การพัฒนารูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเอง ในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

นางสาวธัญญริญญ์ จิรกุลธนศิริโชติ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2559
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A DEVELOPMENT OF SELF-DIAGNOSTIC CAPACITY BUILDING MODEL IN MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING SKILLS

Miss Thanyarin Chirakunthanasirichot

A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Doctor of Philosophy Program in Educational Measurement and Evaluation
Department of Educational Research and Psychology
Faculty of Education
Chulalongkorn University
Academic Year 2016

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนารูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
โดย	นางสาวธัญญริญญ์ จิรกุลธนศิริโชติ
สาขาวิชา	การวัดและประเมินผลการศึกษา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร. ศิริเดช สุชีวะ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สังวรณ์ งัดกระโทก

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาดุษฎีบัณฑิต

.....คณบดีคณะครุศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร. ศิริเดช สุชีวะ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. โชติกา ภาษีผล)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์ ดร. ศิริเดช สุชีวะ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สังวรณ์ งัดกระโทก)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชุติมา สุรเศรษฐ)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ณัฏฐภรณ์ หลาวทอง)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร. อวยพร เรืองตระกูล)

ธัญญริญญ์ จิรกุลธนศิริโชติ : การพัฒนารูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (A DEVELOPMENT OF SELF-DIAGNOSTIC CAPACITY BUILDING MODEL IN MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING SKILLS) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ. ดร. ศิริเดช สุชีวะ, อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม: ผศ. ดร. สังวรณ์ งัดกระโทก, 183 หน้า.

การวิจัยและพัฒนาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนารูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ 2) เพื่อศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนศรีบุณยานนท์ จำนวน 42 คน การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้ แบบประเมินการวินิจฉัยตนเองในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นแบบ ตาราง 3 ช่อง และแบบสัมภาษณ์ความพึงพอใจรูปแบบความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ 1) รูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น เป็นกระบวนการที่ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนสำคัญได้แก่ 1.1) ขั้นกระตุ้นความรู้ 1.2) ขั้นพัฒนาความสามารถต่อเนื่อง และ 1.3) ขั้นตอนติดตามและสรุปผล 2) ผลการประเมินประสิทธิผลรูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า 2.1) หลังการทดลองร้อยละของนักเรียนที่วินิจฉัยข้อบกพร่องของตนเองได้ถูกต้องและได้ผลตรงกับการวินิจฉัยรายบุคคลของครูผู้เชี่ยวชาญ โดยรวมทุกด้านสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 76.19 ถือว่ารูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีส่วนสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองของนักเรียน 2.2) หลังการทดลองใช้รูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2.3) นักเรียนที่ได้รับการฝึกด้วยรูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีแนวโน้มความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น

ภาควิชา	วิจัยและจิตวิทยาการศึกษา	ลายมือชื่อนิสิต .....
สาขาวิชา	การวัดและประเมินผลการศึกษา	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....
ปีการศึกษา	2559	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม .....

5484465827 : MAJOR EDUCATIONAL MEASUREMENT AND EVALUATION
KEYWORDS: SELF-DIAGNOSTIC CAPACITY / MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING / DIAGNOSTIC
THANYARIN CHIRAKUNTHANASIRICHOT: A DEVELOPMENT OF SELF-DIAGNOSTIC CAPACITY BUILDING MODEL IN MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING SKILLS. ADVISOR: SIRIDEJ SUJIVA, Ph.D., CO-ADVISOR: ASST. PROF. SUNGWORN NGUDGRATOKE, Ph.D., 183 pp.

This research and development aimed: 1) to develop the self-diagnostic capacity building model in mathematical problem solving skills 2) to study effectiveness of using the self-diagnostic capacity building model in mathematical problem solving skills. Participant were 42 tenth grade students in 2016 at Sriboonyanon School. The data were collected through the evaluation form of self-diagnostic in mathematical problem solving skills - triple table type, and satisfaction survey and interview schedule.

The research findings were as follows: 1) the self-diagnostic capacity building model in mathematical problem solving skills processses consisted of 3 procedures, including the motivity knowledge, continuative self-diagnostic capacity, and transformation assessment and 2) the effectiveness of the self-diagnostic capacity building model in mathematical problem solving skills revealed that: 2.1) percent of students who had the correct self-diagnostic capacity corresponding to the professional teacher was 76.19%. They had higher the criterion (70%), 2.2) the self-diagnostic capacity building model in mathematical problem solving skills meant they had higher posttest than pretest at 0.05 level significant, and 2.3) students who have been trained with the self-diagnostic capacity building in mathematical problem solving skills have a trend upward in the self-diagnostic capacity in mathematical problem solving skills.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Department:	Educational Research and Psychology	Student's Signature .....
		Advisor's Signature .....
Field of Study:	Educational Measurement and Evaluation	Co-Advisor's Signature .....
Academic Year:	2016	

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีด้วยคำปรึกษา การถ่ายทอดความรู้และการส่งเสริมกำลังใจจากอาจารย์ที่ปรึกษา คือ รศ. ดร. ศิริเดช สุชีวะ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม คือ ผศ.ดร. สังวรณ์ งัดกระโทก ผู้วิจัยขอถือโอกาสนี้ขอบพระคุณเป็นอย่างสูง นอกจากนี้ขอบพระคุณ รศ.ดร. โชติกา ภาษีผล ที่ให้เกียรติเป็นประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และกรรมการทุกท่าน ที่ให้ข้อเสนอแนะเพื่อพัฒนาให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญ และผู้ทรงคุณวุฒิทุกๆ ท่าน ดังรายนามภาคผนวกที่เสียสละเวลาอันมีค่าของท่านตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยวิจัยและจิตวิทยาการศึกษาที่เมตตา แนะนำ และส่งเสริมเสมอมา ตลอดจนเพื่อนๆ พี่น้อง ชาววัดผลทุกท่าน ตลอดจนผู้บังคับบัญชาและเพื่อนร่วมงานทุกท่าน

ขอขอบพระคุณบิดานายสุนันท์ ดีพลงาม และมารดานางบัวเลียน เกษสร ซึ่งเป็นผู้มีพระคุณและเป็นทุกอย่างในชีวิตของผู้วิจัย ขอขอบใจบุตรอันเป็นที่รักยิ่งของผู้วิจัย นางสาวกาญจน์ชริน จิรกุลธนศิริโชติ และเด็กชายปรัชญาวัชร์ จิรกุลธนศิริโชติ ที่เป็นกำลังใจที่สำคัญตลอดเวลาให้ผู้วิจัยได้กล้าแกร่ง อดทน มุ่งมั่นทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณกองทุนรัชดาภิเษกสมโภช จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้มอบ “ทุน 90 ปีจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย” รุ่นที่ 33 ภาคปลาย ปีการศึกษา 2559 และบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผู้วิจัยได้ตระหนักและซาบซึ้งในคุณงามความดีอยู่ตลอดเวลาทั้งในส่วนของสถาบันการศึกษาคณาจารย์กัลยาณมิตร และผู้ให้ความเมตตากรุณาทุกคนที่ไม่สามารถจะกล่าวไว้ได้หมด ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ท้ายที่สุด ข้อบกพร่องสิ่งใดอันอาจจะเกิดขึ้นในวิทยานิพนธ์ฉบบนี้ นั่นคือความรับผิดชอบของผู้วิจัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ญ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

คำถามของการวิจัย 4

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 4

ขอบเขตของการวิจัย 4

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย 5

ประโยชน์ของการวิจัย 6

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 7

ตอนที่ 1 การวินิจฉัยทางการเรียน 7

ตอนที่ 2 การวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ 18

ตอนที่ 3 โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 24

ตอนที่ 4 แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวกับการคิดออกเสียง (Think aloud) 32

ตอนที่ 5 แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวกับเมตาคอกนิชัน 36

ตอนที่ 6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 48

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 52

ตอนที่ 1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 52

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้า

ตอนที่ 2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย....53
ตอนที่ 3 การเก็บรวบรวมข้อมูล....57
ตอนที่ 4 วิธีดำเนินการวิจัย....58
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล....67
ตอนที่ 1 ผลการพัฒนารูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์....67
ตอนที่ 2 ผลการประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์....76
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ....84
สรุปผลการวิจัย....85
อภิปรายผลการวิจัย....87
ข้อเสนอแนะ....91
รายการอ้างอิง....93
ภาคผนวก ก การหาคุณภาพของเครื่องมือ....104
ภาคผนวก ข คะแนนของนักเรียนก่อนและหลังการทดลอง....114
ภาคผนวก ค....126
127
แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการวินิจฉัยตนเอง เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน....127
แบบประเมินการวินิจฉัยตนเองด้านพุทธิปัญญา ในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วนระคน....168
ภาคผนวก ง รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย....181
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์....183

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้าที่

ตารางที่ 1 กิจกรรมในการทดลอง 59

ตารางที่ 2 แบบการทดลองใช้รูปแบบการพัฒนาความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น.....61

ตารางที่ 3 ภาพรวมของผลการประเมินรูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ.....73

ตารางที่ 4 ภาพรวมของผลการประเมินรูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการทดลองใช้ (จำแนกตามกระบวนการแก้ปัญหา 5 ขั้นตอน) 74

ตารางที่ 5 ภาพรวมของผลการประเมินรูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการทดลองใช้ (จำแนกตามฉบับข้อสอบ).....75

ตารางที่ 6 ผลการประเมินรูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการทดลองใช้ (จำแนกตามกระบวนการแก้ปัญหา 5 ขั้นตอน) ...77

ตารางที่ 7 ผลการประเมินรูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการทดลองใช้ (จำแนกตามฉบับข้อสอบ).....78

ตารางที่ 8 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนการวินิจฉัยตนเองในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มตัวอย่าง.....79

ตารางที่ 9 คะแนนการวินิจฉัยตนเองในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มตัวอย่าง 80

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญภาพ

หน้าที่

แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการพัฒนารูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 51

แผนภาพที่ 2 การดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการพัฒนาความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....63

แผนภาพที่ 3 สรุปขั้นตอนการวิจัย 65

แผนภาพที่ 4 ผลการวิเคราะห์สาระสำคัญของแนวคิดเมตาคอกนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เทคนิคการคิดออกเสียง ในการพัฒนารูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....69

แผนภาพที่ 5 ผลการสังเคราะห์รูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....72

แผนภาพที่ 6 กราฟแสดงพัฒนาการของการวินิจฉัยตนเองในกลุ่มตัวอย่างตามระยะเวลาการทดลอง 81

แผนภาพที่ 7 กรอบแนวคิดในการพัฒนารูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....87

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560- 2564) หลักการสำคัญที่มุ่งบรรลุเป้าหมายในระยะ 5 ปี ยึด “คนเป็นศูนย์กลางการพัฒนา” โดยพัฒนาคนให้มีความเป็นคนที่สมบูรณ์ มีวินัย ใฝ่รู้ มีความรู้ มีทักษะ มีความคิดสร้างสรรค์ มีทัศนิคติที่ดี รับผิดชอบต่อสังคม มีจริยธรรมและคุณธรรม พัฒนาคนทุกช่วงวัยและเตรียมความพร้อมเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุอย่างมีคุณภาพ เป็นต้น การจัดการศึกษาของไทยเป็นมาตรการรับรองให้ประเทศไทยมีความมั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน เป็นพัฒนาประเทศพัฒนาแล้ว คณิตศาสตร์ถือเป็นวิชาหนึ่งที่มีบทบาทในการพัฒนาคนให้เป็นคนที่มีคุณลักษณะดังกล่าว โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับผู้ที่อยู่ในวัยเรียน อีกทั้งคณิตศาสตร์ยังมีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของคน ทำให้คนมีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบมีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ทำให้สามารถคาดการณ์วางแผนตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2544a) ถึงแม้ว่าวิชาคณิตศาสตร์จะมีความสำคัญและความจำเป็นอย่างยิ่งต่อมนุษย์ แต่ในสภาพการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันพบว่ายังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร ดังจะเห็นได้จากค่าสถิติผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ประจำปีการศึกษา 2559 ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 40.47 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 29.31 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 24.88 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 50 (สถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติ, 2559) ประกอบกับผลการศึกษาแนวโน้มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ พ.ศ. 2558 (Trends in International Mathematics and Science Study [TIMSS 2015**])** ซึ่งมีประเทศเข้าร่วมทั้งหมด 39 ประเทศ และรัฐที่เข้าร่วมเปรียบเทียบ 7 รัฐ ประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยจัดอยู่ในลำดับที่ 26 ของประเทศที่เข้าร่วมการประเมิน และประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์เท่ากับ 431 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยนานาชาติที่กำหนดไว้คือ 500 คะแนน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558) ซึ่งสอดคล้องกับผลการสอบ Programme for International Student Assessment (PISA) พ.ศ. 2558 ซึ่งมีประเทศเข้าร่วมโครงการทั่วโลกมากกว่า 70 ประเทศ นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยจัดอยู่ในลำดับที่ 55 ของประเทศที่เข้าร่วมโครงการ ผลการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ภาพรวมทั้งประเทศ พบว่า โดย

เฉลี่ยมีนักเรียนหนึ่งในสาม (32.2%) ตอบข้อสอบถูก และอีกสองในสามตอบผิดหรือไม่ตอบ ในจำนวนนี้มีนักเรียนมากกว่าครึ่งที่ตอบผิด (64.6%) ผลการประเมินจำแนกตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ พบว่า กระบวนการคิดในเชิงคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่นักเรียนตอบได้น้อยที่สุด (21.6%) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560)

จากการที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนยังอยู่ในระดับต่ำ อาจเนื่องมาจากหลายสาเหตุ ซึ่งสาเหตุที่สำคัญประการหนึ่งคือ นักเรียนอาจมีนโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนหรือข้อบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งมีความสำคัญต่อการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยตรง ถ้าในทางการแพทย์เราอาจกล่าวได้ว่า นักเรียนมีอาการป่วยในด้านคณิตศาสตร์ สำหรับการรักษาเบื้องต้นต้องทำการวินิจฉัยถึงสาเหตุของอาการป่วยดังกล่าว เพื่อนำไปสู่การรักษาด้วยวิธีการที่ถูกต้อง โดยการวินิจฉัยจะประเมินระหว่างเรียน (formative assessment) เพื่อพัฒนาหรือปรับปรุงการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับนักเรียน หากนักเรียนได้พัฒนามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอย่างทันท่วงทีก็จะทำให้นักเรียนเข้าเนื้อหาที่ซับซ้อนได้ดียิ่งขึ้น (ปรารถนา พลอภิชาต, 2556) หรือสาเหตุที่สำคัญอีกประการคือ กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ยึดครูเป็นศูนย์กลาง ครูเป็นผู้สอนหรือบอกเป็นส่วนใหญ่ โดยไม่ได้ให้โอกาส ส่งเสริมหรือสนับสนุนให้นักเรียนคิดทางคณิตศาสตร์ในการเรียนรู้ ดังที่ สุพัตรา จอมคำสิงห์ (2552 : 2) ได้กล่าวไว้ว่า “ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพื่อให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็นและแก้ปัญหาเป็น ควรให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมหลายๆ รูปแบบ มีการใช้วัสดุช่วยสอนหรือสื่อการสอนเพื่อให้นักเรียนได้สรุปความรู้ด้วยตนเอง” ดังนั้นการวินิจฉัยจึงมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อการจัดการเรียนการสอน ซึ่งการประเมินเชิงการวินิจฉัย (diagnostic assessment) เป็นการรวบรวมข้อมูลเพื่อตัดสินจุดเด่น จุดด้อย ปัญหาอุปสรรค รวมทั้งสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาอุปสรรคเหล่านั้น โดยมีเป้าหมายเพื่อปรับปรุงแก้ไข ซึ่งนิยมนำมาใช้ในทางการศึกษากันอย่างแพร่หลาย

สิ่งที่กล่าวมาข้างต้นล้วนเป็นสภาพปัญหาเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เกี่ยวเนื่องกับวิธีการวินิจฉัย แต่สิ่งที่ขาดไม่ได้คือ ครูคณิตศาสตร์ที่ทำหน้าที่วินิจฉัยข้อบกพร่องของนักเรียน ซึ่งในบางครั้งภาระหน้าที่ของครูที่มากมายทั้งด้านการสอนและงานนอกเหนือจากการสอน ทำให้ครูไม่ได้ทำการวินิจฉัยนักเรียนหรือวินิจฉัยแต่ไม่ทันท่วงที จากปัญหาดังกล่าวหากครูเปลี่ยนบทบาทของนักเรียนให้ทำหน้าที่แทนครูในเรื่องการวินิจฉัยข้อบกพร่องของตนเองในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยครูต้องหาแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งแนวทางหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ได้คือ การสอนการวินิจฉัยในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน

(Metacognition) เป็นกระบวนการหนึ่งที่ช่วยให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังที่ Baker and Brown (1984) ได้สรุปองค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน แยกได้ 2 องค์ประกอบ คือ การตระหนักรู้ (awareness) และ ความสามารถในการกำกับตนเอง (self-regulation) ซึ่งสอดคล้องกับ Martinez (2006) ได้กล่าวไว้ว่า การที่คนมีความรู้ในเมตาคอกนิชัน (metacognitive knowledge) จะทำให้รู้ว่า ตนเองรู้อะไรคิดถึงเป้าหมายและการบรรลุเป้าหมายอย่างไร ซึ่งส่งผลให้สามารถเลือกใช้กลวิธีที่เหมาะสมในการทำงานแต่ละสถานการณ์ได้ หลังจากนั้นก็มีผู้สนใจศึกษาเกี่ยวกับเมตาคอกนิชันมากมายอย่าง Israel (2007); คมกริบ ธีรานุรักษ์ (2552); ปิยะมาศ บุญประกอบ (2554) ซึ่งท่านหลายท่านได้กล่าวไว้ตรงกันว่าเมตาคอกนิชันเป็นความรู้เกี่ยวกับกระบวนการหรือกิจกรรมทางปัญญา หรืออาจเป็นการกำกับ (Regulate) กิจกรรมทางปัญญาก็ได้ การที่เรียกว่าเมตาคอกนิชัน ก็เพราะเป็นการคิดเกี่ยวกับความคิด (Cognition about cognition) ดังจะเห็นได้จากผลการวิจัยของเสาวลักษณ์ บุญจันทร์ (2557: 544) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่สอนโดยใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนมีความก้าวหน้าทางการพัฒนาการเรียนรู้เพิ่มขึ้นร้อยละ 66.24

นอกจากที่กล่าวมาแล้ววิชาคณิตศาสตร์เป็นความรู้ในลักษณะนามธรรม การจะวินิจฉัยข้อบกพร่องหรือมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนดังกล่าวได้นั้น ต้องใช้เทคนิคและวิธีการที่เหมาะสม โดยเทคนิคที่นิยมใช้มากที่สุดคือ เทคนิคการคิดออกเสียง (think aloud) ซึ่งจะช่วยทำให้เข้าใจถึงความคิดที่ไม่อาจมองเห็นได้ ปัจจุบันการคิดออกเสียงยังคงเป็นเทคนิคการวิจัยที่มีการพัฒนาการอยู่อย่างต่อเนื่อง เพื่อนำมาใช้ในการศึกษาวิจัยต่างๆ อย่างหลากหลาย ดังที่ กรรณิการ์ คำดี (2555, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการใช้วิธีสอน เอ อาร์ ซี เสริมด้วยเทคนิค SMART และเทคนิค Think Aloud ที่มีต่อความสามารถด้านการอ่านภาษาอังกฤษเพื่อความเข้าใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจรรมดังกล่าวอยู่ในระดับมาก ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของบุษยารัตน์ จันทร์ประเสริฐ (2550, บทคัดย่อ) ผลการศึกษาพบว่า วิธีการพัฒนาความสามารถในการอ่านภาษาไทยเพื่อความเข้าใจด้วยเทคนิคการคิดออกเสียงมีประสิทธิผลที่ดี เนื่องจากกลุ่มทดลองที่ได้รับการฝึกอ่านโดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียงมีพัฒนาการความสามารถในการอ่านภาษาไทยเพื่อความเข้าใจและความสามารถในการคิดออกเสียงขณะอ่านเพิ่มขึ้นจากเดิมมากกว่าร้อยละ 25 และมีความพึงพอใจในการอ่านโดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียงอยู่ในระดับมาก ดังนั้นเทคนิคการคิดออกเสียงจึงเป็นเทคนิคที่เหมาะสมในการช่วยการประเมินความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้

จากผลการวิจัยข้างต้นทำให้เชื่อว่ากระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันร่วมกับการใช้เทคนิคการคิดออกเสียงน่าจะเป็นกระบวนการที่จะส่งเสริมพัฒนารูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ โดยงานวิจัยนี้จะใช้รูปแบบการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันเพื่อสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองของนักเรียน ซึ่งพัฒนามาจากกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา (1984) มี 5 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างตัวแทนปัญหา ขั้นที่ 3 ขั้นวางแผนในการแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา และขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผลการแก้ปัญหา ซึ่งในแต่ละขั้นจะประกอบด้วยวิธีการหรือขั้นตอนย่อยๆ ที่เน้นการกำกับ ควบคุมตนเองอย่างมีสติ ตระหนักรู้ถึงขั้นตอนและกระบวนการคิดต่างๆ ที่นำมาใช้ในระหว่างการแก้ปัญหาเพื่อหาข้อบกพร่องหรือมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของตนเองและอุปสรรคที่ขัดขวางไม่ให้การแก้ปัญหาประสบความสำเร็จ

คำถามของการวิจัย

1. รูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะมีลักษณะอย่างไร

2. รูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิผลเพียงใด

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนารูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2. เพื่อศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยเนื้อหาย่อย ดังต่อไปนี้ 1) โจทย์ปัญหาการบวกเศษส่วน 2) โจทย์ปัญหาการลบเศษส่วน 3) โจทย์ปัญหาการคูณเศษส่วน 4) โจทย์ปัญหาการหารเศษส่วน 5) โจทย์ปัญหาเศษส่วนระคน จากผลการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์ครูผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาคณิตศาสตร์ พบว่า เนื้อหาดังกล่าวเป็นเนื้อหา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ที่สำคัญและจำเป็น แต่พบว่านักเรียนมีความบกพร่องในเรื่องเศษส่วนเป็นจำนวนมาก ซึ่งเป็นอุปสรรคในการเรียนระดับที่สูงขึ้นไป ซึ่งมีเนื้อหายากและซับซ้อนเพิ่มมากขึ้น

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองสอนด้วยตนเองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โดยแบ่งเป็น 19 ครั้ง แต่ละครั้งใช้เวลา 50 นาที ทำการฝึกในวันอังคาร เวลา 14.05- 15.55 นาฬิกา และวันพฤหัสบดี เวลา 14.05- 15.55 นาฬิกา ซึ่งเป็นคาบอิสระของนักเรียน ตั้งแต่วันที่ 25 กรกฎาคม พ.ศ. 2559 จนถึงวันที่ 26 กันยายน พ.ศ. 2559

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

ความสามารถในการวินิจฉัยตนเอง หมายถึง ความสามารถในการระบุความบกพร่องของตนเองโดยการนำหลักการคิดเชิงเมตาคอกนิชันที่ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบหลักสำคัญคือ การตระหนักคิดและการกำกับตนเองในการเรียน ไปใช้ร่วมกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 5 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1) ทำความเข้าใจปัญหา 2) การสร้างตัวแทนปัญหา 3) การวางแผนในการแก้ปัญหา 4) ดำเนินการแก้ปัญหา 5) ประเมินผลการแก้ปัญหา

รูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการและเครื่องมือที่สร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ถูกต้อง ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ ขั้นกระตุ้นความรู้ ขั้นพัฒนาความสามารถต่อเนื่อง และขั้นติดตามและสรุปผล

ประสิทธิผลของรูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง 1) ความถูกต้องของผลการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาจากร้อยละของจำนวนนักเรียนที่มีผลการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากรูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองกับผลการวินิจฉัยรายบุคคลโดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง (think aloud) โดยครูผู้เชี่ยวชาญ 2) เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลอง โดยใช้ สถิติการทดสอบที (Dependent Sample) และ 3) การวิเคราะห์แนวโน้มของการพัฒนาความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนฝึก ระหว่างฝึก และหลังฝึก

ประโยชน์ของการวิจัย

องค์ความรู้ที่ได้เป็นผลงานวิชาการที่สามารถประยุกต์ให้เกิดประโยชน์กับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน และหน่วยงานที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน และก่อให้เกิดประโยชน์ดังนี้

1. ได้กระบวนการและเครื่องมือที่สำคัญในการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักเรียนสามารถระบุความบกพร่องหรือมโนทัศน์ที่เกิดขึ้นของตนเองได้ถูกต้อง นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอผ่านกระบวนการคิดที่เป็นระบบ และมีขั้นตอน อีกทั้งนักเรียนยังสามารถนำไปปรับใช้กับการวินิจฉัยในเรื่องอื่นๆ ได้ในอนาคต

2. ได้รูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทั้งครู นักเรียน ผู้ปกครอง หรือผู้ที่มีความสนใจในเรื่องการวินิจฉัยตนเอง สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการค้นหา ระบุข้อบกพร่องหรือมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของตนเองในเนื้อหาวิชาที่เรียน หรือในเรื่องที่ตนเองกำลังดำเนินการแก้ปัญหาอยู่ เพื่อใช้เป็นสารสนเทศในการพัฒนาและปรับปรุงกลวิธีการแก้ปัญหาให้สำเร็จตามเป้าหมายอย่างทันท่วงที

3. ครู อาจารย์ หรือผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาสามารถนำองค์ความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในการประยุกต์ใช้ให้เป็นประโยชน์ เพื่อการพัฒนาและปรับปรุงการออกแบบจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนของตนเอง หรือพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้ทักษะอื่นๆ หรือในวิชาอื่นๆ ต่อไป

4. ผู้บริหารสถานศึกษา ใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อวางแผน และกำหนดโยบายแนวทางการจัดการศึกษาในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่นๆในสถานศึกษาต่อไป

5. ประโยชน์ต่อผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการพัฒนาระบบการศึกษา หรือมีส่วนเกี่ยวข้องกับกระบวนการจัดการศึกษา และพัฒนาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานโดยตรง อันได้แก่ กลุ่มผู้บริหาร กลุ่มข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษา กลุ่มคณะบุคคลในส่วนส่งเสริมการศึกษาในหน่วยงานต่างๆ และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องโดยอ้อม ได้แก่ กลุ่มภาคธุรกิจ การแพทย์ เป็นต้น ได้ใช้เป็นแนวทาง ทางเลือก หรือใช้เป็นข้อมูลสารสนเทศพื้นฐานในการวางแผนดำเนินการเพื่อพัฒนาระบบการศึกษา รูปแบบการจัดการเรียนการสอน ให้เหมาะสมและสอดคล้องกับความต้องการของนักเรียนและการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 ในแต่ละบริบทของประเทศไทย และส่งเสริมให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น อันนำไปสู่การพัฒนาคุณภาพการศึกษาให้บรรลุวัตถุประสงค์ของหลักสูตรและมาตรฐานการศึกษาขั้นพื้นฐานที่วางไว้ต่อไป

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยจะนำเสนอองค์ความรู้เชิงทฤษฎี และงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียน ความรู้เชิงทฤษฎีของกระบวนการคิดต่างๆ การจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง ความหมายของโจทย์ปัญหา โดยผู้วิจัยได้แบ่งการนำเสนอเป็น 6 ตอนด้วยกัน ดังนี้

ตอนที่ 1 การวินิจฉัยทางการเรียน
ตอนที่ 2 การวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์
ตอนที่ 3 โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
ตอนที่ 4 แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวกับการคิดออกเสียง (Think aloud)
ตอนที่ 5 แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวกับเมตาคอกนิชัน
ตอนที่ 6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
ตอนที่ 7 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ตอนที่ 1 การวินิจฉัยทางการเรียน

การที่จะให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ในมวลเนื้อเรื่องต่างๆ นั้นมีองค์ประกอบที่สำคัญหลายประการได้แก่ กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ การจัดรูปแบบการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ผู้วิจัยจะนำเสนอองค์ความรู้เชิงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับวินิจฉัยทางการเรียน ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนวิธีการวินิจฉัยทางการเรียน และ แบบสอบวินิจฉัยการเรียน

ความหมายของการวินิจฉัยทางการเรียน

ในด้านการศึกษาการวินิจฉัยในทางการเรียนการสอน หมายถึงการประเมินผลที่ให้สารสนเทศเกี่ยวกับการเรียนรู้ของนักเรียนที่เกี่ยวกับความรอบรู้ในเรื่องความรู้และทักษะในขอบเขตที่กำหนดไว้ หรือนักเรียนมีความเข้าใจผิดเกี่ยวกับแนวคิดหรือเนื้อหาที่ครูสอน และครูใช้สารสนเทศนี้ไปใช้เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน ด้วยการระบุสิ่งที่นักเรียนรอบรู้และไม่รอบรู้ ซึ่งจะส่งผลให้ครูต้องทำแผนการสอนที่แตกต่างกันเพื่อตอบสนองความต้องการของนักเรียนที่มีความแตกต่างกัน (Geller & Yovanoff, 2009: 1) มีนักการศึกษาและนักจิตวิทยาได้ให้ความหมายของการวินิจฉัยทางการเรียน สรุปได้ดังนี้

วินิจฉัย เป็นการตัดสิน ชี้ขาด ไตร่ตรอง หรือใคร่ครวญ (พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542) วชิราพร อัจฉริยโกศล (2537) ได้กล่าวไว้ว่าการวินิจฉัยทางการศึกษา หมายถึง การกำหนดการเรียน (Prescribe) จะช่วยให้กระบวนการเรียนการสอนรายบุคคลที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นการออกแบบการสอนและสื่อ สามารถสนองความแตกต่างรายบุคคลได้ดียิ่งขึ้น และมีผู้กล่าวอีกอย่างว่าการวินิจฉัยการเรียน หมายถึง การวิเคราะห์ หรือ รวบรวมข้อมูล เพื่อให้ข้อมูลย้อนกลับ ในการเรียนคณิตศาสตร์ของเด็ก หลังจากการเรียนการสอนแล้ว เพื่อทำให้ทราบถึงส่วนที่เป็นจุดเด่น และส่วนที่บกพร่อง ซึ่งจะเป็นการช่วยในการปรับปรุงการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น(ดวงเดือน อ่อนน่วม , 2537;อมรรัตน์ ศิริโรจน์สกุล, 2551) ซึ่งสอดคล้องกับ ความหมายที่ Good (1973); Brown (1983); Delandshere (1990); Hopkins และ Antes (1990) ที่ให้ความหมายไว้ว่า หมายถึง การค้นหาอุปสรรคหรือข้อบกพร่องในการเรียนรู้ การเปรียบเทียบการแสดงออกของบุคคลเพื่อกำหนดจุดเด่น จุดด้อย การทดสอบหรือการเปรียบเทียบลักษณะ (Profile) ของแต่ละบุคคลกับบรรทัดฐาน (Criteria) โดยเน้นการวินิจฉัยจุดเด่นและจุดด้อยของบุคคลที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการของโรงเรียน การจำแนกสภาวะที่ไม่ดี หรือไม่เป็นตามที่ต้องการในลำดับการเรียนรู้ เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนให้ดีขึ้น

จากความหมายข้างต้นสรุปได้ว่า การวินิจฉัยทางการศึกษา หมายถึง การค้นหาข้อบกพร่อง ในวิชาต่างๆ ของนักเรียนเพื่อตัดสินว่านักเรียนมีข้อบกพร่องเกี่ยวกับความสามารถตรงไหนเรื่องใด สาเหตุจากอะไรอันจะนำไปสู่การพัฒนาการเรียนการสอน ดังนั้นการวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง การค้นหาข้อผิดพลาดที่เป็นปัญหาหรือเป็นอุปสรรคที่ทำให้การเรียนคณิตศาสตร์ไม่ประสบความสำเร็จ

Chulalongkorn University

แบบสอบวินิจฉัยทางการเรียน

การที่จะให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ในมวลเนื้อเรื่องต่างๆ นั้น มีองค์ประกอบที่สำคัญหลายประการได้แก่ กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ การจัดรูปแบบการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ในส่วนของการวัดและประเมินผลการเรียนรู้นั้น มีการนำเครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลการเรียนรู้ต่างๆ มาใช้อย่างเช่น แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบสอบภาคปฏิบัติ แบบสอบเพื่อวัดความพร้อม แบบสอบวินิจฉัย เป็นต้น โดยวัตถุประสงค์ในการใช้เครื่องมือวัดต่างๆ ก็จะแตกต่างกันตามลักษณะของเครื่องมือนั้นๆ

ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียน

มีนักการศึกษาหลายท่าน ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยดังนี้

Throndike & Hagen (1969: 646) ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยว่าเป็นแบบทดสอบที่รวบรวมปัญหาและสาเหตุที่ทาให้เกิดความบกพร่องในการเรียนวิชาต่าง ๆ ไว้ในแบบทดสอบ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดหาวิธีการในการสอนซ่อมเสริมที่ตรงจุดและเป็นการช่วยปรับปรุงความรอบรู้ของนักเรียนให้เพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งสอดคล้องกับบราวน์ (Brown, 1970: 225) และกรมวิชาการ (2539: 2) ให้ความหมายแบบทดสอบวินิจฉัยว่า เป็นแบบทดสอบที่ใช้ค้นหาความบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล ผลจากการตอบแบบสอบสามารถบอกได้ว่านักเรียนบกพร่องในทักษะจุดใดรวมทั้งบอกสาเหตุของความบกพร่องนั้น ข้อบกพร่องอาจเป็นความบกพร่องของนักเรียนหรือของครูผู้สอนก็ได้ บางโอกาสอาจเจอจุดเด่นหรือความสามารถพิเศษของผู้เรียนก็ได้ ผลการวินิจฉัยนำมาเพื่อการแก้ไขและส่งเสริมการเรียนของนักเรียนให้ถูกต้องและตรงจุด ตลอดจนปรับปรุงการสอนของครูให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ทั้งนี้จะใช้แบบสอบในระหว่างการเรียนการสอนในหน่วยบทเรียนนั้นๆ และ ศิริเดช สุชีวะ (2537: 258) ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยว่า เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ค้นหาข้อบกพร่อง จุดอ่อน หรือ จุดด้อยของผู้เรียนทั้งในทางวิชาการและทางด้านจิตใจ เพื่อแยกผู้เรียนว่ามีความสามารถดีหรือด้อยในเรื่องใด และหาสาเหตุว่าผู้เรียนมีผลการเรียนด้อยเนื่องมาจากสาเหตุใด แบบทดสอบวินิจฉัยนี้นอกจากจะเป็นประโยชน์ทางวิชาการแล้วยังใช้เป็นประโยชน์ในการตรวจสอบความผิดปกติทางด้านร่างกายและจิตใจด้วย

จากความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยข้างต้น สรุปได้ว่า แบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้น เพื่อค้นหาจุดบกพร่องหรืออุปสรรคทางการเรียนของนักเรียนแต่ละคนในแต่ละเนื้อหา เพื่อให้ครูได้ใช้เป็นสารสนเทศในการปรับปรุงการเรียนการสอน นำไปสู่การแก้ไขข้อบกพร่องเหล่านั้นได้อย่างตรงตามสาเหตุหรือข้อบกพร่องที่ค้นพบและมีประสิทธิภาพด้วยวิธีการที่เป็นที่ยอมรับ

ลักษณะของแบบสอบวินิจฉัยทางการเรียน

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึง ลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ ดังนี้

อดัมส์ และทอร์เกอร์สัน (Adams & Torgerson, 1964: 472) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ ดังนี้

1. แบบทดสอบวินิจฉัยจะแยกออกเป็นแบบทดสอบย่อยๆ (Subtests) เพื่อวัดทักษะเฉพาะอย่างของการเรียนวิชาต่าง ๆ และจะต้องกำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำในการวินิจฉัยที่เหมาะสมกับความบกพร่องแต่ละชนิด

2. แบบทดสอบย่อยแต่ละฉบับจะต้องมีความยาวพอที่จะวัดความสามารถของแต่ละบุคคลได้อย่างมีความเชื่อมั่น (มีจำนวนข้อสอบมาก)

3. ปกติแบบทดสอบวินิจฉัยจะใช้กับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ต่ำ ดังนั้นข้อสอบมักมีจำนวนข้อมาก ๆ และเป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย

4. เกณฑ์ปกติ (Norm) ไม่มีความสำคัญในแบบทดสอบวินิจฉัยเพราะว่าจุดประสงค์ที่สำคัญที่สุดของแบบทดสอบวินิจฉัยคือ เพื่อที่จะค้นหาว่าสิ่งใดที่นักเรียนไม่สามารถที่จะทำได้ และมีสาเหตุใดมากกว่าที่จะใช้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

อาห์แมนน์ และกล็อค (Ahmann & Glock, 1967: 364-365) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

1. แบบทดสอบวินิจฉัยเน้นความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) เป็นสำคัญ

2. เกณฑ์ปกติ ไม่มีความสำคัญในแบบทดสอบวินิจฉัย

3. แบบทดสอบวินิจฉัยประกอบด้วยกลุ่มข้อสอบที่เกิดจากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนเป็นรายข้อแล้วรวบรวมคำตอบที่เป็นปัญหาซึ่งเกิดขึ้นกับนักเรียนจำนวนมากไว้เพื่อค้นหาจุดบกพร่องต่อไป

4. แบบทดสอบวินิจฉัยมักใช้เพื่อแก้ไขปัญหาทางการเรียนให้นักเรียนที่มีคะแนนต่ำจากแบบทดสอบเพื่อสำรวจ (Survey Test)

บลูม (Bloom, 1971: 91-92) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

1. เป็นแบบทดสอบเพื่อหาจุดบกพร่องของนักเรียน เกี่ยวกับทักษะพื้นฐานเพื่อหาระดับการเรียนรู้ เพื่อใช้คัดแยกเด็ก เพื่อปรับปรุงวิธีสอน และเพื่อหาว่านักเรียนคนใดต้องสอนซ้ำ

2. ใช้ทดสอบระหว่างการเรียนการสอน เมื่อนักเรียนได้รับการฝึกจากวิธีปกติพอสมควรแล้ว

3. ใช้ประเมินผู้เรียนได้ทั้งสามด้าน คือ พุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ด้านจิตพิสัย (Affective Domain) ด้านทักษะจิตพิสัย (Psychomotor Domain)

4. แบบทดสอบวินิจฉัยมีทั้งวินิจฉัยมาตรฐาน และแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น

5. ต้องมีจำนวนข้อมาก โดยแต่ละข้อมีค่าความยาก .65 ขึ้นไป

6. การประเมินผลของคะแนนจากแบบทดสอบวินิจฉัย อาจได้ทั้งแบบอิงกลุ่มและอิงเกณฑ์

7. วิธีรายงานคะแนนจากแบบทดสอบทาได้โดยการเขียนเส้นภาพ (Profile) ของคะแนนแต่ละคนในแต่ละทักษะย่อย

เมห์เรนส์ และเลห์มานห์ (Mehrens & Lehmann, 1975: 462-464) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

1. การสอบวินิจฉัยไม่คำนึงถึงคะแนนการสอบเพียงอย่างเดียวแต่จะพิจารณาถึง รายละเอียดต่างๆ จากผลงานนักเรียนประกอบด้วย เพื่อเป็นแนวทางในการจัดโครงการสอน ซ่อมเสริม

2. แบบทดสอบวินิจฉัยจะมีเกณฑ์ปกติ (Norm) ในกรณีที่ต้องการจะแสดงว่าโดยทั่วไปแล้วนักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับใดของกลุ่ม ส่วนที่ไม่มีเกณฑ์ปกติ (Norm) ได้จากข้อสอบมาตรฐานอื่นๆ ซึ่งเป็นเกณฑ์ปกติแห่งชาติ (National Norm)

3. แบบทดสอบวินิจฉัยจะเป็นแบบทดสอบมาตรฐานในกรณีที่เครื่องมือนั้นถูกใช้ภายใต้เงื่อนไขเดียวกันและการให้คะแนนมีความเป็นปรนัย

4. แบบทดสอบวินิจฉัยอาจใช้ปกติวิสัยเปอร์เซ็นไทล์ (Percentile Norm) หรือปกติวิสัยการเทียบเกรด (Grade Equivalent Norm) ก็ได้ตามความเหมาะสม

5. แบบทดสอบวินิจฉัยจะใช้เฉพาะกับนักเรียนที่มีความบกพร่องในการเรียนซึ่งจะต้องใช้เวลามากในการดาเนินการสอบ การตรวจ และการตีความหมายของคะแนน

6. แบบทดสอบวินิจฉัยสร้างยากกว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์อื่น ๆ เพราะนอกจากจะต้องการคำตอบจากนักเรียนแล้วยังต้องทาให้สามารถรู้ว่านักเรียนมีข้อบกพร่องในด้านใด

ซิงห์ (Singha, 1974: 200-205) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

1. มีข้อคำถามจำนวนมากและครอบคลุมจุดประสงค์ของการเรียน (Learning Point)

2. ต้องวิเคราะห์และสุ่มเนื้อหาอย่างระมัดระวัง

3. คำถามมักเป็นคาถามที่ค่อนข้างง่าย

4. ไม่ใช่การสอบแบบจำกัดเวลา

5. จัดแยกคำถามไว้เป็นพวก ๆ ในแบบทดสอบย่อย ซึ่งประกอบไปด้วยกลุ่มข้อสอบที่วัดในแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้โดยจะมีการวิเคราะห์คะแนนในแต่ละส่วนของแบบทดสอบย่อย

6. ไม่มีการสร้างเกณฑ์ปกติ เพราะแบบทดสอบต้องการที่จะค้นหาจุดอ่อนหรือจุดบกพร่องในการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล มากกว่าที่จะเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

7. แบบทดสอบวินิจฉัย ตั้งอยู่บนนิยามของการเรียนเพื่อรอบรู้

กรอนลัน (Gronlund, 1976: 139) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ว่ามีลักษณะดังนี้

1. ยึดความบกพร่องในการเรียนเป็นกรอบในการวัด

2. ความบกพร่องที่จะวัดเป็นความบกพร่องเฉพาะเรื่อง

3. ข้อสอบมีลักษณะง่าย

4. ใช้ทดสอบระหว่างการเรียนการสอน

5. สร้างขึ้นเพื่อหาข้อบกพร่องในการเรียน

6. นำผลไปใช้ในการพิจารณาจัดการสอนซ่อมเสริม

(บุญชม ศรีสะอาด, 2546) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ ดังนี้

1. มุ่งวัดเป็นเรื่องๆ หรือด้านๆ ไป ถ้าต้องอาศัยทักษะย่อยหลายทักษะ อาจแบ่งเป็นแบบทดสอบย่อยวัดตามทักษะย่อยๆ นั้น

2. มีคะแนนของแต่ละด้าน แต่ละตอน เพราะมุ่งค้นหาจุดบกพร่องในแต่ละด้าน ดังนั้นคะแนนรวมของแต่ละคนจะไม่เป็นประโยชน์ในกรณีนี้

3. มีข้อสอบหลายๆ ข้อ ที่วัดทักษะเดียวกัน ซึ่งจะทาให้เพิ่มโอกาสทาผิดพลาดได้มากขึ้น อันจะช่วยให้สามารถจำแนกนักเรียนที่มีความบกพร่องในการเรียนเรื่องนั้น ๆ ได้อย่างเพียงพอนั่นคือชี้ให้เห็นถึงจุดบกพร่องที่แท้จริงได้อย่างชัดเจน

4. มักเป็นแบบทดสอบระดมพลัง (Power Test)

5. การสร้างแบบทดสอบจะสร้างจากรากฐานของการวิเคราะห์ทักษะเฉพาะที่ส่งผลให้เรียนสำเร็จ และจากการศึกษาข้อผิดพลาดหรือความบกพร่องที่มักเกิดขึ้นกับนักเรียน

6. ความเป็นมาตรฐานของแบบทดสอบอยู่ในรูปที่ว่า เครื่องมือที่ใช้ดำเนินการสอบอยู่ภายใต้สภาพการณ์เดียวกัน และการให้คะแนนมีความเป็นปรนัย

โชติ เพชรชื่น (2544: 7) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ ดังนี้

1. มุ่งวัดความสามารถหรือทักษะในเรื่องหนึ่งเป็นการเฉพาะ

2. แบ่งเป็นส่วนๆ หรือเป็นฉบับย่อยๆ การแบ่งเป็นส่วนหรือฉบับย่อยขึ้นอยู่กับลักษณะความสามารถหรือทักษะแต่ละอย่าง ซึ่งมีองค์ประกอบไม่เหมือนกัน

3. จำนวนข้อสอบในแต่ละส่วน หรือในฉบับย่อยมีจำนวนข้อมากพอที่จะวัดความสามารถหรือทักษะย่อย ได้ด้วยความมั่นใจ

4. มีเกณฑ์คะแนนขั้นต่ำไว้สาหรับเทียบ เพื่ออธิบายถึงความบกพร่องแต่ละความสามารถและทักษะ

5. เน้นความตรงเชิงเนื้อหาเป็นสำคัญ

6. ตรวจคำตอบแยกเป็นส่วน ๆ หรือแยกแต่ละทักษะย่อยของนักเรียนเป็นรายบุคคล

จากลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียน ที่กล่าวข้างต้นนั้น สรุปลักษณะที่สำคัญของแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนดังนี้

1. เป็นแบบทดสอบที่แยกออกเป็นฉบับย่อยๆ โดยมีเป้าหมายที่จะวัดความรู้และความสามารถของนักเรียนเป็นด้านๆ ของแต่ละรายวิชา

2. เนื้อหาที่ต้องการวัดจะต้องสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

3. เป็นแบบทดสอบที่เน้นความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity)

4. เป็นแบบทดสอบที่ไม่สนใจคำตอบ แต่สนใจการได้มาซึ่งคำตอบ

5. เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย

6. เป็นแบบทดสอบที่ให้เวลาเต็มที่ในการทำข้อสอบ (Non Speed Test)

7. ไม่จำเป็นต้องสร้างเกณฑ์ปกติ (Norm Criterion) เพราะมีจุดมุ่งหมายเพื่อค้นหาจุดบกพร่องในการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล แต่ต้องมีเกณฑ์ขั้นต่ำที่ใช้ในการวินิจฉัยนักเรียนว่ามีความบกพร่องหรือไม่

ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบการวินิจฉัยทางการศึกษา

นักการศึกษาหลายท่านได้เสนอแนะขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

นอลล์ (Noll, 1957) เสนอแนะขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย ดังนี้

1. วิเคราะห์ กฎ หลักเกณฑ์ ความรู้หรือทักษะที่ต้องการทดสอบวินิจฉัย

2. วางแผนและสร้างแบบทดสอบตามกฎหรือหลักเกณฑ์ทุก ๆ อย่างให้เหมาะสมกับจุดประสงค์ของแบบทดสอบ

3. แยกแบบทดสอบไว้เป็นพวก ๆ เพื่อทำให้ง่ายขึ้นในเวลาวิเคราะห์คำตอบและสะดวกต่อการวินิจฉัยต่อไป

ธอร์นไดค์ และเฮเกน (Thorndike & Hagen, 1969) เสนอแนะขั้นตอนใน การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย ดังนี้

1. วิเคราะห์ทักษะหรือเนื้อหาวิชาออกเป็นทักษะหรือองค์ประกอบย่อยๆ

2. สร้างและปรับปรุงแบบทดสอบที่ใช้วัดทักษะย่อยๆ เหล่านั้น เพื่อให้สามารถค้นหาจุดบกพร่องในแต่ละทักษะย่อยๆ นั้นได้

สุเทพ สันติวรานนท์ (2533) สรุปขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายและวางแผนในการดาเนินการสร้างแบบทดสอบ

2. วิเคราะห์ทักษะที่จำเป็นและเนื้อหาวิชาอย่างละเอียด แล้วแบ่งเป็นองค์ประกอบย่อย

3. เขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavioral objective) ให้ครอบคลุมเนื้อหาที่กำหนด

4. เขียนข้อสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ในข้อสอบจะกำหนดให้นักเรียนหาคำตอบและสาเหตุการเลือกตอบ ซึ่งในขั้นนี้ถือเป็นขั้นการสร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจหาสาเหตุของการเลือกตอบ

5. นำไปสอบกับนักเรียนในกลุ่มที่ได้เรียนเนื้อหานั้นผ่านมาแล้ว

6. วิเคราะห์หาคำตอบ และสาเหตุของการไม่สัมฤทธิ์ผลตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมจากแบบทดสอบเพื่อสำรวจ ทั้งนี้เพื่อนำผลการวิเคราะห์มากำหนดสร้างตัวเลือก ของแบบทดสอบวินิจฉัยต่อไป

7. เขียนข้อสอบ โดยตัวเลือกสร้างจากสาเหตุของการเลือกตอบของนักเรียน

8. นำข้อสอบในขั้นที่ 7 มารวบรวมเป็นฉบับแบบทดสอบวินิจฉัย แล้วนำไปทดลองใช้และพัฒนาปรับปรุงคุณภาพให้ดีขึ้น

9. เขียนคู่มือในการใช้แบบทดสอบ และกำหนดแนวทางที่เหมาะสม เพื่อสามารถบ่งชี้ถึงความบกพร่อง และค้นหาสาเหตุของความบกพร่องในแต่ละทักษะนั้นได้

ศิริเดช สุชีวะ (2537) สรุปขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

1. ศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหาหรือทักษะอย่างละเอียดแล้วแบ่งออกเป็นเนื้อหาย่อยๆ

2. ศึกษาและรวบรวมสาเหตุของข้อบกพร่องทางการเรียนในเนื้อหาย่อยเหล่านั้น เพื่อนำมาสร้างเป็นตัวลวงในแบบทดสอบ

3. เขียนข้อสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์และข้อบกพร่องที่ต้องการวัดในแต่ละด้าน

4. เรียบเรียงข้อสอบไว้เป็นด้านๆ เพื่อสะดวกในการวินิจฉัย โดยในแต่ละด้านควรมีข้อสอบค่อนข้างง่ายไม่น้อยกว่า 3 ข้อ

5. ตรวจสอบความถูกต้องของแบบทดสอบ แล้วนำไปทดลองใช้เพื่อปรับปรุงแก้ไข

6. เขียนคู่มือและแบบแผนการวินิจฉัย

โชติ เพชรชื่น (2544) สรุปขั้นตอนการดำเนินการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย ดังนี้

1. วิเคราะห์ความสามารถหรือทักษะที่เป็นองค์ประกอบย่อยความสามารถที่เป็นจุดประสงค์ของหลักสูตรรายวิชา

2. กำหนดจุดประสงค์ในการวัดและลักษณะเฉพาะข้อสอบ

3. สร้างคำถามที่วัดความสามารถหรือทักษะย่อยเหล่านี้ ให้ครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหามีจำนวนข้อคำถามเพียงพอที่จะอธิบายถึงความบกพร่องหรือจุดด้อยของนักเรียนได้

4. ทดลองใช้และนำผลการวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงคำถาม

5. ตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบ

6. สร้างเกณฑ์การบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อเปรียบเทียบ

7. จัดทำคู่มือการใช้แบบทดสอบ

วิยดา ซ่อนขา (2551) สรุปขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

1. วิเคราะห์ทักษะตามมาตรฐานการเรียนรู้หรือสาระสำคัญที่ต้องการทดสอบ

2. แบ่งทักษะเป็นองค์ประกอบย่อย ๆ ตามมาตรฐานการเรียนรู้หรือสาระสำคัญ

3. กำหนดตัวบ่งชี้ทักษะความสามารถให้ครอบคลุมตามมาตรฐานการเรียนรู้หรือสาระสำคัญ

4. สร้างแบบทดสอบสำรวจตามตัวบ่งชี้ทักษะความสามารถ มีจำนวนข้อคำถามเพียงพอที่จะอธิบายถึงความบกพร่องหรือจุดด้อยของนักเรียนได้

5. นำไปทดสอบแล้วนำผลการตอบผิดมาสร้างเป็นตัวเลือกของแบบทดสอบวินิจฉัยต่อไป

6. สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยโดยใช้ข้อคำถามจากแบบทดสอบสำรวจและสร้างตัวเลือกจากคำตอบที่รวบรวมจากการตอบผิดของนักเรียน

7. นำไปทดสอบแล้วนำผลมาวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงและหาคุณภาพของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น

8. วิเคราะห์หาจุดบกพร่องทางการเรียนของนักเรียน

9. จัดพิมพ์แบบทดสอบและคู่มือดำเนินการสอบ

ญาณัจฉรา สุดแท้ (2551: 24) ได้สรุปขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายและวางแผนในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย

2. วิเคราะห์เนื้อหาอย่างละเอียด แบ่งเนื้อหาออกเป็นเนื้อหาเรื่องย่อย ๆ และเขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมให้สอดคล้องกับเนื้อหานั้น

3. เขียนข้อสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมนั้น

4. วิเคราะห์จุดบกพร่องของนักเรียนจากการเลือกตอบแบบทดสอบวินิจฉัย

5. นำแบบทดสอบไปทดลองใช้และปรับปรุงแบบทดสอบซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการทดสอบเพื่อสร้างตัวลวง ทดสอบเพื่อวิเคราะห์รายข้อและทดสอบเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น

จากขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยที่มีผู้เสนอแนะไว้ข้างต้นนั้น พอจะสรุปเป็นขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย ดังนี้

1. วิเคราะห์ทักษะตามมาตรฐานการเรียนรู้หรือสาระสำคัญที่ต้องการทดสอบ

2. แบ่งทักษะเป็นองค์ประกอบย่อยๆ ตามมาตรฐานการเรียนรู้หรือสาระสำคัญ

3. กำหนดตัวบ่งชี้ทักษะความสามารถให้ครอบคลุมตามมาตรฐานการเรียนรู้หรือสาระสำคัญ

4. สร้างแบบทดสอบสำรวจตามตัวบ่งชี้ทักษะความสามารถ มีจำนวนข้อคำถามเพียงพอที่จะอธิบายถึงความบกพร่องหรือจุดด้อยของนักเรียนได้

5. นำไปทดสอบแล้วนำผลการตอบผิดมาสร้างเป็นตัวเลือกของแบบทดสอบวินิจฉัย

6. สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยโดยใช้ข้อคำถามจากแบบทดสอบสำรวจและสร้างตัวเลือกจากคำตอบที่รวบรวมจากการตอบผิดของนักเรียน

7. นำไปทดสอบแล้วนำผลมาวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงและหาคุณภาพของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น

8. วิเคราะห์หาจุดบกพร่องทางการเรียนของนักเรียน

9. จัดพิมพ์แบบทดสอบ คู่มือดำเนินการสอบ และแบบแผนการวินิจฉัย

ประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัยทางการศึกษา

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียน ดังนี้

ลินควิสท์ (Lindquist, 1956: 37) กล่าวถึงประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

1. สามารถวิเคราะห์ข้อบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนได้ละเอียด

2. ช่วยให้ครูผู้สอนทราบถึงองค์ประกอบที่สำคัญของเนื้อหาวิชาลำดับขั้นของกระบวนการเรียนการสอนตลอดจนจุดบกพร่อง

3. ช่วยในการปรับปรุงการเรียนการสอนของครู

4. ประหยัดเวลาทำให้ครูมีเวลาในการจัดซ่อมเสริมนักเรียนเป็นรายบุคคลได้

5. ช่วยทำให้นักเรียนทราบถึงจุดบกพร่องของตนและสามารถนำมาใช้ปรับปรุงการเรียนได้ตรงจุด

บลูม (Bloom, 1971: 91-101) กล่าวถึงหน้าที่และประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

1. ใช้วัดพื้นฐานความรู้ก่อนเข้าเรียน

2. ใช้วัดระดับความรอบรู้

3. ใช้แยกนักเรียนเป็นกลุ่มเป็นพวกเพื่อหาทางใช้วิธีการสอนที่เหมาะสม

4. ใช้ค้นหาสาเหตุของความผิดที่เกิดขึ้นซ้ำซาก

เคนเนดี้ (Kennedy, 1980: 23) กล่าวถึงประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

1. ใช้ค้นหาข้อบกพร่องและปัญหาในการเรียน

2. ใช้ปรับปรุงการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับนักเรียนแต่ละคน

3. ใช้ในการวางแผนจัดการสอนซ่อมเสริม

กรอนลันด์ (Gronlund, 1981: 322) กล่าวถึงประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

1. แบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนแต่ละฉบับสะท้อนถึงมโนคติเกี่ยวกับเรื่องที่จะวัดของผู้สร้างและข้อคิดของผู้เรียนในการวินิจฉัย

2. แบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนสร้างขึ้นสาหรับนักเรียนที่มีผลการเรียนต่ำจึงเหมาะสาหรับพิจารณาข้อบกพร่องทางการเรียน แต่จะไม่เหมาะสาหรับการพิจารณาระดับความชำนาญ

3. แบบทดสอบวินิจฉัยการเรียน จะเป็นตัวบอกประเภทของข้อบกพร่องของนักเรียน แต่จะไม่บอกสาเหตุของข้อบกพร่องนั้น แม้ว่าบางครั้งจะสามารถบอกสาเหตุจากประเภทของข้อบกพร่องหรือจากการอธิบายคำตอบของนักเรียน แต่ข้อบกพร่องบางชนิดอาจเกิดขึ้นจากหลายสาเหตุหรือเกี่ยวข้องกันในลักษณะที่ซับซ้อน

4. แบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนที่ทำการวินิจฉัยอุปสรรคทางการเรียนของนักเรียนเพียงส่วนเดียว ต้องพิจารณาความสัมพันธ์ที่มีต่อส่วนประกอบนั้นด้วย

5. ผลที่ได้จากแบบทดสอบย่อยหรือกลุ่มของข้อสอบ ในการวินิจฉัยการเรียนอาจเชื่อถือได้น้อยเพราะอาจมีบางหัวข้อเท่านั้นที่วัดทักษะเฉพาะ ดังนั้นการหาข้อเด่นข้อด้อยทางการเรียนควรสังเกตจากห้องเรียนประกอบด้วย

พร้อมพรรณ อุดมสิน (2531: 93-94) กล่าวถึงประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัยการไว้ดังนี้

1. ประโยชน์สำหรับครู

1.1 ช่วยปรับปรุงการสอนของครูเพื่อจะได้รู้ว่าครูควรสอนเรื่องอะไรและหัวข้อใดที่นักเรียนยังมีข้อบกพร่องอยู่เพราะเนื้อหาบางเรื่องต้องใช้ความรู้พื้นฐานเก่าหากว่าครูยังไม่แก้ไขข้อบกพร่องเก่าๆ จะทาให้การเรียนเนื้อหาต่อไปไม่ประสบความสำเร็จได้

1.2 ช่วยให้ครูเตรียมบทเรียนได้ตรงตามความต้องการของผู้เรียนโดยใช้เทคนิคได้อย่างเหมาะสมกับผู้เรียนในเนื้อหาแต่ละตอน เพราะเนื้อหาแต่ละตอนมีความยากไม่เหมือนกันหากว่าครูได้ทราบว่าเนื้อหาตอนใดเป็นปัญหามากต่อผู้เรียน ครูก็ควรจะต้องเพ่งเล็งเป็นพิเศษในเนื้อหาตอนนั้นๆ และหาวิธีสอนที่จะทาให้นักเรียนประสบความสำเร็จได้

1.3 ประหยัดเวลาและแรงงานของครูในการวินิจฉัยทาให้มีเวลาสอนซ่อมเสริมเป็นรายบุคคลมากขึ้น

2. ประโยชน์สำหรับนักเรียน

2.1 ผลการสอบจากแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนจะทำให้ผู้เรียนได้ประเมินตนเองได้ว่าตนเองยังมีจุดประสงค์ใดที่บกพร่องอยู่สมควรจะได้รับการแก้ไข ทำให้นักเรียนรู้ความสามารถของตนเองซึ่งเป็นจุดมุ่งหมายสำคัญอย่างหนึ่งของหลักสูตร

2.2 จากการทำแบบสอบวินิจฉัยการเรียนผลที่ได้จะเป็นเครื่องช่วยตัดสินว่าผู้เรียนมีความเข้าใจเนื้อหาหรือทักษะเรื่องนั้นหรือไม่ ตลอดจนมีความพร้อมที่จะเรียนต่อไปได้หรือไม่

2.3 จะเป็นแรงจูงใจในการเรียน ให้นักเรียนเตรียมพร้อมในการเรียนอยู่เสมอ เพราะถ้าผู้เรียนรู้ว่าเมื่อจบบทเรียนแล้วจะมีการทดสอบเพื่อวินิจฉัยการเรียนผู้เรียนจะกลัวความล้มเหลวจึงทาให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเรียนมากยิ่งขึ้น

โชติ เพชรชื่น (2544: 10-11) กล่าวถึงประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัย ไว้ดังนี้

1. ช่วยให้นักเรียนรู้ข้อบกพร่องของตนเองโดยดูคะแนนผลการสอบแต่ละส่วนว่ามีส่วนไหนบ้างที่ได้คะแนนน้อยกว่าปกติ หรือต่ำกว่าคะแนนเกณฑ์ เมื่อรู้ข้อบกพร่องหรือจุดด้อยแล้ว ก็จะได้ปรับปรุงหรือฟื้นฟูความรู้ความเข้าใจหรือฝึกทักษะในเรื่องนั้น ๆ เป็นการเฉพาะเป็นการแก้ปัญหาในส่วนของตัวนักเรียนบางคนอาจมีข้อบกพร่องเพียงจุดเดียว ด้านเดียว แต่บางคนอาจบกพร่องหลายๆ จุด หลายๆ ด้าน

2. ครูผู้สอนหรือครูที่ปรึกษาสามารถช่วยเหลือนักเรียนได้ตรงจุด ทำให้ปัญหาของนักเรียนหมดไปโดยเร็วเป็นการประหยัดเวลา นอกจากนั้นยังต้องตระหนักว่าวิธีการสอนที่เคยใช้อยู่ก่อนอาจไม่

เหมาะสมที่จะนำมาใช้สอนเสริม ควรแสวงหาหรือเลือกวิธีสอนใหม่ซึ่งแตกต่างไปจากวิธีการสอนแบบเดิมที่เคยใช้สอนเรื่องนั้นๆ มาก่อนแล้ว

3. ผู้บริหารโรงเรียนสามารถจัดการ สนับสนุนและอำนวยความสะดวกให้แก่ครูผู้สอนหรือครูที่ปรึกษาตลอดทั้งตัวนักเรียนเองได้ตรงประเด็นหรือตรงความต้องการ ผลที่เกิดขึ้นก็คือ ผู้เรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของหลักสูตร

จากที่กล่าวมาข้างต้น แบบทดสอบวินิจฉัยทางการศึกษาให้ผลประโยชน์กับผู้มีส่วนเกี่ยวข้องที่สำคัญคือ ครูและนักเรียน ดังนี้

1. แบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบทดสอบที่ครูใช้ในการค้นหาจุดบกพร่องการเรียนของนักเรียนในแต่ละเนื้อหาย่อย ๆ ว่านักเรียนไม่เข้าใจในเนื้อหาการเรียนในแต่ละตอน

2. เป็นแนวทางในการปรับปรุง แก้ไข ถึงกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่เกิดจากความบกพร่องของตัวครูผู้สอน

3. ผู้เรียนสามารถประเมินตนเองได้ถึงจุดบกพร่องในการเข้าใจเนื้อหาเพื่อทาความเข้าใจในเนื้อหาอีกครั้ง และทำให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียน เตรียมพร้อมในการเรียนอยู่เสมอ

ตอนที่ 2 การวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

จากการที่นักเรียนแต่ละคนมีความสามารถในการเรียนรู้แตกต่างกัน ส่งผลต่อทำให้นักเรียนประสบกับปัญหาอุปสรรค หรือมีการบกพร่องทางการเรียนขึ้นโดยเฉพาะในรายวิชาคณิตศาสตร์ วิธีการหนึ่งที่จะทำให้ทราบถึงปัญหาข้อบกพร่องที่มีอยู่ได้นั้น คือการวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ช่วยในการตรวจสอบ และเป็นที่ใช้กันมากในวงการการศึกษา ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมองค์ความรู้ในการวินิจฉัยข้อบกพร่องด้านการเรียนคณิตศาสตร์ซึ่งประกอบไปด้วย พฤติกรรมด้านสติปัญญาในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และการวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

พฤติกรรมด้านสติปัญญาในการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมพฤติกรรมด้านสติปัญญาในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ได้ดังนี้

บลูม (Bloom, 1971) ได้จำแนกพฤติกรรมด้านสติปัญญา เกี่ยวกับการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 4 ขั้นตอนคือ

1) ความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ เป็นความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่ได้เรียนมาแล้ว ทั้งในด้านข้อเท็จจริง ศัพท์ นิยาม ตลอดจนความสามารถในการระลึกโจทย์อย่างง่ายๆไม่ยุ่งยากซับซ้อน ไม่ต้องอาศัยการตัดสินใจ ทั้งนี้รวมถึงโจทย์ที่เหมือนกับตัวอย่างหรือแบบฝึกหัดที่เคยทำมาแล้ว

2) ความเข้าใจ เป็นความสามารถในการนำความรู้สัมพันธ์กับโจทย์ หรือปัญหาใหม่ตลอดจนความสามารถในการตีความ แปลความ และขยายความได้ พฤติกรรมขั้นนี้ เช่น ความสามารถในการแปลโจทย์ จากรูปแบบหนึ่งไปยังอีกรูปแบบหนึ่ง เป็นความสามารถในการแปลข้อความที่กำหนดให้ออกเป็นข้อความใหม่ความหมายคงเดิม เป็นต้นว่า เปลี่ยนโจทย์ให้อยู่ในรูปของสมการ ซึ่งการวัดในขันนี้ไม่รวมถึงวิธีการในการหาคำตอบจากสมการนี้

3) การนำไปใช้ เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาต่างๆ ที่คล้ายคลึงกับที่เคยเรียนมาแล้ว นั่นคือ นักเรียนจะต้องผสมผสานความรู้ความสามารถจากขั้น 1 และ 2 ในการนำมาใช้แก้โจทย์ซึ่งจะมีหลายขั้นตอนในการจัดกระทำเพื่อให้ได้คำตอบออกมา ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่ต้องมีการเลือกการตัดสินใจว่าจะทำขั้นตอนใดก่อน – หลัง ตัวอย่างเช่น ความสามารถในการแก้โจทย์ที่คุ้นเคย หรือปัญหาที่เคยเรียนมาแล้ว พฤติกรรมขั้นนี้เป็นความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่คล้ายคลึงแต่ไม่ใช่ข้อเดียวกันกับตัวอย่างหรือแบบฝึกหัดที่นักเรียนเคยทำมาแล้ว

4) การวิเคราะห์ ถือเป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดด้านสติปัญญา นักเรียนจะตอบปัญหาที่วัดพฤติกรรมขั้นสูงสุดด้านสติปัญญา นักเรียนจะตอบปัญหาที่วัดพฤติกรรมขั้นนี้ได้ต้องมีความสามารถในระดับสูง โจทย์จะมีลักษณะซับซ้อนพลิกแพลงซึ่งนักเรียนไม่เคยลองฝึกทำ แต่ทั้งนี้มิได้หมายความว่าโจทย์นั้นจะอยู่นอกขอบข่ายเนื้อหาวิชาที่เคยเรียนมา ดังนั้นในการแก้โจทย์ที่วัดพฤติกรรมในขั้นนี้จึงครอบคลุมความรู้ความสามารถใน 3 ขั้นที่กล่าวมาแล้ว รวมทั้งการมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เพื่อความสามารถค้นพบวิธีการหรือแนวทางในการแก้โจทย์นั้นๆ ได้ พฤติกรรมขั้นวิเคราะห์ เช่น ความวสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยมาก่อน เป็นความสามารถที่อาศัยการคิดซับซ้อน โจทย์ที่วัดพฤติกรรมขั้นนี้ไม่ได้อยู่ในแบบฝึกหัดหรือตัวอย่าง ไม่เคยเห็นมาก่อน นักเรียนจะแก้ปัญหาได้ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ต้องเข้าใจความคิดรวบยอดหรือนิยามตลอดจนทฤษฎีต่างๆ ที่ครูสอนมาแล้วเป็นอย่างดี แล้วใช้ความรู้เหล่านั้นมาผสมผสานกันแก้ปัญหา

NLSMA (The National Longitudinal Study of Mathematical Ability) ที่ได้จัดระดับความคิดสำหรับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ไว้ 5 ขั้น เรียงลำดับจากระดับต่ำไปหาระดับสูง โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง หมายถึง การระลึกข้อเท็จจริงเฉพาะเรื่องได้ เช่น คำศัพท์คณิตศาสตร์ สัญลักษณ์ จุดเน้นคือ การระลึกได้หรือจำได้เท่านั้น ไม่ใช่การสังเคราะห์ หรือการแปลสิ่งที่ระลึกได้

2) การคิดคำนวณ หมายถึง ความสามารถในการทำตามกฎหรือหลักการที่เรียนรู้มาแล้ว จุดเน้นคือ การจัดกระทำทางคณิตศาสตร์ (บวก ลบ คูณ หาร) ซึ่งระบุไว้ชัดเจนแล้วไม่ต้องตัดสินใจว่าจะจัดกระทำด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์แบบใด

3) ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการตีความโจทย์ปัญหา กราฟ แผนภูมิ การแปลโจทย์ปัญหาให้เป็นประโยคสัญลักษณ์ การใช้เหตุผล จุดเน้นคือ ความเข้าใจ เขียนประโยคสัญลักษณ์ได้ ไม่ใช่การคำนวณหาคำตอบ

4) การนำไปใช้ เป็นการนำความคิดรวบยอดหรือหลักการที่เรียนรู้ไปใช้แก้ปัญหาที่เคยทำมาแล้ว นอกจากนี้ยังครอบคลุมความสามารถในการเปรียบเทียบเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด การวิเคราะห์โจทย์ปัญหาออกเป็นส่วนย่อยๆ เพื่อหาว่าข้อมูลใดจำเป็นหรือไม่จำเป็นต้องนำไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหานั้น

5) การวิเคราะห์ เป็นความสามารถในการนำความคิดรวบยอด และหลักการไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่ซับซ้อนขึ้น ต้องใช้ความคิดลึกซึ้งขึ้น เช่น คิดอย่างสร้างสรรค์ แยกแยะส่วนประกอบสำคัญอย่างละเอียด การคิดหากระบวนการใหม่ในการแก้ปัญหา การนำความสัมพันธ์ไปใช้ในการแก้ปัญหา การแสดงการพิสูจน์ การสร้างหลักการ

จะเห็นได้ว่าการเรียนรู้คณิตศาสตร์นั้นจะต้องใช้พฤติกรรมด้านสติปัญญาทั้งสิ้น 4 ด้านด้วยกันคือ ความรู้ความจำ อาจจะเป็นความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง หรือความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ เมื่อทราบถึงพฤติกรรมด้านสติปัญญาที่ใช้ในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ก็สามารถทำความเข้าใจในกระบวนการวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ ดังที่จะกล่าวในหัวข้อถัดไป

การวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์

การวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์นั้น ประกอบไปด้วย รูปแบบของการวินิจฉัย ขั้นตอนในการวินิจฉัย และวิธีการวินิจฉัยข้อบกพร่อง

รูปแบบของการวินิจฉัย

อันเดอร์ฮิลล์ (Underhill, 1972) ได้แบ่งประเภทของการวินิจฉัยออกเป็น 3 ประเภทคือ การวินิจฉัยแบบทั่วไป การวินิจฉัยแบบวิเคราะห์ และการวินิจฉัยแบบคลินิก โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) การวินิจฉัยแบบทั่วไป (General Diagnosis) การวิจัยแบบทั่วไปเป็นเพียงการสำรวจเพื่อให้ทราบถึงระดับความสามารถทั่วๆ ไปของเด็กที่เป็นกลุ่มและเป็นรายบุคคล เครื่องมือที่ใช้สำรวจเป็นแบบสอบถาม

2) การวินิจฉัยแบบวิเคราะห์ (Analytical Diagnosis) การวินิจฉัยแบบวิเคราะห์เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างละเอียดเกี่ยวกับความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนเพื่อให้ทราบว่านักเรียนมีข้อบกพร่องที่ใด เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสอบเช่นเดียวกับการวินิจฉัยทั่วไป แต่จะวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่เฉพาะเจาะจงไปที่เรื่องใดเรื่องหนึ่ง

3) การวินิจฉัยแบบคลินิก (Clinical Diagnosis) การวินิจฉัยแบบละเอียดเป็นการศึกษาแบบลึกซึ้งเกี่ยวกับสมรรถภาพของนักเรียน ที่มีข้อมูลแสดงให้เห็นชัดเจนว่ามีปัญหาข้อบกพร่อง เครื่องมือที่ใช้นอกจากแบบสอบถามแล้วยังต้องใช้วิธีอื่นด้วย เช่น ชีวิตครอบครัว ทัศนคติต่อคณิตศาสตร์ สุขภาพอารมณ์ บุคลิกภาพ เป็นต้น

ขั้นตอนในการวินิจฉัย

กลอนลันด์ (Gronlund, 1981) ได้เสนอขั้นตอนในการวินิจฉัยและแก้ไขข้อบกพร่องไว้ 4 ขั้น คือ การระบุตัวนักเรียนที่มีข้อบกพร่อง การระบุข้อบกพร่อง การระบุองค์ประกอบที่เป็นสาเหตุของการมีข้อบกพร่อง และการแก้ไขข้อบกพร่อง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) การระบุตัวนักเรียนที่มีข้อบกพร่อง การระบุตัวนักเรียนที่มีข้อบกพร่องสามารถทำได้หลายวิธี เช่น ใช้แบบทดสอบ ใช้การสังเกต เป็นต้น ครูไม่ควรมองแต่ปัญหาด้านเนื้อหาวิชาเท่านั้น ควรมองปัญหาอื่นด้วย เช่น ด้านการปรับตัว ด้านอารมณ์ เพราะปัญหาเหล่านี้อาจมีผลกระทบต่อปัญหาด้านการเรียนของนักเรียน

2) การระบุข้อบกพร่อง ปัญหาของนักเรียนมีหลายระดับ ในบางครั้งการวินิจฉัยเพียงระดับทั่วไปอาจให้ข้อมูลพอเพียงสำหรับการแก้ไข บางกรณีต้องวินิจฉัยถึงระดับวิเคราะห์ และบางกรณีต้องวินิจฉัยถึงระดับคลินิกจึงจะสามารถหาข้อแก้ไขได้ วิธีการที่ควรใช้ควบคู่ไปกับการใช้แบบสอบก็คือให้นักเรียนคิดออกเสียง ซึ่งช่วยให้ครูทราบกระบวนการคิดของนักเรียน

3) การระบุองค์ประกอบที่เป็นสาเหตุของการมีข้อบกพร่อง องค์ประกอบที่ควรพิจารณา เช่น สติปัญญา ทักษะการเรียน สุขภาพ การปรับตัวด้านอารมณ์ และสิ่งแวดล้อมทางบ้าน เพราะสิ่งเหล่านี้อาจเป็นสาเหตุของปัญหาในการเรียน

4) การแก้ไขข้อบกพร่อง การแก้ไขข้อบกพร่องไม่มีรูปแบบตายตัวขึ้นอยู่กับธรรมชาติของข้อบกพร่องแต่ละอย่าง บางกรณีอาจแก้ไขข้อบกพร่องด้วยการทบทวนหรือสอนใหม่ บางกรณีต้องใช้การสร้างแรงจูงใจแก้ปัญหาด้านอารมณ์หรือแก้ไขทักษะการทำงาน

วิธีการวินิจฉัยข้อบกพร่อง

ศิริเดช สุชีวะ (2537) ได้แบ่งการวินิจฉัยข้อบกพร่องออกเป็น การวินิจฉัยอย่างเป็นทางการ (formal technique) และการวินิจฉัยอย่างไม่เป็นทางการ (informal technique) ดังนี้

1) การวินิจฉัยอย่างเป็นทางการ (formal technique) เป็นการใช้วิธีในการหาข้อมูลเกี่ยวกับข้อบกพร่องของนักเรียนด้วยวิธีการที่สร้างขึ้นอย่างมีระบบและมีแบบแผน วิธีการที่ใช้ได้แก่ การวินิจฉัยข้อบกพร่องด้วยแบบสอบ การวินิจฉัยข้อบกพร่องด้วยดัชนีบ่งชี้ความผิดปกติของแบบแผนและคะแนนการตอบ การวินิจฉัยด้วยวิธีการของ Tatsuoka การวินิจฉัยแบบย้อนรอยกระบวนการคิดของ ศิริเดช สุชีวะ (2537) เป็นต้น

1.1) การวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนด้วยแบบสอบวินิจฉัย การวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนส่วนใหญ่ใช้แบบสอบวินิจฉัยแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 หรือ 5 ตัวเลือก แต่ละตัวเลือกได้จากการสำรวจข้อบกพร่องที่มีความถี่สูงสุดมาเป็นตัวลวง ข้อดีของวิธีนี้คือ สามารถค้นหาสาเหตุของข้อบกพร่องทางการเรียนเป็นเรื่องๆ และมุ่งวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนเป็นรายข้อ จึงสามารถค้นหาสาเหตุของข้อบกพร่องของนักเรียนได้โดยตรง ประหยัดเวลาและแรงงานของครูผู้สอน แต่มีข้อจำกัดที่แบบสอบชนิดนี้วินิจฉัยข้อบกพร่องจากตัวลวงได้เพียง 3 ถึง 4 แบบเท่านั้น ทำให้สามารถมั่นใจได้ว่าการที่นักเรียนเลือกตัวลวงใดจะแสดงถึงการมีแบบแผนการคิดตามที่ระบุไว้ในแต่ละตัวลวงเสทอไป นักเรียนอาจจะมีแบบการคิดที่ไม่ได้ใส่ไว้ในตัวลวงของข้อนั้นก็ได้

1.2) การวินิจฉัยข้อบกพร่องด้วยดัชนีบ่งชี้ความผิดปกติของแบบแผนคะแนนการตอบ นักวัดผลให้ความสนใจที่จะวินิจฉัยจุดบกพร่องทางการเรียน จากแบบแผนคะแนนการตอบซึ่งผลการวิจัย จะออกมาในรูปแบบของการพัฒนาดัชนีตัวบ่งชี้ความผิดปกติของแบบแผนคะแนนการตอบ โดยการเทียบกับแบบแผนคะแนนการตอบที่มีลักษณะเป็นกัตแมนต์สมบูรณ์ (perfect guttman) หากแบบแผนคะแนนการตอบของผู้สอนแจกต่างจากแบบแผนคะแนนการตอบที่มีลักษณะเป็นกัตแมนสมบูรณ์เพียงใด ก็แสดงว่ามีความผิดปกติของแบบแผนคะแนนการตอบนั้นผิดปกติหรือเพียงใด แต่ไม่อาจบอกว่าความผิดปกตินั้นเนื่องมาจากรูปแบบการคิดแบบใด

1.3) การวินิจฉัยข้อบกพร่องด้วยวิธีของ Tatsuoka วิธีการนี้มีแนวคิดมาจากการประเมินกฎโดยการตรวจสอบแบบการคิดที่นักเรียนใช้ในการแก้ปัญหาจากแบบแผนคะแนนการตอบ

(item score response pattern) ของนักเรียนแต่ละคน โดยการเปรียบเทียบในสองมิติ คือ มิติของค่าดัชนีชี้วัดความผิดปกติของแบบแผนคะแนนการตอบและมิติของคะแนนรวม โดยใช้ชื่อวิธีการนี้ว่า “ Rule Space Method” ข้อจำกัดของวิธีนี้ คือ จากแบบแผนคะแนนการตอบมีแบบการคิดแก้ปัญหาจำนวนหนึ่งที่เมื่อตรวจคำตอบและให้คะแนนแบบ 0 – 1 แล้วให้แบบแผนคะแนนการตอบที่เหมือนกันทุกประการ ทำให้ไม่สามารถวินิจฉัยได้ว่านักเรียนใช้แบบการคิดแบบใด อีกประการหนึ่งคือการคำนวณค่าต่างๆ ในวิธีการนี้อันได้แก่ ค่าดัชนีชี้เตือนมาตรฐานหมายเลข 4 ค่าความสามารถของผู้สอบ (θ) ตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ รวมทั้งการคำนวณค่าระยะทางน้อยที่สุดแบบ Mahalanobis’ generalized – distance และการตัดสินแบบแบย์ มีวิธีการคำนวณที่ซับซ้อน และต้องใช้ผู้สอบเป็นจำนวนมาก จึงจะประมาณค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ได้อย่างแม่นยำ ทำให้สะดวกในการนำมาปฏิบัติใช้ในชั้นเรียน

1.4) การวินิจฉัยข้อบกพร่องแบบย้อนรอยกระบวนการคิด ของศิริเดช สุชีวะ วิธีการวินิจฉัยข้อบกพร่องด้วยวิธีการนี้ได้พัฒนามาจากวิธีการของ Tatsuoka มีพื้นฐานมาจากแนวคิดการประเมินกฎ ซึ่งกล่าวว่าผู้สอบแต่ละคนมีกระบวนการคิดที่หลากหลาย คำตอบที่ตรงกันอาจมาจากการคิดที่เหมือนหรือต่างกันก็ได้ ดังนั้นการประเมินกฎจากแบบการตอบทั้งชุดของผู้สอบทำให้สามารถย้อนรอยกระบวนการคิดและวินิจฉัยข้อบกพร่องของผู้สอบได้ ซึ่งการวินิจฉัยด้วยวิธีดังกล่าวมี 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนแรกเป็นการสำรวจแบบการคิดทั้งหมดที่เป็นไปได้ตามสังกัปของเนื้อหาที่ต้องการวิจัย ขั้นตอนที่สองเป็นการสร้างข้อสอบจากรูปแบบข้อสอบทั้งหมดที่เป็นไปได้ ให้แบบแผนการตอบทั้งชุดสามารถสามารถย้อนรอยการคิดของผู้สอบแต่ละคน และขั้นตอนที่สามเป็นการวินิจฉัยข้อบกพร่องซึ่งในขั้นตอนนี้มีการดำเนินการ 2 ขั้นตอนย่อย คือ การวินิจฉัยเชิงสำรวจแบบการคิด และการวินิจฉัยเพื่อยืนยันแบบการคิด โดยพบว่าวิธีการนี้สามารถวินิจฉัยข้อบกพร่องของนักเรียนที่มีแบบแผนคะแนนการตอบเหมือนกัน หรือมีแบบแผนคะแนนการตอบเป็นศูนย์หมดทุกข้อได้ แต่วิธีการนี้ก็ยังมีข้อจำกัดเรื่องของความยุ่งยากในการวินิจฉัยและการสร้างแบบสอบชุดที่ 2 อันเป็นอุปสรรคสำหรับการนำไปใช้ในโรงเรียน และเนื้อหาที่จะนำมาใช้วิธีการนี้ต้องสามารถกำหนดแบบการคิดหาคำตอบในเรื่องนั้นได้อย่างแน่นอน

2) การวินิจฉัยอย่างไม่เป็นทางการ (informal) technique) เป็นการใช้เทคนิควิธีการในการหาข้อมูลเกี่ยวกับข้อบกพร่องของนักเรียนด้วยวิธีการที่ไม่เป็นแบบแผน ทำได้ง่าย วิธีการที่ใช้เช่น การสังเกต (observation) สอบถามนักเรียนเป็นรายบุคคล และการตรวจแบบฝึกหัด

2.1) การวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนด้วยการสังเกต และสอบถามนักเรียนเป็นรายบุคคล ครูผู้สอนต้องมีทักษะในการสังเกตและการตั้งคำถามเพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่อง ซึ่งจะได้ผลดี

ในนักเรียนกลุ่มเล็กและครูมีความใกล้ชิดกับเด็ก ผลการวินิจฉัยโดยวิธีนี้จะตรงกับความเป็นจริงสูง แต่ปัจจุบันนักเรียนมีจำนวนมาก ครูแต่ละคนมีงานที่ต้องรับผิดชอบและความจำกัดของเวลาในการเรียนแต่ละเนื้อหา จึงเป็นการไม่สะดวกในการใช้วิธีนี้

2.2) การวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนจากการแสดงวิธีทำของนักเรียนในแบบฝึกหัดหรือแบบสอบอัตนัย เป็นวิธีการที่ได้ผลวิธีหนึ่งในการวินิจฉัยข้อบกพร่อง ครูผู้วินิจฉัยจะต้องเชี่ยวชาญเนื้อหานั้นเป็นอย่างดี แต่เวลาที่ใช้ในการสอบ การตรวจ และการวินิจฉัยค่อนข้างมากทำให้เป็นข้อจำกัดของวิธีนี้

จากการวินิจฉัยการเรียนคณิตศาสตร์ข้างต้น จะเห็นได้ว่ามีวิธีการหลากหลายที่ใช้ในการค้นหาข้อบกพร่องของนักเรียนในการเรียนคณิตศาสตร์ เช่น การสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน การตรวจแบบฝึกหัด การเขียนแสดงวิธีทำของนักเรียน เทคนิคการคิดเสียงดัง (think aloud) การใช้แบบสอบวินิจฉัยในระดับใด และสารสนเทศที่ต้องการมีลักษณะอย่างไร

ตอนที่ 3 โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การแก้ปัญหาถือเป็นทักษะที่สำคัญ และเป็นทักษะการคิดขั้นสูงอย่างหนึ่ง การแก้ปัญหาเป็นพื้นฐานสำคัญของการเรียนและเป็นเป้าหมายหลักของการจัดการศึกษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในวิชาคณิตศาสตร์ที่เน้นให้เห็นถึงความสำคัญของทักษะการแก้ปัญหา โดยถือว่าทักษะที่สำคัญทักษะหนึ่งจะเห็นได้จากในมาตรฐานการเรียนรู้ที่ 6 ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ อันประกอบด้วย ความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และมีการเน้นย้ำให้ครูที่สอน จัดการเรียนการสอนและทำการวัดและประเมินผลเพื่อตรวจสอบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน ซึ่งได้นำเสนอในประเด็นของความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ กระบวนการที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ รวมถึงองค์ประกอบที่สำคัญที่ส่งผลต่อประสิทธิผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

National Council of Teachers of Mathematics (NCTM, 1989); Reff and et al, (2006); Mayer and Wittrock (2006) ได้กล่าวถึงความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยสรุปได้ว่า การแก้ปัญหา หมายถึง การคิด การกระทำ หรือ การมีส่วนร่วมในสถานการณ์ซึ่งเป็น

สถานการณ์ที่ไม่ได้พบเห็นเป็นปกติ แต่เป็นสถานการณ์ที่แปลกใหม่ที่ไม่ได้พบเห็นหรือรู้ล่วงหน้ามาก่อน โดยแต่ละคนจะมีความสามารถในการเข้าใจและรับรู้ในปัญหาได้มากน้อยแตกต่างกัน ผู้แก้ปัญหา (Problem solver) จะต้องนำความรู้ความเข้าใจและทักษะพื้นฐานต่างๆ ที่มีมาเพื่อที่จะหาวิธีการแก้ปัญหา Connell; Sheridan and Gardner (Koeppen and et al, 2008) ได้สรุปลักษณะความเป็น “ความสามารถในการตระหนักถึง” การประเมินสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของ PISA ตั้งแต่ปี 2001 – 2012 เป็นการประเมินเกี่ยวกับการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Literacy) ที่เน้นให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเหมือนดั่งสถานการณ์ในการดำเนินชีวิตจริง กระตุ้นให้หาข้อมูล สำรวจตรวจสอบ และนำไปสู้การแก้ปัญหา ในกระบวนการนี้ต้องการทักษะหลายอย่าง เป็นต้นว่า ทักษะการคิดและการใช้เหตุผล ทักษะการโต้แย้ง การสื่อสาร ทักษะการสร้างตัวแบบ การตั้งปัญหาและการแก้ปัญหา การนำเสนอ การใช้สัญลักษณ์ การดำเนินการ ในกระบวนการเหล่านี้ นักเรียนต้องใช้ทักษะต่างๆ ที่หลากหลายมารวมกัน หรือใช้ทักษะหลายอย่างที่ทับซ้อนหรือคาบเกี่ยวกัน สมรรถนะของคนไม่ใช่สิ่งที่จะแยกออกมาวัดได้โดดๆ แต่ในการแสดงความสามารถอย่างใดอย่างหนึ่ง อาจมีหลายสมรรถนะซ้อนกันอยู่ นักเรียนจำเป็นต้องมีและสามารถใช้หลายสมรรถนะหรือเรียกว่า กลุ่มของสมรรถนะในการแก้ปัญหาซึ่งรวมไว้เป็นสามกลุ่ม คือ 1) Reproduction : การทำใหม่ 2) Connection : การเชื่อมโยง 3) Reflection and Communication : การสะท้อนและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554) ซึ่ง PISA ในปี 2003 ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาว่าไม่ใช่เพียงแค่การนำความรู้ที่สะสมไว้มาทำซ้ำๆ แต่จะเกี่ยวข้องกับการนำความรู้ ทักษะ และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์รวมถึง แหล่งข้อมูลทางจิตวิทยาอื่นๆ เช่น เจตคติ แรงจูงใจ มาใช้ให้เป็นประโยชน์ และล่าสุด PISA ปี 2012 ได้กล่าวถึงสมรรถนะการแก้ปัญหาว่า คือ ความสามารถของแต่ละบุคคลที่จะเข้าร่วมในการประมวลผลการเรียนรู้ที่จะเข้าใจและแก้ไขสถานการณ์ปัญหาที่วิธีการของการแก้ปัญหาที่ยังไม่รู้ชัดเจนทันที ซึ่งจะรวมถึงความเต็มใจที่จะมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหากับสถานการณ์ดังกล่าวเพื่อให้บรรลุศักยภาพของความเป็นพลเมืองที่สร้างสรรค์ นอกจากนี้ยังมีนักการศึกษาหลายท่านที่ได้ให้ความสนใจเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ได้ให้ความหมายของสมรรถนะการแก้ปัญหาไว้ดังนี้ Mayer (1980) ได้กล่าวว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ การประมวลผลความรู้ ความเข้าใจโดยตรงที่เปลี่ยนสถานการณ์ให้อยู่ในสถานการณ์ที่ต้องการเมื่อไม่มีวิธีการที่ชัดเจนของการแก้ปัญหาที่สามารถใช้ได้เพื่อแก้ปัญหา Niss; Mogens (2006) ได้กล่าวถึงสมรรถนะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย (ไม่ว่าจะเป็นคณิตศาสตร์บริสุทธิ์ คณิตศาสตร์ประยุกต์ คำถามปลายเปิด หรือ ปลายปิด) ไม่ว่าจะถูกตั้งโดยผู้อื่นหรือด้วยตนเองและได้อย่างเหมาะสมในวิธีการที่หลากหลายแตกต่างกันต่อมา Reeff and et al. (2006) ได้กล่าวถึงสมรรถนะการแก้ปัญหาว่าคือ ความคิด และการกระทำที่จะแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ขั้นตอนการแก้ปัญหาปกติจะสามารถ

ใช้ได้ โดยผู้แก้ปัญหาแต่ละคนจะมีการกำหนดเป้าหมายที่ดีในการกำหนดเป้าหมายที่ดีในการแก้ปัญหาต่างกัน วิธีการแก้ปัญหาที่สามารถใช้ได้เป็นประจำความเข้าใจในสถานการณ์ปัญหาและการเปลี่ยนแปลงทีละขั้นตอนของมันขึ้นอยู่กับวางแผนและการใช้เหตุผลซึ่งถือเป็นกระบวนการของการแก้ปัญหา จากที่กล่าวมา จะเห็นว่าการแก้ปัญหาประกอบด้วยประเด็นที่เป็นส่วนที่สำคัญ 4 ประการ คือ 1) การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการทางปัญญา ที่เกิดจากความรู้ความเข้าใจของผู้แก้ปัญหา 2) การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการของการประยุกต์ใช้ความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่ 3) การแก้ปัญหาเป็นลักษณะเฉพาะของแต่ละบุคคล คือ แต่ละบุคคลจะมีการรับรู้ และการเข้าใจปัญหาที่แตกต่างกัน และเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันได้ 4) การแก้ปัญหามีองค์ประกอบในการที่จะทำให้บรรลุเป้าหมายในการแก้ปัญหานั้นๆ

จากแนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่กล่าวมาตามทรรศนะของ PISA, Mayer; Niss; Reeff and et al. สามารถสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถเฉพาะบุคคลที่จะนำความรู้และทักษะในระบุปัญหา ค้นหาสารสนเทศที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น บูรณาการสารสนเทศอย่างมีเหตุผลในการนำไปสู่ การแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ปัญหาหรือสถานการณ์ที่อยู่ในโลกแห่งความเป็นจริง โดยจากความหมายที่ได้ศึกษานี้จะสามารถกล่าวได้ว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้นประกอบด้วยส่วนประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ 2 ส่วน คือ 1) ความรู้ในด้านของเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่จะเป็นพื้นฐานในการนำไปใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่แปลกใหม่ และ 2) ความสามารถทางด้านทักษะต่างๆ ที่จะนำความรู้ไปใช้ในการเลือกแนวทางการแก้ปัญหาและดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.2 ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์

การแยกประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้นได้มีนักการศึกษา ได้ทำการจำแนกประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ดังนี้

3.2.1 พิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหา

แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท (Polya, 1957) คือ

1) ปัญหาให้ค้นหา (Problems to Find) เป็นปัญหาที่ใช้ค้นหาสิ่งที่ต้องการซึ่งอาจเป็นปัญหาในเชิงทฤษฎี หรือปัญหาในเชิงปฏิบัติ อาจเป็นรูปธรรมหรือนามธรรม ส่วนสำคัญของปัญหานี้แบ่งเป็น 3 ส่วนคือ สิ่งที่ต้องการหา ข้อมูลที่กำหนดให้ และเงื่อนไข

2) ปัญหาให้พิสูจน์ (Problems to Prove) เป็นปัญหาที่ให้แสดงการหาคำตอบอย่างสมเหตุสมผลว่า ข้อความที่กำหนดให้เป็นจริงหรือเป็นเท็จ ส่วนสำคัญของปัญหานี้แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ สมมติฐาน หรือสิ่งที่กำหนดให้ และผลสรุปหรือสิ่งที่ต้องพิสูจน์

3.2.2 พิจารณาจากความซับซ้อนของปัญหา

แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท (Baroody, 1993) คือ

1) ปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นประจำ (Routine Problem) หรือปัญหาอย่างง่าย หรือปัญหาชั้นเดียว ไม่ซับซ้อน เป็นปัญหาที่ใช้ในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์อย่างเดียว และสามารถแก้ปัญหานั้นโดยตรง

2) ปัญหาที่ไม่ได้เกิดขึ้นเป็นประจำหรือเป็นปัญหาที่แปลกใหม่ (Non-routine Problem) แบ่งออกเป็น 7 ลักษณะดังนี้

2.1) ปัญหาซับซ้อนหรือปัญหาหลายชั้น (Complex Translation Problems) เป็นปัญหาที่จะต้องประยุกต์ใช้ในการดำเนินการคณิตศาสตร์ตั้งแต่ 2 การดำเนินการขึ้นไปในการแก้ปัญหา

2.2) ปัญหาที่ต้องปรับใช้สิ่งอื่นของปัญหา (Other Modification of Translation Problem) เป็นการรวบรวมปัญหาหลายชั้น และชั้นเดียวแล้วเปลี่ยนเป็นวิธีการอื่นๆ เพื่อต้องการความคิดวิเคราะห์ได้แก่ ปัญหาที่ต้องการหาองค์ประกอบที่ผิด หรือสิ่งที่ผิดของโจทย์ ปัญหาที่ต้องการประยุกต์คำตอบ ปัญหาที่ให้ข้อมูลมากๆ หรือข้อมูลน้อยๆ หรือข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง ปัญหาที่สามารถแก้ปัญหาได้มากกว่า 1 วิธี ปัญหาที่ต้องการคำตอบมากกว่า 1 คำตอบ ปัญหาที่ต้องการใช้ความอดทนในการแก้ปัญหา

2.3) ปัญหากระบวนการ (Process Problem) เป็นปัญหาที่ต้องใช้ยุทธวิธีต่างๆ ในการแก้ปัญหา

2.4) ปัญหาปริศนา (Puzzle Problem) เป็นปัญหาที่มีเทคนิค และต้องการความลึกซึ้ง เป็นปัญหาที่เกี่ยวกับกลอุบาย ปัญหาประเภทนี้จะทำให้เกิดความสนุกสนานและท้าทาย

2.5) ปัญหาเฉพาะที่ไม่ระบุเป้าหมาย (Nongoal-Specific Problem) ปัญหาประเภทนี้ มีลักษณะเป็นปัญหาปลายเปิด ซึ่ง ไม่ต้องการหาคำตอบหรือเงื่อนไขคำตอบ

2.6) ปัญหาประยุกต์ (Applied Problem) ขยายจากสถานการณ์ในชีวิตจริง

2.7) ปัญหายุทธวิธี (Strategy Problem) กำหนดจุดมุ่งหมายที่จะต้องแก้ไขผู้เรียนบางคนอาจจะมุ่งไปที่คำตอบว่าถูกต้องหรือไม่ แต่ปัญหาประเภทนี้จะช่วยระบุหรือเน้นยุทธวิธีที่จะช่วยทำให้เข้าใจปัญหา และกระบวนการในการแก้ปัญหา

3.2.3 พิจารณาตามลักษณะของปัญหา

แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็น 3 ลักษณะ (Bitter, Hatfield and Edwards, 1989) คือ

1) ปัญหาปลายเปิด (Open – Ended) เป็นปัญหาที่มีจำนวนคำตอบที่เป็นไปได้หลายคำตอบ ปัญหาเหล่านี้มองว่า กระบวนการแก้ปัญหาเป็นสิ่งสำคัญมากกว่าคำตอบ

2) ปัญหาให้ค้นพบ (Discovery) ปัญหาประเภทนี้จะให้คำตอบในขั้นสุดท้าย แต่จะมีวิธีการที่หลากหลายให้ผู้เรียนใช้ในการหาคำตอบ

3) ปัญหาที่กำหนดแนวทางในการค้นพบ (Guided discovery) เป็นปัญหาที่เป็นลักษณะร่วมของปัญหา มีเงื่อนไขปัญหา และบอกทิศทางในการแก้ปัญหา ผู้เรียนไม่รู้สึกหมดหวังในการหาคำตอบ

3.3.4 พิจารณาจากการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างปัญหา

แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท (Reeff and et al., 2006) คือ

1) ปัญหาที่เปลี่ยนแปลงได้เสมอ (Dynamic problem) เป็นปัญหาที่มีการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาได้ตามเวลาและการปฏิบัติเกี่ยวกับการตอบ ดังนั้นสานการณ์ของปัญหาในลักษณะนี้จะคล้ายคลึงกับปัญหาหรือสถานการณ์ในชีวิตจริง

2) ปัญหาที่คงที่ไม่เปลี่ยนแปลง (Static problem) เป็นปัญหาที่กำหนดข้อมูลมาทั้งหมด และสามารถคาดการณ์ได้ล่วงหน้า สถานการณ์ของปัญหาไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลา

3.2.5 พิจารณาจากส่วนประกอบของปัญหา

แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท (Mayer, R. E. & Wittrick, R. C., 2006) คือ

1) ปัญหาที่กำหนดส่วนประกอบของปัญหามาให้อย่างดี (Well-defined problem) เป็นปัญหาที่มีความชัดเจนในสถานการณ์ที่ให้มา ความชัดเจนในเป้าหมายของการแก้ปัญหา และความชัดเจนในวิธีการดำเนินการเพื่อแก้ปัญหานั้น

2) ปัญหาที่กำหนดส่วนประกอบของปัญหาไม่ชัดเจน (ill-defined problem) เป็นปัญหาที่ไม่มีความชัดเจนหรือมีความคลุมเครือในการเสนอสถานการณ์ เป้าหมายของปัญหา และวิธีการดำเนินการเพื่อที่จะแก้ปัญหานั้น

จากข้างต้น สามารถสรุปปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. ปัญหาที่มีความซับซ้อน และเปลี่ยนแปลงตามสถานการณ์ / หรือ แปลกใหม่ เป็นปัญหาที่ไม่ได้เกิดขึ้นเป็นประจำ ซึ่งต้องใช้ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์หลายชั้นช่วยในการค้นหา / หรือพิสูจน์ เช่น ปัญหาในการทดสอบระดับชาติของ PISA เป็นต้น

2. ปัญหาที่ไม่ซับซ้อน ไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลา เกิดขึ้นเป็นประจำในชีวิตประจำวัน ซึ่งสามารถคาดการณ์ล่วงหน้าได้ การแก้ปัญหาไม่ได้มีความยุ่งยากใช้ความรู้และทักษะไม่มากนัก เช่น การทำโจทย์ในหนังสือเรียน เป็นต้น

3.3 กระบวนการและองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3.3.1 กระบวนการ / ขั้นตอน ของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

กระบวนการหรือขั้นตอนของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะช่วยในการวางแผนการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องและสมเหตุสมผล ซึ่งมีนักการศึกษาทางคณิตศาสตร์หลายท่านได้ระบุกระบวนการ/ ขั้นตอนที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังเช่น

Polya (1971) ได้แบ่งกระบวนการแก้ปัญหาออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ 1) ทำความเข้าใจปัญหา 2) วางแผนแก้ปัญหา 3) ดำเนินการตามแผน 4) ตรวจสอบคำตอบ ดังรูปที่ 1 และจากแนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาของ Polya นี้ได้ถูกนำไปใช้อย่างกว้างขวางในการสอนให้นักเรียนทำการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นขั้นตอน ทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ นอกจากนี้ยังมีนักวิชาการที่ได้เสนอกระบวนการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 5 ขั้น คือ 1) อ่านสถานการณ์ที่กำหนดให้ 2) วิเคราะห์ 3) สืบสวนวินิจฉัย 4) วางแผนและปฏิบัติ 5) พิสูจน์และยืนยันคำตอบ นอกจากนี้ Troutman and Lichtenberg (1995) ได้เสนอกระบวนการในการแก้ปัญหาไว้ 6 ขั้น ซึ่งก็ใช้แนวคิดจากกระบวนการแก้ปัญหาของ Polya เช่นกัน ประกอบด้วย 1) การทำความเข้าใจปัญหา 2) กำหนดแผนที่ใช้ในการแก้ปัญหา 3) ดำเนินการตามแผน 4) ประเมินแผนและคำตอบที่ได้ 5) ขยายปัญหาเพื่อค้นหารูปแบบทั่วไปของคำตอบของปัญหา 6) บันทึกการแก้ปัญหาเพื่อจะได้กลับมาทบทวนความพยายามของตนเอง

จากการทบทวนเอกสารที่เกี่ยวกับกระบวนการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ยังคงใช้แนวทางของ Polya เป็นกระบวนการ/ ขั้นตอนในการนำไปใช้ในการแก้ปัญหา (Steps or procedure to Problem Solving) ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้น คือ 1) ทำความเข้าใจปัญหา 2) การสร้างตัวแทนปัญหา 3) การวางแผนในแก้ปัญหา 4) ดำเนินการตามแผน 5) ประเมินผลการแก้ปัญหา

3.3.2 องค์ประกอบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหา

องค์ประกอบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาจะเป็นองค์ประกอบย่อยๆ ที่มีอยู่ในตัวบุคคลที่จะส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งนักการศึกษาได้มีการตรวจสอบองค์ประกอบดังกล่าวโดยใช้แนวทางหลายวิธี เช่น การวิเคราะห์องค์ประกอบ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของตัวแปรที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

Schoenfeld (1983, 2008) ได้กล่าวถึง ลักษณะและทักษะที่จำเป็นในการที่จะประสบความสำเร็จในวิชาคณิตศาสตร์และจากการศึกษาถึงงานวิจัยในประเทศสหรัฐอเมริกาในช่วงปี 1970 – 2008 พบว่า 4 ลักษณะของความรู้ / ทักษะที่เป็นองค์ประกอบที่จำเป็นในการแก้ปัญหาทาง

คณิตศาสตร์ประกอบด้วย 1) แหล่งข้อมูล เป็นเรื่องความรู้และกระบวนการของคณิตศาสตร์ 2) การวิเคราะห์พฤติกรรม กลยุทธ์และเทคนิคในการแก้ปัญหา เช่น การทำงานแบบย้อนกลับ หรือ การเขียนตัวเลข 3) การควบคุม การตัดสินใจเกี่ยวกับเวลาและสิ่งที่แหล่งข้อมูลและกลยุทธ์ในการใช้ และ 4) ความเชื่อ เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ “มุมมองของโลก” ที่จะกำหนดวิธีการแก้ปัญหา ต่อมา Mayer และ Hegarty (1996) ได้ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบของการแก้ปัญหาและสามารถสรุปองค์ประกอบของการแก้ปัญหาประกอบด้วย 1) การแปลความ 2) การบูรณาการ 3) การวางแผน 4) การดำเนินการ ในการศึกษาอีกแนวทางหนึ่งคือการสกัดเพื่อหาองค์ประกอบของการแก้ปัญหา (Elements of the Problem Solving) เพื่อดูว่าการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้นมีองค์ประกอบใดบ้างเพื่อที่จะนำมาใช้ในการออกแบบวัดและประเมินความสามารถของนักเรียนตามองค์ประกอบเหล่านั้น และ Mayer and Wittrock (2006) ได้เสนอองค์ประกอบของนักเรียนที่จำเป็นต้องมี 4 ลักษณะ ในการที่จะนำไปสู่การเป็นนักแก้ปัญหาที่ประสบความสำเร็จคือ 1) รู้ข้อเท็จจริง : ความรู้เกี่ยวกับลักษณะขององค์ประกอบต่างๆ ของเหตุการณ์ เช่น 100 เซนต์ เท่ากับ 1 ดอลลาร์ 2) รู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ : ความรู้เกี่ยวกับหมวดหมู่ กฎเกณฑ์ หรือ โมเดล ต่างๆ เช่น วิธีการตีโจทย์ปัญหา 3) รู้ขั้นตอนการดำเนินการ : ความรู้ในขั้นตอนที่เฉพาะ เช่น ขั้นตอนการหารยาว 4) ความเชื่อ : ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมรรถนะการแก้ปัญหาหรือธรรมชาติของการแก้ปัญหาของแต่ละสถานการณ์ และยังมีงานวิจัยที่น่าสนใจของ Wu และ Adams (2006) ที่ได้สกัดองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาทาง โดยเขาได้สกัดองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้ 1) ความสามารถในการอ่าน หรือ ความสามารถในการสกัดข้อมูลทั้งหมดออกมาจากปัญหา หรือ คำถาม 2) การมีสามัญสำนึก และ ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหากับสถานการณ์ในชีวิตจริง 3) การเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ความรู้ทางคณิตศาสตร์และการให้เหตุผล 4) ทักษะในการคำนวณและความระมัดระวังในการคำนวณคณิตศาสตร์ จากองค์ประกอบทั้ง 4 นี้ เขาได้ทำการออกแบบแบบสอบเพื่อทดสอบนักเรียนและใช้ผลการตอบข้อสอบในการประมาณความสามารถของนักเรียนในแต่ละองค์ประกอบของการแก้ปัญหาเพื่อรายงานผลให้นักเรียนแต่ละคนได้ทราบว่าแต่ละคนนั้นมีจุดแข็ง หรือจุดอ่อนในองค์ประกอบใดของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

งานวิจัยในประเทศไทยมีการศึกษาเพื่อหาองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยในปี พ.ศ. 2540 สมเดช บุญประจักษ์ (2540 : 33) ได้กล่าวถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน มีดังนี้ 1) ความสามารถในการเข้าใจปัญหา เช่น ทักษะการอ่านและความละเอียดรอบคอบ โดยผู้เรียนต้องอ่านอย่างรอบคอบ วิเคราะห์และทำความเข้าใจกับปัญหา โดยอาศัยความรู้เกี่ยวกับศัพท์ บทนิยาม มโนมติ และข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เพื่อที่จะได้ตัดสินใจว่าควรจะทำอะไรและอย่างไร

เป็นการแสดงออกถึงศักยภาพทางสมองของผู้เรียนในการระลึก การนำมาเชื่อมโยงกับปัญหาที่เผชิญอยู่ 2) ทักษะในการแก้ปัญหา การเผชิญกับปัญหาที่แปลกใหม่ การเลือกใช้ยุทธวิธีที่เหมาะสมจะเป็นการสั่งสมประสบการณ์ในการแก้ปัญหา ทำให้สามารถวางแผนเพื่อกำหนดยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็วและเหมาะสม3) ความสามารถในการคำนวณและความสามารถในการใช้เหตุผล 4) แรงขับ ซึ่งได้มาจากความสนใจ เจตคติ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความสำเร็จ ตลอดจนความซาบซึ้งในการแก้ปัญหา 5) ความยืดหยุ่น ในการคิด ไม่ยึดติดกับรูปแบบ การแก้ปัญหาแบบใดแบบหนึ่ง สามารถบูรณาการ ความเข้าใจ ทักษะและความสามารถในการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ 6) ความรู้พื้นฐานที่ดีพอ สามารถนำมาใช้ได้อย่างเหมาะสมสอดคล้องกับสาระของปัญหา และระดับสติปัญญา 7) การอบรมเลี้ยงดู จากครอบครัวที่มีการเลี้ยงดูแบบประชาธิปไตย ให้โอกาสแสดงความคิดเห็น คิดและตัดสินใจได้ด้วยตนเอง มีแนวโน้มที่จะมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่า ผู้เรียนที่มาจากครอบครัวที่เลี้ยงแบบปล่อยปละละเลย หรือเข้มงวดเกินไป 8) วิธีสอนของผู้สอน ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดอย่างอิสระ นอกจากนี้ การจัดสภาพแวดล้อม ก็มีผลที่เอื้อต่อการพัฒนาความสามารถของผู้เรียน เช่นกัน ดังที่มะลิวรรณ โคตรศรี (2547) ได้พัฒนาโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยได้ศึกษาและพบว่าตัวแปรแฝง 5 ตัว ได้แก่ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ แบบการคิด ความวิตกกังวลในวิชาคณิตศาสตร์ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และความรู้พื้นฐานเดิมทางคณิตศาสตร์ เป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลทางตรงต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญ ต่อมาในปี พ.ศ. 2552 สาคร พิมพ์ทา และคณะได้ศึกษาถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่าปัจจัยที่มีผลทางตรงต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนประกอบด้วยเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ความเชื่อมั่นในตนเอง และพฤติกรรมการสอนของครู ส่วนปัจจัยที่มีผลทางอ้อมต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ แรงจูงใจและประสิทธิภาพของแต่ละบุคคล

จากที่ได้กล่าวมาจะพบว่าการวิเคราะห์เพื่อหาองค์ประกอบของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้นจะทำให้สามารถนำไปวัดและประเมินความสามารถของนักเรียนได้ตรงกับองค์ประกอบที่จำเป็นและสำคัญในการใช้แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สามารถช่วยระบุจุดเด่น จุดด้อยของนักเรียนเพื่อนำไปสู่การพัฒนาความสามารถในองค์ประกอบที่เป็นจุดเด่นของนักเรียน และแก้ไขจุดบกพร่องในองค์ประกอบที่เป็นจุดด้อยที่นักเรียนได้ต่อไป ซึ่งก็คือรูปแบบการวินิจฉัยข้อบกพร่องนั่นเอง และจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องจะเห็นว่าโดยสรุปแล้วองค์ประกอบที่สำคัญของการที่จะสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ 2 ประการคือ 1) ด้านความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น 2) ด้านทักษะทางคณิตศาสตร์ เช่น ทักษะ

การให้เหตุผล ทักษะคำนวณ ทักษะการเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม และ 3) ด้านเจตคติ แบบการคิด ความเชื่อมั่นในตนเอง หรือแรงจูงใจในการแก้ปัญหา

ตอนที่ 4 แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวกับการคิดออกเสียง (Think aloud)

เทคนิคการคิดออกเสียงเปนเทคนิคการวิจัยที่ได้รับการนำมาประยุกต์ใช้เพื่อการศึกษาวิจัยต างๆ อยางหลากหลาย เชน การศึกษาจิตวิทยาคลินิก การศึกษากระบวนการคิดในการแกไขปญหา และ การตัดสินใจ การศึกษากลยุทธในการอาน การเขียน และการแปล ซึ่งผู้วิจัยจะนำเสนอในหัวข้อเกี่ยวกับเทคนิคการคิดออกเสียงในประเด็นต่างๆ ได้แก่ ประเภทของเทคนิคการคิดออกเสียง ข อดี และข อจำกัดของเทคนิคการคิดออกเสียง รวมถึง การนำเทคนิคการคิดออกเสียงไปใช้ประโยชน์ในงานวิจัยด้านการวินิจฉัยการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ผู้ที่สนใจรวมถึงผู ที่พิจารณาใช เทคนิคการคิดออกเสียงในการค นควา วิจัย เกี่ยวกับการวินิจฉัยในกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีความรู้ความเขาใจเกี่ยวกับเทคนิคดังกลาวและ สามารถประยุกต์ใช้ได้อยางเหมาะสมตอไป

4.1 ประเภทของเทคนิคการคิดออกเสียง

เทคนิคการคิดออกเสียง แบ่งออกได้เป็นหลายประเภทขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่ง เช่น หากแบงตามสถานที่ในการดำเนินการคิดออกเสียง จะแบงออกเปน การคิดออกเสียงแบบตัวตอตัว (Face-to-face Protocols) และการคิดออกเสียงแบบทางไกล (Remote protocols) ผ านทางโทรศัพท ผ่านบริการคุยออนไลน์ (Online Chat Service)์ หรือผ่านเทคโนโลยีอื่นๆ ที่ใชคอมพิวเตอรเปนสื่อ เปนต น (Oh & Wildemuth, 2009) อย่างไรก็ดีประเภทของเทคนิคการคิดออกเสียงที่มีการใช้อยางกว างขวางมากที่สุด และจะกลาวถึงในที่นี้เปนการจำแนกตามชวงเวลาที่ดำเนินการคิดออกเสียง ซึ่งแบ งออกเป น 2 ประเภท คือ การคิดออกเสียง ขณะปฏิบัติงาน (Concurrent protocols/Concurrent Think Aloud-CTA) และการคิดออกเสียงภายหลังการปฏิบัติงาน (Retrospective protocols/ Retrospective Think Aloud - RTA) (Ericsson & Simon, 1993; OlmstedHawala, Murphy, Hawala, & Ashenfelter, 2010) 1) การคิดออกเสียงขณะปฏิบัติงาน การคิดออกเสียงขณะปฏิบัติงาน เป็นการรวบรวมข้อมูลโดยให้ผู้เข้าร่วมวิจัยปฏิบัติงานและพูดถึงสิ่งที่ตนเองคิดอยู่ไปพร้อมๆ กัน (Van Gog & Paas, 2008) และถึงแม้ว่างานวิจัยจำนวนหนึ่งจะแสดงให้เห็นว่าการคิดออกเสียงขณะปฏิบัติงานและการคิดออกเสียงภายหลังการปฏิบัติงานจะนำมาซึ่งผลศึกษาที่คล้ายคลึงกัน (Nguyen & Shanks, n.d.) แต่การศึกษาพบวา ร อยละ 96 ของงานวิจัยที่ใชเทคนิคการคิดออกเสียงจะเปนการคิดออกเสียงประเภทนี้ (Nielsen, Clemmensen, & Yssing, 2002) 2) การคิดออกเสียงภายหลังการปฏิบัติงาน การคิดออกเสียงภายหลังการปฏิบัติงาน

เปนการรวบรวมขอมูลโดยใหผูเขารวมการวิจัย ปฏิบัติงานใหเสร็จกอนโดยไมตองพูดไปพรอมๆ กับการปฏิบัติงาน และทันทีหลังจากที่ผูเขารวมการวิจัยปฏิบัติงานเสร็จแลว ผู้เข้าร่วมการวิจัยต้องพูดในสิ่งที่ตนเองคิดในขณะที่ปฏิบัติงานอยู่ ทั้งนี้การเก็บรวบรวมขอมูลโดยใชวิธีการดังกลาวจะไดรับผลดีที่สุดหากมีการกระตุนผูเขารวมการวิจัยใหพูด โดยแสดงวีดิทัศน การบันทึกการใชงาน (Transaction Log) (Oh & Wildemuth, 2009) หรือ การติดตามการเคลื่อนไหวของดวงตา (Eye Tracking) ซึ่งได บันทึกไว ในขณะที่ผูเขารวมการวิจัยกำลังปฏิบัติงาน

4.2 ข้อดีและข้อจำกัดของเทคนิคการคิดออกเสียง

ในการพิจารณาใชเทคนิคการวิจัยใดๆ การทราบถึงขอดีและขอจำกัดของเทคนิคการวิจัยเป็นสิ่งสำคัญเพราะความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับข้อดีและข้อจำกัดจะช่วยให้ผู้วิจัยตัดสินใจได้ว่าเทคนิคการวิจัยที่ตนกำลังพิจารณาใช้อยู่นั้นมีความเหมาะสมต่องานวิจัยที่กำลังดำเนินการอยู่หรือไม่ เพราะอะไร สำหรับเทคนิคการคิดออกเสียงนี้ ก็เหมือนกับเทคนิคการวิจัยอื่นๆที่มีขอดีและขอจำกัด ซึ่งควรไดรับการพิจารณาโดยสรุปดังนี้

4.2.1 ข้อดีของเทคนิคการคิดออกเสียง ในภาพรวมเทคนิคการคิดออกเสียงเป็นเทคนิคการวิจัยที่สามารถให้ข้อมูลได้เป็นจำนวนมาก (Rich Data) ซึ่งอาจเป็นไปไม่ได้ที่จะรวบรวมข้อมูลเหล่านี้โดยใช้เทคนิคการวิจัยอื่นๆ (Griffiths, Hartley, & Willson, 2002; Oh & Wildemuth, 2009) เช่น แบบสอบถามไม่สามารถใช้เพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปฏิกิริยาตอบกลับ (Reaction) หรือการวิเคราะหขอมูลการใชงาน (Log Analysis) ก็ไม่สามารถใช้เพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับอารมณ์ความรู้สึกในขณะที่เทคนิคการคิดออกเสียงสามารถรวบรวมไดทั้งขอมูลเกี่ยวกับปฏิกิริยาตอบกลับ อารมณความรู้สึกและปัญหาที่ผู้เข้าร่วมการวิจัยประสบในขณะที่ปฏิบัติงานอยู่ ในขณะที่ปฏิบัติงานอยู สำหรับจำนวนผูเขารวมการวิจัยเพื่อการรวบรวมขอมูลนั้นไมจำเปนต้องใช้ผู้เข้าร่วมการวิจัยเป็นจำนวนมาก (Hughes & Parkes, 2003) เนื่องด้วยปริมาณที่รวบรวมได้มักเป็นจำนวนมาก (Benbunan-Fich, 2001) ดังนั้น ในการรวบรวมขอมูลดวยเทคนิคการคิดออกเสียงจึงจำเปนตองมีผู้เข้าร่วมการวิจัยจำนวน 5-8 คน (Nielsen & Yssing, 2004) หรืออาจจะเปน 10-30 คนเทานั้น (Hoppmann, 2009) อีกทั้งในการดำเนินการรวบรวมขอมูล ก็สามารถกระทำไดงาย เพราะเปนการดำเนินการที่ตรงไปตรงมา ไมจำเปนตองมีทักษะขั้นสูงใดๆ ผูเขารวมการวิจัยมักจะสามารถพูดถึงสิ่งที่ตนกำลังคิดไปพรอมๆ กับการปฏิบัติงานไดตามปกติหลังจาก ที่ไดรับคำแนะนำงายๆ จากผูวิจัยแลว (Oh & Wildemuth, 2009) ดานขอมูลที่รวบรวมไดจากผูเขารวมการวิจัยจะเปนขอมูลที่รวบรวม ได จากผูใชจริงโดยตรงซึ่งเปนตัวแทนของประชากรทั้งหมด และเปนขอมูลที่สะทอนออกมาจากการใชงานจริงของผูเขารวมการวิจัย (Van den Haak, De Jong, & Schellens, 2003) มิใชเปนเพียงความ

นึกคิด ดังเชน ขอมูลที่รวบรวมไดจากการสัมภาษณ (Interview) หรือการใช้กลุมสนทนา (Focus group) ทั้งนี้ ขอมูลที่ไดจากผูเขารวมการวิจัยยังเปนขอมูลที่ปราศจาก อิทธิพลที่เกิดจากการมีปฏิสัมพันธกับผูเขารวมการวิจัยคนอื่นๆ (Peer interaction) (Young, 2005) ดังเชนที่อาจเกิดขึ้นในการรวบรวมขอมูลดวยการใช้การสนทนากลุ่มเพราะในการรวบรวมข้อมูลด้วยเทคนิคการคิดออกเสียง ผู้เขารวมการวิจัยแตละคนจะมุงเนนไปที่กระบวนการดำเนินงานและความคิดของตนในขณะที่กำลังใหขอมูล ดวยเหตุนี้ขอมูลที่รวบรวมไดจากเทคนิคการคิดออกเสียงจึงมักมีความน่าเชื่อถือในการสะท้อนประเด็นต่างๆ ที่เกี่ยวของกับการวินิจฉัยตนเองได

นอกจากนี้เทคนิคการคิดออกเสียงยังเปนเทคนิคการวิจัยที่ชวยใหสามารถใชประโยชนจากการวิเคราะหขอมูลไดทั้งในมิติของการวิจัยเชงปริมาณ (Quantitative Research) และการวจิยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) (Hoppmann, 2009) เช่น สามารถวิเคราะห์ข้อมูลในเชิงปริมาณได้ในรูปจำนวนและประเภทประเภทของปญหาที่ผูเขารวมการวิจัยประสบ อัตราความสำเร็จในการปฏิบัติงาน และระยะเวลาที่ใชในการปฏิบัติงาน เปนตน สวนการวิเคราะหขอมูลในเชิงคุณภาพนั้น ก็สามารถใหผลการวิเคราะหขอมูลในรูปแนวคิดที่ใชเปนแบบแผนการเขารหัส (Coding Scheme) หรือ กรอบความคิด (Framework) (Katalin, 2000; Hoppmann, 2009) นอกจากประโยชนของเทคนิคการคิดออกเสียงโดยรวมแลว หากพิจารณาเทคนิคการคิดออกเสียงจำแนกตามประเภทก็จะพบประโยชนที่สัมพันธกับเทคนิคการคิดออกเสียงแตละประเภทโดยเฉพาะอีก กลาวคือการคิดออกเสียงขณะปฏิบัติงานมีข้อดีในด้านการขจัดข้อจำกัดเนื่องจากความทรงจำที่ผิดพลาด (Hoppmann, 2009) เพราะผูเขารวมการวิจัยตองปฏิบัติงานและพิสูจน์สิ่งที่ตนคิดไปพร้อมๆกับคำตอบที่ให้จึงเป็นไปตามเวลาที่เกิดขึ้นจริง (Real-time Response) (Nguyen & Shanks, n.d.) โดยไม่ต้องทบทวนความทรงจำในการให้ขอมูลจึงเปนขอมูลที่เกิดจากความคิดในขณะนั้นโดยทันทีผูเขารวมการวิจัยจะไมมีเวลาในการคิดเพื่อเตรียมขอมูลใหเปนความคิดที่พึงปรารถนา (Young, 2005) สวนขอดีของการคิดออกเสียงภายหลังการปฏิบัติงานนั้น ไดแก การปฏิบัติงานในสภาวะที่เปนธรรมชาติ กลาวคือ โดยปกติผูเขารวมการวิจัยจะปฏิบัติงานโดยไม่จำเป็นต้องพูดอะไร ดังนั้น การคดออกเสียงหลังการปฏิบัติงานจึงสอดคล้องกับสภาวะจริงในการปฏิบัติงานที่ไม่ต้องพูดและปฏิบัติงานไปพร้อมกัน ด้วยเหตุนี้ขอมูลที่ไดจึงนาจะเปนขอมูลการปฏิบัติงานตามปกติของผูเขารวมการวิจัยไมใชพฤติกรรมการปฏิบัติงานที่ดีขึ้นหรือแยลงกวาปกติอันอาจเปนผลกระทบของการพูดไปพร้อมๆกับการปฏิบัติงาน (Oh & Wildemuth, 2009) ที่เปนเชนนี้เพราะการคิดออกเสียงไปพรอมๆ กับการปฏิบัติงานอาจทำให้ผู้เข้าร่วมการีวิจัยมีกระบวนการคิดที่เป็นระบบมากขึ้น จึงส่งผลให้พฤติกรรมการปฏิบัติงานดีขึ้น ในทางตรงกันข้ามการคิดออกเสียงไปพร้อมๆ กับการปฏิบัติงานอาจสงผลใหเกิดพฤติกรรมการปฏิบัติงานที่แยลง เนื่องจากผูเขารวมการวิจัยตองถายโอนความคิดใหเปนคำพูด แลวพูดออกมาในขณะที่กำลังปฏิบัติงานไปดวย นอกจากนี้การคิดออกเสียงภายหลังการปฏิบัติงานยังมีขอดีในการชวย

ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยเปิดเผยข้อมูลซึ่งมีคุณภาพได้มากกว่าหากกระตุ้นให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยพูดด้วยสื่อที่มีการบันทึกไว้ในขณะที่กำลังปฏิบัติงานอยู่อย่างเหมาะสม (Hyrskykari, Ovaska, Majaranta, Räihä, & Lehtinen, 2008)

4.2.2 ข้อจำกัดของเทคนิคการคิดออกเสียงในภาพรวม เทคนิคการคิดออกเสียงเป็นเทคนิคการวิจัยที่สามารถให้ได้เฉพาะข้อมูลเกี่ยวกับความคิดและกระบวนการทำงานที่ผู้เข้าร่วมการวิจัยรับรู้เท่านั้นแต่รวมถึงข้อมูลที่เป็นกระบวนการอัตโนมัติต่างๆ (Bourg, 2011) เช่น การจดจำคำพูดหรือภาพที่คุ้นเคยได้โดยไม่รู้ตัว และข้อมูลการประมวลผลที่เกิดขึ้นในระหว่างการปฏิบัติงานซึ่งผ่านไปเร็วมากจนไม่ได้พูด (Charters, 2003) ทั้งนี้ในบางครั้งการแปลงความคิดหรือการกระทำซึ่งซับซ้อนให้เป็นคำพูดก็เป็นเรื่องยากอีกด้วย อุปสรรคที่อาจเกิดขึ้นเนื่องจาก ผู้วิจัยอาจจะไม่สะดวกใจในการคิดออกเสียง โดยเฉพาะหากการปฏิบัติงานและการคิดออกเสียงของตนนั้น จะได้รับการบันทึก (Nguyen & Shanks, n.d.) แม้ว่าข้อมูลที่ได้จากเทคนิคการคิดออกเสียงจะเป็นข้อมูลที่มีคุณภาพในระดับหนึ่ง แต่ก็ยังคงมีปัญหาในเรื่องความสามารถในการสรุปอ้างอิง (Generalizability) ไปยังประชากร (Katalin, 2000) เพราะเป็นข้อมูลที่รวบรวมจากผู้เข้าร่วมการวิจัย (Hoppmann, 2009) อีกทั้งยังมีข้อสงสัยในเรื่องความตรง (Validity) ความเที่ยง (Reliability) และความสามารถในการเปรียบเทียบ (Comparability) อยู่ เพราะข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการปฏิบัติงานและความคิดของผู้เข้าร่วมการวิจัยที่รู้ตัวอยู่ตลอดเวลาว่ากำลังมีผู้สังเกตการณ์สิ่งที่ตนกระทำ (Nguyen & Shanks, n.d.) นอกจากนี้เทคนิคการคิดออกเสียงประเภทนี้ยังมีข้อจำกัดเกี่ยวกับ เรื่องระยะเวลาในการรวบรวมข้อมูล เพราะต้องใช้เวลามากกว่าการคิดออกเสียงขณะปฏิบัติงาน เนื่องจากผู้เข้าร่วมการวิจัยต้องใช้เวลาส่วนหนึ่งในการปฏิบัติงานและภายหลังจากที่ปฏิบัติงานเสร็จแล้วยังต้องใช้เวลาอีกส่วนหนึ่งเพื่อพูดถึงความคิดของตนในขณะที่กำลังปฏิบัติงาน (Van den Haak, De Jong, & Schellens, 2003)

จากข้อความที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงเห็นว่าเทคนิคการคิดออกเสียงสามารถใช้ประโยชน์ร่วมกับงานวิจัยได้ เนื่องด้วยไม่มีเทคนิคการวิจัยใดเพียงเทคนิคเดียวที่จะให้คำอธิบาย เกี่ยวกับปรากฏการณ์ใดๆได้อย่างสมบูรณ์ (Mathison, Meyer & Vargas, 1999) การใช้เทคนิคการวิจัยมากกว่าหนึ่งเทคนิคประกอบกันเพื่อช่วยลดช่องว่างและช่วยให้เกิดความเข้าใจในปรากฏการณ์ต่างๆ ได้มาก ดังนั้นเทคนิคการคิดออกเสียงและการสัมภาษณ์ภายหลังการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยเทคนิคการคิดออกเสียงสามารถช่วยให้ได้ข้อมูลเชิงลึกที่เป็นประโยชน์เพิ่มเติมและสมบูรณ์เพียงพอ (Young, 2005)

ตอนที่ 5 แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวกับเมตาคอกนิชัน

การทบทวนเอกสารที่เกี่ยวกับแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวกับเมตาคอกนิชัน สามารถแบ่งการนำเสนอโดยมีรายละเอียดดังนี้

5.1 ความหมายของเมตาคอกนิชัน

เมตาคอกนิชัน (metacognition) เป็นแนวคิดทางจิตวิทยาการเรียนรู้ ซึ่งเป็นการรู้คิดของบุคคลตามทฤษฎีกระบวนการทำงานทางสมองในการประมวลผลข้อมูลของ Klausmeier ที่สนใจศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาสติปัญญา โดยให้ความสนใจเกี่ยวกับการทำงานของสมอง ซึ่งได้รับความนิยมตั้งแต่ ค.ศ. 1950 จนถึงปัจจุบัน Klausmeier ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการทำงานของสมองว่ามีความคล้ายคลึงกับการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ ดังนั้นการทำงานของมนุษย์เปรียบได้เหมือนกับการทำงานของคอมพิวเตอร์ โดยมีซอฟแวร์ควบคุมการทำงาน เปรียบได้กับการรู้คิดของบุคคล และ Flavell เป็นผู้เรียกการรู้คิดนี้ว่าเมตาคอกนิชัน ต่อมา Flavell (1985) ได้ให้ความหมายของเมตาคอกนิชันว่า หมายถึงการที่บุคคลรู้ถึงกระบวนการคิด รวมทั้งสิ่งต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการคิดของตนเอง อาจปรากฏเป็นความรู้หรือเป็นกิจกรรมทางการคิดที่มีเป้าหมาย มีทิศทาง หรือที่เรียกว่าเป็นการคิดเกี่ยวกับความคิด (cognition about cognition) หลังจากนั้นได้มีนักการศึกษา และนักจิตวิทยาหลายท่านสนใจเกี่ยวกับเมตาคอกนิชันเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ ได้ให้ความหมายดังนี้

Brown และ Smiley (1977 อ้างถึงใน ทองหล่อ วงศ์อินทร์, 2536) กล่าวว่าเมตาคอกนิชันเป็นการรู้ว่าเรารู้ว่าเรารู้สิ่งใด และเข้าใจในสิ่งใด ซึ่งเป็นผลมาจากการที่บุคคลพยายามควบคุมกระบวนการคิดของตนเอง ซึ่งกล่าวได้ว่าเป็นความสามารถในการตรวจสอบความคิดของตนเองหรือเป็นการคิดเกี่ยวกับการคิด

Costa (1984) กล่าวว่าเมตาคอกนิชันเป็นความสามารถในการที่บุคคลรู้ว่าตนเองรู้หรือไม่รู้อะไร นอกจากนั้นยังเป็นความสามารถในการวางแผน กำกับ ในการใช้กลยุทธ์หรือวิธีการต่างๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ต้องการ ซึ่งหลังจากที่ทำเสร็จแล้วก็จะต้องคิดสะท้อนหรือประเมินผลลัพธ์ที่ได้ด้วย นอกจากนั้น Costa ยังยกตัวอย่างของพฤติกรรมเมตาคอกนิชันไว้ให้เห็นภาพอย่างชัดเจนว่า ให้ลองตอบคำถามว่า “จำนวนครึ่งหนึ่งของสองบวกสองมีค่าเท่าใด” ในขณะที่ทำการคิดหาคำตอบ หากเรามีการพูด ทบทวน ถามคำถามตนเองระหว่างการแก้ปัญหา หรือหากเรามีการหยุดคิดเพื่อประเมินและตัดสินใจว่าเราจะจัดการกับโจทย์ปัญหานี้ อย่างไรเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง ระหว่างหาค่าจำนวนครึ่งหนึ่งของสอง แล้วนำไปบวกกับสอง (ซึ่งมีค่าเท่ากับสาม) หรือหาจำนวนครึ่งหนึ่งของค่าสองบวกสอง (ซึ่งมีค่าเท่ากับสอง)

Martinez (2006) กล่าวว่าไม่สามารถบอกได้ว่าเมตาคอกนิชันเป็นเพียงการคิด เกี่ยวกับการคิด (thinking about thinking) เนื่องจากเมตาคอกนิชันยังรวมถึงการกำกับและควบคุมกระบวนการ

คิดของตน นอกจากนั้น Martinez ยังกล่าวอีกว่าการที่คนมีความรู้ในเมตาคอกนิชัน (metacognition knowledge) ก็จะสามารถเลือกใช้กลวิธีที่เหมาะสมในการทำงานแต่ละสถานการณ์ได้ ซึ่งเปรียบเสมือนช่างที่สามารถเลือกใช้เครื่องมือในกล่องอุปกรณ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

โดยสรุปแล้วว่า เมตาคอกนิชัน (metacognition) หมายถึง ความสามารถที่คนจะตระหนักถึงกระบวนการเรียนรู้ของตน การรู้ว่าอะไรที่เหมาะสมกับตนเองที่สุดในการเรียนรู้ในเรื่องต่างๆ ตลอดจนสามารถเลือกกลวิธีในการวางแผน กำกับ ติดตาม และประเมินการเรียนรู้ของตนเองได้ ในความหมายดังกล่าว ทำให้เมตาคอกนิชันมีความสัมพันธ์กับคำศัพท์ทางการเรียนรู้หลายคำด้วยกัน ได้แก่ 1) กลยุทธ์การเรียนรู้ (learning strategy) กล่าวคือ นักเรียนที่สามารถระบุกลยุทธ์การเรียนรู้ที่เหมาะสมในบริบทต่างๆ แสดงว่านักเรียนมีเมตาคอกนิชันในการเลือกกลยุทธ์การเรียนรู้นั้นๆ 2) การกำกับการเรียนรู้ (self-directed learning) กล่าวคือเมตาคอกนิชันเปรียบเสมือนเครื่องยนต์ที่ขับเคลื่อนให้เกิดการกำกับการเรียนรู้ 3) การสะท้อน (reflection) กล่าวถึงการสะท้อนเพียงอย่างเดียวอาจจะไม่ตรงกับความหมายของเมตาคอกนิชัน แต่ถ้าเป็นการสะท้อนเกี่ยวกับการคิด (reflection about thinking หรือ reflective thinking) จะมีความหมายเดียวกันกับนิยามของเมตาคอกนิชัน ซึ่งสอดคล้องกับขั้นตอนและกระบวนการในการวินิจฉัยตนเองที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วย

5.2 องค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน

การกระทำสิ่งต่างๆ ต้องอาศัยองค์ประกอบที่สำคัญของเมตาคอกนิชัน การที่จะศึกษาและพัฒนาเมตาคอกนิชันได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ จำเป็นต้องมีการศึกษาองค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน นักการศึกษาและนักจิตวิทยาการเรียนรู้กล่าวถึงไว้หลายท่าน มีทั้งองค์ประกอบที่คล้ายกัน และแตกต่างสามารถนำเสนอได้ดังต่อไปนี้

Baker และ Brown (1984) แบ่งเมตาคอกนิชันออกเป็น 2 องค์ประกอบ ดังนี้

1) ด้านความตระหนัก (awareness) เป็นการตระหนักรู้ถึงกลวิธีที่เหมาะสมทักษะและแหล่งข้อมูลที่จำเป็นต่อการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ ยกตัวอย่างเช่น ความสามารถในการสรุปใจความสำคัญของสิ่งที่เรียนรู้ มีวิธีจำสิ่งต่างๆ โดยง่าย การทำขอบข่าย และการจดบันทึก องค์ประกอบด้านความตะหนักนี้เป็นเรื่องของการที่บุคคลรู้ถึงสิ่งที่ตนเองคิดว่าจะต้องทำอย่างไร ในสถานการณ์การเรียนรู้แต่ละสถานการณ์ และยังต้องสามารถอธิบายสิ่งที่ตนเองรู้ให้ผู้อื่นฟังได้ หรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นการที่บุคคลรู้ว่าจะต้องประกอบด้วยสิ่งใดบ้างที่จะทำให้การทำงานนั้นมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2) ด้านการกำกับตนเอง (self-regulation) เป็นกลวิธีในการกำกับตนเองในขณะที่กำลังคิดแก้ปัญหา ซึ่งรวมไปถึงการพิจารณาว่ามีความเข้าใจในสิ่งนั้นหรือไม่ การประเมินความพยายามใน

การทำงาน การวางแผนและขั้นตอนในการทำงาน การทดสอบวิธีการที่ใช้ การตัดสินใจในการใช้เวลาและการใช้ความสามารถที่มีอยู่ และการเปลี่ยนไปใช้กลวิธีอื่นๆ เพื่อแก้ปัญหาได้ หรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นการที่บุคคลรู้ว่าจะทำงานนั้นอย่างไร และเมื่อไร เพื่อให้สามารถปฏิบัติงานได้สำเร็จ

Flavell (1985) แบ่งเมตาคอกนิชันออกเป็น 2 องค์ประกอบคือ ความรู้เกี่ยวกับการรู้คิด (metacognitive knowledge) และประสบการณ์ในการรู้คิด (metacognitive experience) สรุปได้ดังนี้

1) ความรู้ต่างๆ เกี่ยวกับการรู้คิด (metacognitive knowledge) เป็นส่วนของความรู้ทั้งหมดที่บุคคลสะสมไว้ในระบบความจำระยะยาว เป็นการที่บุคคลรู้ว่า ตนเองรู้อะไร และคิดอย่างไร คิดถึงเป้าหมาย และการบรรลุเป้าหมายอย่างไร ความรู้ในเมตาคอกนิชันประกอบด้วยความรู้เบื้องต้นหรือความเชื่อในเรื่องของตัวแปรหรือองค์ประกอบที่มีผลต่อกิจกรรมการคิด Flavell แบ่งความรู้เกี่ยวกับการรู้คิดออกเป็น 3 ตัวแปร คือตัวแปรด้านบุคคล (person variables) ตัวแปรด้านงาน (task variables) ตัวแปรด้านกลวิธี (strategy variables) มีรายละเอียดดังนี้

1.1) ตัวแปรด้านบุคคล หมายถึง การที่บุคคลมีความรู้เกี่ยวกับลักษณะที่บุคคลโดยทั่วไปมีอยู่ ในด้านความสามารถทางปัญญา การเรียนรู้ หรือในการทำงาน เช่น รู้ถึงความถนัดและความสามารถของบุคคล รู้ว่าบุคคลจะต้องมีลักษณะอย่างไรจึงจะทำงานเฉพาะอย่างได้ดี ซึ่งต่อมา Pintrich (2002) ให้นิยามตัวแปรด้านบุคคลตามแนวคิดของ Flavell ว่าหมายถึง ความรู้ความเข้าใจตนเอง (self-knowledge) ซึ่งเป็นสิ่งที่มีความสำคัญในความรู้เกี่ยวกับการรู้คิด ได้แก่การรู้ถึงจุดแข็ง จุดอ่อน เพื่อที่จะได้หาวิธีการที่เหมาะสมในการเรียนรู้ของตน

1.2) ตัวแปรด้านงาน หมายถึง การตระหนักรู้ถึงลักษณะงานที่ทำ ซึ่งมีผลต่อการปฏิบัติงานของบุคคลนั้นๆ การรู้ว่าสิ่งใดทำให้งานนั้นยาก ถึงได้ทำให้งานนั้นง่าย รวมไปถึงปัญหาและอุปสรรคของงานนั้นที่จะเกิดแก่ตน นอกจากนี้ Pintrich ได้นิยามตัวแปรด้านงานตามแนวคิดของ Flavell ว่าหมายถึงความรู้เกี่ยวกับงานด้านพุทธิปัญญา (knowledge about cognitive tasks) หมายถึงความรู้ว่างานทั้งหลายมีความยากง่ายแตกต่างกัน ทำให้ต้องการกลวิธีในการทำงานที่แตกต่างกันไปด้วย

1.3) ตัวแปรด้านกลวิธี หมายถึง ความรู้ของบุคคลเกี่ยวกับกลวิธีที่เหมาะสม ที่จะทำให้การทำงานบรรลุเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นวิธีการที่จะช่วยให้เกิดความเข้าใจในการจัดระบบ การวางแผน การลงมือปฏิบัติ และการประเมินผล ทั้งในสิ่งที่ทำไปแล้ว และกับสิ่งที่จะทำต่อไป ตัวแปรด้านนี้ทำให้เกิดความก้าวหน้าในการคิดกลวิธีในเมตาคอกนิชันตลอดจนการตรวจสอบ ซึ่ง Pintrich ได้อธิบายว่าความรู้ด้านกลวิธี (strategic knowledge) รวมถึงความสามารถในการเลือก

วิธีที่หลากหลาย ที่นักเรียนจะใช้ในการจดจำ ขยายความ หรือทำความเข้าใจในเรื่องราวต่างๆ ซึ่งจะต้องประกอบด้วย การวางแผน กำกับ และติดตามกระบวนการเรียนรู้ของตน

2) ประสบการณ์ในการรู้คิด (metacognitive experience) เป็นประสบการณ์ทางการคิดที่บุคคลสามารถควบคุมได้ และประสบการณ์นี้มีความสำคัญในการกำกับตนเอง (self-regulation) ในกิจกรรมการคิด เริ่มตั้งแต่การเข้าสู่สถานการณ์ในการคิดจนกระทั่งสามารถบรรลุเป้าหมายหรือเลิกกระทำ โดยที่ประสบการณ์ในการรู้คิด ประกอบด้วยกลวิธีย่อย 3 กลวิธี ดังนี้

2.1) การวางแผน (planning) การวางแผนการเรียนรู้เป็นการกำหนดวัตถุประสงค์และขั้นตอนของการเรียนรู้ เพื่อที่จะตัดสินว่าผู้เรียนต้องการเรียนรู้สิ่งใด และจะเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพด้วยวิธีใด เป็นการเรียนรู้ตนเองคิดว่าจะทำงานนั้นอย่างไร เริ่มตั้งแต่การกำหนดเป้าหมาย จนถึงการปฏิบัติงาน จนบรรลุเป้าหมาย

2.2) การกำกับ (monitoring) การกำกับตรวจสอบการเรียนรู้เป็นการทบทวนความสนใจที่มีต่อการเรียนรู้ ความเข้าใจในข้อมูลหรือผลผลิตที่เกิดขึ้นในขณะนั้น อีกทั้งยังเป็นการคิดพิจารณาความเหมาะสมและความถูกต้องของวิธีการหรือขั้นตอนที่เลือกใช้

2.3) การประเมิน (evaluating) การประเมินผลการเรียนรู้เป็นการตรวจสอบความเข้าใจหลังการทำกิจกรรมหรือเป็นการประเมินผลผลิตที่เกิดขึ้นว่ามีความถูกต้องเหมาะสมเพียงใด และยังมีวิธีการอื่นที่แตกต่างอีกหรือไม่ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนทราบความก้าวหน้าของตน

เสาวลักษณ์ บุญจันทร์. (2558) ได้สรุปองค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน มี 2 องค์ประกอบ ได้แก่ 1. ด้านการรู้คิด คือเป็นเรื่องของการที่บุคคลรู้ถึงสิ่งที่ตนเองคิดและสามารถสะท้อนความคิดนั้นออกมาให้บุคคลอื่นรับรู้เมื่อเจอเหตุการณ์หรือปัญหาใดๆ สามารถคิดเลือกปฏิบัติ และวิธีการในการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ 2. ด้านการกำกับตนเอง คือการที่บุคคลมีความสามารถในการกำกับตนเองทั้งในด้านของความคิดและการทำงานต่างๆ ให้แสดงออกมาตามแผนการคิดไว้อย่างเป็นแบบแผน อย่างเป็นขั้นตอน รวมไปถึงรู้จักตรวจสอบ ประเมินผลของสิ่งที่เกิดขึ้นได้

แม้นักการศึกษาและนักจิตวิทยาการเรียนรู้จะแบ่งองค์ประกอบของเมตาคอกนิชันในมุมมองที่เหมือนและแตกต่างกันบ้าง หากพิจารณาสาระทั้งหมดแล้วจะพบว่า มีความสอดคล้องกัน กล่าวคือ เมตาคอกนิชันประกอบด้วย 2 ส่วน โดยที่ในส่วนแรกคือความตระหนัก (awareness) ซึ่งในที่นี้มีความหมายใกล้เคียงและสอดคล้องกับ “ความรู้เกี่ยวกับการรู้คิด (metacognitive knowledge)” ซึ่งหมายถึงความรู้เกี่ยวกับกระบวนการคิดที่จะทำให้สามารถทำงานได้อย่างบรรลุเป้าหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยความรู้นี้แบ่งออกเป็น 3 องค์ประกอบ คือ ความรู้เชิงกลยุทธ์ ความรู้เกี่ยวกับงานด้านพุทธิปัญญา และการรู้ตน ส่วนที่สองคือ การกำกับตนเอง (self-regulation) ซึ่งในที่นี้มี

ความหมายใกล้เคียงและสอดคล้องกับ “การควบคุมการรู้คิด (metacognitive control)” ซึ่งหมายถึง วิธีการที่ใช้ในการควบคุมและตรวจสอบกระบวนการคิด ให้บุคคลดำเนินการตามขั้นตอนต่างๆ คือการประเมินเพื่อตรวจสอบข้อมูลเบื้องต้น การวางแผน การกำกับและควบคุมตนเอง และการประเมินผลลัพธ์ ทำให้ได้วิธีการปฏิบัติจนกระทั่งประสบความสำเร็จ

จากองค์ประกอบของเมตาคอกนิชันที่กล่าวมาแล้วข้างต้น สรุปได้ว่า องค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน มี 2 องค์ประกอบ ดังนี้ 1) ความตระหนักในการรู้คิด (metacognition awareness) หรือความรู้ในการรู้คิด (metacognition knowledge) เป็นการรู้ว่าตนเองจะใช้กลวิธีใด และแหล่งข้อมูลอะไรบ้างที่จำเป็นต่อการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ และ 2) การกำกับตนเองใน (self-regulation) หรือ ประสบการณ์ในการรู้คิด (metacognition experience) เป็นความสามารถในการกำกับควบคุมกระบวนการคิดของตนเอง ในขณะที่กำลังคิดแก้ปัญหา รวมไปถึงการพิจารณาว่ามีความเข้าใจในสิ่งนั้นหรือไม่ มีการประเมินความพยายามในการทำงาน การวางแผน ตรวจสอบทบทวนความคิดเกี่ยวกับแผนที่วางไว้ว่ามีความถูกต้องหรือไม่

5.3 การใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน ดังนี้

บีเยอร์ (Beyer, 1987) ได้ศึกษาและแบ่งกลวิธีเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาออกเป็น 3 กลวิธีย่อย ดังนี้

1. การวางแผนแก้ปัญหา (Planning) เป็นการทำความเข้าใจข้อมูลหรือเงื่อนไขในโจทย์ปัญหา พิจารณาหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้กับสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หากับประสบการณ์เดิมของผู้แก้ปัญหา มากำหนดว่าจะแก้ปัญหาด้วยวิธีใดและอย่างไร ก่อนที่จะทำการแก้โจทย์ปัญหาต่อไป ประกอบด้วย

1.1 การกำหนดเป้าหมายในการแก้ปัญหา เป็นการพิจารณาโจทย์ว่าสิ่งที่โจทย์ให้หา สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ และเลือกข้อมูลที่จำเป็นในการแก้ปัญหา

1.2 เลือกวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้ในการแก้ปัญหา เป็นการนำวิธีการหรือขั้นตอนที่เหมาะสมที่สุด

1.3 เรียงลำดับวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้ในการแก้ปัญหา เป็นการนำวิธีการหรือขั้นตอนที่เลือกมาลำดับขั้นตอนย่อยๆ ทำให้สะดวกต่อการแก้ปัญหาและตรวจสอบข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น

1.4 คาดเดาอุปสรรค ข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นและวิธีการแก้ไขได้ เป็นการคาดการณ์ถึงสิ่งที่จะทำให้เกิดอุปสรรคและข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้

1.5 คาดเดาวิธีการแก้ไขอุปสรรค ข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น เป็นการคาดคะเนคำตอบที่ต้องการโดยการวิเคราะห์ข้อมูล หรือเงื่อนไขที่โจทย์ปัญหากำหนดมาให้อย่างมีเหตุผล เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการตรวจสอบคำตอบ

2. กำกับการแก้ปัญหา (monitoring) เป็นการควบคุมและตรวจสอบวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้ในการแก้ปัญหาไปพร้อมกับการแก้ปัญหา ประกอบด้วย

2.1 กำกับเป้าหมายการแก้โจทย์ปัญหาเป็นการกำกับสิ่งที่โจทย์ต้องการขณะทำการแก้ปัญหา

2.2 กำกับวิธีและขั้นตอนการแก้ปัญหา เป็นการกำกับให้ปฏิบัติตามวิธีการและขั้นตอนที่เลือกไว้ในขณะทำการแก้ปัญหา โดยการกำกับถึงสิ่งต่อไปนี้

2.2.1 รู้ว่าแก้ปัญหาในเป้าหมายย่อยได้สำเร็จ

2.2.2 ตัดสินใจไปสู่วิธีการหรือขั้นตอนต่อไป

2.2.3 เลือกวิธีการหรือขั้นตอนต่อไปอย่างเหมาะสม

2.2.4 รู้ข้อผิดพลาดและอุปสรรคที่เกิดขึ้น

2.2.5 รู้วิธีการแก้ไขข้อผิดพลาดและอุปสรรคที่เกิดขึ้น

3. ประเมินการแก้ปัญหา (assessing) เป็นการมองย้อนกลับไปที่ขั้นตอนต่างๆ ในการแก้ปัญหาเพื่อพิจารณารายละเอียดในแต่ละขั้นตอนว่ามีความถูกต้องสมบูรณ์เพียงใดประกอบด้วย

3.1 ประเมินความสำเร็จตามเป้าหมาย เป็นการตรวจสอบว่าหลังจากที่ได้แก้ปัญหาแล้ว ผู้แก้ปัญหาสามารถบรรลุเป้าหมายของการแก้ปัญหานั้นๆ ตามที่ได้ตั้งใจไว้หรือไม่

3.2 พิจารณาความถูกต้องของผลลัพธ์ เป็นการตรวจสอบคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหาว่าถูกต้องหรือไม่ ด้วยวิธีการใดหรือขั้นตอนใด เพื่อทำให้เกิดความมั่นใจว่าคำตอบที่ได้นั้นถูกต้อง

3.3 ประเมินความถูกต้องของวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้ เป็นการมองย้อนกลับไปที่วิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้ในการแก้ปัญหาว่ามีความถูกต้องสมบูรณ์เพียงใด เพื่อจะช่วยให้พบข้อบกพร่องที่อาจเกิดขึ้นในขณะแก้ปัญหาแล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้นต่อไป

3.4 ประเมินการแก้ไขอุปสรรคและข้อผิดพลาด เป็นการอภิปรายถึงปัญหาและอุปสรรคที่พบขณะแก้ปัญหาแล้ววิเคราะห์หาสาเหตุและแนวทางในการปรับปรุง

3.5 พิจารณาประสิทธิภาพและความสำเร็จ เป็นการพิจารณาถึงวิธีการ หรือขั้นตอนที่ใช้ในการแก้ปัญหา ที่ทำให้การแก้ปัญหามีความถูกต้องแน่นอนประสบความสำเร็จได้ดีเพียงใด

เดวิสัน และสเติร์นเบิร์ก (Davidson and Sternberg, 1994) ได้เสนอขั้นตอนของการใช้เมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหา ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การระบุและนิยามปัญหา (Identifying and defining the problem) ในการแก้ปัญหานั้นบุคคลต้องระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และเป้าหมายในการแก้ปัญหา ขั้นแรกคือการลงรหัสส่วนประกอบที่สำคัญของสถานการณ์ปัญหา คือการเก็บลักษณะสำคัญของปัญหาลงไว้ในความทรงจำระยะสั้นและการเรียกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับลักษณะดังกล่าวจากความจำระยะยาวขึ้นมา ผู้แก้ปัญหาต้องระบุให้ได้ว่าสิ่งใดรู้แล้ว สิ่งใดยังไม่รู้ และโจทย์ถามอะไร

2. การสร้างตัวแทนปัญหา (Representing the problem) เมื่อระบุปัญหาได้แล้ว ต้องสร้างแผ่นภาพที่คิด (Mental map) โดยเชื่อมความสัมพันธ์ของส่วนประกอบเหล่านั้นและเป้าหมายที่พบจากการนำเสนอมา ข้อมูลจะถูกเพิ่มเข้ามาหรือขจัดออกไป แล้วถูกตีความจากสถานการณ์เดิมแล้วจึงเก็บไว้ในความจำ ขบวนการสร้างตัวแทนปัญหานี้ จะทำให้บุคคลมีความเข้าใจปัญหา และมองเห็นวิธีแก้ปัญหาอย่างชัดเจน

3. การวางแผนดำเนินการแก้ปัญหา (Planning hot to proceed) เป็นการแบ่งปัญหาออกเป็นส่วนย่อยๆ และค่อยๆ ดำเนินการแก้ปัญหาเป็นลำดับไป ในการวางแผนจำเป็นต้องมีการเลือกกระบวนการพื้นฐานในทางกลวิธีเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

4. การประเมินผลการแก้ปัญหา (Evaluating the problem) ในขณะที่บุคคลกำลังแก้ปัญหา เขาต้องใส่ใจกับสิ่งที่ทำไปแล้ว สิ่งที่กำลังทำ และสิ่งที่ควรจะทำต่อไป รวมถึงการที่บุคคลควบคุมตัวแทนภายในของปัญหาที่ตนสร้างขึ้นมาในตอนแรกได้ และยังต้องสร้างต่อไปเพื่อทำความเข้าปัญหาหนึ่งๆ หากกลวิธีที่ใช้อยู่ไม่เกิดผลที่ต้องการ อาจตัดสินใจเปลี่ยนกลวิธีได้

ยิมเมอร์ (Yimer, 2004) ได้เสนอกรอบแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การเข้าสู่ปัญหา (The engagement phase) เป็นขั้นเผชิญปัญหาและสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหา ประกอบด้วย

1.1สร้างความเข้าใจปัญหาเกี่ยวกับปัญหาโดยการอ่าน กำหนดแนวคิดหรือวาดรูป

1.2 วิเคราะห์ข้อมูลโดยการอ่านซ้ำเพื่อพิจารณาลักษณะของปัญหา และเชื่อมโยงปัญหากับหลักการทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง

1.3 พิจารณาความเกี่ยวข้องของปัญหา ประเมินระดับความยาก-ง่าย คาดคะเนความสำเร็จ และประเมินความรู้และประสบการณ์ที่มีในการจัดการกับปัญหา

2. กำหนดโครงสร้างในการแก้ปัญหา (The transformation –phase) ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์และกำหนดกรอบในการแก้ปัญหา ประกอบด้วย

2.1 สำรวจปัญหาโดยการนึกถึงปัญหาที่เป็นกรณีเฉพาะ

2.2 คาดคะเนบนพื้นฐานของการวิเคราะห์เกี่ยวกับเงื่อนไขที่กำหนดในปัญหา

2.3 สะท้อนผลการสำรวจคาดคะเนความเป็นไปได้

2.4 วางแผนหรือหายุทธวิธีแก้ปัญหา

2.5 พิจารณาความสอดคล้องระหว่างแผนการแก้ปัญหากับสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด

3. ดำเนินการแก้ปัญหา (The implementation phase) เป็นขั้นดำเนินการตามแผน ประกอบด้วย

3.1 สำรวจเงื่อนไขหลักของแผนเพื่อกำหนดแผนย่อย ตลอดจนพิจารณาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

3.2 พิจารณาความสอดคล้องของแผนกับเงื่อนไขของปัญหา

3.3 ดำเนินการตามแผน

3.4 สะท้อนความเหมาะสมของการปฏิบัติตามแผน และความสอดคล้องกับแผนย่อย ขั้นนี้ทำให้เกิดการตัดสินใจเกี่ยวกับการปรับปรุงหรือยกเลิกแผน

4. ประเมินผล (The evaluation phase) เป็นขั้นประเมินกระบวนการแก้ไข และตัดสินใจเกี่ยวกับการดำเนินตามแผน ประกอบด้วย

4.1 ประเมินว่าคำตอบที่ได้นั้นตอบคำถามของปัญหาหรือไม่

4.2 ตรวจสอบความสอดคล้องของแผนกับเงื่อนไขของปัญหา และตรวจดูข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นในการคำนวณ

4.3 ประเมินความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้

4.4 ตัดสินใจยอมรับหรือปฏิเสธคำตอบของปัญหา

5. สะท้อนผล (The internalization phase) เป็นขั้นที่เกี่ยวข้องกับเจตคติของนักเรียนเกี่ยวกับปัญหา ประกอบด้วย

CHULALONGKORN UNIVERSITY

5.1 สะท้อนกระบวนการแก้ปัญหา

5.2 พิจารณาประเด็นสำคัญของกระบวนการแก้ปัญหา

5.3 ประเมินผลการแก้ปัญหาเพื่อปรับใช้กับสถานการณ์อื่น พิจารณาหาแนวทางแก้ปัญหาที่หลากหลาย

5.4 สะท้อนถึงความเชื่อมั่นหรือความพึงพอใจในกระบวนการแก้ปัญหา และคำตอบของปัญหา

ทิศนา แขมมณี และคณะ (2544) กล่าวถึงการใช้เมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้กรระบวนการคิดอย่างเป็นขั้นตอน โดยเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมที่มีอยู่ แล้วเลือกยุทธวิธีในการคิด วางแผน กำกับหรือตรวจสอบ และประเมินกระบวนการคิด ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การฝึกวางแผน ประกอบด้วย

1.1 ฝึกการวิเคราะห์โจทย์ปัญหา โยให้บอกสิ่งที่โจทย์กำหนด ข้อมูลที่เกี่ยวข้องและเป้าหมายของการแก้ปัญหานั้น

1.2 ฝึกการเลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา ซึ่งมีหลากหลายวิธีโดยให้ผู้เรียนตัดสินใจเลือกยุทธวิธีที่เหมาะสมที่จะใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งยุทธวิธีต่างๆ ได้แก่ การเดาและตรวจสอบ การวาดภาพ การสร้างตาราง การสร้างรายการ การเขียนแผนภาพ การให้เหตุผล การค้นหาแบบแผนการแก้ปัญหาที่ง่ายขึ้นกว่าเดิม และทำย้อนกลับ

1.3 เรียงลำดับขั้นตอนตามยุทธวิธีที่เลือกไว้

1.4 ประมาณคำตอบที่คาดว่าจะได้ โดยวิเคราะห์เงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้อย่างมีเหตุผล

2. ฝึกการกำกับควบคุมและตรวจสอบความคิดของตนเอง ดังนี้

2.1 กำหนดเป้าหมายไว้ในใจ เป็นการตรวจสอบว่าหลักการดำเนินการตามขั้นตอนแล้ว บรรลุเป้าหมายหรือไม่

2.2 กำกับวิธีการต่างๆ ให้เป็นไปตามขั้นตอน

3. ฝึกประเมินกระบวนการคิด ดังนี้

3.1 ประเมินความสำเร็จตามเป้าหมาย เป็นการตรวจสอบว่าหลักการดำเนินการตามขั้นตอนแล้ว สามารถบรรลุเป้าหมายหรือไม่

3.2 ตรวจสอบคำตอบ

3.3 ตรวจสอบขั้นตอนในการปฏิบัติ ว่ามีความถูกต้องสมบูรณ์เพียงใด ช่วยให้พบข้อบกพร่องที่อาจเกิดขึ้น แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไข

จากการใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ขั้นตอนของการใช้เมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์มี 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหา หมายถึง ขั้นสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาโดยการอ่าน ซึ่งนักเรียนจะต้องระบุให้ได้ว่า สิ่งที่โจทย์ให้หา สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ คืออะไร และเลือกข้อมูลที่จำเป็นในการแก้ปัญหาได้ โดยนักเรียนจะต้องทราบว่าสิ่งใดรู้แล้ว สิ่งใดยังไม่รู้ และโจทย์ถามอะไรโดยจะมีการประเมินความรู้จากประสบการณ์เดิมที่มีในการจัดการปัญหาด้วย รวมถึงประเมินความยาก-ง่าย การคาดคะเนความสำเร็จในการแก้ปัญหา และการคาดเดาถึงสิ่งที่จะทำให้เกิดอุปสรรคข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้

2. การสร้างตัวแทนปัญหา หมายถึง ขั้นสร้างตัวแทนความคิดในรูปแบบต่างๆ

3. วางแผนในการแก้ปัญหา หมายถึง การพิจาณาหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้กับสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา โดยผู้เรียนต้องตัดสินใจในการเลือกวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้ใน

การแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด และมีการคาดคะเนคำตอบที่คาดว่าจะได้ โดยวิเคราะห์จากเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้อย่างมีเหตุผล

4. ดำเนินการแก้ปัญหา หมายถึง ลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา สามารถบอกเหตุผลในการดำเนินการ และทดสอบขั้นตอนว่าถูกต้องหรือไม่ ซึ่งจะเป็นการกำกับให้ปฏิบัติตามวิธีการและขั้นตอนที่เลือกไว้ในขณะทำการแก้ปัญหา ซึ่งผู้แก้ปัญหาจะต้องรู้ว่ามีข้อผิดพลาดและอุปสรรคใดเกิดขึ้น และรู้ว่าจะมีวิธีการแก้ไขข้อผิดพลาดและอุปสรรคที่เกิดขึ้นอย่างไร

5. ประเมินผลการแก้ปัญหา หมายถึง เป็นขั้นมองย้อนกลับไปที่ขั้นตอนต่างๆ ในการแก้ปัญหาเพื่อพิจารณารายละเอียดในแต่ละขั้นตอนว่ามีความถูกต้องสมบูรณ์เพียงใด มีการประเมินว่าคำตอบที่ได้นั้นตอบคำถามของปัญหาหรือไม่ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนพบข้อบกพร่องที่อาจเกิดขึ้นแล้วนำไปปรับปรุงแก้ไข รวมถึงสะท้อนกระบวนการแก้ปัญหา โดยการประเมินผลการแก้ปัญหาเพื่อปรับใช้กับสถานการณ์อื่น และสะท้อนความเชื่อมั่นและความพึงพอใจในกระบวนการแก้ปัญหาและคำตอบของปัญหา

5.4 การนำเมตาคอกนิชันมาใช้เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ดี

เชินเฟล (Schoenfeld, 1985) ได้กล่าวถึงการนำเมตาคอกนิชันมาใช้ เพื่อช่วยให้เป็นนักแก้ปัญหาที่ดี สรุปได้ดังนี้

1. ช่วยให้รู้จักอ่านปัญหาคณิตศาสตร์ซ้ำ เพื่อให้แน่ใจว่าเข้าใจปัญหานั้นอย่างแน่นอน

2. ช่วยในการวางแผน และเลือกยุทธวิธีที่เหมาะสมสำหรับการดำเนินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3. ช่วยให้รู้จักแยกแยะข้อมูลที่สำคัญออกจากข้อมูลที่ไม่สำคัญในปัญหานั้นๆ

4. ช่วยให้รู้จักแตกปัญหาออกเป็นส่วนย่อยๆ

5. ช่วยให้รู้จักเชื่อมโยงข้อมูลที่รู้แล้วเข้าด้วยกัน

6. ช่วยในการจัดระเบียบให้กับข้อมูลที่อยู่ในปัญหาคณิตศาสตร์นั้นๆ

7. ช่วยทำให้รู้จักค้นหาข้อมูลที่ขาดหายไปและประยุกต์ข้อมูลที่มีอยู่

8. ช่วยให้รู้จักควบคุมเวลาในการแก้ปัญหา ภายในเวลาที่จำกัด

9. ช่วยทำให้รู้จักทบทวนการคิดคำนวณหาผลลัพธ์ การตรวจสอบเกี่ยวกับแนวคิดในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์นั้นๆ

เดอร์รี และเมอร์ฟี (Derry and Murphuy, 1986) ได้กล่าวถึงการนำเมตาคอกนิชันไปช่วยให้เป็นนักแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ดี สรุปได้ดังนี้

1. การสอนกลวิธีการเรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสะสมไว้เป็นคลังกลวิธีของตนเอง

2. ช่วยให้ผู้เรียนตระหนักได้ว่า ตนเองต้องเรียนรู้อะไร มีเป้าหมายอย่างไร

3. ช่วยเพิ่มพูนความถี่และคุณภาพของประสบการณ์ อันจะนำไปสู่การเรียนรู้

4. ช่วยให้ผู้เรียนได้สะสมความรู้เกี่ยวกับประโยชน์ของกลวิธีต่างๆ รวมทั้งความรู้เกี่ยวกับโอกาสและวิธีที่จะใช้กลวิธีเหล่านั้น

จากการศึกษาดังกล่าวข้างต้นในการนำเมตาคอกนิชันมาใช้เพื่อให้เป็นนักแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ดี สรุปได้ว่า การใช้เมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดอย่างมีขั้นตอน โดยการเลือกใช้ยุทธวิธีในการคิด การวางแผน กำกับควบคุมและประเมินกระบวนการคิดของตนเองในกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งส่วนนี้จะสัมพันธ์ในการเกิดกระบวนการวินิจฉัยตนเองได้ ทั้งในการการทำความเข้าใจปัญหาโดยการอ่านซ้ำๆ เพื่อให้แน่ใจว่าตนเองเข้าใจปัญหานั้นอย่างแท้จริง ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนสามารถแยกประเด็นปัญหาได้ โดยการวิเคราะห์ปัญหาออกเป็นส่วนๆทำให้ผู้เรียนสามารถค้นหาข้อมูลที่ขาดหายไปได้ และเชื่อมโยงข้อมูลที่รู้แล้วเข้าด้วยกัน ส่วนในการวางแผนปัญหานั้น จะช่วยให้ผู้เรียนตระหนักรู้ว่าจะนำยุทธวิธีใดที่เหมาะสมมาใช้ในการดำเนินการแก้ปัญหา รวมไปถึงการควบคุมตรวจสอบ และประเมินประสิทธิภาพของยุทธวิธีที่นำมาใช้ในกระบวนการแก้ปัญหาอีกด้วย

5.5 การวัดเมตาคอกนิชัน

การ์เนอร์ และอเล็กซานเดอร์ (Garner and Alexander, 1989) ได้เสนอแนะวิธีการวัดเมตาคอกนิชันว่า เมตาคอกนิชันเป็นกลวิธีการคิดที่เป็นระบบอยู่ในความคิดของมนุษย์ ซึ่งมีหลายวิธีดังนี้

1. การสัมภาษณ์ (interview techniques) วิธีการนี้เป็นการกระทำย้อนหลังถึงกระบวนการคิด และสิ่งที่กลุ่มตัวอย่างได้กระทำ หลังจากที่ได้ทำงานไปแล้ว โดยผู้ถูกสัมภาษณ์อาจไม่ได้เตรียมลำดับความคิดมาล่วงหน้า โดยพบว่าหากใช้วิธีการสัมภาษณ์ เด็กที่โตกว่าจะมีความรู้ทางเมตาคอกนิชันสูงกว่าเด็กเล็ก แต่ก็ไม่ได้เป็นสิ่งที่ชี้ชัดว่าเด็กโตจะใช้กลวิธีในการกำกับตนเองมากกว่าเด็กเล็ก ซึ่งปัญหาสำคัญบางประการของการสัมภาษณ์คือ บางครั้งการสัมภาษณ์กระทำหลังจากกิจกรรมการคิดเป็นเวลานานเกินไปทำให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ไม่สามารถจดจำรายละเอียดต่างๆ ได้ครบหรือจำผิดพลาด และปัญหาสำคัญอีกประการหนึ่งคือ บางครั้งคำถามที่ใช้เป็นตัวชี้แนะคำตอบตามสมมติฐานการวิจัย นั่นคือผู้ถูกสัมภาษณ์รายงานกระบวนการคิดของตนเองที่มิได้เกิดขึ้นจริงก็ได้ นอกจากนั้นการ์เนอร์และอเล็กซานเดอร์ ยังชี้ให้เห็นเพิ่มเติมว่าในกรณีเด็กเล็ก อาจจะมีปัญหาเรื่องภาษา ไม่ว่าจะเป็นเรื่องความคล่องในการใช้ภาษา หรือความแตกต่างของการใช้ภาษาระหว่างเด็กและผู้ใหญ่ ตลอดจนปัญหาเกี่ยวกับการอภิปรายเกี่ยวกับเหตุการณ์ทางพุทธิปัญญา

2. กระบวนการคิดออกเสียง (think aloud procedures) เป็นวิธีการของการรายงานความคิดด้วยถ้อยคำ (verbal report) ซึ่งจะนำไปสู่ การวิเคราะห์ การประมวลผลข้อมูล โดยลักษณะสำคัญของกระบวนการนี้ คือผู้แก้ปัญหาสามารถรายงานสิ่งที่อยู่ในความจำระยะสั้นเท่านั้น โดยสามารถแบ่งได้ 3 ลักษณะดังนี้

2.1 รายงานเป็นคำพูดโดยตรง (direct verbalization) เป็นการรายงานข้อความที่มีรหัสถ้อยคำอยู่ในความจำระยะสั้นแล้ว ผู้แก้ปัญหาจะรายงานออกมาตามที่คิดได้เลย และการรายงานความคิดอาจทำได้ 2 แบบ คือ

2.1.1 การให้กลุ่มตัวอย่างรายงานความคิดในขณะกำลังทำงาน (concurrent protocol) หรือกำลังแก้ปัญหา โดยมีการบันทึกเสียงการรายงานไว้ แล้วถอดเทปออกมาใส่รหัสข้อความที่พูดได้ จากนั้นนำไปวิเคราะห์

2.1.2 การให้กลุ่มตัวอย่างรายงานความคิดหลังจากแก้ปัญหาเสร็จแล้ว (retrospective protocol) เป็นการลดการรบกวนสมาธิเวลาทำงานซึ่งอาจเกิดขึ้นในแบบที่ 1 และเป็นการให้ผู้แก้ปัญหาได้รวบรวมความคิดรวบยอดเกี่ยวกับงานที่ทำหรือปัญหาที่แก้ แต่สิ่งที่ต้องระวังในแบบนี้คือ การรายงานความคิดที่อาจจะไม่มีในการแก้ปัญหา

2.2 การใส่รหัสถ้อยคำลงในความจำระยะสั้น (recording the content of short term memory) ข้อความที่จะรายงานนั้น ยังไม่มีการใส่รหัสไว้ในความจำระยะสั้น ดังนั้นก่อนการรายงานผู้แก้ปัญหาจึงต้องใช้เวลาในการบันทึกข้อมูลเป็นรหัสถ้อยคำลงในความจำระยะสั้นก่อนแล้วจึงรายงานออกมา ดังนั้นจึงต้องใช้เวลาในการรายงานความคิดโดยไม่ต้องพูดออกมาอย่างรวดเร็วเหมือนวิธีที่ 1 แต่จะใช้กระบวนการคิดที่สูงกว่าการคิดโดยทั่วไป

2.3 การอธิบาย (explanation) เป็นการรายงานด้วยถ้อยคำที่ใช้กระบวนการขั้นสูงขึ้นไปกว่าลักษณะที่ 2 ซึ่งเกิดจากการถามให้ผู้แก้ปัญหาได้อธิบายความคิดของเขา จึงต้องใช้ทั้งความคิดและการสังเคราะห์เพื่ออธิบายและใช้เวลาในการอธิบายความคิดที่เพิ่มมากขึ้นด้วย

โอนิล และอะบีได (O'Neil and Abedi, 1996) ได้ทำการศึกษาความเที่ยงและความตรงของแบบทดสอบวัดเมตาคอกนิชัน โดยแบบวัดเมตาคอกนิชันเป็นแบบมาตรส่วนประมาณค่า (rating scale) โดยการแบ่งเมตาคอกนิชันออกเป็น 4 ด้าน คือ การตระหนักรู้ (awareness) ยุทธวิธีทางความคิด (cognitive strategy) การวางแผน (planning) และการตรวจสอบตนเอง (self checking)

จากการศึกษาข้างต้นสามารถสรุปการวัดเมตาคอกนิชันได้ว่า มีเครื่องมือที่ใช้ในการวัดเมตาคอกนิชันหลายรูปแบบ ดังนี้คือ การสัมภาษณ์ กระบวนการคิดออกเสียง การรายงานด้วยคำพูด การรายงานด้วยการเขียน แบบเลือกตอบ มาตราส่วนประมาณค่า ผู้วิจัยได้เลือกใช้การสัมภาษณ์ กระบวนการคิดออกเสียง และการรายงานด้วยการเขียน ร่วมกันเพื่อทำให้ได้รายละเอียดของการวิจัย

ที่มีส่วนเกี่ยวข้องและเพิ่มประสิทธิภาพการวินิจฉัยตนเองในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้สร้างแบบประบวนการคิดในการปัญหา ซึ่งเป็นลักษณะรายงานตนเองด้วยการเขียน การคิดออกเสียงและการรายงานด้วยการพูด

ตอนที่ 6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เพื่อประโยชน์ในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันที่เชื่อมโยงในการพัฒนาวินิจฉัยตนเองกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดีไว้ดังต่อไปนี้

งานวิจัยในประเทศ

พรพิรุณ บุตรดา (2550). ได้ทำการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์การคิดวิเคราะห์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการเรียนด้วยวิธีสอนโดยใช้ยุทธศาสตร์เมตาคอกนิชันกับการเรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนโดยใช้ยุทธศาสตร์เมตาคอกนิชันมีความสามารถ ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ การคิดวิเคราะห์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนที่สอนแบบปกติมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ การคิดวิเคราะห์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนที่สอนโดยใช้ยุทธศาสตร์เมตาคอกนิชันมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 แต่นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ไม่แตกต่างกัน

นุชจรินทร์ รื่นรมย์ (2554) ได้ทำการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่องโจทย์ปัญหาทศนิยม โดยใช้วิธีสอน แบบ 5Es สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนทำแบบทดสอบขั้นที่ 1 การเข้าสู่ปัญหา มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ74.55 ขั้นที่ 2 การกำหนดโครงสร้างในการแก้ปัญหา มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ79.09 ขั้นที่ 3 การประเมินผล มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ73.64 และ ขั้นที่ 5 การสะท้อนผล มีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ72.73 ซึ่งทุกขั้นตอนมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยร้อยละ76.48 และมีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์26 คน ร้อยละ75.76 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ ให้มีจำนวนนักเรียนไม่น้อยกว่า ร้อยละ 70 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตั้งแต่ร้อยละ70 ขึ้นไป

อภิสิทธิ์ โคตรนรินทร์(2555) ได้ทำการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้ยุทธวิธีเมตาคอกนิชัน ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการใช้รูปแบบ การเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้ยุทธวิธีเมตาคอกนิชัน ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กระบวนการหรือทักษะเชิงเมตาคอกนิชันสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับมากและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการขยายผลและประเมินประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้ยุทธวิธีเมตาคอกนิชัน ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

งานวิจัยต่างประเทศ

O'Niel and Brown (1998) ได้ศึกษาผลของรูปแบบข้อคำถามวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ต่างกันต่อการคิดเชิงเมตาคอกนิชันและพฤติกรรมด้านความรู้สึก กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 8 ของรัฐแคลิฟอร์เนีย จำนวน 1,032 คน เปรียบเทียบระหว่างเพศและเชื้อชาติ แบ่งกระบวนการคิดเมตาคอกนิชันเป็น 2 ด้าน คือ ด้านยุทธวิธี และด้านการตรวจสอบตนเอง โดยใช้รูปแบบคำถาม 2 แบบ คือแบบปลายเปิดและแบบเลือกตอบ ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบข้อคำถามแบบเลือกตอบและแบบปลายเปิดให้ผลที่แตกต่างกัน โดยที่ข้อคำถามแบบปลายเปิดทำให้นักเรียนได้ใช้ยุทธวิธีในการคิดมาก มีการตรวจสอบตนเองน้อย และเมื่อพิจารณาด้านความกังวลพบว่าด้านข้อคำถามปลายเปิด นักเรียนมีความกังวลสูงกว่าข้อคำถามแบบเลือกตอบ ส่วนตัวแปรทางเพศและเชื้อชาติ พบว่า ไม่ทีผลต่อสภาวะการคิดเชิงเมตาคอกนิชันและสภาพทางด้านจิตพิสัย

Teri (2004) ได้ศึกษาเชิงลึกเพื่อทำการจำแนกความคิดเชิงเมตาคอกนิชัน โดยศึกษากับกลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนจำนวน 49 คน เรื่องความน่าจะเป็นและสถิติ ผลการศึกษา พบว่า ผลการทดสอบผ่านเกณฑ์ที่ผู้วิจัยตั้งไว้ และนักเรียนมีที่มีทักษะเมตาคอกนิชันมากจะมี ความเข้าใจเกี่ยวกับความน่าจะเป็นและสถิติมากกว่านักเรียนที่มีทักษะเมตาคอกนิชันน้อย

Jason (2007) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเชื่อทางคณิตศาสตร์กับการกำกับตนองและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน โดยทำการศึกษากับกลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนจำนวน 94 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถาม ผลการวิจัยพบว่า ความเชื่อทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กับการกำกับตนเองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

Yunus and Ali (2008) ได้ทำการศึกษาระดับเมตาคอกนิชันและแรงจูงใจในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน และหาความสัมพันธ์ระหว่างระดับแรงจูงใจกับระดับเมตาคอกนิชัน ที่มีต่อความสำเร็จทางคณิตศาสตร์และความสำเร็จทางการศึกษาโดยรวม ซึ่งการแก้ปัญหาประกอบด้วยองค์ประกอบ 4 อย่าง คือ การเข้าใจเนื้อหา กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาเมตาคอกนิชัน และแรงจูงใจ ซึ่ง

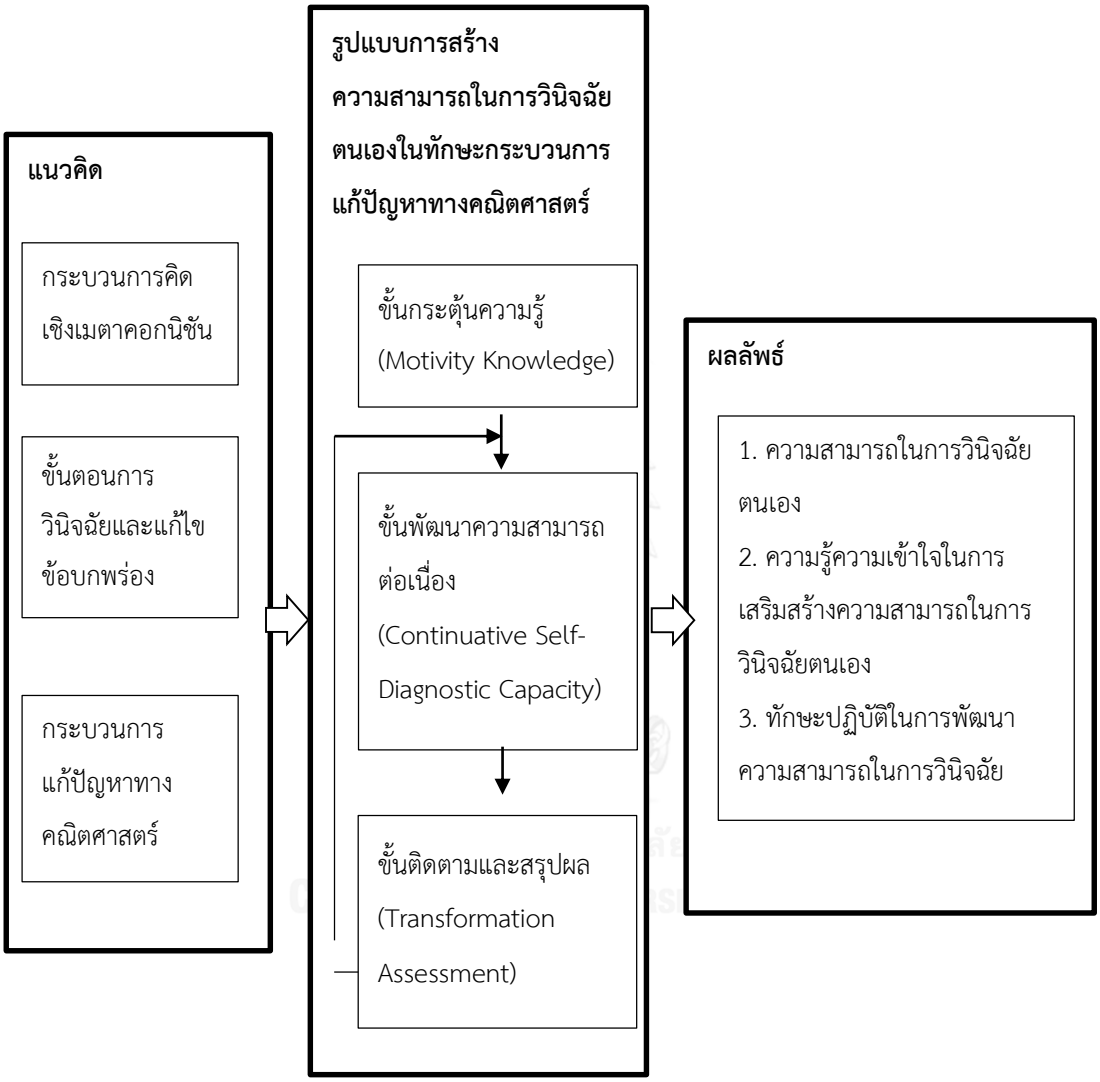
ความเข้าใจเนื้อหาของนักเรียนและกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาเมตาคอกนิชันได้ถูกตรวจสอบผ่านการสัมภาษณ์ ส่วนเมตาคอกนิชันและแรงจูงใจถูกตรวจสอบผ่านเครื่องมือตรวจสอบเพื่อวัดระดับแรงจูงใจของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 4 จำนวน 195 คน ที่เรียนเอกคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า แรงจูงใจมีความเกี่ยวข้องที่สำคัญกับความสามารถในหลักสูตรคณิตศาสตร์ในระดับมหาวิทยาลัย และระดับเมตาคอกนิชันมีความสัมพันธ์กับระดับของแรงจูงใจในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสรุปได้ว่า การศึกษานี้แสดงถึงปัจจัยบางอย่าง ซึ่งมีอิทธิพลต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ของบุคคลหนึ่งๆ ในการแก้ปัญหา

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้นำเอากระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นวิธีที่สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเห็นได้จากนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าการเรียนด้วยวิธีสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน ประกอบด้วยองค์ประกอบ 2 องค์ประกอบที่สำคัญ คือ การตระหนักในการรู้คิด และการกำกับตนเองในการเรียน ซึ่งเป็นกระบวนการที่บุคคลมีความคิดริเริ่มในการวินิจฉัย โดยมีเป้าหมายให้นักเรียนได้ค้นพบความบกพร่องหรืออุปสรรคในการแก้ปัญหา อีกทั้งยังช่วยให้นักเรียนสามารถมีกระบวนการคิดที่หลากหลายในการกลวิธีที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาหรือปรับเปลี่ยนกลวิธีโดยการประเมินผลการปฏิบัติกิจกรรมในขณะที่ทำการแก้ปัญหาเพื่อหากลวิธีที่สนับสนุนและส่งเสริมให้ตนเองแก้ปัญหาได้สำเร็จตามเป้าหมายที่วางไว้ซึ่งเป็นไปตามหลักการของกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับกันทั่วไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 7 กรอบแนวคิดในการวิจัย

แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการพัฒนารูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์



บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นงานวิจัยเชิงเพื่อพัฒนารูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยจะนำเสนอรายละเอียดเกี่ยวกับวิธีดำเนินการวิจัยออกเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ตอนที่ 2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ตอนที่ 3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ตอนที่ 4 วิธีการดำเนินการวิจัย

ตอนที่ 1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่กำลังศึกษาในปีการศึกษา 2559 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ จังหวัดนนทบุรี จำนวน 5,409 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลนั้น ผู้วิจัยได้ดำเนินการโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบการเลือกตัวอย่างประชากรแบบเจาะจง (Purposive sampling) โดยการสุ่มกลุ่มตัวอย่างดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 สุ่มอย่างง่ายเพื่อเลือกโรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ จังหวัดนนทบุรี จำนวน 18 โรงเรียน ได้โรงเรียนศรีบุณยานนท์

ขั้นตอนที่ 2 สุ่มอย่างง่ายเพื่อเลือกห้องเรียนจากนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรีบุณยานนท์ ทำให้ได้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่กำลังศึกษาในปีการศึกษา 2559 โรงเรียนศรีบุณยานนท์ จังหวัดนนทบุรี มา 1 ห้องเรียน (แผนการเรียนภาษาอังกฤษ – คณิตศาสตร์) จากทั้งหมด 10 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 42 คน

ตอนที่ 2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 3 ชุด คือ เครื่องมือชุดที่ 1 แบบสัมภาษณ์พฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เครื่องมือชุดที่ 2 แบบประเมินการวินิจฉัยตนเองด้านพุทธิปัญญาในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เครื่องมือชุดที่ 1 แบบสัมภาษณ์พฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีความบกพร่องด้านทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

เครื่องมือชุดนี้ ผู้วิจัยมีจุดมุ่งหมายเพื่อทำการสำรวจเบื้องต้นถึง ข้อบกพร่องของนักเรียน ที่ครูผู้สอนพบในด้านทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และทำการสำรวจเบื้องต้นในส่วนของความบกพร่องในด้านทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ทักษะการบวก การลบ การคูณ และการหาร ว่านักเรียนมีทักษะความบกพร่องในหน่วยการเรียนรู้ใดบ้างของแต่ละทักษะ

การสร้างแบบสัมภาษณ์พฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีทั้งหมด 3 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ตามรายละเอียดดังนี้

- หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
- คู่มือการจัดการเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
- หนังสือประกอบการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ของกระทรวงศึกษาธิการ
- หนังสือประกอบการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- คู่มือประกอบการเรียนการสอนของสำนักพิมพ์ต่างๆ

เพื่อทำการศึกษาเบื้องต้นถึงหน่วยการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีโจทย์ปัญหาประกอบอยู่

ขั้นตอนที่ 2 สร้างแบบสัมภาษณ์

ผู้วิจัยได้ทำการสร้างแบบสัมภาษณ์ โดยการแบ่งประเด็นของการสัมภาษณ์ออกเป็น 2 ประเด็นหลักดังนี้

ประเด็นที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานด้านการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์คณิตศาสตร์ของทางโรงเรียนประกอบด้วยข้อคำถามที่ถามถึงสภาพเบื้องต้นของการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ของทางโรงเรียน การจัดชั่วโมงเรียนต่อสัปดาห์ การจัดการเรียนการสอนของครูผู้สอนว่ามีการใช้หนังสือเรียน เอกสารประกอบการเรียนการสอนแบบใด เทคนิควิธีการสอนการแก้โจทย์ปัญหาของครูผู้สอน

ประเด็นที่ 2 หน่วยการเรียนรู้ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่นักเรียนมีความบกพร่องมากที่สุดของทักษะพื้นฐานการบวก การลบ การคูณ และการหาร ในประเด็นที่มีโจทย์ปัญหาประกอบ

ขั้นตอนที่ 3 ตรวจสอบและปรับแก้

ในขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยได้นำแบบสัมภาษณ์ที่สร้างเสร็จแล้ว ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาถึงความเหมาะสมของข้อคำถาม และความครอบคลุมของประเด็นที่ต้องการสัมภาษณ์ จากนั้นจึงปรับแก้แบบสัมภาษณ์ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

เครื่องมือชุดที่ 2 แบบวัดความสามารถในการวินิจฉัยตนเองด้านพุทธิปัญญาในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เครื่องมือชุดนี้ ผู้วิจัยมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งพัฒนาจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบ 2 องค์ประกอบคือ ความตระหนักในการรู้คิด และการกำกับตนเองในการเรียน เครื่องมือชุดนี้มีรูปแบบในการตอบเป็นแบบอัตนัยประกอบด้วยขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 5 ขั้นตอน ได้แก่ โจทย์ปัญหาการบวกเศษส่วน 10 ข้อ โจทย์ปัญหาการลบเศษส่วน 10 ข้อ โจทย์ปัญหาการคูณเศษส่วน 10 ข้อ โจทย์ปัญหาการหารเศษส่วน 10 ข้อ โจทย์ปัญหาเศษส่วนระคน 10 ข้อ รวมทั้งหมด 50 ข้อ

การพัฒนาแบบวัดความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีทั้งหมด 7 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบ 2 องค์ประกอบคือ ความตระหนักในการรู้คิด และการกำกับตนเองในการเรียน แนวคิดเกี่ยวกับขั้นตอนการวินิจฉัยและแก้ไขข้อบกพร่องในการเรียน และแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มาใช้เป็นแนวทางในการสร้างเครื่องมือเพื่อการค้นหาข้อบกพร่องของตนเอง

ขั้นตอนที่ 2 สร้างตัวอย่างรูปแบบเครื่องมือ

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้กำหนดรูปแบบของเครื่องมือ และรูปแบบของการตอบที่สามารถระบุถึงประเด็นข้อบกพร่องจากโจทย์และประเด็นบกพร่องที่กำหนดให้ จากนั้นจึงให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาถึงความเหมาะสมถึงตัวอย่างรูปแบบของเครื่องมือ และปรับแก้ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา ขอความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พิจารณาถึงความเหมาะสมของรูปแบบของ

เครื่องมือ และพิจารณาถึงแนวทางในการวินิจฉัยประเด็นข้อบกพร่องที่ปรากฏอยู่ในคำตอบของแบบวัดความสามารถในการวินิจฉัยตนเองด้านพุทธิปัญญาในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 3 กำหนดจำนวนชุดของแบบวัด สร้างข้อคำถาม

ขั้นตอนที่ 4 อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาความเหมาะสมของเครื่องมือ

นำเครื่องมือที่สร้างเสร็จแล้ว ให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาถึงความเหมาะสมจากนั้นปรับแก้ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

ขั้นตอนที่ 5 ตรวจสอบความตรง

ผู้วิจัยทำการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) ของข้อสอบทั้ง 50 ข้อ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้พิจารณา โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (item-objective congruence: IOC) และความสอดคล้องระหว่างคำตอบที่กำหนดกับประเด็นบกพร่องที่ระบุไว้ในโจทย์ คำนวณได้จากสูตร

$$\mathrm{IOC} = \frac{\sum \mathrm{R}}{\mathrm{N}}$$

เมื่อ IOC คือ ดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$ คือ ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

ใช้ค่าเฉลี่ยของคะแนนการตัดสินของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดเป็นเกณฑ์ ถ้าพบว่าข้อใดมีค่าเฉลี่ยสูงกว่า 0.6 ถือว่าข้อสอบนั้นสามารถวัดได้ตรงกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และคำตอบที่กำหนดมาให้มีความสอดคล้องกับประเด็นข้อบกพร่องนั้น โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิทางการสอนคณิตศาสตร์ 5 ท่าน และผู้ทรงคุณวุฒิด้านการวัดและประเมินผล 3 ท่าน เป็นผู้ประเมิน

ขั้นตอนที่ 6 การทดลองใช้เครื่องมือ

ผู้วิจัยได้นำแบบแบบวัดความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไปทดลองใช้เพื่อพิจารณาความถูกต้อง เหมาะสมของภาษาที่ใช้ ความเข้าใจของนักเรียนในการทำแบบวัด และวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยกลุ่มตัวอย่างในการทดลองใช้เครื่องมือ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่กำลังศึกษาในปีการศึกษา 2559 โรงเรียนศรีบุณยานนท์ (แผนการเรียน วิทย์–คณิตฯ) จำนวน 32 คน (pilot study) ในวันอังคารที่ 5 กรกฎาคม 2559 โดยผู้วิจัยมีขั้นตอนในการดำเนินการทดลองใช้เครื่องมือดังนี้

6.1 ผู้วิจัยนัดหมายนักเรียน ในการทดลองใช้เครื่องมือ และทำการนัดหมายวัน เวลาในการทดลองใช้เครื่องมือด้วยตนเอง

6.2 ผู้วิจัยได้อธิบายวัตถุประสงค์ ความสำคัญของการทดสอบ ได้ชี้แจงถึงลักษณะและการตอบแบบวัดความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยต้องทำทุกข้อ ตอบให้ตรงกับสิ่งที่ตนเองคิดและเป็นจริงมากที่สุด ด้วยความตั้งใจและมีความเชื่อมั่นในการตอบคำถามแต่ละข้อด้วยตนเอง กำหนดเวลาในการทำแบบแบบวัดความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉบับละ 1 ชั่วโมง

6.3 เมื่อครบตามเวลาที่กำหนด ผู้วิจัยทำการเก็บแบบวัดความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และสอบถามนักเรียนเกี่ยวกับข้อคำถามว่านักเรียนมีข้อสงสัยในคำถามข้อใดบ้าง คำถามข้อใดไม่ชัดเจน ประเด็นบกพร่องหรือคำตอบของข้อใดที่ไม่ชัดเจน ซึ่งนักเรียนบอกว่าคำถาม คำตอบที่กำหนดให้และประเด็นบกพร่องที่ระบุในแต่ละข้อคำถามอ่านง่าย ข้อคำถามไม่ยาวมาก และชอบแบบวัดความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นี้เนื่องจากไม่เคยทำแบบสอบประเภทนี้มาก่อน

ขั้นตอนที่ 7 ตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำแบบวัดความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่ผ่านการตอบทั้งหมดมาทำการวิเคราะห์คุณภาพเบื้องต้น ด้านความเที่ยงและความตรง จากนั้นผู้วิจัยทำการปรับแบบวัดความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา โดยปรับแบบวัดฉบับที่ 1 และแบบวัดฉบับที่ 2 โดยใช้ภาษาให้เป็นเชิงบวกและใช้เศษส่วนที่เหมาะสมกับระดับของนักเรียน ส่วนแบบวัดฉบับที่ 3 -5 เหมาะสมดีแล้ว

การตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) และการตรวจสอบความตรงของการวินิจฉัย (diagnostic validity) ของข้อสอบทั้ง 50 ข้อ โดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านสอนคณิตศาสตร์ 3 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญทางด้านการวัดและประเมินผล 2 ท่าน เป็นผู้ประเมิน แล้วทำการพิจารณาค่าเฉลี่ยของคะแนนการตัดสินของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดเป็นเกณฑ์ถ้าพบว่าข้อใดมีค่าเฉลี่ยสูงกว่า 0.6 ถือว่าข้อสอบนั้นสามารถวัดได้ตรงกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม จากการคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมพบว่าข้อคำถามทั้งหมดวัดได้ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่วางไว้

การตรวจสอบความเที่ยงโดยการหาค่าสัมประสิทธิ์ (Alpha-Coefficient) สูตรของครอนบัค (Cronbach) (ล้วนสายยศ และอังคณาสายยศ, 2543) ได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.92 และจัดพิมพ์แบบวัดความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

ตอนที่ 3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยนำไปทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจริงตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ผู้วิจัยทำการนัดหมายวัน เวลา สถานที่ นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (แผนการเรียน ศิลป์-คำนวณ) ที่กำลังศึกษาอยู่ในปีการศึกษา 2559 โรงเรียนศรีบุณยานนท์ จำนวน 42 คน ในการเข้าร่วมพัฒนาความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 2 กลุ่มตัวอย่างได้รับการฝึกตามรูปแบบการพัฒนาความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยแบ่งเป็น 19 ครั้ง แต่ละครั้งใช้เวลา 50 นาที ทำการฝึกในวันอังคารเวลา 14.05 – 14.55 นาฬิกา และวันพฤหัสบดี14.05 – 14.55 นาฬิกา ซึ่งเป็นคาบอิสระของนักเรียน ตั้งแต่วันที่ 25 กรกฎาคม พ.ศ. 2559 จนถึง วันที่ 26 กันยายน พ.ศ. 2559 สรุปรายละเอียดของรูปแบบที่พัฒนาขึ้นมีดังนี้

ครั้งที่ 1 กระตุ้นความรู้ ประเมินความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างก่อนการทดลอง (pretest)

ครั้งที่ 2-4 พัฒนาความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 1 เรื่องโจทย์ปัญหาการบวกเศษส่วน และการประเมินความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องโจทย์ปัญหาการบวกเศษส่วน หลังจากได้รับการฝึก

ครั้งที่ 5-8 พัฒนาความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 2 เรื่องโจทย์ปัญหาการลบเศษส่วน และการประเมินความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องโจทย์ปัญหาการลบเศษส่วน หลังจากได้รับการฝึก

ครั้งที่ 9-12 พัฒนาความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 3 เรื่องโจทย์ปัญหาการคูณเศษส่วน และการประเมินความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องโจทย์ปัญหาการคูณเศษส่วน หลังจากได้รับการฝึก

ครั้งที่ 13-15พัฒนาความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 4 เรื่องโจทย์ปัญหาการหารเศษส่วน และการประเมินความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องโจทย์ปัญหาการหารเศษส่วน หลังจากได้รับการฝึก

ครั้งที่ 16-18 พัฒนาความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 5 เรื่องโจทย์ปัญหาเศษส่วนระคน และการประเมินความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องโจทย์ปัญหาเศษส่วนระคน หลังจากได้รับการฝึก

ครั้งที่ 19 ติดตามและสรุปผล ประเมินความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างหลังการทดลอง (posttest)

ตอนที่ 4 วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยแบ่งเป็น 2 ระยะ คือ

ระยะที่ 1 การพัฒนารูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย 2 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 การสังเคราะห์รูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ รายละเอียดการดำเนินการในแต่ละขั้นตอน มีดังนี้

1.1 วิเคราะห์สาระสำคัญของแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เทคนิคการคิดออกเสียง เพื่อนำแนวคิดดังกล่าวมาใช้เพื่อการพัฒนารูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1.2 สังเคราะห์รูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่ารูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีกระบวนการที่สำคัญ 3 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นกระตุ้นความรู้ 2) ขั้นพัฒนาความสามารถต่อเนื่อง 3) ขั้นติดตามและสรุปผล และมีดำเนินการสร้างกิจกรรมตามกระบวนการของรูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมา ดังนี้

1.2.1 การสร้างกิจกรรม ผู้วิจัยได้จัดทำกิจกรรม โดยดำเนินการ ดังมีขั้นตอนต่อไปนี้

1) ศึกษาการจัดกิจกรรมในด้านวัตถุประสงค์ วิธีการดำเนินการ

2) วิเคราะห์เนื้อหา และกำหนดจำนวนครั้งให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และวิธีการดำเนินการ ผู้วิจัยได้แบ่งเนื้อหาและเวลาเป็น 19 ครั้ง ครั้งละ 50 นาที รวม 950 นาที (การกำหนด 19 ครั้ง)

3) เขียนกิจกรรมโดยแต่ละกิจกรรมประกอบด้วย เรื่อง จุดประสงค์ประสงค์ เวลา รายละเอียดกิจกรรม ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 กิจกรรมในการทดลอง

ขั้นที่ (ครั้งที่)	เรื่อง	จุดประสงค์
ขั้นที่ 1 ขั้นกระตุ้นความรู้ (ครั้งที่ 1)	เตรียมความรู้ และทดสอบก่อนทดลอง (pretest)	1. เพื่อให้นักเรียนเตรียมความรู้และความพร้อมของตนเองในการเข้าร่วมการพัฒนาความสามารถในการวินิจฉัยตนเอง 2. เพื่อให้นักเรียนทราบจุดประสงค์กระบวนการพัฒนาความสามารถในการวินิจฉัยตนเอง 3. เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจการเสริมสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเอง
ขั้นที่ 2 ขั้นพัฒนาความสามารถต่อเนื่อง (ครั้งที่ 2-18) กิจกรรมที่ 1 (ครั้งที่ 2-4) การพัฒนาความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	การแก้โจทย์ปัญหาการบวกเศษส่วน	เพื่อให้นักเรียนมีความสามารถในการระบุข้อบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหาการบวกเศษส่วนได้
กิจกรรมที่ 2 (ครั้งที่ 5-8) การพัฒนาความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	การแก้โจทย์ปัญหาการลบเศษส่วน	เพื่อให้นักเรียนมีความสามารถในการระบุข้อบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหาการลบเศษส่วนได้
กิจกรรมที่ 3 (ครั้งที่ 9-12) การพัฒนาความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	การแก้โจทย์ปัญหาการคูณเศษส่วน	เพื่อให้นักเรียนมีความสามารถในการระบุข้อบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหาการคูณเศษส่วนได้
กิจกรรมที่ 4 (ครั้งที่ 13-15) การพัฒนาความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	การแก้โจทย์ปัญหาการหารเศษส่วน	เพื่อให้นักเรียนมีความสามารถในการระบุข้อบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหาการหารเศษส่วนได้
กิจกรรมที่ 5 (ครั้งที่ 16-18) การพัฒนาความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	การแก้โจทย์ปัญหาเศษส่วนระคน	เพื่อให้นักเรียนมีความสามารถในการระบุข้อบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหาเศษส่วนระคนได้
ขั้นที่ 3 ขั้นติดตามและสรุปผล (ครั้งที่ 19)	ติดตามและสรุปผลและทดสอบหลังทดลอง (posttest)	1. เพื่อให้นักเรียนประเมินความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 2. เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองด้วยเทคนิคการคิดออกเสียง (think aloud)

ขั้นที่ 2 การตรวจสอบและปรับปรุงรูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้แก่

2.1 ตรวจสอบรูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยผู้เชี่ยวชาญ

การตรวจสอบรูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยผู้เชี่ยวชาญ ดำเนินการโดยนำรูปแบบที่ได้จากขั้นที่ 1 ไปให้ผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ความชำนาญเฉพาะทางด้านการสอนคณิตศาสตร์ ตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองว่ามีความสอดคล้องและชัดเจนกับวัตถุประสงค์และวิธีการดำเนินการ ประเมินรูปแบบการวินิจฉัยตนเอง พร้อมทั้งนำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขผู้เชี่ยวชาญ

2.2 การตรวจสอบรูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการทดลองใช้

การตรวจสอบการตรวจสอบรูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการทดลองใช้ ดำเนินการโดยนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่กำลังศึกษาในปีการศึกษา 2559 โรงเรียนศรีบุณยานนท์ (แผนการเรียน วิทย์–คณิตฯ) จำนวน 32 คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง แล้วนำมาตรวจให้คะแนน เพื่อวิเคราะห์หาค่าความเที่ยง (reliability) ของแบบวัดความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของ Cronbach ได้ค่าความเที่ยง .81

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ระยะที่ 2 การประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการพัฒนาความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การประเมินคุณภาพของรูปแบบการพัฒนาความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น มีการดำเนินการ 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การเตรียมการทดลองใช้รูปแบบการพัฒนาความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีการดำเนินการ ดังนี้

การกำหนดกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างในการทดลองใช้รูปแบบเพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการพัฒนาความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (แผนการเรียน ศิลป์-คำนวณ) โรงเรียนศรีบุณยานนท์ จำนวน 42 คน ที่กำลังศึกษาอยู่ในปีการศึกษา 2559

ขั้นที่ 2 การดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการพัฒนาความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการและเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมเพื่อประเมินคุณภาพของรูปแบบการพัฒนาความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น คือ แบบวัดความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ฉบับ ประกอบด้วย ฉบับที่ 1 โจทย์ปัญหาการบวกเศษส่วน จำนวน 10 ข้อ ฉบับที่ 2 โจทย์ปัญหาการลบเศษส่วน จำนวน 10 ข้อ ฉบับที่ 3 โจทย์ปัญหาการคูณเศษส่วน จำนวน 10 ข้อ ฉบับที่ 4 โจทย์ปัญหาการหารเศษส่วน จำนวน 10 ข้อ และฉบับที่ 5 โจทย์ปัญหาเศษส่วนระคน จำนวน 10 ข้อ เป็นแบบตาราง 3 ช่อง โดยการให้คะแนนแบบรูบริค (rubric scoring) ข้อละ 15 คะแนน

การทดลองการใช้รูปแบบการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นเป็นการทดลองแบบกึ่งทดลอง (Quasi-experiment) แบบการทดลองดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แบบการทดลองใช้รูปแบบการพัฒนาความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น

กลุ่มตัวอย่าง	การวัดก่อนการทดลอง	การวัดระหว่างการทดลอง	การวัดหลังการทดลอง
E	O_1	X	O_2

E คือ กลุ่มตัวอย่าง

O_1 คือ ค่าผลที่วัดได้จากระยะก่อนการทดลอง

O_2 คือ ค่าผลที่วัดได้จากระยะหลังการทดลอง

X คือ ตัวแปรที่จัดกระทำ (การจัดกิจกรรมตามกระบวนการของรูปแบบการพัฒนาความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์)

สำหรับการทดลองการใช้รูปแบบการพัฒนาความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นเป็นการทดลอง โดยมีการประเมินก่อน ระหว่างและหลังการทดลอง ซึ่งการประเมินระหว่างเรียนเป็นการประเมินผลแนวโน้มของการพัฒนาการวินิจฉัยตนเองระหว่างที่อยู่ในช่วงของการฝึก ขั้นตอนในการดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการพัฒนาความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีดังนี้

2.1 ติดต่อขอความร่วมมือจากผู้อำนวยการโรงเรียนศรีบุณยานนท์ เพื่อขออนุญาตนำรูปแบบการพัฒนาความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้กับนักเรียนในสังกัด

2.2 ชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัย แนวทางในการจัดกิจกรรมตามรูปแบบการพัฒนาความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นและประสานงานในการจัดตารางเวลา

2.3 การดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูลโดยการดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

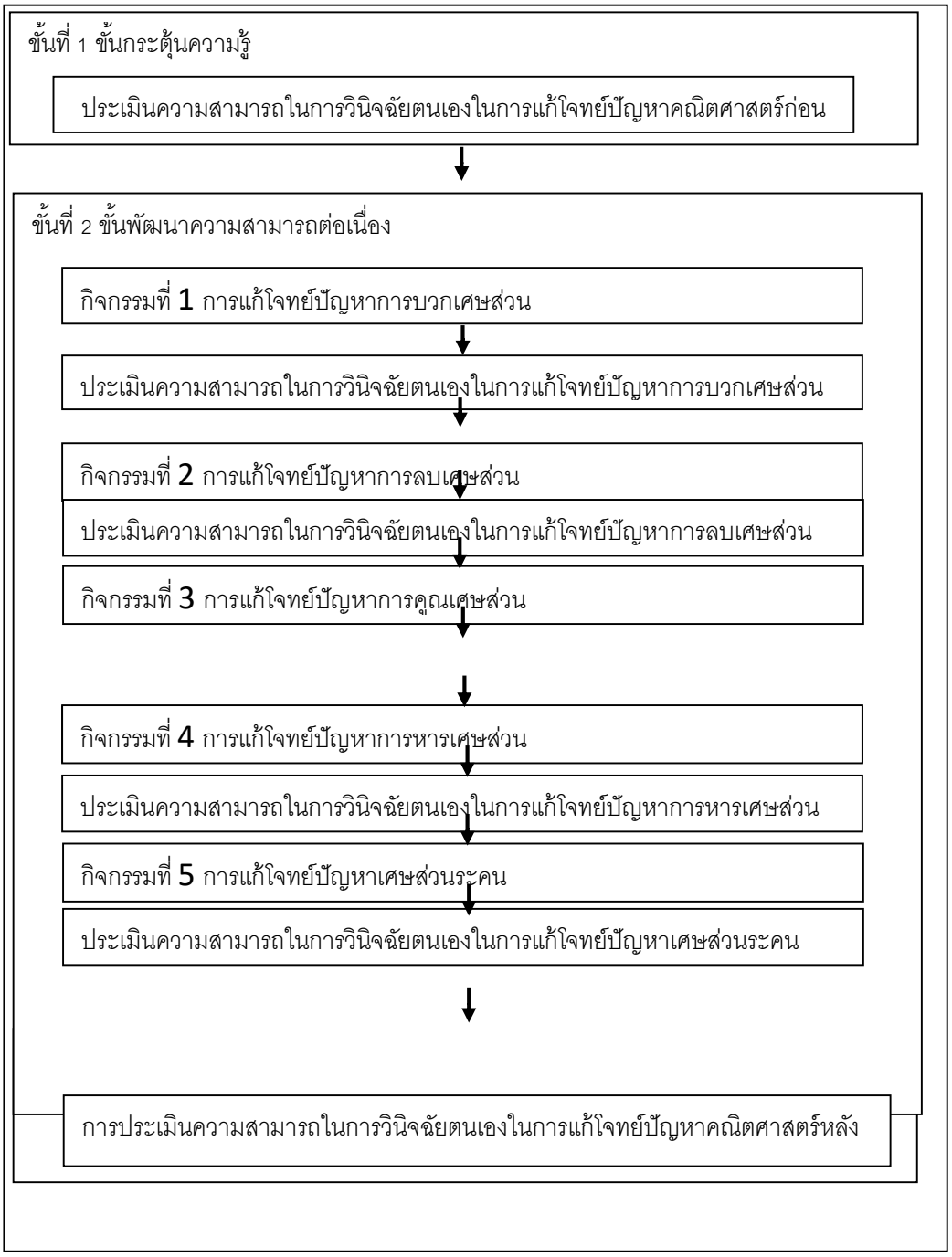
2.3.1 การดำเนินการก่อนการทดลอง ก่อนการนำรูปแบบการพัฒนาความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปทดลองใช้ผู้วิจัยได้ประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ในการวินิจฉัยตนเองของกลุ่มตัวอย่างก่อน

2.3.2 การดำเนินการทดลอง การดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการพัฒนาความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยเป็นผู้ทำกิจกรรมด้วยตนเองทั้งหมด ดำเนินการดังนี้

ในกลุ่มตัวอย่างผู้วิจัยได้ดำเนินการทำกิจกรรมตามกระบวนการของรูปแบบการพัฒนาความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นโดยมีการประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ในการวินิจฉัยตนเองระหว่างทำการทดลองเป็นระยะหลังจากพัฒนาการวินิจฉัยตนเองครบ 1 หัวข้อ ใช้เวลาในการดำเนินการ วันอังคาร เวลา 14.05-14.55 นาฬิกา และวันพฤหัสบดี เวลา 14.05-14.55 นาฬิกา ซึ่งเป็นคาบอิสระของนักเรียน ตั้งแต่วันที่ 25 กรกฎาคม พ.ศ. 2559 จนถึง วันที่ 26 กันยายน พ.ศ. 2559

2.3.3 การดำเนินการหลังการทดลอง ภายหลังการทำกิจกรรมตามรูปแบบการพัฒนาความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ในการวินิจฉัยตนเองกลุ่มตัวอย่าง ดังแผนภาพที่ 2

แผนภาพที่ 2 การดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการพัฒนาความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์



ขั้นที่ 3 การประเมินประสิทธิผลการใช้รูปแบบการพัฒนาความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การประเมินประสิทธิผลการใช้รูปแบบการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ดำเนินการโดยการวิเคราะห์ข้อมูล มีรายละเอียดในการดำเนินการ ดังนี้

3.1 ร้อยละของจำนวนนักเรียนที่มีผลการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตรงกันจากรูปแบบการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์กับผลการวินิจฉัยรายบุคคลด้วยวิธีออกเสียงคิดดัง (Think aloud) โดยครูผู้เชี่ยวชาญ

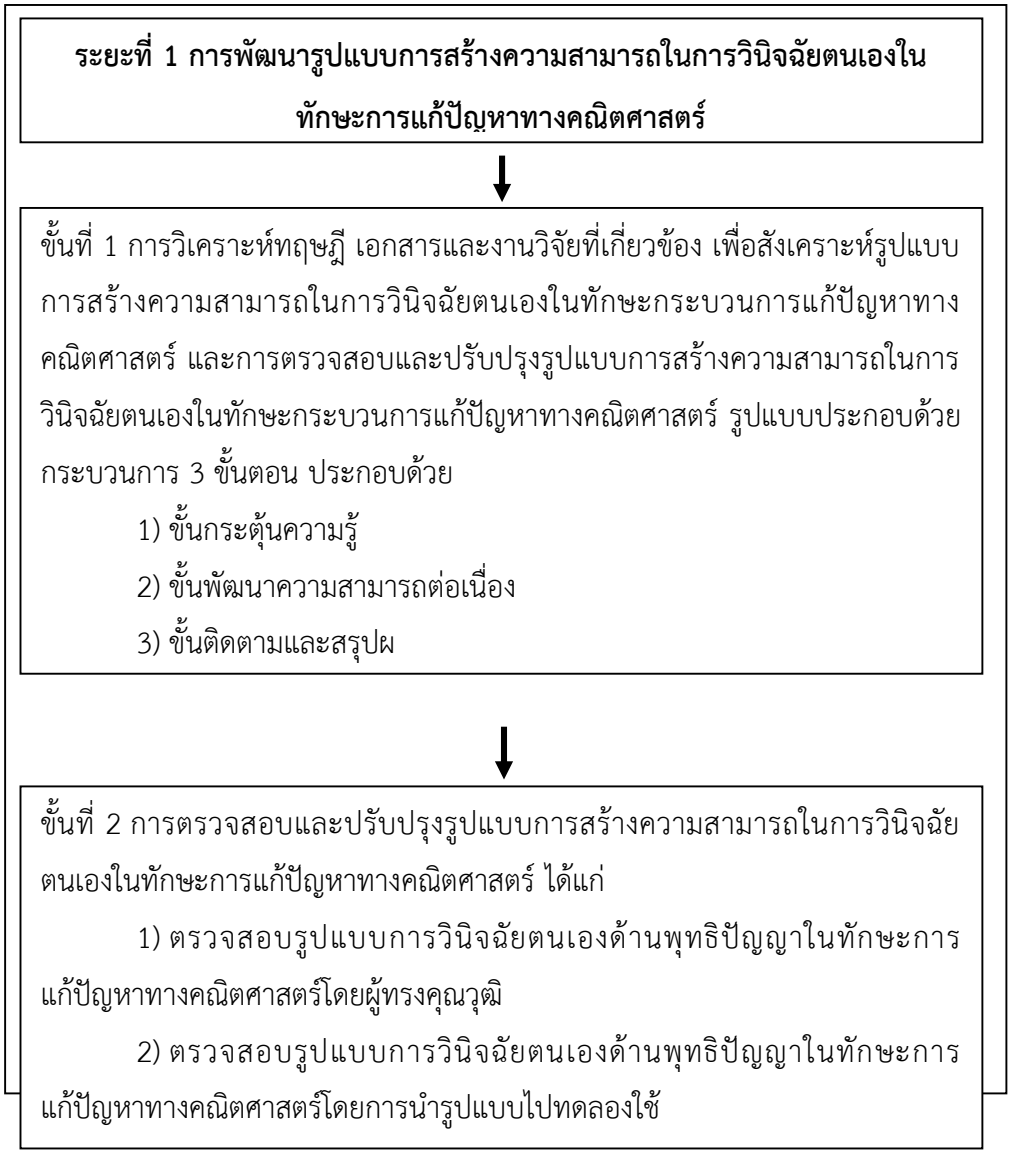
3.2 เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนการวินิจฉัยตนเองในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ (Dependent Sample)

3.3 การวิเคราะห์แนวโน้มของการพัฒนาการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนการฝึก ระหว่างการฝึก และหลังการฝึกของกลุ่มตัวอย่าง

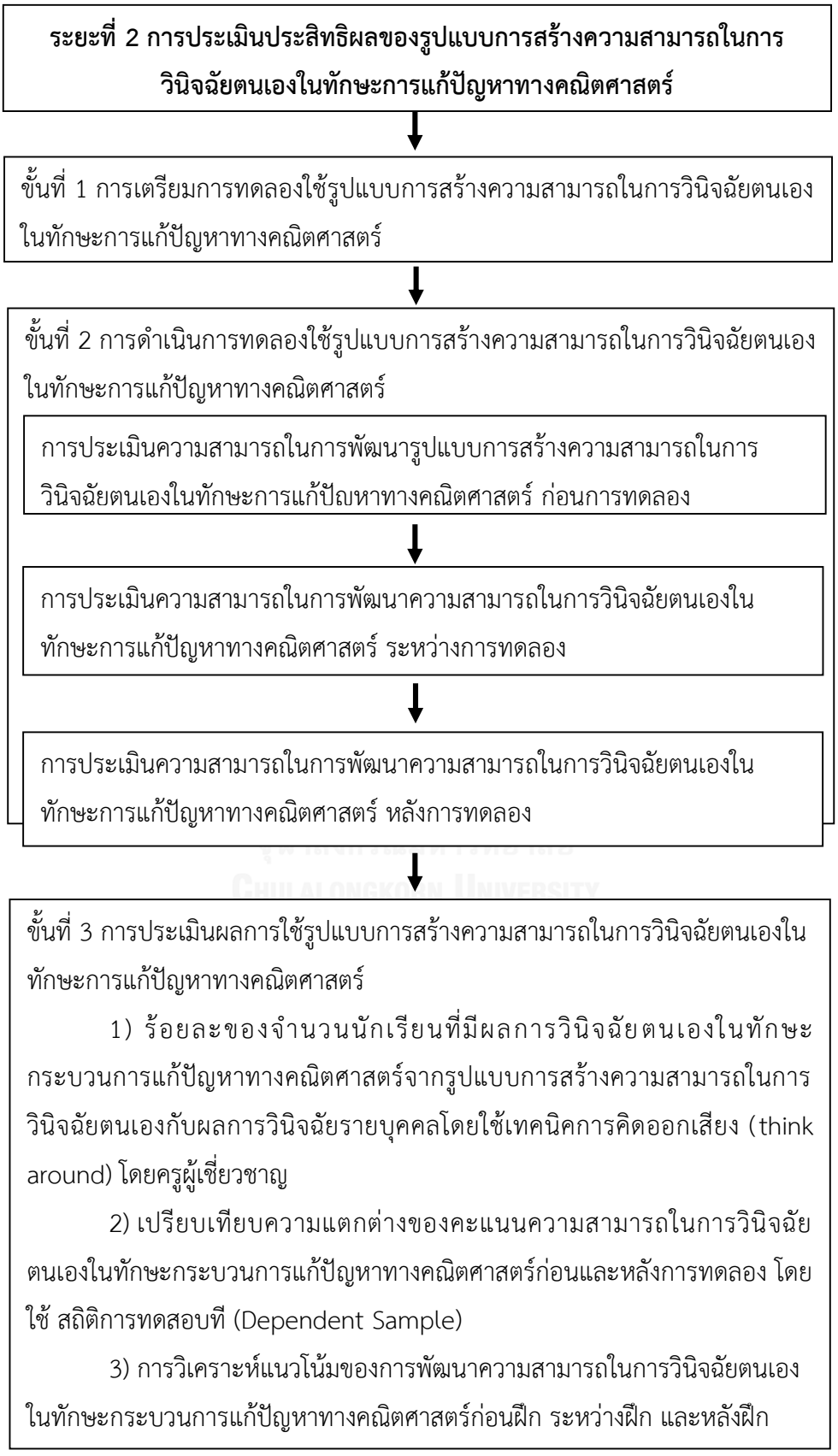
สรุปขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยดังกล่าวข้างต้น ดังแสดงในแผนภาพที่ 3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แผนภาพที่ 3 สรุปขั้นตอนการวิจัย



แผนภาพที่ 3 สรุปขั้นตอนการวิจัย (ต่อ)



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการพัฒนารูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนารูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผลการดำเนินงานแบ่งการนำเสนอเป็น 2 ส่วน ในแต่ละส่วนมีรายละเอียด ดังนี้

ส่วนที่ 1 ผลการสังเคราะห์รูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1.1 ผลการวิเคราะห์สาระสำคัญของแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เทคนิคการคิดออกเสียง เพื่อพัฒนารูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผลการวิเคราะห์นำเสนอเป็น 2 ประเด็น ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์สาระสำคัญของแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เทคนิคการคิดออกสียง ที่สัมพันธ์ในการพัฒนารูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย

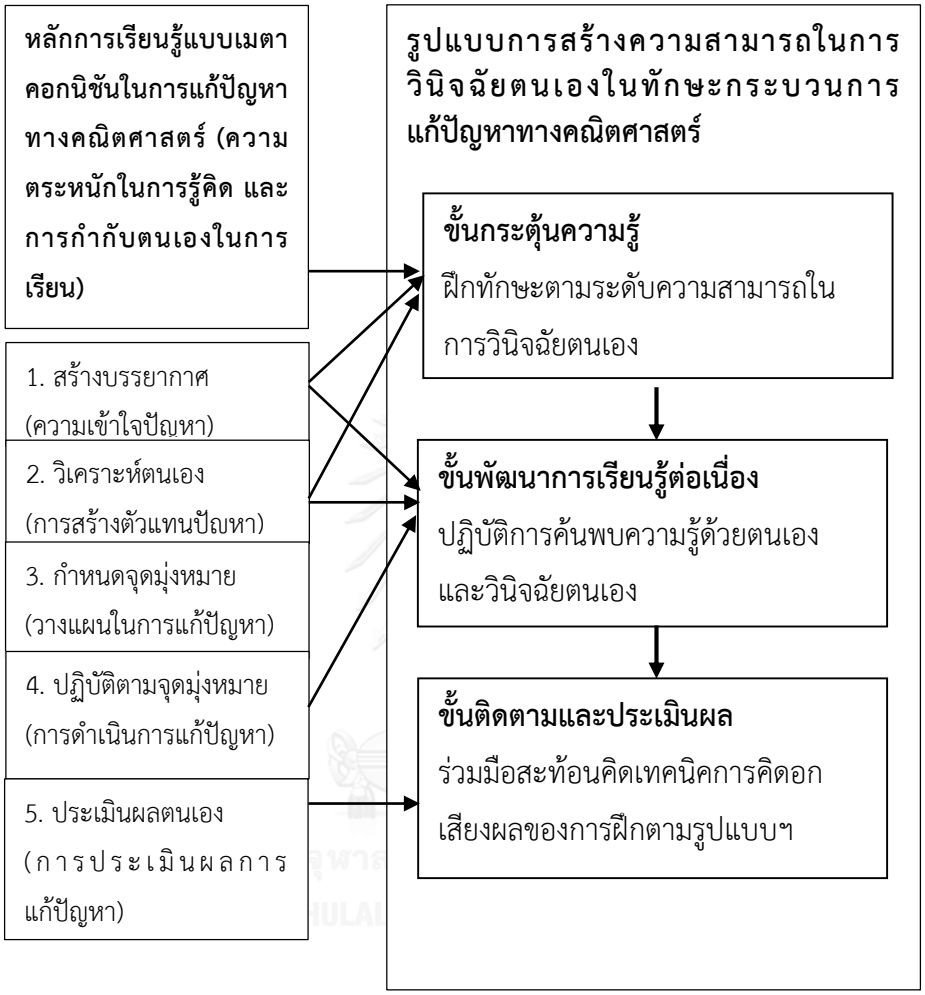
1.1 กระบวนการสำคัญที่จะพัฒนาความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 3 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นกระตุ้นความรู้ 2) ขั้นพัฒนาความรู้อย่างต่อเนื่อง และ 3) ขั้นติดตามและสรุปผล โดยมีองค์ประกอบที่สำคัญที่ดังต่อไปนี้ 1) ความตระหนักในการรู้คิด ได้แก่ สอนยุทธวิธีการเรียนรู้ที่หลากหลาย ฝึกให้ผู้เรียนตระหนักให้ได้ว่า ตนต้องเรียนรู้อะไร มีเป้าหมายอะไร เพิ่มพูนความถี่และคุณภาพของประสบการณ์ อันจะนำไปสู่การหยั่งเห็นในการเรียนรู้ และช่วยให้ผู้เรียนได้สะสมข้อความรู้เกี่ยวกับประโยชน์ โอกาสและวิธีที่จะใช้ยุทธวิธี และ2.) การกำกับตนเองในการเรียน โดยปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม ปัจจัยส่วนบุคคล และพฤติกรรมที่ต่างก็มีอิทธิพลซึ่งกันและกัน พิจารณาว่าเรามีการกำกับตนเองในขณะที่กำลังคิดแก้ปัญหา รวมถึงพิจารณาว่าเข้าใจในสิ่งนั้นหรือไม่ การตัดสินใจในการใช้ความสามารถที่มีอยู่ และการเปลี่ยนกลวิธีอื่นๆ เพื่อให้แก้ปัญหาได้ มีการกำกับตนเองเพื่อให้มีความรู้และทักษะต่างๆ โดยมีการรู้คิด มีแรงจูงใจที่กระทำพฤติกรรมการ

เรียนรู้ด้วยตนเอง โดยมีกระบวนย่อยที่ส่งเสริมพฤติกรรมในการวินิจฉัยตนเองได้ ประกอบด้วย 2.1) กระบวนการสังเกตตนเอง (Self-Observation) ได้แก่ การตั้งเป้าหมาย (Goal Setting) และการเตือนตนเอง (Self-Monitoring) 2.2) กระบวนการตัดสินใจ (Self-Judgment) ได้แก่ การกระทำเพื่ออ้างอิง การให้คุณค่าของกิจกรรม และ การอนุมานความสามารถในการกระทำ

1.2 ผลการวิเคราะห์สาระสำคัญของแนวคิดเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ในการพัฒนารูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 5 ขั้นตอนที่จะนำไปสู่การพัฒนารูปแบบวินิจฉัยตนเองด้านพุทธิปัญญาในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ได้แก่ รู้สิ่งที่โจทย์กำหนด ให้ สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา และเงื่อนไขต่างๆ ที่โจทย์กำหนดมาให้ 2) ขั้นสร้างตัวแทนปัญหา ได้แก่ การเขียนสัญลักษณ์ เช่น รูปภาพ ตาราง แผนภูมิ เป็นต้น แทนโจทย์ปัญหาที่พบ 3) ขั้นวางแผนในการแก้ปัญหา ได้แก่ การพิจารณาหาวิธีการหรือกลวิธีในการที่จะแก้ปัญหา รวมทราบสิ่งที่จะส่งเสริมให้การแก้ปัญหาไปสู่ความสำเร็จ 4) ดำเนินการแก้ปัญหา ได้แก่ การลงมือปฏิบัติตามสิ่งที่ตนเองวางแผนไว้และพิจารณาถึงความเป็นไปได้ของวิธีที่กำลังใช้ หรือเปลี่ยนวิธีในการแก้ปัญหาเมื่อเห็นว่าวิธีที่ใช้อยู่ไม่สามารถแก้ปัญหาดังกล่าวได้ และ 5) ขั้นประเมินผลการแก้ปัญหา ใช้การคิดออกเสียงมาช่วยให้นักเรียนได้ประเมินคำตอบว่าถูกต้อง และจะมีวิธีการตรวจสอบย้อนกลับได้อย่างไร ขั้นนี้นักเรียนสามารถตรวจสอบและทราบความผิดพลาด หรือจุดบกพร่องของตนเองที่เกิดขึ้นได้ แสดงดังแผนภาพที่ 4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แผนภาพที่ 4 ผลการวิเคราะห์สาระสำคัญของแนวคิดเมตาคอกนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เทคนิคการคิดออกเสียง ในการพัฒนารูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์



ส่วนที่ 2 ผลการสังเคราะห์รูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

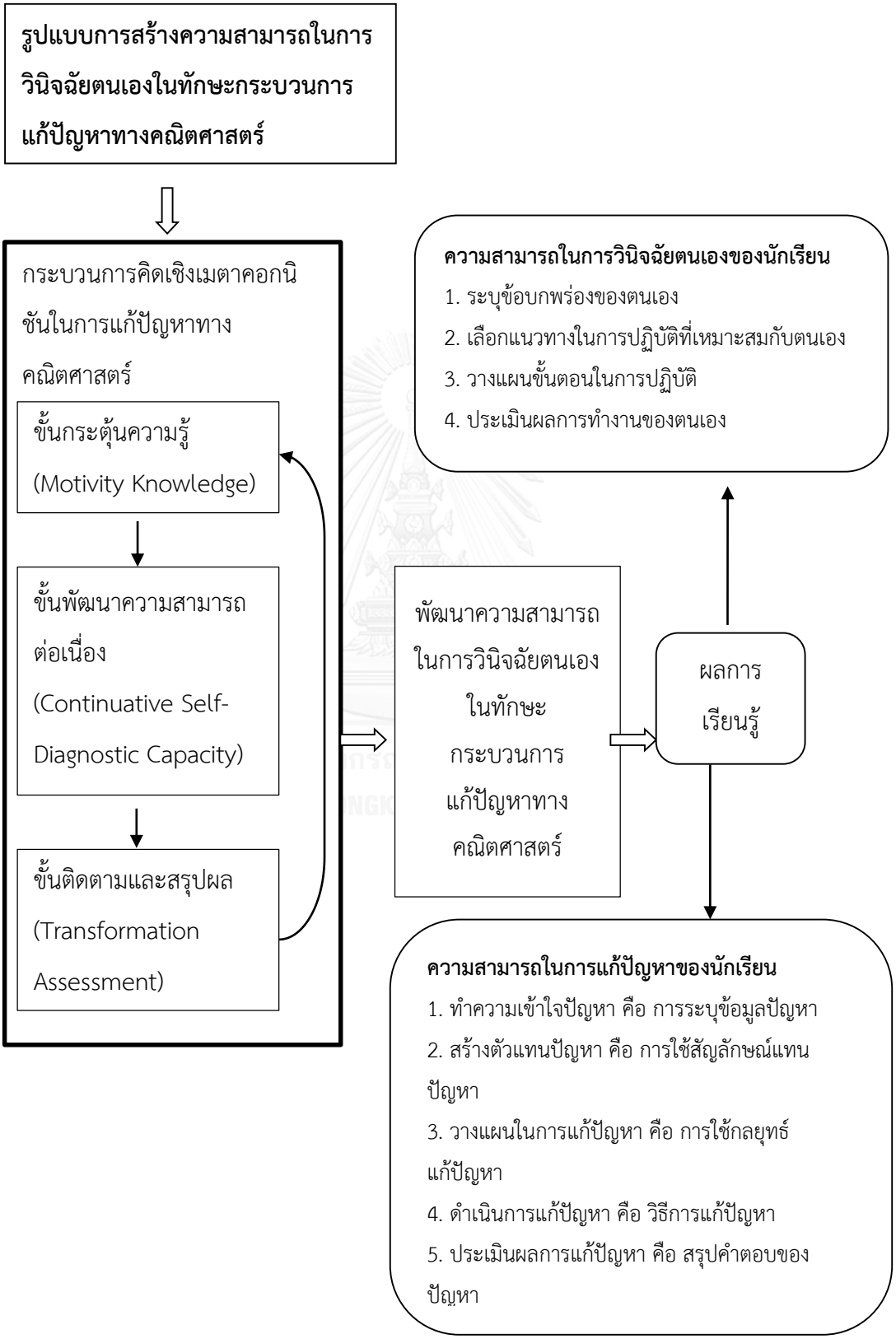
ผลการสังเคราะห์การสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบของนักการศึกษาและนักจิตวิทยา พบว่า รูปแบบเป็นแผนหรือแบบซึ่งสามารถใช้เพื่อการเรียนการสอน แต่ละรูปแบบจะให้แนวทางในการออกแบบการสอนที่ช่วยให้บรรลุวัตถุประสงค์ต่างๆ ประกอบด้วย 4 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่ 1 อธิบายความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ซึ่งเป็นที่มาของรูปแบบ ประกอบด้วยเป้าหมายของรูปแบบ ทฤษฎีและข้อสมมติที่รองรับรูปแบบ หลักการ และมโนทัศน์สำคัญที่เป็นพื้นฐานของรูปแบบ ส่วนที่ 2 ลักษณะของรูปแบบ เป็นการอธิบายด้วยรูปแบบซึ่งนำเสนอเป็นเรื่องๆ อย่างละเอียดและเน้นการปฏิบัติได้ ส่วนที่ 3 การนำรูปแบบไปใช้ เป็นการแนะนำให้ข้อสังเกตในการนำรูปแบบนั้นไปใช้ เช่น การใช้กับเนื้อหาประเภทใดจึงจะเหมาะสม จะใช้กับผู้เรียนระดับใด เป็นต้น นอกจากนั้นยังให้คำแนะนำอื่นๆ เพื่อให้การใช้รูปแบบนั้นมีประสิทธิภาพมากที่สุด ส่วนที่ 4 ผลที่จะเกิดขึ้นกับผู้เรียนรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อม รูปแบบแต่ละรูปแบบจะส่งผลต่อผู้เรียนรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยผลทางตรงเกิดจากกิจกรรมที่จัดตามลำดับขั้นตอนของรูปแบบ ส่วนผลทางอ้อมเกิดจากสภาพแวดล้อม ซึ่งถือเป็นผลกระทบที่เกิดตามรูปแบบนั้น 1) การรสร้างสิ่งแวดล้อมเพื่อสนับสนุน ส่วนที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งของสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ คือ ผู้ฝึก มีความแจ่มใสและยอมรับ สร้างสถานการณ์ให้ดูน่าเชื่อถือและสร้างความสัมพันธ์ระหว่างผู้ฝึก และผู้เรียนรู้ด้านบวก 2) การเตรียมความพร้อม 2.1) ช่วยให้ผู้เรียนรู้ทราบประโยชน์ของการวินิจฉัย 2.2) ช่วยให้ผู้เรียนประเมินความสามารถทางอารมณ์และสังคม และการให้ข้อมูลย้อนกลับ 2.3) การเรียนรู้ด้วยการนำทางตนเอง ผู้เรียนรู้เลือกวิธีที่เขาคิดว่าจะมีประสิทธิผลมากที่สุดสำหรับเขา 2.4) พัฒนาความคาดหวังทางบวกสำหรับความสำเร็จ ผู้เรียนรู้เชื่อว่ามีความเป็นไปได้สำหรับเขาในการบรรลุผลที่พึงปรารถนาและเชื่อว่ามีทักษะที่จะประสบความสำเร็จได้ภายหลังการฝึก 3) ช่วยให้ผู้เรียนรู้ตั้งเป้าหมายที่มีความชัดเจน มีความหมาย และสามารถจัดการได้ การกำหนดเป้าหมายสามารถส่งเสริมแรงจูงใจให้มีเพิ่มมากขึ้น การดำเนินการสู่เป้าหมายการบรรลุผลสำเร็จ 4) การใช้รูปแบบของทักษะที่พึงประสงค์ในขั้นปฏิบัติการแน่ใจว่าผู้เข้าร่วมมีความชัดเจนและวิธีที่จะทำให้เกิดศักยภาพสามารถนำมาใช้ให้เป็นประโยชน์ได้ 5) การสนับสนุนการฝึกทักษะใหม่และการให้ข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับการปฏิบัติ การฝึกฝนและการทำบ่อยๆ จะเป็นประโยชน์ในเรื่องของการเรียนรู้ การให้ข้อมูลย้อนกลับซึ่งจะเป็นวิธีที่จะส่งเสริมความเชื่อมั่นในตัวเอง 6) การปลูกฝังการต่อต้านอุปสรรค เตรียมผู้เรียนรู้ถึงการป้องกันการล้มเหลว เมื่อเขาใช้สิ่งที่ได้เรียนรู้ในสถานการณ์จริง 7) การสร้างการสนับสนุนอย่างต่อเนื่องในการติดตามผล การให้กำลังใจการสนับสนุนเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นสำหรับผู้เรียนรู้ที่จะนำไปประยุกต์ใช้สิ่งที่เขาได้เรียนรู้ยังคงอยู่หลังจากการฝึก การติดตามผลการฝึก การสนับสนุนทางสังคมเป็นสิ่งที่มีคุณค่า ดังนั้น รูปแบบการ

สร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นรูปแบบที่เป็นกระบวนการ โดยมีกิจกรรมย่อยๆที่มีประสิทธิภาพ เพื่อส่งเสริมการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยกระบวนการ 3 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นกระตุ้นความรู้ 2) ขั้นพัฒนาความรู้อย่างต่อเนื่อง และ 3) ขั้นติดตามและสรุปผล แสดงดังแผนภาพที่ 5

จากแผนภาพที่ 5 สรุปได้ว่ารูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย กระบวนการ 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นกระตุ้นความรู้ 2) ขั้นพัฒนาความสามารถต่อเนื่อง และ 3) ขั้นติดตามและสรุปผล และผลที่ได้รับจากรูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มี 2 ด้าน คือ ด้านที่ 1 ความสามารถในการวินิจฉัยตนเองของนักเรียน ได้แก่1). กำหนดเป้าหมายของตนเอง 2) กำหนดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับตนเอง 3) วางแผนขั้นตอนในการปฏิบัติ 4) เชื่อมั่นในความสามารถของตนเอง 5) มีความรับผิดชอบต่องานที่ปฏิบัติ 6) ประเมินผลการปฏิบัติงานของตนเอง(ระบุความบกพร่องของตนเอง) และ 7) เรียนด้วยความอยากรู้ และด้านที่ 2 ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน1) ทำความเข้าใจปัญหา คือ การระบุข้อมูลปัญหา 2) สร้างตัวแทนปัญหา คือ การใช้สัญลักษณ์แทนปัญหา 3) วางแผนในการแก้ปัญหา คือ การใช้กลยุทธ์แก้ปัญหา 4) ดำเนินการแก้ปัญหา คือ วิธีการแก้ปัญหา 5) ประเมินผลการแก้ปัญหา คือ สรุปคำตอบของปัญหา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แผนภาพที่ 5 ผลการสังเคราะห์รูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์



ส่วนที่ 2 ผลการตรวจสอบและปรับปรุงรูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผลการเสนอผลการตรวจสอบรูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบ่งการดำเนินงานเป็น 2 ขั้นตอนย่อย รายละเอียดดังนี้

2.1 ผลการตรวจสอบรูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยผู้เชี่ยวชาญ

การตรวจสอบรูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยผู้เชี่ยวชาญ ดำเนินการโดยนำรูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากขั้นที่ 1 ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ ที่มีความรู้ความชำนาญเฉพาะทางด้านการสอนคณิตศาสตร์ แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ภาพรวมของผลการประเมินรูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ

ฉบับที่	ระดับความคิดเห็น	
	ค่าเฉลี่ย	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
1 โจทย์ปัญหาการบวกเศษส่วน	4.00	0.00
2 โจทย์ปัญหาการลบเศษส่วน	3.00	1.00
3 โจทย์ปัญหาการคูณเศษส่วน	4.33	0.58
4 โจทย์ปัญหาการหารเศษส่วน	4.00	1.00
5 โจทย์ปัญหาเศษส่วนระคน	3.67	0.58
รวม	3.80	0.63

ผลการประเมินภาพรวมของผลการประเมินรูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่าทั้ง 5 ชุด มีค่าคะแนนเฉลี่ยใกล้เคียงกันคือ อยู่ระหว่าง 3.00-4.33 และผลรวมค่าเฉลี่ยของทั้ง 5 ฉบับ มีค่าเท่ากับ 3.80 แสดงว่า จึงมีความเหมาะสมในการที่จะนำไปพัฒนาความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.2 ผลการตรวจสอบรูปแบบการพัฒนาความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการทดลอง

การตรวจสอบรูปแบบการพัฒนาความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการทดลองใช้ ดำเนินการโดยนำไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (แผนการเรียน วิทย์-คณิตฯ) โรงเรียนศรีบุณยานนท์ ปีการศึกษา 2559 ซึ่งเป็นนักเรียนที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 32 คน ผลการตรวจสอบ แสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ภาพรวมของผลการประเมินรูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการทดลองใช้ (จำแนกตามกระบวนการแก้ปัญหา 5 ขั้นตอน)

	จำนวนนักเรียนทั้งหมด (32 คน)	**จำนวนนักเรียนที่บกพร่องในแต่ละขั้นตอนการแก้ปัญหา (คน)**	**ร้อยละของจำนวนนักเรียนที่บกพร่อง**
ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา	ก่อน	24	75.00
	หลัง	15	46.88
ขั้นที่ 2 สร้างตัวแทนปัญหา	ก่อน	30	93.75
	หลัง	18	56.25
ขั้นที่ 3 วางแผนในการแก้ปัญหา	ก่อน	28	87.50
	หลัง	17	53.13
ขั้นที่ 4 ดำเนินการแก้ปัญหา	ก่อน	24	75.00
	หลัง	17	53.13
ขั้นที่ 5 ประเมินผลการแก้ปัญหา	ก่อน	24	75.00
	หลัง	18	56.25
รวม	ก่อน	27.2	85.00
	หลัง	16.6	51.88

จากตารางที่ 4 ภาพรวมของผลการประเมินรูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการทดลองใช้ พบว่า แบบวัดทั้ง 5 ฉบับ ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 5 ขั้นตอน มีจำนวนนักเรียนที่มีความบกพร่องลดลง โดยที่ก่อนเข้ารับการพัฒนามีจำนวนนักเรียนบกพร่องเท่ากับร้อยละ 85 เมื่อเข้ารับการพัฒนาแล้วมีจำนวนนักเรียนที่บกพร่องเท่ากับร้อยละ 51.88 เมื่อพิจารณาในขั้นตอนย่อย 5 ขั้นตอน พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการพัฒนาความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา ได้มากที่สุด โดยมีจำนวนนักเรียนที่บกพร่องหลังเข้ารับการพัฒนาเท่ากับร้อยละ 46.88 ในทางตรงกันข้ามนักเรียนมี

ความสามารถในการพัฒนาความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในขั้นที่ 2 สร้างตัวแทนปัญหา และขั้นที่ 5 ประเมินผลการแก้ปัญหา ได้น้อยที่สุด โดยมีจำนวนนักเรียนที่บกพร่องหลังเข้ารับการพัฒนาเท่ากับร้อยละ 56.25

ตารางที่ 5 ภาพรวมของผลการประเมินรูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการทดลองใช้ (จำแนกตามฉบับข้อสอบ)

	จำนวนนักเรียนทั้งหมด (32 คน)	**จำนวนนักเรียนที่บกพร่องในแต่ละขั้นตอนการแก้ปัญหา (คน)**	**ร้อยละของจำนวนนักเรียนที่บกพร่อง**
ฉบับที่ 1 โจทย์ปัญหาการบวกเศษส่วน	ก่อน	20	62.50
	หลัง	8	25.00
ฉบับที่ 2 โจทย์ปัญหาการลบเศษส่วน	ก่อน	22	68.75
	หลัง	10	31.25
ฉบับที่ 3 โจทย์ปัญหาการคูณเศษส่วน	ก่อน	25	78.13
	หลัง	8	25.00
ฉบับที่ 4 โจทย์ปัญหาการหารเศษส่วน	ก่อน	23	71.88
	หลัง	9	28.13
ฉบับที่ 5 โจทย์ปัญหาเศษส่วนระคน	ก่อน	22	68.75
	หลัง	11	34.38
รวมทุกฉบับ	ก่อน	22	70.00
	หลัง	9	28.75

จากตารางที่ 5 ภาพรวมของผลการประเมินรูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการทดลองใช้แบบวัดทั้ง 5 ฉบับ พบว่า มีจำนวนนักเรียนที่มีความบกพร่องลดลง โดยที่ก่อนเข้ารับการพัฒนามีจำนวนนักเรียนบกพร่องเท่ากับร้อยละ 70 เมื่อเข้ารับการพัฒนาแล้วมีจำนวนนักเรียนที่บกพร่องเท่ากับร้อยละ 28.75 โดยฉบับที่ 5 โจทย์ปัญหาเศษส่วนระคน และฉบับที่ 2 โจทย์ปัญหาการลบเศษส่วน นักเรียนมีความสามารถในการพัฒนาความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาได้น้อยกว่า ฉบับอื่นๆ คือ ร้อยละจำนวนที่บกพร่องเท่ากับ 31.25 และ 34.38 ตามลำดับ

ตอนที่ 2 ผลการประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรีบุณยานนท์ ปีการศึกษา 2559 จำนวน 42 คน ได้รับการฝึกโดยใช้รูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประเมินคุณภาพของรูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีดังนี้

2.1 เกณฑ์การประเมินรูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์ประเมินรูปแบบดังนี้

2.1.1 การประเมินประสิทธิผลของรูปแบบที่ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ตรงกับครูผู้เชี่ยวชาญจำนวนอย่างน้อยร้อยละ 70 ถือว่ารูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สามารถเสริมสร้างรูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.1.2 การประเมินประสิทธิผลของรูปแบบที่มีต่อความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์กำหนดเกณฑ์จากคะแนนค่าเฉลี่ยของการวินิจฉัยตนเองหลังการทดลองสูงกว่าก่อนทดลอง ถือว่ารูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีผลต่อความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.2.3 การวิเคราะห์แนวโน้มของการพัฒนาการวินิจฉัยตนเองก่อนการฝึก ระหว่างการฝึก และหลังการฝึก ของกลุ่มตัวอย่างกำหนดเกณฑ์จากคะแนนค่าเฉลี่ยของการวินิจฉัยตนเองหลังการทดลองสูงกว่าก่อนทดลอง ถือว่ารูปแบบการการวินิจฉัยตนเองด้านพุทธิปัญญาในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีผลต่อการพัฒนาการวินิจฉัยตนเองในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.2 ผลการประเมินรูปแบบการการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.2.1 ผลการประเมินประสิทธิผลของรูปแบบที่ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ตรงกับครูผู้เชี่ยวชาญจำนวนอย่างน้อยร้อยละ 70 ถือว่ารูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทาง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คณิตศาสตร์สามารถเสริมสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลการทดลองใช้รูปแบบที่พัฒนาขึ้นพบดังนี้

1) ผลการเสริมสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนและครูผู้เชี่ยวชาญ พบว่าหลังการทดลองจำนวนนักเรียนได้คะแนนการวินิจฉัยข้อบกพร่องของตนเอง ตรงกับการวินิจฉัยของครูผู้เชี่ยวชาญ ได้ร้อยละ 76.19 ดังนั้นผลการประเมินรูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการประเมินรูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการทดลองใช้ (จำแนกตามกระบวนการแก้ปัญหา 5 ขั้นตอน)

	จำนวนนักเรียนทั้งหมด (42 คน)	**จำนวนนักเรียนที่บกพร่องในแต่ละขั้นตอนการแก้ปัญหา (คน)**	**ร้อยละของจำนวนนักเรียนที่บกพร่อง**
ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา	ก่อน	34	80.95
	หลัง	15	35.71
ขั้นที่ 2 สร้างตัวแทนปัญหา	ก่อน	36	85.71
	หลัง	20	47.62
ขั้นที่ 3 วางแผนในการแก้ปัญหา	ก่อน	30	71.43
	หลัง	18	42.86
ขั้นที่ 4 ดำเนินการแก้ปัญหา	ก่อน	32	76.19
	หลัง	19	45.24
ขั้นที่ 5 ประเมินผลการแก้ปัญหา	ก่อน	36	85.71
	หลัง	21	50.00
รวม	ก่อน	34	80.00
	หลัง	19	44.29

จากตารางที่ 6 ผลการประเมินรูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการทดลองใช้ พบว่า แบบวัดทั้ง 5 ฉบับ ในการแก้ปัญหาทาง

คณิตศาสตร์ 5 ขั้นตอน มีจำนวนนักเรียนที่มีความบกพร่องลดลง โดยที่ก่อนเข้ารับการพัฒนามีจำนวนนักเรียนบกพร่องเท่ากับร้อยละ 80 เมื่อเข้ารับการพัฒนาแล้วมีจำนวนนักเรียนที่บกพร่องเท่ากับร้อยละ 44.29 เมื่อพิจารณาในขั้นตอนย่อย 5 ขั้นตอน พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการพัฒนาความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา ได้มากที่สุด โดยมีจำนวนนักเรียนที่บกพร่องหลังเข้ารับการพัฒนาเท่ากับร้อยละ 35.71 ในทางตรงกันข้ามนักเรียนมีความสามารถในการพัฒนาความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในขั้นที่ 5 ประเมินผลการแก้ปัญหา ได้น้อยที่สุด โดยมีจำนวนนักเรียนที่บกพร่องหลังเข้ารับการพัฒนาเท่ากับร้อยละ 50.00 ดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ผลการประเมินรูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการทดลองใช้ (จำแนกตามฉบับข้อสอบ)

	จำนวนนักเรียนทั้งหมด (42 คน)	จำนวนนักเรียนที่บกพร่องในแต่ละขั้นตอนการแก้ปัญหา (คน)	ร้อยละของจำนวนนักเรียนที่บกพร่อง
ฉบับที่ 1 โจทย์ปัญหาการบวกเศษส่วน	ก่อน	32	76.19
	หลัง	8	19.05
ฉบับที่ 2 โจทย์ปัญหาการลบเศษส่วน	ก่อน	35	83.33
	หลัง	11	26.19
ฉบับที่ 3 โจทย์ปัญหาการคูณเศษส่วน	ก่อน	32	76.19
	หลัง	9	21.43
ฉบับที่ 4 โจทย์ปัญหาการหารเศษส่วน	ก่อน	35	83.33
	หลัง	10	23.81
ฉบับที่ 5 โจทย์ปัญหาเศษส่วนระคน	ก่อน	35	83.33
	หลัง	12	28.57
รวมทุกฉบับ	ก่อน	34	80.48
	หลัง	10	23.81

จากตารางที่ 7 ผลการประเมินรูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการทดลองใช้แบบวัดทั้ง 5 ฉบับ พบว่า มีจำนวนนักเรียนที่มีความบกพร่องลดลง โดยที่ก่อนเข้ารับการพัฒนามีจำนวนนักเรียนบกพร่องเท่ากับร้อยละ 80.48 เมื่อ

เข้ารับการพัฒนาแล้วมีจำนวนนักเรียนที่บกพร่องลดลงอยู่ที่ร้อยละ 23.81 โดยฉบับที่ 5 โจทย์ปัญหาเศษส่วนระคน เป็นฉบับที่มีจำนวนนักเรียนที่มีความสามารถในการพัฒนาความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาได้น้อยที่สุด โดยร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ยังมีความบกพร่องเท่ากับ 28.57 ดังนั้นร้อยละของนักเรียนที่บกพร่อง โดยรวมทุกด้านที่นักเรียนวินิจฉัยตนเองตรงกับครูผู้เชี่ยวชาญสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 76.19 ถือว่ารูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีส่วนเสริมสร้างการวินิจฉัยตนเองในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.2.2 ผลการประเมินประสิทธิผลของรูปแบบที่มีต่อความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์กำหนดเกณฑ์จากคะแนนค่าเฉลี่ยของการวินิจฉัยตนเองหลังการทดลองสูงกว่าก่อนทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ถือว่ารูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีผลต่อความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนการวินิจฉัยตนเองในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มตัวอย่าง

การวินิจฉัยตนเอง	**ระยะการทดลอง**	**Mean**	**SD**	**t-test**
ชุดที่ 1 โจทย์ปัญหาการบวกเศษส่วน	ก่อน	3.248	.160	-6.718*
	หลัง	4.167	.476	
ชุดที่ 2 โจทย์ปัญหาการลบเศษส่วน	ก่อน	3.043	.271	-6.912*
	หลัง	4.000	.553	
ชุดที่ 3 โจทย์ปัญหาการคูณเศษส่วน	ก่อน	3.110	.253	-7.161*
	หลัง	4.300	.659	
ชุดที่ 4 โจทย์ปัญหาการหารเศษส่วน	ก่อน	3.181	.213	-9.050*
	หลัง	4.381	.517	
ชุดที่ 5 โจทย์ปัญหาเศษส่วนระคน	ก่อน	3.076	.288.	-11.015*
	หลัง	4.286	.530	
รวมทุกด้าน	ก่อน	3.131	.142	-9.230*
	หลัง	4.227	.498	

* $p < .05$

จากตารางที่ 8 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนการวินิจฉัยตนเองในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้ (Dependent Sample) แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างหลังการทดลองการวินิจฉัยตนเองในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ชุดที่ 1 โจทย์ปัญหาการบวกเศษส่วน ชุดที่ 2 โจทย์ปัญหาการลบเศษส่วน ชุดที่ 3 โจทย์ปัญหาการคูณเศษส่วน ชุดที่ 4 โจทย์ปัญหาการหารเศษส่วน และ ชุดที่ 5 โจทย์ปัญหาเศษส่วนระคนโดยส่วนย่อยแต่ละชุด และโดยรวมสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

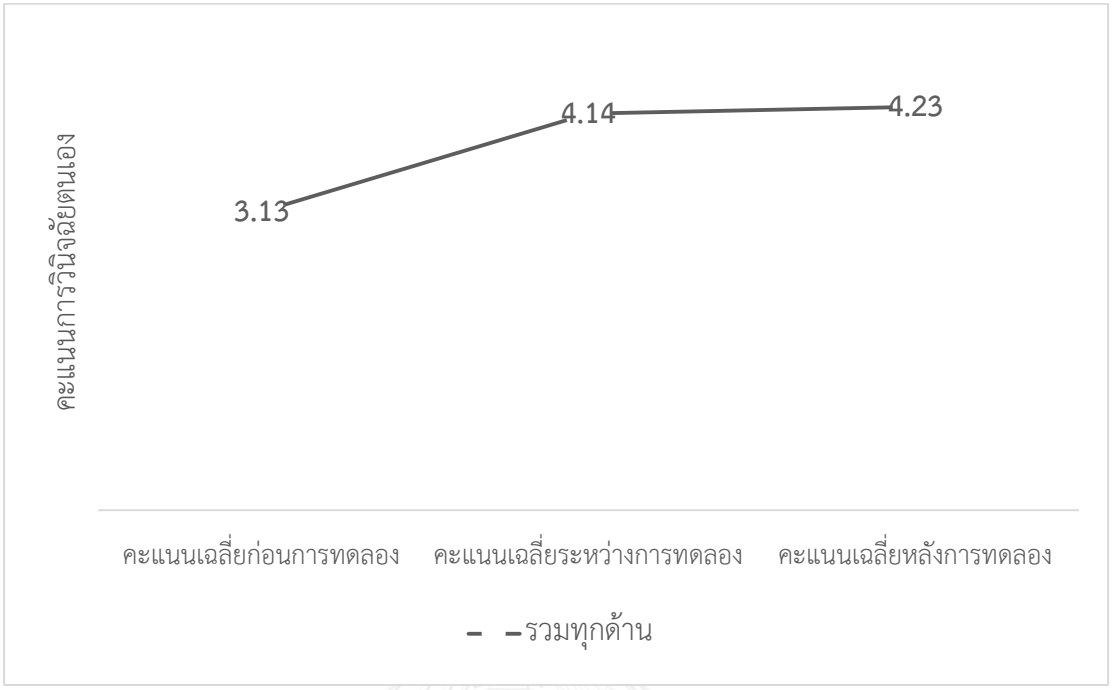
2.2.3 การวิเคราะห์แนวโน้มของการพัฒนาการวินิจฉัยตนเองก่อนการฝึก ระหว่างการฝึก และหลังการฝึก ของกลุ่มตัวอย่างกำหนดเกณฑ์จากคะแนนค่าเฉลี่ยของการวินิจฉัยตนเองหลังการทดลองสูงกว่าก่อนทดลอง ถือว่ารูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีผลต่อการพัฒนาการวินิจฉัยตนเองในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังแสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 คะแนนการวินิจฉัยตนเองในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มตัวอย่าง

การวินิจฉัยตนเอง	**คะแนนเฉลี่ยก่อนการทดลอง**	**คะแนนเฉลี่ยระหว่างการทดลอง**	**คะแนนเฉลี่ยหลังการทดลอง**
ชุดที่ 1 โจทย์ปัญหาการบวกเศษส่วน	3.25	4.07	4.17
ชุดที่ 2 โจทย์ปัญหาการลบเศษส่วน	3.04	3.83	4.00
ชุดที่ 3 โจทย์ปัญหาการคูณเศษส่วน	3.11	4.21	4.30
ชุดที่ 4 โจทย์ปัญหาการหารเศษส่วน	3.18	4.30	4.38
ชุดที่ 5 โจทย์ปัญหาเศษส่วนระคน	3.08	4.31	4.29
รวมทุกด้าน	3.13	4.14	4.23

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แผนภาพที่ 6 กราฟแสดงพัฒนาการของการวินิจฉัยตนเองในกลุ่มตัวอย่างตามระยะเวลาการทดลอง



จากแผนภาพที่ 6 พบว่า ระยะก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลอง และหลังการทดลอง กลุ่มตัวอย่างมีการวินิจฉัยตนเองโดยรวมทั้ง 5 ชุด มีแนวโน้มสูงขึ้น

ผลการตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการวินิจฉัยตนเองด้านพุทธิปัญญาในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เมื่อนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง สรุปได้ว่า

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์นักเรียน เป็นข้อมูลที่ได้จากการบันทึกข้อมูลที่ได้จากบันทึกการเรียนรู้ จากการบันทึกเสียง และการถ่ายวิดีโอ ที่สะท้อนให้เห็นถึงประเด็นความสามารถในการวินิจฉัยตนเองด้านพุทธิปัญญาในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และประเด็นที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาสาระในรายวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งสรุปผลการวิจัยได้ดังประเด็นต่อไปนี้

ประเด็นประเด็นความสามารถในการวินิจฉัยตนเองด้านพุทธิปัญญาในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การศึกษาด้วยตนเอง การปฏิสัมพันธ์และเรียนรู้ร่วมกับผู้อื่น และการประเมินผลการการวินิจฉัยตนเองด้านพุทธิปัญญาในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่านักเรียนมีความสามารถในการวินิจฉัยตนเองด้านพุทธิปัญญาในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การวิจัย ดังตัวอย่างคำพูดของนักเรียน ดังนี้

“สำหรับการเรียนรู้แบบใหม่นี้ ทำให้เรามีความคิดใหม่ๆ ได้มีการแสดงความคิดเห็นในเรื่องต่างๆ มีการเรียนรู้ด้วยตนเองเป็นหลักเพื่อพัฒนากระบวนการรู้คิดและการกำกับควบคุมตนเองในการเรียน บางครั้งก็มีข้อบกพร่องหรือไม่เข้าใจในเนื้อหาที่ทำ แต่ก็ได้ฝึกให้ตนเองมีความอดทน อยู่กับปัญหาดังกล่าวและพยายามหาทางที่จะแก้ปัญหานั้นให้สำเร็จ ทำให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นการเรียนรู้แบบใหม่ที่ท้าทาย อาจารย์จะคอยกระตุ้นและใช้คำถามนำทาง แต่การเรียนแบบเดิม เวลาเรียนเราจะไม่ได้แสดงความคิดเห็นอะไรมากมาย รออาจารย์บอกตลอดเวลา ทำให้เบื่อวิชาคณิตศาสตร์ เครียด และอาจารย์ดุอีกต่างหาก”

“ได้มีการวางแผนในการแก้ปัญหา ทุกอย่างเป็นฝึกทำด้วยต้นเองตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงบทสรุป แรกๆ อาจจะมีท้อมากเพราะคิดว่ายาก ไม่มั่นใจในตนเอง รู้ว่าเราอ่อนคณิตศาสตร์มาก แต่ก็ไม่รู้ถึงสาเหตุดังกล่าวว่าเพราะอะไรถึงทำโจทย์ไม่ได้ แต่พอได้รับการเรียนรู้แบบใหม่นี้ทำให้เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปในทางตรงกันข้าม รู้ว่าเราอ่อนเรื่องอะไร และจะทำยังไงถึงจะแก้ตรงนั้นได้ ที่สำคัญคือลองผิดลองถูกด้วยตนเอง”

“ได้ทบทวนเนื้อหา ขั้นตอนและจุดสำคัญที่ต้องวิเคราะห์ก่อนจะลงมือทำโจทย์ปัญหา ซึ่งเมื่อก่อนไม่ชอบเรื่องเกี่ยวกับโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ไม่รู้ว่าจะต้องเริ่มต้นที่ไหน ขั้นตอนต่อไปจะทำอะไร และคำตอบที่ได้ถูกต้องหรือไม่ แต่เมื่ออาจารย์เฉลยก็จะรู้แค่ว่าข้อนี้ทำผิด ข้อนี้ทำถูก แต่ไม่ทราบสาเหตุที่ตัวเองทำว่าถูกเพราะเข้าใจจริงๆ หรือไม่ หรือข้อที่ผิด ทำผิดเพราะอะไร แต่เมื่อเข้ารับการเรียนแบบใหม่นี้ทำให้ทราบถึงข้อบกพร่องด้วยตัวเอง ที่งมากเพราะการที่เราทำไปแล้วสามารถจะบอกตัวเองได้ว่าทำผิด เพราะเหตุใด สามารถนำไปปรับปรุงตนเองให้ดีขึ้นโดยเฉพาะเรื่องการเรียน”

“การเรียนแบบเดิมอาจารย์เป็นผู้ที่คอยบอกเราว่าสาเหตุ หรือข้อบกพร่องในการทำโจทย์ปัญหาข้อนี้ ข้อนั้น คืออะไร แต่การเรียนแบบใหม่ตัวเราเองคือผู้ที่บอกตัวเราเองว่าเรามีข้อบกพร่องตรงไหน ส่วนไหน และเรื่องอะไร ทำให้เราสามารถเข้าใจและนำไปปรับปรุงแก้ไขได้ถูกต้อง และสามารถประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆได้ นอกจากเรื่องเรียน”

“ได้ทักษะในการแก้ปัญหา โดยเฉพาะทางด้านคณิตศาสตร์ที่เป็นเรื่องเข้าใจยาก พอเจอโจทย์แล้ว งง ไม่รู้จะไปยังไง แต่เมื่อได้รับการเรียนแบบใหม่ทำให้ทักษะในการแก้ปัญหา ด้วยการวินิจฉัยได้ด้วยตนเอง ทำให้ไม่ต้องเสียเวลาในการแก้ปัญหา”

“ทุกอย่างเหมือนเรากำลังค้นหาสิ่งที่เราไม่เคยรู้มาก่อน เกิดความพยายามที่จะทำให้สำเร็จ โดยมีแผนผังในการดำเนินการได้อย่างชัดเจน บอกตัวเองได้ว่าเราจะไปทางไหนเมื่ออยู่ในสถานการณ์ของปัญหา รู้สึกว่าตัวเองเป็นผู้ใหญ่ขึ้น ใช้ความคิดในการแก้ปัญหามีระบบในการแก้ปัญหา และระบุจุดอ่อนของตนเองได้ถูกต้อง เป็นข้อดีในการพัฒนาตนเองต่อๆ ไป”

ตัวอย่างข้อมูลที่นักเรียนให้ข้อมูลย้อนกลับ

ตัวอย่างที่ 1 “ในขั้นตอนการสร้างตัวแทนปัญหา ยังไม่รู้ว่าจะวาดภาพ หรือใช้ตาราง คิดเยอะทำให้เสียเวลากับตรงนี้มาก”

ตัวอย่างที่ 2 “ขั้นตอนเยอะมาก ใช้เวลานาน บางทีก็มีเบื่อๆ บ้าง เขียนค่อนข้างเยอะ”

ตัวอย่างที่ 3 “โจทย์บางข้อยาก คิดไม่ออก หรือบางข้อตอบได้แต่เขียนตามขั้นตอนไม่ค่อยจะถูก”

ตัวอย่างที่ 4 “ขั้นตรวจสอบคำตอบ เป็นขั้นตอนที่เขียนออกมาอธิบายได้ยากมาก เพราะต้องใช้ความรู้มาประกอบการเขียน ”

ตัวอย่างที่ 5 “บางข้อวินิจฉัยไม่ค่อยตรงประเด็น เนื่องจากไม่ค่อยมีทักษะ ควรต้องมีการฝึกฝนอย่างสม่ำเสมอและหลากหลายรูปแบบ ”

จากตัวอย่างข้างต้น แสดงถึงความรู้ ความเข้าใจ เจตคติ และการนำไปปฏิบัติในชีวิตประจำวันของนักเรียน และช่วยให้นักเรียนได้ขยายและปรับความคิด ความรู้ ความเข้าใจของตนเองทำให้ประสบความสำเร็จตามเป้าหมายและวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง สามารถแก้ไขปัญหาเบื้องต้นหรือ เฉพาะหน้าด้วยตนเองได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ มีเหตุผลและกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ มีขั้นตอนและการวางแผนก่อนการลงมือปฏิบัติ และมีกระบวนการตัดสินใจที่อยู่บนพื้นฐานของความถูกต้องและมีคุณภาพ

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นการวิจัยเชิงพัฒนา ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และเพื่อศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนที่อยู่ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่กำลังศึกษาในปีการศึกษา 2559 ในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ จังหวัดนนทบุรี กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเพื่อใช้ในการตรวจสอบประสิทธิผลของรูปแบบ การสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่กำลังศึกษาในปีการศึกษา 2559 โรงเรียนศรีบุณยานนท์ (เป็นโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ เป็นโรงเรียนศูนย์ พสวท. และโรงเรียนศูนย์สะเต็มภาคกลางตอนล่าง จากทั้งหมด 13 ศูนย์ทั่วประเทศไทย มีขนาดใหญ่พิเศษ จังหวัดนนทบุรี ซึ่งสามารถเป็นตัวแทนของประชากรได้ดี) จำนวนนักเรียน 42 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 2 ชุด คือ ชุดที่ 1 แบบวัดความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นแบบ ตาราง 3 ช่อง จำนวนทั้งหมด 5 ฉบับ ประกอบด้วย ฉบับที่ 1 โจทย์ปัญหาการบวกเศษส่วน ฉบับที่ 2 โจทย์ปัญหาการลบเศษส่วน ฉบับที่ 3 โจทย์ปัญหาการคูณเศษส่วน ฉบับที่ 4 โจทย์ปัญหาการหารเศษส่วน และฉบับที่ 5 โจทย์ปัญหาเศษส่วนระคน ชุดที่ 2 แบบสัมภาษณ์ความพึงพอใจรูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีความบกพร่องด้านทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ก่อนการทดลองใช้เครื่องมือผู้วิจัยได้นำรูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ในการตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แล้วทำการปรับแก้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญและอาจารย์ที่ปรึกษา โดยเครื่องมือ คือแบบสัมภาษณ์ความพึงพอใจต่อรูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีความบกพร่องด้านทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นลักษณะคำถามปลายเปิด โดยให้นักเรียนเขียนแสดง

ความรู้สึกที่ได้เข้าร่วมการทดลองใช้รูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในการพัฒนาเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลแต่ละชุดดำเนินการโดยศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กำหนดลักษณะของเครื่องมือ ดำเนินการสร้างแบบประเมินตรวจสอบคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิและปรับปรุง แก้ไขแล้วนำไปทดลองใช้ และหาคุณภาพของเครื่องมือแต่ละชุด และแบบวัดความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาจำนวน 3 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา แล้วนำมาปรับแก้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และอาจารย์ที่ปรึกษา จากนั้นนำเครื่องมือไปทดลองใช้เพื่อหาความเที่ยงของแบบวัด รวมถึงเวลาที่เหมาะสมในการทำแบบวัดแต่ละฉบับ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สายวิทย์-คณิตฯ โรงเรียนศรีบุณยานนท์ จำนวน 32 คน แล้วทำการปรับแก้โจทย์บางข้อที่มีค่าความยาก-ง่าย ระหว่าง 0.20 - 0.80 และปรับความเหมาะสมของภาษาในโจทย์อีกครั้ง จนได้แบบวัดความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ฉบับ คือ ฉบับโจทย์ปัญหาการบวก ฉบับโจทย์ปัญหาการลบ ฉบับโจทย์ปัญหาการคูณ ฉบับโจทย์ปัญหาการหาร และฉบับโจทย์ปัญหาเศษส่วนระคน จึงได้นำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาค่าความเที่ยงของแบบวัด ค่าความตรงของแบบวัด เกณฑ์ในการวินิจฉัยความสามารถในการวินิจฉัยตนเอง

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยในครั้งนี้ได้รูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของเมตาคอกนิชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ประกอบด้วยกระบวนการ 3 ขั้นตอน คือขั้นเตรียมความรู้ ขั้นพัฒนาความรู้อย่างต่อเนื่องและขั้นติดตามและสรุปผล เครื่องมือที่ได้ประกอบด้วย 2 ชุด คือ แบบสัมภาษณ์ความพึงพอใจต่อรูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นคำถามปลายเปิด และ แบบวัดความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นตาราง 3 ช่อง จำนวน 5 ฉบับ ได้แก่ ฉบับที่ 1 โจทย์ปัญหาการบวก ฉบับที่ 2 โจทย์ปัญหาการลบ ฉบับที่ 3 โจทย์ปัญหาการคูณ ฉบับที่ 4 โจทย์ปัญหาการหาร และฉบับที่ 5 โจทย์ปัญหาเศษส่วนระคน ผู้วิจัยขอนำเสนอผลการวิจัย โดยแบ่งเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนารูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยศึกษาเอกสาร งานวิจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องกับแบบสอบวินิจฉัย เมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และเทคนิคการคิดออกเสียง จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยเหล่านี้ ผู้วิจัยได้ค้นพบว่ามีกระบวนการและเครื่องมือที่เน้นในเรื่องการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเองน้อยมากและแทบจะไม่มีเลยในวงการการศึกษาส่วนใหญ่จะเป็นไปในทางการแพทย์ และมีความเป็นไปได้ที่จะพัฒนารูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อเสริมสร้างรูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งผู้วิจัยจึงขอคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษา และความคิดเห็นต่างๆจากผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลมาใช้เป็นกรอบแนวคิดในการสร้างรูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการ 3 ขั้นตอน คือ ขั้นกระตุ้นความรู้ (Motivity Knowledge) ขั้นพัฒนาความสามารถต่อเนื่อง (Continuative Self-Diagnostic Capacity) และขั้นติดตามและสรุปผล (Transformation Assessment) และเครื่องมือในการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเอง 2 ชุด

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2. ผลการประเมินประสิทธิผลรูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เมื่อนำไปทดสอบผลการใช้รูปแบบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า

2.1 หลังการทดลองร้อยละของจำนวนนักเรียนที่มีผลการวินิจฉัยข้อบกพร่องของตนเองจากการคิดออกเสียงตรงกันกับการวินิจฉัยของครู ทั้งแบบวัดความสามารถในการวินิจฉัยตนเองทั้ง 5 ฉบับ เท่ากับร้อยละ 76.19 :ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ (ร้อยละ 70) จึงถือว่ารูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีส่วนเสริมสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.2 หลังการทดลองการวินิจฉัยตนเองในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ชุดที่ 1 โจทย์ปัญหาการบวกเศษส่วน ชุดที่ 2 โจทย์ปัญหาการลบเศษส่วน ชุดที่ 3 โจทย์ปัญหาการคูณเศษส่วน ชุดที่ 4 โจทย์ปัญหาการหารเศษส่วน และ ชุดที่ 5 โจทย์ปัญหาเศษส่วนระคน โดยส่วนย่อยแต่ละชุด และโดยรวมสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.3 หลังการทดลองนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการฝึกด้วยรูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีแนวโน้มในการวิพัฒนาความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องการพัฒนารูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีประเด็นการอภิปราย 2 ประเด็น ดังต่อไปนี้

1. การพัฒนารูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2. การประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1. การพัฒนารูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องที่ใช้เป็นสาระสำคัญในการสร้างรูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งการขอคำแนะนำหรือความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสอนคณิตศาสตร์ พบว่าโดยส่วนใหญ่การวินิจฉัยจะเป็นบทบาทของครูผู้สอน และการเน้นกระบวนการคิดแก้ปัญหาด้วยตนเองยังไม่เห็นเป็นรูปธรรมในการศึกษาในระบบมากนัก การพัฒนารูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นพื้นฐานในการพัฒนาตนเองของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีปัญญาทางสังคม (Social Cognitive Theory) ของแบนดรูรา (Bandura, 1977) ที่เชื่อว่า ลักษณะพฤติกรรมของบุคคลมี 3 ลักษณะคือ การเลือกที่จะเข้าหาหรือหลีกเลี่ยงการปฏิบัติงาน ความพยายามในการเผชิญอุปสรรค และความคาดหวังเกี่ยวกับความสามารถของตนเอง โดยที่กระบวนการคิดการตัดสินใจและการปฏิบัติว่ามีความสามารถหรือไม่ขึ้นอยู่กับการใช้ความพยายามในการทำกิจกรรม และจะต้องทำงานที่ท้าทายไปอีกเท่าใดทั้งๆที่กำลังมีปัญหาอยู่ แม้การรับรู้ความสามารถของตนเองต่ำ แต่ถ้ามีการกำกับตนเองอย่างมีประสิทธิภาพจะทำให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ (Zimmerman & Martinez-Pons, 1990)

จากการสร้างและพัฒนารูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นรูปแบบที่พัฒนาอย่างเป็นระบบ กล่าวคือ การพัฒนา

รูปแบบแต่ละขั้นมีความสัมพันธ์กันเริ่มจากการศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับสภาพปัญหาการเรียนการสอนปัจจุบัน เพื่อนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่ตอบสนองต่อสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นจริง (สมหวัง พิธิยานุวัฒน์, 2549: 29) เมื่อได้ข้อมูลเบื้องต้นแล้วจึงศึกษาและสังเคราะห์สาระสำคัญเป็นกรอบแนวคิดพื้นฐานนำสาระสำคัญมาวิเคราะห์เพื่อสังเคราะห์รูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กระบวนการของรูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในขั้นการสร้างรูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ต้องเชื่อมโยงและแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่างๆ และแสดงรายละเอียดของขั้นตอนอย่างต่อเนื่องและชัดเจน โดยในการระบุขั้นย่อยๆของการจัดกิจกรรมการฝึกที่เน้นการวินิจฉัยตนเอง แสดงให้เห็นเหตุผลว่าดำเนินการตามขั้นย่อยนั้นเพื่ออะไร เช่น ในขั้นการทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนต้องระบุถึงสิ่งที่โจทย์ให้มา คำถามของปัญหา และความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ที่มีในโจทย์ เพื่อเป็นการฝึกวิเคราะห์สาระต่างๆในปัญหาที่กำลังจะทำการแก้ รวมทั้งการวางแผนการแก้ปัญหา ผู้วิจัยต้องคำนึงถึงความต่อเนื่องของขั้นตอนต่างๆ ว่าขั้นตอนใดจะต้องดำเนินการก่อนหลัง ขั้นตอนการพัฒนารูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นขั้นตอนที่ได้รับการจัดการอย่างเป็นระบบ ซึ่งแต่ละขั้นตอนมีความสัมพันธ์กันอย่างชัดเจน นอกจากนี้ยังมีผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะ รูปแบบที่พัฒนาขึ้นจำเป็นต้องผ่านกระบวนการปรับปรุงแก้ไข ทั้งการปรับเปลี่ยนขั้นตอนต่างๆ ทำให้รูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีความเหมาะสม สามารถนำไปใช้เพื่อพัฒนาความสามารถในการวินิจฉัยตนเองโดยเฉพาะในทักษะทางแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Williams, 2003: 185-187; ทิศนา แขมมณี, 2544: 105-110; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2550: 145-158) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้

แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นรูปแบบที่พัฒนาขึ้นมาจากรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน กระบวนการวินิจฉัย การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ความตระหนักในการรู้คิด และการกำกับตนเองในการเรียน พบว่าแนวคิดของกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน จำเป็นต่อการฝึกฝนให้นักเรียนมีความสามารถในการวินิจฉัยตนเอง และความสามารถในการปัญหาทางคณิตศาสตร์

สาเหตุที่ผู้วิจัยนำแนวคิดกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน กระบวนการวินิจฉัย การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ความตระหนักในการรู้คิด และการกำกับตนเองในการเรียน ผสมผสานเข้าไปในรูปแบบที่พัฒนาขึ้น เนื่องจากผู้วิจัยเห็นว่าสาระสำคัญของการรูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เกิดจากกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน ที่ต้องมีความตระหนักในการรู้คิด และการกำกับตนเองในการเรียน จึงจะเกิดการเรียนรู้เพื่อนำไปสู่การวินิจฉัยตนเองให้เกิดขึ้นได้ แสดงให้เห็นว่าการเรียนรู้ในการวินิจฉัยตนเองต้องเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดของกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน ความตระหนักในการรู้คิด และการกำกับตนเองในการเรียน (ทิศนา แขมมณี, 2544: 75-77; จรุง ขำพงศ์, 2542: 50; นัฏกัญญา เจริญเกียรติบวร, 2547: 50-56; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2550: 145-158) ซึ่งจะเห็นว่าสาระสำคัญของหลักการวินิจฉัยตนเองสอดคล้องกับระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน ความตระหนักในการรู้คิด และการกำกับตนเองในการเรียน

2. การประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังได้รับการฝึกโดยใช้รูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. ผลหลังการทดลอง พบว่าร้อยละของนักเรียนที่มีข้อบกพร่องในขั้นตอนที่ 2 การสร้างตัวแทนปัญหา มีค่าเท่ากับ 47.62 จากการสังเกตเนื่องมาจากนักเรียนมีความสามารถในการขยายความหรือการสื่อความหมายไม่ได้ เช่น ไม่สามารถวาดภาพสื่อความหมายได้ ไม่สามารถจะถ่ายทอดสิ่งที่ตนเองคิดออกมาเป็นรูปธรรมได้ เป็นการบ่งบอกว่านักเรียนยังมีระบบการคิดที่ไม่เป็นขั้นตอน ดังนั้น ครูควรจะต้องเน้นการฝึกในขั้นตอนนี้เพื่อให้นักเรียนสะสมประสบการณ์มากพอ ส่วนขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผลและแก้ปัญหา มีค่าเท่ากับ 50.00 จากการสังเกตพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ที่ยังบกพร่องเนื่องจาก นักเรียนไม่สามารถจะย้อนรอยกระบวนการคิดของตนเองได้ว่าได้คำตอบมาแล้วถูกต้องหรือไม่ ไม่สามารถหาวิธีการในการตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบได้ สาเหตุมาจากการที่นักเรียนยังขาดการฝึกฝนในเรื่องการคิดอย่างหลากหลายหรือการเลือกกลวิธีอื่นๆ ที่จะสามารถหาคำตอบในข้อเดิมได้ ควรให้นักเรียนได้ค้นหาวิธีการในแหล่งการเรียนรู้อื่นๆทั้งในประเทศและต่างประเทศเพิ่มพูนแหล่งการสืบค้นที่มีคุณภาพให้กับนักเรียนสอดคล้องกับการส่งเสริมให้บุคคลเกิดความตระหนักรู้ มีวิธีฝึก (Costa, 1984)

2. หลังการทดลองการวินิจฉัยตนเองในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 1 โจทย์ปัญหาการบวกเศษส่วน ฉบับที่ 2 โจทย์ปัญหาการลบเศษส่วน ฉบับที่ 3 โจทย์ปัญหาการคูณเศษส่วน

ฉบับที่ 4 โจทย์ปัญหาการหารเศษส่วน และฉบับที่ 5 โจทย์ปัญหาเศษส่วนระคน โดยส่วนย่อยแต่ละชุด และโดยรวมสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ เนื่องจากนักเรียนมีประสบการณ์มากพอที่จะทำโจทย์ในข้อถัดๆไปได้ดีขึ้น เนื่องจากโจทย์มีลักษณะใกล้เคียงกันพอจะใช้ข้อที่ผ่านมาเป็นแนวทางในการพัฒนาการทำโจทย์ในข้ออื่นๆ จึงเกิดการพัฒนาความสามารถในการวินิจฉัยเพิ่มขึ้น

3. หลังการทดลองนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการฝึกด้วยรูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีแนวโน้มการวินิจฉัยตนเองด้านพุทธิปัญญาในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น โดยแบบวัดฉบับที่ 5 มีแนวโน้มของการพัฒนาความสามารถได้น้อยกว่าฉบับอื่น เนื่องจากความยากของการแก้ปัญหาเป็นแบบระคนเครื่องหมายทำให้นักเรียนต้องมีการคิดที่ซับซ้อนกว่าฉบับอื่นๆ ที่มีเฉพาะเรื่องนั้น จึงไม่ต้องใช้การคิดวิเคราะห์มากมาย

อภิปรายผลการประเมินประสิทธิผลของรูปแบบที่พัฒนาขึ้นเป็นรูปแบบที่เน้นการวินิจฉัยตนเองที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้มีลำดับขึ้นตอนในการคิดแก้ปัญหา นักเรียนฝึกฝนการคิดอย่างมีระบบ โดยฝึกตามลำดับขั้นของการแก้ปัญหา ลงในแบบบันทึกกระบวนการแก้ปัญหาด้วยกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นสร้างตัวแทนปัญหา ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา และขั้นประเมินผลการแก้ปัญหา ในแต่ละขั้นได้ฝึกให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน ซึ่งเป็นการบันทึกการคิดด้วยการเขียน ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของทิศนา แขมมณี และคณะ(2544: 105-110) ที่กล่าวว่า การใช้เมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้กระบวนการคิดอย่างเป็นขั้นตอน โดยเชื่อมโยงความรู้เดิมที่มีอยู่กับความรู้ใหม่ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550: 145-158) ที่กล่าวว่า การสนับสนุนให้นักเรียนได้คิดและลงมือปฏิบัติแก้ปัญหาตามขั้นตอนและกระบวนการแก้ปัญหา เพื่อให้นักเรียนมีประสบการณ์และคุ้นเคยกับขั้นตอน/ กระบวนการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง

ข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้และข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป ดังต่อไปนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

จากผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น สามารถเสริมสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเอง และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะสำหรับครูผู้สอนที่สนใจจะนำรูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปใช้ดังนี้

1. ครูผู้สอนคณิตศาสตร์จะต้องย้ำให้นักเรียนทุกคนพยายามทำด้วยตนเองก่อนและพยายามกระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้ความคิด รายงานความคิดออกมาให้ได้มากที่สุดโดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียงถึงสิ่งที่ตนทำหรือกำลังใช้ในการแก้ปัญหา โดยชี้แนะสิ่งที่จะรายงานเพื่อให้ทราบถึงความคิดที่แท้จริงของนักเรียน และครูผู้สอนควรใช้เทคนิคการตั้งคำถามที่มีประสิทธิภาพเพื่อสามารถเสริมให้นักเรียนเรียนค้นหาข้อบกพร่องของตนเอง หรือบางกรณีที่นักเรียนบางคนที่ไม่สามารถอธิบายถึงสิ่งที่คิดได้ หรือไม่กล้าแสดงออก ครูผู้สอนอาจจะใช้การซักถามเพื่อกระตุ้นความคิดของนักเรียน ก็จะช่วยให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็น ซึ่งจะเป็นการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายของนักเรียนได้อีกทางหนึ่ง

2. ครูผู้สอนควรให้นักเรียนได้ฝึกฝนการวินิจฉัยตนเองในการแก้ปัญหาอย่างสม่ำเสมอโดยอาจจะเน้นไปที่โจทย์ปัญหาง่ายๆก่อน ไปทีละลำดับ พิจารณาตามความสามารถและศักยภาพของนักเรียนแต่ละคน เมื่อนักเรียนสามารถแก้ปัญหาง่ายๆได้สำเร็จ และสามารถระบุข้อบกพร่องของตนเองได้ จะทำให้นักเรียนมีความมั่นใจในตนเอง ซึ่งเป็นอีกางหนึ่งในการสร้างนักเรียนให้เรียนรู้และแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองในข้ออื่นต่อไป จะช่วยให้นักเรียนเกิดทักษะหรือความชำนาญ และทำให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา รวมทั้งสามารถนำไปประยุกต์ในชีวิตประจำวันของนักเรียนได้

3. ครูผู้สอนต้องเน้นในการแก้ปัญหาขั้นที่ 2 การสร้างตัวแทนปัญหาและขั้นที่ 5 การประเมินผลการแก้ปัญหา เนื่องจากนักเรียนมีความบกพร่องมากตั้งแต่ก่อนการเข้ารับการทดลอง โดยที่ผลหลังการทดลอง พบว่านักเรียนยังคงมีความบกพร่องในขั้นดังกล่าว จึงเป็นสิ่งที่ครูควรจะเสริมและสร้างความเข้าใจให้มากขึ้น

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาผลของรูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในระดับอื่นๆ หรือในเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่น เช่น อัตราส่วนตรีโกณมิติ อัตราส่วนและร้อยละ สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เป็นต้น

2.2 ควรมีการศึกษาผลของรูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยศึกษาร่วมกับตัวแปรอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เช่น ความสามารถในการให้เหตุผล ความสามารถในการสื่อสาร เป็นต้น

2.3 ควรมีการศึกษาผลของรูปแบบการสร้างความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของความตระหนักรู้คิดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่ามีความสัมพันธ์กันในระดับใด

2.4 ใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยเข้ามาใช้ในกระบวนการจัดกิจกรรมแทนการใช้กระดาษหรือการจัดกิจกรรมในห้องเรียนที่ทำกันมา โดยเปิดโอกาสให้ผู้เข้าร่วมการพัฒนาได้ใช้ในทุกที่ทุกเวลา และเป็นการดึงดูดความสนใจของนักเรียนให้อยากเข้ารับการพัฒนาได้อีกทางหนึ่ง โดยการออกแบบเป็นสื่อประเภทออนไลน์ให้ทันกับยุคเทคโนโลยีสมัยปัจจุบัน

2.5 ใช้กล้องถ่ายบันทึกพฤติกรรมมาร่วมกับการใช้เทคนิคการคิดออกเสียง เพราะในขณะที่ใช้เทคนิคการคิดออกเสียงช่วยให้ได้ข้อมูลความคิดของนักเรียน การบันทึกพฤติกรรมจะช่วยให้ได้รู้เกี่ยวกับพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจริงของนักเรียน การใช้สองเทคนิคร่วมกันจะทำให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการอ้างอิง

Alling, E., & Naismith, R. (2007). Protocol analysis of a federated search tool:designing for users. *Internet Reference Services Quarterly,* 12(2), 195-210.

Battleson, B., Booth, A., & Weintrop, J. (2001). Usability testing of an academic library website: a case study. *Journal of Academic Librarianship,* 27(3), 188-198.

Benbunan-Fich, R. (1999). Methods for Evaluating the Usability of Web-based Systems. Retrieved from http://aisel.aisnet.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1661&context=amc is1999

Benbunan-Fich, R. (2001). Using protocol analysis to evaluate the usability of a commercial website. *Information & Management,* 39(2), 151-163.

Beyer, B. K. (1987a). Improving Student Thinking: A Comprehensive Approach. *Boston: Allyn and Bacon.*

Beyer, B. K. (1987b). Practical Strategies for Teaching of Thinking. *Boston: Allyn and Bacon*.

Boren, M. T., & Ramey, J. (2000). Thinking aloud: Reconciling theory and practice. *IEEE Transactions on Professional Communication,* 43(3), 261-278.

Bourg, T. (2011). Research Methods – Verbal Protocols. Retrieved from http:// education.stateuniversity.com/ pages/2363 / Research-Methods-VERBAL-PROTOCOLS.html.

Branch, J. L. (2001). Junior high students and think alouds: Generating information-seeking process data using concurrent verbal protocols. *Library & Information Science Research,* 23(2), 107-122.

Briley., J. S. (2007). *An Investigation of relationships among mathematical beliefs, self-regulation and achievement for university-level mathematics students.* (doctoral), University of Alabama.

Charters, E. (2003). The use of think-aloud methods in qualitative research: An introduction to think-aloud methods. *Brock Education Journal,* 12(2), 68-82.

Cheng, Y. (2009). When Cognitive Diagnosis Meets Computerized Adaptive Testing. *Phychometrika,* 74(4).

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Cooke, L. (2005). Eye tracking: How it works and how it relates to usability. *Technical Communication,* 52(4), 456-463.

Cooke, L. (2010). Assessing concurrent think-aloud protocol as a usability test method: A technical communication approach. *IEEE Transactions on Professional Communication,* 53(2), 202-215.

Croskerry, P. (2003a). The Importance of Cognitive Error in Diagnosis and Strategies to Minimize Them. *Academic Medicine,* 78(8).

Croskerry, P. (2003b). The Importance of Cognitive Error in Diagnosis and Strategies to Minimize Them. *Academic Medicine,* 78(8).

Davidson, E. D. S., R.J. (1994). The Role of Metacognition in Problem Solving. *California: Brooks/Cole*.

Derry, S. J. M., D.A. (1986). Designing Systems that Train Learning Ability: From Theory to Practice. *Review of Educational Res,* 56.

Douhlas, J. d. l. T. a. J. A. (2008). Model Evaluation and Multiple Strategies in Cognitive Diagnosis: An Analysis of fraction Subtraction Data. *Phychometrika,* 73(4).

Drury, D., & Harold Doran. (2003). The value of value-added analysis. *Policy Research Brief,* 3(1).

Ericsson, K. A. (2002). Protocol Analysis and Verbal Reports on Thinking. Retrieved from http://www.psy. fsu.edu/faculty/ericsson/ericsson.proto.thnk.html

Ericsson, K. A., & Simon, H. A. (1980). Verbal reports as data. *Psychological Review,* 87, 215-251.

Ericsson, K. A., & Simon, H. A. (1993). *Protocol Analysis: Verbal Reports as Data* Cambridge, MA: MIT Press.

Flavell, J. H. (1979). Metacognition and Cognitive Monitoring; A New Area of Cognitive Development Inquiry. *American Psychol,* 34(10).

Flavell, J. H. (1985). Metacognition and Cognitive Monitoring : A New Area of Cognitive Developmental Inquiry. *American : Psychologist,* 34(5), 909-911.

Franklin, R. G. a. N. (2003). Cognitive Understandings of Diagnostic Error. *Academic Medicine,* 78(8).

George, C. A. (2005). Usability testing and design of a library website: An iterative approach. *OCLC Systems & Services,* 21(3), 167- 180.

George, C. A. (2008). Lessons learned: Usability testing a federated search product. *Electronic Library,* 26(1), 5-20.

Griffiths, J. R., Hartley, R. J., & Willson, J. P. (2002). An Improved Method of Studying User system Interaction by Combining Transaction Log Analysis and Protocol Analysis. Retrieved from http://informationr.net/ ir/7-4/paper139.html

Hall, L. E. (1992). Metacognitive behaviours and mathematical problem-solving : A study of grade 9 students with learning problems. *Masters Abstract International,* 30(3), 446.

Heck, R. H. (2000a). Examining the impact of school quality on school outcomes and improvement: A value-added approach. *Educational Administration Quarterly,* 19(1), 21-49.

Heck, R. H. (2000b). Examining the impact of school quality on school outcomes and improvement: A value-added approach. *Educational Administration Quarterly,* 36(4).

Hegarty, M. a. (1996). Instructional and school effects on student' longitudinal reading and mathematics achievements. *School Effectiveness and School Improvement,* 11.

Hoppmann, T. K. (2009). Examining the 'point of frustration': The think aloud method applied to online search tasks. *Quality and Quantity,* 43(2), 211-224.

Hughes, J., & Parkes, S. (2003). Trends in the use of verbal protocol analysis in software engineering research. *Behaviour & Information Technology,* 22(2), 127-140.

Hyrskykari, A., Ovaska, S., Majaranta, P., Räihä, K. J., & Lehtinen, M. (2008). Gaze path stimulation in retrospective think-aloud. *Journal of Eye Movement Research,* 2(4), 1-8.

Jam, D. (1991). Thailand's population development framework sustaining a regional hub for human resource enhancement across social, scientific, technological and IT realms in relation to ASEAN economic commu. *The Journal of King MongKut's University of Technology North Bangkok,* 23(3).

James, D. (1991). Thailand's population development framework sustaining a regional hub for human resource enhancement across social, scientific, technological

and IT realms in relation to ASEAN economic community. *The Journal of King MongKut's University of Technology North Bangkok,* 23(3), 760-772.

Johnson, F. C., & Craven, J. (2010). Beyond usability: The study of functionality of the 2.0 online catalogue (OPAC). *New Review of Academic Librarianship,* 16(2), 228-250.

Jonathan L. Templin, R. A. H., Sara E. and Louis Roussos. (2008a). Cognitive Diagnostic Attribute-Level Discrimination Indices. *Applied Psychological Measurement,* 32(4).

Jonathan L. Templin, R. A. H., Sara E. and Louis Roussos. (2008b). Robustness of Hierarchical Modeling of Skill Association in Cognitive Diagnosis Models. *Applied Psychological Measurement,* 32(7).

Karen., R. L. (2003). *Metacognition and Mathematics during the 5 to 7 years Shift.* (Doctoral Dissertation of Education), The Illinois Institute of Technology.

Katalin, E. (2000). 'Please, Keep Talking': The 'think-aloud' Method in Second Language Reading Research. Retrieved from http://ludens.elte.hu/~deal/pages/ novelty/

Koutsoulis, M. K., and James Reed Campbell. (2001). Family processes affect students' motivation, and science and math achievement in Cypriot high schools. *Structural Equation Modeling,* 8(1).

Krulik, S. (1980a). Problem Solving in School Mathematics : Yearbook of the National Council of Teachers of Mathematics. *National Council of Teachers of Mathematics.*

Krulik, S. (1980b). *Problem Solving in School Mathematics : Yearbook of the National Council of Teachers of Mathematics*. Paper presented at the National Council of Teachers of Mathematics., Reston, Virginia.

Leslie, B. (2011). Millennial students' online search strategies are associated with their mental models of search. *Evidence Based Library and Information Practice,* 6(3), 77-81.

Lester, F. K. (1977). Ideas about problem solving: a look at some psychological research. *Arithmetic Teacher,* 25(2), 12-14.

Makri, S., Blandford, A., & Cox, A. L. (2010). This is What I'm Doing and Why: Methodological Reflections on a Naturalistic think-aloud Study of Interactive Information Behaviour. *Information Processing and Management*.

Mathison, S., Meyer, T. R., & Vargas, J. D. (1999). Using verbal protocol methodology in the evaluation of software and hardware. *New Directions for Evaluation,* 84, 73-86.

Mathison, S., Meyer, T. R., & Vargas, J. D. (1999). Using verbal protocol methodology in the evaluation of software and hardware. *New Directions for Evaluation,* 84(73-86).

O'neil, H. F., ; & Brown, Richard S. (1998). Differential Effects of Question Formats in Math Assessment on Metacognition and Affect. *Applied Measurement in Education,* 11(4).

O'neil, H. F. A., J. . (1996). Reliability and Validity of a State Metacognition Inventory: Potential for Alternative Assessment. *The Journal of Education Resear,* 89(4).

Palardy, G. J. (2008). Differential school effects among low, middle, high social class composition schools: A multiple group, multilevel latent growth curve analysis. *School Effectiveness and School Improvement,* 19(1), 21-49.

Palardy, G. J. (2008). Differential school effects among low, middle, high social class composition schools: A multiple group, multilevel latent growth curve analysis. *School Effectiveness and School Improvement,* 19(1).

Paris, S. F. J., J. E. . (1984). The benefits of Informed Instruction for Children's Reading Awareness and skills. *Child Development,* 55(6).

Polya, G. (1973). *How to solve it*, New Jersey.

Polya, G. (1980). *On Solving Mathematical Problems in High School. Problem Solving in School Mathematics.* Paper presented at the The National Council of Teachers of Mathem, Virginia.

Polya, G. (1985). *How to solve it*, New Jersey.

Robert A. Henson, J. L. T. a. J. T. W. (2008). Defining a Family of Cognitive Diagnosis Models Using Log-Linear Models with Latent Variables. *Phychometrika,* 74(2).

Robert Henson, L. R., Jeff Douglas and Xuming H. (2008). Cognitive Diagnostic Attribute-Level Discrimination Indices. *Applied Psychological Measurement,* 32(4).

Schoenfeld. (2008). Instructional and school effects on student' longitudinal reading and mathematics achievements. *School Effectiveness and School Improvement,* 11.

Schraw, G. D., Rayne Sperling. (1994). Assessing Metacognitive Awareness. *Contemporary Educational Psychology,* 19.

Swanson, H. L. (1990). Influence of metacognition knowledge and aptitude on problem solving. *Journal of Education Psychology,* 82(2), 306-314.

Tamler, H. (1998). How (much) to intervene in a usability testing session. 8(3), 11-15.

Teri, R. (2004). *Metacognition in Learning Elementary Probability and Statistics.* (Doctoral Dissertation of Education), The University of Cincinnati.

Torre, J. d. l. (2009). A Cognitive Diagnosis Model for Cognitively Bases Multiple-Choice Options. *Applied Psychological Measurement,* 33(3).

Van den Haak, M. J., De Jong, M. D. T., & Schellens, P. J. (2003). Retrospective vs. concurrent think-aloud protocols. *Testing the Usability of an Online Library Catalogue. Behaviour & Information Technology,* 23(5), 339-351.

Van Gog, T., & Paas, F. (2008). *Data collection and analysis. In J. M. Spector, M. D. Merrill, J. V. Merriënboer, & M. P. Driscoll (Eds.), Handbook of Research on Educational Communications and Technology* New York: Lawrence Erlbaum Associates.

Van Velsen, L., T., V. d. G., Klaassen, R., & Steehouder, M. (2008). User-centered evaluation of adaptive and adaptable systems: a literature review. *The Knowledge Engineering Review,* 23(3), 261-281.

Warwick, C. (2008). The PRET a rapporter framework: Evaluating digital libraries from the perspective of information work. *Information Processing and Management,* 44(1), 4-21.

Willms, J. D. S., M. . (2001). Family, classroom, and school effects on childrens educational outcomes in Latin America. *School Effectiveness and School Improvement,* 12(4).

Wilson, J. W. (1971). *Evaluation of Learning in Secondary School Mathematics.in Handbook on formative and Summative Evaluation of Student Learning*. U.S.A.: McGraw-Hill.

Young, K. A. (2005). Direct from the source: The value of 'think aloud' data in understanding learning *Journal of Educational Enquiry,* 6(1), 19-33.

Zimmerman, B. J. (1989). A Social cognitive View of Self-Regulated Academic Learning. *Journal of Educational Psychology,* 81.

Zimmerman, B. J. M. P., M. (1986). Development of Structured Interview for Assessment Student Use of Self-Regulated Learning Strategies. *American Educational Research Journal,* 23.

กรรณิการ์ คำดี. (2555). ผลการใช้วิธีสอน เอ อาร์ซี เสริมด้วยเทคนิค *SMART* และเทคนิค *Think aloud* ต่อความสามารถด้านการอ่านภาษาอังกฤษเพื่อความเข้าใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

กระทรวงศึกษาธิการ, ก. (2544a). การแก้โจทย์ปัญหา. กรุงเทพมหานคร: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

กระทรวงศึกษาธิการ, ก. (2544b). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพมหานคร: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.

กุลพร พูลสวัสดิ์. (2559). การประเมินวินิจฉัย : แนวคิดและกระบวนการประเมิน. วารสารศึกษาศาสตร์ 9(๑), 104-112.

จันทร์ขจร มะลิจันทร์. (2554). การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง อสมการและเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบ *SSCS* และการสอนโดยใช้เทคนิค *KWDL*. (การศึกษามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัย ศรีนครินทร์วิโรฒ.

ทรัพย์สมบูรณ์., ห. (2549). ผลการวินิจฉัยและการกำหนดการเรียนในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเว็บสำหรับการเรียนซ่อมเสริมสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและระยะเวลาการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. (มหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทิศนาแขมมณี, นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ, ปัทมศิริ ธีรานุรักษ์, พิมพันธ์ เตละคุปต์, ศิริชัย กาญจนวาสี, & ศรินธร วิทยะสิรินันท์. (2544). วิทยาการด้านการคิด. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์ กรุ๊ปแมเนจเม้นท์ จำกัด.

ธีรานุรักษ์., ค. (2554). ผลของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรเมตาคอกนิชันที่มีต่อมโนทัศน์เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ และความสามารถในการคิดอย่างเป็นเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. (มหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นุชรินทร์ รื่นรมย์. (2554). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง โจทย์ปัญหาทศนิยม โดยใช้วิธีสอนแบบ 5*Es* สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. (ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวทิยาลยัขอนแก่น.

บุญชม ศรีสะอาด. (2546). การวิจัยสำหรับครู. กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.

บุญชม ศรีสะอาด, & บุญส่ง นิลแก้ว. (. 2535). การวิจัยเบื้องต้น. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม.

ปรานี โพธิ์เสนา. (2553). ผลการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบร่วมมือเทคนิค *TAI* สอดแทรกยุทธศาสตร์ เมตาคอกนิชัน กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. (การศึกษามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ปรารถนา พลอภิชาต. (2556). การพัฒนาคู่มือการสร้างแบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สำหรับครูประถมศึกษาโดยใช้โมเดลข้อสอบและวิธีลำดับขั้นของคุณลักษณะ. . (ปริญญามหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2537). .การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในประมวลสาระชุดวิชา สารัตถะและวิทยวิธีทางวิชาคณิตศาสตร์ หน่วยที่ 12-15. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2544). จกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิดสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 1. (การศึกษาดุษฎีบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ.

ปิยธิดา เนื่องชุมพล. (2553). การศึกษาทักษะการคิดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ยุทธศาสตร์ เมตาคอกนิชัน. (ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

พรพิรุณ บุตรดา. (2550a). การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ การคิดวิเคราะห์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปี ที่ 5 ระหว่างการเรียนด้วยวิธีสอนโดยใช้ยุทธศาสตร์ เมตาคอกนิชันกับการเรียนด้วยวิธีสอน แบบปกติ. (การศึกษามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

พรพิรุณ บุตรดา. (2550b). การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์การคิดวิเคราะห์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการเรียนด้วยวิธีสอนโดยใช้ยุทธศาสตร์เมตาคอกนิชันกับการเรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ.

Chulalongkorn University

มัณฑนา พรมรักษ์. (2557). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญาที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (ปริญญามหาบัณฑิต.), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศรีสะอาด, บ. (2532). วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร มหาสารคาม.

ศิริโรจน์สกุล., ศ. (2551). การเปรียบเทียบผลการสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างการสอนด้วยโครงงานและการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน : งานวิจัยเชิงทดลอง ที่ใช้ การวินิจฉัยข้อบกพร่องเป็นตัวแปรปรับ. (ดุษฎีบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2559). รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้น

ประถมศึกษาปีที่ 6. Retrieved from http://www.niets.or.th

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: คุรุสภาลาดพร้าว.

สรุปผลการวิจัยโครงการ TIMSS 2015, (2558a).

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558b). สรุปผลวิจัยโครงการ *TIMSS* 2015. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงศึกษาธิการ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). สรุปข้อมูลเบื้องต้น *PISA* 2015. *PISA Thailand*. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงศึกษาธิการ.

สร้อยสังวาลย์, อ. (2551). การพัฒนาวิธีการประเมินเชิงวินิจฉัยโดยประยุกต์ใช้โมเดลลำดับขั้นของคุณลักษณะการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์. . (ดุษฎีบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2551). ตัวชี้วัดและหลักสูตรแกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

สุพัตรา จอมคำสิงห์. (2552). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ตัวอย่างงานที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3. (ปริญญามหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เสาวลักษณ์ บุญจันทร์. (2558). ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องกฎของไซน์และโคไซน์ ที่สอนโดยใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิกชัน. (วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยบูรพา.

อภิสิทธิ์ โคตรนรินทร์. (2555). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้ยุทธวิธีเมตาคอกนิชัน ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก
การหาคุณภาพของเครื่องมือ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก

การหาคุณภาพของเครื่องมือ

- ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC) ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการวินิจฉัยตนเอง เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน
- ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม(IOC) ของแบบวัดความสามารถในการวินิจฉัยตนเองด้านพุทธิปัญญาในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำตอบกับประเด็นบกพร่อง(IOC) ของแบบวัดความสามารถในการวินิจฉัยตนเองด้านพุทธิปัญญาในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์เฉพาะ (IOC) ของแบบวัดความตระหนักในการรู้คิด
- ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์เฉพาะ (IOC) ของแบบสอบถามการกำกับตนเองในการเรียน
- ผลการวิเคราะห์ค่าความง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) ตามสูตรของวิทนีย์และซาเบอร์ส (Whitney and Sabers) ของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้โปรแกรม B-Index & Non 0-1 Method
- ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความตระหนักในการรู้คิดเป็นรายข้อ ด้วยวิธีแจกแจงค่าที (t-Distribution) โดยใช้โปรแกรม B-Index & Non 0-1 Method
- ค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถามการกำกับตนเองในการเรียนเป็นรายข้อ ด้วยวิธีแจกแจงค่าที (t-Distribution) โดยใช้โปรแกรม B-Index & Non 0-1 Method

ตารางที่ 1 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC) ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการวินิจฉัยตนเอง เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน จำนวน 20 ข้อ

ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	
1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
2	+1	+1	0	+1	0	0.75
3	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
4	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
5	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
6	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
7	+1	+1	0	+1	0	0.75
8	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
9	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
10	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
11	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
12	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
13	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
14	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
15	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
16	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
17	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
18	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
19	+1	+1	0	+1	0	0.75
20	+1	+1	+1	+1	+1	1.00

คัดเลือกแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการวินิจฉัยตนเอง เฉพาะข้อที่มีค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) โดยพิจารณาจากค่า IOC > 0.5 จึงคัดเลือกข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.75 - 1.00 จำนวน 20 ข้อ

ตารางที่ 2 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC) ของแบบวัดความสามารถในการวินิจฉัยตนเองด้านพุทธิปัญญาในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน จำนวน 30 ข้อ

ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	
1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
2	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
3	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
4	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
5	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
6	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
7	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
8	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
9	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
10	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
11	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
12	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
13	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
14	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
15	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
16	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
17	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
18	+1	+1	+1	+1	+1	1.00

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 2 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC) ของแบบวัดความสามารถในการวินิจฉัยตนเองด้านพุทธิปัญญาในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน จำนวน 30 ข้อ (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	
19	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
20	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
21	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
22	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
23	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
24	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
25	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
26	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
27	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
28	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
29	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
30	+1	+1	+1	+1	+1	1.00

คัดเลือกแบบวัดความสามารถในการวินิจฉัยตนเองด้านพุทธิปัญญาในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน เฉพาะข้อที่มีค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) โดยพิจารณาจากค่า IOC > 0.5 จึงคัดเลือกข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60 - 1.00 จำนวน 30 ข้อ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 3 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำตอบกับประเด็นบกพร่อง(IOC) ของแบบวัดความสามารถในการวินิจฉัยตนเองด้านพุทธิปัญญาในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน จำนวน 30 ข้อ

ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	
1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
2	+1	+1	0	+1	0	0.60
3	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
4	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
5	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
6	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
7	+1	+1	0	+1	0	0.60
8	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
9	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
10	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
11	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
12	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
13	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
14	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
15	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
16	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
17	+1	0	+1	+1	+1	0.80
18	+1	0	+1	+1	+1	0.80
19	+1	0	0	+1	+1	0.60
20	+1	0	+1	+1	+1	0.80
21	+1	+1	+1	+1	+1	1.00

ตารางที่ 3 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำตอบกับประเด็นบกพร่อง(IOC) ของแบบวัดความสามารถในการวินิจฉัยตนเองด้านพุทธิปัญญาในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน จำนวน 30 ข้อ (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	
22	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
23	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
24	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
25	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
26	+1	+1	0	+1	0	0.60
27	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
28	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
29	+1	0	+1	+1	+1	0.80
30	+1	0	+1	+1	+1	0.80

คัดเลือกแบบวัดความสามารถในการวินิจฉัยตนเองด้านพุทธิปัญญาในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน ของคำตอบกับประเด็นข้อบกพร่องเฉพาะข้อที่มีค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) โดยพิจารณาจากค่า IOC > 0.5 จึงคัดเลือกข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60 - 1.00 จำนวน 30 ข้อ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ค่าความง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ตามสูตรของวิทนีย์และซาเบอร์ส (Whitney and Sabers) ของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้โปรแกรม B-Index & Non 0-1 Method (ต่อ)

ข้อที่	P	r	ผลการพิจารณา	ข้อที่	P	r	ผลการพิจารณา
1	0.81	0.14	ตัดทิ้ง	11	0.38	0.47	คัดเลือกไว้
2	0.54	0.43	คัดเลือกไว้	12	0.49	0.46	คัดเลือกไว้
3	0.49	0.38	คัดเลือกไว้	13	0.72	0.32	ตัดทิ้ง
4	0.72	0.21	ตัดทิ้ง	14	0.39	0.52	ตัดทิ้ง
5	0.39	0.54	ตัดทิ้ง	15	0.51	0.55	คัดเลือกไว้
6	0.51	0.49	คัดเลือกไว้	16	0.81	0.34	ตัดทิ้ง
7	0.71	0.55	ตัดทิ้ง	17	0.54	0.54	คัดเลือกไว้
8	0.53	0.54	คัดเลือกไว้	18	0.51	0.49	คัดเลือกไว้
9	0.39	0.21	ตัดทิ้ง	19	0.49	0.43	คัดเลือกไว้
10	0.54	0.49	คัดเลือกไว้	20	0.54	0.52	คัดเลือกไว้

คัดเลือกข้อที่มีความง่าย(P) ระหว่าง 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) 0.20 ขึ้นไป จำนวน 12 ข้อ ซึ่งได้ค่าความง่าย(P) อยู่ระหว่าง 0.49 – 0.54 และค่าอำนาจจำแนก (D) อยู่ระหว่าง 0.38 – 0.54 เป็นแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

คัดเลือกแบบทดสอบนี้จำนวน 12 ข้อ ไปใช้ในการทดสอบเพื่อวิเคราะห์ความเที่ยงของแบบทดสอบตามสูตรของครอนบัค (Cronbach) โดยใช้โปรแกรม B-Index & Non 0-1 Method ได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.92

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ค่าความง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ตามสูตรของวิทนีย์และซาเบอร์ส (Whitney and Sabers) ของแบบวัดความสามารถในการวินิจฉัยตนเองด้านพุทธิปัญญาในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้โปรแกรม B-Index & Non 0-1 Method

ข้อที่	P	r	ผลการพิจารณา	ข้อที่	P	r	ผลการพิจารณา
1	0.81	0.14	ตัดทิ้ง	16	0.38	0.47	คัดเลือกไว้
2	0.54	0.43	คัดเลือกไว้	17	0.49	0.46	คัดเลือกไว้
3	0.49	0.38	คัดเลือกไว้	18	0.72	0.32	ตัดทิ้ง
4	0.72	0.21	ตัดทิ้ง	19	0.39	0.52	ตัดทิ้ง
5	0.39	0.54	ตัดทิ้ง	20	0.51	0.55	คัดเลือกไว้
6	0.51	0.49	คัดเลือกไว้	21	0.81	0.34	ตัดทิ้ง
7	0.71	0.55	ตัดทิ้ง	22	0.54	0.54	คัดเลือกไว้
8	0.53	0.54	คัดเลือกไว้	23	0.51	0.49	คัดเลือกไว้
9	0.39	0.21	ตัดทิ้ง	24	0.49	0.43	คัดเลือกไว้
10	0.54	0.49	คัดเลือกไว้	25	0.54	0.52	คัดเลือกไว้
11	0.54	0.43	คัดเลือกไว้	26	0.53	0.54	คัดเลือกไว้
12	0.49	0.38	คัดเลือกไว้	27	0.39	0.54	ตัดทิ้ง
13	0.49	0.43	คัดเลือกไว้	28	0.72	0.21	ตัดทิ้ง
14	0.54	0.52	คัดเลือกไว้	29	0.39	0.54	ตัดทิ้ง
15	0.53	0.54	คัดเลือกไว้	30	0.72	0.32	ตัดทิ้ง

คัดเลือกข้อที่มีความง่าย(P) ระหว่าง 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก(r) 0.20 ขึ้นไป จำนวน 18 ข้อ ซึ่งได้ค่าความง่าย(P) อยู่ระหว่าง 0.49 – 0.54 และค่าอำนาจจำแนก(r) อยู่ระหว่าง 0.38 – 0.54 เป็นแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

คัดเลือกแบบทดสอบนี้จำนวน 18 ข้อ ไปใช้ในการทดสอบเพื่อวิเคราะห์ความเที่ยงของแบบทดสอบตามสูตรของครอนบัค (Cronbach) โดยใช้โปรแกรม B-Index & Non 0-1 Method ได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.93

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ข

คะแนนของนักเรียนก่อนและหลังการทดลอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ข

คะแนนของนักเรียนก่อนและหลังการทดลอง

- คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้กระบวนการวินิจฉัยตนเองก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองจำนวน 42 คน (จำนวน 12 ข้อ คะแนนเต็ม 180 คะแนน)
- คะแนนความสามารถในการวินิจฉัยตนเองด้านพุทธิปัญญาในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองจำนวน 42 คน (จำนวน 18 ข้อ คะแนนเต็ม 72 คะแนน)
- คะแนนความตระหนักในการรู้คิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองจำนวน 42 คน (จำนวน 30 ข้อ คะแนนเต็ม 120 คะแนน)
- คะแนนการกำกับตนเองในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองจำนวน 42 คน (จำนวน 25 ข้อ คะแนนเต็ม 100 คะแนน)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 6 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้กระบวนการวินิจฉัยตนเองก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองจำนวน 42 คน จำนวน 12 ข้อ คะแนนเต็ม 180 คะแนน)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน (X_1)	คะแนนหลังเรียน (X_2)	X_1^2	X_2^2	D	D^2
1	48	136	2304	18496	88	7744
2	46	128	2116	16384	82	6724
3	48	128	2304	16384	80	6400
4	25	102	625	10404	77	5929
5	55	158	3025	24964	103	10609
6	56	160	3136	25600	104	10816
7	54	152	2916	23104	98	9604
8	48	134	2304	17956	86	7396
9	47	122	2209	14884	75	5625
10	49	138	2401	19044	89	7921
11	56	152	3136	23104	96	9216
12	38	106	1444	11236	68	4624
13	38	100	1444	10000	62	3844
14	58	166	3364	27556	108	11664
15	57	158	3249	24964	101	10201
16	54	144	2916	20736	90	8100
17	46	122	2116	14884	76	5776
18	32	102	1024	10404	70	4900
19	60	162	3600	26244	102	10404
20	56	150	3136	22500	94	8836
21	47	122	2209	14884	75	5625
22	42	162	1764	26244	120	14400
23	55	156	3025	24336	101	10201
24	57	162	3249	26244	105	11025

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 6 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้กระบวนการวินิจฉัยตนเองก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองจำนวน 42 คน จำนวน 12 ข้อ คะแนนเต็ม 180 คะแนน) (ต่อ)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน (X_1)	คะแนนหลังเรียน (X_2)	X_1^2	X_2^2	D	D^2
25	48	136	2304	18496	88	7744
26	46	128	2116	16384	82	6724
27	48	128	2304	16384	80	6400
28	25	102	625	10404	77	5929
29	55	158	3025	24964	103	10609
30	56	160	3136	25600	104	10816
31	54	152	2916	23104	98	9604
32	48	134	2304	17956	86	7396
33	47	122	2209	14884	75	5625
34	49	138	2401	19044	89	7921
35	56	152	3136	23104	96	9216
36	38	106	1444	11236	68	4624
37	38	100	1444	10000	62	3844
38	58	166	3364	27556	108	11664
39	57	158	3249	24964	101	10201
40	54	144	2916	20736	90	8100
41	46	122	2116	14884	76	5776
42	32	102	1024	10404	70	4900
∑	2,035	5,840	101,103	828,352	3,805	352,451
	$\overline{X_1}$ = 48.45	$\overline{X_2}$ = 139.05				
	SD_1 = 7.81	SD_2 = 19.95				

เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการวินิจฉัยตนเอง เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70) โดยใช้สถิติ t-test one sample

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\frac{SD}{\sqrt{n}}} \quad ; \quad df = n-1$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t – Distribution

$\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

μ_0 แทน ค่าเฉลี่ยที่ใช้เป็นเกณฑ์ (ร้อยละ 70)

SD แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) ของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการวินิจฉัยตนเอง เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน หาได้จากสูตร

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

$$= \frac{5,840}{42}$$

$$= 139.05$$

ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการวินิจฉัยตนเอง เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน หาได้จากสูตร

$$SD = \sqrt{\frac{n\sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}}$$

$$= \sqrt{\frac{42(828,352) - (5,840)^2}{42(41)}}$$

$$= 19.95$$

เนื่องจาก $\bar{x} = 139.05$, $\mu_0 = 126$, $SD = 19.95$, $n = 42$

ดังนั้น

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\frac{SD}{\sqrt{n}}} \quad ; \quad df = n-1$$

$= \frac{139.05 - 126}{\frac{19.95}{\sqrt{42}}}$; df = 42 - 1

$= \frac{13.05}{3.08}$; df = 41

$= 4.24$; df = 41

จากตารางค่า $t_{(.01, 41)} = 2.421$ ทำให้ได้ว่า $t > t_{(.01, 41)}$

(เปิดตาราง t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.421 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 เมื่อ df = 42 – 1 = 41

เปรียบเทียบความสามารถในการแก้แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการวินิจฉัยตนเอง เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n\sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}} \quad ; \quad df = n-1$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t – Distribution

$\sum D^2$ แทน ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังและก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แต่ละคู่ยกกำลังสอง

$(\sum D)^2$ แทน ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังและก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ทั้งหมดยกกำลังสอง

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

เนื่องจาก $\sum D = 3,805$, $\sum D^2 = 352,451$,

$(\sum D)^2 = 14,478,025$, $n = 42$

ดังนั้น $t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n\sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}}$; df = n - 1

$= \frac{3,805}{\sqrt{\frac{42(352,451) - (3,805)^2}{41}}}$; df = 42 – 1

$= \frac{3,805}{\sqrt{\frac{14,802,942 - 14,478,025}{41}}}$; df = 41

$$= \frac{3,805}{89.02} \quad ; \ df = 41$$

$$= 42.74 \quad ; \quad df = 41$$

จากตารางค่า $t_{(.01,\ 41)}$ = 2.421 ทำให้ได้ว่า $t > t_{(.01,\ 41)}$

(เปิดตาราง t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.421 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 เมื่อ df = 42 – 1 = 41

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 7 คะแนนความสามารถในการวินิจฉัยตนเองด้านพุทธิปัญญาในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง จำนวน 42 คน (จำนวน 18 ข้อ คะแนนเต็ม 72 คะแนน)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน (X_1)	คะแนนหลังเรียน (X_2)	X_1^2	X_2^2	D	D^2
1	38	60	1475	3654	22	486
2	37	57	1354	3236	20	404
3	38	57	1475	3236	18	342
4	38	64	1475	4096	26	655
5	44	70	1936	4931	26	688
6	45	70	2007	4919	25	642
7	43	68	1866	4564	24	593
8	38	60	1475	3547	21	448
9	38	54	1414	2940	17	276
10	39	61	1537	3762	22	490
11	45	68	2007	4564	23	518
12	45	47	2007	2219	2	5
13	38	44	1414	1975	7	47
14	46	69	2153	4807	23	526
15	43	67	1820	4444	24	576
16	43	64	1866	4096	21	433
17	37	54	1354	2940	17	304
18	46	64	2079	4096	18	339
19	43	67	1866	4444	23	551
20	45	67	2007	4444	22	478
21	38	61	1414	3664	23	526
22	34	61	1129	3664	27	725
23	44	69	1936	4807	25	642
24	46	69	2079	4807	24	563

ตารางที่ 7 คะแนนความสามารถในการวินิจฉัยตนเองด้านพุทธิปัญญาในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง จำนวน 42 คน (จำนวน 18 ข้อ คะแนนเต็ม 72 คะแนน) (ต่อ)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน (X_1)	คะแนนหลังเรียน (X_2)	X_1^2	X_2^2	D	D^2
25	44	67	1936	4444	23	514
26	41	60	1665	3654	20	386
27	38	63	1475	3994	25	615
28	39	61	1537	3762	22	490
29	30	67	924	4552	37	1374
30	40	60	1600	3654	20	418
31	40	67	1600	4444	27	711
32	33	67	1076	4444	34	1147
33	40	69	1600	4807	29	860
34	46	69	2079	4807	24	563
35	39	66	1537	4327	27	706
36	38	63	1475	3994	25	615
37	44	71	1936	5057	27	735
38	38	63	1475	3983	25	611
39	38	64	1475	4096	26	655
40	43	68	1866	4564	24	593
41	42	68	1798	4564	25	633
42	42	67	1731	4444	25	628
Σ	1707	2672	69927	171449	966	23510
	$\overline{X_1}$ = 40.63	$\overline{X_2}$ = 63.62				
	S_1 = 3.75	S_2 = 5.92				

เปรียบเทียบความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการวินิจฉัยตนเอง เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน โดยใช้สถิติ t-test one sample

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\frac{SD}{\sqrt{n}}} \quad ; \quad df = n-1$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t – Distribution

$\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

μ_0 แทน ค่าเฉลี่ยที่ใช้เป็นเกณฑ์ (ร้อยละ 70)

SD แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{X}$) ของคะแนนความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการวินิจฉัยตนเอง เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน หาได้จากสูตร

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n}$$
$$= \frac{2,672}{42}$$
$$= 63.62$$

ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของคะแนนความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการวินิจฉัยตนเอง เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน หาได้จากสูตร

$$SD = \sqrt{\frac{n\sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}}$$
$$= \sqrt{\frac{42(171,449) - (2,672)^2}{42(41)}}$$
$$= 5.92$$

เนื่องจาก $\bar{X} = 63.62$, $\mu_0 = 50.4$, $SD = 5.92$, $n = 42$

ดังนั้น

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\frac{SD}{\sqrt{n}}} \quad ; \quad df = n-1$$

$$= \frac{63.62 - 50.4}{\frac{5.92}{\sqrt{42}}} \quad ; \quad df = 42 - 1$$

$$= \frac{13.22}{0.92} \quad ; \quad df = 41$$

$$= 14.37 \quad ; \quad df = 41$$

จากตารางค่า $t_{(.01, 41)} = 2.421$ ทำให้ได้ว่า $t > t_{(.01, 41)}$

(เปิดตาราง t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.421 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 เมื่อ df = 42 – 1 = 41

เปรียบเทียบความสามารถในการวินิจฉัยตนเองในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการวินิจฉัยตนเอง เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n\sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}} \quad ; \quad df = n\text{-}1$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t – Distribution

เนื่องจาก $\sum D = 966$, $\sum D^2 = 23{,}510$, $(\sum D)^2 = 933{,}156$, $n = 42$

$\sum D^2$ แทน ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังและก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แต่ละคู่ยกกำลังสอง

$(\sum D)^2$ แทน ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังและก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ทั้งหมดยกกำลังสอง

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

ดังนั้น $t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n\sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}}$; df = n - 1

$$= \frac{966}{\sqrt{\frac{42(23{,}510) - (966)^2}{41}}} \quad ; \quad df = 42 - 1$$

$$= \frac{966}{\sqrt{\frac{987{,}420 - 933{,}156}{41}}} \quad ; \quad df = 41$$

$$= \frac{966}{36.38} \quad ; \ df = 41$$

$$= 26.55 \quad ; \ df = 41$$

จากตารางค่า $t_{(.01, 41)} = 2.421$ ทำให้ได้ว่า $t > t_{(.01, 41)}$

(เปิดตาราง t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.421 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 เมื่อ df = 42 – 1 = 41

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ค

- แบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการวินิจฉัยตนเอง เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน
- แบบประเมินการวินิจฉัยตนเองด้านพุทธิปัญญาในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
โดยใช้กระบวนการวินิจฉัยตนเอง เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน

ปัญหาข้อที่ 1 โรงเรียนแห่งหนึ่งมีนักเรียนมาเข้าแถวในตอนเช้าคิดเป็น $\frac{23}{25}$ ของนักเรียนทั้งหมด โรงเรียนแห่งนี้มีนักเรียน 550 คน มีนักเรียนที่มาโรงเรียนสายทั้งหมดกี่คน

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

1.1 สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ .....

1.2 สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา คือ .....

1.3 เงื่อนไขที่โจทย์กำหนด คือ .....

1.6 นักเรียนเคยเห็นโจทย์ลักษณะคล้ายกับโจทย์นี้มาก่อนหรือไม่ อย่างไร

.....

2. ขั้นสร้างตัวแทนปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ขั้นวางแผนในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

5. ขั้นประเมินผลการแก้ปัญหา

5.1 นักเรียนคิดว่าคำตอบที่ได้ ตรงกับสิ่งที่โจทย์ถามหรือไม่ ☺ ตรง ☹ไม่ตรง

5.2 นักเรียนคิดว่าคำตอบของนักเรียนถูกต้องหรือไม่ และจะมีวิธีการตรวจสอบได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

5.3 นักเรียนคิดว่ามีวิธีการในแก้ปัญหานี้ได้อีกหรือไม่ (ถ้าได้ ให้นักเรียนแสดงเหตุผล)

.....

.....

5.4 ถ้านักเรียนพบโจทย์ปัญหาที่มีลักษณะคล้ายเคียงกับโจทย์ปัญหานี้ นักเรียนคิดว่าจะสามารถ แก้ปัญหาได้มากน้อยเพียงใด ☺ มาก 😐 ปานกลาง ☹ น้อย

5.5 ถ้านักเรียนพบโจทย์ปัญหาลักษณะเช่นนี้ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ นักเรียนจะทำอย่างไร

.....

.....

.....

.....

ปัญหาข้อที่ 2 ห้องเรียนห้องหนึ่งมีนักเรียนทั้งหมด 45 คน เป็นนักเรียนชาย 18 คน จำนวนนักเรียนชายคิดเป็นเศษส่วนของนักเรียนทั้งหมด

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

1.1 สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ .....

1.2 สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา คือ .....

1.3 เงื่อนไขที่โจทย์กำหนด คือ .....

1.6 นักเรียนเคยเห็นโจทย์ลักษณะคล้ายกับโจทย์นี้มาก่อนหรือไม่ อย่างไร

.....

2. ขั้นสร้างตัวแทนปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ขั้นวางแผนในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

4. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5. ขั้นประเมินผลการแก้ปัญหา

5.1 นักเรียนคิดว่าคำตอบที่ได้ ตรงกับสิ่งที่โจทย์ถามหรือไม่ ☺ ตรง ☹ไม่ตรง

5.2 นักเรียนคิดว่าคำตอบของนักเรียนถูกต้องหรือไม่ และจะมีวิธีการตรวจสอบได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

5.3 นักเรียนคิดว่ามีวิธีการในแก้ปัญหานี้ได้อีกหรือไม่ (ถ้าได้ ให้นักเรียนแสดงเหตุผล)

.....

.....

5.4 ถ้านักเรียนพบโจทย์ปัญหาที่มีลักษณะคล้ายเคียงกับโจทย์ปัญหานี้ นักเรียนคิดว่าจะสามารถ แก้ปัญหาได้มากน้อยเพียงใด ☺ มาก 😐 ปานกลาง ☹ น้อย

5.5 ถ้านักเรียนพบโจทย์ปัญหาลักษณะเช่นนี้ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ นักเรียนจะทำอย่างไร

.....

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ปัญหาข้อที่ 3 โรงเรียนแห่งหนึ่งมีนักเรียนจำนวน 2,400 คน มี
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน $\frac{9}{50}$ ของนักเรียนทั้งหมด
จงหาจำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

1.1 สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ .....

1.2 สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา คือ .....

1.3 เงื่อนไขที่โจทย์กำหนด คือ .....

1.6 นักเรียนเคยเห็นโจทย์ลักษณะคล้ายกับโจทย์นี้มาก่อนหรือไม่ อย่างไร

.....

2. ขั้นสร้างตัวแทนปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ขั้นวางแผนในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

4. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5. ขั้นประเมินผลการแก้ปัญหา

5.1 นักเรียนคิดว่าคำตอบที่ได้ ตรงกับสิ่งที่โจทย์ถามหรือไม่ ☺ ตรง ☹ไม่ตรง

5.2 นักเรียนคิดว่าคำตอบของนักเรียนถูกต้องหรือไม่ และจะมีวิธีการตรวจสอบได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

5.3 นักเรียนคิดว่ามีวิธีการในแก้ปัญหานี้ได้อีกหรือไม่ (ถ้าได้ ให้นักเรียนแสดงเหตุผล)

.....

.....

5.4 ถ้านักเรียนพบโจทย์ปัญหาที่มีลักษณะคล้ายเคียงกับโจทย์ปัญหานี้ นักเรียนคิดว่าจะสามารถ แก้ปัญหาได้มากน้อยเพียงใด ☺ มาก 😐 ปานกลาง ☹ น้อย

5.5 ถ้านักเรียนพบโจทย์ปัญหาลักษณะเช่นนี้ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ นักเรียนจะทำอย่างไร

.....

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ปัญหาข้อที่ 4 นายแดงต้องจ่ายเงินค่าผ่อนบ้าน $\frac{1}{4}$ ของเงินเดือน หากนายแดงได้รับเงินเดือน 10,120 บาท นายแดงต้องจ่ายเงินค่าผ่อนบ้านเป็นเงินเท่าใด

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

1.1 สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ .....

1.2 สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา คือ .....

1.3 เงื่อนไขที่โจทย์กำหนด คือ .....

1.6 นักเรียนเคยเห็นโจทย์ลักษณะคล้ายกับโจทย์นี้มาก่อนหรือไม่ อย่างไร

.....

2. ขั้นสร้างตัวแทนปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ขั้นวางแผนในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

4. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5. ขั้นประเมินผลการแก้ปัญหา

5.1 นักเรียนคิดว่าคำตอบที่ได้ ตรงกับสิ่งที่โจทย์ถามหรือไม่ ☺ ตรง ☹ไม่ตรง

5.2 นักเรียนคิดว่าคำตอบของนักเรียนถูกต้องหรือไม่ และจะมีวิธีการตรวจสอบได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

5.3 นักเรียนคิดว่ามีวิธีการในแก้ปัญหานี้ได้อีกหรือไม่ (ถ้าได้ ให้นักเรียนแสดงเหตุผล)

.....

.....

5.4 ถ้านักเรียนพบโจทย์ปัญหาที่มีลักษณะคล้ายเคียงกับโจทย์ปัญหานี้ นักเรียนคิดว่าจะสามารถ แก้ปัญหาได้มากน้อยเพียงใด ☺ มาก 😐 ปานกลาง ☹ น้อย

5.5 ถ้านักเรียนพบโจทย์ปัญหาลักษณะเช่นนี้ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ นักเรียนจะทำอย่างไร

.....

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ปัญหาข้อที่ 5 ร้านค้าติดป้ายประกาศขายตู้เย็นโดยลดราคาลง $\frac{2}{5}$ ของราคาที่ติดป้ายไว้ หากราคาที่ปิดไว้คือ 7,300 บาท ตู้เย็นนี้ขายในราคาเท่าใด

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

1.1 สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ .....

1.2 สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา คือ .....

1.3 เงื่อนไขที่โจทย์กำหนด คือ .....

1.6 นักเรียนเคยเห็นโจทย์ลักษณะคล้ายกับโจทย์นี้มาก่อนหรือไม่ อย่างไร

.....

2. ขั้นสร้างตัวแทนปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ขั้นวางแผนในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

4. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5. ขั้นประเมินผลการแก้ปัญหา

5.1 นักเรียนคิดว่าคำตอบที่ได้ ตรงกับสิ่งที่โจทย์ถามหรือไม่ ☺ ตรง ☹ไม่ตรง

5.2 นักเรียนคิดว่าคำตอบของนักเรียนถูกต้องหรือไม่ และจะมีวิธีการตรวจสอบได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

5.3 นักเรียนคิดว่ามีวิธีการในแก้ปัญหานี้ได้อีกหรือไม่ (ถ้าได้ ให้นักเรียนแสดงเหตุผล)

.....

.....

5.4 ถ้านักเรียนพบโจทย์ปัญหาที่มีลักษณะคล้ายเคียงกับโจทย์ปัญหานี้ นักเรียนคิดว่าจะสามารถ แก้ปัญหาได้มากน้อยเพียงใด ☺ มาก 😐 ปานกลาง ☹ น้อย

5.5 ถ้านักเรียนพบโจทย์ปัญหาลักษณะเช่นนี้ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ นักเรียนจะทำอย่างไร

.....

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ปัญหาข้อที่ 6 ในการสอบวิชาคณิตศาสตร์ สมใจสอบครั้งที่หนึ่งได้คะแนน $9\frac{1}{2}$ คะแนน สอบครั้งที่สองได้คะแนน $7\frac{3}{4}$ คะแนน ในการสอบทั้งสองครั้ง สมใจทำคะแนนได้ทั้งหมดกี่คะแนน

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

1.1 สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ .....

1.2 สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา คือ .....

1.3 เงื่อนไขที่โจทย์กำหนด คือ .....

1.6 นักเรียนเคยเห็นโจทย์ลักษณะคล้ายกับโจทย์นี้มาก่อนหรือไม่ อย่างไร

.....

2. ขั้นสร้างตัวแทนปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ขั้นวางแผนในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

4. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5. ขั้นประเมินผลการแก้ปัญหา

5.1 นักเรียนคิดว่าคำตอบที่ได้ ตรงกับสิ่งที่โจทย์ถามหรือไม่ ☺ ตรง ☹ไม่ตรง

5.2 นักเรียนคิดว่าคำตอบของนักเรียนถูกต้องหรือไม่ และจะมีวิธีการตรวจสอบได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

5.3 นักเรียนคิดว่ามีวิธีการในแก้ปัญหานี้ได้อีกหรือไม่ (ถ้าได้ ให้นักเรียนแสดงเหตุผล)

.....

.....

5.4 ถ้านักเรียนพบโจทย์ปัญหาที่มีลักษณะคล้ายเคียงกับโจทย์ปัญหานี้ นักเรียนคิดว่าจะสามารถ แก้ปัญหาได้มากน้อยเพียงใด ☺ มาก 😐 ปานกลาง ☹ น้อย

5.5 ถ้านักเรียนพบโจทย์ปัญหาลักษณะเช่นนี้ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ นักเรียนจะทำอย่างไร

.....

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ปัญหาข้อที่ 7 ชมพู่มีดินสออยู่ 2 กล่อง กล่องละ 12 แท่ง แม่ให้มาอีก $\frac{3}{4}$ กล่อง รวมแล้วมีดินสอกี่แท่ง

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

1.1 สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ .....

1.2 สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา คือ .....

1.3 เงื่อนไขที่โจทย์กำหนด คือ .....

1.6 นักเรียนเคยเห็นโจทย์ลักษณะคล้ายกับโจทย์นี้มาก่อนหรือไม่ อย่างไร

.....

2. ขั้นสร้างตัวแทนปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. ขั้นวางแผนในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

4. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

5. ขั้นประเมินผลการแก้ปัญหา

5.1 นักเรียนคิดว่าคำตอบที่ได้ ตรงกับสิ่งที่โจทย์ถามหรือไม่ ☺ ตรง ☹ไม่ตรง

5.2 นักเรียนคิดว่าคำตอบของนักเรียนถูกต้องหรือไม่ และจะมีวิธีการตรวจสอบได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

5.3 นักเรียนคิดว่ามีวิธีการในแก้ปัญหานี้ได้อีกหรือไม่ (ถ้าได้ ให้นักเรียนแสดงเหตุผล)

.....

.....

5.4 ถ้านักเรียนพบโจทย์ปัญหาที่มีลักษณะคล้ายเคียงกับโจทย์ปัญหานี้ นักเรียนคิดว่าจะสามารถ แก้ปัญหาได้มากน้อยเพียงใด ☺ มาก 😐 ปานกลาง ☹ น้อย

5.5 ถ้านักเรียนพบโจทย์ปัญหาลักษณะเช่นนี้ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ นักเรียนจะทำอย่างไร

.....

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ปัญหาข้อที่ 8 น้ำผึ้ง $\frac{3}{4}$ ของขวด เทออกมาผสมยา $\frac{2}{7}$ ของขวด เหลือน้ำผึ้งในขวดเป็นเศษส่วนเท่าใดของขวด

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

1.1 สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ .....

1.2 สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา คือ .....

1.3 เงื่อนไขที่โจทย์กำหนด คือ .....

1.6 นักเรียนเคยเห็นโจทย์ลักษณะคล้ายกับโจทย์นี้มาก่อนหรือไม่ อย่างไร

.....

2. ขั้นสร้างตัวแทนปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ขั้นวางแผนในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

4. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

5. ขั้นประเมินผลการแก้ปัญหา

5.1 นักเรียนคิดว่าคำตอบที่ได้ ตรงกับสิ่งที่โจทย์ถามหรือไม่ ☺ ตรง ☹ไม่ตรง

5.2 นักเรียนคิดว่าคำตอบของนักเรียนถูกต้องหรือไม่ และจะมีวิธีการตรวจสอบได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

5.3 นักเรียนคิดว่ามีวิธีการในแก้ปัญหานี้ได้อีกหรือไม่ (ถ้าได้ ให้นักเรียนแสดงเหตุผล)

.....

.....

5.4 ถ้านักเรียนพบโจทย์ปัญหาที่มีลักษณะคล้ายเคียงกับโจทย์ปัญหานี้ นักเรียนคิดว่าจะสามารถ แก้ปัญหาได้มากน้อยเพียงใด ☺ มาก 😐 ปานกลาง ☹ น้อย

5.5 ถ้านักเรียนพบโจทย์ปัญหาลักษณะเช่นนี้ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ นักเรียนจะทำอย่างไร

.....

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ปัญหาข้อที่ 9 ปักไม้ไผ่ยาว 8 เมตร ไว้กลางบ่อปลา ไม้ไผ่จมอยู่ในโคลน $2\frac{7}{8}$ เมตร อยู่เหนือน้ำ $1\frac{5}{6}$ เมตร ระดับน้ำในบ่อปลาสูงกี่เมตร

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

1.1 สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ .....

1.2 สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา คือ .....

1.3 เงื่อนไขที่โจทย์กำหนด คือ .....

1.6 นักเรียนเคยเห็นโจทย์ลักษณะคล้ายกับโจทย์นี้มาก่อนหรือไม่ อย่างไร

.....

2. ขั้นสร้างตัวแทนปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ขั้นวางแผนในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

4. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

5. ขั้นประเมินผลการแก้ปัญหา

5.1 นักเรียนคิดว่าคำตอบที่ได้ ตรงกับสิ่งที่โจทย์ถามหรือไม่ ☺ ตรง ☹ไม่ตรง

5.2 นักเรียนคิดว่าคำตอบของนักเรียนถูกต้องหรือไม่ และจะมีวิธีการตรวจสอบได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

5.3 นักเรียนคิดว่ามีวิธีการในแก้ปัญหานี้ได้อีกหรือไม่ (ถ้าได้ ให้นักเรียนแสดงเหตุผล)

.....

.....

5.4 ถ้านักเรียนพบโจทย์ปัญหาที่มีลักษณะคล้ายเคียงกับโจทย์ปัญหานี้ นักเรียนคิดว่าจะสามารถ แก้ปัญหาได้มากน้อยเพียงใด ☺ มาก 😐 ปานกลาง ☹ น้อย

5.5 ถ้านักเรียนพบโจทย์ปัญหาลักษณะเช่นนี้ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ นักเรียนจะทำอย่างไร

.....

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ปัญหาข้อที่ 10 ห้องเรียนห้องหนึ่งมีจำนวนนักเรียน 35 คน มีนักเรียนชาย $\frac{3}{5}$ ของนักเรียนทั้งห้อง จำนวนนักเรียนหญิงมีกี่คน

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

1.1 สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ .....

1.2 สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา คือ .....

1.3 เงื่อนไขที่โจทย์กำหนด คือ .....

1.6 นักเรียนเคยเห็นโจทย์ลักษณะคล้ายกับโจทย์นี้มาก่อนหรือไม่ อย่างไร

.....

2. ขั้นสร้างตัวแทนปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ขั้นวางแผนในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

4. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5. ขั้นประเมินผลการแก้ปัญหา

5.1 นักเรียนคิดว่าคำตอบที่ได้ ตรงกับสิ่งที่โจทย์ถามหรือไม่ ☺ ตรง ☹ไม่ตรง

5.2 นักเรียนคิดว่าคำตอบของนักเรียนถูกต้องหรือไม่ และจะมีวิธีการตรวจสอบได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

5.3 นักเรียนคิดว่ามีวิธีการในแก้ปัญหานี้ได้อีกหรือไม่ (ถ้าได้ ให้นักเรียนแสดงเหตุผล)

.....

.....

5.4 ถ้านักเรียนพบโจทย์ปัญหาที่มีลักษณะคล้ายเคียงกับโจทย์ปัญหานี้ นักเรียนคิดว่าจะสามารถ แก้ปัญหาได้มากน้อยเพียงใด ☺ มาก 😐 ปานกลาง ☹ น้อย

5.5 ถ้านักเรียนพบโจทย์ปัญหาลักษณะเช่นนี้ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ นักเรียนจะทำอย่างไร

.....

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ปัญหาข้อที่ 11 ชาวนามีข้าวสาร $85\frac{1}{3}$ เกวียน เก็บไว้ในยุ้ง
ชาวนานำข้าไปขายเกวียนละ 7,500 บาท ต้องจ่ายเงินค่าข้าวสารให้ชาวนาเท่าไร

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

1.1 สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ .....

1.2 สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา คือ .....

1.3 เงื่อนไขที่โจทย์กำหนด คือ .....

1.6 นักเรียนเคยเห็นโจทย์ลักษณะคล้ายกับโจทย์นี้มาก่อนหรือไม่ อย่างไร

.....

2. ขั้นสร้างตัวแทนปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. ขั้นวางแผนในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

4. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

5. ขั้นประเมินผลการแก้ปัญหา

5.1 นักเรียนคิดว่าคำตอบที่ได้ ตรงกับสิ่งที่โจทย์ถามหรือไม่ ☺ ตรง ☹ไม่ตรง

5.2 นักเรียนคิดว่าคำตอบของนักเรียนถูกต้องหรือไม่ และจะมีวิธีการตรวจสอบได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

5.3 นักเรียนคิดว่ามีวิธีการในแก้ปัญหานี้ได้อีกหรือไม่ (ถ้าได้ ให้นักเรียนแสดงเหตุผล)

.....

.....

5.4 ถ้านักเรียนพบโจทย์ปัญหาที่มีลักษณะคล้ายเคียงกับโจทย์ปัญหานี้ นักเรียนคิดว่าจะสามารถ แก้ปัญหาได้มากน้อยเพียงใด ☺ มาก 😐 ปานกลาง ☹ น้อย

5.5 ถ้านักเรียนพบโจทย์ปัญหาลักษณะเช่นนี้ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ นักเรียนจะทำอย่างไร

.....

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ปัญหาข้อที่ 12 น้ำ $\frac{9}{10}$ ลูกบาศก์เมตร แบ่งใส่โอ่ง 3 ใบเท่าๆ กัน โอ่งแต่ละใบมีน้ำกี่ลูกบาศก์เมตร

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

1.1 สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ .....

1.2 สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา คือ .....

1.3 เงื่อนไขที่โจทย์กำหนด คือ .....

1.6 นักเรียนเคยเห็นโจทย์ลักษณะคล้ายกับโจทย์นี้มาก่อนหรือไม่ อย่างไร

.....

2. ขั้นสร้างตัวแทนปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ขั้นวางแผนในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

4. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5. ขั้นประเมินผลการแก้ปัญหา

5.1 นักเรียนคิดว่าคำตอบที่ได้ ตรงกับสิ่งที่โจทย์ถามหรือไม่ ☺ ตรง ☹ไม่ตรง

5.2 นักเรียนคิดว่าคำตอบของนักเรียนถูกต้องหรือไม่ และจะมีวิธีการตรวจสอบได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

5.3 นักเรียนคิดว่ามีวิธีการในแก้ปัญหานี้ได้อีกหรือไม่ (ถ้าได้ ให้นักเรียนแสดงเหตุผล)

.....

.....

5.4 ถ้านักเรียนพบโจทย์ปัญหาที่มีลักษณะคล้ายเคียงกับโจทย์ปัญหานี้ นักเรียนคิดว่าจะสามารถ แก้ปัญหาได้มากน้อยเพียงใด ☺ มาก 😐 ปานกลาง ☹ น้อย

5.5 ถ้านักเรียนพบโจทย์ปัญหาลักษณะเช่นนี้ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ นักเรียนจะทำอย่างไร

.....

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เฉลยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
โดยใช้กระบวนการวินิจฉัยตนเอง เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน

<u>คำชี้แจง</u> ให้นักเรียนแสดงวิธีคิดหาคำตอบ พร้อมทั้งอธิบายให้เหตุผลวิธีคิดตามขั้นตอน ดังนี้

ปัญหาข้อที่ 1 โรงเรียนแห่งหนึ่งมีนักเรียนมาเข้าแถวในตอนเช้าคิดเป็น $\frac{23}{25}$ ของนักเรียนทั้งหมด โรงเรียนแห่งนี้มีนักเรียน 550 คน มีนักเรียนที่มาโรงเรียนสายทั้งหมดกี่คน

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

1.1 สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ โรงเรียนแห่งหนึ่งมีนักเรียนมาเข้าแถวในตอนเช้าคิดเป็น $\frac{23}{25}$ ของนักเรียนทั้งหมด โรงเรียนแห่งนี้มีนักเรียน 550 คน

1.2 สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา คือ มีนักเรียนที่มาโรงเรียนสายทั้งหมดกี่คน

1.3 เงื่อนไขที่โจทย์กำหนด คือ -

2. ขั้นสร้างตัวแทนปัญหา

กำหนดให้ x แทน จำนวนนักเรียนนักเรียนที่มาโรงเรียนสาย

3. ขั้นวางแผนในการแก้ปัญหา

พิจารณาจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ โรงเรียนแห่งหนึ่งมีนักเรียนมาเข้าแถวในตอนเช้าคิดเป็น $\frac{23}{25}$ ของนักเรียนทั้งหมด โรงเรียนแห่งนี้มีนักเรียน 550 คน จะได้สมการดังนี้

$$X = 550 - \left(\frac{23}{25} \times 550\right)$$

4. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

<u>ขั้นตอนที่ 1</u> จำนวนนักเรียนทั้งหมด = 550 คน

<u>ขั้นตอนที่ 2</u> จำนวนนักเรียนมาเข้าแถวในตอนเช้า= $\frac{23}{25} \times 550$ = 506 คน

<u>ขั้นตอนที่ 3</u>

จำนวนนักเรียนที่มาโรงเรียนสาย = จำนวนนักเรียนทั้งหมด – จำนวนนักเรียนมาเข้าแถวในตอนเช้า

จำนวนนักเรียนที่มาโรงเรียนสาย = 550 – 506 = 44 คน

สรุปคำตอบ จำนวนนักเรียนที่มาโรงเรียนสายมีทั้งหมด 44 คน

5. ขั้นประเมินผลการแก้ปัญหา

1. พิจารณาว่าคำตอบที่ได้ตรงกับสิ่งที่โจทย์ถามหรือไม่

2. พิจารณาคำตอบว่ามีความถูกต้องหรือไม่

3. พิจารณาว่ามีวิธีการอื่นที่สามารถแก้ปัญหานี้ได้หรือไม่

4. พิจารณาว่าถ้าพบโจทย์ปัญหาที่มีลักษณะคล้ายเคียงกับปัญหานี้จะสามารถแก้ปัญหาได้หรือไม่

5. พิจารณาว่าถ้าพบปัญหาลักษณะเช่นนี้ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ นักเรียนควรทำอย่างไร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ปัญหาข้อที่ 2 ห้องเรียนห้องหนึ่งมีนักเรียนทั้งหมด 45 คน เป็นนักเรียนชาย 18 คน จำนวนนักเรียนหญิงคิดเป็นเศษส่วนเท่าไหร่ของนักเรียนชาย

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

1.1 สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ ห้องเรียนห้องหนึ่งมีนักเรียนทั้งหมด 45 คน เป็นนักเรียนชาย 18 คน

1.2 สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา คือ จำนวนนักเรียนหญิงคิดเป็นเศษส่วนเท่าไหร่ของนักเรียนชาย

1.3 เงื่อนไขที่โจทย์กำหนด คือ -

2. ขั้นสร้างตัวแทนปัญหา

กำหนดให้ x แทน เศษส่วนจำนวนนักเรียนหญิง ต่อนักเรียนชาย

3. ขั้นวางแผนในการแก้ปัญหา

พิจารณาจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ ห้องเรียนห้องหนึ่งมีนักเรียนทั้งหมด 45 คน เป็นนักเรียนชาย 18 คน จำนวนนักเรียนหญิงคิดเป็นเศษส่วนเท่าไหร่ของนักเรียนชาย จะได้สมการดังนี้

$$X = \frac{45-18}{18}$$

4. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

<u>ขั้นตอนที่ 1</u> จำนวนนักเรียนทั้งหมด = 45 คน

จำนวนนักเรียนชาย = 18 คน

<u>ขั้นตอนที่ 2</u> จำนวนนักเรียนหญิง = 45 - 18 = 27 คน

<u>ขั้นตอนที่ 3</u> จำนวนนักเรียนหญิงต่อจำนวนนักเรียนชาย $= \frac{27}{18} = \frac{3}{2}$

สรุปคำตอบ จำนวนนักเรียนหญิงต่อจำนวนนักเรียนชาย คิดเป็นเศษส่วน $\frac{3}{2}$

5. ขั้นประเมินผลการแก้ปัญหา

1. พิจารณาว่าคำตอบที่ได้ตรงกับสิ่งที่โจทย์ถามหรือไม่
2. พิจารณาคำตอบว่ามีความถูกต้องหรือไม่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. พิจารณาว่ามีวิธีการอื่นที่สามารถแก้ปัญหานี้ได้หรือไม่

4. พิจารณาว่าถ้าพบโจทย์ปัญหาที่มีลักษณะคล้ายเคียงกับปัญหานี้จะสามารถแก้ปัญหาได้หรือไม่

5. พิจารณาว่าถ้าพบปัญหาลักษณะเช่นนี้ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ นักเรียนควรทำอย่างไร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ปัญหาข้อที่ 3 โรงเรียนแห่งหนึ่งมีนักเรียนจำนวน 2,400 คน มีนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน $\frac{29}{50}$ ของนักเรียนทั้งหมด จงหาจำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นมากกว่าจำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปลายกี่คน

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

1.1 สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ โรงเรียนแห่งหนึ่งมีนักเรียนจำนวน 2,400 คน มีนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน $\frac{29}{50}$ ของนักเรียนทั้งหมด

1.2 สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา คือ จำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นมากกว่าจำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปลายกี่คน

1.3 เงื่อนไขที่โจทย์กำหนด คือ -

2. ขั้นสร้างตัวแทนปัญหา

กำหนดให้ x แทน จำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นมากกว่าจำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปลาย

3. ขั้นวางแผนในการแก้ปัญหา

พิจารณาจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ โรงเรียนแห่งหนึ่งมีนักเรียนจำนวน 2,400 คน มีนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน $\frac{29}{50}$ ของนักเรียนทั้งหมด จงหาจำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นมากกว่าจำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปลายกี่คน จะได้สมการดังนี้

$$X = \left(\frac{29}{50} \text{x } 2{,}400\right) - (2{,}400 - \frac{29}{50} \text{x } 2{,}400)$$

4. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

<u>ขั้นตอนที่ 1</u> จำนวนนักเรียนทั้งหมด = 2,400 คน

นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น = $\frac{29}{50} \text{x } 2{,}400$ = 1,392 คน

<u>ขั้นตอนที่ 2</u> นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย = 2,400 – 1,392 = 1,008 คน

<u>ขั้นตอนที่ 3</u> จำนวนนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นมากกว่าจำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปลาย = 1,392 – 1,008 = 384 คน

สรุปคำตอบ จำนวนนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นมากกว่าจำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปลาย = 384 คน

5. ขั้นประเมินผลการแก้ปัญหา

1. พิจารณาว่าคำตอบที่ได้ตรงกับสิ่งที่โจทย์ถามหรือไม่

2. พิจารณาคำตอบว่ามีความถูกต้องหรือไม่

3. พิจารณาว่ามีวิธีการอื่นที่สามารถแก้ปัญหานี้ได้หรือไม่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4. พิจารณาว่าถ้าพบโจทย์ปัญหาที่มีลักษณะคล้ายเคียงกับปัญหานี้จะสามารถแก้ปัญหาได้หรือไม่

5. พิจารณาว่าถ้าพบปัญหาลักษณะเช่นนี้ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ นักเรียนควรทำอย่างไร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ปัญหาข้อที่ 4 นายแดงต้องจ่ายเงินค่าผ่อนบ้าน $\frac{1}{4}$ ของเงินเดือน หากนายแดงได้รับเงินเดือน 10,120 บาท นายแดงต้องจ่ายเงินค่าผ่อนบ้านเป็นเงินเท่าใด

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

1.1 สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ นายแดงต้องจ่ายเงินค่าผ่อนบ้าน $\frac{1}{4}$ ของเงินเดือน หากนายแดงได้รับเงินเดือน 10,120 บาท

1.2 สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา คือ นายแดงต้องจ่ายเงินค่าผ่อนบ้านเป็นเงินเท่าใด

1.3 เงื่อนไขที่โจทย์กำหนด คือ -

2. ขั้นสร้างตัวแทนปัญหา

กำหนดให้ x แทน ค่าผ่อนบ้านของนายแดง

3. ขั้นวางแผนในการแก้ปัญหา

พิจารณาจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ นายแดงต้องจ่ายเงินค่าผ่อนบ้าน $\frac{1}{4}$ ของเงินเดือน หากนายแดงได้รับเงินเดือน 10,120 บาท นายแดงต้องจ่ายเงินค่าผ่อนบ้านเป็นเงินเท่าใด จะได้สมการดังนี้

$$X = \frac{1}{4}\text{x } 10{,}120$$

4. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

<u>ขั้นตอนที่ 1</u> นายแดงได้รับเงินเดือน = 10,120 บาท

<u>ขั้นตอนที่ 2</u> นายแดงต้องจ่ายเงินค่าผ่อนบ้าน = $\frac{1}{4}\text{x } 10{,}120$ = 2,530 บาท**สรุปคำตอบ** นายแดงต้องจ่ายเงินค่าผ่อนบ้านเป็นเงิน 2,530 บาท

5. ขั้นประเมินผลการแก้ปัญหา

1. พิจารณาว่าคำตอบที่ได้ตรงกับสิ่งที่โจทย์ถามหรือไม่

2. พิจารณาคำตอบว่ามีความถูกต้องหรือไม่

3. พิจารณาว่ามีวิธีการอื่นที่สามารถแก้ปัญหานี้ได้หรือไม่

4. พิจารณาว่าถ้าพบโจทย์ปัญหาที่มีลักษณะคล้ายเคียงกับปัญหานี้จะสามารถแก้ปัญหาได้หรือไม่

5. พิจารณาว่าถ้าพบปัญหาลักษณะเช่นนี้ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ นักเรียนควรทำอย่างไร

ปัญหาข้อที่ 5 ร้านค้าติดป้ายประกาศขายตู้เย็นโดยลดราคาลง $\frac{2}{5}$ ของราคาที่ติดป้ายไว้หากราคาที่ปิดไว้คือ 7,300 บาท ตู้เย็นนี้ขายในราคาเท่าใด

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

1.1 สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ ร้านค้าติดป้ายประกาศขายตู้เย็นโดยลดราคาลง $\frac{2}{5}$ ของราคาที่ติดป้ายไว้หากราคาที่ปิดไว้คือ 7,300 บาท

1.2 สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา คือ ราคาขายตู้เย็น

1.3 เงื่อนไขที่โจทย์กำหนด คือ -

2. ขั้นสร้างตัวแทนปัญหา

Chulalongkorn University

กำหนดให้ x แทน ราคาขายตู้เย็น

3. ขั้นวางแผนในการแก้ปัญหา

พิจารณาจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ ร้านค้าติดป้ายประกาศขายตู้เย็นโดยลดราคาลง $\frac{2}{5}$ ของราคาที่ติดป้ายไว้ หากราคาที่ปิดไว้คือ 7,300 บาท ตู้เย็นนี้ขายในราคาเท่าใด จะได้สมการดังนี้

$$X = 7{,}300 - (\frac{2}{5} \text{x } 7{,}300)$$

4. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

<u>ขั้นตอนที่ 1</u> ราคาตู้เย็นที่ปิดไว้ = 7,300 บาท

<u>ขั้นตอนที่ 2</u> ลดราคาตู้เย็นลง = $\frac{2}{5} \text{x } 7{,}300$ = 1,460 บาท

<u>ขั้นตอนที่ 3</u> ขายตู้เย็นในราคา = 7,300 – 1,460 = 5,840 บาท

สรุปคำตอบ ขายตู้เย็นนี้ขายในราคา 5,840 บาท

5. ขั้นประเมินผลการแก้ปัญหา

1. พิจารณาว่าคำตอบที่ได้ตรงกับสิ่งที่โจทย์ถามหรือไม่

2. พิจารณาคำตอบว่ามีความถูกต้องหรือไม่

3. พิจารณาว่ามีวิธีการอื่นที่สามารถแก้ปัญหานี้ได้หรือไม่

4. พิจารณาว่าถ้าพบโจทย์ปัญหาที่มีลักษณะคล้ายเคียงกับปัญหานี้จะสามารถแก้ปัญหาได้หรือไม่

5. พิจารณาว่าถ้าพบปัญหาลักษณะเช่นนี้ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ นักเรียนควรทำอย่างไร

ปัญหาข้อที่ 6 ในการสอบวิชาคณิตศาสตร์ของ ด.ญ.สมใจ สอบครั้งที่หนึ่งซึ่งมีคะแนนเต็ม 20 คะแนน สมใจสอบได้ $\frac{1}{2}$ ของคะแนนเต็ม และสอบครั้งที่สองคะแนนเต็ม 40 คะแนน สมใจสอบได้ $\frac{3}{4}$ ของคะแนนเต็ม ในการสอบทั้งสองครั้ง สมใจทำคะแนนได้ทั้งหมดกี่คะแนน

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

1.1 สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ ในการสอบวิชาคณิตศาสตร์ของ ด.ญ.สมใจ สอบครั้งที่หนึ่งซึ่งมีคะแนนเต็ม 20 คะแนน สมใจสอบได้ $\frac{1}{2}$ ของคะแนนเต็ม และสอบครั้งที่สอง คะแนนเต็ม 40 คะแนน สมใจสอบได้ $\frac{3}{4}$ ของคะแนนเต็ม

1.2 สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา คือ ในการสอบทั้งสองครั้ง สมใจได้ทั้งหมดกี่คะแนน

1.3 เงื่อนไขที่โจทย์กำหนด คือ -

2. ขั้นสร้างตัวแทนปัญหา

กำหนดให้ x แทน ในการสอบทั้งสองครั้ง สมใจทำคะแนนได้ทั้งหมดกี่คะแนน

3. ขั้นวางแผนในการแก้ปัญหา

พิจารณาจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ ในการสอบวิชาคณิตศาสตร์ของ ด.ญ.สมใจ สอบครั้งที่หนึ่งซึ่งมีคะแนนเต็ม 20 คะแนน สมใจสอบได้ $\frac{1}{2}$ ของคะแนนเต็ม และสอบครั้งที่สองคะแนนเต็ม 40 คะแนน สมใจสอบได้ $\frac{3}{4}$ ของคะแนนเต็ม ในการสอบทั้งสองครั้ง สมใจทำคะแนนได้ทั้งหมดกี่คะแนน จะได้สมการดังนี้ $x = \left[\left(\frac{1}{2}\right)(20)\right] + \left[\left(\frac{3}{4}\right)(40)\right]$

4. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

<u>ขั้นตอนที่ 1</u> สมใจสอบครั้งที่หนึ่งได้คะแนน $= \frac{1}{2} \text{ x } 20 = 10$ คะแนน

<u>ขั้นตอนที่ 2</u> สมใจสอบครั้งที่หนึ่งได้คะแนน $= \frac{3}{4} \text{x } 40 = 30$ คะแนน

<u>ขั้นตอนที่ 3</u> สมใจทำคะแนนได้ทั้งหมด $= 10 + 30 = 40$ คะแนน

สรุปคำตอบ สมใจทำคะแนนได้ทั้งหมด 40 คะแนน

5. ขั้นประเมินผลการแก้ปัญหา

1. พิจารณาว่าคำตอบที่ได้ตรงกับสิ่งที่โจทย์ถามหรือไม่

2. พิจารณาคำตอบว่ามีความถูกต้องหรือไม่

3. พิจารณาว่ามีวิธีการอื่นที่สามารถแก้ปัญหานี้ได้หรือไม่

4. พิจารณาว่าถ้าพบโจทย์ปัญหาที่มีลักษณะคล้ายเคียงกับปัญหานี้จะสามารถแก้ปัญหาได้หรือไม่

5. พิจารณาว่าถ้าพบปัญหาลักษณะเช่นนี้ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ นักเรียนควรทำอย่างไร

ปัญหาข้อที่ 7 ชมพู่มีดินสออยู่ 2 กล่อง แต่ละกล่องบรรจุดินสอกล่องละ 12 แท่ง ต่อมา แม่ให้ดินสอมาอีกจำนวน $\frac{3}{4}$ ของกล่อง รวมแล้วชมพู่มีดินสอทั้งหมดกี่แท่ง

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

1.1 สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ ชมพู่มีดินสออยู่ 2 กล่อง แต่ละกล่องบรรจุดินสอกล่องละ 12 แท่ง ต่อมาแม่ให้ดินสอมาอีก $\frac{3}{4}$ กล่อง

1.2 สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา คือ รวมแล้วชมพู่มีดินสอทั้งหมดกี่แท่ง

1.3 เงื่อนไขที่โจทย์กำหนด คือ -

2. ขั้นสร้างตัวแทนปัญหา

กำหนดให้ x แทน จำนวนดินสอทั้งหมดของชมพู่

3. ขั้นวางแผนในการแก้ปัญหา

พิจารณาจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ รวมแล้วชมพู่มีดินสอทั้งหมดกี่แท่ง จะได้สมการดังนี้

$$x = (2\text{x}12) + (\tfrac{3}{4}\text{x}12)$$

4. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

<u>ขั้นตอนที่ 1</u> ชมพู่มีดินสอ = 2 กล่อง

แต่ละกล่องบรรจุดินสอกล่องละ 12 แท่ง คิดเป็น = 2 x 12 = 24 แท่ง

<u>ขั้นตอนที่ 2</u> แม่ให้ดินสอมาอีก $\frac{3}{4}$ กล่อง = $\frac{3}{4}$ x 12 = 9 แท่ง

<u>ขั้นตอนที่ 3</u> ชมพู่มีดินสอทั้งหมด = 24 + 9 = 33 แท่ง

สรุปคำตอบ ชมพู่มีดินสอทั้งหมด 33 แท่ง

5. ขั้นประเมินผลการแก้ปัญหา

1. พิจารณาว่าคำตอบที่ได้ตรงกับสิ่งที่โจทย์ถามหรือไม่

2. พิจารณาคำตอบว่ามีความถูกต้องหรือไม่

3. พิจารณาว่ามีวิธีการอื่นที่สามารถแก้ปัญหานี้ได้หรือไม่

4. พิจารณาว่าถ้าพบโจทย์ปัญหาที่มีลักษณะคล้ายเคียงกับปัญหานี้จะสามารถแก้ปัญหาได้หรือไม่

5. พิจารณาว่าถ้าพบปัญหาลักษณะเช่นนี้ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ นักเรียนควรทำอย่างไร

ปัญหาข้อที่ 8 มีน้ำผึ้งอยู่ $\frac{3}{4}$ ของขวด เทออกมาผสมยา $\frac{2}{7}$ ของขวด เหลือน้ำผึ้งในขวดเป็นเศษส่วนเท่าใดของขวด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

1.1 สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ มีน้ำผึ้งอยู่ $\frac{3}{4}$ ของขวด เทออกมาผสมยา $\frac{2}{7}$ ของขวด

1.2 สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา คือ เหลือน้ำผึ้งในขวดเป็นเศษส่วนเท่าใดของขวด

1.3 เงื่อนไขที่โจทย์กำหนด คือ -

2. ขั้นสร้างตัวแทนปัญหา

กำหนดให้ x แทน เศษส่วนของน้ำผึ้งที่เหลือในขวด

3. ขั้นวางแผนในการแก้ปัญหา

พิจารณาจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ มีน้ำผึ้งอยู่ $\frac{3}{4}$ ของขวด เทออกมาผสมยา $\frac{2}{7}$ ของขวด เหลือน้ำผึ้งในขวดเป็นเศษส่วนเท่าใดของขวด จะได้สมการดังนี้

$$X = \frac{3}{4} - \frac{2}{7}$$

4. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 1 มีน้ำผึ้งอยู่ = $\frac{3}{4}$ ของขวด

ขั้นตอนที่ 2 เทออกมาผสมยา = $\frac{2}{7}$ ของขวด

ขั้นตอนที่ 3 เหลือน้ำผึ้งในขวดคิดเป็นเศษส่วน = $\frac{3}{4} - \frac{2}{7}$ ของขวด

= $\frac{21}{28} - \frac{8}{28}$ ของขวด = $\frac{13}{28}$ ของขวด

สรุปคำตอบ เหลือน้ำผึ้งในขวดคิดเป็นเศษส่วน $\frac{13}{28}$ ของขวด

5. ขั้นประเมินผลการแก้ปัญหา

1. พิจารณาว่าคำตอบที่ได้ตรงกับสิ่งที่โจทย์ถามหรือไม่

2. พิจารณาคำตอบว่ามีความถูกต้องหรือไม่

3. พิจารณาว่ามีวิธีการอื่นที่สามารถแก้ปัญหานี้ได้หรือไม่

4. พิจารณาว่าถ้าพบโจทย์ปัญหาที่มีลักษณะคล้ายเคียงกับปัญหานี้จะสามารถแก้ปัญหาได้หรือไม่

5. พิจารณาว่าถ้าพบปัญหาลักษณะเช่นนี้ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ นักเรียนควรทำอย่างไร

ปัญหาข้อที่ 9 ปักไม้ไผ่ยาว 8 เมตร ไว้กลางบ่อปลา ไม้ไผ่จมอยู่ในโคลน $2\frac{7}{8}$ เมตร อยู่เหนือน้ำ $1\frac{5}{6}$ เมตร ระดับน้ำในบ่อปลาสูงกี่เมตร

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

1.1 สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ ปักไม้ไผ่ยาว 8 เมตร ไว้กลางบ่อปลา ไม้ไผ่จมอยู่ในโคลน $2\frac{7}{8}$ เมตร อยู่เหนือน้ำ $1\frac{5}{6}$ เมตร

1.2 สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา คือ ระดับน้ำในบ่อปลาสูงกี่เมตร

1.3 เงื่อนไขที่โจทย์กำหนด คือ -

2. ขั้นสร้างตัวแทนปัญหา

กำหนดให้ x แทน ระดับน้ำในบ่อปลา

3. ขั้นวางแผนในการแก้ปัญหา

พิจารณาจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ ปักไม้ไผ่ยาว 8 เมตร ไว้กลางบ่อปลา ไม้ไผ่จมอยู่ในโคลน $2\frac{7}{8}$ เมตร อยู่เหนือน้ำ $1\frac{5}{6}$ เมตร ระดับน้ำในบ่อปลาสูงกี่เมตร จะได้สมการดังนี้

$$X = 8 - (2\frac{7}{8} + 1\frac{5}{6})$$

4. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 1 ไม้ไผ่ยาว = 8 เมตร

ไม้ไผ่จมอยู่ในโคลน = $2\frac{7}{8}$ เมตร

ไม้ไผ่อยู่เหนือน้ำ = $1\frac{5}{6}$ เมตร

ขั้นตอนที่ 2 ระดับน้ำในบ่อปลาสูง = $8-(2\frac{7}{8}+1\frac{5}{6})$

$= 8-(\frac{23}{8}+\frac{11}{6})$

$= 8-(\frac{138-88}{48})$

$= 8-\frac{50}{48} = \frac{384-50}{48}$

$= \frac{334}{48} = \frac{167}{24} = 6\frac{23}{24}$

สรุปคำตอบ ระดับน้ำในบ่อปลาสูง$6\frac{23}{24}$ เมตร

5. ขั้นประเมินผลการแก้ปัญหา

1. พิจารณาว่าคำตอบที่ได้ตรงกับสิ่งที่โจทย์ถามหรือไม่
2. พิจารณาคำตอบว่ามีความถูกต้องหรือไม่
3. พิจารณาว่ามีวิธีการอื่นที่สามารถแก้ปัญหานี้ได้หรือไม่
4. พิจารณาว่าถ้าพบโจทย์ปัญหาที่มีลักษณะคล้ายเคียงกับปัญหานี้จะสามารถแก้ปัญหาได้หรือไม่
5. พิจารณาว่าถ้าพบปัญหาลักษณะเช่นนี้ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ นักเรียนควรทำอย่างไร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ปัญหาข้อที่ 10 ห้องเรียนห้องหนึ่งมีจำนวนนักเรียน 35 คน มีนักเรียนชาย $\frac{3}{5}$ ของนักเรียนทั้งห้อง จำนวนนักเรียนหญิงมีกี่คน

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

1.1 สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ ห้องเรียนห้องหนึ่งมีนักเรียน 35 คน มีนักเรียนชาย $\frac{3}{5}$ ของนักเรียนทั้งห้อง

1.2 สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา คือ จำนวนนักเรียน

1.3 เงื่อนไขที่โจทย์กำหนด คือ -

2. ขั้นสร้างตัวแทนปัญหา

กำหนดให้ x แทน จำนวนนักเรียนหญิง

3. ขั้นวางแผนในการแก้ปัญหา

พิจารณาจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ ห้องเรียนห้องหนึ่งมีนักเรียน 35 คน มีนักเรียนชาย $\frac{3}{5}$ ของนักเรียนทั้งห้อง จำนวนนักเรียนหญิงมีกี่คน จะได้สมการดังนี้

$$X = 35 - (\frac{3}{5} \text{x } 35)$$

4. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

<u>ขั้นตอนที่ 1</u> ห้องเรียนห้องหนึ่งมีนักเรียน = 35 คน

จำนวนนักเรียนชาย = $\frac{3}{5}$ x 35 = 21 คน

<u>ขั้นตอนที่ 2</u> จำนวนนักเรียนหญิง = 35 - 21 = 14 คน

สรุปคำตอบ จำนวนนักเรียนหญิงมี 14 คน

5. ขั้นประเมินผลการแก้ปัญหา

1. พิจารณาว่าคำตอบที่ได้ตรงกับสิ่งที่โจทย์ถามหรือไม่

2. พิจารณาคำตอบว่ามีความถูกต้องหรือไม่

3. พิจารณาว่ามีวิธีการอื่นที่สามารถแก้ปัญหานี้ได้หรือไม่

4. พิจารณาว่าถ้าพบโจทย์ปัญหาที่มีลักษณะคล้ายเคียงกับปัญหานี้จะสามารถแก้ปัญหาได้หรือไม่

5. พิจารณาว่าถ้าพบปัญหาลักษณะเช่นนี้ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ นักเรียนควรทำอย่างไร

ปัญหาข้อที่ 11 ชาวนามีข้าวสาร $85\frac{1}{3}$ เกวียน เก็บไว้ในยุ้ง ชาวนานำข้าวไปขายเกวียนละ 7,500 บาท ต้องจ่ายเงินค่าข้าวสารให้ชาวนาเท่าไร

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

1.1 สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ ชาวนามีข้าวสาร $85\frac{1}{3}$ เกวียน เก็บไว้ในยุ้ง ชาวนานำข้าวไปขายเกวียนละ 7,500 บาท

1.2 สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา คือ ต้องจ่ายเงินค่าข้าวสารให้ชาวนาเท่าไร

1.3 เงื่อนไขที่โจทย์กำหนด คือ -

2. ขั้นสร้างตัวแทนปัญหา

กำหนดให้ x แทน เงินค่าข้าวสาร

3. ขั้นวางแผนในการแก้ปัญหา

พิจารณาจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ ชาวนามีข้าวสาร $85\frac{1}{3}$ เกวียน เก็บไว้ในยุ้ง ชาวนานำข้าวไปขายเกวียนละ 7,500 บาท ต้องจ่ายเงินค่าข้าวสารให้ชาวนาเท่าไร จะได้สมการดังนี้

$$X = 85\frac{1}{3} \text{ x } 7{,}500$$

4. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

<u>ขั้นตอนที่ 1</u> ชาวนามีข้าวสาร = $85\frac{1}{3}$ เกวียน

ชาวนานำข้าวไปขายเกวียนละ = 7,500 บาท

<u>ขั้นตอนที่ 2</u> ต้องจ่ายเงินค่าข้าวสารให้ชาวนา = $85\frac{1}{3}$ x 7,500 บาท

= $\frac{256}{3}$ x 7,500 = 640,000 บาท

สรุปคำตอบ ต้องจ่ายเงินค่าข้าวสารให้ชาวนาเป็นเงิน 640,000 บาท

5. ขั้นประเมินผลการแก้ปัญหา

1. พิจารณาว่าคำตอบที่ได้ตรงกับสิ่งที่โจทย์ถามหรือไม่

2. พิจารณาคำตอบว่ามีความถูกต้องหรือไม่

3. พิจารณาว่ามีวิธีการอื่นที่สามารถแก้ปัญหานี้ได้หรือไม่

4. พิจารณาว่าถ้าพบโจทย์ปัญหาที่มีลักษณะคล้ายเคียงกับปัญหานี้จะสามารถแก้ปัญหาได้หรือไม่

5. พิจารณาว่าถ้าพบปัญหาลักษณะเช่นนี้ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ นักเรียนควรทำอย่างไร

ปัญหาข้อที่ 12 น้ำ $\frac{9}{10}$ ลูกบาศก์เมตร แบ่งใส่โอ่ง 3 ใบเท่าๆ กัน โอ่งแต่ละใบมีน้ำกี่ลูกบาศก์เมตร

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

1.1 สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ น้ำ $\frac{9}{10}$ ลูกบาศก์เมตร แบ่งใส่โอ่ง 3 ใบเท่าๆ กัน

1.2 สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา คือ โอ่งแต่ละใบมีน้ำกี่ลูกบาศก์เมตร

1.3 เงื่อนไขที่โจทย์กำหนด คือ -

2. ขั้นสร้างตัวแทนปัญหา

กำหนดให้ x แทน น้ำในโอ่งแต่ละใบ

3. ขั้นวางแผนในการแก้ปัญหา

พิจารณาจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ น้ำ $\frac{9}{10}$ ลูกบาศก์เมตร แบ่งใส่โอ่ง 3 ใบเท่าๆ กัน โอ่งแต่ละใบมีน้ำกี่ลูกบาศก์เมตร จะได้สมการดังนี้

$$X = \frac{9}{10} \div 3$$

4. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

<u>ขั้นตอนที่ 1</u> มีน้ำอยู่ = $\frac{9}{10}$ ลูกบาศก์เมตร

แบ่งใส่โอ่งเท่าๆ กัน = 3 ใบ

<u>ขั้นตอนที่ 2</u> โอ่งแต่ละใบมีน้ำ $= \frac{9}{10} \div 3$ ลูกบาศก์เมตร

$= \frac{9}{10} \text{X} \frac{1}{3} = \frac{3}{10}$ ลูกบาศก์เมตร

สรุปคำตอบ โอ่งแต่ละใบมีน้ำ $\frac{3}{10}$ ลูกบาศก์เมตร

5. ขั้นประเมินผลการแก้ปัญหา

1. พิจารณาว่าคำตอบที่ได้ตรงกับสิ่งที่โจทย์ถามหรือไม่
2. พิจารณาคำตอบว่ามีความถูกต้องหรือไม่
3. พิจารณาว่ามีวิธีการอื่นที่สามารถแก้ปัญหานี้ได้หรือไม่
4. พิจารณาว่าถ้าพบโจทย์ปัญหาที่มีลักษณะคล้ายเคียงกับปัญหานี้จะสามารถแก้ปัญหาได้หรือไม่
5. พิจารณาว่าถ้าพบปัญหาลักษณะเช่นนี้ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ นักเรียนควรทำอย่างไร

ตัวอย่างการให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1. ปักไม้ไผ่ยาว 8 เมตร ไว้กลางบ่อปลา ไม้ไผ่จมอยู่ในโคลน $2\frac{7}{8}$ เมตร อยู่เหนือน้ำ $1\frac{5}{6}$ เมตร ระดับน้ำในบ่อปลาสูงกี่เมตร

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ .....

สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา คือ .....

เงื่อนไขที่โจทย์กำหนด คือ .....

ระบุข้อมูลและเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วน (3 คะแนน)

2. ขั้นสร้างตัวแทนปัญหา

.....

.....

.....

มีการสร้างตัวแทนปัญหาได้ถูกต้อง สมบูรณ์ (3 คะแนน)

3. ขั้นวางแผนในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

เลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาได้เหมาะสม (3 คะแนน)

4. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

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

นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง สมบูรณ์ (3 คะแนน)

5. ขั้นประเมินผลการแก้ปัญหา

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

สรุปคำตอบได้ถูกต้องสมบูรณ์ (3 คะแนน)

เกณฑ์การให้คะแนน (คะแนนเต็ม 15 คะแนน)

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
1. ความเข้าใจปัญหา	3 (ดีมาก)	ระบุข้อมูลและเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหาได้ถูกต้องสมบูรณ์
	2 (ดี)	ระบุข้อมูลและเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหาส่วนใหญ่ถูกต้อง
	1 (พอใช้)	ระบุข้อมูลและเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหาบางส่วนถูกต้อง
	0 (ต้องปรับปรุง)	ระบุข้อมูลและเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหาไม่ถูกต้อง
2. การสร้างตัวแทนปัญหา	3 (ดีมาก)	มีการสร้างตัวแทนปัญหาได้ถูกต้อง สมบูรณ์
	2 (ดี)	การสร้างตัวแทนปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน/ไม่ชัดเจน
	1 (พอใช้)	แสดงร่องรอยการสร้างตัวแทนปัญหา
	0 (ต้องปรับปรุง	ไม่มีการสร้างตัวแทนปัญหา
3. วางแผนในการแก้ปัญหา	3 (ดีมาก)	เลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาได้เหมาะสม
	2 (ดี)	เลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่สามารถนำไปสู่คำตอบได้
	1 (พอใช้)	แสดงร่องรอยการเลือกใช้หรือปรับเปลี่ยนกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา
	0 (ต้องปรับปรุง	ไม่แสดงร่องรอยการเลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา

4. ดำเนินการแก้ปัญหา	3 (ดีมาก)	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง สมบูรณ์
	2 (ดี)	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้องส่วนใหญ่
	1 (พอใช้)	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้องบางส่วน
	0 (ต้องปรับปรุง	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ไม่ถูกต้อง
5. การประเมินผลการแก้ปัญหา	3 (ดีมาก)	มีการประเมินผลการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง สมบูรณ์
	2 (ดี)	มีการประเมินผลการแก้ปัญหาได้ถูกต้องส่วนใหญ่
	1 (พอใช้)	มีการประเมินผลการแก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน
	0 (ต้องปรับปรุง	ไม่มีการประเมินผลการแก้ปัญหา

แบบประเมินการวินิจฉัยตนเองด้านพุทธิปัญญาในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วนระคน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อคำถาม	**ให้นักเรียนกากบาทรูปภาพที่ตรงกับความรู้สึกของนักเรียนในการทำโจทย์แต่ละข้อมากที่สุด**	**แสดงเหตุผล/วิธีการคิด**
1) เชือกเส้นหนึ่งยาว $70\frac{2}{3}$ เมตร ตัดออกไป $50\frac{1}{3}$ เมตร เหลือเชือกอยู่กี่เมตร **<u>ตอบ</u> เหลือเชือก** **61 เมตร**	คำตอบของข้อนี้ ☺ ถูกต้อง ☹ ผิด	เพราะ ....
2) ถังใบหนึ่งบรรจุน้ำไว้ 20 ลิตร น้ำรั่วออกจากถังไป $6\frac{4}{7}$ ลิตร ยังเหลือน้ำในถังอีกกี่ลิตร **<u>ตอบ</u> ยังเหลือน้ำในถังอีก** $14\frac{4}{7}$ **ลิตร**	คำตอบของข้อนี้ ☺ ถูกต้อง ☹ ผิด	เพราะ ....

ข้อคำถาม	ให้นักเรียนกากบาทรูปภาพที่ตรงกับความรู้สึกของนักเรียนในการทำโจทย์แต่ละข้อมากที่สุด	แสดงเหตุผล/วิธีการคิด
		....
3) พ่อค้าขายถั่วแดงได้ $15\frac{43}{1,000}$ ลิตร ขายถั่วเขียวได้น้อยกว่าถั่วแดง $7\frac{19}{200}$ ลิตร พ่อค้าขายถั่วเขียวได้ปริมาณเท่าไร **ตอบ** พ่อค้าขายถั่วเขียวได้ปริมาณ **$8\frac{13}{250}$ ลิตร**	คำตอบของข้อนี้ ☺ ถูกต้อง ☹ ผิด	เพราะ ....
1) เชือกเส้นหนึ่งยาว $70\frac{2}{3}$ เมตร ตัดออกไป $50\frac{1}{3}$ เมตร เหลือเชือกอยู่กี่เมตร **ตอบ เหลือเชือก** **61 เมตร**	คำตอบของข้อนี้ ☺ ถูกต้อง ☹ ผิด	เพราะ ....
2) ถังใบหนึ่งบรรจุน้ำไว้ 20 ลิตร น้ำรั่วออกจากถังไป $6\frac{4}{7}$ ลิตร ยังเหลือน้ำในถังอีกกี่ลิตร **ตอบ ยังเหลือน้ำในถังอีก** **$14\frac{4}{7}$ ลิตร**	คำตอบของข้อนี้ ☺ ถูกต้อง ☹ ผิด	เพราะ ....
3) พ่อค้าขายถั่วแดงได้ $15\frac{43}{1,000}$ ลิตร ขายถั่วเขียวได้น้อยกว่าถั่วแดง $7\frac{19}{200}$ ลิตร พ่อค้าขายถั่วเขียวได้ปริมาณเท่าไร **ตอบ** พ่อค้าขายถั่วเขียวได้ปริมาณ **$8\frac{13}{250}$ ลิตร**	คำตอบของข้อนี้ ☺ ถูกต้อง ☹ ผิด	เพราะ ....
4) แดงมีที่ดิน $20\frac{1}{2}$ ไร่ ขายให้ดำไร่ละ 15,000 บาท ถ้าดำให้เงินแดงไป 1,000,000 บาท ดำจะได้รับเงินทอนเท่าไร **ตอบ ดำจะได้รับเงินทอน** **385,000 บาท**	คำตอบของข้อนี้ ☺ ถูกต้อง ☹ ผิด	เพราะ ....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อคำถาม	ให้นักเรียนกากบาทรูปภาพที่ตรงกับความรู้สึกของนักเรียนในการทำโจทย์แต่ละข้อมากที่สุด	แสดงเหตุผล/วิธีการคิด
		....
5) นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทั้งหมด 240 คน เป็นชาย $\frac{1}{4}$ ของนักเรียนทั้งหมด นักเรียนหญิงมากกว่านักเรียนชายอยู่กี่คน **ตอบ นักเรียนหญิงมากกว่านักเรียนชายอยู่** **180 คน**	คำตอบของข้อนี้ ☺ ถูกต้อง ☹ ผิด	เพราะ ....
6) แม่ทำขนมคุ้กกี้จำนวน 315 ชิ้น แบ่งไปฝากยาย $\frac{2}{3}$ ของขนมคุ้กกี้ที่ทำ ที่เหลือจัดใส่กล่องๆ ละ 5 ชิ้น จะต้องใช้กล่องทั้งหมดเท่าไร **ตอบ จะต้องใช้กล่องทั้งหมด** **42 กล่อง**	คำตอบของข้อนี้ ☺ ถูกต้อง ☹ ผิด	
7) นา[illegible]1,780 ผล พบว่าเป็นมะพร้าวเน่าต้องทิ้งไป $\frac{2}{5}$ ของมะพร้าวที่เก็บมาได้ ต่อมาได้นำมะพร้าวที่เหลือไปขายในราคาผลละ 7 บาท นายสำลีจะได้เงินทั้งหมดเท่าไร **ตอบ นายสำลีจะได้เงินทั้งหมด** **4,984 บาท**	คำตอบของข้อนี้ ☺ ถูกต้อง ☹ ผิด	เพราะ ....
8) ด.ช.ตูมตาม ฝากเงินกับธนาคาร $3\frac{1}{4}$ เดือน โดยฝากสัปดาห์ละ 445 บาท ด.ช.ตูมตามมีเงินในธนาคารเท่าใด **ตอบ ด.ช.ตูมตามมีเงินในธนาคาร** **$1,446\frac{1}{4}$ บาท**	คำตอบของข้อนี้ ☺ ถูกต้อง ☹ ผิด	เพราะ ....

ข้อคำถาม	ให้นักเรียนกากบาทรูปภาพที่ตรงกับความรู้สึกของนักเรียนในการทำโจทย์แต่ละข้อมากที่สุด	แสดงเหตุผล/วิธีการคิด
9) แม่ครัวซื้อน้ำตาลทรายมา $50\frac{3}{5}$ กิโลกรัม ซื้อข้าวสารเป็น 3 เท่าของน้ำตาลทราย แม่ครัวซื้อข้าวสารมาเท่าไร **ตอบ** แม่ครัวซื้อข้าวสารมา **759 กิโลกรัม**	คำตอบของข้อนี้ ☺ ถูกต้อง ☹ ผิด	เพราะ ....
10) แม่ค้าขายเงาะได้ $23\frac{1}{5}$ กิโลกรัม ขายลำไยได้ 4 เท่าของจำนวนเงาะที่ขายได้ แม่ค้าขายลำไยได้เท่าไร **ตอบ แม่ค้าขายลำไยได้** $27\frac{1}{5}$ **กิโลกรัม**	คำตอบของข้อนี้ ☺ ถูกต้อง ☹ ผิด	เพราะ ....
11) วันแรกขายเนื้อหมูได้ $3\frac{3}{5}$ กิโลกรัม วันที่สองขายหมูได้เป็น $\frac{3}{2}$ เท่าของวันแรก วันที่สองขายเนื้อหมูได้เท่าไร **ตอบ วันที่สองขายเนื้อหมูได้** $3\frac{9}{10}$ **กิโลกรัม**	คำตอบของข้อนี้ ☺ ถูกต้อง ☹ ผิด	เพราะ ....
12) ด.ช.เอ ฝากเงินกับธนาคารเดือนละ 500 บาท เมื่อครบ $2\frac{1}{2}$ ปี ด.ช.เอมีเงินในธนาคารเท่าใด **ตอบ ด.ช.เอมีเงินในธนาคาร** **1,250**	คำตอบของข้อนี้ ☺ ถูกต้อง ☹ ผิด	เพราะ ....
13) แม่มีนมสด $4\frac{1}{2}$ ลิตร แบ่งไปทำขนมเค้กและขนมคุ้กกี้ ในปริมาณเท่ากัน แม่ใช้นมสดทำขนมชนิดละกี่ลิตร	คำตอบของข้อนี้ ☺ ถูกต้อง ☹ ผิด	เพราะ ....

ข้อคำถาม	ให้นักเรียนกากบาทรูปภาพที่ตรงกับความรู้สึกของนักเรียนในการทำโจทย์แต่ละข้อมากที่สุด	แสดงเหตุผล/วิธีการคิด
ตอบ แม่ใช้นมสดทำขนมชนิดละ $\boxed{2\frac{1}{2}\text{ ลิตร}}$		....
14) ในการทำอาหารครั้งหนึ่งแม่ครัวใช้น้ำส้มสายชู 3,570 มิลลิลิตร ใช้น้ำปลา $\frac{1}{8}$ เท่าของน้ำส้มสายชู แม่ครัวใช้น้ำปลาเท่าใด **ตอบ แม่ครัวใช้น้ำปลา** $\boxed{\text{446 มิลลิลิตร}}$	คำตอบของข้อนี้ ☺ ถูกต้อง ☹ ผิด	เพราะ ....
15)ด.ช.เอก วัดความยาวสนามบาสเกตบอลได้ $3\frac{19}{25}$ เมตร วัดความยาวสนามฟุตบอลได้ $4\frac{13}{20}$ เมตร ความยาวสนามบาสเกตบอลเป็นกี่เท่าของความยาวสนามฟุตบอล **ตอบ** ความยาวสนามบาสเกตบอลเป็น ของความยาวสนามฟุตบอล $\boxed{\frac{93}{94}\text{ เท่า}}$	คำตอบของข้อนี้ ☺ ถูกต้อง ☹ ผิด	เพราะ ....
16) ด.ญ.พลอยใส อ่านหนังสือวันแรกได้ $\frac{1}{6}$ ของจำนวนหน้าทั้งหมด วันที่สองอ่านได้เพิ่มอีก $\frac{1}{2}$ของจำนวนหน้าทั้งหมด รวมสองวัน ด.ญ.พลอยใสอ่านหนังสือได้จำนวนเท่าไรของจำนวนหน้าทั้งหมด **ตอบ พลอยใสอ่านหนังสือได้ทั้งหมด ของจำนวนหน้าทั้งหมด** $\boxed{\frac{2}{12}}$	คำตอบของข้อนี้ ☺ ถูกต้อง ☹ ผิด	เพราะ ....

ข้อคำถาม	ให้นักเรียนกากบาทรูปภาพที่ตรงกับความรู้สึกของนักเรียนในการทำโจทย์แต่ละข้อมากที่สุด	แสดงเหตุผล/วิธีการคิด
		....
17) พ่อค้าขายถั่วแดงได้ $12\frac{7}{100}$ ลิตร ขายถั่วเขียวได้มากกว่าถั่วแดง $17\frac{9}{200}$ ลิตร พ่อค้าขายถั่วเขียวได้ปริมาณเท่าไร **ตอบ พ่อค้าขายถั่วเขียวได้ปริมาณ** $29\frac{63}{200}$ **กิโลกรัม**	คำตอบของข้อนี้ ☺ ถูกต้อง ☹ ผิด	เพราะ ....
18) ต้นมะม่วงสูง $2\frac{19}{100}$ เมตร ต้นมะพร้าวสูงกว่าต้นมะม่วง $1\frac{9}{1,000}$ เมตร ต้นมะพร้าวมีความสูงเท่าไร **ตอบ ต้นมะพร้าวสูง** $3\frac{28}{1,1000}$ **เมตร**	คำตอบของข้อนี้ ☺ ถูกต้อง ☹ ผิด	เพราะ ....

เฉลยประเมินการวินิจฉัยตนเองด้านพุทธิปัญญาในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ข้อคำถาม	คำตอบของข้อนี้	ประเด็นบกพร่อง
1) เชือกเส้นหนึ่งยาว $70\frac{2}{3}$ เมตร ตัดออกไป $50\frac{1}{3}$ เมตร เหลือเชือกอยู่กี่เมตร **ตอบ เหลือเชือก** **61 เมตร**	☹ ผิด	**ใช้วิธีการคำนวณผิด** 1. เปลี่ยนจำนวนคละเป็นเศษเกินผิด โดยนำตัวส่วนคูณกับตัวเลขที่เป็นจำนวนเต็มแต่ไม่บวกตัวเศษเข้าไป 2.นำตัวเลขที่ได้ในข้อ 1. มาลบกันโดยไม่นำส่วนมาใช้

ข้อคำถาม	คำตอบของข้อนี้	ประเด็นบกพร่อง
		3. นำจำนวนเศษส่วนของแต่ละจำนวนมาบวกกัน เศษบวกเศษส่วนบวกส่วน 4. นำจำนวนที่ได้ในข้อ 2. บวกกับจำนวนที่ได้ในข้อ 3.
2) ถังใบหนึ่งบรรจุน้ำไว้ 20 ลิตร น้ำรั่วออกจากถังไป $6\frac{4}{7}$ ลิตร ยังเหลือน้ำในถังอีกกี่ลิตร **<u>ตอบ</u> ยังเหลือน้ำในถังอีก** **$14\frac{4}{7}$ ลิตร**	☹ ผิด	**ใช้วิธีการคำนวณผิด** โดยนำตัวเลขที่เป็นจำนวนเต็มมาลบกันเลย โดยไม่ทำจำนวนคละเป็นเศษเกินก่อนและปรับตัวส่วนให้เท่ากัน จึงจะสามารถนำตัวเศษมาลบกัน ตัวส่วนคือจำนวนที่เป็น ค.ร.น. ของตัวส่วน
3) พ่อค้าขายถั่วแดงได้ $15\frac{43}{1,000}$ ลิตร ขายถั่วเขียวได้น้อยกว่าถั่วแดง $7\frac{19}{200}$ ลิตร พ่อค้าขายถั่วเขียวได้ปริมาณเท่าไร **<u>ตอบ</u>** พ่อค้าขายถั่วเขียวได้ปริมาณ **$8\frac{13}{250}$ ลิตร**	☹ ผิด	**ใช้วิธีการคำนวณผิด** โดยนำตัวเลขที่เป็นจำนวนมาลบกัน โดยไม่ทำจำนวนคละเป็นเศษเกินก่อนและปรับตัวส่วนให้เท่ากัน จึงจะสามารถนำตัวเศษมาลบกัน ตัวส่วนคือจำนวนที่เป็น ค.ร.น.ของตัวส่วน
4) แดงมีที่ดิน $20\frac{1}{2}$ ไร่ ขายให้ดำไร่ละ 15,000 บาท ถ้าดำให้เงินแดงไป 1,000,000 บาท ดำจะได้รับเงินทอนเท่าไร **<u>ตอบ</u> ดำจะได้รับเงินทอน** **385,000 บาท**	☹ ผิด	**คำนวณผิด** เนื่องจากทำจำนวนคละเป็นเศษเกินผิด ไม่นำเอาตัวส่วนมาใช้คำนวณเพื่อหาคำตอบ
5) นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทั้งหมด 240 คน เป็นชาย $\frac{1}{4}$ ของนักเรียนทั้งหมด นักเรียนหญิงมากกว่านักเรียนชายอยู่กี่คน **<u>ตอบ</u> นักเรียนหญิงมากกว่านักเรียนชายอยู่** **180 คน**	☹ ผิด	**ตอบไม่ตรงคำถาม** โดยนำจำนวนนักเรียนหญิงมาเป็นคำตอบเลย ซึ่งคำถามต้องการทราบว่ามีนักเรียนหญิงมากกว่านักเรียนชาย ดังนั้นจึงต้องนำจำนวนนักเรียนหญิงที่หาได้ไปลบออกจากจำนวนนักเรียนชาย จึงจะเป็นคำตอบของคำถามข้อนี้

ข้อคำถาม	คำตอบของข้อนี้	ประเด็นบกพร่อง
6) แม่ทำขนมคุกกี้จำนวน 315 ชิ้น แบ่งไปฝากยาย $\frac{2}{3}$ ของขนมคุ้กกี้ที่ทำ ที่เหลือจัดใส่กล่องๆ ละ 5 ชิ้น จะต้องใช้กล่องทั้งหมดเท่าไร **ตอบ จะต้องใช้กล่องทั้งหมด** **42 กล่อง**	☹ ผิด	**คำนวณผิด** เนื่องจากหาผลหารไม่ถูกต้อง
7) นายสำลีเก็บมะพร้าวได้ 1,780 ผล พบว่าเป็นมะพร้าวเน่าต้องทิ้งไป $\frac{2}{5}$ ของมะพร้าที่เก็บมาได้ ต่อมาได้นำมะพร้าวที่เหลือไปขายในราคาผลละ 7 บาท นายสำลีจะได้เงินทั้งหมดเท่าไร **ตอบ นายสำลีจะได้เงินทั้งหมด** **4,984 บาท**	☹ ผิด	**ใช้วิธีการคำนวณผิด** เนื่องจากนำจำนวนมะพร้าวที่เน่าไปคิดคำนวณ แทนจำนวนมะพร้าวที่เหลือ
8) ด.ช.ตูมตาม ฝากเงินกับธนาคาร $3\frac{1}{4}$ เดือน โดยฝากสัปดาห์ละ 445 บาท ด.ช.ตูมตามมีเงินในธนาคารเท่าใด **ตอบ ด.ช.ตูมตามมีเงินในธนาคาร** $\mathbf{1,446\frac{1}{4}}$ **บาท**	☹ ผิด	**คำนวณผิด** เนื่องจากไม่เปลี่ยนเดือน ให้เป็นสัปดาห์
9) แม่ครัวซื้อน้ำตาลทรายมา $50\frac{3}{5}$ กิโลกรัม ซื้อข้าวสารเป็น 3 เท่าของน้ำตาลทราย แม่ครัวซื้อข้าวสารมาเท่าไร **ตอบ** แม่ครัวซื้อข้าวสารมา **759 กิโลกรัม**	☹ ผิด	**ใช้วิธีการคำนวณผิด** เนื่องจากเปลี่ยนจำนวนคละให้เป็นเศษเกินผิด และไม่นำเอาส่วนมาใช้ในการคำนวณ

ข้อคำถาม	คำตอบของข้อนี้	ประเด็นบกพร่อง
10) แม่ค้าขายเงาะได้ $23\frac{1}{5}$ กิโลกรัม ขายลำไยได้ 4 เท่าของจำนวนเงาะที่ขายได้ แม่ค้าขายลำไยได้เท่าไร **ตอบ แม่ค้าขายลำไยได้** **$27\frac{1}{5}$ กิโลกรัม**	☹ ผิด	**ใช้วิธีการคำนวณผิด** เนื่องจากไม่ใช้วิธีการคูณ โดยนำตัวเลขที่เป็นจำนวนเต็มบวกกับตัวเลขที่เป็นจำนวนเท่าและไม่ทำจำนวนคละให้เป็นเศษเกินก่อนแล้วจึงดำเนินการแก้ปัญหา
11) วันแรกขายเนื้อหมูได้ $3\frac{3}{5}$ กิโลกรัม วันที่สองขายหมูได้เป็น $\frac{3}{2}$ เท่าของวันแรก วันที่สองขายเนื้อหมูได้เท่าไร **ตอบ วันที่สองขายเนื้อหมูได้** **$3\frac{9}{10}$ กิโลกรัม**	☹ ผิด	**ใช้วิธีการคำนวณผิด** เนื่องจากไม่ทำจำนวนคละให้เป็นเศษเกินก่อนแล้วจึงดำเนินการแก้ปัญหา และนำตัวเลขที่เป็นเศษมาคูณเศษ และ ส่วนคูณส่วน
12) ด.ช.เอ ฝากเงินกับธนาคารเดือนละ 500 บาท เมื่อครบ $2\frac{1}{2}$ ปี ด.ช.เอมีเงินในธนาคารเท่าใด **ตอบ ด.ช.เอมีเงินในธนาคาร** **1,250 บาท**	☹ ผิด	**การคำนวณผิด** เนื่องจากไม่เปลี่ยนปี ให้เป็นเดือน
13) แม่มีนมสด $4\frac{1}{2}$ ลิตร แบ่งไปทำขนมเค้กและขนมคุกกี้ ในปริมาณเท่ากัน แม่ใช้นมสดทำขนมชนิดละกี่ลิตร **ตอบ แม่ใช้นมสดทำขนมชนิดละ** **$2\frac{1}{2}$ ลิตร**	☹ ผิด	**การคำนวณผิด** เนื่องจากนำตัวเลขที่เป็นจำนวนเต็มมาหาด้วยสองแล้วตอบ โดยที่ไม่ทำจำนวนคละเป็นเศษส่วนเกินก่อน จึงทำการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบ

ข้อคำถาม	คำตอบของข้อนี้	ประเด็นบกพร่อง
14) ในการทำอาหารครั้งหนึ่งแม่ครัวใช้น้ำส้มสายชู 3,570 มิลลิลิตร ใช้น้ำปลา $\frac{1}{8}$ เท่าของน้ำส้มสายชู แม่ครัวใช้น้ำปลาเท่าใด **ตอบ แม่ครัวใช้น้ำปลา** **446 มิลลิลิตร**	☹ ผิด	**การคำนวณผิด** เนื่องจากหาผลหารผิด
15) ด.ช.เอก วัดความยาวสนามบาสเกตบอลได้ $\mathbf{3\frac{19}{25}}$ เมตร วัดความยาวสนามฟุตบอลได้ $\mathbf{4\frac{13}{20}}$ เมตร ความยาวสนามบาสเกตบอลเป็นกี่เท่าของความยาวสนามฟุตบอล **ตอบ** ความยาวสนามบาสเกตบอลเป็น ของความยาวสนามฟุตบอล $\frac{93}{94}$ **เท่า**	☹ ผิด	**การคำนวณผิด** เนื่องจากคำนวณหาผลหารผิด
16) ด.ญ.พลอยใส อ่านหนังสือวันแรกได้ $\frac{1}{6}$ ของจำนวนหน้าทั้งหมด วันที่สองอ่านได้เพิ่มอีก $\frac{1}{2}$ของจำนวนหน้าทั้งหมด รวมสองวัน ด.ญ.พลอยใสอ่านหนังสือได้จำนวนเท่าไรของจำนวนหน้าทั้งหมด **ตอบ พลอยใสอ่านหนังสือได้ทั้งหมด ของจำนวนหน้าทั้งหมด** $\frac{2}{12}$	☹ ผิด	**ใช้วิธีการคำนวณผิด** โดยนำเศษมาบวกกันแต่นำส่วนมาคูณกัน
17) พ่อค้าขายถั่วแดงได้ $12\frac{7}{100}$ ลิตร ขายถั่วเขียวได้มากกว่าถั่วแดง $17\frac{9}{200}$ ลิตร พ่อค้าขายถั่วเขียวได้ปริมาณเท่าไร **ตอบ พ่อค้าขายถั่วเขียวได้ปริมาณ** $29\frac{63}{200}$ **กิโลกรัม**	☹ ผิด	**ใช้วิธีการคำนวณผิด** ผิด โดยนำตัวเลขที่เป็นจำนวนเต็มมาบวกกัน แล้วนำเศษมาคูณกัน ส่วนเป็น ค.ร.น.ของตัวส่วน 100 กับ 200 คือ 200

ข้อคำถาม	คำตอบของข้อนี้	ประเด็นบกพร่อง
18) ต้นมะม่วงสูง $\mathbf{2\frac{19}{100}}$ เมตร ต้นมะพร้าวสูงกว่าต้นมะม่วง $\mathbf{1\frac{9}{1,000}}$ เมตร ต้นมะพร้าวมีความสูงเท่าไร **<u>ตอบ</u> ต้นมะพร้าวสูง** $\mathbf{3\frac{28}{1,1000}}$ **เมตร**	☹ ผิด	**ใช้วิธีการคำนวณผิด** โดยนำตัวเลขที่เป็นจำนวนเต็มมาบวกกัน ตัวเศษนำมาบวกกัน และตัวส่วนนำมาบวกกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตัวอย่างการให้คะแนนการวินิจฉัยตนเองด้านพุทธิปัญญา
ในทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ข้อคำถาม	**ให้นักเรียนกากบาทรูปภาพที่ตรงกับความรู้สึกของนักเรียนในการทำโจทย์แต่ละข้อมากที่สุด**	**แสดงเหตุผล/วิธีการคิด**
นายสำลีเก็บมะพร้าวได้ 1,780 ผล พบว่าเป็นมะพร้าวเน่าต้องทิ้งไป $\frac{2}{5}$ ของมะพร้าที่เก็บมาได้ ต่อมาได้นำมะพร้าวที่เหลือไปขายในราคาผลละ 7 บาท นายสำลีจะได้เงินทั้งหมดเท่าไร **<u>ตอบ</u> นายสำลีจะได้เงินทั้งหมด** **4,984 บาท**	คำตอบของข้อนี้ ☺ ถูกต้อง ☹ ผิด	เพราะ ....

<u>ด้านประเมินผลการแก้ปัญหา</u>

สรุปคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์ (2 คะแนน)

<u>ด้านความเข้าใจปัญหา</u>

ระบุข้อมูล/จุดบกพร่องตามหลักการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง สมบูรณ์

เกณฑ์การให้คะแนน (คะแนนเต็ม 4 คะแนน)

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
1. ความเข้าใจปัญหา	2 (ดีมาก) 1 (ดี) 0 (ต้องปรับปรุง)	ระบุข้อมูล/จุดบกร่องต่างหลักการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง สมบูรณ์ ระบุข้อมูล/จุดบกร่องต่างหลักการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องบางส่วน ระบุข้อมูล/จุดบกร่องต่างหลักการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้องหรือไม่ระบุ
2. การประเมินผลการแก้ปัญหา	2 (ดีมาก) 1 (ดี) 0 (ต้องปรับปรุง)	มีสรุปคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์ มีสรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน มีสรุปคำตอบไม่ถูกต้องหรือไม่สรุปคำตอบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ง
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการแนะนำ ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญด้านกระบวนการคิดเชิงวินิจฉัยตนเองเรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วนระคน แบบประเมินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบประเมินการวินิจฉัยตนเองในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1. ดร.บุญสม ศรีศักดา

ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสงวนหญิง อำเภอเมืองสุพรรณบุรี จังหวัดสุพรรณบุรี

2. ดร.พรพิมล ยังฉิม

ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียน บางปลาม้า(สูงสุมารผดุงวิทย์) อำเภอบางปลาม้า จังหวัดสุพรรณบุรี

3. ดร.สุปราณี บุระ

ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนเทศบาลบ้านค่าย อำเภอเมือง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

4. นางนันทนัช นันทพงษ์

ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนพยุพราชวิทยาลัย อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่

5. นางจารุวรรณ จันทร์น้อย

ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนศรีบุณยานนท์ อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวธัญญริญญ์ จิรกุลธนศิริโชติ เกิดเมื่อวันที่ 24 เมษายน พ.ศ.2519 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมศาสตร์เซรามิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีพุทธศักราช 2541 สาขามัธยมศึกษา – คณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ปีพุทธศักราช 2548 และเข้ารับราชการในตำแหน่งครูผู้ช่วย กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เมื่อวันที่ 18 พฤษภาคม พุทธศักราช 2552 ในสถานศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาบริหารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี ปีพุทธศักราช 2553 ปัจจุบันปฏิบัติหน้าที่ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะชำนาญการ โรงเรียนสระบุรีวิทยาคม จังหวัดสระบุรี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University