

การศึกษาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา
กาญจนบุรี เขต 1 ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์และแบบการเรียนรู้ต่างกัน

ปริญญานิพนธ์

ของ

วรรณธิยา ไชยลา

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา

พฤษภาคม 2550

การศึกษาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา
กาญจนบุรี เขต 1 ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์และแบบการเรียนรู้ต่างกัน

ปริญญานิพนธ์

ของ

วรรณธิยา ไชยลา

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา

พฤษภาคม 2550

ลิขสิทธิ์เป็นของ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การศึกษาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา
กาญจนบุรี เขต 1 ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์และแบบการเรียนรู้ต่างกัน

บทคัดย่อ
ของ
วรรณิยา ไชยลา

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา

พฤษภาคม 2550

วรันธิยา ไชยลา. (2550). การศึกษาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัด
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากาญจนบุรี เขต 1 ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์และแบบการเรียนรู้ต่างกัน.
ปริญญาโท กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม: อาจารย์ ดร. สุวพร เข้มเฮง,
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิคม ตั้งกะพิกพ.

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มี
แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์และแบบการเรียนรู้ต่างกัน โดยศึกษากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในสังกัดสำนักงานเขต
พื้นที่การศึกษากาญจนบุรี เขต 1 จำนวน 288 คน ที่ได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งชั้น เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
ประกอบด้วย แบบสอบถามวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.869 แบบสำรวจแบบการเรียนรู้มีค่า
ความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.763 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการแก้ปัญหา
ทางคณิตศาสตร์ ด้านความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ด้านความสามารถในการสื่อสาร
สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ และด้านความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ มีค่า
ความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.800, 0.771, 0.747 และ 0.851 ตามลำดับ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์
ความแปรปรวนพหุคูณแบบสองทาง (Two-way MANOVA) ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. นักเรียนที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์แตกต่างกัน มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน
ในทุกด้าน
2. นักเรียนที่มีแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ แบบการเรียนรู้แบบผสมระหว่างแบบร่วมมือ-แข่งขัน และ
แบบการเรียนรู้แบบผสมระหว่างแบบหลีกเลี่ยง-ร่วมมือ-แข่งขัน มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน
ในทุกด้าน
3. ไม่พบที่เกิดผลปฏิสัมพันธ์ระหว่างแบบการเรียนรู้และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ นั่นคือ แบบการเรียนรู้กับ
แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ไม่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

A STUDY OF MATHEMATICAL PROCESS SKILLS WITH DIFFERENT ACHIEVEMENT MOTIVE
AND LEARNING STYLES OF MATHAYOMSUKSA III STUDENTS IN
THE EDUCATIONAL AREA I, KANCHANABURI PROVINCE.

AN ABSTRACT
BY
WARANTHIYA CHAIYALA

Presented in Partial Fulfillment of the Requirements
For the Master of Education degree in Educational Research and statistics
At Srinakharinwirot University
May 2007

Waranthiya Chaiyala. (2007). *A study of Mathematical Process Skills with different Achievement Motive and Learning Styles of Mathayomsuksa III students in the Educational Area I, Kanchanaburi Province*. Master thesis, M.Ed. (Educational Research and Statistics). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University.

Advisor Committee: Dr. Suwaporn Semheng, Assist. Prof. Dr. Nikom Tangkapipop.

The purpose of this research was to study a comparison of learning outcomes of mathematics process skills in different achievement motives and different learning styles. The samples were 288 Mathayomsuksa III students in the Educational Area I, Kanchanaburi Province, selected by stratified random sampling technique. The instrument used in this study were questionnaires on achievement motive and learning styles, with the reliability of 0.869 and 0.763, and the mathematics process skills battery test consisted of problem solving mathematics test, reasoning mathematics test, communicating mathematics test and connecting mathematics test with the reliability of 0.800, 0.771, 0.747 and 0.851 respectively. The data were analyzed by Two-way Multivariate Analysis of Variance.

The results of the research were as follows:

1. The students with different achievement motive had no significance different in mathematics process skills in all aspects.
2. The students using the collaborative learning styles, collaborative- competitive learning styles and avoidance-collaborative-competitive learning styles had no significance different in mathematics process skills in all aspects.
3. No interaction between the learning styles and the achievement motives was found, which meant that the learning styles had no impact on the mathematics process skills.

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยดีเนื่องจากความเมตตาของ อาจารย์ ดร.สุพร เข้มแข็ง ประธานกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิคม ตั้งคะพิภพ กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ซึ่งท่านได้สละเวลาอันมีค่าเพื่อให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ในการทำวิจัยในทุกขั้นตอน ตลอดจนพิจารณาแก้ไขข้อบกพร่องในด้านต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่ นอกจากนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณในความกรุณาของรองศาสตราจารย์ชูศรี วงศ์รัตนะ และอาจารย์ชวลิต รวยอาจิณ ซึ่งเป็นคณะกรรมการสอบที่แต่งตั้งเพิ่มเติมที่ได้ให้ข้อเสนอแนะที่มีคุณค่าต่อปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ชูศรี วงศ์รัตนะ อาจารย์ชวลิต รวยอาจิณ และอาจารย์เมตต์ แยมวงษ์ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย ตลอดจนข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงและพัฒนาเครื่องมือให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ ผู้บริหารสถานศึกษา คณะครู พร้อมทั้งนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการทำวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณเพื่อน ๆ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา และคุณเกศราพร บำรุงชาติ ที่มีส่วนช่วยในการให้คำปรึกษา คำแนะนำ คอยให้ความช่วยเหลือและคอยเป็นกำลังใจให้ด้วยดีในระหว่างดำเนินการจนทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้

ท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณและขอขอบคุณประโยชน์อันพึงมีของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แต่คุณพ่ออัศวิน คุณแม่ภิญญา ไชยลา ที่คอยให้กำลังใจ ให้คำปรึกษา และให้ความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ พร้อมทั้งสนับสนุนส่งเสริมการศึกษาของผู้วิจัยอย่างดียิ่งตลอดมา จนทำให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

วันฉีลา ไชยลา

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
ความสำคัญของการวิจัย	4
ขอบเขตของการวิจัย	5
ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย	5
ตัวแปรที่ศึกษา	5
กรอบแนวคิดของการวิจัย	6
สมมติฐานการวิจัย	7
นิยามศัพท์เฉพาะ	7
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์	11
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	12
ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	17
ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ	24
ความสามารถในการเชื่อมโยง	34
แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์	37
ความหมายของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์	37
ลักษณะของผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์	39
ทฤษฎีเกี่ยวกับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์	41
บทบาทของครูในการส่งเสริมแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของนักเรียน	44
การวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์	46
แบบการเรียนรู้	47
ความหมายและความสำคัญของแบบการเรียนรู้	47
องค์ประกอบที่มีผลต่อแบบการเรียนรู้	48
แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับแบบการเรียนรู้	49
การวัดแบบการเรียนรู้	55

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
2 (ต่อ)	
การวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์	56
ข้อสอบอัตนัย	56
เกณฑ์การประเมิน	60
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	65
3 วิธีดำเนินการวิจัย	69
การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง	69
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	72
การเก็บรวบรวมข้อมูล	85
การจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล	86
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	86
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	93
สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	93
การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	94
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	95
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	107
สรุปผลการวิจัย	107
อภิปรายผล	109
ข้อเสนอแนะ	110
บรรณานุกรม	111
ภาคผนวก	121

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ภาคผนวก ก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	122
ภาคผนวก ข คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	142
ภาคผนวก ค รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ	147
ประวัติย่อผู้วิจัย	149

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 เกณฑ์การให้คะแนนผลการทำข้อสอบอัตนัย	62
2 เกณฑ์การให้คะแนนด้านทักษะการแก้ปัญหา	62
3 เกณฑ์การให้คะแนนด้านทักษะการให้เหตุผล	63
4 เกณฑ์การให้คะแนนด้านทักษะการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ	63
5 เกณฑ์การให้คะแนนด้านทักษะการเชื่อมโยง	64
6 เกณฑ์การให้คะแนนด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	65
7 รายชื่อโรงเรียนและจำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ลังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา กาญจนบุรี เขต 1 จำแนกตามอำเภอ	69
8 จำนวนกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามขนาดของโรงเรียน และเพศ	71
9 ความถี่ และร้อยละของนักเรียนจำแนกตามแบบการเรียนรู้ และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์	95
10 ค่าสถิติพื้นฐานและการประมาณค่าเฉลี่ยประชากรด้วยระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 ของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน จำแนกตามแบบการเรียนรู้	97
11 ค่าสถิติพื้นฐานและการประมาณค่าเฉลี่ยประชากรด้วยระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 ของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน จำแนกตามแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์	99
12 ค่าสถิติพื้นฐานของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน ของนักเรียนจำแนกตาม แบบการเรียนรู้และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน	100
13 ค่าความสัมพันธ์รายคู่และผลการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทักษะกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน	102
14 ผลการทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวนข้อมูลของทักษะกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน	102
15 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณแบบ 2 ทาง (Two-way MANNOVA) ของทักษะ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนตามแบบการเรียนรู้และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์	103
16 ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์	143
17 ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบสำรวจแบบการเรียนรู้	144
18 ค่าความง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย	145

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
19 ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แบบปรนัย	146

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย	6
2 การใช้สมบัติการแจกแจงหาพื้นที่แรเงา	36
3 ขั้นตอนการเรียนรู้ตามทฤษฎีการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ของคอล์บ	52
4 แบบการเรียนรู้ 4 แบบของคอล์บ	53
5 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์	74
6 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน จำแนกตาม แบบการเรียนรู้	104
7 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน จำแนกตาม ระดับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์	105
8 กราฟแสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างแบบการเรียนรู้และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ที่ส่งผลต่อทักษะ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน	105

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การศึกษาเป็นรากฐานที่สำคัญที่สุดในการพัฒนาบุคคล เนื่องจากการศึกษาเป็นกระบวนการที่ช่วยในการพัฒนาบุคคลให้มีคุณภาพ มีความรู้ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา และสามารถปรับตัวให้ทันกับเหตุการณ์ภายใต้กระแสโลกาภิวัตน์ ดังนั้นการศึกษาจึงเป็นกระบวนการสำคัญยิ่งในการพัฒนาคนทั้งทางด้านร่างกาย จิตใจ และสติปัญญา โดยเฉพาะในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 9 (พ.ศ. 2545-2549) ได้เน้นการพัฒนา “คน” ในทุกมิติอย่างเป็นองค์รวม โดยถือว่าคนเป็นปัจจัยที่ก่อให้เกิดความสำเร็จของการพัฒนาที่ยั่งยืน (กรมวิชาการ. 2544ก: 2) และในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติพุทธศักราช 2542 มาตรา 22 และมาตรา 24 การจัดการศึกษาต้องมีหลักว่า ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้และถือว่าผู้เรียนสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาไปตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2545: 12) ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนจะต้องมีความสอดคล้องตามแนวพระราชบัญญัติ โดยการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่จะต้องเน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการตามความถนัด ความสนใจและความแตกต่างของผู้เรียน เพื่อพัฒนาคุณภาพของผู้เรียนให้เป็นคนดี คนเก่ง และมีความสุข (กรมสามัญศึกษา. 2545: 1) สามารถที่จะดำเนินชีวิตอย่างมีคุณภาพ สามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้จริง พึ่งพาตนเองได้ และใช้ความรู้อย่างสร้างสรรค์ เป็นประโยชน์ต่อส่วนรวม เพื่อให้การจัดการศึกษาบรรลุตามความมุ่งหมายและทันต่อการเปลี่ยนแปลงของโลกในยุคปัจจุบัน ซึ่งเป็นยุคที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว

คณิตศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบระเบียบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ ทำให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังช่วยพัฒนามนุษย์ให้สมบูรณ์ มีความสมดุลทั้งทางร่างกาย จิตใจ สติปัญญา และอารมณ์ สามารถคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กรมวิชาการ. 2545: 1) ทั้งนี้เพราะคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความเกี่ยวข้องกับการคิด กระบวนการและเหตุผล คณิตศาสตร์ฝึกให้คนคิดอย่างมีระเบียบ และเป็นรากฐานของวิทยาการในหลายสาขา ความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม ก็ล้วนอาศัยคณิตศาสตร์ จากความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องจัดให้นักเรียนได้เรียนวิชาคณิตศาสตร์ขึ้นในโรงเรียน รูปแบบการเรียนการสอนต้องเอื้อให้ผู้เรียนเห็นประโยชน์และความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์โดยนำไปใช้ในการแก้ปัญหาชีวิตจริง (ยุพิน พิพิธกุล. 2530: 1-3)

จากรายงานผลการประเมินคุณภาพการศึกษา กรมวิชาการ ปีการศึกษา 2541-2544 พบว่า ความรู้ความสามารถของนักเรียนยังไม่ถึงเกณฑ์พึงประสงค์ โดยเฉพาะความรู้ความสามารถด้านภาษาอังกฤษ คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งระดับประถมศึกษาและระดับมัธยมศึกษาอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ การประเมิน ต้องได้รับการปรับปรุง (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2545: 50-56) จากรายงาน การประเมินผลวิชาการคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ร่วมกับนานาชาติครั้งที่ 3 และการวิจัยซ้ำ (The Third International Mathematics and Science Study: TIMSS และ The Third International Mathematics and Science Study Repeat: TIMSS-R) ซึ่งดำเนินการมาตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2535 และ 2541-2543 ตามลำดับ พบว่า การทำข้อสอบของนักเรียนที่วัดพฤติกรรมด้านการนำไปใช้ และการวิเคราะห์ ซึ่งเป็นการคิดระดับสูงทำได้น้อย รวมทั้งข้อสอบแบบเขียนตอบหรืออธิบายเหตุผลประกอบคำตอบ ข้อสอบในลักษณะนี้ วัดการแก้ปัญหาและการถ่ายทอดความคิดที่เป็นเหตุเป็นผลเป็นภาษาเขียน ซึ่งต้องอาศัยความสามารถทางการอ่าน และการเขียน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2539: 28-34, 2544: 14-19) และจากการ ประเมินคุณภาพทางการศึกษาของสำนักทดสอบทางการศึกษาที่ได้ประเมินคุณภาพทางการศึกษาของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2543 พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 31.22 (กรมวิชาการ. 2543: 21) และผลการประเมินคุณภาพทางการศึกษาด้านคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา ตอนต้นต่ำกว่าเกณฑ์การประเมินขั้นผ่านร้อยละ 15.60 นั่นคือ ผลการประเมินนักเรียนตามระดับคุณภาพยังพบว่า นักเรียนอยู่ในระดับที่ควรปรับปรุงสูงถึงร้อยละ 80.85 (สำนักทดสอบทางการศึกษา. 2542: 3)

การจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในปัจจุบันควรมีความจำเป็นที่ต้องปรับเปลี่ยนจากการเน้น ท่องจำข้อมูลทักษะพื้นฐาน เป็นการพัฒนาผู้เรียนให้มีความเข้าใจในหลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และมี ทักษะที่เพียงพอในการนำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ ๆ ซึ่งการจัดการเรียนการสอนที่ผ่านมาเน้นเป็นการ จัดการเรียนการสอนที่ไม่ส่งเสริมให้มีความสามารถในการคิด การให้เหตุผล ทักษะ/กระบวนการและ ความคิด สร้างสรรค์ ทำให้นักเรียนไม่ชอบที่จะเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (กรมวิชาการ. 2544ข: 1) ดังนั้น ในการปรับปรุง การจัดการกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่ดีขึ้น ผู้สอนหรือผู้ที่มี ส่วนเกี่ยวข้องในการจัดการศึกษา ควรจะมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบวิธีการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียน เป็น “ผู้เรียนรู้” อย่างแท้จริง โดยจัดกระบวนการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดและ แก้ปัญหาด้วยตนเอง ได้ศึกษาค้นคว้าจากสื่อและเทคโนโลยีต่าง ๆ โดยอิสระ ผู้สอนมีส่วนช่วยในการจัดเนื้อหา สารและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียนโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล (กรมวิชาการ. 2544ค: 188) ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการในการคิดคำนวณขั้นพื้นฐาน ความสามารถในการคิดในใจ ตลอดจนพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์อย่างเต็มศักยภาพ ซึ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้แก่ผู้เรียนต้องคำนึงถึงลำดับขั้นตอนของการเรียนรู้ โดยจัดกิจกรรม ให้ผู้เรียนได้มีโอกาสเรียนรู้จากประสบการณ์จริงรวมทั้งปลูกฝังนิสัยให้รักการศึกษาและแสวงหาความรู้ ทางคณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง (กระทรวงศึกษาธิการ. 2544: 27) เพื่อให้บรรลุเป้าหมายตามมาตรฐานการเรียนรู้

ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 สารการเรียนรู้กลุ่มคณิตศาสตร์ ที่กำหนดไว้ 6 สาร ซึ่งมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการพัฒนาคุณภาพผู้เรียน ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นหนึ่งในสาระที่ถูกกำหนดขึ้นและมีความจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับผู้เรียนในการพัฒนาความรู้ความสามารถของตนเองให้เกิดทักษะกระบวนการดังกล่าว ซึ่งประกอบด้วย ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการให้เหตุผล ความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ในปัจจุบันการจัดการศึกษาได้มีการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนโดยมุ่งพัฒนาไปที่พฤติกรรมและวิธีการสอนของผู้สอนเป็นส่วนใหญ่ ยังมีองค์ประกอบที่สำคัญอีกประการหนึ่ง คือ แบบการเรียนรู้ (Learning Styles) ที่ผู้สอนควรคำนึงถึงอยู่เสมอในการจัดกระบวนการเรียนการสอน (กรมวิชาการ. 2541: 51) เพราะเป็นสิ่งที่ทำให้ผู้สอนเข้าใจลักษณะการเรียนรู้ของผู้เรียนมากขึ้นและเป็นแนวทางในการจัดกระบวนการเรียนการสอนให้มีความเหมาะสมกับความแตกต่างของผู้เรียน ดังที่ คีเฟ (Keefe'. 1979: 131) ได้กล่าวไว้ว่า แบบการเรียนรู้ไม่เพียงแต่เป็นนวัตกรรมทางด้านการเรียนการสอนเท่านั้น แต่แบบการเรียนรู้ยังเป็นเครื่องมือพื้นฐานและเป็นแนวทางใหม่ในการที่จะทำความเข้าใจในตัวผู้เรียนได้ลึกซึ้งมากยิ่งขึ้น ซึ่งแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคนนั้น ถูกกำหนดโดยองค์ประกอบทางด้านความคิด ร่างกาย อารมณ์ โดยจะมีลักษณะที่ค่อนข้างจะคงที่และบ่งชี้ว่าผู้เรียนนั้น มีปฏิสัมพันธ์และตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมทางการเรียนอย่างไร กราชาและไรช์แมน (Grasha; & Reichman. 1980: 245) ได้ทำการศึกษาตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับสภาพภายในตัวผู้เรียน และองค์ประกอบทางด้านสภาพแวดล้อมทางการเรียนมาประกอบกันเพื่อใช้อธิบายแบบการเรียนรู้ที่ผู้เรียนแต่ละคนชอบใช้และถือปฏิบัติในการเรียน โดยแบ่งออกเป็น 6 แบบ คือแบบอิสระ แบบมีส่วนร่วม แบบแข่งขัน แบบร่วมมือ แบบหลีกเลี่ยง และแบบพึ่งพา จากรูปแบบที่หลากหลายจึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจที่จะทำการศึกษาเพื่อเป็นการเปรียบเทียบถึงผลการศึกษาที่จะได้รับว่า รูปแบบการเรียนรู้แบบใดที่จะส่งผลต่อความสำเร็จทางการเรียนของผู้เรียนเพื่อเป็นการพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้อย่างเต็มศักยภาพ

แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์เป็นองค์ประกอบภายในตัวผู้เรียนที่มีอิทธิพลต่อการพัฒนาคุณภาพทางการศึกษา (กมล สดประเสริฐ. 2526: 32-35) ดังที่บรูเนอร์ (Bruner. 1961: 195) ได้กล่าวไว้ว่า กิจกรรมการเรียนรู้จะประสบผลสำเร็จมากน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของแต่ละบุคคลเป็นปัจจัยสำคัญ ซึ่งผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูงนั้นจะเป็นผู้ที่พยายามบากบั่นกระทำกิจกรรมต่าง ๆ ให้สำเร็จเพื่อบรรลุมาตรฐานของตนเองมากกว่าจะหลีกเลี่ยง และเลือกงานที่เหมาะสมกับความสามารถของตนเอง (McClelland. 1969: 104) และจากการศึกษาของบุญชม ศรีสะอาด (2524: 180-182) พบว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน การที่นักเรียนแต่ละคนมีความตั้งใจในการเรียนไม่เหมือนกันสาเหตุหนึ่งมาจากนักเรียนมีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ที่แตกต่างกันนั่นเอง ซึ่งนักเรียนที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูงนั้นก็จะมีตั้งใจเรียนและประสบความสำเร็จในทางการเรียน ตรงกันข้ามกับนักเรียนที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่ำก็จะขาดความสนใจ ไม่ตั้งใจเรียนและจะประสบความล้มเหลวในการเรียน ดังนั้น การที่จะพัฒนาให้ผู้เรียนบรรลุ

จุดมุ่งหมายทางการศึกษาก็ควรจะมีการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยมีผู้สอนเป็นผู้ผลักดัน เพื่อให้การเรียนรู้บรรลุถึงขั้น

ด้วยเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาแบบการเรียนและแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ที่จะเป็นปัจจัยในการส่งเสริมผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น เพื่อเป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ด้านความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการให้เหตุผล ความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายและนำเสนอ ความสามารถในการเชื่อมโยง ซึ่งสารสนเทศจากการศึกษาครั้งนี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้มีคุณภาพและเสริมสร้างศักยภาพในการเรียนรู้ของผู้เรียนให้สูงขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากาญจนบุรีเขต 1 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ โดยจำแนกตามแบบการเรียนและระดับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ซึ่งมีวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีแบบการเรียนต่างกัน
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่างกัน
3. เพื่อศึกษาผลสัมพัทธ์ระหว่างแบบการเรียนและแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทั้งในแต่ละด้านและโดยรวม

ความสำคัญของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้จะทำให้ทราบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากาญจนบุรีเขต 1 ที่มีแบบการเรียนต่างกันจะมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร และนักเรียนที่มีระดับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์แตกต่างกัน จะมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร ซึ่งจากข้อค้นพบที่ได้จากการวิจัย น่าจะเป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถนำไปเป็นข้อมูลพื้นฐานในการปลูกฝังแบบการเรียนที่เอื้อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ และกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เกิดกระบวนการทางด้านความคิด โดยเป็นบุคคลที่คิดเป็น รู้จักคิด และมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาจากสถานการณ์ต่างๆ ที่หลากหลายโดยเป็นไปอย่างสร้างสรรค์ มีความสามารถในการให้เหตุผลและเชื่อมโยงความรู้ และนำไปสู่การประสบความสำเร็จการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากาญจนบุรี เขต 1 ซึ่งมีจำนวน 8 โรงเรียน และมีจำนวนนักเรียนทั้งสิ้น 3,056 คน เป็นนักเรียนชายจำนวน 1,493 คน และนักเรียนหญิงจำนวน 1,563 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคการเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากาญจนบุรี เขต 1 มีจำนวน 8 โรงเรียน แบ่งเป็นนักเรียนชายจำนวน 145 คน และนักเรียนหญิงจำนวน 143 คน รวมทั้งสิ้น 288 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling)

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ (Independent Variables) ที่ศึกษาในครั้งนี้ มี 2 ตัวแปร ได้แก่

1) แบบการเรียนรู้ (Learning styles) จำแนกเป็น 7 รูปแบบ

1.1 แบบการเรียนรู้ที่มีรูปแบบเฉพาะ ได้แก่

1.1.1 แบบหลีกเลี่ยง

1.1.2 แบบร่วมมือ

1.1.3 แบบแข่งขัน

1.2 แบบการเรียนรู้ที่มีรูปแบบผสมผสาน ได้แก่

1.2.1 แบบผสมระหว่างแบบหลีกเลี่ยง-ร่วมมือ

1.2.2 แบบผสมระหว่างแบบหลีกเลี่ยง-แข่งขัน

1.2.3 แบบผสมระหว่างแบบร่วมมือ-แข่งขัน

1.2.4 แบบผสมระหว่างแบบหลีกเลี่ยง-ร่วมมือ-แข่งขัน

2) แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ (Achievement Motive) จำแนกเป็น 3 ระดับ

2.1 แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูง

2.2 แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ปานกลาง

2.3 แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่ำ

2. ตัวแปรตาม (Dependent Variable) คือ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

3. ความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ
4. ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

กรอบแนวคิดในการวิจัย

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน พบว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์มีผลต่อผู้เรียนในด้านความพยายาม ความรับผิดชอบ ในการเรียน และทางด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตลอดจนความสามารถในการเรียนรู้เกี่ยวกับทักษะพื้นฐานและพบว่า แบบการเรียนมีผลทำให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ที่แตกต่างกันออกไป จึงได้กำหนดกรอบแนวคิดของการวิจัยครั้งนี้ ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดของการวิจัย

สมมติฐานในการวิจัย

จากองค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในบทที่ 2 และลักษณะของประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากาญจนบุรี เขต 1 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ และลักษณะการออกแบบการวิจัย ตลอดจนสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยจึงได้กำหนดสมมติฐานของงานวิจัย ดังนี้

1. นักเรียนที่มีระดับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่างกันมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แตกต่างกัน
2. นักเรียนที่มีแบบการเรียนรู้ต่างกันมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ต่างกัน
3. มีผลปฏิสัมพันธ์ระหว่างแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์และแบบการเรียนรู้ต่อทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยรวมและรายด้านซึ่งประกอบด้วย ด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้านความสามารถในการให้เหตุผล ด้านความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ และด้านความสามารถในการเชื่อมโยง

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์** หมายถึง พฤติกรรมของผู้เรียนในความพยายามที่จะกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดให้สำเร็จลุล่วงตามเป้าหมาย โดยคาดหวังว่าการกระทำนั้นจะประสบความสำเร็จ และเมื่อพบกับอุปสรรคก็จะมี ความมุ่งมั่นในการที่จะเอาชนะกับอุปสรรคนั้นโดยหาวิธีการในการเผชิญกับอุปสรรคอย่างไม่ย่อท้อเพื่อบรรลุเป้าหมายที่วางไว้

2. **แบบการเรียนรู้** หมายถึง วิธีการเรียนรู้ ลักษณะของการรับรู้และการตอบสนองหรือมีปฏิสัมพันธ์ต่อสภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้ที่ผู้เรียนแต่ละคนชอบใช้ในการเรียนหรือยึดเป็นแนวทางปฏิบัติในการเรียนรู้ สำหรับการวิจัยครั้งนี้ โดยธรรมชาติของรูปแบบการเรียนรู้ของกลุ่มตัวอย่างมี 2 ลักษณะ คือ แบบการเรียนรู้ที่มีลักษณะเฉพาะหรือมีรูปแบบที่ชัดเจนตามเกณฑ์ที่ผู้วิจัยกำหนด และแบบการเรียนรู้ที่มีลักษณะที่ไม่เฉพาะเจาะจงไปที่แบบการเรียนรู้รูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง

2.1 **แบบการเรียนรู้ที่มีรูปแบบเฉพาะ** หมายถึง แบบการเรียนรู้ที่ผู้เรียนแสดงหรือตอบสนองต่อพฤติกรรมในการเรียนอย่างชัดเจน ตามเกณฑ์การพิจารณาในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง ซึ่งได้แก่ แบบหลีกเลี่ยง แบบร่วมมือ และแบบแข่งขัน

2.1.1 **แบบหลีกเลี่ยง** หมายถึง แบบการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะให้ความสนใจในเนื้อหาวิชาที่เรียนในชั้นเรียนโดยทั่วไป แต่ไม่ชอบการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนกับผู้สอนหรือเพื่อนและไม่ให้ความสนใจใด ๆ ในสิ่งที่เกิดขึ้นในห้องเรียน

2.1.2 **แบบร่วมมือ** หมายถึง แบบการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะให้ความสนใจกับการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน โดยจะมีความรู้สึกยินดีถ้าได้ร่วมแสดงความสามารถของตนเองในกิจกรรมการเรียนการสอนและชอบที่จะทำงานร่วมกับผู้อื่น

2.1.3 แบบแข่งขัน หมายถึง แบบการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะมีความพยายามในการกระทำในสิ่งต่าง ๆ ให้ดีกว่าคนอื่นในชั้นเรียนหรือต้องการที่จะแข่งขันกับเพื่อน ๆ ในชั้นเรียน เพื่อให้ได้ระดับคะแนนที่ดีกว่าหรือได้รับการชมเชยจากผู้สอนซึ่งจะทำให้เกิดความพึงพอใจแก่ตนเอง

2.2 แบบการเรียนรู้ที่มีรูปแบบผสม หมายถึง แบบการเรียนรู้ที่ผู้เรียนแสดงหรือตอบสนองต่อพฤติกรรมในการเรียนรู้ที่ผสมผสาน ไม่เฉพาะเจาะจงตามเกณฑ์การพิจารณาในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งโดยเฉพาะ เป็นการผสมระหว่างแบบหลักเลี้ยง-ร่วมมือ แบบหลักเลี้ยง-แข่งขัน แบบร่วมมือ-แข่งขัน หรือแบบหลักเลี้ยง-ร่วมมือ-แข่งขัน

2.2.1 แบบผสมระหว่างแบบหลักเลี้ยง-ร่วมมือ หมายถึง แบบการเรียนรู้ที่มีลักษณะที่ไม่เฉพาะเจาะจงไปที่แบบหลักเลี้ยงหรือแบบร่วมมือเพียงรูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง โดยผู้เรียนจะให้ความสนใจในเนื้อหาวิชา ที่เรียน มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียน และชอบทำกิจกรรมต่าง ๆ ร่วมกับผู้อื่น

2.2.2 แบบผสมระหว่างแบบหลักเลี้ยง-แข่งขัน หมายถึง แบบการเรียนรู้ที่มีลักษณะที่ไม่เฉพาะเจาะจงไปที่แบบหลักเลี้ยงหรือแบบแข่งขันเพียงรูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง โดยผู้เรียนจะให้ความสนใจในเนื้อหาวิชา ที่เรียน และมีความพยายามในการกระทำสิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ดีกว่าเพื่อน ๆ ในชั้นเรียน

2.2.3 แบบผสมระหว่างแบบร่วมมือ-แข่งขัน หมายถึง แบบการเรียนรู้ที่มีลักษณะที่ไม่เฉพาะเจาะจงไปที่แบบร่วมมือหรือแบบแข่งขันเพียงรูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง โดยผู้เรียนจะให้ความสนใจกับกิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียนและชอบทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างเต็มกำลังความสามารถ เพื่อให้ผลของการกระทำดีกว่าเพื่อน ๆ

2.2.4 แบบผสมระหว่างแบบหลักเลี้ยง-ร่วมมือ-แข่งขัน หมายถึง แบบการเรียนรู้ที่มีลักษณะที่ไม่เฉพาะเจาะจงไปที่แบบหลักเลี้ยง หรือแบบร่วมมือ หรือแบบแข่งขันเพียงรูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง โดยผู้เรียนจะให้ความสนใจทั้งในเนื้อหาวิชาที่เรียน มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน ยินดีทำงานร่วมกับผู้อื่น และใช้ความสามารถของตนเองในการสร้างผลงานที่ดีกว่าผู้อื่น

3. ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเป็นระบบ เพื่อตอบปัญหาของสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง แม่นยำและรวดเร็ว โดยใช้กระบวนการคิดที่มีวิจารณญาณ และมีความรอบคอบในการคิดหาข้อสรุป ซึ่งประกอบด้วยความสามารถ 4 ด้าน ดังนี้

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ต่างๆ สามารถใช้ความรู้และทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์โดยผ่านกระบวนการ วิธีการ ยุทธวิธี หรือเทคนิคต่างๆ ในการแก้ปัญหา เพื่อให้ได้ข้อสรุปหรือผลลัพธ์ที่ถูกต้อง

3.2 ความสามารถในการให้เหตุผล หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการใช้เหตุผลเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุปที่สมเหตุสมผลจากข้อมูลที่กำหนด โดยแสดงให้เห็นแนวความคิดเกี่ยวกับการสร้างแนวคิด ข้อคาดเดา และหาข้อสรุปหรือสนับสนุนข้อสรุปเกี่ยวกับแนวคิดนั้นๆ ได้

3.3 ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์กับสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และสามารถรับรู้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แล้วอธิบายแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้อง

3.4 ความสามารถในการเชื่อมโยง หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการนำเอาความรู้ เนื้อหาสาระ วิธีการ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาแล้วไปใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาสาระหรือสถานการณ์ใหม่ๆ เพื่อพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ได้มากยิ่งขึ้นและสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ ในศาสตร์อื่นๆ หรือนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยนำเสนอหัวข้อดังต่อไปนี้

1. ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์
 - 1.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 1.2 ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
 - 1.3 ความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำเสนอ
 - 1.4 ความสามารถในการเชื่อมโยง
2. แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์
 - 2.1 ความหมายของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์
 - 2.2 ลักษณะของผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์
 - 2.3 ทฤษฎีเกี่ยวกับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์
 - 2.4 บทบาทของครูในการส่งเสริมแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์
 - 2.5 การวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์
3. แบบการเรียนรู้
 - 3.1 ความหมายและความสำคัญของแบบการเรียนรู้
 - 3.2 องค์ประกอบที่มีผลต่อแบบการเรียนรู้
 - 3.3 ทฤษฎีเกี่ยวกับแบบการเรียนรู้
 - 3.4 การวัดแบบการเรียนรู้
4. การวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์
 - 4.1 ข้อสอบอัตนัย
 - 4.2 เกณฑ์การประเมิน
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 5.1 งานวิจัยต่างประเทศ
 - 5.2 งานวิจัยในประเทศ

1. ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ ระเบียบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ทำให้สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็น พื้นฐานในการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนเป็นพื้นฐานในการพัฒนาวิชาการอื่นๆ ดังนั้น ในหลักสูตร การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์จึงได้กำหนดคุณภาพของผู้เรียนว่า ผู้เรียนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีเจตคติที่ดีต่อ คณิตศาสตร์ ตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์ และสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปพัฒนาคุณภาพชีวิต ตลอดจนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และเป็นพื้นฐานในการศึกษา ในระดับที่สูงขึ้นไป ซึ่งการที่ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีคุณภาพจะต้องมีทักษะกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการให้เหตุผล ความสามารถในการ สื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ซึ่งในการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุมาตรฐานด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ดังกล่าว ผู้สอนจะต้องให้โอกาสผู้เรียน ได้ฝึกคิดด้วยตนเองให้มาก โดยการจัดสถานการณ์หรือปัญหาให้เหมาะสมกับศักยภาพของผู้เรียนแต่ละคนหรือ ผู้เรียนแต่ละกลุ่ม ซึ่งอาจจะเริ่มต้นด้วยปัญหาที่ผู้เรียนสามารถใช้ความรู้ที่เรียนมาแล้วมาประยุกต์ก่อน ต่อจากนั้น จึงเพิ่มสถานการณ์หรือปัญหาที่แตกต่างจากที่เคยพบมา โดยหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานได้จัดสาระการเรียนรู้ กลุ่มวิชาคณิตศาสตร์ออกเป็น 6 สาระการเรียนรู้ สาระที่ 1 - 5 เป็นสาระในเชิงเนื้อหา ส่วนสาระที่ 6 เป็นสาระที่ เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และในช่วงชั้นที่ 3 (ม. 1-3) ได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ที่ สอดคล้องกับสาระที่ 6 ไว้ 7 ข้อ ดังนี้

1. ใช้วิธีที่หลากหลายในการแก้ปัญหาได้
2. ใช้ความรู้ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม
3. สามารถแสดงเหตุผลโดยอ้างอิงความรู้ ข้อมูลหรือข้อเท็จจริง หรือสร้างแผนภาพ
4. ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อความหมาย และนำเสนอได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และ รัดกุม
5. เชื่อมโยงความรู้ในเนื้อหาต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ
6. นำความรู้และทักษะที่ได้จากการเรียนคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และในการ ดำรงชีวิต
7. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการทำงาน

จากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานและมาตรฐานการเรียนรู้ดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการให้เหตุผล ความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ เพื่อเป็นการพัฒนาให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในหลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และมีทักษะพื้นฐานที่เพียงพอในการนำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ ๆ โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลรวมถึงวุฒิภาวะของผู้เรียนและจากการวิจัยในครั้งนี้ ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับคือ แนวทางการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเป็นแนวทางให้แก่ผู้สอนที่จะทำให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการในการคิดคำนวณพื้นฐานความสามารถในการคิดตัดสินใจ ตลอดจนพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเต็มศักยภาพ

1.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1.1.1 ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

กาเย่ (Gagne'. 1970: 63) กล่าวถึงความสามารถในการแก้ปัญหว่าเป็นรูปแบบของการเรียนอย่างหนึ่งที่จะต้องอาศัยหลักการที่มีความสัมพันธ์กันตั้งแต่สองประเภทขึ้นไป และใช้หลักการเหล่านั้นรวมกันจนเรียกว่าเป็นความสามารถในการแก้ปัญหา

สตีเฟน และรุดนิก (Stephen; & Rudnick. 1993: 4) ได้ให้ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหว่าเป็นความสามารถในการนำความรู้ ทักษะ และความเข้าใจที่มีอยู่ไปใช้ในการประยุกต์กับสถานการณ์ที่แตกต่างออกไปจากเดิม

ครูลิค และเรย์ (Krulik; & Reys. 1980: 3-4) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาไว้ 3 ประการ ได้แก่

1. การแก้ปัญหาในฐานะที่เป็นเป้าหมายของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (Problem Solving as a Goal) ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นเหตุผลหนึ่งที่สำคัญต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ดังนั้น การแก้ปัญหาจึงเป็นอิสระจากคำถามหรือปัญหาเฉพาะเจาะจงใด ๆ หรือวิธีการและเนื้อหาสาระใด ๆ

2. การแก้ปัญหาในฐานะที่เป็นกระบวนการ (Problem Solving as a Process) สิ่งที่สำคัญเมื่อการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการ คือ วิธีการ ยุทธวิธี หรือเทคนิคเฉพาะต่าง ๆ ที่นักเรียนจำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาแบบต่าง ๆ กระบวนการแก้ปัญหาเหล่านี้จึงเป็นสาระสำคัญและเป็นเป้าหมายของหลักสูตรคณิตศาสตร์

3. การแก้ปัญหาในฐานะที่เป็นทักษะพื้นฐาน (Problem Solving as a Basic Skill) เมื่อการแก้ปัญหาถูกจัดเป็นทักษะพื้นฐาน การเรียนการสอนคณิตศาสตร์จึงให้ความสำคัญกับลักษณะเฉพาะของโจทย์ปัญหาแบบของปัญหา และวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่ควรใช้ จุดเน้นอยู่ที่สาระสำคัญของการแก้ปัญหาที่ทุกคนต้องเรียนรู้ และการเลือกปัญหาและเทคนิควิธีการแก้ปัญหาเหล่านั้น

โพลยา (Polya. 1980: 1) กล่าวว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นการหาแนวทางที่จะหาวิธีการที่จะนำสิ่งที่ไม่รู้ในปัญหา หรือสิ่งที่ยุ่งยากออกไป เป็นการหาวิธีการที่ต้องการความสำเร็จในการแก้ไขกับอุปสรรคที่เผชิญเพื่อที่จะให้ได้ข้อสรุปและคำตอบที่มีความชัดเจน

เคนเนดี (Kennedy. 1994: 81) ได้กล่าวถึง การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ว่าเป็นการแสดงออกเฉพาะของบุคคลในการตอบสนองสถานการณ์ที่เป็นปัญหา ด้วยขั้นตอนตามสถานการณ์นั้นในทันที

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM. 2000: 52) ได้กล่าวถึง ความหมายของการแก้ปัญหว่า การแก้ปัญหา คือ การทำงานที่ยังไม่รู้วิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบในทันที ซึ่งการหาคำตอบของนักเรียนต้องนำความรู้ที่มีอยู่เข้าไปสู่กระบวนการแก้ปัญหา เพื่อที่จะทำให้เกิดความรู้ใหม่ ๆ การแก้ปัญหาไม่ได้มีเป้าหมายเพียงการหาคำตอบ แต่อยู่ที่วิธีการที่จะได้มาซึ่งคำตอบ

ปรีชา เนรัยีนผล (2537: 62) กล่าวว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นการหาวิธีการ เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้แก้ปัญหจะต้องใช้ความรู้ความคิดและประสบการณ์เดิมประมวลเข้ากับสถานการณ์ใหม่ที่กำหนดในปัญหา

จากเอกสารดังกล่าวพอสรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการหาคำตอบซึ่งต้องอาศัยกระบวนการ ความเข้าใจ ประสบการณ์และทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา ซึ่งเกิดจากการฝึกปฏิบัติอย่างต่อเนื่องโดยมีการประยุกต์องค์ความรู้ต่าง ๆ มาใช้เมื่อต้องเผชิญกับปัญหาที่ยุ่งยากและซับซ้อน เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่ถูกต้อง

1.1.2 แนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

โพลยา (ชิตรา ลำดวนหอม. 2546: 36-37; อ้างอิงจาก Polya. 1969) ได้กล่าวว่า การแก้ปัญหทั้งธรรมดาและปัญหาแปลกใหม่ต่างก็มีความสำคัญ แต่มีจุดมุ่งหมายที่ต่างกัน คือ ปัญหาธรรมดามีจุดมุ่งหมายที่เฉพาะเจาะจงเกี่ยวกับการใช้กฎต่าง ๆ เป็นการมุ่งฝึกกระบวนการและความหมาย ไม่ได้ต้องการที่จะให้คิดสร้างหรือ ค้นพบสิ่งใหม่ ๆ ในการหาคำตอบของปัญหา ส่วนปัญหาที่แปลกใหม่นั้นต้องการให้มีการคิดสร้างหรือค้นพบสิ่งใหม่ ๆ ในการหาคำตอบของปัญหา การมีความรู้เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา ทำให้สามารถแก้ปัญหาได้ดี และกระบวนการแก้ปัญหามีบทบาทสำคัญในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพราะคำตอบของปัญหาที่ได้จากกระบวนการแก้ปัญหานั้นจะทำให้เกิดข้อค้นพบใหม่ ๆ และเป็นวิธีการที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับปัญหาอื่น ๆ ได้ โดยกระบวนการแก้ปัญหของ โพลยา (Polya. 1957: 16-17) ประกอบด้วยขั้นตอนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the Problem) นั่นคือ เข้าใจว่าอะไรคือสิ่งที่ไม่รู้ อะไรคือข้อมูล มีเงื่อนไขอะไรบ้าง และเพียงพอที่จะแก้ปัญหาหรือไม่

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา (Devising a Plan) เป็นขั้นที่ค้นหาความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลกับสิ่งที่ไม่รู้โดยใช้บทนิยาม สมบัติและทฤษฎีบทต่าง ๆ ที่ได้ศึกษามาก่อนหน้านี้ การพิจารณาอาจใช้วิธีการต่าง ๆ เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่สามารถดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบได้เช่น การวาดรูป การสร้างตารางวิเคราะห์หรืออื่น ๆ

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา (Carrying out the Plan) เป็นขั้นตอนของการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ และมีการตรวจสอบว่าแต่ละขั้นตอนที่ปฏิบัติถูกต้องหรือไม่

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ (Looking Back) เป็นการตรวจสอบผลที่ได้ในแต่ละขั้นตอนว่าถูกต้องหรือไม่หรืออาจตรวจสอบโดยการแก้ปัญหาวิธีอื่น ๆ แล้วตรวจสอบผลลัพธ์ว่าตรงกันหรือไม่

กาเย่ (Gagne'. 1985: 186-187) กล่าวถึง สำคัญสำคัญของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. ทักษะทางปัญญา (Intellectual Skills) เป็นความสามารถในการนำรูปแบบของกฎ สูตร หรือหลักการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ทักษะทางปัญญาคือความรู้ที่ผู้เรียนเคยเรียนรู้มาก่อน

2. แบบของปัญหา (Problem Schemata) เป็นตัวแทนที่แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจในปัญหา ซึ่งเป็นสิ่งที่มีความจำเป็น ในการที่จะเลือกรูปแบบที่เหมาะสมกับแต่ละชนิดของปัญหา หรือไม่ก็ใช้ การเปรียบเทียบ การแปลง การรวบรวม

3. ยุทธวิธีการวางแผน (Planning Strategies) เป็นส่วนหนึ่งของทักษะทางปัญญาโดยเป็นความสามารถของผู้แก้ปัญหาที่จะเลือกยุทธวิธีในการกระทำที่เหมาะสมและใช้ให้เป็นประโยชน์ เพื่อความสำเร็จตามเป้าหมาย ที่วางไว้

4. การตรวจสอบคำตอบ (Validating the Answer) เพื่อแสดงความสามารถในการตรวจสอบคำตอบ เพื่อความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหา โดยเป็นความสามารถที่แท้จริงในการกำจัดคำตอบที่ผิดพลาดออกไป

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การแก้ปัญหามทางคณิตศาสตร์จะต้องอาศัยความรู้ความสามารถเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาในการหาคำตอบจากสถานการณ์ของปัญหาที่แตกต่างกันออกไป ซึ่ง โพลยา (Polya) ได้อธิบายถึงกระบวนการแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอน ประกอบด้วย ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ขั้นดำเนินการ แก้ปัญหา และขั้นตรวจสอบ นั้นแสดงว่าในการแก้ปัญหามทางคณิตศาสตร์ นักเรียนจะต้องมีกระบวนการในการ แก้ปัญหาเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบของปัญหานั้น ๆ ซึ่งอาจจะทำให้เกิดข้อค้นพบทางคณิตศาสตร์ใหม่ ๆ เกิดขึ้น

1.1.3 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหามทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาได้กล่าวถึงการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหามไว้ ดังนี้

บาร์ดูดี (Baroody. 1993: 2-31; citing Schroeder; & Lester. 1989; Stanic; & Kilpatrick. 1989) ได้กล่าวว่า การสอนการแก้ปัญหามมี 3 ทาง ได้แก่

1. การสอนโดยใช้การแก้ปัญหา (Teaching Via Problem Solving) เป็นการสอนที่จะมุ่งเน้นการประยุกต์ใช้เช่นกัน แนวทางนี้จะใช้ปัญหาเป็นสื่อในการเรียนรู้แนวคิดใหม่ เชื่อมโยงแนวคิดพัฒนาทักษะและสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ กล่าวคือ ใช้ปัญหาในการศึกษาเนื้อหาคณิตศาสตร์ โดยการแสดงความสัมพันธ์ของเนื้อหาในโลกที่เป็นจริง และใช้ปัญหาในการแนะนำทำความเข้าใจเนื้อหา บางครั้งใช้ปัญหาในการกระตุ้นให้เกิดการอภิปราย การใช้ความรู้ในการแก้ปัญหา

2. การสอนเกี่ยวกับการแก้ปัญหา (Teaching about Problem Solving) เป็นการสอนที่เน้นยุทธวิธีการแก้ปัญหาโดยทั่วไป โดยปกติแล้วมักใช้รูปแบบการแก้ปัญหของโพลยา ซึ่งมี 4 ขั้นตอน

3. การสอนการแก้ปัญหา (Teaching for Problem Solving) เป็นการสอนที่เน้นการประยุกต์ใช้ มักใช้กับปัญหาในชีวิตจริงและสถานการณ์ที่กำหนด นักเรียนสามารถประยุกต์และฝึกใช้สมมติและทักษะที่เรียนรู้มาแล้ว เป็นการสอนเนื้อหาสาระหรือทักษะต่าง ๆ ก่อน แล้วจึงเสนอตัวอย่างปัญหา นักเรียนได้รับการฝึกขั้นตอนย่อย ๆ ก่อนที่จะแก้ปัญหา แนวทางนี้ไม่ได้มุ่งเพียงการเรียนรู้ขั้นตอนที่หลากหลาย แต่ยังเรียนรู้การประยุกต์ใช้ความเข้าใจในบริบทที่หลากหลาย

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (สมเดช บุญประจักษ์. 2540: 33; อ้างอิงจาก NCTM. 1991: 57) ได้เสนอแนะเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมที่จะเอื้อให้เกิดการพัฒนาความสามารถของผู้เรียนไว้ดังนี้

1. เป็นบรรยากาศที่ยอมรับและเห็นคุณค่าของแนวคิด วิธีการคิด และความรู้ลึกของนักเรียน
2. ให้อเวลาในการสำรวจแนวคิดทางคณิตศาสตร์
3. ส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำงานทั้งส่วนบุคคลและร่วมมือกัน
4. ส่งเสริมให้นักเรียนได้ลองใช้ความสามารถในการกำหนดปัญหาและสร้างข้อาคดเตา
5. ให้นักเรียนได้ให้เหตุผลและสนับสนุนแนวคิดด้วยข้อความทางคณิตศาสตร์

คณะกรรมการการศึกษาแห่งแคลิฟอร์เนีย (สมเดช บุญประจักษ์. 2540: 33; อ้างอิงจาก California State Department of Education. 1985: 14) ได้ให้ข้อแนะนำสำหรับครูในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา ดังนี้

1. ระบุนุฤติกรรมการแก้ปัญหาให้ชัดเจน
 2. จัดบรรยากาศภายในชั้นเรียนให้นักเรียนได้คิดและแก้ปัญหายู่เสมอ ๆ
 3. ให้โอกาสนักเรียนได้อธิบายแนวคิดในแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหา
 4. มีความเข้าใจว่าแต่ละปัญหามียุทธวิธีการแก้ปัญหได้หลายวิธี การแก้ปัญหานั้นต้องการวิธีการใหม่ ๆ
- นำเสนอปัญหาที่สัมพันธ์กับชีวิตจริงและปัญหาที่ช่วยเพิ่มประสบการณ์ที่จะนำไปประยุกต์ใช้ได้

จากการที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จะเห็นได้ว่า การแก้ปัญหาเป็นพื้นฐานสำคัญในการจัดการเรียนรู้อาคณิตศาสตร์ ครูจะต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกการแก้ปัญหาย่างสม่ำเสมอ เพื่อที่จะช่วยให้นักเรียนมีสามารถเผชิญกับสถานการณ์ของปัญหาที่แตกต่างกัน

ออกไปโดยผู้สอนควรใช้เทคนิคการเรียนรู้และวิธีการสอนที่มีความหลากหลายซึ่งส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์และเป็นการสร้างเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

1.1.4 การวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

สมบุรณ์ ชิตพงษ์ (2538: 56-57) ให้แนวคิดว่าการวัดความสามารถในการแก้ปัญหานั้นไม่ได้มุ่งหวังที่จะตรวจสอบว่าผลลัพธ์ที่ได้จากพฤติกรรมหรือคุณลักษณะที่บุคคลเลือกกระทำหรือปฏิบัตินั้นจะถูกหรือผิด แต่มุ่งหวังว่าบุคคลจะเลือกกระทำหรือปฏิบัติในพฤติกรรมหรือคุณลักษณะที่มีประสิทธิภาพสูงต่อการที่จะจัดการกับปัญหาต่าง ๆ หรือสถานการณ์ที่ต้องเผชิญเท่านั้น ส่วนการที่บุคคลจะสามารถกระทำหรือปฏิบัติตามพฤติกรรมหรือคุณลักษณะที่ตนเลือกหรือไม่นั้นเป็นเรื่องของความสามารถที่ต้องฝึกฝนกันต่อไป

สมมติว่ามีปัญหาที่ต้องการหาทางออก การแก้ปัญหานั้นไม่ได้แสดงว่าบุคคลผู้นั้นมีความสามารถในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์นั้น ซึ่งความสามารถในการแก้ปัญหามีอยู่ 2 ลักษณะเป็นอย่างน้อย คือ

ลักษณะที่หนึ่ง การแก้ปัญหาไม่ถูกหรือหาคำตอบไม่ได้เพราะเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาที่ไม่ถูกต้องหรือวิธีการแก้ปัญหาที่เลือกใช้เป็นวิธีที่ไม่มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหา

ลักษณะที่สอง แก้ปัญหาไม่ถูกทั้ง ๆ ที่เลือกใช้วิธีการที่มีประสิทธิภาพแล้ว คือรู้ว่าจะต้อง แก้ปัญหาให้สำเร็จได้โดยวิธีใด แต่ขาดความสามารถที่จะใช้วิธีการนั้นในการแก้ปัญหาให้สำเร็จได้

การที่นักเรียนทำสิ่งใดไม่สำเร็จหรือแก้ปัญหานั้นไม่ได้ อาจบ่งพร่องในลักษณะที่หนึ่งหรือลักษณะที่สองก็ได้ แต่จากการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ถ้าผลการสอบปรากฏว่านักเรียนตอบไม่ได้ก็จะบอกได้แต่เพียงว่านักเรียนไม่มีความสมารถ แต่ไม่สามารถบอกได้ว่าการไม่มีความสามารถของผู้เรียนนั้นบ่งพร่องตามลักษณะที่หนึ่งหรือลักษณะที่สอง ทั้งนี้เพราะเจตนาในการวัดผลสัมฤทธิ์นั้นต้องการดูผลเบ็ดเสร็จ ซึ่งจะเป็นทั้งผลของการเลือกวิธีการที่ถูกหรือผิด หรือเลือกใช้วิธีการที่ถูกแต่ขาดความสามารถในการใช้วิธีการนั้นให้ได้ผลสำเร็จ ดังนั้น การสอบวัดที่ก่อให้เกิดประโยชน์ในการศึกษาอย่างแท้จริงนั้นต้องสามารถใช้ผลการทดสอบวัดเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องของบุคคลได้สำเร็จจึงจะถือว่าการสอบวัดนั้นมีคุณค่า ถ้าหากการสอบวัดนั้นทราบเพียงแต่ว่าบุคคลนั้นตอบผิด ซึ่งจากวิธีการสอบไม่สามารถชี้แนะได้ว่าผิดเพราะเหตุใดจะเป็นการยากต่อการแก้ปัญหา ความบกพร่องของบุคคลได้ถูกทาง จริงอยู่อาจแก้ปัญหานี้ได้โดยการตรวจสอบผลการสอบใหม่ โดยตรวจสอบว่าบุคคลนั้นเลือกตอบตัวลงใดในข้อสอบแต่ละข้อก็อาจจะช่วยให้ทราบได้ว่าบุคคลนั้นบ่งพร่องอะไร แต่โดยความเป็นจริงแล้วการเลือกตรวจตัวลงก็ไม่สามารถบอกสาเหตุว่าบุคคลนั้นบ่งพร่อง ในลักษณะที่หนึ่งหรือลักษณะที่สองเพราะการที่บุคคลเลือกตอบตัวลง (ตอบผิด) อาจเกิดจากความบกพร่องในลักษณะการใช้วิธีการที่ผิดหรือไม่รู้จักใช้วิธีการนั้น

ลัวัน สายยศ และอังคณา สายยศ (2541: 102-103) ได้กล่าวถึงการสร้างข้อสอบทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า ข้อสอบคณิตศาสตร์ที่ใช้วัดความสามารถในการหาเหตุผลในการแก้ปัญหานั้น ความเข้าใจทางด้านภาษามีอิทธิพลอยู่มากเพราะข้อคำถามจะต้องใช้การอธิบายด้วยภาษาเป็นส่วนใหญ่ เมื่ออ่านโจทย์ไม่เข้าใจแล้วโอกาสที่จะทำถูกต้องจะมีน้อย ดังนั้น ผู้สร้างคำถามหรือโจทย์จะต้องพยายามใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย และมีความเป็นปรนัยในตัวเอง

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นการวัดกระบวนการที่จะได้มาซึ่งคำตอบจากสถานการณ์ของปัญหาที่นักเรียนพบ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่แบบทดสอบจะมาจากสถานการณ์ที่มีความหลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงให้เห็นถึงกระบวนการในการแก้ปัญหาที่แตกต่างไปจากเดิม ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบเป็นข้อสอบแบบปรนัยเพื่อวัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งน่าจะเป็นเครื่องมือวัดที่จะสะท้อนให้เห็นถึงวิธีคิดและความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนจากสถานการณ์ต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี

1.2 ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

1.2.1 ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

โอดาฟเฟอร์ (ชัยรัตน์ สุลำนาจ. 2547: 53; อ้างอิงจาก O'Daffer. 1990: 378) ได้ให้ทัศนะเกี่ยวกับการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ คือ มองว่าการให้เหตุผลเป็นส่วนหนึ่งของการคิดทางคณิตศาสตร์เช่นกันและเป็นการคิดเกี่ยวกับการสร้างหลักการ การสรุปแนวคิดที่สมเหตุสมผล และการหาความสัมพันธ์ของแนวคิดซึ่งทักษะการให้เหตุผลที่มีความสำคัญต่อความสำเร็จทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีอยู่ 2 ประเภท คือ

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) เป็นกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเกี่ยวกับการใช้ข้อมูลในการสร้างหลักการใหม่ ค้นหารูปแบบทั่วไป รูปแบบทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์สถานการณ์ อธิบายสมบัติและโครงสร้างต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปสู่การสรุปเป็นนิมิตหรืออาจกล่าวได้ว่าการให้เหตุผลแบบอุปนัยเกิดจากผลของกรณีเฉพาะหลาย ๆ ตัวอย่าง แล้วนำไปสู่การสรุปเป็นกฎเกณฑ์ทั่วไป

2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) เป็นกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งใช้รูปแบบการลงความเห็นที่สมเหตุสมผลในการสรุปจากหลักฐานที่ปรากฏเป็น การพิสูจน์ข้อสรุปและตัดสินความถูกต้องของขั้นตอนการคิด การให้เหตุผลแบบนี้เป็นการให้เหตุผลที่เป็นระบบตรรกะ เป็นการให้เหตุผลที่ใช้โครงสร้างคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐาน คือ อนิยาม นิยาม สัจพจน์ และทฤษฎีบท อาจกล่าวได้ว่า การให้เหตุผล แบบนิรนัย เป็นการให้เหตุผลที่ใช้ข้อสรุปที่เป็นกฎเกณฑ์ทั่วไปเป็นหลักแล้วจะได้ผลสรุปของกรณีเฉพาะที่สอดคล้องกับกฎเกณฑ์ที่เป็นหลักการที่เป็นจริงเสมอ

อลิซและชีเรล (Alice; & Shirel. 1994: 114) ได้กล่าวถึงการให้เหตุผลไว้ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นส่วนที่ทำให้การแก้ปัญหามุ่งมั่น นักเรียนจะไม่สามารถเข้าใจปัญหา วิเคราะห์ปัญหา หรือวางแผนในการแก้ปัญหาได้หากปราศจากการให้เหตุผล ซึ่งกล่าวได้ว่าการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จะมีความสำคัญควบคู่ไปกับการแก้ปัญหา

นอกจากนี้การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มีความหมายเช่นเดียวกันกับการใช้เหตุผล การคิดทางคณิตศาสตร์และการคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งได้มีนักการศึกษาให้นิยามความหมายต่าง ๆ ไว้ดังนี้

ครูลิค และรูดนิค (Kulik; & Rudnick. 1993: 3) ได้ให้ความหมายของการคิดว่าเป็นความสามารถของผู้เรียนในการได้มาซึ่งข้อสรุปที่สมเหตุสมผลจากข้อมูลที่กำหนด ซึ่งผู้เรียนจะต้องสร้างข้อคาดเดา หาข้อสรุป

จากความสัมพันธ์ของสถานการณ์ปัญหา แล้วแสดงเหตุผล อธิบายข้อสรุปและข้อยืนยันนั้น ข้อสรุปดังกล่าวเป็นการนำมารวมกันเป็นความรู้ใหม่

กรีนวูด (สมเดช บุญประจักษ์. 2540: 35; อ้างอิงจาก Greenwood. 1993: 144) ได้กล่าวถึง การคิดทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นความสามารถในการเข้าใจรูปแบบ ทาสถานการณ์ร่วมของปัญหา ระบุนิยามและ การสร้างยุทธวิธีใหม่ ๆ การคิดทางคณิตศาสตร์ทำให้เกิดวิธีการเชิงระบบสำหรับปัญหาเชิงปริมาณที่เป็นผลของการเรียนรู้และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เป็นการเน้นการเรียนรู้มากกว่าการมุ่งเพียงผลลัพธ์หรือคำตอบ ถ้ามีการสนับสนุนจุดเน้นนี้ให้เกิดขึ้นในการเรียนคณิตศาสตร์จะเป็นประโยชน์ ไม่เพียงแต่การเรียนรู้ในเนื้อหาวิชาเท่านั้น แต่จะเกิดความสามารถในการคิดและให้เหตุผลในตัวนักเรียนด้วย

ซัชชัย คัมทวิพร (2534: 121) ได้ให้ความหมายของการใช้เหตุผลว่า หมายถึง ลักษณะหนึ่งของการคิดที่พยายามอธิบายเหตุการณ์บางอย่าง ไม่ว่าจะเป็นการใช้หลักฐานการสังเกตหรือข้อความต่าง ๆ ที่ได้รับการยอมรับ

ทศนา เขมมณี (2542: 144) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีเหตุผลว่า เป็นการคิดที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อเข้าใจความคิดที่สามารถอธิบายได้ด้วยหลักเหตุผล โดยสามารถจำแนกข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริงโดยใช้หลักเหตุผลแบบนิรนัย และอุปนัย ซึ่งประกอบด้วยทักษะย่อย ๆ ดังนี้

- 1.1 สามารถแยกข้อเท็จจริงและความคิดเห็นออกจากกันได้
- 1.2 สามารถใช้เหตุผลแบบนิรนัยหรืออุปนัย พิจารณาข้อเท็จจริงได้
- 1.3 สามารถใช้เหตุผลทั้งแบบนิรนัยและอุปนัย พิจารณาข้อเท็จจริงได้

จากที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุปได้ว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการใช้เหตุผล เพื่อแสดงให้เห็นแนวความคิดเกี่ยวกับการสร้างหลักการและทำความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดนั้น รวมทั้งค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดและหาข้อสรุปหรือสนับสนุนข้อสรุปเกี่ยวกับแนวคิดนั้นๆ ได้

1.2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเทอร์สโตน

เทอร์สโตน (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2541: 46-47; อ้างอิงจาก Thurstone. 1993) ได้ทำการวิจัยโครงสร้างทางสมองอย่างกว้างขวางและได้ใช้หลักการวิเคราะห์สมัยใหม่ที่เรียกว่า การวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) มาใช้ทำให้สามารถแยกแยะความสามารถทางสมองออกเป็นส่วนย่อย ๆ ได้หลายอย่าง โดยเทอร์สโตนวิเคราะห์องค์ประกอบความสามารถทางสมองของมนุษย์ออกมาได้หลายอย่าง แต่ที่เห็นได้ชัดและสำคัญ ๆ มีอยู่ 7 ประการ คือ

1. องค์ประกอบด้านภาษา (Verbal Factor) องค์ประกอบส่วนนี้ของสมองจะส่งผลให้รู้ถึง ความสามารถด้านความเข้าใจในภาษาและการสื่อสารทั่ว ๆ ไป ผู้ที่มีองค์ประกอบด้านนี้สูงจะมีความสามารถในการอ่านเอาเรื่อง อ่านแบบเข้าใจความหมาย รู้ความสัมพันธ์ของคำ รู้ความหมายของศัพท์เป็นอย่างดี

2. องค์ประกอบด้านความคล่องแคล่วในการใช้ถ้อยคำ (Word Fluency Factor) เป็นความสามารถที่จะใช้คำได้มากในเวลาจำกัด ความสามารถด้านนี้จะส่งผลต่อความสามารถในการเจรจา และการประพันธ์ ทั้งร้อยแก้วร้อยกรองตอบโต้ทันทีทันใด ความสามารถนี้ไม่เหมือนกับองค์ประกอบแรก โดยองค์ประกอบแรกมองความสามารถด้านภาษาในทางความคิดความเข้าใจในภาษา ส่วนองค์ประกอบนี้มองผลในการเจรจาเป็นสำคัญ ดังที่เราเคยเห็นว่า บางคนเขียนเก่งแต่พูดบรรยายแล้วฟังไม่รู้เรื่อง

3. องค์ประกอบด้านจำนวน (Number Factor) องค์ประกอบนี้จะส่งผลให้มีความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์ต่าง ๆ ได้ดี มีความสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ ความหมายของจำนวน และมีความแม่นยำคล่องแคล่วในการบวก ลบ คูณ หารในวิชาเลขคณิตได้อย่างดีด้วย

4. องค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ (Space Factor) ความสามารถในด้านนี้จะส่งผลให้คนเข้าใจถึงขนาดและมิติต่าง ๆ อันได้แก่ ความสั้น ยาว ใกล้เคียง ไกล ไกล และพื้นที่หรือทรวดทรงที่มีขนาดและปริมาตรแตกต่างกัน สามารถจินตนาการให้เห็นส่วนย่อยและส่วนผสมของวัตถุต่าง ๆ เมื่อนำมาซ้อนทับกันสามารถรู้ความสัมพันธ์ของรูปทรงเรขาคณิตเมื่อเปลี่ยนแปลงที่อยู่ได้

5. องค์ประกอบด้านความจำ (Memory Factor) เป็นความสามารถด้านความทรงจำ เรื่องราวและมีสติระลึกจำจนสามารถถ่ายทอดได้ ความจำในที่นี้อาจจะเป็นความจำแบบนกแก้ว หรือจำโดยอาศัยสิ่งสัมพันธ์ได้ ซึ่งถือว่าเป็นความจำในองค์ประกอบนี้ทั้งนั้น

6. องค์ประกอบด้านการสังเกตพิจารณา (Perceptual Speed Factor) องค์ประกอบของสมองด้านนี้ได้แก่ ความสามารถด้านเห็นรายละเอียด ความคล้ายคลึงหรือความแตกต่างระหว่างสิ่งของต่าง ๆ อย่างรวดเร็วและถูกต้อง

7. องค์ประกอบด้านเหตุผล (Reasoning Factor) องค์ประกอบนี้แสดงถึงความสามารถด้านวิจยารณญาณหาเหตุผลค้นหาความสำคัญ ความสัมพันธ์และหลักการทั้งหลายที่สร้างกฎหรือทฤษฎี โดยเทอร์สโตนมองความหมายขององค์ประกอบนี้ในรูปอุปมาและอุปนัย ซึ่งต่อมามีผู้ศึกษาด้านนี้มองว่าจะวัดเหตุผลทั่วไปได้ดีต้องวัดด้วยเลขคณิตเหตุผล (Arithmetic Reasoning)

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์

เพียเจต์ แบ่งพัฒนาการของมนุษย์ออกเป็น 4 ขั้น ซึ่งเด็กในแต่ละขั้นจะมีลักษณะสำคัญดังนี้คือ (ดวงเดือน ศาสตราภรณ์. 2520: 23-74)

1. ขั้นประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว (The Sensory – Motor Period) อายุแรกเกิด ถึง 2 ปี พฤติกรรมของเด็กในวัยนี้ขึ้นอยู่กับ การเคลื่อนไหวเป็นส่วนใหญ่ เด็กจะเรียนรู้สิ่งรอบตัวจากการสัมผัสและการกระทำเท่านั้น เช่น การพูด การกำมือ การไขว่คว้า การร้องไห้ การมอง การดูด ในวัยนี้เด็กแสดงให้เห็นว่ามีสติปัญญาด้วยการกระทำ เด็กสามารถแก้ปัญหาได้แม้ว่าจะไม่สามารถอธิบายได้ด้วยคำพูด เด็กจะต้องมีโอกาสที่จะปะทะกับสิ่งแวดล้อมด้วยตนเองซึ่งถือว่าเป็นสิ่งจำเป็น เด็กจะสนใจสิ่งต่าง ๆ และจะเลียนแบบสิ่งที่พบในตอนปลายของขั้นนี้ เด็กทำสิ่งต่าง ๆ ซ้ำ ๆ ด้วยวิธีต่าง ๆ ที่แปลกออกไป และเริ่มสร้างภาพความคิดในใจได้

2. **ขั้นคิดก่อนปฏิบัติการ (The Period of Preparation Thought)** อายุ 2-7 ปี เป็นขั้นการเตรียมตัวเพื่อปฏิบัติการทางความคิด เด็กจะมีพัฒนาการจากการทำอะไรเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหวมาเป็นการทำอะไรที่ต้องคำนึงถึงสิ่งต่าง ๆ ภายในสมองมากขึ้นและพฤติกรรมเนื่องจากประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหวจะมีน้อยลง ฉะนั้นเขาจึงสามารถเข้าใจสิ่งเกี่ยวกับการอนุรักษ์ การจัดกลุ่มหรือแบ่งหมู่ การจัดเรียงลำดับสิ่งของ อย่างไรก็ตามความสามารถเข้าใจสิ่งกับดังกล่าวยังจำกัอยู่เฉพาะเรื่องที่เป็นรูปธรรมเท่านั้น

3. **ขั้นปฏิบัติการคิดด้วยรูปธรรม (Period of Concrete Operations)** อายุ 7-11 ปี เด็กในวัยนี้สามารถที่จะใช้ปฏิบัติการทางสมองด้านการคิด เริ่มมีความสามารถในการให้เหตุผลแบบตรรกศาสตร์และคิดอย่างมีเหตุผล รู้จักแก้ปัญหาเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นรูปธรรมได้ การท่องในสิ่งต่าง ๆ มีลักษณะ Decentration คือ สามารถมองได้ถึง 2 ลักษณะในเวลาเดียวกัน เช่น สามารถคิดถึงขนาดและน้ำหนัก หรือขนาดและปริมาตร ไปพร้อม ๆ กันได้ ลักษณะเด่นของเด็กวัยนี้คือ ความสามารถในการคิดย้อนกลับ

4. **ขั้นปฏิบัติการคิดด้วยนามธรรม (The Period of Formal Operations)** อายุ 11-15 ปี ขั้นนี้เป็นพัฒนาการทางสติปัญญาขั้นสุดยอด โครงสร้างของสมองจะพัฒนาสูงสุดเมื่ออายุ 15 ปี เด็กเริ่มคิดแบบผู้ใหญ่ โดยจะมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาหรือสรุปเหตุผลอย่างเป็นระบบ สามารถสรุปเหตุผลนอกเหนือจากข้อมูลที่มีอยู่ สามารถเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลตามหลักตรรกศาสตร์ และสามารถคิดสมมติฐานหรือความเป็นไปได้ของเหตุการณ์ต่าง ๆ อย่างสมเหตุสมผลและสรุปกฎเกณฑ์จากการตรวจสอบสมมติฐานที่กำหนดขึ้นด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ สามารถที่จะตั้งสมมติฐาน ทฤษฎี และกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ขึ้น และเห็นว่าความเป็นจริง ที่เห็นด้วยการรับรู้ไม่สำคัญ เท่ากับความคิดถึงในสิ่งที่เป็นไปได้ (Possible) ในขั้นนี้ศักยภาพของเด็กในด้านความคิดจะพัฒนาอย่างมีคุณภาพที่สุด

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของบุคคลนั้นจะเป็นไปตามพัฒนาการทางสติปัญญา โดยจะเป็นไปตามลำดับขั้นซึ่งจากทฤษฎีของเพียเจต์ (Piaget) ที่กล่าวว่าโครงสร้างของสมองจะถูกพัฒนาสูงสุดเมื่ออายุ 15 ปี โดยจะมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาหรือสรุปเหตุผล อย่างเป็นระบบ ทำให้เด็กสามารถที่จะพัฒนาในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ทั้งด้านการหาเหตุผล ค้นหาความสัมพันธ์ และสร้างหลักการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2.3 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

การคิดกับการให้เหตุผลมีส่วนสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดและเป็นพื้นฐานสำคัญของการเรียนรู้ โดยแก้ปัญหาด้วยเหตุนี้ นักศึกษาจึงให้ความสำคัญกับการสอนเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการคิดอย่างมีระบบเหตุผลมากขึ้น โดยได้พยายามศึกษาทดลองเพื่อหาว่าทักษะการคิดอะไรที่จำเป็นและเป็นพื้นฐานของการคิดอย่างมีเหตุผลสอนอย่างไรจึงจะเกิดทักษะที่ต้องการเหล่านี้ ซึ่งได้มีการกล่าวถึง แนวการสอนไว้ 3 แนวทาง คือ แนวทางการสอนเพื่อให้เกิด (Teaching for Thinking) แนวทางการสอนการคิด (Teaching of Thinking) แนวทางการสอน

ที่เกี่ยวกับการคิด (Teaching about Thinking) (สมเดช บุญประจักษ์. 2540: 39; อ้างอิงจาก Brandt. 1984: 3) โดยมีรายละเอียดพอสังเขปดังนี้

1. การสอนเพื่อให้คิด การสอนตามแนวทางนี้เน้นในด้านการสอนเนื้อหาวิชา โดยมีการปรับเปลี่ยนกระบวนการสอนเพื่อเพิ่มความสามารถในด้านการคิดของผู้เรียน
2. การสอนการคิด การสอนตามแนวทางนี้มีจุดเน้นเกี่ยวกับกระบวนการทางสมองที่นำมาใช้ในการคิด โดยเฉพาะ โดยเน้นไปที่ทักษะการคิดหรือเป็นแนวทางที่สอนทักษะการคิดโดยตรง แนวทางในการสอนนั้นจะมีลักษณะที่แตกต่างกันหลายแนวทาง ตามความเชื่อพื้นฐานของผู้จัดที่สร้างแนวทางการสอน
3. การสอนที่เกี่ยวกับการคิด การสอนตามแนวทางนี้เป็นแนวทางที่ใช้การคิดเป็นเนื้อหาสาระของการสอน โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้สิ่งที่เป็นความคิดของตนเอง โดยรู้ว่าตนกำลังคิดอะไร ต้องการรู้อะไร และในขณะที่กำลังคิดอยู่นั้นตนเองรู้อะไรและไม่รู้อะไร ซึ่งสิ่งดังกล่าวนี้จะช่วยให้ผู้เรียนได้เข้าใจถึงกระบวนการคิดของตนเอง อันก่อให้เกิดทักษะที่เรียกว่า การสังเคราะห์ความคิดของตนเอง แนวทางการสอนที่เกี่ยวกับการคิดนี้เริ่มเป็นที่น่าสนใจของนักศึกษาทั่วไปเพิ่มขึ้น โดยเชื่อว่าเป็นแนวทางที่ทำให้ผู้เรียนสามารถควบคุมและตรวจสอบการคิดของตนเองได้ในขณะที่ทำการคิด ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถค้นหาข้อบกพร่องของตนเองได้ ทั้งนี้เพื่อหาแนวทางแก้ไขให้ตรงจุด

จากคำกล่าวที่ว่า “คณิตศาสตร์ คือ การให้เหตุผล” (NCTM. 1989: 29) และการให้เหตุผลเป็นเครื่องมือสำคัญของคณิตศาสตร์ และการดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์ (Baroody. 1993: 2-252) เพื่อให้นักเรียนเห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นวิถีทางที่ดีที่จะทำให้เข้าใจโลกที่เป็นจริง จำเป็นต้องจัดให้การให้เหตุผลแทรกอยู่ในทุกกิจกรรม ของคณิตศาสตร์ นักเรียนจะต้องใช้เวลาจากประสบการณ์ที่หลากหลายในการพัฒนาความสามารถในการสร้าง ข้อสรุปที่สมเหตุสมผลในสถานการณ์ที่กำหนดและประเมิน ข้อสรุปของบุคคลอื่น (NCTM. 1989: 81)

เนื่องจากความสามารถในการคิดและการให้เหตุผลเป็นทักษะที่ต้องใช้การฝึก และฝึกจากประสบการณ์ที่หลากหลายและควรได้รับการฝึกอย่างต่อเนื่อง จากบรรยากาศของชั้นเรียนที่สนับสนุนให้มีการแลกเปลี่ยนความคิด ชี้แจงเหตุผล และแก้ปัญหาร่วมกัน ดังนั้น ในการพัฒนาทักษะการคิดและการให้เหตุผล ควรมีการจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมและแสดงพฤติกรรมในการสืบค้น ค้นหา คาดการณ์ วิธีการพิสูจน์ สังเกตแบบรูป ชี้แจงเหตุผลของแนวคิดโดยอธิบายแบบรูป แสดงด้วยภาพหรือแบบจำลอง และตอบคำถามต่าง ๆ การสร้างข้อความ คาดการณ์ การกำหนดแบบจำลอง (Modeling) และการอธิบาย ซึ่งเป็นลักษณะของการให้เหตุผลเกี่ยวกับสถานการณ์ (Lappan; & Scharm. 1989: 18-19)

นอกจากการเตรียมกิจกรรมให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมและแสดงพฤติกรรมที่เป็นการฝึกทักษะและพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผล โรเวนและมอร์โรว์ (Rowan; & Morrow. 1993: 16-18) ได้ให้ข้อคิดเกี่ยวกับบรรยากาศในชั้นเรียนว่าเป็นสิ่งที่สำคัญมาก ครูต้องจัดบรรยากาศที่แสดงให้นักเรียนเห็นว่า การให้เหตุผลเป็นสิ่งสำคัญกว่าการได้เพียงคำตอบที่ถูกต้อง ซึ่งบรรยากาศในชั้นเรียนต้องไม่ ทำให้นักเรียนรู้สึกหวาดกลัว

เป็นบรรยากาศที่สนับสนุนและส่งเสริมให้นักเรียนได้พูดอธิบายและแสดงเหตุผลของแนวคิด ได้กระทำและสรุป พร้อมทั้งแสดงการยืนยันข้อสรุปแนวคิดนั้น ๆ

สำหรับการพัฒนาทักษะการให้เหตุผล กิลฟอร์ด และฮอฟเนอร์ (Guildford; & Hoepfner. 1971: 28-32) ได้ให้ความเห็นว่า การพัฒนาบุคคลให้มีความสามารถในการให้เหตุผลนั้น ต้องเริ่มจากการส่งเสริมให้บุคคลได้คิดอย่างมีเหตุผล ความสามารถในการให้เหตุผลดังกล่าว เป็นสิ่งจำเป็นที่โรงเรียนควรจัดทำ และเป็นสิ่งที่สามารถฝึกได้โดยสอนควบคู่กับเนื้อหาวิชาปกติ หรือสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เหมาะสมสอดคล้องกับ กรมวิชาการ (2545: 198-199) ที่กล่าวถึงแนวทางในการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลว่า การฝึกให้ผู้เรียนรู้จักคิดและให้เหตุผลอย่างสมเหตุ สมผลนั้นสามารถสอดแทรกได้ในการเรียนรู้ทุกเนื้อหาวิชาของคณิตศาสตร์และวิชาอื่น ๆ นอกจากนี้ยังได้เสนอแนะองค์ประกอบหลักที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถคิดอย่างมีเหตุผลและรู้จักการให้เหตุผลดังนี้

1. ควรให้ผู้เรียนได้พบกับโจทย์หรือปัญหาที่ผู้เรียนสนใจ เป็นปัญหาที่ไม่ยากเกินความสามารถของผู้เรียนที่จะคิดและให้เหตุผล
2. ให้ผู้เรียนมีโอกาสและเป็นอิสระที่แสดงออกถึงความคิดเห็นในการให้เหตุผลของตนเอง
3. ผู้สอนช่วยสรุปและชี้แจงให้ผู้เรียนเข้าใจว่า เหตุผลของผู้เรียนถูกต้องตามหลักเกณฑ์หรือไม่ขาดตกบกพร่องอย่างไร

การเริ่มต้นที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้ และเกิดทักษะในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ผู้สอนควรจัดสถานการณ์หรือปัญหาที่น่าสนใจให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนและคอยช่วยเหลือโดยกระตุ้นหรือชี้แนะอย่างกว้าง ๆ โดยใช้คำถามกระตุ้นด้วยคำว่า “ทำไม” “อย่างไร” “เพราะเหตุใด” พร้อมทั้งให้ข้อคิดเพิ่มเติมอีก เช่น “ถ้า...แล้ว ผู้เรียนคิดว่า...จะเป็นอย่างไร” ถ้าผู้เรียนที่ให้เหตุผลไม่สมบูรณ์ ผู้สอนจะต้องไม่ตัดสินด้วยคำว่า “ไม่ถูกต้อง” แต่อาจใช้คำพูดเสริมแรงและให้กำลังใจว่าคำตอบที่ผู้เรียนตอบมามีบางส่วนที่ถูกต้อง ผู้เรียนคนใดจะให้คำอธิบายหรือให้เหตุผลเพิ่มเติมของเพื่อนได้อีกบ้าง เพื่อให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้ร่วมกันมากยิ่งขึ้น ในการจัดการเรียนรู้ผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดอย่างหลากหลาย โจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดควรเป็นปัญหาปลายเปิด (Open-Ended Problem) ที่ผู้เรียนสามารถแสดงความคิดเห็นหรือให้เหตุผลที่แตกต่างกันได้

จากที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุปได้ว่า ในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ควรเริ่มส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกการคิด การวิเคราะห์ และการสรุปแนวคิดอย่างสมเหตุสมผลภายใต้บรรยากาศที่สนับสนุนให้มีการอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิด และแก้ปัญหาร่วมกัน โดยใช้กิจกรรมที่เน้นให้เกิดการฝึกคิด และการให้เหตุผลควบคู่กันไปตามสถานการณ์ที่กำหนดให้

1.2.4 การวัดความสามารถในการให้เหตุผล

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความสนใจและแบ่งรูปแบบของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผล ไว้ในลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ (2541: 106-136) ได้สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถด้านเหตุผล โดยเน้นความสามารถ 6 ด้าน คือ

1. ด้านการจำแนกประเภท (Classification) เป็นความสามารถในการพิจารณาเปรียบเทียบกับสิ่งต่าง ๆ ว่าอะไรเหมือนกัน มีอะไรต่างกัน เพื่อนำมาสร้างกลุ่มหรือพวกขึ้น จะได้สามารถเปรียบเทียบว่าอะไรแตกต่างไปจากกลุ่มหรืออะไรมีคุณสมบัติเหมือนกันกลุ่มที่กำหนดให้ความสามารถด้านนี้เป็นความสามารถในการแยกแยะหรือวิเคราะห์คุณลักษณะของสิ่งต่าง ๆ นั้นเอง

2. ด้านการอุปมาอุปไมย (Analogy) เป็นความสามารถด้านวิเคราะห์ความสัมพันธ์อันหมายถึงความสามารถในการพิจารณาความเกี่ยวข้องกันของคำ 2 คำ อ้างอิงไปยังความหมายของคำอีก 2 คำ โดยผู้ที่จะมีความสามารถด้านอุปมาอุปไมยจะต้องเป็นผู้ที่มีความสามารถในการมองความหมายเหมือนหรือความหมายต่างของคำได้อย่างคล่องแคล่ว และยังสามารถจัดกลุ่มพวกของคำหรือมโนภาพนั้น ๆ ได้อย่างดีด้วย จึงจะสามารถเอามาเปรียบเทียบอุปมาอุปไมยได้เก่ง

3. ด้านอนุกรมภาพหรืออนุกรมมิติ เป็นความสามารถในการค้นหาระบบความสัมพันธ์ กฎเกณฑ์ของรูปภาพ ซึ่งมีทั้งอนุกรมภาพธรรมดาจะเป็นไปในทิศทางเดียวกันส่วนอนุกรมที่มีทั้งแนวตั้งและแนวนอนจะมีความสัมพันธ์กันในหลายทิศทาง เนื่องจากต้องคิดหลายทิศทางจึงเรียกอนุกรมนี้ว่า อนุกรมมิติ

4. ด้านสรุปความ เป็นแบบทดสอบที่อาศัยภาษาค่อนข้างมากแต่ก็เป็นการใช้ภาษาเพื่อไล่เลียงหาเหตุผล โดยโครงสร้างของตัวคำถามเป็นคณิตศาสตร์อย่างหนึ่งคือ ตรรกวิทยา นั่นคือการเขียนข้อสอบแบบนี้จะประกอบด้วยเหตุใหญ่และเหตุย่อย เมื่อมีเหตุมาเป็นเครื่องพิจารณาแล้วก็สามารถประเมินลงสรุปได้ว่าเป็นอย่างไร

5. ด้านตัวร่วมหรือตัวต่าง เป็นแบบทดสอบที่จะยกสิ่งต่าง ๆ มาให้พิจารณา ส่วนใหญ่เป็นคำหรือจะใช้ภาพแทนก็ได้ เมื่อยกมาแล้วให้ผู้สอบพิจารณาดูตัวร่วมของมันว่าน่าจะเป็นอย่างไร ก่อนจะสามารถหาตัวร่วมหรือมโนภาพซึ่งจะต้องวิเคราะห์ทุก ๆ คำให้ดีอาจจะต้องใช้จินตนาการโยงความสัมพันธ์แต่ละสิ่งอย่างดีแล้วนำมาผสมกลมกลืนเป็นสิ่งที่สามารถรับรู้และเข้าใจได้ตรงกันในที่นี้

6. ด้านการวิเคราะห์ จุดประสงค์ของแบบทดสอบนี้จะให้ผู้ตอบคิดหาความสัมพันธ์เกี่ยวข้องของตัวแปรจากสถานการณ์ที่สมมติขึ้นมาซึ่งการสร้างสถานการณ์จะต้องเขียนให้มีความเกี่ยวพันกันอย่างซับซ้อน มิฉะนั้นผู้อ่านก็ไม่ได้ใช้ความสามารถด้านการวิเคราะห์

บุญชม ศรีสะอาด (2526: 44-51) กล่าวว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลนั้น อาจเป็นทั้งแบบอนุমান อุปมาน หรือเหตุผลทั่ว ๆ ไป โดยแบ่งลักษณะของข้อสอบวัดสมรรถภาพทางเหตุผล ดังนี้

1. แบบอุปมาอุปไมย (Analogy) มี 2 แบบใหญ่ คือ แบบที่เป็นภาษา และแบบที่เป็นรูปภาพ หลักการก็คือจะให้หาความสัมพันธ์ในลักษณะเดียวกันกับความสัมพันธ์ที่กำหนดให้

2. แบบจัดประเภทหรือจัดเข้าพวก (Classification) จะให้คิดพิจารณาว่ามีสิ่งใดที่เป็นประเภทเดียวกันกับสิ่งอื่น หรือมีสิ่งใดที่แตกต่างไม่เข้าพวกกับสิ่งอื่น ๆ มีทั้งแบบที่เป็นรูปภาพกับแบบที่ถามเป็นภาษา แบบที่เป็น รูปภาพจะมีทั้งชนิดที่เป็นภาพที่มีความหมายและภาพที่ไม่มีความหมาย

3. แบบสรุปความ (Inference) จะกำหนดข้อความมาให้แล้วให้พิจารณาว่าจะต้องสรุปความอย่างไร จึงจะถูกด้วยหลักเหตุผลมากที่สุด

4. แบบเรียงลำดับ (Series) มี 2 ประเภท คือ ประเภทที่เป็นตัวอักษร และที่เป็นรูปภาพ

5. แบบแผนภาพทางตรรกศาสตร์ (Logical Diagrams) จะมีแผนภาพ 5 ภาพ แต่ละภาพแสดงความสัมพันธ์ในลักษณะต่าง ๆ ของ 3 พวกที่กำหนดให้ โดยจะมีภาพหนึ่งที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง 3 พวกนั้น ได้ถูกต้องที่สุด

6. แบบวิเคราะห์เหตุผล (Analytical Reasoning) จะมีข้อความหรือชุดของข้อความเป็นข้อ ๆ ให้พิจารณา แล้วตอบคำถามโดยยึดข้อความหรือชุดของข้อความดังกล่าวเป็นหลัก

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นการวัดความสามารถในการคิดที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจในปัญหาที่สามารถอธิบายได้ด้วยหลักเหตุและผล ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบเป็นข้อสอบอัตนัยเพื่อวัดและประเมิน ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยมุ่งให้นักเรียนได้เขียนเพื่อแสดงถึงแนวคิด สร้างข้อสรุปหรือข้อสนับสนุนเกี่ยวกับแนวคิดของตนเองและเป็นการฝึกผู้เรียนให้รู้จักคิดและให้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผล

1.3 ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ

1.3.1 ความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (สมเดช บุญประจักษ์. 2540: 43-44; อ้างอิงจาก NCTM. 1989: 26, 214) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการใช้คณิตศาสตร์สื่อสารว่า การเรียนรู้คณิตศาสตร์และการใช้คณิตศาสตร์สื่อสารมีบทบาทสำคัญที่จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจภาษาของคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นสะพานเชื่อมโยงสาระหรือความคิดที่ไม่เป็นทางการ หรือสามัญสำนึกไปสู่ภาษาที่เป็นนามธรรมและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และยังมีบทบาทสำคัญในการช่วยให้นักเรียนสร้างการเชื่อมโยงที่สำคัญระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับสื่อที่เป็นวัตถุ รูปภาพ กราฟ สัญลักษณ์ต่าง ๆ คำพูดและการแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ การใช้คณิตศาสตร์สื่อสารยังช่วยให้นักเรียนมีความชัดเจนในแนวคิดและเกิดความเข้าใจลึกซึ้งกับสิ่งที่เรียน โดยที่การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการใช้ศัพท์ สัญลักษณ์ และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงแนวคิดและสามารถทำความเข้าใจแนวคิดและความสัมพันธ์ของแนวคิด ดังที่ได้อธิบายความสามารถที่ต้องการให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนเกี่ยวกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. สามารถแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์โดยการพูด การเขียน การสาธิต และการแสดงให้เห็นภาพ
2. สามารถทำความเข้าใจ แปลความหมาย และประเมินแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่นำเสนอโดยการพูด การเขียน หรือภาพต่าง ๆ
3. สามารถใช้ศัพท์ สัญลักษณ์ และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์แสดงแนวคิด อธิบายความสัมพันธ์ และจำลองสถานการณ์

เคนเนดี และทิปส์ (Kennedy; & Tipps. 1994: 181) กล่าวว่า การสื่อสารทางจิตศาสตร์เป็นเป้าหมายที่สำคัญของการเรียนการสอนวิชาจิตศาสตร์ โดยให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับการสื่อสารทางจิตศาสตร์เพราะการสื่อสารจะเป็นตัวเชื่อมโยงระหว่างข้อมูล ความรู้ และสิ่งที่เป็นนามธรรม ไปสู่สัญลักษณ์ทางจิตศาสตร์ และเป็นการนำเสนอแนวคิด แลกเปลี่ยนความรู้

บุญศรี ปราบณศักดิ์ และ ศิริพร จิรวัฒนกุล (2538: 9) ได้สรุปความหมายของการสื่อสารว่า หมายถึง กระบวนการแลกเปลี่ยนและร่วมกันรับรู้เรื่องราวข่าวสารต่าง ๆ โดยมีความเข้าใจร่วมกันต่อสัญลักษณ์ที่แสดงถึงเรื่องราวข่าวสารนั้น ๆ

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (2542: 6) กล่าวว่า การสื่อสาร หมายถึง กระบวนการในการแลกเปลี่ยนข่าวสารระหว่างมนุษย์ภายใต้สภาพแวดล้อมซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามสถานการณ์

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางจิตศาสตร์ และการนำเสนอ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ที่เป็นนามธรรมไปสู่สัญลักษณ์ทางจิตศาสตร์ โดยผ่านกระบวนการถ่ายทอดผ่านสื่อต่าง ๆ โดยอาจจะเป็นการพูด การเขียน การร่วมกิจกรรม ซึ่งจะทำให้เกิดการรับรู้ร่วมกันและมีปฏิกิริยาตอบสนอง เพื่อให้การสื่อสารสัมฤทธิ์ผล

1.3.2 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการสื่อสาร

ทฤษฎีการวิเคราะห์การติดต่อสื่อสาร เป็นทฤษฎีวิเคราะห์การติดต่อสื่อสารระหว่างบุคคล เพื่อให้บุคคลได้รู้จักบุคลิกภาพของตนเองและผู้อื่น จะได้เข้าใจพฤติกรรมในการติดต่อสื่อสารของตนเองและผู้อื่น ตลอดจนเกิดแนวคิดในการส่งเสริมความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลให้เป็นไปในทางสร้างสรรค์ ตามแนวคิดของเบิร์น (สงวน สุทธิเลิศอรุณ. 2542: 106-112; อ้างอิงจาก Berne. 1976)

สาระสำคัญของทฤษฎีการวิเคราะห์การติดต่อสื่อสารประกอบด้วย 4 เรื่อง คือ

1. บุคลิกภาพส่วนตัวของตนเอง เมื่อบุคคลติดต่อกับผู้อื่นจะแสดงพฤติกรรมที่สะท้อนถึงบุคลิกภาพส่วนตัว ซึ่งมี 3 แบบ คือ บุคลิกภาพที่วางตนคล้ายบิดามารดา (Parent Ego-State) บุคลิกภาพแบบผู้ใหญ่ (Adult Ego-State) บุคลิกภาพแบบเด็ก (Child Ego-State) ซึ่งในการติดต่อ สื่อสารระหว่างบุคคล จำแนกได้เป็น 2 แบบ คือ

1.1 การติดต่อสื่อสารแบบเป็นมิตร (Completely Transaction) เป็นการติดต่อสื่อสารด้วยภาษาเชิงพฤติกรรมเดียวกัน

1.2 การติดต่อสื่อสารแบบแสดงความขัดแย้ง (Crossed Transaction) เป็นการติดต่อสื่อสารที่แสดงความขัดแย้ง ไม่ร่วมมือกัน และไม่เป็นที่มิตรต่อกัน เข้าทำนองพูดจาคนละภาษา ทำให้เกิดปัญหาในการสื่อสาร

2. ลักษณะพฤติกรรมการติดต่อสื่อสารระหว่างบุคคล (Stroking) ลักษณะพฤติกรรมการติดต่อสื่อสารระหว่างบุคคล หมายถึง พฤติกรรมที่บุคคลแสดงปฏิสัมพันธ์ต่อกัน อันมีผลกระทบต่ อารมณ์จิตใจ พฤติกรรมดังกล่าวจำแนกเป็น 5 ประเภท คือ

2.1 พฤติกรรมที่ส่งผลทางบวก (Positive Strokes) เป็นพฤติกรรมที่จัดว่าเป็นพฤติกรรมที่ดี ทำให้ผู้รับการสื่อสารรู้สึกพอใจ ดีใจ และภาคภูมิใจ

2.2 พฤติกรรมที่ส่งผลทางลบ (Negative Strokes) เป็นพฤติกรรมที่ไม่ดี ทำให้ผู้รับการสื่อสารเกิดอารมณ์โกรธ อับอาย และกำลังใจถดถอย

2.3 พฤติกรรมที่ให้อย่างมีเงื่อนไข (Conditional Strokes) เป็นพฤติกรรมที่ผู้รับสารได้ข้อเสนอต่าง ๆ อย่างมีเงื่อนไข

2.4 พฤติกรรมหลอกลวง (Plastic Strokes) เป็นพฤติกรรมที่ขาดความจริงใจต่อกันทำให้เกิดปัญหาที่มาจากพฤติกรรมที่หลอกลวง ย่อมทำให้เกิดความโกรธและความไม่พึงพอใจต่อกัน

2.5 พฤติกรรมที่เป็นพิธีการ (Ritual Strokes) เป็นพฤติกรรมที่ประพฤติปฏิบัติตามวัฒนธรรมและประเพณีของสังคม เช่น การไหว้ การทักทาย ปราศรัยของบุคคลที่พบกันโอกาสต่าง ๆ พฤติกรรมดังกล่าวย่อมจะทำให้เกิดความพอใจต่อกัน

3. จุดยืนแห่งชีวิต (Life Position) เป็นการแสดงท่าทางของบุคคลหนึ่ง ๆ ต่อบุคคลอื่น โดยสะสมประสบการณ์จากกระบวนการทางสังคมประกิตในวัยเด็กจนถึงปัจจุบัน ทำให้เกิดเจตคติหรือท่าทีเชิงบวกหรือลบต่อบุคคลในลักษณะที่คล้ายกับจุดยืนของบุคคลว่า ในสถานการณ์หนึ่งของสังคมซึ่งประกอบด้วยตนเองกับผู้อื่นนั้น ตนเองจะอยู่ฝ่ายของตนเองหรือจะเข้ากับฝ่ายของผู้อื่น โดยทั่วไปบุคคลจะมีเจตคติตนเองหรือผู้อื่นแบบใดแบบหนึ่งใน 4 แบบนี้

3.1 ฉันดี แต่คุณเลว (I'm O.K. but you're not O.K.) เป็นการเปรียบเทียบตนเองกับผู้อื่นว่าตนเองเป็นคนดี แต่ผู้อื่นเป็นคนเลว จึงชอบยกตนข่มท่าน หรือกล่าวโทษผู้อื่นเสมอๆ

3.2 ฉันดี และคุณก็ดีด้วย (I'm O.K. but you're O.K.) เป็นการเปรียบเทียบตนเองกับผู้อื่นว่า ตนเองเป็นคนดีและผู้อื่นก็เป็นคนดีด้วย เราจึงคบกันได้

3.3 ฉันเลว แต่คุณดี (I'm not O.K. but you're O.K.) เป็นการเปรียบเทียบตนเองกับผู้อื่นว่าตนเองเป็นคนเลว แต่ผู้อื่นเป็นคนดี เราไม่คู่ควรกัน

3.4 ฉันเลว และคุณก็เลวด้วย (I'm not O.K. but you're not O.K.) เป็นการเปรียบเทียบตนเองกับผู้อื่นว่า ตนเองเป็นคนเลว และผู้อื่นก็เป็นคนเลวด้วย

4. บทบาทตามเกม (Games)

มนุษย์เราอยู่ในสังคมโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในยุคโลกาภิวัตน์ที่การสื่อสารของโลกทันสมัยรวดเร็ว มีทั้งระบบดาวเทียม คอมพิวเตอร์ และอินเทอร์เน็ต ทำให้เราเข้าใจในเพื่อนมนุษย์ซึ่งอยู่ทั่วทุกมุมโลกมากยิ่งขึ้น

McBrige Commission (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. 2540: 185-187) คณะกรรมการชุดนี้ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญ 16 คน ได้ทำการศึกษาศักยภาพทางการศึกษา (An Education Potential) ซึ่งกล่าวว่าความก้าวหน้าของการสื่อสารมวลชน การสื่อสารสารสนเทศและการสื่อสาร สมองกล (Informatics) ได้ขยายตัวกว้างขวางออกไป ทำให้เป็นที่ยอมรับกันว่า การสื่อสารสามารถช่วยสร้างบรรยากาศหรือสภาพแวดล้อมทางการศึกษา (Education Environment) ได้และนับวันที่ระบบการศึกษาลดบทบาทผูกขาดทางการศึกษา การสื่อสารก็เริ่มขยายตัวเข้ามาเป็นสื่อและเป็นวิชาเพื่อการศึกษา แต่ในขณะเดียวกันการศึกษาก็ช่วยส่งสอนให้มนุษย์พัฒนาการสื่อสารให้ดีขึ้น ถ้าวิเคราะห์ในแง่นามธรรมจะเห็นว่า การศึกษาก็คือการสื่อสารเพราะมีองค์ประกอบและกระบวนการสื่อสารครบถ้วน แต่ถ้ามองในทางปฏิบัติหรือในแง่ของรูปธรรมระบบการศึกษากับระบบการสื่อสารมักจะแบ่งแยกอำนาจหน้าที่กัน เช่น อาจแบ่งความรับผิดชอบในการบริหารไปให้กระทรวงศึกษาธิการ กระทรวงคมนาคม และกระทรวงสารสนเทศ (Ministry Information) เป็นต้น

อย่างไรก็ตามจากแง่มุมของการสื่อสารเราก็พอมองเห็นได้ว่า การสื่อสารสามารถมีบทบาทหน้าที่ทางการศึกษาได้ โดยเข้าไปเป็นเครื่องมือหรือกระบวนการอย่างใดอย่างหนึ่งของการศึกษา โดยผสมผสานเป็นเนื้อเดียวกับการศึกษา

ในทัศนะนี้จะมองเห็นบทบาทหน้าที่ของการสื่อสาร 5 ประการด้วยกัน คือ

1. พัฒนาการทางสติปัญญา (Intellectual Development) การสื่อสารเป็นผู้นำตัวสารในลักษณะของความรู้และประสบการณ์ไปให้ผู้รับสารที่กำลังเรียนหนังสืออยู่ในระบบโรงเรียนและที่พ้นจากโรงเรียนแล้ว ชาวที่เสนอทางสื่อมวลชนเป็นประจำทุกวันนับได้ว่าเป็นข่าวสารพลวัต (Dynamic Information) ที่มีประโยชน์ต่อการประเทืองปัญญาและปฏิภาณไหวพริบของประชาชนที่จะต้องดำรงชีวิตอยู่ในสังคมสมัยใหม่ที่เคลื่อนไหวเปลี่ยนแปลงรวดเร็ว

2. การสร้างบุคลิกภาพแนวใหม่ (New Framework for the Personality) อาณาจักรของการสื่อสารได้ครอบคลุมไปทั่วทุกสถานที่และทุกเวลา ประชาชนเปลี่ยนวิถีชีวิตในการทำงานและในการใช้เวลาว่าง พัฒนาใช้เวลาไม่ใช่น้อยในการรับข่าวสารหรือเล่นอยู่กับเครื่องมือสื่อสาร ผู้ที่เข้ามาอยู่ในอาณาจักรของการสื่อสาร ส่วนใหญ่ต้องเปลี่ยนบุคลิกภาพเดิมมาเป็นบุคลิกภาพใหม่หรือคนใหม่ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าข้อมูลข่าวสารและความคิดใหม่ๆ จากใกล้และไกลเข้ามามีอิทธิพลต่อทัศนคติ การใช้ความรู้และเหตุผลในการตัดสินใจ รวมทั้งพฤติกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันของเขามากขึ้นทุกทีนั่นเอง

3. การปรับภูมิปัญญาเข้าสู่มาตรฐานเดียวกัน (Intellectual Standardization) ข้อมูลข่าวสารที่เสนอผ่านสื่อมวลชนไปยังมวลชน เช่น ข่าวในหน้าหนังสือพิมพ์ รายการนิตยสารทางอากาศ รายการยอดนิยมทางโทรทัศน์ หรืออื่น ๆ ล้วนทำให้ความรู้ ความคิด หรือแม้แต่ความสามารถของสื่อมวลชน ผู้รับสารปรับเข้าสู่มาตรฐานเดียวกันหรือใกล้เคียงกัน ทั้งนี้เพราะภาษาที่ใช้และเนื้อหาที่เสนอของสื่อมวลชนส่วนใหญ่มักมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน ทำให้คุณสมบัติเด่นของกลุ่มต่าง ๆ ในสังคมลดน้อยลงและนำไปสู่ลักษณะแม่พิมพ์เดียวกัน (Stereotypes)

นอกจากนั้นยังมีการนำเอาปรัชญาทางการศึกษามาใช้ในการจัดการและผลิตเนื้อหา สื่อมวลชนเกิดมีรายการวิทยุกระจายเสียงหรือวิทยุโทรทัศน์เพื่อการศึกษาของประชาชนทั้งประเภทอุปนัย (Informal) และรูปนัย (Formal) เพิ่มมากขึ้น แม้แต่หนังสือพิมพ์ในหลายประเทศก็ได้มีการพัฒนาเนื้อหาที่และเนื้อหา เพื่อการศึกษาของผู้อ่านที่คาดว่าจะอยู่ในวัยเรียนหรือผู้ใหญ่ความรู้ ในบางประเทศได้มีการจัดตั้งสถานีวิทยุกระจายเสียงและโทรทัศน์เพื่อการศึกษาโดยเฉพาะ ซึ่งได้กลายเป็นสื่อมวลชนอิเล็กทรอนิกส์อีกประเภทหนึ่งที่มีการดำเนินงานร่วมกันระหว่างนักสื่อสารทางวิทยุ โทรทัศน์ และนักการศึกษา

แต่การมุ่งให้การศึกษาในลักษณะต่าง ๆ ดูเหมือนจะไม่ค่อยประสบความสำเร็จเท่าที่ควร นักคิดและนักวิชาการยังเป็นห่วงเป็นใยกับ “ประสิทธิผล” “อิทธิพล” “ผลกระทบ” และโดยเฉพาะ “ประโยชน์” และ “ประสิทธิภาพ” ของการสื่อสารมวลชนอยู่อีกมิใช่น้อย การให้การศึกษาแบบอุปนัยอาจจะหย่อนเกินไป และแบบรูปนัยก็อาจจะตึงเกินไป ทั้งในแง่การบริหารงานสื่อสารมวลชนและในแง่จิตวิทยาของผู้รับสาร จึงได้มีการคิดค้นวิธีการให้การศึกษาทางสื่อมวลชนในแบบใหม่ขึ้นมา เรียกว่า “การศึกษานอกโรงเรียน” (Non-Formal Education) ยืนอยู่บนพื้นฐานปรัชญาที่เรียกว่า “การศึกษาเพื่อชีวิต” (Learning to be) มีความประสงค์ที่จะให้สื่อมวลชน สื่อระหว่างบุคคลและสื่อกลุ่มเข้ามาร่วมในกระบวนการให้การศึกษาเพื่อการทำมาหากิน และดำเนินชีวิตปกติสุขในสังคมประเทศและสังคมโลก

4. บทบาทหน้าที่ของโรงเรียน (School's Function) ในเมื่อการสื่อสารถูกนำไปผูกพันกับระบบการศึกษาของสังคมมากขึ้นในแบบอุปนัยและรูปนัย การศึกษานอกโรงเรียนก็เท่ากับว่าบทบาทหน้าที่ของการสื่อสารยิ่งเข้าไปเกี่ยวข้องกับการศึกษาในแนวลึกลงไปทุกที ดูคล้ายกับว่าการสื่อสารถูกผลักดันหรือชักชวนให้เข้าไปอยู่ในอาณาบริเวณของระบบการศึกษาเลยทีเดียว แต่ในขณะเดียวกัน โรงเรียนและสถาบันการศึกษาก็พยายามทำตนเองให้เป็นประชาคมของการสื่อสาร โดยการปรับปรุงการสื่อสารระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนให้ดีขึ้นด้วยปรัชญาประชาธิปไตยทางการศึกษา ในแง่การสื่อสารก็คือการสร้างกลไกการตอบสนองกลับและความมีส่วนร่วมในกระบวนการสื่อสาร เนื้อหา และวัสดุอุปกรณ์ การสอนที่ก้าวหน้าทันสมัยเท่ากับว่าโรงเรียนช่วยทำหน้าที่ส่วนหนึ่งของสื่อมวลชนและสื่อมวลชนก็ทำหน้าที่เป็นส่วนหนึ่งของโรงเรียนนั่นเอง โรงเรียนจะเป็นสื่อมวลชนไม่ได้และสื่อมวลชนจะเป็นโรงเรียนก็ไม่ได้เหมือนกัน

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การสื่อสารมีบทบาทที่สำคัญอย่างยิ่งในการศึกษา โดยจะเป็นตัวเชื่อมโยงองค์ความรู้ต่าง ๆ ให้เกิดขึ้น ซึ่งการสื่อสารอาจจะเข้ามาเป็นสื่อในการเรียนการสอนและเป็นวิชาเพื่อการศึกษา ในขณะเดียวกันการศึกษาก็จะช่วยพัฒนาให้บุคคลสามารถสื่อสารได้ดีขึ้นด้วย ดังนั้น จึงเป็นหน้าที่ของทุกคนไม่ว่าจะเป็นตัวนักเรียน ครูผู้สอน หรือผู้ปกครองที่จะต้องช่วยกันพัฒนาบทบาทของการสื่อสารให้มีประสิทธิภาพ เพื่อให้การศึกษาเกิดประสิทธิผล

1.3.3 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ

เป้าหมายของการพัฒนาความสามารถในการใช้คณิตศาสตร์สื่อสาร คือ มุ่งพัฒนาให้ผู้เรียนมีความรู้ ทักษะ และความสามารถทางคณิตศาสตร์ และใช้ความรู้ ทักษะ และความสามารถเหล่านั้นในการสื่อสารแนวคิด ใน กิจกรรมที่ต้องใช้คณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การพัฒนาให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมายดังกล่าว สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (สมเดช บุญประจักษ์. 2540: 45-46; อ้างอิงจาก NCTM. 1989: 26) ได้เสนอแนะเกี่ยวกับกิจกรรมการพัฒนาว่า ควร เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการดำเนินการอย่างเต็มที่ ในกิจกรรมการสืบค้น การสืบเสาะ การพรรณนา และการอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมการใช้คณิตศาสตร์สื่อสารโดยการอ่าน การพูด และแสดงแนวคิด ควรจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนในชั้นได้มีโอกาสมีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน มีโอกาสชี้แจงแนวคิด อธิบายเหตุผล และชวนเชื่อให้บุคคลอื่น เห็นด้วยกับแนวคิดของตนเองจะเป็นการฝึกทั้งการพูดและการฟัง กิจกรรมดังกล่าวจะช่วยให้นักเรียนได้สร้างความรู้ เรียนรู้ที่จะรับฟังแนวคิดในลักษณะต่าง ๆ และทำให้เกิด ความเข้าใจชัดเจนในแนวคิดของตนเอง ดังนั้น การพูด การอ่าน การเขียนและการแสดงแนวคิดในลักษณะต่าง ๆ เป็นกุญแจสำคัญในการพัฒนาทักษะการสื่อสาร

โรเวนและมอร์โรว์ (Rowan; & Morrow. 1993: 9-11) ได้เสนอแนะแนวทางในการส่งเสริมการใช้ คณิตศาสตร์สื่อสาร ดังนี้

1. การใช้สื่อรูปธรรม (Physical Materials)
2. การใช้ความสนใจ และความสัมพันธ์ของหัวข้อทางการเรียน เช่น การสำรวจ โครงงาน และงาน ที่เกี่ยวข้องกับความสนใจของนักเรียนซึ่งเป็นสื่อที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้สื่อสารโดยตรงและกิจกรรมเช่นนี้ช่วยให้ นักเรียนเห็นคุณค่าทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นประโยชน์ในการดำเนินชีวิต และเป็นเรื่องราวที่เกี่ยวข้องและใกล้ตัว นักเรียน จะทำให้การใช้คณิตศาสตร์สื่อสารเป็นไปอย่างสมบูรณ์
3. การใช้คำถามปลายเปิด (Open - Ended) เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดและแสดงการตอบสนอง ออกมา คำถามปลายเปิดจะเป็นคำถามที่ให้ออกาสนักเรียนได้คิดอย่างหลากหลายและการคิดอย่างสร้างสรรค์ การส่งเสริมการใช้คณิตศาสตร์สื่อสารรวมไปถึงการให้นักเรียนได้ตั้งคำถามกับตนเอง ซึ่งจะนำไปสู่การค้นพบตามที่ เขาสนใจ
4. การเขียนสื่อสารแนวความคิดเป็นสิ่งสำคัญและควรให้นักเรียนได้ฝึกฝนเพื่อให้นักเรียนเห็นว่า การเขียนเป็นส่วนที่มีความสำคัญต่อการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ นักเรียนต้องเข้าใจว่าทำไมจึงต้องเขียนเป็น นั้นคือ เป้าหมายของการเขียนต้องชัดเจนกับนักเรียน
5. ใช้กลุ่มแบบร่วมมือและช่วยเหลือกัน (Cooperative & Collaborative Group) การให้นักเรียน นั่งเรียนเป็นแถวและนั่งประจำโต๊ะของตนเอง ไม่ได้ส่งเสริมให้เกิดการอภิปราย การจัดกลุ่มให้นักเรียนร่วมมือและ ช่วยเหลือกันในการเรียนรู้เป็นโอกาสให้นักเรียนได้สำรวจแนวคิด อธิบายแนวคิดกันในกลุ่มและเป็นการส่งเสริม การสื่อสารโดยตรง

6. การชี้แนะโดยตรงและชี้แนะทางอ้อม (Overt & Covert Cues) การตอบสนองต่อคำถามของนักเรียน การบริหารและจัดระบบชั้นเรียน เป็นการชี้แนะให้นักเรียนทราบถึงสิ่งที่คาดหวังและมาตรฐานของการเรียนรู้ เพื่อที่นักเรียนจะแสดงแนวคิดเหล่านั้นได้อย่างไม่ต้องกังวล

การจัดการเรียนรู้ให้เกิดความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เช่น ในวิชาพีชคณิต เป็นการฝึกทักษะให้ผู้เรียนรู้จักวิเคราะห์ปัญหา สามารถเขียนปัญหาในรูปของตาราง กราฟ หรือข้อความ เพื่อสื่อสารความสัมพันธ์ของจำนวนเหล่านั้น ขั้นตอนในการดำเนินการเริ่มจาก การกำหนดโจทย์ปัญหาให้ผู้เรียนวิเคราะห์ กำหนดตัวแปร เขียนความสัมพันธ์ของตัวแปรในรูปของสมการหรือสมการตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด แล้วดำเนินการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการทางพีชคณิต

การจัดการเรียนรู้ให้เกิดความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ มีแนวทางในการดำเนินการ ดังนี้

1. กำหนดโจทย์ปัญหาที่น่าสนใจ และเหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน
2. ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติและแสดงความคิดเห็นด้วยตนเอง โดยผู้สอนช่วยชี้แนะแนวทางการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

การพัฒนาความสามารถนี้จะต้องทำอย่างต่อเนื่องโดยสอดแทรกอยู่ทุกขั้นตอนของการจัด การเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ ให้ผู้เรียนคิดตลอดเวลาที่เห็นปัญหาว่า ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น จะมีวิธีการแก้ปัญหอย่างไร และเขียนรูปแบบความสัมพันธ์ของตัวแปรเป็นอย่างไร จะใช้ภาพ ตาราง หรือกราฟใดช่วยในการสื่อสาร

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การที่จะพัฒนาให้ผู้เรียนมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ผู้สอนจะต้องจัดการเรียนการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนมีความรู้และสามารถนำความรู้ เหล่านั้นไปใช้ในการส่งเสริมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยการอ่าน การพูด การเขียนเพื่อแสดงแนวคิด และเพื่อให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กัน ซึ่งจะเป็นการพัฒนาให้ผู้เรียนสามารถอธิบายแนวคิดของตนเองให้ผู้อื่นได้รับฟังและเกิดความเข้าใจอย่างถูกต้องและชัดเจน ในขณะเดียวกันผู้เรียนก็ต้องพัฒนาความสามารถทางการสื่อสารของตนเอง เพื่อที่จะรับความรู้ที่ผู้สอนได้ถ่ายทอดออกมาได้ดียิ่งขึ้น

1.3.4 การวัดความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายและการนำเสนอ

การวัดและประเมินการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์โดยการสื่อสารแนวความคิดนั้น มีนักการศึกษาได้แสดงทัศนะไว้ดังนี้

เลสเตอร์ และโครล (สมเดช บุญประจักษ์. 2540: 48-51; อ้างอิงจาก Lester; & Kroll. 1991: 278-282) ได้เสนอเทคนิคการประเมินผลในชั้นเรียนว่าสามารถประเมินได้จาก

1. การสังเกตและสอบถาม

การสังเกตและสอบถามนักเรียนขณะที่นักเรียนกำลังทำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ซึ่งจะทำให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับทักษะกระบวนการคิด เจตคติ และความเชื่อ จากการสังเกตสามารถทำได้ทั้งอย่างไม่เป็นทางการหรือจากการสัมภาษณ์

การเลือกคำถามที่จะถามในขณะที่ทำการสังเกตเป็นสิ่งสำคัญ ในชั้นเรียนปกติมีหลายเหตุผลในการถามคำถาม เช่น ถามเพื่อกระตุ้นให้คิด ถามเพื่อชี้แนะ ถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ หรือถามเพื่อให้นักเรียนรู้ว่าเพื่อนรู้อะไร

ครูควรบันทึกการสังเกต โดยอาจบันทึกลงในบัตรบันทึก แบบสำรวจรายการ แบบมาตราประมาณค่า หรือแบบบันทึกสำหรับการบันทึกการสังเกต โดยการสังเกตเป็นวิธีที่ดีที่สุดในการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการคิดและการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

2. การตรวจผลงาน

เป็นการพิจารณาถึงกระบวนการแก้ปัญหา โดยพิจารณาว่านักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาอย่างไร ไม่ได้ให้ความสำคัญกับผลลัพธ์ที่ได้เป็นหลัก มีวิธีการตรวจผลงานนักเรียนที่สำคัญ 2 วิธี คือ

2.1 การตรวจให้คะแนนแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหา (Analytic Scoring) จะเป็นการตรวจให้คะแนนโดยการกำหนดระดับหรือจุดการให้คะแนนในแต่ละระดับพฤติกรรม ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา เช่น ในแต่ละขั้นตอนจะได้คะแนนตั้งแต่ 0-2 ดังรายละเอียดต่อไปนี้

(1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

- 0 : ไม่เข้าใจปัญหาทั้งหมด
- 1 : ไม่เข้าใจปัญหาบางส่วนหรือแปลความหมายผิด
- 2 : เข้าใจปัญหาถูกต้อง

(2) ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

- 0 : ไม่ทำอะไรเลยหรือวางแผนผิดทั้งหมด
- 1 : วางแผนถูกต้องบางส่วน ขึ้นอยู่กับการแปลความส่วนที่ถูกต้อง
- 2 : แผนที่วางไว้ไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง ถ้าดำเนินการอย่างถูกต้อง

(3) ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

- 0 : นักเรียนคำนวณผิด
- 1 : แก้ปัญหาได้บางส่วน
- 2 : กำหนดปัญหาถูกต้องและคำนวณถูกต้อง

(4) ขั้นตรวจสอบผล

- 0 : ไม่มีคำตอบหรือตอบผิด เป็นผลมาจากวางแผนผิด
- 1 : ลอกคำตอบผิด คำนวณผิด (บางส่วนของปัญหาที่มีหลายคำตอบ)
- 2 : ตอบถูกต้อง ตอบตรงตามที่ปัญหาถาม

2.2 การตรวจให้คะแนนภาพรวม (Holistic Scoring) เน้นการให้คะแนนภาพรวมของผลการแก้ปัญหา ให้คะแนนตามกฎเกณฑ์ที่กำหนดที่สัมพันธ์กับกระบวนการคิดในการแก้ปัญหาให้คะแนนหนึ่งค่าสำหรับผลของ

การแก้ปัญหาทั้งหมด ซึ่งต่างจากการให้คะแนนในแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหา ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนเป็นดังนี้

0 คะแนน เมื่อปรากฏข้อใดข้อหนึ่งต่อไปนี้

- กระดาษว่างเปล่า
- ลอกข้อมูลในปัญหา แต่ไม่ใช้ข้อมูลเหล่านั้นในการแก้ปัญหาหรือนำมาใช้ แต่ไม่ได้ทำให้เกิดความเข้าใจในปัญหาชัดเจนขึ้น

- คำตอบไม่ถูกต้องและไม่ได้แสดงสิ่งอื่นใดเลย

2 คะแนน เมื่อปรากฏข้อใดข้อหนึ่งต่อไปนี้

- มีการแสดงวิธีหาคำตอบโดยลอกข้อมูลที่ยังบอกถึงความเข้าใจในปัญหาบางอย่าง และแนวทางที่ใช้จะไม่นำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง
- ใช้ยุทธวิธีไม่เหมาะสมและพยายามแก้ปัญหา และไม่มีการคิดหายุทธวิธีอื่น พยายามใช้แนวทางเดียวที่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้
- พยายามที่จะหาเป้าหมายย่อย แต่ไม่ได้แสดงออกมา

2 คะแนน เมื่อปรากฏข้อใดข้อหนึ่งต่อไปนี้

- ใช้ยุทธวิธีไม่เหมาะสมและได้คำตอบไม่ถูกต้อง แต่ผลงานต้องแสดงถึงความเข้าใจปัญหา
- ใช้ยุทธวิธีที่เหมาะสม แต่
 - 1) ไม่ได้ดำเนินการมากพอที่จะได้คำตอบ
 - 2) ดำเนินการไม่ถูกต้อง นำไปสู่คำตอบที่ผิดหรือหาคำตอบไม่ได้
- ได้คำตอบของปัญหาย่อย แต่ไม่สามารถทำต่อได้
- ได้คำตอบที่ถูกต้อง แต่ไม่แสดงรายละเอียดของการแก้ปัญหา

3 คะแนน เมื่อปรากฏข้อใดข้อหนึ่งต่อไปนี้

- ดำเนินการตามยุทธวิธีที่จะนำไปสู่คำตอบ แต่เข้าใจผิดบางส่วนของปัญหาหรือละเอียดเกินไปบางประการในปัญหา
- เลือกยุทธวิธีที่เหมาะสมแต่
 - 1) ตอบปัญหาผิด ด้วยเหตุผลที่ไม่ชัดเจน
 - 2) ได้จำนวนที่เป็นคำตอบที่ถูกต้องของปัญหา แต่ไม่ได้ตอบปัญหาหรือตอบปัญหาไม่ถูกต้อง
 - 3) ไม่ได้ตอบคำถาม

- ตอบคำถามถูกต้องและเลือกยุทธวิธีที่เหมาะสม แต่ดำเนินการตามยุทธวิธีไม่สมบูรณ์

4 คะแนน เมื่อปรากฏข้อใดข้อหนึ่งต่อไปนี้

- มีข้อผิดพลาดในการดำเนินการแก้ปัญหาด้วยยุทธวิธีที่เหมาะสม แต่ข้อผิดพลาดไม่ได้ส่งผลให้เข้าใจปัญหาผิด หรือไม่รู้จะดำเนินการยุทธวิธีอย่างไร แต่เป็นเพราะลอกผิดหรือคำนวณผิดมากกว่า
- เลือกยุทธวิธีที่เหมาะสมและดำเนินการได้คำตอบถูกต้อง

3. การประเมินผลจากการเขียนในลักษณะ

การเขียนนับว่าเป็นส่วนสำคัญของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ การประเมินผลจากการเขียน สามารถพิจารณาได้จาก 3 ลักษณะ คือ

3.1 การเขียนรายงานผลของตนเอง (Self-Report) เหมาะสำหรับใช้ประเมินความรู้สึกและความเชื่อเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ มากกว่าที่จะใช้วัดพฤติกรรมการแสดงออก ควรใช้การเขียนรายงานของตนเองประกอบการประเมินแบบอื่น ๆ

3.2 การเขียนรายงานในชั้นหรือการบ้าน เหมาะสมที่จะใช้ประเมินความเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และใช้เป็นข้อมูลสำหรับครูในการวางแผนบทเรียนต่อไป

3.3 การเขียนในการสอบ ส่วนใหญ่แล้วการเขียนเกี่ยวกับคณิตศาสตร์มักจะเป็นการเขียนในการทดสอบ

4. ประเมินจากผลงานที่เก็บรวบรวมไว้ในแฟ้มข้อมูลรายบุคคล โดยปกติแล้วแฟ้มข้อมูลรายบุคคลจะรวบรวมข้อมูลทั้งจากการสอบ จากการทำงานและผลงานอื่น ๆ ที่เป็นจุดสำคัญที่จะนำมาประเมินผลรวมสุดท้ายเพื่อให้เกรด

5. การทดสอบนั้นแบบทดสอบโดยทั่วไปมักจะเน้นให้นักเรียนหาคำตอบที่ถูกต้องของปัญหาไม่ได้เน้นถึงกระบวนการคิดแก้ปัญหา ดังนั้น ในการสร้างแบบทดสอบเพื่อวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนควรที่จะกำหนดข้อคำถามที่มุ่งประเมินกระบวนการคิดแก้ปัญหาของนักเรียน

เกณฑ์การประเมินผลการเรียนรู้โดยการสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ได้จำแนกเกณฑ์การประเมินทางคณิตศาสตร์ โดยการสื่อสารแนวความคิด ออกเป็น 3 ด้าน คือ (Kennedy; & Tipps. 1994: 112)

1. ภาษาคณิตศาสตร์ (Mathematics Language)

- 1.1 ใช้ภาษาคณิตศาสตร์อย่างไม่เหมาะสม
- 1.2 ใช้ภาษาคณิตศาสตร์เหมาะสมเป็นบางครั้ง
- 1.3 ใช้ภาษาคณิตศาสตร์เหมาะสมเกือบทุกครั้ง
- 1.4 ใช้ภาษาคณิตศาสตร์อย่างเหมาะสม ถูกต้อง ชัดเจน

2. การใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ (Representation)

- 2.1 ไม่ใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์
- 2.2 ใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เป็นบางครั้ง
- 2.3 ใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์อย่างเหมาะสมเกือบทุกครั้ง
- 2.4 ใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์อย่างถูกต้องเหมาะสมทุกครั้ง

3. การนำเสนอแนวคิด (Presentation)

- 3.1 การนำเสนอไม่ชัดเจน (ไม่สมบูรณ์ ขาดรายละเอียด เนื้อหาสับสน)
- 3.2 การนำเสนอชัดเจนบางส่วน
- 3.3 การนำเสนอชัดเจนเกือบสมบูรณ์
- 3.4 การนำเสนอชัดเจนสมบูรณ์ (เป็นระบบ สมบูรณ์ มีรายละเอียดครบ)

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การวัดความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำเสนอ เป็นการวัดความสามารถในการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนออกมาโดยการเขียนอธิบายถึงความเข้าใจในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบเป็นข้อสอบอัตนัยเพื่อวัดและประเมินความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำเสนอของนักเรียน โดยมุ่งให้นักเรียนได้เขียนเพื่อแสดงถึงแนวคิดในลักษณะต่างๆ ที่เป็นการใช้ความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนมาสื่อสารออกมาในรูปของสัญลักษณ์และข้อความทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง

1.4 ความสามารถในการเชื่อมโยง

1.4.1 ความหมายของการเชื่อมโยง (Connections)

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (สมบัติ แสงทองคำสุก. 2545: 33; อ้างอิงจาก NCTM. 1991: 102) ได้ให้ความหมายของการเชื่อมโยง คือ การผสมผสานแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องกันให้รวมเป็นองค์ประกอบเดียวกัน ซึ่งแบ่งออกเป็น

1. การเชื่อมโยงภายในวิชา เป็นการนำเนื้อหาภายในวิชาเดียวกันไปสัมพันธ์กันให้ผู้เรียนได้ประยุกต์ความรู้ และทักษะไปใช้ในชีวิตจริง ช่วยให้นักเรียนทำความเข้าใจถึงความแตกต่างของเนื้อหาวิชารวมทั้งพืชคณิต เรขาคณิต และตรีโกณมิติ ซึ่งจะทำให้การเรียนของผู้เรียนมีความหมาย

2. การเชื่อมโยงระหว่างวิชา เป็นการรวมศาสตร์ต่าง ๆ ตั้งแต่ 2 สาขาขึ้นไป ภายใต้หัวข้อที่เกี่ยวข้องกัน ให้มาสัมพันธ์กัน เช่น วิชาคณิตศาสตร์กับวิชาวิทยาศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ สังคม กีฬา หรือศิลปะ เป็นการเรียนรู้โดยใช้ความรู้ ความเข้าใจและทักษะในวิชาต่าง ๆ มากกว่า 1 วิชาขึ้นไป จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งและตรงกับสภาพชีวิตจริง

ดอสเซย์ และคนอื่น ๆ (Dossey; & other. 2002: 81) ได้กล่าวถึงการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่า ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์สร้างขึ้นได้ทันทีขณะเกิดการเรียนรู้ โดยสร้างการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ใหม่และความรู้ส่วนหนึ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้ว

จากที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุปได้ว่า ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการนำความรู้ เนื้อหาสาระ วิธีการ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาแล้วไปใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาสาระหรือสถานการณ์ใหม่ ๆ เพื่อพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ได้มากยิ่งขึ้น และสามารถนำความรู้ ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในศาสตร์วิชาอื่น ๆ หรือนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

1.4.2 คณิตศาสตร์กับการเชื่อมโยง

เคนเนดี้ และทิปส์ (Kennedy; & Tipps. 1994: 194-198) กล่าวว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ มีความสำคัญ นักเรียนจะต้องรู้จักสร้างการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่เป็นรูปธรรม ได้แก่ รูปภาพ แผนภาพ สัญลักษณ์ และโมเดลกับกระบวนการ รวมเนื้อหาและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน และจะต้องรู้จักสร้างการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง

การเชื่อมโยงควรสร้างให้เกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอในระหว่างการเรียนการสอน คือ ให้นักเรียนปฏิบัติงานหรือกิจกรรมแล้วแปลงกิจกรรมเหล่านั้นออกมาเป็นรูปภาพ แผนภาพ แผนภูมิ แผนผัง กราฟ สัญลักษณ์ต่าง ๆ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ กับชีวิตจริง เกิดขึ้นได้มากมาย โดยผู้สอนสามารถให้นักเรียนปฏิบัติงานที่จะเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับวิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา ศิลปะ คหกรรม และกิจกรรมในวิชาต่าง ๆ

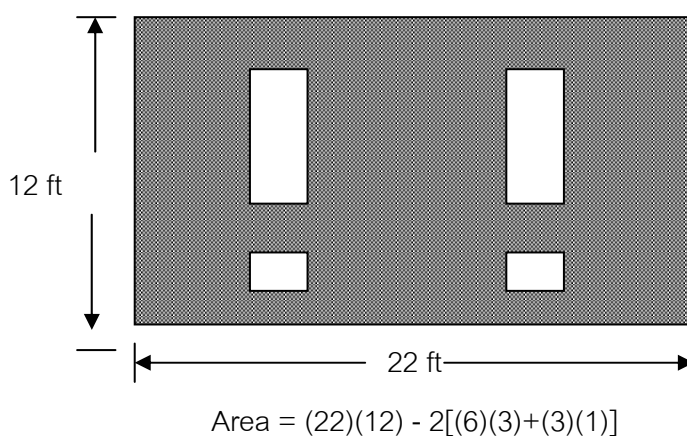
เคนเนดี้ และทิปส์ ได้ยกตัวอย่างที่แสดงถึงวิธีที่ครูสามารถทำการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์ต่าง ๆ และสังเขปรวบรัด ดังนี้

1. คณิตศาสตร์กับวิทยาศาสตร์ เช่น การจดบันทึกอุณหภูมิ การวัดความเร็วลม แรงดันอากาศ การส่งมนุษย์ไปดวงจันทร์ การโคจรของดาวเคราะห์ การกำหนดมาตราส่วน และการสร้างแบบจำลองของระบบสุริยะจักรวาล
2. คณิตศาสตร์กับสังคมศึกษา เช่น นาฬิกา น้ำ นาฬิกาทราย การสร้างพีระมิดในอียิปต์ การศึกษาการออกแบบพรม ถ้วยชาม และตะกร้าที่ใช้หลักสมมาตรและทรงลูกบาศก์ การแบ่งแยกอาชีพที่มีเครื่องแบบและไม่มีเครื่องแบบ เช่น นักวิจัย บริกร คนงานโรงงาน ทหาร และ पुलिस การเปรียบเทียบส่วนที่สูงที่สุดและต่ำที่สุด
3. คณิตศาสตร์กับศิลปะ เช่น การวัดระยะของกระดาษเพื่อตัดขอบผนัง การกำหนดมาตราส่วนของฉากละคร การวาดภาพทัศนียภาพต่าง ๆ
4. คณิตศาสตร์กับสุขศึกษา เช่น การวัดความสูงของนักเรียน การบันทึกผลในรูปแบบตารางและกราฟ การหาปริมาณแคลอรีจากการอ่านฉลากข้อมูลโภชนาการข้างกล่องผลิตภัณฑ์ การวัดระดับคอเลสเทอรอล
5. คณิตศาสตร์กับการอ่าน และศิลปะทางภาษา เช่น การหารูปแบบของคำ การแยกประเภทของคำ การวิจัยรากศัพท์ของภาษาคณิตศาสตร์ การวิจัยและเขียนเรื่องราวของนักคณิตศาสตร์ที่มีชื่อเสียง การวิเคราะห์ข้อความเพื่อบอกจำนวนพยัญชนะ

6. คณิตศาสตร์กับการศึกษาทางกายภาพ เช่น การนับจำนวนรอบของการกระโดดเชือก การจัดวางพื้นที่ของการเล่น การจับเวลาระหว่างการแข่งขัน

ดอสเซย์ และคนอื่น ๆ (Dossey; & other. 2002: 81-83) ได้อธิบายเกี่ยวกับการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนว่า นักเรียนที่สามารถเชื่อมโยงมโนคติทางคณิตศาสตร์ได้หลากหลายจะพัฒนาความเข้าใจในคณิตศาสตร์ได้มากยิ่งขึ้น การเชื่อมโยงทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหา และสามารถทำนายการอ้างเหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้คล่องแคล่วขึ้น นอกเหนือจากการใช้เครื่องมืออื่น ๆ ในการแก้ปัญหา มโนคติ หรือเนื้อหาในวิชาคณิตศาสตร์ที่มีการเชื่อมโยง ช่วยให้นักเรียนมองคณิตศาสตร์แบบบูรณาการ เราเคยแยกคณิตศาสตร์เป็นวิชาย่อย ๆ เช่น เรียน Pre-Algebra แล้วค่อยมาเรียนพีชคณิตและเรขาคณิต ตามลำดับ ทำให้นักเรียนมองวิชาคณิตศาสตร์ไม่สัมพันธ์กัน แม้ว่าคอร์สก่อนหน้านี้อาจจะเป็นพื้นฐานความเข้าใจในคณิตศาสตร์ระดับสูงก็ตาม การแยกเนื้อหาออกจากกันทำให้นักเรียนไม่สามารถสร้างการเชื่อมโยงที่ทำให้เข้าใจภาพรวมของคณิตศาสตร์ การเรียนที่เน้นการเชื่อมโยงจะทำให้นักเรียนมีรากฐานที่ดีในการเรียนคณิตศาสตร์ต่อไป

สมบัติการแจกแจงนับเป็นตัวอย่างที่ดีของมโนคติทางคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงเนื้อหาเข้าด้วยกัน สมบัติการแจกแจงแสดงบทบาทสำคัญในเรื่องการคูณจำนวนเต็มบวก การคูณที่ตัวคูณมีเลขโดดถึง 3 ตัว เช่น 8×172 ทำให้ง่ายขึ้นโดยใช้สมบัติการแจกแจงเป็น $(8 \times 100) + (8 \times 70) + (8 \times 2)$ นอกจากนี้ สมบัติการแจกแจงยังช่วยให้นักเรียนในการหาพื้นที่ที่แข็งแรง ดังภาพประกอบ 2 (Dossey, et al. 2002: 82) ซึ่งสมบัติการแจกแจงไม่ได้ใช้ แยกตัวประกอบและแทนค่าในประโยคพีชคณิตเท่านั้น แต่ยังนำไปใช้กับผลคูณเชิงสเกลาร์ในเวกเตอร์และเมทริกซ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ขั้นสูง ครูสามารถช่วยให้นักเรียนเชื่อมโยงเพื่อให้เกิดความเข้าใจคณิตศาสตร์ในวงกว้างได้



ภาพประกอบ 2 แสดงการใช้สมบัติการแจกแจงหาพื้นที่แข็งแรง

Dossey, John A, et al. (2002). Mathematics Methods and Modeling for Today's Mathematics Classroom. *A contemporary Approach to Teaching Grade 7-12*. P.82.

นักเรียนต้องรู้จักเริ่มการสร้างการเชื่อมโยงตั้งแต่ระดับชั้นประถมศึกษา ครูอาจจะชี้แนะให้นักเรียนเกิด การเชื่อมโยงทางเรขาคณิตในระบบพิกัดฉาก โดยให้พิสูจน์ว่า เส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานตัดแบ่งครึ่งซึ่ง กันและกัน สามารถใช้วิธีการหาจุดกึ่งกลางของเส้นทแยงมุมทั้งสองเพื่อพิสูจน์ข้อความดังกล่าว

ครูสามารถแนะนำกระบวนการเชื่อมโยงให้กับนักเรียน โดยการให้งานที่ครูออกแบบขึ้นซึ่งเป็นงานที่แสดง การเชื่อมโยงกับโมเมนต์ของของเรื่องที่เคยเรียนมาแล้ว เช่น การสำรวจลำดับฟีโบนacci (Fibonacci Sequence) 1, 2, 3, 5, 8, 13, ... สามารถเชื่อมโยงกับแบบรูปและฟังก์ชันก่อกำเนิด เมื่อศึกษาต่อไปก็จะนำไปสู่ความรู้เรื่อง อัตราส่วนทอง สี่เหลี่ยมมุมฉาก และประยุกต์เข้ากับงานศิลปะ การออกแบบ การเชื่อมโยงกับสาขาวิชาต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ เชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์นั้นมีความสัมพันธ์และมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เพราะจะช่วยให้พัฒนาการเรียนการสอนในชั้นเรียนให้เป็นไปอย่างหลากหลาย ซึ่ง ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่สามารถเข้าใจถึงปัญหาได้เป็นอย่างดี

1.4.3 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

กรมวิชาการ (2544: 200-202) กล่าวว่า ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ต้องการให้ผู้เรียนมีความรู้ และมีพื้นฐานในการที่จะนำไปศึกษาต่อนั้น จำเป็นต้องบูรณาการเนื้อหาต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน เช่น การใช้ความรู้ในเรื่องเซตในการให้คำจำกัดความ หรือบทนิยามในเรื่องต่าง ๆ เช่น บทนิยามของฟังก์ชันในรูป ของเซต บทนิยามของลำดับในรูปของฟังก์ชัน

นอกจากการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ด้วยกันแล้ว ยังมีการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับ ศาสตร์อื่น ๆ โดยใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ และใช้ในการแก้ปัญหา เช่น ในเรื่องการเงิน การคิด ดอกเบี้ยเงินต้น ก็อาศัยความรู้ในเรื่องเลขยกกำลัง และผลบวกของอนุกรมในงานศิลปะ และการออกแบบบางชนิด ก็ใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิต

วรารณ มีหนัก (2545: 35) ได้นำเสนอเกี่ยวกับองค์ประกอบที่ช่วยพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงความรู้ ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ มีดังนี้

- (1) มีความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์อย่างเด่นชัดในเรื่องนั้น
- (2) มีความรู้ในเนื้อหาที่จะนำไปใช้เชื่อมโยงกับสถานการณ์หรืองานอื่น ๆ ที่ต้องการเป็นอย่างดี
- (3) มีทักษะในการมองเห็นความเกี่ยวข้องเชื่อมโยงระหว่างความรู้ และทักษะ/กระบวนการที่มีเนื้อหานี้ กับงานที่เกี่ยวข้อง
- (4) มีทักษะในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อสร้างความสัมพันธ์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับ ศาสตร์อื่นๆ หรือคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ที่เกี่ยวข้อง
- (5) มีความเข้าใจในการแปลความหมายของคำตอบที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ว่ามีความเป็นไปได้ หรือสอดคล้องกับสถานการณ์นั้น อย่างสมเหตุสมผล

ในการจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์นั้น ผู้สอนอาจจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ปัญหา สอดแทรกในการเรียนรู้อยู่เสมอ เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นการนำความรู้ เนื้อหาสาระ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มาใช้ในการเรียนรู้เรื่องใหม่หรือนำความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มาแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนเห็นความเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หรือเห็นการนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้กับชีวิตประจำวัน

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ในการจัดการเรียนการสอนที่ต้องการให้ผู้เรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยง และมีพัฒนาการในเรียนรู้ ผู้สอนควรจัดกิจกรรมหรือให้ปัญหาที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิด สามารถบอกแนวคิด และแสดงเหตุผลได้ โดยที่ผู้สอนไม่ควรดูเฉพาะคำตอบที่หาได้จากการคำนวณเท่านั้น จะต้องพิจารณาร่วมกับการให้เหตุผลประกอบที่สมเหตุสมผลด้วย

2. แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

2.1 ความหมายของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

มันักจิตวิทยา และนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่าง ๆ กันต่อไปดังนี้

แมคเคลแลนด์ และคณะ (McClelland & Others. 1953: 110-111) ได้ให้ความหมายของ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ (Achievement motive) ว่าเป็น ความปรารถนาของบุคคลที่จะกระทำการสิ่งใดสิ่งหนึ่งให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี แข่งขันกันด้วยมาตรฐานอันดีเลิศ (Standard of Excellence) หรือทำให้ดีกว่าบุคคลอื่นที่เกี่ยวข้อง มีความพยายามที่จะเอาชนะอุปสรรคต่าง ๆ โดยไม่ย่อท้อ มีความสบายใจเมื่อประสบความสำเร็จ และมีความวิตกกังวลเมื่อประสบความล้มเหลว

แอทคินสัน (Atkinson. 1966: 240-241) ได้อธิบายว่าแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เป็นแรงผลักดันที่เกิดขึ้นเมื่อบุคคลรู้ตัวว่าการกระทำของตนเองต้องได้รับการประเมินจากตนเองหรือบุคคลอื่น โดยเทียบกับมาตรฐานอันดีเลิศ ผลจากการประเมินอาจเป็นสิ่งที่พอใจเมื่อกระทำจนสำเร็จ หรือไม่พอใจเมื่อกระทำไม่สำเร็จ

ฮิลการ์ด (Hilgard. 1976: 153) ได้ให้ความหมายของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ว่าเป็นแรงจูงใจชนิดหนึ่งที่ทำให้บุคคลมีการกระทำเพื่อบรรลุเป้าหมาย (Goal) ด้วยมาตรฐานอันดีเลิศ (Standard of Excellence)

เฮอร์แมน (พิทักษ์ วงแหวน. 2546: 27; อ้างอิงจาก Hermans. 1970: 353) กล่าวว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์เป็นความต้องการได้รับผลสำเร็จจากการกระทำในสิ่งที่ยาก ต้องการเอาชนะอุปสรรคและบรรลุถึงมาตรฐานอันดีเลิศ ต้องการเป็นคนเก่ง มีความสามารถในการแข่งขันและเอาชนะคนอื่น ๆ ต้องการเพิ่มการยอมรับตนเอง โดยการบรรลุความสำเร็จในกิจกรรมที่เป็นอัจฉริยะ

สปาฟฟอร์ด ฟิส และกรอสเซอร์ (พิทักษ์ วงแหวน. 2546: 27; อ้างอิงจาก Spafford, Pesce & Grosser. 1997: 3) ได้ให้ความหมายของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ว่าหมายถึง ความตั้งใจของบุคคลแต่ละคนที่จะกระทำการต่าง ๆ ให้ดี เพื่อบรรลุความสำเร็จที่ตั้งใจอย่างดีเลิศ

พัชรภรณ์ เขียงแก้ว (2540: 4) ได้ให้ความหมายของ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ว่าหมายถึง ความเพียรพยายามที่จะประสบความสำเร็จในสิ่งที่เป็นที่ยอมรับของผู้อื่น มีความกระตือรือร้น และความทะเยอทะยานที่จะมุ่งสู่งานที่ดีเลิศ ทำงานโดยไม่ย่อท้อต่ออุปสรรค มีความรับผิดชอบรับรู้คุณค่าของเวลา และรู้จักเลือกเพื่อนร่วมงาน

อารี พันธุ์มณี (2542: 182) ได้ให้ความหมายของ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ว่าเป็นความปรารถนาของบุคคลที่จะกระทำกิจกรรมต่าง ๆ ให้ดีและประสบความสำเร็จ

พงษ์พันธ์ พงษ์โสภา (2542: 104) ได้ให้ความหมายของ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ว่าเป็นแรงจูงใจที่ทำให้บุคคลมีความต้องการที่จะกระทำสิ่งต่าง ๆ ทั้งในหน้าที่การงานและเรื่องส่วนตัวให้สำเร็จลุล่วง

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2543: 224-225) ได้ให้ความหมายของ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ว่าเป็นแรงจูงใจที่บุคคลกระทำการต่าง ๆ ให้ได้รับความสำเร็จ ซึ่งบุคคลที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูง จะมีความพยายาม ความอดทน ทำงานมีแผน ตั้งระดับความหวังไว้สูงและพยายามที่เอาชนะอุปสรรคต่าง ๆ เพื่อให้งานสำเร็จลุล่วงไปได้ ส่วนผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่ำจะมีลักษณะการทำงานที่ไม่มีเป้าหมายหรือตั้งเป้าหมายง่าย ๆ เพราะกลัวความล้มเหลวในการทำงาน

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ หมายถึง ความพยายามของผู้เรียนที่จะกระทำการสิ่งใดสิ่งหนึ่งให้สำเร็จลุล่วงตามเป้าหมาย โดยคาดหวังว่าการกระทำนั้นจะประสบความสำเร็จ และเมื่อพบกับอุปสรรคก็มีความมุ่งมั่นในการที่จะเอาชนะโดยหาวิธีการในการเผชิญกับอุปสรรคนั้นอย่างไม่ย่อท้อ

2.2 ลักษณะของผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

มีนักจิตวิทยาและนักการศึกษาหลายท่านได้อธิบายลักษณะของผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ไว้ดังนี้

กิลฟอร์ด (สุพจน์ สิ้นสุวงศ์วัฒน์. 2527: 22; อ้างอิงจาก Guilford. 1959: 437-439) ได้กล่าวถึงลักษณะของบุคคลที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ไว้ดังนี้

1. มีความทะเยอทะยาน ความปรารถนาที่จะทำกิจกรรมให้สำเร็จ
2. มีความเพียรพยายามที่จะทำงานให้สัมฤทธิ์ผล
3. มีความอดทน เต็มใจที่จะลำบากแม้จะยากเย็นเพียงใดก็ตาม เพื่อมุ่งทำกิจกรรมให้สำเร็จ ถึงแม้ว่าจะเสียเวลานาน

แมคเคลแลนด์ (McClelland. 1969: 104) ได้กล่าวถึง แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ว่าเป็นดัชนีของควมมีคุณภาพของทรัพยากรมนุษย์อย่างหนึ่งและได้กำหนดลักษณะของผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูง ไว้ดังนี้

1. เป็นผู้ที่ยพยายามบากบั่นกระทำการกิจกรรมต่างๆ ให้สำเร็จมากกว่าที่จะกระทำเพื่อหลีกเลี่ยงความล้มเหลว
2. จะเลือกทำงานที่เหมาะสมกับความสามารถของตนเองให้ประสบความสำเร็จ ดังนั้น การกำหนดเป้าหมายการทำงานจึงไม่ยากหรือง่ายต่อความสำเร็จมากเกินไป
3. เป็นผู้ที่มีความคิดว่างานทุกอย่างจะสำเร็จก็เพราะความตั้งใจจริงของตนเองเท่านั้น มิใช่เพราะว่าโอกาสอำนวยให้ และไม่เชื่อในสิ่งมหัศจรรย์

4. การกระทำกิจกรรมใด ๆ นั้นมุ่งหวังเพื่อให้บรรลุมาตรฐานของตนเองไม่ได้มีจุดมุ่งหมายหลักอยู่ที่รางวัลหรือชื่อเสียง

เฮอ์แมน (Hermans. 1970: 353-363) ได้สรุปลักษณะของผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ไว้ดังนี้

1. มีระดับความทะเยอทะยาน (Aspiration level)
2. มีความคาดหวังอย่างมากว่าตนจะประสบความสำเร็จ ถึงแม้ว่าผลจากการกระทำนั้นขึ้นอยู่กับโอกาส (Risk – taking behavior)
3. มีความพยายามที่จะนำไปสู่สถานภาพทางสังคมที่สูงขึ้น (Upward mobility)
4. มีความอดทนที่จะทำงานยาก ๆ ได้เป็นเวลานาน (Persistence)
5. เมื่องานที่กำลังทำอยู่ถูกขัดจังหวะ หรือถูกรบกวนก็จะพยายามทำงานสำเร็จ (Task tension)
6. มีความรู้สึกที่เวลาเป็นสิ่งที่ไม่หยุดนิ่ง และสิ่งต่าง ๆ จะผ่านพ้นไปอย่างรวดเร็วจึงควรรีบทำสิ่งต่าง ๆ ใ้ทันเวลา (Time perception)

7. คำนึงถึงเหตุการณ์ในอนาคตมาก (Time perspective)
8. เลือกเพื่อนร่วมงานที่มีความสามารถเป็นอันดับแรก (Partner choice)
9. ต้องการให้ตนเองเป็นที่รู้จัก โดยพยายามทำงานของตนให้ดี (Recognition behavior)
10. พยายามปฏิบัติงานให้ดียิ่งอยู่เสมอ (Achievement behavior)

แอทคินสัน (ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. 2543: 226-227; อ้างอิงจาก Atkinson. 1964) ได้อธิบายว่า ในสถานการณ์หนึ่ง ๆ ผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ จะมีความพยายามที่จะทำงานนั้นให้สำเร็จโดยการเปรียบเทียบกับมาตรฐาน ซึ่งถ้าผลงานสูงกว่าหรือเท่ากับเกณฑ์มาตรฐาน ก็ถือว่าประสบความสำเร็จตามความคิดของบุคคลผู้นั้น แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์จะขึ้นอยู่กับ 3 องค์ประกอบ คือ

1. ความคาดหวัง (Expectation) หมายถึง การคาดการณ์ไว้ล่วงหน้าถึงผลการกระทำของตน บุคคลที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูงจะคาดการณ์ล่วงหน้าถึงความสำเร็จของงาน
2. สิ่งล่อใจ (Incentive) ความพึงพอใจที่ได้รับจากการทำงาน เช่น งานที่ตนเองสนใจหรือถนัดมีผลตอบแทนสูง ถ้ามีสิ่งล่อใจเป็นที่พอใจของบุคคลก็จะทำให้มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูงด้วย
3. แรงจูงใจจากความพึงพอใจในการแสวงหาความสุขและหลีกเลี่ยงความผิดหวัง ซึ่งคนเรานั้นกระทำการใดก็ย่อมหวังได้รับความสุข ความพอใจในการกระทำ ต้องการความสำเร็จและกลัวความล้มเหลว

ประกายทิพย์ พิชัย (2539: 9) ได้กล่าวถึงลักษณะของผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียน ไว้ดังนี้

1. มีความทะเยอทะยานทางการเรียน
2. มีการพึ่งตนเองทางการเรียน
3. ความกระตือรือร้นทางการเรียน
4. ความรับผิดชอบต่อตนเองทางการเรียน
5. การวางแผนการเรียน

พงษ์พันธ์ พงษ์โสภา (2542: 140) ได้กล่าวถึงลักษณะของผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูง ไว้ดังนี้

1. เป็นผู้ที่มีความบากบั่น พยายาม อดทนเพื่อจะทำงานให้บรรลุเป้าหมาย
2. ต้องการงานให้ดีที่สุด โดยเน้นถึงมาตรฐานที่ดีเลิศของความสำเร็จ
3. ชอบความท้าทายของงาน โดยมุ่งทำงานสำคัญให้ประสบความสำเร็จ
4. แสดงถึงความรับผิดชอบเกี่ยวกับงาน
5. ชอบแสดงออกถึงความคิดสร้างสรรค์
6. ทำงานอย่างมีหลักเกณฑ์เป็นขั้นตอน และมีการวางแผน
7. ชอบยกเหตุผลมาประกอบคำพูดอยู่เสมอ
8. อยากให้ผู้อื่นยกย่องว่าทำงานเก่ง

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2543: 199) ได้กล่าวถึงบุคคลที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูงจะมีลักษณะดังนี้

1. มีความกล้าคิด กล้าทำ กล้าตัดสินใจ กล้าเผชิญกับความสำเร็จ หรือความล้มเหลว
2. มีความมุ่งมั่นพยายาม ชอบงานที่ท้าทายความคิด และความสามารถ
3. มีความเชื่อมั่นในตนเอง มีความรับผิดชอบต่อตนเอง รู้หน้าที่และภารกิจของตนเอง
4. มีความรอบรู้ในการตัดสินใจ และติดตามผลในการตัดสินใจของตนเอง
5. มีความสามารถในการคาดการณ์ไวล่วงหน้าอย่างแม่นยำ
6. มีความสามารถที่จะเลือกงานที่ประสบความสำเร็จได้มาก และด้วยความสามารถที่มีอยู่

สรุปได้ว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ หมายถึง ความพยายามของผู้เรียนที่จะกระทำให้สิ่งหนึ่งให้สำเร็จลุล่วงตามเป้าหมาย โดยคาดหวังว่าการกระทำนั้นจะประสบความสำเร็จ และเมื่อพบกับอุปสรรคก็มีความมุ่งมั่นในการที่จะเอาชนะโดยหาวิธีการในการเผชิญกับอุปสรรคนั้นอย่างไม่ย่อท้อ

2.3 ทฤษฎีเกี่ยวกับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

มีนักจิตวิทยา และนักการศึกษาได้กล่าวถึงทฤษฎีของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ไว้ดังนี้

ทฤษฎีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของแมคเคลแลนด์ (McClelland's Achievement Motivation Theory)

แมคเคลแลนด์ (McClelland. 1953: 110-111) กล่าวถึงทฤษฎีของตนเองในแง่คิดเกี่ยวกับพฤติกรรมของมนุษย์ว่า มนุษย์ทุกคนต้องการได้มาซึ่งความสำเร็จทุกครั้งก่อนการตัดสินใจเข้าร่วมทำงานสิ่งใดสิ่งหนึ่งนั้นต้องมั่นใจว่าจะได้รับผลตอบแทนที่น่าพอใจและเป็นประโยชน์ ซึ่งแตกต่างจากประสบการณ์ในอดีตที่ผ่านมาเพราะเราไม่สามารถแก้ไขหรือคาดการณ์ไวล่วงหน้าว่าเราจะได้รับผลตอบแทนอย่างไร ในสถานการณ์ที่จะทำให้สามารถก้าวไปสู่ความสำเร็จได้นั้นไม่ได้เกิดขึ้นในคนทุกคนมีเฉพาะบางคนเท่านั้นที่ปฏิบัติตามแล้วเกิดความสำเร็จ ซึ่งจะ ตรงกันข้ามกับคนที่ทำแล้วเกิดความผิดพลาด จะทำให้เขาเกิดความกลัวในความล้มเหลว แต่ก็สามารถที่จะพัฒนาแรงจูงใจในความกลัวเหล่านั้นมาเป็นแรงผลักดันเพื่อให้เกิดการหลีกเลี่ยงความล้มเหลวไม่ให้

เกิดขึ้นอีกในอนาคตได้ ความสัมพันธ์ระหว่างแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์กับพื้นฐานทางวัฒนธรรมของสังคมและการอบรมเลี้ยงดู รวมทั้งผลของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ที่มีต่อสังคมด้วย ซึ่งมีทัศนะว่า การอบรมเลี้ยงดูและวัฒนธรรมของสังคมที่เน้นความสำเร็จหรือสัมฤทธิ์ผล คือที่มาของสังคมที่ประสบความสำเร็จ (Achieving Society) ทั้งนี้เพราะวัฒนธรรมในสังคมสัมฤทธิ์สัมพันธ์หรือสังคมที่เน้นความสำเร็จ (Achievement-motivated Society) จะทำให้พ่อแม่อบรมเลี้ยงดูลูกโดยเน้นความสำเร็จตามปทัสถานของสังคมด้วย ดังนั้นพ่อแม่ก็จะฝึกให้เด็กรู้จักช่วยตัวเอง ฝึกการคิด แก้ปัญหาและให้การเสริมแรงพฤติกรรมที่ มุ่งความสำเร็จในการเรียนและการทำงาน ฯลฯ การอบรมเลี้ยงดูดังกล่าวจะพัฒนาให้เด็กเติบโตเป็นคนที่ต้องการความสำเร็จ มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูง และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ที่เขาอยู่นั้นก็จะมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของเขา ทำให้เขาเป็นผู้นำกลุ่ม ผู้นำสังคม หรือเป็นผู้ปฏิบัติที่มีความมานะพยายามและมีประสิทธิภาพ อันจะเป็นผลทำให้เกิดสัมฤทธิ์ผลขึ้นในกลุ่มหรือสังคมที่เขาเป็นผู้นำหรือสมาชิกอยู่ ดังนั้น สังคมที่มีสมาชิกที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูงก็ย่อมพัฒนาไปได้มากกว่าในสังคมที่มีสมาชิกที่มีแรงจูงใจ ใฝ่สัมฤทธิ์ต่ำ

ทฤษฎีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของแอตคินสัน (Atkinson's Achievement Motivation Theory)

แอตคินสัน (พัชรารณณ์ เขียงแก้ว, 2540: 12-13; อ้างอิงจาก Atkinson, 1964: 240-268) ได้เสนอทฤษฎีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์เป็นโมเดลเชิงคณิตศาสตร์ โดยอาศัยพื้นฐานทฤษฎีการตัดสินใจ (Theory of Decision Making) เพื่อทำนายแนวโน้มของพฤติกรรมมุ่งผลสัมฤทธิ์ แอตคินสันเชื่อว่าสิ่งที่กระตุ้นให้บุคคลมีแนวโน้มที่จะปฏิบัติกิจกรรม (Tendency To Perform an Activity: TA) นั้นขึ้นอยู่กับผลบวกขององค์ประกอบ 3 ประการ ดังนี้

1. แนวโน้มที่จะประสบผลสำเร็จ (Tendency To Approach Success: Ts) ซึ่งได้มาจากผลคูณขององค์ประกอบ 3 ตัว ดังนี้

$$Ts = Ms \times Ps \times Is$$

เมื่อ Ms คือ แรงจูงใจที่จะมุ่งสู่ความสำเร็จ (A Motive To Achieve Success)

Ps คือ ความคาดหวังหรือโอกาสที่จะประสบความสำเร็จ (Expectancy or Probability of Success)

Is คือ ค่าของสิ่งล่อใจจากความสำเร็จในกิจกรรมนั้น ๆ (Incentive Value of Success at a Particular Activity)

$$\text{ซึ่ง} \quad Is = 1 - Ps$$

แรงจูงใจที่จะมุ่งสู่ความสำเร็จนั้นเป็นคุณลักษณะทางบุคลิกภาพของบุคคลซึ่งมักมีค่าค่อนข้างคงที่ แต่ตัวแปรอีก 2 ตัว คือ การคาดหวังหรือโอกาสที่จะประสบความสำเร็จ และค่าของสิ่งล่อใจจากความสำเร็จในกิจกรรมนั้น ๆ จะมีความสัมพันธ์กันในลักษณะผกผัน กล่าวคือถ้าการคาดหวังหรือโอกาสที่จะประสบความสำเร็จมีค่าน้อย (งานยาก) เมื่อทำงานนั้นสำเร็จค่าของสิ่งล่อใจจากความสำเร็จในกิจกรรมนั้น ๆ (ความภาคภูมิใจใน

ความสำเร็จ) ย่อมมีค่าสูง ในทางตรงกันข้าม ถ้าหากโอกาสที่จะประสบความสำเร็จมีค่ามาก (งานง่าย) เมื่อทำงานนั้นสำเร็จค่าของสิ่งล่อใจจากความสำเร็จในกิจกรรมนั้น ๆ (ความภาคภูมิใจในความสำเร็จ) ย่อมมีค่าน้อย

2. แนวโน้มที่จะหลีกเลี่ยงความล้มเหลว (Tendency To Avoid Failure : Tf) ซึ่งได้มาจากผลคูณขององค์ประกอบ 3 ตัว ดังนี้

$$Tf = Maf \times Pf \times If$$

เมื่อ Maf คือ แรงจูงใจที่จะหลีกเลี่ยงความล้มเหลว (Tendency To Avoid Failure)

Pf คือ การรับรู้โอกาสที่จะประสบความล้มเหลว (Expectancy of Failure)

If คือ ค่าของสิ่งล่อใจจากความสำเร็จในกิจกรรมนั้น ๆ (Negative Incentive of Failure)

ซึ่ง $If = 1 - Is$ และ $Pf = 1 - Ps$

ค่าของสิ่งล่อใจจากความสำเร็จในกิจกรรมนั้น ๆ (ความรู้สึกละอายหรือเสียหน้า) จะมีมากถ้างานนั้นเป็นงานที่ง่าย หรือโอกาสที่ประสบความสำเร็จมีมาก ในทางตรงกันข้ามค่าของสิ่งล่อใจจากความสำเร็จในกิจกรรมนั้น ๆ (ความรู้สึกละอายหรือเสียหน้า) จะมีน้อย ถ้าหากงานที่ทำนั้นเป็นงานที่ยากหรือโอกาสที่จะประสบความสำเร็จมีน้อยและโอกาสที่จะประสบความล้มเหลวกับโอกาสที่จะประสบความสำเร็จจะมีความสัมพันธ์กันในลักษณะผกผัน คือ $Pf = 1 - Ps$ การหลีกเลี่ยงความล้มเหลวจะมีค่ามากที่สุดเมื่องานที่ทำนั้นมีความยากระดับกลาง หรือมีโอกาสที่จะประสบความล้มเหลว 50% ($Pf = .50$)

3. การจูงใจจากภายนอกที่จะปฏิบัติงาน (Extrinsic Motivation To Perform The Task: Text) ซึ่งทำให้บุคคลปรารถนาที่จะกระทำการนั้นหรือไม่ อันได้แก่ แรงจูงใจภายนอก และรางวัลที่เป็นสิ่งล่อใจ (Extrinsic Motivatives and Incentives)

$$\text{จะได้ว่า } Ta = (Ts + Tf) + Text$$

$$\text{หรือ } = (Ms \times Ps \times Ts) + (Maf \times Pf \times Tf) + Text$$

ซึ่งแอทคินสัน (Atkinson. 1978: 92-94) ได้สรุปสมการเพื่อทำนายแนวโน้มของพฤติกรรมมุ่งสัมฤทธิ์ไว้ดังนี้

$$Ta = (Ms - Maf)[Ps(1 - Ps)] + Text$$

เมื่อ Ta คือ แนวโน้มที่จะกระทำพฤติกรรมมุ่งผลสัมฤทธิ์

Ms คือ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

Maf คือ ความกลัวความล้มเหลวหรือความวิตกกังวล

Ps คือ การรับรู้โอกาสที่จะประสบความสำเร็จ

Text คือ แนวโน้มที่จะกระทำพฤติกรรมที่มีอิทธิพลจากภายนอก

ในสมการนี้แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์จะเป็นตัวกำหนดที่สำคัญของความมุ่งมั่น ความพยายาม ความอดทน เมื่อบุคคลคาดว่าจะมีการประเมินการเปรียบเทียบกับมาตรฐานอันดีเลิศ การแสดงพฤติกรรมที่เกิดจากแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เรียกว่า พฤติกรรมมุ่งสัมฤทธิ์ (Achievement oriented behavior)

ในที่นี้ความกลัวความล้มเหลว หมายถึง ความวิตกกังวลว่าผลของการกระทำพฤติกรรมนั้น จะประสบความล้มเหลวทำให้ได้รับความอับอาย พฤติกรรมของผู้ที่กลัวความล้มเหลวจึงออกมาในลักษณะของการหลีกเลี่ยงความล้มเหลว คือ ไม่ยอมกระทำการพฤติกรรมหรือกระทำการพฤติกรรมที่ยากมาก ๆ ที่ไม่มีโอกาสสำเร็จได้

การรับรู้โอกาสที่จะประสบความสำเร็จ หมายถึง การที่บุคคลมองเห็นว่าการกระทำพฤติกรรมนั้น ๆ มีความเป็นไปได้หรือโอกาสที่จะประสบความสำเร็จมีมากน้อยเพียงใด หรือมีความยากง่ายที่จะประสบความสำเร็จเพียงใด

แนวโน้มที่จะกระทำการพฤติกรรมที่มีอิทธิพลจากภายนอก (Text) หมายถึง สิ่งชักจูงหรือผลประโยชน์ที่เป็นผลพลอยได้จากการกระทำพฤติกรรมมุ่งผลสัมฤทธิ์ เช่น การได้รับการยอมรับจากสังคม เงินทอง การได้รับความช่วยเหลือจากผู้อื่น เป็นต้น

จากสมการข้างต้นจะพบว่า แนวโน้มที่จะกระทำการพฤติกรรมมุ่งผลสัมฤทธิ์นั้นจะเกิดขึ้นหรือไม่ขึ้นอยู่กับผลต่างของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์กับความกลัวความล้มเหลว ถ้าแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์มีค่าสูงกว่าก็สามารถทำนายได้ว่า จะแสดงพฤติกรรมมุ่งผลสัมฤทธิ์ แต่ถ้าแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์มีค่าต่ำกว่าก็จะสามารถทำนายได้ว่าไม่แสดงพฤติกรรมมุ่งผลสัมฤทธิ์ นอกจากนั้นพฤติกรรมมุ่งผลสัมฤทธิ์ยังเกี่ยวข้องกับการรับรู้ถึงโอกาสที่จะประสบความสำเร็จ และอิทธิพลจากภายนอก หรือผลประโยชน์ต่าง ๆ อีกด้วย

จากการศึกษาความหมายและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ สรุปได้ว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของผู้เรียนเกิดจากความพยายามของผู้เรียนที่จะกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งให้สำเร็จลุล่วงตามเป้าหมาย โดยคาดหวังว่าการกระทำนั้นจะประสบความสำเร็จ และเมื่อพบกับอุปสรรคก็มีความมุ่งมั่นในการที่จะเอาชนะโดยหาวิธีการในการเผชิญกับอุปสรรคนั้นอย่างไม่ย่อท้อ

2.4 บทบาทของครูในการส่งเสริมแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของนักเรียน

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2543: 226-231; อ้างอิงจาก McClelland. 1961; Atkinson. 1974) ได้กล่าวว่า แรงจูงใจที่สำคัญในการเรียนการสอน คือ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ซึ่งจะช่วยให้เด็กเรียนมีพัฒนาการในการเรียน ประสบความสำเร็จในการเรียน การทำงานและการดำรงชีวิต โดยครูมีหน้าที่ที่จะต้องส่งเสริมให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ดังนี้

1. เพิ่มความต้องการความสำเร็จ และลดความกลัว ความล้มเหลว ซึ่งจำเป็นที่ครูจะต้องจัดประสบการณ์ให้นักเรียนประสบความสำเร็จซ้ำ ๆ ติดต่อกันเป็นเวลานาน
2. ช่วยให้นักเรียนรู้สึกว่าการเรียนที่เรียนไม่ยากจนเกินไป ทำให้อ่านหนังสือมีโอกาสสำเร็จได้ โดยครูใช้วิธีการแบ่งงานหรือบทเรียนออกเป็นตอนหรือเป็นหน่วยและให้ฝึกทำทีละหน่วย เมื่อสำเร็จขั้นตอนหนึ่งแล้ว จึงฝึกในขั้นต่อไป วิธีนี้นักเรียนจะไม่เกิดความรู้สึกว่างานยากหรือซับซ้อน และครูควรคอยดูแลเอาใจใส่ ให้คำปรึกษาและชี้แนะ ขั้นตอนที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถทำผ่านได้สำเร็จลุล่วง

3. ชี้แนะให้ผู้เรียนเห็นว่า ในสังคมมีบุคคลตัวอย่างที่ประสบความสำเร็จ ซึ่งธรรมชาติของบุคคลนั้นมักชอบการเลียนแบบ มีความพยายามและไม่ต้องการด้อยกว่าคนอื่น ดังนั้น ถ้านักเรียนได้ตัวอย่างที่ดีเป็นแบบยึดถือ ก็จะเกิดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

4. แสดงให้ผู้เรียนเห็นว่า สังคมเราต้องการคนที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูง การที่จะมีคุณลักษณะเช่นนั้นจะต้องสร้างนิสัยที่ดีในการเรียนและการทำงาน การรู้จักจุดบกพร่องในการทำงานของตนเอง มีระเบียบวินัย มีความสามารถในการพัฒนาบุคลิกภาพ เจตคติ และพฤติกรรมให้เป็นบุคคลที่สังคมต้องการสอดคล้องกับปทัสถานและค่านิยมของสังคม ก็จะพัฒนาตนเองไปสู่การเป็นผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูง

5. พยายามควบคุมความอ่อนแอและท้อถอย อันเป็นอุปสรรคสำคัญของความสำเร็จในการเรียน นอกจากนี้ครูจะต้องสร้างบรรยากาศในการเรียนให้รู้สึกอบอุ่น เป็นมิตร ไม่เคร่งเครียด และวิตกกังวลจนเกินไป

สจวร์ต โค้วตระกูล (2545: 180-182) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการส่งเสริมแรงจูงใจของนักเรียนไว้ดังนี้

1. การปรับปรุงวิธีสอนของครูโดยตรง

1.1 ครูควรจัดบรรยากาศของห้องเรียนให้ท้าทายความอยากรู้อยากเห็น

1.2 บอกวัตถุประสงค์เฉพาะของบทเรียนให้นักเรียนทราบ

1.3 พยายามให้งานแก่นักเรียนตามความสามารถ และให้โอกาสนักเรียนทุกคนมีประสบการณ์เกี่ยวกับความสำเร็จในการเรียนรู้

1.4 พยายามให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียน และแนะนำให้นักเรียนใช้ข้อมูลย้อนกลับช่วยปรับปรุงการทำงานให้ดีขึ้น

1.5 พยายามพบนักเรียนเป็นรายบุคคล เพื่อช่วยนักเรียนวิเคราะห์สาเหตุความสำเร็จหรือความไม่สำเร็จในการเรียนของนักเรียน

1.6 ใช้หลักการเสริมแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ให้กับนักเรียน

1.7 บรรยากาศของห้องเรียนต้องปราศจากการขู่เข็ญหรือต้องเป็นบรรยากาศที่นักเรียนจะให้ความไว้วางใจครูว่าเป็นผู้ที่คอยเอื้อการเรียนรู้ของนักเรียนอยู่เสมอ

1.8 ครูจะต้องเป็นแบบอย่างในการแสดงความกระตือรือร้นในการสอน

2. การทำงานร่วมกับนักเรียน เพื่อช่วยส่งเสริมแรงจูงใจในการเรียนรู้

2.1 ช่วยนักเรียนในการตั้งวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้วิชาต่าง ๆ

2.2 ช่วยนักเรียนให้รู้จักวางแผนในการทำงานทั้งระยะสั้น และระยะยาว

2.3 ช่วยนักเรียนให้รู้จักประเมินผลงานที่ทำ และนำข้อมูลผลย้อนกลับมาใช้ในการปรับปรุงการเรียนรู้ให้ดีขึ้น

2.4 ช่วยนักเรียนในการวิเคราะห์สาเหตุของความสำเร็จ หรือไม่สำเร็จ

2.5 ช่วยนักเรียนเห็นคุณค่าของความพยายามในการทำงาน

2.6 ช่วยนักเรียนให้ค้นพบความสามารถพิเศษของตนในวิชาต่าง ๆ เช่น ความสามารถทางภาษา ศิลปะ คณิตศาสตร์ และช่วยให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียนรู้วิชานั้น

2.7 ชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจความแตกต่างระหว่างบุคคล เกี่ยวกับการตั้งมาตรฐาน การเป็นเลิศ ให้ใกล้เคียงกับความสามารถของตน

2.8 ช่วยนักเรียนจัดเวลาทำการบ้าน ดูหนังสือที่บ้าน และการเตรียมตัวสำหรับสอบ

3. การทำงานร่วมกับผู้ปกครอง เพื่อช่วยส่งเสริมแรงจูงใจในการเรียนรู้

3.1 ส่งเสริมให้ผู้ปกครองมาพบและแจ้งให้ผู้ปกครองทราบถึงความก้าวหน้าทางการเรียนของ นักเรียน ขอความร่วมมือจากผู้ปกครองเพื่อช่วยส่งเสริมแรงจูงใจในการเรียนรู้ของนักเรียน

3.2 วางแผนร่วมกับผู้ปกครองเกี่ยวกับการใช้เวลาของนักเรียนเมื่ออยู่บ้านเพื่อช่วยให้นักเรียน ใช้เวลาที่อยู่บ้านให้เป็นประโยชน์

3.3 ขอความร่วมมือจากผู้ปกครองในการติดตาม ดูแลเอาใจใส่การทำการบ้านของ นักเรียน

3.4 ในกรณีที่นักเรียนต้องช่วยทำงานบ้าน ครูควรอธิบายให้ผู้ปกครองทราบถึงความจำเป็นที่ นักเรียนจะต้องมีเวลาทำการบ้าน

3.5 สนับสนุนให้ผู้ปกครองร่วมกิจกรรมของโรงเรียน

นอกจากนี้ พรณี ชูทัยเจนจิต (2545: 294) ได้กล่าวว่า วิธีหนึ่งที่ครูสามารถช่วยให้นักเรียนมี แรงจูงใจ ใฝ่สัมฤทธิ์สูงขึ้น คือ การพยายามกระตุ้นการให้กำลังใจนักเรียนให้รู้สึกว่าจะสามารถทำงานนั้นได้สำเร็จ การให้งาน ที่นักเรียนสามารถทำได้สำเร็จภายในระยะเวลาที่กำหนดให้ อย่าให้นักเรียนเกิดความรู้สึกว่าถูกบีบคั้น ถูกกดดัน เพราะถ้าเป็นเช่นนั้น นักเรียนจะมีแนวโน้มในการหลีกเลี่ยงงานและเกิดความรู้สึกกลัวความล้มเหลว มีความรู้สึก ว่าทำไปแล้วไม่ประสบความสำเร็จ และในการให้งานในทุกครั้งควรให้นักเรียนรู้ผลของการทำงาน โดยการให้ ข้อสังเกตก็จะเป็นแรงจูงใจในการทำงานเป็นอย่างดีซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนเกิดความตั้งใจ สนใจ และช่วยในการ ตัดสินใจได้ว่าการกระทำนั้น ๆ ให้ผลดีขึ้นกว่าเดิมหรือไม่ ในคราวต่อไปควรจะปรับปรุงอย่างไร

จะเห็นว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของนักเรียนแต่ละคนมีความแตกต่างกันตามความสามารถ ซึ่งการที่ผู้สอน จะค้นพบหรือสามารถบอกได้ว่าผู้เรียนคนใดมีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์มากหรือน้อยนั้นไม่ใช่เรื่องง่าย ผู้สอนจะต้องใช้ ความพยายามที่จะกระตุ้นสิ่งเหล่านั้นออกจากตัวของผู้เรียน โดยใช้วิธีการสอนที่สอดคล้องกับการพัฒนาแรงจูงใจ ใฝ่สัมฤทธิ์ของผู้เรียน อันจะทำให้การเรียนการสอนเป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

2.5 การวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

เมอร์เรย์ (Murray, 1938: 80-81) เป็นนักทฤษฎีจิตวิทยาบุคลิกภาพที่นิยมการทำจิตวิเคราะห์เกี่ยวกับ ประสบการณ์ในคลินิกทำให้เขามีความสนใจเกี่ยวกับแรงจูงใจและความต้องการ เขาเชื่อว่าหากผู้ให้ความช่วยเหลือ บุคคลที่มีปัญหาทางจิต อารมณ์ และบุคลิกภาพ สามารถเข้าใจความต้องการของผู้เข้ามาขอการบำบัดก็จะช่วยให้ ผู้นั้นสามารถลดความกดดันทางอารมณ์ และปรับปรุงบุคลิกภาพได้ แต่การที่จะเข้าใจแรงจูงใจและความต้องการ

ของบุคคลไม่ใช่เรื่องง่าย ๆ จำเป็นต้องมีเครื่องมือทางจิตวิทยาที่เป็นรูปธรรมเพื่อช่วยในการวิเคราะห์ ดังนั้น เขาจึงสร้างเครื่องมือเป็นแบบทดสอบวัดแรงจูงใจและความต้องการของบุคคลที่ชื่อว่า TAT (Thematic Apperception Test) ซึ่งในแบบทดสอบ TAT นี้ประกอบด้วยรูปภาพ 20 รูป ที่สามารถตีความหมายได้หลายอย่าง (Ambiguous) มีชุดสำหรับผู้ชาย ผู้หญิง เด็กชายและเด็กหญิง ผู้ถูกทดสอบจะดูภาพเหล่านี้แล้วจะบอกผู้ทดสอบว่าเห็นอะไรจากรูปภาพที่ให้อ่าน คำบอกเล่าของผู้รับการทดสอบจะถูกนำไปวิเคราะห์และตีความว่า จิตใต้สำนึกของผู้ถูกทดสอบเป็นอย่างไร เขากำลังมีปัญหาด้านจิตหรือหาอารมณ์ในด้านใด TAT เป็นแบบทดสอบชนิด Projective Test วิธีการใช้แบบทดสอบ การให้คะแนน และการตีความต้องได้รับการเรียนและฝึกฝน จึงจะใช้ได้อย่าง ไม่ผิดพลาด

แมคเคลแลนด์ และคณะ (McClelland and other. 1961: 36-62) ได้ปรับปรุงแบบทดสอบ TAT ซึ่งเมอร์เรย์ (Murray) เป็นผู้สร้างขึ้น และได้พัฒนาความถูกต้องของวิธีการโดยละเอียดสำหรับการให้คะแนนของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ซึ่งตัวเลขของจำนวนนักเรียนแสดงการประเมินความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ TAT จากการวัดแนวความคิด โดยแบบทดสอบมีลักษณะเป็นภาพที่มีสถานการณ์ที่คลุมเครือ พิมพ์ลงในกระดาษแข็งขนาด 9 × 11 นิ้ว แผ่นละ 1 ภาพ ซึ่งเป็นภาพขาวดำ จำนวนทั้งหมด 31 ภาพ ซึ่งเป็นภาพวาดเหตุการณ์ต่าง ๆ จำนวน 30 แผ่น และเป็นกระดาษเปล่า 1 แผ่น โดยจัดทำเป็นชุดได้ 4 ชุด แต่ละชุดประกอบด้วยแผ่นภาพจำนวน 20 แผ่น และในแต่ละชุดก็จะมีภาพที่ซ้ำกัน โดยการนำไปทดสอบกับเด็กผู้ชายและเด็กผู้หญิงที่มีอายุมากกว่า 14 ปี ผู้ได้รับการทดสอบจะต้องบรรยายเรื่องราวในแต่ละภาพ โดยกล่าวถึงสถานการณ์ที่แสดงในภาพนั้น ทั้งเหตุการณ์ก่อนหน้าเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้น ตลอดจนความรู้สึกนึกคิดของบุคคลในภาพนั้น ซึ่งในแบบทดสอบ TAT จะเป็นการเรียบเรียงเรื่องราวเกี่ยวกับภาพที่คลุมเครือที่นำมาเป็นสิ่งเร้า โดยบุคคลจะนำเอาประสบการณ์ของตนเองมาผูกเป็นเนื้อเรื่อง ในบางส่วนของประสบการณ์เป็นการรับรู้สิ่งเร้าในขณะนั้นและในบางส่วนเป็นการรับรู้ในอดีตทั้งหมดที่อยู่ในจิตสำนึกและจิตใต้สำนึก ซึ่งในการคิดค้นเหล่านี้บุคคลย่อมแสดงสภาพจิตใจของตนเองออกมาอย่างเด่นชัด ตลอดจนวิธีการป้องกันตนเองและความขัดแย้งต่าง ๆ ของตน จากลักษณะดังกล่าวผู้ที่มีความชำนาญเท่านั้นจึงจะสามารถทราบรายละเอียดของบุคลิกภาพที่แสดงออกมา

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ จัดว่าเป็นการวัดทางด้านบุคลิกภาพในการแสดงออกของบุคคลโดยมีความพยายามที่จะกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งให้สำเร็จลุล่วงตามเป้าหมายที่วางเอาไว้ ซึ่งสามารถกระทำได้หลายวิธีตามความเหมาะสมของจุดมุ่งหมายในการวัดที่แตกต่างกันไป สำหรับการศึกษในครั้งนี้ผู้วิจัยได้พัฒนาเครื่องมือเพื่อนำมาใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลมาจาก แบบสอบถามวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของแวนวรี ลีฟทวนิช (2548) ซึ่งเป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 มาตรา โดยผู้วิจัยจะนำมาปรับแก้เพื่อให้เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้สำหรับการศึกษาในครั้งนี้

3. แบบการเรียนรู้

3.1 ความหมายและความสำคัญของแบบการเรียนรู้

มีนักการศึกษาและนักจิตวิทยาได้ให้ความหมายของแบบการเรียนรู้ไว้มากมาย ซึ่งก็ต่างทำความเข้าใจเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างบุคคลในด้านต่าง ๆ ในตัวผู้เรียน ซึ่งครอบคลุมถึงแนวคิด วิธีการในการหาความรู้ พฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน และประสบการณ์ที่ได้รับจากการเรียน เพื่อนำไปสู่การพัฒนาประสิทธิภาพในการเรียนการสอน

คอล์บ (เรวดี โลห์ประเสริฐ. 2546: 9; อ้างอิงจาก Kolb. 1981: 375) ให้ความหมายของแบบการเรียนรู้ว่าเป็นผลมาจากนิสัยและลักษณะทางพันธุกรรม ประสบการณ์เดิม รวมไปถึงอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมในปัจจุบัน ทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างบุคคล ซึ่งความแตกต่างนี้เกิดจากการผสมผสานระหว่างทักษะพื้นฐาน 4 แบบ ตามหลักทฤษฎีการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ (Experiential Learning Theory) ดังนี้

1. ประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม (Concrete Experience)
2. การสังเกตและสะท้อนความคิด (Reflective Observation)
3. การสรุปเป็นหลักการนามธรรม (Abstract Conceptualization)
4. การทดลองปฏิบัติจริง (Active Experimentation)

เรสเซล และเรซโมวิก (เรวดี โลห์ประเสริฐ. 2546: 9; อ้างอิงจาก Rezle; & Rezmovic. 1981: 28) กล่าวว่า แบบการเรียนรู้ หมายถึง ลักษณะที่แต่ละบุคคลรับรู้ถึงการเรียนและประมวลข้อมูลในสภาพต่าง ๆ ของการเรียนรู้

ดันน์ (Dunn. 1984: Online) ให้ความหมายของแบบการเรียนรู้ว่าเป็นวิธีการที่แต่ละคนจดจำ หรือรับข้อมูลและทักษะในการเรียนรู้ไว้ได้ ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะตัวของแต่ละบุคคล

คีเฟ (ไพฑูรย์ จันตะเสน. 2544: 11-12; อ้างอิงจาก Keefe. 1984: 61) ให้ความหมายว่า แบบการเรียนรู้ถูกกำหนดโดยองค์ประกอบด้านความคิด ร่างกาย และอารมณ์ แบบการเรียนรู้เป็นลักษณะที่ค่อนข้างคงที่บ่งชี้ว่า ผู้เรียนรับรู้ มีปฏิสัมพันธ์และตอบสนองสภาพแวดล้อมทางการเรียนอย่างไร และได้ชี้ประโยชน์ของการวิเคราะห์แบบการเรียนรู้ของผู้เรียนว่าเป็นวัฏกรรมทางด้านการเรียนการสอนที่เป็นแนวทางในการพิจารณาถึงกระบวนการเรียนการสอนของผู้เรียน นอกจากนี้แบบการเรียนรู้ยังสามารถบอกได้ว่าผู้เรียนจะเรียนอะไรได้ดีที่สุด เรียนด้วย วิธีการใด และสะท้อนให้เห็นถึงการพัฒนาบุคลิกภาพด้วย

สมิธ และเรนซูลลี (ไพฑูรย์ จันตะเสน. 2544: 11-12; อ้างอิงจาก Smith; & Renzuili. 1984: 45) กล่าวว่า แบบการเรียนรู้เป็นลักษณะของยุทธศาสตร์ทางการเรียนรู้ของนักศึกษาชอบใช้ในการเรียน และได้กล่าวถึงความสำคัญของแบบการเรียนรู้ว่า ประโยชน์ของการเข้าใจแบบเรียนรู้ของผู้เรียนจะช่วยให้ผู้สอนสามารถใช้วิธีการเรียนการสอนที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพกับผู้เรียนได้

ประสาธ อิศรปริดา (2541: 176) กล่าวว่า สไตล์การเรียนรู้หรือแบบการเรียนรู้ หมายถึง ลักษณะและวิธีการเรียนที่นักเรียนแต่ละคนชอบ และถือปฏิบัติในการเรียน

จากที่ความหมายของแบบการเรียนรู้ที่กล่าวมาข้างต้น พอสรุปได้ว่า แบบการเรียนรู้ หมายถึง พฤติกรรมของผู้เรียนที่แสดงออกถึงวิธีการเรียนรู้ ลักษณะของการรับรู้ การคิด และการตอบสนองทางด้านการเรียนรู้ที่ผู้เรียนแต่ละคนชอบใช้ในการเรียนโดยจะยึดเป็นแนวปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งจะส่งผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียน

3.2 องค์ประกอบที่มีผลต่อแบบการเรียนรู้

มีนักการศึกษาและนักจิตวิทยาได้ทำการศึกษา และอธิบายเรื่ององค์ประกอบที่มีผลทำให้แบบการเรียนรู้ของบุคคลแตกต่างกัน ดังต่อไปนี้

ฮิลล์ (อาภาภรณ์ ศิริอาคเนย์. 2532: 15; อ้างอิงจาก Hill. 1971: 375) ได้อธิบายไว้ว่า แบบการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นผลสะท้อนมาจากลักษณะทางบุคลิกภาพ และความนึกคิดที่จะปฏิบัติในสิ่งที่ต้องการ รวมทั้งอิทธิพลทางสังคม และวัฒนธรรม ที่มีผลต่อการรับรู้จนถึงการแสดงออกในภาพรวมของแต่ละบุคคล

ดันน์ และดันน์ (Dunn; & Dunn. 1983: 158) ได้จำแนกความแตกต่างของแบบการเรียนรู้นอกตามสภาวะที่แตกต่างกันของผู้เรียน ดังนี้

1. สภาพแวดล้อม (Environment) เช่น เสียง แสง อุณหภูมิ และที่นั่งในห้องเรียน
2. สภาพอารมณ์ (Emotion) เช่น แรงจูงใจ ความเพียร ความรับผิดชอบ และการกำหนดตารางการเรียนรู้
3. สภาพสังคม (Sociological) เช่น การทำงานเป็นรายบุคคล การทำงานเป็นคู่ และการทำงานกลุ่ม
4. สภาพร่างกาย (Physical) เช่น การรับรู้ การรับประทานอาหารขณะเรียน การใช้เวลา การเคลื่อนไหว
5. สภาพทางจิตใจ (Psychological) เช่น ลักษณะแนวความคิดในการทำงานของสมอง ลักษณะการตอบสนองของบุคลิกภาพ

เคมปี (Kemp. 1985: 50-53) ได้เสนอผลการวิจัย ซึ่งสรุปได้ว่าการที่บุคคลมีแบบการเรียนรู้แบบใดขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ ดังต่อไปนี้

1. หน้าที่ของสมอง ซึ่งแต่ละคนมีลักษณะการจำของสมองแตกต่างกัน
2. ภาวะของการเรียนรู้ โดยเฉพาะสิ่งแวดล้อมในห้องเรียนจะมีผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างมาก กล่าวคือ ผู้เรียนแต่ละคนจะตอบสนองต่อภาวะการเรียนรู้ไม่เหมือนกัน
3. แบบการคิดของการเรียนรู้ ก็เป็นองค์ประกอบที่สำคัญส่วนหนึ่งที่ทำให้การเรียนรู้ของแต่ละบุคคลแตกต่างกัน

จากที่กล่าวมาข้างต้น พอสรุปได้ว่า องค์ประกอบที่ส่งผลให้ผู้เรียนมีแบบการเรียนรู้ที่แตกต่างจากกันนั้นมีหลายประการ คือ ประการแรกองค์ประกอบด้านชีวภาพของผู้เรียน คือ ภาวะร่างกาย อารมณ์ โครงสร้างสมอง โครงสร้างบุคลิกภาพ ทักษะการคิด ประการที่สอง องค์ประกอบด้านสภาพแวดล้อมทางสังคม วัฒนธรรม และประสบการณ์เดิมของผู้เรียน ประการที่สาม คือ สภาพแวดล้อมทางการศึกษาที่ผู้เรียนได้รับมา ซึ่งองค์ประกอบเหล่านี้จะมีความสัมพันธ์กัน และผสมผสานกันทำให้บุคคลมีลักษณะหรือแบบการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน

3.3 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับแบบการเรียนรู้

มีนักการศึกษาและนักจิตวิทยาได้เสนอแนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับแบบการเรียนรู้ (Learning Styles) ไว้หลากหลาย ดังต่อไปนี้

กราชา และไรซ์แมน (เรวดี โลห์ประเสริฐ. 2546: 12-14; อ้างอิงจาก Grasha; & Reichman. 1975: 13-15) ได้แบ่งรูปแบบการเรียนรู้โดยถือทัศนคติที่มีต่อการเรียน ความคิดเห็นที่มีต่อครูและเพื่อน โดยวิธีการโต้ตอบกันในชั้นเรียนของนักเรียนเป็นเกณฑ์ โดยแบ่งผู้เรียนออกเป็น 6 แบบ ดังนี้

1. แบบอิสระ (Independent) ผู้เรียนที่มีรูปแบบการเรียนรู้แบบนี้จะชอบคิด และทำงานด้วยความคิดของตนเอง แต่ก็ยอมฟังความคิดเห็นของเพื่อนและคนอื่น ๆ ในชั้นเรียนผู้เรียนจะเรียนในเนื้อหาวิชาที่คิดว่าสำคัญ และมีความเชื่อมั่นในความสามารถทางการเรียนรู้ของตนเองเป็นอย่างมาก ผู้เรียนที่มีรูปแบบการเรียนรู้แบบนี้ ผู้สอนควรให้ผู้เรียนได้มีการค้นหาความรู้ต่าง ๆ ด้วยตนเอง เช่น การทำรายงาน การค้นคว้าจากห้องสมุด หรือให้คำแนะนำเป็นบางครั้งในเรื่องที่ยากหรือเรื่องที่ผู้เรียนยังเข้าใจไม่กระจ่าง ส่วนใหญ่ผู้เรียนในกลุ่มนี้จะเป็นพวกมีสติปัญญาสูง และมีความมั่นใจในตนเองสูง ซึ่งจะมีความเป็นผู้ใหญ่มากกว่า ผู้อื่นอย่างเห็นได้ชัด

2. แบบหลีกเลี่ยง (Avoidance) ผู้เรียนที่มีรูปแบบการเรียนรู้แบบนี้จะไม่สนใจในเนื้อหาวิชาที่เรียนในชั้นเรียน ไม่ชอบที่จะมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนร่วมกับเพื่อนและครู ไม่สนใจสิ่งที่จะเกิดขึ้นในชั้นเรียน มีความคิดว่าการเรียนเป็นสิ่งที่ไม่น่าสนใจ ผู้เรียนที่มีรูปแบบการเรียนรู้แบบนี้ ผู้สอนควรมีบทบาทเป็นผู้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เลือกรูปแบบการเรียนรู้ในการศึกษาหาความรู้ วิธีการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสนใจ เช่น การศึกษาด้วยตนเองจากห้องสมุด วีดีโอเทป หรือเรียนเป็นกลุ่มย่อย 2-3 คน ถ้าผู้เรียนที่มีรูปแบบการเรียนรู้แบบนี้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ผู้สอนอาจให้ความช่วยเหลือโดยจัดให้ผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงเป็นผู้ที่คอยช่วยเหลือในการเรียน

3. แบบร่วมมือ (Collaborative) ผู้เรียนที่มีรูปแบบการเรียนรู้แบบนี้จะมีความรู้สึกว่าจะตนเองจะสามารถเรียนได้มากที่สุดด้วยการร่วมมือกันแสดงความคิดเห็น และร่วมกันใช้ความสามารถที่แต่ละคนมีอยู่ โดยพยายามร่วมมือกับผู้สอนและเพื่อนร่วมชั้นในการทำกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งจะชอบทำงานร่วมกับผู้อื่น โดยมีความเห็นว่า ห้องเรียนเป็นที่ที่เหมาะสมสำหรับการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ผู้เรียนที่มีรูปแบบการเรียนรู้แบบนี้ ผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายแสดง ความคิดเห็นในการเรียนการสอน ให้ผู้เรียนทำงานเป็นกลุ่มเพื่อจะได้ปรึกษาหารือ และร่วมมือกันในการทำงาน ผู้สอนควรมีท่าทีให้การยอมรับและชื่นชมผู้เรียนที่มีการแสดงออกที่ดีและเหมาะสม เพื่อเป็นการเสริมแรงให้กับผู้เรียน

4. แบบพึ่งพา (Dependent) ผู้เรียนที่มีรูปแบบการเรียนรู้แบบนี้จะเป็นคนแสดงถึงความอยากรู้อยากเรียนน้อยมาก เป็นคนที่เรียนรู้เฉพาะสิ่งที่กำหนดให้เรียนเท่านั้น ผู้เรียนประเภทนี้จะมองผู้สอนและเพื่อนร่วมชั้นเรียนเป็นแหล่งความรู้และให้ความช่วยเหลือตนเองในเรื่องเรียนได้ โดยจะพยายามที่จะแสวงหาคนที่มีความสามารถที่จะแนะนำได้และต้องการที่จะรับคำสั่งมากกว่าการออกคำสั่ง

5. แบบแข่งขัน (Competitive) ผู้เรียนที่มีรูปแบบการเรียนรู้แบบนี้จะเรียนรู้ด้วยการพยายามกระทำสิ่งต่าง ๆ ให้ดีกว่าคนอื่น ๆ ในชั้นเรียน ผู้เรียนจะมีความรู้สึกว่าเขาต้องแข่งขันกับเพื่อน เพื่อที่จะได้รับรางวัล เช่น ระดับคะแนนที่ดีกว่าหรือได้รับคำชมเชยจากผู้สอน โดยจะมองบรรยากาศในห้องเรียนว่าจะต้องมีการแพ้หรือชนะ และตนเองจะต้องเป็นผู้ชนะเสมอ ผู้เรียนที่มีรูปแบบการเรียนรู้แบบนี้ ผู้สอนควรจะช่วยเหลือโดยให้คำแนะนำแก่ผู้เรียนให้เรียนแข่งกับตนเอง

6. แบบมีส่วนร่วม (Participant) ผู้เรียนที่มีรูปแบบการเรียนรู้แบบนี้จะต้องการเรียนรู้เนื้อหาวิชาและชอบที่จะไปเรียนในชั้นเรียน ผู้เรียนจะมีความรู้สึกชอบแม้จะอยู่นอกชั้นเรียน และชอบที่จะมีส่วนร่วมไปกับเพื่อน ๆ โดยจะมีความรู้สึกว่าจะต้องมีส่วนร่วมให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ในกิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียน แต่ผู้เรียนจะมีส่วนร่วมน้อยมากถ้ากิจกรรมนั้นไม่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรหรือเป็นกิจกรรมที่ไม่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอน ผู้เรียนที่มีรูปแบบการเรียนรู้แบบนี้จะสนใจไปกับกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการเรียนในชั้นเรียน

เรซเลอร์ และเฟรนช์ (เซวี่ ลาวัลย์. 2536: 38; อ้างอิงจาก Rezler; & French. 1975: 20-26) ศึกษาวิธีการเรียนรู้ของนักศึกษาสาขารัฐศาสตร์ 7 สาขา โดยแบ่งออกเป็น 6 ลักษณะ ดังนี้

1. แบบนามธรรม (Abstract) นักศึกษาจะชอบการเรียนรู้เกี่ยวกับทฤษฎี สมมติฐานที่เกี่ยวข้องกับกฎและมโนทัศน์

2. แบบรูปธรรม (Concrete) นักศึกษาจะชอบเรียนในสิ่งที่ได้เห็นและได้สัมผัสซึ่งเป็นการฝึกหัดเกี่ยวกับทักษะ

3. แบบรายบุคคล (Individual) นักศึกษาจะชอบเรียนหรือทำงานตามลำพัง มีความมั่นใจในตนเอง มีความคิดเป็นอิสระ

4. แบบร่วมมือ (Interpersonal) นักศึกษาจะชอบเรียนหรือทำงานร่วมกับผู้อื่น โดยจะสร้างสัมพันธภาพกับอาจารย์และเพื่อน

5. ผู้สอนเป็นศูนย์กลาง (Teacher structure) นักศึกษาจะชอบเรียนกับอาจารย์ในชั้นเรียน โดยมีวัตถุประสงค์ในการเรียนแน่นอน และมีการกำหนดมอบหมายงานที่ชัดเจน

6. ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Student structure) นักศึกษาจะชอบการเรียนรู้ที่มีความสัมพันธ์กับเพื่อนนักเรียนด้วยกัน แต่มีความเป็นตัวของตัวเองสูง

กรีกอร์ และวอร์ด (ดำรง นิมมานพิสุทธิ์. 2535: 19; อ้างอิงจาก Gregore; & Ward. 1977: 20-26) ได้แบ่งแบบการเรียนรู้ออกเป็น 4 แบบ ดังนี้

1. แบบการจัดลำดับเชิงนามธรรม (The Abstract Sequential Learner) ผู้เรียนจะมีความสามารถในการถอดความในด้านการเขียน การพูด และสัญลักษณ์ เป็นผู้ที่มีภาพมโนทัศน์ในใจ ซึ่งจะใช้ควบคู่กับสิ่งที่อ่านได้ยิน หรือมองเห็น และจะชอบการใช้ทักษะการอ่าน การฟัง มีความเคารพในผู้มีอำนาจ

2. แบบการสุ่มเชิงนามธรรม (The Abstract Random Learner) ผู้เรียนจะมีความสนใจในพฤติกรรมของมนุษย์ และมีความสามารถพิเศษในการรู้สึก ชอบการได้รับข่าวสารแบบไม่มีโครงสร้าง ชอบการอภิปรายกลุ่ม ชอบกิจกรรมที่ต้องใช้ประสาทสัมผัสหลาย ๆ อย่าง และกิจกรรมในห้องเรียน

3. แบบการจัดลำดับเชิงวัตถุ (The Concrete Sequential Learner) ผู้เรียนจะมีความสามารถในการค้นหาข่าวสารโดยผ่านประสบการณ์ตรงที่ต้องใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ชอบการอธิบายเป็นขั้นตอน และชอบปฏิบัติตามคำสั่ง ชอบการนำเสนอที่ชัดเจนเป็นลำดับ และไม่ชอบสิ่งที่ผิดไปจากกฎเกณฑ์

4. แบบการสุ่มเชิงวัตถุ (The Concrete Random Learner) ผู้เรียนจะชอบการทดลอง เข้าใจความคิดต่าง ๆ ได้รวดเร็ว และมีความสามารถในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ โดยใช้วิธีการลองผิดลองถูก ไม่ชอบการเฉลยคำตอบแบบง่าย ๆ ซึ่งทำให้หมดโอกาสคิดหาคำตอบด้วยตนเอง ไม่ชอบให้ครูผู้สอนมาขัดจังหวะในการใช้ความพยายามของตนและจะเรียนได้ดีในสภาพแวดล้อมที่มีสิ่งเร้าอยู่

สโตน (เกษมศรี สุระสังข์. 2544: 24; อ้างอิงจาก Stone. 1979: 47-48) ได้แบ่งรูปแบบการเรียนรู้ออกเป็น 2 แบบ คือ

1. แบบรับ (The Receptive Style) พฤติกรรมในการศึกษาหาความรู้ของผู้เรียนจะชอบได้รับความรู้โดยวิธีปฏิบัตินิยม (Traditionally Organized Form) พอใจในวิธีการสอนแบบบรรยาย ชอบดูการสาธิตจากครู อ่านหนังสือเฉพาะที่ครูกำหนดให้ และชอบที่จะให้ครูบอกว่าจะต้องทำอะไร

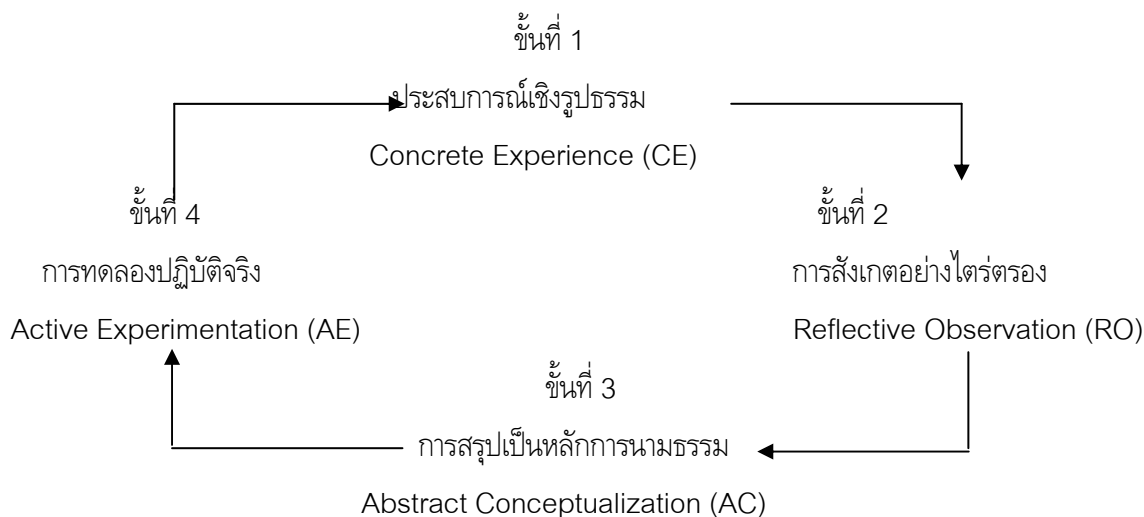
2. แบบค้นพบด้วยตนเอง (The Discovery Style) พฤติกรรมในการศึกษาหาความรู้ของผู้เรียนจะชอบศึกษาโครงสร้างหรือหลักการที่สำคัญ ๆ มากกว่ารายละเอียดของเนื้อหาวิชา พอใจที่จะได้รับความรู้จากการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ชอบวิธีสอนที่มีกิจกรรมเป็นแบบอภิปราย การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม การศึกษารายบุคคล และการศึกษาที่ให้อำนาจการแก้ปัญหา

วอเรน (พัชรา จันทรา. 2539: 23; อ้างอิงจาก Warren. 1979: 83) ได้แบ่งแบบการเรียนรู้ของนักศึกษาออกเป็น 2 แบบ คือ

1. ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Student-Centered) นักเรียนจะชอบการเรียนรู้ที่มีผลต่อการเรียนรู้มากที่สุด โดยไม่ต้องเข้าชั้นเรียน หรือกระทำในสิ่งที่ต้องได้รับการมอบหมายจากผู้สอน จะชอบการสัมมนามากกว่าการบรรยาย และชอบเข้าชั้นเรียนในวิชาที่ตนมีความสนใจเท่านั้น

2. ผู้สอนเป็นศูนย์กลาง (Instructor-Centered) นักเรียนจะชอบการเรียนรู้เนื้อหาวิชาในชั้นเรียนมากที่สุด และต้องการทำงานตามที่ได้รับมอบหมายจากอาจารย์เท่านั้น นอกจากนี้จะชอบการเรียนรู้แบบบรรยายมากกว่าการสัมมนา

คอล์บ (Kolb. 1984: 27-49) ได้เสนอแบบการเรียนรู้และการปรับตัวของบุคคล ซึ่งประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนที่เป็นวงจรดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 ขั้นตอนการเรียนรู้ตามทฤษฎีการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ของคอลบ
(วิชาญ เลิศลพ. 2535: 21; อ้างอิงจาก Partledge. 1983. Journal of Nursing Education)

จากแผนภาพ คอลบ ได้อธิบายขั้นตอนการเรียนรู้ทั้ง 4 ขั้น ตามลำดับดังนี้

ขั้นที่ 1 ประสบการณ์เชิงรูปธรรม (Concrete Experience; CE) เป็นขั้นตอนของการเข้าไปมีส่วนร่วมในกิจกรรมและการรับรู้ในประสบการณ์ต่าง ๆ เน้นการใช้ความรู้สึกและยึดถือสิ่งที่เกิดขึ้นจริงตามที่ตนประสบในขณะนั้น

ขั้นที่ 2 การสังเกตอย่างไตร่ตรอง (Reflective Observation; RO) เป็นขั้นที่มุ่งทำความเข้าใจความหมายของประสบการณ์ที่ได้รับ โดยการสังเกตอย่างระมัดระวัง ขั้นนี้จะเน้นที่การกระจายความคิดเพื่อพิจารณาไตร่ตรอง

ขั้นที่ 3 การสรุปเป็นหลักการนามธรรม (Abstract Conceptualization; AC) เป็นขั้นที่มุ่งใช้เหตุผลและใช้ความคิดในการสรุปเป็นความคิดรวบยอด หลักการ หรือทฤษฎีต่าง ๆ

ขั้นที่ 4 การทดลองปฏิบัติจริง (Active Experimentation; AE) เป็นขั้นที่มุ่งนำความรู้ความเข้าใจที่ได้ในขั้นที่ 3 ไปทดลองปฏิบัติเพื่อยืนยันหรือตรวจสอบความถูกต้อง

คอลบได้กล่าวว่า ผู้เรียนแต่ละคนจะเน้นในขั้นต่าง ๆ แตกต่างกัน ทำให้มีการใช้ขั้นต่าง ๆ ในการเรียนรู้ไม่เท่ากัน บางคนเน้นขั้นที่ 1 บางคนเน้นขั้นที่ 2 บางคนเน้นขั้นที่ 3 และบางคนเน้นขั้นที่ 4 ตามแนวคิดของคอลบขั้นการเรียนรู้ทั้ง 4 มีลักษณะที่ตรงกันข้ามซึ่งจัดเป็น 2 คู่ คือ

ขั้นที่ 1 (CE) มีลักษณะตรงกันข้ามกับขั้นที่ 3 (AC)

ขั้นที่ 2 (RO) มีลักษณะตรงกันข้ามกับขั้นที่ 4 (AE)

คอลบจึงได้เสนอวิธีการวัดรูปแบบการเรียนรู้โดยอาศัยแกน 2 แกน คือ

แกนที่ 1 เป็นแกนความแตกต่างของขั้นที่ 1 และขั้นที่ 3 (CE – AC)

แกนที่ 2 เป็นแกนความแตกต่างของขั้นที่ 2 และขั้นที่ 4 (RO – AE)

แกนทั้ง 2 นี้ตัดกันเป็นโคออร์ดิเนต (Co-ordinate) และแบ่งพื้นที่ออกเป็น 4 ควอดแรนต์ (Quadrant)

คอลบ ได้ถือเอาแต่ละควอดแรนต์เป็นแบบการเรียนรู้ 1 แบบ และได้แบ่งแบบการเรียนออกเป็น 4 แบบ คือ

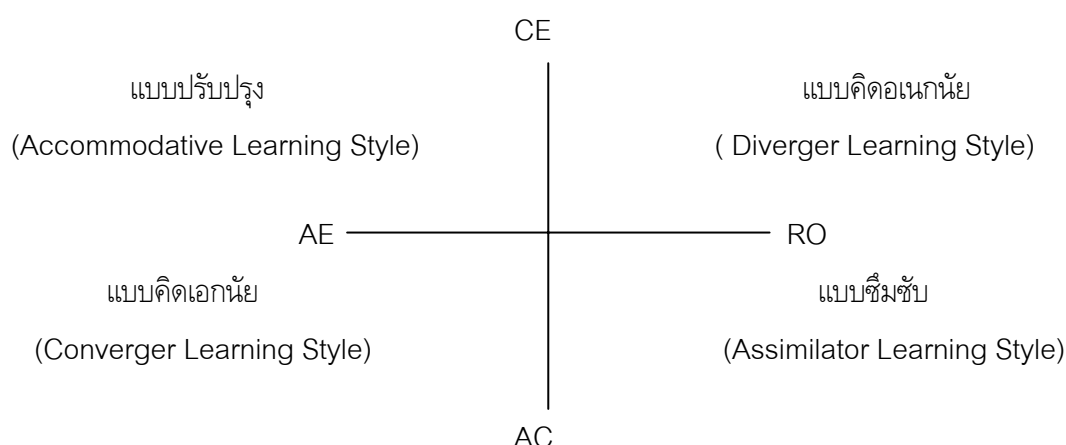
แบบคิดนอกเนกนัย (Diverger Learning Style)

แบบซึมซับ (Assimilator Learning Style)

แบบคิดเอกนัย (Converger Learning Style)

แบบปรับปรุง (Accommodative Learning Style)

จากแนวคิดเกี่ยวกับแบบการเรียนรู้ของคอลบ (Kolb) สามารถแสดงความสัมพันธ์ได้ดังภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 แบบการเรียนรู้ 4 แบบของคอลบ (วิชาญ เลิศลพ. 2535: 26; อ้างอิงจาก Partredge. 1983. Journal of Nursing Education)

แบบการเรียนรู้ทั้ง 4 แบบมีลักษณะดังนี้

1. แบบคิดนอกเนกนัย เป็นผู้เรียนที่เน้นการเรียนรู้ที่เน้นขั้นที่ 1 (CE) และขั้นที่ 2 (RO) ของวงจรการเรียนรู้ ผู้เรียนที่มีแบบการเรียนรู้แบบนี้คอลบให้ชื่อว่า นักคิดนอกเนกนัย (Diverger) จะเป็นผู้ที่มีความสามารถในการมองสถานการณ์ต่าง ๆ คือ ใช้การสังเกตมากกว่าการลงมือกระทำ บุคคลที่มีแบบการเรียนรู้แบบนี้จะชอบแสดงออก ซึ่งความคิดที่หลากหลายและมีความสามารถในการสร้างจินตนาการ จากงานวิจัยของคอลบชี้ให้เห็นว่าบุคคลประเภทนี้มักมีพื้นฐานทางด้านมนุษยศาสตร์และศิลปศาสตร์

2. แบบซึมซับ เป็นผู้เรียนที่เน้นการเรียนรู้ที่เน้นขั้นที่ 2 (RO) และขั้นที่ 3 (AC) ของวงจรการเรียนรู้ ผู้เรียนที่มีแบบการเรียนรู้แบบนี้คอลบให้ชื่อว่า นักซึมซับ (Assimilator) ผู้เรียนที่มีแบบการเรียนรู้แบบนี้ จะเป็นผู้ที่มีความสามารถในการสรุปหลักการ มีความสนใจในทฤษฎีต่าง ๆ มักจะสนใจในหลักการนามธรรมมากกว่า

ประสบการณ์จริง ไม่ชอบการลงมือปฏิบัติ ไม่สนใจการนำทฤษฎีหรือหลักการไปประยุกต์ใช้ บุคคลกลุ่มนี้มักจะอยู่ในสาขาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน คณิตศาสตร์มากกว่าวิทยาศาสตร์ประยุกต์

3. แบบเอคนัย เป็นผู้เรียนที่เน้นการเรียนรู้ที่เน้นขั้นที่ 3 (AC) และขั้นที่ 4 (AE) ของวงจรการเรียนรู้ ผู้เรียนที่มีแบบการเรียนรู้แบบนี้คอลล์ให้ชื่อว่า นักเอคนัย (Converger) จะเป็นผู้ที่มีความสามารถในการนำแนวคิดที่เป็นนามธรรมไปใช้ในการปฏิบัติ สามารถสรุปวิธีที่ถูกต้องที่สุดเพียงวิธีเดียวที่สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาได้ มักจะมีความสนใจเฉพาะ สิ่งใดสิ่งหนึ่งในเวลาใดเวลาหนึ่ง และจะมีความเชี่ยวชาญในเรื่องนั้นๆ มักจะใช้เหตุผลในการแก้ปัญหา ไม่ชอบใช้อารมณ์ ชอบทำงานกับวัตถุมากกว่าการทำงานกับบุคคล จากงานวิจัยของคอลล์ชี้ให้เห็นว่า บุคคลในกลุ่มนี้มักชอบทางสาขาวิทยาศาสตร์กายภาพ

4. แบบปรับปรุ้ง เป็นผู้เรียนที่เน้นการเรียนรู้ที่เน้นขั้นที่ 4 (AE) และขั้นที่ 1 (CE) ของวงจรการเรียนรู้ ผู้เรียนที่มีแบบการเรียนรู้แบบนี้คอลล์ให้ชื่อว่า นักปรับปรุ้ง (Accommodator) จะเป็นผู้ที่มีความสามารถที่จะเรียนจากการลงมือกระทำ ชอบลงมือปฏิบัติจริง จะทำงานได้ดีในสถานการณ์ที่ต้องมีการปรับตัว มักจะแก้ปัญหามาตามวิธีที่ตนเองคิดขึ้น ชอบความท้าทาย ชอบลองผิดลองถูก และชอบทำงานร่วมกับคนอื่น จากงานวิจัยของคอลล์ชี้ให้เห็นว่าบุคคลกลุ่มนี้จะมีพื้นฐานทางด้านการประยุกต์และใช้เทคนิคต่างๆ เช่น นักบริหาร นักการตลาด เป็นต้น

แมคคาร์ธี (เกษมศรี สุระสังข์. 2544: 30; อ้างอิงจาก McCarthy. 1987: 27) ได้ปรับปรุงแบบการเรียนรู้มาจากของคอลล์ โดยแบ่งแบบการเรียนรู้ออกเป็น 4 แบบ คือ

1. แบบจินตนาการ (Imaginative Learners) ผู้เรียนจะยึดมั่นกับประสบการณ์ส่วนตัวและไตร่ตรองในเรื่องนั้น ต้องการทราบเหตุผลที่ต้องเรียนเรื่องต่าง ๆ ชอบการมีปฏิสัมพันธ์กับคนอื่นเพื่อตรวจสอบความคิดและความรู้สึกของตน

2. แบบวิเคราะห์วิจารณ์ (Analytic Learners) ผู้เรียนจะชอบใช้ความคิดและยึดถือความสามารถทางสติปัญญาของตน เพื่อทำความเข้าใจเรื่องต่าง ๆ ชอบการเรียนรู้ความจริงและอยากรู้ว่าผู้เชี่ยวชาญกล่าวอย่างไร

3. แบบสามัญสำนึก (Common sense Learners) ผู้เรียนจะต้องการทราบคำตอบว่าสิ่งที่เรียนมานั้นจะใช้ประโยชน์ได้อย่างไร และต้องการทดลองทำด้วยตนเองเมื่อเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ

4. แบบมีพลัง (Dynamic Learners) ผู้เรียนจะเอาประสบการณ์ไปใช้โดยยึดถือสัญชาตญาณของตนเอง ชอบการศึกษาด้วยตนเองทันที

อุษณีย์ โพธิ์สุข (2542) แบ่งแบบการเรียนรู้ไว้ 2 ประเภท

1. กลุ่มเรียนแบบวิเคราะห์ (Analytic Learners) ผู้เรียนลักษณะนี้ชอบที่จะเรียนเป็นขั้นตอนและมีหลักเกณฑ์ในการเรียน เรียนรู้จากสิ่งที่เห็นและข้อมูลที่ได้มา โดยเด็กกลุ่มนี้ชอบหลักเกณฑ์

2. กลุ่มเรียนแบบภาพรวม (Global Learners) ผู้เรียนลักษณะนี้ไม่ชอบหลักเกณฑ์ เหตุผล ชอบหลับเวลาเรียนหรือแอบดืงผม ชอบฝันกลางวัน ตั้งใจเรียนเมื่อมีเรื่องราวประกอบที่เร้าความสนใจ ชอบเรื่องที่ทำให้มีอารมณ์ขัน มองเห็นภาพชัดเจน มีสัญลักษณ์หรือภาพประกอบ มีแสง สี เสียง

จากการศึกษาความหมายและทฤษฎีเกี่ยวกับแบบการเรียนรู้ของนักเรียนจะเห็นว่ารูปแบบการเรียนรู้ของนักเรียนนั้นได้มีการแบ่งกลุ่มไว้อย่างหลากหลายตามรูปแบบการคิด และตามลักษณะพฤติกรรมของผู้เรียน สำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาแบบการเรียนรู้ โดยแบ่งแบบการเรียนรู้ออกเป็น 3 แบบ คือ 1) การเรียนแบบร่วมมือ 2) การเรียนแบบแข่งขัน และ 3) การเรียนแบบหลีกเลี่ยง เนื่องจากมีความเหมาะสมกับการนำไปใช้จัดกลุ่มนักเรียนเพื่อเป็นการแสดงออกถึงวิธีการเรียนรู้ที่ผู้เรียนยึดเป็นแนวทางในการปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอรรถสิทธิ์ วชิรเมธี (2536) และปรภาวดี วชิรพุทธิ (2548) ที่พบว่านักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาช่วงชั้นที่ 3 มีแบบการเรียนรู้แบบมีร่วมมือมากที่สุด รองลงมาเป็นแบบแข่งขัน และแบบหลีกเลี่ยง ตามลำดับ

3.4 การวัดแบบการเรียนรู้

นักการศึกษาและนักจิตวิทยาต่างก็ให้ความสนใจโดยได้ทำการค้นคว้าและพัฒนาเครื่องมือต่าง ๆ ออกมามากมายในรูปของแบบสำรวจรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งแบบสำรวจการเรียนรู้ของผู้เรียนในแต่ละแบบนั้นก็มีการศึกษาถึงองค์ประกอบด้านต่างๆ แต่ก็อยู่ในขอบเขตของวิธีการเรียนรู้ที่ผู้เรียนชอบใช้และสภาพการเรียนรู้ที่ผู้เรียนชอบเรียน การศึกษารูปแบบการเรียนรู้เป็นการทำความเข้าใจถึงประเด็นหลัก 2 ประเด็น ประเด็นแรก คือ วิธีการเรียนรู้ที่ผู้เรียนชอบใช้ และประเด็นที่ 2 คือ สภาพการณ์ที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีที่สุดของผู้เรียน ซึ่งประเด็นหลักทั้ง 2 ประเด็นนี้ก็คือ ลักษณะของประสบการณ์ที่ผู้เรียนแต่ละคนชอบใช้ในการเรียน เช่น กราซาร์ และไรช์แมน (ปรภาวดี วชิรพุทธิ. 2548: 43; อ้างอิงจาก Grasha; & Reichman. 1976) ได้สร้างแบบสำรวจแบบการเรียนรู้ โดยใช้ชื่อว่า GRSLS (Grasha-Riechmann Student Learning Style Scales) ที่ออกแบบเพื่อทำให้ทราบถึง เจตคติและความรู้สึกที่มีต่อการเรียนรู้โดยใช้ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับทั้งผู้เรียนและสภาพห้องเรียนซึ่งแบ่งแบบการเรียนรู้ออกเป็น 6 แบบ คือ แบบอิสระ (Independent) แบบหลีกเลี่ยง (Avoidance) แบบร่วมมือ (Collaborative) แบบพึ่งพา (Dependent) แบบแข่งขัน (Competitive) และแบบมีส่วนร่วม (Participant) แบบสำรวจมีข้อคำถามจำนวน 60 ข้อ 10 ข้อ ต่อ 1 แบบการเรียนรู้ เป็นแบบสอบถามชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ

	ระดับต่ำ	ระดับปานกลาง	ระดับสูง
แบบอิสระ	1.0 - 2.7	2.8 - 3.8	3.9 - 5.0
แบบหลีกเลี่ยง	1.0 - 2.8	1.9 - 3.1	3.2 - 5.0
แบบร่วมมือ	1.0 - 2.7	2.8 - 3.4	3.5 - 5.0
แบบพึ่งพา	1.0 - 2.9	3.0 - 4.0	4.1 - 5.0
แบบแข่งขัน	1.0 - 1.7	1.8 - 2.8	2.9 - 5.0
แบบมีส่วนร่วม	1.0 - 3.0	3.1 - 4.1	4.2 - 5.0

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การวัดแบบการเรียนรู้เป็นการวัดวิธีการที่ผู้เรียนชอบใช้ในการเรียนอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างแบบสำรวจรูปแบบการเรียนรู้มาจากแบบสำรวจรูปแบบการเรียนรู้ของประภาดิ วชิรพุทธิ (2548) ซึ่งมีเนื้อหาเกี่ยวกับแบบการเรียนรู้ของนักเรียนมาใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยผู้วิจัยได้นำมาปรับเพื่อให้เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้

4. การวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่ได้มาซึ่งสารสนเทศที่แสดงถึงพัฒนาการและความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของผู้เรียนซึ่งจะมีประโยชน์ต่อผู้เรียน ผู้สอนและผู้บริหาร การวัดและการประเมินผลการเรียนไม่ควรเป็นเพียงเครื่องมือในการตัดสินผลการเรียนหรือประเมินความก้าวหน้าของผู้เรียนเพียงอย่างเดียว แต่ควรจะนำมาใช้พัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และการบริหารหลักสูตรให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ การวัดและการประเมินผลการเรียนจึงต้องเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องควบคู่ไปกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่หลากหลาย เครื่องมือในการวัดไม่ควรใช้เพียงแบบทดสอบเพียงอย่างเดียวโดยเฉพาะ การวัดและประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนซึ่งเป็นกระบวนการที่ซับซ้อน การใช้แบบทดสอบแบบเลือกตอบตามปกติที่ผ่านมามีจะวัดได้ยาก แบบทดสอบที่ใช้จะต้องใช้การเขียนเพื่อสะท้อนให้เห็นวิธีคิดของนักเรียนมากขึ้น การเขียนสะท้อนความคิดโดยผู้เรียน ซึ่งในต่างประเทศไม่ว่าจะเป็นประเทศอังกฤษหรือสหรัฐอเมริกา มีงานวิจัยหลายชิ้นที่ยืนยันว่า ข้อสอบอัตนัยเป็นเครื่องมือวัดสัมฤทธิ์ผลทางการศึกษาได้ดีที่สุดประการหนึ่ง ทั้งในด้านประสิทธิภาพและความรู้ความสามารถของผู้เรียน และเนื่องจากกระบวนการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นภายในระบบการศึกษาของไทยในระดับประถมศึกษาจนถึงระดับมัธยมศึกษาในช่วงระยะเวลากว่า 50 ปีที่ผ่านมา มิได้เน้นให้ ผู้เรียนได้รู้จักคิดและเรียบเรียงความคิดของตนเองอย่างเป็นระบบ แต่กลับเป็นกระบวนการเรียนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเป็นนักเรียนแบบโดยอาศัยระบบการท่องจำ สิ่งเหล่านี้ทำให้นักเรียนไม่เคยมีประสบการณ์ในการคิด ไม่เคยตั้งคำถามกับสิ่งที่อยู่รอบ ๆ ตัว ไม่มีประสบการณ์ในการใช้เหตุและผลในขณะเดียวกันยังทำให้นักเรียนขาดการพินิจพิเคราะห์ในการแก้ปัญหาอย่างรอบคอบและรอบด้านอีกด้วย ซึ่งในงานวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์โดยใช้เครื่องมือในการวัดเป็นแบบทดสอบซึ่งเป็นแบบผสมระหว่างข้อสอบอัตนัยและปรนัย เพื่อนำไปทดสอบทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

4.1 ข้อสอบอัตนัย

ข้อสอบอัตนัย (Subjective test) หรือข้อสอบแบบบรรยาย (Essay test) เป็นข้อสอบที่ประกอบด้วย คำถามที่มีจำนวนไม่มาก ไม่มีคำตอบให้เลือกตอบ ซึ่งผู้ตอบจะต้องคิดหาคำตอบโดยบูรณาการความรู้และความคิด แล้วแสดงออกเป็นภาษาเขียนอย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล ดังนั้น ข้อสอบอัตนัยจึงเป็นเครื่องมือที่ใช้วัด ความสามารถทางสมองในระดับสูง

4.1.1 ลักษณะทั่วไปของข้อสอบอัตนัย

อนันต์ ศรีโสภณ (2525: 137) กล่าวว่า ข้อสอบอัตนัยมีลักษณะที่สำคัญ 2 ประการ คือ

1. ให้นักเรียนมีอิสระในการตอบ

2. คุณภาพและความถูกต้องของคำตอบมีระดับแตกต่างกัน

สมนึก ภัททิยธนี (2541: 73) กล่าวว่า เป็นข้อสอบที่มีเฉพาะคำถาม แล้วให้นักเรียนเขียนตอบอย่างเสรี เขียนบรรยายตามความรู้และข้อคิดเห็นของแต่ละคน

บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์ (2544: 59) กล่าวว่า ข้อสอบอัตนัยจะเขียนข้อคำถามหรือโจทย์ โดยกำหนดเป็นสถานการณ์หรือปัญหาในรูปแบบใด รูปแบบหนึ่งอย่างกว้าง ๆ หรือเฉพาะเจาะจง เพื่อให้ผู้ตอบได้แสดงความรู้ ความเข้าใจ ความคิดเห็น ทักษะคิดได้อย่างไม่จำกัด ดังนั้นโดยทั่วไป ข้อสอบอัตนัยจึงมีจำนวนข้อไม่มากนักส่วนมากมีจำนวนข้อไม่เกิน 10 ข้อ ลึก แดบ กว้างต่างกันออกไป การเตรียมนักเรียนเพื่อตอบคำถามเป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญมาก ซึ่งทำได้โดยการฝึกหัดให้นักเรียนได้รู้และเข้าใจขอบเขตของคำถามและให้รู้จักแบ่งเวลาเพื่อไม่ให้ใช้เวลาทำข้อใดข้อหนึ่งมากเกินไปจะช่วยให้การวัดและการตรวจให้คะแนนยุติธรรมและแม่นยำมากยิ่งขึ้น

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ลักษณะของข้อสอบอัตนัยนั้นจะเป็นข้อสอบที่เน้นให้ผู้เรียนได้เขียนเพื่อแสดงความรู้ ความคิด ความเข้าใจ โดยนักเรียนจะมีอิสระในการตอบคำถามอย่างเต็มที่และข้อคำถามจะมีจำนวนไม่มากเพื่อสามารถวัดได้ตรงประเด็นของเรื่องนั้น ๆ

4.1.2 ประเภทของข้อสอบอัตนัย

อนันต์ ศรีโสภ (2525: 137) ได้แบ่งข้อสอบอัตนัยออกเป็น 2 แบบ คือ

1. แบบไม่จำกัดคำตอบ (Extended response) ข้อสอบแบบนี้จะให้อิสระแก่นักเรียนอย่างเต็มที่ ในการอธิบายแสดงความคิดเห็นและรวบรวมข้อเท็จจริงต่าง ๆ มาใช้ในการตอบ โดยทั่วไปข้อสอบแบบนี้จะให้นักเรียนแสดงความสามารถเกี่ยวกับ

- ความจำในข้อเท็จจริงต่าง ๆ
- ประเมินเกี่ยวกับข้อเท็จจริงเหล่านั้น
- รวบรวมแนวความคิด
- เสนอแนวคิดอย่างมีเหตุผล

2. แบบจำกัดคำตอบ (Restricted response) ข้อสอบแบบนี้มักจะกำหนดขอบเขตแบบฟอร์มและเนื้อหาที่เฉพาะให้ นักเรียนไม่มีอิสระในการตอบมากนัก

บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์ (2544: 60) โดยทั่วไปข้อสอบอัตนัยจำแนกเป็น 2 แบบ คือ

1. แบบไม่จำกัดคำตอบหรือแบบขยายความ ซึ่งข้อสอบแบบนี้จะถามความรู้ความสามารถต่าง ๆ โดยให้ผู้ตอบแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ สามารถวัดสมรรถภาพด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ทักษะคิด การประเมินค่าได้อย่างกว้างขวาง ปริมาณคำตอบจึงขึ้นอยู่กับคำถามและความรู้ที่สั่งสมว่ามีมากน้อยเพียงใด การกำหนดเวลาให้เขียนตอบจึงต้องกำหนดให้เหมาะสม ข้อสอบแบบนี้ส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักการรวบรวม

ความคิดต่าง ๆ การประเมินคุณค่าของสิ่งเหล่านั้นและการใช้วิธีการต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาซึ่งข้อสอบแบบอื่น ๆ ไม่สามารถนำมาวัดได้

2. แบบจำกัดคำตอบ ข้อสอบแบบนี้จะถามแบบจำเพาะเจาะจง และต้องการคำตอบเฉพาะเรื่อง ซึ่งผู้ตอบต้องจัดเรียงความคิดให้เป็นระเบียบ เพื่อให้ตรงประเด็นของคำถามเพียงสั้น ๆ ดังนั้น จึงต้องระมัดระวังเรื่องคำสั่งของโจทย์ ขอบเขตของเนื้อหา เวลาที่ให้นักเรียนเขียนตอบ

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ข้อสอบอัตนัยสามารถแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ แบบไม่จำกัดคำตอบ (Extended response) และแบบจำกัดคำตอบ (Restricted response)

4.1.3 หลักการสร้างข้อสอบอัตนัย

ลูนิย์ เหมะประสิทธิ์ (2536: 34-35) กล่าวถึงหลักการสร้างข้อสอบอัตนัยไว้ดังนี้

- (1) ขั้นเตรียมหรือขั้นวางแผนการสร้างข้อสอบ ต้องกระทำสิ่งต่อไปนี้
 - ตั้งวัตถุประสงค์ของการออกข้อสอบอัตนัยว่ามุ่งวัดพฤติกรรมด้านใด
 - จัดทำตารางวิเคราะห์หลักสูตรหรือตารางวิเคราะห์เนื้อหาวิชา เพื่อกำหนดว่าข้อสอบต้องวัดเนื้อหาและพฤติกรรมด้านใด
- (2) ขั้นสร้าง เป็นขั้นของการสร้างข้อสอบตามตารางวิเคราะห์เนื้อหาวิชาโดยอาจมีจำนวนข้อสอบมากกว่าที่กำหนด ซึ่งจะดำเนินการคัดทิ้งภายหลัง
 - สิ่งที่ควรคำนึงในการสร้างข้อสอบอัตนัย มีดังนี้
 - ควรเป็นข้อสอบที่สามารถวัดพฤติกรรมระดับสูงที่ไม่สามารถวัดด้วยข้อสอบชนิดอื่น
 - ควรมีกรอบโครงสร้างของข้อคำถามที่แจ่มชัดไม่กำกวม เพื่อให้ผู้ตอบทราบแนวทางว่าควรตอบในแง่ใด นอกจากนี้ข้อคำถามควรใช้ภาษาที่เข้าใจง่ายพร้อมทั้งระบุถึงระยะเวลาที่ใช้ในการตอบ
 - ข้อสอบควรเน้นคำตอบสั้น ๆ คือ จำกัดขอบเขตของคำตอบทั้งนี้เพื่อให้ข้อสอบเป็นตัวแทนของเนื้อหาวิชา อีกประการหนึ่งก็เพื่อลดความลำเอียงในการให้คะแนนแต่อย่างไรก็ตามมิได้หมายความว่าข้อสอบอัตนัยควรมีลักษณะแบบจำกัดคำตอบเท่านั้น บางข้ออาจต้องใช้แบบไม่จำกัดคำตอบเพื่อวัดความสามารถในการบูรณาการและความคิดริเริ่ม

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การสร้างข้อสอบอัตนัยจะต้องกำหนดขั้นตอนของการสร้างโดยตั้งจุดประสงค์ของการสร้างและกำหนดขอบเขตเพื่อที่จะสามารถวัดได้ครอบคลุมเนื้อหาวิชาที่ต้องการจะทำการวัด ซึ่งข้อคำถามที่ถูกสร้างขึ้นจะต้องมีความเป็นปรนัย เพื่อให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจในข้อคำถามได้ถูกต้องตรงกัน

4.1.4 ข้อดีและข้อจำกัดของข้อสอบอัตนัย

ข้อดีของข้อสอบอัตนัย

อนันต์ ศรีโสภ (2525: 139-140) เนื่องจากข้อสอบอัตนัยเป็นข้อสอบที่คนส่วนมากคุ้นเคย และใช้กันมากเป็นเวลานานเพราะมีส่วนดีดังนี้

- 1) เป็นข้อสอบที่สร้างง่ายกว่าข้อสอบแบบเลือกตอบ
- 2) เป็นข้อสอบที่ให้นักเรียนแสดงความสามารถด้วยการเสนอ และรวบรวมข้อเท็จจริงต่าง ๆ โดยการเขียน
- 3) เป็นการทดสอบความสามารถโดยการให้นักเรียนหาคำตอบ (Supply) มากกว่าให้เลือก (select) คำตอบที่มีอยู่แล้ว

สมนึก ภัททิยธนี (2541: 74) ได้กล่าวถึงข้อดีของข้อสอบอัตนัยหรือบรรยาย ดังนี้

- 1) สามารถวัดสภาพหรือพฤติกรรมต่าง ๆ ได้ทุกด้าน โดยเฉพาะพฤติกรรมด้านการสังเคราะห์
- 2) ผู้ตอบได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็นหรือเจตคติของตน
- 3) โอกาสในการตอบโดยไม่มีความรู้ในเรื่องนั้นแล้วได้คะแนนน้อยมาก
- 4) วัดความสามารถในการเขียนและส่งเสริมการใช้ภาษาได้เป็นอย่างดี

บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์ (2544: 65) ได้กล่าวถึงข้อดีของข้อสอบอัตนัย ไว้ดังนี้

- 1) วัดกระบวนการคิด เช่น การจัดระเบียบโครงร่าง การคัดเลือกความคิดที่สำคัญ ๆ ที่เกี่ยวข้อง ความสามารถในการเขียนได้ดี
- 2) วัดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ความสามารถในการประเมินค่าได้ดี
- 3) วัดทัศนคติ ข้อคิดเห็นต่าง ๆ ได้ดี
- 4) ผู้ตอบมีอิสระในการเขียนแสดงความคิดเห็นได้เต็มที่

ข้อจำกัดของข้อสอบอัตนัย

อนันต์ ศรีโสภ (2525: 140) ได้กล่าวถึง ข้อจำกัดของข้อสอบอัตนัย ไว้ดังนี้

- 1) การสุ่มเนื้อหาวิชาที่จะนำมาทดสอบเป็นไปอย่างจำกัด เพราะไม่สามารถที่จะถามมากข้อ เหมือนข้อสอบปรนัยได้
- 2) การให้คะแนนเป็นอัตนัย ขาดความเชื่อมั่น
- 3) เป็นข้อสอบที่มักจะทำให้นักเรียนอ่านแล้วไม่เข้าใจคำถาม จึงทำให้นักเรียนไม่มีความมั่นใจว่าจะตอบคำถามนั้นอย่างไร
- 4) การตรวจข้อสอบแบบนี้ต้องใช้เวลาในการอ่านมากและให้คนอื่นช่วยตรวจไม่ได้

วิรัช วรรณรัตน์ (2543: 48) ได้กล่าวถึง ข้อจำกัดของข้อสอบอัตนัย ไว้ดังนี้

- 1) ถามได้น้อยข้อ เนื่องจากการสอบแต่ละครั้งใช้เวลาจำกัด การถามจะต้องถามเฉพาะเรื่อง จึงทำให้ข้อสอบที่จะนำมาใช้สอบขาดความครอบคลุม ครอบคลุม

2) ตรวจยากและใช้เวลาในการตรวจนานเพราะการเขียนตอบต้องใช้ความสามารถในการเขียนที่ตรงประเด็นกับลักษณะของคำถาม ถ้าผู้ออกข้อสอบไม่ได้กำหนดขอบเขตหรือประเด็นในการตอบ จะทำให้การตรวจข้อสอบค่อนข้างยากเพราะประเด็นการถามการตอบไม่ชัดเจนและถ้ามีผู้สอบจำนวนมากและตอบมากข้อด้วยแล้ว เวลาที่ใช้ตรวจย่อมมากขึ้นด้วยเพราะต้องอ่านคำตอบที่เขียนโดยบรรยายอย่างเลี้อและปริมาณจำนวนที่มาก ดังนั้นในการออกข้อสอบจึงควรกำหนดขอบเขตในการตอบและกำหนดเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนไว้ด้วย

บุญเชิด ภิญญอนันตพงษ์ (2544: 65) ได้กล่าวถึงข้อจำกัดของข้อสอบอัตนัย ไว้ดังนี้

- 1) การให้คะแนนไม่แน่นอน คะแนนที่ได้ขึ้นอยู่กับผู้ตรวจ เช่น อารมณ์ และทัศนคติของผู้ตรวจลายมือของผู้ตอบ
- 2) ขาดความเที่ยงตรงทางเนื้อหาเพราะออกข้อสอบได้น้อยจึงไม่ครอบคลุม
- 3) ตรวจข้อสอบยากและเสียเวลานาน

4.2 เกณฑ์การประเมิน (Rubric Assessment)

กรมวิชาการ (2539: 54-59) ได้กล่าวถึงแนวทางการประเมินการให้คะแนนแบบรูบริกซึ่งมี 2 แบบ ดังนี้

1. การให้คะแนนเป็นภาพรวม (Holistic score) คือ การให้คะแนนงานชิ้นใดชิ้นหนึ่งโดยดูภาพรวมของชิ้นงานว่า มีความเข้าใจในความคิดรวบยอด การสื่อความหมาย กระบวนการที่ใช้ และผลงานเป็นอย่างไร แล้วเขียนอธิบายคุณภาพของงานหรือความสำเร็จของงานเป็นชิ้นๆ โดยอาจจะแบ่งระดับของคุณภาพ ตั้งแต่ 0-4 หรือ 0-6 สำหรับในขั้นตอนการให้คะแนนรูบริก อาจจะแบ่งวิธีการให้คะแนนหลายวิธี เช่น

วิธีที่ 1 แบ่งงานตามคุณภาพเป็น 3 กอง คือ

กองที่ 1 ได้แก่งานที่มีคุณภาพเป็นพิเศษและเขียนอธิบายลักษณะของงานที่มีคุณภาพเป็นพิเศษ

กองที่ 2 ได้แก่งานที่ยอมรับได้และเขียนอธิบายลักษณะของงานที่ยอมรับได้

กองที่ 3 ได้แก่งานที่ยอมรับได้น้อย หรือยอมรับไม่ได้และเขียนอธิบายลักษณะของงานที่ยอมรับได้น้อย

จากนั้นก็นำงานแต่ละกองมาให้คะแนนเป็น 2 ระดับ คือ

กองที่ 1 จะให้คะแนน 6 หรือ 5

กองที่ 2 จะให้คะแนน 4 หรือ 3

กองที่ 3 จะให้คะแนน 2 หรือ 1

สำหรับงานที่แสดงว่าไม่ได้ใช้ความพยายามเลย ให้คะแนนเป็น 0

วิธีที่ 2 กำหนดระดับความผิดพลาด โดยพิจารณาจากความบกพร่องของคำตอบว่ามีมากน้อยเพียงใด แล้วหักจากคะแนนสูงสุดมาที่ระดับ ดังนี้

4 หมายถึง คำตอบถูกแสดงเหตุผลถูกต้อง แนวคิดชัดเจน

3 หมายถึง คำตอบถูก เหตุผลถูกต้อง อาจมีข้อผิดพลาดเล็กน้อย

2 หมายถึง เหตุผลหรือการคำนวณผิดพลาด แต่มีแนวโน้มที่จะนำไปสู่คำตอบ

1 หมายถึง แสดงวิธีคิดเล็กน้อยแต่ไม่ได้คำตอบ

0 หมายถึง ไม่ตอบหรือตอบไม่ถูกเลย

วิธีที่ 3 กำหนดระดับและคำอธิบาย เช่น

เกณฑ์การให้คะแนนของความสามารถเข้าใจเนื้อหาสาระเขียนได้เป็น 4 ระดับ ดังนี้

4 หมายถึง การสาธิตหรือการแสดงออกให้เห็นถึงการเข้าใจที่สมบูรณ์ครบถ้วน ถูกต้องแม่นยำ ในหลักการความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริงของงานหรือสถานการณ์ที่กำหนด รวมทั้งเสนอแนวคิดใหม่ que แสดงถึงความเข้าใจอย่างลึกซึ้งถึงกฎเกณฑ์ หรือลักษณะของข้อมูล

3 หมายถึง การแสดงออกให้เห็นถึงการเข้าใจที่สมบูรณ์ ครบถ้วนถูกต้องในหลักการความคิด รวบยอด ข้อเท็จจริงของงานหรือสถานการณ์ที่กำหนด

2 หมายถึง การแสดงออกให้เห็นถึงการเข้าใจอย่างสมบูรณ์ ครบถ้วนถูกต้องในหลักการความคิด รวบยอด ข้อเท็จจริงของงานหรือสถานการณ์ที่กำหนดในบางส่วน

1 หมายถึง แสดงออกให้เห็นถึงการเข้าใจในหลักการความคิดรวบยอด และข้อเท็จจริงของงานหรือสถานการณ์ที่กำหนดน้อยมาก และเข้าใจไม่ถูกต้องในบางส่วน

0 หมายถึง ไม่แสดงความคิดเห็นใด ๆ

มาตรวัดนี้บรรยายความสามารถการแสดงออกตั้งแต่ระดับ 0 ซึ่งต่ำสุดไปถึงระดับ 4 ซึ่งเป็นความสามารถสูงสุด โดยปกติระดับของรูปรีจะต้องมีการพิจารณาว่าระดับใดเป็นที่ยอมรับ จะเห็นได้ว่าตั้งแต่ระดับ 3 ขึ้นไป มีคำอธิบายถึงการแสดงออกที่ยอมรับได้เพราะนักเรียนแสดงออกถึงความเข้าใจที่สมบูรณ์ ครบถ้วนถูกต้องในหลักการความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริงของงานหรือสถานการณ์ที่กำหนด

2. การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบชัดเจน (Analytic Score) เพื่อให้การมองคุณภาพงานหรือความสามารถของนักเรียนได้อย่างชัดเจน จึงได้มีการแยกองค์ประกอบของการให้คะแนนและอธิบายคุณภาพของงานในแต่ละองค์ประกอบเป็นระดับ โดยทั่วไปแล้วจะมีการแยกองค์ประกอบของงานเป็น 4 ด้าน คือ

2.1 ความเข้าใจในความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริง เป็นการแสดงให้เห็นว่านักเรียนเข้าใจในความคิด รวบยอด หลักการในปัญหาที่ถามกระจ่างชัด

2.2 การสื่อความหมาย สื่อสาร คือ ความสามารถในการอธิบาย นำเสนอ การบรรยายเหตุผล แนวคิด ให้ผู้อื่นเข้าใจได้ดี มีความคิดสร้างสรรค์

2.3 การใช้กระบวนการและยุทธวิธี สามารถเลือกใช้ยุทธวิธีกระบวนการที่นำไปสู่ความสำเร็จได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.4 ผลสำเร็จของงาน ความถูกต้องแม่นยำในผลสำเร็จของงาน หรืออธิบายมาและทำการตรวจสอบผลงาน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 212-215) ได้เสนอเกณฑ์การประเมินเพื่อเป็นแนวทางให้ครูผู้สอนใช้เป็นกรอบในการประเมินคุณภาพของผู้เรียนในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนผลการเรียนรู้โดยการสอบ

สำหรับแบบทดสอบที่เป็นปรนัยเลือกตอบ สามารถกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนอย่างกว้าง ๆ คือ ตอบถูกต้อง 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน

สำหรับแบบทดสอบที่เป็นอัตนัย หรือแบบความเรียง สามารถกำหนดตัวบ่งชี้และเกณฑ์การให้คะแนนมากกว่าสองระดับ เช่น อาจกำหนดคะแนนเต็มเป็น 4 คะแนน แล้วพิจารณากำหนดเกณฑ์การให้คะแนนลดหลั่นลงมา สำหรับนักเรียนที่แสดงผลการเรียนรู้ยังไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนด

ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนผลการทำข้อสอบอัตนัยที่พิจารณาจากการแสดงวิธีการในการหาคำตอบและความถูกต้องของคำตอบ

ตาราง 1 เกณฑ์การให้คะแนนผลการทำข้อสอบอัตนัย

คะแนน / ความหมาย	ผลการทำข้อสอบที่ปรากฏให้เห็น
4 : ดีมาก	การแสดงวิธีทำชัดเจน สมบูรณ์ คำตอบถูกต้อง ครบถ้วน
3 : ดี	การแสดงวิธีทำยังไม่ชัดเจนนัก แต่อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง คำตอบถูกต้อง ครบถ้วน
2 : พอใช้	การแสดงวิธีทำยังไม่ชัดเจนหรือไม่แสดงวิธีทำ คำตอบถูกต้อง ครบถ้วน หรือการแสดงวิธีทำชัดเจน สมบูรณ์ แต่คำตอบไม่ถูกต้อง ขาดการตรวจสอบ
1 : ควรแก้ไข	การแสดงวิธีทำยังไม่ชัดเจน แต่อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง คำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงวิธีทำ และคำตอบที่ได้ไม่ถูกต้อง แต่อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง
0 : ต้องปรับปรุง	ทำได้ไม่ถึงเกณฑ์

ที่มา : สสวท. (2546). การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มคณิตศาสตร์ช่วงชั้นที่ 3-4 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. หน้า 121.

2. ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ

ด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (สสวท. 2546: 123-125)

ตาราง 2 เกณฑ์การให้คะแนนด้านทักษะการแก้ปัญหา

คะแนน / ความหมาย	ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ปรากฏให้เห็น
4 ดีมาก	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จ อย่างมีประสิทธิภาพ อธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีการดังกล่าวได้เข้าใจชัดเจน
3 ดี	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จ แต่น่าจะอธิบายถึงเหตุผลในการเลือกใช้วิธีการดังกล่าวได้ดีกว่านี้
2 พอใช้	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จ เพียงบางส่วน อธิบายถึงเหตุผลในการเลือกใช้วิธีการดังกล่าวได้บางส่วน
1 ปรับปรุง	มีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหาบางส่วน เริ่มคิดว่าทำไมจึงต้องใช้วิธีการนั้น แล้วต้องหยุด อธิบายต่อไม่ได้แก้ปัญหาไม่สำเร็จ
0 ไม่พยายาม	ทำได้ไม่ถึงเกณฑ์ข้างต้นหรือไม่มีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหา

ตาราง 3 เกณฑ์การให้คะแนนด้านทักษะการให้เหตุผล

คะแนน / ความหมาย	ความสามารถในการให้เหตุผลที่ปรากฏให้เห็น
4 ดีมาก	มีการอ้างอิง เสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล
3 ดี	มีการอ้างเหตุผลที่ถูกต้องบางส่วน และเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ
2 พอใช้	เสนอแนวคิดไม่สมเหตุสมผลในการประกอบการตัดสินใจ
1 ต้องปรับปรุง	มีความพยายามเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ
0 ไม่พยายาม	ไม่มีแนวคิดประกอบการตัดสินใจ

ตาราง 4 เกณฑ์การให้คะแนนด้านทักษะการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ

คะแนน / ความหมาย	ความสามารถที่ปรากฏให้เห็นในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ
4 ดีมาก	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง นำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิ หรือตารางแสดงข้อมูลประกอบตามลำดับขั้นตอน ได้เป็นระบบ กระชับ ชัดเจน และมีรายละเอียดสมบูรณ์
3 ดี	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ นำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิ หรือตารางแสดงข้อมูลประกอบตามลำดับขั้นตอน ถูกต้อง ขาดรายละเอียดสมบูรณ์
2 พอใช้	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ พยายามนำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิ หรือตารางแสดงข้อมูลประกอบชัดเจนบางส่วน
1 ต้องปรับปรุง	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์อย่างง่าย ๆ ไม่ได้ใช้กราฟ แผนภูมิ หรือตารางเลย และการเสนอข้อมูลไม่ชัดเจน
0 ไม่พยายาม	ไม่นำเสนอเลย

ตาราง 5 เกณฑ์การให้คะแนนด้านทักษะการเชื่อมโยง

คะแนน / ความหมาย	ความสามารถในการเชื่อมโยงที่ปรากฏให้เห็น
4 ดีมาก	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์/ สาระอื่นในชีวิตประจำวันเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาหรือประยุกต์ใช้ได้อย่างสอดคล้องเหมาะสม
3 ดี	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์/ สาระอื่นในชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหา หรือประยุกต์ใช้ได้บางส่วน
2 พอใช้	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์ได้บางส่วน
1 ต้องปรับปรุง	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงยังไม่เหมาะสม
0 ไม่พยายาม	ไม่มีการเชื่อมโยงกับสาระอื่นใด

ตาราง 6 เกณฑ์การให้คะแนนด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

คะแนน / ความหมาย	ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ที่ปรากฏให้เห็น
4 ดีมาก	มีแนวคิด/วิธีการที่แปลกใหม่ สามารถนำไปปฏิบัติได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์
3 ดี	มีแนวคิด/วิธีการที่แปลกใหม่ สามารถนำไปปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง แต่นำไปปฏิบัติแล้ว ไม่ถูกต้องสมบูรณ์
2 พอใช้	มีแนวคิด/วิธีการที่ไม่แปลกใหม่ สามารถนำไปปฏิบัติได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์
1 ต้องปรับปรุง	มีแนวคิด/วิธีการที่ไม่แปลกใหม่ สามารถนำไปปฏิบัติได้แต่ยังไม่สมบูรณ์
0 ไม่พยายาม	ไม่มีผลงาน

ที่มา : สสวท. (2546). การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มคณิตศาสตร์ช่วงชั้นที่ 3-4 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน.
หน้า 123-125.

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยต่างประเทศ

โรจาส (Rojas. 1992: 53-05A) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการส่งเสริมการเรียนรู้เรื่อง ความน่าจะเป็น โดยการพัฒนานักเรียนทางด้านทักษะการอ่านและการเขียน โดยให้นักเรียนได้เรียนเป็นกลุ่มในเนื้อหาที่เรียนเรื่อง ความน่าจะเป็น โดยใช้เทคนิคในการส่งเสริมกิจกรรมทางภาษาในการเรียนคณิตศาสตร์ ผูกการสื่อสารให้นักเรียน ซึ่งการกระตุ้นให้นักเรียนได้ค้นคว้าและเสริมแรงในการอ่าน การเขียน และการพูด ผลการวิจัยพบว่า การทดลองทำให้นักเรียนมีผลการเรียนที่ดีขึ้นในกิจกรรมการเขียน แต่ว่ากิจกรรมการอ่านส่งผลเพียงเล็กน้อย

ฮาร์ท (Hart. 1993: 169-170) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการแก้ปัญหา โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือในกลุ่มย่อย พบว่าองค์ประกอบที่ช่วยให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ดี 3 ประการ

1. ความร่วมมือกันในกลุ่ม
2. ความช่วยเหลือกันในกลุ่ม
3. ปทัสถานทางสังคมในกลุ่มย่อย

นอกจากนี้ ฮาร์ท พบว่าองค์ประกอบที่ขัดขวางพฤติกรรมในการแก้ปัญหา 4 ประการ คือ

1. ขาดประสบการณ์ในการแก้ปัญหา

2. มีข้อจำกัดเกี่ยวกับการแก้ปัญหา
3. ขาดการติดตามหรือวางระบบความคิด
4. เชื่อว่าจะไม่ประสบความสำเร็จ

ดริคคีย์ (Drikey. 2000: Online) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการสอนโดยการให้เหตุผลด้วยการนิรนัยภาพ และการให้เหตุผลเชิงปริภูมิ โดยนำไปใช้ในสภาพจริงกับการใช้ในทางกายภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อทดสอบการให้เหตุผลเชิงปริภูมิและการให้เหตุผลโดยการนิรนัยภาพและทดสอบเจตคติเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ซึ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนในเกรด 7 จำนวน 219 คน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ ใช้วิธีการสอนแบบนำไปใช้ในสภาพจริงกับวิธีการสอนที่ใช้ในทางกายภาพ ส่วนกลุ่มควบคุมสอนตามปกติ ผลการวิจัยพบว่า แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ในทั้ง 3 กลุ่ม นักเรียนในกลุ่มทดลองชอบวิธีการสอนแบบนี้ นักเรียนในกลุ่มการสอนแบบนำไปใช้ในสภาพจริงมีพฤติกรรมในการทำงานสูงกว่านักเรียนที่อยู่ในกลุ่มวิธีการสอนที่นำไปใช้ในทางกายภาพ

ลอว์สัน และชินแนพเพน (Lawson; & Chinnappan. 2000: 26-43) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการทำงานแก้ปัญหากับการสร้างองค์ความรู้ของนักเรียน และศึกษาต่อไปถึงตัวชี้วัดความสามารถด้านเนื้อหาและการเชื่อมโยงความรู้ในการแก้ปัญหาดังกล่าวระหว่างนักเรียน 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกับกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงมีความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ขึ้นเองได้มากกว่า และสามารถเชื่อมโยงความรู้ที่ครูจัดตามแผนการสอนมาสัมพันธ์กับความรู้เดิมที่มีอยู่ และตัวชี้วัดความสามารถด้านการเชื่อมโยงมีผลต่อความสำเร็จในการแก้ปัญหาสูงกว่าตัวชี้วัดความสามารถด้านเนื้อหา

วิลเลียม (William. 2003: 185-187) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการเขียนตามขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหาว่าสามารถช่วยเสริมการทำงานแก้ปัญหาก็ได้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่กำลังเริ่มต้นเรียนพีชคณิตจำนวน 42 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 22 คน และกลุ่มควบคุม 20 คน กลุ่มทดลองเรียนโดยใช้การเขียนตามขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา ส่วนกลุ่มควบคุมเรียนโดยใช้การแก้ปัญหาตามขั้นตอนแต่ไม่ต้องฝึกเขียน มีการทดสอบทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองสามารถทำงานแก้ปัญหได้ดีกว่ากลุ่มควบคุมและนักเรียนกลุ่มทดลองมีการเขียนตามขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหาได้เร็วกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม จากการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มทดลอง พบว่า นักเรียนจำนวนร้อยละ 75 มีความพอใจในกิจกรรมการเขียน และนักเรียนจำนวนร้อยละ 80 บอกว่ากิจกรรมการเขียนจะช่วยให้เขาเป็นนักแก้ปัญหาได้ดีขึ้น

5.2 งานวิจัยในประเทศ

จิตอารีย์ ปัญญาแจ้งสกุล (2544: 115-118) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ ทักษะการอ่านเพื่อการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ทักษะการนำหลักการหรือทฤษฎีที่เรียนรู้แล้วมาใช้ ทักษะการแปลงภาษาโจทย์ให้เป็นภาษาทางคณิตศาสตร์ ทักษะการคิดคำนวณ ทักษะการตรวจสอบผลลัพธ์

สมรรถภาพทางภาษา เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์กับความสามารถ ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า ตัวแปร พยากรณ์ทุกตัวนั้น มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ตัวพยากรณ์ที่มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงสุด คือ ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ รองลงมา คือ ทักษะการคิดคำนวณ ซึ่งในการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์เส้นทางพบว่า ตัวแปรที่มีอิทธิพลในรูปที่เป็นสาเหตุโดยตรงต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ได้แก่ ทักษะ การแปลงภาษาโจทย์ให้เป็นภาษาทางคณิตศาสตร์ ทักษะการคิดคำนวณ ทักษะการตรวจสอบผลลัพธ์ และความรู้ พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ตัวแปรที่มีอิทธิพลในรูปที่เป็นสาเหตุโดยอ้อมต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์ ได้แก่ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ สมรรถภาพทางภาษา และสมรรถภาพทางจำนวน

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544: 112-125) ได้ศึกษากิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การ แก้ปัญหาปลายเปิดสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งผู้วิจัยพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิดในลักษณะเป็นชุดกิจกรรมการแก้ปัญหา แบ่งเป็น 15 กิจกรรม ผลการวิจัยพบว่า คีศึกษากิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิดที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ 75/75 ผลการประเมินพฤติกรรมการคิดแก้ปัญหา ก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุมอยู่ในระดับ “ต้องแก้ไข” พฤติกรรมการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มทดลองอยู่ในระดับ “ดีมาก” และ ในแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนพบว่า พฤติกรรมการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนอยู่ใน ระดับ “ดี” ผลของ การประเมินเจตคติหลังเรียน พบว่ากลุ่มทดลองมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ และผลการ เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค 101 พบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนสูงกว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามเกณฑ์ปกติของโรงเรียน

เชียวชาญ เทพสกุล (2545: 108-109) ได้พัฒนาชุดการเรียนการสอนแบบ STAD ที่เน้นทักษะ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน โดยศึกษาผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความคิดเห็นของนักเรียนหลังใช้ชุดการเรียนแบบ STAD ที่เน้นทักษะ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ชุดการเรียนแบบ STAD ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังการใช้ชุดการเรียนแบบ STAD ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความคิดเห็นของนักเรียนหลังใช้ชุดการเรียนแบบ STAD ที่เน้นทักษะการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูงกว่าเห็นด้วยขึ้นไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กฤษณะ โสขุม (2546: 34-35) ได้ศึกษากิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง แบบรูปและการ ให้เหตุผล สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 พร้อมทั้งศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง แบบรูปและการ ให้เหตุผล สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนสามารถสอบผ่านเกณฑ์การเรียนเรื่อง แบบรูปและการให้เหตุผลมากกว่าร้อยละ 50

ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ดังนั้น สรุปได้ว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีความสามารถเพียงพอในการเรียนเรื่องแบบรูปและการให้เหตุผลโดยใช้กิจกรรมการเขียนการสนทนาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

สมชาย วรภิเษมสกุล (2540: 155) ได้ศึกษาการพัฒนากระบวนการสอนวิชาคณิตศาสตร์โดยการสื่อสารแนวความคิด เพื่อเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาแก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยเน้นให้ผู้เรียนได้พูดและเขียนแสดงความรู้ ความเข้าใจ และให้ความช่วยเหลือเพื่อนที่ไม่อาจทำความเข้าใจได้จากครูผู้สอนในการอธิบายหรือแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และให้ครูผู้สอนได้ตรวจสอบความถูกต้องของกระบวนการคิดผ่านสื่อประสม ผลของการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบการสื่อสารแนวความคิดนั้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังการสอนสูงกว่าก่อนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สมเดช บุญประจักษ์ (2540: 91-92) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การเรียนแบบร่วมมือ ซึ่งศักยภาพทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการให้เหตุผล และการใช้คณิตศาสตร์สื่อสาร พัฒนาโดยฝึกผ่านกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนของโพลยา ผลการวิจัยพบว่า ศักยภาพทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการใช้คณิตศาสตร์สื่อสารของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยศักยภาพทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม โดยเฉพาะในด้านการใช้คณิตศาสตร์สื่อสารนั้นนักเรียนกลุ่มทดลองมีการพัฒนาการใช้คณิตศาสตร์สื่อสารได้ดีขึ้นตามลำดับ

สมบัติ แสงทองคำสุก (2545: 97) ได้พัฒนารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ และการบูรณาการเชิงเนื้อหา เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง อนุพันธ์ของฟังก์ชัน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้น มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 โดยมีค่าประสิทธิภาพ 89.84/83.32 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แบบบูรณาการเชิงเนื้อหาเพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง หลังได้รับการสอนสูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศศิธร แก้วรักษา (2547: 59) ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบชิปปา (CIPPA Model) ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน เรื่อง สถิติเบื้องต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 45 คน ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบชิปปา (CIPPA Model) ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน เรื่อง สถิติเบื้องต้น มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 โดยมีค่าประสิทธิภาพ 82.11-83.59 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบชิปปา (CIPPA Model) ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน เรื่อง สถิติเบื้องต้น สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ทั้งในประเทศและต่างประเทศพบว่า ส่วนใหญ่เป็นการศึกษาถึงแต่ละด้านของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการให้เหตุผล ความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมาย

ทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีน้อยมากที่จะศึกษาในลักษณะของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ แต่จากผลการวิจัยดังกล่าวทำให้ได้สารสนเทศที่จะเป็นพื้นฐานในการทำวิจัยครั้งนี้ โดยงานวิจัยต่างประเทศและในประเทศมีข้อบ่งชี้ว่า ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนนั้นจะเกิดขึ้นได้ต้องเกิดจากการพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความสามารถ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียนสูงสุด โดยผู้สอนมีอิทธิพลต่อการเรียนของผู้เรียนโดยตรง

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์จะเห็นว่า ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์นั้นเป็นความสามารถของผู้เรียนแต่ละคนที่จะใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาในด้านต่างๆ จากสถานการณ์ที่หลากหลาย โดยผู้เรียนแต่ละคนจะแสดงถึงความสามารถได้แตกต่างกัน เนื่องจากอิทธิพลหลายอย่างในตัวผู้เรียนที่เป็นตัวส่งเสริมให้เกิดความสามารถดังกล่าว โดยผู้วิจัยเชื่อว่าแนวโน้มของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนนั้นจะพัฒนาสูงขึ้นตามระดับชั้น และระดับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เนื่องจากแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ จะเป็นสิ่งผลักดันให้นักเรียนเกิดความพยายาม และความมานะอดทนที่จะฟันฝ่าอุปสรรคต่าง ๆ เพื่อทำให้เกิดความสำเร็จ นอกจากนี้ผู้วิจัยได้เลือกทำการศึกษาแบบการเรียนซึ่งเป็นความแตกต่างของผู้เรียนในการเรียนโดยผู้วิจัยคาดว่าแบบเรียนที่แตกต่างกันของผู้เรียนจะส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จึงเป็นแนวคิดที่จะนำไปสู่การตั้งสมมติฐานของผู้วิจัยว่า ความแตกต่างของระดับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์และแบบการเรียน รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะทั้งสองประการนั้น น่าจะส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ให้แตกต่างกันด้วย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงบรรยาย (Descriptive Research) โดยมุ่งศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีรูปแบบการเรียนรู้และระดับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์แตกต่างกัน ผู้วิจัยได้พิจารณาการเลือกกลุ่มตัวอย่างจากประชากรที่ศึกษาตามกระบวนการทางสถิติและดำเนินการวิจัยตามลำดับขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. การกำหนดประชากร และการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การกำหนดประชากร และการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากาญจนบุรี เขต 1 ซึ่งมีจำนวน 8 โรงเรียน และมีจำนวนนักเรียนทั้งสิ้น 3,056 คน จำแนกเป็นนักเรียนชาย 1,493 คน นักเรียนหญิง 1,563 คน ดังแสดงในตาราง 7

ตาราง 7 รายชื่อโรงเรียนและจำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากาญจนบุรี เขต 1 จำแนกตามอำเภอ

ที่	อำเภอ	โรงเรียน	จำนวนนักเรียน (คน)		
			ชาย	หญิง	รวม
1	เมือง	กาญจนานุเคราะห์	2	529	531
2	เมือง	เทพมงคลรังษี	275	208	483
3	เมือง	เทพศิรินทร์ลาดหญ้า กาญจนบุรี	139	90	229
4	เมือง	บ้านเก่าวิทยา	118	115	233
5	ท่าม่วง	เฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์	102	162	264
6	ท่าม่วง	วิสุทธิรังษี	513	20	533
7	ท่าม่วง	ท่าม่วงราษฎร์บำรุง	253	325	578
8	ด่านมะขามเตี้ย	ด่านมะขามเตี้ยวิทยาคม	91	114	205
รวม			1,493	1,563	3,056

ที่มา : สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากาญจนบุรีเขต 1 (พ.ศ. 2549)

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้สุ่มมาจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากาญจนบุรี เขต 1 ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) โดยมีรายละเอียดของการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างและขั้นตอนในการสุ่มตามลำดับดังนี้

1. สืบหาข้อมูลหน่วยสมาชิกของประชากรจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ คือ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากาญจนบุรี เขต 1 แล้วจัดทำกรอบของการสุ่ม (Sampling Frame) ดังปรากฏตามตาราง 10

2. การกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยได้กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้หลักของการสุ่มด้วยกำหนดขนาดของความคลาดเคลื่อน (Limit of Error) และระดับความเชื่อมั่น (Level of Confidence :) ที่ .95 ในการประมาณค่าเฉลี่ยของประชากร ซึ่งอาศัยการประมาณค่าของกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

2.1 ขนาดของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า เท่ากับ 2 คะแนน จากคะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัย ซึ่งผู้วิจัยได้พิจารณาแล้วเห็นว่าขนาดของความคลาดเคลื่อนดังกล่าวเพียงพอสำหรับการวิจัยในครั้งนี้

2.2 ค่าความแปรปรวนของกลุ่มประชากร ได้มาจากการนำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 90 คน ซึ่งมีจำนวน ทั้งสิ้น 9 ข้อ คะแนนเต็ม 108 คะแนน ซึ่งผลการวิจัยพบว่า คะแนนความแปรปรวนของนักเรียนชายชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็น 330.747 และคะแนนความแปรปรวนของนักเรียนหญิงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็น 343.623

จากข้อมูลการประมาณค่าความคลาดเคลื่อนและค่าประมาณความแปรปรวนของประชากร ผู้วิจัยนำไปคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สูตรการกำหนดขนาดของการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) ของมยุรี ศรีชัย (2538: 105) ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยจำนวน 253 คน จำแนกเป็นนักเรียนชายจำนวน 112 คน และนักเรียนหญิงจำนวน 141 คน โดยในขั้นเก็บรวบรวมข้อมูลจริงผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในแต่ละโรงเรียน รวมทั้งสิ้นจำนวน 315 คน จากนั้นพิจารณาคัดเลือกแบบทดสอบ แบบสอบถาม และแบบสำรวจที่มีความสมบูรณ์เหมาะสมที่จะนำมาวิเคราะห์ข้อมูลได้กลุ่ม ตัวอย่างจำนวน 288 คน ทั้งนี้ผู้วิจัยมีความต้องการให้กลุ่มตัวอย่างมีขนาดเกินกว่าที่คำนวณได้เนื่องจากจะลดความคลาดเคลื่อนที่อาจจะเกิดขึ้นในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3. ขั้นตอนการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

3.1 ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้กลุ่มตัวอย่างมาจากโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากาญจนบุรี เขต 1 (สังกัดกรมสามัญศึกษาเดิม) โดยทำการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) โดยใช้เพศเป็นชั้น (Strata) และมีนักเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling unit) โดยได้จำนวนนักเรียนซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่าง 288 คน ดังแสดงในตาราง 8

ตาราง 8 จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ที่	โรงเรียน	ชาย	หญิง	รวม
1	กาญจนานุเคราะห์	-	48	48
2	เทพมงคลรังษี	25	18	43
3	เทพศิรินทร์ลาดหญ้า กาญจนบุรี	13	8	21
4	บ้านแก้ววิทยา	11	10	21
5	เฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์	17	25	42
6	วิสุทธิรังษี	47	-	47
7	ท่าม่วงราษฎร์บำรุง	22	24	46
8	ด่านมะขามเตี้ยวิทยาคม	13	10	18
รวม		145	143	288

4. การตรวจสอบความเหมาะสมของขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย หลังจากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 288 คน พบว่า ค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชายมีค่าเท่ากับ 327.913 และนักเรียนหญิงมีค่าเท่ากับ 356.463 เมื่อพิจารณาถึงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณค่า () ในภาพรวม เท่ากับ 1.019 และได้ค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 1.997 โดยในขั้นตอนของการกำหนดค่าความคลาดเคลื่อนผู้วิจัยได้ประมาณค่าไว้เท่ากับ 2

จึงสรุปได้ว่า กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มีขนาดเพียงพอที่จะทำให้ความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าเฉลี่ยประชากรต่ำกว่าที่กำหนดไว้ ซึ่งทำให้การวิจัยในครั้งนี้ได้สารสนเทศจากการประมาณค่าที่มี ความแม่นยำกว่าที่กำหนดไว้ในเบื้องต้นเล็กน้อย ผู้วิจัยจึงพิจารณาตัดสินใจดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอผลการวิจัยต่อไป

2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วยเครื่องมือจำนวน 4 ฉบับ ดังนี้

ฉบับที่ 1 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัย

เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง โดยใช้วัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ด้านความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ และด้านความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ มีลักษณะเป็นข้อสอบแบบปลายเปิด จำนวนด้านละ 3 ข้อ

ฉบับที่ 2 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แบบปรนัย

เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง โดยใช้วัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีลักษณะเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

ฉบับที่ 3 แบบสอบถามวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

เป็นแบบสอบถามที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นจากแบบสอบถามวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของ แวรวรี ลิ้มพวนิช (2548) มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ชนิด 5 ระดับ ประกอบด้วยข้อความ 20 ข้อ โดยผู้วิจัยได้ปรับภาษาให้เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

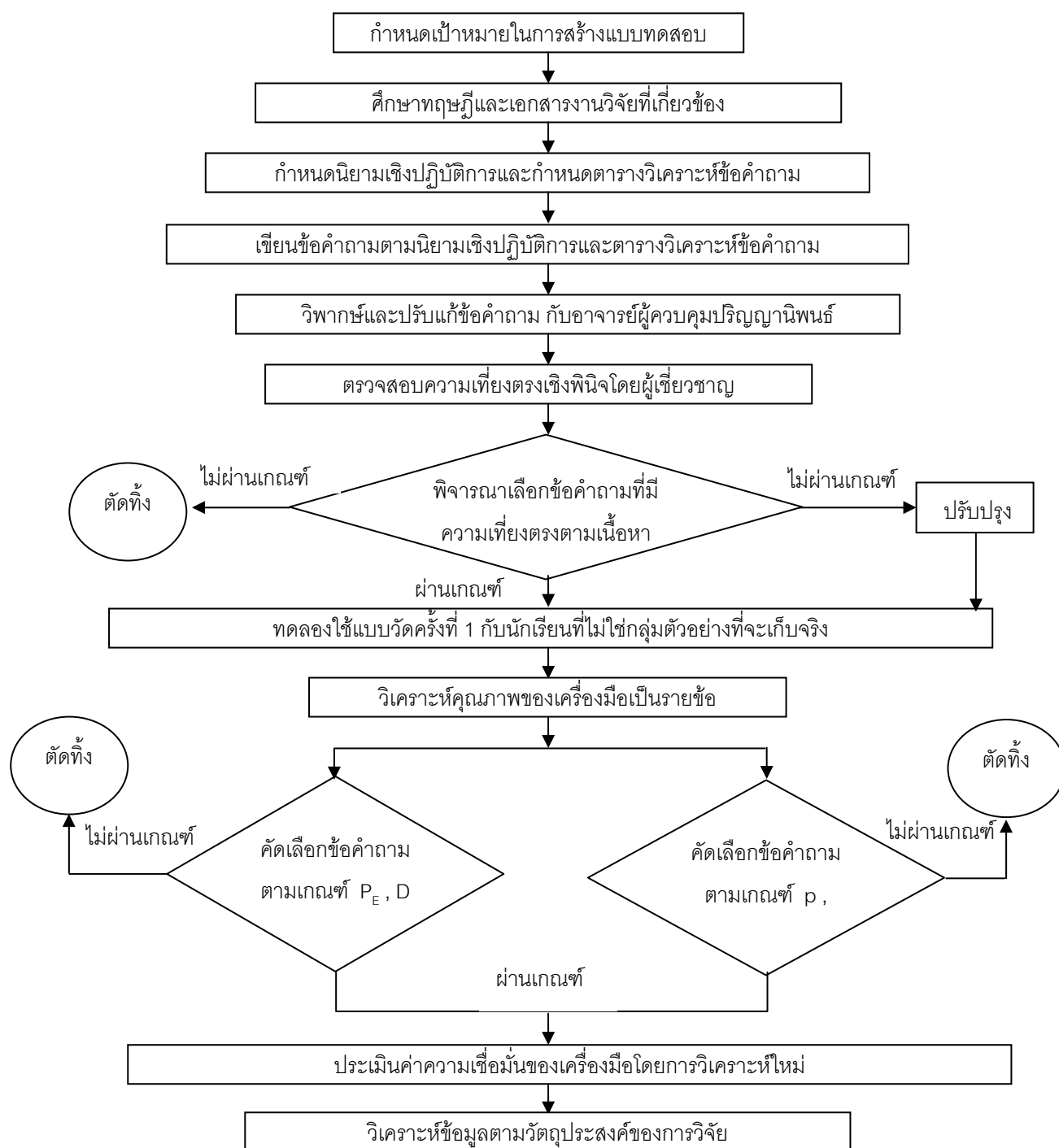
ฉบับที่ 4 แบบสำรวจแบบการเรียนรู้

เป็นแบบสำรวจที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นจากแบบสำรวจแบบการเรียนรู้ของ ประภาวดี วชิรพุทธิ (2547) ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ชนิด 5 ระดับ โดยข้อความคำถามเป็นสถานการณ์แบบสั้น ๆ มีจำนวน 3 แบบการเรียนรู้ แบบการเรียนรู้ละ 10 ข้อ รวม 30 ข้อ โดยผู้วิจัยได้ปรับภาษาให้เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

โดยมีวิธีดำเนินการสร้างเครื่องมือตามขั้นตอน ดังนี้

2.2 ขั้นตอนการสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ตามขั้นตอนดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

แบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเองมีจำนวน 2 ฉบับ คือ

ฉบับที่ 1 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัย

ฉบับที่ 2 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แบบปรนัย

ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินการสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

1. กำหนดเป้าหมายในการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัยและแบบปรนัย

2. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์โดยมีรายละเอียดตามบทที่ 2 เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างข้อคำถามในแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัยและแบบปรนัย

3. เขียนนิยามเชิงปฏิบัติการ โดยพิจารณาให้ครอบคลุมทุกด้านของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ซึ่งกำหนดเป็น 4 ด้าน ได้แก่ ด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้านความสามารถในการให้เหตุผล ด้านความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ และด้านความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ดังแสดงรายละเอียดในบทที่ 1 หัวข้อนิยามศัพท์เฉพาะ

4. กำหนดรูปแบบของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ฉบับ คือ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัยใช้ในการวัดความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ด้านการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ และด้านการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แบบปรนัยใช้ในการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยมีระบบการให้คะแนนเป็น 2 ระบบ คือ แบบทดสอบแบบอัตนัยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบ Holistic Scoring Rubric โดยให้คะแนนเป็น 5 ระดับ ส่วนแบบทดสอบแบบปรนัยให้คะแนนโดย ตอบถูกได้ 1 คะแนน และตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน

5. ผู้วิจัยต้องการข้อคำถามของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัย จำนวน 9 ข้อ แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ด้านละ 3 ข้อ ได้แก่ ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และข้อคำถามของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แบบปรนัย จำนวน 20 ข้อ ดังนั้น จึงวางแผนการเขียนข้อคำถามของแบบทดสอบเป็นอย่างดี 1.5 เท่าของข้อคำถามที่ต้องการ โดยดำเนินการสร้างข้อคำถามของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัยในแต่ละด้านด้านละ 4 ข้อ และข้อคำถามของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แบบปรนัยจำนวน 30 ข้อ

6. วิพากษ์และปรับแก้ข้อคำถามกับอาจารย์ผู้ควบคุมปริญาพนธ์ เพื่อให้คำถามมีความเที่ยงตรงและครอบคลุมตามโครงสร้างทฤษฎี

7. นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นไปตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้นโดยการนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้น และผ่านกระบวนการตามข้อ 6 เสนอให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบ

ความเที่ยงตรงเชิงพินิจ (Face Validity) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เป็นผู้พิจารณาความถูกต้องเหมาะสม และครอบคลุมของเนื้อหา ตลอดจนการใช้ภาษาในการเขียนข้อคำถามและคัดเลือกข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ซึ่งผลการพิจารณาพบว่าข้อคำถามของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัยและแบบปรนัยผ่านเกณฑ์ทั้งหมด โดยมีข้อคำถามของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัยที่ผู้เชี่ยวชาญได้ให้คำแนะนำในการใช้ภาษา จำนวน 2 ข้อ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงวิพากษ์และปรับแก้ข้อคำถามกับอาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์อีกครั้ง

8. นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัยและแบบปรนัยไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ และโรงเรียนเทพมงคลรังษี ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 90 คน จากนั้นนำผลการตอบแบบทดสอบมาวิเคราะห์หาคุณภาพรายข้อ ได้แก่

8.1 วิเคราะห์หาค่าความง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัยโดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบแบบอัตนัยของวิทนีและซาเบอร์ส (D.R. Whitney; & D.L. Sabers.) พบว่า แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัยมีค่าความง่ายตั้งแต่ 0.41 ถึง 0.77 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.27 ถึง 0.72 โดยรายละเอียดผลการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัยในแต่ละด้าน มีดังนี้

8.1.1 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ข้อ มีค่าความง่ายตั้งแต่ 0.51 ถึง 0.71 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.34 ถึง 0.48

8.1.2 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการสื่อสารสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ จำนวน 3 ข้อ มีค่าความง่ายตั้งแต่ 0.41 ถึง 0.77 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.27 ถึง 0.66

8.1.3 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ข้อ มีค่าความง่ายตั้งแต่ 0.48 ถึง 0.69 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.35 ถึง 0.77

8.2 วิเคราะห์หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก ($r_{p.bis}$) สำหรับแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แบบปรนัย โดยใช้ค่าสหสัมพันธ์แบบพอยท์ไบซีเรียล (Point Bi-Serial Correlation: $r_{p.bis}$) พบว่า แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แบบปรนัยมีค่าความยากตั้งแต่ 0.27 ถึง 0.73 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.33 ถึง 0.55

9. คัดเลือกข้อคำถามเพื่อไปดำเนินการวิจัย โดยพิจารณาจากข้อที่มีค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกที่อยู่ในเกณฑ์และรวมทุกข้อแล้วครอบคลุมตามโครงสร้างนิยามปฏิบัติการ ปรับปรุงข้อคำถามที่บกพร่องโดยอาศัยผลการวิเคราะห์ข้างต้น แล้วนำผลคะแนนที่ได้จากการวัดมาวิเคราะห์ใหม่ เพื่อพิจารณาแนวโน้มค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัย ผลการวิเคราะห์พบว่า

9.1 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัย จำนวน 9 ข้อ โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.856 โดยมีรายละเอียดความเชื่อมั่นรายด้าน ดังนี้

9.1.1 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.797

9.1.2 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการสื่อสารสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ จำนวน 3 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.789

9.1.3 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.859

9.2 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แบบปรนัย โดยใช้สูตรของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richrdson) สูตร KR-20 มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.800

10. ผู้วิจัยได้พิจารณาคุณภาพของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัยและแบบปรนัยในหลายมิติประกอบกัน ทั้งในมิติของความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง มิติของค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแล้วเห็นว่าสามารถที่จะให้สารสนเทศอันเป็นประโยชน์ได้

ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และการตรวจให้คะแนน

1. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัย

1.1 แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงขั้นตอนวิธีการคิดคำนวณหรือวิธีทำเพื่อแก้ปัญหาในแต่ละสถานการณ์โดยละเอียดและเขียนคำตอบทั้งหมดลงในกระดาษคำตอบให้ชัดเจน เพื่อให้เห็นแนวความคิดและข้อสรุปของนักเรียนเพราะทุกส่วนมีผลต่อการให้คะแนน

ตัวอย่างข้อคำถาม

ร้าน A	ขายไข่ไก่ฟองละ 3 บาท โหลละ 30 บาท	ขายไข่เบ็ดฟองละ 3 บาท โหลละ 35 บาท
ร้าน B	ขายไข่ไก่ฟองละ 2.75 บาท โหลละ 30 บาท	ขายไข่เบ็ดฟองละ 3.50 บาท โหลละ 40 บาท
ร้าน C	ขายไข่ไก่ฟองละ 3 บาท โหลละ 33 บาท	ขายไข่เบ็ดฟองละ 3 บาท โหลละ 36 บาท

จากสถานการณ์ข้างต้นให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

0. ถ้าต้องการซื้อไข่ไก่ 9 ฟอง และไข่เบ็ด 12 ฟอง ให้ได้ราคาถูกที่สุดโดยไม่จำเป็นต้องซื้อร้านเดียวกัน ควรจะเลือกซื้อที่ร้านใด เพราะเหตุใด

แนวทางการตอบ

ถ้าต้องการซื้อไข่ไก่จำนวน 9 ฟอง และซื้อได้ในราคาถูกที่สุดถ้าพิจารณาจากทั้ง 3 ร้านจะพบว่า ร้าน B ขายไข่ไก่ฟองละ 2.75 บาท ซึ่งเป็นราคาที่ถูกที่สุด ดังนั้น จึงควรเลือกซื้อไข่ไก่ที่ร้าน B

และต้องซื้อไข่เบ็ดจำนวน 12 ฟอง เท่ากับ 1 โหล และซื้อได้ในราคาถูกที่สุดถ้าพิจารณาจากทั้ง 3 ร้านจะพบว่า ร้าน A และร้าน C ขายไข่เบ็ดฟองละ 3 บาท ซึ่งเป็นราคาที่ถูก แต่ถ้าวซื้อแบบเป็นโหลร้าน A จะมีราคาถูกกว่าร้าน C ดังนั้น จึงควรเลือกซื้อไข่เบ็ดที่ร้าน A

ดังนั้น จึงควรเลือกซื้อไข่ไก่ที่ร้าน B และเลือกซื้อไข่เบ็ดที่ร้าน A จึงได้ราคาที่ถูกที่สุด

เกณฑ์การให้คะแนน

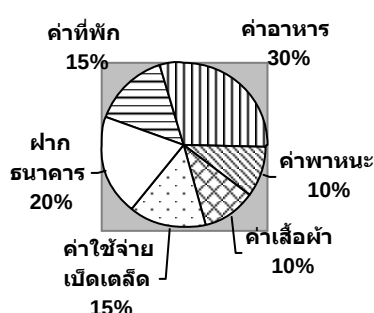
การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผล ใช้เกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบ Holistic Scoring Rubric โดยให้คะแนนเป็น 5 ระดับ ดังนี้

- | | |
|---------|--|
| 0 คะแนน | ไม่มีการแสดงแนวความคิด |
| 1 คะแนน | มีความพยายามที่จะแสดงแนวความคิด แต่ไม่ถูกต้อง นำไปสู่ข้อสรุปที่ไม่ถูกต้อง |
| 2 คะแนน | มีการแสดงแนวความคิดจากข้อมูลที่กำหนดให้ได้เพียงบางส่วน นำไปสู่ข้อสรุปที่ไม่ถูกต้อง |
| 3 คะแนน | มีการแสดงแนวความคิดจากข้อมูลที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง นำไปสู่ข้อสรุปที่ถูกต้องเพียงบางส่วน |
| 4 คะแนน | มีการแสดงแนวความคิดจากข้อมูลที่กำหนดให้ได้ถูกต้องและเหมาะสม นำไปสู่ข้อสรุปที่สมบูรณ์ ครบถ้วน |

1.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ

คำชี้แจง ให้นักเรียนนำเสนอขั้นตอนวิธีการคิดคำนวณหรือวิธีทำเพื่อแก้ปัญหาในแต่ละสถานการณ์โดยละเอียด และเขียนคำตอบทั้งหมดลงในกระดาษคำตอบให้ชัดเจน เพื่อให้เห็นแนวความคิดและวิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบของนักเรียนเพราะทุกส่วนมีผลต่อการให้คะแนน

ตัวอย่างข้อคำถาม



แผนภูมิวงกลมแสดงค่าใช้จ่ายในแต่ละเดือนของพอลล่า ซึ่งพอลล่ามีรายได้เดือนละ 12,500 บาท
จากสถานการณ์ข้างต้นให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

00. ถ้าในทุกๆ เดือนพอลล่าจะโดนหักค่าเบี้ยประกันจากการฝากธนาคารเดือนละ 500 บาท พอลล่าจะเหลือเงินฝากธนาคารเท่าใดในเดือนนั้น

แนวทางการตอบ

ในทุกๆ เดือนพอลล่าฝากธนาคารเป็นเงินจำนวน $12,500 \times \quad = 2,500$ บาท
และพอลล่าจะโดนหักค่าเบี้ยประกันจากการฝากธนาคารเดือนละ 500 บาท
ดังนั้น พอลล่าจะเหลือเงินฝากธนาคารในเดือนนั้นจำนวน $2,500 - 500 = 2,000$ บาท

เกณฑ์การให้คะแนน

การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และ
การนำเสนอ ใช้เกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบ Holistic Scoring Rubric โดยให้คะแนนเป็น 5 ระดับ ดังนี้

- | | |
|---------|--|
| 0 คะแนน | ไม่มีการนำเสนอเลย |
| 1 คะแนน | ไม่ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ การสื่อสารและการนำเสนอไม่ชัดเจน |
| 2 คะแนน | ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้บางส่วน มีการสื่อสารและนำเสนอเพื่ออธิบายแนวคิดแต่ไม่ชัดเจน |
| 3 คะแนน | ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม มีการสื่อสารและการนำเสนอเพื่ออธิบายแนวคิดได้อย่างถูกต้องเพียงบางส่วน |
| 4 คะแนน | ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม มีการสื่อสารและการนำเสนอเพื่ออธิบายแนวคิดได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน |

1.3 แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงขั้นตอนวิธีการคิดคำนวณหรือวิธีทำเพื่อแก้ปัญหาในแต่ละสถานการณ์โดยละเอียด และเขียนคำตอบทั้งหมดลงในกระดาษคำตอบให้ชัดเจน เพื่อให้เห็นแนวความคิดและวิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบของนักเรียนเพราะทุกส่วนมีผลต่อการให้คะแนน

ตัวอย่างข้อคำถาม

ธนาคารกสิกร	ให้อัตราดอกเบี้ยคงที่ 3 ปี 1.5%	มากกว่า 3 ปีให้ดอกเบี้ย 2.75%
ธนาคารกรุงเทพ	ให้อัตราดอกเบี้ยปีแรก 1%	ปีที่ 2-4 ให้ดอกเบี้ย 2.5%
ธนาคารทหารไทย	ให้อัตราดอกเบี้ยปีแรก 0.75%	ปีที่ 2 ให้ดอกเบี้ย 1%
	ปีที่ 3-4 ให้ดอกเบี้ย 2.5%	ปีที่ 5 ให้ดอกเบี้ย 3%

จากสถานการณ์ข้างต้นให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

000. อรรถพลคิดจะซื้อรถยนต์ในปีหน้า เขาจึงเริ่มเก็บเงินเดือนละ 5,000 บาท ไว้เพื่อเป็นเงินดาวน์ เขาควรเลือกฝากเงินที่ธนาคารใดเพื่อให้ได้ดอกเบี้ยมากที่สุด และได้ดอกเบี้ยเป็นเงินเท่าใด

แนวทางการตอบ

อรรถพลต้องการฝากเงินที่ธนาคารเพื่อให้ได้ดอกเบี้ยมากที่สุด ภายในระยะเวลา 1 ปี

ดังนั้น เขาควรเลือกฝากเงินกับธนาคารกสิกร เพราะให้อัตราดอกเบี้ย 1.5%

ซึ่งเป็นจำนวนดอกเบี้ยที่มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับธนาคารอื่นๆ

และใน 1 ปีเขาจะฝากเงินเป็นจำนวน $5,000 \times 12 = 60,000$ บาท

ได้ดอกเบี้ยคิดเป็นเงิน $60,000 \times \quad = 900$ บาท

เพราะฉะนั้น อรรถพลควรเลือกฝากเงินที่ธนาคารกสิกรเพราะได้ดอกเบี้ยมากที่สุดเป็นเงิน 900 บาท

เกณฑ์การให้คะแนน

การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยง ใช้เกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบ Holistic Scoring Rubric โดยให้คะแนนเป็น 5 ระดับ ดังนี้

- 0 คะแนน ไม่มีการเชื่อมโยงเลย
- 1 คะแนน มีการนำความรู้ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ไม่ชัดเจนและได้ข้อสรุปที่ไม่ถูกต้อง
- 2 คะแนน มีการนำความรู้ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ได้เพียงบางส่วนและอธิบายข้อสรุปไม่ถูกต้อง
- 3 คะแนน มีการนำความรู้ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ เพื่ออธิบายข้อสรุปได้บางส่วน
- 4 คะแนน มีการนำความรู้ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ เพื่ออธิบายข้อสรุปได้อย่างชัดเจนและนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง

2. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แบบปรนัย

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด จากสถานการณ์ที่กำหนดให้โดยทำเครื่องหมาย ✕ ทับลงบนข้อที่ถูกต้องเพียงข้อเดียวเท่านั้น

ตัวอย่างข้อคำถาม

(0000) “ นักเรียนคนหนึ่งทำข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์จำนวน 30 ข้อ ได้คะแนนรวม 65 คะแนน ซึ่งในการตรวจให้คะแนนนั้น ถ้าตอบถูกต้องจะได้ 3 คะแนน และถ้าตอบผิดจะถูกหัก 2 คะแนน “

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ข้อใด ไม่ สามารถหาคำตอบได้

1. จำนวนข้อสอบที่นักเรียนตอบผิด
2. สัดส่วนของข้อสอบที่ตอบถูกและตอบผิด
3. คะแนนเฉลี่ยของข้อสอบแต่ละข้อ
4. คะแนนรวมของข้อสอบที่ตอบถูก

เฉลยคำตอบ

ข้อ 3 คะแนนเฉลี่ยของข้อสอบแต่ละข้อ

การตรวจให้คะแนน

ตอบถูกได้ 1 คะแนน

ตอบผิดได้ 0 คะแนน

เกณฑ์การแปลความหมายคะแนนจากแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

1. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จำนวน 29 ข้อ คะแนนเต็ม 128 คะแนน

ระดับคะแนนทั้งฉบับ

การแปลความหมาย

89.61-128.00

มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูง

64.01-89.60

มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง

0.00-64.00

มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ

2. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในแต่ละด้าน มีระดับคะแนนและการแปลความหมายของแต่ละด้านดังนี้

1.1 ด้านความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ข้อ คะแนนเต็ม 36 คะแนน

ระดับคะแนน

การแปลความหมาย

24.01 – 36.00	มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูง
12.01 – 24.00	มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง
0.00 – 12.00	มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ

1.2 ด้านความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ จำนวน 3 ข้อ
คะแนนเต็ม 36 คะแนน

ระดับคะแนน

การแปลความหมาย

24.01 – 36.00	มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูง
12.01 – 24.00	มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง
0.00 – 12.00	มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ

1.3 ด้านความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ข้อ คะแนนเต็ม 36 คะแนน

ระดับคะแนน

การแปลความหมาย

24.01 – 36.00	มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูง
12.01 – 24.00	มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง
0.00 – 12.00	มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ

1.4 ด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ คะแนนเต็ม 20 คะแนน

ระดับคะแนน

การแปลความหมาย

24.01 – 20.00	มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูง
12.01 – 24.00	มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง
0.00 – 12.00	มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ

ฉบับที่ 3 แบบสอบถามวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

ผู้วิจัยพัฒนาแบบสอบถามวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์มาจากแบบสอบถามวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของ แวรวีลีพหวนิช (2548) มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ชนิด 5 ระดับ ซึ่งมีจำนวน 20 ข้อ และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามเท่ากับ 0.904 โดยผู้วิจัยมีขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือดังนี้

1. ผู้วิจัยกำหนดจุดมุ่งหมายในการใช้แบบสอบถามวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ พร้อมทั้งศึกษาทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

2. เขียนนิยามเชิงปฏิบัติการจากแนวทางการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง ซึ่งผู้วิจัยได้นำมาเขียนนิยามเชิงปฏิบัติการตามคุณลักษณะที่ต้องการวัด จากนั้นปรับปรุงข้อคำถามให้สอดคล้องกับนิยามปฏิบัติการ ปรับภาษาให้เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่าง

3. นำข้อคำถามไปพิจารณา วิพากษ์ และปรับแก้ร่วมกับอาจารย์ที่ควบคุมปริมาณนิพนธ์ และปรับปรุงข้อคำถามตามคำแนะนำ

4. นำแบบวัดที่ผ่านการปรับปรุงจากข้อ 2 ไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ และโรงเรียนเทพมงคลรังษี จำนวน 90 คน จากนั้นนำผลการตอบแบบวัดมาวิเคราะห์หาคุณภาพรายข้อ ได้แก่ ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อโดยวิธีการหาค่าสหสัมพันธ์ (Item Total Correlation) ด้วยสูตรสหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation) และวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) ซึ่งพบว่า แบบสอบถามวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ จำนวน 20 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.335 ถึง 0.662 และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.871 ซึ่งผู้วิจัยปรึกษากับอาจารย์ผู้ควบคุมปริมาณนิพนธ์แล้วมีความเห็นว่า ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดดังกล่าวมีคุณสมบัติเพียงพอที่สามารถใช้ในการวิจัยได้

ตัวอย่างแบบสอบถามวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้ แล้วพิจารณาว่าข้อความนั้นตรงกับความคิดเห็นหรือการปฏิบัติของนักเรียนมากน้อยเพียงใด และทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องด้านขวามือของข้อความที่ตรงกับความรู้สึกหรือการปฏิบัติที่แท้จริงเพียงช่องเดียวเท่านั้นในแต่ละข้อ คำตอบที่ได้ไม่ถือว่าถูกหรือผิด **และกรณาดอบทุกข้อ**

ข้อ	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่ แน่ใจ	ไม่ เห็น ด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
0	ข้าพเจ้าทำงานที่ครูมอบหมายได้สำเร็จทุกครั้ง	 ✓				
00	ข้าพเจ้าจะพยายามมากขึ้น เมื่อรู้ว่าตนเอง ด้อยกว่าเพื่อนๆ			 ✓		

การตรวจให้คะแนนของแบบสอบถามวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

ระดับความคิดเห็น	ข้อความทางบวก	ข้อความทางลบ
เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้ 5 คะแนน	ให้ 1 คะแนน
เห็นด้วย	ให้ 4 คะแนน	ให้ 2 คะแนน
ไม่แน่ใจ	ให้ 3 คะแนน	ให้ 3 คะแนน
ไม่เห็นด้วย	ให้ 2 คะแนน	ให้ 4 คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้ 1 คะแนน	ให้ 5 คะแนน

เกณฑ์ในการจำแนกระดับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

จากคะแนนของแบบสอบถามวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ จำนวน 20 ข้อ คะแนนเต็ม 100 คะแนน กำหนดเกณฑ์ในการจำแนก ดังนี้

ระดับคะแนน	การแปลความหมาย
20 - 50	นักเรียนมีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในระดับต่ำ
51 - 70	นักเรียนมีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในระดับปานกลาง
71 - 100	นักเรียนมีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในระดับสูง

ฉบับที่ 4 แบบสำรวจรูปแบบการเรียนรู้

ผู้วิจัยพัฒนาแบบสำรวจรูปแบบการเรียนรู้มาจากประภาวดี วชิรพุทธิ (2547) ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ข้อคำถามเป็นสถานการณ์แบบสั้น ๆ จำนวน 6 แบบการเรียนรู้ แบบการเรียนรู้ละ 10 ข้อ รวม 60 ข้อ และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบการเรียนรู้แบบอิสระ, แบบหลีกเลี่ยง, แบบร่วมมือ, แบบพึ่งพา, แบบแข่งขัน และแบบมีส่วนร่วมเท่ากับ 0.883, 0.881, 0.872, 0.848, 0.877 และ 0.894 ตามลำดับ โดยผู้วิจัยมีขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือดังนี้

1. ผู้วิจัยกำหนดจุดมุ่งหมายในการใช้แบบสำรวจแบบการเรียนรู้จำนวน 3 แบบ คือ แบบหลีกเลี่ยง, แบบร่วมมือ และแบบแข่งขัน พร้อมทั้งศึกษาทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบการเรียนรู้
2. เขียนนิยามเชิงปฏิบัติการจากแนวทางการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง ซึ่งผู้วิจัยได้นำมาเขียนนิยามเชิงปฏิบัติการตามคุณลักษณะที่ต้องการวัด จากนั้นปรับปรุงข้อคำถามให้สอดคล้องกับนิยามปฏิบัติการ ปรับภาษาให้เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่าง
3. นำข้อคำถามไปพิจารณา วิพากษ์ และปรับแก้ร่วมกับอาจารย์ที่ควบคุมปริญญาโท และปรับปรุงข้อคำถามตามคำแนะนำ
4. นำแบบวัดที่ผ่านการปรับปรุงจากข้อ 2 ไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ และโรงเรียนเทพมงคลรังษี จำนวน 90 คน จากนั้นนำผลการตอบแบบวัดมาวิเคราะห์หาคุณภาพรายข้อ ได้แก่ ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อโดยวิธีการหาค่าสหสัมพันธ์ (Item Total Correlation) ด้วยสูตรสหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation) และวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) ซึ่งพบว่า แบบสำรวจแบบการเรียนรู้ จำนวน 30 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกทั้งฉบับตั้งแต่ 0.410 ถึง 0.679 และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.886 โดยรายละเอียดผลการหาคุณภาพของแบบสำรวจแบบการเรียนรู้ในแต่ละด้าน มีดังนี้
 - 4.1 แบบสำรวจแบบการเรียนรู้แบบหลีกเลี่ยง จำนวน 10 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกทั้งฉบับตั้งแต่ 0.456 ถึง 0.789 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.870

4.2 แบบสำรวจแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ จำนวน 10 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกทั้งฉบับตั้งแต่ 0.560 ถึง 0.611 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.812

4.3 แบบสำรวจแบบการเรียนรู้แบบแข่งขัน จำนวน 10 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกทั้งฉบับตั้งแต่ 0.498 ถึง 0.788 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.832

ซึ่งผู้วิจัยปรึกษากับอาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์แล้วมีความเห็นว่า ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดดังกล่าวมีคุณสมบัติเพียงพอที่สามารถใช้ในการวิจัยได้

ตัวอย่างแบบสำรวจแบบการเรียนรู้

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านข้อความแต่ละข้อ แล้วพิจารณาว่าข้อความนั้นตรงกับความคิดเห็นหรือการปฏิบัติของนักเรียนมากน้อยเพียงใด และทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องด้านขวามือของข้อความที่ตรงกับความรู้สึกหรือการปฏิบัติที่แท้จริงเพียงช่องเดียวในแต่ละข้อ คำตอบที่ได้ไม่ถือว่าถูกหรือผิด **และกรุณาตอบทุกข้อ**

ข้อ	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
0	แบบหลีกเลี่ยง					
	ข้าพเจ้าไม่ชอบให้ครูสนใจข้าพเจ้าขณะเรียน				✓	
00	แบบร่วมมือ					
	ข้าพเจ้าชอบที่จะร่วมทำกิจกรรมเป็นกลุ่มเล็กๆในห้องเรียน		✓			
000	แบบแข่งขัน					
	ข้าพเจ้าสนใจเสมอว่าเพื่อน ๆ ทำข้อสอบหรือทำงานที่ครูที่มอบหมายได้ดีเพียงใด			✓		

การตรวจให้คะแนนของแบบสำรวจแบบการเรียนรู้

ระดับความคิดเห็น	คะแนน
มากที่สุด	5
มาก	4
ปานกลาง	3
น้อย	2
น้อยที่สุด	1

เกณฑ์ในการแปลความหมาย

ผู้วิจัยทำการตรวจแบบสำรวจแบบการเรียนรู้ จากนั้นนำคะแนนที่ได้จากแต่ละคำตอบมาแยกตามข้อคำถาม ของแบบการเรียนรู้แต่ละแบบ ซึ่งประกอบด้วย แบบการเรียนรู้แบบหลักเลียง แบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ และแบบการเรียนรู้แบบแข่งขัน จำนวนแบบการเรียนรู้ละ 10 ข้อ คะแนนเต็ม 30 คะแนน เมื่อได้คะแนนรวมของแบบการเรียนรู้แต่ละแบบแล้วดำเนินการดังนี้

1. ผู้วิจัยได้ทำการคำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัด (Standard Error of Measurement: S_E) ของแบบการเรียนรู้แบบหลักเลียง แบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ และแบบการเรียนรู้แบบแข่งขัน ซึ่งจะได้ค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัดเท่ากับ 2.65

2. นำค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้มาคำนวณหาคะแนนเกณฑ์ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้สูตร $Z_{.05} S_E$ มีค่าเท่ากับ 4.36 เพื่อใช้ในการกำหนดเกณฑ์จำแนกแบบการเรียนรู้ของกลุ่มตัวอย่าง โดยพิจารณาขนาดความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบ (X) ของแบบการเรียนรู้ที่มีค่าสูงที่สุดกับแบบการเรียนรู้ที่มีคะแนนดิบรองลงมา

2.1 ถ้าคะแนนดิบมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับคะแนนเกณฑ์ 4.36 ถือว่า นักเรียนจัดอยู่ในแบบการเรียนรู้ที่มีค่าคะแนนดิบสูงสุด

2.2 ถ้าคะแนนดิบมีค่าน้อยกว่าคะแนนเกณฑ์ 4.36 ถือว่า ไม่สามารถจัดนักเรียนอยู่ในแบบการเรียนรู้ใดแบบการเรียนรู้หนึ่งได้ แสดงว่านักเรียนคนนั้นมีแบบการเรียนรู้แบบผสม

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ติดต่อขอหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อขอความอนุเคราะห์จากสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากาญจนบุรี เขต 1 ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากโรงเรียนในสังกัดที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัย

2. นำสำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลติดต่อกับโรงเรียน พร้อมทั้งนัดหมายวัน เวลา และสถานที่ ที่จะดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

3. จัดเตรียมแบบวัดให้มีจำนวนมากกว่ากลุ่มตัวอย่างร้อยละ 30 เพื่อใช้ในการคัดเลือกแบบทดสอบและเก็บรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติมในกรณีที่นักเรียนตอบไม่สมบูรณ์หรือไม่ตั้งใจในการตอบ

4. ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยตนเอง โดยมีวิธีการดำเนินการเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีคุณภาพและมีความคลาดเคลื่อนซึ่งเกิดจากการวัดน้อยที่สุด ดังนี้

4.1 กำหนดเวลาในการตอบแบบวัด โดยพิจารณาเวลาที่ใช้ในการตอบแบบวัดจากการทดลองใช้

4.2 ขอความอนุเคราะห์จากอาจารย์ประจำชั้นของโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างให้กรุณาแจ้งให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของการตอบแบบวัด ซึ่งอาจนำไปเป็นส่วนหนึ่งของคะแนนเก็บระหว่างเรียนเพื่อให้นักเรียนตอบแบบวัดด้วยความตั้งใจ

4.3 สร้างแรงจูงใจให้นักเรียนในการตอบแบบวัดโดยการจัดหาของที่ระลึก เช่น ดินสอ หรือปากกาประทับตรามหาวิทยาลัย เป็นต้น เพื่อจูงใจให้ตอบแบบวัดด้วยความตั้งใจและให้ได้ข้อมูลที่ตรงกับความเป็นจริง

4.4 ควบคุมเวลาในการตอบแบบวัด โดยพยายามเก็บรวบรวมข้อมูลในแต่ละโรงเรียนภายใน 1 วัน แบ่งการเก็บรวบรวมข้อมูลออกเป็นเช้า-บ่าย ดังนี้

4.4.1 ช่วงเช้า เก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัย และแบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

4.4.2 ช่วงบ่าย เก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แบบปรนัย และแบบสำรวจแบบการเรียนรู้

4.5 ในการเก็บรวบรวมข้อมูลแต่ละครั้ง ผู้วิจัยชี้แจงวัตถุประสงค์และวิธีการตอบแบบวัดแต่ละฉบับให้ชัดเจนเพื่อให้มีความเข้าใจตรงกัน และให้นักเรียนเห็นความสำคัญในการตอบ

4.6 ผู้วิจัยเก็บข้อมูลวันละ 1 โรงเรียน โดยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตั้งแต่วันที่ 20 ธันวาคม 2549 ถึงวันที่ 5 มกราคม 2550

5. ตรวจสอบความพร้อมของนักเรียนเกี่ยวกับวัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินการสอบ

6. ขณะดำเนินการสอบ ผู้วิจัยจะสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนด้านความตั้งใจแล้วบันทึก การสังเกตเพื่อใช้ประกอบการพิจารณาตัดสินใจคัดเลือกข้อมูลสู่ขั้นตอนการจัดกระทำข้อมูลต่อไป

7. นำแบบทดสอบ แบบสอบถาม และแบบสำรวจที่ได้มาตรวจสอบความสมบูรณ์ของการตอบและร่องรอยระบุถึงการไม่ตั้งใจทำ แล้วทำการคัดเลือกฉบับที่สมบูรณ์นำมาตรวจให้คะแนน จากนั้นดำเนินการจัดกลุ่มนักเรียนตามระดับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และแบบการเรียนรู้ แล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยดังจะนำเสนอผลต่อไป

4. การจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. วิเคราะห์หาค่าสถิติพื้นฐานของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์จำแนกตามระดับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์และแบบการเรียนรู้ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าเฉลี่ย โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows

2. เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยรวม ตามระดับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และแบบการเรียนรู้ที่ต่างกัน จากนั้นศึกษาผลปฏิสัมพันธ์ระหว่างแบบการเรียนรู้กับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ที่มีผลต่อ

ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณแบบสองทาง (Two-Factor MANOVA) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติที่ใช้ในการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

การกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างของการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) ในระดับความเชื่อมั่นที่ .95 ดังนี้ (มยุรี ศรีชัย. 2538: 105)

เมื่อ	n	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง
	N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด
	K	แทน	จำนวนขนาดของโรงเรียน
		แทน	ค่าความแปรปรวนของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์
	e	แทน	ความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า
		แทน	จำนวนนักเรียนในแต่ละชั้น
		แทน	

2. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

2.1 วิเคราะห์หาค่าความเที่ยงตรงเชิงพื้นผิว (Face Validity) โดยใช้วิธีการหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) (ลิวัน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543: 248)

เมื่อ	แทน	ดัชนีความสอดคล้อง
	แทน	ผลรวมของการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ
	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 วิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อเพื่อหาดัชนีค่าความง่าย (P_E) และดัชนีค่าอำนาจจำแนก (D) โดยใช้เทคนิค 25% ของนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมด โดยคำนวณจากสูตรของ วิทนี และ ซาเบอส์ (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2539: 199-201; อ้างอิงจาก D.R. Whitney; & D.L. Sabers. 1970)

2.2.1 ดัชนีค่าความง่าย (P_E) คำนวณจากสูตร ดังนี้

เมื่อ	P_E	แทน	ดัชนีค่าความง่าย
	S_U	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
	N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน
	X_{max}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	X_{min}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

2.2.2 ดัชนีค่าอำนาจจำแนก

เมื่อ	D	แทน	ดัชนีค่าอำนาจจำแนก
	S_U	แทน	ผลรวมของคะแนนของนักเรียนกลุ่มเก่ง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนของนักเรียนกลุ่มอ่อน
	N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน
	X_{max}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	X_{min}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

2.3 วิเคราะห์ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก ($r_{p.bi}$) สำหรับแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แบบปรนัย โดยใช้ค่าสหสัมพันธ์แบบพอยท์ไบซีเรียล (Point biserial correlation: $r_{p.bi}$)

2.3.1 วิเคราะห์ค่าความยาก (p) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แบบปรนัย (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2538: 129)

เมื่อ	p	แทน	ค่าความยากของคำถามแต่ละข้อ
	R	แทน	จำนวนคนที่ตอบข้อนั้นถูก
	N	แทน	จำนวนคนทั้งหมด

2.3.2 วิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก ($r_{p.bi}$) แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แบบปรนัย โดยใช้ค่าสหสัมพันธ์แบบพอยท์ไบซีเรียล (Point biserial correlation: $r_{p.bi}$) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2538: 130-131)

$$r_{p.bi} =$$

เมื่อ	$r_{p.bi}$	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบพอยท์ไบซีเรียล
	S_x	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนทั้งฉบับ
		แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนรายข้อสำหรับกลุ่มที่ได้คะแนนเป็น 1
		แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนรายข้อสำหรับกลุ่มที่ได้คะแนนเป็น 0
	p	แทน	สัดส่วนของคนที่ได้คะแนนรายข้อเป็น 1
	q	แทน	สัดส่วนของคนที่ได้คะแนนรายข้อเป็น 0

2.4 วิเคราะห์ข้อคำถามเป็นรายข้อ (Item Analysis) เพื่อหาค่าอำนาจจำแนกของ แบบสอบถาม โดยใช้สูตรสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation) (Pedhazur.1997: 39)

เมื่อ	r	แทน	ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ
	S_{xy}	แทน	ค่าความแปรปรวนร่วมระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวมของข้ออื่น ๆ ที่เหลือ
	S_x	แทน	ค่าความแปรปรวนมาตรฐานของคะแนนรายข้อ
	S_y	แทน	ค่าความแปรปรวนมาตรฐานคะแนนรวมของข้ออื่น ๆ ที่เหลือ

2.5 วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แบบปรนัย โดยใช้วิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน สูตร 20 (KR-20) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538: 198)

เมื่อ	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
N	แทน	จำนวนข้อสอบ
p	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ทำถูกในข้อหนึ่ง ๆ
q	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ทำผิดในข้อนั้น ๆ
	แทน	คะแนนความแปรปรวนของข้อสอบทั้งฉบับ

2.6 วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัย และแบบสอบถามโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543: 312)

เมื่อ	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
K	แทน	จำนวนข้อสอบ
S_i^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนข้อที่ i
S_t^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งฉบับ
	แทน	ผลรวมทั้งหมด

3. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย () ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าเฉลี่ย ()

3.2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์โดยภาพรวม โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณแบบตัวแปรอิสระ 2 ตัว (Two Factor Multivariate Analysis of Variance: Two Factor MANOVA) ด้วยค่าสถิติ Wilks' (Marasculio. 1983: 357-371)

3.2.1 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์โดยรวมของนักเรียนที่มี แบบ การเรียนแตกต่างกัน (Main Effect) ด้วยสถิติทดสอบ F จากสูตร

โดยที่

โดยที่	P	แทน	จำนวนของตัวแปรตาม
		แทน	จำนวนระดับของแบบการเรียนรู้
	J	แทน	ระดับของตัวแปรแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์
		และ	

3.2.2 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์โดยรวมของนักเรียนที่มี ระดับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์แตกต่างกัน (Main Effect) ด้วยสถิติทดสอบ F จากสูตร

โดยที่

3.2.3 ศึกษาผลปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแบบการเรียนรู้กับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ที่มีผลต่อทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์โดยรวมของนักเรียน (Interaction Effect in a Two-Factor MANOVA) จากสูตร

โดยที่

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการวิจัยครั้งนี้ เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการแปลความหมายของผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยจึงได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการเสนอผลการวิจัยดังนี้

	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
	แทน	คะแนนเฉลี่ย
	แทน	คะแนนความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	แทน	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าเฉลี่ย
SS	แทน	ผลบวกกำลังสองของค่าความแตกต่างระหว่างข้อมูลและค่าเฉลี่ยของกลุ่มข้อมูล
MS	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลบวกกำลังสอง
F	แทน	ค่าสถิติทดสอบ เอฟ
SSCP	แทน	เมทริกซ์ผลบวกของกำลังสองและของผลคูณระหว่างกลุ่มข้อมูล (Sum of squares and cross products)
Wilks'	แทน	ค่าสถิติทดสอบ แลมป์ด้า () ของ วิลค์ส (Wilks')
PROB	แทน	ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
REAS	แทน	ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
COMM	แทน	ความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ
CONN	แทน	ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบการเรียน และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ได้แก่ ค่าความถี่ ร้อยละ
2. ผลการศึกษาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากาญจนบุรี เขต 1 ดังนี้

ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน และการประมาณค่าเฉลี่ยประชากรของตัวแปรทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ด้านของนักเรียน จำแนกตามแบบการเรียนและแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 และข้อที่ 2 เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน คือ ด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้านความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ด้านความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ ด้านความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

3.1 ค่าสถิติพื้นฐานในการวิเคราะห์ข้อมูลของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน ของนักเรียนจำแนกตามแบบการเรียนและแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

3.2 ค่าสถิติทดสอบตามข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณ ได้แก่ ค่าการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม และค่าการทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวนของตัวแปรทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน

3.3 การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์โดยรวมของนักเรียนที่มีแบบการเรียนและแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์แตกต่างกัน ผลปฏิสัมพันธ์ระหว่างแบบการเรียนและแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณแบบสองทาง (Two-way MANOVA)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบการเรียนรู้ และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ได้แก่ ค่าความถี่ ร้อยละ รายละเอียดดังแสดงในตาราง 9

ตาราง 9 ความถี่ และร้อยละของนักเรียนจำแนกตามแบบการเรียนรู้ และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

ตัวแปร		ร้อยละ
แบบการเรียนรู้		
❖ แบบการเรียนรู้ที่มีรูปแบบเฉพาะ		
แบบหลักเลียง	8	2.80
แบบร่วมมือ	99	34.40
แบบแข่งขัน	6	2.10
❖ แบบการเรียนรู้ที่มีรูปแบบผสม		
แบบผสมระหว่างแบบหลักเลียง-แบบร่วมมือ	6	2.10
แบบผสมระหว่างแบบหลักเลียง-แบบแข่งขัน	3	1.00
แบบผสมระหว่างแบบร่วมมือ-แบบแข่งขัน	123	42.70
แบบผสมระหว่างแบบหลักเลียง-แบบร่วมมือ-แบบแข่งขัน	43	14.90
รวม	288	100.00
แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์		
ระดับต่ำ	3	1.00
ระดับปานกลาง	132	45.80
ระดับสูง	153	53.10
รวม	288	100.00

จากตาราง 9 พบว่า เมื่อพิจารณาขนาดของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามแบบการเรียนรู้ นักเรียนมีแบบการเรียนรู้ที่มีลักษณะเฉพาะหรือแบบเดี่ยวจำนวน 3 รูปแบบ คือ แบบการเรียนรู้แบบหลักเลียง จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 2.80 แบบการเรียนรู้แบบร่วมมือจำนวน 99 คน คิดเป็นร้อยละ 34.40 และแบบการเรียนรู้แบบแข่งขันจำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 2.10 ตามลำดับ นอกจากนี้เป็นแบบการเรียนรู้ที่มีลักษณะไม่เฉพาะเจาะจงหรือรูปแบบผสมจำนวน 4 รูปแบบ คือ แบบผสมระหว่างแบบหลักเลียง-แบบร่วมมือ จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 2.10 แบบผสมระหว่างแบบหลักเลียง-แบบแข่งขัน จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 1.00 แบบผสมระหว่างแบบร่วมมือ-แบบแข่งขัน จำนวน

123 คน คิดเป็นร้อยละ 42.70 และแบบผสมระหว่างแบบหลักเลียง-แบบร่วมมือ-แบบแข่งขัน จำนวน 43 คน คิดเป็นร้อยละ 14.90 ตามลำดับ เมื่อผู้วิจัยได้พิจารณาธรรมชาติของรูปแบบการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง พบว่า รูปแบบการเรียนรู้ของนักเรียนนั้นมีทั้งรูปแบบการเรียนรู้ที่มีลักษณะเฉพาะที่สามารถจำแนกได้อย่างชัดเจนหรือแบบเดี่ยวและรูปแบบที่มีลักษณะไม่เฉพาะเจาะจงหรือแบบผสม และเมื่อพิจารณารูปแบบการเรียนรู้แบบเดี่ยวและรูปแบบการเรียนรู้แบบผสม พบว่า ในแบบการเรียนรู้แบบหลักเลียง แบบการเรียนรู้แบบแข่งขัน แบบผสมระหว่างแบบหลักเลียง-แบบร่วมมือ และแบบผสมระหว่างแบบหลักเลียง-แบบแข่งขันมีจำนวนนักเรียนน้อยมาก ดังนั้น ในการวิเคราะห์เพื่อตอบคำถามตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ผู้วิจัยจึงพิจารณาดังกลุ่มที่มีจำนวนน้อยดังกล่าวออกจากแผนการวิเคราะห์ และเหลือแบบการเรียนรู้ที่นำไปวิเคราะห์ต่อไป 3 รูปแบบ คือ แบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ แบบการเรียนรู้แบบผสมระหว่างแบบร่วมมือ-แบบแข่งขัน และแบบผสมระหว่างแบบหลักเลียง-แบบร่วมมือ-แบบแข่งขัน

และจากการพิจารณาขนาดของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามระดับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ พบว่า นักเรียนมีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในระดับสูงมากที่สุด จำนวน 153 คน คิดเป็นร้อยละ 53.10 รองลงมาเป็นระดับปานกลาง และระดับต่ำ จำนวน 132 และ 3 คน คิดเป็นร้อยละ 45.80 และ 1.00 ตามลำดับ เมื่อผู้วิจัยพิจารณาธรรมชาติของระดับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของกลุ่มตัวอย่างแล้วจึงกำหนดระดับเข้าแผนการวิเคราะห์ 2 ระดับ คือ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในระดับสูงและแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในระดับปานกลาง เพื่อป้องกันมิให้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกิดความคลาดเคลื่อนอันเนื่องมาจากการผิดข้อตกลงเบื้องต้นในด้านความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากรของกลุ่มที่จะนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณ ผู้วิจัยจึงปรับรูปแบบของการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณเป็นแบบ 3×2 เพื่อการวิเคราะห์ต่อไป

2. การศึกษาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากาญจนบุรี เขต 1 ดังนี้

จากวัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อที่ 1 ผู้วิจัยได้นำเสนอค่าสถิติพื้นฐานของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในด้านต่างๆ ในรูปของค่าเฉลี่ย ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานและการประมาณค่าเฉลี่ยประชากรโดยจำแนกตามแบบการเรียนรู้ และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ รายละเอียดดังตาราง 10-11

ตาราง 10 ค่าสถิติพื้นฐานและการประมาณค่าเฉลี่ยประชากรด้วยระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 ของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน จำแนกตามแบบการเรียนรู้

ทักษะกระบวนการ การเรียนรู้					การประมาณ ค่าเฉลี่ยประชากร	การแปล ความหมาย
ด้านความสามารถในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)						
แบบร่วมมือ	99	12.19	4.54	0.46	11.29-13.10	ปานกลาง
แบบผสมระหว่างแบบร่วมมือ-แข่งขัน	123	12.78	3.96	0.36	12.07-13.49	ปานกลาง-สูง
แบบผสมระหว่างแบบหลีกเลี่ยง- ร่วมมือ-แข่งขัน	43	11.72	3.55	0.54	10.63-12.81	ปานกลาง
รวม	265	12.39	4.13	0.25	11.89-12.89	ปานกลาง
ด้านความสามารถในการให้เหตุผล ทาง คณิตศาสตร์ (คะแนนเต็ม 36 คะแนน)						
แบบร่วมมือ	99	28.78	5.28	0.53	27.73-29.83	สูง
แบบผสมระหว่างแบบร่วมมือ-แข่งขัน	123	29.39	5.44	0.49	28.42-30.36	สูง
แบบผสมระหว่างแบบหลีกเลี่ยง- ร่วมมือ-แข่งขัน	43	27.79	4.82	0.74	26.31-29.28	สูง
รวม	265	28.90	5.30	0.33	28.62-29.54	สูง
ด้านความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และ การนำเสนอ (คะแนนเต็ม 36 คะแนน)						
แบบร่วมมือ	99	22.47	6.22	0.63	21.23-23.72	ปานกลาง
แบบผสมระหว่างแบบร่วมมือ-แข่งขัน	123	23.20	6.96	0.63	21.95-24.44	ปานกลาง-สูง
แบบผสมระหว่างแบบหลีกเลี่ยง- ร่วมมือ-แข่งขัน	43	23.19	6.49	0.99	21.19-25.18	ปานกลาง-สูง
รวม	265	22.92	6.60	0.41	22.13-23.72	ปานกลาง-สูง

ตาราง 11 ค่าสถิติพื้นฐานและการประมาณค่าเฉลี่ยประชากรด้วยระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 ของทักษะ

กระบวนการทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน จำแนกตามแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

ทักษะกระบวนการ ระดับ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์					การประมาณ ค่าเฉลี่ย ประชากร	การแปล ความหมาย
ด้านความสามารถในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)						
ระดับปานกลาง	119	12.29	4.35	0.40	11.50-13.08	ปานกลาง
ระดับสูง	146	12.47	3.96	0.33	11.82-13.11	ปานกลาง
รวม	265	12.39	4.13	0.25	11.89-12.89	ปานกลาง
ด้านความสามารถในการให้เหตุผล ทาง คณิตศาสตร์ (คะแนนเต็ม 36 คะแนน)						
ระดับปานกลาง	119	28.18	5.56	0.51	27.17-29.19	สูง
ระดับสูง	146	29.49	5.01	0.42	28.67-30.31	สูง
รวม	265	28.90	5.30	0.33	28.26-29.54	สูง
ด้านความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ (คะแนนเต็ม 36 คะแนน)						
ระดับปานกลาง	119	22.37	6.53	0.60	21.18-23.55	ปานกลาง
ระดับสูง	146	23.38	6.65	0.55	22.29-24.46	ปานกลาง-สูง
รวม	265	22.92	6.60	0.41	22.13-23.72	ปานกลาง
ด้านความสามารถในการเชื่อมโยง ทางคณิตศาสตร์ (คะแนนเต็ม 36 คะแนน)						
ระดับปานกลาง	119	23.29	7.69	0.71	21.89-24.68	ปานกลาง-สูง
ระดับสูง	146	25.68	7.89	0.65	24.39-26.98	สูง
รวม	265	24.61	7.88	0.48	23.65-25.56	ปานกลาง-สูง
ในภาพรวม (คะแนนเต็ม 128 คะแนน)						
ระดับปานกลาง	119	86.14	18.73	1.72	82.74-89.54	ปานกลาง
ระดับสูง	146	91.01	18.48	1.53	87.99-94.04	สูง
รวม	265	88.82	18.72	1.15	86.56-91.09	สูง

จากตาราง 11 พบว่า นักเรียนที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในระดับปานกลางและระดับสูงมีคะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูง แต่มีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง ส่วนนักเรียนที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในระดับสูงมีคะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และในภาพรวมอยู่ในระดับสูงและมีคะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอและในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง-สูง ในขณะที่นักเรียนที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ระดับปานกลางมีคะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง-สูง มีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ และในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง

3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1-7 เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน คือ ด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้านความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ด้านความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ และด้านความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

3.1 ค่าสถิติพื้นฐานในการวิเคราะห์ข้อมูลของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ด้านของนักเรียนจำแนกตามแบบการเรียนรู้และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ดังแสดงในตาราง 12

ตาราง 12 ค่าสถิติพื้นฐานของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ด้านของนักเรียนจำแนกตามแบบการเรียนรู้และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน

ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์	แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์				รวม	
	ระดับปานกลาง		ระดับสูง			
ด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์						
แบบร่วมมือ	11.73	4.88	12.57	4.24	12.19	4.54
แบบผสมระหว่างแบบร่วมมือ-แข่งขัน	13.39	4.12	12.44	3.86	12.78	3.96
แบบผสมระหว่างแบบหลีกเลี่ยง-ร่วมมือ-แข่งขัน	11.53	3.58	12.15	3.58	11.72	3.55
รวม	12.29	4.35	12.47	3.96	12.39	4.13

ตาราง 12 (ต่อ)

ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์	แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์				รวม	
	ระดับปานกลาง		ระดับสูง			
ด้านความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์						
แบบร่วมมือ	27.20	5.73	30.09	4.52	28.78	5.28
แบบผสมระหว่างแบบร่วมมือ-แข่งขัน	30.07	5.27	29.01	5.53	29.39	5.44
แบบผสมระหว่างแบบหลีกเลี่ยง-ร่วมมือ-แข่งขัน	26.90	5.14	29.85	3.31	27.79	4.82
รวม	28.18	5.56	29.49	5.01	28.90	5.30
ด้านความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ						
แบบร่วมมือ	21.60	6.38	23.20	6.06	22.47	6.22
แบบผสมระหว่างแบบร่วมมือ-แข่งขัน	22.98	6.76	23.32	7.11	23.20	6.96
แบบผสมระหว่างแบบหลีกเลี่ยง-ร่วมมือ-แข่งขัน	22.63	6.52	24.46	6.48	23.19	6.49
รวม	22.37	6.53	23.38	6.65	22.92	6.60
ด้านความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์						
แบบร่วมมือ	21.91	8.29	26.15	8.23	24.22	8.49
แบบผสมระหว่างแบบร่วมมือ-แข่งขัน	24.95	7.23	25.32	7.66	25.19	7.48
แบบผสมระหว่างแบบหลีกเลี่ยง-ร่วมมือ-แข่งขัน	22.90	7.17	26.00	8.33	23.84	7.58
รวม	23.29	7.69	25.68	7.89	24.61	7.88

3.2 ค่าสถิติทดสอบตามข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณ ได้แก่ ค่าการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม และค่าการทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวนของตัวแปรทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน

3.2.1 ค่าสหสัมพันธ์ภายในของกลุ่มตัวแปรตาม โดยการหาค่าสหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน (Pearson product moment correlation) และตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นว่าด้วยความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามของการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณ (MANOVA) โดยวิธีการของ Bartlett's test of sphericity ดังแสดงในตาราง 13

ตาราง 13 ค่าความสัมพันธ์รายคู่และผลการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน

ตัวแปร	<i>PROB</i>	<i>REAS</i>	<i>COMM</i>	<i>CONN</i>
<i>PROB</i>	1.00	.463**	.286**	.486**
<i>REAS</i>		1.00	.328**	.573**
<i>COMM</i>			1.00	.560**
<i>CONN</i>				1.00
Bartlett's test of sphericity = 400.577**				

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 13 ผลการทดสอบนัยสำคัญ พบว่า ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ด้านนั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อทดสอบความสัมพันธ์โดยรวม ได้ค่า Bartlett's test of sphericity เท่ากับ 400.577 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลที่ได้ดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าข้อมูลมีลักษณะเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนว่าด้วยความสัมพันธ์ของตัวแปรตาม

3.2.2 การทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวนข้อมูลของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในแต่ละด้าน โดยใช้สถิติ Levene's test และทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของเมทริกซ์ความแปรปรวน – ความแปรปรวนร่วมของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน โดยใช้สถิติทดสอบ Box's M test ดังแสดงในตาราง 14

ตาราง 14 ผลการทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวนข้อมูลของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน

ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์	Bartlett – Box	
	F	Sig
<i>PROB</i>	1.170	.325
<i>REAS</i>	1.500	.190
<i>COMM</i>	0.935	.459
<i>CONN</i>	1.296	.266
Box's M = 78.975 F = 1.488 Sig = .014		

จากตาราง 14 พบว่า ความแปรปรวนของตัวแปรตามแต่ละตัว (Univariate variance of homogeneity) แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ ค่าความแปรปรวนของประชากรแต่ละกลุ่มในแต่ละตัวแปรตามไม่แตกต่างกัน และเมื่อทำการทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมของตัวแปรตามทั้ง 4 ด้านพร้อมกัน โดยใช้สถิติบ็อกซ์ (Box's M test) ได้ค่า Box's M = 78.975 ได้ค่า F เท่ากับ 1.488 ซึ่งไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่า เมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมของตัวแปรตามทั้ง 4 ด้านมีค่าไม่แตกต่างกัน

3.3 การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์โดยรวมของนักเรียนที่มีแบบการเรียนรู้และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์แตกต่างกัน ผลปฏิสัมพันธ์ระหว่างแบบการเรียนรู้และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณแบบสองทาง (Two-way MANOVA)

ตาราง 15 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณแบบสองทาง (Two-way MANOVA) ของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนตามแบบการเรียนรู้และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

แหล่งความแปรปรวน	df	SSCP				Wilks'	ค่าประมาณ F
		PROB	REAS	COMM	CONN		
แบบการเรียนรู้	2	46.363					
(A)		52.449	59.503				
		13.201	17.618	46.435			
		48.028	55.946	39.326	65.169	0.982	.801
แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์	1	1.439					
(B)		13.292	122.754				
		10.479	96.779	65.613			
		21.394	197.582	155.773	318.773	0.971	.108
ปฏิสัมพันธ์ของ A×B	1	45.987					
		104.845	241.213				
		34.759	80.695	27.292			
		96.143	216.685	70.904	204.053	0.965	.323

จากตาราง 15 พบว่า ความแตกต่างของแบบการเรียนรู้และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ รวมทั้งผลปฏิสัมพันธ์ระหว่างแบบการเรียนรู้และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์มีผลทำให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ นักเรียนที่มีแบบการเรียนรู้และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่างกันมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน โดยที่แบบการเรียนรู้และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ไม่ส่งผลร่วมกันต่อทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จากผลการวิจัยเมื่อนำค่าเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ด้านมาจัดทำเป็นกราฟเส้นจำแนกตามแบบการเรียนรู้และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ พบว่า กราฟเส้นของนักเรียนที่มีแบบการเรียนรู้ต่างกันมีแนวโน้มค่าเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ด้านสูงขึ้นจากแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือไปยังแบบการเรียนรู้แบบผสมระหว่างแบบร่วมมือ-แบบแข่งขัน และมีแนวโน้มลดลงมายังแบบการเรียนรู้แบบผสมระหว่างแบบหลีกเลี่ยง-แบบร่วมมือ-แบบแข่งขัน ดังภาพประกอบ 6 ส่วนกราฟเส้นของนักเรียนที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่างกันนั้นมีแนวโน้มค่าเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ด้านสูงขึ้นจากนักเรียนที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในระดับปานกลางไปยังนักเรียนที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในระดับสูง ดังภาพประกอบ 7

(6-1)

(6-2)

ภาพประกอบ 6 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (6-1) ด้านความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ด้านความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ และด้านความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ (6-2) จำแนกตามแบบการเรียนรู้

(7-1)

(7-2)

ภาพประกอบ 7 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (7-1) ด้านความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ด้านความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ และด้านความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ (7-2) จำแนกตามระดับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

และจากผลการศึกษานิเทศน์ระหว่างแบบการเรียนและแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในแต่ละด้านนั้น สามารถเขียนเป็นกราฟเส้นดังภาพประกอบ 8 ซึ่งจะเห็นว่านักเรียนที่มีแบบการเรียนเดียวกันทั้งที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในระดับปานกลางและระดับสูง มีแนวโน้มของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งจากผลการทดสอบพบว่า ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างแบบการเรียนและแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

(8-1)

(8-2)

(8-3)

(8-4)

ภาพประกอบ 8 กราฟแสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างแบบการเรียนรู้และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (8-1) ด้านความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (8-2) ด้านความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ (8-3) และด้านความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ (8-4)

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีแบบการเรียนรู้และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์แตกต่างกัน รวมทั้งศึกษาผลสัมฤทธิ์ระหว่างแบบการเรียนรู้และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ที่มีผลต่อทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากาญจนบุรี เขต 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 288 คน จำแนกเป็นนักเรียนชายจำนวน 145 คน นักเรียนหญิงจำนวน 143 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีจำนวน 6 ฉบับ คือ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แบบปรนัย ด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.800 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัย จำนวน 3 ด้าน ด้านละ 3 ข้อ ได้แก่ ด้านความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ด้านความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ ด้านความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.771, 0.747 และ 0.851 ตามลำดับ แบบสำรวจแบบการเรียนรู้ จำนวน 30 ข้อ ซึ่งแบ่งแบบการเรียนรู้เป็น 3 แบบ ได้แก่ แบบการเรียนรู้แบบหลีกเลี่ยง แบบร่วมมือ และแบบแข่งขัน จำนวนแบบละ 10 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.763 แบบสอบถามวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ จำนวน 20 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.869

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แบบปรนัย แบบอัตนัย แบบสำรวจแบบการเรียนรู้ และแบบสอบถามวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ไปดำเนินการเก็บข้อมูลกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จากนั้นทำการตรวจสอบความสมบูรณ์ และคัดเลือกแบบทดสอบ แบบสำรวจ และแบบสอบถาม แล้วนำมาวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ โดยการหาค่าสถิติพื้นฐานและการประมาณค่าเฉลี่ยประชากร วิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณแบบสองทาง (Two-way MANOVA) ในการเปรียบเทียบความแตกต่างของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจำแนกตามแบบการเรียนรู้ และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ รวมทั้งการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรที่มีต่อทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

สรุปผลการวิจัย

ในกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลตามแบบแผนการวิจัยที่กำหนด ผู้วิจัยอาศัยลักษณะของแบบการเรียนรู้และระดับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของนักเรียนมาประกอบด้วย ซึ่งผลการวิเคราะห์แบบการเรียนรู้และระดับของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ปรากฏว่า เมื่อจัดกลุ่มนักเรียนตามตัวแปรแบบการเรียนรู้และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์แล้ว พบว่า นักเรียนมีแบบการเรียนรู้ที่มีลักษณะเฉพาะหรือแบบเดียวจำนวน 3 รูปแบบ คือ แบบการเรียนรู้แบบหลีกเลี่ยง แบบการเรียนรู้

แบบร่วมมือ และแบบการเรียนรู้แบบแข่งขันคิดเป็นร้อยละ 2.80, 34.40 และ 2.10 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังเป็นแบบการเรียนรู้ที่มีลักษณะไม่เฉพาะเจาะจง หรือรูปแบบผสมจำนวน 4 รูปแบบ คือ แบบผสมระหว่างแบบหลักเลี้ยง-แบบร่วมมือ แบบผสมระหว่างแบบหลักเลี้ยง-แบบแข่งขัน แบบผสมระหว่างแบบร่วมมือ-แบบแข่งขัน และแบบผสมระหว่างแบบหลักเลี้ยง-แบบร่วมมือ-แบบแข่งขัน คิดเป็นร้อยละ 2.10, 1.00, 42.70 และ 14.90 ตามลำดับ และนักเรียนมีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในระดับสูงมากที่สุด รองลงมาเป็นระดับปานกลางและระดับต่ำ คิดเป็นร้อยละ 53.10, 45.80 และ 1.00 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาตามตัวแปรแบบการเรียนรู้และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในแต่ละกลุ่มย่อยแล้วพบว่า มีจำนวนนักเรียนน้อยมากในกลุ่มย่อยของแบบการเรียนรู้แบบหลักเลี้ยงแบบแข่งขัน แบบผสมระหว่างแบบหลักเลี้ยง-แบบร่วมมือ และแบบผสมระหว่างแบบหลักเลี้ยง-แบบแข่งขัน และในกลุ่มย่อยของนักเรียนที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในระดับต่ำ เพื่อป้องกันมิให้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกิดความคลาดเคลื่อนอันเนื่องจากการผิดข้อตกลงเบื้องต้นในด้านความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากรของกลุ่มที่จะนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนและการนำค่าสถิติของกลุ่มมาเปรียบเทียบกัน ผู้วิจัยจึงตัดแบบการเรียนรู้และระดับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ที่มีจำนวนนักเรียนน้อยมากออกจากกระบวนการวิเคราะห์เหลือเพียงแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ แบบผสมระหว่างแบบร่วมมือ-แบบแข่งขัน และแบบผสมระหว่างแบบหลักเลี้ยง-แบบร่วมมือ-แบบแข่งขัน และ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในระดับสูงและในระดับปานกลาง จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลสามารถสรุปได้ดังนี้

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากาญจนบุรี เขต 1 ส่วนใหญ่มีแบบการเรียนรู้แบบผสมระหว่างแบบร่วมมือ-แบบแข่งขัน รองลงมาเป็นแบบร่วมมือและแบบผสมระหว่างแบบหลักเลี้ยง-แบบร่วมมือ-แบบแข่งขัน ตามลำดับ และมีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในระดับสูงมากที่สุด รองลงมาเป็นระดับปานกลาง

2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีแบบการเรียนรู้ต่างลักษณะกันและแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่างกัน และศึกษาผลปฏิสัมพันธ์ระหว่างแบบการเรียนรู้และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

- 2.1 นักเรียนที่มีแบบการเรียนรู้ต่างกัน มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

- 2.2 นักเรียนที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่างกัน มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

- 2.3 ผลการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างแบบการเรียนรู้และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ไม่พบว่าเกิดผลปฏิสัมพันธ์ต่อทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ แบบการเรียนรู้และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ไม่ส่งผลร่วมกันต่อทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

อภิปรายผล

จากผลการวิจัยที่ได้ ผู้วิจัยขอนำเสนอการอภิปรายในประเด็นที่สำคัญ ดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยรวมและในแต่ละด้านตามแบบการเรียนรู้และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ พบว่า

1.1 นักเรียนที่มีแบบการเรียนรู้ต่างกันมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ นักเรียนที่มีแบบการเรียนรู้ต่างกันมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของจิราพร จิตต์มั่น (2547: 72-75) ที่พบว่า นักเรียนที่มีรูปแบบการเรียนรู้แตกต่างกันมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก ลักษณะของวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความเกี่ยวข้องกับความคิด ซึ่งเป็นทักษะพื้นฐานของกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ไม่ว่าจะเป็นการคิดแก้ปัญหา การคิดแบบเป็นเหตุเป็นผล การคิดเพื่อสื่อสาร การคิดแบบเชื่อมโยง และการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (อัมพร ม้าคอง. 2542: 34) กระบวนการคิดเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นในสมอง ซึ่งบางคนมีกระบวนการคิดในการเรียนรู้ สร้างความรู้ ความเข้าใจ ความคิดรวบยอดและหลักการต่าง ๆ จากการสังเกต การคิดวิเคราะห์ การทดลอง การให้เหตุผลและการพิสูจน์ความถูกต้อง บางคนคิดได้อย่างรวดเร็ว บางคนคิดได้ก็ต้องอาศัยเวลานานและบางคนคิดไม่ได้เลย (สุวรร กาญจนมยุร. 2547: 38) ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์นั้นเกิดขึ้นจากการใช้ความรู้ควบคู่กับกระบวนการคิด และทักษะเป็นความสามารถหรือความชำนาญในการคิดหรือการทำงาน ซึ่งพัฒนามาจากการฝึกฝนองค์ความรู้และหลักการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ ดังนั้น ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่เกิดขึ้นจากการเรียนนั้นจึงน่าจะสอดคล้องกับความสามารถและกระบวนการทางความคิดที่เกิดขึ้นจากตัวผู้เรียนเป็นสำคัญมากกว่าแบบการเรียนรู้ซึ่งเป็นวิธีหรือลักษณะการรับรู้และตอบสนองหรือมีปฏิสัมพันธ์ต่อสภาพแวดล้อมที่ผู้เรียนแต่ละคนชอบใช้ในการเรียนโดยทั่ว ๆ ไป ซึ่งไม่เฉพาะเจาะจงว่าเป็นแบบการเรียนรู้ที่ใช้ในการเรียนคณิตศาสตร์ก็ได้

1.2 นักเรียนที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่างกันมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ นักเรียนที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่างกันมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มีระดับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ไม่แตกต่างกันมากนัก คือพิจารณาเพียงกลุ่มตัวอย่างที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในระดับปานกลางและระดับสูงเท่านั้น ซึ่งผลการวิจัยในครั้งนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของ ธนะรัตน์ ธนาภิจเจริญสุข (2541: 63-64) ที่พบว่า นักเรียนที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในระดับปานกลางและระดับสูงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน แต่นักเรียนที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในระดับปานกลางและระดับสูงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างจากนักเรียนที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในระดับต่ำ และ รัสเซลล์ (Russell. 1969: 263-266) ที่ศึกษาเกี่ยวกับนักเรียนเกรด 8 แล้วพบว่า นักเรียนที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูงจะมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเลขคณิต ภาษา และการอ่านสูง ส่วนนักเรียนที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่ำมีคะแนนในวิชาดังกล่าวอยู่ในระดับปานกลาง

2. ผลการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างแบบการเรียนรู้กับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ไม่พบว่าเกิดผลปฏิสัมพันธ์ต่อทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในทุกด้าน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อ 3 แสดงว่า ทักษะกระบวนการ

ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ศึกษาจากตัวแปรด้านแบบการเรียนรู้และตัวแปรด้านแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์มีการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกัน ผลการทดสอบจึงพบว่าไม่เกิดผลปฏิสัมพันธ์กัน ซึ่งปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรนั้นจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อตัวแปรอิสระที่ศึกษานั้นส่งผลร่วมกันต่อตัวแปรตาม เมื่อพิจารณาในกลุ่มของตัวแปรระดับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ พบว่า มีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปในทิศทางเดียวกันและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ดังจะเห็นได้จากตาราง 11 (ในบทที่ 4) ซึ่งเมื่อนำมาพิจารณาแล้วจะพบว่าสอดคล้องกับงานวิจัยของอเนก เตชะสุข (2542: 90-91) ที่พบว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จึงทำให้นักเรียนที่มีระดับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ที่สูงขึ้นมีแนวโน้มของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์สูงขึ้นและเป็นไปในทิศทางเดียวกัน จึงทำให้ไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างแบบการเรียนรู้กับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีแบบการเรียนรู้แบบผสมและแบบร่วมมือจะมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในแต่ละด้านและในภาพรวมอยู่ในระดับสูง ดังนั้น ครูผู้สอนควรพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอน ที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้นภายในชั้นเรียน เพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนความรู้ความสามารถและเป็นการพัฒนาตนเองให้มีความก้าวหน้ายิ่งขึ้น

1.2 การนำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ควรพิจารณาให้ความสำคัญในการตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัยให้เกิดความถูกต้องและเที่ยงตรง โดยจะใช้การตรวจที่มีผู้ตรวจร่วมหรือมีการกำหนดรูปแบบเกณฑ์การให้คะแนนที่มีความชัดเจนเพื่อความแม่นยำในการตรวจ

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาตัวแปรภายในตัวผู้เรียนที่เกี่ยวกับความสามารถทางสมองที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในด้านต่าง ๆ เช่น องค์ประกอบด้านภาษา องค์ประกอบด้านจำนวน องค์ประกอบด้านเหตุผล เป็นต้น

2.2 ควรมีการศึกษาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในด้านต่าง ๆ ของนักเรียนในลักษณะของพัฒนาการในช่วงชั้นต่าง ๆ เพื่อผลการศึกษาที่ได้จะเป็นสารสนเทศที่มีประโยชน์ต่อการพัฒนาการเรียนการสอนต่อไปอย่างต่อเนื่อง

บรรณานุกรม

- กฤษณะ โสขุมมา. (2546). กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เรื่องแบบรูปและการให้เหตุผลสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- กมล สุตประเสริฐ. (2526). การเรียนการสอนตามหลักสูตรใหม่. กรุงเทพฯ: สำนักเลขานุการ กรมวิชาการ.
- กรมวิชาการ. (2535). ความคิดสร้างสรรค์ หลักการ ทฤษฎี การเรียนการสอน การวัด การประเมินผล. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและครุภัณฑ์.
- . (2541). รายงานการสัมมนาระดับชาติเรื่องหลักสูตรมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.
- . (2543). รายงานการประเมินคุณภาพการศึกษานักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2543. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.
- . (2544ก). สรุปสาระสำคัญร่างแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 9 พ.ศ. 2545-2549. กรุงเทพฯ: กองการวิจัยการศึกษา กรมวิชาการ.
- . (2544ข, มิถุนายน). "การเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานต้องใช้ทักษะการจัดการให้เด็กได้ลงมือเรียนรู้ด้วยตนเอง". มติชนรายวัน. 24(8494).
- . (2544ค). คู่มือการจัดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและครุภัณฑ์.
- . (2545). การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและครุภัณฑ์.
- กรมสามัญศึกษา. (2545). แผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติระยะที่ 9 (พ.ศ. 2545-2549). กรุงเทพฯ: กรมสามัญศึกษา.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2544). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- เกษมศรี สุระสังข์. (2544). แบบการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดสุรินทร์. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยการศึกษา) มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- จรรยา ภูอุดม. (2544). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้. ปริญญานิพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- จิตอารีย์ ปัญญาแจ้งสกุล. (2544). ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะทางคณิตศาสตร์ สมรรถภาพทางจำนวน สมรรถภาพทางภาษา เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จังหวัดนครราชสีมา. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยทางการศึกษา) มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- ชีรา ลำदानหอม. (2546). กิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์เรื่องแบบรูปการให้เหตุผลสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ชัยรัตน์ สุล่านาจ. (2547). ผลของการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ที่มีต่อทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- เชาว์ ลาวลย์. (2536). การเปรียบเทียบแบบการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างกลุ่มที่มีความสามารถในการคิดวิจารณ์ญาณแตกต่างกัน. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- เชียวชาญ เทพกุลศล. (2545). การพัฒนาชุดการเรียนรู้แบบ STAD ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ดวงเดือน ศาสตรภัทร. (2522). พัฒนาการทางสติปัญญาตามทฤษฎีของเพียเจต์=Piaget's theory of Cognitive development/[Barry Wadsworth]. กรุงเทพฯ: ภาควิชาจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ดิลก ดิลกานนท์. (2534). การฝึกคิดสู่ความเป็นเลิศทางปัญญา. กรุงเทพฯ: ธนวิซการพิมพ์.
- ดำรง นิมมานพิสุทธิ์. (2535). การศึกษาแบบการเรียนรู้วิชาภาษาอังกฤษของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพในวิทยาลัย สังกัดกรมอาชีวศึกษา. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ทิศนา แหมมณี. (2542, พฤษภาคม). "การจัดการเรียนการสอนโดยยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง." *วารสารวิชาการ*. 2(5): 3-25.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2524). รูปแบบของผลการเรียนในโรงเรียน. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ด. (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- (2526). เอกสารคำสอนแบบทดสอบวัดความถนัด. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

- บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์. (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2544). รายงานการวิจัย
การประเมินผลการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ : แนวคิดและวิธีการ. กรุงเทพฯ: อัมรินทร์
พรินติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.
- บุญศรี ปราภณศักดิ์ และศิริ จิรวรรณกุล. (2538). การสื่อสารเพื่อคุณภาพการพยาบาล. กรุงเทพฯ:
สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ประกายทิพย์ พิชัย. (2539). ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนดอนเมืองทหารอากาศบำรุง กรุงเทพมหานคร. ปรินิพนธ์
กศ.ม. (จิตวิทยาการศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
ถ่ายเอกสาร.
- ประภาวดี วชิรพุทธ. (2548). การศึกษาพัฒนาการความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน
มัธยมศึกษาช่วงชั้นที่ 3 ที่มีแบบการเรียนต่างลักษณะกัน เขตพื้นที่การศึกษาที่ 1 กรุงเทพมหานคร.
ปรินิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรี
นครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ประสาธ อิศรปรีดา. (2538). สารัตถะจิตวิทยา. มหาสารคาม: โครงการตำรามหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2537, กันยายน-ตุลาคม). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.
วารสารคณิตศาสตร์. 38(434-435): 18.
- (2544). กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิดสำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินิพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. (2543). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ: พิมพ์ดีจำกัด.
- ผจงจิต อินทสุวรรณ. (2545). การวิเคราะห์ความแปรปรวนหลายตัวแปร *Multivariate Analysis of
Variance (MANOVA)*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ พ.ศ. พัฒนา.
- พงษ์พันธ์ พงษ์โสภะ. (2542). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ: พัฒนาศึกษา.
- พรณี ชูทัยเจนจิต. (2545). จิตวิทยาการเรียนการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: เสริมสินทรัพย์พรสขสิทธิ์.
- พิทักษ์ วงแหวน. (2546). การศึกษาปัจจัยพระระดับที่ส่งผลต่อพฤติกรรมใฝ่เรียนของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จังหวัดศรีสะเกษ. ปรินิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา)
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พัชรา จันทรา. (2539). แบบการเรียนรู้ของเด็กปัญญาเลิศในโครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถ
พิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (พสวท.). ปรินิพนธ์ กศ.ม. (การศึกษาพิเศษ)
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- พัชรภรณ์ เชียงแก้ว. (2540). การเปรียบเทียบคุณภาพของแบบสอบถามวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียน
วิชาคณิตศาสตร์ที่มีรูปแบบต่างกัน. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ:
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ไพบูลย์ สวชนไพบูลย์. (2546). การเปรียบเทียบผลการสอบและเจตคติต่อการสอบวิชาคณิตศาสตร์ของ
นักเรียนที่มีระดับความวิตกกังวลในการสอบแตกต่างกัน. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม.
(การวิจัยและสถิติทางการศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
ถ่ายเอกสาร.
- ไพฑูรย์ จันทะเสน. (2544). การเปรียบเทียบบุคลิกภาพทางอาชีพและอัตโนทัศน์ระหว่างนักเรียนที่มี
แบบการเรียนรู้แตกต่างกัน. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (จิตวิทยาการศึกษา) มหาสารคาม:
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- มยุรี ศรีชัย. (2538). เทคนิคการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง. กรุงเทพฯ: วี เจ พรินติ้ง.
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. (2540). เอกสารชุดวิชาหลักและทฤษฎีการสื่อสาร หน่วยที่ 1-8. กรุงเทพฯ:
สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- (2542). เอกสารชุดวิชาการสื่อสาร หน่วยที่ 1-8. พิมพ์ครั้งที่ 7. นนทบุรี: สำนักพิมพ์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- ยอดชาย ชูติกาโม. (2547). ข้อสอบแบบอัตนัย : ตัวชี้วัดประสิทธิภาพและกระบวนการเรียนรู้ของนักศึกษา
ในระดับอุดมศึกษา. วารสารสวนดุสิต. 1(4): 79-81.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2530). การสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการมัธยมศึกษาคณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เยาวพร วรรณทิพย์ (2548). ความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์แตกต่างกัน
ของนักเรียนโรงเรียนสามเสนวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม.
(การวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- เรวดี โล่ห์ประเสริฐ. (2546). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการเรียนรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาคณิตศาสตร์และวิชาภาษาไทยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม.
(การวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- (2539). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- (2541). เทคนิคการสร้างและสอบข้อสอบความถนัดทางการเรียน. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ:
ชมรมเด็ก.
- (2543). การวัดด้านจิตพิสัย. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

- วรารณ มีหนัก. (2545, กันยายน). การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. วารสารวิชาการ. 5(9): 58-65.
- วิชาญ เลิศลพ. (2535). แบบการเรียนของนักเรียนในโครงการวิทยาศาสตร์โอลิมปิก. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- วิรัช วรรณรัตน์. (2543, กันยายน-ธันวาคม). หลักการเขียนข้อสอบ. วารสารการวัดผลการศึกษา. 22(65): 48-49.
- แวววิลี สี่พวนิช. (2548). การอ้างสาเหตุของความสำเร็จที่ส่งผลต่อความวิตกกังวลในการเรียนวิชาอังกฤษของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เขตพื้นที่การศึกษาที่ 1 กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ คศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศศิธร แก้วรักษา. (2547). การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบซิปปา (CIPPA MODEL) ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันเรื่อง สถิติเบื้องต้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ คศ.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สงวน สุทธิเลิศอรุณ. (2545). พฤติกรรมมนุษย์กับการพัฒนาคน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: อักษรภาพพิมพ์.
- สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2539). คู่มือการจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: สถาบันฯ.
- (2544). คู่มือการจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: สถาบันฯ.
- (2546). การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มคณิตศาสตร์ช่วงชั้นที่ 3-4 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: สถาบันฯ.
- สมชาย วรภิเกษมสกุล. (2540). การพัฒนารูปแบบการสอนวิชาคณิตศาสตร์โดยการสื่อสารแนวความคิดเพื่อเพิ่มทักษะการแก้ปัญหา. วิทยานิพนธ์ คศ.ด. (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมเดช บุญประจักษ์. (2540). การพัฒนาคำยภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การเรียนแบบร่วมมือ. วิทยานิพนธ์ คศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2541). การวัดผลการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ประสานการพิมพ์.
- สมบัติ แสงทองคำสุก. (2545). การพัฒนารูปแบบการสอนวิชาคณิตศาสตร์แบบบูรณาการเชิงเนื้อหาเพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงเรื่อง อนุพันธ์ของฟังก์ชัน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ คศ.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมบุญ ชิตพงษ์. (2542). เครื่องมือวัดแนวคิดแก้ปัญหา. สารานุกรมศึกษาศาสตร์. 10(14): 9-14.

สุนีย์ เหมะประสิทธิ์. (2536, มกราคม-เมษายน). ข้อสอบอัตนัย. วารสารการวัดผลการศึกษา. 14(42):

34-35

สุพจน์ ลินสูงศักดิ์. (2527). การสร้างแบบทดสอบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ในจังหวัดบุรีรัมย์. ปรินิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สุรางค์ ไคว่ตระกูล. (2545). จิตวิทยาการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: ด้านสุขภาพการพิมพ์.

สุวรร กาญจนมยุร. (2547, กรกฎาคม-สิงหาคม). กระบวนการคิดคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา (ตอนที่ 8).

วารสารการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี. 32(131): 38.

สุวรรณมาลี นาคเสน. (2544). การพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการสอน Group

Investigation เรื่อง วงกลม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา)

กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2545). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542

และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545. กรุงเทพฯ: พรินทวนกราฟฟิค.

สำนักทดสอบทางการศึกษา. (2542). รายงานผลการประเมินคุณภาพการศึกษาของนักเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2540. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ.

อนันต์ ศรีโสภ. (2525). การวัดผลการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

อรรถสิทธิ์ วชิรเมธี. (2536). รูปแบบการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในจังหวัด

สุโขทัย. ปรินิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์) พิษณุโลก: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย

นเรศวร. ถ่ายเอกสาร.

อุษณีย์ โพธิ์สุข. (2542). การสอนแบบ 4 MAT System. สานปฏิรูป. 2(22): 62-65.

อัญญา โพธิ์พากร. (2545). การพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ด้วยการเรียนแบบร่วมมือ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา)

กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

อัมพร ม้าคอง. (2547, มกราคม-กุมภาพันธ์). การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์จากแนวคิด

สู่การปฏิบัติ. วารสารการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี. 34(140): 34.

อาภาภรณ์ ศิริอาคเนย์. (2532). การศึกษาแบบการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษาแตกต่างกัน. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

อารีย์ พันธุ์มณี. (2534). จิตวิทยาการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ: เลิฟแอนด์ลิฟเพรส.

----- . (2542). จิตวิทยาการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ: ต้นอ้อ.

- อเนก เตชะสุข. (2542). ความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เจตคติต่อครูผู้สอน ความสนใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความวิตกกังวลในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และ ความมีวินัยในตนเองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จังหวัดกาฬสินธุ์. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลศึกษา) มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- Alice, F . Artzt. And Shirel. Yaola-Femia.(1994). "Mathematical Reasoning During Small-Group Problem Solving". *Developing Mathematical Reasoning in Grade K-12 1999 Yearbook*. Virginia: NCTM.
- Atkinson. John W. (1964). *An Introduction to Motivation*. Principle: d. Van Nostrand.
- . (1966). *Motive in Fantasy Action and Society*. New Jersey: d. Van Nostrand.
- Baroody, Arthur J.(1993). *Problem Solving, Reasoning, and Communicating, K-8: Helping Children Think Mathematically*. New York: Merrill.
- Bruce, Joyce. And Marsha, Weil. (1996). *Model of Teaching*. Englewood Cliffs New Jersey: Prentice Hall.
- Bruner, Jerome Seymour. (1961). *The Process of Education International*. Cambridge: Harvard University Press.
- Dossey, John a. and others. (2002). *Mathematics Methods and Modeling for Today's Mathematics Classroom: A Contemporary Approach to Teaching Grades 7-12*. Pacific Grove, CA: Brooks/Cole.
- Drickey, Nancy Ann. (2000). "A Comparison of Virtual and Physical Manipulative in Teaching Visualization and Spatial Reasoning to Middle School Mathematics Student." *Dissertation Abstracts International*. (Online). 62-02A.
- Dunn, Kenneth. And Dunn, Rita. (1983). *Situation Leadership for Principles*. Englewood Cliffs, New Jersey: Practice-Hall.
- Dunn, Rita. (1984)January). "Learning Style: Stage of the Science," *Theory Into Practice*. 23(3): 1019.
- Gagne, Robert M. (1970). *The Conditions of Learning*. New York: Holt Rinehart and Winston.
- . (1985). *The Conditions of Learning and Theory of Instruction*. 4thed. New York: Holt Rinehart and Winston.

- Gerhard, Muriel. (1971). *Effective Teaching Strategies with the Behavioral Outcomes Approach*. New York: Parker Publishing.
- Grasha, A.F. (1985, November). "Learning Styles: The Journey from Greenwich Observatory (1976) to the College Classroom (1984)," *Improving college and University Teaching*. 32: 45-53.
- Grasha, Anthony and Sheryl, Reichman. (1980). *Work Handout on Learning Styles*. Ohio: University of Cincinnati.
- Guildford, J.P. (1967). *The Nature of Human Intelligence*. New York: McGraw-Hill.
- Guildford, J.P. and Hoepfner, Ralph. (1971). *The Analysis of intelligence*. New York: McGraw-Hill.
- Hart, Lynn C. (1993, March). "Same Factor That Impede or Enhance Performance in Mathematical Problem Solving," *Journal for Research in Mathematics Education*. 24(2): 169-170.
- Herman, Herbert J. M. (1970, August). "A Questionnaire Measure of Achievement Motivation," *Journal of Applied Psychology*. 54(2): 353-363.
- Hilgard, Ernest R. (1976). *Introduction to psychology*. New York: Harcourt Brace and Wold.
- Johanning, Debra I. (2000, March). "An Analysis of Writing and Postwriting Group Collaboration in Middle School Pre-Algebra." *School Science and Mathematics*. 100(3): 151-160.
- Keefe', Jame W. (1979). "School Applications of Learning Style Concept." *Student Learning Style: Diagnosing and Prescribing Programs*. Reston Virginia: National Association of Secondary School Principals.
- (1984, Febury). "Learning Styles," *National Association of Secondary Principals*. 68(7): 59-63.
- Kemp, Jerrold I. (1985). *The Instructional Design Process*. New York: Harper and Row.
- Kennedy, Leonard M. And Tipp, Steve. (1984). *Guiding Children's Learning of Mathematics*. 4th ed. Belmont, California: Wadsworth Publishing.
- (1994). *Guiding Children's Learning of Mathematics*. 5th ed. Belmont, California Wadsworth Publishing.

- Kolb, Davis A. (1984). *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J.
- (1985). *Learning Styles Inventory : Self-Scoring Test and Interpretation Booklet*. Boston: McBer and Company.
- Krulik, Stephen and Reys, Robert E. (1980). *Problem Solving in School Mathematics*. Reston, Virginia: NCTM.
- Krulik, Stephen and Runick, Jesse a. (1993). *Reasoning and Problem Solving: A Handbook for Elementary School Teachers*. Boston: Allyn and Bacon.
- Lappan, Glenda and Schram, Pamela W. (1989). "Communication and Reasoning: Critical Dimensions of Sense Making in Mathematics. *In New Directions for Elementary School Mathematics 1989 Yearbook*. Reston, Virginia: NCTM. 14-30.
- Lawson, Michael J. and Mohan, Chinnappan. (2001, January). "Knowledge Connectedness in Geometry Problem Solving." *Journal for Research in Mathematics Education*. 31(1): 26-43.
- Marasculio, Leonard A. (1983). *Multivariate Statistics in the School Science*. California: Brooks-Cole.
- McClelland, David C. (1969). *Motivating Economic Achievement*. New York: Free Press.
- McClelland, David C. and others. (1953). *The Achievement Motive*. New York Appleton-Century Crofts, In., 110-111.
- (1961). *The Achievement Society*. Princeton, New Jersey: Van Nostrand.
- Murray, H.A. (1983). *Explorations in personality*. New York: Oxford University Press.
- National Council of Teacher of Mathematics [NCTM]. (1989). *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*. Reston, Virginia: NCTM.
- (1991). *Professional Standards for Teaching Mathematics*. Reston, Va: NCTM.
- (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, Va: NCTM.
- Pedhazur, E.J. (1997). *Multiple Regression in Behavior Research*. New York: Rinehart And Winston.

- Polya, George. (1957). *How to Solve It: A New Aspect of Mathematical Method*. Garden City, New York: Doubleday Company.
- . (1980). "On Solving Mathematical Problem in High School," *Problem Solvig in School Mathematics 1980 Yearbook*. Virginia: NCTM.
- Rojas, M.E. (1992). "Enhancing the Learning of Probability Through Developing Student Skills in Reading and Writing. " *Dissertation Abstracts International*. (Online). 53-05A.
- Rowan, Thomas E. and Morrow, J. Loran. (1993). *Implementing the K-8 Curriculum and Evaluation Standard: Reading From the Arithmetic Teacher*. Reston, Va: NCTM.
- Stevenson, H.W. and Richard D. Adam. (1995, March). "The Relation of Anxiety to children Performance on Learning and Problem Solving Task," *Child Development*. 36: 1003.
- William, Kenneth M. (2003, March). "Writing about the Problem-Solving Process to Improve Problem-Solving Performance." *Mathematics Teacher*. 96(3): 185-187
- Writt, Patrich James. (1988, July). Mathematical Problem-Solving: An Exploration of the Relationship between Strategies and Heuristics. *Dissertation Abstract International*. 48(1): 72-A.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบสอบถามวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านข้อความแต่ละข้อ แล้วพิจารณาว่าข้อความนั้นตรงกับความคิดเห็นหรือการปฏิบัติของนักเรียนมากน้อยเพียงใด และทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องด้านขวามือของข้อความที่ตรงกับความรู้สึกหรือการปฏิบัติที่แท้จริงเพียงช่องเดียวในแต่ละข้อ คำตอบที่ได้ไม่ถือว่าถูกหรือผิด **และกรุณาตอบทุกข้อ** เกณฑ์การตัดสินใจมีดังนี้

จริงมากที่สุด	หมายถึง	ข้อความที่ตรงกับความรู้สึกหรือการปฏิบัติของนักเรียนมากที่สุด
จริงมาก	หมายถึง	ข้อความที่ตรงกับความรู้สึกหรือการปฏิบัติของนักเรียนมากพอควร
จริง	หมายถึง	ข้อความที่ตรงกับความรู้สึกหรือการปฏิบัติของนักเรียนปานกลาง
จริงน้อย	หมายถึง	ข้อความที่ตรงกับความรู้สึกหรือการปฏิบัติของนักเรียนน้อยมาก
จริงน้อยที่สุด	หมายถึง	ข้อความที่ไม่ตรงกับความรู้สึกหรือการปฏิบัติของนักเรียนเลย

ข้อ	ข้อความ	จริงมากที่สุด	จริงมาก	จริง	จริงน้อย	จริงน้อยที่สุด
0	ข้าพเจ้าทำงานที่ครูมอบหมายได้สำเร็จทุกครั้ง		✓			
00	ข้าพเจ้าจะพยายามมากขึ้น เมื่อรู้ว่าตนเองด้อยกว่าเพื่อนๆ			✓		

ข้อ	ข้อความ	จริงมากที่สุด	จริงมาก	จริง	จริงน้อย	จริงน้อยที่สุด
1	นักเรียนตั้งใจจะทำคะแนนสอบให้ได้มากที่สุด					
2	เมื่อพบคนที่ได้รับการยกย่องสรรเสริญว่า ทำงานดีเด่น นักเรียนจะเกิดความปรารถนาที่จะเป็นเช่นนั้น					
3	นักเรียนมีความรู้สึกที่ตนเองมีความคิดที่จะดัดแปลงสิ่งต่าง ๆ ให้มีความแปลกใหม่และดีเด่นอยู่ตลอดเวลา					
4	นักเรียนมักจะตั้งความหวังไว้สูง ๆ เพื่อที่จะได้ใช้ความพยายาม และความสามารถทำงานนั้นอย่างเต็มที่					
5	นักเรียนคิดว่าอนาคตของตนเอง จะขึ้นอยู่กับความสำเร็จในการเรียนรู้					
6	นักเรียนมีความมั่นใจในความสามารถของตนเอง					
7	นักเรียนชอบทำงานด้วยความคิดของตนเองไม่ชอบทำตามผู้อื่น					
8	นักเรียนมีความมุ่งมั่นที่จะทำงานให้สำเร็จ					
9	นักเรียนชอบแก้ปัญหาด้วยตนเอง					
10	นักเรียนมีความตั้งใจที่จะทำสิ่งต่าง ๆ ให้ดีกว่าที่เคยทำไว้					
11	เมื่อทำงานใดงานหนึ่งไม่สำเร็จ นักเรียนจะคิดหาวิธีใหม่ ๆ ที่จะทำงานนั้นให้สำเร็จ					
12	เมื่อได้รับการมอบหมายงานใด ๆ นักเรียนจะรีบทำให้เสร็จเรียบร้อยก่อนกำหนดส่งงาน					
13	นักเรียนมีใจจดจ่ออยู่กับงานที่ได้รับมอบหมายจนกว่าจะทำงานให้สำเร็จ ไม่ว่างานนั้นจะน่าเบื่อเพียงใด					
14	นักเรียนจะพยายามทำงานมากขึ้น เมื่อได้รับงานที่ยาก					
15	ไม่ว่าจะทำงานอะไรก็ตาม นักเรียนจะพยายามทำจนสุดความสามารถ					

ข้อ	ข้อความ	จริงมากที่สุด	จริงมาก	จริง	จริงน้อย	จริงน้อยที่สุด
16	เมื่อนักเรียนทำงานที่ครูมอบหมายให้ไม่ต้อง นักเรียนจะค้นหาวิธีการใหม่ ๆ ที่จะทำให้ถูกต้อง ให้จงได้					
17	นักเรียนรู้สึกภูมิใจที่สามารถสอบผ่านแต่ละวิชา					
18	นักเรียนจะเปรียบเทียบผลการเรียนกับเพื่อน ๆ เพื่อจะได้พัฒนาตนเองให้เรียนดีขึ้น					
19	นักเรียนชอบทำงานที่ต้องใช้ความพยายามมาก ๆ					
20	นักเรียนชอบทำสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นความคิดริเริ่มของ ตนเอง					

แบบสำรวจแบบการเรียนรู้

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านข้อความแต่ละข้อ แล้วพิจารณาว่าข้อความนั้นตรงกับความคิดเห็นหรือการปฏิบัติของนักเรียนมากน้อยเพียงใด และทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องด้านขวามือของข้อความที่ตรงกับความรู้สึกหรือการปฏิบัติที่แท้จริงเพียงช่องเดียวในแต่ละข้อ คำตอบที่ได้ไม่ถือว่าถูกหรือผิด **และกรุณาตอบทุกข้อ** เกณฑ์การตัดสินใจมีดังนี้

มากที่สุด	หมายถึง	ข้อความที่ตรงกับความรู้สึกหรือการปฏิบัติของนักเรียนมากที่สุด
มาก	หมายถึง	ข้อความที่ตรงกับความรู้สึกหรือการปฏิบัติของนักเรียนมาก
ปานกลาง	หมายถึง	ข้อความที่ตรงกับความรู้สึกหรือการปฏิบัติของนักเรียนปานกลาง
น้อย	หมายถึง	ข้อความที่ตรงกับความรู้สึกหรือการปฏิบัติของนักเรียนน้อย
น้อยที่สุด	หมายถึง	ข้อความที่ตรงกับความรู้สึกหรือการปฏิบัติของนักเรียนน้อยที่สุด

ข้อ	ข้อความ	ระดับความคิดเห็นหรือการปฏิบัติ				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
0	บ่อยครั้งที่ข้าพเจ้าไม่อยากเข้าชั้นเรียน				✓	
00	ข้าพเจ้าชอบพูดคุยกับเพื่อน ๆ เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาที่เรียน	✓				
000	ข้าพเจ้าจะทำทุกวิถีทางเพื่อให้ได้คะแนนสอบมากกว่าเพื่อน			✓		

ข้อ	ข้อความ	ระดับความคิดเห็นหรือการปฏิบัติ				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1	เมื่อข้าพเจ้าเข้าชั้นเรียน ข้าพเจ้าจะนั่งในที่ซึ่งครูไม่สามารถเห็นได้ชัด					
2	ข้าพเจ้าชอบทำกิจกรรมร่วมกับเพื่อน ๆ ในห้องเรียน					
3	ข้าพเจ้าต้องการรู้ว่าเพื่อน ๆ ได้คะแนนอยู่ในระดับใด					
4	ข้าพเจ้าร่วมกิจกรรมทุกอย่างในห้องเรียน เพื่อทำให้ข้าพเจ้าเข้าใจเนื้อหาในวิชามากขึ้น					
5	ถ้าไม่เข้าใจเนื้อหาวิชา ข้าพเจ้าจะรีบค้นคว้าและทำความเข้าใจก่อนเพื่อน ๆ					
6	วิชาใดที่ข้าพเจ้าไม่เข้าใจข้าพเจ้าจะไม่ให้ความสนใจ					
7	ข้าพเจ้ารู้สึกสนุกกับการได้พูดคุยและเสนอความคิดกับเพื่อน ๆ เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาที่เรียน					
8	ข้าพเจ้าจะทำงานที่ได้รับมอบหมายให้ดี และสมบูรณ์มากกว่าคนอื่น ๆ					
9	บ่อยครั้งที่ข้าพเจ้าไม่ยอมเข้าเรียนในชั้นเรียน					
10	การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อน ๆ จะทำให้ข้าพเจ้าประสบความสำเร็จในการเรียน					
11	ข้าพเจ้ามักจะนั่งเหม่อหรือหลับขณะเรียนอยู่บ่อย ๆ					
12	ข้าพเจ้าชอบเตรียมตัวสอบ โดยวิธีการเรียนรู้และติวกับเพื่อน ๆ					
13	ข้าพเจ้ามีความรู้สึกภูมิใจที่ได้รับการยอมรับว่าเป็นที่หนึ่งของห้อง					
14	ข้าพเจ้าพยายามทำงานที่ได้รับมอบหมายให้เสร็จก่อนเพื่อน เพื่อที่จะได้รับคำชมเชยจากครู					
15	เมื่อขาดเรียนข้าพเจ้าจะไม่สนใจติดตามเนื้อหาที่เรียน					

ข้อ	ข้อความ	ระดับความคิดเห็นหรือการปฏิบัติ				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
16	ข้าพเจ้าชอบตอบคำถามหรือแก้โจทย์ปัญหาให้ได้ก่อนเพื่อนคนอื่น ๆ					
17	สิ่งสำคัญที่สุดสำหรับการเรียน คือ การเรียนรู้ไปพร้อมกับเพื่อน					
18	ข้าพเจ้าจะเรียนและทำงานที่ครูมอบหมายให้เท่านั้น					
19	ข้าพเจ้าไม่อยากให้ครูสนใจข้าพเจ้าในห้องเรียน					
20	ข้าพเจ้ายินดีช่วยเหลือเพื่อนๆ ที่มีปัญหาหรือไม่เข้าใจเนื้อหาที่เรียน					
21	ข้าพเจ้าชอบที่จะร่วมกิจกรรมเป็นกลุ่มในห้องเรียน					
22						
23	ข้าพเจ้าต้องการให้ครูยอมรับความสามารถมากขึ้น เมื่อข้าพเจ้าทำงานหรือมีผลการสอบดี					
24	ข้าพเจ้าจะทำงานกลุ่มเพื่อให้ได้คะแนนหรือสอบผ่านเท่านั้น					
25	เมื่อมีกิจกรรมเกิดขึ้นในชั้นเรียนข้าพเจ้าจะเข้าร่วมอย่างเต็มที่					
26	ข้าพเจ้ามีความรู้สึกพอใจเมื่อตอบคำถามได้ถูกต้องและได้รับการชื่นชมจากครู					
27	ข้าพเจ้าจะไม่ให้ความสนใจกับกิจกรรมที่นอกเหนือจากการเรียน					
28	เมื่อครูจัดกิจกรรมในห้องเรียน ข้าพเจ้าจะให้ความสนใจเป็นพิเศษ					
29	ถ้าครูสั่งการบ้านมากเกินไป ข้าพเจ้าจะรู้สึกเบื่อหน่ายและไม่อยากทำ					
30	ข้าพเจ้าคิดว่าครูจะสนใจ ถ้าข้าพเจ้าทำงานเสร็จก่อนเพื่อน					

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แบบปรนัย
ด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด จากสถานการณ์ที่กำหนดให้โดยทำเครื่องหมาย ✕
ทับลงบนข้อที่ถูกต้องเพียงข้อเดียวลงในกระดาษคำตอบ

1. “แม่ค้าซื้อเสื้อยืดมาขายจำนวน 20 ตัว จ่ายเงินไป 1,500 บาท เสื้อยืดมีสองชนิดโดยชนิดแรกราคาตัวละ 60 บาท อีกชนิดราคาตัวละ 110 บาท”

ข้อใด**ไม่**สามารถหาคำตอบได้จากสถานการณ์ที่กำหนดให้

- | | |
|--------------------------------|--|
| 1. เสื้อยืดชนิดที่มีมากกว่ากัน | 2. จำนวนเสื้อยืดชนิดแรกและชนิดที่สอง |
| 3. จำนวนเสื้อยืดที่ขายได้ | 4. จำนวนเงินที่ใช้ซื้อเสื้อยืดชนิดที่สอง |

2. “นักเรียนคนหนึ่งทำข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์จำนวน 30 ข้อ ได้คะแนนรวม 65 คะแนน ซึ่งในการตรวจให้คะแนนนั้น ถ้าตอบถูกต้องจะได้ 3 คะแนน และถ้าตอบผิดจะถูกหัก 2 คะแนน”

ข้อใด**ไม่**สามารถหาคำตอบได้จากสถานการณ์ที่กำหนดให้

- | | |
|---------------------------------|---------------------------------------|
| 1. จำนวนข้อสอบที่นักเรียนตอบผิด | 2. สัดส่วนของข้อสอบที่ตอบถูกและตอบผิด |
| 3. คะแนนเฉลี่ยของข้อสอบแต่ละข้อ | 4. คะแนนรวมของข้อสอบที่ตอบถูก |

3. “ธาตุโคเคียมมีสารผสมอยู่สามชนิดคือ สาร A สาร B และสาร C โดยที่สาร A หนักเป็น 1.2 เท่าของสาร B และสาร C หนักกว่าสาร B อยู่ 1.64 กิโลกรัม ซึ่งสาร B หนัก 2.5 กิโลกรัม”

ข้อใด**ไม่**สามารถหาคำตอบได้จากสถานการณ์ที่กำหนดให้

- | | |
|--|-----------------------------------|
| 1. ปริมาณของสาร B ที่อยู่ในสาร C | 2. น้ำหนักของธาตุโคเคียม |
| 3. ปริมาณของสาร C ที่อยู่ในธาตุโคเคียม | 4. น้ำหนักของสาร A สาร B และสาร C |

4. “ในกระเป๋าเงินใบหนึ่งมีจำนวนธนบัตรฉบับละยี่สิบบาทเป็นห้าเท่าของจำนวนธนบัตรฉบับละห้าสิบบาท โดยธนบัตรทั้งสองชนิดนี้คิดเป็นเงินรวมกัน 1,050 บาท”

ข้อใด**ไม่**สามารถหาคำตอบได้จากสถานการณ์ที่กำหนดให้

- | | |
|-------------------------------|---------------------------------------|
| 1. จำนวนธนบัตรฉบับละยี่สิบบาท | 2. สัดส่วนของธนบัตรทั้งสองชนิด |
| 3. จำนวนธนบัตรฉบับละห้าสิบบาท | 4. จำนวนธนบัตรทั้งหมดที่อยู่ในกระเป๋า |

5. “เสื้อยืดตัวหนึ่งลดราคา 12% ของราคาขาย ทำให้ผู้ซื้อประหยัดเงินได้ 24 บาท”

ข้อใด**ไม่**สามารถหาคำตอบได้จากสถานการณ์ที่กำหนดให้

- | | |
|--------------------------------|---------------------------------------|
| 1. ราคาเสื้อเมื่อหักส่วนลดแล้ว | 2. ราคาขายเสื้อที่ยังไม่ได้หักส่วนลด |
| 3. ราคาต้นทุนของเสื้อยืด | 4. จำนวนเงินที่ต้องใช้ซื้อเสื้อตัวนี้ |

6. “แม่ค้าซื้อส้มมาสองชนิด โดยที่ชนิดแรกราคากิโลกรัมละ 30 บาท มีจำนวน 25 กิโลกรัม ชนิดที่สองราคากิโลกรัมละ 23 บาท จำนวน 28 กิโลกรัม แม่ค้านำส้มทั้งสองชนิดมารวมกันแล้วขายไปกิโลกรัมละ 25 บาท”

ข้อใดไม่สามารถหาคำตอบได้จากสถานการณ์ที่กำหนดให้

- | | |
|--|---|
| 1. จำนวนเงินที่แม่ค้าใช้ซื้อส้มทั้งสองชนิด | 2. จำนวนเงินที่ได้เป็นกำไรจากการขายส้ม |
| 3. จำนวนส้มที่แม่ค้าซื้อมาทั้งหมด | 4. จำนวนเงินที่ได้รับเมื่อแม่ค้าขายส้มที่รวมกันแล้ว |

7. “กอล์ฟมีเงินมากกว่าไมค์ 5,000 บาท เมื่อทั้งสองคนนำเงินมารวมกันเพื่อทำการค้าในระยะเวลา 3 เดือน ปรากฏว่าได้กำไร 26,250 บาท ซึ่งคิดเป็น 25% ของเงินทุนทั้งหมด”

ข้อใดไม่สามารถหาคำตอบได้จากสถานการณ์ที่กำหนดให้

- | | |
|--------------------------------------|--|
| 1. จำนวนเงินที่ทั้งสองคนลงทุนร่วมกัน | 2. สัดส่วนของทุนและกำไรที่เกิดจากการทำการค้า |
| 3. จำนวนเงินที่กอล์ฟจะได้รับจากไมค์ | 4. สัดส่วนของเงินลงทุนของกอล์ฟและไมค์ |

8. “แม่ค้าขายสินค้าชิ้นหนึ่งซึ่งปิดราคาไว้ 1,500 บาท พอล่าซื้อมาได้ส่วนลด 35% ของราคาที่ปิดไว้ ซึ่งพอล่าได้นำสินค้าชิ้นนี้ไปขายต่อโดยคิดเอากำไร 40% ของราคาที่ซื้อมา”

ข้อใดไม่สามารถหาคำตอบได้จากสถานการณ์ที่กำหนดให้

- | | |
|-----------------------------|------------------------------------|
| 1. ราคาสินค้าที่แม่ค้าขายไป | 2. กำไรที่แม่ค้าได้รับจากการขายของ |
| 3. ราคาสินค้าที่พอล่าขายไป | 4. กำไรที่พอล่าได้รับจากการขายของ |

9. “แม่ให้เงินฮ่องเต้มาจำนวนหนึ่ง ต่อมาพ่อให้เพิ่มอีก 25% ของเงินที่แม่ให้ แล้วนำไปแบ่งให้น้องคิดเป็น 25% ของเงินที่มีอยู่ ปรากฏว่าเหลือเงินอยู่ 150 บาท”

ข้อใดไม่สามารถหาคำตอบได้จากสถานการณ์ที่กำหนดให้

- | | |
|------------------------------|---|
| 1. จำนวนเงินที่แม่ให้ฮ่องเต้ | 2. จำนวนเงินที่แบ่งให้น้อง |
| 3. จำนวนเงินที่พ่อให้น้อง | 4. จำนวนเงินที่ฮ่องเต้ได้รับถ้าไม่ต้องแบ่งให้น้อง |

10. “บริษัทแห่งหนึ่งมีพนักงานทั้งหมด 1,500 คน เป็นพนักงานชาย 60% ของพนักงานทั้งหมด แต่เนื่องจากวิกฤตเศรษฐกิจทำให้บริษัทต้องคัดพนักงานออก โดยคัดพนักงานชายออก 20% พนักงานหญิงออก 30%”

ข้อใดไม่สามารถหาคำตอบได้จากสถานการณ์ที่กำหนดให้

- | | |
|--------------------------------------|----------------------------------|
| 1. พนักงานหญิงที่ถูกบริษัทสั่งพักงาน | 2. พนักงานที่ไม่ถูกคัดออกทั้งหมด |
| 3. พนักงานชายทั้งหมดในบริษัท | 4. พนักงานที่ถูกคัดออกทั้งหมด |

11. “กระดาดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ากว้าง 7 เซนติเมตร ยาว 11 เซนติเมตร นำมาทำเป็นผิวข้างของทรงกระบอกสูง 7 เซนติเมตร ได้พอดี”

ข้อใดไม่สามารถหาคำตอบได้จากสถานการณ์ที่กำหนดให้

1. รัศมีฐานของทรงกระบอก
2. ปริมาตรของทรงกระบอก
3. พื้นที่ผิวข้างของทรงกระบอก
4. พื้นที่ของทรงกระบอก

12. “ในการสอบครั้งหนึ่งถ้านักเรียนหญิงออกจากห้องไปแล้ว 15 คน จะมีนักเรียนชายเป็นสองเท่าของนักเรียนหญิง เมื่อนักเรียนหญิงออกไปแล้วนักเรียนชายอีก 45 คนก็จะออกไปและปรากฏว่ามีนักเรียนหญิงเหลืออยู่เป็น 5 เท่าของนักเรียนชายที่เหลืออยู่ในห้อง”

ข้อใด **ไม่สามารถ**หาคำตอบได้จากสถานการณ์ที่กำหนดให้

1. สัดส่วนของนักเรียนชายและนักเรียนหญิง
2. จำนวนนักเรียนทั้งหมดในโรงเรียน
3. สัดส่วนของนักเรียนในห้องและนักเรียนนอกห้อง
4. จำนวนนักเรียนที่ยังเหลืออยู่ในห้องเรียน

13. “รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนมีความยาวของเส้นทแยงมุมเป็นอัตราส่วน 3:4 และมีเส้นรอบรูปยาว 40 ซม.”

ข้อใด **ไม่สามารถ**หาคำตอบได้จากสถานการณ์ที่กำหนดให้

1. ส่วนสูงของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน
2. ผลต่างของความยาวของเส้นทแยงมุม
3. พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน
4. ผลรวมของความยาวของด้านคู่ขนาน

14. “กังหันน้ำที่โรงงานไฟฟ้าบ้านยาง จ.เชียงใหม่ มีเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อน้ำเข้า 250 มิลลิเมตร โดยปริมาณน้ำที่ใช้สำหรับปั่นไดนาโมเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเท่ากับ 116 ลิตร/นาที และกังหันน้ำนี้ทำงานตลอดเวลา”

ข้อใด **ไม่สามารถ**หาคำตอบได้จากสถานการณ์ที่กำหนดให้

1. ความยาวของท่อน้ำเข้า
2. น้ำที่ใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าใน 1 วัน
3. ความกว้างของท่อน้ำเข้า
4. น้ำที่ใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าใน 1 วินาที

15. “กล่องนมใบหนึ่งกว้าง 8 เซนติเมตร ยาว 8 เซนติเมตร สูง 25 เซนติเมตร ถ้าเทนม ของกล่องใส่แก้ว ใบหนึ่งจะเต็มพอดี”

ข้อใด **ไม่สามารถ**หาคำตอบได้จากสถานการณ์ที่กำหนดให้

1. ปริมาตรของนมทั้งกล่อง
2. ความจุของแก้วน้ำที่ใส่นม
3. ปริมาตรนมที่เหลือในกล่อง
4. ความสูงของแก้วน้ำที่ใส่นม

16. “รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากรูปหนึ่งมีความยาวรอบรูป 20 เซนติเมตร มีพื้นที่ 24 ตารางเซนติเมตร”

ข้อใด **สรุปถูกต้อง**จากสถานการณ์ที่กำหนดให้

1. รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากกว้าง 2 ซม. ยาว 12 ซม.
2. รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากกว้าง 4 ซม. ยาว 6 ซม.
3. รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากกว้าง 3 ซม. ยาว 8 ซม.
4. รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากกว้าง 1 ซม. ยาว 24 ซม.

17. “แดนมีเงินอยู่ 14 บาทและมีเงินเป็น ของจำนวนเงินของบีมี ซึ่งบีมีเงินเป็น ของจำนวนเงินของบีก ถ้านำเงินของคนทั้งสามมารวมกันแล้วยังน้อยกว่าเงินของฟิล์มอยู่ 15 บาท”

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ข้อใดสรุปถูกต้อง

1. บีกมีเงินมากกว่าฟิล์มและบีมารวมกัน
2. บีมีเงินมากกว่าฟิล์มและแดนรวมกัน
3. บีกมีเงินน้อยกว่าแดนและบีมารวมกัน
4. บีมีเงินน้อยกว่าแดนและบีกรวมกัน

18. “กำหนดให้ $A = 5^{(5)^5}$, $B = 5^{55}$, $C = (55)^5$, $D = ((55)^5)^5$ “

ข้อสรุปใดถูกต้องจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

1. $C < B < A < D$
2. $C < A < B < D$
3. $C < D < B < A$
4. $C < B < D < A$

19. ข้อใดเป็นการแยกตัวประกอบที่ถูกต้องของ $3x^3 - 81$

1. $3(x+3)(x^2+3x+9)$
2. $3(x-3)(x^2+3x-9)$
3. $3(x+3)(x^2+3x+9)$
4. $3(x-3)(x^2+3x+9)$

20. ถ้าจำนวนปูต่อจำนวนปลาเป็น 1 : 3 และจำนวนกุ้งต่อจำนวนปูเป็น 2 : 3 แล้วข้อสรุปใดต่อไปนี้ถูกต้อง

1. ถ้ามีปลา 18 ตัว จะมีกุ้ง 6 ตัว
2. ถ้ามีกุ้ง 8 ตัว จะมีปลา 36 ตัว
3. ถ้ามีปลา 18 ตัว จะมีปู 9 ตัว
4. ถ้ามีกุ้ง 8 ตัว จะมีปู 15 ตัว

แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงขั้นตอนวิธีการคิดคำนวณหรือวิธีทำเพื่อแก้ปัญหาในแต่ละสถานการณ์โดยละเอียด และเขียนคำตอบทั้งหมดลงในกระดาษคำตอบให้ชัดเจน เพื่อให้เห็นแนวความคิดและข้อสรุปของนักเรียนเพราะทุกส่วนมีผลต่อการให้คะแนน

ตัวอย่างข้อคำถาม

ร้าน A	ขายไข่ไก่ฟองละ 3 บาท โหลละ 30 บาท	ขายไข่เบ็ดฟองละ 3 บาท โหลละ 35 บาท
ร้าน B	ขายไข่ไก่ฟองละ 2.75 บาท โหลละ 30 บาท	ขายไข่เบ็ดฟองละ 3.50 บาท โหลละ 40 บาท
ร้าน C	ขายไข่ไก่ฟองละ 3 บาท โหลละ 33 บาท	ขายไข่เบ็ดฟองละ 3 บาท โหลละ 36 บาท

จากสถานการณ์ข้างต้นให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

0. ถ้าต้องการซื้อไข่ไก่ 9 ฟอง และไข่เบ็ด 12 ฟอง ให้ได้ราคาถูกที่สุดโดยไม่จำเป็นต้องซื้อร้านเดียวกัน ควรจะเลือกซื้อที่ร้านใด เพราะเหตุใด

แนวทางการตอบ

ถ้าต้องการซื้อไข่ไก่จำนวน 9 ฟอง และซื้อได้ในราคาถูกที่สุดถ้าพิจารณาจากทั้ง 3 ร้าน จะพบว่า ร้าน B ขายไข่ไก่ฟองละ 2.75 บาท ซึ่งเป็นราคาที่ถูกต้องที่สุด

ดังนั้น จึงควรเลือกซื้อไข่ไก่ที่ร้าน B และต้องซื้อไข่เบ็ดจำนวน 12 ฟอง เท่ากับ 1 โหล และซื้อได้ในราคาถูกที่สุดถ้าพิจารณาจากทั้ง 3 ร้านจะพบว่า ร้าน A และร้าน C ขายไข่เบ็ดฟองละ 3 บาท ซึ่งเป็นราคาที่ถูกต้อง แต่ถ้าซื้อแบบเป็นโหลร้าน A จะมีราคาถูกกว่าร้าน C ดังนั้น จึงควรเลือกซื้อไข่เบ็ดที่ร้าน A

ดังนั้น จึงควรเลือกซื้อไข่ไก่ที่ร้าน B และเลือกซื้อไข่เบ็ดที่ร้าน A จึงได้ราคาที่ถูกต้องที่สุด

ข้อที่ 1

นมดูเมิร์ชดูโกร ทำมาจากนมผงคืนรูปพร้อมดื่ม UHT มีแคลเซียมสูง ฟอสฟอรัสสูง
 นมเบรียด์ซมิลต์รสส้ม มีแคลเซียมสูงถึง 45% มีวิตามิน A, B2, B12 สูง
 นมถั่วเหลืองไวตามิลด์ ทำมาจากถั่วเหลืองจึงมีโปรตีนสูงมาก
 นมแอ่นมัม มีฟอสฟอรัสสูง ช่วยเสริมสร้างกระดูกและฟัน มีแคลเซียมสูงถึง 65%

จากสถานการณ์ข้างต้นให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. น้องเดียวมักจะไม่สบายบ่อย ๆ และเป็นเด็กที่ไม่ชอบดื่มนมเพราะนมมีรสชาติจืดชืด นักเรียนควรจะแนะนำให้น้องเดียวลือกดื่มนมชนิดใด เพราะเหตุใด
2. คุณแม่เหม่มตั้งครรภ์ได้ 2 เดือนจึงต้องการที่จะบำรุงครรภ์ นักเรียนควรจะแนะนำให้คุณแม่เหม่มเลือกดื่มนมชนิดใด เพราะเหตุใด
3. น้องโตเกียวเข้าเรียนชั้นอนุบาล 1 จึงไม่สะดวกถ้าจะพกนมผงไปชงที่โรงเรียน คุณแม่จึงหนักใจมากเพราะน้องโตเกียวจะต้องดื่มนม นักเรียนควรจะแนะนำคุณแม่ให้เลือกดื่มนมชนิดใด เพราะเหตุใด

ข้อที่ 2

นักท่องเที่ยวนานาชาติจำนวน 18 คน ถูกแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้
 กลุ่มที่ 1 มีจำนวน 6 คน น้ำหนักตัว 750 ปอนด์
 กลุ่มที่ 1 มีจำนวน 7 คน น้ำหนักตัว 385,800 กรัม
 กลุ่มที่ 1 มีจำนวน 5 คน น้ำหนักตัว 262 กิโลกรัม
 โดยนักท่องเที่ยวนี้นี้ต้องการขึ้นโปบนเขาวัง จ.เพชรบุรี โดยนั่งรถรางไฟฟ้าที่สามารถรับน้ำหนักผู้โดยสารได้ครั้งละไม่เกิน 1000 กิโลกรัม (1 ปอนด์ เท่ากับ 0.4536 กิโลกรัม)

จากสถานการณ์ข้างต้นให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. นักท่องเที่ยวนี้นี้จะโดยสารรถรางไฟฟ้าไปพร้อมกันทุกคนได้หรือไม่ เพราะเหตุใด
2. ถ้าไกด์จะต้องเดินทางไปพร้อมกับนักท่องเที่ยวนี้นี้จะสามารถโดยสารรถรางไฟฟ้าได้หรือไม่ เพราะเหตุใด
3. ถ้านักท่องเที่ยวนี้นี้ในแต่ละกลุ่มมีสัมภาระที่ต้องพกพาติดตัวไปด้วยกลุ่มละ 5 กิโลกรัม จะสามารถโดยสารรถรางไฟฟ้าไปพร้อมกันทุกกลุ่มได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

ข้อที่ 3

ร้าน A	ขายไข่ไก่ฟองละ 3 บาท โหลละ 30 บาท	ขายไข่เบ็ดฟองละ 3 บาท โหลละ 35 บาท
ร้าน B	ขายไข่ไก่ฟองละ 2.75 บาท โหลละ 30 บาท	ขายไข่เบ็ดฟองละ 3.50 บาท โหลละ 40 บาท
ร้าน C	ขายไข่ไก่ฟองละ 3 บาท โหลละ 33 บาท	ขายไข่เบ็ดฟองละ 3 บาท โหลละ 36 บาท

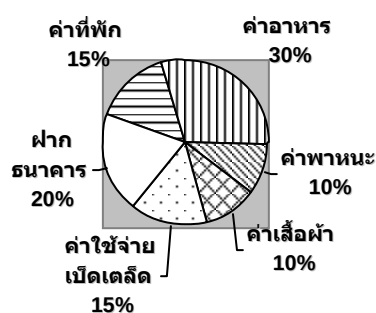
จากสถานการณ์ข้างต้นให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. ถ้าต้องการซื้อไข่ไก่จากร้าน A จำนวน 50 ฟอง ควรจะเลือกซื้ออย่างไรให้ได้ราคาถูกที่สุด
2. ถ้ามีเงินอยู่ 260 บาท และต้องการซื้อไข่ไก่และไข่เบ็ดอย่างละ 48 ฟองในร้านเดียวกัน ควรจะเลือกซื้อที่ร้านใด เพราะเหตุใด
3. ถ้าต้องการซื้อไข่เบ็ดจำนวน 100 ฟอง ให้ได้ราคาถูกที่สุด ควรจะเลือกซื้อที่ร้านใด เพราะเหตุใด

แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ

คำชี้แจง ให้นักเรียนนำเสนอขั้นตอนวิธีการคิดคำนวณหรือวิธีทำเพื่อแก้ปัญหาในแต่ละสถานการณ์โดยละเอียด และเขียนคำตอบทั้งหมดลงในกระดาษคำตอบให้ชัดเจน เพื่อให้เห็นแนวความคิดและวิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบของนักเรียนเพราะทุกส่วนมีผลต่อการให้คะแนน

ตัวอย่างข้อคำถาม



แผนภูมิวงกลมแสดงค่าใช้จ่ายในแต่ละเดือนของพอลล่า ซึ่งพอลล่ามีรายได้เดือนละ 12,500 บาท

จากสถานการณ์ข้างต้นให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

0. ถ้าในทุก ๆ เดือนพอลล่าจะโดนหักค่าเบี้ยประกันจากการฝากธนาคารเดือนละ 500 บาท พอลล่าจะเหลือเงินฝากธนาคารเท่าใดในเดือนนั้น

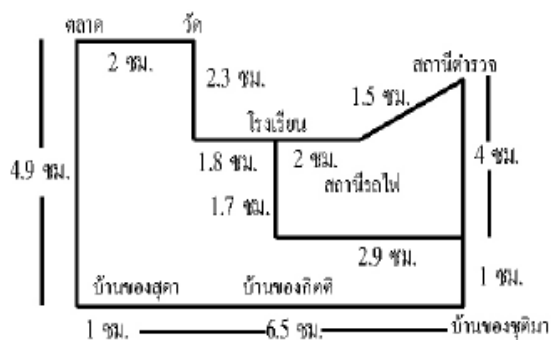
แนวทางการตอบ

ในทุก ๆ เดือนพอลล่าฝากธนาคารเป็นเงินจำนวน $12,500 \times \quad = 2,500$ บาท

และพอลล่าจะโดนหักค่าเบี้ยประกันจากการฝากธนาคารเดือนละ 500 บาท

ดังนั้น พอลล่าจะเหลือเงินฝากธนาคารในเดือนนั้นจำนวน $2,500 - 500 = 2,000$ บาท

ข้อที่ 1



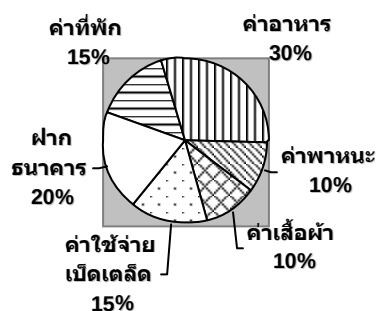
แผนผังบ้านของสุดา (กำหนดให้มาตราส่วน 1 เซนติเมตร : 100 เมตร)

จากสถานการณ์ข้างต้นให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. เพื่อเป็นการประหยัดน้ำมันและได้ระยะทางน้อยที่สุด คุณพ่อควรวางแผนการเดินทางที่สั้นที่สุดที่จะไปส่งสุดาไปโรงเรียนอย่างไร ให้ระบุเหตุผลประกอบคำตอบให้ชัดเจน
2. คุณพ่อจะต้องไปส่งคุณแม่ที่สถานีรถไฟก่อนที่จะไปส่งสุดาที่โรงเรียน คุณพ่อจะมีการวางแผนการเดินทางที่จะไปส่งคุณแม่และสุดาอย่างไร ให้อธิบายรายละเอียดของการเดินทาง
3. เนื่องจากรถของคุณพ่อสุดาเสียจึงรบกวนคุณพ่อของชุตินาให้มารับสุดาที่บ้าน คุณพ่อของชุตินาจะวางแผนการเดินทางที่สั้นที่สุดที่จะไปส่งทั้งสองคนไปโรงเรียนอย่างไร ให้อธิบายรายละเอียดของการเดินทาง

ข้อที่ 2

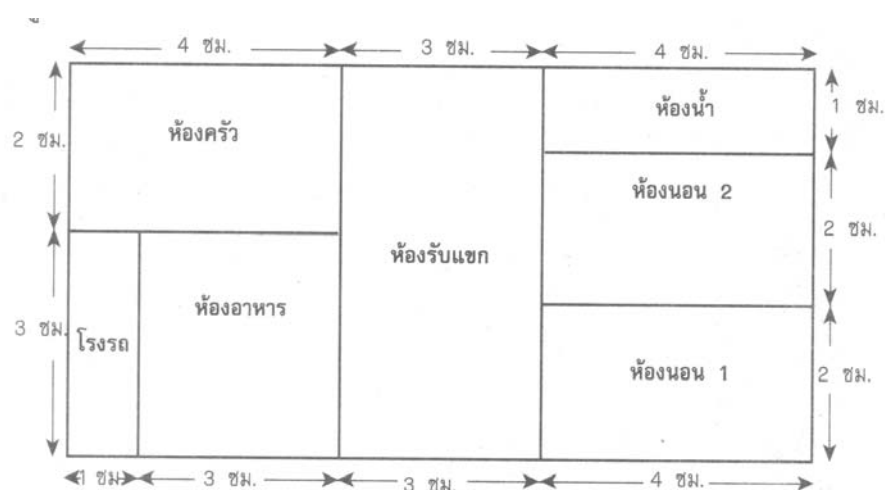
แผนภูมิวงกลมแสดงค่าใช้จ่ายในแต่ละเดือนของพอลล่า ซึ่งพอลล่ามีรายได้เดือนละ 12,500 บาท



จากสถานการณ์ข้างต้นให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. ใน 1 ปี พอลล่าผักธนาคารเป็นเงินเท่าใด และถ้าธนาคารให้ดอกเบี้ย 5% ต่อปี พอลล่าจะมีเงินรวมทั้งหมดเท่าใด
2. ถ้าในทุกๆ เดือนพอลล่าจะโดนหักค่าเบี้ยประกันจากการผักธนาคารเดือนละ 500 บาท พอลล่าจะเหลือเงินผักธนาคารเท่าใดในเดือนนั้น
3. พอลล่าต้องจ่ายค่าอาหารมากกว่าหรือน้อยกว่าค่าที่พักรวมกับค่าเสื้อผ้าเป็นจำนวนเงินเท่าใด

ข้อที่ 3



จากสถานการณ์ข้างต้นให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. พื้นที่จริงของบ้านหลังนี้เท่ากับเท่าใด
2. ถ้านำรถยนต์ขนาดกว้าง 2 เมตร ยาว 3.75 เมตร จะสามารถนำมาจอดในโรงรถได้มากที่สุดกี่คัน
3. ถ้ามาตราส่วนเปลี่ยนเป็น 1 เซนติเมตร : 1 เมตร พื้นที่จริงของบ้านหลังนี้จะแตกต่างจากพื้นที่เดิมเท่าใด

แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงขั้นตอนวิธีการคิดคำนวณหรือวิธีทำเพื่อแก้ปัญหาในแต่ละสถานการณ์โดยละเอียด และเขียนคำตอบทั้งหมดลงในกระดาษคำตอบให้ชัดเจน เพื่อให้เห็นแนวความคิดและวิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบของนักเรียนเพราะทุกส่วนมีผลต่อการให้คะแนน

ตัวอย่างข้อคำถาม

ธนาคารกสิกร	ให้อัตราดอกเบี้ยคงที่ 3 ปี 1.5%	มากกว่า 3 ปีให้ดอกเบี้ย 2.75%
ธนาคารกรุงเทพ	ให้อัตราดอกเบี้ยปีแรก 1%	ปีที่ 2 - 4 ให้ดอกเบี้ย 2.5%
ธนาคารทหารไทย	ให้อัตราดอกเบี้ยปีแรก 0.75%	ปีที่ 2 ให้ดอกเบี้ย 1%
	ปีที่ 3 - 4 ให้ดอกเบี้ย 2.5%	ปีที่ 5 ให้ดอกเบี้ย 3%

จากสถานการณ์ข้างต้นให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

0. อรรถพลคิดจะซื้อรถยนต์ในปีหน้า เขาจึงเริ่มเก็บเงินเดือนละ 5,000 บาท ไว้เพื่อเป็นเงินดาวน์ เขาควรเลือกฝากเงินที่ธนาคารใดเพื่อให้ได้ดอกเบี้ยมากที่สุด และได้ดอกเบี้ยเป็นเงินเท่าใด

แนวทางการตอบ

อรรถพลต้องการฝากเงินที่ธนาคารเพื่อให้ได้ดอกเบี้ยมากที่สุด ภายในระยะเวลา 1 ปี

ดังนั้น เขาควรเลือกฝากเงินกับธนาคารกสิกร เพราะให้อัตราดอกเบี้ย 1.5%

ซึ่งเป็นจำนวนดอกเบี้ยที่มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับธนาคารอื่นๆ

และใน 1 ปีเขาจะฝากเงินเป็นจำนวน $5,000 \times 12 = 60,000$ บาท

ได้ดอกเบี้ยคิดเป็นเงิน $60,000 \times \quad = 900$ บาท

เพราะฉะนั้น อรรถพลควรเลือกฝากเงินที่ธนาคารกสิกรเพราะได้ดอกเบี้ยมากที่สุดเป็นเงิน 900 บาท

ข้อที่ 1

ร้านขายของแห่งหนึ่งติดราคาสินค้าไว้ ดังนี้

แป้งเด็กกระป๋องละ 39.75 บาท	แชมพูสระผมขวดละ 186.25 บาท
ปลากะป๋องแพ็คละ 32.25 บาท	ครีมอาบน้ำแบบเติมถุงละ 43.75 บาท
สบู่ราคาแพ็คละ 49.50 บาท	น้ำยาปรับผ้านุ่มถุงละ 65.50 บาท
ยาสีฟันกล่องละ 39.50 บาท	น้ำปลาขวดเล็กแพ็คละ 29.50 บาท
นมเปรี้ยวแพ็คละ 24.50 บาท	ครีมบำรุงผิวขวดละ 190.50 บาท
ข้าวสารถุงละ 102.50 บาท	ผักกาดกระป๋องแพ็คละ 58.75 บาท

จากสถานการณ์ข้างต้นให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. ถ้าต้องการซื้อสินค้า 4 ประเภทและจ่ายเงินให้แม่ค้า 500 บาท ควรจะเลือกซื้อสินค้าประเภทใดบ้าง โดยให้เหลือเงินทอนจากแม่ค้าน้อยที่สุดและจะเหลือเงินทอนกี่บาท
2. ถ้าต้องการซื้อสินค้าเพื่อไปตักบาตรอาหารแห้ง ควรจะเลือกซื้อสินค้าประเภทใดบ้างเพื่อให้มีความเหมาะสมมากที่สุด
3. ถ้าต้องการซื้อสินค้าที่ใช้ทำความสะอาดร่างกายทุกชนิดที่มีขายในร้านแห่งนี้ชนิดละ 1 ชิ้น จะต้องจ่ายเงินทั้งหมดกี่บาท

ข้อที่ 2

โซคชัยเลี้ยงหมู เป็ด ไก่ เป็นอัตราส่วน ดังนี้

จำนวนหมูต่อจำนวนเป็ด 4 : 3

จำนวนหมูต่อจำนวนไก่ 7 : 6

จากสถานการณ์ข้างต้นให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. ถ้ามีไก่อับจำนวนขาได้ 768 ขา โซคชัยจะเลี้ยงหมูกี่ตัว
2. ถ้ามีหมูนับจำนวนขาได้ 224 ขา โซคชัยจะเลี้ยงเป็ดกี่ตัว
3. ถ้าโซคชัยขายไก่อไปเป็นจำนวนครึ่งหนึ่งของที่มีอยู่ ทำให้เขาเหลือไก่ออยู่ 63 ตัว แล้วโซคชัยจะเลี้ยงหมูกี่ตัว

ข้อที่ 3

ธนาคารกสิกร	ให้อัตราดอกเบี้ยคงที่ 3 ปี 1.5% มากกว่า 3 ปีให้ดอกเบี้ย 2.75%	
ธนาคารกรุงเทพ	ให้อัตราดอกเบี้ยปีแรก 1%	ปีที่ 2 - 4 ให้ดอกเบี้ย 2.5%
ธนาคารทหารไทย	ให้อัตราดอกเบี้ยปีแรก 0.75%	ปีที่ 2 ให้ดอกเบี้ย 1%
	ปีที่ 3 - 4 ให้ดอกเบี้ย 2.5%	ปีที่ 5 ให้ดอกเบี้ย 3%

จากสถานการณ์ข้างต้นให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. ถ้าคุณพ่อต้องการฝากเงินเดือนละ 1,000 บาท เพื่อเก็บไว้เป็นค่าเล่าเรียนของน้องลิ้มในอีก 2 ปีข้างหน้า เขาควรเลือกฝากเงินที่ธนาคารใดเพื่อให้ได้ดอกเบี้ยมากที่สุด และได้ดอกเบี้ยเป็นเงินเท่าใด
2. กาละแมร์ฝากเงินจำนวน 20,000 บาท กับธนาคารทหารไทยมา 3 ปี และยังไม่เคยถอนออกมาใช้เลย ปัจจุบันเขาจะมีเงินเท่าใดอยู่ในธนาคาร
3. คุณยายแม่นฝากเงินกับธนาคารกรุงเทพมาเป็นระยะเวลา 2 ปี ทำให้มีเงินอยู่ 276,000 บาท และคุณยายคิดจะฝากเงินต่อไปอีก 2 ปี คุณยายจะมีเงินรวมทั้งหมดกี่บาทเมื่อฝากครบกำหนด

ภาคผนวก ข
คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ตาราง 16 ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามแรงจูงใจไฟลัมฤทธิ์

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก
1.	0.408
2.	0.491
3.	0.334
4.	0.449
5.	0.366
6.	0.446
7.	0.387
8.	0.639
9.	0.468
10.	0.562
11.	0.619
12.	0.519
13.	0.573
14.	0.471
15.	0.596
16.	0.460
17.	0.335
18.	0.354
19.	0.423
20.	0.464
ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ	0.869

ตาราง 17 ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบสำรวจแบบการเรียน

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก	ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก
1.	0.200	16.	0.323
2.	0.316	17.	0.274
3.	0.422	18.	0.289
4.	0.344	19.	0.334
5.	0.395	20.	0.259
6.	0.285	21.	0.255
7.	0.339	22.	0.322
8.	0.330	23.	0.332
9.	0.210	24.	0.285
10.	0.400	25.	0.329
11.	0.273	26.	0.342
12.	0.397	27.	0.246
13.	0.294	28.	0.380
14.	0.415	29.	0.294
15.	0.515	30.	0.462
ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ		0.763	

ตาราง 18 ค่าความง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัย

ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์	ค่าความง่าย(P_E)	ค่าอำนาจจำแนก(D)
ด้านความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์		
ข้อที่ 1	0.61	0.34
ข้อที่ 2	0.74	0.48
ข้อที่ 3	0.71	0.43
ค่าความเชื่อมั่น	0.771	
ด้านความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ		
ข้อที่ 1	0.77	0.27
ข้อที่ 2	0.63	0.66
ข้อที่ 3	0.41	0.55
ค่าความเชื่อมั่น	0.747	
ด้านความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์		
ข้อที่ 1	0.69	0.35
ข้อที่ 2	0.67	0.61
ข้อที่ 3	0.61	0.72
ค่าความเชื่อมั่น	0.851	

ตาราง 19 ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แบบปรนัย

ข้อที่	ค่าความยาก (P)	ค่าอำนาจจำแนก
1	0.52	0.53
2	0.67	0.53
3	0.66	0.33
4	0.57	0.33
5	0.33	0.44
6	0.27	0.41
7	0.60	0.46
8	0.73	0.46
9	0.52	0.52
10	0.60	0.61
11	0.61	0.46
12	0.39	0.48
13	0.48	0.48
14	0.44	0.48
15	0.55	0.45
16	0.48	0.39
17	0.37	0.50
18	0.49	0.55
19	0.39	0.38
20	0.37	0.35
ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ	0.800	

ภาคผนวก ค
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รองศาสตราจารย์ชูศรี วงศ์รัตนะ

อาจารย์ประจำภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

อาจารย์ชวลิต รวยอาจิน

อาจารย์ประจำภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

อาจารย์เมตต์ แยม่วงษ์

อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล

นางสาววันฉวี ไซยลา

วันเดือนปีเกิด

17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2525

สถานที่เกิด

อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี

สถานที่อยู่ปัจจุบัน

250 ถนนสถานีรถไฟ ตำบลปากแพรก อำเภอเมือง
จังหวัดกาญจนบุรี 71000

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2543

มัธยมศึกษาตอนปลาย

จากโรงเรียนวิสุทธิรังษี จังหวัดกาญจนบุรี

พ.ศ. 2547

กศ.บ. (คณิตศาสตร์)

จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

พ.ศ. 2550

กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา)

จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ