

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัย เรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา โดยใช้ทฤษฎีปัญหาแห่งความสำเร็จของสเติร์นเบอร์ก เป็นการวิจัยเชิงพัฒนาทางการศึกษา (Education Research & Development) การดำเนิน การวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 2 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การสร้างและพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา โดยใช้ทฤษฎีปัญหาแห่งความสำเร็จของสเติร์นเบอร์ก

ระยะที่ 2 การประเมินผลการใช้ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา โดยใช้ทฤษฎีปัญหาแห่งความสำเร็จของสเติร์นเบอร์ก

การดำเนินการวิจัยทั้ง 2 ระยะ มีขั้นตอนและรายละเอียดของการวิจัย ดังนี้

ระยะที่ 1 การสร้างและพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา โดยใช้ทฤษฎีปัญหาแห่งความสำเร็จของสเติร์นเบอร์ก

การสร้างและพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา โดยใช้ทฤษฎีปัญหาแห่งความสำเร็จของสเติร์นเบอร์ก ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน

ผู้วิจัยดำเนินการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน เกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ และแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง สามารถสรุปข้อมูลที่ได้จากการศึกษา ดังนี้

1. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และหลักการ เกี่ยวกับความสามารถในการคิดแก้ปัญหาที่จะนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ พบว่า ความสามารถในการคิดการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นการช่วยให้นักเรียนสามารถประยุกต์ศักยภาพของตนเองไปสู่การแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ ๆ การคิดแก้ปัญหาทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ข้อเท็จจริง ทักษะ ความคิดรวบยอด

และหลักการต่าง ๆ นอกจากนี้ การคิดแก้ปัญหาว่าเป็นการเตรียมการพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ที่จะนำไปสู่แนวคิดใหม่ เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และการสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ความสำเร็จในการแก้ปัญหาจะทำให้เกิดการพัฒนาคูณลักษณะของนักเรียนที่ต้องการ

2. ศึกษา แนวคิด ทฤษฎี และหลักการที่ใช้ในการสร้างและพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาโดยคำนึงถึงหลักการในการสร้าง และต้องมีการกำหนดจุดมุ่งหมาย วางแผน และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการ มโนคติ และข้อเท็จจริงในการแก้ปัญหา ซึ่งทำให้นักเรียนเห็นประโยชน์และคุณค่าทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ ปัญหาในชีวิตจริง เพื่อให้เกิดความชำนาญในการแก้ปัญหา

3. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับนักเรียน เป็นการศึกษาเกี่ยวข้องกับความสนใจและความต้องการของนักเรียน โดยศึกษาถึงพัฒนาการของนักเรียนในวัยต่าง ๆ ทั้งทางด้านร่างกาย สังคม อารมณ์ และสติปัญญา เพื่อเป็นข้อมูลในการสร้างและพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาให้ตรงกับสภาพในการพัฒนากระบวนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับความต้องการตามพัฒนาการของนักเรียนได้อย่างเหมาะสม ดังนั้นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูผู้สอนต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างนักเรียน

4. ศึกษาทฤษฎีปัญหาแห่งความสำเร็จของสเตอร์นเบิร์ก เป็นทฤษฎีที่ให้ความสนใจในการทำความเข้าใจความสามารถและสมรรถภาพที่มีอยู่ในตัวมนุษย์ ซึ่งแบ่งออกเป็นทฤษฎีย่อย 3 ทฤษฎี คือ ทฤษฎีย่อยด้านการคิด (Componential Subtheory) ทฤษฎีย่อยด้านประสบการณ์ (Experiential Subtheory) และทฤษฎีย่อยด้านบริบทสังคม (Contextual Subtheory) ความแตกต่างระหว่างทฤษฎีย่อยด้านประสบการณ์ และทฤษฎีย่อยด้านบริบทสังคม จะใช้ทฤษฎีย่อยด้านการคิดเป็นตัวเชื่อมโยงเพื่อให้เกิดความสัมพันธ์ที่จะทำให้มนุษย์ประสบผลสำเร็จ และบรรลุถึงเป้าหมายสำคัญในชีวิตได้ โดยแบ่งแยกแนวคิดเกี่ยวกับความสามารถของบุคคลออกเป็น 3 ด้าน ตามทฤษฎีย่อยทั้ง 3 ทฤษฎี ประกอบด้วยความสามารถในการวิเคราะห์ (Analytical Abilities) ความสามารถทางการสร้างสรรค์ (Creative Abilities) และความสามารถทางการปฏิบัติ (Practical Abilities)

ขั้นที่ 2 การศึกษาสภาพและปัญหาการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยดำเนินการศึกษาสภาพและปัญหาการจัดการจัดการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการสนทนากลุ่ม (Focus Group) ตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาขั้นตอนการสนทนากลุ่ม (Focus Group) ตามแนวทางการดำเนินการของ นิสา ชูโต (2540, หน้า 127) โดยดำเนินงานตามขั้นตอน ดังนี้

1.1 กำหนดปัญหาหรือหัวข้อ รวมทั้งคำถามและวัตถุประสงค์ของการวิจัยให้เหมาะสม

1.1.2 กำหนดกรอบการเลือกผู้เข้าร่วมสนทนากลุ่ม โดยคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญด้านการบริหารการศึกษา ด้านการนิเทศการศึกษา และด้านการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์

1.1.3 กำหนดทีมงาน ประกอบด้วย ผู้ดำเนินการสนทนา (Moderator) ผู้จดบันทึก (Note taker) และผู้ช่วยทั่วไป (assistant) ดังรายชื่อต่อไปนี้

1.1.3.1 ผู้ดำเนินการสนทนา: ดร.สุเทพ ชิตยวงษ์

ตำแหน่ง ผู้อำนวยการสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาลพบุรี เขต 1

1.1.3.2 ผู้จดบันทึก: นางสาวนิศยาภรณ์ อยู่กัลด

ตำแหน่ง รองผู้อำนวยการโรงเรียนชุมชนบ้านหัวกุ่มแจ

1.1.3.3 ผู้ช่วยทั่วไป: นางสาวสุรีย์พร ศรีวัฒนะ

ตำแหน่ง รองผู้อำนวยการโรงเรียนชุมชนวัดเขาไผ่

1.2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการสนทนากลุ่ม (Focus Group) ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1.2.1 ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสภาพ ปัญหาและแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ และการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1.2.2 กำหนดโครงสร้าง ประเด็นคำถาม ดังนี้

คำถามที่ 1 ปัญหาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์

คำถามที่ 2 การแก้ปัญหาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์

คำถามที่ 3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในปัจจุบัน

คำถามที่ 4 การใช้สื่อการเรียนรู้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์

คำถามที่ 5 การวัดผลและประเมินผลในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชา

คณิตศาสตร์

คำถามที่ 6 กระบวนการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

คำถามที่ 7 แนวทาง/วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

คำถามที่ 8 ข้อเสนอแนะ

1.2.3 สร้างแบบเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพ (ฉบับร่าง)

1.2.4 นำแบบเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพ (ฉบับร่าง) เสนอต่อคณะกรรมการควบคุมคุณภาพเพื่อตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องและสำนวนภาษา

1.3.5 ปรับปรุงแบบเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพ ตามข้อเสนอแนะของคณะกรรมการควบคุมคุณภาพ

1.3 ดำเนินการสนทนากลุ่ม (Focus Group) ผู้วิจัยดำเนินการ ดังนี้

1.3.1 ประสานสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาชลบุรี เขต 1 เพื่อขอความอนุเคราะห์จัดทำหนังสือเชิญ ผู้เชี่ยวชาญในการสนทนากลุ่ม (Focus Group) จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 13 ท่าน ในวันเสาร์ที่ 19 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2553 ณ ห้องประชุมจันทน์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาชลบุรี เขต 1

ผู้เชี่ยวชาญในการสนทนากลุ่ม (Focus Group)

ผู้เชี่ยวชาญด้านการบริหารการศึกษา

1.3.1.1 นายเจริญ อินทรารักษ์ ตำแหน่ง ผู้อำนวยการชำนาญการพิเศษ
โรงเรียนบ้านบึง “อุตสาหกรรมนุเคราะห์”

1.3.1.2 นายพิทักษ์ อักษรศิลป์ ตำแหน่ง รองผู้อำนวยการชำนาญการ
โรงเรียนคลองก้อยวิทยา
ผู้เชี่ยวชาญด้านการนิเทศก์การศึกษา

1.3.1.3 ดร.สุภาวดี วิลาวัลย์ ตำแหน่ง ศึกษาานิเทศก์เชี่ยวชาญ
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาชลบุรี เขต 1

1.3.1.4 นางบุญมาก สุริยะกุล ตำแหน่ง ศึกษาานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาชลบุรี เขต 1
ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้

1.3.1.5 นางนงนุช วิชาจารย์ ตำแหน่ง ครูเชี่ยวชาญ
โรงเรียนบ้านบึง “อุตสาหกรรมนุเคราะห์”

1.3.1.6 ว่าที่ร.ท.อุทัย ทองจุไร ตำแหน่ง ครูชำนาญการ
โรงเรียนบ้านบึง “อุตสาหกรรมนุเคราะห์”

1.3.1.7 นายมงคล แสนประเสริฐ ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ
โรงเรียนบ้านสวน “จันอนุสรณ์”

1.3.1.8 นางอรุณี ตันงาม ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ
โรงเรียนบ้านสวน “จันอนุสรณ์”

1.3.1.9 นายอุทิศ ทองสดาญ ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ

โรงเรียนชลราษฎรอำรุง

1.3.1.10 นางสาวกัลยา อัมพูนีวรรณ ตำแหน่ง ครูชำนาญการ

โรงเรียนชลราษฎรอำรุง

1.3.1.11 นางเบญจา อ่วมนุช ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ

โรงเรียนชลราษฎรอำรุง 2

1.3.1.12 นายสุนทร ทิพย์วงษ์ ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ

โรงเรียนชลบุรี "สุขบท"

1.3.1.13 นายบุญสืบ มะปรางหวาน ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ

โรงเรียนชนกันยานุกูล แสนสุข

1.3.2 การสนทนากลุ่ม โดยสนทนา ในประเด็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้

สื่อการเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผล สภาพปัญหาการจัดการเรียนรู้ และข้อเสนอแนะที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ สรุปประเด็นได้ดังนี้ 1) ด้านสภาพการจัดการเรียนรู้มีความคิดเห็นว่าเป็นปัจจุบันครูผู้สอนมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบรรยายมากที่สุด ขาดเทคนิคการจัดการเรียนรู้ ขาดกิจกรรมการปฏิบัติ เน้นการบรรยายมากเกินไป อธิบายไม่ชัดเจน มีการใช้สื่อการเรียนรู้ อยู่ในเกณฑ์สม่ำเสมอ และมีการวัดผลและประเมินผลทางการเรียน โดยเน้นการวัดความรู้จากเนื้อหาวิชาและกระบวนการเรียนรู้ด้วยแบบทดสอบมากที่สุด และข้อสอบมีความยากเกินไป พฤติกรรมการสอน ความรับผิดชอบของครูในชั่วโมงสอนอยู่ในระดับดีมาก และมีการปรับปรุงกระบวนการจัดการเรียนรู้อย่างสม่ำเสมอ 2) ปัญหาการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอนที่พบมากที่สุดได้แก่ ครูผู้สอนไม่มีเวลาเตรียมการสอนเนื่องจากมีภาระงานสอนและงานอื่น ๆ มากเกินไป ส่งผลให้ไม่มีเวลาปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ และวัสดุ อุปกรณ์การจัดการเรียนรู้ประจำห้องเรียนไม่เพียงพอ 3) ปัญหาที่เกิดจากนักเรียน ได้แก่ นักเรียน ขาดความมุ่งมั่นในการเรียน ขาดความรับผิดชอบ ขาดความอดทน ขาดระเบียบวินัย ไม่กล้าแสดงออก ไม่ตรงต่อเวลา ความรู้พื้นฐานไม่เพียงพอต่อการเรียนเนื้อหาใหม่ จำนวนนักเรียนในชั้นเรียนมากเกินไป ส่งผลให้การวัดผลและประเมินผลทำได้ยาก 4) ครูผู้สอนความต้องการพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้มากที่สุด ในการพัฒนาตนเองในด้านการจัดการเรียนการสอน ได้แก่ รูปแบบและเทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ

ขั้นที่ 3 การสร้างและพัฒนาแบบการจัดการเรียนรู้

การสร้างและพัฒนาแบบการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา โดยใช้ทฤษฎีปัญญา

แห่งความสำเร็จของสเติร์นเบอร์ก ผู้วิจัยดำเนินการ ดังนี้

3.1 นำข้อมูลพื้นฐาน เกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง และการสรุปผลจากการสนทนากลุ่ม มาสังเคราะห์เพื่อกำหนดรูปแบบการจัดการเรียนรู้

3.2 สร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา โดยใช้ทฤษฎีปัญญาแห่งความสำเร็จของสเติร์นเบอร์ก รายละเอียดดังภาพที่ 8

เงื่อนไขการเรียนรู้ตามทฤษฎีปัญญาแห่งความสำเร็จของสเติร์นเบอร์ก	รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา
นักเรียนต้องมีความรู้พื้นฐานที่ดี มีความยืดหยุ่น และ ง่ายต่อการนำความรู้ที่มีอยู่ออกมาใช้	ขั้นที่ 1 สํารวจความรู้เดิม (Review of Background Knowledge)
กระบวนการจัดการเรียนรู้ต้องครอบคลุมทักษะด้าน การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ และการประยุกต์ และต้องครอบคลุมถึงองค์ประกอบด้านการปฏิบัติ	ขั้นที่ 2 เสริมความรู้ใหม่ (Enlargement of New Knowledge)
การนำกระบวนการคิด ทักษะการคิดขั้นสูงไปใช้ ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ	ขั้นที่ 3 ใช้กระบวนการคิดแก้ปัญหา (Applying of Problem Solving Process)
นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่จะเชื่อมโยงความสามารถที่มีอยู่ ไปสู่การแก้ปัญหาที่แปลกใหม่	ขั้นที่ 4 ฝึกปัญหาด้วยการปฏิบัติ (Learning form Doing)
การประเมินผลจะทำให้นักเรียนได้แสดงศักยภาพ ที่ถนัด และแสดงความสามารถได้อย่างเต็มที่ นอกจากนี้ ยังสามารถปรับปรุงพัฒนาในจุดด้อยของตนเอง	ขั้นที่ 5 ชีวัดความก้าวหน้า (Indication of Progress)
กระบวนการคิดก่อให้เกิดความสัมพันธ์ในการแก้ปัญหา และสถานการณ์ที่พบจะนำมาซึ่งความสามารถ ในการประมวลผลข้อมูลได้โดยอัตโนมัติ	ขั้นที่ 6 สรุปเนื้อหาความรู้ (Summarizing of Body of Knowledge)
นักเรียนสามารถนำกระบวนการคิดไปใช้ในการแก้ ปัญหาต่าง ๆ และ การประเมินผลควรมีความหลากหลาย ให้ครอบคลุมการใช้ภาษา ปริมาณ และรูปภาพ	ขั้นที่ 7 ประเมินสู่ความสำเร็จ (Evaluating of Achievement)

ภาพที่ 8 ผลการสังเคราะห์กระบวนการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา โดยใช้ทฤษฎีปัญญาแห่งความสำเร็จของสเติร์นเบอร์ก

3.3 การจัดทำคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา โดยใช้ทฤษฎีปัญญาแห่งความสำเร็จของสเติร์นเบิร์ก ประกอบไปด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

3.3.1 คำชี้แจงในการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ไปใช้

3.3.2 ขั้นตอนและวิธีการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

3.3.3 แนวทางในการจัดการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอน

3.4 การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา โดยใช้ทฤษฎีปัญญาแห่งความสำเร็จของสเติร์นเบิร์ก เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร จำนวน 16 ชั่วโมง มีองค์ประกอบ ดังนี้ หัวเรื่อง สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ ตัวชี้วัด ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการที่พัฒนาขึ้น สื่อการเรียนรู้ และการวัดผลและประเมินผล

3.5 การจัดทำสื่อการเรียนรู้ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยสอดคล้องกับแผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ ชุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา หน่วยการเรียนรู้ พื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้จัดทำขึ้นให้สอดคล้องกับสาระมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งประกอบด้วย แบบทดสอบก่อนเรียน เอกสารแนะแนวทาง ใบกิจกรรม แบบฝึกหัด และแบบทดสอบท้ายชุด

3.6 การตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา โดยใช้ทฤษฎีปัญญาแห่งความสำเร็จของสเติร์นเบิร์ก มีขั้นตอนการวิจัย โดยนำคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา โดยใช้ทฤษฎีปัญญาแห่งความสำเร็จของสเติร์นเบิร์ก แผนการจัดการเรียนรู้ และสื่อการเรียนรู้ ให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบแก้ไข และข้อเสนอแนะ

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

3.6.1 ดร.อาพันธ์ชนิต เจนจิต หัวหน้าภาควิชาการจัดการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยบูรพา

3.6.2 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร

อาจารย์ประจำภาควิชาการจัดการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยบูรพา

3.6.3 ดร.สุภาวดี วัฒวลย์

ศึกษานิเทศก์เชี่ยวชาญสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 18

3.6.4 นายเจริญ อินทรารักษ์

ผู้อำนวยการชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบ้านบึง “อุตสาหกรรมนุเคราะห์”

3.6.5 นางนงนุช วิชาจารย์

ครูเชี่ยวชาญ โรงเรียนบ้านบึง “อุตสาหกรรมนุเคราะห์”

3.7 วิเคราะห์ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อปรับปรุง แก้ไข กระบวนการจัดการ

การเรียนรู้ คู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา โดยใช้ทฤษฎีปัญญาแห่งความสำเร็จของสเติร์นเบิร์ก แผนการจัดการเรียนรู้ และสื่อการเรียนรู้ วิเคราะห์โดยการหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิเคราะห์ ดังนี้

3.7.1 รูปแบบการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา โดยใช้ทฤษฎีปัญญาแห่งความสำเร็จของสเติร์นเบิร์ก ในภาพรวมมีความเหมาะสม สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้

3.7.2 แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา โดยใช้ทฤษฎีปัญญาแห่งความสำเร็จของสเติร์นเบิร์ก ในภาพรวมมีความเหมาะสม สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้

3.7.3 แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ในภาพรวมมีความเหมาะสม สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้

3.7.4 ชุดการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ในภาพรวมมีความเหมาะสม สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้

3.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา โดยใช้ ทฤษฎีปัญญาแห่งความสำเร็จของสเติร์นเบิร์ก และสื่อการเรียนรู้ (ชุดการจัดการเรียนรู้) ไปทดลองใช้ในการจัดการเรียนรู้นักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านบึง “อุตสาหกรรมนุเคราะห์” สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 18 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 ที่ไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้และการนำไปใช้จริง

3.9 การปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา โดยใช้ทฤษฎีปัญญาแห่งความสำเร็จของสเติร์นเบิร์ก และสื่อการเรียนรู้ (ชุดการจัดการ

การเรียนรู้) โดยการนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองใช้ และกระบวนการจัดการเรียนรู้มาพิจารณา และปรับปรุงเพื่อให้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดของนักเรียน แผนการจัดการเรียนรู้ และสื่อการเรียนรู้ (ชุดการจัดการเรียนรู้) ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ระยะที่ 2 การประเมินผลการใช้ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา โดยใช้ทฤษฎีปัญญาแห่งความสำเร็จของสเติร์นเบอร์ก

การประเมินผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา โดยใช้ทฤษฎีปัญญา
แห่งความสำเร็จของสเติร์นเบอร์ก เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi - experimental Research) มี
ขั้นตอน การดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554
โรงเรียนบ้านบึง “อุตสาหกรรมนุเคราะห์” สังกัด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 18
จำนวน 14 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 590 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554
โรงเรียนบ้านบึง “อุตสาหกรรมนุเคราะห์” สังกัด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 18
จำนวน 2 ห้องเรียน ได้จากการสุ่มแบบยกลชั้น (Cluster Random Sampling) ดังนี้

1.2.1 กลุ่มทดลอง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/ 2 จำนวน 49 คน

1.2.2 กลุ่มควบคุม ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/ 5 จำนวน 43 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้
คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา โดยใช้ทฤษฎี
ปัญญาแห่งความสำเร็จของสเติร์นเบอร์ก มี 3 ฉบับ ได้แก่

2.1 แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 3 มีลักษณะเป็นทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 27 ข้อ แบ่งออกเป็น
3 ด้าน ดังนี้

2.1.1 ด้านความสามารถในการวิเคราะห์ จำนวน 9 ข้อ

2.1.2 ด้านความสามารถทางการสร้างสรรค์ จำนวน 10 ข้อ

2.1.3 ด้านความสามารถทางการปฏิบัติ จำนวน 8 ข้อ

2.2 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีลักษณะเป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

2.3 แบบวัดเจตคติที่มีต่อการเรียน มีลักษณะเป็นแบบสอบถามชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ของลิเคิร์ต (Likert) (Best & Kahn, 1993, pp. 246 - 250) จำนวน 30 ข้อ

3. การสร้างและการหาคุณภาพของเครื่องมือ

ในการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา โดยใช้ทฤษฎีปัญญาแห่งความสำเร็จของสเตอร์นเบอร์ก ผู้วิจัยดำเนินตามขั้นตอน ดังนี้

3.1 แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา

3.1.1 ศึกษาค้นคว้าเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับข้อหลักสูตรการศึกษาน้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ แบบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ค 33101) เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร และวิธีการสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา

3.1.2 กำหนดขอบเขตที่จะสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา เกี่ยวกับการหาพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทฤษฎีปัญญาแห่งความสำเร็จของสเตอร์นเบอร์ก โดยแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้

3.1.2.1 ด้านความสามารถในการวิเคราะห์

3.1.2.2 ด้านความสามารถทางการสร้างสรรค์

3.1.2.3 ด้านความสามารถทางการปฏิบัติ

3.1.3 ปรึกษาประธานและกรรมการควบคุมคณานิพนธ์ เพื่อขอคำแนะนำ

3.1.4 นำข้อมูลที่ได้มาสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา เกี่ยวกับการหาพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ฉบับร่าง) มีลักษณะเป็นทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 45 ข้อ แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้ ด้านความสามารถในการวิเคราะห์ ด้านความสามารถทางการสร้างสรรค์ และ ด้านความสามารถทางการปฏิบัติ ด้านละ 15 ข้อ

3.1.5 นำแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา เกี่ยวกับการหาพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ฉบับร่าง) เสนอต่อคณะกรรมการควบคุมคณานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องและสำนวนภาษา

3.1.6 นำแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา เกี่ยวกับการหาพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรง

ด้านเนื้อหา (Content Validity) แล้วนำแบบสอบถามมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้วิธีวัดค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) แล้วเลือกข้อคำถามที่มีดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) จำนวน 45 ข้อ ที่มีค่าอยู่ระหว่าง .80-1.00

3.1.7 นำแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา เกี่ยวกับการหาพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ไปทดลองใช้กับนักเรียนโรงเรียนบ้านบึง “อุตสาหกรรมนุเคราะห์” สังกัด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 18 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผ่านการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ก33101) เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร 1 ห้องเรียน จำนวน 35 คน แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และ คัดเลือกข้อสอบจากแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ด้านละ 10 ข้อ รวมทั้งสิ้น 30 ข้อ โดยวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) และค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

3.1.7.1 นำผลการทดลองใช้มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) ได้ค่าความยากง่าย มีค่าอยู่ระหว่าง .39 - .78

3.1.7.2 นำผลการทดลองใช้มาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกรายข้อ โดยใช้ค่าสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson) ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม (Item - total Correlation) มีค่าอยู่ระหว่าง .24 - .64

3.1.7.3 นำผลการทดลองใช้มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น โดยวิธีของ Kuder-Richardson 20 (KR - 20) มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ .87

3.1.7.4 นำผลการทดลองใช้มาวิเคราะห์หาค่าประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis) เพื่อตรวจสอบความตรงของโมเดลองค์ประกอบความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ดังนี้

3.1.7.4.1 กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 โรงเรียนบ้านบึง “อุตสาหกรรมนุเคราะห์” สังกัด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 18 ในการวิเคราะห์องค์ประกอบตามกฎความชัดเจน (Rule of Thumb) ของชูแมคเกอร์ และ โลแม็ค (Schumacker & Lomax, 2010, pp. 85 - 91) กำหนดว่างานวิจัยที่ใช้โมเดลอิสระ ควรกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างประมาณ 10 คน ต่อหนึ่งตัวแปร ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 452 คน

3.1.7.4.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน เพื่อสร้างเมทริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ทั้งหมดด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป (SPSS for Windows Version 10.0)

3.1.7.4.3 ตรวจสอบเมตริกซ์สหสัมพันธ์ของข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบของข้อมูลที่มีค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพิจารณาจากค่าต่อไปนี้ (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542, หน้า 150 - 156)

3.1.7.4.3.1 Kaiser - Meyer - Olkin Measure of Sampling Adequacy เป็นการตรวจสอบความเหมาะสมของกลุ่มตัวอย่าง โดยจะต้องมีค่ามากกว่า 0.5

3.1.7.4.3.2 Bartlett's Test of Sphericity เป็นการตรวจสอบเมตริกซ์สหสัมพันธ์ว่าเป็นเมตริกซ์เอกลักษณ์ (Identity Matrix) หรือไม่ โดยจะต้องมีค่ามาก ๆ แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลจากการวิเคราะห์ ปรากฏว่า องค์ประกอบของความสามารถในการคิดแก้ปัญหา มี 3 องค์ประกอบ 27 ตัวแปร นำมาสร้างเป็นโมเดล ตรวจสอบค่าสหสัมพันธ์ของตัวแปร พบว่าตัวแปรในองค์ประกอบเดียวกันมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกคู่ เมื่อพิจารณาค่าสถิติ ค่า Kaiser - Meyer - Olkin Measure of Sampling Adequacy มีค่าเท่ากับ 0.525 และค่า Bartlett's Test of sphericity มีค่าเท่ากับ 911.651, $df = 351$ และ $p < .001$

3.1.7.4.4 ตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (confirmatory Factor Analysis: CFA) ด้วยโปรแกรมอโมส (Amos 8.8) แล้วพิจารณาความสอดคล้องกลมกลืนระหว่างโมเดลสมมติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์ จากค่าสถิติวัดระดับความกลมกลืน (Joreskog & Sorbom, 1989, pp. 23 - 28) ดังต่อไปนี้

1) ค่าสถิติไค-สแควร์ (Chi-square statistic: χ^2) ค่าสถิติไค - สแควร์ควรมีค่าต่ำมาก ๆ ถ้ามีค่าเข้าใกล้ศูนย์ หรือมีค่าใกล้เคียงกับองศาความเป็นอิสระ (df) แสดงว่าโมเดลสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์

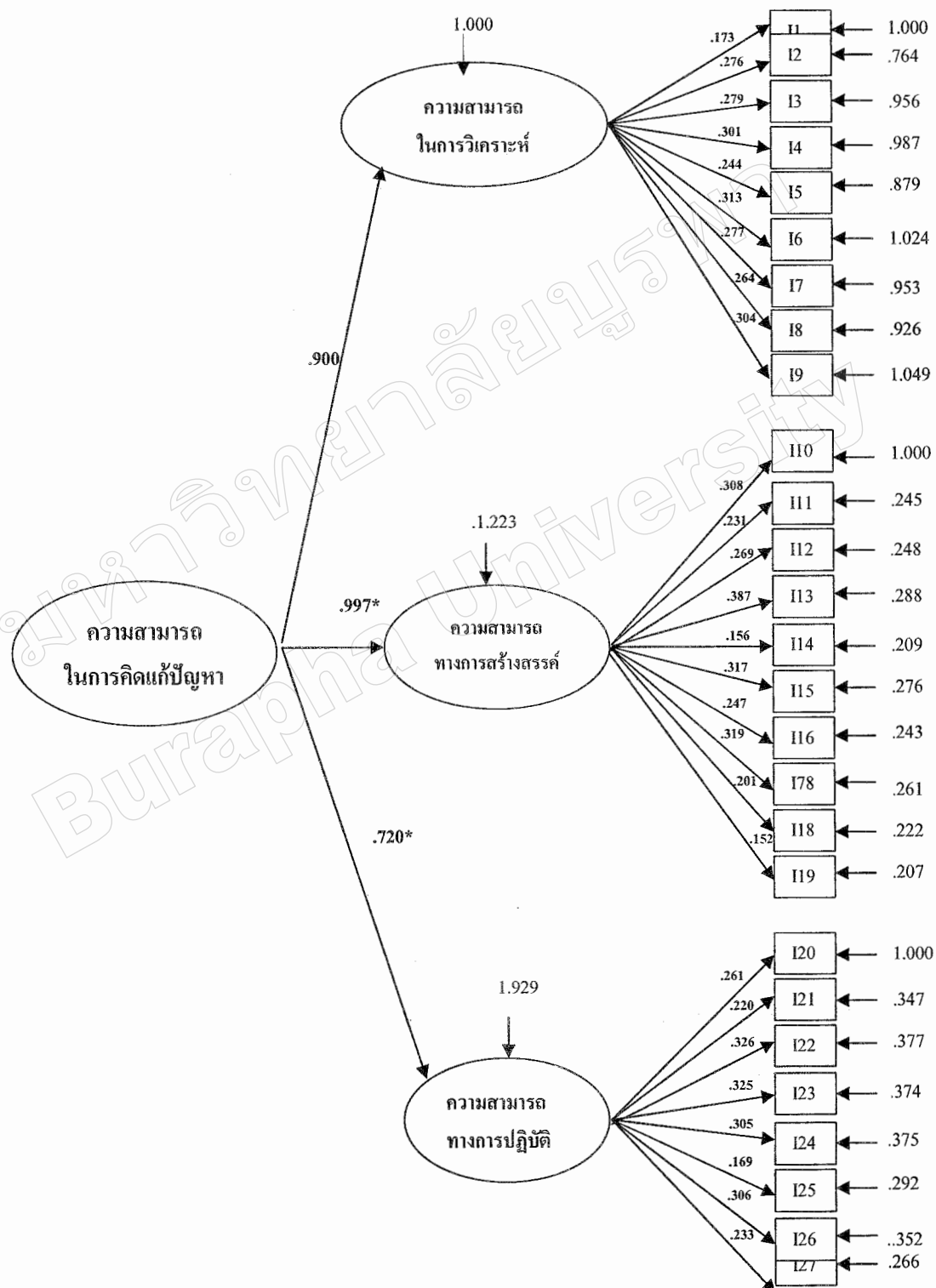
2) ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (Goodness of Fit Index: GFI) ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 และ 1 โดยที่ควรมีค่าเข้าใกล้ 1

3) ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (Adjust Goodness of Fit Index: $AGFI$) ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้วเป็นค่าที่ได้จากการปรับแก้ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน เมื่อคำนึงถึงขนาดกลุ่มตัวอย่าง จำนวนตัวแปรและองศาความเป็นอิสระ

4) ค่าสถิติไค - สแควร์สัมพัทธ์ (relative Chi - Square Statistic: χ^2/df) ค่าสถิติไค - สแควร์สัมพัทธ์เป็นค่าสถิติที่ใช้เปรียบเทียบความกลมกลืนระหว่างโมเดลที่มีค่าอิสระไม่เท่ากัน โดยมีค่าไค - สแควร์สัมพัทธ์ ไม่เกิน 2

5) ดัชนีรากที่สองกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Residual: RMR)

ดัชนีรากที่สองกำลังสองเฉลี่ย ควรมีค่าต่ำมาก ๆ ถ้ามีค่าเข้าใกล้ศูนย์แสดงว่าโมเดลสอดคล้อง
กลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์



ภาพที่ 9 โมเดล การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันความสามารถในการคิดแก้ปัญหา

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันความสามารถในการคิดแก้ปัญหา (Confirmatory Factor Analysis: CFA) ด้วยโปรแกรมอโมส (Amos 8.8) พบว่า ค่าสถิติไค - สแควร์ Chi - Square Statistic: χ^2) = 317.245, องศาความเป็นอิสระ (df) = 296, ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (Goodness of Fit Index: GFI) = .952, ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (Adjusted Goodness of Fit Index: $AGFI$) = .938, ค่าสถิติไค - สแควร์สัมพัทธ์ (Relative Chi - Square Statistic: χ^2 / df) = 1.072, ดัชนีรากที่สองกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Residual: RMR) = .0009 และ $p = .189$ สรุปได้ว่า โมเดลองค์ประกอบความสามารถในการคิดแก้ปัญหา สอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ แสดงว่า โมเดลองค์ประกอบความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ 27 ตัวแปร น้ำหนักองค์ประกอบเป็นบวกและมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทุกค่า มีขนาดตั้งแต่ .720 - .997 ซึ่งสามารถวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ของนักเรียนได้

3.2 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2.1 ศึกษาค้นคว้าเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวกับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ แบบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ค 33101) เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร และวิธีการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2.2 กำหนดขอบเขตที่จะสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยกำหนดตามตัวชี้วัด ดังนี้

3.2.2.1 อธิบายลักษณะและสมบัติของปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวย ทรงกลมได้

3.2.2.2 หาพื้นที่ผิวของปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวย และทรงกลมได้

3.2.2.3 หาปริมาตรของปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวย และทรงกลมได้

3.2.2.4 เปรียบเทียบหน่วยความจุ หรือหน่วยปริมาตรในระบบเดียวกัน หรือต่างระบบได้

3.2.2.5 เลือกใช้หน่วยการวัดเดียวกับความจุ หรือปริมาตร ได้อย่างเหมาะสม

3.2.2.6 นำความรู้เกี่ยวกับพื้นที่ผิว และปริมาตร ไปใช้ในการแก้ปัญหา ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

3.2.2.7 นำความรู้ ทักษะ กระบวนการคิด แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

3.2.3 ปรึกษาประธานและกรรมการควบคุมคุณนิพนธ์ เพื่อขอคำแนะนำ

3.2.4 นำข้อมูลที่ได้มาสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ฉบับร่าง) มีลักษณะเป็นทดสอบ ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ

3.2.5 นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ฉบับร่าง) เสนอต่อคณะกรรมการควบคุมคุณภาพนิพนธ์ เพื่อตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องและสำนวนภาษา

3.2.6 นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ฉบับร่าง) ให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงด้านเนื้อหา (Content Validity) แล้วนำแบบสอบถามมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้วิธีวัดค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) แล้วเลือกข้อคำถามที่มีดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) จำนวน 40 ข้อ ที่มีค่าอยู่ระหว่าง .80 - 1.00

3.2.7 นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ไปทดลองใช้กับนักเรียน โรงเรียนบ้านบึง “อุตสาหกรรมนุเคราะห์” สังกัด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 18 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผ่านการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ (ค 33101) เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร จำนวน 35 คน แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ และ คัดเลือกข้อสอบจากแบบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ โดยวิเคราะห์ หาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) และค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ผู้วิจัย ดำเนินการดังนี้

3.2.7.1 นำผลการทดลองใช้มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) ได้ค่าความยากง่าย มีค่าอยู่ระหว่าง .33-.72

3.2.7.2 นำผลการทดลองใช้มาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกรายข้อ โดยใช้ค่าสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson) ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม (Item - Total Correlation) มีค่าอยู่ระหว่าง .21 - .80

3.2.7.3 นำผลการทดลองใช้มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น โดยวิธีของ Kuder - Richardson 20 (KR - 20) มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ .88

3.3 แบบวัดเจตคติที่มีต่อการเรียน

3.3.1 ศึกษาค้นคว้าเอกสาร งานวิจัย วารสาร ตำราต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ เจตคติที่มีต่อการเรียน

3.3.2 ปรีกษาประธานและกรรมการควบคุมคุณภาพนิพนธ์ เพื่อขอคำแนะนำ

3.3.3 นำข้อมูลที่ได้มาสร้างแบบวัดเจตคติที่มีต่อการเรียน (ฉบับร่าง) มีลักษณะเป็นแบบสอบถามชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ จำนวน 40 ข้อ

3.3.4 นำแบบวัดเจตคติที่มีต่อการเรียน (ฉบับร่าง) เสนอต่อคณะกรรมการควบคุมคุรุภัณฑ์ เพื่อตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องและสำนวนภาษา

3.3.5 นำแบบวัดเจตคติที่มีต่อการเรียน ไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงด้านเนื้อหา (Content Validity) แล้วนำแบบวัดเจตคติที่มีต่อการเรียน มาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้วิธีวัดค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) แล้วเลือกข้อคำถามที่มีดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) จำนวน 40 ข้อ ที่มีค่าอยู่ระหว่าง .80 - 1.00

3.3.6 นำแบบวัดเจตคติที่มีต่อการเรียน ไปทดลองใช้กับนักเรียนโรงเรียนบ้านบึง “อุตสาหกรรมนุเคราะห์” สังกัด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 18 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 35 คน แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และ คัดเลือกข้อคำถามจากแบบวัดเจตคติที่มีต่อการเรียน จำนวน 30 ข้อ แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) และค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัดเจตคติที่มีต่อการเรียน ผู้วิจัยดำเนินการ ดังนี้

3.3.6.1 นำผลการทดลองใช้มาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกรายข้อ โดยใช้ค่าสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson) ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม (Item - total Correlation) ได้ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) มีค่าอยู่ระหว่าง .32 - .94

3.3.6.2 นำผลการทดลองใช้มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น โดยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Coefficient Alpha) ของครอนบาค (Cronbach) ได้ความเชื่อมั่นทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ .98

4. แผนการดำเนินการทดลอง

การประเมินผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา โดยใช้ทฤษฎีปัญญาแห่งความสำเร็จของสเติร์นเบอร์ก ผู้วิจัยกำหนดแผนการทดลอง มีกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยมีการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง (Pretest - Posttest Control Group Design) ดังแบบการทดลอง (Quasi - Experimental Research) ดังนี้ (สมโภชน์ อเนกสุข, 2551, หน้า 45)

ตารางที่ 1 แบบแผนการทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง	การวัดก่อนการทดลอง		การวัดหลังการทดลอง
E	O_1	X_1	O_2
C	O_3	X_2	O_4
E	แทน	กลุ่มทดลอง	
C	แทน	กลุ่มควบคุม	
O_1, O_3	แทน	ผลที่ได้จากการวัดก่อนการทดลอง	
O_2, O_4	แทน	ผลที่ได้จากการวัดหลังการทดลอง	
X_1	แทน	รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา	
X_2	แทน	การจัดการเรียนรู้แบบปกติ	

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การประเมินผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา โดยใช้ทฤษฎีแห่งความสำเร็จของสเติร์นเบิร์ก ผู้วิจัยดำเนินการทดลองการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ด้วยตนเองตามแผนการทดลองและนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ ดังนี้

5.1 ผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา เกี่ยวกับการหา พื้นที่ผิว และปริมาตร มาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์โดยกำหนดเกณฑ์ดังนี้ ข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน และข้อที่ตอบผิดให้ 0 คะแนน แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ โดยการหาค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean) และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

5.2 ผู้วิจัยนำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ โดยกำหนดเกณฑ์ดังนี้ ข้อที่ ตอบถูก ให้ 1 คะแนน และข้อที่ตอบผิด ให้ 0 คะแนน แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยการหาค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean) และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

5.3 ผู้วิจัยนำแบบวัดเจตคติที่มีต่อการเรียนมาให้คะแนนตามเกณฑ์ กำหนดน้ำหนักคะแนน (Best & Kahn, 1993, pp. 246 - 250) ดังนี้

- | | |
|-----------------|-----------------------------------|
| 5 คะแนน หมายถึง | มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด |
| 4 คะแนน หมายถึง | มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก |

- | | |
|-----------------|------------------------------------|
| 3 คะแนน หมายถึง | มีความคิดเห็นอยู่ในระดับปานกลาง |
| 2 คะแนน หมายถึง | มีความคิดเห็นอยู่ในระดับน้อย |
| 1 คะแนน หมายถึง | มีความคิดเห็นอยู่ในระดับน้อยที่สุด |

แล้ววิเคราะห์โดยหาค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean) และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยกำหนดเกณฑ์การแปลผล (บุญชม ศรีสะอาด และบุญส่ง นิลแก้ว, 2535, หน้า 89) ดังนี้

- | | |
|---------------------|------------------------------------|
| 4.51 - 5.00 หมายถึง | มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด |
| 3.51 - 4.50 หมายถึง | มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก |
| 2.51 - 3.50 หมายถึง | มีความคิดเห็นอยู่ในระดับปานกลาง |
| 1.51 - 2.50 หมายถึง | มีความคิดเห็นอยู่ในระดับน้อย |
| 1.00 - 1.50 หมายถึง | มีความคิดเห็นอยู่ในระดับน้อยที่สุด |

5.4 เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหา คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และระดับเจตคติที่มีต่อการเรียน ก่อนและหลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม วิเคราะห์โดยใช้ ค่าคะแนนที (t -test) และใช้เทคนิคการวิเคราะห์ พหุตัวแปรแบบโฮเทลลิงกำลังสองของที (Hotelling's T^2)

5.5 ตรวจสอบเวกเตอร์ค่าเฉลี่ยของความสามารถในการคิดแก้ปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติที่มีต่อการเรียน (Cancroids) ทั้งสองกลุ่มว่ามีค่าเท่ากันหรือไม่ โดยการแปลงค่า Hotelling's T^2 ให้เป็นการแจกแจง F

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา โดยใช้ทฤษฎีแห่งความสำเร็จของสเตอร์นเบิร์ก ผู้วิจัยกำหนดสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือ ดังนี้

1.1 ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์, 2537, หน้า 67) ใช้สูตร

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

เมื่อ IOC แทน ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

$\sum R$	แทน	ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

1.2 ค่าสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson) ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม (Item - total correlation) (Wiersma & Jurs, 1990, pp. 139-147) ใช้สูตร

$$r = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n \sum x^2 - (\sum x)^2][n \sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

เมื่อ r	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายระหว่าง x กับ y
$\sum x$	แทน	ผลรวมของคะแนนชุด x
$\sum y$	แทน	ผลรวมของคะแนนชุด y
$\sum x^2$	แทน	ผลรวมกำลังสองของคะแนนชุด x
$\sum y^2$	แทน	ผลรวมกำลังสองของคะแนนชุด y
$\sum xy$	แทน	ผลรวมของผลคูณระหว่างคะแนน x กับ y แต่ละคู่
n	แทน	จำนวนนักเรียน

1.3 ค่าความเชื่อมั่น โดยวิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (Coefficient alpha) ของครอนบาค (Cronbach, 1990, pp. 202-204) ใช้สูตร

$$\alpha_k = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum S_{items}^2}{S_{total}^2} \right]$$

เมื่อ α_k	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
k	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
$\sum S_{items}^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนความแปรปรวนเป็นรายข้อ
$\sum S_{total}^2$	แทน	คะแนนความแปรปรวนของแบบสอบถามทั้งฉบับ

1.4 ค่าความยากง่าย (Difficulty) (ถ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, หน้า 210) ใช้สูตร

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ	P	แทน	ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ
	R	แทน	จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูก
	N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ทำข้อสอบข้อนั้น

1.5 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ (Discrimination) (ถ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, หน้า 211) ใช้สูตร

$$D = \frac{R_U - R_L}{\frac{N}{2}}$$

เมื่อ	D	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ
	R_U	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบแบบทดสอบได้ถูกต้องในกลุ่มสูง
	R_L	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบแบบทดสอบได้ถูกต้องในกลุ่มต่ำ
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

1.6 ค่าความเชื่อมั่น โดยวิธี Kuder - Richardson 20 (KR - 20) (ถ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, หน้า 198) ใช้สูตร

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left\{ \frac{1 - \sum pq}{S_t^2} \right\}$$

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	n	แทน	จำนวนข้อสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของนักเรียนที่ทำข้อสอบได้ในข้อหนึ่ง ๆ
	q	แทน	สัดส่วนของนักเรียนที่ทำข้อสอบผิดในข้อหนึ่ง ๆ
	S_t^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบ

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน ดังนี้

2.1 คะแนนเฉลี่ย (Mean) ใช้สูตร (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2537, หน้า 41) ใช้สูตร

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n}$$

เมื่อ	$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
	$\sum x$	แทน	ผลรวมของคะแนน
	n	แทน	จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

2.2 ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ใช้สูตร (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2537, หน้า 74)

$$SD = \sqrt{\frac{n \sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ	SD	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$\sum x$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของคะแนนชุด x
	$(\sum x)^2$	แทน	ผลรวมทั้งหมดยกกำลังสองของคะแนนชุด x
	n	แทน	จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

2.3 คะแนนที (t - test independent)

2.3.1 ตรวจสอบความแปรปรวนของคะแนน (บุญชม ศรีสะอาด, 2538, หน้า 234) ใช้สูตร

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2} \quad \text{เมื่อ} \quad df_1 = n_1 - 1$$

เมื่อ	F	แทน	ค่าความแปรปรวนของคะแนน
	S_1^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนจากกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1
	S_2^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนจากกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2
	n_1	แทน	จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1
	n_2	แทน	จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2

2.3.2 กรณีที่มีความแปรปรวนเท่ากัน (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2538, หน้า 101) ใช้สูตร

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left\{ \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right\}}} \quad \text{เมื่อ} \quad df_1 = n_1 + n_2 - 2$$

เมื่อ	$\bar{X}_1$	แทน	คะแนนเฉลี่ยจากกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1
	$\bar{X}_2$	แทน	คะแนนเฉลี่ยจากกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2
	S_1^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนจากกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1
	S_2^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนจากกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2
	n_1	แทน	จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1
	n_2	แทน	จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2

2.3.3 กรณีที่มีความแปรปรวนไม่เท่ากัน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, หน้า 102) ใช้สูตร

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} \quad \text{เมื่อ} \quad df = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1}\right)^2}{n_1 - 1} + \frac{\left(\frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{n_2 - 1}}$$

เมื่อ	$\bar{X}_1$	แทน	คะแนนเฉลี่ยจากกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1
	$\bar{X}_2$	แทน	คะแนนเฉลี่ยจากกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2
	S_1^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนจากกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1
	S_2^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนจากกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2
	n_1	แทน	จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1
	n_2	แทน	จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2

2.4 คะแนนที (*t - test*) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, หน้า 104)

ใช้สูตร

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}} \quad \text{เมื่อ} \quad df = n_1 + n_2 - 2$$

เมื่อ	D	แทน	ผลต่างของคะแนน
	$\sum D$	แทน	ผลรวมของผลต่างของคะแนน
	$\sum D^2$	แทน	ผลรวมของผลต่างของคะแนนยกกำลังสอง
	$(\sum D)^2$	แทน	ผลรวมของผลต่างของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
	n	แทน	จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

2.5 โฮเทลลิ่งกำลังสองของที (Hotelling's T^2) สำหรับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียว (ไพรัตน์ วงษ์นาม, 2542, หน้า 172) ใช้สูตร

$$T^2 = n\bar{X}'C^{-1}\bar{X}$$

เมื่อ	T^2	แทน	โฮเทลลิ่งกำลังสองของที
-------	-------	-----	------------------------

$\bar{X}$	แทน	เวกเตอร์ค่าเฉลี่ยของตัวแปรตาม
$\bar{X}'$	แทน	ทรานสโพสของเวกเตอร์ค่าเฉลี่ยของตัวแปรตาม
C	แทน	เมทริกซ์ความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วม
C^{-1}	แทน	อินเวอร์สเมทริกซ์ของเมทริกซ์ความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วม
n	แทน	จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

2.6 โฮเทลลิงกำลังสองของที (Hotelling's T^2) สำหรับกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่ม (ไพรัตน์ วงษ์นาม, 2542, หน้า 177) ใช้สูตร

$$T^2 = \frac{n_1 n_2}{n_1 + n_2} (\bar{X}_1 - \bar{X}_2)' (S_w^2)^{-1} (\bar{X}_1 - \bar{X}_2)$$

เมื่อ	T^2	แทน	โฮเทลลิงกำลังสองของที
	$\bar{X}_1$	แทน	เวกเตอร์ค่าเฉลี่ยของตัวแปรตามกลุ่มที่ 1
	$\bar{X}_2$	แทน	เวกเตอร์ค่าเฉลี่ยของตัวแปรตามกลุ่มที่ 2
	S_w^2	แทน	เมทริกซ์ความแปรปรวนภายในกลุ่ม
	$(S_w^2)^{-1}$	แทน	อินเวอร์สเมทริกซ์ของเมทริกซ์ความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วม
	n	แทน	จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

2.7 การแจกแจง F (ไพรัตน์ วงษ์นาม, 2542, หน้า 177) ใช้สูตร

$$F = \frac{N - p - 1}{p(N - 2)} T^2 \quad \text{เมื่อ} \quad N = n_1 + n_2$$

เมื่อ	F	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน F - distribution
	T^2	แทน	โฮเทลลิงกำลังสองของที
	n_1	แทน	จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มที่ 1
	n_2	แทน	จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มที่ 2