

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการใช้การสอนตนเองกับ การเรียนการสอนแบบรายบุคคล และแบบกลุ่ม สำหรับ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แบ่งได้เป็น 3 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ตอนที่ 2 ผลการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน

ตอนที่ 3 ผลการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ตัวทำนาย คือ ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การสอนตนเองในการเรียนการสอนแบบรายบุคคล การเรียนการสอนแบบกลุ่ม ซึ่งวัดได้จาก

คะแนนความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ขอใช้คำย่อว่า BACK

คะแนนทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ ขอใช้คำย่อว่า SKILL

คะแนนกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ขอใช้คำย่อว่า PROCESS

คะแนนการเรียนรู้จากการสอนตนเองในการเรียนการสอนแบบรายบุคคล ขอใช้คำย่อว่า INDIV

คะแนนการเรียนรู้จากการเรียนการสอนแบบกลุ่ม ขอใช้คำย่อว่า GROUP

ตัวเกณฑ์ คือ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ขอใช้คำย่อว่า (COMPE)

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ขอใช้คำย่อว่า (ACH)

ผู้วิจัยศึกษาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวทำนายกับตัวทำนาย และตัวทำนายกับตัวเกณฑ์ เพื่อหาความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ แสดงผลในตารางที่ 12 และตารางที่ 13 ดังนี้

ตารางที่ 12 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวทำนายกับตัวทำนาย และระหว่างตัวทำนายกับตัวเกณฑ์ (เมื่อตัวเกณฑ์คือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์)

ตัวแปร	COMPE	ACH	BACK	SKILL	PROCESS	INDIV	GROUP
COMPE	1.000	.784*	.752*	.447*	.828*	.888*	.881*
ACH		1.000	.508*	.374*	.881*	.813*	.870*
BACK			1.000	.348*	.718*	.748*	.748*
SKILL				1.000	.421*	.440*	.358*
PROCESS					1.000	.844*	.818*
INDIV						1.000	.788*
GROUP							1.000

* $P < 0.05$

จากตารางที่ 12 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวทำนายกับตัวทำนาย ของ COMPE, BACK, SKILL, PROCESS, INDIV, GROUP มีสหสัมพันธ์เชิงเส้นตรงทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวทำนาย (COMPE BACK, SKILL, PROCESS, INDIV, GROUP) มีสหสัมพันธ์เชิงเส้นตรงทางบวกกับตัวเกณฑ์ คือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และความสัมพันธ์ทุกคู่ดังกล่าวมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ระหว่าง 0.421-0.828 แสดงว่าตัวทำนายทั้ง 8 ตัวแปรมีความสัมพันธ์ทางบวกระหว่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และตัวทำนายทั้ง 8 ตัวแปรมีความสัมพันธ์ทางบวกกับตัวเกณฑ์คือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 13 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวทำนายกับตัวทำนาย และระหว่างตัวทำนายกับตัวเกณฑ์ (เมื่อตัวเกณฑ์คือความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์)

ตัวแปร	COMPE	BACK	SKILL	PROCESS	INDIV	GROUP
COMPE	1.000	.752*	.447*	.928*	.893*	.881*
BACK		1.000	.348*	.718*	.748*	.748*
SKILL			1.000	.421*	.440*	.359*
PROCESS				1.000	.844*	.818*
INDIV					1.000	.798*
GROUP						1.000

* $P < 0.05$

จากตารางที่ 13 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวทำนายกับตัวทำนายของ BACK, SKILL, PROCESS, INDIV, GROUP มีสหสัมพันธ์เชิงเส้นตรงทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวทำนาย (BACK, SKILL, PROCESS, INDIV, GROUP) มีสหสัมพันธ์เชิงเส้นตรงทางบวกกับตัวเกณฑ์ คือ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงว่าตัวทำนายทั้ง 5 ตัวแปรมีความสัมพันธ์ทางบวกระหว่างกัน และตัวทำนายทั้ง 5 ตัวแปร มีความสัมพันธ์ทางบวกกับตัวเกณฑ์คือความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผู้วิจัยนำตัวแปรเข้าสู่การทำนายความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อศึกษาผลการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณด้วยวิธี enter แสดงผลดังตารางที่ 14 และตารางที่ 15 ดังนี้

ตารางที่ 14 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (R) ค่าประสิทธิภาพในการทำนาย (R^2) ค่าประสิทธิภาพในการทำนายที่ปรับแล้ว (Adjusted R square) ค่าความคลาดเคลื่อนของการทำนาย (Standard Error) ค่าเอฟ (F) และความน่าจะเป็นตัวทดสอบ F จากตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบตัวแปรทำนาย (GROUP, SKILL, BACK, INDIV, PROCESS) ทำนายตัวแปรเกณฑ์ (COMPE)

ตัวแปรเข้าสู่การทำนาย COMPE	R	R^2	R^2 (Adjusted)	SE	ค่า F	p
1.GROUP						
2.SKILL	.98178	.92503	.92221	4.85573	328.20784*	.0000
3.BACK						
4.INDIV						
5.PROCESS						

* $p < 0.05$

จากตารางที่ 14 พบว่า ผลการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ โดยมีตัวแปรที่ใช้เป็นตัวแปรทำนายคือ GROUP SKILL BACK INDIV PROCESS และตัวแปรเกณฑ์คือ COMPE ซึ่งผลที่ได้ให้ค่าสถิติสรุปได้ดังนี้

ตัวแปรทำนาย 5 ตัวแปรน่าจะใช้ทำนายความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดี เพราะมีความสัมพันธ์กันค่อนข้างสูง ($R=0.98178$) ค่าประสิทธิภาพในการทำนาย (R^2) มีถึง 92.50% และการแปรค่าของตัวแปรทำนายทั้ง 5 ตัว จะมีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ถึง 92.22% (R^2 Adjusted) และค่าความคลาดเคลื่อนของการทำนายค่อนข้างต่ำ (Standard Error) คือ ประมาณ 4.85573

และจากตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยทดสอบค่าสถิติ F พบว่าที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จะมีตัวแปรทำนายบางตัวจากตัวแปรทั้ง 5 ตัว สามารถนำไปใช้ทำนายตัวแปรเกณฑ์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้

ตารางที่ 15 ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยในแบบคะแนนมาตรฐาน (Beta) ค่าสถิติ และความน่าจะเป็นของตัวทดสอบ t สำหรับทดสอบตัวแปรทำนาย 5 ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อตัวแปรเกณฑ์คือความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรียงลำดับตามน้ำหนักที่ได้จากการคำนวณสมการถดถอย

ตัวแปร	Beta	t	p
PROCESS	.444985	8.885 *	.0000
GROUP	.284528	8.139 *	.0000
INDIV	.271930	5.455 *	.0000
SKILL	.038039	1.355	.1778
BACK	.004398	.113	.9099

* $P < 0.05$

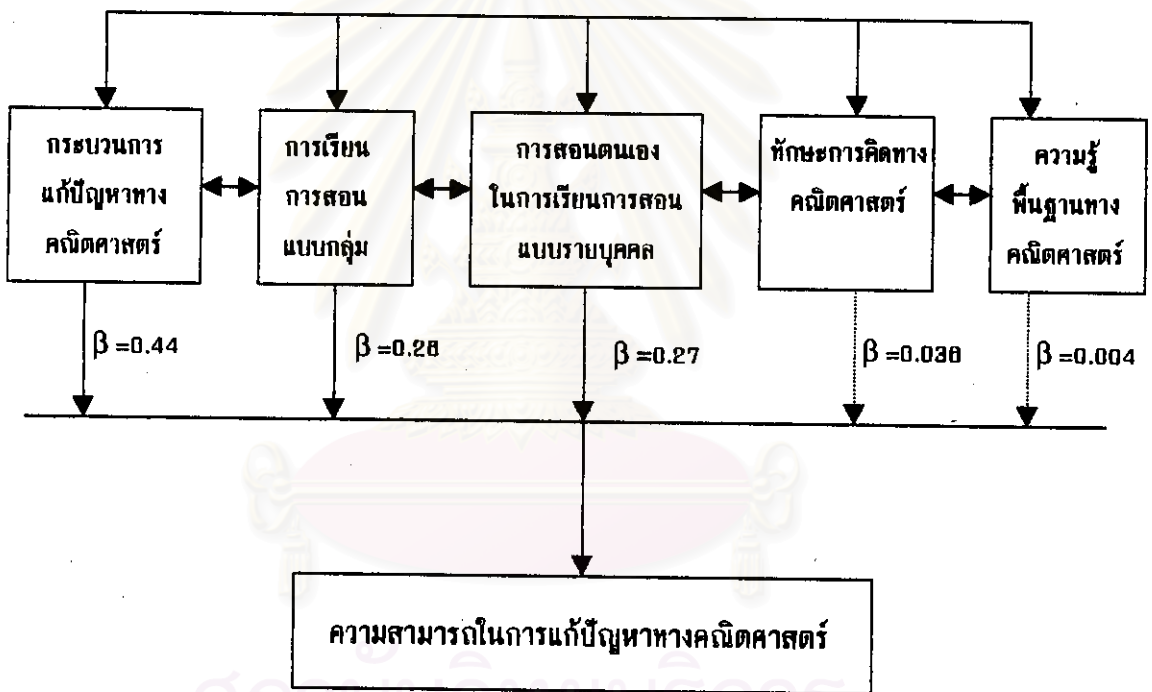
จากตารางที่ 15 พบว่าเมื่อตัวแปรทำนายทุกตัวอยู่ในสมการทำนายในรูปคะแนนมาตรฐาน ตัวแปรทำนายที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรียงลำดับตามน้ำหนักความสำคัญจากมากที่สุดไปจนถึงน้อยที่สุดของค่า β ดังนี้ PROCESS, GROUP, INDIV, SKILL, BACK ซึ่งตัวแปรทำนาย PROCESS, GROUP และ INDIV สามารถนำมาใช้ทำนายความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

โดยสรุปจากตารางข้างต้นผู้วิจัยจึงเน้นการพัฒนาตัวแปร กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (PROCESS) การเรียนการสอนแบบกลุ่ม (GROUP), การสอนตนเองในการเรียนการสอนแบบรายบุคคล (INDIV), ทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ (SKILL) ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ (BACK) ที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (COMPE) และเนื่องจากตารางที่ 12 ตัวทำนายคือ COMPE BACK SKILL PROCESS INDIV GROUP มีความสัมพันธ์ทางบวกระหว่างกัน และมีความสัมพันธ์ทางบวกกับตัวเกณฑ์คือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ด้วย ผู้วิจัยจึงเน้นการศึกษาตัวแปร PROCESS GROUP INDIV SKILL BACK ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (ACH) อีกประการหนึ่งด้วย

ตอนที่ 2 ผลการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน

จากผลการศึกษาดัชนีประสิทธิผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยพิจารณาจากตารางที่ 12 - ตารางที่ 15 จึงได้สร้างรูปแบบการเรียนการสอนที่ได้จากตัวแปรอิสระที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำแนกเป็น 2 ระดับดังนี้

รูปแบบระดับที่ 1 รูปแบบการเรียนการสอนที่ได้จากตัวแปรอิสระที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (จากผลการวิเคราะห์)



แผนภูมิที่ ๑ รูปแบบการเรียนการสอนจากตัวแปรอิสระที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (เรียงตามน้ำหนักความสำคัญ (B))

จากแผนภูมิที่ ๘ พบว่าตัวแปรอิสระที่มีผลต่อตัวแปรตาม เรียงลำดับของค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยมาตรฐาน (B) จากมากที่สุดไปจนถึงน้อยที่สุด ดังนี้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การเรียนการสอนแบบกลุ่ม การสอนตนเองในการเรียนการสอนแบบรายบุคคล ทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ และความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ตามลำดับที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และตัวแปรอิสระทั้ง 5 ตัวแปรนี้มีความสัมพันธ์ทางบวกระหว่างกัน และมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากแผนภูมิที่ ๘ และตารางที่ 12 พบว่าตัวแปรกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การเรียนการสอนแบบกลุ่ม การสอนตนเองในการเรียนการสอนแบบรายบุคคล ทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์ทางบวกระหว่างกัน และมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 รวมทั้งข้อค้นพบจากงานวิจัยของจรรยา ภูอุดม (2524); วิมล ตันสกุล (2527); จารุวรรณ สิงห์ม่วง (2528); สุพิตา แก้วสุวรรณ (2535) พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นตัวแปรดังกล่าวจะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ด้วย

จากรูปแบบระดับที่ 1 ผู้วิจัยศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม ประเด็นแรกเนื่องจากความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นสิ่งที่ผู้เรียนมีลักษณะติดตัวมากกว่า จึงควรฝึกให้ผู้เรียนพัฒนาตัวนี้มาก ขณะที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรตาม ประเด็นต่อมาที่ผู้วิจัยสนใจ เนื่องจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นสิ่งที่ผู้เรียนเกิดขึ้นในช่วงสำหรับการทดสอบครั้งนี้เท่านั้น ซึ่งผลจากการวิจัยรูปแบบระดับที่ 1 พิจารณาตามน้ำหนักความสำคัญ β ผู้วิจัยให้ความสำคัญเข้มในการฝึกฝนตัวแปรที่นำมาใช้ในรูปแบบการเรียนการสอนเชิงปฏิบัติดังนี้

1. ผู้วิจัยให้ความสำคัญ กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นอันดับแรก โดยสร้างรูปแบบการเรียนการสอนกระบวนการแก้ปัญหาโดยเฉพาะ ทำการสอน ฝึก ประเมินกระบวนการแก้ปัญหาตลอดการเรียนการสอนจนผู้เรียนเกิดความชำนาญ

2. ผู้วิจัยให้ความสำคัญ การเรียนการสอนแบบกลุ่ม และการสอนตนเองในการเรียนการสอนแบบรายบุคคลรองลงมา เป็นอันดับ 2 และอันดับ 3 โดยผู้สอนใช้เวลาฝึกกระบวนการแก้ปัญหาในการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มมากกว่า การสอนตนเองในการเรียนการสอนแบบรายบุคคลแต่อย่างไรก็ตามประเด็นที่สำคัญคือ ผู้สอนต้องฝึกผู้เรียนในรายบุคคล จนเข้าใจก่อนที่จะเข้ากลุ่มและร่วมกันทำกิจกรรมกลุ่มได้

3. ผู้วิจัยให้ความสำคัญ ทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ และความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ เป็นลำดับต่ำรองลงมาเป็นอันดับ 4 และอันดับ 5 โดยที่ผู้สอนทดสอบทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ และความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ก่อน พิจารณาผลแล้วสอนซ่อมเสริมสิ่งที่จำเป็นในการเรียนกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในเรื่องนั้นเพียงเท่านั้น ผู้สอนจะไม่ทบทวนกับผู้ที่มีความรู้เพียงพอแล้ว

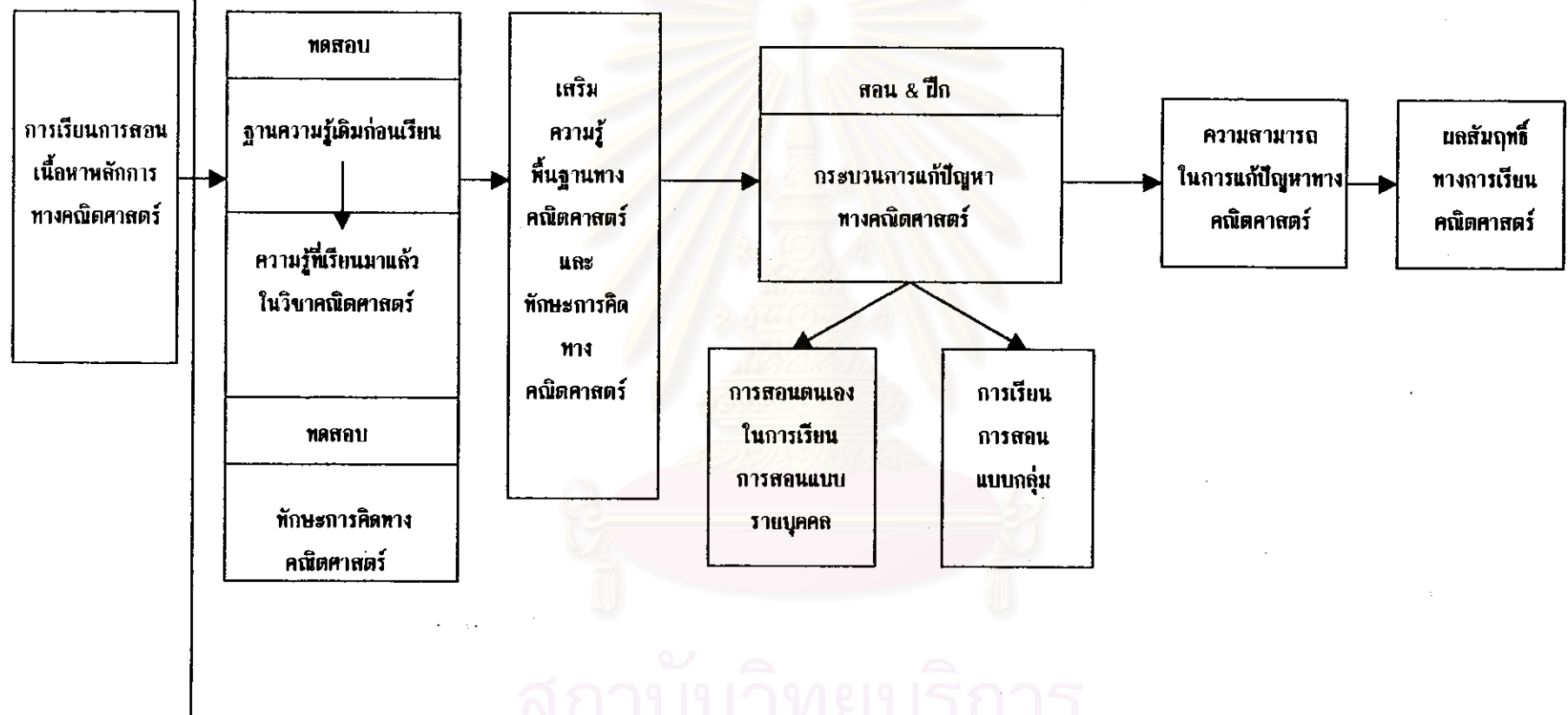
4. ผู้วิจัยให้ผู้เรียนฝึกฝนตัวแปรต่างๆ ตามลำดับน้ำหนักความสำคัญ β ประกอบกันเพื่อส่งผลพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้มากขึ้น รวมทั้งส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ดีขึ้นด้วย

จากประเด็นดังกล่าวผู้วิจัยได้วิเคราะห์ และสร้างภาพรวมของรูปแบบที่นำมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังแผนภูมิที่ 10 ดังนี้



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การนำมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์



แผนภูมิที่ 10 ภาพรวมของรูปแบบที่นำมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากแผนภูมิที่ 10 พบว่า ภาพรวมของรูปแบบที่นำมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เริ่มต้นหลังจากผู้เรียนเรียนรู้ การเรียนการสอนเนื้อหา หลักการทางคณิตศาสตร์แล้ว เพราะเมื่อผู้เรียนเรียนรู้หลักการ ผู้เรียนจะสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยเริ่มต้นตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ทดสอบความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ พื้นฐานความรู้เดิมก่อนเรียน และความรู้ที่ได้เรียนมาแล้ว

ขั้นที่ 2 ทดสอบทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ ที่จำเป็นต้องนำมาใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์(ขั้นตอนทั้ง 2 ขั้น ถึงแม้จะมีน้ำหนักความสำคัญลำดับที่ 4 และ 5 แต่ก็ยังเป็นขั้นตอนที่จำเป็นที่ผู้สอนควรจรรยาบรรณว่าผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ และทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์เป็นอย่างไร เพื่อเป็นฐานสำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ไปเสริมสร้างกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แต่ละขั้นตอนต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพด้วยเหตุผลนี้ผู้สอนจึงต้องให้ความสำคัญ และพิจารณาสอนซ่อมเสริมในกรณีผู้เรียนขาดความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ และทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ จนผู้เรียนมีความรู้เพียงพอแก่โจทย์ปัญหา สำหรับผู้เรียนที่มีความรู้เพียงพออยู่แล้ว ผู้สอนไม่ต้องเน้นความสำคัญข้ามการสอนซ่อมเสริมได้)

ขั้นที่ 3 สอนและฝึกกระบวนการแก้ปัญหาทั้งรายบุคคลและรายกลุ่ม จนผู้เรียนมีความชำนาญ

3.1 สอนและฝึกให้ผู้เรียนแต่ละบุคคล มีความเข้าใจในกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การสอนตนเอง ในการเรียนการสอนรายแบบรายบุคคล

3.2 สอนและฝึกให้ผู้เรียนเรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้วยการเรียนการสอนแบบกลุ่ม

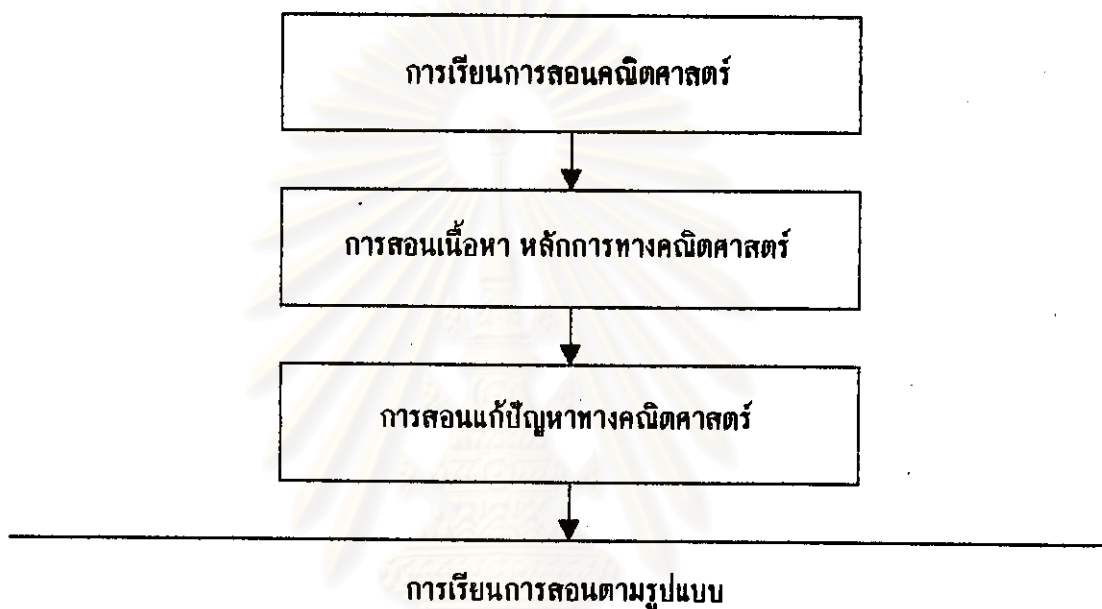
(ขั้นที่ 3 เน้นกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การเรียนการสอนแบบกลุ่ม การสอนตนเองในการเรียนการสอนแบบรายบุคคล ในน้ำหนักความสำคัญลำดับที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ซึ่งผู้สอนต้องให้ความสำคัญ ตลอดการเรียนการสอนทั้งสอนและฝึกกระบวนการแก้ปัญหาเป็นสิ่งแรก โดยผู้สอนให้เวลาในการเรียนการสอนแบบกลุ่มมากกว่า การเรียนการสอนรายบุคคล ด้วยประเด็นกลุ่มจะช่วยเหลือผู้เรียนให้มีความเข้าใจในกระบวนการแก้ปัญหาได้ดีกว่า แต่อย่างไรก็ตามผู้สอนก็ต้องให้ผู้เรียนมีความชำนาญรายบุคคลชัดเจนก่อนจะเข้าร่วมทำกิจกรรมภายในกลุ่ม ผู้สอนจำเป็นต้องฝึกฝนผู้เรียนอย่างสม่ำเสมอจนเกิดกระบวนการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง)

ขั้นที่ 4 ทดสอบผู้เรียนเกี่ยวกับพัฒนาการของกระบวนการแก้ปัญหาเป็นช่วงๆ ผู้เรียนปรับปรุงตัวเองและกลุ่มส่งผลให้ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงขึ้นตามไปด้วย (ขั้นที่ 4 ผู้สอนยังให้ความสำคัญกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การสอนตนเองในการเรียนการสอนรายบุคคล และการเรียนการสอนแบบกลุ่มซึ่งต้องใช้

ประกอบกันในการพัฒนาให้ ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางคณิตศาสตร์ ตามที่ผู้สอนคาดหวังไว้)

จากภาพรวมดังกล่าว ผู้วิจัยเสนอลำดับขั้นตอนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ที่ผู้เรียนต้องเรียนรู้ก่อนจะดำเนินการเรียนการสอน ตามรูปแบบระดับที่ 2 แสดงในแผนภูมิที่ 11 ดังนี้

แผนภูมิที่ 11 ลำดับขั้นตอนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์



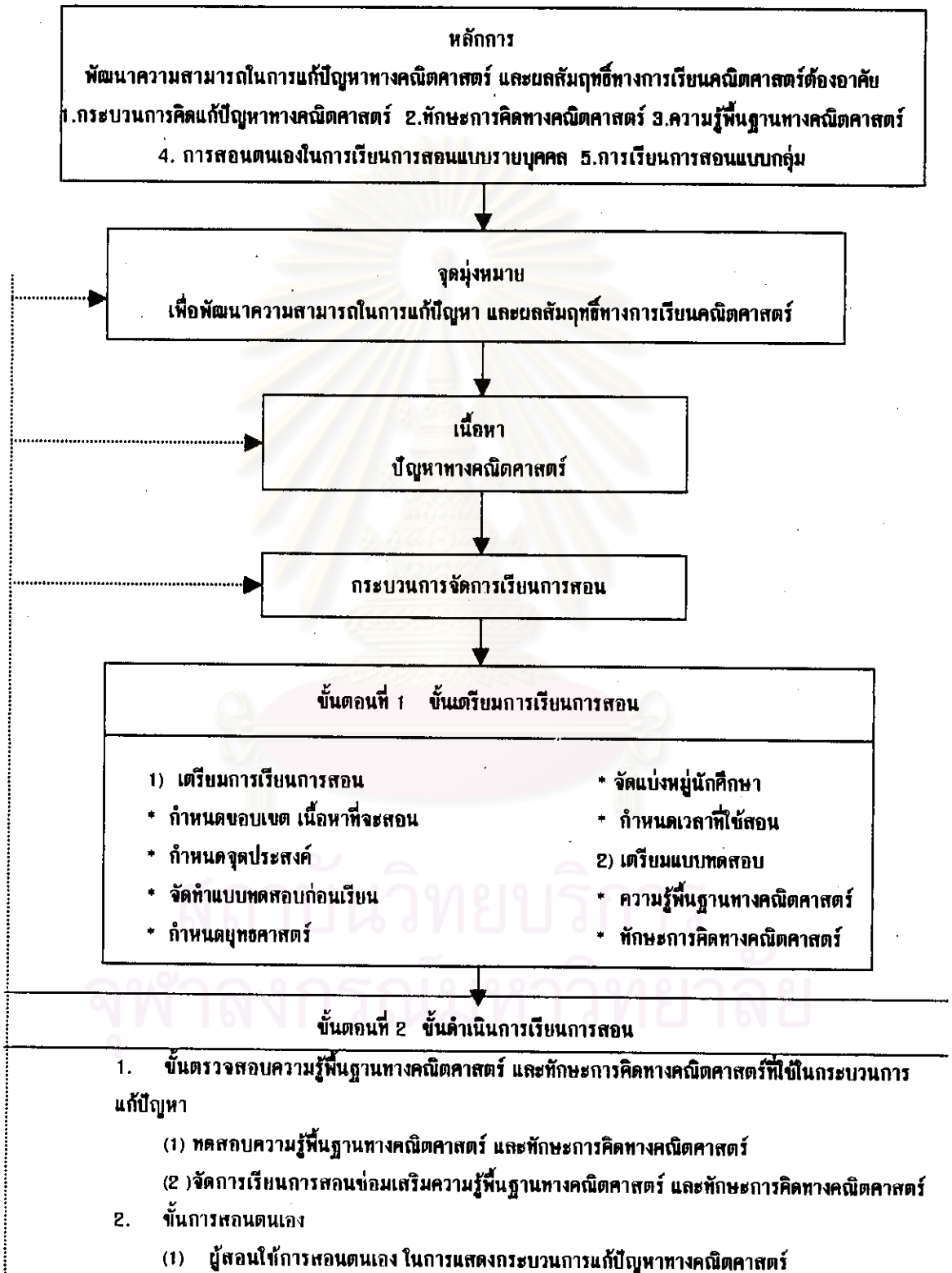
จากแผนภูมิที่ 11 พบว่าขั้นตอนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยทั่วไปมี 2 ขั้นตอน คือ

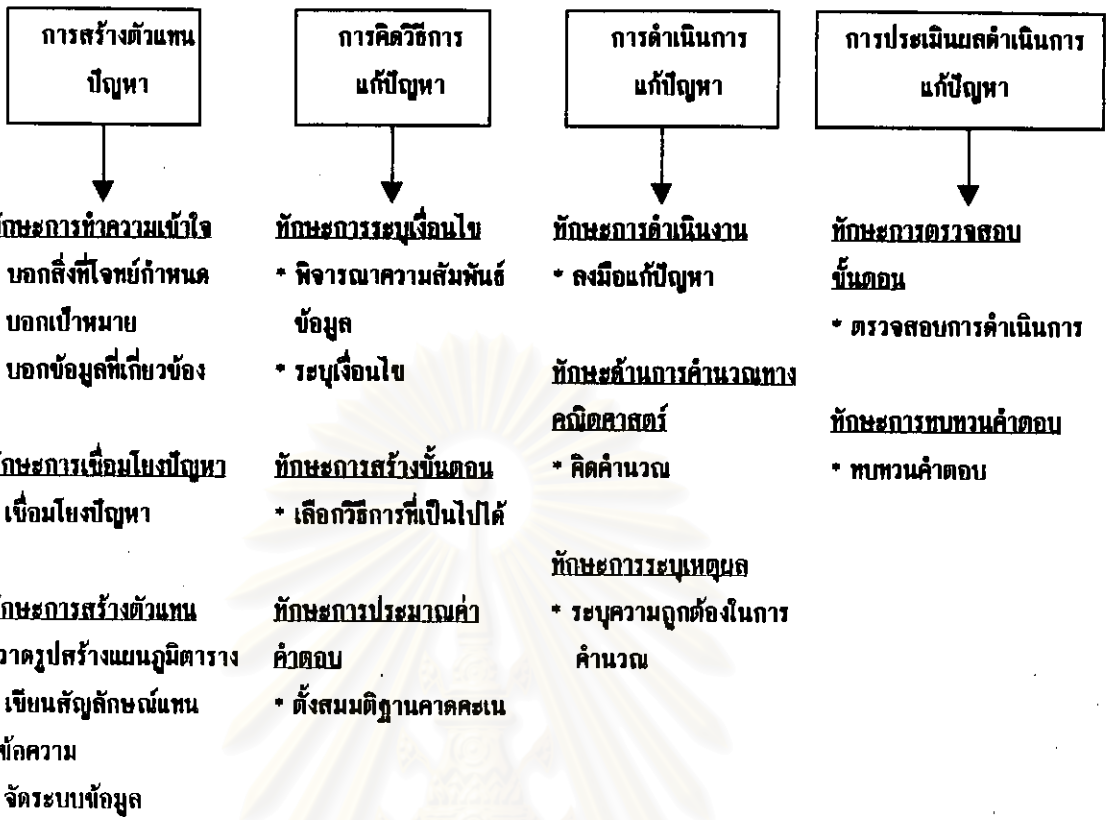
- 1) การเรียนการสอนเนื้อหาหลักการทางคณิตศาสตร์ ผู้สอนสอนให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจ ในเนื้อหาหลักการ ทางคณิตศาสตร์
- 2) การเรียนการสอนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้สอนสอนให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจ ในการแก้ปัญหาตามแต่ละขั้นตอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

หลังจากผู้เรียนเรียนรู้จาก 2 ขั้นตอนแล้ว ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้รับทั้งเนื้อหา หลักการทางคณิตศาสตร์ และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มาใช้กับการเรียนการสอนตามรูปแบบระดับที่ 2 ในเชิงปฏิบัติต่อไป

รูปแบบระดับที่ 2 รูปแบบการเรียนการสอนในเชิงปฏิบัติที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประยุกต์มาจากรูปแบบระดับที่ 1 ซึ่งเป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ได้จากตัวแปรที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ รวมทั้งแผนภูมิที่ 10 ภาพรวมของรูปแบบที่นำมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังแสดงในแผนภูมิที่ 12

แผนภูมิที่ 12 รูปแบบการเรียนการสอนกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการใช้การสอนตนเองกับ การเรียน การสอนแบบรายบุคคลและแบบกลุ่ม





- (2) ผู้เรียนสังเกต ชุดและเขียนกระบวนการคิดแก้ปัญหาตามผู้สอน
3. ขั้นฝึกกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผู้เรียนทำการฝึกกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ ตามขั้นตอน เช่นเดียวกับขั้นการสอนตนเอง

 - (1) รายบุคคล (ใช้การสอนตนเองในการเรียนการสอนแบบรายบุคคล)
 - (2) รายกลุ่ม (ใช้การเรียนการสอนแบบรายกลุ่ม)
4. ขั้นประเมินกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - วัดและประเมินความก้าวหน้าในการฝึกกระบวนการแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นสรุปเชื่อมโยง และการประยุกต์นำไปใช้	
ผู้สอน	<ul style="list-style-type: none"> * มอบหมายโจทย์ปัญหา/บทเรียน * ตรวจสอบความก้าวหน้าของกระบวนการแก้ปัญหา
ผู้เรียน	<ul style="list-style-type: none"> * สามารถนำข้อสรุปมาเชื่อมโยงกระบวนการแก้ปัญหา ที่จะแก้ปัญหาใหม่ได้ * สามารถเปรียบเทียบ วิเคราะห์รูปแบบโครงสร้างที่เหมือนกัน

การประเมินผลการเรียนการสอน
(วัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์)

จากแผนภูมิรูปแบบการเรียนการสอน กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการสอนตนเองกับการเรียนการสอนแบบรายบุคคล และการเรียนการสอนแบบกลุ่ม สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มีรายละเอียดนำเสนอได้ดังนี้

หลักการของรูปแบบ

หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนการสอนนี้ได้มาจากการประยุกต์แนวคิดของรูปแบบการเรียนการสอนที่ได้จากตัวแปรอิสระที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. รูปแบบการเรียนการสอนเน้นกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทั้งนี้เพราะจากการศึกษาแนวคิดการแก้ปัญหาพบว่า การแก้ปัญหาเป็นเป้าหมายสูงสุดของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ กระบวนการแก้ปัญหาเป็นเครื่องมือสำคัญ ในการที่จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ และคิดค้นหาวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างกว้างขวาง

2. รูปแบบการเรียนการสอน มีการนำความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ มาใช้ร่วมกันในการฝึกกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพราะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จำเป็นต้องอาศัยทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ และความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ที่จะช่วยกันเสริมการดำเนินการคิดตามขั้นตอนต่างๆ ของกระบวนการที่ละขั้นได้อย่างครบถ้วนและถูกต้อง

3. รูปแบบการเรียนการสอนนำการสอนตนเองในการเรียนการสอนแบบรายบุคคล และการเรียนการสอนแบบกลุ่มมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน เพราะการสอนตนเองจะทำให้ผู้เรียนได้สังเกตและปฏิบัติไปพร้อมกันกับตัวแบบ และจะช่วยให้ผู้เรียนเตือนตนเองกำกับความคิดของตนจนปฏิบัติได้อย่างบรรลุผล และมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น จากกระบวนการเก็บจำกระบวนการตั้งใจของผู้เรียนที่ได้เรียนรู้สังเกต พฤติกรรมของตัวแบบ แล้วบันทึกข้อมูลไว้ในขั้นตอนของหน่วยความจำ และนำข้อมูลมาใช้ได้อย่างเหมาะสมกับสถานการณ์ของการแก้ปัญหาได้ ส่วนการเรียนการสอนแบบกลุ่ม ช่วยผู้เรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันได้มีโอกาสประสบผลสำเร็จในการเรียนเท่าเทียมกันมากขึ้น รวมทั้งสร้างแรงจูงใจในการเรียนตามความสามารถของตน และมีการช่วยเหลือสนับสนุนกันในการเรียน ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

4. รูปแบบการเรียนการสอนนี้ จำเป็นต้องอาศัยองค์ประกอบดังนี้ ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ การสอนตนเองในการเรียนการสอนแบบรายบุคคล และการเรียนการสอนแบบกลุ่ม เพราะองค์ประกอบทั้งหมดนี้จะร่วมกันสร้างความสัมพันธ์เชื่อมโยงให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และส่งผลถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ตามไปด้วย

๕. รูปแบบการเรียนการสอนนี้สามารถยืดหยุ่นได้ โดยเลือกกระบวนการแก้ปัญหาให้สัมพันธ์กับเนื้อหาวิชา และไม่เรียงลำดับทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ที่ละทักษะ ทั้งนี้เพราะผู้เรียนสามารถเรียนรู้ และพัฒนากระบวนการแก้ปัญหาในขั้นตอนใดก่อนได้ง่าย เนื่องจากผู้เรียนอยู่ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มีวัยและวุฒิภาวะสูง จึงมีกระบวนการแก้ปัญหาดังกล่าวพอสมควร ไม่จำเป็นต้องฝึกทักษะเรียงลำดับที่ละทักษะ และผู้สอนสามารถนำไปปรับใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้ทุกชั้นเรียน

๖. รูปแบบการเรียนการสอนนี้ มีลักษณะที่สนองความต้องการของผู้เรียน สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ เพราะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนนำทางในการเรียนรู้หาแนวทางหลายๆ วิธี ตัดสินใจลงมือกระทำและยอมรับผลของการตัดสินใจ จนเกิดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ

วัตถุประสงค์ของรูปแบบ

รูปแบบการเรียนการสอนนี้มีจุดมุ่งหมาย เพื่อให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น

เนื้อหา

เป็นเนื้อหาที่เกี่ยวกับปัญหาทางคณิตศาสตร์

กระบวนการจัดการเรียนการสอน

การจัดการเรียนการสอน ประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญดังนี้

1. **ขั้นเตรียมการเรียนการสอน** เป็นการดำเนินการของผู้สอน ให้จัดการเรียนการสอนเหมาะสมกับผู้เรียนสอดคล้องกับหลักการ จุดมุ่งหมาย โดยดำเนินการดังนี้

1.1 กำหนดขอบเขตเนื้อหาที่จะสอน ให้เหมาะสมกับวัย วุฒิภาวะ สอดคล้องกับพื้นฐานพฤติกรรมเบื้องต้น ความสามารถของผู้เรียน และจัดลำดับขั้นตอนการต่อเนื่องของเนื้อหา ให้เหมาะสมสอดคล้องกับหลักจิตวิทยาและตรรกวิทยาในอันที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้สะดวก

1.2 กำหนดจุดประสงค์หรือพฤติกรรมการเรียนรู้ โดยพิจารณาให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการแก้ปัญหา ตามแต่ระดับขั้นตอนที่กำหนดคาดหวังให้ผู้เรียนเรียนรู้

1.3 จัดทำแบบทดสอบก่อนเรียน พิจารณาว่าผู้เรียนต้องอาศัยพื้นฐานความรู้ ทักษะ การคิดเบื้องต้นอย่างไรที่จะบรรลุจุดประสงค์ของการสอน จากนั้นวัดพฤติกรรมเบื้องต้นว่าผู้เรียน มีความรู้เพียงพอที่จะเรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาในโจทย์ได้หรือไม่

1.4 กำหนดยุทธศาสตร์การเรียนการสอน โดยวางแผนทางเพื่อกำหนดทิศทาง พฤติกรรมการเรียนการสอนให้ดำเนินไปสู่จุดประสงค์ปลายทางอย่างชัดเจนเพียงพอ พิจารณากำหนด ยุทธศาสตร์อย่างรอบคอบ ส่วนกลวิธีนั้นต้องพิจารณาใช้ให้ถูกต้องเหมาะสมกับสภาพและโอกาส

1.5 พิจารณาการจัดแบ่งกลุ่มนักศึกษาเพื่อการสอน ว่าจุดประสงค์ข้อใด ผู้เรียน สามารถเรียนรู้ รายบุคคลได้ ด้วยวิธีอย่างไร หรือจุดประสงค์ใดที่ผู้เรียนต้องร่วมมือกันด้วยวิธีอย่างไร หรือแม้แต่จุดประสงค์ที่ผู้สอนต้องใช้วิธีสอนทั่วไป สอนรวมกันทั้งกลุ่มหรือทั้งชั้น นอกจากนั้นการ แบ่งหมู่ของนักศึกษา ต้องพิจารณาลักษณะของกิจกรรม ความสนใจ และความสามารถของผู้เรียน

1.6 กำหนดเวลาที่ใช้สอน พิจารณาประกอบร่วมกับจุดประสงค์เนื้อหา กลวิธีต่างๆ ที่ ต้องใช้รวมถึงการจัดแบ่งกลุ่มนักศึกษา เพื่อจะได้จัดแบ่งเวลาให้เหมาะสม ที่จะทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมี ประสิทธิภาพ และกำหนดใช้สถานที่ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้จากการเรียนการสอนได้อย่างสะดวก

2. ขั้นตอนการเรียนการสอน

2.1 ขั้นตรวจสอบความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์และทักษะการคิดทาง คณิตศาสตร์ ที่จะใช้ในกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นการตรวจสอบผู้เรียนว่ามี ประสบการณ์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ เพียงพอต่อการเรียนรู้ การแก้ ปัญหา ในเนื้อหาใหม่หรือไม่ประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

(1) ทดสอบความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ และทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ ที่ใช้ในกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในเรื่องความรู้ในเนื้อหาวิชา ความเข้าใจในนิยาม ความ สามารถในการอ่านตีความ ขยายความ ความสามารถในการแปลข้อความเป็นสัญลักษณ์ หรือแผนภาพ ความสามารถในการวิเคราะห์ความเกี่ยวข้องระหว่างประสบการณ์เก่ากับข้อมูลใหม่ ความสามารถในการ จัดข้อมูล การจัดลำดับขั้นตอน ความสามารถในการนำไปสู่ข้อสรุป ซึ่งผู้เรียนจะต้องได้รับคะแนน ผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนด

(2) จัดการเรียนการสอน ข้อมเสริมความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ในส่วนที่ ผู้เรียนยังขาด โดย ผู้สอนปูพื้นฐานความรู้ และทบทวนความรู้เดิมจนผู้เรียนมีความรู้เพียงพอในการเรียน เนื้อหาที่จะสอนได้

2.2 ขั้นการสอนตนเองเป็นขั้นที่ผู้สอนแสดงวิธีการแก้ปัญหา ทักษะการคิดทาง คณิตศาสตร์ ด้วยการสอนตนเองให้ผู้เรียนสังเกตและมีพฤติกรรมแก้ปัญหาที่ต้องการ โดยผู้สอน

ดำเนินการสอน กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และนำความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ มาใช้ร่วมกันในการแก้ปัญหา ดำเนินการตามกระบวนการดังนี้

(1) การสร้างตัวแทนปัญหา ผู้สอนแสดงทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์
แต่ละขั้นตอนคือ

- ทักษะการทำความเข้าใจปัญหา
 - บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้
 - บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ
 - บอกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา
- ทักษะการเชื่อมโยงปัญหา
 - เชื่อมโยงปัญหากับความรู้เดิมที่มีอยู่
- ทักษะการสร้างตัวแทนของปัญหา
 - วาดรูปสร้างแผนภูมิ แผนภาพ แทนสิ่งต่างๆ ที่โจทย์กำหนด
 - เขียนสัญลักษณ์ต่างๆ แทนข้อความในโจทย์
 - จัดระบบข้อมูลใหม่

(2) การคิดวิธีการแก้ปัญหา ผู้สอนแสดงทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์
แต่ละขั้นตอนคือ

- ทักษะการระบุเงื่อนไข
 - พิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่มีอยู่ ข้อมูลข้างเคียง สิ่งที่ต้องการหา
 - ระบุเงื่อนไขที่สอดคล้องกับโจทย์
- ทักษะการสร้างขั้นตอนของการแก้ปัญหา
 - เลือกขั้นตอน แบ่งขั้นตอน และจัดลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา
- ทักษะการเลือกแนวทางการแก้ปัญหา
 - เลือกวิธีการหลักการที่เป็นไปได้มากที่สุดในการแก้ปัญหา
- ทักษะการประมาณค่าคำตอบ
 - ตั้งสมมติฐาน คาดคะเนคำตอบ

(3) การดำเนินการแก้ปัญหา ผู้สอนแสดงทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์
แต่ละขั้นตอนคือ

- ทักษะการดำเนินงาน

ลงมือแก้ปัญหาตามขั้นตอนที่กำหนดไว้
 ทักษะด้านการคำนวณทางคณิตศาสตร์
 คิดคำนวณตามความรู้กฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์
 ทักษะการระบุเหตุผลในการดำเนินการ
 ระบุความถูกต้องในการคำนวณ

(4) การประเมินผลการดำเนินการแก้ปัญหา ผู้สอนแสดงทักษะการคิด
 ทางคณิตศาสตร์ แต่ละขั้นตอนคือ

ทักษะการตรวจสอบขั้นตอนในการแก้ปัญหา
 ตรวจสอบการดำเนินการแต่ละขั้นตอน
 ทักษะการทบทวนคำตอบ
 ทบทวนคำตอบจากการคิดคำนวณและประมาณค่า

2.3 ชั้นฝึกกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นการใช้กระบวนการแก้
 ปัญหา ในการคิดโจทย์ปัญหาโดยใช้การสอนตนเอง การเรียนการสอนรายบุคคล และการเรียนการสอน
 แบบกลุ่ม ทำกิจกรรมของการฝึกกระบวนการแก้ปัญหาทั้งรายบุคคลและรายกลุ่ม แบ่งกิจกรรมได้
 ดังนี้

2.3.1 ฝึกกระบวนการแก้ปัญหารายบุคคล จัดกิจกรรมเพื่อให้ผู้เรียน
 แก้ปัญหาที่เสนอ โดยใช้การสอนตนเอง ดำเนินการดังนี้

ผู้สอน: สนับสนุนการคิดของผู้เรียน/ สังเกตพฤติกรรมให้ผู้เรียน
 แก้ปัญหา โดยใช้คำพูดภายในใจตนเอง ควบคุมพฤติกรรมของตนทำเป็นรายบุคคล

ผู้เรียน: ทำงานตามกระบวนการแก้ปัญหา และแสดงทักษะการคิดทาง
 คณิตศาสตร์แต่ละขั้นตอน โดยเริ่มแรกพูด และทำงานเช่นเดียวกับตัวแบบ คือ ผู้สอน ด้วยเสียงอันดัง
 จากนั้นพูด ขั้นตอนในการแก้ปัญหาลำดับเสียงเบา และท้ายสุดพูดขั้นตอนการคิดแก้ปัญหาภายในใจ จน
 กระทั่งใช้การสอนตนเอง ชี้แนะการแก้ปัญหา ตามแต่ละกระบวนการและดำเนินการตามแต่ละทักษะ
 ย่อยๆ ในขั้นตอน การสร้างตัวแทนปัญหา การคิดวิธีการแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหา และการ
 ประเมินผลการดำเนินการแก้ปัญหา รวมทั้งให้การเสริมแรงตนเองด้วยวาจา เมื่อเกิดการแก้ปัญหาที่
 ถูกต้อง หรือใช้ประโยชน์ที่สุดเมื่อทำผิด พร้อมเสนอวิธีแก้ไข เมื่อกระทำการแก้ปัญหามิได้เป้าหมาย

2.3.2 ฝึกกระบวนการแก้ปัญหารายกลุ่ม เป็นการให้ผู้เรียนเข้ากลุ่มย่อย
 หลังจากการฝึกกระบวนการแก้ปัญหารายบุคคล สมาชิกในกลุ่มย่อย ฝึกกระบวนการแก้ปัญหารายกลุ่ม
 โดยใช้การเรียนการสอนแบบกลุ่มดำเนินการดังนี้

ผู้เรียน: เข้ากลุ่มย่อย ฝึกกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตามความสามารถ ของตน ปรึกษาหารือ ช่วยเหลือเพื่อนในกรณีที่ไม่เข้าใจในการแก้ปัญหา และฝึกทักษะ จนผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ผู้สอน: สอนผู้เรียนที่มีปัญหาเหมือนกัน จากรดับความสามารถ เดียวกันจนเข้าใจ แล้วจึงให้ผู้เรียนกลับไปทำงานในกลุ่มตนเอง

กลุ่มย่อย: วิจัยวิธีที่สมาชิกของกลุ่มเห็นชอบมากที่สุด จากนั้น ตัดสินใจเลือกอย่างมีหลักเกณฑ์ ซึ่งผู้เรียนเก่งจะช่วยเหลือผู้เรียนอ่อน โดยการตรวจคำตอบ แนะนำการทำแบบฝึกกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ อธิบายในสิ่งที่ไม่เข้าใจ สมาชิกในกลุ่มจะช่วยเหลือกัน จนทุกคนฝึกกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผ่านเกณฑ์ตามที่กำหนด

2.4 ขั้นประเมินกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นการวัดและประเมิน ผู้เรียนว่าหลังการฝึก มีความก้าวหน้าในกระบวนการแก้ปัญหาอย่างไร เป็นไปตามจุดมุ่งหมายของ กิจกรรมหรือไม่ ดำเนินการดังนี้

ผู้สอน: สรุปรทเรียน/โจทย์ปัญหา และพิจารณาผลงานผลการใช้กระบวนการ คิดแก้ปัญหา จากการใช้แบบฝึกกระบวนการแก้ปัญหา การทำแบบสอบย่อย ฉบับ A, B และแบบสอบ รวมประจำบทเรียน

ผู้เรียน: ประเมินผลการใช้กระบวนการแก้ปัญหาของตน

3. ขั้นสรุปเชื่อมโยงและการประยุกต์นำไปใช้ เป็นส่วนที่มุ่งให้ผู้เรียนได้นำข้อสรุปมา เชื่อมโยงกับแนวคิดทฤษฎี หลักการทางกระบวนการแก้ปัญหา โดยใช้ความรู้ความสามารถพื้นฐาน กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ การสอนตนเองในการเรียนการสอนแบบรายบุคคล และการเรียนการสอนแบบกลุ่ม การแก้ปัญหาของตนในการแก้โจทย์ปัญหาใหม่ เพื่อเกิดความชำนาญดำเนินการดังนี้

ผู้สอน: มอบหมายโจทย์ปัญหา/บทเรียน ให้ผู้เรียนนำไปปฏิบัติเพิ่มเติม ให้เกิดความชำนาญยิ่งขึ้น

ผู้สอน: ตรวจสอบพัฒนาการของการใช้กระบวนการแก้ปัญหา ในแต่ละขั้นตอน ของการเรียนการสอน

ผู้เรียน: นำข้อสรุปมาเชื่อมโยง แนวคิด ทฤษฎี หลักการการแก้ปัญหา โดยใช้ความรู้ พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ การสอนตนเองในการเรียนการสอนแบบรายบุคคล และการเรียนการสอนแบบกลุ่ม มาดำเนินการจัดการ เรียนการสอนที่จะแก้ปัญหาที่เคยผ่านมาแล้ว

ผู้เรียน: เปรียบเทียบวิเคราะห์ห่มองเห็นรูปแบบโครงสร้างที่เหมือนกัน ระลึกถึงข้อมูล ระลึกถึงความสัมพันธ์ และจัดกระทำกับข้อมูล

การประเมินผล เป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับ เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

การประเมินผลเป็นดังนี้

1. ประเมินผล ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากการสังเกตการแก้ปัญหาในแบบฝึกหัดรายบุคคล และรายกลุ่ม แบบสอบย่อยชุด A, B และแบบสอบรวมประจำบท
 2. ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ จากการสังเกต การทำโจทย์ปัญหา การตอบคำถาม
 3. วัดผลและประเมินผลโดยใช้แบบสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หลังการเรียนการสอนคณิตศาสตร์
- การประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยผู้เรียนต้องผ่านเกณฑ์ทั้ง 3 ประการ ซึ่งแต่ละประการจะต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 จึงจะถือว่าผู้เรียนผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

เอกสารประกอบรูปแบบการเรียนการสอน

เอกสารประกอบรูปแบบการเรียนการสอน เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้น เพื่อสนับสนุนการนำรูปแบบการเรียนการสอนไปใช้ โดยผ่านการแนะนำ แก่ไขจากผู้ทรงคุณวุฒิ และการทดลองใช้มาแล้ว และได้ปรับปรุงแก้ไขให้มีความเหมาะสมในการนำไปใช้จริงต่อไป เอกสารดังกล่าวมี 2 ฉบับ ดังนี้

1. คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน เป็นเอกสารแนะนำผู้สอนในการนำรูปแบบไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

- 1) เอกสารที่เกี่ยวข้อง
- 2) แนวการนำรูปแบบการเรียนการสอนไปใช้มีเนื้อหาประกอบด้วยขั้นตอนก่อนจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การจัดเตรียมการเรียนการสอน การเตรียมสื่อและวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอน การเตรียมเครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับการวัดผลและประเมินผล บทบาทของผู้เรียน บทบาทของผู้สอน

2. แผนการสอนเป็นเอกสารประกอบการเรียนการสอน ประกอบด้วย ชื่อแผนการสอน จำนวนคาบสอน จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอน การวัดผลและประเมินผล

ผลการตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอน และเอกสารประกอบรูปแบบการเรียนการสอน

การตรวจสอบของผู้ทรงคุณวุฒิ ในด้านความเป็นไปได้ในเชิงทฤษฎี ความสอดคล้องภายในของรูปแบบการเรียนการสอน โดยใช้แบบประเมินคุณภาพที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ปรากฏผลดังนี้

ตารางที่ 18 ผลการประเมินรูปแบบการเรียนการสอนตามรายละเอียดต่างๆ ของรูปแบบและเอกสารประกอบรูปแบบของผู้ทรงคุณวุฒิ

รายการประเมินผล	ค่าเฉลี่ย		ความหมาย
	\bar{x}	S.D.	
รูปแบบการเรียนการสอน			
1.ความเป็นมาของรูปแบบ	3.70	0.58	เหมาะสมปานกลาง
2.ขั้นตอนในการพัฒนาารูปแบบ	3.72	0.83	เหมาะสมปานกลาง
3.รูปแบบการสอนในภาพรวม	3.80	0.64	เหมาะสมปานกลาง
4.หลักการ	4.10	0.40	เหมาะสมมาก
5.วัตถุประสงค์	4.18	1.30	เหมาะสมมาก
6.เนื้อหา	4.20	1.43	เหมาะสมมาก
7.กระบวนการจัดการเรียนการสอน	4.30	1.25	เหมาะสมมาก
8.การวัดผลและประเมินผล	4.15	1.32	เหมาะสมมาก
เอกสารประกอบรูปแบบ			
1.แผนการสอน	3.70	0.82	เหมาะสมปานกลาง
2.คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน	3.87	1.81	เหมาะสมปานกลาง
รวม	3.97	1.10	เหมาะสมปานกลาง

จากตารางที่ 18 พบว่า ผู้ทรงคุณวุฒิส่วนใหญ่มีความเห็นว่าหลักการ วัดดูประสงค์ เนื้อหา กระบวนการจัดการเรียนการสอน และการวัดผลและประเมินผลอยู่ในระดับเหมาะสมมาก โดยเฉพาะ กระบวนการจัดการเรียนการสอน เนื้อหา วัดดูประสงค์ การวัดผลและประเมินผล และหลักการ มีค่าเฉลี่ยสูงสุดลดลงตามลำดับคือ 4.30, 4.20, 4.18, 4.15 และ 4.10 และโดยส่วนรวม ผลการประเมินรูปแบบการเรียนการสอน และเอกสารประกอบรูปแบบการเรียนการสอน มีค่าเฉลี่ย อยู่ในระดับเหมาะสมปานกลางคือ 3.97

นอกจากนี้ผู้ทรงคุณวุฒิส่วนใหญ่ได้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับ ลักษณะ ความชัดเจน ของ การเขียนอธิบายรายละเอียดของรูปแบบการเรียนการสอน เช่น ความเป็นมาของรูปแบบ ขั้นตอนในการ พัฒนารูปแบบ รูปแบบการสอนในภาพรวม คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน และแผนการสอน โดยเสนอแนะว่าควรอธิบายให้ละเอียดชัดเจนมากขึ้นและให้มีลักษณะเฉพาะเจาะจงเป็นข้อกำหนด ให้มากขึ้นตามรายละเอียดในการประเมินแต่ละหัวข้อ ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงตามคำแนะนำของ ผู้ทรงคุณวุฒิคือ ความเป็นมาของรูปแบบ ผู้ทรงคุณวุฒิเสนอว่าควรกล่าวถึงเหตุผลสนับสนุนอย่างชัดเจน ขั้นตอนในการพัฒนายูปแบบ และภาพรวมของรูปแบบ ควรเขียนให้สอดคล้องกัน คู่มือการใช้รูปแบบการ เรียนการสอน ควรชี้แผนภาพรวมของการวัดผลและประเมินผลให้ชัดเจน แผนการสอนเขียนขั้นตอนการ ดำเนินการเรียนการสอนอย่างสั้นและกะทัดรัด

ในส่วนกระบวนการจัดการเรียนการสอน เนื้อหา วัดดูประสงค์ การวัดผลและประเมินผล หลักการของรูปแบบการเรียนการสอนนั้น ขั้นต้นนี้ผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมดเห็นว่าเหมาะสมดีแล้วจึงคงไว้ ตามเดิม(ดังปรากฏแบบประเมิน และรูปแบบที่แก้ไขแล้วในภาคผนวก)

ผลการตรวจสอบความเป็นไปได้ในเชิงปฏิบัติ

ผู้วิจัยได้ทดลองสอนนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาเขตเทคนิค กรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน โดยมีอาจารย์แผนกคณิตศาสตร์เป็นผู้สังเกตการเรียนการสอน 1 ท่าน ตรวจสอบพบว่า สามารถดำเนินการจัดการเรียนการสอนได้ แต่การเรียนการสอนต้องให้มีหลักการ และ ชัดเจน ในแต่ละขั้นตอนของกิจกรรม ส่วนในด้านเวลาที่ใช้สอนควรยืดหยุ่นให้เหมาะสมกับกิจกรรมของ แต่ละช่วง เช่นในกรณีที่ผู้เรียน ปีกกระบวนการแก้ปัญหาหารายบุคคลยังไม่ชำนาญ ผู้สอนควรเพิ่มเวลาให้ ผู้เรียนฝึกจนชำนาญก่อนจะดำเนินการฝึกกระบวนการแก้ปัญหาหารายกลุ่มต่อไป

ตอนที่ 3 ผลการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

การทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการใช้ การสอนตนเองกับ การเรียนการสอนแบบรายบุคคล และการเรียนการสอนแบบกลุ่ม สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงดำเนินการโดยนำกิจกรรมการเรียนการสอนของแผนการสอนที่สร้างขึ้นตามรูปแบบการเรียนการสอนดังกล่าว และได้ปรับปรุงแก้ไขให้มีความเหมาะสมสอดคล้องกับกระบวนการของรูปแบบการเรียนการสอนแล้ว ไปทดลองใช้สอนนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง เพื่อประเมินประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอนและเอกสารประกอบรูปแบบการเรียนการสอน ว่าสามารถทำให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

สำหรับการทดลอง มี 4 ขั้นตอน คือ การดำเนินการก่อนเริ่มการทดลอง การดำเนินการจัดการเรียนการสอน การดำเนินการหลังการทดลอง และการวิเคราะห์ข้อมูล ได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลซึ่งจะนำเสนอตามลำดับดังนี้

1. การวิเคราะห์สภาพความสามารถปัจจุบันของผู้เรียน
2. การวิเคราะห์พัฒนาการของการใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
3. ผลการศึกษารูปแบบการเรียนการสอน และระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
4. ผลการศึกษารูปแบบการเรียนการสอน และระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ใช้สัญลักษณ์ แทนความหมายดังนี้

n แทนจำนวนกลุ่มตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม

\bar{x} แทนค่าคะแนนเฉลี่ย

S.D. แทนค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน

C.V. แทนสัมประสิทธิ์ของความแปรผัน

SS แทนผลบวกกำลังสองของส่วนเบี่ยงเบน

Ms แทนผลบวกกำลังสองของส่วนเบี่ยงเบนหารด้วยขั้นแห่งความเป็นอิสระ

Df แทน ขั้นของความเป็นอิสระ

F แทน ค่าสถิติทดสอบเอฟ ทำการทดสอบความแปรปรวน

t แทน ค่าสถิติทดสอบที ทำการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย

1. ผลการวิเคราะห์สภาพความสามารถปัจจุบันของผู้เรียน เป็นการตรวจสอบการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาของผู้เรียนในกลุ่มทดลองโดยผู้ช่วยวิจัย 3 คนสังเกตและประเมินสัดส่วนของความสำเร็จในการทำงานตามแบบฝึกกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (9 บท)

ตารางที่ 17 ผลการประเมินสภาพความสามารถปัจจุบันของผู้เรียน ในกลุ่มทดลอง จากการทำงานตามแบบฝึกกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (9 บท)

รายการประเมิน	ค่าสัดส่วนเฉลี่ย	ความหมาย*
กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	0.81	มีความสามารถในระดับดีมาก
1.การสร้างตัวแทนปัญหา	0.80	มีความสามารถในระดับดีมาก
2.การคิดวิธีการแก้ปัญหา	0.81	มีความสามารถในระดับดีมาก
3.การดำเนินการแก้ปัญหา	0.85	มีความสามารถในระดับดีมาก
4.การประเมินผลการดำเนินการแก้ปัญหา	0.77	มีความสามารถในระดับดี

* พิจารณาจากเกณฑ์ของ Riggs (1980) อ้างถึงในสมเจตน์ ไวยากรณ์ 2530: 141

จากตารางที่ 17 พบว่านักศึกษาในกลุ่มทดลองมีการเรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามเป้าหมายที่กำหนดโดยพิจารณาจากสัดส่วนความสำเร็จในการใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เฉลี่ย 0.81 แสดงว่านักศึกษามีความสามารถในการใช้กระบวนการแก้ปัญหาระดับดีมาก และเมื่อพิจารณา รายละเอียดในแต่ละขั้นตอนพบว่าขั้นตอนการสร้างตัวแทนปัญหา การคิดวิธีการแก้ปัญหาและการดำเนินการแก้ปัญหา มีสัดส่วนความสำเร็จในการใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เฉลี่ย 0.80, 0.81 และ 0.85 ตามลำดับ แสดงว่านักศึกษามีความสามารถในการใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในระดับดีมาก ขณะที่ขั้นการประเมินผลการดำเนินการแก้ปัญหามีสัดส่วนของความสำเร็จในการใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เฉลี่ย 0.77 แสดงว่านักศึกษามีความในการใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในระดับดี

2. ผลการวิเคราะห์พัฒนาการของการใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ในการสอนแต่ละครั้ง มีการวัดคะแนนเฉลี่ยของการทำแบบฝึกกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทุกครั้ง และในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการสอนครบทุกขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอน 8 ครั้ง โดยแบ่งออกเป็น 3 ช่วง (ช่วงละ 3 ครั้ง) เพื่อให้การพิจารณาอัตราพัฒนาการของ

ผลสำเร็จในการฝึกกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แต่ละคนเป็นไปอย่างชัดเจน ผลการตรวจสอบปรากฏดังตารางที่ 18 นี้

ตาราง 18 ผลการตรวจสอบพัฒนาการของกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในขั้นตอนต่างๆ ของนักศึกษากลุ่มทดลอง(จำนวน 30คน)จากการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอน

ขั้นตอน	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่า t		
	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	$t_{2,1}$	$t_{3,2}$	$t_{3,1}$
	(S.D.)	(S.D.)	(S.D.)			
	(C.V.)	(C.V.)	(C.V.)			
กระบวนการแก้ปัญหา	7.71 (0.37) (4.79%)	8.14 (0.48) (5.89%)	8.71 (0.48) (5.51%)	8.73*	9.05*	14.99*
การสร้างตัวแทนปัญหา	1.81 (0.15) (7.85%)	2.03 (0.13) (6.40%)	2.18 (0.18) (7.41%)	3.78*	4.95*	8.91*
การคิดวิธีการแก้ปัญหา	1.94 (0.18) (8.24%)	2.08 (0.17) (8.25%)	2.13 (0.14) (6.57%)	4.85*	3.78*	8.19*
การดำเนินการแก้ปัญหา	2.03 (0.14) (6.89%)	2.14 (0.15) (7.00%)	2.27 (0.18) (7.04%)	8.70*	8.35*	14.28*
การประเมินผลการดำเนินการแก้ปัญหา	1.82 (0.11) (6.04%)	1.91 (0.15) (7.85%)	2.18 (0.13) (6.01%)	2.84*	7.15*	11.53*

* $P < 0.05$ จากตาราง 18 พบว่า

1) นักศึกษากลุ่มทดลอง มีพัฒนาการของกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ ค่าเฉลี่ยของความสามารถในการสร้างตัวแทนปัญหา การคิดวิธีการแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหา และการประเมินผลการดำเนินการแก้ปัญหาจากการสอนช่วงที่ 2 มีค่าเพิ่มขึ้น จากการสอนในช่วงแรก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และเมื่อเปรียบเทียบผลการสอนในช่วงที่ 3 กับช่วงที่ 2 พบว่า ค่าเฉลี่ยของความสามารถในการใช้กระบวนการแก้ปัญหาดังกล่าวยังมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติ ที่ระดับ 0.05 เมื่อทำการเปรียบเทียบเพื่อเป็นการยืนยันจากการสอนช่วงที่ 3 กับช่วงที่ 1 พบว่า ค่าเฉลี่ยของความสามารถในการใช้กระบวนการแก้ปัญหาจากการสอนช่วงที่ 3 มีค่าสูงกว่าช่วงที่ 1 แสดงว่าการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นสามารถพัฒนาหรือสามารถฝึกกระบวนการแก้ปัญหาทุกขั้นตอน ดังกล่าวได้จากการสอนช่วงที่ 2 และความสามารถดังกล่าวนี้ยังพัฒนาให้สูงขึ้นได้อีกเมื่อทำการสอนเพิ่มขึ้น

2) สำหรับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความสามารถในกระบวนการแก้ปัญหาพบว่า การสอนแต่ละครั้งสามารถพัฒนาความสามารถในการใช้กระบวนการแก้ปัญหาเพิ่มขึ้นในทุกครั้งของการสอน แต่เนื่องจากการกระจายของการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวมีค่าเพิ่มด้วยเช่นกัน จึงเป็นเรื่องชี้ให้เห็นว่าความสามารถในการใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาสามารถฝึกให้เพิ่มขึ้นได้ แต่เมื่อพิจารณารายละเอียดย่อยในขั้นตอนการสร้างตัวแทนปัญหา การคิดวิธีการแก้ปัญหา และการประเมินผล การดำเนินการแก้ปัญหา สัมประสิทธิ์ความแปรผันของความสามารถแก้ปัญหา (CV) มีค่าลดลงเมื่อเทียบช่วงที่ 3 กับช่วงที่ 1 แสดงว่ารูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นกระตุ้นให้นักศึกษาเกิดการเปลี่ยนแปลงตามขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในช่วงต้น แต่เมื่อทำการสอนต่อไปเรื่อยๆ นักศึกษาเริ่มมีความคุ้นเคยต่อการใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังกล่าวจึงทำให้ความสามารถในการใช้กระบวนการแก้ปัญหาด้านนี้ของนักศึกษาแต่ละคนใกล้เคียงกันมากขึ้น

เมื่อพิจารณาผลการตรวจสอบแยกตามระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ปรากฏผลดังนี้

ตารางที่ 19 ผลการตรวจสอบพัฒนาการของกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในขั้นตอนต่างๆ ของนักศึกษากลุ่มทดลอง (ระดับสูง กลาง และต่ำ) จากการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 19 ผลการตรวจสอบพัฒนาการของกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในชั้นตอนต่างๆ ของนักศึกษากลุ่มทดลองจำแนกตามระดับกลุ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน(กลุ่มละ 10 คน) จากการเรียนการสอนตามรูปแบบการสอนที่สร้างขึ้น

ชั้นตอน	ระดับกลุ่ม ผลสัมฤทธิ์	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่า t		
		\bar{X} (S.D.) (CV)	\bar{X} (S.D.) (CV)	\bar{X} (S.D.) (CV)	$t_{2,1}$	$t_{3,2}$	$t_{3,1}$
กระบวนการคิด แก้ปัญหา	สูง	7.93 (0.36) (4.53%)	8.42 (0.42) (4.98%)	9.00 (0.33) (3.68%)	4.07*	4.39*	9.16*
	กลาง	7.78 (0.32) (4.10%)	8.38 (0.28) (3.10%)	8.94 (0.39) (4.38%)	6.83*	4.50*	8.04*
	ต่ำ	7.41 (0.24) (3.23%)	7.81 (0.18) (2.49%)	8.18 (0.15) (1.83%)	2.36*	7.57*	11.39*
	สูง	1.92 (0.17) (8.85%)	2.09 (0.12) (5.74%)	2.18 (0.13) (5.98%)	2.81*	1.93*	4.16*
	กลาง	1.95 (0.14) (7.17%)	2.08 (0.08) (3.84%)	2.18 (0.18) (8.07%)	2.15*	2.88*	3.82*
	ต่ำ	1.88 (0.12) (6.38%)	1.92 (0.10) (5.20%)	2.08 (0.11) (5.33%)	1.93*	4.83*	5.09*
การสร้างตัวตน ปัญหา	สูง	2.03 (0.17) (8.37%)	2.12 (0.17) (8.01%)	2.22 (0.11) (4.95%)	2.33*	2.77*	7.37*
	กลาง	1.94 (0.17) (8.78%)	2.11 (0.18) (8.00%)	2.15 (0.15) (6.97%)	3.25*	0.88	3.54*
	ต่ำ	1.88 (0.10) (5.37%)	1.95 (0.08) (3.07%)	2.02 (0.08) (2.97%)	2.41*	5.08*	5.52*

ตารางที่ 19 (ต่อ)

ขั้นตอน	ระดับกลุ่ม ผลสัมฤทธิ์	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่า t		
		\bar{X} (S.D.) (CV)	\bar{X} (S.D.) (CV)	\bar{X} (S.D.) (CV)	$t_{2,1}$	$t_{3,2}$	$t_{3,1}$
การดำเนินการ แก้ปัญหา	สูง	2.12 (0.09) (4.24%)	2.25 (0.07) (3.11%)	2.39 (0.08) (3.34%)	4.75*	7.07*	8.08*
	กลาง	2.09 (0.08) (3.82%)	2.20 (0.09) (4.08%)	2.38 (0.09) (3.81%)	2.89*	3.92*	8.08*
	ต่ำ	1.87 (0.08) (4.27%)	1.97 (0.08) (4.08%)	2.08 (0.07) (3.38%)	5.05*	8.90*	9.83*
การประเมินผล การดำเนินการ แก้ปัญหา	สูง	1.87 (0.11) (5.88%)	1.95 (0.18) (9.23%)	2.21 (0.12) (5.42%)	1.11	4.45*	5.80*
	กลาง	1.80 (0.13) (7.22%)	1.97 (0.15) (7.61%)	2.22 (0.13) (5.85%)	2.39*	3.48*	8.28*
	ต่ำ	1.79 (0.10) (5.58%)	1.83 (0.10) (5.48%)	2.04 (0.04) (1.98%)	0.98	8.07*	7.31*

*P < 0.05

สถาบันวิจัยปฏิบัติการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากตารางที่ 19 พบว่า

1. นักศึกษาระดับกลุ่มผลสัมฤทธิ์ สูงกลาง และต่ำ มีพัฒนาการของกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์คือค่าเฉลี่ยของความสามารถในการใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในการเรียนช่วงที่สองมีค่าเพิ่มขึ้นจากการเรียนในช่วงแรกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และเมื่อเปรียบเทียบผลการเรียนช่วงที่ 3 กับช่วงที่ 2 พบว่า ค่าเฉลี่ยของความสามารถในการใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ยังมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และเมื่อเปรียบเทียบผลการเรียนช่วงที่ 3 กับช่วงที่ 1 พบว่า ค่าเฉลี่ยของความสามารถในการใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากช่วงที่ 3 มีค่าสูงกว่าช่วงที่ 1 แสดงว่าการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นสามารถพัฒนากระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาทุกระดับผลสัมฤทธิ์ได้จากการสอนช่วงที่ 2 และความสามารถ ดังกล่าว สามารถพัฒนาให้สูงขึ้นได้อีก เมื่อทำการสอนเพิ่มขึ้น

2. ในขั้นการสร้างตัวแทนปัญหาของกลุ่มนักศึกษาทั้ง 3 ระดับ มีค่าเฉลี่ยของความสามารถในการใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบผลการสอนช่วงที่ 2 กับช่วงที่ 1 ผลการสอนช่วงที่ 3 กับช่วงที่ 2 และผลการสอนช่วงที่ 3 กับช่วงที่ 1 แสดงว่าการเรียนการสอนตามรูปแบบที่สร้างขึ้นสามารถพัฒนาหรือฝึกนักศึกษาในขั้นการสร้างตัวแทนปัญหาได้จากการสอนช่วงที่ 2 และความสามารถดังกล่าวนี้สามารถพัฒนาสูงขึ้นได้อีกเมื่อทำการสอนเพิ่มขึ้น

3. ในขั้นการคิดวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มนักศึกษาระดับกลาง มีค่าเฉลี่ยความสามารถในการใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อเทียบผลการสอนช่วงที่ 2 กับช่วงที่ 1 และผลการสอนช่วงที่ 3 กับช่วงที่ 1 แสดงว่านักศึกษาระดับกลาง มีการเปลี่ยนแปลงในช่วงที่ 2 สูงมาก แต่เมื่อทำการสอนต่อไปความคุ้นเคยต่อการใช้การคิดวิธีการแก้ปัญหาทำให้ความสามารถในการใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาแต่ละคนมีความคงที่มากขึ้น จึงทำให้ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงมาก

4. ในขั้นการดำเนินการแก้ปัญหา ของกลุ่มนักศึกษาทั้ง 3 ระดับ มีค่าเฉลี่ยของความสามารถในการใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบผลการสอนช่วงที่ 2 กับช่วงที่ 1 ผลการสอนช่วงที่ 3 กับช่วงที่ 2 และผลการสอนช่วงที่ 3 กับช่วงที่ 1 แสดงว่าการเรียนการสอนตามรูปแบบที่สร้างขึ้นสามารถพัฒนาหรือฝึกนักศึกษาในการดำเนินการแก้ปัญหาได้จากการสอนช่วงที่ 2 และความสามารถดังกล่าวนี้สามารถพัฒนาสูงขึ้นได้อีกเมื่อทำการสอนเพิ่มขึ้น

5. ในขั้นการประเมินผลการดำเนินการแก้ปัญหา ของกลุ่มนักศึกษาระดับสูง และต่ำ มีค่าเฉลี่ยของความสามารถในการใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบผลการสอนช่วงที่ 3 กับช่วงที่ 2 และผลการสอนช่วงที่ 3 กับช่วงที่ 1

ส่วนนักศึกษา ระดับกลางมีค่าเฉลี่ยของความสามารถในการใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบผลการสอนช่วงที่ 2 กับช่วงที่ 1 ผลการ สอนช่วงที่ 3 กับช่วงที่ 2 และ ผลการ สอนช่วงที่ 3 กับช่วงที่ 1 แสดงว่านักศึกษาระดับสูงและต่ำไม่มื การเปลี่ยนแปลงในช่วงที่ 2 เนื่องจากยังไม่ชำนาญและเข้าใจเพียงพอซึ่งเมื่อได้รับการฝึกเพิ่มมากขึ้น จึง มีการเปลี่ยนแปลงในช่วงที่ 3 พัฒนาสูงขึ้น สำหรับนักศึกษาระดับกลางพัฒนากระบวนการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ได้จากการสอนช่วง 2 และความสามารถดังกล่าวสามารถพัฒนาสูงขึ้นอีก เมื่อทำการสอน เพิ่มขึ้น

8. แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงกระบวนการแก้ปัญหา จะพบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผัน ของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (CV) จากการสอนช่วงที่ 3 มีค่าลดลงจากช่วงที่ 2 ในขั้นการคิดวิธีการแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหา และการประเมินผลการดำเนินการแก้ปัญหา แสดงว่าการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นนี้สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนทุกระดับผลสัมฤทธิ์ ส่วนใหญ่เกิดการเปลี่ยนแปลงการใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะในช่วงที่ 1 และ ช่วงที่ 2 แต่เมื่อทำการสอนต่อไป นักศึกษาเริ่มมีความคุ้นเคยต่อการใช้กระบวนการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ในขั้นตอนดังกล่าว จึงทำให้ความสามารถในการใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักศึกษาแต่ละคนทุกระดับผลสัมฤทธิ์มีความคงที่มากขึ้น ขณะที่ขั้นตอนการสร้างตัวตนปัญหา ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผันของความสามารถแก้ปัญหา (CV) ในการสอนช่วงที่ 3 มีค่าเพิ่มขึ้นจากช่วง ที่ 2 แสดงว่าการเรียนการสอนแต่ละครั้งในช่วงที่ 2 และช่วงที่ 3 สามารถพัฒนาความสามารถในการใช้ กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นในทุกครั้งของการสอน และการกระจายของการ เปลี่ยนแปลงดังกล่าวมีค่าเพิ่มขึ้นด้วย จึงเป็นเรื่องชี้ให้เห็นว่าการใช้กระบวนการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ในขั้นการสร้างตัวตนปัญหานี้สามารถฝึกให้เพิ่มขึ้นได้

การตรวจสอบผลการเรียนการสอนที่มีต่อการใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ นักศึกษาระดับผลสัมฤทธิ์ต่างๆ ดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า การเรียนรู้ของผู้เรียนในการใช้กระบวนการแก้ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในขั้นการสร้างตัวตนปัญหา การคิดวิธีการแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหา และการประเมินผลการดำเนินการแก้ปัญหา เป็นสิ่งที่ปลูกฝังได้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ถ้าได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมและเพียงพอ โดยกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นได้จากการเรียนการสอนในระยะเวลาของการสอน 2 ช่วง ส่วนขั้นตอนที่ใช้การ คิดหับข้อตั้งแต่ขั้นการคิดวิธีการแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหาและการประเมินผลการดำเนินการ แก้ปัญหานั้นต้องการเวลาและจำนวนครั้งในการสอนมากกว่านี้

3. ผลการศึกษารูปแบบการเรียนการสอน และระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผลของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง ตามรูปแบบการเรียนการสอน แสดงผลดังต่อไปนี้

ตารางที่ 20 ผลการทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษากลุ่มทดลอง กลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการทดลอง

เงื่อนไข	กลุ่มตัวอย่าง	n	\bar{X}	S.D.	ค่า t	p
ก่อนทดลอง	กลุ่มทดลอง	30	58.4887	8.987	0.27	0.788
	กลุ่มควบคุม	30	55.9887	7.228		
หลังทดลอง	กลุ่มทดลอง	30	78.0000	8.108	5.73*	0.000
	กลุ่มควบคุม	30	63.8887	12.045		

* $P < 0.05$

จากตารางที่ 20 แสดงให้เห็นว่า คะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนทดลองของนักศึกษากลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และหลังการทดลองคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษากลุ่มทดลองสูงกว่านักศึกษากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 21 ผลการทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	n	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง		ค่า t	P
		\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.		
กลุ่มทดลอง	30	58.4667	8.987	78.000	8.108	32.95*	0.000
กลุ่มควบคุม	30	55.9667	7.228	63.8667	12.045	7.14*	0.000

*P < 0.05

จากตารางที่ 21 แสดงให้เห็นว่าหลังการทดลองทั้งกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีสอนปกติ มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 22 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง ระหว่างการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียน การสอน และระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	ค่า F	p
ระหว่างกลุ่ม					
การเรียนการสอนตามรูปแบบ	2998.287	1	2998.287	278.578*	0.000
ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	4248.433	2	2123.217	195.989*	0.000
ปฏิสัมพันธ์	458.033	2	229.017	21.140*	0.000
ภายในกลุ่ม(หรือที่เหลือ)	585.000	54	10.833		
รวม	8285.733	59	140.438		

* $P < 0.05$

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางในตารางที่ 22 สรุปได้ว่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบ การเรียนการสอน และระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งแสดงด้วยตารางที่ 23 และกราฟแบนภูมิที่ 13 ดังนี้

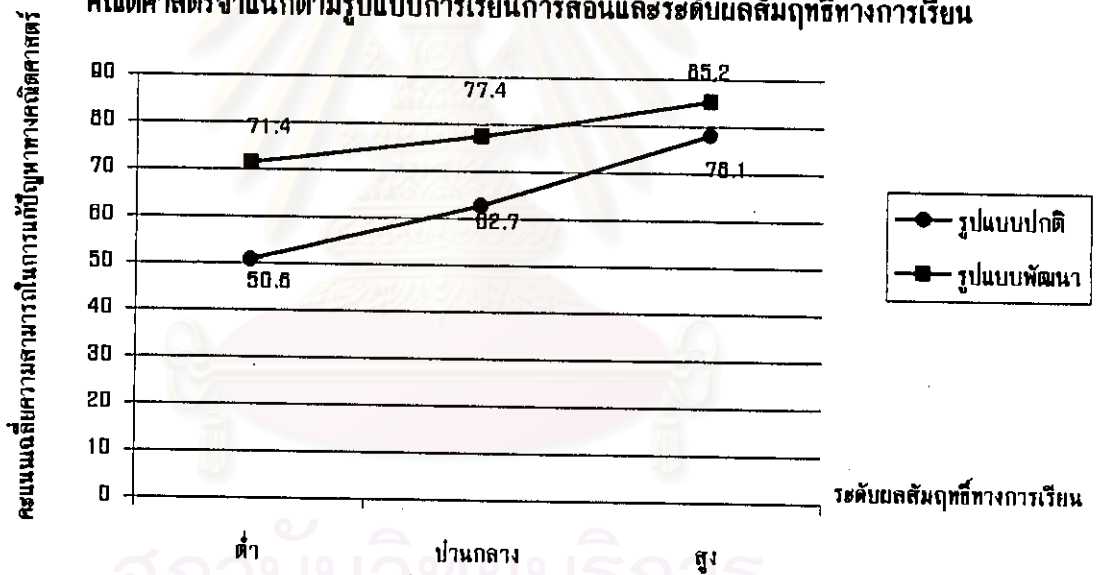
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 23 ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำแนกตามรูปแบบการเรียนการสอน และระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

		ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		
		ต่ำ	ปานกลาง	สูง
รูปแบบการเรียนการสอน	รูปแบบปกติ(1)	50.8	62.7	78.1
	รูปแบบพัฒนา(2)	71.4	77.4	85.2

จากตาราง 23 นำมาเสนอกฎในแผนภูมิที่ 13 ดังนี้

แผนภูมิที่ 13 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จำแนกตามรูปแบบการเรียนการสอนและระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน



จากแผนภูมิที่ 13 แสดงว่าการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ทำให้คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักศึกษาทุกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า การเรียนการสอนตามรูปแบบปกติ และจะเห็นได้ว่า ขนาดของความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาในแต่ละระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ได้รับการสอนด้วยรูปแบบการสอนที่ต่างกัน แตกต่างกันโดยมีแนวโน้มที่ขนาดความแตกต่างมากกว่าในกลุ่มที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่า

ด้วยผลที่ปรากฏในแผนภูมิที่ 13 ผู้วิจัยดำเนินการศึกษาความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในแต่ละระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม หลังการเรียนการสอนตามรูปแบบการสอน ปรากฏผลดังตารางที่ 24 ต่อไปนี้

ตารางที่ 24 ผลการทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาแต่ละระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	กลุ่มตัวอย่าง	n	\bar{X}	S.D.	ค่า t	P
ต่ำ	กลุ่มทดลอง	10	71.4000	1.955	13.55*	0.000
	กลุ่มควบคุม	10	50.8000	4.392		
ปานกลาง	กลุ่มทดลอง	10	77.4000	1.787	17.84*	0.000
	กลุ่มควบคุม	10	82.7000	1.955		
สูง	กลุ่มทดลอง	10	85.2000	2.488	3.80*	0.001
	กลุ่มควบคุม	10	78.1000	5.383		

* $P < 0.05$

จากตารางที่ 24 แสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษามีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในแต่ละระดับ คือ ระดับต่ำ ปานกลาง และสูง ที่ได้รับการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น สูงกว่านักศึกษาที่ได้รับการเรียนการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ 0.05

4. ผลการศึกษารูปแบบการเรียนการสอน และระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ผลของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักศึกษาในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนการทดลองและหลังการทดลองตามรูปแบบการเรียนการสอน แสดงผลดังต่อไปนี้

ตารางที่ 25 ผลการทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาในกลุ่มทดลองกลุ่มควบคุมก่อนและหลังการทดลอง

เงื่อนไข	กลุ่มตัวอย่าง	n	\bar{X}	S.D.	t	p
ก่อนทดลอง	กลุ่มทดลอง	30	18.5667	5.144	1.82	0.074
	กลุ่มควบคุม	30	18.4333	3.848		
หลังทดลอง	กลุ่มทดลอง	30	27.3000	5.147	4.37*	0.000
	กลุ่มควบคุม	30	21.4667	5.198		

* $P < 0.05$

จากตารางที่ 25 แสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนทดลองของนักศึกษาในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และหลังการทดลองคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักศึกษาในกลุ่มทดลองสูงกว่านักศึกษาในกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 26 ผลการทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	n	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	ค่า t	p
กลุ่มทดลอง	30	18.5887	27.3000	18.42*	.000
กลุ่มควบคุม	30	18.4333	21.4667	11.35*	.000

*P < 0.05

จากตารางที่ 26 แสดงให้เห็นว่า หลังการทดลองทั้งกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบปกติ มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 27 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง ระหว่างการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนและระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

แหล่งความแปรปรวน	SS	Df	MS	ค่า F	p
ระหว่างกลุ่ม					
การเรียนการสอนตามรูปแบบ	510.417	1	510.417	245.874*	0.000
ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	1418.833	2	709.817	341.928*	0.000
ปฏิสัมพันธ์	20.033	2	10.017	4.825*	0.000
ภายในกลุ่ม(หรือที่เหลือ)	112.100	54	2.076		
รวม	2062.183	59	34.952		

*P < 0.05

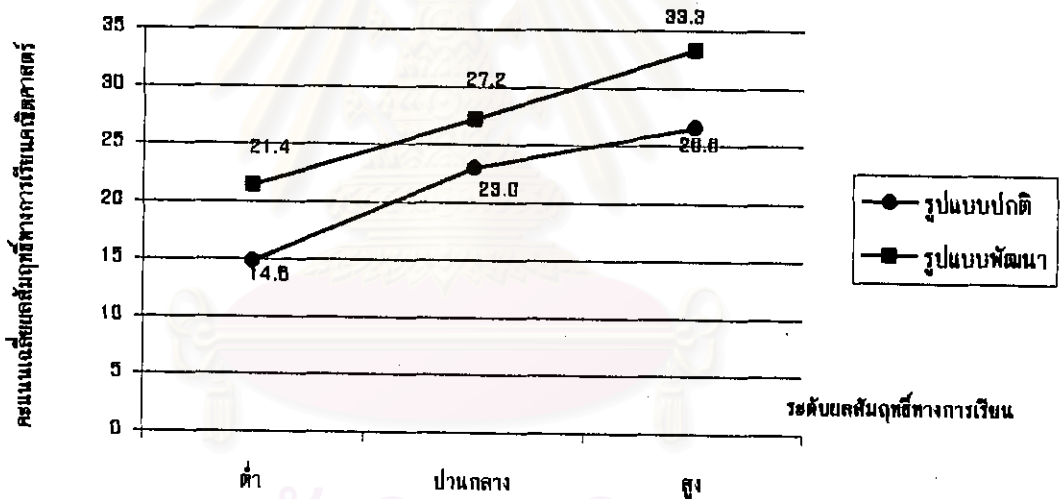
ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางในตารางที่ 27 สรุปได้ว่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการเรียนการสอนและระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งแสดงด้วยตารางที่ 28 และกราฟแผนภูมิที่ 14 ดังนี้

ตารางที่ 28 แสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ จำแนกตามรูปแบบการเรียนการสอน และระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

		ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		
		ต่ำ	ปานกลาง	สูง
รูปแบบการเรียนการสอน	รูปแบบปกติ	14.8	23.0	28.8
	รูปแบบพัฒนา	21.4	27.2	33.9

จากตาราง 28 นำมาเสนอกฎในแผนภูมิที่ 14 ดังนี้

แผนภูมิที่ 14 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ จำแนกตามรูปแบบการเรียนการสอนและระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน



จากแผนภูมิที่ 14 แสดงว่าการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ทำให้คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักศึกษาทุกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการเรียนการสอนตามรูปแบบปกติ และจะเห็นได้ว่าขนาดของความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักศึกษาในระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำและสูงที่ได้รับการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนที่ต่างกัน มีขนาดใกล้เคียงกันขณะที่ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลาง นักศึกษาที่ได้รับการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนที่ต่างกัน มีขนาดความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์น้อยสุด

ด้วยผลที่ปรากฏในแผนภูมิที่ 14 ผู้วิจัยดำเนินการศึกษาความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในแต่ละระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักศึกษา กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม หลังการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนปรากฏผลดังตารางที่ 29 ต่อไปนี้

ตารางที่ 29 ผลการทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักศึกษาแต่ละระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	กลุ่มตัวอย่าง	n	\bar{X}	S.D.	ค่า t	p
ต่ำ	กลุ่มทดลอง	10	21.4000	1.430	8.85*	0.000
	กลุ่มควบคุม	10	14.8000	1.874		
ปานกลาง	กลุ่มทดลอง	10	27.2000	1.751	8.88*	0.000
	กลุ่มควบคุม	10	23.0000	0.943		
สูง	กลุ่มทดลอง	10	33.3000	1.252	12.35*	0.000
	กลุ่มควบคุม	10	28.8000	1.174		

* $P < 0.05$

จากตารางที่ 29 แสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักศึกษาที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในแต่ละระดับคือ ระดับต่ำ ปานกลาง และสูง ที่ได้รับการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนานั้นสูงกว่านักศึกษาที่ได้รับการเรียนการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05