

การพัฒนากระบวนการการเรียนการสอนโดยการประยุกต์แนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักในการเรียนรู้  
เพื่อสร้างเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5  
ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์



นาย ยุรวัดณ์ คล้ายมงคล

สถาบันวิทยบริการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต

สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาควิชามัธยมศึกษา

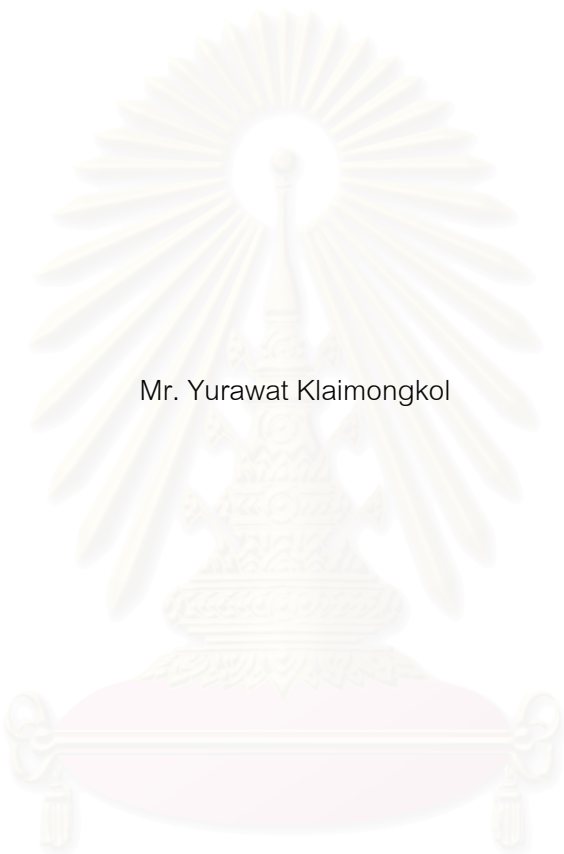
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2545

ISBN 974-17-2048-3

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

THE DEVELOPMENT OF AN INSTRUCTIONAL PROCESS BY APPLYING A PROBLEM-BASED  
LEARNING APPROACH TO ENHANCE THE MATHEMATICAL COMPETENCIES  
OF PRATHOM SUKSA FIVE GIFTED STUDENTS IN MATHEMATICS



Mr. Yurawat Klaimongkol

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Doctor of Philosophy in Curriculum and Instruction

Department of Secondary Education

Faculty of Education

Chulalongkorn University

Academic year 2002

ISBN 974-17-2048-3

หัวข้อวิทยานิพนธ์      การพัฒนาระบบนการการเรียนการสอนโดยการประยุกต์แนวคิดการใช้  
ปัญหาเป็นหลักในการเรียนรู้เพื่อสร้างเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของ  
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

โดย                              นาย ยุรวัฒน์ คล้ายมงคล

สาขาวิชา                      หลักสูตรและการสอน

อาจารย์ที่ปรึกษา              รองศาสตราจารย์ ดร. ดวงเดือน อ่อนน่วม

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม        ดร. ปานทอง กุลนาถศิริ

---

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้  
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาคุษฎีบัณฑิต

..... คณบดีคณะครุศาสตร์  
(รองศาสตราจารย์ ดร. ไพฑูรย์ สินลารัตน์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุวิมณา อุทัยรัตน์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา  
(รองศาสตราจารย์ ดร. ดวงเดือน อ่อนน่วม)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม  
(ดร. ปานทอง กุลนาถศิริ)

..... กรรมการ  
(ดร.อนันต์ จันทร์แก้ว)

..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อลิศรา ชูชาติ)

นายยุรวุฒิ คัล้ายมงคล : การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยการประยุกต์แนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักในการเรียนรู้เพื่อสร้างเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์. (A DEVELOPMENT OF AN INSTRUCTIONAL PROCESS BY APPLYING PROBLEM-BASED LEARNING APPROACH TO ENHANCE MATHEMATICAL COMPETENCIES OF PRATHOM SUKSA FIVE GIFTED STUDENTS IN MATHEMATICS)  
 อ.ที่ปรึกษา : รศ. ดร. ดวงเดือน อ่อนน่วม, อ.ที่ปรึกษาร่วม : ดร. ปานทอง กุลนาถศิริ. 184 หน้า.  
 ISBN 974-17-2048-3.

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยการประยุกต์แนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักในการเรียนรู้เพื่อสร้างเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ การดำเนินการวิจัยแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนคือ ขั้นตอนแรกเป็นการวิจัยเพื่อพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยการประยุกต์แนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักในการเรียนรู้เพื่อสร้างเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอนที่สองเป็นการวิจัยกึ่งทดลองเพื่อทดสอบกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแบบเสนอชื่อโดยครู แบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองสอนคือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ในโรงเรียนพญาไทปีการศึกษา 2545 จำนวน 15 คน ผู้วิจัยทดลองสอนเป็นเวลา 6 สัปดาห์ รวมทั้งสิ้น 41 ชั่วโมง วิเคราะห์ข้อมูลโดยการทดสอบค่า t

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. กระบวนการเรียนการสอนโดยการประยุกต์แนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักในการเรียนรู้เพื่อสร้างเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน คือ 1) เตรียมปัญหา 2)สร้างความเชื่อมโยงสู่ปัญหา 3) สร้างกรอบของการศึกษา 4) ศึกษาค้นคว้าโดยกลุ่มย่อย 5)ตัดสินใจหาทางแก้ปัญหา 6)สร้างผลงาน และ 7) ประเมินผลการเรียนรู้
2. คะแนนเฉลี่ยสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนด้านทักษะการแก้ปัญหา และทักษะการเชื่อมโยงของนักเรียนหลังเรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภาควิชา	มัธยมศึกษา	ลายมือชื่อนิสิต	.....
สาขาวิชา	หลักสูตรและการสอน	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา	.....
ปีการศึกษา	2545	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	.....

## 418 496 9227 : MAJOR CURRICULUM AND INSTRUCTION

KEY WORD : GIFTED STUDENTS/ MATHEMATICAL COMPETENCIES/

PROBLEM-BASED LEARNING APPROACH

YURAWAT KLAIMONGKOL : THE DEVELOPMENT OF AN INSTRUCTIONAL PROCESS BY  
APPLYING A PROBLEM-BASED LEARNING APPROACH TO ENHANCE

THE MATHEMATICAL COMPETENCIES OF PRATHOM SUKSA FIVE GIFTED STUDENTS IN  
MATHEMATICS. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. DUANGDUEN ONNUAM, Ph.D.,

THESIS CO-ADVISOR : PANTHONG GULLANARTSIRI, Ph.D., 184 pp. ISBN 974-17-2048-3.

The objective of the study was to design an instructional process by applying problem-based learning approach to enhance mathematical competencies of prathom suksa five gifted students. This study was consisted of two stages. The first stage involves the designing of the instructional process. The second stage is to test the designed instructional process. The quasi-experimental design was used in the study. The research instruments were teacher nomination form, mathematical ability test and mathematical competencies test. The sample was consisted of fifteen grade five mathematical gifted students at Payatai school in academic year 2002. The data were analyzed by the t-test.

The research findings were as follows :-

1. The designed instructional process consists of seven steps:--setting up the problem, connecting with the problem, preparing study framework, doing group work, choosing a solution, producing a product, and evaluating learning outcome.

2. When the designed instructional process was implemented with the sample, it was found that the problem solving and connection skills mean score of the sample were significantly higher than criteria scores at the .05 level.

Department : Secondary Education

Student's signature .....

Field of study : Curriculum and Instruction

Advisor's signature .....

Academic year : 2002

Co-advisor's signature .....

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือ ความอนุเคราะห์และความกรุณาจากหลายๆ ท่าน เริ่มตั้งแต่อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.ดวงเดือน อ่อนน้อม ที่ได้ให้คำแนะนำ ให้คำชี้แนะ รวมทั้งได้ให้ความกรุณาเป็นอย่างยิ่ง จนทำให้เกิดวิทยานิพนธ์เล่มนี้ขึ้นได้ ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ท่านอาจารย์ ดร.ปานทอง กุลนาถศิริ ที่ให้กำลังใจ ให้คำชี้แนะต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ตลอดมา

ขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ซึ่งมีรองศาสตราจารย์ ดร.สุวัฒนา อุทัยรัตน์ ประธาน ดร.อนันต์ จันทร์แก้วและผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อลิศรา ชูชาติ กรรมการที่ได้ให้คำแนะนำ ช่วยชี้แนะ แก้ไขในประเด็นต่างๆ ด้วยความกรุณาอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณท่านผู้อำนวยการโรงเรียนพญาไท อาจารย์สำราญ เจริญพัทตร์ ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ อาจารย์ณัฐวิศา พรหมเลิศ ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายธุรการ อาจารย์พัชรี มงคล ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายปกครอง อาจารย์ประทุม พรหมมณีโชติ ที่ให้ความกรุณาให้ทดลองสอนที่โรงเรียนพญาไท ช่วยอำนวยความสะดวกในเรื่องสถานที่ตลอดทั้งอนุเคราะห์อาหารกลางวันแก่นักเรียนในโครงการ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์สมทรง ไชยรักษ์ หัวหน้าสายชั้น ป.5 ที่ช่วยให้ความกรุณาช่วยประสานงานการคัดเลือกนักเรียนและการสอน อาจารย์สุกานดา ตันชกกิจ ที่ช่วยให้ความกรุณาช่วยประสานงานการสอน ในช่วงปิดภาคเรียน อาจารย์รัชณี บุญญานูวัตรที่ให้คำแนะนำในการดำเนินงานต่าง ๆ และอาจารย์ประจำชั้น ป.5 ทุกท่านที่ให้ความสะดวกในการเก็บข้อมูลและการสอนทั้งในช่วงเปิดเรียนและปิดภาคเรียน ขอขอบคุณนักเรียนที่เข้าร่วมโครงการทดลองทั้งหมดที่ตั้งใจให้ความร่วมมือปฏิบัติตามกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างดียิ่ง

ขอกราบขอบพระคุณท่านผู้อำนวยการ ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ อาจารย์ระดับชั้น ป.5 ป.6 ของโรงเรียนราชวินิต ประถม โรงเรียนวัดพลับพลาชัย โรงเรียนสายน้ำทิพย์ โรงเรียนอนุบาลวัด ปริณายก โรงเรียนอนุบาลพิบูลเวศน์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการทดลองใช้เครื่องมือ อำนวยความสะดวกเก็บข้อมูลต่างๆ เป็นอย่างดียิ่ง และนักเรียน ป.5 ป.6 ในโรงเรียนดังกล่าวที่ตั้งใจทำแบบทดสอบต่างๆ อย่างเต็มที่

ขอกราบขอบพระคุณท่านผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ให้ความกรุณาชี้แนะ ให้คำแนะนำต่างๆ

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.น้อมศรี เคท อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.ทศนา แหมมณี รองศาสตราจารย์ ดร.จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช ที่คอยห่วงใยให้คำแนะนำต่างๆ อันเป็นประโยชน์ยิ่ง

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ รัชดา สุตรา อดีตผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์ฯ ฝ่ายประถม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ลัดดา ภูเกียรติ ผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์ฯ ฝ่ายประถม คุณนุศรา อาลัยสุข คุณกมลพร สุขสมปรารถนา ตลอดจนท่านอื่นๆ ที่ไม่ได้เอยนามไว้ที่ให้ความช่วยเหลือ ให้การสนับสนุน ตลอดจนให้กำลังใจในการศึกษา

หากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ก่อให้เกิดประโยชน์ประการใด ขอมอบสิ่งที่ดีงามเหล่านั้นแต่ท่านผู้มีพระคุณทั้งหลายที่ได้กล่าวมาซึ่งมีส่วนสำคัญทำให้เกิดวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ยุรวุฒิ คัลยาณมงคล

## สารบัญ

บทที่	หน้า
บทคัดย่อวิทยานิพนธ์.....	ง
บทคัดย่อวิทยานิพนธ์ (ภาษาอังกฤษ).....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ณ
สารบัญแผนภูมิ.....	ญ
บทที่ .....	
1 บทนำ.....	
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	5
ขอบเขตของการวิจัย.....	6
สมมติฐานของการวิจัย.....	6
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....	7
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	9
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	
สมรรถภาพทางคณิตศาสตร์และการพัฒนาสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์.....	10
กระบวนการแก้ปัญหาและแนวทางการพัฒนาการแก้ปัญหา.....	11
การให้เหตุผลและแนวทางการพัฒนาการให้เหตุผล.....	24
การสื่อสารและแนวทางการพัฒนาการสื่อสาร.....	26
การเชื่อมโยงและแนวทางการพัฒนาการเชื่อมโยง.....	31
การสื่อความหมายและแนวทางการพัฒนาการสื่อความหมาย.....	32
นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์.....	36
คำจำกัดความของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ.....	36
ลักษณะนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์.....	38
การระบุและคัดแยกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ .....	41
ความหมายของการระบุหรือจำแนกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ.....	41
แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการคัดเลือกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ.....	42
แนวทางการจัดการศึกษาสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์... ..	47
คณิตศาสตร์และแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์.....	47

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
2 (ต่อ)	
แนวทางการจัดการศึกษาสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทาง คณิตศาสตร์.....	49
แนวทางการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก.....	54
ความเป็นมาและความหมายของการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก.....	54
แนวคิดพื้นฐานของการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก.....	56
3	
วิธีดำเนินการวิจัย.....	65
การพัฒนากระบวนการเรียนการสอน.....	67
การศึกษาสภาพปัญหาการเรียนการสอนของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ ทางคณิตศาสตร์.....	67
การศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องสำหรับการพัฒนา กระบวนการเรียนการสอน .....	68
การพัฒนากระบวนการเรียนการสอน.....	78
การตรวจสอบคุณภาพของกระบวนการเรียนการสอน.....	82
การประเมินกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น.....	82
การพัฒนาเครื่องมือในการวิจัย.....	84
แนวคิดพื้นฐานของการคัดแยกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทาง คณิตศาสตร์.....	84
แบบเสนอชื่อโดยครู.....	87
แบบสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์.....	93
แบบสอบสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์.....	98
การทดลองสอน.....	108
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	108
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	109
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	111
4	
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	113
ผลการพัฒนากระบวนการเรียนการสอน.....	114
ผลการทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอน.....	124
5	
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	126
5 (ต่อ)	
สรุปผลการวิจัย.....	127



## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
อภิปรายผลการวิจัย.....	128
ข้อเสนอแนะ.....	131
รายการอ้างอิง.....	134
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ.....	148
ภาคผนวก ข รายชื่อนักเรียนที่เข้าร่วมการทดลองสอน.....	149
ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	150
ตัวอย่างแบบเสนอชื่อโดยครู.....	151
ตัวอย่างแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์.....	166
ตัวอย่างแบบทดสอบสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์.....	170
ภาคผนวก ง การคำนวณค่าสถิติและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	174
ภาคผนวก จ ตัวอย่างแผนการสอนที่สร้างขึ้น.....	179
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	184

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แนวคิดพื้นฐานและแนวคิดในการจัดการเรียนการสอนตามแนวการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก.....	76
2	คุณลักษณะที่วัดโดยแบบเสนอชื่อโดยครูและแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์.....	85
3	ลักษณะความสามารถทางคณิตศาสตร์ ตัวบ่งชี้และพฤติกรรมบ่งชี้ที่ใช้สร้างแบบเสนอชื่อโดยครู.....	90
4	ลักษณะความสามารถทางคณิตศาสตร์ ตัวบ่งชี้และพฤติกรรมบ่งชี้ที่ใช้สร้างแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์.....	95
5	เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการแก้ปัญหา.....	100
6	เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการให้เหตุผล .....	101
7	เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการเชื่อมโยง.....	102
8	เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการสื่อสาร .....	103
9	เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการสื่อความหมาย .....	104
10	คะแนนทักษะต่างๆ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 122 คน.....	106
11	คะแนนทักษะต่างๆ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้คะแนนสูงเป็นอันดับที่ 1-10.....	107
12	คะแนนเกณฑ์ของทักษะต่าง ๆ.....	108
13	วันและเวลาทดลองสอน.....	110
14	กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น.....	118
15	ผลการทดสอบความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยทักษะต่างๆ ก่อนเรียนกับคะแนนเกณฑ์.....	124
16	จำนวนนักเรียนที่ผ่านและไม่ผ่านเกณฑ์ทักษะต่าง ๆ.....	125
17	ผลการทดสอบความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยทักษะต่างๆ หลังเรียนกับคะแนนเกณฑ์.....	126

## สารบัญแนภูมิ

แผนภูมิที่		หน้า
1	รูปแบบการแก้ปัญหาที่พบในหนังสือเรียนทั่วไป.....	12
2	รูปแบบการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับลักษณะการแก้ปัญหาจริง.....	13
3	ลำดับการพัฒนากระบวนการเรียนการสอน.....	66
4	แนวทางการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีการเรียนรู้ของ Piaget .....	71
5	แนวทางการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีการเรียนรู้ของ Vygotski.....	73
6	แนวทางการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีการเรียนรู้ของ Bruner.....	74
7	แนวทางการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีการเรียนรู้ของ Ausubel.....	74
8	แนวทางการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีการเรียนรู้ของ Rogers.....	75
9	กรอบแนวคิดในการพัฒนากระบวนการเรียนการสอน.....	77
10	การพัฒนาขั้นตอนหลักของกระบวนการเรียนการสอน.....	80
11	การพัฒนาขั้นตอนย่อยในขั้นตอนการเรียนโดยการแก้ปัญหา(ส่วน C).....	81
12	องค์ประกอบของกระบวนการเรียนการสอน.....	115

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทที่ 1

### บทนำ

#### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การพัฒนาประเทศในยุคปัจจุบันต้องใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ต้องอาศัยบุคลากรที่มีความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในการพัฒนาความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต้องอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานที่สำคัญ ผู้ที่มีความสามารถทางด้านคณิตศาสตร์จึงเป็นผู้ที่มีความสำคัญเป็นความหวังในการพัฒนาประเทศ ผู้ที่มีความสามารถทางด้านคณิตศาสตร์เหล่านั้นเติบโตมาจากนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ดังนั้นนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์จึงเป็นทรัพยากรมนุษย์ที่สำคัญของประเทศ

ในประเทศไทยมีนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษในสาขาต่าง ๆ ประมาณ 3% (สายสุรี จุติกุล, 2542: 10)นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์นั้นมีความสามารถโดดเด่นจากนักเรียนปกติด้วยเดียวกันหลายด้าน แมว่านักเรียนกลุ่มนี้จะมีความสามารถพื้นฐานต่าง ๆ สูงจนทำให้เข้าใจผิดว่านักเรียนกลุ่มนี้สามารถพัฒนาความสามารถได้ด้วยตนเอง แต่นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษอาจประสบปัญหาหลายประการเนื่องจากความสามารถพิเศษเอง (ลำอาจ หิรัญบุรณะ, 2543 : 66, อุษณีย์ โพธิ์สุข, 2543 ข :20) เมื่อปล่อยให้ให้นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษเหล่านั้นอยู่ในสภาพการเรียนการสอนทั่วไป จะมีเพียงส่วนน้อยที่สามารถพัฒนาความสามารถที่มีอยู่ในห้องงามก้าวหน้าเต็มตามศักยภาพ (สุนทร โคตรบรรเทา, 2530 : 19-20) นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษหลายๆ คนจะประสบกับปัญหาในการเรียนจนต้องปิดหรือหยุดพัฒนาความสามารถพิเศษของตนเองลง นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษที่เรียนในชั้นเรียนปกติจะมีความมั่นใจในความสามารถด้านคณิตศาสตร์ลดลงและมีความกังวลในการเรียนคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้น (Hammer, 2002) นักเรียนที่มีแนวโน้มที่จะมีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์โดดเด่นหลายคนเมื่อเข้าสู่ระบบการเรียนการสอนปัจจุบัน ความสามารถนั้นก็กลับหายไป นักเรียนบางคนไม่ชอบคณิตศาสตร์ บางคนกลายเป็นผู้ก่อปัญหาในชั้นเรียน (สกศ., 2543:23)

นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษยังต้องการการชี้แนะในการพัฒนา ต้องการการกระตุ้นทางความคิด ต้องการความช่วยเหลือ ต้องการคำแนะนำ ต้องมีการปรับแก้ไขพฤติกรรม ต้องการการเสริมทั้งความรู้ทักษะและทัศนคติจึงจะพัฒนาความสามารถของตนเองได้เต็มตามศักยภาพของตนและเป็นประโยชน์ต่อสังคม (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ [สกศ.], 2545 : 1) ปัญหาสำคัญที่เกิดขึ้นกับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษในปัจจุบันนี้คือขาดรูปแบบการเรียนการสอนที่เหมาะสมในการพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ ดังนั้นการพัฒนารูปแบบการเรียน

การสอนสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษจึงเป็นเรื่องสำคัญเร่งด่วน โดยเฉพาะรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นสาขาวิชาที่ขาดแคลนมากในปัจจุบัน

Joyce (1993 :372-374) ได้เสนอแนวคิดในการพัฒนาหลักสูตรด้านวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษซึ่งรวมทั้งคณิตศาสตร์ด้วยไว้ว่า ต้องพัฒนาทักษะการสืบค้นแบบรวมพลัง(inquiry in collaborative settings) ต้องมีการเชื่อมโยงระหว่างวิชา (interdisciplinary connections) ต้องพัฒนาการศึกษาในปัญหาจริง(investigation of real problems) และผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษาสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษหลายท่านก็ให้ความเห็นที่สอดคล้องกันว่าควรพัฒนาทักษะที่เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้

ในสวนทักษะที่เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้คณิตศาสตร์นั้น สภาครคณิตศาสตร์แห่งชาติของประเทศสหรัฐอเมริกา(NCTM) ได้เสนอมาตรฐานและหลักการสำหรับคณิตศาสตร์ในโรงเรียนขึ้นมาเพื่อใช้เป็นกลยุทธ์ในการพัฒนาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ มาตรฐานที่ NCTM เสนอมีทั้งหมด 10 มาตรฐาน 5 มาตรฐานแรกเป็นเป้าหมายที่เป็นเนื้อหาคณิตศาสตร์ได้แก่ จำนวนและการดำเนินการ(number and operations) พีชคณิต(algebra) เรขาคณิต(geometry) การวัด(measurement) และการวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น(data analysis and probability) ส่วนอีก 5 มาตรฐานเป็นมาตรฐานด้านกระบวนการที่ช่วยในการทำความเข้าใจคณิตศาสตร์ ได้แก่ การแก้ปัญหา(problem solving) การให้เหตุผลและการพิสูจน์(reasoning and proof) การเชื่อมโยง(connection) การสื่อสาร(communication) และการสื่อความหมาย(representation)

กระบวนการทั้ง 5 ที่กล่าวมานี้จึงมีความสำคัญในฐานะเครื่องมือช่วยการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการสำคัญในการสร้างความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ โดยจะเห็นได้ว่าขณะที่นักเรียนแก้ปัญหาจะเกิดความรู้ความเข้าใจเพิ่มขึ้น และเนื่องจากคณิตศาสตร์สร้างขึ้นด้วยหลักเหตุและผล การให้เหตุผลและการพิสูจน์จึงช่วยให้เข้าใจคณิตศาสตร์ซึ่งประกอบด้วยเหตุและผลได้มากขึ้น นอกจากนั้นเมื่อพิจารณาเนื้อหาต่างๆของคณิตศาสตร์จะพบว่าคณิตศาสตร์ไม่ใช่วิชาที่มีเนื้อหาแยกเป็นส่วนๆ แต่มีการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหา ทั้งภายในวิชาและภายนอกวิชา ทั้งกับชีวิตประจำวันและสิ่งแวดล้อมรอบๆตัว การสร้างความเชื่อมโยงจึงช่วยให้เข้าใจคณิตศาสตร์ซึ่งมีความเชื่อมโยงมากยิ่งขึ้น ส่วนการสื่อสารจะช่วยทำให้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ต่างๆ ชัดเจนเป็นรูปธรรมมากขึ้น จึงทำให้เข้าใจได้มากยิ่งขึ้น และสุดท้ายการสื่อความหมายจะช่วยให้แนวคิดต่างๆ เป็นรูปธรรมจึงทำให้เข้าใจคณิตศาสตร์มากขึ้นอีกเช่นกัน เนื่องจากกระบวนการเหล่านี้เป็นความสามารถในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยจึงรวมเรียกระบวนการเหล่านี้ว่าสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ และด้วยความสำคัญของกระบวนการดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสน

ใจที่จะสร้างเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ให้สูงสุดตามศักยภาพของนักเรียน

ในส่วนการสอนเพื่อพัฒนาสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษนั้น แม้ว่าจะมีรูปแบบการสอนสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษหลายรูปแบบ แต่ผู้วิจัยเห็นว่าแนวทางการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักมีความสอดคล้องเหมาะสมที่สุด เนื่องจากการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการต่างๆ ของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษได้ ดังจะเห็นได้จากขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักที่เริ่มโดยการเสนอปัญหาหรือคำถามที่มีความหมาย หรือเป็นปัญหาในสถานการณ์ชีวิตจริงของผู้เรียน ซึ่งปัญหานั้นจะมีลักษณะที่ต้องใช้ความรู้ประกอบหลายเรื่องหรือหลายสาขา ผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหา ระบุปัญหาให้ชัดเจน ตรวจสอบว่าประเด็นทราบคำตอบแล้ว ประเด็นใดยังไม่ทราบคำตอบ จะต้องหาความรู้เรื่องใดเพิ่มเติม ผู้เรียนจะต้องวางแผนการค้นคว้าและแก้ปัญหาโดยทำงานร่วมกัน เมื่อได้คำตอบแล้วนักเรียนต้องจัดแสดงความรู้หรือเรื่องที่ได้รับให้ผู้อื่นเข้าใจ หรือสร้างผลงานด้วยความรู้นั้น การเรียนรู้จะเกิดขึ้นในขณะแก้ปัญหาซึ่งนักเรียนจะต้องใช้กระบวนการต่างๆ มากมาย ทั้งการสืบสอบ การค้นคว้า การทดลอง เพื่อหาคำตอบ โดยมีครูเป็นผู้ช่วยการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นขณะเรียน

นอกจากนั้นการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักยังสอดคล้องกับแนวทางการจัดการเรียนการสอนสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์อีกหลายประการ ทั้งในแง่ที่ว่าสามารถพัฒนาทั้งเนื้อหาและทักษะที่สำคัญในวิชาคณิตศาสตร์อย่างบูรณาการได้ ตอบสนองกับจุดมุ่งหมายที่ต้องการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้โดยกำกับตนเองซึ่งเป็นกระบวนการที่จำเป็น ทั้งยังช่วยให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองด้วยการค้นคว้าด้วยตนเองและเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น และยังสามารถเลือกกิจกรรมการเรียนที่น่าสนใจได้ จึงทำให้มีผู้นำแนวทางการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักเข้ามาใช้ในการสอนนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษมากขึ้น ดังเห็นได้จากที่มีการจัดประเด็นการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักเป็นประเด็นหนึ่งในการประชุมนานาชาติของสภาการศึกษาสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษ (world council of gifted) ปี 2000 แต่การนำแนวทางการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักมาใช้ในการสอนนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ยังต้องการการพัฒนา

แนวทางการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักถูกนำไปใช้แพร่หลายในการจัดการศึกษาสำหรับแพทย์พยาบาล มีการพัฒนาขั้นตอนการเรียนการสอนที่ชัดเจน แต่เมื่อนำมาใช้กับวิชาอื่นๆ ยังต้องมีการ ปรับปรุงแก้ไขขั้นตอนให้เหมาะสม และแม้ว่าในการสอนคณิตศาสตร์ทั่วไปจะตระหนักถึงความสำคัญของปัญหาและการแก้ปัญหาซึ่งกล่าวได้ว่าเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และมีการนำปัญหามาใช้เป็นแกนในการสอนคณิตศาสตร์อยู่แล้ว ดังเช่นแนวคิดที่เรียกว่าการ

เรียนโดยใช้ปัญหา (problem-center learning, problem-oriented) แต่การใช้ปัญหาในการสอนคณิตศาสตร์ที่ผ่านมาแล้วยังใช้ในลักษณะนามธรรมขาดความเป็นรูปธรรมที่สามารถจับต้องได้ซึ่งจำเป็นสำหรับการพัฒนาสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ต่างๆ ของนักเรียนระดับประถมศึกษา ถือได้ว่ายังไม่มีรูปแบบการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักที่เพื่อพัฒนาสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา

เมื่อพิจารณาถึงขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่านักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 อยู่ในช่วงรอยต่อของพัฒนาการทางสติปัญญาระหว่างขั้นรูปธรรมกับขั้นนามธรรม นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์จะมีแนวโน้มของพัฒนาการที่ก้าวหน้ากว่าเด็กทั่วไป การจัดการศึกษาให้นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จะช่วยให้นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษมีพัฒนาการทางสติปัญญาก้าวหน้ามากขึ้น ผู้วิจัยจึงสนใจนำแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักในการเรียนรู้มาประยุกต์ใช้ร่วมกับแนวคิดอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อพัฒนาระบบการเรียนการสอนเพื่อสร้างเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาระบบการเรียนการสอนโดยการประยุกต์แนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักในการเรียนรู้เพื่อสร้างเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

### ขอบเขตของการวิจัย

#### 1 ประชากร

ประชากรคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษา กรุงเทพมหานคร

#### 2 ตัวแปรในการศึกษา

ตัวแปรต้น คือ กระบวนการเรียนการสอนโดยการประยุกต์แนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักในการเรียนรู้

ตัวแปรตาม คือ สมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย

- 2.1 ทักษะการแก้ปัญหา (problem solving)
- 2.2 ทักษะการให้เหตุผล (reasoning)
- 2.3 ทักษะการเชื่อมโยงความรู้ (connection)
- 2.4 ทักษะการสื่อสาร (communication)
- 2.5 ทักษะการสื่อความหมาย (representation)

3 เนื้อหาการเรียนการสอนที่ใช้ในการวิจัยนี้เป็นเนื้อหาคณิตศาสตร์ในสาระที่ 1 จำนวน และการดำเนินการ สาระที่ 2 การวัด สาระที่ 3 เรขาคณิต สาระที่ 4 พีชคณิต และสาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น ของช่วงชั้นที่ 2 ระดับประถมศึกษาตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544

4 ระยะเวลาดำเนินการทดลอง 6 สัปดาห์ 41 ชั่วโมง

#### สมมติฐานของการวิจัย

จากผลการวิจัยของ Hessami (1994 : 373) ที่ศึกษาผลของการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักของนักศึกษาพยาบาล พบว่า การเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก ไม่เพียงแต่จะเพิ่มความรู้ หลักการแต่จะมีส่วนช่วยให้ผู้เรียนได้ทราบถึงเทคนิคการเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้ตลอดชีวิต ทักษะการติดต่อสื่อสารที่ดีและกลไกการทำงานเป็นกลุ่ม และผลการวิจัยของทองสุข คำธนะ (2538) ที่ศึกษาผลของการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางการพยาบาลผู้สูงอายุของนักศึกษาพยาบาล พบว่า นักศึกษามีความเข้าใจเนื้อหาที่เรียนมากกว่าวิธีสอนแบบปกติและมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางการพยาบาลสูงกว่า นักศึกษาพยาบาลกลุ่มที่เรียนโดยการเรียนแบบปกติที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05 ผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานดังนี้

- 1 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ที่เรียนด้วยกระบวนการการเรียนการสอนโดยการประยุกต์แนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักจะมีทักษะการแก้ปัญหาสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 20 ของคะแนนเต็ม
- 2 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ที่เรียนด้วยกระบวนการการเรียนการสอนโดยการประยุกต์แนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักจะมีทักษะการให้เหตุผลสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 20 ของคะแนนเต็ม
- 3 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ที่เรียนด้วยกระบวนการการเรียนการสอนโดยการประยุกต์แนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักจะมีทักษะการเชื่อมโยงความรู้สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 20 ของคะแนนเต็ม
- 4 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ที่เรียนด้วยกระบวนการการเรียนการสอนโดยการประยุกต์แนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักจะมีทักษะการสื่อสารสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 20 ของคะแนนเต็ม
- 5 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ที่เรียนด้วยกระบวนการการเรียนการสอนโดยการประยุกต์แนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักจะมีทักษะการสื่อความหมายสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 20 ของคะแนนเต็ม



## คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

กระบวนการการเรียนการสอนโดยการประยุกต์แนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลัก หมายถึง ขั้นตอนการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นจากแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักในการเรียนกับแนวทางพัฒนาสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ แนวทางพัฒนานักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์และทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง โดยมีการเพิ่มเติมบางขั้นตอนของการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก จนได้ 7 ขั้นตอนคือ 1) เตรียมปัญหา 2) สร้างความเชื่อมโยงสู่ปัญหา 3) สร้างกรอบของการศึกษา 4) ศึกษาค้นคว้าโดยกลุ่มย่อย 5) ตัดสินใจหาทางแก้ปัญหา 6) สร้างผลงาน 7) ประเมินผลการเรียนรู้

**สมรรถภาพทางคณิตศาสตร์** หมายถึง ความสามารถด้านทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ 5 ด้าน ได้แก่ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การเชื่อมโยงความรู้ การสื่อสาร และการสื่อความหมาย

**ทักษะ/กระบวนการด้านการแก้ปัญหา** หมายถึง ความสามารถในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาคณิตศาสตร์ที่ได้รับ ประกอบด้วยความสามารถในการทำความเข้าใจจุดมุ่งหมายของปัญหา ความสามารถในการเลือกใช้หรือประยุกต์ใช้วิธีการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา ความสามารถในการดำเนินการเพื่อให้ได้คำตอบ ความสามารถในการตรวจสอบคำตอบหรือการดำเนินการแก้ปัญหา ซึ่งวัดได้จากคะแนนของแบบสอบสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการแก้ปัญหา

**ทักษะ/กระบวนการด้านการให้เหตุผล** หมายถึง ความสามารถที่จะระบุหลักการและกฎเกณฑ์ที่ต้องใช้เพื่อแสดงความถูกต้องหรือผิดของแนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือเพื่อสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการพิจารณาลงความเห็นตามหลักการและกฎเกณฑ์ที่ใช้ ซึ่งวัดได้จากคะแนนของแบบสอบสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการให้เหตุผล

**ทักษะ/กระบวนการด้านการเชื่อมโยง** หมายถึง ความสามารถในการระบุประเด็นที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ต้องการเชื่อมโยง และความสามารถในการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ต้องการเชื่อมโยง ซึ่งวัดได้จากคะแนนของแบบสอบสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการเชื่อมโยง

**ทักษะ/กระบวนการด้านการสื่อสารทางคณิตศาสตร์** หมายถึง ความสามารถในการเขียนข้อความเพื่ออธิบายแนวคิดหรือหลักการทางคณิตศาสตร์ของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้ถูกต้อง และครบถ้วนตรงตามความต้องการ และความสามารถในการลำดับข้อความเพื่อสนับสนุนการแสดงแนวคิดหรือหลักการที่ต้องการสื่อสาร ซึ่งวัดได้จากคะแนนของแบบสอบสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการสื่อสาร

ทักษะ/กระบวนการด้านการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเขียนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ให้ผู้อื่นเข้าใจโดยใช้สัญลักษณ์หรือสื่อที่รูปร่างต่างๆ ประกอบกันแทนแนวคิดนั้น ประกอบด้วยความสามารถในการสร้างสัญลักษณ์แทนสิ่งที่เกี่ยวข้องในแนวคิด ความสามารถในการนำสัญลักษณ์มาประกอบกันเพื่อแสดงแนวคิดได้ตรงตามความต้องการและทำให้ผู้อ่านเข้าใจได้ชัดเจน ความสามารถในการปรับการสื่อความหมายให้มีความทั่วไป ความสามารถในการลดทอนความซับซ้อนของการสื่อความหมาย ซึ่งวัดได้จากคะแนนของแบบทดสอบสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการสื่อความหมาย

นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ หมายถึง นักเรียนที่ครูคณิตศาสตร์เสนอชื่อว่ามีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ตามลักษณะนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ของ Kruteskii และได้คะแนนจากแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ซึ่งมุ่งวัดลักษณะความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ของ Kruteskii มากกว่า 4 ด้านขึ้นไปจากทั้งหมด 6 ด้าน หรือได้ 3 ด้านจากทั้งหมด 6 ด้านแต่มีลักษณะโดดเด่นอย่างน้อย 1 ด้าน

คะแนนเกณฑ์ หมายถึง คะแนนที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้นเพื่อแสดงความคาดหวังในการพัฒนาทักษะ

การพัฒนากระบวนการการเรียนการสอน หมายถึง การดำเนินงานเพื่อให้ได้ขั้นตอนของการเรียนการสอน ประกอบด้วยการพัฒนากระบวนการเรียนการสอน และการทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ข้อความรู้ที่ได้จากงานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อครู ผู้พัฒนาหลักสูตรและผู้บริหารการศึกษา ดังนี้

#### 1 สำหรับครู

- 1.1 สามารถนำกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นไปใช้สร้างเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
- 1.2 ได้ความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์อันประกอบด้วย ความรู้ความเข้าใจในการคัดแยกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ความรู้ความเข้าใจในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

#### 2 สำหรับผู้พัฒนาหลักสูตร

- 2.1 เป็นแนวทางการพัฒนาหลักสูตรสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

### 3 สำหรับผู้บริหารการศึกษา

3.1 ได้ความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์อันประกอบด้วย ความรู้ความเข้าใจในการคัดแยกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ความรู้ความเข้าใจในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเพื่อพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยการประยุกต์แนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักในการเรียนรู้เพื่อสร้างเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์นี้ ผู้วิจัยได้ใช้แนวคิด หลักการและทฤษฎีจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องหลายเรื่อง แบ่งได้เป็นประเด็นดังนี้

- 1 สมรรถภาพทางคณิตศาสตร์และการพัฒนาสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์
  - 1.1 การแก้ปัญหาและแนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา
  - 1.2 การให้เหตุผลและแนวทางการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผล
  - 1.3 การสื่อสารและแนวทางการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
  - 1.4 การเชื่อมโยงและแนวทางการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยง
  - 1.5 การสื่อความหมายและแนวทางการพัฒนาความสามารถในการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์
- 2 นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
  - 2.1 ความหมายและคำจำกัดความของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ
  - 2.2 ลักษณะของเด็กที่มีความสามารถพิเศษโดยทั่วไป
  - 2.3 ลักษณะนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
- 3 การระบุและคัดแยกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ
  - 3.1 ความหมายของการระบุหรือจำแนกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ
  - 3.2 แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการคัดเลือนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ
  - 3.3 กระบวนการคัดเลือนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ
- 4 แนวทางการจัดการศึกษาสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
  - 4.1 คณิตศาสตร์และแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์
  - 4.2 แนวทางการจัดการศึกษาสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
- 5 แนวทางการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก
  - 5.1 ความเป็นมาและความหมายของการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก
  - 5.2 แนวคิดพื้นฐานของการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก
  - 5.3 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก

รายละเอียดของแต่ละประเด็นมีดังต่อไปนี้

## 1 สมรรถภาพทางคณิตศาสตร์และการพัฒนาสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์

สมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ในงานวิจัยนี้ประกอบด้วยความสามารถด้านทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ 5 ด้าน ได้แก่ ทักษะ/กระบวนการแก้ปัญหา ทักษะ/กระบวนการให้เหตุผล ทักษะ/กระบวนการสื่อสาร ทักษะ/กระบวนการเชื่อมโยง และทักษะ/กระบวนการสื่อความหมาย ผู้วิจัยรวบรวมแนวคิดและหลักการสำคัญเกี่ยวกับสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

### 1.1 การแก้ปัญหาและแนวทางการพัฒนาความสามารถในการการแก้ปัญหา

การแก้ปัญหามีความสำคัญเป็นพิเศษในการศึกษาคณิตศาสตร์ จุดมุ่งหมายหลักของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ คือ การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนและกว้างขวาง จนมีบางคนกล่าวว่าคณิตศาสตร์ คือ การแก้ปัญหา เช่น ทำโจทย์ปัญหา สร้างรูปแบบตีความหมายรูปทรง พิสูจน์ความรู้ (NCTM, 1993 : 57) ในขณะที่แก้ปัญหา นักเรียนครุ่นคิดไตร่ตรองความรู้ที่มีและด้วยกระบวนการนี้ นักเรียนจะพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ขึ้น นักเรียนจะได้ความรู้ใหม่ขึ้น (NCTM, 2000 : 52) การแก้ปัญหาคือเรื่องที่มีการศึกษาค้นคว้ามากมาย ผู้วิจัยรวบรวมแนวคิด หลักการที่สำคัญได้ดังนี้

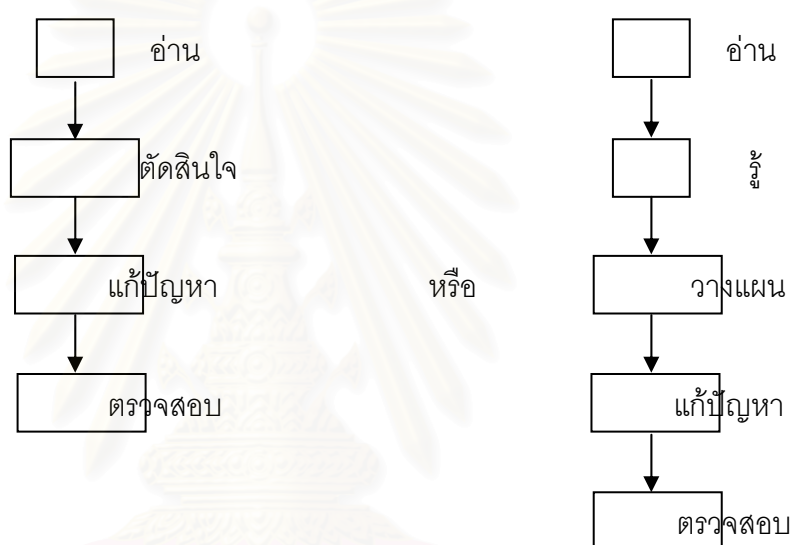
#### 1.1.1 ความหมายและขั้นตอนของการแก้ปัญหา

Reitman (1993 : 58) กล่าวว่า ปัญหา คือ สภาพการณ์ที่ประกอบด้วยข้อความอธิบายบางอย่างที่ยังไม่มีสิ่งใดเป็นไปตามสภาพการณ์นั้น ผู้แก้ปัญหาคือผู้ที่รับรู้และยอมรับเป้าหมาย และยังไม่มียุทธวิธีไปยังเป้าหมายในทันทีทันใด ดังนั้นในการแก้ปัญหาคงต้องมีเป้าหมาย ต้องมีสิ่งขวางกั้นผู้แก้ปัญหากับปัญหาและการยอมรับเป้าหมายของผู้แก้ปัญหานั้น ทั้งนี้ปัญหาของคนหนึ่งอาจไม่เป็นปัญหาของคนอื่นก็ได้หากไม่มีสิ่งขวางกั้นหรือการยอมรับเป้าหมาย ดังนั้นสิ่งที่จัดเป็นปัญหาจึงมีส่วนขึ้นกับผู้แก้ปัญหานั้น

การแก้ปัญหาคือการดำเนินการที่เชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์เดิม ความรู้ ความเข้าใจและการดำเนินการกับข้อมูลที่กำหนดให้ การแก้ปัญหามีความครอบคลุมกระบวนการทั้งหมดในการแก้ปัญหาไม่ได้หมายความว่าเฉพาะการหาแค่ผลลัพธ์สุดท้ายเท่านั้น

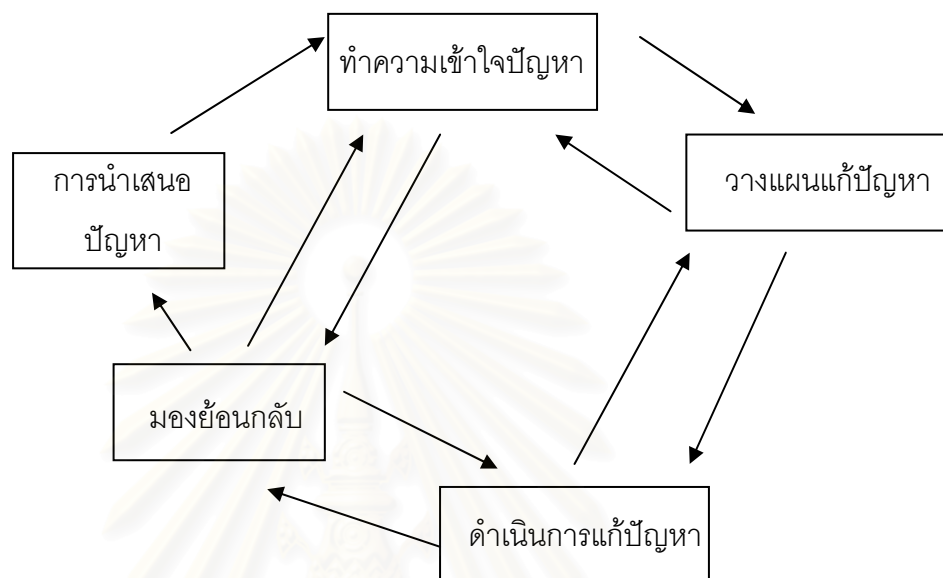
ขั้นตอนการแก้ปัญหาที่ใช้กันแพร่หลาย มักเริ่มจากการทำความเข้าใจปัญหา การตัดสินใจหาทางเลือกในการแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหา การแก้ปัญหาในลักษณะนี้ จึงมองได้เป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันแสดงได้ดังแผนภาพที่ 1 การแก้ปัญหาแบบนี้ทำให้เกิด การตีความว่าการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่ต้องจดจำ ต้องฝึกฝนและทำให้เป็น นิสัย (NCTM, 1993 :60) แนวทางการแก้ปัญหาแบบนี้เป็นการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับการ ค้นหาคำตอบแต่ไม่สอดคล้องกับการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริง

แผนภูมิที่ 1 การแก้ปัญหาที่พบในหนังสือเรียนทั่วไป



ในการแก้ปัญหาลงมือทำจริง ๆ นั้น ไม่ใช่การดำเนินการตามลำดับขั้นในลักษณะเส้นตรง แต่จะเป็นกระบวนการที่ย้อนกลับไปกลับมาได้ นักเรียนจะเริ่มต้นด้วยปัญหาและการคิดหรือ กิจกรรมที่จะทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนพยายามที่จะวางแผนแก้ปัญหา ในขณะที่วางแผน แก้ปัญหานักเรียนอาจค้นพบว่านักเรียนยังเข้าใจปัญหาไม่ได้ จึงย้อนกลับทำความเข้าใจปัญหา ให้ดีขึ้น หรือเมื่อวางแผนแก้ปัญหาได้ และดำเนินการแก้ปัญหาไปแล้ว พบว่า วิธีการนั้นไม่ ประสบความสำเร็จ นักเรียนก็อาจจะย้อนมาวางแผนใหม่หรือกลับไปทำความเข้าใจกับปัญหา ใหม่ก็ได้ รูปแบบการแก้ปัญหานี้แสดงได้ดังแผนภูมิที่ 2 (NCTM, 1993 : 61)

แผนภูมิที่ 2 การแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับลักษณะการแก้ปัญหาจริง  
ตามขั้นตอนการแก้ปัญหาของ Polya (NCTM, 1993 :62)



การตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดของการแก้ปัญหา เนื่องจากกิจกรรมในขั้นตอนนี้จะให้โอกาสนักเรียนที่จะเรียนจากปัญหา แต่พบว่าการตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาเป็นเรื่องที่ทำยากมีรายงานว่าในการเรียนการสอนจริงไม่มีการดำเนินงานขั้นนี้เลย เนื่องจากสาเหตุหลักมาจากความเชื่อว่าการแก้ปัญหาคงเสร็จสิ้นลงแล้วเมื่อได้คำตอบ Polya (1993 :64) ได้เสนอแนวทางที่จะช่วยส่งเสริมการตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหา 5 แนวทาง ดังนี้

1. พัฒนาและสำรวจเนื้อหาปัญหา
2. ขยายปัญหา (extending problem)
3. ขยายแนวทางการแก้ปัญหา (extending solutions)
4. ขยายกระบวนการ (extending process)
5. พัฒนาการไตร่ตรอง

นอกจากนั้นอาจใช้การเขียนเพื่อช่วยพัฒนาขั้นตอนการตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาได้

จากผลการศึกษาที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาคือการดำเนินการเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาซึ่งยังไม่ทราบวิธีแก้ปัญหา ขั้นตอนการแก้ปัญหาคือกระบวนการที่ย้อนกลับไป

กลับมาได้ เริ่มตั้งแต่การทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา และการดำเนินการแก้ปัญหา

### 1.1.2 แนวคิดและหลักการที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา

NCTM (2000 : 52-55) ได้กำหนดเป้าหมายในเรื่องการแก้ปัญหาว่านักเรียนควรมีความสามารถในเรื่อง

- 1 สร้างความรู้ใหม่ทางคณิตศาสตร์จากการแก้ปัญหา
- 2 แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และปัญหาที่มีเนื้อหาอื่น ๆ ได้
- 3 ประยุกต์และดัดแปลงวิธีการต่างๆ เพื่อแก้ปัญหา
- 4 ติดตามและไต่ร่องกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สิ่งที่ควรทำความเข้าใจคือ ปัญหา ปัญหาที่มีมากมายหลายชนิด สามารถจัดประเภทของปัญหาได้โดยใช้เกณฑ์หลายเกณฑ์ดังนี้

1. ประเภทของปัญหาแบ่งตามวัตถุประสงค์ของปัญหา แบ่งได้เป็น 2 แบบ (Polya, 1957: 23-29) ได้แก่
  - 1.1 ปัญหาที่ต้องการให้ค้นคว้า ปัญหาประเภทนี้ต้องการให้ค้นคว้าหาคำตอบ
  - 1.2 ปัญหาที่ต้องการให้พิสูจน์ ปัญหาประเภทนี้ต้องการให้แสดงการพิสูจน์
2. ประเภทของปัญหาที่แบ่งตามความซับซ้อนของปัญหา แบ่งได้เป็น 2 แบบ (Reys, Suydum และ Lindquist, 1992 : 29) ได้แก่
  - 2.1 ปัญหาธรรมดา (routine problems) ปัญหาประเภทนี้เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อน หรือปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ปกติ
  - 2.2 ปัญหาแปลกใหม่ (nonroutine problems) ปัญหาประเภทนี้เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อน การแก้ปัญหานั้นต้องใช้ความรู้หลายอย่างและเป็นปัญหาที่ผู้แก้ปัญหาไม่คุ้นเคย
3. ประเภทของปัญหาที่แบ่งตามลักษณะของตัวปัญหา (Bitter, Hartfield และ Edwards, 1989 : 37, Reed, 1988 : 270 – 271) ได้แบ่งปัญหาออกเป็น 3 ลักษณะ ได้แก่
  - 3.1 ปัญหาปลายเปิด (open-ended) ปัญหาประเภทนี้เป็นปัญหาที่มีคำตอบได้หลายคำตอบ



3.2 ปัญหาที่ให้ค้นพบ (discovery) ปัญหาประเภทนี้เป็นปัญหาที่ให้ค้นหาคำตอบในขั้นสุดท้ายของการแก้ปัญหา

3.3 ปัญหาที่กำหนดแนวทางในการค้นพบ (guide discovery) ปัญหาประเภทนี้เป็นปัญหาที่ให้ค้นหาคำตอบจากกระบวนการแก้ปัญหา โดยมีการชี้แนะช่วยในการแก้ปัญหา

3.4 ปัญหากลุ่มการจัดองค์ประกอบ (arrangement) เป็นปัญหาที่ให้จัดองค์ประกอบต่าง ๆ ที่กำหนดให้ตามเงื่อนไขที่กำหนด

3.5 ปัญหากลุ่มค้นหาความสัมพันธ์ (inducing structure) เป็นปัญหาที่ให้ค้นหาหรือระบุความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบที่กำหนดมาให้

3.6 ปัญหากลุ่มที่ต้องการให้ดำเนินการเปลี่ยนแปลงรูปแบบ (transformation) เป็นปัญหาที่กำหนดจากจุดเริ่มต้น จุดสิ้นสุด และการดำเนินการที่ต้องใช้แล้วให้ผู้แก้ปัญหาดำเนินการให้ได้จุดสิ้นสุดที่ต้องการ เช่น ปัญหาหอคอยแห่งฮานอย

4 ประเภทของปัญหาแบ่งตามเป้าหมายของการใช้ปัญหา (Charles และ Lester, 1982 : 6-10) แบ่งออกเป็น 6 ประเภท ได้แก่

4.1 ปัญหาที่ใช้ฝึก ปัญหาประเภทนี้ใช้ฝึกขั้นตอนวิธีดำเนินการ วิธีการคิดคำนวณ

4.2 ปัญหาที่เป็นข้อความอย่างง่าย ปัญหาประเภทนี้เป็นปัญหาที่มีข้อความ เป็นปัญหาขั้นตอนเดียวที่มุ่งพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคำนวณ โดยมีความซับซ้อนน้อย

4.3 ปัญหาที่เป็นข้อความซับซ้อน ปัญหาประเภทนี้เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อนมุ่งพัฒนาความเข้าใจและความสามารถในการคำนวณ

4.4 ปัญหาเป็นกระบวนการ ปัญหาประเภทนี้ต้องการฝึกกระบวนการในการแก้ปัญหา ปัญหาประเภทนี้มักเป็นปัญหาที่นักเรียนไม่เคยพบมาก่อน ไม่สามารถใช้วิธีการแก้ปัญหาที่มีอยู่เดิมได้ทันที จำเป็นต้องใช้กระบวนการแก้ปัญหาอื่น ๆ ช่วยในการแก้ปัญหา

4.5 ปัญหาประยุกต์ ปัญหาประเภทนี้เป็นปัญหาที่ต้องใช้ทักษะความรู้กระบวนการในการแก้ปัญหา โดยต้องอาศัยการดำเนินการทางคณิตศาสตร์กับการตัดสินใจต่าง ๆ ช่วยในการแก้ปัญหา

4.6 ปัญหาปริศนา ปัญหาประเภทนี้เป็นปัญหาที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ ในการแก้ปัญหาเป็นปัญหาที่อาจจะต้องใช้เทคนิคเฉพาะในการแก้ไข

Polya (1969) กล่าวว่าปัญหาแปลกใหม่ที่ต้องการให้คิดสร้างหรือค้นพบสิ่งใหม่ ๆ จะสามารถทำให้นักเรียนบรรลุจุดมุ่งหมายในการเรียนคณิตศาสตร์ได้

Leblanc John, Procefit Linda และ Putt lan (1980 : 107- 108) ได้เสนอสิ่งที่มีผลต่อความยากของปัญหาไว้ 4 ประการดังนี้

- 1 คำศัพท์
- 2 ความยาวและโครงสร้างของวลีหรือข้อความ
- 3 ขนาดและความซับซ้อนของจำนวน
- 4 การนำเสนอปัญหา ความซับซ้อนของเหตุการณ์

และได้อธิบายเพิ่มเติมว่าปัญหาจะยากขึ้นเมื่อประกอบด้วยข้อความจำนวนมาก หรือต้องใช้การแก้ปัญหาที่มากกว่าหนึ่งขั้นตอน หรือมีโครงสร้างของข้อความซับซ้อน หรือมีรูปแบบของปัญหาแตกต่างจากปัญหาที่เคยพบมาก่อน หรือมีการนำเสนอข้อมูลในปัญหาโดยไม่เรียงลำดับตามการใช้งานหรือไม่โครงสร้าง หรือประกอบด้วยตัวเลขจำนวนมาก

การนำเสนอปัญหาก็เป็นเรื่องที่สำคัญ การนำเสนอปัญหาที่น่าสนใจต้องใช้แนวทางดังนี้

- 1 ต้องมีความคิดสร้างสรรค์หรือศิลปะในการจูงใจให้นักเรียนแก้ปัญหา
- 2 หากเป็นปัญหาปลายเปิดต้องนำเสนอในรูปแบบที่ส่งเสริมการคิดที่จำเป็นสำหรับปัญหานั้น เช่น การเดา โดยแทนที่จะบอกนักเรียนว่า “นี่คือปัญหา จงแก้ปัญหา” อาจบอกว่า “นี่คือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นลองคิดดู” ตัวอย่างเช่น ให้ออกแบบที่จอดรถ โดยคำนึงถึงโครงสร้างโดยใช้พื้นที่ใหญ่ที่สุดเท่าไร ควรสร้างแต่ละส่วนในทิศทางใด ควรกำหนดค่าจอดรถเท่าไร เพื่อให้ได้กำไรอย่างน้อย 10%

ในส่วนของสิ่งที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการแก้ปัญหา Newell และ Simon (cited in Reed, 1988 : 271) นักจิตวิทยากลุ่มพุทธิปัญญา อธิบายสิ่งที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดการประมวลผลข้อมูลไว้ว่า หน่วยความจำมีบทบาทสำคัญในการแก้ปัญหามาก หน่วยความจำระยะสั้นใช้ในการประเมินทางเลือกในการแก้ปัญหา นอกจากนั้น หน่วยความจำเป็นที่เก็บข้อมูลต่าง ๆ ขณะการแก้ปัญหา เช่น สถานภาพของปัญหา สมมติฐานที่ตรวจสอบแล้ว การดำเนินการที่เลือกก่อนหน้า ดังนั้นสมรรถภาพในการแก้ปัญหาก็ขึ้นกับความจุของหน่วยความจำระยะสั้น เวลาเก็บและดึงข้อมูลของหน่วยความจำระยะสั้นและหน่วยความจำระยะยาว

Silver (cited in Reed, 1988 : 278) กล่าวว่าผู้ที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงจะจัดกลุ่มปัญหาด้วยหลักโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ แต่ผู้ที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาต่ำมักจัดกลุ่มปัญหาตามเรื่องราวของปัญหา ผู้เชี่ยวชาญการแก้ปัญหาจะวิเคราะห์ปัญหาบนหลักการพื้นฐานที่เกี่ยวข้องหรือโครงสร้างคณิตศาสตร์ที่คล้ายคลึงกัน และสิ่งสำคัญที่ทำให้แก้ปัญหาได้มากหรือน้อยคือความสามารถในการจัดปัญหาให้ตรงกับความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา

NCTM(2000:256-258) พบว่าความเชื่อก็มีผลต่อการแก้ปัญหา ความเชื่อที่ส่งผลต่อการแก้ปัญหามี 3 ประการ คือ

- 1 ความเชื่อเกี่ยวกับการแก้ปัญหา เช่น นักเรียนที่เชื่อว่าการแก้ปัญหามันต้องแก้ได้รวดเร็ว และใช้วิธีสั้นตรงที่สุด เมื่อแก้ปัญหาไม่ได้ในทันทีทันใดก็ไม่สนใจแก้ปัญหา
- 2 ความเชื่อต่อการแก้ปัญหของตนเอง
- 3 ความเชื่อเกี่ยวกับวิธีการจัดการแก้ปัญหา เช่น หรือนักเรียนที่เชื่อว่าวิธีเดียวที่จะแก้ปัญหามันจะไม่คิดวิธีแก้ปัญหาวีธีอื่น จะคอยการช่วยเหลือจากครูหรือจะรอเฉลยแล้วตรวจสอบความถูกต้อง ทำให้ไม่ได้รับความซาบซึ้ง ความตื่นเต้นที่ได้จากการเชื่อมโยงวิธีการต่างๆ มาแก้ปัญหา ดังนั้นครูต้องแก้ไขความเชื่อที่ผิดเหล่านี้

Schoenfeld (1979 cited in Reed, 1988 : 286) พบว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ต้องอาศัยทั้งกลวิธีการแก้ปัญหา(strategy)กับความรู้เฉพาะทางคณิตศาสตร์ และการสอนกลวิธีการแก้ปัญหาก็จะช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้

นอกจากกลวิธีการแก้ปัญหแล้วยังมีสิ่งที่เกี่ยวข้องช่วยการแก้ปัญหาก็ได้แก่ ทักษะการวางแผนแก้ปัญหา วิธีการที่ช่วยค้นหาแนวทางการแก้ปัญหา และสิ่งอื่น ๆ

ทักษะการวางแผนแก้ปัญหาเป็นสิ่งสำคัญในการแก้ปัญหา โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับปัญหาที่ซับซ้อน การวางแผนแก้ปัญหามันอาจทำโดยการกำหนดเป้าหมายย่อย (Reed, 1988 : 292)

วิธีการที่ช่วยค้นหาแนวทางการแก้ปัญหา (heuristics) ซึ่งเป็นสารสนเทศประเภทหนึ่งช่วยในการตัดสินใจแก้ปัญหานักเรียน ซึ่งมีความหมายเช่นเดียวกับกลวิธีการแก้ปัญหา(strategies) เช่น การสร้างตาราง การเขียนรูป การเปลี่ยนปัญหาเป็นคำพูดของตัวเอง

Jensen (NCTM, 1993 :64) เสนอว่าวิธีการที่ช่วยค้นหาแนวทางการแก้ปัญหา ใช้ อาจทำได้โดย การคิดออกเสียง การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพื่อน การแสดงบทเป็นครู การกำหนดเป้าหมายย่อยในการวางแผนการแก้ปัญหา และใช้การสอนโดยตรงเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดเป้าหมายย่อย

Wilson และ Smith (NCTM, 1993 : 64) พบว่า การสอนวิธีการที่ช่วยค้นหาแนวทางการแก้ปัญหาแบบเฉพาะเจาะจงกับปัญหา(task-specific heuristic) มีผลดีกว่าการสอนวิธีการที่ช่วยค้นหาแนวทางการแก้ปัญหาแบบทั่วไป (general heuristic instruction)

เนื่องจากวิธีการที่ช่วยค้นหาแนวทางการแก้ปัญหามีประโยชน์มากในการแก้ปัญหา ทำให้การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์มุ่งเน้นไปที่วิธีการที่ช่วยค้นหาแนวทางการแก้ปัญหา ทำให้เกิดแนวคิดว่าการสอนให้ใช้และพัฒนาวิธีการที่ช่วยค้นหาแนวทางการแก้ปัญหาโดยตรงเพื่อช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา แต่ Schoenfeld และ Lesh ไม่เห็นด้วยกับแนวคิดนี้และกล่าวว่าแนวคิดนี้เป็นการวิเคราะห์อย่างง่าย ๆ ที่มีข้อจำกัด การแก้ปัญหาคควรพิจารณาบริบทของห้องเรียน ความรู้และประสบการณ์ที่ผ่านมาและความเชื่ออื่นๆ ประกอบด้วย

นอกจากสิ่งที่สำคัญสองประการข้างต้นแล้ว Denus เสนอว่า ( 64)นักเรียนต้องสร้างกลไกการการตัดสินใจในการเลือกheuristics ที่มีอยู่ หรือสร้าง heuristic ใหม่ในขณะที่แก้ปัญหา นักเรียนต้องมีกลไกการจัดการการคิดเกี่ยวกับเทคนิค รูปแบบ และวิธีการทั้งหลาย ประกอบด้วย ต้องให้ความสำคัญกับการไตร่ตรองด้วยตนเองในการแก้ปัญหา การสอนการแก้ปัญหาที่ดีต้องให้โอกาสนักเรียนที่จะไตร่ตรองอย่างเป็นระบบและสร้างสรรค์ระหว่างกิจกรรมการแก้ปัญหา

ในส่วนวิธีการที่ช่วยค้นหาแนวทางการแก้ปัญหาหรือกลวิธีในการแก้ปัญหาซึ่งเป็นเครื่องมือที่ช่วยหาแนวทางการแก้ปัญหา มีผู้ศึกษาค้นคว้าไว้ดังนี้

Kennedy (1984 : 82) ได้เสนอกลวิธีในการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

1. การหารูปแบบ เป็นการจัดระบบข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ในสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ แล้วสร้างเป็นรูปแบบทั่วไปเพื่อใช้แก้ปัญหา
2. การเขียนแผนผังหรือภาพประกอบ เป็นการสร้างแผนผังหรือภาพประกอบของสถานการณ์ปัญหาเพื่อช่วยให้มองเห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ เพื่อทำให้มองเห็นแนวทางในการหาคำตอบ

3. การสร้างรูปแบบ เป็นการนำข้อมูลต่าง ๆ ในปัญหา มาสร้างเป็นรูปแบบ ที่สามารถจัดกระทำได้เพื่อช่วยให้มองเห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ เพื่อทำให้มองเห็นแนวทางในการหาคำตอบ

4. การสร้างตาราง หรือแผนภูมิ เป็นการนำข้อมูลต่าง ๆ มาจัดใส่ลงในตารางที่มองเห็นได้ชัดเจน เพื่อทำให้เห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ เพื่อทำให้มองเห็นแนวทางในการหาคำตอบ

5. การเดาและการตรวจสอบ เป็นการหาคำตอบโดยใช้การคาดคะเนและตรวจสอบผลการคาดคะเนกับข้อมูลในปัญหา แล้วพิจารณาเปลี่ยนแปลงการเดาจนได้คำตอบที่ถูกต้อง

6. การแจกกรณี เป็นการหาคำตอบโดยจำแนกแจกแจงความเป็นไปได้ของคำตอบตามเงื่อนไขของปัญหาให้ครบถ้วน

7. การเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์หรือสมการทางคณิตศาสตร์เป็นการนำข้อมูลในปัญหา มาสร้างเป็นประโยคสัญลักษณ์หรือสมการ แล้วใช้ความรู้เรื่องการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ หรือสมการช่วยหาคำตอบต่อ

8. การคิดย้อนกลับ เป็นการคิดหาคำตอบ จากข้อมูลสุดท้ายของปัญหาย้อนกลับขึ้นมาหาข้อมูลเริ่มต้น

9. การแบ่งเป็นปัญหาย่อย ๆ หรือเปลี่ยนมุมมองของปัญหา เป็นการแบ่งปัญหา ออกเป็นปัญหาที่เล็กลง ซึ่งหาคำตอบง่าย แล้วนำผลการแก้ปัญหาย่อย ๆ ไปใช้แก้ปัญหาคำหนด หรือเป็นการเปลี่ยนมุมมองไปเป็นมุมมองที่คุ้นเคยหรือเป็นมุมมองอื่น เพื่อทำความเข้าใจหรือหาแนวทางแก้ปัญหาคำตอบ

ส่วน Reed (1988 : 261 – 270) ได้เสนอกลวิธีการแก้ปัญหาคำตอบไว้ 4 วิธี ดังนี้

1. การวิเคราะห์ช่องว่างระหว่างปัญหาคำตอบกับเป้าหมาย (means/end analysis) ทำโดยเลือกการดำเนินการที่ช่วยลดข้อแตกต่างระหว่างสภาพปัญหาปัจจุบันกับเป้าหมาย

2. การแบ่งปัญหาคำตอบออกเป็นเป้าหมายย่อย (subgoals) ทำโดยแบ่งเป้าหมายที่ต้องการออกเป็นเป้าหมายย่อย ๆ ซึ่งช่วยลดขอบเขตการค้นหาคำตอบแก้ปัญหาลง

3. การหาวิธีแก้ปัญหาคำตอบจากปัญหาที่คล้ายคลึงกัน (analogy) ทำโดยหาว่าปัญหาคำตอบนี้คล้ายคลึงกับปัญหาใดที่เคยแก้มาแล้ว เลือกรูปวิธีนั้นมาแก้ปัญหาคำตอบ วิธีนี้ต้องใช้ประสิทธิภาพของหน่วยความจำระยะยาวในการค้นหาข้อมูลมาก

4. การสร้างแผนผังช่วยแก้ปัญหาคำตอบ (diagram) ทำโดยสร้างแผนผังเพื่อแทนปัญหาคำตอบในรูปแบบที่จะช่วยให้ค้นหาวิธีแก้ปัญหาคำตอบอย่างมีประสิทธิภาพ

นอกจากนั้น Lesh Richard และ Zawojeske S.Judith (1992 : 82 – 87) ได้เสนอเทคนิควิธีการช่วยแก้ปัญหาไว้ดังนี้

- 1 ใช้กลุ่มย่อยสำหรับการแก้ปัญหา
- 2 ใช้การระดมสมอง
- 3 เปรียบเทียบหาปัญหาที่คล้ายกัน
- 4 ใช้การสื่อความหมายหรือรูปแบบอื่น ๆ เพื่อความเข้าใจ เช่น สร้างตาราง

วาดแผนผัง

- 5 ระบุสิ่งที่รู้และไม่รู้

จากผลการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า สิ่งที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาประกอบด้วย ความเชื่อต่อการแก้ปัญหา ความเชื่อเกี่ยวกับการแก้ปัญหของตนเอง ความสามารถที่จำเป็นในการแก้ปัญหา เช่น การเปรียบเทียบทบทวนกับประสบการณ์เดิม การคิด ทั้งการคิดหลายทาง การคิดย้อนกลับ การแก้ปัญหามีประสิทธิภาพต้องอาศัยกลวิธีการแก้ปัญหา วิธีการช่วยหาแนวทางการแก้ปัญหา ประกอบกับความรู้ทางคณิตศาสตร์ ความรู้ด้านการอ่านและภาษา ตลอดจนความรู้อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

### 1.1.3 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา

George Polya ซึ่งได้รับการยกย่องว่าเป็นนักแก้ปัญหาผู้ยิ่งใหญ่และบรมครูของการสอนแก้ปัญหาสอนการแก้ปัญหาโดยเป็นผู้บรรยายให้คำแนะนำ ช่วยแนะนำกลวิธีและกระบวนการแก้ปัญหา และอธิบายว่ากำลังทำอะไร คำบรรยายจะเน้นวิธีการที่ควรใช้ในการแก้ปัญหามากกว่าวิธีการแก้ไขปัญหาโดยตรง

Polya จะให้คำแนะนำเกี่ยวกับกลวิธีการแก้ปัญหาสำหรับการแก้ปัญหาที่ละส่วน Polya มักจะให้กลวิธีการแก้ปัญหาส่วนหนึ่งก่อน เมื่อนักเรียนดูซึมหรือเรียนรู้กลวิธีการแก้ปัญหานั้นได้จึงค่อยให้เพิ่มเติมกลวิธีการแก้ปัญหาอื่น ๆ ที่ละน้อย ๆ

Polya จะทำหน้าที่เป็นผู้ให้คำแนะนำตั้งแต่เริ่มแก้ปัญหานั้นจนจบ Polya มักจะส่งเสริมให้นักเรียนไตร่ตรองทั้งตัวปัญหาและการแก้ปัญหา

Jacobson and others (1980 : 127) เสนอว่า การสอนการแก้ปัญหาที่ประสบความสำเร็จต้องอาศัยความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่มีปฏิสัมพันธ์กันสูง 4 อย่าง คือ ตัวนักเรียน ปัญหา พฤติกรรมการแก้ปัญหา และสภาพแวดล้อมของการเรียน ดังนั้นจึงไม่มีกลไกที่ดีที่สุดตายตัวสำหรับการแก้ปัญหาทุกปัญหา การสอนการแก้ปัญหาคือความสัมพันธ์กัน

ระหว่างการสอนกับคุณลักษณะของนักเรียน กิจกรรมการเรียนรู้ และการวัดสมรรถภาพที่ปรากฏ (Suydam, 1983 : 48 )

แนวคิดของ Jacobson และ Suydam สอดคล้องกับแนวคิดของ Wheathy (1977 : 38 cited in Suydam, 1980 : 46) ที่เสนอว่า การสอนขั้นตอนการแก้ปัญหาเป็น ขั้นตอนตายตัวไม่ใช้การสอนที่มีประสิทธิภาพ (Suydam, 1980 : 45) จึงควรพัฒนาการใช้กลวิธีการแก้ปัญหาให้มีประสิทธิภาพ ให้โอกาสในการอภิปรายการฝึกฝนและการไตร่ตรองอย่างเพียงพอ และส่งเสริมความพยายามในการแก้ปัญหาของนักเรียน นักเรียนจะเข้าใจธรรมชาติของการแก้ปัญหาเมื่อนักเรียนพบกับปัญหาใหม่ที่ไม่เคยพบมาก่อน ควรส่งเสริมให้นักเรียนคิดวิธีแก้ปัญหาที่หลากหลายและให้ตรวจสอบสมมติฐานการแก้ปัญหาที่ตั้งขึ้นด้วย

NCTM (200 : 256 – 258) ได้เสนอลักษณะของปัญหาที่ควรใช้ในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

- 1 ปัญหาในชีวิตจริงที่นักเรียนสามารถคิด สัมผัส ค้นคว้า กับเนื้อหาได้จริง ซึ่งนักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย
- 2 ปัญหาที่สามารถช่วยให้นักเรียนก้าวข้ามกระบวนการเบื้องต้นไปยังความเข้าใจในเรื่องนั้นอย่างลึกซึ้ง
- 3 เนื้อหาควรมีความน่าจะเป็น สถิติ เรขาคณิต จำนวนตรรกยะ
- 4 ควรสร้างสถานการณ์ที่ช่วยพัฒนาการแก้ปัญหาบนความรู้ ทักษะที่นักเรียนมีอยู่ และช่วยขยายความรู้ ทักษะ และภาษาทางคณิตศาสตร์ที่ให้ลึกซึ้ง

และ NCTM ได้เสนอว่าครูควรมีบทบาทในการช่วยในการพัฒนาการแก้ปัญหาดังนี้

- 1 สร้างทักษะการวิเคราะห์ปัญหาด้วยปัญหาที่มีข้อมูลข่าวสารที่มากเกินไปหรือไม่จำเป็น
- 2 ทำทายนักเรียนด้วยปัญหาที่มีคำตอบมากกว่า 1 คำตอบ มีวิธีหาคำตอบหลายวิธี
- 3 กระตุ้นความสนใจด้วยการส่งเสริมการสื่อสารและการร่วมมือกันหาวิธีการแก้ปัญหา การมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาจะช่วยเพิ่มแรงจูงใจ ครูบางคนให้ชื่อวิธีแก้ปัญหาตามชื่อนักเรียนที่เสนอแนะ
- 4 ครูควรให้นักเรียนได้สร้างปัญหาที่น่าสนใจบนสถานการณ์ที่หลากหลาย

หลายทั้งในและนอกขอบเขตวิชาคณิตศาสตร์

- 5 ครูควรให้โอกาสให้นักเรียนอธิบายกลวิธีในการแก้ปัญหาและคำตอบให้อย่างสม่ำเสมอ เพื่อหาวิธีการที่ครอบคลุม ซึ่งใช้แก้ปัญหาทั่ว ๆ ไปได้
- 6 ใช้ปัญหาที่ยาก ซับซ้อน ที่ต้องใช้คอมพิวเตอร์ เครื่องคิดเลขกราฟฟิกในการแก้ปัญหา
- 7 ช่วยให้นักเรียนมีการไตร่ตรองกระบวนการแก้ปัญหา โดยมีการแลกเปลี่ยนความคิดอย่างเปิดกว้างและสม่ำเสมอ
- 8 ประเด็นสำคัญในกระบวนการแก้ปัญหา เช่น การทำความเข้าใจปัญหาและการทบทวนการแก้ปัญหา
- 9 ให้ประสบการณ์ที่ช่วยแนะนำการใช้กลวิธีการแก้ปัญหา เช่น การค้นหารูปแบบ การสร้างตาราง การคิดย้อนกลับ ได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ
- 10 ควรให้แนะนำนักเรียนเป็นนักแก้ปัญหาที่มีการไตร่ตรอง
- 11 มีการติดตามและประเมินตนเองว่า รู้ ไม่รู้อะไร ทำอะไรได้ดี ทำอะไรไม่ดี สามารถติดตามความสามารถในการทำงานตามระยะเวลาได้ และสามารถไตร่ตรองปัญหา เช่น การจำแนกประเภทปัญหา ดัดแปลงปัญหา เชื่อมโยงปัญหา ขยายปัญหา
- 12 เสริมว่าการแก้ปัญหายังไม่จบถ้ายังไม่ได้มีการตรวจสอบการแก้ปัญหา

จากแนวคิด และหลักการต่าง ๆ ที่เสนอมานี้ สรุปได้ว่าสิ่งที่ควรสอนเพื่อพัฒนาแก้ปัญหา คือ การสอนเพื่อพัฒนากลวิธีการแก้ปัญหา โดยมีการเลือกใช้ปัญหาให้เหมาะสม มีการคำนึงถึงผู้เรียน พฤติกรรมการแก้ปัญหาและสิ่งแวดล้อมทางการเรียน

## 1.2 การให้เหตุผลและแนวทางการพัฒนาการให้เหตุผล

### 1.2.1 ความหมายและความสำคัญของการให้เหตุผล

คณิตศาสตร์เกิดจากเหตุผล ความสามารถในการให้เหตุผลจึงเป็นสิ่งสำคัญในการเข้าใจคณิตศาสตร์ การพัฒนาความคิด การสำรวจปรากฏการณ์ การตรวจสอบและการใช้การคาดเดาในเนื้อหาจะให้นักเรียนเห็นว่าคณิตศาสตร์มีสาระมีเหตุผล นอกจากนี้การให้เหตุผลจะเป็นเครื่องมือทรงพลังในการพัฒนาและแสดงออก ความคิดเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง (NCTM, 2000 : 56 – 57)

เนื่องจากการให้เหตุผลเป็นการคิดแบบหนึ่ง ความรู้เรื่องความคิดจึงเป็นพื้นฐานสำหรับความรู้เรื่องการให้เหตุผล มีผู้ศึกษาให้ความหมายของการคิดไว้ดังนี้



Krulik และ Rudnick (1993 : 3) เสนอว่าการคิดเป็นการดำเนินการเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุปที่สมเหตุสมผลจากข้อมูลที่กำหนด ซึ่งอาจดำเนินการโดยการหาข้อคาดเดา การหาข้อสรุปจากความสัมพันธ์ของสถานการณ์ปัญหา และแสดงเหตุผล และอธิบายข้อสรุปเหล่านั้น

O'Daffer และ Thornquist (1993 : 43) เสนอว่าการคิดทางคณิตศาสตร์คือ การใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ในการทำความเข้าใจแนวคิด ค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิด สร้างข้อสรุปหรือสนับสนุนข้อสรุปเกี่ยวกับแนวคิด และความสำคัญของแนวคิดเหล่านั้น

Greenwood (1993 : 144) เสนอว่าการคิดทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการเข้าใจรูปแบบ หาสถานการณ์ร่วมของปัญหา ระบุข้อผิดพลาด หรือการสร้างการดำเนินการใหม่ ๆ นอกจากนั้น ยังกล่าวว่า การคิดทางคณิตศาสตร์ ทำให้เกิดวิธีการการแก้ไขปัญหา การเรียนเรื่องการคิดทางคณิตศาสตร์เป็นการเน้นที่กระบวนการเรียนรู้มากกว่ามุ่งเน้นที่ผลลัพธ์หรือคำตอบอย่างเดียว และการเรียนคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความคิดแบบนี้จะเป็นประโยชน์ ทำให้เกิดความสามารถในความคิดและให้เหตุผลในตัวนักเรียนด้วย

Krulik และ Rudnick (1993 : 3) เสนอว่าการคิดแบ่งออกเป็น 4 ชั้น การระลึกได้ (recall) การคิดขั้นพื้นฐาน (basic) การคิดวิจารณ์ญาณ (critical) และการคิดสร้างสรรค์ (creative) โดยกล่าวว่า การให้เหตุผลเป็นการคิดที่อยู่ในส่วนตั้งแต่การคิดขั้นพื้นฐานขึ้นไปถึงการคิดสร้างสรรค์ นอกจากนั้น ยังอธิบายว่า การคิดเป็นกระบวนการที่ซับซ้อน ไม่สามารถแยกขาดจากกันได้สิ้นเชิง

O'Daffer (1990 : 378) เสนอว่า การให้เหตุผลเป็นส่วนหนึ่งของการคิดทางคณิตศาสตร์ การให้เหตุผลเป็นการคิดที่เกี่ยวกับการสร้างหลักการ การสรุปแนวคิด และการหาความสัมพันธ์ของแนวคิด

O'Daffer (1990 : 378) เสนอว่า รูปแบบการให้เหตุผลมี 2 รูปแบบ คือ

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์โดยใช้ข้อมูลหลาย ๆ กรณี มาสร้างเป็นหลักการใหม่ การให้เหตุผลแบบอุปนัยจึงเกิดจากผลของกรณีเฉพาะหลาย ๆ กรณีผ่านการค้นหารูปทั่วไป รูปแบบทางคณิตศาสตร์ การวิเคราะห์สถานการณ์ การอธิบายโครงสร้าง และสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ แล้วนำไปสู่การสรุปเป็นกฎเกณฑ์ทั่วไป

2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์โดยให้เหตุผลจากข้อสรุปหรือกฎเกณฑ์ทั่วไป ไปยังกรณีเฉพาะที่ต้องการ การให้เหตุผลแบบนี้เป็นการให้

เหตุผลที่ใช้ระบบตรรกะ เป็นการให้เหตุผลโดยใช้โครงสร้างทางคณิตศาสตร์ อันได้แก่ อนิยาม นิยาม สัจพจน์ และทฤษฎีบท เป็นพื้นฐาน

นอกจากนั้น Baroody (1993 : 2-59) ได้เสนอประเภทการให้เหตุผลอีกรูปหนึ่งคือการให้เหตุผลแบบสัญชาตญาณ(intuitive reasoning) การให้เหตุผลแบบนี้เกิดจากการหยั่งรู้ (insight) หรือตัดสินใจโดยใช้ความรู้สึกภายใน และกล่าวว่า การสืบค้นทางคณิตศาสตร์มักเริ่มด้วยข้อสรุปจากการให้เหตุผลแบบสามัญสำนึก หรือแบบอุปนัย ที่เรียกว่า การสร้างข้อคาดเดา (conjecture) แล้วตรวจสอบข้อคาดเดาโดยการพิสูจน์ ซึ่งก็คือการให้เหตุผลแบบนิรนัย

ในส่วนเป้าหมายของการให้เหตุผลนั้น NCTM (2000 : 56-59) เสนอว่านักเรียนควรมีความสามารถในเรื่อง

- 1 ตระหนักว่าการให้เหตุผลและการพิสูจน์เป็นแง่มุมสำคัญของคณิตศาสตร์
- 2 คาดคะเนเรื่องราวทางคณิตศาสตร์และตรวจสอบผลการคาดคะเนได้
- 3 พัฒนาและประเมินข้อโต้แย้งและการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์
- 4 เลือกและใช้วิธีการให้และการพิสูจน์ได้หลากหลาย

NCTM ( 2000 : 262 - 267) เสนอว่าการให้เหตุผลในชั่งชั้นประถมศึกษาตอนปลายถึงมัธยมศึกษาตอนต้นควรทำได้ในลักษณะหลายอย่าง ได้แก่ การตรวจสอบแบบรูปและโครงสร้างเพื่อหาส่วนร่วมกัน การสร้างนัยทั่วไปและคาดเดาเกี่ยวกับส่วนร่วมกันของการสังเกต การประเมินการคาดเดา การสร้างหรือประเมินข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์

จากแนวคิดที่เกี่ยวกับการคิด การให้เหตุผล ที่กล่าวมา ผู้วิจัยได้กำหนดความหมายของการให้เหตุผลสำหรับงานวิจัยนี้ได้ว่า การให้เหตุผลเป็นความสามารถที่จะระบุหลักการและกฎเกณฑ์ที่ต้องใช้เพื่อแสดงความถูกต้องหรือผิดของแนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือเพื่อสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการพิจารณาลงความเห็นตามหลักการและกฎเกณฑ์ที่ใช้

### 1.2.3 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผล

จากที่การคิดเป็นพื้นฐานของการให้เหตุผล การส่งเสริมการให้เหตุผลจึงต้องศึกษาพิจารณาการส่งเสริมการคิดซึ่งมีผู้ศึกษาค้นคว้าไว้ดังนี้

Brandt (1984 : 3) เสนอว่า การสอนการคิดทำได้ 3 แนวทาง คือ

1. การสอนเพื่อให้เกิด (teaching for thinking) การสอนตามแนวทางนี้ เป็นการสอนตามปกติแต่มีการปรับเปลี่ยนกระบวนการเรียนการสอนเพื่อเพิ่มความสามารถในด้านการคิดของผู้เรียน
2. การสอนการคิด (teaching of thinking) การสอนตามแนวทางนี้เป็นการสอนโดยเน้นการคิดโดยเฉพาะ เป็นการสอนที่เน้นทักษะการคิดโดยตรง
3. การสอนเกี่ยวกับการคิด (teaching about thinking) การสอนตามแนวทางนี้เป็นการสอนโดยใช้การคิดเป็นเนื้อหา เป็นการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ถึงความคิดตนเอง ว่ากำลังคิดอะไร ต้องการรู้อะไร ตอนนี้รู้อะไรแล้ว และยังไม่รู้อะไร ซึ่งสิ่งดังกล่าวทำให้เกิดการรู้คิด (metacognition)

Rowan และ Morrow (1993 : 16-18) ได้ให้ความสำคัญเกี่ยวกับบรรยากาศในการเรียน โดยกล่าวว่า บรรยากาศในการเรียนที่ส่งเสริมการให้เหตุผลต้องเป็นบรรยากาศที่ไม่ทำให้นักเรียนรู้สึกหวาดกลัว เป็นบรรยากาศที่ส่งเสริมและสนับสนุนให้นักเรียนได้พูดอธิบาย และแสดงเหตุผลของแนวคิดต่าง ๆ

NCTM (2000 : 262 - 267 )เสนอว่า การพัฒนาการให้เหตุผลทำได้โดยจัดสภาพการณ์ให้นักเรียนได้คิดได้ให้เหตุผลในชั้นเรียน ส่งเสริมบรรยากาศการคิดอย่างมีเหตุผลในคณิตศาสตร์ เลือกรงานที่ต้องมีการจัดกลุ่มข้อมูล ต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล ต้องรู้ข้อจำกัดของการให้เหตุผลแบบอุปนัยเพื่อจะได้ใช้การให้เหตุผลนี้ได้อย่างถูกต้อง และครูต้องช่วยตรวจสอบพัฒนาการการให้เหตุผลของนักเรียนอย่างสม่ำเสมอ นอกจากนี้ควรให้นักเรียนอธิบายการให้เหตุผลของตนเองกับครูและกับนักเรียนคนอื่น ให้นักเรียนอธิบายหลักการที่ใช้ในการคาดเดา ของตนเอง และเหตุผลในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ ด้วยประสบการณ์เหล่านี้ นักเรียนจะมีความสามารถในการให้เหตุผลทั้งแบบอุปนัยและนิรนัยได้อย่างเหมาะสม

จากแนวคิดที่กล่าวมา สรุปได้ว่าการพัฒนาการให้เหตุผลทำได้โดยการสอนเพื่อให้เกิดให้เหตุผลโดยตรง การสอนการคิดให้เหตุผล การสอนเกี่ยวกับการคิดให้เหตุผล ในเรื่องต่าง ๆ ที่ต้องมีการอธิบายให้เหตุผลของตนเองกับเพื่อนหรือครู ด้วยงานที่เอื้อต่อการให้เหตุผล หรือจัดสภาพการณ์ให้นักเรียนได้คิดได้ให้เหตุผล โดยมีครูเป็นผู้คอยตรวจสอบส่งเสริมและพัฒนาการให้เหตุผล ทั้งนี้ต้องมีการจัดบรรยากาศที่ส่งเสริมการให้เหตุผล

### 1.3 การสื่อสารและแนวทางการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทาง คณิตศาสตร์

#### 1.3.1 ความหมายและความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

NCTM (1989 : 214) เสนอว่าการสื่อสารเป็นความสามารถในการใช้ศัพท์ ใช้สัญลักษณ์และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์เพื่อสื่อแนวคิดหรือทำความเข้าใจแนวคิดและความสำคัญของแนวคิด ต่อมาในปี 2000 NCTM (60 – 62) ได้แยกการใช้สัญลักษณ์และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์เพื่อสื่อแนวคิดออกมาเป็นเรื่องการสื่อความหมาย ดังนั้นการสื่อสารจึงเป็นวิธีการแลกเปลี่ยนแนวคิดและทำความเข้าใจกระจ่างชัดเจน

Baroody (1993 : 2-99) ได้กล่าวว่าคณิตศาสตร์ เป็นภาษา ๆ หนึ่ง ภาษาทางคณิตศาสตร์เป็นภาษาที่สามารถใช้แทนแนวคิด และใช้สื่อสารแนวคิดที่หลากหลายได้ชัดเจนเพียงตรงและรัดกุม

Rowan และ Morrow (1993 : 7) เสนอความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ในทำนองเดียวกันกับ Baroody และกล่าวว่าการสื่อสารช่วยเพิ่มความเข้าใจเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของนักเรียน การสื่อสารทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนความเข้าใจของนักเรียน การสื่อสารช่วยสร้างบรรยากาศที่เหมาะสมแก่การเรียนรู้ และการสื่อสารช่วยครูให้เข้าใจแนวคิดของนักเรียนดีขึ้น

Baroody (1993 : 2-99) เสนอเหตุผลสำคัญเกี่ยวกับการสื่อสารต่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ไว้ 2 ประการ ดังนี้

1. คณิตศาสตร์เป็นเสมือนภาษา ๆ หนึ่ง การสื่อสารทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ชัดเจนเพียงตรงและกระชับ
2. การเรียนรู้คณิตศาสตร์เกิดจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียน กับสิ่งแวดล้อม โดยมีการสื่อสารเป็นเครื่องมือช่วยการเรียนรู้ การสื่อสารระหว่างกันทั้งครูกับนักเรียน และนักเรียนกับนักเรียนจึงเป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

Buschman (1995:324) เสนอความสำคัญของการสื่อสารไว้ว่า การสื่อสารเป็นเครื่องมือช่วยให้นักเรียนสะท้อนความเข้าใจทางคณิตศาสตร์และช่วยนักเรียนในการสร้างการเชื่อมโยง ช่วยในการสร้างความเข้าใจในแนวคิดทางคณิตศาสตร์ เมื่อนักเรียนพูดหรือเขียนข้อมูลแนวคิดทางคณิตศาสตร์ นักเรียนจะจำข้อมูลหรือแนวคิดนั้นได้ นักเรียนจะเข้าใจแนวคิดนั้นและสามารถใช้แผนคิดนั้นค้นหาความรู้อื่น ๆ ได้

ด้วยการสื่อสารแนวคิดจะกลายเป็นวัตถุประสงค์ของการไตร่ตรองและการอภิปรายได้ เมื่อนักเรียนได้รับการท้าทายให้คิดและให้เหตุผลเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ และให้พูดหรือเขียนเพื่อสื่อผลการคิดให้ผู้อื่นทราบ นักเรียนจะได้เรียนอย่างชัดเจนและได้เรียนที่จะชักจูงโน้มน้าวผู้อื่น (NCTM, 2000 :60 – 62)

การสื่อสารช่วยให้เข้าใจคณิตศาสตร์ได้มากขึ้นโดยการฟังคำอธิบายของผู้อื่นก็เปิดโอกาสให้นักเรียนพัฒนาความเข้าใจของตนเอง การพูดคุยสนทนาเกี่ยวกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ในมุมมองหลายมุมมองช่วยให้ความคิดแหลมคมขึ้น และช่วยสร้างความเชื่อมโยงนักเรียนที่มีส่วนร่วมในการอภิปรายเพื่อหาทางเลือกโดยเฉพาะเมื่อเกิดการไม่เห็นด้วย จะได้รับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ที่ดีมาก ในขณะที่นักเรียนกำลังโน้มน้าวเพื่อนให้เข้าใจในมุมมองที่แตกต่าง จะช่วยนักเรียนพัฒนาภาษาสำหรับการแสดงความเข้าใจทางคณิตศาสตร์และช่วยให้ซาบซึ้งกับความถูกต้อง ความชัดเจนของภาษาคณิตศาสตร์ นักเรียนสื่อสารเพื่อเรียนคณิตศาสตร์และนักเรียนก็ได้เรียนที่จะสื่อสารตามแนวทางคณิตศาสตร์ไปพร้อม ๆ กัน (NCTM, 2000 :60 – 62)

เป้าหมายในเรื่องการสื่อสารนั้น NCTM (2000 : 60-63) เสนอว่านักเรียนควรมีความสามารถดังนี้

- 1 จัดเรียงและทำให้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ชัดเจนผ่านการสื่อสาร
- 2 สื่อแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของตนให้เพื่อน ครูและผู้อื่นได้อย่างชัดเจนและต่อเนื่อง
- 3 วิเคราะห์และประเมินแนวคิดและวิธีการทางคณิตศาสตร์ของผู้อื่น
- 4 ใช้ภาษาของคณิตศาสตร์เพื่อแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างแม่นยำ

NCTM (2000 : 268 – 273) เสนอว่าการสื่อสารในช่วงชั้นประถมศึกษาตอนปลายถึงมัธยมศึกษาตอนต้นควรจะเป็นเรื่องที่ซับซ้อนเป็นนามธรรมมากขึ้นกว่าชั้นก่อน ๆ การสื่อสารในช่วงชั้นนี้ไม่ควรเป็นแค่นำเสนอและอธิบายวิธีการที่ใช้แก้ปัญหา ไม่ใช่แค่อธิบายกระบวนการและผลสรุปอย่างเดียว แต่ครอบคลุมถึงการวิเคราะห์เปรียบเทียบความหมายและประสิทธิภาพของวิธีการแก้ปัญหาด้วย หรือเป็นการอธิบายข้อโต้แย้งและเหตุผล

จากผลการศึกษานำเสนอมา สรุปเป็นความหมายของการสื่อสารในงานวิจัยนี้ได้ว่า ความสามารถในการเขียนข้อความเพื่ออธิบายแนวคิดหรือหลักการทางคณิตศาสตร์ของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้ถูกต้องและครบถ้วนตรงตามความต้องการ และความสามารถในการลำดับข้อความเพื่อสนับสนุนการแสดงแนวคิดหรือหลักการที่ต้องการสื่อสาร

### 1.3.2 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการสื่อสาร

Hoyles (1985 : 206 – 207) กล่าวว่า การที่นักเรียนได้พูดอภิปรายกับนักเรียนคนอื่น จะช่วยให้นักเรียนแต่ละคนขยายแนวคิดของตัวเองเกิดความชัดเจนในแนวคิดต่างๆ เกิดการผสมผสานของความรู้ต่างๆ

Lappan และ Schram (1989 : 16) เสนอว่า การอภิปรายแนวคิดและการปรับปรุงแก้ไขแนวคิดจากการอภิปรายจะช่วยพัฒนาวิธีการแก้ปัญหา และทำให้นักเรียนได้เรียนรู้จากผู้อื่น และยังเสนอว่าการสื่อสารโดยการเขียนก็ช่วยให้นักเรียนเกิดความชัดเจนในแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ และช่วยพัฒนาการรับรู้ทางคณิตศาสตร์ให้ดีขึ้น การให้นักเรียนฝึกเขียนเกี่ยวกับการจัดการกับปัญหานั้นนอกจากจะช่วยให้นักเรียนเกิดความคิดที่ชัดเจนแล้ว ยังช่วยทำให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการคิดและการให้เหตุผลอีกด้วย

นอกจากนั้น Lappan และ Schram (1989 : 29) เสนอว่า การพัฒนาการสื่อสารทำได้โดย กำหนดกิจกรรมหรือคำถามแล้วให้นักเรียนอธิบายแนวคิดออกมา หรือบางครั้งอาจให้นักเรียนอธิบายกระบวนการแก้ปัญหา โดยให้เขียนหรือพูดเป็นประโยคสั้น ๆ ดังเช่น ทำไมต้องทำเช่นนั้น ผลที่ได้เป็นอย่างไร

Rowan และ Morrow (1993 : 9-11) เสนอแนวทางในการส่งเสริมการสื่อสารไว้ 6 วิธีดังนี้

1. เสนอสิ่งที่เป็นรูปธรรมแล้วให้นักเรียนอธิบายสิ่งที่เป็นรูปธรรมนั้น
2. นำเสนอเนื้อหาเรื่องราวสิ่งที่เกี่ยวข้องและใกล้เคียงกับนักเรียน แล้วให้นักเรียนได้อธิบายสิ่งเหล่านั้น
3. การใช้คำถามปลายเปิดได้กระตุ้นให้นักเรียนได้คิด
4. ให้โอกาสนักเรียนได้เขียนสื่อสารแนวคิดออกมา
5. ใช้การเรียนแบบกลุ่มร่วมมือและรวมพลัง (cooperative and collaborative group) เพื่อช่วยส่งเสริมการสื่อสาร
6. ใช้การชี้แนะโดยตรงและการชี้แนะ ทางอ้อม

Buschman (1995:324-326) ได้เสนอกิจกรรมที่ช่วยพัฒนาการสื่อสารไว้ 5 แบบ ดังนี้

1. การเขียนวารสาร
2. การให้นักเรียนตั้งใจปัญหาเอง (story problem)
3. กิจกรรมเก้าอี้ของนักคณิตศาสตร์

4. กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ

5. การเขียนหนังสือพิมพ์

ในกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือนี้ Buschman เสนอให้นักเรียนแก้ปัญหาร่วมกัน โดยให้นักเรียนอธิบายกระบวนการที่จะใช้ในการแก้ปัญหา และมีการแสดงประสิทธิภาพการแก้ปัญหาของกลุ่ม และการมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาของสมาชิกในกลุ่มและเน้นว่าการพูดคุยกับเพื่อนมีความสำคัญมากโดยเฉพาะกับเด็กเล็ก เด็ก ๆ จะรู้สึกสะดวกสบายใจที่จะพูดคุยกับเพื่อน ๆ มากนักทำให้สื่อความคิดได้มีประสิทธิภาพกว่า (Buschman, 1995:325-326)

นอกจากนี้ Brushman (1995:326-329) ยังได้เสนอแนวทางการพัฒนาการสื่อสารไว้ 14 แนวทางคือ

1. เสนอปัญหาและคำตอบ แล้วให้นักเรียนเขียนข้อความที่เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับคำตอบนั้น
2. เสนอปัญหาที่แก้แบบผิด ๆ ให้นักเรียนให้ความเห็นเกี่ยวกับข้อผิดพลาดนั้น
3. เสนอปัญหาที่ประกอบด้วยข้อมูลและเงื่อนไขหนึ่งปัญหา ให้นักเรียนเขียนปัญหาใหม่ที่มีข้อมูลและเงื่อนไขไม่แตกต่างจากปัญหาเดิม แล้วให้นักเรียนแก้ปัญหาทั้ง 2 ข้อ พร้อมทั้งอธิบายความยากง่ายในการแก้ปัญหาแต่ละข้อ
4. เสนอปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาบางส่วน แล้วให้นักเรียนหาทางแก้ปัญหาต่อให้เสร็จและให้นักเรียนคิดวิธีแก้ปัญหานี้แบบใหม่ และอธิบายวิธีแก้ปัญหานั้น
5. เสนอปัญหาและข้อเท็จจริงที่ไม่เกี่ยวข้องข้อกับคำตอบ ให้นักเรียนระบุข้อเท็จจริงเหล่านั้นและเขียนปัญหานั้นใหม่โดยตัดข้อเท็จจริงที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป
6. เสนอปัญหาให้นักเรียน แล้วให้นักเรียนอธิบายวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้เพียงคำสั้น ๆ
7. หลังจากนักเรียนแก้ปัญหาเสร็จแล้วให้นักเรียนเขียนปัญหาใหม่ที่มีบริบทแตกต่างไป แต่คงมีโครงสร้างปัญหาเหมือนเดิม
8. เสนอปัญหาในชีวิตจริงที่ไม่มีตัวเลขแก่นักเรียนให้นักเรียนประมาณคำตอบและตัวเลขที่ขายหายไป ให้นักเรียนแก้ปัญหานั้นและบอกว่าพบคำตอบได้อย่างไร
9. เสนอกราฟหรือตารางให้นักเรียนแล้วให้นักเรียนเขียนเรื่องที่น่าเสนอข้อมูลในกราฟหรือตารางเหล่านั้น
10. เสนอแนวโน้มหรือตัวอย่างข้อมูลแก่นักเรียน แล้วให้นักเรียนทำนายโดยใช้ข้อมูลเหล่านั้นและเขียนเรื่องประกอบด้วยข้อมูลเหล่านั้น
11. เสนอปัญหาจริงที่พบในชั้นเรียนแก่นักเรียน ซึ่งเป็นปัญหาที่ต้อง

อาศัยการใช้วัตถุจริง ๆ ร่วมกัน แล้วให้นักเรียนคิดแผนการใช้วัตถุเหล่านั้นด้วยกันและตรวจสอบแผนการที่คิดขึ้น

12. ให้นักเรียนเขียนจดหมายที่มีปัญหาอยู่ พร้อมทั้งคำเชิญชวนให้ผู้อื่นได้รับจดหมายแสดงวิธีแก้ปัญหานั้น

13. เสนอปัญหาปลายเปิดให้นักเรียน แล้วให้นักเรียนค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหา

14. ให้นักเรียนเขียนนิยายหรือเรื่องเล่าใหม่โดยมีข้อมูลที่เป็นตัวเลขด้วย เพื่อใช้เป็นแหล่งสร้างโจทย์ปัญหา (story problems)

Brushman (1995:329) เสนอว่านักเรียนต้องใช้เวลาในการสังเกต ในการทำงานร่วมกันในการสร้างความเข้าใจในเรื่องภาษาทางคณิตศาสตร์ และในการสร้างภาษาทางคณิตศาสตร์ เมื่อนักเรียนสนทนากันนักเรียนจะมุ่งความสนใจไปยังความคิด แนวคิด และความหมายของคำต่าง ๆ และทำให้ความคิด แนวคิด และความหมายของคำเหล่านั้นกระจ่างชัดเจนขึ้นขณะที่นักเรียนใช้ถ้อยคำเพื่ออธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ นักเรียนได้สร้างความชัดเจน ให้ความแม่นยำ ความเข้าใจเหล่านั้น เมื่อนักเรียนพูดหรือเขียนสิ่งเกี่ยวกับปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักเรียนจะได้ทดสอบ ขยายความเข้าใจทางคณิตศาสตร์นั้น ขณะที่นักเรียนพูดหรือเขียนนักเรียนไม่เพียงแต่ใช้ภาษาเพื่อแสดงความคิดของตนเองเท่านั้น แต่นักเรียนใช้กระบวนการสื่อสารในการสนทนากับผู้อื่นด้วย

ส่วน NCTM (2000) เสนอแนวทางการพัฒนาการสื่อสารไว้ว่า การสื่อสารจะพัฒนาได้โดยการสร้างบรรทัดฐานเพื่อการเรียนรู้ที่สนับสนุนการเรียนการสอนสื่อสารขึ้นในชั้นเรียน เลือกลงและใช้งานที่ทำให้เกิดการสื่อสารอย่างมีความหมาย นำการอภิปรายสิ่งที่กำลังเรียนในชั้นเรียน โดยมีภาวะที่ติดตามการเรียนรู้ของนักเรียน การคิดโดยอาศัยปัญหา การฝึกสร้างคำอธิบาย การทดลองใช้คำศัพท์ใหม่ การทดลองใช้ข้อโต้แย้ง การโต้แย้งด้วยความเข้าใจของตนเองและการโต้แย้งด้วยแนวคิดของผู้อื่น

จากผลการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การพัฒนาการสื่อสารทำได้โดย ให้นักเรียนได้มีโอกาสพูด เขียนเพื่อแสดงแนวคิด ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ในการอธิบายการดำเนินการ การโต้แย้ง ในกิจกรรมการเรียนแบบร่วมมือ ด้วยใช้เรื่องราวที่เป็นรูปธรรมหรือเรื่องราวใกล้ตัวนักเรียน หรือปัญหาในลักษณะต่างๆ โดยครูเป็นผู้ใช้คำถามกระตุ้นหรือชี้แนะ

### 1.3 การเชื่อมโยงและแนวทางการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยง

#### 1.4.1 ความหมายและความสำคัญของการเชื่อมโยง



คณิตศาสตร์คือบูรณาการของเนื้อหาต่าง ๆ คณิตศาสตร์ไม่ใช่วิชาที่รวบรวมเนื้อหาต่าง ๆ มารวมกัน คณิตศาสตร์ไม่ใช่วิชาที่แยกเป็นส่วน ๆ การมองคณิตศาสตร์เป็นองค์รวม ช่วยเน้นความสำคัญของความต้องที่จะศึกษาและการคิดในเรื่องความเชื่อมโยงทั้งภายในวิชาเชื่อมโยงระหว่างชั้น และเชื่อมโยงภายในชั้น (NCTM 2000 : 64)

เมื่อนักเรียนสามารถเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ ความเข้าใจของนักเรียนจะลึกและคงอยู่ได้นาน หากนักเรียนมองเห็นและสามารถใช้การเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ นักเรียนจะเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์เชื่อมโยงระหว่างกันได้อย่างไร และเข้าใจว่าแนวคิดทางคณิตศาสตร์นั้นสร้างจากแนวคิดทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ ได้อย่างไร

นักเรียนสามารถเห็นความเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ได้ในระหว่างเรื่องราวทางคณิตศาสตร์เอง ในบริบทที่เชื่อมโยงคณิตศาสตร์ไปยังวิชาอื่น ๆ หรือตามความสนใจและประสบการณ์ของตนเอง

การสอนโดยมีการเชื่อมโยงต้องอาศัยข้อมูลความต้องการของนักเรียน ความรู้เรื่องที่นักเรียนเรียนมาแล้ว และเรื่องที่นักเรียนจะเรียนต่อไป หากการสอนมีการเน้นความเชื่อมโยงระหว่างกันของแนวคิดทางคณิตศาสตร์ นักเรียนจะได้เรียนทั้งคณิตศาสตร์และประโยชน์ของคณิตศาสตร์

NCTM (2000 : 64-66) ได้กำหนดสิ่งที่นักเรียนควรมีในเรื่องการเชื่อมโยงไว้ดังนี้ ตระหนักและใช้การเชื่อมโยงในแนวคิดทางคณิตศาสตร์ เข้าใจว่าการเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และการสร้างแนวคิดทางคณิตศาสตร์จากแนวคิดทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ ตระหนักและประยุกต์คณิตศาสตร์ในบริบทนอกจากคณิตศาสตร์ได้

จากผลการศึกษานำเสนอมาข้างต้น สรุปได้ว่า การเชื่อมโยงคือการดำเนินการหาแนวคิดที่อธิบายความเกี่ยวข้องของเรื่องราวหรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ทั้งภายในหรือภายนอกวิชาคณิตศาสตร์

#### 1.4.2 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยง

การเชื่อมโยงเกิดจากการเรียนแล้วคิดเชื่อมโยงกับเรื่องใหม่ เกิดจากการใช้คำถามกระตุ้นการเชื่อมโยงหรือในการอภิปรายต่าง ๆ เช่น ปัญหานี้เหมือนกับสิ่งที่เคยทำไปแล้วอย่างไร สิ่งเหล่านี้แตกต่างกันอย่างไร อะไรทำให้คุณคิดเช่นนั้น มีใครสามารถคิดเรื่องนี้ในแบบอื่นได้บ้าง ทำไมแนวคิดนี้ถึงเข้าท่า เราเคยเห็นปัญหาเก่าที่คล้ายกับปัญหานี้ที่ไหน แนวคิดเหล่านี้เชื่อมโยงกันอย่างไร งานที่เราทำในวันนี้เกี่ยวข้องกับงานที่เราทำในการเรียนครั้งก่อนอย่างไร จาก

การอภิปรายด้วยคำถามเหล่านี้ นักเรียนจะพัฒนาการเชื่อมโยงใหม่ และขยายความเข้าใจเดิมในเรื่องนั้นได้ นอกจากนั้นการพัฒนาการเชื่อมโยงต้องอาศัยการเลือกปัญหาที่เหมาะสมเพื่อเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับแนวคิดในวิชาคณิตศาสตร์เอง และกับวิชาอื่น ๆ ต้องส่งเสริมทั้งการมองการเชื่อมโยงและการใช้การเชื่อมโยง (NCTM, : 274 – 279)

## 1.5 การสื่อความหมายและแนวทางการพัฒนาความสามารถในการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

### 1.5.1 ความหมายและความสำคัญของการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

NCTM (2000: 67) เสนอว่าการสื่อความหมาย(representation)เป็นได้ทั้งกระบวนการและผลผลิต ในแง่กระบวนการนั้นการสื่อความหมายคือการดำเนินการจับแนวคิดหรือความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบหนึ่ง และเพื่อสร้างรูปแบบการสื่อความหมายของแนวคิดนั้นขึ้น

การสื่อความหมาย คือ การสร้างสิ่งที่มองเห็นที่ช่วยสื่อหรือแทนความหมายทางคณิตศาสตร์เพื่อช่วยในการทำความเข้าใจ เพื่อช่วยในการดำเนินการต่าง ๆ การสื่อความหมายมีทั้งแบบที่เป็นมาตรฐานและไม่เป็นมาตรฐาน (NCTM, 2000 : 280 – 285)

การสื่อความหมายจะช่วยพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์และทำให้เข้าใจคณิตศาสตร์ได้ลึกซึ้งขึ้นและการสื่อความหมายจะส่งผลไปยังวิธีทำความเข้าใจและใช้แนวคิดคณิตศาสตร์นั้นได้โดยเมื่อนักเรียนมีทั้งความสามารถในการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์มากขึ้นและมีแนวคิดที่จะสื่อ นักเรียนก็จะมีเครื่องมือที่จะขยายความสามารถที่จะคิดทางคณิตศาสตร์มาก

Fennell และ Rowan (2001:202) กล่าวว่า การสื่อความหมายเป็นองค์ประกอบที่สำคัญทั้งการเรียนและการสอน การสื่อความหมายเป็นวิธีการจัดรูปแบบความรู้ทางคณิตศาสตร์ (a way to model mathematics) และเป็นวิธีแสดงความคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ครูสามารถใช้การสื่อความหมายเพื่อแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์อย่างกระจ่างแก่นักเรียน ใช้เพื่อประเมินแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนและใช้เพื่อช่วยให้นักเรียนแปลงแนวคิดทางคณิตศาสตร์หนึ่งไปเป็นรูปแบบที่นักเรียนสามารถจัดกระทำได้ในใจหรือเป็นรูปตามเพื่อเพิ่มความเข้าใจ

นอกจากนั้น Fensell และ Rowan (2001:289) ให้ความสำคัญของการสื่อความหมายไว้ดังนี้

1. การสื่อความหมายเป็นเครื่องมือที่ทรงพลังของการคิด การสื่อความหมายจะทำให้แนวคิดทางคณิตศาสตร์เป็นรูปธรรมมากขึ้นและทำให้คิดได้ตรงต่อได้ การสื่อความหมายช่วยสนับสนุนและขยายการให้เหตุผล โดยช่วยให้นักเรียนสามารถพุ่งความสนใจไปยังสิ่งที่สำคัญในสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์นั้น ๆ ได้

2. การสื่อความหมายช่วยให้นักเรียนระลึกถึงองค์ประกอบร่วมของแนวคิดทางคณิตศาสตร์หลาย ๆ แนวคิดได้

3. เมื่อนักเรียนสามารถถ่ายโอนความเข้าใจระหว่างการสื่อความหมายหลายแบบที่แตกต่างกันของแนวคิดทางคณิตศาสตร์อันเดียวกันได้ นักเรียนจะสามารถขยายความเข้าใจและการใช้กระบวนการและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้กว้างขึ้น

4. การสื่อความหมายให้เครื่องมือที่เป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนสำหรับการสร้างความเข้าใจ การสื่อสารข้อมูลและการแสดงเหตุผล

ในปี 1989 NCTM ได้จัดการสื่อความหมายไว้เป็นส่วนหนึ่งของการสื่อสาร แต่ในปี 2001 NCTM ให้ความสำคัญกับการสื่อความหมายมากขึ้นโดยจัดแยกออกมา (Fenell และ Rowan, 2001:289) การสื่อความหมายควรได้รับการปฏิบัติเช่นองค์ประกอบที่สำคัญในการสนับสนุนความเข้าใจแนวคิดและความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ในการสื่อสารกระบวนการข้อโต้แย้งและความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ระหว่างตนเองกับบุคคลอื่น ในการเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และในการประยุกต์คณิตศาสตร์ไปยังปัญหาที่เป็นจริง หรือสถานการณ์ผ่านการสร้างตัวแบบ

นอกจากนี้ NCTM (2000 : 67-71) ได้กำหนดว่านักเรียนควรสามารถ

1 สร้างและใช้การสื่อความหมายเพื่อจัดบันทึกและสื่อแนวคิดทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบที่มีความหมายเฉพาะต่อตนเอง และการสื่อความหมายในรูปแบบมาตรฐานได้

2 เลือก ประยุกต์และแปลงการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหา

3 ใช้การสื่อความหมายเพื่อสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์และแปลความปรากฏการณ์ทางกายภาพ ปรากฏการณ์ทางสังคมและเรื่องราวทางคณิตศาสตร์

การสื่อความหมายในช่วงชั้นประถมศึกษาตอนปลายถึงมัธยมศึกษาตอนต้น (NCTM, 280 – 285) ทำได้โดยใช้วัตถุต่าง ๆ ที่จับต้องได้ ใช้รูปภาพ แผนภูมิ กราฟ หรือสัญลักษณ์ เพื่อช่วยสื่อความคิด การสื่อความหมายทำได้โดยใช้ ตาราง กราฟ สมการ เป็นเครื่องมือสำหรับสื่อแนวคิดและวิเคราะห์

Fennell และ Rowan (2001:291-292) เสนอตัวอย่างการสื่อความหมายในห้องเรียนคณิตศาสตร์ไว้ 4 ตัวอย่างดังนี้

1. การสื่อความหมายเรื่องความเท่ากัน (representing equality) เช่น การใช้เครื่องหมายเท่ากับ(=) เพื่อแสดงการเท่ากัน
2. การสื่อความหมายเพื่อแสดงเส้นรอบรูปและพื้นที่
3. การสื่อความหมายในการวัด
4. การสื่อความหมายของข้อมูล

จากผลการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้น สรุปความหมายของการสื่อความหมายในงานวิจัยนี้ได้ว่า การสื่อความหมายเป็นการเขียนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ให้ผู้อื่นเข้าใจโดยใช้สัญลักษณ์หรือสื่อกึ่งรูปธรรมต่างๆ ประกอบกันแทนแนวคิดนั้น

### 1.5.2 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

NCTM เสนอว่า (2000: 280 – 285) นักเรียนควรเรียนที่จะเปรียบเทียบพิจารณา และใช้การสื่อความหมายรูปแบบต่าง ๆ สำหรับจำนวนเต็ม ร้อยละ ทศนิยม เศษส่วน นักเรียนควรจะเรียนที่จะใช้การสื่อความหมายในรูปของเลขยกกำลัง หรือสัญลักษณ์ของจำนวนต่าง ๆ

สำหรับจำนวนที่มีค่ามาก ๆ หรือน้อยมาก ๆ นักเรียนควรเรียนที่จะใช้เครื่องมือทางกราฟิกเพื่อสื่อความหมายและวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ หากนักเรียนเข้าใจการสื่อความหมายได้หลายรูปแบบ นักเรียนจะมีความเข้าใจมากขึ้น ดังนั้นต้องส่งเสริมการสื่อความหมายในหลาย ๆ รูปแบบ ต้องให้นักเรียนใช้การสื่อความหมายในการแก้ปัญหาขนาดใหญ่และในปัญหาที่เป็นตัวแทน (model) ของสิ่งแวดล้อมทางกายภาพหรือสังคมหรือปรากฏการณ์ทางคณิตศาสตร์

NCTM ได้เสนอแนวทางการพัฒนาการสื่อความหมายไว้ดังนี้

- 1 ครูต้องช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ที่จะใช้การสื่อความหมายที่ยืดหยุ่น และเหมาะสมโดยการส่งเสริมให้นักเรียนสร้างและใช้การสื่อความหมายเพื่อส่งเสริมความคิดและการสื่อสาร
- 2 ครูต้องช่วยให้นักเรียนสื่อความหมาย โดยการฟัง การถาม และพยายามที่จะเข้าใจสิ่งที่นักเรียนพยายามสื่อด้วยรูปวาด การเขียน โดยเฉพาะการสื่อความหมายอย่างไม่เป็นทางการ (unconventional representation)
- 3 การสื่อความหมายอย่างเป็นทางการ (conventional representation) ใช้ได้กว้างขวางและเข้าใจได้ทั่วไป แต่ต้องอาศัยความพร้อม ดังนั้น ครูควรช่วยตัดสินใจว่าเมื่อไรนักเรียนควรจะพัฒนาไปสู่การสื่อความหมายอย่างเป็นทางการ

4 ครูมีบทบาทสำคัญในการช่วยนักเรียนพัฒนาความหมายในการสื่อความหมาย เช่น ช่วยให้นักเรียนพัฒนาความเข้าใจเรื่องตัวแปร

5 ครูต้องให้ประสบการณ์ในการใช้การสื่อความหมายที่เป็นสิ่งที่มองเห็นได้อย่างหลากหลาย และแนะนำการสื่อความหมาย รูปแบบใหม่ที่เป็นประโยชน์ในการแก้ปัญหา

6 ครูต้องช่วยให้นักเรียนมีความมั่นใจและมีความสามารถในการสร้างการสื่อความหมายของตนเองเมื่อต้องแก้ปัญหาที่ท้าทายและในการเลือกการสื่อความหมายที่เป็นทางการที่ยืดหยุ่นและเหมาะสม

7 ครูต้องช่วยให้นักเรียนได้ใช้การสื่อความหมายอย่างเหมาะสม

8 ครูสามารถติดตามพัฒนาการในด้านการสื่อความหมายโดยการส่งเสริมให้นักเรียนอภิปรายรูปภาพ กราฟ หรือสัญลักษณ์ที่นักเรียนใช้ในงานของนักเรียน

9 นักเรียนจะสามารถประเมินการสื่อความหมายและตระหนักถึงคุณลักษณะที่ทำให้การสื่อความหมายมีความยืดหยุ่น เหมาะสม และมีประโยชน์ เมื่อเห็นว่ามีผู้อื่นแปลความหมายสิ่งที่นักเรียนเขียนอย่างไรและผู้อื่นสื่อความหมายแนวคิดเดียวกันอย่างไร และด้วยวิธีนี้นักเรียนจะประทับใจในความง่ายและมีประสิทธิภาพของการสื่อความหมายแบบทางการและบทบาทของการสื่อความหมายที่ช่วยในการสื่อสารกับผู้อื่น

จากผลการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การพัฒนาการสื่อความหมายควรทำโดยให้นักเรียนได้ใช้สื่อความหมายในแนวคิดต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา ส่งเสริมให้นักเรียนประเมินการสื่อความหมายของตนเองและผู้อื่น โดยครูทำหน้าที่ติดตามพัฒนาการสื่อความหมายและส่งเสริมพัฒนาการการสื่อความหมายด้วยกิจกรรมที่สอดคล้องกับการพัฒนา

## 2 นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

ในกระบวนการจัดการเรียนการสอน ผู้เรียนหรือนักเรียนเป็นปัจจัยนำเข้าที่สำคัญ ครูต้องเข้าใจลักษณะผู้เรียนทั้งความสามารถและความต้องการอย่างชัดเจน จึงจะออกแบบการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงควรศึกษาทำความเข้าใจลักษณะของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษให้เข้าใจก่อน

ประเทศสหรัฐอเมริกาได้เริ่มให้ความสนใจเด็กกลุ่มนี้จริงจัง หลัง ค.ศ. 1957 ในสมัยที่แข่งขันด้านอวกาศกับสหภาพโซเวียต ส่วนประเทศอื่น ๆ ที่กำลังแข่งขันกันพัฒนาประเทศก็เริ่มเห็นคุณค่าของเด็กกลุ่มนี้มากขึ้น จึงทำให้มีการค้นคว้าศึกษาเรื่องราวของเด็กกลุ่มนี้มากขึ้น

### 2.1 คำจำกัดความของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ

คุณลักษณะทั้งหลายของมนุษย์สามารถแยกได้เป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มแรกเป็นคุณลักษณะที่เห็นได้หรือวัดได้หรือระบุได้ชัดเจน เช่น ความสูง น้ำหนัก กับ อีกกลุ่มเป็นคุณลักษณะที่ไม่สามารถเห็นได้หรือวัดได้หรือระบุได้ชัดเจน เป็นคุณลักษณะที่แฝงอยู่ภายใน เช่น ความรู้สึกนึกคิด ความสามารถทางสติปัญญา ความสามารถพิเศษหรืออัจฉริยภาพจัดอยู่ในคุณลักษณะกลุ่มหลัง ความสามารถพิเศษไม่ใช่คุณลักษณะที่มองเห็นด้วยตาเปล่าได้ชัดเจนทันทีทันใด ต้องอาศัยการวัดสิ่งที่แสดงออกมาแล้วจึงจะระบุความสามารถพิเศษได้ ด้วยเหตุผลนี้ลักษณะของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษจึงเป็นลักษณะตามคำจำกัดความ

มีผู้ให้คำจำกัดความของคำว่าเด็กที่มีความสามารถพิเศษไว้หลายความหมาย คำจำกัดความเหล่านี้มีพัฒนาการต่อเนื่องตามความเข้าใจในเรื่องเด็กที่มีความสามารถพิเศษที่มีพัฒนาการมากขึ้น

ในช่วงแรกของการศึกษาเรื่องเด็กที่มีความสามารถพิเศษนั้นคำจำกัดความของเด็กที่มีความสามารถพิเศษเป็นคำจำกัดความที่พิจารณาจากลักษณะผู้มีชื่อเสียงหรือประสบความสำเร็จในวงการต่าง ๆ ในบรรดาท่านผู้มีชื่อเสียงเหล่านี้หลายท่านมีความสามารถสูงโดดเด่นตั้งแต่วัยเด็ก คำจำกัดความของเด็กที่มีความสามารถพิเศษจึงหมายถึง ผู้ที่มีความสามารถชั้นอัจฉริยะเห็นได้เด่นชัด เป็นที่ยอมรับกันทั่วไปและเห็นชอบกันทั่วหน้า เป็นความสามารถที่เกินวัยและเกินขีดสามัญชน (ดุชฎี บริพัตร ณ อยุธยา, 2535 : 16)

ต่อมาคำจำกัดความของเด็กที่มีความสามารถพิเศษได้มีความสัมพันธ์กับสติปัญญาซึ่งถือความเป็นปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถต่าง ๆ โดยกล่าวว่าเด็กที่มีความสามารถพิเศษ คือผู้ที่มีระดับสติปัญญา(I.Q.) สูง เมื่อ Guilford เสนอทฤษฎีโครงสร้างสติปัญญา และ Howard Gardner เสนอทฤษฎีพหุปัญญา (multiple intelligence) ขอบเขตคำจำกัดความของเด็กที่มีความสามารถพิเศษก็กว้างขึ้นรวมผู้มีผลงานโดดเด่นในด้านดนตรี กีฬา ศิลปะต่าง ๆ เข้ามาด้วย

ปัจจุบันคำจำกัดความที่ยอมรับและใช้กันอย่างกว้างขวางคือ คำจำกัดความของ U.S. Office of Education (1972) (อุษณีย์ โพธิสุข, 2544 : 31 ดวงเดือน อ่อนน่วม, 2529) ที่กำหนดไว้ว่า เด็กที่มีความสามารถพิเศษคือ เด็กที่ผู้เชี่ยวชาญด้านนี้ระบุว่าเป็นผู้มีความสามารถในระดับสูงอันก่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางด้านต่าง ๆ สูง เด็กเหล่านี้ต้องการ/จัดโครงการการศึกษาและ/หรือบริการทางการศึกษาที่แตกต่างไปจากโครงการการศึกษาที่โรงเรียนจัดให้กับเด็กปกติทั่วไป ทั้งนี้เพื่อให้เกิดคุณค่าทั้งแก่ตัวเองและสังคม เด็กเหล่านี้ส่อให้เห็นแวบหรือแสดงให้เห็นผลสัมฤทธิ์เป็นเลิศทางด้านต่าง ๆ ต่อไปนี้ได้อย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

- 1 ความสามารถทางด้านสติปัญญา
- 2 ความถนัดทางวิชาการเฉพาะด้าน
- 3 ความคิดสร้างสรรค์
- 4 ความสามารถในการเป็นผู้นำ
- 5 ความสามารถทางศิลปะดนตรี
- 6 ความสามารถทางทักษะร่างกาย

คำจำกัดความนี้ครอบคลุมความสามารถหลายด้าน และมีลักษณะเด่นเพิ่มเติมที่สำคัญคือไม่ได้จำกัดแค่ความสามารถที่แสดงออกมาอย่างเดียว แต่ครอบคลุมถึงศักยภาพหรือแววซึ่งเป็นเครื่องบ่งบอกแนวโน้มที่จะมีความสามารถพิเศษด้วย มีการระบุว่าเด็กเหล่านี้ต้องการการจัดการศึกษาให้เป็นพิเศษ และระบอบทิศทางของการพัฒนาว่าต้องเป็นประโยชน์แก่ตนเองและสังคม

คำจำกัดความของคำว่าเด็กที่มีความสามารถพิเศษเหล่านี้มีประโยชน์ทำให้ระบุนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษได้ชัดเจนขึ้น ช่วยทำให้การศึกษาเรื่องต่าง ๆ เกี่ยวกับเด็กที่มีความสามารถพิเศษก้าวหน้าขึ้น

ในประเทศไทย คำที่ใช้เรียกหรือมีความหมายถึงเด็กที่มีความสามารถพิเศษที่แพร่หลายมีอยู่หลายคำ เช่น เด็กเก่ง เด็กอัจฉริยะ แต่คำที่ใช้กันแพร่หลายในวงการศึกษาคือคำว่า เด็กปัญญาเลิศ คำนี้บัญญัติโดยมูลนิธิส่งเสริมเด็กปัญญาเลิศ เมื่อปี พ.ศ. 2523 (อุษณีย์ โพธิสุข, 2536 : 136) ต่อมาสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติได้กำหนดคำว่า เด็กและเยาวชนผู้มีความสามารถพิเศษขึ้นมาโดยให้คำจำกัดความไว้ว่า เด็กที่มีความสามารถพิเศษหมายถึง เด็กที่แสดงออกซึ่งความสามารถอันโดดเด่นด้านใดด้านหนึ่ง หรือหลายด้าน ในด้านสติปัญญา ความคิดสร้างสรรค์ การใช้ภาษา การเป็นผู้นำ การสร้างงานทางด้านทัศนศิลป์และศิลปะการแสดง ความสามารถทางดนตรี ความสามารถทางกีฬา และความสามารถทางวิชาการในสาขาใดสาขาหนึ่ง หรือหลายสาขาอย่างเป็นที่ประจักษ์เมื่อเปรียบเทียบกับเด็กที่มีอายุระดับเดียวกัน สภาพแวดล้อมเดียวกัน คำนี้เป็นที่ใช้กันแพร่หลายในปัจจุบัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกใช้คำว่าเด็กที่มีความสามารถพิเศษ

## 2.2 ลักษณะนักเรียนความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

ในส่วนวิชาคณิตศาสตร์มีแนวคิดเกี่ยวกับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ที่แพร่หลาย 2 แนวคิด คือ แนวคิดของ Greens กับแนวคิดของ Krutetski แนวคิดของ Greens

แม้จะเป็นลักษณะของนักเรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์สูง แต่ก็ยังเป็นแนวคิดเบื้องต้นที่ช่วยทำให้มองเห็นและเข้าใจลักษณะนักเรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์พิเศษได้ง่ายขึ้น

Greenes (1981 :14-17) ได้ให้ลักษณะของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์สูงไว้ 7 ประการดังนี้

1. สามารถหารูปแบบของปัญหาได้อย่างรวดเร็ว สามารถคิดคำถามเกี่ยวกับสถานการณ์ที่ได้รับ และสามารถจัดการหาคำตอบของคำถามได้
2. มีความยืดหยุ่นในการจัดการข้อมูล เมื่อได้รับปัญหา มักจะมองเห็นวิธีแก้ปัญหที่ง่ายกว่าหรือวิธีที่ต่างจากเดิมในการแก้ปัญหา และมักมีแนวโน้มที่จะใช้วิธีพิเศษจากแบบปกติในการแก้ปัญหา
3. มีความสามารถในการจัดหมวดหมู่ข้อมูล เมื่อได้รับปัญหาที่มีข้อมูลเป็นชุด ๆ นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์มักจะจัดข้อมูลเป็นรายการ หรือตารางเพื่อจะค้นหาแบบรูปและความสัมพันธ์หรือทางเลือกที่เป็นไปได้ทั้งหมด
4. มีความคิดว่องไว ยืดหยุ่น นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์สูงสามารถคิดได้หลากหลายรูปแบบ และสร้างความสัมพันธ์เชื่อมโยงที่ไม่เหมือนใครได้
5. มีความสามารถในการตีความ นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์สามารถดึงประเด็นจากสิ่งที่พบเห็นได้ สามารถแสดงสิ่งต่าง ๆ จากมุมมองที่แตกต่างกันได้
6. มีความสามารถในการถ่ายหรือโอนความคิด นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์สามารถประยุกต์สิ่งที่เรียนรู้ในเนื้อหาหนึ่งไปยังปัญหาในอีกเนื้อหาได้
7. มีความสามารถในการสรุปนัยทั่วไป (ability to generalize) เด็กความสามารถสูงสามารถตรวจสอบสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างถี่ถ้วน สามารถสังเกตความสัมพันธ์ และสามารถสรุปนัยทั่วไปความสัมพันธ์เหล่านั้นได้

นอกจากนั้น Greenes ยังได้กล่าวว่านักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ชอบสื่อสารด้วยการพูดมากกว่าการเขียน เนื่องจากการพูดทำได้รวดเร็วกว่า แต่เมื่อต้องพูดอธิบายกระบวนการคิดพบว่าไม่สามารถพูดอธิบายกระบวนการคิดได้ เพราะพูดจากการคิดอย่างรวดเร็วและคิดจากสัญชาตญาณ (intuitive) ลักษณะการสื่อสารและการคิดเช่นนี้ทำให้เกิดปัญหาในการตอบคำถามในการเรียน

Krutetski (cited in NCTM, 1999 ) ชาวรัสเซียได้ศึกษานักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์จำนวนมาก กล่าวว่าเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์มีลักษณะดังนี้

- 1 ความเข้าใจในโครงสร้างของปัญหา
- 2 ความคิดเชิงเหตุผล



3 ความสามารถในการนำปัญหาคณิตศาสตร์ ความสัมพันธ์ และการคิดคำนวณมาทำให้มีความเป็นไปได้อย่างกว้างและรวดเร็ว

4 เหตุผลทางคณิตศาสตร์กระชับและ คิดโครงสร้างอย่างสั้นกระชับ

5 กระบวนการคิดยืดหยุ่น

6 ความพยายามในการแก้ปัญหาให้กระจ่าง ง่ายและมีเหตุผล

7 หลักในการจำ

8 สนใจด้านคณิตศาสตร์

9 มีพลังในการแก้ปัญหาอย่างไม่ย่อ

ต่อมามีผู้ทำการวิจัยเพื่อตรวจสอบยืนยันของคัพระกอบดังกล่าว พบว่า ได้ผลตรงตามที่ Krutetski กล่าวไว้ แนวคิดของ Krutetski นี้จึงได้รับการยอมรับมาก

สกศ. (2544 : 2) กล่าวว่าความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์หมายถึง ความสามารถในการคิดเชิงนามธรรม การคิดให้เหตุผลเชิงอุปนัยและนิรนัย มีทักษะเชิงตัวเลขและการคำนวณที่ซับซ้อน การมองเห็นแบบแผนและความสัมพันธ์เชื่อมโยง มีความสามารถเชิงมิติสัมพันธ์ รวมทั้งความสามารถในการแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยใช้ตรรกะ ความสามารถดังกล่าวอาจแสดงผ่านกิจกรรมด้านการจัดกลุ่ม การเรียงลำดับ การเล่นเกี่ยวกับตัวเลข กิจกรรมเชิงตรรกะและการแก้ปัญหาปริศนาต่างๆ

ในรายงานการวิจัยเรื่องรูปแบบการจัดการศึกษาสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ (สกศ., 2543 : 5) ได้ให้นิยามเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ว่าหมายถึงเด็กที่มีความสนใจด้านจำนวน ตัวเลข การคำนวณและสัญลักษณ์อย่างต่อเนื่อง มีกลยุทธ์การคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างพลิกแพลง แບบยล สร้างสรรค์และสมเหตุสมผล เด็กจะมองเห็นความสัมพันธ์เชิงมิติได้ดี มีความถนัดทางคณิตศาสตร์ด้านใดด้านหนึ่งหรือหลายๆด้านรวมกันอย่างโดดเด่นมากกว่าเด็กในวัยเดียวกันรวมทั้งเด็กสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ได้หลายรูปแบบ มีการวิเคราะห์ มีกระบวนการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ มีเอกลักษณ์เฉพาะตน

นอกจากนี้ยังกล่าวอีกว่า(สกศ., 2543 : 16) เด็กที่มีความสามารถพิเศษอาจมีคุณสมบัติตามคำนิยามไม่ครบทุกประการ

จากผลการศึกษาที่นำเสนอมา เมื่อผู้วิจัยพิจารณาแนวคิดของ Krutetski กับแนวคิดพื้นฐานในการพัฒนาสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์แล้ว พบว่าแนวคิดเกี่ยวกับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ของ Krutetski เป็นคุณลักษณะพื้นฐานที่เอื้อต่อการพัฒนาสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการมากกว่าแนวคิดอื่นๆ ผู้วิจัยจึงใช้แนวคิดเกี่ยวกับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ของ Krutetski เป็นแนวคิดพื้นฐานในการดำเนินการขึ้น

ต่อไป และเพื่อให้สะดวกในการดำเนินการต่อไป ผู้วิจัยจึงจัดกลุ่มลักษณะนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ของ Krutetski เป็น 3 กลุ่ม คือ

1 กลุ่มความสามารถในการรับข้อมูลทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการรับข้อมูลทางคณิตศาสตร์เพื่อเข้าใจโครงสร้างของปัญหา

2 กลุ่มความสามารถในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย

2.1 ความสามารถในการคิดเชิงเหตุผลในเรื่องปริมาณ ความสัมพันธ์ของรูปร่างและสัญลักษณ์ที่เป็นจำนวนและตัวอักษร และความสามารถในการคิดโดยใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

2.2 ความสามารถในการสรุปนัยทั่วไปในเรื่อง วัตถุ ความสัมพันธ์ และการดำเนินการอย่างรวดเร็วและครอบคลุม

2.3 ความสามารถที่จะจำกัดกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และการดำเนินการที่เกี่ยวข้อง และความสามารถที่จะคิดในโครงสร้างที่จำกัด

2.4 มีกระบวนการคิดที่ยืดหยุ่นในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์

2.5 มีความพยายามอย่างยิ่งที่จะหาทางแก้ปัญหาให้ชัดเจนไม่คลุมเครือ ง่าย ไม่ฟุ่มเฟือยและมีเหตุผล

2.6 คิดใหม่ได้อย่างรวดเร็ว เป็นอิสระ เปลี่ยนวิธีการคิดไปในทางตรงกันข้ามได้

3 กลุ่มความสามารถในการจำและทัศนคติต่อคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย

3.1 สามารถจดจำ ความสัมพันธ์ แบบลักษณะ รูปแบบการพิสูจน์หรือโต้แย้ง วิธีการแก้ปัญหา และหลักการของกระบวนการคณิตศาสตร์ต่าง ๆ

3.2 ชอบวิชาคณิตศาสตร์เป็นอย่างมาก

3.3 สามารถแก้ปัญหาคณิตศาสตร์จำนวนมากโดยไม่ย่อท้อ

### 3 การระบุและคัดแยกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ

การบ่งชี้ การระบุหรือคัดแยก จำแนกว่านักเรียนคนใดเป็นนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษตามความหมายที่ระบุไว้ เป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับจุดมุ่งหมายและยังเป็นขั้นตอนการปฏิบัติที่สำคัญของโปรแกรมการศึกษาสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ (Shermis, 1996 :91)

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ยาก และมีการถกเถียงกันมาตลอด (Hoeflinger, 1998 : 244) แต่ก่อนการคัดแยกใช้เกณฑ์การคัดเลือกเกณฑ์เดียว และได้พัฒนาก้าวหน้าขึ้นจนถึงปัจจุบันที่ใช้

เกณฑ์หลายเกณฑ์ประกอบกันในการคัดเลือก ถ้าสุดท้ายได้มีการทดลองใช้แนวคิดเรื่องพหุปัญญาในการคัดแยกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษที่ University of Georgia (Cramond, 1997 : 100 )

### 3.1 ความหมายของการระบุหรือจำแนกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ

การระบุหรือจำแนกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษนั้นมีความหมาย 2 ลักษณะ

1 เป็นการระบุว่าในนักเรียนทั้งหมดที่ศึกษามีใครบ้างเป็นนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ ความหมายนี้เป็นความหมายที่ใช้ในการคัดแยกนักเรียนจำนวนมากเพื่อเข้าโครงการพัฒนา นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ หรือเป็นการคัดแยกเบื้องต้น หรือ เป็นการบ่งชี้ตัวบุคคล

2 เป็นการระบุว่านักเรียนคนนั้นมีความสามารถพิเศษด้านใด ในความหมายนี้เป็นการบ่งชี้ความสามารถของนักเรียนคนใดคนหนึ่งว่าเป็นเลิศในด้านใด ข้อมูลที่ได้จะนำไปใช้ในการพิจารณาเพื่อจัดโปรแกรมการศึกษาให้กับนักเรียนคนนั้น

แต่อย่างไรก็ตามหลักการในการคัดเลือกทั้ง 2 ลักษณะนั้นมีแนวคิดหลักในการดำเนินการเหมือนกัน

สำหรับในการวิจัยนี้การคัดแยกนักเรียนเป็นการคัดแยกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์เพื่อเข้าโปรแกรมพัฒนาสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์

### 3.2 แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการคัดเลือกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ

Renzuli และ Ridge (nd, 204-205) ได้เสนอคำแนะนำในการคัดเลือกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษไว้ว่า

1 ต้องใช้เทคนิคหลาย ๆ อย่าง ในระยะเวลาสั้น เนื่องจาก ความสามารถของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษมีหลากหลายทาง และ สมรรถภาพของนักเรียนอาจเกิดขึ้นในช่วงเวลาหนึ่ง ภายใต้งैอนไชที่เหมะสม

2 การคัดเลือกต้องอาศัยความรู้หลายด้าน ทั้งความรู้เกี่ยวกับตัวนักเรียนแต่ละคน บริบททางวัฒนธรรมและประสบการณ์ที่นักเรียนแต่ละคนถูกพัฒนามา และความรู้ที่เกี่ยวข้องกับผลงานที่พิจารณา จากหลักการนี้ทำให้การคัดเลือกมีลักษณะดังนี้

2.1 ต้องมีกระบวนการคัดเลือกอย่างหนึ่งที่เป็นการวิเคราะห์รายบุคคล

2.2 เทคนิคในการคัดเลือก สามารถพัฒนาในท้องถิ่น ด้วยวิธีการและเกณฑ์ที่

เหมาะสม

2.3 กระบวนการคัดเลือกต้องทำด้วยคณะผู้เชี่ยวชาญ ทำอย่างมีระบบ คณะผู้เชี่ยวชาญควรมีโอกาสสังเกตพฤติกรรมและสมรรถภาพของนักเรียนโดยตรง

2.4 ผู้เชี่ยวชาญที่จะคัดเลือกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษต้องเป็นผู้เชี่ยวชาญสามารถตัดสินสมรรถภาพหรือผลงานได้ดีที่สุด โดยเฉพาะในสาขาศิลปะ

2.5 ผู้เชี่ยวชาญที่จะคัดเลือกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษต้องเข้าใจวัฒนธรรมและสถานการณ์เฉพาะเจาะจงของผู้ที่ถูกประเมิน

3 ต้องมีการประเมินทั้งสมรรถภาพและการประเมินตนเอง

4 ต้องมีอิสรภาพในการแสดงความคิดเห็น

5 ควรมีการประเมินซ้ำอย่างต่อเนื่อง โดย

5.1 มีการศึกษาติดตามทั้งคนที่ได้รับการคัดเลือกกว่าเป็นนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ และ นักเรียนที่ไม่ได้รับการคัดเลือก

5.2 วิธีการและกระบวนการคัดเลือกควรปรับปรุงโดยการเพิ่ม ลด หรือเปลี่ยนแปลงตามผลที่เกิดขึ้น

5.3 นักเรียนที่ไม่ได้รับคัดเลือกสามารถเป็นผู้ที่ได้รับการคัดเลือกได้ตามหลักฐานที่ปรากฏใหม่

6 หลักฐานหรือสิ่งที่ใช้คัดเลือกควรให้ข้อมูลพื้นฐานสำหรับการจัดประสบการณ์ของโครงการพัฒนานักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ

ส่วน NCTM (1987 : 10-13) ได้เสนอกระบวนการคัดเลือกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษที่อยู่บนพื้นฐานแนวคิดของ Feldhusen ไว้ 5 ขั้นตอนดังนี้

1 กำหนดจุดมุ่งหมายของโปรแกรมและประเภทของนักเรียนที่ต้องการ ขั้นตอนนี้เกี่ยวข้องกับกระบวนการให้คำจำกัดความของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ ควรจัดทำจุดมุ่งหมายของโปรแกรมหลังจากประเมินความต้องการของนักเรียน จุดมุ่งหมายนั้นต้องสะท้อนแหล่งทรัพยากรสำหรับโปรแกรมการกำหนดประเภทนักเรียนที่ต้องการไม่ควรมองข้ามนักเรียนในกลุ่มด้อยโอกาสและกลุ่มด้อยสมรรถภาพ และกระบวนการคัดเลือกต้องอยู่บนจุดมุ่งหมายที่ชัดเจนและชี้แจงได้

2 ออกแบบกระบวนการเสนอชื่อที่คลุมกว้าง ในขั้นตอนนี้ควรใช้แหล่งสารสนเทศที่มีทั้งหมดเพื่อไม่มองข้ามนักเรียนที่มีศักยภาพบางคนไป แหล่งสารสนเทศเหล่านั้นได้แก่

1.1 ข้อมูลต่าง ๆ ของโรงเรียนที่แสดงพัฒนาการของนักเรียน เช่น ระเบียบผลการเรียนของนักเรียน สารสนเทศกลุ่มนี้ใช้ประเมินผลงานวิชาการและพัฒนาการทางสติปัญญาได้ แต่มีข้อเสียตรงมักจะเป็นการตัดสินผลมากกว่าบรรยายลักษณะของนักเรียน มักจะไม่สมบูรณ์ไม่แม่นยำ

1.2 คะแนนจากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และสมรรถภาพต่าง ๆ (test scores) รวมทั้งตัวอย่างผลงานที่แสดงความคิดสร้างสรรค์

1.3 แบบประเมินพฤติกรรม ได้แก่ แบบประเมินตนเอง แบบประเมินโดยเพื่อน แบบเสนอชื่อจากครู แบบเสนอชื่อโดยผู้ปกครองและบุคคลที่รู้จักนักเรียน สารสนเทศจากแหล่งนี้อยู่บนพื้นฐานของลักษณะนักเรียนแต่ละคนจากการสังเกตโดยตรง แต่ก็มีจุดอ่อน เช่น ในส่วนการให้ระดับความเห็นหลายคนเชื่อว่า การประเมินเหล่านี้เกิดจากการระลึกหรือจำลักษณะของแต่ละคน จึงต้องใช้อย่างระมัดระวัง มีการฝึกฝนก่อนใช้งาน มีการตรวจสอบความเที่ยงและความตรงในส่วนของเสนอชื่อยิ่งต้องใช้อย่างระมัดระวังมาก เนื่องจากมีหลักฐานระบุว่า ครูมักล้มเหลวในการเสนอชื่อนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ ครูจะนึกถึงนักเรียนดีในชั้นเรียนเป็นสำคัญ ครูมักมองข้ามนักเรียนในกลุ่มด้อยสัมฤทธิ์ และกลุ่มวัฒนธรรมที่แตกต่าง นักเรียนที่มีปัญหาทางอารมณ์และแรงจูงใจ นักเรียนที่มีทัศนคติทางลบ และนักเรียนที่ไม่ทำตามบรรทัดฐานของห้องเรียน Jacob (cited in NCTM, 1987 :11) พบว่า ครูประเมินระบุจำนวนนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษน้อยกว่า 10 % ของจำนวนนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษที่มีในชั้นเรียน ส่วนผู้ปกครองเลือกถูกต้องกว่า 61 %

3 ตัดสินเลือกกระบวนการประเมินที่จะช่วยครูและผู้ได้รับการเสนอชื่อ สิ่งที่ต้องคำนึงในขั้นตอนนี้คือ ยังมีสารสนเทศมากเท่าไรการประเมินจะมีประสิทธิภาพมากเท่านั้น ควรคำนึงถึงลักษณะของนักเรียนในกลุ่มด้อยสัมฤทธิ์ และกลุ่มวัฒนธรรมที่แตกต่าง ซึ่งเครื่องมือวัดมีความลำเอียงจากนักเรียนในกลุ่มนี้ด้วย เครื่องมือที่จะช่วยประเมินในขั้นตอนนี้ได้แก่ แบบทดสอบและแบบประเมินต่าง ๆ

4 รวบรวมข้อมูลจากสารสนเทศทั้งหมด ในขั้นตอนนี้จะมีการลงรหัสและรวมข้อมูลของนักเรียนแต่ละคนจากแหล่งต่าง ๆ เข้าด้วยกัน อาจมีการสัมภาษณ์นักเรียนแต่ละคน หรือผู้ปกครอง ครูเพื่อทำความเข้าใจให้มากขึ้น สิ่งที่ต้องคำนึงถึงก็คือ ไม่ควรพยายามรวมข้อมูลในลักษณะที่ไม่ถูกต้อง

5 ประเมินกระบวนการคัดเลือก ขั้นตอนนี้เป็นการประเมินว่ากระบวนการคัดเลือกเป็นไปตามจุดมุ่งหมายของโปรแกรมและการคัดเลือกบรรลุผลสำเร็จตามจุดมุ่งหมายหรือไม่ โดยพิจารณาจากความสอดคล้องของเครื่องมือการคัดเลือกกับความสำเร็จในโปรแกรม และมีการประเมินทั้งส่วนของผู้ได้รับการคัดเลือกและผู้ไม่ได้รับการคัดเลือก

Hoeflinger (1998 :244, 246) ระบุว่าสิ่งสำคัญในการคัดแยกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษคือ การระบุกระบวนการคิด แบบการคิดและความสามารถในการคิด ยุทธวิธีในการ

แก้ปัญหา การให้เหตุผล การมองความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร และความเร็วกับความแม่นยำในการคิดในใจ หากใช้ปัญหาปกติเหมือนที่พบในชีวิตประจำวันจะไม่สามารถเห็นกระบวนการคิดได้ ต้องใช้ปัญหาที่มีความยากและท้าทายพอ ปัญหาที่ใช้ในการคัดเลือกต้องมีระดับการคิดหลายระดับ มีศัพท์คณิตศาสตร์ที่เหมาะสม และเปิดโอกาสให้แก้ปัญหาได้หลายวิธี (246)

ในส่วนของแบบทดสอบที่ใช้ในการคัดแยกนั้น แบบทดสอบที่นิยมใช้มากคือ แบบทดสอบสติปัญญาแบบกลุ่ม และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แต่แบบทดสอบเหล่านี้มีข้อจำกัด เพราะออกแบบมาใช้กับนักเรียนทั่วไป มีอำนาจจำแนกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษน้อย ส่วนใหญ่วัดการระลึกได้ และวัดทักษะการคิดระดับต่ำไม่เปิดโอกาสให้แสดงการคิดหลากหลายและการคิดโดยสัญชาตญาณ (insight thinking) ซึ่งเป็นลักษณะหนึ่งของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ จนหลายคนบอกว่า แบบทดสอบแบบนี้ล้มเหลวต่อการจำแนกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ นอกจากนั้นยังมีการใช้ แบบทดสอบสติปัญญารายบุคคลแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ และแบบประเมินโดยตนเองเป็นเครื่องมือช่วยประเมิน

นักการศึกษาส่วนใหญ่แนะนำให้ใช้แบบทดสอบสติปัญญารายบุคคลแทนแบบทดสอบสติปัญญาแบบกลุ่มในคัดเลือก แต่การทดสอบรายบุคคลนี้ต้องใช้เวลา ใช้งบประมาณมาก ทั้งยังต้องใช้บุคลากรที่ผ่านการฝึกฝนการทำงานมาก่อน จึงไม่สะดวกในการทดสอบในโรงเรียนทั่วไป

แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ซึ่งใหม่กว่าแบบวัดสติปัญญาและแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความเหมาะสมในการจำแนกนักเรียนที่คิดแบบหลากหลาย แบบทดสอบแบบนี้ต้องมี การฝึกฝนก่อนใช้ ต้องหาประสิทธิภาพทั้ง อำนาจจำแนกและความตรง โดยทั่วไปมักจะใช้คู่กับแบบทดสอบสติปัญญาและแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ส่วนแบบประเมินโดยตนเองเป็นแหล่งให้สารสนเทศเกี่ยวกับความสนใจและภูมิหลังของนักเรียน รายการประเมินเหล่านี้มีประโยชน์ในการคัดกรองพฤติกรรมที่เหมาะสมกับโปรแกรมสถาบันวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ (cited in NCTM, 1987:13 )พบว่า แบบรายการสำรวจสามารถจำแนกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางการเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Richert (cited in NCTM, 1987:13 ) พบว่าผู้เชี่ยวชาญเห็นว่า แบบประเมินรายการแบบสำรวจรายการ และมาตรประเมินค่าเหมาะสมที่จะช่วยระบุและคัดเลือกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษลักษณะต่าง ๆ ทุกกลุ่มรวมทั้งเด็กด้อยสัมฤทธิ์ในทุกระดับอายุ และเหมาะสมในขั้นการคัดเลือก

Shermis (1996 :91) จำแนกแบบทดสอบที่ใช้ในการคัดแยกไว้ดังนี้

## 1 แบบทดสอบความสามารถทางวิชาการ

1.1 แบบสอบที่ไม่มีเนื้อหาเฉพาะเจาะจง ได้แก่ OLSAT(Otis-Lennon Scholastic Aptitude Test) , K-ABC (Kaufman-ABC)

1.2 แบบสอบที่มีเนื้อหาเฉพาะเจาะจง ได้แก่ MAT6 (Mathematics Diagnostic Tests) , แบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์

2 แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ เช่น the Torrance Tests of Creative Thinking

3 แบบทดสอบความถนัด สร้างจากวัตถุประสงค์ของโปรแกรม คะแนนที่ใช้เป็นจุดตัด กำหนดโดยค่านี้นักเรียนมีความสามารถเพียงพอที่จะเข้าโปรแกรม

แบบทดสอบเหล่านี้ส่วนใหญ่เป็นแบบทดสอบที่พิมพ์ลงกระดาษตามปกติ มีที่เป็นแบบ สอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์ตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ(item respond theory) เพียง 1 ฉบับ (92)

Shermis (92) ได้สร้างแบบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้คัดเลือกนักเรียนเข้า โปรแกรมการศึกษาสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์โดยเริ่มจากกำหนด จุดมุ่งหมายโดยพิจารณาจากมาตรฐานของ NCTM มาตรฐานการประเมินผลของรัฐและหนังสือ เรียน แล้วให้ผู้เชี่ยวชาญการสอนคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษพิจารณาตัด ออก เพิ่มเติมหรือแก้ไข ได้เนื้อหาที่ใช้ 93 เรื่อง

จากการศึกษาการคัดเลือกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์พบว่า มี ผู้ดำเนินการคัดแยกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

Lupkoski-Shopluk และ Assouline (1994 : 144-145) ซึ่งได้ศึกษารายกรณีนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์หลายรายได้ยกตัวอย่างการบ่งชี้ความสามารถของ Peter ซึ่งเป็นนักเรียนอายุ 6 ปี ที่มีความสามารถพิเศษเพื่อจัดโปรแกรมการศึกษาที่เหมาะสมให้โดยใช้ กระบวนการดังนี้

- 1 พิจารณาผลการทดสอบทางจิตวิทยา และคะแนนจากแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางด้านการอ่าน คณิตศาสตร์และการสะกดคำเพื่อดูความสามารถเบื้องต้น
- 2 ทำการทดสอบเรื่องการสะกดคำ การอ่าน และ คณิตศาสตร์
- 3 ทำการประเมินเพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่องในส่วนคณิตศาสตร์และ การอ่าน
- 4 ทำ RPM (raven's progressive matrices) ซึ่งดู ทักษะการให้เหตุผล ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงนามธรรม

5 ทำแบบทดสอบความถนัดในการเรียนคณิตศาสตร์และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เพื่อหาจุดเด่นและจุดด้อยในเรื่องเฉพาะเจาะจง

6 ทดสอบความสามารถทางการอ่าน

สุรีพร ศิริมาลย์(2539 : 31-32) ได้พัฒนาเครื่องมือระบุนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6 เครื่องมือที่พัฒนาขึ้นมี 2 ฉบับ ฉบับที่ 1 เป็นแบบทดสอบแบบเติมคำเพื่อวัดความจำ แบบทดสอบแบบเลือกตอบเพื่อวัดการจัดระบบข้อมูล ความคิดว่องไว การโยงใยความคิด การหาแบบรูป การคิดเชิงเหตุผลด้านมิติสัมพันธ์ และการให้เหตุผลเชิงอุปมาและอุปนัย แบบทดสอบแบบอัตนัยวัดการคิดค้นปัญหาอย่างอิสระ การคิดที่ยืดหยุ่น การคิดค้นโครงสร้างและมีเหตุผลที่กระชับ ฉบับที่ 2 เป็นมาตรฐานประมาณค่าวัดการมีพลังทำงานทางคณิตศาสตร์โดยไม่ย่อท้อและความสนใจ

นิตติยา ปภาพจน์ (2540) พัฒนาหลักสูตรทฤษฎีจำนวนเสริมสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น คัดเลือกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์เข้าร่วมโครงการโดยใช้แบบเสนอชื่อ แบบทดสอบวัดความคิดระดับสูง และแบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

พิชากร แปลงประสพโชค (2540 :11-12) พัฒนาหลักสูตรเสริมทางเรขาคณิตสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น คัดเลือกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์เข้าร่วมโครงการโดยขั้นแรกให้ครูเสนอชื่อ หลังจากนั้นใช้แบบทดสอบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ประกอบกับแบบทดสอบกระบวนการคิดระดับสูงของรอส และแบบทดสอบมิติสัมพันธ์

จากแนวคิดและหลักการที่เกี่ยวกับการคัดแยกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปสาระสำคัญเกี่ยวกับการคัดแยกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษได้ดังนี้

- 1 การคัดแยกต้องสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการสอน
- 2 การคัดแยกต้องดำเนินการเพื่อให้ครอบคลุมผู้ที่เข้าข่ายมีความสามารถพิเศษให้มากที่สุด
- 3 การคัดแยกต้องใช้สารสนเทศมากกว่า 1 แหล่ง
- 4 เครื่องมือที่ใช้คัดแยกต้องสามารถรวบรวมสารสนเทศที่ใช้คัดแยกได้หมด

4 แนวทางการจัดการศึกษาสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

4.1 คณิตศาสตร์และแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์



การสอนคณิตศาสตร์สำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ใช้หลักการและวิธีการสอนคณิตศาสตร์ปกติแต่ต้องพัฒนาให้ตอบสนองของความสนใจและส่งเสริมพัฒนาของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ได้ ผู้ศึกษาจึงได้ค้นคว้าหลักการและแนวคิดวิธีการสอนคณิตศาสตร์มา เพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนาการสอนคณิตศาสตร์สำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ต่อไป

Reys , Suydam และ Lindquist (1995: 2) ได้ให้ความหมาย ของวิชาคณิตศาสตร์ไว้ว่า

- 1 คณิตศาสตร์คือการศึกษาแบบรูปและความสัมพันธ์ของแนวคิดทางคณิตศาสตร์
- 2 คณิตศาสตร์คือวิธีการคิด
- 3 คณิตศาสตร์คือศิลปะอย่างหนึ่ง
- 4 คณิตศาสตร์คือภาษา
- 5 คณิตศาสตร์คือเครื่องมือในการแก้ปัญหา

Brownell (1935 :32 cited in Reys , Suydam และ Lindquist, 1995: 19) ให้ความเห็นว่า คณิตศาสตร์เป็นระบบของความคิด หลักการและกระบวนการ ที่มีโครงสร้าง

แนวคิดทางจิตวิทยาที่เป็นพื้นฐานสำหรับการสอนคณิตศาสตร์เริ่มแรกคือทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพฤติกรรมนิยมที่มองว่าการเรียนรู้เป็นพฤติกรรมหนึ่งมนุษย์ ต่อมาทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพุทธิปัญญาได้รับความนิยมมากขึ้น นักจิตวิทยากลุ่มพุทธินิยมเชื่อว่าการเรียนรู้ไม่ใช่เป็นเพียงแค่พฤติกรรมเท่านั้นแต่การเรียนรู้ของมนุษย์เกิดจากกระบวนการคิดที่ซับซ้อน แนวคิดนี้สอดคล้องกับการพัฒนาสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์มาก แนวคิดที่สำคัญของทฤษฎีกลุ่มนี้คือแนวคิด constructivism (Reys , Suydam และ Lindquist, 1995: 18) ซึ่งเน้นการสร้างความรู้ขึ้นด้วยตนเอง นักเรียนจะเรียนคณิตศาสตร์ได้ดีก็ต่อเมื่อได้สร้างความเข้าใจคณิตศาสตร์ขึ้นมาเอง (Reys and other, 1995: 19)

Reys , Suydam และ Lindquist(1995: 19) ได้เสนอแนวคิดในการสอนคณิตศาสตร์ตามแนว constructivism ว่านักเรียนไม่ได้รับแต่ความรู้อย่างเดียว นักเรียนต้องเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยนักเรียนสร้างความรู้ใหม่โดยการปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและการกระทำทางสติปัญญา (mental actions) เช่น สังเกตความสัมพันธ์ จดจำแบบรูป สรุปลงและทำเป็นนามธรรม การเรียนรู้สะท้อนกระบวนการทางสังคมซึ่งเด็กมีส่วนร่วมในการถกเถียงพูดคุยกับตัวเองและ

เพื่อนร่วมชั้นเรียน เช่น บอกข้อมูลการสังเกตให้เพื่อนร่วมชั้น บรรยาย อธิบายความสัมพันธ์ กระบวนการ ถกเถียงโต้แย้งสิ่งที่เชื่อ นอกจากนั้นผู้สอนต้องรู้จักนักเรียนดี ต้องรู้ชั้นพัฒนาการ ของนักเรียน(zone of proximal) เพื่อออกแบบการเรียนให้เหมาะสมและสิ่งที่ควรระวังในการ ออกแบบการสอนคือ ต้องสร้างสะพานเชื่อมโยงแนวคิดรูปธรรมไปสู่แนวคิดเชิงนามธรรม และช่วย ให้นักเรียนเดินข้ามไปได้ (22)

## 4.2 แนวทางการจัดการศึกษาสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

แนวทางการจัดการศึกษาสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ หมายถึงการจัด ประสบการณ์ทางการศึกษาที่จะช่วยพัฒนานักเรียนที่มีความสามารถพิเศษให้มีความสามารถ สูงสุดตามศักยภาพที่มี แนวทางการจัดการศึกษาสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษจัดได้ 2 ลักษณะคือ จัดเป็นโปรแกรมที่สร้างขึ้นเป็นพิเศษนอกเหนือจากการจัดการเรียนการสอนปกติเพื่อ พัฒนาความสามารถด้านใดด้านหนึ่ง หรือ จัดเป็นโปรแกรมที่จัดขึ้นโดยเลือกหรือคัดสรร กิจกรรมจากการจัดการศึกษาตามปกติประกอบกัน เช่น จัดโปรแกรมสำหรับนักเรียนที่มี ความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยให้ไปเรียนคณิตศาสตร์กับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6 ไปเรียนวิทยาศาสตร์กับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ส่วนวิชาอื่นๆ เรียนในชั้น ประถมศึกษาปีที่ 4 ตามปกติ ในงานวิจัยนี้จะจัดเป็นโปรแกรมพิเศษนอกจากเวลาเรียนปกติ

ผู้วิจัยได้รวบรวมแนวคิดสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการจัดโปรแกรมการศึกษาสำหรับนักเรียนที่ มีความสามารถพิเศษได้ดังนี้

### 4.2.1 รูปแบบการจัดการศึกษาสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ

อุษณีย์ โพธิสุช (2545 : 13-18) ได้แบ่งรูปแบบการจัดการศึกษาสำหรับนักเรียน ที่มีความสามารถพิเศษเป็น 4 กลุ่มดังนี้

1 การเพิ่มพูนประสบการณ์ (enrichment program) เป็นการเรียนรู้ไปทางลึกยาก ซับซ้อนต้องใช้วิธีคิดที่พิสดารกว่าเพื่อตอบสนองการพัฒนาความคิดอย่างกว้างขวางพิสดาร

2 การขยายหลักสูตร (extension program) เป็นการเรียนรู้สิ่งที่ยอยู่นอกเหนือจาก ที่กำหนดไว้เพื่อตอบสนองความใฝ่รู้ที่มีมาก

3 การย่นระยะเวลาการเรียนหรือการเร่งเรียน (acceleration program) เพื่อ ตอบสนองความสามารถในการเรียนอย่างรวดเร็ว

4 การให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นพี่เลี้ยง (mentor)

ในบรรดา รูปแบบการจัดการศึกษาสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษนี้ การย่นระยะเวลาเรียนเป็นวิธีการที่นำมาใช้ส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์มาก เห็นได้จาก ในปี 1987 the Texas Academy of Mathematics and Science ได้จัดทำโปรแกรมย่นระยะเวลาเรียน (TAMS model ) โดยนำหลักสูตรในระดับวิทยาลัยมาสอนนักเรียนมัธยมศึกษา (Flanagan , 1996) หลักสูตรนี้ได้รับรางวัลระดับชาติสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา

Virgilia (1991) ได้ศึกษาความเห็นของนักเรียนในโปรแกรมเร่งเรียนวิชาคณิตศาสตร์ทั้งนักเรียนปัจจุบันและนักเรียนเก่า พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความรู้สึกทางบวกกับโรงเรียน นักเรียนส่วนใหญ่รู้สึกสะดวกสบายและประสบความสำเร็จทางสังคม ในการเรียนกับเพื่อนที่มีอายุมากกว่า นักเรียนส่วนใหญ่รู้สึกทำทนายด้วยโปรแกรมเร่งเรียน เพื่อนมีบทบาทน้อยหรือไม่มีเลยในความรู้สึกสำเร็จของนักเรียน นักเรียนและผู้ปกครองจะเลือกโปรแกรมเร่งเรียนอีกแม้ว่าจะรู้สึกกดดันในผลของสถานะการเร่งเรียน แรงกดดันเรื่องผลการเรียนเป็นแรงกดดันที่ยากที่สุดและเป็นข้อดีที่ยากที่สุด

Terrelle (1998) ได้ศึกษาเส้นทางการสร้างความยอดเยี่ยมทางคณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนที่มีความสามารถพิเศษจะมีความพยายามอย่างสูงในโรงเรียน ที่ตอบสนองความต้องการการเร่งเรียนและมีวิชาชั้นสูงให้

ส่วนการเรียนเสริมเป็นการให้เนื้อหาที่กว้างลึกมากกว่าที่เรียนตามปกติ สิ่งที่สอนเสริมอาจเป็นเนื้อหาเพิ่มลึกทักษะใหม่ก็ได้ เพื่อพัฒนาความเข้าใจที่ลึกซึ้งครอบคลุม เพิ่มความสามารถในการคิดนั้นผู้ศึกษาเรื่องการเรียนเสริมไว้ดังนี้

Mcmillen (1996) ได้ศึกษาผลของโปรแกรมเสริมในช่วงฤดูร้อนต่อผู้เข้าร่วมโปรแกรมและครอบครัว พบว่า ผู้เข้าร่วมโปรแกรมระบุว่าได้ ความมั่นใจในตนเอง ได้เรียนในสิ่งที่สนใจ ได้เรียนสาระใหม่ ได้มีเพื่อน ครอบครัวผู้เข้าร่วมโปรแกรมระบุโปรแกรมมีผลในด้านสังคม อารมณ์มากกว่าด้านวิชาการ สถิติปัญญา

Seldon (1994) ได้ได้ศึกษาผลของโปรแกรมเสริมคณิตศาสตร์ในช่วงฤดูร้อน ของนักเรียนประถมศึกษา นักเรียนประถมศึกษาดอนปลาย นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นในเมือง Darlington South Carolina พบว่า นักเรียนในโปรแกรมเสริมมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้เข้าร่วมโปรแกรม

จากที่กล่าวมาเห็นได้ว่าการจัดการศึกษาให้กับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ ทำให้เกิดผลดีทำให้ความสามารถของนักเรียนพัฒนา และเนื่องจากงานวิจัยนี้มุ่งเน้นพัฒนาสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับรูปแบบของการเรียนเสริม ผู้วิจัยจึงเลือกใช้แนวคิดของการเรียนเสริมในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน

#### 4.2.2 แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการศึกษาสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

Joyce (1994) เสนอเป้าหมายหลักสูตรคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษไว้ว่าต้องให้เนื้อหาทั้งที่เป็นมโนทัศน์ แนวคิดและทักษะตามความสามารถและความสนใจ ต้องพัฒนาให้เป็นนักคิดที่สร้างสรรค์และมีความเป็นตัวของตัวเอง และต้องช่วยให้มีความประทับใจในความงามของคณิตศาสตร์

Hersberger และ Wheatly (1980) เสนอว่า หลักสูตรคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ ต้องเป็นหลักสูตรหลากหลาย และคลุมกว้าง เป้าหมายของโปรแกรมคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษควรรวมถึงมโนทัศน์พื้นฐานที่ชัดเจน และ เป้าหมายของโปรแกรมคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษควรรวมถึง มโนทัศน์ขั้นพื้นฐานสำหรับคณิตศาสตร์ขั้นสูง ความสามารถในการคิดคำนวณที่จำเป็นในการศึกษาคณิตศาสตร์ระดับสูง การพัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหาขั้นสูง ทักษะการคิดและการเรียนรู้ และเสนอว่าโปรแกรมต้องพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา พัฒนาทักษะการคิดและการเรียน กระตุ้นความอยากรู้ ทางสติปัญญา สรรวจเนื้อหาที่ลึกซึ้ง มีส่วนร่วมในการกำหนดปัญหาที่จะศึกษา พัฒนาความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์

Joyce (1994) ได้เสนอประเด็นสำคัญสำหรับ หลักสูตรคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษไว้ดังนี้

- 1 เนื้อหาในหลักสูตรต้องลึก มีความซับซ้อนเป็นนามธรรม พอกับระดับความสนใจ ความสามารถของผู้เรียน และไม่เน้นผลการเรียนที่สูงอย่างเดียว
- 2 ต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ สรรวจมโนทัศน์ต่าง ๆ ผู้เรียนควรสร้างความเข้าใจด้วยตัวเอง หรือ สร้างความรู้ขึ้นเอง
- 3 หลักสูตรต้องเน้นการแก้ปัญหา เพื่อพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงในบริบทของชีวิตจริง ใช้ในสาขาวิชาต่าง ๆ และใช้ปัญหาปลายเปิด
- 4 มีการใช้กระบวนการคิดไตร่ตรอง (metacognitive approach) ในการแก้ปัญหา

## 5 หลักสูตรต้องเชื่อมโยงกับสาขาวิชาอื่น

Campbell (1988) ได้ค้นคว้าศึกษาโปรแกรมคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ ที่ชนะการประกวด พบว่าสิ่งสำคัญของโครงการก็คือ การพัฒนาหลักสูตรแบบยึดปัญหาเป็นแกน ไม่มีหนังสือหรือการทดสอบ การศึกษาแบบการวิจัยกับครู มีการสนับสนุนจากผู้บริหาร และมีการเชื่อมโยงกับมหาวิทยาลัยที่อยู่ใกล้เคียง

Starmack (1991) ได้ศึกษาผลของการสอนแบบพิสูจน์ต่อนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนสูง พบว่า การสอนคณิตศาสตร์แบบพิสูจน์มีผลบวกในการทำความเข้าใจปัญหา การแนะนำแผนการแก้ปัญหา และการดำเนินการตามแผน ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนพัฒนาขึ้นหลังจากการสอนแบบนี้ และนักเรียนมีรูปแบบการวิเคราะห์และการสังเคราะห์มากกว่ารูปแบบขั้นเมื่อแก้ปัญหาซับซ้อน

Joyce (1994: 233-239) ได้เสนอแนะรูปแบบหลักสูตรคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษไว้ 3 รูปแบบดังนี้

1 แนวทางที่ยึดเนื้อหา(content Model) ตัวอย่างของรูปแบบที่นิยมใช้ส่งเสริมนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์คือ การเร่งเรียน NCTMเห็นชอบในการใช้รูปแบบนี้ด้วยรูปแบบนี้ เนื่องจากทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาได้รวดเร็วก้าวหน้ามากกว่าการเรียนตามปกติ และควรมีการประสานงานกันระหว่างโรงเรียนประถมศึกษา โรงเรียนมัธยมศึกษา และมหาวิทยาลัย เพื่อให้นักเรียนได้เรียนสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว และอีกรูปแบบหนึ่งก็คือ ใช้การเร่งเรียนคู่กับการเรียนเสริม คือเมื่อนักเรียน เรียนจบเนื้อหาของชั้นนั้นแล้ว ก็จัดเนื้อหาประสบการณ์ที่ลึกหรือเนื้อหาเสริมให้นักเรียน ในรูปแบบหลังนี้จะมีการเพิ่มหลักสูตรด้วยเรื่องเพิ่มเติม หรือ การศึกษาอย่างลึก เช่น ทักษะการคิดคำนวณเปลี่ยนมาเป็น ความน่าจะเป็น สถิติ การแก้ปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์

2 แนวทางที่เน้นกระบวนการและผลลัพธ์ (process/product model) แนวทางนี้เน้นทั้งกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และทักษะอื่น ๆ เช่น ทักษะการวิจัย ทักษะการคิดขั้นสูงอื่น ๆ การสอนเนื้อหาไม่ใช่จุดมุ่งหมายของรูปแบบนี้ แต่เน้นที่ การแก้ปัญหาและการพัฒนาผลงาน มักใช้ในการเรียนเสริม แนวทางนี้เน้นที่การค้นพบปัญหาและการแก้ปัญหาที่ผลการพัฒนาสิ่งที่สอน เน้นกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และทักษะอื่น ๆ เช่น ทักษะการวิจัย ทักษะการจัดองค์ประกอบ

3 แนวทางที่ยึดมโนทัศน์ (concept model) แนวทางนี้ใช้แนวคิดสำคัญ ๆ ในการจัดเรื่อง เช่น ใช้การพิสูจน์ ใช้รูปแบบในธรรมชาติ ใช้รูปแบบทางคณิตศาสตร์ ข้อดีของแนวทางนี้เน้นมโนทัศน์เชิงนามธรรมง่าย และเป็นสหสาขาวิชา

จากผลการศึกษาที่กล่าวมาทั้งหมด สรุปเป็นแนวคิดในการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนเพื่อพัฒนานักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ต้องมีเนื้อหาที่เป็นมโนทัศน์ ทักษะการแก้ปัญหาขั้นสูง ทักษะการแสวงหาความรู้ โดยสอดคล้องกับความสนใจ ต้องกระตุ้นให้เกิดความสนใจอยากรู้ ต้องให้มีการสำรวจศึกษาอย่างลึกซึ้ง เนื้อหาต้องมีความลึก ต้องเน้นการแก้ปัญหาปลายเปิด ต้องพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง ต้องมีการฝึกกระบวนการไตร่ตรองความรู้ ต้องมีการเชื่อมโยงกับเนื้อหาอื่น และต้องพัฒนาให้เกิดความประทับใจในคณิตศาสตร์

นอกจากนี้ผู้วิจัยพบว่ามีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการจัดการศึกษาด้านคณิตศาสตร์สำหรับสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ในประเทศไทยดังนี้

พิชากร แปลงประสพโชค (2540) ได้พัฒนาหลักสูตรพิเศษทางเรขาคณิตเสริมสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาทางด้านที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ เป็นหลักสูตรแบบเร่งเรียน

นิตติยา ปภาพจน์ (2540) พัฒนาหลักสูตรทฤษฎีจำนวนเสริมสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

สกศ. (2543 : 1,8) พัฒนารูปแบบการจัดการศึกษาสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษาปีที่ 3 โดยจัดเป็นโปรแกรมเสริมนอกเวลาเรียน เรื่องที่สอนในโปรแกรมประกอบด้วย ทักษะการคิดเลขเร็วที่ไม่มีในหลักสูตร กระบวนการแก้ปัญหา การสรุปคตินิยมจากนิทางอัสป และการทำโครงการพิเศษซึ่งเป็นโครงการเกี่ยวกับการแก้ปัญหา 5 โครงการ เป็นโครงการเกี่ยวกับการสื่อเพื่ออธิบายการแก้ปัญหา 5 โครงการ ทั้งนี้โปรแกรมดังกล่าวมีจุดหมายเพื่อให้เด็กสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันและศึกษาค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมได้ตามความสนใจ

จากข้อมูลที่พบเห็นได้ว่ายังมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการจัดการศึกษาด้านคณิตศาสตร์สำหรับสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษน้อยมาก สกศ. (2545) ได้กล่าวว่างค์ความรู้เกี่ยวกับการจัดการศึกษาสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษยังไม่เป็นที่แพร่หลาย และการดำเนินงานอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการยังทำได้น้อยมากในประเทศไทย

## 5 แนวทางการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก

แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักประกอบด้วยเรื่องความเป็นมาของการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก ความหมายของการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก จุดมุ่งหมายของการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก แนวคิดพื้นฐานของการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก องค์ประกอบของการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก ขั้นตอนการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก การประเมินผลในการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก การพัฒนาหลักสูตรสำหรับการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก รายละเอียดดังนี้

### 5.1 ความเป็นมาและความหมายของการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก

แนวคิดการเรียนแบบที่ใช้ปัญหาเป็นหลักเกิดขึ้นที่ McMaster University, Canada เนื่องจากปัญหาการเรียนการสอนในสาขาแพทย์ 2 ประการคือ ปัญหาจากวิธีสอนแบบบรรยายซึ่งนิยมใช้มากเนื่องจากเป็นวิธีที่ให้เนื้อหาได้มาก แต่ไม่ได้พัฒนาทักษะกระบวนการคิดของผู้เรียนเลย และเนื้อหาที่ได้รับก็จะล้าสมัยในเวลาไม่นาน ผู้เรียนไม่สามารถแสวงหาความรู้ใหม่เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ ประกอบกับปัญหาเกี่ยวกับความรู้ในด้านแพทย์ซึ่งเป็นวิชาชีพที่เน้นการปฏิบัติ ในช่วงที่เรียนอยู่ผู้เรียนได้รับความรู้กลุ่มหนึ่งไป แต่เมื่อไปทำงานกลับต้องเผชิญกับสถานการณ์หรือปัญหาหลากหลายแตกต่างจากที่ครูเคยสอนไว้ในชั้นเรียน และผู้เรียนไม่สามารถแก้ปัญหาเหล่านั้นได้เพราะในการเรียนการสอนนั้นไม่ได้ให้ทักษะในการแก้ปัญหา (Barrows, 2533:16 )

Barrows และ Tamblyn (1980:1, 18) ซึ่งเป็นผู้บุกเบิกแนวคิดการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักกล่าวว่า การเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักเป็นการเรียนรู้จากผลของกระบวนการแก้ปัญหา และได้ให้คำจำกัดความของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักไว้ว่า การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักเป็นการเรียนรู้ที่เป็นผลของกระบวนการทำงานที่มุ่งสร้างความเข้าใจและหาทางแก้ปัญหา ตัวปัญหาจะเป็นจุดตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้ และเป็นตัวกระตุ้นต่อไปในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุผล และการสืบค้นข้อมูลที่ต้องการเพื่อสร้างความเข้าใจโลกของตัวปัญหารวมทั้งวิธีแก้ปัญหา (12-15)

Hessami (1994 : 373) กล่าวว่า การเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก ไม่เพียงแต่จะเพิ่มความรู้ หลักการแต่จะมีส่วนช่วยสอนให้ผู้เรียนได้ทราบถึงเทคนิคการเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้ตลอดชีวิต ทักษะการติดต่อสื่อสารที่ดีและกลไกการทำงานเป็นกลุ่ม

Young(1996 : 1) กล่าวว่า การเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักเป็นวิธีการศึกษาที่ผู้เรียนจะต้องเรียนจากสถานการณ์จริงในคลินิกและปัญหาที่เขียนในรูปแบบสถานการณ์บนกระดาษเป็นการเรียนรู้ด้วยตนเองและเรียนรู้อย่างมีอิสระ

Barnes และ Fairbanks(1997 : 54) กล่าวว่า การเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักเป็นกระบวนการของการต้องการความรู้และทักษะการแก้ปัญหาที่มีโครงการที่เฉพาะในสถาบันการศึกษา เช่น แพทย์ พยาบาล และสาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพที่เกี่ยวข้อง

Slack และ Maewen (1997:40) กล่าวว่า การเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักเป็นวิธีการเรียนที่ใช้ปัญหาผู้ช่วยในการกระตุ้นการเรียนรู้ในหลักการพื้นฐานและวิทยาศาสตร์ในคลินิกและสำหรับทักษะการแก้ปัญหา

ต่อมามีผู้นำแนวทางการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักไปใช้ในวิชาต่าง ๆ ในส่วนวิชาคณิตศาสตร์ Illinois Mathematics and Science Academy (IMSA) (2001) ซึ่งเป็นผู้บุกเบิกในการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นหลักได้ให้ความหมายของ แนวทางการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักไว้ว่า การเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักเป็นกระบวนการเรียนที่พัฒนาวิธีการแก้ปัญหา พัฒนาความรู้ พัฒนาทักษะต่าง ๆ โดยให้นักเรียนเผชิญกับปัญหาในสภาพชีวิตจริง ซึ่งไม่มีการจัดโครงสร้างที่ชัดเจน

การเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก มีจุดมุ่งหมายอยู่ 2 ประการ คือ ให้ผู้เรียนมีความสามารถเรียนรู้เนื้อหาวิชาการได้ตามที่ต้องการและสามารถพัฒนาทักษะในการแก้ปัญหาได้

สิ่งที่คาดหวังจะให้เกิดขึ้นจากการเรียนแบบนี้คือ สมรรถภาพและเนื้อหา (ยิวดี ฤชาชา, 2533:23-24) อันได้แก่ สมรรถภาพในการเรียนซึ่งมุ่งหวังให้สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงได้ สมรรถภาพในการแก้ปัญหา สมรรถภาพในการขึ้นนำการเรียนรู้ด้วยตนเอง สมรรถภาพในการเรียนเป็นกลุ่มย่อย สมรรถภาพในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เนื้อหาในลักษณะบูรณาการ และเนื้อหาอื่น ๆ นอกจากในหลักสูตร

ในส่วนของความแตกต่างของการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักกับการเรียนโดยใช้ปัญหารูปแบบอื่น เช่น การเรียนโดยเริ่มจากปัญหา(problem oriented) ซึ่งเป็นวิธีการเรียนที่ใช้ปัญหาเป็นจุดเริ่มของการเรียนการสอน หรือ การเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นแกน (problem center) ซึ่งจุดกิจกรรมโดยใช้ปัญหาเป็นสื่อเพื่อการเรียนรู้ นั้น พวงรัตน์ บุญญานุรักษ์ (2544 : 42) กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักไม่ใช่การเรียนรู้ที่ผนวกปัญหาเพื่อแสดงตัวอย่างไปในการสอนแบบ



ปกติ หรือการใช้ปัญหาหรือกรณีศึกษาในการสอนเพื่อเป็นเครื่องมือในการค้นหาปัญหาหรือ ประเมินผล หรือการใช้กรณีศึกษาหรือปัญหาเพื่อช่วยในการอภิปรายเท่านั้น แต่การเรียนโดยใช้ ปัญหาเป็นหลักเป็นการเรียนโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเป็นวิธีการเรียน

นอกจากนี้ Shin, Haymes และ Johnson (43 – 44) กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหา เป็นหลักต่างจากวิธีการแก้ปัญหาอื่น ๆ ตรงที่มีการแก้ปัญหาที่ค้นพบจากการอภิปรายในกลุ่ม ไม่ใช่จุดจบ สิ่งที่สำคัญว่าในการเรียนรู้อยู่ที่การวิเคราะห์เจาะเลือกในปัญหาเฉพาะ การใส่ใจ ต่อภาพของปัญหาและจุดแปรเปลี่ยนของปัญหา

จากความหมายของการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักที่กล่าวมา ผู้วิจัยสรุปเป็น ความหมายของการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักในการวิจัยนี้ได้ว่า การเรียนการสอนโดยใช้ ปัญหาเป็นหลักเป็นการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยใช้ปัญหา เป็นเครื่องกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความต้องการที่จะศึกษาค้นคว้าหาความรู้ โดยใช้กระบวนการ แก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนได้สมรรถภาพที่ต้องการ โดยมีครูเป็นผู้ให้การสนับสนุนและ อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้

## 5.2 แนวคิดพื้นฐานของการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก

การเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักเป็นวิธีการเรียนการสอนวิธีหนึ่งที่มีจุดมุ่งหมายที่จะสอน ผู้เรียนให้ฝึกกระบวนการคิดแก้ปัญหาและฝึกทำงานเป็นกลุ่ม โดยที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการ เรียนรู้และใช้ปัญหาหรือสถานการณ์ในการเรียนรู้และค้นคว้าด้วยตนเอง การเรียนจะอยู่ในรูปของ กลุ่มย่อยนักเรียนจะเป็นผู้กระทำด้วยตนเองโดยมีครูเป็นเพียงผู้ชี้แนะและให้ข้อมูลที่จำเป็นประโยชน์ เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะที่จำเป็นให้นักเรียนซึ่ง ได้แก่ การเรียนรู้ด้วยตนเอง การแก้ปัญหา การ ชี้นำตนเองในการเรียนรู้ และการทำงานเป็นทีม

การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาจึงเป็นการเรียนรู้ในสิ่งที่ตนเองอยากรู้หรืออยากเรียนเป็นการส่งเสริม ให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมอย่างจริงจังในกระบวนการเรียนรู้ของตนเอง ด้วยวิธีที่ผู้เรียนเลือกเอง (พวง รัตน์, 2544 : 43)

วิธีการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักมีลักษณะเฉพาะที่ใช้ตัวปัญหาเป็นสาระหลักให้ผู้เรียน ได้เรียนรู้ทักษะการแก้ปัญหาและสร้างเสริมความรู้ในศาสตร์ทางคลินิก การเรียนโดยใช้ปัญหา เป็นหลักนั้นจะเริ่มต้นโดยนำตัวปัญหาเข้ามาเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการเรียนรู้ ปัญหาจะเป็น ตัวกระตุ้นการเรียนรู้ที่จะนำไปสู่การเกิดคำถามที่ยังไม่มีคำตอบซึ่งจะชักนำให้ผู้เรียนไปสืบค้น ต่อไป (พวงรัตน์, 2544 : 43)

แนวคิดพื้นฐานของการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักมี 2 แนวคิดคือ แนวคิดเรื่องการเรียนรู้ที่มีผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (student-centered learning) กับแนวคิดเรื่องการเรียนรู้แบบเอกัตภาพ (individualized learning) (ยุวดี ฤาชา, 2533:18-19)

การเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักมี 3 องค์ประกอบ คือ การเรียนจากปัญหา (problem-based learning) การเรียนโดยการนำตนเอง (self-directed learning) และ การเรียนในกลุ่มเล็ก (small group learning) (ยุวดี ฤาชา, 2533:22)

เนื่องจากกลวิธีในการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักคือกระบวนการการเรียนรู้ที่ผู้เรียนใช้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ต้องการปรับปรุงเป็นหลักในการแสวงหาความรู้ โดยใช้การหาความรู้ได้แก่ กระบวนการแก้ปัญหาตามหลักวิทยาศาสตร์ และ กระบวนการค้นคว้าหาความรู้ (inquiry) เพื่อพิสูจน์สมมติฐานอันเป็นการแก้ปัญหา นั้น โดยผู้เรียนจะต้องนำปัญหามาเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือความคิดที่มีเหตุมีผล ซึ่งการแสวงหาความรู้ใหม่นี้สามารถเกิดขึ้นได้ทั้งการเรียนรายบุคคลหรือการเรียนกลุ่มย่อยได้ แต่การเรียนแบบกลุ่มย่อยจะช่วยให้รวบรวมแนวคิดในการแก้ปัญหาได้กว้างขวางมากกว่า จึงทำให้การเรียนจากปัญหาเป็นองค์ประกอบหลัก องค์ประกอบหนึ่งของการเรียนด้วยปัญหาเป็นหลัก

และเนื่องจากผู้เรียนจะเป็นผู้เลือกลองที่เรียนรู้เรียน และประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง การแสวงหาความรู้ด้วยตนเองเป็นกระบวนการการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนมีเสรีภาพในการใช้ความรู้ความสามารถในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทั้งนี้ผู้เรียนจะต้องรับผิดชอบในด้านการกำหนดการดำเนินงานของตนเอง ยอมรับความรับผิดชอบตนเองที่มีต่อกลุ่ม คัดเลือกประสบการณ์การเรียนรู้ด้วยตนเองและการประเมินผลตนเอง จึงทำให้การเรียนโดยการนำตนเองเป็นองค์ประกอบหลักองค์ประกอบหนึ่งของการเรียนด้วยปัญหาเป็นหลัก

การเรียนในกลุ่มเล็กเป็นการเรียนที่เน้นให้ผู้เรียนรู้ร่วมกันกลุ่มเพื่อน ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น และยอมรับประโยชน์ของการทำงานร่วมกันในการค้นคว้าหาแนวความคิดใหม่

ผู้วิจัยพบว่ายังไม่มีผู้กล่าวถึงรายละเอียดในองค์ประกอบทั้งสามที่กล่าวมาอย่างชัดเจน

นอกจากองค์ประกอบทั้ง 3 ประการนี้แล้ว สิ่งที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือ ลักษณะเนื้อหาและการประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง เนื้อหาในการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักจะเป็นเนื้อหาวิชาในลักษณะบูรณาการ ผู้เรียนจะแก้ปัญหาได้เมื่อมีความรู้เกี่ยวกับวิชานั้น ๆ ในลักษณะบูรณาการเพื่อแก้ปัญหา การเรียนแบบนี้จึงเริ่มเน้นที่ปัญหาพื้นฐานก่อน และการที่จะแก้ปัญหาได้สำเร็จโดยความรู้เรื่องต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องจึงทำให้ความรู้ความสามารถที่เกิดขึ้นเป็น

ความรู้ความสามารถในขั้นนำมาใช้ และผู้เรียนจะต้องมีความสามารถในการประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเองซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาการเรียนรู้ทั้งการเรียนจากปัญหา การเรียนโดยนำตนเองและการเรียนในกลุ่มเพื่อน

Savin-Baden (2000: 17-18) ได้ระบุลักษณะสำคัญ 8 ประการของการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักไว้ดังนี้

- 1 ให้ความสำคัญและยอมรับประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียน
- 2 ผู้เรียนต้องรับผิดชอบการเรียนรู้ด้วยตนเอง
- 3 เนื้อหามีลักษณะสหสาขาวิชา
- 4 มีการผสมผสานระหว่างทฤษฎีและการปฏิบัติ
- 5 ให้ความสำคัญกับกระบวนการหาความรู้
- 6 เน้นทักษะการสื่อสารและปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันเพื่อสร้างความรู้
- 7 ผู้สอนมีบทบาทเป็นผู้ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้
- 8 ประเมินผลโดยการประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเองของผู้เรียน

และได้เสนอว่าสามารถใช้ประเภทของปัญหา วิธีการเรียนรู้ วิธีการประเมินผลในการแบ่งประเภทของการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักได้

ในส่วนของการจัดประสบการณ์หรือหลักสูตรที่ใช้การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักสามารถทำได้ 2 ลักษณะ (Swanson, Case และ Vlueten, 1991) คือ

1 การจัดหลักสูตรที่ให้มีการสืบค้นในลักษณะเปิดกว้าง หลักสูตรประเภทนี้มุ่งที่กระบวนการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนรับผิดชอบตนเองว่าต้องการเรียนรู้อะไร เมื่อไร และอย่างไร การเรียนรู้เกิดขึ้นตามหลักการกว้าง ๆ ผู้เรียนจะได้รับคำชี้แนะน้อย ซึ่งจะนำไปสู่โอกาสการค้นหาค้นหาสืบเสาะข้อมูลความรู้ได้มากมาย

2 การจัดหลักสูตรที่มีแนวทางการสืบค้นไว้แน่ชัด หลักสูตรประเภทนี้ใช้สอนจะกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ไว้อย่างชัดเจนในแต่ละปัญหา มีการจัดลำดับประสบการณ์การเรียนรู้ไว้แน่ชัดแล้ว

ผู้วิจัยใช้การจัดประสบการณ์โดยมีแนวทางการสืบค้นไว้แน่ชัดในงานวิจัยนี้ในเรื่องขั้นตอนของการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักนั้น ผู้วิจัยพบข้อมูลดังนี้

Barrow (1980 : 71) กล่าวว่า การเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

- 1 กำหนดจุดมุ่งหมายในการเรียน
- 2 สร้างปฏิสัมพันธ์ด้วยปัญหา
- 3 ระบุประเด็นที่ต้องศึกษาต่อจากปัญหา

- 4 ศึกษาด้วยการนำตนเอง
- 5 พิจารณาปัญหาจากข้อมูลที่ได้
- 6 ทบทวนและสังเคราะห์สิ่งที่ได้เรียนรู้
- 7 ประเมินผล

และได้กล่าวว่าจะสามารถดัดแปลงการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมอื่นๆ กับเนื้อหาวิชาอื่นๆ ได้

Schmidt (1983 : 11 ) กล่าวว่ากระบวนการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นหลักประกอบด้วยขั้นตอน 3 ขั้นตอน คือ

- ขั้นที่ 1 การกระตุ้นความรู้เดิม (activation of prior knowledge)
- ขั้นที่ 2 เสริมความรู้ใหม่ (encoding specificity)
- ขั้นที่ 3 ต่อเติมความเข้าใจให้สมบูรณ์ (elaboration of knowledge)

Erik (1993 : 10-11) ได้นำแนวทางการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักมาใช้ในประเทศเนเธอร์แลนด์ และเสนอขั้นตอนที่ใช้ไว้ดังนี้

- 1 เสนอปัญหาให้นักศึกษา
- 2 ให้นักศึกษาศึกษาค้นคว้าจากปัญหา โดยมีครูเป็นพี่เลี้ยงคอยให้คำแนะนำในการแก้ปัญหา

Fogarty (1997:3-8) เสนอขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักไว้ 8 ขั้นตอนดังนี้

- 1 พบกับปัญหา(meeting the problem)
- 2 ทำความเข้าใจปัญหา(defining the problem)
- 3 รวบรวมข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกับปัญหา(gathering the facts)
- 4 ตั้งสมมุติฐานเพื่อแก้ปัญหา(hypothesize)
- 5 ค้นคว้ารวบรวมข้อมูลเพื่อทดสอบสมมุติฐาน(research)
- 6 ทบทวนปัญหา(rephrasing the problem)
- 7 สร้างทางเลือกในการแก้ปัญหา(generating alternative solution)
- 8 เลือกรูปแบบการแก้ปัญหา(advocating solutions)

Delisle (1997 : 27-35) ได้เสนอขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักไว้ 6 ขั้นตอนดังนี้

- 1 สร้างความเชื่อมโยงกับปัญหา
- 2 สร้างขอบเขตในการศึกษา
- 3 พิจารณาปัญหา
- 4 ทบทวนปัญหา
- 5 สร้างผลงาน

## 6 ประเมินผลการเรียนรู้และปัญหา

Arends (2001 :362-366) เสนอขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักและการดำเนินการในแต่ละขั้นตอนไว้ดังนี้

1 แนะนำปัญหา(orient student to the problem) เพื่อแจ้งจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ สร้างทัศนคติที่ดีต่อการเรียน บอกสิ่งที่นักเรียนต้องทำ และแนะนำขั้นตอนการศึกษา

2 กำหนดงานที่ต้องดำเนินการ(organize students for study) เพื่อช่วยนักเรียนกำหนดงานที่ต้องทำ

3 รวบรวมข้อมูล(assist independent and group investigation) เพื่อช่วยให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลหรือดำเนินการทดลองเพื่อค้นหาข้อมูล

4 เตรียมนำเสนอผลงาน(develop and present artifacts and exhibits) เพื่อช่วยนักเรียนวางแผนและเตรียมนำเสนอผลงาน

5 วิเคราะห์และประเมินผลการทำงาน(analyze and evaluate the problem-solving process) เพื่อช่วยนักเรียนวิเคราะห์และประเมินกระบวนการแก้ปัญหา

Peter Schwartz, Stewart Mennin และ Graham Web (2001 : 2) เสนอขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักไว้ดังนี้

1 เเชิญกับปัญหา

2 สสำรวจความรู้เกี่ยวกับปัญหาที่ทุกคนในกลุ่มมี

3 ตั้งสมมุติฐานที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาและทดสอบสมมุติฐานที่ตั้ง

4 ระบุสิ่งที่จำเป็นต้องเรียนรู้เพิ่มเติมเพื่อแก้ปัญหา

5 แบ่งกลุ่มย่อยเพื่อค้นคว้าหาข้อมูลในการแก้ปัญหา

6 รวบรวมความรู้ที่ได้มาจากการค้นคว้ากลุ่มย่อย และนำความรู้มาใช้กับปัญหา

7 หากยังแก้ปัญหาไม่ได้ให้ดำเนินการในข้อ 3-6 ใหม่จนกว่าจะแก้ปัญหาได้

8 สรุปความรู้ที่ได้ทั้งด้านเนื้อหาและกระบวนการ

ฉันทนา เวชโอสถศักดา ( 2538 : 18-19) เสนอว่า ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักมีดังนี้

1 ทำความเข้าใจปัญหาหรือสถานการณ์ที่ได้รับ

2 จำกัดขอบเขตของปัญหา

3 วิเคราะห์ปัญหา

4 ตั้งสมมุติฐานเกี่ยวกับปัญหา

5 จัดลำดับความสำคัญของปัญหา

6 กำหนดวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้

7 รวบรวมข้อมูล ข้อความรู้จากแหล่งต่าง ๆ

8 สังเคราะห์ข้อมูลใหม่ พร้อมทั้งทดสอบสมมุติฐาน

9 ลงข้อสรุปและสร้างหลักการที่ได้จากการศึกษาปัญหา

บทบาทของผู้สอนในการเรียนแบบนี้คือ เป็นผู้สร้างบทเรียน เป็นผู้อำนวยความสะดวก และเป็นผู้ประเมินผล (ยุวดี ภาษา, 2536 :34-35)

นอกจากนี้ผู้วิจัยพบว่ามีกรนำแนวคิดการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักมาใช้กับวิชาอื่นๆ เช่น นิติศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ บริการธุรกิจ สถาปัตยกรรม วิศวกรรมเครื่องกล การออกแบบอุตสาหกรรม แต่ไม่มีการระบุขั้นตอนที่ชัดเจนไว้ มีการระบุเพียงว่าได้มีการดัดแปลงให้เข้ากับความต้องการของแต่ละสาขา

ในส่วนวิชาคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยไม่พบขั้นตอนของการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักชัดเจน พบเพียงผลการศึกษาที่เกี่ยวข้องดังนี้

Illinois Mathematics and Science Academy (IMSA) ซึ่งเป็นสถาบันที่ผู้บุกเบิกส่งเสริมการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก มีรูปแบบของการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักของวิชาวิทยาศาสตร์สังคมและอนาคต วิชาอเมริกันศึกษา วิชาชีวเคมี แต่ไม่มีวิชาคณิตศาสตร์ ไม่มีการพูดถึงขั้นตอนที่ชัดเจนของคณิตศาสตร์

IMSA (2001) ได้เสนอตัวอย่างของปัญหาที่ใช้ในการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักไว้ดังนี้ “คุณเป็นนักวิทยาศาสตร์ในหน่วยงานความปลอดภัยทางนิวเคลียร์ ซึ่งพบว่าพลเมืองจากชุมชนเล็ก ๆ แห่งหนึ่งรู้สึกว่กำลังเสี่ยงอันตรายกับสุขภาพ เนื่องจากมีโรงงานผลิตไฟฟ้านิวเคลียร์ฝังแท่งเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ไว้เหนือพื้นดิน คุณจะดำเนินการอย่างไรเพื่อแก้ปัญหา”

ครูคณิตศาสตร์ของโรงเรียน Ashland-Greenwood Public Schools (1998) ได้สร้างบทเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักสำหรับชั้นเรียนคณิตศาสตร์ระดับ 7 – 12 ในเขต Nebraska โดยมีส่วนประกอบเริ่มจาก

1. ข้อความปัญหา
2. คำอธิบายเกี่ยวกับเป้าหมายของปัญหา
3. เนื้อหาความรู้ที่นักเรียนต้องใช้
4. แนวทางการให้คำแนะนำกับนักเรียน
5. แหล่งวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็น

แต่ก็ไม่ได้ระบุรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนไว้

ในส่วนของการประเมินสมรรถภาพในการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักนั้นควรดำเนินการประเมินในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1 การประเมินความรู้ เป็นการประเมินความรู้ในเนื้อหาวิชาที่เป็นพื้นฐานในการประกอบอาชีพ ซึ่งได้จากการศึกษาค้นคว้าและการใช้การเรียนรู้ด้วยตนเองของผู้เรียน ประเมินจากการให้ผู้เรียนตอบคำถามเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

2 การประเมินสมรรถภาพในการใช้กระบวนการค้นคว้าหาความรู้ เป็นการประเมินความสามารถในการค้นคว้าด้วยตนเองของผู้เรียน ซึ่งวิธีการประเมินทำได้ทั้งการให้ผู้เรียนประเมินตนเองหรือให้ผู้เกี่ยวข้องในการเรียนของนักศึกษาประเมินร่วมด้วยก็ได้

3 การประเมินสมรรถภาพในการชี้นำด้วยตนเอง เป็นการประเมินความสามารถของผู้เรียนในการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ยอมรับตนเอง ประเมินตนเองตามความเป็นจริง

4 การประเมินสมรรถภาพในการทำงานเป็นกลุ่ม เป็นการประเมินความสามารถของผู้เรียนขณะอยู่ในกลุ่ม โดยกลุ่มจะเรียนรู้ไปพร้อม ๆ กันจากการช่วยกันทำงานและค้นคว้าหาความรู้

จากแนวคิดของการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักผู้วิจัยสรุปขั้นตอนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักได้ดังนี้ว่า ต้องมีการกระตุ้นความรู้เดิม ต้องมีการเสริมความรู้ใหม่ และมีการต่อเติมความเข้าใจให้สมบูรณ์ โดยมีขั้นตอนตั้งแต่การทำความเข้าใจปัญหาหรือสถานการณ์ที่ได้รับ การจำกัดขอบเขตของปัญหา การวิเคราะห์ปัญหา การตั้งสมมุติฐานเกี่ยวกับปัญหา การจัดลำดับความสำคัญของปัญหา การกำหนดวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ การรวบรวมข้อมูล ข้อความรู้จากแหล่งต่าง ๆ การสังเคราะห์ข้อมูลใหม่ พร้อมทั้งทดสอบสมมุติฐาน การลงข้อสรุปและสร้างหลักการที่ได้จากการศึกษาปัญหา

และจากผลการศึกษาระยะต้นการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก ผู้วิจัยได้แนวทางการประยุกต์การเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักในส่วนวิธีการเรียนรู้ โดยจะออกแบบวิธีหรือขั้นตอนการเรียนให้สอดคล้องกับการพัฒนาสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์

### 5.3 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก

ผู้วิจัยพบว่างานวิจัยที่เกี่ยวกับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักส่วนใหญ่เป็นงานวิจัยในสาขาแพทยพยาบาล ดังนี้

ยุวดี ฤาชา (2533) ได้พัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมการจัดการเรียนการสอนแบบที่ใช้ปัญหาเป็นหลักสำหรับอาจารย์พยาบาล โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมการจัดการเรียนการสอนแบบที่ใช้ปัญหาเป็นหลักสำหรับอาจารย์พยาบาล พบว่าทั้งอาจารย์และนักศึกษาพยาบาล กลุ่มที่ได้รับการฝึกอบรมมีสมรรถภาพในการจัดการเรียนแบบนี้เพิ่มขึ้นกว่าก่อนฝึกอบรมและหลังฝึกอบรม ยกเว้นสมรรถภาพในการเป็นผู้อำนวยการความสะอาดในการเรียนไม่เพิ่มขึ้น

ฉันทนา เวชโอสถศักดา(2538) ได้ศึกษาปัญหาการใช้แหล่งสารสนเทศและความสามารถในการค้นหาสารสนเทศของนักศึกษาแพทย์หลักสูตรแบบดั้งเดิมและหลักสูตรแบบใช้ปัญหาเป็น

หลัก ของนักศึกษาคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยมุ่งเปรียบเทียบการใช้แหล่ง  
สารสนเทศของนักศึกษาแพทย์ทั้ง 2 หลักสูตร

ทองสุข คำธนะ (2538) ได้ศึกษาผลของการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักที่มีต่อ  
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางการพยาบาลของผู้สูงอายุของนักศึกษาพยาบาล วิทยาลัย  
พยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุข พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางการพยาบาล  
ผู้สูงอายุของนักศึกษาพยาบาลกลุ่มที่เรียนโดยใช้การแก้ปัญหาเป็นหลัก สูงกว่านักศึกษาพยาบาล  
กลุ่มที่เรียนโดยการเรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ส่วนวิชาอื่นๆ มีการวิจัยเรื่องการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักดังนี้

อาภรณ์ แสงรัศมี (2543) ได้ศึกษาผลของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักต่อลักษณะการ  
เรียนรู้ด้วยตนเอง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและความพึงพอใจต่อการ  
เรียนการสอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนแบบใช้  
ปัญหาเป็นหลักมีคะแนนเฉลี่ยลักษณะการเรียนรู้ด้วยตนเอง หลังการเรียนสูงกว่าก่อนการเรียน  
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีคะแนนเฉลี่ยหลังการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วย  
วิธีการเรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อุดม รัตนอัมพรโสภณ (2544) ได้ศึกษาผลของการสื่อสารในเวลาเดียวกันและต่างเวลากัน  
ในการเรียนรู้ผ่านเว็บโดยใช้ปัญหาเป็นหลักที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระดับ  
ปริญญาตรี พบว่า นักศึกษากลุ่มที่เรียนด้วยการสื่อสารในเวลาเดียวกันและนักศึกษากลุ่มที่เรียน  
ด้วยการสื่อสารต่างเวลากันโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

Shepherd (1998) ศึกษาผลของการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักต่อทักษะการคิด  
วิจารณ์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่าการ  
เรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักช่วยพัฒนาทักษะการคิดวิจารณ์ได้และช่วยพัฒนาทัศนคติต่อ  
การแก้ปัญหา

EIshafei (1998) ศึกษาเปรียบเทียบผลของการสอนแบบใช้เป็นหลักกับการสอนปกติใน  
วิชาแคลคูลัส พบว่าการสอนแบบที่ใช้ปัญหาเป็นหลักช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์  
และพบว่านักเรียนชอบการเรียนแบบนี้ด้วย

Campbell (1999) พัฒนาการออกแบบการเรียนการสอนเพื่อใช้กับการเรียนโดยใช้ปัญหา  
เป็นหลัก โดยใช้เดลฟายเทคนิค

Cerezo (1999) ศึกษาการรับรู้ประสิทธิภาพของการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักของครู  
และนักเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ พบว่าการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักช่วยเพิ่ม  
พลวัตของกลุ่ม ช่วยเพิ่มความมั่นใจในตนเองและการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบกลุ่มร่วมมือ  
ส่งผลโดยตรงต่อความสำเร็จของนักเรียน



Faulkner (1999) ศึกษาผลสัมฤทธิ์และความคงทนของทักษะการสืบค้นทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักกับการใช้ตัวอย่างงาน พบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้ตัวอย่างงาน

Pedersen (2000) ศึกษาผลของเครื่องมือช่วยให้คำแนะนำ (hypermedia expert tool) ในการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก พบว่า เครื่องมือช่วยให้คำแนะนำโดยตัวแบบทางพุทธิปัญญา (cognitive modeling condition) มีประสิทธิภาพกว่าแบบอื่น ๆ และยังพบว่า การเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักช่วยสร้างแรงจูงใจในการเรียนแก่นักเรียนมากกว่าการเรียนแบบปกติ

Conger (2000) ศึกษาการสอนวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนที่มีนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษพบว่า การเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักช่วยเพิ่มความสามารถในการวางแผน ออกแบบ และทำการทดลองสูงกว่าการเรียนแบบปกติ

Nowal (2001) ศึกษาผลของการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักมีความคงทนในเนื้อหามากกว่าการเรียนแบบปกติ

McCarthy (2001) ทดลองใช้การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักเพื่อสอนเรื่องทศนิยมกับนักเรียนชั้นประถมศึกษา พบว่า นักเรียนสามารถพัฒนาความเข้าใจในคณิตศาสตร์เมื่อแก้ปัญหาได้

จากงานผลการวิจัยที่น่าเสนอไม่พบงานวิจัยที่มุ่งพัฒนากระบวนการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเพื่อพัฒนากระบวนการการเรียนการสอนโดยการประยุกต์แนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักในการเรียนรู้เพื่อสร้างเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์นี้ประกอบด้วยการดำเนินการ 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 การพัฒนากระบวนการการเรียนการสอนโดยการประยุกต์แนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักในการเรียนรู้เพื่อสร้างเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ และขั้นตอนที่ 2 การทดลองใช้กระบวนการการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ดังนี้

#### ขั้นตอนที่ 1 การพัฒนากระบวนการการเรียนการสอน

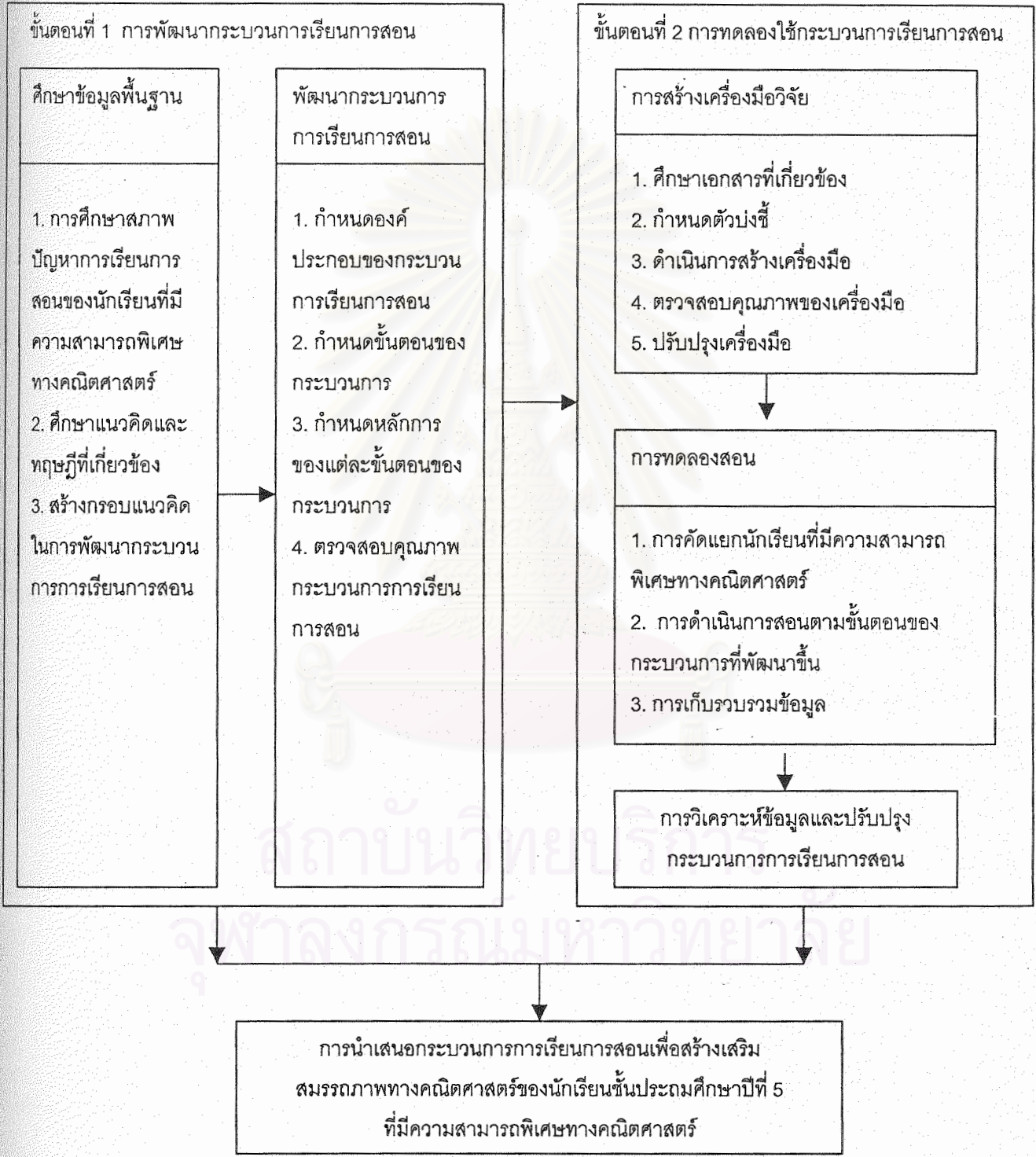
- 1.1 ศึกษาสภาพปัญหาการเรียนการสอนของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
- 1.2 ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนากระบวนการการเรียนการสอน
- 1.3 สร้างกรอบแนวคิดในการพัฒนากระบวนการการเรียนการสอน
- 1.4 พัฒนากระบวนการการเรียนการสอน
- 1.5 ตรวจสอบคุณภาพของกระบวนการเรียนการสอน

#### ขั้นตอนที่ 2 การทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

- 2.1 สร้างแผนการสอนตามกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น
- 2.2 การพัฒนาเครื่องมือในการวิจัย
- 2.3 การทดลองสอน
- 2.4 การวิเคราะห์ข้อมูลและปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอน

ลำดับการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนแสดงดังแผนภูมิที่ 3

แผนภูมิที่ 3 ลำดับการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยการประยุกต์แนวความคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักในการเรียนรู้เพื่อสร้างเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์



รายละเอียดการดำเนินการทั้ง 2 ขั้นตอนมีดังต่อไปนี้

## 1 การพัฒนากระบวนการการเรียนการสอน

การพัฒนากระบวนการการเรียนการสอนมีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างและกำหนดรายละเอียดขององค์ประกอบของกระบวนการการเรียนการสอนโดยการประยุกต์แนวความคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักในการเรียนรู้เพื่อสร้างเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย 5 ขั้นตอน คือ

- 1.1 การศึกษาสภาพปัญหาการเรียนการสอนของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
- 1.2 ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนากระบวนการการเรียนการสอน
- 1.3 สร้างกรอบแนวคิดในการพัฒนากระบวนการการเรียนการสอน
- 1.4 พัฒนากระบวนการการเรียนการสอน
- 1.5 ตรวจสอบคุณภาพของกระบวนการเรียนการสอน

รายละเอียดของแต่ละขั้นตอนมีดังนี้

### 1.1 การศึกษาสภาพปัญหาการเรียนการสอนของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยศึกษาสภาพปัญหาการเรียนการสอนของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ จากผลงานวิจัยที่มีผู้ศึกษาไว้ (สกศ. 2543: 23-24., 2545 : 5-6) พบว่า

#### 1 ในเรื่องหลักสูตร

1.1 หลักสูตรปรกติง่ายเกินไป ไม่ท้าทาย ไม่ตอบสนองต่อความสามารถของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

1.2 ไม่มีหลักสูตรที่จัดขึ้นเฉพาะสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

2 ในส่วนของกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ พบว่ากระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ไม่ตอบสนองต่อความต้องการของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

#### 3 ในส่วนของบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการสอนเด็กที่มีความสามารถพิเศษ

3.1 ครูยังไม่เข้าใจการจัดการศึกษาสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

3.2 ไม่มีครูเฉพาะสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

3.3 โรงเรียนทั่วไปขาดผู้เชี่ยวชาญ และผู้แนะนำวิธีการจัดการศึกษาสำหรับเด็กที่มี

ความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

4 ในด้านสื่อการเรียนการสอน พบว่า ชาติสื่อและแหล่งข้อมูลให้เด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ได้ศึกษาค้นคว้าเพื่อตอบสนองความอยากรู้อยากเรียน

5 ในด้านพฤติกรรมการเรียน

5.1 เด็กที่มีความสามารถพิเศษส่วนใหญ่จะเป็นเด็กที่มีพลังมาก ชอบเคลื่อนไหวและทำงานตามความถนัดและความสนใจมักอึดอัดภายใต้แรงกดดันของห้องเรียนทั่วไปที่เน้นระเบียบวินัย บางคนไม่ชอบขีดเขียนหรือทำกิจกรรมซ้ำซาก เด็กเหล่านี้จะแสดงความสามารถพิเศษออกมาได้ดีเมื่อไม่อยู่ในห้องเรียนปกติ

5.2 เด็กเหล่านี้จะมีความสนใจที่หลากหลาย แต่เมื่อต้องการลงลึกในเรื่องใดเรื่องหนึ่งก็จะยึดติดอยู่กับงานนั้นจนกว่าจะทำสำเร็จแล้งจึงจะมองหาสิ่งอื่นทำต่อไป

5.3 เด็กไม่มีโอกาสได้แสดงความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ของตนอย่างเต็มศักยภาพ

5.4 เด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ไม่ได้รับการฝึกฝนให้พัฒนาตนในทางอารมณ์และสังคม เพราะเด็กเหล่านี้ขาดเพื่อนและขาดความเข้าใจจากสังคม

6 ในด้านอื่น ๆ พบว่า ไม่มีการรวมกลุ่มของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์เพื่อพบปะแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดเห็นซึ่งกันและกัน

## 1.2 ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนากระบวนการการเรียนการสอน

การพัฒนากระบวนการการเรียนการสอนนี้เกี่ยวข้องกับแนวทางการพัฒนาสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ แนวทางการพัฒนานักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ทฤษฎีการเรียนรู้ และแนวทางการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก ผู้วิจัยศึกษาแนวคิดหรือทฤษฎีสำคัญที่เกี่ยวข้องได้ผลดังนี้

### 1.2.1 แนวทางการพัฒนาสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาแนวทางการพัฒนาสมรรถภาพการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของ NCTM (2000) ผู้วิจัยได้แนวคิดในการพัฒนาสมรรถภาพการเรียนรู้คณิตศาสตร์ดังนี้

การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาต้องพัฒนาทัศนคติที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา ต้องพัฒนาความสามารถที่จำเป็นในการแก้ปัญหาได้แก่ ความสามารถในการใช้กลวิธีช่วยในการแก้ปัญหา ความสามารถในการคิดเปรียบเทียบ ต้องพัฒนาทักษะการคิดไตร่ตรองในการแก้ปัญหา และพัฒนาทักษะการแสวงหาความรู้ที่จำเป็นในการแก้ปัญหา

การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลต้องจัดสภาพการณ์ให้นักเรียนได้คิด ได้ให้เหตุผล จัดบรรยากาศส่งเสริมการคิดอย่างมีเหตุผล ส่งเสริมให้มีอภิปรายการให้เหตุผลของตนเอง และผู้อื่น ให้นักเรียนได้อธิบายหลักการที่ใช้ในการให้เหตุผลของตนเอง

การพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ต้องเลือกและใช้งานที่เกิดการสื่อสารอย่างมีความหมาย ต้องส่งเสริมการอภิปรายสิ่งที่กำลังเรียน ต้องฝึกสร้างคำอธิบาย ต้องฝึกชี้แจงข้อโต้แย้งหรือข้อสงสัย

การพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทำได้โดยการใช้คำถามเพื่อชักนำให้มองเห็นความสัมพันธ์ของแนวคิดใหม่กับแนวคิดเก่า ต้องส่งเสริมทั้งการมองเห็นการเชื่อมโยงและการใช้การเชื่อมโยง

การพัฒนาความสามารถในการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ทำโดยส่งเสริมให้เกิดการเปรียบเทียบพิจารณาและใช้การสื่อความหมายในรูปแบบต่าง ๆ ส่งเสริมให้ใช้การสื่อความหมายในหลายรูปแบบ ส่งเสริมการสื่อความหมายในการแก้ปัญหา ส่งเสริมให้เกิดการประเมินการสื่อความหมาย

### 1.2.2 แนวทางการพัฒนานักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาแนวทางการพัฒนานักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยพบประเด็นสำคัญที่นำมาใช้เป็นพื้นฐานการพัฒนาระบบการเรียนการสอนได้ดังนี้

กระบวนการเรียนการสอนต้องให้เนื้อหาทั้งที่เป็นมโนทัศน์ขั้นพื้นฐานสำหรับคณิตศาสตร์ขั้นสูง ความสามารถในการคิดคำนวณที่จำเป็นในการศึกษาคณิตศาสตร์ระดับสูง พัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหาขั้นสูง พัฒนาความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ ทักษะการคิดและการเรียนรู้ ทั้งนี้เนื้อหาต้องลึก ต้องเชื่อมโยงกับสาขาวิชาอื่น มีความซับซ้อนเป็นนามธรรม พอกับระดับความสนใจ ความสามารถของผู้เรียน ต้องคำนึงถึงความสามารถและความสนใจ และต้องกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็น มีการสำรวจเนื้อหาที่ลึกซึ้ง มีการร่วมกันกำหนดเรื่องที่จะศึกษา ต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สำรวจมโนทัศน์ต่าง ๆ ผู้เรียนควรสร้างความเข้าใจด้วยตัวเอง หรือ สร้างความรู้ขึ้นเอง ต้องพัฒนาให้นักคิดที่สร้างสรรค์และมีความเป็นตัวของตัวเอง และต้องช่วยให้มีความประทับใจในความงามของคณิตศาสตร์ ต้องเน้นการแก้ปัญหา เพื่อพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงในบริบทของชีวิตจริง ใช้ในสาขาวิชาต่าง ๆ และใช้ปัญหาปลายเปิด มีการใช้กระบวนการคิดไตร่ตรองในการแก้ปัญหา (Joyce, 1994, Hersberger และ Wheatly 1980)

ส่วนรูปแบบการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับเด็กที่มีความสามารถพิเศษนั้นควรเป็นการเรียนในรูปแบบโครงงาน เด็กกลุ่มนี้ชอบเรียนด้วยการค้นพบและศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง แต่ก็ต้องการการ

ที่แน่ เพราะบางครั้งจะสนใจไปหมดทุกเรื่องจนมากเกินไป ทำให้ไม่ไหว ครูต้องช่วยทำให้ขอบเขตแคบลง และแนะนำแหล่งข้อมูลเพิ่มเติมแล้วจะได้ผลงานที่ดี มีคุณค่า เด็กกลุ่มนี้มักทำงานไม่ค่อยเรียบร้อย ดังนั้นโครงการควรสนใจความคิดมากกว่าความสะอาดและความประณีต ในกระบวนการควรสอนให้รู้จักการจัดระบบข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ และส่งเสริมให้พัฒนางานจนถึงระดับอาชีพ เด็กกลุ่มนี้ต้องการกิจกรรมทางกายเพื่อให้เกิดความสมดุลระหว่างสมองกับจิตใจและร่างกาย ต้องสอนทักษะทางสังคม (สกศ. 2545 : 7)

### 1.2.3 ทฤษฎีการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดทางจิตวิทยาที่เป็นพื้นฐานการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ พบว่าทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพุทธินิยมสอดคล้องกับการพัฒนากระบวนการการเรียนการสอนมากที่สุด นักจิตวิทยากลุ่มพุทธิปัญญาเชื่อว่าการเรียนรู้ของมนุษย์ไม่ใช่พฤติกรรมที่เกิดจากการตอบสนองจากสิ่งเร้าเพียงอย่างเดียว แต่การเรียนรู้เป็นกระบวนการทางความคิดภายในสมอง การเรียนรู้เป็นกระบวนการทางสติปัญญาของมนุษย์ที่เกิดจากการสะสมข้อมูล การสร้างความหมาย การสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูลและการดึงข้อมูลออกมาใช้ในการดำเนินการต่าง ๆ ดังนั้นสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการพัฒนาจึงเป็นกระบวนการทางปัญญา และสามารถนำทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพุทธินิยมมาใช้ในการพัฒนาสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ได้

นอกจากนี้ผู้วิจัยยังพบว่าทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มมนุษย์นิยมยังสามารถช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ได้ เนื่องจากนักจิตวิทยากลุ่มมนุษย์นิยมให้ความสำคัญของการเป็นมนุษย์ มนุษย์มีคุณค่า มีความดีงาม มีความสามารถ มีความต้องการ และมีแรงจูงใจภายในที่จะพัฒนาศักยภาพของตนเอง หากมนุษย์ได้รับอิสรภาพ เสรีภาพ มนุษย์จะพยายามพัฒนาตัวเองไปสู่ความเป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์

รายละเอียดของทฤษฎีการเรียนรู้ที่นำมาใช้ในการพัฒนากระบวนการการเรียนการสอนมีดังนี้

#### 1.2.3.1 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget

Piaget (Lall and Lall 1983:45-54) กล่าวว่า การเรียนรู้ของมนุษย์เป็นไปตามพัฒนาการทางสติปัญญา ซึ่งเป็นไปตามธรรมชาติ Piaget แบ่งพัฒนาการตามวัยต่าง ๆ เป็นลำดับขั้นการจัดประสบการณ์เพื่อส่งเสริมพัฒนาการของเด็กในช่วงที่กำลังเปลี่ยนแปลงจากขั้นหนึ่งไปอีกระดับหนึ่งจะช่วยให้เด็กมีพัฒนาการทางสติปัญญาอย่างรวดเร็ว Piaget เน้นความสำคัญของการทำความเข้าใจธรรมชาติและพัฒนาการของเด็กมากกว่าการกระตุ้นเด็กให้มีพัฒนาการเร็วขึ้น

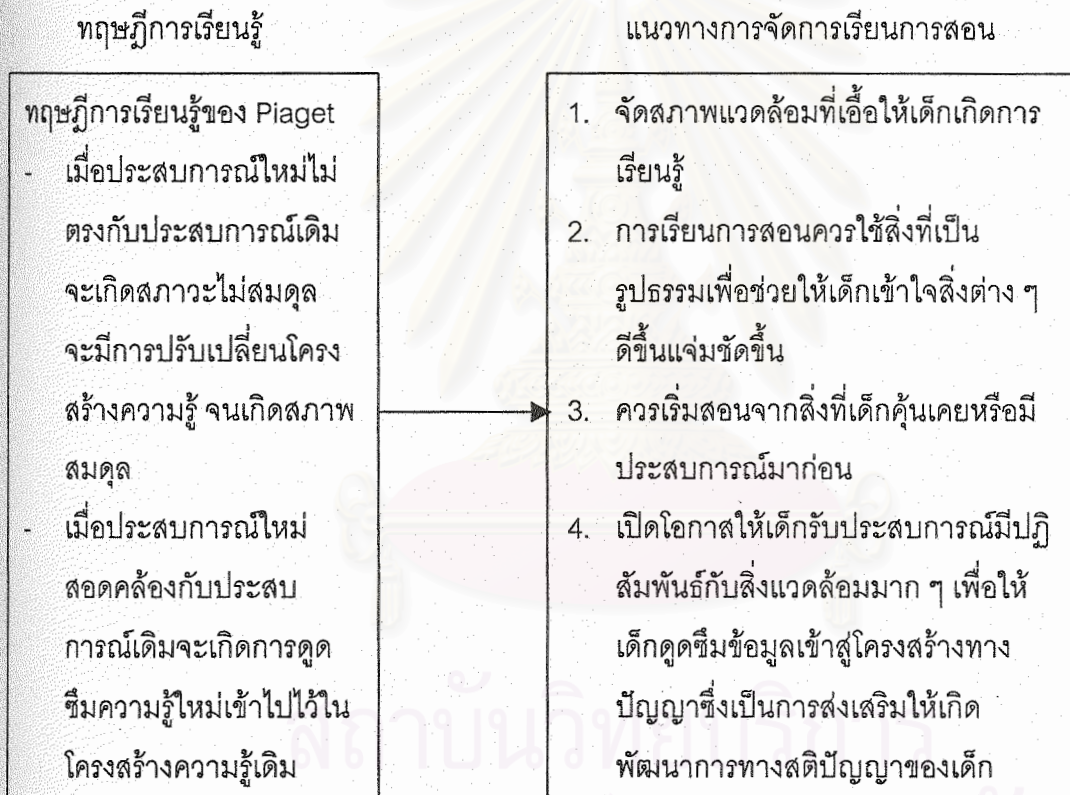
Piaget จัดเด็กวัย 7 – 11 ปี อยู่ในขั้นการคิดแบบรูปธรรม (concrete operational period) ซึ่งการคิดของเด็กในขั้นนี้ไม่ขึ้นกับการรับรู้จากรูปร่างเท่านั้น เด็กสามารถสร้างภาพในใจและสามารถคิดย้อนกลับได้นอกจากนั้นเด็กจะมีความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของตัวเลขและสิ่ง

ต่าง ๆ ได้มากขึ้น Piaget จัดเด็กวัย 11 – 15 ปี อยู่ในขั้นการคิดแบบนามธรรม (formal operation period) เด็กในขั้นนี้สามารถคิดสิ่งที่เป็นนามธรรม สามารถตั้งสมมุติฐานและใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้

กระบวนการทางสติปัญญามีลักษณะ 2 รูปแบบ คือ การดูดซึม (assimilation) กับการปรับเปลี่ยน (accommodation)

ผู้วิจัยสร้างแนวทางการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีดังกล่าวได้ตั้งแผนภูมิที่ 4

แผนภูมิที่ 4 แนวทางการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีการเรียนรู้ของ Piaget



### 1.2.3.2 ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองของ Vygotsky

Vygotsky (cited in Berk and Winsler 1995) กล่าวว่า การเรียนรู้ การพัฒนาสติปัญญา และทัศนคติของนักเรียนจะเกิดขึ้นเมื่อมีปฏิสัมพันธ์หรือทำงานร่วมกันกับผู้อื่น การเรียนรู้จะเกิดขึ้นในสภาวะที่เด็กเผชิญกับปัญหาที่ท้าทายแต่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้โดยลำพัง (zone of proximal development) เมื่อได้รับการช่วยเหลือแนะนำจากผู้ใหญ่ หรือจากการทำงานร่วมกันกับเพื่อนที่มีประสบการณ์มากกว่า นักเรียนจะสามารถแก้ปัญหาที่นั้นได้และเกิดการเรียนรู้ขึ้น



การให้ความช่วยเหลือแนะนำในการแก้ปัญหาและการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นการช่วยเหลือเมื่อนักเรียนแก้ปัญหาโดยลำพังไม่ได้ (assisted learning) เพื่อให้นักเรียนแก้ปัญหาได้ด้วยตัวเอง วิธีการที่ครูเข้าไปมีปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนเพื่อให้การช่วยเหลือเรียกว่า scaffolding ซึ่งเป็นการแนะนำช่วยเหลือให้นักเรียนแก้ปัญหาด้วยตนเอง เช่นการให้คำแนะนำการช่วยเตือนความจำ การกระตุ้นให้คิด การแบ่งปัญหาที่สลับซับซ้อนให้ง่ายขึ้น การให้ตัวอย่าง หรือสิ่งอื่น ๆ ที่จะช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหาและเรียนรู้ด้วยตนเอง การให้การช่วยเหลือ (scaffolding) มีลักษณะดังนี้ เป็นกิจกรรมการร่วมกันแก้ปัญหา เข้าใจปัญหามีวัตถุประสงค์ที่ตรงกัน มีบรรยากาศที่อบอุ่น และมีการตอบสนองที่ตรงกับความต้องการ ทัศนภาวะแห่งการเรียนรู้ของนักเรียน และสนับสนุนให้นักเรียนควบคุมตนเองในการแก้ปัญหา

ครูมีหน้าที่จัดเตรียมสภาพแวดล้อมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้เรื่องนั่นเอง ให้คำแนะนำ ให้นักเรียนมีโอกาสทำงานร่วมกันกับผู้อื่น โดยเฉพาะกับผู้ที่มีความสามารถมากกว่า ครูมีหน้าที่ในการกระตุ้นให้นักเรียนใช้ภาษาหรือวิธีการต่าง ๆ ในการจัดระบบความคิดของนักเรียนเอง และให้โอกาสนักเรียนแสดงออกตามวิธีการต่าง ๆ ของนักเรียนเอง

ผู้วิจัยสร้างแนวทางการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีดังกล่าวได้ตั้งแผนภูมิที่ 5

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## แผนภูมิที่ 5 แนวทางการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีการเรียนรู้ของ Vygotsky

### แนวทางการจัดการเรียนการสอน

#### ทฤษฎีการเรียนรู้

#### ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองของ Vygotski

- การเรียนรู้เกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม
- ครูมีหน้าที่ชี้แนะทำให้ผู้เรียนพัฒนาการทางสติปัญญาสิ่งแวดล้อมทางสังคมจะมีอิทธิพลต่อการเรียนรู้

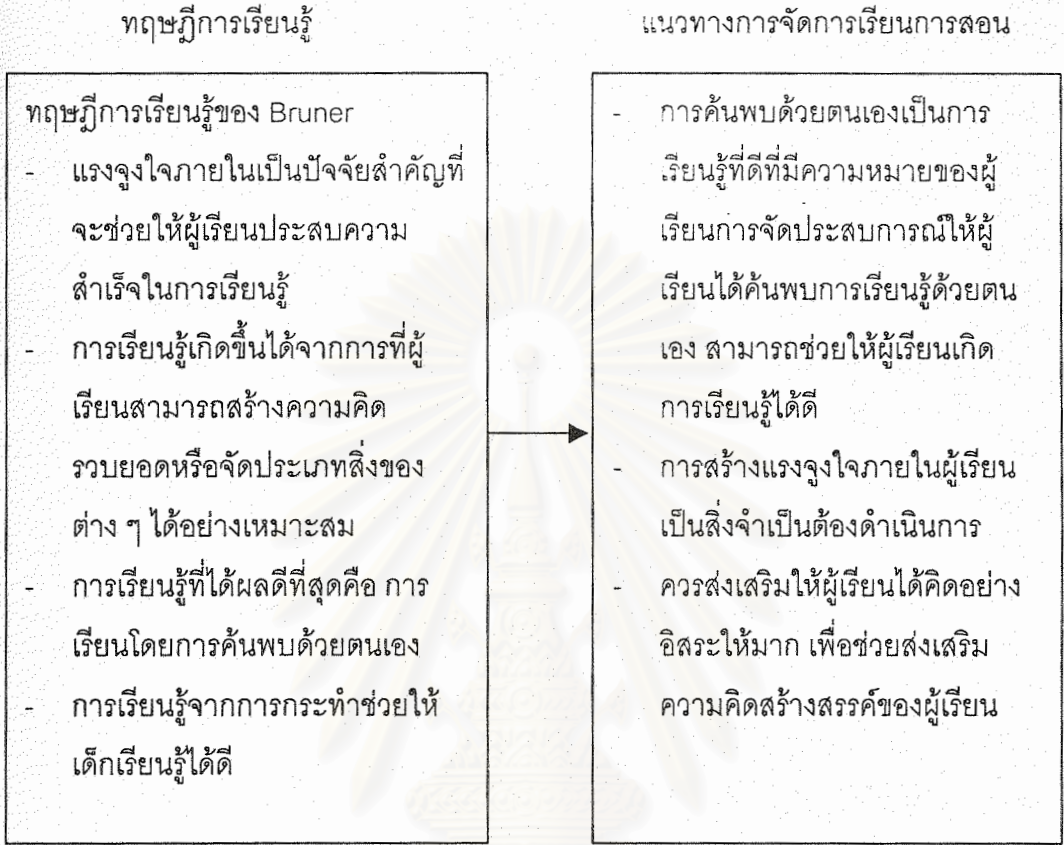
- ผู้เรียนต้องเป็นผู้จัดกระทำกับข้อมูลหรือประสบการณ์ต่างๆ เอง ต้องสร้างความหมายให้กับสิ่งต่าง ๆ ในบริบทที่เป็นจริง
- ผู้เรียนต้องมีปฏิสัมพันธ์กับข้อมูล สื่อ วัสดุที่เป็นจริง และสอดคล้องกับความสนใจของผู้เรียน
- ผู้เรียนต้องสามารถจัดกระทำศึกษา วิเคราะห์ ทดลอง ลองผิดลองถูก จนเกิดเป็นความรู้ความเข้าใจขึ้น
- ครูต้องสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่เอื้อต่อปฏิสัมพันธ์ทางสังคม การร่วมมือและการแลกเปลี่ยนความรู้ แนวความคิด ประสบการณ์ระหว่างผู้เรียนกับบุคคลต่าง ๆ จะช่วยให้การเรียนรู้ของผู้เรียนกว้างขึ้นซับซ้อน และหลากหลายมากขึ้น
- ผู้เรียนจะมีบทบาทในการเรียนรู้โดยการนำตนเองและควบคุมตนเองในการเรียนรู้
- ครูต้องช่วยสร้างแรงจูงใจภายในในการเรียน

### 1.2.3.3 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Bruner

Bruner (1963:1-54) เสนอว่า การเรียนรู้ที่ได้ผลดีที่สุดคือการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนค้นพบด้วยตนเอง (discovery learning) และมนุษย์เลือกที่จะรับรู้สิ่งที่ตนเองสนใจ การเรียนรู้เกิดขึ้นได้เมื่อบุคคลสามารถสร้างความคิดรวบยอดหรือสามารถจัดประเภทสิ่งของต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม นอกจากนั้นยังเสนอว่าการจัดโครงสร้างของความรู้ให้มีความสัมพันธ์และสอดคล้องกับพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กมีผลต่อการเรียนรู้ของเด็ก การจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับความพร้อมและพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียนจะช่วยให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพ แรงจูงใจภายในเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียนรู้

ผู้วิจัยสร้างแนวทางการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีดังกล่าวได้ดังแผนภูมิที่ 6

แผนภูมิที่ 6 แนวทางการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีการเรียนรู้ของ Bruner



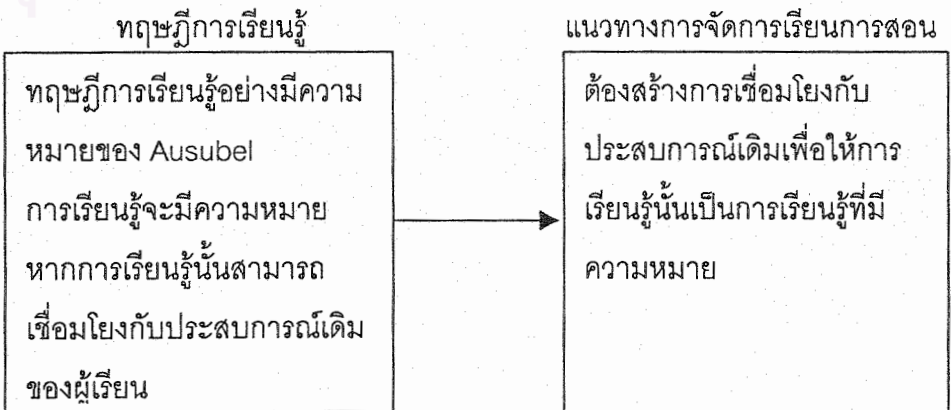
1.2.3.4 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของ Ausubel

Ausubel (1963:77-97) กล่าวว่า การเรียนรู้จะมีความหมายต่อผู้เรียนหากการ

เรียนรู้นั้นเชื่อมโยงกับประสบการณ์เรียนของผู้เรียน การนำเสนอความคิดรวบยอดแก่ผู้เรียนก่อนสอนเนื้อหาเรื่องนั้นจะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนเนื้อหาสาระนั้นอย่างมีความหมาย

ผู้วิจัยสร้างแนวทางการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีดังกล่าวได้ตั้งแผนภูมิที่ 7

แผนภูมิที่ 7 แนวทางการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีการเรียนรู้ของ Ausubel

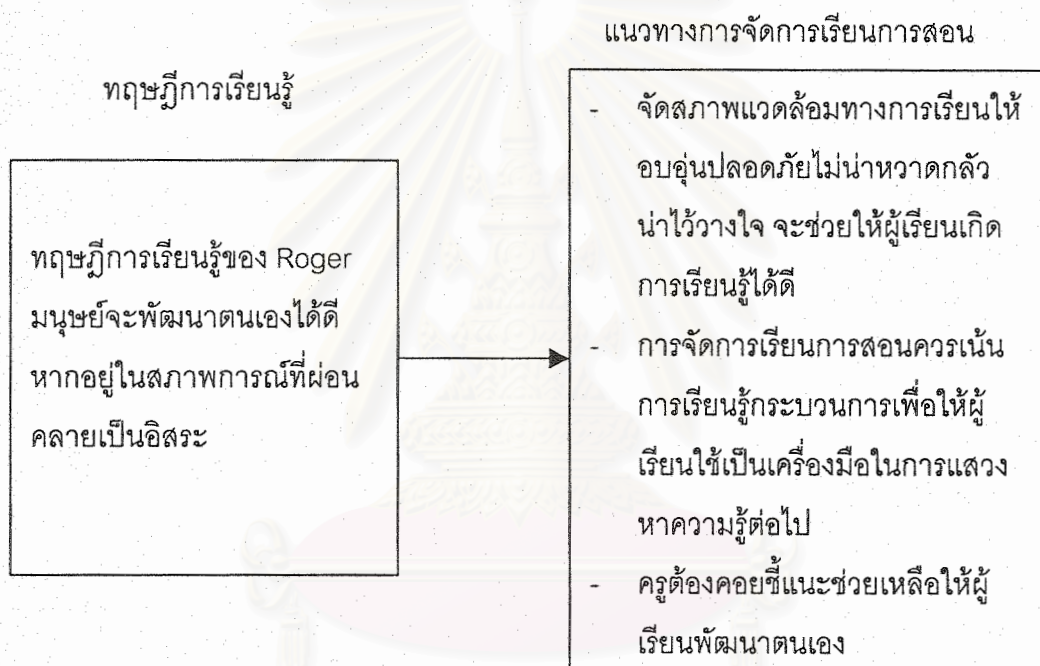


### 1.2.3.5 ทฤษฎีการเรียนรู้ของ Rogers

Rogers กล่าวว่ามนุษย์จะสามารถพัฒนาตนเองได้ดีหากอยู่ในสภาวะที่ผ่อนคลายและเป็นอิสระ บรรยากาศที่เหมาะสมต่อการเรียนควรเป็นบรรยากาศที่ผ่อนคลายและเชื่อต่อการเรียนรู้ การจัดการเรียนควรเน้นให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางโดยมีครูช่วยชี้แนะ การเรียนรู้ควรเน้นที่กระบวนการเป็นสำคัญ

ผู้วิจัยสร้างแนวทางการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีดังกล่าวได้ตั้งแผนภูมิที่ 8

แผนภูมิที่ 8 แนวทางการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีการเรียนรู้ของ Rogers



### 1.2.4 แนวทางการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก

จากการศึกษาแนวทางการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก ผู้วิจัยได้แนวคิดพื้นฐาน  
และแนวทางการจัดการเรียนการสอน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แนวคิดพื้นฐานและแนวทางการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก

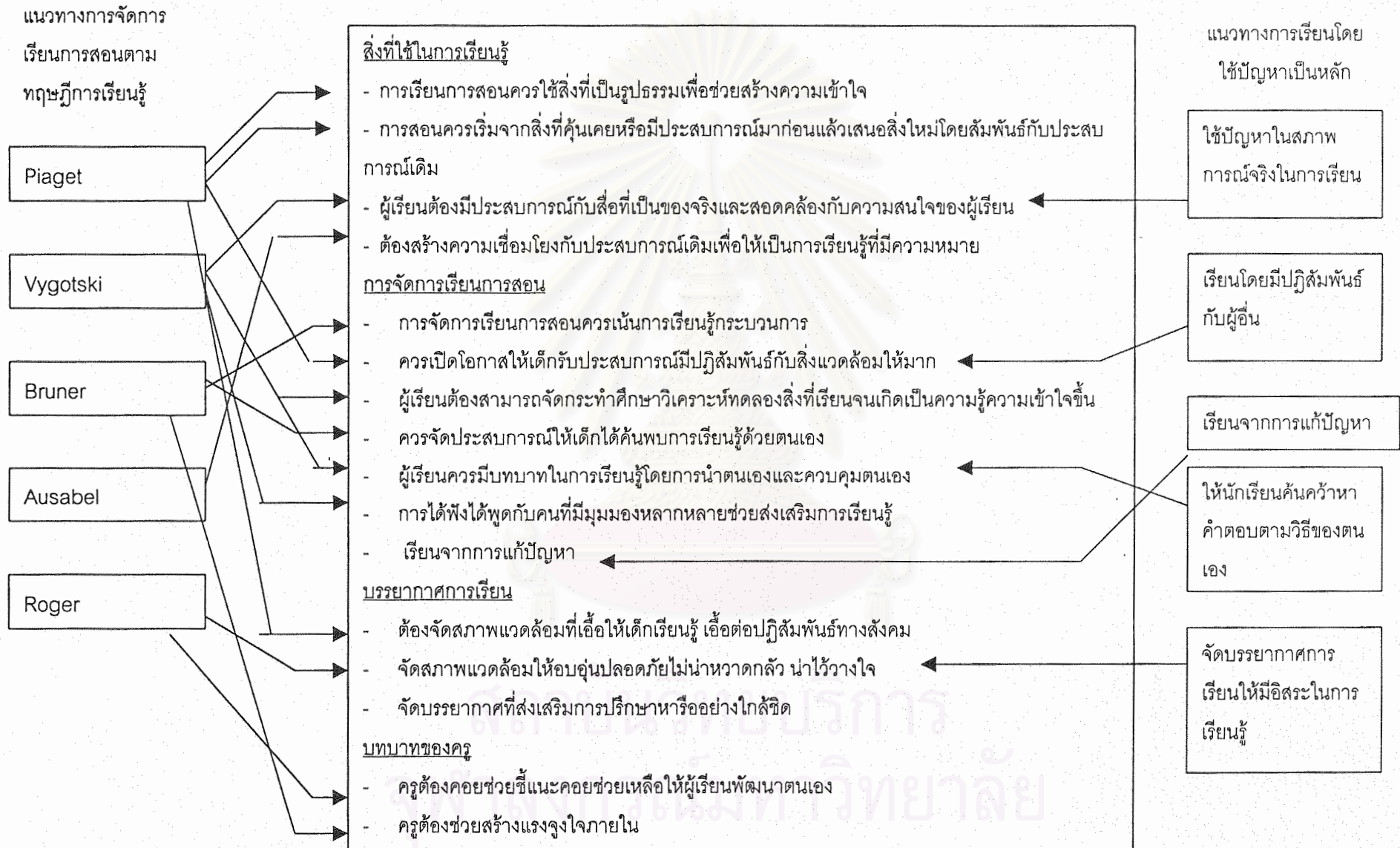
แนวคิดพื้นฐาน/ทฤษฎี	แนวทางการจัดการเรียนการสอน
<p>มนุษย์เรียนรู้ได้ไม่จำกัดและจะเรียนรู้ได้ดีในสภาพที่เป็นอิสระ และเป็นผู้ควบคุมการเรียนรู้ของตนเอง</p>	<p>- จัดบรรยากาศการเรียนให้มีอิสระในการเรียนรู้ - ให้นักเรียนค้นคว้าหาคำตอบตามวิธีของตนเอง</p>
<p>คนแต่ละคนมีทัศนคติต่อสิ่งต่าง ๆ แตกต่างกัน การแลกเปลี่ยนความเห็นกับผู้อื่นจะช่วยให้เกิดการเรียนรู้ (multiplicity principle)</p>	<p>- ให้เรียนโดยมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น</p>
<p>การเรียนรู้จะเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนพบกับปัญหาที่ไม่สามารถใช้ความรู้เดิมที่มีอยู่แก้ไขได้ ผู้เรียนจะปรับหรือเรียนรู้ความรู้ใหม่จนแก้ปัญหาได้แล้วจะเก็บความรู้ไว้ในโครงสร้างความรู้ (accommodation and adaptation)</p>	<p>- ให้เรียนจากการแก้ปัญหา</p>
<p>การแก้ปัญหาในบริบทของสภาพการณ์จริงหรือสถานการณ์ที่มีความหมายจะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ (principle of authenticity)</p>	<p>- ใช้ปัญหาในสภาพการณ์จริงในการเรียน</p>

ผู้วิจัยได้นำแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่ได้ไปใช้เป็นหลักในขั้นตอนการพัฒนากระบวนการเรียนการสอน

### 1.3 การสร้างกรอบแนวคิดในการพัฒนากระบวนการเรียนการสอน

ผู้วิจัยได้สังเคราะห์แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนากระบวนการเรียนการสอน แล้วสร้างกรอบแนวคิดในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ดังแสดงรายละเอียดในแผนภูมิที่ 9

กรอบแนวคิดในการจัดการเรียนการสอน



## 1.4 การพัฒนากระบวนการการเรียนการสอน

### 1.4.1 การกำหนดองค์ประกอบของกระบวนการเรียนการสอน

องค์ประกอบที่สำคัญของกระบวนการเรียนการสอนมี 2 องค์ประกอบ คือ แนวคิดพื้นฐานของกระบวนการเรียนการสอน และ หลักการการจัดการเรียนการสอน ผู้วิจัยกำหนดองค์ประกอบทั้งสององค์ประกอบโดยใช้กรอบแนวคิดในการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นเป็นพื้นฐานรายละเอียดของแต่ละองค์ประกอบเป็นดังนี้

#### 1.4.1.1 แนวคิดพื้นฐานของการจัดการเรียนการสอน

การเรียนการสอนควรใช้สิ่งที่เป็นรูปธรรมที่คุ้นเคยหรือมีประสบการณ์มาก่อนเพื่อช่วยสร้างความเข้าใจ เพื่อสร้างความเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิม เพื่อให้เป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย แล้วเสนอเรื่องที่เรียนใหม่โดยสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิม

การจัดการเรียนการสอนเป็นการเรียนจากการแก้ปัญหา โดยเน้นกระบวนการ การจัดการเรียนการสอนต้องให้โอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลต่าง ๆ และสิ่งแวดล้อม โดยผู้เรียนเป็นผู้จัดกระทำศึกษาวิเคราะห์ทดลองด้วยตนเอง เรียนโดยการชี้นำตนเองและควบคุมตนเอง ต้องมีการจัดสภาพแวดล้อมที่เอื้อให้เด็กเรียนรู้ เชื่อมต่อปฏิสัมพันธ์ทางสังคม จัดสภาพแวดล้อมให้อบอุ่นปลอดภัยไม่น่าหวาดกลัว น่าไว้วางใจ จัดบรรยากาศที่ส่งเสริมการปรึกษาหารืออย่างใกล้ชิด ครูต้องคอยช่วยชี้แนะคอยช่วยเหลือให้ผู้เรียนพัฒนาตนเอง ครูต้องช่วยสร้างแรงจูงใจภายใน

#### 1.4.1.2 หลักการของการเรียนการสอน

กลไกการเรียนรู้หลัก คือ การเรียนรู้ตามแนวคิดของ Piaget ที่กล่าวว่า เมื่อเกิดการไม่สมดุลของโครงสร้างทางปัญญาจะเกิดการเรียนรู้โดยการดูดซึมหรือการปรับเปลี่ยนเข้าสู่โครงสร้างความรู้ และการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Vygotski ที่กล่าวว่า การเรียนรู้เกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม สิ่งที่จะช่วยเสริมในการเรียนรู้ คือ การเรียนรู้โดยกลุ่มรวมพลัง (cooperative learning) ที่ช่วยส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์เพื่อการเรียนรู้ และบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้ และสิ่งที่ชักนำสื่อให้เกิดการเรียนรู้ คือ ปัญหาที่ออกแบบอย่างเหมาะสม

#### 1.4.2 การพัฒนาขั้นตอนของกระบวนการการเรียนการสอน

ขั้นตอนของกระบวนการการเรียนการสอนประกอบด้วยขั้นตอนหลักและขั้นตอนย่อย ผู้วิจัยพัฒนาขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนโดยเริ่มจากกำหนดขั้นตอนหลักของกระบวนการจากขั้นตอนการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักประกอบกับกรอบแนวคิดในการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนที่คัดสรรมาบางส่วน

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ประยุกต์แนวทางการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก โดยเมื่อพิจารณาขั้นตอนของการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักซึ่งประกอบด้วย การเรียนกลุ่มย่อยเพื่อแก้ปัญหา การเรียนโดยการชี้นำตนเอง การเรียนจากผู้เชี่ยวชาญ พบว่า การเรียนกลุ่มย่อยเพื่อแก้ปัญหา การเรียนโดยการชี้นำตนเอง เหมาะสมกับการพัฒนานักเรียนที่มีความสามารถพิเศษเนื่องจากทำให้นักเรียนได้เรียนตามความสนใจ ในช่วงเวลาที่เหมาะสมกับตนเอง เป็นการท้าทายความสามารถของตนเอง ผู้วิจัยจึงคงขั้นตอนดังกล่าวไว้ แต่เนื่องจากนักเรียนระดับประถมศึกษายังต้องการการชี้ นำในบางส่วน ผู้วิจัยจึงได้ลดบทบาทการชี้แนะตนเองของนักเรียนลง เพิ่มการช่วยชี้แนะจากครูในบางส่วน นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ตัดขั้นตอนการเรียนจากผู้เชี่ยวชาญออก ได้ขั้นตอน 4 ขั้นตอนคือ ขั้นตอนสร้างปัญหา(แสดงด้วยส่วน A) ขั้นตอนนำเสนอปัญหา(แสดงด้วยส่วน B) ขั้นตอนการเรียน โดยการแก้ปัญหา(แสดงด้วยส่วน C) และขั้นตอนการประเมินผลการเรียนรู้(แสดงด้วยส่วน D) ดังแสดงในแผนภูมิที่ 10

แต่เนื่องจากขั้นตอนที่ได้ยังไม่มีส่วนในการพัฒนาสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยเห็นว่าสามารถปรับปรุงขั้นตอนการเรียนด้วยปัญหา(แสดงด้วยส่วน C) ให้พัฒนาสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ได้ ผู้วิจัยจึงนำขั้นตอนการเรียนด้วยปัญหามากำหนดขั้นตอนย่อยเพิ่มเติม โดยใช้แนวคิดในการพัฒนาสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ประกอบกับกรอบแนวคิดในการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนที่คัดสรรมาบางส่วน ได้ขั้นตอนย่อย 4 ขั้นตอนดังแสดงในแผนภูมิที่ 11

เมื่อนำขั้นตอนหลักและขั้นตอนย่อยที่ได้มารวมกัน จะได้เป็นขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอน 7 ขั้นตอนคือ เตรียมปัญหา สร้างความเชื่อมโยงสู่ปัญหา สร้างกรอบของการศึกษา ศึกษาค้นคว้าโดยกลุ่มย่อย ตัดสินใจหาทางแก้ปัญหา สร้างผลงาน ประเมินผลการเรียนรู้

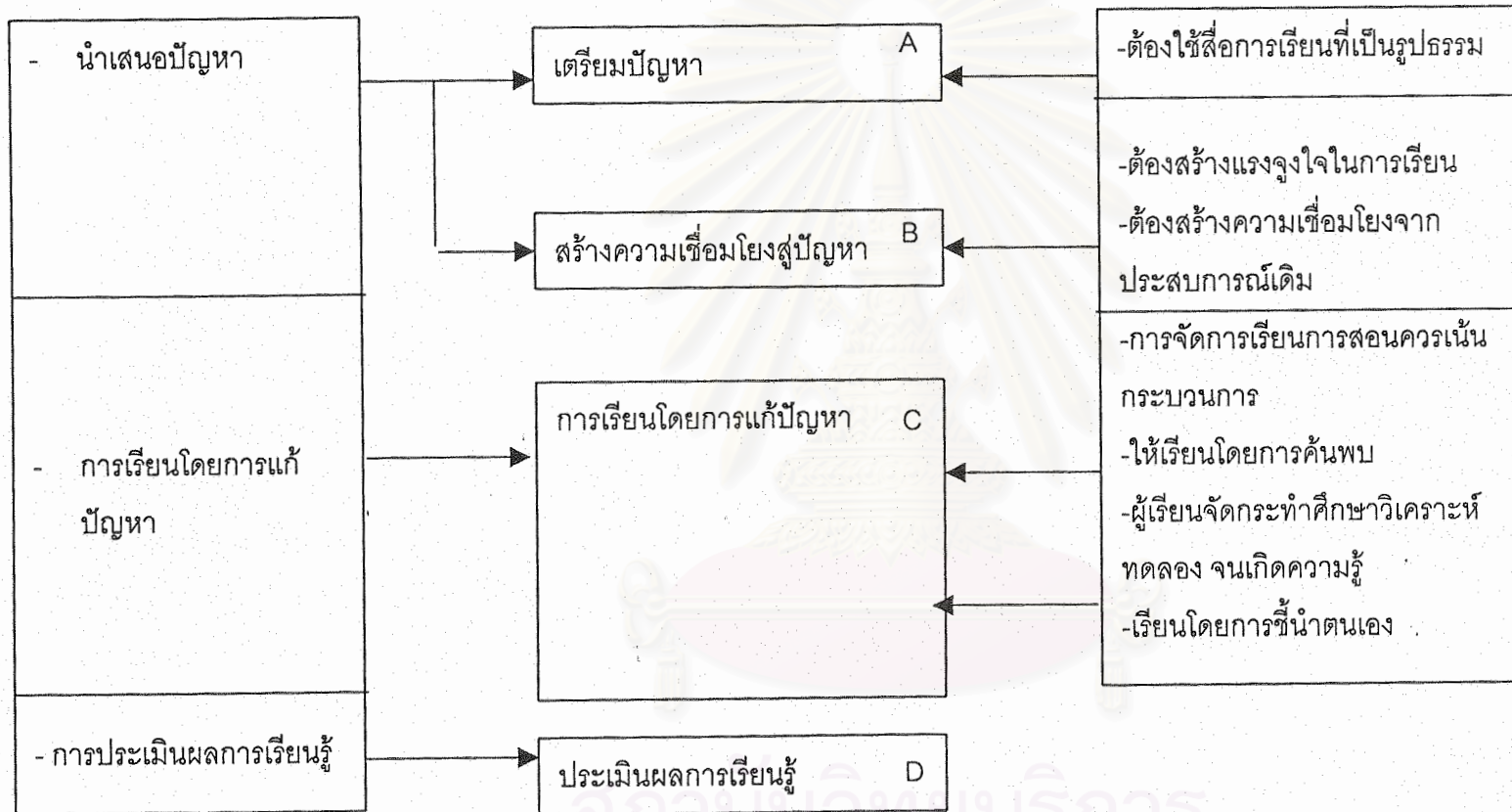


แผนภูมิที่ 10 การพัฒนาขั้นตอนหลักของกระบวนการเรียนการสอน

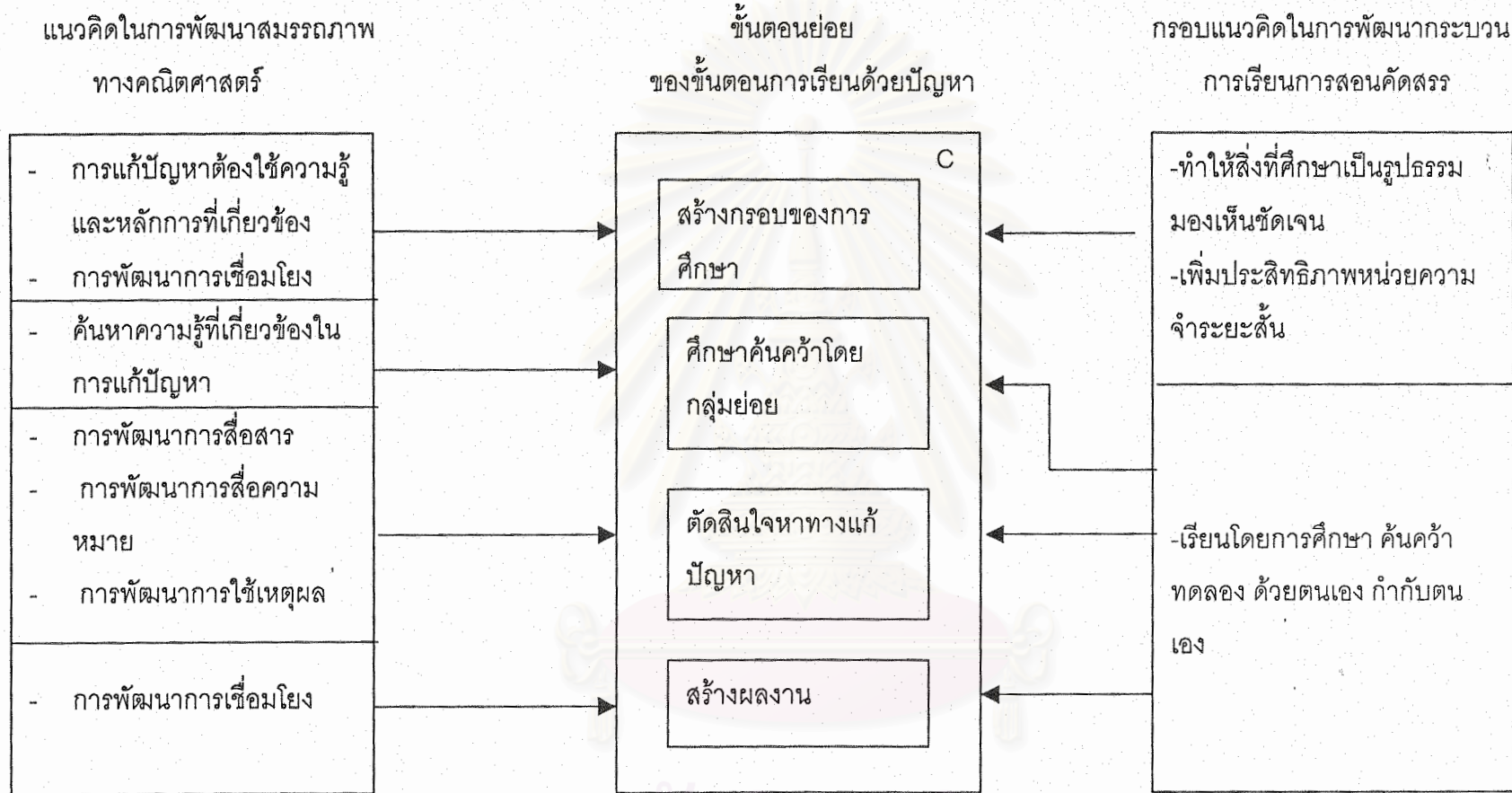
ขั้นตอนการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก

ขั้นตอนหลักของกระบวนการการเรียนการสอน

กรอบแนวคิดในการพัฒนากระบวนการ  
การเรียนการสอนคัดสรร



แผนภูมิที่ 11 การพัฒนาขั้นตอนย่อยในขั้นตอนการเรียนโดยการแก้ปัญหา(ส่วน C)



### 1.4.3 การกำหนดรายละเอียดของขั้นตอนในกระบวนการการเรียนการสอน

เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนตามขั้นตอนของกระบวนการการเรียนการสอนพัฒนาสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ตามที่ต้องการ ผู้วิจัยจึงเพิ่มรายละเอียดในเรื่องจุดมุ่งหมาย หลักการและเหตุผล วิธีสอนและเทคนิคการสอนของแต่ละขั้นตอน การกำหนดรายละเอียดต่างๆ นั้นผู้วิจัยใช้แนวคิดของการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก กรอบแนวคิดในการพัฒนากระบวนการการเรียนการสอน ประกอบกับแนวคิดในการพัฒนาสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ ดังรายละเอียดแสดงในตารางที่ 17

### 1.5 การตรวจสอบคุณภาพของกระบวนการเรียนการสอนที่สร้างขึ้น

ผู้วิจัยได้นำกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิทางการสอนคณิตศาสตร์จำนวน 2 ท่าน(ดังรายชื่อในภาคผนวก ก) ช่วยประเมินความสอดคล้องและความตรงของกระบวนการเรียนการสอนที่สังเคราะห์ขึ้นกับแนวคิดและทฤษฎีที่ใช้ในการสังเคราะห์กระบวนการ โดยนำเสนอวัตถุประสงค์ของการพัฒนากระบวนการเรียนการสอน แนวคิดและทฤษฎีที่ใช้ในการสังเคราะห์กระบวนการ การดำเนินการพัฒนาขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอน และการกำหนดรายละเอียดของแต่ละขั้นตอน แล้วสอบถามความคิดเห็นในเรื่องความสอดคล้องและความตรงของกระบวนการเรียนการสอนที่สังเคราะห์ขึ้นกับแนวคิดและทฤษฎีที่ใช้ในการสังเคราะห์กระบวนการ ผู้ทรงคุณวุฒิให้ความเห็นว่ากระบวนการที่สร้างขึ้นสอดคล้องกับการพัฒนาสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์แต่ขั้นตอนที่มาขององค์ประกอบในส่วนแนวคิด ทฤษฎีพื้นฐาน หลักการยังไม่ชัดเจน และการพัฒนาทักษะการสื่อความหมายยังไม่เห็นเด่นชัด ผู้วิจัยได้พิจารณาปรับปรุงโดยเพิ่มเติมให้มีการใช้ทักษะการสื่อความหมายในขั้นตอนการตัดสินใจหาทางแก้ปัญหา

## 2 การทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้สร้างแผนการสอนตามขั้นตอนและหลักการของกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นเพื่อประเมินกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

การดำเนินการในขั้นตอนนี้มี 4 ขั้นตอนคือ

#### 2.1 การสร้างแผนการสอน

#### 2.2 การพัฒนาเครื่องมือในการวิจัย

#### 2.3 การทดลองสอน

##### 2.3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

##### 2.3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

## 2.4 การวิเคราะห์ข้อมูลและปรับปรุงกระบวนการการเรียนการสอน

แต่ละชั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้

### 2.1 การสร้างแผนการสอน

ผู้วิจัยได้สร้างแผนการสอนตามกระบวนการเรียนการสอนขึ้นเพื่อใช้ตรวจสอบประสิทธิภาพ

ภาพของกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น แผนการสอนที่สร้างขึ้นประกอบด้วยวัตถุประสงค์ ภาระการเรียนรู้ด้านเนื้อหา ภาระการเรียนรู้ด้านกระบวนการ กิจกรรมการเรียนการสอน

การสร้างแผนการสอน ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

1 กำหนดวัตถุประสงค์ของการสอนแต่ละครั้ง

2 สร้างปัญหา สำหรับการสอนแต่ละครั้ง

3 ออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนตามกระบวนการเรียนการสอนที่สร้างขึ้น

ได้แผนการสอนเพื่อพัฒนาสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์จำนวน 10 แผน ดังนี้

แผนการสอนที่ 1 สนามเด็กเล่นในฝัน

แผนการสอนที่ 2 สหกรณ์ก้าวหน้า

แผนการสอนที่ 3 ผู้รักษาประตูมือกาบ

แผนการสอนที่ 4 ชื่อของได้ถูกใจประหยัดเวลาประหยัดเงิน

แผนการสอนที่ 5 จรวดน้ำ

แผนการสอนที่ 6 พิธีดับลูน

แผนการสอนที่ 7 หนังสือเพื่อพัฒนาการอ่าน

แผนการสอนที่ 8 อาหารเพื่อสุขภาพ

แผนการสอนที่ 9 ลายมือใคร

แผนการสอนที่ 10 ออกแบบ tangram แบบใหม่

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้สร้างแผนการสอนเพื่อเตรียมความพร้อมในการเรียนอีก 3 แผน ดังนี้

แผนการสอนเรื่อง หากโลกนี้ไม่มีคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์

แผนการสอนเรื่อง สิ่งที่สำคัญในการเรียนตอนที่ 1 เพื่อฝึกทักษะที่จำเป็นในการเรียนแบบรวมพลัง

แผนการสอนเรื่อง สิ่งที่สำคัญในการเรียนตอนที่ 2 เพื่อฝึกทักษะที่จำเป็นในการเรียนแบบรวมพลัง

(รายละเอียดดังในภาคผนวก จ)

ผู้วิจัยได้นำแผนการสอนที่สร้างขึ้น 2 แผนไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิทางการสอนคณิตศาสตร์จำนวน 2 ท่าน(ดังรายชื่อในภาคผนวก ก) ช่วยประเมินความสอดคล้องและความตรงระหว่างกิจกรรมในแผนการสอนกับกระบวนการการเรียนการสอนที่สร้างขึ้น โดยนำเสนอจุดมุ่งหมายขั้นตอนของกระบวนการการเรียนการสอน และแผนการสอน แล้วสอบถามความคิดเห็นในเรื่องความสอดคล้องและความตรงของกิจกรรมในแผนการสอนกับกระบวนการการเรียนการสอน ผู้ทรงคุณวุฒิให้ความเห็นว่า ส่วนแผนการสอนนั้นสอดคล้องตรงกับกระบวนการ แต่ในส่วนของกิจกรรมประเมินผลยังไม่ชัดเจน ผู้วิจัยพิจารณาปรับปรุงโดยเพิ่มรายละเอียดในการประเมินผลให้ชัดเจนขึ้น

## 2.2 การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

2.2.1 เครื่องมือที่ใช้คัดแยกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ระดับชั้น

ประถมศึกษาปีที่ 5

2.2.1.1 แบบเสนอชื่อโดยครู

2.2.1.2 แบบสอบถามความสามารถทางคณิตศาสตร์

2.2.2 เครื่องมือที่ใช้วัดสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ

ทางคณิตศาสตร์

2.2.2.1 แบบสอบสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์

2.2.1 เครื่องมือที่ใช้คัดแยกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

ในการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้คัดแยกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยใช้แนวคิดเกี่ยวกับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ของ Krutetskii ในการคัดแยกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแนวคิดเกี่ยวกับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ของ Krutetskii นี้ประกอบด้วยองค์ประกอบที่จัดได้เป็น 3 กลุ่มคือ

1 กลุ่มความสามารถในการรับข้อมูลทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการรับข้อมูลทางคณิตศาสตร์เพื่อเข้าใจโครงสร้างของปัญหา

2 กลุ่มความสามารถในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย

2.1 ความสามารถในการคิดเชิงเหตุผลในเรื่องปริมาณ ความสัมพันธ์ของรูปร่าง และสัญลักษณ์ที่เป็นจำนวนและตัวอักษร และความสามารถในการคิดโดยใช้สัญลักษณ์ทาง

## คณิตศาสตร์

- 2.2 ความสามารถในการสรุปนัยทั่วไปในเรื่อง วัตถุ ความสัมพันธ์ และการดำเนินการอย่างรวดเร็วและครอบคลุม
- 2.3 ความสามารถที่จะจำกัดกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และการดำเนินการที่เกี่ยวข้อง และความสามารถที่จะคิดในโครงสร้างที่จำกัด
- 2.4 มีกระบวนการคิดที่ยืดหยุ่นในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์
- 2.5 มีความพยายามอย่างยิ่งที่จะหาทางแก้ปัญหาให้ชัดเจนไม่คลุมเครือ ง่าย ไม่ฟุ่มเฟือยและมีเหตุผล
- 2.6 คิดใหม่ได้อย่างรวดเร็ว เป็นอิสระ เปลี่ยนวิธีการคิดไปในทางตรงกันข้ามได้

### 3 กลุ่มความสามารถในการจำและทัศนคติต่อคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย

- 3.1 สามารถจดจำ ความสัมพันธ์ แบบลักษณะ รูปแบบการพิสูจน์หรือโต้แย้ง วิธีการแก้ปัญหา และหลักการของกระบวนการคณิตศาสตร์ต่าง ๆ
- 3.2 ชอบวิชาคณิตศาสตร์เป็นอย่างมาก
- 3.3 สามารถแก้ปัญหาคณิตศาสตร์จำนวนมากโดยไม่ย่อท้อ

เมื่อผู้วิจัยพิจารณาความสามารถและคุณลักษณะดังกล่าว ความสามารถและคุณลักษณะบางลักษณะต้องตรวจสอบโดยใช้การสังเกตเป็นระยะเวลายาว แต่ความสามารถและคุณลักษณะบางลักษณะสามารถตรวจสอบได้ด้วยแบบสอบถาม ดังนั้นเพื่อให้ได้นักเรียนที่มีความสามารถและคุณลักษณะตามที่ต้องการครบถ้วน ผู้วิจัยจึงแบ่งการตรวจสอบความสามารถและคุณลักษณะดังกล่าวออกเป็น 2 ส่วน ประกอบด้วย การตรวจสอบความสามารถและคุณลักษณะโดยการเสนอข้อด้วยครู และการตรวจสอบความสามารถและคุณลักษณะโดยแบบสอบถามทางคณิตศาสตร์ ความสามารถและคุณลักษณะที่ตรวจสอบในแต่ละส่วนแสดงดังตารางที่ 2 หลังจากตรวจสอบความสามารถและคุณลักษณะ 2 ส่วนเสร็จแล้ว ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากการตรวจสอบทั้งสองขั้นตอนรวมเข้าด้วยกัน แล้วจึงคัดเลือกนักเรียนที่มีความสามารถและคุณลักษณะตามเกณฑ์ที่กำหนดเพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

ตารางที่ 2 คุณลักษณะที่วัดโดยแบบเสนอข้อโดยครูและแบบสอบถามความสามารถทางคณิตศาสตร์

คุณลักษณะ	แบบเสนอข้อโดยครู	แบบสอบถามความสามารถทางคณิตศาสตร์
1 กลุ่มความสามารถในการรับข้อมูลทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการรับข้อมูลทางคณิตศาสตร์เพื่อเข้าใจโครงสร้างของปัญหา	✓	-

## ตารางที่ 2 (ต่อ)

คุณลักษณะ	แบบเสนอชื่อโดยครู	แบบสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์
<p>2 กลุ่มความสามารถในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์</p> <p>2.1 ความสามารถในการคิดเชิงเหตุผลในเรื่องปริมาณ ความสัมพันธ์ของรูปร่างและสัญลักษณ์ที่เป็นจำนวนและตัวอักษร และความสามารถในการคิดโดยใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์</p> <p>2.2 ความสามารถในการสรุปนัยทั่วไปในเรื่อง วัตถุ ความสัมพันธ์ และการดำเนินการอย่างรวดเร็วและครอบคลุม</p> <p>2.3 ความสามารถที่จะจำกัดกระบวนการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และการดำเนินการที่เกี่ยวข้อง และความสามารถที่จะคิดในโครงสร้างที่จำกัด</p> <p>2.4 มีกระบวนการคิดที่ยืดหยุ่นในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์</p>	<p>✓</p> <p>✓</p> <p>✓</p> <p>✓</p> <p>✓</p>	<p>✓</p> <p>✓</p> <p>✓</p> <p>✓</p> <p>-</p>
<p>2.5 มีความพยายามอย่างยิ่งที่จะหาทางแก้ปัญหาให้ชัดเจน ไม่คลุมเครือ ง่าย ไม่ฟุ่มเฟือยและมีเหตุผล</p> <p>2.6 คิดใหม่ได้อย่างรวดเร็ว เป็นอิสระ เปลี่ยนวิธีการคิดไปในทางตรงกันข้ามได้</p>	<p>✓</p> <p>✓</p>	<p>✓</p> <p>✓</p>
<p>3 กลุ่มความสามารถในการจำและทัศนคติต่อคณิตศาสตร์ประกอบด้วย</p> <p>3.1 สามารถจดจำ ความสัมพันธ์ แบบลักษณะ รูปแบบ การพิสูจน์หรือโต้แย้ง วิธีการแก้ปัญหา และหลักการของกระบวนการคณิตศาสตร์ต่าง ๆ</p> <p>3.2 สามารถแก้ปัญหาคณิตศาสตร์จำนวนมากโดยไม่ย่อท้อ</p> <p>3.3 ชอบวิชาคณิตศาสตร์เป็นอย่างมาก</p>	<p>✓</p> <p>✓</p> <p>✓</p>	<p>-</p> <p>-</p> <p>-</p>

หมายเหตุ ✓ หมายถึงคุณลักษณะที่วัด

## 2.2.1.1 แบบเสนอชื่อโดยครู

### 2.2.1.1.1 ส่วนประกอบของแบบเสนอชื่อโดยครู

แบบเสนอชื่อโดยครูนี้ใช้เพื่อคัดแยกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทาง

คณิตศาสตร์ โดยครูที่ได้ศึกษาลักษณะความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษจนมีความเข้าใจถูกต้องชัดเจน

แบบเสนอชื่อโดยครูมีส่วนประกอบ 4 ส่วน คือ คำอธิบายเกี่ยวกับลักษณะนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์และการคัดแยก แบบทดลองเสนอชื่อนักเรียนที่เข้าข่ายมีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ แบบสำรวจความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเพื่อการเสนอชื่อ และแบบเสนอชื่อนักเรียนที่เข้าข่ายมีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ รายละเอียดของแบบเสนอชื่อแต่ละส่วนมีดังนี้

1 คำอธิบายเกี่ยวกับลักษณะนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์และการคัดแยกซึ่งเป็นเอกสารประกอบด้วยคำอธิบายเกี่ยวกับลักษณะนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์และการคัดแยก เอกสารนี้จะใช้เพื่อให้ความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับลักษณะนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์แก่ครูเพื่อให้คัดแยกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง

2 แบบทดลองเสนอชื่อนักเรียนที่เข้าข่ายมีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ซึ่งจะมีรายชื่อนักเรียนและพฤติกรรมเกี่ยวกับการเรียนคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องและไม่สอดคล้องกับลักษณะนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ และมีช่องว่างสำหรับให้ครูเขียนชื่อนักเรียนที่ครูตรวจสอบพบว่ามีพฤติกรรมที่สอดคล้องกับลักษณะนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ แบบทดลองเสนอชื่อนี้ใช้เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ของครูที่ผ่านการศึกษาคำอธิบายเกี่ยวกับลักษณะนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์มาแล้ว หากยังมีความรู้ความเข้าใจไม่ถูกต้องจะได้แก้ไขให้ถูกต้อง

3 แบบสำรวจความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเพื่อการเสนอชื่อ มีลักษณะเป็นตาราง 2 ช่อง ช่องแรกเป็นลักษณะที่แสดงความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ และอีกช่องเป็นช่องสำหรับเขียนรายชื่อนักเรียนที่มีลักษณะนั้น เพื่อรวบรวมรายชื่อนักเรียนที่มีลักษณะความสามารถพิเศษสำหรับการเสนอชื่อ

4 แบบเสนอชื่อนักเรียนที่เข้าข่ายมีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์เป็นแบบรายการให้ครูระบุรายชื่อนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์



### 2.2.1.1.2 กรอบเนื้อหาในแบบเสนอชื่อโดยครู

แบบเสนอชื่อโดยครูเป็นเครื่องมือที่ใช้ตรวจสอบลักษณะความสามารถทาง

คณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามแนวคิดเกี่ยวกับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษของ Krutetskii เพื่อใช้ในการคัดแยกเบื้องต้น กรอบเนื้อหาในแบบเสนอชื่อโดยครูจึงประกอบด้วยลักษณะความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ครูสามารถสังเกตพบได้ชัดเจน 12 ลักษณะดังนี้

1 ความสามารถในการรับข้อมูลทางคณิตศาสตร์เพื่อเข้าใจโครงสร้าง

ของปัญหา

2 ความสามารถในการคิดเชิงเหตุผลในเรื่องปริมาณ ความสัมพันธ์ของรูปร่าง

และสัญลักษณ์ที่เป็นจำนวนและตัวอักษร

3 ความสามารถในการคิดโดยใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

4 ความสามารถในการสรุปนัยทั่วไปในเรื่อง วัตถุ ความสัมพันธ์ และ

การดำเนินการอย่างรวดเร็วและครอบคลุม

5 ความสามารถที่จะจำกัดกระบวนการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และ

การดำเนินการที่เกี่ยวข้อง

6 ความสามารถที่จะคิดในโครงสร้างที่จำกัด

7 มีกระบวนการคิดที่ยืดหยุ่นในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์

8 มีความพยายามอย่างยิ่งที่จะหาทางแก้ปัญหาให้ชัดเจนไม่คลุมเครือ

ง่าย ไม่ฟุ่มเฟือยและมีเหตุผล

9 คิดใหม่ได้อย่างรวดเร็ว เป็นอิสระ เปลี่ยนวิธีการคิดไปในทางตรงกันข้ามได้

10 สามารถจดจำ ความสัมพันธ์ แบบลักษณะ รูปแบบการพิสูจน์หรือ

โต้แย้ง วิธีการแก้ปัญหา และหลักการของกระบวนการคณิตศาสตร์ต่าง ๆ

11 ชอบวิชาคณิตศาสตร์เป็นอย่างมาก

12 สามารถแก้ปัญหาคณิตศาสตร์จำนวนมากโดยไม่ย่อท้อ

### 2.2.1.1.3 ขั้นตอนการสร้างแบบเสนอชื่อโดยครู

แบบเสนอชื่อโดยครูสร้างขึ้นตามขั้นตอนดังนี้

1 กำหนดตัวบ่อนของแต่ละลักษณะความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

2 สร้างพฤติกรรมบ่งชี้ลักษณะที่ต้องการ โดยใช้ตัวบ่อนประกอบ

รายละเอียดเกี่ยวกับลักษณะความสามารถทางคณิตศาสตร์ ตัวบ่อนและพฤติกรรม

บ่งชี้ แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ลักษณะความสามารถทางคณิตศาสตร์ ตัวบ่อนและพฤติกรรมบ่งชี้ที่ใช้สร้างแบบเสนอชื่อโดยครู

ลักษณะ	ตัวบ่อน	พฤติกรรมบ่งชี้
1 ความสามารถในการรับข้อมูลทางคณิตศาสตร์เพื่อเข้าใจโครงสร้างของปัญหา	- เรื่องราว ข้อมูลหรือปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในรูปความสัมพันธ์ เหตุผล มีความซับซ้อนต่างกัน เช่น มีข้อมูลต่าง ๆ ครบถ้วน มีข้อมูลไม่ครบต้องอาศัยการตีความจากข้อความอื่นประกอบ	- เขียนแสดงเรื่องราว ข้อมูลหรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ได้ครบถ้วน เช่น บอกโครงสร้างของปัญหาได้ เกณฑ์การให้คะแนน ความถูกต้อง ความครบถ้วน
2 ความสามารถในการคิดเชิงเหตุผลในเรื่องปริมาณ ความสัมพันธ์ของรูปร่างและสัญลักษณ์ที่เป็นจำนวน และตัวอักษร	- ปัญหาหรือข้อมูลที่เป็นปริมาณ ความสัมพันธ์ของรูปร่างหรือสัญลักษณ์ที่เป็นจำนวนและตัวอักษร  - ข้อความที่เกิดโดยใช้เหตุผลจากปัญหาหรือข้อมูลที่เป็นปริมาณ ความสัมพันธ์ของรูปร่างหรือสัญลักษณ์ที่เป็นจำนวนและตัวอักษร	- ให้ข้อคิดเชิงเหตุผล ข้อสรุปจากปัญหาหรือข้อมูลที่เป็นปริมาณ ความสัมพันธ์ของรูปร่างหรือสัญลักษณ์ที่เป็นจำนวนและตัวอักษรได้  - ให้เหตุผลจากข้อความนั้นได้
3 ความสามารถในการคิดโดยใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์	- ข้อความหรือปัญหาที่มีสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ซึ่งต้องใช้ในการดำเนินการที่กำหนด	- ดำเนินการตามที่กำหนดจนได้คำตอบ
3 ความสามารถในการสรุปนัยทั่วไปในเรื่องวัตถุความสัมพันธ์ และการดำเนินการอย่างรวดเร็วและครอบคลุม	ให้ข้อมูลที่เป็นกรณีเฉพาะหลายๆ กรณี สำหรับหากรณีทั่วไป โดยที่ข้อมูลเหล่านั้นต้องเป็นวัตถุความสัมพันธ์ หรือการดำเนินการ	ได้สูตรหรือกรณีทั่วไปจากหลายๆ กรณีเฉพาะที่ให้
5 ความสามารถที่จะจำกัดกระบวนการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และการดำเนินการที่เกี่ยวข้อง	ให้ปัญหาลักษณะที่ต้องใช้เหตุผลหรือการดำเนินการที่ทำได้หลายขั้นตอน	ได้คำตอบที่ใช้กระบวนการตามที่กำหนดได้
6 ความสามารถที่จะคิดในโครงสร้างที่จำกัด	ให้ข้อมูลที่จำเป็นในการคิดน้อยและให้ดำเนินการต่อจนได้คำตอบ	ได้คำตอบจากปัญหาที่มีโครงสร้างจำกัดที่กำหนดให้ได้

ลักษณะ	ตัวบ่งชี้	พฤติกรรมบ่งชี้
7 มีกระบวนการคิดที่ยืดหยุ่นในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์	ให้ข้อมูลและการดำเนินการที่เอื้อต่อการคิดหลายๆ แบบและมีคำสั่งให้คิดหลายๆ แบบ ให้ข้อมูล que เมื่อคิดหรือทำไปจนถึงขั้นหนึ่งแล้วจะคิดต่อไม่ได้ และมีคำสั่งให้หาคำตอบด้วยวิธีอื่น ๆ	แสดงวิธีหาคำตอบหรือวิธีคิดได้หลายวิธี สามารถคิดหาคำตอบในวิธีการอื่น ๆ ได้
8 มีความพยายามอย่างยิ่งที่จะหาทางแก้ปัญหาให้ชัดเจน ไม่คลุมเครือ ง่าย ไม่ฟุ่มเฟือยและมีเหตุผล	-ให้คำถาม พร้อมทั้งคำตอบหลายแบบทั้งชัดเจนและคลุมเครือ และถามว่าชอบตอบแบบไหน -ให้คำถาม พร้อมทั้งคำตอบหลายแบบทั้งชัดเจนและคลุมเครือ และถามว่าตอบแบบไหนชัดเจน ตอบแบบไหนคลุมเครือ -ให้ปัญหาที่ต้องการการอธิบาย การให้เหตุผลประกอบ และมีคำสั่งว่าให้เขียนตอบได้ในรูปแบบที่ชัดเจน ไม่คลุมเครือ ง่าย ไม่ฟุ่มเฟือย มีเหตุผลที่ถูกต้อง	-ชอบคำตอบที่ชัดเจน ไม่คลุมเครือ -บอกได้ถูกว่าตอบแบบไหนชัดเจน แบบไหนไม่ชัดเจน -ตอบได้ตรงประเด็น(ชัดเจน) ให้เหตุผลชัดเจน(ไม่คลุมเครือ) ง่าย ให้เหตุผลครบถ้วนไม่มากเกินไป(ไม่ฟุ่มเฟือย) มีเหตุผลที่ถูกต้อง
9 คิดใหม่ได้อย่างรวดเร็ว เป็นอิสระ เปลี่ยนวิธีการคิดไปในทางตรงกันข้ามได้	ให้โจทย์ที่เป็นลำดับขั้นตอนการคิด ซึ่งสามารถคิดได้หลายทิศทาง และมีคำสั่งให้เปลี่ยนวิธีคิดโดยคิดวิธีตรงกันข้ามได้ เช่นเปลี่ยนจากคิดไปข้างหน้าเป็นคิดย้อนกลับ	หาคำตอบตามวิธีการคิดที่กำหนดให้ใหม่ได้
10 สามารถจดจำ ความสัมพันธ์ แบบลักษณะ รูปแบบ การพิสูจน์หรือโต้แย้ง วิธีการแก้ปัญหา และหลักการของกระบวนการคณิตศาสตร์ต่าง ๆ	- ให้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องตามที่ระบุในคุณลักษณะ เช่น นิยาม กฎ แล้วถามคำถามที่ต้องใช้ข้อมูลเหล่านั้นในการดำเนินการ	สามารถเรียกข้อมูลที่เกี่ยวข้องมาใช้ตอบปัญหาที่ต้องการได้

3 กำหนดส่วนประกอบของแบบเสนอชื่อโดยครู โดยกำหนดให้มีส่วนประกอบ 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่แสดงลักษณะและพฤติกรรมที่แสดงความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ และส่วนที่เว้นว่างให้เติมชื่อนักเรียนที่มีลักษณะ/พฤติกรรมตรงกับข้อนั้น

#### 2.2.1.1.4 การตรวจสอบคุณภาพแบบเสนอชื่อโดยครู

หลังจากสร้างแบบเสนอชื่อโดยครูเสร็จแล้ว ผู้วิจัยได้ตรวจสอบคุณภาพในด้านความตรงเชิงเนื้อหา ตามขั้นตอนดังนี้

##### 1 นำคำอธิบายลักษณะความสามารถทางคณิตศาสตร์และแบบเสนอชื่อ

โดยครูที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิทางการสอนคณิตศาสตร์ และหรือมีประสบการณ์การสอนนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์และ/หรือมีประสบการณ์การทำงานเกี่ยวกับการคัดแยกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ จำนวน 3 ท่าน(ดังรายชื่อในภาคผนวก ก) พิจารณาความตรงเชิงเนื้อหาและความเหมาะสมต่างๆ ผู้ทรงคุณวุฒิสงสัยคุณลักษณะข้อ 2.4 ว่าไม่ตรงกับเรื่องความคิดสร้างสรรค์ ขัดแย้งกับข้อ 2.6 และข้อความอธิบายยังไม่ชัดเจน ข้อ 3.3 ก็อาจไม่ตรงกับลักษณะนักเรียนกลุ่มนี้ทุกคน นอกจากนั้นข้อ 3.1.2 ไม่จำเป็นต้องมี ข้อ 3.2 อาจเปลี่ยนเป็นขอบนำปัญหาคณิตศาสตร์มาถามครูหรือขอบตั้งโจทย์คณิตศาสตร์คิดเล่นเอง

2 ผู้วิจัยนำข้อแนะนำที่ได้จากผู้ทรงคุณวุฒิมาปรับปรุงแก้ไขคำอธิบายลักษณะความสามารถทางคณิตศาสตร์โดยตัดข้อ 2.4 และ 3.1.2 ออก และในแบบเสนอชื่อโดยครูผู้วิจัยได้ตัดข้อ 28 และข้อ 31 ออกและเพิ่มข้อมูลขอบนำปัญหาคณิตศาสตร์มาถามครูหรือขอบตั้งโจทย์คณิตศาสตร์คิดเล่นเองในข้อ 30

3 นำแบบเสนอชื่อโดยครูไปให้ครูที่มีประสบการณ์ในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 2 ท่านพิจารณาความเหมาะสมของถ้อยคำและภาษาที่ใช้ พบว่าถ้อยคำและภาษาที่ใช้เหมาะสม

4 นำแบบเสนอชื่อโดยครูไปใช้จริง โดยผู้วิจัยได้นำแบบเสนอชื่อโดยครูไปให้ครูที่สอนวิชาคณิตศาสตร์ชั้น ป.5 จำนวน 2 ท่านใช้เพื่อศึกษาข้อบกพร่องในการใช้งาน พบว่า ครูไม่ค่อยให้ความสำคัญกับการอ่านทำความเข้าใจ ผู้วิจัยจึงต้องใช้วิธีอธิบายให้ฟัง ครูไม่ได้มีข้อสงสัย เมื่อให้ทดลองทำแบบเสนอชื่อ แต่ครูบอกว่ามีลักษณะต่างๆ มากไป ผู้วิจัยชี้แจงว่าให้เขียนชื่อเฉพาะที่พบพฤติกรรมตรงกับข้อนั้น

## 2.2.1.2 แบบสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์

### 2.2.1.2.1 ลักษณะแบบสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์

แบบสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือที่ใช้ตรวจสอบลักษณะ

ความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามแนวคิดเกี่ยวกับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษของKrutetskii เพื่อรวบรวมสารสนเทศเกี่ยวกับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเพื่อใช้ในการคัดแยกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์เข้าเป็นกลุ่มตัวอย่างในการทดลองใช้รูปแบบการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

แบบสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์เป็นแบบสอบแบบเขียนตอบ ประกอบด้วยรูปภาพหรือตารางหรือข้อความที่มีข้อมูลที่ใช้ในการหาคำตอบ และคำถามเพื่อวัดลักษณะความสามารถทางคณิตศาสตร์ต่างๆ

### 2.2.1.2.2 กรอบเนื้อหาในแบบสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์

แบบสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือที่ใช้ตรวจสอบลักษณะ

ความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามแนวคิดเกี่ยวกับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษของ Krutetskii ในส่วนลักษณะทางสติปัญญา ไม่ใช่ผลสัมฤทธิ์ กรอบเนื้อหาที่ใช้สร้างแบบสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์จึงประกอบด้วยลักษณะพฤติกรรมย่อย 6 ลักษณะ ดังนี้

1 ความสามารถในการคิดเชิงเหตุผลในเรื่องปริมาณ ความสัมพันธ์ของรูปร่างและสัญลักษณ์ที่เป็นจำนวนและตัวอักษร

2 ความสามารถในการคิดโดยใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

3 ความสามารถในการสรุปนัยทั่วไปในเรื่อง วัตถุ ความสัมพันธ์ และการดำเนินการอย่างรวดเร็วและครอบคลุม

4 ความสามารถที่จะคิดในโครงสร้างที่จำกัด

5 มีกระบวนการคิดที่ยืดหยุ่นในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์

6 คิดใหม่ได้อย่างรวดเร็ว เป็นอิสระ เปลี่ยนวิธีการคิดไปในทางตรงกันข้ามได้

### 2.2.1.2.3 การสร้างแบบสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์

แบบสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์สร้างขึ้นตามขั้นตอนดังนี้

1 กำหนดตัวบ่อนของแต่ละลักษณะความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

2 สร้างพฤติกรรมบ่งชี้ลักษณะที่ต้องการ โดยใช้ตัวบ่อนประกอบ

รายละเอียดเกี่ยวกับลักษณะความสามารถทางคณิตศาสตร์ ตัวบ่อนและพฤติกรรมบ่งชี้

แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ลักษณะความสามารถทางคณิตศาสตร์ ตัวป้อนและพฤติกรรมบ่งชี้ที่ใช้สร้างแบบสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์

ลักษณะ	ตัวป้อน	พฤติกรรมบ่งชี้
1 ความสามารถในการคิดเชิงเหตุผลในเรื่อง ปริมาณ ความสัมพันธ์ของรูปร่างและ สัญลักษณ์ที่เป็นจำนวนและตัวอักษร	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ปัญหาหรือข้อมูลที่เป็นปริมาณ ความสัมพันธ์ของรูปร่าง หรือสัญลักษณ์ที่เป็นจำนวนและตัวอักษร</li> <li>- ข้อความสรุปโดยใช้เหตุผลจากปัญหาหรือข้อมูลที่เป็น ปริมาณ ความสัมพันธ์ของรูปร่างหรือสัญลักษณ์ที่เป็น จำนวนและตัวอักษรได้</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ให้คำตอบ ข้อสรุปจากปัญหาหรือข้อมูลที่เป็นปริมาณ ความสัมพันธ์ของรูปร่างหรือสัญลักษณ์ที่เป็นจำนวนและ ตัวอักษรได้</li> <li>- ให้เหตุผลจากข้อความนั้นได้</li> </ul>
2 ความสามารถในการคิดโดยใช้สัญลักษณ์ทาง คณิตศาสตร์	- ข้อความหรือปัญหาที่มีสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ซึ่งต้อง ใช้ในการดำเนินการที่กำหนด	- ดำเนินการตามที่กำหนดจนได้คำตอบ
3 ความสามารถในการสรุปนัยทั่วไปใน เรื่องวัตถุความสัมพันธ์ และการดำเนินการ อย่างรวดเร็วและครอบคลุม	- ให้ข้อมูลที่เป็นกรณีเฉพาะหลายๆ กรณี สำหรับหากรณีทั่วไป โดยที่ข้อมูลเหล่านั้นต้องเป็นวัตถุความสัมพันธ์ หรือการ ดำเนินการ	ได้คำตอบ สูตรหรือกรณีทั่วไปจากหลายๆ กรณีเฉพาะที่ให้
4 ความสามารถที่จะคิดในโครงสร้างที่จำกัด	ให้ข้อมูลที่จำเป็นในการคิดน้อยและให้ดำเนินการต่อจนได้คำ ตอบ	ได้คำตอบจากปัญหาที่มีโครงสร้างจำกัดที่กำหนดให้ได้

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ลักษณะ	ตัวบ่งชี้	พฤติกรรมบ่งชี้
5 มีกระบวนการคิดที่ยืดหยุ่นในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์	-ให้ข้อมูลและการดำเนินการที่เอื้อต่อการคิดหลายๆ แบบ และมีคำสั่งให้คิดหลายๆ แบบ -ให้ข้อมูลที่เมื่อคิดหรือทำไปจนถึงขั้นหนึ่งแล้วจะคิดต่อไม่ได้ และมีคำสั่งให้หาคำตอบด้วยวิธีอื่น ๆ	-แสดงวิธีหาคำตอบหรือวิธีคิดได้หลายวิธี -สามารถคิดหาคำตอบในวิธีการอื่น ๆ ได้
6 คิดใหม่ได้อย่างรวดเร็ว เป็นอิสระ เปลี่ยนวิธีการคิดไปในทางตรงกันข้ามได้	-ให้โจทย์ที่เป็นลำดับขั้นตอนการคิด ซึ่งสามารถคิดได้หลายทิศทาง และมีคำสั่งให้เปลี่ยนวิธีคิดโดยคิดวิธีตรงกันข้ามได้ หรือวิธีคิดที่ง่ายกว่า เช่น เปลี่ยนจากคิดไปข้างหน้าเป็นคิดย้อนกลับ	-หาคำตอบตามวิธีการคิดที่กำหนดให้ใหม่ได้

3 สร้างแบบสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ฉบับร่างตามพฤติกรรมบ่งชี้  
ที่ได้

4 เขียนคำชี้แจงของแบบสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์

5 นำแบบสอบฉบับร่างที่ได้ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้น ป.5 ที่มีผลการเรียน  
คณิตศาสตร์ตั้งแต่ระดับสูง ระดับปานกลาง ระดับอ่อนในโรงเรียนวัดพลับพลาชัยซึ่งเป็นโรงเรียน  
ที่มีชื่อเสียงในการสอนคณิตศาสตร์โรงเรียนกลุ่มละ 5 คนเพื่อตรวจสอบความยาก และเวลาที่ใช้  
ในแต่ละข้อ พบว่า นักเรียนเข้าใจคำชี้แจงที่เขียน แต่ไม่เข้าใจคำสั่งข้อ 7 นักเรียนใช้เวลาทำ 1  
ชั่วโมง 30 นาที นักเรียนทั้งหมดบอกว่าข้อสอบยาก แต่ได้ใช้ความพยายามทำเต็มที่ทุกคน นัก  
เรียนในกลุ่มเก่งคนหนึ่งทำข้อสอบได้ถูกต้องทุกข้อ ผู้วิจัยปรับปรุงแบบสอบโดยเขียนตัวอย่างของ  
คำสั่งข้อ 7 เพิ่มเติม และแก้ไขเวลาที่ใช้ทดสอบจากเดิม 1 ชั่วโมงเป็น 1 ชั่วโมง 30 นาที

6 จัดทำตัวเล่มแบบสอบฉบับใช้งานจริง

#### 2.2.1.2.4 การตรวจสอบคุณภาพแบบสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์

หลังจากสร้างแบบสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์เสร็จแล้ว ผู้วิจัยได้  
ตรวจสอบคุณภาพในด้านต่างๆ ตามขั้นตอนดังนี้

1 นำแบบสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิทางการสอน  
คณิตศาสตร์ และ/หรือ มีประสบการณ์การสอนนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์  
และ/หรือมีประสบการณ์การทำงานเกี่ยวกับการคัดแยกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ จำนวน 3  
ท่าน(ดังรายชื่อในภาคผนวก ก) พิจารณาความตรงเชิงเนื้อหา และความเหมาะสมต่างๆ ผู้เชี่ยวชาญ  
เห็นว่าแบบสอบมีความตรงเชิงเนื้อหา และเสนอให้ปรับปรุงคำถามข้อ 1 ให้เข้าใจง่ายขึ้น ผู้  
วิจัยจึงปรับปรุงเพิ่มคำอธิบายคำถามข้อ 1

2 นำแบบสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ไปทดลองใช้ครั้งที่ 1 กับนักเรียน  
ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในโรงเรียนราชวินิต 1 ห้อง จำนวน 45 คน เพื่อตรวจสอบคุณภาพ  
ของแบบสอบเบื้องต้นในเรื่องอำนาจจำแนกและความยากง่าย

3 ผู้วิจัยได้ปรับปรุงแบบสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ตามผลการวิเคราะห์  
อำนาจจำแนกและความยากง่ายโดยลดตัวบ่งชี้ในคำถามข้อ 1.1 ข้อ 1.2 ข้อ 1.3 ข้อ 1.4 ซิดเส้นใต้  
เพื่อเน้นความสำคัญของคำถามในข้อ 4.1 เพิ่มข้อมูลเพื่อช่วยการพิจารณาในข้อ 6.2 และข้อ  
8.2 ลดความซับซ้อนของเนื้อหาในข้อ 6.2 และตัดข้อ 10.3 ออก นอกจากนี้ผู้วิจัยได้แนวทางใน  
การจัดที่นั่งสอบให้เหมาะสมมากขึ้น



4 นำแบบสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 กับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในโรงเรียนสายน้ำทิพย์ 1 ห้อง จำนวน 45 คน โรงเรียนอนุบาลวัดบรินายก 1 ห้อง จำนวน 45 คน และโรงเรียนอนุบาลพิบูลเวศม์ 1 ห้อง จำนวน 45 คนเพื่อตรวจสอบค่าความยากง่าย และอำนาจจำแนก ได้ค่าอำนาจจำแนก ความยากง่าย ดังปรากฏในภาคผนวก ง ส่วนค่าความเที่ยงมีค่า 0.92

## 2.2.2 เครื่องมือวัดสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์

### 2.2.2.1 แบบสอบสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์

แบบสอบสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์เป็นแบบสอบที่ใช้เพื่อวัดทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการใช้เหตุผล ทักษะการเชื่อมโยงความรู้ ทักษะการสื่อสาร และทักษะการสื่อความหมายก่อนและหลังเรียนด้วยแผนการสอนที่สร้างขึ้นเพื่อประเมินประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

แบบสอบสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์เป็นแบบสอบแบบอัตนัยที่มีสถานการณ์ที่ประกอบด้วยข้อมูลที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับหลักหรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และชุดคำถามที่เป็นข้อความให้นักเรียนหาคำตอบ ชุดคำถามของแต่ละข้อจะประกอบด้วยคำถามเพื่อวัดทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการใช้เหตุผล ทักษะการเชื่อมโยงความรู้ ทักษะการสื่อสาร และทักษะการสื่อความหมายทักษะละ 1 ข้อ นักเรียนจะใช้ข้อมูลที่ให้ประกอบกับความรู้ทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการใช้เหตุผล ทักษะการเชื่อมโยงความรู้ ทักษะการสื่อสาร และทักษะการสื่อความหมายดำเนินการจนได้คำตอบที่ต้องการ

#### 2.2.2.1.1 การสร้างแบบสอบสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบสอบสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ดังนี้

1 ศึกษาทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการใช้เหตุผล ทักษะการเชื่อมโยงความรู้ ทักษะการสื่อสาร และทักษะการสื่อความหมาย แล้วเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้ จัดลำดับการเกิดของพฤติกรรมย่อยที่ได้

2 คัดเลือกเนื้อหา เรื่องราวเพื่อใช้ในการสร้างแบบสอบ

3 เขียนสถานการณ์ และคำถามเพื่อวัดทักษะได้ปัญหา 5 ปัญหา

4 จัดทำรูปเล่มฉบับร่างของแบบสอบสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์

5 สร้างเกณฑ์การให้คะแนนทักษะต่างๆ แบบ rubric จำแนกตามทักษะ

ตามหลักการวัดผลตามสภาพจริงได้ผลดังตารางที่ 5 ถึง 9

ตารางที่ 5 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการแก้ปัญหา

0	1	2	3	4	5
<p>-ไม่แสดงการดำเนินการใดๆ</p> <p>- มีการเขียนดำเนินการแต่ไม่ใช่การแก้ปัญหาที่ต้องการ</p>	<p>- เขียนคำตอบในแนวทางที่ต้องการ แต่ไม่มีส่วนที่แสดงการดำเนินการที่ทำให้ได้คำตอบนั้น</p>	<p>- มีส่วนที่แสดงการดำเนินการหรือส่วนที่ใช้เพื่อหาคำตอบ แต่ยังไม่ครบถ้วน ไม่เสร็จสิ้น หรือไม่ได้เขียนคำตอบ</p>	<p>- มีส่วนที่แสดงการดำเนินการเสร็จสิ้น หรือส่วนที่ใช้เพื่อหาคำตอบครบถ้วน</p> <p>- คำตอบที่เขียนไม่ถูกต้อง</p>	<p>- มีส่วนที่แสดงการดำเนินการเสร็จสิ้น หรือส่วนที่ใช้เพื่อหาคำตอบครบถ้วน</p> <p>- คำตอบที่เขียนถูกต้อง</p>	<p>- มีส่วนที่แสดงการดำเนินการเสร็จสิ้น หรือส่วนที่ใช้เพื่อหาคำตอบครบถ้วน</p> <p>- มีการตรวจสอบคำตอบด้วยการคำนวณซ้ำหรือวิธีอื่นๆ</p>

ตารางที่ 6 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการให้เหตุผล

0	1	2	3	4	5
<p>-ไม่แสดงการดำเนินการใดๆ</p> <p>- มีการเขียนข้อความแต่ไม่ตรงกับที่ต้องการ</p>	<p>- มีการเขียนส่วนแสดงหลักการหรือเกณฑ์ที่ต้องใช้ แต่เขียนไม่ถูกต้อง</p>	<p>- มีการเขียนส่วนแสดงหลักการหรือเกณฑ์ที่ต้องใช้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน</p>	<p>- มีการเขียนส่วนแสดงหลักการหรือเกณฑ์ที่ต้องใช้ถูกต้อง ครบถ้วน</p> <p>- แต่คำตอบหรือผลการพิจารณาไม่เป็นไปตามหลักการหรือเกณฑ์นั้น</p>	<p>- มีการเขียนส่วนแสดงหลักการหรือเกณฑ์ที่ต้องใช้ถูกต้อง ครบถ้วน</p> <p>- คำตอบหรือผลการพิจารณาเป็นไปตามหลักการหรือเกณฑ์นั้น และเป็นคำตอบที่ถูกต้อง</p>	<p>- มีการเขียนส่วนแสดงหลักการหรือเกณฑ์ที่ต้องใช้ถูกต้อง ครบถ้วน</p> <p>- คำตอบหรือผลการพิจารณาถูก หรือเป็นไปตามหลักการหรือเกณฑ์นั้น</p> <p>- ลำดับการนำเสนอข้อความเพื่อแสดงเหตุผลและการพิสูจน์ดี ราบรื่น</p>

ตารางที่ 7 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการเชื่อมโยง

0	1	2	3	4	5
<p>-ไม่แสดงการดำเนินการใดๆ</p> <p>- มีการเขียนข้อความแต่ไม่ตรงกับสิ่งที่ต้องการให้เชื่อมโยง</p>	<p>- บอกสิ่งที่เกี่ยวข้องเชื่อมโยงกับสิ่งที่กำหนดให้ได้</p> <p>- ไม่มีการอธิบายหรือแสดงความเกี่ยวข้องระหว่างสิ่งที่เชื่อมโยงกับสิ่งที่กำหนดให้</p>	<p>- บอกสิ่งที่เกี่ยวข้องเชื่อมโยงกับสิ่งที่กำหนดให้ได้</p> <p>- มีการอธิบายหรือแสดงความเกี่ยวข้องระหว่างสิ่งที่เชื่อมโยงกับสิ่งที่กำหนดให้ หรือมีการแสดงความหมายของการเชื่อมโยงกันได้ถูกต้อง</p> <p>- จำนวนการเชื่อมโยงมีเพียง 1 อย่าง</p>	<p>- บอกสิ่งที่เกี่ยวข้องเชื่อมโยงกับสิ่งที่กำหนดให้ได้</p> <p>- มีการอธิบายหรือแสดงความเกี่ยวข้องระหว่างสิ่งที่เชื่อมโยงกับสิ่งที่กำหนดให้ หรือมีการแสดงความหมายของการเชื่อมโยงกันได้ถูกต้อง</p> <p>- จำนวนการเชื่อมโยงมี 2 อย่าง</p>	<p>- บอกสิ่งที่เกี่ยวข้องเชื่อมโยงกับสิ่งที่กำหนดให้ได้</p> <p>- มีการอธิบายหรือแสดงความเกี่ยวข้องระหว่างสิ่งที่เชื่อมโยงกับสิ่งที่กำหนดให้ หรือมีการแสดงความหมายของการเชื่อมโยงกันได้ถูกต้อง</p> <p>- จำนวนการเชื่อมโยงมี 3- 4 อย่าง</p>	<p>- บอกสิ่งที่เกี่ยวข้องเชื่อมโยงกับสิ่งที่กำหนดให้ได้</p> <p>- มีการอธิบายหรือแสดงความเกี่ยวข้องระหว่างสิ่งที่เชื่อมโยงกับสิ่งที่กำหนดให้ หรือมีการแสดงความหมายของการเชื่อมโยงกันได้ถูกต้อง</p> <p>- จำนวนการเชื่อมโยงมีตั้งแต่ 5 อย่างขึ้นไป</p>

ตารางที่ 8 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการสื่อสาร

0	1	2	3	4	5
<p>-ไม่แสดงการดำเนินการใดๆ</p> <p>- มีการเขียนข้อความแต่ไม่ตรงกับสิ่งที่ต้องการให้สื่อสาร</p>	<p>- เขียนข้อความที่แสดงว่าต้องการอธิบายแนวคิดหรือหลักการที่ต้องการให้สื่อสารเพียงเล็กน้อยไม่ได้ใจความ</p>	<p>- เขียนข้อความที่แสดงว่าต้องการอธิบายแนวคิดหรือหลักการที่ต้องการให้สื่อสารได้ใจความ แต่ข้อความนั้นยังมีข้อผิดพลาด</p>	<p>- เขียนข้อความที่แสดงว่าต้องการอธิบายแนวคิดหรือหลักการที่ต้องการให้สื่อสารได้ใจความถูกต้องแต่ยังไม่ครบถ้วน</p>	<p>- เขียนข้อความที่แสดงว่าต้องการอธิบายแนวคิดหรือหลักการที่ต้องการให้สื่อสารได้ใจความถูกต้องและครบถ้วน</p>	<p>- เขียนข้อความที่แสดงว่าต้องการอธิบายแนวคิดหรือหลักการที่ต้องการให้สื่อสารได้ใจความถูกต้องและครบถ้วน</p> <p>- มีการลำดับข้อความเพื่อความเข้าใจ หรือมีการอธิบายเพิ่มเติม</p>

ตารางที่ 9 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการสื่อความหมาย

0	1	2	3	4	5
<p>-ไม่แสดงการดำเนินการใดๆ</p> <p>- มีการเขียนสัญลักษณ์หรือสิ่งอื่นแต่ไม่เกี่ยวข้องกับแนวคิดที่ต้องการให้สื่อ</p>	<p>- มีการเขียนสัญลักษณ์หรือสิ่งอื่นเพื่อแทนสิ่งที่ต้องการให้สื่อเพียงบางส่วนไม่ครบถ้วน หรือเขียนได้ครบแต่ไม่มีส่วนแสดงความหมาย</p>	<p>- มีการเขียนสัญลักษณ์หรือสิ่งอื่นเพื่อแทนสิ่งที่ต้องการให้สื่อได้ถูกต้อง และครบถ้วน</p> <p>- มีการเขียนสัญลักษณ์หรือส่วนอื่นๆ เพื่ออธิบายหรือแสดง ความหมาย หรือแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัญลักษณ์ที่ใช้แทนสิ่งที่ต้องการให้สื่อ แต่เขียนไม่ถูก</p>	<p>- มีการเขียนสัญลักษณ์หรือสิ่งอื่นเพื่อแทนสิ่งที่ต้องการให้สื่อได้ถูกต้อง และครบถ้วน</p> <p>-มีการเขียนสัญลักษณ์หรือส่วนอื่นๆ เพื่ออธิบายหรือแสดงความหมาย หรือแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัญลักษณ์ที่ใช้แทนสิ่งที่ต้องการให้สื่อ ถูกต้อง แต่เขียนไม่ครบถ้วน</p>	<p>- มีการเขียนสัญลักษณ์หรือสิ่งอื่นเพื่อแทนสิ่งที่ต้องการให้สื่อได้ถูกต้อง และครบถ้วน</p> <p>-มีการเขียนสัญลักษณ์หรือส่วนอื่นๆ เพื่ออธิบายหรือแสดงความหมาย หรือแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัญลักษณ์ที่ใช้แทนสิ่งที่ต้องการให้สื่อ ได้ครบถ้วน และถูกต้อง</p>	<p>- มีการเขียนสัญลักษณ์หรือสิ่งอื่นเพื่อแทนสิ่งที่ต้องการให้สื่อได้ถูกต้อง และครบถ้วน</p> <p>-มีการเขียนสัญลักษณ์หรือส่วนอื่นๆ เพื่ออธิบายหรือแสดงความหมาย หรือแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัญลักษณ์ที่ใช้แทนสิ่งที่ต้องการให้สื่อ ได้ครบถ้วน และถูกต้อง</p> <p>- สัญลักษณ์และส่วนอธิบายความหมายที่ใช้มีความทั่วไปสูง สามารถนำไปใช้กับกรณีย่อยอื่นๆ ได้ หรือ มีการดำเนินการเพื่อลดทอนความซับซ้อนของสัญลักษณ์และส่วนอธิบายหรือสัญลักษณ์และส่วนอธิบายนั้นเข้าใจง่าย</p>

6 นำแบบสอบฉบับร่างไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้น ป.5 ที่มีผลการเรียน คณิตศาสตร์ระดับสูงในโรงเรียนราชวินิตเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของถ้อยคำ พบว่า นักเรียน เข้าใจคำชี้แจงของแบบสอบ แต่ไม่เข้าใจคำสั่งที่ให้การเชื่อมโยง ผู้วิจัยจึงแก้ไขคำสั่งในเรื่อง การเชื่อมโยงเป็นให้บอกสิ่งที่เชื่อมโยงกับเรื่องนี้ได้

#### 7 จัดทำตัวเล่มแบบสอบฉบับใช้งานจริง

##### 2.2.2.1.2 การตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบสมรรถภาพทาง คณิตศาสตร์

หลังจากสร้างแบบสอบสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์เสร็จแล้ว ผู้วิจัยได้ ตรวจสอบคุณภาพในด้านต่างๆ ตามขั้นตอนดังนี้

1 นำแบบสอบความสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์และเกณฑ์การให้คะแนนไป ให้ผู้ทรงคุณวุฒิทางการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน(ดังรายชื่อในภาคผนวก ก) พิจารณา ความตรงเชิงเนื้อหาของข้อคำถาม และความเหมาะสมต่างๆ ผู้ทรงคุณวุฒิให้ความเห็นว่าแบบ สอบและเกณฑ์การให้คะแนนมีความตรงเชิงเนื้อหา แต่เสนอว่าปัญหาข้อ 2 มีความซับซ้อนมาก คิดว่ายากไป ควรจัดเรียงปัญหาใหม่จากง่ายไปยาก นอกจากนั้นผู้ทรงคุณวุฒิให้ข้อเสนอแนะว่า สิ่งสำคัญที่จะทำให้การวัดสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ประสบความสำเร็จตามต้องการคือการ สร้างความเข้าใจในเรื่องงานที่ต้องการให้นักเรียนทำให้เข้าใจชัดเจน ผู้วิจัยจึงตัดข้อสอบออกเหลือ เหลือเพียง 4 ปัญหา จัดเรียงปัญหาใหม่ และเตรียมแนวทางการอธิบายสิ่งที่ต้องการให้นักเรียนทำ ไว้ใช้ในการเก็บข้อมูล

2 นำแบบสอบความสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ไปให้นักเรียนชั้นประถม ศึกษปีที่ 6 ในโรงเรียนราชวินิตจำนวน 10 คนทำเพื่อศึกษาความเหมาะสมของถ้อยคำ พบว่านัก เรียนเข้าใจคำชี้แจงและปัญหาดี นักเรียนบางคนบอกว่าทราบโจทย์ต้องการให้ทำอะไรแต่ไม่ ทราบว่าจะเริ่มเขียนคำตอบอย่างไร ผู้วิจัยจึงอธิบายแนวทางการเขียนคำตอบเพิ่มเติม

##### 2.2.2.1.3 การกำหนดคะแนนเกณฑ์ของสมรรถภาพทาง คณิตศาสตร์

เนื่องจากผู้วิจัยใช้วิธีทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยสมรรถภาพ ทางคณิตศาสตร์กับคะแนนเกณฑ์ที่สร้างขึ้นเพื่อศึกษาผลของกระบวนการเรียนการสอนที่ พัฒนาขึ้น แต่เนื่องจากไม่มีผู้ใดเคยศึกษาจัดทำคะแนนเกณฑ์สมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ไว้เลย ผู้วิจัยจึงได้กำหนดคะแนนเกณฑ์ของสมรรถภาพต่างๆ เองตามขั้นตอนดังนี้

1. ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลคะแนนสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ โดยให้นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนอนุบาลวัดปรินายก โรงเรียนสายน้ำทิพย์ โรงเรียนอนุบาลพิบูลเวศม์ โรงเรียนละ 1 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้นจำนวน 122 คน ทำแบบสอบถามสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ แล้วตรวจให้คะแนน

2. คำนวณคะแนนเฉลี่ยสมรรถภาพด้านต่างๆ ของนักเรียนทั้งหมดได้ดังนี้

ตารางที่ 10 คะแนนเฉลี่ยสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำแนกตามทักษะ

ทักษะ	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	$\bar{X}$	s.d.
การแก้ปัญหา	13	0	1.52	2.13
การให้เหตุผล	13	0	2.13	2.87
การเชื่อมโยง	10	0	1.34	1.81
การสื่อสาร	20	0	4.20	4.42
การสื่อความหมาย	14	0	3.20	3.32

จากตารางที่ 10 เมื่อพิจารณาคะแนนที่ได้กับคะแนนเต็ม(20 คะแนน) ของนักเรียนทั้งหมด 122 คน พบว่าคะแนนเฉลี่ยที่ได้มีค่าต่ำมาก ไม่เหมาะสมที่จะใช้คำนวณคะแนนเกณฑ์ ผู้วิจัยจึงปรับปรุงวิธีหาคะแนนเกณฑ์โดย พิจารณาเฉพาะนักเรียนที่ได้คะแนนสูงสุดลำดับที่ 1 ถึง 10 ของแต่ละทักษะ แล้วคำนวณคะแนนเฉลี่ยของแต่ละทักษะใหม่ได้ผลดังนี้

สงวนลิขสิทธิ์  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตารางที่ 11 คะแนนเฉลี่ยสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้คะแนนสูงเป็นอันดับที่ 1-10 จำแนกตามทักษะ

ทักษะ	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	$\bar{X}$	s.d.	ร้อยละของคะแนนเต็ม
การแก้ปัญหา	13	5	6.60	2.50	33.00
การให้เหตุผล	13	8	9.10	1.52	45.50
การเชื่อมโยง	10	4	6.00	1.88	30.00
การสื่อสาร	20	11	13.90	2.85	69.50
การสื่อความหมาย	14	9	11.30	1.48	56.50

จากตารางที่ 11 เมื่อพิจารณาเฉพาะคะแนนของนักเรียนลำดับที่ 1-10 พบว่า นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยของทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการเชื่อมโยง ทักษะการสื่อสาร และทักษะการสื่อความหมายอยู่ประมาณร้อยละ 30-60 ของคะแนนเต็ม

3. ศึกษาผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทักษะด้านต่างๆ ที่มีข้อมูลแสดงให้เห็นการเพิ่มของคะแนนทักษะด้านต่างๆ ผู้วิจัยไม่พบงานวิจัยที่แสดงการเพิ่มของทักษะการให้เหตุผล ทักษะการเชื่อมโยง และทักษะการสื่อความหมายทั้งงานวิจัยภายในและภายนอกประเทศเลย แต่พบงานวิจัยที่แสดงการเพิ่มของทักษะการแก้ปัญหา และทักษะการสื่อสารในระดับประถมศึกษาดังต่อไปนี้

งามตา กมลวรรณ (2538: 41) ศึกษาผลของการฝึกกลวิธีคำถามนำที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่าก่อนทดลองสอนนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ย 14.94 หลังทดลองสอนนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ย 31.92 เพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 34 ของคะแนนเต็ม 50 คะแนน

เหมวรรณ ชันมณี (2543: 76) พัฒนาศาสนาความสามารถในการใช้ภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การเรียนการสอนแบบไฟร์แมทซิสเต็ม พบว่าก่อนทดลองสอนนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ย 46.25 หลังทดลองสอนนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ย 68.73 เพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 22.48 ของคะแนนเต็ม 100 คะแนน

4. กำหนดคะแนนเกณฑ์โดยพิจารณาจากร้อยละที่เพิ่มขึ้นของผลการวิจัยที่พบในเรื่องการแก้ปัญหาและการสื่อสาร และคะแนนเฉลี่ยทักษะต่าง ๆ ของนักเรียนลำดับที่ 1 ถึง 10

ประกอบกับประสบการณ์ในการสอนนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษของผู้วิจัย และแนวทางการพัฒนาสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ซึ่งมีความยากกว่าการสอนในระดับปกติ ผู้วิจัยจึงกำหนดเกณฑ์ให้สูงกว่าเดิมร้อยละ 20 ดังแสดงในตารางที่ 12

ตารางที่ 12 คะแนนเกณฑ์จำแนกตามทักษะ

ทักษะ	ค่าเฉลี่ยของนักเรียนลำดับที่ 1 ถึง 10	ส่วนเพิ่มจากค่าเฉลี่ย		คะแนนเกณฑ์
		ร้อยละของคะแนนเต็ม	คะแนน	
การแก้ปัญหา	6.60	20	4	10.60
การให้เหตุผล	9.10	20	4	13.10
การเชื่อมโยง	6.00	20	4	10.00
การสื่อสาร	13.90	20	4	17.90
การสื่อความหมาย	11.30	20	4	15.30

## 2.2 การทดลองสอน

### 2.2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ในโรงเรียนประถมศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษากรุงเทพมหานคร

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ที่ศึกษาอยู่ในโรงเรียนพญาไทปีการศึกษา 2545 ที่ได้รับการคัดเลือกด้วยแบบเสนอชื่อโดยครูและแบบสอบถามความสามารถทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยเลือกทดลองที่โรงเรียนพญาไท เนื่องจากโรงเรียนพญาไทเป็นโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษากรุงเทพมหานครที่รับนักเรียนโดยการจับฉลากทั้งหมด ทำให้ได้นักเรียนที่มีลักษณะทางเศรษฐกิจสังคมแตกต่างกัน นอกจากนี้จำนวนนักเรียนในชั้น

ประถมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนพญาไทปีการศึกษา 2545 มีจำนวนทั้งสิ้น 360 คน จึงคาดว่าน่าจะมีนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์จำนวนพอที่จะดำเนินการทดลองได้ ผู้วิจัยคัดแยกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์เพื่อเป็นกลุ่มตัวอย่างดังนี้

### 1 คัดแยกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษโดยใช้แบบเสนอชื่อโดยครู

1.1 ผู้วิจัยได้ติดต่อนัดหมายครูที่สอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับ ป.5 เพื่อเตรียมความพร้อมในการใช้แบบเสนอชื่อโดยครู

1.2 ผู้วิจัยได้ให้ครูที่สอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับ ป.5 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับลักษณะความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

1.3 ให้ครูประเมินความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะความสามารถทางคณิตศาสตร์ และทำแบบทดลองเสนอชื่อ หากพบว่าครูยังไม่เข้าใจ หรือ เสนอชื่อไม่ถูก ผู้วิจัยจะให้คำอธิบายเพิ่มเติมเพื่อแก้ไขความเข้าใจให้ถูกต้อง

1.4 เมื่อครูเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะความสามารถทางคณิตศาสตร์อย่างถูกต้องชัดเจน ผู้วิจัยได้ให้ครูเสนอชื่อ ได้จำนวนนักเรียนที่ครูเสนอชื่อทั้งหมด 25 คน

1.5 นัดหมายนักเรียนที่ครูเสนอชื่อและแจ้งให้นักเรียนอื่น ๆ ที่สนใจเพื่อทำการทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์พบว่า มีผู้สนใจต้องการเข้าทดสอบเป็นจำนวนทั้งสิ้น 198 คน

### 2 คัดแยกโดยใช้แบบสอบความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

2.1 เมื่อถึงวันที่นัดหมายเพื่อทำการทดสอบ ผู้วิจัยได้จัดเตรียมห้องสอบและอุปกรณ์ในการทดสอบเพื่อให้นักเรียนทำแบบสอบได้อย่างเต็มความสามารถ

2.2 เมื่อถึงเวลานัดหมายผู้วิจัยจะดำเนินการทดสอบตามหลักการทดสอบ

2.3 ผู้วิจัยตรวจแบบสอบและให้คะแนนตามที่กำหนดไว้

3 ผู้วิจัยรวบรวมลักษณะและความสามารถย่อยที่ตรวจสอบพบจากแบบเสนอชื่อโดยครูและแบบสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน และคัดแยกนักเรียนที่มีลักษณะความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ Krufeskii มากกว่า 4 ด้านขึ้นไปจากลักษณะทั้งหมด 6 ด้าน หรือ ได้ 3 ด้านลักษณะทั้งหมด 6 ด้านแต่มีลักษณะโดดเด่นอย่างน้อย 1 ด้าน และได้รับการเสนอชื่อจากครู เพื่อเป็นกลุ่มตัวอย่างในการทดลอง ได้จำนวนนักเรียนที่ผ่านการคัดแยกจำนวน 18 คน (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ข)

4 จัดทำรายชื่อนักเรียนที่ผ่านการคัดแยกเพื่อแจ้งขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูล มีนักเรียนให้ความร่วมมือเข้าโครงการทดลองสอน 17 คน แต่มีนักเรียนที่เข้าร่วมการทดลองสอนครบทุกครั้งที่จำนวน 15 คน

## 2.2.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยนำแผนการสอนที่สร้างขึ้นไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยเริ่มสอนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 ดังรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 13 วันและเวลาที่ทดลองสอน

ครั้งที่	วันที่	เรื่อง	จำนวน(ชั่วโมง)
1	7 ก.พ. 46	ทดสอบก่อนเรียน	3
2	10 ก.พ. 46	หากโลกนี้ไม่มีคณิตศาสตร์	1
3	12 ก.พ. 46	สิ่งที่สำคัญในการเรียน (1)	1
4	14 ก.พ. 46	สิ่งที่สำคัญในการเรียน (2)	1
5	19 ก.พ. 46	สนามเด็กเล่นในฝัน (1)	1
6	21 ก.พ. 46	สนามเด็กเล่นในฝัน (2)	1
7	24 ก.พ. 46	สหกรณ์ก้าวหน้า (1)	1
8	26 ก.พ. 46	สหกรณ์ก้าวหน้า (2)	1
9	28 ก.พ. 46	สหกรณ์ก้าวหน้า (3)	1
10	10 มี.ค. 46	ผู้รักษาประตูมือถนัด	3
11	11 มี.ค. 46	ชื่อของได้ถูกใจประหยัดเวลาประหยัดเงิน	3
12	12 มี.ค. 46	จรวดน้ำ (1)	3
13	13 มี.ค. 46	จรวดน้ำ (2)	3
14	14 มี.ค. 46	พิชิตบัลลูน	3
15	17 มี.ค. 46	หนังสือเพื่อพัฒนาการอ่าน	3
16	19 มี.ค. 46	อาหารเพื่อสุขภาพ (1)	3
17	20 มี.ค. 46	อาหารเพื่อสุขภาพ (2)	3
7	21 มี.ค. 46	ลายมือใคร (1)	3
19	24 มี.ค. 46	ลายมือใคร (2)	3
20	25 มี.ค. 46	ออกแบบ tangram ใหม่	3
21	26 มี.ค. 46	ทดสอบหลังเรียน	3

รวมระยะเวลาทดลองทั้งสิ้น 6 สัปดาห์ รวมเวลาดทดลองสอนทั้งสิ้น 41

ชั่วโมง เวลาสอนเพื่อเตรียมความพร้อม 3 ชั่วโมง และเวลาดทดสอบ 6 ชั่วโมง

สถานที่ทดลองสอนคือ ห้องวิทยาศาสตร์ชั้น ประถมศึกษาปีที่ 5 เป็นห้องปรับอากาศไม่มีเสียงรบกวนจากภายนอก และมีบริเวณสำหรับจัดกิจกรรมต่างๆ ได้สะดวก

### 2.2.3 การวิเคราะห์ข้อมูลและปรับปรุงกระบวนการการเรียนการสอน

เมื่อทำการทดลองเสร็จ ผู้วิจัยได้ตรวจให้คะแนนทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการเชื่อมโยง ทักษะการสื่อสารและทักษะการสื่อความหมาย แล้วสร้างแฟ้มข้อมูลคะแนนทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการเชื่อมโยง ทักษะการสื่อสารและทักษะการสื่อความหมายของนักเรียนทุกคนเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS ต่อไป

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม SPSS for windows release 11.0.0 โดยใช้รายการ compare mean one sample test เพื่อ

1 ทดสอบความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยทักษะการแก้ปัญหาหลังเรียนกับคะแนนเกณฑ์ทักษะการแก้ปัญหา

2 ทดสอบความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยทักษะการให้เหตุผลหลังเรียนกับคะแนนเกณฑ์ทักษะการให้เหตุผล

3 ทดสอบความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยทักษะการเชื่อมโยงความรู้หลังเรียนกับคะแนนเกณฑ์ทักษะการเชื่อมโยงความรู้

4 ทดสอบความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยทักษะการสื่อสารหลังเรียนกับคะแนนเกณฑ์ทักษะการสื่อสาร

5 ทดสอบความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยทักษะการสื่อความหมายหลังเรียนกับคะแนนเกณฑ์ทักษะการสื่อความหมาย

ผู้วิจัยนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลไปพิจารณาประกอบกับแนวทางพัฒนาสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์เพื่อปรับปรุงกระบวนการการเรียนการสอน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยการประยุกต์แนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักในการเรียนรู้เพื่อสร้างเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล โดยแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ

1. การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยการประยุกต์แนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักในการเรียนรู้เพื่อสร้างเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
2. การทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอนโดยการประยุกต์แนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักในการเรียนรู้เพื่อสร้างเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

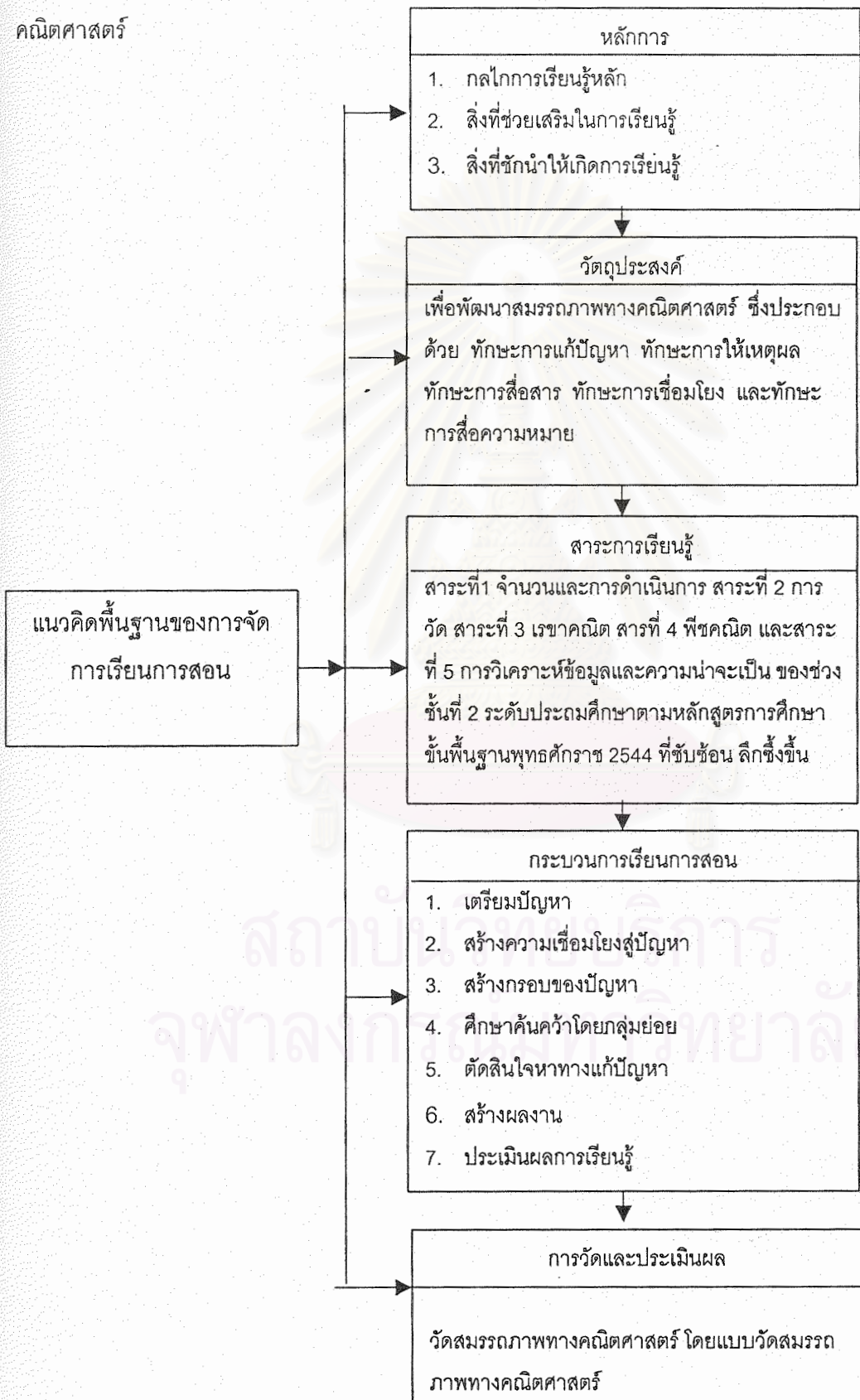
## 1 การพัฒนากระบวนการเรียนการสอน

กระบวนการเรียนการสอนโดยการประยุกต์แนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักในการเรียนรู้เพื่อสร้างเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญคือ แนวคิดและทฤษฎีพื้นฐานของกระบวนการเรียนการสอน หลักการเรียนรู้ของกระบวนการเรียนการสอน วัตถุประสงค์ของกระบวนการเรียนการสอน สาระการเรียนรู้ของการจัดการเรียนการสอน ขั้นตอนกระบวนการเรียนการสอนและกระประเมินผล ตามแผนภูมิที่ 12



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 12 องค์ประกอบของกระบวนการเรียนการสอนโดยการประยุกต์แนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักในการเรียนรู้เพื่อสร้างเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์





## 2 ผลการทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอน

ผู้วิจัยได้นำกระบวนการการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้โดยสร้างแผนการสอนตามขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น แล้วนำแผนการสอนเหล่านั้นไปทดลองสอนกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์โรงเรียนพญาไทเป็นเวลา 6 สัปดาห์ รวมทั้งสิ้น 41 คาบ ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบทดสอบสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ ได้ผลการวิจัยประกอบด้วย

- 2.1 ผลการทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยทักษะต่างๆ ก่อนเรียนกับคะแนนเกณฑ์
  - 2.2 จำนวนนักเรียนที่ผ่านและไม่ผ่านเกณฑ์
  - 2.3 ผลการทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยทักษะต่างๆ หลังเรียนกับคะแนนเกณฑ์
- รายละเอียดผลการวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ มีดังนี้

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## 2.1 ผลการทดสอบความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยทักษะต่างๆ ก่อนเรียนกับคะแนนเกณฑ์

ตารางที่ 14 ผลการทดสอบความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยทักษะต่างๆ ก่อนเรียนกับคะแนนเกณฑ์

ทักษะ	$\bar{X}$	s.d.	คะแนนเกณฑ์	t
การแก้ปัญหา	1.47	1.55	10.60	-22.79*
การให้เหตุผล	1.93	2.15	13.10	-20.08*
การเชื่อมโยง	0.40	1.06	10.00	-35.22*
การสื่อสาร	3.00	2.56	17.90	-22.51*
การสื่อความหมาย	1.80	1.37	15.30	-38.08*

\*p < .05

จากตารางที่ 14 พบว่าก่อนเรียนคะแนนเฉลี่ยของทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการเชื่อมโยง ทักษะการสื่อสาร และทักษะการสื่อความหมายของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์มีค่าแตกต่างจากคะแนนเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่ทุกทักษะมีคะแนนต่ำกว่าคะแนนเกณฑ์

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## 2.2 จำนวนและสัดส่วนของนักเรียนที่มีคะแนนหลังเรียนผ่านและไม่ผ่านคะแนนเกณฑ์จำแนกตามทักษะ

ตารางที่ 15 จำนวนและสัดส่วนของนักเรียนที่มีคะแนนหลังเรียนผ่านและไม่ผ่านคะแนนเกณฑ์จำแนกตามทักษะ

ทักษะ	จำนวนนักเรียน	จำนวนนักเรียน	สัดส่วน (ผ่านเกณฑ์/ไม่ผ่านเกณฑ์)
	ที่ผ่านเกณฑ์ (คน)	ที่ไม่ผ่านเกณฑ์(คน)	
การแก้ปัญหา	14	1	14.00
การให้เหตุผล	11	4	2.75
การสื่อสาร	1	14	0.07
การเชื่อมโยง	14	1	14.00
การสื่อความหมาย	1	14	0.07

จากตารางที่ 15 พบว่า หลังเรียน ทักษะการแก้ปัญหา และทักษะการเชื่อมโยงมีค่าสัดส่วนระหว่างจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์กับจำนวนนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์สูงสุดคือ 14.00 และทักษะการให้เหตุผลมีค่าสัดส่วนระหว่างจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์กับจำนวนนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์รองลงมาคิดเป็น 2.75 ส่วนทักษะการสื่อสารและการสื่อความหมายมีค่าสัดส่วนระหว่างจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์กับจำนวนนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ต่ำสุดคิดเป็น 0.07 จำนวนนักเรียนทั้งหมด 15 คน

### 2.3 ผลการทดสอบความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยทักษะต่างๆ หลังเรียน กับคะแนนเกณฑ์

ตารางที่ 16 ผลการทดสอบความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยทักษะต่างๆ หลังเรียนกับคะแนนเกณฑ์

ทักษะ	$\bar{X}$	s.d.	คะแนนเกณฑ์	t
การแก้ปัญหา	12.93	2.87	10.60	3.15*
การให้เหตุผล	11.33	3.94	13.10	-1.74
การเชื่อมโยง	12.87	3.85	10.00	2.88*
การสื่อสาร	12.60	3.58	17.90	-5.73*
การสื่อความหมาย	10.74	3.48	15.30	-5.28*

\*  $p < .05$

จากตารางที่ 16 พบว่าคะแนนเฉลี่ยของทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการเชื่อมโยง ทักษะการสื่อสาร และทักษะการสื่อความหมายหลังเรียนของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีค่าแตกต่างจากคะแนนเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนคะแนนเฉลี่ยของทักษะการให้เหตุผลไม่แตกต่างจากคะแนนเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่คะแนนเฉลี่ยของทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการเชื่อมโยงมีค่าสูงกว่าคะแนนเกณฑ์ ส่วนคะแนนเฉลี่ยของทักษะการสื่อสาร และทักษะการสื่อความหมายนั้นมีค่าต่ำกว่าคะแนนเกณฑ์

จากการพิจารณาผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าต้องปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอนเพื่อให้พัฒนาทักษะการให้เหตุผล ทักษะการสื่อสาร และทักษะการสื่อความหมายได้มากขึ้น

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยการประยุกต์แนวความคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักในการเรียนรู้เพื่อสร้างเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย โดยสรุปมีดังนี้

การวิจัยนี้ประกอบด้วยการดำเนินงาน 2 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกเป็นการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยการประยุกต์แนวความคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักในการเรียนรู้เพื่อสร้างเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ขั้นตอนที่สองเป็นการประเมินประสิทธิภาพกระบวนการที่พัฒนาขึ้น ขั้นตอนนี้เป็นการศึกษาถึงทดลองแบบวัดผลก่อนและหลังการทดลอง ผู้วิจัยได้สร้างแผนการสอนจากขั้นตอนกระบวนการที่พัฒนาขึ้น แล้วนำไปใช้กับกลุ่มทดลอง เป็นเวลา 6 สัปดาห์ รวม 41 คาบ โดยมีการวัดสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ก่อนสอนและหลังสอน

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ในโรงเรียนพญาไท ปีการศึกษา 2545 ซึ่งได้จากการคัดเลือกโดยใช้แบบเสนอชื่อโดยครูกับแบบสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น จำนวน 15 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วย แบบเสนอชื่อโดยครู แบบสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ และแบบสอบสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ แบบสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์เป็นแบบสอบแบบอัตนัย ตรวจสอบความตรงโดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านการสอนคณิตศาสตร์ 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงโดยการทดลองใช้แล้ววิเคราะห์ความเที่ยงทั้งฉบับด้วยการวัดความคงที่ภายในโดยใช้วิธีหาค่าสัมประสิทธิ์อัลฟา วิเคราะห์ค่าความยากและอำนาจจำแนก แล้วนำไปปรับปรุงจนได้ค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยง .92 ความยากมีค่าอยู่ระหว่าง 0.24 – 0.79 อำนาจจำแนกมีค่าอยู่ระหว่าง 0.41 – 0.91 ตรงตามจุดมุ่งหมายของการทดสอบที่มุ่งคัดแยกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ตามต้องการ ส่วนแบบสอบสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์นั้นเป็นแบบสอบแบบอัตนัยที่ทดสอบทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการเชื่อมโยงความรู้ ทักษะการสื่อสาร และทักษะการสื่อความหมาย ตรวจสอบความเที่ยงโดยการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงด้วยการวัดความคงที่ภายในโดยใช้วิธีหาค่าสัมประสิทธิ์อัลฟาได้ค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยง .92 วิเคราะห์ประสิทธิภาพ

ข้อสอบแต่ละข้อด้วยการหาค่าความไว ได้ค่าความไวระหว่าง 0.31-0.68 ซึ่งตรงกับจุดมุ่งหมายที่ต้องการเปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังเรียน

การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดลองสอนกับกลุ่มตัวอย่างด้วยตนเองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 เป็นเวลา 6 สัปดาห์ รวมทั้งสิ้น 41 คาบ แล้วนำข้อมูลจากแบบสอบถามสภาพทางคณิตศาสตร์มาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม SPSS โดยสถิติทดสอบที (t-test) เพื่อทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการเชื่อมโยงความรู้ ทักษะการสื่อสาร และทักษะการสื่อความหมาย กับคะแนนเกณฑ์ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ .05

## สรุปผลการวิจัย

### 1 ผลการทดลองใช้กระบวนการการเรียนการสอน

ผู้วิจัยได้นำกระบวนการการเรียนการสอนที่พัฒนาได้ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการ 7 ขั้นตอน คือ 1) เตรียมปัญหา 2) สร้างความเชื่อมโยงสู่ปัญหา 3) สร้างกรอบของการศึกษา 4) ศึกษาค้นคว้า โดยกลุ่มย่อย 5) ตัดสินใจหาทางแก้ปัญหา 6) สร้างผลงาน 7) ประเมินผลการเรียนรู้ ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง แล้ววิเคราะห์ผลโดยเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการเชื่อมโยงความรู้ ทักษะการสื่อสาร และทักษะการสื่อความหมายหลังเรียนกับคะแนนเกณฑ์ (คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนลำดับที่ 1 ถึง 10 บวกกับร้อยละ 20 ของคะแนนทั้งหมด) ของทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการเชื่อมโยงความรู้ ทักษะการสื่อสาร และทักษะการสื่อความหมาย พบว่า หลังเรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น คะแนนเฉลี่ยทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการเชื่อมโยงของนักเรียนมีค่าสูงกว่าคะแนนเกณฑ์ที่กำหนด และคะแนนเฉลี่ยทักษะการให้เหตุผลสูงขึ้นเท่ากับคะแนนเกณฑ์ที่กำหนด ส่วนคะแนนเฉลี่ยทักษะการสื่อสารและการสื่อความหมายมีค่าสูงขึ้นแต่ยังต่ำกว่าคะแนนเกณฑ์

ผลการวิจัยดังกล่าวอาจสรุปได้ว่ากระบวนการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นช่วยให้นักเรียนในกลุ่มทดลองโดยเฉลี่ยมีสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ในด้านทักษะการแก้ปัญหา และทักษะการเชื่อมโยงสูงขึ้นกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และมีสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ในด้านทักษะการให้เหตุผลเท่ากับเกณฑ์ที่กำหนด ส่วนสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ในด้านทักษะการสื่อสารและการสื่อความหมายยังต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

จากการพิจารณาผลการทดลองใช้กระบวนการการเรียนการสอนและแนวทางการพิจารณาสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ พบว่า ควรเพิ่มบทบาทของครูในการพัฒนาทักษะการให้เหตุผล ทักษะการสื่อสาร และทักษะการสื่อความหมาย โดยทำหน้าที่เป็นตัวแบบในการใช้ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการสื่อสาร และทักษะการสื่อความหมาย ใช้คำถามช่วยกระตุ้นทักษะการให้เหตุผล ทักษะการสื่อสาร และทักษะการสื่อความหมาย และส่งเสริมให้นักเรียนได้ประเมินการให้เหตุผล การสื่อสาร และการสื่อความหมายของตนเองและเพื่อนอย่างสม่ำเสมอ

## 2 กระบวนการการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

กระบวนการการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญคือ แนวคิดและทฤษฎีพื้นฐานของกระบวนการเรียนการสอน หลักการเรียนรู้ของกระบวนการเรียนการสอน วัตถุประสงค์ของกระบวนการเรียนการสอน สารการเรียนรู้ของการจัดการเรียนการสอน ขั้นตอนกระบวนการเรียนการสอนและกระประเมินผล รายละเอียดมีดังนี้

### 2.1 แนวคิดพื้นฐานของการจัดการเรียนการสอน

แนวคิดพื้นฐานของการจัดการเรียนการสอนของกระบวนการการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น มีรายละเอียดดังนี้

การเรียนการสอนควรใช้สิ่งที่เป็นรูปธรรมที่คุ้นเคยหรือมีประสบการณ์มาก่อน เพื่อช่วยสร้างความเข้าใจ เพื่อสร้างความเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิม เพื่อให้เป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย แล้วเสนอเรื่องที่เรียนใหม่โดยสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิม

การจัดการเรียนการสอนเป็นการเรียนจากการแก้ปัญหา โดยเน้นกระบวนการ การจัดการเรียนการสอนต้องให้โอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลต่าง ๆ และสิ่งแวดล้อม โดยผู้เรียนเป็นผู้จัดการกระทำศึกษาวิเคราะห์ทดลองด้วยตนเอง เรียนโดยการชี้นำตนเองและควบคุมตนเอง

ต้องมีการจัดสภาพแวดล้อมที่เอื้อให้เด็กเรียนรู้ เชื้อต่อปฏิสัมพันธ์ทางสังคม จัดสภาพแวดล้อมให้อบอุ่นปลอดภัยไม่น่าหวาดกลัว น่าไว้วางใจ จัดบรรยากาศที่ส่งเสริมการปรึกษาหารืออย่างใกล้ชิด ครูต้องคอยช่วยชี้แนะคอยช่วยเหลือให้ผู้เรียนพัฒนาตนเอง ครูต้องช่วยสร้างแรงจูงใจภายใน

### 2.2 หลักการของการเรียนการสอน

หลักการการเรียนการสอนของกระบวนการการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น มีรายละเอียดดังนี้

2.2.1 กลไกการเรียนรู้หลัก คือ การเรียนรู้ตามแนวคิดของ Piaget ที่กล่าวว่า เมื่อเกิดการไม่สมดุลของโครงสร้างทางปัญญาจะเกิดการเรียนรู้โดยการดูดซึมหรือการปรับเปลี่ยนแปลงเข้าสู่โครงสร้างความรู้และการเรียนตามแนวคิดของ Vygotski ที่กล่าวว่าการเรียนรู้เกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม

2.2.2 สิ่งที่ช่วยเสริมในการเรียนรู้ คือ การเรียนรู้โดยกลุ่มรวมพลัง(cooperative learning) ซึ่งช่วยส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์เพื่อการเรียนรู้ และบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้

2.2.3 สิ่งที่ชักนำสื่อให้เกิดการเรียนรู้ คือ ปัญหาที่ออกแบบอย่างเหมาะสม

## 2.3 วัตถุประสงค์ของกระบวนการเรียนการสอน

กระบวนการเรียนการสอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการสื่อสาร ทักษะการเชื่อมโยง และทักษะการสื่อความหมาย

## 2.4 สารการเรียนรู้ในการเรียนการสอน

สารการเรียนรู้ที่ใช้ในการเรียนการสอน คือ สารที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ สารที่ 2 การวัด สารที่ 3 เรขาคณิต สารที่ 4 พีชคณิต และสารที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น ของช่วงชั้นที่ 2 วิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 แต่มีความซับซ้อน ลึกซึ้งขึ้นมากกว่าเดิม

## 2.5 ขั้นตอนกระบวนการเรียนการสอน

กระบวนการเรียนการสอนโดยการประยุกต์แนวคิดในการใช้ปัญหาเป็นหลักในการเรียนรู้เพื่อพัฒนาสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วยขั้นตอน 7 ขั้นตอน คือ 1) เตรียมปัญหา 2)สร้างความเชื่อมโยงสู่ปัญหา 3) สร้างกรอบของการศึกษา 4) ศึกษาค้นคว้าโดยกลุ่มย่อย 5)ตัดสินใจหาทางแก้ปัญหา 6)สร้างผลงาน 7)ประเมินผลการเรียนรู้ แต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้



ตารางที่ 17 กระบวนการเรียนการสอนโดยการประยุกต์แนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักในการเรียนรู้เพื่อสร้างเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มี  
ความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น

ขั้นตอนและจุดมุ่งหมาย	หลักการ/เหตุผล	วิธีสอนและเทคนิคการสอน
<p>1 เตรียมปัญหา เพื่อสร้างปัญหาสำหรับการเรียนให้ได้ตาม สาระการเรียนรู้ด้านเนื้อหาและกระบวนการที่ ต้องการ</p>	<p><u>เหตุผล</u> ปัญหาจะเป็นตัวกระตุ้น เป็นเงื่อนไขที่ใช้เรียนรู้</p> <p><u>หลักการ</u></p> <p>1 การสร้างปัญหาเพื่อใช้ในการเรียนโดยคำนึงถึงประเด็นเรื่อง เนื้อหาและทักษะที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา ตรงกับจุดมุ่งหมายของการสอน มีแหล่งข้อมูลต่างๆ ที่จำเป็นในการแก้ปัญหาเพียงพอ เชื่อมโยงกับกิจกรรมสร้างความเชื่อมโยงกับปัญหาได้ ต้องมีคำถามที่จะช่วยทำให้นักเรียนมุ่งความสนใจไปยังงานที่ต้องทำหลังจากสนใจปัญหา กลวิธีในการประเมินผล</p> <p>2 ในการเขียนปัญหานั้นต้องสนับสนุนพัฒนาการทางสติปัญญา และตรงกับความต้องการทางสังคมและอารมณ์ของนักเรียน ต้องตั้งอยู่บนประสบการณ์ของนักเรียน เช่น วัฒนธรรม ความเชื่อของกลุ่ม ต้องสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตร ต้องเอื้อต่อกลวิธีและรูปแบบการเรียนการสอนที่หลากหลาย เป็นปัญหาแบบ ill-structure เช่น ข้อมูลที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหามีไม่ครบต้องใช้การศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม เป็นปัญหาที่ชักนำให้นักเรียนพบแนวทางการแก้ปัญหาหลายทาง</p>	

ตารางที่ 17 (ต่อ)

ขั้นตอนและจุดมุ่งหมาย	หลักการ/เหตุผล	วิธีสอนและเทคนิคการสอน
<p><u>2 สร้างความเชื่อมโยงสู่ปัญหา</u></p> <p>- เพื่อให้ให้นักเรียนมีความรู้สึกรู้ว่าปัญหามีความสำคัญ และนำให้ความสนใจและเวลาดำเนินการ</p> <p>- เพื่อนำเสนอปัญหา</p>	<p><u>เหตุผล</u> การเรียนรู้ในสิ่งที่สนใจและเห็นความสำคัญจะเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมายและเป็น Active Learning</p> <p><u>หลักการ</u> ดึงประสบการณ์เดิมของผู้เรียนออกมา และ / หรือ นำเสนอประสบการณ์ใหม่ที่ขัดแย้ง หรือไม่ เป็นไปตามที่คิดหรือประสบการณ์เดิม ไม่เคยพบ ไม่น่าเป็นไปได้ เพื่อทำให้เกิดความไม่ตรงกันของความรู้ แล้วสร้างความสำคัญให้กับปัญหา โดยเน้นที่คุณค่า ประโยชน์ หรือความขาดแคลนของปัญหา หรือโดยการท้าทายทางสติปัญญา</p>	<p>- การอภิปรายที่เชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิม</p> <p>- การใช้คำถามที่กระตุ้นประสบการณ์เดิม</p> <p>- บทบาทสมมติ และสถานการณ์จำลอง</p> <p>- การทดลอง</p>

ขั้นตอนและจุดมุ่งหมาย	หลักการ/เหตุผล	วิธีสอนและเทคนิคการสอน
<p><u>3 สร้างกรอบของการศึกษา</u></p> <p>เพื่อสร้างกรอบหรือขอบเขตที่ชัดเจนที่จะทำให้การศึกษาค้นคว้าเป็นรูปธรรมชัดเจน ดำเนินต่อไปได้ง่าย และเป็นไปตามทิศทางที่กำหนด</p>	<p><u>เหตุผล</u></p> <p>- การแก้ปัญหาจะทำได้ก่อนเมื่อมีความรู้ มีหลักการที่เกี่ยวข้องกับปัญหาครบถ้วน ดังนั้นจึงต้องสร้างกรอบเพื่อใช้เป็นแนวทางดำเนินงานที่ทำให้ได้ความรู้ หลักการที่ครอบคลุมที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทั้งหมด</p> <p>- การสร้างขอบเขตการศึกษาเป็นการทำให้ปัญหาและสิ่งที่เกี่ยวข้องเป็นรูปธรรมขึ้น ช่วยเพิ่มพื้นที่การทำงานของหน่วยความจำระยะสั้น ซึ่งเป็นบริเวณที่ใช้ประมวลผลการแก้ปัญหา ส่งผลให้ประสิทธิภาพการแก้ปัญหาดีขึ้น ช่วยทำให้การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา ตลอดจนทักษะการสื่อสาร ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการเชื่อมโยง และทักษะการสื่อความหมายทำได้ง่ายขึ้น</p> <p><u>หลักการ</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ต้องสร้างกรอบการศึกษาที่ประกอบด้วยแนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหา ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหา สิ่งที่ต้องการรู้เพิ่ม และวิธีดำเนินการเพื่อให้ได้ความรู้เพิ่ม โดยมีการเชื่อมโยงกันระหว่างปัญหากับแนวคิดในการแก้ปัญหาข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหา สิ่งที่ต้องการทราบเพิ่มเติมและวิธีการค้นคว้า</li> <li>2. กำหนดกรอบการศึกษา โดยเริ่มเชื่อมโยงกับประสบการณ์ใกล้ตัว เช่น ประสบการณ์เดิม ความรู้เดิม และ / หรือ การคาดเดา การสร้างสมมติฐาน โดยครูเป็นผู้ช่วยชี้แนะ ให้ไปในทิศทางที่ต้องการ</li> </ol>	<p>- การระดมสมอง</p> <p>- การเขียนตารางแสดงแนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหา ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหาที่รู้ ประเด็นที่ต้องศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม วิธีการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม</p> <p>- เทคนิคการระดมสมองเพื่อช่วยหาแนวคิด</p>

ตารางที่ 17 (ต่อ)

ขั้นตอนและจุดมุ่งหมาย	หลักการ/เหตุผล	วิธีสอนและเทคนิคการสอน
<p><u>4 ศึกษาค้นคว้าโดยกลุ่มย่อย</u></p> <p>- เพื่อรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการตัดสินใจแก้ปัญหาตามที่กำหนดไว้ในรอบการศึกษา</p>	<p><u>เหตุผล</u> การสืบค้นด้วยกลุ่มเป็นกระบวนการสร้างความรู้ตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้</p> <p><u>หลักการ</u></p> <p>1 ให้นักเรียนหาความรู้ด้วยตนเองตามกรอบที่กำหนดไว้ด้วยการสอบถาม การค้นคว้า การทดลอง โดยครูช่วยกำกับทิศทางการค้นคว้าและช่วยแก้ปัญหาในการค้นคว้า</p> <p>2 มีการกำกับตนเอง มีการไตร่ตรองผลการค้นคว้าของตนเอง โดยประเมินว่าข้อมูลที่ได้เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ต้องการหรือไม่ ข้อมูลที่ได้ครบถ้วนหรือไม่</p>	<p>- บทบาทสมมติ สถานการณ์จำลอง เพื่อฝึกทักษะการค้นคว้าและการทำงานกลุ่มอย่างมีประสิทธิภาพ</p> <p>- กิจกรรมกลุ่มเพื่อฝึกทักษะการค้นคว้าและการทำงานกลุ่มอย่างมีประสิทธิภาพ</p>
<p><u>5 ตัดสินใจหาทางแก้ปัญหา</u></p> <p>- เพื่อประเมินความเป็นได้ ความเหมาะสมของแนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาที่กำหนดไว้ โดยพิจารณาจากข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า</p> <p>- เพื่อตัดสินใจเลือกวิธีการที่จะใช้ในการแก้ปัญหา</p>	<p><u>เหตุผล</u> การแก้ปัญหานอกจากต้องใช้ความรู้ หลักการที่เกี่ยวข้องแล้วยังต้องใช้การตัดสินใจเพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหาจากความรู้ที่มี</p> <p><u>หลักการ</u></p> <p>1. ต้องมีการนำเสนอข้อมูลและแนวคิดที่สำคัญในการแก้ปัญหาให้อยู่ในรูปที่สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ให้การตัดสินใจง่ายขึ้น และให้สมาชิกได้ซักถามข้อสงสัย ข้อโต้แย้ง</p> <p>2. การตัดสินใจหาทางแก้ปัญหาคงต้องใช้ความรู้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องประกอบกับการพิจารณาให้เหตุผลที่เหมาะสมตามเงื่อนไขที่มี</p> <p>3 การพิจารณาหาทางเลือก ทำโดยใช้กระบวนการให้เหตุผล (ตรรกศาสตร์ การคิดอุปนัย การคิดนิรนัย) ประกอบกับข้อมูลที่มี เพื่อให้ได้แนวทางการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดภายในเงื่อนไขที่กำหนด</p>	<p>- การอภิปรายข้อดี ข้อเสีย จุดเด่น จุดด้อยของวิธีแก้ปัญหาแต่ละวิธี</p>

ตารางที่ 17 (ต่อ)

ขั้นตอนและจุดมุ่งหมาย	หลักการ/เหตุผล	วิธีสอนและเทคนิคการสอน
<p><b>6 สร้างผลงาน</b></p> <p>- เพื่อสร้างชิ้นงานหรือดำเนินการตามแนวทางที่กำหนดไว้</p>	<p><b>เหตุผล</b></p> <p>- การลงมือปฏิบัติงาน ทำให้ผู้เรียนได้ประสบการณ์ตรง เกิดความเข้าใจแนวคิด แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนั้นชัดเจน และความรู้ที่ได้จะคงอยู่ได้นาน</p> <p>- ประสบการณ์ที่ได้รับในการปฏิบัติงานจะเปรียบเหมือนวัตถุที่จับต้องได้ในความคิด ที่สามารถนำไปใช้ในกระบวนการไตร่ตรองได้ต่อไป</p> <p><b>หลักการ</b></p> <p>ให้นักเรียนมีโอกาสร่วมปฏิบัติงานเป็นกลุ่ม และมีส่วนร่วมดำเนินการทั้งทางด้าน ร่างกาย ทางการพูดและทางจิตใจ</p>	<p>- การทำงานเป็นกลุ่ม</p>
<p><b>7 ประเมินผลการเรียนรู้</b></p> <p>- เพื่อสรุปสาระการเรียนรู้ด้านเนื้อหาและกระบวนการ</p> <p>- เพื่อประเมินและการเรียนรู้</p> <p>- เพื่อสร้างความเชื่อมโยงกับเรื่องที่เกี่ยวข้อง</p>	<p><b>เหตุผล</b></p> <p>- การประเมินผลการเรียนรู้ที่ได้เป็นการตรวจสอบว่า ผลการเรียนรู้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายหรือไม่ การประเมินการเรียนรู้จะช่วยให้ข้อมูลย้อนกลับที่ช่วยพัฒนาการเรียนรู้ของตนเองและการสอนของครู</p> <p><b>หลักการ</b></p> <p>- พิจารณาสິงที่ได้เรียนรู้ แล้วจัดหมวดหมู่ เชื่อมโยงกับเรื่องอื่น ๆ</p> <p>- พิจารณาการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ของตนเอง</p>	<p>- mind mapping</p>

## 2.6 บทบาทที่ครูควรเน้นในการจัดการเรียนการสอน\*

ครูควรทำหน้าที่เป็นตัวแบบในการใช้ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการสื่อสาร และทักษะการสื่อความหมาย ใช้คำถามช่วยกระตุ้นทักษะการให้เหตุผล ทักษะการสื่อสาร และทักษะการสื่อความหมาย และส่งเสริมให้นักเรียนได้ประเมินการให้เหตุผล การสื่อสาร และการสื่อความหมายของตนเองและเพื่อนอย่างสม่ำเสมอ

(\* เป็นส่วนเพิ่มเติมที่ได้หลังจากทดลองใช้กระบวนการการเรียนการสอน)

### อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นมีประเด็นที่น่าอภิปรายได้ดังนี้

#### 1. ในส่วนการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนมีประเด็นอภิปราย ดังนี้

1.1 กระบวนการเรียนการสอนโดยการประยุกต์แนวความคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักในการเรียนรู้เพื่อสร้างเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยขั้นตอน 7 ขั้นตอน คือ 1) เตรียมปัญหา 2) สร้างความเชื่อมโยงสู่ปัญหา 3) สร้างกรอบของการศึกษา 4) ศึกษาค้นคว้าโดยกลุ่มย่อย 5) ตัดสินใจหาทางแก้ปัญหา 6) สร้างผลงาน 7) ประเมินผลการเรียนรู้ ผลข้อนี้มีข้ออภิปรายสนับสนุน คือ กระบวนการเรียนการสอนนี้ได้พัฒนาอย่างเป็นระบบ เริ่มจากการวิเคราะห์แนวคิดพื้นฐานของการสอนตามแนวทางการใช้ปัญหาเป็นหลัก ประยุกต์แนวการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักโดยเพิ่มส่วนสร้างกรอบการศึกษาที่ชัดเจนเข้าไป กำหนดขั้นตอนหลักจากแนวทางการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก ศึกษาแนวทางการพัฒนาสมรรถทางคณิตศาสตร์ทั้ง 5 ทักษะ กำหนดแนวทางการพัฒนาทักษะเหล่านั้น ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนการสอนด้วยกลุ่ม กำหนดแนวทางการสร้างเงื่อนไขให้เกิดการเรียนรู้ด้วยกลุ่ม นำผลที่ได้มากำหนดองค์ประกอบ แล้วกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น นอกจากนั้น กระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นได้รับการตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิทางการสอนคณิตศาสตร์ด้วย

#### 2. ในส่วนผลการทดลองใช้กระบวนการการเรียนการสอนมีประเด็นอภิปราย ดังนี้

2.1 การที่คะแนนเฉลี่ยทักษะการแก้ปัญหาหลังเรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นสูงกว่าคะแนนเกณฑ์ (คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนลำดับที่ 1 ถึง 10 บวกกับร้อยละ 20 ของคะแนนทั้งหมด) เป็นเพราะปัจจัยหลายประการ ตั้งแต่ผลจากการใช้ปัญหาที่เป็นสภาพจริงหลาย ๆ ปัญหาผสมกับขั้นตอนที่มีการดำเนินการแก้ปัญหาพร้อมกันอย่างสม่ำเสมอ ส่งผลต่อการสร้างความรู้ทักษะในการแก้ปัญหาของนักเรียน เห็นได้จากกระบวนการสอนที่พัฒนาจะเริ่ม

จากนำเสนอปัญหา โดยสร้างความเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิมและสร้างความท้าทายทางสติปัญญาให้นักเรียน ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจ เห็นได้เด่นชัดจากกิจกรรมจรวดน้ำเมื่อนำเสนอปัญหาโดยทดลองยิงจรวดน้ำที่ไม่มีการตกแต่งเลยนักเรียนสนใจมาก นักเรียนไปค้นคว้าข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต นักเรียนค้นหนังสือจากห้องสมุดเพื่อหาความรู้ที่เกี่ยวข้องแล้วมาช่วยกันออกแบบตามแนวคิดที่มี แล้วนำจรวดที่ได้ไปทดลอง มีการอภิปรายถึงสาเหตุที่จรวดพุ่งไปได้ไกลหรือไม่ไกล แล้วเกิดแนวคิดเกิดสมมุติฐานในการปรับปรุงจรวดให้พุ่งได้ไกล เช่น ต้องใช้แรงดันสูง ๆ ไม่ต้องมีแพนหางเลยก็พุ่งได้ไกล ต้องใส่น้ำน้อย ๆ ถึงจะพุ่งได้ไกล แล้วนำไปทดลองอีกเมื่อได้ผลก็มีการตั้งสมมุติฐานใหม่ แล้วทดลองใหม่ต่อเนื่องกันไป ความสนใจของนักเรียนจะส่งผลต่อการรับรู้ข้อมูลต่าง ๆ ตามทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวทางการประมวลผลสารสนเทศ นอกจากนั้นการที่ปัญหามีลักษณะจัดกระทำได้ทำให้นักเรียนคิดต่อได้ชัดเจน และช่วยส่งผลให้หน่วยความจำระยะสั้นดำเนินการสะกดมีประสิทธิภาพมากขึ้น ประกอบกับที่ขั้นตอนทั้งหมดของกระบวนการนี้เป็นการดำเนินการแก้ปัญหาาร่วมกัน มีการคิดกรอกรแก้ปัญหาซึ่งก็คือการหาแนวทางการแก้ปัญหาด้วยกันทั้งห้องคิดเป็นกลุ่มแล้วจึงคิดด้วยตนเอง นักเรียนได้เห็นได้แลกเปลี่ยนแนวคิดกับเพื่อน ๆ ทำให้เกิดการขยายกลวิธีการแก้ปัญหาของตนเอง เกิดการพัฒนาทัศนคติเกี่ยวกับการแก้ปัญหาให้ดีขึ้น นอกจากนี้การทำงานร่วมกันยังเป็นการช่วยประคับประคองก่อสร้างทักษะในการแก้ปัญหาของตนเองขึ้นมา และในกระบวนการนี้ยังมีขั้นตอนการประเมินหาทางเลือก ซึ่งเป็นการฝึกการไตร่ตรองการกำกับตนเองในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญในการแก้ปัญหาด้วย

2.2 การที่คะแนนเฉลี่ยทักษะทักษะในการเชื่อมโยงหลังเรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นสูงกว่าคะแนนเกณฑ์(คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนลำดับที่ 1 ถึง 10 บวกกับร้อยละ 20 ของคะแนนทั้งหมด)เป็นเพราะผลของการชี้แนะของครูในการเรียน ดังเช่นในการเรียนเรื่องผู้รักษาประตูมือถนัด ในกิจกรรมนี้นักเรียนจะช่วยกันหาตำแหน่งที่ยืนของผู้รักษาประตูเพื่อป้องกันประตูได้ดีที่สุด ในขั้นสรุปความรู้ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนคิดถึงเรื่องอื่นที่เชื่อมโยง หรือสัมพันธ์กับเรื่องนี้ได้ ตอนแรกนักเรียนคิดไม่ได้ เนื่องจากโครงสร้างความรู้เดิมไม่มีเรื่องการเชื่อมโยงอยู่เกิดความขัดแย้งทางปัญญาขึ้น ผู้วิจัยได้ให้คำชี้แนะโดยให้คิดถึงประสบการณ์เดิมที่เคยพบในลักษณะเดียวกันนี้ ทำให้นักเรียนมองเห็นความสัมพันธ์ของตำแหน่งที่ยืนของผู้รักษาประตู กับผู้ป้องกันประตูของกีฬาแฮนด์บอล และตำแหน่งยืนที่จะโยนลูกบาสเข้าห่วงได้ดีที่สุด ซึ่งก็เป็นการเชื่อมโยงอย่างหนึ่ง ที่เชื่อมโยงไปเรื่องอื่น ๆ ที่มีลักษณะคล้ายกัน มีนักเรียนบางคนมองเชื่อมโยงกับรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว โดยที่ตำแหน่งที่ผู้ยิงประตูยืนเป็นจุดยอดของสามเหลี่ยม และแนวระนาบของประตู คือฐานของสามเหลี่ยม ซึ่งเป็นการเชื่อมโยงกับแนวคิดทางเรขาคณิต เมื่อนักเรียนสามารถสร้างการเชื่อมโยงได้ จะเกิดโครงสร้างความรู้ใหม่ทำให้นักเรียนมีความสามารถใน

การเชื่อมโยง และเมื่อได้มีโอกาสฝึกฝนในการเรียนครั้งต่อไป นักเรียนจึงมีความสามารถในการเชื่อมโยงสูงขึ้น จนกระทั่งสูงกว่าคะแนนเกณฑ์ สอดคล้องกับบทบาทของครูตามแนวคิดของการพัฒนาสติปัญญาของ Vygotsky

2.3 การที่กระบวนการการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นสามารถพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา และทักษะการเชื่อมโยงได้ ผู้วิจัยเห็นว่า กระบวนการที่พัฒนาขึ้นเป็นประโยชน์ในการพัฒนานักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ดังนี้

2.3.1 การที่นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่เป็นจริง จะทำให้นักเรียนแก้ปัญหาที่พบเห็นในชีวิตประจำวันได้ เมื่อนักเรียนแก้ปัญหาได้ นักเรียนจะเกิดการเรียนรู้ขึ้น การเรียนรู้คือการเรียนรู้คณิตศาสตร์ซึ่งเป็นความรู้ในชีวิตประจำวันนั่นเอง และการที่นักเรียนมีทักษะการเชื่อมโยงจะทำให้นักเรียนมองเห็นความสัมพันธ์ของความรู้ี้กับความรู้อื่น ๆ ทำให้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนลึกซึ้งขึ้น ตรงกับเป้าหมายที่ต้องการให้นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษเรียนรู้หรืออีกในความหมายหนึ่งก็คือสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ด้วยตนเอง อันเป็นเป้าหมายสำคัญสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

2.3.2 การที่กระบวนการที่พัฒนาขึ้นทำให้นักเรียนมีทักษะการเชื่อมโยงสูงตามต้องการนั้นสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตรที่ต้องการให้ผู้เรียนเรียนรู้อย่างบูรณาการ ซึ่งเป็นเรื่องที่เกิดขึ้นยากในการเรียนการสอนปัจจุบันเนื่องจากการเรียนที่เน้นสอนแบบแยกวิชา จนทำให้ผู้เรียนเคยชินกับการเรียนแบบแยกรายวิชา จนไม่สามารถมองเห็นการเชื่อมโยงสัมพันธ์ระหว่างความรู้ต่าง ๆ ได้

2.4 การที่คะแนนเฉลี่ยทักษะการสื่อสารหลังเรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาไม่สูงกว่าคะแนนเกณฑ์(คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนลำดับที่ 1 ถึง 10 บวกกับร้อยละ 20 ของคะแนนทั้งหมด)เป็นเพราะ เรื่องขอบเขตสูงสุดในความสามารถการสื่อสารของนักเรียนระดับประถมศึกษา ความสามารถในการสื่อสารมีส่วนขึ้นกับความสามารถในการใช้ภาษาซึ่งพัฒนาขึ้นกับวัย และความสามารถในการสื่อสารของแต่ละวัยจะมีเพดานสูงสุดซึ่งคาดว่าความสามารถในการสื่อสารของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นความสามารถในการสื่อสารสูงสุดของนักเรียนระดับประถมแล้ว ค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการสื่อสารโดยรวมของนักเรียนที่ได้รับการพัฒนาจึงไม่สูงกว่าคะแนนเกณฑ์ซึ่งมากกว่าค่าสูงสุดที่เป็นได้

2.5 การที่คะแนนเฉลี่ยทักษะการสื่อความหมายหลังเรียนด้วยกระบวนการเรียน



การสอนที่พัฒนาไม่สูงกว่าคะแนนเกณฑ์เป็นเพราะความสามารถในการคิดเรื่องนามธรรมของนักเรียนยังไม่พัฒนามากนักประกอบกับเวลาเรียนเป็นช่วงสั้นๆ จึงยังไม่สามารถพัฒนาการสื่อความหมายซึ่งเป็นการคิดนามธรรมที่มีความซับซ้อนประกอบด้วย ความเข้าใจในเรื่องที่ต้องการสื่อความหมาย ความสามารถในการสร้างสัญลักษณ์มาแทนความหมายและความสามารถในการประกอบสัญลักษณ์ให้มีความหมายตามต้องการ แต่ก็มีนักเรียนบางคนพัฒนาความสามารถในการสื่อความหมายดังเช่นในการเรียนเรื่องลายมือใคร ในกิจกรรมนี้นักเรียนได้คิดสูตรเพื่อทำนายลายนิ้วมือของเพื่อนในกลุ่ม นักเรียนคนหนึ่งคิดรูปภาพแสดงลักษณะการหมุนของลายนิ้วมือหรือรูปร่างของลายนิ้วมือ จัดเป็นขั้นตอนหนึ่งในการสื่อความหมาย นักเรียนอีกคนหนึ่งใช้ตัวอักษรช่วยสื่อถึงลักษณะลายนิ้วมือ เช่น เรียกว่าลายเอ ลายบี ลายซี และบอกว่าลายต่าง ๆ เหล่านี้มีรูปร่างอย่างไรบ้าง และให้ค่าตัวเลขกับตัวเลขกับ ลายเอ ลายบี ลายซี ไว้ด้วย ในส่วนการสร้างความหมายนักเรียนคนนี้ใช้ความรู้เรื่องสมการในการสร้างความหมาย โดยเขียนเป็นสมการ  $อธิป = \text{ลายเอ} + \text{ลายบี} + \text{ลายซี}$  ส่วนนักเรียน ผู้วิจัยคาดว่าหากเวลาในการฝึกฝนเพียงพอ กระบวนการที่พัฒนาขึ้นจะทำให้ความสามารถในการสื่อความหมายสูงถึงเกณฑ์ที่ตั้งไว้

## 2.6 การที่คะแนนเฉลี่ยทักษะการให้เหตุผลหลังเรียนด้วยกระบวนการ

เรียนการสอนที่พัฒนาไม่สูงกว่าคะแนนเกณฑ์เป็นเพราะเวลาที่ใช้เรียนไม่เพียงพอ ประกอบกับความเคยชินกับการเรียนคณิตศาสตร์ตามปกติที่ไม่ได้ให้ความสนใจกับการให้เหตุผลมาก่อน เมื่อต้องแสดงเหตุผลจึงทำได้ไม่ดี แต่เมื่อพิจารณาต่อไป การที่ค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลโดยรวมของนักเรียนสูงขึ้นเท่ากับเกณฑ์ที่ตั้งถือได้ว่ากระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นช่วยพัฒนาการให้เหตุผลได้

ข้อค้นพบในงานวิจัยนี้เป็นเพียงข้อค้นพบเบื้องต้นที่เกิดจากที่ผู้วิจัยศึกษาแนวคิด ทฤษฎี นำแนวคิดหลักการที่เกี่ยวข้องมาสร้างเป็นกระบวนการเรียนการสอน แล้วนำไปทดลองสอนในระยะเวลาสั้น ๆ เท่านั้น ผู้วิจัยเห็นว่าความรู้เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ยังมีอีกมากมายที่เรายังไม่รู้ และรอคอยให้ทำการศึกษาวิจัยกันต่อไป

## ข้อเสนอแนะ

### 1 ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยนี้ไปใช้

จากผลการวิจัยที่พบว่ากระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นช่วยให้นักเรียนในกลุ่มทดลองโดยรวมมีสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์อันประกอบด้วยทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการเชื่อมโยงความรู้ ทักษะการสื่อสาร และทักษะการสื่อความหมายเพิ่มขึ้นอย่าง

ชัดเจนนั้น ผู้วิจัยเห็นว่าสามารถนำผลวิจัยนี้ไปใช้กับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ในโรงเรียนอื่น ๆ ได้โดยมีข้อเสนอแนะในประเด็นดังนี้

1.1 การจัดกิจกรรมแต่ละขั้นตอนตามกระบวนการเรียนการสอนนี้ ผู้สอนสามารถเลือกใช้วิธีการและเทคนิคการสอนอื่นๆ ที่สอดคล้องกับหลักการในแต่ละขั้นตอนได้หลากหลาย ตามสาระการเรียนรู้หรือความรู้เดิมของนักเรียน

1.2 สิ่งที่สำคัญของกระบวนการเรียนการสอนนี้ คือ ปัญหาที่เป็นสภาพจริงที่สามารถจัดกระทำดำเนินการได้ การนำกระบวนการเรียนการสอนนี้ไปใช้จึงต้องให้ความสำคัญกับการสร้างปัญหาที่เป็นสภาพจริงที่สามารถจัดกระทำได้ที่สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ที่ต้องการ

1.3 องค์ประกอบทางการเรียนที่สำคัญของกระบวนการเรียนการสอนนี้ คือ การสร้างความรู้ด้วยตนเองของนักเรียนและการเรียนโดยทำงานร่วมกัน การนำไปใช้ต้องสร้างสภาพการเรียนรู้ให้เอื้อต่อการสร้างความรู้ด้วยตนเอง และการเรียนโดยการทำงานร่วมกันขึ้นก่อน

1.4 กระบวนการเรียนการสอนนี้ให้ความสำคัญกับผู้เรียน ผู้สอนจึงควรตระหนักถึงบทบาทของตนเองในการสนับสนุนให้ผู้เรียนได้ดำเนินการต่าง ๆ ตามขั้นตอนที่กำหนดอย่างมีประสิทธิภาพ

1.5 การนำกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นไปใช้อาจแบ่งเน้นจุดสำคัญเป็นช่วง ๆ เช่น เริ่มต้นเน้นที่การสร้างกรอบการศึกษาก่อนจากการฝึกทำด้วยกันทั้งชั้น แล้วค่อยทำด้วยกันทั้งกลุ่ม แล้วจึงแยกทำแต่ละคน ต่อมาเน้นทักษะการสื่อสารให้ตรงกับจุดมุ่งหมายในการสื่อสารครั้งนั้น ถัดจากนั้นเน้นการให้เหตุผลโดยจุดสำคัญอยู่ที่ครูต้องช่วยให้คำแนะนำต่อจากการให้เหตุผลของนักเรียน แล้วค่อยเน้นการเชื่อมโยงโดยการอธิบายเสริมทั้งในช่วงการคิดกรอบการศึกษากับในช่วงประเมินผลการเรียน สุดท้ายเน้นที่การสื่อความหมาย โดยเน้นที่การสร้างสิ่งที่จะช่วยสื่อความหมายและส่วนอธิบายเพิ่ม

## 2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

เนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเพื่อสร้างกระบวนการเรียนการสอนและศึกษาผลของกระบวนการเรียนการสอนต่อตัวแปรตามคือสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์อันประกอบด้วยทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการเชื่อมโยงความรู้ ทักษะการสื่อสาร และทักษะการสื่อความหมายในระยาะต้นๆ เป็นการศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักในวิชาคณิตศาสตร์เรื่องแรกๆ ดังนั้นการวิจัยครั้งต่อไป จึงควรเป็นการวิจัยในลักษณะการเจาะลึก

เกี่ยวกับผลหรืออิทธิพลของตัวแปรที่เกี่ยวข้องที่มีต่อตัวแปรในส่วนกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก ซึ่งอาจทำการวิจัยได้ดังแนวทางดังนี้

2.1 การวิจัยเพื่อศึกษาผลของตัวแปรต้น เช่น ปัญหาที่เป็นสภาพชีวิตจริงที่สามารถจัดกระทำได้ รูปแบบของปฏิสัมพันธ์ในกลุ่มกับระหว่างกลุ่ม ปัจจัยที่ส่งผลต่อบรรยากาศการเรียนรู้ ด้วยกลุ่มที่ส่งผลต่อตัวแปรตามต่าง ๆ เช่น สมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ ความสนใจในการเรียน การเรียนรู้ด้วยกลุ่ม เป็นต้น

2.2 การวิจัยเชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรต้นต่าง ๆ เช่น ปัญหาที่เป็นสภาพจริงที่สามารถจัดกระทำได้ รูปแบบปฏิสัมพันธ์ในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม บรรยากาศการเรียนรู้ ต่อตัวแปรตาม ได้แก่ สมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ ความสนใจในการเรียนหรือการเรียนรู้ด้วยกลุ่ม เป็นต้น

นอกจากนี้ระหว่างดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยพบประเด็นอื่น ๆ ที่น่าสนใจที่จะทำการศึกษาเพิ่มเติมอีกดังนี้

2.3 เมื่อพิจารณาผลการจัดแยกด้วยแบบสอบถามความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นประกอบกับการทดลองสอนไปได้ระยะหนึ่ง ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนที่ผ่านการจัดแยกประกอบด้วยกลุ่มย่อย 3 กลุ่ม คือ กลุ่มนักเรียนที่มีทักษะทางคณิตศาสตร์โดดเด่น กลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนโดดเด่น และกลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์โดดเด่น ผู้วิจัยคิดว่าข้อสังเกตนี้สามารถนำไปใช้ในการวิจัยครั้งต่อไปได้ เช่น ทำการวิจัยเพื่อคัดแยกเฉพาะเจาะจงลงไปให้ได้เฉพาะนักเรียนในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งเพียงกลุ่มเดียว หรือทำการวิจัยเพื่อพัฒนากระบวนการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับลักษณะเด่นเฉพาะกลุ่ม หรือทำการวิจัยศึกษารูปแบบการเรียนของนักเรียนแต่ละกลุ่ม

2.4 การศึกษาช่วงระยะเวลาที่ใช้ปัญหาและจำนวนปัญหาต่อสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ด้านต่าง ๆ

2.5 การประเมินสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ตามสภาพจริงโดยทำการทดลองทางลึกในระยะยาว

## รายการอ้างอิง

### ภาษาไทย

- กชกร ธิปัตติ. การสร้างหลักสูตรเสริมเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างซับซ้อน  
สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง. วิทยานิพนธ์  
ปริญญาดุษฎีบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.
- คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. **คณิตศาสตร์มัธยมศึกษา : คู่มือการจัดการศึกษา  
สำหรับผู้มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์.**  
กรุงเทพมหานคร : สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2544.
- คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. **คู่มือและแผนการเรียนหลักสูตรลดระยะเวลา  
เรียนและหลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ  
ด้านภาษาไทย.** กรุงเทพมหานคร : สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ,  
2541.
- คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. **แผนพัฒนาการศึกษาสำหรับเด็กและเยาวชนผู้  
มีความสามารถพิเศษ.** กรุงเทพมหานคร : สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ,  
2541.
- คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. **รูปแบบการจัดการศึกษาสำหรับผู้มีความ  
สามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์.** กรุงเทพมหานคร : สำนักงานคณะกรรมการการ  
ศึกษาแห่งชาติ, 2543.
- งามตา กมลวรเดช. **ผลของการฝึกกลวิธีคำถามนำที่มีต่อความสามารถด้านการแก้ปัญหา  
โจทย์คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4.** วิทยานิพนธ์ปริญญา  
มหาบัณฑิต คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2536.
- ฉันทนา เวชโอสถศักดิ์. **ปัญหาการใช้แหล่งสารนิเทศและความสามารถในการค้นหา  
สารนิเทศของนักศึกษาแพทย์หลักสูตรแบบดั้งเดิมและหลักสูตรแบบใช้ปัญหา  
เป็นหลัก.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาบรรณารักษศาสตร์และสารนิเทศ-  
ศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2538.
- ดวงกมล ไตรวิจิตรคุณ. **การวัดและประเมินผลการศึกษา. ภาควิชาวิจัยการศึกษา  
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541. (อัดสำเนา).**
- ดวงเดือน อ่อนน่วม. **การจัดการศึกษาสำหรับเด็กสามารถพิเศษ.** กรุงเทพมหานคร :  
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529.
- ดุขฎิ บริพัตร ณ อยุธยา. **เด็กปัญญาเลิศ.** กรุงเทพมหานคร: บริษัทต้นอ้อ, 2535.

ทิตินา เขมมณี. ศาสตร์การสอน : เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ.

กรุงเทพมหานคร : ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.

ทิตินา เขมมณี. ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้

ที่มีประสิทธิภาพ กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

นงลักษณ์ ศรีสุวรรณ. ลักษณะของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการ

เรียนคณิตศาสตร์สูง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาประถมศึกษา

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529.

นิตติยา ปภาพจน์. การพัฒนาหลักสูตรทฤษฎีจำนวนเสริมสำหรับเด็กที่มีความสามารถ

พิเศษทางคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษา

ดุขฎีบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประสานมิตร, 2540.

ผดุง อารยะวิญญู. การศึกษาสำหรับเด็กที่มีความต้องการพิเศษ. กรุงเทพมหานคร :

โรงพิมพ์กรุงพัฒนา, 2533.

พวงรัตน์ บุญญานุกฤษ และ Basanti Majumdar. การเรียนรู้โดยใช้ปัญหา.

กรุงเทพมหานคร : ธนาเพรสแอนด์กราฟฟิค, 2544.

พิชากร แผลงประสพโชค. การพัฒนาหลักสูตรเรขาคณิตเสริมสำหรับเด็กที่มีความสามารถ

พิเศษทางคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุขฎี

บัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประสานมิตร, 2540.

เพ็ญรุ่ง เพ็ชรกิจ. การพัฒนาโปรแกรมส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

เชิงตรรกศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการ

เรียนคณิตศาสตร์สูง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาประถมศึกษา

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.

ยุพิน พิพิธกุล. "วิธีการสอนคณิตศาสตร์" ใน เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนคณิตศาสตร์.

สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช กรุงเทพมหานคร 2539 ,หน้า 198-294.

ยุวดี ฤาชา. การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมการจัดการเรียนแบบที่ใช้ปัญหาเป็นหลักสำหรับ

อาจารย์พยาบาล. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุขฎีบัณฑิต สาขาการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2536.

วิรัช วรรณรัตน์. การวัดและประเมินผลการศึกษา. สำนักทดสอบทางการศึกษา

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2539. (อัดสำเนา).

สายสุรี จุติกุล. ถึงเวลาประเทศไทยต่อเมืองคอร์กเน้นระดับชาติมุ่งดูแลเด็กอัจฉริยะ,

เดลินิวส์ (28 เมษายน 2542) : 10.

ลำอาง หิรัญบุรณะ. การจัดการศึกษาสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษในออสเตรเลีย.

สานปฏิรูป. 3, 24 (มีนาคม 2543) : 66-67.

สุนทร โคตรบรรเทา. ครูสอนเด็กเก่ง. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ปัญญา, 2530.

สุรศักดิ์ หลาบมาลา, "การศึกษาสำหรับเด็กเก่ง" วารสารการศึกษา กรุงเทพมหานคร.

14, 1 (ตุลาคม 2532).

สุริพร ศิริมาลย์. การพัฒนาเครื่องมือระบุเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ของ

นักเรียนประถมศึกษปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดและ  
ประเมินผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.

เหมววรรณ ชันมณี. การพัฒนาความสามารถในการใช้ภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารของ

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การเรียนการสอนแบบโฟร์แมทซิสเต็ม.

วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.

อัญชลี สารรัตน์. การศึกษาลักษณะและการปฏิบัติของผู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง.

วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2533.

อาภรณ์ แสงรัศมี. ผลของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักต่อลักษณะการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและความพึงพอใจต่อ

การเรียนการสอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 . วิทยานิพนธ์ปริญญา-

โทมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2533.

อุดม รัตนอัมพรโสภณ. ผลของการสื่อสารในเวลาเดียวกันและต่างเวลาในการเรียนรู้

ผ่านเว็บโดยใช้ปัญหาเป็นหลักที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระดับ

ปริญญาตรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการ

ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.

อูษณีย์ โพธิสุข ก. สานปฏิรูป. 3 (มิถุนายน 2543) : 68-70.

อูษณีย์ โพธิสุข. การอภิปรายเรื่องแนวคิดและมาตรการการพัฒนาเด็กปัญญาเลิศ

และเด็กที่มีความสามารถพิเศษ. สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2536.

อูษณีย์ โพธิสุข, พร้มพราย สุฟโปฏก และ ผลิกา เสวตศิลา . รูปแบบการจัดการศึกษาสำหรับ

เด็กที่มีความสามารถพิเศษ กรณีศึกษา : โรงเรียนผลิโตดมศึกษา.

กรุงเทพมหานคร : สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ , มปป. (อัดสำเนา)

อุษณีย์ โพธิสุช ข. สยามรัฐ. (5 สิงหาคม 2543) : 20.

อุษณีย์ โพธิสุช ค. การพัฒนา E.Q. สำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษ. **สานปฏิรูป.**

3 (มิถุนายน 2543) : 70-71.

อุษณีย์ โพธิสุช ง. เปิดประเด็นการศึกษาสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษ. **สานปฏิรูป.**

3 (มิถุนายน 2543) : 57 .

อุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์. 23 ปี กว่าจะมีกฎหมายการศึกษาแห่งชาติ. ใน การเรียนรู้ของเด็กที่มีความสามารถพิเศษ รายงานผลการสัมมนาทางวิชาการจากงานปฏิรูปการศึกษาก้าวหน้าสู่ปีที่ 3. 6-20. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2545.



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ภาษาอังกฤษ

Arends Richard. Learning to teach. (5<sup>th</sup> ed.) Singapore : McGraw-Hill Higher Education, 2001.

Ashland-Green Public School. PBL lesson for mathematics 7-12. [online]. 1998.

Available from : [www.arps.org/mathpbl.htm](http://www.arps.org/mathpbl.htm) [2002, June 21].

Ausubel, D.P. The psychology of meaningful verbal learning. New York: Gruner & Stratton, 1963.

Barrows Howard and T Robyn, Problem-based learning : an approach to medical education. NY : Springer Publishing Company, 1980.

Bigge, M.L. Learning theories for teachers. (1<sup>st</sup> ed.). New York : Harper & Row, Publishers, 1964.

Braddon Kathryn, Hall Nancy and Taylor Dale. Math through children's literature. USA. : Teacher Ideas, 1993.

Bruner, J. The process of education. New York: Alfred A. Knopf and Random House, 1963.

Buschsmon Larry. "Communicating in the language of Mathematics." Teaching Children mathematics 1,6 (Feb,1995) : 324-329.

Campbell James. The development and validation of an instructional design model for creating problem based learning. Doctoral dissertation, University of Pittsburgh, 1999. Dissertation Abstracts international 67 -01A.

Campbell Reed. "Secrets of award winning programs for the gifted in mathematics." Gifted Child Quarterly 32,4 (1988).

Cerezo Ann. Problem-based learning in the middle school : Perception of at-risk Female and their teacher. Doctoral dissertation, The University of North Carolina at Greensboro, 1999. Dissertation Abstracts international 67 -02A.

Charles Engel. Not just a method but a way of learning. in Boud D. and Feletti I G.(ed.) The Challenge of problem-based learning. 17-27 London : Kogan Page, 1997.

Cramond Bonnie. "The use of multiple criteria for identifying gifted students." Roeper Review 20,4 (1998) : 100.

Delisle Robert. How to use problem-based learning in the classroom.



- USA. : Association for supervision and curriculum development, 1997.
- Dooley Cindy. Problem-Centered Learning Experiences: Exploring Past, Present and Future Perspectives. *Roeper Review* 19,4 (1997) : 192-195.
- English Lyn. Reasoning by analogy A Fundamental Process in children's Mathematical Learning. in *Developing Mathematical Reasoning in grade K-12*. 22-36, The National Council of Teacher Mathematics, 1987.
- Erik de Graaff. Introduction : The principle of problem based learning. 9-13 in *Implementation of problem-based learning in higher education*. Amsterdam : Thesis Publishers. 1993.
- Erickson Dianne K . "A Problem-based approach to Mathematics Instruction." *Mathematic Teacher* 92,6 (1999) : 516-521.
- Faith Benna . An evaluation of a gifted and enrichment program(New York). Doctoral dissertation, Pace University , 1995. *Dissertation Abstracts international* 56 -07 : 2640 A.
- Faulkner Russell. A comparison of worked-examples and problem-based learning on the achievement and retention of middle school science student teams. Doctoral dissertation, University of South Alabama, 1999. *Dissertation Abstracts international* 60 -05A.
- Fensell Francis and Rowan Tom. "Representation : An Important Process for Teaching And Learning Mathematics." *Teaching Children mathematics* 7,5 (Jan, 2001) : 188-202.
- Flanagan Stride. The Historical development of the Texas Academy of Mathematics and Science, 1987-1992 (acceleration programs). Doctoral dissertation, University of North Texas , 1996. *Dissertation Abstracts international* 57 -04 : 1564 A.
- Fogarty Robin, *Problem-based learning and other curriculum models for the multiple intelligences classroom*. USA.: Skylight, 1997.
- Gag'ne, R.M. and Briggs, L. *Principles of instructional design*. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1974.
- Gailagher J, James and Gallagher A, Shelagh. *Teaching the Gifted Child*. USA.:Allyn and Bacon, 1994.

Greenes Carole. "Identifying the Gifted Student in Mathematics." *Arithmetic*

*Teacher* 28,6 (February 1981) :14-17.

Hammer Jane. Changes in math attitudes of mathematically gifted students taught in regular classroom setting from fourth to seventh grade. Doctoral dissertation, Michigan State University, 2002. *Dissertation Abstracts international* 63 -05A.

Heller A. Kurt, Monks J. Franz and Passow A. Harry. *International Handbook of Research and development of Giftedness and Talent*. USA.: Pergamon, 1993.

Henk G. Schmidt, Jos H. C. Moust. *Factors Affecting Small-Group Tutorial Learning : A review of Research* in Dorothy H. Evensen and Cindy E. Hmelo (ed.) *Problem-Based Learning : a research perspective on learning interactions*, 9-51, NJ : Lawrence Erlbaum Associates , 2000.

Hergenhahn B.R. and Olsen M.H. *An introduction to theories of learning*. New Jersey : Printice Hall, 1993.

Hersberger James, Grayson Wheatley. "A proposed model for a gifted elementary school mathematics program." *Gifted Child Quarterly* 24,1 (1980).

Hoeflinger Marilyn, "Developing Mathematically Promising Students" *Roeper Review* 20,4 (1998) : 244-247.

House A. Peggy. (ed.). *Providing Opportunities for the Mathematically Gifted K-12.*, The National Council of Teachers of Mathematics, 1987.

Illinois Mathematics and Science Academy. *An Introduction to Problem-Based Learning*. [online]. 2001. Available from : [WWW.IMSA.EDU](http://WWW.IMSA.EDU) [2002, June 21].

Jacobson Mailyn, Lester Frank and Stengel. Making Problem Solving come Alive in the intermediate grade, in Krulik Styhen and Reys E Robert. (ed.), *Problem Solving in School Mathematics* , 127 – 135. Virginia : The National Council of Teachers of Mathematics, 1980.

Janvier Claude, Girardon Catherine and Morand Jean-Charles. *Mathematical Symbols and Representations*. in Wilson Patricia (ed.), *Research ideas for the classroom High School Mathematics*. 79-102. USA : The National Council of Teachers of Mathematics, 1993.

Joyce VanTassel-Baska. *Comprehensive Curriculum for Gifted Learner*.

USA.: Allyn and Bacon. 1994.

Joyce VanTassel-Baska. Theory and Research on curriculum Development for the Gifted., in Heller A. Kurt, Monks J. Franz and Passow A. Harry(ed.), International Handbook of Research and devopment of Giftedness and Talent., 365- 386, USA : Pergamon, 1993.

Kay Bishop. The Research Processes of Gifted Students : A case Study. Gifted child Quarterly 44,1 (2000) : 54-64.

Lampert M., When the problem Is Not the Question and the Solution Is Not the Answer: Mathematical Knowing and Teaching. American Educational Research Journal, 27,1 (1990) : 29-63.

Lampert M., Rittenhouse and Crumbaugh C., Agreeing to Disagree: Developing Sociable Mathematical Discourse. in Olson D. and Toorance N (ed.) The Hanbook of Education and Human Development., 731-764, USA.:Blackwell, 1996.

Lall, G.R. and Lall, B.M. Ways children learn. Illinois: Charles C. Thomas Publishers, 1983.

Leblane F. John, Prowdfit Linda and Putt J. Jan., Teaching Problem Solving in the elementary school., in Krulik Styhen and Reys E Robert. (ed.), Problem Solving in School Mathematics , 104 – 116. Verginia : The National Council of Teachers of Mathematics, 1980.

Lesh Richard and Zawojeski S. Judith., Problem Solving in Teaching Mathematics in grades K–9 research–based methods. Allyn and Bacoon, 1992.

Lynn C. Hart . "Some factors that impede or enhance performance in Mathematics Problem Solving" Journal for research in Mathematics Education 24,2 (1993) : 167-171.

Lubienski Sarah T., Problem Solving as a Means Toward Mathematics for All: An Exploratory Look Through a Class Lens, Journal for research in Mathematics Education 31,4 (2000) : 454-482.

Lupkowski-Shoplík E. Ann and Assouline G. Susan, "Evidence of Extreme Mathematical Precocity : Case Studies of Talented Youths" Roeper Review 16,3 (1994) : 144-151.

- Maslow, A.H. *Toward a psychology of being*. New York: D. Van Nostrand, 1983.
- McMillen Beth . *The impact of A summer enrichment program on participants and their families : a qualitative multiple-case study(gifted)*. Doctoral dissertation, University of Northern Colorado, 1996.  
 Dissertation Abstracts international. 57 -08 : 3400 A.
- Nathan M. and Koedinger K., *Teacher's and Researchers' Beliefs About the Development of Algebraic Reasoning.*, *Journal for research in Mathematics Education* 31,2 (2000) : 168-190.
- National Council of Teacher of Mathematics, *Principles and Standards for School Mathematics*. VA : The National Council of Teacher of Mathematics, 2000.
- Nowak Andrew. *The implications and outcomes of using problem-based learning to teacher middle school science*. Doctoral dissertation, Indiana University, 2001. *Dissertation Abstracts international* 62 -08A.
- O'Daffer Phares and Thornquist Bruce *Critical Thinking, Mathematical Reasoning, and Proof* in Wilson Patricia (ed.), *Research ideas for the classroom High School Mathematics*. 39-56. USA : The National Council of Teachers of Mathematics, 1993.
- Pajares F. and Miller D., *Role of Self-Efficacy and Self-concept Beliefs in Mathematics Problem Solving : A Path Analysis.*, *Journal of Educational Psychology* 86,2 (1994) : 193-203.
- Passow Harry A., "The Nature of Giftedness and Talent." *Gifted Child Quarterly* 25 (1981) : 5-10.
- Pedersen Jane. *Cognitive modeling during problem-based learning : The effects of a hypermedia expert tool*. Doctoral dissertation, The University of Texas at Austin, 2000. *Dissertation Abstracts international* 61 -08A.
- Peter Schwartz, Stewart Mennin and Graham Web. *Problem-based learning*. UK. : Kogan , 2001.
- Reed Stephen K. *Cognition, Memory and Applications*. USA.: Wadsworth, 1988.
- Renzulli S. Joseph and Ridge H. Laurence, *Teaching Mathematics to the Talented and Gifted*. in *The Mathematical Education of Exceptional Children and Youth*. National Council of Teacher Mathematics, 191-265. (n.d.) .

- Renzulli S. Joseph and Reis M. Sally, Research related to the schoolwide enrichment  
traid Model. *Gifted Child Quarterly* 38,1 (1994).
- Reys E. Robert , Suydam N. Marilyn and Lindquist Montgomery Mary,  
Helping Children Learn Mathematics. USA.: Allyn and Bacon, 1992.
- Riedesel Alan, Teaching Elementary School Mathematics. USA.:Prentice-Hall,1990.
- Riedesel Alan , Schwartz James, Clements Douglas. Teaching Elementary  
School Mathematics. (sixth edition). USA.: Allyn and Bacon, 1996.
- Robinson N., Abbott R., Berninger V., Busse J. and Mukhopadhyay S. Developmental  
Changes in Mathematically Precocious Young Children: Longitudinal and  
Gender Effects. *Gifted Child Quarterly* 41,4 (1997) :145-158.
- Rogers, C.R. Freedom to learn. Columbus, Ohio: Charles E. Merrill Publishing Company,  
1969.
- Russell Susan. Mathematical Reasoning in the Elementary grade in *Developing  
Mathematical Reasoning in grade K-12*. 1-21, NCTM
- Schwanenflugel P., Stevens P. and Carr M. Metacognitive Knowledge of Gifted  
Children And Nonidentified Children in Early Elementary school, *Gifted Child  
Quarterly* 41,2 (1997) : 25-35.
- Seldon David . The effects of a summer enrichment program on Mathematically  
bright students(gifted). Doctoral dissertation, South Carolina State University ,  
1994. *Dissertation Abstracts international* 58 -08 : 2981 A.
- Shepherd Glenn. The probe method : A problem-based learning model's affect on  
critical thinking skills of fourth and fifth grade social studies students. Doctoral  
dissertation, North Carolina State University, 1998. *Dissertation Abstracts  
international* 59 -03A.
- Shermis D. Mark, Fulkerson Jan and Banta W. Trudy. "Computerized Adaptive Math  
Tests for Elementary Talent Development Seletion" *Roeper Review* 16,3  
(1994) : 91-95.
- Shore B. M. and Kanevsky L.S. Thinking Processes : Being and Becoming Gifted.,  
in Heller A. Kurt, Monks J. Franz and Passow A. Harry(ed.),  
*International Handbook of Research and devopment of Giftedness and  
Talent*. 133- 147, USA :Pergamon, 1993.

- Sisk Dorothy. *Creative Teaching of the Gifted*. USA : McGraw-Hill, 1987.
- Spreckman Terri . An investigation of the relationship between participation in the odyssey of the mind program and Mathematics problem-solving achievement. Doctoral dissertation, Loyola University of Chicago , 1992.  
**Dissertation Abstracts international** 52 -12 : 4252 A.
- Starmack John. Problem-solving of Mathematics gifted students : an analysis of strategies used before and after formal instruction in five techniques of Mathematics proof. Doctoral dissertation, University of Pittsburgh, 1991.  
**Dissertation Abstracts international** 52 -05 : 1675 A.
- Sternburg Robert. *The Nature of Mathematical Reasoning in Developing Mathematical Reasoning in grade K-12*. 37-2, NCTM
- Suydam N. Marilyn. Understanding Clues from Research in Problem Solving. in Krulik Styhen and Reys E Robert.(ed.), *Problem Solving in School Mathematics* , 34 – 50. Verginia : The National Council of Teachers of Mathematics,1980.
- Tannehill Donma and Zeba Yoonne. *Problem-based leaning manual* [online]. 1996.  
 Available from :  
[www.MCLI.DIST.MARICOPA.EDU/PBL/UBUYSTUDENT/INDEX.HTML](http://www.MCLI.DIST.MARICOPA.EDU/PBL/UBUYSTUDENT/INDEX.HTML)  
 [2002, June 21].
- Terrelle Robert . *Pathways to Mathematical excellence : a national perspective*(gifted). Doctoral dissertation, The University of Southern Mississippi, 1998. **Dissertation Abstracts international** 60 -01 : 87 A.
- Thomas Butts. Posing Problems Properly, in Krulik Styhen and Reys E Robert. (ed.), *Problem Solving in School Mathematics* , 23 – 33. Verginia : The National Council of Teachers of Mathematics, 1980.
- Ulrich Schiefele and Mihaly Csikszentmihalyi. "Motivation and ability as factors in mathematics experience and achievement" *Journal for research in Mathematics Education* 26,2 (1995) :163-181.
- Usiskin Zalman. Trends in Mathematics Education. in *Trends in Mathematics Education*. pp 1-27. Bangkok : The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. 2002.

- Vygotsky cited in Berk L.E. and Winsler A. **Scaffolding Children's Learning : Vygotsky and Early Childhood Education**. National Association for the Education of Young Children, USA., 1995.
- Virgilia Meskauskas. A study of a attitudes of gifted students and teacher parents Towards acceleration in Mathematics . Doctoral dissertation, Temple University , 1991. **Dissertation Abstracts international** 52 -02 : 456 A.
- Wieczerkowski Wilhem and Prado Tania. Programs and Strategies for Nurturing Talents/Gifts. in Mathematics. in Heller A. Kurt, Monks J. Franz and Passow A. Harry (ed.), **International Handbook of Research and devopment of Giftedness and Talent**. 443- 151, USA :Pergamon, 1993.
- Wilson James, Fernandez Maria and Hadaway Nelda. Mathematical Problem Solving. in Wilson Patricia (ed.), **Research ideas for the classroom High School Mathematics**. 57-78. USA : The National Council of Teachers of Mathematics, 1993.
- Wood T. and Sellers P., Deepening the Analysis: Longitudinal Assessment of a Problem-Centered Mathematics Program. **Journal for research in Mathematics Education** 28,2 (1997) :163-186.
- Yerushalmy M., Designing Representations : Reasoning About Functions of Two Variables., **Journal for research in Mathematics Education** 28,4 (1997) : 431-466.

ภาคผนวก



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ผู้ทรงคุณวุฒิที่ตรวจแบบเสนอชื่อโดยครู**

- |                              |   |
|------------------------------|---|
| 1 ผศ. ดร. นิตติยา ปภาพจน์    | รองคณบดีฝ่ายวิชาการ<br>คณะวิทยาศาสตร์<br>มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย |
| 2 อ.ดร. สมเดช บุญประจักษ์    | คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี<br>สถาบันราชภัฏพระนคร                |
| 3 ผศ.ดร. สมวงษ์ แปลงประสพโชค | คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี<br>สถาบันราชภัฏพระนคร                |
| 4 ดร. สำอาง นิรัญบุรณะ       | สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ                              |

**ผู้ทรงคุณวุฒิที่ตรวจแบบสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์และ  
แบบสอบสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์**

- |                              |   |
|------------------------------|---|
| 1 อ.ดร. สมเดช บุญประจักษ์    | คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี<br>สถาบันราชภัฏพระนคร                |
| 2 ผศ. ดร. นิตติยา ปภาพจน์    | รองคณบดีฝ่ายวิชาการ<br>คณะวิทยาศาสตร์<br>มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย |
| 3 ผศ.ดร. สมวงษ์ แปลงประสพโชค | คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี<br>สถาบันราชภัฏพระนคร                |

**ผู้ทรงคุณวุฒิที่ตรวจแผนการสอน**

- |                           |   |
|---------------------------|---|
| 1 ผศ. ดร. นิตติยา ปภาพจน์ | รองคณบดีฝ่ายวิชาการ<br>คณะวิทยาศาสตร์<br>มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย |
| 2 อ.ดร. สมเดช บุญประจักษ์ | คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี<br>สถาบันราชภัฏพระนคร                |

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบเสนอชื่อโดยครู

แบบสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์

แบบสอบสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## เอกสารเรื่อง

### นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์และการเสนอชื่อ

#### คำชี้แจง

1 เอกสารชุดนี้จัดทำเพื่อใช้คัดแยกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ระดับ ป.5 เข้าโครงการพัฒนาสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ของผู้วิจัย

2 เอกสารชุดนี้ประกอบด้วย

I-1 คำอธิบายเกี่ยวกับลักษณะนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์และการคัดแยก

I-2 แบบทดลองเสนอชื่อนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

I-3 แบบเสนอชื่อนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

3 โปรดศึกษาเอกสารชุด I-1 คำอธิบายเกี่ยวกับลักษณะนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์และการคัดแยกก่อน ต่อจากนั้นทำเอกสารชุด I-2 แล้วจึงทำเอกสารชุด I-3

4 ข้อมูล ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่างๆ ได้จากเอกสารชุดนี้จะใช้ประกอบการคัดแยกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ระดับ ป.5 เข้าโครงการพัฒนาสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์เท่านั้น จะไม่มีผลต่อการประเมินอื่นใดทั้งสิ้น ทั้งนี้ผู้วิจัยจะเก็บข้อมูลที่ได้ไว้เป็นความลับ

ขอขอบพระคุณในความร่วมมือเป็นอย่างสูง

\*\*\*\*\*

## ลักษณะนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์และการคิดแยก

คำชี้แจง โปรดศึกษาลักษณะความสามารถทางคณิตศาสตร์ต่อไปนี้ให้เข้าใจ เพื่อนำไปใช้คัดแยกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ต่อไป หากท่านมีข้อสงสัยไม่เข้าใจในลักษณะความสามารถข้อใดโปรดสอบถามผู้วิจัย

### 1 ลักษณะนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

นักวิชาการที่สนใจศึกษาเรื่องนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์พบว่า นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์จะมีความสามารถทางคณิตศาสตร์และลักษณะอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องโดดเด่นเห็นได้ชัดหลายประการ ผู้วิจัยได้รวบรวมและจำแนกได้ดังนี้

- 1 กลุ่มความสามารถในการรับข้อมูลทางคณิตศาสตร์
- 2 กลุ่มความสามารถในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์
- 3 กลุ่มความสามารถในการจำและทัศนคติต่อคณิตศาสตร์

ลักษณะบางอย่างมีความชัดเจนเข้าใจได้ในตัว แต่บางลักษณะไม่ชัดเจนในตัว ผู้วิจัยจึงได้เพิ่มเติมรายละเอียดของลักษณะดังกล่าวให้ชัดเจนขึ้น พร้อมทั้งเสนอตัวอย่างประกอบเพื่อให้ตรวจสอบได้รายละเอียดมีดังนี้

กลุ่มความสามารถในการรับข้อมูลทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการรับข้อมูลทางคณิตศาสตร์เพื่อเข้าใจโครงสร้างของปัญหา ตัวอย่างเช่น

- 1.1 เมื่อให้เรื่องราว ข้อมูลหรือปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในรูปความสัมพันธ์ เหตุผล มีความซับซ้อนต่างกัน มีข้อมูลต่าง ๆ ไม่ครบถ้วน มีข้อมูลไม่ครบต้องอาศัยการตีความจากข้อความอื่นประกอบ นักเรียนสามารถเขียนแสดงเรื่องราว ข้อมูลหรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ได้ครบถ้วน เช่น บอกโครงสร้างของปัญหาได้
- 1.2 นักเรียนมองรูปแบบของปัญหาได้อย่างรวดเร็ว

กลุ่มความสามารถในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย

- 2.1 ความสามารถในการคิดเชิงเหตุผลในเรื่องปริมาณ ความสัมพันธ์ของรูปร่างและสัญลักษณ์ที่เป็นจำนวนและตัวอักษร เช่น
- 2.1.1 เมื่อให้ปัญหาหรือข้อมูลที่เป็นปริมาณ ความสัมพันธ์ของรูปร่างหรือสัญลักษณ์ที่เป็นจำนวนและตัวอักษร นักเรียนสามารถให้ข้อคิดเชิงเหตุผลจากปัญหาหรือข้อมูลที่เป็นปริมาณความสัมพันธ์ของรูปร่างหรือสัญลักษณ์ที่เป็นจำนวนและตัวอักษรได้
- 2.1.2 เมื่อให้ข้อความที่เกิดโดยใช้เหตุผลจากปัญหาหรือข้อมูลที่เป็นปริมาณ ความสัมพันธ์ของรูปร่างหรือสัญลักษณ์ที่เป็นจำนวนและตัวอักษร นักเรียนสามารถให้เหตุผลจากข้อความนั้นได้
- 2.2 ความสามารถในการคิดโดยใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เช่น
- 2.2.2 เมื่อให้ข้อความหรือปัญหาที่มีสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ซึ่งต้องใช้ในการดำเนินการที่กำหนด นักเรียนสามารถดำเนินการตามที่กำหนดจนได้คำตอบ
- 2.2.3 นักเรียนสามารถจัดหมวดหมู่ข้อมูลได้
- 2.2.4 นักเรียนสามารถจัดหมวดหมู่ข้อมูลเพื่อค้นหารูปแบบและความสัมพันธ์ระหว่างกัน
- 2.3 ความสามารถในการสรุปนัยทั่วไปในเรื่อง วัตถุ ความสัมพันธ์ และการดำเนินการอย่างรวดเร็วและครอบคลุม เช่น
- 2.3.1 เมื่อให้ข้อมูลที่เป็นกรณีเฉพาะหลายๆ กรณี สำหรับหากรณีทั่วไป โดยที่ข้อมูลเหล่านั้นต้องเป็น วัตถุ ความสัมพันธ์ หรือการดำเนินการ นักเรียนสามารถหาสูตรหรือกรณีทั่วไปจากหลายๆ กรณีเฉพาะที่ให้ไว้
- 2.4 ความสามารถที่จะจำกัดกระบวนการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และการดำเนินการที่เกี่ยวข้อง เช่น เมื่อให้ปัญหาลักษณะที่ต้องใช้เหตุผลหรือการดำเนินการที่ทำได้หลายขั้นตอน นักเรียนสามารถหาคำตอบที่ใช้กระบวนการตามที่กำหนดได้
- 2.5 ความสามารถที่จะคิดในโครงสร้างที่จำกัด เช่น เมื่อให้ข้อมูลที่จำเป็นในการคิดน้อยและให้ดำเนินการต่อจนได้คำตอบ นักเรียนสามารถหาคำตอบจากปัญหาที่มีโครงสร้างจำกัดที่กำหนดให้ไว้
- 2.6 มีกระบวนการคิดที่ยืดหยุ่นในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เช่น

- 2.6.1 เมื่อให้ข้อมูลและการดำเนินการที่เชื่อต่อการคิดหลายๆ แบบและมีคำสั่งให้คิดหลายๆ แบบ นักเรียนสามารถแสดงวิธีหาคำตอบหรือวิธีคิดได้หลายวิธี
- 2.6.2 เมื่อให้ให้ข้อมูลที่เมื่อคิดหรือทำไปจนถึงขั้นหนึ่งแล้วจะคิดต่อไม่ได้ และมีคำสั่งให้หาคำตอบด้วยวิธีอื่น นักเรียนสามารถคิดหาคำตอบในวิธีการอื่น ๆ ได้
- 2.6.3 คิดหาคำตอบได้หลายรูปแบบ
- 2.7 มีความพยายามอย่างยิ่งที่จะหาทางแก้ปัญหาให้ชัดเจนไม่คลุมเครือ ง่าย ไม่ฟุ่มเฟือย และมีเหตุผล เช่น
- 2.7.1 เมื่อให้คำถาม พร้อมทั้งคำตอบหลายแบบทั้งชัดเจนและคลุมเครือ และถามว่าชอบตอบแบบไหน นักเรียนชอบคำตอบที่ชัดเจน ไม่คลุมเครือ
- 2.7.2 เมื่อให้คำถาม พร้อมทั้งคำตอบหลายแบบทั้งชัดเจนและคลุมเครือ และถามว่าตอบแบบไหนชัดเจน ตอบแบบไหนคลุมเครือ นักเรียนบอกได้ถูกว่าตอบแบบไหนชัดเจน แบบไหนไม่ชัดเจน
- 2.7.3 เมื่อให้ปัญหาที่ต้องการการอธิบาย การให้เหตุผลประกอบ และมีคำสั่งว่าให้เขียนตอบได้ในรูปแบบที่ชัดเจนแจ่ม ไม่คลุมเครือ ง่าย ไม่ฟุ่มเฟือย มีเหตุผลที่ถูกต้อง นักเรียนสามารถตอบได้ตรงประเด็น(ชัดเจน) ให้เหตุผลชัดเจน(ไม่คลุมเครือ) ง่าย ให้เหตุผลครบถ้วนไม่มากเกินไป(ไม่ฟุ่มเฟือย) มีเหตุผลที่ถูกต้อง
- 2.7.4 ให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้อย่างกระชับ มีโครงสร้าง
- 2.8 คิดใหม่ได้อย่างรวดเร็ว เป็นอิสระ เปลี่ยนวิธีการคิดไปในทางตรงกันข้ามได้ เช่น
- 2.8.1 เมื่อให้โจทย์ที่เป็นลำดับขั้นตอนการคิด ซึ่งสามารถคิดได้หลายทิศทาง และมีคำสั่งให้เปลี่ยนวิธีคิดโดยคิดวิธีตรงกันข้ามได้ เช่นเปลี่ยนจากคิดไปข้างหน้าเป็นคิดย้อนกลับ นักเรียนสามารถหาคำตอบตามวิธีการคิดที่กำหนดให้ใหม่ได้
- กลุ่มความสามารถในการจำและทัศนคติต่อคณิตศาสตร์
- 3.1 สามารถจดจำ ความสัมพันธ์ แบบลักษณะ รูปแบบการพิสูจน์หรือโต้แย้ง วิธีการแก้ปัญหา และหลักการของกระบวนการคณิตศาสตร์ต่าง ๆ เช่น

3.1.1 เมื่อให้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องตามที่ระบุในคุณลักษณะ เช่น นิยาม กฎ แล้วถามคำถามที่ต้องใช้ข้อมูลเหล่านั้นในการดำเนินการ นักเรียนสามารถเรียกข้อมูลที่เกี่ยวข้องมาใช้ตอบปัญหาที่ต้องการได้

3.1.2 นักเรียนมีวิธีการจดจำเป็นพิเศษ

3.2 ชอบวิชาคณิตศาสตร์เป็นอย่างมาก

3.3 สามารถแก้ปัญหาคณิตศาสตร์จำนวนมากโดยไม่ย่อท้อ

## 2 การคัดแยกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

หากท่านนำลักษณะความสามารถทางคณิตศาสตร์และลักษณะอื่นๆ ที่ระบุข้างต้นไปเปรียบเทียบกับนักเรียนที่ท่านสอน อาจพบว่ามึนักเรียนหลายคนมีลักษณะสอดคล้องตามที่ระบุไว้ บางคนอาจมีลักษณะดังกล่าวครบทุกข้อ บางคนอาจมีลักษณะดังกล่าวเพียงบางข้อ นักเรียนที่มีลักษณะความสามารถทางคณิตศาสตร์สอดคล้องกับที่ระบุไว้ข้างต้นเป็นผู้ที่เข้าข่ายที่จะจัดเป็นนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

ในขั้นต่อไปผู้วิจัยใคร่ขอให้ท่านเสนอชื่อนักเรียนในชั้นของท่านที่ตรวจพบว่ามีลักษณะความสามารถทางคณิตศาสตร์สอดคล้องกับที่ระบุมาให้มากที่สุดโดยไม่ต้องจำกัดจำนวนแต่ประการใด เพื่อให้ได้นักเรียนที่เข้าข่ายมีความสามารถพิเศษที่คลุมกว้างมากที่สุด และในขั้นสุดท้ายผู้วิจัยจะตรวจสอบลักษณะดังกล่าวโดยใช้แบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์

\*\*\*\*\*

ขอขอบพระคุณในความร่วมมือ



แบบทดลองเสนอชื่อ  
นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

ชื่อ .....

โรงเรียน .....

คำชี้แจง สมมุติว่าในห้องเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ท่านสอนมีนักเรียนอยู่ 13 คน

ให้พิจารณาลักษณะความสามารถของนักเรียนทุกคน แล้วเขียน เลขที่ของนักเรียน ที่เห็นว่านักเรียนคนนั้นเข้าข่ายน่าจะมีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ตามลักษณะที่ระบุไว้ในส่วนที่ 1-1 ลงในแบบทดลองเสนอชื่อในหน้าถัดไป

นักเรียนเลขที่ 1 ทำการบ้านได้ถูกต้องทั้งหมด

นักเรียนเลขที่ 2 ตั้งใจเรียนคณิตศาสตร์มาก ไม่พูดคุยในชั่วโมงเรียน

นักเรียนเลขที่ 3 ตอบคำถามเรื่องใหม่โดยใช้ความรู้ที่เพิ่งสอนไปเมื่อวานได้

นักเรียนเลขที่ 4 เรียนคณิตศาสตร์ได้ 4 มาตั้งแต่ ป.1

นักเรียนเลขที่ 5 ทำการบ้านด้วยวิธีที่คิดเองได้

นักเรียนเลขที่ 6 คิดคำตอบได้หลายวิธี

นักเรียนเลขที่ 7 ช่วยเหลือครูเสมอ ร่าเริงแจ่มใสมาก

นักเรียนเลขที่ 8 คิดคำนวณได้รวดเร็วมาก

นักเรียนเลขที่ 9 คิดหาเหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้ชัดเจน

นักเรียนเลขที่ 10 ส่งการบ้านอย่างสม่ำเสมอ

นักเรียนเลขที่ 11 หาสูตรจากตัวอย่างที่ให้ไปได้

นักเรียนเลขที่ 12 ไม่ค่อยส่งการบ้าน แต่ชอบคิดโจทย์แปลกๆ ทำทายและทำได้

นักเรียนเลขที่ 13 คิดหาคำตอบจากโจทย์ที่มีข้อมูลให้ไม่ครบได้

ขอขอบพระคุณในความร่วมมือน

## แบบสำรวจความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เพื่อการเสนอชื่อ

คำชี้แจง โปรดเขียนชื่อนักเรียนที่ท่านพบลักษณะหรือพฤติกรรมที่เข้าข่ายจะมีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ตามที่ระบุไว้ลงในช่องด้านซ้ายมือ  
ชั้น ..... โรงเรียน .....

ความสามารถในการรับข้อมูลทางคณิตศาสตร์เพื่อเข้าใจโครงสร้างของปัญหา

ลักษณะ/พฤติกรรม	ชื่อนักเรียนที่มีลักษณะ/พฤติกรรมนี้
1 เมื่อให้เรื่องราว ข้อมูลหรือปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในรูปความสัมพันธ์ เหตุผล มีความซับซ้อนต่างกัน มีข้อมูลต่าง ๆ ไม่ครบถ้วน มีข้อมูลไม่ครบต้องอาศัยการตีความจากข้อความอื่นประกอบ นักเรียนสามารถเขียนแสดงเรื่องราว ข้อมูลหรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ได้ครบถ้วน บอกโครงสร้างของปัญหาได้	..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... .....
2 มองรูปแบบของปัญหาได้อย่างรวดเร็ว	..... ..... .....
3 มีความสามารถในการรับข้อมูลทางคณิตศาสตร์เพื่อเข้าใจโครงสร้างของปัญหานั้น	..... ..... .....

ความสามารถในการคิดเชิงเหตุผลในเรื่องปริมาณ ความสัมพันธ์ของรูปร่างและสัญลักษณ์ที่เป็นจำนวนและตัวอักษร

ลักษณะ/พฤติกรรม	ชื่อนักเรียนที่มีลักษณะ/พฤติกรรมนี้
4 เมื่อให้ปัญหาหรือข้อมูลที่เป็นปริมาณ ความสัมพันธ์ของรูปร่างหรือสัญลักษณ์ที่เป็นจำนวนและตัวอักษร นักเรียนสามารถให้ข้อคิดเชิงเหตุผลจากปัญหาหรือข้อมูลที่เป็นปริมาณ ความสัมพันธ์ของรูปร่างหรือสัญลักษณ์ที่เป็นจำนวนและตัวอักษรได้	..... ..... ..... ..... .....
5 เมื่อให้ข้อความที่เกิดโดยใช้เหตุผลจากปัญหาหรือข้อมูลที่เป็นปริมาณ ความสัมพันธ์ของรูปร่างหรือสัญลักษณ์ที่เป็นจำนวนและตัวอักษร นักเรียนสามารถให้เหตุผลจากข้อความนั้นได้	..... ..... .....
6 มีความสามารถในการคิดเชิงเหตุผลในเรื่องปริมาณ ความสัมพันธ์ของรูปร่างและสัญลักษณ์ที่เป็นจำนวนและตัวอักษรนอกเหนือจากที่ระบุ	..... ..... .....

ความสามารถในการคิดโดยใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

ลักษณะ/พฤติกรรม	ชื่อนักเรียนที่มีลักษณะ/พฤติกรรมนี้
7 เมื่อให้ข้อความหรือปัญหาที่มีสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ซึ่งต้องใช้ในการดำเนินการที่กำหนด นักเรียนสามารถดำเนินการตามที่กำหนดจนได้คำตอบ	..... ..... .....
8 สามารถจัดหมวดหมู่ข้อมูลเพื่อค้นหารูปแบบและความสัมพันธ์ระหว่างกัน	..... ..... .....
9 มีความสามารถในการคิดโดยใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์นอกเหนือจากที่ระบุ	..... ..... .....

ความสามารถในการสรุปนัยทั่วไปในเรื่อง วัตถุประสงค์ ความสัมพันธ์ และการดำเนินการอย่างรวดเร็วและครอบคลุม

ลักษณะ/พฤติกรรม	ชื่อนักเรียนที่มีลักษณะ/พฤติกรรมนี้
10 เมื่อให้ข้อมูลที่เป็นกรณีเฉพาะหลายๆ กรณีสำหรับหากรณีทั่วไป โดยที่ข้อมูล เหล่านั้นต้องเป็น วัตถุประสงค์ ความสัมพันธ์ หรือการดำเนินการ นักเรียนสามารถหาสูตรหรือกรณีทั่วไปจากหลายๆ กรณีเฉพาะที่ให้	..... ..... ..... .....
11 เมื่อให้ปัญหาลักษณะที่ต้องดำเนินการหลายขั้นตอน นักเรียนสามารถหาคำตอบตามกระบวนการที่กำหนดได้อย่างรวดเร็ว	..... ..... .....
12 มีความสามารถในการสรุปนัยทั่วไปในเรื่อง วัตถุประสงค์ ความสัมพันธ์ และการดำเนินการอย่างรวดเร็วและครอบคลุมนอกเหนือจากที่ระบุ	..... ..... .....

ความสามารถที่จะจำกัดกระบวนการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และการดำเนินการที่เกี่ยวข้อง

ลักษณะ/พฤติกรรม	ชื่อนักเรียนที่มีลักษณะ/พฤติกรรมนี้
13 เมื่อให้ข้อมูลที่จำเป็นในการคิดน้อยและให้ดำเนินการต่อจนได้คำตอบ นักเรียนสามารถหาคำตอบจากปัญหาที่มีโครงสร้างจำกัดที่กำหนดให้ได้	..... ..... .....
14 มีความสามารถที่จะจำกัดกระบวนการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และการดำเนินการที่เกี่ยวข้องนอกเหนือจากที่ระบุ	..... ..... .....

ความสามารถที่จะคิดในโครงสร้างที่ จำกัด

ลักษณะ/พฤติกรรม	ชื่อนักเรียนที่มีลักษณะ/พฤติกรรมนี้
15 มีความสามารถที่จะคิดในโครงสร้างที่ จำกัด	..... ..... ..... ..... .....

กระบวนการคิดที่ยืดหยุ่นในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์

ลักษณะ/พฤติกรรม	ชื่อนักเรียนที่มีลักษณะ/พฤติกรรมนี้
16 เมื่อให้ข้อมูลและการดำเนินการที่เชื่อมต่อการคิดหลายๆ แบบและมีคำสั่งให้คิดหลายๆ แบบ นักเรียนสามารถแสดงวิธีหาคำตอบหรือวิธีคิดได้หลายวิธี	..... ..... ..... .....
17 คิดหาคำตอบได้หลายรูปแบบ	..... ..... ..... .....
18 มีกระบวนการคิดที่ยืดหยุ่นในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์นอกเหนือจากที่ระบุ	..... ..... ..... ..... .....

ความพยายามอย่างยิ่งที่จะหาทางแก้ปัญหาให้ชัดเจนไม่คลุมเครือ ง่าย ไม่ฟุ่มเฟือย และมีเหตุผล

ลักษณะ/พฤติกรรม	ชื่อนักเรียนที่มีลักษณะ/พฤติกรรมนี้
19 เมื่อให้คำถาม พร้อมทั้งคำตอบหลายแบบทั้งชัดเจนและคลุมเครือ และถามว่าชอบตอบแบบไหน นักเรียนชอบคำตอบที่ชัดเจน ไม่คลุมเครือ	..... ..... .....
20 เมื่อให้คำถาม พร้อมทั้งคำตอบหลายแบบทั้งชัดเจนและคลุมเครือ และถามว่าตอบแบบไหนชัดเจน ตอบแบบไหนคลุมเครือ นักเรียนบอกได้ถูกว่าตอบแบบไหนชัดเจน แบบไหนไม่ชัดเจน	..... ..... .....
21 เมื่อให้ปัญหาที่ต้องการการอธิบาย การให้เหตุผลประกอบ และมีคำสั่งให้เขียนตอบได้ในรูปแบบที่ชัดเจน ไม่คลุมเครือ ง่าย ไม่ฟุ่มเฟือย มีเหตุผลที่ถูกต้อง นักเรียนสามารถตอบได้ตรงประเด็น(ชัดเจน) ให้เหตุผลชัดเจน(ไม่คลุมเครือ) ง่าย ให้เหตุผลครบถ้วนไม่มากเกินไป (ไม่ฟุ่มเฟือย) มีเหตุผลที่ถูกต้อง	..... ..... ..... ..... ..... .....
22 ให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้อย่างกระชับ มีโครงสร้าง	..... ..... .....
23 มีความพยายามอย่างยิ่งที่จะหาทางแก้ปัญหาให้ชัดเจนไม่คลุมเครือ ง่าย ไม่ฟุ่มเฟือยและมีเหตุผลนอกเหนือจากที่ระบุ	..... ..... .....

คิดใหม่ได้อย่างรวดเร็ว เป็นอิสระ เปลี่ยนวิธีการคิดไปในทางตรงกันข้ามได้

ลักษณะ/พฤติกรรม	ชื่อนักเรียนที่มีลักษณะ/พฤติกรรมนี้
<p>24 เมื่อให้ข้อมูลที่เมื่อคิดหรือทำไปจนถึงขั้นหนึ่งแล้วจะคิดต่อไม่ได้ และมีคำสั่งให้หาคำตอบด้วยวิธีอื่น นักเรียนสามารถคิดหาคำตอบในวิธีการอื่น ๆ ได้</p>	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
<p>25 เมื่อให้โจทย์ที่เป็นลำดับขั้นตอนการคิด ซึ่งสามารถคิดได้หลายทิศทาง และมีคำสั่งให้เปลี่ยนวิธีคิดโดยคิดวิธีตรงกันข้ามได้ เช่นเปลี่ยนจากคิดไปข้างหน้าเป็นคิดย้อนกลับ นักเรียนสามารถหาคำตอบตามวิธีการคิดที่กำหนดให้ใหม่ได้</p>	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
<p>26 คิดใหม่ได้อย่างรวดเร็ว เป็นอิสระ เปลี่ยนวิธีการคิดไปในทางตรงกันข้ามได้ นอกเหนือจากที่ระบุ</p>	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ความสามารถในการจดจำ ความสัมพันธ์ แบบลักษณะ รูปแบบการพิสูจน์หรือโต้แย้ง วิธีการแก้ปัญหา และหลักการของกระบวนการคณิตศาสตร์ต่าง ๆ

ลักษณะ/พฤติกรรม	ชื่อนักเรียนที่มีลักษณะ/พฤติกรรมนี้
27 เมื่อให้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องตามที่ระบุในคุณลักษณะ เช่น นิยาม กฎ แล้วถามคำถามที่ต้องใช้ข้อมูลเหล่านั้นในการดำเนินการ นักเรียนสามารถเรียกข้อมูลที่เกี่ยวข้องมาใช้ตอบปัญหาที่ต้องการได้	..... ..... ..... ..... .....
28 มีวิธีการจดจำเป็นพิเศษ	..... ..... ..... ..... .....
29 สามารถจดจำ ความสัมพันธ์ แบบลักษณะ รูปแบบการพิสูจน์หรือโต้แย้ง วิธีการแก้ปัญหา และหลักการของกระบวนการคณิตศาสตร์ต่าง ๆ ได้ นอกเหนือจากที่ระบุ	..... ..... ..... .....

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## ลักษณะอื่น ๆ

ลักษณะ/พฤติกรรม	ชื่อนักเรียนที่มีลักษณะ/พฤติกรรมนี้
30 ชอบวิชาคณิตศาสตร์เป็นอย่างมาก	..... ..... ..... ..... .....
31 มีความพยายามในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ จำนวนมากโดยไม่ย่อท้อ	..... ..... ..... ..... .....

ลงชื่ออาจารย์ผู้เสนอชื่อ.....

วันที่ .....

สวดมนต์ในความร่วมมือ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**แบบเสนอชื่อนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์**

จากการศึกษาลักษณะความสามารถทางคณิตศาสตร์และการตรวจสอบลักษณะความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เข้าพเจ้าสอน พบว่านักเรียนที่มีรายชื่อด้านล่างนี้มีลักษณะหรือพฤติกรรมอย่างน้อย 1 อย่างสอดคล้องกับผู้มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์สมควรดำเนินการพิจารณาคัดเลือกขั้นต่อไป

ชื่อ นามสกุลนักเรียนที่เข้าข่ายมีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

หมายเหตุ .....

.....

.....

ลงนามอาจารย์ผู้เสนอชื่อ .....

วันที่เสนอชื่อ .....

## แบบเสนอชื่อนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาลักษณะความสามารถทางคณิตศาสตร์และการตรวจสอบลักษณะความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เข้าพเจ้าสอน พบว่านักเรียนที่มีรายชื่อด้านล่างนี้มีลักษณะหรือพฤติกรรมอย่างน้อย 1 อย่างสอดคล้องกับผู้มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์สมควรดำเนินการพิจารณาคัดแยกชั้นต่อไป

ชื่อ นามสกุลนักเรียนที่เข้าข่ายมีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

หมายเหตุ

.....

.....

.....

ลงนามอาจารย์ผู้เสนอชื่อ .....

วันที่เสนอชื่อ .....

**ตัวอย่างแบบสอบ**  
**ความสามารถทางคณิตศาสตร์**

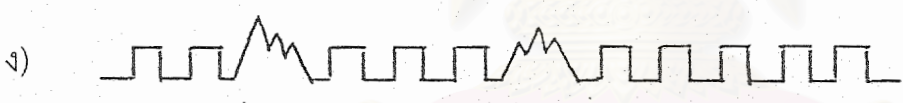
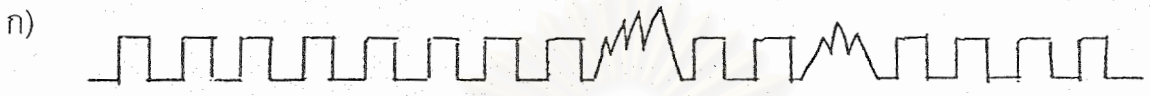
คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนชื่อ นามสกุล ชั้น ลงในบริเวณที่กำหนดให้ด้านล่าง แล้วอ่าน คำชี้แจงต่อไปนี้

- 1 แบบสอบฉบับนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ผลการทดสอบจะไม่มีผลต่อคะแนนวิชาคณิตศาสตร์ แต่จะใช้เพื่อพิจารณาจัดโครงการพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ให้แก่ นักเรียน หากนักเรียนผ่านการคัดเลือกครั้งนี้
- 2 แบบทดสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 11 หน้า 11 ข้อ ให้เวลาทำ 1 ชั่วโมง 30 นาที
- 3 ข้อสอบแต่ละข้อจะประกอบด้วยข้อมูล อาจมีรูปภาพหรือส่วนอื่นๆ ประกอบ ให้นักเรียนศึกษาข้อมูล รูปภาพหรือส่วนประกอบเหล่านั้น แล้วดำเนินการตามคำสั่งหรือคำถามของแต่ละข้อ
- 4 หากไม่เข้าใจคำถามข้อใด โปรดยกมือถามอาจารย์ผู้คุมสอบได้
- 5 ให้ใช้ปากกาหรือดินสอ เขียนคำตอบลงในบริเวณที่กำหนดให้
- 6 หากต้องการกระดาษทด ให้ทดในที่ว่างด้านหลังของหน้าที่ผ่านมา
- 7 ข้อสอบแต่ละข้อมีความยากง่ายไม่เท่ากัน อย่าเสียเวลาทำข้อใดข้อหนึ่งมากเกินไป
- 8 ขอให้นักเรียนตั้งใจทำอย่างเต็มความสามารถ และทำข้อสอบให้ได้มากที่สุด

ชื่อ นามสกุล .....  
ชั้น .....

1) นักวิทยาศาสตร์บางกลุ่มเชื่อว่ายังมีสิ่งมีชีวิตที่มีความเฉลียวฉลาดสูงอยู่ในดวงดาวไกลโพ้น นักวิทยาศาสตร์กลุ่มนี้จึงเฝ้าติดตามสัญญาณจากห้วงอวกาศตลอดมา สมมุติว่าสัญญาณต่อไปนี้เป็นสัญญาณจากสิ่งมีชีวิตนอกโลกที่ปรากฏบนจอภาพของนักวิทยาศาสตร์กลุ่มนี้ โดยที่สัญญาณแต่ละชุดแทนประโยคสัญลักษณ์คณิตศาสตร์ซึ่งประกอบด้วยจำนวนและการดำเนินการทางคณิตศาสตร์

ให้นักเรียนศึกษารูปแบบของสัญญาณต่อไปนี้



คำสั่ง เขียนประโยคสัญลักษณ์แทนสัญญาณเหล่านี้

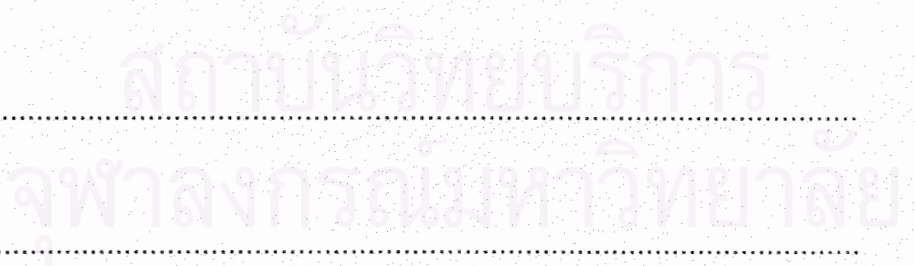
ก) .....

ข) .....

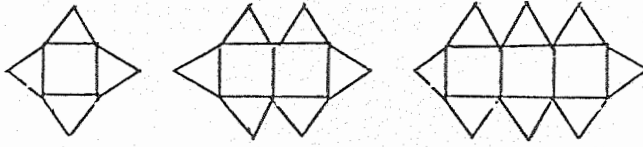
ค) .....

ง) .....

(4 คะแนน)



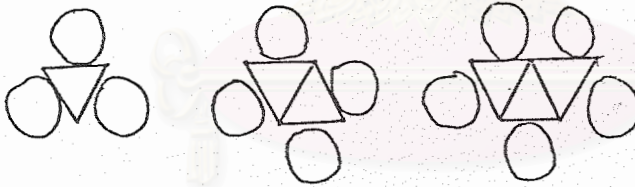
## 2) พิจารณารูปต่อไปนี้



คำถาม บอกความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนรูปสามเหลี่ยมกับจำนวนรูปสี่เหลี่ยม  
หรือเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนรูปสามเหลี่ยมกับจำนวนรูปสี่  
เหลี่ยม (2 คะแนน) .....

คำถาม ถ้าวาดรูปแบบนี้ไปเรื่อยๆ จนมีรูปสี่เหลี่ยม 100 รูป จะมีรูปสามเหลี่ยมกี่รูป  
(2 คะแนน)

## 3) พิจารณารูปต่อไปนี้



คำถาม บอกความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนรูปวงกลมกับจำนวนรูปสามเหลี่ยม  
หรือเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนรูปวงกลมกับจำนวนรูปสามเหลี่ยม  
(2 คะแนน) .....

คำถาม ถ้าวาดรูปแบบนี้ไปเรื่อยๆ จนมีรูปสามเหลี่ยม 6 รูป จะมีรูปวงกลมกี่รูป  
(2 คะแนน)

4) นักเรียนคนหนึ่งได้นำตัวอักษรมาใช้แทนตัวเลข และกำลังจะคิดจำนวนซึ่งอาจเป็นบวกหรือลบก็ได้ ดังที่ปรากฏอยู่ในด้านขวามือ

A B C

D E F

คำถาม ผลลัพธ์จากการคำนวณเป็นจำนวน ที่มี 1 หลักได้หรือไม่ ให้เหตุผลหรือยกตัวอย่างแสดงให้เห็นว่าเป็นไปได้หรือไม่ประกอบด้วย (2 คะแนน)

คำถาม ผลลัพธ์จากการคำนวณเป็นจำนวน ที่มี 3 หลักได้หรือไม่ ให้เหตุผลหรือยกตัวอย่างแสดงให้เห็นว่าเป็นไปได้หรือไม่ประกอบด้วย (2 คะแนน)

คำถาม ผลลัพธ์จากการคำนวณเป็นจำนวน ที่มี 4 หลักได้หรือไม่ ให้เหตุผลหรือยกตัวอย่างแสดงให้เห็นว่าเป็นไปได้หรือไม่ประกอบด้วย (2 คะแนน)

5) ต่อมานักเรียนคนนี้ได้นำตัวอักษรมาแทนตัวเลข แทนการบวกไว้ทางด้านขวามือ โดยที่ตัวอักษร F ไม่เท่ากับ 0

T W O

T W OF O U R

คำสั่ง แสดงตัวอย่างการคำนวณที่มีรูปแบบและคำตอบเหมือนการคำนวณด้านบน ด้วยตัวเลข 0-9 (4 คะแนน)

6) ในการคำนวณโดยใช้ตัวอักษรแทนตัวเลขโดยที่ตัวอักษรแต่ละตัวแทนตัวเลขไม่ซ้ำกัน  
ถ้า  $ME + ME = US$

คำถาม US เป็นจำนวนคู่หรือจำนวนคี่ ให้ออกเหตุผลประกอบคำตอบหรือยกตัวอย่าง  
แสดงการคำนวณด้วย (4 คะแนน)

คำถาม US ซึ่งเกิดจาก  $ME + ME$  มีค่าสูงสุดได้เท่ากับเท่าไร ให้ออกเหตุผลประกอบ  
คำตอบหรือยกตัวอย่างแสดงการคำนวณด้วย (4 คะแนน)

ค่าสูงสุดของ US ..... เนื่องจาก .....

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## ตัวอย่าง

### แบบสอบถามสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนชื่อ นามสกุล ชั้น ลงในบริเวณที่กำหนดให้ด้านล่าง แล้วอ่าน คำชี้แจงต่อไปนี้

- 1 แบบสอบถามนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน ผลการทดสอบจะไม่มีผลต่อคะแนนวิชาคณิตศาสตร์
- 2 แบบสอบถามนี้มีทั้งหมด 4 ข้อ 15 หน้า ให้เวลาทำ 3 ชั่วโมง
- 3 ข้อสอบแต่ละข้อจะประกอบด้วยข้อมูล อาจมีรูปภาพหรือส่วนอื่นๆ ประกอบ ให้นักเรียนศึกษาข้อมูล รูปภาพหรือส่วนประกอบเหล่านั้น แล้วดำเนินการ ตามคำสั่งหรือคำถามของแต่ละข้อ
- 4 หากไม่เข้าใจคำถามข้อใด โปรดยกมือถามอาจารย์ผู้คุมสอบได้
- 5 ให้ใช้ปากกาหรือดินสอ เขียนคำตอบลงในบริเวณที่กำหนดให้
- 6 หากต้องการกระดาษทด ให้ทดในที่ว่างด้านหลังของหน้าที่ผ่านมา
- 7 ข้อสอบแต่ละข้อมีความยากง่ายไม่เท่ากัน อย่าเสียเวลาทำข้อใดข้อหนึ่งมากเกินไป
- 8 ขอให้นักเรียนตั้งใจทำอย่างเต็มความสามารถ และทำข้อสอบให้ได้มากที่สุด

ขอขอบคุณในความร่วมมือ

ชื่อ นามสกุล .....

ชั้น .....



1.3 มีผู้กล่าวว่า “ห้องขนาดกว้าง 6 เมตร ยาว 8 เมตรนี้ ไม่สามารถใช้เรียนได้เกิน 20 คน” นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ จงให้เหตุผลสนับสนุนหรือคัดค้าน

1.4 นักเรียนในโรงเรียนนี้ส่วนใหญ่บ่นว่าไม่ชอบโต๊ะรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ให้ออกแบบโต๊ะเรียนที่ไม่ใช่รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสและเขียนแบบการจัดวางโต๊ะเหล่านี้ในห้องเรียนสำหรับนักเรียน 25 คน

1.5 ให้ออกสิ่งที่สามารถเกี่ยวข้องกับเรื่องนี้ได้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



2.2 ให้เขียนแสดงระยะทางที่วิลเดอร์บีสต์วิ่งได้กับสิ่งที่เกี่ยวข้องด้วยสัญลักษณ์หรือรูปภาพหรืออื่นๆให้เข้าใจครบถ้วน

2.3 นักชีววิทยาพบว่า แม้วิลเดอร์บีสต์จะวิ่งเร็วกว่าหมาใน แต่มีบางครั้งที่วิลเดอร์บีสต์โดนหมาในตะครุบจับกินได้ ให้นักเรียนเขียนเหตุผลที่จะเกิดเหตุการณ์นี้ได้

2.4 หากต้องการนำหมาในกับวิลเดอร์บีสต์มาเลี้ยงในสวนสัตว์เปิดในบริเวณกว้าง 20 กิโลเมตร ยาว 5 กิโลเมตร โดยให้วิลเดอร์บีสต์ไม่โดนหมาในกินต้องออกแบบบริเวณที่ใช้เลี้ยงอย่างไร

2.5 ให้ออกสิ่งที่สามารถเชื่อมโยงกับเรื่องนี้ได้

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค  
การคำนวณค่าสถิติและการวิเคราะห์ข้อมูล

- 1 การคำนวณค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์
- 2 การคำนวณค่าความไวของแบบทดสอบสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## 1 การคำนวณค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์

$$p = \frac{\sum x_h + \sum x_l}{I(N_h + N_l)}$$

$$r = \frac{\sum x_h - \sum x_l}{I(N_h)}$$

$p$  = ความยากง่าย

$r$  = อำนาจจำแนก

$\sum x_h$  = ผลรวมคะแนนกลุ่มสูง

$\sum x_l$  = ผลรวมคะแนนกลุ่มต่ำ

$I$  = คะแนนเต็มของข้อนั้น

$N_h$  = จำนวนคนในกลุ่มสูง

$N_l$  = จำนวนคนในกลุ่มต่ำ

(ดวงกมล ไตรวิจิตรคุณ 2541 : 6-12)

รายละเอียดการคำนวณแสดงดังหน้าถัดไป

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การวิเคราะห์ความยากง่ายและอำนาจจำแนก  
แบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์  
ครั้งที่ 2

ข้อ	คะแนนเต็ม	คะแนนรวมกลุ่มสูง	คะแนนรวมกลุ่มต่ำ	P	r	หมายเหตุ
1.1	1	25	5	0.44	0.59	
1.2	1	24	4	0.41	0.59	
1.3	1	26	5	0.46	0.62	
1.4	1	27	5	0.47	0.65	
2.1	2	50	3	0.39	0.69	
2.2	2	58	15	0.54	0.63	
3.1	2	31	1	0.24	0.44	
3.2	2	58	24	0.60	0.50	
4.1	2	50	4	0.40	0.68	
4.2	2	61	3	0.47	0.85	
4.3	2	55	1	0.41	0.79	
5	4	118	6	0.46	0.82	
6.1	4	110	10	0.44	0.74	
6.2	4	106	2	0.40	0.76	
7.1	3	88	26	0.56	0.61	
7.2	3	91	19	0.54	0.71	
7.3	3	92	8	0.49	0.82	
8.1	2	64	2	0.49	0.91	
8.2	4	120	0	0.44	0.88	
8.3	4	121	8	0.47	0.83	
9	3	83	10	0.46	0.72	
10.1	4	136	80	0.79	0.41	
10.2	4	124	44	0.62	0.59	
รวม	60					

จำนวนคนในกลุ่มสูง

34 คน

จำนวนคนในกลุ่มต่ำ

34 คน

## 2 การคำนวณค่าความไวของแบบทดสอบสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์

$$P_{pre} = \frac{\sum x_{pre}}{I(N)}$$

$$P_{post} = \frac{\sum x_{post}}{I(N)}$$

$$S = P_{post} - P_{pre}$$

$S$  = ค่าความไวของข้อ

$P_{post}$  = ความยากง่ายของแบบทดสอบหลังเรียน

$P_{pre}$  = ความยากง่ายของแบบทดสอบหลังเรียน

$\sum x_{post}$  = ผลรวมคะแนนหลังเรียน

$\sum x_{pre}$  = ผลรวมคะแนนหลังเรียน

$I$  = คะแนนเต็มของข้อนั้น

$N$  = จำนวนคน

(วิรัตน์ วรรณรัตน์ 2539 : 154-155)

รายละเอียดการคำนวณแสดงดังหน้าถัดไป

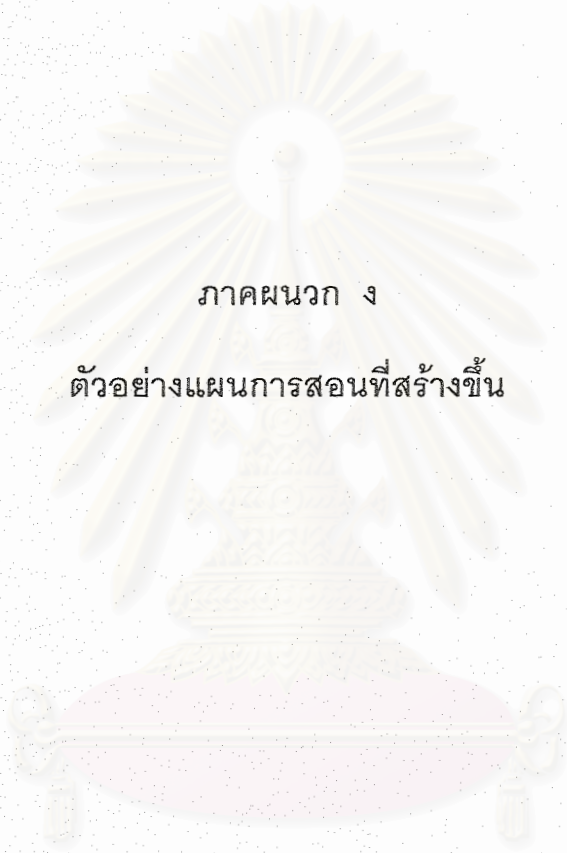
สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การวิเคราะห์ความไว  
แบบทดสอบสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์

ข้อ	รวม Post-test	รวม pre-test	P-post	P-pre	S
1.1	44	19	0.59	0.25	0.33
1.2	54	18	0.72	0.24	0.48
1.3	49	26	0.65	0.35	0.31
1.4	49	19	0.65	0.25	0.40
1.5	50	4	0.67	0.05	0.61
2.1	53	21	0.71	0.28	0.43
2.2	38	2	0.51	0.03	0.48
2.3	39	3	0.52	0.04	0.48
2.4	46	3	0.61	0.04	0.57
2.5	47	2	0.63	0.03	0.60
3.1	47	6	0.63	0.08	0.55
3.2	36	6	0.48	0.08	0.40
3.3	44	0	0.59	0.00	0.59
3.4	51	0	0.68	0.00	0.68
3.5	48	0	0.64	0.00	0.64
4.1	46	0	0.61	0.00	0.61
4.2	38	0	0.51	0.00	0.51
4.3	29	0	0.39	0.00	0.39
4.4	48	0	0.64	0.00	0.64
4.5	48	0	0.64	0.00	0.64

จำนวนนักเรียนทั้งหมด

15 คน



ภาคผนวก ง

ตัวอย่างแผนการสอนที่สร้างขึ้น

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนการสอนเรื่อง สนามเด็กเล่นในฝัน

กิจกรรมเพื่อพัฒนาสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์

ของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

เวลา 3-5 คาบ

วัตถุประสงค์ เมื่อจบบทเรียนแล้ว นักเรียนสามารถ

- 1 วัดระยะทาง หาพื้นที่รูปทรงต่างๆ ได้
- 2 คำนวณ และประมาณ ค่าใช้จ่ายได้
- 3 เก็บรวบรวมข้อมูล นำเสนอข้อมูล สื่อสารข้อมูลได้
- 4 แก้ปัญหาออกแบบสนามเด็กเล่นตามเงื่อนไขที่กำหนดได้

สาระการเรียนรู้ด้านเนื้อหา

- 1 การวัดระยะทาง
- 2 การหาพื้นที่รูปทรงต่าง ๆ
- 3 การคำนวณ ค่าใช้จ่าย
- 4 การประมาณค่า

สาระการเรียนรู้ด้านกระบวนการ

- 1 ทักษะการเก็บรวบรวมข้อมูล
- 2 ทักษะการแก้ปัญหา
- 3 ทักษะการนำเสนอข้อมูล
- 4 ทักษะการสื่อสาร

กิจกรรมการเรียนการสอน

สร้างความเชื่อมโยงสู่ปัญหา

1.1 ครูบอกนักเรียนว่า “โรงเรียนของเราจะมีการปรับปรุงอาคารสถานที่ใหม่ จะมีการทុบอาคารเก่าบางหลังออก จะมีการสร้างอาคารใหม่ทดแทน รวมถึงปรับปรุงบริเวณต่างๆ ใหม่ นักเรียนคิดว่าโรงเรียนของเราควรมีอาคารลักษณะใด” แล้วให้นักเรียนเสนอความคิดเห็นเพื่อกระตุ้นความคิดพอสมควร

1.2 ครูถาม “แล้วสนามเด็กเล่น ควรมีสนามเด็กเล่นใหม่ สนามเด็กเล่นควรเป็นอย่างไร ควรมีเครื่องเล่นแบบใด จะออกแบบสนามเด็กเล่นให้นักเรียนชั้นอนุบาลถึง ป.6 เล่นได้อย่างไร” แล้วให้นักเรียนเสนอความคิดเห็นพอสมควร

1.3 ครูเสนอความคิด “จากที่นักเรียนเสนอความคิดมา มีหลายๆ คนเคยพบสนามเด็กเล่นที่ดี หรือมีความคิดเห็นว่างสนามเด็กเล่นที่ดีควรเป็นอย่างไร เราน่าจะนำประสบการณ์และความรู้ที่พวกเรามีมาช่วยกันออกแบบสนามเด็กเล่นสำหรับโรงเรียนของเรากัน”

#### 1.4 ครูเสนอปัญหา

โรงเรียนประถมศึกษาแห่งหนึ่งกำลังปรับปรุงอาคารสถานที่ โรงเรียนแห่งนี้มีนักเรียนประมาณ 600 คน ตั้งแต่ระดับอนุบาลถึงประถมศึกษาปีที่ 6 มีงบประมาณการปรับปรุง 3 ล้านบาทซึ่งแบ่งไว้สำหรับปรับปรุงสนามเด็กเล่น 7.5% ให้นักเรียนออกแบบสนามเด็กเล่นจำนวนหนึ่งให้ครูใหญ่พิจารณาเพื่อเลือกสร้าง โดยแต่ละรูปแบบต้องไม่เกินงบประมาณที่กำหนดและเหมาะสมกับนักเรียนตั้งแต่ชั้นอนุบาลถึงประถมศึกษาปีที่ 6

#### กำหนดกรอบการศึกษา

##### 2.1 ครูเขียนหรือติดแผนภูมิตารางต่อไปนี้บนกระดาน

แนวทางแก้ปัญหา	ข้อเท็จจริง	ประเด็นที่ต้องค้นเพิ่ม	วิธีการค้นคว้า

และชี้แจงว่า "เราจะมาช่วยกันกำหนดกรอบหรือขอบเขตการทำงานโดยใช้ตารางนี้เป็นเครื่องช่วย" แล้วอธิบายส่วนประกอบของตาราง

2.2 ครูขออาสาสมัคร 2 คนมาช่วยเขียนข้อมูลลงในตาราง และให้เลขาของแต่ละกลุ่มบันทึกข้อมูลในตารางไว้ด้วย

2.3 ครูถามนักเรียนว่า "ใครมีข้อเสนอแนะเพื่อแก้ปัญหานี้บ้าง" พร้อมทั้งเน้นว่าสิ่งที่เสนอมาเป็นข้อเสนอแนะซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงภายหลังได้ แล้วให้นักเรียนเสนอวิธีแก้ปัญหาและบันทึกข้อมูลไว้ในส่วนที่หนึ่ง

2.4 ครูถามนักเรียนว่า "มีข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหานี้ที่เราารู้แล้วบ้าง" พร้อมทั้งเน้นว่าข้อเท็จจริงไม่ใช่ความคิดเห็น แล้วให้นักเรียนเสนอข้อเท็จจริงที่รู้และบันทึกไว้ในส่วนที่สอง

2.5 ครูถามนักเรียน "มีความรู้อะไรที่จะช่วยแก้ปัญหานี้แต่เรายังไม่ทราบและต้องศึกษาหาความรู้นั้นเพิ่มเติมบ้าง" แล้วให้นักเรียนเสนอประเด็นที่ต้องศึกษาเพิ่มเติม และบันทึกไว้ในส่วนที่สาม

2.6 ครูถามนักเรียน "ทำอย่างไรเราจึงจะได้ความรู้ในประเด็นที่ต้องศึกษาเพิ่มเติมเหล่านี้ เราจะต้องค้นคว้าหาความรู้เหล่านี้ได้จากที่ไหน ค้นคว้าอย่างไร" แล้วให้นักเรียนเสนอวิธีการศึกษาค้นคว้าสำหรับประเด็นที่ต้องศึกษาเพิ่มเติมแต่ละประเด็น และบันทึกไว้ในส่วนที่สี่

#### ดำเนินการศึกษา

3.1 ครูชี้แจงว่าจะให้แต่ละกลุ่มรับผิดชอบประเด็นที่ต้องศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมกลุ่มละ 1-2 ประเด็น และให้แต่ละกลุ่มเลือกประเด็นที่สนใจศึกษาค้นคว้า พร้อมทั้งทำความเข้าใจวิธีศึกษาค้นคว้าจากข้อมูลในตารางที่บันทึกไว้

3.2 ครูแจ้งระยะเวลาสำหรับการค้นคว้า (2 ชั่วโมง) และแนะนำบุคคลที่จะช่วยอำนวยความสะดวกในการศึกษาค้นคว้า (เช่น บรรณารักษ์ห้องสมุด) พร้อมทั้งย้าระเบียบข้อตกลงต่างๆ ในการใช้แหล่งค้นคว้า

3.3 ครูให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าตามที่กำหนดไว้ พร้อมทั้งติดตามการทำงานของแต่ละกลุ่ม และช่วยให้ข้อเสนอแนะในการแก้ปัญหา

### ตัดสินใจหาทางเลือก

4.1 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงาน พร้อมทั้งให้นักเรียนที่สงสัยซักถามข้อสงสัย เมื่อนำเสนอครบทุกกลุ่ม ครูให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการทำงานกลุ่ม และแหล่งข้อมูลที่ใช้

4.2 ครูถามนักเรียน "ตอนนี้เรามีข้อมูลเพิ่มเติมตามที่ต้องการครบแล้ว เราจะช่วยกันพิจารณาว่าเราจะดำเนินการออกแบบสนามเด็กเล่นได้หรือยัง หรือเรายังต้องการข้อมูลเพิ่มเติมอีก" (หากทำได้ ให้ดำเนินการตามข้อต่อไป แต่หากยังทำไม่ได้ให้กำหนดประเด็นที่ต้องการศึกษาเพิ่มเติม แล้วศึกษาเพิ่มเติมอีกดังเช่นข้อ 2 และข้อ 3 จนได้ข้อมูลครบ)

4.3 ครูถามนักเรียน "ขณะนี้เรามีข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบสนามเด็กเล่นครบแล้ว ใครช่วยบอกหน่อยว่ามีข้อมูลอะไรบ้าง" และบันทึกข้อมูลลงบนกระดาน

4.4 ครูแจ้งนักเรียน "ตอนนี้ถึงเวลาตัดสินใจเพื่อเลือกวิธีการออกแบบสนามเด็กเล่นจากวิธีที่มีผู้เสนอไว้ในคราวก่อน ๆ แล้ว" และให้นักเรียนเลือกวิธีการออกแบบตามที่มีผู้เสนอไว้ พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบ จนได้วิธีที่เหมาะสม 2-3 วิธี

### 5 สร้างผลงาน ดำเนินการตามทางเลือก

5.1 ครูแจ้งนักเรียน "ตอนนี้ถึงเวลาลงมือออกแบบรูปแบบสนามเด็กเล่นแล้ว" และให้แต่ละกลุ่มวาดแผนผังสนามเด็กเล่นตามวิธีดำเนินการที่ต้องการ โดยให้เวลา 2 ชั่วโมง

5.2 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการออกแบบ และให้นักเรียนกลุ่มอื่นๆ ซักถามและเลือกรูปแบบที่เหมาะสมที่สุดเพื่อเสนอครูใหญ่

### 6 ประเมินการเรียนรู้และปัญหา

6.1 ครูชี้แจง "ตอนนี้เราได้สนามเด็กเล่นตามที่ต้องการแล้ว พร้อมกันนี้เราได้เรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์และวิชาอื่น ๆ ด้วย เพื่อให้การเรียนรู้ในครั้งต่อไปดีขึ้น เราจะมาประเมินการเรียนรู้กัน ทั้งการเรียนรู้ของแต่ละคนและการเรียนรู้ของกลุ่ม และประเมินปัญหา โดยใช้แบบประเมินผลที่ครูจะแจกให้"

6.2 ครูให้นักเรียนช่วยกันสรุปเนื้อหาที่ได้

6.3 ครูแจกแบบประเมินการเรียนรู้รายบุคคล แบบประเมินการเรียนรู้ของกลุ่ม และแบบประเมินปัญหา ให้นักเรียนทำ

6.4 ครูให้นักเรียนเสนอข้อคิดเห็นเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนอื่น ๆ



แผนการสอนเรื่อง สหกรณ์ก้าวหน้า

กิจกรรมเพื่อพัฒนาสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์

ของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

เวลา 3-5 คาบ

---

วัตถุประสงค์ เมื่อจบบทเรียนแล้ว นักเรียนสามารถ

- 1 รวบรวมข้อมูลการซื้อขายสินค้าของร้านสหกรณ์ได้
- 2 คำนวณรายรับ รายจ่ายในการดำเนินงานของร้านสหกรณ์ได้
- 3 กำหนดแผนดำเนินการเพื่อพัฒนาสหกรณ์ได้

สาระการเรียนรู้ด้านเนื้อหา

- 1 สถิติ
- 2 กำไร ขาดทุน

สาระการเรียนรู้ด้านกระบวนการ

- 1 ทักษะการสื่อสาร
- 2 ทักษะการสื่อความหมาย
- 3 ทักษะเชื่อมโยง
- 4 ทักษะการใช้เหตุผล
- 5 ทักษะการแก้ปัญหา
- 6 ทักษะการเก็บรวบรวมข้อมูล

กิจกรรมการเรียนการสอน

1. สร้างความเชื่อมโยง

- 1.1 ครูถามนักเรียน "ประเทศไทยเราโชคดีที่มีในหลวงคอยห่วงใยให้คำแนะนำ ใครทราบบ้างว่าปีนี้ท่านมีพระราชดำรัสเรื่องอะไร และได้ข้อคิดอย่างไร"
- 1.2 ครูนำนักเรียนอภิปราย "พระราชดำรัสของในหลวงท่านให้ข้อคิดกับคนไทยตลอดมา ใครพอจำได้บ้างว่าพระราชดำรัส 2-3 ปีก่อนเป็นเรื่องอะไร"
- 1.3 ครูนำนักเรียนอภิปราย "2-3 ปีก่อนในหลวงทรงมีพระราชดำรัสเกี่ยวกับเรื่องเศรษฐกิจพอเพียง แนวคิดนี้เป็นแนวทางปรับปรุงความเป็นอยู่ของประชาชนในยุคเศรษฐกิจตกต่ำ สหกรณ์ก็จัดอยู่ในแนวทางเศรษฐกิจพอเพียงด้วย สหกรณ์เน้นการร่วมมือกันระหว่างสมาชิก แม้ว่าจะมีการส่งเสริมสหกรณ์มาก แต่สหกรณ์หลายแห่งกลับมีปัญหาในการดำเนินการ สหกรณ์โรงเรียนเราก็พบปัญหาเช่นกัน ใครทราบบ้างว่าสหกรณ์โรงเรียนเรามีปัญหาอย่างไรบ้าง"

#### 1.4 ครุณาเสนอปัญหา

ร้านสหกรณ์ของโรงเรียนเปิดบริการวันจันทร์ถึงวันศุกร์ เช้า 7.15-8.00 น. กลางวัน 11.45-13.00 น. เย็น 15.00-16.00 น. สินค้าบางอย่างขายดีมาก แต่ก็ไม่ค่อยมีขายทุกวัน สินค้าบางอย่างขายไม่ดี แต่มีอยู่มากมาย การดำเนินงานก็วุ่นวาย สับสนจนสมาชิกหลายคนไม่อยากจะร่วมงานสหกรณ์ บางเดือนสหกรณ์ขาดทุน 500 บาท ผู้จัดการร้านสหกรณ์ต้องการปรับปรุงรายการสินค้าและการดำเนินการใหม่ เพื่อแก้ไขปัญหาการขาดทุน ให้นักเรียนคิดรายการสินค้าและการปรับปรุงการดำเนินการด้านต่างๆ

## 2. กำหนดกรอบการศึกษา

ครูเขียนกรอบการศึกษานบนกระดานดังนี้

แนวคิด	ข้อเท็จจริง	ประเด็นที่ต้องศึกษาค้นคว้า	วิธีการศึกษาค้นคว้า
--------	-------------	----------------------------	---------------------

ครูชี้แจงว่า "เพื่อให้การศึกษาค้นคว้าได้ความรู้ตามที่ต้องการ จำเป็นต้องสร้างกรอบการศึกษาขึ้นก่อน โดยจะกำหนดเป็นกรอบตามที่เขียนบนกระดาน และชี้แจงว่า

- แนวคิดคือ วิธีการที่คาดว่าจะแก้ปัญหาเพิ่มเติม
- ข้อเท็จจริงคือ ข้อมูลความรู้เกี่ยวกับที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา
- ประเด็นการค้นคว้าคือ สิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาแต่เรายังไม่รู้จำเป็นต้องค้นคว้าเพิ่มเติมและวิธีการค้นคว้าคือ วิธีการดำเนินการเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ต้องการในข้อก่อน

ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มคิดแนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหา และข้อเท็จจริง ให้ออกมา

เขียนแนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหา และข้อเท็จจริงที่คิดในตารางบนกระดาน แล้วให้นักเรียนอธิบายแนวคิดเกี่ยวกับ และข้อเท็จจริงที่เขียน

ครูสรุปแนวคิดและข้อเท็จจริงที่รวบรวมได้ ให้แต่ละกลุ่มคิด ประเด็นที่ต้องการศึกษาค้นคว้าเพิ่ม และวิธีการศึกษาค้นคว้า ให้ออกมาเขียน แล้วให้นักเรียนชี้แจงประเด็นที่ต้องการและวิธีการศึกษา

## 2 ดำเนินการศึกษา

3.1 ครูสรุปประเด็นวิธีการศึกษาค้นคว้า แล้วให้แต่ละกลุ่มเลือกประเด็นที่ต้องศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม โดยแบ่งจำนวนประเด็นให้ใกล้เคียงกันทุกกลุ่ม

ครูชี้แจงว่าขั้นต่อไปเราจะค้นคว้าเพิ่มเติมกัน และแจกคู่มือการค้นคว้าจากแหล่งต่างๆ เช่น ห้องสมุด คู่มือ สอบถามร้านค้า สอบถามผู้รู้ ให้นักศึกษา

ครูชี้แจงการเขียนสรุปผลการค้นคว้าว่า "เมื่อค้นคว้าได้ข้อมูลตามที่ต้องการแล้วให้แต่ละกลุ่มจดข้อมูลที่ได้อีก แล้วเขียนสรุปผลการค้นคว่าลงในกระดาษที่แจกให้ตามลักษณะนี้"

<p>กลุ่ม .....</p> <p>สมาชิก 1.....หน้าที่ .....</p> <p>2.....หน้าที่ .....</p> <p>ประเด็นการค้นคว้า.....</p> <p>.....</p> <p>แหล่งค้นคว้า.....</p> <p>.....</p> <p>วิธีค้นคว้า.....</p> <p>.....</p> <p>ผล .....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>ข้อคิดเห็นอื่น ๆ .....</p> <p>.....</p>
--

7. ครูตกลงเวลาที่จะใช้ในการค้นคว้า แล้วให้นักเรียนค้นคว้าตามที่กำหนดไว้

#### 4 ตัดสินใจหาทางเลือก

4.1 เมื่อครบกำหนดเวลาการค้นคว้า ครูให้นักเรียนนั่งตามกลุ่ม และชี้แจงว่าต่อไปเราจะฟังผลการค้นคว้าเพื่อรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติมที่จะช่วยแก้ปัญหา พร้อมทั้งตกลงลำดับการนำเสนอ กติกาในการนำเสนอ การฟัง และมอบหมายหน้าที่ให้กลุ่มที่ฟังคอยตอบคำถามเพิ่มเติม คำถามด้านหรือคำถามไม่เห็นด้วยในบางประเด็น

4.2 ครูให้นักเรียนกลุ่มนำเสนอตามลำดับ และให้กลุ่มผู้ฟังซักถามขอข้อมูลเพิ่มเติม หรือถามด้านตามที่กำหนดไว้

4.3 เมื่อทุกกลุ่มนำเสนอครบ ครูสรุปข้อมูลเพิ่มเติมที่มีและข้อมูลที่ได้อีกใหม่และสรุปว่าเรามี

ข้อมูลที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหาได้แล้ว ยัง ถ้ายังมีข้อมูลไม่ครบให้เขียนประเด็นที่ต้องการทราบและวิธีการศึกษาเพิ่มเติมแล้วแบ่งหน้าที่ไปศึกษาใหม่ เมื่อศึกษาเสร็จแล้วให้ดำเนินการตามข้อ 8, 9 อีกจนได้ข้อมูลที่จำเป็นครบ หากมีข้อมูลครบครูสรุปทางเลือกในการแก้ปัญหาทั้งหมด

4.4 ครูให้แต่ละกลุ่มปรึกษากัน แล้วตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ไขปัญหาและเหตุผลที่เลือกทางนั้น

4.5 ครูให้แต่ละกลุ่มชี้แจงว่าต้องการดำเนินการตามแนวทางใด ด้วยเหตุผลใด

4.6 ครูเปรียบเทียบวิธีแก้ปัญหาแต่ละวิธี และคัดเลือกวิธีแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ไว้

## 5 สร้างผลงาน

5.1 ครูให้แต่ละกลุ่มเขียน รายการสินค้าที่ต้องการให้ร้านมีแล้วนัดหมายเพื่อนำเสนอ กับผู้จัดการร้านสหกรณ์

6.2 เมื่อถึงกำหนดนัดหมาย ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานของกลุ่มให้ ผู้จัดการร้านสหกรณ์ทราบ

## 6 ประเมินการเรียนรู้และปัญหา

6.1 ครูชี้แจง "ตอนนี้เราได้สนามเด็กเล่นตามที่ต้องการแล้ว พร้อมกันนี้เราได้เรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ และวิชาอื่น ๆ ด้วย เพื่อให้การเรียนรู้ในครั้งต่อไปดีขึ้น เราจะมาประเมินการเรียนรู้กัน ทั้งการเรียนรู้ของแต่ละคนและการเรียนรู้ของกลุ่ม และประเมินปัญหาโดยใช้แบบประเมินผลที่ครูจะแจกให้"

6.2 ครูให้นักเรียนช่วยกันสรุปเนื้อหาที่ได้

6.3 ครูแจกแบบประเมินการเรียนรู้รายบุคคล แบบประเมินการเรียนรู้ของกลุ่ม และแบบประเมินปัญหา ให้นักเรียนทำ

6.4 ครูให้นักเรียนเสนอข้อคิดเห็นเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนอื่น ๆ

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายยุรวุฒน์ คล้ายมงคล เกิดที่จังหวัดชัยนาทเมื่อวันที่ 6 พฤศจิกายน 2505 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีสาขาประถมศึกษา วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป จากภาควิชาประถมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเมื่อปีการศึกษา 2526 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโทสาขาประถมศึกษา จากภาควิชาประถมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเมื่อปีการศึกษา 2534 เข้าศึกษาระดับดุษฎีบัณฑิตในสาขาวิชาหลักสูตรและการสอนเมื่อปีการศึกษา 2541 ด้วยทุนโครงการพัฒนาอาจารย์สาขาขาดแคลนด้านการสอนคณิตศาสตร์ ของคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปัจจุบันรับราชการตำแหน่งอาจารย์ที่โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายประถม



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย