



# จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การพัฒนาแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ  
ทางคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้กระบวนการคิดระดับสูง

Pillar of the Kingdom

นายพูลพงศ์ สุขสว่าง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต  
สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา  
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ปีการศึกษา 2552  
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



# จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Chulalongkorn University  
Pillar of the Kingdom

DEVELOPING A MATHEMATICS ACHIEVEMENT TEST FOR GIFTED MATHEMATICS  
STUDENTS IN GRADE 10 – 12 BY USING HIGHER LEVEL OF THINKING PROCESSES

Mr. Poonpong Suksawang

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 years 2009

Copyright of Chulalongkorn University



# จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Chulalongkorn University  
Pillar of the Kingdom

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การพัฒนาแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์  
สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์  
ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้กระบวนการคิดระดับสูง

โดย

นายพลพงศ์ สุขสว่าง

สาขาวิชา

การวัดและประเมินผลการศึกษา

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุชีวะ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ดร.พิศาล สร้อยอุห์ร่า

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง  
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาคุษฎีบัณฑิต

..... คณบดีคณะครุศาสตร์  
(ศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย กาญจนวาสี)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ  
(ศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย กาญจนวาสี)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุชีวะ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม  
(ดร.พิศาล สร้อยอุห์ร่า)

..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐภรณ์ หลาวทอง)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์)



# จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พูลพงศ์ สุขสว่าง : การพัฒนาแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้กระบวนการคิดระดับสูง. (DEVELOPING A MATHEMATICS ACHIEVEMENT TEST FOR GIFTED MATHEMATICS STUDENTS IN GRADE 10 – 12 BY USING HIGHER LEVEL OF THINKING PROCESSES) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุชีวะ, อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม: ดร.พิศาล สร้อยอุทรา, 190 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 2 ประการ คือ 1) เพื่อพัฒนาแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้กระบวนการคิดระดับสูง และ 2) เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนวิทยาศาสตร์ของรัฐแห่งหนึ่ง จำนวน 241 คน

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ จำนวน 28 ข้อ ประกอบด้วยแบบเติมคำตอบที่มีลักษณะเป็นแบบไขว้ (มิติด้านเนื้อหา X มิติด้านกระบวนการ) จำนวน 25 ข้อ และแบบอัตนัย (เน้นกระบวนการคิดระดับสูง) จำนวน 3 ข้อ โดยมีการให้คะแนนพิเศษในมิติด้านเวลา และความยากของข้อสอบ

2. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น มีค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหาอยู่ในช่วง 0.57 – 1.00 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันระหว่างคะแนนที่ได้จากแบบวัดที่สร้างขึ้นกับแบบทดสอบมาตรฐาน เท่ากับ 0.80 และมีความตรงตามโครงสร้างเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

3. ได้เกณฑ์การแปลความหมายรายข้อ 28 เกณฑ์ ด้านเนื้อหา 5 เกณฑ์ ด้านกระบวนการ 5 เกณฑ์ ด้านทักษะการคิดขั้นสูง 1 เกณฑ์ และความสามารถทางคณิตศาสตร์ 1 เกณฑ์ รวม 40 เกณฑ์

4. ผลการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ พบว่า ร้อยละ 2.90 มีความสามารถในระดับยอดเยี่ยม ร้อยละ 31.12 มีความสามารถในระดับเยี่ยม ร้อยละ 39.83 มีความสามารถในระดับสูง ร้อยละ 14.11 มีความสามารถในระดับปานกลาง และร้อยละ 12.03 มีความสามารถในระดับเล็กน้อย

ภาควิชา...วิจัยและจิตวิทยาการศึกษา..... ลายมือชื่อนิสิต.....  
สาขาวิชา..การวัดและประเมินผลการศึกษา.. ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....  
ปีการศึกษา.. 2552..... ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....



##4984685727 : MAJOR EDUCATIONAL MEASUREMENT AND EVALUATION

KEYWORDS : GIFTED MATHEMATICS STUDENTS/ MATHEMATICS ACHIEVEMENT TEST

POONPONG SUKSAWANG: DEVELOPING A MATHEMATICS ACHIEVEMENT TEST FOR GIFTED MATHEMATICS STUDENTS IN GRADE 10 – 12 BY USING HIGHER LEVEL OF THINKING PROCESSES. THESIS ADVISOR: ASSOCIATE PROFESSOR SIRIDEJ SUJIVA, Ph.D., THESIS CO-ADVISOR: PISARN SOYDHURUM, Ph.D., 190 pp.

The objectives of this dissertation were (1) to develop a mathematics achievement test for gifted mathematics students in grade 10 – 12 by using higher level of thinking processes, and (2) to assess the quality of the mathematics achievement test. The samples were 241 grade 10 students of a government secondary school specialized in science and mathematics study program.

The researching findings were summarized as follows:

1. The mathematics achievement test for gifted mathematics students in grade 10 – 12 by using higher level of thinking processes were composed of 28 items including 25 gap-filling items, designed in the cross-dimensional test, (content dimension x process dimension) and 3 essay-typed questions (being focused on measuring advanced thinking skills). The test was implemented by computers and giving extra score in time dimension and difficulty dimension.
2. The mathematics achievement test had an index of item objective congruence ranking from 0.57 to 1.00. Pearson's product-moment correlation coefficient between score of the mathematics achievement test and standardize mathematics test was 0.80. The construct validity was approved as specified criterion.
3. 40 criteria were developed including 28 criteria for item interpretation, 5 criteria for content, 5 criteria for process, 1 criterion for advanced thinking skills, and 1 criterion for mathematics ability.
4. The assessment results in terms of mathematics ability were found out that 2.90 percent of the samples showed the extreme ability, 31.12 percent of the samples showed the exceptional ability, 39.83 percent of the samples showed the high ability, 14.11 percent of the samples showed the moderate ability, and 12.03 percent of the samples showed the mild ability.

Department : Educational Research and Psychology ..... Student's Signature .....

Field of Study : Educational Measurement and Evaluation ..... Advisor's Signature .....

Academic Year : 2009 ..... Co-Advisor's Signature .....

## กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยมีความซาบซึ้งในความกรุณาของ รศ.ดร.ศิริเดช สุชีวะ และ ดร.พิศาล สร้อยอุหร่า ที่ได้ให้คำปรึกษา คำแนะนำ แก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่ ห่วงใย เมตตา และคอยให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยตลอดมาจนวิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ ผู้วิจัยขอกราบ ขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย กาญจนวาสี ประธานกรรมการสอบ วิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.ณัฐภรณ์ หลาวทอง ผศ.ดร.กมลวรรณ ตังธนกันท์ และ ผศ.ดร.อุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์ ที่ให้ความกรุณาตรวจสอบ ปรับปรุง และให้ข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัย ในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ ประสาทความรู้ ทางด้านการวัดและประเมินผล การศึกษา ขอกราบขอบพระคุณศาสตราจารย์ กิตติคุณ ดร.นงลักษณ์ วิรัชชัย ที่ประสิทธิ์ประสาท ความรู้ทางด้านสถิติขั้นสูง ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ และ ผู้อำนวยการโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย จังหวัดชลบุรี ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลที่ใช้ในการ วิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณกัลยาณมิตรทุกท่านที่ให้การสนับสนุน ช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ ครั้งนี้ โดยเฉพาะคุณวีรนุช ทองแดง คุณธวชนิ โจจนาวี คุณสุวัฒน์ ศรีโยธี คุณธันวา สํารัญศิลป์ คุณวัลยา ใจคง คุณรณชิต พฤษกรรม คุณเสาวรส ยี่งวรรณะ คุณชุตินันท์ จันทรเสนานนท์ คุณสรวิ ษยศ คุณภัทราวดี มากมี คุณสิรินธร สินจินดาวงศ์ คุณศิริรัตน์ สุคันธพฤกษ์ คุณประวีณา เขี่ยมเยี่สุน คุณอัญชลี ศรีกลชาญ คุณพิชามณูญ์ แจ่มจํารัส คุณทรงวุฒิ บุริมจิตต์ และพี่น้องชาววัดผลจุฬาฯ ทุกท่าน

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อสมปอง คุณแม่อำพร และคุณโสภณ สุขสว่าง ที่ให้การ สนับสนุนและเป็นกำลังใจให้กับผู้วิจัยตลอดมา

# สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฎ
สารบัญแผนภาพ.....	ฒ
บทที่	
1 บทนำ	
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์การวิจัย.....	8
ขอบเขตการวิจัย.....	8
คำนิยามที่ใช้ในการวิจัย.....	10
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	11
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
ตอนที่ 1 มโนทัศน์เกี่ยวกับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์.....	12
เด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์.....	12
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์.....	20
ตอนที่ 2 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์.....	31
ตอนที่ 3 เครื่องมือวัดความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์.....	37
ประเภทของเครื่องมือที่ใช้ในการบ่งชี้เด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์.....	37
วิธีการบ่งชี้เด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์.....	53
เครื่องมือวัดความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์.....	59
ตอนที่ 4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือวัดความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์.....	61
ตอนที่ 5 ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ.....	65

## สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่

3	วิธีดำเนินการวิจัย	
	ตอนที่ 1 การพัฒนาแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์.....	72
	การกำหนดแผนผังการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์.....	72
	การพัฒนาแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์.....	73
	ตอนที่ 2 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	75
	การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง.....	75
	การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	76
	ตอนที่ 3 การวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์.....	77
	การตรวจสอบความตรงตามโครงสร้าง.....	77
	การตรวจสอบความตรงตามสภาพ.....	79
	การประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ.....	79
	ตอนที่ 4 การกำหนดเกณฑ์มาตรฐานของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น.....	80
	การกำหนดเกณฑ์มาตรฐานการให้คะแนนพิเศษในมิติด้านเวลา.....	80
	การกำหนดเกณฑ์มาตรฐานการให้คะแนนพิเศษในมิติความยากของข้อสอบ.....	80
	การกำหนดเกณฑ์มาตรฐานการให้คะแนนพิเศษข้อสอบแบบเติมคำตอบ.....	81
	การกำหนดเกณฑ์มาตรฐานการให้คะแนนพิเศษของข้อสอบแบบอัตนัย.....	82
	การกำหนดเกณฑ์มาตรฐานในการแปลความหมายของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์.....	82
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	
	ตอนที่ 1 ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายโดยใช้กระบวนการคิดระดับสูง .....	85
	ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน.....	85



**สารบัญ (ต่อ)**

หน้า

4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล (ต่อ)	
	ผลการตรวจสอบความตรงตามโครงสร้าง.....	87
	ผลการตรวจสอบความตรงตามสภาพ.....	104
	ตอนที่ 2 ผลการกำหนดเกณฑ์การแปลความหมายของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	
	คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ระดับ	
	มัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้กระบวนการคิดระดับสูง.....	107
	เกณฑ์การให้คะแนนพิเศษของข้อสอบในมิติด้านเวลา.....	107
	เกณฑ์การให้คะแนนพิเศษของข้อสอบในมิติด้านความยากของข้อสอบ.....	110
	เกณฑ์การแปลความหมายของข้อสอบรายข้อ.....	112
	เกณฑ์การแปลความหมายของคะแนนสอบตามมาตรฐานด้านเนื้อหา.....	117
	เกณฑ์การแปลความหมายของคะแนนสอบตามมาตรฐานด้านกระบวนการ.....	120
	เกณฑ์การแปลความหมายมาตรฐานในด้านทักษะการคิดขั้นสูง.....	122
	เกณฑ์การแปลความหมายของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่	
	สร้างขึ้น.....	123
	ตอนที่ 3 ผลการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษา	
	ตอนปลายที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ .....	124
	ผลการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ เป็นรายข้อ.....	124
	ผลการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ ตามมาตรฐานด้านเนื้อหา.....	128
	ผลการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ ตามมาตรฐานด้านกระบวนการ...	129
	ผลการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ ด้านทักษะการคิดขั้นสูง.....	131
	ผลการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์.....	131
5	สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	
	สรุปผลการวิจัย.....	135
	อภิปรายผล.....	147
	ข้อเสนอแนะ.....	151
	รายการอ้างอิง.....	153

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก .....	160
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ.....	161
ภาคผนวก ข ผลการวิเคราะห์ค่า IOC.....	163
ภาคผนวก ค คู่มือการใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียน ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้ กระบวนการคิดระดับสูง.....	166
ภาคผนวก ง แบบประเมินคุณลักษณะเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์....	180
ภาคผนวก จ ผลการตรวจสอบความตรงตามโครงสร้าง.....	184
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	190

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ภาพรวมแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทอแรนซ์.....	46
2	โครงสร้างของแบบทดสอบวัดสติปัญญาของเวทซ์เลอร์ (Wechsler Scale).....	48
3	วิวัฒนาการของแบบทดสอบสแตนฟอร์ด-บิเนต.....	49
4	แบบทดสอบทางสติปัญญาแบบกลุ่ม.....	51
5	แบบทดสอบทางสติปัญญาแบบรายบุคคล.....	52
6	การจัดระดับของความสามารถพิเศษด้วยระบบ Metric-Based ตามแนวคิด กาเย่...	54
7	รูปแบบทางคณิตศาสตร์ของโค้งลักษณะข้อสอบ.....	66
8	สูตรการคำนวณฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบสำหรับโมเดลการตอบสนองข้อสอบ โลจิสติกแบบ 1 พารามิเตอร์ 2 พารามิเตอร์ และ 3 พารามิเตอร์.....	68
9	แผนผังการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (แบบเต็มคำตอบ)..	73
10	แผนผังการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (แบบอัตนัย).....	73
11	ค่าความเที่ยง และค่าอำนาจจำแนกรายข้อของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น จำแนกตามมาตรฐานด้านเนื้อหา.....	75
12	ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ และค่าความเที่ยงของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนคณิตศาสตร์ จำแนกตามมาตรฐานด้านเนื้อหา.....	86
13	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เพียร์สัน ด้านจำนวนและการดำเนินการ.....	88
14	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เพียร์สัน ด้านเรขาคณิตและปริภูมิ.....	89
15	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เพียร์สัน ด้านการวัด.....	89
16	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เพียร์สัน ด้านแบบรูป ฟังก์ชันและพีชคณิต.....	90
17	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เพียร์สัน ด้านการวิเคราะห์ข้อมูล สถิติ และความน่าจะเป็น.....	90
18	ผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้าง ด้านจำนวนและการดำเนินการ.....	91

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
19	ผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้าง ด้านเรขาคณิตและปริภูมิ.....	92
20	ผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้าง ด้านการวัด.....	93
21	ผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้าง ด้านแบบรูป ฟังก์ชันและพีชคณิต.....	94
22	ผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้าง ด้านการวิเคราะห์ข้อมูล สถิติและความน่าจะเป็น.....	95
23	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ด้านความสามารถในการแก้ปัญหา.....	97
24	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ด้านความสามารถในการให้เหตุผลและการพิสูจน์.....	97
25	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ด้านความสามารถในการสื่อสาร.....	98
26	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ด้านความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้.....	98
27	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ด้านความสามารถในการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์.....	99
28	ผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้าง ด้านความสามารถในการแก้ปัญหา.....	100
29	ผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้าง ด้านความสามารถในการให้เหตุผลและการพิสูจน์.....	101
30	ผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้าง ด้านความสามารถในการสื่อสาร.....	102
31	ผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้าง ด้านความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้.....	103
32	ผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้าง ด้านความสามารถในการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์.....	104
33	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างคะแนนที่ได้จากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นกับคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบมาตรฐาน.....	105

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า	
34	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างคะแนนที่ได้จากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นกับคะแนนที่ได้จากแบบประเมินความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์.....	106
35	จำนวนผู้ตอบข้อสอบได้ถูกต้อง เวลาต่ำสุด เวลาสูงสุด ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อสอบรายข้อ.....	108
36	เกณฑ์การให้คะแนนพิเศษของข้อสอบแต่ละข้อในมิติของเวลาที่ใช้ในการตอบข้อสอบ.....	109
37	ค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบ คะแนนมาตรฐานที่ และคะแนนพิเศษในมิติของความยาก.....	111
38	คะแนนต่ำสุด คะแนนสูงสุด ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อสอบรายข้อ ของคะแนนมาตรฐานรายข้อ ในส่วนที่เป็นแบบเติมคำตอบ..	112
39	เกณฑ์การแปลความหมายของคะแนนที่ได้จากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (แบบเติมคำตอบ) เป็นรายข้อ.....	115
40	คะแนนต่ำสุด คะแนนสูงสุด ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อสอบรายข้อ ของคะแนนมาตรฐานรายข้อ ในส่วนที่เป็นแบบอัตนัย.....	117
41	เกณฑ์มาตรฐานด้านเนื้อหา.....	119
42	เกณฑ์การแปลความหมายของคะแนนสอบตามมาตรฐานด้านกระบวนการ.....	122
43	จำนวน และร้อยละของผู้ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ (แบบเติมคำตอบ) จำแนกตามระดับความสามารถพิเศษ.....	127
44	จำนวน และร้อยละของผู้ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ (แบบอัตนัย) จำแนกตามระดับความสามารถพิเศษ.....	128
45	จำนวน และร้อยละของผู้ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ จำแนกตามมาตรฐานด้านเนื้อหา.....	129
46	จำนวน และร้อยละของผู้ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ จำแนกตามมาตรฐานด้านกระบวนการ.....	130

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
47	จำนวน และร้อยละของผู้ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคิดขั้นสูง จำแนกตามระดับความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์.....	131
48	จำนวน และร้อยละของผู้ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ จำแนกตามระดับความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์.....	132

## สารบัญแผนภาพ

	หน้า
แผนภาพ	
1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเชาว์ปัญญา.....	21
2 มาตรฐานคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ NCTM.....	37
3 การจำลองโค้งปกติของเด็กที่มีความสามารถพิเศษ.....	47
4 ขั้นตอนการบ่งชี้เด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์.....	59
5 การวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ สำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทาง คณิตศาสตร์.....	60
6 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	70
7 โมเดลการตรวจสอบความตรงตามโครงสร้าง ตามมาตรฐานด้านเนื้อหา 5 ด้าน ด้วยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน.....	77
8 โมเดลการตรวจสอบความตรงตามโครงสร้าง ตามมาตรฐานด้านกระบวนการ 5 ด้าน ด้วยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน.....	78
9 เกณฑ์การให้คะแนนพิเศษในมิติของเวลา.....	80
10 เกณฑ์การให้คะแนนพิเศษในมิติของความยากของข้อสอบ.....	81
11 โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ด้านจำนวนและการดำเนินการ.....	91
12 โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ด้านเรขาคณิตและปริภูมิ.....	92
13 โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ด้านการวัด.....	93
14 โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ด้านแบบรูป ฟังก์ชันและพีชคณิต....	94
15 โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ด้านการวิเคราะห์ข้อมูล สถิติและ ความน่าจะเป็น.....	95
16 โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ด้านความสามารถในการแก้ปัญหา..	100
17 โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ด้านความสามารถในการให้เหตุผล และการพิสูจน์.....	101
18 โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ด้านความสามารถในการสื่อสาร.....	102
19 โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ด้านความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้	103
20 โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ด้านความสามารถในการ แสดงออกอย่างสร้างสรรค์.....	104

## บทที่ 1

### บทนำ

#### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในยุคที่การสื่อสารไร้พรมแดน การแลกเปลี่ยนข้อมูลสามารถทำได้อย่างรวดเร็ว ชับไว ทันเหตุการณ์ ทำให้กำแพงความรู้ที่มีในอดีตพังทลาย และกลีบกลายเป็นเครือข่ายที่โยงใยมวลความรู้จากทุกแหล่งทั่วโลกเข้าด้วยกัน ก่อให้เกิดประตูทองแห่งการเรียนรู้ที่ยิ่งใหญ่ของมวลมนุษยชาติ ความรู้ทางวิทยาการในทุกศาสตร์จะก้าวข้ามระหว่างประเทศ ภูมิภาค และทวีป จนก่อให้เกิดการบูรณาการความรู้ข้ามพรมแดน นำไปสู่การสรรค์สร้างนวัตกรรมที่ทรงคุณค่าแก่มวลมนุษยชาติ โดยกลจักรสำคัญของกระบวนการดังกล่าว คือ “มนุษย์” มนุษย์เป็นผู้ที่ทำหน้าที่หลักในการสร้างสรรค์สิ่งต่างๆ ให้เกิดขึ้น การพัฒนาศักยภาพของมนุษย์ให้เต็มตามศักยภาพจึงเป็นสิ่งสำคัญยิ่ง โดยกระบวนการสำคัญในการพัฒนาศักยภาพของมนุษย์ คือการศึกษา ดังนั้นการจัดการศึกษาต้องสอดคล้องกับความสามารถและความต้องการของแต่ละบุคคลจึงจะสามารถพัฒนาศักยภาพของมนุษย์คนนั้นๆ ได้อย่างแท้จริง ดังนั้นการจะก้าวกระโดดล้ำหน้าประเทศอื่นๆ ในภูมิภาคเอเชีย หรือทวีปต่างๆ เพื่อก้าวไปสู่การเป็นประเทศมหาอำนาจทางเศรษฐกิจ สังคม วิทยาศาสตร์ และการศึกษา จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพัฒนาความรู้ความสามารถของสิ่งที่เรียกว่า “หัวกะทิ” หรือ “ผู้ที่มีความสามารถพิเศษ” เพื่อให้ได้อาวุธที่ทรงคุณภาพทางปัญญา และเต็มเปี่ยมไปด้วยประสิทธิภาพในการสร้างสรรค์นวัตกรรมอันทรงคุณค่าแก่มวลมนุษยชาติ

ประเทศไทยก็เป็นหนึ่งในประเทศที่ต้องการก้าวข้ามสู่การเป็นประเทศชั้นนำของโลก เห็นได้จากกรณีมีมติรับหลักการของแผนพัฒนาเด็กและเยาวชนที่มีความสามารถพิเศษ ของคณะรัฐมนตรีในคราวประชุมยุทธศาสตร์การพัฒนาศักยภาพเด็กและเยาวชนที่มีความสามารถพิเศษ (พ.ศ. 2549-2559) ในวันที่ 27 มกราคม 2541 (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2548) โดยให้คำนิยามเด็กที่มีความสามารถพิเศษว่า เด็กที่มีความสามารถพิเศษ หมายถึง เด็กที่แสดงออกซึ่งความสามารถอันโดดเด่นในด้านใดด้านหนึ่งหรือหลายด้านในด้านสติปัญญา ความคิดสร้างสรรค์ การใช้ภาษา การเป็นผู้นำ การสร้างงานทางทัศนศิลป์ และศิลปะ การแสดง ความสามารถด้านดนตรี ความสามารถทางกีฬา และความสามารถทางวิชาการในสาขาใดสาขาหนึ่ง หรือหลายสาขา อย่างเป็นที่ประจักษ์ เมื่อเปรียบเทียบกับเด็กกลุ่มอื่นที่มีอายุระดับเดียวกัน สภาพแวดล้อมหรือประสบการณ์เดียวกัน จึงนับเป็นการเปิดประตูสู่มิติทางการศึกษาเด็กที่มีความสามารถพิเศษ ครั้งยิ่งใหญ่



ความพยายามในการพัฒนาระบบการจัดการศึกษาสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ในประเทศไทยนั้นได้มีมาอย่างต่อเนื่อง อาทิเช่น การพัฒนาเครื่องมือในการบ่งชี้เด็กที่มีความสามารถพิเศษ การพัฒนากระบวนการบ่งชี้เด็กที่มีความสามารถพิเศษ และการพัฒนาหลักสูตรสำหรับผู้ที่มีความสามารถพิเศษ เช่น การพัฒนาหลักสูตรพีชคณิต เรขาคณิต ทฤษฎีจำนวน ฯลฯ เป็นต้น ซึ่งการจัดการศึกษาสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษจะมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อมีเป้าหมายที่ชัดเจน มีเครื่องมือในการช่วยสำรวจความสามารถควบคู่ไปกับกระบวนการเรียนการสอน การวัดผล การจัดการ การให้โอกาสที่หลากหลาย ทั้งในและนอกระบบ รวมทั้งการศึกษาตามอัธยาศัยที่เหมาะสมกับผู้เรียน (ดุษฎี บริพัตร ณ อยุธยา, 2531; พิชากร แปลงประสพโชค, 2540; ยุพร ริมชลการ, 2543; ศักดา บุญโต และคณะ, 2544, 2548; มลิวัดย์ ลับไพรี, 2549; ศศินันท์ ศิริธาดากุลพัฒน์, 2551)

ปัจจุบันการจัดการศึกษาสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษในประเทศไทยยังขาดประสิทธิภาพและประสิทธิผล เนื่องจากขาดโครงสร้างที่ดี นับแต่ความสับสนคลุมเครือเรื่องกลุ่มเป้าหมาย คำนียาม บุคลิกลักษณะ ส่งผลให้การคัดเลือกเด็กที่มีความสามารถพิเศษเข้าโครงการไม่ตรงกับเป้าหมายที่ต้องการ รวมทั้งขาดกระบวนการ และเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพเหมาะสมในการคัดเลือก/บ่งชี้เด็กที่มีความสามารถพิเศษ นอกจากนี้ยังขาดกระบวนการในการจัดการศึกษาที่เหมาะสม เช่น ขาดสื่อการเรียนรู้ที่ทำนายขาดผู้ที่มีความรู้ความสามารถในการจัดการศึกษาสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษมาช่วยในการดำเนินงาน ตลอดจนขาดการประสานงานกับหน่วยงานอื่นๆ/ชุมชน ที่จะช่วยทำให้เกิดการตอบสนองความสามารถที่หลากหลาย นอกเหนือไปจากสภาพแวดล้อม และการอบรมเลี้ยงดูที่เป็นอุปสรรค (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2545) สำหรับประเด็นความผิดพลาดที่พบบ่อยในการคัดเลือก/บ่งชี้/สำรวจเด็กที่มีความสามารถพิเศษ คือ 1) การไม่เข้าใจถึงบุคลิกลักษณะของเด็กที่มีความสามารถพิเศษแต่ละสาขาว่ามีลักษณะอย่างไร ลักษณะทางความคิด ทางอารมณ์ ทางสังคม การแสดงออก การรับข้อมูล การแปลข้อมูล เป็นอย่างไร 2) การไม่เข้าใจเกี่ยวกับมาตรวัดความสามารถ มักใช้ผลการเรียนหรือแบบทดสอบที่แต่ละโครงการจัดทำขึ้นมา ซึ่งมักจะเป็นแบบทดสอบลักษณะที่ครูจัดทำขึ้นมาเอง ไม่ใช่เป็นข้อสอบแบบมาตรฐาน (Standardized tests) และ 3) การขาดเครื่องมือและวิธีการวัดที่เหมาะสม ในปัจจุบันพบว่า โครงการต่างๆ มักใช้ข้อสอบเป็นเกณฑ์ในการประเมินเด็กเข้าโครงการต่างๆ ที่ความสามารถส่วนใหญ่ไม่อาจวัดด้วยข้อสอบที่ใช้เขียนตอบ และในประเทศไทยเรามีความสนใจ หรือให้ความสำคัญกับเรื่องนี้น้อยมาก ทำให้งบประมาณที่ลงทุนไปจำนวนมากต้องสูญเปล่า เนื่องจากได้คนไม่ตรงกับความต้องการ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2545)

จากปัญหาดังกล่าวส่งผลให้เด็กที่มีความสามารถพิเศษ หายไปจากระบบเป็นจำนวนมากไม่น้อย โดยเฉพาะเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการสร้างเครื่องมือวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์สำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ที่เป็นมาตรฐาน และใช้วิธีการบ่งชี้ที่เหมาะสม เพื่อสร้างความมั่นใจว่าเด็กทุกคนที่มีความสามารถพิเศษจะได้รับการคัดเลือกหรือบ่งชี้ว่าเป็นเด็กที่มีความสามารถพิเศษ โดยจากการศึกษาเครื่องมือที่ใช้ในการบ่งชี้เด็กที่มีความสามารถพิเศษ สามารถจำแนกเป็นประเภทต่างๆ 5 ประเภทใหญ่ๆ ได้แก่ 1) แบบตรวจรายการและแบบฟอร์มการเสนอชื่อ 2) มาตรฐานประเมินความสามารถพิเศษ 3) แบบสำรวจแววเด็กที่มีความสามารถพิเศษ 4) แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ และ 5) แบบทดสอบทางสติปัญญา ซึ่งเครื่องมือแต่ละประเภทยังได้มีผู้ทำการศึกษาและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง (Renzulli and others, 1976; Lupkowski-Shoplik, Benbow, Assouline and Brody, 2003; Department of Education Training and the Arts, 2004; Gregory, 2004; Torrance, 2004; Gurganas, 2007; บุญเชิด อนันตพงษ์, 2544; นิธิพัฒน์ เมฆขจร, 2547; อุษณีย์ อนรุทรวงศ์, 2547; จิราภา เต็งไตรรัตน์ และคณะ, 2550) สำหรับวิธีการบ่งชี้เด็กที่มีความสามารถพิเศษ โดยทั่วไปที่ยึดปฏิบัติกันมากก็คือการทดสอบด้วยแบบทดสอบมาตรฐาน เช่น แบบทดสอบวัดระดับสติปัญญาของสแตนฟอร์ด-บินเนห์ (Stanford-Binet Test) และแบบทดสอบเชาวน์ปัญญาของเวชลเลอร์ (Wechsler Achievement Test) ซึ่งวิธีดังกล่าวสามารถบ่งชี้เด็กที่มีความสามารถพิเศษบางคนได้ เช่น เด็กที่เรียนดี ชอบวิธีการเรียนแบบบรรยาย ชอบการอ่านหนังสือ และมีความประพฤติดี แต่ก็มีเด็กที่มีความสามารถพิเศษบางคนที่ไม่ได้มีลักษณะเข้าเกณฑ์ที่คณะกรรมการตั้งไว้ ดังนั้น กระบวนการเสาะหา/บ่งชี้ ควรใช้วิธีการอย่างหลากหลาย ทั้งนี้เพราะว่า เด็กมาจากสิ่งแวดล้อมที่ต่างกัน ซึ่งจะส่งผลต่อการทดสอบ หากเด็กมีปัญหาทางด้านอารมณ์ ภาษา การพูด การทดสอบตลอดจนการแปลผลจะต้องทำด้วยความระมัดระวัง การเสาะหาเด็กที่มีความสามารถพิเศษ ซึ่งเป็นที่ยอมรับในระดับนานาชาติ คือ การใช้กระบวนการตรวจสอบอย่างเป็นขั้นตอน โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่เหมาะสมกับแววของเด็ก และนำข้อมูลหลายๆ ด้านมาประกอบกัน โดยมีขั้นตอนหลักๆ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเสนอชื่อ เป็นขั้นที่ ผู้ใกล้ชิดและรู้จักเด็กเป็นอย่างดี เช่น พ่อ/แม่ ผู้ปกครอง ครูผู้สอน เพื่อน ตัวเด็กเอง เป็นผู้ให้รายละเอียด และข้อมูลจะนำมาเขียนรายงานประกอบการลงความเห็นเพื่อรายงานเรื่องราวเกี่ยวกับเด็ก ขั้นที่ 2 ขั้นคัดแยกอย่างเป็นทางการ เป็นการคัดแยกที่ใช้เกณฑ์ตามหลักวิชา โดยใช้เครื่องมือเป็นทางการเพื่อทดสอบความสามารถเฉพาะด้านทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเชิงวิชาการ แบบทดสอบสติปัญญารายบุคคล แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ แบบทดสอบความถนัดแบบสำรวจความสนใจ และขั้นสุดท้าย ขั้นวินิจฉัยและสรุปความเห็น เป็นการตรวจสอบความถูกต้องในการบ่งชี้เด็กที่มีความสามารถพิเศษ โดยใช้ข้อมูลจากขั้นที่ 1 และ 2 ประกอบกับการสัมภาษณ์ และ

การตัดสินใจโดยผู้เชี่ยวชาญ (Batchelder, 2000; Department of Education, Training and the Arts, 2004; Callahan, 2004; Clack, 2004; Colangelo and Brower, 2004; Feldhusen, Asher and Hoover, 2004; Passow, 2004; Renzulli, 2004; Renzulli and Delcourt, 2004; Rimm, 2004, Sternberg, 2004a, 2004b; อุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์, 2547; มลิวัลย์ ลับโพธิ์, 2549; ศศินันท์ ศิริธาดา กุลพัฒน์, 2551)

นอกจากการพัฒนากระบวนการบ่งชี้เด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ซึ่งถือเป็นก้าวแรกของการพัฒนาเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์นั้น การจัดการกระบวนการเรียนการสอนทางคณิตศาสตร์ให้สอดคล้องกับความต้องการของเด็กที่มีความสามารถพิเศษเหล่านี้นับเป็นอีกก้าวที่สำคัญเช่นเดียวกับการวัดระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์สำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ เพราะเป็นกระบวนการเติมเต็มศักยภาพในตัวเด็ก ดังนั้นรูปแบบการจัดการเรียนการสอนสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษจะต้องคำนึงถึงเป้าหมายของเนื้อหาที่จะสอน ลักษณะของผู้เรียนและกระบวนการเรียนการสอน เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพ ครูผู้สอนจึงมีความจำเป็นต้องทราบว่าเด็กที่มีความสามารถพิเศษแต่ละคนมีจุดเด่น จุดด้อยอะไร เพื่อเป็นสารสนเทศสำคัญที่จะได้เสริมจุดเด่น และแก้ปัญหาจุดด้อยได้อย่างทันทั่วถึง ดังนั้น การวัดระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ จึงเป็นกลจักรชิ้นสำคัญที่จะทำให้การจัดการศึกษาสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษเหล่านี้ประสบความสำเร็จ ปัญหาประการสำคัญในระบบการสร้างเครื่องมือวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ สำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ คือ หากข้อสอบที่ใช้มีความง่ายเมื่อเทียบกับระดับความสามารถของเด็กเหล่านี้ จะทำให้เกิดปัญหาคะแนนสอบติดเพดาน (Lupkowski-Shoplik, Benbow, Assouline and Brody, 2003) นั่นคือเราจะได้สารสนเทศจากเด็กเหล่านี้น้อยมาก ดังนั้นเครื่องมือหรือข้อสอบที่ใช้ในการวัดระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์สำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ จึงควรมีความยากในระดับสูง มีความเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้สอบ และจากการศึกษามาตรฐานและสาระการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ของสมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของอเมริกาในปี 2002 (NCTM) (Gurganus, 2007) ได้กล่าวถึงมาตรฐานเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ 5 ด้าน ได้แก่ 1) จำนวนและการดำเนินการ 2) เรขาคณิต และปริภูมิ 3) การวัด 4) แบบรูป ฟังก์ชัน และพีชคณิต และ 5) การวิเคราะห์ ข้อมูล สถิติ และความน่าจะเป็น และมาตรฐานกระบวนการ 5 มาตรฐาน ได้แก่ 1) ความสามารถในการแก้ปัญหา 2) การให้เหตุผลและการพิสูจน์ 3) ความสามารถในการสื่อสาร 4) ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ และ 5) ความสามารถในการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งสอดคล้องกับสาระและ

มาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของประเทศไทยที่ใช้ในปัจจุบัน (หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544) ประกอบด้วย 6 สาระ ได้แก่ 1) จำนวนและการดำเนินการ 2) การวัด 3) เรขาคณิต 4) พีชคณิต 5) การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น และ 6) ทักษะ/ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดย 5 สาระแรกเป็นสาระที่เกี่ยวกับเนื้อหา ส่วนสาระที่ 6 เป็นสาระที่เกี่ยวกับทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ (ดวงเดือน อ่อนน่วม, 2547) และจากการศึกษาแนวคิดเด็กที่มีความสามารถพิเศษจะพบว่า ลักษณะที่สำคัญของเด็กที่มีความสามารถพิเศษคือจะเป็นผู้ที่มีความสามารถในการคิดได้รวดเร็วและแม่นยำกว่าเด็กทั่วไปที่มีอายุและประสบการณ์เดียวกัน (Abraham, 1958 ; Krutetskii, 1976; House, 1991; U.S. Office of Education, 1993 cited in Ross and Others, 1993; Silverman, 1993 cited in Department of Education and Training Curriculum, 2004; Department of Education Training and the Arts, 2004; Oxford Brookes University, 2007; ดุษฎี บริพัตร ณ อยุธยา, 2531; ยุพร रिชมชกลการ, 2543; สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2545; สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2548; ศูนย์พัฒนาอัจฉริยภาพ, 2551)

ดังนั้นเวลาในการทำข้อสอบแต่ละข้อจึงเป็นสิ่งสำคัญในการตัดสินระดับความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการทดสอบโดยใช้การเขียนตอบ มีข้อจำกัดของการได้มาซึ่งสารสนเทศเรื่องเวลา เนื่องจากไม่สามารถคำนวณเวลาได้แม่นยำ สะดวก และมีความถูกต้องเทียบเท่ากับการนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยวัดในเรื่องดังกล่าว การสร้างเครื่องมือในการวัดความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องใช้การทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์เพื่อลดข้อจำกัดดังกล่าว นอกจากนี้แนวคิดของการทดสอบแบบดั้งเดิมที่ใช้กันในปัจจุบันมีข้อจำกัดที่สำคัญ ได้แก่ การที่พารามิเตอร์ของข้อสอบผันแปรไปตามกลุ่มผู้สอบ และคะแนนที่สังเกตได้หรือค่าประมาณความสามารถของผู้สอบไม่เป็นอิสระขึ้นอยู่กับข้อสอบและแบบสอบที่นำมาใช้ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2550) นั่นคือการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบจำเป็นต้องประยุกต์ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบกับการใช้เวลาในการตอบข้อสอบแต่ละข้อมาพิจารณาด้วยเพื่อให้ได้สารสนเทศในการสอบสูงสุด โดยการวัดระดับความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ นั้นอยู่บนฐานแนวคิดว่าการแสดงออกของพฤติกรรมถูกกำหนดมาจากลักษณะภายในตัวบุคคลซึ่งสังเกตไม่ได้โดยตรง ต้องอาศัยสิ่งเร้ามากระตุ้นให้บุคคลแสดงพฤติกรรมตอบสนอง จึงต้องสร้างเครื่องมือ/แบบทดสอบ (Tests) ใช้เป็นตัวแทนเนื้อหาการเรียนรู้ของผู้เรียนเปรียบเสมือนสิ่งเร้านำไปกระตุ้นผู้เรียนให้แสดงพฤติกรรมตอบสนอง ผลการตอบแบบทดสอบคือสารสนเทศเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์การศึกษาตามหลักสูตรกำหนด หรือความสามารถทางการเรียนรู้ด้านต่างๆ ที่ต้องการให้เกิดขึ้นภายในตัวผู้เรียน ถ้าได้รับสารสนเทศมากเพียงพอระดับความสามารถภายในตัวผู้เรียนจะ

ประมาณได้อย่างแม่นยำและลดการตัดสินใจผิดพลาดแบบทดสอบที่นิยมใช้กัน โดยทั่วไป ได้แก่ แบบทดสอบประเพณีนิยม (Conventional Test หรือ Traditional Test) หรือเรียกว่า แบบทดสอบใช้กระดาษ-ดินสอ (Paper-Pencil Test: P&P Test) อาศัยหลักทฤษฎีการทดสอบแบบมาตรฐานเดิม (Classical Test Theory: CTT) มีลักษณะดังนี้ คือ ผู้สอบกลุ่มเป้าหมายทุกคนจะได้รับแบบทดสอบชุดเดียวกัน จำนวนข้อสอบเท่ากัน แบบทดสอบส่วนใหญ่ออกแบบให้มีค่าความยากปานกลาง ทำให้มีประสิทธิภาพสูงเหมาะกับการวัดผู้สอบกลุ่มระดับความสามารถปานกลาง แต่จำนวนข้อสอบเหมาะสมกับผู้สอบระดับความสามารถสูงและความสามารถต่ำในแบบทดสอบนั้นมีจำนวนน้อย ดังนั้นประสิทธิภาพในการวัดผู้สอบระดับความสามารถสูงและความสามารถต่ำจะลดลง ผู้สอบระดับความสามารถสูงเสียเวลาในการทำข้อสอบมากเกินไปแต่ได้รับสารสนเทศเพียงเล็กน้อย ในขณะที่ผู้สอบระดับความสามารถต่ำต้องทำข้อสอบยากเกินไปมักเกิดความท้อแท้และได้รับสารสนเทศไม่เพียงพอหรือไม่ได้เลย ข้อจำกัดอื่นๆ คือ ทฤษฎีการทดสอบแบบประเพณีนิยมไม่สามารถบอกประสิทธิภาพของข้อสอบรายข้อ สำหรับการวัดผู้สอบระดับความสามารถต่างๆ ได้ จึงไม่สามารถทำนายคุณสมบัติการวัดทางจิตวิทยาของแบบทดสอบได้ชัดเจนเมื่อจัดให้กับผู้สอบกลุ่มเป้าหมาย นอกจากนี้ การวัดความคลาดเคลื่อนสำหรับผู้สอบทุกคนที่ตอบแบบทดสอบฉบับนั้นถือว่ามีค่าเท่ากัน ซึ่งเป็นไปไม่ได้ในสถานการณ์จริง จากข้อจำกัดของทฤษฎีการทดสอบแบบประเพณีนิยม เป็นเหตุผลนำไปสู่การค้นคว้าเพื่อหาแนวทางแก้ไข พัฒนาเป็นทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory: IRT) โดยทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบมุ่งเน้นการวัดความเป็นมิติเดียวของความรู้หรือลักษณะที่ต้องการ ตำแหน่งของข้อสอบ แต่ละข้อบนมิติเดียวนี้อยู่ในรูปของความยากของข้อสอบ (b) และตำแหน่งของผู้สอบแต่ละคนบนมิติเดียวนี้อยู่ในรูปของค่าความสามารถของผู้สอบ ( $\theta$ ) ความน่าจะเป็นของการตอบข้อสอบถูกต้องแสดงในรูปของปฏิสัมพันธ์ระหว่างค่าความยากของข้อสอบและค่าความสามารถของผู้สอบ

ความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถพื้นฐานของการพัฒนาความสามารถในศาสตร์ทั้งปวง ผู้ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์จะเป็นผู้ที่มีความคิดในการคำนวณความสามารถเชิงตรรกะ และมีความคิดเป็นระบบ ก่อให้เกิดความสามารถในการเรียนรู้และพัฒนาความสามารถในด้านอื่นๆ สืบต่อไปด้วย ทั้งนี้การคัดเลือกกลุ่มเป้าหมายที่จะใช้ในการวิจัย จึงอาศัยการคัดเลือกแบบเจาะจง โดยสถานศึกษาดังกล่าวจะต้องมีกระบวนการสอบคัดเลือกเด็กที่มีความสามารถทางด้านคณิตศาสตร์ที่ดำเนินการอย่างเป็นมาตรฐาน และเชื่อถือได้ โดยการดำเนินการดังกล่าวต้องได้รับการรับรองจากองค์กรระดับชาติที่เชื่อถือได้ จากการศึกษาของผู้วิจัย พบว่า มี

โรงเรียนวิทยาศาสตร์ของรัฐที่มีภารกิจในการพัฒนาต้นแบบ และนำร่องเกี่ยวกับการสรรหาและจัดการศึกษาสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความสามารถพิเศษทางด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาส่งเสริมให้นักเรียนมีจิตวิญญาณและความมุ่งมั่นที่จะประกอบอาชีพเป็นนักวิจัย นักประดิษฐ์ นักคิดค้นชั้นนำของนานาชาติ มีความเป็นไทย มีความมุ่งมั่นที่จะช่วยพัฒนาประเทศชาติ ตอบแทนแผ่นดินเกิดตามศักยภาพของตนเอง และมีเจตคติที่ดีต่อเพื่อนร่วมโลกและธรรมชาติ ดังนั้น สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานและโรงเรียนดังกล่าวได้มีข้อตกลงที่จะร่วมกันคัดเลือกเด็กผู้มีความสามารถทางด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ โดยแบบทดสอบที่ใช้ในการคัดเลือกประกอบด้วย 1) แบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ (เน้นการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา) 2) แบบสอบวัดคุณลักษณะทางจิตวิทยา 3) แบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์ (เน้นการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา) 4) แบบสอบวัดความถนัดทางการเรียน และด้วยจุดเด่นเฉพาะของสถานศึกษาดังกล่าวที่จัดระบบเรื่องการสรรหา และคัดกรองเด็กที่มีความสามารถพิเศษอย่างเป็นระบบ ดังนั้นจึงพิจารณาแล้วว่า ผู้เรียนที่ผ่านระบบการคัดกรองของโรงเรียนดังกล่าวมีความเหมาะสมที่จะเข้าร่วมการทดสอบเพื่อให้ผลการวิเคราะห์ระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ดังกล่าว เป็นสารสนเทศสำคัญในการพัฒนาผู้เรียนได้เต็มตามศักยภาพ และเพื่อให้ผลการวิจัยครั้งนี้ เป็นจุดกำเนิดของการได้มาซึ่งเครื่องมือวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีประสิทธิภาพ อันจะเป็นเครื่องมือของครูในการจัดการเรียนการสอนที่ตอบสนองความสามารถและความต้องการของผู้เรียน รวมถึงการวางแผนการจัดการเรียนการสอนที่คำนึงถึงจุดเด่นและจุดที่ควรพัฒนาของผู้เรียนเป็นหลัก ทำให้การจัดการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถพัฒนาผู้เรียนได้อย่างเต็มตามศักยภาพที่ผู้เรียนแต่ละคนมี โดยผลจากการพัฒนาเครื่องมือสำหรับการวัดระดับความสามารถพิเศษ จะทำให้เกิดการยกระดับการพัฒนาระบบการจัดการศึกษาสำหรับผู้ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์อันเป็นนวัตกรรมในการพัฒนาผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านคณิตศาสตร์ให้เกิดการพัฒนาความสามารถในมิติที่ผู้เรียนยังต้องได้รับการส่งเสริม พัฒนา และเติมเต็มความสามารถให้เต็มตามศักยภาพ การจัดการเรียนการสอนจะเป็นไปอย่างเป็นระบบต้องอาศัยเครื่องมือคัดกรองระดับความสามารถที่แม่นยำและเชื่อถือได้ ช่วยให้การพัฒนาผู้เรียนเป็นไปด้วยความสมบูรณ์ เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการวิเคราะห์ระดับความสามารถในแต่ละด้านของผู้เรียนก่อนที่จะเลือกเรียนวิชาต่างๆ

จากความเป็นมาและความสำคัญดังกล่าวผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้กระบวนการคิดระดับสูง และใช้หลักสูตรคณิตศาสตร์ของสมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของอเมริกา (NCTM) (Gurganus, 2007) ประกอบด้วยมาตรฐานเนื้อหา 5 ด้าน ได้แก่ 1) จำนวนและการดำเนินการ 2) เรขาคณิต และปริภูมิ 3) การวัด 4) แบบรูป ฟังก์ชัน และพีชคณิต และ 5) การวิเคราะห์ข้อมูล สถิติ และความน่าจะเป็น และมาตรฐานกระบวนการ 5 มาตรฐาน ได้แก่ 1) ความสามารถในการแก้ปัญหา 2) การให้เหตุผลและการพิสูจน์ 3) ความสามารถในการสื่อสาร 4) ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ และ 5) ความสามารถในการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ ในการกำหนดผังการสร้างเครื่องมือคัดกรองระดับความสามารถพิเศษ โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ และ เวลาที่ใช้ในการทำข้อสอบแต่ละข้อของผู้รับการทดสอบแต่ละคนเป็นตัวชี้วัดสำคัญในการคัดกรองระดับความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการวัดเวลาในการทำข้อสอบแต่ละข้อนั้นสามารถทำได้โดยการใช้การทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ แล้วนำเวลาที่ได้จากการตอบข้อสอบข้อนั้นๆ ได้ถูกต้องมาเป็นเกณฑ์ในการให้คะแนนในการทำข้อสอบแต่ละข้อ

### วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1) เพื่อพัฒนาแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้กระบวนการคิดระดับสูง
- 2) เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้กระบวนการคิดระดับสูงที่สร้างขึ้น

### ขอบเขตการวิจัย

1. กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนวิทยาศาสตร์ของรัฐแห่งหนึ่ง จำนวน 241 คน
2. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้กระบวนการคิดระดับสูงที่สร้างขึ้นอิงหลักสูตรคณิตศาสตร์ของสมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของอเมริกาในปี 2002 (NCTM) ในการกำหนดโครงสร้างของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยมาตรฐานเนื้อหา 5 ด้าน

ได้แก่ 1) จำนวนและการดำเนินการ 2) เรขาคณิต และปริภูมิ 3) การวัด 4) แบบรูป ฟังก์ชัน และพีชคณิต และ 5) การวิเคราะห์ข้อมูล สถิติ และความน่าจะเป็น และมาตรฐานกระบวนการ 5 มาตรฐาน ได้แก่ 1) ความสามารถในการแก้ปัญหา 2) การให้เหตุผลและการพิสูจน์ 3) ความสามารถในการสื่อสาร 4) ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ และ 5) ความสามารถในการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์

3. การตรวจให้คะแนนของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ แบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

3.1 ข้อสอบแบบเติมคำตอบ จำนวน 25 ข้อ การตรวจให้คะแนนแต่ละข้อใช้แนวคิดเกี่ยวกับความเร็วที่ใช้ในการตอบข้อสอบแต่ละข้อได้ถูกต้อง ( $ExT_i$ ) พิจารณาจากคะแนนมาตรฐานที่ของเวลาที่ผู้เข้าสอบทุกคนใช้ในการทำข้อสอบแต่ละข้อ (ถ้าใช้เวลาน้อยจะได้คะแนนพิเศษมาก) และ ความยากของข้อสอบแต่ละข้อ ( $ExP_i$ ) พิจารณาจากคะแนนมาตรฐานที่ของความยากของข้อสอบแต่ละข้อ ในการกำหนดคะแนนแต่ละข้อ และใช้หลักการสร้างคะแนนรวมของข้อสอบแต่ละข้อแบบเชิงเส้นตรง โดยกำหนดให้น้ำหนักของความเร็วที่ใช้ในการตอบข้อสอบแต่ละข้อได้ถูกต้อง และความยากของข้อสอบแต่ละข้อเท่ากัน ดังนี้

1) กรณีที่ตอบข้อสอบไม่ถูกต้อง ได้ 0 คะแนน

2) กรณีที่ตอบข้อสอบได้ถูกต้อง จะได้คะแนนเท่ากับ  $1 + ExT_i + ExP_i$

3.2 ข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ เนื่องจากข้อสอบที่สร้างขึ้นเป็นการบูรณาการเนื้อหาตามมาตรฐานเนื้อหาทั้ง 5 ด้าน ได้แก่ 1) จำนวนและการดำเนินการ 2) เรขาคณิตและปริภูมิ 3) การวัด 4) แบบรูป ฟังก์ชัน และพีชคณิต และ 5) การวิเคราะห์ข้อมูล สถิติ และความน่าจะเป็น โดยมุ่งเน้นทักษะกระบวนการคิดระดับสูง นอกจากนี้การทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นมีข้อจำกัดในเรื่องการพิมพ์คำตอบที่อยู่ในรูปของสมการ และการวาดภาพประกอบการอธิบายลงในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทำให้การตอบข้อสอบอัตนัยในครั้งนี้ต้องใช้ในการเขียนคำตอบลงในกระดาษคำตอบที่กำหนดให้ และเพื่อป้องกันความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการวัดเวลาที่ใช้ในการตอบคำตอบแต่ละข้อได้ถูกต้อง การตรวจให้คะแนนแต่ละข้อจึงพิจารณาจากความคิดคล่องตัว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดแปลกใหม่ และความคิดละเอียดลออ โดยข้อสอบแต่ละข้อมีคะแนนตั้งแต่ 0 – 2 คะแนน



## คำนิยามที่ใช้ในการวิจัย

**เด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์** หมายถึง นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้รายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 ประกอบด้วยสาระการเรียนรู้ด้านจำนวนและการดำเนินการ เรขาคณิตและปริภูมิ การวัด แบบรูป ฟังก์ชันและพีชคณิต การวิเคราะห์ข้อมูล สถิติและความน่าจะเป็น และมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น สามารถแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลายและใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม สามารถให้เหตุผล สื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำเสนอ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ สามารถเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ ได้ถูกต้อง และรวดเร็ว โดดเด่นมากกว่านักเรียนในวัยเดียวกัน

**แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์** หมายถึง แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้กระบวนการคิดระดับสูงที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น เป็นแบบทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์มีลักษณะเป็นแบบเติมคำตอบ จำนวน 25 ข้อ และแบบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ โดยใช้หลักสูตรคณิตศาสตร์ของสมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของอเมริกาในปี 2002 (NCTM) ประกอบด้วย มาตรฐานเนื้อหา 5 ด้าน ได้แก่ 1) จำนวนและการดำเนินการ 2) เรขาคณิต และปริภูมิ 3) การวัด 4) แบบรูป ฟังก์ชัน และพีชคณิต และ 5) การวิเคราะห์ข้อมูล สถิติ และความน่าจะเป็น และมาตรฐานกระบวนการ 5 มาตรฐาน ได้แก่ 1) ความสามารถในการแก้ปัญหา 2) การให้เหตุผลและการพิสูจน์ 3) ความสามารถในการสื่อสาร 4) ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ และ 5) ความสามารถในการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ ในการกำหนดโครงสร้างของเครื่องมือวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ และประยุกต์ใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ และเวลาที่ใช้ในการตอบข้อสอบแต่ละข้อได้ถูกต้องในการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน

**คุณภาพของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์** หมายถึง ประสิทธิภาพของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้กระบวนการคิดระดับสูง ซึ่งพิจารณาจากความตรงตามเนื้อหา ความตรงตามโครงสร้าง และความตรงตามสภาพ

**ความตรงตามเนื้อหา** หมายถึง ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาของข้อสอบแต่ละข้อกับมาตรฐานเนื้อหาและมาตรฐานกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยผู้ทรงคุณวุฒิที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโทหรือปริญญาเอกทางคณิตศาสตร์ ที่มีประสบการณ์การสอนคณิตศาสตร์ ระดับชั้น

มัธยมศึกษาตอนปลาย หรือมีประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการจัดทำหลักสูตรคณิตศาสตร์ หรือข้อสอบคณิตศาสตร์ระดับชาติ ไม่น้อยกว่า 2 ปี จำนวน 7 ท่าน เป็นผู้พิจารณาความสอดคล้อง

**ความตรงตามโครงสร้าง** หมายถึง โครงสร้างของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น ตามมาตรฐานเนื้อหา 5 ด้าน และมาตรฐานกระบวนการ 5 มาตรฐาน มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันในการตรวจสอบความตรงตามโครงสร้าง

**ความตรงตามสภาพ** หมายถึง คะแนนที่ได้จากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นมีความมีความสัมพันธ์ในระดับสูง ( $r \geq 0.80$ ) กับคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ (เน้นการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา) ที่สร้างขึ้นโดยคณะกรรมการของโรงเรียนนิเทศศาสตร์ของรัฐแห่งนี้ และคะแนนที่ได้จากแบบประเมินคุณลักษณะเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ที่สร้างขึ้นโดยผู้วิจัย

### ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้กระบวนการคิดระดับสูง ซึ่งหากนำเครื่องมือนี้ไปใช้ จะทำให้เกิดประโยชน์ดังนี้

1.1 ครู และนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จะได้รับสารสนเทศจุดเด่น และจุดที่ควรพัฒนาของนักเรียน อันจะเป็นประโยชน์ต่อการจัดการศึกษา และพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนแต่ละบุคคล

1.2 ข้อมูลเกี่ยวกับการวัดระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ จะนำไปสู่การปรับปรุงหลักสูตรการจัดการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

2. เป็นแนวทางในการศึกษาวิธีการวัดความสามารถพิเศษด้วยวิธีอื่นๆ ต่อไป

3. เป็นการพัฒนาองค์ความรู้ทางการวัดผลและประเมินผลการศึกษาเด็กที่มีความสามารถพิเศษ ในด้านการวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์และเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางด้านอื่น ๆ ในประเทศไทย

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเป็นความรู้ในการสร้างและพัฒนาแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้กระบวนการคิดระดับสูงที่ครอบคลุมด้านต่างๆ โดยแบ่งกลุ่มเนื้อหาออกเป็น 5 ตอน โดยในแต่ละตอนมีเนื้อหาสาระเกี่ยวกับประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

ตอนที่ 1 มโนทัศน์เกี่ยวกับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

1.1 เด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

1.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

ตอนที่ 2 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ตอนที่ 3 เครื่องมือวัดความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

3.1 ประเภทของเครื่องมือที่ใช้ในการบ่งชี้เด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

3.2 วิธีการบ่งชี้เด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

3.3 เครื่องมือวัดความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

ตอนที่ 4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือวัดความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

ตอนที่ 5 ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ

**ตอนที่ 1 มโนทัศน์เกี่ยวกับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์**

**1.1 เด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์**

คำว่า “เด็กที่มีความสามารถพิเศษ” มาจากคำในภาษาอังกฤษว่า “Giftedness หรือ Talented” กาย่ (Gagné, 2003, 2004, 2008) กล่าวว่า ผู้เชี่ยวชาญด้านเด็กที่มีความสามารถพิเศษ ส่วนใหญ่ไม่ได้แยกความหมายระหว่างคำทั้งสองคำ และให้สาระสำคัญของคำว่า “Giftedness หรือ Talented” หมายถึง ประชากรที่มีความสามารถพิเศษ (Special population) ในช่วง 40 ปีที่ผ่านมาคนส่วนใหญ่จะใช้คำทั้งสองคำนี้ในวลีที่มีความหมายใกล้เคียงกัน ตัวอย่างเช่น “the gifted and talented are...” แต่ในบทความ “Transforming Gifts into Talents: The DMGT as a Developmental Theory” ปี 2003 กาย่ พยายามแยกความหมายของคำทั้งสองคำ โดยกล่าวว่า “Giftedness” หมายถึง ความสามารถ

พิเศษที่ติดตัวมาตั้งแต่เกิดหรือเรียกว่า “พรสวรรค์” ส่วนคำว่า “Talented” หมายถึง ความสามารถพิเศษที่เกิดจากการฝึกฝนอย่างเป็นระบบ และในงานวิจัยครั้งนี้ ใช้คำว่า “เด็กที่มีความสามารถพิเศษ” ในความหมายรวมทั้งเด็กที่มีความสามารถพิเศษติดตัวมาตั้งแต่เกิด และเด็กที่มีความสามารถพิเศษที่เกิดจากการฝึกฝนอย่างเป็นระบบ

คำนิยามของคำว่า “เด็กที่มีความสามารถพิเศษ” มีนักการศึกษาหลายท่านให้คำจำกัดความ ดังนี้ อับราฮัม (Abraham, 1958) กล่าวถึง เด็กที่มีความสามารถพิเศษว่า เป็นเด็กที่มีความสามารถสูงทั้งด้านความคิดสร้างสรรค์ การใช้เหตุผล และสามารถเรียนจบบทเรียนได้เร็วกว่าเวลาที่กำหนดให้ ในปี 1959 เทอร์แมน (Terman, 1972) ให้คำนิยามว่า “เด็กที่มีความสามารถพิเศษ” เป็นเด็กที่มีระดับสติปัญญา ตั้งแต่ 140 ขึ้นไป (ทดสอบโดยใช้แบบทดสอบสติปัญญาของแอสตันฟอร์ด-บิเนต) ต่อมาในปี 1972 มาร์แลนด์ (Marland, 1972 cited in Ross and Other, 1993) กล่าวว่า เด็กที่มีความสามารถพิเศษ คือ เด็กที่มีความสามารถสูงด้านใดด้านหนึ่งหรือมีความสามารถสูงกว่าหนึ่งด้านดังต่อไปนี้ 1) สติปัญญาทั่วไป 2) ความถนัดเฉพาะวิชา 3) ความคิดสร้างสรรค์สูง 4) ความเป็นผู้นำ 5) ความสามารถทางด้านศิลปะ การแสดง และดนตรี และ 6) ความสามารถในการใช้กล้ามเนื้อและประสาทสัมผัส

จากคำนิยามของมาร์แลนด์ ทำให้เกิดการตื่นตัวในวงการศึกษาศึกษาเด็กที่มีความสามารถพิเศษ ในปี 1977 เรนซูลลี (Renzulli, 2004) ได้กล่าวถึงเด็กที่มีความสามารถพิเศษว่า จะต้องเป็นผู้ที่มีคุณลักษณะที่ผสมผสานกัน 3 ด้าน ได้แก่ 1) เป็นผู้ที่มีความสามารถทางสติปัญญาสูงกว่าเด็กปกติ 2) เป็นผู้ที่มีความสร้างสรรค์อยู่ในเกณฑ์สูง 3) เป็นผู้ที่มีความมุ่งมั่นในการทำงาน ต่อมาในปี 1983 สเตอร์นเบิร์ก (Sternberg, 2004) ได้กล่าวถึงเด็กที่มีความสามารถพิเศษว่าเป็นผู้ที่มีความเด่นชัดในการจัดการกับสิ่งต่างๆ การจัดการกระบวนการของความรู้ และการจัดระบบข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพเหนือผู้อื่น และในปี 1985 การ์ดเนอร์ (Gardner, 2004) กล่าวว่า เด็กทุกๆ คนมีความฉลาดหลายด้านที่แตกต่างกัน และมีความเป็นอิสระจากกันในการแก้ไขปัญหาและสร้างสรรค์ผลงานต่างๆ

ในปี 1993 ประเทศสหรัฐอเมริกาได้ปฏิวัติการศึกษาเกี่ยวกับเด็กที่มีความสามารถพิเศษโดยกระทรวงศึกษาธิการของสหรัฐอเมริกา (U.S. Office of Education) ได้ให้ความสำคัญเกี่ยวกับเด็กที่มีความสามารถพิเศษ พร้อมทั้งกำหนดให้เป็นนโยบายของประเทศ (Ross and Others, 1993) และให้ความหมายเด็กที่มีความสามารถพิเศษว่า หมายถึง เด็กและเยาวชนที่มีความสามารถพิเศษโดดเด่นหรือแสดงออกถึงศักยภาพของความเก่งที่เป็นที่ประจักษ์และประสบความสำเร็จแล้ว เมื่อเปรียบเทียบกับเด็กและเยาวชนที่มีอายุหรือประสบการณ์หรือสภาพแวดล้อมเดียวกัน ซึ่งเด็กและเยาวชนเหล่านี้จะแสดงออกถึงความสามารถและสมรรถภาพระดับสูงในด้านสติปัญญา ความคิดสร้างสรรค์และ/หรือ

ความสามารถทางด้านศิลปะ มีความเป็นผู้นำ หรือเป็นเลิศทางวิชาการในสาขาใดสาขาหนึ่ง ซึ่งสอดคล้องกับ คำนียามของกระทรวงศึกษาธิการของออสเตรเลีย และมหาวิทยาลัยออกฟอร์ด บรูคของอังกฤษ

โดยกระทรวงศึกษาธิการของออสเตรเลีย (Department of Education, Training and the Arts, 2004) กล่าวถึงเด็กที่มีความสามารถพิเศษว่าเป็นผู้ที่มีความสามารถสูงในด้านใดด้านหนึ่ง หรือมีความสามารถสูงหลายด้าน เช่น ความสามารถทางสติปัญญาทั่วไป ความสามารถเฉพาะด้านวิชาการ ความสามารถเกี่ยวกับการมองเห็นและสมรรถนะทางศิลปะ ความสามารถทางร่างกาย ความคิดสร้างสรรค์ ทักษะการรับรู้ภายในตนเองและการเข้าใจผู้อื่น โดยเด็กที่มีความสามารถพิเศษจะมีลักษณะร่วมกันของการเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็ว มีความคิดที่มีคุณภาพหรือมีสมรรถนะสูงกว่ามาตรฐานเมื่อเทียบกับเด็กที่มีช่วงอายุเดียวกัน และมหาวิทยาลัยออกฟอร์ดบรูคประเทศอังกฤษ (Oxford Brookes University, 2007) กล่าวถึงเด็กที่มีความสามารถพิเศษว่าเป็นเด็กและเยาวชนที่มีความสามารถหนึ่งด้านหรือความสามารถหลายด้านที่สามารถพัฒนาให้มีความโดดเด่นจากกลุ่มบุคคลที่มีช่วงอายุเดียวกัน หรือมีศักยภาพในการพัฒนาความสามารถเหล่านั้น

สำหรับค่านิยมเด็กที่มีความสามารถพิเศษในประเทศไทย เมื่อวันที่ 27 มกราคม 2541 คณะรัฐมนตรีได้มีมติรับหลักการของแผนพัฒนาเด็กและเยาวชนที่มีความสามารถพิเศษ โดยให้ความหมายของเด็กและเยาวชนที่มีความสามารถพิเศษว่า เป็นผู้ที่แสดงออกซึ่งความสามารถอันโดดเด่นด้านใดด้านหนึ่งหรือหลายด้านในด้านสติปัญญา ความคิดสร้างสรรค์ การใช้ภาษา การเป็นผู้นำ การสร้างงานทางทัศนศิลป์และศิลปะการแสดง ความสามารถด้านดนตรี ความสามารถทางกีฬา และความสามารถทางวิชาการในสาขาใดสาขาหนึ่ง หรือหลายสาขา อย่างเป็นที่ประจักษ์ เมื่อเปรียบเทียบกับเด็กกลุ่มอื่นที่มีอายุระดับเดียวกัน สภาพแวดล้อมหรือประสบการณ์เดียวกัน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2545 และสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2548) นอกจากนี้ ศูนย์พัฒนาอัจฉริยภาพ (ศูนย์พัฒนาอัจฉริยภาพ, 2551) กล่าวว่า เด็กที่มีความสามารถพิเศษเป็นเด็กที่แสดงออกถึงความสามารถอันโดดเด่นหรือแสดงศักยภาพที่พัฒนาให้โดดเด่นเป็นที่ประจักษ์ได้เมื่อเปรียบเทียบกับเด็กที่มีสภาพแวดล้อมหรือประสบการณ์คล้ายคลึงกันหรืออายุพอๆ กัน ความสามารถพิเศษเหนือคนอื่น อาจมีเพียงด้านเดียวหรือหลายด้านดังต่อไปนี้ 1) ด้านความสามารถทางสติปัญญาทั่วไป 2) ความสามารถทางวิชาการสาขาใด สาขาหนึ่ง 3) ความสามารถทางด้านความคิดสร้างสรรค์ 4) ความสามารถด้านความเป็นผู้นำ และ 5) ความสามารถทางศิลปะหรือดนตรี

จากคำนิยาม ข้างต้นสรุปได้ว่า เด็กที่มีความสามารถพิเศษ หมายถึง เด็กที่มีความสามารถ ด้านใดด้านหนึ่งโดดเด่น หรือมีความสามารถพิเศษหลายด้านรวมกัน เช่น สติปัญญาทั่วไป ความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการใช้ภาษา ความเป็นผู้นำ ความสามารถในการสร้างงานทางทัศนศิลป์ และศิลปะการแสดง ความสามารถด้านดนตรี ความสามารถทางกีฬา และความสามารถทางวิชาการใน สาขาใดสาขาหนึ่ง หรือหลายสาขา อย่างเป็นที่ประจักษ์ โดยเด็กที่มีความสามารถพิเศษจะมีลักษณะร่วมกันของการเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็ว มีความคิดที่มีคุณภาพหรือมีสมรรถนะสูงกว่ามาตรฐานเมื่อเทียบกับ เด็กที่มีช่วงอายุเดียวกัน สภาพแวดล้อมหรือประสบการณ์เดียวกัน

จากการศึกษาลักษณะของเด็กที่มีความสามารถพิเศษ พบว่า เด็กที่มีความสามารถพิเศษโดย ส่วนใหญ่จะมีลักษณะที่สามารถมองเห็นได้ตั้งแต่เยาว์วัยโดยสังเกตได้จากลักษณะนิสัยหรือ บุคลิกภาพซึ่งมีลักษณะที่แตกต่างจากเด็กปกติ โดยมีนักการศึกษาหลายท่านให้ข้อสังเกตดังนี้

อับราฮัม (Abraham, 1958) กล่าวถึงเด็กที่มีความสามารถพิเศษทั่วไปว่า เป็นเด็กที่มีลักษณะ ดังนี้ 1) สามารถเรียนจบบทเรียนได้เร็วกว่าเวลาที่กำหนดให้ 2) มีความสามารถสูงในด้านการคิด สร้างสรรค์ การใช้เหตุผล 3) มีความสนใจกว้างขวาง และมักผลิตผลงานที่มีคุณภาพสูง 4) มีความสามารถทางศิลปะ/เครื่องกล 5) มีระดับสติปัญญาสูง และ 6) มีผลการเรียน/ผลงานดีเด่น

เทอร์แมน (Terman, 1972) กล่าวว่า ลักษณะของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทั่วไป ก่อนวัย เรียนจะเป็นผู้ที่สามารถอ่านหนังสือได้ตั้งแต่อายุยังน้อย เรียนรู้และทำความเข้าใจได้เร็ว มีความอยากรู้อยากเห็นอย่างไม่สิ้นสุด มีความจำที่แม่นยำ พูดเร็วกว่าเด็กที่มีอายุในช่วงเดียวกัน และใช้คำศัพท์ที่ไม่เหมือนเด็กทั่วไป

ซิลเวอร์แมน (Silverman, 1993 cited in Department of Education and Training, Curriculum, 2004) กล่าวถึงคุณลักษณะทางสติปัญญา และคุณลักษณะส่วนบุคคลของเด็กที่มีความสามารถพิเศษ ดังนี้ *คุณลักษณะทางสติปัญญา* ประกอบด้วย ความสามารถพิเศษทางด้านกาทำให้เหตุผล มีความอยากรู้อยากเห็น มีอัตราการเรียนรู้ที่รวดเร็ว เข้าใจในสิ่งที่ เป็นนามธรรม มีกระบวนการคิดที่ซับซ้อน มีจินตนาการที่เจิดจ้า มีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ มีความสามารถในการรวบรวมสมาธิอยู่กับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ มีความคิดสร้างสรรค์ มีความสามารถในการตัดสินใจอย่างหลักแหลม และมีสมรรถนะในการตอบสนอง *คุณลักษณะส่วนบุคคล* ประกอบด้วย การหยิ่งรู้ ต้องการความเข้าใจ ต้องการการกระตุ้นทางจิตใจ หมกมุ่นให้ทุกอย่างสมบูรณ์แบบ ต้องการความถูกต้องแม่นยำ/เหตุผล มีประสาทสัมผัสที่ยืดเยื้อเยียม สามารถที่จะตอบสนองทางอารมณ์/สามารถที่จะเข้าไปเห็นมุมมองและ จุดยืนของผู้อื่น มีความรุนแรง มีความวิริยะ อุตสาหะ ความบากบั่น มีความไวในการรู้จักประมาณตน ไม่โอนอ่อนผ่อนตาม ชอบการซักถาม และมีแนวโน้มชอบเก็บตัว

เรนซูลลี (Renzulli, 2004) กล่าวถึงลักษณะของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทั่วไปว่า เด็กที่มีความสามารถพิเศษ ต้องประกอบด้วยคุณลักษณะที่สำคัญ 3 ประการ ที่มีความสัมพันธ์กัน จึงทำให้บุคคลนั้นประสบความสำเร็จและมีความสามารถที่โดดเด่น คือ 1) มีความสามารถเหนือเกณฑ์เฉลี่ย 2) มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และ 3) มีความมานะมุ่งมั่น

การ์ดเนอร์ (Gardner, 2004) กล่าวถึงลักษณะของเด็กที่มีความสามารถพิเศษว่า เด็กทุกคน มีความฉลาดหลายด้านที่แตกต่างกัน และมีความเป็นอิสระจากกันในการแก้ไขปัญหาและสร้างสรรค์ผลงานต่างๆ ขึ้นอยู่กับบุคคลนั้นๆ จะสามารถและใช้ความฉลาดด้านใดมากกว่ากัน ซึ่งความฉลาดมีด้วยกัน 8 ด้าน ต่อมาในปี 2004 การ์ดเนอร์ ได้เพิ่มความฉลาดทางการดำรงอยู่ของชีวิต อุตถกวนิยม หรือจิตนิยมขึ้นมา รวมทั้งสิ้น 9 ด้าน ดังนี้ 1) ความฉลาดทางการพูด/การใช้ภาษา 2) ความฉลาดทางดนตรี/การเข้าจังหวะ 3) ความฉลาดทางตรรกะ/คณิตศาสตร์ 4) ความฉลาดทางการมองเห็น/มิติสัมพันธ์ 5) ความฉลาดทางกีฬา/การใช้กล้ามเนื้อต่างๆ 6) ความฉลาดทางธรรมชาติวิทยา 7) ความฉลาดด้านการเข้าใจตนเอง 8) ความฉลาดด้านมนุษยสัมพันธ์ และ 9) ความฉลาดด้านการดำรงอยู่ของชีวิต อุตถกวนิยม หรือจิตนิยม

สำหรับการจำแนกลักษณะของเด็กที่มีความสามารถพิเศษ ในประเทศไทยนั้น ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงลักษณะของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทั่วไป เช่น ดุษฎี บริพัตร ณ อยุธยา (2531) กล่าวถึงลักษณะของเด็กที่มีความสามารถพิเศษเมื่อเยาว์วัย ดังนี้ 1) ใช้ศัพท์สูงเกินวัย ทั้งจำนวน ปริมาณ และความยากของประโยคมากกว่าเด็กปกติ 2) มีสายตาแหลมคม รู้จักสังเกตสิ่งต่างๆ ได้ถี่ถ้วน และมีความอยากรู้อยากเห็น 3) สามารถจดจำสิ่งต่างๆ ได้อย่างรวดเร็วและง่ายดายนกว่าเด็กปกติ 4) มีสมาธิดีเยี่ยม 5) มีความสนใจกว้างขวางและลึกซึ้ง 6) สามารถเข้าใจสิ่งที่ซับซ้อนพิสดารและเชื่อมโยงกับสิ่งต่างๆ 7) มีทักษะสูงในการแยกแยะ แจกแจง และมีความโน้มเอียงที่เข้มงวดกดขันกับตนเอง 8) มีความคิดอ่านนอกระเบียบแบบแผน ชอบคิดอะไรเล่นสนุก ชอบคิดทำอะไรอย่างอิสระ มีประสาทความรู้สึกนึกคิดลึกซึ้ง ประณีต ว่องไวเป็นพิเศษ 9) สามารถอ่านหนังสือในระดับเดียวกับกับเด็กและเยาวชนที่เรียนสูงได้กว่าสองชั้นเรียนเป็นอย่างน้อย 10) มีความถนัดและสนใจเป็นพิเศษ จะสื่อแววให้เห็นตั้งแต่เยาว์วัย

มลิวลีย์ ลับไพรี (2549) กล่าวถึงลักษณะของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทั่วไป ดังนี้ 1) มีความอยากรู้อยากเห็นแบบสุดขีดเกี่ยวกับสื่อต่างๆ 2) มีความจำดี สามารถจำสิ่งต่างๆ ที่เกิดขึ้นในอดีตมาเป็นเวลายาวนาน และมีความสุขกับเรื่องที่ตนสนใจ 3) มีการเรียนรู้เร็ว สามารถเรียนรู้วิธีคิดต่างๆ อย่างรวดเร็วและสามารถใช้ความรู้ที่เรียนมาปรับใช้ในสถานการณ์ใหม่ๆ 4) มีความตั้งใจสูง สามารถมุ่งอยู่ในสิ่งที่ตนเองสนใจได้เป็นเวลานานๆ 5) รู้จักใช้เหตุผล สามารถจะเข้าใจเหตุผล และมองความสัมพันธ์

ของกระบวนการต่างๆ เกี่ยวกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น 6) มีความคล่องแคล่ว มีความคิดและวิธีการแก้ไข ปัญหาต่างๆ ได้ดีมาก 7) จำศัพท์ได้มาก สามารถจะใช้คำ และวลีต่างๆ ได้มากกว่าและเร็วกว่าเด็กคนอื่น ๆ ในวัยเดียวกัน 8) มีอารมณ์ขัน สามารถจะเข้าใจเรื่องขำขัน และคำถามปริศนาได้รวดเร็ว 9) ชอบจินตนาการ มีจินตนาการที่กว้างไกล 10) มีอารมณ์อ่อนไหว อาจมีอารมณ์อ่อนไหวต่อความรู้สึกของผู้อื่น โกรธง่าย หรือให้ความสำคัญต่อบางสิ่งบางอย่างขณะที่คนอื่นไม่เป็นเช่นนั้น 11) ต้องการแสวงหาเพื่อน ชอบเล่นกับเพื่อนที่มีอายุมากกว่า หรือแสวงหาเพื่อนที่มีสติปัญญาใกล้เคียงกัน 12) มีความรู้สึกไม่สบายใจกับพัฒนาการของตนเอง เนื่องจากพัฒนาการทางร่างกายของตนตามไม่ทันระดับสติปัญญา

ครูเตตสกี (Krutetskii, 1976) ได้สรุป ลักษณะของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ดังนี้ 1) มีความสามารถในการกำหนดแบบแผนการรับรู้ สื่อ ข้อความ หรือ กราฟ รวมทั้งเข้าใจโครงสร้างของปัญหาต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ 2) สามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับปริมาณ และมิติสัมพันธ์ รวมทั้งมีความสามารถในการใช้ความคิดเกี่ยวกับสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ 3) สามารถกำหนดความคิดเกี่ยวกับเนื้อหา ความสัมพันธ์ และการดำเนินการต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างรวดเร็วและแจ่มชัด 4) สามารถใช้ความคิดในการสรุปโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ 5) มีจิตสำนึกในการยืดหยุ่น 6) มีความมุ่งมั่นเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบที่มีความชัดเจนง่ายต่อความเข้าใจ คุ่มค่า และมีเหตุผล 7) มีจิตสำนึกในเรื่องความฉับไว และคิดสร้างสรรค์ รวมทั้งมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบย้อนกลับ 8) สามารถจดจำความสำคัญ ลักษณะเฉพาะ แสดงเหตุผล พิสูจน์ หาวิธีการและกำหนดหลักการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ 9) มีจิตสำนึกในการคิดคำนวณ และ 10) มีสมรรถภาพและความเพียรพยายามในการแก้ปัญหา

เฮาส์ (House, 1991) กล่าวถึงลักษณะของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ โดยจำแนกเป็น 4 ด้าน ได้แก่

1) พฤติกรรมทั่วไป เด็กที่มีความสามารถพิเศษจะจดจำสิ่งต่างๆ ได้เร็ว อ่านหนังสือคล่อง เข้าใจเรื่องที่ทำอย่างดี อธิบายความนัยต่างๆ ได้ดี มีความกระตือรือร้น มีความไวในการเรียนรู้ พุ่มเท และสนุกกับสิ่งแปลกใหม่รวมทั้งวิธีการใหม่ๆ ที่ท้าทาย สามารถเข้าถึงสิ่งที่เป็นนามธรรม มีสมรรถนะด้านมิติสัมพันธ์สูง จดจ่อสนใจกับสิ่งต่างๆ หรือทำงานด้วยตัวเองได้นานๆ มีความคิดริเริ่ม กำกับดูแลตนเองได้ พยายามให้สิ่งที่ทำได้ผลออกมาดี เป็นนักจัดการ เป็นผู้นำสามารถชักจูงผู้อื่น มีความเที่ยงธรรม และมีอารมณ์ขัน

2) พฤติกรรมการเรียนรู้ เด็กที่มีความสามารถพิเศษจะขึ้นชอบกิจกรรมประเทืองปัญญาทั้งหลาย มีศักยภาพสูงในการสังเกตและจับประเด็นสำคัญ สามารถล้วงลึก สืบเคราะห์ และสรุปความคิดรวบยอดต่างๆ ได้ เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผลที่ได้รับ ช่างซักถามเพื่อค้นหาความรู้ รู้จักใช้



แหล่งข้อมูลอย่างกว้างขวาง ช่างสงสัย ช่างคิด และชอบประเมินสิ่งต่างๆ สามารถเข้าใจหลักการสำคัญๆ และสร้างข้อสรุปได้ มองเห็นความคล้ายคลึง ความแตกต่าง และสิ่งผิดปกติที่เกิดขึ้นในเรื่องราวที่ศึกษา และสามารถแสดงออกซึ่งความคิดอย่างมีประสิทธิภาพ

3) พฤติกรรมเชิงสร้างสรรค์ พฤติกรรมด้านนี้สืบเนื่องมาจากความคิดสร้างสรรค์ได้แก่ คิดคล่อง คือสามารถมองเห็นความเป็นไปได้หรือผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้นซึ่งมีไว้มากมาย มีความยืดหยุ่นในการคิด คือสามารถหาแนวทางดำเนินการหลายรูปแบบแตกต่างกัน มีความคิดที่เป็นเฉพาะตน คือสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้น และมีความประณีตในการคิด คือสามารถคิดค้นการตอบสนองชนิดที่ไม่ซ้ำแบบเดิมขึ้นมาใหม่ได้ นอกจากนี้ เด็กที่มีความสามารถพิเศษยังเป็น นักเดา และนักตั้งสมมติฐานตัวยง มีความอยากรู้อยากเห็นสูง ใช้สมองและจินตนาการต่างๆ แม้ขณะกำลังเล่น ใจร้อน และอ่อนไหวทางอารมณ์ แต่ก็ไวต่อสิ่งที่น่าสนใจทั้งหลาย และเมื่อหน้ากับงานที่ต้องทำเป็นประจำซ้ำซาก

4) พฤติกรรมทางคณิตศาสตร์ เด็กที่มีความสามารถพิเศษจะเป็นผู้ที่ใฝ่รู้ และสามารถเข้าใจถึงแง่มุมในเชิงปริมาณของสิ่งต่างๆ มีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล และคิดในรูปของสัญลักษณ์ที่เกี่ยวข้องกับสัมพันธ์ภาพเชิงปริมาณและเชิงมิติสัมพันธ์ สามารถรับรู้และสร้างข้อสรุปเกี่ยวกับรูปแบบ โครงสร้าง ความสัมพันธ์ และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ สามารถใช้เหตุผลเชิงวิเคราะห์ นิรนัย และอุปนัย สามารถยับยั้งการให้เหตุผล และค้นหาคำตอบที่เป็นเหตุเป็นผลอย่างรอบรัด มีความยืดหยุ่นและย้อนทวนกระบวนการคิดในการทำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ สามารถจดจำสัญลักษณ์ความเชื่อมโยงเกี่ยวกับวิธีพิสูจน์และวิธีหาคำตอบ สามารถเชื่อมโยงความรู้ไปใช้กับสถานการณ์แปลกใหม่ ทุ่มเทและจดจ่อกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ยังมีการรับรู้เชิงคณิตศาสตร์สำหรับสิ่งต่างๆ รอบตัว

สุรีพร ศิริมาลย์ (2539) จำแนกลักษณะเด็กที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ เป็น 12 ด้าน ดังนี้ 1) การคิดค้นปัญหาขึ้นมาอย่างอิสระ 2) กระบวนการคิดที่ยืดหยุ่น 3) ความสามารถในการจัดระบบข้อมูล 4) การคิดว่องไว 5) ความสามารถในการโยงใยความคิด 6) การคิดค้นอย่างมีรูปแบบ 7) ความคิดเชิงเหตุผลด้านมิติสัมพันธ์ 8) ความสามารถในการจำ 9) ความสามารถในการวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล อุปมานและอนุमान 10) ความมีเหตุผลทางคณิตศาสตร์ สั้นย่อ และคิดโครงสร้างอย่างกระชับ 11) การมีพลังที่แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยไม่ย่อ และ 12) ความสนใจในการรวบรวมความรู้ทางคณิตศาสตร์

ยุพร ริมชลการ (2543) กล่าวว่าเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์จะมีสมรรถภาพด้านความคิดเชิงตรรกะ สามารถเข้าใจสิ่งที่เป็นนามธรรมต่างๆ ชอบคิดในรูปสัญลักษณ์คณิตศาสตร์ สามารถให้เหตุผลอย่างรอบรัดและสามารถหาคำตอบของปัญหาที่แปลกใหม่ได้อย่างรวดเร็ว

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2544) กล่าวถึงเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ว่าโดยทั่วไปจะเป็นเด็กที่มีความสนใจด้านจำนวน ตัวเลข การคำนวณ และสัญลักษณ์อย่างต่อเนื่อง มีกลยุทธ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างพลิกแพลง แບบยล สร้างสรรค์และสมเหตุสมผล เด็กจะมองเห็นความสัมพันธ์เชิงมิติได้ดี มีความถนัดทางคณิตศาสตร์ด้านใดด้านหนึ่งหรือหลายๆ ด้านรวมกันอย่างโดดเด่นมากกว่าเด็กในวัยเดียวกัน รวมทั้งเด็กสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ได้หลายๆ รูปแบบ มีการวิเคราะห์ มีกระบวนการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ และมีเอกลักษณ์เฉพาะตน

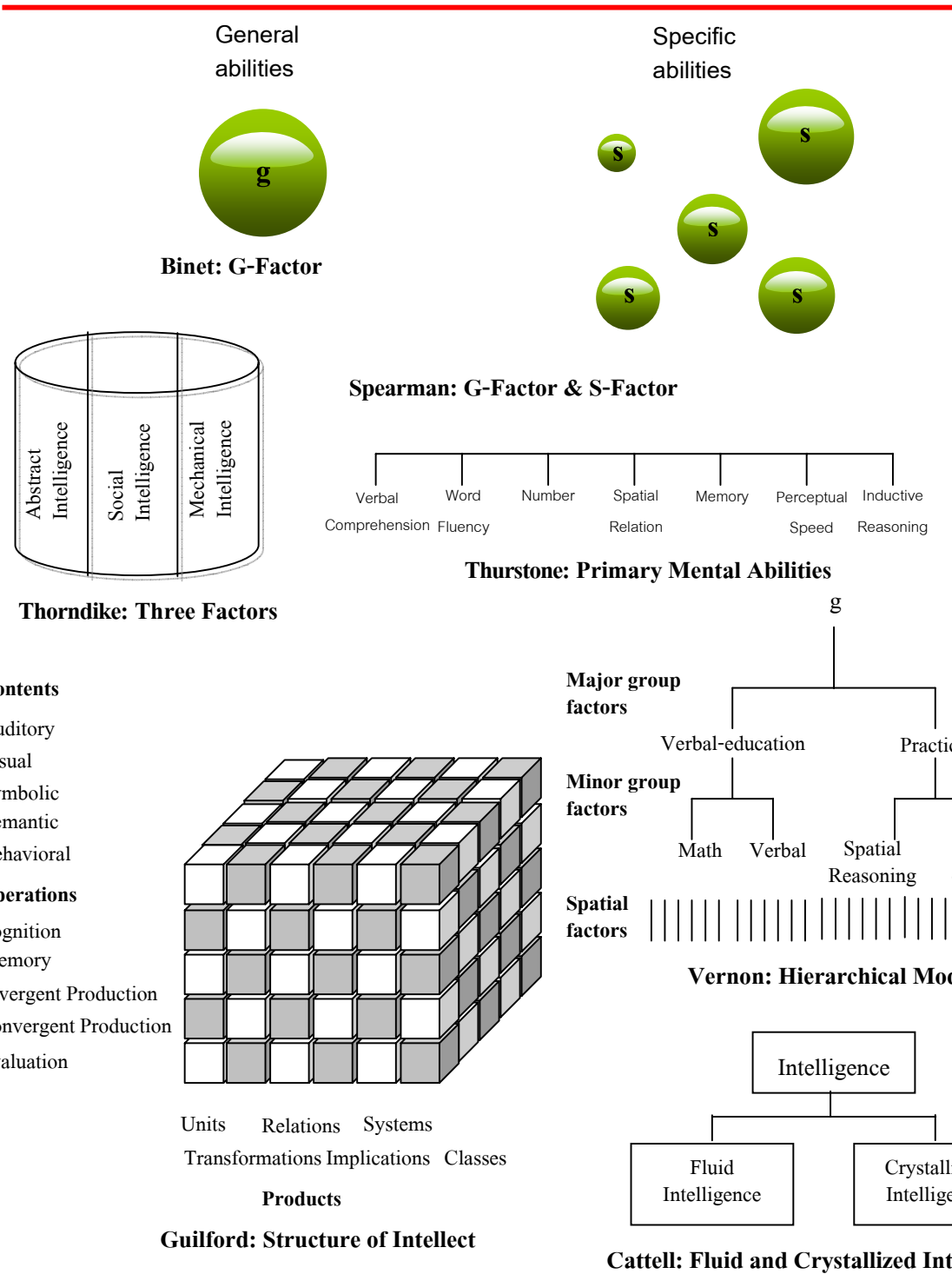
โดยสรุปเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ เป็นเด็กที่มีสมรรถภาพในด้านการคิดคำนวณ ความคิดเชิงตรรกะ สามารถเข้าใจสิ่งที่เป็นนามธรรมต่างๆ มีความสามารถในการให้เหตุผลอย่างรวบรัดและสามารถหาคำตอบของปัญหาที่แปลกใหม่ได้อย่างรวดเร็ว มีความสามารถทางสติปัญญาสูง สามารถจดจำสิ่งต่างๆ ได้อย่างแม่นยำ มีสมาธิดี เรียนรู้ได้เร็ว สามารถเชื่อมโยงสิ่งที่ซับซ้อนได้ดี มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และสมเหตุสมผล สามารถมองเห็นความสัมพันธ์เชิงมิติได้ดี มีความถนัดทางด้านคณิตศาสตร์ด้านใดด้านหนึ่งหรือหลายๆ ด้านรวมกันอย่างโดดเด่นมากกว่าเด็กในวัยเดียวกัน รวมทั้งสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ได้หลายๆ รูปแบบ มีการวิเคราะห์ มีกระบวนการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ และมีเอกลักษณ์เฉพาะตน

## 1.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเด็กที่มีความสามารถพิเศษที่ควรทราบได้แก่ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเชาวน์ปัญญา และ ทฤษฎีที่เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ (Gregory, 2004, Sternberg, 2009, วิไลวรรณ ศรีสงคราม และคณะ, 2549, จิราภา เต็งไทรรัตน์ และคณะ 2550) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

### 1.2.1) ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเชาวน์ปัญญา

1. ทฤษฎีองค์ประกอบเดี่ยว (Single-Factor Theory or Uni-Factor Theory)
2. ทฤษฎีสององค์ประกอบ (Two-Factor Theory)
3. ทฤษฎีหลายองค์ประกอบ (Multiple-Factor Theory)
  - 3.1 ทฤษฎีสามองค์ประกอบของธอร์นไดก์  
(Three-Factor Theory or Thorndike's Theory)
  - 3.2 ทฤษฎีกลุ่มองค์ประกอบของเทอร์สโตน  
(Group Factor Theory or Thurstone's Theory)
4. ทฤษฎีเชาวน์ปัญญาของกิลฟอร์ด (Guilford's Intelligence Theory)
5. ทฤษฎีการจัดกลุ่มและอันดับ (Hierarchical Theory)
6. ทฤษฎีเชาวน์ปัญญาของแคทเทลล์ หรือทฤษฎีเชาวน์ปัญญาฟลูอิดและคริสตอลไลซ์  
(Cattell Theory of Fluid and Crystallized Intelligence Theory)



แผนภาพ 1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเชาวน์ปัญญา (ดัดแปลงจาก Sternberg, 2009)

## 1. ทฤษฎีองค์ประกอบเดียว (Single-Factor Theory or Uni-Factor Theory)

อัลเฟรด บิเนต (Alfred Binet) กล่าวว่าเขาวินิจฉัย หมายถึง ผลรวมของความสามารถหลาย ๆ ด้านของบุคคลที่มีลักษณะเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน เรียกว่าองค์ประกอบทั่วไป (General factor) หรือ G-Factor ซึ่งไม่สามารถจะแยกออกจากกันได้ ความสามารถทั่วไปหรือ G-Factor ของบุคคลจะเป็นตัวนำไปใช้ในการประกอบกิจกรรมต่างๆ ได้ทุกชนิดและทุกโอกาส บิเนตเชื่อว่า G-Factor จะพัฒนาไปตามวุฒิภาวะของแต่ละบุคคล ดังนั้นถ้าจะกล่าวว่าใครมีเขาวินิจฉัยสูงกว่าใครนั้น หมายถึงให้พิจารณาจากการที่ใครสามารถใช้ G-Factor ในการทำกิจกรรมได้สูงกว่ากันนั่นเอง โดยสถิติปัญญาทั่วไป ตามแนวคิดของบิเนต ประกอบด้วย ความสัมพันธ์ทางการมองเห็น (Visual coordination) จับสัมผัส (Prehension on contact) จับโดยการเห็น (Prehension on sight) รู้จักอาหาร (Recognize food) หาอาหาร (Seek food) ปฏิบัติตามคำสั่งง่ายๆ หรือแสดงท่าทางตามได้ (Following simple orders or repeat gesture) ชี้ได้ถูก (Point to object) ตอบคำถาม (Answer questions) บอกเวลาเมื่อเข็มนาฬิกาเปลี่ยน (Give time after hands of clock have been interchanged) พับและตัดกระดาษ (Folding and cutting paper) และ แยกคำที่เป็นนามธรรมได้ (Distinguish between abstract terms)

## 2. ทฤษฎีสององค์ประกอบ (Two-Factor Theory)

ชาร์ลส์ อี. สเปียร์แมน (Charles E. Spearman) เชื่อว่าเขาวินิจฉัยประกอบด้วยองค์ประกอบ 2 ประเภท คือ 1) องค์ประกอบที่เป็นความสามารถทั่วไป (G-Factor) เป็นความสามารถพื้นฐานที่นำไปใช้ในการทำกิจกรรมต่างๆ ทั่วไปทุกชนิด ประกอบไปด้วย ความจำ ไหวพริบ การสังเกต ความมีเหตุผล การตัดสินใจ ความคล่องแคล่ว ฯลฯ และ 2) องค์ประกอบที่เป็นความสามารถเฉพาะ (S-Factor) เป็นความสามารถในการทำกิจกรรมเฉพาะอย่าง ไม่เกี่ยวข้องกัน เป็นความสามารถพิเศษของแต่ละบุคคล เช่น ความสามารถทางคณิตศาสตร์ ทางภาษา ทางศิลปะวิทยาศาสตร์ เครื่องยนต์กลไก ดนตรี ขี่จักรยาน กีฬา ฯลฯ ดังนั้นแต่ละคนอาจมี G-Factor มากน้อยแตกต่างกันไปหรือมีเท่ากันได้ ขณะเดียวกัน S-Factor ก็อาจมีความแตกต่างกันด้วย เพราะฉะนั้นบางคนจะเก่งคำนวณ บางคนเก่งทางศิลปะ บางคนเก่งทางเครื่องยนต์กลไก และบางคนก็อาจจะเก่งหลายด้าน

จากทฤษฎีสององค์ประกอบของสเปียร์แมน แสดงให้เห็นว่าเขาวินิจฉัยของแต่ละคนมีความแตกต่างกันเพราะ G-Factor และ S-Factor ที่แตกต่างกัน ด้วยเหตุนี้คนบางคนที่มี G-Factor เท่ากันอาจทำงานเดียวกันสำเร็จได้ไม่เหมือนกัน

### 3. ทฤษฎีหลายองค์ประกอบ (Multiple Factor Theories)

สำหรับแนวคิดนี้นักจิตวิทยาในกลุ่มนี้เชื่อว่าเชาวน์ปัญญาของบุคคลประกอบด้วยองค์ประกอบของความสามารถหลายด้าน ดังนี้

#### 3.1 ทฤษฎีสามองค์ประกอบของธอร์นไดค์ (Three-Factor Theory or Thorndike's Theory)

ธอร์นไดค์ เชื่อว่าเชาวน์ปัญญาของคนจะประกอบด้วยความสามารถสามด้านด้วยกัน แต่ละด้านจะแสดงความสามารถออกมาเป็นสัดส่วนต่างกัน ดังนี้ 1) ความสามารถทางสมองในการคิดเป็นนามธรรม (Abstract Intelligence) คือ ความสามารถในการเข้าใจหลักของศาสนา ปรัชญา หรือสัญลักษณ์ต่างๆ ได้อย่างรวดเร็ว 2) ความสามารถทางสมองในด้านสังคม (Social Intelligence) คือความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสังคม การปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่นในสังคม รวมทั้งการทำตนให้เป็นประโยชน์ต่อสังคม และ 3) ความสามารถทางสมองในด้านเครื่องจักรกล (Mechanical Intelligence) คือความสามารถในการเรียนรู้ทักษะการใช้งาน เข้าใจกลไกโครงสร้างของเครื่องจักรกลต่างๆ รวมทั้งสามารถปรับปรุงดัดแปลงแก้ไข และซ่อมแซมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

#### 3.2 ทฤษฎีกลุ่มองค์ประกอบของเทอร์สโตน (Group Factor Theory or Thurstone's Theory or Primary Mental Abilities)

หลุยส์ แอล. เทอร์สโตน (Louis L. Thurstone) และเทลมา จี. เทอร์สโตน (Thelma G. Thurstone) เชื่อว่าเชาวน์ปัญญาของมนุษย์ประกอบด้วยความสามารถย่อยหลายด้าน จึงได้ทำการค้นคว้าความสามารถเหล่านั้น โดยใช้วิธีการทางสถิติมาวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor analysis) จากแบบทดสอบทางจิตวิทยา มากกว่า 50 ฉบับที่ใช้ทดสอบกับเด็กไฮสคูลหลายร้อยคน ผลจากการศึกษาในครั้งนี้ พบว่า เชาวน์ปัญญาของมนุษย์ ประกอบด้วยความสามารถด้านต่างๆ ทั้งสิ้น 7 ด้าน ซึ่งเทอร์สโตนเรียกว่าเป็นความสามารถทางสมองขั้นปฐมภูมิ (Primary mental abilities) ดังนี้ 1) ความสามารถด้านความเข้าใจภาษา (Verbal Comprehension) เขียนย่อว่า V-Factor เป็นความสามารถในการสื่อความหมาย คำศัพท์ สรุปความ ความสัมพันธ์ของคำ อุปมาอุปไมย การเรียงประโยค คำเปรียบเทียบ เป็นต้น 2) ความสามารถในการใช้คำ (Word Fluency) เขียนย่อว่า W-Factor เป็นความสามารถในการใช้ถ้อยคำทั้งการพูดและเขียนได้อย่างคล่องแคล่ว ถูกต้อง สละสลวย ไพเราะ และเหมาะสม 3) ความสามารถทางตัวเลข การคิดคำนวณ (Number) เขียนย่อว่า N-Factor เป็นความสามารถเกี่ยวกับการนับและคำนวณตัวเลขได้อย่างรวดเร็ว คล่องแคล่ว ว่องไว ถูกต้อง และแม่นยำ 4) ความสามารถในการเห็นความสัมพันธ์หรือภาพมิติ (Spatial Relation or Space) เขียนย่อว่า S-Factor เป็นความสามารถในสองลักษณะคือ

ลักษณะรับรู้ภาพมิติคงที่หรือภาพความสัมพันธ์ของรูปทรงเรขาคณิตในมิติต่างๆ ได้ทั้งสองมิติ และลักษณะรับรู้ภาพมิติเคลื่อนไหว เช่น สามารถรับรู้ได้เมื่อภาพมีการเปลี่ยนตำแหน่งหรือเปลี่ยนรูปทรงไป การรับรู้ลักษณะเช่นนี้มีความจำเป็นต่ออาศัยความสามารถในการจินตนาการเข้าช่วย 5) ความสามารถทางความจำ (Memory) หรือ M-Factor เป็นความสามารถในการจดจำสิ่งต่างๆ ที่ได้รับรู้หรือเรียนรู้ได้ เป็นเวลายาวนาน 6) ความไวต่อการรับรู้ (Perceptual Speed) หรือ P-Factor เป็นความสามารถในการรับรู้รายละเอียดต่างๆ ของสิ่งที่สัมผัส รวมทั้งสามารถเปรียบเทียบความเหมือน ความคล้ายคลึง หรือความแตกต่างได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้อง และแม่นยำ และ 7) ความสามารถในการคิดหาเหตุผล (Inductive Reasoning) หรือ R-Factor เป็นความสามารถในการคิดหาเหตุผลทางคณิตศาสตร์ สามารถสร้างกฎเกณฑ์ต่างๆ จากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น อุปมาอุปไมย และสรุปความได้อย่างมีเหตุผล

#### 4. ทฤษฎีเชาวน์ปัญญาของกิลฟอร์ด (Guilford's Intelligence Theory)

เจ.พี. กิลฟอร์ด (J. P. Guilford) ได้ขยายทฤษฎีของเธอร์สโตน ออกมาอีกหลายด้าน โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ตัวประกอบ (Factor analysis) เช่นเดียวกับเธอร์สโตน แต่เนื่องจากเขาเห็นว่าความสามารถทั้ง 7 ด้านของเธอร์สโตนนั้นแต่ละด้านยังสามารถแยกเป็นด้านย่อยได้อีก เช่น ความสามารถด้านความจำ (Memory) แต่ละคนยังมีความสามารถในการจำที่แตกต่างกัน เช่น บางคนอาจจำตัวเลขได้ดี บางคนอาจจำสัญลักษณ์ได้ดี บางคนอาจจำรูปภาพได้ดี เป็นต้น ดังนั้นกิลฟอร์ดจึงได้เสนอทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของบุคคล (Structure of intellect mode) ขึ้นในปี ค.ศ. 1957 โดยเชื่อว่าเชาวน์ปัญญาของบุคคลมีโครงสร้างเป็นสามมิติ (Three faces of intellect model) ซึ่งมีความสัมพันธ์กัน ได้แก่ ด้านเนื้อหา (Contents) ด้านวิธีคิด (Operation) และด้านผลที่ได้ (Product) ซึ่งทั้งสามมิติหรือสามด้านยังสามารถแยกองค์ประกอบได้ถึง 150 ส่วน

1. มิติที่ 1 เป็นมิติของเนื้อหา (Contents) ซึ่งอาจเป็นสิ่งเร้า สิ่งของ เรื่องราว หรือเหตุการณ์ต่างๆ ซึ่งมีลักษณะที่แตกต่างกันเมื่อสมองรับข้อมูลเนื้อหาเข้าไปจะก่อให้เกิดมิติที่ 2 คือความคิดตามมา มิตินี้จำแนกได้เป็น 5 ชนิดคือ 1) ชนิดที่เป็นเสียง (Auditory Content) หมายถึงข้อมูลที่เป็นรูปธรรมหรือสิ่งที่มีรูปร่างตัวตน (Concrete) ที่สามารถรับรู้โดยประสาทการฟังหรือการได้ยิน 2) ชนิดที่เป็นภาพ (Visual Content) หมายถึงข้อมูลที่เป็นรูปธรรมหรือสิ่งที่มีรูปร่างตัวตนที่สามารถรับรู้โดยประสาทการมองเห็น 3) ชนิดที่เป็นสัญลักษณ์ (Symbolic Content) หมายถึงข้อมูลที่อยู่ในรูปของเครื่องหมายต่างๆ เช่น ตัวอักษร ตัวเลข ไนต์ดนตรี สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ สัญลักษณ์ต่างๆ 4) ชนิดที่เป็นถ้อยคำหรือข้อความทางภาษา (Semantic Content) หมายถึงข้อมูลที่อยู่ในรูปของภาษาพูดหรือภาษาใบ้ และ 5) ชนิดที่เป็นพฤติกรรม (Behavior Content) หมายถึงข้อมูลที่เป็นกิริยา ทำทางหรือการกระทำที่

สามารถมองเห็นได้ เช่น การแสดงหน้าตา เช่น พักหน้า กวักมือ ยิ้ม ฯลฯ เมื่อสมองในส่วนมิตินี้ 1 รับรู้ข้อมูลต่างๆ เหล่านี้แล้วจะส่งไปยังสมองส่วนมิตินี้ 2 ทันที

**2. มิตินี้ 2 เป็นมิตินี้ของวิถีคิด (Operations)** เป็นมิตินี้ที่แสดงการทำงานของสมองภายหลังจากเมื่อรับรู้ข้อมูลสิ่งเร้าจากมิตินี้ 1 แล้ว กระบวนการทางสมองจะเกิดขึ้นโดยเรียงลำดับดังนี้

2.1 เกิดการเรียนรู้และเข้าใจ (Cognition) เป็นการตีความจากข้อมูลของสมองแล้วทำให้เกิดความรู้และความเข้าใจต่อสิ่งเร้า

2.2 เกิดการจำ (Memory) เป็นการสะสมข้อมูลต่างๆ ที่ได้รับไว้ และสามารถนำออกมาใช้เมื่อต้องการ

2.3 การคิดแบบออกเนกนัย (Divergent Thinking) เป็นความสามารถในการคิดได้หลายแง่มุมจากข้อมูลสิ่งเร้าที่ได้รับเพียงอย่างเดียว ความคิดเช่นนี้มีความสำคัญต่อความคิดสร้างสรรค์อย่างมาก

2.4 การคิดแบบเอกนัย (Convergent Thinking) เป็นความสามารถในการคิดตัดสินใจสรุปสิ่งที่ดีที่สุดหรือถูกต้องที่สุดจากข้อมูลทั้งหมดที่ได้รับ ดังนั้นคำตอบแบบนี้จะมีเพียงคำตอบเดียว

2.5 การประเมินค่า (Evaluation) เป็นความสามารถในการพิจารณา ตัดสิน หรือ ประเมินคุณค่าของข้อมูลสิ่งเร้าต่างๆ อย่างมีเหตุผล และใช้กฎเกณฑ์ที่เชื่อถือได้มาอ้างอิงในการประเมิน

**3. มิตินี้ 3 เป็นมิตินี้ของผลจากการคิด (Products)** เมื่อสมองรับรู้ข้อมูลในมิตินี้ 1 และใช้วิถีคิดตามมิตินี้ 2 แล้วจะส่งข้อมูลนั้นมายังมิตินี้ 3 เพื่อจัดข้อมูลเหล่านั้นให้อยู่ในลักษณะต่างๆ ก่อนจะแสดงพฤติกรรมทางเชาวน์ปัญญาต่อไป การจัดข้อมูลนั้นแบ่งออกเป็น 6 ลักษณะดังนี้

3.1 ลักษณะหน่วย (Units) หมายถึงการจัดสิ่งต่างๆ ที่มีคุณลักษณะเฉพาะตัวที่ทำให้สิ่งทั้งหลายเหล่านั้นแตกต่างไปจากสิ่งอื่นๆ

3.2 ลักษณะกลุ่ม หมวดหมู่ จำพวก ประเภท (Classes) หมายถึงการจัดสิ่งต่างๆ ที่มีคุณสมบัติหรือเกณฑ์บางอย่างร่วมกันไว้ด้วยกัน

3.3 ลักษณะที่มีความสัมพันธ์กัน (Relations) หมายถึงการจัดสิ่งต่างๆ ทั้งหลายตั้งแต่สองประเภทขึ้นไปเพื่อเปรียบเทียบหรือเชื่อมโยงกัน ทั้งนี้เนื่องจากสิ่งเหล่านั้นมีความเกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กันอยู่ อาจจะเป็นระหว่างหน่วยต่อหน่วย หรือกลุ่มกับกลุ่มก็ได้

3.4 ลักษณะของระบบ (Systems) หมายถึงการสร้างระเบียบแบบแผนอย่างใดอย่างหนึ่งขึ้นหลังจากเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ

3.5 ลักษณะของการแปลงรูป (Transformations) หมายถึงการจัด แก้ไข หรือเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของสิ่งต่างๆ เสียใหม่ให้มีรูปแบบใหม่ๆ ตามความประสงค์



3.6 ลักษณะของการนำไปประยุกต์ใช้ (Implications) หมายถึงการจัดผลของความคิดทั้งหลายไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในสถานการณ์ต่างๆ ตามความประสงค์ ซึ่งอาจจะเป็นการคาดคะเนหรือทำนายผลก็ได้

### 5. ทฤษฎีการจัดกลุ่มและอันดับ (Hierarchical Theory)

เวอร์นอน (Vernon) เบิร์ต (Burt) ทอมสัน (Thomson) และฮัมฟรีย์ (Humphrey) นำทฤษฎีเชาวน์ปัญญาของสเปียร์แมน มาวิเคราะห์และสรุปสาระสำคัญได้ว่าองค์ประกอบที่เป็นความสามารถทั่วไป (General factor) หรือ G-Factor ของบุคคลประกอบด้วย องค์ประกอบความสามารถกลุ่มใหญ่ (Major group factor) ได้แก่ ความสามารถทางภาษาและการศึกษา (Verbal-education) และ ความสามารถในการปฏิบัติ (Practical) และ องค์ประกอบความสามารถกลุ่มย่อย (Minor group factor) ได้แก่ ความสามารถด้านภาษาและการศึกษา แยกเป็นด้านภาษา (Verbal) และคณิตศาสตร์ (Number) ส่วนความสามารถในการปฏิบัติ แยกเป็นมิติสัมพันธ์อย่างมีเหตุผล (Spatial reasoning) ความเข้าใจในการทำงานของเครื่องจักรกล (Mechanical comprehension) นอกจากนี้องค์ประกอบย่อยแต่ละส่วนยังสามารถแยกออกเป็นส่วนสุดท้าย ได้แก่ องค์ประกอบเฉพาะ

### 6. ทฤษฎีเชาวน์ปัญญาของแคทเทลล์ หรือทฤษฎีเชาวน์ปัญญาฟลูอิดและคริสตอลไลซ์ (Cattell Theory of Fluid and Crystallized Intelligence Theory)

เรมอนด์ บี. แคทเทลล์ (Raymond B. Cattell) เห็นว่าเชาวน์ปัญญาของบุคคลแบ่งองค์ประกอบทั่วไปสองประเภทคือ 1) เชาวน์ปัญญาที่ได้รับจากการถ่ายทอดทางพันธุกรรม (Fluid Intelligence) หรือ  $g_f$  หมายถึง ความสามารถทางเชาวน์ปัญญาที่ได้รับการถ่ายทอดทางพันธุกรรม ได้แก่ ความสามารถในการคิดหาเหตุผลและคิดแบบนามธรรม เป็นการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าหรือปัญหาใดๆ ที่ไม่เคยมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหานั้นมาก่อน 2) เชาวน์ปัญญาที่เป็นผลมาจากการเรียนรู้และประสบการณ์ (Crystallized Intelligence) หรือ  $g_c$  หมายถึงองค์ประกอบทั่วไปของเชาวน์ปัญญาที่เป็นผลมาจากการสะสมประสบการณ์ที่ได้เรียนรู้จากสังคมและสิ่งแวดล้อม ยิ่งมีประสบการณ์และการเรียนรู้มากเท่าใด พัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาก็จะมากขึ้นเพียงนั้นด้วยเหตุนี้เชาวน์ปัญญาที่เป็นผลมาจากการเรียนรู้และประสบการณ์จะพัฒนาการไปตามอายุจนถึงวัยผู้ใหญ่ตรวบเท่าที่บุคคลนั้นยังมีการแสวงหาความรู้และประสบการณ์อยู่ โดยเชาวน์ปัญญาที่ได้รับจากการถ่ายทอดทางพันธุกรรมและเชาวน์ปัญญาที่เป็นผลมาจากการเรียนรู้และประสบการณ์

จากข้างต้นสรุปได้ว่า เซวอนปัญญา หมายถึง ความสามารถเฉพาะของบุคคลในการคิดอย่างเป็นนามธรรม ใช้เหตุผลในการตัดสินใจได้อย่างรวดเร็วมีความสามารถในการเรียนรู้และนำประสบการณ์จากการเรียนรู้มาแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพนอกจากนี้ยังสามารถปรับตัวให้เข้ากับสถานการณ์และสิ่งแวดล้อมต่างๆ ได้เป็นอย่างดี

### 1.2.2) ทฤษฎีที่เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2544) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นคุณลักษณะทางความคิดอย่างหนึ่งที่มีความสำคัญต่อเด็กที่จะทำให้เด็กสามารถสร้างความคิด สร้างจินตนาการ ไม่จนต่อสถานการณ์ หรือสภาพแวดล้อมที่กำหนดไว้ ความคิดสร้างสรรค์คือพลังทางความคิดที่เด็กๆ ทุกคนมีมาแต่กำเนิด หากได้รับการกระตุ้นการพัฒนาพลังแห่งการสร้างสรรค์จะทำให้เด็กเป็นคนมีอิสระทางความคิด มีความคิดที่ฉีกกรอบ และสามารถหาหนทางในการที่จะสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ ได้เสมอ ฉะนั้นการสอนความคิดสร้างสรรค์และการฝึกฝนให้เด็กสามารถคิดอย่างสร้างสรรค์จึงเป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยยกคุณภาพในตนเองของเด็กให้เด็กมีชีวิตอย่างมั่นใจในตนเองและมีคุณภาพมากขึ้น

#### ความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง กระบวนการทางปัญญาระดับสูงที่ใช้กระบวนการทางปัญญา ระดับสูงที่ใช้กระบวนการทางความคิดหลาย ๆ อย่างมารวมกัน เพื่อสร้างสรรค์สิ่งใหม่หรือการแก้ปัญหาที่มีอยู่ให้ดีขึ้น ความคิดสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อผู้สร้างสรรค์มีอิสระภาพทางความคิด

#### ประเภทของความคิดสร้างสรรค์

จากการศึกษาประเภทของความคิดสร้างสรรค์หลาย ๆ ทศวรรษแล้วสามารถวิเคราะห์และสังเคราะห์ได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์อาจแบ่งแยกได้ 4 ประเภทด้วยกัน คือ

1) ความคิดสร้างสรรค์ประเภทความเปลี่ยนแปลง (Innovation) คือ แนวคิดที่เป็นการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ขึ้น เช่น ทฤษฎีใหม่ การประดิษฐ์ใหม่ เป็นต้น เป็นการคิดโดยภาพรวมมากกว่าแยกเป็นส่วนย่อย บางครั้งเรียกว่า "นวัตกรรม" ที่เป็นการนำเอาสิ่งประดิษฐ์มาใช้ เพื่อให้การดำเนินงานมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น เช่น การใช้สมอกล เป็นต้น

2) ความคิดสร้างสรรค์ประเภทการสังเคราะห์ (Synthesis) คือ ผสมผสานแนวคิดจากแหล่งต่าง ๆ เข้าด้วยกัน แล้วก่อให้เกิดแนวคิดใหม่อันมีคุณค่าเช่น การนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาการบริหาร เช่น การใช้หลักการคำนวณของลูกคิดและหลักทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ผสมผสานเป็นคอมพิวเตอร์ซึ่งกลายเป็นศาสตร์อีกสาขาหนึ่ง

3) ความคิดสร้างสรรค์ประเภทต่อเนื่อง (Extension) เป็นการผสมผสานกันระหว่างความคิดสร้างสรรค์ประเภทเปลี่ยนแปลงกับความคิดกว้าง ๆ แต่ความต่อเนื่องเป็นรายละเอียดที่จำเป็นในการปฏิบัติงานนั้น เช่น งานอุตสาหกรรมการสร้างรถยนต์ ซึ่งในแต่ละปีจะมีการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องจากต้นแบบ

4) ความคิดสร้างสรรค์ประเภทการลอกเลียนแบบ (Duplication) เป็นลักษณะการจำลองหรือลอกเลียนแบบจากความสำเร็จอื่น ๆ โดยอาจจะปรับปรุงเปลี่ยนแปลงให้แปลกไปจากเดิมเพียงเล็กน้อยแต่ส่วนใหญ่ยังแบบเดิมอยู่

ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์สามารถแบ่งได้เป็น 4 กลุ่ม ดังต่อไปนี้

1. ทฤษฎีกลุ่มจิตวิเคราะห์ (Psychoanalysis theory)
2. ทฤษฎีโครงสร้างทางสมอง (Structure of intellect theory)
3. ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์แบบอัตโนมัติ (AUTA theory)
4. ทฤษฎีความคิดสองลักษณะ (Two-Factors theory)

### 1. ทฤษฎีกลุ่มจิตวิเคราะห์ (Psychoanalysis theory)

ฟรอยด์ (Freud, 1966 อ้างถึงใน Schunk, Pintrich and Meece, 2008) ให้ความเห็นว่าการคิดสร้างสรรค์เกิดจากความขัดแย้งระหว่างแรงขับทางเพศ ซึ่งถูกผลักดันออกมาโดยจิตใต้สำนึก กับความรู้สึกผิดชอบชั่วดีในสังคม ดังนั้นเพื่อให้แรงขับทางเพศได้แสดงออกมาในรูปแบบหรือพฤติกรรมที่สังคมยอมรับได้ จึงแสดงออกมาในรูปแบบของความคิดสร้างสรรค์ ในขณะที่เดียวกันคนที่มีความคิดสร้างสรรค์จะมีความคิดที่เป็นอิสระออกมาอย่างมากมาย ซึ่งส่งผลให้เกิดความคิดแบบอนินทรีย์มากขึ้นเป็นลำดับด้วย นอกจากนี้ทฤษฎีกลุ่มจิตวิเคราะห์ยังอธิบายว่า พฤติกรรม ความรู้สึกนึกคิด และอารมณ์ต่างๆ ของมนุษย์ทั้งที่ปกติและไม่ปกติเกิดจากแรงผลักดันและความต้องการของสัญชาตญาณ (Instinctual Drive) แต่การแสดงออกนี้ถูกขัดขวางโดยสภาพแวดล้อมทางสังคม มนุษย์จึงต้องแสดงออกถึงความต้องการเหล่านี้ด้วยวิธีการที่สังคมยอมรับ การปรับตัวนี้จึงก่อให้เกิดความขัดแย้งขึ้นในจิตใจ จึงจำเป็นต้องหาวิธีแก้ไขโดยใช้กลไกทางจิต (Defense Mechanism) และความคับข้องใจที่เกิดขึ้นจะถูกเก็บกดไว้ในจิตใต้สำนึกและมีอิทธิพลอย่างมากต่อพฤติกรรมของบุคคล เพราะสิ่งที่ถูกเก็บกดไว้นี้จะหาโอกาสแสดงออกมาโดยที่บางครั้งไม่รู้ตัว เช่น ออกมาในรูปแบบของความฝัน การพรั่งปาก และบางครั้งก็ออกมาในรูปแบบของงานสร้างสรรค์ซึ่งเป็นที่ยอมรับของสังคม เช่น ผลงานทางด้านศิลปะ หรืองานประพันธ์ เป็นต้น

## 2. ทฤษฎีโครงสร้างทางสมอง (Structure of intellect theory)

กิลฟอร์ด (Guilford, 1967) ได้เสนอทฤษฎีโครงสร้างทางสมองขึ้นในปี 1957 โดยเชื่อว่าเชาวันปัญญาของบุคคลมีโครงสร้างเป็นสามมิติ (Three faces of intellect model) ซึ่งมีความสัมพันธ์กัน ได้แก่ มิติด้านเนื้อหา (Contents) มิติด้านวิธีคิด (Operation) และมิติด้านผลที่ได้ (Product) ซึ่งทั้งสามมิตียังสามารถแยกองค์ประกอบย่อยได้เป็น  $5 \times 5 \times 6 = 150$  ส่วน (Sternberg, 2009) โดยกิลฟอร์ดกล่าวถึง ความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) ว่าเป็นความสามารถทางสมอง ประกอบด้วย ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่น และความคิดละเอียดลออ โดยรายละเอียดขององค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์แต่ละด้าน ดังต่อไปนี้

1. ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) หมายถึง ปริมาณความคิดที่ไม่ซ้ำกันในเรื่องเดียวกัน แบ่งเป็น 1) ความคิดคล่องแคล่วด้านถ้อยคำ (Word Fluency) เป็นความสามารถในการใช้ถ้อยคำต่างๆ 2) ความคิดคล่องแคล่วด้านการโยงความสัมพันธ์ (Associational Fluency) เป็นความสามารถที่จะคิดหาถ้อยคำที่เหมือนหรือคล้ายกันได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ภายในเวลาที่กำหนด 3) ความคิดคล่องแคล่วในการแสดงออก (Expressional Fluency) เป็นความสามารถในการใช้วลีหรือประโยค และนำคำมาเรียงกันได้อย่างรวดเร็ว เพื่อให้ได้ประโยคที่ต้องการ และ 4) ความคล่องแคล่วในการคิด (Ideational Fluency) เป็นความสามารถที่จะคิดในสิ่งที่ต้องการภายในเวลาที่กำหนด

2. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความคิดแปลกใหม่ไปจากธรรมดา หรือความคิดง่ายๆ ซึ่งเป็นความคิดที่เป็นประโยชน์ต่อสังคม

3. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง การคิดได้หลายทาง ไม่ยึดติดกับแนวคิดอันใดอันหนึ่งแบบออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ 1) ความคิดยืดหยุ่นที่เกิดขึ้นทันที (Spontaneous Flexibility) เป็นความสามารถที่จะคิดได้หลายทางอย่างอิสระ และ 2) ความคิดยืดหยุ่นทางการดัดแปลง (Adaptive Flexibility) เป็นความสามารถในการดัดแปลงความรู้หรือประสบการณ์ให้เกิดประโยชน์หลายๆ ด้าน

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) ความคิดเกี่ยวกับรายละเอียดที่ใช้ในการตกแต่งเพื่อทำให้ความคิดริเริ่มนั้นสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

### 3. ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์แบบออตา (AUTA Theory)

เดวิส (Davis, 1994) ได้เสนอทฤษฎีนี้ในปี 1980 โดยอธิบายลำดับขั้นเกี่ยวกับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ว่า ประกอบด้วยลำดับขั้นตอน 4 ขั้น ได้แก่ 1) การตระหนักถึงความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ 2) ความเข้าใจในธรรมชาติของความคิดสร้างสรรค์ 3) เทคนิคที่จะทำให้เกิดผลิตผลทางด้านความคิด และ 4) การพัฒนาศักยภาพในการเป็นมนุษย์ของแต่ละบุคคล โดยมีรายละเอียดแต่ละขั้นตอน ดังนี้

1. การตระหนักถึงความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ (Awareness of the important of creative) หมายถึง ขั้นตอนแรกที่จะทำให้บุคคลเพิ่มความสำนึกในเรื่องของความคิดสร้างสรรค์เกี่ยวกับการพัฒนาของแต่ละบุคคล เช่น การพัฒนา ศักยภาพ การรู้จักตนเอง การมีสุขภาพจิตที่สมบูรณ์ และการมีชีวิตที่ดีขึ้นกว่าเดิม ผู้เรียนควรเข้าใจบทบาทของนวัตกรรมที่เกิดจากความคิดสร้างสรรค์ที่ผ่านมาในประวัติศาสตร์ และวิธีการแก้ปัญหาทั้งในปัจจุบันและอนาคต

2. ความเข้าใจในธรรมชาติของความคิดสร้างสรรค์ (Understand of the nature of creative) หมายถึง เนื้อหาสาระที่มีความสำคัญ ซึ่งจะมีส่วนช่วยให้เข้าใจเรื่องความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ บุคลิกภาพของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ ธรรมชาติของกระบวนการคิดสร้างสรรค์ ความสามารถที่สร้างสรรค์ ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ วิธีฝึกและปัจจัยที่ทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์

3. เทคนิคที่จะทำให้เกิดผลิตผลทางด้านความคิด (Techniques of creative production) หมายถึง วิธีการในการคิดอย่างสร้างสรรค์ของแต่ละบุคคลที่ให้ผลิตผลที่สร้างสรรค์ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ เทคนิคดังกล่าว ได้แก่ 1) การระดมพลังสมอง 2) การเอาคุณลักษณะต่างๆ ออกมาแจกแจ่งหรือปรับลักษณะต่างๆ 3) การจับคู่ในลักษณะ 2 ด้าน แล้วจับคู่สลับกันหลายๆ คู่ 4) การใช้ความคิดริเริ่มหรือการสร้างสิ่งใหม่ๆ โดยอาศัยข้อมูลที่มีอยู่ และ 5) การคิดโดยเอาสิ่งของที่ไม่เกี่ยวข้องกัน หรือทำสิ่งให้ธรรมดาให้แปลกใหม่ โดยการนำคุณลักษณะของการเปรียบเทียบมาใช้

4. การพัฒนาศักยภาพในการเป็นมนุษย์ของแต่ละบุคคล (Self-Actualization) หมายถึง เป้าหมายที่แท้จริงของการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ คือการรู้จักตนเอง การพัฒนาความสามารถและศักยภาพของแต่ละบุคคล การรู้จักตนเองประกอบด้วยลักษณะ ดังนี้ 1) เป็นผู้เปิดรับประสบการณ์ต่างๆ มาปรับให้เข้ากับตนเองได้ดี 2) มีความเกี่ยวข้องกับการเป็นอยู่ของเพื่อนมนุษย์ 3) เรียนรู้และผลิตสิ่งต่างๆ ด้วยความคิดริเริ่มของตนเอง และ 4) มีความสามารถในการเปลี่ยนแปลงแนวทางในการดำเนินชีวิตให้เหมาะสมได้

#### 4. ทฤษฎีความคิดสองลักษณะ (Two-Factors theory)

เป็นทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของสมอง โดยความคิดสร้างสรรค์เกิดจากการทำงานของสมองซีกขวา ซึ่งทำหน้าที่คิดจินตนาการความคิดแปลกใหม่ ความซาบซึ้งในดนตรี ศิลปะ วรรณคดี เป็นต้น ส่วนสมองซีกซ้าย เป็นส่วนที่คิดและมีการทำงานออกมาเป็นรูปธรรม เช่น การวิเคราะห์ การหาเหตุผล กฎเกณฑ์ เป็นต้น (อารี พันธุ์มณี, 2546) ฉะนั้นความคิดสร้างสรรค์ซึ่งเกิดจากการทำงานของสมองซีกขวา จะสามารถแสดงหรือบอกให้ผู้อื่นทราบได้ต้องเกิดจากการรวบรวม วิเคราะห์ และหาถ้อยคำของสมองซีกซ้าย ดังนั้นหากสมองทั้งสองซีกได้มีการพัฒนาอย่างเหมาะสมก็จะสามารถทำคุณประโยชน์ต่างๆ แก่มวลมนุษยชาติอย่างมหาศาล ทฤษฎีความคิดสองลักษณะจึงเป็นพื้นฐานทฤษฎีหนึ่งในการจัดและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของบุคคล

กล่าวโดยสรุปความคิดสร้างสรรค์ เป็นกระบวนการทางปัญญาที่ใช้ความสามารถทางการคิดระดับสูงหลายอย่างมารวมกันเพื่อสร้างสรรค์สิ่งใหม่ หรือแก้ปัญหาที่มีอยู่ให้ดีขึ้น มีคุณลักษณะ 4 ประการ ได้แก่ 1) ความคิดคล่องตัว (Fluency) มีคำตอบตรงประเด็นคำถามได้มากในเวลาจำกัด 2) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) คิดได้หลายทาง ไม่ยึดติดกับแนวคิดอันใดอันหนึ่ง 3) ความคิดแปลกใหม่ (Originality) คิดแนวใหม่ ไม่ซ้ำกับของเดิมที่คุ้นเคยอยู่แล้ว และ 4) ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) พิจารณารายละเอียดที่ใช้ในการตกแต่งเพื่อทำให้ความคิดริเริ่มนั้นสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

#### ตอนที่ 2 สารและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของอเมริกาในปี 2002 (NCTM) (Gurganus, 2007) กล่าวถึงมาตรฐานเนื้อหา (Content Standards) ทางคณิตศาสตร์ 5 มาตรฐาน ได้แก่ 1) จำนวนและการดำเนินการ (Number and Operation) 2) เรขาคณิต และปริภูมิ (Geometry and Spatial sense) 3) การวัด (Measurement) 4) แบบรูป, ฟังก์ชัน และพีชคณิต (Patterns, Function and Algebra) และ 5) การวิเคราะห์ข้อมูล, สถิติ และความน่าจะเป็น (Data analysis, Statistics and Probability)

และมาตรฐานกระบวนการ (Process Standards) 5 ด้าน ได้แก่ 1) ความสามารถในการแก้ปัญหา (Problem Solving) 2) การให้เหตุผลและการพิสูจน์ (Reasoning and Proof) 3) ความสามารถในการสื่อสาร (Communication) 4) ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ (Connections) และ 5) ความสามารถในการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ (Representation) ซึ่งสอดคล้องกับสารและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของประเทศไทยที่ใช้ในปัจจุบัน (หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544) ประกอบด้วย 6 สาร ได้แก่ 1) จำนวนและการดำเนินการ 2) การวัด 3) เรขาคณิต 4) พีชคณิต 5) การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น และ 6) ทักษะ/ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดย 5 สารแรกเป็นสารที่

เกี่ยวกับเนื้อหา ส่วนสาระที่ 6 เป็นสาระที่เกี่ยวกับทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ (ดวงเดือน อ่อนน้อม, 2547) ซึ่งมีรายละเอียดของสาระและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ดังนี้

### **สาระที่ 1: จำนวนและการดำเนินการ**

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหาได้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหาได้

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจในระบบจำนวนและสามารถนำเสนอสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้ได้

### **สาระที่ 2: การวัด**

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดได้

มาตรฐาน ค 2.3 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดได้

### **สาระที่ 3: เรขาคณิต**

มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติได้

มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนี้ภาพ (Visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (Spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (Geometric model) ในการแก้ปัญหาได้

### **สาระที่ 4: พีชคณิต**

มาตรฐาน ค 4.1 อธิบายและวิเคราะห์แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชันต่างๆ ได้

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อื่นๆ แทนสถานการณ์ต่างๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหาได้

### **สาระที่ 5: การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น**

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลได้

มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหาได้

### **สาระที่ 6: ทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์**

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 6.2 มีความสามารถในการให้เหตุผล

มาตรฐาน ค 6.3 มีความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ  
 มาตรฐาน ค 6.4 มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยง  
 คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ ได้

มาตรฐาน ค 6.5 มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

### คุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบช่วงชั้นต่างๆ

เมื่อผู้เรียนจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน 12 ปีแล้ว ผู้เรียนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา  
 สาระคณิตศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ ตระหนักใน  
 คุณค่าของคณิตศาสตร์ และสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปพัฒนาคุณภาพชีวิต ตลอดจน  
 สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ และเป็นพื้นฐานในการศึกษา  
 ในระดับที่สูงขึ้นการที่ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพนั้น จะต้องมีความสมดุล  
 ระหว่างสาระทางด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ ควบคู่ไปกับคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม โดย  
 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (ดวงเดือน อ่อนน่วม, 2547) ได้กำหนดคุณภาพของ  
 ผู้เรียนเมื่อจบช่วงชั้นต่างๆ ดังนี้

### คุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบช่วงชั้นที่ 1 (ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 - 3)

เมื่อผู้เรียนจบการเรียนช่วงชั้นที่ 1 ผู้เรียนควรจะสามารถดังนี้

1. มีความคิดรวบยอดและความรู้สึกเชิงจำนวนเกี่ยวกับจำนวนนับและศูนย์และการดำเนินการ  
 ของจำนวน สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการบวก การลบ การคูณ และการหารจำนวนนับพร้อมทั้งตระหนัก  
 ถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้และสามารถสร้างโจทย์ได้
2. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความยาว ระยะทาง น้ำหนัก ปริมาตร และความจุ สามารถวัด  
 ปริมาณดังกล่าวได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม และนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้แก้ปัญหาใน  
 สถานการณ์ต่างๆ ได้
3. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติพื้นฐานของรูปเรขาคณิตหนึ่งมิติ สองมิติ และสามมิติ
4. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแบบรูปและอธิบายความสัมพันธ์ได้
5. รวบรวมข้อมูล จัดระบบข้อมูลและอภิปรายประเด็นต่างๆ จากแผนภูมิรูปภาพและแผนภูมิแท่งได้
6. มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหา การให้  
 เหตุผล การสื่อสารสื่อความหมายและการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ การมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์  
 และการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์



### คุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบช่วงชั้นที่ 2 (ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 – 6)

เมื่อผู้เรียนจบการเรียนช่วงชั้นที่ 2 ผู้เรียนควรจะสามารถดังนี้

1. มีความคิดรวบยอดและความรู้สึกเชิงจำนวนเกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการของจำนวน สามารถ แก้ปัญหาเกี่ยวกับการบวก การลบ การคูณ และการหารจำนวนนับ เศษส่วน ทศนิยม และ ร้อยละ พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้และสร้างโจทย์ได้
2. มีความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติต่างๆ ของจำนวนพร้อมทั้งสามารถนำความรู้ไปใช้ได้
3. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ สามารถวัดปริมาณดังกล่าวได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม และนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้แก้ปัญหาใน สถานการณ์ต่างๆ ได้
4. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของรูปเรขาคณิตหนึ่งมิติ สองมิติ และสามมิติ
5. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแบบรูปและอธิบายความสัมพันธ์ได้
6. สามารถวิเคราะห์สถานการณ์หรือปัญหาพร้อมทั้งเขียนให้อยู่ในรูปของสมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียวและแก้สมการนั้นได้
7. เก็บรวบรวมข้อมูลและนำเสนอข้อมูลในรูปแผนภูมิต่างๆ สามารถ อภิปรายประเด็นต่างๆ จากแผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิ รูปวงกลม ตาราง และกราฟ รวมทั้งใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นเบื้องต้นในการ อภิปรายเหตุการณ์ต่างๆ ได้
8. มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลายและ ใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม การให้เหตุผล การสื่อสาร สื่อความหมายและการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ การมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์

### คุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบช่วงชั้นที่ 3 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 – 3)

เมื่อผู้เรียนจบการเรียนช่วงชั้นที่ 3 ผู้เรียนควรจะสามารถดังนี้

1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับจำนวนจริง มีความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละ เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง สามารถคำนวณเกี่ยวกับจำนวนเต็ม เศษส่วน ทศนิยม เลขยกกำลัง รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง และสามารถนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนไปใช้ในชีวิตจริงได้
2. สามารถนิยามและอธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติจากภาพสองมิติ มีความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นที่ผิวและปริมาตร สามารถเลือกใช้หน่วยการวัดในระบบต่าง ๆ เกี่ยวกับความยาว พื้นที่ และปริมาตรได้อย่างเหมาะสม พร้อมทั้งสามารถนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในชีวิตจริงได้

3. มีความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของความเท่ากันทุกประการและความคล้ายของรูปสามเหลี่ยม เส้นขนาน ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ และสามารถนำสมบัติเหล่านั้นไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาได้

4. มีความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับการแปลง (Transformation) ทางเรขาคณิตในเรื่องการเลื่อนขนาน (Translation) การสะท้อน (Reflection) และการหมุน (Rotation) และนำไปใช้ได้

5. สามารถวิเคราะห์แบบรูป สถานการณ์หรือปัญหา และสามารถใช้สมการ อสมการ กราฟ หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ ในการแก้ปัญหาได้

6. มีความเข้าใจเกี่ยวกับค่ากลางของข้อมูลในเรื่องค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน และฐานนิยม และเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสม สามารถกำหนดประเด็น เขียนข้อคำถาม กำหนดวิธีการศึกษา และเก็บรวบรวมข้อมูลที่เหมาะสมได้ สามารถนำเสนอข้อมูลรวมทั้งอ่าน แปลความหมาย และวิเคราะห์ข้อมูลจากการนำเสนอข้อมูลต่างๆ สามารถใช้ความรู้ในการพิจารณาข้อมูลข่าวสารทางสถิติ ตลอดจนเข้าใจถึงความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้นได้จากการนำเสนอข้อมูลทางสถิติ

7. มีความเข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่ม เหตุการณ์ และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์และประกอบการตัดสินใจในสถานการณ์ต่างๆ ได้

8. มีความเข้าใจเกี่ยวกับการประมาณค่าและสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

9. มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น สามารถแก้ปัญหได้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย และใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม สามารถให้เหตุผล สื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำเสนอ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ สามารถเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ

#### คุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบช่วงชั้นที่ 4 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6)

เมื่อผู้เรียนจบการเรียนช่วงชั้นที่ 4 ผู้เรียนควรมีความสามารถดังนี้

1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับระบบจำนวนจริงและสามารถนำสมบัติของจำนวนจริงไปใช้ได้

2. นำความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติไปใช้คาดคะเนระยะทาง ความสูง และแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

3. มีความเข้าใจและสามารถใช้การให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัยได้

4. มีความคิดรวบยอดในเรื่องเซตและการดำเนินการของเซต สามารถบอกได้ว่าการอ้างเหตุผลสมเหตุสมผลหรือไม่โดยใช้แผนภาพแทนเซต มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์และฟังก์ชัน สามารถใช้ความสัมพันธ์และฟังก์ชันแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้

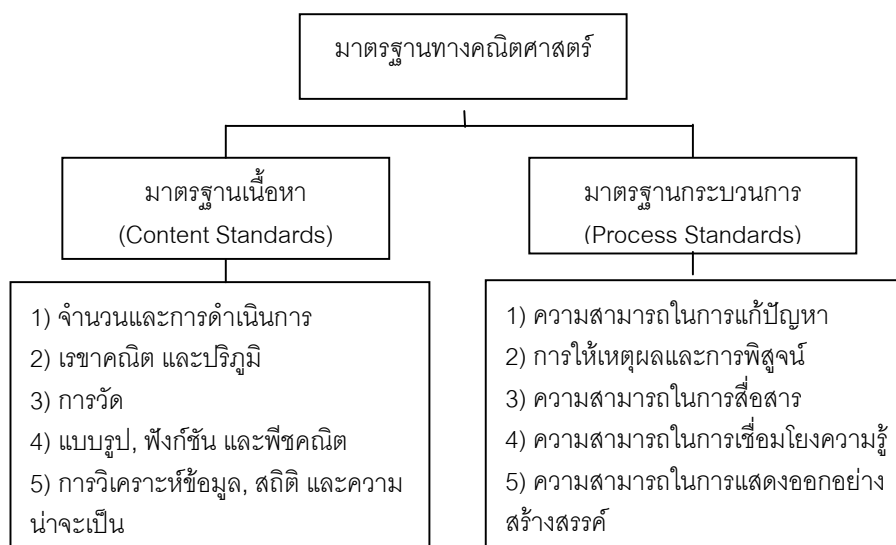
5. สามารถหาพจน์ทั่วไปของลำดับที่กำหนดให้ เข้าใจความหมายของผลบวกของ  $n$  พจน์แรก ของอนุกรมเลขคณิต อนุกรมเรขาคณิต และหาผลบวก  $n$  พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต และอนุกรม เรขาคณิตโดยใช้สูตรและนำไปใช้ได้

6. สามารถสำรวจรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และนำผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลไปช่วยในการ ตัดสินใจบางอย่างได้

7. นำความรู้เรื่องความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ไปใช้ได้

8. มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น สามารถแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย และใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม สามารถให้เหตุผล สื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำเสนอ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ สามารถเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ กับศาสตร์อื่นๆ

กล่าวโดยสรุปก็คือ เมื่อสำเร็จการศึกษาขั้นพื้นฐาน 12 ปีแล้ว ผู้เรียนจะต้องมีความรู้ความ เข้าใจในเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ ตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์ และสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปพัฒนาคุณภาพชีวิต ตลอดจนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ และเป็นพื้นฐานใน การศึกษาในระดับที่สูงขึ้นการที่ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีคุณภาพนั้น จะต้องมีความ สมดุลระหว่างสาระทางด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ ควบคู่ไปกับคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม ดังนี้ 1) มีความรู้ความเข้าใจในคณิตศาสตร์พื้นฐานเกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ การวัด เรขาคณิต พีชคณิต การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น พร้อมทั้งสามารถนำความรู้นั้นไปประยุกต์ได้ 2) มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่ หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การมี ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับ ศาสตร์อื่นๆ และ 3) มีความสามารถในการทำงานอย่างเป็นระบบ มีระเบียบวินัย มีความรอบคอบ มี ความรับผิดชอบ มีวิจรรณญาณ มีความเชื่อมั่นในตนเอง พร้อมทั้งตระหนักในคุณค่าและมี เจตคติที่ดี ต่อคณิตศาสตร์



แผนภาพ 2 มาตรฐานคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ NCTM

### ตอนที่ 3 เครื่องมือวัดความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

เนื้อหาสาระในตอนที่ 3 นี้กล่าวถึง ประเภทของเครื่องมือที่ใช้ในการบ่งชี้เด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ วิธีการบ่งชี้เด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ และเครื่องมือวัดความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

#### 3.1 ประเภทของเครื่องมือที่ใช้ในการบ่งชี้เด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือที่ใช้ในการบ่งชี้เด็กที่มีความสามารถพิเศษ สามารถจำแนกเป็นประเภทต่างๆ 5 ประเภท ดังนี้ 1) แบบตรวจรายการและแบบฟอร์มการเสนอชื่อ 2) มาตรฐานประเมินความสามารถพิเศษ 3) แบบสำรวจแววเด็กที่มีความสามารถพิเศษ 4) แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ และ 5) แบบทดสอบทางสติปัญญา โดยมีรายละเอียดดังนี้

##### 1) แบบตรวจรายการและแบบฟอร์มการเสนอชื่อ

เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการขั้นแรกเพื่อระบุว่า เด็กคนใดมีโอกาสหรือมีแววที่จะเป็นเด็กที่มีความสามารถพิเศษ ประกอบด้วย แบบเสนอรายชื่อโดยพ่อแม่ หรือผู้ปกครอง แบบเสนอรายชื่อโดยครู แบบเสนอรายชื่อโดยเพื่อนร่วมชั้นเรียน แบบเสนอรายชื่อด้วยตนเอง และคู่มือการสังเกตเด็ก โดยมีตัวอย่างแบบตรวจสอบรายการและแบบฟอร์มการเสนอชื่อ ดังนี้



### แบบเสนอรายชื่อโดยเพื่อนร่วมชั้นเรียน

ชื่อ-นามสกุล.....ปีการศึกษา.....

ถ้ามีการคัดเลือกผู้ที่จะไปเล่าเรื่องราวเกี่ยวกับโลกของเราให้กับผู้ที่อยู่ดาวดวงอื่นฟัง คุณต้องการเสนอชื่อใคร?..

.....

ใครเป็นคนที่ตลกที่สุดในชั้นเรียน?.....

ถ้าต้องการความช่วยเหลือทางวิชาการท่านจะบอกใคร?.....

ใครที่แก้ปัญหาได้เก่งที่สุดในชั้นเรียน?.....

### แบบเสนอรายชื่อโดยตนเอง

ชื่อ-นามสกุล.....ปีการศึกษา.....

ถ้าคุณมีโอกาสที่จะพบใครก็ได้สักคนหนึ่งไม่ว่าจะในอดีตหรือปัจจุบัน คุณต้องการจะพบใครมากที่สุด พร้อมทั้งบอกเหตุผล?.....

คุณชอบเรียนวิชาอะไรมากที่สุด?.....

คุณชอบอ่านหนังสือประเภทใดมากที่สุด?.....

### คู่มือการสังเกตเด็ก

จุดแข็งและจุดอ่อนของเด็ก (Students' strengths and weaknesses)

วันที่:	หัวข้อ:	
ชื่อเด็ก	คุณลักษณะเด่น	ส่วนที่ต้องการพัฒนา

## 2) มาตรฐานประเมินความสามารถพิเศษ

เรนซูลลี และคณะ (Renzulli and others, 1976) ได้พัฒนามาตรวัดสำหรับประเมินคุณลักษณะ พฤติกรรมของเด็กที่มีความสามารถพิเศษ เพื่อให้ครูใช้ในการระบุความสามารถของเด็กพิเศษ จำนวน 10 ด้าน คือ ด้านการเรียนรู้ ด้านแรงจูงใจ ด้านความคิดสร้างสรรค์ ด้านความเป็นผู้นำ ด้านศิลปะ ด้านดนตรี ด้านการแสดง ด้านการสื่อสารแม่นยำ ด้านการสื่อสารถ่ายทอด และด้านการวางแผน โดยมี ตัวอย่างมาตรฐานประเมินความสามารถพิเศษ ประกอบด้วย 1) แบบเสนอชื่อสำหรับครู จำนวน 2 ชุด 2) แบบเสนอชื่อสำหรับพ่อแม่ผู้ปกครอง จำนวน 2 ชุด และ 3) แบบเสนอชื่อสำหรับเด็ก จำนวน 1 ชุด ดัง ตัวอย่าง 2

จากแนวคิดของเรนซูลลี และคณะ ในปี 1976 บุญเชิด อนันตพงษ์ (บุญเชิด อนันตพงษ์, 2544) ได้พัฒนามาตรประเมินคุณลักษณะความสามารถพิเศษของเด็กอายุ 6-12 ปี จำนวน 10 ฉบับ ประกอบด้วย มาตรฐานคุณลักษณะความสามารถพิเศษ ดังนี้ 1) ด้านการเรียนรู้ของเด็ก 2) ด้านแรงจูงใจของเด็ก 3) ด้านความคิดสร้างสรรค์ของเด็ก 4) ด้านความเป็นผู้นำของเด็ก 5) ด้านศิลปะ 6) ด้านดนตรี 7) ด้านการแสดง 8) ด้านการสื่อสารถูกต้องแม่นยำ 9) ด้านการสื่อสารถ่ายทอด และ 10) ด้านการวางแผน โดยมีตัวอย่างแบบประเมินคุณลักษณะความสามารถพิเศษทั้ง 10 ฉบับ เป็นมาตรฐานประมาณค่า 4 ระดับ ได้แก่ ระดับ 1 ถ้าท่านแทบไม่เคยสังเกตเห็นคุณลักษณะข้อนี้ ระดับ 2 ถ้าท่านสังเกตเห็นคุณลักษณะข้อนี้บ้างเป็นบางครั้ง ระดับ 3 ถ้าท่านสังเกตเห็นคุณลักษณะข้อนี้ค่อนข้างบ่อยครั้ง และ ระดับ 4 ถ้าท่านสังเกตเห็นคุณลักษณะข้อนี้เกือบจะสม่ำเสมอ โดยมีตัวอย่างมาตรฐานประเมินความสามารถพิเศษ ในที่นี้จะนำเสนอเพียงตัวอย่างแบบประเมินคุณลักษณะความสามารถพิเศษด้าน ดังตัวอย่างที่ 3

**ตัวอย่าง 2** มาตรฐานประเมินความสามารถพิเศษ ดัดแปลงจาก Renzulli and Others, 1976

### แบบเสนอรายชื่อสำหรับครู ชุดที่ 1

**คำชี้แจง** โปรดเขียนรายชื่อเด็ก 1-2 คนหรือมากกว่าที่มีคุณลักษณะดังต่อไปนี้

1. เรียนรู้ได้อย่างรวดเร็วและง่ายดาย
2. มีความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์
3. มีความอยากรู้อยากเห็น
4. ....

### แบบเสนอรายชื่อสำหรับครู ชุดที่ 2

ชื่อเด็ก.....

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ด้านซ้ายมือหน้าข้อความที่เป็นคุณลักษณะเด่นของเด็ก

1. ใช้คำศัพท์สูงเกินวัย
2. เรียนรู้กระบวนการต่างๆ ได้อย่างรวดเร็ว
3. มีสมาธิดีเยี่ยม
4. ....

### แบบเสนอรายชื่อสำหรับบิดา มารดา/ผู้ปกครอง ชุดที่ 1

ชื่อเด็ก.....

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็นทางด้านขวามือที่ท่านเห็นว่าเป็นลักษณะของบุตร/เด็กที่ท่านดูแลตามความเป็นจริง

คุณลักษณะของเด็ก	ระดับความคิดเห็น		
	ปานกลาง	สูง	สูงมาก
1. มีสมาธิ			
2. มีความรู้และทักษะ			
3. ....			

คุณลักษณะอื่นๆ (โปรดระบุ)

.....

ผู้กรอกข้อมูล.....

### แบบเสนอรายชื่อสำหรับบิดา มารดา/ผู้ปกครอง ชุดที่ 2

ชื่อเด็ก.....

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็นทางด้านขวามือที่ท่านเห็นว่าเป็นลักษณะของบุตร/เด็กที่ท่านดูแลตามความเป็นจริง

คุณลักษณะของเด็ก	ระดับความคิดเห็น		
	น้อย	มีบ้าง	มีบ่อยๆ
1. มีความคิดหลากหลาย			
2. อ่านหนังสือได้ก่อนเข้าโรงเรียน			
3. ....			

คุณลักษณะอื่นๆ (โปรดระบุ)

.....

ผู้กรอกข้อมูล.....



### แบบเสนอรายชื่อสำหรับเด็ก

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็นทางด้านขวามือที่ท่านเห็นว่าใกล้เคียงกับความจริงของตนเอง

คุณลักษณะ	ระดับความคิดเห็น			
	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
1. เป็นผู้มีสุขภาพดี				
2. เป็นผู้มีคุณธรรม				
3. ....				

คุณลักษณะอื่นๆ (โปรดระบุ)

.....

.....

ผู้กรอกข้อมูล.....

ตัวอย่าง 3 มาตรการประเมินคุณลักษณะความสามารถพิเศษ ดัดแปลงจากบุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์, 2544

### ฉบับที่ 1

#### มาตรการประเมินคุณลักษณะความสามารถพิเศษด้านการเรียนรู้ของเด็ก

คำชี้แจง มาตรการประเมินครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้อาจารย์ประเมินเด็กว่ามีคุณลักษณะพฤติกรรมเฉพาะด้านการเรียนรู้มากน้อยเพียงใด ผู้ประเมินต้องอ่านข้อคำถามแต่ละข้อให้รอบคอบแล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในช่องที่เหมาะสมตามระดับค่าคะแนนดังนี้

ระดับ 1 ถ้าท่านแทบไม่เคยสังเกตเห็นคุณลักษณะข้อนี้

ระดับ 2 ถ้าท่านสังเกตเห็นคุณลักษณะข้อนี้บ้างเป็นบางครั้ง

ระดับ 3 ถ้าท่านสังเกตเห็นคุณลักษณะข้อนี้ค่อนข้างบ่อยครั้ง

ระดับ 4 ถ้าท่านสังเกตเห็นคุณลักษณะข้อนี้เกือบจะสม่ำเสมอ

รายการคุณลักษณะเฉพาะด้านการเรียนรู้ เด็ก:	ระดับค่าคะแนน			
	[4]	[3]	[2]	[1]
1. รู้คำศัพท์ที่สูงกว่าอายุ	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
2. มีความรู้ข้อมูล ในหัวข้อที่หลากหลาย	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
3. เรียนรู้และจดจำข้อเท็จจริงได้เร็ว	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
4. มองเห็นความสัมพันธ์ของเหตุผลเร็ว	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]

<b>ฉบับที่ 3</b>				
<b>มาตรฐานประเมินคุณลักษณะความสามารถพิเศษด้านความคิดสร้างสรรค์ของเด็ก</b>				
<p>คำชี้แจง มาตรฐานประเมินครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้อาจารย์ประเมินเด็กว่ามีคุณลักษณะพฤติกรรมเฉพาะด้านความคิดสร้างสรรค์มากน้อยเพียงใด ผู้ประเมินต้องอ่านข้อคำถามแต่ละข้อให้รอบคอบแล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในช่องที่เหมาะสมตามระดับค่าคะแนนดังนี้</p> <p>ระดับ 1 ถ้าท่านแทบไม่เคยสังเกตเห็นคุณลักษณะข้อนี้</p> <p>ระดับ 2 ถ้าท่านสังเกตเห็นคุณลักษณะข้อนี้บ้างเป็นบางครั้ง</p> <p>ระดับ 3 ถ้าท่านสังเกตเห็นคุณลักษณะข้อนี้ค่อนข้างบ่อยครั้ง</p> <p>ระดับ 4 ถ้าท่านสังเกตเห็นคุณลักษณะข้อนี้เกือบจะสม่ำเสมอ</p>				
รายการคุณลักษณะเฉพาะด้านความคิดสร้างสรรค์:	ระดับค่าคะแนน			
	[4]	[3]	[2]	[1]
1. แสดงความอยากรู้อยากเห็น	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
2. คิดหรือแก้ปัญหาต่างๆ ได้หลากหลาย	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
3. แสดงออกทางด้านความคิดเห็นที่ไม่ตรงกับผู้อื่น	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
4. เป็นคนกล้าได้ กล้าเสีย ขอบผจญภัย	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]

### 3) แบบสำรวจแววเด็กที่มีความสามารถพิเศษ

แบบสำรวจแววเด็กที่มีความสามารถพิเศษเป็นเครื่องมือที่ใช้ประกอบกับ แบบเสนอรายชื่อ โดยพ่อแม่ หรือผู้ปกครอง แบบเสนอรายชื่อโดยครู แบบเสนอรายชื่อโดยเพื่อนร่วมชั้นเรียน แบบเสนอรายชื่อด้วยตนเอง และคู่มือการสังเกตเด็ก ซึ่งมีลักษณะที่เป็นปรนัย โดยตัวอย่างแบบสำรวจแววที่มีความสามารถพิเศษที่พบในประเทศไทย ได้แก่ แบบสำรวจแววของ อุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์ ในปี 2547 ที่ได้สร้างแบบสำรวจแววเด็กที่มีความสามารถพิเศษ (ขั้นต้น) จำนวน 1 ชุด และแบบสำรวจแววเด็กที่มีความสามารถพิเศษด้านต่างๆ 9 ด้าน ประกอบด้วย 1) ความสามารถทางสังคม-ความสามารถทางอารมณ์ 2) ความสามารถทางคณิตศาสตร์ 3) ความสามารถทางกีฬา 4) ความสามารถทางศิลปะ 5) ความสามารถทางดนตรี 6) ความสามารถทางภาษา 7) ความสามารถทางด้านช่างอิเล็กทรอนิกส์ 8) ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ และ 9) ความสามารถทางการคิด โดยมีตัวอย่างแบบสำรวจแวว ดังนี้

ตัวอย่าง 4 แบบสำรวจแวเด็กที่มีความสามารถพิเศษ ดัดแปลงจาก อุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์, 2547

**แบบสำรวจแวเด็กที่มีความสามารถพิเศษ (ขั้นต้น)  
สำหรับเด็กระดับประถมศึกษาขึ้นไป**

ชื่อ-สกุล..... เพศ  ชาย  หญิง  
วัน-เดือน-ปีเกิด.....อายุ.....ปี ชั้น.....  
ความสัมพันธ์ของผู้ตอบคือมีแวเด็ก.....

**วิธีการประเมิน**

อ่านคำถามในแบบประเมินทีละข้อ โดยเลือกตอบว่า “ใช่” หากเด็กมีพฤติกรรมเช่นนั้น หากเด็กไม่มีพฤติกรรมเช่นนั้นเลย ให้ตอบว่า “ไม่ใช่” และถ้าหากเด็กยังไม่แสดงพฤติกรรมเช่นนั้นให้ตอบว่า “ไม่ปรากฏ” ในการประเมินนั้น ผู้ประเมินต้องมีใจเป็นกลางและรู้จักเด็กเป็นอย่างดี

	ใช่	ไม่ใช่	ไม่ปรากฏ
3. มีความสนใจเกี่ยวกับตัวเลข สัญลักษณ์ การถอดรหัส ปฏิทิน เวลา แผนภูมิเป็นต้น	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. ชอบเล่นตัวต่อต่างๆ หรือของเล่นที่เกี่ยวกับการสร้างรูปทรง	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21. ชอบทำโจทย์คณิตศาสตร์ที่ยากและท้าทาย	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
30. ชอบเล่นชั่ง ตวง วัด นับ และมีความสามารถในการกะค่า ประมาณการ สิ่งต่างๆ ได้ดี เช่น การกะน้ำหนัก ส่วนสูง ความยาว หรือปริมาตร	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
47. สามารถเรียนรู้เกี่ยวกับตัวเลข ความหมายของตัวเลข หรือสัญลักษณ์สิ่ง ต่างๆ ได้อย่างรวดเร็วกว่าเด็กวัยเดียวกัน	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
55. เป็นคนมีเหตุผลและมักตั้งคำถามที่เป็นเหตุผลต่อกัน เช่น ถ้า....แล้ว..... ดังนั้น.....เพราะว่า.....ถ้าไม่.....แล้ว.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**แบบสำรวจแวเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์**

	ใช่	ไม่ใช่	ไม่ปรากฏ
1. สนใจสัญลักษณ์ ตัวเลข หรือการถอดรหัสสิ่งต่างๆ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. ชอบอ่านประวัตินักคณิตศาสตร์ การสืบสวนสอบสวน	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. เป็นคนชอบเหตุผล และสามารถมองเห็นเหตุผลของเรื่องต่างๆ ได้เป็นอย่างดี	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. มีความสนใจเกี่ยวกับตัวเลข สัญลักษณ์ การถอดรหัสปฏิทิน เวลา แผนภูมิ เป็นต้น	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. ชอบพูดคุยกับคนที่สนใจในเรื่องคณิตศาสตร์หรือการถอดรหัสสิ่งต่างๆ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. มีความอดทน มานะพยายามให้งานสำเร็จและมีความรับผิดชอบสูง	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. เป็นคนมีความสามารถในการวิเคราะห์ที่ดี	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

#### 4) แบบวัดความคิดสร้างสรรค์

ทอเรนซ์ (Torrance, 2004) สร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ เมื่อปี 1966 และพัฒนาเรื่อยมาจนถึงปัจจุบัน โดยแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของทอเรนซ์ ประกอบด้วยแบบทดสอบฉบับภาษา (Verbal Form) และแบบทดสอบฉบับรูปภาพ (Figural Form) โดยแบบทดสอบทั้งสองฉบับได้แบ่งเป็น Form A และ Form B ในลักษณะคู่ขนานกัน (นิธิพัฒน์ เมฆขจร, 2547) ดังนี้

1. แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ฉบับภาษา (Thinking Creatively with Words: Verbal Form) เป็นแบบทดสอบที่ใช้ภาษาเป็นสื่อ ซึ่งมี 2 แบบ คือ Form A และ Form B

1.1 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ฉบับภาษา Form A ประกอบด้วยกิจกรรมย่อย 6 กิจกรรม ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 การตั้งคำถาม (Asking)

กิจกรรมที่ 2 การคาดเดาสาเหตุ (Guessing Causes)

กิจกรรมที่ 3 การคาดเดาผลที่จะเกิดตามมา (Guessing Consequences)

กิจกรรมที่ 4 การปรับปรุงผลผลิตให้ดีขึ้น (Product Improvements)

กิจกรรมที่ 5 การใช้ประโยชน์จากสิ่งของ (Unusual Uses)

กิจกรรมที่ 6 การสมมติ (Just Suppose)

1.2 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ฉบับภาษา Form B มีลักษณะคล้ายกับ Form A แตกต่างกันเฉพาะสิ่งเร้าที่กำหนดให้ คือ ในกิจกรรมที่ 1, 2 และ 3 ภาพที่ใช้จะเป็นภาพเหตุการณ์หนึ่งซึ่งแตกต่างจาก Form A กิจกรรมที่ 4 การปรับปรุงผลผลิตให้ดีขึ้นจะเปลี่ยนจากภาพข้างใน Form A เป็นภาพลิง กิจกรรมที่ 5 จะเปลี่ยนจากการใช้ประโยชน์จากกล่องกระดาษเป็นกระป๋องโลหะ และกิจกรรมที่ 6 ภาพที่ใช้จะเป็นอีกภาพสถานการณ์ซึ่งแตกต่างจาก Form A

ในการทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ฉบับภาษาของทอเรนซ์ Form A และ Form B จะใช้เวลาในการทดสอบรวมทั้งสิ้น 40 นาที

2. แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ฉบับรูปภาพ (Thinking Creatively with Pictures: Figural Form) เป็นแบบทดสอบที่ใช้ภาพเป็นสื่อซึ่งมี 2 แบบ คือ Form A และ Form B เป็นลักษณะคู่ขนานกัน

2.1 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ฉบับรูปภาพ Form A ประกอบด้วย  
กิจกรรมย่อย 3 กิจกรรม คือ

กิจกรรมที่ 1 การวาดภาพ (Picture Construction)

กิจกรรมที่ 2 การต่อเติมภาพให้สมบูรณ์ (Picture Completion)

กิจกรรมที่ 3 การใช้เส้นคู่ขนาน (Parallel Lines)

2.2 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ฉบับรูปภาพ Form B มีลักษณะคล้ายกับ Form A แตกต่างกันเฉพาะสิ่งเร้าที่กำหนดให้ คือ ในกิจกรรมที่ 1 ภาพที่กำหนดให้จะมีลักษณะคล้ายได้กรอก กิจกรรมที่ 2 ภาพที่กำหนดให้จะมีลักษณะของเส้นที่แตกต่างไปจาก Form A เพียงเล็กน้อย และกิจกรรมที่ 3 จะเปลี่ยนจากเส้นขนานเป็นวงกลม โดยผู้ถูกทดสอบต่อเติมภาพจากรูปวงกลมจำนวน 30 รูป

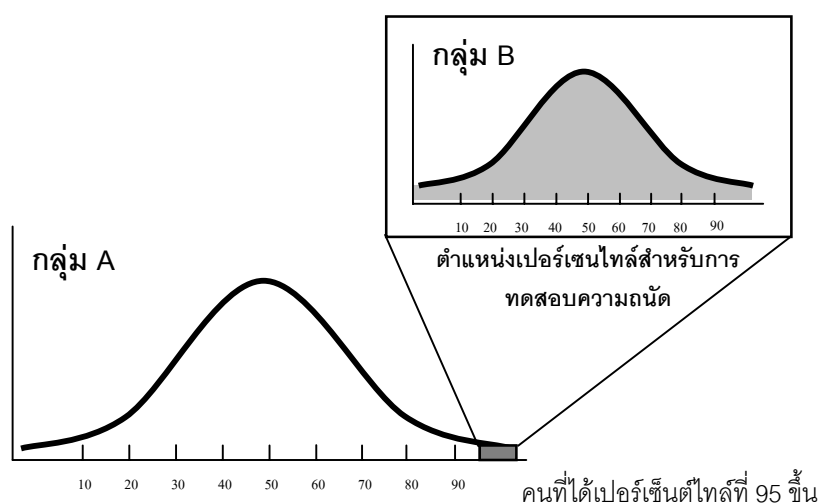
ในการทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ฉบับรูปภาพของทอแรนซ์ ฉบับ Form A และ Form B จะใช้เวลาในการทดสอบรวมทั้งสิ้น 30 นาที

ตาราง 1 ภาพรวมของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์	กิจกรรม	องค์ประกอบรายด้าน	เวลาในการทดสอบ
ฉบับภาษา Form A และ B	1. การตั้งคำถาม 2. การคาดเดาสาเหตุ 3. การคาดเดาผลที่จะเกิดตามมา 4. การปรับปรุงผลผลิตให้ดีขึ้น 5. การใช้ประโยชน์จากสิ่งของ 6. การสมมติ	1. ความคิดคล่องแคล่ว 2. ความคิดริเริ่ม 3. ความคิดยืดหยุ่น	40 นาที
ฉบับรูปภาพ Form A และ B	1. การวาดภาพ 2. การต่อเติมภาพให้สมบูรณ์ 3. การใช้เส้นคู่ขนาน	1. ความคิดคล่องแคล่ว 2. ความคิดริเริ่ม 3. ความคิดละเอียดลออ	30 นาที

## 5) แบบทดสอบทางสติปัญญา

แบบทดสอบทางสติปัญญา เป็นเครื่องมือที่มีบทบาทมากในการนำมาใช้ทดสอบเพื่อคัดแยกเด็กที่มีความสามารถพิเศษจากเด็กปกติ นอกจากนี้แบบทดสอบทางสติปัญญายังเป็นเครื่องมือชั้นดีในการคัดกรองคุณภาพระหว่างเด็กที่มีความสามารถพิเศษด้วยกัน และจากการศึกษาของ ลูปกอสกี-ชอปลิก, เบ็นโบว์, แอสซูลิน และ บรอดี้ ในปี 2003 (Lupkowski-Shoplik, Benbow, Assouline and Brody, 2003) แสดงให้เห็นถึงจำนวนเด็กที่มีความสามารถพิเศษเมื่อทำการทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ โดยผู้ที่มีคะแนนตั้งแต่ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ขึ้นไป จะเป็นเด็กที่มีความสามารถพิเศษ นอกจากนี้เมื่อนำกลุ่มเด็กที่มีความสามารถพิเศษ (กลุ่ม B) มาทำการทดสอบความถนัด ก็พบว่า มีลักษณะของการแจกแจงเป็นโค้งปกตินั่นเอง รายละเอียด ดังแผนภาพ 3 (ดัดแปลงจาก Lupkowski-Shoplik, Benbow, Assouline, Brody, 2003)



แผนภาพ 3 การจำลองโค้งปกติของจำนวนเด็กที่มีความสามารถพิเศษ

โดยแบบทดสอบทางสติปัญญา ที่ใช้ในปัจจุบัน ได้แก่ แบบทดสอบของเวทส์เลอร์ สร้างโดย เดวิด เวทส์เลอร์ ประกอบด้วยมาตรวัดสองส่วน ได้แก่ มาตรถ้อยคำ (Verbal scale) และมาตรปฏิบัติการ (Performance scale) แยกเป็นแบบทดสอบสำหรับเด็กชื่อ Wechsler Intelligence Scale for Children (WISC) ใช้กับระดับอายุ 6-16 ปี และสำหรับผู้ใหญ่ชื่อ Wechsler Adult Intelligence Scale (WAIS) ใช้กับคนระดับอายุ 17 ปีขึ้นไป นอกจากนี้ยังมีฉบับที่ใช้วัดเด็กเล็ก อายุ 4-6 ½ ปี ใช้ชื่อว่า Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence (WPPSI) (Gregory, 2004 , จิราภา เต็งไตรรัตน์ และคณะ, 2550) โดยแบบทดสอบ WAIS ที่ใช้วัดเชาว์ปัญญาผู้ใหญ่ ประกอบด้วยสองส่วน คือ

ส่วนที่ 1 มาตรฐานคำ (Verbal scale) ประกอบด้วยข้อทดสอบที่ต้องตอบด้วยคำพูด แบ่งออกเป็น 6 แบบทดสอบย่อย คือ 1) ความรู้ทั่วไป ประกอบด้วยคำถามเกี่ยวกับความรู้ทั่วไป 25 ข้อ 2) ความเข้าใจ ประกอบด้วยคำถามเกี่ยวกับความเข้าใจสภาพการณ์ต่างๆ และการตัดสินใจแก้ปัญหา 14 ข้อ 3) เลขคณิต ประกอบด้วยโจทย์เลขคณิต 14 ข้อ ให้คิดในใจ 4) ความคล้าย ประกอบด้วยข้อทดสอบ 13 ข้อ ให้ตอบว่าสิ่งที่เสนอในแต่ละข้อมีความคล้ายกันอย่างไร 5) ช่วงความจำ ประกอบด้วยชุดตัวเลขตั้งแต่ 3 ถึง 9 ให้ผู้รับการทดสอบว่าตามอย่างไรให้ถูกต้องทั้งตัวเลขและลำดับที่ และ 6) ศัพท์ ประกอบด้วยคำศัพท์ 40 คำ ให้ผู้รับการทดสอบบอกความหมายของศัพท์แต่ละคำ

ส่วนที่ 2 มาตรฐานการ (Performance Scale) ประกอบด้วยข้อทดสอบที่ต้องลงมือปฏิบัติการ แบ่งออกเป็น 5 แบบทดสอบย่อย คือ 1) สัญลักษณ์ตัวเลข ให้เขียนสัญลักษณ์แทนตัวเลขที่กำหนดให้ ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ภายในเวลา 1 นาที 30 วินาที 2) เดิมภาพให้สมบูรณ์ ประกอบด้วยรูปภาพ 21 ภาพ แต่ละภาพมีส่วนที่ขาดหายไป 3) การเรียงลูกบาศก์ ประกอบด้วยลูกบาศก์ทาสีแดง สลับขาว ผู้รับการทดสอบจะต้องนำลูกบาศก์มาเรียงกันเพื่อให้เป็นภาพตามตัวอย่างที่ให้ดู 4) การเรียงรูปภาพ ผู้รับการทดสอบจะต้องนำรูปภาพมาเรียงกันให้เป็นเรื่องเหมือนภาพเรื่องการ์ตูนในหนังสือพิมพ์ รูปภาพที่ให้จะมีทั้งหมด 8 ชุด แต่ละชุดเรียงเป็นเรื่องได้ 1 เรื่อง และ 5) การต่อรูปภาพ เป็นการนำเอาชิ้นส่วนของภาพมาต่อกันให้เป็นรูปภาพที่สมบูรณ์ เหมือนการต่อจิ๊กซอร์ โดยสามารถสรุปโครงสร้างของแบบทดสอบวัดสติปัญญาของเวทส์เลอร์ ดังตาราง 2

ตาราง 2 โครงสร้างของแบบทดสอบวัดสติปัญญาของเวทส์เลอร์ (Wechsler Scale)

ส่วนประกอบแบบทดสอบย่อย	WPPSI-R	WISC-III	WAIS-III
<b>ภาคการใช้ภาษา (Verbal Scales)</b>			
ความรู้ทั่วไป (Information)	✓	✓	✓
การจัดลำดับตัวเลข (Digit Span)		✓	✓
คำศัพท์ (Vocabulary)	✓	✓	✓
การให้เหตุผลทางตัวเลข (Arithmetic)	✓	✓	✓
ความเข้าใจ (Comprehension)	✓	✓	✓
การเปรียบเทียบสิ่งที่เหมือนกัน (Similarities)	✓	✓	✓
การเขียนประโยค (Sentence)	✓		
การจัดเรียงลำดับตัวอักษร-ตัวเลข (Letter-Number Sequencing)			✓
<b>ภาคปฏิบัติ (Performance Scales)</b>			
การสังเกตส่วนที่หายไปจากรูป (Picture Completion)	✓	✓	✓
เรียงลำดับภาพตามเหตุการณ์ (Picture Arrangement)		✓	✓
เรียงลูกบาศก์ให้เป็นรูปต่าง ๆ (Block Design)	✓	✓	✓

ส่วนประกอบแบบทดสอบย่อย	WPPSI-R	WISC-III	WAIS-III
การให้เหตุผลทางเมทริกซ์ (Matrix Reasoning)			✓
การประกอบชิ้นส่วนของรูปให้เป็นรูปที่สมบูรณ์ (Object Assembly)	✓	✓	✓
การใช้สัญลักษณ์ที่เป็นรหัส/ตัวเลข (Coding/Digit Symbol)		✓	✓
เขาวงกต (Mazes)	✓	✓	
การออกแบบทางเรขาคณิต (Geometric Design)	✓		
การค้นหาสัญลักษณ์ (Symbol Search)		✓	✓
Animal Pegs	✓		

แบบทดสอบของสแตนฟอร์ด-บินเน็ต เป็นแบบทดสอบรายบุคคลที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย (Gregory, 2004 และ จิราภา เต็งไทรรัตน์ และคณะ, 2550) ประกอบด้วยแบบทดสอบ จำนวน 4 ฉบับ แต่ละฉบับประกอบด้วยเนื้อหา 6 ส่วน แยกตามอายุของผู้สอบ โดยวิวัฒนาการของแบบทดสอบ เริ่มตั้งแต่ ปี 1905 โดยบินเน็ต และไซมอน เป็นผู้เริ่มต้น และได้พัฒนาต่อมาจนกระทั่ง ในปี 2003 ได้พัฒนาองค์ประกอบ 5 ด้านของสติปัญญา และใช้ชื่อแบบทดสอบว่า Stanford-Binet-5 Roid รายละเอียดของวิวัฒนาการสรุปได้ดังตาราง 3

**ตาราง 3** วิวัฒนาการของแบบทดสอบสแตนฟอร์ด-บินเน็ต

ปี ค.ศ.	แบบทดสอบ/ผู้สร้าง	คำอธิบาย
1905	Binet and Simon	ข้อคำถามจำนวน 30 ข้อ
1908	Binet and Simon	เสนอมโนทัศน์เกี่ยวกับอายุสมอง
1911	Binet and Simon	ขยายแนวคิดการวัดสติปัญญาของผู้ใหญ่
1916	Stanford-Binet Terman and Merrill	เสนอมโนทัศน์เกี่ยวกับระดับสติปัญญา
1937	Stanford-Binet-2 Terman and Merrill	เป็นครั้งแรกในการใช้แบบทดสอบคู่ขนาน (รูปแบบ L และ M)
1960	Stanford-Binet-3 Terman and Merrill	ใช้วิธีการวิเคราะห์แนวใหม่
1972	Stanford-Binet-3 Thorndike	ทำการแปลงคะแนนมาตรฐานใหม่ โดยใช้ข้อมูลจากผู้ทดสอบ 2,100 คน
1986	Stanford-Binet-4 Thorndike, Hagen, and Sattler	ปรับโครงสร้างทั้ง 15 แบบทดสอบย่อย
2003	Stanford-Binet-5 Roid	องค์ประกอบ 5 ด้านของสติปัญญา

โดยแบบทดสอบของสแตนฟอร์ด-บินเน็ต ทั้ง 4ฉบับ ที่สร้างขึ้นประกอบด้วยเนื้อหาย่อย ดังนี้

ฉบับที่ 1 แบบวัดเชาวน์ปัญญาเด็กอายุ 2 ½ ปี ประกอบด้วยเนื้อหาย่อย ดังนี้ 1) การบอกสิ่งของเครื่องใช้จากภาพ (Identifying objects by use) โดยผู้คุมสอบจะมีภาพ 6 ภาพ และวางให้ผู้เข้าสอบเลือก ตัวอย่าง เช่น ภาพไคเป็นสิ่งที่เราใช้สำหรับดื่มน้ำ 2) การบอกชื่อส่วนต่างๆ ของร่างกาย (Identifying parts of body) ผู้คุมสอบจะมีตุ๊กตาตัวใหญ่ และให้ผู้เข้าสอบบอกส่วนต่างๆ ที่ต้องการ



3) การบอกชื่อสิ่งของ (Naming objects) ผู้คุมสอบจะมีของเล่น 5 อย่าง แล้วถามผู้เข้าสอบให้บอกชื่อ  
 4) การทดสอบคำศัพท์โดยใช้รูปภาพ (Picture vocabulary) ผู้คุมสอบจะมีภาพหนึ่งในกระดาษแข็ง  
 18 ภาพ ที่สามารถพบเห็นได้โดยทั่วไป แล้วถามผู้เข้าสอบว่า “นี่คืออะไร เรียกชื่ออย่างไร” 5) การให้  
 พูดยตัวเลข 2 หลัก (Repeating two digits) ผู้คุมสอบจะพูดยตัวเลข 2 หลัก และให้ผู้เข้าทดสอบพูดตาม  
 6) การทำตามคำสั่งง่ายๆ (Obeying simple demands)

ฉบับที่ 2 แบบทดสอบเซวาร์นปัญญาเด็กอายุ 6 ปี ประกอบด้วย 1) คำศัพท์ (Vocabulary) เป็นการอธิบายความหมายของคำศัพท์ต่างๆ 2) ความแตกต่างกัน (Differences) ให้ผู้เข้าสอบบอก  
 ความแตกต่างระหว่างสิ่งของสองสิ่ง 3) การบอกส่วนที่ขาดหายไปของภาพ (Multilated pictures) 4)  
 มโนทัศน์ทางตัวเลข (Number concepts) ผู้คุมสอบจะมีลูกบาศก์เล็กๆ ขนาด 1 นิ้ว จำนวน 12 อัน  
 แล้วให้ผู้เข้าสอบหยิบขึ้นมาตามจำนวนที่ต้องการ 5) การอุปมาอุปไมยในทางตรงข้าม (Opposite  
 analogies) และ 6) การหาทางออกในเขาวงกต (Maze tracing)

ฉบับที่ 3 แบบทดสอบเซวาร์นปัญญาเด็กอายุ 12 ปี ประกอบด้วย 1) คำศัพท์ (Vocabulary)  
 คล้ายกับคำถามในเด็ก 6 ปี แต่เพิ่มความยากของคำศัพท์ 2) ความไม่สมเหตุสมผลทางภาษา (Verbal  
 absurdities) 3) ความไม่สมเหตุสมผลโดยใช้ภาพ (Picture absurdities) 4) การพูดยตัวเลขซ้ำ และการ  
 พูดยจากหลังย้อนไปหน้า (Repeating and reversing digits) เช่น ผู้คุมสอบพูดยตัวเลข 3 – 5 – 7 – 8 – 9  
 ผู้เข้าสอบต้องพูดยตัวเลข 9 – 8 – 7 – 5 – 3 (จากหลังย้อนไปหน้า) 5) การบอกความหมายของคำที่เป็น  
 นามธรรม (Abstract words) เช่น โปรดให้ความหมายของคำว่า “อุเบกขา” และ 6) การเติมประโยคให้  
 สมบูรณ์ (Sentence completion)

ฉบับที่ 4 แบบสอบถามเซวาร์นปัญญาระดับผู้ใหญ่ ประกอบด้วย 1) คำศัพท์ (Vocabulary) คล้าย  
 กับคำถามในเด็ก 6 ปี แต่เพิ่มความยากของคำศัพท์ 2) ความเป็นเหตุเป็นผล (Finding reasons) เช่น  
 จงบอกเหตุผลของการเป็นคนดีมา 3 อย่าง 3) สุภาษิต (Proverbs) เช่น จงอธิบายความหมายของ  
 สุภาษิตที่ว่า “ฝนทิ้งให้เป็นเข็ม” 4) ความไม่เป็นจริง (Ingenuity) 5) ความแตกต่างที่สำคัญ (Essential  
 differences) เช่น จงบอกความแตกต่างที่สำคัญระหว่าง “ความรับผิดชอบกับหน้าที่” และ 6) การบอก  
 ประเด็นความสำคัญของบทความที่ตัดตอนมา (Repeating thought of passage)

ต่อมาในปี 2003 แบบทดสอบของสแตนฟอร์ด-บินเน็ต ได้พัฒนาแบบทดสอบ ฉบับที่ 5 โดยใช้  
 ชื่อแบบทดสอบว่า “Stanford-Binet-5 Roid” ที่ประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 5 องค์ประกอบ ได้แก่  
 การวางแผนอย่างไม่เป็นทางการ (Fluid reasoning) ความรู้ (Knowledge) การให้เหตุผลเชิงปริมาณ  
 (Quantitative reasoning) การให้เหตุผลจากการมองเห็น-เกี่ยวกับมิติ (Visual-Spatial reasoning) และ

การจำ (Working memory) โดยแต่ละองค์ประกอบแยกเป็น 2 โดเมน ได้แก่ โดเมนที่เกี่ยวกับวจนภาษา และ โดเมนที่เกี่ยวกับภาษา

กูกานาส (Gurganas, 2007) ได้สรุปประเภทของแบบสอบมาตรฐาน แบบสอบย่อย และ ประเภทของการตอบ โดยแบบทดสอบที่เป็นมาตรฐานและใช้กันอยู่ จำแนกได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ 1) แบบทดสอบวัดสติปัญญาแบบกลุ่ม และ 2) แบบทดสอบวัดสติปัญญาเป็นรายบุคคล ดังตาราง 4 และ 5

**ตาราง 4** แบบทดสอบทางสติปัญญาแบบกลุ่ม ดัดแปลงจาก Gurganas, 2007

Test	Version	Type	SB	Subtests	Response Mode
California Achievement Test (5)	1993	NR, CR, SCR	✓	Computation Concepts and Applications	MC (Supplemental OR)
Iowa Tests of Basic Skills (M)	1996	NR, CR, SCR	✓	Computation Concepts and Estimation Problem Solving and Data Interpretation	MC
Metropolitan Achievement Test (8)	2001	NR, CR, SCR	✓	Concepts and Problem Solving Computation	MC
Stanford Achievement Test (4)	2004	NR, CR, SCR	✓	Problem Solving Procedures	MC, OR
Stanford Diagnostic Mathematics Test (10)	1995	NR, CR, DIAG	✓	6 subtests in concepts and applications 9 subtests in computation	MC, OR
	NR = norm-referenced CR = criterion-referenced SCR = screening DIAG = diagnostic			SB = standard-based MC = multiple choice OR = open or constructed response	

ตาราง 5 แบบทดสอบทางสติปัญญาแบบรายบุคคล ดัดแปลงจาก Gurganas, 2007

Test	Version	Type	Subtests	Response Mode
BRIGANCE Diagnostic Comprehensive Inventory of Basic Skills-Revised	1999	CR, DIAG	Number Computation Word Problems Applications Vocabulary	OR
Comprehensive Mathematical Abilities Test	2002	NR, DIAG	Basic Calculations Mathematical Reasoning Advanced Calculation Practical Applications	OR
Diagnostic Achievement Battery (3)	2001	NR, SCR	Calculation Reasoning	OR
Diagnostic Achievement Test for Adolescents (2)	1993	NR, SCR	Calculation Reasoning	OR
ENRIGHT Diagnostic Inventory of Basic Arithmetic Skills	1983	CR, DIAG	Computation-144 arithmetic skills in 13 sections	OR
Kaufman Test of Educational Achievement-NU (Comprehensive Form)	1997	NR, SCR	Application Computation	OR
KeyMath-Revised-NU	1998	NR, CR, DIAG	3 subtests in concepts 5 subtest in operations 5 subtests in applications (break-out of 43 domains)	OR
Monitoring Basic Skills Progress (2)	1998	CR, DIAG	CBM with 6 levels of computation (30 versions each) and grades 2 through 6 concepts and applications (30 tests each)	Primarily OR
Peabody Individual Achievement Test-Revised-NU	1998	NR, SCR	Concepts and Computation	MC

Test	Version	Type	Subtests	Response Mode
Test of Early Mathematics Ability (3)	2003	NR, SCR, DIAG	Informal concepts: relative magnitude, counting, calculation Formal concepts: Numbers and symbols, number facts, calculation, base-ten	OR
Test of Mathematical Abilities (2)	1994	NR, SCR	Vocabulary Computation General Information Story Problems Attitude	OR
Wechsler Individual Achievement Test (2)	2001	NR, SCR	Numerical Operations Mathematics Reasoning	OR
Woodcock-Johnson Tests of Achievement (3)	2001	NR, SCR	Calculation Math Fluency Applied Problems Quantitative Concepts	OR
NU = normative update only, not a revision	NR = norm-referenced CR = criterion-referenced SCR = screening DIAG = diagnostic		MC = multiple choice OR = open or constructed response	

### 3.2 วิธีการบ่งชี้เด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

การบ่งชี้เด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ เป็นประเด็นหลักที่มีการตั้งคำถามกันว่า 1) เด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์แท้ที่จริงแล้วมีจำนวน/สัดส่วนเท่าไรเมื่อเทียบกับประชากรทั้งหมด และ 2) จะใช้วิธีการบ่งชี้อย่างไร จึงจะสามารถคัดเลือกหรือบ่งชี้เด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ได้อย่างแท้จริงและไม่เกิดความผิดพลาดในการตัดสินว่าเด็กคนนั้นใช่/ไม่ใช่เด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

### ประเด็นแรก สัดส่วนของเด็กที่มีความสามารถพิเศษ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเด็กที่มีความสามารถพิเศษ พบว่า ยังไม่มีงานวิจัยที่ระบุชัดเจนว่าจะมีสัดส่วนของเด็กที่มีความสามารถพิเศษเท่าไร (Gagné, 2008) แต่มีงานวิจัยบางเรื่องที่กำลังกล่าวถึงจำนวนเด็กที่มีความสามารถพิเศษ เช่น มาร์แลนด์ (Marland, 1972 cited in Ross and Others, 1993) กล่าวว่า จะมีเด็กที่มีความสามารถพิเศษขั้นต่ำ 3-5% ของประชากรในโรงเรียน ซึ่งสอดคล้องกับเรนซูลลี (Renzulli, 2004) ที่ได้กล่าวถึง จำนวนของเด็กที่มีความสามารถพิเศษว่าจะมีประมาณ 3-5% ของประชากร ในขณะที่ เฮลเลอร์ (Heller, 2000 อ้างถึงใน มลิวัลย์ ลับไพรี, 2549) กล่าวถึง สัดส่วนของเด็กที่มีความสามารถพิเศษว่ามีสัดส่วนประมาณ 2-3%

นอกจากนี้ในงานวิจัยเรื่องการเสาะหาผู้ที่มีความสามารถพิเศษของ ลูปกอสกี-ชอปลิค และคณะ (Lupkowski-Shoplik, Benbow, Assouline, Brody, 2003) กล่าวถึง เกณฑ์ในการระบุเด็กที่มีความสามารถพิเศษว่าส่วนใหญ่เป็นผู้ที่มีตำแหน่งของเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ขึ้นไป เมื่อทดสอบด้วยแบบทดสอบของไอโอวา (Iowa test) หรือกล่าวได้ว่ามีสัดส่วนของเด็กที่มีความสามารถพิเศษประมาณ 5 % ของประชากร ซึ่งสอดคล้องกับมหาวิทยาลัยออกฟอร์ดบรูคประเทศอังกฤษ (Oxford Brookes University, 2007) ที่กล่าวถึงสัดส่วนของเด็กที่มีความสามารถพิเศษว่าจะมีเด็กและเยาวชนประมาณ 5% ที่มีความสามารถพิเศษ โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถทางสติปัญญาที่รวมผลการทดสอบ SATs และ GCSE และตัวชี้วัดอื่นๆ

ในขณะที่ กาเย่ (Gagné, 2003, 2008) กล่าวว่า สัดส่วนของเด็กที่มีความสามารถพิเศษจะมีประมาณ 10% ของประชากร โดยกาเย่ ได้จัดระดับของเด็กที่มีความสามารถพิเศษเป็น 5 ระดับ ได้แก่ ระดับเล็กน้อย ระดับปานกลาง ระดับสูง ระดับเยี่ยม และระดับยอดเยี่ยม โดยมีรายละเอียดดังตารางต่อไปนี้ (ดัดแปลงจาก Gagné, 2003)

**ตาราง 6** การจัดระดับของความสามารถพิเศษด้วยระบบ Metric-Based ตามแนวคิด กาเย่

ระดับของความสามารถพิเศษ	สัดส่วนของประชากร	เทียบเท่าระดับ IQ	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)
5 ยอดเยี่ยม (Extremely)	1:100,000	165	+4.3
4 เยี่ยม (Exceptionally)	1:10,000	155	+3.7
3 สูง (Highly)	1:1,000	145	+3.0
2 ปานกลาง (Moderately)	1:100	135	+2.3
1 เล็กน้อย (Mildly)	1:10	120	+1.3

กล่าวโดยสรุป คือ สัดส่วนเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์นั้นยังไม่มีการวิจัยที่ระบุชัดเจนว่าควรมีจำนวนเท่าไร แต่โดยส่วนใหญ่คาดว่าจะมีประมาณ 5% ของประชากร

### **ประเด็นที่สอง วิธีการบ่งชี้เด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์**

วิธีการบ่งชี้เด็กที่มีความสามารถพิเศษโดยทั่วไปที่ยึดปฏิบัติกันมากก็คือการทดสอบ หรือการสอบคัดเลือก ด้วยแบบทดสอบมาตรฐาน เช่น แบบทดสอบวัดระดับสติปัญญาของสแตนฟอร์ด-บินเน็ต (Stanford-Binet Test) และแบบทดสอบเชาว์ปัญญาของเวชลเลอร์ (Wechsler Achievement Test) เป็นต้น ซึ่งวิธีดังกล่าวสามารถบ่งชี้เด็กที่มีความสามารถพิเศษบางคนได้ เช่น เด็กที่เรียนดี ชอบวิธีการเรียนแบบบรรยาย ชอบการอ่านหนังสือ และมีความประพฤติดี แต่ก็มีเด็กที่มีความสามารถพิเศษบางคนที่ไม่ได้มีลักษณะเข้าเกณฑ์ที่คณะกรรมการตั้งไว้ ดังเช่นในอดีตที่กล่าวถึงตำนานการสำรวจค้นหาเด็กที่มีความสามารถพิเศษ เช่น 'ไอน์สไตน์' พุดได้เมื่ออายุ 4 ปี และเขียนหนังสือได้เมื่ออายุ 7 ปี ไอแซก นิวตัน ทำคะแนนได้ต่ำสุดเมื่อเรียนอยู่ชั้นประถมศึกษา และโทมัส เอดิสัน เป็นเด็กที่ครูบอกว่าเขาโง่เกินกว่าที่จะเรียนอะไรได้ ดังนั้น กระบวนการเสาะหา ควรใช้วิธีการอย่างหลากหลาย ทั้งนี้เพราะว่า เด็กมาจากสิ่งแวดล้อมที่ต่างกัน ซึ่งจะส่งผลต่อการทดสอบ หากเด็กมีปัญหาทางด้านอารมณ์ ภาษา การพูด การทดสอบ ตลอดจนการแปลผลจะต้องทำด้วยความระมัดระวัง การเสาะหาเด็กที่มีความสามารถพิเศษ ซึ่งเป็นที่ยอมรับในระดับนานาชาติ คือ การใช้กระบวนการตรวจสอบอย่างเป็นขั้นตอน โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่เหมาะสมกับแนวของเด็ก และนำข้อมูลหลายๆ ด้านมาประกอบกัน (Batchelder, 2000, Department of Education, Training and the Arts, 2004, Callahan, 2004, Clack, 2004, Colangelo and Brower, 2004, Feldhusen, Asher and Hoover, 2004, Passow, 2004, Renzulli, 2004, Renzulli and Delcourt, 2004, Rimm, 2004, Sternberg, 2004a, 2004b, อุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์, 2547, มลิวัดย์ ลับโพรี, 2549, ศศินันท์ ศิริธาดากุลพัฒน์, 2551)

สำหรับกลยุทธ์ที่ใช้ในการบ่งชี้เด็กที่มีความสามารถพิเศษ เฮลเลอร์ (Heller, 2000 อ้างถึงใน มลิวัดย์ ลับโพรี, 2549) กล่าวว่า ควรเริ่มต้นจากการเสนอชื่อเด็กที่มีความสามารถโดดเด่นในชั้นเรียน โดยใช้เกณฑ์การพิจารณาหลายๆ ด้านประกอบกัน ในขั้นแรก เป็นการที่ใช้แบบตรวจสอบรายการของครู เพื่อคัดเลือกเด็กทั้งหมด (100%) ให้เหลือ 10% หรือ 20% ขั้นที่สองทำการทดสอบอัจฉริยภาพหรือพิจารณาจากการให้คะแนนของครู ให้เหลือเด็กประมาณ 5% และทำการสัมภาษณ์ให้เหลือเด็ก 2-3% เพื่อจัดการเรียนการสอนในหลักสูตรตามความเหมาะสมทั้ง 5 รูปแบบ คือ การแยกเด็กออกจากชั้นเรียนปกติ การจัดเข้าเรียนในหลักสูตรสำเร็จรูป การจัดให้เข้าเรียนหลักสูตรเสริมประสบการณ์ การจัด

ให้เข้าเรียนหลักสูตรขยายประสบการณ์ และการจัดให้เด็กได้แข่งขันแสดงความสามารถทาง วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ภาษา ดนตรี หรือกีฬา

บอแลนด์ และไรท์ (Borland & Wright, 2004) กล่าวว่า การบ่งชี้เด็กที่มีความสามารถพิเศษ จะต้องใช้วิธีการที่หลากหลาย และเสนอแนวทางในการบ่งชี้เด็กที่มีความสามารถพิเศษ ที่มีอายุตั้งแต่ 3 ปีขึ้นไป ดังนี้

ระยะที่ 1 การตรวจสอบ (Screening) ขั้นตอนนี้จะเป็นการเลือกเด็กที่สมัครเข้าร่วมการ คัดเลือกผู้ที่มีความสามารถพิเศษโดยใช้ทีมคัดเลือก ประกอบด้วย 3 ส่วน ดังนี้ 1) การประเมินด้วย แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Assessment) ด้วยแบบทดสอบการวาดภาพบุคคล 2) การ ประเมินแนวใหม่ (Nontraditional Assessment) ได้แก่ การสังเกตในชั้นเรียน (การเล่น และกิจกรรม ทางวิชาการ) ความหลากหลายทางวัฒนธรรม และแฟ้มสะสมผลงาน 3) การเสนอชื่อโดยครู (Teacher Nomination)

ระยะที่ 2 การประเมินวินิจฉัย (Diagnostic Assessment) เป็นการประเมินคุณสมบัติทาง การศึกษาของผู้สมัคร ประกอบด้วย 4 ส่วน ดังนี้ 1) การประเมินด้วยแบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Assessment) ได้แก่ แบบทดสอบคำศัพท์รูปภาพร่างกาย แบบวัดความสามารถทาง คณิตศาสตร์ (TEMA-2) และแบบทดสอบความสามารถในการอ่าน (TERA-2) 2) การประเมินแนวใหม่ (Nontraditional Assessment) ได้แก่ การเขียนงานทางวิชาการ การเคลื่อนไหว และการสัมภาษณ์ 3) ให้ผู้ปกครองประเมินแฟ้มสะสมผลงานจากขั้นที่ 1 และ 4) การเสนอชื่อโดยครู (Teacher Nomination)

ระยะที่ 3 กรณีศึกษา และการตัดสินใจระบุเด็กที่มีความสามารถพิเศษ (Case Study and Placement Decision) ในระยะนี้จะแบ่งเด็กออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ไม่มีสัญญาณว่าเป็นเด็กที่มี ความสามารถพิเศษซึ่งกลุ่มนี้จะได้เรียนในชั้นเรียนปกติ กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ระบุได้ชัดเจนว่าเป็นเด็กที่มี ความสามารถพิเศษซึ่งจะได้เรียนในชั้นเรียนที่พิเศษ และกลุ่มที่ 3 คือกลุ่มที่อาจจะเป็เด็กที่มี ความสามารถพิเศษโดยกลุ่มนี้จะต้องทำการประเมินใหม่อีกครั้ง

กระทรวงศึกษาธิการของออสเตรเลีย (Department of Education, Training and the Arts, 2004) กล่าวถึงกระบวนการบ่งชี้เด็กที่มีความสามารถพิเศษว่าต้องประกอบด้วยข้อมูลจากหลายแหล่ง (Multifaceted) ด้วยการดึงพ่อแม่/ผู้ปกครอง ครู เด็ก และผู้เชี่ยวชาญเข้ามามีส่วนร่วมในการบ่งชี้โดยมี ขั้นตอนในการบ่งชี้เด็กที่มีความสามารถพิเศษ 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นเสนอชื่อ (Nomination) เป็นการ เสนอชื่อเด็กที่มีความสามารถพิเศษโดยพ่อแม่/ผู้ปกครอง เพื่อน ครูผู้สอน ครูที่ปรึกษา กลุ่มที่เด็กเป็น สมาชิก และตัวเด็กเอง โดยใช้แบบตรวจสอบรายการ 2) ขั้นตรวจสอบ (Screening) ตรวจสอบโดยใช้

เครื่องมือหลายประเภท เช่น แบบทดสอบมาตรฐาน แบบทดสอบสติปัญญา และ3) ชั้นเฝ้าสังเกต (Monitoring) และใช้การสัมภาษณ์ประกอบ

มหาวิทยาลัยออกฟอร์ดประเทศอังกฤษ (Oxford Brookes University, 2007) กล่าวว่า เพื่อความยุติธรรมและความถูกต้องในการระบุว่าเด็กและเยาวชนคนใดเป็นผู้ที่มีความสามารถพิเศษ นั้นควรใช้ตัวชี้วัดทั้งเชิงปริมาณและตัวชี้วัดเชิงคุณภาพมาทำการตรวจสอบข้ามรายการ (Cross checking) และการตรวจสอบสามเส้า (Triangulation of data) โดยตัวชี้วัดเชิงปริมาณประกอบด้วย 1) สารสนเทศจากการสมมุติหยาบของเด็กที่มีความสามารถพิเศษ 2) ผลการทดสอบ SATs 3) ผลการทดสอบในโรงเรียน 3) คะแนนจากแบบทดสอบความสามารถทางสติปัญญา เช่น CATs, MidYis, Yellis, และ Alis tests และ 4) คะแนนจากแบบทดสอบมาตรฐานอื่นๆ เช่น แบบทดสอบการอ่าน แบบทดสอบทางดนตรี และตัวชี้วัดเชิงคุณภาพประกอบด้วย 1) ข้อมูลจากสถานศึกษาในระดับก่อนๆ 2) การประเมินและการเสนอชื่อโดยครู 3) การสังเกตในชั้นเรียน 4) การเสนอชื่อโดยเพื่อนร่วมชั้นเรียนและตัวเอง 5) สารสนเทศจากพ่อแม่/ผู้ปกครอง และ 6) สารสนเทศภายนอก เช่น ผู้ฝึกสอนนักกีฬา ครูสอนดนตรี

กระทรวงศึกษาธิการนิวซีแลนด์ (New Zealand Department of Education, 2008) กล่าวว่า การบ่งชี้เด็กที่มีความสามารถพิเศษนั้นจะต้องใช้ทั้งวิธีการเชิงปริมาณและวิธีการเชิงคุณภาพ ด้วยวิธีการดังนี้ 1) การเสนอชื่อโดยครู, ผู้ปกครอง, เพื่อน/เพื่อนร่วมชั้นเรียน และตัวเด็กเอง 2) แบบทดสอบมาตรฐานทางสติปัญญา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ 3) แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง 4) การประเมินแฟ้มสะสมผลงาน และ 5) มาตรฐานประมาณค่า และแบบตรวจสอบรายการ

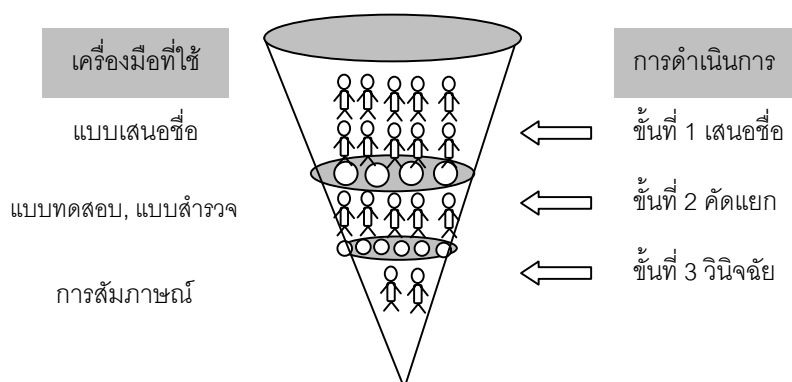
สำหรับการคัดเลือกเด็กที่มีความสามารถพิเศษในประเทศไทย อุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์ (2547) กล่าวว่า การเสาะหาเด็กที่มีความสามารถพิเศษมีหลายวิธี โดยมีหลักเกณฑ์การพิจารณาจาก 1) วัตถุประสงค์ของโครงการ 2) ธรรมชาติของเด็กแต่ละประเภท และ 3) ธรรมชาติและปัญหาของเด็กแต่ละคน โดยใช้เครื่องมือและกระบวนการหลายรูปแบบ เช่น การสังเกตโดยผู้เชี่ยวชาญ จากการสังเกตต่อเนื่องโดยข้อมูลจากพ่อแม่ ครู สังเกตจากหลายๆ สถานการณ์ จากพฤติกรรมที่โดดเด่นของเด็ก และจากการใช้เครื่องมือและกระบวนการที่เป็นขั้นตอน โดยการสำรวจหาเด็กที่มีความสามารถพิเศษเฉพาะทางตามหลักวิชาการในปัจจุบันนี้มีขั้นตอนดังนี้ ขั้นที่ 1 ทำการสำรวจแบบคร่าวๆ จากข้อมูลหลายด้าน ได้แก่ แบบสำรวจแนวความสามารถพิเศษ รายงานจากครูเกี่ยวกับตัวเด็กในเรื่องความสามารถทางด้านสติปัญญา ความกระตือรือร้น สไตล์การเรียนรู้ พัฒนาการทางอารมณ์ สังคม ฯลฯ ประวัติจากครอบครัวเกี่ยวกับพัฒนาการ ประวัติการสังเกตพฤติกรรมที่โดดเด่น ความสนใจกิจกรรมนอกโรงเรียน ผลการเรียน ผลงานของเด็ก การสำรวจความสนใจ และแบบทดสอบสติปัญญาแบบกลุ่ม โดยคัดประมาณ



10 -20% ของเด็กที่เข้าร่วมโครงการ ชั้นที่ 2 ทำการทดสอบเฉพาะสาขาวิชา โดยคัดเลือกเด็กประมาณ 5% และชั้นสุดท้าย ทำการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญให้เหลือเด็กประมาณ 2 – 3%

ศักดา บุญโตและคณะ (ศักดา บุญโตและคณะ 2548) กล่าวถึงขั้นตอนการเสาะหาเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ 3 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 ประกอบด้วย การเสนอชื่อโดยครูผู้สอน คณิตศาสตร์ การเข้าห้องศูนย์วิชาการ ผลการเรียน รายงานจากครู การสัมภาษณ์ ครู เด็ก ผู้ปกครอง และผลงานที่โดดเด่นทางคณิตศาสตร์ ขั้นที่ 2 ประกอบด้วย การใช้กิจกรรมนอกหลักสูตร เสริมประสบการณ์ คณิตศาสตร์ และแบบทดสอบทางคณิตศาสตร์ และขั้นที่ 3 ประกอบด้วย ให้ผู้เชี่ยวชาญในการตัดสินใจ นอกจากนี้ ศักดา บุญโตและคณะยังกล่าวเพิ่มเติมว่า การคัดเลือกเด็กเพื่อเข้าร่วมโครงการ นอกจากการจัดตามขั้นตอนอย่างมีลำดับดังกล่าวแล้ว กระบวนการเสาะหาได้จัดให้มีการเตรียมความพร้อมให้กับเด็ก โดยการจัดให้เด็กทำกิจกรรม ทดสอบ ประเมินผล และติดตามผลของเด็กอย่างเป็นระบบเป็นเวลา 3 ปี เพื่อป้องกันความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น การคัดแยกดังกล่าวจึงต้องใช้เวลา ความสนใจ และความร่วมมือจากผู้ที่เกี่ยวข้อง ผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้เด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ได้มีโอกาสได้รับการจัดการจัดการศึกษาที่เหมาะสม

กล่าวโดยสรุปก็คือการบ่งชี้เด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ต้องใช้เครื่องมือและวิธีการที่เหมาะสมกับแนวของเด็กในการบ่งชี้ และนำข้อมูลหลายๆ ด้านมาประกอบกันในการตัดสินใจว่าเด็กคนใดเป็นเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ตลอดจนมีกระบวนการตรวจสอบอย่างเป็นขั้นตอน โดยมีขั้นตอนหลักๆ ดังนี้ ขั้นที่ 1 ขั้นเสนอชื่อ เป็นขั้นที่ผู้ใกล้ชิดและรู้จักเด็กเป็นอย่างดี เช่น พ่อแม่ ผู้ปกครอง ครูผู้สอน เพื่อน ตัวเด็กเอง เป็นผู้ให้รายละเอียดโดยใช้เครื่องมือที่เป็นแบบเสนอชื่อ เช่น แบบเสนอชื่อสำหรับพ่อแม่/ ผู้ปกครอง แบบเสนอชื่อสำหรับครู แบบเสนอชื่อสำหรับเพื่อน เป็นต้น ซึ่งข้อมูลจะนำมาเขียนรายงานประกอบการลงความเห็นเพื่อรายงานเรื่องราวเกี่ยวกับเด็ก ขั้นที่ 2 ขั้นคัดแยกอย่างเป็นทางการ เป็นการคัดแยกที่ใช้เกณฑ์ตามหลักวิชา โดยใช้เครื่องมือเป็นทางการเพื่อทดสอบความสามารถเฉพาะด้านทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเชิงวิชาการ แบบทดสอบสติปัญญารายบุคคล แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ แบบทดสอบความถนัด แบบสำรวจความสนใจ เป็นต้น และชั้นสุดท้ายขั้นวินิจฉัยและสรุปความเห็น เป็นการตรวจสอบความถูกต้องในการบ่งชี้เด็กที่มีความสามารถพิเศษ โดยใช้ข้อมูลจากขั้นที่ 1 และ 2 ประกอบกับการสัมภาษณ์ และการตัดสินใจโดยผู้เชี่ยวชาญ ดังแผนภาพ 4



แผนภาพ 4 ขั้นตอนการบ่งชี้เด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์  
(ดัดแปลงจากอุษณีย์ โพธิ์สุข, 2542)

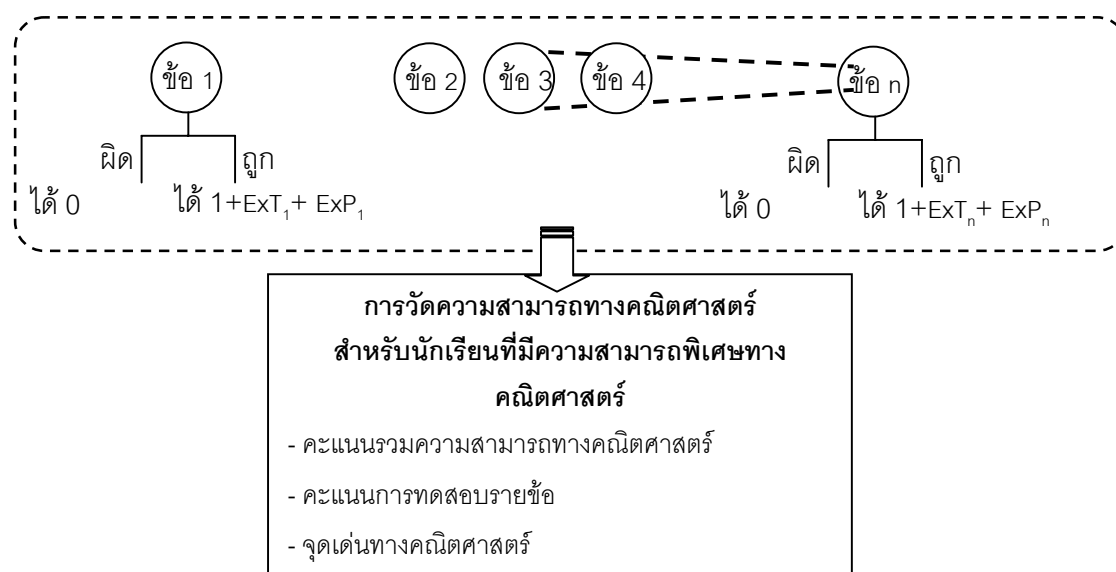
### 3.3 เครื่องมือวัดความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

การวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ สำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องจากการเสาะหา/บ่งชี้เด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ เพื่อที่จะพัฒนาศักยภาพของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์เหล่านี้ แต่ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการวัดความสามารถทางสติปัญญาของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ที่พบ คือ ถ้าข้อสอบที่ใช้มีความง่ายเมื่อเทียบกับระดับความสามารถของเด็กเหล่านี้ จะทำให้เกิดปัญหาคะแนนสอบติดเพดาน (Lupkowski-Shoplik, Benbow, Assouline and Brody, 2003) นั่นคือเราจะได้สารสนเทศจากเด็กเหล่านี้น้อยมาก ดังนั้นเครื่องมือหรือข้อสอบที่ใช้ในการวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ สำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ จึงควรมีความยากในระดับสูง และมีความเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้สอบ นอกจากนี้จากการศึกษาแนวคิดเด็กที่มีความสามารถพิเศษจะพบว่า ลักษณะที่สำคัญของเด็กที่มีความสามารถพิเศษคือจะเป็นผู้ที่มีความสามารถในการคิดได้รวดเร็วและแม่นยำกว่าเด็กทั่วๆ ไปที่มีอายุและประสบการณ์เดียวกัน (Abraham, 1958, Krutetskii, 1976, House, 1991, U.S. Office of Education, 1993 cited in Ross and Others, 1993, Silverman, 1993 cited in Department of Education and Training Curriculum, 2004, Department of Education Training and the Arts, 2004, Oxford Brookes University, 2007, อุษณีย์ บริพัตร ณ อยุรยา, 2531, ยุพร ริมชลการ, 2543, สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2545, สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2548, ศูนย์พัฒนาอัจฉริยภาพ, 2551)

ดังนั้นเวลาในการทำข้อสอบแต่ละข้อจึงเป็นสิ่งสำคัญในการตัดสินระดับความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการทดสอบโดยใช้กระดาษ-ดินสอ มีข้อจำกัดในเรื่องดังกล่าว ดังนั้นการสร้างเครื่องมือ

ในการวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ สำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องใช้การทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์เพื่อลดข้อจำกัดดังกล่าว นอกจากนี้แนวคิดของการทดสอบแบบดั้งเดิมที่ใช้กันในปัจจุบันมีข้อจำกัดที่สำคัญ ได้แก่ การที่พารามิเตอร์ของข้อสอบผันแปรไปตามกลุ่มผู้สอบ และคะแนนที่สังเกตได้หรือค่าประมาณความสามารถของผู้ตอบไม่เป็นอิสระขึ้นอยู่กับข้อสอบและแบบสอบที่นำมาใช้ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2550) ดังนั้นการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบจำเป็นต้องประยุกต์ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบกับการใช้เวลาในการตอบข้อสอบแต่ละข้อมาพิจารณาด้วยเพื่อให้ได้สารสนเทศในการสอบสูงสุด

กล่าวโดยสรุปได้ว่า เวลาที่ใช้ในการทำข้อสอบแต่ละข้อของผู้รับการทดสอบแต่ละคนเป็นตัวชี้วัดสำคัญในการวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ สำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์โดยผู้ที่สามารถทำข้อสอบแต่ละข้อได้ถูกต้องและใช้เวลาในการทำข้อสอบข้อนั้นน้อยกว่าควรจะเป็นผู้ที่มีความสามารถมากกว่าผู้ที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูกแต่ใช้เวลามากกว่า โดยการวัดเวลาในการทำข้อสอบแต่ละข้อนั้นสามารถทำได้โดยการใช้การทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ แล้วนำเวลาที่ได้จากการตอบข้อสอบข้อนั้นๆ ได้ถูกต้องมาเป็นเกณฑ์ในการให้คะแนนในการทำข้อสอบแต่ละข้อ ดังแผนภาพ 5



หมายเหตุ  $ExT_i$  หมายถึง คะแนนพิเศษในมิติของเวลา สำหรับข้อสอบข้อที่  $i$  เมื่อ  $i = 1, 2, \dots, n$   
 $ExP_i$  หมายถึง คะแนนพิเศษในมิติของความยากของข้อสอบ สำหรับข้อสอบข้อที่  $i$  เมื่อ  $i = 1, 2, \dots, n$

**แผนภาพ 5** การวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์  
 สำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

#### ตอนที่ 4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือวัดความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

ยูสกิน (Usiskin, 2000) ทำการพัฒนาโมเดลแบบลดหลั่นระดับความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ โดยแบ่งออกเป็น 8 ระดับ จากระดับ 0 ถึง ระดับ 7 และเรียกผู้ที่มีความสามารถในระดับที่ 5 ถึง 7 ว่า เป็นผู้ที่มีความสามารถพิเศษ และเรียกผู้ที่มีความสามารถในระดับ 6 – 7 ว่าเป็นผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ โดยระดับ 0 หมายถึง ผู้ที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์เล็กน้อย (No mathematical talent) ระดับ 1 หมายถึง ผู้ที่มีความสามารถเกี่ยวกับตัวเลขเทียบเท่ากับเด็กเกรด 6 ถึง 9 (Mathematical talent of students in Grades 6 to 9) โดยคนส่วนใหญ่จะความสามารถทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 0 และ 1 และมีคนเพียงส่วนน้อยที่จะมีความสามารถทางคณิตศาสตร์ในระดับ 2 ถึงระดับ 7 โดยระดับ 2 หมายถึง ผู้ที่มีศักยภาพในการสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา (Mathematical talent of honors high school student) ระดับ 3 หมายถึง ผู้ที่มีศักยภาพทางคณิตศาสตร์อย่างมากมาย สามารถสอบ SATs ได้คะแนนอยู่ในช่วง 750 – 800 หรือ ได้ 4 หรือ 5 ในการทดสอบ Calculus advanced placement exams เด็กเหล่านี้มีศักยภาพในการเรียนต่อในระดับปริญญาโททางคณิตศาสตร์ (Mathematical talent of graduate school student) ระดับ 4 หมายถึง ผู้ที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ในระดับมืออาชีพ และเป็นเลิศในการแข่งขันทางด้านคณิตศาสตร์ (Mathematical talent of professional mathematician) ระดับ 5 หมายถึง นักคณิตศาสตร์ที่สามารถสร้างผลผลิต/นวัตกรรมที่ได้รับการตีพิมพ์หรือจดสิทธิบัตร โดยบุคคลเหล่านี้สามารถจะประสบความสำเร็จในการเรียนระดับปริญญาเอกทางด้านคณิตศาสตร์ (Productive mathematician) ระดับ 6 หมายถึง นักคณิตศาสตร์ที่มีศักยภาพยอดเยี่ยมและได้รับการยอมรับจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านคณิตศาสตร์ (Exceptional mathematician) และ ระดับ 7 หมายถึง อัจฉริยะทางด้านคณิตศาสตร์

จาโรเซวิช และคณะ (Jarosewich and Others, 2002) ทำการเปรียบเทียบเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินเด็กที่มีความสามารถพิเศษ ระหว่างแบบประเมินโดยครู จำนวน 3 ฉบับ ได้แก่ 1) มาตรฐานประเมินเด็กที่มีความสามารถพิเศษและเด็กที่มีพรสวรรค์ (Gifted and Talented Evaluation Scales: GATES) 2) มาตรฐานประเมินเด็กที่มีพรสวรรค์ รุ่น 2 (Gifted Evaluation Scales, Second Edition: GES-2) และ 3) มาตรฐานประเมินค่าคุณลักษณะทางพฤติกรรมของเด็กที่ยอดเยี่ยม (Scales for Rating the Behavioral Characteristics of Superior Student: SRBCSS) โดยผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างมาตรฐานประเมินทั้ง 3 ฉบับเป็นดังนี้

1) เนื้อหาของมาตรฐานประเมิน GATES และ GES-2 ประกอบด้วย ความสามารถทางสติปัญญา ความสามารถทางวิชาการ ความคิดสร้างสรรค์ และความเป็นผู้นำ โดยที่ GATES จะเพิ่ม ความสามารถ

พิเศษทางจิตศิลป์ และ GES-2 จะเพิ่มเรื่องความสามารถในการแสดงออกหรือเกี่ยวกับการมองทางศิลปะ ส่วนมาตรฐานประเมิน SRBCSS จะประเมิน 10 ลักษณะของเด็ก ได้แก่ การเรียนรู้ ความคิดสร้างสรรค์ แรงจูงใจ ความเป็นผู้นำ ศิลปะ ดนตรี การแสดง การสื่อสาร (แม่นยำ) การสื่อสาร (การแสดงออก) และการวางแผน

2) จำนวนข้อคำถาม ลักษณะ การให้คะแนน ช่วงอายุ และเวลาในการดำเนินการ ฉบับที่ 1 GATES ประกอบด้วยข้อคำถาม 50 ข้อ เป็นมาตรฐานประมาณค่า 9 ระดับ โดยการเปรียบเทียบกับกลุ่มคนที่มีความอายุเดียวกัน (ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย ถึง สูงกว่าค่าเฉลี่ย) แต่ละเนื้อหาจะมีคะแนนมาตรฐาน แต่จะไม่มีคะแนนมาตรฐานของเนื้อหาโดยรวม สำหรับผู้มีอายุ 5 – 18 ปี ใช้เวลาในการประเมิน 5-10 นาที ฉบับที่ 2 GES-2 ประกอบด้วยข้อคำถาม 48 ข้อ เป็นมาตรฐานประมาณค่าแบบลิเคิร์ต 5 ระดับ ประมาณค่าตามความถี่ในการกระทำพฤติกรรม (1=ไม่เคยแสดงพฤติกรรมหรือทักษะ, 5=แสดงพฤติกรรมหรือทักษะสม่ำเสมอ) แต่ละเนื้อหา และคะแนนรวมจะมีคะแนนมาตรฐาน สำหรับผู้มีอายุ 5 – 18 ปี ใช้เวลาในการประเมิน 20 นาที และ ฉบับที่ 3 SRBCSS ประกอบด้วยข้อคำถาม 96 ข้อ เป็นมาตรฐานประมาณค่า 6 ระดับ (ไม่เคยกระทำพฤติกรรม ถึง ทำพฤติกรรมเป็นประจำ) โดยแต่ละเนื้อหาจะไม่มีคะแนนมาตรฐาน สำหรับผู้ที่อยู่ในระดับ K-12

3) ความเที่ยงของมาตรฐานทั้ง 3 ฉบับ ในส่วนของความสอดคล้องภายใน (Internal Consistency) อยู่ในระดับที่ดีเยี่ยม ( $r > .80$ ) การทดสอบซ้ำ (Test-retest) อยู่ในระดับดีเยี่ยม (มีเพียงเนื้อหาความเป็นผู้นำของ SRBCSS เท่านั้นที่อยู่ในระดับดี)

สกอตต์ และเดลกาโด (Scott, M. S. and Delgado, C. F., 2005) ทำการคัดเลือกเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางด้านความรู้ของเด็กชนกลุ่มน้อยก่อนวัยเรียน โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นเด็กที่อยู่ในโรงเรียนเอกชน 37 แห่ง จำนวน 338 คน และเด็กในโรงเรียนรัฐบาล 10 แห่ง จำนวน 56 คน และมีคนขาดหาย 1 คน รวมกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 395 คน โดยแบ่งตามเชื้อสาย (ผิวดำ 36% ผิวดำ 25% และ Hispanic 39%) และ แบ่งตามเพศ ในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน (ชาย 59% หญิง 41%) แยกเด็กเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มก่อนวัยเรียน จำนวน 395 คน และกลุ่มเกรด 1 จำนวน 262 คน แยกเป็นเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางด้านความรู้ จำนวน 26 คน และเด็กปกติจำนวน 236 คน เนื้อหาและโครงสร้างของชุดแบบทดสอบที่ใช้ประกอบด้วย 9 คุณลักษณะ ได้แก่ 1) การชี้ตำแหน่งของรูปภาพ 2) การจดจำรูปภาพ 3) การหาภาพที่ผิดปกติ 4) การหาจุดที่ผิดปกติในภาพ 5) การจัดเรียงลำดับรูปภาพ 6) การหารูปภาพที่มีเสียงสัมพันธ์กัน 7) การให้ความหมายของคำ 8) สารสนเทศจากสัญลักษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง และ 9) สารสนเทศแบบมีโครงสร้าง โดยกลุ่มตัวอย่างเชื้อสาย Hispanic ร้อยละ 52 จะถูก

ทดสอบด้วยภาษาอังกฤษ ร้อยละ 44 จะถูกทดสอบด้วยภาษาสเปน และร้อยละ 4 จะถูกทดสอบทั้งสองภาษา โดยใช้เวลาในการทดสอบ 15 – 20 นาที

ไปฟเฟออร์ และเพ็ทสเซอร์ (Pfeiffer and Petscher, 2008) ทำการบ่งชี้เยาวชนที่มีความสามารถพิเศษโดยใช้มาตราประมาณค่า Gifted Rating Scales-Preschool/Kindergarten Form (GRS-P) ทำการทดสอบกับกับอายุ 4-6 ปี จำนวน 375 คน เป็นชาย 188 คน หญิง 187 คน แบ่งช่วงอายุเด็กเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ 4 ปี ถึง 4 ปี 5 เดือน , 4 ปี 6 เดือน ถึง 4 ปี 11 เดือน , 5 ปี ถึง 5 ปี 5 เดือน , 5 ปี 6 เดือน ถึง 5 ปี 11 เดือน และ 6 ปี ถึง 6 ปี 11 เดือน โดยแบบทดสอบ GRS-P ประกอบด้วย 5 สเกล จำนวน 60 ข้อ (ประยุกต์ใช้โมเดลพหุมิติของเด็กที่มีความสามารถพิเศษ) ดังนี้ 1) ความสามารถทางสติปัญญา 2) ความสามารถทางวิชาการ 3) ความคิดสร้างสรรค์ 4) ความสามารถพิเศษทางศิลปะ และ 5) แรงจูงใจ แต่ละข้อคำถามจะให้ผู้เป็นผู้ให้คะแนน คะแนนเต็ม 9 คะแนน แบ่งเป็น 3 ช่วง 1-3 (ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย) 4-6 และ 7-9 (สูงกว่าค่าเฉลี่ย)

โจลลี่ และ เคทท์เลอร์ (Jolly and Kettler, 2008) ทำการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเด็กที่มีพรสวรรค์/ความสามารถพิเศษ ตั้งแต่ปี 1994 – 2003 ที่นำเสนอในวารสารเพื่อการศึกษาของเด็กที่มีความสามารถพิเศษ (Journal for the Education of the Gifted) ด้วยการสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเด็กที่มีความสามารถพิเศษ จำนวน 397 เรื่อง เมื่อจำแนกตามคำค้น พบว่า มีงานวิจัยที่เกี่ยวกับเพศ จำนวน 69 เรื่อง ชนกลุ่มน้อย จำนวน 58 เรื่อง อัตมโนทัศน์ จำนวน 44 เรื่อง อารมณ์ทางสังคม จำนวน 38 เรื่อง และการบ่งชี้เด็กที่มีความสามารถพิเศษ จำนวน 37 เรื่อง และสามารถจำแนกตามกลุ่มใหญ่ ๆ ได้ 10 กลุ่ม ได้แก่ ประชากรที่มีความสามารถพิเศษ (196) ความต้องการทางจิตใจและสังคม (149) การวัดผล (119) การสอนและการศึกษา (116) สภาพแวดล้อมของโรงเรียน (65) สติปัญญา และความสามารถ (61) หลักสูตร (56) ชุมชน (38) การจัดโปรแกรมพิเศษ (29) และ โปรแกรมการศึกษาและนโยบาย (23) โดยในส่วนของงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดผล มีงานวิจัยที่เกี่ยวกับการบ่งชี้เด็กที่มีความสามารถพิเศษ จำนวน 37 เรื่อง การวัดผลสัมฤทธิ์/ความสำเร็จ จำนวน 30 เรื่อง และการประเมิน 27 เรื่อง ในหมวดของความสามารถทางสติปัญญา พบว่า เป็นเรื่องเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ จำนวน 28 เรื่อง (จากทั้งหมด 61 เรื่อง) เมื่อจำแนกตามหลักสูตร พบว่า ส่วนใหญ่เป็นเรื่องของคณิตศาสตร์ ภาษา และวิทยาศาสตร์ (จำนวน 17, 16 และ 15 เรื่อง ตามลำดับ) นอกจากนี้ผลการวิจัยยังพบว่า เมื่อจำแนกตามวิธีการดำเนินการวิจัย พบว่า ร้อยละ 83.6 เป็นงานวิจัยเชิงบรรยาย ร้อยละ 10.8 เป็นการวิจัยเชิงตรวจสอบยืนยัน และมีเพียงร้อยละ 5.5 เท่านั้นที่เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง/กึ่งทดลอง

สุริพร ศิริมาลย์, 2539 ทำการพัฒนาเครื่องมือระบุเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กับเด็กในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 1,286 คน ได้เครื่องมือที่ใช้

ในการระบุเด็กที่มีความสามารถพิเศษ จำนวน 2 ฉบับ ฉบับที่ 1 เป็นการวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยคุณลักษณะที่มุ่งวัด 10 ด้าน ได้แก่ 1) การจัดระบบข้อมูล 2) ความคิดวงใจ 3) การโยนโยนความคิด 4) การหารูปแบบการคิด 5) ความสัมพันธ์เชิงเหตุผลด้านมิติสัมพันธ์ 6) การใช้เหตุผลเชิงอุปมาและอนุมาน 7) ความสามารถในการจำ 8) การคิดค้นปัญหาอย่างอิสระ 9) การคิดที่ยืดหยุ่น 10) การคิดค้นโครงสร้างและมีเหตุผลที่กระชับ โดยด้านที่ 1-6 เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก (ค่าความเที่ยง = 0.771) ด้านที่ 7 เป็นแบบเติมคำตอบ (ค่าความเที่ยง = 0.753) และด้านที่ 8 – 10 เป็นแบบอัตนัย (ค่าความเที่ยง = 0.508) ส่วนฉบับที่ 2 เป็นแบบวัดคุณลักษณะส่วนตัว ประกอบด้วยคุณลักษณะที่มุ่งวัด 2 ด้าน ได้แก่ การมีพลังทำงานทางคณิตศาสตร์โดยไม่ย่อและ ความสนใจในการรวบรวมความรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยมีลักษณะเป็นมาตราประมาณค่า 5 ระดับ (ค่าความเที่ยง = 0.898)

บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์, 2544 ทำการพัฒนามาตรประเมินคุณลักษณะความสามารถพิเศษของเด็กนักเรียนอายุ 6 – 12 ปี ตามแนวคิดของ Renzulli กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 – 6 ที่เคยเข้าร่วมโครงการนำร่องการพัฒนาอัจฉริยภาพเด็กและเยาวชน ในช่วงปี 2539 – 2541 จำนวน 96 คน เครื่องมือที่ใช้เป็นมาตราประเมินค่า 4 ระดับ จำนวน 10 ฉบับ คือ 1) การเรียนรู้ 2) แรงจูงใจ 3) ความคิดสร้างสรรค์ 4) ความเป็นผู้นำ 5) ความสามารถทางศิลปะ 6) ความสามารถทางดนตรี 7) การแสดง 8) การสื่อสารถูกต้องแม่นยำ 9) การสื่อสารถ่ายทอด และ 10) การวางแผน โดยมีหลักฐานความเที่ยงของมาตราประเมินแต่ละฉบับ เท่ากับ 0.96 0.92 0.86 0.96 0.96 0.86 0.96 0.96 0.88 และ 0.98 ตามลำดับ และมีหลักฐานความตรงตามโครงสร้างโดยใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบ พบว่า ทุกมาตราประเมินคุณลักษณะความสามารถพิเศษต่างก็วัดองค์ประกอบเดียวกัน ยกเว้น มาตราประเมินคุณลักษณะความสามารถพิเศษด้านความคิดสร้างสรรค์รายชื่อที่วัดสององค์ประกอบ โดยแต่ละรายชื่อยังมีค่าน้ำหนักขององค์ประกอบสูง

## ตอนที่ 5 ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ

ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory: IRT) ตั้งอยู่บนแนวคิดสำคัญ 2 ประการ ได้แก่ 1) พฤติกรรมในการตอบข้อสอบของผู้สอบนำไปใช้ทำนายความสามารถ (Ability) หรือ ลักษณะภายใน (Trait) ของผู้สอบและ 2) พฤติกรรมในการตอบข้อสอบของผู้สอบสัมพันธ์กับความสามารถ (Ability) หรือลักษณะภายใน (Trait) ของผู้สอบ แนวคิดนี้อยู่บนพื้นฐานความเชื่อว่าคุณลักษณะภายในตัวบุคคลซึ่งสังเกตไม่ได้จะเป็นตัวกำหนดพฤติกรรมหรือผลการตอบข้อสอบซึ่งสามารถสังเกตได้ ความสัมพันธ์ดังกล่าวจะสามารถอธิบายได้ด้วยฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ เรียกว่า ฟังก์ชันการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Function) มี 2 ลักษณะคือ ฟังก์ชันโลจิสติก (Logistic Function) และฟังก์ชันปกติสะสม (Normal Ogive Function) ฟังก์ชันการตอบสนองข้อสอบนี้เมื่อแสดงด้วยกราฟ จะได้โค้งลักษณะข้อสอบ (Item Characteristic Curve: ICC) ลักษณะข้อสอบประกอบด้วย พารามิเตอร์ข้อสอบต่างๆ ได้แก่ พารามิเตอร์ความยาก (Difficulty Parameter) พารามิเตอร์อำนาจจำแนก (Discrimination Parameter) พารามิเตอร์การเดา (Guessing Parameter) และพารามิเตอร์ความสะเพร่า (Careless Parameter) นำมาใช้กำหนดลักษณะรูปแบบต่างๆ ได้แก่ รูปแบบ 1 พารามิเตอร์ (One-Parameter Model) รูปแบบ 2 พารามิเตอร์ (Two-Parameter Model) รูปแบบ 3 พารามิเตอร์ (Three-Parameter Model) และรูปแบบ 4 พารามิเตอร์ (Four-Parameter Model) (Hambleton and Swaminathan, 1985)

### ข้อตกลงเบื้องต้นตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ

ข้อตกลงเบื้องต้นตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบกล่าวถึงความเป็นมิติเดียว ความเป็นอิสระในการตอบข้อสอบ โค้งลักษณะข้อสอบ และการสอบที่ไม่แข่งขันด้านเวลา (Hambleton and Swaminathan, 1985, ศิริชัย กาญจนวาสี, 2550) มีรายละเอียดดังนี้

1) ความเป็นมิติเดียว (Unidimension) ผลการตอบข้อสอบของผู้สอบสามารถอธิบายความสามารถหรือคุณลักษณะภายในเพียงด้านใดด้านหนึ่งของผู้สอบ คุณลักษณะภายในด้านเดียวนี้มีความหมายเหมือนเป็นมิติเดียว ในสภาพความเป็นจริง ข้อตกลงนี้พบว่า ยังมีคุณลักษณะภายในหลายประการที่ส่งผลร่วมต่อการตอบข้อสอบเข้ามาเกี่ยวข้อง ดังนั้นจึงได้ผ่อนปรนจากความเป็นมิติเดียวให้เป็นลักษณะเด่น (Dominant) หรือลักษณะหลัก ซึ่งสามารถนำไปอธิบายผลการตอบข้อสอบของผู้สอบได้



2) ความเป็นอิสระในการตอบข้อสอบ (Local Independence) เมื่อค่าความสามารถของผู้สอบเป็นค่าแน่นอน การตอบข้อสอบแต่ละข้อของผู้สอบคนหนึ่งจะมีความเป็นอิสระจากกันหรืออาจกล่าวได้ว่าการตอบข้อสอบข้อใดๆ ของผู้สอบจะไม่มีผลต่อข้อสอบข้ออื่นๆ สิ่งส่งผลต่อการตอบข้อสอบแต่ละข้อเป็นผลมาจากความสามารถของผู้สอบเท่านั้น ความเป็นอิสระในการตอบข้อสอบทำให้พารามิเตอร์ข้อสอบยังเป็นค่าคงที่ไม่ว่าข้อสอบข้อนั้นอยู่ตำแหน่งใดๆ บนแบบทดสอบ การละเมิดความเป็นอิสระในการตอบข้อสอบเกิดขึ้นได้ เช่น การตอบข้อสอบข้อใดข้อหนึ่งถูกต้องจำเป็นต้องใช้ข้อมูลจากข้อสอบอื่นช่วย หรือกรณีเนื้อหาของข้อสอบหนึ่งมีความสัมพันธ์กับการตอบข้อสอบข้ออื่น หรือมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาข้อสอบ เป็นต้น ถ้ามีการละเมิดข้อตกลงเกิดขึ้น รูปแบบความน่าจะเป็นของการตอบข้อสอบจะเปลี่ยนแปลงไม่คงที่กับรูปแบบของทฤษฎีการตอบข้อสอบที่ได้กำหนดไว้

3) โค้งลักษณะข้อสอบ (Item Characteristic Curve) หรือ ฟังก์ชันการตอบข้อสอบ (Item Response Function: IRF) จะเป็นฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นของการตอบข้อสอบถูกต้องกับระดับความสามารถของผู้สอบ โดยโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบตรรกะให้คะแนน 2 ค่าที่ใช้กัน ดังตาราง 7 (ดัดแปลงจาก Hambleton and Swaminathan, 1985)

ตาราง 7 รูปแบบทางคณิตศาสตร์ของโค้งลักษณะข้อสอบ

พารามิเตอร์	รูปแบบทางคณิตศาสตร์	
	ฟังก์ชันโลจิสติก	ฟังก์ชันปกติสะสม
1 พารามิเตอร์	$P_i(\theta) = \frac{e^{D(\theta-b_i)}}{1 + e^{D(\theta-b_i)}}$	$P_i(\theta) = \int_{-\infty}^{\theta-b_i} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-z^2/2} dz$
2 พารามิเตอร์	$P_i(\theta) = \frac{e^{Da_i(\theta-b_i)}}{1 + e^{Da_i(\theta-b_i)}}$	$P_i(\theta) = \int_{-\infty}^{a_i(\theta-b_i)} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-z^2/2} dz$
3 พารามิเตอร์	$P_i(\theta) = c_i + (1 - c_i) \frac{e^{Da_i(\theta-b_i)}}{1 + e^{Da_i(\theta-b_i)}}$	$P_i(\theta) = c_i + (1 - c_i) \int_{-\infty}^{a_i(\theta-b_i)} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-z^2/2} dz$
4 พารามิเตอร์	$P_i(\theta) = c_i + (\gamma_i - c_i) \frac{e^{Da_i(\theta-b_i)}}{1 + e^{Da_i(\theta-b_i)}}$	$P_i(\theta) = c_i + (\gamma_i - c_i) \int_{-\infty}^{a_i(\theta-b_i)} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-z^2/2} dz$

- \* เมื่อ  $P_i(\theta)$  = ความน่าจะเป็นที่ผู้ตอบซึ่งมีความสามารถ  $\theta$  จะตอบข้อสอบข้อที่  $i$  ได้ถูกต้อง  
 $\theta$  = ระดับความสามารถของผู้สอบ มีค่าอยู่ระหว่าง  $-\infty$  ถึง  $+\infty$  แต่ในทางปฏิบัติมีค่าระหว่าง  $-3.0$  ถึง  $+3.0$   
 $a_i$  = ค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนกของข้อสอบข้อที่  $i$  หาได้จากความชันของโค้งลักษณะข้อสอบที่ตำแหน่ง  $b_i$  ในทางปฏิบัติมีค่าเป็นบวกอยู่ระหว่าง  $0$  ถึง  $+2.5$

- $b_i$  = ค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบข้อที่  $i$  เป็นค่าบนสเกลความสามารถ ณ ตำแหน่งโค้งลักษณะข้อสอบมีความน่าจะเป็นในการตอบข้อสอบถูกต้องเท่ากับ 0.5 ถ้าเป็นรูปแบบที่มีพารามิเตอร์การเดา ค่าความยากจะได้จากตำแหน่งโค้งลักษณะข้อสอบมีความน่าจะเป็นในการตอบข้อสอบถูกต้องเท่ากับ  $(1 + c_i)/2$  ค่าความยากมีค่าอยู่ระหว่าง  $-\infty$  ถึง  $+\infty$  แต่ในทางปฏิบัติมีค่าระหว่าง -2.5 ถึง +2.5
- $c_i$  = ค่าพารามิเตอร์การเดาของข้อสอบข้อที่  $i$  หรือความน่าจะเป็นที่ผู้สอบความสามารถต่ำจะทำข้อสอบข้อที่  $i$  ได้ถูกต้อง โดยปกติมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ในทางปฏิบัติใช้ค่าการเดาไม่เกิน 0.3
- $\gamma_i$  = ค่าพารามิเตอร์ความสะเพร่าของข้อสอบข้อที่  $i$  เกิดจากผู้สอบความสามารถสูงจะตอบข้อสอบข้อที่  $i$  ผิด
- $e$  = 2.718
- $D$  = 1.70

4) การสอบที่ไม่แข่งขันด้านเวลา (Nonspeeded Test Administration) ทฤษฎีการตอบสนองของข้อสอบถือว่าความสามารถ ( $\theta$ ) เป็นปัจจัยสำคัญต่อผลการสอบ ความเร็วในการสอบจะต้องไม่มีอิทธิพลต่อการตอบ การจัดการสอบจึงต้องไม่อยู่ในสถานการณ์ที่สอบแข่งขันกันด้วยเวลา โดยข้อสอบจะต้องอยู่ในลักษณะที่ผู้สอบซึ่งมีความสามารถมีเวลาเพียงพอในการทำข้อสอบ

### ฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบและแบบสอบ (Item and Test Information)

ฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบในกรณีที่มีโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบตรงจให้คะแนน 2 ค่า โดยฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบ (Item Information) (Hambleton and Swaminathan, 1985)

$$\text{คำนวณได้จาก} \quad I_i(\theta) = \frac{[P_i'(\theta)]^2}{P_i(\theta)Q_i(\theta)} \quad , i = 1, 2, \dots, k$$

เมื่อ  $I_i(\theta)$  = ค่าสารสนเทศที่ได้รับจากข้อสอบข้อที่  $i$  สำหรับผู้ที่มีความสามารถ  $\theta$

$P_i'(\theta)$  = ความชันของฟังก์ชันการตอบสนองข้อสอบข้อที่  $i$  ณ ตำแหน่งความสามารถ  $\theta$

$P_i(\theta)$  = ความน่าจะเป็นที่ผู้ตอบซึ่งมีความสามารถ  $\theta$  จะตอบข้อสอบข้อที่  $i$  ได้ถูกต้อง (คำนวณได้จาก  $P_i(\theta) = \frac{1}{1 + e^{-(\theta - b_i)}}$ )

$$Q_i(\theta) = 1 - P_i(\theta)$$

โดยสูตรการคำนวณ ฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบ สำหรับโมเดลการตอบสนองของข้อสอบโลจิสแบบ 1 พารามิเตอร์ 2 พารามิเตอร์ และ 3 พารามิเตอร์ ดังตาราง 8 (ดัดแปลงจาก Hambleton and Swaminathan, 1985)

**ตาราง 8** สูตรการคำนวณ ฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบ สำหรับโมเดลการตอบสนองของข้อสอบโลจิสแบบ 1 พารามิเตอร์ 2 พารามิเตอร์ และ 3 พารามิเตอร์

ค่าประมาณ	โมเดลโลจิสติก		
	แบบ 1 พารามิเตอร์	แบบ 2 พารามิเตอร์	แบบ 3 พารามิเตอร์
$P_i$	$\{1 + \exp[-D(\theta - b_i)]\}^{-1}$	$\{1 + \exp[-Da_i(\theta - b_i)]\}^{-1}$	$c_i + (1 - c_i)\{1 + \exp[-Da_i(\theta - b_i)]\}^{-1}$
$P_i'$	$DP_iQ_i$	$Da_iP_iQ_i$	$Da_iQ_i(P_i - c_i)/(1 - c_i)$
$I_i(\theta)$	$D^2P_iQ_i$	$D^2a_i^2P_iQ_i$	$\frac{D^2a_i^2Q_i}{P_i} \left[ \frac{(P_i - c_i)^2}{(1 - c_i)^2} \right]$
$\theta_{\max}$	$b_i$	$b_i$	$b_i + \frac{1}{Da_i} \left\{ \ln \frac{1 + (1 + 8c_i)^{1/2}}{2} \right\}$
$I(\theta, \mu_i)_{\max}$	$\frac{1}{4} D^2$	$\frac{1}{4} D^2 a_i^2$	$\frac{D^2 a_i^2}{8(1 - c_i^2)} \left[ 1 - 20c_i - 8c_i^2 + (1 + 8c_i)^{3/2} \right]$

ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบสอบ (Test Information)

$$\text{คำนวณได้จาก } I(\theta) = \sum_{i=1}^k I_i(\theta) \quad , i = 1, 2, \dots, k$$

เมื่อ  $I(\theta)$  = ค่าฟังก์ชันสารสนเทศหรือค่าสารสนเทศที่ได้รับจากแบบสอบสำหรับผู้ที่มีความสามารถ  $\theta$

และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่า (Standard Error of Estimation) หรือ

$$SE(\theta) \text{ คำนวณได้จาก } SE(\theta) = \frac{1}{\sqrt{I(\theta)}} \text{ โดย } SE(\theta) \text{ จะมีค่าผันแปรไปตามตำแหน่ง } \theta$$

สรุปจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า เด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ เป็นเด็กที่มีสมรรถภาพในด้านความคิดเชิงตรรกะ การคิดคำนวณ สามารถเข้าใจสิ่งที่เป็นนามธรรมต่างๆ มีความสามารถในการให้เหตุผลอย่างรวบรัดและสามารถหาคำตอบของปัญหาที่แปลกใหม่ได้อย่างรวดเร็ว มีความสามารถทางสติปัญญาสูง สามารถจดจำสิ่งต่างๆ ได้อย่างแม่นยำ มีสมาธิดี เรียนรู้ได้เร็ว สามารถเชื่อมโยงสิ่งที่ซับซ้อนได้ดี และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และสมเหตุสมผล เด็ก

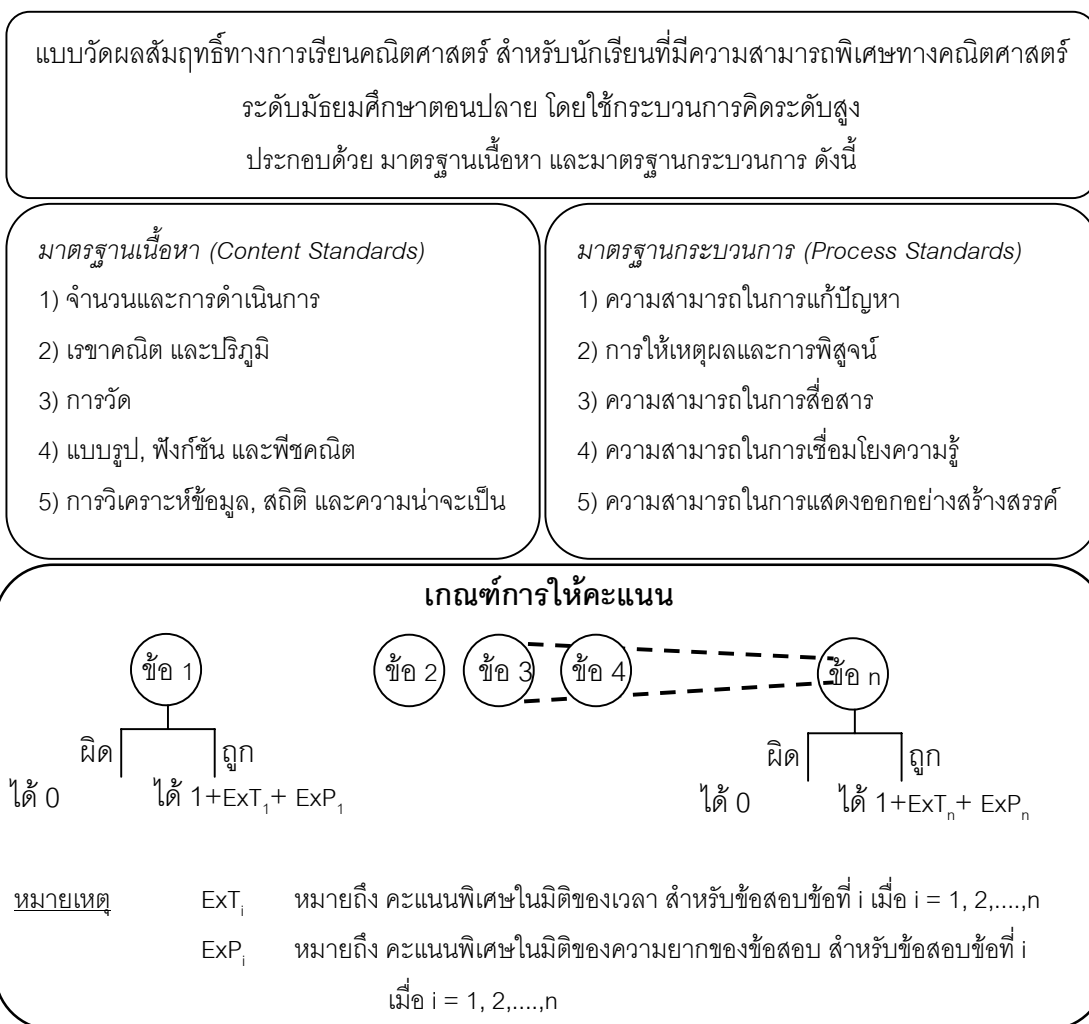
จะมองเห็นความสัมพันธ์เชิงมิติได้ดี มีความถนัดทางคณิตศาสตร์ด้านใดด้านหนึ่งหรือหลายๆ ด้านรวมกันอย่างโดดเด่นมากกว่าเด็กในวัยเดียวกัน รวมทั้งสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ได้หลายๆ รูปแบบ มีการวิเคราะห์ มีกระบวนการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ และมีเอกลักษณ์เฉพาะตน

โดยวิธีการบ่งชี้เด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์จะต้องใช้เครื่องมือ/วิธีการที่เหมาะสมกับแนวของเด็กในการบ่งชี้ และนำข้อมูลหลายๆ ด้านมาประกอบกันในการตัดสินใจว่าเด็กคนใดเป็นผู้ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ตลอดจนมีกระบวนการตรวจสอบอย่างเป็นขั้นตอน โดยมีขั้นตอนหลักๆ ดังนี้ ขั้นที่ 1 ขั้นเสนอชื่อ เป็นขั้นที่ผู้ใกล้ชิดและรู้จักเด็กเป็นอย่างดี เช่น พ่อ/แม่ ผู้ปกครอง ครูผู้สอน เพื่อน ตัวเด็กเอง ให้รายละเอียดโดยใช้เครื่องมือที่เป็นแบบเสนอชื่อ เช่น แบบเสนอชื่อสำหรับพ่อแม่/ ผู้ปกครอง แบบเสนอชื่อสำหรับครู แบบเสนอชื่อสำหรับเพื่อน เป็นต้น ซึ่งข้อมูลจะนำมาเขียนรายงานประกอบการลงความเห็นเพื่อรายงานเรื่องราวเกี่ยวกับเด็ก ขั้นที่ 2 ขั้นคัดแยกอย่างเป็นทางการ เป็นการคัดแยกที่ใช้เกณฑ์ตามหลักวิชา โดยใช้เครื่องมือเป็นทางการเพื่อทดสอบความสามารถเฉพาะด้านทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเชิงวิชาการ แบบทดสอบสติปัญญา รายบุคคล แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ แบบทดสอบความถนัด แบบสำรวจความสนใจ เป็นต้น และขั้นสุดท้าย ขั้นวินิจฉัยและสรุปความเห็น เป็นการตรวจสอบความถูกต้องในการบ่งชี้เด็กที่มีความสามารถพิเศษ โดยใช้ข้อมูลจากขั้นที่ 1 และ 2 ประกอบกับการสัมภาษณ์ และการตัดสินใจของผู้เชี่ยวชาญ

สำหรับการวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ สำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องจากการเสาะหา/บ่งชี้เด็กที่มีความสามารถพิเศษ เพื่อที่จะพัฒนาศักยภาพของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์เหล่านี้ โดยปัญหาที่เกิดขึ้น คือ เด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่จะทำคะแนนได้เต็ม จึงทำให้ไม่สามารถวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ สำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ของเด็กเหล่านี้ได้ว่าเด็กคนใดมีความสามารถสูงกว่ากัน โดยทางออกของปัญหาดังกล่าวคือการใช้เวลาในการทำข้อสอบแต่ละข้อของผู้รับการทดสอบเป็นเกณฑ์ในการให้คะแนนในการทดสอบ โดยผู้ที่สามารถทำข้อสอบได้ถูกต้องและใช้เวลาในการทำข้อสอบนั้นๆ น้อยกว่าควรจะเป็นผู้ที่มีความสามารถมากกว่าผู้ที่ทำข้อสอบถูกต้องแต่ใช้เวลามากกว่า

โดยเนื้อหาที่ใช้ในการวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ สำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วยมาตรฐานเนื้อหา 5 ด้าน ได้แก่ 1) จำนวนและการดำเนินการ 2) เรขาคณิต และปริภูมิ 3) การวัด 4) แบบรูป, พังก์ชัน และพีชคณิต และ 5) การวิเคราะห์ข้อมูล, สถิติ และความน่าจะเป็น และมาตรฐานกระบวนการ 5 มาตรฐาน ได้แก่ 1) ความสามารถในการแก้ปัญหา

2) การให้เหตุผลและการพิสูจน์ 3) ความสามารถในการสื่อสาร 4) ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ และ 5) ความสามารถในการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ โดยมีกรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัยดังแผนภาพ 6



แผนภาพ 6 กรอบแนวคิดในการวิจัย

### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 2 ประการ ดังนี้ 1) เพื่อพัฒนาแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้กระบวนการคิดระดับสูง และ 2) เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้กระบวนการคิดระดับสูงที่สร้างขึ้น โดยมีรายละเอียดของวิธีดำเนินการวิจัย 4 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 การพัฒนาแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

- 1.1 การกำหนดแผนผังการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
- 1.2 การพัฒนาแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ตอนที่ 2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

- 2.1 การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง
- 2.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

- 3.1 การตรวจสอบความตรงตามโครงสร้าง
- 3.2 การตรวจสอบความตรงตามสภาพ
- 3.3 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ

ตอนที่ 4 การกำหนดเกณฑ์มาตรฐานของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น

- 4.1 การกำหนดเกณฑ์มาตรฐานการให้คะแนนพิเศษในมิติด้านเวลา
- 4.2 การกำหนดเกณฑ์มาตรฐานการให้คะแนนพิเศษในมิติความยากของข้อสอบ
- 4.3 การกำหนดเกณฑ์มาตรฐานการให้คะแนนพิเศษข้อสอบแบบเติมคำตอบ
- 4.4 การกำหนดเกณฑ์มาตรฐานการให้คะแนนพิเศษของข้อสอบแบบอัตนัย
- 4.5 การกำหนดเกณฑ์มาตรฐานในการแปลความหมายของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

## ตอนที่ 1 การพัฒนาแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้กระบวนการคิดระดับสูง ประกอบด้วย ข้อสอบแบบเติมคำตอบ จำนวน 25 ข้อ และข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ รวม 28 ข้อ โดยทำการประยุกต์ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ และเวลาในการตอบข้อสอบแต่ละข้อ ในการกำหนดเกณฑ์การแปลความหมายระดับความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ โดยมีขั้นตอนการพัฒนาแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ 2 ขั้นตอน ดังนี้

### 1.1 การกำหนดแผนผังการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยทำการศึกษาเอกสาร รายงานการวิจัย แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้กระบวนการคิดระดับสูง เพื่อกำหนดโครงสร้างของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ กำหนดกรอบการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และสร้างแผนผังการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์โดยใช้หลักสูตรคณิตศาสตร์ของสมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของอเมริกาในปี 2002 (NCTM) (Gurganus, 2007) เป็นตัวกำหนดกรอบแนวคิดในการสร้างเครื่องมือ ประกอบด้วยมาตรฐานเนื้อหา จำนวน 5 ด้าน ได้แก่ 1) จำนวนและการดำเนินการ (Number and Operation) 2) เรขาคณิต และปริภูมิ (Geometry and Spatial sense) 3) การวัด (Measurement) 4) แบบรูป ฟังก์ชัน และพีชคณิต (Patterns, Function and Algebra) และ 5) การวิเคราะห์ข้อมูล สถิติ และความน่าจะเป็น (Data analysis, Statistics and Probability) และมาตรฐานกระบวนการ 5 มาตรฐาน (Process Standards) ได้แก่ 1) ความสามารถในการแก้ปัญหา (Problem Solving) 2) ความสามารถในการให้เหตุผลและการพิสูจน์ (Reasoning and Proof) 3) ความสามารถในการสื่อสาร (Communication) 4) ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ (Connections) และ 5) ความสามารถในการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ (Representation)

โดยสามารถกำหนดแผนผังการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้กระบวนการคิดระดับสูง ได้ดังตาราง 9 และตาราง 10

ตาราง 9 แผนผังการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (แบบเต็มคำตอบ)

มาตรฐานเนื้อหา (Content Standards)	มาตรฐานกระบวนการ (Process Standards)					ข้อสอบ ข้อที่
	ความสามารถในการแก้ปัญหา	ความสามารถในการให้เหตุผลและการพิสูจน์	ความสามารถในการสื่อสาร	ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้	ความสามารถในการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์	
1. จำนวนและการดำเนินการ	ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3	ข้อ 4	ข้อ 5	ข้อ 1-5
2. เรขาคณิต และปริภูมิ	ข้อ 6	ข้อ 7	ข้อ 8	ข้อ 9	ข้อ 10	ข้อ 6-10
3. การวัด	ข้อ 11	ข้อ 12	ข้อ 13	ข้อ 14	ข้อ 15	ข้อ 11-15
4. แบบรูป, ฟังก์ชัน และพีชคณิต	ข้อ 16	ข้อ 17	ข้อ 18	ข้อ 19	ข้อ 20	ข้อ 16-20
5. การวิเคราะห์ข้อมูล, สถิติ และความน่าจะเป็น	ข้อ 21	ข้อ 22	ข้อ 23	ข้อ 24	ข้อ 25	ข้อ 21-25
<b>รวม (ข้อ)</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>25</b>

ตาราง 10 แผนผังการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (แบบอัตนัย)

ความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการพิสูจน์	ความสามารถในการสื่อสาร และการเชื่อมโยงความรู้	ความสามารถในการแสดงออก อย่างสร้างสรรค์
ข้อ 26	ข้อ 27	ข้อ 28

หมายเหตุ เป็นการบูรณาการเนื้อหาตามมาตรฐานเนื้อหาทั้ง 5 ด้าน ได้แก่ 1) จำนวนและการดำเนินการ 2) เรขาคณิต และปริภูมิ 3) การวัด 4) แบบรูป ฟังก์ชัน และพีชคณิต และ 5) การวิเคราะห์ข้อมูล สถิติ และความน่าจะเป็น

### 1.2 การพัฒนาแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยทำการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้กระบวนการคิดระดับสูงตามแผนผังข้างต้น (แบบทดสอบประกอบด้วย 2 ตอน ตอนที่ 1 เป็นแบบเต็มคำตอบ จำนวน 25 ข้อ และตอนที่ 2 เป็นแบบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ) โดยสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ ให้อยู่ใน



รูปแบบของการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ และทำการตรวจสอบความถูกต้อง ครอบคลุม และความเหมาะสมของเครื่องมือที่สร้างโดยมีขั้นตอนย่อย ดังนี้

1.2.1 ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา โดยส่งแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ที่สร้างขึ้นให้ผู้ทรงคุณวุฒิที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโทหรือปริญญาเอกทางคณิตศาสตร์ ที่มีประสบการณ์การสอนคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย หรือมีประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการจัดทำหลักสูตรคณิตศาสตร์ หรือข้อสอบคณิตศาสตร์ระดับชาติ ไม่น้อยกว่า 2 ปี จำนวน 7 ท่าน (รายนามดังแสดงในภาคผนวก ก) ทำการตรวจสอบความสอดคล้องเชิงเนื้อหา โดยพิจารณาความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาของข้อสอบแต่ละข้อกับมาตรฐานเนื้อหาและมาตรฐานกระบวนการ จำนวน 56 ข้อ ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหา อยู่ในช่วง 0.43 – 1.00 และผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบตามโครงสร้างที่กำหนดในตาราง 9 และ 10 ได้ข้อสอบ จำนวน 28 ข้อ ประกอบด้วยแบบข้อสอบแบบเติมคำตอบ จำนวน 25 ข้อ และข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหา อยู่ในช่วง 0.57 – 1.00

1.2.2 การทดลองใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำสารสนเทศ และข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 7 ท่าน เสนออาจารย์ที่ปรึกษาร่วมพิจารณา จนได้แบบทดสอบที่ครอบคลุมมาตรฐานด้านเนื้อหาและมาตรฐานด้านกระบวนการ แล้วนำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวิทยาศาสตร์ของรัฐแห่งหนึ่ง จำนวน 24 คน ในวันที่ 2 สิงหาคม 2552 โดยใช้เวลาในการทดสอบ 3 ชั่วโมง ทำการหาค่าความเที่ยงของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ที่สร้างขึ้น โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 ประกอบด้วยข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ ส่วนที่ 2 ประกอบด้วยข้อสอบแบบเติมคำตอบ จำนวน 25 ข้อ โดยมีรายละเอียดของการหาค่าความเที่ยง ดังนี้ 1) ข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ ได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.91 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ อยู่ในช่วง 0.78 – 0.91 และ 2) ข้อสอบแบบเติมคำตอบ จำนวน 25 ข้อ ทำการหาค่าความเที่ยง และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ โดยแยกตามมาตรฐานด้านเนื้อหา ได้ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบด้านเนื้อหา จำนวน 5 ด้าน อยู่ในช่วง 0.64 – 0.85 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ อยู่ในช่วง 0.27 – 0.80 โดยมีรายละเอียด ดังตาราง 11

ตาราง 11 ค่าความเที่ยง และค่าอำนาจจำแนกรายข้อของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
คณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น จำแนกตามมาตรฐานด้านเนื้อหา

เครื่องมือที่สร้างขึ้น	ค่าความเที่ยง	ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ	ข้อสอบข้อที่
<b>มาตรฐานด้านเนื้อหา</b>			
1.จำนวนและการดำเนินการ	0.80	0.45 – 0.76	ข้อ 1 – 5
2.เรขาคณิต และปริภูมิ	0.85	0.52 – 0.79	ข้อ 6 – 10
3. การวัด	0.71	0.27 – 0.68	ข้อ 11 – 15
4. แบบรูป, ฟังก์ชัน และพีชคณิต	0.64	0.32 – 0.52	ข้อ 16 – 20
5. การวิเคราะห์ข้อมูล, สถิติ และความน่าจะเป็น	0.83	0.39 – 0.80	ข้อ 21 – 25

## ตอนที่ 2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัย ได้แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ได้แก่

### 2.1 การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

จากการศึกษา พบว่า คณิตศาสตร์จัดเป็นความรู้พื้นฐานของการพัฒนาความสามารถในศาสตร์ทั้งปวง โดยผู้ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์จะเป็นผู้ที่มีความคิดในการคำนวณความสามารถเชิงตรรกะ และมีความคิดเป็นระบบ ก่อให้เกิดความสามารถในการเรียนรู้และพัฒนาความสามารถในด้านอื่นๆ สืบต่อไปด้วย ทั้งนี้การคัดเลือกกลุ่มเป้าหมายที่จะใช้ในการวิจัย จึงอาศัยการคัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยสถานศึกษาดังกล่าวจะต้องมีกระบวนการสอบคัดเลือกนักเรียนที่มีความสามารถทางด้านคณิตศาสตร์ที่ดำเนินการอย่างเป็นมาตรฐาน และเชื่อถือได้ โดยการดำเนินการดังกล่าวต้องได้รับการรับรองจากองค์กรระดับชาติที่เชื่อถือได้ จากการศึกษาของผู้วิจัย พบว่า มีโรงเรียนวิทยาศาสตร์ของรัฐแห่งหนึ่ง ที่มีภารกิจในการพัฒนาต้นแบบ และนำร่องเกี่ยวกับการสรรหาและจัดการศึกษาสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความสามารถพิเศษทางด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาส่งเสริมให้นักเรียนมีจิตวิญญาณและความมุ่งมั่นที่จะประกอบอาชีพเป็นนักวิจัย นักประดิษฐ์ นักคิดค้นชั้นนำของนานาประเทศ มีความเป็นไทย มีความมุ่งมั่นที่จะช่วยพัฒนาประเทศชาติ ตอบแทนแผ่นดินเกิดตามศักยภาพของตนเอง และมีเจตคติที่ดีต่อเพื่อนร่วมโลกและธรรมชาติ ผู้วิจัยจึงทำการเก็บรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 ของโรงเรียนวิทยาศาสตร์ของรัฐ แห่งนี้

## 2.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 ของโรงเรียนวิทยาศาสตร์ของรัฐ จำนวน 241 คน ในวันที่ 10 กันยายน 2552 โดยใช้เวลาในการทดสอบ 3 ชั่วโมง และเพื่อควบคุม ตัวแปรแทรกซ้อนที่อาจเกิดขึ้นในการสอบ ได้แก่ การลอกข้อสอบ ผู้วิจัยจึงกำหนดระยะห่างของ การนั่งสอบ ดังนี้ ด้านซ้ายและขวาต้องมีระยะห่างไม่น้อยกว่า 1 เมตร ด้านหน้าและด้านหลังต้องมีระยะห่างไม่น้อยกว่า 0.5 เมตร โดยในการทดสอบครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้ห้องในการทดสอบ ทั้งหมด จำนวน 5 ห้อง ประกอบด้วย ห้องใหญ่ จำนวน 1 ห้อง ใช้ผู้ควบคุมการทดสอบ จำนวน 9 คน และห้องเล็ก จำนวน 4 ห้อง ผู้ควบคุมการทดสอบห้องละ 1 คน และมีกรรมการกลางในการควบคุมการทดสอบ จำนวน 1 คน โดยมีอัตราส่วนผู้รับการทดสอบต่อผู้ควบคุมการทดสอบ ห้องใหญ่ เท่ากับ 15.89 : 1 และห้องเล็กมีสัดส่วน ประมาณ 24.50 : 1 โดยก่อนการทดสอบผู้วิจัยได้สร้างความคุ้นเคยในการใช้เมาส์ และแป้นพิมพ์ ให้กับผู้ทดสอบด้วยกิจกรรมเกมส์ฝึกการพิมพ์ และมีตัวอย่างในการทำข้อสอบด้วยแบบทดสอบที่สร้างขึ้น โดยใช้เวลาประมาณ 5 – 15 นาที หลังจากนั้นจะทำการอธิบายเพิ่มเติมดังนี้

1. แบบทดสอบฉบับนี้ ประกอบด้วย 2 ตอน ตอนที่ 1 เป็นแบบเติมคำตอบ จำนวน 25 ข้อ และตอนที่ 2 เป็นแบบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ โดยผู้ทดสอบต้องส่งแบบทดสอบตอนที่ 1 ก่อน จึงจะสามารถทำแบบทดสอบตอนที่ 2 ได้

2. การทดสอบในครั้งนี้ไม่จำกัดระยะเวลาในการทดสอบ นักเรียนสามารถใช้เวลาในการทำแบบทดสอบได้อย่างเต็มที่

3. การให้คะแนนข้อสอบแต่ละข้อขึ้นอยู่กับความยากง่ายของข้อสอบข้อนั้นๆ

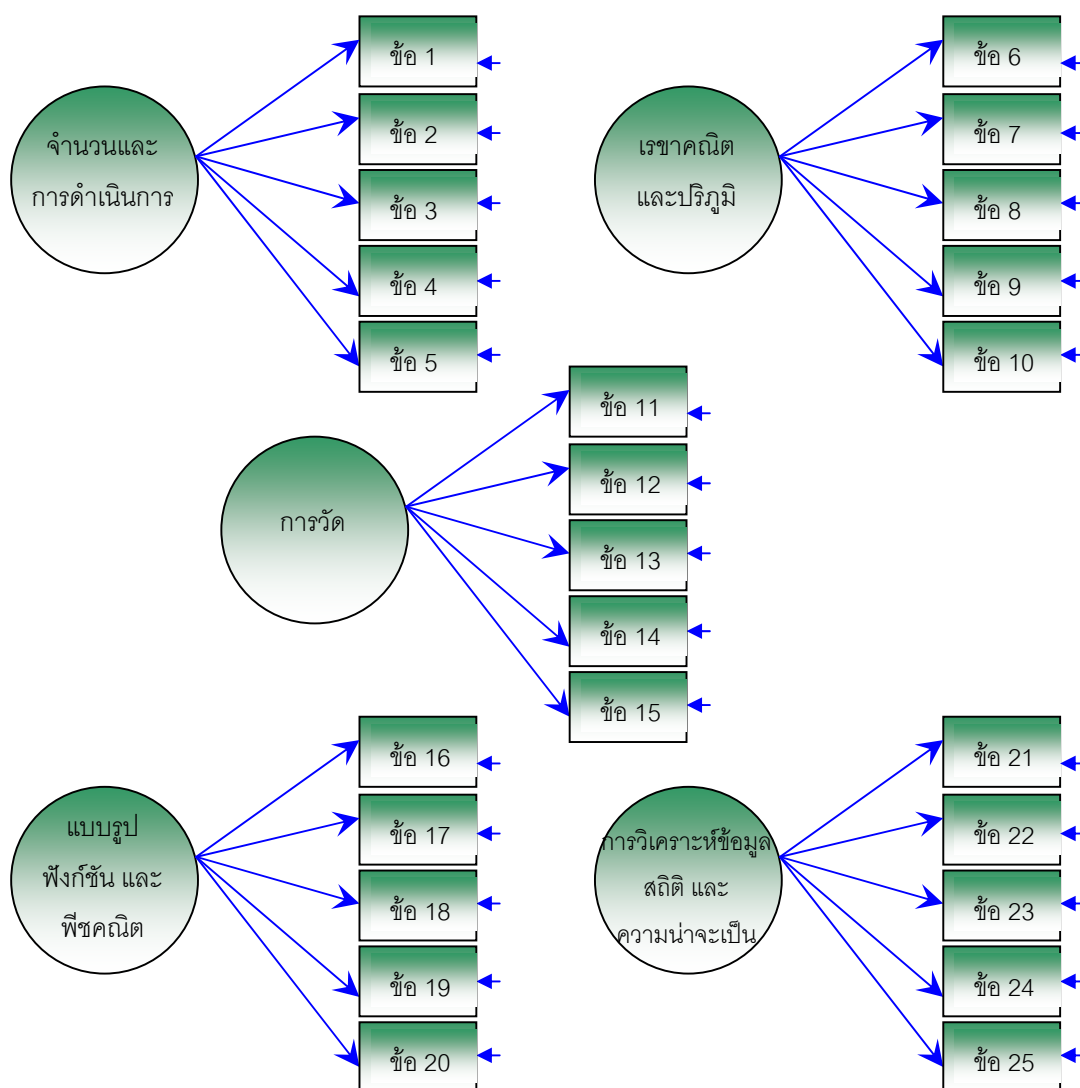
4. ในการทดสอบแต่ละข้อจะมีคะแนนโบนัส สำหรับผู้ที่สามารถทำข้อสอบข้อนั้นได้ถูกต้อง และรวดเร็ว

### ตอนที่ 3 การวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

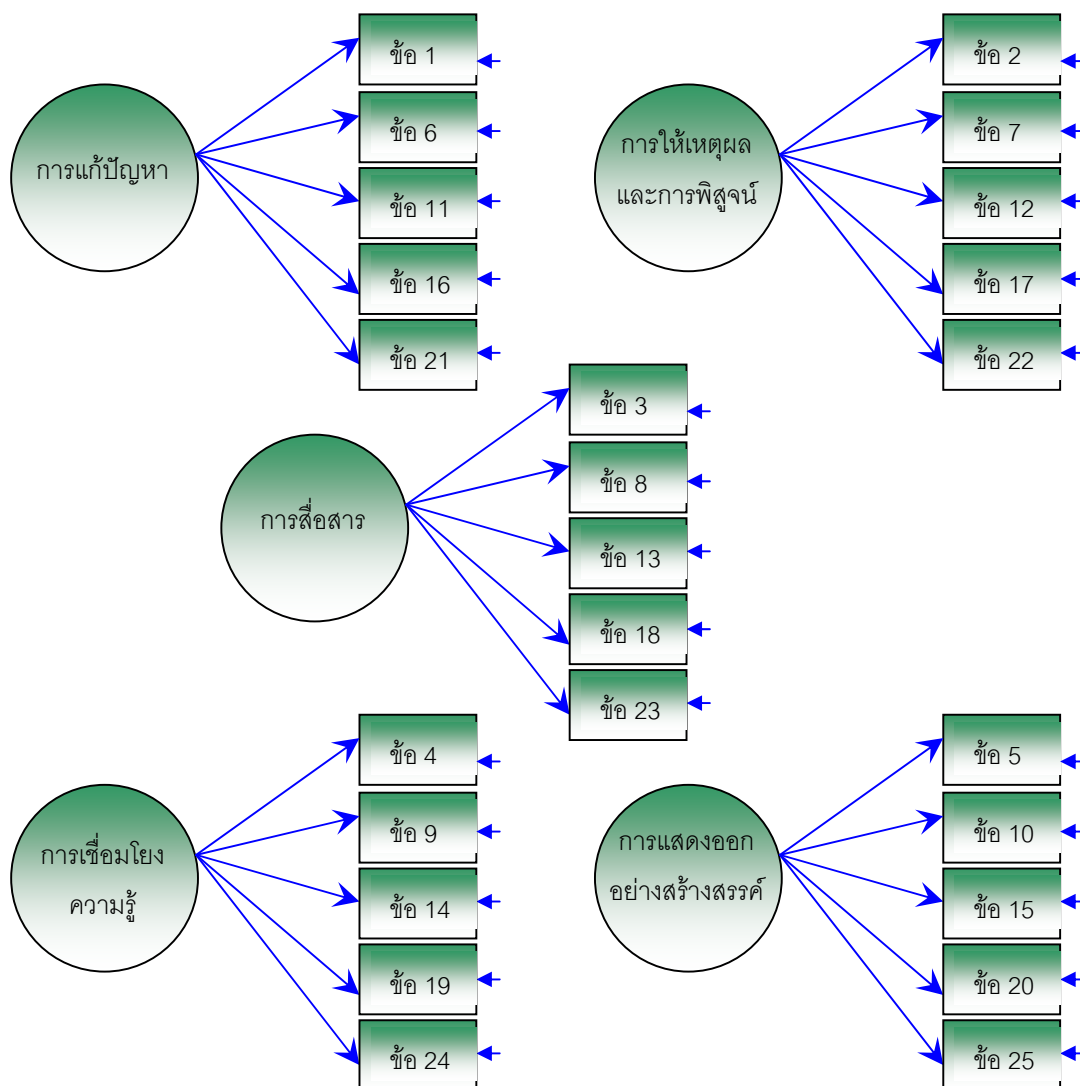
สำหรับการตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีขั้นตอนการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ จำนวน 4 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

#### 3.1 การตรวจสอบความตรงตามโครงสร้าง

ผู้วิจัยทำการตรวจสอบตามโครงสร้าง (Construct Validity) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน โดยพิจารณาองค์ประกอบตามมาตรฐานด้านเนื้อหา และมาตรฐานด้านกระบวนการ ดังแผนภาพ 7 และ 8 ตามลำดับ



แผนภาพ 7 โมเดลการตรวจสอบความตรงตามโครงสร้าง ตามมาตรฐานด้านเนื้อหา 5 ด้าน ด้วยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน



แผนภาพ 8 โมเดลการตรวจสอบความตรงตามโครงสร้าง ตามมาตรฐานด้านกระบวนการ 5 ด้าน  
ด้วยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

### 3.2 การตรวจสอบความตรงตามสภาพ

ผู้วิจัยทำการตรวจสอบความตรงตามสภาพ (Concurrent validity) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น โดยใช้เครื่องมือในการตรวจสอบความตรงตามสภาพ จำนวน 2 ชุด ได้แก่ 1) แบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ (เน้นการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา) ที่สร้างขึ้นโดยคณะกรรมการของโรงเรียนวิทยาศาสตร์ของรัฐแห่งหนึ่งที่ใช้ในการทดสอบวัดความสามารถของนักเรียนในโรงเรียนวิทยาศาสตร์ของรัฐทั่วประเทศ และ 2) แบบประเมินคุณลักษณะเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ที่สร้างขึ้นโดยผู้วิจัย จำนวน 10 ข้อ รายละเอียดของเครื่องมือดังแสดงในภาคผนวก ง โดยเครื่องมือดังกล่าวผ่านการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 ท่าน ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ในช่วง 0.71 – 1.00 และผลการตรวจสอบความตรงตามโครงสร้างของเครื่องมือดังกล่าว ได้ค่าสถิติทดสอบไค-สแควร์ เท่ากับ 7.23 ที่องศาอิสระ เท่ากับ 19 และค่า P-value เท่ากับ 0.993 รายละเอียดดังแสดงในภาคผนวก จ โดยนำคะแนนที่ได้จากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นไปคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ (เน้นการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา) และคะแนนที่ได้จากแบบประเมินคุณลักษณะเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

### 3.3 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ

การประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบแต่ละข้อ โดยข้อสอบที่สร้างขึ้นมีลักษณะการให้คะแนนแบบ 0, 1 และข้อสอบแต่ละข้อเป็นแบบเติมคำตอบจึงทำให้ค่าพารามิเตอร์ในการเดา เท่ากับ 0 ประกอบกับงานวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบ ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบด้วยโมเดลการตอบสนองข้อสอบ แบบ 1 พารามิเตอร์ และหาค่าฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบ (Item Information) โดยใช้โปรแกรม MULTILOG

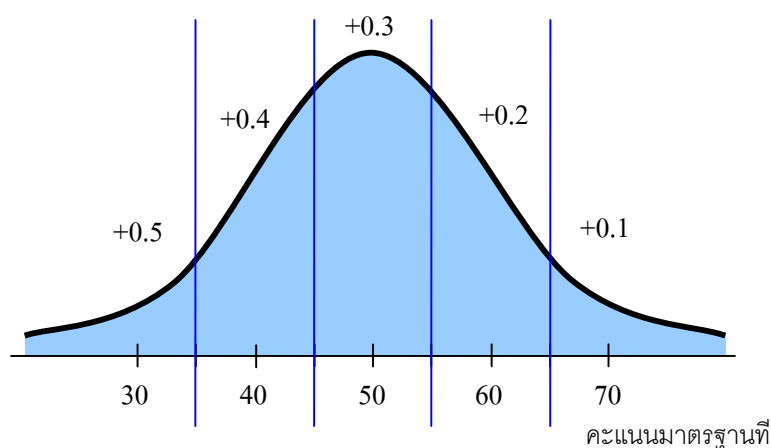
## ตอนที่ 4 การกำหนดเกณฑ์มาตรฐานของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ที่สร้างขึ้น

ผู้วิจัยกำหนดขั้นตอนในการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น เป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

### 4.1 การกำหนดเกณฑ์มาตรฐานในการให้คะแนนพิเศษในมิติด้านเวลา

ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์มาตรฐานการให้คะแนนพิเศษในมิติของเวลา โดยผู้วิจัยจะนำเฉพาะเวลาที่ใช้ในการตอบข้อสอบแต่ละข้อได้ถูกต้อง ไปกำหนดเป็นเกณฑ์มาตรฐานในการให้คะแนนพิเศษในมิติของเวลา ตัวอย่าง เช่น ข้อสอบข้อที่ 1 มีผู้ตอบข้อสอบได้ถูกต้องจำนวน 180 คน นำเวลาที่ใช้ในการทำข้อสอบข้อที่ 1 ของคนทั้ง 180 คน มาแปลงเป็นคะแนนมาตรฐานที่ (T-Score) โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนพิเศษในมิติของเวลาที่ใช้ในการตอบข้อสอบ ดังนี้

คะแนน T-Score ตั้งแต่ 65 คะแนน ขึ้นไป	ได้คะแนนพิเศษ เท่ากับ 0.1 คะแนน
คะแนน T-Score อยู่ในช่วง 55 – 64 คะแนน	ได้คะแนนพิเศษ เท่ากับ 0.2 คะแนน
คะแนน T-Score อยู่ในช่วง 45 – 54 คะแนน	ได้คะแนนพิเศษ เท่ากับ 0.3 คะแนน
คะแนน T-Score อยู่ในช่วง 35 – 44 คะแนน	ได้คะแนนพิเศษ เท่ากับ 0.4 คะแนน
คะแนน T-Score ต่ำกว่า 35 คะแนน	ได้คะแนนพิเศษ เท่ากับ 0.5 คะแนน



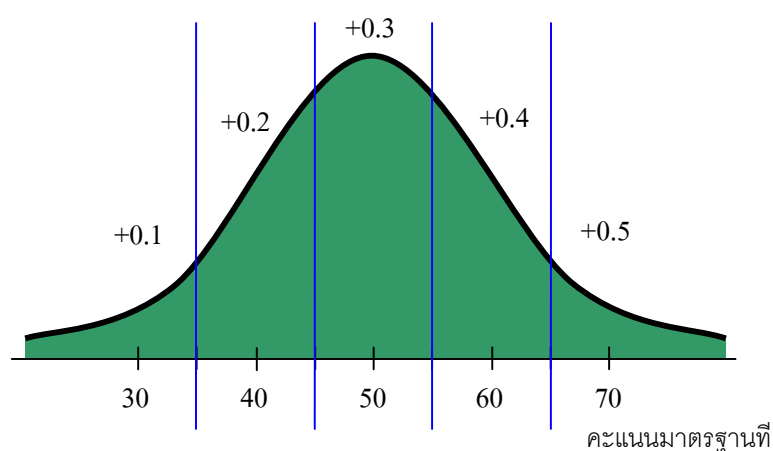
แผนภาพ 9 เกณฑ์การให้คะแนนพิเศษในมิติของเวลา

### 4.2 การกำหนดเกณฑ์มาตรฐานในการให้คะแนนพิเศษในมิติด้านความยากของข้อสอบ

ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์มาตรฐานในการให้คะแนนพิเศษมิติของความยากของข้อสอบ โดยใช้ค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบแต่ละข้อ ซึ่งคำนวณได้จากการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบแต่ละข้อด้วยโมเดลการตอบสนองข้อสอบ แบบ 1 พารามิเตอร์ และนำไปกำหนดเกณฑ์

มาตรฐานการให้คะแนนพิเศษมิติของความยาก โดยแปลงคะแนนความยากของข้อสอบ ทั้ง 25 ข้อ ให้เป็นคะแนนมาตรฐานที่ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนพิเศษมิติของความยากของข้อสอบ ดังนี้

คะแนน T-Score ตั้งแต่ 65 คะแนน ขึ้นไป	ได้คะแนนพิเศษ เท่ากับ 0.5 คะแนน
คะแนน T-Score อยู่ในช่วง 55 – 64 คะแนน	ได้คะแนนพิเศษ เท่ากับ 0.4 คะแนน
คะแนน T-Score อยู่ในช่วง 45 – 54 คะแนน	ได้คะแนนพิเศษ เท่ากับ 0.3 คะแนน
คะแนน T-Score อยู่ในช่วง 35 – 44 คะแนน	ได้คะแนนพิเศษ เท่ากับ 0.2 คะแนน
คะแนน T-Score ต่ำกว่า 35 คะแนน	ได้คะแนนพิเศษ เท่ากับ 0.1 คะแนน



แผนภาพ 10 เกณฑ์การให้คะแนนพิเศษในมิติของความยากของข้อสอบ

#### 4.3 การกำหนดเกณฑ์มาตรฐานการให้คะแนนพิเศษข้อสอบแบบเติมคำตอบ

ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์มาตรฐานการให้คะแนนพิเศษข้อสอบแบบเติมคำตอบ โดยการให้คะแนนในการทำข้อสอบแต่ละข้อ มีดังนี้

- 1) กรณีที่ตอบข้อสอบข้อที่  $i$  ไม่ถูกต้อง จะได้ 0 คะแนน
- 2) กรณีที่ตอบข้อสอบข้อที่  $i$  ถูกต้อง จะได้ 1 คะแนน บวกกับคะแนนพิเศษในมิติของเวลา และคะแนนพิเศษในมิติของความยากของข้อสอบข้อนั้นๆ หรือสามารถเขียนอยู่ในรูปของคะแนนในการทำข้อสอบข้อที่  $i$  ได้ถูกต้อง เป็นดังนี้

$$S(i) = 1 + ExT_i + ExP_i$$

- เมื่อ
- $S(i)$  หมายถึง คะแนนในการทำแบบทดสอบข้อที่  $i$  ได้ถูกต้อง
  - $ExT_i$  หมายถึง คะแนนพิเศษในมิติของเวลา
  - $ExP_i$  หมายถึง คะแนนพิเศษในมิติของความยากของข้อสอบ



#### 4.4 การกำหนดเกณฑ์มาตรฐานการให้คะแนนพิเศษของข้อสอบแบบอัตนัย

ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์มาตรฐานการให้คะแนนพิเศษของข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ คะแนนเต็มข้อละ 2 คะแนน โดยที่การกำหนดเกณฑ์มาตรฐานในการให้คะแนนพิเศษ จะพิจารณาจาก 1) ความคิดคล่องตัว (Fluency) มีคำตอบตรงประเด็นคำถามได้มากในเวลาจำกัด 2) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) คิดได้หลายทาง ไม่ยึดติดกับแนวคิดอันใดอันหนึ่ง 3) ความคิดแปลกใหม่ (Originality) คิดแนวใหม่ ไม่ซ้ำกับของเดิมที่คุ้นเคยอยู่แล้ว และ 4) ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) พิจารณารายละเอียดที่ใช้ในการตกแต่งเพื่อทำให้ความคิดริเริ่มนั้นสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

#### 4.5 การกำหนดเกณฑ์มาตรฐานในการแปลความหมายของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยจัดทำเกณฑ์มาตรฐานในการแปลความหมายของแบบทดสอบรายข้อ ด้านเนื้อหา ด้านกระบวนการ ด้านทักษะการคิดขั้นสูง และภาพรวมของความสามารถทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ โดยแบ่งระดับของความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ เป็น 6 ระดับ ดังนี้ 1) ไม่มีความสามารถพิเศษ 2) มีความสามารถในระดับเล็กน้อย 3) มีความสามารถในระดับปานกลาง 4) มีความสามารถในระดับสูง 5) มีความสามารถในระดับเยี่ยม และ 6) มีความสามารถในระดับยอดเยี่ยม

พิจารณาจากคะแนนมาตรฐานที่ ดังนี้

ต่ำกว่า 35 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับเล็กน้อย
35 – 44 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับปานกลาง
45 – 54 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับสูง
55 – 64 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับเยี่ยม
ตั้งแต่ 65 คะแนน ขึ้นไป	หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับยอดเยี่ยม

- หมายเหตุ**
1. ผู้ที่มีคะแนนดิบ เท่ากับ 0 คะแนน หมายถึง ผู้ที่ไม่มีความสามารถพิเศษในเรื่องดังกล่าว
  2. ผู้ที่ได้คะแนนเต็ม หมายถึง ผู้ที่มีความสามารถพิเศษในเรื่องดังกล่าว

โดยมีขั้นตอนการจัดทำเกณฑ์ในการแปลความหมายของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
คณิตศาสตร์ 5 ขั้นตอน ดังนี้

4.5.1 จัดทำเกณฑ์ในการแปลความหมายของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์  
รายชื่อ

4.5.2 จัดทำเกณฑ์ในการแปลความหมายมาตรฐานในด้านเนื้อหา ทั้ง 5 ด้าน ได้แก่ ด้าน  
จำนวนและการดำเนินการ ด้านเรขาคณิต และปริภูมิ ด้านการวัด ด้านแบบรูป ฟังก์ชัน และพีชคณิต  
และด้านการวิเคราะห์ข้อมูล สถิติ และความน่าจะเป็น โดยนำคะแนนที่ได้ในแต่ละด้านมารวมกัน และ  
จัดทำเป็นเกณฑ์มาตรฐานของแบบทดสอบในแต่ละด้านโดยแปลงเป็นคะแนนมาตรฐานที่ (T-Score)

4.5.3 จัดทำเกณฑ์ในการแปลความหมายมาตรฐานในด้านกระบวนการ ทั้ง 5 มาตรฐาน  
ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการให้เหตุผลและการพิสูจน์ ความสามารถในการ  
การสื่อสาร ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ และความสามารถในการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์  
โดยนำคะแนนที่ได้ในแต่ละมาตรฐานมารวมกัน และจัดทำเป็นเกณฑ์มาตรฐานของแบบทดสอบใน  
แต่ละมาตรฐานโดยแปลงเป็นคะแนนมาตรฐานที่ (T-Score)

4.5.4 จัดทำเกณฑ์ในการแปลความหมายในด้านทักษะการคิดขั้นสูง นำคะแนนที่ได้จากการ  
ทำแบบทดสอบ (แบบอัตนัย) ทั้ง 3 ข้อ มาจัดทำเป็นเกณฑ์มาตรฐานสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอน  
ปลายที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ โดยแปลงเป็นคะแนนมาตรฐานที่ (T-Score)

4.5.5 จัดทำเกณฑ์ในการแปลความหมายความสามารถทางคณิตศาสตร์ โดยนำคะแนนที่ได้  
จากการทำแบบทดสอบทั้ง 28 ข้อ (แบบเติมคำตอบ 25 ข้อ และแบบอัตนัย 3 ข้อ) มาจัดทำเป็นเกณฑ์  
มาตรฐานสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ โดยแปลง  
เป็นคะแนนมาตรฐานที่ (T-Score)

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 2 ประการ ได้แก่ 1) เพื่อพัฒนาแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้กระบวนการคิดระดับสูง และ 2) เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้กระบวนการคิดระดับสูงที่สร้างขึ้น ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยแบ่งการนำเสนอเป็น 3 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้กระบวนการคิดระดับสูง

- 1.1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน
- 1.2 ผลการตรวจสอบความตรงตามโครงสร้าง
- 1.3 ผลการตรวจสอบความตรงตามสภาพ

ตอนที่ 2 ผลการกำหนดเกณฑ์การแปลความหมายของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้กระบวนการคิดระดับสูง

- 2.1 เกณฑ์การให้คะแนนพิเศษของข้อสอบในมิติด้านเวลา
- 2.2 เกณฑ์การให้คะแนนพิเศษของข้อสอบในมิติด้านความยากของข้อสอบ
- 2.3 เกณฑ์การแปลความหมายของข้อสอบรายข้อ
- 2.4 เกณฑ์การแปลความหมายของคะแนนสอบตามมาตรฐานด้านเนื้อหา
- 2.5 เกณฑ์การแปลความหมายของคะแนนสอบตามมาตรฐานด้านกระบวนการ
- 2.6 เกณฑ์การแปลความหมายมาตรฐานในด้านทักษะการคิดขั้นสูง
- 2.7 เกณฑ์การแปลความหมายของเครื่องมือวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น

ตอนที่ 3 ผลการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

- 3.1 ผลการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ เป็นรายข้อ
- 3.2 ผลการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ ตามมาตรฐานด้านเนื้อหา
- 3.3 ผลการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ ตามมาตรฐานด้านกระบวนการ
- 3.4 ผลการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ ด้านทักษะการคิดขั้นสูง
- 3.5 ผลการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์

โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

**ตอนที่ 1 ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้กระบวนการคิดระดับสูง**

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ในขั้นตอนนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้กระบวนการคิดระดับสูงที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยการเสนอผลการวิเคราะห์แบ่งออกเป็น 4 ตอน ดังนี้

### 1.1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวิทยาศาสตร์ของรัฐแห่งหนึ่ง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 241 คน (คิดเป็นร้อยละ 99.59 ของนักเรียนทั้งระดับชั้น) ประกอบด้วยผู้ชาย จำนวน 160 คน คิดเป็นร้อยละ 66.39 และผู้หญิง จำนวน 81 คน คิดเป็นร้อยละ 33.61 โดยเครื่องมือที่สร้างขึ้นเป็นแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์แบบเติมคำตอบ จำนวน 25 ข้อ และแบบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ รวมทั้งหมด 28 ข้อ

เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ค่าความยากของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ ในส่วนที่เป็นแบบเติมคำตอบ ได้ค่าความยาก อยู่ในช่วง 0.64 – 0.80 โดยที่ข้อสอบข้อที่ 11 และ 18 เป็นข้อที่ยากที่สุด (ค่าความยาก = 0.64) และข้อที่ 1 และ 5 เป็นข้อที่ง่ายที่สุด (ค่าความยาก = 0.80) รายละเอียดดังแสดงตาราง 12

เมื่อพิจารณาค่าอำนาจจำแนกรายข้อ พบว่า แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ตามมาตรฐาน ด้านเนื้อหา ทั้ง 5 ด้าน มีค่าอำนาจจำแนกรายข้อ อยู่ในช่วง 0.44 – 0.74 และเมื่อพิจารณาค่าความเที่ยงของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ จำแนกตามมาตรฐานด้านเนื้อหา พบว่า มีค่าความเที่ยง อยู่ในช่วง 0.79 – 0.86 โดยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ ด้านเรขาคณิตและปริภูมิมีค่าความเที่ยงสูงสุด เท่ากับ 0.86 และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ ด้านการวัดมีค่าความเที่ยงต่ำสุด เท่ากับ 0.79 รายละเอียดดังแสดงตาราง 12

ตาราง 12 ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ และค่าความเที่ยงของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ จำแนกตามมาตรฐานด้านเนื้อหา

ข้อคำถาม	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความเที่ยง
<b>ด้านจำนวนและการดำเนินการ</b>			
ข้อที่ 1	0.80	0.69	0.80
ข้อที่ 2	0.71	0.44	
ข้อที่ 3	0.72	0.56	
ข้อที่ 4	0.77	0.62	
ข้อที่ 5	0.80	0.61	
<b>ด้านเรขาคณิตและปริภูมิ</b>			
ข้อที่ 6	0.75	0.74	0.86
ข้อที่ 7	0.72	0.67	
ข้อที่ 8	0.60	0.63	
ข้อที่ 9	0.74	0.72	
ข้อที่ 10	0.69	0.61	
<b>ด้านการวัด</b>			
ข้อที่ 11	0.64	0.49	0.79
ข้อที่ 12	0.71	0.61	
ข้อที่ 13	0.70	0.62	
ข้อที่ 14	0.73	0.60	
ข้อที่ 15	0.71	0.52	

ข้อคำถาม	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความเที่ยง
<b>ด้านแบบรูป ฟังก์ชัน และพีชคณิต</b>			
ข้อที่ 16	0.71	0.55	0.81
ข้อที่ 17	0.70	0.65	
ข้อที่ 18	0.64	0.54	
ข้อที่ 19	0.70	0.67	
ข้อที่ 20	0.70	0.57	
<b>ด้านการวิเคราะห์ข้อมูล สถิติ และความน่าจะเป็น</b>			
ข้อที่ 21	0.77	0.45	0.80
ข้อที่ 22	0.73	0.61	
ข้อที่ 23	0.70	0.72	
ข้อที่ 24	0.76	0.67	
ข้อที่ 25	0.79	0.49	

## 1.2 ผลการตรวจสอบความตรงตามโครงสร้าง

การนำเสนอผลการตรวจสอบความตรงตามโครงสร้าง (Construct Validity) ครั้งนี้ผู้วิจัยแบ่งเป็น 2 ตอนย่อย ตอนแรก เป็นการนำเสนอผลการตรวจสอบความตรงตามโครงสร้าง โดยพิจารณาองค์ประกอบตามมาตรฐานด้านเนื้อหา 5 ด้าน และตอนที่สองเป็นการนำเสนอผลการตรวจสอบความตรงตามโครงสร้าง โดยพิจารณาองค์ประกอบตามมาตรฐานด้านกระบวนการ 5 ด้าน โดยมีรายละเอียดดังนี้

### 1.2.1 ผลการตรวจสอบความตรงตามโครงสร้าง พิจารณาตามมาตรฐานด้านเนื้อหา

ผลการตรวจสอบความตรงตามโครงสร้าง โดยพิจารณาองค์ประกอบตามมาตรฐานด้านเนื้อหา 5 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านจำนวนและการดำเนินการ 2) ด้านเรขาคณิต และปริภูมิ 3) ด้านการวัด 4) ด้านแบบรูป, ฟังก์ชัน และพีชคณิต และ 5) ด้านการวิเคราะห์ข้อมูล, สถิติ และความน่าจะเป็น ผู้วิจัยแบ่งเป็น 2 ตอน ตอนแรกเป็นผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างข้อคำถามในแต่ละด้าน ตอนที่สองเป็นผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน จำแนกตามมาตรฐานด้านเนื้อหาทั้ง 5 ด้าน

1.2.1.1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน จำแนกตามมาตรฐานด้านเนื้อหา 5 ด้าน ดังนี้

- 1) ด้านจำนวนและการดำเนินการ มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต อยู่ในช่วง 0.71 – 0.80 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน อยู่ในช่วง 0.40 – 0.45 และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ อยู่ในช่วง 0.30 – 0.59
- 2) ด้านเรขาคณิต และปริภูมิ มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต อยู่ในช่วง 0.68 – 0.75 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน อยู่ในช่วง 0.43 – 0.47 และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ อยู่ในช่วง 0.45 – 0.65
- 3) ด้านการวัด มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต อยู่ในช่วง 0.64 – 0.73 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน อยู่ในช่วง 0.44 – 0.48 และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ อยู่ในช่วง 0.32 – 0.56
- 4) ด้านแบบรูป ฟังก์ชัน และพีชคณิต มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต อยู่ในช่วง 0.64 – 0.71 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน อยู่ในช่วง 0.46 – 0.48 และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ อยู่ในช่วง 0.34 – 0.55
- 5) ด้านการวิเคราะห์ข้อมูล สถิติ และความน่าจะเป็น มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต อยู่ในช่วง 0.70 – 0.79 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน อยู่ในช่วง 0.41 – 0.46 และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ อยู่ในช่วง 0.15 – 0.62

โดยมีรายละเอียดของค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างข้อคำถามในแต่ละด้าน ดังแสดงในตาราง 13 – 17

ตาราง 13 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน  
ด้านจำนวนและการดำเนินการ

ข้อ คำถาม	ค่าเฉลี่ย เลขคณิต	ค่าส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน					
			ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3	ข้อ 4	ข้อ 5	
ข้อ 1	0.80	0.40	1.00					
ข้อ 2	0.71	0.45	0.50**	1.00				
ข้อ 3	0.72	0.45	0.48**	0.32**	1.00			
ข้อ 4	0.77	0.42	0.54**	0.30**	0.47**	1.00		
ข้อ 5	0.80	0.40	0.53**	0.30**	0.46**	0.59**	1.00	

หมายเหตุ: \*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01, \* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตัวหนา = ค่าสูงสุด, ตัวเอียง = ค่าต่ำสุด

ตาราง 14 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน  
ด้านเรขาคณิตและปริภูมิ

ข้อ คำถาม	ค่าเฉลี่ย เลขคณิต	ค่าส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน					
			ข้อ 6	ข้อ 7	ข้อ 8	ข้อ 9	ข้อ 10	
ข้อ 6	0.75	0.43	1.00					
ข้อ 7	0.72	0.45	0.63**	1.00				
ข้อ 8	0.68	0.47	0.55**	0.53**	1.00			
ข้อ 9	0.74	0.44	0.65**	0.55**	0.55**	1.00		
ข้อ 10	0.69	0.46	0.53**	0.47**	0.45**	0.55**	1.00	

หมายเหตุ: \*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01, \* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตัวหนา = ค่าสูงสุด, ตัวเอียง = ค่าต่ำสุด

ตาราง 15 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน  
ด้านการวัด

ข้อ คำถาม	ค่าเฉลี่ย เลขคณิต	ค่าส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน					
			ข้อ 11	ข้อ 12	ข้อ 13	ข้อ 14	ข้อ 15	
ข้อ 11	0.64	0.48	1.00					
ข้อ 12	0.71	0.45	0.44**	1.00				
ข้อ 13	0.70	0.46	0.37**	0.56**	1.00			
ข้อ 14	0.73	0.44	0.38**	0.46**	0.49**	1.00		
ข้อ 15	0.71	0.45	0.32**	0.36**	0.44**	0.48**	1.00	

หมายเหตุ: \*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01, \* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตัวหนา = ค่าสูงสุด, ตัวเอียง = ค่าต่ำสุด



ตาราง 16 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน  
ด้านแบบรูป ฟังก์ชันและพีชคณิต

ข้อ คำถาม	ค่าเฉลี่ย เลขคณิต	ค่าส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน				
			ข้อ 16	ข้อ 17	ข้อ 18	ข้อ 19	ข้อ 20
ข้อ 16	0.71	0.46	1.00				
ข้อ 17	0.70	0.46	0.54**	1.00			
ข้อ 18	0.64	0.48	0.34**	0.43**	1.00		
ข้อ 19	0.70	0.46	0.45**	0.55**	0.51**	1.00	
ข้อ 20	0.70	0.46	0.39**	0.45**	0.41**	0.51**	1.00

หมายเหตุ: \*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01, \* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตัวหนา = ค่าสูงสุด, ตัวเอียง = ค่าต่ำสุด

ตาราง 17 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน  
ด้านการวิเคราะห์ข้อมูล สถิติ และความน่าจะเป็น

ข้อคำถาม	ค่าเฉลี่ย เลขคณิต	ค่าส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน				
			ข้อ 21	ข้อ 22	ข้อ 23	ข้อ 24	ข้อ 25
ข้อ 21	0.77	0.42	1.00				
ข้อ 22	0.73	0.45	0.52**	1.00			
ข้อ 23	0.70	0.46	0.39**	0.57**	1.00		
ข้อ 24	0.76	0.43	0.36**	0.46**	0.62**	1.00	
ข้อ 25	0.79	0.41	0.15*	0.28**	0.53**	0.55**	1.00

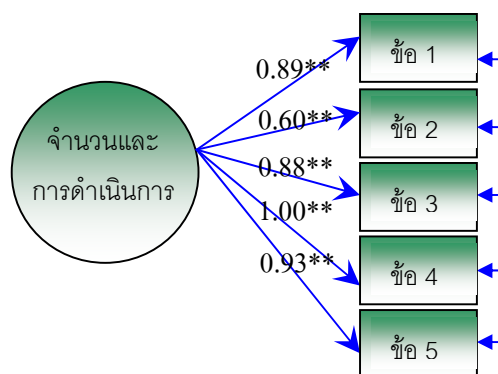
หมายเหตุ: \*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01, \* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตัวหนา = ค่าสูงสุด, ตัวเอียง = ค่าต่ำสุด

1.2.1.2 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน โดยใช้โปรแกรม LISREL เมื่อพิจารณาองค์ประกอบเชิงยืนยันของเครื่องมือที่สร้างขึ้นตามมาตรฐานด้านเนื้อหา 5 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านจำนวน

และการดำเนินการ 2) ด้านเรขาคณิต และปริภูมิ 3) ด้านการวัด 4) ด้านแบบรูป, ฟังก์ชัน และพีชคณิต และ 5) ด้านการวิเคราะห์ข้อมูล, สถิติ และความน่าจะเป็น พบว่า เครื่องมือที่สร้างขึ้นมีความตรงตามโครงสร้างมาตรฐานด้านเนื้อหาทั้ง 5 ด้าน โดยมีรายละเอียดดังนี้

ผลการตรวจสอบความตรงตามโครงสร้างของเครื่องมือที่สร้างขึ้น ในมิติด้านจำนวน และการดำเนินการ ประกอบด้วยข้อคำถามข้อที่ 1 – 5 โดยมีโมเดลการวิเคราะห์หองค์ประกอบเชิงยืนยัน ดังแผนภาพ 11 และค่าสถิติทดสอบ ไค-สแควร์ = 2.55, df = 3, p-value = 0.47 และ RMSEA = 0.00 นั่นคือ แบบทดสอบด้านจำนวนและการดำเนินการ ทั้ง 5 ข้อ ที่สร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ มีความตรงตามโครงสร้างของมติดังกล่าว และเมื่อพิจารณา ค่าน้ำหนักขององค์ประกอบ พบว่า ข้อคำถามที่ 4 มีค่าน้ำหนักสูงสุด รองลงมาได้แก่ข้อที่ 5 และข้อที่ 1 ตามลำดับ รายละเอียดดังตาราง 18



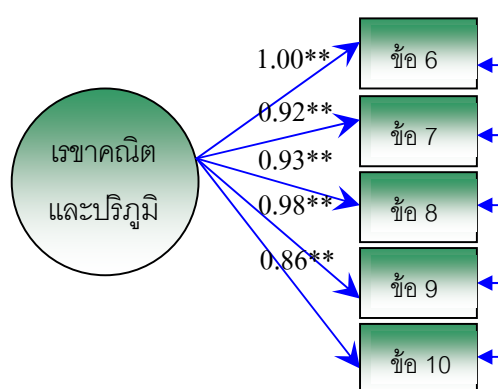
แผนภาพ 11 โมเดลการวิเคราะห์หองค์ประกอบเชิงยืนยัน  
ด้านจำนวนและการดำเนินการ

ตาราง 18 ผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้าง ด้านจำนวนและการดำเนินการ

ข้อคำถาม	b	S.E.	t	r <sup>2</sup>
ข้อ 1	0.89**	0.09	9.76	0.52
ข้อ 2	0.60**	0.11	5.44	0.18
ข้อ 3	0.88**	0.10	8.74	0.40
ข้อ 4	1.00**	-	-	0.58
ข้อ 5	0.93**	0.09	10.06	0.56

$\chi^2 = 2.55$  df = 3 p-value = 0.47 RMSEA = 0.00 SRMR = 0.02 GFI = 1.00 AGFI = 0.98

ผลการตรวจสอบความตรงตามโครงสร้างของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น ในมิติด้านเรขาคณิตและปริภูมิ ประกอบด้วยข้อคำถามข้อที่ 6 – 10 โดยมีโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ดังแผนภาพ 12 และค่าสถิติทดสอบ ไค-สแควร์ = 1.90, df = 3, p-value = 0.59 และ RMSEA = 0.00 นั่นคือ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ด้านเรขาคณิตและปริภูมิ ทั้ง 5 ข้อ ที่สร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ มีความตรงตามโครงสร้างของมติดังกล่าว และเมื่อพิจารณา ค่าน้ำหนักขององค์ประกอบ พบว่า ข้อคำถามที่ 6 มีค่าน้ำหนักสูงสุด รองลงมาได้แก่ข้อที่ 9 และข้อที่ 8 ตามลำดับ รายละเอียดดังตาราง 19



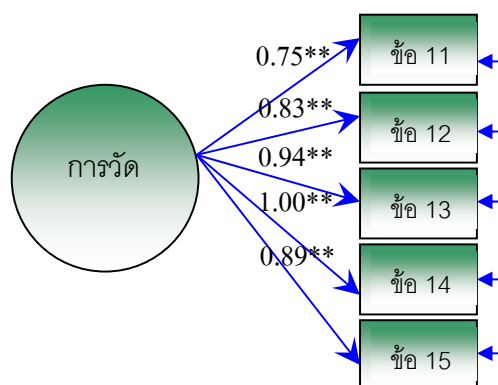
แผนภาพ 12 โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน  
ด้านเรขาคณิตและปริภูมิ

ตาราง 19 ผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้าง ด้านเรขาคณิตและปริภูมิ

ข้อคำถาม	b	S.E.	t	r <sup>2</sup>
ข้อ 6	1.00**	-	-	0.66
ข้อ 7	0.92**	0.08	11.82	0.50
ข้อ 8	0.93**	0.09	10.32	0.49
ข้อ 9	0.98**	0.09	10.75	0.62
ข้อ 10	0.86**	0.10	8.92	0.44

$\chi^2 = 1.90$  df = 3 p-value = 0.59 RMSEA = 0.00 SRMR = 0.01 GFI = 1.00 AGFI = 0.98

ผลการตรวจสอบความตรงตามโครงสร้างของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น ในมิติด้านการวัด ประกอบด้วยข้อคำถามข้อที่ 11 – 15 โดยมีโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ดังแผนภาพ 13 และค่าสถิติทดสอบ ไค-สแควร์ = 1.59, df = 3, p-value = 0.66 และ RMSEA = 0.00 นั่นคือ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ ด้านการวัดทั้ง 5 ข้อ ที่สร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ มีความตรงตามโครงสร้างของมิติดังกล่าว และเมื่อพิจารณา ค่าน้ำหนักขององค์ประกอบ พบว่า ข้อคำถามที่ 14 มีค่าน้ำหนักสูงสุด รองลงมาได้แก่ข้อที่ 13 และข้อที่ 15 ตามลำดับ รายละเอียดดังตาราง 20



แผนภาพ 13 โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน  
ด้านการวัด

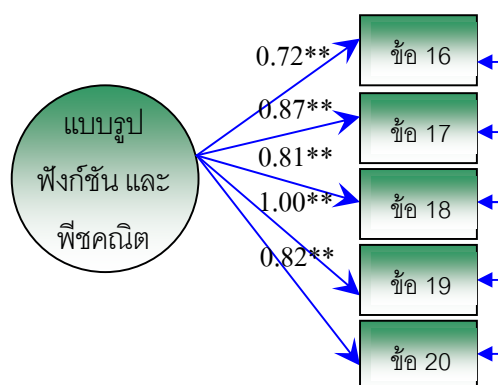
ตาราง 20 ผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้าง ด้านการวัด

ข้อคำถาม	b	S.E.	t	r <sup>2</sup>
ข้อ 11	0.75**	0.11	6.58	0.27
ข้อ 12	0.83**	0.12	7.10	0.36
ข้อ 13	0.94**	0.12	7.96	0.48
ข้อ 14	1.00**	-	-	0.55
ข้อ 15	0.89**	0.11	7.93	0.41

$\chi^2 = 1.59$  df = 3 p-value = 0.66 RMSEA = 0.00 SRMR = 0.01 GFI = 1.00 AGFI = 0.99

ผลการตรวจสอบความตรงตามโครงสร้างของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น ในมิติด้านแบบรูป ฟังก์ชันและพีชคณิต ประกอบด้วยข้อคำถามข้อที่ 16 – 20 โดยมีโมเดลการ

วิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ดังแผนภาพ 14 และค่าสถิติทดสอบ ไค-สแควร์ = 0.27, df = 3, p-value = 0.97 และ RMSEA = 0.00 นั่นคือ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ด้านแบบรูป ฟังก์ชันและพีชคณิต ทั้ง 5 ข้อ ที่สร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ มีความตรงตามโครงสร้างของมิติดังกล่าว และเมื่อพิจารณา ค่าน้ำหนักขององค์ประกอบ พบว่า ข้อคำถามที่ 19 มีค่าน้ำหนักสูงสุด รองลงมาได้แก่ข้อที่ 17 และข้อที่ 20 ตามลำดับ รายละเอียดดังตาราง 21



แผนภาพ 14 โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน  
ด้านแบบรูป ฟังก์ชันและพีชคณิต

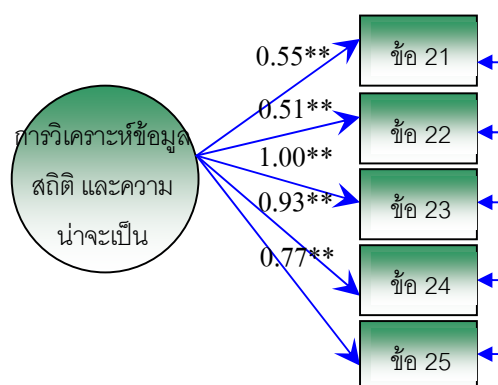
ตาราง 21 ผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้าง ด้านแบบรูป ฟังก์ชันและพีชคณิต

ข้อคำถาม	b	S.E.	t	r <sup>2</sup>
ข้อ 16	0.72**	0.10	7.37	0.32
ข้อ 17	0.87**	0.09	9.22	0.48
ข้อ 18	0.81**	0.10	8.66	0.41
ข้อ 19	1.00**	-	-	0.62
ข้อ 20	0.82**	0.09	8.97	0.42

$\chi^2 = 0.27$  df = 3 p-value = 0.97 RMSEA = 0.00 SRMR = 0.00 GFI = 1.00 AGFI = 1.00

ผลการตรวจสอบความตรงตามโครงสร้างของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ ที่สร้างขึ้น ในมิติด้านการวิเคราะห์ข้อมูล สถิติและความน่าจะเป็น ประกอบด้วยข้อคำถามข้อที่ 21 – 25 โดยมีโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ดังแผนภาพ 15 และค่าสถิติทดสอบ ไค-สแควร์ = 0.45,

df = 1, p-value = 0.50 และ RMSEA = 0.00 นั่นคือ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ ด้านการวิเคราะห์ข้อมูล สถิติและความน่าจะเป็น ทั้ง 5 ข้อ ที่สร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ มีความตรงตามโครงสร้างของมิติดังกล่าว และเมื่อพิจารณา ค่าน้ำหนักขององค์ประกอบ พบว่า ข้อคำถามที่ 23 มีค่าน้ำหนักสูงสุด รองลงมาได้แก่ข้อที่ 24 และข้อที่ 25 ตามลำดับ รายละเอียดดังตาราง 22



แผนภาพ 15 โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

ด้านการวิเคราะห์ข้อมูล สถิติและความน่าจะเป็น

ตาราง 22 ผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้าง ด้านการวิเคราะห์ข้อมูล สถิติและความน่าจะเป็น

ข้อคำถาม	b	S.E.	t	r <sup>2</sup>
ข้อ 21	0.55**	0.09	6.26	0.22
ข้อ 22	0.51**	0.10	5.34	0.17
ข้อ 23	1.00**	-	-	0.62
ข้อ 24	0.93**	0.09	10.94	0.62
ข้อ 25	0.77**	0.09	8.91	0.48

$\chi^2 = 0.45$  df = 1 p-value = 0.50 RMSEA = 0.00 SRMR = 0.01 GFI = 1.00 AGFI = 0.99

## 1.2.2 ผลการตรวจสอบความตรงตามโครงสร้าง พิจารณาตามมาตรฐานด้านกระบวนการ

ผลการตรวจสอบความตรงตามโครงสร้าง โดยพิจารณาองค์ประกอบตามมาตรฐานด้านกระบวนการ 5 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านความสามารถในการแก้ปัญหา 2) ด้านความสามารถในการให้เหตุผลและการพิสูจน์ 3) ด้านความสามารถในการสื่อสาร 4) ด้านความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ และ 5) ด้านความสามารถในการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ ผู้วิจัยแบ่งเป็น 2 ตอน ตอนแรกเป็นผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างข้อคำถามในแต่ละด้าน ตอนที่สองเป็นผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน จำแนกตามมาตรฐานด้านกระบวนการทั้ง 5 ด้าน

1.2.2.1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน จำแนกตามมาตรฐานด้านกระบวนการ 5 ด้าน ดังนี้

- 1) ด้านความสามารถในการแก้ปัญหา มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต อยู่ในช่วง 0.64 – 0.80 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน อยู่ในช่วง 0.40 – 0.48 และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ อยู่ในช่วง 0.01 – 0.40
- 2) ด้านความสามารถในการให้เหตุผลและการพิสูจน์ มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต อยู่ในช่วง 0.70 – 0.73 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน อยู่ในช่วง 0.45 – 0.46 และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ อยู่ในช่วง 0.08 – 0.35
- 3) ด้านความสามารถในการสื่อสาร มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต อยู่ในช่วง 0.64 – 0.72 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน อยู่ในช่วง 0.45 – 0.48 และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ อยู่ในช่วง 0.13 – 0.39
- 4) ด้านความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต อยู่ในช่วง 0.70 – 0.77 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน อยู่ในช่วง 0.42 – 0.46 และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ อยู่ในช่วง 0.07 – 0.35
- 5) ด้านความสามารถในการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต อยู่ในช่วง 0.69 – 0.80 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน อยู่ในช่วง 0.40 – 0.46 และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ อยู่ในช่วง 0.10 – 0.37

โดยมีรายละเอียดของค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างข้อคำถามในแต่ละด้าน ดังแสดงในตาราง 23 – 27

ตาราง 23 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน  
ด้านความสามารถในการแก้ปัญหา

ข้อคำถาม	ค่าเฉลี่ย เลขคณิต	ค่าส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน				
			ข้อ 1	ข้อ 6	ข้อ 11	ข้อ 16	ข้อ 21
ข้อ 1	0.80	0.40	1.00				
ข้อ 6	0.75	0.43	0.27**	1.00			
ข้อ 11	0.64	0.48	0.21**	0.17**	1.00		
ข้อ 16	0.71	0.46	0.11	0.18**	0.28**	1.00	
ข้อ 21	0.77	0.42	0.12	0.01	0.04	0.40**	1.00

หมายเหตุ: \*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01, \* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตัวหนา = ค่าสูงสุด, ตัวเอียง = ค่าต่ำสุด

ตาราง 24 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน  
ด้านความสามารถในการให้เหตุผลและการพิสูจน์

ข้อคำถาม	ค่าเฉลี่ย เลขคณิต	ค่าส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน				
			ข้อ 2	ข้อ 7	ข้อ 12	ข้อ 17	ข้อ 22
ข้อ 2	0.71	0.45	1.00				
ข้อ 7	0.72	0.45	0.22**	1.00			
ข้อ 12	0.71	0.45	0.17**	0.22**	1.00		
ข้อ 17	0.70	0.46	0.08	0.28**	0.35**	1.00	
ข้อ 22	0.73	0.45	0.18**	0.08	0.22**	0.26**	1.00

หมายเหตุ: \*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01, \* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตัวหนา = ค่าสูงสุด, ตัวเอียง = ค่าต่ำสุด



ตาราง 25 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน  
ด้านความสามารถในการสื่อสาร

ข้อคำถาม	ค่าเฉลี่ย เลขคณิต	ค่าส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน				
			ข้อ 3	ข้อ 8	ข้อ 13	ข้อ 18	ข้อ 23
ข้อ 3	0.72	0.45	1.00				
ข้อ 8	0.68	0.47	0.39**	1.00			
ข้อ 13	0.70	0.46	0.38**	0.27**	1.00		
ข้อ 18	0.64	0.48	0.20**	0.29**	0.29**	1.00	
ข้อ 23	0.70	0.46	0.22**	0.13*	0.16*	0.15*	1.00

หมายเหตุ: \*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01, \* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05  
ตัวหนา = ค่าสูงสุด, ตัวเอียง = ค่าต่ำสุด

ตาราง 26 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน  
ด้านความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้

ข้อคำถาม	ค่าเฉลี่ย เลขคณิต	ค่าส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน				
			ข้อ 4	ข้อ 9	ข้อ 14	ข้อ 19	ข้อ 24
ข้อ 4	0.77	0.42	1.00				
ข้อ 9	0.74	0.44	0.35**	1.00			
ข้อ 14	0.73	0.44	0.25**	0.14*	1.00		
ข้อ 19	0.70	0.46	0.13*	0.21**	0.28**	1.00	
ข้อ 24	0.76	0.43	0.15*	0.07	0.17**	0.22**	1.00

หมายเหตุ: \*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01, \* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05  
ตัวหนา = ค่าสูงสุด, ตัวเอียง = ค่าต่ำสุด

ตาราง 27 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน  
ด้านความสามารถในการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์

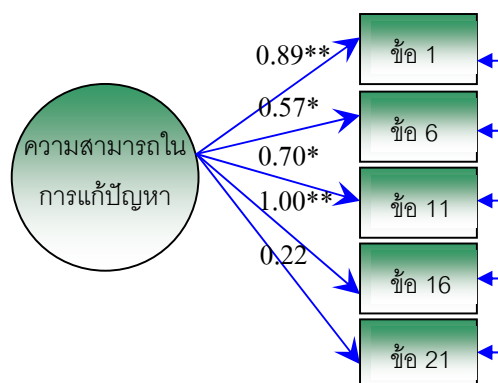
ข้อคำถาม	ค่าเฉลี่ย เลขคณิต	ค่าส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน				
			ข้อ 5	ข้อ 10	ข้อ 15	ข้อ 20	ข้อ 25
ข้อ 5	0.80	0.40	1.00				
ข้อ 10	0.69	0.46	0.37**	1.00			
ข้อ 15	0.71	0.45	0.37**	0.19**	1.00		
ข้อ 20	0.70	0.46	0.10	0.17**	0.33**	1.00	
ข้อ 25	0.79	0.41	0.26**	0.17**	0.15*	0.26**	1.00

หมายเหตุ: \*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01, \* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตัวหนา = ค่าสูงสุด, ตัวเอียง = ค่าต่ำสุด

1.2.2.2 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน โดยใช้โปรแกรม LISREL เมื่อพิจารณาองค์ประกอบเชิงยืนยันของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ ที่สร้างขึ้นตามมาตรฐานด้านกระบวนการ 5 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านความสามารถในการแก้ปัญหา 2) ด้านความสามารถในการให้เหตุผลและการพิสูจน์ 3) ด้านความสามารถในการสื่อสาร 4) ด้านความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ และ 5) ด้านความสามารถในการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ พบว่า แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นมีความตรงตามโครงสร้างมาตรฐานด้านกระบวนการ ทั้ง 5 ด้าน โดยมีรายละเอียดดังนี้

ผลการตรวจสอบความตรงตามโครงสร้างของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น ในมิติด้านความสามารถในการแก้ปัญหา ประกอบด้วยข้อคำถามข้อที่ 1, 6, 11, 16 และ 21 โดยมีโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ดังแผนภาพ 16 และค่าสถิติทดสอบ ไค-สแควร์ = 3.09,  $df = 3$ ,  $p\text{-value} = 0.38$  และ  $RMSEA = 0.01$  นั่นคือ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการแก้ปัญหา ทั้ง 5 ข้อ ที่สร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ มีความตรงตามโครงสร้างของมิติดังกล่าว และเมื่อพิจารณา ค่าน้ำหนักขององค์ประกอบ พบว่า ข้อคำถามที่ 16 มีค่าน้ำหนักสูงสุด รองลงมาได้แก่ข้อที่ 1 และข้อที่ 11 ตามลำดับ รายละเอียดดังตาราง 28



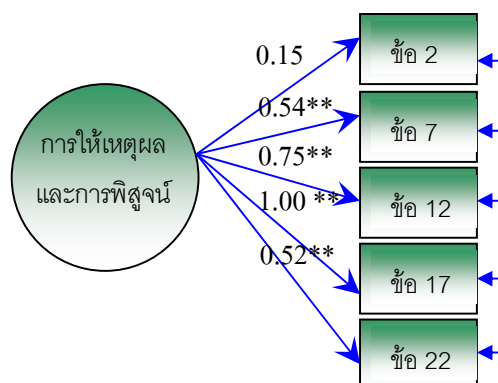
แผนภาพ 16 โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน  
ด้านความสามารถในการแก้ปัญหา

ตาราง 28 ผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้าง ด้านความสามารถในการแก้ปัญหา

ข้อคำถาม	b	S.E.	t	r <sup>2</sup>
ข้อ 1	0.89**	0.24	3.66	0.62
ข้อ 6	0.57*	0.23	2.48	0.37
ข้อ 11	0.70*	0.28	2.52	0.41
ข้อ 16	1.00**	-	-	0.61
ข้อ 21	0.22	0.14	1.58	0.14

$$\chi^2 = 3.09 \quad df = 3 \quad p\text{-value} = 0.38 \quad RMSEA = 0.01 \quad SRMR = 0.01 \quad GFI = 0.99 \quad AGFI = 0.97$$

ผลการตรวจสอบความตรงตามโครงสร้างของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น ในมิติด้านความสามารถในการให้เหตุผลและการพิสูจน์ ประกอบด้วยข้อคำถามข้อที่ 2, 7, 12, 17 และ 22 โดยมีโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ดังแผนภาพ 17 และค่าสถิติทดสอบ ไค-สแควร์ = 1.91, df = 2, p-value = 0.39 และ RMSEA = 0.00 นั่นคือ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการให้เหตุผลและการพิสูจน์ ทั้ง 5 ข้อ ที่สร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ มีความตรงตามโครงสร้างของมิติดังกล่าว และเมื่อพิจารณา ค่าน้ำหนักขององค์ประกอบ พบว่า ข้อคำถามที่ 17 มีค่าน้ำหนักสูงสุด รองลงมาได้แก่ข้อที่ 12 และข้อที่ 7 ตามลำดับ รายละเอียดดังตาราง 29



แผนภาพ 17 โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

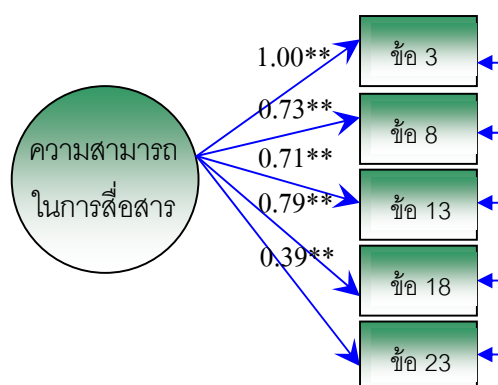
ด้านความสามารถในการให้เหตุผลและการพิสูจน์

ตาราง 29 ผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้าง ด้านความสามารถในการให้เหตุผลและการพิสูจน์

ข้อคำถาม	b	S.E.	t	r <sup>2</sup>
ข้อ 2	0.15	0.13	1.15	0.01
ข้อ 7	0.54**	0.15	3.69	0.14
ข้อ 12	0.76**	0.19	4.09	0.31
ข้อ 17	1.00**	-	-	0.48
ข้อ 22	0.52**	0.14	3.63	0.14

$$\chi^2 = 1.91 \quad df = 2 \quad p\text{-value} = 0.39 \quad RMSEA = 0.00 \quad SRMR = 0.02 \quad GFI = 1.00 \quad AGFI = 0.98$$

ผลการตรวจสอบความตรงตามโครงสร้างของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น ในมิติด้านความสามารถในการสื่อสาร ประกอบด้วยข้อคำถามข้อที่ 3, 8, 13, 18 และ 23 โดยมีโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ดังแผนภาพ 18 และค่าสถิติทดสอบ ไค-สแควร์ = 0.23,  $df = 3$ ,  $p\text{-value} = 0.97$  และ  $RMSEA = 0.00$  นั่นคือ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการสื่อสาร ทั้ง 5 ข้อ ที่สร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ มีความตรงตามโครงสร้างของมิติดังกล่าว และเมื่อพิจารณา ค่าน้ำหนักขององค์ประกอบ พบว่า ข้อคำถามที่ 3 มีค่าน้ำหนักสูงสุด รองลงมาได้แก่ข้อที่ 18 และข้อที่ 8 ตามลำดับ รายละเอียดดังตาราง 30



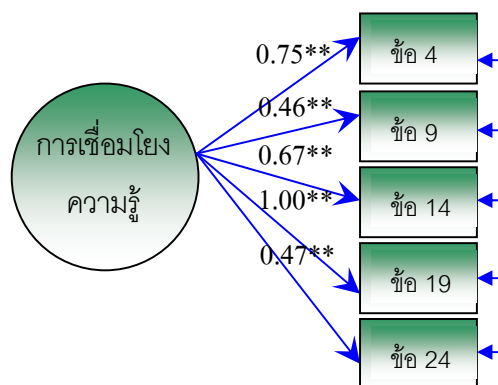
แผนภาพ 18 โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน  
ด้านความสามารถในการสื่อสาร

ตาราง 30 ผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้าง ด้านความสามารถในการสื่อสาร

ข้อคำถาม	b	S.E.	t	r <sup>2</sup>
ข้อ 3	1.00**	-	-	0.56
ข้อ 8	0.73**	0.15	4.81	0.27
ข้อ 13	0.71**	0.15	4.73	0.27
ข้อ 18	0.79**	0.18	4.30	0.30
ข้อ 23	0.39**	0.11	3.39	0.08

$$\chi^2 = 0.23 \quad df = 3 \quad p\text{-value} = 0.97 \quad RMSEA = 0.00 \quad SRMR = 0.01 \quad GFI = 1.00 \quad AGFI = 1.00$$

ผลการตรวจสอบความตรงตามโครงสร้างของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น ในมิติด้านความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ ประกอบด้วยข้อคำถามข้อที่ 4, 9, 14, 19 และ 24 โดยมีโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ดังแผนภาพ 19 และค่าสถิติทดสอบ ไค-สแควร์ = 6.43, df = 4, p-value = 0.17 และ RMSEA = 0.05 นั่นคือ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ ทั้ง 5 ข้อ ที่สร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ มีความตรงตามโครงสร้างของมติดังกล่าว และเมื่อพิจารณา ค่าน้ำหนักขององค์ประกอบ พบว่า ข้อที่ 19 มีค่าน้ำหนักสูงสุด รองลงมาได้แก่ข้อที่ 4 และข้อที่ 14 ตามลำดับ รายละเอียดดังตาราง 31



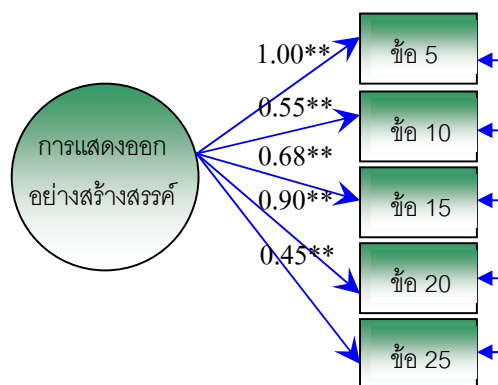
แผนภาพ 19 โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน  
ด้านความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้

ตาราง 31 ผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้าง ด้านความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้

ข้อคำถาม	b	S.E.	t	r <sup>2</sup>
ข้อ 4	0.75**	0.21	3.52	0.27
ข้อ 9	0.46**	0.17	2.67	0.10
ข้อ 14	0.67**	0.22	3.04	0.20
ข้อ 19	1.00**	-	-	0.42
ข้อ 24	0.47**	0.17	2.81	0.11

$$\chi^2 = 0.71 \quad df = 3 \quad p\text{-value} = 0.87 \quad RMSEA = 0.00 \quad SRMR = 0.01 \quad GFI = 1.00 \quad AGFI = 0.99$$

ผลการตรวจสอบความตรงตามโครงสร้างของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น ในมิติด้านความสามารถในการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ ประกอบด้วยข้อคำถามข้อที่ 5, 10, 15, 20 และ 25 โดยมีโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ดังแผนภาพ 20 และค่าสถิติทดสอบ ไค-สแควร์ = 4.51, df = 4, p-value = 0.34 และ RMSEA = 0.02 นั่นคือ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ ทั้ง 5 ข้อ ที่สร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ มีความตรงตามโครงสร้างของมิติดังกล่าว และเมื่อพิจารณา ค่าน้ำหนักขององค์ประกอบ พบว่า ข้อคำถามที่ 5 มีค่าน้ำหนักสูงสุด รองลงมาได้แก่ข้อที่ 20 และข้อที่ 15 ตามลำดับ รายละเอียดดังตาราง 32



แผนภาพ 20 โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน  
ด้านความสามารถในการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์

ตาราง 32 ผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้าง ด้านความสามารถในการแสดงออก  
อย่างสร้างสรรค์

ข้อคำถาม	b	S.E.	t	r <sup>2</sup>
ข้อ 5	1.00**	-	-	0.66
ข้อ 10	0.55**	0.14	3.94	0.15
ข้อ 15	0.68**	0.16	4.29	0.23
ข้อ 20	0.90**	0.18	5.02	0.40
ข้อ 25	0.45**	0.12	3.79	0.13

$$\chi^2 = 0.71 \quad df = 3 \quad p\text{-value} = 0.87 \quad RMSEA = 0.00 \quad SRMR = 0.01 \quad GFI = 1.00 \quad AGFI = 0.99$$

### 1.3 ผลการตรวจสอบความตรงตามสภาพ

ผลการตรวจสอบความตรงตามสภาพ (Concurrent validity) โดยนำคะแนนที่ได้จากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ กับคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ (เน้นการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา) ที่สร้างขึ้นโดยโรงเรียนวิทยาศาสตร์ของรัฐ ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างคะแนนจากแบบวัดที่สร้างขึ้น กับแบบทดสอบมาตรฐาน เท่ากับ 0.80 โดยที่ในส่วน of แบบเติมคำตอบกับแบบทดสอบมาตรฐาน มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.80 และในส่วน

ของแบบอัตโนมัติกับแบบทดสอบมาตรฐาน มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.75 แสดงว่า แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ที่สร้างขึ้น มีความตรงตามสภาพ รายละเอียดดังแสดงในตาราง 33

**ตาราง 33** ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างคะแนนที่ได้จากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นกับคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบมาตรฐาน

เครื่องมือ	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน			
	แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์			แบบทดสอบมาตรฐาน
	คะแนนรวม	แบบเติมคำตอบ	แบบอัตโนมัติ	
คะแนนรวม	1.00			
- แบบเติมคำตอบ	0.99**	1.00		
- แบบอัตโนมัติ	0.96**	0.90**	1.00	
แบบทดสอบมาตรฐาน	0.80**	0.80**	0.75**	1.00
คะแนนเต็ม	31.00	25.00	6.00	30.00
ค่าเฉลี่ยเลขคณิต	22.53	18.07	4.46	20.71
ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	5.57	3.53	2.18	5.14

ผลการตรวจสอบความตรงตามสภาพ (Concurrent validity) โดยนำคะแนนที่ได้จากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยนำเครื่องมือที่สร้างขึ้นไปคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นกับแบบประเมินความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน เท่ากับ 0.80 โดยที่ในส่วน of แบบเติมคำตอบกับแบบประเมินความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.83 และในส่วน of แบบอัตโนมัติกับแบบประเมินความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.72 แสดงว่า แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ที่สร้างขึ้นมีความตรงตามสภาพ รายละเอียดดังแสดงในตาราง 34



ตาราง 34 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างคะแนนที่ได้จากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นกับคะแนนที่ได้จากแบบประเมินความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

เครื่องมือ	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน			
	แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์			แบบประเมิน ความสามารถพิเศษ ทางคณิตศาสตร์
	คะแนนรวม	แบบเต็ม คำตอบ	แบบอัตนัย	
คะแนนรวม	1.00			
- แบบเต็มคำตอบ	0.99**	1.00		
- แบบอัตนัย	0.96**	0.90**	1.00	
แบบประเมินความสามารถ พิเศษทางคณิตศาสตร์	<b>0.80**</b>	0.83**	0.72**	1.00
คะแนนเต็ม	31.00	25.00	6.00	40.00
ค่าเฉลี่ยเลขคณิต	22.53	18.07	4.46	24.85
ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	5.57	3.53	2.18	6.58

## ตอนที่ 2 ผลการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอน ปลาย โดยใช้กระบวนการคิดระดับสูง

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ในขั้นตอนนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อกำหนดเกณฑ์มาตรฐานของแบบ  
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ระดับ  
มัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้กระบวนการคิดระดับสูงที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น การเสนอผลการวิเคราะห์ใน  
ขั้นตอนนี้ แบ่งออกเป็น 7 ตอน ดังนี้

### 2.1 เกณฑ์การให้คะแนนพิเศษข้อสอบในมิติด้านเวลา

ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ จำนวนผู้ตอบข้อสอบได้ถูกต้อง เวลาต่ำสุด เวลาสูงสุด  
ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อสอบรายข้อ พบว่า มีผู้ที่ตอบข้อสอบข้อนั้น ๆ  
ได้ถูกต้องอยู่ในช่วง 155 – 193 คน คิดเป็น ร้อยละ 64.32 – 80.08 โดยที่เวลาในการทำข้อสอบแต่ละ  
ข้อได้ถูกต้อง มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 236.38 – 466.16 วินาที และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน อยู่ในช่วง  
45.53 – 111.15 รายละเอียดดังตาราง 35

เมื่อทำการแปลงคะแนนเวลาในการทำข้อสอบแต่ละข้อ ของนักเรียนที่ตอบข้อสอบข้อนั้น ๆ ได้  
ถูกต้อง เป็นคะแนนมาตรฐานที่ (T-Score) โดยเทียบกับเกณฑ์ในการให้คะแนนพิเศษในมิติของเวลาที่  
กำหนด ดังนี้

คะแนน T-Score ตั้งแต่ 65 คะแนน ขึ้นไป	ได้คะแนนพิเศษ เท่ากับ 0.1 คะแนน
คะแนน T-Score อยู่ในช่วง 55 – 64 คะแนน	ได้คะแนนพิเศษ เท่ากับ 0.2 คะแนน
คะแนน T-Score อยู่ในช่วง 45 – 54 คะแนน	ได้คะแนนพิเศษ เท่ากับ 0.3 คะแนน
คะแนน T-Score อยู่ในช่วง 35 – 44 คะแนน	ได้คะแนนพิเศษ เท่ากับ 0.4 คะแนน
คะแนน T-Score ต่ำกว่า 35 คะแนน	ได้คะแนนพิเศษ เท่ากับ 0.5 คะแนน

ได้เกณฑ์การให้คะแนนพิเศษของข้อสอบแต่ละข้อในมิติของเวลาที่ใช้ในการตอบข้อสอบ  
รายละเอียดดังตาราง 36

ตาราง 35 จำนวนผู้ตอบข้อสอบได้ถูกต้อง เวลาต่ำสุด เวลาสูงสุด ค่าเฉลี่ยเลขคณิต  
และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อสอบรายข้อ

ข้อคำถาม	จำนวนผู้ตอบ ข้อสอบถูกต้อง	เวลาต่ำสุด	เวลาสูงสุด	ค่าเฉลี่ย เลขคณิต	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
ข้อที่ 1	193	120	480	256.00	62.17
ข้อที่ 2	171	140	430	250.27	52.67
ข้อที่ 3	174	115	501	272.17	61.52
ข้อที่ 4	185	124	420	335.75	57.03
ข้อที่ 5	193	122	755	451.94	77.25
ข้อที่ 6	181	144	504	280.59	59.47
ข้อที่ 7	174	133	423	244.59	50.02
ข้อที่ 8	164	154	520	292.65	60.87
ข้อที่ 9	179	119	585	406.86	99.47
ข้อที่ 10	167	108	589	432.85	73.54
ข้อที่ 11	155	107	447	240.40	60.55
ข้อที่ 12	171	143	399	251.65	47.69
ข้อที่ 13	169	133	519	288.09	59.07
ข้อที่ 14	177	111	643	401.58	111.15
ข้อที่ 15	171	214	626	397.83	90.71
ข้อที่ 16	170	196	516	306.68	52.67
ข้อที่ 17	168	161	407	261.49	47.64
ข้อที่ 18	155	137	474	296.44	57.15
ข้อที่ 19	168	199	653	423.83	106.50
ข้อที่ 20	168	126	579	459.75	61.37
ข้อที่ 21	185	165	475	266.43	51.14
ข้อที่ 22	175	137	383	236.38	45.53
ข้อที่ 23	168	139	456	274.58	52.60
ข้อที่ 24	183	145	488	400.89	68.52
ข้อที่ 25	191	258	883	466.16	59.32

ตาราง 36 เกณฑ์การให้คะแนนพิเศษของข้อสอบแต่ละข้อในมิติของเวลาที่ใช้ในการตอบข้อสอบ

ข้อคำถาม	คะแนนพิเศษในมิติของเวลาที่ใช้ในการตอบข้อสอบ				
	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50
ข้อที่ 1	มากกว่า 348	287 – 348	225 – 286	163 – 224	น้อยกว่า 163
ข้อที่ 2	มากกว่า 328	277 – 328	224 – 276	171 – 223	น้อยกว่า 171
ข้อที่ 3	มากกว่า 363	303 – 363	241 – 302	180 – 240	น้อยกว่า 180
ข้อที่ 4	มากกว่า 420	364 – 420	307 – 363	250 – 306	น้อยกว่า 250
ข้อที่ 5	มากกว่า 567	491 – 567	413 – 490	336 – 412	น้อยกว่า 336
ข้อที่ 6	มากกว่า 369	310 – 369	251 – 309	191 – 250	น้อยกว่า 191
ข้อที่ 7	มากกว่า 319	270 – 319	220 – 269	170 – 219	น้อยกว่า 170
ข้อที่ 8	มากกว่า 383	323 – 383	262 – 322	201 – 261	น้อยกว่า 201
ข้อที่ 9	มากกว่า 555	457 – 555	357 – 456	258 – 356	น้อยกว่า 258
ข้อที่ 10	มากกว่า 542	470 – 542	396 – 469	323 – 395	น้อยกว่า 323
ข้อที่ 11	มากกว่า 330	271 – 330	210 – 270	150 – 209	น้อยกว่า 150
ข้อที่ 12	มากกว่า 322	275 – 322	228 – 274	180 – 227	น้อยกว่า 180
ข้อที่ 13	มากกว่า 376	318 – 376	259 – 317	199 – 258	น้อยกว่า 199
ข้อที่ 14	มากกว่า 567	457 – 567	346 – 456	235 – 345	น้อยกว่า 235
ข้อที่ 15	มากกว่า 533	443 – 533	352 – 442	262 – 351	น้อยกว่า 262
ข้อที่ 16	มากกว่า 385	333 – 385	280 – 332	228 – 279	น้อยกว่า 228
ข้อที่ 17	มากกว่า 332	285 – 332	238 – 284	190 – 237	น้อยกว่า 190
ข้อที่ 18	มากกว่า 381	325 – 381	268 – 324	211 – 267	น้อยกว่า 211
ข้อที่ 19	มากกว่า 583	477 – 583	371 – 476	264 – 370	น้อยกว่า 264
ข้อที่ 20	มากกว่า 551	490 – 551	429 – 489	368 – 428	น้อยกว่า 368
ข้อที่ 21	มากกว่า 342	292 – 342	241 – 291	190 – 240	น้อยกว่า 190
ข้อที่ 22	มากกว่า 304	259 – 304	214 – 258	168 – 213	น้อยกว่า 168
ข้อที่ 23	มากกว่า 352	301 – 352	248 – 300	196 – 247	น้อยกว่า 196
ข้อที่ 24	มากกว่า 503	435 – 503	367 – 434	298 – 366	น้อยกว่า 298
ข้อที่ 25	มากกว่า 554	496 – 554	436 – 495	377 – 435	น้อยกว่า 377

หมายเหตุ เวลาที่ใช้ในการทดสอบข้อสอบแต่ละข้อ มีหน่วยเป็นวินาที

## 2.2 เกณฑ์การให้คะแนนพิเศษในมิติด้านความยากของข้อสอบ

ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของข้อสอบแต่ละข้อในมิติด้านความยากของข้อสอบ โดยการประมาณค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบแบบ 1 พารามิเตอร์ ได้ค่าความยากของข้อสอบ อยู่ในช่วง -2.34 ถึง -1.00 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน อยู่ในช่วง 0.29 – 0.36 รายละเอียดดังแสดงในตาราง 38 และเมื่อแปลงค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบทั้ง 25 ข้อ เป็นคะแนนมาตรฐานที่ (T-Score) ได้คะแนนมาตรฐานที่ อยู่ในช่วง 30.46 – 67.57 และนำค่ามาตรฐานที่เทียบกับเกณฑ์การให้คะแนนพิเศษในมิติความยากที่กำหนด ดังนี้

คะแนน T-Score ตั้งแต่ 65 คะแนน ขึ้นไป	ได้คะแนนพิเศษ เท่ากับ 0.5 คะแนน
คะแนน T-Score อยู่ในช่วง 55 – 64 คะแนน	ได้คะแนนพิเศษ เท่ากับ 0.4 คะแนน
คะแนน T-Score อยู่ในช่วง 45 – 54 คะแนน	ได้คะแนนพิเศษ เท่ากับ 0.3 คะแนน
คะแนน T-Score อยู่ในช่วง 35 – 44 คะแนน	ได้คะแนนพิเศษ เท่ากับ 0.2 คะแนน
คะแนน T-Score ต่ำกว่า 35 คะแนน	ได้คะแนนพิเศษ เท่ากับ 0.1 คะแนน

ได้เกณฑ์การให้คะแนนพิเศษของข้อสอบแต่ละข้อในมิติของความยาก เป็นดังนี้ ข้อที่ 1, 5 และ 25 มีคะแนนพิเศษในมิติของความยาก เท่ากับ 0.1 คะแนน ข้อที่ 4, 6, 21 และ 24 มีคะแนนพิเศษในมิติของความยาก เท่ากับ 0.2 คะแนน ข้อที่ 2, 3, 7, 9, 12, 14, 15, 16 และ 22 มีคะแนนพิเศษในมิติของความยาก เท่ากับ 0.3 คะแนน ข้อที่ 8, 10, 13, 17, 19, 20 และ 23 มีคะแนนพิเศษในมิติของความยาก เท่ากับ 0.4 คะแนน และข้อที่ 11 และ 18 มีคะแนนพิเศษในมิติของความยาก เท่ากับ 0.5 คะแนน รายละเอียดดังตาราง 37

ตาราง 37 ค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบ คะแนนมาตรฐานที่ และคะแนนพิเศษในมิติของ  
ความยาก

ข้อคำถาม	ค่าพารามิเตอร์ความยาก		คะแนนมาตรฐานที่ (T-SCORE)	คะแนน พิเศษ
	b	S.E.		
ข้อที่ 1	-2.34	0.35	30.46	0.10
ข้อที่ 2	-1.51	0.30	53.45	0.30
ข้อที่ 3	-1.61	0.33	50.68	0.30
ข้อที่ 4	-2.01	0.34	39.60	0.20
ข้อที่ 5	-2.34	0.36	30.46	0.10
ข้อที่ 6	-1.86	0.33	43.75	0.20
ข้อที่ 7	-1.61	0.32	50.68	0.30
ข้อที่ 8	-1.31	0.32	58.99	0.40
ข้อที่ 9	-1.75	0.32	46.80	0.30
ข้อที่ 10	-1.37	0.31	57.32	0.40
ข้อที่ 11	-1.00	0.29	67.57	0.50
ข้อที่ 12	-1.51	0.32	53.45	0.30
ข้อที่ 13	-1.44	0.32	55.38	0.40
ข้อที่ 14	-1.72	0.32	47.63	0.30
ข้อที่ 15	-1.51	0.32	53.45	0.30
ข้อที่ 16	-1.47	0.33	54.55	0.30
ข้อที่ 17	-1.41	0.32	56.22	0.40
ข้อที่ 18	-1.00	0.29	67.57	0.50
ข้อที่ 19	-1.41	0.32	56.22	0.40
ข้อที่ 20	-1.41	0.32	56.22	0.40
ข้อที่ 21	-2.01	0.34	39.60	0.20
ข้อที่ 22	-1.65	0.32	49.57	0.30
ข้อที่ 23	-1.41	0.31	56.22	0.40
ข้อที่ 24	-1.94	0.33	41.54	0.20
ข้อที่ 25	-2.26	0.34	32.67	0.10
ค่าเฉลี่ยเลขคณิต	-1.63	0.32	50.00	0.30
ค่าส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	0.36	0.02	10.00	0.11

## 2.3 เกณฑ์การแปลความหมายของข้อสอบรายข้อ

การกำหนดเกณฑ์การแปลความหมายของข้อสอบรายข้อ ผู้วิจัย ได้แบ่งเกณฑ์เป็น 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นเกณฑ์การให้คะแนนในส่วนที่เป็นข้อสอบแบบเติมคำตอบ จำนวน 25 ข้อ และส่วนที่สองเป็นการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานการให้คะแนนในส่วนที่เป็นข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ โดยมีรายละเอียดดังนี้

### 2.3.1 เกณฑ์การแปลความหมาย ข้อสอบแบบเติมคำตอบ จำนวน 25 ข้อ

ผลการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบรายข้อ ด้วยเกณฑ์การให้คะแนนพิเศษในมิติของเวลา และความยากของข้อสอบ พบว่า ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ของคะแนนสอบทั้ง 25 ข้อ อยู่ในช่วง 1.08 – 1.24 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ในช่วง 0.56 – 0.87 โดยข้อสอบข้อที่ 10 มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาได้แก่ข้อสอบข้อที่ 8 และ 16 ตามลำดับ โดยข้อสอบข้อที่ 21 มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด โดยมีรายละเอียดดังตาราง 38

**ตาราง 38** คะแนนต่ำสุด คะแนนสูงสุด ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อสอบรายข้อ ของคะแนนมาตรฐานรายข้อ ในส่วนที่เป็นแบบเติมคำตอบ

ข้อคำถาม	คะแนนต่ำสุด	คะแนนสูงสุด	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ข้อที่ 1	0	1.60	1.13	0.57
ข้อที่ 2	0	1.80	1.14	0.73
ข้อที่ 3	0	1.80	1.15	0.72
ข้อที่ 4	0	1.60	1.12	0.56
ข้อที่ 5	0	1.60	1.12	0.56
ข้อที่ 6	0	1.70	1.13	0.66
ข้อที่ 7	0	1.80	1.16	0.72
ข้อที่ 8	0	2.00	1.22	0.84
ข้อที่ 9	0	1.70	1.12	0.67
ข้อที่ 10	0	2.00	1.24	0.83
ข้อที่ 11	0	2.00	1.16	0.87
ข้อที่ 12	0	1.80	1.14	0.73
ข้อที่ 13	0	1.90	1.19	0.78

ข้อคำถาม	คะแนนต่ำสุด	คะแนนสูงสุด	ค่าเฉลี่ย เลขคณิต	ค่าส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
ข้อที่ 14	0	1.70	1.11	0.67
ข้อที่ 15	0	1.80	1.14	0.74
ข้อที่ 16	0	1.90	1.20	0.78
ข้อที่ 17	0	1.90	1.18	0.79
ข้อที่ 18	0	2.00	1.16	0.87
ข้อที่ 19	0	1.90	1.19	0.79
ข้อที่ 20	0	1.90	1.18	0.78
ข้อที่ 21	0	1.60	1.08	0.60
ข้อที่ 22	0	1.70	1.09	0.68
ข้อที่ 23	0	1.90	1.18	0.78
ข้อที่ 24	0	1.70	1.13	0.64
ข้อที่ 25	0	1.60	1.10	0.57

ในการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานของแบบทดสอบรายข้อ ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์ในการแปลความหมายของข้อสอบแบบเติมคำตอบ เป็น 6 ระดับ ดังนี้

- ระดับที่ 1 ไม่มีความสามารถพิเศษ
- ระดับที่ 2 มีความสามารถพิเศษ ในระดับเล็กน้อย
- ระดับที่ 3 มีความสามารถพิเศษ ในระดับปานกลาง
- ระดับที่ 4 มีความสามารถพิเศษ ในระดับสูง
- ระดับที่ 5 มีความสามารถพิเศษ ในระดับเยี่ยม
- ระดับที่ 6 มีความสามารถพิเศษ ในระดับยอดเยี่ยม

โดยมีผลการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานของแบบทดสอบรายข้อ ทั้ง 25 ข้อ สามารถแบ่งออกเป็น 5 เกณฑ์หลัก ๆ ดังนี้





เกณฑ์ที่ 5 สำหรับข้อคำถามข้อที่ 11 และ 18

ได้คะแนน	0	คะแนน หมายถึง ไม่มีความสามารถพิเศษ
ได้คะแนน	1.6	คะแนน หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับเล็กน้อย
ได้คะแนน	1.7	คะแนน หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับปานกลาง
ได้คะแนน	1.8	คะแนน หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับสูง
ได้คะแนน	1.9	คะแนน หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับเยี่ยม
ได้คะแนน	2.0	คะแนน หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับยอดเยี่ยม

โดยมีรายละเอียดของเกณฑ์การแปลความหมายของคะแนนที่ได้จากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (แบบเติมคำตอบ) เป็นรายชื่อ ดังแสดงในตาราง 39

**ตาราง 39** เกณฑ์การแปลความหมายของคะแนนที่ได้จากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (แบบเติมคำตอบ) เป็นรายชื่อ

ข้อคำถาม	ระดับความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์					
	ไม่มี	เล็กน้อย	ปานกลาง	สูง	เยี่ยม	ยอดเยี่ยม
ข้อที่ 1	0	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6
ข้อที่ 2	0	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8
ข้อที่ 3	0	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8
ข้อที่ 4	0	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7
ข้อที่ 5	0	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6
ข้อที่ 6	0	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7
ข้อที่ 7	0	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8
ข้อที่ 8	0	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9
ข้อที่ 9	0	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8
ข้อที่ 10	0	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9
ข้อที่ 11	0	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
ข้อที่ 12	0	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8
ข้อที่ 13	0	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9
ข้อที่ 14	0	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8

ข้อคำถาม	ระดับความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์					
	ไม่มี	เล็กน้อย	ปานกลาง	สูง	เยี่ยม	ยอดเยี่ยม
ข้อที่ 15	0	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8
ข้อที่ 16	0	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8
ข้อที่ 17	0	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9
ข้อที่ 18	0	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
ข้อที่ 19	0	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9
ข้อที่ 20	0	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9
ข้อที่ 21	0	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7
ข้อที่ 22	0	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8
ข้อที่ 23	0	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9
ข้อที่ 24	0	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7
ข้อที่ 25	0	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6

### 2.3.2 เกณฑ์การแปลความหมาย ข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ

ผลการตรวจให้คะแนนของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ในส่วนที่เป็นแบบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ คะแนนเต็มข้อละ 2 คะแนน โดยที่การให้ จะพิจารณาจาก 1) ความคิดคล่องตัว (Fluency) มีคำตอบตรงประเด็นคำถามได้มากในเวลาจำกัด 2) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) คิดได้หลายทาง ไม่ยึดติดกับแนวคิดอันใดอันหนึ่ง 3) ความคิดแปลกใหม่ (Originality) คิดแนวใหม่ ไม่ซ้ำกับของเดิมที่คุ้นเคยอยู่แล้ว และ 4) ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) พิจารณารายละเอียดที่ใช้ในการตกแต่งเพื่อทำให้ความคิดริเริ่มนั้นสมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดยมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนทั้ง 3 ข้อ อยู่ในช่วง 1.39 – 1.54 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ในช่วง 0.73 – 0.92 โดยข้อสอบข้อที่ 27 มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาได้แก่ข้อที่ 28 และข้อที่ 26 ตามลำดับ โดยมีรายละเอียดดังตาราง 40

ตาราง 40 คะแนนต่ำสุด คะแนนสูงสุด ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อสอบ  
รายข้อ ของคะแนนมาตรฐานรายข้อ ในส่วนที่เป็นแบบอัตนัย

ข้อคำถาม	คะแนน ต่ำสุด	คะแนนสูงสุด	ค่าเฉลี่ย เลขคณิต	ค่าส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
ข้อที่ 26	0	2	1.39	0.92
ข้อที่ 27	0	2	1.54	0.75
ข้อที่ 28	0	2	1.52	0.73

ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์ในการแปลความหมายของข้อสอบแบบอัตนัย เป็น 3 ระดับ ดังนี้

ระดับที่ 1 ไม่มีความสามารถพิเศษ

ระดับที่ 2 มีความสามารถพิเศษ ในระดับปานกลาง

ระดับที่ 3 มีความสามารถพิเศษ ในระดับยอดเยี่ยม

โดยมีผลการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานของข้อสอบแบบอัตนัย ทั้ง 3 ข้อ ดังนี้

ได้คะแนน 0 คะแนน หมายถึง ไม่มีความสามารถพิเศษ

ได้คะแนน 1 คะแนน หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับปานกลาง

ได้คะแนน 2 คะแนน หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับยอดเยี่ยม

#### 2.4 เกณฑ์การแปลความหมายของคะแนนสอบตามมาตรฐานด้านเนื้อหา

การนำเสนอเกณฑ์การแปลความหมายของคะแนนสอบตามมาตรฐานด้านเนื้อหา 5 ด้าน ได้แก่ ด้านจำนวนและการดำเนินการ ด้านเรขาคณิต และปริภูมิ ด้านการวัด ด้านแบบรูป, ฟังก์ชัน และพีชคณิต และ ด้านการวิเคราะห์ข้อมูล, สถิติ และความน่าจะเป็น ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์ในการแปลความหมาย โดยพิจารณาจากคะแนนมาตรฐานที่ (T-Score) ดังนี้

ต่ำกว่า 35 คะแนน หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับเล็กน้อย

35 – 44 คะแนน หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับปานกลาง

45 – 54 คะแนน หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับสูง

55 – 64 คะแนน หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับเยี่ยม

ตั้งแต่ 65 คะแนน ขึ้นไป หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับยอดเยี่ยม

- หมายเหตุ**
1. ผู้ที่มีคะแนนในแต่ละด้าน เท่ากับ 0 คะแนน  
หมายถึง ผู้ที่ไม่มีความสามารถพิเศษในด้านดังกล่าว
  2. ผู้ที่ได้คะแนนเต็มในแต่ละด้าน  
หมายถึง ผู้ที่มีความสามารถพิเศษในระดับยอดเยี่ยมในด้านดังกล่าว

ได้เกณฑ์มาตรฐานด้านเนื้อหาทั้ง 5 ด้าน ดังนี้

- 1) มาตรฐานด้านจำนวน และการดำเนินการ ซึ่งประกอบด้วยข้อคำถามข้อที่ 1 – 5
 

คะแนนเท่ากับ 0 คะแนน	หมายถึง ไม่มีความสามารถพิเศษ
1.2 – 1.9 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับเล็กน้อย
2.0 – 4.3 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับปานกลาง
4.4 – 6.8 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับสูง
6.9 – 8.4 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับเยี่ยม
8.5 คะแนน ขึ้นไป	หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับยอดเยี่ยม
- 2) มาตรฐานด้านเรขาคณิต และปริภูมิ ซึ่งประกอบด้วยข้อคำถามข้อที่ 6 – 10
 

คะแนนเท่ากับ 0 คะแนน	หมายถึง ไม่มีความสามารถพิเศษ
1.2 – 1.3 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับเล็กน้อย
1.4 – 4.3 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับปานกลาง
4.4 – 7.2 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับสูง
7.3 – 9.0 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับเยี่ยม
9.1 คะแนน ขึ้นไป	หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับยอดเยี่ยม
- 3) มาตรฐานด้านการวัด ซึ่งประกอบด้วยข้อคำถามข้อที่ 11 – 15
 

คะแนนเท่ากับ 0 คะแนน	หมายถึง ไม่มีความสามารถพิเศษ
1.2 – 1.5 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับเล็กน้อย
1.6 – 4.3 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับปานกลาง
4.4 – 7.0 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับสูง
7.1 – 9.2 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับเยี่ยม
9.3 คะแนน ขึ้นไป	หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับยอดเยี่ยม

4) มาตรฐานด้านแบบรูป, ฟังก์ชัน และพีชคณิต ซึ่งประกอบด้วยข้อคำถามข้อที่ 16 – 20

คะแนนเท่ากับ 0 คะแนน	หมายถึง ไม่มีความสามารถพิเศษ
1.2 – 1.3 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับเล็กน้อย
1.4 – 4.3 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับปานกลาง
4.4 – 7.3 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับสูง
7.4 – 9.4 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับเยี่ยม
9.5 คะแนน ขึ้นไป	หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับยอดเยี่ยม

5) มาตรฐานด้านการวิเคราะห์ข้อมูล, สถิติ และความน่าจะเป็น ซึ่งประกอบด้วยข้อคำถามข้อที่ 21 – 25

คะแนนเท่ากับ 0 คะแนน	หมายถึง ไม่มีความสามารถพิเศษ
1.2 – 1.8 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับเล็กน้อย
1.9 – 4.3 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับปานกลาง
4.4 – 6.7 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับสูง
6.8 – 8.6 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับเยี่ยม
8.7 คะแนน ขึ้นไป	หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับยอดเยี่ยม

โดยสามารถสรุปเกณฑ์การแปลความหมายของคะแนนสอบตามมาตรฐานด้านเนื้อหา ทั้ง 5 ด้าน ดังตาราง 41

ตาราง 41 เกณฑ์มาตรฐานด้านเนื้อหา

มาตรฐานด้านเนื้อหา	ระดับความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์					
	ไม่มี	เล็กน้อย	ปานกลาง	สูง	เยี่ยม	ยอดเยี่ยม
1. ด้านจำนวนและการดำเนินการ	0	1.2 – 1.9	2.0 – 4.3	4.4 – 6.8	6.9 – 8.4	8.5 ขึ้นไป
2. ด้านเรขาคณิต และปริภูมิ	0	1.2 – 1.3	1.4 – 4.3	4.4 – 7.2	7.3 – 9.0	9.1 ขึ้นไป
3. ด้านการวัด	0	1.2 – 1.5	1.6 – 4.3	4.4 – 7.0	7.1 – 9.2	9.3 ขึ้นไป
4. ด้านแบบรูป, ฟังก์ชัน และพีชคณิต	0	1.2 – 1.3	1.4 – 4.3	4.4 – 7.3	7.4 – 9.4	9.5 ขึ้นไป
5. ด้านการวิเคราะห์ข้อมูล, สถิติ และความน่าจะเป็น	0	1.2 - 1.8	1.9 – 4.3	4.4 – 6.7	6.8 – 8.6	8.7 ขึ้นไป

## 2.5 เกณฑ์การแปลความหมายของคะแนนสอบตามมาตรฐานด้านกระบวนการ

การนำเสนอเกณฑ์การแปลความหมายของคะแนนสอบตามมาตรฐานด้านกระบวนการ 5 ด้าน ได้แก่ ด้านความสามารถในการแก้ปัญหา ด้านการให้เหตุผลและการพิสูจน์ ด้านความสามารถในการสื่อสาร ด้านความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ และ ด้านความสามารถในการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์ในการแปลความหมาย โดยพิจารณาจากคะแนนมาตรฐานที่ (T-Score) ดังนี้

ต่ำกว่า 35 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับเล็กน้อย
35 – 44 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับปานกลาง
45 – 54 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับสูง
55 – 64 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับเยี่ยม
ตั้งแต่ 65 คะแนน ขึ้นไป	หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับยอดเยี่ยม

- หมายเหตุ**
1. ผู้ที่มีคะแนนในแต่ละด้าน เท่ากับ 0 คะแนน  
หมายถึง ผู้ที่ไม่มีความสามารถพิเศษในด้านดังกล่าว
  2. ผู้ที่ได้คะแนนเต็มในแต่ละด้าน  
หมายถึง ผู้ที่มีความสามารถพิเศษในระดับยอดเยี่ยมในด้านดังกล่าว

เมื่อพิจารณาเกณฑ์มาตรฐานด้านกระบวนการทั้ง 5 ด้าน พบว่า

- 1) มาตรฐานด้านความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งประกอบด้วยข้อที่ 1, 6, 11, 16 และ 21  
คะแนนเท่ากับ 0 คะแนน หมายถึง ไม่มีความสามารถพิเศษ
 

1.2 – 2.5 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับเล็กน้อย
2.6 – 4.6 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับปานกลาง
4.7 – 6.7 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับสูง
6.8 – 8.7 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับเยี่ยม
8.8 คะแนน ขึ้นไป	หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับยอดเยี่ยม
- 2) มาตรฐานด้านการให้เหตุผลและการพิสูจน์ ซึ่งประกอบด้วยข้อที่ 2, 7, 12, 17 และ 22  
คะแนนเท่ากับ 0 คะแนน หมายถึง ไม่มีความสามารถพิเศษ
 

1.2 – 2.2 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับเล็กน้อย
2.3 – 4.5 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับปานกลาง
4.6 – 6.7 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับสูง

6.8 – 9.0 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษๆ ในระดับเยี่ยม
9.1 คะแนน ขึ้นไป	หมายถึง มีความสามารถพิเศษๆ ในระดับยอดเยี่ยม
3) มาตรฐานด้านความสามารถในการสื่อสาร ซึ่งประกอบด้วยข้อที่ 3, 8, 13, 18 และ 23	
คะแนนเท่ากับ 0 คะแนน	หมายถึง ไม่มีความสามารถพิเศษ
1.2 – 2.0 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษๆ ในระดับเล็กน้อย
2.1 – 4.5 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษๆ ในระดับปานกลาง
4.6 – 7.1 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษๆ ในระดับสูง
7.2 – 9.4 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษๆ ในระดับเยี่ยม
9.5 คะแนน ขึ้นไป	หมายถึง มีความสามารถพิเศษๆ ในระดับยอดเยี่ยม
4) มาตรฐานด้านความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ ซึ่งประกอบด้วยข้อที่ 4, 9, 14, 19 และ 24	
คะแนนเท่ากับ 0 คะแนน	หมายถึง ไม่มีความสามารถพิเศษ
1.2 – 3.0 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษๆ ในระดับเล็กน้อย
3.1 – 4.7 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษๆ ในระดับปานกลาง
4.8 – 6.4 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษๆ ในระดับสูง
6.5 – 8.2 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษๆ ในระดับเยี่ยม
8.3 คะแนน ขึ้นไป	หมายถึง มีความสามารถพิเศษๆ ในระดับยอดเยี่ยม
5) มาตรฐานด้านความสามารถในการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งประกอบด้วยข้อที่ 5, 10, 15, 20 และ 25	
คะแนนเท่ากับ 0 คะแนน	หมายถึง ไม่มีความสามารถพิเศษ
1.2 – 2.4 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษๆ ในระดับเล็กน้อย
2.5 – 4.6 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษๆ ในระดับปานกลาง
4.7 – 6.8 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษๆ ในระดับสูง
6.9 – 8.7 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษๆ ในระดับเยี่ยม
8.8 คะแนน ขึ้นไป	หมายถึง มีความสามารถพิเศษๆ ในระดับยอดเยี่ยม

โดยสามารถสรุปเกณฑ์การแปลความหมายของคะแนนสอบตามมาตรฐานด้านกระบวนการ ทั้ง 5 ด้าน ดังตาราง 42



ตาราง 42 เกณฑ์การแปลความหมายของคะแนนสอบตามมาตรฐานด้านกระบวนการ

มาตรฐานด้านกระบวนการ	ระดับความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์					
	ไม่มี	เล็กน้อย	ปานกลาง	สูง	เยี่ยม	ยอดเยี่ยม
1. ด้านความสามารถในการแก้ปัญหา	0	1.2 – 2.5	2.6 – 4.6	4.7 – 6.7	6.8 – 8.7	8.8 ขึ้นไป
2. ด้านการให้เหตุผลและการพิสูจน์	0	1.2 – 2.2	2.3 – 4.5	4.6 – 6.7	6.8 – 9.0	9.1 ขึ้นไป
3. ด้านความสามารถในการสื่อสาร	0	1.2 – 2.0	2.1 – 4.5	4.6 – 7.1	7.2 – 9.4	9.5 ขึ้นไป
4. ด้านความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้	0	1.2 – 3.0	3.1 – 4.7	4.8 – 6.4	6.5 – 8.2	8.3 ขึ้นไป
5. ด้านความสามารถในการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์	0	1.2 – 2.4	2.5 – 4.6	4.7 – 6.8	6.9 – 8.7	8.8 ขึ้นไป

## 2.6 เกณฑ์การแปลความหมายของคะแนนสอบตามมาตรฐานด้านทักษะการคิดขั้นสูง

การวัดทักษะความสามารถในการคิดขั้นสูง ประกอบด้วย ข้อคำถามแบบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ โดยแต่ละข้อมีคะแนนเต็ม 2 คะแนน โดยคะแนนต่ำสุดที่เป็นไปได้ในด้านทักษะการคิดขั้นสูง เท่ากับ 0 คะแนน และคะแนนสูงสุดเท่ากับ 6 คะแนน ผู้วิจัยจึงกำหนดเกณฑ์ด้านทักษะการคิดขั้นสูง ดังนี้

0 คะแนน	หมายถึง ไม่มีความสามารถพิเศษ
1- 2 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับเล็กน้อย
3 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับปานกลาง
4 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับสูง
5 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับเยี่ยม
6 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับยอดเยี่ยม

## 2.7 เกณฑ์การแปลความหมายของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ที่สร้างขึ้น

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น ครั้งนี้ ประกอบด้วย ข้อสอบทั้งหมด 28 ข้อ (คะแนนเต็ม 51.1 คะแนน) เป็นแบบเติมคำตอบ จำนวน 25 ข้อ (คะแนนเต็ม 45.1 คะแนน) และแบบอัตนัยจำนวน 3 ข้อ (คะแนนเต็ม 6 คะแนน) ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์ในการแปลความหมายความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาจากคะแนนมาตรฐานที่ (T-Score) ดังนี้

ต่ำกว่า 35 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับเล็กน้อย
35 – 44 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับปานกลาง
45 – 54 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับสูง
55 – 64 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับเยี่ยม
ตั้งแต่ 65 คะแนน ขึ้นไป	หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับยอดเยี่ยม

**หมายเหตุ** ผู้ที่มีคะแนนรวม เท่ากับ 0 คะแนน หมายถึง ผู้ที่ไม่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

ได้เกณฑ์การแปลความหมายของเครื่องมือวัดความสามารถพิเศษที่สร้างขึ้น ดังนี้

0 คะแนน	หมายถึง ไม่มีความสามารถพิเศษ
1.0 – 21.6 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับเล็กน้อย
21.7 – 29.3 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับปานกลาง
29.4 – 36.9 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับสูง
37.0 – 44.6 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับเยี่ยม
44.7 คะแนน ขึ้นไป	หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับยอดเยี่ยม

### ตอนที่ 3 ผลการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษา ตอนปลายที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

#### 3.1 ผลการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ เป็นรายข้อ

ผลการประเมินระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายโดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น (แบบเติมคำตอบ) สามารถแยกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ ออกเป็น 6 ระดับ พบว่า นักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์ของรัฐแห่งนี้ มีผลการประเมินระดับความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ข้อที่ 1 – 25 เป็นดังนี้

ข้อที่ 1 ผู้เข้ารับการประเมินส่วนใหญ่ มีระดับความสามารถพิเศษอยู่ในระดับสูง รองลงมาได้แก่ ระดับเยี่ยม และระดับปานกลาง ตามลำดับ โดยมีผู้ที่ไม่มีความสามารถพิเศษในมิตินี้ ร้อยละ 19.92

ข้อที่ 2 ผู้เข้ารับการประเมินส่วนใหญ่ มีระดับความสามารถพิเศษอยู่ในระดับสูง รองลงมาได้แก่ ระดับเยี่ยม และระดับปานกลาง ตามลำดับ โดยมีผู้ที่ไม่มีความสามารถพิเศษในมิตินี้ ร้อยละ 29.05

ข้อที่ 3 ผู้เข้ารับการประเมินส่วนใหญ่ มีระดับความสามารถพิเศษอยู่ในระดับสูง รองลงมาได้แก่ ระดับเยี่ยม และระดับปานกลาง ตามลำดับ โดยมีผู้ที่ไม่มีความสามารถพิเศษในมิตินี้ ร้อยละ 27.80

ข้อที่ 4 ผู้เข้ารับการประเมินส่วนใหญ่ มีระดับความสามารถพิเศษอยู่ในระดับปานกลาง รองลงมาได้แก่ ระดับเล็กน้อย และระดับสูง ตามลำดับ โดยมีผู้ที่ไม่มีความสามารถพิเศษในมิตินี้ ร้อยละ 19.92

ข้อที่ 5 ผู้เข้ารับการประเมินส่วนใหญ่ มีระดับความสามารถพิเศษอยู่ในระดับสูง รองลงมาได้แก่ ระดับปานกลาง และระดับยอดเยี่ยม ตามลำดับ โดยมีผู้ที่ไม่มีความสามารถพิเศษในมิตินี้ ร้อยละ 19.92

ข้อที่ 6 ผู้เข้ารับการประเมินส่วนใหญ่ มีระดับความสามารถพิเศษอยู่ในระดับสูง รองลงมาได้แก่ ระดับเยี่ยม และระดับปานกลาง ตามลำดับ โดยมีผู้ที่ไม่มีความสามารถพิเศษในมิตินี้ ร้อยละ 24.90

ข้อที่ 7 ผู้เข้ารับการประเมินส่วนใหญ่ มีระดับความสามารถพิเศษอยู่ในระดับสูง รองลงมาได้แก่ ระดับเยี่ยม และระดับปานกลาง ตามลำดับ โดยมีผู้ที่ไม่มีความสามารถพิเศษในมิตินี้ ร้อยละ 27.80





ตาราง 43 จำนวน และร้อยละของผู้ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ (แบบเติมคำตอบ)

จำแนกตามระดับความสามารถพิเศษ

ข้อคำถาม	ระดับความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์					
	ไม่มี	เล็กน้อย	ปานกลาง	สูง	เยี่ยม	ยอดเยี่ยม
	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)
ข้อที่ 1	48 (19.92)	12 (4.98)	37 (15.35)	72 (29.88)	66 (27.39)	6 (2.49)
ข้อที่ 2	70 (29.05)	11 (4.56)	38 (15.77)	64 (26.56)	54 (22.41)	4 (1.66)
ข้อที่ 3	67 (27.80)	13 (5.39)	26 (10.79)	101 (41.91)	27 (11.20)	7 (2.90)
ข้อที่ 4	48 (19.92)	65 (26.97)	86 (35.68)	28 (11.62)	14 (5.81)	0 (0.00)
ข้อที่ 5	48 (19.92)	1 (0.41)	30 (12.45)	146 (60.58)	7 (2.90)	9 (3.73)
ข้อที่ 6	60 (24.90)	9 (3.73)	36 (14.94)	70 (29.05)	61 (25.31)	5 (2.07)
ข้อที่ 7	67 (27.80)	10 (4.15)	40 (16.60)	62 (25.73)	59 (24.48)	3 (1.24)
ข้อที่ 8	77 (31.95)	12 (4.98)	27 (11.20)	92 (38.17)	27 (11.20)	6 (2.49)
ข้อที่ 9	62 (25.73)	1 (0.41)	54 (22.41)	69 (28.63)	37 (15.35)	18 (7.47)
ข้อที่ 10	74 (30.71)	10 (4.15)	34 (14.11)	95 (39.42)	24 (9.96)	4 (1.66)
ข้อที่ 11	86 (35.68)	8 (3.32)	30 (12.45)	67 (27.80)	43 (17.84)	7 (2.90)
ข้อที่ 12	70 (29.05)	13 (5.39)	37 (15.35)	63 (26.14)	53 (21.99)	5 (2.07)
ข้อที่ 13	72 (29.88)	12 (4.98)	24 (9.96)	101 (41.91)	25 (10.37)	7 (2.90)
ข้อที่ 14	64 (26.56)	3 (1.24)	54 (22.41)	64 (26.56)	37 (15.35)	19 (7.88)
ข้อที่ 15	70 (29.05)	16 (6.64)	26 (10.79)	59 (24.48)	63 (26.14)	7 (2.90)
ข้อที่ 16	71 (29.46)	12 (4.98)	32 (13.28)	71 (29.46)	48 (19.92)	7 (2.90)
ข้อที่ 17	73 (30.29)	14 (5.81)	33 (13.69)	66 (27.39)	51 (21.16)	4 (1.66)
ข้อที่ 18	86 (35.68)	11 (4.56)	22 (9.13)	75 (31.12)	43 (17.84)	4 (1.66)
ข้อที่ 19	73 (30.29)	2 (0.83)	56 (23.24)	52 (21.58)	42 (17.43)	16 (6.64)
ข้อที่ 20	73 (30.29)	3 (1.24)	43 (17.84)	102 (42.32)	14 (5.81)	6 (2.49)
ข้อที่ 21	56 (23.24)	12 (4.98)	37 (15.35)	70 (29.05)	59 (24.48)	7 (2.90)
ข้อที่ 22	66 (27.39)	13 (5.39)	39 (16.18)	62 (25.73)	53 (21.99)	8 (3.32)
ข้อที่ 23	73 (30.29)	15 (6.22)	26 (10.79)	94 (39.00)	29 (12.03)	4 (1.66)
ข้อที่ 24	58 (24.07)	0 (0.00)	94 (39.00)	42 (17.43)	26 (10.79)	21 (8.71)
ข้อที่ 25	50 (20.75)	17 (7.05)	14 (5.81)	134 (55.60)	17 (7.05)	9 (3.73)

ผลการประเมินระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายโดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น (แบบทดสอบแบบอัตนัย) สามารถแยกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษฯ ออกเป็น 3 ระดับ โดยข้อคำถามที่ 26 – 28 ส่วนใหญ่มีผลการประเมินระดับความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ในระดับยอดเยี่ยม โดยมีจำนวน และร้อยละของผู้ที่มีความสามารถพิเศษในแต่ละระดับ จำแนกตามรายชื่อ รายละเอียดดังแสดงในตาราง 44

**ตาราง 44** จำนวน และร้อยละของผู้ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ (แบบอัตนัย)  
จำแนกตามระดับความสามารถพิเศษ

ข้อคำถาม	ระดับความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์		
	ไม่มี	ปานกลาง	ยอดเยี่ยม
	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)
ข้อที่ 26	72 (29.88)	2 (0.83)	167(69.29)
ข้อที่ 27	37 (15.35)	36 (14.94)	168 (69.71)
ข้อที่ 28	33 (13.69)	50 (20.75)	158 (65.56)

### 3.2 ผลการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ ตามมาตรฐานด้านเนื้อหา

ผลการประเมินความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ตามมาตรฐานด้านเนื้อหา ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวิทยาศาสตร์ของรัฐ จำนวน 241 คน พบว่า

3.2.1 ด้านจำนวนและการดำเนินการ ส่วนใหญ่มีผลการประเมินในระดับเยี่ยม (ร้อยละ 48.13) รองลงมาได้แก่ ระดับสูง และระดับเล็กน้อยตามลำดับ โดยมีผู้ที่ไม่มีความสามารถพิเศษด้านนี้ ร้อยละ 10.79

3.2.2 ด้านเรขาคณิต และปริภูมิ ส่วนใหญ่มีผลการประเมินในระดับสูง (ร้อยละ 40.25) รองลงมาได้แก่ ระดับเยี่ยม และระดับปานกลาง ตามลำดับ โดยมีผู้ที่ไม่มีความสามารถพิเศษด้านนี้ ร้อยละ 17.01

3.2.3 ด้านการวัด ส่วนใหญ่มีผลการประเมินในระดับสูง (ร้อยละ 60.62) รองลงมาได้แก่ ระดับเยี่ยม และระดับปานกลาง ตามลำดับ โดยมีผู้ที่ไม่มีความสามารถพิเศษด้านนี้ ร้อยละ 14.94

3.2.4 ด้านแบบรูป ฟังก์ชัน และพีชคณิต ส่วนใหญ่มีผลการประเมินในระดับสูง (ร้อยละ 46.47) รองลงมาได้แก่ ระดับเยี่ยม และระดับปานกลาง ตามลำดับ โดยมีผู้ที่ไม่มีความสามารถพิเศษด้านนี้ ร้อยละ 15.35

3.2.5 ด้านการวิเคราะห์ข้อมูล สถิติ และความน่าจะเป็น ส่วนใหญ่มีผลการประเมินในระดับเยี่ยม (ร้อยละ 48.55) รองลงมาได้แก่ ระดับสูง และระดับปานกลาง ตามลำดับ โดยมีผู้ที่ไม่มีความสามารถพิเศษด้านนี้ ร้อยละ 7.47

โดยมีรายละเอียดจำนวน และร้อยละของผู้ที่มีความสามารถพิเศษในแต่ละระดับ จำแนกตามมาตรฐานด้านเนื้อหา ดังแสดงในตาราง 45

**ตาราง 45** จำนวน และร้อยละของผู้ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ จำแนกตามมาตรฐานด้านเนื้อหา

มาตรฐาน ด้านเนื้อหา	ระดับความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์					
	ไม่มี	เล็กน้อย	ปานกลาง	สูง	เยี่ยม	ยอดเยี่ยม
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
1. จำนวน และการดำเนินการ	26 (10.79)	9 (3.73)	5 (2.07)	85 (35.27)	116 (48.13)	0 (0.00)
2. เรขาคณิต และปริภูมิ	41 (17.01)	0 (0.00)	9 (3.73)	97 (40.25)	94 (39.00)	0 (0.00)
3. การวัด	36 (14.94)	2 (0.83)	9 (3.73)	122 (50.62)	72 (29.88)	0 (0.00)
4. แบบรูป, ฟังก์ชัน และพีชคณิต	37 (15.35)	0 (0.00)	16 (6.64)	112 (46.47)	76 (31.54)	0 (0.00)
5. การวิเคราะห์ข้อมูล, สถิติ และความน่าจะเป็น	18 (7.47)	18 (7.47)	24 (9.96)	64 (26.56)	117 (48.55)	0 (0.00)

### 3.3 ผลการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ ตามมาตรฐานด้านกระบวนการ

ผลการประเมินความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ตามมาตรฐานด้านกระบวนการ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวิทยาศาสตร์ของรัฐ จำนวน 241 คน พบว่า

3.3.1 ด้านความสามารถในการแก้ปัญหา ส่วนใหญ่มีผลการประเมินในระดับสูง (ร้อยละ 38.59) รองลงมาได้แก่ ระดับเยี่ยม และระดับปานกลาง ตามลำดับ โดยมีผู้ที่ไม่มีความสามารถพิเศษด้านนี้ ร้อยละ 4.98

3.3.2 ด้านการให้เหตุผลและการพิสูจน์ ส่วนใหญ่มีผลการประเมินในระดับสูง (ร้อยละ 50.21) รองลงมาได้แก่ ระดับเยี่ยม และระดับปานกลาง ตามลำดับ โดยมีผู้ที่ไม่มีความสามารถพิเศษด้านนี้ ร้อยละ 8.30



3.3.3 ด้านความสามารถในการสื่อสาร ส่วนใหญ่มีผลการประเมินในระดับสูง (ร้อยละ 56.02) รองลงมาได้แก่ ระดับเยี่ยม และระดับปานกลาง ตามลำดับ โดยมีผู้ที่ไม่มีความสามารถพิเศษด้านนี้ ร้อยละ 11.62

3.3.4 ด้านความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ ส่วนใหญ่มีผลการประเมินในระดับสูง (ร้อยละ 43.15) รองลงมาได้แก่ ระดับเยี่ยม และระดับปานกลาง ตามลำดับ โดยมีผู้ที่ไม่มีความสามารถพิเศษด้านนี้ ร้อยละ 0.41

3.3.5 ด้านความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ ส่วนใหญ่มีผลการประเมินในระดับสูง (ร้อยละ 43.15) รองลงมาได้แก่ ระดับเยี่ยม และระดับปานกลาง ตามลำดับ โดยมีผู้ที่ไม่มีความสามารถพิเศษด้านนี้ ร้อยละ 6.64

โดยมีรายละเอียดจำนวน และร้อยละของผู้ที่มีความสามารถพิเศษในแต่ละระดับ จำแนกตามมาตรฐานด้านกระบวนการ ดังแสดงในตาราง 46

**ตาราง 46** จำนวน และร้อยละของผู้ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ จำแนกตามมาตรฐานด้านกระบวนการ

มาตรฐาน ด้านกระบวนการ	ระดับความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์					
	ไม่มี	เล็กน้อย	ปานกลาง	สูง	เยี่ยม	ยอดเยี่ยม
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
1. ด้านความสามารถในการแก้ปัญหา	12 (4.98)	5 (2.07)	51 (21.16)	93 (38.59)	79 (32.78)	1 (0.41)
2. ด้านการให้เหตุผลและการพิสูจน์	20 (8.30)	4 (1.66)	23 (9.54)	121 (50.21)	73 (30.29)	0 (0.00)
3. ด้านความสามารถในการสื่อสาร	28 (11.62)	3 (1.24)	9 (3.73)	135 (56.02)	65 (26.97)	1 (0.01)
4. ด้านความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้	1 (0.41)	20 (8.30)	45 (18.67)	104 (43.15)	67 (27.80)	4 (1.66)
5. ด้านความสามารถในการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์	16 (6.64)	0 (0.00)	41 (17.01)	104 (43.15)	79 (32.78)	1 (0.01)

### 3.4 ผลการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ ด้านทักษะการคิดขั้นสูง

ผลการประเมินความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ด้านทักษะการคิดขั้นสูง ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวิทยาศาสตร์ของรัฐ จำนวน 241 คน พบว่า ร้อยละ 58.09 เป็นผู้ที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคิดขั้นสูง ระดับยอดเยี่ยม โดยมีเพียงร้อยละ 12.03 เท่านั้นที่ไม่มีความสามารถพิเศษในด้านดังกล่าว รายละเอียดดังแสดงในตาราง 47

**ตาราง 47** จำนวน และร้อยละของผู้ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคิดขั้นสูง จำแนกตามระดับความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

ระดับความสามารถพิเศษฯ	จำนวน	ร้อยละ
1. ไม่มีความสามารถพิเศษฯ	29	12.03
2. มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับเล็กน้อย	25	10.37
3. มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับปานกลาง	7	2.90
4. มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับสูง	27	11.20
5. มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับเยี่ยม	13	5.39
6. มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับยอดเยี่ยม	140	58.09
รวม	241	100.00

### 3.5 ผลการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์

ผลการประเมินระดับความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวิทยาศาสตร์ของรัฐ จำนวน 241 คน พบว่า ร้อยละ 39.83 เป็นผู้ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ในระดับสูง และ ร้อยละ 31.12 มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ในระดับเยี่ยม โดยมีเพียงร้อยละ 12.03 เท่านั้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ในระดับเล็กน้อย รายละเอียดดังแสดงในตาราง 48

ตาราง 48 จำนวน และร้อยละของผู้ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ จำแนกตามระดับ  
ความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

ระดับความสามารถพิเศษฯ	จำนวน	ร้อยละ
1. ไม่มีความสามารถพิเศษฯ	0	0.00
2. มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับเล็กน้อย	29	12.03
3. มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับปานกลาง	34	14.11
4. มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับสูง	96	39.83
5. มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับเยี่ยม	75	31.12
6. มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับยอดเยี่ยม	7	2.90
รวม	241	100.00

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 2 ประการ ประการแรกเพื่อพัฒนาแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้กระบวนการคิดระดับสูง ประการที่สองเพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้กระบวนการคิดระดับสูงที่สร้างขึ้น

การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง ได้นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 ของโรงเรียนวิทยาศาสตร์แห่งหนึ่งของรัฐ จำนวน 241 คน เนื่องจากสถานศึกษาดังกล่าวมีกระบวนการคัดเลือกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษที่ได้มาตรฐาน และมีการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นพัฒนาศักยภาพของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้กระบวนการคิดระดับสูง โดยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วยแบบเติมคำตอบ จำนวน 25 ข้อ และแบบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ รวม 28 ข้อ โดยใช้หลักสูตรคณิตศาสตร์ของสมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของอเมริกาในปี 2002 เป็นตัวกำหนดกรอบแนวคิดในการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยมาตรฐานเนื้อหา จำนวน 5 ด้าน ได้แก่ 1) จำนวนและการดำเนินการ 2) เรขาคณิต และปริภูมิ 3) การวัด 4) แบบรูป, ฟังก์ชัน และพีชคณิต และ 5) การวิเคราะห์ข้อมูล, สถิติ และความน่าจะเป็น และมาตรฐานกระบวนการ 5 มาตรฐาน ได้แก่ 1) ความสามารถในการแก้ปัญหา 2) ความสามารถในการให้เหตุผลและการพิสูจน์ 3) ความสามารถในการสื่อสาร 4) ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ และ 5) ความสามารถในการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ โดยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นในส่วนของแบบเติมคำตอบมีลักษณะเป็นแบบไขว้ รวม 25 มิติ (มิติด้านเนื้อหา X มิติด้านกระบวนการ) มีค่าความเที่ยงของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มาตรฐานด้านเนื้อหา อยู่ในช่วง 0.64 – 0.85 และในส่วนที่เป็นแบบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ เป็นแบบทดสอบที่เน้นการวัดทักษะการคิดขั้นสูง

วิธีดำเนินการวิจัย ประกอบด้วย ขั้นตอนหลัก 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 การพัฒนาแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อคำถาม จำนวน 28 ข้อ ที่ผ่านการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 ท่าน โดยคัดเลือกข้อที่มีค่าดัชนี IOC มากกว่า 0.50 ขึ้นไป แล้วได้นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ดังกล่าวไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวิทยาศาสตร์ของรัฐแห่งหนึ่ง จำนวน 24 คน ในวันที่ 2 สิงหาคม 2552 วิเคราะห์คุณภาพข้อคำถาม พร้อมทั้งปรับปรุง แก้ไข และคัดเลือกข้อคำถาม จำนวน 28 ข้อตามโครงสร้างที่กำหนด ขั้นที่ 2 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล ในวันที่ 10 กันยายน 2552 โดยควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนเกี่ยวกับการลอกข้อสอบ ด้วยการกำหนดระยะห่างในการนั่ง ด้านซ้าย-ขวา อย่างน้อย 1 เมตร ด้านหน้า-หลัง อย่างน้อย 0.50 เมตร และกำหนดอัตราส่วนของกรรมการคุมสอบต่อจำนวนนักเรียนประมาณ 16 : 1 ขั้นที่ 3 การวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันในการตรวจสอบความตรงตามโครงสร้าง และใช้การวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในการตรวจสอบความตรงตามสภาพ และขั้นที่ 4 การกำหนดเกณฑ์มาตรฐานของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น

การวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกเป็นการ ตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย ขั้นตอนย่อย 2 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การตรวจสอบความตรงตามโครงสร้าง และ 2) การตรวจสอบความตรงตามสภาพ ขั้นตอนที่สอง เป็นการกำหนดเกณฑ์การแปลความหมายของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย การกำหนดเกณฑ์ย่อย 7 เกณฑ์ ได้แก่ 1) เกณฑ์การให้คะแนนพิเศษของข้อสอบในมิติด้านเวลา 2) เกณฑ์การให้คะแนนพิเศษของข้อสอบในมิติด้านความยากของข้อสอบ 3) เกณฑ์การแปลความหมายของข้อสอบรายข้อ 4) เกณฑ์การแปลความหมายของคะแนนสอบตามมาตรฐานด้านเนื้อหา 5) เกณฑ์การแปลความหมายของคะแนนสอบตามมาตรฐานด้านกระบวนการ 6) เกณฑ์การแปลความหมายมาตรฐานในด้านทักษะการคิดขั้นสูง และ 7) เกณฑ์การแปลความหมายของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น และขั้นตอนสุดท้ายเป็นการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ในโรงเรียนวิทยาศาสตร์ของรัฐ จำนวน 241 คน โดยใช้เครื่องมือและเกณฑ์การประเมินที่สร้างขึ้น

## สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

### 1. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์ ประกอบด้วยข้อสอบแบบเติมคำตอบ จำนวน 25 ข้อ และแบบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ รวมข้อสอบจำนวน 28 ข้อ โดยมีผังโครงสร้างข้อสอบ ดังนี้

1.1 ข้อสอบแบบเติมคำตอบ จำนวน 25 ข้อ มีลักษณะเป็นแบบไขว้ รวม 25 มิติ (มิติด้านเนื้อหา X มิติด้านกระบวนการ) ประกอบด้วย ข้อสอบตามมาตรฐานเนื้อหา 5 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านจำนวนและการดำเนินการ 2) ด้านเรขาคณิต และปริภูมิ 3) ด้านการวัด 4) ด้านแบบรูป, ฟังก์ชัน และพีชคณิต และ 5) ด้านการวิเคราะห์ข้อมูล, สถิติ และความน่าจะเป็น ด้านละ 5 ข้อคำถาม โดยข้อคำถามในแต่ละด้านจะครอบคลุมมาตรฐานกระบวนการ 5 ด้าน ได้แก่ 1) ความสามารถในการแก้ปัญหา 2) ความสามารถในการให้เหตุผล และการพิสูจน์ 3) ความสามารถในการสื่อสาร 4) ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ และ 5) ความสามารถในการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์

1.2 ข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ เน้นทักษะการคิดขั้นสูง ประกอบด้วย 1) ข้อคำถามที่เน้นความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการพิสูจน์ 2) ข้อคำถามที่เน้นความสามารถในการสื่อสารและการเชื่อมโยงความรู้ และ 3) ข้อคำถามที่เน้นความสามารถในการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ โดยที่ข้อคำถามทั้ง 3 ข้อ จะเป็นการบูรณาการเนื้อหาตามมาตรฐานเนื้อหาทั้ง 5 ด้าน ได้แก่ 1) จำนวนและการดำเนินการ 2) เรขาคณิต และปริภูมิ 3) การวัด 4) แบบรูป, ฟังก์ชัน และพีชคณิต และ 5) การวิเคราะห์ข้อมูล, สถิติ และความน่าจะเป็น เข้าด้วยกัน

### 2. คุณภาพของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

2.1 การตรวจสอบค่าความยากง่าย อำนาจจำแนก และค่าความเที่ยงของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

2.1.1 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ในส่วนที่เป็นแบบเติมคำตอบ จำนวน 25 ข้อ ได้ค่าความยาก อยู่ในช่วง 0.64 – 0.80 โดยที่ข้อสอบข้อที่ 11 และ 18 เป็นข้อที่ยากที่สุด และข้อที่ 1 และ 5 เป็นข้อที่ง่ายที่สุด

2.1.2 ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ ในส่วนของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มาตรฐานด้านเนื้อหา ทั้ง 5 ด้าน มีค่าอำนาจจำแนกรายข้อ อยู่ในช่วง 0.44 – 0.74

2.1.3 ผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ จำแนกตามมาตรฐานด้านเนื้อหา มีค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ อยู่ในช่วง 0.79 – 0.86 โดยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ด้านเรขาคณิตและปริภูมิมีค่าความเที่ยงสูงสุด เท่ากับ 0.86 และด้านการวัดมีค่าความเที่ยงต่ำสุด เท่ากับ 0.79

## 2.2 การตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา

ผลการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (Content validity) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น ได้ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมของนิยาม โครงสร้างการวัด และความตรงตามเนื้อหา จากผู้ทรงคุณวุฒิที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโทหรือปริญญาเอกทางคณิตศาสตร์ที่มีประสบการณ์ด้านการสอนคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย หรือมีประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการจัดทำหลักสูตรคณิตศาสตร์ หรือข้อสอบคณิตศาสตร์ระดับชาติ ไม่น้อยกว่า 2 ปี จำนวน 7 ท่าน ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหา อยู่ในช่วง 0.57 – 1.00 แสดงว่าแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นมีความตรงตามเนื้อหา

## 2.3 การตรวจสอบความตรงตามโครงสร้างของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ผลการตรวจสอบความตรงตามโครงสร้าง (Construct validity) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น ประกอบด้วย ความตรงตามโครงสร้างด้านเนื้อหา จำนวน 5 ด้าน และความตรงตามโครงสร้างด้านกระบวนการ จำนวน 5 ด้าน เป็นดังนี้

### 2.3.1 ความตรงตามโครงสร้างด้านเนื้อหา

2.3.1.1 ด้านจำนวนและการดำเนินการ ประกอบด้วย ข้อคำถามข้อที่ 1 – 5 ได้ค่าสถิติทดสอบ ไค-สแควร์ = 2.55,  $df = 3$ ,  $p\text{-value} = 0.47$  และ  $RMSEA = 0.00$  นั่นคือ แบบทดสอบด้านจำนวนและการดำเนินการ ทั้ง 5 ข้อ ที่สร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ มีความตรงตามโครงสร้างด้านจำนวนและการดำเนินการ

2.3.1.2 ด้านเรขาคณิตและปริภูมิ ประกอบด้วยข้อคำถามข้อที่ 6 – 10 ได้ค่าสถิติทดสอบ ไค-สแควร์ = 1.90,  $df = 3$ ,  $p\text{-value} = 0.59$  และ  $RMSEA = 0.00$  นั่นคือ แบบทดสอบด้านเรขาคณิตและปริภูมิ ทั้ง 5 ข้อ ที่สร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ มีความตรงตามโครงสร้างด้านเรขาคณิตและปริภูมิ

2.3.1.3 ด้านการวัด ประกอบด้วยข้อคำถามข้อที่ 11 – 15 ได้ค่าสถิติทดสอบ ไค-สแควร์ = 1.59,  $df = 3$ ,  $p\text{-value} = 0.66$  และ  $RMSEA = 0.00$  นั่นคือ แบบทดสอบด้านการวัดทั้ง 5 ข้อ ที่สร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ มีความตรงตามโครงสร้างด้านการวัด

2.3.1.4 ด้านแบบรูป ฟังก์ชันและพีชคณิต ประกอบด้วยข้อคำถามข้อที่ 16 – 20 ได้ค่าสถิติทดสอบ ไค-สแควร์ = 0.27,  $df = 3$ ,  $p\text{-value} = 0.97$  และ  $RMSEA = 0.00$  นั่นคือ แบบทดสอบด้านแบบรูป ฟังก์ชันและพีชคณิต ทั้ง 5 ข้อ ที่สร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ มีความตรงตามโครงสร้างด้านแบบรูป ฟังก์ชันและพีชคณิต

2.3.1.5 ด้านการวิเคราะห์ข้อมูล สถิติและความน่าจะเป็น ประกอบด้วยข้อคำถามข้อที่ 21 – 25 ได้ค่าสถิติทดสอบ ไค-สแควร์ = 0.45,  $df = 1$ ,  $p\text{-value} = 0.50$  และ  $RMSEA = 0.00$  นั่นคือ แบบทดสอบด้านการวิเคราะห์ข้อมูล สถิติและความน่าจะเป็น ทั้ง 5 ข้อ ที่สร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ มีความตรงตามโครงสร้างด้านการวิเคราะห์ข้อมูล สถิติและความน่าจะเป็น

### 2.3.2 ความตรงตามโครงสร้างด้านกระบวนการ

2.3.2.1 ด้านความสามารถในการแก้ปัญหา ประกอบด้วยข้อคำถามข้อที่ 1, 6, 11, 16 และ 21 ได้ค่าสถิติทดสอบ ไค-สแควร์ = 3.09,  $df = 3$ ,  $p\text{-value} = 0.38$  และ  $RMSEA = 0.01$  นั่นคือ แบบทดสอบด้านความสามารถในการแก้ปัญหา ทั้ง 5 ข้อ ที่สร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ มีความตรงตามโครงสร้างด้านความสามารถในการแก้ปัญหา

2.3.2.2 ด้านความสามารถในการให้เหตุผลและการพิสูจน์ ประกอบด้วยข้อคำถามข้อที่ 2, 7, 12, 17 และ 22 ได้ค่าสถิติทดสอบ ไค-สแควร์ = 1.91,  $df = 2$ ,  $p\text{-value} = 0.39$  และ  $RMSEA = 0.00$  นั่นคือ แบบทดสอบด้านความสามารถในการให้เหตุผลและการพิสูจน์ ทั้ง 5 ข้อ ที่สร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ มีความตรงตามโครงสร้างด้านความสามารถในการให้เหตุผลและการพิสูจน์

2.3.2.3 ด้านความสามารถในการสื่อสาร ประกอบด้วยข้อคำถามข้อที่ 3, 8, 13, 18 และ 23 ได้ค่าสถิติทดสอบ ไค-สแควร์ = 0.23,  $df = 3$ ,  $p\text{-value} = 0.97$  และ  $RMSEA = 0.00$  นั่นคือ แบบทดสอบด้านความสามารถในการสื่อสาร ทั้ง 5 ข้อ ที่สร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ มีความตรงตามโครงสร้างด้านความสามารถในการสื่อสาร



2.3.2.4 ด้านความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ ประกอบด้วยข้อคำถามข้อที่ 4, 9, 14, 19 และ 24 ได้ค่าสถิติทดสอบ ไค-สแควร์ = 6.43,  $df = 4$ ,  $p\text{-value} = 0.17$  และ  $RMSEA = 0.05$  นั่นคือ แบบทดสอบด้านความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ ทั้ง 5 ข้อ ที่สร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ มีความตรงตามโครงสร้างด้านความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้

2.3.2.5 ด้านความสามารถในการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ ประกอบด้วยข้อคำถามข้อที่ 5, 10, 15, 20 และ 25 ได้ค่าสถิติทดสอบ ไค-สแควร์ = 4.51,  $df = 4$ ,  $p\text{-value} = 0.34$  และ  $RMSEA = 0.02$  นั่นคือ แบบทดสอบด้านความสามารถในการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ ทั้ง 5 ข้อ ที่สร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ มีความตรงตามโครงสร้างด้านความสามารถในการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์

#### 2.4 การตรวจสอบความตรงตามสภาพ

ผลการตรวจสอบความตรงตามสภาพ (Concurrent validity) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น โดยนำคะแนนที่ได้จากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ กับคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ (เน้นการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา) ที่สร้างขึ้นโดยโรงเรียนวิทยาศาสตร์ของรัฐ ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ระหว่างคะแนนจากแบบวัดที่สร้างขึ้น กับแบบทดสอบมาตรฐาน เท่ากับ 0.80 โดยที่ในส่วนของแบบเติมคำตอบกับแบบทดสอบมาตรฐาน มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.80 และในส่วนของแบบอัตนัยกับแบบทดสอบมาตรฐาน มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.75 และเมื่อนำเครื่องมือที่สร้างขึ้นไปคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบที่สร้างขึ้นกับแบบประเมินความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน เท่ากับ 0.80 โดยที่ในส่วนของแบบเติมคำตอบกับแบบประเมินฯ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.83 และในส่วนของแบบอัตนัยกับแบบประเมินฯ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.72 แสดงว่า แบบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นมีความตรงตามสภาพ

### 3. เกณฑ์การแปลความหมายของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

#### 3.1 เกณฑ์การให้คะแนนพิเศษข้อสอบในมิติด้านเวลา

ได้เกณฑ์การให้คะแนนพิเศษของข้อสอบในมิติด้านเวลา ดังนี้

คะแนน T-Score ตั้งแต่ 65 คะแนน ขึ้นไป	ได้คะแนนพิเศษ เท่ากับ 0.1 คะแนน
คะแนน T-Score อยู่ในช่วง 55 – 64 คะแนน	ได้คะแนนพิเศษ เท่ากับ 0.2 คะแนน
คะแนน T-Score อยู่ในช่วง 45 – 54 คะแนน	ได้คะแนนพิเศษ เท่ากับ 0.3 คะแนน
คะแนน T-Score อยู่ในช่วง 35 – 44 คะแนน	ได้คะแนนพิเศษ เท่ากับ 0.4 คะแนน
คะแนน T-Score ต่ำกว่า 35 คะแนน	ได้คะแนนพิเศษ เท่ากับ 0.5 คะแนน

#### 3.2 เกณฑ์การให้คะแนนพิเศษในมิติด้านความยากของข้อสอบ

ได้เกณฑ์การให้คะแนนพิเศษของข้อสอบแต่ละข้อในมิติของความยาก เป็นดังนี้ ข้อที่ 1, 5 และ 25 มีคะแนนพิเศษในมิติของความยาก เท่ากับ 0.1 คะแนน ข้อที่ 4, 6, 21 และ 24 มีคะแนนพิเศษในมิติของความยาก เท่ากับ 0.2 คะแนน ข้อที่ 2, 3, 7, 9, 12, 14, 15, 16 และ 22 มีคะแนนพิเศษในมิติของความยาก เท่ากับ 0.3 คะแนน ข้อที่ 8, 10, 13, 17, 19, 20 และ 23 มีคะแนนพิเศษในมิติของความยาก เท่ากับ 0.4 คะแนน และข้อที่ 11 และ 18 มีคะแนนพิเศษในมิติของความยาก เท่ากับ 0.5 คะแนน

#### 3.3 เกณฑ์การแปลความหมายของข้อสอบรายข้อ

3.3.1 ได้เกณฑ์การแปลผลความหมายของข้อสอบรายข้อ แบบเติมคำตอบ แบ่งเป็น 6 ระดับ ได้แก่ ระดับที่ 1 ไม่มีความสามารถพิเศษฯ ระดับที่ 2 มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับเล็กน้อย ระดับที่ 3 มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับปานกลาง ระดับที่ 4 มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับสูง ระดับที่ 5 มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับเยี่ยม และระดับที่ 6 มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับยอดเยี่ยม โดยผลการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานของแบบข้อสอบรายข้อ ทั้ง 25 ข้อ แบ่งออกเป็น 5 เกณฑ์หลัก ดังนี้

เกณฑ์ที่ 1 สำหรับข้อคำถามข้อที่ 1, 5 และ 25

ได้คะแนน	0	คะแนน หมายถึง ไม่มีความสามารถพิเศษฯ
ได้คะแนน	1.2	คะแนน หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับเล็กน้อย
ได้คะแนน	1.3	คะแนน หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับปานกลาง
ได้คะแนน	1.4	คะแนน หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับสูง
ได้คะแนน	1.5	คะแนน หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับเยี่ยม
ได้คะแนน	1.6	คะแนน หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับยอดเยี่ยม



3.3.2 เกณฑ์ในการแปลความหมายของข้อสอบแบบอัตนัย แบ่งเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับที่ 1 ไม่มีความสามารถพิเศษ ระดับที่ 2 มีความสามารถพิเศษ ในระดับปานกลาง และระดับที่ 3 มีความสามารถพิเศษในระดับยอดเยี่ยม โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ได้คะแนน 0 คะแนน หมายถึง ไม่มีความสามารถพิเศษ

ได้คะแนน 1 คะแนน หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับปานกลาง

ได้คะแนน 2 คะแนน หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับยอดเยี่ยม

3.4 เกณฑ์การแปลความหมายของคะแนนสอบตามมาตรฐานด้านเนื้อหา

ได้เกณฑ์มาตรฐานด้านเนื้อหาทั้ง 5 ด้าน ดังนี้

3.4.1 มาตรฐานด้านจำนวน และการดำเนินการ

คะแนนเท่ากับ 0 คะแนน	หมายถึง ไม่มีความสามารถพิเศษ
1.2 – 1.9 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับเล็กน้อย
2.0 – 4.3 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับปานกลาง
4.4 – 6.8 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับสูง
6.9 – 8.4 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับเยี่ยม
8.5 คะแนน ขึ้นไป	หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับยอดเยี่ยม

3.4.2 มาตรฐานด้านเรขาคณิต และปริภูมิ

คะแนนเท่ากับ 0 คะแนน	หมายถึง ไม่มีความสามารถพิเศษ
1.2 – 1.3 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับเล็กน้อย
1.4 – 4.3 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับปานกลาง
4.4 – 7.2 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับสูง
7.3 – 9.0 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับเยี่ยม
9.1 คะแนน ขึ้นไป	หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับยอดเยี่ยม

3.4.3 มาตรฐานด้านการวัด

คะแนนเท่ากับ 0 คะแนน	หมายถึง ไม่มีความสามารถพิเศษ
1.2 – 1.5 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับเล็กน้อย
1.6 – 4.3 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับปานกลาง
4.4 – 7.0 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับสูง
7.1 – 9.2 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับเยี่ยม

9.3 คะแนน ขึ้นไป หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับยอดเยี่ยม

#### 3.4.4 มาตรฐานด้านแบบรูป, ฟังก์ชัน และพีชคณิต

คะแนนเท่ากับ 0 คะแนน	หมายถึง ไม่มีความสามารถพิเศษ
1.2 – 1.3 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับเล็กน้อย
1.4 – 4.3 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับปานกลาง
4.4 – 7.3 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับสูง
7.4 – 9.4 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับเยี่ยม
9.5 คะแนน ขึ้นไป	หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับยอดเยี่ยม

#### 3.4.5 มาตรฐานด้านการวิเคราะห์ข้อมูล, สถิติ และความน่าจะเป็น

คะแนนเท่ากับ 0 คะแนน	หมายถึง ไม่มีความสามารถพิเศษ
1.2 – 1.8 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับเล็กน้อย
1.9 – 4.3 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับปานกลาง
4.4 – 6.7 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับสูง
6.8 – 8.6 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับเยี่ยม
8.7 คะแนน ขึ้นไป	หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับยอดเยี่ยม

### 3.5 เกณฑ์การแปลความหมายของคะแนนสอบตามมาตรฐานด้านกระบวนการ

ได้เกณฑ์มาตรฐานด้านกระบวนการทั้ง 5 ด้าน ดังนี้

#### 3.5.1 มาตรฐานด้านความสามารถในการแก้ปัญหา

คะแนนเท่ากับ 0 คะแนน	หมายถึง ไม่มีความสามารถพิเศษ
1.2 – 2.5 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับเล็กน้อย
2.6 – 4.6 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับปานกลาง
4.7 – 6.7 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับสูง
6.8 – 8.7 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับเยี่ยม
8.8 คะแนน ขึ้นไป	หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับยอดเยี่ยม

#### 3.5.2 มาตรฐานด้านการให้เหตุผลและการพิสูจน์

คะแนนเท่ากับ 0 คะแนน	หมายถึง ไม่มีความสามารถพิเศษ
1.2 – 2.2 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับเล็กน้อย

2.3 – 4.5 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับปานกลาง
4.6 – 6.7 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับสูง
6.8 – 9.0 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับเยี่ยม
9.1 คะแนน ขึ้นไป	หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับยอดเยี่ยม

### 3.5.3 มาตรฐานด้านความสามารถในการสื่อสาร

คะแนนเท่ากับ 0 คะแนน	หมายถึง ไม่มีความสามารถพิเศษ
1.2 – 2.0 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับเล็กน้อย
2.1 – 4.5 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับปานกลาง
4.6 – 7.1 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับสูง
7.2 – 9.4 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับเยี่ยม
9.5 คะแนน ขึ้นไป	หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับยอดเยี่ยม

### 3.5.4 มาตรฐานด้านความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้

คะแนนเท่ากับ 0 คะแนน	หมายถึง ไม่มีความสามารถพิเศษ
1.2 – 3.0 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับเล็กน้อย
3.1 – 4.7 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับปานกลาง
4.8 – 6.4 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับสูง
6.5 – 8.2 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับเยี่ยม
8.3 คะแนน ขึ้นไป	หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับยอดเยี่ยม

### 3.5.5 มาตรฐานด้านความสามารถในการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์

คะแนนเท่ากับ 0 คะแนน	หมายถึง ไม่มีความสามารถพิเศษ
1.2 – 2.4 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับเล็กน้อย
2.5 – 4.6 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับปานกลาง
4.7 – 6.8 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับสูง
6.9 – 8.7 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับเยี่ยม
8.8 คะแนน ขึ้นไป	หมายถึง มีความสามารถพิเศษฯ ในระดับยอดเยี่ยม

### 3.6 เกณฑ์การแปลความหมายของคะแนนสอบตามมาตรฐานด้านทักษะการคิดขั้นสูง

เกณฑ์ด้านทักษะการคิดขั้นสูง แบ่งเป็น 6 ระดับ ดังนี้

0 คะแนน	หมายถึง ไม่มีความสามารถพิเศษ
1- 2 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับเล็กน้อย
3 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับปานกลาง
4 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับสูง
5 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับเยี่ยม
6 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับยอดเยี่ยม

### 3.7 เกณฑ์การแปลความหมายของเครื่องมือวัดความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

เกณฑ์การแปลความหมายของเครื่องมือวัดความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น แบ่งเป็น 6 ระดับ ดังนี้

0 คะแนน	หมายถึง ไม่มีความสามารถพิเศษ
1.0 – 21.6 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับเล็กน้อย
21.7 – 29.3 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับปานกลาง
29.4 – 36.9 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับสูง
37.0 – 44.6 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับเยี่ยม
44.7 คะแนน ขึ้นไป	หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับยอดเยี่ยม

## 4. ผลการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ โรงเรียนวิทยาศาสตร์ของรัฐ

### 4.1 ผลการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ เป็นรายข้อ

ผลการประเมินระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายโดยใช้เครื่องมือวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น (แบบเติมคำตอบ) สามารถคัดกรองนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ ออกเป็น 6 ระดับ โดยนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์ของรัฐแห่งนี้ มีผลการประเมินระดับความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ข้อที่ 1 – 25 พบว่า ส่วนใหญ่มีความสามารถในระดับสูง รองลงมา ได้แก่ในระดับเยี่ยม และปานกลางตามลำดับ

ผลการประเมินระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายโดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น (แบบทดสอบแบบอัตนัย) ประกอบด้วย ข้อ

คำถามที่ 26 – 28 สามารถคัดกรองนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ ออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ไม่มี ความสามารถพิเศษ มีความสามารถพิเศษในระดับปานกลาง และมีความสามารถพิเศษในระดับยอดเยี่ยม ผลการประเมินพบว่า ส่วนใหญ่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ในระดับยอดเยี่ยม

#### 4.2 ผลการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ ตามมาตรฐานด้านเนื้อหา

ผลการประเมินความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ตามมาตรฐานด้านเนื้อหา ของนักเรียน มัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวิทยาศาสตร์ของรัฐ จำนวน 241 คน พบว่า

4.2.1 ด้านจำนวนและการดำเนินการ ส่วนใหญ่มีผลการประเมินในระดับเยี่ยม (ร้อยละ 48.13) รองลงมาได้แก่ ระดับสูง และระดับเล็กน้อยตามลำดับ โดยมีผู้ที่ไม่มีความสามารถพิเศษด้านนี้ ร้อยละ 10.79

4.2.2 ด้านเรขาคณิต และปริภูมิ ส่วนใหญ่มีผลการประเมินในระดับสูง (ร้อยละ 40.25) รองลงมาได้แก่ ระดับเยี่ยม และระดับปานกลาง ตามลำดับ โดยมีผู้ที่ไม่มีความสามารถพิเศษด้านนี้ ร้อยละ 17.01

4.2.3 ด้านการวัด ส่วนใหญ่มีผลการประเมินในระดับสูง (ร้อยละ 60.62) รองลงมาได้แก่ ระดับเยี่ยม และระดับปานกลาง ตามลำดับ โดยมีผู้ที่ไม่มีความสามารถพิเศษด้านนี้ ร้อยละ 14.94

4.2.4 ด้านแบบรูป ฟังก์ชัน และพีชคณิต ส่วนใหญ่มีผลการประเมินในระดับสูง (ร้อยละ 46.47) รองลงมาได้แก่ ระดับเยี่ยม และระดับปานกลาง ตามลำดับ โดยมีผู้ที่ไม่มีความสามารถพิเศษด้านนี้ ร้อยละ 15.35

4.2.5 ด้านการวิเคราะห์ข้อมูล สถิติ และความน่าจะเป็น ส่วนใหญ่มีผลการประเมินในระดับเยี่ยม (ร้อยละ 48.55) รองลงมาได้แก่ ระดับสูง และระดับปานกลาง ตามลำดับ โดยมีผู้ที่ไม่มีความสามารถพิเศษด้านนี้ ร้อยละ 7.47

#### 4.3 ผลการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ ตามมาตรฐานด้านกระบวนการ

ผลการประเมินความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ตามมาตรฐานด้านกระบวนการ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวิทยาศาสตร์ของรัฐ จำนวน 241 คน พบว่า

4.3.1 ด้านความสามารถในการแก้ปัญหา ส่วนใหญ่มีผลการประเมินในระดับสูง (ร้อยละ 38.59) รองลงมาได้แก่ ระดับเยี่ยม และระดับปานกลาง ตามลำดับ โดยมีผู้ที่ไม่มีความสามารถพิเศษด้านนี้ ร้อยละ 4.98



4.3.2 ด้านการให้เหตุผลและการพิสูจน์ ส่วนใหญ่มีผลการประเมินในระดับสูง (ร้อยละ 50.21) รองลงมาได้แก่ ระดับเยี่ยม และระดับปานกลาง ตามลำดับ โดยมีผู้ที่ไม่มีความสามารถพิเศษ ด้านนี้ ร้อยละ 8.30

4.3.3 ด้านความสามารถในการสื่อสาร ส่วนใหญ่มีผลการประเมินในระดับสูง (ร้อยละ 56.02) รองลงมาได้แก่ ระดับเยี่ยม และระดับปานกลาง ตามลำดับ โดยมีผู้ที่ไม่มีความสามารถพิเศษ ด้านนี้ ร้อยละ 11.62

4.3.4 ด้านความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ ส่วนใหญ่มีผลการประเมินในระดับสูง (ร้อยละ 43.15) รองลงมาได้แก่ ระดับเยี่ยม และระดับปานกลาง ตามลำดับ โดยมีผู้ที่ไม่มีความสามารถพิเศษด้านนี้ ร้อยละ 0.41

4.3.5 ด้านความสามารถในการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ ส่วนใหญ่มีผลการประเมินในระดับสูง (ร้อยละ 43.15) รองลงมาได้แก่ ระดับเยี่ยม และระดับปานกลาง ตามลำดับ โดยมีผู้ที่ไม่มีความสามารถพิเศษด้านนี้ ร้อยละ 6.64

#### 4.4 ผลการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ ด้านทักษะการคิดขั้นสูง

ผลการประเมินความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ด้านทักษะการคิดขั้นสูง ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวิทยาศาสตร์ของรัฐ จำนวน 241 คน พบว่า ร้อยละ 58.09 เป็นผู้ที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคิดขั้นสูง ระดับยอดเยี่ยม โดยมีเพียงร้อยละ 12.03 เท่านั้นที่ไม่มีความสามารถพิเศษในด้านดังกล่าว

#### 4.5 ผลการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์

ผลการประเมินระดับความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวิทยาศาสตร์ของรัฐ จำนวน 241 คน พบว่า ร้อยละ 39.83 เป็นผู้ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ในระดับสูง และ ร้อยละ 31.12 มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ในระดับเยี่ยม โดยมีเพียงร้อยละ 12.03 เท่านั้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ในระดับเล็กน้อย

## อภิปรายผลการวิจัย

ผลการพัฒนาแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้กระบวนการคิดระดับสูง มีประเด็นที่น่าสนใจนำมาอภิปรายผล ดังนี้

1. การเปรียบเทียบแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ที่สร้างขึ้นกับเครื่องมือที่เคยมีมาก่อนหน้านี้ จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ สำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำมาพัฒนาเป็นแบบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ที่เน้นการวัดความสามารถทางการคิดระดับสูง โดยแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ จำนวน 28 ข้อ ประกอบด้วย 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นแบบเติมคำตอบ จำนวน 25 ข้อ และส่วนที่ 2 เป็นแบบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ ใช้เวลาในการทดสอบ จำนวน 3 ชั่วโมง โดยเนื้อหาของแบบวัดที่สร้างขึ้นครอบคลุมมาตรฐานเนื้อหา จำนวน 5 ด้าน ได้แก่ 1) จำนวนและการดำเนินการ 2) เรขาคณิต และปริภูมิ 3) การวัด 4) แบบรูป, ฟังก์ชัน และพีชคณิต และ 5) การวิเคราะห์ข้อมูล, สถิติ และ ความน่าจะเป็น และมาตรฐานกระบวนการ 5 มาตรฐาน ได้แก่ 1) ความสามารถในการแก้ปัญหา 2) ความสามารถในการให้เหตุผลและการพิสูจน์ 3) ความสามารถในการสื่อสาร 4) ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ และ 5) ความสามารถในการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์

ดังนั้นหากพิจารณาเปรียบเทียบกับแบบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์สำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ที่เคยมีก่อนหน้านี้ ในด้านความสอดคล้องและความแตกต่างจากการค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มีดังนี้

1.1 ด้านความสอดคล้องกับเครื่องมือที่เคยมีมาก่อนหน้านี้ พบว่า มี 2 ประเด็นหลัก ดังนี้ ประเด็นแรก ได้แก่ ความสอดคล้องด้านโครงสร้างของเครื่องมือ โดยเครื่องมือที่สร้างขึ้นใช้โครงสร้างหลักสูตรคณิตศาสตร์ของสมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของอเมริกาในปี 2002 เป็นตัวกำหนดกรอบแนวคิดในการสร้างเครื่องมือ ซึ่งโครงสร้างดังกล่าวสอดคล้องกับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ของประเทศไทย ประกอบด้วย 6 สาระ ได้แก่ 1) จำนวนและการดำเนินการ 2) การวัด 3) เรขาคณิต 4) พีชคณิต 5) การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น และ 6) ทักษะ/ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดย 5 สาระแรกเป็นสาระที่เกี่ยวกับเนื้อหา ส่วนสาระที่ 6 เป็นสาระที่เกี่ยวกับทักษะ/ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ (ดวงเดือน อ่อนน่วม, 2547) โดยเมื่อเปรียบเทียบโครงสร้างของเครื่องมือที่สร้างขึ้นกับแบบทดสอบทางสติปัญญา พบว่า โครงสร้างของเครื่องมือที่สร้างขึ้น มีเนื้อหาของสาระ

ครอบคลุมโครงสร้างของแบบทดสอบทางสติปัญญาที่เคยมีมาก่อน ได้แก่ Test of Mathematical Abilities (2) Version 1994, Stanford Diagnostic Mathematics Test Version 1995, KeyMath-Revised-NU Version 1997, Comprehensive Mathematical Abilities Test Version 2002 และ Test of Early Mathematics Abilities (3) Version 2003 และประเด็นที่สอง แนวคิดที่ใช้ในการประเมินและรูปแบบของการตอบแบบทดสอบ พบว่า เครื่องมือที่สร้างขึ้น ใช้การประเมินแบบอิงกลุ่ม และรูปแบบการตอบแบบทดสอบเป็นแบบเติมคำตอบ และแบบอัตนัย ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดในการประเมินของแบบทดสอบทางสติปัญญาที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น โดยมีรายละเอียดดังแสดงในตาราง 4 และ 5 ในหน้า 51 - 53

1.2 ด้านความแตกต่างกับเครื่องมือที่เคยมีมาก่อนหน้านี้ พบว่า มี 3 ประเด็นหลัก ดังนี้ ประเด็นแรก ลักษณะของข้อคำถามที่วัดในแต่ละข้อของเครื่องมือที่สร้างขึ้น เป็นแบบไขว้กันระหว่างข้อคำถามที่วัดความรู้ทางด้านเนื้อหา และทักษะกระบวนการ (5 ด้าน X 5 กระบวนการ) จำนวน 25 ข้อ นอกจากนี้ในส่วนของ การวัดทักษะการคิดขั้นสูง ได้แก่ 1) ความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการพิสูจน์ 2) ความสามารถในการสื่อสารและการเชื่อมโยงความรู้ และ 3) ความสามารถในการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ โดยเครื่องมือที่วัดในส่วนนี้เป็นแบบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ ที่ใช้การบูรณาการเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ทั้ง 5 ด้าน เข้าด้วยกัน และเครื่องมือที่สร้างขึ้นแต่ละข้อมุ่งเน้นการวัดทักษะที่ผสมผสานระหว่างด้านเนื้อหาและด้านกระบวนการ ซึ่งแตกต่างจากเครื่องมือวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่เคยมีมาก่อนหน้านี้ ที่เป็นแบบทดสอบที่ข้อสอบแต่ละข้อมุ่งวัดเนื้อหา/กระบวนการเพียงมิติเดียว ซึ่งทำให้เครื่องมือที่สร้างขึ้นสามารถวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ได้ลึกซึ้งกว่าเดิม ประเด็นที่สอง การนำแนวคิดเกี่ยวกับความยากของข้อสอบแต่ละข้อเป็นตัวกำหนดการให้คะแนนพิเศษ เนื่องจากข้อสอบแต่ละข้อมีความยากง่ายแตกต่างกัน ดังนั้นการให้คะแนนข้อสอบแต่ละข้อ จำเป็นอย่างยิ่งต้องพิจารณาที่ความยากของข้อสอบแต่ละข้อ โดยข้อสอบข้อที่ยากควรมีคะแนนมากกว่าข้อที่ง่าย ดังนั้นในการกำหนดน้ำหนักการให้คะแนนพิเศษของเครื่องมือที่สร้างขึ้นจึงใช้ความยากของข้อสอบแต่ละข้อเป็นตัวกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนพิเศษ และประเด็นสุดท้าย การนำแนวคิดเกี่ยวกับเวลาที่ใช้ในการตอบข้อสอบแต่ละข้อมาใช้ในการกำหนดการให้คะแนนพิเศษ เนื่องจากลักษณะที่สำคัญของเด็กที่มีความสามารถพิเศษคือจะเป็นผู้ที่มีความสามารถในการคิดได้รวดเร็วและแม่นยำกว่าเด็กทั่วๆ ไปที่มีอายุและประสบการณ์เดียวกัน (Abraham, 1958; Krutetskii, 1976; House, 1991; U.S. Office of Education, 1993 cited in Ross and Others, 1993; Silverman, 1993 cited in Department of Education and Training Curriculum, 2004; Department of Education Training and the Arts, 2004; Oxford Brookes University, 2007; ดุษฎี บริพัตร ณ

อยุธยา, 2531; ยุพร ริมชลการ, 2543; สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2545; สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2548; ศูนย์พัฒนาอัจฉริยภาพ, 2551) ดังนั้นเวลาในการตอบข้อสอบแต่ละข้อจึงเป็นกลจักรสำคัญในการคัดกรองระดับความสามารถของเด็กที่มีความสามารถพิเศษ ผู้วิจัยจึงใช้เวลาที่ใช้ในการตอบข้อสอบแต่ละข้อมาใช้ในการกำหนดการให้คะแนนพิเศษ โดยผู้ที่สามารถทำข้อสอบแต่ละข้อได้ถูกต้องและใช้เวลาในการทำข้อสอบข้อนั้นน้อยกว่าควรจะเป็นผู้ที่มีความสามารถมากกว่าผู้ที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูกแต่ใช้เวลามากกว่า โดยการวัดเวลาในการทำข้อสอบแต่ละข้อนั้นสามารถทำได้โดยการใช้การทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ แล้วนำเวลาที่ได้จากการตอบข้อสอบข้อนั้นๆ ได้ถูกต้องมาเป็นเกณฑ์ในการให้คะแนนในการทำข้อสอบแต่ละข้อ

2. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่สร้างและพัฒนาในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเครื่องมือมาตรฐานเป็นไปตามหลักการสร้างและพัฒนาเครื่องมือมาตรฐาน จึงทำให้เครื่องมือชุดนี้มีลักษณะด้านความตรง และความเที่ยงดังนี้

2.1 ความตรงตามเนื้อหา เครื่องมือชุดนี้ได้ผ่านการพิจารณาปริมาณ โครงสร้างการวัด และความตรงตามเนื้อหาจากผู้ทรงคุณวุฒิที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโทหรือปริญญาเอกทางคณิตศาสตร์ ที่มีประสบการณ์การสอนคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย หรือมีประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการจัดทำหลักสูตรคณิตศาสตร์ หรือข้อสอบคณิตศาสตร์ระดับชาติ ไม่น้อยกว่า 2 ปี จำนวน 7 ท่าน โดยผู้ทรงคุณวุฒิมีความเห็นสอดคล้องกันว่านิยาม และโครงสร้างของเครื่องมือชุดนี้มีความถูกต้อง และเหมาะสมที่จะนำมาใช้วัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

2.2 ความตรงตามโครงสร้าง จากการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของเครื่องมือตามมาตรฐานด้านเนื้อหา 5 ด้าน และมาตรฐานด้านกระบวนการ 5 มาตรฐาน รวม 10 ด้าน ดังนี้ 1) ด้านจำนวนและการดำเนินการ 2) ด้านเรขาคณิต และปริภูมิ 3) ด้านการวัด 4) ด้านแบบรูป ฟังก์ชัน และพีชคณิต 5) ด้านการวิเคราะห์ข้อมูล สถิติ และความน่าจะเป็น 6) ด้านความสามารถในการแก้ปัญหา 7) ด้านการให้เหตุผลและการพิสูจน์ 8) ด้านความสามารถในการสื่อสาร 9) ด้านความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ และ 10) ด้านความสามารถในการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ พบว่า มีความสอดคล้องกับผลที่ได้จากการกำหนดนิยาม โครงสร้างเนื้อหาจากแนวคิดและเอกสารที่เกี่ยวข้อง ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันในครั้งนี้ จึงเป็นเครื่องช่วยพิสูจน์และสรุปด้วยข้อมูลเชิงประจักษ์ให้เห็นเป็นรูปธรรมชัดเจนว่าเครื่องมือดังกล่าวมีความตรงตามโครงสร้าง

2.3 ความตรงตามสภาพ จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากเครื่องมือที่สร้างขึ้นกับคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ (เน้นการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา) ที่

สร้างขึ้นโดยโรงเรียนวิทยาศาสตร์ของรัฐ ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.80 และความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากเครื่องมือที่สร้างขึ้น กับคะแนนที่ได้จากแบบประเมินความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน เท่ากับ 0.80 จึงเป็นเครื่องช่วยพิสูจน์และสรุปด้วยข้อมูลเชิงประจักษ์ให้เห็นเป็นรูปธรรมชัดเจนว่าเครื่องมือดังกล่าวมีความตรงตามโครงสร้าง

2.4 ความเที่ยง จากการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงของเครื่องมือที่สร้างขึ้น จำแนกตามมาตรฐานด้านเนื้อหา ได้ค่าความเที่ยง อยู่ในช่วง 0.79 – 0.86 แสดงว่า เครื่องมือที่สร้างขึ้น จำแนกตามมาตรฐานด้านเนื้อหา มีความเที่ยงอยู่ในระดับที่เหมาะสม

3. เกณฑ์การแปลความของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ที่สร้างขึ้น ผู้วิจัยใช้คะแนนมาตรฐานที่เป็นตัวกำหนดเกณฑ์การแปลความหมาย และใช้ค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบ และเวลาที่ใช้ในการตอบข้อสอบแต่ละข้อได้ถูกต้องมาเป็นตัวกำหนดในการให้คะแนนพิเศษ โดยแบ่งเกณฑ์ออกเป็น 6 ระดับ ดังนี้ คะแนนมาตรฐานที่ ตั้งแต่ 65 คะแนน ขึ้นไป หมายถึง ระดับยอดเยี่ยม คะแนนมาตรฐานที่ 55 – 64 คะแนน หมายถึง ระดับเยี่ยม คะแนนมาตรฐานที่ 45 – 54 คะแนน หมายถึง ระดับสูง คะแนนมาตรฐานที่ 35 – 44 คะแนน หมายถึง ระดับปานกลาง คะแนนมาตรฐานที่ต่ำกว่า 35 คะแนน แต่คะแนนดิบมากกว่า 0 คะแนน หมายถึง ระดับเล็กน้อย และคะแนนดิบเท่ากับ 0 คะแนน หมายถึง ไม่มีความสามารถพิเศษ ซึ่งสอดคล้องกับการกำหนดระดับความสามารถพิเศษด้วยระบบ Metric-Based ตามแนวคิดของกาเย่ (Gagnè, 2003) นอกจากนี้เกณฑ์การแปลความหมายที่สร้างขึ้น ได้แยกเป็นเกณฑ์รายข้อ เกณฑ์รายด้าน เกณฑ์ด้านทักษะการคิดขั้นสูง และเกณฑ์ในภาพรวม ซึ่งจะเป็นสารสนเทศสำคัญที่ใช้ในการพัฒนา ปรับปรุงความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี รวมทั้งเป็นการแก้ปัญหาคะแนนสอบติดเพดาน (Lupkowski-Shoplík, Benbow, Assouline and Brody, 2003) เนื่องจากเกณฑ์ที่สร้างขึ้นจะเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการฝึกฝน และค้นหาคำตอบทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องและรวดเร็วยิ่งขึ้น

4. ผลการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ด้านทักษะการคิดขั้นสูง พบว่า นักเรียนร้อยละ 58.09 เป็นผู้ที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคิดขั้นสูงในระดับยอดเยี่ยม โดยมีเพียงร้อยละ 12.03 เท่านั้นที่ไม่มีความสามารถพิเศษในด้านทักษะการคิดขั้นสูง และเมื่อพิจารณาผลการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ พบว่า มีผู้ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ในระดับยอดเยี่ยม ร้อยละ 2.90 ระดับเยี่ยม ร้อยละ 31.12 ระดับสูง ร้อยละ 39.83 ระดับปานกลาง ร้อยละ 14.11 ระดับเล็กน้อย ร้อยละ 12.03 ซึ่งสอดคล้องกับผลการคัดเลือกนักเรียนเข้าสู่โรงเรียนแห่งนี้ที่ทำการคัดเลือก

เด็กที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ในระดับสูง โดยผลการประเมินด้วยเครื่องมือที่สร้างขึ้น สามารถแยกนักเรียนที่ตอบข้อสอบได้ถูกต้องเหมือนกันแต่ใช้เวลาในการตอบไม่เท่ากัน ซึ่งทำให้ได้สารสนเทศจากการประเมินมากกว่าแบบทดสอบที่เคยมีมาก่อน นอกจากนี้เมื่อพิจารณาผลการประเมินด้านทักษะการคิดขั้นสูง และผลการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ พบว่า ผลประเมินมีความสอดคล้องกันโดยมีค่าสหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.83 จึงเป็นเครื่องช่วยพิสูจน์และข้อมูลเชิงประจักษ์ว่าผลการประเมินของเครื่องมือที่สร้างขึ้นมีความสอดคล้องกันระหว่างผลการประเมินความสามารถด้านทักษะการคิดขั้นสูง และความสามารถทางคณิตศาสตร์

## ข้อเสนอแนะ

### 1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1.1 ผู้บริหารสถานศึกษา ควรพิจารณานำเครื่องมือวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ที่สร้างขึ้นไปใช้ในกระบวนการคัดกรองนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษเข้าสู่สถานศึกษา เนื่องจากเครื่องมือดังกล่าวมีการนำเวลาที่ใช้ในการตอบข้อสอบได้ถูกต้อง และค่าความยากของข้อสอบแต่ละข้อ มาใช้ในการให้คะแนนพิเศษ จึงทำให้สามารถคัดกรองระดับความสามารถพิเศษได้ละเอียดมากกว่าเครื่องมือที่เคยมีมาก่อนหน้านี้

1.2 หัวหน้ากลุ่มสาระคณิตศาสตร์ และครูในกลุ่มสาระคณิตศาสตร์ในโรงเรียนวิทยาศาสตร์ของรัฐแห่งนี้ ควรนำสารสนเทศที่ได้จากการทดสอบครั้งนี้ไปใช้ในการปรับปรุง และพัฒนาหลักสูตรที่ใช้ในการเรียนการสอน ตลอดจนจัดการเรียนการสอนหรือจัดทำสื่อการสอนเพื่อเสริมสร้างศักยภาพของผู้เรียนเป็นรายบุคคล

1.3 นักเรียนที่ได้รับการทดสอบควรนำสารสนเทศที่ได้จากการทดสอบความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ในครั้งนี้ ได้แก่ ผลการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ ผลการประเมินทักษะการคิดขั้นสูง ผลการประเมินด้านเนื้อหา 5 ด้าน ได้แก่ 1) จำนวนและการดำเนินการ 2) เรขาคณิต และปริภูมิ 3) การวัด 4) แบบรูป, ฟังก์ชัน และพีชคณิต และ 5) การวิเคราะห์ข้อมูล, สถิติ และ ความน่าจะเป็น ผลการประเมินด้านกระบวนการ 5 มาตรฐาน ได้แก่ 1) ความสามารถในการแก้ปัญหา 2) ความสามารถในการให้เหตุผลและการพิสูจน์ 3) ความสามารถในการสื่อสาร 4) ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ และ 5) ความสามารถในการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ และผลการประเมินเป็นรายข้อที่ตนเองได้ ไปเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดเพื่อใช้ปรับปรุงและพัฒนาตนเองให้มีศักยภาพสูงขึ้น

1.4 เนื่องจากเครื่องมือที่สร้างขึ้นในครั้งนี้นักวิจัยได้สร้างข้อสอบแต่ละข้อเป็นไฟล์รูปภาพ จึงทำให้สามารถเปลี่ยนแปลงข้อสอบได้ตามที่ต้องการ ดังนั้นนักวิชาการทางด้านเด็กที่มีความสามารถพิเศษหรือผู้ที่สนใจ สามารถนำเครื่องมือที่สร้างขึ้นไปประยุกต์ใช้ในการคัดกรองเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ในระดับชั้นอื่น ๆ หรือ นำไปประยุกต์ใช้ในการคัดกรองเด็กที่มีความสามารถพิเศษในด้านอื่น ๆ ในประเทศไทย

## 2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรทำการประยุกต์ใช้แนวคิดเกี่ยวกับการใช้เวลาในการตอบข้อสอบแต่ละข้อได้ถูกต้อง และความยากของข้อสอบแต่ละข้อ ในการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนพิเศษของเครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถของเด็กที่มีความสามารถพิเศษในด้านอื่นๆ และทำการศึกษาเปรียบเทียบผลการให้คะแนนรวมโดยใช้หลักการรวมคะแนนแบบเส้นตรง และแบบเส้นโค้ง เพื่อเป็นการพัฒนาองค์ความรู้ทางการวัดผลและประเมินผลการศึกษาเด็กที่มีความสามารถพิเศษที่มีประโยชน์ต่อวงการการศึกษาในการนำไปพัฒนาการจัดการศึกษาสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษในประเทศไทย

2.2 จากการวิจัยครั้งนี้ พบว่า มีนักเรียนที่มีผลการประเมินความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ในระดับยอดเยี่ยม จำนวน 7 คน ดังนั้นควรทำการวิจัยเกี่ยวกับการทำงานของสมอง ในขณะที่ทำแบบทดสอบของนักเรียนทั้ง 7 คนนี้ ว่าการทำงานของสมองของเด็กที่มีความสามารถพิเศษเหล่านี้เป็นอย่างไร รวมทั้งควรทำการศึกษาเปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้าของสมองขณะที่ทำแบบทดสอบที่มีความยากในระดับสูงของเพศชาย/หญิง ว่ามีความแตกต่างกันอย่างไร เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ และใช้เป็นแนวทางในการคัดกรองเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ต่อไป

## รายการอ้างอิง

### ภาษาไทย

- จิราภา เต็งไตรรัตน์ และคณะ. (2550). *จิตวิทยาทั่วไป*. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- ชาย พงษ์พัฒนาศิลป์. (2551). *เฉลยข้อสอบคณิตศาสตร์ สอน. พ.ศ.2548-2550*. กรุงเทพฯ: Mind Publishing.
- เชษฐัฐ ฐานสกุลดี. (2551). *คู่มือการเตรียมสอบความถนัดทางคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: รุ่งเรืองสาส์นการพิมพ์.
- ดวงเดือน อ่อนน่วม. (2547). *ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับมาตรฐานและสาระการเรียนรู้กลุ่มคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. ใน พร้อมพรรณ อุดมสิน และอัมพร ม้าคะนอง (บรรณาธิการ). ประมวลบทความหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.
- ดุษฎี บริพัตร ณ อยุธยา, หม่อม. (2531). *เด็กปัญญาเลิศ*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ปาณาญา.
- นิธิพัฒน์ เมฆขจร. (2547). *การแสดงผลหลักฐานความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น และเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์ ฉบับภาษาไทย และการรายงานผลการใช้แบบทดสอบในการให้คำปรึกษา. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต สาขาจิตวิทยาการให้คำปรึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร*
- บุญเชิด ภิญญอนันตพงษ์. (2544). *การพัฒนามาตรฐานประเมินคุณลักษณะความสามารถพิเศษของเด็กนักเรียนอายุ 6-12 ปี ตามแนวคิดของ Renzulli. รายงานการวิจัย*. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ผดุง อารยะวิญญู. (2533). *การศึกษาสำหรับเด็กที่มีความต้องการพิเศษ*. กรุงเทพฯ: บรรณกิจเทรตติ้ง.
- พิชากร แปลงประสพโชค. (2540). *การพัฒนาหลักสูตรพิเศษทางเรขาคณิตเสริมสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร*
- มลิวลัยย์ ลับไพรี. (2549). *ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเด็กฉลาดและเด็กที่มีความสามารถพิเศษเฉพาะทาง*. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ยาสุตะ ไทรุ. (2551). *100 โจทย์คณิตพิชิต Admission*. แปลโดย อรรถนพ เรืองวิเศษ. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)



- ยุพร ริมชลการ. (2543). *การพัฒนาหลักสูตรพิเศษคณิตสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์*. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- วิไลวรรณ ศรีสงคราม และคณะ. (2549). *จิตวิทยาทั่วไป*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: ทริปปี้ด กรุ๊ป.
- วิสิทธิ์ ไรจน์พจนรัตน์ และ อนุสรณ์ ฤทัยานนท์. (2550). *ความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ธนัชการพิมพ์.
- ศศินันท์ ศิริธาดากุลพัฒน์. (2551). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างทักษะทางสังคมและความฉลาดทางอารมณ์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 ที่มีความสามารถพิเศษ*. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์พิเศษ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ศักดิ์ดา บุญโต และคณะ. (2544). *รูปแบบการจัดการศึกษาสำหรับผู้ที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์*. รายงานการวิจัยสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. เข้าถึงใน [http://www.thaigifted.org/research/pdf/Re\\_1.pdf](http://www.thaigifted.org/research/pdf/Re_1.pdf) เมื่อวันที่ 23 ตุลาคม 2551.
- ศักดิ์ดา บุญโต และคณะ. (2548). *รายงานการวิจัยการพัฒนารูปแบบและหลักสูตรการจัดการศึกษาสำหรับผู้ที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย*. กรุงเทพฯ: สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2544). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2550). *ทฤษฎีการทดสอบแนวใหม่*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศูนย์พัฒนาอัจฉริยภาพ. (2551). *ความหมายของเด็ก Gifted*. เข้าถึงใน <http://www.giftedcenter.org/evos/front/bin/ptlist.phtml?Category=100505>. เมื่อวันที่ 23 ตุลาคม 2551.
- สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์. (2551). *แบบทดสอบความถนัด*. กรุงเทพฯ: เดอะบุคส์.
- สมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. (2551). *รวมข้อสอบแข่งขันคณิตศาสตร์พร้อมแนวคิดประจำปีการศึกษา 2550 ระดับประถมศึกษา, มัธยมศึกษาตอนต้น และมัธยมศึกษาตอนปลาย*. กรุงเทพฯ: พัทธการพิมพ์.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2544). *คณิตศาสตร์มัธยมศึกษา: คู่มือการจัดการศึกษาสำหรับผู้ที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: พิมพ์ดี.

- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2544). *สร้างสรรค์นักคิด: คู่มือการจัดการศึกษาสำหรับผู้มีความสามารถทางด้านทักษะความคิดระดับสูง/อนุชนีย์ โปธิสุข*. กรุงเทพฯ: ศูนย์แห่งชาติ เพื่อพัฒนาผู้มีความสามารถพิเศษ.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2545). *รายงานสรุปสภาพปัจจุบันและยุทธศาสตร์การจัดการศึกษาสำหรับเด็กและเยาวชนที่มีความสามารถพิเศษของประเทศไทย*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2548). *ยุทธศาสตร์การพัฒนาคเด็กและเยาวชนที่มีความสามารถพิเศษ (พ.ศ.2549-2559)*. กรุงเทพฯ: พิมพ์ดี.
- สุดถวิล นรินทร. (2551). *ติวเข้มแนวข้อสอบคณิตศาสตร์ ม.3 เข้า ม.4*. กรุงเทพฯ: รุ่งเรืองสาส์นการพิมพ์.
- สุริพร ศิริมาลย์. (2539). *การพัฒนาเครื่องมือระบุเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาวัดและประเมินผล การศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อารี พันธุ์มณี. (2546). *จิตวิทยาสร้างสรรค์การเรียนการสอน*. กรุงเทพฯ: ไยไหม เอดูเคท.
- อารี สันหนวี. (2540). *รูปแบบการเรียนการสอนเด็กปัญญาเลิศ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์การศาสนา
- อนุชนีย์ โปธิสุข. (2542). *แผนที่สู่การพัฒนาอัจฉริยภาพเด็ก*. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.
- อนุชนีย์ อนุรุทธ์วงศ์. (2547). *คู่มือสำหรับแนวความสามารถพิเศษ*. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.

## ภาษาอังกฤษ

- Abraham, W. (1958). *Commonsense about the gifted children*. New York: Harper & Brothers Publishers.
- Batchelder, L. (2000). *Gifted Student*. [online]. Available from: [www.brainconnection.com/topics?main=fa/gifted-students](http://www.brainconnection.com/topics?main=fa/gifted-students). [2008, 8 August].
- Birch, W. B. (2004). Is Any Identification Procedure Necessary. in Renzulli, J. S. (editor). *Identification of Students for Gifted and Talented Programs*. California: Corwin Press.
- Borland, J. H. and Wright, L. (2004). Identifying Young, Potentially Gifted, Economically Disadvantaged Students. in Renzulli, J. S. (editor). *Identification of Students for Gifted and Talented Programs*. California: Corwin Press.

- Callahan, C. M. (2004). Myth: There Must Be Winners and Losers in Identification Programming. in Renzulli, J. S. (editor). *Identification of Students for Gifted and Talented Programs*. California: Corwin Press.
- Carter, P. J. and Russell, K. A. (2008). *The little giant encyclopedia of IQ Tests*. New York: Sterling Publishing.
- Cattell, R. B. (1971). *Abilities: Their Structure, Growth and Action*. Boston: Houghton Mifflin.
- Clark, B. (1992). *Growing up gifted*. (4th ed.), New York: Merrill.
- Clark, G. (2004). Screening and Identifying Students Talented in the Visual Arts: Clark's Drawing Abilities Test. in Renzulli, J. S. (editor). *Identification of Students for Gifted and Talented Programs*. California: Corwin Press.
- Colangelo, N. and Brower, P. (2004). Labeling Gifted Youngsters: Long-Term Impact on Families. in Renzulli, J. S. (editor). *Identification of Students for Gifted and Talented Programs*. California: Corwin Press.
- Davis, G. A. (1994). *"The Model AUTA" Creativity is Forever*. Iowa: Kendal Hunt Publishing.
- Department of Education and Training, Curriculum. (2004). *Policy and implementation strategies for the education of gifted and talented students*. [online]. Available from: <http://www.curriculumsupport.education.nsw.gov.au/policies/gats/assets/pdf/polimp.pdf>. [2008, 23 April]
- Department of Education, Training and the Arts. (2004). *Framework for Gifted Education*. (Revised edition). [online]. Available from: [www.learningplace.com.au/en/g&t](http://www.learningplace.com.au/en/g&t). [2008, 8 August].
- Feldhusen, J. F., Asher, J. W. and Hoover, S. M. (2004). Problems in the Identification of Giftedness, Talent or Ability. in Renzulli, J. S. (editor). *Identification of Students for Gifted and Talented Programs*. California: Corwin Press.
- Gagné, F. (2003). Transforming Gifts into Talents: The DMGT as a Developmental Theory. In Colangelo, N. & Davis, G. A. (editors). *Handbook of Gifted Education*. (3rd ed.), Allyn and Bacon.

- Gagné, F. (2004). Giftedness and Talent: Reexamining a Reexamination of the Definitions. In Sternberg, R. J. (editor). *Definitions and Conceptions of Giftedness*. California: Corwin Press.
- Gagné, F. (2008). *Building Gifted into Talented: Overview of DMGT and Exploring its most complex component..* Keynote speech at the 2008 IGIL Annual Conference: Creative Brain...towards Creative Economy and Society in Bangkok (Thailand) [2008, 16-17 October]
- Gallasher, S. A. (1994). *Teaching the gifted child*. (4th ed.), Boston: Allyn and Bacon.
- Gardner, H. (2004). *Changing minds: The art and science of changing our own and other people's minds*. Boston, MA: Harvard Business School Press.
- Gregory, R. J. (2004). *Psychological Testing: History, Principles, and Applications*. (4th ed.), Boston: Allyn and Bacon.
- Guilford, J. P. (1967). *The Nature of Human Intelligence*. New York: McGraw-Hill.
- Gurganus, S. P. (2007). *Math instruction for students with learning problems*. (1st ed.), Boston: Allyn and Bacon.
- Hambleton, R. K. and Swaminathan, H. (1985). *Item Response Theory: Principles and Applications*. Boston: Kluwer Nijhoff.
- House, P. A. (1991). *Providing Opportunities for the mathematically gifted, k-12*. Virginia: The National Council of Teachers of Mathematics. Inc.
- Jarosewich, T., Pfeiffer, S. I., and Morris, J. (2002). Identifying gifted students using teacher rating scales: A review of Existing instruments. *Journal of Psycho educational Assessment*. 20: 322-336.
- Jolly, J. L. and Kettler, T. (2008). Gifted Education Research 1994-2003: A Disconnect Between Priorities and Practice. *Journal for the Education of the Gifted*. 31(4): 427-446.
- Krutetskii, V. A. (1976). *The psychology of mathematical abilities in school children*. Chicago: University of Chicago Press.

- Lupkowski-Shoplik, A., and Other. (2003). Talent Searches: Meeting the Needs of Academically Talented Youth. in Colangelo, N., & Davis, G. A. (editors). *Handbook of Gifted Education*. (3rd ed.), Boston: Allyn and Bacon.
- New Zealand Department of Education. (2008). *MOE Handbook for Schools Gifted and Talented students: Meeting their needs in New Zealand schools*. [online]. Available from: <http://www.tki.org.nz/r/gifted/handbook/>. [2008, 23 September].
- Oxford Brookes University. (2007). *launch pad: identifying gifted and talented student*. [online]. Available from: <http://owwww.brookes.ac.uk/schools/education/rescon/cpdgifted/docs/secondarylaunchpads/19Identification.pdf>. [2008, 23 April]
- Passow, A. H. (2004). The nature of Giftedness and Talent. in Sternberg, R. J. (editor). *Definitions and Conceptions of Giftedness*. California: Corwin Press.
- Pfeiffer, S. I. and Petscher, Y. (2008). Identifying Young Gifted Children Using the Gifted Rating Scales-Preschool/Kindergarten Form. *Gifted Child Quarterly*. 52(1): 19-29.
- Renzulli, J. S. (1976). *Scales for Rating the Behavioral Characteristics of Superior Students*. Creative Learning Press.
- Renzulli, J. S. (2004). Introduction to Identification of Students for Gifted and Talented Programs. in Renzulli, J. S. (editor). *Identification of Students for Gifted and Talented Programs*. California: Corwin Press.
- Renzulli, J. S. (2004a). Myth: The Gifted Constitute 3-5% of the Population. in Renzulli, J. S. (editor). *Identification of Students for Gifted and Talented Programs*. California: Corwin Press.
- Rimm, S. (2004). The Characteristics Approach: Identification and Beyond. in Renzulli, J. S. (editor). *Identification of Students for Gifted and Talented Programs*. California: Corwin Press.
- Ross, P.C. and Others. (1993). *A Case for Developing America's Talent*. [online]. Available from: [http://eric.ed.gov/ERICDocs/data/ericdocs2sql/content\\_storage\\_01/0000019b/80/13/fc/51.pdf](http://eric.ed.gov/ERICDocs/data/ericdocs2sql/content_storage_01/0000019b/80/13/fc/51.pdf) [2008, 23 October].
- Schunk, D. H., Pintrich, P. R. and Meece, J. L. (2008). *Motivation in Education Theory, Research, and Applications*. (3rd ed.), New Jersey: Pearson Education.

- Scott, M. S., and Delgado, C. F. (2005). Identifying Cognitively Gifted Minority Students in Preschool. *Gifted Child Quarterly*. 43(3). 199-210.
- Sternberg, R. J. (2004). Introduction to Definition and Conceptions of Giftedness. In Sternberg, R. J. (editor). *Definitions and Conceptions of Giftedness*. California: Corwin Press.
- Sternberg, R. J. (2004a). Lies We Live By: Misapplication of Tests in Identifying the Gifted. in Renzulli, J. S. (editor). *Identification of Students for Gifted and Talented Programs*. California: Corwin Press.
- Sternberg, R. J. (2004b). Nonentrenchment in the Assessment of Intellectual Giftedness. in Renzulli, J. S. (editor). *Identification of Students for Gifted and Talented Programs*. California: Corwin Press.
- Sternberg, R. J. (2009). *Cognitive Psychology*. (5th ed.), Belmont: Wadsworth.
- Sternberg, R. J., & Zhang, L. (2004). What Do We Mean by Giftedness? A Pentagonal Implicit Theory. In Sternberg, R. J. (editor). *Definitions and Conceptions of Giftedness*. California: Corwin Press.
- Terman, L. M. (1972). *The measurement of Intelligence*. Boston: Houghton Mifflin.
- Torrance, E. P. (2004). The Role of Creativity in Identification of the Gifted and Talented. in Renzulli, J. S. (editor). *Identification of Students for Gifted and Talented Programs*. California: Corwin Press.
- Usiskin, Z. (2000). The development into the mathematically talent. *Journal of Secondary Gifted Education*. 11: 152 – 162.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก  
รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ



## รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ

1. ดร.อาพันธ์ชนิต เจนจิต  
อาจารย์ประจำภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
2. ดร.เวชฤทธิ์ อังณะภัทรขจร  
อาจารย์ประจำภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
3. นางสาวนวลจันทร์ ผมุดทา  
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท)
4. นางสาวรจนา รัตนานิคม  
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท)
5. นายไมตรี สมบูรณ์  
อาจารย์ประจำโรงเรียนจุฬารัตนราชวิทยาลัย ชลบุรี
6. นายจักรกฤษ เลื่อนกฐิน  
อาจารย์ประจำโรงเรียนจุฬารัตนราชวิทยาลัย ชลบุรี
7. นายสุวัฒน์ ศรีโยธี  
อาจารย์ประจำโรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์

ภาคผนวก ข  
ผลการวิเคราะห์ค่า IOC

## ผลการวิเคราะห์ค่า IOC


ข้อที่	คนที่1	คนที่2	คนที่3	คนที่4	คนที่5	คนที่6	คนที่7	ค่า IOC
ข้อที่1	1	1	1	1	-1	1	1	0.71
ข้อที่2	1	1	1	1	1	1	1	1.00
ข้อที่3	1	1	1	0	-1	1	1	0.57
ข้อที่4	1	1	1	1	1	1	1	1.00
ข้อที่5	1	1	1	1	1	1	1	1.00
ข้อที่6	1	1	1	1	1	1	1	1.00
ข้อที่7	1	1	1	1	1	1	1	1.00
ข้อที่8	1	1	1	1	1	1	1	1.00
ข้อที่9	1	1	1	1	1	1	1	1.00
ข้อที่10	1	1	1	0	1	1	1	0.86
ข้อที่11	1	1	-1	1	1	1	1	0.71
ข้อที่12	1	1	0	1	1	1	1	0.86
ข้อที่13	1	1	1	1	-1	1	1	0.71
ข้อที่14	1	1	1	1	1	1	1	1.00
ข้อที่15	1	1	1	1	1	1	1	1.00
ข้อที่16	1	1	1	1	1	1	1	1.00
ข้อที่17	1	1	1	1	1	1	1	1.00
ข้อที่18	1	1	-1	1	1	1	1	0.71
ข้อที่19	1	1	1	1	1	1	1	1.00
ข้อที่20	1	1	1	1	-1	1	1	0.71
ข้อที่21	1	1	-1	1	1	1	0	0.57
ข้อที่22	1	1	-1	0	1	1	1	0.57
ข้อที่23	1	1	1	1	1	1	1	1.00
ข้อที่24	1	1	1	0	1	1	1	0.86
ข้อที่25	1	1	1	1	1	1	0	0.86

ข้อที่	คนที่1	คนที่2	คนที่3	คนที่4	คนที่5	คนที่6	คนที่7	ค่า IOC
ข้อที่26	1	1	1	1	1	1	1	1.00
ข้อที่27	1	1	1	0	1	1	1	0.86
ข้อที่28	1	1	0	1	1	1	1	0.86

ภาคผนวก ค

คู่มือแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์  
สำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์



เข้าสู่สอบ	
ชื่อ - สกุล : บุณยพงศ์ สุขสว่าง รหัสประจำตัว : 4984685727	 ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย Department of Educational Research and Psychology, Chulalongkorn University
ข้อสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ <small>สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์</small>	
เวลาที่ข้อสอบ : 0:00:06	เหลือเวลาที่ข้อสอบอีก : 3:14:10
1 กำหนดให้ $A$ เป็นจำนวนจริงบวก $A + \frac{1}{A} = k \quad \text{และ} \quad \left(A^3 - \frac{1}{A^3}\right)^2 = 486$ จงหาค่าของ $k^2$	จำนวนและการดำเนินการ เรขาคณิตและปริภูมิ การวัด แบบรูป ฟังก์ชัน พีชคณิต วิเคราะห์ข้อมูล สถิติ ข้อเขียน
คำตอบ	ส่งข้อสอบทั้งหมด

## แผนภาพ 2

ท่านสามารถเลือกทำข้อสอบข้อใดก่อนก็ได้ โดยเลือกเนื้อหาที่ต้องการทดสอบ และข้อสอบที่ต้องการทำบริเวณด้านขวามือ ตัวอย่าง เช่น ท่านต้องการทำข้อสอบเรื่องจำนวนและการดำเนินการข้อที่ 1 เมื่อท่านเลือกข้อ 1 ท่านจะได้ตัวอย่างข้อสอบดังแผนภาพ 2 โดยหน้าต่างข้อสอบจะแสดงเวลาที่ทำข้อสอบ และเวลาที่เหลือในการทำข้อสอบ เมื่อท่านต้องการตอบข้อสอบ ให้เลือกที่คำสั่ง “คำตอบ” จะปรากฏหน้าต่าง ดังแผนภาพ 3 ให้ท่านทำการพิมพ์คำตอบลงในช่องที่กำหนดให้ แล้วทำการเลือก “บันทึกส่งข้อสอบ” โปรแกรมก็จะยืนยันคำตอบของท่าน ดังแผนภาพ 4 เมื่อท่านยืนยันคำตอบแล้ว หน้าต่างการทดสอบก็จะกลับมาดังแผนภาพ 5 นอกจากการเขียนคำตอบเป็นตัวเลขแล้วท่านสามารถเขียนคำตอบเป็นภาษาไทยได้ ดังตัวอย่างในแผนภาพที่ 6 และ 7

เข้าสู่ระบบ

ชื่อ - สกุล: พูลหงษ์ สุขสว่าง  
รหัสประจำตัว: 4984685727

ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
Department of Educational Research and Psychology, Chulalongkorn University

ข้อสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

เวลาที่ข้อสอบ: 0:01:25      เหลือเวลาที่ข้อสอบอีก: 3:12:51

1 กำหนดให้  $A$  เป็นจำนวนจริงบวก

จำนวนและการดำเนินการ: 1 2 3 4 5  
เรขาคณิตและปริภูมิ  
ค  
น พิกัด  
มูล สถิติ  
น

10

บันทึก ส่งข้อสอบ  
ยกเลิก

คำตอบ

ส่งข้อสอบทั้งหมด

แผนภาพ 3

เข้าสู่ระบบ

ชื่อ - สกุล: พูลหงษ์ สุขสว่าง  
รหัสประจำตัว: 4984685727

ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
Department of Educational Research and Psychology, Chulalongkorn University

ข้อสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

เวลาที่ข้อสอบ: 0:01:51      เหลือเวลาที่ข้อสอบอีก: 3:12:25

1 กำหนดให้  $A$  เป็นจำนวนจริงบวก

จำนวนและการดำเนินการ: 1 2 3 4 5  
เรขาคณิตและปริภูมิ  
ค  
น พิกัด  
มูล สถิติ  
น

10

บันทึก ส่งข้อสอบ  
ยกเลิก

คำตอบ

ส่งข้อสอบทั้งหมด

ยืนยันคำตอบ  
คำตอบของคุณ คือ 10  
Yes No

แผนภาพ 4



เข้าสู่สอบ

ชื่อ - สกุล: พุฒพงศ์ ดุษฎีวราง  
รหัสประจำตัว: 4984685727

ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
Department of Educational Research and Psychology, Chulalongkorn University

ข้อสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

เวลาที่ข้อสอบ: 0:00:00 เหลือเวลาทำข้อสอบอีก: 3:11:40

	จำนวนและการดำเนินการ	1 2 3 4 5
	เรขาคณิตและปริภูมิ	
	การวัด	
	แบบรูป ฟังก์ชัน พหุนาม	
	วิเคราะห์ข้อมูล สถิติ	
ข้อเขียน		

คำตอบ

ส่งข้อสอบทั้งหมด

แผนภาพ 5

เข้าสู่สอบ

ชื่อ - สกุล: พุฒพงศ์ ดุษฎีวราง  
รหัสประจำตัว: 4984685727

ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
Department of Educational Research and Psychology, Chulalongkorn University

ข้อสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

เวลาที่ข้อสอบ: 0:02:44 เหลือเวลาทำข้อสอบอีก: 3:05:05

**4** จงระบุเดือนในปี พ.ศ. 2552 ซึ่งวันที่ 5 ของเดือนนั้นเป็นวันเสาร์

	จำนวนและการดำเนินการ	1 2 3 4 5
	เรขาคณิตและปริภูมิ	
	การวัด	
	แบบรูป ฟังก์ชัน พหุนาม	
	วิเคราะห์ข้อมูล สถิติ	
ข้อเขียน		

คำตอบ

ส่งข้อสอบทั้งหมด

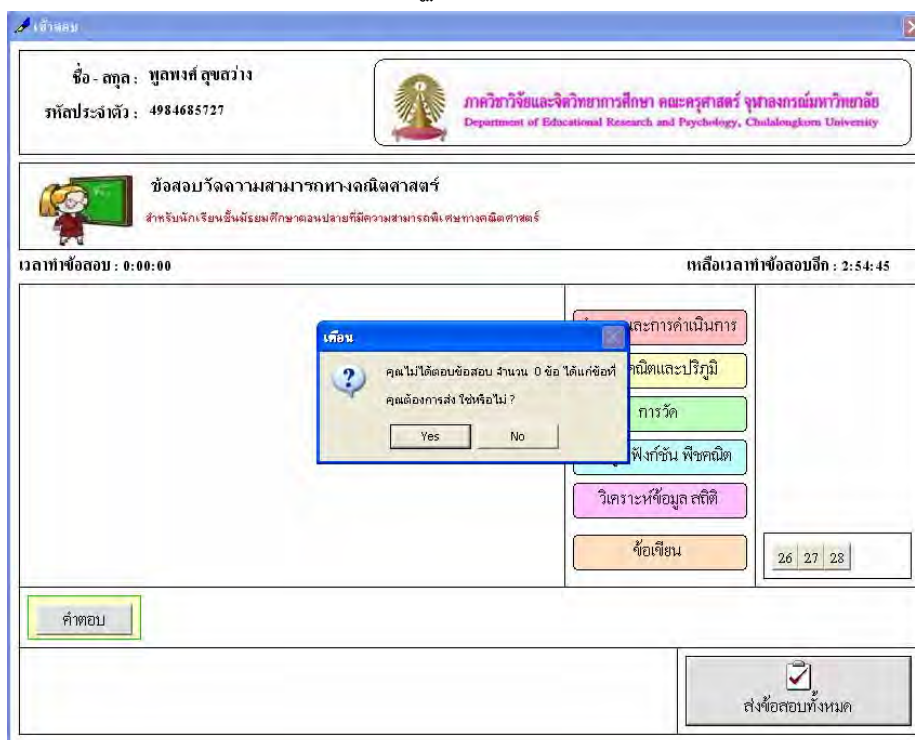
แผนภาพ 6

แผนภาพ 7

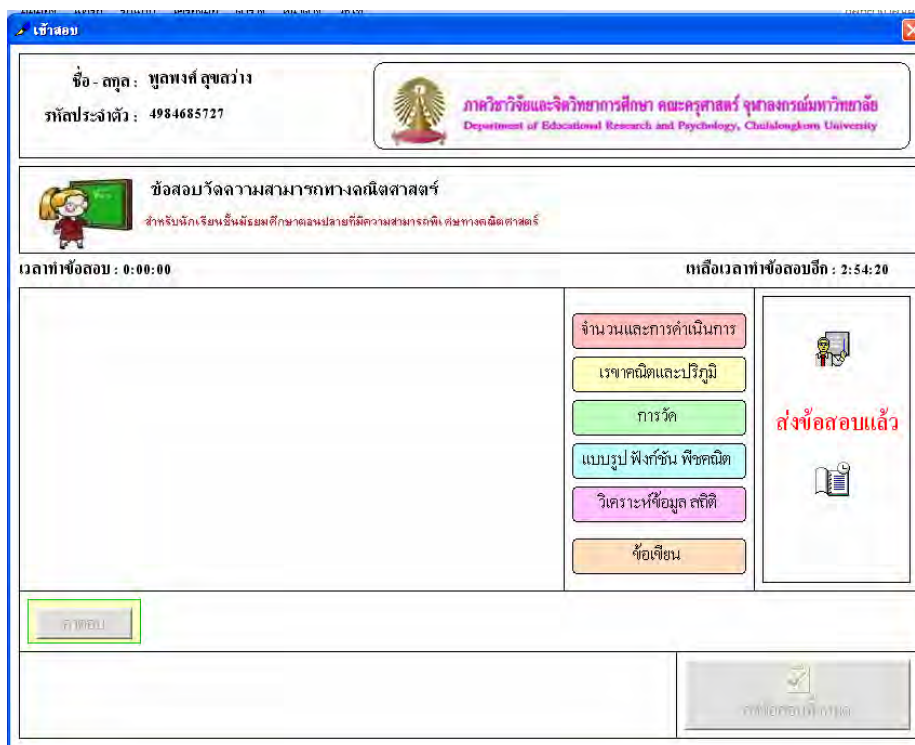
หมายเหตุ ในกรณีที่เป็นข้อสอบแบบอัตนัยท่านจะต้องเขียนคำตอบลงในกระดาษคำตอบที่กำหนดให้ โดยมีตัวอย่างหน้าจอ ดังแผนภาพ 8

แผนภาพ 8

เมื่อท่านทำข้อสอบเรียบร้อยแล้วต้องการส่งข้อสอบทั้งหมด ให้เลือก “ส่งข้อสอบทั้งหมด” คอมพิวเตอร์จะรายงานข้อสอบข้อที่ท่านยังไม่ได้ทำเพื่อเป็นการยืนยันการส่งข้อสอบ ดังแผนภาพ 9 และเมื่อท่านยืนยันการส่งข้อสอบ จะปรากฏหน้าต่าง ดังแผนภาพ 10



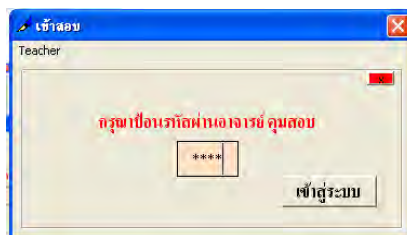
แผนภาพ 9



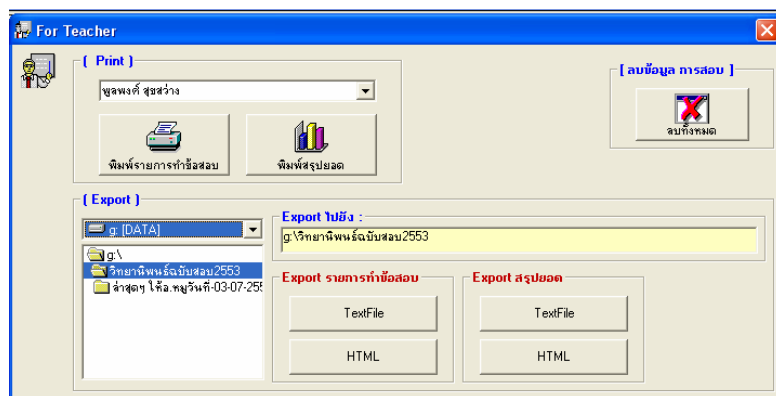
แผนภาพ 10

### 3. การตรวจข้อสอบ

เมื่อท่านเปิดโปรแกรม PTstudent ให้เลือกคำว่า Teacher จะปรากฏหน้าต่างดังแผนภาพ 11 ทำการกรอกรหัสผ่านแล้วเลือก “เข้าสู่ระบบ” จะได้หน้าต่างดังแผนภาพ 12 ท่านสามารถสั่งพิมพ์รายงานผลการสอบของนักเรียนเป็นรายข้อ และสามารถพิมพ์สรุปยอด ดังแผนภาพ 13 และ 14 ตามลำดับ



แผนภาพ 11



แผนภาพ 12

รายงานผลการสอบ

Zoom 100%

**รายงานผลการสอบนักเรียน**

ชื่อ - สกุล : พูลพงศ์ สุขสว่าง  
รหัสประจำตัว : 4984685727

ข้อที่	เวลาที่ใช้ทำข้อสอบ	คำตอบ
16	0:00:11	10
17	0:00:08	2, 4
18	0:00:08	4 วัน
19	0:00:18	600 km/hr
20	0:00:15	ใช้ตาอึ่งเพียงอินเดียว
20	0:00:19	ใช้ตาอึ่งเพียงอินเดียว
21	0:00:01	-
21	0:00:01	-
21	0:00:12	36 ครั้ง
22	0:00:09	2.76%
23	0:00:01	-
23	0:00:01	-
23	0:00:07	16
24	0:00:01	-
24	0:00:01	-
24	0:00:11	0.0833
25	0:00:06	-
25	0:00:06	-

Pages: 2

แผนภาพ 13

สรุปยอดการสอบ

Zoom 100%

**รายงานสรุปยอดการสอบ**

ชื่อ - สกุล : พูลพงศ์ สุขสว่าง  
รหัสประจำตัว : 4984685727

ข้อที่	จำนวน (ครั้ง)	เวลารวม	คำตอบ
1	2	0:05:02	10
2	3	0:02:03	101
3	4	0:00:58	64
4	6	0:23:07	กินยาขน และอินทวาคม
5	1	0:00:05	15
6	1	0:00:13	380 ตารางนิ้ว
7	1	0:00:06	12 ลุงตา
8	6	0:01:58	86 เมตร
9	5	0:00:29	158.725 ลบซม.
10	1	0:00:14	ใช้หลักการแทนที่ของน้ำ
11	1	0:00:10	156 ครั้ง
12	1	0:00:14	106.2 ตารางนิ้ว
13	1	0:00:10	86 ตารางนิ้ว
14	1	0:00:27	ครึ่งละ 2 ซ้อนโต๊ะ รวม 18 ซ้อนโต๊ะ
15	1	0:00:11	ตาอึ่ง 2 แขน
16	1	0:00:11	10
17	1	0:00:08	2, 4
18	1	0:00:08	4 วัน
19	1	0:00:18	600 km/hr
20	2	0:00:34	ใช้ตาอึ่งเพียงอินเดียว
21	2	0:00:14	36 ครั้ง

Pages: 1

แผนภาพ 14

#### 4. เกณฑ์การแปลความหมาย

##### 4.1 เกณฑ์การให้คะแนนพิเศษของข้อสอบแต่ละข้อในมิติของเวลาที่ใช้ในการตอบข้อสอบ

ข้อคำถาม	คะแนนพิเศษในมิติของเวลาที่ใช้ในการตอบข้อสอบ				
	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50
ข้อที่ 1	มากกว่า 348	287 – 348	225 – 286	163 – 224	น้อยกว่า 163
ข้อที่ 2	มากกว่า 328	277 – 328	224 – 276	171 – 223	น้อยกว่า 171
ข้อที่ 3	มากกว่า 363	303 – 363	241 – 302	180 – 240	น้อยกว่า 180
ข้อที่ 4	มากกว่า 420	364 – 420	307 – 363	250 – 306	น้อยกว่า 250
ข้อที่ 5	มากกว่า 567	491 – 567	413 – 490	336 – 412	น้อยกว่า 336
ข้อที่ 6	มากกว่า 369	310 – 369	251 – 309	191 – 250	น้อยกว่า 191
ข้อที่ 7	มากกว่า 319	270 – 319	220 – 269	170 – 219	น้อยกว่า 170
ข้อที่ 8	มากกว่า 383	323 – 383	262 – 322	201 – 261	น้อยกว่า 201
ข้อที่ 9	มากกว่า 555	457 – 555	357 – 456	258 – 356	น้อยกว่า 258
ข้อที่ 10	มากกว่า 542	470 – 542	396 – 469	323 – 395	น้อยกว่า 323
ข้อที่ 11	มากกว่า 330	271 – 330	210 – 270	150 – 209	น้อยกว่า 150
ข้อที่ 12	มากกว่า 322	275 – 322	228 – 274	180 – 227	น้อยกว่า 180
ข้อที่ 13	มากกว่า 376	318 – 376	259 – 317	199 – 258	น้อยกว่า 199
ข้อที่ 14	มากกว่า 567	457 – 567	346 – 456	235 – 345	น้อยกว่า 235
ข้อที่ 15	มากกว่า 533	443 – 533	352 – 442	262 – 351	น้อยกว่า 262
ข้อที่ 16	มากกว่า 385	333 – 385	280 – 332	228 – 279	น้อยกว่า 228
ข้อที่ 17	มากกว่า 332	285 – 332	238 – 284	190 – 237	น้อยกว่า 190
ข้อที่ 18	มากกว่า 381	325 – 381	268 – 324	211 – 267	น้อยกว่า 211
ข้อที่ 19	มากกว่า 583	477 – 583	371 – 476	264 – 370	น้อยกว่า 264
ข้อที่ 20	มากกว่า 551	490 – 551	429 – 489	368 – 428	น้อยกว่า 368
ข้อที่ 21	มากกว่า 342	292 – 342	241 – 291	190 – 240	น้อยกว่า 190
ข้อที่ 22	มากกว่า 304	259 – 304	214 – 258	168 – 213	น้อยกว่า 168
ข้อที่ 23	มากกว่า 352	301 – 352	248 – 300	196 – 247	น้อยกว่า 196
ข้อที่ 24	มากกว่า 503	435 – 503	367 – 434	298 – 366	น้อยกว่า 298
ข้อที่ 25	มากกว่า 554	496 – 554	436 – 495	377 – 435	น้อยกว่า 377

หมายเหตุ เวลาที่ใช้ในการทดสอบข้อสอบแต่ละข้อ มีหน่วยเป็นวินาที

## 4.2 เกณฑ์การให้คะแนนพิเศษของข้อสอบแต่ละข้อในมิติของความยาก

ข้อคำถาม	ค่าพารามิเตอร์ความยาก		คะแนนมาตรฐานที่ (T-SCORE)	คะแนน พิเศษ
	b	S.E.		
ข้อที่ 1	-2.34	0.35	30.46	0.10
ข้อที่ 2	-1.51	0.30	53.45	0.30
ข้อที่ 3	-1.61	0.33	50.68	0.30
ข้อที่ 4	-2.01	0.34	39.60	0.20
ข้อที่ 5	-2.34	0.36	30.46	0.10
ข้อที่ 6	-1.86	0.33	43.75	0.20
ข้อที่ 7	-1.61	0.32	50.68	0.30
ข้อที่ 8	-1.31	0.32	58.99	0.40
ข้อที่ 9	-1.75	0.32	46.80	0.30
ข้อที่ 10	-1.37	0.31	57.32	0.40
ข้อที่ 11	-1.00	0.29	67.57	0.50
ข้อที่ 12	-1.51	0.32	53.45	0.30
ข้อที่ 13	-1.44	0.32	55.38	0.40
ข้อที่ 14	-1.72	0.32	47.63	0.30
ข้อที่ 15	-1.51	0.32	53.45	0.30
ข้อที่ 16	-1.47	0.33	54.55	0.30
ข้อที่ 17	-1.41	0.32	56.22	0.40
ข้อที่ 18	-1.00	0.29	67.57	0.50
ข้อที่ 19	-1.41	0.32	56.22	0.40
ข้อที่ 20	-1.41	0.32	56.22	0.40
ข้อที่ 21	-2.01	0.34	39.60	0.20
ข้อที่ 22	-1.65	0.32	49.57	0.30
ข้อที่ 23	-1.41	0.31	56.22	0.40
ข้อที่ 24	-1.94	0.33	41.54	0.20
ข้อที่ 25	-2.26	0.34	32.67	0.10
ค่าเฉลี่ยเลขคณิต	-1.63	0.32	50.00	0.30
ค่าส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	0.36	0.02	10.00	0.11

## 4.3 เกณฑ์การแปลความหมายรายข้อ

ข้อคำถาม	ระดับความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์					
	ไม่มี	เล็กน้อย	ปานกลาง	สูง	เยี่ยม	ยอดเยี่ยม
ข้อที่ 1	0	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6
ข้อที่ 2	0	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8
ข้อที่ 3	0	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8
ข้อที่ 4	0	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7
ข้อที่ 5	0	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6
ข้อที่ 6	0	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7
ข้อที่ 7	0	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8
ข้อที่ 8	0	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9
ข้อที่ 9	0	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8
ข้อที่ 10	0	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9
ข้อที่ 11	0	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
ข้อที่ 12	0	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8
ข้อที่ 13	0	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9
ข้อที่ 14	0	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8
ข้อที่ 15	0	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8
ข้อที่ 16	0	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8
ข้อที่ 17	0	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9
ข้อที่ 18	0	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
ข้อที่ 19	0	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9
ข้อที่ 20	0	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9
ข้อที่ 21	0	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7
ข้อที่ 22	0	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8
ข้อที่ 23	0	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9
ข้อที่ 24	0	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7
ข้อที่ 25	0	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6
ข้อที่ 26	0	-	1	-	-	2
ข้อที่ 27	0	-	1	-	-	2
ข้อที่ 28	0	-	1	-	-	2



## 4.4 เกณฑ์การแปลความหมายด้านเนื้อหา

มาตรฐานด้านเนื้อหา	ระดับความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์					
	ไม่มี	เล็กน้อย	ปานกลาง	สูง	เยี่ยม	ยอดเยี่ยม
1. ด้านจำนวนและการดำเนินการ	0	1.2 – 1.9	2.0 – 4.3	4.4 – 6.8	6.9 – 9.2	9.3 ขึ้นไป
2. ด้านเรขาคณิต และปริภูมิ	0	1.2 – 1.3	1.4 – 4.3	4.4 – 7.2	7.3 – 10.2	10.3 ขึ้นไป
3. ด้านการวัด	0	1.2 – 1.5	1.6 – 4.3	4.4 – 7.0	7.1 – 9.8	9.9 ขึ้นไป
4. ด้านแบบรูป, ฟังก์ชัน และพีชคณิต	0	1.2 – 1.3	1.4 – 4.3	4.4 – 7.3	7.4 – 10.3	10.4 ขึ้นไป
5. ด้านการวิเคราะห์ข้อมูล, สถิติ และความน่าจะเป็น	0	1.2 - 1.8	1.9 – 4.3	4.4 – 6.7	6.8 – 9.1	9.2 ขึ้นไป

## 4.5 เกณฑ์การแปลความหมายด้านกระบวนการ

มาตรฐานด้านกระบวนการ	ระดับความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์					
	ไม่มี	เล็กน้อย	ปานกลาง	สูง	เยี่ยม	ยอดเยี่ยม
1. ด้านความสามารถในการแก้ปัญหา	0	1.2 – 2.5	2.6 – 4.6	4.7 – 6.7	6.8 – 8.7	8.8 ขึ้นไป
2. ด้านการให้เหตุผลและการพิสูจน์	0	1.2 – 2.2	2.3 – 4.5	4.6 – 6.7	6.8 – 9.0	9.1 ขึ้นไป
3. ด้านความสามารถในการสื่อสาร	0	1.2 – 2.0	2.1 – 4.5	4.6 – 7.1	7.2 – 9.6	9.7 ขึ้นไป
4. ด้านความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้	0	1.2 – 3.0	3.1 – 4.7	4.8 – 6.4	6.5 – 8.2	8.3 ขึ้นไป
5. ด้านความสามารถในการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์	0	1.2 – 2.4	2.5 – 4.6	4.7 – 6.8	6.9 – 8.9	9.0 ขึ้นไป

## 4.6 เกณฑ์การแปลความหมายด้านทักษะการคิดขั้นสูง

0 คะแนน	หมายถึง ไม่มีความสามารถพิเศษ
1- 2 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับเล็กน้อย
3 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับปานกลาง
4 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับสูง
5 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับเยี่ยม
6 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับยอดเยี่ยม

## 4.7 เกณฑ์การแปลความหมายของเครื่องมือวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น

0 คะแนน	หมายถึง ไม่มีความสามารถพิเศษ
1.0 – 21.6 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับเล็กน้อย
21.7 – 29.3 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับปานกลาง
29.4 – 36.9 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับสูง
37.0 – 44.6 คะแนน	หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับเยี่ยม
44.7 คะแนน ขึ้นไป	หมายถึง มีความสามารถพิเศษ ในระดับยอดเยี่ยม

ภาคผนวก ง

แบบประเมินคุณลักษณะเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

ชื่อ-สกุล..... ชั้น ม.4/.....

## แบบประเมินคุณลักษณะเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ○ หน้าข้อความที่ตรงกับลักษณะของผู้เรียนที่ท่านทำการประเมินมากที่สุด

ที่	รายการ	ระดับความสามารถพิเศษ
<b>คุณลักษณะพิเศษทั่วไป</b>		
1.	ความสามารถในการเรียนรู้	<input type="radio"/> ผู้เรียนมีความสามารถในการเรียนรู้ <input type="radio"/> ผู้เรียนมีความสามารถในการเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็ว <input type="radio"/> ผู้เรียนมีความสนใจอย่างกว้างขวาง และมีความสามารถในการเรียนรู้เรื่องที่สนใจได้อย่างรวดเร็ว <input type="radio"/> ผู้เรียนมีความสนใจอย่างกว้างขวาง และมีความสามารถในการเรียนรู้เรื่องที่สนใจได้อย่างรวดเร็วเหนือเกณฑ์เฉลี่ย
2.	ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และตัดสินใจ	<input type="radio"/> ผู้เรียนมีความสามารถในการรวบรวมสมมติอยู่กับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง <input type="radio"/> ผู้เรียนมีความสามารถในการรวบรวมสมมติอยู่กับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง และสามารถคิดวิเคราะห์ แจกแจง แยกแยะประเด็นได้ <input type="radio"/> ผู้เรียนมีความสามารถในการรวบรวมสมมติอยู่กับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง สามารถคิดวิเคราะห์ และตัดสินใจแก้ปัญหาได้ <input type="radio"/> ผู้เรียนมีความสามารถในการรวบรวมสมมติอยู่กับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง สามารถคิดวิเคราะห์ และตัดสินใจแก้ปัญหาได้อย่างหลักแหลม
3.	ความมานะมุ่งมั่น	<input type="radio"/> ผู้เรียนมีความอยากรู้อยากเห็น และมีความจำดี <input type="radio"/> ผู้เรียนมีความอยากรู้อยากเห็น มีความจำดี และมีความสุขกับเรื่องที่สนใจ <input type="radio"/> ผู้เรียนมีความอยากรู้อยากเห็น มีความจำดี มีความสุขกับเรื่องที่สนใจ และมีความมานะมุ่งมั่นในการแก้ปัญหา <input type="radio"/> ผู้เรียนมีความอยากรู้อยากเห็น มีความจำดี มีความสุขกับเรื่องที่สนใจ และมีความมานะมุ่งมั่นในการแก้ปัญหาเหนือเกณฑ์เฉลี่ย
4.	ความคิดสร้างสรรค์	<input type="radio"/> ผู้เรียนมีกระบวนการคิดที่ซับซ้อน สามารถเข้าใจสิ่งที่ซับซ้อนและพิสดาร <input type="radio"/> ผู้เรียนมีกระบวนการคิดที่ซับซ้อน สามารถเข้าใจสิ่งที่ซับซ้อน พิสดาร และมีจินตนาการที่กว้างไกล <input type="radio"/> ผู้เรียนมีกระบวนการคิดที่ซับซ้อน สามารถเข้าใจสิ่งที่ซับซ้อน พิสดาร มีจินตนาการที่กว้างไกล และมีความสามารถในการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ <input type="radio"/> ผู้เรียนมีกระบวนการคิดที่ซับซ้อน สามารถเข้าใจสิ่งที่ซับซ้อน พิสดาร มีจินตนาการที่กว้างไกล และมีความสามารถในการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ ที่เป็นเลิศ

ที่	รายการ	ระดับความสามารถพิเศษ
5.	ระดับสติปัญญา	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ ผู้เรียนมีระดับสติปัญญาสูง</li> <li>○ ผู้เรียนมีระดับสติปัญญาสูง และมีความสามารถในการตัดสินใจอย่างหลักแหลม</li> <li>○ ผู้เรียนมีระดับสติปัญญาสูง มีความสามารถในการตัดสินใจอย่างหลักแหลม และมีการผลิตผลงานที่มีคุณภาพสูง</li> <li>○ ผู้เรียนมีระดับสติปัญญาสูง มีความสามารถในการตัดสินใจอย่างหลักแหลม และมีผลการเรียน/ผลงานดีเด่นเป็นเลิศ</li> </ul>
<b>คุณลักษณะพิเศษทางคณิตศาสตร์</b>		
6.	ความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ ผู้เรียนมีความสามารถในการกำหนดแบบแผนการรับรู้ สื่อ ข้อความ หรือโครงสร้างของปัญหาต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์</li> <li>○ ผู้เรียนสามารถจดจำความสำคัญ ลักษณะเฉพาะ ให้เหตุผล พิสูจน์ และกำหนดหลักการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้</li> <li>○ ผู้เรียนสามารถกำหนดความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเนื้อหา ความสัมพันธ์ และการดำเนินการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างรวดเร็ว</li> <li>○ ผู้เรียนสามารถกำหนดความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเนื้อหา ความสัมพันธ์ และการดำเนินการต่าง ๆ มีจิตสำนึกในเรื่องความซับซ้อน และคิดสร้างสรรค์ รวมทั้งสามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบย้อนกลับได้</li> </ul>
7.	ความสามารถในการจัดระบบข้อมูลทางคณิตศาสตร์	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ ผู้เรียนมีความสามารถในการจัดระบบข้อมูลทางคณิตศาสตร์</li> <li>○ ผู้เรียนมีความสามารถในการจัดระบบข้อมูล จดจำสัญลักษณ์ และสูตรทางคณิตศาสตร์</li> <li>○ ผู้เรียนมีความสามารถในการจัดระบบข้อมูล จดจำสัญลักษณ์ และสูตรทางคณิตศาสตร์ได้อย่างรวดเร็ว</li> <li>○ ผู้เรียนมีความสามารถในการจัดระบบข้อมูล จดจำสัญลักษณ์ สูตรทางคณิตศาสตร์ และเรียกคืนข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว</li> </ul>
8.	ความสามารถในการเชื่อมโยงสัญลักษณ์ และสูตรที่ใช้ทางคณิตศาสตร์	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ ผู้เรียนมีความสามารถในการจดจำสัญลักษณ์และสูตรต่าง ๆ ที่ใช้ทางคณิตศาสตร์</li> <li>○ ผู้เรียนมีความสามารถในการจดจำ และเข้าใจสัญลักษณ์/สูตรต่าง ๆ ที่ใช้ทางคณิตศาสตร์ที่เป็นนามธรรม</li> <li>○ ผู้เรียนมีความสามารถในการจดจำ และเข้าใจสัญลักษณ์/สูตรต่าง ๆ ที่ใช้ทางคณิตศาสตร์ที่เป็นนามธรรมได้อย่างรวดเร็ว</li> <li>○ ผู้เรียนมีความสามารถในการจดจำ และเข้าใจสัญลักษณ์/สูตรต่าง ๆ ที่ใช้ทางคณิตศาสตร์ที่เป็นนามธรรม มีสมรรถภาพด้านความคิดเชิงตรรกะ มีความสามารถในการให้เหตุผลอย่างรวบรัด และสามารถหาคำตอบของปัญหาที่แปลกใหม่ได้อย่างรวดเร็ว</li> </ul>

ที่	รายการ	ระดับความสามารถพิเศษ
9.	ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ ผู้เรียนมีความสามารถมองความสัมพันธ์เชิงมิติของปัญหาได้ดี</li> <li>○ ผู้เรียนมีความสามารถมองความสัมพันธ์เชิงมิติของปัญหาได้ดี และมีความเพียรพยายามในการแก้ปัญหา</li> <li>○ ผู้เรียนมีความสามารถมองความสัมพันธ์เชิงมิติของปัญหาได้ดี มีความเพียรพยายามในการแก้ปัญหา และสามารถกำหนดกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างสมเหตุสมผล</li> <li>○ ผู้เรียนมีความสามารถมองความสัมพันธ์เชิงมิติของปัญหาได้ดี มีความเพียรพยายามในการแก้ปัญหา สามารถกำหนดกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างพลิกแพลง แບบยล สร้างสรรค์ และสมเหตุสมผล</li> </ul>
10.	สมรรถภาพในการคิดคำนวณ	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ ผู้เรียนมีสมรรถภาพในการคิดคำนวณ</li> <li>○ ผู้เรียนมีสมรรถภาพในการคิดคำนวณ มีความถนัดทางคณิตศาสตร์ ด้านใดด้านหนึ่ง หรือหลาย ๆ ด้านรวมกัน</li> <li>○ ผู้เรียนมีสมรรถภาพในการคิดคำนวณ มีความถนัดทางคณิตศาสตร์ ด้านใดด้านหนึ่ง หรือหลาย ๆ ด้านรวมกัน อย่างโดดเด่นมากกว่าเด็กในวัยเดียวกัน</li> <li>○ ผู้เรียนมีสมรรถภาพในการคิดคำนวณ มีความถนัดทางคณิตศาสตร์ ด้านใดด้านหนึ่ง หรือหลาย ๆ ด้านรวมกัน อย่างโดดเด่นมากกว่าเด็กในวัยเดียวกัน มีกระบวนการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ และมีเอกลักษณ์เฉพาะตน</li> </ul>

ลงชื่อ.....

(ผู้ทำการประเมิน)

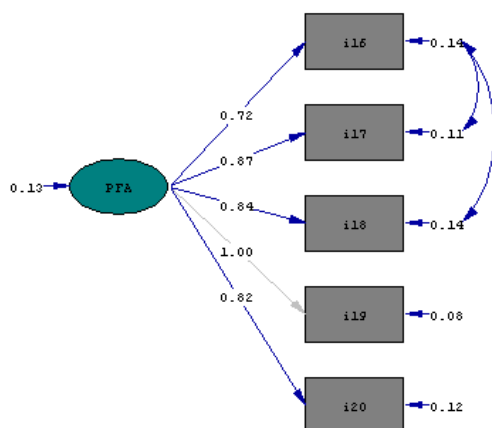
วันที่ .....ตุลาคม 2552

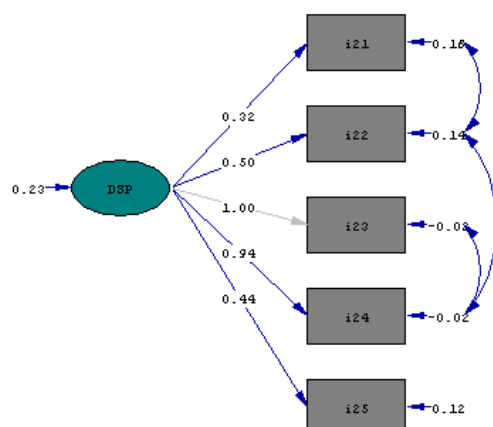
ภาคผนวก จ  
ผลการตรวจสอบความตรงตามโครงสร้าง

ผลการตรวจสอบความตรงตามโครงสร้าง

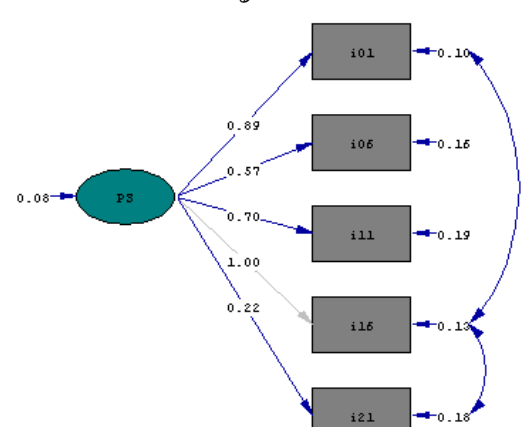
มาตรฐานด้านเนื้อหา	
<p>1. จำนวนและการดำเนินการ</p> <p>Chi-Square=2.53, df=3, P-value=0.46938, RMSEA=0.000</p>	<p>คำสั่ง</p> <pre>!Measurement IRT Content1 Da NI=25 NO=241 MA=CM LA FI=LABEL_IRT.DAT SD FI=SD_IRT.DAT KM FI=COR_IRT.DAT SE 1 2 3 4 5 / MO NY=5 NE=1 LY=FR TE=SY FI LY(4,1) VA 1.00 LY(4,1) FR TE(2,1) TE(5,2) LE NO PD OU MI</pre>
<p>2. เรขาคณิต และปริภูมิ</p> <p>Chi-Square=1.99, df=3, P-value=0.57366, RMSEA=0.000</p>	<p>คำสั่ง</p> <pre>!Measurement IRT Content2 Da NI=25 NO=241 MA=CM LA FI=LABEL_IRT.DAT SD FI=SD_IRT.DAT KM FI=COR_IRT.DAT SE 6 7 8 9 10 / MO NY=5 NE=1 LY=FR TE=SY FI LY(4,1) VA 1.00 LY(4,1) FR TE(2,1) TE(5,4) LE GS PD OU MI</pre>
<p>3. การวัด</p> <p>Chi-Square=1.59, df=3, P-value=0.66086, RMSEA=0.000</p>	<p>คำสั่ง</p> <pre>!Measurement IRT Content3 Da NI=25 NO=241 MA=CM LA FI=LABEL_IRT.DAT SD FI=SD_IRT.DAT KM FI=COR_IRT.DAT SE 11 12 13 14 15 / MO NY=5 NE=1 LY=FR TE=SY FI LY(4,1) VA 1.00 LY(4,1) FR TE(3,2) TE(2,1) LE ME PD OU MI</pre>

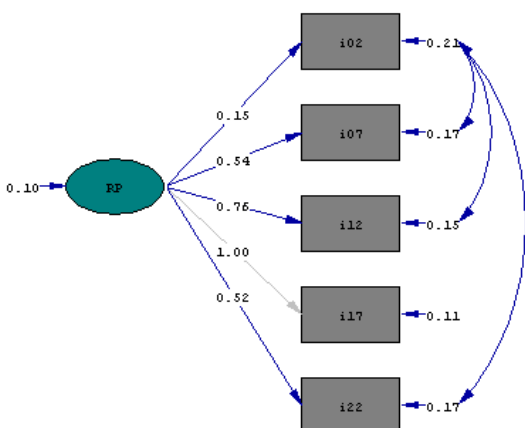
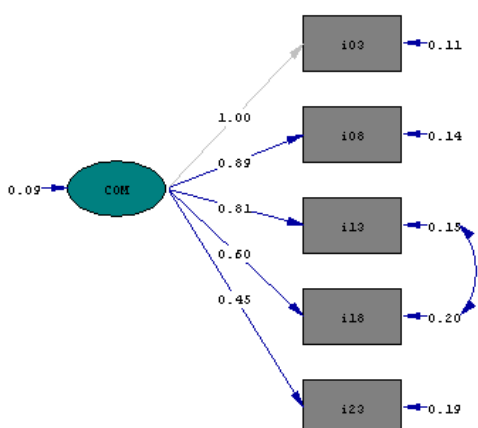
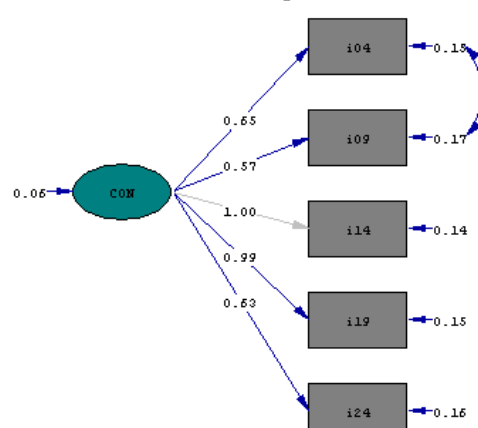


<p>4. แบบรูป, ฟังก์ชัน และพีชคณิต</p>  <p>Chi-Square=0.27, df=3, P-value=0.96489, RMSEA=0.000</p>	<p>คำสั่ง</p> <pre>!Measurement IRT Content4 Da NI=25 NO=241 MA=CM LA FI=LABEL_IRT.DAT SD FI=SD_IRT.DAT KM FI=COR_IRT.DAT SE 16 17 18 19 20 / MO NY=5 NE=1 LY=FR TE=SY FI LY(4,1) VA 1.00 LY(4,1) FR TE(2,1)TE(3,1) LE PFA PD OU MI</pre>
--	---

<p>5. การวิเคราะห์ข้อมูล, สถิติ และความน่าจะเป็น</p>  <p>Chi-Square=0.96, df=2, P-value=0.61916, RMSEA=0.000</p>	<p>คำสั่ง</p> <pre>!Measurement IRT Content5 Da NI=25 NO=241 MA=CM LA FI=LABEL_IRT.DAT SD FI=SD_IRT.DAT KM FI=COR_IRT.DAT SE 21 22 23 24 25 / MO NY=5 NE=1 LY=FR TE=SY FI LY(1,1) VA 1.00 LY(1,1) FR TE(4,2)TE(3,1)TE(5,1) FR TE(4,1) LE DSP PD OU MI</pre>
--	---

มาตรฐานด้านกระบวนการ

<p>1. ความสามารถในการแก้ปัญหา</p>  <p>Chi-Square=3.08, df=3, P-value=0.37952, RMSEA=0.011</p>	<p>คำสั่ง</p> <pre>!Measurement IRT Process1 Da NI=25 NO=241 MA=CM LA FI=LABEL_IRT.DAT SD FI=SD_IRT.DAT KM FI=COR_IRT.DAT SE 1 6 11 16 21 / MO NY=5 NE=1 LY=FR TE=SY FI LY(4,1) VA 1.00 LY(4,1) LE PS PD OU MI</pre>
--	--

<p>2. ความสามารถในการให้เหตุผลและการพิสูจน์</p>  <p>Chi-Square=1.92, df=2, P-value=0.38217, RMSEA=0.000</p>	<p>คำสั่ง</p> <pre>Measurement IRT Process2 Da NI=25 NO=241 MA=CM LA FI=LABEL_IRT.DAT SD FI=SD_IRT.DAT KM FI=COR_IRT.DAT SE 2 7 12 17 22 / MO NY=5 NE=1 LY=FR TE=SY FI LY(3,1) VA 1.00 LY(3,1) FR TE(5,1)TE(2,1) LE RP PD OU MI</pre>
<p>3. ความสามารถในการสื่อสาร</p>  <p>Chi-Square=6.76, df=4, P-value=0.14939, RMSEA=0.054</p>	<p>คำสั่ง</p> <pre>!Measurement IRT Process3 Da NI=25 NO=241 MA=CM LA FI=LABEL_IRT.DAT SD FI=SD_IRT.DAT KM FI=COR_IRT.DAT SE 3 8 13 18 23 / MO NY=5 NE=1 LY=FR TE=SY FI LY(1,1) VA 1.00 LY(1,1) FR TE(4,3) LE COM PD OU MI</pre>
<p>4. ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้</p>  <p>Chi-Square=5.92, df=4, P-value=0.20549, RMSEA=0.045</p>	<p>คำสั่ง</p> <pre>!Measurement IRT Process4 Da NI=25 NO=241 MA=CM LA FI=LABEL_IRT.DAT SD FI=SD_IRT.DAT KM FI=COR_IRT.DAT SE 4 9 14 19 24 / MO NY=5 NE=1 LY=FR TE=SY FI LY(4,1) VA 1.00 LY(4,1) FR TE(3,1) LE CON PD OU MI</pre>

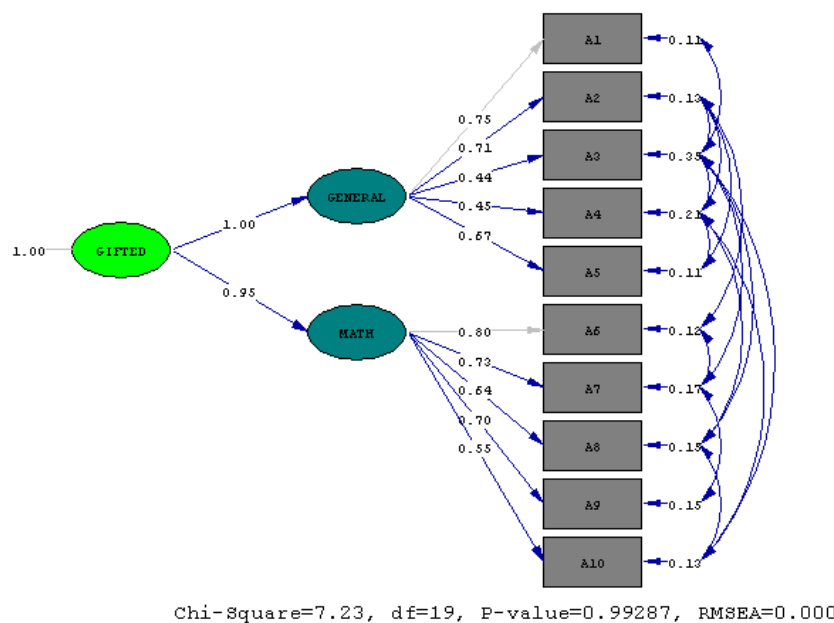
<p>5. ความสามารถในการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์</p> <p>Chi-Square=4.51, df=4, P-value=0.34143, RMSEA=0.023</p>	<p>คำสั่ง</p> <pre>!Measurement IRT Process5 Da NI=25 NO=241 MA=CM LA FI=LABEL_IRT.DAT SD FI=SD_IRT.DAT KM FI=COR_IRT.DAT SE 5 10 15 20 25/ MO NY=5 NE=1 LY=FR TE=SY FI LY(1,1) VA 1.00 LY(1,1) FR TE(3,2)TE(5,3) LE REP PD OU MI</pre>
--	---

**แบบประเมินความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์**

<p>1. โมเดลการวัดความสามารถพิเศษทั่วไป</p> <p>Chi-Square=4.12, df=3, P-value=0.24876, RMSEA=0.039</p>	<p>คำสั่ง</p> <pre>!Factor analysis (MEASUREMENT GENERAL Evaluation Checklist) Da NI=10 NO=241 MA=CM KM FI=KMEVA.DAT SD FI=SDEVA.DAT LA FI=LABEL_EVA.DAT SE 1 2 3 4 5/ MO NY=5 NE=1 LY=FR TE=SY FI LY(1,1) VA 1.00 LY(1,1) FR TE(4,3)TE(5,1) LE GENERAL PD OU MI</pre>
---	--

<p>2. โมเดลการวัดความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์</p> <p>Chi-Square=0.52, df=2, P-value=0.77232, RMSEA=0.000</p>	<p>คำสั่ง</p> <pre>!Factor analysis (MEASUREMENT MATHEMATIC Evaluation Checklist) Da NI=10 NO=241 MA=CM KM FI=KMEVA.DAT SD FI=SDEVA.DAT LA FI=LABEL_EVA.DAT SE 6 7 8 9 10/ MO NY=5 NE=1 LY=FR TE=SY FI LY(1,1) VA 1.00 LY(1,1) FR TE(5,3)TE(4,1)TE(5,4) LE MATHEMATIC PD OU MI</pre>
--	--

### 3. โมเดลการประเมินความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์



#### คำสั่ง

```
!Factor analysis (CFA of Evaluation Checklist)
Da NI=10 NO=241 MA=CM
KM FI=KMEVA.DAT
SD FI=SDEVA.DAT
LA FI=LABEL_EVA.DAT
MO NY=10 NE=2 NK=1 GA=FR LY=FU,FI PS=SY TE=SY
FR LY(1,1) LY(2,1) LY(3,1) LY(4,1) LY(5,1)
FR LY(6,2) LY(7,2) LY(8,2) LY(9,2) LY(10,2)
FI PS(1,1)
FR TE(4,3)TE(7,6)TE(10,3)TE(10,4)TE(8,4)
FR TE(8,3)TE(8,10)TE(5,2)TE(4,2)TE(7,3)TE(3,1)
FR TE(9,7)TE(6,2) TE(3,2)TE(5,4)
LE
GENERAL MATH
LK
GIFTED
PD
OU MI
```

## ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายพลพงศ์ สุขสว่าง เกิดเมื่อวันศุกร์ที่ 21 กันยายน พุทธศักราช 2522 ที่จังหวัดชลบุรี สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษาจากโรงเรียนบ้านห้วยสาธิตา เมื่อปีการศึกษา 2533 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาที่โรงเรียนชลบุรี “สุขบท” เมื่อปีการศึกษา 2539 และได้เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาตรี สาขาการสอนคณิตศาสตร์ (โครงการ ร.พ.ค.) ที่คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยสำเร็จการศึกษาเมื่อปีการศึกษา 2543 และในปีการศึกษา 2545 ได้สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท สาขาสถิติการศึกษา จากภาควิชาวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และเข้าศึกษาต่อระดับปริญญาเอก สาขาการวัดและประเมินผล การศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2549 ปัจจุบันดำรงตำแหน่งผู้ช่วยคณบดีวิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา