาษาที่เรียนคณิตศาสตร์เข้าใจได้ตรงกัน

3) คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีแบบรูป (pattern) เราจะเห็นว่าความคิดทางคณิตศาสตร์จะต้องมีแบบแผน มีรูปแบบ ไม่ว่าจะคิดเรื่องใดก็ตาม ทุกขั้นตอนจะตอบได้และจำแนกออกมาให้เห็นจริง

4) คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีโครงสร้าง มีเหตุผล และเริ่มด้วยเรื่องง่ายๆก่อน เช่น เริ่มต้นด้วย อนิยาม แล้วนำไปสู่บทนิยาม สัจพจน์ ทฤษฎีบท และการพิสูจน์

5) คณิตศาสตร์เป็นศิลปะอย่างหนึ่ง เช่นเดียวกับศิลปะอื่นๆ ความงามของคณิตศาสตร์ก็คือความมีระเบียบและความกลมกลืน นักคณิตศาสตร์ได้พยายามแสดงความคิด

มีความคิดสร้างสรรค์ จินตนาการ ความคิดริเริ่มที่จะแสดงความคิดใหม่ๆ และแสดงโครงสร้างใหม่ๆ ทางคณิตศาสตร์ออกมา

2.3 ความมุ่งหมายของเรียนการสอนคณิตศาสตร์

การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในแต่ละระดับชั้นต้องคำนึงถึงคุณภาพของผู้เรียนจากการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในแต่ละระดับดังกล่าวด้วย ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (2551: 60-61) ได้กำหนดคุณภาพของนักเรียนเมื่อเรียนจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่3 ไว้ดังนี้

- 1) มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับจำนวนจริง มีความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละ เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง สามารถดำเนินการเกี่ยวกับจำนวนเต็ม เศษส่วน ทศนิยม เลขยกกำลัง รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง ใช้การประมาณค่าในการดำเนินการและแก้ปัญหา และนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนไปใช้ในชีวิตจริงได้
- 2) มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นที่ผิวของปริซึม ทรงกระบอก และปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลมเลือกใช้หน่วยการวัดในระบบต่าง ๆ เกี่ยวกับความยาว พื้นที่ และปริมาตรได้อย่างเหมาะสม พร้อมทั้งสามารถนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในชีวิตจริงได้
- 3) สามารถสร้างและอธิบายขั้นตอนการสร้างรูปเรขาคณิตสองมิติโดยใช้วงเวียนและสันตรง อธิบายลักษณะและสมบัติของรูปเรขาคณิตสามมิติซึ่งได้แก่ปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวย และทรงกลมได้
- 4) มีความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของความเท่ากันทุกประการและความคล้ายของรูปสามเหลี่ยม เส้นขนาน ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ และสามารถนำสมบัติเหล่านั้นไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาได้ มีความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิต (Geometric transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (Translation) การสะท้อน (Reflection) การหมุน (Rotation) และนำไปใช้ได้
- 5) สามารถนิยามและอธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ
- 6) สามารถวิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ของแบบรูป สถานการณ์หรือปัญหา และสามารถใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และกราฟในการแก้ปัญหาได้

7) สามารถกำหนดประเด็น เขียนข้อคำถามเกี่ยวกับปัญหาหรือสถานการณ์ กำหนดวิธีการศึกษา เก็บรวบรวมข้อมูลและนำเสนอข้อมูลโดยใช้แผนภูมิรูปวงกลม หรือรูปแบบอื่นที่เหมาะสมได้

8) เข้าใจค่ากลางของข้อมูลในเรื่องค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน และฐานนิยมของข้อมูลที่ยังไม่ได้แจกแจงความถี่ และเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสม รวมทั้งใช้ความรู้ในการพิจารณาข้อมูลข่าวสารทางสถิติ

9) เข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่ม เหตุการณ์ และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์และประกอบการตัดสินใจในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

10) ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหาใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและชัดเจน เชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ยึดความมุ่งหมายของการเรียนคณิตศาสตร์ มาเป็นหลักการในการสร้างรูปแบบการเรียนการสอนดังกล่าวด้วย

2.4 ทักษะการสอนคณิตศาสตร์

ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุผลการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ ครูจึงต้องเลือกใช้วิธีสอนหลายๆวิธี โดยคำนึงถึงความเหมาะสมของเนื้อหา ความสามารถและความถนัดของครู ลักษณะของผู้เรียน และทรัพยากรที่มีเป็นต้น นอกจากนี้ครูต้องรู้วิธีสอนตลอดจนกลวิธีแล้วครูยังต้องฝึกทักษะด้านต่างๆ เพิ่มเติมอีกเพื่อให้การสอนสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ทักษะที่ครูควรจะมีดังนี้ (ยุพิน พิพิธกุล, 2523: 175-222; อัมพร ม้าคนอง, 2546: 40-44)

1) ทักษะการนำเข้าสู่บทเรียน

ทักษะการนำเข้าสู่บทเรียนมีความสำคัญ เนื่องจากเป็นการเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนสำหรับการเรียนเนื้อหาที่ครูตั้งใจจะสอนในแต่ละคาบ การนำเข้าสู่บทเรียนมีวิธีต่างๆตามเนื้อหาที่จะมาสอน เป็นต้นว่าการทบทวนความรู้เดิมที่เป็นพื้นฐานของความรู้ในคาบที่จะสอน เช่น การทบทวนสมบัติการเท่ากันก่อนการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรตัวแปรเดียว $2x-4 = 6x+ 5$ เป็นต้น การสนทนาซักถามด้วยการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของสิ่งที่ผู้เรียนพบในชีวิตประจำวันกับ

เนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียน เรียนในห้องเรียน เช่นควรซื้อเชือกที่ใช้ซักธงชาติของเสาธงโรงเรียนมีความยาวอย่างน้อยเท่าใด ซึ่งสามารถหาได้โดยใช้ความรู้เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส การนำเข้าสู่บทเรียนจึงมีความสำคัญในลักษณะที่เป็นการทบทวนพื้นฐานเก่า ทำให้ผู้เรียนมองเห็นความสัมพันธ์หรือภาพรวมของสิ่งที่เรียนมาแล้วกับสิ่งที่กำลังจะเรียนรู้ใหม่ตลอดจนความสัมพันธ์ของสิ่งที่เรียนกับการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

การนำเข้าสู่บทเรียนควรมีลักษณะดังนี้

- 1.1) ทำก่อนการสอนเนื้อหาใหม่
- 1.2) ไม่ควรใช้เวลานานเกินไป หรือน่าเบื่อเกินไป
- 1.3) ครูไม่จำเป็นต้องเป็นผู้ทบทวน หรือผู้บอกนักเรียนเสมอไป แต่อาจใช้คำถามให้นักเรียนคิดหาความสัมพันธ์ ของสิ่งที่นักเรียน เรียนรู้แล้ว กับสิ่งใหม่ที่จะเรียน
- 1.4) ให้นักเรียนช่วยกันคิด ช่วยกันอธิบายความรู้ที่เป็นพื้นฐานของเนื้อหาที่จะเรียน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อนักเรียนเองในการทบทวนความรู้เก่า ที่ครูได้ประเมินว่านักเรียนมีความรู้เพียงพอต่อการเรียนเนื้อหาใหม่หรือไม่
- 1.5) ครูสร้างประเด็นปัญหาให้นักเรียนอภิปราย เพื่อหากลวิธีแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาใหม่

2) ทักษะการสรุปบทเรียน

ทักษะการสรุปบทเรียนเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งของการสอนในแต่ละคาบ เนื่องจากเป็นการสรุปสาระสำคัญของสิ่งที่สอนมาทั้งหมด และเป็นการทำให้นักเรียนพยายามสื่อสารสิ่งที่ตนเข้าใจออกมาให้ผู้อื่นรับทราบ ซึ่งบางครั้งนักเรียนที่เข้าใจเนื้อหาเป็นอย่างดี แต่อาจไม่สามารถสื่อสารออกมาเป็นภาษาพูดหรือภาษาเขียนให้ผู้อื่นเข้าใจได้ ครูจึงมีบทบาทเป็นผู้แนะนำว่าควรสรุปอะไร และสรุปอย่างไร การสรุปบทเรียนควรมีลักษณะดังนี้

2.1) การสรุปบทเรียนควรสรุปเป็นตอนๆ จากเนื้อหาย่อยๆ ในระหว่างการสอน เมื่อนักเรียนเกิดมโนทัศน์จากเรื่องที่สอนไปแล้ว เพื่อจะได้ใช้ข้อมูลนั้นสำหรับการสอนเนื้อหาย่อยในลำดับที่สูงขึ้น และเพื่อไม่ให้เป็นภาระสะสมสาระสำคัญไว้สรุปในตอนท้ายมากเกินไปซึ่งอาจทำให้นักเรียนลืมบางส่วนได้

2.2) การสรุปบทเรียนควรให้ผู้เรียนเป็นผู้สรุป โดยครูเป็นผู้แนะแนวทางในการสรุปเพื่อให้นักเรียนได้ทราบว่าสิ่งที่ตนเข้าใจนั้นถูกต้องหรือไม่ ในขณะที่เดียวกันครูก็จะทราบว่านักเรียนมีความเข้าใจในสิ่งที่ตนเองสอนมากน้อยเพียงใด

2.3) การสรุปบทเรียนเมื่อจบบทเรียนแล้ว เป็นการทบทวนรวบยอดอีกครั้งหนึ่งว่าในคาบนั้นนักเรียนได้เรียนอะไรไปบ้าง มีกฎเกณฑ์อะไรที่ควรจะต้องเข้าใจ มีความเข้าใจถูกต้องหรือไม่ และมีความเข้าใจมากน้อยเพียงใด ครูควรให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของบทสรุปย่อยๆเอง ก่อนที่ครูจะสรุปรวมในภายหลัง หากเป็นทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยาม ครูไม่ควรสรุปสิ่ง

เหล่านั้นในทันที แต่ควรรอให้นักเรียนใช้ภาษาของตนเองสรุปก่อนแล้วจึงสรุปในภายหลัง

2.4) การสรุปบทเรียนไม่ควรทำเฉพาะกับการสอนเนื้อหาเท่านั้น การสอนโจทย์ปัญหา ชั้นตอนหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ อาจมีการสรุปบทเรียนได้ซึ่งวิธีการสรุปบทเรียนอาจทำได้หลายวิธีดังนี้

- สรุปจากการอภิปรายและตอบคำถามของนักเรียน
- สรุปโดยการใช้สื่อการสอน
- สรุปด้วยเพลง กลอน หรือเกม

3) ทักษะการตั้งคำถาม

การตั้งคำถามเป็นเรื่องที่จำเป็น สำหรับการเรียนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน ซึ่งมีทั้งนักเรียนที่ถามครูเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ชัดเจนยิ่งขึ้น และครูตั้งคำถามเพื่อตรวจสอบขยายความคิดและพัฒนาการเรียนของนักเรียน ครูควรคำนึงถึงการใช้คำถามซึ่งควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

3.1) ครูต้องคิดคำถามล่วงหน้าพร้อมทั้งประมาณการคำตอบที่นักเรียนน่าจะตอบเพื่อเตรียมตัวอธิบายหรือแก้ไขหากนักเรียนเข้าใจไม่ถูกต้อง

3.2) ครูควรตั้งคำถามให้นักเรียนได้คิด มีการอภิปราย อธิบายคำตอบหรือแสดงเหตุผลมากกว่าตั้งคำถามที่ต้องการเฉพาะคำตอบเพียงคำตอบเดียว

3.3) เมื่อครูถามนักเรียนไปแล้ว ครูควรสนใจฟังคำตอบของนักเรียน และให้ความสำคัญกับคำตอบของนักเรียน หากนักเรียนตอบไม่ถูก ครูควรใช้คำถามช่วยให้นักเรียนเกิดข้อคิด

3.4) ครูควรพยายามถามครั้งเดียว และหลีกเลี่ยงการใช้คำถามซ้ำของครู และการใช้คำตอบซ้ำของนักเรียน เพื่อเป็นการฝึกวินัยการฟังที่ดี ในขณะที่เดียวกันถ้าครูถามซ้ำ อาจไปก่อกวนการคิดของนักเรียน

4) ทักษะการยกตัวอย่าง

การยกตัวอย่างในวิชาคณิตศาสตร์มีความสำคัญในการช่วยให้นักเรียนเห็นภาพของสิ่งที่ครูกำลังพูดถึงหรืออธิบายอยู่ทำให้นักเรียนเข้าใจได้ดียิ่งขึ้น ครูจะยกตัวอย่างได้ดีเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่ ซึ่งในการยกตัวอย่างครูควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

4.1) ควรยกตัวอย่างสถานการณ์ที่ใกล้ตัวนักเรียนหรือเกิดขึ้นกับนักเรียน และมีความสัมพันธ์กับเนื้อหาที่สอน

4.2) ควรมีจุดมุ่งหมาย ในการยกตัวอย่างที่ชัดเจน เช่น เพื่อให้นักเรียนเข้าใจทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยาม เพื่อแสดงขั้นตอนการคำนวณ และเพื่อให้เห็นการนำไปใช้ โดยต้องยกตัวอย่างทันที

4.3) เปิดโอกาสให้นักเรียนยกตัวอย่างเอง

4.4) จำนวนตัวอย่างที่ยกมา ควรมีมากพอที่จะทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจชัดเจน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการยกตัวอย่างให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ในตัวอย่างและสรุปออกมาเป็นทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยาม

4.5) การยกตัวอย่างเปรียบเทียบ เมื่อเรื่องที่สอนมีลักษณะเป็นคู่และต้องการให้เห็นความแตกต่าง เมื่อสอนอย่างหนึ่งแล้วก็ควรสอนอีกอย่างหนึ่งด้วย เช่น สอน ห.ร.ม และ ค.ร.น. โดยการแยกแพ็คเกจก็ควรสอนไปพร้อมๆกัน

4.6) ยกตัวอย่างที่ง่ายก่อนแล้วจึงยกตัวอย่างที่ยากขึ้นตามลำดับ โดยเฉพาะการยกตัวอย่างในการสอนมโนทัศน์ควรยกตัวอย่างเป็นตัวเลขหรือจำนวนน้อยๆ เพื่อให้นักเรียนจะได้ให้ความสำคัญกับเนื้อหาสาระมากกว่าตัวเลขหรือจำนวน

ทั้งวิธีสอนและทักษะการสอนเป็นสิ่งสำคัญที่ครูต้องฝึกฝนให้มีความชำนาญ เพื่อให้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ สัมฤทธิ์ผลอย่างรวดเร็ว ง่าย มีความสุข และสนุกสนานในการเรียนรู้ ซึ่งส่งผลให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ และสนใจเรียนมากขึ้น

2.5 แนวทางการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

2.5.1 การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยทั่วไป

นักการศึกษาได้เสนอแนวทางการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้
 เบลล์ และคณะ (Bell and others, 1983 cited in Ernest, 2000: 4-8) ได้จำแนกสิ่งที่นักเรียนควรรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งประกอบด้วย ข้อเท็จจริง ทักษะ มโนทัศน์ การสร้างมโนทัศน์ โครงสร้างมโนทัศน์ การเรียนรู้กลวิธีทั่วไปทางคณิตศาสตร์ การพัฒนาเจตคติและความประทับใจ โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 1) ข้อเท็จจริงคือ หน่วยความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เล็กที่สุด เป็นความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ข้อเท็จจริงแต่ละหน่วยประกอบขึ้นเป็นตัวสาระการเรียนรู้ มีการเชื่อมโยงอย่างมีความหมายง่ายต่อการจำ จนกลายเป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างมโนทัศน์
- 2) ทักษะคือการดำเนินการที่มีหลายขั้นตอน รวมถึงทักษะที่คุ้นเคย และทักษะที่ต้องฝึกบ่อยๆ เช่นการดำเนินการทางจำนวน ในเรื่องของการบวกในแนวตั้ง หรือการดำเนินการด้วยเครื่องหมายทางพีชคณิต ในเรื่องของการแก้สมการเชิงเส้น นักเรียนสามารถพัฒนาทักษะได้ด้วยการเรียนรู้จากตัวอย่าง ด้วยการสังเกตตัวอย่างที่เคยทำ แล้วจึงปฏิบัติตาม หากเป็นตัวอย่างที่ยากต้องมีการฝึกซ้ำ นักเรียนมักเรียนรู้ทักษะคลาดเคลื่อน ซึ่งความคลาดเคลื่อนส่วนใหญ่มักเกิดจากการเรียนรู้ทักษะแค่บางส่วนทำให้ทักษะบางส่วนขาดไปหรือรวมทักษะผิดพลาด ความคลาดเคลื่อนอีกส่วนหนึ่งมาจากการใช้กฎผิด

3) มโนทัศน์และโครงสร้างมโนทัศน์ โดยมโนทัศน์เป็นสมบัติที่บอกความหมายของ สิ่งใดสิ่งหนึ่ง เช่น มโนทัศน์ของจำนวนลบ คือจำนวนที่น้อยกว่าศูนย์ มโนทัศน์ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส คือรูปในระนาบที่มีด้านที่เท่ากัน 4 ด้าน และมีมุมฉาก 4 มุม การเรียนรู้เพียงชื่อจะเป็นการ เรียนข้อเท็จจริงเท่านั้น แต่การเรียนรู้ความหมายของชื่อและการให้คำจำกัดความจึงถือเป็นการ เรียนรู้มโนทัศน์

โครงสร้างมโนทัศน์ เป็นกลุ่มของมโนทัศน์ และมีการเชื่อมโยงสัมพันธ์ระหว่างกัน ซึ่งมีความซับซ้อนและพัฒนาเมื่อนักเรียนเพิ่มเติมมโนทัศน์มากขึ้น และเชื่อมโยงมโนทัศน์เหล่านั้น ผ่านการเรียนรู้ เช่นโครงสร้างมโนทัศน์เรื่องการกำหนดค่าประจำหลักของจำนวน การกำหนดค่า ประจำหลักเป็นระบบทางจำนวนที่เราใช้ในการให้ค่าของตัวเลข เช่นการกำหนดค่าประจำหลักของ 9 จะได้ว่า 9 ในหลักหน่วย หลักสิบ หลักร้อย และทศนิยมตำแหน่งที่หนึ่ง มีค่าเป็น 9, 90, 900 และ 0.9 ตามตำแหน่งของศูนย์ และจุดทศนิยมที่แสดงอยู่ ดังนั้นการคูณด้วย 10, 100, 1000 จึง หมายถึงการย้ายจำนวนเต็มไป 1,2 หรือ 3 ตำแหน่งตามลำดับ และไม่มีจุดสิ้นสุดในการให้ค่า ประจำหลักทั้งทางซ้าย และทางขวาของเส้นจำนวน ส่วนโครงสร้างมโนทัศน์เรื่องรูปสี่เหลี่ยมนั้น เป็นการเรียนรู้ความสัมพันธ์ระหว่างรูปหลายเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยมด้านไม่เท่า รูปสี่เหลี่ยม ขนมเปียกปูน รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส และรูปสี่เหลี่ยมรูปว่าว ความรู้ทางคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่ที่นักเรียนได้เรียนในโรงเรียน ถูกสร้างขึ้นตามโครงสร้างของ มโนทัศน์ข้อเท็จจริงและทักษะที่นักเรียนได้เรียน รวมอยู่ในโครงสร้างนี้แล้ว หรือไม่ก็มีความ เชื่อมโยงกันอยู่ ยิ่งนักเรียนมีความเชื่อมโยงระหว่างข้อเท็จจริง ทักษะและมโนทัศน์มากนักเรียน ก็จะสามารถจำและนำความรู้มาใช้ได้ง่ายขึ้น

4) กลวิธีทั่วไป เป็นวิธีการหรือกระบวนการที่เป็นแนวทางในการเลือกทักษะหรือ ความรู้เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาแต่ละขั้น ซึ่งถ้าปัญหาที่นักเรียนพบเหมือนกับที่เคยทำมาก่อน นักเรียนจะจำวิธีการแก้ปัญหานั้นได้ แต่ถ้าเป็นปัญหาที่เปลี่ยนไป นักเรียนจะไม่สามารถระลึก วิธีการแก้ปัญหานั้นได้ ดังนั้นกลวิธีทั่วไปจึงมีประโยชน์อย่างมาก เพราะนักเรียนจะใช้เป็นแนวทางที่ อาจนำไปสู่การหาคำตอบ ปัญหาปลายเปิดและการสืบเสาะจะทำให้นักเรียนสร้างสรรค์วิธีการ สืบเสาะเพื่อหาคำตอบและรูปแบบทางคณิตศาสตร์ กลวิธีทั่วไปที่สามารถนำไปใช้กับปัญหาที่ ซับซ้อน และการค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหามีดังนี้

- 4.1) การนำเสนอปัญหาด้วยการวาดแผนผัง
- 4.2) การพยายามแก้ปัญหาที่ง่ายกว่า โดยหวังว่าจะได้ข้อแนะนำ และวิธีการ
- 4.3) การสร้างตัวอย่าง
- 4.4) การสร้างตารางผลลัพธ์ต่างๆ
- 4.5) การใส่ผลลัพธ์ในตารางเพื่อเป็นตัวแนะตามลำดับ
- 4.6) การค้นหาแบบรูปจากข้อมูลที่มี

4.7) การคิดหาวิธีการที่ต่างออกไปและทดลองหาคำตอบ

4.8) การตรวจสอบคำตอบ

5) เจตคติต่อคณิตศาสตร์เป็นความรู้สึกและการตอบสนองของนักเรียนต่อวิชาคณิตศาสตร์ ทั้งความชอบหรือไม่ชอบ ความเชื่อมั่นในการทำงานคณิตศาสตร์ ซึ่งมีความสำคัญและเป็นจุดมุ่งหมายทั่วไปอย่างหนึ่งของการสอนคณิตศาสตร์ การมีเจตคติทางบวกนำไปสู่ความพยายามและการบรรลุความสำเร็จได้มากขึ้น

6) ความประทับใจในวิชาคณิตศาสตร์ สัมพันธ์กับความเข้าใจในภาพรวมทางคณิตศาสตร์ การตระหนักรู้ในความเป็นคณิตศาสตร์ ความเข้าใจในคุณค่า และบทบาทของคณิตศาสตร์ต่อสังคม

คอคครอฟ (Cockcroft, 1982 cited in Ernest, 2000: 13) ได้ศึกษาการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ และให้ข้อเสนอแนะว่าในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในทุกระดับชั้นควรประกอบด้วยโอกาสต่างๆดังนี้

1) การอธิบายโดยครู เป็นวิธีที่ครูเป็นผู้บอกนักเรียนเป็นส่วนใหญ่ ใช้ได้กับนักเรียนเป็นจำนวนมาก

2) การอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน และระหว่างนักเรียนกับนักเรียนเพื่อเปิดโอกาสให้มีการวิเคราะห์ตีความ

3) การมอบหมายงานภาคปฏิบัติที่เหมาะสม

4) การฝึกทักษะพื้นฐานให้มีความแข็งแรง และทำเป็นกิจวัตร

5) การแก้ปัญหาและการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน

6) การมอบหมายงานที่ต้องใช้การสืบเสาะ เป็นการสอนที่ให้นักเรียนเจอปัญหาหรือสถานการณ์แล้วให้นักเรียนแสวงหาวิธีแก้ปัญหานั้น แล้วนักเรียนจึงสามารถสรุปมโนทัศน์ได้

การจัดการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความคิด และแสวงหาวิธีแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยครูมีส่วนช่วยในการจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องตามความต้องการ ความถนัดของนักเรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลจะช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาทวิวิธีการแก้ปัญหาใหม่ๆ

2.5.2 แนวทางการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551

เนื่องจากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 7-8,22-23) เป็นหลักสูตรที่มีมาตรฐานการเรียนรู้ สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์เป็นเป้าหมายสำหรับการพัฒนาเด็กและเยาวชนโดยมุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคนซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบ

ประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุขมีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้ง เจตคติ ที่จำเป็น ต่อการศึกษาต่อ การประกอบอาชีพ และการศึกษาตลอดชีวิตโดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบน พื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ

การจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถตามมาตรฐานการ เรียนรู้ สมรรถนะสำคัญ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลาง ชั้นพื้นฐานโดยยึดหลักว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการเรียนรู้ต้องส่งเสริมให้ ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติ และเต็มตามศักยภาพ โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่าง บุคคลและพัฒนาการทางสมอง การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนจะต้องอาศัย กระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย เป็นเครื่องมือที่นำตนเองไปสู่เป้าหมายของหลักสูตร กระบวนการ เรียนรู้ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนอาทิ กระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการ กระบวนการสร้างความรู้ กระบวนการคิด กระบวนการทางสังคม กระบวนการเผชิญสถานการณ์ และแก้ปัญหา กระบวนการเรียนรู้จากประสบการณ์จริง กระบวนการปฏิบัติ ลงมือทำจริง กระบวนการจัดการ กระบวนการวิจัย กระบวนการเรียนรู้ของตนเอง และกระบวนการพัฒนาลักษณะนิสัย ซึ่งกระบวนการ เหล่านี้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนควรได้รับการฝึกฝน พัฒนา เพราะจะสามารถ ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี บรรลุเป้าหมายของหลักสูตร ดังนั้นผู้สอนจึงจำเป็นต้องศึกษาทำ ความเข้าใจในกระบวนการเรียนรู้ต่างๆ เพื่อให้สามารถเลือกใช้ในการจัดกระบวนการเรียนรู้ได้ อย่างมีประสิทธิภาพ

โดยในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ได้กำหนดองค์ความรู้ ทักษะสำคัญ และคุณลักษณะที่สำคัญ ที่เป็นจุดเน้นในการพัฒนาผู้เรียน คือ การนำความรู้ทักษะและ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ไปใช้ในการแก้ปัญหา การดำเนินชีวิต และศึกษาต่อ การมีเหตุผล มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ พัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบและสร้างสรรค์

การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ อย่าง มีคุณภาพนั้นจะต้องให้มีความสมดุลระหว่างสาระด้านความรู้ ทักษะและกระบวนการ ควบคู่ไป กับคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ ได้แก่การทำงานอย่างมีระบบ มีระเบียบ มีความ รอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจรรย์ญาณ มีความเชื่อมั่นในตนเอง พร้อมทั้งตระหนัก ในคุณค่า และมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์

การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ชั้นพื้นฐานมุ่งเน้นให้นักเรียนนำความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการ แก้ปัญหาได้จริง การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน จึงเป็นสิ่งที่มี ความสำคัญและจำเป็นยิ่ง เนื่องจากเป็นตัวที่สะท้อนให้เห็นถึงความสามารถของผู้เรียนในการ นำความรู้คณิตศาสตร์ไปใช้ได้อย่างมีความหมาย

3. การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์มีรายละเอียดดังนี้

3.1 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

3.1.1 ความหมายและความสำคัญ

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 45) กล่าวว่า ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (Mathematical skill and process) เป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในที่นี้เน้นที่ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น และต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการให้เหตุผล ความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และนำเสนอ ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ และการมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เป็นสาระหนึ่งในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ซึ่งนักการศึกษาทั้งของไทย และต่างประเทศให้ความสำคัญ สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000: 279-283) ได้จัดทำเอกสารหลักการและมาตรฐานหลักสูตรที่มีชื่อว่า Principles and Standards for school mathematics ปี 2000 โดยมีมาตรฐานที่เกี่ยวกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ (Mathematics content standards) 5 มาตรฐาน และมาตรฐานที่เกี่ยวกับกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (Mathematics process standards) 5 มาตรฐาน ดังนี้

1) มาตรฐานที่เกี่ยวกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ (Mathematics content standards) 5 มาตรฐาน

1.1) จำนวนและการดำเนินการ (Number and Operation)

1.2) พีชคณิต (Algebra)

1.3) เรขาคณิต (Geometry)

1.4) การวัด (Measurement)

1.5) การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น (Data analysis and probability)

2) มาตรฐานที่เกี่ยวกับกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (Mathematics process standards) 5 มาตรฐาน

2.1) การแก้ปัญหา (Problem Solving)

2.2) การให้เหตุผลและการพิสูจน์ (Reasoning & Proof)

2.3) การสื่อสาร (Communication)

2.4) การเชื่อมโยง (Connection)

2.5) การใช้ตัวแทน (Representation)

ในส่วนของประเทศไทย ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 40) ได้กำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ในกลุ่มสาระคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

สาระที่ 2 การวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

สาระที่ 4 พีชคณิต

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

โดยสาระที่ 1-5 เป็นสาระที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ ส่วนสาระที่ 6 เป็นสาระที่เกี่ยวข้องกับทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ซึ่งประกอบไปด้วย ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการให้เหตุผล ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

3.1.2 การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนสามารถทำได้ไปพร้อมกับการสอนเนื้อหาซึ่งสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 47) ได้กล่าวว่าการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีคุณภาพนั้น จะต้องให้มีความสมดุลระหว่างสาระด้านความรู้ ทักษะและกระบวนการ ควบคู่ไปกับคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ ได้แก่การทำงานอย่างมีระบบ มีระเบียบ มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจรรย์ญาณ มีความเชื่อมั่นในตนเอง พร้อมทั้งตระหนักในคุณค่า และมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับที่สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานได้เสนอเกี่ยวกับแนวการจัดการเรียนการสอนที่พัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (2551: 45) ว่าในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ผู้สอนต้องสอดแทรกทักษะและ

กระบวนการทางคณิตศาสตร์เข้ากับการเรียนการสอนด้านเนื้อหา ด้วยการให้นักเรียนทำกิจกรรมหรือตั้งคำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนคิด อธิบาย และให้เหตุผล เช่น ให้นักเรียนแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ที่เรียนมาแล้วหรือให้นักเรียนเรียนรู้ผ่านการแก้ปัญหา ให้นักเรียนใช้ความรู้ทางพีชคณิตในการแก้ปัญหาหรืออธิบายเหตุผลทางเรขาคณิต ให้นักเรียนใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการอธิบายเกี่ยวกับสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน หรือกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการสร้างสรรค์ผลงานที่หลากหลายและแตกต่างจากคนอื่น รวมทั้งการแก้ปัญหาที่แตกต่างจากคนอื่นด้วย

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 4) ได้กำหนดคุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามมาตรฐานด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ว่าผู้เรียนสามารถใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

3.2 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา (Mathematical skills and processes in problem solving)

3.2.1 ความหมายและความสำคัญ

โพลยา (Polya, 1980: 1) กล่าวว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นการหาแนวทางที่จะหาวิธีการที่จะนำสิ่งที่ไม่รู้ในปัญหา หรือสิ่งที่ยุ่งยากออกไป เป็นการหาวิธีการที่ต้องการความสำเร็จในการแก้ไขกับอุปสรรคที่ต้องเผชิญเพื่อที่จะให้ได้ข้อสรุปและคำตอบที่มีความชัดเจน

ครูลิค และเรย์ (Krulik and Reys, 1980: 3-4) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาไว้ 3 ประการ ได้แก่

1) การแก้ปัญหาในฐานะที่เป็นเป้าหมายของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (Problem solving as a goal) ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นเหตุผลหนึ่งที่สำคัญต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ดังนั้นการแก้ปัญหาก็เป็นอิสระจากคำถามหรือปัญหาเฉพาะเจาะจงใดๆ หรือวิธีการและเนื้อหาสาระใด ๆ

2) การแก้ปัญหาในฐานะที่เป็นกระบวนการ (Problem solving as a process) สิ่งที่สำคัญเมื่อการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการ คือ วิธีการ ยุทธวิธี หรือเทคนิค เฉพาะต่าง ๆ ที่นักเรียนจำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาแบบต่าง ๆ กระบวนการแก้ปัญหาเหล่านี้จึงเป็นสาระสำคัญและเป็นเป้าหมายของหลักสูตรคณิตศาสตร์

3) การแก้ปัญหาในฐานะที่เป็นทักษะพื้นฐาน (Problem solving as a basic skill) เมื่อการแก้ปัญหาถูกจัดเป็นทักษะพื้นฐาน การเรียนการสอนคณิตศาสตร์จึงให้ความสำคัญกับลักษณะเฉพาะของโจทย์ปัญหา แบบของปัญหา และวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่ควรใช้ จุดเน้นอยู่ที่สาระสำคัญของการแก้ปัญหาที่ทุกคนต้องเรียนรู้และการเลือกปัญหาและเทคนิควิธีการแก้ปัญหาเหล่านั้น

โซวิชค (Sovchik, 1989: 256) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นกิจกรรมที่พยายามจะแก้สถานการณ์ให้ได้มาซึ่งคำตอบและคำตอบที่ได้จะไม่เกิดขึ้นทันที

คัตซ์ (Kutz, 1991: 91) กล่าวว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะเกิดขึ้นเมื่อมีเงื่อนไขต่อไปนี้

1) มีเป้าหมายของสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่สามารถจะเป็นไปได้ ซึ่งเป้าหมายนั้นจะถูกทำความเข้าใจโดยผู้แก้ปัญหานั้น

2) วิธีที่จะไปสู่เป้าหมายนั้นจะมีอุปสรรค ซึ่งผู้แก้ปัญหานั้นจะไม่รู้วิธีที่บรรลุเป้าหมายนั้น

3) ผู้แก้ปัญหาถูกกระตุ้นเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย

เพอดิคาริส (Perdikaris, 1993: 423) ยังได้กล่าวถึงการแก้ปัญหานั้นว่า เป็นการเตรียมการพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ที่จะนำไปสู่แนวคิดใหม่เป็นการกระตุ้นการเรียนรู้และการสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์แก่นักเรียน ความสำเร็จให้การแก้ปัญหานั้นจะทำให้เกิดการพัฒนาคูณลักษณะที่ต้องการแก่นักเรียน เช่น ความใฝ่รู้ ความอยากรู้อยากเห็น

สติเฟิน และรูดนิค (Stephen and Rudnick, 1993: 4) ได้ให้ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหานั้นว่าเป็นความสามารถในการนำความรู้ ทักษะ และความเข้าใจที่มีอยู่ไปใช้ในการประยุกต์กับสถานการณ์ที่แตกต่างออกไปจากเดิม

เคนเนดี (Kennedy, 1994: 81) ได้กล่าวถึง การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ว่า เป็นการแสดงออกเฉพาะของบุคคลในการตอบสนองสถานการณ์ที่เป็นปัญหา ด้วยขั้นตอนตามสถานการณ์นั้นในทันที

เฮดเดน และสเปียร์ (Heddens and Speer, 1997: 40) กล่าวว่า การแก้ปัญหา คือกระบวนการที่บุคคลใช้ตอบสนองและเอาชนะอุปสรรค หรือสิ่งกีดขวางเพื่อให้สามารถหาคำตอบ หรือวิธีการหาคำตอบได้ในทันที ดังนั้นการแก้ปัญหาจึงใช้เนื้อหาสาระหลายอย่าง

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000: 52) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหว่า การแก้ปัญหา คือ การทำงานที่ยังไม่รู้วิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบ ในทันที ซึ่งการหาคำตอบ นักเรียนต้องนำความรู้ที่มีอยู่ไปเข้าสู่กระบวนการแก้ปัญหา เพื่อที่จะทำให้เกิดความรู้ใหม่ ๆ การแก้ปัญหาไม่ได้มีเป้าหมายเพียงการหาคำตอบ แต่อยู่ที่วิธีการได้มาซึ่งคำตอบนักเรียนควรได้ ผักผ่อน ได้แก้ปัญหาที่ซับซ้อนขึ้นและให้มีการสะท้อนความคิดในการแก้ปัญหาออกมาด้วย

สเติร์นเบิร์ก และวิลเลียม (Sternberg and Williams, 2002: 319) ให้ความหมายของการแก้ปัญหว่า คือกระบวนการในการเปลี่ยนแปลงจากสถานการณ์ที่ต้องการหาคำตอบมาสู่การได้คำตอบโดยฝ่าฟันผ่านอุปสรรคต่างๆในขั้นตอนการแก้ปัญหา

บราฮายร์ (Brahire, 2005: 25) ได้ให้คำนิยามของการแก้ปัญหว่า คือ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งนักเรียนพยายามจำแนกสิ่งที่ต้องการเพื่อวางแผน ดำเนินการตามแผน และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบเมื่อเผชิญกับปัญหานักเรียนจะพัฒนากลวิธีการแก้ปัญหาต่างๆที่สามารถประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่างๆ ซึ่งอาจประกอบด้วย การเขียนสมการ การสร้างรูปแบบ การเขียนกราฟ การสร้างตาราง เป็นต้น

อัมพร ม้าคนอง (2547: 94) ได้กล่าวถึงการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนและเกี่ยวข้องกับความรู้ ทักษะและความสามารถหลายอย่าง เช่น ความรู้ในเนื้อหา ความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนการทำงาน ทักษะการคิด และความสามารถในการประเมินการทำงานของตนเอง นอกจากนี้ยังเกี่ยวข้องกับประสบการณ์ เจตคติ และความเชื่อของผู้แก้ปัญหด้วย

นอกจากนี้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท, 2550) การแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ หมายถึงกระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ขั้นตอน/กระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากความหมายทั้งหมด สรุปได้ว่าการแก้ปัญหเป็นกระบวนการที่ผู้เรียนควร จะเรียนรู้ ผักผ่อนและพัฒนาให้เกิดทักษะขึ้นในตัวนักเรียน การแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์จะช่วย ให้ผู้เรียนมีแนวทางการคิดที่หลากหลาย มีนิสัยกระตือรือร้นไม่ย่อท้อ และมีความมั่นใจในการ

แก้ปัญหาก็เผชิญอยู่ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน ตลอดจนเป็นทักษะพื้นฐานที่ผู้เรียนสามารถนำติดตัวไปใช้แก้ปัญหาชีวิตประจำวันได้นานตลอดชีวิต

การแก้ปัญหาก็แท้จริงควรมุ่งเน้นการแก้ปัญหที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน (Real life problem) ซึ่งมักจะแตกต่างจากปัญหาที่เป็นตัวอย่างในห้องเรียน ผลสำเร็จของการแก้ปัญหาล้วนหนึ่งจึงขึ้นอยู่กับปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนด และประสิทธิภาพของการแก้ปัญห (Proficiency level of problem solving) มักถูกตัดสินจากความสามารถในการวิเคราะห์กระบวนการแก้ปัญหของบุคคล การแก้ปัญหาก็ผู้แก้สามารถหาคำตอบได้ และสามารถสร้างกฎทั่วไป (General rule) เกี่ยวกับคำตอบหรือเฉลย ตลอดจนสามารถขยายความคำตอบหรือวิธีการไปยังสถานการณ์ที่ซับซ้อนกว่าได้ ย่อมเป็นการแก้ปัญหาก็มีประสิทธิภาพสูงกว่าการแก้ปัญหาก็ได้เพียงคำตอบ แต่ไม่สามารถขยายความจากคำตอบได้ (อัมพร ม้าคนอง, 2547: 95)

3.2.2 ประโยชน์ของการแก้ปัญห

อัมพร ม้าคนอง (2547: 94) กล่าวถึงประโยชน์ของการแก้ปัญหาก็มีต่อการพัฒนาผู้เรียนในด้านต่างๆดังนี้

- 1) ช่วยพัฒนาทักษะการคิดของผู้เรียน
- 2) ช่วยพัฒนาความสามารถของผู้เรียนในการเชื่อมโยงและใช้ความรู้ที่เรียนมาในการแก้ปัญหาก็จริง
- 3) ช่วยพัฒนาทักษะของผู้เรียนในการเลือกและใช้กลวิธีแก้ปัญหาก็อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

- 4) ช่วยเพิ่มพูนประสบการณ์ในการแก้ปัญหาก็ที่หลากหลาย

3.2.3 แนวทางการพัฒนาทักษะการแก้ปัญห

บาร์ดูดี (Baroody, 1993: 2-10) กล่าวถึง องค์ประกอบหลักของการแก้ปัญหาก็ 3 ประการ คือ

- 1) องค์ประกอบทางด้านความรู้ความคิด (Cognitive factor) ประกอบด้วยความรู้เกี่ยวกับมโนคติ และยุทธวิธีในการแก้ปัญหาก็สำหรับสถานการณ์ใหม่ๆ

- 2) องค์ประกอบทางด้านความรู้สึกรู้จัก (Effective factor) เป็นแรงขับในการแก้ปัญหาก็ และแรงขับนี้มาจากความสนใจ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความพยายามหรือความตั้งใจ และความเชื่อของนักเรียน

- 3) องค์ประกอบทางด้านการสังเคราะห์ความคิด (Metacognitive factor) เป็นความสามารถในการสังเคราะห์ความคิดของตนเองในการแก้ปัญหาก็ ซึ่งจะสามารถตอบตนเอง

ได้ว่าทรัพยากรอะไรบ้างที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหา และจะติดตามและควบคุมทรัพยากรเหล่านี้ได้อย่างไร

NCTM (2000: 256-258) ได้เสนอลักษณะของปัญหาที่ควรใช้ในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

1) ปัญหาในชีวิตจริงที่นักเรียนสามารถคิด สัมผัส ค้นคว้า กับเนื้อหาได้จริง ซึ่งนักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้หลากหลาย

2) ปัญหาที่สามารถช่วยให้นักเรียนก้าวข้ามกระบวนการเบื้องต้นไปยังความเข้าใจในเรื่องนั้นอย่างลึกซึ้ง

3) เนื้อหาควรมีความน่าจะเป็น สถิติ เรขาคณิต และจำนวนตรรกยะ

4) ควรสร้างสถานการณ์ที่ช่วยพัฒนาการแก้ปัญหาบนความรู้ ทักษะที่นักเรียนมีอยู่ และช่วยขยายความรู้ ทักษะ และภาษาทางคณิตศาสตร์ให้ลึกซึ้ง

กรมวิชาการ (2544: 191-195) ได้เสนอแนวทางในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา 4 ขั้นตอน คือทำความเข้าใจปัญหาหรือวิเคราะห์ปัญหา วางแผนแก้ปัญหา ดำเนินการแก้ปัญหา และตรวจสอบหรือมองย้อนกลับ ซึ่งในกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนนี้ประกอบด้วย

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหาหรือวิเคราะห์ปัญหา ต้องอาศัยทักษะที่สำคัญและจำเป็นอีกหลายประการ เช่น ทักษะในการอ่านโจทย์ปัญหา ทักษะการแปลความหมายทางภาษาซึ่งผู้เรียนควรแยกแยะได้ว่าโจทย์กำหนดอะไรให้ และโจทย์ต้องการให้หาอะไรหรือพิสูจน์อะไร

ขั้นที่ 2 การวางแผนปัญหา เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุด ต้องอาศัยทักษะในการนำความรู้หลักการหรือทฤษฎีที่เรารู้มาแล้ว ทักษะในการเลือกใช้ยุทธวิธีที่เหมาะสม เช่น เลือกใช้การเขียนรูปหรือแผนภาพ ตาราง การสังเกตหาแบบรูปหรือความสัมพันธ์ เป็นต้น ผู้สอนจะต้องหาวิธีฝึกวิเคราะห์แนวคิดในขั้นนี้ให้มาก

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา ต้องอาศัยทักษะในการคิดคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ทักษะในการพิสูจน์หรือการอธิบายและแสดงเหตุผล

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบหรือมองย้อนกลับ ต้องอาศัยทักษะการคำนวณ การประมาณคำตอบ การตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้โดยอาศัยความรู้เชิงจำนวน (Number sense) หรือความรู้เชิงปริภูมิ (Spatial sense) ในการพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือปัญหา

การจัดการเรียนการสอนที่ใช้กระบวนการแก้ปัญหาดังกล่าว ผู้สอนสามารถจัดกิจกรรมให้ผู้เรียน เรียนรู้้อย่างค่อยเป็นค่อยไป โดยกำหนดประเด็นคำถามนำให้คิดและหาคำตอบเป็นลำดับเรื่อยไปจนผู้เรียนสามารถหาคำตอบได้ หลังจากนั้นในปัญหาต่อไป ผู้สอนจึงค่อยๆลดประเด็นคำถามลง จนสุดท้ายเมื่อเห็นว่าผู้เรียนมีทักษะในการแก้ปัญหาเพียงพอแล้วจึงไม่จำเป็นต้องให้ประเด็นคำถามชี้แนะก็ได้ ในการจัดการเรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาตามลำดับขั้นตอนนั้น เมื่อผู้เรียนเข้าใจกระบวนการแล้ว การพัฒนาให้มีทักษะผู้สอนควรเน้นฝึกการวิเคราะห์แนวคิดอย่างหลากหลายในชั้นวางแผนแก้ปัญหาให้มาก

ฉวีวรรณ เสวตมาลย์ (2544: 13-15) กล่าวถึงยุทธศาสตร์การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์พอสรุปได้ดังนี้

1) การกำหนดคุณลักษณะของปัญหา (Characterize the problem) ว่าอะไรคือสิ่งที่กำหนด อะไรคือสิ่งที่ต้องการ อะไรขาดหายไป กำลังค้นหาอะไรอยู่ ข้อมูลที่จำเป็นกำหนดมาให้หรือไม่ โดยดูตัวอย่างหลาย ๆ ข้อ มีกรณีพิเศษใดหรือไม่ที่กำหนดขอบข่ายของคำตอบที่เป็นไปได้ และสามารถทำปัญหานั้นให้ง่ายลง โดยใช้ประโยชน์จากการสมมาตรหรือทำข้อความ “โดยไม่สูญเสียความเป็นกรณีทั่วไป” เพื่อย่อโจทย์ทั้งข้อให้เป็นกรณีเฉพาะได้หรือไม่

2) การพบเจอปัญหานั้นมาก่อนหรือไม่ (Have you seen this before?) หรือเคยเจอปัญหาในรูปแบบที่แตกต่างไปเพียงเล็กน้อย และสามารถถ่ายทอดไปสู่ปัญหานี้แล้วใช้วิธีการบางตอนที่เคยแก้ปัญหาเดิมมาใช้ได้หรือไม่ การตั้งปัญหาที่คล้ายคลึงกับที่มีตัวแปรน้อยกว่าแล้วแก้ปัญหาโดย “การคล้าย” เงื่อนไขในข้อหนึ่งหรือมากกว่านั้น สามารถเรียนรู้อะไรเกี่ยวกับปัญหาเดิมบ้างหรือไม่

3) การค้นหาแบบรูป (Look for a pattern) โดยการพิจารณาลักษณะโดยภาพรวมของอนุกรม $1+2+\dots+100$ แล้วสามารถสร้างแบบรูปเพื่อหาคำตอบได้

4) การทำให้ง่ายลง (Simplification) บางครั้งความสัมพันธ์หรือรูปแบบบางอย่างอาจถูกจัดให้อยู่ในรูปแบบหรือนิพจน์ที่ “ยุ่งเหยิง” จงพยายามแทนค่ารูปที่ยุ่งเหยิงด้วยสัญลักษณ์ง่าย ๆ แล้วค้นหาความสัมพันธ์ที่อยู่เบื้องหลัง การจัดพจน์ในนิพจน์ที่ซับซ้อนเสียใหม่อาจจะนำไปสู่ผลสำเร็จปลายทางเดียวกัน

5) การลดลง (Reduction) โดยการทำให้ปัญหาที่สามารถแบ่งเป็นปัญหาย่อยที่แก้ได้ง่ายขึ้น

6) การทำย้อนกลับ (Work backwards) พยายามพิสูจน์ทฤษฎีบทที่ทราบอยู่แล้วว่าเป็นจริงโดยเริ่มต้นทำจากข้อสรุปขึ้นไปอย่างมีเหตุผล

7) การจัดทำรายการ (Make a list) โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ จัดทำรายการทั้งหมดของผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ทุกชั้นของกระบวนการบางอย่าง ถ้าสนใจในผลลัพธ์ใดโดยเฉพาะของกระบวนการนั้น

8) การสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation and modeling) แบบจำลองทางคณิตศาสตร์อาจสร้างได้โดยการเลียนแบบกระบวนการที่ซับซ้อนในคณิตศาสตร์ หรือในโลกแห่งความเป็นจริงนั้น ถ้าผลที่ได้รับโดยใช้สถานการณ์จำลองถูกต้องแม่นยำแล้ว สถานการณ์จำลองนั้นคือความสำเร็จ

9) การอุปนัยทางคณิตศาสตร์ (Formal logic) เป็นเครื่องมือที่มีศักยภาพในคณิตศาสตร์หลายสาขา เช่นเดียวกับเทคนิคที่เรียกว่า การพิสูจน์โดยอ้อม (Indirect proof) ซึ่งเป็นที่รู้กันว่าเป็นการพิสูจน์แบบ contrapositive

10) การตรวจคำตอบโดยใช้สามัญสำนึกและการให้เหตุผลแบบมีทางเลือก

11) การค้นหาวิธีการหลายๆ วิธีเพื่อเป็นตัวแทนลักษณะของปัญหา โดยการสร้างรูป และระบุชื่อประกอบ จัดทำรายการคุณลักษณะ เขียนรายการแสดงความสัมพันธ์ ยิงมีวิธีแทนปัญหาได้มากเท่าใด ก็ยังมีแนวโน้มที่จะค้นพบความสัมพันธ์ที่แอบแฝงอยู่ ซึ่งเป็นกุญแจไขไปสู่คำตอบได้มากเท่านั้น

จากการศึกษาค้นคว้าข้างต้นสรุปได้ว่า ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่มีอยู่หลากหลายวิธี ทั้งนี้ผู้แก้ปัญหาควรที่จะเลือกวิธีที่เหมาะสมกับปัญหาที่พบ ซึ่งบางทีปัญหาหนึ่งๆ อาจจะต้องใช้วิธีในการแก้ปัญหาหลายวิธี

3.2.4 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา

โพลยา (Polya, 1985) ได้แนะนำการสอนการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

1) เป็นผู้บรรยายให้คำแนะนำ ช่วยแนะนำกลวิธีและกระบวนการแก้ปัญหา และอธิบายว่ากำลังทำอะไร คำบรรยายจะเน้นวิธีการที่ควรใช้ในการแก้ปัญหามากกว่าวิธีการแก้ปัญหาโดยตรง

2) ให้คำแนะนำเกี่ยวกับกลวิธีการแก้ปัญหาสำหรับการแก้ปัญหาที่ละส่วน ซึ่งมักจะใช้กลวิธีการแก้ปัญหาส่วนหนึ่งก่อน เมื่อนักเรียนดูซึมหรือเรียนรู้กลวิธีการแก้ปัญหานั้น จึงค่อยๆ ให้เพิ่มเติมกลวิธีการแก้ปัญหานั้นที่ละเอียดๆ

3) ทำหน้าที่เป็นผู้ให้คำแนะนำตั้งแต่เริ่มแก้ปัญหาจนจบ และส่งเสริมให้นักเรียนไตร่ตรองทั้งตัวปัญหา และการแก้ปัญหา

ชโรเดอร์ และเลสเตอร์ (Schroeder and Lester, 1989: 31-33) และบาร์วูดี้ (Baroody, 1993: 2-31) ได้กล่าวถึง การสอนการแก้ปัญหา 3 แนวทาง ได้แก่

1) การสอนเกี่ยวกับการแก้ปัญหา (Teaching about problem solving) เป็น การสอนที่เน้นยุทธวิธีการแก้ปัญหาทั่วไป โดยปกติแล้วมักใช้รูปแบบการแก้ปัญหาของโพลยา ซึ่งมี 4 ขั้นตอน

2) การสอนการแก้ปัญหา (Teaching for problem solving) เป็นการสอนที่ เน้นการประยุกต์ใช้ มักใช้กับปัญหาในชีวิตจริงและสถานการณ์ที่กำหนด โดยนักเรียนสามารถ ประยุกต์และฝึกใช้มโนคติและทักษะที่เรียนรู้มาแล้ว เป็นการสอนเนื้อหาสาระหรือทักษะต่างๆ ก่อน แล้วจึงเสนอตัวอย่างปัญหา ทำให้นักเรียนได้รับการฝึกขั้นตอนย่อยๆ ก่อนที่จะแก้ปัญหา แนวทางนี้ไม่ได้มุ่งเพียงการเรียนรู้ขั้นตอนที่หลากหลาย แต่ยังเรียนรู้การประยุกต์ใช้ความเข้าใจใน บริบทที่หลากหลาย

3) การสอนโดยใช้การแก้ปัญหา (Teaching via problem solving) เป็นการ สอนที่เน้นการประยุกต์ใช้เช่นกัน แนวทางนี้จะใช้ปัญหาเป็นสื่อในการเรียนรู้แนวคิดใหม่ โดย เชื่อมโยงแนวคิด การพัฒนาทักษะ และสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ กล่าวคือใช้ปัญหาใน การศึกษาเนื้อหาคณิตศาสตร์ การแสดงความสัมพันธ์ของเนื้อหากับโลกที่เป็นจริง (Real world) การแนะนำและทำความเข้าใจเนื้อหา และบางครั้งใช้ปัญหาในการกระตุ้นให้เกิดการอภิปรายการ ใช้ความรู้ในการแก้ปัญหา

สิริพร ทิพย์คง (2536: 157-159) เสนอแนะกิจกรรมเสริมสร้างทักษะการ แก้ปัญหาไว้ดังนี้

1) เลือกปัญหาที่ช่วยกระตุ้นความสนใจของนักเรียน เป็นโจทย์ที่นักเรียนมี ประสบการณ์ในเรื่องเหล่านี้

2) ทดสอบความรู้พื้นฐานและทบทวนทักษะที่ขาดไปก่อนลงมือสอนการ แก้ปัญหา

3) ให้อิสระในการคิดกับนักเรียน และกระตุ้นให้นักเรียนคิดว่าจะสามารถใช้ ความคิดรวบยอด ทักษะและหลักการใดในการแก้ปัญหาโจทย์นั้นๆ

4) สอนโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยให้มีแบบฝึกหัดหลาย ระดับทั้งยาก ปานกลาง และง่าย เพื่อให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นการ เสริมกำลังใจให้กับนักเรียน

- 5) ทดสอบนักเรียนว่าเข้าใจโจทย์ปัญหานั้นๆ โดยการถามถึงสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการ
 - 6) ฝึกให้นักเรียนรู้จักหาคำตอบโดยการประมาณก่อนการคำนวณ
 - 7) แนะนำให้นักเรียนคิดหาความสัมพันธ์ของโจทย์ปัญหา โดยการวาดรูปหรือแผนภาพ
 - 8) แนะนำให้นักเรียนหาข้อมูลจากการวิเคราะห์โจทย์ปัญหา และเทียบเคียงกับโจทย์ที่นักเรียนเคยพบมาก่อน
 - 9) สนับสนุนให้นักเรียนคิดวิธีการแก้ปัญหาโดยวิธีของตนเอง แล้วอภิปรายหาวิธีการที่ถูกต้องเหมาะสม
- นอกจากนี้ยังมีผู้เสนอแนะกลวิธีในการแก้ปัญหาไว้ดังนี้
 กลวิธีในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ มีอยู่หลากหลายได้มี ผู้เสนอแนะกลวิธีที่คล้ายคลึงกันดังนี้ (Charles, Lester and O'Daffer, 1994; Sobel and Malesky, 1988)

- 1) การลองผิดลองถูก
- 2) การวาดภาพ
- 3) การสร้างโมเดล
- 4) การค้นหาแบบรูป
- 5) การสร้างรายการ ตาราง และแผนภูมิ
- 6) การทำงานย้อนกลับ
- 7) การใช้ปัญหาที่คุ้นเคยและง่ายกว่า
- 8) การใช้เหตุผลเชิงตรรก

จากที่กล่าวมา สรุปได้ว่าการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา สามารถทำได้หลากหลายวิธี ผู้สอนอาจใช้หลายๆวิธีรวมกันขึ้นอยู่กับศักยภาพในการเรียนรู้ของผู้เรียนและความคาดหวังของครูผู้สอน

3.2.5 บทบาทของครูในการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000: 341) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นหัวใจสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาก็ประสบความสำเร็จจำเป็นต้องมีความรู้ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ยุทธวิธีต่างๆ ในการแก้ปัญหา การกำกับตนเองอย่างมีประสิทธิภาพ และการกำหนดประโยชน์ที่ได้รับจากการสร้างและแก้ปัญหานั้นๆ ดังนั้นครูสามารถ

ช่วยให้นักเรียนเกิดความรู้ และเจตคติที่ดีต่อการแก้ปัญหา ภาระหน้าที่ที่สำคัญของครูจึงประกอบด้วย การวางแผนการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาที่สำคัญ โดยการสำรวจปัญหา การศึกษาค้นคว้า และการปฏิบัติตามยุทธวิธีของตนเอง ครูต้องไม่ย่อท้อ ถึงแม้ว่าครูจะวางแผนการเรียนรู้ไว้เป็นอย่างดีแล้ว แต่ไม่เป็นไปตามแผนที่วางไว้ก็ตาม นักเรียนต้องการคำแนะนำทุกครั้งที่เขาพยายามจะแก้ปัญหา นักเรียนต้องสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นที่เป็นข้อคาดการณ์หรือการสำรวจ นักเรียนอาจสรุปคำแนะนำของใครก็ได้ที่มีเหตุผล บางครั้งอาจไม่ใช่ครูผู้สอนก็ได้ ครูต้องฝึกวิพากษ์วิจารณ์ในส่วนของ การตัดสินใจที่เป็นการตอบสนองต่อการปฏิบัติตาม และการทำความเข้าใจถึงความเป็นไปได้ทั้งในด้านการเรียนรู้ และการส่งเสริมเจตคติเมื่อนักเรียนแสดงแนวคิดใหม่ๆ แต่ครูต้องยอมรับว่าการตอบทั้งหมดไม่ได้นำไปสู่การอธิบายได้ และในบางครั้งครูไม่ควรยอมรับแนวคิดทุกแนวคิดของนักเรียน ครูควรสะท้อนความคิดของนักเรียน เพื่อเป็นการสร้างบรรยากาศโดยให้นักเรียนได้สะท้อนความคิดของตนเองในการทำงาน การสอนเป็นกิจกรรมของการแก้ปัญหาในตัวเอง ครูที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาต้องมีความรู้และวิธีการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ

จากที่กล่าวมาพบว่าการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะและกระบวนการแก้ปัญหาได้ ผู้สอนต้องให้โอกาสผู้เรียนได้ฝึกคิดด้วยตนเองให้มาก โดยจัดสถานการณ์ปัญหาหรือเกมที่น่าสนใจ ทำทนายให้อายากคิด โดยเริ่มด้วยปัญหาที่เหมาะสมกับศักยภาพของผู้เรียนแต่ละคนหรือผู้เรียนแต่ละกลุ่ม โดยอาจเริ่มด้วยปัญหาที่ผู้เรียนสามารถใช้ความรู้ที่เรียนแล้วมาประยุกต์ก่อน ต่อจากนั้นจึงเพิ่มสถานการณ์ปัญหาที่แตกต่างจากที่เคยพบมา สำหรับผู้เรียนที่มีความสามารถสูง ผู้สอนควรเพิ่มปัญหาที่ยากซึ่งต้องใช้ความรู้ที่ซับซ้อนหรือมากกว่าที่กำหนดไว้ในหลักสูตรให้นักเรียนได้ฝึกคิดด้วย และฝึกให้ผู้เรียนสะท้อนความคิดในการแก้ปัญหานั้นๆ ในห้องเรียนอย่างสม่ำเสมอ โดยในการสอนการแก้โจทย์ปัญหาผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้รูปแบบการแก้โจทย์ของโพลยาซึ่งมี 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่1 ทำความเข้าใจปัญหาหรือวิเคราะห์ปัญหา ขั้นที่2 วางแผนปัญหา ขั้นที่3 ดำเนินการแก้ปัญหา และขั้นที่4 ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.4 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผล (Mathematical skills and processes in reasoning)

3.3.1 ความหมายและความสำคัญของการให้เหตุผล

สภาคุรุคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM, 1989: 81) กล่าวถึงการให้เหตุผล ว่าเป็นการสร้างข้อคาดเดาและตรวจสอบข้อคาดเดา จากสถานการณ์ที่กำหนด จำเป็นต้องใช้การให้เหตุผลทั้งแบบอุปนัยและนิรนัย

โอดาฟเฟอร์ (O'Daffer, 1990: 378) ได้ให้ทัศนะเกี่ยวกับการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ว่าเป็นส่วนหนึ่งของการคิดทางคณิตศาสตร์ และเป็นการคิดเกี่ยวกับการสร้างหลักการ การสรุปแนวคิดที่สมเหตุสมผล และการหาความสัมพันธ์ของแนวคิด ซึ่งทักษะการให้เหตุผลที่มีความสำคัญต่อความสำเร็จทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีอยู่ 2 ประเภท คือ

1) การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive reasoning) เป็นกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ซึ่งเกี่ยวกับการใช้ข้อมูลในการสร้างหลักการใหม่ ค้นหารูปแบบทั่วไป รูปแบบทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์สถานการณ์ อธิบายสมบัติและโครงสร้างต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปสู่การสรุปเป็นมโนมติ หรืออาจกล่าวได้ว่าการให้เหตุผลแบบอุปนัยเกิดจากผลของกรณีเฉพาะหลาย ๆ ตัวอย่าง แล้วนำไปสู่การสรุปเป็นกฎเกณฑ์ทั่วไป

2) การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive reasoning) เป็นกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ซึ่งใช้รูปแบบการลงความเห็นที่สมเหตุสมผล ในการสรุปจากหลักฐานที่ปรากฏ เป็นการพิสูจน์ข้อสรุปและตัดสินความถูกต้องของขั้นตอนการคิด การให้เหตุผลแบบนี้เป็นการให้เหตุผลที่เป็นระบบตรรกยะ เป็นการให้เหตุผลที่ใช้โครงสร้างคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐาน คือ อนิยาม นิยาม สัจพจน์ และทฤษฎีบท อาจกล่าวได้ว่า การให้เหตุผล แบบนิรนัย เป็นการให้เหตุผลที่ใช้ข้อสรุปที่เป็นกฎเกณฑ์ทั่วไปเป็นหลัก แล้วจะได้ผลสรุปของกรณีเฉพาะที่สอดคล้องกับกฎเกณฑ์ที่เป็นหลักการที่เป็นจริง

อลิซ และ ชิเรล (Alice and Shirel, 1994: 114) กล่าวถึงการให้เหตุผลไว้ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นส่วนที่ทำให้การแก้ปัญหาสมบูรณ นักเรียนจะไม่สามารถเข้าใจปัญหา วิเคราะห์ปัญหา หรือวางแผนในการแก้ปัญหาได้ หากปราศจากการให้เหตุผล ซึ่งกล่าวได้ว่าการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จะมีความสำคัญควบคู่ไปกับการแก้ปัญหา

พรีเทจ (Prestage, 2002: 26) กล่าวว่า ความสามารถในการให้เหตุผล คือ การที่นักเรียนสามารถค้นหาคำตอบและตัดสินความถูกต้องได้ รวมถึงการพัฒนาแนวคิด เป็นข้อสรุปทั่วไป การโต้แย้งและการพิสูจน์

อัมพร ม้าคนอง (2547: 97) กล่าวถึงไว้ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นการโยงความสัมพันธ์ซึ่งตรรกะในทางคณิตศาสตร์ และมีความสำคัญมาก เนื่องจากในกระบวนการให้เหตุผลผู้เรียนรู้ต้องใช้การคิดหลายทักษะ เช่น การคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ คิดไตร่ตรอง คิด อย่าง มีวิจารณญาณ เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ถูกต้อง นอกจากนี้ข้อมูลการให้เหตุผลของผู้เรียนยังมีความสำคัญโดยอาจทำให้ผู้สอนสามารถดำเนินการในสิ่งต่อไป

- 1) อธิบายระดับพัฒนาการของผู้เรียนในการเรียนคณิตศาสตร์เฉพาะใด ๆ
- 2) ระบุความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนหรืออุปสรรคต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนพร้อมทั้งเหตุผล
- 3) วิเคราะห์แนวคิดใหม่ๆ (Emerging ideas) ที่เกิดจากการให้เหตุผลของผู้เรียน เพื่อที่จะขยายความและอภิปรายร่วมกับผู้เรียนคนอื่นๆ
- 4) ระบุโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Mathematics structure) หรือประเภทของปัญหาที่จำเป็นสำหรับการสร้างแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่มีความหมายของผู้เรียน
- 5) จัดหาสถานการณ์ที่เหมาะสมสำหรับการเรียนรู้ของผู้เรียน
- 6) ตรวจสอบผลของสิ่งแวดล้อมและวัฒนธรรมในห้องเรียนที่มีต่อความคิดและความเข้าใจของผู้เรียน

สสวท (2550) ให้ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่า หมายถึง กระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์ และหรือ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ในการรวบรวมข้อเท็จจริง/ข้อความ/ แนวคิด/สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ต่างๆ แยกแยะความสัมพันธ์ หรือการเชื่อมโยงเพื่อทำให้เกิดข้อเท็จจริงหรือสถานการณ์ใหม่

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การให้เหตุผลเป็นทักษะและกระบวนการที่ส่งเสริมให้นักเรียน รู้จักคิดอย่างมีเหตุผลคิดอย่างเป็นระบบ สามารถวิเคราะห์ปัญหา และสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ สามารถคาดการณ์ วางแผนตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม การคิดอย่างมีเหตุผลเป็นเครื่องมือสำคัญที่นักเรียนสามารถนำติดตัวไปใช้ในการพัฒนาตนเองในการเรียนรู้สิ่งใหม่ในการทำงานและการดำรงชีวิต

การฝึกให้ผู้เรียนใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ควรทำในบริบททางคณิตศาสตร์ (Mathematical contexts) เช่น ในขณะที่เรียนเนื้อหาคณิตศาสตร์ ในขณะที่ทำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์มากกว่าจะเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญ หรือให้เรียนรู้การให้เหตุผลเดี่ยวๆ แยกจากสิ่งอื่น โดยอาจทำในการสอนเนื้อหา มโนทัศน์ หรือการแก้ปัญหา หากเป็นการแก้ปัญหา ผู้สอนไม่ควรคำนึงถึงคำตอบสุดท้ายที่ถูกต้องเท่านั้น แต่ควรให้ความสำคัญกับเหตุผลว่าทำไม

ผู้เรียนจึงได้คำตอบเหล่านั้น และคำตอบเหล่านั้นน่าจะถูกตั้งหรือผิดเพราะเหตุใด การให้ผู้เรียนได้อธิบาย หรือชี้แจงเหตุผลจะช่วยให้ผู้เรียนได้ทบทวนการทำงานเพื่อสะท้อนความคิดของตน และที่สำคัญคือ ผู้เรียนจะได้ข้อสรุปหรือตัดสินใจความถูกต้องของสิ่งต่างๆ ด้วยตนเองมากกว่าที่จะเชื่อตามที่ผู้สอนบอกหรือตามที่หนังสือเขียนไว้ (NCTM, 1991) นักการศึกษาคณิตศาสตร์หลายท่านได้ให้แนวคิดไว้ว่าการที่ผู้เรียนได้คำตอบถูกต้องแต่ใช้เหตุผลผิด เป็นอันตรายอย่างยิ่งต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื่องจากเมื่อผู้เรียนได้คำตอบถูกต้องแล้วผู้สอนอาจไม่ได้ให้โอกาสผู้เรียนแสดงเหตุผล ซึ่งทำให้ทั้งผู้สอนและผู้เรียนไม่ทราบว่าที่ผิดนั้นผิดเพราะเหตุใด ดังนั้นสิ่งที่ดีกว่าการให้คำตอบถูกต้องแต่เหตุผลผิดคือการได้คำตอบที่ผิด และสามารถค้นพบอย่างเป็นเหตุเป็นผลว่าจะอะไรผิดและผิดเพราะเหตุใด

3.3.2 ระดับการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาตามแนวคิดของ โจนส์, ทรอนตัน, แลงรอลล์ และ ทาร์ (Jones, Thornton, Langrall and Tarr: 1999) สามารถแบ่งการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ได้เป็น 4 ระดับ ดังนี้

ระดับ 1 ระดับการให้เหตุผลตามความคิดของตนเองหรือระดับการใช้ความคิดของตนเองตัดสิน (Subjective or Non-quantitative reasoning) หมายถึง การที่นักเรียนให้เหตุผลตามความคิดของตนเอง โดยไม่ทราบว่าสิ่งที่ตนเองให้เหตุผลไปนั้นจะถูก หรือผิด และไม่สนใจว่าจะเกิดอะไรขึ้นในสิ่งที่ตนเองให้เหตุผลไป

ระดับ 2 ระดับการให้เหตุผลที่แสดงออกมาเป็นตัวเลขอย่างไม่เป็นทางการ โดยอาศัยความสัมพันธ์ที่เชื่อมโยงระหว่างผลที่เป็นไปได้ทั้งหมดจากการทดลองสุ่มกับความน่าจะเป็น (Transitional between Subjective and Native quantitative reasoning) หมายถึง การที่นักเรียนให้เหตุผลโดยอาศัยความสัมพันธ์ที่เชื่อมโยงระหว่างผลที่เป็นไปได้ทั้งหมด จากการทดลองสุ่มกับความน่าจะเป็น

ระดับ 3 ระดับการให้เหตุผลที่แสดงออกมาเป็นตัวเลขอย่างไม่เป็นทางการ โดยจะมีกลวิธีการคิดที่เป็นเหตุเป็นผล (Informal quantitative reasoning) หมายถึง การที่นักเรียนให้เหตุผลที่สมเหตุสมผลมากกว่าในระดับ 2 คือ สามารถบอกโอกาสที่จะเกิดขึ้นว่าน้อยกว่า มากกว่า หรือเท่ากัน แต่ไม่สามารถบอกได้ว่าโอกาสที่จะเกิดขึ้น ความน่าจะเป็นเท่าไร

ระดับ 4 ระดับการให้เหตุผลที่สามารถใช้ทฤษฎี หรือเหตุผลต่างๆ ในการคิด หรือคำนวณออกมาเป็นคำตอบได้ (Incorporates numerical reasoning) หมายถึง การที่นักเรียนสามารถให้เหตุผลประกอบการหาคำตอบโดยสามารถอธิบายและเชื่อมโยงคำตอบของตนเอง

คำนวณค่าออกมาเป็นตัวเลขได้

3.3.3 การพัฒนาทักษะและกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

การจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนรู้จักคิดและให้เหตุผลเป็นสิ่งสำคัญ โดยทั่วไป เข้าใจกันว่าการฝึกให้ผู้รู้จักให้เหตุผลที่ง่ายที่สุด คือการฝึกจากการเรียนเรขาคณิตตามแบบบุคคลิต เพราะมีโจทย์เกี่ยวกับการให้เหตุผลมากมาย มีทั้งการให้เหตุผลอย่างง่าย ปานกลาง และอย่างยากแต่ที่จริงแล้ว การฝึกให้ผู้เรียนรู้จักคิดและให้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผลนั้น สามารถสอดแทรกได้ในการเรียนรู้ทุกเนื้อหาของคณิตศาสตร์และวิชาอื่นๆ ด้วย

สสวท. (2547) กล่าวถึงองค์ประกอบหลักที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถคิดอย่างมีเหตุผล และรู้จักให้เหตุผลมีดังนี้

- 1) ให้ผู้เรียนได้พบกับโจทย์หรือปัญหาที่ผู้เรียนสนใจ เป็นปัญหาที่ไม่ยากเกินความสามารถของผู้เรียนที่จะคิดและให้เหตุผลในการหาคำตอบได้
- 2) ให้ผู้เรียนมีโอกาสและเป็นอิสระที่จะแสดงออกถึงความคิดเห็นในการใช้และให้เหตุผลของตนเอง
- 3) ผู้สอนช่วยสรุปและชี้แจงให้ผู้เรียนเข้าใจว่าเหตุผลของผู้เรียนถูกต้องตามหลักเกณฑ์หรือไม่ขาดตกบกพร่องอย่างไร

การเริ่มต้นที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้ และเกิดทักษะในการให้เหตุผล ผู้สอนควรจัดสถานการณ์หรือปัญหาที่น่าสนใจให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ผู้สอนควรสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนและคอยช่วยเหลือโดยกระตุ้นหรือชี้แนะอย่างกว้างๆ โดยใช้คำถามกระตุ้นด้วยคำว่า "ทำไม" "อย่างไร" "เพราะเหตุใด" เป็นต้น พร้อมทั้งให้ข้อคิดเพิ่มเติมอีก เช่น "ถ้า.....แล้ว ผู้เรียนคิดว่า.....จะเป็นอย่างไร" ผู้เรียนที่ให้เหตุผลได้ไม่สมบูรณ์ ผู้สอนจะต้องไม่ตัดสิน ด้วยคำว่า "ไม่ถูกต้อง" แต่อาจใช้คำพูดเสริมแรงและให้กำลังใจว่าคำตอบที่ผู้เรียนตอบมา มีบางส่วนถูกต้อง ผู้เรียนคนใดจะให้คำอธิบายหรือให้เหตุผลเพิ่มเติมของเพื่อนได้อีกบ้าง เพื่อให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้ร่วมกันมากยิ่งขึ้น

ในการจัดการเรียนรู้ผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดอย่างหลากหลาย โจทย์ ปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ควรเป็นปัญหาปลายเปิด (Open-ended problem) ที่ผู้เรียนสามารถแสดงความคิดเห็นหรือให้เหตุผลที่แตกต่างกันได้

3.3.4 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผล

จากคำกล่าวที่ว่า "คณิตศาสตร์ คือ การให้เหตุผล" (NCTM, 1989: 29) การให้เหตุผลเป็นเครื่องมือสำคัญของคณิตศาสตร์ และการดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์ (Baroody, 1993: 2-252) เพื่อให้นักเรียนเห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นวิถีทางที่ดีที่จะทำให้เข้าใจโลก

ที่เป็นจริง จำเป็นต้องจัดให้การให้เหตุผลแทรกอยู่ในทุกกิจกรรมของคณิตศาสตร์ นักเรียนจะต้องใช้เวลาจากประสบการณ์ที่หลากหลายในการพัฒนาความสามารถในการสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลในสถานการณ์ที่กำหนดและประเมินข้อสรุปของบุคคลอื่น (NCTM, 1989:81)

เนื่องจากความสามารถในการคิดและการให้เหตุผลเป็นทักษะที่ต้องใช้การฝึกและฝึกจากประสบการณ์ที่หลากหลายและควรได้รับการฝึกอย่างต่อเนื่อง จากบรรยากาศของชั้นเรียน ที่สนับสนุนให้มีการแลกเปลี่ยนความคิดชี้แจงเหตุผล และแก้ปัญหาร่วมกัน ดังนั้นในการพัฒนาทักษะการคิดและการให้เหตุผล ควรมีการจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมและแสดงพฤติกรรมในการสืบค้น ค้นหา คาดการณ์ วิธีการพิสูจน์ สังเกตแบบรูป ชี้แจงเหตุผลของแนวคิด โดยอธิบายแบบรูป แสดงด้วยภาพหรือแบบจำลอง และตอบคำถามต่างๆ การสร้างข้อความคาดการณ์ การกำหนดแบบจำลอง (Modeling) และการอธิบาย ซึ่งเป็นลักษณะของการให้เหตุผลเกี่ยวกับสถานการณ์ (Lappan and Scharm, 1989: 18-19) นอกจากการเตรียมกิจกรรมให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมและแสดงพฤติกรรมที่เป็นการฝึกทักษะและพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผล การคิดกับการให้เหตุผลมีส่วนสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดและเป็นพื้นฐานสำคัญของการเรียนรู้ โดยแก้ปัญหาดังนี้ นักศึกษาจึงให้ความสำคัญกับการสอนเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการคิดอย่างมีระบบ มีเหตุผลมากขึ้น โดยได้พยายามศึกษาทดลองเพื่อหาว่าทักษะการคิดอะไรที่จำเป็นและเป็นพื้นฐานของการคิดอย่างมีเหตุผล สอนอย่างไรจึงจะเกิดทักษะที่ต้องการเหล่านี้

กิลฟอร์ด และฮอฟเนอร์ (Guildford and Hoepfner, 1971: 28-32) ได้ให้ความเห็นว่า การพัฒนาบุคคลให้มีความสามารถในการให้เหตุผลนั้น ต้องเริ่มจากการส่งเสริมให้บุคคลได้คิดอย่างมีเหตุผล ความสามารถในการให้เหตุผลดังกล่าว เป็นสิ่งจำเป็นที่โรงเรียนควรจัดทำ และเป็นสิ่งที่สามารถฝึกได้โดยสอนควบคู่กับเนื้อหาวิชาปกติ หรือสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เหมาะสม สอดคล้องกับกรมวิชาการ (2545: 198-199) ที่กล่าวถึงแนวทางในการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลว่า การฝึกให้ผู้เรียนรู้จักคิดและให้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผลนั้น สามารถสอดแทรกได้ในการเรียนรู้ทุกเนื้อหาวิชาของคณิตศาสตร์และวิชาอื่นๆ นอกจากนี้ยังได้เสนอแนะองค์ประกอบหลักที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถคิดอย่างมีเหตุผลและรู้จักการให้เหตุผลดังนี้

- 1) ควรให้ผู้เรียนได้พบกับโจทย์หรือปัญหาที่ผู้เรียนสนใจ ซึ่งเป็นปัญหาที่ไม่ยากเกินความสามารถของผู้เรียนที่จะคิดและให้เหตุผล
- 2) ควรให้ผู้เรียนมีโอกาสและเป็นอิสระที่แสดงออกถึงความคิดเห็นในการให้เหตุผลของตนเอง

3) ควรช่วยสรุปและชี้แจงให้ผู้เรียนเข้าใจว่า เหตุผลของผู้เรียนถูกต้องตามหลักเกณฑ์หรือไม่ขาดตกบกพร่องอย่างไร

แบรนดิท (Brandit ,1984) ได้นำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับการสอนการคิดทำได้ 3 แนวทางคือ

1) การสอนเพื่อให้เกิด (Teaching for thinking) การสอนตามแนวทางนี้ เป็นการสอนตามปกติ แต่มีการปรับเปลี่ยนกระบวนการเรียนการสอน เพื่อเพิ่มความสามารถในด้านการคิดของผู้เรียน

2) การสอนการคิด (Teaching of thinking) การสอนตามแนวทางนี้เป็นการสอนโดยเน้นการคิดโดยเฉพาะ เป็นการสอนที่เน้นทักษะการคิดโดยตรง

3) การสอนเกี่ยวกับการคิด (Teaching about thinking) การสอนตามแนวทางนี้เป็นการสอนโดยใช้การคิดเป็นเนื้อหา เป็นการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ถึงความคิดตนเองว่ากำลังคิดอะไร ต้องการรู้อะไร ตอนนี้อยู่แล้ว และยังไม่รู้อะไร ซึ่งสิ่งดังกล่าวทำให้เกิดการรู้คิด (Metacognition)

โรเวน และมอรว (Rowan and Morrow,1993: 16-18) ได้ให้ข้อคิดเกี่ยวกับบรรยากาศในชั้นเรียนว่า เป็นสิ่งที่สำคัญมากครูต้องจัดบรรยากาศที่แสดงให้นักเรียนเห็นว่าทำให้เหตุผลเป็นสิ่งสำคัญกว่าการได้เพียงคำตอบที่ถูกต้อง ซึ่งบรรยากาศในชั้นเรียนต้องไม่ทำให้นักเรียนรู้สึกหวาดกลัวเป็นบรรยากาศที่สนับสนุน และส่งเสริมให้นักเรียนได้พูดอธิบายและแสดงเหตุผลของแนวคิดและสรุปพร้อมทั้งแสดงการยืนยันข้อสรุปแนวคิดนั้น ๆ และให้ความสำคัญเกี่ยวกับบรรยากาศในการเรียนโดยกล่าวว่าบรรยากาศในการเรียนที่ส่งเสริมการให้เหตุผลต้องเป็นบรรยากาศที่ไม่ทำให้นักเรียนรู้สึกหวาดกลัว เป็นบรรยากาศที่ส่งเสริมและสนับสนุนให้นักเรียนได้พูดอธิบายและแสดงเหตุผลของแนวคิดต่าง ๆ

บาร์ดูดี และคอสลิก (Baroody and Coslick, 1998: 2-30) กล่าวถึงการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่าควรมีลักษณะดังนี้

1) การให้เหตุผลควรบูรณาการอยู่ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ทุกระดับชั้น นักเรียนควรได้รับการส่งเสริมให้ใช้การให้เหตุผลแบบหยั่งรู้ และแบบอุปนัยเพื่อคาดการณ์ และการให้เหตุผลแบบนิรนัยง่าย ๆ เช่นการให้เหตุผล “ถ้า.....แล้ว.....”

2) การชี้แนะให้นักเรียนเห็นว่า มีรูปแบบที่แตกต่างกันมากมาย ทั้งกฎเกณฑ์ในสถานการณ์ต่างๆ สิ่งของและจำนวน

3) การใช้กิจกรรมที่มีการจำแนกชัดเจนก่อน

4) การส่งเสริมให้นักเรียนประเมินการ คาดการณ์และการนิรนัยอย่างไม่เป็นแบบแผน

NCTM (2000: 262-267) เสนอว่าการพัฒนาการให้เหตุผลทำได้โดยการจัดสภาพการณ์ให้นักเรียนได้คิด ได้ให้เหตุผลในชั้นเรียน ส่งเสริมบรรยากาศการคิดอย่างมีเหตุผลในคณิตศาสตร์ เลือกงานที่ต้องมีการจัดกลุ่มข้อมูล มีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล รู้ข้อจำกัดของการให้เหตุผลแบบอุปนัย เพื่อจะได้ใช้การให้เหตุผลนี้ได้อย่างถูกต้อง และครูต้องช่วยตรวจสอบพัฒนาการ การให้เหตุผลของนักเรียนอย่างสม่ำเสมอ นอกจากนี้ควรให้นักเรียนอภิปรายการให้เหตุผลของตนเองกับครู และกับนักเรียนคนอื่น โดยให้นักเรียนอธิบายหลักการที่ใช้ในการคาดเดาของตนเอง และเหตุผลในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ ด้วยประสบการณ์เหล่านี้ นักเรียนจะมีความสามารถในการให้เหตุผลทั้งแบบอุปนัยและนิรนัยได้อย่างเหมาะสม

สสวท (2547: 3) ได้เสนอแนวทางการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาการให้เหตุผลว่าควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

- 1) ให้นักเรียน เรียนรู้้อย่างมีเหตุผล
- 2) ให้นักเรียนฝึกคิดอย่างมีเหตุผล
- 3) ให้นักเรียนฝึกเป็นผู้ให้เหตุผล
- 4) ให้นักเรียนฝึกเขียนอธิบายสิ่งที่นักเรียนทำเพื่อหาคำตอบ
- 5) ให้นักเรียนฝึกให้เหตุผลในการอธิบายหรืออภิปราย
- 6) ให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ประเมินการให้เหตุผลของผู้อื่น
- 7) ให้นักเรียนรู้จักใช้เหตุผลเป็นเครื่องมือสำหรับการตรวจสอบหรือพิจารณาความถูกต้อง
- 8) ให้นักเรียนได้อาศัยการให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลพฤติกรรมที่แสดงออกถึงการใช้ทักษะเหตุผลทางคณิตศาสตร์
- 9) เลือกและใช้วิธีการให้เหตุผลและวิธีการพิสูจน์ชนิดต่างๆ ได้หลากหลาย
- 10) พัฒนาและประเมินการอ้างเหตุผล และการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์
- 11) เลือกใช้ความรู้เพื่อจัดลำดับขั้นตอนของการให้เหตุผลและลงข้อสรุป
- 12) อ้างอิงความรู้ ข้อมูลหรือข้อเท็จจริง หรือสร้างแผนภาพ
- 13) ตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของการให้เหตุผล
- 14) สร้างและตรวจสอบข้อความคาดคะเนทางคณิตศาสตร์ได้

15) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่างๆ การจัดหมวดหมู่ สรุปรวม ข้อมูลที่มีลักษณะเหมือนหรือต่างกันได้

3.3.5 บทบาทของครูในการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผล

สภาคุรุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000: 345-346) กล่าวว่า ในการพัฒนาความคิดและการให้เหตุผลของนักเรียนควรทำเป็นประจำ ครูต้องมีความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์เป็นอย่างดี ต้องจัดบรรยากาศในการเรียนคณิตศาสตร์ ต้องแสดงให้เห็นความสำคัญของสิ่งที่รู้ อย่างมีเหตุผลในเรื่องแบบรูปและข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ เพื่อประเมินความสมเหตุสมผลตามข้อเสนอนี้ได้อภิปรายไว้ และนักเรียนต้องพัฒนาความเชื่อมั่นของการให้เหตุผลที่มีต่อคำถามที่มีเหตุผลทางคณิตศาสตร์อื่นๆ วิธีนี้ทำให้นักเรียนเชื่อว่าตรรกศาสตร์สำคัญกว่าอำนาจภายนอก ในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในระดับชั้นอื่นๆ ครูควรพยายามที่จะสร้างบรรยากาศในการอภิปราย การตั้งคำถามและการฟังในชั้นเรียน โดยคาดหวังว่านักเรียนจะค้นหา กำหนด และวิจารณ์คำอธิบายของเพื่อนในชั้นเรียนแบบสืบสวนสอบสวน ซึ่งครูจะต้องช่วยให้นักเรียนอภิปรายถึงโครงสร้างทางตรรกศาสตร์ด้วยเหตุผลของนักเรียนเอง การวิจารณ์อย่างมีเหตุผลและการอภิปรายข้อคาดการณ์เป็นเนื้อหาสาระที่มีความละเอียดรอบคอบ การเดาอย่างมีเหตุผลสามารถอธิบายได้ ถึงแม้ว่าบางครั้งอาจจะผิด ครูควรสร้างความชัดเจนในแนวคิดหลักที่ไม่มีนักเรียนสามารถอธิบายได้ ด้วยคำแนะนำดังกล่าว นักเรียนจะพัฒนามาตรฐานระดับสูงของการยอมรับความคิดเห็น และทำให้เข้าใจถึงความถูกต้องและความรับผิดชอบในการพัฒนาและปกป้องเหตุผลของพวกเขา การให้เหตุผลอย่างเป็นกันเอง และคำแนะนำในการคำนวณเพียงเล็กน้อย จะทำให้นักเรียนหาผลรวมทางสถิติที่กำหนดให้ได้ ซึ่งคล้ายกับการหาความสัมพันธ์ทางสถิติที่กำหนดไว้ในหน่วยที่ต่างออกไป อย่างไรก็ตามการให้เหตุผลอย่างเป็นกันเองและการสนับสนุนการให้เหตุผลของผู้เรียน ต้องเริ่มต้นจากตัวอย่างก่อน โดยนักเรียนจะถูกกระตุ้นให้แสดงเหตุผลอย่างระมัดระวังในการจำแนกข้อคาดการณ์ ซึ่งจะพบในมาตรฐานกว้าง ๆ ของกลุ่มวิชาคณิตศาสตร์

นอกจากนี้ยังพบว่า การส่งเสริมให้ผู้เรียนตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ (Awareness of reasonableness of answer) เป็นวิธีการหนึ่งที่ส่งเสริมการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน เนื่องจากการตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 43) เป็นการสำนึก เฉลียวใจ หรือฉุกละหุกคิดว่าคำตอบที่ได้มานั้น น่าจะถูกต้องหรือไม่ เป็นคำตอบที่เป็นไปได้ หรือเป็นไปได้ หรือเป็นคำตอบที่ควรตอบหรือไม่

เช่น นักเรียนคนหนึ่งตอบว่า $\frac{1}{2}$ เท่ากับ $\frac{2}{6}$ แสดงว่านักเรียนคนนี้ไม่ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ เพราะไม่ถูกคิดว่าเมื่อมีอยู่แล้วครึ่งหนึ่ง การเพิ่มจำนวนที่เป็นบวกเข้าไป ผลลัพธ์ที่ได้ออกมาต้องมากกว่าครึ่ง แต่คำตอบที่ได้ $\frac{2}{6}$ นั้นน้อยกว่าครึ่ง ดังนั้นคำตอบที่ได้ไม่น่าจะถูกต้องสมควรที่จะต้องคิดหาคำตอบใหม่ ผู้ที่มีความรู้สึกเชิงจำนวนดีจะเป็นผู้ที่ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้จากการคำนวณหรือการแก้ปัญหาได้ดี การประมาณค่าเป็นวิธีหนึ่งที่สามารถช่วยให้พิจารณาได้ว่าคำตอบที่ได้สมเหตุสมผลหรือไม่

กล่าวโดยสรุป การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญและจำเป็นต่อการเรียนคณิตศาสตร์มาก เพราะเป็นรากฐานของกระบวนการคิด วิเคราะห์ และเป็นพื้นฐานในการพัฒนาความคิดระดับสูงและการให้เหตุผลของนักเรียน การจัดการเรียนการสอนควรเอื้อให้นักเรียนได้ใช้ความคิดและใช้เหตุผลอย่างเต็มความสามารถ โดยเริ่มส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกการคิด การวิเคราะห์ และการสรุปแนวคิดอย่างสมเหตุสมผล ภายใต้บรรยากาศที่สนับสนุนให้มีการอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิด และแก้ปัญหาร่วมกัน โดยใช้กิจกรรมที่เน้นให้เกิดการฝึกคิดและการให้เหตุผลควบคู่กันไปตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ และส่งเสริมให้ผู้เรียนตรวจสอบความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหายังเป็นประจำ โดยที่ผู้สอนเป็นผู้ชี้แนะ และแนะนำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ในสิ่งที่ถูกต้อง

3.4 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการเชื่อมโยง (Mathematical skills and processes in connections)

3.4.1 ความหมายและความสำคัญของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นทักษะและกระบวนการที่นักเรียนควรจะมี ฝึกฝนทักษะ และพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียนเพราะจะช่วยให้เห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาต่างๆ ในคณิตศาสตร์ และความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ได้ลึกซึ้งและยาวนานขึ้น ตลอดจนช่วยให้นักเรียนเห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีคุณค่า น่าสนใจ และสามารถนำไปใช้ในชีวิตรจริงได้

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM, 1989: 102) ได้ให้ความหมายของการเชื่อมโยงว่า คือ การผสมผสานแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องกันให้รวมเป็นองค์ประกอบเดียวกันซึ่งแบ่งออกเป็น

1) การเชื่อมโยงภายในวิชา เป็นการนำเนื้อหาภายในวิชาเดียวกัน ไปสัมพันธ์กัน ให้นักเรียนได้ประยุกต์ความรู้และทักษะไปใช้ในชีวิตรจริง ช่วยนักเรียนให้ทำความเข้าใจถึง

ความแตกต่างของเนื้อหาวิชารวมทั้งพีชคณิต เรขาคณิต และตรีโกณมิติซึ่งจะทำให้การเรียนรู้ของนักเรียนมีความหมาย

2) การเชื่อมโยงระหว่างวิชา เป็นการรวมศาสตร์ต่างๆ ตั้งแต่ 2 สาขาขึ้นไป ภายใต้หัวข้อที่เกี่ยวข้องกันให้มาสัมพันธ์กัน เช่น วิชาคณิตศาสตร์กับวิชาวิทยาศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ สังคม กีฬาหรือศิลปะ เป็นการเรียนรู้โดยใช้ความรู้ ความเข้าใจ และทักษะในวิชาต่างๆ มากกว่า 1 วิชาขึ้นไปจะช่วยให้เด็กเกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้ง และตรงกับสภาพชีวิตจริง

การเชื่อมโยง เกิดจากเรียนรู้แล้วคิดเชื่อมโยงกับเรื่องใหม่เกิดจากการใช้คำถามกระตุ้น การเชื่อมโยงหรือในการอธิบายต่างๆ เช่นปัญหานี้เหมือนกับสิ่งที่เคยทำไปแล้วอย่างไร สิ่งเหล่านี้แตกต่างกันอย่างไร อะไรทำให้คิดเช่นนี้ มีใครสามารถคิดเรื่องนี้ในแบบอื่นได้หรือไม่ ทำไมแนวคิดนี้จึงเหมาะสม เราเคยเห็นปัญหาเก่าที่คล้ายกับปัญหานี้หรือไม่ แนวคิดเหล่านี้เชื่อมโยงกันอย่างไร นอกจากนี้การพัฒนากการเชื่อมโยงต้องอาศัยหลักปัญหาที่เหมาะสมเพื่อเชื่อมโยงแนวคิดในวิชาคณิตศาสตร์ และกับวิชาที่ต้องส่งเสริมทั้งการเชื่อมโยง และการใช้การเชื่อมโยง (NCTM, 1989: 274-279)

คณิตศาสตร์คือบูรณาการของเนื้อหาต่างๆ ไม่ใช่วิชาที่รวบรวมเนื้อหาต่างๆ มารวมกัน และไม่ใช้วิชาที่แยกเป็นส่วน ๆ การมองคณิตศาสตร์เป็นองค์รวมจะช่วยให้เห็นความสำคัญของเรื่องที่ต้องการศึกษา และการคิดในเรื่องของความเชื่อมโยงทั้งภายในวิชา เชื่อมโยงระหว่างชั้น และเชื่อมโยงภายในชั้น (NCTM, 2000: 64)

สสวท. (2550) ให้ความหมายของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ว่าเป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการนำความรู้ เนื้อหาสาระ และหลักการทางคณิตศาสตร์มาสร้างความสัมพันธ์อย่างเป็นเหตุเป็นผลระหว่างความรู้และทักษะ/กระบวนการที่มีในเนื้อหาคณิตศาสตร์กับงานที่เกี่ยวข้องเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา และการเรียนรู้แนวคิดใหม่ที่ซับซ้อนหรือสมบูรณขึ้น

อัมพร ม้าคนอง (2547: 101) กล่าวว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถของผู้เรียนในการสัมพันธ์ความรู้ หรือปัญหาคณิตศาสตร์ที่เรียนมากับความรู้ ปัญหาหรือสถานการณ์อื่นที่ตนเองพบ การเชื่อมโยงอาจทำได้หลากหลายแต่ที่นิยมทำในห้องเรียนคณิตศาสตร์มีสามประเภทดังนี้

- 1) การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน
- 2) การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนเรียนกับเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่นๆ
- 3) การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์หรือสาขาวิชาอื่นๆ

เคนเนดี และทิปส์ (Kennedy and Tipps, 1994: 194-198) กล่าวว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญ นักเรียนจะต้องรู้จักสร้างการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่เป็นรูปธรรมได้แก่รูปภาพ แผนภาพ สัญลักษณ์และมโนคติ กับกระบวนการ เนื้อหาและวิธีการต่างๆ ทางคณิตศาสตร์เข้าด้วยกันและจะต้องรู้จักสร้างการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง

การเชื่อมโยงควรสร้างให้เกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอในระหว่างการเรียนการสอน คือให้นักเรียนปฏิบัติงานหรือกิจกรรม แล้วแปลงกิจกรรมเหล่านั้นออกมาเป็นรูปภาพ แผนภาพ แผนภูมิ แผนผัง กราฟ สัญลักษณ์ต่างๆ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ กับชีวิตจริงเกิดขึ้นได้มากมาย โดยผู้สอนสามารถให้นักเรียนปฏิบัติงานที่เชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับวิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา ศิลปะ คณิตกรรม และกิจกรรมในวิชาต่าง ๆ ซึ่งเคนเนดี และทิปส์ ได้ยกตัวอย่างที่แสดงถึงวิธีที่ครูสามารถทำการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์ต่าง ๆ และสังคมนาฉบับตัวดังนี้

1) คณิตศาสตร์กับวิทยาศาสตร์ เช่น การจดบันทึกอุณหภูมิ การวัดความเร็วลม แรงดันอากาศ การส่งมนุษย์ไปดวงจันทร์ การโคจรของดาวเคราะห์ การกำหนดมาตราส่วน และการสร้างแบบจำลองของระบบสุริยะ

2) คณิตศาสตร์กับสังคมศึกษา เช่น นาฬิกา น้ำ นาฬิกาทราย การสร้างพีระมิดในอียิปต์ การศึกษาการออกแบบพรม ถ้วยชาม และตะกร้าที่ใช้หลักสมมาตรและทรงลูกบาศก์ การแบ่งแยกอาชีพที่มีเครื่องแบบและไม่มีเครื่องแบบ เช่น นักวิจัย บริกร คนงานโรงงาน ทหาร และปลุสตันท์ หรือการเปรียบเทียบส่วนที่สูงที่สุดและต่ำที่สุด

3) คณิตศาสตร์กับศิลปะ เช่น การวัดระยะของกระดาษเพื่อติดขอบผนัง การกำหนดมาตราส่วนของฉากละคร การวาดภาพทิวทัศน์ต่าง ๆ

4) คณิตศาสตร์กับสุขศึกษา เช่น การวัดความสูงของนักเรียน การบันทึกผลในรูปตารางและกราฟ การหาปริมาณแคลอรีจากการอ่านฉลากข้อมูลโภชนาการข้างกล่องผลิตภัณฑ์ การวัดระดับคอเลสเทอรอล

5) คณิตศาสตร์กับการอ่าน และศิลปะทางภาษา เช่น การหารูปแบบของคำ การแยกประเภทของคำการวิจัยรากศัพท์ของภาษาคณิตศาสตร์ การวิจัยและเขียนเรื่องราวของนักคณิตศาสตร์ที่มีชื่อเสียง การวิเคราะห์ข้อความเพื่อออกจำนวนพยัญชนะ

6) คณิตศาสตร์กับการศึกษาทางกายภาพ เช่น การนับจำนวนรอบของการกระโดดเหือก การจัดวางพื้นที่ของการเล่น การจับเวลาระหว่างการแข่งขัน

ดอสเซย์ และคณะ (Dossey and others, 2002: 81-83) ได้อธิบายเกี่ยวกับการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่า นักเรียนที่สามารถเชื่อมโยงมโนคติทางคณิตศาสตร์ได้หลากหลายจะพัฒนาความเข้าใจในคณิตศาสตร์ได้มากยิ่งขึ้น การเชื่อมโยงทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหา และสามารถทำนายการอ้างเหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้คล่องแคล่วขึ้น นอกเหนือจากการใช้เครื่องมืออื่น ๆ ในการแก้ปัญหา มโนคติหรือเนื้อหาในวิชาคณิตศาสตร์ที่มีการเชื่อมโยงจะช่วยให้ นักเรียนมองคณิตศาสตร์แบบบูรณาการ เราเคยแยกคณิตศาสตร์เป็นวิชาย่อยๆ เช่น เรียน Pre-algebra แล้วค่อยมาเรียนพีชคณิตและเรขาคณิตตามลำดับทำให้นักเรียนมองวิชาคณิตศาสตร์ไม่สัมพันธ์กัน แม้ว่าคอร์สก่อนหน้าจะเป็นพื้นฐานความเข้าใจในคณิตศาสตร์ระดับสูงก็ตาม การแยกเนื้อหาออกจากกันทำให้นักเรียนไม่สามารถสร้างการเชื่อมโยงที่ทำให้เข้าใจภาพรวมของคณิตศาสตร์ การเรียนที่เน้นการเชื่อมโยงจะทำให้นักเรียนมีรากฐานที่ดีในการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับสูงต่อไป

ครูสามารถแนะนำกระบวนการเชื่อมโยงให้กับนักเรียน โดยการให้งานที่ครูออกแบบขึ้นซึ่งเป็นงานที่แสดงการเชื่อมโยงกับมโนคติของของเรื่องที่เคยเรียนมาแล้ว เช่น การสำรวจลำดับฟีโบนากชี (Fibonacci sequence) 1, 2, 3, 5, 8, 13, ... สามารถเชื่อมโยงกับแบบรูปและฟังก์ชันก่อกำเนิด เมื่อศึกษาต่อไปก็จะนำไปสู่ความรู้เรื่องอัตราส่วนของ รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก และการประยุกต์เข้ากับงานศิลปะ การออกแบบ การเชื่อมโยงกับสาขาวิชาต่างๆ ในคณิตศาสตร์ เชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์นั้นมีความสัมพันธ์และมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เพราะจะช่วยในการพัฒนาการเรียนการสอนในชั้นเรียนให้เป็นอย่างดีอย่างหลากหลาย ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่สามารถเข้าใจถึงปัญหาได้เป็นอย่างดี

3.4.2 แนวทางการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000: 277-278) กล่าวถึงบทบาทของครูในการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงสำหรับนักเรียนในเกรด 6-8 ว่าครูต้องมีบทบาทในการเลือกปัญหาที่เป็นการเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ทั้งภายในและภายนอกหลักสูตร รวมไปถึงการช่วยให้นักเรียนสร้างแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และพัฒนาแนวคิดใหม่ โดยครูต้องตระหนักและเข้าใจความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ที่ถูกพัฒนาขึ้น ไม่ควรสอนแบบรวบรัดหรือย่อ แต่ควรมีการร่วมกันคิดร่วมกันทำ และจำเป็นต้องตัดสินใจได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นสิ่งที่กระตุ้นให้นักเรียนใช้คำหรือเครื่องหมายที่เหมาะสมในการสนับสนุนความเข้าใจ ความคิดรวบยอดใหม่ของพวกเขา เช่น ในเรื่องสัดส่วนและพีชคณิต

ครูสามารถเพิ่มความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน ด้วยการใช้สาขาวิชาอื่นเป็นแหล่งข้อมูลปัญหาที่หลากหลาย ตัวอย่างเช่น การศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์และวิชาสังคมศึกษาเป็นการเพิ่มโอกาสในการเรียนรู้เกี่ยวกับการวัดข้อมูลและพีชคณิต โดยศิลปะสามารถนำมาใช้สร้างความเข้าใจในเรื่องเกี่ยวกับรูปร่างสมมาตร ความคล้าย และการถ่ายทอดของแบบรูปทางเรขาคณิต ซึ่งครูศิลปะสามารถบรรยายยุทธวิธีที่มีความเหมาะสมในการยกตัวอย่างที่แย้งทางคณิตศาสตร์ในเรื่องเกี่ยวกับสูตร ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนตระหนักและวิเคราะห์รูปแบบของการอ้างเหตุผล และข้อเท็จจริงอันเป็นลักษณะเฉพาะทางคณิตศาสตร์

กรมวิชาการ (2544: 200-202) กล่าวว่าในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ต้องการให้ผู้เรียน มีความรู้และมีพื้นฐานในการนำไปศึกษาต่อนั้นจำเป็นจะต้องบูรณาการเนื้อหาต่างๆในวิชาคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน เช่น การให้ความรู้ในเรื่องเซต และการให้คำจำกัดความหรือบทนิยามในเรื่องต่างๆ เช่น บทนิยามของฟังก์ชัน เป็นต้น

กระทรวงศึกษาธิการ (2545: 200-205) ได้กล่าวว่า องค์ประกอบที่ช่วยพัฒนาทักษะและกระบวนการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆทางคณิตศาสตร์ และคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ มีดังนี้

1) มีความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์อย่างเด่นชัดในเรื่องนั้น
2) มีความรู้ในเนื้อหาที่จะนำไปเชื่อมโยงกับสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ต้องการเป็นอย่างดี

3) มีทักษะในการมองเห็นความเกี่ยวข้องของระหว่างความรู้และทักษะ / กระบวนการที่มีในเนื้อหานั้นกับงานที่เกี่ยวข้อง

4) มีทักษะในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อสร้างความสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์ต่าง ๆ

5) มีความเข้าใจในการแปลความหมายของคำตอบที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ว่ามีความเป็นไปได้หรือสอดคล้องกับสถานการณ์นั้นๆ อย่างสมเหตุผล

วรารักษ์ มีหนัก (2545: 35) ได้นำเสนอเกี่ยวกับองค์ประกอบที่ช่วยพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆทางคณิตศาสตร์มีดังนี้

1) มีความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์อย่างเด่นชัดในเรื่องนั้น
2) มีความรู้ในเนื้อหาที่จะนำไปเชื่อมโยงกับสถานการณ์หรืองานอื่นๆที่ต้องการเป็นอย่างดี

3) มีทักษะในการมองเห็นความเกี่ยวข้องเชื่อมโยงระหว่างความรู้และทักษะ และกระบวนการที่มีในเนื้อหา นั้นกับงานที่เกี่ยวข้องด้วย

4) มีทักษะในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อสร้างความสัมพันธ์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ หรือคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ที่ต้องเกี่ยวข้องด้วย

5) มีความเข้าใจในการแปลความหมายของคำตอบที่หาได้จากแบบจำลอง ทางคณิตศาสตร์ว่ามีความเป็นไปได้หรือสอดคล้องกับสถานการณ์นั้นอย่างสมเหตุสมผล

อัมพร ม้าคอง (2547: 101-102) ได้กล่าวถึงการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงว่า อาจเริ่มต้นง่ายๆ จากการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน และระหว่างเนื้อหา คณิตศาสตร์ด้วยกัน ดังตัวอย่างของกิจกรรมเพื่อฝึกการเชื่อมโยงต่อไปนี้

“ในหมู่บ้านของท่านมีการประชุมเพื่อแสดงความคิดเห็นว่าควรจะเสนอทาง ราชการ ให้จัดตั้งจุดตรวจในหมู่บ้านหรือไม่ ในการประชุมมีบางกลุ่มที่เชื่อว่า การมีจุดตรวจของ ตำรวจอยู่ใกล้หมู่บ้านจะช่วยลดปัญหาอาชญากรรม ในขณะที่บางกลุ่มเชื่อว่าความใกล้/ไกล จาก จุดตรวจไม่ใช่ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเกิดอาชญากรรม ที่ประชุมจึงได้ขอข้อมูลเกี่ยวกับจำนวน ครั้งของการเกิดอาชญากรรมในปีที่ผ่านมาจากสถานีตำรวจท้องที่ โดยได้ข้อมูลดังตารางต่อไปนี้”

จำนวนกิโลเมตรที่จุดเกิดเหตุห่างจากจุดตรวจ	จำนวนครั้งของการเกิดอาชญากรรมต่อกิโลเมตร
1 – 5	13
6 – 10	14
มากกว่า 10	16

ที่มา : อัมพร ม้าคอง (2547) การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. หน้า 102.

1) จากข้อมูลดังกล่าว ท่านคิดว่าที่ประชุมควรสรุปความสัมพันธ์ระหว่างความ ใกล้/ไกลจากจุดตรวจ กับจำนวนครั้งของการเกิดอาชญากรรมต่อกิโลเมตรอย่างไร เพราะเหตุใด

2) มีบางคนในที่ประชุมพยายามใช้ความรู้คณิตศาสตร์ในการอธิบาย ความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้เพื่อให้ข้อสรุปเชื่อถือได้มากขึ้น ท่านจะช่วยคนเหล่านั้นได้อย่างไร

การทำกิจกรรมในลักษณะนี้ ช่วยให้ผู้เรียนเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์กับ ปัญหาในชีวิตประจำวัน และเชื่อมโยงระหว่างความรู้คณิตศาสตร์ต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับการ แก้ปัญหา เพื่อจะตัดสินใจแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม การเชื่อมโยงในปัญหานี้ ผู้เรียนจะต้องคิดว่า จะใช้ความรู้คณิตศาสตร์อะไรที่ตนมีอยู่ ในการตรวจสอบความสัมพันธ์ของข้อมูล เนื่องจากข้อมูล

ในตัวอย่างนี้ แตกต่างจากข้อมูลประเภทเดียวกันที่เคยพบในหนังสือเรียน หรือที่ผู้สอนสมมติขึ้น ผู้เรียนต้องใช้การคิดวิเคราะห์เพื่อจะได้อธิบายข้อมูลอย่างเป็นเหตุเป็นผลและได้ข้อสรุปที่น่าเชื่อถือ โดยใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือ

นอกจากการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาต่างๆในคณิตศาสตร์ด้วยกันแล้ว ยังมีการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆโดยใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้และใช้ในการแก้ปัญหา เช่น ในเรื่องการเงิน การคิดดอกเบี้ยทบต้น ก็อาศัยความรู้ในเรื่องเลขยกกำลัง และผลบวกของอนุกรม ในงานศิลปะและงานออกแบบบางชนิดก็ใช้ความรู้เรื่องรูปเรขาคณิต

นอกจากนี้ยังมีการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ในวิชาชีพบางอย่างโดยตรง เช่น การตัดเย็บเสื้อผ้า งานคหกรรมเกี่ยวกับอาหาร งานเกษตร งานออกแบบ สร้างหีบห่อบรรจุภัณฑ์ต่างๆรวมถึงการนำคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับชีวิตความเป็นอยู่ประจำวัน เช่น การซื้อขาย การชั่ง ตวง วัด การคำนวณระยะทางและเวลาที่ใช้ในการเดินทาง การวางแผนในการออมเงินไว้ใช้ในช่วงบั้นปลายของชีวิต

ในการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะและกระบวนการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์นั้น ผู้สอนอาจจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ปัญหาสอดแทรกในการเรียนรู้อยู่เสมอ เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นการนำความรู้เนื้อหาสาระ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ หรือนำความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนเห็นความเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆหรือเห็นการนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้กับชีวิตประจำวัน และเพื่อให้ผู้เรียนได้มีการปฏิบัติจริง และมีทักษะกระบวนการเชื่อมโยงนี้ ผู้สอนอาจมอบหมายงานหรือกิจกรรมให้ผู้เรียนไปศึกษาค้นคว้าหาความรู้ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมนั้น แล้วนำเสนองานต่อผู้สอนและผู้เรียน ให้มีการอภิปรายและหาข้อสรุปร่วมกัน (กรมวิชาการ, 2544ก: 204)

3.4.3 บทบาทของครูในการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการเชื่อมโยง

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000: 359) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายหรือนักเรียนเกรด 9-12 ว่า มีวิธีการมากมายที่ครูสามารถช่วยนักเรียนค้นหาและนำมาซึ่งการเชื่อมโยงทางวิชาคณิตศาสตร์ ปัญหาที่น่าับได้ว่าจะมีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะว่าเป็นไปไม่ได้ที่นักเรียนทำการเชื่อมโยงได้เอง ครูจำเป็นต้องเริ่มในการบูรณาการแต่ละปัญหา เพราะวัตถุประสงค์ของการสอนโดยส่วนใหญ่ มุ่งเน้นที่ขอบเขตของเนื้อหา มีการจัดหลักสูตรแยกออกจากกัน เช่น เรขาคณิต พีชคณิต และสถิติ

ครูจำเป็นต้องพัฒนาความรู้ ความชำนาญในการทำการเชื่อมโยงทางวิชาคณิตศาสตร์ และช่วยให้นักเรียนพัฒนาความสามารถของพวกเขา และสิ่งหนึ่งที่เป็นส่วนประกอบสำคัญในการให้ความช่วยเหลือแก่นักเรียนทำการเชื่อมโยงคือ การสร้างบรรยากาศของชั้นเรียนให้มีการเข้าถึงปัญหาที่เกี่ยวข้องทางคณิตศาสตร์โดยสามารถใช้วิธีการที่หลากหลายในการหาคำตอบ และถ้านักเรียนทำผิดไม่ควรบอกว่าผิดแล้วปล่อยให้มันผ่านไป ครูควรจะช่วยให้นักเรียนได้พบแก่น(ข้อเท็จจริง)ของแนวคิดที่ถูกต้อง ซึ่งบางทีอาจจะนำไปสู่วิธีการใหม่ๆ และเกิดการเชื่อมโยงขึ้น นักเรียนควรได้รับการส่งเสริมให้พิจารณาและเปรียบเทียบวิธีการของตนเองกับกลุ่มอื่นที่แสดงให้เห็นถึงการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนปฏิบัติงานหรือกิจกรรมแล้วแปลงกิจกรรมเหล่านั้นออกมาเป็นรูปภาพ แผนภูมิ กราฟ หรือสัญลักษณ์ต่างๆ (Kennedy and Tipps, 1994: 194-198) และควรกระตุ้นให้นักเรียนเชื่อมโยงระหว่างความรู้ใหม่และความรู้ส่วนหนึ่งที่เคยเรียนรู้อยู่แล้ว และพัฒนาความเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ด้วยตนเองโดยการใช้คำถามและอภิปรายคำถาม เช่น “ปัญหานี้หรือคณิตศาสตร์เรื่องนี้เหมือนกับปัญหาอื่นหรือเรื่องที่เคยเรียนมาก่อนหรือไม่ อย่างไร” “ทำไมจึงคิดเช่นนั้น” “คำตอบที่ได้เป็นคำตอบที่น่าจะเป็นไปได้หรือไม่” “เราเคยเห็นคำถามแบบนี้ที่ไหนหรือไม่” “แนวคิดเหล่านี้สัมพันธ์กันอย่างไร” “มีใครมีความคิดเห็นที่แตกต่างจากนี้หรือไม่” “งานที่เราทำวันนี้สัมพันธ์กับงานที่เราทำเมื่อวันก่อนหรือไม่อย่างไร” (NCTM, 2000: 64-66,274-277) ซึ่งคำถามเหล่านี้ล้วนแล้วแต่ส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงให้เกิดขึ้นกับนักเรียน

จากการศึกษาสรุปได้ว่า แนวทางการพัฒนากระบวนการเชื่อมโยงสามารถทำได้โดยครูจะต้องเป็นผู้กำหนดสถานการณ์ที่หลากหลาย ที่สามารถเชื่อมโยงคณิตศาสตร์เข้ากับชีวิตประจำวัน หรือเชื่อมโยงภายในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เสนอแนวความคิดของตน ไม่ควรให้ความสำคัญที่คำตอบของผู้เรียนเท่านั้น

4. การวัดผลและประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

การวัดผลและประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการสำคัญที่ใช้ตรวจสอบว่าการจัดการเรียนการสอนบรรลุตามเป้าหมายที่วางไว้หรือไม่ ซึ่งสามารถบ่งบอกถึงคุณภาพของนักเรียนได้

4.1 หลักการวัดผลและประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

การวัดผลและประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่ช่วยให้ได้ข้อมูลสารสนเทศที่แสดงถึงพัฒนาการและความก้าวหน้าในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้านต่างๆคือ

- 1) ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ การวัด เรขาคณิต

พีชคณิต การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น รวมทั้งการนำความรู้ดังกล่าวไปประยุกต์

2) ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยง และการคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ข้อมูลเหล่านี้ส่งเสริมให้ครูและนักเรียนทราบจุดเด่น จุดด้อย ด้านการสอนและการเรียนรู้ และเกิดแรงจูงใจที่จะพัฒนาตน ซึ่งกระทรวงศึกษาธิการ (2545: 208-210) ได้ให้หลักการสำคัญในการประเมินผลดังนี้

- 1) การประเมินผลต้องกระทำอย่างต่อเนื่องและควบคู่ไปกับกระบวนการเรียนการสอน
- 2) การประเมินผลต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์ และเป้าหมายการเรียนรู้
- 3) การประเมินผลทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีความสำคัญเท่าเทียมกับการวัดความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหา
- 4) การประเมินผลการเรียนรู้ต้องนำไปสู่ข้อมูลสารสนเทศเกี่ยวกับนักเรียนรอบด้าน
- 5) การประเมินผลการเรียนรู้ต้องเป็นกระบวนการที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการปรับปรุงความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของตน

อัมพร ม้าคนอง (2546: 89-95) ได้กล่าวถึงการวัดและประเมินผลคณิตศาสตร์ที่ดีควรคำนึงถึงประเด็นสำคัญดังนี้

- 1) การพัฒนาทักษะการคิด เพื่อแก้ปัญหาของผู้เรียน ทักษะการคิดที่สำคัญเกี่ยวข้องกับหลายทักษะดังนี้
 - 1.1 ทักษะการสร้างคำถามจากปัญหาหรือการทำความเข้าใจปัญหา
 - 1.2 ทักษะการสร้างคำถามจากปัญหาหรือการทำความเข้าใจปัญหา
 - 1.3 ทักษะการค้นหาและเลือกใช้ข้อมูลที่เหมาะสมสำหรับการแก้ปัญหา
 - 1.4 ทักษะการสร้างปัญหาย่อยและเลือกใช้ข้อมูลที่เหมาะสมสำหรับการแก้ปัญหา
 - 1.5 ทักษะการใช้กลวิธีในการแก้ปัญหาอย่างถูกต้องซึ่งรวมถึงกลวิธีแก้ปัญหาย่อย
 - 1.6 ทักษะการคำนวณคำตอบปัญหา
 - 1.7 ทักษะการประเมินความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้
- 2) การพัฒนาความสามารถของผู้เรียนในการเลือก และใช้เทคนิคการแก้ปัญหา (Problem solving techniques) เทคนิคการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่สำคัญมีดังนี้

- 2.1 การวาดภาพและใช้แผนภาพ
 - 2.2 การสร้างตารางแสดงความสัมพันธ์
 - 2.3 การใช้วัตถุรูปธรรม
 - 2.4 การเดา ตรวจสอบ และทบทวน
 - 2.5 การทำย้อนกลับ
 - 2.6 การค้นหารูปแบบความสัมพันธ์
 - 2.7 การสร้างรายการแสดงลำดับความสัมพันธ์
 - 2.8 การสร้างสมการและเลือกการดำเนินการทางคณิตศาสตร์
 - 2.9 การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
- 3) การพัฒนาความสามารถของผู้เรียนในการใช้ความรู้ที่สัมพันธ์หรือเกี่ยวข้องของ
 - 4) การพัฒนาความสามารถของผู้เรียนในการควบคุม และประเมินการคิดของตนเอง และความก้าวหน้าของงานขณะแก้ปัญหา
 - 5) การพัฒนาเจตคติที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหา และการทำงานร่วมกับผู้อื่น
 - 6) การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย รวมทั้งการหาคำตอบที่ถูกต้อง และกระบวนการในการได้มาซึ่งคำตอบนั้นๆ

4.2 วิธีวัดผลและประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

อัมพร ม้าคนอง (2546: 89-94) ได้กล่าวเกี่ยวกับการวิธีวัดและประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในประเด็นสำคัญ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) การใช้คำถาม(Questioning)

ในขณะที่ผู้เรียนแก้ปัญหา ผู้สอนอาจเดินดูผู้เรียนทำงานและใช้คำถามเพื่อให้ผู้เรียนใช้ความคิดก่อนตอบ ควรถามเพื่อให้ผู้เรียนอธิบาย เช่น หาคำตอบนี้มาได้อย่างไร ทำไมต้องใช้วิธีนี้ อธิบายได้ไหมว่าสองวิธีนั้นต่างกันอย่างไร ทราบได้อย่างไรว่าต้องใช้นิยามช่วย และแน่ใจได้อย่างไรว่าคำตอบที่ได้มาถูกต้อง

2) การสังเกต (Observing)

การสังเกตนักเรียนในขณะที่ทำงานเดี่ยวหรือทำงานกลุ่มจะทำให้ผู้สอนทราบว่าผู้เรียนแต่ละคนมีความสามารถเพียงใด อย่างไรก็ตามหากจำนวนนักเรียนในแต่ละห้อง มีจำนวนมากเกินไป ผู้สอนจะไม่สามารถจำผู้เรียนเป็นรายบุคคลได้ ผู้สอนจึงอาจต้องใช้เวลาจดบันทึกช่วยวิธีง่ายๆที่ผู้สอนทำได้คือการใช้มาตราวัดและแบบตรวจสอบการสังเกตการณ์แก้ปัญหา

3) การรายงานของผู้เขียน (Student report)

การให้ผู้เรียนได้เขียนรายงานเกี่ยวกับประสบการณ์การแก้ปัญหาของตนเอง จะช่วยให้ผู้สอนทราบกระบวนการคิด การทำงาน และเจตคติของผู้เรียนก่อนให้ผู้เรียนเขียนรายงานตนเอง ผู้สอนควรตั้งกรอบคำถามไว้ก่อนว่าจะประเมินนักเรียนในเรื่องใด เพื่อให้สิ่งที่ผู้เรียนทุกคนเขียนเป็นไปในแนวเดียวกัน และเป็นสิ่งที่ผู้สอนต้องการทราบ ตัวอย่างประเด็นที่ผู้สอนควรถามให้ผู้เรียนเขียนมีดังนี้

- 3.1 เมื่อเห็นปัญหาครั้งแรก คิดว่าจะทำอะไรก่อน
- 3.2 ควรใช้กลวิธีใดแก้ปัญหา เพราะเหตุใด และจะทราบอย่างไรว่ากลวิธีที่ใช้เหมาะสมหรือเปล่า
- 3.3 ได้คำตอบมาได้อย่างไร
- 3.4 มีวิธีใดบ้างที่ใช้แล้ว แก้ปัญหาไม่ได้ เพราะอะไร
- 3.5 ในที่สุดแก้ปัญหาได้อย่างไร
- 3.6 ทราบได้อย่างไรว่าคำตอบที่ได้ถูกต้อง
- 3.7 รู้สึกอย่างไรกับการแก้ปัญหานี้

4) การทำแบบทดสอบที่เป็นข้อเขียน (Written test)

การให้ผู้เรียนเขียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาตามขั้นตอน จะช่วยให้ผู้สอนทราบระดับความเข้าใจของผู้เรียนโดยตรง การประเมินผลข้อเขียนอาจทำได้หลายวิธีดังนี้

4.1 Analytic scoring

Analytic scoring เป็นการให้คะแนนแต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา ผู้สอนต้องกำหนดไว้ล่วงหน้าว่าจะให้ผู้เรียนทำกี่ขั้นตอน และแต่ละขั้นตอนจะให้คะแนนอย่างไร ตัวอย่างการให้คะแนนในลักษณะดังกล่าวมีดังต่อไปนี้

การให้คะแนนโดยใช้ Analytic scoring scale

ระดับความเข้าใจปัญหา	0 : ไม่เข้าใจปัญหาเลย
	1 : เข้าใจปัญหาบางส่วน
	2 : เข้าใจปัญหาทั้งหมด
ขั้นวางแผนปัญหา	0 : แผนการแก้ปัญหาไม่เหมาะสม
	1 : ใช้ข้อมูลจากปัญหาวางแผนการแก้ปัญหาถูกต้องเป็นบางส่วน
	2 : แผนที่วางไว้จะให้คำตอบที่ถูกต้องได้ถ้าดำเนินการถูกต้อง
ขั้นหาคำตอบ	0 : ไม่ได้คำตอบหรือคำตอบผิด

1 : ได้คำตอบผิดจากการคำนวณผิด แต่มีบางส่วนถูกต้อง

2 : คำตอบถูกต้องสมบูรณ์

4.2 Focused holistic scoring

Focused holistic scoring เป็นเทคนิคการให้คะแนนการแก้ปัญหา ทุกขั้นตอนไม่เพียงแต่ดูที่คำตอบ เป็นการให้คะแนนโดยอิงเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ผู้เรียนแต่ละคนจะได้รับคะแนนตามคุณภาพของงานเป็นคะแนนตัวเดียวโดดๆ ตัวอย่างการให้คะแนนดังกล่าวมีดังนี้

การให้คะแนนโดยใช้ Focused holistic scoring point scale

0 คะแนน	<ul style="list-style-type: none"> - ไม่ตอบ - ไม่เข้าใจปัญหา มีเพียงข้อความที่คัดลอกจากโจทย์ - มีเพียงคำตอบที่ผิด
1 คะแนน	<ul style="list-style-type: none"> - แสดงความเข้าใจการแก้ปัญหา แต่วิธีการไม่เหมาะสม - กลวิธีที่เลือกไม่เหมาะสม และใช้จริงไม่ได้ และไม่มีกลวิธีอื่นสำรอง - แสดงความพยายามในการแก้ปัญหาย่อยๆ ของปัญหาใหญ่ แต่ทำไม่สำเร็จ
2 คะแนน	<ul style="list-style-type: none"> - เข้าใจการแก้ปัญหา แต่ใช้การแก้ปัญหาไม่ถูกต้องจึงได้คำตอบผิด - ใช้กลวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสม แต่ดำเนินการไม่ถูกต้อง ทำให้ได้คำตอบผิดหรือไม่ได้คำตอบ - แก้ปัญหาย่อยๆ ได้บางส่วน แต่ไม่ได้ทั้งหมด - ได้คำตอบที่ถูกต้อง แต่ไม่เข้าใจงานที่ทำหรืออธิบายไม่ได้
3 คะแนน	<ul style="list-style-type: none"> - ใช้กลวิธีแก้ปัญหาเหมาะสม แต่เข้าใจผิดในเรื่องของเงื่อนไขหรือข้อมูลบางส่วนในปัญหา - ใช้กลวิธีที่ถูกต้อง แต่ตอบผิดหรืออธิบายเหตุผลไม่ได้ หรือไม่มีคำตอบ - ได้คำตอบที่ถูกต้องจากกลวิธีที่เหมาะสม แต่วิธีทำที่แสดงให้ดูไม่ชัดเจน
4 คะแนน	<ul style="list-style-type: none"> - เข้าใจปัญหาเป็นอย่างดี เลือกใช้กลวิธีที่เหมาะสม แต่คำนวณผิดพลาด - เลือกและใช้กลวิธีที่เหมาะสม และได้คำตอบที่ถูกต้อง

สอดคล้องกับ กูดริช (Goodrich, 1997: 14-17) ซึ่งกล่าวถึงสาเหตุที่ทำให้การให้คะแนนแบบรูปรีดเป็นสิ่งที่น่าสนใจสำหรับครูและนักเรียน ดังนี้

1. เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูปรีด เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูงสำหรับการสอน สามารถสะท้อนและช่วยให้นักเรียนปรับปรุงการทำงานได้ตลอดเวลาเหมือนกับการตรวจตราของครู เกณฑ์ที่สร้างขึ้นจะช่วยให้นักเรียนได้เห็นถึงแนวทางในการทำงานที่จะทำให้บรรลุ

จุดมุ่งหมายของเนื้อหาเหล่านี้ ได้ดีขึ้น ดังนั้นสิ่งที่สำคัญที่สุดของการให้คะแนนแบบรูบรีคก็คือ การนิยามเกณฑ์หรือระดับของคุณภาพ

2. เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบรีค จะทำให้นักเรียนมีความละเอียดรอบคอบในการตัดสินคุณภาพของตนเองและผู้อื่น ทำให้ตระหนักถึงความแตกต่างระหว่างงานที่เสร็จและงานที่มีคุณภาพ

3. เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบรีคจะช่วยลดเวลาของครูในการประเมินชิ้นงาน และเมื่อมีเกณฑ์ที่ชัดเจน นักเรียนก็สามารถวิเคราะห์และประเมินชิ้นงานของตนเองและผู้อื่นได้อย่างเที่ยงตรง มีความยุติธรรม เป็นที่ยอมรับของคนอื่นในชั้นเรียน

4. เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบรีคเป็นสิ่งที่ง่ายต่อการใช้และการอธิบาย

สำหรับเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบรีค (rubric) สำหรับวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ซึ่งในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยสร้างเกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic score) ซึ่งพัฒนามาจากเกณฑ์การให้คะแนนของกระทรวงศึกษาธิการ (2546: 135-138) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 18-19) และสภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติอเมริกา (NCTM, 2000: 60-63)

5) General impression scoring

General impression scoring เป็นเทคนิคการให้คะแนนโดยภาพรวมของงานทั้งหมดที่ผู้เรียนทำการตรวจควรต้องกำหนดเกณฑ์ไว้ก่อน เพื่อจะได้ไม่เกิดความลำเอียงในการตรวจตัวอย่างของ General impression scoring มีดังนี้

ชื่อนักเรียน.....	ชั้น.....
ผลงาน.....
.....
.....
.....
ความประทับใจทั่วไป.....

นอกจากนี้ พร่อมพรรณ อุดมสิน (2544: 178 - 189) ยังได้กล่าวถึง แบบการบันทึก การสังเกต การประเมินโดยให้นักเรียนประเมินตนเอง และการทดสอบที่วัดการลงมือปฏิบัติจริงไว้ ดังนี้

แบบบันทึกการสังเกตอาจแบ่งได้ 2 แบบใหญ่คือ

1) แบบบันทึกที่เขียนบรรยาย เป็นการจดบันทึกบรรยายสิ่งที่นักเรียนแสดงพฤติกรรม ซึ่งรายละเอียดของสถานการณ์ที่เกิดพฤติกรรมหรือสิ่งที่เกี่ยวข้อง ครูจดบันทึกด้วยภาษาของตนเอง การบันทึกพฤติกรรมสามารถประเมินได้ทั้งทางด้านความรู้ เจตคติ และทักษะการปฏิบัติซึ่ง ครูสามารถบันทึกได้ทั้งข้อมูลที่เป็นบวกและทางลบ อาจบันทึกได้ทั้งพฤติกรรมที่สังเกตได้จริงๆ โดยไม่ต้องเพิ่มเติมความคิดเห็นของครูหรือสามารถบันทึกได้ทั้งพฤติกรรมที่สังเกตได้ กับความคิดเห็นเพิ่มเติมของครูก็ได้แต่ควรแยกส่วนกัน

2) แบบบันทึกที่แสดงรายการเป็นการแสดงหรือตรวจสอบรายการหรือพฤติกรรม ที่ครูผู้สังเกตบันทึก เมื่อมีเหตุการณ์เกิดขึ้นครูสามารถบันทึกได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ เครื่องมือนี้จะช่วยให้ครูมีข้อมูลเกี่ยวกับทักษะ พฤติกรรม ความรู้และเจตคติของนักเรียนแต่ละคน ได้ซึ่งช่วยเตือนให้ครูแก้ไขข้อบกพร่องของนักเรียนได้ก่อนที่จะสายเกินไป ครูควรทำการบันทึกทุกครั้งที่มีการสอน การบันทึกโดยการตรวจสอบรายการบ่อยๆ ช่วยให้ครูประเมินนักเรียนได้อย่างถูกต้องเที่ยงธรรม

4.3 การประเมินผลทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

การประเมินผลทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีความสำคัญเทียบเท่ากับการวัดความรู้ ความเข้าใจเนื้อหา โดยสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 3) ได้กล่าวว่าในการวัดและประเมินผลด้านทักษะและกระบวนการ สามารถประเมินในระหว่างการเรียนการสอนหรือประเมินไปพร้อมกับการประเมินด้านความรู้ นอกจากนี้การประเมินผลด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์สามารถประเมินได้จาก กิจกรรมที่นักเรียนทำจากแบบฝึกหัด จากการเขียนอนุทิน หรือข้อสอบที่เป็นคำถามปลายเปิดที่ให้โอกาสนักเรียนแสดงความสามารถ

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่ต้องปลูกฝังให้เกิดกับผู้เรียนเพื่อการเป็นพลเมืองที่มีคุณภาพ รู้จักแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ปรับตัวและดำรงชีวิตอย่างมีความสุข ผู้สอนต้องออกแบบหรือกิจกรรมซึ่งส่งเสริมให้เกิดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เอาไว้

วิธีการสังเกต สัมภาษณ์หรือตรวจสอบคุณภาพผลงานเพื่อประเมินความสามารถของผู้เรียน งานหรือกิจกรรมการเรียนรู้บางกิจกรรมอาจครอบคลุมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ งานหรือกิจกรรมควรมีลักษณะต่อไปนี้

- สาระในงานหรือกิจกรรมอาศัยการเชื่อมโยงความรู้หลายเรื่อง
- ทางเลือกในการดำเนินงานหรือแก้ปัญหาได้หลายวิธี
- เงื่อนไขหรือสถานการณ์มีลักษณะเป็นปัญหาปลายเปิดที่ให้ผู้เรียนที่มี

ความสามารถต่างกันมีโอกาสแสดงกระบวนการคิดตามความสามารถของตน

- งานหรือกิจกรรมต้องเอื้ออำนวยให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และนำเสนอในรูปแบบการพูด การเขียน การวาดรูป เป็นต้น
- งานหรือกิจกรรมที่ใกล้เคียงสภาพจริงหรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง เพื่อให้ผู้เรียนตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์

เพื่อให้การประเมินผลมีประสิทธิภาพ และสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ครูจะต้องบูรณาการการประเมินผลความรู้ความเข้าใจ ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ และการประเมินผลทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ เข้าด้วยกันโดยยึดหลักการดังนี้

1) การประเมินผลที่สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550: 159-165) ได้กล่าวเกี่ยวกับหลักการประเมินผลไว้ดังนี้

1.1 การประเมินผลต้องมีวัตถุประสงค์ของการประเมินผลที่ชัดเจน

- การประเมินผลเพื่อวินิจฉัยจุดเด่นหรือจุดด้อยของนักเรียน เป็นการตรวจสอบและค้นหาข้อบกพร่องของนักเรียนเป็นรายบุคคล
- การประเมินผลเพื่อพัฒนาและปรับปรุง การเรียนการสอน
- การประเมินผลเพื่อตัดสิน หรือสรุปผลการเรียน
- การประเมินผลเพื่อจัดประเภท
- การประเมินผลเพื่อพยากรณ์

1.2 การประเมินผลต้องกระทำอย่างต่อเนื่อง และควบคู่ไปกับกระบวนการเรียนการสอน

ในการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน ครูต้องกระทำอย่างต่อเนื่อง และควบคู่ไปกับกระบวนการเรียนการสอน โดยเริ่มต้นจากการประเมินผลก่อนเรียน การประเมินผลระหว่างเรียน และประเมินผลหลังเรียน

1.3 การประเมินต้องเลือกใช้เครื่องมือ และวิธีการวัดที่หลากหลายเพื่อนำไปสู่ข้อมูลสารสนเทศ เกี่ยวกับตัวนักเรียนรอบด้าน เครื่องมือและวิธีการวัดที่เลือกมาใช้ ควรพิจารณาใช้เครื่องมือ และวิธีการวัดที่ยอมรับกันว่ามีประสิทธิภาพซึ่งมีลักษณะสำคัญดังนี้

- มีความเที่ยงตรง
- มีความเชื่อมั่น
- ความเป็นปรนัย
- มีความไว
- มีความยากพอเหมาะ

1.4 การประเมินผลการเรียนรู้ ต้องเป็นกระบวนการที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการปรับปรุงความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของตน

ในการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน โดยเฉพาะการประเมินผลระหว่างเรียน ครูจะต้องสร้างเครื่องมือวัดหรือวิธีการวัดที่ทำท่าย และส่งเสริมกำลังใจแก่นักเรียน และทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นคิดปรับปรุงข้อบกพร่อง และพัฒนาความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของตนให้สูงขึ้น

2) การประเมินผลที่คำนึงถึงทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550: 166-170) ได้กล่าวถึงการประเมินผลที่คำนึงถึงทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ควรยึดหลักดังต่อไปนี้

2.1 การประเมินผลจะต้องมีข้อสอบที่มีลักษณะคำถามแบบเจาะลึกแนวคิด ยุทธวิธีและกระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียน

2.2 การประเมินผลจะต้องใช้การสังเกต และการใช้คำถาม ควบคู่ไปกับกระบวนการเรียนการสอน

2.3 การประเมินผลจะต้องส่งเสริมให้นักเรียนเขียนอธิบายเพื่อสะท้อนกระบวนการคิดของตนเอง

2.4 การประเมินผลจะต้องมีเกณฑ์การให้คะแนนที่เป็นระบบและชัดเจน ซึ่งเกณฑ์การให้คะแนนที่ยอมรับและนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายคือ การให้คะแนนแบบรูปรีด ซึ่งเป็นการให้คะแนนที่ประเมินผลจากผลงานที่นักเรียนทำหรือพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก การให้คะแนนแบบรูปรีด เป็นการให้คะแนนที่ประเมินผลจากผลงานที่

นักเรียนทำ หรือพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยมีการกำหนด

ระดับคะแนนพร้อมบรรยายละเอียดของผลงานหรือพฤติกรรมของนักเรียนไว้อย่างชัดเจนและเป็นรูปธรรมซึ่งการให้คะแนนแบบรูปวิธีที่นิยมใช้มี 2 แบบคือ

1) การให้คะแนนแบบวิเคราะห์

เป็นการให้คะแนนตามองค์ประกอบของสิ่งที่ต้องการประเมิน ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ มักนำมาใช้ในการประเมินผลที่มีวัตถุประสงค์เพื่อวินิจฉัยหาจุดเด่นหรือจุดด้อยของนักเรียนในแต่ละด้าน

2) การให้คะแนนแบบองค์รวม

เป็นการให้คะแนนแบบรูปวิธีที่ประเมินผลงานของนักเรียน โดยการกำหนดระดับคะแนนพร้อมบรรยายละเอียดของผลงานหรือพฤติกรรมของนักเรียนที่ควรมีเป็นภาพรวมของการทำงานทั้งหมดไม่ต้องแยกแยะเป็นด้านๆ

ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการประเมินผลนั้น ถ้าครูต้องการประเมินผล แต่ละขั้นตอนของการทำงานหรือความสามารถในแต่ละด้าน ก็ควรใช้การประเมินแบบวิเคราะห์ แต่ถ้าครูต้องการประเมินผลภาพรวมทั้งหมดของการทำงานไม่ได้เจาะจงที่ด้านใดด้านหนึ่งก็ควรใช้การประเมินโดยการให้คะแนนแบบองค์รวม

5. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายโยงการเรียนรู้

5.1 ความหมายและความสำคัญของการถ่ายโยงการเรียนรู้

5.1.1 ความหมายของการถ่ายโยงการเรียนรู้

แมคเคอร์ธ และไอเรียน (McGeogh and Irion, 1952) ได้ให้คำจำกัดความของการถ่ายโยงการเรียนรู้ไว้ดังนี้ “การถ่ายโยงเกิดขึ้นเมื่อนิสัยที่ได้รับการสร้างขึ้นมาแล้วนั้น มีผลต่อการได้มาของนิสัยอันที่สอง”

มันน์ (Munn, 1962) ได้อธิบายความหมายของการถ่ายโยงการเรียนรู้ว่า หมายถึง การนำเอานิสัยอันหนึ่งไปใช้กับการกระทำอีกอย่างหนึ่ง ผลที่ได้รับอาจจะมีลักษณะเป็นบวก หากนิสัยที่มีอยู่เดิมแล้วช่วยให้เกิดการเรียนรู้ในคราวต่อไปได้อย่างสะดวกสบาย หรืออาจจะมีลักษณะเป็นลบ หากนิสัยที่มีอยู่เดิมนั้นไม่อำนวยความสะดวกต่อการกระทำในคราวต่อไป

ฮิลการ์ด (Hilgard, 1962) ได้ให้ความหมายของการถ่ายโยงการเรียนรู้ว่า หมายถึงอิทธิพลของการเรียนรู้ในครั้งก่อน ที่มีผลกระทบต่อการเรียนรู้ในครั้งต่อไปและอาจแสดงผลให้เห็นได้ 2 ประการคือ หากผลของการเรียนรู้ในครั้งก่อนอำนวยความสะดวกต่อการเรียนรู้ในครั้งต่อไป การถ่ายโยงการเรียนรู้นั้นจะมีลักษณะเป็นบวก และหากผลของการเรียนรู้ในครั้งก่อนไม่อำนวยความสะดวกต่อการเรียนรู้ในครั้งต่อไปแล้ว การถ่ายโยงการเรียนรู้ย่อมมีลักษณะเป็นลบ

แบลร์ โจนส์ และ ซิมป์สัน (Blair, Jones, and Simpson, 1968) การถ่ายโยงการเรียนรู้ หมายถึง การเรียนรู้ครั้งก่อนที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ หรือการตอบสนองครั้งใหม่

เอลลิซ (Ellis, 1969) กล่าวว่า การถ่ายโยงการเรียนรู้ หมายถึง ประสบการณ์ หรือประสิทธิภาพต่องานหนึ่ง ที่มีผลต่อประสิทธิภาพของงานบางอย่างที่มีความสัมพันธ์กับงานครั้งแรก

กาเย่ (Gagne, 1970: 335) กล่าวว่า การถ่ายโยงการเรียนรู้เป็นการนำนิสัยทั่วไปที่เคยเรียนรู้แล้วในอดีตไปใช้ในสถานการณ์ที่แตกต่างกับสถานการณ์ที่เคยเรียนรู้มาก่อน

ดรอว์วอซกี (Drowatzky, 1975) กล่าวว่า ของการถ่ายโยงการเรียนรู้ หมายถึง ขบวนการที่มนุษย์ใช้เรียนรู้ถึงสิ่งที่เกิดขึ้นในสถานการณ์หนึ่ง ซึ่งแตกต่างหรือแปลกใหม่ จากสถานการณ์ที่เคยพบมา และมนุษย์สามารถถ่ายโยงสิ่งที่ได้เรียนรู้มาแล้ว จากสถานการณ์หนึ่งไปใช้ในสถานการณ์อื่นๆ ได้มากมาย

ฮิลการ์ด และคณะ (Hilgard and others, 1975: 253) กล่าวว่า “การถ่ายโยงการเรียนรู้ หมายถึง การเรียนรู้ในครั้งก่อนที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ในครั้งถัดไป ซึ่งการถ่ายโยงการเรียนรู้แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ การถ่ายโยงทางบวกจะเกิดขึ้นเมื่อการเรียนรู้สิ่งหนึ่งอำนวยความสะดวกต่อการเรียนรู้สิ่งหนึ่งในครั้งถัดไป และการถ่ายโยงทางลบจะเกิดขึ้นเมื่อการเรียนรู้สิ่งหนึ่งไปรบกวนการเรียนรู้สิ่งหนึ่งในครั้งถัดไป”

เอลลิซ และฮันท์ (Ellis and Hunt, 1977) กล่าวว่า การถ่ายโยงการเรียนรู้ หมายถึง ผลกระทบของการเรียนรู้ครั้งก่อนที่มีผลต่อการเรียนรู้ครั้งใหม่

บิกส์ (Bigge, 1982) กล่าวว่า การถ่ายโยงการเรียนรู้ เกิดขึ้นเมื่อการเรียนรู้ของบุคคลหนึ่งในสถานการณ์หนึ่งมีผลกระทบต่อการเรียนรู้และพฤติกรรมของบุคคลนั้นในสถานการณ์อื่น

คลอสไมเออร์ (Klausmeier, 1985) ได้ให้ความหมายของ การถ่ายโยงการเรียนรู้ ไว้ว่า เป็นการนำผลลัพธ์การเรียนรู้ที่ได้เรียนรู้มาก่อน (Initially learned outcomes) มาสนับสนุนส่งเสริมการเรียนรู้ในอีกสถานการณ์หนึ่ง เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ในสิ่งใหม่ (advanced outcomes) เพิ่มขึ้น ด้วยความมีประสิทธิภาพ

วอส (Voss, 1987) ให้ความหมายของ การถ่ายโยงการเรียนรู้ ว่าประกอบด้วยการสัมพันธ์ และการบูรณาการความรู้ที่บุคคลมีอยู่แล้วกับข้อมูลใหม่จนกลายเป็นความรู้ใหม่

เฟรชแมน (Fleshman, 1987: 11) กล่าวว่า เป็นสิ่งที่ใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวันทั้งเด็กและผู้ใหญ่ ซึ่งการถ่ายโยงการเรียนรู้จะเกิดขึ้นเมื่อ ความรู้ ความสามารถ

หรือทักษะที่มีอยู่เดิมส่งผลต่อพฤติกรรมในการเรียนรู้งานใหม่ หรืออาจกล่าวได้ว่า การถ่ายโอนการเรียนรู้ เปรียบเสมือนรากฐานของการเรียนรู้ทั้งปวง

แมคเคอพอ (McKeough, 1995 cited in online, 2002) ระบุว่า การถ่ายโอนการเรียนรู้ เป็นการประยุกต์ใช้ความรู้ที่มีมาก่อนไปสู่สถานการณ์การเรียนรู้ใหม่ ที่สามารถมองเห็นได้ในรูปของเป้าหมายการเรียนรู้ แล้วถูกนำมาขยายไปสู่ที่ซึ่งเกิดการถ่ายโอน และเมื่อเกิดการถ่ายโอนก็คือ เกิดความสำเร็จในการเรียนรู้

มารินี และเจเนเรอ (Marini and Genereux, 1995: 2) กล่าวว่า การถ่ายโอนการเรียนรู้ ได้แก่ผลของการเรียนรู้ที่มีมาก่อนที่มีต่อการเรียนรู้ในสิ่งใหม่หรือพฤติกรรมในสถานการณ์ใหม่

วูลโฟล์ค (Woolfolk, 1995: 314) กล่าวว่า การถ่ายโอนการเรียนรู้ หมายถึง การเรียนรู้บางสิ่งบางอย่างที่เกิดขึ้นก่อน และมีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ในปัจจุบัน

ฮันเตอร์ (Hunter, 1995: 2) กล่าวว่า การถ่ายโอนการเรียนรู้ เป็นความสามารถของผู้เรียนในการเรียนรู้ในสถานการณ์หนึ่ง แล้วใช้การเรียนรู้นั้นโดยรูปแบบของการปรับหรือสรุปย้ายทั่วไปไปสู่สถานการณ์อื่นที่เหมาะสม

เอลเลียตและคณะ (Elliot and others, 2000) กล่าวว่า การถ่ายโอนการเรียนรู้ เป็นการเรียนรู้ในงานอย่างหนึ่งที่ส่งอิทธิพลต่อการเรียนรู้ในเวลาต่อมา นอกจากนี้ยังหมายถึง ความสามารถในการใช้ประสบการณ์ที่ผ่านมา มาช่วยสร้างความเข้าใจในสถานการณ์ใหม่ที่ท้าทาย

แฮสเกลล์ (Haskell, 2001) ให้ความหมายของ การถ่ายโอนการเรียนรู้ ว่าเป็นการใช้การเรียนรู้ที่ผ่านมาในการเรียนรู้สิ่งใหม่ และเป็นการประยุกต์ใช้การเรียนรู้นั้นไปยังสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกัน หรือสถานการณ์ใหม่ นอกจากนี้ยังเป็นพื้นฐานของการเรียนรู้ การคิด และการแก้ปัญหาต่างๆ

โอมรอด (Ormrod, 2004) กล่าวว่า การถ่ายโอนการเรียนรู้ เป็นความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ เข้าใจ และ/หรือ ทักษะในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่

ประสาร ทิพย์ธารา (2520) ได้ให้ความหมายของการถ่ายโอนการเรียนรู้ว่า คือ การเพิ่มขึ้น หรือลดลงของความสามารถที่จะเรียน หรือกระทำกิจกรรมหนึ่งกิจกรรมใด โดยใช้ผลการเรียนรู้ หรือการกระทำกิจกรรมก่อน

อเนกกุล กรี่แสง (2522: 110) ได้กล่าวถึง การถ่ายโยงการเรียนรู้ว่า เมื่อการเรียนรู้หรือการกระทำกิจกรรมอย่างหนึ่ง มีผลต่อความสามารถในการเรียนรู้ หรือการกระทำกิจกรรมอย่างอื่น เราก็ถือว่ามี การถ่ายโยงการเรียนรู้เกิดขึ้น

ศิลาปชัย สุวรรณธาดา (2538) ให้คำจำกัดความ การถ่ายโยงการเรียนรู้ไว้ว่าคืออิทธิพลของการเรียนรู้ทักษะของการเรียนมาก่อนที่มีต่อการเรียนรู้ทักษะใหม่

อารี พันธุ์มณี (2538: 167) กล่าวว่า " การถ่ายโยงการเรียนรู้ คือการที่บุคคลได้เรียนรู้อย่างหนึ่งมาก่อน ซึ่งความรู้เดิมที่ได้เรียนรู้อมามีผลต่อการเรียนรู้ใหม่ หรือการกระทำกิจกรรมใหม่ กล่าวคืออาจมีผลในทางบวก คือการเรียนรู้เดิมช่วยทำให้หรือส่งเสริมการเรียนรู้ใหม่ให้สะดวกรวดเร็ว หรือการเรียนรู้เดิมส่งผลในทางลบ หรือเป็นอุปสรรคขัดขวางการเรียนรู้ใหม่ ทำให้การเรียนรู้ใหม่ล่าช้ายากขึ้น "

พงษ์พันธ์ พงษ์โสภา (2542: 151) กล่าวว่า "การถ่ายโยงการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นจากการนำประสบการณ์ที่เรียนรู้ในอดีต มาใช้สัมพันธ์กับสถานการณ์ใหม่ที่กำลังเรียนรู้อยู่ในปัจจุบัน ผลของการเรียนรู้จากอดีตจะมีผลต่อการเรียนรู้สิ่งใหม่ซึ่งอาจเป็นการส่งเสริมหรือขัดแย้งก็ได้"

สุรางค์ ไคว่ตระกูล (2544: 262) กล่าวถึง การถ่ายโยงการเรียนรู้ว่า หมายถึง การนำสิ่งเรียนรู้แล้วไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ หรือการเรียนรู้ในอดีตเอื้อต่อการเรียนรู้ใหม่

สรุปความหมายของการถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ว่า การถ่ายโยงการเรียนรู้ หมายถึง การนำความรู้ที่ได้เรียนรู้จากสถานการณ์หนึ่งไปใช้ในอีกสถานการณ์หนึ่ง ทั้งที่มีบริบทใกล้เคียงและแตกต่างกับสถานการณ์เดิม รวมถึงการได้ความรู้ใหม่จากการบูรณาการความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ ตลอดจนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.1.2 ความสำคัญของการถ่ายโยงการเรียนรู้

ฮันเตอร์ (Hunter, 1995: 2) ได้สรุปให้เห็นความสำคัญของการถ่ายโยงการเรียนรู้ไว้ดังนี้

- 1) การถ่ายโยงการเรียนรู้ เป็นหัวใจและเป็นส่วนสำคัญของการแก้ไขปัญหา การคิดสร้างสรรค์ และกระบวนการทางความคิด (mental processes) ในขั้นสูงอื่นๆทั้งหมด นอกจากนี้ยังเป็นหัวใจสำคัญของการประดิษฐ์คิดค้น และสร้างสรรค์ผลผลิตที่มีความงดงามด้วย
- 2) การถ่ายโยงการเรียนรู้ มีส่วนสำคัญที่จะช่วยในการประหยัดเวลา และพลังงาน เพราะการเรียนรู้ที่มีมาก่อนนั้น จะช่วยเอื้อหรือเข้าไปช่วยการเรียนรู้ใหม่ และสามารถลดหรือเพิ่มเวลาที่ใช้ในการเรียนรู้สิ่งใหม่ได้

5.2 แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายโยงการเรียนรู้

5.2.1) ทฤษฎีโครงสร้างความรู้ (Schema theory)

1) แนวคิดทฤษฎี

เป็นแนวคิดที่เชื่อว่าโครงสร้างภายในของความรู้ที่มนุษย์มีอยู่นั้นจะมีลักษณะเป็นโหนด (node) หรือกลุ่มที่มีการเชื่อมโยงกันอยู่ ในการที่มนุษย์จะเรียนรู้อะไรใหม่ได้นั้นมนุษย์จะนำความรู้ใหม่ ๆ ที่เพิ่งได้รับนั้นไปเชื่อมโยงกับกลุ่มความรู้ที่มีอยู่เดิม (pre-existing knowledge) รุเมลฮาร์ตและออร์ทอนี (Rumelhart and Ortony) ได้ให้นิยามความหมายของคำว่า “โครงสร้างความรู้” ไว้ว่า เป็นโครงสร้างภายในสมองของมนุษย์ซึ่งรวบรวมเกี่ยวกับความรู้วัตถุ ลำดับเหตุการณ์ รายการกิจกรรมต่าง ๆ เอาไว้ หน้าที่ของโครงสร้างความรู้ก็คือ การนำไปสู่การรับรู้ข้อมูล (perception) การรับรู้ข้อมูลนั้นจะไม่สามารถเกิดขึ้นได้หากขาดโครงสร้าง (Schema) ทั้งนี้ก็เพราะการรับรู้ข้อมูลนั้นเป็นการสร้างความหมายโดยการถ่ายโอนความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิมภายในกรอบความรู้เดิมที่มีอยู่ และจากการกระตุ้นโดยเหตุการณ์หนึ่งๆ ที่ช่วยให้เกิดการเชื่อมโยงความรู้นั้นๆ เข้าด้วยกัน การรับรู้เป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้เกิดการเรียนรู้เนื่องจากไม่มีการเรียนรู้ใดเกิดขึ้นโดยปราศจากการรับรู้ นอกจากนี้โครงสร้างความรู้จะช่วยในการรับรู้และการเรียนรู้แล้วนั้น โครงสร้างความรู้ยังช่วยในการระลึก (recall) ถึงสิ่งต่างๆ ที่เราเคยเรียนรู้มา

โครงสร้างความรู้ มีลักษณะเป็นแหล่งความรู้ทางปัญญา มีหน้าที่ในการจัดเก็บความรู้หลายประเภทที่แตกต่างกัน ตั้งอยู่ในหน่วยความจำระยะยาว และเป็นแหล่งเพิ่มพูนความรู้ที่เกิดขึ้นจากการประมวลผลข้อมูล รวมทั้งเป็นตัวที่ส่งอิทธิพลต่อลักษณะของการเรียนรู้ทุกชนิด เช่นการรับรู้ การสร้างความเข้าใจ การใช้เหตุผล และการแก้ปัญหาต่างๆ เป็นต้น (Cree, 2000)

นักจิตวิทยาแนวปัญญานิยมเรียกความรู้ที่อยู่ในรูปนี้ทั่วไปว่า “โครงสร้าง” ซึ่งในภาษาอังกฤษใช้คำว่า Schema หรือ Structure โครงสร้างนี้แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดได้แก่

- โครงสร้างด้านนามธรรม (Abstract structure)
- โครงสร้างด้านการดำเนินการ (Procedural structure)

โครงสร้างด้านนามธรรมประกอบด้วย การเข้าไปเกี่ยวข้องกับการได้มีประสบการณ์ในเหตุการณ์หรือมโนทัศน์ โครงสร้างนี้ถูกสร้างขึ้นมาเป็นแนวคิดทฤษฎีในรูประบบการแบ่งลำดับในธรรมชาติกับโครงสร้างที่เฉพาะเจาะจง มากกว่าที่อยู่ในโครงสร้างทั่วไป เช่นพูดว่า “กำลังจะไปภัตตาคาร” ซึ่งโดยทั่วไปส่วนใหญ่จะรวมถึงข้อมูลเช่น ภัตตาคารเป็นสถานที่สำหรับกินอาหาร หรือจ่ายอาหาร ไม่ได้มีไว้สำหรับทำอาหารหรือทำความสะอาด โดยใน

โครงสร้างจะบรรจุข้อมูลเฉพาะเกี่ยวกับชนิดของวัตถุของกัตตาकार เช่นกัตตาकारกรีก กัตตาकारอิตาเลียน และฟาสต์ฟูด เช่น แมคโดนัลด์ เป็นต้น (Schank and Abelson, 1977)

โครงสร้างด้านการดำเนินการ เช่น ในการเรียนรู้รายการของคำ ในการทดลองทางจิตวิทยา โครงสร้างนี้จะช่วยกระตุ้นโครงสร้างย่อยเกี่ยวกับกลยุทธ์ที่พิเศษ เช่น การทวน การจัดกลุ่มของคำเพื่อเรียนรู้คำพวกนั้น (Royer, 1979: 64)

นอกจากนี้ทฤษฎีนี้ยังได้เสนอว่าในขณะที่ดำเนินการกระบวนการเรียนรู้จะมีการกระตุ้นโครงสร้างต่างๆ เพื่อใช้เป็นตัวแทนของข้อมูล และเป็นแหล่งของสมมติฐานเกี่ยวกับชนิดของข้อมูลที่คาดหวัง โครงสร้างทางปัญญาเป็นโครงสร้างช่องทางของการรอข้อมูลที่กำลังจะเข้ามาใหม่ ข้อมูลที่เข้ากันได้กับช่องทางเดินในโครงสร้างทางปัญญาก็จะทำให้ขั้นตอนการเรียนรู้ง่ายขึ้น แต่ถ้าข้อมูลที่เข้ามาใหม่ ไม่สามารถเข้ากันได้กับโครงสร้างเดิมที่มีอยู่ ก็เกิดความลำบากในการเรียนรู้ (Royer, 1979: 64-65)

รูเมลฮาร์ท และนอร์แมน (Rumelhart and Norman, 1981 อ้างถึงในไพจิตร สะดวกการ, 2538: 48) ได้วิเคราะห์ให้เห็นถึงการนำโครงสร้างมาใช้เป็นหน่วยพื้นฐานของตัวแทนความรู้ในการเรียนรู้ที่แตกต่างกันในเชิงคุณภาพสามชนิดได้แก่

1) การพอกโครงสร้าง (Accretion) เป็นการเพิ่มข้อมูลใหม่เข้าไปในโครงสร้างเดิมที่มีอยู่แล้ว นั่นคือ ข้อมูลใหม่ได้รับการตีความด้วยโครงสร้างที่เกี่ยวข้องซึ่งมีอยู่แล้ว และร่องรอย (trace) ของกระบวนการตีความนี้ยังคงอยู่หลังเสร็จสิ้นกระบวนการ ร่องรอยนี้สามารถใช้เป็นพื้นฐานสำหรับการอธิบายข้อมูลที่มีมาก่อนๆ นั่นคือระบบโครงสร้างพื้นฐานเดิมจะสามารถตอบคำถามที่ไม่สามารถตอบได้ในตอนแรก ดังนั้นระบบโครงสร้างเดิมจึงได้เรียนรู้สิ่งใหม่บางสิ่งแต่ไม่มีโครงสร้างใหม่เกิดขึ้น การเรียนรู้ในลักษณะนี้เป็นการเรียนรู้อย่างธรรมดาที่มีความลึกน้อยที่สุด การเรียนรู้ด้วยวิธีนี้เพียงวิธีเดียวจะไม่ได้เรียนรู้โครงสร้างใหม่ๆเลย สิ่งที่เรียนรู้ทั้งหมดจะเป็นเพียงตัวอย่างของโครงสร้างเดิมที่มีอยู่แล้ว

2) การปรับโครงสร้าง (Tuning or Schema evolution) เป็นการขยายและปรับเปลี่ยนโครงสร้างอย่างช้าๆ ลักษณะของการประยุกต์โครงสร้าง การปรับโครงสร้างเป็นกลไกหลักของการพัฒนา โครงสร้างที่มีอยู่เดิม จะได้รับการปรับเปลี่ยนอย่างช้าๆด้วยประสบการณ์ที่เพิ่มขึ้น ทำให้สามารถนำไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆได้ดียิ่งขึ้นตามลำดับ

3) การสร้างสรรคโครงสร้าง (Restructuring or Schema creation) เป็นการปรับโครงสร้างเดิมอย่างมากจนกลายเป็นโครงสร้างใหม่ หรือการนำโครงสร้างเดิมไปใช้ในต่างบริเขตความรู้กลายเป็นโครงสร้างใหม่ในบริเขตความรู้นั้น

ทฤษฎีนี้ เป็นทฤษฎีที่อธิบายถึงความสามารถในการถ่ายโยง บนพื้นฐานของกระบวนการในการประมวลผลข้อมูล (Information-processing requirements) ที่สังเกตได้จากการเรียนรู้ จากกระบวนการเชิงพุทธิปัญญา และกลวิธี (Cognitive process and strategies) ของงานสองชิ้นที่มีความคล้ายคลึงกัน

ตามทฤษฎีนี้ การส่งเสริมการเรียนรู้ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ 4 องค์ประกอบคือ (1) การระลึกได้ของข้อมูล ข้อเท็จจริง มโนคติ และหลักการของงานชิ้นแรก (2) การใช้ความสามารถเฉพาะ หรือความสามารถที่ได้รับจากการเรียน หรือปฏิบัติในงานชิ้นแรก (3) การใช้ความสามารถทั่วไป ที่ได้รับการพัฒนาขึ้นจากงานชิ้นแรก ไปส่งเสริมการเรียนรู้ในงานชิ้นที่สอง และ(4) ข้อความรู้ที่ได้รับการเรียนรู้จากการส่งเสริมการเรียนรู้ในงานชิ้นที่ 2

ดังนั้นองค์ประกอบสองตัวแรก เป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่มีความจำเป็นสำหรับการถ่ายโยงทางบวก ส่วนสององค์ประกอบสุดท้าย เป็นองค์ประกอบที่ส่งเสริมการเรียนรู้ในงานชิ้นที่2 ซึ่งหมายความว่า การดำเนินการตามทฤษฎีนี้ การเรียนการสอนต้องประกอบด้วยงาน2 ชิ้น โดยเริ่มจากการมีความเข้าใจในหลักการหรือมโนคติของงานชิ้นที่ 1 ก่อนลงมือปฏิบัติในงานให้สำเร็จ หลังจากนั้นจึงต่อยอดด้วยการให้งานที่แตกต่างจากงานชิ้นที่1 ซึ่งผู้เรียนสามารถใช้พื้นฐานความรู้เดิมจากงานชิ้นที่1 ที่มีอยู่ก่อนแล้วนั้น มาใช้ในการปฏิบัติชิ้นงานที่2 ให้สำเร็จ และเกิดข้อความรู้ใหม่จากการปฏิบัติงานที่2 นั้น

การถ่ายโยงการเรียนรู้ เกิดขึ้นได้จากการนำความรู้ที่มีอยู่ก่อนมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในบริบทใหม่ได้ โดยอาจมีความเชื่อในเรื่องของความคล้ายคลึง การมีความเข้าใจในหลักการ และการมีความเชื่อในเรื่องของการประยุกต์ใช้ความรู้ซึ่งเมื่อนำความเชื่อของทฤษฎีเหล่านี้มาวิเคราะห์ จะพบว่า การถ่ายโยงการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ ต้องมีความรู้เดิมเกี่ยวกับสิ่งที่เรียน โดยความรู้เดิมนี้ สามารถเกิดขึ้นได้จากกระบวนการเชิงพุทธิปัญญาที่ผู้สอนควรนำมาใช้ในการประมวลผลข้อมูลของงานชิ้นแรก

ดังนั้นทฤษฎีนี้ จึงมีความเชื่อว่า ความรู้ของคนเราได้รับการรวบรวมเรียบเรียงเป็นหน่วยความรู้หลายหน่วย ซึ่งแต่ละหน่วยมีความสัมพันธ์กัน และคล้ายคลึงกัน ผู้เรียนที่มีโครงสร้างความรู้ที่รวบรวมไว้อย่างหลากหลาย จะมีความพร้อมสูงในการเลือกดึงมาใช้ ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย สามารถเชื่อมโยงสัมพันธ์ความรู้ใหม่และความรู้เดิมได้อย่างรวดเร็ว

2) แนวการประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอน

2.1) วัดความรู้ ความเข้าใจ หรือมโนทัศน์เกี่ยวกับเรื่องที่จะสอนเพื่อให้ทราบถึงโครงสร้างความรู้ในเรื่องนั้น ๆ ของผู้เรียน

2.2) ศึกษากระบวนการสร้างโครงสร้างความรู้ของผู้เรียนเพื่อให้ทราบถึงแนวทางของการปรับเปลี่ยนโครงสร้างของแต่ละคน

2.3) สร้างสถานการณ์หรือสภาพปัญหาเพื่อกระตุ้นให้เกิดการเพิ่มปรับเปลี่ยน หรือการสร้างโครงสร้างใหม่ให้เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละคน

2.4) ใช้กลวิธีการสอนที่จะให้ผู้เรียนได้ปรับเปลี่ยนโครงสร้างความรู้จากบริบทหรือสถานการณ์ให้มากที่สุด

2.5) ใช้สถานการณ์ที่ให้ผู้เรียนสามารถแสดงการแก้ปัญหา หรือการประยุกต์ความรู้และทักษะปฏิบัติ โดยใช้การเปรียบเทียบกับบริบทที่ผู้เรียนอยู่ หรือการอุปมาอุปไมยกับสิ่งที่ผู้เรียนเคยรู้

5.2.2) ทฤษฎีองค์ประกอบเหมือน (Identical-Elements Theory)

1) แนวคิดทฤษฎี

ธอร์นไดค์ (Thorndike, 1913) ได้เสนอทฤษฎีองค์ประกอบเหมือนเพื่ออธิบายถึง การถ่ายโยง ทฤษฎีนี้เสนอว่า ในการที่การเรียนรู้ในสถานการณ์หนึ่งจะมีผลต่อการเรียนรู้ในอีกสถานการณ์หนึ่ง อย่างไรนั้นขึ้นอยู่กับว่าสิ่งเร้าของสองสถานการณ์นั้นเหมือนกันมากน้อยเพียงไร ทั้งในด้านเนื้อหา (content) วิธีการ (technique) และเจตคติ (attitude) ของนักเรียนต่อสถานการณ์การเรียนรู้ทั้งสองสถานการณ์ ซึ่งความคล้ายคลึงกันจะทำให้เกิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ในทางบวก กล่าวคือ ถ้าการเรียนรู้ในสถานการณ์หนึ่งมีองค์ประกอบที่เหมือนกันหรือคล้ายคลึงกันกับอีกสถานการณ์หนึ่ง ก็จะทำให้เกิดการถ่ายโยงในทางบวก แต่ในทางตรงกันข้ามถ้าองค์ประกอบในสถานการณ์การเรียนรู้ทั้ง 2 สถานการณ์ขัดแย้งกัน ก็จะทำให้นักเรียนเกิดความสับสนเกิดการถ่ายโยงเชิงลบขึ้น ตัวอย่างเช่น การเรียนคณิตศาสตร์มาก่อนจะช่วยให้การเรียนวิชาฟิสิกส์ดีขึ้น ทั้งนี้เพราะเนื้อหาของทั้งสองวิชาคล้ายคลึงกัน หรือการเรียนภาษาอังกฤษ ช่วยให้การเรียนภาษาไทยดีขึ้น ทั้งนี้เพราะวิธีการศึกษาค้นคว้าคล้ายกัน เช่น ต้องเรียนไวยากรณ์ รูปประโยค คำศัพท์ จำนวน เป็นต้น ทั้งสองตัวอย่างทำให้เกิดการถ่ายโยงเชิงบวก ทั้งนี้เพราะเนื้อหาและวิธีการคล้ายกันนั่นเอง (ฮารี พันธมณี , 2538: 171) ทั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ ธอร์นไดค์ (Thorndike, 1901) ซึ่งได้วิจัยในเรื่องของการถ่ายโยงไว้อย่างกว้างขวาง โดยทฤษฎีของเขามีอิทธิพลอย่างยิ่งต่อวงการการศึกษา ในการริเริ่มแนวคิดที่จะเตรียมผู้เรียนออกไป

ประกอบอาชีพโดยให้ผู้เรียน เรียนรายวิชาต่างๆที่เชื่อว่าผู้เรียนสามารถถ่ายโอนความรู้ออกไปใช้ประกอบอาชีพได้ จึงได้จัดสถานการณ์จำลองขึ้นมาในโรงเรียนเพื่อฝึกให้ผู้เรียน ค้นคว้ากับสถานการณ์ให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ ก่อนที่จะออกไปสู่สถานการณ์จริงนอกโรงเรียน แม้จะมีผู้แย้งว่าโอกาสที่สถานการณ์การเรียนรู้ในห้องเรียนจะเหมือนกับสถานการณ์จริงนอกโรงเรียนทุกประการนั้นเป็นไปได้ยาก แต่แนวคิดของทฤษฎีนี้ก็ยังคงใช้กันอยู่ในการจัดการศึกษาโดยเฉพาะทางสายอาชีพศึกษา (กุญชรีย์ คำชาย, 2540: 182-183) ทั้งนี้ทฤษฎีนี้ชี้ให้เห็นถึงการฝึกเพื่อช่วยให้ผู้เรียนถ่ายโอนไปสู่สถานการณ์นอกโรงเรียน นั่นคือการสอนความรู้และทักษะในโรงเรียนที่เหมือนกับที่พบในชีวิตประจำวันนอกโรงเรียนจะสามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการถ่ายโอนความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงได้

2) แนวการประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอน

- 2.1) ให้ผู้เรียนเรียนรู้จากตัวอย่าง หรือสถานการณ์ที่มีองค์ประกอบคล้ายคลึงกับที่เรียนรู้แล้วก่อน โดยเริ่มจากง่ายไปหายาก
- 2.2) สอนสิ่งที่อยู่ใกล้ตัว และเชื่อมโยงไปสู่สิ่งที่อยู่ไกลตัว โดยอาจเรียนรู้ในสถานการณ์จำลอง หรือในสถานการณ์จริง

5.2.3) ทฤษฎีการสรุปนัยทั่วไป (Generalization theory)

1) แนวคิดทฤษฎี

จัตต์ (Judd cited in Bigge, 1982) ให้ความหมายของนัยทั่วไป (generalization) ว่าเป็นข้อความหรือความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ ซึ่งอาจจะเรียกหลักการ (principle) หรือกฎ (rule, law) ก็ได้ จัตต์เชื่อว่า ความสามารถในการถ่ายโอนการเรียนรู้ ขึ้นอยู่กับความสามารถในการสรุปนัยทั่วไป เพื่อที่จะใช้เป็นแนวในการเรียนรู้สิ่งอื่น หรือเพื่อจะแก้ปัญหาอื่นๆต่อไป

จัตต์และนักทฤษฎีในแนวทฤษฎีการสรุปนัยทั่วไปในปัจจุบัน เห็นว่าการถ่ายโอนการเรียนรู้ เป็นการตระหนักรู้ในความสัมพันธ์ (relationship) ระหว่างองค์ประกอบต่างๆ ในสถานการณ์หนึ่ง และจะเกิดการถ่ายโอนเกิดขึ้นได้โดยอัตโนมัติ (automatic) เมื่อมีการจัดสิ่งแวดล้อมที่เอื้ออำนวยให้เกิดการเรียนรู้

จัตต์มั่นใจว่าความรู้ควรจะอยู่ในแบบที่ทำให้เป็นนัยทั่วไปได้ และนัยทั่วไปจะครอบคลุมประสบการณ์เฉพาะจำนวนมาก ซึ่งเป็นผลผลิตผลสูงสุดของความพยายามทางปัญญาของมนุษย์ (Judd, 1939 cited in Bigge, 1982)

ทฤษฎีการสรุปนัยทั่วไปเป็นทฤษฎีที่มีความเชื่อว่าเมื่อคนเราเรียนรู้หลักการและวิธีการแล้ว หลักการและวิธีการที่ได้เรียนรู้แล้วนั้นจะส่งเสริมการเรียนรู้ในงานต่อไปที่คล้ายคลึงกัน โดยในการทดลองแบบคลาสสิกที่เกี่ยวข้องกับการสรุปอ้างอิง ของจัดด์ในปี 1908 ด้วยการให้เด็กผู้ชายสองกลุ่ม ปรากฏออกไปที่ป่าที่วางไว้ได้น้ำ กลุ่มหนึ่งได้รับการอธิบายเรื่องการหักเหของแสงก่อนเริ่มต้นกิจกรรมนี้ แต่อีกกลุ่มหนึ่งไม่ได้รับคำอธิบายใดๆเลย โดยทั้งสองกลุ่มได้ฝึกป่าเป้าที่อยู่ในน้ำลึกลงไป 12 นิ้ว โดยที่จำนวนของการฝึกเป็นสิ่งที่ต้องการของทั้งสองกลุ่ม ในการไปให้ถึงเป้าหมายที่ได้ผลเหมือนกัน ณ จุดนี้ ปรากฏว่า ความรู้เกี่ยวกับหลักการไม่มีผลอะไรเลย เมื่องานนั้นได้รับการเปลี่ยน ซึ่งเปลี่ยนแต่เพียงความลึกของน้ำเท่านั้น จึงมีความแตกต่างระหว่างการปฏิบัติของสองกลุ่มที่เห็นได้อย่างชัดเจน ในกลุ่มของเด็กที่เข้าใจหลักการซึ่งได้กระทำงานนั้นอย่างมีประสิทธิภาพมากกว่ากลุ่มที่ไม่เข้าใจหลักการ ซึ่งไม่ใช่องค์ประกอบ (elements) ที่เหมือนกันในสองสถานการณ์ที่ส่งเสริมการเรียนรู้ใหม่ แต่เป็นความเข้าใจในหลักการของการหักเหของแสงที่ทำให้เกิดความแตกต่าง จัดด์สรุปว่าการเข้าใจหลักการหักเหของแสงเอื้อต่อการเรียนรู้ใหม่หรือเกิดการถ่ายโยงการเรียนรู้

ต่อมาปี ค.ศ.1941 เฮนดริคสันและโชรเดอร์ (Hendrickson and Schroeder อ้างถึงใน สุรางค์ คุ้มตระกูล, 2542: 263) ได้นำการทดลองของจัดด์ไปทำซ้ำ ปรากฏว่าได้ ผลสนับสนุนข้อสรุปของจัดด์เกี่ยวกับการถ่ายโยงการเรียนรู้ดังต่อไปนี้

- 1) การเข้าใจหลักการเอื้อต่อการถ่ายโยงทางบวก
- 2) การเข้าใจหลักการจะเอื้อต่อการเรียนรู้เริ่มแรก (Original learning)
- 3) การให้ข้อมูลข่าวสาร (information) เกี่ยวกับทฤษฎีหรือหลักการอย่างสมบูรณ์จะช่วยทั้งการเรียนรู้เริ่มต้น (Initial learning) และการถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ดีกว่าการให้ข่าวสารอย่างไม่สมบูรณ์

แม้ว่าทฤษฎีนี้ทั่วไปของจัดด์จะได้มาจากการทดลองของการเรียนรู้ทางทักษะ แต่หลักการทฤษฎีนี้ทั่วไป จะสามารถนำไปใช้กับการถ่ายโยงการเรียนรู้ทางพุทธิพิสัยด้วย (Klausmeier, Harris, and Wiersma, 1964 อ้างถึงใน สุรางค์ คุ้มตระกูล, 2542: 263)

ในการเรียนรู้โดยปกตินั้นแนวโน้มจะเป็นการสรุปนัยทั่วไปของความหยั่งเห็นภายในความเข้าใจ ซึ่งได้มีสมมติฐานสำหรับนำไปใช้ในตัวอย่างอื่นที่มีเงื่อนไขทำนองเดียวกัน เพื่อทดสอบความตรงของความเข้าใจ หรือการสรุปนัยทั่วไปโดยการทดลองในประสบการณ์ของการกระทำ ถ้านัยทั่วไปนั้นไม่สามารถทำนายได้ก็จะถูกตัดทิ้งไป ส่วนนัยทั่วไปที่สามารถทำนายได้

ก็จะกลายเป็นส่วนหนึ่งในโครงสร้างทางปัญญาของบุคคลไปจนกว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น (Bigge, 1982: 273-274)

2) แนวการประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอน

2.1) สร้างแนวคิดหรือกระบวนการของการเชื่อมโยงระหว่างสถานการณ์ โดยชี้ให้เห็นความเหมือนและความต่างในภาวะของเวลา สถานที่ และสิ่งแวดล้อม

2.2) สร้างความเข้าใจหรือตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ แต่ละสถานการณ์ให้ชัดเจน เพื่อให้สามารถนำความรู้ไปใช้ตามสถานการณ์นั้น ๆ ได้

2.3) สร้างข้อสรุปให้สามารถนำไปใช้เป็นหลักการกว้าง ๆ ที่นำไปประยุกต์ กับสถานการณ์อื่นได้

2.4) สอนให้เกิดความเข้าใจเป็นสิ่งสำคัญ

2.5) ฝึกฝน หรือฝึกทักษะเกี่ยวกับสิ่งที่เรียนรู้

2.6) ฝึกให้ผู้เรียนมีโอกาสนำไปใช้

5.3 องค์ประกอบของการถ่ายโยงการเรียนรู้

การถ่ายโยงการเรียนรู้ ได้รับการอธิบายไว้อย่างคล้ายคลึงกันว่า เกิดขึ้นจาก องค์ประกอบหลักคือ (1) การเรียนรู้อย่างมีความหมาย (2) โครงสร้างความรู้ที่เป็นผลลัพธ์การเรียนรู้จากกระบวนการเชิงพุทธิปัญญา หรือ Cognitive process และ (3) เมตาคอกนิชัน ซึ่งเป็น กลไกในการบริหาร จัดการ ควบคุม กระบวนการในการรู้คิด และกระบวนการในการเรียนรู้ของ มนุษย์ (Woolfolk, 1998; Egen and Kauchak, 1999; Cree, 2000; Haskell, 2001; Sternberg and Wendy, 2002) โดยทั้งสามองค์ประกอบได้มาจากผลการศึกษาทั้งโดยการทดลอง และการ วิจัยที่เกิดขึ้นจากรูปแบบกระบวนการในการประมวลผลข้อมูลที่เป็นรูปแบบหนึ่งในการศึกษา เกี่ยวกับ Educational psychology

จากประวัติศาสตร์ในการศึกษาเกี่ยวกับ การถ่ายโยงการเรียนรู้ ที่พยายามศึกษา อธิบายการเกิดขึ้นของการถ่ายโยงการเรียนรู้ และข้อค้นพบใหม่ๆทางการศึกษาและงานวิจัย สามารถสรุปได้ว่า การถ่ายโยงการเรียนรู้ เกิดขึ้นจากผลลัพธ์การเรียนรู้ จากกระบวนการในการ ประมวลผลข้อมูลที่เราเรียกว่า โครงสร้างความรู้ ซึ่งได้รับการกระตุ้นให้นำกลับมาใช้อีกครั้งใน สถานการณ์หรือบริบทใหม่ ภายใต้การปฏิบัติงานของกระบวนการเชิงพุทธิปัญญา และเมตาคอก นิชัน ซึ่งองค์ประกอบทั้งสามมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

โครงสร้างความรู้ (Schema) เป็นผลลัพธ์การเรียนรู้ของการประมวลผลข้อมูล ที่เป็นองค์ประกอบฐานรากที่สำคัญในการเกิดขึ้นของการถ่ายโยงการเรียนรู้ เนื่องจากเป็นแหล่งข้อมูลที่ใช้เป็นฐานในการเรียนรู้สิ่งใหม่ โดยความรู้เหล่านี้ เมื่อได้รับการกระตุ้น ด้วยการสอนที่เหมาะสม จะเกิดการถ่ายโยงขึ้นได้ (Eggen and Kauchak, 1999; Cree, 2000) การถ่ายโยงการเรียนรู้ขึ้นอยู่กับว่า การประมวลผลข้อมูลในการเรียนรู้ครั้งแรกนั้นประมวลผลอย่างไร แล้วมีการเชื่อมต่อกับสิ่งที่เข้ามาใหม่อย่างไร

กระบวนการทางปัญญา (Cognitive process) เป็นความตื่นตัวทางปัญญาเพื่อสร้างการรับรู้และโครงสร้างความรู้ ซึ่งสามารถทำได้จากการประมวลผลข้อมูลเชิงลึก ซึ่งได้แก่การเชื่อมโยงความรู้เดิมที่มีกับข้อมูลใหม่ที่ได้รับ ผสมผสานการฝึกปฏิบัติจนจำได้ โดยในการฝึกปฏิบัตินั้น ได้แก่การฝึกปฏิบัติด้วยการใช้กิจกรรมทางปัญญาต่างๆ เช่น การสร้างแผนผังมโนคติจากการรับรู้ของตนเอง (Mind map) กิจกรรมการแก้ปัญหา การวิเคราะห์เปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่าง การสังเคราะห์ การประเมิน และการสร้างงานชิ้นใหม่ได้อย่างสร้างสรรค์ตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด โดยเน้นการปฏิบัติในบริบทที่หลากหลาย เพื่อสร้างการเรียนรู้และเพิ่มพูนประสบการณ์ในการแก้ปัญหาในหลายแนวทาง รวมทั้งการสร้างชิ้นงานใหม่ได้หลากหลายลักษณะ ทั้งนี้ การประมวลผลข้อมูลครั้งแรกถ้าเป็นการประมวลผลเชิงลึกตามลักษณะดังกล่าวมาแล้ว จะเกิดเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมายขึ้น ทำให้ผู้เรียนเกิดความจำในระยะยาวกับสิ่งที่เรียน และมีความรู้ในหน่วยความจำเพียงพอ ก็จะสามารถนำกลับมาใช้ได้ตามที่ต้องการได้ตลอดเวลา และทุกๆ สถานการณ์ ซึ่งกระบวนการทางปัญญานี้จัดเป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่สำคัญของการถ่ายโยงการเรียนรู้ (Woolfolk, 1998; Egen and Kauchak, 1999; Cree, 2000; Haskell, 2001; Anderson, 2001; Sternberg and Wendy, 2002)

เมตาคอกนิชัน (Metacognition) หรือกระบวนการรู้คิด เป็นกลไกในการบริหารจัดการ และควบคุมกระบวนการในการรู้คิด และการเรียนรู้ของเอกัตบุคคคค รวมทั้งเป็นความสามารถในการใช้กลไกในการเรียนรู้ของตนเอง เพื่อแสวงหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม การจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนเกิดเมตาคอกนิชัน จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถถ่ายโยงความรู้ไปใช้ยังสถานการณ์ต่างๆ ได้ โดยผู้เรียนที่มีเมตาคอกนิชันจึงกลายเป็นผู้เรียนที่สามารถพลิกแพลงข้อความรู้ได้อย่างเหมาะสมในหลายๆ สถานการณ์ (Strategic learner) ทั้งนี้เมตาคอกนิชัน จึงจัดเป็นองค์ประกอบสำคัญตัวหนึ่งของกระบวนการถ่ายโยงความรู้ (Wittrock, 1991; Woolfolk, 1998; Egen and Kauchak, 1999; Cree, 2001)

โดยองค์ประกอบทั้งสามนี้ แทรกซึมไปกับกระบวนการเรียนการสอนที่เน้นการเรียนรู้ จากงานสองชิ้นเพื่อให้เกิดการเชื่อมโยงในระยะแรก และเกิดการถ่ายโยงสิ่งที่ได้เรียนรู้ขึ้นในระยะ ต่อมา

กล่าวโดยสรุป การถ่ายโยงการเรียนรู้ เกิดขึ้นได้จากการที่โครงสร้างความรู้ ได้รับการ กระตุ้นให้นำความรู้ต่างๆ ที่มีอยู่กลับมาใช้อีกครั้ง ในสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกับในบริบทเดิมหรือ ในบริบทใหม่ ภายใต้การปฏิบัติงานของกระบวนการทางปัญญา ที่เป็นการประมวลผลเชิงลึก และ เมตาคognition ซึ่งเป็นกลไกในการจัดการเกี่ยวกับการรู้คิดของเอกัตบุคคล โดยการถ่ายโยงการ เรียนรู้นี้ สามารถส่งเสริมให้เกิดขึ้นได้ด้วยการสอนการรู้คิด ที่ให้โอกาสในการเรียนรู้และการฝึก ปฏิบัติที่หลากหลายและเพียงพอ

5.4 ประเภทของการถ่ายโยงการเรียนรู้

ได้มีนักการศึกษาแบ่งการถ่ายโยงการเรียนรู้ออกเป็นประเภท และชนิดต่างๆ กันดังนี้ แฮสเกลล์ (Haskell, 2001) ได้แบ่งประเภทของการถ่ายโยงการเรียนรู้ เป็นสอง ประเภทได้แก่ ประเภทการถ่ายโยงที่อาศัยความรู้เป็นฐาน และประเภทการถ่ายโยงเฉพาะ รายละเอียดมีดังนี้

1) ประเภทการถ่ายโยงที่อาศัยความรู้เป็นฐาน ประกอบด้วย

1.1) Declarative knowledge เป็นความรู้เกี่ยวกับบางสิ่งที่คนเรารู้หรือไม่รู้ ว่าเป็น อะไร ซึ่งมีความสำคัญสำหรับการถ่ายโยงมากที่สุด เนื่องด้วย (1) เป็นความรู้ที่ให้ precondition ที่ จำเป็นสำหรับความรู้ทั้ง 4 ประเภทที่ตามมา (2) เป็นความรู้ที่เป็นแหล่งกำเนิดโดยตรงของความรู้ ทั้ง 4 ประเภทนั้น (3) เป็นความรู้ที่ให้ General framework สำหรับการ assimilates รายละเอียด ของความรู้ใหม่เพิ่มขึ้น (4) เป็นความรู้ที่ส่งเสริมความเชี่ยวชาญของการได้มาซึ่งความรู้ (5) เป็น ความรู้ที่ให้รูปแบบภายใน (mental model/analog) เพื่อช่วยความเข้าใจในความรู้ใหม่ต่างๆ ทั้งนี้ในเชิงจิตวิทยานั้นได้ระบุจากการวิจัยว่า Knowledge base เป็นความรู้ที่เกิดขึ้นจาก กระบวนการประมวลผลความเชิงลึกในระดับ Nonconscious level และแสดงผลการรับรู้ในรูปแบบของ แบบแผนต่างๆ (patterns) ดังนั้นความรู้ประเภทนี้จึงคล้ายกับว่าเป็นการถ่ายโยงระยะไกลเกินกว่า ความรู้ประเภทอื่นๆ จะไปถึงได้ (ยกเว้น Theoretical knowledge)

1.2) Procedural knowledge (how-to knowledge) เป็นความรู้เชิงปฏิบัติ

1.3) Strategic knowledge เป็นความรู้ของกระบวนการภายใน (mental process) เช่นการที่คนเรารู้และจดจำได้อย่างไร เป็นกระบวนการในการควบคุมตนเอง

(self-monitoring) ของความก้าวหน้าในการเรียนรู้

1.4) Conditional knowledge เป็นความรู้เกี่ยวกับว่าเมื่อไรจะประยุกต์ใช้ความรู้ในวิธีการที่เหมาะสม เมื่อบริบทเปลี่ยนไป

1.5) Theoretical knowledge เป็นความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจ ของระดับความสัมพันธ์เชิงลึก ความเข้าใจเกี่ยวกับความเหตุ เป็นผล และความเข้าใจในการอธิบายความสัมพันธ์ต่อเนื่องเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้น

โดยความรู้ทั้ง 5 ประเภทนี้เป็นพื้นฐานของ knowledge base ทั้งหมดที่ได้รับจากการกล่าวถึง และเป็นความรู้ที่ใช้ในการสร้างความเชี่ยวชาญของการถ่ายโยง ซึ่งทุกคนมีและครอบครองอยู่แล้ว แต่จะมีในระดับใด ความเข้มเพียงใดเท่านั้นเอง

2) ประเภทการถ่ายโยงเฉพาะ เป็นประเภทที่การถ่ายโยงเป็นฐานได้ด้วยตัวมันเองมีลักษณะของการเกิดขึ้นที่ไม่เหมือนกันซึ่งประกอบด้วย

2.1) Content-to-content transfer การถ่ายโยงประเภทนี้จัดเป็น declarative knowledge และเป็นการถ่ายโยงแบบ declarative-to-declarative transfer ที่เกิดขึ้นเมื่อความรู้เดิมที่คงมีอยู่ของบางสาขาส่งเสริมหรือถูกรบกวนด้วยการเรียนรู้ใหม่ นอกจากนี้หมายถึงการเรียนรู้ความรู้ใหม่ที่อาจจะแตกต่างไปจากการเรียนรู้ครั้งแรก เช่นความรู้เกี่ยวกับโปรตีน ไขมันและคาร์โบไฮเดรตในวิชาทางเคมี จะเป็นประโยชน์ในเรื่องของสุขภาพศึกษา (Health education) เป็นต้น

2.2) Procedural-to-procedural transfer เป็นที่รู้จักกันดีในนามของ skill-to-skill transfer ที่เกิดขึ้นจากการใช้วิธีการที่ได้เรียนรู้มาแล้วในวิชาทักษะหนึ่งมาใช้กับอีกวิชาทักษะหนึ่งที่ต่างสาขาวิชากันออกไป เช่น ทักษะในการขี่จักรยานที่ถ่ายโยงไปยังการขับรถจักรยานยนต์หรือการขับรถยนต์ วิธีการต่างๆเป็นการลำดับการกระทำหรือลำดับขั้นตอนการปฏิบัติ เช่นการเรียนรู้โปรแกรมคอมพิวเตอร์อาจถ่ายโยงไปสู่การปฏิบัติในโปรแกรมอื่นๆที่คล้ายคลึงกัน

2.3) Declarative-to-procedural transfer เป็นการถ่ายโยงที่เกิดขึ้นเมื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับบางสิ่งช่วยในการกระทำบางสิ่งบางอย่างจริงๆ เช่นการเรียนรู้เกี่ยวกับชนิดของเห็ดเราก็สามารถที่จะดูแลเห็ดแต่ละชนิดให้ปลอดภัยได้

2.4) Procedural-to-declarative transfer เป็นการถ่ายโยงที่เกิดขึ้นเมื่อเกิดประสบการณ์ในการปฏิบัติ เช่นการสร้างวงจรไฟฟ้า จะช่วยในการเรียนรู้ Theoretical knowledge ของหน่วยไฟฟ้าหรือความรู้ที่เกี่ยวกับ programming ซึ่งอาจช่วยในการเรียนรู้ทฤษฎีทางคอมพิวเตอร์เป็นต้น

2.5) Strategic transfer เป็นการถ่ายโยงที่เกิดขึ้นเมื่อความรู้เกี่ยวกับกระบวนการภายใน (เช่น คนเราเรียนรู้หรือจดจำได้อย่างไร) นั้นได้รับมาโดยผ่านการตรวจสอบ (monitoring) ผ่านกิจกรรมทางปัญญา (Mental activities) ระหว่างการเรียนรู้ ทั้งนี้ความรู้ที่ว่าเราเคยแก้ปัญหาได้อย่างไรในครั้งแรก อาจถ่ายโยงไปสู่การแก้ปัญหาในรูปแบบใหม่อื่นๆ

2.6) Conditional transfer เป็นการถ่ายโยงที่เกิดขึ้นเมื่อมีการประยุกต์ความรู้ที่เรียนรู้แล้ว ในบริบทหนึ่ง ไปยังบริบทอื่นๆที่อาจเป็นการถ่ายโยงที่เหมาะสมเช่นความรู้เรื่องตรีโกณมิติของรูปสามเหลี่ยม อาจจะถูกนำไปใช้ในการแก้ปัญหาเรื่อง vector ในการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์

2.7) Theoretical transfer เป็นการถ่ายโยงที่เกิดขึ้นเมื่อนำความเข้าใจในความสัมพันธ์ระดับลึกของเหตุและผล ในสาขาหนึ่งถ่ายโยงไปทำความเข้าใจในสาขาอื่นๆ ได้ ยกตัวอย่างเช่น การเกิดประกายไฟและการเกิดฟ้าแลบ เป็นปฏิกิริยาทางเคมีที่เหมือนกันเป็นต้น

2.8) General or nonspecific transfer เป็นการถ่ายโยงที่เกิดขึ้นเมื่อความรู้ที่มีมาก่อน (ที่ไม่ใช่บริบทความรู้ที่ฝึกฝนเฉพาะบริบท) ถ่ายโยงไปยังสถานการณ์อื่นๆ แม้ว่าไม่มีสิ่งที่คล้ายกันคงอยู่ระหว่างสถานการณ์เก่าและใหม่ โดยในการถ่ายโยงประเภทนี้มักได้รับการอธิบายภายใต้มโนคติของ “Learning to learn” และ “Warm-up effects”

2.9) Literal transfer เป็นการถ่ายโยงที่เกิดขึ้นจากการใช้ความรู้ หรือวิธีการโดยตรงในสถานการณ์การเรียนรู้ใหม่ เช่นการเรียนรู้เกี่ยวกับเรื่องการปฏิวัติในอเมริกา อาจเรียนรู้มาว่าสงครามมีสาเหตุมาจากการแข่งขันเพื่อควบคุมแหล่งทรัพยากรทางธรรมชาติต่างๆ และเมื่อศึกษาสงครามโลกครั้งที่ 1 ก็อาจเรียนรู้ว่ามีสาเหตุมาจากการแข่งขันเพื่อควบคุมแหล่งทรัพยากรทางธรรมชาติต่างๆเหมือนกับที่เคยได้รับการอธิบายมา การถ่ายโยงประเภทนี้สามารถมองได้ว่าเป็นการถ่ายโยงในระยะใกล้ (Near transfer)

2.10) Vertical transfer เป็นการถ่ายโยงที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ที่มีมาก่อนถูกถ่ายโยงไปยังระดับ (level) หรือลำดับขั้นตอน (hierarchy) เดียวกัน ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่สนับสนุนการเรียนรู้ที่มีมาก่อน โดยการเรียนรู้ทักษะสิ่งๆที่จำเป็นต้องมีมาก่อน เช่น การคำนวณค่าร้อยละ ต้องมีความรู้เกี่ยวกับการหารและการคูณมาก่อนเป็นต้น

2.11) Lateral transfer เป็นการถ่ายโยงที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้ที่มีมาก่อนถูกถ่ายโยงไปยังการเรียนรู้ในแนวระนาบเดียวกัน เช่นการถ่ายโยงการเล่น Roller skating ไปยัง Roller ice skating เป็นต้น

2.12) Reverse transfer บางครั้งเรียกว่า backward transfer เป็นการถ่ายโยงที่เกิดขึ้นเมื่อความรู้เดิมที่คงอยู่นั้น ได้รับการปรับและทบทวนในความหมายที่คล้ายคลึงกัน ไปยังข้อมูลใหม่โดยการถ่ายโยงประเภทนี้จะเป็นไปในทิศทางตรงข้ามกับความหมายของกระบวนการถ่ายโยง ซึ่งอธิบายได้ว่าเป็นการถ่ายโยงจากงานอย่างหนึ่งไปสู่งานอีกอย่างหนึ่งที่ไม่เหมือนกัน หรืออาจกล่าวว่าเป็นการผันธรรมชาติของการถ่ายโยงที่อาจเกิดขึ้นได้

2.13) Proportional transfer เป็นการถ่ายโยงที่เป็นนามธรรมมากกว่าแบบอื่น เช่น การจำเสียงที่ไพเราะจากการบรรเลงเสียงคู่แปด (Different octave)

2.14) Relational transfer เป็นการถ่ายโยงที่สามารถสรุปให้เห็นได้โดยการเปรียบเทียบเชิงคณิตศาสตร์ สำหรับในทางชีววิทยาแล้วโครงสร้างประเภทนี้เรียกว่า homology ที่เป็นการตอบสนองในรูปแบบของการปรากฏขึ้นภายนอกระหว่างสองตระกูล ดังเช่นปีกของนกและขนของปลา แม้ว่ากลไกเชิงเหตุผลที่ซ่อนอยู่เบื้องหลังนั้นจะแตกต่างกันก็ตาม ทั้งสองสิ่งก็มีลักษณะร่วมกันอยู่ ด้วยลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกัน แต่ไม่มีความสัมพันธ์เชิงสาเหตุซ่อนอยู่ การถ่ายโยงความสัมพันธ์นี้พบเห็นได้จากโครงสร้างที่เหมือนกันระหว่างสองสิ่ง

เดคโค (Decco, 1968: 440) ได้จำแนกการถ่ายโยงการเรียนรู้ออกเป็น 3 ชนิดดังนี้

1) การถ่ายโยงการเรียนรู้เชิงบวก (Positive transfer) เป็นการถ่ายโยงการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นเมื่อสิ่งกระตุ้นเปลี่ยน แต่การตอบสนองยังคงเหมือนเดิม กล่าวคือ ผู้เรียนเคยเรียนรู้การตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นชนิดหนึ่งมาแล้วต่อมาเมื่อเรียนรู้การตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นชนิดใหม่ ก็จะสามารถนำความรู้ที่มีอยู่เดิมมาใช้ตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นชนิดใหม่ได้ทันที เช่น ผู้ที่เคยเรียนรู้และขี่จักรยานเป็นมาก่อนแล้ว เมื่อมาเรียนขับมอเตอร์ไซด์ก็จะขับเป็นได้เร็ว ทั้งนี้เพราะผู้เรียนสามารถนำเอาหลักการทรงตัวจากการขี่จักรยานมาใช้สำหรับการขับมอเตอร์ไซด์ได้

การถ่ายโยงการเรียนรู้เชิงบวก ช่วยให้ผู้เรียนประหยัดเวลาการเรียนรู้ในสถานการณ์ถัดมาได้มาก ครูผู้สอนไม่ต้องอธิบายรายละเอียดทุกขั้นตอนของการเรียนรู้ในสถานการณ์หลังมากนักในทุกระดับ ซึ่งการจัดการศึกษาล้วนคาดหวังให้เกิดการถ่ายโยงการเรียนรู้เชิงบวกทั้งสิ้น

2) การถ่ายโยงการเรียนรู้เชิงลบ (Negative transfer) เป็นลักษณะของการถ่ายโยงการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นเมื่อสิ่งกระตุ้นเหมือนเดิมแต่การตอบสนองเปลี่ยน กล่าวคือเมื่อผู้เรียนได้เรียนรู้การตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นชนิดหนึ่งมาแล้ว และต่อมาต้องการเปลี่ยนแปลงการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นเดิมนั้นเสียใหม่ เช่น เคยเรียนรู้การพิมพ์สัมผัสด้วยการใช้นิ้วชี้เพียงนิ้วเดียว ขณะที่พิมพ์ตามองดูแป้นพิมพ์ด้วย เมื่อเปลี่ยนมาฝึกการพิมพ์สัมผัสด้วยนิ้วทั้งสิบโดยไม่ต้องมองแป้นพิมพ์จะทำให้เรียนรู้การพิมพ์สัมผัสได้ช้ากว่าผู้ที่ไม่เคยมีประสบการณ์ในการพิมพ์มาก่อน จะเห็นได้ว่า

การเรียนรู้หรือการตอบสนองที่เคยมีมาก่อนมาขัดขวางการเรียนรู้ครั้งหลัง ทำให้การเรียนรู้การตอบสนองครั้งหลังยากขึ้น ในการจัดการศึกษาทั้งหลายพยายามไม่ให้เกิดการถ่ายโอนการเรียนรู้เชิงลบเกิดขึ้น

การถ่ายโอนการเรียนรู้เชิงลบจะเกิดขึ้นง่ายในวิชาประเภททักษะ ถ้าการเริ่มต้นเรียนรู้หรือการฝึกฝนในระยะแรก ๆ ไม่ถูกต้องเหมาะสม จนกลายเป็นนิสัยหรือความเคยชินของผู้เรียนไปแล้ว การเปลี่ยนแปลงหรือการแก้ไขการตอบสนองก็จะทำได้ยากและเสียเวลามาก ฉะนั้น ในช่วงต้นๆ ของการเรียนรู้หรือการฝึกฝนวิชาประเภททักษะ จึงต้องมีผู้สอนคอยควบคุมอย่างใกล้ชิด ทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้ผู้เรียนนำเอาวิธีการที่ไม่ดีหรือไม่ถูกต้องเหมาะสมมาใช้สำหรับการเรียนรู้ หรือการฝึกปฏิบัติ

3) การถ่ายโอนการเรียนรู้เป็นศูนย์ (Zero transfer) หรือไม่มีการถ่ายโอนการเรียนรู้เกิดขึ้น กล่าวคือ สิ่งที่คุณเคยเรียนรู้มาก่อนไม่มีผลต่อการเรียนรู้ครั้งหลังทั้งในแง่ของเวลาหรือการถ่วงเวลาในการเรียนรู้ เช่น การเรียนรู้ทักษะการเตะตะกร้อมาก่อนแล้วมาเรียนรู้การตบตันไม้ ความรู้จากการเตะตะกร้อไม่ได้เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้การตบตันไม้เลย

กานเย่ และคณะ (Gagne', 1970 and others) ได้กล่าวถึงการถ่ายโอนการเรียนรู้ทางบวกไว้ว่าเป็นสิ่งที่ดีควรส่งเสริมให้เกิดขึ้นในการเรียนการสอนในชั้นเรียนเนื่องจากจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ ช่วยประหยัดเวลาและแรงงานเป็นอย่างมาก ในการถ่ายโอนการเรียนรู้ทางบวก สามารถแบ่งออกเป็นประเภทต่างๆ ได้ดังนี้ (Gagne', 1970;Hudgins, 1977;Royer, 1979; Joyce and Weil, 1986)

1) การถ่ายโอนในแนวนอน (Horizontal transfer or Lateral transfer) และการถ่ายโอนในแนวตั้ง (Vertical transfer)

1.1) การถ่ายโอนในแนวนอน (Horizontal transfer or Lateral transfer)
หมายถึงการนำข้อสรุปนัยทั่วไปที่ได้เรียนรู้ จากสถานการณ์หนึ่งไปใช้กับอีกสถานการณ์หนึ่งที่มีระดับความซับซ้อนเท่ากัน (Gagne', 1970: 335) หรือกล่าวได้ว่าเป็นความสามารถอย่างเฉพาะเจาะจงที่ได้เรียนในโรงเรียน และควรจะสามารถนำไป ปฏิบัติได้จริงในชีวิตประจำวัน ในอาชีพของตนเองหรืออีกนัยหนึ่งคือ เงื่อนไขซึ่งสามารถนำทักษะไปใช้ได้โดยตรงจากสถานการณ์ในการฝึกไปสู่การใช้ในการแก้ปัญหา โดยจะเกิดขึ้นเมื่อการทำงานและสถานการณ์ของการฝึกเกือบจะเหมือนกัน ส่วนใหญ่จะมีการถ่ายโอนทักษะจากสถานการณ์ของการฝึกไปยังสถานการณ์ของการทำงาน ซึ่งในสถานการณ์แบบนี้จะมีการเรียนรู้เพิ่มเติมน้อยมาก ตัวอย่างเช่น การที่ช่างไม้ได้ฝึกการใช้เลื่อยมือในโรงฝึกงาน ต่อไปช่างไม้คนนั้นก็สมารถนำทักษะที่ได้เรียนรู้ หรือ ฝึกจาก

โรงฝึกงานไปใช้ได้จริงเกือบเหมือนกับที่เขาได้เคยฝึกมา (Joyce and Weil, 1986: 472) หรือการที่ครูฝึกหวังว่านักเรียนจะสามารถนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนไปใช้ในการแก้ปัญหาวิชาชีววิทยา หรือใช้แก้ปัญหาวิชาทางสังคมศาสตร์ (Gagne', 1970: 335)

1.2) การถ่ายโยงในแนวตั้ง (Vertical transfer) หมายถึง ความสามารถซึ่งได้จากการเรียนรู้เดิมส่งผลต่อการเรียนรู้ใหม่ที่มีระดับสูงขึ้น (Gagne', 1970: 335) หรือต่อการแก้ปัญหาใหม่ที่ยากขึ้น โดยที่ทักษะหรือความรู้เดิมจะได้รับการปรับให้เหมาะกับเงื่อนไขของการเรียนรู้ใหม่หรือปัญหาใหม่ ซึ่ง จอยส์ และ เวลล์ (Joyce and Weil, 1986: 472) ได้อธิบายไว้ว่าเป็นเงื่อนไขซึ่งไม่สามารถนำทักษะเดิมไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ ถ้าไม่ได้รับการปรับให้เหมาะสมกับเงื่อนไขของสถานการณ์ใหม่ การปรับขยายหรือทำความเข้าใจเพิ่มขึ้นจากทักษะหรือความรู้เดิมที่ได้เรียนรู้มาก่อน จะช่วยทำให้แก้ปัญหาใหม่ที่ยากขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตัวอย่าง เช่น การสอนเลขหารยาวจะต้องมีการถ่ายโยงความรู้เรื่องการบวก การลบ และการคูณ การสอนความรู้พื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการเรียนระดับสูงที่เกี่ยวข้องกันเป็นสิ่งจำเป็นมาก หรือการที่นักเรียนแนวได้นำทฤษฎีที่ได้เรียนรู้ในสถานการณ์ที่ได้จำลองขึ้น มาใช้ในสถานการณ์จริงโดยการประยุกต์ทักษะที่ได้เรียนรู้ในสถานการณ์ของงานมาใช้ให้เหมาะกับลักษณะของผู้มารับการแนะแนวซึ่งจะทำให้ให้นักแนะแนวเกิดการเรียนรู้เพิ่มขึ้น (Joyce and Weil, 1986: 472-473)

จะสังเกตได้ว่า การถ่ายโยงในแนวนอนและการถ่ายโยงในแนวตั้งนั้นมีความแตกต่างกันตรงที่การถ่ายโยงในแนวนอน เป็นเพียงการย้ายการเรียนรู้หรือทักษะเดิมจากสถานการณ์การเรียนรู้เดิม หรือสถานการณ์ของการฝึกมาสู่สถานการณ์ของงาน ซึ่งทั้งสองสถานการณ์ไม่แตกต่างกันมาก แต่การถ่ายโยงในแนวตั้งจะต้องมีการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจากการเรียนรู้เดิมหรือทักษะเดิม มากกว่าการถ่ายโยงในแนวนอนอย่างชัดเจน (Joyce and Weil, 1986: 473)

2) การถ่ายโยงอย่างเฉพาะเจาะจง (Specific transfer) และ การถ่ายโยงอย่างไม่เฉพาะเจาะจง (Nonspecific transfer)

2.1) การถ่ายโยงอย่างเฉพาะเจาะจง (Specific transfer) หมายถึง การถ่ายโยงที่เกิดขึ้นเมื่อสภาพการณ์หรือเนื้อหาที่เรียนก่อนมีองค์ประกอบ (elements) เหมือนหรือคล้ายคลึงกัน (Thorndike, 1914 อ้างถึงใน สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2542: 264) การถ่ายโยงแบบนี้ มักจะเป็นการถ่ายโยงทางบวก (Mandler, 1962 อ้างถึงใน สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2542: 264) ปัจจุบันนี้ใช้คำว่า คล้ายคลึง "similarity" แทนได้เพราะสภาพการณ์ไม่จำเป็นต้องเหมือนกันทุกอย่าง (identical) เพียงแต่มีส่วนประกอบสำคัญร่วมกัน หรือมีความคล้ายคลึงของสภาพแวดล้อม (Context similarity) ก็จะทำให้เกิดการถ่าย โยงอย่างเฉพาะเจาะจง ดังที่ Royer (1979: 54-55)

ได้กล่าวไว้ว่าการถ่ายโยงอย่างเฉพาะเจาะจง หมายถึง สถานการณ์ที่มีความคล้ายกันอย่างชัดเจน ระหว่างองค์ประกอบของสิ่งเร้าในการเรียนรู้เดิมกับองค์ประกอบของสิ่งเร้าในการเรียนรู้ใหม่ องค์ประกอบนี้อาจนิยามได้ชัดเจน เช่น การออกเสียงของคำ วลี หรืออาจไม่ชัดเจน เช่น ความคล้ายกันของความหมายระหว่างสถานการณ์ การเรียนการสอนสองสถานการณ์ ถ้าผู้เรียนสามารถจับองค์ประกอบที่มีร่วมกันอยู่ได้ ก็จะทำให้การเรียนรู้ในสิ่งใหม่หรืองานใหม่เกิดเร็วขึ้น เช่นในการทดลองเกี่ยวกับการเรียนรู้รายการ (List learning) ผู้ที่อยู่ในกลุ่มทดลองจะได้เรียนรายการเชื่อมโยงคู่ (an A-B' list) ชุดที่หนึ่งก่อน แล้วให้เรียนรายการชุดที่สองที่มีสิ่งเร้าตัวเดียวกัน และตัวตอบสนองมีความคล้ายคลึงกับตัวตอบสนองของรายการชุดที่หนึ่ง (an A-B' list) พบว่า ผู้ที่อยู่ในกลุ่มทดลองจะเรียนรู้รายการชุดที่สองได้เร็วกว่าผู้ที่อยู่ในกลุ่มควบคุมที่ได้เรียนรายการชุดแรกซึ่งแตกต่างกับรายการชุดที่สอง

2.2) การถ่ายโยงอย่างไม่เฉพาะเจาะจง (Nonspecific transfer) นั้นไม่มีองค์ประกอบร่วมที่ชัดเจน ระหว่างสิ่งเร้าของสถานการณ์การเรียนรู้เดิมและสถานการณ์ที่จะถ่ายโยงไป (Royer, 1979: 55) เนื่องจากเป็นการถ่ายโยงที่เกิดขึ้นจากผู้เรียนรู้จักนำหลักการวิธีการ ไปใช้ในสภาพต่างๆไปรวมถึงการถ่ายโยงด้านความรู้สึก และเจตคติด้วย

3) การถ่ายโยงอย่างใกล้ (Near transfer) และการถ่ายโยงอย่างไกล (Far transfer)

3.1) การถ่ายโยงอย่างใกล้ (Near transfer) คือ สภาพที่ความซับซ้อนของสิ่งเร้าสำหรับสถานการณ์ในการถ่ายโยงคล้ายกับความซับซ้อนของสิ่งเร้าสำหรับสถานการณ์การเรียนรู้เดิม เช่นถ้าสถานการณ์การเรียนรู้เดิมเกี่ยวข้องกับการบวกจำนวนสองหลัก การถ่ายโยงอย่างใกล้ อาจจะเป็นการบวกจำนวนที่มีสามหลักเป็นต้น (Hudgins, 1977)

3.2) การถ่ายโยงอย่างไกล (Far transfer) หมายถึงสภาพที่ความซับซ้อนของสิ่งเร้าสำหรับสถานการณ์ในการถ่ายโยง แตกต่างจากความซับซ้อนของสิ่งเร้าสำหรับสถานการณ์การเรียนรู้เดิมมากกว่า การถ่ายโยงอย่างใกล้ เช่นในสถานการณ์การเรียนรู้เดิมเกี่ยวข้องกับปัญหาต่างๆที่เกี่ยวกับจำนวนอย่างง่าย แต่ในสถานการณ์ที่ใช้การถ่ายโยงอย่างไกลอาจเกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาที่มีการเพิ่มความยากของโจทย์ปัญหาเข้าไป (Hudgins, 1977)

สรุปก็คือ การถ่ายโยงอย่างใกล้จะใช้ในการถ่ายโยงความรู้จากการเรียนรู้สถานการณ์ในโรงเรียนหนึ่งไปยังการเรียนรู้สถานการณ์ในอีกโรงเรียนหนึ่ง แต่การถ่ายโยงอย่างไกลจะใช้ในการถ่ายโยงความรู้ที่ได้เรียนในโรงเรียนไปใช้ในชีวิตจริงนอกโรงเรียน

4) การถ่ายโยงแบบตัวอักษร (Literal transfer) และการถ่ายโยงแบบภาพ (figural transfer)

4.1) การถ่ายโยงแบบตัวอักษร (Literal transfer) เกี่ยวข้องกับการนำทักษะเดิมที่ได้เรียนรู้แล้ว ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ (Royer, 1979: 55)

4.2) การถ่ายโยงแบบภาพ (Figural transfer) แตกต่างจากการถ่ายโยงแบบตัวอักษร ตรงที่การถ่ายโยงแบบภาพไม่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ทักษะหรือความรู้เดิม แต่เป็นการนำความรู้ในชีวิตจริงมาใช้ในการคิด และเรียนรู้เกี่ยวกับปัญหาเฉพาะ ตัวอย่างที่เห็นชัดเจนได้แก่ การอุปมาอุปไมย เช่น คำพูดที่ว่า " มีสารานุกรมเหมือนกับมีชุมทรัพย์ " หรือ " มนุษย์คล้ายกับคอมพิวเตอร์ " เป็นการนำเอาความรู้ที่มีอยู่ใช้สำหรับทำความเข้าใจหรือคิดเกี่ยวกับเนื้อหาที่พูดถึงอย่างเข้าใจ (Royer, 1979: 55)

จะเห็นได้ว่าการถ่ายโยงในแนวนอน การถ่ายโยงอย่างเฉพาะเจาะจง การถ่ายโยงอย่างใกล้ และการถ่ายโยงแบบตัวอักษร จะเหมือนกัน คือ เป็นการถ่ายโยงการเรียนรู้ที่ไม่ซับซ้อน เป็นการถ่ายโยงที่ไม่ต้องอาศัยการเรียนรู้หรือการประยุกต์มาก ซึ่งทั้งหมดเป็นการถ่ายโยงการเรียนรู้ที่นำความรู้เดิมที่เคยเรียนมาไปใช้กับสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม ส่วนการถ่ายโยงในแนวตั้ง การถ่ายโยงอย่างไม่เฉพาะเจาะจง การถ่ายโยงอย่างไกล และการถ่ายโยงแบบภาพ จะเหมือนกันคือเป็นการถ่ายโยงการเรียนรู้ที่ต้องนำทักษะ หรือความรู้ที่เคยได้เรียนมาไปเป็นพื้นฐานสำหรับการเรียนรู้ในสิ่งใหม่ หรือมีการนำหลักการ และการประยุกต์ความรู้ที่เคยเรียนมาไปใช้กับสภาพทั่วไปในชีวิตจริง เรียกว่าการถ่ายโยงแบบซับซ้อน

พงษ์พันธ์ พงษ์โสภา (2542: 151) ได้แบ่งการถ่ายโยงการเรียนรู้ออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ได้แก่ การถ่ายโยงทางบวก (Positive transfer) และการถ่ายโยงทางลบ (Negative transfer) ซึ่งการถ่ายโยงทางบวก คือ การที่ผลของการเรียนรู้ในอดีตช่วยให้การเรียนรู้สิ่งใหม่ง่ายขึ้น ในทางตรงข้ามการถ่ายโยงทางลบ คือการที่ผลของการเรียนรู้ในอดีตขัดแย้งกับการเรียนรู้สิ่งใหม่ หรือทำให้การเรียนรู้สิ่งใหม่ยากขึ้น

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2542) ได้กล่าวถึงหลักการถ่ายโยงการเรียนรู้ใน 4 ลักษณะ ได้แก่ (1) การถ่ายโยงโดยความคล้ายคลึงกัน (Transfer by generalization) หากมีกิจกรรมใดที่คล้ายคลึงกันแล้ว การเรียนรู้สิ่งที่สองจะดีกว่าสิ่งแรก เพราะเกิดการถ่ายโยงขึ้น (2) การถ่ายโยงโดยการประยุกต์ใช้ (Transfer by application) การเรียนรู้ลักษณะนี้เกิดขึ้นเนื่องจากผู้เรียนได้เข้าใจ และสามารถนำมาใช้ในการเรียนที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันและประยุกต์ใช้ได้ (3) การถ่ายโยงเพราะความสัมพันธ์กัน (Transfer through relationship) เป็นการถ่ายโยงชนิดใกล้เคียงกับ

การถ่ายโอนโดยความคล้ายคลึงกัน แต่การถ่ายโอนแบบนี้ใช้วิธีการเปรียบเทียบสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้วกับสิ่งที่กำลังเรียนรู้ใหม่ และมองเห็นความสัมพันธ์เชื่อมโยงของสิ่งเหล่านี้ จึงสามารถนำไปแก้ปัญหาได้ (4) การถ่ายโอนทางทัศนคติ (Transfer of attitude and idea) เป็นการถ่ายโอนความรู้สึกที่มีมาแต่เดิมไปยังความรู้สึกที่มีต่อสิ่งที่เผชิญใหม่

จากการแบ่งประเภทต่างๆของการถ่ายโอนการเรียนรู้ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าการถ่ายโอนการเรียนรู้แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ (1) การถ่ายโอนการเรียนรู้ทางบวก คือ การที่ผลของการเรียนรู้ในอดีตช่วยให้การเรียนรู้สิ่งใหม่ง่ายขึ้น แบ่งออกเป็นการถ่ายโอนแบบซับซ้อนและไม่ซับซ้อน (2) การถ่ายโอนการเรียนรู้ทางลบคือการที่ผลของการเรียนรู้ในอดีตขัดแย้งกับการเรียนรู้สิ่งใหม่ หรือทำให้การเรียนรู้สิ่งใหม่ยากขึ้น และ (3) การถ่ายโอนการเรียนรู้เป็นศูนย์ หรือไม่มีการถ่ายโอนการเรียนรู้เกิดขึ้น คือ การที่ความรู้เดิมไม่ได้มีส่วนช่วยให้เกิดการเรียนรู้สิ่งใหม่เลย

5.5 ระดับของการถ่ายโอนการเรียนรู้

ได้นักการศึกษาแบ่งระดับการถ่ายโอนการเรียนรู้ไว้ดังนี้

แฮสเกิลล์ (Haskell, 2001) แบ่งระดับของการถ่ายโอนการเรียนรู้ เป็น 6 ระดับดังนี้

1) Nonspecific transfer การถ่ายโอนอย่างไม่เฉพาะเจาะจง เป็นการถ่ายโอนที่ไม่มีองค์ประกอบร่วมที่ชัดเจน จัดว่าเป็นพื้นฐานที่จำเป็นของการถ่ายโอนการเรียนรู้ เพราะเป็นการนำความรู้ที่มีอยู่มาเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่จะนำมาใช้ในชีวิตประจำวัน

2) Application transfer การถ่ายโอนในสถานการณ์เฉพาะ เป็นการถ่ายโอนที่มีการนำการเรียนรู้ไปใช้ในสถานการณ์ที่เฉพาะเจาะจง ภายใต้บริบทเดียวกัน

3) Context transfer การถ่ายโอนภายในบริบท เป็นการนำการเรียนรู้ไปใช้ในบริบทที่แตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ถ้าบริบทเปลี่ยนการถ่ายโอนจะไม่เกิดขึ้น

4) Near transfer การถ่ายโอนอย่างใกล้ เป็นการถ่ายโอนความรู้เดิมไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายคลึงกัน แต่องค์ประกอบไม่เหมือนกับในสถานการณ์ใหม่

5) Far transfer การถ่ายโอนอย่างไกล เป็นการถ่ายโอนที่มีการนำความรู้เดิมไปใช้ในสถานการณ์หรือบริบทที่แตกต่างกันมาก และมีเงื่อนไขความซับซ้อนมากขึ้น

6) Displacement or creative transfer การถ่ายโอนอย่างสร้างสรรค์ เป็นการถ่ายโอนในระดับสูง เพื่อสร้างความรู้ใหม่

การแบ่งระดับการถ่ายโอนการเรียนรู้ ข้างต้นนี้เป็นการแบ่งระดับจากขั้นต้น (Nonspecific transfer) จนไปถึงขั้นสูงสุดของการถ่ายโอนการเรียนรู้ (Displacement or creative transfer) โดยในระดับ 1 และ 2 นั้น เป็นการถ่ายโอนการเรียนรู้ในระดับง่ายๆ ส่วนการถ่ายโอนในระดับ 3 ขึ้นไป เป็นสิ่งที่จำเป็นต่อการนำความรู้ไปใช้ นอกจากนี้ขอบเขตของการถ่ายโอนการเรียนรู้ จะขยายขึ้นตามลำดับของการถ่ายโอนในแต่ละระดับ ซึ่งจะค่อยๆพัฒนาตั้งแต่ระดับที่ 1 ถึงระดับที่ 6

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนสามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง ตลอดจนนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่หลากหลายอย่างสัมฤทธิ์ผลถึงขั้นสูงสุดของระดับการถ่ายโอนการเรียนรู้ได้

5.6 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการถ่ายโอนการเรียนรู้

กระบวนการในการเรียนรู้ของมนุษย์ ที่แสดงให้เห็นถึงการใส่ใจ การรับรู้ การเคลื่อนย้ายข้อมูลเข้าจัดเก็บอย่างเป็นระบบ และสามารถเรียกกลับมาใช้ได้ใหม่ โดยในการจัดเก็บนั้น ต้องอาศัยกระบวนการสอนที่ประกอบด้วยกลวิธีต่างๆในการเก็บจำ และควบคุมความรู้นั้นเข้าสู่หน่วยความจำระยะยาว เกิดเป็นโครงสร้างความรู้ที่สามารถเรียกกลับมาใช้ได้ใหม่ และการเรียกกลับมาใช้ได้ใหม่ในสถานการณ์ใหม่ หรือบริบทใหม่นั้น เรียกว่าการถ่ายโอนการเรียนรู้ ซึ่งสามารถสร้างให้เกิดขึ้นได้ด้วยการสอน

การถ่ายโอนการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้มากน้อยเพียงใดนั้นมีปัจจัยต่างๆที่เข้ามามีอิทธิพลดังต่อไปนี้

- 1) ปัจจัยที่เป็นตัวผู้เรียน ได้แก่
 - อายุหรือวัยของผู้เรียน ซึ่งเป็นตัวกำหนดความพร้อมและวุฒิภาวะในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน
 - ระดับสติปัญญาและความสามารถของผู้เรียน
 - ความรู้ความเข้าใจและความคิดรวบยอดที่ถูกต้องในเนื้อหา เทคนิค และวิธีการที่ผู้เรียนได้รับมาจากการเรียนรู้ในสถานการณ์แรก
 - ระดับความสามารถของผู้เรียนในการใช้ประสบการณ์การเรียนรู้ที่ผ่านมาได้ดี และมีประสิทธิภาพ

- เจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้ทั้งในสถานการณ์การเรียนรู้ครั้งแรก การมองเห็น ความสำคัญ และมองเห็นประโยชน์ของสิ่งที่ได้เรียนรู้มา ต่อการเรียนรู้ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

- ช่วงเวลาที่ห่างกันระหว่างการเรียนรู้ในสถานการณ์แรกกับสถานการณ์หลัง หากมีช่วงเวลาที่ห่างกันมากจนเกินไป มักจะไม่มี การถ่ายโยงการเรียนรู้เกิดขึ้น หรือมีการถ่ายโยง การเรียนรู้เกิดขึ้นน้อย ทั้งนี้เพราะผู้เรียนได้ลืมเนื้อหาหรือวิธีการที่เคยเรียนไปแล้ว

2) ปัจจัยที่เป็นบทเรียนหรือสิ่งที่ได้เรียนรู้ การถ่ายโยงการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้มากถ้า สิ่ง ที่ผู้เรียนเคยเรียนรู้มาแล้ว กับสิ่งที่จะต้องเรียนรู้ใหม่มีความเหมือนกันหรือมีความคล้ายคลึงกัน ในเรื่องต่างๆ ดังนี้ (Ormrod, 1995: 377)

- ความคล้ายคลึงกันในด้านเนื้อหา หรือมีเนื้อหาซ้ำซ้อนกัน เช่น เมื่อเรียนวิชา คณิตศาสตร์มาก่อนแล้วมาเรียนวิชาฟิสิกส์ โดยทั้ง 2 วิชานี้มีเนื้อหาซ้ำซ้อนกัน จะมีการถ่ายโยง การเรียนรู้เกิดขึ้นได้ ซึ่งเรียกการถ่ายโยงการเรียนรู้นี้ว่า การถ่ายโยงเฉพาะ (Specific transfer) และเป็นการถ่ายโยงการเรียนรู้ที่ปรากฏให้เห็นอยู่เสมอๆ

- ความคล้ายคลึงกันในด้านเทคนิคหรือวิธีการ เช่น วิธีการที่บุคคลใช้ในการเรียน วิชาประวัติศาสตร์แล้วได้ผลดี คืออ่านบททวนสม่ำเสมอ ทำสมุดโน้ตย่อ ตั้งคำถามขึ้นมาซักถาม กันในกลุ่มเพื่อน ก็อาจนำวิธีการดังกล่าวข้างต้น ไปใช้ในการเรียนวิชาจิตวิทยาหรือถ่ายโยงไปสู่ การเรียนจิตวิทยาได้ แม้ว่าเนื้อหาของวิชาประวัติศาสตร์กับวิชาจิตวิทยาจะไม่คล้ายคลึงกัน หรือไม่ซ้ำซ้อนกัน เรียกการถ่ายโยงการเรียนรู้นี้ว่า การถ่ายโยงทั่วไป (General transfer)

ปัจจัยที่เกี่ยวกับความคล้ายคลึงกันที่มีผลต่อการถ่ายโยงการเรียนรู้ดังกล่าว ข้างต้นนี้ มีการค้นพบมาตั้งแต่ศตวรรษที่ 20 แล้ว (Slavin, 1994: 247)

3) ปัจจัยที่เกี่ยวกับการจูงใจและการเสริมแรง เมื่อต้องการให้ผู้เรียนมีการถ่ายโยง การเรียนรู้เกิดขึ้น ควรมีการจูงใจและการเสริมแรงให้กับผู้เรียนด้วย ซึ่งอาจทำได้ดังนี้

- ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และเข้าใจหลักการต่างๆไปของสิ่งที่เรียนได้ง่าย และเข้าใจ อย่างแจ่มแจ้ง

- แสดงให้ผู้เรียนได้เห็นประโยชน์ รวมทั้งโอกาสในการประยุกต์ใช้ความรู้ และ ทักษะที่ได้รับการฝึกฝนมาสำหรับการเรียนรู้ในสถานการณ์ใหม่ที่ซับซ้อนกว่าได้ด้วย

- ให้การเสริมแรงด้วยการชื่นชม หรือการให้รางวัลเมื่อผู้เรียนสามารถนำความรู้ ที่เรียนไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้หรือการแก้ปัญหาอื่นๆ ได้

5.7 การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้

ตามที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น การถ่ายโยงการเรียนรู้ เป็นการประยุกต์ใช้ความรู้ที่เรียนมาแล้วได้ โดยที่ผู้เรียนต้องได้รับการฝึกหัด ฝึกฝน เกี่ยวกับความรู้ หรือกลวิธีต่างๆอย่างเชี่ยวชาญ เพื่อให้สามารถนำสิ่งที่ได้เรียนนั้น มาประยุกต์ใช้หรือเรียนรู้สิ่งใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิมได้อย่างมีประสิทธิภาพ การสอนการถ่ายโยงจึงเป็นการสอนให้ผู้เรียนได้ประยุกต์ใช้สิ่งที่เรียนอย่างเชี่ยวชาญ ทั้งนี้ วิททริอค (Witrock, 1991) กล่าวว่า การถ่ายโยงการเรียนรู้เกิดขึ้น เมื่อเราสอนให้ผู้เรียนทราบกระบวนการคิดของพวกเขา ในการวางแผนกระบวนการคิดเพื่อที่จะเรียบเรียง หรือจัดลำดับ ในการเข้าใจสารและสัมพันธ์สารนั้นกับวิชาต่างๆที่เรียนในโรงเรียน และในชีวิตประจำวัน

นักการศึกษาได้เสนอแนวคิดในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ดังนี้

คลอสไมล์เออร์ (Klausmier, 1985) ได้เสนอแนวคิดในการสอนการถ่ายโยงการเรียนรู้สามารถทำได้ดังนี้

1) ส่งเสริมสนับสนุนให้มีการจำได้ ซึ่งควรกระทำก่อนเริ่มการเรียนรู้ หรือให้ลำดับการเรียนรู้ ซึ่งสามารถทำได้โดยบอกให้ผู้เรียนทราบว่าทำไมเขาถึงต้องพยายามจำ โดยการชี้ให้เห็นว่าจะมีอะไรเกิดขึ้นเมื่อสิ้นสุดกระบวนการเรียนรู้แล้ว เช่น ครูอาจชี้ให้เห็นความสำคัญของ สิ่งที่จะเรียนหรือชี้แนะว่าควรจะทำอะไรบางอย่างที่ผู้เรียนอาจจะต้องนำไปใช้ปฏิบัติจริงในสถานการณ์จริงนอกโรงเรียน หรือการอภิปรายด้วยเหตุผลกับผู้เรียนสำหรับการพยายามจำได้ แล้วให้สอนกลวิธีสำหรับการเรียนรู้และการจำได้ดี

2) ทำให้การเรียนรู้ครั้งแรกมีความหมายและยั่งยืน ซึ่งถ้าทำให้มีความหมายจะสามารถนำข้อมูลจากหน่วยความจำมาใช้ได้ดีกว่า สามารถทำได้โดย การเลือกผลลัพธ์การเรียนรู้ที่มีความหมายที่สุด เช่น ให้โอกาสเขาได้เรียนรู้ เนื้อหาสาระที่เป็นเรื่องจริง หรือให้เกิดความเข้าใจในเรื่องที่เรียน และการประยุกต์ใช้มนมิต และสามารถทำได้โดยการลำดับเนื้อหาสาระที่มีเป็นจำนวนมากออกเป็นหน่วยเล็กๆ โดยผู้เรียนควรมีความก้าวหน้าในการเรียนรู้ในหน่วยหนึ่งๆหรือมากกว่าในการเรียนรู้ของแต่ละเรื่อง ทำยสุดผู้เรียนสามารถสัมพันธ์องค์ประกอบที่หลากหลายของสิ่งใหม่กับสิ่งที่ได้รู้มาแล้วได้แก่การระบุมนมิตที่สำคัญ หลักการหรือกระบวนการ แล้วเชื่อมโยงรายละเอียดและเนื้อหาสาระต่างๆเข้าด้วยกัน

3) ช่วยให้ผู้เรียนได้นำกลวิธีกลับมาใช้อีกเรื่อยๆ บางครั้งผู้เรียนไม่สามารถนึกออกได้ทันที กลวิธีที่เป็นที่ต้องการที่จะค้นหาหน่วยความจำระยะยาวไปสู่การระบุนมิตก็คือการสอนกลวิธี

ให้แก่ผู้เรียน ซึ่งได้แก่กลวิธีในการสัมพันธ์ความหมายกับตัวอักษร เพื่อเป็นเครื่องมือในการจดจำชื่อ และกลวิธีในการจำบริบทที่คล้ายกับบริบทที่เกิดการเรียนรู้ในครั้งแรก ส่วนกลวิธีสุดท้ายได้แก่การพยายามระลึกถึงสถานการณ์ของการเรียนรู้ในครั้งแรก เพื่อระบุตัวช่วยในการค้นหา เพื่อให้เข้าถึงสิ่งที่เรียนรู้แล้วนั้น

4) จัดให้มีการถ่ายโยงการเรียนรู้ เนื่องจากการเรียนรู้ที่ผ่านมาแล้ว เป็นผลต่อการเรียนรู้ในอีกสถานการณ์หนึ่ง ดังนั้นผู้สอนต้องสอนการประยุกต์ใช้ความรู้ให้แก่ผู้เรียน โดยการถ่ายโยงการเรียนรู้จะเกิดได้ในสถานการณ์ที่หลากหลาย ไม่ใช่ในสถานการณ์เดียวหรือเกิดขึ้นซ้ำๆ เพียงอย่างเดียว

สเติร์นเบิร์ก และเวนดี้ (Sternberg and Wendy, 2002) กล่าวว่าการสอนให้ผู้เรียนได้บรรลุถึงการถ่ายโยงที่มีความหมาย (Meaningful transfer) นั้นสามารถทำได้ดังนี้

1) Meaningfulness เป็นการสอนที่เน้นการยึดติดในสิ่งที่ผู้เรียนมีความรู้เดิม และใช้บ่อยๆ นอกจากนี้ผู้เรียนควรทราบว่าการถ่ายโยง จะเป็นกุญแจสำคัญที่ทำให้ประสบผลสำเร็จในการเรียนรู้

2) Encoding specificity เป็นการสอนที่แสดงให้เห็นว่าจะประยุกต์ความรู้ในบริบทที่หลากหลายได้อย่างไร แล้วเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติ การประยุกต์ใช้เพียงพอ

3) Organization เป็นการสอนให้ผู้เรียนได้ฝึกการลำดับข้อมูลที่ได้เรียน จากการเรียนรู้ในครั้งแรก ทั้งนี้การฝึกถ่ายโยงข้อมูลจากสถานการณ์หนึ่งไปยังอีกสถานการณ์หนึ่ง จะเกิดขึ้นได้เมื่อนำผลการเรียนรู้เกี่ยวกับวิธีการลำดับข้อมูลครั้งแรกนั้นมาใช้อีกครั้งหนึ่งได้ เช่นในการสอนเขียนที่ผู้สอนสามารถช่วยผู้เรียนได้ ด้วยการนำเสนอข้อมูลที่มีความต่อเนื่องกันเชิงเหตุผล เช่น เรื่องกรอกรเขียน และการแสดงให้ผู้เรียนเห็นอย่างชัดเจนว่า ใจความสำคัญอยู่ที่ใด และจะเขียนรายละเอียดให้สัมพันธ์กับใจความสำคัญนั้นทำได้อย่างไร เมื่อผู้เรียนต้องสร้างงานเขียนเอง ผู้เรียนก็จะเกิดการถ่ายโยงวิธีการนี้มาใช้ได้เป็นต้น

4) Discrimination ผู้สอนสามารถช่วยผู้เรียนได้ด้วยการวางเป้าหมายในการถ่ายโยงพร้อมกับระบุอย่างเปิดเผย เกี่ยวกับประเภทของสถานการณ์ของสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปแล้วนั้น สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้หรือไม่ และในขณะเดียวกัน ต้องให้ผู้เรียนทราบว่าสถานการณ์ใดที่สัมพันธ์และไม่สัมพันธ์กับสิ่งที่เรียนรู้ไปแล้ว

ออมรอต (Ormrod, 1998) ได้กล่าวถึง การสอนที่ส่งเสริมให้เกิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ ควรประกอบด้วย

- 1) การจัดปริมาณเวลาของการสอนและเนื้อหาให้เพียงพอ โดยเรียนน้อยแต่เรียนเชิงลึก และในเวลาที่ยังพอ
- 2) การเรียนรู้ที่มีความหมาย โดยผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้ที่มีมาก่อนกับสิ่งที่เรียนรู้ใหม่
- 3) การเรียนรู้หลักการ โดยผู้เรียนนำหลักการที่เรียนรู้แล้วไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้
- 4) ความหลากหลายของตัวอย่างและโอกาสในการปฏิบัติ โดยความรู้จากหลายๆบริบท จะทำให้ผู้เรียนเก็บกักความรู้ เข้าสู่การเชื่อมต่อกับความรู้ในบริบทต่างๆที่มีอยู่ และสามารถนำมาใช้ได้ต่อไปในอนาคต
- 5) ความเข้มของความสัมพันธ์กันระหว่างสองสถานการณ์ ยิ่งคล้ายคลึงกันมากเท่าไร ก็ยิ่งเกิดการถ่ายโยงได้มากขึ้นเท่านั้น
- 6) ระยะเวลาระหว่างสองสถานการณ์ ยิ่งฝึกใกล้ชิดติดต่อกันได้มาก ก็ยิ่งเกิดการถ่ายโยงได้มาก
- 7) การสัมพันธ์การสอนในหลายๆบริบท เพื่อการนำสิ่งที่เรียนรู้ไปใช้ข้ามศาสตร์สาขาวิชาต่างๆ

เอคเกน และคอคคัช (Eggen and Kauchak, 1999) เสนอแนะการสอนที่ส่งเสริมการถ่ายโยงการเรียนรู้ไว้ดังนี้

- 1) จัดให้มีตัวอย่างประกอบการเรียนการสอนในอัตราที่กว้างขวาง ครอบคลุม และการประยุกต์สำหรับเนื้อหาที่สอน
- 2) วางแผนการนำเสนอที่จัดเตรียมข้อมูลที่เป็นที่ต้องการของผู้เรียนสำหรับการทำความเข้าใจหัวข้อที่ผู้เรียนได้เรียนรู้
- 3) ดึงข้อมูลในบริบทที่มีความหมาย เช่นครูสอนนักเรียนเกรด 5 แล้วเลือกตัวอย่างงานเขียนของนักเรียนประกอบการสอนกฎไวยากรณ์และเครื่องหมายวรรคตอน โดยครูลอกลง overhead แล้วใช้ตัวอย่างเหล่านั้นเป็นพื้นฐานสำหรับการสอน
- 4) ทบทวนเป็นประจำเพื่อให้เกิดความคิดแกร่ง (Strengthen ideas) อยู่เสมอและเพื่อจัดเตรียมการฝึกปฏิบัติกับการประยุกต์ทั้งหลายที่กว้างออกไป เช่น ครูสอนสังคมให้นักเรียนเกรด 4 และต่อด้วยการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนด้วยคำถามว่า นักเรียนได้เรียนรู้อะไรไปบ้างในหน่วยการเรียนนี้ เป็นต้น

อารี พันธุ์มีถึ (2538: 175-177) ได้เสนอแนวทางการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1) การสัมพันธ์กับวิชาอื่นๆ ในการสอนครูควรเน้นและแสดงให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์เกี่ยวโยงของวิชาต่างๆไว้ด้วยกัน

2) ความเข้าใจกฎเกณฑ์ของวิชาต่างๆ ในการสอน ครูไม่ควรเน้นให้นักเรียนท่องจำเนื้อหาเพียงอย่างเดียว แต่ต้องให้นักเรียนเข้าใจหลักการ วิธีการของสิ่งที่เรียน และสรุปเป็นกฎเกณฑ์เพื่อนำไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆได้ การสอนเพื่อให้เกิดความเข้าใจอย่างแท้จริง ครูต้องใช้วิธียกตัวอย่างประกอบ จัดกิจกรรม บทบาทสมมติ หรือการสร้างสถานการณ์จำลองเป็นต้น

3) ประสบการณ์กว้างขวางในการสอนวิชาต่างๆ ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนได้มีประสบการณ์กว้างขวางและหลายรูปแบบทั้งการเรียนด้วยตนเองศึกษาค้นคว้า ฝึกปฏิบัติ ศึกษาสถานที่เป็นต้น เพราะประสบการณ์จริงที่กว้างขวางและมากรูปแบบจะช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจจริงจนสามารถสรุปเป็นหลักการ วิธีการได้

4) เชาวน์ปัญญาของนักเรียน ครูควรคำนึงถึงสติปัญญาของนักเรียนด้วยว่ามีความแตกต่างระหว่างบุคคล นักเรียนบางคนอาจเรียนรู้ได้เร็ว บางคนอาจเรียนรู้ได้ช้า ทั้งนี้ครูจะต้องยอมรับลักษณะของนักเรียน และสามารถจัดกิจกรรมเพื่อสนองต่อความต้องการของเด็กได้

5) ทักษะ และอุดมคติของนักเรียน ครูต้องตระหนัก และส่งเสริมนักเรียนในด้านต่างๆ ให้ทั่วถึงเช่น ทางด้านจิตใจ ความรู้สึก จึงควรส่งเสริมให้มีการพัฒนาทัศนคติ และอุดมคติ เพราะทัศนคติ และอุดมคติจะมีผลต่อการเรียนรู้และการทำงานของนักเรียน

6) การฝึกตนเอง ครูต้องให้นักเรียนฝึกตนเองหลังจากที่ได้เรียนรู้มาแล้ว เพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะ ความชำนาญ และพัฒนาความสามารถให้สูงขึ้น

7) สถานการณ์จำลองในการสอน ครูต้องจัดสถานการณ์การเรียนรู้อในห้องเรียนให้สอดคล้องกับสภาพนอกห้องเรียน เช่นการฝึกพูดหน้าชั้น การเล่นเกม การเลือกตั้ง เพื่อให้ นักเรียนได้มีประสบการณ์ตรง

8) ความรู้พื้นฐานของนักเรียน ครูควรสอนเป็นลำดับขั้นจากง่ายไปหายาก จากสิ่งที่อยู่ใกล้ตัวไปสู่สิ่งที่อยู่ไกลตัว จากทักษะเบื้องต้นไปสู่ทักษะที่สูงขึ้น และควรให้ความต่อเนื่องในการเรียนรู้ด้วย

สุรางค์ ไคว้ตระกูล (2544: 266-277) ได้เสนอแนวทางที่จะสอนให้ผู้เรียนเกิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1) ชี้ให้ผู้เรียนทราบถึงสิ่งที่ผู้เรียนจะนำไปใช้ได้ในอนาคต และควรให้โอกาสฝึกหัดจนจำได้ เช่น การสอนการคูณจำนวน ควรจะให้ผู้เรียนท่องสูตรคูณจนจำได้ จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถถ่ายโยงได้

2) สอนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย หรือผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งที่เรียนรู้ใหม่กับสิ่งที่มีอยู่ในโครงสร้างปัญญา ซึ่งอาจใช้วิธีการเสนอแนวคตินำ (Advance organizer) ของออสเชเบล หรือการใช้ผังความคิดรวบยอด (Cognitive mapping)

3) ใช้ยุทธศาสตร์การสอนที่จะช่วยให้เกิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ เช่น ยุทธศาสตร์การเรียนรู้ด้วยการค้นพบทั้งแบบที่มีโครงสร้าง และการค้นพบที่มีการแนะนำของบรูเนอร์ ยุทธศาสตร์การเรียนรู้ด้วยการสังเกตของแบนดูรา ยุทธศาสตร์ในการคิด ทั้งการคิดแบบวิจารณ์ญาณ และคิดแก้ปัญหา การใช้ปาฐกถาให้ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการถ่ายโยง เช่น ประโยชน์ของการถ่ายโยง ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการถ่ายโยง และการให้โอกาสผู้เรียนฝึกหัด

4) สอนสิ่งที่ผู้เรียนจะนำไปใช้ประโยชน์ได้โดยตรง เช่น ถ้าต้องการให้ผู้เรียนใช้พิมพ์ดีดเป็นเมื่อออกจากโรงเรียน ก็ควรมีการสอนพิมพ์ดีดในโรงเรียน

5) สอนหลักการ วิธีการดำเนินการ ทักษะ และวิธีการแก้ปัญหาที่ผู้เรียนจะสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ เช่น การสอนวิธีการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยเริ่มต้นจากการให้คำจำกัดความของปัญหาว่าคืออะไร และตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับสาเหตุของปัญหา และหาข้อมูลมาเพื่อพิสูจน์หรือปฏิเสธสมมติฐานที่ตั้งไว้

6) จัดสภาพการณ์ในโรงเรียนให้คล้ายคลึงกับชีวิตจริงที่ผู้เรียนจะไปประสบนอกโรงเรียน ตัวอย่างเช่น ถ้าต้องการให้ผู้เรียนรู้จักการทำงานเป็นกลุ่ม รู้จักรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ก็ควรมีการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่ม มีการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น แม้ว่าผู้เรียนจะไม่เห็นด้วยก็ตาม

7) จัดให้ผู้เรียนมีโอกาสฝึกหัดงานที่จะต้องออกไปทำงานจริงๆ จนมีความแน่ใจว่าทำได้ เช่น ในการฝึกนักบินจะต้องฝึกการขึ้นลงจากสภาพการณ์จำลอง และสนามฝึกจนกระทั่งทำได้แล้วจึงฝึกบินโดยใช้สนามอื่นในการขึ้นลง

8) สอนให้ผู้เรียนเข้าใจหลักเกณฑ์หรือความคิดรวบยอด และควรจะให้โอกาสผู้เรียนได้เห็นตัวอย่างหลายๆตัวอย่าง เช่น การสอนเรื่องชุมชนควรจะยกตัวอย่างเกี่ยวกับการอยู่ร่วมกัน และหน้าที่หรือบทบาทของสมาชิกของชุมชนนั้นๆรวมทั้งการอยู่ร่วมกันของสัตว์เช่น ผึ้ง มด เป็นต้น

กล่าวโดยสรุป แนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้เป็นการนำนัยทั่วไปที่ได้เรียนรู้แล้วไปใช้ในบริบทต่างไปจากสถานการณ์เดิมที่ได้เรียนรู้ในครั้งแรก ซึ่งจะมีประโยชน์ต่อผู้เรียนในการเชื่อมโยงการเรียนรู้จากบริบทเดิมไปสู่บริบทใหม่ ผู้สอนควรให้ผู้เรียนมีการถ่ายโยงการเรียนรู้ซึ่งอาจทำได้ด้วยวิธีการต่างๆ เช่นการเสนอแนวคิดนำ เพื่อชี้ให้ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งที่เรียนรู้ใหม่กับสิ่งที่มีอยู่ในโครงสร้างปัญญา การใช้ผังความคิดรวบยอด หรือให้ผู้เรียนเห็นตัวอย่างหลายๆตัวอย่าง เป็นต้น

การสอนเพื่อให้เกิดการถ่ายโยงการเรียนรู้นั้นมีกระบวนการและขั้นตอนที่แตกต่างกันตามความเชื่อ ปรัชญา ทฤษฎี จิตวิทยาการเรียนรู้ และงานวิจัยหรืองานศึกษาที่สนับสนุน โดยมีนักการศึกษาได้นำเสนอไว้หลายแนวคิดดังที่กล่าวมาแล้ว อย่างไรก็ตามในการนำแนวคิด ทฤษฎี หรือหลักการมาใช้ เพื่อให้เกิดการถ่ายโยงการเรียนรู้หรือการถ่ายโยงทักษะปฏิบัตินั้น เป้าหมายคือการทำให้ผู้เรียนเกิดการถ่ายโยงเชิงบวก (Positive transfer) เพิ่มขึ้น ในการจัดการเรียนการสอนครูควรเน้นให้เกิดการถ่ายโยงทางบวก ซึ่งเป็นการเรียนรู้เพื่อสามารถนำไปปรับใช้ในสถานการณ์ต่างๆได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นสิ่งที่มีความสำคัญและจำเป็นเพราะนักเรียนจะได้นำความรู้ที่ได้รับไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน การทำให้เกิดการถ่ายโยงการเรียนรู้เชิงบวกซึ่งมีอยู่หลายวิธี อาทิ

- 1) จัดกิจกรรมหรืองานในการเรียนให้มีความเหมือนกับหลายๆ ส่วนของงานจริง
- 2) ชี้ให้เห็นความเหมือนและความแตกต่างระหว่างกิจกรรมหรืองานในห้องเรียนกับสถานการณ์ภายนอก
- 3) สอนให้ผู้รู้จักการถ่ายโยงแบบทั่วไป (General transfer) ที่ไม่เจาะจง ซึ่งเป็นการให้หลักของการเรียนรู้เพื่อรู้วิธีเรียน (Learning how to learn)
- 4) จัดหาหรือการปฏิบัติการต่างๆ ให้เพียงพอ
- 5) พัฒนาการสรุปหลักการหรือเกณฑ์ทั่วไป (Generalizations) ที่มีความหมายเพื่อการประยุกต์ใช้
- 6) ลดการถ่ายโยงทางลบ (Negative transfer) ที่จะมาแทรกโดยการสอนให้มีความเหมือนกับสถานการณ์ที่จะพบในสถานการณ์นอกห้องเรียนให้มากที่สุด
- 7) คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลต่อความสามารถในการถ่ายโยงเชิงบวก (Positive transfer ability) ทั้งอายุ ความสามารถทางสมอง และแรงจูงใจ

จากที่กล่าวมาทั้งหมดสามารถสรุปหลักการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ดังนี้

- 1) การสร้างสถานการณ์หรือสภาพปัญหาเพื่อกระตุ้นให้เกิดการปรับเปลี่ยนหรือสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญาให้เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละคน ทำให้ผู้เรียนมีพัฒนาการในการเรียนรู้ตามหลักความแตกต่างระหว่างบุคคล
- 2) การให้ผู้เรียนเรียนรู้จากตัวอย่าง หรือสถานการณ์ที่มีองค์ประกอบคล้ายคลึงกับที่เคยเรียนรู้แล้ว จะทำให้ผู้เรียนเห็นกลวิธีในการแก้ปัญหาที่รวดเร็วขึ้น
- 3) การสอนให้นักเรียนมีความเข้าใจในหลักการอย่างถ่องแท้ จะทำให้การเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย

5.8 คณิตศาสตร์กับการถ่ายโยงการเรียนรู้

ตามที่ได้กล่าวมาแล้วว่าการถ่ายโยงการเรียนรู้ เป็นการนำความรู้ที่ได้เรียนแล้วจากสถานการณ์หนึ่งไปประยุกต์ใช้กับอีกสถานการณ์หนึ่ง หรือสถานการณ์อื่น ที่มีบริบทเหมือนกัน และแตกต่างกันได้ ซึ่งเป็นเป้าหมายสำคัญสูงสุดของการจัดการเรียนการสอน ซึ่งการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ก็เช่นกัน มีเป้าหมายสูงสุดคือ นักเรียนสามารถนำความรู้ที่เรียนแล้วไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ ได้ทั้งในบริบทที่คล้ายคลึงกันและแตกต่างกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ และการถ่ายโยงการเรียนรู้จึงมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกัน

5.8.1 การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้มีหลักการดังนี้

- 1) ระบุวัตถุประสงค์ให้ชัดเจนว่าอะไรคือสิ่งที่ผู้เรียนสามารถทำได้หรือเป็นผลมาจากการปฏิบัติงาน
- 2) ศึกษาเนื้อหา และการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียน ว่าความรู้เรื่องอะไรที่จะสามารถนำไป ปรับประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ และสัมพันธ์อย่างไรกับเนื้อหาที่ได้เรียนรู้
- 3) ส่งเสริมการเชื่อมโยงหรือสัมพันธ์ความรู้เก่ากับสิ่งที่เรียนรู้ใหม่ จนสามารถสังเคราะห์หรือสรุปความรู้ที่ได้รับ และเลือกวัสดุการสอนให้เหมาะสมในการสร้างงานให้สัมพันธ์กับเนื้อหาที่เรียนรู้
- 4) ให้ผู้เรียนรู้ด้วยว่าจุดใดเป็นสิ่งที่คาดหวังให้เกิดขึ้นในการถ่ายโยงการเรียนรู้ โดยบอกถึงวัตถุประสงค์ และประโยชน์ที่จะมีต่อผู้เรียน

5) ส่งเสริมให้ผู้เรียนสะท้อนการเรียนรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลายโดยการให้เห็นตัวอย่างที่หลากหลาย และซับซ้อนเป็นลำดับ

6) ใช้วิธีการสอนที่หลากหลาย เช่น สอนแบบการแก้ปัญหา สอนแบบอธิบายซักถาม สอนแบบถามนำ เพื่อสนับสนุนการถ่ายโอนการเรียนรู้ โดยมีการฝึกทักษะและกระบวนการใช้ความรู้อยู่เสมอ

7) มีการประเมินผล หรือตรวจสอบการเรียนรู้ของผู้เรียนโดยผ่านกระบวนการแก้ปัญหาภายใต้เงื่อนไขและบริบทที่แตกต่างจากที่ได้เรียนรู้

8) เน้นกระบวนการในการเรียนรู้ โดยไม่เพียงแต่ต้องการแค่คำตอบ แต่ต้องสามารถอธิบายได้ถึงกระบวนการ ขั้นตอน หรือสิ่งที่ทำให้ได้คำตอบนั้นมา โดยเน้นให้ผู้เรียนตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้

และจากการศึกษาพบว่าความสามารถในการถ่ายโอนการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ครอบคลุมความสามารถดังต่อไปนี้

1) การนำมโนทัศน์ การคำนวณ หรือการแก้โจทย์ปัญหาที่นักเรียนเคยประสบไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้ โดยไม่ต้องมีการสร้างมโนทัศน์ การคำนวณ หรือการแก้โจทย์ปัญหาขึ้นใหม่

2) การนำมโนทัศน์ การคำนวณ หรือการแก้โจทย์ปัญหาที่นักเรียนเคยประสบไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ โดยมีการสร้างมโนทัศน์ การคำนวณหรือการแก้โจทย์ปัญหาขึ้นใหม่

5.8.2 การถ่ายโอนการเรียนรู้กับการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

5.8.2.1 การถ่ายโอนการเรียนรู้กับการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา (Transfer of learning in problem solving)

การถ่ายโอนการเรียนรู้กับการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา มีความสัมพันธ์กันเนื่องจาก ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำเป็นต้องอาศัย ความรู้ ความเข้าใจเดิม (Prior knowledge) ในเรื่องของหลักการและกฎเกณฑ์ทั่วไป ที่ใช้ในการสรุปอ้างอิงซึ่งสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ทั่วไปได้สอดคล้องกับคำกล่าวของ ซิลเวอร์ (Silver cited in Reed, 1988: 278) ที่ว่า ผู้ที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาลึก จะจัดกลุ่มปัญหาด้วยหลักโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ แต่ผู้ที่มีความสามารถในการแก้ปัญหตื้นมักจะจัดกลุ่มปัญหาตามเรื่องราวของปัญหา ผู้เชี่ยวชาญ

การแก้ปัญหาจะวิเคราะห์ปัญหาบนหลักการพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง หรือที่มีโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ คล้ายคลึงกัน

การถ่ายโยงการเรียนรู้จึงเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ จะเกิดขึ้นบ่อยในคณิตศาสตร์ เนื่องจากการแก้ปัญหาใหม่จะต้องใช้โครงสร้างของความรู้เดิมที่เคย เรียนรู้มา และจะเกิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ขึ้นบ่อย เพราะว่าการแก้ปัญหาใดปัญหาหนึ่งอาจ ต้องใช้แนวทางการแก้ปัญหาที่ได้เรียนรู้มาก่อน อาจกล่าวได้ว่าการถ่ายโยงการเรียนรู้เป็นการ ประยุกต์ใช้ความรู้ และเป็นหัวใจของ กระบวนการแก้ปัญหา ที่ประสบผลสำเร็จ โดยผู้สอน จะต้องดำเนินการให้ผู้เรียนได้กระตุ้นความรู้ที่มีอยู่ ให้นำมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพใน สถานการณ์ต่างๆที่หลากหลาย เพื่อให้เกิดกระบวนการเชิงปฏิสัมพันธ์ที่ไม่หยุดนิ่ง อันจะส่งผลให้ ผู้เรียนสามารถถ่ายโยงความรู้เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆได้อย่างเหมาะสม

5.8.2.2 การถ่ายโยงการเรียนรู้กับการพัฒนาทักษะและกระบวนการทาง คณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผล (Transfer of learning in reasoning)

การถ่ายโยงการเรียนรู้กับการพัฒนาทักษะและกระบวนการทาง คณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผล มีความสัมพันธ์กันเนื่องจาก ความสามารถในการให้เหตุผลทาง คณิตศาสตร์ เป็นเรื่องของกรนำนัยทั่วไป หลักการ หรือกฎเกณฑ์ทั่วไป ไปใช้ในการสรุปอ้างอิง และนำไปใช้ในการให้เหตุผลในสถานการณ์ทั่วไป ความสามารถของผู้เรียนในการให้เหตุผลจะ เกิดขึ้นถ้าผู้เรียนสามารถถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ดี

5.8.2.3 การถ่ายโยงการเรียนรู้กับการพัฒนาทักษะและกระบวนการทาง คณิตศาสตร์ด้านการเชื่อมโยง (Transfer of learning in connection)

การถ่ายโยงการเรียนรู้กับการพัฒนาทักษะและกระบวนการทาง คณิตศาสตร์ด้านการเชื่อมโยง มีความสัมพันธ์กัน เนื่องจากความสามารถในการเชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์ จำเป็นต้องอาศัย การผสมผสาน ความรู้ ประสบการณ์เดิม (Prior knowledge) หรือ ปัญหาที่เคยเรียน มาสัมพันธ์กับความรู้ ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ตนเองพบ ซึ่งเป็นเครื่องมือ สำคัญที่จะนำไปสู่การตัดสินใจแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม ความสามารถของผู้เรียนในการ เชื่อมโยงจะเกิดขึ้นถ้าผู้เรียนสามารถถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ดี

จากที่กล่าวมาทั้งหมดพอสรุปได้ว่า การถ่ายโยงการเรียนรู้ มีความสำคัญต่อการ เรียนการสอนคณิตศาสตร์ เนื่องจากเป็นกระบวนการสำคัญที่ใช้ในการตรวจสอบประสิทธิภาพการ เรียนรู้ของผู้เรียน ว่าผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในการเรียนคณิตศาสตร์เพียงพอที่จะสามารถนำ

ความรู้ที่ได้เรียนไปแล้วไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ตลอดจนเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งใหม่ได้หรือไม่ ซึ่งถือว่าเป็นจุดมุ่งหมายสูงสุดต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ นั่นคือการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ จะเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้ผู้เรียนสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ทำให้เกิดการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เกิดขึ้นกับผู้เรียน และอาจสรุปได้ว่าทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นระหว่างที่มีการถ่ายโยงการเรียนรู้เกิดขึ้น

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

6.1 งานวิจัยในประเทศ

วันชัย กิติศรีวรพันธุ์ (2526: 36) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบการถ่ายโยงการเรียนรู้ ระหว่างการเรียนรู้ฟิสิกส์แวนเดอร์วอลเลย์ ที่มีต่อการเรียนฟิสิกส์กับการเรียนรู้ฟิสิกส์แวนเดอร์วอลเลย์ที่มีต่อการเรียนฟิสิกส์แวนเดอร์วอลเลย์ในกีฬาเทนนิส ผลการศึกษาพบว่า 1) เปอร์เซ็นต์การถ่ายโยงการเรียนรู้ระหว่างฟิสิกส์แวนเดอร์วอลเลย์ไปยังฟิสิกส์ มี ค่าเท่ากับ 15.29 , 3.72 , และ 8.62 เปอร์เซ็นต์ และฟิสิกส์ไปยังฟิสิกส์ วอลเลย์ มีค่าเท่ากับ 24.36 , 5.80 และ 4.77 เปอร์เซ็นต์ 2) การเริ่มต้นเรียนด้วยฟิสิกส์แวนเดอร์วอลเลย์กับการเริ่มต้นเรียนด้วยฟิสิกส์มีผลต่อความสามารถในการตีฟิสิกส์และฟิสิกส์แวนเดอร์วอลเลย์ ไม่แตกต่างกัน

อนุชา เงินแพทย์ (2534: 32) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบการถ่ายโยงการเรียนรู้ ระหว่างการเรียนเทเบิลเทนนิสที่มีต่อการเรียนเทนนิสกับการเรียนแบดมินตันที่มีต่อการเรียนเทนนิส กลุ่มที่ 1 เรียน เทเบิลเทนนิสก่อนเรียนเทนนิส กลุ่มที่ 2 เรียนแบดมินตันก่อนเรียนเทนนิส ผลการศึกษาพบว่า 1) การถ่ายโยงการเรียนรู้หลักการเทนนิสของกลุ่มที่เรียนเทเบิลเทนนิสก่อนการเรียนเทนนิส กับกลุ่ม ที่เรียนแบดมินตันก่อนการเรียนเทนนิส ภายหลังการฝึกไม่แตกต่างกัน 2) การถ่ายโยงการเรียนรู้ทักษะเทนนิสของกลุ่มที่เรียนเทเบิลเทนนิสก่อนการเรียนเทนนิสกับกลุ่มที่เรียนแบดมินตันก่อนการเรียนเทนนิส ภายหลังการฝึกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

ไพจิตร สดวกการ (2538: 139-140) ได้ศึกษาผลของการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิด ของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถ ในการถ่ายโยงการเรียนรู้ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่1 ผลการศึกษา

พบว่า 1) นักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลางที่ได้รับการสอนด้วยกระบวนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนระดับเดียวกันที่ได้รับการสอนตามปกติ ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ.01 แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในนักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงและต่ำ 2) นักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงปานกลาง และต่ำที่ได้รับการสอนด้วยกระบวนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์มีความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ สูงกว่านักเรียนระดับเดียวกันที่ได้รับการสอนตามปกติที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 , .001 และ .05 ตามลำดับ

โฆเซิต จตุรัสวัฒนากุล (2543: 98-99) ได้ศึกษาผลของการเรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการสอนเป็นกลุ่มที่ช่วยเหลือเป็นรายบุคคลที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีระดับความสามารถต่างกัน กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร จำนวน 78 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองที่เรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการสอนเป็น กลุ่มที่ช่วยเหลือเป็นรายบุคคลจำนวน 39 คน และกลุ่มควบคุมที่เรียนตามปกติจำนวน 39 คน ผลการศึกษาพบว่านักเรียนทุกระดับความสามารถที่เรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการสอนเป็นกลุ่มที่ช่วยเหลือเป็นรายบุคคล มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียน ทุกระดับความสามารถที่เรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการสอนเป็นกลุ่ม ที่ช่วยเหลือเป็นรายบุคคล มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนในระดับเดียวกันที่เรียนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนที่เรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการสอนเป็นกลุ่มที่ช่วยเหลือเป็นรายบุคคลมีความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนที่เรียนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และหลังการทดลองนักเรียนที่เรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการสอนเป็นกลุ่มที่ช่วยเหลือเป็นรายบุคคลมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกันระหว่างนักเรียนระดับความสามารถทางการเรียน ปานกลางกับต่ำ แต่มีความแตกต่างระหว่างนักเรียนระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกับปานกลาง และสูงกับต่ำ

ปรัชญานันท์ นิลสุข (2544: 129-130) ได้ศึกษาผลของการเชื่อมโยงและรูปแบบเว็บเพจในการเรียน การสอนด้วยเว็บที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การแก้ปัญหา และการถ่ายโยงการเรียนรู้ของนักศึกษาที่มีกระบวนการเรียนรู้ต่างกัน โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ 2 แบบ ได้แก่ กระบวนการเรียนรู้แบบลึก และกระบวนการเรียนรู้แบบตื้น และใช้รูปแบบเว็บเพจ 2 แบบ คือ

เว็บเพจแบบลำดับ และเว็บเพจแบบแถบเลื่อน กลุ่มตัวอย่างได้แก่นักศึกษาชั้นปีที่ 1 สาขาวิชา คอมพิวเตอร์สถาบันราชภัฏ จำนวน 120 คน แบ่ง เป็น 8 กลุ่มๆ ละ 15 คน นักศึกษาที่มี ภาระงานการเรียนรู้แบบต้นและแบบลึก เรียนจากการเรียนการสอนด้วยเว็บ 4 แบบคือรูปแบบเว็บ เพจแบบลำดับที่มีการเชื่อมโยงน้อย รูปแบบเว็บเพจแบบลำดับที่มีการเชื่อมโยงมาก รูปแบบ เว็บเพจแบบแถบเลื่อน ที่มีการเชื่อมโยงน้อย และรูปแบบเว็บเพจแบบแถบเลื่อนที่มีการเชื่อมโยง มาก ผลการศึกษาพบว่านักศึกษาที่เรียนจากรูปแบบเว็บเพจที่มีการเชื่อมโยงมากมีผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนสูงกว่านักศึกษาที่เรียนจากรูปแบบเว็บเพจที่มีการเชื่อมโยงน้อยอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ .05 นักศึกษาที่มีภาระงานการเรียนรู้แบบต้นเรียนจากรูปแบบเว็บเพจแบบลำดับที่มี การเชื่อมโยงน้อย มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักศึกษากลุ่มที่มีภาระงานการเรียนรู้ลึกเรียน จากรูปแบบเว็บเพจแบบลำดับที่มีการเชื่อมโยงมากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ยังพบปฏิสัมพันธ์ระหว่าง รูปแบบเว็บเพจกับการเชื่อมโยงที่มีผลต่อการถ่ายโยงการ เรียนรู้ ส่วนนักศึกษาที่มีภาระงานการเรียนรู้ ต่างกัน เรียนจากรูปแบบเว็บเพจต่างกันมี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผลการแก้ปัญหาและผลการถ่ายโยงการเรียนรู้ไม่แตกต่างกัน

6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

ดอยล์ (Doyle, 1981:46) ได้ศึกษาผลของการให้แนวคิดนำเพื่อช่วยดูดซับ (subsuming) มโนทัศน์ที่มีผลต่อการเรียนรู้ การถ่ายโยงการเรียนรู้และความคงทนในการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ซ่อมเสริมในวิทยาลัย ผู้วิจัยจับคู่ผู้เรียนตามความสามารถโดยใช้คะแนนเฉลี่ยจาก การสอบกลางภาคแล้วสุ่ม เข้ากลุ่ม ทดลอง 2 กลุ่ม กลุ่มแรก ซึ่งเป็นกลุ่มทดลองได้รับแนวคิดนำ และกลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่ม ควบคุม กลุ่มทดลองได้รับการทดสอบทั้งก่อนและหลังการให้แนวคิดนำ มีการสัมภาษณ์ผู้เรียน จำนวน 15 คน จากทั้งสองกลุ่ม ที่มีความสามารถในระดับสูง ปานกลาง และต่ำ โดยคำถามในการ สัมภาษณ์มี 2 คำถามที่เกี่ยวกับการถ่ายโยงการเรียนรู้ที่ต้องการถาม ผู้เรียนเกี่ยวกับการดูดซับมโนทัศน์ไปใช้ในบริบทใหม่ ผลการศึกษาพบว่า ผู้เรียนในกลุ่มที่ 1 จำนวน 96 คน และผู้เรียนในกลุ่มควบคุม 7 คน มีการดูดซับโดยการเกาะยึดกับมโนทัศน์ แนวคิดนำช่วยในการเรียนรู้มโนทัศน์ในการเรียน คณิตศาสตร์ การดูดซับเอื้อต่อการเรียนรู้ การถ่ายโยงการเรียนรู้และความคงทนในการเรียนรู้ และแนวคิดนำ ช่วยในการสอนการถ่ายโยง การเรียนรู้

ดายเลอร์ (Dyer, 1985: 52) ได้ศึกษาผลของการใช้แผนที่นำการอ่านที่มีต่อความ เข้าใจและการถ่ายโยงการเรียนรู้ ผู้วิจัยใช้ระยะเวลาในการศึกษา 4 สัปดาห์ ตัวอย่างประชากร

เป็นนักเรียน เกรด 8 จำนวน 80 คน สุ่ม เข้ากลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 ทำกิจกรรมแผนที่นำการอ่านซึ่งเน้นที่มโนทัศน์ที่เป็นจุดสำคัญของเรื่อง กลุ่มที่ 2 ทำกิจกรรมแผนที่นำการอ่านที่เน้นมโนทัศน์ที่ไม่สัมพันธ์กับเรื่องที่อ่าน และกลุ่มที่ 3 ซึ่งเป็นกลุ่มควบคุมไม่ได้รับการฝึกนำการอ่าน แต่ได้ฟังหัวข้อที่ครูเป็นผู้อธิบายแล้วจึงอ่านเรื่อง กลุ่มทดลองทั้ง 3 กลุ่ม ได้รับการทดสอบจากแบบทดสอบ ความเข้าใจฉบับเดียวกัน หลังจากการอ่านเรื่องในแต่ละเรื่อง ผู้วิจัยทดสอบผลของการสอนโดยใช้แผนที่นำการอ่านที่มีต่อการถ่ายโยงการเรียนรู้ 1 สัปดาห์หลังจากอ่านเรื่องที่ 4 และทำการทดสอบกับทั้ง 3 กลุ่ม ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มตัวอย่างกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับการฝึกนำการอ่านมีคะแนนเฉลี่ยที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .001 นอกจากนี้ผลงาน ที่มีการถ่ายโยงการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองที่มีการฝึกใช้แผนที่นำการอ่านที่เน้นมโนทัศน์ที่เป็นจุดสำคัญของเรื่องกับกลุ่มทดลองกลุ่มที่ 2 และ 3 มีคะแนนเฉลี่ยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .001 และคะแนนเฉลี่ยของ 2 กลุ่มหลังนี้ไม่แสดงให้เห็นความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ฟรีซ (Freeze, 1987: 18-19) ได้เปรียบเทียบการถ่ายโยงการเรียนรู้ระหว่างกลุ่ม 2 กลุ่ม ใน 3 ประเด็น คือ ความเหมือนของงาน การเปลี่ยนกฎของงาน และวิธีการสอนที่ชัดเจนและไม่ชัดเจนที่มีผลต่อการถ่ายโยงทักษะผ่านการประยุกต์การถ่ายโยงในแนวนอน 4 ลักษณะและในแนวตั้ง 3 ลักษณะ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนจำนวน 20 คน ซึ่งได้รับการจับคู่และแบ่งเข้ากลุ่ม 2 กลุ่ม โดยที่ทั้งสองกลุ่มจะได้รับการสอนกฎของการออกเสียงพยัญชนะทั้ง 6 กฎ เหมือนกันแต่กลุ่มแรกได้รับการสอนกฎที่ไม่เด่นชัดในการฝึกนำการถ่ายโยง (Pre-transfer) โดยมีกลุ่มของคำ 10 คำที่มีการออกเสียงพยัญชนะอย่างถูกต้อง ส่วนกลุ่มที่ 2 จะได้รับการสอนกฎที่ชัดเจนโดยการใช้กลุ่มการฝึกนำการถ่ายโยงที่เหมือนกัน เพื่อเป็นตัวอย่างของกฎ ผลการศึกษาพบว่ามีความคล้ายคลึงกันของกฎมากกว่าความคล้ายคลึงของงานที่เป็นสื่อกลางในการถ่ายโยงการเรียนรู้ สำหรับงานทางวิชาการการสอนกฎด้วยวิธีที่ไม่ชัดเจน (Implicit instruction) จะช่วยปรับปรุงการถ่ายโยงในแนวตั้ง และการเปลี่ยนกฎทั้งหมดในลักษณะที่ไม่ขนานกันจะขัดขวางการถ่ายโยงการเรียนรู้ ผลการศึกษาเหล่านี้แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ต่อรูปแบบมโนทัศน์ทางความรู้ และทางปฏิบัติของกระบวนการถ่ายโยงซึ่งได้ประยุกต์ไปสู่การถ่ายโยงการเรียนรู้ในทางวิชาการ

กริฟฟิน (Griffin, 1989) ได้ดำเนินการศึกษาเรื่องประโยชน์ของการถ่ายโยงการเรียนรู้และการถ่ายโยงกลวิธีการเรียนรู้ในชั้นเรียน กลุ่มตัวอย่างได้แก่ผู้เรียนระดับ 4 จำนวน 33 คน โดยผู้เรียนทั้งหมดถูกแบ่งออกเป็นสองกลุ่มโดยวิธีการจับคู่ ทั้งนี้ผู้เรียนทั้งหมดจะต้องเรียนให้ครบ 10 ตอนเรียน โดยใน 5 ตอนเรียนแรกนั้นกลุ่มที่หนึ่งได้รับการสอนด้วยการใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐาน

พร้อมด้วยการเรียนแบบให้ความร่วมมือกัน (collaborative) ภายใต้เงื่อนไขการเรียนรู้ที่ให้ความช่วยเหลือกันในกลุ่มเพื่อน และเน้นให้มีการสังเกตพฤติกรรมในยุทธศาสตร์ที่ใช้ได้ด้วย ขณะที่กลุ่มที่สอง ได้รับการเรียนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนการสอนแบบที่เคยมีมาแต่ดั้งเดิม ภายใต้เงื่อนไขการเรียนรู้ด้วยตนเองไม่ต้องพึ่งพาใคร สำหรับ 5 ตอนเรียนสุดท้ายกลุ่มต่างๆ เปลี่ยนเงื่อนไข โดยผู้เรียนทุกคนต่างได้รับการแนะนำสั่งสอน (instructed) ในการใช้กลวิธีการเรียนรู้ต่างๆ (Learning strategies) และต่างก็ได้รับตัวอย่างทั่วไปของกลวิธีที่มีและไม่มีประโยชน์ (General examples of useful and non-useful strategies) ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถที่สังเกตได้ (performance) และใช้แบบสังเกตในการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน รวมทั้งได้ออกแบบการวัดการถ่ายโอนการเรียนรู้และยุทธศาสตร์ที่ผู้เรียนใช้ในการเรียนรู้ โดยใช้เครื่องมือเหล่านี้วัดในระยะเริ่มต้นและระยะสิ้นสุดของแต่ละ 5 ตอนเรียน ยกเว้นการสังเกตที่กระทำในทุกๆ ตอนเรียน ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า (1) ผู้เรียนต่างก็สามารถที่จะใช้กลวิธีสำหรับการเรียนรู้ได้ (2) พฤติกรรมเชิงกลวิธีของผู้เรียนต่างได้รับผลเชิงบวกโดยการสอนดังกล่าว และต่างก็ฝึกปฏิบัติในกลวิธีที่ใช้ และ (3) ผู้เรียนต่างก็สามารถที่จะใช้กลวิธีให้เป็นประโยชน์ข้ามสถานการณ์ได้ ซึ่งหมายถึง ผู้เรียนสามารถนำกลวิธีได้เรียนรู้มาไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้ซึ่งเรียกว่าเกิดการถ่ายโอนการเรียนรู้

คอลลินส์ (Collins, 1990) ได้เปรียบเทียบยุทธศาสตร์การเรียนรู้ต่างๆ ว่ายุทธศาสตร์ใดจะเป็นประโยชน์ต่อการถ่ายโอนการเรียนรู้มากที่สุด ผู้วิจัยศึกษาแนวคิดต่างๆ ที่จะช่วยให้เกิดการเรียนรู้ ซึ่งหนึ่งในยุทธศาสตร์เหล่านี้ นั่นคือ ยุทธศาสตร์การเรียนรู้เนื้อหาทั่วไป (Content general learning strategy) โดยผู้วิจัยตั้งสมมุติฐานไว้ว่าการใช้ยุทธศาสตร์การเรียนรู้เนื้อหาทั่วไปจะก่อให้เกิดการถ่ายโอนการเรียนรู้ได้ดีกว่าอีกสองยุทธศาสตร์ ได้แก่ ยุทธศาสตร์การเรียนรู้เนื้อหาเฉพาะแบบที่เกี่ยวข้องกับชิ้นงาน (Related tasks) และแบบที่เกี่ยวข้องกับชิ้นงานน้อย ยุทธศาสตร์การเรียนรู้ ทั้งสองอาศัยวิธีการเข้ารหัสทางการใช้ภาพและทางความหมาย หรืออาจใช้วิธีการเข้ารหัสทางความหมายเพียงวิธีเดียว ผลการศึกษาพบว่ายุทธศาสตร์การเรียนรู้ทั่วไปจะช่วยให้เพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ได้ดีกว่าทั้งสองวิธีในสถานการณ์ต่างๆ ที่ต้องการให้เกิดการถ่ายโอนการเรียนรู้

เดวิด (David, 1992) ได้ศึกษาการอุปมาการถ่ายโอนการเรียนรู้ในการเรียนแบบร่วมมือ ผลการศึกษาพบว่า การเรียนแบบร่วมมือจะให้ผลดีกว่าการเรียนเป็นรายบุคคลในจำนวนของงานที่ทำและการถ่ายโอนการเรียนรู้ที่ซับซ้อน แต่การเรียนเป็นรายบุคคลจะให้ผลดีกว่าการเรียน

แบบร่วมมือในจำนวนของปัญหาที่ถูกถ่ายโยงการเรียนรู้ กลุ่มที่ได้คะแนนสูงกว่าค่าเฉลี่ยจะ
แก้ปัญหาก็เกี่ยวกับการถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ดีกว่ากลุ่มที่ได้คะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ย

แมรี (Marie, N.K., 1995) ได้ศึกษาคุณลักษณะของนักศึกษาที่ทำงานด้านสังคมที่มี
อิทธิพลต่อการถ่ายโยงการเรียนรู้ จากห้องเรียนไปสู่สนามปฏิบัติการ ผลการศึกษาพบว่าการเรียนรู้
เรื่องถ่ายโยงการเรียนรู้สามารถอธิบายได้จาก 5 ตัวแปร คือ 1) ทักษะทางการเรียนและความ
พยายาม 2) ความสามารถทางสติปัญญา 3) ระดับการศึกษา 4) คะแนนเฉลี่ย (GPA) และ 5)
ระดับของงานทางสังคม โดยประสบการณ์และความสามารถทางสติปัญญาจะทำนายทักษะ
และความพยายามของนักเรียน การรับรู้เรื่องการถ่ายโยงการเรียนรู้จะช่วยเพิ่มแรงจูงใจซึ่งวัดได้
โดย ความพยายามในด้านวิชาการ การถ่ายโยงการเรียนรู้ทักษะในการสัมภาษณ์ ทำนายได้จาก
คะแนนเฉลี่ย (GPA) การศึกษานี้ยังพบอีกว่ากระบวนการทางปัญญาเกี่ยวข้องกับการถ่ายโยงการ
เรียนรู้ และความสำเร็จของนักเรียน วิธีการเรียนการสอนควรสัมพันธ์กับเนื้อหาและสภาพแวดล้อม
ของนักเรียน

แมรี (Marie, S.E., 1996) ได้ศึกษาผลของความแตกต่างระหว่างบุคคล การเรียนรู้
แบบค้นพบ และเมตาคอกนิชันที่มีต่อการเรียนรู้ และการปรับเปลี่ยนการถ่ายโยงการเรียนรู้
ซึ่งผลการศึกษาพบว่าความแตกต่างระหว่างบุคคลในด้านความอดทน และความชำนาญมี
อิทธิพลต่อการเรียนรู้ และการถ่ายโยงการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบและการเรียนการ
สอนเมตาคอกนิทีฟ มีอิทธิพลต่อความรู้ทางภาษาและการปรับเปลี่ยนการถ่ายโยงการเรียนรู้

เฮนรี (Henry, 1997) ได้ศึกษาการเรียนรู้เป็นกลุ่มและผลผลิตของการเรียนรู้
เป็นกลุ่ม ผลของการศึกษานี้แสดงค่าสหสัมพันธ์ที่ไม่สูงระหว่างการเรียนรู้เป็นกลุ่ม และความแตก
ต่างของผลผลิตเหล่านี้มาจากปัจจัยที่แตกต่างกันมากมาย การเรียนรู้ส่วนใหญ่ถูกแบ่งปัน
ภายในกลุ่มหรือข้ามหมู่คณะอย่างไม่เป็นทางการ กลไกการถ่ายโยงทำให้การเผยแพร่ความรู้
ข้ามหมู่คณะมีประสิทธิภาพ

ซิทเทิล (Zittle, 2001) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของการใช้ผังมโนทัศน์ที่เน้นการเชื่อมโยง
เป็นเครือข่าย (Web-based concept mapping) ที่มีต่อการถ่ายโยงในเชิงเปรียบเทียบ ผู้วิจัยตั้ง
คำถามการวิจัยไว้ดังนี้ 1) การถ่ายโยงเป็นสิ่งที่หาได้ยากหรือไม่ 2) ความรู้ที่มีอยู่ก่อนเป็นสิ่ง
จำเป็นและเพียงพอที่จะทำให้มีการถ่ายโยงที่แน่นอนหรือไม่ และ 3) สื่อกลางทางการเรียนการ
สอนในรูปแบบเครือข่ายที่เน้นการเติมลงในผังมโนทัศน์ (Fill-in concept map) จะช่วยให้มีการ
ถ่ายโยงในเชิงเปรียบเทียบหรือไม่ ผลการศึกษาพบว่า การถ่ายโยงการเรียนรู้ไม่ได้พบได้ตามปกติ
แต่จะพบเมื่อมีการควบคุมความรู้ที่มีอยู่เดิม ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าผู้เข้าร่วมในการวิจัยกลุ่ม

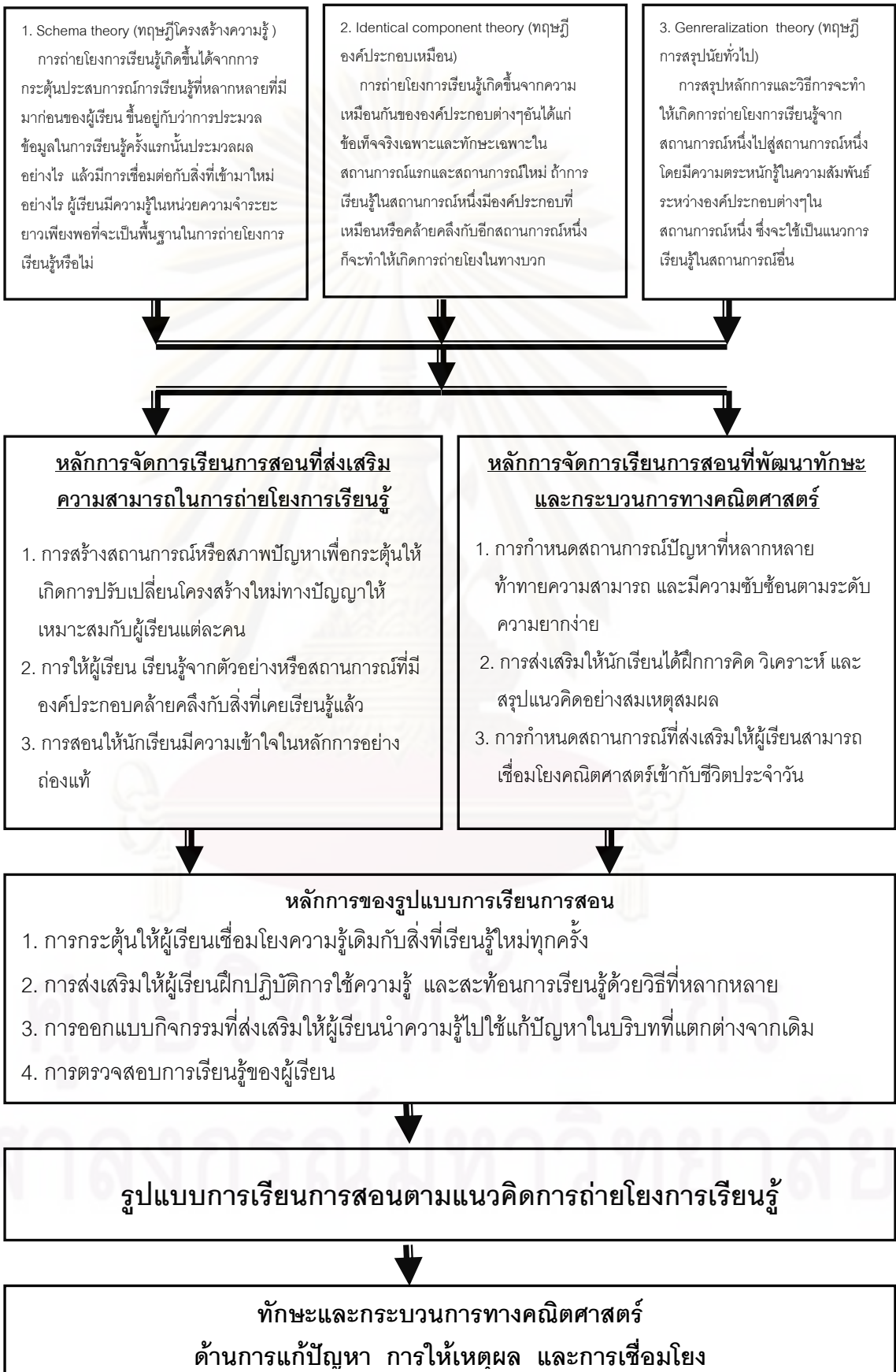
ที่มีการเติมลงในผังมโนทัศน์แสดงให้เห็นการถ่ายโยงการเรียนรู้มากกว่า 2 ครั้งในระดับกลุ่ม ซึ่งได้ศึกษาเนื้อหาปัญหาในเชิงเปรียบเทียบ หรือศึกษาผังมโนทัศน์ที่สมบูรณ์ของปัญหาซึ่งข้อค้นพบดังกล่าว สนับสนุนผลการศึกษามีมาก่อนซึ่งมีการเสนอว่าการถ่ายโยงการเรียนรู้ไม่มีหน้าที่โดยตรงต่อความรู้ นอกจากนี้ผลการศึกษายังแสดงให้เห็นว่าผังมโนทัศน์ที่มีการเติมลงแบบเครือข่ายอาจมีหน้าที่เป็นส่วนเชื่อมโยงและช่วยเชื่อมต่อการเรียนรู้และช่วยในการถ่ายโยงการเรียนรู้

จากการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยสรุปเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัยและพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง ดังแผนภาพที่ 1 (กรอบแนวคิดในการวิจัย)



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย



บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ประกอบไปด้วยการดำเนินงาน 3 ขั้นตอน ขั้นตอนที่ 1 การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ ขั้นตอนที่ 2 การเตรียมการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน และขั้นตอนที่ 3 การทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้

1. ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์
2. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์
3. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายโยงการเรียนรู้
4. พัฒนารูปแบบการเรียนการสอน
5. ตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอน
6. แก้ไขปรับปรุงรูปแบบการเรียนการสอน

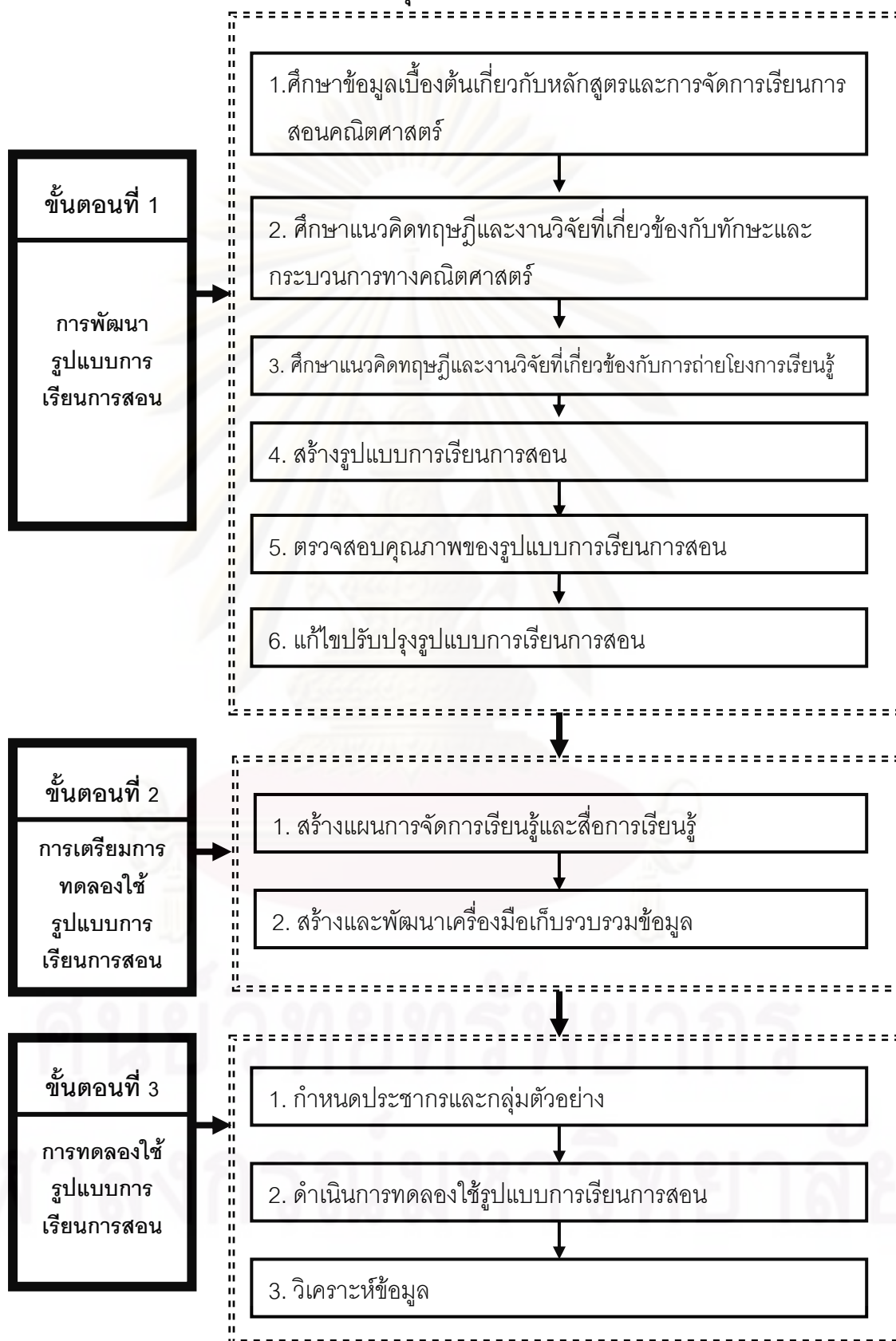
ขั้นตอนที่ 2 การเตรียมการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน

1. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้
2. สร้างและพัฒนาเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนที่ 3 การทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน

1. กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. ดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน
3. วิเคราะห์ข้อมูล

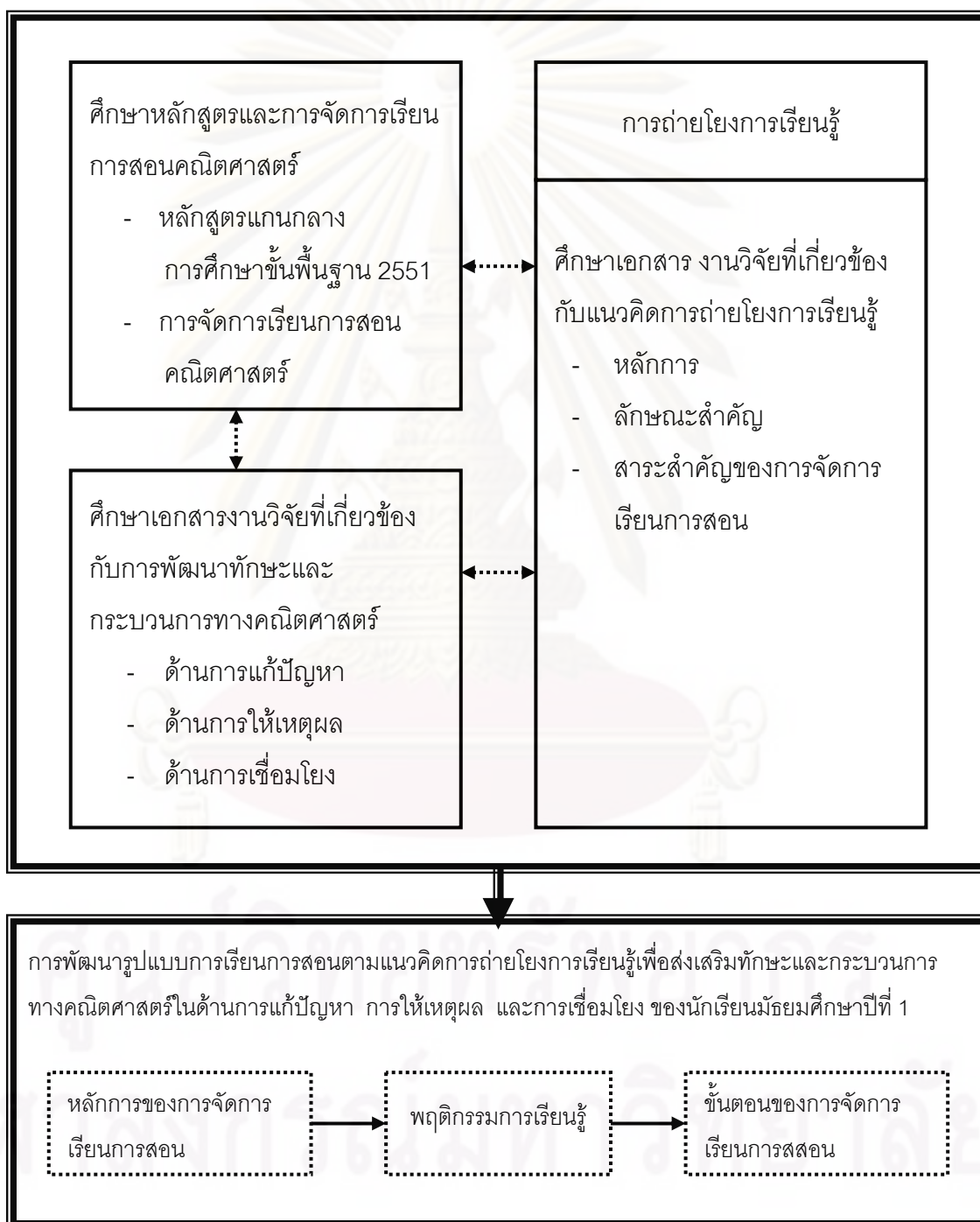
ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยสรุปได้ดังแผนภาพที่ 2



แผนภาพที่ 2 สรุปขั้นตอนและแผนการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน

ขั้นตอนนี้เป็นการศึกษาวิจัยและพัฒนาการดำเนินการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน
สรุปขั้นตอนได้ดังภาพ



แผนภาพที่ 3 แนวทางในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน

การพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง มีลำดับ ในการพัฒนาดังต่อไปนี้

1. การศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับหลักสูตร และการจัดการเรียนการสอน คณิตศาสตร์

ผู้วิจัยศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ในด้านของหลักการ จุดมุ่งหมาย สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ สาระและมาตรฐานการ เรียนรู้ แนวทางการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอน ให้สอดคล้องตามความมุ่งหวังของหลักสูตร และส่งเสริมให้ผู้เรียนบรรลุตามผลการเรียนรู้ที่ คาดหวังของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1.1 หลักการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้น พื้นฐาน ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีคุณภาพนั้น จะต้องให้มีความสมดุลระหว่างสาระด้าน ความรู้ ทักษะและกระบวนการ ควบคู่ไปกับคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ ได้แก่ การทำงานอย่างมีระบบ มีระเบียบ มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจรรณญาณ มีความ เชื่อมั่นในตนเอง พร้อมทั้งตระหนักในคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์

1.2 องค์ความรู้ ทักษะสำคัญ และคุณลักษณะ ในสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งเป็น จุดเน้นในการพัฒนาผู้เรียน คือการนำความรู้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการ แก้ปัญหา การดำเนินชีวิต และศึกษาต่อการมีเหตุมีผล มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ พัฒนาการคิด อย่างเป็นระบบและสร้างสรรค์

1.3 แนวทางการจัดการเรียนรู้ จัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถตาม มาตรฐานการเรียนรู้ สมรรถนะสำคัญและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตร แกนกลางขั้นพื้นฐาน ยึดหลักว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด เชื่อว่าทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และ พัฒนาการเองได้ ยึดประโยชน์ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน และกระบวนการจัดการเรียนรู้ต้องส่งเสริมให้ ผู้เรียน สามารถพัฒนาตามธรรมชาติ และเต็มตามศักยภาพ คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล และพัฒนาการทางสมอง ผู้เรียนจะต้องอาศัยกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลายเป็นเครื่องมือที่จะ นำตนเองไปสู่เป้าหมายของหลักสูตร

1.4 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ อยู่บนหลักการพื้นฐานสองประการ คือการ ประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียน และเพื่อตัดสินผลการเรียน โดยผู้เรียนจะต้องได้รับการพัฒนาและ

ประเมินตามตัวชี้วัดเพื่อให้บรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้ สะท้อนสมรรถนะสำคัญ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียน

2. การศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบสำคัญที่ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยงเพื่อกำหนดกรอบความคิด ขั้นตอน และกิจกรรมต่างๆในการเรียนการสอนโดยรวบรวมข้อมูลจากหนังสือ บทความและงานวิจัยต่างๆ โดยทำการสังเคราะห์ แนวการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยงดังนี้

ตารางที่ 1 แนวทางการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์	แนวทางการจัดการเรียนการสอน
<p>ด้านการแก้ปัญหา</p> <p>เป็นความสามารถในการนำความรู้ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ไปดำเนินการหาคำตอบของปัญหา โดยประยุกต์ใช้ยุทธวิธีที่เหมาะสมในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์อื่น ได้แก่ การวิเคราะห์ตีความหมายโจทย์ปัญหา วางแผนและกำหนดขั้นตอนการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้ข้อสรุปหรือคำตอบของปัญหาอย่างสมเหตุสมผล</p>	<ol style="list-style-type: none"> เลือกปัญหา หรือสถานการณ์ที่ช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน โดยเริ่มด้วยปัญหาที่ผู้เรียนคุ้นเคยสามารถใช้ความรู้ที่เรียนมาแล้วมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา กำหนดปัญหาหรือสถานการณ์ที่ท้าทายความสามารถของผู้เรียน และเพิ่มความซับซ้อนตามลำดับ การเรียนรู้ ทั้งในบริบทที่เรียนรู้ และในบริบทที่แตกต่างจากที่เคยเรียนรู้ สอนโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยให้มีการฝึกแก้ปัญหา หลายระดับทั้งยาก ปานกลาง และง่าย ฝึกให้ผู้เรียนมองเห็นความสัมพันธ์หรือ โครงสร้างของการแก้ปัญหา โดยจำแนกหรือจัดกลุ่มลักษณะการแก้ปัญหามีลักษณะเดียวกันไว้ด้วยกัน

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์	แนวทางการจัดการเรียนการสอน
	<p>5. ฝึกให้ผู้เรียนคิดหาความสัมพันธ์ของโจทย์ปัญหา โดยการกระตุ้นให้ผู้เรียนสะท้อนการเรียนรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย เช่นการวาดรูปหรือเขียนแผนภาพ</p> <p>6. สนับสนุนให้ผู้เรียนคิดวิธีการแก้ปัญหาโดยวิธีของนักเรียนเอง แล้วอภิปรายหาวิธีการที่ถูกต้องเหมาะสม</p> <p>7. ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดค้น กลวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายโดยครูอาจแนะนำ และอธิบายถึงวิธีการแก้ปัญหาโดยทั่วไปเพื่อเป็นการทบทวนพื้นฐานของนักเรียน เช่น</p> <p> ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหาหรือวิเคราะห์ปัญหา โดยอาศัยทักษะที่สำคัญและจำเป็นหลายประการ เช่น ทักษะในการอ่านโจทย์ปัญหา ทักษะการแปลความหมายทางภาษาซึ่งผู้เรียนควรแยกแยะได้ว่าโจทย์กำหนดอะไรให้ และโจทย์ต้องการให้หาอะไร หรือพิสูจน์ข้อความใด</p> <p> ขั้นที่ 2 การวางแผนปัญหา เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุด ต้องอาศัยทักษะในการนำความรู้หลักการหรือทฤษฎีที่เรียนรู้มาแล้ว และเลือกใช้ยุทธวิธีที่เหมาะสม เช่น เลือกใช้การเขียนรูปหรือแผนภาพตาราง การสังเกตหาแบบรูปหรือความสัมพันธ์</p> <p> ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา ต้องอาศัยทักษะในการคิดคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ทักษะในการพิสูจน์หรือการอธิบายและแสดงเหตุผล</p> <p> ขั้นที่ 4 ตรวจสอบหรือมองย้อนกลับ ต้องอาศัยทักษะการคำนวณ การประมาณคำตอบ</p>

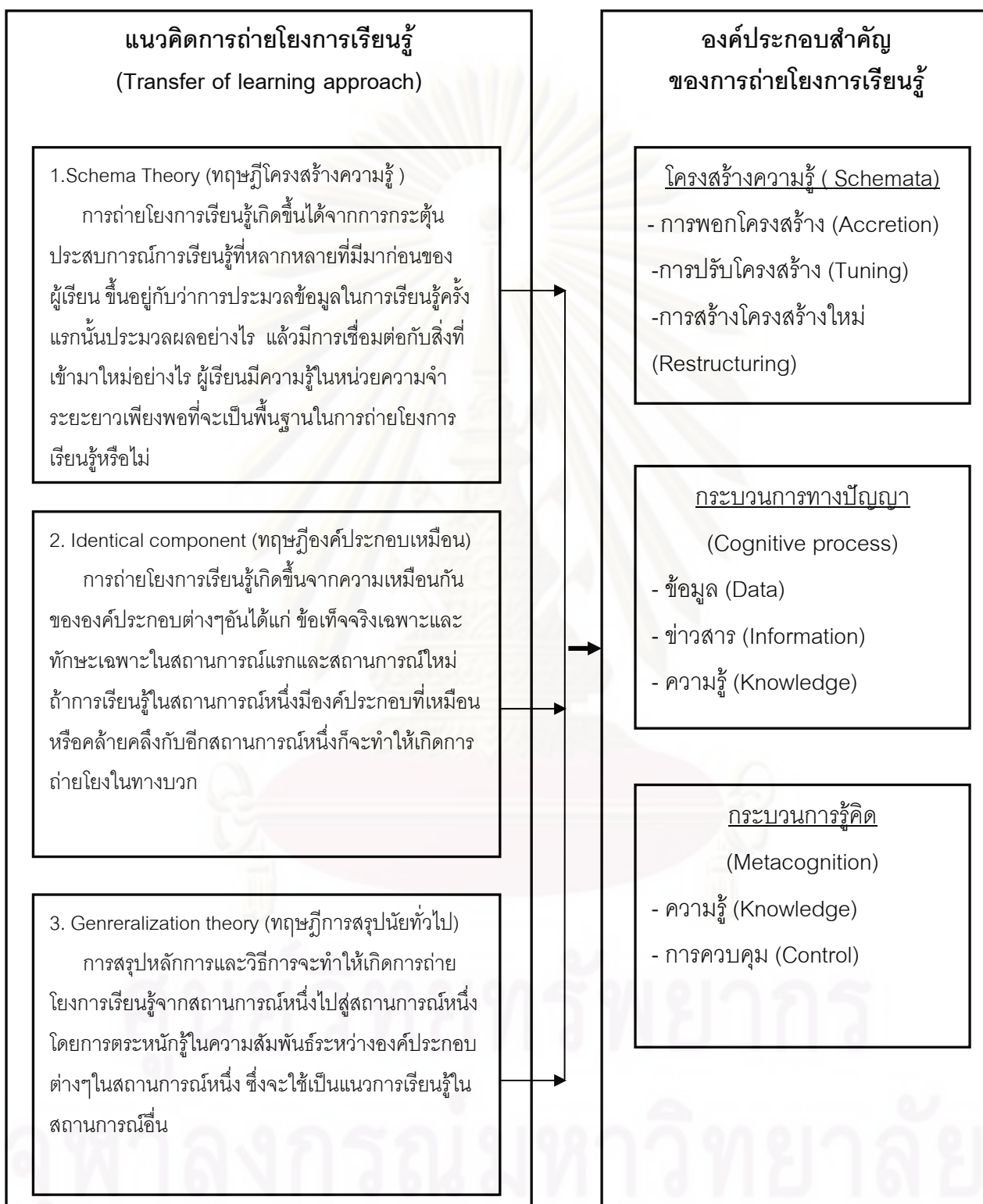
ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์	แนวทางการจัดการเรียนการสอน
	<p>การตรวจสอบผลลัพธ์ที่หาได้โดยอาศัยความรู้สึกเชิงจำนวน (Number sense) หรือความรู้สึกเชิงปริภูมิ (Spatial sense) ในการพิจารณาความสัมพันธ์ของคำตอบที่สอดคล้องกับ ปัญหาหรือสถานการณ์</p>
<p>ด้านการให้เหตุผล</p> <p>เป็นความสามารถในการแสดงแนวคิดเกี่ยวกับการสร้างหลักการ การวิเคราะห์ การหาความสัมพันธ์ เพื่อมาอธิบาย ในการแสดงข้อสรุปหรือข้อสนับสนุนที่สมเหตุสมผล โดยใช้วิธีการให้เหตุผลแบบนิรนัยและอุปนัย มาช่วยในการสรุปอย่างสมเหตุสมผล โดยความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัย หมายถึงความสามารถในการนำกฎ นิยาม ทฤษฎี หรือหลักการทั่วไปทางคณิตศาสตร์ไปใช้สรุปความถูกต้องของเนื้อหาที่สอดคล้องกันได้ และความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัย หมายถึงความสามารถในการหาข้อสรุปจากลักษณะร่วมของข้อมูลย่อยๆที่มีได้</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิด การวิเคราะห์ และสรุปแนวคิดอย่างสมเหตุสมผล 2. สนับสนุนให้มีการอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิด และแก้ปัญหาร่วมกัน 3. จัดกิจกรรมที่เน้นให้เกิดการฝึกคิดและการให้เหตุผลควบคู่กันไปตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ 4. จัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนตรวจสอบความสัมพันธ์สมเหตุสมผลของการแก้ปัญหาอย่างเป็นประจำ 5. เป็นผู้ชี้แนะ และแนะนำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ในสิ่งที่ถูกต้อง
<p>ด้านการเชื่อมโยง</p> <p>เป็นความสามารถในการนำความรู้ เนื้อหาสาระ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มาสัมพันธ์กับความรู้หรือแนวคิดที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่หรือช่วยในการ</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. กำหนดสถานการณ์ที่หลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงคณิตศาสตร์เข้ากับชีวิตประจำวันหรือเชื่อมโยงภายในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ 2. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เสนอแนวความคิดของตนเอง และ ไม่ควรให้ความสำคัญที่คำตอบของผู้เรียนเท่านั้น

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์	แนวทางการจัดการเรียนการสอน
<p>แก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดขึ้น ซึ่งแบ่งออกเป็น การเชื่อมโยงความรู้ภายในวิชาคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงความรู้ระหว่างวิชาคณิตศาสตร์กับวิชาอื่น และการเชื่อมโยงความรู้ระหว่างวิชาคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน</p>	<ol style="list-style-type: none"> 3. สอนให้นักเรียนมีความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์อย่างเด่นชัดในเรื่องนั้น 4. ส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะในการมองเห็นความเกี่ยวข้องเชื่อมโยงระหว่างความรู้และทักษะและกระบวนการที่มีในเนื้อหานั้นกับงานที่เกี่ยวข้องด้วย 5. จัดกิจกรรมที่ส่งเสริมความเข้าใจในการแปลความหมายของคำตอบที่หาได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ว่ามีความเป็นไปได้หรือสอดคล้องกับสถานการณ์นั้นอย่างสมเหตุสมผล

3. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายโอนการเรียนรู้

ผู้วิจัยทำการศึกษาแนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายโอนการเรียนรู้ทั้งหมด และทำการวิเคราะห์ และสังเคราะห์แนวคิดทฤษฎีที่สำคัญและจำเป็นต่อการพัฒนาทักษะและกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์ได้ตามแผนภาพดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

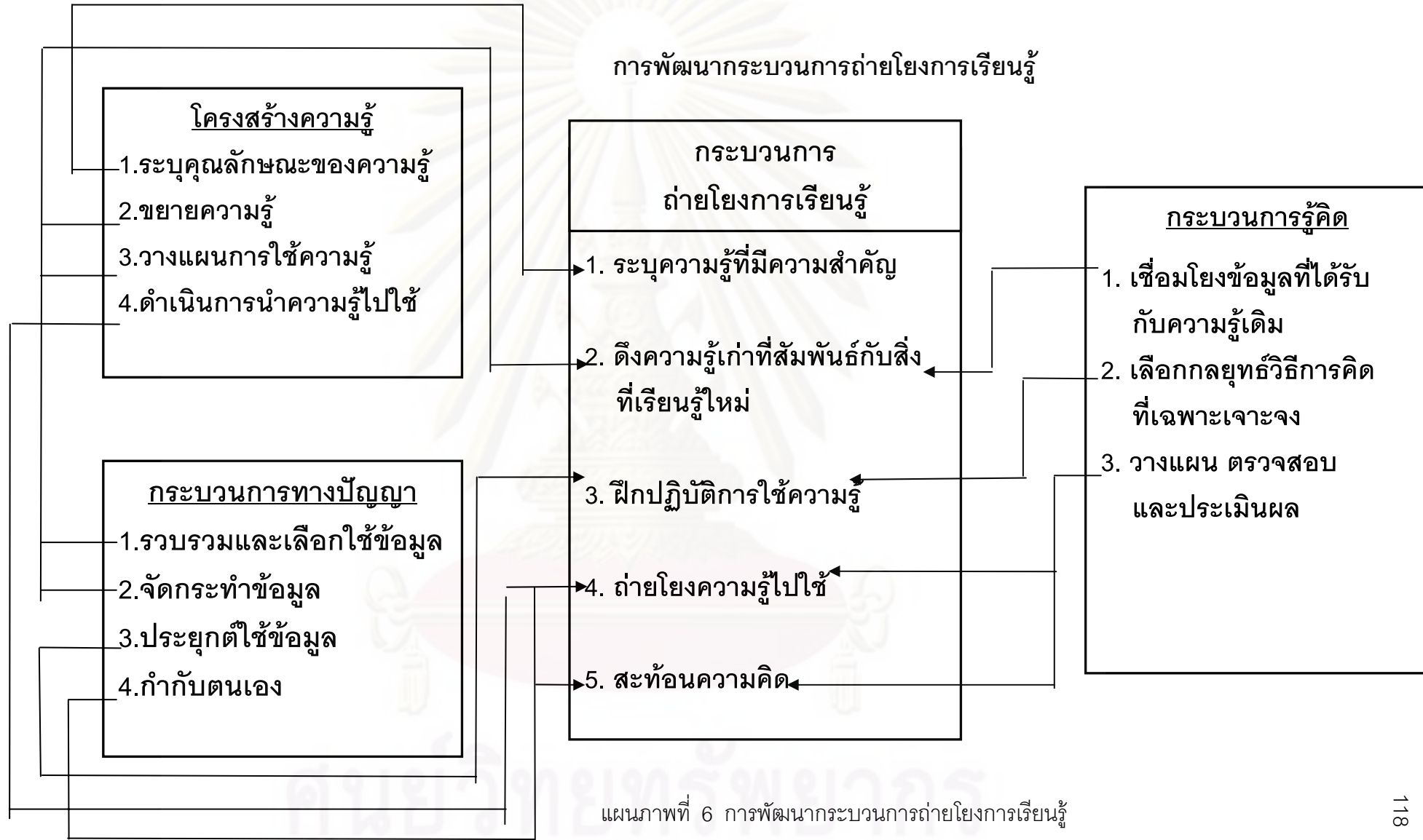


แผนภาพที่ 4 ผลการสังเคราะห์แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายโยงการเรียนรู้

กระบวนการถ่ายโยงการเรียนรู้ จำแนกตามองค์ประกอบ



แผนภาพที่ 5 กระบวนการถ่ายโยงการเรียนรู้



จากการสังเคราะห์แนวคิด และทฤษฎี ที่เกี่ยวข้องการถ่ายโยงการเรียนรู้ ทำให้ได้แนวทางการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ ที่สำคัญต่อการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีลักษณะของการจัดการเรียนการสอนดังตาราง 2

ตารางที่ 2 แนวทางการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้

แนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้	ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนการสอน
<p>1. Schema theory (ทฤษฎีโครงสร้างความรู้) การถ่ายโยงการเรียนรู้เกิดขึ้นได้จากการกระตุ้นประสบการณ์การเรียนรู้ที่หลากหลายที่มีมาก่อนของผู้เรียน ขึ้นอยู่กับว่าการประมวลข้อมูลในการเรียนรู้ครั้งแรกนั้นประมวลผลอย่างไร แล้วมีการเชื่อมต่อกับสิ่งที่เข้ามาใหม่อย่างไร ผู้เรียนมีความรู้ในหน่วยความจำระยะยาวเพียงพอที่จะเป็นพื้นฐานในการถ่ายโยงการเรียนรู้หรือไม่</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. สอนให้นักเรียนมีความเข้าใจอย่างถ่องแท้กับเรื่องที่เรียน 2. สร้างสถานการณ์หรือสภาพปัญหาเพื่อกระตุ้นให้เกิดการเพิ่ม ปรับเปลี่ยน หรือการสร้างโครงสร้างใหม่ให้เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละคน 3. ใช้กลวิธีการสอนเพื่อให้ผู้เรียนได้ปรับเปลี่ยนโครงสร้างความรู้จากบริบทหรือสถานการณ์ให้มากที่สุด 4. ใช้สถานการณ์ที่ให้ผู้เรียนสามารถแสดงการแก้ปัญหา หรือการประยุกต์ความรู้และทักษะปฏิบัติ โดยเปรียบเทียบกับบริบทที่ผู้เรียนอยู่ หรือการอุปมา อุปไมยกับสิ่งที่ผู้เรียนเคยเรียนรู้
<p>2. Identical component theory (ทฤษฎีการองค์ประกอบเหมือน) การถ่ายโยงการเรียนรู้เกิดขึ้นจากความเหมือนกันขององค์ประกอบต่าง ๆ อันได้แก่ ข้อเท็จจริงเฉพาะและทักษะเฉพาะในสถานการณ์แรกและสถานการณ์ใหม่ ถ้าการเรียนรู้ในสถานการณ์หนึ่งมีองค์ประกอบที่เหมือนหรือคล้ายคลึงกับอีกสถานการณ์หนึ่งก็</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. ให้ผู้เรียน เรียนรู้จากตัวอย่าง หรือสถานการณ์ที่มีองค์ประกอบคล้ายคลึงกับที่เคยเรียนรู้แล้ว โดยเริ่มจากง่ายไปหายาก ในปริมาณที่มากพอ 2. กำหนดสถานการณ์หรือตัวอย่างให้ผู้เรียนฝึกแก้ปัญหา 3. สอนสิ่งที่อยู่ใกล้เคียง และเชื่อมโยงไปสู่สิ่งที่อยู่ไกลตัว โดยอาจเรียนรู้ในสถานการณ์จำลอง

แนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้	ลักษณะสำคัญ ของการจัดการเรียนการสอน
จะทำให้เกิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ในทางบวก	หรือในสถานการณ์จริง
<p>3. Generalization theory (ทฤษฎีการสรุปนัยทั่วไป)</p> <p>การสรุปหลักการและวิธีการจะทำให้เกิดการถ่ายโยงการเรียนรู้จากสถานการณ์หนึ่งไปสู่สถานการณ์หนึ่งโดยมีความตระหนักรู้ในความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่างๆในสถานการณ์หนึ่ง ซึ่งจะใช้เป็นแนวการเรียนรู้ในสถานการณ์อื่น</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. สอนให้นักเรียนมีความเข้าใจในหลักการอย่างถ่องแท้ 2. กระตุ้นให้นักเรียนสร้างข้อสรุป หรือหลักการทั่วไปจากเรื่องที่เรียนรู้ 3. ฝึกให้นักเรียนนำหลักการกว้างๆ ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์อื่นได้ 4. สร้างสถานการณ์ปัญหาให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติการใช้ความรู้อย่างหลากหลาย 5. สร้างแนวคิดให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงระหว่างสถานการณ์โดยชี้ให้เห็นความเหมือนและความต่างในภาวะของเวลา สถานที่ และสิ่งแวดล้อม 6. สร้างความเข้าใจให้นักเรียนได้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ ในแต่ละสถานการณ์อย่างชัดเจน

4. การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน

สร้างรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยงด้วยแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ ที่ได้จากการสังเคราะห์ทฤษฎีโครงสร้างความรู้ ทฤษฎีองค์ประกอบเหมือน และทฤษฎีการสรุปนัยทั่วไป เพื่อหาองค์ประกอบร่วมสำคัญที่ส่งผลต่อการถ่ายโยงการเรียนรู้ และนำผลการสังเคราะห์มาพัฒนาเป็นกระบวนการถ่ายโยงการเรียนรู้ ซึ่งใช้เป็นแนวทางสำคัญในการสร้างรูปแบบการเรียนการสอน โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

4.1 วิเคราะห์แนวการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามกระบวนการถ่ายโยงการเรียนรู้ที่สังเคราะห์ขึ้น ซึ่งมีลำดับขั้นตอนดังนี้

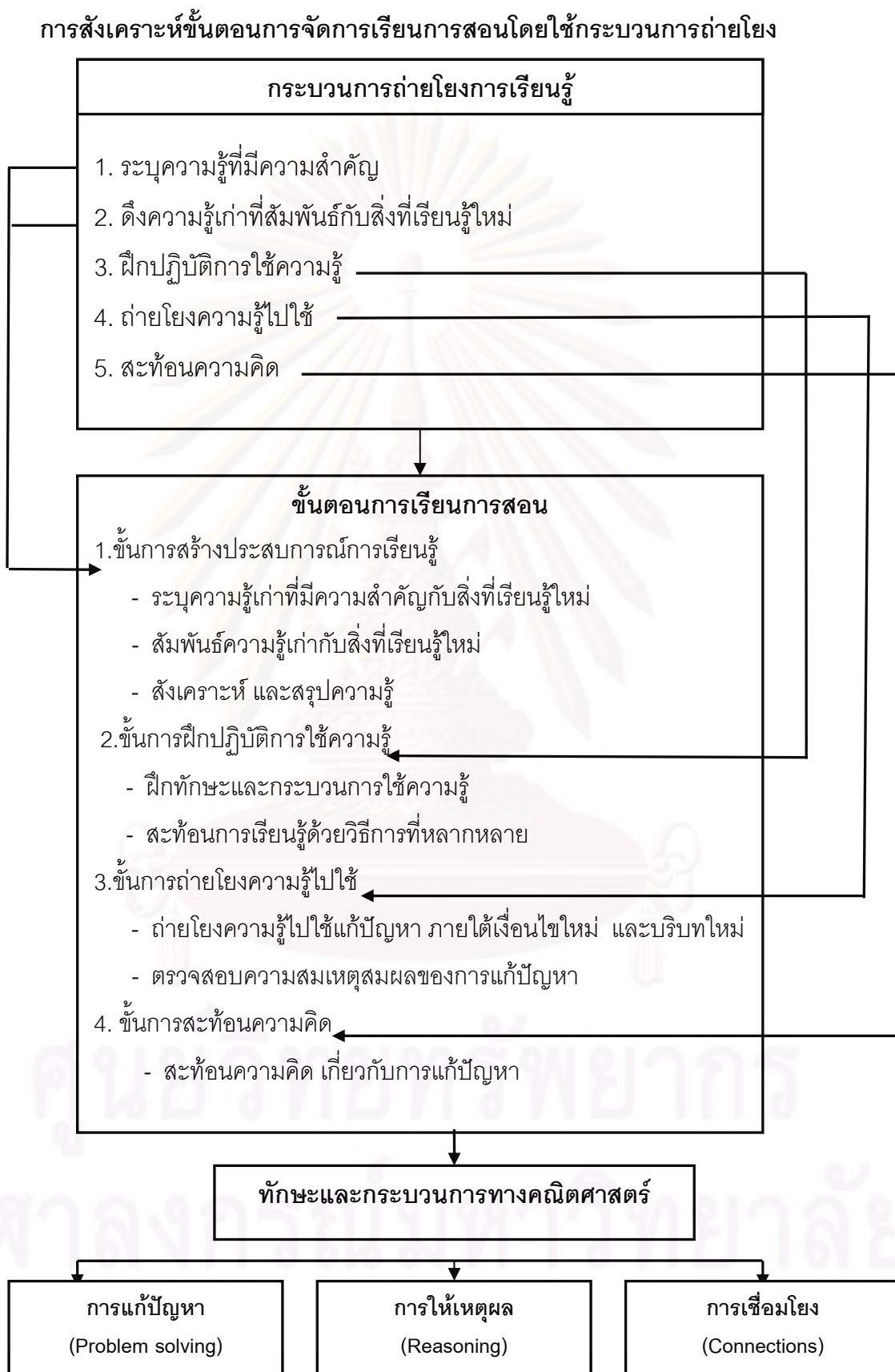
1) ขั้นระบุนความรู้ที่มีความสำคัญ เป็นกิจกรรมที่กระตุ้นหรือทบทวนให้ผู้เรียนนึกถึงความรู้ในอดีตที่เคยเรียนผ่านมาแล้ว ที่มีความสำคัญ จำเป็น และเกี่ยวข้องต่อสิ่งที่กำลังจะเรียนรู้

2) ขั้นดึงความรู้เก่ามาสัมพันธ์กับสิ่งที่เรียนรู้ใหม่ เป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนหาองค์ประกอบที่เหมือนหรือคล้ายคลึงกับสิ่งที่เขาได้เคยเรียนรู้แล้ว ไปสร้างความสัมพันธ์กับสิ่งที่ผู้เรียน เรียนรู้ในปัจจุบันหรือขยายขอบเขตของความรู้ในเรื่องนั้นๆ ให้กว้างขวางยิ่งขึ้นจนกลายเป็นข้อสรุปของความรู้ใหม่ที่ผู้เรียนได้รับ

3) ขั้นฝึกปฏิบัติการใช้ความรู้ เป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนได้ฝึกทักษะและกระบวนการใช้ความรู้ใหม่ โดยเริ่มจากการฝึกทักษะในสิ่งที่มีความซับซ้อนน้อยไปหาสิ่งที่มีความซับซ้อนมาก โดยกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนได้ดำเนินการใช้ความรู้ไปแก้ปัญหา ในบริบทที่ผู้เรียนกำลังเรียนรู้ จากนั้นให้ผู้เรียนสะท้อนการเรียนรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย เช่นการทำ Mind map ทำรายงาน โครงงาน

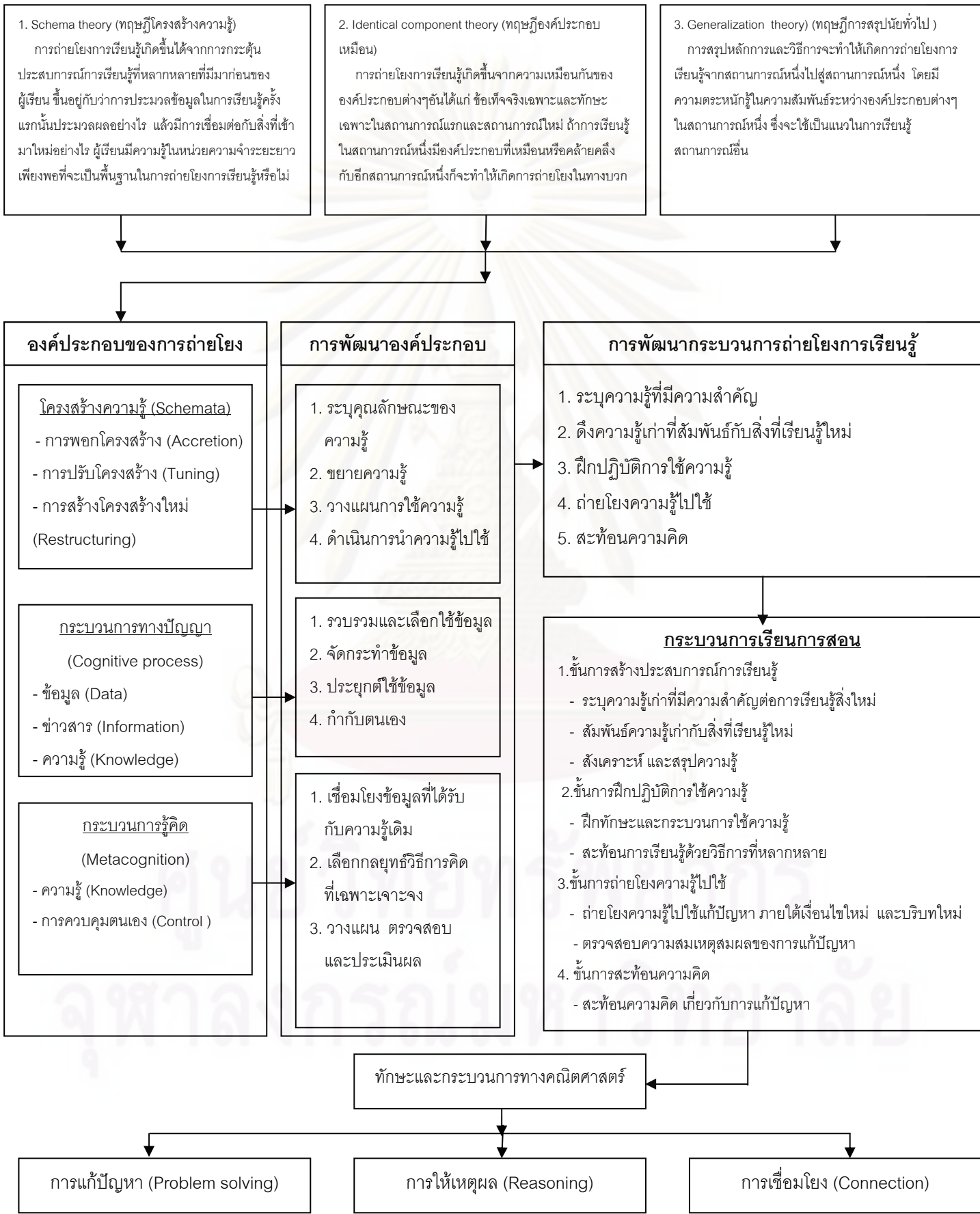
4) ขั้นถ่ายโยงความรู้ไปใช้ เป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาภายใต้เงื่อนไขใหม่ และบริบทใหม่ หรือในสถานการณ์จริง และรวมถึงการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางคณิตศาสตร์

5) ขั้นสะท้อนความคิด เป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการแก้ปัญหาของตนเอง



แผนภาพที่ 7 การสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการถ่ายโยงการเรียนรู้

กรอบแนวคิด ในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโอนการเรียนรู้ (Transfer of learning) เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง



แผนภาพที่ 8 ผลการสังเคราะห์กระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโอนการเรียนรู้

4.2 การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามกระบวนการถ่ายโอนการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้สร้างรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโอนการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยงโดยพัฒนามาจากแนวคิด การถ่ายโอนการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วยทฤษฎีโครงสร้างความรู้ ทฤษฎีองค์ประกอบเหมือน และทฤษฎีการสรุปนัยทั่วไป และสังเคราะห์มาเป็นกระบวนการถ่ายโอนการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน จากนั้นมาดำเนินการพัฒนาเป็นขั้นตอนการเรียนการสอนดังแผนภาพต่อไป



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้

กระบวนการถ่ายโยงการเรียนรู้

1. การระบุนวัตกรรมที่มีความสำคัญ โดยผู้เรียนนึกถึง ความรู้ในอดีตที่เรียนผ่านมาแล้ว ที่มีความสำคัญ จำเป็น และเกี่ยวข้องต่อสิ่งที่กำลังเรียนรู้
2. การดึงความรู้เก่าที่สัมพันธ์กับสิ่งที่เรียนรู้ใหม่ โดยผู้เรียนหาคู่ประกอบที่เหมือนหรือคล้ายคลึงกับสิ่งที่ตนเองได้เคยเรียนรู้แล้ว ไปสร้างความสัมพันธ์และเชื่อมโยงกับสิ่งที่กำลังเรียนรู้ในปัจจุบันหรือขยายขอบเขตของความรู้ในเรื่องนั้นๆให้กว้างขวางยิ่งขึ้น จนกลายเป็นข้อสรุปของความรู้ใหม่ที่ได้รับ
3. การฝึกปฏิบัติการใช้ความรู้ โดยผู้เรียนฝึกทักษะและกระบวนการใช้ความรู้ใหม่ เริ่มจากสิ่งที่มีความซับซ้อนน้อยไปหาสิ่งที่มีความซับซ้อนมาก และดำเนินการใช้ความรู้ไปแก้ปัญหาในบริบทที่ผู้เรียนกำลังเรียนรู้ และสะท้อนการเรียนรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย เช่นการทำ Mind map ทำรายงาน โครงการ
4. การถ่ายโยงความรู้ไปใช้ โดยผู้เรียนนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาภายใต้เงื่อนไขใหม่ และบริบทใหม่ หรือในสถานการณ์จริง และรวมถึงการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหา ด้วยกระบวนการทางคณิตศาสตร์
5. การสะท้อนความคิด โดยผู้เรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการแก้ปัญหาของตนเอง



ขั้นตอนการเรียนการสอนตามกระบวนการถ่ายโยงการเรียนรู้

1. ขั้นการสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ เป็นขั้นตอนที่กระตุ้นให้ผู้เรียน ระบุนวัตกรรมที่มีความสำคัญต่อสิ่งที่กำลังเรียนรู้ และพิจารณาหาคู่ประกอบที่เหมือนหรือคล้ายคลึงกับสิ่งที่ได้เคยเรียนรู้แล้ว เพื่อไปสร้างความสัมพันธ์กับสิ่งที่กำลังเรียนรู้ใหม่หรือขยายขอบเขตของความรู้ในเรื่องนั้นๆให้กว้างขวางยิ่งขึ้น จนกลายเป็นข้อสรุปของความรู้ใหม่ที่ผู้เรียนได้รับ
2. ขั้นการฝึกปฏิบัติการใช้ความรู้ เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะและกระบวนการใช้ความรู้ใหม่ โดยเริ่มจากการฝึกทักษะในสิ่งที่มีความซับซ้อนน้อยไปหาสิ่งที่มีความซับซ้อนมาก มีการกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนได้ดำเนินการใช้ความรู้ไปแก้ปัญหา ในบริบทที่ผู้เรียนกำลังเรียนรู้ จากนั้นให้ผู้เรียนสะท้อนการเรียนรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย เช่นการทำ Mind map ทำรายงาน โครงการ
3. ขั้นการถ่ายโยงความรู้ไปใช้ เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาภายใต้เงื่อนไขใหม่ และบริบทใหม่ หรือในสถานการณ์จริง และรวมถึงการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหา ด้วยกระบวนการทางคณิตศาสตร์
4. ขั้นการสะท้อนความคิด เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนแสดงออกเกี่ยวกับความคิดเห็นในการแก้ปัญหาของตนเอง ในรูปแบบที่หลากหลายเช่น การอภิปราย การเขียนอนุทิน

5. การตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอน

การตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอน ซึ่งรวมถึง การตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยโดยผู้ทรงคุณวุฒิ ทำโดยนำรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบด้านคุณภาพ เกี่ยวกับแนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอน องค์ประกอบของกระบวนการจัดการเรียนการสอน ซึ่งประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ/เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ และตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนา ขึ้นและนำแผนการเรียนรู้อื่นที่สร้างขึ้นไปดำเนินการสอนกับนักเรียนที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ในการเรียนการสอนจริง

6. การแก้ไขปรับปรุงรูปแบบการเรียนการสอน

การแก้ไขปรับปรุงรูปแบบการเรียนการสอน โดยได้ดำเนินการแก้ไขรูปแบบการเรียนการสอนตามที่คุณวุฒิแนะนำ และจากการทดลองใช้แผนการสอน ตามที่คุณวุฒิได้นำรูปแบบการเรียนการสอนไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบด้านคุณภาพเกี่ยวกับแนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอน องค์ประกอบของกระบวนการจัดการเรียนการสอน ซึ่งประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ/เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ และตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ ตามรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นนั้น ผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

- 1) ในแต่ละขั้นตอนของรูปแบบการจัดการเรียนการสอนควรระบุบทบาทครู และบทบาทนักเรียนเพื่อความชัดเจน
 - 2) ขั้นตอนการสร้างความสนใจการเรียนรู้ ถ้าผู้เรียนไม่สามารถระบุความรู้ในอดีตหรือสิ่งที่เคยเรียนรู้ไปแล้ว เนื่องจากเป็นเรื่องที่นักเรียนไม่เคยเรียนมาก่อน ครูจะดำเนินการจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างไร
 - 3) ขั้นตอนสะท้อนความคิดในการแก้ปัญหา ระบุไว้กว้างเกินไปทำให้ไม่เห็นกิจกรรมการเรียนการสอน
 - 4) แผนการจัดการเรียนรู้ ควรระบุกิจกรรมให้ชัดเจน และเป็นรูปธรรม
- ผู้วิจัยได้นำข้อเสนอแนะต่างๆ ของผู้ทรงคุณวุฒิมาปรับปรุงขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนได้ผลดังต่อไปนี้
- 1) ขั้นตอนการสร้างความสนใจการเรียนรู้ เป็นขั้นตอนที่กระตุ้นให้นักเรียนระบุความรู้ในอดีตที่มีความสำคัญต่อสิ่งที่กำลังเรียนรู้ใหม่ และพิจารณาหาองค์ประกอบที่เหมือนหรือคล้ายคลึง

กับสิ่งที่ได้เคยเรียนรู้แล้วในอดีต เพื่อไปสร้างความสัมพันธ์กับสิ่งที่กำลังเรียนรู้ใหม่หรือขยายขอบเขตของความรู้ในเรื่องนั้นๆ ให้กว้างขวางยิ่งขึ้นจนกลายเป็นข้อสรุปของความรู้ใหม่ที่ผู้เรียนได้รับ

บทบาทครู

(1) ใช้คำถามนำเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความคิดจากสิ่งที่ผู้เรียนเคยเรียนผ่านมาแล้ว และเกี่ยวข้องกับสิ่งที่ผู้เรียนกำลังจะเรียนรู้ใหม่

(2) ออกแบบการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ในอดีตมาเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้เรื่องใหม่

(3) ใช้คำถาม และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนอภิปรายเกี่ยวกับเนื้อหาใหม่ที่กำลังเรียนรู้ว่ามีองค์ประกอบอะไรที่เหมือนหรือคล้ายคลึงกับสิ่งที่ผู้เรียนเคยรับรู้ หรือเรียนรู้มาแล้วบ้าง

บทบาทนักเรียน

(1) จัดลำดับความคิดของตนเองเพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิมที่เคยเรียน กับสิ่งที่กำลังเรียนรู้ใหม่

(2) วิเคราะห์ หาดองค์ประกอบที่เหมือน หรือคล้ายคลึง เพื่อไปสัมพันธ์กับสิ่งที่เรียนรู้ใหม่

(3) สังเคราะห์และสรุปความรู้ที่ได้รับจากการเรียนการสอน

2) ขั้นการฝึกปฏิบัติการใช้ความรู้ เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะและกระบวนการใช้ความรู้ใหม่ โดยเริ่มจากการฝึกทักษะในสิ่งที่มีความซับซ้อนน้อย ไปหาสิ่งที่มีความซับซ้อนมาก มีการกำหนดสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้ดำเนินการใช้ความรู้ไปแก้ปัญหา ในบริบทที่ผู้เรียนกำลังเรียนรู้ จากนั้นให้ผู้เรียนสะท้อนการเรียนรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย เช่นการทำ Mind map ทำรายงาน โครงงาน

บทบาทครู

(1) ให้ผู้เรียนฝึกทักษะโดยให้โจทย์ที่มีความซับซ้อนน้อย ไปหาโจทย์ที่มีความซับซ้อนมาก

(2) กำหนดสถานการณ์ที่มีความหลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนมองเห็นลักษณะการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันออกไป

(3) ให้ผู้เรียนออกแบบการแสดงความรู้ออกมาด้วยวิธีที่หลากหลายตามศักยภาพในการเรียนรู้ เช่นทำโครงงาน

บทบาทนักเรียน

- (1) ผู้เรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาและตรวจสอบความสมเหตุสมผลประกอบ ทุกครั้ง
 - (2) แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อน และครู เมื่อไม่เข้าใจให้ถาม
 - (3) ออกแบบการแสดงความรู้ของตนเอง
- 3) ขั้นการถ่ายโยงความรู้ไปใช้ เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาภายใต้เงื่อนไขใหม่ และบริบทใหม่หรือในสถานการณ์จริง และรวมถึงการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหา ด้วยกระบวนการทางคณิตศาสตร์

บทบาทครู

- (1) กำหนดโจทย์ หรือสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างจากเดิม ให้ผู้เรียนได้ฝึกแก้ปัญหา อยู่เป็นประจำ

- (2) กระตุ้นให้ผู้เรียนหาวิธีการในการแก้ปัญหามากกว่า 1 วิธี

- (3) ฝึกให้ผู้เรียนตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบในการแก้ปัญหาทุกครั้ง

บทบาทนักเรียน

- (1) ใช้วิธีการแก้ปัญหาลากหลายวิธี

- (2) ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบเป็นประจำ

- 4) ขั้นการสะท้อนความคิด เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการแก้ปัญหาของตนเอง

บทบาทครู

- (1) ให้มีการอภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้อย่างกว้างขวางเกี่ยวกับการแก้ปัญหา

- (2) กระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นต่อการแก้ปัญหของตนเองออกมา

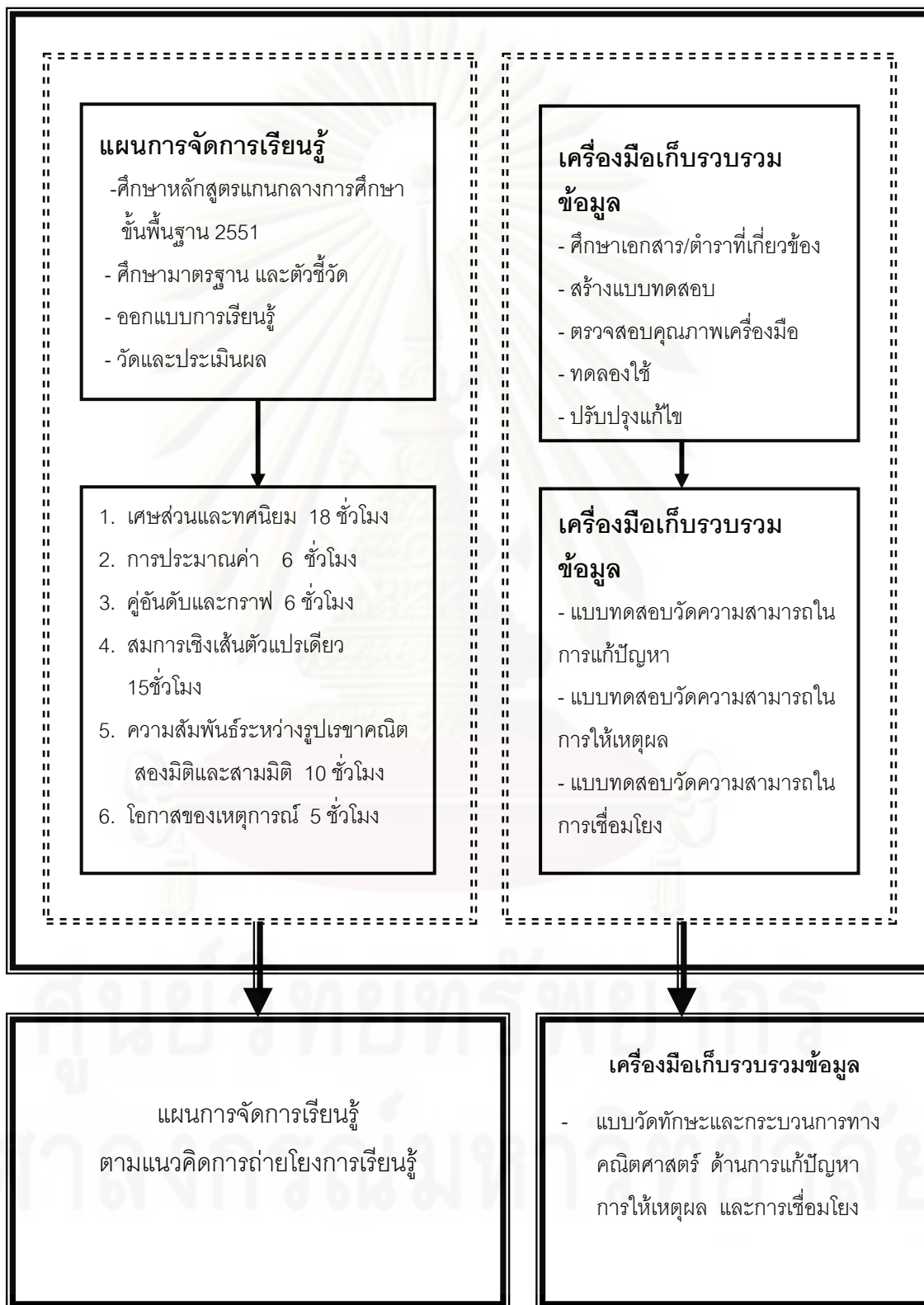
บทบาทนักเรียน

- (1) แลกเปลี่ยนเรียนรู้กันในวงกว้าง

- (2) แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการแก้ปัญหของตนเอง

ขั้นตอนที่ 2 การเตรียมการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน

ขั้นตอนนี้ เป็นการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ และเครื่องมือในการรวบรวมข้อมูลดังกล่าว



แผนภาพที่ 10 การเตรียมการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน

การเตรียมการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีการดำเนินงานดังนี้

1. การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ และสื่อการเรียนรู้

เพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอน โดยผู้วิจัยมีการดำเนินการดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่1 โดยได้จัดแบ่งเนื้อหาออกเป็น 6 เรื่อง รวม 60 ชั่วโมง แต่ละเรื่องได้ กำหนดจำนวนชั่วโมงโดยประมาณดังนี้

- 1) เศษส่วนและทศนิยม 18 ชั่วโมง
- 2) การประมาณค่า 6 ชั่วโมง
- 3) คู่อันดับและกราฟ 6 ชั่วโมง
- 4) สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว 15 ชั่วโมง
- 5) ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ 10 ชั่วโมง
- 6) โอกาสของเหตุการณ์ 5 ชั่วโมง

1.2 วิเคราะห์เนื้อหา เพื่อกำหนดแผนการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับจำนวนชั่วโมง ตัวชี้วัดและเนื้อหาของรายวิชาดังนี้

ตารางที่ 3 จำนวนแผนการจัดการเรียนรู้ตามหน่วยการเรียนรู้ต่างๆ

ลำดับ หน่วยการ เรียนรู้	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	หัวข้อเรื่อง	จำนวน ชั่วโมง	จำนวนแผน การจัดการ จัดการ เรียนรู้
1	เศษส่วนและ ทศนิยม		18	10
		1) เศษส่วนและทศนิยม - เศษส่วน - ทศนิยม	2	
		2) การเปรียบเทียบ เศษส่วนและทศนิยม - การเปรียบเทียบ เศษส่วน	4	

ลำดับ หน่วยการ เรียนรู้	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	หัวข้อเรื่อง	จำนวน ชั่วโมง	จำนวนแผน การจัดการ การเรียนรู้
		- การประยุกต์ใช้		
3	คู่อันดับ และกราฟ		6	4
		1) กราฟบนระนาบในระบบ พิกัด ฉาก - คู่อันดับ - กราฟของคู่อันดับ - การอ่านและแปล ความหมายของกราฟ - การเขียนกราฟและการ ประยุกต์ใช้	6	
4	สมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียว		15	8
		1) ความสัมพันธ์ของแบบ รูป - แบบรูปและ ความสัมพันธ์ - การประยุกต์ใช้ 2) สมการเชิงเส้นตัวแปร เดียว - สมการเชิงเส้น - สมบัติของความ เท่ากัน	2 3 4	

ลำดับ หน่วยการ เรียนรู้	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	หัวข้อเรื่อง	จำนวน ชั่วโมง	จำนวนแผน การจัดการ เรียนรู้อ
		3) การเขียนสมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียวจาก สถานการณ์หรือปัญหา - การเขียนสมการเชิง เส้นตัวแปร เดียวจาก สถานการณ์ที่กำหนด - การแก้ปัญหสมการ เชิงเส้น 4) โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ สมการ เชิงเส้นตัวแปร เดียว - โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ สมการเชิงตัวแปรเดียว เส้น - การประยุกต์ใช้	6	
5	ความสัมพันธ์ ระหว่างรูป เรขาคณิต สองมิติและ สามมิติ		10	5
		1) ภาพของรูปเรขาคณิต สามมิติ - รูปเรขาคณิตสามมิติ 2) ภาพที่ได้จากการมอง ด้านหน้า (front view) ด้านข้าง (side view)	2 3	

ลำดับ หน่วยการ เรียนรู้	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	หัวข้อเรื่อง	จำนวน ชั่วโมง	จำนวนแผน การจัดการ เรียนรู้
		<p>และด้านบน (top view) ของรูป เรขาคณิตสามมิติ</p> <p>- การอธิบายลักษณะของรูป เรขาคณิตสามมิติกับภาพ 2 มิติ</p> <p>- รูปเรขาคณิตสามมิติที่ได้จาก มองด้านหน้า (front view) ด้านข้าง (side view) และด้านบน (top view)</p> <p>3) การวาดหรือประดิษฐ์รูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์ เมื่อกำหนดภาพสองมิติที่ได้จากการมองด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบนให้</p> <p>- การวาดหรือประดิษฐ์รูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์ เมื่อกำหนดภาพสองมิติที่ได้จากการมองด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบน</p> <p>- การประยุกต์ใช้</p>	5	

ลำดับ หน่วยการ เรียนรู้	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	หัวข้อเรื่อง	จำนวน ชั่วโมง	จำนวนแผน การจัดการ เรียนรู้
6	โอกาสของ เหตุการณ์		5	2
		1) โอกาสของเหตุการณ์ - โอกาสของเหตุการณ์ - การประยุกต์ใช้	5	
รวม			60	32

1.3 เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ และพัฒนาสื่อการเรียนรู้ ซึ่งแต่ละแผนประกอบด้วย ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวนคาบ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ เนื้อหา จุดประสงค์ กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล โดยกำหนดขั้นตอนหลักของกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนในรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ ดังนี้

1) ขั้นการสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ เป็นขั้นตอนที่กระตุ้นให้ผู้เรียน ระบุความรู้ในอดีตที่มีความสำคัญต่อสิ่งที่กำลังเรียนรู้ใหม่ และพิจารณาหาองค์ประกอบที่เหมือนหรือคล้ายคลึงกับสิ่งที่ได้เคยเรียนรู้แล้ว เพื่อไปสร้างความสัมพันธ์กับสิ่งที่กำลังเรียนรู้ใหม่ หรือขยายขอบเขตของความรู้ในเรื่องนั้นๆ ให้กว้างขวางยิ่งขึ้น จนกลายเป็นข้อสรุปของความรู้ใหม่ที่ผู้เรียนได้รับ

บทบาทครู

(1) ใช้คำถามนำเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความคิดจากสิ่งที่ผู้เรียนเคยเรียนผ่านมาแล้ว และเกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กับสิ่งที่ผู้เรียนกำลังจะเรียนรู้ใหม่

(2) ออกแบบการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ในอดีตมาเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้เรื่องใหม่

(3) ครูใช้คำถาม และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนอภิปรายเกี่ยวกับเนื้อหาใหม่ที่กำลังเรียนรู้ ว่ามีองค์ประกอบอะไรที่เหมือนหรือคล้ายคลึงกับสิ่งที่ผู้เรียนเคยรับรู้ หรือเรียนรู้มาแล้วบ้าง

บทบาทนักเรียน

- (1) จัดลำดับความคิดของตนเองเพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิมที่เคยเรียน กับสิ่งที่กำลังเรียนรู้อื่นใหม่
 - (2) วิเคราะห์ หาค่าประกอบที่เหมือน หรือคล้ายคลึง เพื่อไปสัมพันธ์กับสิ่งที่เรียนรู้อื่นใหม่
 - (3) สังเคราะห์และสรุปความรู้ที่ได้รับจากการเรียนการสอน
- 2) ขั้นการฝึกปฏิบัติการใช้ความรู้ เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะและกระบวนการใช้ความรู้ใหม่ โดยเริ่มจากการฝึกทักษะในสิ่งที่มีความซับซ้อนน้อยไปหาสิ่งที่มีความซับซ้อนมาก มีการกำหนดสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้ดำเนินการใช้ความรู้ไปแก้ปัญหา ในบริบทที่ผู้เรียนกำลังเรียนรู้ จากนั้นให้ผู้เรียนสะท้อนการเรียนรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย เช่นการทำ Mind map ทำรายงาน โครงงาน

บทบาทครู

- (1) ให้ผู้เรียนฝึกทักษะโดยให้โจทย์ที่มีความซับซ้อนน้อย ไปหาโจทย์ที่มีความซับซ้อนมาก
- (2) กำหนดสถานการณ์ที่มีความหลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนมองเห็นลักษณะการแก้ปัญหาที่แตกต่างออกไป
- (3) ให้ผู้เรียนออกแบบการแสดงความรู้ออกมาด้วยวิธีที่หลากหลายตามศักยภาพในการเรียนรู้ เช่นทำโครงงาน

บทบาทนักเรียน

- (1) ผู้เรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหา และตรวจสอบความสมเหตุสมผลประกอบทุกครั้ง
 - (2) แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อน และครู เมื่อไม่เข้าใจให้ถาม
 - (3) ออกแบบการแสดงความรู้ออกมาด้วยวิธีของตนเอง
- 3) ขั้นการถ่ายโยงความรู้ไปใช้ เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาภายใต้เงื่อนไขใหม่ และบริบทใหม่ หรือในสถานการณ์จริง และรวมถึงการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางคณิตศาสตร์

บทบาทครู

- (1) กำหนดโจทย์ หรือสถานการณ์ปัญหาใหม่ๆ ให้ผู้เรียนได้ฝึกแก้ปัญหาอยู่เป็นประจำ
- (2) กระตุ้นให้ผู้เรียนหาวิธีการในการแก้ปัญหามากกว่า 1 วิธี

(3) ฝึกให้นักเรียนตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบในการแก้ปัญหาทุกครั้ง
บทบาทนักเรียน

(1) ใช้วิธีการแก้ปัญหาหลากหลายวิธี

(2) ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบเป็นประจำ

4) ขั้นการสะท้อนความคิด เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการ
แก้ปัญหาของตนเอง

บทบาทครู

(1) ให้มีการอภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้อย่างกว้างขวางเกี่ยวกับการแก้ปัญหา

(2) กระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นของตนเองการแก้ปัญหาออกมา

บทบาทนักเรียน

(1) แลกเปลี่ยนเรียนรู้กันในวงกว้าง

(2) แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการแก้ปัญหาของตนเองคล้ายคลึงกัน เพื่อไปสร้าง

ความสัมพันธ์กับสิ่งที่กำลังเรียนรู้ใหม่ หรือขยายขอบเขตของความรู้ในเรื่องนั้นๆ ให้กว้างขวาง หรือ
ชัดเจนยิ่งขึ้น จนกลายเป็นข้อสรุปของความรู้ใหม่ที่ผู้เรียนได้รับ

2. การสร้างและพัฒนาเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อ
ประมวลผลรูปแบบการเรียนรู้การสอนที่พัฒนาขึ้น จำนวน 3 ฉบับ ได้แก่ แบบทดสอบวัด
ความสามารถในการแก้ปัญหา แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผล แบบทดสอบวัด
ความสามารถในการเชื่อมโยง แบบบันทึกการเรียนรู้ของผู้เรียน และแบบสังเกตพฤติกรรม
ทางการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยมีการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

2.1 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับวิธีการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
ความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการเชื่อมโยง จากเอกสาร ตำราและงานวิจัย
ที่เกี่ยวข้อง

2) ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ตัวชี้วัด
และสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อกำหนดขอบเขตของเนื้อหาที่
จะสร้างแบบทดสอบ

3) สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหา และพฤติกรรมที่ต้องการวัด เพื่อให้ครอบคลุมเนื้อหาที่กำหนด

4) สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีลักษณะเป็นปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ตอบถูกตรงตามเฉลยให้ระดับคะแนน 1 ตอบตัวเลือกผิด ตอบมากกว่า 1 ตัวเลือก หรือไม่เลือกตอบ ให้ระดับคะแนน 0 จำนวน 45 ข้อ

5) นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความตรง และความสอดคล้องตามจุดประสงค์ กับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ลักษณะการใช้คำถาม การเขียนตัวเลือกและตัวลวง รวมทั้งการใช้ภาษา โดยกำหนดคุณสมบัติของผู้เชี่ยวชาญ เป็นผู้มีความเชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาคณิตศาสตร์ และเป็นผู้มีวุฒิการศึกษาด้านการสอนคณิตศาสตร์ ไม่ต่ำกว่ามหาบัณฑิต จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไข และตัดข้อสอบที่ไม่เหมาะสมออก จนได้ข้อสอบที่มีความสมบูรณ์ 40 ข้อ

คำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ และการปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สรุปได้ดังนี้

- (1) ข้อที่ไม่สอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดมีจำนวน 1 ข้อ
- (2) ข้อที่ควรปรับปรุงคำถามมีจำนวน 6 ข้อ
- (3) ข้อที่ควรปรับภาษาในตัวเลือก และตัวลวงให้มีความเหมาะสม มีจำนวน 4 ข้อ

6) นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนหินกองพิบูลอนุสรณ์ จำนวน 40 คน แล้วหาค่าความเที่ยงโดยใช้สูตร คูเดอริชาร์ดสัน 20 (KR-20) ได้ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบก่อนเรียน 0.71 แบบทดสอบหลังเรียน 0.72 โดยแบบวัดทั้งสองมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.70

2.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 1) ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับวิธีการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการเชื่อมโยง จากเอกสาร ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2) ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อกำหนดขอบเขตของเนื้อหาที่จะสร้างแบบทดสอบ

3) สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหา และพฤติกรรมที่ต้องกรวัดเพื่อให้ครอบคลุมเนื้อหาที่กำหนด

4) สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ มีลักษณะเป็นปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ตอบถูกต้องตามเฉลยให้ระดับคะแนน 1 ตอบตัวเลือกผิด ตอบมากกว่า 1 ตัวเลือก หรือไม่เลือกตอบ ให้ระดับคะแนน 0 จำนวน 45 ข้อ

5) นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความตรง และความสอดคล้องตามจุดประสงค์ กับพฤติกรรมที่ต้องกรวัด ลักษณะการใช้คำถาม การเขียนตัวเลือกและตัวลวง รวมทั้งการใช้ภาษา โดยกำหนดคุณสมบัติของผู้เชี่ยวชาญ เป็นผู้มีความเชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาคณิตศาสตร์ และเป็นผู้มีวุฒิการศึกษาด้านการสอนคณิตศาสตร์ ไม่ต่ำกว่ามหาบัณฑิต จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไข และตัดข้อสอบที่ไม่เหมาะสมออก จนได้ข้อสอบที่มีความสมบูรณ์ 40 ข้อ

คำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ และการปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

- (1) ข้อที่ไม่สอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องกรวัดมีจำนวน 1 ข้อ
- (2) ข้อที่ควรปรับปรุงคำถามมีจำนวน 5 ข้อ
- (3) ข้อที่ควรปรับภาษาในตัวเลือก และตัวลวงให้มีความเหมาะสมมีจำนวน 7 ข้อ

6) นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนหินกองพิบูลอนุสรณ์ จำนวน 40 คน แล้วหาค่าความเที่ยงโดยใช้สูตรคูเดอริชาร์ดสัน 20 (KR-20) ได้ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบก่อนเรียน 0.72 แบบทดสอบหลังเรียน 0.74 โดยแบบวัดทั้งสองมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80

2.3 แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 1) ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับวิธีการสร้างแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จากเอกสาร ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- 2) ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อกำหนดขอบเขตของเนื้อหาที่จะสร้างแบบทดสอบ
- 3) สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหา และพฤติกรรมที่ต้องการวัดเพื่อให้ครอบคลุมเนื้อหาที่กำหนด
- 4) สร้างแบบวัดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการเชื่อมโยง มีลักษณะเป็นแบบวัดอัตนัย แสดงวิธีทำ จำนวน 10 ข้อ
- 5) สร้างเกณฑ์การให้คะแนนครอบคลุมเนื้อหาที่กำหนดแบบรูบริก (rubric) โดยสร้างเกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic score) ซึ่งพัฒนามาจากเกณฑ์การให้คะแนนของกระทรวงศึกษาธิการ (2546: 135-138) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 18-19) และสภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติอเมริกา (NCTM, 2000: 60-63) โดยแต่ละส่วนมีการให้คะแนนดังนี้

ตารางที่ 4 เกณฑ์คะแนนแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

1.	การระบุหัวข้อความรู้คณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา		
	▶ ระบุหัวข้อความรู้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน	คะแนน	3
	▶ ระบุหัวข้อความรู้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน	คะแนน	2
	▶ ระบุหัวข้อความรู้ในการแก้ปัญหาได้แต่ยังไม่ถูกต้อง หรือไม่ครบถ้วน	คะแนน	1
	▶ ไม่ระบุหัวข้อความรู้ได้เลย	คะแนน	0
2.	การระบุ ทฤษฎี กฎ สูตร นิยาม แบบรูป สมการ หรือสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา		
	▶ ระบุ ทฤษฎี กฎ สูตร นิยาม แบบรูป สมการ หรือสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน	คะแนน	3
	▶ ระบุ ทฤษฎี กฎ สูตร นิยาม แบบรูป สมการ หรือสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน	คะแนน	2
	▶ ระบุ ทฤษฎี กฎ สูตร นิยาม แบบรูป สมการ หรือสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการ	คะแนน	1

	แก้ปัญหาได้บ้าง ▶ ไม่ระบุ ทฤษฎี กฎ สูตร นิยาม แบบรูป สมการหรือสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา		0
3.	การเขียนอธิบายวิธีการหรือขั้นตอนการหาคำตอบ		
	▶ เขียนอธิบายวิธีการหรือขั้นตอนการหาคำตอบได้ถูกต้อง ชัดเจน	คะแนน	3
	▶ เขียนอธิบายวิธีการหรือขั้นตอนการหาคำตอบได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ แต่ยังไม่ชัดเจน	คะแนน	2
	▶ เขียนอธิบายวิธีการหรือขั้นตอนการหาคำตอบได้ถูกต้อง เป็นบางส่วน	คะแนน	1
	▶ ไม่เขียนอธิบายวิธีการหรือขั้นตอนการหาคำตอบ		0
4.	การระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์ที่มีโครงสร้างคล้ายคลึง		
	▶ ยกตัวอย่างหรือสถานการณ์ที่มีโครงสร้างคล้ายคลึงได้	คะแนน	1
	▶ ไม่ยกตัวอย่างหรือสถานการณ์ใดเลย	คะแนน	0

6) นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความตรง และความสอดคล้องตามจุดประสงค์ กับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ลักษณะการใช้คำถาม การเขียนตัวเลือก และตัววง รวมทั้งการใช้ภาษา โดยกำหนดคุณสมบัติของผู้เชี่ยวชาญ เป็นผู้มีความเชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาคณิตศาสตร์ และเป็นผู้มีวุฒิการศึกษาด้านการสอนคณิตศาสตร์ไม่ต่ำกว่ามหาบัณฑิต จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไข และตัดข้อสอบที่ไม่เหมาะสมออกจนได้ข้อสอบที่มีความสมบูรณ์ 7 ข้อ

คำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ และการปรับปรุงแก้ไขแบบวัดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา สรุปได้ดังนี้

(1) ข้อที่ไม่สอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดมีจำนวน 1 ข้อ

(2) ข้อที่ควรปรับปรุงคำถามมีจำนวน 1 ข้อ

7) นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

ปีที่ 2 โรงเรียนหินกองพิบูลอนุสรณ์ จำนวน 40 คน แล้วหาค่าความเที่ยงโดยใช้สูตร คูเดอร์ริชาร์ดสัน 20 (KR-20) ได้ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบก่อนเรียน 0.88 แบบทดสอบหลังเรียน 0.89 โดยแบบวัดทั้งสองมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20-0.24 และค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.24 – 0.44

จากการวิเคราะห์เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดแสดงได้ดังตาราง
ตารางที่ 5 แสดงค่าความยาก อำนาจจำแนก และความเที่ยงของเครื่องมือวัด

แบบทดสอบ	ความยาก		อำนาจจำแนก		ความเที่ยง	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
วัดความสามารถในการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	0.20 - 0.63	0.20 - 0.70	0.20 - 0.76	0.20 - 0.67	0.72	0.70
วัดความสามารถในการให้ เหตุผลทางคณิตศาสตร์	0.20 - 0.58	0.25 - 0.60	0.20 - 0.68	0.20 - 0.59	0.73	0.74
วัดความสามารถในการ เชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	0.23 - 0.43	0.25 - 0.44	0.20 - 0.24	0.20 - 0.24	0.88	0.89

ขั้นตอนที่ 3 การทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน

ขั้นตอนนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา การทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน ประกอบไป
ด้วยหัวข้อดังต่อไปนี้

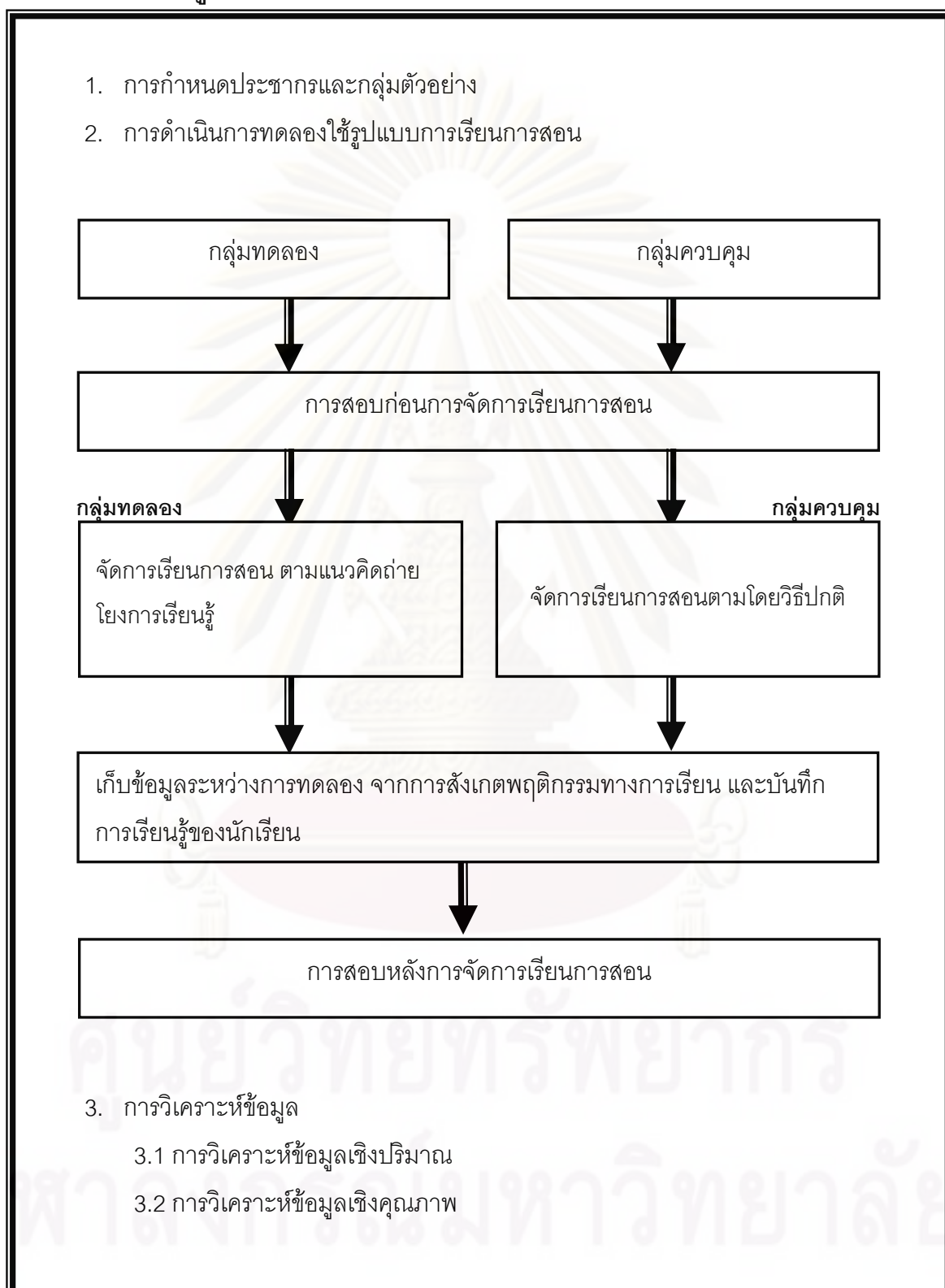
1. กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. ดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน
3. วิเคราะห์ข้อมูล

ซึ่งสรุปขั้นตอนได้ดังภาพ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. การดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน



3. การวิเคราะห์ข้อมูล
 - 3.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ
 - 3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

แผนภาพที่ 11 การดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน

การทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนประกอบด้วย

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสระบุรีเขต 2

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนอนุบาลวังม่วง อำเภอวังม่วง จังหวัดสระบุรี โดยมีขั้นตอนในการคัดเลือกโรงเรียนดังนี้

1.1 เกณฑ์พิจารณาในการเลือกโรงเรียน

- 1) เป็นโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ
- 2) เป็นโรงเรียนที่มีการจัดนักเรียนแต่ละห้องคละระดับความสามารถ
- 3) มีจำนวนนักเรียนในห้องไม่ต่ำกว่า 45 คน
- 4) นักเรียนมาจากครอบครัวที่หลากหลายอาชีพ

1.2 คัดเลือกโรงเรียนที่ใช้ทดลองโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) คือ โรงเรียนอนุบาลวังม่วง อำเภอวังม่วง จังหวัดสระบุรี

1.3) คัดเลือกห้องเรียน ผู้วิจัยคัดเลือกห้องเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 2 ห้องเรียน ด้วยวิธีการดังนี้

1) นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของภาคการศึกษาที่ 1 ของนักเรียนทุกห้องมาหาค่าเฉลี่ย แล้วพิจารณาเลือกห้องเรียนที่นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ใกล้เคียงกัน จำนวน 2 ห้องเรียน พบว่าห้องที่มีคะแนนเฉลี่ยใกล้เคียงกัน 2 ห้อง คือห้อง 1/1 มีคะแนนเฉลี่ย 32.09 คะแนน และห้อง 1/2 ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ย 30.91 คะแนน

2) ทดสอบความแปรปรวนโดยใช้การทดสอบค่าเอฟ (F-test) พบว่าความแปรปรวนไม่แตกต่างกัน จึงทำการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนการทดลองด้วยการทดสอบที (t-test) ซึ่งพบว่าไม่แตกต่างกัน นั่นคือนักเรียนทั้งสองห้องมีผลสัมฤทธิ์ไม่แตกต่างกัน

1.4) สุ่มห้องทดลอง 1 ห้อง และห้องควบคุม 1 ห้อง ด้วยวิธีการจับสลาก ปรากฏว่าสุ่มได้นักเรียนห้อง 1/2 เป็นกลุ่มทดลอง ห้อง1/1 เป็นกลุ่มควบคุม

2. การดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน

การดำเนินการทดลอง ดำเนินการดังนี้

2.1 การกำหนดแบบแผนการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Research) แบบสองกลุ่มวัดก่อน และหลังการทดลอง และมีการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง (The Pretest-Posttest Control Group Design) ดังแบบแผนการทดลองในตารางที่ 5 ดังนี้

ตารางที่ 6 แบบแผนการทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง	การวัดก่อนการทดลอง		การวัดหลังการทดลอง
E	O ₁	X	O ₂
C	O ₃		O ₄

E คือ กลุ่มทดลอง

C คือ กลุ่มควบคุม

O₁, O₃ คือ ค่าที่สังเกตหรือผลที่วัดได้ก่อนการทดลอง

O₂, O₄ คือ ค่าที่สังเกตหรือผลที่วัดได้หลังการทดลอง

X คือ ตัวแปรจัดกระทำ (รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการ

ถ่ายโยงการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง)

2.2 การดำเนินการก่อนการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน

1) ติดต่อผู้บริหารโรงเรียนอนุบาลวังม่วงเพื่อประสานขอความร่วมมือในการนำรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้

2) ชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัย ขั้นตอนการวิจัย แนวทางในการจัดการเรียนรู้ และการประเมินผลการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้นให้แก่ผู้อำนวยการโรงเรียน และครูผู้รับผิดชอบสอนคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนอนุบาลวังม่วง

3) ประสานความร่วมมือในการกำหนดการสอน และขอบเขตเนื้อหาที่ทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน

2.3 การดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูล มีขั้นตอนต่างๆดังนี้

1) ดำเนินการก่อนการทดลอง ผู้วิจัยทดสอบนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง แล้วนำคะแนนมารวมกันเป็นคะแนนก่อนเรียน ผลการทดสอบลักษณะการแจกแจงของคะแนนก่อนเรียน โดยพิจารณาจากกราฟ Normality Probability Plot พบว่ามีการแจกแจงเป็นแบบปกติ สรุปได้ว่าทั้งสองกลุ่มมีความแปรปรวนของคะแนนก่อนเรียนไม่แตกต่างกัน และผลการทดสอบคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ได้ค่า Sig. = .282 ซึ่งมากกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 ดังนั้นคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม ดังนั้นจึงไม่ใช้คะแนนก่อนเรียนเป็นตัวแปรร่วมในการทดสอบความแตกต่างของคะแนนหลังเรียน

2) การดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม รวมสองห้อง ห้องละ 60 ชั่วโมง เป็นเวลา 18 สัปดาห์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2552 ถึงเดือน มีนาคม 2553 เรื่องที่ใช้ในการทดลองสอนคือ เศษส่วนและทศนิยม การประมาณค่า คู่อันดับและกราฟ สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ และโอกาสของเหตุการณ์ ในสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยกลุ่มทดลองได้รับการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ้อยโยงการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนโดยวิธีปกติ ซึ่งเป็นไปตามแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 โดยแสดงการเปรียบเทียบแนวการสอนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมดังตารางที่ 3

ตารางที่ 7 เปรียบเทียบแนวการสอนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
1. ขั้นตอนการสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ เป็นขั้นตอนที่กระตุ้นให้นักเรียน ระบุความรู้ในอดีตที่มีความสำคัญ ต่อสิ่งที่กำลังเรียนรู้ใหม่ และ พิจารณาหาองค์ประกอบที่เหมือนหรือคล้ายคลึงกับสิ่งที่ได้เคยเรียนรู้แล้วในอดีต เพื่อไปสร้างความสัมพันธ์กับสิ่งที่กำลังเรียนรู้ใหม่ หรือขยายขอบเขตของความรู้ในเรื่องนั้นๆให้	1. ขั้นทบทวนความรู้พื้นฐาน เป็นขั้นที่เชื่อมโยงเรื่องราวที่เกี่ยวข้องเพื่อนำไปสู่เนื้อหาใหม่ โดยการใช้คำถามหรือยุทธวิธีต่างๆในการทบทวนความรู้เดิม 2. ขั้นปฏิบัติกิจกรรม เป็นขั้นสอนเนื้อหาใหม่ให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจหลักการ แนวคิด กฎ สูตร สัจพจน์

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
<p>กว้างขวางยิ่งขึ้น จนกลายเป็นข้อสรุปของความรู้ใหม่ที่ผู้เรียนได้รับ</p> <p>บทบาทครู</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) ใช้คำถามนำเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความคิดจากสิ่งที่นักเรียนเคยเรียนผ่านมาแล้ว และเกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กับสิ่งที่นักเรียนกำลังจะเรียนรู้ใหม่ 2) ออกแบบการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ในอดีตมาเป็นพื้นฐานในการเรียนเรื่องใหม่ 3) ครูใช้คำถาม และเปิดโอกาสให้นักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับเนื้อหาใหม่ที่กำลังเรียนรู้ ว่ามีองค์ประกอบอะไรที่เหมือนหรือคล้ายคลึงกับสิ่งที่นักเรียนเคยรับรู้ หรือเรียนรู้อย่างไรบ้าง <p>บทบาทนักเรียน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) จัดลำดับความคิดของตนเองเพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิมที่เคยเรียน กับสิ่งที่กำลังเรียนรู้ใหม่ 2) วิเคราะห์ หาองค์ประกอบที่เหมือนหรือคล้ายคลึง เพื่อไปสัมพันธ์กับสิ่งที่เรียนรู้ใหม่ 3) สังเคราะห์และสรุปความรู้ที่ได้รับจากการเรียนการสอน <p>2. ขั้นการฝึกปฏิบัติการใช้ความรู้</p> <p>เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะและกระบวนการใช้ความรู้ใหม่ โดยเริ่มจากการฝึกทักษะในสิ่งที่มีความซับซ้อนน้อยไปหาสิ่งที่มีความซับซ้อนมาก มีการกำหนดสถานการณ์ให้</p>	<p>ทฤษฎีบทหรือนิยามด้วยการปฏิบัติจริง การใช้คำถามประกอบคำอธิบาย หรือการใช้สื่อรูปธรรม โดยกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551</p> <p>3. ขั้นสรุป</p> <p>ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปความคิดรวบยอดจากบทเรียน</p> <p>4. ฝึกทักษะ</p> <p>ครูกำหนดสถานการณ์ปัญหาที่หลากหลาย และให้นักเรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้แก้ปัญหา</p>

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
<p>นักเรียนได้ดำเนินการใช้ความรู้ไปแก้ปัญหา ในบริบทที่ผู้เรียนกำลังเรียนรู้ จากนั้นให้ผู้เรียนสะท้อนการเรียนรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย เช่น การทำMind map ทำรายงาน โครงงาน</p> <p>บทบาทครู</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) ให้นักเรียนฝึกทักษะโดยให้โจทย์ที่มีความซับซ้อนน้อย ไปหาโจทย์ที่มีความซับซ้อนมาก 2) กำหนดสถานการณ์ที่มีความหลากหลายเพื่อให้นักเรียนมองเห็นลักษณะการแก้ปัญหาที่แตกต่างออกไป 3) ให้ผู้เรียนออกแบบการแสดงความรู้ออกมาด้วยวิธีที่หลากหลายตามศักยภาพในการเรียนรู้ เช่นทำโครงงาน <p>บทบาทนักเรียน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหา และตรวจสอบความสมเหตุสมผลประกอบทุกครั้ง 2) แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อน และครู เมื่อไม่เข้าใจให้ถาม 3) ออกแบบการแสดงความรู้ของตนเอง <p>3. ขั้นการถ่ายโยงความรู้ไปใช้</p> <p>เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาภายใต้เงื่อนไขใหม่ และบริบทใหม่ หรือในสถานการณ์จริง และรวมถึงการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหา ด้วยกระบวนการทางคณิตศาสตร์</p> <p>บทบาทครู</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) กำหนดโจทย์ หรือสถานการณ์ใหม่ๆที่ 	

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
<p>แตกต่างจากเดิมให้นักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหาอยู่เป็นประจำ</p> <p>2) กระตุ้นให้นักเรียนหาวิธีการในการแก้ปัญหา มากกว่า 1 วิธี</p> <p>3) ฝึกให้นักเรียนตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบในการแก้ปัญหาทุกครั้ง</p> <p>บทบาทนักเรียน</p> <p>1) ใช้วิธีการแก้ปัญหาหลากหลายวิธี</p> <p>2) ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบเป็นประจำ</p> <p>4. ขั้นการสะท้อนความคิด</p> <p>เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการแก้ปัญหาของตนเอง</p> <p>บทบาทครู</p> <p>1) ให้มีการอภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้อย่างกว้างขวางเกี่ยวกับการแก้ปัญหา</p> <p>2) กระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นของตนเองการแก้ปัญหาออกมา</p> <p>บทบาทนักเรียน</p> <p>1) แลกเปลี่ยนเรียนรู้กันในวงกว้าง</p> <p>2) แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการแก้ปัญหาของตนเอง</p>	

3) ดำเนินการหลังการทดลอง เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนการสอน ผู้วิจัยดำเนินการวัดผลทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยงของผู้เรียนทั้งกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพดังนี้

ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS/PC⁺ for WINDOW ดังนี้

3.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

- 1) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้การทดสอบที (t-test) ที่ระดับนัยสำคัญ .05
- 2) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้การทดสอบที (t-test) ที่ระดับนัยสำคัญ .05
- 3) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงก่อนการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้การทดสอบที (t-test) ที่ระดับนัยสำคัญ .05
- 4) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้การทดสอบที (t-test) ที่ระดับนัยสำคัญ .05
- 5) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ ก่อนและหลังการทดลอง โดยใช้การทดสอบที (t-test) ที่ระดับนัยสำคัญ .05
- 6) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ ก่อนและหลังการทดลอง โดยใช้การทดสอบที (t-test) ที่ระดับนัยสำคัญ .05
- 7) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ ก่อนและหลังการทดลอง โดยใช้การทดสอบที (t-test) ที่ระดับนัยสำคัญ .05
- 8) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ ก่อนและหลังการทดลอง โดยใช้การทดสอบที (t-test) ที่ระดับนัยสำคัญ .05
- 9) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้สถิติ t-test ที่ระดับนัยสำคัญ .05

10) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้การทดสอบที (t-test) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

11) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้การทดสอบที (t-test) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

12) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้การทดสอบที (t-test) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยสรุปและวิเคราะห์ข้อมูลจากข้อความในแบบบันทึกการเรียนรู้ของผู้เรียน ที่ผู้เรียนเป็นผู้บันทึกเมื่อจบการเรียนรู้ในแต่ละเรื่อง และแบบสังเกตพฤติกรรมทางการเรียนรู้ของผู้เรียน ที่ครูเป็นผู้บันทึกในช่วงเวลาก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน ในด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ตามเกณฑ์ที่กำหนด แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์แล้วสรุปผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

บทที่ 4 ผลการวิจัย

การวิจัยและพัฒนา เรื่องการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีผลการพิจารณาและผลการวิเคราะห์ข้อมูล 2 ขั้นตอน คือ

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้

ตอนที่ 2 ผลการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้

รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยงของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ดำเนินการพัฒนาขึ้นจากแนวคิด ทฤษฎี และหลักการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดของการถ่ายโยงการเรียนรู้ และการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ทำให้ได้รูปแบบการเรียนการสอนที่ส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง
สรุปได้ดังแผนภาพที่ 11

ผลของการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโอนการเรียนรู้

หลักการ	<ol style="list-style-type: none"> 1. การกระตุ้นให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้เดิมกับสิ่งที่เรียนรู้ใหม่ทุกครั้ง 2. การส่งเสริมให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติการใช้ความรู้ และสะท้อนการเรียนรู้ด้วยวิธีที่หลากหลาย 3. การออกแบบกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในบริบทที่แตกต่างจากเดิม 4. การตรวจสอบการเรียนรู้ของผู้เรียน 	วัตถุประสงค์	เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง
----------------	--	---------------------	---



ขั้นการสร้างประสบการณ์การเรียนรู้	<ol style="list-style-type: none"> 1. ใช้คำถามนำเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความคิดจากสิ่งที่นักเรียนเคยเรียนผ่านมาแล้ว และเกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กับสิ่งที่นักเรียนกำลังจะเรียนรู้ใหม่ 2. ออกแบบการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ในอดีตมาเป็นพื้นฐานในการเรียนเรื่องใหม่ 3. ครูใช้คำถาม และเปิดโอกาสให้นักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับเนื้อหาใหม่ที่กำลังเรียนรู้ ว่ามีองค์ประกอบอะไรที่เหมือนหรือคล้ายคลึงกับสิ่งที่นักเรียนเคยรับรู้ หรือเรียนรู้มาแล้วบ้าง 	<ol style="list-style-type: none"> 1. จัดลำดับความคิดของตนเองเพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิมที่เคยเรียน กับสิ่งที่กำลังเรียนรู้ใหม่ 2. วิเคราะห์ หาดองค์ประกอบที่เหมือน หรือคล้ายคลึง เพื่อไปสัมพันธ์กับสิ่งที่เรียนรู้ใหม่ 3. สังเคราะห์และสรุปความรู้ที่ได้รับจากการเรียนการสอน 	การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง
ขั้นการฝึกปฏิบัติการใช้ความรู้	<ol style="list-style-type: none"> 1. ให้นักเรียนฝึกทักษะโดยให้โจทย์ที่มีความซับซ้อนน้อยไปหาโจทย์ที่มีความซับซ้อนมาก 2. กำหนดสถานการณ์ที่มีความหลากหลายเพื่อให้นักเรียนมองเห็นลักษณะการแก้ปัญหาที่แตกต่างออกไป 3. ให้ผู้เรียนออกแบบการแสดงความรู้ออกมาด้วยวิธีที่หลากหลายตามศักยภาพในการเรียนรู้ เช่น ทำโครงการงาน 	<ol style="list-style-type: none"> 1. นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหา และตรวจสอบความสมเหตุสมผลประกอบทุกครั้ง 2. แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อน และครู เมื่อไม่เข้าใจให้ถาม 3. ออกแบบการแสดงความรู้ของตนเอง 	การแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง
ขั้นการถ่ายโอนความรู้ไปใช้	<ol style="list-style-type: none"> 1. กำหนดโจทย์ หรือสถานการณ์ใหม่ๆ ที่แตกต่างจากเดิม ให้นักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหาอยู่เป็นประจำ 2. กระตุ้นให้นักเรียนหาวิธีการในการแก้ปัญหามากกว่า 1 วิธี 3. ฝึกให้นักเรียนตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบในการแก้ปัญหาทุกครั้ง 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ใช้วิธีการแก้ปัญหาหลากหลายวิธี 2. ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบเป็นประจำ 	การแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง
ขั้นการสะท้อนความคิด	<ol style="list-style-type: none"> 1. ให้มีการอภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้อย่างกว้างขวางเกี่ยวกับการแก้ปัญหา 2. กระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นของตนเองการแก้ปัญหาออกมา 	<ol style="list-style-type: none"> 1. แลกเปลี่ยนเรียนรู้กันในวงกว้าง 2. แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการแก้ปัญหาของตนเอง 	การแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง



ความสามารถของนักเรียน มีทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง
--

แผนภาพที่ 12 ผลของการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโอนการเรียนรู้

รายละเอียดของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโอนการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง ผู้วิจัยได้ลำดับการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นดังนี้

หลักการของรูปแบบการเรียนการสอน

รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโอนการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยงของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีหลักการสำคัญ 4 ประการดังนี้

- 1) การกระตุ้นให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้เดิมกับสิ่งที่เรียนรู้ใหม่ทุกครั้ง เป็นการสร้างความกระฉับกระเฉงให้กับโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียน และทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์และสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง
- 2) การส่งเสริมให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติการใช้ความรู้ และสะท้อนการเรียนรู้ด้วยวิธีที่หลากหลาย เป็นการสร้างความชำนาญในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน และพัฒนามุมมองในการแก้ปัญหาที่กว้างขึ้น
- 3) การออกแบบกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในบริบทที่แตกต่างจากเดิม เป็นการพัฒนาความสามารถในการนำคณิตศาสตร์ไปใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน และการศึกษาต่อ
- 4) การตรวจสอบการเรียนรู้ของผู้เรียน เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน และช่วยลดข้อผิดพลาดในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในชั้นเรียน

วัตถุประสงค์

การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน ตามแนวคิดการถ่ายโอนการเรียนรู้ มีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง

เนื้อหา

สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1

ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอน

1) ขั้นการสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ เป็นขั้นตอนที่กระตุ้นให้ผู้เรียน ระบุความรู้อดีตที่มีความสำคัญ ต่อสิ่งที่กำลังเรียนรู้ใหม่ และพิจารณาองค์ประกอบที่เหมือนหรือคล้ายคลึงกับสิ่งที่ได้เคยเรียนรู้แล้ว เพื่อไปสร้างความสัมพันธ์กับสิ่งที่กำลังเรียนรู้ใหม่ หรือขยายขอบเขตของความรู้ในเรื่องนั้นๆ ให้กว้างขวางยิ่งขึ้น จนกลายเป็นข้อสรุปของความรู้ใหม่ที่ผู้เรียนได้รับ

บทบาทครู

- (1) ใช้คำถามนำเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความคิดจากสิ่งที่นักเรียนเคยเรียนผ่านมาแล้ว และเกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กับสิ่งที่นักเรียนกำลังจะเรียนรู้ใหม่
- (2) ออกแบบการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ในอดีตมาเป็นพื้นฐานในการเรียนเรื่องใหม่
- (3) ครูใช้คำถาม และเปิดโอกาสให้นักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับเนื้อหาใหม่ที่กำลังเรียนรู้ ว่ามีองค์ประกอบอะไรที่เหมือนหรือคล้ายคลึงกับสิ่งที่นักเรียนเคยรับรู้ หรือเรียนรู้อีกบ้าง

บทบาทนักเรียน

- (1) จัดลำดับความคิดของตนเองเพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิมที่เคยเรียน กับสิ่งที่กำลังเรียนรู้ใหม่
- (2) วิเคราะห์หาองค์ประกอบที่เหมือน หรือคล้ายคลึงเพื่อไปสัมพันธ์กับสิ่งที่เรียนรู้ใหม่
- (3) สังเคราะห์และสรุปความรู้ที่ได้รับจากการเรียนการสอน

2) ขั้นการฝึกปฏิบัติการใช้ความรู้ เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะและกระบวนการใช้ความรู้ใหม่ โดยเริ่มจากการฝึกทักษะในสิ่งที่มีความซับซ้อนน้อยไปหาสิ่งที่มีความซับซ้อนมาก มีการกำหนดสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้ดำเนินการใช้ความรู้ไปแก้ปัญหาในบริบทที่ผู้เรียนกำลังเรียนรู้ จากนั้นให้ผู้เรียนสะท้อนการเรียนรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย เช่นการทำ Mind map ทำรายงาน โครงงาน เป็นต้น

บทบาทครู

- (1) ให้ผู้เรียนฝึกทักษะโดยให้โจทย์ที่มีความซับซ้อนน้อย ไปหาโจทย์ที่มีความซับซ้อนมาก
- (2) กำหนดสถานการณ์ที่มีความหลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนมองเห็นลักษณะการ

แก้ปัญหาที่แตกต่างออกไป

(3) ให้ผู้เรียนออกแบบการแสดงความรู้ออกมาด้วยวิธีที่หลากหลายตามศักยภาพในการเรียนรู้ เช่นทำโครงการ

บทบาทนักเรียน

(1) แสดงวิธีการแก้ปัญหา และตรวจสอบความสมเหตุสมผลประกอบทุกครั้ง

(2) แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนและครู เมื่อไม่เข้าใจให้ถาม

(3) ออกแบบการแสดงความรู้ออกมาของตนเอง

3) ขั้นการถ่ายโยงความรู้ไปใช้ เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาภายใต้เงื่อนไขใหม่ และบริบทใหม่ หรือในสถานการณ์จริง และรวมถึงการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางคณิตศาสตร์

บทบาทครู

(1) กำหนดโจทย์ หรือสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างจากเดิมให้ผู้เรียนได้ฝึกแก้ปัญหาอยู่เป็นประจำ

(2) กระตุ้นให้ผู้เรียนหาวิธีการในการแก้ปัญหามากกว่า 1 วิธี

(3) ฝึกให้ผู้เรียนตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบในการแก้ปัญหาทุกครั้ง

บทบาทนักเรียน

(1) ใช้วิธีการแก้ปัญหาหลากหลายวิธี

(2) ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบเป็นประจำ

4) ขั้นการสะท้อนความคิด เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการแก้ปัญหาของตนเอง

บทบาทครู

(1) ให้มีการอภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้อย่างกว้างขวางเกี่ยวกับการแก้ปัญหา

(2) กระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นของตนเองการแก้ปัญหามา

บทบาทนักเรียน

(1) แลกเปลี่ยนเรียนรู้กันในวงกว้าง

(2) แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการแก้ปัญหามา

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ดำเนินการ ดังนี้

1. วัดและประเมินผลทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง ก่อนการดำเนินการใช้รูปแบบการเรียนการสอนของนักเรียน กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

2. วัดและประเมินผลทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง หลังการดำเนินการใช้รูปแบบการเรียนการสอนของนักเรียน กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ด้วยแบบทดสอบจับคู่ขนานกับที่ใช้วัดและประเมินผลก่อนการดำเนินการใช้รูปแบบการเรียนการสอน

เชิงคุณภาพ

1. วิเคราะห์จากข้อความในแบบบันทึกการเรียนรู้ของผู้เรียน ในช่วงเวลาก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน ในด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ตามเกณฑ์ที่กำหนด

2. วิเคราะห์จากแบบสังเกตพฤติกรรมทางการเรียนรู้ของผู้เรียนที่ครูเป็นผู้บันทึก ในช่วงเวลาก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน ในด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ตามเกณฑ์ที่กำหนด

ตอนที่ 2 ผลการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้

การทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน ตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และ การเชื่อมโยงของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่1 นำไปทดลองใช้กับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่1 โรงเรียนอนุบาลวังม่วง ในสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำนวน 2 ห้องเรียน เพื่อประเมินประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีดังนี้

2.1 ผลการทดลองใช้ในเชิงปริมาณ

2.1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลก่อนการทดลอง

2.1.1.1) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้การทดสอบที (t-test) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

2.1.1.2) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้การทดสอบที (t-test) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

2.1.1.3) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงก่อนการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้การทดสอบที(t-test)ที่ระดับนัยสำคัญ.05

1) ผลการวิเคราะห์ที่ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา ก่อนการทดลองระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ตารางที่ 8 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)

	Mean(\bar{x})	SD.	F	Sig.	t	Sig.
กลุ่มทดลอง	10.95	1.745	1.504	.223	-.464	.644
กลุ่มควบคุม	11.12	1.499				

* $p < .05$

จากตารางพบว่าทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) ของคะแนนก่อนการทดลองเท่ากับ 10.95 คะแนน และ 11.12 คะแนน ตามลำดับ และจากการทดสอบความแปรปรวน (F-test) พบว่าความแปรปรวนของคะแนนทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหาของนักเรียนทั้งสองห้องไม่แตกต่างกัน และเมื่อทำการทดสอบที (t-test) พบว่าทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2) ผลการวิเคราะห์ที่ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผล ก่อนการทดลองระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ตารางที่ 9 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ก่อนการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)

	Mean(\bar{x})	SD.	F	Sig.	t	Sig.
กลุ่มทดลอง	11.28	1.386	6.448	.013	-.444	.658
กลุ่มควบคุม	11.44	1.968				

* $p < .05$

จากตารางพบว่าทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผลของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) ของคะแนนก่อนการทดลองเท่ากับ 11.28 คะแนน และ 11.14 คะแนนตามลำดับ และจากการทดสอบความแปรปรวน (F-test) พบว่าความแปรปรวนของคะแนนทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผลของนักเรียนทั้งสองห้องไม่แตกต่างกัน และเมื่อทำการทดสอบที (t-test) พบว่า ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผล ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3) ผลการวิเคราะห์ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการเชื่อมโยง ก่อนการทดลองระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ตารางที่ 10 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ก่อนการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)

	Mean(\bar{x})	SD.	F	Sig.	t	Sig.
กลุ่มทดลอง	18.07	3.763	.091	.764	-.367	.715
กลุ่มควบคุม	18.37	3.879				

* $p < .05$

จากตารางพบว่าทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการเชื่อมโยงของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) ของคะแนนก่อนการทดลองเท่ากับ 18.07 คะแนน และ 18.37 คะแนนตามลำดับ และจากการทดสอบความแปรปรวน (F-test) พบว่าความแปรปรวนของคะแนนทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองห้องไม่แตกต่างกัน และเมื่อทำการทดสอบที (t-test) พบว่าทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.1.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามสมมุติฐาน

2.1.2.1) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ ก่อนและหลังการทดลอง โดยใช้การทดสอบที (t-test) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

2.1.2. 2) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ ก่อนและหลังการทดลอง โดยใช้การทดสอบที (t-test) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

2.1.2.3) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ ก่อนและหลังการทดลอง โดยใช้การทดสอบที (t-test) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

2.1.2.4) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ ก่อนและหลังการทดลอง โดยใช้การทดสอบที (t-test) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

2.1.2.5) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้สถิติ t-test ที่ระดับนัยสำคัญ .05

2.1.2.6) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้การทดสอบที (t-test) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

2.1.2.7) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หลังการทดลองระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้การทดสอบที (t-test) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

2.1.2.8) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้การทดสอบที (t-test) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลองมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลก่อนการทดลอง ซึ่งพิจารณาจากการทดสอบความแปรปรวน (F-test) และการทดสอบที (t-test) ของคะแนนความรู้ทางคณิตศาสตร์ คะแนนทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา คะแนนทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผล และคะแนนทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการเชื่อมโยง ของนักเรียนทั้งสองห้องพบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ดังนั้นจึงวิเคราะห์คะแนนทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ด้วยสถิติ (t-test)

1) ผลการวิเคราะห์ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา ก่อน และหลังการทดลอง ของนักเรียนกลุ่มทดลอง

ตารางที่ 11 ผลการเปรียบเทียบทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหาก่อน เรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)

	Mean(\bar{x})	SD.	t	Sig.
ก่อนเรียน	10.95	1.745	15.750	.000*
หลังเรียน	20.02	3.349		

* p<.05

จากตารางพบว่าทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหาของ นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโอนการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) ของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนเท่ากับ 10.95 คะแนน และ 20.02 คะแนน ตามลำดับ และจากการทดสอบที่ (t-test) พบว่า ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ด้านการแก้ปัญหาลงหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2) ผลการวิเคราะห์ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผล ก่อนและหลังการทดลอง ของนักเรียนกลุ่มทดลอง

ตารางที่ 12 ผลการเปรียบเทียบทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผลก่อน เรียน และหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)

	Mean(\bar{x})	SD.	t	Sig.
คะแนนก่อนเรียน	11.28	1.386	21.355	.000*
คะแนนหลังเรียน	20.33	2.408		

* p<.05

จากตารางพบว่าทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผลของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) ของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนเท่ากับ 11.28 คะแนน และ 20.33 คะแนน ตามลำดับ และจากการทดสอบที (t-test) พบว่าทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผลหลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3) ผลการวิเคราะห์ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ด้านการเชื่อมโยงก่อนและหลังการทดลอง ของนักเรียนกลุ่มทดลอง

ตารางที่ 13 ผลการวิเคราะห์ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการเชื่อมโยงก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง (คะแนนเต็ม 70 คะแนน)

	Mean(\bar{x})	SD.	t	Sig.
คะแนนก่อนเรียน	18.07	3.763	17.838	.000*
คะแนนหลังเรียน	45.07	9.184		

* p<.05

จากตารางพบว่าทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการเชื่อมโยงของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) ของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนเท่ากับ 18.07 คะแนน และ 45.07 คะแนน ตามลำดับ และจากการทดสอบที (t-test) พบว่าทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการเชื่อมโยงหลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4) ผลการวิเคราะห์ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลอง

ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง (คะแนนเต็ม 70 คะแนน)

	Mean(\bar{x})	SD.	t	Sig.
คะแนนก่อนเรียน	40.30	13.496	19.850	.000*
คะแนนหลังเรียน	85.42	6.323		

* p<.05

จากตารางพบว่าทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) ของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนเท่ากับ 40.30 คะแนน และ 85.42 คะแนน ตามลำดับ และจากการทดสอบที (t-test) พบว่า ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5) ผลการวิเคราะห์ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา หลังการทดลอง ของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

ตารางที่ 15 ผลการวิเคราะห์ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)

	Mean(\bar{x})	SD.	t	Sig.
กลุ่มทดลอง	20.02	3.349	6.605	.000*
กลุ่มควบคุม	16.19	1.816		

* $p < .05$

จากตารางพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ และกลุ่มควบคุมที่เรียนโดยวิธีปกติ มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) ของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหาเท่ากับ 20.02 คะแนน และ 16.19 คะแนน ตามลำดับ และจากการทดสอบที (t-test) พบว่ากลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

6) ผลการวิเคราะห์ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านกาให้เหตุผล หลังการทดลอง ของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

ตารางที่ 16 ผลการวิเคราะห์ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผล หลังเรียน
ของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)

	Mean(\bar{x})	SD.	t	Sig.
กลุ่มทดลอง	20.33	2.408	7.205	.000*
กลุ่มควบคุม	16.72	2.229		

* $p < .05$

จากตารางพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยง
การเรียนรู้ และกลุ่มควบคุมที่เรียนโดยวิธีปกติมีค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) ของทักษะและกระบวนการ
ทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผลเท่ากับ 20.33 คะแนน และ 16.72 คะแนน ตามลำดับ และจาก
การทดสอบที (t-test) พบว่ากลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

7) ผลการวิเคราะห์ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการเชื่อมโยง
หลังการทดลอง ของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

ตารางที่ 17 ผลการวิเคราะห์ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการเชื่อมโยง
หลังเรียน ของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม (คะแนนเต็ม 70 คะแนน)

	Mean(\bar{x})	SD.	t	Sig.
กลุ่มทดลอง	45.07	9.184	6.085	.000*
กลุ่มควบคุม	35.02	5.734		

* $p < .05$

จากตารางพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด
การถ่ายโยงการเรียนรู้ และกลุ่มควบคุมที่เรียนโดยวิธีปกติ มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) ของทักษะ
และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการเชื่อมโยงเท่ากับ 45.07 คะแนน และ 35.02 คะแนน
ตามลำดับ และจากการทดสอบที (t-test) พบว่ากลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญ
ทางสถิติที่ระดับ .05

8) ผลการวิเคราะห์ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์หลังการทดลอง ของ
นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ตารางที่ 18 ผลการวิเคราะห์ที่ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

	Mean(\bar{x})	SD.	t	Sig.
กลุ่มทดลอง	85.42	13.496	7.230	.000*
กลุ่มควบคุม	67.93	8.331		

* $p < .05$

จากตารางพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ และกลุ่มควบคุมที่เรียนโดยวิธีปกติ มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) ของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เท่ากับ 85.42 คะแนน และ 67.93 คะแนนตามลำดับ และจากการทดสอบที (t-test) พบว่ากลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 ผลการทดลองใช้ในเชิงคุณภาพ

จากผลการศึกษาพัฒนาการด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยงของนักเรียน กลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน

การพัฒนาการของนักเรียน ซึ่งได้จากการสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียน และบันทึกผลการเรียนรู้ของนักเรียนในกลุ่มทดลอง นักเรียนมีพัฒนาการดังนี้

2.2.1 พัฒนาการด้านการแก้ปัญหา

พัฒนาการด้านการแก้ปัญหของนักเรียน แบ่งออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ก่อนเรียน

ในช่วงต้นๆ จากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในห้องเรียนพบว่านักเรียน ส่วนใหญ่ใช้วิธีการแก้ปัญหาตามความเข้าใจของตนเอง โดยไม่อิงหลักวิชา นักเรียนบางคนสามารถลำดับขั้นตอนการคิดแก้ปัญหาแต่ไม่สามารถอธิบายได้ หรือไม่สามารถให้เหตุผลได้ว่าทำไมต้องทำแบบนี้ คิดแบบนี้ ส่วนใหญ่ตอบเหมือนกันในลักษณะเดียวกันว่า เคยเรียนมาแบบนี้ หรือเคยทำมาแบบนี้ และมักเน้นการได้มาซึ่งคำตอบเพียงอย่างเดียว ไม่มีการแก้ปัญหาที่เป็นลำดับขั้น เมื่อให้โจทย์ที่มีความซับซ้อนมากขึ้น ทำให้นักเรียนไม่สามารถมองภาพขั้นตอนการคิดแก้ปัญหาออก และไม่สามารถใช้ความรู้ที่มีไปแก้ปัญหาได้

ระหว่างเรียน

ในการจัดกิจกรรมผู้วิจัยได้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิด อธิบายและนำเสนอ แนวคิดของนักเรียนแต่ละคนได้อย่างอิสระ โดยผู้วิจัยเริ่มต้นจากการให้นักเรียนเติมคำตอบเพียง คำตอบเดียว เติมคำตอบสั้น ๆ แล้วจึงเติมคำตอบเป็นข้อความหรือประโยค และเมื่อนักเรียน ค้นเคยกับการได้คิดแล้ว จึงให้โจทย์ปัญหาที่มีความซับซ้อนมากขึ้น ซึ่งตรงจุดนี้ผู้วิจัยใช้คำถาม ประกอบ ทำให้นักเรียนรู้สึกสนุกเนื่องจากทำได้ และเป็นการท้าทายความสามารถของตนเองด้วยการ ส่งเสริมให้นักเรียนแก้ปัญหาเป็นกลุ่มจะช่วยให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกทักษะการคิด และ สังเกตได้ว่าการแก้ปัญหาเป็นกลุ่มมีส่วนทำให้เด็กอ่อนได้มีโอกาสนำเสนอแนวคิดด้วย เนื่องจาก การแบ่งกลุ่มจะแบ่งกลุ่มคละความสามารถ มีนักเรียนทั้งอ่อน ปานกลาง และเก่ง นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้นำเสนอรูปแบบการแก้ปัญหา พร้อมกับอธิบายวิธีการในแต่ละขั้นตอน และให้นักเรียนได้ ลองปฏิบัติได้แก่การแก้ปัญหาตามขั้นตอนของโพลยา ซึ่งมี 4 ขั้นตอน ได้แก่

- 1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ในการเรียนการสอนผู้วิจัยได้ให้นักเรียน
- 2) ขั้นวางแผนแก้ปัญหา
- 3) ขั้นดำเนินการตามแผน
- 4) ขั้นตรวจสอบวิธีการและหาคำตอบ

ซึ่งขั้นตอนนี้จะใช้เวลาพอสมควร โดยเฉพาะกับนักเรียนที่มีพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ไม่ดี ผู้วิจัยได้ยกตัวอย่างประกอบการแก้ปัญหาตามขั้นตอนของโพลยา ทำให้นักเรียนสนใจมาก เนื่องจากเป็นกระบวนการที่นำไปสู่การหาคำตอบที่เป็นลำดับขั้น พบว่านักเรียนมีพัฒนาการดังนี้

- 1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ในระยะแรกๆหรือบทต้นๆของการเรียน นักเรียนจะใช้เวลามากในการทำความเข้าใจปัญหา ซึ่งผู้วิจัยเน้นให้นักเรียนวิเคราะห์โจทย์ โดยทำ ความเข้าใจข้อมูลและเงื่อนไขสำคัญของสถานการณ์ปัญหาก่อนลงมือแก้ปัญหาเมื่อกำหนด สถานการณ์ปัญหามาให้ นักเรียนก็จะทำการวิเคราะห์โจทย์ โดยการขีดเส้นใต้ว่าโจทย์กำหนด อะไรมาให้ และต้องการให้หาอะไร ซึ่งในบทเรียนต่อๆมาก็จะทำได้รวดเร็วขึ้น

- 2) ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ขั้นนี้เป็นขั้นที่นักเรียนใช้เวลามากในการเข้าใจ เนื่องจากเป็นการฝึกให้ผู้เรียนลำดับความคิดในการแก้ปัญหา ผู้วิจัยต้องทำให้นักเรียนเห็นภาพ ของการแก้ปัญหา โดยแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆที่โจทย์ให้มาจากขั้นที่ 1 และลำดับ ไปสู่การแก้ปัญหา ซึ่งในเด็กเก่งก็จะสามารถลำดับความคิดไปสู่ขั้นตอนการแก้ปัญหาได้เลย

- 3) ขั้นดำเนินการตามแผน ขั้นนี้นักเรียนส่วนใหญ่เมื่อวางแผนได้ถูกแล้วก็จะสามารถทำตามแผนได้

4) **ขั้นตรวจสอบวิธีการและคำตอบ** นักเรียนส่วนใหญ่ไม่คุ้นเคยกับการตรวจสอบวิธีการและคำตอบ เนื่องจากคุ้นเคยกับการหาเพียงคำตอบ ขั้นตอนนี้ผู้วิจัยจะเน้นให้นักเรียนตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้กับโจทย์ที่กำหนดซึ่งตอนแรกๆ ใช้เวลานานมาก แต่เมื่อมีทักษะมากขึ้น นักเรียนก็สามารถทำได้อย่างรวดเร็ว เช่น เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว นักเรียนจะสนุกมากเนื่องจากฝึกมาคล่องแล้ว ทำให้นักเรียนเห็นประโยชน์ของการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ หรือตรวจสอบวิธีการและคำตอบ

หลังเรียน

จากการประเมินการทำแบบฝึกหัด และแบบทดสอบระหว่างเรียนพบว่า นักเรียนสามารถแสดงการแก้ปัญหาได้ตามขั้นตอนของการแก้ปัญหา และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบกับโจทย์ที่มีความซับซ้อนมากขึ้นได้ โดยจากการเรียนในบทหลังๆ พบว่านักเรียนจะมีความแม่นยำในการแสดงขั้นตอนการคิดแก้ปัญหา และจากการสังเกตในแบบบันทึกการเรียนรู้อันผู้เรียน พบว่านักเรียนจะสะท้อนการแก้ปัญหามาในรูปแบบที่หลากหลายมากขึ้น เช่น การแสดงความสัมพันธ์หรือลำดับขั้นของการแก้ปัญหาในรูปแบบแผนภาพ

จากการประเมินการทำแบบฝึกหัด แบบทดสอบระหว่างเรียน และบันทึกการเรียนรู้อันผู้เรียน พบว่านักเรียนมีความเข้าใจขั้นตอนในกระบวนการของการแก้ปัญหา และสามารถใช้กระบวนการในการแก้ปัญหา ตามลำดับขั้น ในสถานการณ์ที่หลากหลายได้มากขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าการซักถามหรือเปิดโอกาสให้นักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับการแก้ปัญหามาของตนเอง จะเป็นการช่วยเพิ่มความเข้าใจของผู้เรียนมากขึ้น

2.2.2 พัฒนาการด้านการให้เหตุผล

ก่อนเรียน

นักเรียนไม่สามารถที่จะหาเหตุผลมาประกอบการอธิบายกระบวนการหาคำตอบ ในการแก้โจทย์ปัญหาได้เลย เนื่องจากไม่ทราบจะให้เหตุผลอย่างไรระหว่างเรียน

ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนผู้วิจัยได้ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับ การให้เหตุผลแบบอุปนัย และการให้เหตุผลแบบนิรนัย ซึ่งพบว่า

ในระยะแรกของการเรียนการสอน นักเรียน ไม่สามารถอ้างอิง สูตร กฎ นิยาม ตลอดจนหาลักษณะร่วมของตัวอย่าง หรือกิจกรรม หรือนำคำตอบที่ได้มาสัมพันธ์กัน เพื่อประกอบการให้เหตุผลได้ ซึ่งอาจเป็นเพราะนักเรียนยังไม่มี ความแม่นยำเพียงพอ ทำให้ไม่สามารถ

แสดงเหตุผลต่างๆเพื่ออ้างอิง ผู้วิจัยได้พยายามตั้งคำถาม เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดและพยายามค้นหาคำตอบ และสร้างบรรยากาศที่ส่งเสริมการคาดเดา เพื่อให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบคำตอบโดยผู้วิจัยได้กำหนดสถานการณ์ หรือโจทย์ปัญหา เพื่อนำหลักการและนำหลักเกณฑ์ที่ค้นพบไปใช้ในการแก้ปัญหาบ่อยๆ ทำให้นักเรียนมีพัฒนาการในการให้เหตุผลที่ดีขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าในระยะแรกๆนักเรียนไม่กล้าแสดงความคิดเห็น และรู้สึกกลัวเมื่อมีการพุดผิด หรือเขียนในสิ่งที่ไม่ถูกต้องกับปัญหาปลายเปิด และจะแสดงความกังวลออกมาให้เห็นถ้าครูกำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาปลายเปิดให้คิดแก้ปัญหา เพราะในการตอบคำถามของปัญหาปลายเปิดนั้น นักเรียนจะต้องอธิบายเหตุผลสนับสนุนวิธีการหาคำตอบของตนเอง ซึ่งทำให้ผู้วิจัยทราบว่านักเรียนมีความเข้าใจในเรื่องที่เรียนไปมากน้อยเพียงใด ทำให้สามารถตรวจสอบความถูกต้องของความคิดของนักเรียนได้ หากเกิดความเข้าใจที่ผิดพลาดจึงสามารถแก้ไขข้อบกพร่องได้อย่างรวดเร็ว ทั้งนี้ผู้วิจัยได้พยายามสร้างบรรยากาศที่เป็นกันเอง ทำให้นักเรียนลดความกังวล และกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการแก้ปัญหา และสะท้อนการเรียนรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลายขึ้น จากการสังเกตนักเรียนมีความพอใจมากเมื่อได้แสดงความคิดเห็นของตนให้เพื่อนและครูได้รับรู้ตามความเข้าใจของนักเรียนเอง อีกประการหนึ่งผู้วิจัยสังเกตว่า เมื่อผู้วิจัยได้ให้คำชมเชยกับนักเรียนที่ตอบคำถามได้ถูกต้อง แสดงความคิดเห็นตามความเข้าใจของนักเรียนหรือมีส่วนร่วมในการสร้างและแสดงผลงานในแต่ละเรื่องที่นักเรียนสามารถทำได้แล้ว นักเรียนเกิดความภูมิใจและมีความพยายามในการเรียนมากขึ้น

หลังเรียน

จากการประเมินการทำแบบฝึกหัด และแบบทดสอบระหว่างเรียน และบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน พบว่าหลังความพยายามฝึกให้ใช้เหตุผล นักเรียนสามารถอ้างอิง กฎ สูตร นิยาม ตลอดจนนำหลักการทั่วไป ไปใช้ประกอบอ้างอิง อธิบาย หรือให้เหตุผลได้มากขึ้น

จากการประเมินการทำแบบฝึกหัด แบบทดสอบระหว่างเรียน และบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน พบว่า นักเรียนสามารถให้เหตุผลแบบนิรนัย และแบบอุปนัยได้ เมื่อมีการฝึกปฏิบัติด้วยสถานการณ์โจทย์ หรือแบบฝึกหัด ในปริมาณที่มากพอ การจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนใช้กระบวนการกลุ่มในการปฏิบัติกิจกรรมจะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ร่วมกันคิด พิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบด้วยเหตุผล ทำให้นักเรียนได้ฝึกการใช้เหตุผล เห็นข้อจำกัดและข้อบกพร่องต่างๆจากการสรุปที่ไม่รอบคอบ ส่งผลให้นักเรียนเกิดความระมัดระวังในการสรุปมากขึ้น และช่วยทำให้นักเรียนมีทักษะการให้เหตุผลดีขึ้น

2.2.3 พัฒนาการด้านการเชื่อมโยง

ก่อนเรียน

นักเรียนยังมองไม่เห็น ความเกี่ยวข้อง หรือเชื่อมโยงระหว่างความรู้
คณิตศาสตร์ที่มีในเนื้อหา นั้นกับงานที่เกี่ยวข้อง ทำให้ไม่สามารถเชื่อมโยงสิ่งที่รับรู้ หรือเคยเรียนรู้
ไปแล้วไปใช้แก้ปัญหาได้

ระหว่างเรียน

ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนผู้วิจัยได้ออกแบบการเรียนรู้โดยการ
กำหนดสถานการณ์ปัญหา ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ให้นักเรียนได้ฝึกเชื่อมโยงความรู้ไปใช้
แก้ปัญหา พบว่าในระยะช่วงแรกๆ นักเรียนไม่สามารถนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในบริบทที่
แตกต่างได้ซึ่งอาจ เกิดจากนักเรียนขาดความแม่นยำในเนื้อหา ผู้วิจัยจึงได้พยายามกำหนด
สถานการณ์ปัญหาสอดแทรกในการเรียนรู้อยู่เสมอ เพื่อให้ให้นักเรียนได้เห็นการนำความรู้ เนื้อหา
สาระ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ หรือนำความรู้และ
กระบวนการทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนเห็น
ความเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน จากการ
ออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอน รวมทั้งการกำหนดสถานการณ์ปัญหาของผู้วิจัยที่เอื้อให้
นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติการใช้ความรู้ อย่างต่อเนื่อง และกระตุ้นให้นักเรียนแสวงหาความรู้ร่วมกับการ
ได้แก้ปัญหาที่อยู่ใกล้ตัวพบว่านักเรียนมีพัฒนาการด้านการเชื่อมโยงมากขึ้น ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนด
ปัญหาสถานการณ์ให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความคิดเพื่อนำไปใช้แก้ปัญหา โดยกำหนดให้นักเรียน
ต้องตอบคำถามตามประเด็นดังต่อไปนี้

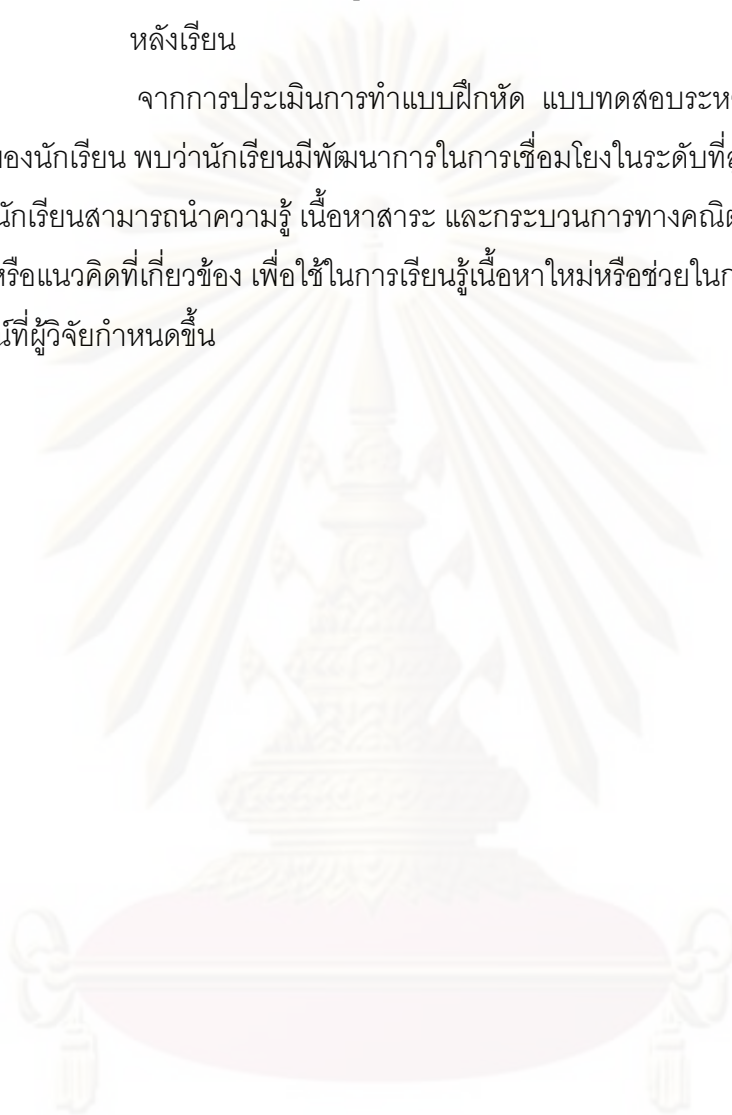
1. การระบุหัวข้อความรู้คณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา
2. การระบุ ทฤษฎี กฎ สูตร นิยาม แบบรูป สมการ หรือสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา
3. การเขียนอธิบายวิธีการหรือขั้นตอนการหาคำตอบ
4. การระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์ที่มีโครงสร้างคล้ายคลึง

โดยในระยะแรกๆ ผู้วิจัยได้อธิบายการตอบคำถามตามประเด็นดังกล่าว
ข้างต้น พร้อมยกตัวอย่างประกอบให้เห็น พบว่านักเรียนที่เรียนอ่อน ไม่สามารถตอบคำถาม
ในประเด็นที่ 1 และ 2 ได้ มากกว่าประเด็นอื่นๆ ในบทต่อๆมา นักเรียนได้รับการฝึกทักษะและ
กระบวนการใช้ความรู้ พบว่า นักเรียนสามารถตอบคำถามตามประเด็นดังกล่าวได้ เป็นลำดับ

ซึ่งถ้าผู้วิจัยกำหนดสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน หรือเรื่องใกล้ตัวแล้ว นักเรียนจะกระตือรือร้นในการตอบคำถาม และนำไปสู่กระบวนการหาคำตอบได้อย่างสนุกสนาน

หลังเรียน

จากการประเมินการทำแบบฝึกหัด แบบทดสอบระหว่างเรียน และบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน พบว่านักเรียนมีพัฒนาการในการเชื่อมโยงในระดับที่สูงขึ้น โดยพิจารณาจากการที่ นักเรียนสามารถนำความรู้ เนื้อหาสาระ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มาสัมพันธ์กับความรู้หรือแนวคิดที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่หรือช่วยในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้น



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโอนการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยงของนักเรียน มัธยมศึกษาปีที่ 1 มีสาระของการวิจัยดังนี้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยเพื่อพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโอนการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริม ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยงของ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโอนการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง ของนักเรียน มัธยมศึกษาปีที่ 1

2. เพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโอนการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริม ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยงของ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการดำเนินการดังนี้

2.1 เปรียบเทียบทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้ เหตุผล และการเชื่อมโยงของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด การถ่ายโอนการเรียนรู้ ก่อนและหลังการทดลอง

2.2 เปรียบเทียบทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน กลุ่มทดลอง ที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโอนการเรียนรู้ ก่อนและหลังการทดลอง

2.3 เปรียบเทียบทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้ เหตุผล และการเชื่อมโยงของนักเรียน กลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด การถ่ายโอนการเรียนรู้ และกลุ่มควบคุมที่เรียนโดยวิธีปกติ

2.4 เปรียบเทียบทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน กลุ่มทดลองที่ เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโอนการเรียนรู้ และกลุ่มควบคุมที่เรียนโดยวิธี ปกติ

7. ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการเชื่อมโยงของนักเรียน กลุ่มทดลอง ที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนโดยวิธีปกติ

8. ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน กลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนโดยวิธีปกติ

วิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้

1. ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์
 - 1.1 หลักการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน
 - 1.2 องค์ความรู้ ทักษะสำคัญ และคุณลักษณะ ในสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นจุดเน้นในการพัฒนาผู้เรียน
 - 1.3 แนวทางการจัดการเรียนรู้
 - 1.4 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้
2. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์
 - 2.1 ศึกษาแนวคิดทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา
 - 2.2 ศึกษาแนวคิดทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผล
 - 2.3 ศึกษาแนวคิดทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการเชื่อมโยง
3. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายโยงการเรียนรู้
 - 3.1 ศึกษาแนวคิดทฤษฎี เอกสาร และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ ทฤษฎีโครงสร้างความรู้

3.2 ศึกษาแนวคิดทฤษฎี เอกสาร และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ ทฤษฎีการถ่ายโยง โดยความคล้ายคลึงหรือทฤษฎีองค์ประกอบเหมือน

3.3 ศึกษาแนวคิดทฤษฎี เอกสาร และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ ทฤษฎีการสรุปนัยทั่วไปของจัดด์

4. พัฒนารูปแบบการเรียนการสอน

4.1 วิเคราะห์แนวการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ที่สังเคราะห์ขึ้น

4.2 การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามกระบวนการถ่ายโยงการเรียนรู้

5. ตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอน

5.1 ตรวจสอบรูปแบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นโดยผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไขรูปแบบการเรียนการสอน และสร้างแผนการเรียนรู้ตามขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอน โดยใช้เนื้อหาเรื่อง เศษส่วนและทศนิยม จำนวน 1 แผนการเรียนรู้ เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ในสภาพจริง

5.2 การตรวจสอบรูปแบบการเรียนการสอน โดยการนำแผนการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นไปดำเนินการสอนกับนักเรียนที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง

6. แก้ไขปรับปรุงรูปแบบการเรียนการสอน

นำข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิ และที่ได้จากการทดลองสอนมาปรับปรุงแก้ไขขั้นตอนการเรียนการสอนและการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นตอนที่ 2 การเตรียมการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน

1. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้

1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยได้จัดแบ่งเนื้อหาออกเป็น 6 เรื่อง ได้แก่เรื่องเศษส่วนและทศนิยม 18 ชั่วโมง การประมาณค่า 6 ชั่วโมง คู่อันดับและกราฟ 6 ชั่วโมง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว 15 ชั่วโมง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ 10 ชั่วโมง โอกาสของเหตุการณ์ 5 ชั่วโมง รวม 60 ชั่วโมง

1.2 วิเคราะห์เนื้อหา และกำหนดแผนการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับจำนวน ชั่วโมง ตัวชี้วัดและเนื้อหาของรายวิชา

1.3 เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ และพัฒนาสื่อการเรียนรู้ ซึ่งแต่ละแผนประกอบด้วย ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวนคาบ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ เนื้อหา จุดประสงค์ กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล

2. สร้างและพัฒนาเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล

สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผล และแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยง เรื่องละ 2 ฉบับ พร้อมทั้งแบบบันทึกการเรียนรู้ของผู้เรียน และแบบสังเกตพฤติกรรมทางการเรียนรู้ โดยวิเคราะห์เอกสารตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ลักษณะของแบบทดสอบคู่ขนานตามจุดประสงค์การเรียนรู้ จากนั้นนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบ จากนั้นนำไปทดลองใช้เพื่อหาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยงของแบบทดสอบโดยมีผลการตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบดังแสดงในภาคผนวก

ขั้นตอนที่ 3 การทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน

1. กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองนี้ เป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนอนุบาลวังม่วง อำเภอวังม่วง จังหวัดสระบุรี โดยมีขั้นตอนในการคัดเลือกโรงเรียนดังนี้ นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของภาคการศึกษาที่ 1 ของนักเรียนจำนวน 3 ห้องมาหาค่าเฉลี่ย แล้วพิจารณาเลือกห้องเรียนที่นักเรียนมีระดับคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เท่ากันหรือใกล้เคียงกัน จำนวน 2 ห้องเรียน พบว่าห้องที่มีคะแนนเฉลี่ยใกล้เคียง 2 ห้อง คือห้อง 1/1 มีคะแนนเฉลี่ย 32.09 คะแนน และห้อง 1/2 ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ย 30.91 คะแนน และทดสอบความแปรปรวนของคะแนนพบว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงทำการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนการทดลองด้วยการทดสอบที (t-test) พบว่าค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน จึงใช้การสุ่มอย่างง่ายเพื่อจัดห้องเรียนเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ปรากฏว่าสุ่มได้ห้อง 1/2 จำนวน 43 คนเป็นกลุ่มทดลอง ห้อง 1/1 จำนวน 43 คนเป็นกลุ่มควบคุม

2. ดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน

ดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้แบบแผนการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental Research) แบบสองกลุ่มวัดก่อน และหลังการทดลอง และมีการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง (The Pretest-Posttest control Group Design) โดยดำเนินการเป็น 3 ระยะ คือ 1) การดำเนินการก่อนการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบทดสอบนักเรียนด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผล และแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยง 2) การดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยดำเนินการสอนนักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยกลุ่มทดลองได้รับการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามแนวการจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ใช้เวลาสอนห้องละ 60 ชั่วโมง เป็นเวลา 18 สัปดาห์ 3) การดำเนินการหลังการทดลอง ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบนักเรียนด้วยแบบทดสอบคู่ขนานกับแบบทดสอบที่ใช้วัดผลก่อนการทดลอง

3. วิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS/PC⁺ for WINDOW โดยเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง ก่อนเรียน และหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง ด้วยการทดสอบที (t-independent) เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียน และหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง ด้วยการทดสอบที (t-independent) เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยงของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ด้วยการทดสอบที (t-independent) เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมด้วยการทดสอบที (t-independent)

สรุปผลการวิจัย

การสรุปผลการวิจัย ได้นำเสนอ 2 ประเด็น คือ ผลการพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอน และผลการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน

1. ผลการพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอน

การพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยงของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่1 ประกอบไปด้วยส่วนสำคัญ 4 ประการคือ หลักการ วัตถุประสงค์ ขั้นตอนการเรียนการสอน และการวัดและประเมินผลซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1.1 หลักการ

รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยงของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่1 มีหลักการสำคัญ 4 ประการดังนี้

- 1) การกระตุ้นให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้เดิมกับสิ่งที่เรียนรู้ใหม่ทุกครั้ง เป็นการสร้างความกระจำชัดให้กับโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียน และทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์และสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง
- 2) การส่งเสริมให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติการใช้ความรู้ และสะท้อนการเรียนรู้ด้วยวิธีที่หลากหลาย เป็นการสร้างความชำนาญในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน และพัฒนามุมมองในการแก้ปัญหาที่กว้างขึ้น
- 3) การออกแบบกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในบริบทที่แตกต่างจากเดิม เป็นการพัฒนาความสามารถในการนำคณิตศาสตร์ไปใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน และการศึกษาต่อ
- 4) การตรวจสอบการเรียนรู้ของผู้เรียน เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน และช่วยลดข้อผิดพลาดในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในชั้นเรียน

1.2 วัตถุประสงค์

รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่1 มีวัตถุประสงค์ดังนี้

- 1) เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง

1.3 ขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอน

รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยงของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีขั้นตอนดังนี้

1) ขั้นการสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ เป็นขั้นตอนที่กระตุ้นให้นักเรียน ระบุความรู้ในอดีตที่มีความสำคัญ ต่อสิ่งที่กำลังเรียนรู้ใหม่ และ พิจารณาหาองค์ประกอบที่เหมือนหรือคล้ายคลึงกับสิ่งที่ได้เคยเรียนรู้แล้วในอดีต เพื่อไปสร้างความสัมพันธ์กับสิ่งที่กำลังเรียนรู้ใหม่ หรือขยายขอบเขตของความรู้ในเรื่องนั้นๆ ให้กว้างขวางยิ่งขึ้น จนกลายเป็นข้อสรุปของความรู้ใหม่ที่ผู้เรียนได้รับ

บทบาทครู

(1) ใช้คำถามนำเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความคิดจากสิ่งที่นักเรียนเคยเรียนผ่านมาแล้ว และเกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กับสิ่งที่นักเรียนกำลังจะเรียนรู้ใหม่

(2) ออกแบบการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ในอดีตมาเป็นพื้นฐานในการเรียนเรื่องใหม่

(3) ใช้คำถาม และเปิดโอกาสให้นักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับเนื้อหาใหม่ที่กำลังเรียนรู้ว่ามีองค์ประกอบอะไรที่เหมือนหรือคล้ายคลึงกับสิ่งที่นักเรียนเคยรับรู้ หรือเรียนรู้มาแล้วบ้าง

บทบาทนักเรียน

(1) จัดลำดับความคิดของตนเองเพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิมในสิ่งที่เคยเรียน กับสิ่งที่กำลังเรียนรู้ใหม่

(2) วิเคราะห์ หาองค์ประกอบที่เหมือนหรือคล้ายคลึง เพื่อไปสัมพันธ์กับสิ่งที่เรียนรู้ใหม่

(3) สังเคราะห์และสรุปองค์ความรู้ที่ได้รับจากการเรียนการสอน

2) ขั้นการฝึกปฏิบัติการใช้ความรู้ เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะและกระบวนการใช้ความรู้ใหม่ โดยเริ่มจากการฝึกทักษะในสิ่งที่มีความซับซ้อนน้อยไปหาสิ่งที่มีความซับซ้อนมาก มีการกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนได้ดำเนินการใช้ความรู้ไปแก้ปัญหา ในบริบทที่ผู้เรียนกำลังเรียนรู้ จากนั้นให้ผู้เรียนสะท้อนการเรียนรู้อด้วยวิธีการที่หลากหลาย เช่นการทำ Mind map ทำรายงาน โครงการ

บทบาทครู

(1) ให้นักเรียนฝึกทักษะโดยให้โจทย์ที่มีความซับซ้อนน้อย ไปหาโจทย์ที่มีความ

ซับซ้อนมาก

(2) กำหนดสถานการณ์ที่มีความหลากหลายเพื่อให้นักเรียนมองเห็นลักษณะการแก้ปัญหาที่แตกต่างออกไป

(3) ให้ผู้เรียนออกแบบการแสดงความรู้ออกมาด้วยวิธีที่หลากหลายตามศักยภาพในการเรียนรู้ เช่นทำโครงการ

บทบาทนักเรียน

(1) แสดงวิธีการแก้ปัญหา และตรวจสอบความสมเหตุสมผลประกอบทุกครั้ง

(2) แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อน และครู เมื่อไม่เข้าใจให้ถาม

(3) ออกแบบการแสดงความรู้ออกมาของตนเอง

3) ขั้นการถ่ายโยงความรู้ไปใช้ เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาภายใต้เงื่อนไขใหม่ และบริบทใหม่หรือในสถานการณ์จริง และรวมถึงการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหา ด้วยกระบวนการทางคณิตศาสตร์

บทบาทครู

(1) กำหนดโจทย์ หรือสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างจากเดิมให้นักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหาอยู่เป็นประจำ

(2) กระตุ้นให้นักเรียนหาวิธีการในการแก้ปัญหามากกว่า 1 วิธี

(3) ให้นักเรียนตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบทุกครั้ง

บทบาทนักเรียน

(1) ใช้วิธีการแก้ปัญหามากหลายวิธี

(2) ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบเป็นประจำ

4) ขั้นการสะท้อนความคิด เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการแก้ปัญหาของตนเอง

บทบาทครู

(1) ให้มีการอภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้อย่างกว้างขวางเกี่ยวกับการแก้ปัญหาของนักเรียน

(2) กระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นของตนเองที่มีต่อการแก้ปัญหา

บทบาทนักเรียน

(1) แลกเปลี่ยนเรียนรู้กันในวงกว้าง

(2) แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการแก้ปัญหาของตนเอง

1.4 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ดำเนินการ ดังนี้

1. วัดและประเมินผลทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง ก่อนการดำเนินการใช้รูปแบบการเรียนการสอนของนักเรียน กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

2. วัดและประเมินผลทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง หลังการดำเนินการใช้รูปแบบการเรียนการสอนของนักเรียน กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ด้วยแบบทดสอบฉบับคู่ขนานกับที่ใช้วัดและประเมินผลก่อนการดำเนินการใช้รูปแบบการเรียนการสอน

เชิงคุณภาพ

1. วิเคราะห์จากข้อความในแบบบันทึกการเรียนรู้ของผู้เรียน ในช่วงเวลาก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียนในด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ตามเกณฑ์ที่กำหนด

2. วิเคราะห์จากแบบสังเกตพฤติกรรมทางการเรียนรู้ของผู้เรียนที่ครูเป็นผู้บันทึก ในช่วงเวลาก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียนในด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ตามเกณฑ์ที่กำหนด

2. ผลจากการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

จากการนำรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปใช้ในสถานการณ์จริง ด้วยแบบแผนการวิจัยกึ่งทดลองแบบมีกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง โดยมีการวัดผลและประเมินผล 2 ระยะ คือ ทดสอบก่อนเรียน และทดสอบหลังเรียน กลุ่มทดลองได้รับการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ กลุ่มควบคุมได้รับการสอนโดยวิธีปกติ ตามแนวทางการจัดการเรียนรู้ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้ผลการทดลองสรุปได้ดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้มีทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง

2. นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวความคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้มีทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผล หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง

3. นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวความคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้มีทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการเชื่อมโยง หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง

4. นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวความคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้มีทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง

5. นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวความคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้มีทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีปกติ

6. นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวความคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้มีทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผล สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีปกติ

7. นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวความคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ มีทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการเชื่อมโยง สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีปกติ

8. นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวความคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ มีทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีปกติ

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอน ตามแนวความคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และ การเชื่อมโยงของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประเด็นการอภิปราย 2 ประเด็นคือ รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น และผลการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

1. รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

ในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน ตามแนวความคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และ การเชื่อมโยง ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 พัฒนาขึ้นอย่างเป็นระบบ และมีแนวคิดรองรับโดยวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับสภาพและปัญหาของการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน เพื่อระบุประเด็นที่ควรพัฒนา สำหรับนักเรียน การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนนี้มีการดำเนินการอย่างเป็นระบบ กล่าวคือ มีการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเป็นขั้นตอน โดยในแต่ละขั้นตอนมีความเชื่อมโยงกัน โดยเริ่มจากการศึกษาวิเคราะห์รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้

ได้รูปแบบการเรียนการสอน 4 ขั้นตอนหลัก อันประกอบด้วย

1. ขั้นการสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ เป็นขั้นตอนที่ส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการเชื่อมโยงของนักเรียนเนื่องจากผู้เรียนต้องมีการเชื่อมโยงความรู้เดิมในในอดีต และพิจารณาหาองค์ประกอบที่เหมือนหรือคล้ายคลึงกับสิ่งที่ได้เคยเรียนรู้แล้วในอดีต เพื่อไปสร้างความสัมพันธ์กับสิ่งที่กำลังเรียนรู้ใหม่ หรือขยายขอบเขตของความรู้ในเรื่องนั้นๆ ให้กว้างขวางยิ่งขึ้น จนกลายเป็นข้อสรุปของความรู้ใหม่ที่ผู้เรียนได้รับ ซึ่งก่อนที่ผู้เรียนจะได้ข้อสรุปของความรู้ใหม่นั้นผู้เรียนจะต้องมีการ เชื่อมโยงความคิด อย่างเป็นเหตุเป็นผลกัน ซึ่งจะส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผลของผู้เรียน อีกด้วย

2. ขั้นการฝึกปฏิบัติการใช้ความรู้ เป็นขั้นตอนที่พัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการเชื่อมโยง การแก้ปัญหา และการให้เหตุผล เนื่องจากเป็นขั้นที่ฝึกให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ บนหลักการของความเป็นเหตุเป็นผล เพื่อนำมาใช้แก้ปัญหา ไม่ว่าจะปัญหาในระดับใด ตั้งแต่มีความซับซ้อนน้อยไปหาสิ่งที่มีความซับซ้อนมาก หรือจากง่ายไปหายากก็ตาม หรือแม้แต่การกำหนดสถานการณ์ ที่ให้นักเรียนได้ดำเนินการใช้ความรู้ไปแก้ปัญหา และการให้ผู้เรียนสะท้อนการเรียนรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย นักเรียนก็ต้องเชื่อมโยงความรู้ ความคิด ที่เป็นเหตุเป็นผล มาใช้แก้ปัญหาตามยุทธวิธีได้เรียนมา

3. ขั้นการถ่ายโยงความรู้ไปใช้ เป็นขั้นตอนที่พัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการเชื่อมโยง การแก้ปัญหา และการให้เหตุผล เนื่องจากเป็นขั้นที่ฝึกให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์จากที่เรียนมา บนหลักการของความเป็นเหตุเป็นผลที่มีการอ้างอิง ทฤษฎี กฎ สูตร นิยาม เพื่อนำมาใช้แก้ปัญหา ภายใต้เงื่อนไขใหม่ และบริบทใหม่ หรือในสถานการณ์จริง ซึ่งเป็นขั้นที่ตรวจสอบการเรียนรู้ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดีว่า นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจเพียงพอที่สามารถนำสิ่งที่เรียนไปแล้ว ไปใช้แก้ปัญหาได้หรือไม่ กระบวนการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหา ก็เป็นกระบวนการหนึ่งที่ฝึกให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้อย่างเป็นเหตุเป็นผล จนสามารถอธิบาย หรือหาข้อสรุปให้กับการแก้ปัญหาของตนเองได้

4. ขั้นการสะท้อนความคิด เป็นขั้นตอนที่พัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการเชื่อมโยง การแก้ปัญหา และการให้เหตุผล เนื่องจากเป็นขั้นที่ฝึกให้ผู้เรียน

เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์จากที่เรียนมา และแสดงออกเกี่ยวกับความคิดเห็นในการแก้ปัญหาของตนเองบนหลักการของความเป็นเหตุเป็นผลที่มีการอ้างอิง ทฤษฎี กฎ สูตร นิยาม และมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ในรูปแบบที่หลากหลาย เช่น การอภิปราย การเขียนอนุทิน ทำให้เกิดการทบทวนกระบวนการใช้เหตุผล (Rowan and Morrow, 1993: 16-18) เพื่อนำมาใช้แก้ปัญหาที่รอบคอบอีกระดับหนึ่ง

จะเห็นได้ว่าจากรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ทั้ง 4 ขั้น ล้วนแล้วแต่เป็นกระบวนการของการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ทางด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง ซึ่งสอดคล้องกับที่ ดอซเซย์ และคณะ (Dossey and others, 2002: 81-83) กล่าวว่า การเชื่อมโยงทำให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหา และสามารถทำนายการอ้างเหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้คล่องแคล่วขึ้น นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับที่ อลิซ และชิเรล (Alice and Shirel, 1994: 114) กล่าวไว้ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นส่วนที่ทำให้การแก้ปัญหาสมบูรณ์ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จะมีความสำคัญควบคู่ไปกับการแก้ปัญหา

2. ผลการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

ผลจากการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น มีประเด็นที่นำมาอภิปราย ดังนี้

2.1 ผลการเปรียบเทียบ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา

จากผลการทดลองอธิบายได้ว่าความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ และนักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีปกติก่อนการทดลองไม่แตกต่างกัน นั่นคือก่อนการทดลองนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีความสามารถในการแก้ปัญหามathematics ในระดับใกล้เคียงกัน เนื่องจากมีพื้นฐานทางการเรียนที่ไม่แตกต่างกันซึ่งพิจารณาได้จาก การเปรียบเทียบคะแนนความรู้คณิตศาสตร์ก่อนการทดลองของทั้งสองห้อง และ จากผลการทดลองพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองเมื่อได้รับการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ หลังทดลองจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาลงสูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหาลงเรียนสูงกว่า กลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อธิบายได้ว่ากระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ มีขั้นตอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติการใช้ความรู้ จนถึงขั้นสะท้อนความคิด สำหรับ **ขั้นฝึกปฏิบัติการใช้ความรู้** นั้นมีข้อมูลเชิงคุณภาพสนับสนุนได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหา

ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน จะได้รับการพัฒนาถ้านักเรียนได้รับการฝึกแก้ปัญหาบ่อยโดยเริ่มจากง่ายไปหายาก และจากโจทย์ที่มีความซับซ้อนน้อยไปหาโจทย์ที่มีความซับซ้อนมากซึ่งตรงนี้ครูผู้สอนจะต้องมีโจทย์ที่หลากหลายระดับ ทั้งปัญหาปลายเปิด ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตอบอย่างกว้างขวาง ซึ่งตรงกับที่ เบคเกอร์ และชิมาดะ (Becker and Shimada, 1997: 27) ได้กล่าวไว้ว่าปัญหาปลายเปิดจะทำให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการเรียนรู้บางประการที่แปลกใหม่แตกต่างไปจากเดิม เนื่องจากนักเรียนในห้องมีทั้งเด็กอ่อน ปานกลาง และเก่ง การออกแบบโจทย์ให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการแก้ปัญหาที่เป็นเรื่องที่มีความสำคัญ ที่ครูผู้สอนต้องใส่ใจ การฝึกให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหา ครูผู้สอนต้องพยายามให้นักเรียนมองเห็นโครงสร้างของการแก้ปัญหา โจทย์ว่ามีความคล้ายคลึงกัน เหมือนกัน หรือไม่อย่างไร และจะใช้วิธีการแก้ปัญหาแบบเดียวกันได้หรือไม่ อย่างไร ซึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยได้ จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนการสอนในห้องเรียน และบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีพัฒนาการในการแก้ปัญหาคืบหน้าขึ้นเป็นลำดับ โดยนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาคือเป็นลำดับขั้นตอนมากขึ้น ใช้วิธีการแก้ปัญหตามลำดับขั้นของโพลยา ได้เร็วขึ้น โดยเฉพาะนักเรียนที่เรียนอ่อน จะสามารถใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหาคือเช่นเดียวกับนักเรียนที่เรียนเก่ง เนื่องจากทุกชั่วโมง จะให้นักเรียนได้ระบุนความรู้เก่าที่มีความสำคัญต่อสิ่งที่เรียนรู้อื่นๆ ขั้นตอนนี้จะส่งเสริมให้นักเรียนได้มีการเชื่อมโยงความรู้เดิมที่เรียนไปแล้วในชั่วโมงที่ผ่านมาไปใช้เรียนรู้อื่นๆ ที่จะสอนใหม่ ซึ่งจะเป็นการฝึกให้นักเรียนได้มีการทบทวน สิ่งที่เรียนไปแล้วทุกครั้ง และเน้นย้ำความรู้ความเข้าใจของนักเรียนให้มีความชัดเจนเพียงพอที่จะบอกได้ว่า สิ่งเหล่านั้นสำคัญ และจำเป็นอย่างไร ที่จะนำมาใช้และเชื่อมต่อหรือสร้างสัมพันธ์กับสิ่งที่กำลังจะเรียนรู้อีกจนเป็นความรู้ใหม่ ยิ่งถ้านักเรียนเชื่อมโยงความรู้เดิมที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่กำลังเรียนรู้อื่นๆ ได้มากเท่าไร นั่นหมายถึงนักเรียนจะสามารถทำความเข้าใจ และเรียนรู้อื่นๆ ได้มากขึ้นและรวดเร็วขึ้นเท่านั้น การที่จะให้นักเรียนระบุนความรู้ที่มีความสำคัญและจำเป็นต่อสิ่งที่เรียนรู้อื่นๆ นั้นสำหรับเนื้อหาบางเรื่องที่นักเรียนไม่เคยเรียนมาก่อน หรือไม่มีพื้นฐานในเรื่องนั้นเลย เช่น โอกาสของเหตุการณ์ สามารถทำได้ โดยครูผู้สอน พยายามใช้คำถามให้นักเรียนเกิดการคิดเชื่อมโยงถึงเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่มีความใกล้เคียงกับเรื่องที่นักเรียนรู้จัก หรือเลือกเนื้อหาที่มีโครงสร้างคล้ายกันให้นักเรียนได้ฝึกหาความสัมพันธ์ หรือเรื่องที่อยู่ใกล้ตัวนักเรียนมากที่สุด จะทำให้นักเรียนฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล ทั้งนี้ตัวผู้สอนต้องสามารถวิเคราะห์ได้ก่อนว่า จะสอนเรื่องอะไร และเรื่องที่สอนมีความสัมพันธ์หรือเกี่ยวข้องกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ใดบ้าง เพราะเมื่อจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้สอนจะต้องคอยใช้คำถามนำไปสู่สิ่งที่จะให้นักเรียนเชื่อมโยง

ความคิด สำหรับการสอนเนื้อหาที่ต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เดิมเป็นพื้นฐานอยู่แล้ว ก็จะทำให้ได้ง่ายมากขึ้นเช่น การสอนเรื่องการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จะเกี่ยวข้องกับการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ในเรื่องของการคูณ การหาร ซึ่งถ้านักเรียนมีความเข้าใจในเรื่องของการคูณ และการหาร เป็นอย่างดี ก็จะสามารถเชื่อมโยงความรู้มาใช้แก้ปัญหาเกี่ยวกับการแก้สมการได้ง่ายขึ้น เนื่องจากการเรียนคณิตศาสตร์โดยธรรมชาติวิชาแล้วจะมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันในแง่ของโครงสร้างความรู้ และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ทักษะและกระบวนการ และความรู้ ความเข้าใจ เป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้นักเรียนถ่ายโยงความรู้ไปใช้ แก้ปัญหาหรือเรียนรู้สิ่งใหม่ ในชั่วโมงถัดไป หรือเรียนรู้เรื่องใหม่ที่จะสอนต่อไปได้ง่าย และรวดเร็ว นอกจากนี้นักเรียนกลุ่มทดลองยังได้มีฝึกการสะท้อนการเรียนรู้ของตนเองในทุกๆ ชั่วโมง ซึ่งเป็นการตรวจสอบความเข้าใจในเรื่องที่เรียน เป็นสิ่งที่ทำให้ครูผู้สอน ทราบว่านักเรียนไม่เข้าใจอะไร แก้ปัญหาอะไรไม่ได้ เพราะอะไร และหาทางช่วยเหลือนักเรียนอย่างตรงประเด็น ซึ่งการสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียนก็สามารถทำได้หลากหลายวิธี อาจให้นักเรียนเขียน mind map ทำรายงาน ทำโครงงาน ซึ่งกระบวนการตรงนี้นักเรียนจะชอบ โดยเฉพาะนักเรียนที่เรียนอ่อน ก็จะทำงานของตนเองอย่างค่อยเป็นค่อยไป ซึ่ง ก็จะเป็นการดึงดูดให้นักเรียนที่เรียนอ่อนเกิดการเรียนรู้เพิ่มขึ้น และไม่คิดว่าคณิตศาสตร์เป็นเรื่อง ที่น่าเบื่อ และยังเป็นการเพิ่มทักษะการเชื่อมโยงความรู้ และทักษะการให้เหตุผลของนักเรียนอีกด้วย เนื่องจากเวลาให้นักเรียนทำรายงาน หรือทำโครงงาน นักเรียนต้องหาความรู้เพิ่มเติม และลำดับการเขียนและเรียบเรียงอย่างเป็นเหตุเป็นผลอีกด้วย ส่วนขั้นการถ่ายโยงการเรียนรู้ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนนำความรู้ที่เรียนไปแล้ว ไปใช้แก้ปัญหาบริบทใหม่ เงื่อนไขใหม่ ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ต่อเนื่องจากขั้นการฝึกปฏิบัติการใช้ความรู้ เป็นการตรวจสอบซ้ำ ในการเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาให้เกิดขึ้นกับนักเรียนอย่างสมบูรณ์ เนื่องจากเป็นขั้นที่เน้นให้นักเรียนได้ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ ซึ่งจะเป็นการเพิ่มความระมัดระวังในการแก้โจทย์ปัญหาของผู้เรียน ให้ถูกต้อง และรวดเร็วมากขึ้น เป็นลำดับ โดยผู้สอนต้องออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาให้ได้ โดยอาจให้ใช้โจทย์ที่มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน สอดคล้องกับ ไคลด์ (clyde, 1967: 108) ซึ่งได้เสนอแนะถึงการสร้างปัญหาคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจว่า ควรให้มีความใกล้เคียงกับปัญหาในชีวิตประจำวัน และมีความสัมพันธ์กับผู้แก้ปัญหามากที่สุด โดยอาจเป็นเรื่องราว หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นกับผู้แก้ปัญหา ในชีวิตประจำวัน หรือมักจะเกิดกับบุคคลทั่วไป หรือมีลักษณะคล้ายกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน นอกจากนี้การฝึกแก้ปัญหาโจทย์ในสถานการณ์จริง ซึ่งจะทำให้ นักเรียนเห็นความสำคัญ และประโยชน์ของการฝึกทักษะแก้ปัญหา ส่วนขั้น การสะท้อน

ความคิด เป็นขั้น ที่ให้นักเรียนตกผลึกความรู้ที่ได้รับ และประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาของตนเองว่าเป็นอย่างไร มีอะไรบ้างที่ยังต้องปรับปรุง หรือมีอะไรบ้างที่ควรที่จะเพิ่มเติม ซึ่งจะทำให้ นักเรียน ทราบข้อบกพร่องของตนเอง และครูทราบประเด็นที่จะช่วยเหลือนักเรียนได้ ตรงจุด ตรงความต้องการ

2.2 ผลการเปรียบเทียบ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผล

จากผลการทดลองอธิบายได้ว่าความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ และนักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีปกติก่อนการทดลองไม่แตกต่างกัน นั่นคือก่อนการทดลองนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในระดับใกล้เคียงกัน เนื่องจากมีพื้นฐานทางการเรียนที่ไม่แตกต่างกัน ซึ่งพิจารณาได้จากการเปรียบเทียบคะแนนความรู้คณิตศาสตร์ก่อนการทดลองของทั้งสองห้อง และจากผลการทดลองพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองเมื่อได้รับการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ หลังทดลองจะมีความสามารถในการให้เหตุผลสูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผลหลังเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งอธิบายได้ว่ากระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ทุกขั้นตอนส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยเริ่มจากขั้นการสร้าง **ประสบการณ์การเรียนรู้** เป็นขั้นที่ให้นักเรียนระบุนิยามความรู้เก่าที่มีความสำคัญกับสิ่งที่เรียนรู้ใหม่ มาสัมพันธ์กันจนได้เป็นข้อสรุปของความรู้ใหม่นั้น เป็นขั้นที่ส่งเสริมให้นักเรียนฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล เนื่องจากผู้เรียนต้องใช้เหตุผลในการคิดเกี่ยวกับการสร้างหลักการ การหาข้อสรุป และการหาความสัมพันธ์ของแนวคิด ว่ามีอะไรเหมือนกัน หรือต่างกัน และมีส่วนสัมพันธ์กันอย่างไร ซึ่งกระบวนการได้มาซึ่งคำตอบล้วนแล้วแต่ฝึกทักษะการคิดของนักเรียนทั้งนั้น และผลจากการใช้กระบวนการคิดของนักเรียนเอง ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายและจำได้นาน (Matczynski and others, 2002: 177) และสอดคล้องกับผลการวิจัยที่ว่า การพัฒนาบุคคลให้มีความสามารถในการให้เหตุผลนั้น ต้องเริ่มจากการส่งเสริมให้บุคคลได้คิดอย่างมีเหตุผล ความสามารถในการให้เหตุผลดังกล่าว เป็นสิ่งจำเป็นที่โรงเรียนควรจัดทำ และเป็นสิ่งที่สามารถฝึกได้โดยสอนควบคู่กับเนื้อหาวิชาปกติ หรือสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เหมาะสม (Guildford and Hoepfner, 1971: 28-32) **ขั้นการฝึกปฏิบัติการใช้ความรู้** เป็นขั้นที่นักเรียนได้ฝึกทักษะการให้เหตุผลไปควบคู่กับทักษะการแก้ปัญหา เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่ครูกำหนดสถานการณ์ปัญหาให้นักเรียนได้แก้ปัญหา การจัดสถานการณ์หรือปัญหาให้นักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหานี้ ครูจะสอดแทรก

การฝึกทักษะการให้เหตุผลของนักเรียน ด้วยการออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนที่สนับสนุนให้นักเรียนได้มีการแลกเปลี่ยนความคิด ชี้แจงเหตุผล และแก้ปัญหาร่วมกัน การให้โจทย์ปัญหาที่ทำทายความสามารถ และครูได้มีการกระตุ้นถามนักเรียนระหว่างที่ฝึกให้เขาแก้ปัญหาด้วยคำถามกว้างๆว่า "ทำไม" "อย่างไร" "เพราะเหตุใด" บ่อยๆ จะทำให้นักเรียนมีพัฒนาการด้านความสามารถในการให้เหตุผลดีขึ้นเป็นลำดับ (สสวท, 2547) ครูจะมีส่วนสำคัญอย่างมากที่จะสร้างบรรยากาศในชั้นเรียนให้มีการแลกเปลี่ยนเหตุผลกัน โดยบรรยากาศในการเรียนที่ส่งเสริมการให้เหตุผล ต้องเป็นบรรยากาศที่ไม่ทำให้นักเรียนรู้สึกหวาดกลัว ควรเป็นบรรยากาศที่ส่งเสริมและสนับสนุนให้นักเรียนได้พูดอธิบาย และแสดงเหตุผลของแนวคิดต่างๆ (Rowan and Morrow, 1993: 16-18) การส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีการอภิปราย การนำเสนอการตั้งคำถาม การตอบคำถาม และไม่เน้นการได้มาซึ่งคำตอบสุดท้ายที่ถูกต้องเพียงอย่างเดียว จะเป็นสิ่งที่ช่วยให้นักเรียนได้คิดอย่างรอบคอบ ตอบตามที่ตนเองคิด ไม่ลอกคำตอบจากเพื่อน ซึ่งสอดคล้องกับที่ กรีดเลอร์ (Gredler, 1997: 177) กล่าวว่า การใช้คำถามที่ทำให้นักเรียนสามารถค้นพบหนทางหรือเหตุผลด้วยตนเอง แม้กระทั่งการฝึกให้ผู้เรียนได้หัดถามผู้เรียนด้วยตนเอง หรือการฝึกให้นักเรียนรู้จักถามตนเองพบว่าล้วนเป็นเทคนิคสำคัญที่ทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ และมีทักษะในการคิดเชิงเหตุผลด้วยตนเองทั้งสิ้น

ส่วนขั้นตอนการสะท้อนการเรียนรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย เป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญต่อกระบวนการให้เหตุผลของนักเรียน เนื่องจากเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงออกถึงความสามารถในการคิดอย่างเป็นเหตุผล และเป็นการฝึกการใช้เหตุผลในหลากหลายรูปแบบ เป็นกิจกรรมที่ฝึกให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้มาสัมพันธ์กัน และใช้ความเป็นเหตุเป็นผลมาสร้างหลักการจนได้เป็นข้อสรุปของความรู้ ที่นักเรียนแต่ละคนได้รับ เพราะการที่นักเรียนสะท้อนการเรียนรู้ไม่ว่าจะเป็นในรูปแบบของรายงาน โครงการ นักเรียนจะมีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่างๆ จัดหมวดหมู่ สรุปรวมข้อมูลที่มีลักษณะเหมือนหรือต่างกัน มีการเลือกใช้ความรู้เพื่อจัดลำดับขั้นตอนของการให้เหตุผลและลงข้อสรุปซึ่งเป็นกระบวนการ ที่ล้วนแล้วแต่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนทั้งสิ้น และทำให้ครูทราบว่า การที่เด็กมีความคิดเห็นแบบนี้ใช้นั้นใช้แนวความคิดใดสนับสนุน ครูสามารถตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน และช่วยแนะนำแนวทางการให้เหตุผลของนักเรียนได้ถูกต้องตามหลักวิชาการ ส่วนในขั้น **การถ่ายโยงการเรียนรู้** ก็เช่นกัน เป็นขั้นที่นักเรียนต้องใช้เหตุผลและผลในการเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหา ในบริบทใหม่และเงื่อนไขใหม่ จะพบว่าถ้านักเรียนได้มีการแก้ปัญหาในบริบทใหม่ ภายใต้เงื่อนไขใหม่มากขึ้นเท่าไร ก็เท่ากับว่านักเรียนจะต้องใช้เหตุผล นำมาประกอบเพื่อใช้การแก้ปัญหามากขึ้นเท่านั้น นอกจากนี้ยังเป็นขั้น

ที่ฝึกให้นักเรียนตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งที่ส่งเสริมการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 43) ว่าเป็นคำตอบที่เป็นไปได้หรือเป็นไปได้ไม่ได้หรือเป็นคำตอบ ที่ควรตอบหรือไม่ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้ให้นักเรียน ใช้ความคิดกับโจทย์ที่ทำหรืองานที่ปฏิบัติมากขึ้น และจะมีผลทำให้งานที่รับผิดชอบถูกตรวจสอบก่อนการส่ง และทำให้งานมีความผิดพลาดน้อยลงในชั่วโมงถัดไป ส่วนขั้น **การสะท้อนความคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหา** เป็นขั้นที่ฝึกให้นักเรียนได้มีการเชื่อมโยงการใช้เหตุผล หาเหตุผล เพื่อมาอธิบาย ตีความ เกี่ยวกับการงานของตนเอง ซึ่งขั้นตอนนี้จะทำให้ครูทราบว่านักเรียน มีความเข้าใจในเรื่องใดมากน้อย ซึ่งจะเป็นหนทางหนึ่งที่ทำให้ครูช่วยเหลือเด็กได้ถูกทาง ซึ่งการให้นักเรียนได้มีโอกาสอภิปรายด้วยเหตุผลและมีการเชื่อมโยงจากข้อมูลที่มีอยู่ไปสู่ชีวิตจริงนั้นเป็นกระบวนการที่สำคัญที่ช่วยพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ในเนื้อหา การวิเคราะห์ข้อมูล ให้เกิดขึ้นและคงอยู่กับผู้เรียนได้ยาวนาน(อัมพร ม้าคนอง, 2546: 8-10; Roman & Morrow, 1993: 7; Buschman, 1995: 324; Russell, 1999: 1;NCTM, 2000: 21-56,64-66; Hanna and Yackel, 2003: 227-236)

2.3 ผลการเปรียบเทียบทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการเชื่อมโยง

จากผลการทดลองอธิบายได้ว่าความสามารถในการเชื่อมโยงของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ และนักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนโดยวิธีปกติก่อนการทดลองไม่แตกต่างกัน นั่นคือก่อนการทดลองนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในระดับใกล้เคียงกัน เนื่องจากมีพื้นฐานทางการเรียนที่ไม่แตกต่างกัน ซึ่งพิจารณาได้จากการเปรียบเทียบคะแนนความรู้คณิตศาสตร์ก่อนการทดลองของทั้งสองห้อง และจากผลการทดลองพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองเมื่อได้รับการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ หลังทดลองจะมีความสามารถในการเชื่อมโยงสูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการเชื่อมโยงหลังเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งอธิบายได้ว่ากระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ มีขั้นตอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในทุกขั้นตอน ตั้งแต่ขั้น **การสร้างประสบการณ์การเรียนรู้** เนื่องจากนักเรียนต้องใช้ทักษะการเชื่อมโยง ความรู้ที่มีอยู่เดิม มาสัมพันธ์กับสิ่งที่เรียนรู้ใหม่ จนสังเคราะห์และสรุปเป็นความรู้ใหม่ที่ได้รับ ซึ่งตรงกับแนวคิดของ ลาสเลย์ และคณะ (Lasley and others, 2002: 186) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้ของนักเรียนจะเกิดขึ้นได้ เมื่อนักเรียนสามารถประยุกต์ความคิดหรือความรู้เดิม ส่วนขั้น **การฝึกปฏิบัติการใช้**

ความรู้ นักเรียนจะได้รับการฝึกให้มีการแก้ปัญหา โดยครูเป็นผู้กำหนดสถานการณ์ต่างๆ ที่หลากหลาย ซึ่งขั้นตอนนี้เป็นกระบวนการที่นักเรียนต้องอาศัยการคิด วิเคราะห์ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ในการนำความรู้ เนื้อหาสาระและหลักการทางคณิตศาสตร์ มาสร้างความสัมพันธ์อย่างเป็นเหตุเป็นผลระหว่างความรู้และทักษะ/กระบวนการที่มีในเนื้อหา คณิตศาสตร์กับงาน ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา (สสวท, 2550) ส่วน **ชั้นการถ่ายโยงความรู้ไปใช้** เป็นขั้นที่ฝึกให้นักเรียนได้มีการเชื่อมโยงความรู้ อย่างเป็นเหตุเป็นผลเพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาภายใต้เงื่อนไขใหม่ และบริบทใหม่หรือในสถานการณ์จริง โดยในการจัดการเรียนการสอน ผู้สอนพยายามได้ฝึกให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ซึ่งสอดคล้องกับที่ อัมพร ม้าคนอง (2547: 101-102) กล่าวว่า การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงอาจเริ่มต้นง่าย ๆ จากการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับเนื้อหา คณิตศาสตร์ด้วยกัน อาจกล่าวได้ว่าเป็นขั้นที่มีการปฏิบัติซ้ำ ย้ำการใช้ทักษะการเชื่อมโยงของนักเรียนเพิ่มมากขึ้น ส่วน **ชั้นการสะท้อนความคิด** ก็ยังเป็นขั้นที่นักเรียนได้มีการฝึกการใช้ทักษะการเชื่อมโยงความคิด ในการทบทวนการแก้ปัญหา หรืองานของตนเอง ซึ่งจะทำให้ครูทราบวิธีการคิด และแนะนำได้ถูกต้อง

ทั้งหมดเป็นการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญห การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง ของรูปแบบการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการ เรียนรู้ ซึ่งเป็นผลมาจากการสอนตามรูปแบบอย่างเคร่งครัดของผู้วิจัย

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

จากผลการวิจัยครั้งนี้มีข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ดังนี้

1.1 ข้อเสนอแนะสำหรับผู้บริหาร

ผู้บริหารควรสนับสนุนให้ครูนำรูปแบบการเรียนการสอน ตามแนวคิดการถ่ายโยง การเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยงของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่1 ไปใช้ โดยส่งเสริมให้ครูเข้าใจหลักการจัดการเรียน การสอนคณิตศาสตร์ที่มุ่งส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน โดยอาจจัดให้มีการประชุมเชิงปฏิบัติการเพื่อสร้างความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้อง

ข้อเสนอแนะสำหรับครู

1.2.1 รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้

มีวัตถุประสงค์เฉพาะเพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ด้านการแก้ปัญหา

การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง กิจกรรมสำคัญของรูปแบบการเรียนการสอนนี้ สำหรับครูคือ การใช้คำถามเพื่อเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนพยายามเชื่อมโยงความรู้เดิมของเด็ก มาเป็นฐานในการเรียนรู้ของเรื่องที่จะทำการเรียนการสอน และทำให้การสอนเนื้อหาใหม่แต่ละครั้งเป็นการสอนที่มีความหมายต่อนักเรียนเนื่องจาก เนื้อหาบางอย่างเป็นพื้นฐานสำหรับการเรียนรู้ในเนื้อหาถัดไป

1.2.2 ควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามขั้นตอนของรูปแบบนี้เพื่อให้ได้ผลการจัดการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ

1.2.3 การจัดการเรียนการสอนแต่ละชั้น ครูสามารถเลือกวิธีการสอน เทคนิคการสอนที่สอดคล้องกับกระบวนการในแต่ละชั้นได้อย่างหลากหลาย ตามลักษณะเนื้อหา และศักยภาพของผู้เรียน

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ อาจสามารถนำไปดัดแปลง หรือประยุกต์ใช้ในการพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนในด้านอื่นๆ อีกที่แตกต่างจากงานวิจัยครั้งนี้

2.2 ควรมีการศึกษาเพื่อตรวจซ้ำ โดยการนำรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้นี้ ไปปรับใช้กับการจัดการเรียนการสอนในสาระอื่นๆ เพื่อยืนยันผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอน และทำให้รูปแบบการเรียนการสอนนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- กฤษชลี คำชาย. (2540). **จิตวิทยาการเรียนการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 1**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์เทคนิคพรินติ้ง.
- คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ,สำนักงาน.(2543). **การเปลี่ยนแปลงและพัฒนาการทางการศึกษาในภูมิภาคเอเชีย-แปซิฟิก: แนวโน้มและประเด็นสำคัญ**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์พันธ์พลังบลิซซิ่ง.
- โฆษิต จตุรัสวัฒนากุล. (2543). **ผลของการเรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการสอนเป็นกลุ่มที่ช่วยเหลือเป็นรายบุคคลที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีระดับความสามารถแตกต่างกัน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาจิตวิทยาการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ฉวีวรรณ เสวตมาลย์.(2544). **ศิลปะการสอนคณิตศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น.
- ดวงเดือน อ่อนน่วม. (2547). **จากสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 เรื่องการวัดสู่การจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน**. ประมวลบทความหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.
- ทศนา เขมมณี. (2545). **ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุญทัน อยู่ชมบุญ. (2529). **พฤติกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษา**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์โอเดียนสโตร์.
- ประสาร ทิพย์ธารา. (2520). **จิตวิทยาการศึกษา**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.
- ปรัชญานันท์ นิลสุข. (2544). **ผลของการเชื่อมโยงและรูปแบบเว็บเพจในการเรียนการสอนด้วยเว็บที่มีต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การแก้ปัญหา และการถ่ายโยงการเรียนรู้ของนักศึกษาที่มีกระบวนการเรียนรู้แตกต่างกัน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาสัตตศาสตร์ศึกษา คณะครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. (2542). **การจัดและบริหารอาชีวศึกษา**. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์ส่งเสริม กรุงเทพฯ.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2537). **หน่วยที่12 การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ประมวลสารัตถะและวิทยวิธีทางคณิตศาสตร์**. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. (2542). **จิตวิทยาอุตสาหกรรม**. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์สื่อสาร กรุงเทพฯ.
- พร้อมพรรณ อุดมสิน.(2544). **การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์**. ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พงษ์พันธ์ พงษ์โสภา.(2542). **จิตวิทยาการศึกษา**. กรุงเทพมหานคร: พัฒนาศึกษา.
- ไพจิตร สดวกการ. (2538). **ผลของการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น**. วิทยานิพนธ์ปริญญาคุุษาบัณฑิต.สาขาวิชา หลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2523). **การเรียนการสอนคณิตศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: บพิธการพิมพ์
- ยุพิน พิพิธกุล. (2530). **การสอนคณิตศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2539). **การเรียนการสอนคณิตศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: บพิธการพิมพ์
- วราภรณ์ มีหนัก. (2545, กันยายน). **การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์**. วารสารวิชาการ. 5(9): 58-65.
- วันชัย กิติศรีวรพันธุ์ (2526). **การเปรียบเทียบการถ่ายโยงการเรียนรู้ระหว่างการเรียนรู้ไฟร์แชนด์วอลเลย์ที่มีต่อการเรียนรู้ไฟร์แชนด์กับการเรียนรู้ไฟร์แชนด์ที่มีต่อการเรียนรู้ไฟร์แชนด์วอลเลย์ในกีฬาเทนนิส**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิชาการ,กรม(2542). **การประเมินผลจากสภาพจริง (Authentic Assessment)**. กรุงเทพมหานคร: ครูสภาลาดพร้าว.
- วิชาการ,กรม(2544). **คู่มือการจัดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: องค์การรับส่งสินค้าและครุภัณฑ์.

วิชาการ,กรม(2545). **การวิจัยเพื่อการพัฒนาการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน.**

กรุงเทพมหานคร: องค์การรับส่งสินค้าและครุภัณฑ์.

วิชาการ,กรม(2545). **แนวทางการวัดและประเมินผลการเรียน.** กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์คุรุ

สภาลาดพร้าว.

ศิลปะชัย สุวรรณธาดา. (2538). **การเรียนรู้ทักษะการเคลื่อนไหวภาคปฏิบัติ.** กรุงเทพฯ:

ภาควิชาพลศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศึกษาธิการ,กระทรวง. กรมวิชาการ. (2544). **คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้**

คณิตศาสตร์.กรุงเทพมหานคร: สสวท.

ศึกษาธิการ,กระทรวง. กรมวิชาการ. (2544ข). **หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2544**

กรุงเทพมหานคร.

ศึกษาธิการ,กระทรวง. กรมวิชาการ. (2545). **เอกสารประกอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน**

พุทธศักราช 2544 คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์.

กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.)

ศึกษาธิการ,กระทรวง. (2546). **การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้น**

มัธยมศึกษาปีที่1-6 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544.

กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.)

ศึกษาธิการ,กระทรวง. (2551). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.**

พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

ศึกษาธิการ,กระทรวง. (2551). **ตัวชี้วัดและสาระแกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์**

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551. พิมพ์ครั้งที่ 1.

กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

สุรางค์ ไคว์ตระกูล. (2544). **จิตวิทยาการศึกษา.** กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์

มหาวิทยาลัย.

สุรางค์ ไคว์ตระกูล. (2545). **จิตวิทยาการศึกษา.** พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: ด่านสุทธาการพิมพ์.

สิริพร ทิพย์คง. (2536). **เอกสารการสอนวิชาทฤษฎีการสอนและวิธีสอนคณิตศาสตร์.**

กรุงเทพมหานคร: คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.(อัดสำเนา)

สิริพร ทิพย์คง. (2545). **หลักสูตรและการสอน.** กรุงเทพมหานคร:บริษัทพัฒนาคุณภาพ

วิชาการ.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. (2546). **คู่มือวัดผลประเมินผล**

คณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: สสวท.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. (2547). **การให้เหตุผลในวิชา**

คณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช

2544. กรุงเทพมหานคร: เอส.พี.เอ็น การพิมพ์.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. (2550). **ทักษะกระบวนการทาง**

คณิตศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กระทรวงศึกษาธิการ.

สมคิด เดชโชคชัยเจริญ.(2529). **ผลของการฝึกหัดช่วงยาวและการฝึกหัดช่วงสั้นที่มีต่อการ**

เรียนรู้ทักษะและการถ่ายโยงการเรียนรู้ทักษะจากด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่งของ

ร่างกาย.วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย .

สมศักดิ์ สิ้นธุระเวชญ์. (2542). **มุ่งสู่คุณภาพการศึกษา**. กรุงเทพมหานคร: วัฒนาพานิช.

สมศักดิ์ สิ้นธุระเวชญ์. (2544). **กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนคณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.

อเนกกุล กรี่แสง. (2522). **จิตวิทยาการศึกษา** . กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์พิมพ์มณศ.

อนุชา เงินแพทย์.(2534). **การเปรียบเทียบการถ่ายโยงการเรียนรู้ระหว่างการเรียนเทเบิล**

เทนนิสที่มีต่อการเรียนเทนนิสกับการเรียนแบดมินตันที่มีต่อการเรียนเทนนิส.

วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย .

อารี พันธุ์มณี. (2534). **จิตวิทยาการเรียนการสอน** . กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ต้นอ้อ.

อารี พันธุ์มณี. (2538). **จิตวิทยาการเรียนการสอน** . กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ต้นอ้อ.

อัมพร ม้าคนอง. (2546). **คณิตศาสตร์: การสอนและการเรียนรู้**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์

แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อัมพร ม้าคนอง. (2547). **การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. ในประมวล**

บทความหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้

คณิตศาสตร์. หน้า 94-107.กรุงเทพมหานคร: บพิธการพิมพ์.

ภาษาอังกฤษ

Adam, S., Ellis C. and Beeson, F. (1977). **Teaching Mathematics with Emphasis on the**

Diagnostic Approach. New York: Harper and Row.

- Alice, F. Artzt. And Shirel. Yaola-Femia.(1994). **"Mathematical Reasoning During Small-Group Problem Solving"**. Developing Mathematical Reasoning in Grade K-12 1999 Yearbook. Virginia: NCTM.
- Brahire, D. J. (2005). **Teaching Secondary and middle school mathematics**. 2nd ed. Boston: Pearson Education.
- Baroody, Arthur J. (1993). **Problem Solving, Reasoning, and Communicating, K-8 Helping Children Think Mathematically**. New York : Macmillan Publishing Company
- Bell , Frederick H. (1978). **Teaching and Learning Mathematics (in Secondary School)**. Dubuque , Iowa : Wm. C. Brown Company Publishers..
- Bigge, M. L. (1982). **Learning theories for teachers**. 4th ed. New York: Harper and Row.
- Blair, G. M., Jones, R. S., & Simpson, R.H. (1968). **The transfer and application of learning**. In G.A. Davis & T.F. Warren (Eds.), *Psychology of education newlooks* (pp.101-110). New York: D.C. Heath.
- Borich, D. G. and L. M. Tombar. 1995. **Educational Psychology**. New York: Harpercollins College Publishes.
- Brandit, Ron. (1984, September). **"Teaching of Thinking , for Thinking ,about Thinking, "Educational Leadership**. 42(1) : 3
- Charles, Randall and Frank K. Lester. (1982) . **Teaching Problem Solving. What Why & How**.Dale Seymour Publications.
- Clyde, Carle G. (1967). **Teaching Mathematics in the Elementary School**. New York: The Ronald Press Company.
- Cree, V. E. & Macaulay. (2000). **Transfer of learning in professional and vocational education**. New York: Routledge.
- Cockcroft, W. H. (1982). **Mathematics Counts**. London: HMSO.
- David, D. F., and Zbigniew, M. (2000). **How to solve it: Modern Heuristics**. New York.
- David, M. M. (1992) **Analogical Transfer in Situated Cooperative Learning (Matacognition)**. Dissertation Abstracts International, Volume : 54-01, section : b , page 0528. New York.

- Decco, J., and John, P. (1967). **The Psychology of languages taught and instruction reading** New York.
- Dossey, John A.; and Others. (2002). **Mathematics Methods and Modeling for Today's Mathematics Classroom: A Contemporary Approach to Teaching Grades 7-12.** Canada: Brooks/Cole Thomson Learning.
- Doyle. (1981). **Using an advance organizer to anchor a subsuming function concept to facilitate learning, transfer, and retention in remedial college mathematics.** [Online]. Dissertation Abstracts Internationnal, Volume: 42-05A. Abstract from: <http://buu.thailis.uni.net.th/dao/detail.nsp> [2003, November 19]
- Dyer, R. and Bell, B. (1985) **A study of the Classroom: A Contemporary Approach to Teaching Grades 7-12.** Canada: Brooks/Cole Thomson Learning.
- Drowatzky, J. N. (1975). **Motor Learning Principles and Practices.** Minneapolis, Minnesota: Burgess Publishing Company.
- Drowatzky, J. (1981) **Motor Learning, Principles and Practices**, 2nd Edition. Minneapolis; Burgess Publishing Company.
- Edgen, & Kauchak. (1999). **Educational Psychology: Windows on Classroom.**
- Ellis, H. G., (1969). **The Transfer of Learning.** New York: Macmillan.
- Elliot, S.N., Kratochwil, Thomas, R, Cook, J.L., & Travers, J.F. (2000). **Educational Psychology : Effective teaching, effective learning.** 3rd ed. USA: McGraw-Hill.
- Ernest, P. (2000). **Teaching and learning mathematics.** In Kasy, V., Ernest, P. and Casey, R. (eds), **Mathematics for primary teachers**, pp3-20. London: Routledge.
- Ernest, P. (2004). **Relevance versus Utility: some ideas on what it means to know mathematics.** In D. C. B. Clarke, G. Emanuelsson et al (Ed.), **Perspectives on Learning and Teaching Mathematics** (pp. 313-327). Goteborg: National Centre for Mathematics Education.
- Freeze. (1987). **Transfer of academic learning.** [online]. Dissertation Abstracts International: 48-08A. Abstract from: <http://buu.thailis.uni.net.th/dao/detail.nsp> [2003, November 19]

- Gagne, Robert M. (1970). **The Conditions of Learning**. New York: Holt Rinehart and Winston.
- Goodrich, H. (1997). **Understanding rubrics**. Education Leadership (Teaching for Authentic Student Performance). 54(4): 14-17.
- Gredler, M.E. (1997). **Learning and Instruction Theory into Practice**. (3rd ed). New Jersey: Prentice – Hall Inc.
- Griffin, Elizabeth. Anne. (1989). **The Use and Transfer of Learning Strategies in the Classroom**. [Abstract]. Doctoral dissertation, Dartmouth College. Retrieved December 18, 2003, from DAO, Abstract No. AAI 9011323.
- Guilford, J.P. and Hoepfner.(1971).**The Analysis of Intelligence**.New York : McGraw- Hill.
- Haskell, Robert E. (2001). **Transfer of learning: Cognition, instruction and reasoning**. UK. : Academic press.
- Heddens, J. W. and Speer,W.R.(1997). **Today's Mathematics: Part1: Concepts and classroom methods**. New Jersey: Prentice-Hall.
- Henry, A. R. (1997). **Team Learning and Productivity (Learning Transfer, Organizational Learning)**. Dissertation Abstracts Internationnal, Volume: 58-10,section: b, page: 56981
- Hilgard , E . R . (1962). **Introduction to Psychology** . 3rd ed . Newyork: Harcourt, Brace & world.
- Hilgard , E . R . , Atkinson , R . C . and Atkinson , R . L (1975). **Introduction to Psychology** . 6th ed . Harcourt Brace Jovanovich.
- Hudgins, B. B. (1977). **Learning and thinking: a primer for teacher**. Itasca Ill.: F. E. Peacock.
- Hunter, M. (1995). **Teach for transfer**. CA: Corwin.
- Jones, G.A.,Langrall C.W., Thornton C.A., & Mogill A.T. (1997). **"A Framework for Assessing and Nurturing Young Children's Thinking is Probability."** Educational Studies in Mathematics.32 (February):101-125.
- Joyce, B. and Weil, M. (1992). **Model of teaching**. 4th ed., Massachusettes : Allyn & Bacon.

- Joyce, B. and Weil, M. (2001). **Model of teaching**. 5th ed., Massachusettes : Allyn & Bacon.
- Kennedy, Leonard M.(1984).**Guiding Children's Learning of Mathematics**. 4th ed. Belmont ,California: Wadsworth Publishing Company.
- Kennedy, L.M. & Tipps, S.(1994).**Guiding Children's Learning of Mathematics**. 7th ed. Belmont California: Wadsworth.
- Klausmeier, Herbert J. (1985). **Educational Psychology**. 5th ed.New York: Harper & Row.
- Krulik, Stephen and Reys, Robert E. (1980). **Problem Solving in School Mathematics**. Reston, Virginia: NCTM.
- Krulik, S. and J.A. Rudnick. (1993). **Reasoning and Problem Solving : A Handbook for Elementary School Teacher**. Boston : Allyn and Bacon.
- Kutz, R.E. (1991). **Teaching Elementary Mathematics**. Massachusetts: A Division of Simon & Schuster, Inc.
- Lappan, Glenda and Schram, Pamala W. (1989). "Communication and Reasoning : Critical Dimensions of Sense Making in Mathematics," In New Directions for Elementary School Mathematics. 1989 Yearbook. p. 14-30 Reston. Virginia : The National Council of Teachers of Mathematics, Inc.
- Lasley, T.J., Matczynski, T.J. and Rowley, J.B. (2002). **In struction Model Strategies for Teaching in a Diverse Society**. U.S.A.: The wadworth Group.
- Marini, A. & Genreux, R. (1995). **The challenge of teaching for transfer**. In A. McKeough, J. Lupart and A. Marini (eds) **Teaching for transfer. Fostering generalization in learning**. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Marie, N. K. (1995). **Characteristics of social Work Student Influencing Transfer of Learning From Classrom to Field (Field Placement)**. Dissertation Abstracts Internationnal, Volume: 57-01,section: a, page : 0129.
- Marie, S. E. (1996). **The effect of individual Differences, Discovery Learning, And Metacognition on Learning and Adaptive Transfer**. Dissertation Abstracts Internationnal, Volume: 57-09,section: a.

- Mayer, R. E. (1977). **The sequencing of instruction and the concept of assimilation-to-schema.** *Instructional Science* 6: 369-388.
- Maxwell, R. J. (1996). **Writing across the curriculum in Middle and High Schools.** Massachusetts: A Simon & Schuster.
- McGeogh and Irion. (1952). **The psychology of Human Learning.** New York: Longmans and Green.
- Mestre (Ed.), **Transfer of Learning from a Modern Multidisciplinary Perspective.** Greenwich, CT: Information Age Publishing.
- Munn. (1962). **Introduction to psychology.** Boston: Houghton Mifflin Company.
- Norman, D. A., Rumelhart, D. E., and the LNR Research Group. (1975). **Explorations in cognition.** San Francisco: Freeman.
- National Council of Teachers of Mathematics(NCTM). (1989). **Curriculum and EvaluationStandard for School Mathematics.** Reston, Virginia: NCTM.
- National Council of Teachers of Mathematics(NCTM). (1991). **Professional Standards for Teaching Mathematics.** Reston, Virginia:NCTM,Inc.
- National Council of Teachers of Mathematics(NCTM). (2000).**Principles and Standards for School Mathematics.**VA:The Nationa Council of Teacher of Mathematics.
- Ormrod, J.E. (1998). **Educational psychology developing learners.** 2th ed. New Jercy: Prentice-Hall.
- Ortony, A. (1976). **On the nature and value of metaphor: A reply to my critics.** *Educational Theory* 26: 395-398.
- O'Daffer, Phares G.(1990). **"Inductive and Deductive Reasoning,"** *The Mathematics Teacher.* 93(6) : 378.
- Perdekaris, S.C. (1993, May - June). **"Applications of ergodic chains to Problem Solving,"***International Journal of Mathematical Education in Science and Technology.* 24 (3) : 423 – 427.
- Perkins, D. N., & Salomon, G. (1988). **Teaching for transfer.** *Educational Leadership,* 46(1), 22–32.

- Prestage, S., (2002). Mathematics 11-16. In Haggarty, L. (ed.), **Aspects of teaching secondary mathematics: Perspectives on practice**, pp.24-37. London: Routledge Falmer.
- Polya, George. (1980). "On Solving Mathematical Problems in High School," **Problem Solving in School Mathematics : 1980 Yearbook**. Virginia: The National Council of Teachers of Mathematics.
- Polya, George. (1985). **How to Solve It**. New Jersey: Princeton University Press.
- Raimi,R. (2003). On Mathematical Reasoning in School Mathematic [Online]. Available from: <http://www.math.nyu.edu> (20/5/2003).
- Rebello, N. S., Zollman, D. A., Allbaugh, A. R., Engelhardt, P. V., Gray, K. E., Hrepic, Z., et al.(2005). **Dynamic Transfer: A Perspective from Physics Education Research**. In J. P.
- Reed, S. K. (1988). **Cognition, Memory and Application**. USA.:Wadsworth.
- Reed, S. K. (1993). **A schema-based theory of transfer**. In D. K. Detterman & R. J. Sternberg(Eds.), **Transfer on trial: Intelligence, Cognition and Instruction** (pp. 39-67). Norwood,NJ: Ablex.
- Romiszowski, A. J. (1993). **Designing Instructional Systems: Decision Making in Course Planning and Curriculum Design**. (3rd ed.). New York: Nichols Publishing Ltd.
- Royer , J . M . (1979) **Theories of the Transfer of Learning** . Educational Psychologist , 14: 53 - 69.
- Rowan, Thomas E. and Morrow, J. Loran. (1993). **Implementing the K-8 Curriculum and Evaluation Standard: Reading From the Arithmetic Teacher**. Reston, Va: NCTM.
- Rumelhart, D.E. (1980). **Schemata : The building blocks of cognition**. In R.J. Spiro,B.C. Bruce, and W.F. Brewer (Eds.) , **Theoretical issues in Reading comprehension**.(PP. 35-58). Hillsdale, NJ: Lawrence E. Erlbaum Associates, Inc.
- Russell, S.J. (1999). **Mathematical Reasoning in The Elementary Grades**. in **Developing 218 Mathematical Reasoning in Grades K-12 Yearbook**. pp. 1. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

- Schank , R . C . and Abelson , R . P . (1977). **Scripts , Plans , Goals and Understanding**. Hillsdale , New Jersey : Erlbaum.
- Schroeder , Thomas L. ; & Lester , Frank K. (1989). **Developing Understanding in Mathematics via Problem Solving**. New Directions for Elementary School Mathematics. 1989 Yearbook. Edited by Paul R. Trafton. Reston Virginia : The National Council of Teachers of Mathematics , In.
- Schunk, D. H. (1991). **Learning theories an educational perspective**. New York: Merrill.
- Slavin, R.E. (1986). **Educational Psychology: theory into Practice**. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice- Hall.
- Slavin, R.E. (1994). **Educational Psychology**. 4th ed. Massachusetts: Allyn & Bacon.
- Singley, M. K., & Anderson, J. R. (1989). **The transfer of cognitive skill**. MA: Cambridge University Press.
- Sovchik, Robert J. (1989). **Teaching Mathematics to Children**. New York: Harper & Row. Publisher, Inc
- Sternberg, R.J. (1985). **Beyond I.Q. : A Triarchic Theory of Human of Intelligence**. New York : Cambridge University Press.
- Sternberg, R. J., & Williams, W. M. (2002). **Educational Psychology**. Boston: Allyn-Bacon.
- Thordike, E. L., & Woodworth, R. S. (1901). **The influence of improvement in one mental function upon the efficacy of other functions**. Psychological Review, 8, 247-261.
- Voss, J. F. (1987). "Learning and Transfer in Subject Matter Learning: A Problem Solving Model". International Journal of Educational Research. 11(1987): 607-622.
- Wittrock, M. C. & Eva, L.B. (1991). **Testing and Cognition**. New Jersey: Prentice-Hall.
- Wiggin, G. (1989). **The futility of trying to teach everything of importance**. Educational Leadership. 46(3): 44-59.
- Woolfolk, A.E. (1998). **Educational psychology**. M.A.: A Viacom .

Zittle, Frank John, JR.(2001). **The Effect of Web-based concept mapping on analogical transfer.** [Abstract]. Doctoral dissertation, The University of New Mexico.

Retrieved December 18, 2003, from DAO, Abstract No. AAI 3033980.



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ก

รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะ
และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง
ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะ
และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง
ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1**

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

คณิตศาสตร์เป็นศาสตร์หนึ่งที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้รู้จักคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น ทำงานอย่างเป็นระบบ มีหลักการ และมีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหา หรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 1) นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นวิชาที่ก่อให้เกิดความเจริญก้าวหน้าทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โลกในปัจจุบันเจริญขึ้นเพราะการคิดค้นทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งต้องอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งคณิตศาสตร์ยังช่วยพัฒนาให้แต่ละบุคคลเป็นบุคคลที่สมบูรณ์ เป็นพลเมืองดี (สิริพร ทิพย์คง, 2545: 1) เป็นที่ยอมรับว่าคณิตศาสตร์เป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาคุณภาพของมนุษย์ จนมีผู้กล่าวไว้ว่า “ความสามารถทางคณิตศาสตร์มีความจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับการเป็นพลเมืองของชาติ” เพราะคณิตศาสตร์ช่วยพัฒนาความคิดของผู้เรียนให้สามารถคิดได้อย่างมีระบบ มีเหตุผล และสามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ (บุญทัน อยู่ชมบุญ, 2529: 1)

อย่างไรก็ตาม จากผลการประเมินความสามารถด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโครงการ TIMSS ตั้งแต่ปี 2542-2550 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีแนวโน้มลดลง โดยในปี 2542 ประเทศไทยมีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ประมาณ 7 แสนคน ผ่านการประเมินด้านคณิตศาสตร์ตามมาตรฐานที่กำหนดร้อยละ 45 ในปี 2550 จำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 8 แสนกว่าคน แต่ผลการประเมินด้านคณิตศาสตร์กลับลดลง โดยมีนักเรียนผ่านประเมินตามมาตรฐานเหลือเพียงร้อยละ 34 และจากการพิจารณาข้อมูลของโครงการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ร่วมกับนานาชาติ ปี 2550 (Third in International Mathematics and Science Study 2007) หรือ TIMSS-2007 ซึ่งโครงการดังกล่าวเป็นการประเมินนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ระหว่างปี 2547-2551 จากจำนวน 59 ประเทศ ซึ่งผลการวิจัยพบ

ว่าวิชาคณิตศาสตร์ของประเทศไทยอยู่อันดับที่ 29 ได้ 441 คะแนน ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยนานาชาติที่กำหนดไว้ 500 คะแนน นอกจากนี้เมื่อพิจารณาการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับชาติ

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับชาติ (NT) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2550 นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ 15.81 จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน สอดคล้องกับผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติ ขั้นพื้นฐาน (O-NET) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประจำปีการศึกษา 2551 ซึ่งสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) ได้ประกาศผลเมื่อวันที่ 5 เมษายน 2552 ปรากฏว่าค่าเฉลี่ยคะแนนจากการทดสอบในรายวิชาต่างๆ อยู่ในระดับต่ำไม่ถึงร้อยละ 50 โดยเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์มีค่าเฉลี่ยของคะแนนคือ 32.66 และมีแนวโน้มที่จะลดน้อยลงทุกปี จากผลการประเมินดังกล่าวข้างต้นสะท้อนให้เห็นถึงสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานจึงมีความสำคัญและจำเป็นยิ่งในการหาวิธีแก้ไขปัญหาดังกล่าว

การปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน และเพื่อให้บรรลุเป้าหมายตามตัวชี้วัดและมาตรฐานการเรียนรู้ สิ่งที่มีผลต่อการพัฒนาดังกล่าวคือ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน เนื่องจากทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถของบุคคลในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ จึงเป็นเครื่องมือ (tool) ของผู้เรียนในการทำให้ความรู้ทางคณิตศาสตร์มีความหมายและมีคุณค่ามากกว่าเป็นเพียงวิชาที่ประกอบด้วยสัญลักษณ์และขั้นตอนการแก้ปัญหาในห้องเรียน ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์จึงเป็นของคู่กัน และเป็นสิ่งจำเป็นต่อการแก้ปัญหาในชีวิตจริง (อัมพร ม้าคนอง, 2548: 94) สอดคล้องกับที่สำนักวิชาการมาตรฐานการศึกษา(2551: 3) กล่าวว่าจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีคุณภาพนั้นต้องให้มีความสมดุลระหว่างสาระด้านความรู้ ทักษะและกระบวนการควบคู่ไปกับคุณธรรมและจริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ นอกจากนี้สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2548: 40) กล่าวไว้ว่าทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นสมรรถภาพที่จำเป็นต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (2551: 59) กล่าวว่า ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ และบรรจุอยู่ในสาระที่ 6 ของกลุ่มสาระการ

เรียนรู้คณิตศาสตร์ ประกอบด้วย ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการให้เหตุผล ความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ โดยองค์ความรู้ ทักษะสำคัญ และคุณลักษณะของสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 ได้กำหนดให้ผู้เรียนนำความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา การดำเนินชีวิต และการศึกษาต่อ การใช้เหตุผล การมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ การพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ และการคิดสร้างสรรค์ ซึ่งการพัฒนาผู้เรียนให้สามารถนำความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหา การดำเนินชีวิตและศึกษาต่อ นั้น ผู้เรียนจำเป็นต้องได้รับประสบการณ์ที่หลากหลายที่จะช่วยให้เกิดความเข้าใจจากการทำกิจกรรมต่างๆ ด้วยตัวของผู้เรียนเอง ตลอดจนได้รับการฝึกปฏิบัติที่เพียงพอในการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ที่หลากหลาย สอดคล้องกับที่สมาคมศึกษานิเทศก์คณิตศาสตร์ในสหรัฐอเมริกา (The National Council of Supervisors of Mathematics [NCSM]) ได้ให้ทรรศนะเกี่ยวกับคุณลักษณะของผู้เรียนที่จะเติบโตไปสู่สังคมยุคข่าวสารว่าจะต้องเป็นผู้ที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์โดยเฉพาะความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์ (NCSM, 1989: 471) ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง เป็นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญ จำเป็นและต้องพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 59)

กระบวนการจัดการศึกษาควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ โดยเน้นให้ผู้เรียนสามารถนำประสบการณ์ทางด้านความรู้ ความคิด และทักษะที่ได้เรียนไปใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ ในชีวิตประจำวัน ซึ่งสอดคล้องกับที่ สลาบิน (Slavin, 1986) กล่าวไว้ว่าจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนในชั้นเรียนคือการทำให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับจากชั้นเรียนไปใช้เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่นได้ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับที่ แบลล์ โจนส์ และซิมป์สัน (Blair, Jones and Simpson, 1968 cited in Davis and Warren, 1974: 101) กล่าวไว้ว่า เป้าหมายที่สำคัญที่สุดของการเรียนการสอนในชั้นเรียน เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ซึ่งจะนำไปใช้ประโยชน์ในสถานการณ์อื่นได้ เช่น ครูตั้งใจฝึกนักเรียนให้ทำแบบฝึกหัด เพื่อที่จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้แก้ปัญหาต่างๆ ได้ดีขึ้นในสถานการณ์ใหม่ แต่ละสถานการณ์ที่ผู้เรียนต้องเผชิญอาจมีองค์ประกอบที่มีลักษณะเฉพาะ และจำเป็นต้องใช้การเรียนรู้ที่มีมาก่อนหน้านี้ ผู้เรียนไม่เพียงจำได้เท่านั้น แต่ต้องสามารถเลือกตอบสนองสิ่งเหล่านี้ได้

อย่างเหมาะสม โดยใช้ประสบการณ์ที่ผ่านมาในการเรียนรู้สิ่งใหม่ เมื่อการเรียนรู้สามารถนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ นักจิตวิทยาการศึกษาาระบุว่า กระบวนการดังกล่าวเป็นการถ่ายโอนการเรียนรู้ (Transfer of learning) ซึ่งเป็นเป้าหมายสูงสุดของการศึกษา (McKeough, Lupart, and Marini, 1995) ซึ่งเป็นการอธิบายเกี่ยวกับความสามารถในการนำสิ่งที่เรียนรู้ในสถานการณ์หนึ่งไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ที่แตกต่างกัน (Reed, 1993; Singley and Anderson, 1989) การนำความรู้จากสถานการณ์หนึ่งไปใช้กับอีกสถานการณ์หนึ่งได้ เป็นสิ่งจำเป็นอย่างมากในชีวิตประจำวัน เพราะจุดมุ่งหมายสำคัญของการเรียนรู้คือการนำความรู้ไปใช้ได้จริง เป็นความสามารถของมนุษย์ในการปรับตัวต่อสถานการณ์หรือเหตุการณ์ใหม่ๆ ที่ค้นพบ โดยการประยุกต์สิ่งต่างๆ ที่ตนเองได้เคยเรียนแล้วในอดีตมาใช้ จะประสบความสำเร็จมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับว่ามนุษย์สามารถที่จะประยุกต์สิ่งที่ตนเองได้เคยเรียนแล้วไปใช้ในการแก้ปัญหาการเรียนรู้สิ่งใหม่ได้ดีเพียงใด การดำเนินชีวิตประจำวันของเราในแต่ละวันนั้นเป็นผลมาจากการถ่ายโอนความรู้เดิมเป็นส่วนใหญ่ เพราะไม่มีการเรียนรู้ใดในชีวิตประจำวันของเราที่เป็นสภาพที่ใหม่ เนื่องจากจะต้องมีของเก่าที่เคยเรียนรู้ผ่านมาแทรกอยู่บ้างไม่มากก็น้อย

กระบวนการเรียนการสอน หรือรูปแบบการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการถ่ายโอนการเรียนรู้จะเป็นสิ่งที่ช่วยให้ผู้เรียนถ่ายโอนสิ่งที่เรียนจากในห้องเรียนไปใช้นอกห้องเรียน ตามสถานการณ์ ที่แตกต่างจากในห้องเรียนได้ (Schunk, 1991: 155-156,181,307) นั่นคือการนำทักษะหรือองค์ความรู้จากสถานการณ์หนึ่งไปใช้ในสถานการณ์อื่นที่มีบริบทต่างจากสถานการณ์เดิมซึ่งเป็นการได้องค์ความรู้ใหม่จากการบูรณาการความรู้เดิมกับข้อมูลใหม่ (Gagne', 1970; Bigge, 1982 and Voss, 1987) และยังเป็นกระบวนการสำคัญที่ใช้ตรวจสอบประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนว่าผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในการเรียนเพียงพอที่จะสามารถนำความรู้ที่ได้เรียนไปแล้วไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ที่หลากหลายได้หรือไม่ การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ให้ได้ผลในเชิงปฏิบัติจึงจำเป็นต้องอาศัยกระบวนการถ่ายโอนการเรียนรู้ ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโอนการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง ซึ่งจะทำได้รูปแบบการเรียนการสอนที่เหมาะสมในการพัฒนาผู้เรียน ให้สามารถเชื่อมโยงความรู้ที่ได้รับ ไปประยุกต์ใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ และในชีวิตประจำวัน ตลอดจนสามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ให้ได้ผลในเชิงปฏิบัติ จำเป็นต้องอาศัยกระบวนการถ่ายโยงการเรียนรู้ ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง เนื่องจากทำให้ได้รูปแบบการเรียนการสอนที่เหมาะสมในการพัฒนาผู้เรียน ให้สามารถเชื่อมโยงความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ และในชีวิตประจำวัน ตลอดจนสามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการเรียนการสอน

การถ่ายโยงการเรียนรู้ เป็นการเรียนรู้หัวข้อหนึ่งซึ่งอิทธิพลต่อการเรียนรู้ในเวลาต่อมา และเป็น ความสามารถในการใช้ประสบการณ์ที่ผ่านมา มาช่วยสร้างความเข้าใจในสถานการณ์ใหม่ต่างๆที่ท้าทาย (Elliot and others, 2000) นอกจากนี้ยังเป็นพื้นฐานของการเรียนรู้ การคิด และการแก้ปัญหาต่างๆ (Haskell, 2001) จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัย พบว่าการถ่ายโยงการเรียนรู้ทำให้เกิดการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ให้เกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพเนื่องจากแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ในบริบทที่ทำการศึกษา สืบเคราะห์มาจาก

1. **ทฤษฎีโครงสร้างความรู้ (Schema theory)** ซึ่งมีความเชื่อว่า ความรู้ของคนเรา ได้รับการรวบรวมเรียงเรียงเป็นหน่วยความรู้หลายหน่วย ซึ่งแต่ละหน่วยมีความสัมพันธ์กัน และคล้ายคลึงกัน ผู้เรียนที่มีโครงสร้างความรู้ที่รวบรวมไว้อย่างหลากหลายจะมีความพร้อมสูงในการเลือกดึงมาใช้ ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย สามารถเชื่อมโยงสัมพันธ์ความรู้ใหม่และความรู้เดิมได้อย่างรวดเร็ว ทฤษฎีโครงสร้างความรู้เป็นทฤษฎีที่อธิบายถึงความสามารถในการถ่ายโยง บนพื้นฐานของกระบวนการในการประมวลผลข้อมูล (Information-processing Requirements) ที่สังเกตได้จากการเรียนรู้ จากกระบวนการเชิงพุทธิปัญญาและกลวิธี (cognitive process and strategies) ของงานสองชิ้นที่มีความคล้ายคลึงกัน

2. **ทฤษฎีองค์ประกอบเหมือน (Identical component theory)** อธิบายถึง การถ่ายโยงการเรียนรู้ว่า ในการที่การเรียนรู้ในสถานการณ์หนึ่ง จะมีผลต่อการเรียนรู้ในอีกสถานการณ์หนึ่ง อย่างไรก็ตามขึ้นอยู่กับว่าสิ่งเร้าของสองสถานการณ์นั้นเหมือนกันมากน้อยเพียงไร ทั้งในด้านเนื้อหา (content) วิธีการ (technique) และเจตคติ (attitude) ของนักเรียน ต่อสถานการณ์การเรียนรู้ทั้งสองสถานการณ์ ซึ่งความคล้ายคลึงกันจะทำให้เกิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ในทางบวก โดยทฤษฎีนี้ชี้ให้เห็นถึงการฝึกเพื่อช่วยให้ผู้เรียนถ่ายโยงไปสู่สถานการณ์นอกโรงเรียน กล่าวคือการสอน

ความรู้และทักษะในโรงเรียนที่เหมือนกับที่พบในชีวิตประจำวันนอกโรงเรียนทำให้เกิดการถ่ายโยง
ได้

3. ทฤษฎีการสรุปนัยทั่วไป (Generalization theory) เป็นทฤษฎีที่มีความเชื่อว่า เมื่อ
คนเราเรียนรู้หลักการและวิธีการแล้ว หลักการและวิธีการที่ได้เรียนรู้แล้วนั้นจะส่งเสริมการเรียนรู้
ในงานต่อไปที่คล้ายคลึงกัน ในอันที่จะใช้เป็นแนวในการเรียนรู้สิ่งอื่น หรือเพื่อจะแก้ปัญหาอื่นๆ
ต่อไป นอกจากนี้ยังเชื่อว่าการถ่ายโยงการเรียนรู้เป็นความตระหนักรู้ในความสัมพันธ์
(relationship) ระหว่างองค์ประกอบต่างๆในสถานการณ์หนึ่ง ซึ่งเกิดขึ้นได้โดยอัตโนมัติ
(automatic) เมื่อมีการจัดสิ่งแวดล้อมที่เอื้ออำนวยให้เกิดการเรียนรู้ จากการสังเคราะห์เอกสาร
และงานวิจัยพบว่า ตามแนวคิดทฤษฎีทั้ง 3 มีองค์ประกอบสำคัญร่วมกันได้แก่โครงสร้างความรู้
(schema) กระบวนการทางปัญญา (Cognitive process) และกระบวนการรู้คิด (metacognition)
ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ โดยการถ่ายโยงการเรียนรู้ เกิดขึ้นได้จาก
การที่โครงสร้างความรู้ ได้รับการกระตุ้นให้นำความรู้ต่างๆ ที่มีอยู่กลับมาใช้อีกครั้ง ในสถานการณ์
ที่คล้ายคลึงกับในบริบทเดิมหรือในบริบทใหม่ ภายใต้การปฏิบัติงานของ กระบวนการทางปัญญา
ที่เป็นการประมวลผลเชิงลึก และเมตาคognition ซึ่งเป็นกลไกในการจัดการเกี่ยวกับการคิดเกี่ยวกับ
การรู้ของเอกัตบุคคล การถ่ายโยงการเรียนรู้สามารถส่งเสริมให้เกิดขึ้นได้ด้วยการสอนให้ผู้เรียน
เกิดการรู้คิด ให้โอกาสในการเรียนรู้และการฝึกปฏิบัติที่หลากหลายและเพียงพอ

องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน

รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะ
และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง
ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีองค์ประกอบต่างๆซึ่งได้ผ่านการดำเนินการสร้างอย่างเป็นระบบ
ให้มีความสัมพันธ์ สอดคล้องและส่งเสริมซึ่งกันและกัน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. หลักการ
2. จุดหมาย
3. ขั้นตอนการเรียนการสอน
4. การวัดและประเมินผล

โดยมีรายละเอียดของแต่ละองค์ประกอบดังนี้

หลักการ

หลักการของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้^๕ ได้จากการสังเคราะห์ทฤษฎีหลักอันได้แก่ ทฤษฎีโครงสร้างความรู้ ทฤษฎีองค์ประกอบเหมือน และทฤษฎีการสรุปนัยทั่วไป โดยสรุปเป็นหลักการของกระบวนการเรียนการสอนดังนี้

- 1) การกระตุ้นให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้เดิมกับสิ่งที่เรียนรู้ใหม่ทุกครั้ง เป็นการสร้างความกระฉับกระเฉงให้กับโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียน และทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์และสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง
- 2) การส่งเสริมให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติการใช้ความรู้ และสะท้อนการเรียนรู้ด้วยวิธีที่หลากหลาย เป็นการสร้างความชำนาญในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน และพัฒนามุมมองในการแก้ปัญหาที่กว้างขึ้น
- 3) การออกแบบกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในบริบทที่แตกต่างจากเดิม เป็นการพัฒนาความสามารถในการนำคณิตศาสตร์ไปใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน และการศึกษาต่อ
- 4) การตรวจสอบการเรียนรู้ของผู้เรียน เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน และช่วยลดข้อผิดพลาดในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในชั้นเรียน

จุดมุ่งหมาย

รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีจุดประสงค์เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง

ขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอน

รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยงของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีขั้นตอนดังนี้

- 1) ขั้นการสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ เป็นขั้นตอนที่กระตุ้นให้นักเรียน ระบุนิยามความรู้ในอดีตที่มีความสำคัญ ต่อสิ่งที่กำลังเรียนรู้ใหม่ และพิจารณาหาองค์ประกอบที่เหมือนหรือคล้ายคลึงกับสิ่งที่ได้เคยเรียนรู้แล้วในอดีต เพื่อไปสร้างความสัมพันธ์กับสิ่งที่กำลังเรียนรู้ใหม่หรือ

ขยายขอบเขตของความรู้ในเรื่องนั้นๆให้กว้างขวางยิ่งขึ้น จนกลายเป็นข้อสรุปของความรู้ใหม่ที่ผู้เรียนได้รับ

บทบาทครู

(1) ใช้คำถามนำเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความคิดจากสิ่งที่นักเรียนเคยเรียนผ่านมาแล้ว และเกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กับสิ่งที่นักเรียนกำลังจะเรียนรู้ใหม่

(2) ออกแบบการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ในอดีตมาเป็นพื้นฐานในการเรียนเรื่องใหม่

(3) ใช้คำถาม และเปิดโอกาสให้นักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับเนื้อหาใหม่ที่กำลังเรียนรู้ว่ามีองค์ประกอบอะไรที่เหมือนหรือคล้ายคลึงกับสิ่งที่นักเรียนเคยรับรู้ หรือเรียนรู้มาแล้วบ้าง

บทบาทนักเรียน

(1) จัดลำดับความคิดของตนเองเพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิมในสิ่งที่เคยเรียน กับสิ่งที่กำลังเรียนรู้ใหม่

(2) วิเคราะห์ หาองค์ประกอบที่เหมือนหรือคล้ายคลึง เพื่อไปสัมพันธ์กับสิ่งที่เรียนรู้ใหม่

(3) สังเคราะห์และสรุปองค์ความรู้ที่ได้รับจากการเรียนการสอน

2) ขั้นการฝึกปฏิบัติการใช้ความรู้ เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะและกระบวนการใช้ความรู้ใหม่ โดยเริ่มจากการฝึกทักษะในสิ่งที่มีความซับซ้อนน้อยไปหาสิ่งที่มีความซับซ้อนมาก มีการกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนได้ดำเนินการใช้ความรู้ไปแก้ปัญหา ในบริบทที่ผู้เรียนกำลังเรียนรู้ จากนั้นให้ผู้เรียนสะท้อนการเรียนรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย เช่นการทำ Mind map ทำรายงาน โครงงาน

บทบาทครู

(1) ให้นักเรียนฝึกทักษะโดยให้โจทย์ที่มีความซับซ้อนน้อย ไปหาโจทย์ที่มีความซับซ้อนมาก

(2) กำหนดสถานการณ์ที่มีความหลากหลายเพื่อให้นักเรียนมองเห็นลักษณะการแก้ปัญหาที่แตกต่างออกไป

(3) ให้ผู้เรียนออกแบบการแสดงความรู้ออกมาด้วยวิธีที่หลากหลายตามศักยภาพในการเรียนรู้ เช่นทำโครงงาน

บทบาทนักเรียน

(1) แสดงวิธีการแก้ปัญหา และตรวจสอบความสมเหตุสมผลประกอบทุกครั้ง

(2) แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อน และครู เมื่อไม่เข้าใจให้ถาม

(3) ออกแบบการแสดงความรู้ของตนเอง

3) ขั้นการถ่ายโยงความรู้ไปใช้ เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาภายใต้เงื่อนไขใหม่ และบริบทใหม่หรือในสถานการณ์จริง และรวมถึงการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหา ด้วยกระบวนการทางคณิตศาสตร์

บทบาทครู

(1) กำหนดโจทย์ หรือสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างจากเดิมให้นักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหาอยู่เป็นประจำ

(2) กระตุ้นให้นักเรียนหาวิธีการในการแก้ปัญหามากกว่า 1 วิธี

(3) ให้นักเรียนตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบทุกครั้ง

บทบาทนักเรียน

(1) ใช้วิธีการแก้ปัญหามากหลายวิธี

(2) ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบเป็นประจำ

4) ขั้นการสะท้อนความคิด เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการแก้ปัญหาของตนเอง

บทบาทครู

(1) ให้มีการอภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้อย่างกว้างขวางเกี่ยวกับการแก้ปัญหาของนักเรียน

(2) กระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นของตนเองที่มีต่อการแก้ปัญหา

บทบาทนักเรียน

(1) แลกเปลี่ยนเรียนรู้กันในวงกว้าง

(2) แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการแก้ปัญหาของตนเอง

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ดำเนินการ ดังนี้

1. วัดและประเมินผลทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญห การให้เหตุผล และการเชื่อมโยงก่อนการดำเนินการใช้รูปแบบการเรียนการสอนของนักเรียน กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัด
ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

2. วัดและประเมินผลทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา
การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง หลังการดำเนินการใช้รูปแบบการเรียนการสอนของนักเรียน
กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ด้วยแบบทดสอบฉบับคู่ขนานกับที่ใช้วัดและประเมินผลก่อนการ
ดำเนินการใช้รูปแบบการเรียนการสอน

เชิงคุณภาพ

1. วิเคราะห์จากข้อความในแบบบันทึกผลการเรียนรู้ของผู้เรียน ในช่วงเวลาก่อนเรียน
ระหว่างเรียน และหลังเรียนในด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ตามเกณฑ์ที่กำหนด

2. วิเคราะห์จากบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนที่ครูเป็นผู้บันทึก
ในช่วงเวลาก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียนในด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ตามเกณฑ์ที่กำหนด

ศูนย์วิทยทรัพยากร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ข

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิตรวจรูปแบบการเรียนการสอน และเครื่องมือการวิจัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ ตรวจสอบแบบแผนการเรียนการสอน

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมยศ ชิดมงคล	คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุวรรณา ทิมสถิต	ร.ร.สาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยฝ่ายมัธยม
ดร.ชนิศวรา เลิศอมรพงษ์	คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ ตรวจสอบแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ดร.ผลาดร สุวรรณโพธิ์	คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
ดร.เวชฎุทธิ์ อังกนะภัทรขจร	คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
ดร.จิณดิษฐ์ ละออปักษิณ	คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ ตรวจสอบแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมยศ ชิดมงคล	คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อาจารย์ฐิติพร ลิขิตฐา	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต
อาจารย์วัชรสันต์ อินธิสาร	โรงเรียนสายปัญญา

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ ตรวจสอบแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ดร.ผลาดร สุวรรณโพธิ์	คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
ดร.เวชฎุทธิ์ อังกนะภัทรขจร	คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
ดร.จิณดิษฐ์ ละออปักษิณ	คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ค

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	ภาคเรียนที่ 2
หน่วยการเรียนรู้ที่ 5	เรื่อง เศษส่วนและทศนิยม	เวลา 18 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8	เรื่อง การบวกและการลบเศษส่วน	เวลา 3 ชั่วโมง
สอนวันที่.....เดือนพ.ศ.....	

1. มาตรฐานการเรียนรู้

ค.1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

ค.1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่างๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหา

ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

2. ตัวชี้วัด

บวก ลบ คูณ หารเศษส่วนและ ทศนิยม และนำไปใช้แก้ปัญหา ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ อธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการบวก การลบ การคูณ การหาร และบอกความสัมพันธ์ของการบวกกับการลบ การคูณกับการหารของเศษส่วนและทศนิยม

3. สาระการเรียนรู้

- 1) การบวกเศษส่วน
- 2) การลบเศษส่วน
- 3) การแก้โจทย์ปัญหาการบวกและการลบเศษส่วน

4. สาระสำคัญ

● การบวกเศษส่วน

การบวกเศษส่วน ในกรณีที่มีตัวส่วนไม่เท่ากัน ต้องทำตัวส่วนให้เท่ากันก่อนและเมื่อทำตัวส่วนเท่ากันแล้วจึงนำตัวเศษมาบวกกัน โดยทั่วไปจะทำให้เท่ากับ ค.ร.น. ของตัวส่วนแล้วนำตัวเศษมาบวกกัน

ตัวอย่างที่ 1 $\frac{1}{2} + \frac{1}{3} = \square$

วิธีทำ ค.ร.น. ของ 2 และ 3 คือ 6

$$\begin{aligned}\frac{1}{2} + \frac{1}{3} &= \left(\frac{1}{2} \times \frac{3}{3}\right) + \left(\frac{1}{3} \times \frac{2}{2}\right) \\ &= \frac{3}{6} + \frac{2}{6} \\ &= \frac{5}{6}\end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 2 จงหาผลลัพธ์ของ $\left(-\frac{7}{8}\right) + \left(-\frac{11}{12}\right) = \square$

วิธีทำ ค.ร.น. ของ 8 และ 12 คือ 24

$$\begin{aligned}\left(-\frac{7}{8}\right) + \left(-\frac{11}{12}\right) &= \frac{-7(3) + (-11)(2)}{24} \\ &= \frac{(-21) + (-22)}{24} \\ &= -\frac{43}{24}\end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 3 จงหาผลลัพธ์ของ $\left(-\frac{3}{8}\right) + \frac{2}{4} = \square$

วิธีทำ ค.ร.น. ของ 8 และ 4 คือ 8

$$\begin{aligned}\left(-\frac{3}{8}\right) + \frac{2}{4} &= \left(-\frac{3}{8}\right) + \left(\frac{2}{4} \times \frac{2}{2}\right) \\ &= \left(-\frac{3}{8}\right) + \frac{4}{8} \\ &= \frac{1}{8}\end{aligned}$$

● การลบเศษส่วน

การลบเศษส่วน ในการหาผลลบของเศษส่วนใดๆ เราใช้หลักเกณฑ์เดียวกันกับการหาผลบวกของเศษส่วน และข้อตกลงเกี่ยวกับการหาผลลบของจำนวนเต็มคือ

$$\text{ตัวตั้ง} - \text{ตัวลบ} = \text{ตัวตั้ง} + \text{จำนวนตรงข้ามของตัวลบ}$$

ตัวอย่างที่ 1 $\frac{6}{7} - \frac{3}{5} = \square$

วิธีคิด จำนวนตรงข้ามของ $\frac{3}{5}$ คือ $-\frac{3}{5}$

ค.ร.น. ของ 7 และ 5 คือ 35

$$\begin{aligned}\text{วิธีทำ } \frac{6}{7} - \frac{3}{5} &= \left(\frac{6}{7} \times \frac{5}{5}\right) + \left(-\frac{3}{5} \times \frac{7}{7}\right) \\ &= \left(\frac{30}{35}\right) + \left(-\frac{21}{35}\right)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}&= \frac{30-21}{35} \\ &= \frac{9}{35}\end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 2 $-\frac{8}{9} - \left(-\frac{4}{7}\right) = \square$

วิธีคิด จำนวนตรงข้ามของ $-\frac{4}{7}$ คือ $\frac{4}{7}$

ค.ร.น. ของ 9 และ 7 คือ 63

$$\begin{aligned}\text{วิธีทำ } -\frac{8}{9} - \left(-\frac{4}{7}\right) &= \left(-\frac{8}{9} \times \frac{7}{7}\right) + \left(\frac{4}{7} \times \frac{9}{9}\right) \\ &= \left(-\frac{72}{63}\right) + \left(\frac{36}{63}\right)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}&= \frac{-72+36}{63} \\ &= -\frac{36}{63} \\ &= -\frac{4}{7}\end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 3 $-\frac{9}{10} - \frac{3}{5} = \square$

วิธีคิด จำนวนตรงข้ามของ $\frac{3}{5}$ คือ $-\frac{3}{5}$

ค.ร.น. ของ 10 และ 5 คือ 10

$$\begin{aligned}
 \text{วิธีทำ } -\frac{9}{10} - \frac{3}{5} &= -\frac{9}{10} + \left(-\frac{3}{5} \times \frac{2}{2}\right) \\
 &= \left(-\frac{9}{10}\right) + \left(-\frac{6}{10}\right) \\
 &= \frac{-9 + (-6)}{10} \\
 &= \frac{-15}{10} \\
 &= -\frac{3}{2}
 \end{aligned}$$

● การแก้โจทย์ปัญหาการบวกและการลบเศษส่วน

การแก้โจทย์ปัญหาการบวกและการลบเศษส่วน ทำได้โดยใช้ความรู้ในเรื่องการบวกและลบเศษส่วน และดำเนินการแก้ปัญหามาตามขั้นตอนดังนี้

1. วิเคราะห์โจทย์
 - สิ่งที่โจทย์กำหนดให้คืออะไร
 - สิ่งที่โจทย์ถาม คืออะไร
2. วางแผนแก้ปัญห โดยเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์
3. ดำเนินการแก้ปัญหหรือหาคำตอบ
4. ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ

ตัวอย่าง

ถังใบหนึ่งมีน้ำอยู่ $\frac{3}{4}$ ถัง หลังจากใช้ไป 35 ลิตร จะเหลือน้ำอยู่ครึ่งถังพอดี ถังใบนี้จุน้ำได้กี่ลิตร

1. วิเคราะห์โจทย์
 - สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ อะไร
 - ถังใบหนึ่งมีน้ำอยู่ $\frac{3}{4}$ ถัง
 - ใช้ไป 35 ลิตร
 - เหลือน้ำอยู่ครึ่งถัง
 - สิ่งที่โจทย์ถาม คืออะไร
 - ถังใบนี้จุน้ำได้กี่ลิตร

2. วางแผนแก้ปัญห โดยเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์

$$\frac{3}{4} - \frac{1}{2} = \square$$

3. ดำเนินการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบ

วิธีทำ เดิมมีน้ำอยู่ $\frac{3}{4}$ ถัง ต่อมาเหลือน้ำ $\frac{1}{2}$ ถัง

$$\therefore \text{ใช้น้ำไป } \frac{3}{4} - \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$$

$$\text{น้ำ 1 ส่วน} = 35 \text{ ลิตร}$$

$$\therefore \text{น้ำ 4 ส่วน} = 35 \times 4 = 140 \text{ ลิตร}$$

นั่นคือ ถังใบนี้จุน้ำ 140 ลิตร

4. ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ

ความจุหรือปริมาตรของถังน้ำ = ปริมาตรของน้ำที่ใช้ + ปริมาตรของน้ำที่เหลืออยู่

$$\text{มีน้ำ 140 ลิตร ใช้น้ำ } \frac{3}{4} - \frac{1}{2} = \frac{1}{4} \text{ ลิตร}$$

$$\frac{1}{4} \times 140 = 35 \text{ ลิตร}$$

แสดงว่าคำตอบที่ได้เป็นจริง

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ด้านความรู้

นักเรียนสามารถ

บวกและลบเศษส่วนได้

2. ด้านทักษะ/กระบวนการ

2.1 แก้ปัญหาโจทย์ โดยใช้ความรู้เรื่องการบวก และการลบเศษส่วนได้อย่างคล่องแคล่ว

2.2 ใช้เหตุผลในการอธิบายวิธีคิด และขั้นตอนการแก้ปัญหา จากสถานการณ์ที่กำหนดให้พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ

2.3 เชื่อมโยงความรู้ จากการเรียนไปใช้แก้ปัญหาโจทย์ในบริบทที่หลากหลาย

3. ด้านคุณลักษณะ

- มีความรอบคอบ

- รับผิดชอบ

- มีวินัย

- ตระหนักในการเรียน

5. กิจกรรมการเรียนการสอน

กลุ่มทดลอง (กิจกรรมการเรียนการสอนตามรูปแบบการถ่ายโยงการเรียนรู้)	กลุ่มควบคุม (แบบปกติ)
<p>1.ขั้นการสร้างประสบการณ์การเรียนรู้</p> <p>- ระบุความรู้อ่างที่มีความสำคัญกับสิ่งที่เรียนรู้สิ่งใหม่</p> <p>1.ครูสนทนากับนักเรียนเรื่องการบวก ลบ เศษส่วนที่มีตัวส่วนเท่ากันที่นักเรียนเคยเรียนมา และใช้คำถามเพื่อให้กระตุ้นให้ผู้เรียนระลึกถึงความรู้เดิมด้วยโจทย์ดังนี้</p> $1) \frac{1}{3} + \frac{2}{3} = \square$ $2) \frac{3}{6} - \frac{2}{6} = \square$ <p>2.ครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนระบุหลักการของการ “การบวก ลบ เศษส่วนที่มีตัวส่วนเท่ากัน ว่าทำได้อย่างไร”</p> <p>3. ครูยกตัวอย่างเพื่อให้นักเรียนเห็นภาพอย่างชัดเจน ด้วยโจทย์แผนภูมิรูปภาพ ดังนี้</p> <p>3.1 เก่งมีขนมเค้ก อยู่ $\frac{5}{8}$ ของชิ้น ต่อมมีขนมเค้กอยู่ $\frac{7}{8}$ ของชิ้น รวมแล้วมีขนมเค้กทั้งหมดกี่ชิ้น</p>	<p>ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน</p> <p>1. ครูสนทนากับนักเรียนเรื่องการบวกและการลบเศษส่วนที่นักเรียนเคยเรียนมาแล้ว โดยยกตัวอย่างโจทย์การบวกและการลบเศษส่วนที่มีตัวส่วนเท่ากันดังนี้</p> $1) \frac{1}{3} + \frac{2}{3} = \square$ $2) \frac{3}{6} - \frac{2}{6} = \square$ <p>2. ครูยกตัวอย่างเพิ่มเติมเพื่อประกอบความเข้าใจ</p> <p>- เก่งมีขนมเค้ก อยู่ $\frac{5}{8}$ ของชิ้น ต่อมมีขนมเค้กอยู่ $\frac{7}{8}$ ของชิ้น รวมแล้วมีขนม</p>

$$\frac{5}{8} + \frac{7}{8} = \frac{5+7}{8} = \frac{12}{8}$$

3.2 เอกมีขนมเค้ก $\frac{7}{8}$ ของชิ้น รับประทานไป $\frac{3}{8}$ ของชิ้น จะเหลือขนมเค้กเท่าไร
 ซึ่งแสดงได้ด้วยแผนภูมิรูปภาพดังนี้

เค้กทั้งหมดที่ชิ้น ซึ่งแสดงได้ด้วยแผนภูมิรูปภาพดังนี้

$$\frac{5}{8} + \frac{7}{8} = \frac{5+7}{8} = \frac{12}{8}$$

- เอกมีขนมเค้ก $\frac{7}{8}$ ของชิ้น รับประทานไป $\frac{3}{8}$ ของชิ้น จะเหลือขนมเค้กเท่าไร
 ซึ่งแสดงได้ด้วยแผนภูมิรูปภาพดังนี้

$$\frac{7}{8} - \frac{3}{8} = \frac{4}{8}$$

$$\frac{7}{8} - \frac{3}{8} = \frac{4}{8}$$

4. ครูให้นักเรียนพิจารณาโจทย์ข้างต้น และ ใช้คำถามเพื่อให้ทราบหลักการ หรือวิธีการคิด ที่นำมาใช้ในการหาคำตอบ (การบวกและการลบเศษส่วน ในกรณีที่มีตัวส่วนเท่ากัน ให้นำตัวเลขของเศษส่วนเหล่านั้นมาบวกกันหรือลบกัน โดยที่ตัวส่วนยังคงเดิม)

5. ครูตั้งโจทย์บนกระดานใหม่ และตั้งคำถามเพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิมของนักเรียน ดังนี้

$$\frac{5}{9} , \frac{7}{12}$$

- จากโจทย์ เราจะสามารถใช้วิธีการเดียวกันกับที่เรียนมาแล้ว ในการแก้ปัญหา หรือหาคำตอบได้หรือไม่ เพราะอะไร ถ้าไม่ได้เพราะอะไร เพื่อนำไปสู่การเรียนเรื่องการบวกและการลบเศษส่วนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากัน

- สัมพันธ์ความรู้เก่ากับสิ่งที่เรียนรูใหม่

1. ครูตั้งคำถาม ถามนักเรียนเกี่ยวกับ “การบวก ลบ เศษส่วนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากัน จะสามารถทำได้อย่างไร”พร้อมกับยกตัวอย่างการบวกและการลบเศษส่วนที่มีตัว

2. ครูถามนักเรียนว่า จากโจทย์ข้างต้น การหาผลบวกและผลลบของเศษส่วนที่มีตัวส่วนเท่ากันมีวิธีการอย่างไรบ้าง

(การบวกและการลบเศษส่วน ในกรณีที่มีตัวส่วนเท่ากัน ให้นำตัวเลขของเศษส่วนเหล่านั้นมาบวกกันหรือลบกัน ตัวส่วนยังคงเดิม)

3. ครูถามนักเรียนว่า ถ้าในกรณีที่ เศษส่วนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากัน จะมีวิธีการอย่างไรในการหาคำตอบ ซึ่งเป็นสิ่งที่จะได้เรียนต่อไป

ชั้นสอน

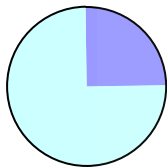
1. ครูยกตัวอย่าง ให้นักเรียนช่วยกันหาผลบวกของ $\frac{1}{4} + \frac{1}{2} = \square$

ครูถามนักเรียนว่า ทราบหรือไม่ว่าเราจะหาผลบวกของเศษส่วน 2 ตัวได้อย่างไร (ทำตัวส่วนให้เท่ากันก่อน)

2. ครูทบทวนสิ่งที่นักเรียนเคยเรียนมาแล้ว เกี่ยวกับการทำตัวส่วนให้เท่ากันซึ่งนักเรียนเคยเรียนมาแล้ว ในเรื่องการเปรียบเทียบเศษส่วน โดยครูอธิบายเพิ่มเติมว่า การบวกและการลบเศษส่วน ในกรณีที่มีตัวส่วนไม่เท่ากัน ต้องทำตัวส่วนให้

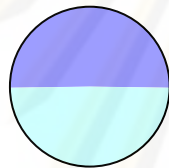
ส่วนไม่เท่ากันดังนี้

ตัวอย่างที่ 1 ให้หาผลบวกของ $\frac{1}{4} + \frac{1}{2} = \square$



$$\frac{1}{4}$$

+



$$\frac{1}{2}$$

พิจารณารูปเดิมแต่แบ่งใหม่ด้วยตัวส่วนที่เท่ากัน



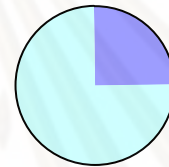
$$\frac{1}{4}$$

+



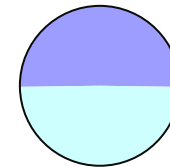
$$\frac{1}{2}$$

เท่ากันก่อนและเมื่อทำตัวส่วนเท่ากันแล้วจึงนำตัวเลขมาบวกกันหรือลบกัน โดยทั่วไปจะทำให้เท่ากับ ค.ร.น. ของตัวส่วนแล้วนำตัวเลขมาบวกหรือลบกัน โดยแสดงให้ดูดังตัวอย่างที่ 1



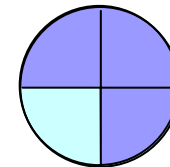
$$\frac{1}{4}$$

+



$$\frac{1}{2}$$

=

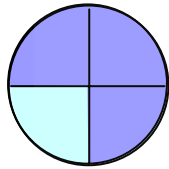


$$\frac{3}{4}$$

$$= \frac{1}{4} + \frac{1}{2}$$

$$= \frac{3}{4}$$

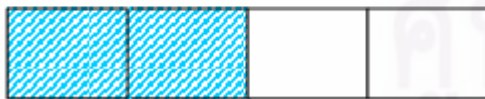
เนื่องจากการบวกคือการรวมกัน จึงนำรูปทั้งสองมาวางซ้อนกัน



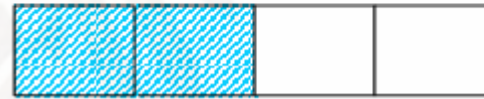
$$= \frac{1}{4} + \frac{1}{2}$$

$$= \frac{3}{4}$$

ตัวอย่างที่ 2 $\frac{1}{3} + \frac{2}{4} = \square$



ตัวอย่างที่ 2 $\frac{1}{3} + \frac{2}{4} = \square$



จากโจทย์ข้างต้นครูอธิบายให้นักเรียนฟังเพิ่มเติมว่า 1 ใน 3 ส่วน กับ 2 ใน 4 ส่วนนั้นไม่เท่ากัน (ดังภาพ) จึงไม่สามารถนำมารวมกันได้ เราจึงต้องทำตัวส่วนของเศษส่วนทั้ง 2 ให้เท่ากันก่อน โดยทั่วไปแล้วจะนำตัวส่วนของเศษส่วนทั้งหมดมาหา มาหา ค.ร.น. ซึ่งนักเรียนเคยเรียนมาแล้ว เกี่ยวกับการเปรียบเทียบเศษส่วนซึ่งต้องอาศัยความรู้เรื่องการหา ค.ร.น. มาช่วย นั่นคือ หา 3 และ 4 มาหา ค.ร.น. จะได้เท่ากับ 12 และนำเอาส่วนของเศษส่วนแต่ละจำนวนไปหาร ค.ร.น. ได้ผลลัพธ์เท่าไร ให้ เขาไปคูณกับตัวเศษของตัวเอง

นั่น คือ $12 \div 3 = 4$ และ $12 \div 4 = 3$ จะได้

จากโจทย์ข้างต้นครูอธิบายเพิ่มเติมว่า 1 ใน 3 ส่วน กับ 2 ใน 4 ส่วนนั้นไม่เท่ากัน (ดังภาพ) จึงไม่สามารถนำมารวมกันได้ เราจึงต้องทำตัวส่วนของเศษส่วนทั้ง 2 ให้เท่ากันก่อน โดยทั่วไปแล้วจะนำตัวส่วนของเศษส่วนทั้งหมดมาหา ค.ร.น. ซึ่งนักเรียนเคยเรียนมาแล้ว ในเรื่องของการเปรียบเทียบเศษส่วนซึ่งต้องอาศัยความรู้เรื่องการหา ค.ร.น. มาช่วย นั่น คือ $12 \div 3 = 4$ และ $12 \div 4 = 3$ จะได้

$$\begin{aligned} \left(\frac{1}{3} \times \frac{4}{4}\right) + \left(\frac{2}{4} \times \frac{3}{3}\right) &= \frac{4}{12} + \frac{6}{12} \\ &= \frac{10}{12} \\ &= \frac{5}{6} \end{aligned}$$

1. ครูตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนช่วยกันคิด เกี่ยวกับการหาผลบวกและผลลบของเศษส่วน ในกรณีที่ตัวส่วนมีค่าไม่เท่ากัน ระหว่างการใช้รูปภาพแสดงการหาคำตอบ กับการใช้วิธีการทำตัวส่วนให้เท่ากัน โดยการหา ค.ร.น. ว่าอย่างใดจะสะดวกในการหาผลลัพธ์มากกว่ากัน
2. ครูให้นักเรียนช่วยกันแสดงวิธีการหาผลลัพธ์ ในโจทย์ตัวอย่างการบวกเศษส่วน

$$\begin{aligned} \left(\frac{1}{3} \times \frac{4}{4}\right) + \left(\frac{2}{4} \times \frac{3}{3}\right) &= \frac{4}{12} + \frac{6}{12} \\ &= \frac{10}{12} \\ &= \frac{5}{6} \end{aligned}$$

3. ครูให้นักเรียนแต่ละคนทำใบกิจกรรมที่ 1

4. ครูให้นักเรียนช่วยกันแสดงวิธีการหาผลลัพธ์ ในโจทย์ตัวอย่างการบวกเศษส่วนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากันดังต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 3 $\frac{1}{2} + \frac{1}{3} = \square$

วิธีทำ ค.ร.น. ของ 2 และ 3 คือ 6

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} + \frac{1}{3} &= \left(\frac{1}{2} \times \frac{3}{3}\right) + \left(\frac{1}{3} \times \frac{2}{2}\right) \\ &= \frac{3}{6} + \frac{2}{6} \\ &= \frac{5}{6} \end{aligned}$$

ที่มีตัวส่วนไม่เท่ากัน โดยอาศัยความรู้เรื่องการ หาค.ร.น.มาช่วย ดังต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 3 $\frac{1}{2} + \frac{1}{3} = \square$

วิธีทำ ค.ร.น. ของ 2 และ 3 คือ 6

$$\begin{aligned}\frac{1}{2} + \frac{1}{3} &= \left(\frac{1 \times 3}{2 \times 3}\right) + \left(\frac{1 \times 2}{3 \times 2}\right) \\ &= \frac{3}{6} + \frac{2}{6} \\ &= \frac{5}{6}\end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 4 จงหาผลลัพธ์ของ $\left(-\frac{7}{8}\right) + \left(-\frac{11}{12}\right) = \square$

วิธีทำ ค.ร.น. ของ 8 และ 12 คือ 24

$$\begin{aligned}\left(-\frac{7}{8}\right) + \left(-\frac{11}{12}\right) &= \frac{-7(3) + (-11)(2)}{24} \\ &= \frac{(-21) + (-22)}{24} \\ &= -\frac{43}{24}\end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 4 จงหาผลลัพธ์ของ $\left(-\frac{7}{8}\right) + \left(-\frac{11}{12}\right) = \square$

วิธีทำ ค.ร.น. ของ 8 และ 12 คือ 24

$$\begin{aligned}\left(-\frac{7}{8}\right) + \left(-\frac{11}{12}\right) &= \frac{-7(3) + (-11)(2)}{24} \\ &= \frac{(-21) + (-22)}{24} \\ &= -\frac{43}{24}\end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 5 จงหาผลลัพธ์ของ $\left(-\frac{3}{8}\right) + \frac{2}{4} = \square$

วิธีทำ ค.ร.น. ของ 8 และ 4 คือ 8

$$\begin{aligned}\left(-\frac{3}{8}\right) + \frac{2}{4} &= \left(-\frac{3}{8}\right) + \left(\frac{2}{4} \times \frac{2}{2}\right) \\ &= \left(-\frac{3}{8}\right) + \frac{4}{8} \\ &= \frac{1}{8}\end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 5 จงหาผลลัพท์ของ $\left(-\frac{3}{8}\right) + \frac{2}{4} = \square$

วิธีทำ ค.ร.น. ของ 8 และ 4 คือ 8

$$\begin{aligned}\left(-\frac{3}{8}\right) + \frac{2}{4} &= \left(-\frac{3}{8}\right) + \left(\frac{2}{4} \times \frac{2}{2}\right) \\ &= \left(-\frac{3}{8}\right) + \frac{4}{8} \\ &= \frac{1}{8}\end{aligned}$$

4. ครูตั้งใจทยอยบนกระดาน และสุ่มนักเรียนออกมาแสดงวิธีทำ เมื่อเสร็จแล้วครูและนักเรียนที่เหลือในห้องช่วยกันตรวจสอบความถูกต้อง

5. ครูตั้งคำถามเพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิมในเรื่องที่เรียนไปแล้วของนักเรียนว่า ถ้าเป็นการลบเศษส่วนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากัน จะสามารถใช้วิธีการที่เหมือนหรือแตกต่างกับการบวกเศษส่วนอย่างไร

เพื่อให้ได้ข้อสรุป เกี่ยวกับการหาผลลบของเศษส่วนใดๆ เราใช้หลักเกณฑ์เดียวกันกับการหาผลบวกของเศษส่วน และข้อตกลงเกี่ยวกับการหาผลลบของจำนวนเต็มคือ

$$\text{ตัวตั้ง} - \text{ตัวลบ} = \text{ตัวตั้ง} + \text{จำนวนตรงข้ามของตัวลบ}$$

5. ครูอธิบายให้นักเรียนฟังเกี่ยวกับการลบเศษส่วนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากันโดยมีหลักการดังนี้

ในการหาผลลบของเศษส่วนใดๆ เราใช้หลักเกณฑ์เดียวกันกับการหาผลบวกของเศษส่วน และข้อตกลงเกี่ยวกับการหาผลลบของจำนวนเต็มคือ

$$\text{ตัวตั้ง} - \text{ตัวลบ} = \text{ตัวตั้ง} + \text{จำนวนตรงข้ามของตัวลบ}$$

พร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบดังนี้

ตัวอย่างที่ 6 $\frac{6}{7} - \frac{3}{5} = \square$

จำนวนตรงข้ามของ $\frac{3}{5}$ คือ $-\frac{3}{5}$

วิธีคิด ค.ร.น. ของ 7 และ 5 คือ 35

$$\begin{aligned}\text{วิธีทำ } \frac{6}{7} - \frac{3}{5} &= \left(\frac{6}{7} \times \frac{5}{5}\right) + \left(-\frac{3}{5} \times \frac{7}{7}\right) \\ &= \left(\frac{30}{35}\right) + \left(-\frac{21}{35}\right) \\ &= \frac{30-21}{35}\end{aligned}$$

ครูให้นักเรียนช่วยกันแสดงวิธีการหาผลลัพธ์ ในโจทย์ตัวอย่างการลบ
เศษส่วนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากันดังต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 6 $\frac{6}{7} - \frac{3}{5} = \square$

วิธีคิด จำนวนตรงข้ามของ $\frac{3}{5}$ คือ $-\frac{3}{5}$

ค.ร.น. ของ 7 และ 5 คือ 35

วิธีทำ $\frac{6}{7} - \frac{3}{5} = \left(\frac{6}{7} \times \frac{5}{5}\right) + \left(-\frac{3}{5} \times \frac{7}{7}\right)$
 $= \left(\frac{30}{35}\right) + \left(-\frac{21}{35}\right)$

$$= \frac{30-21}{35}$$

$$= \frac{9}{35}$$

$$= \frac{9}{35}$$

ตัวอย่างที่ 7 $-\frac{8}{9} - \left(-\frac{4}{7}\right) = \square$

จำนวนตรงข้ามของ $-\frac{4}{7}$ คือ $\frac{4}{7}$

วิธีคิด ค.ร.น. ของ 9 และ 7 คือ 63

วิธีทำ $-\frac{8}{9} - \left(-\frac{4}{7}\right) = \left(-\frac{8}{9} \times \frac{7}{7}\right) + \left(\frac{4}{7} \times \frac{9}{9}\right)$

$$= \left(-\frac{72}{63}\right) + \left(\frac{36}{63}\right)$$

$$= \frac{-72+36}{63}$$

$$= -\frac{36}{63}$$

$$= -\frac{4}{7}$$

ตัวอย่างที่ 7 $-\frac{8}{9} - \left(-\frac{4}{7}\right) = \square$

วิธีคิด จำนวนตรงข้ามของ $-\frac{4}{7}$ คือ $\frac{4}{7}$
 ค.ร.น. ของ 9 และ 7 คือ 63

วิธีทำ $-\frac{8}{9} - \left(-\frac{4}{7}\right) = \left(-\frac{8}{9} \times \frac{7}{7}\right) + \left(\frac{4}{7} \times \frac{9}{9}\right)$
 $= \left(-\frac{72}{63}\right) + \left(\frac{36}{63}\right)$
 $= \frac{-72 + 36}{63}$
 $= -\frac{36}{63}$
 $= -\frac{4}{7}$

ตัวอย่างที่ 8 $-\frac{9}{10} - \frac{3}{5} = \square$

วิธีคิด จำนวนตรงข้ามของ $\frac{3}{5}$ คือ $-\frac{3}{5}$

ตัวอย่างที่ 8 $-\frac{9}{10} - \frac{3}{5} = \square$

วิธีคิด จำนวนตรงข้ามของ $\frac{3}{5}$ คือ $-\frac{3}{5}$
 ค.ร.น. ของ 10 และ 5 คือ 10

วิธีทำ $-\frac{9}{10} - \frac{3}{5} = -\frac{9}{10} + \left(-\frac{3}{5} \times \frac{2}{2}\right)$
 $= \left(-\frac{9}{10}\right) + \left(-\frac{6}{10}\right)$
 $= \frac{-9 + (-6)}{10}$
 $= \frac{-15}{10}$
 $= -\frac{3}{2}$

6. ครูแนะนำนักเรียนเพิ่มเติมว่าในบางปัญหาเราอาจใช้สมบัติของการบวกของจำนวน เช่น สมบัติการสลับที่ สมบัติการเปลี่ยนกลุ่ม มาช่วยในการคำนวณหาผลบวกหรือผลลบให้รวดเร็วขึ้น

ค.ร.น. ของ 10 และ 5 คือ 10

$$\begin{aligned} \text{วิธีทำ } -\frac{9}{10} - \frac{3}{5} &= -\frac{9}{10} + \left(-\frac{3}{5} \times \frac{2}{2}\right) \\ &= \left(-\frac{9}{10}\right) + \left(-\frac{6}{10}\right) \\ &= \frac{-9+(-6)}{10} \\ &= \frac{-15}{10} \\ &= -\frac{3}{2} \end{aligned}$$

6. ครูแนะนำนักเรียนว่าในบางปัญหาเราอาจใช้สมบัติของการบวกของจำนวน เช่น สมบัติการสลับที่ สมบัติการเปลี่ยนกลุ่ม มาช่วยในการคำนวณหาผลบวก หรือผลลบให้รวดเร็วยิ่งขึ้น

7. ครูให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 1

- **สังเคราะห์ และสรุปความรู้**

ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนอภิปรายกันอย่างกว้างขวาง พร้อมทั้งตอบปัญหาที่นักเรียนสงสัย และร่วมกับนักเรียนสรุปความรู้ที่ได้รับ

การบวกและการลบเศษส่วน ในกรณีที่มีตัวส่วนไม่เท่ากัน ต้องทำตัวส่วนให้

7. ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปเพิ่มเติมว่า การบวกและการลบเศษส่วน ในกรณีที่มีตัวส่วนไม่เท่ากัน ต้องทำตัวส่วนให้เท่ากันก่อนและเมื่อทำตัวส่วนเท่ากันแล้วจึงนำตัวเศษมาบวกกันหรือลบกัน โดยทั่วไปจะทำให้เท่ากับ ค.ร.น. ของตัวส่วนแล้วนำตัวเศษมาบวกหรือลบกัน

8. ครูให้นักเรียนช่วยกันหาคำตอบจากโจทย์ต่อไปนี้ร่วมกัน

$$1) \frac{8}{14} + \left(-\frac{11}{21}\right) + \frac{3}{7} = \square$$

$$2) -\left(5\frac{3}{7}\right) + \left[\left(-\frac{8}{11}\right)\right] - \frac{3}{5} = \square$$

$$3) \left[-\frac{4}{9} + \left(-\frac{6}{7}\right)\right] - \frac{5}{8} = \square$$

9. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถาม และตอบประเด็นข้อสงสัย

10. ครูให้นักเรียนแต่ละคนทำใบกิจกรรมที่ 2

11. ครูอธิบายเพิ่มเติมว่า การแก้โจทย์ปัญหาการบวกและการลบเศษส่วน ทำได้โดยใช้ความรู้ในเรื่องการบวกและลบเศษส่วน และดำเนินการแก้ปัญหาตาม

เท่ากันก่อนและเมื่อทำตัวส่วนเท่ากันแล้วจึงนำตัวเลขมาบวกกันหรือลบกัน โดยทั่วไปจะทำให้เท่ากับ ค.ร.น. ของตัวส่วนแล้วนำตัวเลขมาบวกหรือลบกัน

การบวกและลบจำนวนคละอาจทำให้เป็นเศษเกินก่อน หรือใช้วิธีนำจำนวนเต็มมาบวกหรือลบกันก่อน จากนั้นจึงนำเศษส่วนมาบวกหรือลบกันในภายหลัง

2. ขั้นตอนการฝึกปฏิบัติการใช้ความรู้

- ฝึกทักษะและกระบวนการใช้ความรู้

1. ครูยกตัวอย่างและให้นักเรียนช่วยกันหาคำตอบดังนี้

$$1) \quad \frac{8}{14} + \left(-\frac{11}{21}\right) + \frac{3}{7} = \square$$

$$2) \quad -\left(5\frac{3}{7}\right) + \left[\left(-\frac{8}{11}\right)\right] - \frac{3}{5} = \square$$

$$3) \quad \left[-\frac{4}{9} + \left(-\frac{6}{7}\right)\right] - \frac{5}{8} = \square$$

2. ให้นักเรียนแต่ละคนทำใบกิจกรรมที่ 2

3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงวิธีการหาคำตอบ และคำตอบที่ได้ในการทำใบกิจกรรมที่ 2 พร้อมทั้งตอบข้อซักถามที่สงสัย

ขั้นตอนดังนี้

1. วิเคราะห์โจทย์

- สิ่งโจทย์กำหนดให้คืออะไร

- สิ่งโจทย์ถาม คืออะไร

2. วางแผนแก้ปัญหา โดยการเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้

3. ดำเนินการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบ

4. ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ

12. ครูยกตัวอย่าง และอธิบายประกอบดังนี้

สถานการณ์ที่ 1 แก้วชื้อผ้ามาตัดชุดนักเรียน $2\frac{1}{4}$ เมตร ปรากฏว่าไม่พอ ต้องชื้อ

เพิ่มอีก $1\frac{3}{4}$ เมตร แก้วชื้อผ้ามาทั้งหมดกี่เมตร

วิธีทำ

1. วิเคราะห์โจทย์

- สิ่งโจทย์กำหนด คือ แก้วชื้อผ้ามาตัดชุดนักเรียน $2\frac{1}{4}$ เมตร ต้อง

ชื้อเพิ่มอีก $1\frac{3}{4}$ เมตร

- สิ่งโจทย์ถาม คือ แก้วชื้อผ้ามาทั้งหมดกี่เมตร

2. วางแผนแก้ปัญหา โดยการเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์

- สะท้อนการเรียนรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย

1. ครูแจกใบกิจกรรมที่ 3 ให้กับนักเรียนแต่ละคนได้ฝึกปฏิบัติ
2. ครูให้นักเรียนแต่ละคน สะท้อนการเรียนรู้เกี่ยวกับเรื่องที่เรียน ว่าได้ใช้ความรู้หรือหลักการอะไรบ้าง ในรูปแบบของการเขียน เช่น การทำ mind map และการอภิปราย
3. แจกกระดาษชาร์ตให้นักเรียนกลุ่มละ 1 แผ่น โดยให้แต่ละกลุ่ม คิดออกแบบ โจทย์การบวกและการลบเศษส่วนที่มีความซับซ้อนมากกว่าเดิม กลุ่มละ 1 ข้อและแลกเปลี่ยนกับแต่ละกลุ่ม เมื่อแต่ละกลุ่มได้รับโจทย์มาแล้วให้เพื่อนภายในกลุ่มช่วยกันระดมสมองแสดงวิธีการคิดหาคำตอบ จากนั้นให้แต่ละกลุ่มออกมาช่วยกันแสดงบนกระดาน โดยแต่ละกลุ่มที่เหลือช่วยกันตรวจสอบ พร้อมทั้งเปิดโอกาสให้นักเรียนมีการอภิปราย และตอบข้อซักถามกันอย่างกว้างขวาง โดยมีครูแนะนำอยู่ใกล้ๆ

3. ขั้นตอนการถ่ายโยงความรู้ไปใช้

- ถ่ายโยงความรู้ไปใช้แก้ปัญหา ภายใต้เงื่อนไขใหม่ และบริบทใหม่

1. ครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ในการเรียนเรื่องการบวก ลบ เศษส่วน ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ที่แตกต่าง โดยเริ่มจากสถานการณ์ใน

$$2\frac{1}{4} + 1\frac{3}{4} = \square$$

3. ดำเนินการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบ

$$\begin{aligned} 2\frac{1}{4} + 1\frac{3}{4} &= (2 + 1) + \left(\frac{1}{4} + \frac{3}{4}\right) \\ &= 3 + \left(\frac{1+3}{4}\right) \\ &= 3 + \frac{4}{4} \\ &= 3+1 \\ &= 4 \end{aligned}$$

ดังนั้น แก้วซื้อผ้ามาทั้งหมด เท่ากับ 4 เมตร **ตอบ**

4. ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ

ผ้าทั้งหมด = ผ้าที่ใช้ตัดชุดนักเรียน + ผ้าที่ซื้อเพิ่ม

$$4 = 2\frac{1}{4} + 1\frac{3}{4}$$

แสดงว่าคำตอบที่ได้เป็นจริง

ชีวิตประจำวันที่นักเรียนคุ้นเคย ด้วยการตั้งคำถามที่ใกล้ตัวนักเรียนว่า ซื่อเค้กมา 1 ชิ้น รับประทานไปเสีย $\frac{7}{12}$ จะเหลือเค้กเป็นเศษส่วนเท่าไร ครูอธิบายเพิ่มว่าจากคำถามดังกล่าวเราจำเป็นต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับการบวก และการลบเศษส่วน มาใช้แก้ปัญหา

พร้อมกับยกสถานการณ์โจทย์เพิ่มเติมดังนี้

สถานการณ์ที่ 1 แก้วชื้อผ้ามาตัดชุดนักเรียน $2\frac{1}{4}$ เมตร ปรากฏว่าไม่พอ ต้องชื้อ

เพิ่มอีก $1\frac{3}{4}$ เมตร แก้วชื้อผ้ามาทั้งหมดกี่เมตร

2. ครูแนะนำนักเรียนเกี่ยวกับแนวทางการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา ตามที่เคยได้เรียนตามขั้นตอนดังนี้

1. วิเคราะห์โจทย์

- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้คืออะไร

- สิ่งที่โจทย์ถาม คืออะไร

2. วางแผนแก้ปัญหา โดยการเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์

3. ดำเนินการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบ

4. ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ

13. ครูกำหนดสถานการณ์ขึ้นมาใหม่และให้นักเรียนช่วยกันหาคำตอบตามตัวอย่างข้างต้น

สถานการณ์ที่ 2 ชาวนาทำนา $18\frac{1}{2}$ ไร่ น้ำท่วมเสียหาย $2\frac{5}{6}$ ไร่จะเหลือพื้นที่ที่ไม่

เสียหายเท่าไร

วิธีทำ

1. วิเคราะห์โจทย์

- สิ่งที่โจทย์ถามคืออะไร (จะเหลือพื้นที่ที่ไม่เสียหายเท่าไร)

- สิ่งที่โจทย์บอกคืออะไร (ชาวนาทำนา $18\frac{1}{2}$ ไร่ น้ำท่วมเสียหาย $2\frac{5}{6}$ ไร่)

2. วางแผนแก้ปัญหา โดยการเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์

$$\left(18\frac{1}{2} - 2\frac{5}{6} = \square\right)$$

3. ดำเนินการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบ

$$\begin{aligned} 18\frac{1}{2} - 2\frac{5}{6} &= \frac{37}{2} - \frac{17}{6} \\ &= \left(\frac{37 \times 3}{2 \times 3}\right) - \frac{17}{6} \\ &= \frac{111}{6} - \frac{17}{6} \end{aligned}$$

3. ครูและนักเรียนช่วยกันหาคำตอบของโจทย์ปัญหา ตามขั้นตอนดังกล่าวก่อน
พร้อมๆกันดังนี้

1. วิเคราะห์โจทย์

- สิ่งโจทย์กำหนด คือ แก้วชื้อผ้ามาตัดชุดนักเรียน $2\frac{1}{4}$ เมตร ชื้อ

เพิ่มอีก $1\frac{3}{4}$ เมตร

- สิ่งโจทย์ถาม คือ แก้วชื้อผ้ามาทั้งหมดกี่เมตร

2. วางแผนแก้ปัญหา โดยการเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์

$$2\frac{1}{4} + 1\frac{3}{4} = \square$$

3. ดำเนินการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบ

$$\begin{aligned} 2\frac{1}{4} + 1\frac{3}{4} &= (2 + 1) + \left(\frac{1}{4} + \frac{3}{4}\right) \\ &= 3 + \left(\frac{1+3}{4}\right) \\ &= 3 + \frac{4}{4} \\ &= 3+1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{94}{6} = \frac{47}{3} \\ &= 15\frac{2}{3} \end{aligned}$$

ดังนั้นจะเหลือพื้นที่ที่ไม่เสียหาย $15\frac{2}{3}$ **ตอบ**

4. ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ

พื้นที่ที่ถูกน้ำท่วมเสียหาย + พื้นที่ที่ไม่เสียหาย = พื้นที่ทั้งหมด

$$5\frac{2}{6} + 15\frac{2}{3} = 18\frac{1}{2}$$

แสดงว่าคำตอบที่ได้เป็นจริง

14. ครูเปิดโอกาสให้ซักถามและตอบข้อสงสัย

15. ครูให้นักเรียนแต่ละคนทำใบกิจกรรมที่ 3

ขั้นสรุป

16. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้รับอีกครั้ง

การบวกและการลบเศษส่วน ในกรณีที่มีตัวส่วนไม่เท่ากัน ต้องทำตัวส่วน

$$= 4$$

ดังนั้น แก้วซื้อผ้ามาทั้งหมด เท่ากับ 4 เมตร **ตอบ**

4. ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ

ผ้าทั้งหมด = ผ้าที่ใช้ตัดชุดนักเรียน + ผ้าที่ซื้อเพิ่ม

$$4 = 2\frac{1}{4} + 1\frac{3}{4}$$

แสดงว่าคำตอบที่ได้เป็นจริง

4. ครูกำหนดสถานการณ์ขึ้นมาใหม่ และใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดตามลำดับขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหาดังนี้

สถานการณ์ที่ 2 ชาวนาทำนา $18\frac{1}{2}$ ไร่ น้ำท่วมเสียหาย $2\frac{5}{6}$ ไร่ จะเหลือพื้นที่ที่

ไม่เสียหายเท่าไร

1. วิเคราะห์โจทย์

- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้คืออะไร (ชาวนาทำนา $18\frac{1}{2}$ ไร่ น้ำท่วมเสียหาย

$2\frac{5}{6}$ ไร่)

ให้เท่ากันก่อนและเมื่อทำตัวส่วนเท่ากันแล้วจึงนำตัวเศษมาบวกกันหรือลบกัน โดยทั่วไปจะทำให้เท่ากับ ค.ร.น. ของตัวส่วนแล้วนำตัวเศษมาบวกหรือลบกัน

การบวกและลบจำนวนคละอาจทำให้เป็นเศษเกินก่อน หรือใช้วิธีนำจำนวนเต็มมาบวกหรือลบกันก่อน จากนั้นจึงนำเศษส่วนมาบวกหรือลบกันในภายหลัง

การแก้โจทย์ปัญหาการบวกและการลบเศษส่วน ทำได้โดยใช้ความรู้ในเรื่องการบวกและลบเศษส่วน และดำเนินการแก้ปัญหาตามขั้นตอน

17. ครูให้นักเรียนแต่ละคนทำใบกิจกรรมที่ 4 เป็นการบ้าน

- สิ่งที่น่าสนใจคืออะไร (จะเหลือพื้นที่ที่ไม่เสียหายเท่าไร)

2. เราจะวางแผนแก้ปัญหา โดยการเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้อย่างไร

$$\left(18\frac{1}{2} - 2\frac{5}{6} = \square\right)$$

3. เราจะวิธีดำเนินการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบอย่างไร

$$\begin{aligned} 18\frac{1}{2} - 2\frac{5}{6} &= \frac{37}{2} - \frac{17}{6} \\ &= \left(\frac{37 \times 3}{2 \times 3}\right) - \frac{17}{6} \\ &= \frac{111}{6} - \frac{17}{6} \\ &= \frac{94}{6} = \frac{47}{3} \\ &= 15\frac{2}{3} \end{aligned}$$

ดังนั้นจะเหลือพื้นที่ที่ไม่เสียหาย $15\frac{2}{3}$

4. เราสามารถตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบได้อย่างไร

พื้นที่ที่ถูกนำท่วมเสียหาย + พื้นที่ที่ไม่เสียหาย = พื้นที่ทั้งหมด

$$2\frac{5}{6} + 15\frac{2}{3} = 18\frac{1}{2}$$

แสดงว่าคำตอบที่ได้เป็นจริง

5. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับ การแก้โจทย์ปัญหาการบวกและการลบ
เศษส่วน สามารถทำได้โดยใช้ความรู้ในเรื่องการบวกและลบเศษส่วน และ
ดำเนินการแก้ปัญหาไปตามขั้นตอน

- ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหา

1. ครูแนะนำนักเรียนว่าการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหา จะเป็น
แนวทางที่ทำให้ทราบว่า สิ่งที่เราแก้ปัญหานั้นมีความถูกต้อง เพียงไร และจะเป็นสิ่ง
สำคัญที่จะตรวจสอบการใช้เหตุผล เพื่อทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา หรือ
สถานการณ์ ต่างๆ

ซึ่งจากตัวอย่างดังกล่าวข้างต้น เราสามารถตรวจสอบความสมเหตุสมผลของ
คำตอบได้ดังนี้

ผ้าทั้งหมด = ผ้าที่ใช้ตัดชุดนักเรียน+ผ้าที่ซื้อเพิ่ม

$$\begin{aligned} 4 &= 2\frac{1}{4} + 1\frac{3}{4} \\ &= 3 + \frac{4}{4} \\ &= 3+1 \\ &= 4 \end{aligned}$$

นั่นคือ คำตอบที่เราหาได้เป็นจริง

2. ครูให้นักเรียนช่วยกันตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบจากโจทย์ที่ให้

นักเรียนช่วยกันคิดดังกล่าว ซึ่งจะได้

พื้นที่ทำนาทั้งหมด = พื้นที่ที่เสียหาย(ถูกน้ำท่วม)+พื้นที่ที่ไม่เสียหาย

$$\begin{aligned} 18\frac{1}{2} &= 2\frac{5}{6} + 15\frac{2}{3} \\ &= \frac{111}{6} + \frac{37}{2} \\ &= 18\frac{1}{2} \end{aligned}$$

นั่นคือ คำตอบที่ได้เป็นจริง

3. จากการปฏิบัติกิจกรรมครูแนะนำให้เพิ่มเติมว่าจากการแก้ปัญหาดังกล่าวข้างต้น

ถ้าได้คำตอบเป็นเศษส่วนเกินควรทำให้เป็นจำนวนคละก่อนแล้วจึงตอบและควร

ตอบอยู่ในรูปเศษส่วนอย่างต่ำเสมอ

4. ให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 4

5. เปิดโอกาสให้มีการอภิปรายและซักถาม

4. ขั้นตอนสะท้อนความคิด

- สะท้อนความคิด เกี่ยวกับการแก้ปัญหา

1. ครูตั้งคำถาม เพื่อให้นักเรียนแต่ละคน สะท้อนความคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้ ตลอดจนการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหา ตามประเด็นที่กำหนดให้พร้อมทั้งเขียนลงในกระดาษบันทึกการเรียนรู้

1.1 นักเรียนใช้ความรู้อะไรบ้างที่นำมาใช้แก้โจทย์ปัญหา การบวกและการลบเศษส่วน

1.2 นักเรียนคิดว่าจะสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้อย่างไรบ้าง

1.3 ให้นักเรียนยกตัวอย่างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบวกและการลบเศษส่วนมาพอสังเขป

2. ครูให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นตามประเด็นที่เขียนในข้อ 1 และให้เพื่อนๆทุกคน อภิปรายสะท้อนความคิดเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน

6.1 ใบกิจกรรมที่ 1-4

6.2 บันทึกการเรียนรู้

7. การวัดและประเมินผล

การวัด	การประเมินผล
1. สังเกตจากการตอบคำถาม	ตอบคำถามได้ถูกต้อง และมีกระตือรือร้นในการตอบคำถาม
2. สังเกตการทำกิจกรรมกลุ่ม	ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม มีส่วนร่วมในการอภิปรายและการนำเสนองาน
3. ตรวจใบงาน ใบกิจกรรม	ทำใบกิจกรรมถูกต้อง
4. ตรวจบันทึกการเรียนรู้	เขียนบันทึกได้ตรงกับสิ่งที่เรียนรู้

8. บันทึกหลังสอน

.....

.....

.....

.....

แบบสังเกตการร่วมกิจกรรม

เกณฑ์การประเมิน ผู้ผ่านการประเมิน ต้องได้คะแนนร้อยละ 60 ขึ้นไป

ที่	ชื่อ-สกุล	การร่วมกิจกรรม (คะแนน)									รวม (คะแนน) 9
		ความร่วมมือและ ความรับผิดชอบ			ความสนใจและ ความกระตือรือร้น			ยอมรับฟังความ คิดเห็นของผู้อื่น			
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											

หมายเหตุ : คะแนนรวมตั้งแต่ 5 ขึ้นไปผ่าน

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวณัฐกานต์ รักษานาค)

...../...../.....

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เกณฑ์การให้คะแนนการประเมินผล

ด้าน ความร่วมมือและความรับผิดชอบ

คะแนน/ ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
3 ดีมาก	<ul style="list-style-type: none"> - ส่งงานก่อนหรือตรงกำหนดเวลานัดหมาย - รับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมายและปฏิบัติเองจนเป็นนิสัย เป็นระบบ และแนะนำ ชักชวนให้ผู้อื่นปฏิบัติ - ให้ความร่วมมือในการทำงานทุกครั้ง
2 ดี	<ul style="list-style-type: none"> - ส่งงานช้ากว่ากำหนด แต่ได้มีการติดต่อชี้แจงผู้สอน และมีเหตุผลที่รับฟังได้ - รับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมายและปฏิบัติเองจนเป็นนิสัย - ให้ความร่วมมือในการทำงาน แต่ไม่ทุกครั้ง
1 พอใช้	<ul style="list-style-type: none"> - ส่งงานช้ากว่ากำหนด - ปฏิบัติงานโดยอาศัยการชี้แนะ แนะนำ ตักเตือนหรือให้กำลังใจ - ให้ความร่วมมือน้อยครั้งมาก ต้องคอยกระตุ้น

ด้าน ความสนใจ และความกระตือรือร้น

คะแนน/ ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
3 ดีมาก	<ul style="list-style-type: none"> - สนใจปฏิบัติงานทันทีที่ได้รับมอบหมายและปฏิบัติเอง รวมทั้งชักชวนให้ผู้อื่นปฏิบัติตามด้วย - ปรึกษาค้นคว้าและซักถาม รวมทั้งแสดงความคิดเห็นด้วยตนเอง
2 ดี	<ul style="list-style-type: none"> - ลงมือปฏิบัติงานค่อนข้างช้า แต่พอมีเหตุผลที่พอรับฟังได้ - ปรึกษา และซักถามเสมอแต่ไม่ทุกครั้ง
1 พอใช้	<ul style="list-style-type: none"> - ลงมือปฏิบัติงานช้า ต้องมีคนคอยกระตุ้นหรือแนะนำ - นานๆครั้งจะมีการปรึกษา และซักถามต้องมีคนกระตุ้น

ด้าน การยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

คะแนน/ ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
3 ดีมาก	- เปิดโอกาสให้คนอื่นได้พูดให้จบ และรับฟังอย่างมีมารยาทอย่างสม่ำเสมอ - เมื่อคนอื่นพูดจบค่อยแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม
2 ดี	- พูดแทรกในขณะที่ผู้อื่นยังพูดไม่จบ - แสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมหรือขัดแย้งโดยไม่มีเหตุผลประกอบ
1 พอใช้	- พูดแทรกในขณะที่คนอื่นพูดบ่อยๆ - ขอบขัดแย้งคนอื่นเสมอๆ

แบบประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์

คำชี้แจง ครูประเมินพฤติกรรมของนักเรียนในการทำกิจกรรม และให้คะแนนลงในช่องที่ตรงกับของนักเรียน
เกณฑ์การประเมิน ผู้ผ่านการประเมิน ต้องได้คะแนนร้อยละ 60 ขึ้นไป

ที่	ชื่อ	มีความ รอบคอบ	รับผิดชอบ	มี วิจรรณญาณ	ตระหนักฯ	รวม 12	สรุปผล การประเมิน	
		3	3	3	3		ผ่าน	ไม่ผ่าน
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

ผู้ผ่านเกณฑ์การประเมิน ต้องได้คะแนนตั้งแต่ 7 ขึ้นไป

(ลงชื่อ).....ผู้ประเมิน

(นางสาวณัฐกานต์ รักษานาค)

เกณฑ์การให้คะแนนคุณลักษณะอันพึงประสงค์

รพ	ประเด็น การประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน		
		3	2	1
1	มีความรอบคอบ	1. มีการวางแผนการดำเนินงานเป็นระบบ ผลงานไม่มีที่ผิด 2. การทำงานมี ความสะดวก 3. จัดเรียงลำดับการเขียนไม่ สับสน ถูกต้อง ครบถ้วน	1. มีการวางแผนการดำเนินงานเป็นระบบ ผลงานถูกต้องเป็น ส่วนใหญ่ 2. การทำงานมี ความสะดวก 3. จัดเรียงลำดับ การเขียน ไม่สับสน ถูกต้อง เป็นส่วน ใหญ่	1. ไม่มีกร วาง แผนการดำเนินงาน ผลงาน ผิดพลาดมาก 2. การทำงานไม่สะดวก มีร่องรอยแก้ไขมาก 3. ไม่มีการจัด เรียงลำดับการเขียน
2	มีความรับผิดชอบ	1. ส่งงานก่อน หรือตรง กำหนดเวลา นัดหมาย 2. รับผิดชอบในงานที่ ได้รับมอบหมายและปฏิบัติ เองจนเป็นนิสัย เป็นระบบแก่ ผู้อื่นและ แนะนำชักชวนให้ ผู้อื่นปฏิบัติ	1. ทำงานช้ากว่ากำหนด แต่ ได้มีการ ติดต่อชี้แจง ครูผู้สอน มี เหตุผลที่รับฟังได้ 2. รับผิดชอบ ในงานที่ ได้รับมอบหมายปฏิบัติเอง จนเป็นนิสัย	1. ส่งช้ากว่า กำหนด มากหรือไม่ส่ง งานเลย ในบางครั้ง 2. ปฏิบัติงาน ต้องให้ คำชี้แจงแนะนำ และตักเตือน อยู่เสมอ
3	มีวิจารณญาณ	1. คิดอย่างมีเหตุผลถี่ถ้วน 2. มีการไตร่ตรองอย่าง รอบคอบ 3. คำตอบถูกต้อง สมเหตุสมผล	1. คิดอย่างมีเหตุผลเป็น ส่วนใหญ่ 2. มีการไตร่ตรองอย่าง รอบคอบ 3. คำตอบถูกต้อง สมเหตุสมผล	1. ให้เหตุผลไม่ได้ 2. ขาดการไตร่ตรอง 3. คำตอบผิดไม่ สมเหตุสมผล
4	ตระหนักใน คุณค่าและมี เจตคติที่ดี ต่อวิชา คณิตศาสตร์	1. ไม่ขาดเรียน 2. เห็นความสำคัญ ของวิชาคณิตศาสตร์ดีมาก 3. ส่งงานครบทุกรายการ	1. ไม่ขาดเรียน 2. เห็น ความสำคัญ ของวิชาคณิตศาสตร์ดี 3. ส่งงานครบทุกรายการ	1. ขาดเรียน อยู่เสมอ 2. ไม่เห็นความสำคัญ ของวิชา คณิตศาสตร์ 3. ไม่มีผลงานส่งเลย

ใบกิจกรรมที่ 1

วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ชื่อ เลขที่ ห้อง

คำสั่ง ให้นักเรียนเติมคำตอบในช่องว่างต่อไปนี้

$$1. \frac{2}{3} + \frac{1}{2} = \frac{2x \dots}{3x \dots} + \frac{1x \dots}{2x \dots}$$

$$= \dots + \dots$$

$$= \frac{\dots}{\dots}$$

$$= \dots$$

$$= \dots$$

$$2. \left(-\frac{3}{4}\right) + \frac{5}{6} = -\frac{\dots}{12} + \frac{\dots}{12}$$

$$= \frac{\dots}{12}$$

$$= \dots$$

$$3. -\frac{10}{12} - \frac{2}{3} = \square$$

จำนวนตรงข้ามของ $\frac{2}{3}$ คือ

ค.ร.น. ของ 12 และ 3 คือ

$$-\frac{10}{12} - \frac{2}{3} = -\frac{\dots}{\dots} + \left(-\frac{\dots}{\dots} \times \frac{\dots}{\dots}\right)$$

$$= \left(-\frac{\dots}{\dots}\right) + \left(-\frac{\dots}{\dots}\right)$$

$$= -\frac{\dots}{\dots}$$

$$4. \frac{5}{6} - \frac{3}{4} = \frac{5x \dots}{6x \dots} - \frac{3x \dots}{4x \dots}$$

$$= \dots - \dots$$

$$= \frac{\dots}{\dots}$$

$$= \dots$$

$$5. \frac{7}{8} - \left(-\frac{5}{6}\right) = \frac{\dots}{24} + \frac{\dots}{24}$$

$$= \frac{\dots}{24}$$

$$= \dots$$

$$6. -\frac{5}{7} - \left(-\frac{1}{2}\right) =$$

$$\left(-\frac{5}{7} \times \frac{\dots}{\dots}\right) \dots \left(-\frac{1}{2} \times \frac{\dots}{\dots}\right)$$

$$= \left(\frac{\dots}{\dots}\right) \dots \left(\frac{\dots}{\dots}\right)$$

$$= \frac{\dots}{\dots}$$

$$= \frac{\dots}{\dots}$$

ศูนย์วิทยุวิทยุ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$$\begin{aligned}
 7. \quad -\frac{2}{3} + \left(-\frac{3}{4}\right) - \frac{1}{2} &= \left(\frac{\dots}{\dots} \times \frac{\dots}{\dots}\right) \dots \left(\frac{\dots}{\dots} \times \frac{\dots}{\dots}\right) \dots \left(\frac{\dots}{\dots} \times \frac{\dots}{\dots}\right) \\
 &= \left(\frac{\dots}{\dots}\right) \dots \left(\frac{\dots}{\dots}\right) \dots \left(\frac{\dots}{\dots}\right) \\
 &= \frac{\dots}{\dots} \\
 &= \frac{\dots}{\dots}
 \end{aligned}$$

8. นักเรียนคิดว่า “การบวก ลบ เศษส่วนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากัน มีหลักการอย่างไร”

.....

9. นักเรียนคิดว่า “หากผลลัพธ์ไม่เป็นเศษส่วนอย่างต่ำควรทำอย่างไรก่อนตอบ”

.....

10. นักเรียนคิดว่า “หากผลลัพธ์เป็นเศษเกิน นักเรียนควรทำอย่างไรก่อนตอบ”

.....

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ใบกิจกรรมที่ 2

วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ชื่อ เลขที่..... ห้อง.....

คำสั่ง ให้นักเรียนเติมคำตอบในช่องว่างต่อไปนี้

1) ให้นักเรียนหาคำตอบของ

$$\left(-1\frac{2}{3}\right) + 2\frac{7}{5} - \left(-3\frac{5}{6}\right) = \square$$

โดยแยกจำนวนคละเป็นจำนวนเต็มกับเศษส่วนแท้ แล้วนำจำนวนเต็มบวกหรือลบกับจำนวนเต็ม และเศษส่วนแท้บวกหรือลบกับเศษส่วนแท้

$$\begin{aligned} & \left(-1\frac{2}{3}\right) + 2\frac{7}{5} - \left(-3\frac{5}{6}\right) \\ &= (\dots + \dots - \dots) + \left(\frac{\dots}{\dots} + \frac{\dots}{\dots} - \frac{\dots}{\dots}\right) \\ &= \dots + \left(\frac{\dots}{30} + \frac{\dots}{30} - \frac{\dots}{30}\right) \\ &= \dots + \frac{\dots}{30} \\ &= \dots \end{aligned}$$

2) ให้นักเรียนหาคำตอบของ

$$\left(-1\frac{2}{3}\right) + 2\frac{7}{5} - \left(-3\frac{5}{6}\right) = \square$$

โดยทำให้เป็นเศษส่วนเกินก่อน

$$\begin{aligned} & \left(-1\frac{2}{3}\right) + 2\frac{7}{5} - \left(-3\frac{5}{6}\right) \\ &= \frac{\dots}{3} + \frac{\dots}{5} - \frac{\dots}{6} \\ &= \frac{\dots}{30} + \frac{\dots}{30} - \frac{\dots}{30} \\ &= \frac{\dots}{30} \\ &= \dots \end{aligned}$$

$$3) 4 + \left(-\frac{15}{8}\right) - \frac{13}{4} = \square$$

$$\begin{aligned} &= \dots \\ &= \dots \\ &= \dots \\ &= \dots \end{aligned}$$

$$4) \frac{1}{3} - \left\{ \left(-2\frac{7}{9}\right) + \left(-3\frac{1}{18}\right) \right\} = \square$$

$$\begin{aligned} &= \dots \\ &= \dots \\ &= \dots \\ &= \dots \end{aligned}$$

$$5) \left\{ 3\frac{5}{6} + \left(-2\frac{2}{9}\right) \right\} - \left(-1\frac{7}{12}\right) = \square$$

$$\begin{aligned} &= \dots \\ &= \dots \\ &= \dots \\ &= \dots \end{aligned}$$

ใบกิจกรรมที่ 3

วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ชื่อ เลขที่ ห้อง กลุ่ม

คำสั่ง ให้นักเรียนเติมคำตอบในช่องว่างต่อไปนี้

$$1) \left(-2\frac{1}{2}\right) + \left(-\frac{1}{6}\right) - \left(-\frac{5}{6}\right) + \frac{2}{3} = \square$$

=

=

=

=

=

$$2) \left(-\frac{3}{5}\right) - \left(-\frac{1}{2}\right) + 2\frac{1}{3} + \frac{3}{4} = \square$$

=

=

=

=

=

$$3) 3\frac{5}{6} + \left(-2\frac{2}{9}\right) - \left(-1\frac{7}{12}\right) + 3 = \square$$

=

=

=

=

=

$$4) (-4) + \left(-2\frac{3}{5}\right) - \left(-3\frac{1}{2}\right) + 1\frac{1}{2} - \frac{3}{2} = \square$$

=

=

=

=

=

$$5) 7 + 8\frac{3}{4} - \frac{1}{6} + \left(-2\frac{1}{2}\right) - \left(-\frac{1}{3}\right) - 10 = \square$$

=

=

=

=

=

$$6) \frac{1}{3} + 2\frac{7}{9} + \left\{ \left(-3\frac{1}{2}\right) + \left(-\frac{3}{5}\right) \right\} - \left(\frac{1}{2}\right) = \square$$

=

=

=

=

=

ใบกิจกรรมที่ 4

โจทย์ปัญหาการบวกและการลบเศษส่วน

คำสั่ง ให้นักเรียนแสดงวิธีทำแต่ละข้อต่อไปนี้ ตามลำดับขั้นตอน

1) ในการสอบวิชาคณิตศาสตร์ แอนนา สอบครั้งที่หนึ่งได้ $8\frac{3}{4}$ คะแนน ครั้งที่สองสอบได้

$7\frac{1}{2}$ คะแนน สอบสองครั้ง แอนนา ทำได้ทั้งหมดกี่คะแนน

1. วิเคราะห์โจทย์

- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้คืออะไร

.....

- สิ่งที่โจทย์ถาม คืออะไร

.....

2. วางแผนแก้ปัญหา โดยการเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์

.....

3. ดำเนินการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบ

.....

4. ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ

.....

2) เชือกเส้นที่หนึ่งยาว $4\frac{2}{3}$ เมตร เชือกเส้นที่สองยาว $2\frac{3}{4}$ เมตร เมื่อนำเชือกทั้งสองมาต่อกันจะเสียเชือกในการผูกปม $\frac{1}{4}$ เมตร อยากทราบว่าเชือกที่ต่อแล้วยาวเท่าใด

1. วิเคราะห์โจทย์

- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้คืออะไร

.....

- สิ่งที่โจทย์ถาม คืออะไร

.....

2. วางแผนแก้ปัญหา โดยการเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์

.....

3. ดำเนินการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบ

.....

.....

.....

4. ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ

.....

.....

3) นายเจริญมีเงิน $1\frac{6}{7}$ ส่วนต้องการแบ่งเงินให้บุตร 4 คน คนที่หนึ่งได้ $\frac{2}{7}$ ส่วน คนที่สอง

ได้ $\frac{1}{3}$ ส่วน $\frac{2}{7}$ และคนที่สามได้ $\frac{4}{9}$ ส่วน คนที่สี่จะได้รับเงินส่วนแบ่งเท่าไร

1. วิเคราะห์โจทย์

- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้คืออะไร

.....

.....

- สิ่งที่โจทย์ถาม คืออะไร

.....

2. วางแผนแก้ปัญหา โดยการเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์

.....

3. ดำเนินการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบ

.....

.....

4. ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ

.....

.....

- 4) แก้วใช้เงินทั้งหมดที่เขามีอยู่เป็นเศษส่วนดังนี้ ซื้ออุปกรณ์การเรียน $\frac{1}{4}$ ของเงินทั้งหมด
ซื้อเครื่องใช้ไฟฟ้า $\frac{5}{16}$ ของเงินทั้งหมด จ่ายอุปกรณ์เครื่องครัว $\frac{3}{8}$ ของเงินทั้งหมด
เมื่อจ่ายเงินตามรายการดังกล่าวไปแล้ว แก้วยังมีเงินเหลืออีก 300 บาท อยากทราบว่า
เดิมแก้วมีเงินทั้งหมดเท่าไร

- สิ่งที่โจทย์กำหนดให้คืออะไร

.....
.....

- สิ่งที่โจทย์ถาม คืออะไร

.....
.....

2. วางแผนแก้ปัญหา โดยการเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์

.....
.....

3. ดำเนินการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบ

.....
.....
.....

4. ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ

.....
.....

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บันทึกการเรียนรู้

1. นักเรียนใช้ความรู้อะไรบ้างที่นำมาใช้แก้โจทย์ปัญหา การบวกและการลบเศษส่วน

.....

.....

.....

.....

2. นักเรียนคิดว่าจะสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้อย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

3. ให้นักเรียนยกตัวอย่างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบวกและการลบเศษส่วนมาพอสังเขป

.....

.....

.....

.....

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ง

ตัวอย่างเครื่องมือการวิจัย

- แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
- แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ จำนวน 30 ข้อ
2. ใช้เวลาในการทำ 60 นาที
3. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว จากตัวเลือก ก ข ค และ ง โดยทำเครื่องหมาย \times ลงในกระดาษคำตอบให้ตรงกับข้อที่เลือก ดังตัวอย่าง

ข้อ	ก	ข	ค	ง
(0)			\times	

4. ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ให้ทำเครื่องหมาย =ทับเครื่องหมาย \times เดิม แล้วจึงทำเครื่องหมาย \times ลงในกระดาษคำตอบใหม่ ดังตัวอย่าง ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบจาก ค เป็น ข ให้ทำดังนี้

ข้อ	ก	ข	ค	ง
(0)		\times	\times	

5. ถ้าพบข้อยากให้ข้ามทำไปทำข้ออื่นก่อน แล้วค่อยย้อนกลับมาทำใหม่
6. ก่อนลงมือทำข้อสอบให้เขียนชื่อ นามสกุล ลงในกระดาษคำตอบให้เรียบร้อย

ขอขอบคุณในความร่วมมือของนักเรียน

1. สมใจซื้อริบบิ้นมา $6\frac{7}{8}$ เมตร ใช้ผูกของขวัญกล่องแรก $2\frac{3}{4}$ เมตร และกล่องที่สอง $2\frac{1}{2}$ เมตร ที่เหลือนำไปผูกของขวัญกล่องที่สามจนหมด สมใจใช้ริบบิ้นผูกของขวัญกล่องที่สามมากกว่าหรือน้อยกว่าสองกล่องแรกรวมกันอยู่เท่าไร
- ก) มากกว่าอยู่ $3\frac{5}{8}$ เมตร ข) น้อยกว่าอยู่ $3\frac{5}{8}$ เมตร
 ค) มากกว่าอยู่ $1\frac{5}{8}$ เมตร ง) น้อยกว่าอยู่ $1\frac{5}{8}$ เมตร
2. ในการแข่งขันฟุตบอลระหว่างคณะของมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง ทีมชนะเลิศได้รับชัยชนะ $\frac{2}{3}$ ของจำนวนครั้งที่แข่ง เสมอ $\frac{1}{4}$ ของจำนวนครั้งที่แข่ง นอกนั้นแพ้ปรากฏว่า จำนวนครั้งที่ชนะมากกว่าจำนวนครั้งที่แพ้อยู่ 5 ครั้ง จงหาจำนวนครั้งที่ลงแข่งขัน
- ก) 5 ครั้ง ข) 6 ครั้ง
 ค) 10 ครั้ง ง) 12 ครั้ง
3. แม่ค้าเหมาไข่คละขนาดมาจำนวน 600 ฟอง ในราคาฟองละ 1.65 บาท นำมาคัดแยกเป็นขนาดใหญ่และขนาดเล็กได้ 350 และ 250 ฟอง ตามลำดับ แล้วขายไข่ขนาดใหญ่และขนาดเล็กไปราคาฟองละ 2.20 และ 1.90 บาท ตามลำดับ แม่ค้าขายไข่ได้กำไรเท่าไร
- ก) 155 บาท ข) 255 บาท
 ค) 355 บาท ง) 455 บาท
4. เก่งมีแก้วขนาดเท่ากัน 4 ใบ แก้ว 3 ใบแรกใส่น้ำปริมาณ $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{5}$ และ $\frac{4}{15}$ ของแก้ว ตามลำดับ จากนั้นนำน้ำจากแก้วทั้ง 3 ใบเทใส่รวมในแก้วใบที่ 4 อยากทราบว่าแก้วใบที่ 4 สามารถใส่น้ำได้มากที่สุดเท่าไร
- ก) $\frac{1}{5}$ ของแก้ว ข) $\frac{2}{5}$ ของแก้ว
 ค) $\frac{3}{5}$ ของแก้ว ง) $\frac{4}{5}$ ของแก้ว
5. นักเรียนห้องหนึ่งเป็นนักเรียนชาย $\frac{4}{9}$ ของนักเรียนทั้งหมด จากการสำรวจสถานที่ที่นักเรียนที่ต้องการไปทัศนศึกษา มีนักเรียนต้องการไปพิพิธภัณฑ์ $\frac{1}{5}$ ของนักเรียนหญิง ต้องการไปสวนสัตว์ $\frac{1}{4}$ ของนักเรียน ที่ต้องการไปพิพิธภัณฑ์ และนักเรียนที่เหลือ 31 คน ต้องการไปพระบรมมหาราชวัง อยากทราบว่านักเรียนในห้องนี้มีกี่คน

แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ จำนวน 30 ข้อ
2. ใช้เวลาในการทำ 60 นาที
3. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว จากตัวเลือก ก ข ค และ ง โดยทำเครื่องหมาย \times ลงในกระดาษคำตอบให้ตรงกับข้อที่เลือก ดังตัวอย่าง

ข้อ	ก	ข	ค	ง
(0)			\times	

4. ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ให้ทำเครื่องหมาย \times เดิม แล้วจึงทำเครื่องหมาย \times ลงในกระดาษคำตอบใหม่ ดังตัวอย่าง ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบจาก ค เป็น ข ให้ทำดังนี้

ข้อ	ก	ข	ค	ง
(0)		\times	\times	

5. ถ้าพบข้อยากให้ข้ามทำไปทำข้ออื่นก่อน แล้วค่อยย้อนกลับมาทำใหม่
6. ก่อนลงมือทำข้อสอบให้เขียนชื่อ นามสกุล ลงในกระดาษคำตอบให้เรียบร้อย

ขอขอบคุณในความร่วมมือของนักเรียน

1. ถ้านำ 9 มาคูณทั้งตัวเศษและตัวส่วนของ $\frac{3}{2}$ ผลลัพธ์จะเป็นอย่างไร
 - ก. จะมีค่าเพิ่มขึ้น
 - ข. จะมีค่าลดลง
 - ค. จะมีค่าเท่าเดิม
 - ง. จะมีค่าเท่ากับศูนย์
2. การเปรียบเทียบเศษส่วน 2 จำนวน วิธีใดถูกต้อง และรวดเร็วที่สุด
 - ก. ทำตัวส่วนให้เท่ากันแล้วเปรียบเทียบตัวเศษ
 - ข. ทำตัวเศษให้เท่ากันแล้วเปรียบเทียบตัวส่วน
 - ค. นำเศษส่วนแต่ละตัวมาตั้งหาร
 - ง. ทำเศษส่วนให้เป็นเศษส่วนอย่างต่ำ
3. ถ้า $\frac{1}{a} = \frac{1}{b}$ เมื่อ $a \neq 0$ และ $b \neq 0$ แล้วข้อสรุปใดเป็นจริง
 - ก. $a \neq b$
 - ข. $a = b$
 - ค. $b > a$
 - ง. $b < a$
4. ถ้า $0.5a = 0.2b$ แล้ว ข้อสรุปใดถูกต้อง
 - ก. $a = 0$
 - ข. $a = b$
 - ค. $b > a$
 - ง. $b < a$
5. รถยนต์ของเอกแล่นได้ทาง 120 กิโลเมตรต่อน้ำมัน 20 ลิตร รถยนต์ของอิน แล่นได้ทาง 70 กิโลเมตรต่อน้ำมัน 10 ลิตร รถยนต์ของใครสิ้นเปลืองน้ำมันมากกว่ากัน
 - ก. รถยนต์ของเอก
 - ข. รถยนต์ของอิน
 - ค. เท่ากันทั้งสองคัน
 - ง. สรุปไม่ได้
6. แชมพูสระผมแบบที่หนึ่งมีปริมาตร 30 มิลลิลิตร ราคา 30 บาท ถ้าซื้อแชมพู 4 ขวด แม่ค้าจะแถมแชมพูขนาดปริมาตร 5 มิลลิลิตร จำนวน 2 ขวดให้ แบบที่ 2 ขนาดปริมาตร 60 มิลลิลิตร ราคา 60 บาท ถ้าซื้อแชมพู 2 ขวด แม่ค้าจะแถมแชมพูขนาดปริมาตร 10 มิลลิลิตร จำนวน 1 ขวดให้ แบบที่สามขนาดปริมาตร 120 มิลลิลิตร ราคา 120 บาท ซื้อ 1 ขวด แม่ค้าจะลดเงินให้ 10 บาท นักเรียนควรจะเลือกซื้อยาสระผมแบบใด
 - ก. แบบที่หนึ่ง เพราะถูกกว่า
 - ข. แบบที่สอง เพราะถูกกว่า
 - ค. แบบที่สาม เพราะถูกกว่า
 - ง. เลือกได้ทั้งสามแบบ เพราะราคาเท่ากัน

แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบชนิดเขียนตอบ จำนวน 7 ข้อ
2. ใช้เวลาในการสอบ 60 นาที
3. ให้นักเรียนอ่านโจทย์ที่กำหนด แล้วเขียนอธิบายคำตอบตามข้อคำถามในแต่ละข้ออย่างตั้งใจ

ขอขอบคุณในความร่วมมือของนักเรียน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำอธิบายเกี่ยวกับเกณฑ์การให้คะแนน แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ เนื้อหาสาระ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มาสัมพันธ์กับความรู้หรือแนวคิดที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่หรือช่วยในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดขึ้น ซึ่งแบ่งออกเป็น การเชื่อมโยงความรู้ภายในวิชาคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงความรู้ระหว่างวิชาคณิตศาสตร์กับวิชาอื่น และการเชื่อมโยงความรู้ระหว่างวิชาคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน

สามารถประเมินได้จากการตอบคำถามในประเด็นดังต่อไปนี้

1. การระบุหัวข้อความรู้คณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา
2. การระบุ ทฤษฎี กฎ สูตร นิยาม แบบรูป สมการ หรือสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา
3. การเขียนอธิบายวิธีการหรือขั้นตอนการหาคำตอบ
4. การระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์ที่มีโครงสร้างคล้ายคลึง

เกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
การให้คะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงมีรายละเอียดดังนี้

คะแนนในแต่ละข้อเต็ม 10 คะแนน โดยแต่ละหัวข้อย่อย ก ข ค ให้คะแนนเต็มข้อละ 3 คะแนน ส่วนข้อ ง คะแนนเต็ม 1 คะแนน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

- | | | | |
|----|--|-------|---|
| ก. | การระบุหัวข้อความรู้คณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา | | |
| | ▶ ระบุหัวข้อความรู้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน | คะแนน | 3 |
| | ▶ ระบุหัวข้อความรู้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน | คะแนน | 2 |
| | ▶ ระบุหัวข้อความรู้ในการแก้ปัญหาได้แต่ยังไม่ถูกต้อง หรือไม่ครบถ้วน | คะแนน | 1 |
| | ▶ ไม่ระบุหัวข้อความรู้ได้เลย | คะแนน | 0 |
| ข. | การระบุ ทฤษฎี กฎ สูตร นิยาม แบบรูป สมการ หรือสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา | | |
| | ▶ ระบุ ทฤษฎี กฎ สูตร นิยาม แบบรูป สมการ หรือสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน | คะแนน | 3 |
| | ▶ ระบุ ทฤษฎี กฎ สูตร นิยาม แบบรูป สมการ หรือสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน | คะแนน | 2 |
| | ▶ ระบุ ทฤษฎี กฎ สูตร นิยาม แบบรูป สมการ หรือสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาได้บ้าง | คะแนน | 1 |
| | ▶ ไม่ระบุ ทฤษฎี กฎ สูตร นิยาม แบบรูป สมการ หรือสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการ | คะแนน | 0 |

แก้ปัญหา

- | | | |
|---|-------|---|
| ค. การเขียนอธิบายวิธีการหรือขั้นตอนการหาคำตอบ | | |
| ▶ เขียนอธิบายวิธีการหรือขั้นตอนการหาคำตอบได้ถูกต้อง ชัดเจน | คะแนน | 3 |
| ▶ เขียนอธิบายวิธีการหรือขั้นตอนการหาคำตอบได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ แต่ยังไม่ชัดเจน | คะแนน | 2 |
| ▶ เขียนอธิบายวิธีการหรือขั้นตอนการหาคำตอบได้ถูกต้อง เป็นบางส่วน | คะแนน | 1 |
| ▶ ไม่เขียนอธิบายวิธีการหรือขั้นตอนการหาคำตอบ | คะแนน | 0 |
| ง. การระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์ที่มีโครงสร้างคล้ายคลึง | | |
| ▶ ยกตัวอย่างหรือสถานการณ์ที่มีโครงสร้างคล้ายคลึงได้ | คะแนน | 1 |
| ▶ ไม่ยกตัวอย่างหรือสถานการณ์ใดเลย | คะแนน | 0 |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1) สถานการณ์ที่ 1(เศษส่วนและทศนิยม)

ในการแข่งขันกีฬาของโรงเรียน ก้อยได้รับมอบหมายให้หารายได้เพื่อจัดหาเสื้อเชียร์กีฬาให้กับนักเรียน 122 คน โดยมีสปอนเซอร์ที่ช่วยสนับสนุนค่าใช้จ่าย ได้แก่ โรงงานน้ำตาล สนับสนุน

ค่าใช้จ่าย $\frac{1}{5}$ ของรายจ่ายทั้งหมด โรงงานโคนมสนับสนุนค่าใช้จ่าย $\frac{3}{4}$ ของรายจ่ายที่เหลือ

นอกจากนี้ โรงงานกระดาษ จะรับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เหลือทั้งหมด ก้อยจึงไปสำรวจราคาจากร้านขายเสื้อต่างๆ พบว่ามี 2 ร้าน ที่มีคุณภาพของผ้า และมีมือการสกรีนตัวหนังสืออยู่ในระดับใกล้เคียงกันโดยได้ข้อมูลของแต่ละร้านดังนี้

ร้านที่ 1 จำหน่ายเสื้อตัวละ 122 บาท ถ้าซื้อมากกว่า 100 ตัว จะลดให้ตัวละ 4.50 บาท และคิดค่าสกรีนตัวละ 8 บาท

ร้านที่ 2 จำหน่ายเสื้อราคาไหลละ 1,428 บาท ถ้าซื้อ 10 ไหลขึ้นไป จะลดให้ตัวละ 2.50 บาท และคิดค่าสกรีนตัวละ 10 บาท

นักเรียนคิดว่าก้อยควรจะเลือกซื้อเสื้อเชียร์กีฬาร้านใด และโรงงานใดจะสนับสนุนค่าใช้จ่ายให้กับโรงเรียนมากที่สุด

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. ระบุหัวข้อความรู้คณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา

.....

2. ระบุ ทฤษฎี กฎ สูตร นิยาม แบบรูป สมการ หรือสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา

.....

3. เขียนอธิบายวิธีการ ขั้นตอน การหาคำตอบ

.....

4. ระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์ที่มีโครงสร้างคล้ายคลึงกัน

.....

2) สถานการณ์ที่ 2 (การประมาณค่า)

บริษัทผลิตกาแฟกระป๋องสำเร็จรูปยี่ห้อหนึ่ง ได้คิดค้นส่วนผสมที่กลมกล่อมดังนี้ น้ำตาลทราย $\frac{1}{3}$ ของส่วนผสมทั้งหมด คอฟฟี่เมต $\frac{3}{4}$ ของส่วนผสมที่เหลือ นอกนั้นเป็นน้ำกาแฟสกัดเข้มข้น ถ้าให้ส่วนผสมทั้งหมดบรรจุในภาชนะขนาด 180 มิลลิลิตรพอดี และ บริษัทผลิตกาแฟกระป๋องสำเร็จรูปยี่ห้อนี้มีกำลังในการผลิตตลอดสัปดาห์ 645,000 มิลลิลิตร โดยใช้งบประมาณทั้งสิ้น 50,000 บาท อยากทราบว่าบริษัทควรขายกาแฟอย่างน้อยประมาณกระป๋องละเท่าไรจึงจะไม่ขาดทุน

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. ระบุหัวข้อความรู้คณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา

.....

.....

2. ระบุ ทฤษฎี กฎ สูตร นิยาม แบบรูป สมการ หรือสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา

.....

.....

3. เขียนอธิบายวิธีการ ขั้นตอน การหาคำตอบ

.....

.....

4. ระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์ที่มีโครงสร้างคล้ายคลึงกัน

.....

.....

ศูนย์วิทยทรัพยากร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบบันทึกการเรียนรู้ของผู้เรียน

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

1. นักเรียนใช้ความรู้อะไรบ้างในการแก้ปัญหาเรื่องนี้

.....

.....

.....

2. นักเรียนได้รับความรู้ใหม่ในเรื่องใดบ้าง

.....

.....

3. นักเรียนคิดว่าจะสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

4. ให้นักเรียนยกตัวอย่างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียนมาพอสังเขป

.....

.....

.....

5. นักเรียนคิดว่าตนเองมีข้อบกพร่องในเรื่องใด และต้องการเรียนรู้เรื่องใดเพิ่มเติม

.....

.....

.....

คุณชวทศพร พยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบสังเกตพฤติกรรมทางการเรียนรู้

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

1. ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

.....

.....

.....

.....

.....

2. ด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

.....

.....

.....

.....

.....

3. ด้านการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

.....

.....

.....

.....

.....

ศูนย์วิทยทรัพยากร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก จ

หนังสือขอความร่วมมือ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ที่ ศธ 0512.6(2771)/3241

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

27 พฤศจิกายน 2552

เรื่อง ขออนุญาตทดลองใช้เครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการ โรงเรียนอนุบาลวังม่วง

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวฉวีภานต์ รัตนาศ นิสิตชั้นปริญญาตรีบัณฑิต ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง "การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยงของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1" โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.อัมพร นาคทอง และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อติศรา ชูชาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้มีนิสิตมีความจำเป็นต้องทดลองใช้เครื่องมือ คือ แผนการสอน กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ทั้งนี้มีนิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นางสาวฉวีภานต์ รัตนาศ ได้ทดลองใช้เครื่องมือดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุชีวะ)

รองคณบดีฝ่ายบริหาร

รักษาการแทนรองคณบดีฝ่ายวิชาการ หลักสูตรการสอน

ตำแหน่งงานวิชาการ หลักสูตรและการสอน

โทร. 0-2218-2680-2 ต่อ 612



ภาคผนวก ฉ

แบบประเมินความสอดคล้องของรูปแบบการเรียนการสอน
สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบประเมินรูปแบบการจัดการเรียนการสอน

คำชี้แจง

1. แบบประเมินรูปแบบการจัดการเรียนการสอนมีจำนวน 3 ด้าน ประกอบไปด้วย ด้านที่แนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอน ด้านที่ 2 องค์ประกอบของกระบวนการจัดการเรียนการสอน และ ด้านที่ 3 แผนการจัดการเรียนการสอน
2. โปรดอ่านรายการประเมินในแต่ละข้อโดยละเอียดแล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับผลการประเมินตามความคิดเห็นของท่าน

รายการประเมิน	ผลการประเมิน			ข้อเสนอแนะ/ ข้อคิดเห็น
	มาก	ปานกลาง	น้อย	
1. แนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอน				
- ความชัดเจนของกรอบแนวคิด				
- ความเหมาะสมในการเรียบเรียง และการเชื่อมโยงแนวคิดมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน				
2. องค์ประกอบของกระบวนการจัดการเรียนการสอน				
2.1 หลักการ				
- ความสอดคล้องของแนวคิดพื้นฐานที่มีต่อกระบวนการจัดการเรียนการสอน				
- ความชัดเจนของหลักการที่ใช้ในกระบวนการจัดการเรียนการสอน				
2.2 วัตถุประสงค์				
- ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับหลักการของรูปแบบการจัดการเรียนการสอน				
- วัตถุประสงค์มีความชัดเจน สามารถนำไปใช้พัฒนาผู้เรียนได้จริง				
2.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน				
- ขั้นตอนมีความชัดเจน เข้าใจง่าย				
- ขั้นตอนมีกระบวนการที่เหมาะสม ต่อเนื่อง และ สอดคล้องกับวัตถุประสงค์				
- มีความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ				
2.4 การวัดและประเมินผล				

รายการประเมิน	ผลการประเมิน			ข้อเสนอแนะ/ ข้อคิดเห็น
	มาก	ปานกลาง	น้อย	
- ความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และเนื้อหา				
- ความเหมาะสมของวิธีการวัด กับเกณฑ์ที่ใช้				
3. แผนการจัดการเรียนการสอน				
3.1 การกำหนดองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนการสอน				
- องค์ประกอบครบถ้วน ครอบคลุมตามหลักการจัดทำ แผนการจัดการเรียนการสอน				
- องค์ประกอบต่าง ๆ มีความสอดคล้องกัน				
3.2 องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนการสอน				
3.2.1 จุดประสงค์การเรียนรู้				
- ความชัดเจนของจุดประสงค์ ในการระบุพฤติกรรมที่ สามารถวัดได้				
- ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะ/กระบวนการ และ คุณลักษณะที่พึงประสงค์				
- ความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ				
3.2.2 สาระสำคัญ/เนื้อหา				
- ความสอดคล้องกับจุดประสงค์และการจัดการเรียนการสอน ตาม Model ที่กำหนด				
- ความชัดเจน เหมาะสม ตามลำดับการเรียนรู้ของผู้เรียน				
- ความเป็นไปได้ในการนำไปสอนจริง				
3.2.3 กิจกรรมการเรียนการสอน				
- กิจกรรมการเรียนการสอนสอดคล้องกับขั้นตอนใน Model				
- การออกแบบกิจกรรมมีความชัดเจนเพียงพอต่อการปฏิบัติ				
3.2.4 สื่อการเรียนรู้				
- ความสอดคล้อง และเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนการ สอน				
- สะดวกในการใช้งาน				
- ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียน ได้เรียนรู้ตามวัตถุประสงค์				
3.2.5 การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้				
- ครอบคลุมตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้				
- สอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา และกิจกรรม				
- เครื่องมือวัด และวิธีการวัดเหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัด				



ภาคผนวก ซ

การวิเคราะห์ข้อมูล

- ผลการประเมินแบบทดสอบจากผู้เชี่ยวชาญ
- ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ
- ผลการตรวจสอบลักษณะของข้อมูล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการประเมินแบบทดสอบจากผู้เชี่ยวชาญ

1. ผลการประเมินแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ข้อสอบข้อที่	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ			ΣR	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1.	+1	+1	+1	+3	1
2.	0	+1	+1	+2	0.66
3.	+1	+1	+1	+3	1
4.	+1	+1	+1	+3	1
5.	+1	+1	+1	+3	1
6.	+1	+1	+1	+3	1
7.	+1	+1	+1	+3	1
8.	0	+1	+1	+2	0.66
9.	0	+1	+1	+2	0.66
10.	+1	+1	+1	+3	1
11.	+1	+1	+1	+3	1
12.	+1	+1	+1	+3	1
13.	-1	+1	+1	+1	0.33
14.	+1	+1	+1	+3	1
15.	+1	+1	+1	+3	1
16.	+1	+1	+1	+3	1
17.	+1	+1	+1	+3	1
18.	+1	+1	+1	+3	1
19.	+1	+1	+1	+3	1
20.	+1	+1	+1	+3	1
21.	0	+1	+1	+2	0.66
22.	+1	+1	+1	+3	1
23.	+1	+1	+1	+3	1

ข้อสอบข้อที่	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ			ΣR	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
24.	+1	+1	+1	+3	1
25.	+1	+1	+1	+3	1
26.	+1	+1	+1	+3	1
27.	+1	+1	+1	+3	1
28.	+1	+1	+1	+3	1
29.	+1	+1	+1	+3	1
30.	+1	+1	+1	+3	1
31.	+1	+1	+1	+3	1
32.	+1	+1	+1	+3	1
33.	+1	+1	+1	+3	1
34.	+1	+1	+1	+3	1
35.	0	+1	+1	+2	0.66
36.	0	+1	+1	+2	0.66
37.	0	+1	+1	+2	0.66
38.	+1	+1	+1	+3	1
39.	0	+1	+1	+2	0.66
40.	0	+1	+1	+2	0.66
41.	+1	+1	+1	+3	1
42.	+1	+1	+1	+3	1
43.	+1	+1	+1	+3	1
44.	+1	+1	+1	+3	1
45.	0	+1	+1	+2	0.66

2. ผลการประเมินแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ข้อสอบข้อที่	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ			ΣR	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1.	+1	+1	+1	+3	1
2.	+1	+1	+1	+3	1
3.	+1	0	+1	+2	0.66
4.	+1	0	+1	+2	0.66
5.	+1	+1	+1	+3	1
6.	+1	+1	+1	+3	1
7.	+1	0	+1	+2	0.66
8.	+1	+1	+1	+3	1
9.	+1	+1	+1	+3	1
10.	+1	+1	+1	+3	1
11.	+1	+1	+1	+3	1
12.	+1	+1	+1	+3	1
13.	+1	+1	+1	+3	1
14.	+1	+1	+1	+3	1
15.	+1	0	+1	+2	0.66
16.	+1	+1	+1	+3	1
17.	+1	+1	+1	+3	1
18.	-1	0	+1	+2	0.66
19.	+1	+1	+1	+3	1
20.	0	+1	+1	+2	0.66
21.	0	+1	+1	+2	0.66
22.	0	+1	+1	+2	0.66
23.	+1	+1	+1	+3	1
24.	+1	+1	+1	+3	1
25.	+1	+1	+1	+3	1

ข้อสอบข้อที่	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ			ΣR	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
26.	+1	+1	+1	+3	1
27.	+1	+1	+1	+3	1
28.	+1	0	+1	+2	0.66
29.	+1	+1	+1	+3	1
30.	+1	+1	+1	+3	1
31.	+1	+1	+1	+3	1
32.	+1	+1	+1	+3	1
33.	+1	0	+1	+2	0.66
34.	0	0	+1	+1	0.33
35.	+1	+1	+1	+3	1
36.	0	+1	+1	+2	0.66
37.	+1	+1	+1	+3	1
38.	+1	+1	+1	+3	1
39.	+1	+1	+1	+3	1
40.	0	+1	+1	+2	0.66
41.	+1	+1	+1	+3	1
42.	+1	+1	+1	+3	1
43.	+1	+1	+1	+3	1
44.	+1	+1	+1	+3	1
45.	+1	+1	+1	+3	1

* ค่า IOC ที่คำนวณได้ ถ้ามากกว่า 0.50 สรุปได้ว่าข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์
ถ้าค่า IOC น้อยกว่า 0.50 ถือว่าข้อสอบไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์ใช้ไม่ได้

3. ผลการประเมินแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ข้อสอบข้อที่	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ			ΣR	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	+1	+1	+1	+3	1
2	+1	+1	+1	+3	1
3	-1	+1	+1	+1	0.33
4	+1	+1	+1	+3	1
5	0	+1	+1	+2	0.66
6	+1	+1	+1	+3	1
7	+1	+1	+1	+3	1
8	+1	+1	+1	+3	1
9	+1	+1	+1	+3	1
10	+1	+1	+1	+3	1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบปรนัย

1. ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ก่อนเรียน

ค่าความเที่ยง 0.72 ค่าความยากง่าย (p) 0.20 – 0.63 ค่าอำนาจจำแนก (r) -0.20 – 0.76

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.40	0.58
2	0.55	0.24
3	0.30	0.34
4	0.35	0.14
5	0.33	0.20
6	0.30	0.21
7	0.43	0.20
8	0.40	0.20
9	0.38	0.20
10	0.35	0.20
11	0.33	0.30
12	0.20	0.35
13	0.38	0.24
14	0.38	0.49
15	0.43	0.29
16	0.50	0.56
17	0.38	0.61
18	0.40	0.58
19	0.48	0.47
20	0.45	0.38
21	0.38	0.24
22	0.35	0.27
23	0.63	0.14
24	0.60	0.43
25	0.43	0.29
26	0.45	0.38
27	0.45	0.26
28	0.48	0.35
29	0.45	0.76
30	0.48	0.20

2. ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา หลังเรียน

ค่าความเที่ยง 0.70 ค่าความยากง่าย (p) 0.20 – 0.70 ค่าอำนาจจำแนก (r) 0.20 – 0.67

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.43	0.35
2	0.70	0.02
3	0.50	0.26
4	0.38	0.24
5	0.35	0.27
6	0.30	0.33
7	0.20	0.28
8	0.43	0.20
9	0.23	0.25
10	0.35	0.44
11	0.25	0.22
12	0.35	0.44
13	0.33	0.47
14	0.38	0.41
15	0.50	0.26
16	0.35	0.27
17	0.23	0.25
18	0.45	0.32
19	0.40	0.20
20	0.48	0.29
21	0.45	0.67
22	0.55	0.37
23	0.65	0.08
24	0.40	0.73
25	0.28	0.36
26	0.38	0.24
27	0.30	0.33
28	0.40	0.38
29	0.20	0.45
30	0.10	0.40

3. ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุ ก่อนเรียน

ค่าความเที่ยง 0.73 ค่าความยาก (p) 0.20 – 0.58 ค่าอำนาจจำแนก (r) 0.20 – 0.68

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.40	0.20
2	0.35	0.39
3	0.43	0.42
4	0.50	0.31
5	0.33	0.68
6	0.38	0.36
7	0.43	0.29
8	0.25	0.28
9	0.43	0.54
10	0.25	0.28
11	0.28	0.37
12	0.30	0.34
13	0.30	0.34
14	0.25	0.28
15	0.23	0.19
16	0.50	0.44
17	0.35	0.20
18	0.58	0.21
19	0.45	0.20
20	0.20	0.23
21	0.45	0.51
22	0.45	0.26
23	0.43	0.29
24	0.48	0.47
25	0.43	0.29
26	0.45	0.26
27	0.43	0.42
28	0.43	0.20
29	0.43	0.20
30	0.43	0.29

4. ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผล หลังเรียน

ค่าความเที่ยง 0.74 ค่าความยาก (p) 0.25 – 0.60 ค่าอำนาจจำแนก (r) 0.20– 0.59

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.50	0.59
2	0.53	0.33
3	0.28	0.41
4	0.28	0.31
5	0.28	0.20
6	0.33	0.23
7	0.38	0.25
8	0.43	0.20
9	0.33	0.23
10	0.35	0.29
11	0.48	0.20
12	0.43	0.28
13	0.43	0.28
14	0.43	0.39
15	0.43	0.39
16	0.38	0.20
17	0.48	0.31
18	0.50	0.48
19	0.60	0.21
20	0.45	0.35
21	0.50	0.37
22	0.38	0.25
23	0.53	0.23
24	0.38	0.47
25	0.50	0.27
26	0.55	0.40
27	0.53	0.23
28	0.53	0.44
29	0.43	0.28
30	0.25	0.45

ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบอัตนัย

1. ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์ ก่อนเรียน

ข้อที่	คะแนนเต็ม (x)	f(H)	f(H)*x	f(L)	f(L)*x	N 25%	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก
1	10	10	36	10	12	10	0.24	0.24
2	10	10	38	10	18	10	0.28	0.20
3	10	10	38	10	15	10	0.27	0.23
4	10	10	35	10	15	10	0.25	0.20
5	10	10	33	10	12	10	0.23	0.21
6	10	10	50	10	29	10	0.40	0.21
7	10	10	53	10	33	10	0.43	0.20

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อสอบแบบอัตนัย

1. จำนวนข้อสอบ (ข้อ) 7
2. จำนวนผู้ตอบ (ฉบับ) 40
3. ความแปรปรวนรายข้อ (Si) 8.199
4. ความแปรปรวนทั้งฉบับ (St) 33.240
5. ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) 5.765
6. คะแนนเฉลี่ยทั้งกลุ่ม (Mean) 21.600
7. ความเชื่อมั่น ของข้อสอบทั้งฉบับ (Coefficient Alpha) 0.879

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทาง
คณิตศาสตร์ หลังเรียน

ข้อที่	คะแนนเต็ม (x)	f(H)	f(H)*x	f(L)	f(L)*x	N 25%	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก
1	10	10	35	10	15	10	0.25	0.20
2	10	10	40	10	20	10	0.30	0.20
3	10	10	39	10	15	10	0.27	0.24
4	10	10	36	10	15	10	0.26	0.21
5	10	10	36	10	12	10	0.24	0.24
6	10	10	48	10	26	10	0.37	0.22
7	10	10	54	10	34	10	0.44	0.20

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อสอบแบบอัตนัย

1. จำนวนข้อสอบ (ข้อ) 7
2. จำนวนผู้ตอบ (ฉบับ) 40
3. ความแปรปรวนรายข้อ (Si) 8.374
4. ความแปรปรวนทั้งฉบับ (St) 34.910
5. ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) 5.908
6. คะแนนเฉลี่ยทั้งกลุ่ม (Mean) 22.200
7. ความเชื่อมั่น ของข้อสอบทั้งฉบับ (Coefficient Alpha) 0.887

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถิติทดสอบความแปรปรวนระหว่างกลุ่มของคะแนนก่อนเรียน

การแก้ปัญหา

T-Test

Group	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Point 1	43	10.95	1.745	.266
2	43	11.12	1.499	.229

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Point	Equal variances assumed	1.504	.223	-.464	84	.644	-.163	.351	-.861	.535
	Equal variances not assumed			-.464	92.136	.644	-.163	.351	-.961	.535

การให้เหตุผล

T-Test

Group	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Point 1	43	11.28	1.386	.211
2	43	11.44	1.968	.300

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Point	Equal variances assumed	6.488	.013	-.444	84	.658	-.163	.367	-.893	.567
	Equal variances not assumed			-.444	75.430	.659	-.163	.367	-.894	.568

การเชื่อมโยง

T-Test

Group	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Point 1	43	10.07	3.763	.574
2	43	10.37	3.879	.592

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Point	Equal variances assumed	.091	.764	-.367	84	.715	-.302	.824	-1.941	1.337
	Equal variances not assumed			-.367	83.923	.715	-.302	.824	-1.941	1.337

สถิติทดสอบเพื่อคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

Tests of Normality

Treatment	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Point 1	.134	43	.050	.957	43	.109
Point 2	.099	43	.200*	.951	43	.065

a. Lilliefors Significance Correction

*. This is a lower bound of the true significance.

Group Statistics

Treatment	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Point 1	43	30.91	5.093	.777
Point 2	43	32.09	5.061	.772

Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances	t-test for Equality of Means								
								95% Confidence Interval of the Difference		
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
Point	Equal variances assumed	.019	.892	-1.083	84	.282	-1.186	1.095	-3.363	.991
	Equal variances not assumed			-1.083	83.996	.282	-1.186	1.095	-3.363	.991

ศูนย์วิทยทรัพยากร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถิติทดสอบสมมุติฐาน

คะแนนก่อนเรียน-หลังเรียนของกลุ่มทดลอง

- คะแนนทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มทดลองก่อนเรียน และหลังเรียน

→ T-Test

[DataSet3] C:\Documents and Settings\Administrator\Desktop\วิชาชำนาน ม.เอก\1 คะแนนทักษะการแก้ปัญหากลุ่มทดลอง (ก่อน-หลัง) .sav

Group Statistics					
Point	Group	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
	2	43	20.02	3.349	.511
	1	43	10.95	1.745	.266

Independent Samples Test										
		Levene's Test for Equality of Variances		t-Test for Equality of Means					95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
Point	Equal variances assumed	27.386	.000	15.750	84	.000	9.070	.576	7.925	10.215
	Equal variances not assumed			15.750	63.246	.000	9.070	.576	7.919	10.220

- คะแนนทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผลของนักเรียนก่อนเรียน และหลังเรียน

T-Test

[DataSet4] C:\Documents and Settings\Administrator\Desktop\วิชาชำนาน ม.เอก\2 คะแนนทักษะการให้เหตุผลกลุ่มทดลอง (ก่อน-หลัง) .sav

Group Statistics					
Point	Group	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
	2	43	20.33	2.408	.367
	1	43	11.28	1.386	.211

Independent Samples Test										
		Levene's Test for Equality of Variances		t-Test for Equality of Means					95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
Point	Equal variances assumed	16.055	.000	21.355	84	.000	9.047	.424	8.204	9.889
	Equal variances not assumed			21.355	67.076	.000	9.047	.424	8.201	9.892

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. คะแนนทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการเชื่อมโยงของนักเรียนกลุ่มทดลอง ก่อนเรียน และหลังเรียน

T-Test

[DataSet5] C:\Documents and Settings\Administrator\Desktop\วิชาชานษา ๒ ภาค 3 คะแนนทักษะการเชื่อมโยงกลุ่มทดลอง (ก่อน-หลัง) .sav

Group Statistics					
Point	Group	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Point	2	43	45.07	9.184	1.401
	1	43	18.07	3.763	.574

Independent Samples Test										
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means					95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
Point	Equal variances assumed	74.516	.000	17.838	84	.000	27.000	1.514	23.990	30.010
	Equal variances not assumed			17.838	55.716	.000	27.000	1.514	23.968	30.032

4. คะแนนทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองก่อนเรียน และหลังเรียน

T-Test

[DataSet1] C:\Documents and Settings\Administrator\Desktop\วิชาชานษา ๒ ภาค 4 คะแนนรวมทักษะกลุ่มทดลอง (ก่อน-หลัง) .sav

Group Statistics					
Point	Group	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Point	2	43	85.42	13.496	2.058
	1	43	40.20	6.323	.964

Independent Samples Test										
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means					95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
Point	Equal variances assumed	42.654	.000	19.850	84	.000	45.116	2.273	40.566	49.636
	Equal variances not assumed			19.850	59.589	.000	45.116	2.273	40.569	49.663

ศูนย์วทศยทรพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คะแนนหลังเรียนของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

5. คะแนนทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

T-Test

[DataSet2] C:\Documents and Settings\Administrator\Desktop\ใบความรู้หน้า ๒ เดก\5 คะแนนทักษะการแก้ปัญหา (ทดลอง-ควบคุม) .sav

Group Statistics				
treat/control	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Point 1	43	20.02	3.348	.511
Point 2	43	16.19	1.816	.277

Independent Samples Test										
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means					95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
Point	Equal variances assumed	24.713	.000	6.605	84	.000	3.837	.581	2.682	4.992
	Equal variances not assumed			6.605	84.737	.000	3.837	.581	2.677	4.997

6. คะแนนทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผล หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

T-Test

[DataSet7] C:\Documents and Settings\Administrator\Desktop\ใบความรู้หน้า ๒ เดก\6 คะแนนทักษะการให้เหตุผล (ทดลอง-ควบคุม) .sav

Group Statistics				
treat/control	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Point 1	43	20.33	2.408	.367
Point 2	43	16.72	2.229	.340

Independent Samples Test										
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means					95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
Point	Equal variances assumed	.590	.445	7.205	84	.000	3.605	.500	2.610	4.600
	Equal variances not assumed			7.205	83.505	.000	3.605	.500	2.610	4.600

7. คะแนนทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการเชื่อมโยง หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

T-Test

[DataSet8] C:\Documents and Settings\Administrator\Desktop\วิชาชั้นงาน ป.เอก\7 คะแนนทักษะการเชื่อมโยง (ทดลอง-ควบคุม) .sav

Group Statistics					
	treat-control	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Point	1	43	45.07	9.184	1.401
	2	43	35.02	5.734	.874

Independent Samples Test										
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means					95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
Point	Equal variances assumed	26.345	.000	6.085	84	.000	10.047	1.651	6.763	13.330
	Equal variances not assumed			6.085	70.424	.000	10.047	1.651	6.754	13.339

8. คะแนนทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

T-Test

[DataSet9] C:\Documents and Settings\Administrator\Desktop\วิชาชั้นงาน ป.เอก\8 คะแนนรวมทักษะหลังเรียน (ทดลอง-ควบคุม) .sav

Group Statistics					
	Treat-control	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Posttest	1	43	85.42	13.496	2.058
	2	43	67.93	8.331	1.270

Independent Samples Test										
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means					95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
Posttest	Equal variances assumed	20.369	.000	7.230	84	.000	17.488	2.419	12.679	22.298
	Equal variances not assumed			7.230	69.947	.000	17.488	2.419	12.664	22.312

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวณัฐิกานต์ รักนาค เกิดเดือนธันวาคม พ.ศ. 2516 ที่อำเภออินทร์บุรี จังหวัดสิงห์บุรี สำเร็จการศึกษาปริญญาตรี ครุศาสตร์บัณฑิต วิชาเอกคณิตศาสตร์ วิชาโทวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี ในปีการศึกษา 2539 สำเร็จการศึกษาปริญญาโท ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยรามคำแหง ในปีการศึกษา 2541 และเข้าศึกษาต่อ ในหลักสูตรครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาควิชาหลักสูตร การสอน และเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2549 ปัจจุบันรับราชการตำแหน่งผู้อำนวยการ คศ.3 โรงเรียนวัดสว่างอารมณ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษาสระบุรีเขต 2

ศูนย์วิทยทรัพยากร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย