

การศึกษาตัวแปรที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา
จังหวัดขอนแก่น ด้วยการวิเคราะห์หุระดับ

ปริญญานิพนธ์
ของ
กุลภัสสร ศิริพรรณ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวิจัยและสถิติทางการศึกษา
เมษายน 2545
ลิขสิทธิ์เป็นของ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การศึกษาตัวแปรที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา
จังหวัดขอนแก่น ด้วยการวิเคราะห์พหุระดับ

บทคัดย่อ
ของ
กุลภัสสร ศิริพรรณ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวิจัยและสถิติทางการศึกษา
เมษายน 2545

31 ก.ค. 2545

กุลภัสสร ศิริพรรณ. (2545). การศึกษาตัวแปรที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดขอนแก่น ด้วยการวิเคราะห์
พหุระดับ. ปริญญาโท กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม : รองศาสตราจารย์ชูศรี วงศ์รัตน์,
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ระวีวรรณ พันธุ์พานิช.

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ และน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรระดับ
นักเรียน และตัวแปรระดับห้องเรียน ที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ด้วยการวิเคราะห์
พหุระดับ (Multilevel Analysis) ตัวแปรระดับนักเรียน ประกอบด้วย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
คณิตศาสตร์ (ACH) , เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (ATT) , การสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง
(SUPP) และการเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียน (ACT) และตัวแปรระดับห้องเรียน ประกอบด้วย
บรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์ (CLIM) และพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู (BHT) โดยศึกษา
จากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาจังหวัดขอนแก่น
จำนวน 425 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน การศึกษาครั้งนี้ ใช้เทคนิคการวิเคราะห์พหุระดับ
แบบลดหลั่นสอดแทรกเชิงเส้น 2 ระดับ ได้แก่ ระดับนักเรียนและระดับห้องเรียน โดยใช้โปรแกรมเฮซแอลเอ็ม
(HLM) Version 5.0 Student Edition for Windows 98 ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างตัวแปรอิสระระดับนักเรียนกับความคิดสร้างสรรค์ทาง
คณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันเท่ากับ 0.6814 ซึ่งสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยที่ตัว
แปรอิสระทุกตัวร่วมกันอธิบายความแปรปรวนของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้ร้อยละ 46.3

2.ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน กับความคิดสร้างสรรค์
ทางคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันเท่ากับ 0.883 ซึ่งสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
โดยที่ตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนทุกตัวร่วมกันอธิบายความแปรปรวนของความคิดสร้างสรรค์ทาง
คณิตศาสตร์ได้ร้อยละ 78.0

3. คำนำนน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรอิสระระดับนักเรียน ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
คณิตศาสตร์ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทาง
สถิติที่ระดับ .01 ส่วนน้ำหนักความสำคัญการสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง ส่งผลต่อความคิด
สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. คำนำนน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรระดับห้องเรียน ได้แก่ บรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์
และพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทาง
สถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

A STUDY OF VARIABLES CONTRIBUTED TO CREATIVE THINKING IN
MATHEMATICS OF MATHAYOM SUKSA I STUDENTS IN SCHOOL
OF THE DEPARTMENT OF GENERAL EDUCATION IN
KHONKAEN PROVINCE BY MULTILEVEL ANALYSIS

AN ABSTRACT
BY
KULPATSORN SIRIPUN

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree in Educational Research and Statistics
at Srinakharinwirot University
April 2002

Kulpatsorn Siripun. (2002). *A Study of Variables Contributed to Creative Thinking in Mathematics of Matayom Suksa I Students in School of The Department of General Education in Khonkaen Province by Multilevel Analysis*. Master Thesis, M.Ed. (Educational Research and Statistics). Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Assoc. Prof. Chusri Wongrattana, Assist. Prof. Raweewan Panpanich.

The purposes of this research were to study the relationships and score weight of student level variables about mathematics aptitude , mathematics achievement , supporting of learning in mathematics by the parents , participation in mathematics activities, and classroom level variables about climate in mathematics classroom , behaviors in mathematics of teacher that contributed to creative thinking in mathematics by multilevel analysis. The sample consisted of 425 matayom suksa I students in schools of the department of general education in Khonkaen Province and was selected by the multi-stage random sampling. The utilized multilevel analysis through hierarchical linear models at two level including student data and class data by using HLM version 5.0 for windows 98.

The results were as follows :

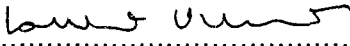
1. The multiple correlation between student level variable and creative thinking in mathematics were 0.6814 , significantly at 0.01 level. Its show that all independent variables can explain variance creative thinking in mathematics about 46.3 %
2. The multiple correlation between classroom level variables and creative thinking in mathematics were 0.883 , significantly at .01 level. Its show that all independent variables can explain variance creative thinking in mathematics about 78 %
3. The score weight of student level variables about mathematics aptitude and mathematics achievement contribute to creative thinking in mathematics was significantly at 0.01 level, and supporting of learning in mathematics by the parents contribute to creative thinking in mathematics was significantly at 0.05 level.
4. The score weight of classroom level variables about climate in mathematics classroom , behaviors of mathematics teacher contribute to creative thinking in mathematics was significantly at 0.01 level.

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง

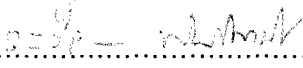
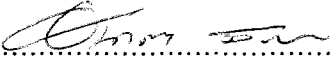
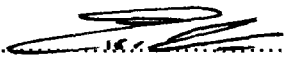
การศึกษาตัวแปรที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา
จังหวัดขอนแก่น ด้วยการวิเคราะห์หุระดับ

ของ
นางสาวกุลภัสสร ศิริพรรณ

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวิจัยและสถิติทางการศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

 คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.นภาพร หนองนันท)
วันที่ ๓๐ เมษายน พ.ศ. ๒๕๔๕

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

 ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ชูศรี วงศ์รัตนะ)
 กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระวีวรรณ พันธุ์พานิช)
 กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(รองศาสตราจารย์ อังคณา สายยศ)
 กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิคม ดังคะพิภพ)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ เพราะได้กำลังใจ ข้อคิดเห็น คำแนะนำ ตลอดจนแนวทางการแก้ไขเป็นอย่างดีจาก รองศาสตราจารย์ ชูศรี วงศ์รัตนะ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระวีวรรณ พันธุ์พานิช ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ และปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น เพราะได้ข้อเสนอแนะ และแนวทางการแก้ไขที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ อังคณา สายยศ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิคม ตั้งคะพิภพ ซึ่งเป็นกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้รับความกรุณาจาก รองศาสตราจารย์ ดร. ส. วาสนา ประवालพฤษ์ รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์ ดร. ละเอียต รักษ์เผ่า ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมวงษ์ แปลงประสพโชค และอาจารย์ทรัพย์สมบูรณ์ พระแสงแก้ว เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจคุณภาพของเครื่องมือ และให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้รับความเอื้อเฟื้อ และความสนับสนุนร่วมมือจากผู้บริหารและอาจารย์ของโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ ที่นี้ และขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

ตลอดระยะเวลาที่ผู้วิจัยศึกษา และทำปริญญานิพนธ์ ผู้วิจัยได้รับกำลังใจ และความห่วงใยด้วยดีเสมอมา จากอาจารย์วีรวัฒน์ มะเสนา ตลอดจนความช่วยเหลือในการบันทึกข้อมูลเพื่อการวิจัย ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้ง และขอขอบคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณ เพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ วิชาเอกวิจัยและสถิติทางการศึกษา และญาติพี่น้องทุกคน ที่ให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยตลอดมา

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ได้อุทิศกำลังใจ และกำลังใจทรัพย์แก่ผู้วิจัยตลอดเวลาที่ผู้วิจัยศึกษาและทำปริญญานิพนธ์ ด้วยความรักและความหวังที่จะให้ลูกได้ประสบความสำเร็จในการศึกษาครั้งนี้

คุณค่าและประโยชน์อันพึงได้จากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขออุทิศให้แก่บิดา มารดา ครู อาจารย์ ที่ได้ให้ความรู้ และให้การอบรมสั่งสอนแก่ผู้วิจัยตลอดมา

กุลภัสสร ศิริพรรณ

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ.....	1
	ภูมิหลัง.....	1
	ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	3
	ความสำคัญของการวิจัย.....	3
	ขอบเขตของการวิจัย.....	4
	ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย.....	4
	ตัวแปรที่ศึกษา.....	4
	นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
	กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	7
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
	ความคิดสร้างสรรค์.....	10
	ความหมายของความคิดสร้างสรรค์.....	10
	ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์.....	10
	พัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์.....	11
	องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์.....	13
	การส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์.....	14
	การวัดความคิดสร้างสรรค์.....	16
	ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์.....	17
	ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์.....	17
	ลักษณะของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์.....	17
	การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์.....	21
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรอิสระระดับนักเรียน.....	25
	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์.....	25
	เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์.....	26
	การสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง.....	30
	การเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียน.....	32
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน.....	34
	บรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์.....	34
	พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู.....	39
	การวิเคราะห์หุ้ระดับ.....	43
	แนวคิดเกี่ยวกับการวิเคราะห์หุ้ระดับ.....	43

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
2 (ต่อ)	
ความหมายของการวิเคราะห์พหุระดับ	44
วัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์พหุระดับ	45
ลักษณะโครงสร้างของข้อมูลพหุระดับ	46
การวิเคราะห์พหุระดับของการวิเคราะห์ถดถอย:กรณีสองระดับ	48
การวิเคราะห์พหุระดับของการวิเคราะห์ถดถอยด้วยโปรแกรม HLM	49
การประมาณค่าพารามิเตอร์ของการวิเคราะห์พหุระดับ	52
การทดสอบความสัมพันธ์ของตัวแปรบางประการก่อนทำการวิเคราะห์พหุระดับ	54
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	55
3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	62
การกำหนดประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง	62
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	64
การเก็บรวบรวมข้อมูล	74
การวิเคราะห์ข้อมูล	74
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	75
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	85
สัญลักษณ์และอักษรย่อในการวิเคราะห์ข้อมูล	85
การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	86
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	86
5 สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ	97
สังเขปความมุ่งหมาย สมมุติฐาน และวิธีการศึกษาค้นคว้า	97
สรุปผลการศึกษาค้นคว้า	100
อภิปรายผล	101
ข้อเสนอแนะ	103
บรรณานุกรม	104
ภาคผนวก	113
ภาคผนวก ก	113
ภาคผนวก ข	114

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
ภาคผนวก ค	119
ภาคผนวก ง	125
ประวัติย่อผู้วิจัย	135

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	จำนวนห้องเรียน จำนวนนักเรียนของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย จำแนกตามขนาดโรงเรียน	63
2	ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์การกระจายของตัวแปรอิสระระดับนักเรียน ตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์.....	87
3	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่าย ของตัวแปรอิสระระดับนักเรียนกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์.....	88
4	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่าย ของตัวแปรอิสระระดับนักเรียน และตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์.....	89
5	การทดสอบความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างตัวแปรอิสระระดับนักเรียนกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	90
6	การทดสอบความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างตัวแปรอิสระระดับนักเรียน และตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์.....	91
7	ผลการทดสอบนัยสำคัญของการวิเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นรายห้องเรียน และความแปรปรวนระหว่างห้องเรียน จากการวิเคราะห์โมเดลว่าง	92
8	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรอิสระระดับนักเรียนแต่ละตัว และความแปรปรวนของค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยระหว่างห้องเรียน จากการวิเคราะห์โมเดลอย่างง่าย.....	93
9	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนแต่ละตัว และความแปรปรวนของค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยระหว่างห้องเรียน ของการวิเคราะห์ระดับห้องเรียน.....	94
10	ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์.....	119
11	ค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์.....	120
12	ค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถามวัดการสนับสนุนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง	121
13	ค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถามวัดการเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียน.....	122
14	ค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถามวัดบรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์.....	123
15	ค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถามวัดพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู.....	124

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดของการวิจัย	7
2 กระบวนการคิดสร้างสรรค์.....	20
3 โครงสร้างข้อมูลในโรงเรียนที่สุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน.....	47

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ปัจจุบันการดำเนินชีวิตของมนุษย์มีความสะดวกมากขึ้น มีเครื่องอำนวยความสะดวกมากมาย มีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงชีวิตความเป็นอยู่และสิ่งแวดล้อมให้ดีขึ้น โดยอาศัยผลผลิตจากความคิดสร้างสรรค์ที่เกิดจากแรงดลใจ เกิดจากการคิดแก้ปัญหา และเกิดจากความตั้งใจที่จะปรับปรุงชีวิตและความเป็นอยู่ให้ผาสุกขึ้น ผลผลิตทางด้านความคิดสร้างสรรค์ต้องอาศัยความคิดฝัน ความคิดจินตนาการ และความอดทนพากเพียร มุมานะ ไม่ยอมเลิกล้มความคิดง่าย ๆ จนกระทั่งสามารถคิดได้สำเร็จ และในปัจจุบันนี้พบว่าเรามีข้อมูล ข่าวสารมากมายให้แก่เด็ก แต่เราไม่ได้ส่งเสริมให้เด็กคิดริเริ่ม หรือรู้จักเริ่มต้นด้วยตัวเองในการคิดเท่าที่ควร จึงไม่เป็นที่น่าแปลกใจว่าทำไมจึงมีการลอกเลียนแบบผลงาน และความคิดของผู้อื่นออกมามากมาย สอดคล้องกับคำกล่าวของศาสตราจารย์หลี่ หยวน เซ (สุดใจ ศรีจามร. 2542 : 18) นักวิทยาศาสตร์ผู้ได้รับรางวัลโนเบล สาขาเคมี ในปี ค.ศ. 1986 ที่กล่าวว่า “ จุดอ่อนของโรงเรียนแถบประเทศเอเชีย คือ การขาดความคิดสร้างสรรค์ นักเรียนถูกสอนเพียงให้แก่ปัญหาของข้อสอบ เพื่อสอบผ่านด้วยคะแนนสูง ๆ เท่านั้น น้อยมากที่จะถูกสอนให้หัดคิด เพื่อจะเป็นผู้คิดค้นนวัตกรรมในอนาคต การแบกกระเป๋าน้ำสีสลิปก็โลกร้อนทุกวัน กับการเรียนพิเศษอย่างหนักตั้งแต่เด็ก จึงเป็นภาพที่แสนจะชินตาของเรา ” ดังนั้นจึงควรสนับสนุนให้เด็กมีความคิดสร้างสรรค์ซึ่งเป็นทักษะการคิดที่สำคัญและจำเป็นสำหรับสมาชิกในสังคมที่ต้องการความเจริญก้าวหน้า

จากความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์นี้ รัฐจึงได้กำหนดให้ความคิดสร้างสรรค์เป็นความมุ่งหมายที่สำคัญประการหนึ่งของการจัดการศึกษาในทุกๆระดับ ดังจะเห็นได้จากหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) พบว่าได้กำหนดให้ความคิดสร้างสรรค์เป็นคุณลักษณะประการหนึ่งที่ต้องปลูกฝังให้เกิดขึ้นกับตัวผู้เรียน ซึ่งมีปรากฏชัดเจนนัยในจุดมุ่งหมายของหลักสูตรดังนี้ “ เพื่อให้มีนิสัยใฝ่หาความรู้ มีทักษะ รู้จักคิดและวิเคราะห์อย่างมีระเบียบวิธีการและมีความคิดสร้างสรรค์ ” (กระทรวงศึกษาธิการ, 2535:1) และเมื่อพิจารณาความมุ่งหมายของพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 มีส่วนหนึ่งที่กำหนดไว้ว่า “...ให้นักเรียนมีความสามารถในการประกอบอาชีพ รู้จักพึ่งตนเอง มีความริเริ่มสร้างสรรค์ ใฝ่รู้...” (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2542 : 5-6) ประกอบกับมาตรฐานการศึกษา ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานที่ใช้เป็นกรอบในการประเมินคุณภาพภายนอก มีมาตรฐานที่ 4 ด้านผู้เรียนกำหนดไว้ชัดเจนว่า “ ให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ มีวิจารณญาณ มีความคิดสร้างสรรค์ คิดไตร่ตรอง และมีวิสัยทัศน์ ” (สำนักงานมาตรฐานการศึกษาแห่งชาติ, 2543 : 25) และจะเห็นได้ว่าหลักสูตรได้กำหนดให้วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งที่ให้นักเรียน เรียนเพื่อสนองต่อจุดมุ่งหมายดังกล่าวและศาสตร์ของวิชาคณิตศาสตร์ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ก็มีลักษณะที่เอื้อต่อการให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ ดังที่ยุพิน พิพิธกุล (ยุพิน พิพิธกุล. 2533 : 27) กล่าวว่า “ การวิเคราะห์ปัญหา การพิสูจน์ทฤษฎี การนำหลักไปใช้ การสร้างโครงสร้างทางคณิตศาสตร์นั้น ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์สูงมาก ” และจากการที่ผู้วิจัยเป็นครูสอนคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา พบว่า โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่มีวิธีแก้ได้หลายวิธี

แต่นักเรียนมักคิดและทำตามตัวอย่าง เมื่อมีปัญหาใหม่ที่โจทย์เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมเพียงเล็กน้อยเท่านั้น นักเรียนส่วนใหญ่ก็ไม่สามารถหาวิธีการคิดและหาคำตอบได้ คณิตศาสตร์จึงเป็นอีกวิชาหนึ่ง ที่ควรส่งเสริมให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ สอดคล้องกับผลการวิจัยและประเมินวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี. 2529 : 1-2) พบว่าความคิดเห็นของครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่มีความเห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เหมาะสมกับผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ ช่วยให้คนคิดอย่างมีเหตุผล สามารถใช้วิธีลองผิดลองถูกได้ในการแก้โจทย์ปัญหา

ปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกันทั่วไปแล้วว่าความคิดสร้างสรรค์สามารถส่งเสริมและพัฒนาได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม ในทางตรงคือการสอน ผูกฝน อบรม และในทางอ้อมคือ การสร้างสภาพบรรยากาศ และการจัดสิ่งแวดล้อม ส่งเสริมความเป็นอิสระในการเรียนรู้ ดังที่โรเจอร์ (อาร์ พันธ์มณี : 2537 , 80 ; อ้างอิงจาก Roger : 1959. *Towards a Theory of Creative.*) กล่าวว่าความคิดสร้างสรรค์ไม่สามารถบังคับให้เกิดขึ้นได้ แต่สามารถส่งเสริมให้เกิดขึ้นได้ และสอดคล้องกับ ผ่องกาญจน์ ภูวิภาดารวรรณ (ผ่องกาญจน์ ภูวิภาดารวรรณ. 2541 : 9) ที่กล่าวว่าในการพัฒนาหรือส่งเสริมให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์จนสามารถนำแนวทางหรือวิธีการใหม่ ๆ และสร้างสรรค์ไปใช้ ไม่ได้ขึ้นอยู่กับการสอนหรือกิจกรรมกระบวนการวิชาใดวิชาหนึ่งหรือครูคนใดคนหนึ่ง การส่งเสริมที่มีประสิทธิภาพต้องอาศัยการกระตุ้นในวงกว้าง กล่าวคือครูทุกคนต้องตระหนักและสอดแทรกการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ในทุกกระบวนการวิชา และทุกกิจกรรมทั้งในและนอกหลักสูตรให้มากและบ่อยเท่าที่จะทำได้ เพื่อให้เด็กพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของตนทั้งอย่างรู้ตัวและไม่รู้ตัวอย่างสม่ำเสมอ การส่งเสริมดังกล่าว เริ่มได้จากการจัดบรรยากาศการเรียนการสอน และการจัดกิจกรรมส่งเสริมการเรียนการสอนที่เหมาะสม

จากการศึกษาพัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์ พบว่า เด็กที่มีอายุอยู่ในช่วง 12 - 14 ปี เป็นช่วงอายุที่เด็กมีความเกี่ยวข้องกับกิจกรรมมาก และยังไม่มีการวางแผนในอนาคตสำหรับตัวเอง ยังเป็นระยะที่ต้องการความช่วยเหลือเพื่อให้เด็กคิด (อาร์ พันธ์มณี. 2537 : 61) และเมื่อพิจารณาความสามารถทางด้านการคิดของเด็กแล้ว เพียเจต์ (Adler. 1966 : 706 - 715) ศึกษาพบว่า ความสามารถทางด้านการคิดของเด็กจะได้รับการพัฒนาไปเป็นขั้น ๆ จากรูปธรรมไปสู่นามธรรม โดยเด็กในวัย 11-12 ปี จะเริ่มมีความสามารถในการคิดหาเหตุผลแบบผู้ใหญ่ สามารถเข้าใจนามธรรมได้โดยไม่ต้องอาศัยรูปธรรม สามารถตั้งสมมติฐานและตรวจสอบสมมติฐานได้ มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์และคิดหาเหตุผลในเชิงคณิตศาสตร์ได้ ดังนั้นการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในช่วงอายุนี้นี้จึงน่าจะเป็นประโยชน์ต่อนักเรียนมากที่สุด และแนวทางในสร้างเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ให้เต็มตามศักยภาพของนักเรียนในวัยนี้จึงควรที่จะศึกษาว่ามีตัวแปรใดบ้างที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

เนื่องจากการวิจัยทางการศึกษาส่วนใหญ่เป็นการอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรตาม ด้วยตัวแปรอิสระหลายตัว การวิเคราะห์ผลของตัวแปรอิสระที่มีต่อตัวแปรตามมักจะทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการจัดข้อมูลเป็นระดับเดียว ซึ่งถือได้ว่าเป็นการละเลยโครงสร้างของระดับข้อมูลทำให้เกิดความผิดพลาดในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของการทำนาย และความคลาดเคลื่อนของการทำนายก็มีค่าความแปรปรวนสูงและไม่คงที่ นอกจากนั้นตัวแปรทางการศึกษาทั้งในระดับเดียวกันและต่างระดับกัน ย่อมมีปฏิสัมพันธ์กันตลอดเวลา การนำข้อมูลมาวิเคราะห์เพียงระดับเดียวโดยละเลยหน่วยของการวิเคราะห์ต่างระดับนั้น ทำให้ละเลยการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ต่างระดับกันอีกด้วย ยิ่งไปกว่านั้นการรวมกลุ่มของนักเรียนเพื่อจัดการ

เรียนการสอนไม่สามารถจัดรวมกลุ่มด้วยวิธีการสุ่มได้ ดังนั้นนักเรียนในแต่ละกลุ่มย่อมมีความแตกต่างกัน โดยธรรมชาติ การวิเคราะห์ข้อมูลเพียงระดับเดียวจึงขัดกับธรรมชาติที่แท้จริงของความแตกต่างระหว่างกลุ่ม (สำเร็จ บุญเรืองรัตน์, 2540 : 77) จึงทำให้นักวิจัยทางการศึกษาได้พยายามเสนอเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีความเหมาะสมกับข้อมูลทางการศึกษา เทคนิคนั้นก็คือการวิเคราะห์พหุระดับ (Multilevel Analysis) เป็นเทคนิควิธีการทางสถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลที่มีตัวแปรอิสระหลายตัว และตัวแปรอิสระเหล่านั้นสามารถจัดเป็นระดับได้อย่างน้อย 2 ระดับขึ้นไป โดยตัวแปรระดับเดียวกันต่างมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันและได้รับผลรวมจากตัวแปรระดับอื่น ๆ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2535 : 3)

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาว่ามีตัวแปรใดบ้างที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งมีอายุอยู่ในช่วง 12-14 ปี โดยศึกษาตัวแปรอิสระ 2 ระดับ คือ ตัวแปรระดับนักเรียน ได้แก่ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ การสนับสนุนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง และการเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียน ส่วนตัวแปรระดับห้องเรียน ได้แก่ บรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์ และพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู ด้วยการวิเคราะห์พหุระดับ (Multilevel Analysis)

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์พหุระดับ โดยตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระระดับนักเรียน และตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
 - 1.1 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระระดับนักเรียน กับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
 - 1.2 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
2. เพื่อศึกษานำหนักความสำคัญของตัวแปรอิสระระดับนักเรียน และตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
 - 2.1 เพื่อศึกษานำหนักความสำคัญของตัวแปรอิสระระดับนักเรียน ที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
 - 2.2 เพื่อศึกษานำหนักความสำคัญของตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน ที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ความสำคัญของการวิจัย

ผลจากการศึกษาครั้งนี้ทำให้ทราบว่าตัวแปรต่าง ๆ ในระดับนักเรียน ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ การสนับสนุนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง และการเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียน และตัวแปรระดับห้องเรียน ได้แก่ บรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์ และพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู มีความสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อย่างไร และมีตัวแปรใดในแต่ละระดับที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของ

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อประโยชน์ต่อผู้ที่เกี่ยวข้องทางการศึกษา ใช้เป็นแนวทางในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จากตัวแปรที่พบว่าส่งผลอย่างมีนัยสำคัญ และผลของการวิจัยในครั้งนี้เป็นการขยายความรู้ทางด้านการวิจัย ที่วิเคราะห์ข้อมูลหลายระดับ

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียน สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดขอนแก่น ในปีการศึกษา 2544 จำนวน 16,999 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียน สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดขอนแก่น ในปีการศึกษา 2544 จำนวน 425 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage random sampling)

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ คือ ตัวแปรที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แบ่งออกเป็น 2 ระดับ ดังนี้

1.1 ตัวแปรอิสระระดับนักเรียน ได้แก่

- 1.1.1 เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์
- 1.1.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
- 1.1.3 การสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง
- 1.1.4 การเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียน

1.2 ตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน ได้แก่

- 1.2.1 บรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์
- 1.2.2 พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู

2. ตัวแปรตาม คือ ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **ความคิดสร้างสรรค์** หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการที่จะคิดปรับปรุง ออกแบบ ต่อเติม หาความสัมพันธ์ของสิ่งเร้าในแง่มุมต่าง ๆ อันเป็นการคิดที่ก่อให้เกิดสิ่งแปลกใหม่ ประกอบด้วยลักษณะในการคิด 3 ประการ

1.1 **ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency)** หมายถึง ความสามารถในการคิดที่สามารถคิดได้มากที่สุดซึ่งสังเกตผลการคิดได้ในเชิงปริมาณ คือ ผลของการคิดนับได้จากจำนวนของคำตอบที่ได้ในเวลาที่ย่ำกัด

1.2 **ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility)** หมายถึง ความสามารถในการคิดที่มีความหลากหลายของคำตอบ และมีแง่มุมแตกต่างกันมีการมองปัญหาในแง่มุมที่กว้างขวางไม่จำกัดเฉพาะแง่มุมใดแง่มุมหนึ่งซึ่งสังเกตได้จากการความคิดในเรื่องหนึ่งสามารถคิดออกเป็นหลายรูปแบบ

1.3 **ความคิดริเริ่ม (Originality)** หมายถึง ความสามารถในการคิดที่สังเกตได้จากความแปลกใหม่และใหม่ของคำตอบเป็นเอกลักษณ์ไม่ซ้ำซ้อนกับความคิดเดิมที่มีอยู่ ซึ่งสังเกตได้จากความแตกต่างจากผู้อื่น

2. **ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์** หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดได้กว้างไกล หลายทิศทาง การออกแบบ ต่อเติม หาความสัมพันธ์ของสิ่งเร้าทางคณิตศาสตร์ในแง่มุมต่าง ๆ อันเป็นการคิดที่ก่อให้เกิดสิ่งใหม่ ประกอบด้วยความคิด 3 ลักษณะ คือ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม ซึ่งความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์นี้สามารถวัดได้จากแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 4 ด้าน ดังนี้

2.1 **ความสามารถในการตั้งโจทย์คณิตศาสตร์** ได้แก่ การที่นักเรียนสามารถตั้งคำถามหรือโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้

2.2 **ความสามารถในการคาดคะเน** ได้แก่ การที่นักเรียนสามารถคาดคะเน หรือทำนายเหตุการณ์ต่าง ๆ จากการนำเสนอข้อมูลทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้

2.3 **ความสามารถในการคิดและตรวจสอบคำตอบ** ได้แก่ การที่นักเรียนสามารถคิดหาคำตอบโดยที่ตรวจสอบวิธีการคิด และคำตอบที่ถูกต้องได้ จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์หรือเงื่อนไขปัญหาที่กำหนดให้

2.4 **ความสามารถในการหาความเกี่ยวข้องของกลุ่มตัวเลข หรือภาพเรขาคณิต** ได้แก่ การที่นักเรียนสามารถจัดกลุ่มตัวเลข หรือภาพเรขาคณิต จากตัวเลข หรือภาพเรขาคณิตที่กำหนดให้ โดยทำการจัดกลุ่มตามลักษณะที่แตกต่างกันพร้อมทั้งบอกเหตุผลในการจัดกลุ่มได้

3. **ตัวแปรระดับนักเรียน** หมายถึง ตัวแปรที่เกี่ยวกับลักษณะของนักเรียนแต่ละคน ได้แก่ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ การส่งเสริมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง และการเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดขอนแก่น

3.1 **ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์** หมายถึง ความรู้ ความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งวัดได้จากคะแนนรวมในรายวิชาคณิตศาสตร์ (ค 101) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2544 จากทุกโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

3.2 เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิด อารมณ์ และท่าที ที่นักเรียนมีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ในด้านเนื้อหา วิธีสอน กิจกรรม ความสำคัญ และคุณประโยชน์ ในทางใดทางหนึ่ง ซึ่งอาจเป็นทางบวก หรือทางลบ หรือความรู้สึกที่เป็นกลาง ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของสุรีย ปัญญาวิชโรภาส (2531 : 128 – 132)

3.3 การสนับสนุนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง หมายถึง การเอาใจใส่ติดตามผลการเรียน การให้ความรู้เพิ่มเติมทางคณิตศาสตร์ การให้การสนับสนุน เสริมกำลังใจแก่นักเรียน การจัดหาอุปกรณ์การเรียนรู้คณิตศาสตร์ หนังสือคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมการคิด เช่น คณิตคิดสนุก เกมลับสมอง เป็นต้น ตลอดจนการจัดสถานที่ภายในบ้านให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมที่นักเรียนสนใจ วัดได้จากคะแนนจากการตอบแบบสอบถามการสนับสนุนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของผู้ปกครองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3.4 การเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียน หมายถึง การที่นักเรียนมีส่วนร่วมเข้าร่วม เป็นผู้ดู ชม หรือฟัง ในกิจกรรมคณิตศาสตร์ทุกกิจกรรมที่ทางโรงเรียน หรือหน่วยงานอื่นจัดขึ้น เป็นกิจกรรมคณิตศาสตร์ที่จัดเป็นประจำ ได้แก่ ชุมนุมคณิตศาสตร์ เกมคณิตศาสตร์ ห้องสมุดคณิตศาสตร์ เป็นต้น และกิจกรรมคณิตศาสตร์ที่จัดในวาระพิเศษ ได้แก่ การประกวดและแข่งขันทางคณิตศาสตร์ นิทรรศการคณิตศาสตร์ ค่ายคณิตศาสตร์ การผลิตสื่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ การจัดปายินเทศทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น ซึ่งเป็นกิจกรรมคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงออกถึงความคิดสร้างสรรค์ และได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย วัดได้จากคะแนนจากการตอบแบบสอบถามการเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4. ตัวแปรระดับห้องเรียน หมายถึง ตัวแปรที่เกี่ยวกับลักษณะของห้องเรียนแต่ละห้องเรียน ได้แก่ บรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์ และพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู ที่สอนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียน สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดขอนแก่น

4.1 บรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง การจัดสภาพแวดล้อมในห้องเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อให้ให้นักเรียนมีอิสระในการเรียนรู้ โดยครูผู้สอนมีการเสริมแรง กระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความสามารถ ให้ความรักความอบอุ่นเป็นกันเองกับนักเรียน โดยวัดจากการตอบแบบสอบถามบรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4.2 พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู หมายถึง การกระทำหรือแสดงออกของครู ในขณะที่ดำเนินการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เกี่ยวกับการยกตัวอย่างที่หลากหลาย การให้โจทย์ปัญหาที่แปลกใหม่ การตั้งคำถามที่กระตุ้นให้เด็กได้ใช้ความคิด การใช้วัสดุประกอบการเรียนการสอน การใช้ภาพประกอบการเรียน และการใช้เกมประกอบการสอน ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดคำนวณและสร้างเสริมความเข้าใจในบทเรียน โดยวัดจากการตอบแบบสอบถามพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

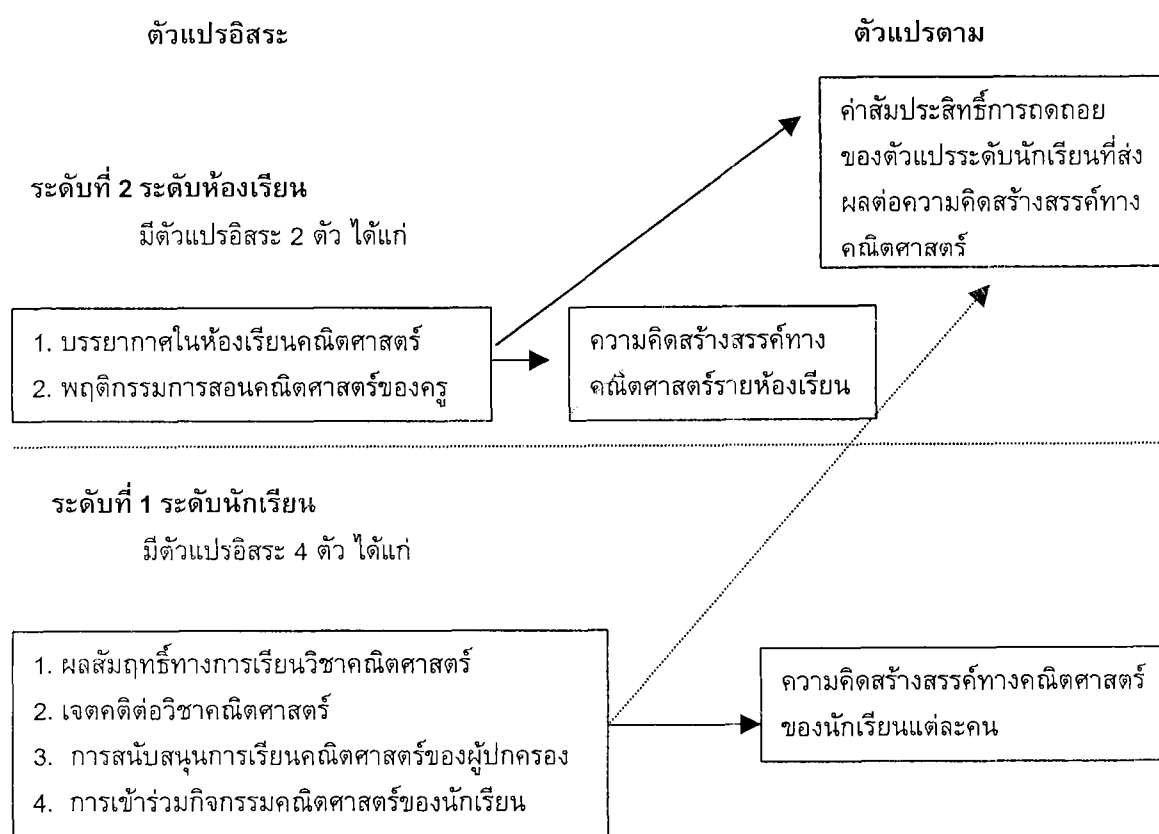
5. การวิเคราะห์พหุระดับ หมายถึง เทคนิควิธีทางสถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลที่มีตัวแปรอิสระหลายตัว และตัวแปรอิสระเหล่านั้นสามารถจัดเป็นระดับได้อย่างน้อย 2 ระดับขึ้นไป ตามลักษณะโครงสร้างข้อมูลที่มีระดับการวัดหลายระดับ หรือที่เรียกว่าข้อมูลพหุระดับ (Multilevel data) และข้อมูลมีลักษณะซ้อนกันเป็นระดับชั้นลดหลั่น (hierarchical nested data) โดยตัวแปรระดับเดียวกันต่างมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน และได้รับผลร่วมกันจากตัวแปรระดับอื่น

6. ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง ผู้ที่มีวุฒิการศึกษาระดับปริญญาโทขึ้นไปทางด้านการวัดผล และประเมินผลทางการศึกษา มีประสบการณ์อย่างน้อย 5 ปี จำนวน 3 ท่าน และผู้ที่มีวุฒิการศึกษาระดับปริญญาโทขึ้นไป

ทางการสอนคณิตศาสตร์ มีประสบการณ์อย่างน้อย 5 ปี จำนวน 2 ท่าน เป็นผู้พิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามของตัวแปร หรือคุณลักษณะที่ได้นิยามไว้

กรอบแนวคิดของการวิจัย

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยใช้กรอบแนวคิดความสัมพันธ์เชิงเปรียบเทียบเพื่อศึกษาตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยมีการแบ่งตัวแปรอิสระเพื่อศึกษาคำนำหน้ความสำคัญที่ส่งผลต่อตัวแปรตามออกเป็น 2 ระดับ คือ ตัวแปรระดับนักเรียน และตัวแปรระดับห้องเรียน ซึ่งจากแนวความคิดของการวิเคราะห์ ดังแผนภาพ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดของการวิจัย

จากภาพประกอบ 1 เป็นการแสดงให้เห็นภาพรวมของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ จะเห็นได้ว่าตัวแปรอิสระระดับที่ 1 คือ ระดับนักเรียนมีตัวแปรอิสระ 4 ตัว ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ การสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง และการเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียน ส่งผลต่อตัวแปรตามด้านความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็นรายบุคคล และในการวิเคราะห์ระดับนักเรียนจะทำให้ได้ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย หรือคำนำหน้ความสำคัญ

ของตัวแปรระดับนักเรียนแต่ละตัวที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะนำไปเป็นตัวแปรตามในการวิเคราะห์ระดับห้องเรียนต่อไป และตัวแปรอิสระระดับที่ 2 คือ ระดับห้องเรียน มีตัวแปรอิสระ 2 ตัว ได้แก่ บรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์ และพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู ส่งผลต่อตัวแปรตามด้านความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนรายห้องเรียน เป็นการแสดงให้เห็นว่า นอกจากจะมีตัวแปรอิสระระดับนักเรียนที่ส่งผลต่อตัวแปรตามแล้ว ยังมีตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนที่ส่งผลต่อตัวแปรตามด้วย และในการวิเคราะห์ระดับห้องเรียนนี้ยังทำให้ทราบถึงการส่งผลของตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนต่อค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย หรือค่าน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรระดับนักเรียนแต่ละตัวที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อีกด้วย ซึ่งแสดงให้เห็นถึงผลของตัวแปรอิสระระดับนักเรียนและตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนที่ร่วมกันส่งผลต่อตัวแปรตามด้านความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

สมมติฐานของการวิจัย

1. ตัวแปรอิสระระดับนักเรียน และตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีความสัมพันธ์กัน ดังนี้
 - 1.1 ตัวแปรอิสระระดับนักเรียน กับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กัน
 - 1.2 ตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กัน
2. มีตัวแปรอิสระระดับนักเรียน และตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนอย่างน้อย 1 ตัว ที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ดังนี้
 - 2.1 มีตัวแปรอิสระระดับนักเรียนอย่างน้อย 1 ตัว ที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
 - 2.2 มีตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนอย่างน้อย 1 ตัว ที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎี เอกสารต่างๆ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แบ่งออกเป็นหัวข้อต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์
 - 1.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์
 - 1.2 ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์
 - 1.3 พัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์
 - 1.4 องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์
 - 1.5 การส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์
 - 1.6 การวัดความคิดสร้างสรรค์
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
 - 2.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
 - 2.2 กระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
 - 2.3 การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรอิสระ
 - 3.1 ตัวแปรระดับนักเรียน
 - 3.1.1 เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์
 - 3.1.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
 - 3.1.3 การสนับสนุนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง
 - 3.1.4 การเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียน
 - 3.2 ตัวแปรระดับห้องเรียน
 - 3.2.1 บรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์
 - 3.2.2 พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู
4. การวิเคราะห์หุระดับ
 - 4.1 แนวคิดเกี่ยวกับการวิเคราะห์หุระดับ
 - 4.2 ความหมายของการวิเคราะห์หุระดับ
 - 4.3 วัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์หุระดับ
 - 4.4 ลักษณะข้อมูลที่จะนำไปวิเคราะห์หุระดับ
 - 4.5 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของการวิเคราะห์หุระดับ
 - 4.6 การวิเคราะห์หุระดับของการวิเคราะห์ถดถอย : กรณีสองระดับ
 - 4.7 การวิเคราะห์หุระดับของการวิเคราะห์ถดถอยด้วยโปรแกรมเอช แอล เอ็ม (HLM)

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์พระดับ

5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

1.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่อยู่ในตัวบุคคลทุกคน มากบ้างน้อยบ้างแตกต่างกันไป ได้มีผู้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้หลายทัศนะ ดังนี้

อารี พันธุ์ณี (2537 : 9) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์นับเป็นกระบวนการทางสมองที่คิดในลักษณะอนาถนัยอันนำไปสู่การค้นพบ สิ่งแปลกใหม่ด้วยการคิดดัดแปลง ประยุกต์จากความคิดเดิม ผสมผสานกันให้เกิดสิ่งใหม่ ซึ่งรวมทั้งการประดิษฐ์คิดค้นพบสิ่งต่าง ๆ ตลอดจนวิธีการคิด ทฤษฎีหลักการได้สำเร็จ ความคิดสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นได้ต้องมีใช้เพียงแต่คิดในสิ่งที่เป็นไปได้ หรือสิ่งที่เป็เหตุเป็นผลเพียงอย่างเดียวเท่านั้นหากแต่ความจินตนาการ ก็เป็นสิ่งที่สำคัญยิ่งที่จะก่อให้เกิดความแปลกใหม่ แต่ต้องควบคู่กันไปกับความพยายามที่จะสร้างความคิดค้นหรือจินตนาการให้เป็นไปได้ หรือที่เรียกว่าเป็นจินตนาการประยุกต์นั่นเอง

กิลฟอร์ด (Guilford. 1959 : 389) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถด้านสมองที่จะคิดได้หลายทิศหลายทางหรือคิดได้หลายคำตอบ เรียกว่าการคิดแบบอนาถนัย

ทอร์เรนซ์ (Torrance. 1962 : 16) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถของบุคคลในการคิดสร้างสรรค์ผลิตผล หรือสิ่งแปลกๆใหม่ ๆ ที่ไม่รู้จักมาก่อน ซึ่งสิ่งต่างๆ เหล่านี้อาจจะเกิดจากการรวมความรู้ต่างๆ ที่ได้รับจากประสบการณ์แล้วเชื่อมโยงกับสถานการณ์ใหม่ๆ สิ่งที่เกิดขึ้นแต่ไม่จำเป็นต้องเป็นสิ่งสมบูรณ์อย่างแท้จริง ซึ่งอาจออกมาในรูปของผลผลิตทางศิลป วรรณคดี วิทยาศาสตร์

วอลลาซ และโคแกน (Wallach and Kogan. 1965 : 13 – 20) ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ว่า หมายถึง ความคิดโยงสัมพันธ์ (Association) คนที่มีความคิดสร้างสรรค์ คือ คนที่สามารถจะคิดอะไรได้อย่างสัมพันธ์ เป็นลูกโซ่ เช่น เมื่อเห็นปากกา จะนึกถึงกระดาษ ดินสอ ขวดหมึก โต๊ะ ตำรา สมุดบันทึก ฯลฯ ยิ่งคิดได้มากเท่าใด ก็ยิ่งแสดงถึงศักยภาพด้านความคิดสร้างสรรค์มากเท่านั้น

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ คือ ความสามารถทางสมองของบุคคลที่จะคิดได้หลายทิศหลายทางหรือคิดได้หลายคำตอบ และความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ โดยมีสิ่งเร้าเป็นตัวกระตุ้นทำให้เกิดความคิดใหม่ต่อเนื่องกันไป และความคิดสร้างสรรค์นี้อาจเป็นความคิดใหม่ผสมผสานกับประสบการณ์ก็ได้

1.2 ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์

เดวิส (กรมวิชาการ. 2535 : 6 – 7 ; อ้างอิงจาก Davis. 1973. *Psychology of Problem Solving.*) ได้รวบรวมแนวคิดเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ของนักจิตวิทยาที่ได้กล่าวถึงทฤษฎีของความคิดสร้างสรรค์ โดยแบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้ 4 กลุ่ม

1. ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์เชิงจิตวิเคราะห์ นักจิตวิทยาทางจิตวิเคราะห์หลายคน เช่น فروยด์ และ คริส ได้เสนอแนวความคิดเกี่ยวกับการเกิดของความคิดสร้างสรรค์ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นผล

มาจากความขัดแย้งภายในจิตใจได้สำนึกกระหว่างแรงขับทางเพศ (Libido) กับความรู้สึกผิดชอบทางสังคม (Social conscience) ส่วน คูโบ และรัก ซึ่งเป็นนักจิตวิทยาแนวใหม่กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์นั้นเกิดขึ้นระหว่างการรู้สึกกับจิตใจสำนึกซึ่งอยู่ในขอบเขตของจิตส่วนที่เรียกว่าจิตก่อนสำนึก

2. ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์เชิงพฤติกรรมนิยม นักจิตวิทยาในกลุ่มนี้มีแนวความคิดเกี่ยวกับเรื่องความคิดสร้างสรรค์ว่า เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้ โดยเน้นที่ความสำคัญของการเสริมแรง การตอบสนองที่ถูกต้องกับสิ่งเร้าเฉพาะหรือสถานการณ์ นอกจากนี้ยังได้เน้นความสัมพันธ์ทางปัญญาคือการโยงความสัมพันธ์จากสิ่งเร้าหนึ่งไปยังสิ่งต่าง ๆ ทำให้เกิดความคิดใหม่ หรือสิ่งใหม่เกิดขึ้น

3. ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์เชิงมานุษยนิยม นักจิตวิทยาในกลุ่มนี้มีแนวคิดที่ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่มนุษย์มีติดตัวมาตั้งแต่กำเนิด ผู้ที่สามารถนำความคิดสร้างสรรค์ออกมาใช้ได้คือผู้ที่มีสัจการแห่งตน คือรู้จักตนเอง พอใจตนเอง และใช้ตนเองเต็มตามศักยภาพของตน มนุษย์จะสามารถแสดงความคิดสร้างสรรค์ของตนออกมาได้อย่างเต็มที่นั้นขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม หรือบรรยากาศที่เอื้ออำนวย ได้กล่าวถึงบรรยากาศที่สำคัญในการสร้างสรรค์ว่า ประกอบด้วยความปลอดภัยในเชิงจิตวิทยา ความมั่นคงของจิตใจ ความปรารถนาที่จะเล่นกับความคิดและการเปิดกว้างที่จะรับประสบการณ์ใหม่

4. ทฤษฎีออตา (Auta) ทฤษฎีนี้เป็นรูปแบบของการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้เกิดขึ้นในตัวบุคคลโดยมีแนวคิดที่ว่าความคิดสร้างสรรค์นั้นมีอยู่ในมนุษย์ทุกคนและสามารถพัฒนาให้สูงขึ้นได้ การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ตามรูปแบบออตาประกอบด้วย

4.1 การตระหนัก (Awareness) คือ ตระหนักถึงความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ที่มีต่อตนเอง สังคม ทั้งในปัจจุบันและอนาคต และตระหนักถึงความคิดสร้างสรรค์ที่มีอยู่ในตนเองด้วย

4.2 ความเข้าใจ (Understanding) คือ มีความรู้ ความเข้าใจอย่างลึกซึ้งในเรื่องราวต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์

4.3 เทคนิควิธี (Techniques) คือ การรู้เทคนิคในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ทั้งที่เป็นเทคนิคส่วนบุคคล และเทคนิคที่เป็นมาตรฐาน

4.4 การตระหนักในความจริงของสิ่งต่าง ๆ (Actualization) คือ การรู้จักหรือตระหนักในตนเอง พอใจในตนเอง และพยายามใช้ตนเองเต็มศักยภาพ รวมทั้งการเปิดกว้างรับประสบการณ์ต่าง ๆ โดยมีการปรับตัวได้อย่างเหมาะสม การตระหนักถึงเพื่อนมนุษย์ด้วยกัน การผลิตผลงานด้วยตนเอง และมีความคิดที่ยืดหยุ่นเข้ากับทุกรูปแบบของชีวิต

องค์ประกอบทั้ง 4 นี้ จะผลักดันให้บุคคลสามารถดึงศักยภาพเชิงสร้างสรรค์ของตนเองออกมาใช้ได้

จากทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ที่กล่าวมาแล้วทั้งหมดนี้ จะเห็นว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นทักษะที่มีในตัวบุคคลทุกคน และสามารถที่จะพัฒนาให้สูงขึ้นได้โดยอาศัยการเรียนรู้และบรรยากาศที่เอื้ออำนวย

1.3 พัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์

จากแนวคิดที่ว่าความคิดสร้างสรรค์ส่งเสริมให้พัฒนาได้ จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาถึงพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ เพื่อเป็นแนวทางในการเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ของเด็กให้เจริญต่อเนื่องถึงวัยผู้ใหญ่ต่อไป ทอร์เรนซ์ (Torrance.1962 :84 –103) ได้สรุปลักษณะพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ดังนี้

1. วัยก่อนเข้าเรียน ในวัยก่อนเข้าเรียนเป็นเด็กที่มีอายุในช่วงแรกเกิดถึง 6 ปี ซึ่งได้แบ่งพัฒนาการความคิดออกเป็น 3 ระยะดังนี้

1.1 ตั้งแต่แรกเกิด ถึง 2 ปี เด็กเริ่มพัฒนาการจินตนาการ ในช่วงแรกเด็กต้องการรู้เรื่องต่าง ๆ พยายามเลียนแบบเสียงและจังหวะ เมื่ออายุ 2 ขวบ เด็กต้องการให้มีอะไรพิเศษเกิดขึ้น เด็กกระตือรือร้นที่จะได้สัมผัส ชิม และดูทุกสิ่งทุกอย่าง เด็กมีความอยากรู้อยากเห็น แต่วิธีการแสดงออกนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะเฉพาะของเด็กแต่ละคน

1.2 อายุ 2 ปี ถึง 4 ปี เด็กเรียนรู้เกี่ยวกับโลกโดยประสบการณ์ตรง และทำสิ่งนั้น ๆ ซ้ำ โดยการเล่นที่ใช้จินตนาการ เด็กตื่นตัวกับสิ่งแปลกใหม่ตามธรรมชาติ ช่วงความสนใจของเด็กจะสั้นโดยเปลี่ยนจากการเล่นอย่างหนึ่งไปอีกลักษณะหนึ่งเสมอ เด็กเริ่มพัฒนาความรู้สึกเป็นตัวของตัวเอง เด็กวัยนี้มักทำในสิ่งที่เกินความสามารถของตนเอง ทำให้เกิดความรู้สึกโกรธและคับข้องใจ

1.3 อายุ 4 ปี ถึง 6 ปี เด็กเริ่มสนุกสนานกับการวางแผน การเล่น การทำงาน เด็กเรียนรู้บทบาทของผู้ใหญ่โดยการเลียนแบบ มี ความอยากรู้อยากเห็นสิ่งที่เป็นจริงและถูกต้อง เด็กสามารถเชื่อมโยงเหตุการณ์ต่าง ๆ แม้ว่าจะไม่เข้าใจเหตุผลนัก เด็กทดลองเล่นบทบาทต่าง ๆ โดยใช้จินตนาการของตัวเอง ลักษณะความคิดสร้างสรรค์ของเด็กวัยนี้ค่อนข้างจะเป็นธรรมชาติที่ปรากฏชัดเจน

2. ระดับประถมศึกษา ในวัยประถมศึกษาเป็นวัยที่มีอายุในช่วง 6 ปี ถึง 12 ปี ซึ่งได้แบ่งพัฒนาการคิดออกเป็น 3 ระยะ ดังนี้

2.1 อายุ 6 ปี ถึง 8 ปี จินตนาการทางสร้างสรรค์ของเด็กเปลี่ยนไปสู่ความเป็นจริงมากขึ้น เขาพยายามที่จะบรรยายออกมา แม้ในขณะที่เขาเล่น เด็กวัยนี้รักการเรียนรู้มาก ดังนั้นการจัดประสบการณ์ที่ท้าทายและสนุกสนานให้เด็กวัยนี้ ย่อมช่วยพัฒนาความอยากรู้อยากเห็นให้แก่เด็ก

2.2 อายุ 8 ปี ถึง 10 ปี เด็กใช้ทักษะหลายด้านในการสร้างสรรค์และสามารถค้นพบวิธีที่จะใช้ความสามารถเฉพาะตัวของเขาส่งสร้างสรรค์ เด็กมักจะเทียบตัวเองกับคนที่น่ายกย่อง ซึ่งสามารถเอาชนะอุปสรรคได้ ความสามารถในการถามและความอยากรู้อยากเห็นของเด็กเพิ่มยิ่งขึ้น

2.3 อายุ 10 ปี ถึง 12 ปี เด็กชอบการสำรวจค้นคว้า เด็กผู้หญิงชอบอ่านหนังสือและเล่นสมมุติ เด็กชายชอบเรียนจากประสบการณ์ตรง ช่วงเวลาของความสนใจจะนานขึ้น ความสามารถทางศิลปะและดนตรีจะพัฒนาได้เร็ว เด็กจะชอบทดลองทุกสิ่งทุกอย่างเพื่อประสบการณ์ แต่มักขาดความมั่นใจในผลงานของตนเอง

3. ระดับมัธยมศึกษา ในวัยมัธยมศึกษาเป็นวัยที่มีอายุในช่วง 12 ปี ถึง 18 ปี แบ่งลักษณะพัฒนาการคิดออกเป็น 3 ระยะ ดังนี้

อายุ 12 – 14 ปี เด็กที่มีอายุ 12 – 14 ปี เด็กต้องการเรียนรู้และโอกาสเลือกและทดลองทำอาชีพที่สนใจเพื่อเป็นการเตรียมตัวล่วงหน้า แม้ว่าในอนาคตเขาจะเปลี่ยนอาชีพใหม่ระยะนี้เด็กควรได้รับประสบการณ์ในการตัดสินใจในเรื่องต่าง ๆ และดำเนินการในเรื่องที่ได้ตัดสินใจแล้วให้ตลอด เด็กควรได้รับการฝึกให้วางแผนงานที่น่าตื่นตาตื่นใจของคนอื่น และให้รู้จักยอมรับและยกย่องเพื่อน ๆ และแสดงออกอย่างสร้างสรรค์

นอกจากนี้ เด็กในช่วงอายุ 12 - 14 ปี ช่วงอายุนี้เกี่ยวข้องกับกิจกรรมมาก และยังไม่มี การวางแผนอนาคตสำหรับตัวเอง ยังเป็นระยะที่ต้องการความช่วยเหลือเพื่อให้เด็กรู้จักคิด และเด็กรู้จักนำความสามารถของเขาไปใช้เพื่อทำให้ประสบความสำเร็จในการประกอบอาชีพในอนาคต เป็นช่วงเวลาที่ควรให้เด็ก

ได้ทราบความสามารถเกี่ยวกับตนตามความเป็นจริงและเป็นช่วงเวลาที่ต้องเรียนรู้เกี่ยวกับทักษะในการแก้ปัญหา

อายุ 14 - 16 ปี ช่วงอายุนี้อารมณ์จินตนาการส่วนมากจะเกี่ยวกับอาชีพที่เด็กมุ่งหวังในอนาคต ทั้งเด็กหญิงและเด็กชายยังคงชอบการผจญภัย ความสนใจทัศนคติของเด็กพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็ว แม้ไม่คงที่นัก เด็กยังไม่เรียนรู้ว่าตนจะนำหลักการต่าง ๆ ไปประยุกต์อย่างสร้างสรรค์ได้อย่างไร แต่จะเรียนรู้ว่าสิ่งใดถูกสิ่งใดผิด เด็กมักกังวลใจในเรื่องของการยอมรับของกลุ่มเพื่อน มักจะกลัวเกี่ยวกับการสำรวจและการทดลองความสามารถ

อายุ 16 - 18 ปี เยาวชนในช่วงอายุนี้อาจต้องการใช้จินตนาการของตนอย่างเต็มที่ เด็กมักจะจินตนาการของตนไว้ในแง่ดี มีความทะเยอทะยาน ความสนใจของเด็กมักมุ่งพื่อที่จะกำหนดเกี่ยวกับทัศนคติที่สำคัญของเขาและทำให้ช่วงอายุนี้เป็นช่วงอายุที่เหมาะสมสำหรับได้รับคำแนะนำ และทดสอบต่อการเลือกอาชีพ เขามีความสามารถที่จะคิดเกี่ยวกับสิ่งที่เป็นามธรรมและถ่ายทอดความคิดไปสู่ประสบการณ์เฉพาะได้ เด็กสามารถเรียนรู้การใช้อารมณ์อย่างสร้างสรรค์ สามารถแก้ปัญหาและสามารถทำงานร่วมกับกลุ่มอย่างเข้มข้น

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ของบุคคล มีการพัฒนาไปตามลำดับขั้น ความคิดสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นเมื่อได้รับการเรียนรู้จากประสบการณ์เดิมผสมผสานกับประสบการณ์ใหม่ควบคู่กันไปกับระดับอายุที่เพิ่มขึ้น เด็กสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้จากสภาพแวดล้อมที่ได้พบเห็น และได้สัมผัส ดังนั้นถ้าเด็กได้รับการสนับสนุน และส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ โดยการจัดสภาพแวดล้อมและประสบการณ์ที่เหมาะสมให้ดี จะสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของเด็กให้เต็มตามศักยภาพของแต่ละบุคคล

1.4 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์นี้ได้รับอิทธิพลมาจากทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญาของกิลฟอร์ด (Guilford.1967 : 62) ซึ่งเชื่อว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมองที่คิดได้อย่างซับซ้อน กว้างไกล หลายทิศทาง หรือที่เรียกว่าความคิดอเนกนัย (Divergent thinking) ซึ่งประกอบด้วย ความคิดริเริ่ม (Originality) ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) ความคิดละเอียดลออ (Elaboration)

กิลฟอร์ด (Guilford.1967 : 145 - 151) ได้ให้รายละเอียด เกี่ยวกับองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. **ความคิดริเริ่ม (Originality)** หมายถึง ความคิดแปลกใหม่ไม่ซ้ำกันกับความคิดของคนอื่น และแตกต่างจากความคิดธรรมดา ความคิดริเริ่มอาจเกิดจากการคิดจากของเดิมที่มีอยู่แล้วให้แปลกแตกต่างจากที่เคยเห็น หรือสามารถพลิกแพลงให้กลายเป็นสิ่งที่ไม่เคยคาดคิด ความคิดริเริ่มอาจเป็นการนำเอาความคิดเก่ามาปรุงแต่งผสมผสานจนเกิดเป็นของใหม่ ความคิดริเริ่มมีหลายระดับ ซึ่งอาจเป็นความคิดครั้งแรกที่เกิดขึ้นโดยไม่มีใครสอน แม้ความคิดนั้นจะมีผู้อื่นคิดไว้ก่อนแล้วก็ตาม

2. **ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency)** หมายถึง ปริมาณความคิดที่ไม่ซ้ำกันในเรื่องเดียวกัน โดยแบ่งออกเป็น 4 ประเภท

2.1 ความคล่องแคล่วทางด้านถ้อยคำ (Word Fluency) เป็นความสามารถในการใช้ถ้อยคำอย่างคล่องแคล่ว

2.2 ความคิดคล่องแคล่วทางด้านการโยงสัมพันธ์ (Associational Fluency) เป็นความสามารถที่จะคิดหาถ้อยคำที่เหมือนกันหรือคล้ายกันได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ภายในเวลาที่กำหนด

2.3 ความคล่องแคล่วทางด้านการแสดงออก (Expressional Fluency) เป็นความสามารถในการใช้วลีหรือประโยค กล่าวคือ สามารถที่จะนำคำมาเรียงกันอย่างรวดเร็วเพื่อให้ได้ประโยคที่ต้องการ

2.4 ความคล่องแคล่วในการคิด (Ideational Fluency) เป็นความสามารถที่จะคิดค้นสิ่งที่ต้องการภายในเวลาที่กำหนด เช่น ใช้คิดหาประโยชน์ของก้อนอิฐให้ได้มากที่สุดภายในเวลาที่กำหนดซึ่งอาจเป็น 5 นาที หรือ 10 นาที

3. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ประเภทหรือแบบของความคิด แบ่งออกเป็น

3.1 ความคิดยืดหยุ่นที่เกิดขึ้นทันที (Spontaneous Flexibility) เป็นความสามารถที่จะพยายามคิดได้หลายทางอย่างอิสระ ตัวอย่างของคนที่มีความคิดยืดหยุ่นในด้านนี้ จะคิดได้ว่า ประโยชน์ของหนังสือพิมพ์มีอะไรบ้าง ความคิดของผู้ที่มีความยืดหยุ่นสามารถจัดกลุ่มได้หลายทิศหลายทางหรือหลายด้าน เช่น เพื่อรู้ข่าวสาร เพื่อโฆษณาสินค้า เพื่อธุรกิจ ฯลฯ ในขณะที่คนที่ไม่มีความคิดสร้างสรรค์จะคิดให้เพียงทิศทางเดียว คือ เพื่อรู้ข่าวสาร เท่านั้น

3.2 ความคิดยืดหยุ่นทางด้านการดัดแปลง (Adaptive Flexibility) หมายถึง ความสามารถในการดัดแปลงความรู้ หรือประสบการณ์ให้เกิดประโยชน์หลาย ๆ ด้าน ซึ่งมีประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา ผู้ที่มีความคิดยืดหยุ่นจะคิดดัดแปลงได้ไม่ซ้ำกัน

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความคิดในรายละเอียดเป็นขั้นตอนสามารถอธิบายให้เห็นภาพชัดเจน หรือเป็นแผนงานที่สมบูรณ์ขึ้น ความคิดละเอียดลออจัดเป็นรายละเอียดที่นำมาตกแต่ง ขยายความคิดครั้งแรกให้สมบูรณ์ขึ้น

กิลฟอร์ด และโฮฟเนอร์ (Guilford and Hoepfner. 1971 : 125 – 143) ได้ศึกษาองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ และพบว่าความคิดสร้างสรรค์มี 4 องค์ประกอบที่นอกเหนือจากที่กล่าวข้างต้น ได้แก่

1. ความไวต่อปัญหา (Sensitivity to Problem)
2. ความสามารถในการให้นิยามใหม่ (Redefinition)
3. ความซึมซาบ (Penetration)
4. ความสามารถในการทำนาย (Prediction)

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นการคิดนอกเนกนัย ที่ประกอบด้วย ความคิดริเริ่ม ความคล่องแคล่วในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดละเอียดลออ

1.5 การส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์

โดยธรรมชาติแล้วมนุษย์ทุกคนมีความคิดสร้างสรรค์ แต่จะมากหรือน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม เราสามารถส่งเสริมให้พัฒนาขึ้นได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม ทางตรงคือการสอน ฝึกฝนอบรม โดยพ่อแม่ ผู้ปกครอง หรือครู ทางอ้อมคือการสร้างบรรยากาศและการจัดสิ่งแวดล้อมทั้งห้องเรียน โรงเรียน และที่บ้าน

อาร์ รังสินทร์ (2529 :19 – 20) ได้แนะแนวทางในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ดังนี้

1. การแสดงออกด้วยความคิดสร้างสรรค์ สามารถแสดงในกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การวาดภาพ ระบายสี ดนตรี ศิลปะ การเล่นเกม การแก้ปัญหาต่าง ๆ เป็นต้น
2. ส่งเสริมบรรยากาศความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนให้มากขึ้น ให้นักเรียนเกิดความรู้สึกละอาย ไม่ถูกควบคุมทางวินัยที่เคร่งครัดเกินไป สนับสนุนให้นักเรียนได้แก้ปัญหาด้วยตนเอง
3. การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ต้องทำให้ต่อเนื่องกัน
4. กระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดหลาย ๆ ด้าน ตลอดจนการแสดงออกทางอารมณ์ บัญชีของ (2521 : 16) ได้เสนอแนะวิธีการที่จะส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ในตัวเด็ก ดังนี้

1. ทางบ้าน จะต้องส่งเสริมให้เด็กมีความคิดสร้างสรรค์เป็นของตัวเอง กล้าแสดงออกความคิดเห็น ไม่สกัดกั้นความคิดเห็นของเด็ก
2. โรงเรียน ควรสร้างบรรยากาศที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์
3. จัดบรรยากาศในห้องเรียน โดยให้เด็กได้แสดงความคิดเห็นใหม่ ๆ แปลก ๆ ของตนเองได้เต็มที่
4. ครู ควรเน้นให้เด็กได้คิดสิ่งใหม่ ๆ แปลก ๆ ไม่ควรให้เด็กนั่งฟังอย่างเดียวและจดไปท่องจำ ควรเปิดโอกาสให้เด็กได้แสดงความคิดเห็นโต้แย้ง แสดงเหตุผลที่เขามี และนอกจากนี้ครูต้องมีบทบาท ดังนี้

- 4.1 มีใจกว้าง ที่จะยอมรับความคิดเห็นของเด็กที่ไม่ตรงกับความคิดของตน
- 4.2 หลีกเลี่ยงการเน้นการทำงานเป็นกลุ่ม
- 4.3 ส่งเสริมให้มีการสอนแบบทดลอง
- 4.4 ใช้ความคิดในการประเมินผลนักเรียนอย่างซื่อสัตย์
- 4.5 ยอมรับความสามารถพิเศษของเด็กแต่ละคน

5. การเรียนการสอน ควรเปิดโอกาสให้เด็กได้แสดงความคิดโดยอิสระ ไม่ควรกำหนดให้ตอบแต่สิ่งที่ถูกต้องเท่านั้น แต่ส่งเสริมให้เด็กกล้าตอบทุกอย่างที่เด็กคิด

กรมวิชาการ (2534 : 16 – 17) กล่าวว่า การส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์อาจทำได้ทั้งทางตรง โดยการสอนและฝึกอบรม หรือในทางอ้อม โดยการจัดบรรยากาศและสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมความเป็นอิสระในการเรียนรู้ หลักการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ในทางอ้อมมีดังนี้

1. ยอมรับคุณค่าและความสามารถของบุคคลอย่างไม่มีเงื่อนไข
2. แสดงและเน้นให้เห็นว่าความคิดของเขามีคุณค่า และสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์
3. ให้ความเข้าใจ และเห็นใจในตัวเขา และความรู้สึกละอายของเขา
4. อย่างพยายามกำหนดแบบเพื่อให้ทุกคนมีความคิดและบุคลิกภาพเดียวกัน
5. อย่างสนับสนุน หรือให้รางวัลเฉพาะผลงานที่มีผู้ทดลองทำเป็นที่ยอมรับแล้ว ควรให้ผลงานที่แปลกใหม่มีโอกาสได้รับรางวัลและคำชมเชยบ้าง
6. ส่งเสริมให้ใช้จินตนาการของตนเอง โดยยกย่องชมเชยเมื่อมีจินตนาการที่แปลกและมีคุณค่า
7. กระตุ้นและส่งเสริมให้เรียนรู้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่องอยู่เสมอ
8. ส่งเสริมให้ถามและให้ความสนใจต่อคำถาม รวมทั้งชี้แนะแหล่งคำตอบ
9. ตั้งใจและเอาใจใส่ความคิดแปลก ๆ ของเขาด้วยใจที่เป็นกลาง

10. ยิ่งระลึกถึงเสมอว่า การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์จะต้องใช้เวลาและค่อยเป็นค่อยไป
สมศักดิ์ ภู่วิภาดาพรรณ (2537 : 34-36) กล่าวว่า การส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่อไปนี้

1. บทบาทของพ่อแม่ผู้ปกครองในการส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

บุคคลที่มีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของเด็ก ได้แก่ พ่อแม่ หรือผู้ปกครองของเด็ก เพราะเป็นผู้ที่ใกล้ชิดที่สุดและเป็นครูคนแรกของลูก พื้นฐานการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ส่วนหนึ่งได้แก่ การอบรมเลี้ยงดูที่เหมาะสมและตอบสนองความต้องการของเด็กตามวัยทั้งด้านร่างกาย อารมณ์ สังคม และสติปัญญา ให้เจริญงอกงามอย่างต่อเนื่องพร้อมกันไป ถ้าเด็กไม่ได้รับการกระตุ้นที่ดีที่ถูกต้องในตอนต้นของชีวิตแล้ว ลักษณะความสามารถที่ติดตัวมาแต่กำเนิดก็จะไม่เจริญงอกงามอีกต่อไป การเลี้ยงลูกด้วยความรัก ความอบอุ่น ความเข้าใจ เปิดโอกาสให้ลูกแสดงความคิดเห็น อภิปรายร่วมกัน ยอมรับการตัดสินใจ ตลอดจนการเลี้ยงลูกแบบประชาธิปไตยมีส่วนส่งเสริมคุณลักษณะความคิดสร้างสรรค์

2. บทบาทของครูในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์

ครูที่มีประสิทธิภาพและสร้างสรรคให้ลูกศิษย์เป็นเด็กที่มีความคิดสร้างสรรค์ได้ควรประกอบด้วยบุคลิกภาพที่เหมาะสมในด้านต่าง ๆ ดังที่ อาร์ รังสินนท์ (2529 : 95) ได้กล่าวถึงบุคลิกภาพที่จำเป็นของครูที่มีความคิดสร้างสรรค์ คือควรเป็นผู้มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีความรอบรู้ และเป็นแหล่งความรู้ กระตือรือร้น สนใจศึกษาค้นคว้าอยู่เสมอ นำเทคนิควิธีการสอนแปลก ๆ ใหม่ ๆ มาทดลอง สามารถชี้แนะ และกระตุ้นให้เด็กเกิดความคิดสร้างสรรค์ได้

3. การสร้างบรรยากาศและการจัดสิ่งแวดล้อมเพื่อส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

ในการสร้างบรรยากาศนี้ หมายถึง บรรยากาศในห้องเรียน โรงเรียน และภายในบ้าน จะต้องเป็นบรรยากาศที่เต็มไปด้วยการยอมรับและกระตุ้นให้เด็กแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ ดังที่ โรเจอร์ (อาร์ รังสินนท์. 2529 : 89 ; อ้างอิงจาก Rogers. 1970. *Towards a Theory of Creative.*) พบว่า ภาวะที่ส่งเสริมให้บุคคลกล้าคิดอย่างสร้างสรรค์ ได้แก่ ภาวะที่บุคคลรู้สึกปลอดภัยซึ่งเกิดจากความรู้ว่าตัวเองมีค่า และได้รับการยอมรับ รวมทั้งภาวะที่มีเสรีภาพในการแสดงออกโดยไม่ถูกวิพากษ์วิจารณ์หรือประเมินค่า

4. หลักสูตร

สภาพการศึกษาที่เหมาะสมที่จะช่วยทำให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์นั้น หลักสูตรในโรงเรียนควรมีส่วนช่วยในการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ด้วย และจากการวิจัยของเชาวนา ยุทธสุริยพันธุ์ (2514) พบว่านักเรียนที่เรียนในโรงเรียนที่ใช้หลักสูตรชาติมีความคิดสร้างสรรค์ดีกว่าโรงเรียนหลักสูตรปกติ แสดงว่าการเรียนการสอนมีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ของเด็ก ดังนั้นในปัจจุบันหลักสูตรได้พยายามให้เด็กเกิดความคิดสร้างสรรค์เพราะความคิดสร้างสรรค์เป็นคุณสมบัติที่สำคัญและมีอยู่ในทุกคน และยังสามารถส่งเสริมให้เจริญงอกงามได้

1.6 การวัดความคิดสร้างสรรค์

อาร์ พันธ์มณี (2537 . 184 - 185) กล่าวว่า การวัดความคิดสร้างสรรค์ ไม่เพียงแต่จะทำให้ทราบระดับความคิดสร้างสรรค์ของเด็กและเป็นข้อมูลให้สามารถจัดโปรแกรมการเรียนการสอน และกิจกรรมให้สอดคล้องเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของเด็กให้สูงขึ้นเท่านั้น แต่ยังสามารถสกัดกันอุปสรรคต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้ด้วย นับว่าผลของการวัดความคิดสร้างสรรค์ จะทำให้การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้สมบูรณ์ขึ้น สำหรับวิธีการวัดความคิดสร้างสรรค์ของเด็กนั้น อาร์ พันธ์มณี ได้สรุปไว้ดังนี้

1. **การสังเกต** หมายถึง การสังเกตพฤติกรรมของบุคคลที่แสดงออกเชิงสร้างสรรค์ อับราฮัม (Abraham. 1927) แอนดรู (Andrew. 1930) ได้ศึกษาแบบต่าง ๆ ของความคิดจินตนาการ และได้ใช้วิธีการสังเกตเป็นวิธีการวัดวิธีหนึ่งในหลาย ๆ วิธีการ เขาพยายามที่จะวัดความคิดจินตนาการของเด็กจากพฤติกรรมการเล่น และการทำกิจกรรม โดยสังเกตพฤติกรรมการเลียนแบบ การทดลอง การปรับปรุงและตกแต่งสิ่งต่าง ๆ การแสดงละคร การใช้คำอธิบาย และบรรยายให้เกิดภาพพจน์ชัดเจน ตลอดจนการเล่นนิทาน การแต่งเรื่องใหม่ การเล่นและคิดเกมใหม่ ๆ ตลอดจนพฤติกรรมที่แสดงความรู้สึกลึกซึ้งซึ่งต่อความสวยงาม เป็นต้น มาร์กี (Markey. 1935) ได้ใช้การสังเกตพฤติกรรมการเล่นเกมบ้าน การตั้งชื่อแปลก ๆ ลักษณะความเป็นผู้นำ การสร้างหรือต่อไม้บล็อกของเด็ก เป็นต้น และมาร์กียังสรุปข้อคิดไว้ว่า ไม่มีวิธีทดสอบวิธีใดวิธีเดียวที่จะวัดความคิดสร้างสรรค์ของเด็กได้ครอบคลุมทุกด้าน และวิธีสอบหนึ่ง ๆ จะไม่สามารถวัดความคิดสร้างสรรค์ของเด็กได้ทุกวัย และทุกระดับชั้น ทอเรนซ์ (Torrance. 1965) ได้ใช้วิธีการสังเกตพฤติกรรมของเด็กด้วยการระบุหัวข้อที่ใช้เป็นแนวทางในการสังเกตผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์สูงได้ แม้จะไม่ตรงกับแบบทดสอบ เช่น การสังเกตความสามารถในการใช้เวลาให้เป็นประโยชน์โดยปราศจากสิ่งเร้า

2. **การวาดภาพ** หมายถึง การให้เด็กวาดภาพจากสิ่งเร้าที่กำหนด เป็นการถ่ายทอดความคิดเชิงสร้างสรรค์ออกมาเป็นรูปธรรมและสามารถสื่อความหมายได้ สิ่งเร้าที่กำหนดให้เด็กอาจเป็นวงกลม สีเหลี่ยม แล้วให้เด็กวาดภาพต่อเติมให้เป็นภาพ

3. **รอยหยดหมึก** หมายถึง การให้เด็กได้ดูภาพรอยหยดหมึกแล้วคิดตอบจากภาพที่เด็กเห็น มักใช้กับเด็กวัยประถมศึกษา เพราะเด็กสามารถอธิบายได้ดี

4. **การเขียนเรียงความและงานศิลปะ** หมายถึง การให้เด็กเขียนเรียงความจากหัวข้อที่กำหนด และการประเมินจากงานศิลปะของนักเรียน นักจิตวิทยามีความเห็นสอดคล้องกันว่า เด็กในวัยประถมศึกษามีความสำคัญยิ่ง หรือเป็นจุดวิกฤติของการพัฒนาความคิดเชิงสร้างสรรค์ เด็กมีความสนใจในการเขียนสร้างสรรค์และแสดงออกเชิงสร้างสรรค์ในงานศิลปะจากการศึกษาประวัติบุคคลสำคัญของนักประดิษฐ์ นักวิทยาศาสตร์เอกของโลก เช่น นิวตัน เจมส์ ฮิลเลอร์ และปาสคาลร์ พบว่าบุคคลเหล่านี้ได้แสดงแนวสร้างสรรค์ด้วยการประดิษฐ์และสร้างผลงานชิ้นแรกเมื่ออยู่ในวัยประถมศึกษาเป็นส่วนใหญ่

5. **แบบทดสอบ** หมายถึง การให้เด็กทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์มาตรฐาน ซึ่งเป็นผลมาจากการวิจัยเกี่ยวกับธรรมชาติของความคิดสร้างสรรค์ แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์มีทั้งใช้ภาษาเป็นสื่อ และที่ใช้ภาพเป็นสื่อ เพื่อเร้าให้เด็กแสดงออกเชิงความคิดสร้างสรรค์ แบบทดสอบมีการกำหนดเวลาด้วย ปัจจุบันก็เป็นที่ยอมรับกันมากขึ้น เช่น แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ด แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของทอเรนซ์ เป็นต้น

สรุปได้ว่าการวัดความคิดสร้างสรรค์ จะทำให้ทราบระดับความคิดสร้างสรรค์ของเด็กและเป็นข้อมูลให้สามารถจัดโปรแกรมการเรียนการสอน และกิจกรรมให้สอดคล้องเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของเด็กให้สูงขึ้น และสามารถสกัดกั้นอุปสรรคต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้ด้วย

2. ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

2.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

เกอร์ฮาร์ด (Gerhard. 1971 : 157) นิยามความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ว่า “เป็นการสร้างหรือจัดระบบความคิดใหม่จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่นำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ ริเริ่ม คาดไม่ถึงและมองเห็นผลผลิตในรูปแบบใหม่ ”

รอย (Roy . 1982 : 143 – 147) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่ซับซ้อน แต่ก็สามารถสังเกตได้ โดยเขาใช้เกณฑ์ในการพิจารณา คือ

1. ความสามารถในการสรุปเป็นหลักการโดยทั่วไป
2. ความสามารถในการตีความคำตอบ
3. ความสามารถในการค้นพบเนื้อหาสำคัญ

แอนนา คราฟ (Anna Craft.1999 : 79) กล่าวถึงความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ว่าวิธีการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เกิดขึ้นได้ด้วยการกระตุ้นโดยใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ จุดประสงค์ในการปฏิบัติที่เหมาะสม การชี้แจงข้อตกลงเบื้องต้น ประกอบด้วยตัวอย่าง จะสามารถทำให้เด็กมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

จากที่กล่าวมาข้างต้นพอที่จะสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถของบุคคลในการคิดปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างมีกระบวนการคิด ที่แปลกใหม่ ริเริ่มสร้างสรรค์

2.2 ลักษณะของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ลักษณะของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการคิดสร้างสรรค์ที่อาศัยสิ่งเร้าทางคณิตศาสตร์เป็นตัวกระตุ้นให้เด็กเกิดความคิดจินตนาการที่หลากหลายในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังที่ แอนนา คราฟ (Anna Craft.1999 : 77) ได้ให้แนวคิด ว่า คณิตศาสตร์มีโครงสร้าง และภาษาที่เป็นตัวของตัวเอง ประกอบด้วย รูปภาพ และสัญลักษณ์ มีแนวทางการคิดที่เฉพาะเจาะจง เกี่ยวกับตัวเลข พีชคณิต รูปทรง และพื้นที่ เป็นต้น หัวข้อคณิตศาสตร์บางเรื่องมีอยู่ในขอบเขตของความคิดพื้นฐาน (basic concept) สามารถที่จะให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าได้ และเป็นไปได้ที่คนเราจะเกิดความสามารถในการคิดคำนวณอย่างรวดเร็วในการคิดทางคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งยกตัวอย่างการคิดของเด็กในลอนดอน เช่น การเติมตัวเลขในช่องว่างของ เจสซิกา และเวล อายุ 8 ขวบ โดยการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา โดยให้เด็กเติมตัวเลขให้สมบูรณ์และให้ใช้เครื่องหมายทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ตัว ดังนี้

$$\begin{aligned} 12 &= \dots\dots\dots + \dots\dots\dots \\ 12 &= \dots\dots\dots - \dots\dots\dots \\ 12 &= \dots\dots\dots \times \dots\dots\dots \\ 12 &= \dots\dots\dots \div \dots\dots\dots \\ 12 &= \dots\dots\dots + \dots\dots\dots - \dots\dots\dots \end{aligned}$$

พบว่า เป็นไปได้ที่ตัวเลขจะเกิดจากการรวมกัน (number combination) โดยการจับคู่ เช่น 12 เท่ากับ $8 + 4$ และ $4 + 4$ เท่ากับ 8 ดังนั้น $4 + 4 + 4$ เท่ากับ 12

ส่วนนักคณิตศาสตร์และนักจิตวิทยาที่มีความสนใจในกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยกลุ่มทฤษฎีที่อธิบายกระบวนการคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยแนวคิดของจิตวิทยาการเรียนรู้ในกลุ่มต่าง ๆ ร่วมกัน (Composite theories) และนักทฤษฎีในกลุ่มที่สำคัญ คือ ฮาดตามาร์ด (Wilson. 1978 :424 ; citing Hadamard.1865) นักคณิตศาสตร์ชาวฝรั่งเศส ได้ทำการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ได้กล่าวว่า ลักษณะกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีอยู่ 4 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นเตรียม (Preparation) เป็นขั้นตอนที่ได้รับปัญหา และบุคคลมีการกระทำต่อปัญหานั้นในระดับที่รู้ตัว (Conscious) อย่างเป็นระบบ (Systematic) โดยวิธีการทางตรรก (Logidal Approach)

ซึ่งความพยายามในระดับที่รู้ตัวนี้ จะเป็นตัวกระตุ้นให้แนวทางทั่ว ๆ ไปในการแก้ปัญหา ซึ่งแนวทางดังกล่าวจะเข้าสู่กระบวนการขั้นครุ่นคิด (Incubation) ต่อไป

2. ขั้นครุ่นคิด (Incubation) เป็นขั้นตอนที่มีกระบวนการคิดที่ไม่รู้ตัว (Unconscious Thinking Processes) ซึ่งเป็นขั้นตอนที่เกิดการรวมกันของความคิดต่าง ๆ แบบสุ่ม และจะมีเพียงความคิดที่ดีเท่านั้นที่ขึ้นสู่ระดับความรู้ตัว (Conscious)

3. ขั้นรู้แจ้ง (illumination) เป็นขั้นที่เกิดจุดวิกฤต (Critical Point) ซึ่งเป็นขั้นตอนที่เกิดขึ้นในระดับที่รู้ตัว(Conscious)

4. ขั้นตรวจสอบ เสนอผลงานและการนำผลไปใช้ (Verification Exposition) เป็นขั้นสุดท้ายของกระบวนการคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเกิดขึ้นในระดับที่รู้ตัวทั้งหมด (Conscious)

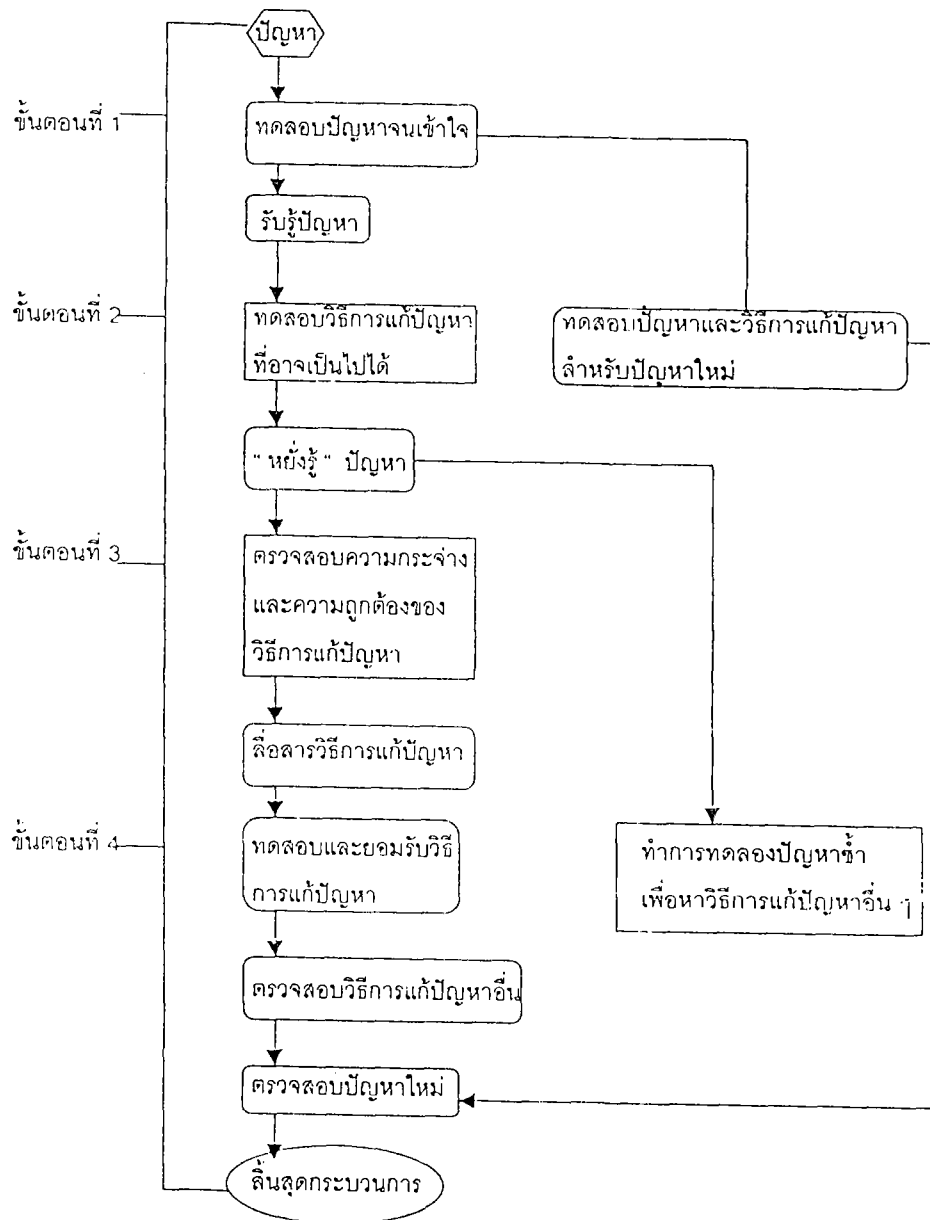
ในการตรวจสอบความชัดเจนและความถูกต้อง (Verification and Precision) นั้น วิธีการหนึ่งที่ได้คือ การสื่อสาร (Communicating) ซึ่งกระทำได้ 2 ลักษณะ คือ การสื่อสารกับตนเอง (Communicating one ' s Insight to Oneself) และการพูดสื่อสารกับบุคคลอื่น (Communicating it to others)

ในกระบวนการคิดสร้างสรรค์นั้นขั้นรู้แจ้ง (Illumination หรือ Insight) เป็นขั้นที่สำคัญที่เกิดจุดวิกฤต (Critical Point) ขึ้น ซึ่งเป็นการใช้จุดวิกฤตนี้แบ่งแยก ขั้นเตรียม (Preparation) และขั้นครุ่นคิด (Incubation) ออกจากขั้นตรวจสอบ (Verification)

วิลสัน (Wilson. 1978 : 425) ได้กล่าวว่าจุดวิกฤต (Critical Point) อาจพิจารณาได้ว่าเป็นตัวชี้ถึงกระบวนการ 3 ประการของจุดวิกฤต คือ การรับรู้ (Perception) การหยั่งรู้ (Insight)และการสื่อสาร (communication) ซึ่งโพลยา (Wilson. 1978 : 425 ; citing Polya. 1945. *How to Solve it.*) แบ่งกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็น 4 ขั้นตอน คือ

1. เข้าใจปัญหา (Understanding the Problem Phases)
2. วางแผน (Devising a Plan Phases)
3. ดำเนินการตามแผน (Carry out the Plan Phases)
4. ทบทวน (Looking Back Phases)

ดังภาพประกอบ 1 ของโพลยา (Wilson. 1978 : 426 ; citing Polya. 1945. *How to Solve it*) แสดงกระบวนการคิดสร้างสรรค์ ดังนี้



ภาพประกอบ 2 กระบวนการคิดสร้างสรรค์ (The creative process)

(Wilson. 1978 : 426 ; citing Polya. 1945. *How to Solve it*)

โดยลักษณะของข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ มักจะมีคำตอบที่ถูกเพียงคำตอบเดียว ซึ่งเป็นลักษณะคำถามแบบเอกนัย ดังนั้นสำหรับคนโดยทั่วไปคณิตศาสตร์จึงเป็นการใช้ทักษะการคิดแบบเอกนัย แต่ความจริงแล้วทักษะการคิดแบบอเนกนัย (Divergent Thinking Skill) ก็เป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่งในวิชาคณิตศาสตร์ จากงานวิจัยของ เกทเชล และ แจ็คสัน (Orton. 1987 : 109 ; citing Getzels and Jackson. 1962. *Creativity and Intelligence* .) ได้ศึกษาเด็ก 2 ลักษณะ คือ เด็กที่มีสติปัญญาสูง (High I.Q.) และเด็กที่มีความคิดสร้างสรรค์สูง (High Creative) ผลจากการวิจัยพบว่า เด็กที่มีสติปัญญาสูงนั้นเป็นผู้ที่ใช้ความสามารถในการคิดแบบเอกนัย (Convergent Abilities) ในขณะที่เด็กที่มีความคิดสร้างสรรค์สูงจะต้องใช้ความสามารถทั้ง ในการคิดแบบเอกนัยและอเนกนัย (Convergent and Divergent Abilities) และจากการ

ศึกษาองค์ประกอบของความสามารถทางคณิตศาสตร์ของ ครูเทศีก์ (Orton. 1987:111 ; citing Kruteski. 1976. *Teaching and Learning Mathematics*.) พบว่า ควรประกอบด้วยความสามารถดังต่อไปนี้ คือ 1. การจัดการทำโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้อยู่ในรูปของโครงสร้างทางคณิตศาสตร์

2. การนำผลลัพธ์มาสรุปเป็นกรณีทั่วไป
3. การจัดการทำข้อมูลที่เป็นสัญลักษณ์และตัวเลข
4. การมองเห็นความสัมพันธ์ของความคิดรวบยอดเกี่ยวกับสาขาต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์
5. การใช้เหตุผลเชิงตรรกศาสตร์
6. การทำขั้นตอนการคิดให้สั้นได้อย่างมีเหตุผล
7. การเปลี่ยนแนวทางการคิดเป็นวิธีอื่นได้ โดยหลีกเลี่ยงความคิดเดิม และวิธีการคิดย้อนกลับ

กลับ

8. การพิสูจน์ข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ได้อย่างชัดเจน ง่าย และใช้เหตุผลที่กระชับ
 9. มีความจำที่ดีเกี่ยวกับแนวความคิดและความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับคณิตศาสตร์
 สรุปได้ว่า ลักษณะของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการคิดทางสมอง ที่คิดได้กว้างไกล หลายทิศทาง ด้วยการคิดดัดแปลง ต่อเติม ผสมผสานความคิดเดิมเป็นสิ่งใหม่ โดยมีสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์เป็นตัวกระตุ้นให้เด็กแสดงความคิดสร้างสรรค์ออกมา

2.3 การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จำเป็นต้องให้สอดคล้องกับหลักการและทฤษฎี ความคิดสร้างสรรค์ คือ ให้ผู้ตอบสามารถคิดได้หลาย ๆ ทาง หลาย ๆ แบบ หลาย ๆ แนว และการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์วิธีหนึ่งที่ใช้กันมาก คือ แบบทดสอบ ดังนั้นการสร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ก็อาศัยหลักการเดียวกันกับทางด้านภาษา หรือด้านศิลปะ คือให้ผู้ตอบคิดหาคำตอบได้หลาย ๆ ทาง หลาย ๆ แบบให้มากที่สุด (กรมวิชาการ. 2535 : 48 - 50) ประกอบด้วย

1. แบบให้ตั้งคำถาม ให้นักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ แล้วให้สร้างคำถามให้ได้มากที่สุด ภายในเวลาที่กำหนด
2. แบบแบ่งครึ่งรูป จะกำหนดรูปทรง สามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม วงกลม ให้ลากเส้นแบ่งครึ่งรูปในลักษณะหลาย ๆ แบบ แตกต่างกันไปมากที่สุด
3. แบบให้เติมตัวเลข ให้เติมตัวเลขลงในรูปสี่เหลี่ยมที่กำหนด ตัวเลขที่เติมให้ใช้ได้เฉพาะเลข 0 ถึงเลข 10 และให้ได้ผลลัพธ์เท่ากับที่กำหนดให้ ภายในเวลาที่กำหนด
4. แบบสร้างรูปเรขาคณิต กำหนดไม้ขีดไฟให้จำนวนหนึ่ง แล้วให้ใช้ไม้ขีดสร้างรูปเรขาคณิตให้ได้มากที่สุด ภายในเวลาที่กำหนด
5. แบบประกอบภาพ Tangrams เป็นการสร้างสรรค์เก่าของจีนซึ่งรู้จักกันในชื่อ Ch' chiso pan ประกอบด้วย 7 ชิ้น ที่แบ่งมาจากรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ให้นำชิ้นส่วนทั้ง 7 ชิ้น มาประกอบเป็นภาพต่าง ๆ ให้ได้มากที่สุด ภายในเวลาที่กำหนดให้

ส่วนการศึกษาเกี่ยวกับการสร้างเครื่องมือวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้งต่างประเทศ และในประเทศ ได้มีผู้ศึกษาไว้ดังนี้

บอลกา (Balka. 1974 : 98 A) ได้ทำการศึกษาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยการสำรวจเกณฑ์ที่นำมาสร้างแบบทดสอบจากผู้เชี่ยวชาญ 3 กลุ่ม ได้แก่ ครูผู้สอน

นักวิชาการคณิตศาสตร์ และนักคณิตศาสตร์ ซึ่งคัดเลือกเกณฑ์ที่กลุ่มผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกัน 80 % ขึ้นไป นำมาสร้างแบบทดสอบ ผลสำรวจพบว่า เกณฑ์ที่ใช้ในการวัดความคิดสร้างสรรค์ มีดังนี้

1. ความสามารถในการตั้งสมมติฐานทางคณิตศาสตร์ในลักษณะของเหตุและผลจากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์

2. ความสามารถในการกำหนดรูปแบบจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

3. ความสามารถในการเปลี่ยนแปลงวิธีการคิด เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทาง

คณิตศาสตร์

4. ความสามารถในการประเมินปัญหา ตลอดจนคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้น

5. ความสามารถในการค้นหาสิ่งที่ขาดหายไปจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

6. ความสามารถในการแยกแยะปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นปัญหาย่อยที่เฉพาะเจาะจง

ได้

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของบอลคา

บอลคา (Balka. 1974. 634 - 636) ได้ยกตัวอย่างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไว้ดังเช่น กรณีต้องการวัดความสามารถในการเปลี่ยนแปลงวิธีการคิด เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ เช่น สมมุติให้มีถังน้ำ 2 ใบ ใบหนึ่งใส่น้ำได้ 7 ลิตร และอีกใบหนึ่งใส่น้ำได้ 8 ลิตร ถ้าเราต้องการใช้ถังน้ำ 2 ใบ ตวงน้ำใส่ใบที่ 3 ให้ได้น้ำ 9 ลิตร นักเรียนจะมีวิธีการตวงน้ำอย่างไร

กรณีต้องการวัดความสามารถในการประเมินปัญหา ตลอดจนคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้น เช่น สมมุติว่าไม่ให้นักเรียนขีดเขียนข้อความ หรือวาดรูปใดๆ ลงบนกระดาษหรือกระดานดำ ให้คาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้น โดยให้นักเรียนนึกถึงลูกบอลใหญ่ ๆ หรือลูกโลกในวิชาภูมิศาสตร์ บอกผลทั้งหมดที่จะเกิดขึ้น หรือสิ่งที่จะเป็นไปได้ทั้งหมด ถ้านักเรียนวาดภาพเราคาดคะเนลงบนลูกบอล ยกตัวอย่างเช่น ถ้าเราเริ่มวาดเส้นบนลูกบอลตรงไปในพื้นที่สุดท้ายเส้นตรงนั้นจะกลับมาที่จุดเริ่มต้น

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในประเทศไทย

ในปี 2533 สุภาวดี ตั้งบุปผา (2533) ได้สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรุงเทพมหานคร โดยยึดทฤษฎีของทอร์เรนซ์ กิลฟอร์ด วอลลาสและโคแกน และบอลคา (Balka. 1974 : 98 A) แบบทดสอบประกอบด้วยความสามารถ 7 ด้าน คือ

1. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2. ความสามารถในการสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์

3. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่

4. ความสามารถในการคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

5. ความสามารถในการตรวจสอบคำตอบและวิธีการคิด

6. ความสามารถในการนำหลักการ หรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้เป็นกรณีทั่วไป

7. ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวเลข หรือภาพเรขาคณิต หรือทรงเรขาคณิต หรือการจัดกระทำทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบแต่ละด้านประกอบด้วยข้อคำถาม 2 ข้อ ให้เวลาข้อละ 6 นาที โดยให้คะแนนเป็น 3 องค์ประกอบ คือ คะแนนความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม กลุ่มตัวอย่าง 367 คน พบว่า ข้อสอบทุกข้อสามารถจำแนกผู้ตอบกลุ่มสูงกลุ่มต่ำได้ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ เท่ากับ 0.789 ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ความเที่ยงตรงเหมือน เท่ากับ 0.7089 – 0.8983 และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ความเที่ยงตรงเชิงจำแนก เท่ากับ 0.1538 – 0.3145

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ คือ วัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน 4 ด้าน ดังนี้

1.ความสามารถในการตั้งโจทย์คณิตศาสตร์ ได้แก่ การที่นักเรียนตั้งคำถาม หรือโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

2.ความสามารถในการคาดคะเน ได้แก่ การที่นักเรียนคาดคะเน หรือทำนายเหตุการณ์ต่าง ๆ จากการนำเสนอข้อมูลทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้

3.ความสามารถในการคิดและตรวจสอบคำตอบ ได้แก่ การที่นักเรียนคิดหาคำตอบโดยที่สามารถตรวจสอบวิธีการคิด และคำตอบที่ถูกต้องได้ จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์หรือเงื่อนไขปัญหาที่กำหนดให้

4. ความสามารถในการหาความเกี่ยวข้องของกลุ่มตัวเลข หรือภาพเรขาคณิต ได้แก่ การที่นักเรียนจัดกลุ่มตัวเลข หรือภาพเรขาคณิต จากตัวเลข หรือภาพเรขาคณิตที่กำหนดให้ โดยทำการจัดกลุ่มตามลักษณะที่แตกต่างกัน พร้อมทั้งบอกเหตุผลในการจัดกลุ่มได้

การตรวจให้คะแนน

หลักในการพิจารณาคะแนนผู้วิจัยยึดหลักของ ครอพเลย์ (กรมวิชาการ. 2534 : 51 ; อ้างอิงจาก Cropley. 1966 : 261 – 262. *Creativity*.) คือ พิจารณาตรวจให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ ความสามารถในการตั้งคำถาม ความสามารถในการคาดคะเน ความสามารถในการคิด และตรวจสอบคำตอบ และความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวเลข หรือภาพเรขาคณิต ตามองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์แต่ละด้าน นั่นคือ จะตรวจให้คะแนนทั้ง 3 แบบ สำหรับคะแนนความคิดสร้างสรรค์รวมทุกด้าน เป็นการรวมคะแนนทั้ง 3 แบบเข้าด้วยกัน เป็นคะแนนรวมความคิดสร้างสรรค์ การตรวจให้คะแนนแต่ละข้อ มีหลักในการตรวจ ดังนี้

1. คะแนนความคิดคล่องแคล่ว ให้คะแนนตามจำนวนทั้งหมดที่นักเรียนตอบได้
2. คะแนนความคิดยืดหยุ่น ให้คะแนนโดยนับจากจำนวนกลุ่ม หรือจำนวนทิศทางของคำตอบ กล่าวคือ นำคำตอบทั้งหมดที่ให้คะแนนความคิดคล่องแคล่วไปแล้วมาจัดกลุ่มหรือทิศทางใหม่ คำตอบเป็นไปในทิศทางเดียวกัน หรือความหมายอย่างเดียวกันก็จัดเข้าเป็นกลุ่มเดียวกันเมื่อจัดแล้วให้คำตอบกลุ่มละ 1 คะแนน

3. คะแนนความคิดริเริ่ม ให้คะแนนตามสัดส่วนของความถี่ของคำตอบซึ่งดัดแปลงจากวิธีของครอปเพลย์ พิจารณาคำตอบของผู้เข้าสอบในครั้งเดียวกัน คำตอบใดที่กลุ่มตัวอย่างตอบซ้ำกันมากๆ ก็จะได้คะแนนน้อยหรือไม่ได้คะแนน ถ้าคำตอบยิ่งซ้ำกับคนอื่นน้อยหรือไม่ซ้ำเลยก็จะได้คะแนนมากขึ้น เกณฑ์การให้คะแนนยึดหลัก ดังนี้

คำตอบที่ซ้ำกัน 12 % ขึ้นไป	ให้	0	คะแนน
คำตอบที่ซ้ำกัน 6 – 11 %	ให้	1	คะแนน
คำตอบที่ซ้ำกัน 3 – 5 %	ให้	2	คะแนน
คำตอบที่ซ้ำกัน 2 %	ให้	3	คะแนน
คำตอบที่ซ้ำกัน 1 %	ให้	4	คะแนน

ตัวอย่างการตรวจให้คะแนน

1. ความสามารถในการตั้งโจทย์คณิตศาสตร์

ตัวอย่าง

1.1 ให้นักเรียนสร้างโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เป็นเรื่องอะไรก็ได้ ซึ่งเมื่อคำนวณแล้วให้ได้ผลลัพธ์เท่ากับ 36 สร้างให้ได้หลายแบบ และหลายข้อมากที่สุด

ตัวอย่างคำตอบ

1. พ่อมีเงิน 100 บาท ให้ออกไป 64 บาท พ่อเหลือเงินเท่าใด
2. รูปสี่เหลี่ยมมีด้านยาวด้านละ 6 ซม. รูปสี่เหลี่ยมรูปนี้มีพื้นที่เท่าใด
3. มีนกอยู่ 10 ตัว มีวัวอยู่ 4 ตัว จะมีจำนวนขาที่ขา
4. มีเสาไฟฟ้าอยู่ 18 เสา แต่ละเสามีนกอยู่ 2 ตัว มีจำนวนนกทั้งหมดกี่ตัว
5. มีถาดผลไม้อยู่ 3 ถาดถาดละ 12 ผล รวมมีผลไม้เท่าไร
6. มีขนมอยู่ 72 ชิ้น แบ่งใส่ถุง 2 ถุง จะมีขนมถุงละกี่ชิ้น

ตัวอย่างการให้คะแนน

1. คะแนนความคิดคล่องแคล่วให้ตามจำนวนคำตอบ 6 คะแนน
2. คะแนนความคิดยืดหยุ่นให้ตามจำนวนการจัดกลุ่มของคำตอบดังนี้

กลุ่มที่ 1 พ่อมีเงิน 100 บาท ให้ออกไป 64 บาท พ่อเหลือเงินเท่าใด

กลุ่มที่ 2 รูปสี่เหลี่ยมมีด้านยาวด้านละ 6 ซม. รูปสี่เหลี่ยมรูปนี้มีพื้นที่เท่าใด , มีเสาไฟฟ้าอยู่ 18 เสา แต่ละเสามีนกอยู่ 2 ตัว มีจำนวนนกทั้งหมดกี่ตัว , มีถาดผลไม้อยู่ 3 ถาดถาดละ 12 ผล รวมมีผลไม้เท่าไร

กลุ่มที่ 3 มีขนมอยู่ 72 ชิ้น แบ่งใส่ถุง 2 ถุง จะมีขนมถุงละกี่ชิ้น

กลุ่มที่ 4 มีนกอยู่ 10 ตัว มีวัวอยู่ 4 ตัว จะมีจำนวนขาที่ขา

3. คะแนนความคิดริเริ่มมีลำดับการให้คะแนน ดังนี้

- 3.1 บันทึกคำตอบแต่ละข้อของนักเรียนที่เข้าสอบในครั้งเดียวกัน
- 3.2 หาความถี่ของคำตอบแต่ละข้อ
- 3.3 ให้คะแนนตามเกณฑ์ที่วางไว้ ดังนี้

คำตอบที่ซ้ำกัน 12 % ขึ้นไป	ให้	0	คะแนน
คำตอบที่ซ้ำกัน 6 – 11 %	ให้	1	คะแนน
คำตอบที่ซ้ำกัน 3 – 5 %	ให้	2	คะแนน
คำตอบที่ซ้ำกัน 2 %	ให้	3	คะแนน
คำตอบที่ซ้ำกัน 1 %	ให้	4	คะแนน

4. รวมคะแนนทั้ง 3 ข้อข้างต้นเป็นคะแนนความคิดสร้างสรรค์ของข้อนั้น

3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรอิสระ

3.1 ตัวแปรอิสระระดับนักเรียน

3.1.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

3.1.1.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ได้มีผู้ให้ความหมายของ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไว้ ดังนี้

กู๊ด (Good. 1959 : 7) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ คือ การทำให้สำเร็จ (Accomplish) หรือประสิทธิภาพทางด้านการกระทำในทักษะที่กำหนดให้ หรือในด้านความรู้ ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การเข้าถึงความรู้ (Knowledge Attained) การพัฒนาทักษะในการเรียน ซึ่งอาจพิจารณาจากคะแนนสอบที่กำหนดให้ คะแนนที่ได้จากการงานที่ครูมอบหมายให้ หรือทั้งสองอย่าง

ไอเซน อาร์โนล และมัยลี (วิมล ตันสกุล. 2527 : 10 ; อ้างอิงจาก Eysenck, Arnold and Meili. 1972 : 16. *Intelligence and Achievement.*) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ว่า หมายถึง ขนาดของความสำเร็จที่ได้จากการทำงานที่ต้องอาศัยความพยายามจำนวนหนึ่ง ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการกระทำที่อาศัยความสามารถทางร่างกายหรือสมอง

ไพศาล หวังพานิช (2526 : 76) กล่าวว่า “ผลสัมฤทธิ์ (Achievement) หรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Academic Achievement) หมายถึง คุณลักษณะและความสามารถของบุคคลอันอาจเกิดจากการเรียนการสอน เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกิดจากการฝึกอบรม หรือจากการสอน การวัดผลสัมฤทธิ์เป็นการตรวจสอบระดับความสามารถ (Level of Accomplishment) ของบุคคลหลังจากได้รับการฝึกอบรม ”

จากความหมายดังกล่าวพอสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ระดับความสามารถ หรือระดับของผลสัมฤทธิ์ของบุคคล หลังจากการเรียน หรือจากฝึกอบรม

3.1.1.2 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือในการที่จะวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นั่นคือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งได้มีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

ซวาล แพร์ตกุล (2516 : 19) กล่าวว่า การทดสอบผลสัมฤทธิ์เป็นวิธีการที่ทำให้ได้มาซึ่งจำนวนหรือปริมาณ เพื่อจะนำไปสู่การประเมินค่าการศึกษาว่าทั้งครู และนักเรียนต่างได้รับผลมาจากการเรียนการสอนมากน้อยเพียงไร

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2538 : 146 – 147) ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า เป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ของนักเรียนที่ได้เรียนไปแล้วซึ่งมักจะ

เป็นข้อคำถามให้นักเรียนตอบด้วยกระดาษและดินสอ (Paper and Pencil Test) กับนักเรียนปฏิบัติจริง ซึ่งการแบ่งการทดสอบประเภทนี้เป็น 2 ชนิด คือ

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น หมายถึง ชุดของคำถามที่ครูเป็นผู้สร้างขึ้น ซึ่งเป็นคำถามที่ถามเกี่ยวกับความรู้ที่นักเรียนที่ได้เรียนในห้องเรียน ว่านักเรียนมีความรู้มากแค่ไหน บกพร่องตรงไหน จะได้อ่านซ่อมเสริม หรือเป็นการวัดดูความพร้อมที่จะเรียนในบทใหม่ ซึ่งขึ้นอยู่กับความต้องการของครู

2. แบบทดสอบมาตรฐาน แบบทดสอบประเภทนี้สร้างขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชาหรือจากครูที่สอนวิชานั้น แต่ผ่านการทดลองหาคุณภาพหลายครั้งจนกระทั่งมีคุณภาพดีพอจึงสร้างเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบนั้นขึ้น สามารถใช้เป็นหลักและเปรียบเทียบผลเพิ่มและลดค่าของการเรียนการสอนในเรื่องใด ๆ ก็ได้ แบบทดสอบมาตรฐานจะมีคู่มือดำเนินการสอบ และยังมีมาตรฐานในด้านการแปลคะแนนด้วย

ไพศาล หวังพานิช (2526 : 79) กล่าวถึง การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าสามารถวัดได้ 2 แบบ ตามความมุ่งหมายและลักษณะวิชาที่สอน คือ

1. การวัดด้านปฏิบัติ เป็นการตรวจสอบระดับความสามารถในการปฏิบัติ หรือทักษะของผู้เรียน โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียน ได้แสดงความสามารถออกมาในรูปการกระทำจริง เช่น วิชาศิลปะ พลศึกษา งานช่าง เป็นต้น

2. การวัดด้านเนื้อหา เป็นการตรวจสอบความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาอันเป็นประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียนสามารถวัดได้ โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (Achievement test)

สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นการตรวจสอบความรู้ของนักเรียนในสิ่งที่เรียนไปแล้วว่าได้บรรลุถึงจุดมุ่งหมายที่ครูตั้งไว้หรือไม่ ซึ่งนิยมใช้แบบทดสอบที่เป็นเครื่องมือ ผลที่ได้จากการวัดจะนำไปปรับปรุงการเรียนการสอน กล่าวคือ ถ้านักเรียนไม่บรรลุจุดประสงค์ที่ครูตั้งไว้แล้ว ครูผู้สอนย่อมจะต้องมีการปรับปรุงการเรียนการสอน เพื่อให้ให้นักเรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจ มีทักษะในสิ่งที่เรียนจนสามารถนำมาใช้แก้ปัญหาในข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ได้ จึงจะถือว่าประสบความสำเร็จในการเรียนนั้น ๆ

จากที่กล่าวมาข้างต้น แสดงให้เห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นระดับความสามารถ หรือระดับของผลสัมฤทธิ์ของบุคคล หลังจากการเรียนรู้ ทำให้ทราบว่านักเรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจ มีทักษะในสิ่งที่เรียนมากน้อยเพียงไร แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สามารถที่จะบอกระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ และจากงานวิจัยของเบนท์ลีย์ (Bentley, 1962 : 239 – 242) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักศึกษาในมหาวิทยาลัยมินเนโซตา พบว่าความคิดสร้างสรรค์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กัน ดังนั้นแนวทางในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน จึงควรที่จะศึกษาว่าความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์จะมีความสัมพันธ์กันมากน้อยเพียงไร

3.1.2 เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

3.1.2.1 ความหมายของเจตคติ

เจตคติ (Attitude) เป็นศัพท์บัญญัติทางวิชาการ ซึ่งมีนักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้ให้ความหมายของคำว่าเจตคติไว้ ดังนี้

แอลพอร์ต (Allport, 1967 : 8) ได้ให้ความหมายว่า “ เจตคติเป็นความพร้อมของจิตใจ และการทำงานของระบบประสาท เกิดจากการได้รับประสบการณ์

เทอร์สโตน (Thurestone. 1946 : 479) มองเจตคติว่า เป็นระดับความมากน้อยของ ความรู้สึกในด้านบวกหรือด้านลบที่มีต่อสิ่งหนึ่งซึ่งอาจเป็นอะไรก็ได้เป็นต้นว่าสิ่งของ บุคคล บทความ องค์ การ ความคิด ฯลฯ ความรู้สึกเหล่านี้แสดงให้เห็นความแตกต่างว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย

ฟิชบาย (Fishbein. 1975 : 8) มองเจตคติว่าเป็นอารมณ์ความโน้มเอียงจากการเรียนรู้ ที่จะตอบสนองด้วยอาการเต็มใจหรือไม่เต็มใจต่อเป้าเจตคติที่กำหนดไว้อย่างคงเส้นคงวา

ราชบัณฑิตยสถาน (2525 : 235) ให้ความหมายของเจตคติว่า “ ท่าที หรือความรู้สึกของ บุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ”

ลัวัน สายยศ (2517 : 119) ให้นิยามเจตคติว่า เป็นอารมณ์ความรู้สึกอันบังเกิดจากการ ได้สัมผัสรับรู้ต่อสิ่งนั้น โดยแสดงความโน้มเอียงอย่างใดอย่างหนึ่งในรูปของการประเมินว่าชื่นชอบหรือไม่ช้ นชอบ เป็นต้น

ยุพิน พิพิธกุล (2527 : 13) ให้ความหมายของเจตคติว่า “ ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่ง ไรอันเป็นสภาพแวดล้อมภายนอก เช่น บุคคล วัตถุ เหตุการณ์ ซึ่งความรู้สึกนี้อาจเป็นได้ทั้งทางบวก หรือ ทางลบ”

กมลรัตน์ หล้าสุตวงษ์ (2528 : 230) ได้ให้ความหมายของเจตคติว่า เป็นความพร้อม ของร่างกายและจิตใจที่มีแนวโน้มที่ตอบสนองต่อสิ่งเร้า หรือสถานการณ์ใด ๆ ด้วยการเข้าหา หรือถอยหนี ออกไป

จากความหมายที่กล่าวมา พอสรุปได้ว่า เจตคติ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิด อารมณ์ ท่าทีที่ บุคคลมีต่อบุคคล วัตถุ สถาบัน หรือสภาพการณ์ใด ๆ ซึ่งอาจจะเป็นทางบวกหรือทางลบ หรือความรู้สึกที่เป็น กลาง

3.1.2.2 ลักษณะของเจตคติ

ชอร์และไรท์ (ลัวัน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543 : 57 – 58 ; อ้างอิงจาก Shaw & Wright. 1967. *Scales for the Measurement of Attitude.*) ได้รวบรวมลักษณะทั่วไปหรือมิติของเจตคติจาก แนวคิดของนักจิตวิทยาหลายคน ส่วนใหญ่มองเจตคติมีลักษณะ ดังนี้

1. เจตคติขึ้นอยู่กับประเมินมโนภาพของเจตคติ แล้วเกิดเป็นพฤติกรรมแรงจูงใจ เจต คติเป็นเพียงความรู้สึกโน้มเอียงจากการประเมินยังไม่ใช่พฤติกรรม ตัวเจตคติเองไม่ใช่แรงจูงใจในการแสดง พฤติกรรม แต่ถ้าแสดงออกเป็นพฤติกรรมแล้วจะเป็นลักษณะ 4 กลุ่ม คือ Positive – approach ตัวอย่างเช่น ความเป็นเพื่อน ความรัก ฯลฯ Negative – approach ตัวอย่างเช่น การโจมตี ตำว่า ต่อสู้ ฯลฯ Negative – avoidance ความกลัว ความเกลียด ฯลฯ ประเภนี้เป็นเจตคติที่ไม่ดีแบบไม่ยากพบเห็นหน้าคืออยากหลีก ให้ไกลนั่นเอง และอีกกลุ่มคือ Positive – avoidance เป็นลักษณะเจตคติดีทางบวกแต่ก็อยากหลบหลีกหรือ ไม่รบกวน ตัวอย่างเช่น การปล่อยให้เขาอยู่เงียบ ๆ เมื่อเขามีทุกข์ เป็นต้น

2. เจตคติเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นตามแนวของทิศทาง ตั้งแต่บวกจนถึงลบ นั่นคือ เป็นการ แสดงความรู้สึกว่าไปทางบวกมากหรือน้อย ไปทางลบมากหรือน้อย ความเข้มข้นศูนย์ก็คือไม่รู้สึกนั่นเอง หรือ เป็นกลางระหว่างบวกกับลบ แต่จุดที่เป็นกลางเป็นนั้นเป็นปัญหาต่อการแปลผล เพราะตามธรรมชาติจะทำให้ เกิดความคลาดเคลื่อนในการตอบ (Central error) บางคนไม่คิดอะไรสักนิดตรงกลางก็มีมาก

3. เจตคติเกิดจากการเรียนรู้มากกว่ามีมาเองแต่กำเนิด เจตคติเกิดจากการเรียนรู้สิ่งที่ปฏิบัติ สัมพันธ์รอบตัวเรา ซึ่งเป็นเป้าเจตคติทั้งหลาย ถ้าเรียนรู้ว่าสิ่งนั้นมีคุณค่าก็จะเกิดเจตคติทางดี ถ้าเรียนรู้ว่าสิ่ง

นั้นไม่มีคุณค่าก็จะเกิดเจตคติไม่ดี สิ่งใดเราไม่เคยรู้จักไม่เคยเรียนรู้เลยจะไม่เกิดเจตคติ เพราะไม่ได้ศึกษารายละเอียดของสิ่งนั้น การเรียนรู้เป้าเจตคติอาจผ่านตัวจริงหรือผ่านสื่อทั้งหลายที่มีต่อเป้าเจตคติตัวจริงก็ได้ สามารถเกิดเจตคติขึ้นได้

4. เจตคติขึ้นอยู่กับเป้าเจตคติหรือกลุ่มสิ่งเร้าเฉพาะอย่าง สิ่งเร้าทั้งหลายอาจเป็นคน สัตว์ สิ่งของ สถาบัน มโนภาพ อุดมการณ์ อาชีพหรือสิ่งอื่น ๆ ก็ได้ เจตคติจะมีลักษณะอย่างไรขึ้นอยู่กับเป้าเจตคติที่ได้สัมผัสเรียนรู้มามากน้อยแตกต่างกันเป็นสำคัญ เป้าเจตคติที่มีลักษณะเป็นกลุ่มใกล้เคียงกัน จะมีเจตคติแตกต่างจากเป้าเจตคติที่มีลักษณะของกลุ่มแตกต่างกันมาก

5. เจตคติมีค่าสหสัมพันธ์ภายในเปลี่ยนแปลงไปตามกลุ่ม นั่นคือกลุ่มที่มีลักษณะเดียวกัน เจตคติจะมีความสัมพันธ์กันสูง กลุ่มที่มีลักษณะต่างกันเจตคติจะมีความสัมพันธ์กันต่ำ แสดงให้เห็นว่ากลุ่มที่มีเจตคติต่อสิ่งเดียวกันย่อมมีความสัมพันธ์กันด้วย

6. เจตคติมีลักษณะมั่นคงและทนทานเปลี่ยนแปลงได้ยาก นั่นคือถ้าเป็นเจตคติจริง ๆ แล้ว การเปลี่ยนแปลงจะช้าและทำได้ยาก เช่น ถ้าเรารักใครคนหนึ่ง เมื่อรักแล้วก็ยังรักอยู่ไม่ว่าใครจะให้ข้อมูลมาไม่ตัวอย่างไรหรือแม้แต่คนที่เรารักมีความผิดพลาดเรื่องใด เราก็ยังรักกันอยู่ แต่ถ้าพฤติกรรมของคนที่เรารัก เบี่ยงเบนไปบ่อย ๆ นาน ๆ เข้าเจตคติก็เปลี่ยนแปลงจากรักไปเป็นเกลียดได้

สรุปได้ว่า เจตคติเป็นสิ่งที่เกิดจากการเรียนรู้ เป็นความรู้สึภายในที่ก่อให้เกิดพฤติกรรม ลักษณะของเจตคติมีทั้งเจตคติทางบวก เจตคติทางลบ และเจตคติที่เป็นกลาง เจตคติมีลักษณะมั่นคงและทนทาน แต่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เนื่องจากอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมและการเรียนรู้

3.1.2.3 ประโยชน์ของเจตคติ

เจตคติเป็นสิ่งสำคัญในการทำให้นักแสดงพฤติกรรมออกมา ประโยชน์ของเจตคติจึงมีมากมาย กล่าวสรุปได้ดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543 : 54 – 55)

1. เจตคติเป็นคำย่อของการอธิบายความรู้สึกลึก ๆ กลุ่มพฤติกรรมต่าง ๆ ได้มาก เช่น จะพูดว่า เรามีเจตคติดีต่อครอบครัว มีความหมายถึงเขารักครอบครัว ใช้เวลามากอยู่กับครอบครัว มีความสุขใจที่ได้อยู่กับครอบครัว ใช้เวลามากอยู่กับครอบครัวเห็นพ้องต้องกันกับความคิดเห็นของครอบครัว ฯลฯ จะเห็นว่าแค่คำเดียวว่าเจตคติดีเท่านั้น จะมีความหมายคลุมมากมาย

2. เจตคติใช้พิจารณาเหตุของพฤติกรรมของบุคคลที่มีต่อสิ่งอื่นหรือมีต่อเป้าเจตคติของคนนั้น นั่นคือรู้เจตคติของคนสามารถส่งเสริมหรือยับยั้งสิ่งที่เขาแสดงออก

3. เจตคติสามารถมองสังคมได้ เพราะเจตคติเป็นสิ่งคงเส้นคงวา พฤติกรรมของบุคคลที่จะแสดงออกจากเจตคติ จึงสามารถนำมาอธิบายความคงเส้นคงวาของสังคมได้ด้วย

4. เจตคติมีความดีงามในตัวเอง เจตคติของคนที่มีต่อเป้าเจตติรอบ ๆ ตัวเราเอง สะท้อนให้เห็นโลกทัศน์ของคน ๆ นั้น มีคุณค่าในการศึกษาจุดมุ่งหมาย

5. จากที่รู้ว่าเจตคติเกิดจากพันธกรรมและสิ่งแวดล้อม ดังนั้นการให้การศึกษาเพื่อให้เกิดเจตคติที่ดีงามตามสังคม จึงต้องศึกษาสภาพแวดล้อมและปรับสิ่งแวดล้อม เพื่อให้มีอิทธิพลต่อเจตคติของคนตามที่ต้องการ

6. ในสาขาวิชาสังคมวิทยา นักสังคมวิทยาหลายคนให้ความเห็นว่าเจตคติเป็นศูนย์กลางคิดและเป็นฐานของพฤติกรรมสังคม การจะปรับระบบกลไกของสังคมจึงควรเปลี่ยนแปลงเจตคติของแต่ละบุคคล

ดังนั้นการรู้เจตคติของคนจึงใช้เพื่อทำนายพฤติกรรมที่เขาจะแสดงออกเป็นการรับรู้ไว้ก่อน เพื่อหาทางป้องกันและแก้ไขให้ได้คนในสังคมที่มีเจตคติดีงามตามสังคมต้องการ

3.1.2.4 การวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

เนื่องจากเจตคติเป็นมโนภาพ (Concept) ที่วัดได้ยาก เครื่องมือการวัดจึงมีได้หลายรูปแบบ แล้วแต่สถานการณ์ที่ต้องการวัด เครื่องมือที่นิยมใช้กันมีอยู่ 5 ชนิด คือ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543 : 60 – 63)

ก. **สัมภาษณ์ (Interview)** หมายถึง การพูดคุยกันอย่างมีจุดมุ่งหมาย ผู้สัมภาษณ์ที่ดีต้องฟังมากกว่าพูดเสียเองและต้องไม่หุบปาก จะยึดตามแนววัตถุประสงค์ที่จะวัดและบันทึกไว้อย่างถูกต้อง การสัมภาษณ์ใช้ปากเป็นเครื่องมือสำคัญ ได้ผลอย่างไรบันทึกเอาไว้ การวัดเจตคติโดยการสัมภาษณ์จะต้องสร้างข้อคำถามในการสัมภาษณ์ให้ดีเป็นมาตรฐานก่อน ข้อคำถามแต่ละข้อจะกระตุ้นให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ตอบความรู้สึกตามเป้าเจตคติ ที่ผู้ทำการสัมภาษณ์ต้องการได้ข้อคำถามหรือข้อรายการนั้นต้องเขียนเน้นความรู้สึกที่สามารถวัดเจตคติให้ตรงเป้าหมาย การเตรียมคนและเตรียมเครื่องมือการวัดจึงเป็นสิ่งสำคัญ การวางแผนสร้างข้อคำถามจะต้องคิดถึงระยะเวลา ลักษณะของผู้ถูกสัมภาษณ์ด้วย ข้อคำถามควรถามคลุมทั้งทางบวกและทางลบ เพื่อจะได้ใช้ประเมินเปรียบเทียบความรู้สึกที่แท้จริง

ข. **การสังเกต (Observation)** คือ การเฝ้ามองดูสิ่งหนึ่งสิ่งใดอย่างมีจุดมุ่งหมาย เครื่องมือสำคัญของการสังเกตก็คือตาและหูนั่นเอง การเฝ้าดูโดยการบันทึกในสองจะทำให้ลืมน้อยได้ง่าย ข้อรายการ (Checklist) ที่จะใช้ในการสังเกตจึงควรเตรียมไว้ให้พร้อม การสังเกตที่ดีก็ต้องฝึกเหมือนกัน จึงจะหาหน้าที่ได้ถูกต้องสมบูรณ์ ผู้สังเกตควรจะเป็นที่รับรู้และมีประสาทตาดี มิฉะนั้นแล้วจะทำให้ข้อมูลคลาดเคลื่อน

ค. **การรายงานตนเอง (Self-report)** เครื่องมือแบบนี้ต้องการให้ผู้ถูกทดสอบแสดงความรู้สึกของตนเองตามสิ่งเร้าที่เขาได้สัมผัส นั่นคือสิ่งเร้าที่เป็นข้อความ ข้อคำถาม หรือเป็นภาพเพื่อให้ผู้ทดสอบแสดงความรู้สึกออกมาอย่างตรงไปตรงมานั่นเอง แบบทดสอบหรือมาตราวัดที่ถือว่าเป็นแบบมาตรฐาน (Standard form) เป็นแนวการสร้างของเทอร์สโตน (Thurstone) กัตแมน (Guttman) ลิเกิต (Likert) และออสกู๊ด (Osgood) ส่วนการวัดเจตคติแบบรายงานตนเองยังมีวิธีแบบอื่น ๆ อีกมาก แต่ไม่ถือว่าเป็นรูปแบบมาตรฐาน ซึ่งสร้างแล้วแต่จุดมุ่งหมายของการสร้างหรือการวัดเป็นคราว ๆ ไป

ง. **เทคนิคการจินตนาการ (Projective Techniques)** แบบนี้อาศัยสถานการณ์หลายอย่างไปเร้าผู้สอบ สถานการณ์ที่กำหนดให้จะไม่มีการสร้างที่แน่นอนทำให้ผู้สอบจะต้องจินตนาการออกมาตามแต่ประสบการณ์เดิมของตน แต่ละคนจะแสดงออกมาไม่เหมือนกัน เช่น ปรารถนาให้เติมประโยคสมบูรณ์ ภาพนามธรรม เติมเรื่องราวสั้น ๆ เล่านิทานจากภาพ ฯลฯ การแปลความหมายอาศัยผลจากการตอบสิ่งที่กล่าวมาแล้ว ก็พอจะรู้ได้ว่าผู้นั้นมีเจตคติอย่างไรต่อเป้าเจตคตินั้น

จ. **การวัดทางสรีระภาพ (Physiological measurement)** การวัดด้านนี้อาศัยเครื่องมือไฟฟ้า หรือเครื่องมืออื่น ๆ ในการสังเกตการเปลี่ยนแปลงสภาพของร่างกาย เช่น การใช้เครื่องกัลวานอมิเตอร์ ชนิดหนึ่ง เพื่อวัดความต้านทานกระแสไฟฟ้าในผิวหนัง เมื่อคนเกิดการเปลี่ยนแปลงทางอารมณ์ ส่วนผสมของสารเคมีต่าง ๆ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงไปจากสภาพปกติ เรียกว่ามีกระแสไฟฟ้าไหลสามารถเปลี่ยนแปลงขนาดได้ เครื่องมือวัดทางไฟฟ้าก็จะสามารถวัดตรวจสอบเปรียบเทียบกับขณะที่ร่างกายอยู่ในสภาพปกติได้ เครื่องมือจับเท็จอาศัยหลักการอันนี้ การจะเชื่อถือได้ขนาดไหนต้องศึกษาให้รอบคอบ อารมณ์ต่าง

ๆ อาจศึกษาได้จากการเปลี่ยนแปลงของลูกตาต่ำ ปริมาณของฮอโมนบางอย่างก็สามารถบอกอารมณ์ความพอใจหรือไม่พอใจของคนได้

สรุปได้ว่า การวัดเจตคติสามารถวัดได้หลายรูปแบบขึ้นอยู่กับสถานการณ์ที่จะวัด ได้แก่ การสัมภาษณ์ การสังเกต การรายงานตนเอง เทคนิคการจินตนาการ และการวัดทางสรีระภาพ

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า แสดงว่าเจตคติมีความสำคัญและมีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ สอดคล้องกับเออร์วิง (Irving. 1966 : 206 –208) ที่กล่าวว่า ก่อนจะให้การศึกษาแก่เด็กไม่ว่าจะเป็นวิชาใดก็ตาม จะต้องศึกษาธรรมชาติ ความต้องการ และพื้นฐานของเด็กเสียก่อน จึงสามารถให้การศึกษาแก่เด็กได้ถูกต้อง เด็กจะเรียนวิชาใดให้ได้ผลดีนั้นเขาจะต้องมีความชอบ หรือเจตคติที่ดีต่อวิชานั้น และจากงานวิจัยของ จันทรเพ็ญ ธนาศุกรกุล(2526 : 149) พบว่า เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์ ดังนั้นจึงควรที่จะศึกษาเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์กับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กันมากน้อยเพียงไร เพื่อประโยชน์ในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

3.1.3 การสนับสนุนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง

3.1.3.1 การสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้ปกครอง

เชื้อ สาริมาณ (2524 : 21) กล่าวถึงการส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้ปกครองไว้ว่า “ ผู้ปกครองควรจัดให้นักเรียนได้มีเวลาดูหนังสือ ทำการบ้าน เตรียมสอบ มีอุปกรณ์การเรียนครบ ให้เดินทางไปเรียนได้ทันเวลา ใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ ให้งานว่างในการเรียน ”

ธีระ ชัยยุทธยรรยง (2526 : 68 – 69) ได้กล่าวถึงบทบาทของพ่อแม่ผู้ปกครองในการส่งเสริมการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. พ่อแม่ ผู้ปกครองจะต้องให้ความรัก ความเอาใจใส่ สนใจ ในการเรียนและเข้าใจนักเรียน อย่างเพียงพอ
2. พ่อแม่ ผู้ปกครองควรเลือกรายการในการดูโทรทัศน์และภาพยนตร์ที่เหมาะสมกับนักเรียน และแบ่งเวลาในการดูโทรทัศน์ให้เป็นสัดส่วน
3. หาโอกาสพาลูกไปเที่ยวพักผ่อน และให้มีโอกาสได้พบเห็นสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ ซึ่งนอกจากจะเป็นการพักผ่อนแล้ว ยังเป็นการไปทัศนศึกษาอีกด้วย
4. พ่อแม่ ผู้ปกครองควรจัดหาหนังสือที่ดีมีประโยชน์เหมาะสมสำหรับวัยของนักเรียนให้นักเรียนได้อ่าน

อาทร รัตนคำณวน (2522 : 20 – 22) ได้แปลมาจากบทความเรื่อง คุณสมารถช่วยการเรียนรู้ของลูก “ You can Help Your Childen Learn ” ของมอยา พาย Moya Pine ซึ่งได้เสนอแนะว่า ผู้ปกครองสามารถช่วยส่งเสริมในเรื่องการเรียนรู้ได้โดย

1. จัดเวลา และสถานที่สำหรับทำการบ้านหรือการเรียนที่บ้านให้แก่เด็กนักเรียน
2. ช่วยสอนเรื่องที่เป็นปฏิบัติการพื้นฐาน
3. ติดตามการปฏิบัติงานของโรงเรียนอย่างสม่ำเสมอ
4. กระตุ้นเตือนให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้อยู่เสมอ

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า พ่อแม่ผู้ปกครองอาจช่วยส่งเสริมการเรียนรู้การสอนเมื่อนักเรียนอยู่ที่บ้านได้โดยการ จัดสภาพแวดล้อมและสภาพการณ์ทางบ้านที่ส่งเสริมการเรียนรู้ให้นัก

เรียนได้รับความรู้และประสบการณ์เพิ่มเติม เอาใจใส่ในการเรียนและจัดหาวัสดุ สื่อการศึกษาอันจะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนของนักเรียน

3.1.3.2 การสนับสนุนการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง

วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาทักษะ การฝึกทักษะให้ได้ผลดีต้องให้เด็กได้กระทำสิ่งที่เรียนรู้บ่อยครั้ง และด้วยเหตุผลที่การเรียนคณิตศาสตร์ต้องใช้เวลาส่วนหนึ่งที่บ้านเพื่อช่วยให้เกิดความต่อเนื่องในการเรียนรู้ ผู้ปกครองจึงควรมีบทบาทในการสนับสนุนการศึกษาของเด็กโดยให้ความสนใจ ให้กำลังใจ ดูแลให้ทำงานตามที่ครูมอบหมายอย่างสม่ำเสมอ ตลอดจนจัดหาอุปกรณ์การเรียนที่จำเป็นให้แก่นักเรียนด้วย หากผู้ปกครองเข้าใจบทบาทของตนเองและให้ความร่วมมือกับครู ก็จะทำให้เกิดผลดีกับนักเรียนเป็นอย่างมาก เพราะความเอาใจใส่ ความสนใจของผู้ปกครอง การสนับสนุนในเรื่องการเรียนของผู้ปกครองที่มีต่อเด็กที่อยู่ในการปกครองย่อมเป็นแรงกระตุ้นประเภทหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ซึ่ง ซอร์และโลย์แมน (จินดา ทั้งทอง. 2529 : 14 ; อ้างอิงจาก Shore and Leiman. 1965 : 391. *Parental Perceptions of the Student as Related to Academic Achievement in Junior Collage.*) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความสนใจของผู้ปกครอง การวางแผนของผู้ปกครองเกี่ยวกับเรื่องการเรียนรู้ของนักเรียนในความปกครองและความรับผิดชอบของผู้ปกครองเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาในวิทยาลัยไลซ์เซสเตอร์ จูเนียร์ (Leicester Junior) ในปี ค.ศ. 1960 ผลปรากฏว่าบิดามารดาของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงจะมีความสนใจ เอาใจใส่ในเรื่องโครงการเรียน การวางแผนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบุตรมากกว่าบิดามารดาของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ นอกจากนี้ยังพบว่าผู้ปกครองของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำไม่สนใจเรื่องการเรียนรู้และการวางแผนในอนาคตของนักเรียนเลย การที่ผู้ปกครองวางแผนเรื่องการเรียนรู้ให้แก่นักเรียนแสดงให้เห็นว่า ผู้ปกครองมีความเอาใจใส่ในการเรียนของนักเรียนซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในการสนับสนุนการเรียนของนักเรียน

ดัตตัน (Dutton 1971 : 148 – 153) ได้รวบรวม และศึกษาเกี่ยวกับการศึกษาวิชาเลขคณิตระดับประถมศึกษาในกรุงโตเกียว 11 โรงเรียน วิธีการศึกษาค้นคว้า ใช้การสังเกตและตรวจสอบ เช่น การสังเกตการสอนในชั้นเรียน การใช้หลักสูตรแกนกลาง ตำราเรียน อุปกรณ์การสอน การจัดสภาพการณ์ในชั้นเรียน การวัดผลและงานการพัฒนาหลักสูตร ซึ่งสรุปผลจากการค้นคว้าว่า วัฒนธรรมของญี่ปุ่นเน้นความสำคัญในวิชาคณิตศาสตร์ทำให้ผู้ปกครองหรือบิดามารดาที่มีความสนใจและเอาใจใส่ในการเรียนเลขคณิตของนักเรียนมาก ซึ่งนับได้ว่ามีส่วนช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงด้วย

ศิริวัลย์ อุดมพรวิรัตน์ (2524 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการส่งเสริมการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครองนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่สอง พบว่า การส่งเสริมการเรียนของผู้ปกครองในกลุ่มนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงแตกต่างจากการส่งเสริมการเรียนของผู้ปกครองในกลุ่มนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำในด้านการให้เวลานักเรียนทำการบ้านอย่างเพียงพอ แสดงความดีใจและภูมิใจให้นักเรียนเห็นเมื่อสอบได้คะแนนดี คอยเตือนและให้กำลังใจในการเรียน ไม่รบกวนในขณะที่นักเรียนกำลังทำการบ้าน ตรวจดูสมุดรายงานผลการเรียนของนักเรียน ชื่นชมและอนุญาตให้ซื้อของเล่นที่นำมาฝึกคิดได้ ฝึกทักษะการคิดคำนวณจากชีวิตประจำวัน จัดหาอุปกรณ์การเรียนให้อย่างครบถ้วนและแนะนำให้รู้จักใช้อุปกรณ์ที่มีอยู่ในบ้านเพื่อช่วยในการเรียน

สรุปได้ว่า การสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ในครอบครัว คือ การที่พ่อแม่หรือผู้ปกครองเอาใจใส่ติดตามผลการเรียน การให้ความรู้เพิ่มเติมทางคณิตศาสตร์ การให้การสนับสนุน เสริมกำลังใจแก่

นักเรียน การจัดหาอุปกรณ์การเรียนคณิตศาสตร์ ตลอดจนการจัดสภาพแวดล้อมที่สนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน

จากที่กล่าวมาข้างต้นแสดงให้เห็นว่าการสนับสนุนการเรียนของพ่อแม่หรือผู้ปกครอง มีอิทธิพลต่อการเรียนของเด็ก สอดคล้องกับการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ (พัชนี ตระกูลแก้ว, 2541 : 25) ที่กล่าวว่า บุคคลที่มีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของเด็กได้แก่ พ่อแม่ หรือผู้ปกครองของเด็ก เพราะเป็นผู้ที่ใกล้ชิดเด็กมากที่สุด เห็นได้ชัดเจนจาก การอภิปรายเรื่อง เคล็ดลับในการเสริมสร้างให้เด็กฉลาด (อารีย์ พันธมณี, 2544 : 32) ที่มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร โดยมูลนิธิส่งเสริมเด็ก ปัญญาเลิศ ได้จัดขึ้นเพื่อเผยแพร่ความรู้และสร้างความเข้าใจให้แก่ ผู้ปกครอง ครู และผู้ที่สนใจในเรื่องการเลี้ยงดูเด็ก สรุปประเด็นที่สำคัญได้ว่า บทบาทและความสำคัญของพ่อแม่ ครอบครัว ส่งผลต่อความสำเร็จของการเสริมสร้างความเป็นปัญญาเลิศของเด็ก และความคิดสร้างสรรค์ก็เป็นความสามารถทางการคิดอย่างหนึ่งของเด็กที่มีปัญญาเลิศ ผู้วิจัยจึงสนใจจะศึกษาว่าการสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ในครอบครัวส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมากน้อยเพียงไร

3.1.4 การเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียน

3.1.4.1 ความหมายของกิจกรรมคณิตศาสตร์

กิจกรรมคณิตศาสตร์จัดเป็นกิจกรรมเสริมหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่จัดขึ้นนอกชั้นเรียนเพื่อส่งเสริมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น และนักการศึกษาได้เรียกกิจกรรมที่จัดขึ้นนอกชั้นเรียนว่า กิจกรรมนักเรียน กิจกรรมนอกหลักสูตร หรือกิจกรรมนอกชั้นเรียน ดังนั้นความหมายของกิจกรรมคณิตศาสตร์ได้มีนักการศึกษาให้ความหมายไว้ดังนี้

พันทิพา อุทัยสุข (2524:10) ให้ความหมายของกิจกรรมคณิตศาสตร์ว่า เป็นกิจกรรมที่เพิ่มพูนความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์

นิรมล แจ่มจรัส (2526:24) ให้ความหมายของกิจกรรมคณิตศาสตร์ว่า เป็นกิจกรรมที่ทางโรงเรียนจัดนอกไปจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน และให้นักเรียนเลือกเรียนตามความสนใจเพื่อส่งเสริมความรู้และประสบการณ์ด้านคณิตศาสตร์ให้นักเรียนและประสบการณ์ของชีวิตที่นอกเหนือการเรียนการสอนในห้องเรียนให้นักเรียน

ยุพิน พิพิธกุล (2528: 8-11) ได้ให้ความหมายของกิจกรรมคณิตศาสตร์ ไว้ว่า กิจกรรมคณิตศาสตร์แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่หนึ่ง การจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายหลักสูตร ตอนที่สอง การจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ให้สอดคล้องกับเนื้อหาในหลักสูตร

ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (2543:42) ได้ให้ความหมายของกิจกรรมคณิตศาสตร์ว่า เป็นกิจกรรมเสริมหลักสูตรกิจกรรมหนึ่ง ที่จัดขึ้นเพื่อเสริมความรู้ความสนใจเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ แก่นักเรียน โดยนักเรียนเป็นผู้ตัดสินใจเองในการเข้าร่วมกิจกรรมด้วยสมัครใจ กิจกรรมคณิตศาสตร์ช่วยเสริมความรู้คณิตศาสตร์ และความสนใจของนักเรียนในสิ่งที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนช่วยพัฒนาการเติบโตของนักเรียนในทุกด้าน

ดังนั้นสรุปได้ว่า กิจกรรมคณิตศาสตร์ เป็นกิจกรรมเสริมหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นกิจกรรมหนึ่งที่อยู่ในกิจกรรมส่งเสริมวิชาการต่าง ๆ ในหลักสูตรที่ทางโรงเรียนจัดขึ้นและเป็นกิจกรรมคณิตศาสตร์ที่จัดขึ้นนอกเหนือไปจากการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในหลักสูตร เพื่อมุ่งส่งเสริมให้นักเรียนได้

รับความรู้ ประสบการณ์ด้านคณิตศาสตร์กว้างขวางขึ้น ทั้งยังช่วยพัฒนาด้านบุคลิกภาพและอุปนิสัยอันดีงามให้นักเรียนด้วย

3.1.4.2 วัตถุประสงค์ในการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์

ยุพิน พิพิธกุล (2528:1-2) ได้กำหนดวัตถุประสงค์ของการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ไว้พอเป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอน ดังนี้

1. เพื่อเป็นการส่งเสริมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้ดีขึ้น
2. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้รับความรู้เพิ่มเติมนอกเหนือจากหลักสูตรในชั้นเรียน
3. เพื่อสร้างสัมพันธ์อันดีระหว่างครูกับนักเรียนและนักเรียนด้วยกัน
4. เพื่อให้นักเรียนค้นพบความสามารถพิเศษ ความถนัดและความสนใจของตนเอง
5. เพื่อส่งเสริมการทำงานร่วมกันตามแนวประชาธิปไตย
6. เพื่อส่งเสริมให้เป็นผู้มีวินัย รู้จักรับผิดชอบ เคารพกฎข้อบังคับ
7. เพื่อฝึกให้มีความเป็นผู้นำ และผู้ติดตามที่ดี
8. เพื่อช่วยให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์
9. เพื่อให้นักเรียนมีความสามัคคี รู้จักการทำงานร่วมกัน รักสถาบัน และมีความภาคภูมิใจในสถาบันของตน

10. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์

11. ช่วยให้นักเรียนได้มีโอกาสสำรวจอาชีพต่าง ๆ

ส่วนวัตถุประสงค์ของการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ กระทรวงศึกษาธิการ

(ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล. 2543 : 42 ; อ้างอิงจาก นวลน้อย เจริญผล. 2523 : 10. การสอนคณิตศาสตร์.) กำหนดไว้ดังนี้

1. เพื่อให้มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์
2. เพื่อปลูกฝังการทำงานเป็นกลุ่ม ฝึกความสามารถทางสมองในการคิดคำนวณ แล้วแสดงออกมาในรูปต่าง ๆ กัน

สรุปได้ว่าในการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นการเสริมเพิ่มเติมความรู้ทางคณิตศาสตร์ให้กว้างขวางขึ้น และเป็นการพัฒนาให้นักเรียนรู้จักคิด รู้จักทำ และรู้จักแก้ปัญหาด้วยตนเอง ตลอดจนมุ่งเน้นให้เกิดความคิดสร้างสรรค์และเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

3.1.4.3 ลักษณะของกิจกรรมคณิตศาสตร์

การจัดกิจกรรมส่งเสริมคณิตศาสตร์ไม่มีแบบฉบับที่แน่นอน สามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสม นิรมล แจ่มจำรัส (2526 : 458-503) ได้ประมวล สรุป รูปแบบและแนวทางการจัดกิจกรรมโดยแบ่งประเภทของกิจกรรมเสริมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ออกเป็น 2 ประเด็น ดังนี้

1. กิจกรรมคณิตศาสตร์ที่จัดเป็นประจำ หมายถึง กิจกรรมที่จัดทำสม่ำเสมอตลอดภาคเรียน ตัวอย่างกิจกรรมประเภทนี้ได้แก่ ชุมนุมคณิตศาสตร์ เกมคณิตศาสตร์ ห้องสมุดคณิตศาสตร์ ศูนย์การเรียนรู้คณิตศาสตร์ ศิลปะคณิตศาสตร์ เป็นต้น

2. กิจกรรมคณิตศาสตร์ที่จัดในวาระพิเศษ หมายถึง กิจกรรมที่จัดเป็นครั้งคราวในโอกาสพิเศษ เช่น จัดในวันงานประจำปีของโรงเรียน ตัวอย่างกิจกรรมประเภทนี้ ได้แก่ การแข่งขันตอบปัญหาคณิตศาสตร์ นิทรรศการคณิตศาสตร์ การเชิญวิทยากรมาบรรยาย ค่ายคณิตศาสตร์ เป็นต้น

กระทรวงศึกษาธิการได้เสนอตัวอย่าง การจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ไว้หลายรูปแบบ ดังนี้

- โครงการจัดปายนิเทศคณิตศาสตร์
- โครงการจัดหาเกม
- โครงการประดิษฐ์สื่อคณิตศาสตร์
- โครงการแข่งขันเกม
- โครงการตอบปัญหาเชาว์ ฯลฯ

การจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์นับว่าเป็นการจัดกิจกรรมทางวิชาการที่สำคัญอย่างหนึ่งของโรงเรียน เพราะว่าการที่โรงเรียนได้ร่วมมือกันจัดกิจกรรมย่อมทำให้ได้ความคิดหลายรูปแบบและลักษณะของกิจกรรมที่ได้ก็จะมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ดังนั้นกิจกรรมนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์จึงจัดอยู่ในประเภทกิจกรรมส่งเสริมวิชาการโดยที่อยู่ในรูปของกิจกรรมคณิตศาสตร์ เนื่องจากเป็นกิจกรรมที่จัดขึ้นเพื่อตอบสนองความถนัด ความสนใจ และความสามารถพิเศษทางด้านคณิตศาสตร์แก่นักเรียนเพื่อเสริมสร้างความรู้และพัฒนาศักยภาพของนักเรียน

กล่าวโดยสรุปได้ว่า กิจกรรมนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ คือ กิจกรรมคณิตศาสตร์ทุกกิจกรรมที่ทางโรงเรียน หรือหน่วยงานอื่นจัดขึ้น เป็นกิจกรรมคณิตศาสตร์ที่จัดเป็นประจำ ได้แก่ ชุมนุมคณิตศาสตร์ เกมคณิตศาสตร์ ห้องสมุดคณิตศาสตร์ ศูนย์การเรียนรู้คณิตศาสตร์ เป็นต้น และกิจกรรมคณิตศาสตร์ที่จัดในวาระพิเศษ ได้แก่ การประกวดและแข่งขันทางคณิตศาสตร์ นิทรรศการคณิตศาสตร์ ค่ายคณิตศาสตร์ การผลิตสื่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ การจัดปายนิเทศทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น ซึ่งเป็นกิจกรรมหนึ่งที่อยู่ในกิจกรรมส่งเสริมวิชาการต่างๆ ในหลักสูตรที่ทางโรงเรียนจัดขึ้นและเป็นกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่จัดขึ้นนอกเหนือไปจากการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในหลักสูตร เป็นการเสริมเพิ่มเติมความรู้ทางคณิตศาสตร์ให้กว้างขวางขึ้น และเป็นการพัฒนาให้นักเรียนรู้จักคิด รู้จักทำ และรู้จักแก้ปัญหาด้วยตนเอง ตลอดจนมุ่งเน้นให้เกิดความคิดสร้างสรรค์และเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ดังจะเห็นได้จากวัตถุประสงค์ของการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียนว่า ต้องการให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ ผู้วิจัยจึงสนใจจะศึกษาว่าการเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียนจะส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มากน้อยเพียงไร

3.2 ตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน

3.2.1 บรรยายภาคในห้องเรียนคณิตศาสตร์

3.2.1.1 ความหมายของบรรยายภาคในห้องเรียน

นักวิชาการ และนักวิจัยหลายท่านได้ให้ความหมายของคำว่า บรรยายภาคในห้องเรียน บรรยายภาคในชั้นเรียน หรือสภาพแวดล้อมในห้องเรียน โดยมีรายละเอียดแตกต่างกันไปบ้าง ขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายในการนำไปใช้เป็นเกณฑ์ ดังนี้

กูต (Good. 1973 : 106) ให้ความหมายไว้ว่า “บรรยากาศในชั้นเรียน หมายถึง สภาพแวดล้อมทางการเรียนในชั้นเรียนซึ่งไม่ใช่เพียงสภาพแวดล้อมทางกายภาพเท่านั้นแต่รวมถึงระดับอารมณ์และความรู้ด้วย ”

บุญชม ศรีสะอาด (2524 . 26) ได้ให้ความหมายของบรรยากาศในชั้นเรียนไว้ว่า “สภาพหรือสิ่งแวดล้อมทางสังคมจิตวิทยา ในระบบสังคมที่มีการเคลื่อนไหว”

มาลี นิสัยสุข (2529. 7) ได้ให้ความหมายของสภาพแวดล้อมในห้องเรียนว่า หมายถึง “ ทุกสิ่งทุกอย่างที่มีอยู่หรือเกิดขึ้นในห้องเรียนขณะที่มีการเรียนการสอน ”

สมพร บุญสุข (2531 : 11) ได้ให้ความหมายว่า “ สภาพแวดล้อมทางการเรียน หมายถึง ลักษณะของชั้นเรียนอันเกิดจากการมีความสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน ความสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน ความสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับวิชาที่เรียนและวิธีการเรียนการสอน”

ผจงกาญจน์ ภูวิภาดารรรณ (2541 : 4) ได้ให้ความหมายของบรรยากาศในชั้นเรียนว่า หมายถึง “ องค์ประกอบสามด้าน คือ ด้านกายภาพ ด้านสมอง และด้านอารมณ์ ซึ่งมีอิทธิพลต่อการกระตุ้นให้นักเรียนสนใจ อยากรู้ อยากเห็น จินตนาการ และแสวงหาความรู้สิ่งต่าง ๆ อย่างสร้างสรรค์ ”

สรุปได้ว่า บรรยากาศในห้องเรียน หมายถึง สิ่งที่อยู่ในห้องเรียน ประกอบด้วย ลักษณะทางกายภาพ และลักษณะที่มีผลต่ออารมณ์ ความรู้สึก ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน ความสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับวิชาที่เรียน

3.2.1.2 ลักษณะของบรรยากาศในห้องเรียน

มีผู้กล่าวถึงลักษณะของบรรยากาศในห้องเรียน ดังนี้

มูส (สุภาณี ปิยะอภิรักษ์ 2538. 13 ; อ้างอิงจาก Moos. 1934. *The Human Context Environment determinants of Behavior.*) ได้จำแนกบรรยากาศในห้องเรียนออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้

1. ด้านความสัมพันธ์ (Relationship Dimensions) ได้แก่

1.1 การมีส่วนร่วมในกิจกรรมของห้องเรียน (Involvement) คือ การที่ผู้เรียนได้รับการยอมรับให้เป็นส่วนหนึ่งของห้องเรียน และมีส่วนร่วมในกิจกรรมในห้องเรียน

1.2 การสนับสนุน ส่งเสริมทางอารมณ์ (Emotional Support) คือ การที่ผู้เรียนได้รับการเอาใจใส่ สนับสนุน แนะนำ ชื่นชมจากครูและเพื่อนร่วมชั้น

2. ด้านพัฒนาการส่วนบุคคล (Personal Development Dimensions) ได้แก่

2.1 ความเป็นอิสระ (Independent) คือ การที่นักเรียนมีอิสระในการคิดและทำตามใจตนเอง โดยไม่มีผู้อื่นมาบังคับ

2.2 การมีเพื่อนฝูง (Traditional Social Orientation) คือ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนในห้อง ไม่ว่าจะเป็นความรักใคร่ปรองดอง สามัคคี หรือการแบ่งพรรคแบ่งพวก การอยู่โดดเดี่ยวเพียงลำพัง

2.3 การแข่งขัน (Competition) คือ มีการเปรียบเทียบผลการเรียนหรือการทำงานใด ๆ เพื่อให้มีผลการเรียนดีขึ้น การแข่งขันอาจจะเป็นการแข่งขันกับตนเอง หรือแข่งขันกับเพื่อนร่วมชั้น

2.4 ผลสัมฤทธิ์ทางด้านการวิชาการ (Academic Achievement) เป็นเกณฑ์หนึ่งในการวัดพัฒนาการทางการเรียนรู้ของนักเรียน บรรยายภาศในห้องเรียนที่ส่งเสริมการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนสนุกสนานกับการเรียน จะมีส่วนช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.5 เชาว์ปัญญา (Intellectuality) คือ ปฏิภาณ ไหวพริบ ความฉับไวในการแก้ปัญหาหรือทำการใด ๆ บรรยายภาศในห้องเรียนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงออก ได้คิด ได้ทำ จะช่วยพัฒนาทางด้านเชาว์ปัญญาของนักเรียนในห้องเรียน

3. ด้านการดำเนินงาน (System Maintenance and System Change Dimensions)

3.1 ระเบียบและการมีระบบงาน (Order and Organization) คือบรรยาภาศในห้องเรียนที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีความเป็นระเบียบ รู้จักทำงานเป็นลำดับขั้นตอน และความประณีตในการกระทำการใด ๆ

3.2 อิทธิพลของนักเรียน (Student Influence) คือบรรยาภาศที่ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักบริหาร จัดการ หรือการตัดสินใจใด ๆ อย่างมีเหตุผลด้วยตัวเอง

3.3 การใช้นวัตกรรม (Innovation) คือ การให้นักเรียนได้รับประสบการณ์หรือการมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่หลากหลาย แปลกใหม่

บุญชม ศรีสะอาด (2524. 26-27) ได้แบ่งบรรยาภาศในชั้นเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม อันประกอบด้วยพฤติกรรมของครู ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน และปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน ซึ่งจากบรรยาภาศ 3 กลุ่มนี้สามารถจัดเป็นด้านต่าง ๆ 6 ด้าน ดังนี้

1. การมีส่วนร่วม หมายถึง การที่นักเรียนในห้องมีความตั้งใจ และแสดงความสนใจในกิจกรรมของชั้นเรียน เช่น การมีส่วนร่วมในการอภิปราย การร่วมทำกิจกรรมต่าง ๆ
2. ความผูกพันอันดีมีมิตร หมายถึง นักเรียนมีความรู้สึกและแสดงออกซึ่งความเป็นมิตรต่อกันและกัน เช่น การรู้จักคุ้นเคยกันช่วยกันทำงาน มีความพอใจที่ได้ทำงานร่วมกัน
3. การสนับสนุนจากครู หมายถึง การแสดงออกของครูที่แสดงถึงความสนใจต่อนักเรียนไว้วางใจนักเรียน สนใจความคิดของนักเรียน
4. การเน้นงาน หมายถึง การจัดกิจกรรมของชั้นเรียนมุ่งให้บรรลุจุดมุ่งหมายหาวิชาการไม่ออกนอกเรื่องที่กำลังเรียนกำลังสอน
5. การแข่งขัน หมายถึง การที่นักเรียนแข่งขันซึ่งกันและกัน เพื่อให้ได้คะแนนสูงหรือได้รับการยอมรับ

6. ระเบียบและการมีระบบงาน หมายถึง การเน้นการประพฤติในชั้นเรียนด้วยลักษณะที่เป็นระเบียบ กิจกรรมต่าง ๆ จัดไว้อย่างมีระบบ

ลาวัลย์ พลกล้า (2525 : 257 – 261) ได้จำแนกสิ่งแวดล้อมในห้องเรียนออกเป็น 2 ประเภท คือ สิ่งแวดล้อมทางวัตถุ และสิ่งแวดล้อมทางบุคลากร ซึ่งสรุปรายละเอียดได้ความว่า

1. สิ่งแวดล้อมทางวัตถุ ประกอบด้วย ขนาดของห้องเรียนพอเหมาะกับจำนวนนักเรียน มีการถ่ายเทอากาศดี ไกลจากแหล่งที่ก่อให้เกิดกลิ่น สีของฝาผนังห้องและเพดานควรเป็นสีอ่อน แสงสว่างพอเหมาะ ไกลจากเสียงรบกวนภายนอก มีกระดานดำ โต๊ะ เก้าอี้ แผ่นป้าย ชั้นวางสิ่งของและตู้ที่เหมาะสม
2. สภาพแวดล้อมทางบุคลากร ประกอบด้วย ครูและนักเรียน โดยเฉพาะเพื่อนในชั้นที่อิทธิพลต่อการเรียนรู้อย่างมาก

มาลี นิสัยสุข (2529 : 7) แบ่งสภาพแวดล้อมในห้องเรียนเป็น 4 ประเภท ได้แก่

1. ตัวแปรที่มีอยู่ก่อนเรื่องการเรียนการสอน (Presage Variables) หมายถึง ลักษณะหรือสิ่งที่มีอยู่แล้ว เช่น ลักษณะหรือคุณสมบัติของครูและนักเรียน ความสามารถหรือพื้นฐานทางด้านความรู้ และเจตคติหรือค่านิยมของนักเรียนและครู เป็นสิ่งที่ครูและนักเรียนนำติดตัวมาสู่กระบวนการเรียนการสอน

2. ตัวแปรกระบวนการ (Process Variables) หมายถึง พฤติกรรมการเรียนการสอนที่แท้จริงที่ครูและนักเรียนเป็นผู้แสดง

3. ตัวแปรผลผลิต (Product Variables) ได้แก่ ผลการศึกษาทั้งทางด้านพุทธิพิสัย และด้านจิตพิสัย

4. ตัวแปรสถานการณ์ (Context Variables) ได้แก่ สภาพแวดล้อมที่เป็นสถานการณ์ที่พฤติกรรมการเรียนการสอนเกิดขึ้น ตัวแปรชนิดนี้ช่วยให้เข้าใจพฤติกรรม เช่น จำนวนนักเรียนในห้องเรียน ลักษณะของบทเรียน เป็นต้น

จำลอง ภูบุรุ (2530 : 14) กล่าวถึงบรรยากาศการเรียนการสอนในห้องเรียนว่าประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. พฤติกรรมการสอนของครู ได้แก่ การนำเข้าสู่บทเรียน การยกตัวอย่าง ประกอบด้วยการเสนอเนื้อหาสำคัญในบทเรียน การจัดกิจกรรมในชั้นเรียน การแทรกเกร็ดความรู้หรือข้อคิดที่เป็นประโยชน์ การตั้งคำถามนักเรียน การเสริมแรง การสรุป เป็นต้น

2. พฤติกรรมเรียนของนักเรียน ได้แก่ นักเรียนมีจิตใจพร้อมก่อนเริ่มบทเรียน นักเรียนที่เรียนเข้าใจได้รับการเอาใจใส่ นักเรียนเรียนโดยผ่านประสาทสัมผัสหลาย ๆ ทาง โดยส่วนรวมนักเรียนสนใจในบทเรียน นักเรียนได้ฝึกทักษะที่ต้องการ นักเรียนเปลี่ยนแปลงทัศนคติดีขึ้น เป็นต้น

3. บรรยากาศในห้องเรียน ได้แก่ การแสดงความเป็นมิตรกับนักเรียน การส่งเสริมให้นักเรียนถามปัญหา การเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น การส่งเสริมให้นักเรียนเคารพในสิทธิของผู้อื่น การจัดห้องเรียนเพื่อให้สอดคล้องกับกิจกรรม เป็นต้น

4. การใช้สื่อการสอน ได้แก่ ความเหมาะสมของปริมาณสื่อการสอนต่อเวลาความเหมาะสมของสื่อการสอนต่อผู้เรียน ความเป็นรูปธรรมของสื่อการสอน การใช้วัสดุในท้องถิ่น สร้างสื่อการสอน เป็นต้น

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2544 : 10-14) แบ่งบรรยากาศการเรียนการสอนเป็น 2 ประเภท คือ บรรยากาศทางกายภาพ และบรรยากาศทางจิตใจ

1. บรรยากาศทางกายภาพ คือ ลักษณะของห้องเรียนที่มีบรรยากาศทางกายภาพเหมาะสม ควรเป็นดังนี้

1.1 ห้องเรียนมีสีสันทนดู และเหมาะสม สบายตา อากาศถ่ายเทได้ดี และสร้างพอเหมาะ ปราศจากเสียงรบกวน และมีขนาดกว้างขวางเพียงพอกับจำนวนผู้เรียน

1.2 ห้องเรียนควรมีบรรยากาศความเป็นอิสระของการเรียนรู้ การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ตลอดจนการเคลื่อนไหวในกิจกรรมการเรียนการสอนทุกประเภท

1.3 ห้องเรียนสะอาดถูกสุขลักษณะ น่ายู่ ตลอดจนมีความเป็นระเบียบเรียบร้อย

1.4 สิ่งที่อยู่ภายในห้องเรียน เช่น โต๊ะ เก้าอี้ สื่อการสอนประเภทต่าง ๆ สามารถเคลื่อนย้ายได้ และสามารถดัดแปลงให้อำนวยความสะดวกต่อการสอน และการจัดกิจกรรมประเภทต่าง ๆ ได้

1.5 การจัดเตรียมห้องเรียนให้พร้อมต่อการสอนในแต่ละครั้ง เช่น ให้มีความเหมาะสมต่อการสอนวิธีต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น เหมาะต่อวิธีสอนโดยกระบวนการกลุ่ม วิธีบรรยาย และวิธีการแสดงละคร เป็นต้น

2. บรรยากาศทางจิตใจหรือบรรยากาศทางจิตวิทยา มีดังนี้

2.1 บรรยากาศความคุ้นเคยหรือความสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนและผู้เรียน
บรรยากาศดังกล่าวนี้ทั้งผู้สอนและผู้เรียนเป็นผู้ร่วมกันสร้าง ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

- ก. บุคลิกภาพของผู้สอน
- ข. พฤติกรรมการสอนของผู้สอน
- ค. พฤติกรรมการเรียนของผู้เรียน

2.2 บรรยากาศที่เป็นอิสระ คือ บรรยากาศที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีอิสระในการค้นคว้าความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการค้นหาความรู้และเน้นการทำงานเป็นทีมหรือเป็นกลุ่ม ให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน ตลอดจนประสานความคิดเห็นร่วมกัน เป็นบรรยากาศที่จะทำให้การเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีชีวิตชีวา และสนุกสนาน

2.3 บรรยากาศที่ท้าทาย คือ บรรยากาศที่ผู้สอนสร้างให้ผู้เรียนกระตือรือร้นสนใจ ติดตาม ค้นคว้าศึกษา เช่น การถามคำถามที่ต้องใช้ความคิด การค้นคว้าการถามเรื่องราวที่ทันสมัย ทันเหตุการณ์ เป็นต้น

2.4 บรรยากาศของการยอมรับนับถือ คือ บรรยากาศที่ผู้เรียนยอมรับนับถือผู้สอนในฐานะเป็นผู้ให้ความรู้และมีความสามารถทั้งด้านเนื้อหา และกระบวนการถ่ายทอดความรู้ที่สามารถทำให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จ

2.5 บรรยากาศของการควบคุม เป็นบรรยากาศที่ทำให้ผู้เรียนในห้องเรียนมีวินัยในตนเอง ปฏิบัติตามกฎหมาย ระเบียบวินัยของห้องเรียนและความที่ผู้สอนเป็นผู้กำหนดโดยผู้เรียนมีหน้าที่รับผิดชอบตนเอง

2.6 บรรยากาศของการกระตุ้นความสนใจ คือ ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจเพื่อไปสู่เป้าหมายที่กำหนด และผู้สอนรู้จักการเสริมแรง เพื่อให้ผู้เรียนเพิ่มความถี่ของการมีพฤติกรรมในทางพึงประสงค์

กล่าวโดยสรุปได้ว่า บรรยากาศในห้องเรียนประกอบด้วย ลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ ความสะอาดถูกสุขลักษณะ ปราศจากเสียงรบกวน การจัดโต๊ะ เก้าอี้ เป็นต้น และลักษณะทางจิตวิทยา ได้แก่ การกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความสามารถ การเสริมแรงหรือให้ความรักความอบอุ่นเป็นกันเองกับนักเรียน

3.2.1.3 ลักษณะบรรยากาศในห้องเรียนที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์

สมิธ (กรมวิชาการ. 2534 : 24 -26 ; อ้างอิงจาก Smith. 1972. *Training Creative Thinking.*) ได้กล่าวว่าบรรยากาศที่ก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่บรรยากาศที่เต็มไปด้วยการยอมรับและกระตุ้นให้แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ ไม่ว่าจะเป็นการอภิปราย นักเรียนจะต้องมีอิสระที่จะสร้างสรรค์ความพอใจ ดังที่ Roger (Roger : 1970) ใช้คำว่า ความปลอดภัยทางจิต (Psychological safety) และความเป็นอิสระทางจิต (Psychological freedom) ซึ่งหมายถึงการยอมรับความเป็นคนของแต่ละคนและความเป็นปกติวิสัยของมนุษย์นั้นในทางความคิด และ สมิธ (กรมวิชาการ. 2534 : 24 -26 ; อ้างอิงจาก Smith. 1972. *Training Creative Thinking.*) ก็ได้สนับสนุนว่าสิ่งแวดล้อมที่ดีที่สุดที่จะช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

ในเด็ก ก็ได้แก่บรรยากาศที่เปิดโอกาสให้เด็กได้สำรวจและศึกษาค้นคว้าด้วยตัวเอง บรรยากาศในโรงเรียน และห้องเรียนมีผลต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของเด็กมาก ห้องเรียนที่เด็กสามารถแสดงออกซึ่งความคิดใหม่ ๆ แปลก ๆ ของตนเองโดยเฉพาะได้เต็มที่ และนักเรียนรู้ สึกอิสระ ไม่ถูกควบคุมด้วยระเบียบวินัยที่เคร่งครัดจนเกินไป รวมทั้งมีการส่งเสริมให้นักเรียนแต่ละคนได้รู้จักแก้ปัญหา ย่อมเป็นห้องเรียนที่สนับสนุนความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน

เอนนี และเชลลี (กรมวิชาการ. 2534 : 24 -26 ; อ้างอิงจาก Ankney and Sayre.1975. *Creativity and its Cultivation.*) ได้เสนอแนะจุดเริ่มต้นในการปฏิบัติของครูที่จะช่วยนักเรียนได้เกิดการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ไว้ดังนี้

1. สร้างความมั่นใจแก่นักเรียนในวันแรกของการเข้าชั้นเรียน โดยครูให้การยอมรับในความพยายามที่จะคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน
2. ประเมินและให้รางวัลในความพยายามที่จะคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน
3. ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการแสดงความคิดเห็น การตอบสนองกระตุ้นให้นักเรียนได้ซักถาม และอภิปรายอย่างอิสระ ซึ่งอาจใช้เกมต่าง ๆ เข้าช่วย
4. จัดเงื่อนไขสิ่งแวดลอม เช่นลักษณะการจัดโต๊ะเรียนที่ต้องจัดให้อยู่ในลักษณะเรียบร้อยตายตัว อยู่ในห้องเรียนนักเรียนต้องไม่ส่งเสียงพูดคุย เป็นต้น
5. เน้นกระบวนการทางความคิด ความจริง และความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ และสิ่งสำคัญคือ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การเปรียบเทียบ การวิเคราะห์ และการตั้งสมมุติฐาน
6. จัดหาอุปกรณ์ที่เหมาะสมแก่นักเรียน
7. ให้ความสนใจต่อทุกคำถามของนักเรียน แม้คำถามนั้นจะนอกเรื่องไปบ้าง ก็ควรอนุญาตให้นักเรียนได้ใช้ความคิด
8. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้จัดประสบการณ์การเรียนรู้ด้วยตนเอง
9. พยายามส่งเสริมให้นักเรียนได้เกิดความเชื่อมั่นในความคิดของตนเอง
10. แนะนำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับวิทยาศาสตร์แก่นักเรียน
11. ให้นักเรียนรายงานถึงตัวอย่างของความคิดสร้างสรรค์ที่เคยอ่านหรือมีประสบการณ์มา
12. จัดการเรียนการสอนโดยวิธีใหม่ ๆ ซึ่งแสดงถึงความคิดสร้างสรรค์ของครู และพยายามจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนใช้ความคิดแบบอนนัย
13. พัฒนาทักษะการใช้คำถามของครู

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า บรรยากาศในห้องเรียนที่เอื้ออำนวยให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ ควรเป็นบรรยากาศที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีอิสระในการค้นคว้าความรู้ด้วยตนเอง เต็มไปด้วยความอบอุ่น การยอมรับ ความไว้วางใจ ตลอดจนการได้รับกำลังใจจากครู ทำให้การเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีชีวิตชีวา และสนุกสนาน บรรยากาศในห้องเรียนจึงมีผลต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของเด็กมาก

3.2.2 พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู

3.2.2.1 ความหมายของพฤติกรรมการสอน

มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของพฤติกรรมการสอนของครูไว้ดังนี้

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2521 : 2) ให้ความหมายพฤติกรรมการสอนไว้ว่า พฤติกรรมที่ครูแสดงออกเกี่ยวกับการเรียนการสอน โดยมีเป้าหมายเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปสู่พฤติกรรมที่พึงประสงค์ในหลักสูตรที่เรียน

สมจิต สวธน์ไพบูรณ์ (2529 : 1) ได้ให้ความหมายของพฤติกรรมการสอนของครูสรุปได้ว่า พฤติกรรมการสอนของครู หมายถึง การกระทำที่ครูกำหนดให้มีขึ้น ภายใต้สถานการณ์การเรียนการสอน ซึ่งมีทั้งการกระทำหรือการแสดงออกของครูและของนักเรียนที่เกิดขึ้นต่อเนื่องกันในชั้นเรียน มีทั้งพฤติกรรมทางวาจา เช่น การพูด การอธิบาย การใช้คำถาม การออกคำสั่ง การเสริมแรง การใช้สื่อการสอน การตอบคำถามของนักเรียน การทำแบบฝึกหัด รวมทั้งการมีปฏิสัมพันธ์ด้วย

จากความหมายดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า พฤติกรรมการสอนของครู หมายถึง การกระทำที่แสดงออกของครูในระหว่างที่ดำเนินการสอน เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ในชั้นเรียน ดังนั้นจากความหมายของพฤติกรรมการสอนของครูดังกล่าวทำให้สามารถสรุปได้ว่า พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ หมายถึง การกระทำหรือการแสดงออกของครูคณิตศาสตร์ในระหว่างที่ดำเนินการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ในชั้นเรียน

3.2.2.2 หลักการสอนคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงหลักการสอนคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

ยุพิน พิพิธกุล (2530 : 49 – 50) ได้กล่าวถึงหลักการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1. สอนจากเรื่องง่ายไปสู่เรื่องยาก หรือเปลี่ยนจากรูปธรรมไปเป็นนามธรรมในเรื่องที่สามารถใช้สื่อการเรียนการสอนรูปธรรมประกอบได้
2. สอนให้สัมพันธ์ความคิด โดยการรวบรวมเรื่องที่เหมือนกันเข้าเป็นหมวดหมู่ เพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจและจำได้แม่นยำ หรือเรื่องที่สัมพันธ์กันก็ควรสอนไปพร้อม ๆ กัน
3. เปลี่ยนวิธีสอนบ้างเพื่อไม่ให้ซ้ำซากน่าเบื่อหน่าย และเป็นการกระตุ้นความสนใจของนักเรียนด้วย เช่น การใช้เกม เพลง การ์ตูน เป็นต้น
4. สอนให้ผ่านประสาทสัมผัสโดยที่ครูไม่ควรพูดลอย ๆ แต่ครูควรพูดไปเขียนกระดานดำไปด้วย และให้นักเรียนลงมือปฏิบัติในสิ่งที่ทำได้ด้วยตนเอง
5. คำหนึ่งถึงประสบการณ์เดิม และทักษะเดิมที่นักเรียนมีอยู่ เนื้อหาใหม่ควรจะต้องเนื่องกันกับเนื้อหาเดิม และไม่ควรสอนเรื่องที่ยานกจนเกินไป ควรคำนึงถึงหลักสูตรด้วย เพราะอาจจะทำให้นักเรียนที่เรียนอ่อนท้อถอย และครูควรส่งเสริมนักเรียนที่เรียนเก่งเป็นราย ๆ ไป
6. สอนให้นักเรียนสามารถสรุปความคิดรวบยอดหรือมโนคติ (Concept) ได้ด้วยตนเอง และให้นักเรียนมองเห็นโครงสร้างของเนื้อหาด้วย
7. ครูควรมีอารมณ์ขัน เพื่อช่วยให้บรรยากาศในห้องเรียนน่าเรียนยิ่งขึ้นและควรมีความกระตือรือร้นหมั่นแสวงหาความรู้เพิ่มเติมอยู่เสมอ

โสภณ บำรุงสงฆ์ และสมหวัง ไตรตันวงศ์ (2520 : 19 – 20) ได้กล่าวถึงหลักการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ในการเริ่มบทเรียนทางคณิตศาสตร์ นักเรียนจะต้องได้เรียนตามกระบวนการที่สืบเนื่องกัน ประสบการณ์ต่าง ๆ จะต้องเป็นไปตามลำดับ นั่นคือ ความเข้าใจต้องมาก่อนทักษะและหลักเกณฑ์
2. ในการสอนจะต้องพิจารณาถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียน สิ่งต่าง ๆ ที่จัดให้กับนักเรียนจะต้องแน่ใจว่านักเรียนแต่ละคนจะได้รับความรู้เป็นอย่างดีเกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

3. การคำนวณทางคณิตศาสตร์ จะต้องตรงกับจุดประสงค์ ตลอดทั้งเป็นสิ่งที่ไม่ยากจนเกินไป และครูจำเป็นต้องปูพื้นฐานทางการคำนวณอย่างถูกต้องให้นักเรียนด้วย

4. การสอนขั้นแรกจะต้องเป็นประสบการณ์ที่ง่าย ๆ ไม่ซับซ้อน ต้องจัดสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้อง และทำให้สับสนออกไป นักเรียนจะต้องสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ พร้อมกันนั้นก็ต้องค่อย ๆ เพิ่มในพัฒนาการทางด้านความคิดให้แก่ นักเรียนจนสมบูรณ์ จึงจะทำให้ นักเรียนสามารถที่จะนำความคิดต่าง ๆ ทางด้านคณิตศาสตร์ไปใช้กับสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

5. การเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนจะดีขึ้น ถ้านักเรียนได้มีโอกาสร่วมงานกับคนอื่น หรือมีส่วนร่วมในการคิดกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ตลอดทั้งได้ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ของตนแก้ปัญหาต่าง ๆ เกี่ยวกับการคำนวณอยู่เสมอ

6. การจัดการสอนต่าง ๆ จะต้องแสดงให้เห็นนักเรียนเห็นได้อย่างชัดเจน รวมทั้งทำให้นักเรียน เข้าใจและสนใจในคณิตศาสตร์มากขึ้นด้วย เช่น การแสดงให้เห็นในด้านข้อเท็จจริงทางประวัติศาสตร์ หรือเกี่ยวกับความเป็นมาของวิชาคณิตศาสตร์

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่า หลักการสอนคณิตศาสตร์นั้น ครูผู้สอนจะต้องคำนึงถึง ด้านต่าง ๆ 3 ด้าน คือ ด้านเนื้อหาที่จะสอนควรยึดจุดประสงค์เป็นหลัก เพื่อให้ นักเรียนส่วนใหญ่เรียนได้โดยไม่รู้สึกว่ายากจนเกินไป แต่ก็ควรมีเนื้อหาส่วนที่ยากสำหรับนักเรียนที่เก่งแยกต่างหากโดยเฉพาะด้วย เพื่อ เป็นการส่งเสริมและพัฒนา นักเรียนที่มีความสามารถทางด้านคณิตศาสตร์ ส่วนด้านตัวนักเรียนนั้น ครูควรให้ นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติในการคิดปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะก่อให้เกิดความเข้าใจและความคิดสร้างสรรค์ ในคณิตศาสตร์มากขึ้น และสุดท้ายก็คือ ด้านตัวครูสอนเอง ควรมีความกระตือรือร้นในการสอน โดยสอนให้ นักเรียนเข้าใจเนื้อหาตามลำดับขั้นตอน สอนให้มองเห็นโครงสร้าง และความสัมพันธ์ของเนื้อหา และควรจัดการเรียนการสอนไม่ให้ซ้ำซากจนนักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายในการเรียนคณิตศาสตร์

3.2.2.3 ลักษณะพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์

มีนักการศึกษาได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับพฤติกรรมการสอนของครูเพื่อช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ดังนี้

วิลเลียม (อาร์ สัตถ์หลวี. 2540 : 175 – 182 ;อ้างอิงจาก Williams. 1970. *Classroom Ideas for Encouraging Thinking and Feeling.*) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับพฤติกรรมการสอนของครูที่ช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ว่า ประกอบด้วย สถานการณ์ เทคนิคและวิธีสอน คือ ใช้การค้นหาโดยมีโครงสร้าง (organized random search) ครูให้ตัวอย่างชี้ให้เห็นโครงสร้าง กฎเกณฑ์พื้นฐาน หรือให้นักเรียนคิดเลข เช่น จำนวน 27 อาจจะเกิดจาก 3×9 หรือจาก $20 + 7$ ให้เด็กช่วยกันหาวิธีคิดต่าง ๆ ที่ทำให้ได้จำนวน 27

เสริมศักดิ์ สุรวัลลภ (2537 : 117 – 118) กล่าวว่านอกจากจะรู้วิธีสอนแล้ว ครูควรมีเทคนิคในการสอนเพื่อเป็นเครื่องช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ เทคนิคการสอนนั้นมีลักษณะดังนี้

1. การยกตัวอย่าง ครูควรยกตัวอย่างได้โดยอัตโนมัติ ถ้าเป็นโจทย์ตัวอย่างง่าย ๆ ทั้งนี้ เพื่อเป็นการสร้างศรัทธา การเอาตัวอย่างในหนังสือแบบเรียนมาอธิบายจะทำให้ นักเรียนไม่สนใจ

2. ให้ทำโจทย์แบบฝึกหัดแปลก ๆ และยกตัวอย่างที่ใกล้เคียงที่จะทำได้ นอกจากนี้ยังอาจให้นักเรียนหัดแต่งโจทย์เองบ้าง เช่น ครูอาจจะให้นักเรียนหาความสัมพันธ์จากโจทย์ที่ครูเขียนให้ จากกฎหรือสูตรที่ได้เรียนมาแล้ว

3. หาปัญหาแปลก ๆ และปัญหาที่ตลกขบขันมาเล่าให้เกิดความสนใจ
 4. ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ๆ ในหัวข้อที่จะทำได้ และฝึกให้นักเรียนทำวัสดุประกอบการสอน ครูที่ฉลาดจะหาวัสดุประกอบการสอนได้จากนักเรียน
 5. รู้จักเลือกใช้วัสดุจากสิ่งแวดล้อมและหาได้ง่ายในห้องถิ่น หรือที่อยู่รอบตัวเรามาเป็นสื่อการเรียนการสอน เช่น ใช้กำปั้นสอนเลขฐาน เป็นต้น
 6. หาวิธีการแปลกและใหม่ให้นักเรียนได้ค้นพบข้อสรุปด้วยตนเอง และเปิดโอกาสให้นักเรียนคิด
 7. ใช้วัสดุประกอบการสอนที่หาง่ายและเป็นปัจจุบัน เช่น ข่าวหนังสือพิมพ์ ภาพการ์ตูน ภาพต่าง ๆ จากหนังสือพิมพ์นั้น ครูอาจจะให้นักเรียนหาตัวเลขซึ่งอาจจะนำมาเขียนกราฟ สอนเลขทศนิยม สอนการแลกเปลี่ยนเงิน ฯลฯ เป็นต้น
 8. ครูควรรู้จักวิวัฒนาการง่ายๆ ๆ เพื่อประกอบการอธิบาย จะทำให้นักเรียนศรัทธาและสนใจยิ่งขึ้น
 9. การสอนคณิตศาสตร์ให้สนุกโดยใช้เพลงคำประพันธ์ประเภทร้อยกรอง เกม ดนตรี เป็นต้น การแต่งเพลงนั้นถึงแม้ว่าครูจะไม่ใช่นักดนตรีแต่ครูอาจจะแต่งเพลงเทียบกับทำนองเพลงทั่วไปได้ โรงเรียนต่าง ๆ ก็มีลูกเสือและยุวกาชาด ซึ่งมีเพลงร้องประจำอยู่แล้ว อาจจะดัดแปลงทำนองเพลงเหล่านั้นมาเป็นเนื้อร้องทางคณิตศาสตร์ เพื่อช่วยให้นักเรียนจำกฎเกณฑ์ได้แม่นยำยิ่งขึ้น
 10. การใช้ภาพประกอบการสอน โจทย์บางข้อยากที่จะอธิบายให้นักเรียนเข้าใจได้ ครูอาจใช้ภาพประกอบ เพื่อให้เกิดความเข้าใจยิ่งขึ้น
 11. การเขียนรูปตารางประกอบการอธิบาย จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจยิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องที่ต้องการแยกประเภท หรือเปรียบเทียบ
 12. การเขียนไดอะแกรมประกอบการอธิบาย เพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจครูอาจเขียนไดอะแกรมเพื่อช่วยในการอธิบาย
- ยุพิน พิศกุล (2525. 300- 324) กล่าวว่าครูที่สอนแต่เนื้อหาเพียงอย่างเดียวไม่ช่วยให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ ครูควรมีเทคนิคการสอนเพื่อช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจและพัฒนากระบวนการคิดปัญหาคณิตศาสตร์ แนวคิดเกี่ยวกับเทคนิคการสอนคณิตศาสตร์มีดังนี้
1. การยกตัวอย่างและการให้โจทย์ปัญหา ไม่จำเป็นที่จะต้องใช้ตัวอย่าง หรือโจทย์ปัญหา ในหนังสือแบบเรียนเสมอไป การที่ผู้สอนสามารถยกตัวอย่างทันทีทันใด การให้โจทย์ปัญหาแปลก ๆ ตลกขบขัน ตลอดจนเนื้อหาจากสิ่งแวดล้อมประจำวัน จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสนใจที่จะเรียนและศรัทธาในตัวผู้สอน
 2. การใช้วัสดุประกอบการสอน เป็นช่วยให้ผู้เรียน ได้เรียนจากสิ่งที่เป็นรูปธรรม ซึ่งเรื่องนี้ผู้สอนอาจใช้กลวิธีให้ผู้เรียนช่วยทำวัสดุประกอบการสอนและเลือกหาวัสดุจากสิ่งแวดล้อมที่ได้ง่ายและประหยัด สอดคล้องกับ วรินทร์า วัชรสิงห์ (2537 : 13) กล่าวว่าครูให้ผู้เรียนช่วยทำวัสดุประกอบการเรียนในการทำแบบฝึกหัดเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริง และทำให้ผู้เรียนเกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เช่น จะทำแบบฝึกหัดเกี่ยวกับเรื่องปริมาตร ก็อาจให้ผู้เรียนประดิษฐ์กล่องลูกบาศก์สำหรับดวงของเหลว ใช้กระป๋องนมดวงของเหลวหรือของแข็งแบบละเอียด ใช้ขวดน้ำอัดลมขนาด 1 ลิตร ดวงของเหลว เป็นต้น

3. การใช้คำถามถือว่าเป็นเรื่องที่สำคัญยิ่งในการสอน เพราะคำถามที่ดีจะทำให้ผู้เรียนพัฒนาความคิด แม้จะไม่มีสื่อที่เป็นรูปธรรมก็ตาม ถ้าผู้สอนรู้จักเลือกใช้คำถามที่เหมาะสมก็สามารถบรรลุจุดประสงค์ในการสอนได้ และคำถามที่เป็นคำถามปลายเปิดก็จะสามารถส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ได้ด้วย

4. การใช้ภาพประกอบ เป็นกลวิธีอย่างหนึ่งที่ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจอย่างถ่องแท้ ผู้สอนที่สามารถวาดภาพง่าย ๆ ประกอบการอธิบายอย่างรวดเร็ว จะทำให้ผู้เรียนศรัทธาและเรียนด้วยความเพลิดเพลิน

5. การที่จะสอนคณิตศาสตร์ให้สนุกนั้น ควรจะได้หาเทคนิคอื่นๆ มาช่วย เช่น การใช้เพลง และคำประพันธ์ประเภท โคลง ฉันท์ กาพย์ กลอน หรือการใช้เกมการแข่งขัน ตลอดจนปริศนาเลขคณิต การใช้เกมประกอบการสอนผู้สอนควรเลือกใช้เกมที่สนับสนุนบทเรียน หรือใช้เกมลับสมองแล้วแต่กรณี แต่ต้องเลือกเกมให้สอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหาที่จะสอน

สรุปได้ว่า พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เป็นการกระทำหรือแสดงออกของครูขณะที่ดำเนินการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เกี่ยวกับการยกตัวอย่างที่หลากหลาย การให้โจทย์ปัญหาที่แปลกใหม่ การตั้งคำถามที่กระตุ้นให้เด็กได้ใช้ความคิด การใช้วัสดุประกอบการเรียนการสอน การใช้ภาพประกอบการเรียน และการใช้เกมประกอบการสอน ที่ช่วยให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดคำนวณ และสร้างเสริมความเข้าใจในบทเรียน

จากที่กล่าวมาข้างต้นแสดงให้เห็นว่าพฤติกรรมการสอนของครูมีส่วนช่วยให้เด็กเรียนได้เข้าใจมากยิ่งขึ้น และมีส่วนช่วยในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ดังที่เดวิส (กรมวิชาการ. 2534 : 24 –26 ; อ้างอิงจาก Davis.1973) ได้กล่าวถึงการเสริมสร้างหรือพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในตัวเด็กว่า คือการช่วยให้เด็กได้ค้นพบความคิดใหม่ ๆ และสามารถพัฒนาศักยภาพนั้นให้เจริญเต็มที่ตามขีดความสามารถ และเขาไม่เห็นด้วยกับการที่โรงเรียนจัดให้นักเรียนเรียนวิชาต่าง ๆ มากมาย ทั้งนี้เพราะองค์ประกอบที่จะพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในตัวเด็กนักเรียนนั้นอยู่ที่การสอนของครู สอดคล้องกับยุพิน พิศิษฐกุล (2523 : 225) ที่กล่าวว่านอกจากจะรู้วิธีสอนแล้วครูยังต้องมีเทคนิคในการสอนด้วยเพื่อจะเป็นเครื่องช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเรียนด้วยความเข้าใจ สนุกเพลิดเพลิน ไม่เคร่งเครียดจนเกินไป ครูที่สอนโดยมุ่งให้แต่เนื้อหานั้นไม่ช่วยให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ พฤติกรรมการสอนของครูจึงมีความสำคัญต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์มาก

4. การวิเคราะห์พหุระดับ

4.1 แนวคิดเกี่ยวกับการวิเคราะห์พหุระดับ

การวิเคราะห์พหุระดับเป็นเทคนิควิธีทางสถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลที่มีตัวแปรอิสระหลายตัว และตัวแปรอิสระเหล่านั้นสามารถจัดเป็นระดับได้น้อย 2 ระดับขึ้นไป โดยตัวแปรระดับเดียวกันต่างมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน และได้รับอิทธิพลร่วมกันจากตัวแปรระดับอื่นๆ

เนื่องจากโครงสร้าง และธรรมชาติของข้อมูลทางการศึกษามักเกี่ยวข้องกับข้อมูลหลายระดับ ทั้งนี้เพราะโครงสร้างและธรรมชาติของข้อมูลทางการศึกษามีความสลับซับซ้อน มีการจัดเป็นหน่วยที่ซ้อนกันเป็นลำดับชั้น (Hierarchy) กล่าวคือ หน่วยหลาย ๆ หน่วยในระดับเดียวกันถูกจัดกลุ่มเข้าด้วยกันเพื่อเป็นระดับที่สูงขึ้น เช่น ในทางการศึกษาหน่วยที่ย่อยที่สุด คือ นักเรียน ถูกจัดรวมเข้ารับการศึกษาร่วมกันเป็นห้องเรียน ห้องเรียนหลายๆ ห้องเรียนรวมกันเป็นระดับชั้นเรียน ระดับชั้นเรียนหลายๆ ระดับชั้นเรียนรวมกันเป็นระดับการศึกษา ระดับการศึกษาหลายๆ ระดับการศึกษารวมกันเป็นโรงเรียน ซึ่งรวมกลุ่มกันเป็น

ชุมชน และเขตการศึกษา เป็นต้น การวิจัยทางการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลหลายระดับนี้ ถ้าผู้วิจัยไม่ให้ความสนใจต่อโครงสร้างของระดับข้อมูลผลการวิจัยน่าจะบิดเบือนไปจากความเป็นจริง เช่น การศึกษาอิทธิพลของบรรยากาศในการสอนต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ถ้าทำการวิเคราะห์แบบระดับเดียว โดยยึดนักเรียนหรือห้องเรียนเป็นหน่วยของการวิเคราะห์ คือปรับตัวแปรที่อยู่ต่างระดับกันให้มาอยู่ในระดับที่สนใจระดับเดียวเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรโดยใช้หลักการของการถดถอยพหุคูณจะทำให้ได้ผลที่คลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง กล่าวคือ (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2532 : 2)

1. ถ้าใช้นักเรียนเป็นหน่วยของการวิเคราะห์ จะเกิดการฝ่าฝืนข้อตกลงเบื้องต้นของการใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลที่กล่าวว่าหน่วยในการวิเคราะห์ในที่นี้คือนักเรียนต้องมีความเป็นอิสระต่อกัน แต่ในระบบการศึกษาใดๆก็ตาม การกระจายนักเรียนสู่โรงเรียนและชั้นเรียนไม่เป็นไปอย่างสุ่ม ดังนั้นนักเรียนจึงไม่น่าจะเป็นอิสระต่อกัน นอกจากนี้ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์การถดถอยเกี่ยวกับสัมประสิทธิ์การถดถอยมีความเป็นเอกพันธ์หรือตัวแปรเกี่ยวกับห้องเรียน โรงเรียนมีอิทธิพลในลักษณะเดียวกันต่อนักเรียนทุกคน ไม่น่าจะเป็นจริง เนื่องจากนักเรียนต่างห้องเรียนกัน และต่างโรงเรียนกัน อาจได้รับอิทธิพลจากตัวแปรดังกล่าวในลักษณะที่แตกต่างกัน

2. ถ้าใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการวิเคราะห์ คือปรับตัวแปรระดับนักเรียนให้เป็นตัวแปรระดับห้องเรียนโดยการหาค่าเฉลี่ยของแต่ละห้องเรียน จะทำให้เกิดปัญหาในการวิเคราะห์ กล่าวคือ นักเรียนภายในห้องเรียนเดียวกันย่อมมีความแตกต่างกันในลักษณะเฉพาะบุคคล ดังนั้นเมื่อข้อมูลระดับนักเรียนถูกเฉลี่ยลงเป็นข้อมูลระดับห้องเรียน จะทำให้ความหลากหลายของนักเรียนไม่มีส่วนร่วมในการวิเคราะห์ นอกจากนี้อำนาจในการทดสอบทางสถิติลดลง เนื่องจากการลดขนาดของหน่วยในการวิเคราะห์จากนักเรียนเป็นห้องเรียนจะทำให้ความเป็นอิสระของการทดสอบทางสถิติ (degree of freedom) ลดลง ผลที่ตามมาคือ มักจะไม่พบความมีนัยสำคัญของความสัมพันธ์หรืออิทธิพลระหว่างตัวแปรที่ทำการศึกษา

นอกจากนี้การวิเคราะห์แบบระดับเดียวยังมีปัญหาเกี่ยวกับความคลาดเคลื่อนอันเกิดจากการเก็บรวบรวมข้อมูลในระดับหนึ่งแต่ไปสรุปผลในระดับอื่น เนื่องจากมีความผิดพลาดในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การทำนายตลอดจนความคลาดเคลื่อนของการทำนายมีความแปรปรวนสูงและไม่คงที่ และการวิเคราะห์แบบระดับเดียวนี้จะไม่สามารถคำนวณค่าความแปรปรวนภายในหน่วยหรือกลุ่ม จึงเป็นการละเลยการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่อยู่ต่างระดับกัน (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2535 :1-3)

การวิเคราะห์พหุระดับจึงเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างระดับ โดยตัวแปรตามจะถูกกำหนดให้เป็นระดับของหน่วยในการวัดค่าตัวแปร ส่วนตัวแปรอิสระจะเป็นตัวแปรหลายระดับซึ่งประกอบด้วยตัวแปรในระดับเดียวกับตัวแปรตาม และตัวแปรในระดับที่สูงกว่าตัวแปรตาม

4.2 ความหมายของการวิเคราะห์พหุระดับ

ความหมายของการวิเคราะห์พหุระดับได้มีผู้ให้ความหมายไว้หลายท่าน ดังนี้

เครฟท์ และลีอู (Kreft and Leeuw.1991: 45) กล่าวว่า การวิเคราะห์พหุระดับเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลหลายระดับ หรือข้อมูลที่มีตั้งแต่สองระดับขึ้นไป โดยข้อมูลนั้นมีลักษณะเป็นระดับชั้นลดหลั่นสอดแทรก เช่น ข้อมูลเกี่ยวกับนักเรียนอยู่ภายในโครงสร้างของห้องเรียน และข้อมูลห้องเรียนอยู่ภายในโครงสร้างของโรงเรียน เป็นต้น

มอร์ริสัน (Morrison.1995 : 190) กล่าวว่า การวิเคราะห์พหุระดับเป็นเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลที่แยกความแปรปรวนที่มีอยู่ในตัวแปรตามให้เป็นไปตามโครงสร้างหรือธรรมชาติของข้อมูล

ศิริชัย กาญจนวาสี (2535 : 1) กล่าวว่า การวิเคราะห์พหุระดับเป็นเทคนิควิธีทางสถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลที่มีตัวแปรอิสระหลายตัว และตัวแปรอิสระเหล่านั้นสามารถจัดเป็นระดับได้อย่างน้อย 2 ระดับขึ้นไป โดยตัวแปรระดับเดียวกันต่างมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันและได้รับผลร่วมกันจากตัวแปรระดับอื่น

สำราญ มีแจ้ง (2544 : 228) กล่าวว่า การวิเคราะห์พหุระดับหมายถึง เทคนิควิธีทางสถิติที่ใช้วิเคราะห์อิทธิพลของตัวแปรอิสระ ที่มีโครงสร้างของตัวแปรระดับซ้อนกัน (hierarchical nested data) อย่างน้อย 2 ระดับต่อตัวแปรตามซึ่งอยู่ในโมเดล การวัดซ้ำโดยตัวแปรอิสระระดับบุคคลจะมีอิทธิพลต่อตัวแปรตามผ่านตัวแปรอิสระที่อยู่ในโมเดลการวัดซ้ำ และตัวแปรอิสระระดับเดียวกันจะมีปฏิสัมพันธ์ภายในด้วย

สำเร้ง บุญเรืองรัตน์ (2538 : 59) กล่าวว่า การวิเคราะห์พหุระดับเป็นแนวคิดใหม่ที่จัดข้อมูลเป็นระดับอย่างน้อย 2 ระดับขึ้นไป ตามลักษณะโครงสร้างข้อมูล แล้วสร้างสมการอธิบายตัวแปรตามด้วยตัวแปรต้นในแต่ละระดับ ให้มีความเกี่ยวเนื่องกัน ทั้งนี้หากการอธิบายตัวแปรตามด้วยตัวแปรต้นสร้างมาจากสมการพยากรณ์ (Regression equation) เรียกการวิเคราะห์นี้ว่า การวิเคราะห์พหุระดับด้วยสมการพยากรณ์

จากการให้ความหมายของหลายๆ ท่าน สรุปได้ว่า การวิเคราะห์พหุระดับ หมายถึง เทคนิควิธีทางสถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลที่มีตัวแปรอิสระหลายตัว และตัวแปรอิสระเหล่านั้นสามารถจัดเป็นระดับได้อย่างน้อย 2 ระดับขึ้นไป ตามลักษณะโครงสร้างข้อมูลที่มีระดับการวัดหลายระดับ หรือข้อมูลพหุระดับ (Multilevel Data) และข้อมูลมีลักษณะซ้อนกันเป็นระดับชั้นลดหลั่น (hierarchical nested data) โดยตัวแปรระดับเดียวกันต่างมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน และได้รับผลร่วมกันจากตัวแปรระดับอื่น

4.3 วัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์พหุระดับ

วัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์พหุระดับได้มีผู้กล่าวไว้ดังต่อไปนี้

ไบรค์ และเรเดนบิวช (Bryk and Raudenbush, 1992 : 5) กล่าวว่า การวิเคราะห์พหุระดับมีวัตถุประสงค์ที่สำคัญ สรุปได้ 2 ประการดังนี้

1. เพื่อแบ่งความแปรปรวน (variance) และความแปรปรวนร่วม (Covariance) ออกตามระดับของข้อมูล

2. เพื่อคำนวณค่าความสัมพันธ์ของตัวแปรที่อยู่ในระดับเดียวกัน และที่อยู่ต่างระดับกัน
ดราเปอร์ (Draper, 1995 : 117 –118) กล่าวว่า การวิเคราะห์พหุระดับมีวัตถุประสงค์ที่สำคัญ 2 ประการ ดังต่อไปนี้

1. เพื่อให้ทราบค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของตัวแปรระหว่างระดับชั้น

2. เพื่อทำนายผลของตัวแปรต้นของข้อมูลหลายระดับ ที่มีต่อตัวแปรตาม

นงลักษณ์ วิรัชชัย (2538, 24) ได้สรุปจุดมุ่งหมายของการวิเคราะห์ข้อมูลพหุระดับหรือข้อมูลลดหลั่นสอดคล้อง 4 ประการ ดังนี้

1. เพื่อศึกษาความเปลี่ยนแปลง (Change) หรือพัฒนาการเติบโต (Growth) ในช่วงเวลาหนึ่งๆ

2. เพื่อประมาณค่าส่วนประกอบความแปรปรวนแต่ละตัว และวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรในแต่ละระดับว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่ มากน้อยเพียงไร เช่น การศึกษาว่าความแปรปรวนในตัวแปรตาม ระหว่างห้องเรียน และระหว่างนักเรียน (แต่ละห้อง) ว่ามีขนาดความแตกต่างกันอย่างไร

3. เพื่อศึกษาอิทธิพลของตัวแปรต้นที่มีต่อตัวแปรตามในแต่ละระดับและอิทธิพลของตัวแปรต้นนั้น ๆ เมื่ออยู่ในรูปผลรวม หรืออิทธิพลบริบท (contextual effects) ที่มีต่อตัวแปรตาม การวิเคราะห์ใช้หลักการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม แยกทั้งตัวแปรอิสระ ตัวแปรร่วมและตัวแปรตามเป็นสองส่วน แล้วนำไปวิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้วยการวิเคราะห์ถดถอยแยกเป็นสองโมเดล คือ โมเดลภายในกลุ่ม (within group model) และโมเดลระหว่างกลุ่ม (between group model)

4. เพื่อศึกษาอิทธิพลของตัวแปรต้นที่มีต่อตัวแปรตามในระดับย่อยและศึกษาว่าในระดับสูงขึ้นไป ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตามนั้น แยกเป็นส่วนที่เป็นอิทธิพลสุ่มได้อย่างไร แต่ละส่วนอธิบายได้ด้วยตัวแปรใด วิธีการวิเคราะห์พัฒนาโดย Bryk และ Raudenbush เรียกว่า โปรแกรม HLM

ศิริชัย กาญจนวาสี (2535 : 7 - 8) กล่าวว่า การวิเคราะห์พหุระดับมีวัตถุประสงค์ที่สำคัญดังต่อไปนี้

1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรที่อยู่ในระดับเดียวกันและปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่อยู่ต่างระดับกัน

2. เพื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ หรือค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรให้ผลการวิเคราะห์มีความเที่ยงตรงสูง และมีความคลาดเคลื่อนต่ำ

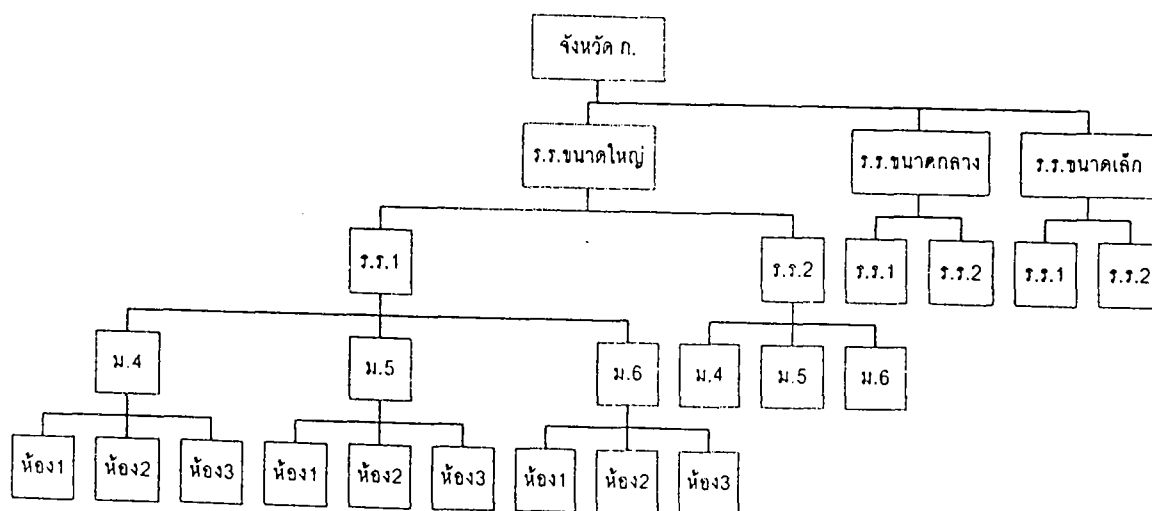
3. เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของโมเดล

สรุปได้ว่า การวิเคราะห์พหุระดับมีวัตถุประสงค์เพื่ออธิบายและทำนายความสัมพันธ์ของตัวแปรที่อยู่ในระดับเดียวกัน และปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่อยู่ต่างระดับกัน ให้ผลการวิเคราะห์ที่มีความเที่ยงตรงสูง และมีความคลาดเคลื่อนต่ำ นอกจากนี้การวิเคราะห์พหุระดับยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการวิจัยอื่น อาทิเช่น การศึกษาความเปลี่ยนแปลง (Change) หรือพัฒนาการเจริญเติบโต (Growth)

4.4 ลักษณะโครงสร้างของข้อมูลพหุระดับ

นักวิชาการที่ศึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์พหุระดับมีความเชื่อพื้นฐานว่า คำสังเกต (observations) ที่เก็บจากกลุ่มตัวอย่างนั้น มีโครงสร้างที่เกี่ยวข้องกัน ในลักษณะของความเป็นลำดับชั้น (nested , hierarchy) กล่าวคือ นอกเหนือจากคำสังเกตจะได้รับอิทธิพลจากตัวแปรอิสระแล้ว ยังอาจได้รับอิทธิพลจากบางสิ่งซึ่งอยู่ในระดับชั้นที่สูงกว่าระดับเดียวกัน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

4.4.1 การวิจัยสำรวจในโรงเรียนที่สุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage random sampling) กำหนดการสุ่มไว้ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 โครงสร้างของข้อมูลในโรงเรียนที่สุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน
(ชีวเดช ฉายอรุณ. 2544 : 2)

จากรูปจะเห็นได้ว่าในระดับชั้นล่างสุดนั้นผู้วิจัยได้ใช้การสุ่มแบบเป็นกลุ่ม (cluster sampling) โดยสุ่มห้องเรียนในแต่ละระดับชั้น ระดับชั้นละ 3 ห้องเรียน แล้วเก็บข้อมูลจากนักเรียนทุกคน มีความเป็นไปได้ว่านักเรียนในแต่ละห้อง (แม้ว่าในระดับชั้นเดียวกัน) จะมีลักษณะบางอย่างร่วมกัน เช่น การรับรู้คุณภาพการสอนของอาจารย์ การรับรู้บรรยากาศในห้องเรียน เป็นต้น และนักเรียนในระดับชั้นเดียวกัน หากแต่ขนาดโรงเรียนต่างกัน เช่น โรงเรียนขนาดเล็กและโรงเรียนขนาดใหญ่ ก็น่าจะมีความแตกต่างกันด้วย ปัจจัยบางประการ เช่น สภาพแวดล้อมในโรงเรียน ความเป็นผู้นำทางวิชาการของผู้บริหาร ดังนั้น ปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าสังเกตในระดับนักเรียน จึงไม่ได้มีแต่ตัวแปรในระดับนักเรียนเท่านั้น หากแต่มีความสัมพันธ์ในระดับชั้นอย่างน้อย 3 ระดับ คือ ระดับนักเรียน ระดับห้องเรียน ระดับโรงเรียน เป็นต้น

4.4.2 การวิจัยสำรวจชุมชน ที่ทำการสำรวจการมีส่วนร่วมของกลุ่มต่างๆ ในชุมชน สมมุติว่าทำการสุ่มกลุ่มต่าง ๆ มาจำนวน 300 กลุ่ม เช่น กลุ่มอาชีพ กลุ่มแม่บ้าน กลุ่มออมทรัพย์ เป็นต้น แต่ละกลุ่มทำการสุ่มสมาชิก 4 คน มาเป็นกลุ่มตัวอย่าง ทำการศึกษาตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม (การมีส่วนร่วม) เราจะพบความเชื่อมโยงของข้อมูลอย่างน้อย 2 ระดับ คือระดับบุคคล (สมาชิก) ระดับกลุ่ม (300 กลุ่ม) นั่นคือ การที่ตัวแปรอิสระจะส่งผลต่อการมีส่วนร่วมของประชาชนอย่างไรนั้น ย่อมขึ้นอยู่กับ "ความเป็นกลุ่ม" ที่เขาเป็นสมาชิกอยู่ด้วย

4.4.3 การศึกษาระยะยาว (longitudinal study) ที่ทำการเก็บข้อมูลซ้ำกับสมาชิกคนเดิมหลายครั้ง เช่น การทดลองกับสัตว์ทดลอง หรือการสังเกตพฤติกรรมนักเรียน จะพบว่าข้อมูลมีการเชื่อมโยงกันอย่างน้อย 2 ระดับ คือระดับที่ 1 เป็นระดับของการวัดซ้ำ และระดับที่ 2 คือระดับสมาชิก

4.5 การวิเคราะห์พหุระดับของการวิเคราะห์ถดถอย :กรณีที่มีสองระดับ

แนวคิดทั่วไปสำหรับการวิเคราะห์สำหรับการวิเคราะห์ถดถอย 2 ระดับ เพื่อศึกษาอิทธิพลของตัวแปรอิสระที่มีต่อตัวแปรตามในระดับนักเรียน (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2535 : 3 - 4)

สมมุติว่ามีตัวแปรที่สนใจเกี่ยวกับนักเรียนและห้องเรียน ดังนี้

Y_{ij}	แทน	ตัวแปรตามระดับนักเรียน เช่น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนคนที่ i ในห้องเรียนที่ j
X_{ij}	แทน	ตัวแปรอิสระระดับนักเรียน เช่น ฐานะทางเศรษฐกิจของนักเรียนคนที่ i ในห้องเรียนที่ j
Z_j	แทน	ตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน เช่น คุณภาพการสอนของครูในห้องเรียนที่ j

เนื่องจากโครงสร้างระดับข้อมูลถูกนำมาพิจารณาในการวิเคราะห์ จึงทำการวิเคราะห์การถดถอยของตัวแปรทั้งระดับนักเรียนและห้องเรียน ดังนี้

1. โมเดลการถดถอยระดับนักเรียน (Micro – level Model) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง Y_{ij} กับ X_{ij} โดยแยกวิเคราะห์การถดถอยในแต่ละห้องเรียน

$$Y_{ij} = b_{0j} + b_{1j} X_{ij} + e_{ij}$$

เมื่อ	b_{0j}	แทน ค่าคงที่ (Intercept) ในห้องเรียนที่ j
	b_{1j}	แทน ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (regression slope) ซึ่งเป็นขนาดความสัมพันธ์ของ X_{ij} ต่อ Y_{ij} ในห้องเรียนที่ j
	e_{ij}	แทน ค่าความคลาดเคลื่อนระดับนักเรียนในการทำนาย Y_{ij}

จากนั้นจึงใช้ b_{0j} , b_{1j} และ b_{2j} ของแต่ละห้องเรียนเป็นตัวแปรตามสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลในระดับห้องเรียนต่อไป

2. โมเดลการถดถอยระดับห้องเรียน (Macro – level Model) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง Z_j กับ b_{0j} และ b_{1j} โดยแยกวิเคราะห์การถดถอย ดังนี้

$$\begin{aligned} b_{0j} &= \gamma_{00} + \gamma_{01} Z_j + U_{0j} \\ b_{1j} &= \gamma_{10} + \gamma_{11} Z_j + U_{1j} \end{aligned}$$

เมื่อ	γ_{00}	แทน ค่าคงที่ (Intercept) ของ b_{0j}
-------	---------------	---------------------------------------

γ_{10}	แทน	ค่าความชัน (slope) ที่แสดงความผลของ Z_{ij} ต่อ b_{0j}
U_{0j}	แทน	ความคลาดเคลื่อนระดับห้องเรียนในการทำนาย b_{0j}
γ_{01}	แทน	ค่าคงที่ (Intercept) ของ b_{ij}
γ_{11}	แทน	ค่าความชัน (slope) ที่แสดงความผลของ Z_{ij} ต่อ b_{ij}
U_{ij}	แทน	ความคลาดเคลื่อนระดับห้องเรียนในการทำนาย b_{ij}

4.5 การวิเคราะห์พหุระดับด้วยโปรแกรมเอชแอลเอ็ม รูปแบบการวิเคราะห์ 2 ระดับ

ในการวิจัยทางการศึกษา ถ้าผู้วิจัยต้องการศึกษาเกี่ยวกับผลการเรียนของนักเรียนที่เรียนอยู่ภายในห้องเรียนของโรงเรียนแห่งหนึ่ง โครงสร้างของข้อมูลที่จะนำมาวิเคราะห์จะแบ่งออกได้ 2 ระดับ คือ

- ระดับที่ 1 ข้อมูลระดับนักเรียน
- ระดับที่ 2 ข้อมูลระดับห้องเรียน

ความสัมพันธ์ของตัวแปรเกี่ยวกับข้อมูลในแต่ละระดับ สามารถแสดงได้ในรูปสมการ และขั้นตอนการวิเคราะห์ ดังนี้ (สาราญ มีแจ้ง. 2544 : 233-235)

1. วิเคราะห์ระดับนักเรียน (Micro Level) มีขั้นตอนการวิเคราะห์ 2 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 วิเคราะห์โมเดลว่าง (Null Model หรือ Fully Unconditional Model) เป็นการวิเคราะห์ขั้นแรกเพื่อให้เห็นภาพรวมของตัวแปรตาม เช่น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนแต่ละชั้นเรียน โดยไม่มีตัวแปรอิสระใด ๆ เข้าร่วมพิจารณา และเพื่อตรวจสอบว่าตัวแปรตามมีความแปรปรวนภายในหน่วยหรือระหว่างหน่วยเพียงพอที่จะวิเคราะห์ตัวแปรอิสระที่มีอิทธิพลขั้นต่อไปหรือไม่ มีรูปแบบสมการดังต่อไปนี้

Within – Unit Model

$$y_{ij} = b_{01} + e_{ij}$$

Between – Unit Model

$$b_{01} = \gamma_{00} + u_{0j}$$

(fixed effects) (random effects)

ค่าเฉลี่ย ค่าความคลาดเคลื่อน

โดยที่ $e \sim N(0, \sigma_j^2)$ คือ ค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแปรตามมีการกระจายเป็นโค้งปกติ และมีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์ มีความแปรปรวนภายในหน่วยเท่ากับ σ_j^2

เมื่อ	y_{ij}	แทน	ตัวแปรตามระดับนักเรียน ของนักเรียนคนที่ i ชั้นเรียนที่ j
	b_{01}	แทน	ค่าคงที่ (Intercept) ของตัวแปรระดับนักเรียนชั้นเรียนที่ j
	γ_{00}	แทน	ค่าคงที่ของ b_{01}
	e_{ij}	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนระดับนักเรียนในการทำนาย Y_{ij}
	u_{ij}	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนระดับห้องเรียนในการทำนาย Y_{ij}

จากสมการเอชแอลเอ็ม กำหนดให้ b_{0i} เป็นค่าที่เปลี่ยนแปลงไปได้และมีความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าระหว่างชั้นเรียน ในกระบวนการวิเคราะห์เอชแอลเอ็มจะแบ่งผลของพารามิเตอร์ออกเป็นผลคงที่ (Fixed Effect) และผลเชิงสุ่ม (Random Effects) และใช้การทดสอบที (t-test) ทดสอบผลคงที่ (Fixed Effect) ($H_0 : \gamma_{00} = 0$) ถ้าไม่เป็น 0 แสดงว่ามีค่าคงที่ (Intercept) และตัวแปรอิสระส่งผลต่อ y_{ij} แต่ถ้ามีค่าเป็น 0 แสดงว่าไม่ส่งผลต่อ y_{ij} นอกจากนี้ โปรแกรมเอชแอลเอ็ม จะใช้ χ^2 -test ทดสอบความแปรปรวนของผลเชิงสุ่ม (Random Effects) หรือค่าพารามิเตอร์ของความแปรปรวน (Parameter Variance) ($H_0 : \text{Var}(b_{0i}) = 0, H_0 : \text{Var}(u_{0j}) = 0$) ถ้าไม่เป็น 0 แสดงว่าพารามิเตอร์ b_{0i} มีความแปรปรวนระหว่างหน่วย ซึ่งสามารถตั้ง b_{0i} ให้เป็นตัวแปรตามในการวิเคราะห์โมเดลอย่างง่าย (Simple Model) ได้

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์โมเดลอย่างง่าย (Simple Model) เป็นการวิเคราะห์ด้วยการนำตัวแปรอิสระระดับนักเรียน (Micro Level) เข้ามาวิเคราะห์ทีละตัว เพื่อตรวจสอบว่าตัวแปรอิสระเหล่านั้นมีอิทธิพลต่อ b_{0i} หรือ b_{ij} หรือไม่ ตลอดจนเพื่อตรวจสอบว่า ตัวแปรอิสระเหล่านั้นเมื่อนำมาวิเคราะห์แล้ว ทำให้เกิดความแปรปรวนระหว่างหน่วยที่ศึกษา เพียงพอที่จะนำไปวิเคราะห์หาผลของตัวแปรอิสระระดับชั้นเรียนต่อไปหรือไม่ มีรูปแบบสมการดังต่อไปนี้

Within – Unit Model

$$y_{ij} = b_{0i} + b_{ij}(x_{ij}) + e_{ij}$$

Between – Unit Model

$$\begin{aligned} b_{0i} &= \gamma_{00} + u_{0j} \\ b_{ij} &= \gamma_{10} + u_{1j} \end{aligned}$$

(fixed) (random)
ค่าเฉลี่ย ค่าความคลาดเคลื่อน

โดยที่ $e \sim N(0, \sigma_j^2)$ คือ ค่าความคลาดเคลื่อนของความแปรปรวนในระดับนักเรียนมีการกระจายเป็นโค้งปกติ มีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์ และมีความแปรปรวนภายในหน่วยเท่ากับ σ_j^2

เมื่อ	y_{ij}	แทน	ตัวแปรตามระดับนักเรียน ของนักเรียนคนที่ i ชั้นเรียนที่ j
	x_{ij}	แทน	ตัวแปรอิสระระดับนักเรียน ของนักเรียนคนที่ i ชั้นเรียนที่ j
	b_{0i}	แทน	ค่าคงที่ (Intercept) ของตัวแปรระดับนักเรียนชั้นเรียนที่ j
	b_{ij}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression Slope) ซึ่งเป็นขนาดความสัมพันธ์ของ x_{ij} ต่อ y_{ij} ในชั้นเรียนที่ j
	γ_{00}	แทน	ค่าคงที่ของ b_{0i}
	γ_{10}	แทน	ค่าคงที่ของ b_{ij}
	e_{ij}	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนระดับนักเรียนในการทำนาย Y_{ij}
	u_{0j}	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนระดับห้องเรียนในการทำนาย b_{0i} ชั้นเรียนที่ j
	u_{1j}	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนระดับห้องเรียนในการทำนาย b_{ij} ชั้นเรียนที่ j

จากสมการเอชแอลเอ็ม ใช้การทดสอบที (t - test) ทดสอบผลคงที่ (Fixed Effects)
 ($H_0 : \gamma_{00} = 0 : \gamma_{10} = 0$) แล้วใช้ χ^2 - test ทดสอบความแปรปรวนของผลเชิงสุ่ม (Random Effects)
 ($H_0 : \text{Var}(b_{0i}) = 0, H_0 : \text{Var}(u_{0i}) = 0$)

2. วิเคราะห์ระดับห้องเรียน (Macro Level) เป็นการวิเคราะห์ชั้นโมเดลสมมุติฐาน (Hypothesis Model) โดยนำตัวแปรอิสระระดับนักเรียน ที่ผ่านการวิเคราะห์และพิจารณาแล้วว่าเหมาะสมจากการวิเคราะห์ระดับนักเรียน มาวิเคราะห์ร่วมกับตัวแปรอิสระระดับชั้นเรียน เพื่อตรวจสอบอิทธิพลของตัวแปรระดับชั้นเรียน ที่มีต่อตัวแปรตามระดับนักเรียน มีรูปแบบคือ

Within – Unit Model

$$y_{ij} = b_{0i} + b_{1i}(x_{1j}) + b_{2i}(x_{2j}) + \dots + e_{ij}$$

Between – Unit Model

$$\begin{aligned} b_{0i} &= \gamma_{00} + \gamma_{1j}(Z_{1j}) + \gamma_{2j}(Z_{2j}) + \dots + u_{0j} \\ b_{1i} &= \gamma_{10} + \gamma_{11}(Z_{1j}) + \gamma_{12}(Z_{2j}) + \dots + u_{1j} \\ b_{2i} &= \gamma_{20} + \gamma_{21}(Z_{1j}) + \gamma_{22}(Z_{2j}) + \dots + u_{2j} \\ &\vdots \\ &\vdots \\ &\vdots \\ b_{ki} &= \gamma_{k0} + \gamma_{k1}(Z_{1j}) + \gamma_{k2}(Z_{2j}) + \dots + u_{kj} \end{aligned}$$

เมื่อ	y_{ij}	แทน	ตัวแปรตามระดับนักเรียน ของนักเรียนคนที่ i ในชั้นเรียนที่ j
	x_{1j}	แทน	ตัวแปรอิสระระดับนักเรียนตัวที่ 1 ในชั้นเรียนที่ j
	x_{2j}	แทน	ตัวแปรอิสระระดับนักเรียนตัวที่ 2 ในชั้นเรียนที่ j
	z_{1j}	แทน	ตัวแปรอิสระระดับชั้นเรียนตัวที่ 1 ในชั้นเรียนที่ j
	z_{2j}	แทน	ตัวแปรอิสระระดับชั้นเรียนตัวที่ 2 ในชั้นเรียนที่ j
	b_{0i}	แทน	ค่าคงที่ (Intercept) ของตัวแปรระดับนักเรียนชั้นเรียนที่ j
	b_{1j}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression Slope) ซึ่งเป็นขนาดความสัมพันธ์ของ x_{1j} ต่อ y_{ij} ในชั้นเรียนที่ j
	b_{2j}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression Slope) ซึ่งเป็นขนาดความสัมพันธ์ของ x_{2j} ต่อ y_{ij} ในชั้นเรียนที่ j
	γ_{00}	แทน	ค่าคงที่ของ b_{0i}
	γ_{10}	แทน	ค่าคงที่ของ b_{1j}
	γ_{kj}	แทน	ค่าคงที่ของ b_{ki}
	γ_{1j}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression Slope) ที่แสดงอิทธิพลของ z_{1j} ต่อ b_{0i}

γ_{11}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression Slope) ที่แสดงอิทธิพลของ z_{1j} ต่อ b_{1j}
γ_{k1}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression Slope) ที่แสดงอิทธิพลของ z_{1j} ต่อ b_{kj}
γ_{2j}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression Slope) ที่แสดงอิทธิพลของ z_{2j} ต่อ b_{0j}
γ_{12}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression Slope) ที่แสดงอิทธิพลของ z_{2j} ต่อ b_{1j}
γ_{k2}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression Slope) ที่แสดงอิทธิพลของ z_{2j} ต่อ b_{kj}
e_{ij}	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนระดับนักเรียนในการทำนาย Y_{ij}
u_{0j}	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนระดับห้องเรียนในการทำนาย b_{0j} ชั้นเรียนที่ j
u_{1j}	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนระดับห้องเรียนในการทำนาย b_{1j} ชั้นเรียนที่ j
u_{kj}	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนระดับห้องเรียนในการทำนาย b_{kj} ชั้นเรียนที่ j

จาก สมการ เอชแอลเอ็ม ใช้การทดสอบที่ ($t - test$) ทดสอบผลคงที่ (Fixed Effect) และใช้ $\chi^2 - test$ ทดสอบความแปรปรวนของผลเชิงสุ่ม (Random Effects) ในทำนองเดียวกันกับการทดสอบโมเดลอย่างง่าย

4.6 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของโมเดลการวิเคราะห์พหุระดับ

สามารถกระทำได้หลายวิธี ในที่นี้ขอกล่าวถึงวิธีที่สำคัญ ได้แก่ วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบธรรมดา (Ordinary Least Square Approach) และ วิธีการลดหลั่นสอดแทรกเชิงเส้นตรง (Hierarchical Linear Model Approach) (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2535 : 5)

4.6.1 วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบธรรมดา (Ordinary Least Square Approach) ที่

เรียกว่า “Slope as Outcome” การศึกษาด้วยวิธีนี้เป็นการตรวจสอบหรือพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรภายในชั้นเรียน/โรงเรียน ด้วยการใช้เทคนิคกำลังสองน้อยที่สุด ซึ่งนิยมใช้กันทั่วไปในโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาตรฐานทั้งหลายที่มีอยู่ในปัจจุบัน แต่มีข้อเสียในด้านความเหมาะสมของโมเดลที่ใช้วิเคราะห์และผลการวิเคราะห์ที่ได้ ตลอดจนมีความยุ่งยากในการเตรียมแฟ้มข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์

มีข้อดกของเบื้องต้นในการวิเคราะห์ คือ ตัวแปรอิสระในแต่ละระดับต้องไม่มีความคลาดเคลื่อนในการวัด ในแต่ละระดับตัวแปรที่ศึกษานั้น คะแนนของตัวแปรตาม (Y) มีการแจกแจงเป็นโค้งปกติ ในแต่ละค่าของตัวแปรอิสระ (X) โดยมีค่าความแปรปรวนเท่ากันในทุกค่าของตัวแปรอิสระ (X) ด้วย กล่าวคือ Y วน X ได้ถือเป็นตัวแทนที่สุ่มมาจากประชากรปกติ โดยที่ทุก ๆ ค่าของประชากรมีการกระจายร่วมกันอยู่ คือ σ_{yx}^2 ทั้งที่ค่าความคลาดเคลื่อน (Error Term) แต่ละค่ามีการแจกแจงเป็นโค้งปกติ และความคลาด

เคลื่อนที่เกิดขึ้นอย่างสุ่ม (random) มีความแปรปรวนเท่ากันในทุกค่าของ X แต่ความแปรปรวนต่างระดับไม่จำเป็นต้องเท่ากัน

การประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีนี้ มีข้อจำกัดที่สำคัญคือ ถ้ากลุ่มตัวอย่างที่ศึกษามีขนาดเล็ก จะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยที่ได้จากการวิเคราะห์ระดับนักเรียน (Micro Model) มีค่าต่ำ ทำให้ความคลาดเคลื่อนของการสุ่มมีค่ามาก ซึ่งจะมีผลต่อความสัมพันธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ระดับห้องเรียน (Macro Model) มีค่าน้อยลง ตลอดจนค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยของตัวแปรระดับนักเรียนที่ได้ จะต้องมีความแปรปรวนเท่ากันในแต่ละค่าของตัวแปรระดับห้องเรียน ถ้าไม่เป็นไปตามนั้นอาจทำให้ประสิทธิภาพในการประมาณค่าพารามิเตอร์ในระดับห้องเรียนมีค่าต่ำลง (Raudenbush and Bryk, 1986 : 1-2)

4.6.2 วิธีการลดหลั่นสอดแทรกเชิงเส้นตรง (Hierarchical Linear Model Approach)

เป็นการใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบผสม ใช้หลักการสัมประสิทธิ์แบบสุ่ม และการประมาณค่าโดยวิธีของเบส์ เทคนิค HLM ได้รับการพัฒนาโดย ราวเดนบิช และไบร์ท ซึ่งจะให้ผลการวิเคราะห์หุ้ระดับมีความคงเส้นคงวาและน่าเชื่อถือมากกว่าวิธีของ OLS (ศิริชัย กาญจนาวาสี, 2535 : 5-6) เทคนิคนี้มีจุดเด่นที่สำคัญ คือ สามารถตรวจสอบความเหมาะสมของโมเดล (Adequacy of a Model) และสามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ได้อย่างคงเส้นคงวา และน่าเชื่อถือ ดังนี้

เมื่อพิจารณาโมเดล 2 ระดับ ได้แก่

Within -- group Model

$$Y_{ij} = b_{0j} + b_{1j} X_{ij} + e_{ij}$$

Between -- group Model

$$b_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01} Z_j + u_{0j}$$

$$b_{1j} = \gamma_{10} + \gamma_{11} Z_j + u_{1j}$$

โมเดลดังกล่าวสามารถมีตัวแปรอิสระภายในหน่วย (X_{ij}) และตัวแปรอิสระระหว่างหน่วย (Z_j) ได้หลายตัว และการพยากรณ์ตัวแปรตามระหว่างหน่วยไม่จำเป็นต้องใช้ Z_j ชุดเดียวกัน

จากโมเดล 2 ระดับดังกล่าว HLM สามารถตรวจสอบความเหมาะสมของโมเดลได้ดังนี้

1. ตรวจสอบตัวแปร X_{ij} ส่งผลอย่างมีนัยสำคัญต่อ Y_{ij} หรือไม่? HLM จะคำนวณค่าเฉลี่ยของ X_{ij} ที่มีต่อ Y_{ij} จากทุกหน่วย และทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. ตรวจสอบค่าพารามิเตอร์ของแต่ละหน่วยว่ามีความผันแปรระหว่างหน่วยหรือไม่? HLM จะแบ่งผลของพารามิเตอร์ของแต่ละหน่วยออกเป็น fixed effects และ random effects ดังนี้

$$b_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j}$$

$$b_{1j} = \gamma_{10} + u_{1j}$$

(fixed effects) (random effects)

(ค่าเฉลี่ย) (ค่าความคลาดเคลื่อน)

HLM จะใช้ t-test ทดสอบค่าเฉลี่ยของ fixed effects ว่าเป็น 0 หรือไม่ ($H_0 : \gamma_{00} = 0 : \gamma_{10} = 0$) ถ้าไม่เป็น 0 แสดงว่า ค่าคงที่ (Intercept) และ X_{ij} มีผลต่อ Y_{ij} แต่ถ้าเป็น 0 แสดงว่าค่าดังกล่าวไม่มีผลต่อ Y_{ij}

นอกจากนี้ HLM จะใช้ χ^2 -test ทดสอบความแปรปรวนของ random effects หรือ Parameter Variance ว่าเป็น 0 หรือไม่ ($H_0 : \text{Var}(b_{0j}) = 0 = \text{Var}(u_{0j}) = 0$) ($H_0 : \text{Var}(b_{1j}) = 0 = \text{Var}(u_{1j})$)

= 0) ถ้าไม่เป็น 0 แสดงว่าค่าพารามิเตอร์ b_{01} และ b_{11} มีความแปรปรวนระหว่างหน่วย แต่ถ้ามีค่าเป็น 0 แสดงว่า ค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวไม่มีความแปรปรวนระหว่างหน่วย ซึ่งสามารถตั้งให้เป็นตัวแปรตามในการวิเคราะห์ต่อไปได้

ถ้าค่าพารามิเตอร์ของแต่ละหน่วยมีความแปรปรวนระหว่างหน่วย จึงสมเหตุสมผลที่จะหาตัวแปรอิสระระดับที่สูงขึ้นไปมาทำการอธิบายความแปรปรวนดังกล่าว

4.8 การทดสอบความสัมพันธ์ของตัวแปรบางประการก่อนทำการวิเคราะห์หุระดับ

การพิจารณาผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบบหุระดับว่าน่าเชื่อถือหรือเที่ยงตรงมากน้อยเพียงใดนั้น ก่อนอื่นควรพิจารณาข้อมูลเบื้องต้นก่อนทำการวิเคราะห์หุระดับเพื่อพิจารณาว่า “ตัวแปรแต่ละระดับหรือต่างระดับนั้นมีความสัมพันธ์มากน้อยเพียงไร และความสัมพันธ์ดังกล่าวเป็นเส้นตรงหรือไม่” ดังนั้นการทดสอบดังกล่าวจึงต้องหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ศึกษาแต่ละระดับหรือต่างระดับด้วยการคำนวณหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร และทดสอบความเป็นเส้นตรงของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ดังนี้

4.8.1 การหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเชิงปริมาณ 2 ตัว ใช้เทคนิคการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ได้ 2 วิธี (กัลยา วาณิชยบัญชา.2543 : 415) ดังนี้

1. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์อย่างง่าย
2. การวิเคราะห์สหสัมพันธ์

โดยที่เป็นการพิจารณาว่าตัวแปรที่นำมาศึกษาทั้งหมด ทั้งตัวแปรอิสระระดับต่าง ๆ อาทิ ตัวแปรอิสระระดับนักเรียน ระดับห้องเรียน หรือระดับโรงเรียน เป็นต้น และตัวแปรตาม มีความสัมพันธ์กันในแต่ละระดับหรือต่างระดับกันอย่างไร

4.8.2 การทดสอบความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง การที่จะทราบว่าตัวแปร 2 ตัว มีความสัมพันธ์กันในรูปแบบใดอาจจะทำได้ด้วยการลงจุดการกระจาย (Scatter plot) แล้วสังเกตจุดต่างๆ ว่ามีแบบแผนเป็นเส้นตรงหรือไม่ ถ้าเป็นเชิงเส้นตรงก็สามารถใช้เทคนิคการวิเคราะห์หุระดับได้ (สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์. 2537 : 72-73) หรือใช้การทดสอบความเหมาะสมของสมการการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย โดยใช้การทดสอบสมมุติฐาน

$H_0 : \beta_1 = 0$ หรือ $H_0 : Y$ ไม่มีความสัมพันธ์กับ X ในรูปเชิงเส้น

$H_1 : \beta_1 \neq 0$ หรือ $H_0 : Y$ ไม่มีความสัมพันธ์กับ X ในรูปเชิงเส้น

สถิติที่ใช้ในการทดสอบ คือ

1. F-test จากการศึกษาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (1-Way ANOVA)

หรือ 2. t-test : $t = \frac{b_1}{S_{b_1}}$

สามารถเลือกใช้ F-test หรือ t-test วิธีใดวิธีหนึ่งก็ได้ ผลการทดสอบจะเหมือนกัน (กัลยา วาณิชยบัญชา.2543 : 419)

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้ F-test ในการทดสอบความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงของตัวแปรอิสระระดับนักเรียน และตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนกับตัวแปรตาม ด้วยโปรแกรม SPSS for windows 98 Version 10.02

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้รวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์พหุระดับ และงานวิจัยที่เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์พหุระดับ

สมพิศ ป.สัตยารักษ์ (2534 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวป้อนภาษาและปฏิสัมพันธ์ในห้องเรียนกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนภาษาอังกฤษของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ระดับอุดมศึกษาในกรุงเทพมหานคร โดยใช้การวิเคราะห์พหุระดับ จากผลการวิจัย เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพหุคูณโดยใช้การวิเคราะห์พหุระดับ พบว่า ในระดับนักศึกษาปฏิสัมพันธ์ของนักศึกษาสามารถทำนายคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนภาษา ในระดับห้องเรียน ตัวแปรที่สามารถทำนายระดับคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนภาษาอังกฤษ ได้แก่ ตัวป้อนโครงสร้าง Wh-Questions ตัวป้อนสถานการณ์การใช้ภาษา ตัวป้อนคำอ้างอิง การประเมินคำตอบ การเปลี่ยนโครงสร้างประโยค การขอความกระจ่าง การยอมให้มีข้อผิดพลาด และการพูดซ้ำคำพูดตนเอง และตัวแปรที่มีผลต่อคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนภาษาอังกฤษ โดยส่งผลกระทบต่อความสัมพันธ์ระหว่างปฏิสัมพันธ์ของนักศึกษากับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนภาษาอังกฤษ ได้แก่ ตัวป้อนโครงสร้าง Yes/No Question ตัวป้อนโครงสร้าง Past Simple Tense ตัวป้อนเนื้อหาสาระของการสื่อสาร ตัวป้อนการหลีกเลี่ยงข้อความ การประเมินคำตอบและการให้นักศึกษาคนอื่นแก้ไขข้อผิดพลาด

ปราณี จำนงเจริญ (2533 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ตัวแปรที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในเขตการศึกษา 11 ที่ได้จากการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณและการวิเคราะห์พหุระดับ โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2532 จำนวน 1,821 คน ครูจำนวน 610 คน และผู้บริหารโรงเรียน จำนวน 44 คน จากกลุ่มตัวอย่างโรงเรียน 44 โรงเรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณและการวิเคราะห์พหุระดับ ผลการวิจัยพบว่า การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณใช้สมการเพียง 1 สมการ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลระดับนักเรียน ส่วนการวิเคราะห์พหุระดับใช้สมการวิเคราะห์ 2 ระดับ ได้แก่ สมการในระดับนักเรียน 1 สมการ และสมการในระดับโรงเรียน 4 สมการ และยังทำให้ทราบถึงปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างระดับ ซึ่งไม่พบในการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ ได้แก่ อายุของครูที่มีผลทางบวกต่อ ค่าความชันของความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเดิมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และประสบการณ์ในการสอนของครูมีผลทางลบต่อ ค่าความชันของความสัมพันธ์ระหว่างความคาดหวังในการศึกษาต่อกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วราภรณ์ วิหคโต (2536 : บทคัดย่อ) ทำการศึกษาข้อมูลที่แบ่งเป็น 2 ระดับ เรื่องการวิเคราะห์ตัวแปรพหุระดับที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย : การเปรียบเทียบระหว่างเทคนิคโอแอลเอส เชฟเฟอร์เรท อีเควชั่น กับเทคนิคเอชแอลเอ็ม มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ตัวแปรที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในเขตกรุงเทพมหานครที่ได้จากการวิเคราะห์พหุระดับด้วยเทคนิคโอแอลเอส เชฟเฟอร์เรท อีเควชั่น กับเทคนิคเอชแอลเอ็ม กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 649 คน และครูจำนวน 21 คน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์พหุระดับ 2 ระดับด้วย เทคนิคโอแอลเอส เชฟเฟอร์เรท อีเควชั่น กับเทคนิคเอชแอลเอ็ม สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. การวิเคราะห์พหุระดับด้วยเทคนิคโอแอลเอส เชฟเฟอร์เรท อีเควชั่น พบว่า ตัวแปรระดับนักเรียน ได้แก่ เซอร์ปัญญา เจตคติ และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

คณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญบางห้องเรียน แต่โดยเฉลี่ยทุกห้องไม่มีนัยสำคัญต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ ซึ่งแตกต่างกับการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคเอช แอล เอ็ม ที่พบว่าชาวปัญญาและเจตคติ มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนตัวแปรระดับชั้นเรียนที่มีอิทธิพลต่อค่าคงที่อย่างมีนัยสำคัญในทั้ง 2 วิธีเหมือนกัน คือ ประสบการณ์ในการสอนและขนาดของโรงเรียน

2. การวิเคราะห์พหุระดับด้วยเทคนิคโอแอลเอส เซฟเพอร์เรท อีเควชัน ต้องจัดทำแฟ้มข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ 2 ครั้ง คือแฟ้มข้อมูลระดับนักเรียนและแฟ้มข้อมูลระดับชั้นเรียน ส่วนการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคเอช แอล เอ็ม สามารถตรวจสอบนัยสำคัญความผันแปรของตัวแปรที่จะศึกษาก่อนการวิเคราะห์ในแต่ละระดับ ทั้งนี้การวิเคราะห์ด้วยเทคนิคโอแอลเอส เซฟเพอร์เรท อีเควชันไม่สามารถทำได้

มาณี ไชยธีรานุวัตร (2536 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการวิเคราะห์ปัจจัยพหุระดับที่สัมพันธ์กับความมุ่งมั่นต่องานวิชาการด้านการสอนและการผลิตผลงานทางวิชาการของอาจารย์มหาวิทยาลัยมหิดล กลุ่มตัวอย่างคือ อาจารย์มหาวิทยาลัยมหิดล จำนวน 826 คน จาก 109 ภาควิชา ใน 11 คณะวิชา ในปีการศึกษา 2536 การเก็บรวบรวมข้อมูลใช้แบบวัด จำนวน 12 ชุด และการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้วยเทคนิคการลดหลั่นสอดแทรกเชิงเส้นตรง (Hierarchical Linear Models) และการวิเคราะห์ ถดถอยพหุคูณ ผลการวิจัยสรุปว่า

1. ความมุ่งมั่นต่อการสอนสัมพันธ์ทางบวก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กับปัจจัยระดับบุคคล ได้แก่ ทศนคติต่อการสอน การคล้อยตามกลุ่มอ้างอิงเกี่ยวกับการสอน ค่านิยมต่อการสอน แรงจูงใจจากลักษณะงาน พฤติกรรมการสอนในปีที่ผ่านมา ความพึงพอใจต่องานและคุณภาพชีวิต แต่มีความสัมพันธ์ทางลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กับความสำเร็จของการสอนในปีที่ผ่านมา กับตำแหน่งทางวิชาการและเพศ

2. ความมุ่งมั่นต่อการสอนสัมพันธ์ทางบวก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กับปัจจัยระดับภาควิชา ได้แก่ บรรยากาศของภาควิชา และความผูกพันต่อภาควิชา

3. ความมุ่งมั่นต่อการผลิตผลงานวิชาการสัมพันธ์ทางบวก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กับปัจจัยระดับบุคคล ได้แก่ ทศนคติต่อการผลิตผลงานวิชาการ การคล้อยตามกลุ่มอ้างอิงเกี่ยวกับการผลิตผลงานวิชาการในปีที่ผ่านมา ความสำเร็จของการผลิตผลงานทางวิชาการในปีที่ผ่านมา และความพึงพอใจต่องาน แต่มีความสัมพันธ์ทางลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กับคุณภาพชีวิต ตำแหน่งทางวิชาการ และระดับการศึกษา

4. ความมุ่งมั่นต่อการผลิตผลงานทางวิชาการสัมพันธ์ทางบวก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กับปัจจัยระดับภาควิชา ได้แก่ บรรยากาศของภาควิชา และความผูกพันต่อภาควิชา

นิคม นาคอ้าย (2539 : บทคัดย่อ) ทำการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลที่แบ่งเป็น 2 ระดับ เรื่อง การพัฒนาเทคนิควิธีเชิงสาเหตุแบบพหุระดับ : ประยุกต์ใช้โปรแกรม เอช แอล เอ็ม มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาเทคนิควิธีการวิเคราะห์ เชิงสาเหตุแบบพหุระดับ โดยการประยุกต์ใช้โปรแกรม เอช แอล เอ็ม และทดลองใช้เทคนิคการวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับ ผลการวิจัยที่สำคัญมีดังนี้

1. การวิเคราะห์พหุระดับ (Multilevel Analysis) และ การวิเคราะห์เส้นทาง (Path Analysis) สามารถประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลพหุระดับ (Multilevel Data) ได้โดยอาศัยเทคนิควิธีการวิเคราะห์เชิงสาเหตุพหุระดับ (Multilevel causal analysis technique) ที่ผู้วิจัยพัฒนาเทคนิควิธี

วิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับ ด้วยโปรแกรม เอช แอล เอ็ม ในการวิเคราะห์โครงสร้างความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของตัวแปรตามโมเดลการวิเคราะห์เส้นทาง (Path Analysis)

2. ผลการทดลองใช้เทคนิควิธีวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับโดยการประยุกต์ใช้โปรแกรม เอช แอล เอ็ม สามารถพิจารณาได้จากสารสนเทศ และกระบวนการวิเคราะห์ เมื่อนำเทคนิควิธีวิเคราะห์ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นไปตรวจสอบกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ดังนี้

2.1 เทคนิควิธีวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับสามารถวิเคราะห์อิทธิพลของอิทธิพลคู่หรือความแปรปรวนระหว่างห้องเรียน โดยการพิจารณาความมีนัยสำคัญของการทดสอบ t และการทดสอบ χ^2 ตามรูปแบบของการวิเคราะห์ในโมเดล เอช แอล เอ็ม ทั้งโมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียนซึ่งใช้ทำการวิเคราะห์ขั้นโมเดลอย่างง่าย (Simple Model) และโมเดลเชิงสาเหตุระดับห้องเรียนในการวิเคราะห์ขั้นโมเดลสมมุติฐาน (Hypothetical Model) ประกอบการวิเคราะห์ที่ถดถอยด้วยโปรแกรม SPSS/PC

2.2 เทคนิควิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับสามารถทดสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ทั้งในโมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียนและโมเดลเชิงสาเหตุระดับชั้นเรียนด้วยวิธีของสเปค

2.3 เทคนิควิธีวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับสามารถวิเคราะห์แยกค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร เพื่อศึกษาผลกระทบทางตรงของ ผลกระทบทางอ้อมและผลกระทบรวม ได้ทั้งการวิเคราะห์เชิงสาเหตุระดับนักเรียน

สังวรณ จัตุระโท (2541 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการใช้สมการโครงสร้างพหุระดับตรวจสอบความตรงของโมเดลสมการโครงสร้างแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยครู ปัจจัยโรงเรียน กับความพึงพอใจในการปฏิบัติงานของครู โดยการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมลิสเรลที่พัฒนาให้มีความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีลักษณะลดหลั่นได้และเปรียบเทียบประสิทธิภาพของผลการวิเคราะห์ระหว่างโปรแกรมลิสเรลกับโปรแกรมเอชแอลเอ็ม ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยเป็นข้อมูลทุติยภูมิจากโครงการวิจัยประสิทธิภาพการใช้ครู : การวิเคราะห์เชิงปริมาณระดับมหภาคของสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยครูจำนวน 9,599 คน และผู้บริหารโรงเรียนจำนวน 1,290 คน จากโรงเรียน 1,290 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยมีจำนวน 16 ตัวแปร ประกอบด้วยตัวแปรระดับครูจำนวน 7 ตัวแปร และตัวแปรระดับโรงเรียน 9 ตัว การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติบรรยาย การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ การวิเคราะห์ลิสเรลและการวิเคราะห์พหุระดับ ผลการวิจัยประสิทธิภาพของผลการวิเคราะห์ด้วยลิสเรลและเอชแอลเอ็มแสดงว่าแต่ละโปรแกรมดีในลักษณะต่างกัน โปรแกรมลิสเรลให้ผลการวิเคราะห์ในภาพรวมแต่ยังไม่สามารถวิเคราะห์ความชันในฐานะตัวแปรตามคู่ ในขณะที่โปรแกรมเอชแอลเอ็มวิเคราะห์ความชันในฐานะตัวแปรคู่ได้ แต่ยังไม่สามารถให้ผลการวิเคราะห์แยกเป็นอิทธิพลทางตรงและทางอ้อมได้ รวมทั้งยังไม่สามารถวิเคราะห์โดยยอมให้ทอมความคลาดเคลื่อนสัมพันธ์กันได้ สัมประสิทธิ์ไขว้ระดับจากโปรแกรมลิสเรลและโปรแกรมเอชแอลเอ็มส่วนใหญ่มีความแตกต่างกันทั้งขนาดและทิศทางแต่เมื่อนำสัมประสิทธิ์ที่ได้จากโปรแกรมเอชแอลเอ็มไปกำหนดในการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมลิสเรลพบว่าสัมประสิทธิ์จากโปรแกรมเอชแอลเอ็มทำให้โมเดลค่อนข้างสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

ศิริรัตน์ สุคันธฤกษ์ (2542 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับของพัฒนาการทางการเรียนรู้ศัพท์ภาษาอังกฤษ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 512 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ได้แก่ แบบทดสอบผลการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษ แบบทดสอบพื้นฐานความรู้เดิม แบบวัดเจตคติต่อการเรียนภาษาอังกฤษ แบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการ

เรียนภาษาอังกฤษ แบบวัดเชาว์ปัญญา แบบสอบถามคุณภาพการสอนของครู และแบบสอบถามสภาพแวดล้อมทางบ้าน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับเทคนิคเอชแอลเอ็ม ผลการศึกษาพบว่า (1) ตัวแปรที่มีอิทธิพลในเชิงสาเหตุทางตรงต่อค่าสภาพเริ่มต้นและอัตราการพัฒนาการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษของนักเรียน คือ พื้นฐานความรู้เดิม และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาอังกฤษ (2) ตัวแปรที่มีอิทธิพลในเชิงสาเหตุทางอ้อมต่อค่าสภาพเริ่มต้นและอัตราการพัฒนาการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษของนักเรียน คือ ระดับการศึกษาของผู้ปกครอง รายได้ของผู้ปกครอง ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว และการสนับสนุนทางการเรียนภาษาอังกฤษของผู้ปกครอง (3) ตัวแปรที่มีอิทธิพลในเชิงสาเหตุทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อค่าสภาพเริ่มต้นและอัตราการพัฒนาการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษของนักเรียน คือ เชาว์ปัญญา เจตคติต่อการเรียนคำศัพท์ภาษาอังกฤษ คุณภาพการสอนของครู และตัวแปรความเป็นเพศหญิง

5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

จันทร์เพ็ญ ธนาศุกรกรกุล (2526 : 149) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 580 คน ผลการวิจัยพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .4852

สมบุรณ์ แซ่กู่ (2528 : 50 - 56) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ สมรรถภาพสมองทางสัญลักษณ์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 412 คน ผลการวิจัย พบว่า

1. ความคิดสร้างสรรค์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. สมรรถภาพสมองทางสัญลักษณ์ มีความสัมพันธ์กันทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ความคิดสร้างสรรค์ สมรรถภาพสมองทางสัญลักษณ์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผจงกาญจน์ ภูวิภาดาวรรณ (2541 : 26) ได้ทำการศึกษา ความสัมพันธ์ของบรรยากาศในชั้นเรียนกับความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ซึ่งได้ทำการศึกษาทำกับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 300 คน พบว่าบรรยากาศในชั้นเรียนด้านสมองและอารมณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความคิดสร้างสรรค์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สุภาวดี ตั้งบุปผา (2533) ได้สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรุงเทพมหานคร โดยยึดทฤษฎีของทอร์เรนซ์ กิลฟอร์ด วอลลาสและโคแกน แบบทดสอบประกอบด้วยความสามารถ 7 ด้าน คือ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ความสามารถในการสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่ ความสามารถในการคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นจากสถานการณ์ทาง

คณิตศาสตร์ ความสามารถในการตรวจสอบคำตอบและวิธีการคิด ความสามารถในการนำหลักการ หรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้เป็นกรณีทั่วไป และความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวเลข โดยให้คะแนนเป็น 3 องค์ประกอบ คือ คะแนนความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม กลุ่มตัวอย่าง 367 คน พบว่า ข้อสอบทุกข้อสามารถจำแนกผู้ตอบกลุ่มสูงกลุ่มต่ำได้ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ เท่ากับ 0.789 ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ความเที่ยงตรงเหมือน เท่ากับ 0.7089 – 0.8983 และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ความเที่ยงตรงเชิงจำแนก เท่ากับ 0.1538 – 0.3145

สิทธิพล อาจอินทร์ (2538. บทคัดย่อ) ได้สร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5-6 ตามทฤษฎีโครงสร้างสมรรถภาพทางสมองของกิลฟอร์ด จำนวน 6 ฉบับ คือ แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ด้านสัญลักษณ์และด้านภาษา ซึ่งแบบทดสอบแต่ละด้านประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 3 แบบ คือ แบบความสัมพันธ์ แบบระบบ และแบบประยุกต์ โดยให้คะแนนเป็น 3 ด้าน คือ ความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5-6 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานการศึกษาจังหวัดขอนแก่น จำนวน 500 คน ผลการศึกษาพบว่า ข้อสอบทุกข้อในฉบับเป็นข้อที่มีอำนาจจำแนก ความเชื่อมั่นด้านความคล่องในการคิดของแบบทดสอบทั้ง 6 ฉบับ คือ ด้านสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ แบบระบบและแบบการประยุกต์ มีค่า 0.7446 , 0.7885 และ 0.7825 ตามลำดับ ส่วนด้านภาษาแบบความสัมพันธ์ แบบระบบ และแบบการประยุกต์มีค่า 0.7884 , 0.8818 และ 0.7331 ตามลำดับ และความเชื่อมั่นด้านความคล่องในการคิดรวมทุกฉบับ มีค่า 0.8924 ความเชื่อมั่นด้านความยืดหยุ่นในการคิดของแบบทดสอบทั้ง 6 ฉบับ คือ ด้านสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ แบบระบบและแบบการประยุกต์ มีค่า 0.7302 , 0.7347 และ 0.7829 ตามลำดับ ส่วนด้านภาษาแบบความสัมพันธ์ แบบระบบ และแบบการประยุกต์มีค่า 0.7143 , 0.8410 และ 0.7667 ตามลำดับ และค่าความเชื่อมั่นด้านความยืดหยุ่นในการคิดรวมทุกฉบับ มีค่า 0.8876 ความเชื่อมั่นด้านความคิดริเริ่มของแบบทดสอบทั้ง 6 ฉบับ ด้านสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ แบบระบบและแบบการประยุกต์ มีค่า 0.7456 , 0.7898 และ 0.7551 ตามลำดับ ส่วนด้านภาษาแบบความสัมพันธ์ แบบระบบ และแบบการประยุกต์มีค่า 0.7601 , 0.8601 และ 0.7437 ตามลำดับ และค่าความเชื่อมั่นด้านความคิดริเริ่มรวมทุกฉบับ มีค่า 0.8884 ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบพบว่ามีค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างโดยสามารถวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้ และผู้วิจัยได้สร้างเกณฑ์ปกติท้องถิ่นในรูปคะแนนที่-ปกติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5-6

วิเชียร กลิ่นมัลย์ (2543 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดกลุ่มโรงเรียนกรมสามัญศึกษา จังหวัดชัยภูมิ ผลการวิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เท่ากับ 105.62 และแยกเป็นรายด้าน ความคล่องแคล่วในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่มเท่ากับ 58.98 , 23.62 , 23.01 ตามลำดับ และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยต่างประเทศ

Prouse (Prouse. 1965 : 235) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับเครื่องมือที่ใช้ในการวัดความสามารถสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์กับสติปัญญาของนักเรียนเกรด 7 จำนวน 312 คน ผลการวิจัยพบว่า

1. ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์กับความสนใจในการประเมินความคิดสร้างสรรค์ของครูและแบบทดสอบของกิลฟอร์ด ทางด้านอนุกรมตัวเลข และโจทย์ปัญหาของคณิตศาสตร์ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง -.13 ถึง .53
2. ความสัมพันธ์ระหว่าง คะแนนสติปัญญากับคะแนนองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .48
3. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์เท่ากับ .42 แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์ของครูเท่ากับ .88 แบบทดสอบอนุกรมตัวเลขเท่ากับ .89 และแบบทดสอบโจทย์ทางคณิตศาสตร์เท่ากับ .67
4. ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบที่คิดแบบบอเนกนัย มีค่าต่ำกว่าข้อสอบที่คิดแบบเอกนัย
5. ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความคล่องในการคิด และคะแนนความคิดริเริ่มมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงกว่า .48
6. ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความคล่องในการคิด กับอนุกรมตัวเลข กับโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีค่าตั้งแต่ .01 - .41

บอลกา (Balka. 1974 : 98 A) ได้ทำการศึกษาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยการสำรวจเกณฑ์ที่นำมาสร้างแบบทดสอบจากผู้เชี่ยวชาญ 3 กลุ่ม ได้แก่ ครูผู้สอน นักวิชาการคณิตศาสตร์ และนักคณิตศาสตร์ ซึ่งคัดเลือกเกณฑ์ที่กลุ่มผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกัน 80 % ขึ้นไป นำมาสร้างแบบทดสอบ ผลสำรวจพบว่า เกณฑ์ที่ใช้ในการวัดความคิดสร้างสรรค์ มีดังนี้

1. ความสามารถในการตั้งสมมติฐานทางคณิตศาสตร์ในลักษณะของเหตุและผลจากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์
2. ความสามารถในการกำหนดรูปแบบจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์
3. ความสามารถในการเปลี่ยนแปลงวิธีการคิด เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์
4. ความสามารถในการประเมินปัญหา ตลอดจนคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้น
5. ความสามารถในการค้นหาสิ่งที่ขาดหายไปจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์
6. ความสามารถในการแยกแยะปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นปัญหาย่อยที่เฉพาะเจาะจงได้

ในการวิจัยครั้งนี้เก็บรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนเกรด 6 เกรด 7 และเกรด 8 จำนวน 500 คน ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วยความคิดแบบบอเนกนัย และความคิดแบบเอกนัย และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สติปัญญา และความคิดสร้างสรรค์ทั่วไป

เบนท์เลย์ (Bentley. 1962 : 239 - 242) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตมหาวิทยาลัยมินเนโซตา จำนวน 75 คน เป็นชาย 59 คน หญิง 16 คน ใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของมินเนโซตา ฟอรัมเอกซ์ ผลปรากฏว่า ความคิดสร้างสรรค์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์พหุระดับ และงานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาว่า เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ การสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง การเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียน บรรยากาศในห้องเรียน และพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมากน้อยเพียงไร ด้วยการวิเคราะห์พหุระดับเพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อการพัฒนาศักยภาพด้านความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนอย่างสูงสุด

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยตามขั้นตอน ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า
3. ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดขอนแก่น จำนวน 16,999 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดขอนแก่น ซึ่งได้มาด้วยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage random sampling) และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีจำนวน 425 คน ซึ่งมีความเชื่อมั่น 99 % ที่ระดับความคลาดเคลื่อน $\pm 5\%$ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 298 ; อ้างอิงจาก Yamane, Taro. 1997 : 887) มีขั้นตอนการสุ่ม ดังนี้

ขั้นที่ 1 จำแนกโรงเรียนออกตามขนาดของโรงเรียน โดยแบ่งขนาดโรงเรียนตามเกณฑ์ของกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ พบว่ามีโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ 7 โรงเรียน โรงเรียนขนาดใหญ่ 7 โรงเรียน โรงเรียนขนาดกลาง 44 โรงเรียน และโรงเรียนขนาดเล็ก 46 โรงเรียน แล้วสุ่มโรงเรียนแต่ละขนาดด้วยวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) โดยมีขนาดโรงเรียนเป็นชั้น (Strata) และโรงเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม โดยสุ่มมา 20 % ของแต่ละขนาดโรงเรียน ผลปรากฏว่าได้โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ 2 โรงเรียน โรงเรียนขนาดใหญ่ 2 โรงเรียน โรงเรียนขนาดกลาง 9 โรงเรียน และโรงเรียนขนาดเล็ก 10 โรงเรียน

ขั้นที่ 2 สุ่มห้องเรียนจากโรงเรียนที่ได้ในขั้นที่ 1 ในสัดส่วน 5 ห้องเรียน สุ่มมา 1 ห้องเรียน

ขั้นที่ 3 สุ่มนักเรียนจากห้องเรียนที่ได้ในขั้นที่ 2 ในสัดส่วน 3 คน สุ่มมา 1 คน

ผลปรากฏว่าได้ห้องเรียนจำนวน 30 ห้องเรียน มีนักเรียนที่ถูกเลือกเป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 425 คน ผลดังตาราง 1

ตาราง 1 จำนวนห้องเรียน จำนวนนักเรียน ของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามขนาดโรงเรียน

ขนาดโรงเรียน	โรงเรียนกลุ่มตัวอย่าง	จำนวนห้องเรียน		จำนวนนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1	
		ทั้งหมด	กลุ่มตัวอย่าง	ทั้งหมด	กลุ่มตัวอย่าง
ใหญ่พิเศษ	1. โรงเรียนขอนแก่นวิทยายน	13	3	180	60
	2. โรงเรียนบ้านไผ่	13	3	120	60
ใหญ่	1. โรงเรียนขามแก่นนคร	10	2	90	31
	2. โรงเรียนน้ำพองศึกษา	10	2	72	24
กลาง	1. โรงเรียนท่าพระวิทยายน	6	1	34	11
	2. โรงเรียนขอนแก่นวิทยายน 2	5	1	35	12
	3. โรงเรียนบ้านลานวิทยาคม	4	1	44	15
	4. โรงเรียนบ้านไผ่พิทยาคม	4	1	34	12
	5. โรงเรียนเปือยน้อยศึกษา	3	1	40	14
	6. โรงเรียนน้ำพองพัฒนศึกษา ฯ	5	1	35	12
	7. โรงเรียนหนองสองห้องวิทยา	5	1	35	12
	8. โรงเรียนบ้านแฮดศึกษา	3	1	44	15
	9. โรงเรียนรังสรรค์วิทยาคม	5	1	34	12
	10. โรงเรียนชนบทศึกษา	5	1	36	12
เล็ก	1. โรงเรียนขอนแก่นวิทยาลัย	2	1	25	9
	2. โรงเรียนแก่นนครวิทยาลัย 2	3	1	35	12
	3. โรงเรียนหนองขามวิทยาลัย	3	1	49	10
	4. โรงเรียนม่วงหวานพัฒนศึกษา	2	1	38	10
	5. โรงเรียนกุทองพิทยาลัย	2	1	32	11
	6. โรงเรียนเบญจมิตรวิทยา	2	1	41	14
	7. โรงเรียนคำแคนวิทยาคม	3	1	31	11
	8. โรงเรียนพลพัฒนศึกษา	2	1	34	12
	9. โรงเรียนไทรคาม	3	1	30	10
	10. โรงเรียนสันติพัฒนกิจวิทยา	2	1	30	10
รวม		119	30	1,182	425

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล 2 ฉบับ ดังนี้

ฉบับที่ 1 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 4 ด้าน ดังนี้

1. ความสามารถในการตั้งโจทย์คณิตศาสตร์ จำนวน 2 ข้อ
2. ความสามารถในการคาดคะเน จำนวน 2 ข้อ
3. ความสามารถในการคิดและตรวจสอบคำตอบ จำนวน 2 ข้อ
4. ความสามารถในการหาความเกี่ยวข้องของกลุ่มตัวเลขหรือภาพเรขาคณิตจำนวน 2 ข้อ

ฉบับที่ 2 แบบสอบถามนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แบ่งเป็น 5 ตอน ดังนี้

- ตอนที่ 1 แบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ
- ตอนที่ 2 แบบสอบถามการสนับสนุนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง จำนวน 20 ข้อ
- ตอนที่ 3 แบบสอบถามการเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียน จำนวน 20 ข้อ
- ตอนที่ 4 แบบสอบถามบรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ
- ตอนที่ 5 แบบสอบถามพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู จำนวน 20 ข้อ

ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยตามขั้นตอน ต่อไปนี้

1. การสร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ลำดับขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ มีรายละเอียดดังนี้

1.1 ศึกษาทฤษฎี เอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยของ บอลคา (Balka. 1974 : 98A) เนื่องจากเป็นแนวทางที่สอดคล้องกับวิชาคณิตศาสตร์

1.2 เขียนนิยามความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดได้กว้างไกล หลายทิศทาง การออกแบบ ต่อเติม หาความสัมพันธ์ของสิ่งเร้าทางคณิตศาสตร์ในแง่มุมต่าง ๆ อันเป็นการคิดที่ก่อให้เกิดสิ่งใหม่ ประกอบด้วย ความคิด 3 ลักษณะ คือ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม

1.3 สร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ตามนิยามที่เขียนไว้ 4 ด้าน ดังนี้

1.3.1 ความสามารถในการตั้งโจทย์คณิตศาสตร์ จำนวน 6 ข้อ โดยการให้นักเรียนตั้งคำถาม หรือโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้

1.3.2 ความสามารถในการคาดคะเน จำนวน 6 ข้อ โดยการให้นักเรียนคาดคะเน หรือทำนายเหตุการณ์ต่าง ๆ จากการนำเสนอข้อมูลทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้

1.3.3 ความสามารถในการคิดและตรวจสอบคำตอบ จำนวน 6 ข้อ โดยการให้นักเรียนคิดหาคำตอบโดยที่สามารถตรวจสอบวิธีการคิด และคำตอบที่ถูกต้องได้ จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ หรือเงื่อนไขปัญหาที่กำหนดให้

1.3.4 ความสามารถในการหาความเกี่ยวข้องของกลุ่มตัวเลข หรือภาพเรขาคณิต จำนวน 6 ข้อ โดยการให้นักเรียนจัดกลุ่มตัวเลข หรือภาพเรขาคณิต จากตัวเลข หรือภาพเรขาคณิตที่กำหนดให้ โดยทำการจัดกลุ่มตามลักษณะที่แตกต่างกัน พร้อมทั้งบอกเหตุผลในการจัดกลุ่มได้

1.4 นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นข้อสอบอัตนัยแบบเขียนตอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงพินิจ (Face Validity) ตามนิยามที่เขียนไว้ จากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญปรากฏว่าแบบทดสอบมีความสอดคล้องกับนิยามที่เขียนไว้ โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้อง อยู่ระหว่าง 0.6 – 1.0 ผู้วิจัยจึงคัดเลือกข้อสอบด้านละ 4 ข้อ รวมทั้งหมดจำนวน 16 ข้อ คัดเลือกข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.8 – 1.0

1.5 นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่คัดเลือกแล้วไปทดสอบครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขอนแก่นวิทยายน จังหวัดขอนแก่น ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 110 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบด้านความยาก และอำนาจจำแนก โดยหาค่าความยาก (P) จากสูตรของ วิทนี และซาเบอร์ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539 : 199 – 200) และหาดัชนีค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอัตนัย โดยคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยากตั้งแต่ .20 ถึง .80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป ปรากฏผลดังนี้

1.5.1 ความสามารถในการตั้งโจทย์คณิตศาสตร์ ได้ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.28 ถึง 0.48 และตั้งแต่ 0.32 ถึง 0.69 คัดเลือกแล้วได้จำนวน 2 ข้อ มีค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.41 ถึง 0.48 และตั้งแต่ 0.49 ถึง 0.69

1.5.2 ความสามารถในการคาดคะเน ได้ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.35 ถึง 0.56 และตั้งแต่ 0.39 ถึง 0.70 คัดเลือกแล้วได้จำนวน 2 ข้อ มีค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.53 ถึง 0.56 และตั้งแต่ 0.62 ถึง 0.7

1.5.3 ความสามารถในการคิดและตรวจสอบคำตอบ ได้ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.19 ถึง 0.31 และตั้งแต่ 0.27 ถึง 0.44 คัดเลือกแล้วได้จำนวน 2 ข้อ มีค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.26 ถึง 0.31 และตั้งแต่ 0.38 ถึง 0.44

1.5.4 ความสามารถในการหาความเกี่ยวข้องของกลุ่มตัวเลข หรือภาพเรขาคณิต ได้ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.23 ถึง 0.44 และตั้งแต่ 0.31 ถึง 0.62 คัดเลือกแล้วได้จำนวน 2 ข้อ มีค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.38 ถึง 0.44 และตั้งแต่ 0.61 ถึง 0.62

1.6 นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่คัดเลือกไว้ไปทดสอบครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 คน ไปหาค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีฮอยท์ (Hoyt's ANOVA procedure) มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.703

1.7 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปเก็บข้อมูลในการวิจัยต่อไป

2. การสร้างแบบสอบถามการสนับสนุนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง แบบสอบถามการเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียน แบบสอบถามบรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์ และแบบสอบถามพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู สำหรับสอบถามนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 การแสดงลำดับขั้นตอนการสร้างแบบสอบถาม มีรายละเอียดดังนี้

2.1 ศึกษาทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

2.1.1 ศึกษาทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวกับการสนับสนุนการเรียนรู้
คณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง

2.1.2 ศึกษาทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวกับการเข้าร่วมกิจกรรม
คณิตศาสตร์ของนักเรียน

2.1.3 ศึกษาทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวกับบรรยากาศในห้องเรียน
คณิตศาสตร์

2.1.4 ศึกษาทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวกับพฤติกรรมการสอน
คณิตศาสตร์ของครู

2.2 เขียนนิยามเชิงปฏิบัติการของการสนับสนุนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง
การเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียน บรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์ และพฤติกรรมการ
สอนคณิตศาสตร์ของครู

2.3 เขียนข้อความตามนิยามที่ได้กำหนดไว้ ดังนี้

2.3.1 สร้างแบบสอบถามการสนับสนุนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง
ลักษณะของแบบสอบถาม เป็นมาตราส่วนประมาณค่า 4 ระดับ คือ เป็นจริง ก่อนข้างจริง ก่อนข้างไม่
จริง ไม่จริง จำนวน 35 ข้อ

2.3.2 สร้างแบบสอบถามการเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ลักษณะของแบบสอบถาม เป็นมาตราส่วนประมาณค่า 4 ระดับ คือ เป็นประจำ เป็นบางครั้ง นานๆครั้ง
ไม่เคยเลย จำนวน 30 ข้อ

2.3.3 สร้างแบบสอบถามบรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์ ลักษณะของ
แบบสอบถาม เป็นมาตราส่วนประมาณค่า 4 ระดับ คือ เป็นจริง ก่อนข้างจริง ก่อนข้างไม่จริง ไม่จริง
จำนวน 30 ข้อ

2.3.4 สร้างแบบสอบถามพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู ลักษณะ
ของแบบสอบถาม เป็นมาตราส่วนประมาณค่า 4 ระดับ คือ เป็นจริง ก่อนข้างจริง ก่อนข้างไม่จริง
ไม่จริง จำนวน 30 ข้อ

2.4 เมื่อสร้างแบบสอบถามเสร็จแล้ว นำไปตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้น โดยให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจสอบตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงพินิจ (Face Validity) ตลอดจนภาษาที่ใช้ในแต่ละข้อ
คัดเลือกข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขภาษาให้ถูกต้องตามนิยาม
ที่ได้กำหนดไว้ โดยมีรายละเอียดการวิเคราะห์ ดังนี้

2.4.1 แบบสอบถามการสนับสนุนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง จำนวน
35 ข้อ ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 – 1.0 คัดเลือกมา 28 ข้อ ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่
0.8 – 1.0

2.4.2 แบบสอบถามการเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียน จำนวน 30
ข้อ ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 – 1.0 คัดเลือกมา 25 ข้อ ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่
0.8 – 1.0

2.4.3 แบบสอบถามบรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ ซึ่งมี
ค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 – 1.0 คัดเลือกมา 25 ข้อ ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.8 – 1.0

2.4.4 แบบสอบถามพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู จำนวน 30 ข้อ ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 – 1.0 คัดเลือกมา 25 ข้อ ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.8 – 1.0

2.5 นำแบบสอบถามที่คัดเลือกแล้วจากข้อ 5 ไปทดสอบครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขอนแก่นวิทยายน จังหวัดขอนแก่น ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 110 คน จากนั้นนำมาตรวจให้คะแนน เพื่อหาค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ โดยใช้ t -test แบบเทคนิค 25 % ของกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 215 - 216 ; อ้างอิงมาจาก Edward. 1957 : 152-154) แล้วคัดเลือกข้อความที่ค่า t สูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีรายละเอียดการวิเคราะห์ดังนี้

2.5.1 แบบสอบถามการสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง จำนวน 28 ข้อ ซึ่งมีค่า t อยู่ระหว่าง 3.263 ถึง 7.305 คัดเลือกไว้ 20 ข้อ มีค่า t อยู่ระหว่าง 4.388 ถึง 7.305

2.5.2 แบบสอบถามการเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียน จำนวน 25 ข้อ ซึ่งมีค่า t อยู่ระหว่าง 3.703 ถึง 10.762 คัดเลือกไว้ 20 ข้อ มีค่า t อยู่ระหว่าง 5.140 ถึง 10.762

2.5.3 แบบสอบถามบรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์ จำนวน 25 ข้อ ซึ่งมีค่า t อยู่ระหว่าง -0.809 ถึง 7.103 คัดเลือกไว้ 20 ข้อ มีค่า t อยู่ระหว่าง 3.495 ถึง 7.103

2.5.4 แบบสอบถามพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู จำนวน 20 ข้อ ซึ่งมีค่า t อยู่ระหว่าง -0.442 ถึง 7.464 คัดเลือกมา 20 ข้อ มีค่า t อยู่ระหว่าง 3.765 ถึง 7.464

2.6 นำแบบสอบถามที่คัดเลือกแล้วไปทดสอบครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 คน แล้วทำการตรวจให้คะแนน เช่นเดียวกับข้อ 2.5 เพื่อนำมาหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบสอบถาม โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์อัลฟา (Alpha coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) ได้ค่าความเชื่อมั่น ดังต่อไปนี้

2.6.1 แบบสอบถามการสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ในครอบครัว

มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.9017

2.6.2 แบบสอบถามการเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียน

มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.9287

2.6.3 แบบสอบถามบรรยากาศในห้องเรียน มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.8566

2.6.4 แบบสอบถามพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่น

เท่ากับ 0.8721

2.7 จัดพิมพ์แบบสอบถามที่ได้จากข้อ 2.6 เพื่อนำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างสำหรับทำการวิจัยต่อไป

ขั้นตอนการหาคุณภาพของแบบสอบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ขออนุญาตนำแบบสอบถามเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของสุริย์ ปัญญาธิโกาส (2531 : 128 – 132) มาใช้ในการวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งมีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 60 ข้อ และผู้วิจัยได้นำไปหาคุณภาพด้านค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น ดังนี้

1. นำแบบสอบถามไปทดสอบครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขอนแก่นวิทยายน จังหวัดขอนแก่น ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 110 คน จากนั้นนำมาตรวจให้

คะแนน และวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ โดยใช้ t -test แบบเทคนิค 25 % ของกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 215 - 216 ; อ้างอิงมาจาก Edward.1957 : 152-154) ได้ค่า t อยู่ระหว่าง -8.019 ถึง 11.125 ผู้วิจัยคัดเลือกมา 20 ข้อ มีค่า t อยู่ระหว่าง 5.213 ถึง 11.125

2. นำแบบสอบถามที่คัดเลือกแล้วไปทดสอบครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 คน แล้วทำการตรวจให้คะแนนเช่นเดียวกับข้อ 1. หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบสอบถาม โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์อัลฟา (Alpha coefficient) ของครอนบาค(Cronbach) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.9178

3. จัดพิมพ์แบบสอบถามที่ได้จากข้อ 2.6 เพื่อนำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างสำหรับทำการวิจัยต่อไป

ลักษณะเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ฉบับที่ 1 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 คำชี้แจง

- แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ชุดนี้ มีจำนวน 4 ด้าน ดังนี้
 - (1) ความสามารถในการตั้งโจทย์คณิตศาสตร์ จำนวน 2 ข้อ
 - (2) ความสามารถในการคาดคะเน จำนวน 2 ข้อ
 - (3) ความสามารถในการคิดและตรวจสอบคำตอบ จำนวน 2 ข้อ
 - (4) ความสามารถในการมองเห็นความเกี่ยวข้องของกลุ่มตัวเลข หรือภาพเรขาคณิต จำนวน 2 ข้อ
- ให้เวลาในการทำแบบทดสอบข้อละ 5 นาที (ไม่รวมเวลาที่ใช้ในการอธิบายตัวอย่าง)
- นักเรียนจะได้คะแนนมาก ถ้านักเรียนตอบได้มาก มีเหตุผล ถูกต้อง และคำตอบแปลกกว่าผู้อื่น

1. ความสามารถในการตั้งโจทย์คณิตศาสตร์

ตัวอย่าง

1.1 ให้นักเรียนสร้างโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เป็นเรื่องอะไรก็ได้ ซึ่งเมื่อคำนวณแล้วให้ได้ผลลัพธ์เท่ากับ 36 สร้างให้ได้หลายแบบ และหลายข้อมากที่สุด

ตัวอย่างคำตอบ

1. พ่อมีเงิน 100 บาท ให้ลูกไป 64 บาท พ่อเหลือเงินเท่าใด
2. รูปสี่เหลี่ยมมีด้านยาวด้านละ 6 ซม. รูปสี่เหลี่ยมรูปนี้มีพื้นที่เท่าใด

2. ความสามารถในการคาดคะเน

ตัวอย่าง

ตารางแสดงปริมาณข้าวที่ปลูกได้ในสัปดาห์ของประเทศไทย โดยปลูกปีละ 1 ครั้ง (ให้นักคิดเป็นหน่วยล้านตัน)

ปี พ.ศ. \ ภาค	กลาง	ตะวันออกเฉียงเหนือ	เหนือ	ใต้
2540	517	163	300	186
2541	388	183	300	150
2542	343	225	300	143

ถ้าในปี พ.ศ. 2544 รัฐได้ส่งเสริมให้ชาวนาได้ทำนาปีละสองครั้ง ส่วนสภาพอื่น ๆ คล้ายคลึงกันกับ พ.ศ. 2542 ถามว่านักเรียนจะสามารถคาดคะเนอะไรได้บ้างเกี่ยวกับปริมาณของข้าวที่จะปลูกได้ในอีก 4 ปีข้างหน้า

ตัวอย่างคำตอบ

1. ในปี พ.ศ. 2544 ภาคเหนือ คาดว่าจะปลูกข้าวได้ 300 ล้านตัน
2. อีก 4 ปีข้างหน้า ภาคกลางจะยังเป็นภาคที่ปลูกข้าวได้มากที่สุด

3. ความสามารถในการคิดและตรวจสอบคำตอบ

ตัวอย่าง

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงถึงวิธีการคิดคำตอบตัวเลขที่เกิดจากเงื่อนไข ดังต่อไปนี้ คือ

1. เป็นเลข 2 จำนวนใด ๆ
2. ผลรวมของเลขสองจำนวนเท่ากับ 14
3. ผลคูณของเลขสองจำนวนมีค่ามากกว่า 10

ตัวอย่างคำตอบ

ผลรวมของตัวเลข	ผลคูณของตัวเลข
1. $7 + 7$	7×7
2. $1 + 11$	1×11

4. ความสามารถในการมองเห็นความเกี่ยวข้องของกลุ่มตัวเลข หรือภาพเรขาคณิต

ตัวอย่าง

ให้นักเรียนจัดกลุ่มของตัวเลขที่กำหนดให้ตามคุณสมบัติ หรือลักษณะบางอย่างร่วมกันให้ได้มากที่สุด โดยที่แต่ละกลุ่มต้องมีตัวเลขตั้งแต่ 3 จำนวน ขึ้นไป พร้อมทั้งระบุเหตุผลในการจัดกลุ่มด้วย

278 356 888 555 090 222 895 748 919

ตัวอย่างคำตอบ

	กลุ่ม	เหตุผล
1.	278 , 356 , 888 , 090 , 222 , 748	เป็นจำนวนคู่เหมือนกัน
2.	888 , 222 , 555	หารด้วย 11 ลงตัว
3.	278 , 888 , 748	มีเลข 8 เป็นหลักหน่วย

ฯลฯ

การตรวจให้คะแนน

การตรวจให้คะแนนยึดหลักของ ครอพเลย์ (กรมวิชาการ. 2534 : 51 ; อ้างอิงจาก Cropley. 1966 : 261 - 262) คะแนนความคิดสร้างสรรค์ ประกอบด้วยคะแนนความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่ม โดยแบบทดสอบแต่ละด้านทั้ง 4 ด้าน จะตรวจให้คะแนนทั้ง 3 แบบ สำหรับคะแนนความคิดสร้างสรรค์รวมทุกด้าน เป็นการรวมคะแนนทั้ง 3 แบบเข้าด้วยกัน เป็นคะแนนรวม ความคิดสร้างสรรค์ การตรวจให้คะแนนแต่ละข้อ มีหลักในการตรวจ ดังนี้

1. คะแนนความคิดคล่องแคล่ว ให้คะแนนตามจำนวนทั้งหมดที่นักเรียนตอบได้
2. คะแนนความคิดยืดหยุ่น ให้คะแนนโดยนับจากจำนวนกลุ่ม หรือจำนวนทิศทางของคำตอบ กล่าวคือ นำคำตอบทั้งหมดที่ให้คะแนนความคิดคล่องแคล่วไปแล้วมาจัดกลุ่มหรือทิศทางใหม่ คำตอบเป็นไปในทิศทางเดียวกัน หรือความหมายอย่างเดียวกันก็จัดเข้าเป็นกลุ่มเดียวกันเมื่อจัดแล้วให้คำตอบกลุ่มละ 1 คะแนน
3. คะแนนความคิดริเริ่ม ให้คะแนนตามสัดส่วนของความคิดของคำตอบซึ่งดัดแปลงจากวิธีของครอพเลย์ พิจารณาคำตอบของผู้เข้าสอบในครั้งเดียวกัน คำตอบใดที่กลุ่มตัวอย่างตอบซ้ำกันมาก ๆ ก็จะได้คะแนนน้อยหรือไม่ได้คะแนน ถ้าคำตอบยิ่งซ้ำกับคนอื่นน้อยหรือไม่ซ้ำเลยก็จะได้คะแนนมากขึ้น เกณฑ์การให้คะแนนยึดหลัก ดังนี้

คำตอบที่ซ้ำกัน 12 % ขึ้นไป	ให้	0	คะแนน
คำตอบที่ซ้ำกัน 6 – 11 %	ให้	1	คะแนน
คำตอบที่ซ้ำกัน 3 – 5 %	ให้	2	คะแนน
คำตอบที่ซ้ำกัน 2 %	ให้	3	คะแนน
คำตอบที่ซ้ำกัน 1 %	ให้	4	คะแนน

ตัวอย่างการตรวจให้คะแนน

1. ความสามารถในการตั้งโจทย์คณิตศาสตร์

ตัวอย่าง

- 1.1 ให้นักเรียนสร้างโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เป็นเรื่องอะไรก็ได้ ซึ่งเมื่อคำนวณแล้วให้ได้ผลลัพธ์เท่ากับ 36 สร้างให้ได้หลายแบบ และหลายข้อมากที่สุด

ตัวอย่างคำตอบ

1. พ่อมีเงิน 100 บาท ให้อูไป 64 บาท พ่อเหลือเงินเท่าใด
2. รูปสี่เหลี่ยมมีด้านยาวด้านละ 6 ซม. รูปสี่เหลี่ยมรูปนี้มีพื้นที่เท่าใด
3. มินกอยู่ 10 ตัว มีวัวอยู่ 4 ตัว จะมีจำนวนขาเท่าไร
4. มีเสาไฟฟ้าอยู่ 18 เสา แต่ละเสามีนกอยู่ 2 ตัว มีจำนวนนกทั้งหมดกี่ตัว
5. มีถาดผลไม้อยู่ 3 ถาดถาดละ 12 ผล รวมมีผลไม้เท่าไร
6. มีขนมอยู่ 72 ชิ้น แบ่งใส่ถุง 2 ถุง จะมีขนมถุงละกี่ชิ้น

ตัวอย่างการให้คะแนน

1. คะแนนความคิดคล่องแคล่วให้ตามจำนวนคำตอบ 6 คะแนน
2. คะแนนความคิดยืดหยุ่นให้ตามจำนวนการจัดกลุ่มของคำตอบดังนี้ และให้คะแนนกลุ่มละ 1

คะแนน

กลุ่มที่ 1 พอมีเงิน 100 บาท ให้ลูกไป 64 บาท พ่อเหลือเงินเท่าใด

กลุ่มที่ 2 รูปสี่เหลี่ยมมีด้านยาวด้านละ 6 ซม. รูปสี่เหลี่ยมนี้มีพื้นที่เท่าใด , มีเสาไฟฟ้าอยู่ 18 เสา แต่ละเสามีนกอยู่ 2 ตัว มีจำนวนนกทั้งหมดกี่ตัว , มีถาดผลไม้อยู่ 3 ถาดถาดละ 12 ผล รวมมีผลไม้เท่าไร

กลุ่มที่ 3 มีขนมอยู่ 72 ชิ้น แบ่งใส่ถุง 2 ถุง จะมีขนมถุงละกี่ชิ้น

กลุ่มที่ 4 มีนกอยู่ 10 ตัว มีวัวอยู่ 4 ตัว จะมีจำนวนขาที่ขา

3. คะแนนความคิดริเริ่มมีลำดับการให้คะแนน ดังนี้

3.1 บันทึกคำตอบแต่ละข้อของนักเรียนที่เข้าสอบในครั้งเดียวกัน

3.2 หาความถี่ของคำตอบแต่ละข้อ

3.3 ให้คะแนนตามเกณฑ์ที่วางไว้ ดังนี้

คำตอบที่ซ้ำกัน 12 % ขึ้นไป	ให้	0	คะแนน
คำตอบที่ซ้ำกัน 6 – 11 %	ให้	1	คะแนน
คำตอบที่ซ้ำกัน 3 – 5 %	ให้	2	คะแนน
คำตอบที่ซ้ำกัน 2 %	ให้	3	คะแนน
คำตอบที่ซ้ำกัน 1 %	ให้	4	คะแนน

4. รวมคะแนนทั้ง 3 ข้อข้างต้นเป็นคะแนนความคิดสร้างสรรค์ของข้อนั้น

ฉบับที่ 2 แบบสอบถามนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แบ่งเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาข้อความแต่ละข้อว่าตรงกับความคิดเห็น หรือความรู้สึกของนักเรียน แล้วให้

นักเรียนเลือกทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับความรู้สึกของนักเรียนมากที่สุด

ข้อ	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
0	ข้าพเจ้ารู้สึกสบายใจเมื่อเรียนคณิตศาสตร์.....	.....	.....	.....	.....	.....
00	วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่น่าเบื่อหน่าย.....	.....	.....	.....	.....	.....
000	ข้าพเจ้าอยากทำโจทย์ปัญหาแปลก ๆ นอกเหนือจากที่ครูกำหนดให้.....	.....	.....	.....	.....	.....

การให้คะแนน มีดังนี้

กรณีที่ เป็นข้อความทางบวกให้คะแนนดังนี้

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

กรณีที่ เป็นข้อความทางลบให้คะแนนดังนี้

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

ตอนที่ 2 แบบสอบถามการสนับสนุนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาข้อความแต่ละข้อว่าตรงกับความคิดเห็น หรือความรู้สึกของนักเรียน แล้ว

ให้นักเรียนเลือกทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับความรู้สึกของนักเรียนมากที่สุด

	ข้อความ	เป็นจริง	ค่อนข้างจริง	ค่อนข้างไม่จริง	ไม่จริง
0	ผู้ปกครองเตือนให้ข้าพเจ้าอ่านหนังสือเรียนวิชาคณิตศาสตร์.....	.....	.....	.....	.....
00	ผู้ปกครองซื้อหนังสือเสริมความรู้ทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับเกมลับสมองให้ข้าพเจ้า.....	.....	.....	.....	.....
000	ผู้ปกครองสนับสนุนให้ข้าพเจ้าดูโทรทัศน์ รายการตอบปัญหาทางคณิตศาสตร์รายการ 180 ไอคิว.....	.....	.....	.....	.....

การให้คะแนน มีดังนี้

จริง	ให้	3 คะแนน
ค่อนข้างจริง	ให้	2 คะแนน
ค่อนข้างไม่จริง	ให้	1 คะแนน
ไม่จริง	ให้	0 คะแนน

ตอนที่ 3 ตัวอย่างแบบสอบถามการเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียน

คำชี้แจง แบบสอบถามนี้มีจุดประสงค์ถามเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียน ให้นักเรียนเลือกทำ

เครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับความเป็นจริงมากที่สุด

ข้อ	ข้อความ	เป็นปกติ	เป็นบางครั้ง	นานๆ ครั้ง	ไม่เคยเลย
0	ข้าพเจ้าเข้าร่วมแข่งขันตอบปัญหาคณิตศาสตร์.....	.....	.....	.....	.....
00	ข้าพเจ้าเข้าค่ายคณิตศาสตร์.....	.....	.....	.....	.....
000	ข้าพเจ้าฟังการบรรยายการนำเสนอเกี่ยวกับโครงการทางคณิตศาสตร์.....	.....	.....	.....	.....

การให้คะแนน ดังนี้

เป็นปกติ	ให้	3 คะแนน
เป็นบางครั้ง	ให้	2 คะแนน
นาน ๆ ครั้ง	ให้	1 คะแนน
ไม่เคยเลย	ให้	0 คะแนน

ตอนที่ 4 ตัวอย่างแบบสอบถามบรรยากาศในห้องเรียน

คำชี้แจง แบบสอบถามนี้มีจุดประสงค์ถามความคิดเห็นเกี่ยวกับบรรยากาศในห้องเรียนวิชาคณิตศาสตร์
ของนักเรียน ให้นักเรียนเลือกทำ เครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับความเป็นจริงมากที่สุด

ข้อ	ข้อความ	เป็น จริง	ค่อนข้าง จริง	ค่อนข้าง ไม่จริง	ไม่จริง
0	ครูให้ความสนใจต่อทุกคำถามของนักเรียนแม้คำถามนั้นจะนอกเรื่องไปบ้าง.....	.....	.....	.....	.....
00	ครูกระตุ้นให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยด้วยการชมผู้ถามทุกครั้ง....	.....	.....	.....	.....
000	ครูพูดคุยกับนักเรียนขณะสอนด้วยสีหน้ายิ้มแย้มแจ่มใส เป็นมิตร..	.....	.....	.....	.....

ตอนที่ 5 ตัวอย่างแบบสอบถามพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์

คำชี้แจง แบบสอบถามนี้มีจุดประสงค์ถามเกี่ยวกับพฤติกรรมต่าง ๆ ที่ครูปฏิบัติในการสอนคณิตศาสตร์
ให้นักเรียนเลือกทำ เครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับความเป็นจริงมากที่สุด

ข้อ	ข้อความ	เป็น จริง	ค่อนข้าง จริง	ค่อนข้าง ไม่จริง	ไม่จริง
0	ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ครูคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีการยกตัวอย่างที่หลากหลาย.....	.....	.....	.....	.....
00	ครูใช้สื่อการสอนที่ใหม่ ๆ แปลก ๆ ทันสมัย เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ในการเรียนที่หลากหลาย.....	.....	.....	.....	.....
000	ครูเรียกชื่อนักเรียนก่อน หรือเรียกชื่อนักเรียนตามเลขที่ แล้วจึงตั้งคำถามเป็นประจำ.....	.....	.....	.....	.....

การให้คะแนนแบบสอบถามบรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์ และแบบสอบถามพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ ของครู มีดังนี้

กรณีที่เป็นข้อความทางบวกให้คะแนนดังนี้			กรณีที่เป็นข้อความทางลบให้คะแนนดังนี้		
จริง	ให้	3 คะแนน	จริง	ให้	0 คะแนน
ค่อนข้างจริง	ให้	2 คะแนน	ค่อนข้างจริง	ให้	1 คะแนน
ค่อนข้างไม่จริง	ให้	1 คะแนน	ค่อนข้างไม่จริง	ให้	2 คะแนน
ไม่จริง	ให้	0 คะแนน	ไม่จริง	ให้	3 คะแนน

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยประสานงานกับสำนักงานสามัญศึกษาจังหวัดขอนแก่น เพื่อขอหนังสือราชการของความร่วมมือในการรวบรวมข้อมูล และผู้วิจัยเป็นผู้นำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยไปเก็บข้อมูลจริงกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จาก โรงเรียนที่ถูกเลือกเป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยผู้วิจัยเป็นผู้เก็บข้อมูลเอง เพื่อดำเนินการในขั้นตอนการวิเคราะห์ต่อไป ขั้นตอนในการมีดังนี้

1. นำหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัย ขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลของผู้วิจัย ส่งผู้อำนวยการสามัญศึกษาจังหวัดขอนแก่น
2. นำหนังสือจากสำนักงานสามัญศึกษาจังหวัดขอนแก่น ยื่นต่อผู้บริหารสถานศึกษาของโรงเรียนที่ถูกเลือกเป็นกลุ่มตัวอย่าง เพื่อขอความสนับสนุนการเก็บรวบรวมข้อมูลในการทำปริญญานิพนธ์
3. นำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยไปยังโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเพื่อเก็บข้อมูลจริงด้วยตัวผู้วิจัยเอง และติดต่อฝ่ายวิชาการของโรงเรียนเพื่อขอคะแนนสอบปลายภาครายวิชาคณิตศาสตร์ (ค 101) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2544 ของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ตั้งแต่วันที่ 21 มกราคม 2545 ถึง วันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2545
4. วิธีการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล มีดังต่อไปนี้
 - 4.1 อธิบายให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเข้าใจถึงวัตถุประสงค์และประโยชน์ที่ได้รับจากการทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และแบบสอบถามที่ใช้ในการวิจัย
 - 4.2 อธิบายวิธีการตอบแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเริ่มทำ รวมเวลาที่ใช้ในการอธิบายการตอบแบบทดสอบ และการทำแบบทดสอบของนักเรียน ทั้งหมด 60 นาที หลังจากนั้นให้นักเรียนตอบแบบสอบถาม โดยไม่กำหนดเวลาในการตอบ
5. นำข้อมูลที่ได้อามาตรวจสอบความเรียบร้อย และให้คะแนน เพื่อทำการบันทึกลงแฟ้มข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS และ HLM version 5.0 เพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ภายหลังจากการเก็บรวบรวมข้อมูลแล้ว ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ คะแนนเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย ของตัวแปรอิสระระดับนักเรียน ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ACH) , เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (ATT) , การสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง (SUPP) , การเข้าร่วม

กิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียน (ACT) และตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน ได้แก่ บรรยายภาคในห้องเรียน คณิตศาสตร์ (CLIM) , พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู (BHT) และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (CRTM) ที่วิเคราะห์จากนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 425 คน รวม 30 ห้องเรียน

2. หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายของตัวแปรอิสระระดับนักเรียน ตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

2.1 หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายของตัวแปรอิสระระดับนักเรียน กับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

2.2 หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายของตัวแปรอิสระระดับนักเรียน และตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน กับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

3. ตรวจสอบความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างตัวแปรอิสระระดับนักเรียน และตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน กับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

4. คำนวณน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรอิสระระดับนักเรียน และระดับห้องเรียน ที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์พหุระดับ รูปแบบการวิเคราะห์ 2 ระดับ คือ ระดับนักเรียน และระดับห้องเรียน

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยมีดังนี้

1. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ

1.1 หาความเที่ยงตรงเชิงพื้นผิว (Face Validity) ของแบบทดสอบ และแบบสอบถาม โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency : IOC) โดยใช้สูตรของโรวินสกีและแฮมเบลตัน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539 : 248-249.)

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้อง
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

1.2 หาค่าความยากของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยแบ่งกลุ่มนักเรียนที่เข้าสอบออกเป็นกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน โดยเทคนิค 25 % ของนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมด ใช้สูตรของ วิทนี และซาเบอร์ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539 : 199 – 200.)

$$p = \frac{S_U + S_L - (2N)(X)}{2N(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	p	แทน	ดัชนีค่าความยาก
	S_U	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
	N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน
	$X_{\max}$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	$X_{\min}$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

1.3 หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จากสูตรดังนี้(ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539 : 201)

$$D = \frac{S_U - S_L}{N(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	D	แทน	ดัชนีค่าอำนาจจำแนก
	S_U	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
	N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน
	$X_{\max}$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	$X_{\min}$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

1.4 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตรของฮอยท์ (Hoyt's ANOVA procedure) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 220)

$$r_{tt} = 1 - \frac{MS_E}{MS_p}$$

เมื่อ	r_{tt}	แทน	สัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น
	MS_E	แทน	คะแนนความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน
	MS_p	แทน	คะแนนความแปรปรวนระหว่างคน

1.5 หาค่าอำนาจจำแนกรายข้อของเครื่องมือการวิจัยที่เป็นแบบสอบถามโดยใช้ t-test แบบเทคนิค 25% ของกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 215 – 216.)

$$t = \frac{\bar{X}_H - \bar{X}_L}{\sqrt{\frac{S_H^2}{n_H} + \frac{S_L^2}{n_L}}}, df = n_H + n_L - 2$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
	$\bar{X}_H$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มสูง
	$\bar{X}_L$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มต่ำ
	S_H^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของกลุ่มสูง
	S_L^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของกลุ่มต่ำ
	n_H	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มสูง
	n_L	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มต่ำ

1.6 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามที่เป็นมาตราส่วนประมาณค่า โดยใช้วิธีของครอนบาค (Cronbach alpha procedure) ซึ่งสูตรหาความเชื่อมั่นในรูปสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 200.)

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right\}$$

เมื่อ	α	แทน	สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
	n	แทน	จำนวนข้อของแบบสอบถาม
	$\sum S_i^2$	แทน	ผลรวมของความแปรปรวนแต่ละข้อ
	S_t^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวม

2. สถิติที่ใช้ทดสอบสมมุติฐาน

2.1 สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

2.2 ค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (C.V.) (พิชญ์ ดันทวนิช. 2543 : 64)

$$C.V. = \frac{S}{\bar{X}} \times 100$$

เมื่อ	C.V.	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย
	S	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ย

2.3 หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่าย โดยใช้สูตรสหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson product – moment correlation coefficient) (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2541 : 314.)

$$r = \frac{N\sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[N\sum X^2 - (\sum X)^2][N\sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

เมื่อ	r	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่าย
	$\sum X$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของคะแนน X
	$\sum Y$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของคะแนน Y
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของคะแนน X แต่ละตัวยกกำลังสอง
	$\sum Y^2$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของคะแนน Y แต่ละตัวยกกำลังสอง
	N	แทน	จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

2.4 ทดสอบความมีนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ โดยใช้ t – test (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2544 : 317)

$$t = \frac{r\sqrt{N-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าการแจกแจงแบบที
	r	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
	N	แทน	จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

2.5 ทดสอบความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างตัวแปรอิสระแต่ละระดับกับตัวแปรตาม โดยใช้ F-test (กัลยา วาณิชยปัญญา. 2543 : 419)

$$F = \frac{SS_{\text{regression}} / k}{SS_{\text{residual}} / N - k - 1}$$

เมื่อ F แทน ค่าสถิติเอฟ

$SS_{\text{regression}}$ แทน ผลรวมกำลังสองของตัวแปรตามที่เกิดจากการถดถอย

SS_{residual} แทน ผลรวมกำลังสองของส่วนที่เหลือ หรือ ความเบี่ยงเบนจากการถดถอย

k แทน จำนวนตัวแปรอิสระ

N แทน จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

สถิติในข้อ 2.1 – 2.5 คำนวณโดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows (Statistical Package for Social Science)

2.6 ค่าสัมประสิทธิ์ของการวัดร่วมกัน (Coefficient of determination)
หรือประสิทธิภาพการทำนายที่คำนวณได้จากผลการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม HLM (Snijders and Bosker. 1999 : 102 – 103.)

2.6.1 ค่าสัมประสิทธิ์ของการวัดร่วมกันระดับนักเรียน (R_1^2)

$$R_1^2 = 1 - \frac{\text{Var}\left(Y_{ij} - \sum_h \gamma_h X_{hij}\right)}{\text{Var}(Y_{ij})}$$

โดยที่ $\text{Var}\left(Y_{ij} - \sum_h \gamma_h X_{hij}\right) = \sigma_1^2 + \tau_{01}^2$

$$\text{Var}(Y_{ij}) = \sigma^2; \sigma^2 + \tau_{00}^2$$

เมื่อ	R_1^2	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ของการวัดร่วมกันระดับนักเรียน
	σ_1^2	แทน	ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนใน Simple model
	τ_{01}^2	แทน	ความแปรปรวนของค่า Intercept ใน Simple model
	σ_0^2	แทน	ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนใน Null model
	τ_{00}^2	แทน	ความแปรปรวนของค่า Intercept ใน Null model

2.6.2 ค่าสัมประสิทธิ์ของการวัดร่วมกันระดับห้องเรียน (R_2^2)

$$R_2^2 = \frac{\text{Var}\left(\bar{Y}_{.j} - \sum_h \gamma_h \bar{X}_{hij}\right)}{\text{Var}(\bar{Y}_{ij})}$$

โดยที่ $\text{Var}\left(\bar{Y}_{.j} - \sum_h \gamma_h \bar{X}_{hij}\right) = \frac{\sigma_2^2}{n_j} + \tau_{02}^2$

และ $\text{Var}(\bar{Y}_{ij}) = \frac{\sigma_0^2}{n_j} + \tau_{00}^2$

เมื่อ	R_2^2	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ของการวัดร่วมกันระดับห้องเรียน
	σ_2^2	แทน	ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน ในขั้นตอนการวิเคราะห์ระดับห้องเรียน หรือ Hypothetical model
	n_j	แทน	จำนวนนักเรียนโดยเฉลี่ยแต่ละห้องเรียน โดยหาจากสูตร <u>จำนวนนักเรียนทั้งหมด</u> จำนวนห้องเรียนทั้งหมด
	τ_{02}^2	แทน	ความแปรปรวนของค่า Intercept ในขั้นตอนการวิเคราะห์ระดับห้องเรียน หรือ Hypothetical model

2.7 การทดสอบนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์ของการวัดร่วมกัน ใช้สูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2540 : 332)

	F	=	$\frac{R^2 / k}{(1 - R^2) / (N - k - 1)}$
เมื่อ	F	แทน	ค่า F จากการแจกแจงตาราง F
	R^2	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณกำลังสอง
	k	แทน	จำนวนของตัวแปรอิสระ
	N	แทน	จำนวนคนที่ศึกษา

2.8 วิเคราะห์หาตัวแปรระดับนักเรียน และระดับห้องเรียนที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ตามรูปแบบการวิเคราะห์พหุระดับ (Multilevel Analysis) คำนวณด้วยโปรแกรม HLM version 5.0 for Windows

2.8.1 วิเคราะห์ระดับนักเรียน (Micro Level หรือ Within-Class Analysis) มีขั้นตอนการวิเคราะห์ 2 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 วิเคราะห์โมเดลว่าง (Null Model) เป็นการวิเคราะห์ขั้นแรก เพื่อให้เห็นภาพรวมของตัวแปรตาม โดยไม่มีตัวแปรอิสระใด ๆ เข้าร่วมพิจารณา และเพื่อตรวจสอบว่าตัวแปรตามมีความแปรปรวนภายในหน่วยและระหว่างหน่วยเพียงพอในการวิเคราะห์ตัวแปรอิสระที่มีส่งผลในขั้นต่อไปหรือไม่ มีรูปแบบดังนี้

โมเดลภายในหน่วย (Within – Unit Model)

$$Y_{ij} = b_{0i} + e_{ij}$$

โมเดลระหว่างหน่วย (Between – Unit Model)

$$b_{0i} = \gamma_{00} + u_{0i}$$

โดยที่	Y_{ij}	แทน	ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนคนที่ i ห้องเรียนที่ j
	b_{0i}	แทน	ค่าคงที่ (Intercept) ของตัวแปรระดับนักเรียนชั้นเรียนที่ j
	γ_{00}	แทน	ค่าคงที่ของ b_{0i}
	e_{ij}	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนระดับนักเรียนในการทำนาย Y_{ij}
	u_{0i}	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนระดับห้องเรียนในการทำนาย Y_{ij}

จากสมการกำหนดให้ b_{0i} เป็นค่าที่เปลี่ยนแปลงไปได้และความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าระหว่างห้องเรียน ในกระบวนการวิเคราะห์โอชแอลเอ็มมีการแบ่งผลของพารามิเตอร์ออกเป็น Fixed Effects และ Random Effects และใช้การทดสอบที (t-test) ทดสอบ Fixed Effects ($H_0 : \gamma_{00} = 0$) ถ้าไม่เป็น 0 สรุปว่า Intercept (b_{0i}) มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งแสดงว่าตัวแปรอิสระระดับนักเรียนส่งผลต่อ Y_{ij} แต่ถ้ามีค่าเป็น 0 แสดงว่าไม่ส่งผลต่อ Y_{ij} นอกจากนี้ โอชแอลเอ็ม ได้ใช้ χ^2 - test ทดสอบ Random Effects หรือ Parameter Variance ซึ่งเป็นการทดสอบทดสอบความแปรปรวนของพารามิเตอร์ของ b_{0i} ($H_0 : \text{Var}(b_{0i}) = 0$, $H_0 : \text{Var}(u_{0i}) = 0$) ถ้าไม่เป็น 0 แสดงว่าพารามิเตอร์ b_{0i} มีความแปรปรวนระหว่างหน่วย ซึ่งสามารถตั้งให้เป็นค่าคงที่ในการวิเคราะห์ได้

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์โมเดลอย่างง่าย (Simple Model) เป็นการวิเคราะห์ด้วยการนำตัวแปรอิสระระดับนักเรียน (Micro Level) เข้ามาวิเคราะห์ทีละตัว เพื่อตรวจสอบว่าตัวแปรอิสระเหล่านั้นส่งผลต่อตัวแปรตามหรือไม่ ตลอดจนเพื่อตรวจสอบว่า ตัวแปรอิสระเหล่านั้นเมื่อนำมาวิเคราะห์แล้วทำให้เกิดความแปรปรวนระหว่างหน่วยที่ศึกษาเพียงพอในการนำไปวิเคราะห์หาผลของตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนต่อไปหรือไม่ มีรูปแบบดังนี้

โมเดลภายในหน่วย (Within – Unit Model)

$$Y_{ij} = b_{01} + b_{ACH_j} (ACH) + b_{ATT_j} (ATT) + b_{SUPP_j} (SUPP) + b_{ACT_j} (ACT) + e_{ij}$$

โมเดลระหว่างหน่วย (Between – Unit Model)

$$b_{01} = \gamma_{00} + u_{0j}$$

$$b_{ACH_j} = \gamma_{10} + u_{1j}$$

$$b_{ATT_j} = \gamma_{20} + u_{2j}$$

$$b_{SUPP_j} = \gamma_{30} + u_{3j}$$

$$b_{ACT_j} = \gamma_{40} + u_{4j}$$

โดยที่	Y_{ij}	แทน	ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนคนที่ i ห้องเรียนที่ j
	ACH	แทน	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
	ATT	แทน	เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์
	SUPP	แทน	การสนับสนุนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง
	ACT	แทน	การเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์
	b_{01}	แทน	ค่าคงที่ (Intercept) ของตัวแปรระดับนักเรียนห้องเรียนที่ j
	b_{ACH_j}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression Slope) หรือค่าน้ำหนักความสำคัญของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ในรูปคะแนนดิบ ในห้องเรียนที่ j
	b_{ATT_j}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression Slope) หรือค่าน้ำหนักความสำคัญของเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในรูปคะแนนดิบ ในห้องเรียนที่ j
	b_{SUPP_j}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression Slope) หรือค่าน้ำหนักความสำคัญของการสนับสนุนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของผู้ปกครองในรูปคะแนนดิบ ในห้องเรียนที่ j
	b_{ACT_j}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression Slope) หรือค่าน้ำหนักความสำคัญของการเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียนในรูปคะแนนดิบ ในห้องเรียนที่ j
	γ_{00}	แทน	ค่าคงที่ หรือค่าเฉลี่ย (Grand Mean) ของ b_{01}
	γ_{10}	แทน	ค่าคงที่ หรือค่าเฉลี่ย (Grand Mean) ของ b_{ACH_j}
	γ_{20}	แทน	ค่าคงที่ หรือค่าเฉลี่ย (Grand Mean) ของ b_{ATT_j}
	γ_{30}	แทน	ค่าคงที่ หรือค่าเฉลี่ย (Grand Mean) ของ b_{SUPP_j}
	γ_{40}	แทน	ค่าคงที่ หรือค่าเฉลี่ย (Grand Mean) ของ b_{ACT_j}
	e_{ij}	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนระดับนักเรียนในการทำนาย Y_{ij}
	u_{0j}	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนระดับห้องเรียนในการทำนาย b_{01} ห้องเรียนที่ j
	u_{1j}	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนระดับห้องเรียนในการทำนาย b_{ACH_j} ห้องเรียนที่ j
	u_{2j}	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนระดับห้องเรียนในการทำนาย b_{ATT_j} ห้องเรียนที่ j

u_{3j}	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนระดับห้องเรียนในการทำนาย b_{SUPP_j} ห้องเรียนที่ j
u_{4j}	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนระดับห้องเรียนในการทำนาย b_{ACT_j} ห้องเรียนที่ j

2.8.2 วิเคราะห์ระดับห้องเรียน (Micro Level หรือ Between – Class Analysis) เป็นการวิเคราะห์ชั้นโมเดลสมมุติฐาน (Hypothesis Model) โดยนำตัวแปรอิสระระดับนักเรียน ที่ผ่านการวิเคราะห์และพิจารณาแล้วว่าเหมาะสม จากการวิเคราะห์ระดับนักเรียน มาวิเคราะห์ร่วมกับตัวแปรอิสระระดับชั้นเรียน เพื่อตรวจสอบผลของตัวแปรระดับห้องเรียน ที่มีต่อตัวแปรระดับนักเรียน มีรูปแบบคือ

โมเดลภายในหน่วย (Within – Unit Model)

$$Y_{ij} = b_{01} + b_{ACH_j} (ACH)_i + b_{ATT_j} (ATT)_i + b_{SUPP_j} (SUPP)_i + b_{ACT_j} (ACT)_i + e_{ij}$$

โมเดลระหว่างหน่วย (Between – Unit Model)

$$b_{01} = \gamma_{00} + \gamma_{1j} (CLIM)_j + \gamma_{2j} (BHT)_j + u_{0j}$$

$$b_{ACH_j} = \gamma_{10} + \gamma_{11} (CLIM)_j + \gamma_{12} (BHT)_j + u_{1j}$$

$$b_{ATT_j} = \gamma_{20} + \gamma_{21} (CLIM)_j + \gamma_{22} (BHT)_j + u_{2j}$$

$$b_{SUPP_j} = \gamma_{30} + \gamma_{31} (CLIM)_j + \gamma_{32} (BHT)_j + u_{3j}$$

$$b_{ACT_j} = \gamma_{40} + \gamma_{41} (CLIM)_j + \gamma_{42} (BHT)_j + u_{4j}$$

โดยที่	$CLIM_j$	แทน	บรรยากาศในห้องเรียนนิเวศนิทัศน์ศาสตร์ ในห้องเรียนที่ j
	BHT_j	แทน	พฤติกรรมการสอนของครู ในห้องเรียนที่ j
	γ_{00}	แทน	ค่าคงที่ หรือค่าเฉลี่ย (Grand Mean) ของ b_{01}
	γ_{10}	แทน	ค่าคงที่ หรือค่าเฉลี่ย (Grand Mean) ของ b_{ACH_j}
	γ_{20}	แทน	ค่าคงที่ หรือค่าเฉลี่ย (Grand Mean) ของ b_{ATT_j}
	γ_{30}	แทน	ค่าคงที่ หรือค่าเฉลี่ย (Grand Mean) ของ b_{SUPP_j}
	γ_{40}	แทน	ค่าคงที่ หรือค่าเฉลี่ย (Grand Mean) ของ b_{ACT_j}
	γ_{1j}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression Slope) หรือค่าน้ำหนักความสำคัญ ในรูปคะแนนดิบ ที่แสดงผลของบรรยากาศในห้องเรียน (CLIM) ต่อ b_{01}
	γ_{2j}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression Slope) หรือค่าน้ำหนักความสำคัญ ในรูปคะแนนดิบ ที่แสดงผลของพฤติกรรมการสอนของครู (BHT) ต่อ b_{01}
	γ_{11}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression Slope) หรือค่าน้ำหนักความสำคัญ ในรูปคะแนนดิบ ที่แสดงผลของบรรยากาศในห้องเรียน (CLIM) ต่อ b_{ACH_j}
	γ_{12}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression Slope) หรือค่าน้ำหนักความสำคัญ ในรูปคะแนนดิบ ที่แสดงผลของพฤติกรรมการสอนของครู(BHT)ต่อ b_{ACH_j}

γ_{21}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression Slope) หรือค่าน้ำหนักความสำคัญ ในรูปคะแนนดิบ ที่แสดงผลของบรรยากาศในห้องเรียน (CLIM) ต่อ b_{ATT_j}
γ_{22}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression Slope) หรือค่าน้ำหนักความสำคัญ ในรูปคะแนนดิบ ที่แสดงผลของพฤติกรรมในการสอนของครู (BHT)ต่อ b_{ATT_j}
γ_{31}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression Slope) หรือค่าน้ำหนักความสำคัญ ในรูปคะแนนดิบ ที่แสดงผลของบรรยากาศในห้องเรียน (CLIM) ต่อ b_{SUPP_j}
γ_{32}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression Slope) หรือค่าน้ำหนักความสำคัญ ในรูปคะแนนดิบ ที่แสดงผลของพฤติกรรมในการสอนของครู(BHT)ต่อ b_{SUPP_j}
γ_{41}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression Slope) หรือค่าน้ำหนักความสำคัญ ในรูปคะแนนดิบ ที่แสดงผลของบรรยากาศในห้องเรียน (CLIM) ต่อ b_{ACT_j}
γ_{42}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression Slope) หรือค่าน้ำหนักความสำคัญ ในรูปคะแนนดิบ ที่แสดงผลของพฤติกรรมในการสอนของครู(BHT) ต่อ b_{ACT_j}
e_{ij}	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนระดับนักเรียนในการทำนาย Y_{ij}
u_{0j}	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนระดับห้องเรียนในการทำนาย b_{01} ห้องเรียนที่ j
u_{1j}	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนระดับห้องเรียนในการทำนาย b_{ACH_j} ห้องเรียนที่ j
u_{2j}	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนระดับห้องเรียนในการทำนาย b_{ATT_j} ห้องเรียนที่ j
u_{3j}	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนระดับห้องเรียนในการทำนาย b_{SUPP_j} ห้องเรียนที่ j
u_{4j}	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนระดับห้องเรียนในการทำนาย b_{ACT_j} ห้องเรียนที่ j

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์และอักษรย่อในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการแปลความหมายของการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการแปลผลดังนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
ACH	แทน	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
ATT	แทน	เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์
SUPP	แทน	การสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง
ACT	แทน	การเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียน
CLIM	แทน	บรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์
BHT	แทน	พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู
CRTM	แทน	ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
S	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
R_1^2	แทน	สัมประสิทธิ์ของการวัดร่วมกันระดับนักเรียน
R_2^2	แทน	สัมประสิทธิ์ของการวัดร่วมกันระดับห้องเรียน
σ_0^2	แทน	ค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนภายในหน่วย (within unit error variance) จากการวิเคราะห์ขั้นโมเดลว่าง (Null Model)
σ_1^2	แทน	ค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนภายในหน่วย (within unit error variance) จากการวิเคราะห์ขั้นโมเดลอย่างง่าย (Simple Model)
σ_2^2	แทน	ค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนภายในหน่วย (within unit error variance) จากการวิเคราะห์ขั้นโมเดลสมมุติฐาน (Hypothesis Model)
SE	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ
F	แทน	ค่าสถิติเอฟ ที่ใช้ในการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ
χ^2	แทน	ค่าสถิติไค-สแควร์ ที่ใช้ในการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ
**	แทน	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
*	แทน	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ คะแนนเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย ของตัวแปรอิสระระดับนักเรียน ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ACH) , เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (ATT) , การสนับสนุนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง (SUPP) , การเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียน (ACT) และตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน ได้แก่ บรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์ (CLIM) , พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู (BHT) และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (CRTM) ที่วิเคราะห์จากนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 425 คน จาก 30 ห้องเรียน

2. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่าย ของตัวแปรอิสระระดับนักเรียน และตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน กับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

2.1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่าย ของตัวแปรอิสระระดับนักเรียน กับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (CRTM)

2.2 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่าย ของตัวแปรอิสระระดับนักเรียน และตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน กับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

3. การวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างตัวแปรอิสระระดับนักเรียน และตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน กับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

4. คำนำน้าหนักความสำคัญของตัวแปรอิสระระดับนักเรียน และระดับห้องเรียน ที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์หัพหุระดับ รูปแบบการวิเคราะห์ 2 ระดับ คือ ระดับนักเรียน และระดับห้องเรียน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าสถิติพื้นฐาน ของตัวแปรอิสระระดับนักเรียน ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ACH) , เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (ATT) , การสนับสนุนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง (SUPP) , การเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียน (ACT) และตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน ได้แก่ บรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์ (ATM) และพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู (BHT) กับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (CRTM) ที่วิเคราะห์จากนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง 425 คน 30 ห้องเรียน

จากการนำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และแบบสอบถามตัวแปรที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไปทดสอบกับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 425 คน รวม 30 ห้องเรียน ได้ค่าสถิติพื้นฐาน คือ คะแนนเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย ดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย ของตัวแปรอิสระระดับนักเรียน ตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ตัวแปร	n	คะแนน เต็ม	ค่าเฉลี่ย $\bar{x}$	S	C.V.
ตัวแปรอิสระระดับนักเรียน					
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์	425	100	71.32	11.61	16.3
เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์	425	100	70.32	10.14	14.4
การสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง	425	60	45.83	10.61	18.9
การเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียน	425	60	35.68	11.30	24.7
ตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน					
บรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์	30	60	49.00	3.52	5.1
พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู	30	60	44.85	4.87	7.5
ตัวแปรตาม					
ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	425	ไม่สามารถ หาคะแนน เต็มได้	69.40	33.67	48.5

จากตาราง 2 เมื่อพิจารณาตัวแปรอิสระระดับนักเรียน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และการสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง มีค่าเฉลี่ยเกินครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็มค่อนข้างมาก (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 71.32 , 70.32 และ 45.83 ตามลำดับ) แสดงว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับค่อนข้างดี และนักเรียนได้รับการสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์จากผู้ปกครองค่อนข้างมาก ส่วนการเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียน มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 35.68) แสดงว่านักเรียนมีการเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ในระดับปานกลาง และเมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (C.V.) พบว่า การเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีการกระจายของคะแนนมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 24.7 รองลงมาเป็นการสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง มีค่าเท่ากับ 18.9 ส่วนเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์มีการกระจายของคะแนนน้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 14.4

เมื่อพิจารณาตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน พบว่า บรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์ และพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู มีค่าเฉลี่ยเกินครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 49.00 และ 44.85 ตามลำดับ) แสดงว่านักเรียนมีความเห็นว่าบรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์ และพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครูอยู่ในระดับค่อนข้างดี และเมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (C.V.) พบว่า บรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์ และพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ มีค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย เท่ากับ 5.1 และ 7.5 ตามลำดับ แสดงว่าบรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์ และพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์มีการกระจายน้อย

สำหรับตัวแปรตามด้านความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ไม่สามารถที่จะหาคะแนนเต็มได้ เนื่องจากเป็นแบบทดสอบอัตนัยที่ให้นักเรียนตอบให้ได้มากที่สุดในเวลาที่กำหนดให้ และจากการตรวจให้คะแนนพบว่ามีความเฉลี่ยเท่ากับ 69.40 คะแนน โดยมีคะแนนสูงสุดเท่ากับ 199 คะแนน และคะแนนต่ำสุดเท่ากับ 10 คะแนน สำหรับค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (C.V.) มีค่าเท่ากับ 48.5 แสดงว่าคะแนนของความคิดสร้างสรรค์มีการกระจายของคะแนนมาก

2. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่าย ของตัวแปรอิสระระดับนักเรียน และตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน กับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

2.1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่าย ของตัวแปรอิสระระดับนักเรียน ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ACH) , เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (ATT) , การสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง (SUPP) , การเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียน (ACT) กับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน (CRTM) คำนวณจากนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง 425 คน ดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่าย ของตัวแปรอิสระระดับนักเรียน กับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ตัวแปร		ตัวแปรอิสระระดับนักเรียน				ตัวแปรตาม
		ACH	ATT	SUPP	ACT	CRTM
ตัวแปรอิสระระดับนักเรียน	ACH	1.000	0.761**	0.660**	0.632**	0.766**
	ATT		1.000	0.727**	0.741**	0.632**
	SUPP			1.000	0.820**	0.524**
	ACT				1.000	0.535**
ตัวแปรตาม	CRTM					1.000

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 3 ปรากฏว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในของตัวแปรอิสระระดับนักเรียนทุกตัว ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ การสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง และการเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียน มีค่าอยู่ระหว่าง 0.632 – 0.820 ซึ่งสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า และการสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครองกับการเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีความสัมพันธ์กันสูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 0.820 ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ กับการเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีความสัมพันธ์กันต่ำที่สุด มีค่าเท่ากับ 0.632

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายระหว่างตัวแปรอิสระระดับนักเรียนแต่ละตัวกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.524 – 0.766 ซึ่งสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ กับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กันสูงสุด มีค่าเท่ากับ 0.766 ส่วนการสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครองกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กันต่ำที่สุด มีค่าเท่ากับ 0.524

2.2 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายของตัวแปรอิสระระดับนักเรียน ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ACH) , เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (ATT) , การสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง (SUPP) , การเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียน (ACT) และตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน ได้แก่ บรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์ (CLIM) และพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู (BHT) กับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (CRTM) คำนวณโดยใช้ค่าเฉลี่ยรายห้องเรียน จำนวน 30 ห้องเรียน ดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่าย ของตัวแปรอิสระระดับนักเรียน และตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน กับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ตัวแปร		ระดับนักเรียน				ระดับห้องเรียน		ตัวแปรตาม
		ACH	ATT	SUPP	ACT	CLIM	BHT	CRTM
ระดับนักเรียน	ACH	1.000	0.518**	0.424**	0.432**	0.613**	0.522**	0.757**
	ATT		1.000	0.495**	0.348	0.519**	0.560**	0.520**
	SUPP			1.000	0.815**	0.252	0.544**	0.459*
	ACT				1.000	0.244	0.653**	0.544**
ระดับห้องเรียน	CLIM					1.000	0.675**	0.797**
	BHT						1.000	0.840**
ตัวแปรตาม	CRTM							1.000

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 , * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 4 ปรากฏว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในของตัวแปรอิสระระดับนักเรียนซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยรายห้องเรียน และตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน มีค่าเท่ากับ 0.424 – 0.815 ซึ่งมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 โดยที่การเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียน กับการสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง มีความสัมพันธ์กันสูงสุด มีค่าเท่ากับ 0.815 และการเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียน กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันต่ำที่สุดมีค่าเท่ากับ 0.424 ส่วนการเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียน กับเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ การสนับสนุนการ

เรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง กับบรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์ และการเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียน กับบรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันอย่างไม่มีความสำคัญทางสถิติ

สำหรับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายของตัวแปรอิสระระดับนักเรียน ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ การเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียน และตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน ได้แก่ บรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์ พฤติกรรมการสอนของครูคณิตศาสตร์ กับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 0.520 – 0.840 ซึ่งมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีความสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนการสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครองกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีความสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครูกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กันสูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 0.840 และการสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครองกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กันต่ำที่สุด มีค่าเท่ากับ 0.459

3. การทดสอบความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างตัวแปรอิสระระดับนักเรียน และตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน กับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

การพิจารณาข้อตกลงเบื้องต้นข้อหนึ่งของการวิเคราะห์พหุระดับ คือ ตัวแปรอิสระระดับนักเรียน ตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน และตัวแปรตามมีความสัมพันธ์กันเชิงเส้นตรง ผู้วิจัยจึงได้ทำการทดสอบโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน ผลการทดสอบปรากฏดังตาราง 5 ถึง 6

ตาราง 5 การทดสอบความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างตัวแปรอิสระระดับนักเรียน กับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
การถดถอย	212019.028	4	53004.75	82.88**
ความคลาดเคลื่อน	268574.97	420	639.46	
รวม	480594	424		

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 5 ปรากฏว่า ตัวแปรอิสระระดับนักเรียน ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ACH) เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (ATT) การสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง (SUPP) การเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียน (ACT) มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน (CRTM) อย่างมีความสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตาราง 6 การทดสอบความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างตัวแปรอิสระระดับนักเรียน และตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน กับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
การถดถอย	13872.387	6	2312.06	28.84**
ความคลาดเคลื่อน	1843.864	23	80.16	
รวม	15716.251	29		

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 6 ปรากฏว่า ตัวแปรอิสระระดับนักเรียน ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ACH) , เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (ATT) , การสนับสนุนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง (SUPP) , การเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียน (ACT) และตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน ได้แก่ บรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์ (CLIM) และพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู (BHT) มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน (CRTM) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากที่กล่าวมาข้างต้นแสดงว่า ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระระดับนักเรียน และตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง แสดงว่าสามารถนำข้อมูลระดับนักเรียน และระดับห้องเรียนไปใช้เทคนิคการวิเคราะห์พหุระดับ แบบลดหลั่นสอดแทรกเชิงเส้นตรง (Hierarchical Linear Model) ได้

4. คำนวณน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรอิสระระดับนักเรียน และระดับห้องเรียน ที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์พหุระดับ รูปแบบการวิเคราะห์ 2 ระดับ คือ ระดับนักเรียน และระดับห้องเรียน ซึ่งผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

4.1 การวิเคราะห์ระดับนักเรียน มีขั้นตอนการวิเคราะห์ 2 ขั้นตอน ดังนี้

4.1.1 การวิเคราะห์โมเดลว่าง (Null Model) เพื่อทดสอบนัยสำคัญของค่าเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์รายห้องเรียน และทดสอบนัยสำคัญของความแปรปรวนของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ระหว่างห้องเรียน ดังแสดงในตาราง 7

ตาราง 7 ผลการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของค่าเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์รายห้องเรียน และความแปรปรวนของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ระหว่างห้องเรียน จากการวิเคราะห์โมเดลว่าง

ตัวแปรตาม	ค่าเฉลี่ยรายห้องเรียน			ความแปรปรวนระหว่างห้องเรียน		
	ค่าเฉลี่ย	SE	t	ส่วนประกอบความแปรปรวน	df	χ^2
ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	69.412	4.127	16.818**	480.249	29	342.165**
				$\sigma_0^2 = 651.85072$		

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 7 แสดงว่า ค่าเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนรายห้องเรียนเท่ากับ 69.412 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และค่าเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ($\chi^2 = 342.165$) แสดงว่าคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความแตกต่างกันด้วยผลของตัวแปรอิสระต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง คือ ตัวแปรอิสระระดับนักเรียน ซึ่งส่งผลต่อนักเรียนแต่ละคนไม่เท่ากัน จึงต้องทำการวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 2 คือ ขั้นตอนการวิเคราะห์โมเดลอย่างง่าย (Simple Model) เพื่อทดสอบผลของตัวแปรอิสระระดับนักเรียนต่อไป

4.1.2 ผลการวิเคราะห์โมเดลอย่างง่าย (Simple Model) เพื่อทดสอบว่าตัวแปรอิสระระดับนักเรียน ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ACH) ,เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (ATT) , การสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง (SUPP) และการเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียน (ACT) ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหรือไม่ และตัวแปรอิสระแต่ละตัวนั้นเมื่อนำมาวิเคราะห์แล้วทำให้เกิดความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนเพียงพอในการนำไปวิเคราะห์หาค่าน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนต่อไปหรือไม่ ดังแสดงในตาราง 8

ตาราง 8 ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรอิสระระดับนักเรียนแต่ละตัว และความแปรปรวนของค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยระหว่างห้องเรียน จากการวิเคราะห์โมเดลอย่างง่าย

ตัวแปรระดับนักเรียน	ผลของตัวแปรอิสระระดับนักเรียน			ความแปรปรวนระหว่างห้องเรียน		
	ค่าสัมประสิทธิ์	SE	t	ส่วนประกอบความแปรปรวน	df	χ^2
Intercept	69.423	4.117	16.862**	519.550	29	2538.93**
ACH	0.806	0.156	5.160**	0.215	29	20.108
ATT	0.609	0.196	3.096**	0.209	29	24.493
SUPP	0.484	0.175	2.769*	0.429	29	15.110
ACT	0.431	0.231	1.863	1.037	29	75.31**
						$\sigma_1^2 = 87.8535$
$R_1^2 = 0.463$			$R_1 = 0.6814$	$F = 90.53**$		

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 , * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 8 เมื่อพิจารณาผลของตัวแปรอิสระระดับนักเรียนปรากฏว่า ค่าคงที่ (Intercept) ของการวิเคราะห์ระดับนักเรียน หรือค่าเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 69.423 ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 0.806 และ 0.609 ตามลำดับ ซึ่งส่งผลทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของการสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง มีค่าเท่ากับ 0.484 ซึ่งส่งผลทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของการเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียน มีค่าเท่ากับ 0.431 ซึ่งส่งผลอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

เมื่อพิจารณาความแปรปรวนระหว่างห้องเรียน พบว่าค่าคงที่ (Intercept) หรือค่าเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของการเข้าร่วมกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($\chi^2 = 2538.93$ และ 75.31 ตามลำดับ) และพบว่าค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของการสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครองที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ดังนั้นในขั้นตอนการวิเคราะห์ระดับห้องเรียนจึงนำเฉพาะค่าเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของการเข้าร่วมกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ส่งผลต่อ

ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไปวิเคราะห์ในระดับห้องเรียน เพื่อศึกษาคำนำหนักความสำคัญของตัวแปรระดับห้องเรียนที่ทำให้ค่าเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของการเข้าร่วมกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์แต่ละห้องแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการวิเคราะห์ข้างต้น ปรากฏว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณของการวิเคราะห์พหุระดับของตัวแปรอิสระระดับนักเรียน ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ , เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ , การสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง และการเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียน กับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน มีความสัมพันธ์กันเท่ากับ 0.6814 ซึ่งสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 โดยที่ตัวแปรอิสระทุกตัวร่วมกันอธิบายความแปรปรวนของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้ร้อยละ 46.3 ($R_1^2 = 0.463$)

4.2 การวิเคราะห์ระดับห้องเรียน โดยนำตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน ได้แก่ บรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์ (CLIM) และพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู (BHT) เข้าวิเคราะห์ร่วมกับตัวแปรที่ผ่านการวิเคราะห์ในระดับนักเรียน ได้แก่ ค่าคงที่ (Intercept) ของการวิเคราะห์ระดับนักเรียน หรือค่าเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์รายห้องเรียน และค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของการเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ดังแสดงในตาราง 9

ตาราง 9 ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนแต่ละตัว และความแปรปรวนของค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยระหว่างห้องเรียน ของการวิเคราะห์ระดับห้องเรียน

ตัวแปรระดับห้องเรียน	ผลของตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน			ความแปรปรวนระหว่างห้องเรียน		
	ค่า สัมประสิทธิ์	SE	t	ส่วนประกอบความ แปร ปรวน	df	χ^2
ค่าเฉลี่ยของ CTRM เป็นตัวแปรตาม						
Intercept , γ_{00}	-286.399	38.366	-7.465**	109.491	27	553.93**
CLIM , γ_{1j}	2.668	0.948	2.813**			
BHT , γ_{2j}	2.647	0.644	3.986**			
ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของ ACT ที่ส่งผลต่อ CRTM เป็นตัวแปรตาม						
Intercept ของระดับห้องเรียน , γ_{40}	1.970	3.898	0.505	1.117	27	73.499**
CLIM , γ_{41}	-0.018	0.083	-0.223			
BHT , γ_{42}	-0.003	0.068	-0.05			
				$\sigma^2 = 88.8076$		
$R_2^2 = 0.78$			$R_2 = 0.883$	$F = 47.864**$		

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 , * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 9 เมื่อใช้ค่าเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์รายห้องเรียนเป็นตัวแปรตาม พิจารณาผลของตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน พบว่า ค่าคงที่ของการวิเคราะห์ในระดับห้องเรียน (γ_{00}) มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สำหรับตัวแปรอิสระในโมเดลระดับห้องเรียน พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของบรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์ (ATM) และพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู (BHT) มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าบรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์ (CLIM) และพฤติกรรมการสอนของครู (BHT) ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์รายห้องเรียน

เมื่อใช้ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของการเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม พิจารณาผลของตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน พบว่า ค่าคงที่ของการวิเคราะห์ในระดับห้องเรียน (γ_{40}) ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของบรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์ (CLIM) และพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู (BHT) ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าบรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์ (CLIM) และพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู (BHT) ไม่ส่งผลต่อการเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียน

เมื่อพิจารณาความแปรปรวนระหว่างห้องเรียน พบว่าค่าคงที่ (Intercept) หรือค่าเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของการเข้าร่วมกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ยังมีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($\chi^2 = 553.93$ และ 73.49 ตามลำดับ) แสดงว่าค่าคงที่ (Intercept) หรือค่าเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของการเข้าร่วมกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ยังสามารถที่จะหาตัวแปรระดับที่สูงกว่าระดับห้องเรียน มาอธิบายความแปรปรวนเพิ่มได้อีก

จากการวิเคราะห์ข้างต้น ปรากฏว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณของการวิเคราะห์พหุระดับ ของตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน ได้แก่ บรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์ และพฤติกรรมการสอนของครู กับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์รายห้องเรียน พบว่ามีความสัมพันธ์กันเท่ากับ 0.883 ซึ่งสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 โดยที่ตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนทุกตัวร่วมกันอธิบายความแปรปรวนของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้ร้อยละ 78 ($R^2 = 0.78$)

จากผลการวิเคราะห์ระดับนักเรียนในตาราง 8 และผลการวิเคราะห์ระดับห้องเรียนในตาราง 9 สรุปได้ว่า

เมื่อวิเคราะห์ระดับนักเรียน พบว่า ตัวแปรระดับนักเรียนที่ส่งผลทางบวกต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (ACH) และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (ATT) ส่วนตัวแปรระดับนักเรียนที่ส่งผลทางบวกต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 คือ การสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง (SUPP) สำหรับการเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียนส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อวิเคราะห์ระดับห้องเรียน พบว่า ตัวแปรในระดับห้องเรียนที่ส่งผลทางบวกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 ต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ บรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์ (CLIM) และ

พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู (BHT) แสดงว่านอกจากตัวแปรอิสระระดับนักเรียน ซึ่งได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (ACH) เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (ATT) และการสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง (SUPP) จะส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์แล้ว ตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน ได้แก่ บรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์ (CLIM) และพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู (BHT) ยังส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้วย

บทที่ 5

สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

สังเขปความมุ่งหมาย สมมุติฐาน และวิธีการศึกษาค้นคว้า

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์พหุระดับ โดยตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระระดับนักเรียน และตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
 - 1.1 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระระดับนักเรียน กับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
 - 1.2 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
2. เพื่อศึกษาน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรอิสระระดับนักเรียน และตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
 - 2.1 เพื่อศึกษาน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรอิสระระดับนักเรียน ที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
 - 2.2 เพื่อศึกษาน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน ที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

สมมุติฐานของการวิจัย

1. ตัวแปรอิสระระดับนักเรียน และตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีความสัมพันธ์กัน ดังนี้
 - 1.1 ตัวแปรอิสระระดับนักเรียน กับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กัน
 - 1.2 ตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กัน
2. มีตัวแปรอิสระระดับนักเรียน และตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนอย่างน้อย 1 ตัว ที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ดังนี้
 - 2.1 มีตัวแปรอิสระระดับนักเรียนอย่างน้อย 1 ตัว ที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
 - 2.2 มีตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนอย่างน้อย 1 ตัว ที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

วิธีการศึกษาค้นคว้า

กลุ่มตัวอย่าง ของการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียน สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดขอนแก่น ในปีการศึกษา 2544 จำนวน 425 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage random sampling)

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย แบ่งออกเป็น 2 ระดับ ดังนี้

1. ตัวแปรอิสระ คือ ตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ดังนี้

1.1 ตัวแปรอิสระระดับนักเรียน ได้แก่

- 1.1.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
- 1.1.2 เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์
- 1.1.3 การสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง
- 1.1.4 การเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียน

1.2 ตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน ได้แก่

- 1.2.1 บรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์
- 1.2.2 พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู

2. ตัวแปรตาม คือ ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล 2 ฉบับ ดังนี้

ฉบับที่ 1 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แบ่งเป็น 4 ด้าน ดังนี้

1.1 ความสามารถในการตั้งโจทย์คณิตศาสตร์ จำนวน 2 ข้อ

มีค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.41 ถึง 0.48 และตั้งแต่ 0.49 ถึง 0.69

1.2 ความสามารถในการคาดคะเน จำนวน 2 ข้อ

มีค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.53 ถึง 0.56 และตั้งแต่ 0.62 ถึง 0.7

1.3 ความสามารถในการคิดและตรวจสอบคำตอบ จำนวน 2 ข้อ

มีค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.26 ถึง 0.31 และตั้งแต่ 0.38 ถึง 0.44

1.4 ความสามารถในการหาความเกี่ยวข้องของกลุ่มตัวเลขหรือภาพเรขาคณิตจำนวน 2 ข้อ

มีค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.38 ถึง 0.44 และตั้งแต่ 0.61 ถึง 0.62

และหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ได้เท่ากับ 0.703

ฉบับที่ 2 แบบสอบถามนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แบ่งเป็น 5 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ

มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 5.213 ถึง 11.125 มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.9178

ตอนที่ 2 แบบสอบถามการสนับสนุนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง จำนวน 20 ข้อ

มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 4.388 ถึง 7.305 มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.9017

ตอนที่ 3 แบบสอบถามการเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียน จำนวน 20 ข้อ

มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 5.140 ถึง 10.762 มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.9287

ตอนที่ 4 แบบสอบถามบรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ

มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 3.495 ถึง 7.103 มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.8566

ตอนที่ 5 แบบสอบถามพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู จำนวน 20 ข้อ

มีค่าอำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง 3.765 ถึง 7.464 มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.8721

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

1. นำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยไปยังโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเพื่อเก็บข้อมูลจริงด้วยตัวผู้วิจัยเอง และติดต่อฝ่ายวิชาการของโรงเรียนเพื่อขอคะแนนสอบปลายภาครายวิชาคณิตศาสตร์ (ค 101) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2544 ของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ตั้งแต่วันที่ 24 มกราคม 2545 ถึง วันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2545

2. วิธีการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล มีดังต่อไปนี้

2.1 อธิบายให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเข้าใจถึงวัตถุประสงค์และประโยชน์ที่ได้รับจากการทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และแบบสอบถามที่ใช้ในการวิจัย

2.2 อธิบายวิธีการตอบแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเริ่มทำ รวมเวลาที่ใช้ในการอธิบายการตอบแบบทดสอบ และการทำแบบทดสอบของนักเรียน ทั้งหมด 60 นาที หลังจากนั้นให้นักเรียนตอบแบบสอบถาม โดยไม่กำหนดเวลาในการตอบ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ภายหลังจากการเก็บรวบรวมข้อมูลแล้ว ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ คะแนนเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย ของตัวแปรอิสระระดับนักเรียน ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ACH) , เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (ATT) , การสนับสนุนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง (SUPP) , การเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียน (ACT) และตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน ได้แก่ บรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์

(CLIM) , พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู (BHT) กับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (CRTM) ที่วิเคราะห์จากนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 425 คน 30 ห้องเรียน

2. หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่าย ของตัวแปรอิสระระดับนักเรียน และตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน กับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

2.1 หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่าย ของตัวแปรอิสระระดับนักเรียน กับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

2.2 หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่าย ของตัวแปรอิสระระดับนักเรียนและตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน กับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

3. ตรวจสอบสอบความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างตัวแปรอิสระระดับนักเรียน และตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน กับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

4. คำนวณน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรอิสระระดับนักเรียน และระดับห้องเรียน ที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์พหุระดับ รูปแบบการวิเคราะห์ 2 ระดับ คือ ระดับนักเรียน และระดับห้องเรียน

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

1. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างตัวแปรอิสระระดับนักเรียน ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ การสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง และการเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียน กับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันเท่ากับ 0.6814 ซึ่งสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยที่ตัวแปรอิสระทุกตัวร่วมกันอธิบายความแปรปรวนของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้ร้อยละ 46.3

2. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน ได้แก่ บรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์ และพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู กับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันเท่ากับ 0.883 ซึ่งสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 โดยที่ตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนทุกตัวร่วมกันอธิบายความแปรปรวนของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้ร้อยละ 78.0

4 คำนวณน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรอิสระระดับนักเรียน ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนน้ำหนักความสำคัญการสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5 คำนวณน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรระดับห้องเรียน ได้แก่ บรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์ และพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผล

ผลการศึกษาครั้งนี้ในครั้งนี้อภิปรายได้ดังนี้

1. ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างตัวแปรอิสระระดับนักเรียน ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ การสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง และการเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียน กับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และค่าสหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน ได้แก่ บรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์ และพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู กับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งอภิปรายได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นทักษะการคิดที่สำคัญ และจำเป็นสำหรับสมาชิกในสังคมที่ต้องการความเจริญก้าวหน้า (กรมวิชาการ. 2534 : 1) มีความเกี่ยวข้องกันกับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ การสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง การเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียน บรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์ และพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู นั่นคือนอกจากการกระตุ้น และส่งเสริม ตัวแปรระดับนักเรียน ซึ่งได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ การสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง และการเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียนแล้วนั้น ควรได้มีการสร้างเสริมบรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์ และพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู ซึ่งเป็นบุคคลที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ดังที่โรเจอร์ (อาร์ พันธ์มณี : 2537 , 80 ; อ้างอิงจาก Roger : 1959. *Towards a Theory of Creative.*) กล่าวว่าความคิดสร้างสรรค์ไม่สามารถบังคับให้เกิดขึ้นได้แต่สามารถส่งเสริมให้เกิดขึ้นได้ และการส่งเสริมที่มีประสิทธิภาพต้องอาศัยการกระตุ้นในวงกว้าง กล่าวคือครูทุกคนต้องตระหนักและสอดแทรกการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ในทุกกระบวนการวิชา และทุกกิจกรรมทั้งในและนอกหลักสูตรให้มากและบ่อยเท่าที่จะทำได้ เพื่อให้เด็กพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของตนทั้งอย่างรู้ตัวและไม่รู้ตัวอย่างสม่ำเสมอ การส่งเสริมดังกล่าว เริ่มได้จากการจัดบรรยากาศการเรียนการสอน และการจัดกิจกรรมส่งเสริมการเรียนการสอนที่เหมาะสม จะช่วยให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงขึ้นได้

2. คำนำนัยสำคัญของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ บรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์ และพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และการสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ นั้นแสดงว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง มีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ มีผู้ปกครองให้การส่งเสริมการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน มีบรรยากาศในห้องเรียน และมีพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครูดีแล้ว มีแนวโน้มที่จะมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สมบูรณ์ แซ่กู (2528.บทคัดย่อ) ที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับความคิดสร้างสรรค์ แล้วพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับความคิดสร้างสรรค์มีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของจันทร์เพ็ญ ธนาศุกรกุล (2526. 149) ที่ศึกษา

ความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์กับความคิดสร้างสรรค์ แล้วพบว่า เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ กับความคิดสร้างสรรค์มีความสัมพันธ์กันทางบวก ประกอบกับปัจจัยในการส่งเสริม และพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ (สมศักดิ์ ภูวิภาดาธรรม. 2537) ได้สรุปว่าผู้ปกครองมีบทบาทที่สำคัญต่อการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของลูก การอบรมเลี้ยงดูที่เหมาะสมและตอบสนองต่อความต้องการของเด็กตามวัยทั้งด้านร่างกาย อารมณ์ สังคม และสติปัญญา ให้เจริญงอกงามอย่างต่อเนื่องพร้อมกันไป ถ้าเด็กไม่ได้รับการกระตุ้นที่ดีแล้ว ลักษณะความสามารถที่ติดตัวมาแต่กำเนิดก็จะไม่เจริญงอกงามอีกต่อไป นอกจากนั้นแล้วการส่งเสริมบรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์ และพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู ยังมีความสำคัญและจำเป็นต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนอีกด้วย ห้องเรียนที่มีบรรยากาศในการเรียนคณิตศาสตร์ที่ให้นักเรียนมีอิสระในการเรียนรู้ โดยครูผู้สอนมีการเสริมแรง กระตุ้นให้นักเรียนแสดงความสามารถ ให้ความรักความอบอุ่นเป็นกันเองกับนักเรียน มีแนวโน้มที่จะทำให้นักเรียนในห้องเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงไปด้วย ดังที่ สมิธ (กรมวิชาการ. 2534 : 24 – 26 ; อ้างอิงจาก Smith.1972.Training Creative Thinking.) ได้กล่าวว่าบรรยากาศที่ก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ บรรยากาศที่เต็มไปด้วยการยอมรับ และกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ ดังที่ เดวิส (กรมวิชาการ. 2534 : 24 –26 ; อ้างอิงจาก Davis.1973. Psychology of Problem Solving.) ได้กล่าวว่า องค์ประกอบที่จะพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในตัวเด็กนั้นอยู่ที่การสอนของครู สอดคล้องกับยูพิน พิพิธกุล (ยูพิน พิพิธกุล. 2523 : 225) ที่กล่าวว่านอกจากจะรู้วิธีสอนแล้วครูยังต้องมีเทคนิคในการสอนด้วยเพื่อจะเป็นเครื่องช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเรียนด้วยความเข้าใจ สนุกเพลิดเพลิน ไม่เคร่งเครียดจนเกินไป ครูที่สอนโดยมุ่งให้แต่เนื้อหา นั้นไม่ช่วยให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์

ส่วนคำแนะนำความสำคัญของการเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียนส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะจำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างภายในห้องเรียนมีขนาดเล็กมาก ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยที่ได้มีค่าต่ำ และค่าความคลาดเคลื่อนในการสุ่มมีค่ามาก ซึ่งจะมีผลทำให้ความสัมพันธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ระดับห้องเรียนมีค่าน้อยลง (Raudenbush and Bryk. 1986 : 1-2) และการจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์บางกิจกรรมอาจไม่เน้นให้นักเรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนสามารถทำได้โดยการส่งเสริมลักษณะเฉพาะบุคคล ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ การสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง และส่งเสริมตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนในห้องเรียนที่มีครูเป็นบุคคลสำคัญในการส่งเสริม ได้แก่ บรรยากาศในห้องเรียน และพฤติกรรมการสอนของครู

ข้อเสนอแนะ

ก. ด้านการนำผลการวิจัยไปใช้

ผลการวิจัยครั้งนี้พบว่าตัวแปรอิสระระดับนักเรียน ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ การสนับสนุนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง และตัวแปรอิสระระดับห้องเรียน ได้แก่ บรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์ และพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู ส่งผลต่อตัวแปรตามด้านความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ดังนั้น ผู้ที่เกี่ยวข้องทางการศึกษาสามารถใช้เป็นแนวทางในการส่งเสริม สนับสนุนให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ด้วยการทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงขึ้น มีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ดังกล่าวได้นั้น นักเรียนควรได้รับการส่งเสริมการเรียนรู้คณิตศาสตร์จากผู้ปกครองควบคู่ไปด้วย ทั้งนี้ควรมีการส่งเสริมบรรยากาศการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และมีการติดตามประเมินผลการเรียนการสอนของครูให้ครูมีพฤติกรรมการสอนดีขึ้น เพื่อนำมาส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ข. ด้านการวิจัยครั้งต่อไป

1. ผลการวิจัยครั้งนี้พบว่ามีตัวแปรที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ แต่ไม่สามารถบอกความเป็นเหตุเป็นผลของตัวแปรได้ จึงควรนำตัวแปรที่พบว่าส่งผลต่อตัวแปรตามด้านความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ บรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์ และพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู ไปศึกษาต่อในลักษณะการวิจัยเชิงทดลอง หรือการวิจัยในชั้นเรียน โดยจัดให้ตัวแปรดังกล่าวเป็นตัวแปรจัดกระทำ (treatment variable)

2. ผลการวิจัยครั้งนี้พบว่า ค่าเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของการเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ยังมีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือยังสามารถที่จะหาตัวแปรในระดับโรงเรียนมาอธิบายความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของการเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้อีก ผู้วิจัยจึงมีข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไปว่าควรที่จะศึกษาร่วมกับตัวแปรอื่น ๆ ที่น่าจะเกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเพิ่มขึ้นในระดับโรงเรียน เช่น ความเป็นผู้นำทางวิชาการของผู้บริหาร สภาพแวดล้อมในโรงเรียน เป็นต้น

3. ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยศึกษาตัวแปรอิสระด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้คะแนนรวมในรายวิชาคณิตศาสตร์ในภาคเรียนที่ 1 ซึ่งพบว่าไม่มีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียน ผู้วิจัยจึงมีข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไปว่า กรณีที่ต้องการศึกษาตัวแปรอิสระด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ควรจะสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เพื่อใช้กับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อให้ผลการวิจัยมีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด

4. ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลแบบพหุระดับ โดยใช้เทคนิค HLM (Hierarchical Linear Model) ซึ่งในการวิจัยที่ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ดังกล่าว ต้องคำนึงถึงขนาดของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละระดับ โดยจำนวนของกลุ่มตัวอย่างแต่ละระดับต้องมีจำนวนอย่างน้อย 30 หน่วย

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กมลรัตน์ หล้าสูงษ์. (2527) จิตวิทยาสังคม. ภาควิชาการแนะแนวและจิตวิทยาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- กรมวิชาการ. (2535) ความคิดสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.
- กัลยา วาณิชย์บัญชา. (2543) การใช้ SPSS for Windows ในการวิเคราะห์ข้อมูล. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ ห้างหุ้นส่วนจำกัด ซี เค แอนด์ เอส โฟโต้สตูดิโอ.
- จันทร์เพ็ญ ธนาศุภกรกุล. (2526) ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- จินดา ทั้งทอง. (2530) การนำเสนอแนวทางสำหรับผู้ปกครองในการสนับสนุนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 โรงเรียนสาธิตสังกัดทบวงมหาวิทยาลัย ในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การประถมศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- จำลอง ภู่อารุง. (2530, เมษายน) "บรรยากาศทางจิตวิทยาในชั้นเรียนที่มีผลต่อการเรียนรู้," วารสารการศึกษา ก.ท.ม. 11 (4) : 10-14.
- จำลอง ภู่อารุง. (2530, กันยายน) "ความคิดสร้างสรรค์นั้นสำคัญไฉน," วารสารการศึกษา ก.ท.ม. 11 (9) : 9-13.
- ชวาล แพรัตกุล. (2518) เทคนิคการวัดผล. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล. (2543) "กิจกรรมคณิตศาสตร์," เอกสารประกอบการสอนรายวิชา การจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ในโรงเรียน. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- เชื้อ สาริमान. (2524, ตุลาคม – ธันวาคม) "บทบาทของผู้ปกครอง," วิทยจารย์. 79 (4) : 19 –22.
- โชติ เพชรชื่น. (2522, กันยายน-เมษายน) "ความคิดสร้างสรรค์," วัดผลการศึกษา. 33 (11) : 17-20.
- ดวงเดือน อ่อนน้อม และคณะ. (2537) เรื่องนำรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์. บริษัทโรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด. พิมพ์ครั้งที่ 4.
- ธีระ ชัยยุทธยรรยง. (2526, ธันวาคม-มกราคม) "อิทธิพลของสื่อมวลชนที่มีต่อการกระทำผิดของเด็กวัยรุ่น," วารสารแนะแนว. 18 (12) : 65 – 69.
- นงลักษณ์ วิรัชชัย. (2535, เมษายน – พฤษภาคม) "การวิเคราะห์ประมาณค่าส่วนประกอบความแปรปรวน" ข่าวสารวิจัยการศึกษา. 4 (2) : 9-14.
- นงลักษณ์ วิรัชชัย. (2537) ความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้น (LIREL): สถิติวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- นวลน้อย เจริญผล. (2533). การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการใช้กิจกรรมเสริมหลักสูตรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- นิคม นาคอ้าย. (2539) การพัฒนาเทคนิควิธีวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพระดัด : ประยุกต์ใช้โปรแกรมเอสแอลเอ็ม. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การวิจัยทางการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- นิรมล แจ่มจำรัส. (2532) เอกสารการสอน ชุดวิชาการสอนคณิตศาสตร์ หน่วยที่ 8-15. นนทบุรี : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2524) รูปแบบของผลการเรียนในโรงเรียน. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ด. (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- บุญลือ ทองอยู่. (2521, เมษายน) "ความคิดสร้างสรรค์," มิตรครู 7(4): 3-4
- ปราณี จำนงเจริญ. (2534) การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ตัวแปรที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในเขตการศึกษา 11 ที่ได้จากการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณและการวิเคราะห์พระดัด. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การวิจัยทางการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ผจงกาญจน์ ภูวิภาดาธรรม. (2541) ความสัมพันธ์ระหว่างบรรยากาศชั้นเรียนและความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่. เชียงใหม่ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.
- พรพรรณ พิพิทกุลชัยพล. (2518 , กุมภาพันธ์ – มีนาคม) " ความสัมพันธ์ระหว่างบ้านกับโรงเรียนและชุมชน," วารสารแนะแนว. 9 (2) : 40 – 48.
- พัชนี ตระกูลแก้ว. (2541) การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (การสอนคณิตศาสตร์)เชียงใหม่ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.
- พันทิพา อุทัยสุข. (2525) "การจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์" เอกสารการสอนชุดวิชาคณิตศาสตร์ หน่วยที่ 1-7. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิเชษฐ ตั้งเจตนาภิรมย์. (2529) การสร้างแบบทดสอบการคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ตัวเลขตามทฤษฎีโครงสร้างของกิลฟอร์ด. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2544 , ธันวาคม) "บรรยากาศการเรียนการสอน : ปัจจัยสำคัญต่อประสิทธิภาพการสอน" วารสารมิตรครู. 32 (12) : 10 -14.
- ไพศาล หวังพานิช. (2526) การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.

- มณฑิยา รื่นวิชา. (2542) การศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์. ปรินุณยานิพนธ์ กศ.ม. (การวัด ผลการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- มาณี ไชยธีรานุวัตรศิริ. (2536) การวิเคราะห์ปัจจัยพหุระดับที่สัมพันธ์กับความมุ่งมั่นต่องานวิชาการของ อาจารย์มหาวิทยาลัยมหิดล. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การอุดมศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- มาลี นิสสัยสุข. (2529) รายงานผลการวิจัยโครงการสภาพแวดล้อมในห้องเรียน : ระยะที่ 1. กรุงเทพฯ : กรมการฝึกหัดครู กระทรวงศึกษาธิการ.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2533) การสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- (2528) การสอนคณิตศาสตร์. เอกสารการสอน ชุดวิชาการสอนคณิตศาสตร์. นนทบุรี : มหาวิทยาลัย สุโขทัยธรรมาธิราช.
- รัชณี ลาชโรจน์. (2521, ตุลาคม) "ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ : ข้อเสนอสำหรับครูยุคปฏิรูป" คหเศรษฐ ศาสตร์. 21 (4) : 27 -- 33.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2525) พจนานุกรม. กรุงเทพฯ : อักษรเจริญทัศน์.
- ราชันย์ บุญธิมา. (2542) การวิเคราะห์พหุระดับ. สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538) เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ : ชมรมเด็ก.
- (2540) สถิติวิทยาทางการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- (2541) เทคนิคการสร้างและสอบข้อสอบความถนัดทางการเรียน. กรุงเทพฯ : ชมรมเด็ก.
- (2542) การวัดด้านจิตพิสัย. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- ลาวัลย์ พลกล้า. (2525) "การจัดสิ่งแวดลอมและห้องปฏิบัติการทางคณิตศาสตร์" เอกสารการสอนชุดวิชา คณิตศาสตร์ หน่วยที่ 8-15. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.
- วรารณ วิหคโต. (2536) การวิเคราะห์ข้อดีแปรพหุระดับที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย : การเปรียบเทียบระหว่างเทคนิคเอแอล เอส เชฟเฟอร์เรท อีเควชั่น กับเทคนิคเอสแอลเอ็ม. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การวิจัยการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- วรินทร์ วัชรสิงห์. (2537) หลักและเทคนิคการสร้างแบบฝึกหัดคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2541, กันยายน) " ความคิดสร้างสรรค์: ศักยภาพที่เสริมสร้างพัฒนาได้," วารสารวิชาการ 1 (8) : 11-14.

- วิเชียร กลิ่นมัลย์.(2543) การศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดกลุ่มโรงเรียนกรมสามัญศึกษา จังหวัดชัยภูมิ. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (จิตวิทยาการศึกษา) ขอนแก่น : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- วิเชียร เกตุสิงห์.(2520) การวัดการศึกษาและสถิติเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- วิมล ดันสกุล.(2527) ความสัมพันธ์ระหว่างเชาว์ปัญญา ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ นิสัยในการเรียนและทัศนคติในการเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การวิจัยการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2535, มิถุนายน – ตุลาคม) "การวิเคราะห์พระดำริสำหรับการวิจัยทางการศึกษา," ข่าวสารวิจัยการศึกษา. 15(2) : 3-14.
- (2532, มกราคม – เมษายน) "มิติใหม่ของการวิจัยทางการศึกษา," วารสารวิธีวิทยาการวิจัย. 4(1) : 1 – 8.
- ศิริวัลย์ อุดมพรวิรัตน์. การส่งเสริมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของผู้ปกครองนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่สอง. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การประถมศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ส่งเสริมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. สถาบัน.(2529). รายงานผลการวิจัยและประเมินผล วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. กรุงเทพฯ : ม.ป.พ.
- สมจิตร สวชนไพบุรณ์. (2529) เอกสารประกอบการสอนบทที่ 6 วิธีสังเกตพฤติกรรมการสอนอย่างมีระบบ. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สมบูรณ์ แซ่ภู่. (2525) ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ สมรรถภาพทางลักษณะและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมพร บุญสุข. (2531) การศึกษาการรับรู้สภาพแวดล้อมทางการเรียนในชั้นเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียน ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในโรงเรียนรัฐบาล สังกัดกรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 10 ปีการศึกษา 2529. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา การสอนวิทยาศาสตร์) มหาสารคาม : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- สมพิศ ป.สัตยารักษ์. (2534) ความสัมพันธ์ระหว่างตัวบ่อนภาษาและปฏิสัมพันธ์ในห้องเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นปีที่ 1 ระดับอุดมศึกษาในกรุงเทพมหานคร : การวิเคราะห์พระดำริ. วิทยานิพนธ์ ค.ด. (หลักสูตรและการสอน) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- สมวงษ์ แปลงประสพโชค และคณะ.(2532) เกมคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ : ชมรมคณิตศาสตร์ วิทยาลัยครูพระนคร.

- สมศักดิ์ ภูวิภาดาวรรณ.(2537) เทคนิคการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ : บริษัทโรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด.
- สมศักดิ์ ภูวิภาดาวรรณ.(2542 ,กรกฎาคม) " เทคนิคการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์, " ข่าวสารกองบริหารการศึกษา 10 (9) : 17-18.
- สมศักดิ์ วะนะนันท์. (2517) การศึกษาความสามารถของการคิดแบบอเนกนัย เอกนัย และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ . ถ่ายเอกสาร.
- สายสมร สุขะจิระ.(2543) การพัฒนากิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์ เพื่อประกอบการสอนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สำราญ มีแจ้ง.(2544) สถิติขั้นสูงสำหรับการวิจัย. ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร. พิษณุโลก : นิชนแอตเวอร์ไทซิงกรุ๊ป.
- สำเริง บุญเรืองรัตน์. (2540). เทคนิคการวิเคราะห์ตัวแปรพหุคูณ. กรุงเทพฯ : เลิฟแอนด์ลิฟเพรส.
- สิทธิพล อาจอจันทร์. (2539) การสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5-6. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (การวัดผลและประเมินผลทางการศึกษา) ขอนแก่น : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- สิริมา ภิญโญอนันตพงษ์. (2543,มกราคม – เมษายน) "ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมทางบ้านกับความสามารถด้านสติปัญญาของเด็กอายุ 4 – 7 ปี" วารสารวิชาการศึกษาศาสตร์. 1 (2) : 13-17.
- สิริลักษณ์ วงษ์เพชร.(2542) การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนกับการสอนตามคู่มือครู. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุดใจ ศรีจามร.(2542 , เมษายน) "กิจกรรมคณิตศาสตร์ที่เน้นการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์," วารสารศูนย์บริการวิชาการ. 7 (4) : 3-5.
- สุพัทธรา เศวตะดุล. (2529) การศึกษารูปแบบคำตอบของแบบทดสอบเลือกตอบ ที่มีผลต่อการเลือกข้อคำถามและลักษณะของแบบทดสอบในวิชาคณิตศาสตร์. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์.(2537) เทคนิคการวิเคราะห์ตัวแปรหลายตัวสำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์. กรุงเทพฯ : สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

- สุภาณี ปิยะภินันท์. (2538) ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพการสอนของครูและบรรยากาศในห้องเรียน ตามการรับรู้ของนักเรียนกับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- สุภาวดี ตั้งบุบผา. (2533) การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุมาลี กาญจนชาติ. (2525) การศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอายุ 11 - 15 ปี ในเขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- สุรศักดิ์ หลาบมาลา. (2542, มกราคม) "การสอนเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์." วารสารวิชาการ 1 (1) : 23-28.
- สุรีย์ ปัญญาธิโรภาส. (2531) การเปรียบเทียบความเชื่อมั่นของมาตราวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์แบบ ลิเคิร์ตที่มีลักษณะข้อความและจำนวนมาตราต่างกัน. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- เสริมศักดิ์ สุรวัดลภ. (2537) คณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ..
- โสภณ บำรุงสงฆ์ และสมหวัง ไตรตันวงศ์. (2520) เทคนิคและวิธีการสอนคณิตศาสตร์แนวใหม่. กรุงเทพมหานคร : ไทยวัฒนาพานิช.
- อนุสรณ์ สุกุลคุ (2520) การวิเคราะห์องค์ประกอบความสามารถทางคณิตศาสตร์. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อัจฉรา สุขารมณ. (2537, กุมภาพันธ์) "บทบาทของครอบครัวในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของเด็ก." วารสารจิตวิทยา 1 (2) : 5-8.
- อัญชลี สารรัตน์. (2536, กุมภาพันธ์) "ความคิดสร้างสรรค์เริ่มต้นที่บ้าน." วารสารศึกษาศาสตร์ 16 (2) : 11-15.
- อารี พันธุ์มณี. (2537) ความคิดสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ 1412.
- (2544) การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์สู่ความเป็นเลิศ. กรุงเทพฯ : ภาควิชาการแนะแนวและจิตวิทยาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- อารี รังสินันท์. (2529) ความคิดสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แพรววิทยา.
- อารี สันตหวี. (2540) รูปแบบการเรียนการสอนเด็กปัญญาเลิศ. กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.
- อาทร รัตนคำนวน. (2522, พฤษภาคม) "ท่านอาจช่วยลูกท่านในการเรียนการสอน." 4 (8) : 19-22.

- อุทุมพร เครือคนโท.(2540) องค์ประกอบบางประการที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การ
มัธยมศึกษา) มหาสารคาม : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- อูรี ลิ้มพิสุทธิ์ . (2525) ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบบางประการซึ่งไม่ใช่ความสามารถทางสติ
ปัญญา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.
วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่าย
เอกสาร.
- Adler , Irving. (1966). *A new look at Geometry*. New York : John Day.
- Anna Craft.(1999) *Creative Across the Primary Curriculum*. London and New York : The Taylor
and Francis Group.
- Allport , Gordon W. (1967) "Attitude," *Readings in attitude Theory and Measurement*. Edited by
martin Fishbein. New York : John Wiley & Sons.
- Balka, D.S. (1974 , July) " Creative Ability in Mathematics," *Arithmetic Teacher*. 21 (7) :
633 – 636.
- Bloom , B.S. (1976) *Human Characteristics and School Learning*. New York : McGraw-Hill Book
Company.
- Bryk , E. Lee (1989 , July) " A Multilevel Model of The Social Distribution of High School
Achievement," *Sociology of Education*. 62 (7) : 172-192.
- Bryk , Raudenbush and Congdon. (1996 , May) "Hierarchical Linear and Nonlinear modeling,"
<http://www.ssicentral.com/hlm/mainhlm.htm>.
- Crocpley. A. J. (1996 , November) " Creative and Intelligence" *The British Journal of Educational
Psychology*. 36 (11) : 259 – 266.
- Draper, David. (1995 , Summer) " Inference and Hierarchical Modeling in the Social Science, "
Education and Behavioral Statistics. 20(2) : 115 – 147.
- Dutton, Wilber H. (1971 , February) "Arithmetic Education in Tokyo Primary School,"
The Arithmetic Teacher. 24 (2) : 148 – 153.
- Elazar J. Pedhazur. (1997) *Multiple Regression in behavioral research*. New York : Harcourt Brace
College Publishers.
- Fishbein , Martin. (1975) *Reading in Attitude Theory and Measurement*. New York : Wiley & Sons,
Inc.
- Freud, S. (1938) " The Interpretation of Dreams, ". In A.A. Brill (Ed.) *The basic Writing of
Sigmund Freual*. New York : The Modern Library.

- Gerhard , Muriel. (1971). *Effective Teaching Strategies with the Behavioral Outcome Approach*. New York : Parker Publishing.
- Getzels, J.(1962) *Child Development and Personality*. New York : McGraw Hill.
- Good , Carter Victor.(1973) *Dictionary of Education*. 3 Rd ed., New York, McGraww-Hill.
- Guilford, J.P. (1967) *The Nature of Human Intelligence*. New York : McGraw-Hill.
- Guilford, J.P. and Ralph Hoepfner. (1971) *The Analysis of Intelligence*. New York : McGraw-Hill Book Company.
- Irving Alder. (1966 , December) " Mental Growth and the art of Teaching, " *The Mathematics Teacher*. 8 (12) 706 – 715.
- Joseph C. Bentley. (1966 , February) " Creativity and Academic Achievement " *The Journal of Educational Research*. 59 (6) : 12-21
- Kissane , V. Barry. (1988 , October)" Mathematical Investigation : Description , Rational , and Example," *Mathematics Teacher*. 81 (7) : 520 – 528.
- Kreft, I.G., Leeuw. (1994 , May) " Comparing Five Different Statistical Packages for Hierarchical Linear Regression : BMDP – 5V , GENMOD, HLM ,ML3 and VARCL," *American Statistical*. 48 (5) : 5-13.
- Moriss , Carl N. (1995 ,Summer) " Hierarchical Models for Education Data : An Overview " *Journal of Education and Behavioral Statistics*. 20 (2) : 190-200 .
- Orton , Antony. (1987) *Learning Mathematics : Issues , Theory and Classroom Practice*. London : Cassell Education.
- Prouse. (1964, March) " The Construction and use of a test for the Measurement of Creative Aspects of Creative in seventh – grade Mathematics, " *Dissertation Abstracts*. 17(3) : 235.
- Ronald H.Heck and Scott L. Thomas. (2000). *An Introduction to Multilevel Modeling Techniques*. London : University of Hawaii at Manoa .
- Roy. S. (1982, February) " Mathematical Creativity – can it be taught at an early age ? , " *International Journal of Mathematics Educational in Science and Technology*. 13 (2) : 143 – 147.
- Salandanan. (1976) " Relationship between Conceptual Style and Mathematical Creativity " *Dissertation Abstracts*. 7994 A.
- Thurston, Louais Lean. (1947) *Multiple-Factor Analysis : a Development and Expression of the Vectors of mind*. New York : The University of Chicago Pres.
- Tom A.B. Snijders and Roel J. Bosker. (1999) *Multilevel Analysis : An introduction to basic and advanced multilevel modeling*. London : SAGE Publications.

- Torrance E. P. and R.E. Myers.(1962) *Creative Learning and Teaching*._New York : Dood, Mead and Company.
- Wallach , Michael A. And Kogan Nathan. (1965). *Model of Thinking in Young Children*. New York : Holt , Rinehart and Winston.
- Wilson , D.B. (1978 , April) " A Report on the Use of Structured Tutorials as a Means to Creative Thinking," *International Journal of Mathematics Educational in Science and Technology*. 9 (4): 423 – 432.

ภาคผนวก ก
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. รองศาสตราจารย์ ดร. ส. วาสนา ประवालพฤษ์
ภาควิชาการวัดผลและวิจัยทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2. รองศาสตราจารย์ นิภา ศรีไพโรจน์
ภาควิชาการวัดผลและวิจัยทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
3. ดร. ละเอียด รัชณ์เฝ้า
ภาควิชาการวัดผลและวิจัยทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมวงษ์ แปลงประสพโชค
ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันราชภัฏพระนคร
5. อาจารย์ ทรัพย์สมบูรณ์ พระแสงแก้ว
หมวดวิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนขอนแก่นวิทยายน จังหวัดขอนแก่น

ภาคผนวก ข
จดหมายขอความอนุเคราะห์ในการทำแบบทดสอบ



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย มศว โทร. 5726, 5644

ที่ ทม 1012/ ๔๕๖๙

วันที่ ๒๖ ธันวาคม 2544

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

เนื่องด้วย นางสาวกุลภัสสร ศิริพรรณ นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกการวิจัยและสถิติทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาตัวแปรที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดขอนแก่น ด้วยการวิเคราะห์หุระดับ” โดยมี รองศาสตราจารย์ชูศรี วงศ์รัตน์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ระวีวรรณ พันธุ์พานิช เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ รองศาสตราจารย์ ดร.ส.วาสนา ประवालพฤษย์ รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์ และ อาจารย์ ดร.ละอียด รักษ์เผ่า เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบสอบถามและแบบทดสอบการศึกษาตัวแปรที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดขอนแก่น ด้วยการวิเคราะห์หุระดับ

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาวกุลภัสสร ศิริพรรณ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

รักษาราชการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ที่ ทม 1012/ 4๕๕5



บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๑๕ ธันวาคม 2544

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน อธิการบดีสถาบันราชภัฏพระนคร

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถาม และแบบทดสอบ

เนื่องด้วย นางสาวกุลภัสสร ศิริพรรณ นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกการวิจัยและสถิติ
ทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์เรื่อง “การศึกษา
ตัวแปรที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนสังกัด
กรมสามัญศึกษา จังหวัดขอนแก่น ด้วยการวิเคราะห์หาค่าระดับ” โดยมี รองศาสตราจารย์ชูศรี วงศ์รัตนะ และ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ระวีวรรณ พันธุ์พานิช เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในกรณี
บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมวงศ์ แปลงประสพโชค เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจ
แบบสอบถามและแบบทดสอบการศึกษาตัวแปรที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดขอนแก่น ด้วยการวิเคราะห์หาค่าระดับ

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้
นางสาวกุลภัสสร ศิริพรรณ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่าง
สูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

รักษาราชการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 664-1000 ต่อ 5726, 5644 โทรสาร. 258-4119

ที่ ทม 1012/ 4666



บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๙๖ ธันวาคม 2544

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนขอนแก่นวิทยายน

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถาม และแบบทดสอบ

เนื่องด้วย นางสาวกุลภัสสร ศิริพรรณ นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกการวิจัยและสถิติ
ทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์เรื่อง “การศึกษา
ตัวแปรที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนสังกัด
กรมสามัญศึกษา จังหวัดขอนแก่น ด้วยการวิเคราะห์หุระดับ” โดยมี รองศาสตราจารย์ชูศรี วงศ์รัตน์ และ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ระวีวรรณ พันธุ์พานิช เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้
บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ อาจารย์ทรัพย์สมบูรณ์ พระแสงแก้ว เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบสอบถามและ
แบบทดสอบการศึกษาตัวแปรที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดขอนแก่น ด้วยการวิเคราะห์หุระดับ

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้
นางสาวกุลภัสสร ศิริพรรณ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่าง
สูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

รักษาราชการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 664-1000 ต่อ 5726, 5644 โทรสาร. 258-4119

ที่ ทม 1012/ 0143



บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๙ มกราคม 2545

เรื่อง ขอความร่วมมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการสามัญศึกษาจังหวัดขอนแก่น

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถาม และแบบทดสอบ

เนื่องด้วย นางสาวกุลภัสสร ศิริพรรณ นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกการวิจัยและสถิติทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาตัวแปรที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาจังหวัดขอนแก่น ด้วยการวิเคราะห์พหุระดับ” โดยมี รองศาสตราจารย์ชูศรี วงศ์รัตน์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ระวีวรรณ พันธุ์พานิช เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อพัฒนาเครื่องมือการวิจัย โดยขออนุญาตใช้สถานที่ และขอให้นักเรียนระดับมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1 ในโรงเรียนขอนแก่นวิทยายน และโรงเรียนกัลยาณวัตร โรงเรียนในสังกัดสำนักงานสามัญศึกษาจังหวัดขอนแก่น เป็นกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และแบบสอบถามตัวแปรที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ในระหว่างเดือน มกราคม 2545

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ นางสาวกุลภัสสร ศิริพรรณ ได้เก็บข้อมูลในการทำปริญญานิพนธ์ และจะกรุณามีหนังสือแจ้งไปยังโรงเรียนในสังกัดจะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

รักษาราชการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 664-1000 ต่อ 5726, 5644 โทรสาร. 258-4119

ที่ ทม 1012/ 0๑๕๐



บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

10 มกราคม 2545

เรื่อง ขอความร่วมมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการสามัญศึกษาจังหวัดขอนแก่น

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถาม แบบทดสอบ และรายชื่อโรงเรียนในสังกัด

เนื่องด้วย นางสาวกุลภัสสร ศิริพรรณ นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกการวิจัยและสถิติทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาตัวแปรที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาจังหวัดขอนแก่น ด้วยการวิเคราะห์หุระดับ” โดยมี รองศาสตราจารย์ชูศรี วงศ์รัตน์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ระวีวรรณ พันธุ์พานิช เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย โดยขออนุญาตใช้สถานที่ และขอให้นักเรียนระดับมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานสามัญศึกษาจังหวัดขอนแก่น ดังเอกสารที่แนบ ทำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และแบบสอบถามตัวแปรที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ในระหว่างเดือนมกราคม - กุมภาพันธ์ 2545

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ นางสาวกุลภัสสร ศิริพรรณ ได้เก็บข้อมูลในการทำปริญญานิพนธ์ และจะกรุณามีหนังสือแจ้งไปยังโรงเรียนในสังกัดจะเป็นพระคุณอย่างยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)
รักษาราชการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 664-1000 ต่อ 5726, 5644 โทรสาร. 258-4119

ภาคผนวก ค
ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือ

ตาราง 10 ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ข้อ	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก
1.1	0.41	0.49
1.2	0.48	0.69
2.1	0.53	0.62
2.2	0.56	0.7
3.1	0.26	0.38
3.2	0.31	0.44
4.1	0.38	0.61
4.2	0.44	0.62

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ เท่ากับ 0.703

ตาราง 11 ค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถามวัดเจคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

ข้อ	ค่า t	หมายเหตุ	ข้อ	ค่า t	หมายเหตุ
1	4.654**	คัดออก	31	1.528*	คัดออก
2	6.490**	คัดเลือกไว้	32	3.498*	คัดออก
3	5.067	คัดออก	33	4.615**	คัดออก
4	-5.086	คัดออก	34	4.149**	คัดออก
5	3.377	คัดออก	35	4.522**	คัดออก
6	-6.608	คัดออก	36	6.244**	คัดเลือกไว้
7	8.214**	คัดเลือกไว้	37	3.276*	คัดออก
8	8.544**	คัดเลือกไว้	38	3.427*	คัดออก
9	4.779**	คัดออก	39	6.658**	คัดเลือกไว้
10	6.517**	คัดเลือกไว้	40	4.510**	คัดเลือกไว้
11	7.040**	คัดเลือกไว้	41	1.584	คัดออก
12	-8.019	คัดออก	42	6.060**	คัดเลือกไว้
13	5.401**	คัดเลือกไว้	43	2.463	คัดออก
14	4.992**	คัดเลือกไว้	44	3.096*	คัดออก
15	4.405**	คัดออก	45	2.313	คัดออก
16	3.767**	คัดออก	46	3.950**	คัดออก
17	6.371**	คัดเลือกไว้	47	4.291**	คัดออก
18	1.808	คัดออก	48	7.800**	คัดเลือกไว้
19	0.604	คัดออก	49	2.894	คัดออก
20	3.206*	คัดออก	50	2.689*	คัดออก
21	4.975**	คัดออก	51	4.484**	คัดออก
22	3.279*	คัดออก	52	3.836**	คัดออก
23	2.764*	คัดออก	53	3.683*	คัดออก
24	2.525*	คัดออก	54	4.339**	คัดออก
25	4.537**	คัดออก	55	3.668*	คัดออก
26	5.447**	คัดเลือกไว้	56	4.488**	คัดออก
27	5.283**	คัดเลือกไว้	57	5.638**	คัดเลือกไว้
28	11.125**	คัดเลือกไว้	58	5.417**	คัดเลือกไว้
29	6.876**	คัดเลือกไว้	59	3.101*	คัดออก
30	5.213**	คัดเลือกไว้	60	3.207*	คัดออก

* มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามวัดเจคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เท่ากับ 0.9178

ตาราง 12 ค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถามวัดการสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง

ข้อ	ค่า t	หมายเหตุ
1	3.666	คัดออก
2	3.312	คัดออก
3	4.999**	คัดเลือกไว้
4	6.493**	คัดเลือกไว้
5	4.017	คัดออก
6	3.263	คัดออก
7	3.392	คัดออก
8	5.765**	คัดเลือกไว้
9	4.804**	คัดเลือกไว้
10	5.055**	คัดเลือกไว้
11	3.532	คัดเลือกไว้
12	5.765**	คัดเลือกไว้
13	7.305**	คัดเลือกไว้
14	4.733**	คัดเลือกไว้
15	6.967**	คัดเลือกไว้
16	3.582	คัดออก
17	5.374**	คัดเลือกไว้
18	4.036	คัดออก
19	6.363**	คัดเลือกไว้
20	5.977**	คัดเลือกไว้
21	4.924**	คัดเลือกไว้
22	7.410**	คัดเลือกไว้
23	4.510**	คัดเลือกไว้
24	7.667**	คัดเลือกไว้
25	4.338**	คัดเลือกไว้
26	6.713**	คัดเลือกไว้
27	5.563**	คัดเลือกไว้
28	6.385**	คัดเลือกไว้

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามวัดการสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง เท่ากับ 0.9017

ตาราง 13 ค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถามวัดการเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ข้อ	ค่า t	หมายเหตุ
1	3.703	คัดออก
2	5.140**	คัดเลือกไว้
3	6.788**	คัดเลือกไว้
4	9.348**	คัดเลือกไว้
5	6.549**	คัดเลือกไว้
6	5.216**	คัดเลือกไว้
7	5.289**	คัดเลือกไว้
8	7.668**	คัดเลือกไว้
9	5.336**	คัดเลือกไว้
10	8.268**	คัดเลือกไว้
11	4.710**	คัดออก
12	5.883**	คัดเลือกไว้
13	4.330**	คัดออก
14	8.200**	คัดเลือกไว้
15	8.198**	คัดเลือกไว้
16	9.479**	คัดเลือกไว้
17	10.762**	คัดเลือกไว้
18	4.688**	คัดออก
19	6.316**	คัดเลือกไว้
20	6.942**	คัดเลือกไว้
21	7.810**	คัดเลือกไว้
22	5.099**	คัดออก
23	9.400**	คัดเลือกไว้
24	7.188**	คัดเลือกไว้
25	9.459**	คัดเลือกไว้

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามวัดการเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียน เท่ากับ 0.9287

ตาราง 14 ค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถามวัดบรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์

ข้อ	ค่า t	หมายเหตุ
1	3.495**	คัดเลือกไว้
2	-0.809	คัดออก
3	5.025**	คัดเลือกไว้
4	6.139**	คัดเลือกไว้
5	7.348**	คัดเลือกไว้
6	7.103**	คัดเลือกไว้
7	7.651**	คัดเลือกไว้
8	1.385	คัดออก
9	5.780**	คัดเลือกไว้
10	6.025**	คัดเลือกไว้
11	6.058**	คัดเลือกไว้
12	6.105**	คัดเลือกไว้
13	5.329**	คัดเลือกไว้
14	4.213**	คัดเลือกไว้
15	3.384**	คัดเลือกไว้
16	3.672	คัดออก
17	2.530	คัดออก
18	6.641**	คัดเลือกไว้
19	5.990**	คัดเลือกไว้
20	2.654	คัดออก
21	4.813**	คัดเลือกไว้
22	8.411**	คัดเลือกไว้
23	4.726**	คัดเลือกไว้
24	7.022**	คัดเลือกไว้
25	6.296**	คัดเลือกไว้

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามวัดบรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์ เท่ากับ 0.8566

ตาราง 15 ค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถามวัดพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู

ข้อ	ค่า t	หมายเหตุ
1	4.064**	คัดเลือกไว้
2	5.077**	คัดเลือกไว้
3	4.670**	คัดเลือกไว้
4	7.330**	คัดเลือกไว้
5	5.780**	คัดเลือกไว้
6	5.915**	คัดเลือกไว้
7	6.275**	คัดเลือกไว้
8	6.284**	คัดเลือกไว้
9	-0.442	คัดออก
10	2.389	คัดออก
11	3.651	คัดออก
12	6.261**	คัดเลือกไว้
13	7.464**	คัดเลือกไว้
14	5.094**	คัดเลือกไว้
15	5.826**	คัดเลือกไว้
16	3.016	คัดออก
17	6.138**	คัดเลือกไว้
18	3.563**	คัดเลือกไว้
19	4.043**	คัดเลือกไว้
20	4.775**	คัดเลือกไว้
21	6.139**	คัดเลือกไว้
22	6.774**	คัดเลือกไว้
23	3.765**	คัดเลือกไว้
24	3.488	คัดออก
25	5.977**	คัดเลือกไว้

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามวัดพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู เท่ากับ 0.8721

ภาคผนวก ง
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ฉบับที่ 1 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ชุดนี้ มีจำนวน 4 ด้าน ดังนี้
 - (1) ความสามารถในการตั้งโจทย์คณิตศาสตร์ จำนวน 2 ข้อ
 - (2) ความสามารถในการคาดคะเน จำนวน 2 ข้อ
 - (3) ความสามารถในการคิดและตรวจสอบคำตอบ จำนวน 2 ข้อ
 - (4) ความสามารถในการมองเห็นความเกี่ยวข้องของกลุ่มตัวเลข หรือภาพเรขาคณิต จำนวน 2 ข้อ
2. ให้อเวลาในการทำแบบทดสอบข้อละ 5 นาที (ไม่รวมเวลาที่ใช้ในการอธิบายตัวอย่าง)
3. นักเรียนจะได้คะแนนมาก ถ้านักเรียนตอบได้มาก มีเหตุผล ถูกต้อง และคำตอบแปลกกว่าผู้อื่น

1. ความสามารถในการตั้งโจทย์คณิตศาสตร์

1.1 ให้นักเรียนสร้างโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เป็นเรื่องอะไรก็ได้ ซึ่งเมื่อคำนวณแล้วให้ได้ผลลัพธ์เท่ากับ 36 สร้างให้ได้หลายแบบ และหลายข้อมากที่สุด

1.2 จงสร้างสมการให้มีจำนวนมากที่สุดให้ได้คำตอบเท่ากับ 20 โดยใช้เลขจำนวนใดๆ เพียง 2 จำนวน แต่ละสมการให้ใช้การจัดการกระทำทางคณิตศาสตร์ได้เพียงเครื่องหมายเดียว (กำหนดให้การจัดการกระทำทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ $+$, $-$, $\times$, $\div$, ถอยรอก , ยกกำลังสอง ฯลฯ

**** ให้นักเรียนเขียนคำตอบลงในกระดาษปล้ำด้านหลัง****

2. ความสามารถในการคาดคะเน

2.1 ให้นักเรียนคิดและจินตนาการ จากเงื่อนไขทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ (ห้ามเขียน หรือวาด ภาพใดๆ ลงบนกระดาษคำตอบ) ดังนี้

สมมติว่านักเรียนมีลูกบอลทรงกลม 1 ลูก ให้นักเรียนบอกถึงสิ่งที่คุณเรียนคิดว่าจะเป็นไปได้ ทั้งหมดที่คาดว่าจะเกิดขึ้น ถ้านักเรียนนำภาพเรขาคณิต เช่น เส้นตรง รังสี รูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม รูปหลายเหลี่ยม ฯลฯ วางลงในลูกบอล หรือวาดลงบนลูกบอล

ตัวอย่าง ถ้าเราลากเส้นตรงลงบนพื้นผิวภายนอกลูกบอลไปเรื่อยๆ ผลสุดท้ายเส้นตรงนั้นจะกลับมาที่จุดเริ่มต้นลากเส้นตรง

2.2 ให้นักเรียนใช้ตารางการนำเสนอข้อมูลแสดงพื้นที่การเพาะปลูกข้าวแยกตามรายภาคเป็นข้อมูลประกอบการคาดคะเนถึงผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้น หรือแนวโน้มเกี่ยวกับพื้นที่การเพาะปลูกข้าวในอีก 4 ปีข้างหน้า

พื้นที่การเพาะปลูกข้าวแยกตามรายภาค

ปีการผลิต ภาค	2539 (พันไร่)	2540 (พันไร่)	2541 (พันไร่)	2542 (พันไร่)	2543 (พันไร่)	2544 (พันไร่)
ภาคเหนือ	120	109	88	73	75	86
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	217	122	126	123	142	134
ภาคกลาง	46	36	28	29	36	37
ภาคใต้	19	21	11	11	22	24
รวม	402	288	253	236	275	281

ตัวอย่าง อีก 4 ปีข้างหน้า ภาคใต้จะยังคงเป็นภาคที่มีพื้นที่ในการปลูกข้าวน้อยที่สุด

**** ให้นักเรียนเขียนคำตอบลงในกระดาษเปล่าด้านหลัง****

3. ความสามารถในการคิดและตรวจสอบคำตอบ

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงถึงวิธีการคิดคำตอบที่เป็นไปได้ จากเงื่อนไขทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้
ให้มากที่สุด เท่าที่จะทำได้

(3.1)		(3.2)	
1. เป็นเลข 2 จำนวนใด ๆ		1. เป็นเลข 2 จำนวนใด ๆ	
2. <u>ผลลบ</u> ของเลขสองจำนวนเท่ากับ 8		2. <u>ผลหาร</u> ของเลขสองจำนวนมากกว่า 6	
3. <u>ผลคูณ</u> ของเลขสองจำนวนมีค่ามากกว่า 16		3. <u>ผลบวก</u> ของเลขสองจำนวนมีค่ามากกว่า 8	
ผลลบ	ผลคูณ	ผลหาร	ผลบวก
1.....		1.....	.....
2.....		2.....	.....
3.....		3.....	.....
4.....		4.....	.....
5.....		5.....	.....
6.....		6.....	.....
7.....		7.....	.....
8.....		8.....	.....
9.....		9.....	.....
10.....		10.....	.....
11.....		11.....	.....
12.....		12.....	.....
13.....		13.....	.....
14.....		14.....	.....
15.....		15.....	.....
16.....		16.....	.....
17.....		17.....	.....
18.....		18.....	.....
19.....		19.....	.....
20.....		20.....	.....
21.....		21.....	.....
22.....		22.....	.....
23.....		23.....	.....
24.....		24.....	.....
25.....		25.....	.....

**** ถ้ากระดาษคำตอบที่เว้นไว้ให้ไม่พอ ให้นักเรียนเขียนคำตอบลงในกระดาษเปล่าด้านหลังต่อ****

ฉบับที่ 2 แบบสอบถามนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แบ่งเป็น 5 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาข้อความแต่ละข้อว่าตรงกับความคิดเห็น หรือความรู้สึกของนักเรียน แล้วให้นักเรียนเลือกทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับความรู้สึกของนักเรียนมากที่สุด

ข้อ	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1.	ข้าพเจ้ารู้สึกสบายใจเมื่อเรียนวิชาคณิตศาสตร์.....	.....	.....	.....	.....	.....
2.	ข้าพเจ้าไม่ชอบทำแบบฝึกหัดวิชาคณิตศาสตร์.....	.....	.....	.....	.....	.....
3.	อยากให้มีชั่วโมงเรียนวิชาคณิตศาสตร์น้อยๆ.....	.....	.....	.....	.....	.....
4.	ข้าพเจ้าชอบทำโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์แปลกๆ.....	.....	.....	.....	.....	.....
5.	เมื่อพบโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนข้าพเจ้าจะเลิกทำทันที..	.....	.....	.....	.....	.....
6.	วิชาคณิตศาสตร์ทำให้ผู้เรียนปลอดโปร่งใจ.....	.....	.....	.....	.....	.....
7.	ขณะเรียนวิชาคณิตศาสตร์ข้าพเจ้ามีความกระตือรือร้น.....	.....	.....	.....	.....	.....
8.	ข้าพเจ้ามีความสุขเมื่อเรียนวิชาคณิตศาสตร์.....	.....	.....	.....	.....	.....
9.	เรียนวิชาคณิตศาสตร์แล้วสุขภาพจิตดี.....	.....	.....	.....	.....	.....
10.	ข้าพเจ้าอยากทำแบบฝึกหัดแปลกๆ นอกเหนือจากที่ครูกำหนดให้	.....	.....	.....	.....	.....
11.	หลังจากเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียนแล้วข้าพเจ้าไม่เคยค้นคว้าเพิ่มเติม.....	.....	.....	.....	.....	.....
12.	ชั่วโมงเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นชั่วโมงที่น่าเบื่อหน่าย.....	.....	.....	.....	.....	.....
13.	เรียนคณิตศาสตร์เข้าใจง่าย.....	.....	.....	.....	.....	.....
14.	ข้าพเจ้าชอบเล่นเกมส่งเสริมความรู้ทางคณิตศาสตร์.....	.....	.....	.....	.....	.....
15.	ข้าพเจ้ารู้สึกลำบากใจเมื่อครูเรียกไปทำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์หน้าชั้นเรียน.....	.....	.....	.....	.....	.....
16.	ข้าพเจ้าชอบทำกิจกรรมอื่นๆ มากกว่ากิจกรรมคณิตศาสตร์.....	.....	.....	.....	.....	.....
17.	เรียนวิชาคณิตศาสตร์แล้วทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน	.....	.....	.....	.....	.....
18.	ตำราคณิตศาสตร์เล่มใหม่ที่น่าเบื่อหน่าย.....	.....	.....	.....	.....	.....
19.	ข้าพเจ้าชอบหาวิธีแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หลายๆ วิธี.....	.....	.....	.....	.....	.....
20.	ถ้าทำแบบฝึกหัดคณิตศาสตร์ไม่ได้ข้าพเจ้าจะปรึกษาครูหรือเพื่อน....	.....	.....	.....	.....	.....

ตอนที่ 2 แบบสอบถามการสนับสนุนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาข้อความแต่ละข้อที่ตรงกับความเป็นจริงของนักเรียนเกี่ยวกับการสนับสนุนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง แล้วให้นักเรียนเลือกทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับความเป็นจริงของนักเรียนมากที่สุด

ข้อ	ข้อความ	เป็นจริง	ค่อนข้างจริง	ค่อนข้างไม่จริง	ไม่จริง
1.	ผู้ปกครองเตือนและกำชับให้นักเรียนทำการบ้านวิชาคณิตศาสตร์ ด้วยตนเอง.....	.....	.....	.....	.....
2.	ผู้ปกครองตรวจดูความเรียบร้อยในการทำการบ้านคณิตศาสตร์ของนักเรียน.....	.....	.....	.....	.....
3.	ผู้ปกครองเตือนให้นักเรียนท่องสูตรคูณ มาตราเวลา สูตรปริมาตร พื้นที่ ..... ..	.....	.....	.....	.....
4.	ผู้ปกครองสอนและอธิบายเมื่อนักเรียนไม่เข้าใจหรือทำโจทย์คณิตศาสตร์ไม่ได้ ..	.....	.....	.....	.....
5.	เมื่อมีเวลาว่าง ผู้ปกครองตั้งโจทย์คณิตศาสตร์ให้นักเรียนฝึกทำ หรือคิดเลขในใจ	.....	.....	.....	.....
6.	ผู้ปกครองให้นักเรียนคิดราคาสินค้าของง่าย ๆ การจ่ายและการรับเงินทอน การชั่งของ .....	.....	.....	.....	.....
7.	ผู้ปกครองหาโจทย์พิเศษที่นอกเหนือจากทางโรงเรียนมากให้นักเรียนทำ.....	.....	.....	.....	.....
8.	ผู้ปกครองฝึกให้นักเรียนรู้จักวิเคราะห์สิ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน เมื่อไปซื้อสิ่งของที่ตลาดหรือห้างสรรพสินค้าก็ให้นักเรียนคิดราคาสินค้าของอย่างรวดเร็วโดยการประมาณ.....	.....	.....	.....	.....
9.	ผู้ปกครองให้นักเรียนสังเกตสิ่งแวดล้อมที่พบเห็นในชีวิตประจำวันสู่การคิดคำนวณทางคณิตศาสตร์ เช่น ให้นักเรียนนับและบวกเลขจำนวนต้นไม่ริมถนน	.....	.....	.....	.....
10.	ผู้ปกครองสนับสนุนให้นักเรียนชมรายการแข่งขันตอบปัญหาทางคณิตศาสตร์ในโทรทัศน์รายการ 180 ไอคิว .....	.....	.....	.....	.....
11.	ผู้ปกครองให้คำชมเชย หรือให้รางวัลแก่นักเรียนเมื่อนักเรียนทำการบ้านคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง.....	.....	.....	.....	.....
12.	ผู้ปกครองแสดงความพอใจ หรือชื่นชมนักเรียนด้วยการชมเชยนักเรียนต่อหน้าญาติ หรือผู้อื่น เมื่อนักเรียนสอบคณิตศาสตร์ได้คะแนนดีขึ้น .....	.....	.....	.....	.....
13.	ผู้ปกครองการชม หรือให้รางวัล เมื่อนักเรียนสอบวิชาคณิตศาสตร์ได้คะแนนดีขึ้น	.....	.....	.....	.....
14.	ผู้ปกครองชี้แนะถึงความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันแก่นักเรียน โดยให้นักเรียนสังเกตว่าในชีวิตประจำวันคณิตศาสตร์เกี่ยวข้องกับเรื่องใดบ้าง	.....	.....	.....	.....
15.	ผู้ปกครองแสดงให้เห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่น่าสนใจ โดยการไม่นำทัศนคติที่ไม่ดีของตนเองมาพูดให้นักเรียนฟัง.....	.....	.....	.....	.....
16.	ผู้ปกครองจัดหาหนังสือหรือแบบฝึกอื่นๆ ให้นักเรียนทำ.....	.....	.....	.....	.....
17.	ผู้ปกครองจัดหา และซื้อของเล่นที่ส่งเสริมการคิดคำนวณ ได้แก่ เกมต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ บิงโก โดมิโน คอมพิวเตอร์ .....	.....	.....	.....	.....
18.	ผู้ปกครองจัดให้มีสถานที่ส่วนตัว หรือมุมสงบของบ้านสำหรับให้นักเรียนอ่านหนังสือคณิตศาสตร์ หรือทำกิจกรรมคณิตศาสตร์ที่นักเรียนสนใจ อย่างอิสระ.....	.....	.....	.....	.....
19.	ผู้ปกครองจัดให้นักเรียนมีเวลาทำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามที่นักเรียนต้องการในแต่ละวัน.....	.....	.....	.....	.....
20.	ผู้ปกครองจัดเวลา และสถานที่ให้นักเรียนทำกิจกรรมคณิตศาสตร์ หรือเล่นเกมคณิตศาสตร์ในแต่ละวันตามความต้องการของนักเรียน .....	.....	.....	.....	.....

ตอนที่ 3 แบบสอบถามการเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียน

คำชี้แจง แบบสอบถามนี้มีจุดประสงค์ถามการเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้นักเรียนเลือกทำ
เครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับความเป็นจริงมากที่สุด

ข้อ	ข้อความ	เป็น ประจำ	เป็นบาง ครั้ง	นานๆ ครั้ง	ไม่เคย เลย
1.	นักเรียนทำเกมคณิตศาสตร์ให้กับชุมนุมคณิตศาสตร์ หรือหมวดวิชาคณิตศาสตร์.....	.....	.....	.....	.....
2.	นักเรียนร่วมจัดทำวารสารหรือจุลสารคณิตศาสตร์เพื่อเผยแพร่กิจกรรมของชุมนุมคณิตศาสตร์ หรือหมวดวิชาคณิตศาสตร์.....	.....	.....	.....	.....
3.	นักเรียนเข้ารับการทดสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ทางชุมนุมคณิตศาสตร์หรือหมวดวิชาคณิตศาสตร์จัดขึ้น.....	.....	.....	.....	.....
4.	นักเรียนรวบรวมโจทย์ปัญหาที่ชวนคิดทางคณิตศาสตร์นำมาจัดป้ายนิเทศของชุมนุมคณิตศาสตร์ หรือหมวดวิชาคณิตศาสตร์.....	.....	.....	.....	.....
5.	นักเรียนศึกษาความรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่เสริมประสบการณ์ในกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์.....	.....	.....	.....	.....
6.	นักเรียนศึกษาความรู้เกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์จากป้ายนิเทศที่ชุมนุมคณิตศาสตร์หรือหมวดคณิตศาสตร์จัดขึ้น.....	.....	.....	.....	.....
7.	นักเรียนเข้าฟังการบรรยายการนำเสนอเกี่ยวกับโครงการทางคณิตศาสตร์.....	.....	.....	.....	.....
8.	นักเรียนริเริ่มทำโครงการคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง โดยอาจมีครูให้คำปรึกษา.....	.....	.....	.....	.....
9.	นักเรียนช่วยจัดมุมห้องคณิตศาสตร์.....	.....	.....	.....	.....
10.	นักเรียนชมวีดิทัศน์เกี่ยวกับการสอนคณิตศาสตร์ที่สอนโดยอาจารย์หรือวิทยากรที่มีความรู้ความสามารถ.....	.....	.....	.....	.....
11.	นักเรียนเข้าร่วมการประกวดการสร้างเกมคณิตศาสตร์.....	.....	.....	.....	.....
12.	นักเรียนแข่งขันเล่นเกมคณิตศาสตร์.....	.....	.....	.....	.....
13.	นักเรียนเข้าร่วมแข่งขันตอบปัญหาคณิตศาสตร์ที่โรงเรียนจัดขึ้น.....	.....	.....	.....	.....
14.	นักเรียนเข้าร่วมแข่งขันตอบปัญหาคณิตศาสตร์ระหว่างโรงเรียน หรือที่หน่วยงานอื่นจัดขึ้น เช่น การสอบแข่งขันของสมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทย.....	.....	.....	.....	.....
15.	นักเรียนจัดนิทรรศการที่มีการแสดงผลงานทางคณิตศาสตร์ของโรงเรียน เช่น จัดป้ายนิเทศเกี่ยวกับกิจกรรมคณิตศาสตร์ หรือประวัตินักคณิตศาสตร์ เป็นต้น.....	.....	.....	.....	.....
16.	นักเรียนชมนิทรรศการที่มีการแสดงผลงานทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่โรงเรียนหรือหน่วยงานอื่นจัดขึ้น.....	.....	.....	.....	.....
17.	นักเรียนชมนิทรรศการที่มีการแนะนำหนังสือออกใหม่หรือหนังสืออ่านประกอบสำหรับวิชาคณิตศาสตร์.....	.....	.....	.....	.....
18.	นักเรียนเข้าร่วมกิจกรรมค่ายคณิตศาสตร์.....	.....	.....	.....	.....
19.	นักเรียนชมงานศิลปะที่ประดิษฐ์โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์.....	.....	.....	.....	.....
20.	นักเรียนประกวดแต่งเพลง หรือคำประพันธ์เกี่ยวกับคณิตศาสตร์.....	.....	.....	.....	.....

ตอนที่ 4 แบบสอบถามบรรยากาศการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในห้องเรียน

คำชี้แจง แบบสอบถามนี้มีจุดประสงค์ตามความคิดเห็นเกี่ยวกับบรรยากาศในห้องเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ให้นักเรียนเลือกทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับความเป็นจริงมากที่สุด

ข้อ	ข้อความ	เป็นจริง	ค่อนข้างจริง	ค่อนข้างไม่จริง	ไม่จริง
1.	ในวิชาคณิตศาสตร์ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนเลือกหรือเสนอแนะหัวข้อที่เรียน หรืองานที่ทำ.....	.....	.....	.....	.....
2.	ครูคณิตศาสตร์เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น หรือแนวทางการคิดคำตอบของโจทย์คณิตศาสตร์ซึ่งกันและกันโดยเสรี.....	.....	.....	.....	.....
3.	ครูคณิตศาสตร์ให้อิสระแก่นักเรียนในการแสดงความคิดเห็น.....	.....	.....	.....	.....
4.	ครูคณิตศาสตร์ยอมรับฟังความคิดเห็นของนักเรียน.....	.....	.....	.....	.....
5.	ครูคณิตศาสตร์เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น และการกำหนดกิจกรรมในชั้นเรียน.....	.....	.....	.....	.....
6.	ครูคณิตศาสตร์เปิดโอกาสให้นักเรียนอภิปรายแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการแก้ปัญหาข้อนั้นๆ เมื่อนักเรียนแต่ละคนมีแนวทางในการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน.....	.....	.....	.....	.....
7.	ครูคณิตศาสตร์เปิดโอกาสให้นักเรียนอาสาทำกิจกรรมเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์ตามความสามารถของตนเอง.....	.....	.....	.....	.....
8.	ครูคณิตศาสตร์เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความสามารถในการเรียน.....	.....	.....	.....	.....
9.	ครูคณิตศาสตร์เปิดโอกาสให้นักเรียนได้พูดคุยซักถามเกี่ยวกับปัญหาในการเรียนของตนเอง.....	.....	.....	.....	.....
10.	ครูคณิตศาสตร์เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามข้อสงสัย.....	.....	.....	.....	.....
11.	ครูคณิตศาสตร์กล่าวคำชมเชย หรือให้รางวัลแก่นักเรียนที่ตอบคำถามได้ถูกต้อง.....	.....	.....	.....	.....
12.	ครูคณิตศาสตร์กระตุ้นให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยด้วยการกล่าวชมเชยนักเรียนที่ถามทุกครั้ง.....	.....	.....	.....	.....
13.	ครูคณิตศาสตร์ให้ความสนใจต่อทุกคำถามของนักเรียน แม้ว่าคำถามนั้นจะนอกเรื่องไปบ้าง.....	.....	.....	.....	.....
14.	ครูคณิตศาสตร์ชมเชยนักเรียนเมื่อตอบคำถามคณิตศาสตร์ถูก.....	.....	.....	.....	.....
15.	ครูคณิตศาสตร์ให้นักเรียนที่ทำงานวิชาคณิตศาสตร์ถูกต้อง อธิบายวิธีการทำให้เพื่อนๆ ในห้องเรียนฟัง.....	.....	.....	.....	.....
16.	ครูคณิตศาสตร์สนทนากับนักเรียนด้วยคำพูดที่ไพเราะ และเป็นมิตร.....	.....	.....	.....	.....
17.	ครูคณิตศาสตร์แสดงความสนใจนักเรียนทุกคนอย่างทั่วถึง.....	.....	.....	.....	.....
18.	ครูคณิตศาสตร์ยิ้มแย้มแจ่มใส ไม่เคร่งเครียดในขณะที่ทำการสอน.....	.....	.....	.....	.....
19.	ครูคณิตศาสตร์สั่งสอนอบรมนักเรียนด้วยท่าทางที่เป็นมิตร.....	.....	.....	.....	.....
20.	นักเรียนได้รับความยุติธรรมจากครูคณิตศาสตร์.....	.....	.....	.....	.....

ตอนที่ 5 แบบสอบพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์

คำชี้แจง แบบสอบถามนี้มีจุดประสงค์ถามเกี่ยวกับพฤติกรรมต่างๆที่ครูคณิตศาสตร์ปฏิบัติในการสอนคณิตศาสตร์ให้นักเรียนเลือกทำ เครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับความเป็นจริงมากที่สุด

ข้อ	ข้อความ	เป็นจริง	ค่อนข้างจริง	ค่อนข้างไม่จริง	ไม่จริง
1.	ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ครูมีการยกตัวอย่างที่หลากหลาย.....	.....	.....	.....	.....
2.	ครูยกตัวอย่างที่แปลกและสนุกสนาน.....	.....	.....	.....	.....
3.	ครูให้นักเรียนยกตัวอย่างวิธีการคิดและหาคำตอบด้วยตัวเอง โดยไม่จำกัดว่านักเรียนต้องคิดตามแบบครูเท่านั้น.....	.....	.....	.....	.....
4.	ครูให้นักเรียนร่วมกับเพื่อนในการยกตัวอย่างที่แปลกใหม่.....	.....	.....	.....	.....
5.	ครูยกตัวอย่างที่แปลกแตกต่างจากหนังสือแบบเรียน.....	.....	.....	.....	.....
6.	ครูให้นักเรียนทำโจทย์แบบฝึกหัดที่แปลกใหม่ นอกเหนือจากที่มีในหนังสือเรียน.....	.....	.....	.....	.....
7.	ครูหาโจทย์ปัญหาที่แปลกและสนุกสนานมาให้ให้นักเรียนทำ.....	.....	.....	.....	.....
8.	ครูให้นักเรียนหัดแต่งโจทย์ปัญหาเองบ้าง.....	.....	.....	.....	.....
9.	ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายวิธีการตรวจคำตอบที่หลากหลาย.....	.....	.....	.....	.....
10.	ครูให้โจทย์ปัญหา ซึ่งต้องใช้ความคิดมากกว่าการให้โจทย์ปัญหาที่มีวิธีการแก้ปัญหาค้างๆกัน.....	.....	.....	.....	.....
11.	ครูตั้งคำถามแล้วให้เวลานักเรียนในการคิด แล้วจึงเรียกให้นักเรียนตอบอย่างทั่วถึง.....	.....	.....	.....	.....
12.	ครูใช้คำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนคิด โดยคำถามมักประกอบด้วยคำว่าอย่างไร ทำไม.....	.....	.....	.....	.....
13.	ครูถามโดยให้นักเรียนตอบทีละคนมากกว่าให้นักเรียนตอบพร้อมกันทั้งชั้น.....	.....	.....	.....	.....
14.	ครูมีการถามคำถามที่นักเรียนต้องอธิบายเหตุผลประกอบ.....	.....	.....	.....	.....
15.	เมื่อนักเรียนตอบคำถามผิด ครูจะตั้งคำถามให้ง่ายขึ้น หรือกระตุ้นให้นักเรียนคิดใหม่.....	.....	.....	.....	.....
16.	ครูนำคำตอบที่ถูกต้องของนักเรียนไปสัมพันธ์ และเชื่อมโยงสู่คำถามใหม่.....	.....	.....	.....	.....
17.	ครูใช้คำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนคิดอย่างมีเหตุผล และเชื่อมโยงสู่คำถามใหม่....	.....	.....	.....	.....
18.	ครูใช้วัสดุประกอบการสอนที่หลากหลายประกอบการสอน นอกจากหนังสือเรียน.....	.....	.....	.....	.....
19.	ครูใช้หนังสือเรียนเล่มเดียวเท่านั้นในการเรียนการสอน.....	.....	.....	.....	.....
20.	ครูใช้เกมประกอบการสอน.....	.....	.....	.....	.....

ขอขอบคุณนักเรียนทุกคนที่ให้ความร่วมมือ

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาวกุลภัสสร ศิริพรรณ
วันเดือนปีเกิด	19 ธันวาคม 2517
สถานที่เกิด	อำเภอบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	58 หมู่ 3 ตำบลในเมือง ถนนแจ้งสนิท อำเภอบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น 40110
ตำแหน่งหน้าที่การงานในปัจจุบัน	อาจารย์ 1 ระดับ 4
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนขอนแก่นวิทยายน จังหวัดขอนแก่น
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2535	มัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนบ้านไผ่ อำเภอบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น
พ.ศ. 2539	ศษ.บ. (คณิตศาสตร์ - ฟิสิกส์) จาก มหาวิทยาลัยขอนแก่น
พ.ศ. 2545	กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา) จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร