

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

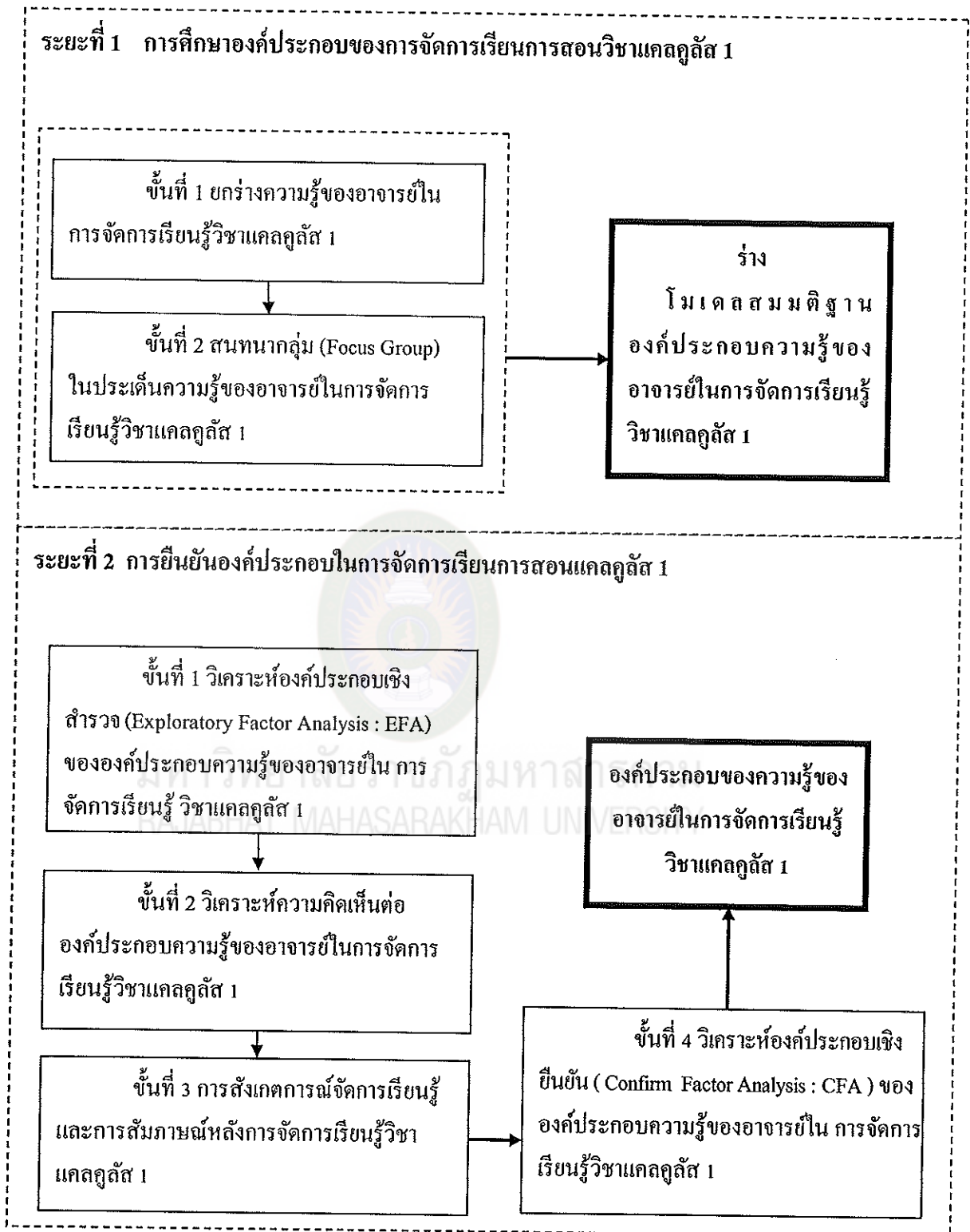
การวิจัยเรื่อง การศึกษาความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ : กรณีศึกษาวิชาแคลคูลัส 1 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความรู้ที่จำเป็นในการจัดการเรียนรู้วิชาแคลคูลัส 1 ของอาจารย์ระดับมหาวิทยาลัย มีขั้นตอนการดำเนินการวิจัย 2 ระยะ คือ

- ระยะที่ 1 การศึกษาองค์ประกอบของการจัดการเรียนการสอนวิชาแคลคูลัส 1
- ระยะที่ 2 การยืนยันองค์ประกอบในการจัดการเรียนการสอนแคลคูลัส 1

สรุปขั้นตอนการวิจัยเรื่องการศึกษาความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้วิชาแคลคูลัส 1 ได้ดังแผนภาพที่ 10



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



แผนภาพที่ 10 ขั้นตอนการวิจัยเรื่องการศึกษาความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้อาจารย์ คณิตศาสตร์กรณีศึกษาวิชาแคลคูลัส 1

ระยะที่ 1 การศึกษาองค์ประกอบของการจัดการเรียนการสอนวิชาแคลคูลัส 1

ในการศึกษาองค์ประกอบของการจัดการเรียนการสอนวิชาแคลคูลัส 1 ผู้วิจัยได้
ดำเนินการ 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ยกร่างความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้วิชาแคลคูลัส 1

การยกร่างความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้วิชาแคลคูลัส 1 ผู้วิจัยได้
ดำเนินการยกร่าง ดังนี้

1. ศึกษาหลักการ แนวคิด ทฤษฎี จากเอกสาร ตำราต่างๆ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
กับความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้วิชาแคลคูลัส 1

2. วิเคราะห์หลักการ แนวคิด ทฤษฎี จากเอกสาร ตำราต่างๆ งานวิจัยที่
เกี่ยวข้องกับความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้วิชาแคลคูลัส 1 แล้ว สังเคราะห์เป็นร่าง
องค์ประกอบความรู้ของอาจารย์วิชาแคลคูลัส 1 ได้ 3 ด้านดังนี้

ความรู้ด้านเนื้อหา ประกอบไปด้วย ความรู้เชิงมโนทัศน์ ความรู้เชิง
กระบวนการ ความรู้ในเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง และความรู้ในเนื้อหาเฉพาะ

ความรู้ด้านการจัดการเรียนรู้ ประกอบไปด้วย ความรู้เกี่ยวกับหลักการจัดการเรียนรู้ ความรู้
เกี่ยวกับหลักสูตร ความรู้เกี่ยวกับการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

ความรู้ด้านการเรียนรู้ของผู้เรียน ประกอบไปด้วย ธรรมชาติการเรียนรู้
คณิตศาสตร์ องค์ประกอบในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และความเข้าใจในมโนทัศน์ทาง
คณิตศาสตร์ของผู้เรียน

3. นำร่างองค์ประกอบความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้วิชาแคลคูลัส 1
เสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ตามประเด็นต่างๆ

คำแนะนำของคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ตามประเด็นต่างๆ เป็นดังนี้

ประเด็นที่ 1 องค์ประกอบความรู้ด้านเนื้อหา ประกอบไปด้วย ความรู้เชิงมโน
ทัศน์ ความรู้เชิงกระบวนการ ความรู้ในเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง และความรู้ในเนื้อหาเฉพาะ
คำแนะนำได้แก่

1. ให้จัดกลุ่มเนื้อหาตามร่างองค์ประกอบที่ได้ทำการสังเคราะห์มาที่ละประเด็น
โดยเริ่มจากความรู้เชิงมโนทัศน์ ความรู้เชิงกระบวนการ ความรู้ในเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง และความรู้
ในเนื้อหาเฉพาะ คำถามในแต่ละประเด็นควรเรียงตามลำดับเนื้อหา

2. ขยายความเนื้อหาของมโนทัศน์ในแต่ละด้านเช่น ลิมิตและความต่อเนื่อง อนุพันธ์ การประยุกต์อนุพันธ์ ปริพันธ์ และการประยุกต์ปริพันธ์

3. ขยายความวิธีการระบุปัญหาในข้อ 5,8,9,10 ให้ชัดเจน

4. ความรู้ในเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง ต้องคำนึงถึงธรรมชาติและโครงสร้างของวิชา คณิตศาสตร์ การนำความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้อง

5. เนื้อหาความรู้เชิงกระบวนการ ไม่ชัดเจน ควรปรับให้สอดคล้องกับ กระบวนการเรียนรู้ เช่น วางแผนแก้ปัญหา เลือกใช้ยุทธวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา การคำนวณตามบทนิยามและทฤษฎีบท ดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง ความ สมเหตุสมผลของคำตอบที่สอดคล้องตามบทนิยามและทฤษฎีบท

6. ตรวจสอบความสมบูรณ์ความรู้ในเนื้อหาเฉพาะตามคำอธิบายรายวิชา แคลคูลัส 1

ประเด็นที่ 2 องค์ประกอบความรู้ความรู้ด้านการจัดการเรียนรู้ ประกอบไปด้วย ความรู้เกี่ยวกับหลักการจัดการเรียนรู้ ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตร ความรู้เกี่ยวกับการวัดผลและ ประเมินผลการเรียนรู้ คำแนะนำได้แก่

1. ให้จัดกลุ่มเนื้อหาตามลำดับการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน เช่นคำถามข้อที่ 9 -11 ควรอยู่ลำดับต้น ๆ ในการสร้างคำถาม

2. เนื้อหาข้อที่ 19-24 มีความซ้ำซ้อน ควรปรับให้กระชับเป็นข้อเดียวกัน

4. เนื้อหาในข้อที่ 17 สื่อความหมายไม่ชัดเจน

5. เนื้อหาสำหรับนวัตกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ยังไม่ครอบคลุมควรเพิ่ม คำถาม เช่นมีการใช้ซอฟต์แวร์ สำเร็จรูปในด้านคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ การบูรณาการของการเรียนการสอน หรือมีการปรับเปลี่ยนซอฟต์แวร์ที่นำมาใช้ เพื่อนำไปสู่ การคิดแก้ปัญหาและการสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ในชีวิตประจำวันและการทำงาน

6. ในการจัดการเรียนรู้ควรเพิ่มสื่ออื่น นอกจากการใช้เทคโนโลยี

7. คำถามของการวัดและประเมินผลต้องมีการวางประเด็นเนื้อหาอย่างเป็น ระบบและครอบคลุมตามเกณฑ์การวัดประเมินผล เช่น ศึกษาหลักสูตรและมาตรฐานการเรียนรู้ ที่ต้องการวัดผลและประเมินผล วางแผนสร้างเครื่องมือในการวัดประเมินผลอย่างเป็นขั้นเป็น ตอน กำหนดน้ำหนักความสำคัญของเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด กำหนดเกณฑ์การให้ คะแนนที่เหมาะสมและชัดเจน

ประเด็นที่ 3 องค์ประกอบความรู้ด้านการเรียนรู้ของผู้เรียน ประกอบไปด้วย
 ธรรมชาติการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ รายละเอียดของ
 ความรู้ คำแนะนำได้แก่

1. ธรรมชาติการเรียนรู้คณิตศาสตร์ต้องคำนึงถึงคำนึงถึงบริบทของผู้เรียนที่
 เกี่ยวกับ สุขภาพ ประสบการณ์เดิม ความสนใจ เวลา เหตุการณ์ สถานที่ บรรยากาศ
 กระบวนการกลุ่ม ผู้สอนควรมีความเป็นกัลยาณมิตรระหว่างอาจารย์กับผู้เรียน
2. องค์ประกอบในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ต้องคำนึงถึงปัจจัยต่างที่ทำให้
 ผู้เรียนเข้าใจหรือสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาในการเรียน ซึ่งไม่พบประเด็นคำถาม
3. ประเด็นคำถามความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ วิธีการสร้างมโน
 ทัศน์ในแต่ละเนื้อหา มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและสาเหตุของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ยังไม่มี
 ความสอดคล้อง
4. นำคำแนะนำของคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์มาปรับปรุงแก้ไขให้
 สมบูรณ์เพื่อนำไปเป็นข้อมูลและประเด็นของการอภิปรายในการสนทนากลุ่ม

ร่างองค์ประกอบความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้วิชาแคลคูลัส 1 ที่จะ
 นำเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เป็นดังนี้

ประเด็นที่ 1 องค์ประกอบความรู้ด้านเนื้อหา ประกอบไปด้วย ความรู้เชิงมโน
 ทัศน์ ความรู้เชิงกระบวนการ ความรู้ในเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง และความรู้ในเนื้อหาเฉพาะ
 รายละเอียดของความรู้ เป็นดังนี้

1. เนื้อหาที่เกี่ยวข้องเช่น พีชคณิต เรขาคณิต
2. ทฤษฎี กฎหรือหลักการของแคลคูลัส 1
3. เหตุผลหรือที่มาของขั้นตอน/วิธีการ (Algorithm) ในแคลคูลัส 1
4. ความสัมพันธ์และการเชื่อมโยงของแนวคิดต่างๆ ในแคลคูลัส 1
5. วิธีการระบุปัญหา
6. ขั้นตอนการคำนวณตามกฎและเงื่อนไขของกฎ
7. การแก้ปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง
8. เนื้อหาตามคำอธิบายรายวิชาแคลคูลัส 1
9. การใช้พีชคณิตในแคลคูลัส
10. การใช้เรขาคณิตในแคลคูลัส

11. ปัญหาทางพีลิกัสในแคลคูลัส
12. ทฤษฎีบทเกี่ยวกับลิมิต
13. บทนิยามที่ให้ f เป็นฟังก์ชันซึ่งนิยามบนช่วงเปิด (a,b) และ $c \in (a,b)$

จะกล่าวว่ f เป็นฟังก์ชันต่อเนื่องที่ $x=c$

14. ทฤษฎีบทเกี่ยวกับความต่อเนื่องของฟังก์ชัน
15. ที่มาของอนุพันธ์(Derivative)
16. สูตรการหาอนุพันธ์และสามารถพิสูจน์โดยใช้บทนิยามและทฤษฎีบทเกี่ยวกับลิมิตของฟังก์ชัน
17. กฎลูกโซ่ (Chain Rule)
18. ค่าสูงสุดสัมพัทธ์ของฟังก์ชัน และ จุดสูงสุดสัมพัทธ์
19. ค่าต่ำสุดสัมพัทธ์ของฟังก์ชัน
20. ค่าวิกฤต(Critical Value) ของฟังก์ชัน
21. สูตรการหาปริพันธ์และสามารถพิสูจน์ได้
22. ปฏิยานุพันธ์(Antiderivative)
23. การหาปริพันธ์ (Integrand)
24. ผลต่างเชิงอนุพันธ์ (Differential)
25. ทฤษฎีบทหลักมูลของแคลคูลัส (The Fundamental Theorem of Calculus)
26. การหาพื้นที่ที่ปิดล้อมด้วยเส้น โค้ง

ประเด็นที่ 2 องค์ประกอบความรู้ความรู้ด้านการจัดการเรียนรู้ ประกอบไปด้วย ความรู้เกี่ยวกับหลักการจัดการเรียนรู้ ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตร ความรู้เกี่ยวกับการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ มีรายละเอียดของความรู้ เป็นดังนี้

1. จัดลำดับเนื้อหาในวิชาแคลคูลัส จากง่ายไปหายาก
2. เลือกใช้วิธีการนำเข้าสู่บทเรียนที่น่าสนใจและเกี่ยวข้องกับเนื้อหาใหม่
3. สอนจากสิ่งที่เป็นนามธรรมไปสู่สิ่งที่เป็นรูปธรรม
4. จัดสอนเรื่องที่สัมพันธ์กันให้ต่อเนื่องกัน เช่น ลิมิตของฟังก์ชัน ความต่อเนื่องของฟังก์ชัน ความชันเส้น โค้ง อนุพันธ์ฟังก์ชัน
5. การอธิบายที่ชัดเจนและง่ายแก่การเข้าใจ
6. การสรุปบทเรียนที่ทำให้ผู้เรียนเข้าใจ ได้อย่างชัดเจน
7. การจัดการเรียนรู้ที่น่าสนใจ

8. การเสริมแรงในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
9. เข้าใจหลักการและจุดมุ่งหมายของหลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับปริญญาตรี
10. เข้าใจถึงความสำคัญของการเรียนแคลคูลัส 1 ในหลักสูตรระดับ

ปริญญาตรี

11. เข้าใจในคำอธิบายรายวิชาและสามารถเชื่อมโยงเนื้อหาในรายวิชา
12. จัดกิจกรรมเชื่อมโยงวิชาแคลคูลัส 1 ไปสู่อื่นๆ
13. วิเคราะห์ลำดับขั้นตอนการพิสูจน์จากเหตุหรือสมมติฐานไปสู่ผลสรุป

หรือสิ่งที่ต้องการจะหา

14. วิเคราะห์ลำดับขั้นตอนการสอนแคลคูลัส 1
15. ยกหลายๆ ตัวอย่างแล้วให้ผู้เรียนร่วมกันสรุป
16. ใช้นวัตกรรมที่สอดคล้องกับจุดประสงค์ของการเรียนรู้
17. ใช้นวัตกรรมโดยคำนึงถึงการเชื่อมโยงจากสื่อไปสู่การค้นหาคำตอบ
18. ใช้เทคโนโลยีประกอบการจัดการเรียนการสอน
19. เข้าใจจุดมุ่งหมายและหลักการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

คณิตศาสตร์

20. เข้าใจในหลักการวัดและประเมินผลวิชาแคลคูลัส 1
21. กำหนดแนวทางการวัดผลและประเมินผลชัดเจน
22. สร้างแบบวัดให้เหมาะสมกับวิชาแคลคูลัส 1
23. กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนที่เหมาะสม
24. แปลผลการประเมินได้อย่าง

เหมาะสม

ประเด็นที่ 3 องค์ประกอบความรู้ด้านการเรียนรู้ของผู้เรียน ประกอบไปด้วย
ธรรมชาติการเรียนรู้คณิตศาสตร์ องค์ประกอบในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และความเข้าใจใน
มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน รายละเอียดของความรู้ เป็นดังนี้

1. สร้างมโนทัศน์เดิมได้จากความรู้พื้นฐานทางพีชคณิต เรขาคณิต และ
ปัญหาทางพีสิกส์ของผู้เรียน
2. นำวิธีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ในการคิดจากมโนทัศน์เดิมไปใช้ในการ
สร้างมโนทัศน์ใหม่ ในการค้นหาคำตอบในวิชาแคลคูลัส 1
3. สรุปมโนทัศน์ในแต่ละเนื้อหาย่อย ได้โดยใช้สื่อประสม

4. เข้าใจวิธีการวิเคราะห์ห้มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านรูปแบบการค้นหาคำตอบในวิชาแคลคูลัส จากการทดสอบ
5. เข้าใจวิธีการวิเคราะห์ห้มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในทฤษฎีบท นิยาม และสมบัติที่ใช้ในการค้นหาคำตอบในวิชาแคลคูลัส 1 จากการทำแบบฝึกหัด
6. เข้าใจวิธีแสดงแนวความคิดการหาคำตอบที่หลากหลาย ของผู้เรียน
7. เข้าใจถึงประเด็นที่ผู้เรียนมีปัญหาในการหาคำตอบ
8. เข้าใจถึงวิธีการที่จะช่วยให้ผู้เรียนค้นหาคำตอบได้ด้วยตัวเอง

ขั้นที่ 2 สันทนาการกลุ่ม (Focus Group) ในประเด็นความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้วิชาแคลคูลัส 1

การสนทนากลุ่มในประเด็นความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้วิชาแคลคูลัส 1 โดยผู้ทรงคุณวุฒิและนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาเอกคณิตศาสตร์ที่ผ่านการเรียนวิชาแคลคูลัส 1 (กลุ่มเป้าหมายที่ 1) ในประเด็นความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้วิชาแคลคูลัส 1 ที่ผ่านการตรวจสอบจากคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการ ดังนี้

1. การสนทนากลุ่มครั้งนี้มีรองศาสตราจารย์ ดร.สมทรง สุวพานิช เป็นประธานในการสนทนากลุ่ม
2. ผู้วิจัยชี้แจงวัตถุประสงค์ของการจัดสนทนากลุ่มในครั้งนี้ให้ที่ประชุมได้รับทราบ แล้วนำเสนอรายละเอียดความเป็นมาขององค์ประกอบของความรู้และร่างองค์ประกอบของความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้วิชาแคลคูลัส 1 ที่ผ่านการพัฒนามาจากขั้นที่ 1 ต่อที่ประชุม เพื่ออภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และร่วมกันพัฒนาร่างองค์ความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้วิชาแคลคูลัส 1

3. สังเคราะห์ผลการสนทนากลุ่มเพื่อร่าง โมเดล (Model) สมมติฐานองค์ประกอบความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้วิชาแคลคูลัส 1 ดังปรากฏในแผนภาพที่ 11

องค์ประกอบของความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้วิชาแคลคูลัส 1 ที่ผ่านการพัฒนามาจากขั้นที่ 1 เป็นดังนี้

ประเด็นที่ 1 องค์ประกอบของความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้วิชาแคลคูลัส 1 ด้าน ความรู้ด้านเนื้อหา ประกอบด้วย ความรู้เชิงมโนทัศน์ ความรู้เชิงกระบวนการ ความรู้ในเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง และความรู้ในเนื้อหาเฉพาะ

1. มโนทัศน์ในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องเช่น พีชคณิต เรขาคณิต
2. ไนมโนทัศน์ ทฤษฎี กฎหรือหลักการของแคลคูลัส 1
3. เหตุผลหรือที่มาของการแก้ปัญหา ในแคลคูลัส 1
4. ความสัมพันธ์และการเชื่อมโยงแนวคิดต่างๆ ในแคลคูลัส 1
5. การเชื่อมโยงความรู้เดิมจากการเรียนคณิตศาสตร์ต่าง ๆ ไปสู่ความรู้ใหม่ที่

เกิดขึ้น

6. เหตุผลหรือที่มาของขั้นตอน/วิธีการ (Algorithm) ในแคลคูลัส 1
7. ความเข้าใจในวางแผนแก้ปัญหา เลือกใช้ยุทธวิธีที่เหมาะสมในการ

แก้ปัญหาการคำนวณตามบทนิยามและทฤษฎีบท

8. ความสมเหตุสมผลของคำตอบที่สอดคล้องตามบทนิยามและทฤษฎีบท
9. ความเข้าใจเกี่ยวกับการดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง
10. เข้าใจการประยุกต์ใช้เรขาคณิตไปใช้ในการแก้ปัญหา
11. ความเข้าใจเนื้อหาตามคำอธิบายรายวิชาแคลคูลัส 1
12. ความเข้าใจการใช้พีชคณิตในแคลคูลัส
13. ความเข้าใจการใช้เรขาคณิตในแคลคูลัส
14. ความเข้าใจในเรื่องของ เซต ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน
15. การประยุกต์ใช้เรขาคณิตไปใช้ในการแก้ปัญหา
16. ความเข้าใจในการหาค่าของลิมิตเมื่อพิจารณาจากกราฟ
17. ความเข้าใจในบทนิยามและทฤษฎีบทของลิมิต
18. บทนิยามที่ให้ f เป็นฟังก์ชันซึ่งนิยามบนช่วงเปิด (a,b) และ $c \in (a,b)$

จะกล่าวว่า f เป็นฟังก์ชันต่อเนื่องที่ $x=c$

19. เข้าใจเกี่ยวกับบทนิยามและทฤษฎีบทความต่อเนื่องของฟังก์ชัน
20. เข้าใจในทฤษฎีบทที่ใช้ตรวจสอบความต่อเนื่องของฟังก์ชันที่จุดและ

บนช่วงต่าง ๆ

21. ความเข้าใจทฤษฎีบทค่ากลาง (Intermediate Value Theorem)
22. ความเข้าใจเกี่ยวกับกฎโลปีตาลและสามารถหาลิมิตโดยใช้กฎโลปีตาลได้
23. ความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราการเปลี่ยนแปลง
24. ความความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของลิมิตและการหาอนุพันธ์
25. ความเข้าใจในบทนิยามของอนุพันธ์

27. ความเข้าใจความหมายทางเรขาคณิตของอนุพันธ์
28. ความเข้าใจในสูตรการหาอนุพันธ์และสามารถพิสูจน์โดยใช้นิยามของ
 ลิมิต
29. ความเข้าใจนิยามและการหาอนุพันธ์อันดับสูง
30. ความเข้าใจเกี่ยวกับกฎลูกโซ่ (Chain Rule) และสามารถหาอนุพันธ์โดยใช้กฎลูกโซ่ได้
31. ความเข้าใจในการหาอนุพันธ์ของฟังก์ชัน โดยปริยาย ฟังก์ชันผกผัน
 ฟังก์ชันลอการิทึม ฟังก์ชันเชิงกำลัง ฟังก์ชันตรีโกณมิติและฟังก์ชันตรีโกณมิติผกผัน
32. ความเข้าใจในค่าสูงสุดสัมพัทธ์และต่ำสุดสัมพัทธ์
33. ความเข้าใจในค่าสูงสุดสัมบูรณ์ และค่าต่ำสุดสัมบูรณ์
34. ความเข้าใจในทฤษฎีบทค่าสุดขีด (Extreme Value Theorem)
35. ความเข้าใจบทนิยามจุดวิกฤตและการหาจุดวิกฤต
36. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎีบทของโรลล์ (Rolle's Theorem) และ
 ทฤษฎีค่าเฉลี่ย (Mean Value Theorem)
37. ความเข้าใจในการเพิ่มขึ้นและการลดลงของฟังก์ชัน
38. ความเข้าใจในทฤษฎีบท การทดสอบโดยใช้อนุพันธ์อันดับ 1 (First
 Derivative Test)
39. ความเข้าใจในทฤษฎีบท การทดสอบโดยใช้อนุพันธ์อันดับ 2 (The
 Second Derivative Test)
40. ความเข้าใจเกี่ยวกับความเว้าของของฟังก์ชัน
41. ความเข้าใจในการวาดกราฟของฟังก์ชัน (10 ขั้นตอน)
42. ความเข้าใจเกี่ยวกับผลต่างอนุพันธ์
43. ความเข้าใจในการประยุกต์อนุพันธ์ในการประมาณค่า
44. ความเข้าใจเกี่ยวกับค่าความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์และความคลาดเคลื่อน
 ร้อยละ
45. ความเข้าใจการใช้ผลบวกรีมันน์ในการหาพื้นที่ใต้เส้นโค้งและผลบวกบน
 ผลบวกต่างในการหาพื้นที่ใต้เส้นโค้ง
- ประเด็นที่ 2 องค์ประกอบของความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้วิชา
 แคลคูลัส 1 ด้าน ความรู้ด้านการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย ความรู้ในหลักการจัดการเรียนรู้

คณิตศาสตร์ หลักการและจุดมุ่งหมายของหลักสูตรคณิตศาสตร์ ความเชื่อมโยงของเนื้อหาทั้งในรายวิชาและรายวิชาอื่น นวัตกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ความรู้เกี่ยวกับการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ การสร้างเครื่องมือการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1. จัดลำดับเนื้อหาในวิชาแคลคูลัส I จากง่ายไปหายากได้
2. สามารถเลือกใช้วิธีการนำเข้าสู่บทเรียนที่น่าสนใจและเกี่ยวข้องกับเนื้อหาใหม่ในการสอนแต่ละคาบ
3. สอนจากสิ่งที่เป็นนามธรรมไปสู่สิ่งที่เป็นรูปธรรม
4. คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างผู้เรียน
5. มีการสอนเรื่องที่สัมพันธ์กันให้ต่อเนื่องกัน เช่น สมบัติของฟังก์ชัน ความต่อเนื่องของฟังก์ชัน ความชันเส้นโค้ง ณ จุดใดๆ อนุพันธ์ของฟังก์ชัน
6. มีกิจกรรมหรือสถานการณ์ปัญหาสอดแทรกในการเรียนรู้อยู่เสมอ เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นการนำความรู้ บทนิยามและทฤษฎีบทมาแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนเห็นความเชื่อมโยงของแคลคูลัส กับศาสตร์อื่น ๆ
7. กำหนดโจทย์ปัญหาที่น่าสนใจ และเหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียนที่จะคิดและให้เหตุผลในการหาคำตอบได้ในแต่ละคาบ
8. ผู้เรียนมีโอกาส และเป็นอิสระที่จะแสดงออกถึงความคิดเห็นในการใช้และให้เหตุผลของตนเอง
9. มีวิธีการอธิบายพร้อมยกตัวอย่างที่ชัดเจนและง่ายแก่การเข้าใจ
10. มีการเสริมแรงในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
11. มีกิจกรรมการเรียนรู้การสอนให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตัวเอง
12. มีกิจกรรมการเรียนรู้การสอนให้ผู้เรียนสรุปความคิดรวบยอดได้ด้วยตัวเอง
13. มีวิธีการสรุปบทเรียนที่ทำให้ผู้เรียนเข้าใจได้อย่างชัดเจน
14. มีการสอนซ่อมเสริมและมีเอกสารการสอนประกอบ
15. ผู้สอนช่วยสรุปและชี้แจงให้ผู้เรียนเข้าใจว่าเหตุผลของผู้เรียนถูกต้องตามหลักเกณฑ์หรือไม่ ขาดตกบกพร่องอย่างไร
16. สอดแทรกคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมโดยสอดแทรกในการเรียนรู้
17. จัดบรรยากาศในการเรียนรู้ สนุกสนาน และน่าติดตาม

18. มีการศึกษาถึงหลักการและจุดมุ่งหมายของหลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับ
ปริญญาตรี
19. มีการนำผลการเรียนรู้ที่คาดหวังมาวิเคราะห์เพื่อเขียนจุดประสงค์การ
เรียนรู้
20. มีการนำจุดประสงค์การเรียนรู้แต่ละคาบมาพิจารณาหาวิธีการให้นักเรียน
สรุปความคิดรวบยอด
21. มีการวิเคราะห์กิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละคาบให้สอดคล้องกับผู้เรียน
22. มีความเข้าใจถึงความสำคัญของการการเรียนรู้แคลคูลัส 1 ในหลักสูตร
ระดับปริญญาตรี
23. มีความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์อย่างเด่นชัดในเรื่องแคลคูลัส 1
24. มีความรู้ในเนื้อหาที่จะนำไปเชื่อมโยงกับสถานการณ์หรืองานอื่น ๆ ที่
ต้องการเป็นอย่างดี
25. มีทักษะในการมองเห็นความเกี่ยวข้องเชื่อมโยงระหว่างความรู้และทักษะ
/ กระบวนการที่มีในเนื้อหาแคลคูลัส 1 กับงานที่เกี่ยวข้องด้วย
27. มีทักษะในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อสร้างความสัมพันธ์
และเชื่อมโยงแคลคูลัส 1 กับศาสตร์อื่น ๆ หรือสถานการณ์ที่ต้องเกี่ยวข้อง
28. มีความเข้าใจในการแปลความหมายของคำตอบที่ได้จากบทนิยามและ
ทฤษฎีบทของแคลคูลัส 1 ว่ามีความเป็นไปได้หรือสอดคล้องกับสถานการณ์นั้นอย่าง
สมเหตุสมผล
29. มีการประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์และเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสม
สำหรับกระบวนการเรียนการสอน
30. มีการจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียนบนพื้นฐานนวัตกรรมและ
เทคโนโลยีสารสนเทศทางการศึกษา
31. มีการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดจากการใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยี
สารสนเทศ
32. มีการซอฟต์แวร์ที่จะช่วยให้สามารถวาดกราฟของฟังก์ชันควบคู่แบบฝึก
ทักษะมีความสอดคล้องกับเนื้อหา
33. ใช้สื่อประสมในการนำมาใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาแคลคูลัส 1 และ
ทบทวน

34. มีการใช้ซอฟต์แวร์สำเร็จรูปในด้านคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์การบูรณาการของการเรียนการสอนแคลคูลัส 1
 35. มีการปรับเปลี่ยนซอฟต์แวร์ที่นำมาใช้ เพื่อนำไปสู่การคิดแก้ปัญหาและการสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ในชีวิตประจำวันและการทำงาน
 36. มีการพัฒนากระบวนการคิดของผู้เรียน ผ่านเครื่องมือการเขียนซอฟต์แวร์อย่างง่าย
 37. การสืบค้นข้อมูล สร้างสรรค์งานและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
 38. มีความรู้ความเข้าใจจุดมุ่งหมายและหลักการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 39. มีความรู้ความเข้าใจในหลักการวัดและประเมินผลวิชาแคลคูลัส 1
 40. มีความรู้ในด้านภาษา ใช้คำศัพท์และประโยคที่ถูกต้องชัดเจนสื่อความหมายให้เข้าใจได้ง่าย
 41. มีการวางแผนสร้างเครื่องมือในการวัดประเมินผลแคลคูลัส 1 อย่างเป็นขั้นเป็นตอน
 42. มีการศึกษาหลักสูตรและมาตรฐานการเรียนรู้ ที่ต้องการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ในแคลคูลัส 1
 43. มีการวิเคราะห์พฤติกรรมที่ต้องการวัดในการเรียนรู้ในแคลคูลัส 1 ได้
 44. มีการกำหนดน้ำหนักความสำคัญของเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัดการเรียนรู้ในแคลคูลัส 1
 45. มีการเลือกชนิดของเครื่องมือวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้
 46. มีการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้
 47. มีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนที่เหมาะสมและชัดเจน
 48. มีเกณฑ์การประเมินและแบบบันทึกผลการตรวจหรือประเมินคุณภาพ มีความสอดคล้องกัน มีความชัดเจน ครอบคลุมการวัดตามเนื้อหา
 49. สามารถแปลผลการประเมินได้อย่างเหมาะสม
- ประเด็นที่ 3 องค์ประกอบความรู้ด้านการเรียนรู้ของผู้เรียน ประกอบไปด้วย ธรรมชาติการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ รายละเอียดของความรู้

1. คำนี้ถึงบริบทของผู้เรียนที่เกี่ยวกับ สุขภาพ ประสบการณ์เดิม ความสนใจ เวลา เหตุการณ์ สถานที่ บรรยากาศ

2. มีความเป็นกัลยาณมิตรระหว่างครูกับผู้เรียน ผู้เรียนกับผู้เรียน
3. สร้างสมาธิก่อนการจัดการเรียนรู้แก่ผู้เรียน
4. ผู้เรียน ได้มี โอกาสแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน
11. เข้าใจวิธีการเรียนรู้แกลกคู่ตขของผู้เรียน
5. ผู้เรียนมี โอกาสแสดงความคิดเห็นและซักถาม
6. ให้ผู้เรียน ได้รู้สึกเกิดความสำเร็จและภูมิใจในตนเอง
7. ให้ผู้เรียน ได้มี โอกาสประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองและเพื่อน
8. ให้ผู้เรียน ได้รู้สึกว่ามีความสำคัญและ ได้รับเกียรติ
9. ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน

10. ยอมรับความสามารถของผู้เรียน
12. เข้าใจความรู้พื้นฐานและประสบการณ์ของผู้เรียนในการแก้ปัญหา
13. ปัจจัยที่ทำให้ผู้เรียนเข้าใจหรือสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาในการเรียน

และต่อเนื่อง

14. ปัจจัยที่ทำให้ผู้เรียนเข้าใจหรือสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาในการเรียน

อนุพันธ์

15. ปัจจัยที่ทำให้ผู้เรียนเข้าใจหรือสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาในการเรียนการ

ประยุกต์อนุพันธ์

16. ปัจจัยที่ทำให้ผู้เรียนเข้าใจหรือสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาในการเรียน

ปริพันธ์

17. ปัจจัยที่ทำให้ผู้เรียนเข้าใจหรือสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาในการเรียนการ

ประยุกต์ปริพันธ์

18. ความสามารถตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ
19. เข้าใจการให้เหตุผลและการพิสูจน์ การสื่อสาร การเชื่อมโยง และมโน

ภาพของผู้เรียน 20. วิธีการสร้างมโนทัศน์ในเนื้อหาจำกัดและต่อเนื่อง

21. วิธีการสร้างมโนทัศน์ในเนื้อหาอนุพันธ์
22. วิธีการสร้างมโนทัศน์ในเนื้อหาการประยุกต์อนุพันธ์
23. วิธีการสร้างมโนทัศน์ในเนื้อหาปริพันธ์

24. วิธีการสร้างมโนทัศน์ในเนื้อหาการประยุกต์ปริพันธ์
25. วิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจากแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบได้
- 27 วิเคราะห์สาเหตุของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

คำแนะนำจากการสนทนากลุ่ม เป็นดังนี้

1. ผู้วิจัยต้องทำความเข้าใจกับความเข้าใจในเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง และความรู้ในเนื้อหาเฉพาะ ให้ชัดเจนและแยกออกจากกัน เพื่อจะได้ไม่เกิดการซ้ำซ้อนของประเด็นเนื้อหา
2. ความรู้ความเข้าใจในบทนิยามที่ให้ f เป็นฟังก์ชันซึ่งนิยามบนช่วงเปิด (a,b) และ $c \in (a,b)$ จะกล่าวว่า f เป็นฟังก์ชันต่อเนื่องที่ $x=c$ และความรู้ความเข้าใจในสูตรการหาอนุพันธ์และสามารถพิสูจน์โดยใช้บทนิยามและทฤษฎีบทเกี่ยวกับลิมิตของฟังก์ชัน เนื้อหาหลักเกินคำอธิบายรายวิชาไปควรตัดออก การพิสูจน์จะอยู่ในรายวิชาที่สูงกว่านี้เช่น วิเคราะห์เชิงจริง
3. เนื้อหาความรู้ความเข้าใจการใช้พีชคณิต เรขาคณิต รวมถึงการประยุกต์ใช้ความรู้ในเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง
4. เพิ่มองค์ประกอบในการใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนการสอนเข้าใจได้ง่ายขึ้นตั้งแต่การสอน เรื่องลิมิต อนุพันธ์ ฏิกยานุพันธ์จำกัดเขตบทประยุกต์ต่าง ๆ จะทำให้ความรู้ในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องแยกขาดจากความรู้ในเนื้อหาเฉพาะ
5. ควรมีเอกสารประกอบการสอนที่ละเอียด ชัดเจน และง่ายต่อการเข้าใจ และใช้เอกสารประกอบการสอนที่ละเอียด ชัดเจน ง่ายต่อการเข้าใจ และสอดคล้องกับจุดประสงค์ของการเรียนรู้
6. ส่งเสริมการเข้าใจการใช้รูปภาพหรือกราฟในการสร้าง มโนทัศน์ ในการเรียนแคลคูลัส 1 ให้กับนักศึกษา และส่งเสริมให้นักศึกษาเขียนผังความคิดในการสรุปมโนทัศน์ในแต่ละเนื้อหา
7. ด้านมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการค้นหาคำตอบในวิชาแคลคูลัส 1 นอกจากจะดูจากการทดสอบและการทำแบบฝึกหัดแล้ว ยังสามารถดูได้จากการตอบคำถาม และการออกมาแสดงวิธีการหาคำตอบหน้าชั้นได้ด้วย
8. ประเด็นคำถามในประเด็นต่างๆมีจำนวนมาก ควรจัดเป็นกลุ่มใหญ่ตามเนื้อหา เช่นความรู้เฉพาะประกอบด้วย ลิมิตและความต่อเนื่อง อนุพันธ์ การประยุกต์อนุพันธ์ ปริพันธ์ และการประยุกต์ปริพันธ์

ระยะที่ 2 การยืนยันองค์ประกอบในการจัดการเรียนการสอนแคลคูลัส 1

การยืนยันองค์ประกอบในการจัดการเรียนการสอนแคลคูลัส 1 ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัย 4 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 วิเคราะห์ความคิดเห็นต่อองค์ประกอบความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้วิชาแคลคูลัส 1

การวิเคราะห์ความคิดเห็นต่อองค์ประกอบความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้วิชาแคลคูลัส 1 ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

1. นำร่างโมเดลสมมติฐานองค์ประกอบความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้วิชาแคลคูลัส 1 มาสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นต่อองค์ประกอบของความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้วิชาแคลคูลัส 1 โดยมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

1.1 ศึกษาหลักการ แนวคิด ทฤษฎี จากเอกสาร ตำราต่างๆ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบสอบถาม

1.2 สร้างแบบสอบถามเรื่ององค์ประกอบของความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้วิชาแคลคูลัส 1 โดยแบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัวของผู้ตอบแบบสอบถาม

ลักษณะคำถามเป็นแบบเลือกตอบ (Check List) เกี่ยวกับข้อมูลส่วนตัวของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ เพศ อายุ วุฒิการศึกษา ประสบการณ์การสอน

ตอนที่ 2 องค์ประกอบของความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้วิชาแคลคูลัส 1

ลักษณะคำถามยืนยันเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) แบ่งเป็น 5 ระดับ แต่ละระดับมีความหมายดังนี้

- 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด
- 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก
- 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง
- 2 หมายถึง เห็นด้วยเป็นน้อย
- 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

โดยคำถามแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ประกอบด้วย 1) ความรู้ในเนื้อหาวิชาแคลคูลัส 1 2) ความรู้ในการจัดการเรียนรู้วิชาแคลคูลัส 1 และ 3) ความรู้ในการเรียนรู้ของผู้เรียนวิชาแคลคูลัส 1

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับองค์ประกอบของความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้วิชาแคลคูลัส 1

ลักษณะคำถามเป็นคำถามปลายเปิด มีข้อคำถาม 3 ด้าน ประกอบด้วย 1) ความรู้ในเนื้อหาวิชาแคลคูลัส 1 2) ความรู้ในการจัดการเรียนรู้วิชาแคลคูลัส 1 และ 3) ความรู้ในการเรียนรู้ของผู้เรียนวิชาแคลคูลัส 1

1.3 นำเสนอแบบสอบถามฉบับร่างต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง และความสมบูรณ์ของเนื้อหา แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้อง

1.4 นำแบบสอบถามที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content Validity) ภาษาที่ใช้ และนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวิเคราะห์เอกสาร (Index of Item Objective Congruence : IOC) การวิเคราะห์ข้อมูลความเหมาะสมสอดคล้องของแบบวิเคราะห์เอกสารที่ใช้ศึกษาความต้องการ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง(IOC) คำนวณค่าตามสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543 : 117) นำข้อมูลที่รวบรวมจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาค่า IOC โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence) ของผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง ได้ค่า 1.00 ทุกข้อ รายละเอียดของคำถามให้มีความชัดเจนสามารถสื่อความได้ง่าย
รายนามผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน เป็นดังนี้

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน กศ.ค. (วิจัยและประเมินผลการศึกษา) มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วาที่ร้อยตรี ดร. อรัญ ชูยกระเดื่อง กศ.ค. (วิจัยและประเมินผลการศึกษา) มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัย

ดร. มนต์ชัย พงศกรนฤวงษ์ (หลักสูตรและการสอน) วิทยาลัยเทคนิคนครปฐม ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัย

2. นำเครื่องมือที่ผ่านการหาประสิทธิภาพ ไปให้กลุ่มเป้าหมายที่ 2 แสดงความคิดเห็นเพื่อเป็นการยืนยันความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้วิชาแคลคูลัส 1

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (EFA) ขององค์ประกอบความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้ วิชาแคลคูลัส 1

การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ(EFA) ขององค์ประกอบความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้ วิชาแคลคูลัส 1 โดยใช้ข้อมูลจากการยืนยันองค์ประกอบความรู้ของอาจารย์จากอาจารย์สาขาวิชาคณิตศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยราชภัฏทั่วประเทศทำสัปดาห์

องค์ประกอบขั้นต้นด้วยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principle Component Analysis) และหมุนแกนองค์ประกอบแบบตั้ง จะจับกลุ่มหรือรวมกลุ่ม หรือรวมตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันไว้ในกลุ่มเดียวกัน ซึ่งความสัมพันธ์เป็นไปได้ทั้งทางบวกและทางลบ ตัวแปรภายในองค์ประกอบเดียวกัน จะมีความสัมพันธ์กันสูง ส่วนตัวแปรที่อยู่คนละองค์ประกอบมีความร่วมกันน้อย หรือไม่มีความสัมพันธ์กันเลย มีขั้นตอนในการพิจารณาดังนี้

1. องค์ประกอบต้องมีความแปรปรวนมากกว่า 1 ขึ้นไป
2. ค่าของตัวแปรสังเกตได้แต่ละตัวในแต่ละองค์ประกอบต้องมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบตั้งแต่ 0.30 ขึ้นไป
3. องค์ประกอบแต่ละตัวต้องมีตัวแปรสังเกตได้ อธิบายตั้งแต่สามตัวแปรขึ้นไป
4. นำผลการยืนยันความรู้ของอาจารย์จากกลุ่มเป้าหมายที่ 2 มาวิเคราะห์ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัวของผู้ตอบแบบสอบถาม วิเคราะห์โดยการหาค่าความถี่ (Frequency) และค่าร้อยละ (Percentage)

ตอนที่ 2 องค์ประกอบของความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้วิชาแคลคูลัส จะพิจารณาเฉพาะข้อที่มีองค์ประกอบรวมที่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ตามเงื่อนไขของการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ มาวิเคราะห์ความคิดเห็นต่อองค์ประกอบความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้วิชาแคลคูลัส 1 วิเคราะห์โดยการหาค่าเฉลี่ย (Average) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

ตอนที่ 3 ผลของข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับองค์ประกอบของความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้วิชาแคลคูลัส 1 โดยการวิเคราะห์เอกสาร

ขั้นที่ 3 การสังเกตการณ์จัดการเรียนรู้ และการสัมภาษณ์หลังการจัดการเรียนรู้ การสังเกตการณ์จัดการเรียนรู้

การสังเกตการณ์จัดการเรียนรู้ มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. สร้างแบบสังเกตการณ์จัดการเรียนรู้ โดย มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้
 - 1.1 ศึกษาหลักการ วิธีการสร้างแบบสังเกต จากหนังสือการวิจัยทางการศึกษา (บุญชม ศรีสะอาด, 2545 : 93-105 ; สมนึก ภัททิยธนี, 2546 : 64-70 และ ไพศาล วรคำ, 2552 : 249-250)

1.2 นำองค์ประกอบหลักและองค์ประกอบรองในโมเดลสมมติฐาน องค์ประกอบความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้ วิชาแคลคูลัส 1 มาเป็นประเด็นในแบบ สังกะการณจัดการเรียนรู้

1.3 นำเสนอแบบสังเกตนับร่างต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์เพื่อ ตรวจสอบความถูกต้อง และความสมบูรณ์ของเนื้อหา แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ คำแนะนำของคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เป็นดังนี้

แบบสังเกตพฤติกรรมควรเพิ่มจากสามระดับเป็น 5 ระดับ เพื่อเพิ่มความละเอียดในการสังเกตได้มากกว่า ประเด็นการสังเกตความรู้ในการจัดการเรียนรู้ ถ้าของตัว แปรสังเกตได้ที่ตัดออกประกอบไปด้วย จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามสนใจและความถนัดของ ผู้เรียน ส่งเสริมการคิดตามลำดับเหตุผล ส่งเสริมให้ผู้เรียนตรวจสอบคำตอบด้วยตนเอง จัด บรรยากาศในการเรียนรู้ สนุกสนาน และนำติดตาม มีการวิเคราะห์หลักสูตรคณิตศาสตร์เพื่อ นำไปสู่การจัดการวางแผนการเรียนรู้ จัดการเรียนรู้ตามแผนที่วางไว้ ใช้หนังสือหลายเล่ม ประกอบการจัดการเรียนรู้ การประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์และเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสม ในการจัดการเรียนรู้ การจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียนบนพื้นฐานนวัตกรรมและเทคโนโลยี สารสนเทศทางการศึกษา คำนึงถึงบริบทของผู้เรียนที่เกี่ยวข้อง สุขภาพ ประสบการณ์เดิม ความ สนใจ เวลา เหตุการณ์ สถานที่ บรรยากาศ ให้ผู้เรียนได้มีโอกาสประเมินผลการเรียนรู้ของ ตนเองและเพื่อน ให้ผู้เรียนได้รู้สึกว่ามีค่าสำคัญและได้รับเกียรติ เข้าใจวิธีการเรียนรู้ แคลคูลัสของผู้เรียน เข้าใจความรู้พื้นฐานและประสบการณ์ของผู้เรียนในการแก้ปัญหา

1.4 นำแบบสังเกตที่ผ่านการหาประสิทธิภาพ ไปสังเกตการจัดการเรียนรู้ วิชาแคลคูลัส 1 กับกลุ่มเป้าหมายที่ 3 จำนวน 3 คน แบบสังเกตเกี่ยวกับความรู้ของอาจารย์ ประกอบด้วย 1) ความรู้ในเนื้อหาวิชาแคลคูลัส 1 2) ความรู้ในการจัดการเรียนรู้วิชาแคลคูลัส 1 และ 3) ความรู้ในการเรียนรู้ของผู้เรียนวิชาแคลคูลัส ลักษณะการสังเกตเกี่ยวกับความรู้ของ อาจารย์ควรเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ที่แบ่งเป็น 5 ระดับ แต่ละระดับมี ความหมายดังนี้

- 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด
- 4 หมายถึง เหมาะสมมาก
- 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง
- 2 หมายถึง เหมาะสมมาก
- 1 หมายถึง เหมาะสมน้อย

1.5 นำผลการสังเกตกลุ่มเป้าหมายที่ 3 ในบางประเด็นที่ไม่ชัดเจน มาเป็นหัวข้อในการสัมภาษณ์หลังการจัดการเรียนรู้

การสัมภาษณ์หลังการจัดการเรียนรู้

การสัมภาษณ์หลังการจัดการเรียนรู้ มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. สร้างแบบสัมภาษณ์จัดการเรียนรู้โดยมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

1.1 ศึกษาหลักการ วิธีการสร้างแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง จากหนังสือการวิจัยทางการศึกษา (บุญชม ศรีสะอาด, 2545 : 93-105 ; สมนึก ภัททิยธนี, 2546 : 64-70 และ ไพศาล วรคำ, 2552 : 249-250)

1.2 นำประเด็นที่ไม่ชัดเจนจากการสังเกตการณ์จัดการเรียนรู้มาเป็นประเด็นในการสัมภาษณ์

2. นำผลการสัมภาษณ์เสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาและทำการสังเคราะห์ผล

นำผลการสังเกตและการสัมภาษณ์มาสังเคราะห์องค์ประกอบความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้วิชาแคลคูลัส 1

ขั้นที่ 4 วิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (CFA) ขององค์ประกอบความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้วิชาแคลคูลัส 1

การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน(CFA) เพื่อตรวจสอบความตรงของโมเดล องค์ประกอบของความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้วิชาแคลคูลัส 1 มีขั้นตอนดังนี้

1. วิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับแรก เพื่อวิเคราะห์ตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของตัวแปรสังเกตได้ในแต่ละองค์ประกอบความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้วิชาแคลคูลัส 1 พิจารณาได้จาก

1.1 ค่าสถิติไค-สแควร์(Chi – Square : χ^2) ค่าไค-สแควร์ควรมีค่าต่ำมาก ยิ่งเข้าใกล้ศูนย์ แสดงว่า โมเดลสอดคล้องกลมกลืน

1.2 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (Goodness of Fit Index: GFI) ดัชนี GFI มีค่า อยู่ระหว่าง 0 และ 1 โดยค่าดัชนีGFI ควรมีค่าเข้าใกล้ 1.00 แสดงว่า โมเดลมีความกลมกลืนกับข้อมูล เชิงประจักษ์

1.3 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (Adjust Goodness of Fit Index: GFI) เป็นค่าที่ได้จากการปรับแก้ดัชนี GFI เมื่อคำนึงถึงขนาดกลุ่มตัวอย่าง จำนวนตัวแปรและองศาความอิสระ

1.4 คำนีรากที่สองกำลังสองเฉลี่ย (Standard Root Mean Square Residual: SRMR) เป็นดัชนีที่ใช้เปรียบเทียบระดับความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ของ โมเดล 2 โมเดล เฉพาะกรณีที่เป็น การเปรียบเทียบโดยใช้ข้อมูลชุดเดียว ค่า SRMR อยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ถ้ามีค่าต่ำกว่า 0.08 แสดงว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

1.5 ค่ารากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อนโดยประมาณ (Root Mean Square Error of Approximation: RMSEA) ค่า RMSEA อยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ถ้ามีค่าต่ำกว่า 0.06 แสดงว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

2. การวิเคราะห์หองค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสองเพื่อการตรวจสอบความสอดคล้อง กลมกลืนของ โมเดล โดยใช้ข้อมูลความคิดเห็นต่อองค์ประกอบความรู้ของอาจารย์ ในการจัดการ เรียนรู้วิชาแคลคูลัส 1 นำไปวิเคราะห์หองค์ประกอบเชิงยืนยัน ดำเนินการวิเคราะห์ ดังนี้

2.1 กำหนดหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างข้อคำถาม โดยใช้สูตรเพียร์สัน (Pearson's Product Moment Correlation Coefficient)

2.2 ตรวจสอบเมทริกซ์สหสัมพันธ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์หองค์ประกอบว่า แตกต่างจากศูนย์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ โดยพิจารณาจากค่า ดังต่อไปนี้

2.2.1 Bartlett's Test of Sphericity ต้องมีค่ามากกว่าจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2.2.2 นำเมทริกซ์สหสัมพันธ์ที่มีคุณสมบัติตามการพิจารณาข้างต้นมา ดำเนินการวิเคราะห์ หองค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง เพื่อตรวจสอบความตรงเชิง โครงสร้าง ด้วยการพิจารณาความสอดคล้องระหว่าง โมเดลเชิงสมมติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์ พิจารณา ค่าสถิติ วัดระดับความสอดคล้อง ดังนี้ (เสรี ชัดแจ้ง, 2538, หน้า 30)

1) ค่าสถิติไค-สแควร์ (Chi-square : χ^2) ค่าไค-สแควร์ควรมีค่าต่ำ มากยิ่งเข้าใกล้ศูนย์ แสดงว่า โมเดลสอดคล้องกลมกลืน

2) คำนีวัดระดับความกลมกลืน (Goodness of Fit Index: GFI) คำนี GFI มีค่า อยู่ระหว่าง 0 และ 1 โดยค่าคำนี GFI ควรมีค่าเข้าใกล้ 1.00 แสดงว่า โมเดลมีความกลมกลืนกับข้อมูล เชิงประจักษ์

3) คำนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (Adjusted Goodness of Fit Index: GFI) เป็นค่าที่ได้จากการปรับแก้คำนี GFI เมื่อคำนึงถึงขนาดกลุ่มตัวอย่าง จำนวนตัวแปรและองศาความอิสระ

4) ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนเปรียบเทียบ CFI (Comparative Fit Index) มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1.00 ถ้ามีค่ามากกว่า 0.95 แสดงว่าโมเดลสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

5) ค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ (Relative Chi-square: χ^2 / df) เป็นค่าสถิติที่ใช้เปรียบเทียบระดับความกลมกลืนระหว่างโมเดลที่มีค่าองศาอิสระไม่เท่ากัน โดยมีค่าไค-สแควร์ สัมพัทธ์ไม่เกิน 3

6) ดัชนีรากที่สองกำลังสองเฉลี่ย (Standard Root Mean Square Residual: SRMR) เป็นดัชนีที่ใช้เปรียบเทียบระดับความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ของโมเดล 2 โมเดล เฉพาะกรณีที่เป็นการเปรียบเทียบโดยใช้ข้อมูลชุดเดียว ค่า SRMR อยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ถ้ามีค่าต่ำกว่า 0.08 แสดงว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

7) ค่ารากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อนโดยประมาณ (Root Mean Square Error of Approximation: RMSEA) ค่า RMSEA อยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ถ้ามีค่าต่ำกว่า 0.06 แสดงว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

