



ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาคผนวก ก

ร่างองค์ประกอบความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
วิชาพีชคณิตเชิงเส้น
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ร่างองค์ประกอบความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้วิชาพีชคณิตเชิงเส้น

จากการยกร่างองค์ประกอบของความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้วิชาพีชคณิตเชิงเส้น ผู้วิจัยได้ดำเนินการยกร่าง โดย การศึกษาหลักการ แนวคิด ทฤษฎี จากเอกสาร ตำรา ต่างๆ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้วิชาพีชคณิตเชิงเส้น และ สังเคราะห์จากแนวคิดของนักวิชาการและนักคณิตศาสตร์ศึกษา แล้วจัดทำเป็นร่าง องค์ประกอบของความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้วิชาพีชคณิตเชิงเส้น (Factor) ได้ 3 ด้านดังนี้

ความรู้ด้านเนื้อหา ประกอบด้วย ความรู้เชิงมโนทัศน์ ความรู้เชิงกระบวนการ ความรู้ในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องและความรู้ในเนื้อหาเฉพาะ

ความรู้ด้านการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย ความรู้เกี่ยวกับหลักการจัดการ เรียนรู้ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรความรู้เกี่ยวกับการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

ความรู้ด้านการเรียนรู้ของผู้เรียนประกอบด้วย ธรรมชาติการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางพีชคณิตเชิงเส้นของผู้เรียน และองค์ประกอบในการ เรียนรู้พีชคณิตเชิงเส้นของผู้เรียน

ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ประเด็นที่ 1 ร่างความรู้ด้านเนื้อหา ประกอบไปด้วย ความรู้เชิงมโนทัศน์ ความรู้เชิง กระบวนการ ความรู้ในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องและความรู้ในเนื้อหาเฉพาะ รายละเอียดของความรู้ สามารถวัดจากตัวแปรที่สังเกตได้ ดังนี้

1. ปรัชญาคณิตศาสตร์ ธรรมชาติของวิชาพีชคณิตเชิงเส้น
2. โครงสร้างของคณิตศาสตร์
3. โครงสร้างของพีชคณิตเชิงเส้น
4. หลักการพิสูจน์ทฤษฎีบท กฎ สมบัติ เบื้องต้น เกี่ยวกับเซต
5. หลักการพิสูจน์ทฤษฎีบท กฎ สมบัติ เบื้องต้น เกี่ยวกับความสัมพันธ์และฟังก์ชัน
6. หลักการพิสูจน์ทฤษฎีบท กฎ สมบัติ เบื้องต้น เกี่ยวกับเวกเตอร์เชิงเรขาคณิต
7. นิยามความสัมพันธ์สมมูล
8. นิยามฟังก์ชัน

9. นิยามฟังก์ชันหนึ่งต่อหนึ่ง
10. นิยามฟังก์ชันทั่วถึง
11. นิยามฟังก์ชันผกผัน
12. นิยามฟังก์ชันประกอบ
13. นิยามพีชคณิตของฟังก์ชัน
14. นิยามเซตของจำนวนจริง
15. ทฤษฎีบท สมบัติ เกี่ยวกับเซตของจำนวนจริง
16. นิยามเซตของจำนวนเต็ม
17. ทฤษฎีบท สมบัติ เกี่ยวกับเซตของจำนวนเต็ม
18. นิยามเซตของจำนวนตรรกยะ
19. ทฤษฎีบท สมบัติ เกี่ยวกับเซตของจำนวนตรรกยะ
20. นิยามและทฤษฎีบทเกี่ยวกับเซตของจำนวนอตรรกยะ
21. นิยามและทฤษฎีบทเกี่ยวกับเซตของจำนวนเชิงซ้อน
22. นิยามของกลุ่ม (Group)
23. นิยามของกลุ่มฟังก์ชันสัทีสถฐาน (Group Homomorphism)
24. นิยามและทฤษฎีเกี่ยวกับแก่นกลางและภาพของฟังก์ชัน
25. นิยามและสมบัติพื้นฐานของสนาม (Fields)
26. นิยามและสมบัติของเวกเตอร์เชิงเรขาคณิต (Geometrical Vectors)
27. นิยามและการพิสูจน์ทฤษฎีบทพื้นฐานของเวกเตอร์ในปริภูมิ n มิติ (Vectors in R^n)
28. เข้าใจหลักการของผลคูณคาร์ทีเซียน (Cartesian Product)
29. เข้าใจความสัมพันธ์ของฟังก์ชัน
30. เข้าใจสมบัติของความสัมพันธ์สมมูล (Equivalence Relation)
31. เข้าใจหลักการพิสูจน์สมบัติ ทฤษฎีบทต่างๆ ในความสัมพันธ์และฟังก์ชัน
32. เข้าใจหลักการพิสูจน์สมบัติ ทฤษฎีบท เกี่ยวกับเซตของจำนวนจริง
33. เข้าใจหลักการพิสูจน์สมบัติทฤษฎีบทเกี่ยวกับเซตของจำนวนเต็ม
34. เข้าใจหลักการพิสูจน์สมบัติทฤษฎีบทเกี่ยวกับเซตของจำนวนตรรกยะและอตรรกยะ
35. เข้าใจหลักการพิสูจน์สมบัติทฤษฎีบทเกี่ยวกับเซตของจำนวนเชิงซ้อน
36. เข้าใจหลักการพิสูจน์ทฤษฎีบท กฎ หรือสูตรต่างๆ ที่เกี่ยวกับกรุป
37. เข้าใจหลักการพิสูจน์สมบัติทฤษฎีบทเกี่ยวกับริงค์ และฟิลด์

38. เข้าใจหลักการนำสูตร ทฤษฎีบทหรือกฎต่างๆ มาใช้ในการแก้ปัญหาพีชคณิตเชิงเส้น
39. เข้าใจหลักการพิสูจน์สมบัติทฤษฎีบทเกี่ยวกับเวกเตอร์ในระนาบ 2 มิติ 3 มิติ และ n มิติ
40. เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบ ในการแก้ปัญหาเรื่องเซตของจำนวนจริง
41. เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบในการแก้ปัญหาเรื่องเซตของจำนวนเต็ม
42. เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบในการแก้ปัญหาเรื่องเซตของจำนวนตรรกยะ และอตรรกยะ
43. เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบในการแก้ปัญหาเรื่องเซตของจำนวนเชิงซ้อน
44. เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบในการแก้ปัญหาเรื่องเวกเตอร์เชิงเรขาคณิต
45. เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบในการแก้ปัญหาเรื่องเมทริกซ์
46. เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบในการแก้ปัญหาเรื่องการดำเนินการขั้นมูลฐาน และเมทริกซ์มูลฐาน
47. เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบในการแก้ปัญหาเรื่องตัวกำหนด
48. เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบในการแก้ปัญหาเรื่องสมบัติของตัวกำหนด
49. เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบในการแก้ปัญหาเรื่องระบบสมการเชิงเส้น
50. เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบในการแก้ปัญหาเรื่องค่าลำดับชั้นของเมทริกซ์
51. เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบในการแก้ปัญหาเรื่องปริภูมิเวกต์
52. เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบในการแก้ปัญหาเรื่องการแปลงเชิงเส้น
53. เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบในการแก้ปัญหาเรื่องเมทริกซ์ของการแปลงเชิงเส้น
54. เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบในการแก้ปัญหาเรื่องค่าลักษณะเฉพาะและเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะ
55. เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบในการแก้ปัญหาเรื่องเมทริกซ์คล้ายและการดำเนินการทำเป็นเมทริกซ์ทแยงมุม
56. เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบในการแก้ปัญหาเรื่องรูปแบบเชิงเส้น
57. เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบในการแก้ปัญหาเรื่องผลคูณภายในแบบยุคลิด
58. เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบในการแก้ปัญหาเรื่องปริภูมิผลคูณภายใน
59. เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบในการแก้ปัญหาเรื่องค่าประจำและระยะทาง
60. เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบในการแก้ปัญหาเรื่องฐานหลักเชิงตั้งฉาก
61. เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับกระบวนการกราม-ชมิคต์

62. เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบในการแก้ปัญหาเรื่องผลบวกตรง
63. เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบในการแก้ปัญหาเรื่องส่วนเติมเต็มเชิงตั้งฉาก
64. เข้าใจหลักการเลือกใช้ยุทธวิธีที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาพีชคณิตเชิงเส้น
65. เข้าใจหลักการ กฎเกณฑ์ ระเบียบวิธีการต่างๆ ที่ใช้ในขั้นตอนการคำนวณเพื่อหาผลเฉลยของคำตอบของพีชคณิตเชิงเส้น
66. เข้าใจหลักการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของผลเฉลยของคำตอบของพีชคณิตเชิงเส้น
67. ความหมายของเมทริกซ์
68. ความหมายเกี่ยวกับประเภทและชนิดของเมทริกซ์
69. การบวกเมทริกซ์
70. การคูณเมทริกซ์
71. เมทริกซ์สลับเปลี่ยน
72. เมทริกซ์สามเหลี่ยมบน และเมทริกซ์สามเหลี่ยมล่าง
73. เมทริกซ์ไม่เอกฐาน (Non-singular Matrix)
74. เมทริกซ์เอกฐาน (Singular Matrix)
75. เมทริกซ์เอกลักษณ์ (Identity Matrix)
76. เมทริกซ์ผกผัน (Invers Matrix)
77. เมทริกซ์สมมาตร (Symmetric Matrix)
78. เมทริกซ์เสกึ่งสมมาตร (Skew Symmetric Matrix)
79. การดำเนินการขั้นมูลฐานบนเมทริกซ์ตามแถวและตามหลัก (Elementary Row(Column) Operation on Matrices)
80. การสมมูลตามแถวหรือตามหลักของเมทริกซ์
81. สมบัติและทฤษฎีบทของตัวกำหนด
82. การหาผลเฉลยของระบบสมการเชิงเส้นและระบุจำนวนผลเฉลยด้วยค่าลำดับชั้นของเมทริกซ์
83. โครงสร้างและสมบัติของปริภูมิ R^n
84. ปริภูมิเวกเตอร์ (Vector Spaces) และปริภูมิย่อย (Subspaces)
85. ความเป็นอิสระเชิงเส้น (Linear Independence)
86. ฐานหลักและมิติ (Bases and Dimension)
87. เวกเตอร์พิกัดและสมสัณฐาน (Coordinate Vectors and Isomorphism)
88. การแปลงเชิงเส้น (Linear Transformations) แก่นกลางและภาพของการแปลงเชิงเส้น

(Kernel and Image of Linear)

89. เมทริกซ์ของการแปลงเชิงเส้น (Matrices of Linear Transformations)
90. การเปลี่ยนฐานหลัก (Change of Basis)
91. ความคล้าย (Similarity)
92. ค่าลักษณะเฉพาะและเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะ (Eigenvalues and Eigenvectors)
93. รอยเมทริกซ์ (Trace of a Matrix)
94. เมทริกซ์คล้ายและการทำเป็นเมทริกซ์ทแยงมุม (Similar Matrices and Diagonalization)
95. รูปแบบเชิงเส้น (Linear Forms)
96. ตัวลบล้าง (Annihilators)
97. รูปแบบเชิงเส้นคู่ (Bilinear Forms)
98. รูปแบบเชิงเส้นคู่สมมาตร (Symmetric Bilinear Forms)
99. รูปแบบกำลังสอง (Quadratic Forms)
100. ผลคูณภายในแบบยูคลิด (Euclidean Inner Products)
101. ปริภูมิผลคูณภายใน (Inner Product Spaces)
102. ค่าประจำและระยะทาง (Norms and Distances)
103. ฐานหลักเชิงตั้งฉาก (Orthogonal Bases)
104. กระบวนการของกราม-ชมิทต์ (Gram-Schmidt Process)
105. ผลบวกตรง (Direct Sums)
106. ส่วนเติมเต็มเชิงตั้งฉาก (Orthogonal Complements)

ประเด็นที่ 2 ความรู้ด้านการจัดการเรียนรู้ ประกอบไปด้วย ทฤษฎีเกี่ยวกับการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ ความรู้ในหลักการจัดการเรียนรู้ และความรู้ในหลักสูตร รายละเอียดของความรู้สามารถวัดจากตัวแปรที่สังเกตได้ ดังนี้

1. การสำรวจความพร้อมก่อนสอน
2. การทบทวนความรู้พื้นฐานเดิมก่อนนำเสนอเนื้อหาใหม่เสมอ
3. เชื่อมโยงความรู้เดิมไปสู่ความรู้ใหม่ได้อย่างกลมกลืน
4. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามสนใจและความถนัดของผู้เรียน
5. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เนื้อหาสัมพันธ์และต่อเนื่องกัน
6. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการวางแผนจัดการเรียนรู้

7. ให้ผู้เรียนเข้าใจกฎสูตรทฤษฎีจากการค้นคว้า
8. กิจกรรมที่ให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวเอง
9. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมทั้งรายบุคคลและรายกลุ่ม
10. นำประสบการณ์ในชีวิตประจำวันมาเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้
11. ให้ผู้เรียนได้เผชิญปัญหาที่เร้าใจและน่าสนใจ
12. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีอิสระในการแสดงความคิดเห็นและให้เหตุผล
13. ส่งเสริมการคิดตามลำดับเหตุไปสู่อุผล
14. ส่งเสริมให้ผู้เรียนตรวจสอบคำตอบด้วยตนเอง
15. การเสริมแรงระหว่างทำกิจกรรม
16. สื่อประกอบการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสม
17. จัดบรรยากาศในการเรียนรู้สนุกสนานและน่าติดตาม
18. การวิเคราะห์หลักสูตรคณิตศาสตร์เพื่อนำไปสู่การจัดการวางแผนการเรียนรู้
19. การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ตามมาตรฐานความรู้ในรายวิชาพีชคณิตเชิงเส้น ตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ ตามประกาศกระทรวงศึกษาธิการ
20. การวางแผนการจัดการเรียนรู้ตามผลการวิเคราะห์
21. การเตรียมกิจกรรมก่อนการจัดการเรียนรู้
22. จัดการเรียนรู้ตามแผนที่วางไว้
23. ใช้เอกสารประกอบการสอนที่หลากหลาย เพื่อประกอบการจัดการเรียนรู้
24. การประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์และเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมในการจัดการเรียนรู้
25. การจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียนบนพื้นฐานนวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศทางการศึกษา
26. การวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดจากการใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศ
27. ใช้สื่อประสมในการทบทวนและจัดกิจกรรมการเรียนรู้
28. ปรับและเลือกใช้ซอฟต์แวร์ที่หลากหลายไปใช้เพื่อนำไปสู่การคิดแก้ปัญหาและการสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ในชีวิตประจำวันและการประยุกต์ทำงานที่เหมาะสมกับศาสตร์ต่างๆ
29. พัฒนาระบบการคิดของผู้เรียนผ่านเครื่องมือการเขียนซอฟต์แวร์อย่างง่าย
30. เข้าใจจุดมุ่งหมายและหลักการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้
31. เข้าใจหลักการวัดและประเมินผลวิชาพีชคณิตเชิงเส้น
32. ความรู้ในด้านภาษาใช้คำศัพท์และประโยคที่ถูกต้องชัดเจนสื่อความหมายให้เข้าใจได้ง่ายในการ

วัตถุประสงค์

33. การวางแผนสร้างเครื่องมือในการวัดประเมินผล อย่างเป็นขั้นเป็นตอน
34. การศึกษาหลักสูตรและมาตรฐานการเรียนรู้ที่ต้องการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ในวิชาพืชคณิตเชิงเส้น
35. การวิเคราะห์พฤติกรรมที่ต้องการวัดในการเรียนรู้ในวิชาพืชคณิตเชิงเส้น
36. การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้
37. การกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนที่เหมาะสมและชัดเจน
38. เข้าใจเกณฑ์การประเมินและแบบบันทึกผลการตรวจหรือประเมินคุณภาพมีความสอดคล้องกัน มีความชัดเจนครอบคลุมการวัดตามเนื้อหา
39. หลักการแปลผลการประเมินได้อย่างถูกต้อง

ประเด็นที่ 3 ความรู้ด้านการเรียนรู้ของผู้เรียน ประกอบไปด้วย ธรรมชาติการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ของผู้เรียน ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางพืชคณิตเชิงเส้นของผู้เรียน และองค์ประกอบในการเรียนรู้พืชคณิตเชิงเส้นของผู้เรียน รายละเอียดของความรู้สามารถวัดจากตัวแปรที่สังเกตได้ ดังนี้

1. คำนึงถึงบริบทของผู้เรียนที่เกี่ยวข้อง สุขภาพ ประสบการณ์เดิม ความสนใจ เวลา เหตุการณ์ สถานที่ บรรยากาศ
2. ความเป็นกัลยาณมิตรระหว่างครูกับผู้เรียน ผู้เรียนกับผู้เรียน
3. สร้างสมาชิกก่อนการจัดการเรียนรู้แก่ผู้เรียน
4. ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน
5. ผู้เรียนมีโอกาสแสดงความคิดเห็นและซักถาม
6. ผู้เรียนได้รู้สึกเกิดความสำเร็จและภูมิใจในตนเอง
7. ผู้เรียนได้มีโอกาสประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองและเพื่อน
8. ผู้เรียนได้รู้สึกว่ามีค่าสำคัญและได้รับเกียรติ
9. การส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน
10. การยอมรับความสามารถของผู้เรียน
11. วิธีการสร้างมโนทัศน์ในเนื้อหาเมตริกซ์และคิเทอร์มิแนนซ์
12. วิธีการสร้างมโนทัศน์ในเนื้อหาการดำเนินการขั้นมูลฐาน
13. วิธีการสร้างมโนทัศน์ในการหาผลเฉลยของระบบสมการเชิงเส้น

14. วิธีการสร้างมโนทัศน์การศึกษาเรื่องปริภูมิเวกเตอร์
15. วิธีการสร้างมโนทัศน์ในการแปลงเชิงเส้น ค่าเฉพาะ
16. วิธีการสร้างมโนทัศน์ในเวกเตอร์เฉพาะการประยุกต์
17. วิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจากแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบ
18. วิเคราะห์หาสาเหตุของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
19. หาแนวทางแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชาพีชคณิตเชิงเส้น
20. เข้าใจวิธีการเรียนรู้พีชคณิตเชิงเส้นของผู้เรียน
21. เข้าใจความรู้พื้นฐานและประสบการณ์ของผู้เรียนในการแก้ปัญหา
22. ปัจจัยที่ทำให้ผู้เรียนเข้าใจหรือสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาในการเรียนเรื่องเมทริกซ์และดีเทอร์มิแนนซ์
23. ปัจจัยที่ทำให้ผู้เรียนเข้าใจหรือสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาในการเรียนเรื่องการดำเนินการขั้นมูลฐาน
24. ปัจจัยที่ทำให้ผู้เรียนเข้าใจหรือสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาในการเรียนเรื่องการแก้ระบบสมการเชิงเส้นหลายตัวแปร
25. ปัจจัยที่ทำให้ผู้เรียนเข้าใจหรือสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาในการเรียนเรื่องการสมมูลตามแถวหรือตามหลักของเมทริกซ์
26. ปัจจัยที่ทำให้ผู้เรียนเข้าใจหรือสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาในการเรียนเรื่องการหาผลเฉลยของระบบสมการเชิงเส้นและระบุจำนวนผลเฉลยด้วยค่าลำดับชั้นของเมทริกซ์
27. ปัจจัยที่ทำให้ผู้เรียนเข้าใจหรือสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาในการเรียนเรื่องปริภูมิเวกเตอร์
28. ปัจจัยที่ทำให้ผู้เรียนเข้าใจหรือสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาในการเรียนเรื่อง การแปลงเชิงเส้น ค่าเฉพาะและเวกเตอร์เฉพาะการประยุกต์
29. ปัจจัยที่ทำให้ผู้เรียนเข้าใจหรือสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาในการประยุกต์การแก้ปัญหาพีชคณิตเชิงเส้น เข้ากับศาสตร์อื่นๆ
30. ความสามารถในการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ
31. เข้าใจการให้เหตุผลและการพิสูจน์ การสื่อสาร การเชื่อมโยง และมโนภาพของผู้เรียน



ภาคผนวก ข

1. รายชื่อผู้เข้าร่วมการสนทนากลุ่ม
2. หนังสือขอเรียนเชิญเข้าร่วมเป็นผู้เชี่ยวชาญในการสนทนากลุ่มงานวิจัย
3. เอกสารประกอบการสนทนากลุ่ม
4. สรุปผลการสนทนากลุ่ม



เอกสารประกอบการสนทนากลุ่ม
เรื่อง ความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้วิชาพีชคณิตเชิงเส้น



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ณ ห้อง 150408 อาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

การสนทนากลุ่มนี้เป็นส่วนหนึ่งของคณาจารย์นิพนธ์สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
เรื่องการศึกษาองค์ประกอบความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้
คณิตศาสตร์กรณีศึกษาวิชาพีชคณิตเชิงเส้น

คำชี้แจง

การจัดสนทนากลุ่มครั้งนี้เป็นส่วนหนึ่งของการคณาจารย์นิพนธ์สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา เรื่องการศึกษาองค์ประกอบของความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้วิชาพีชคณิตเชิงเส้น โดยนางสาวปนัดดา สังข์ศรีแก้ว นักศึกษาปริญญาเอก สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา หลักสูตร ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต โดยมีวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้

1. ศึกษาความรู้ของอาจารย์ด้านเนื้อหา
 2. ศึกษาความรู้ของอาจารย์ด้านการจัดการเรียนรู้
 3. ศึกษาความรู้ของอาจารย์ด้านความรู้เกี่ยวกับการเรียนรู้ของผู้เรียน
- การดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ระยะ ดังนี้
- ระยะที่ 1 การยกร่างและพัฒนางานองค์ประกอบความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้วิชาพีชคณิตเชิงเส้นซึ่งแบ่งเป็น 2 ชั้น ดังนี้
- ชั้นที่ 1 ยกร่างองค์ประกอบของความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้วิชาพีชคณิตเชิงเส้น
 - ชั้นที่ 2 พัฒนางานองค์ประกอบของความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้วิชาพีชคณิตเชิงเส้น
- ระยะที่ 2 การประเมินองค์ประกอบของความรู้ของอาจารย์สำหรับการจัดการเรียนรู้วิชาพีชคณิตเชิงเส้นซึ่งแบ่งเป็น 2 ชั้น ดังนี้
- ชั้นที่ 1 วิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันเกี่ยวกับองค์ประกอบของความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้วิชาพีชคณิตเชิงเส้น
 - ชั้นที่ 2 สัมภาษณ์และสังเกตการสอนการจัดการเรียนรู้วิชาพีชคณิตเชิงเส้น

สารบัญ

1. บทนำ	5
2. ความรู้ของครูในการจัดการเรียนรู้วิชาพีชคณิตเชิงเส้น	10
3. ความรู้ในด้านเนื้อหา	17
3.1 ความรู้เชิงมโนทัศน์	18
3.2 ความรู้เชิงกระบวนการ	19
3.3 ความรู้ในเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง	20
3.4 ความรู้ในเนื้อหาเฉพาะ	21
4. ความรู้ในด้านการจัดการเรียนรู้พีชคณิตเชิงเส้น	22
4.1 ความรู้เกี่ยวกับหลักการจัดการเรียนรู้	25
4.2 ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตร	27
4.3 ความรู้เกี่ยวกับการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้	37
5. ความรู้เกี่ยวกับด้านการเรียนรู้ของผู้เรียน	40
5.1 ความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติการเรียนรู้คณิตศาสตร์	41
5.2 ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจในมโนทัศน์ทางพีชคณิตเชิงเส้นของผู้เรียน	42
5.3 ความรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบในการเรียนรู้พีชคณิตเชิงเส้น	44
บรรณานุกรม	47

1. บทนำ

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีลักษณะเป็นนามธรรม มีโครงสร้างซึ่งประกอบไปด้วยคำนิยาม คำนิยาม สัจพจน์ที่เป็นข้อตกลงเบื้องต้น จากนั้นจึงสร้างทฤษฎีต่างๆ ขึ้น โดยทฤษฎีจะต้องแสดงการพิสูจน์ก่อน เป็นที่เข้าใจกันโดยทั่วไปว่าเกี่ยวข้องกับการตรวจสอบของข้อความโดยการประยุกต์ใช้กฎ การอุปนัยหรือนิรนัย ข้อตกลง สัจพจน์ และข้อสรุปที่ได้มาตามลำดับ ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก็คือครู ทั้งนี้เพราะครูถือเป็นหัวใจสำคัญของการปฏิรูปการเรียนรู้ ครูจึงเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ขาดไม่ได้ในกระบวนการเรียนการสอน (สำนักงานสภาพัฒนาการศึกษาระดับปริญญาตรี, 2545) ดังนั้นครูจึงเป็นบุคคลสำคัญและความรู้ของครูมีอิทธิพลต่อโอกาสการเรียนรู้ของนักเรียน เฟินนีมาร์และเฟรงค์(Fennema.andFranke.1992 : 162) นักวิชาการหลายท่าน ได้ทำการวิจัยเพื่อแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ของครูกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยพบว่า คุณภาพการสอนของครูเป็นสาเหตุโดยตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (มณีกา เรื่องสินชัยวานิช. 2552 : 1) ซึ่งสอดคล้องกับ จูดียา วงศ์วิทยากุล(2555 : 163-173) ที่ได้ศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า คุณภาพการสอนของครูเป็นสาเหตุโดยตรงต่อความสามารถในการแก้ปัญหของนักเรียน นอกจากนี้ โกมล คิมทอง (2549 : 1) ได้ทำการศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ ระดับปริญญาตรีมหาวิทยาลัยราชภัฏกลุ่มรัตน โกสินทร์ ซึ่งพบว่าคุณภาพการสอนของครูเป็นสาเหตุโดยตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยคุณภาพการสอนของครูนั้นเป็นการสะท้อนความรู้ของครู ดังนั้นความรู้ของครูจึงมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ดังนั้นนักการศึกษาจึงได้ให้ความสำคัญและความสนใจเกี่ยวกับความรู้ของครูมากขึ้น โดยให้ความสนใจว่าผู้เรียนเรียนรู้อย่างไร คิดอย่างไร สร้างความรู้อย่างไร แนวคิดดังกล่าวมีผลต่อการศึกษาคำถามว่าครูที่เรียนรู้อย่างไร จะสอนอย่างไร ความรู้ใดบ้างที่จำเป็นต่อการสอนของครู ทั้งนี้ความรู้เป็นสิ่งที่กำหนดการปฏิบัติการสอนของครู หากครูมีความรู้ดีก็ทำให้เชื่อว่าครูจะสามารถสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในปี 1985 โชวแมน (Shulman. 1986 : 45) ได้เรียกร้องให้เกิดการทบทวนวิจัยเกี่ยวกับความรู้สำหรับการสอนมากขึ้น โดยเขาได้บรรยายผลงานที่ชื่อว่า “Those who Understand: Knowledge Growth in Teaching” ในการประชุมวิชาการประจำปีของสมาคมวิจัยทางการศึกษาของประเทศสหรัฐอเมริกา (The 1985 Annual Meeting of the American Educational Research Association) และได้เสนอว่าสิ่งที่ขาดหายไปจากกระบวนการค้นคว้า (Missing

Paradigm) ที่เกี่ยวกับการวิจัยทางการศึกษาและการศึกษาเกี่ยวกับการสอน ก็คือความรู้ในเนื้อหาของครู (Shulman, 1986 : 4 - 14) โดยเขาได้เสนอความรู้ในเนื้อหาดังกล่าวสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ ความรู้ในเนื้อหา (Subject Matter Knowledge) ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตร (Curricular Knowledge) และความรู้ในการจัดการเรียนรู้ (Pedagogical Content Knowledge) โดย Shulman, (1986 : 4 - 14) ได้นิยามความรู้ในการจัดการเรียนรู้ว่า เป็น “ประเภทของความรู้ที่จำเพาะและเป็นองค์ความรู้ที่นอกเหนือจากความรู้ด้านเนื้อหา องค์ความรู้นี้คือการบูรณาการมิติของความรู้ด้านต่าง ๆ เพื่อเพิ่มศักยภาพของการสอนในเนื้อหานั้น” โดยองค์ประกอบของความรู้ที่สำคัญ ได้แก่ องค์ประกอบของความรู้ด้านเนื้อหาและวิธีการสอนที่เหมาะสมส่งเสริมการจัดการเรียนการสอนของครูได้อย่างมีประสิทธิภาพและกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหานั้นได้ โดยมุ่งเน้นถึงความรู้ที่เอื้อให้ครูสามารถเข้าถึงแนวคิดเดิมที่ผู้เรียนมีมาก่อนเกี่ยวกับเนื้อหานั้น และความยากในการเรียนรู้ โดยองค์ประกอบของความรู้ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดนี้ แต่ละมิติของความรู้มีความสอดคล้องและเอื้ออำนวยต่อกันคล้ายกับเกลียวเชือก ในการจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนนั้นครูต้องมีความสามารถในการปรับความยืดหยุ่นของเกลียวเชือกเส้นนี้ ซึ่งความหมายอีกนัยหนึ่ง คือ ครูต้องมีความรู้แต่ละด้านที่เหมาะสมด้านวิธีการสอน วิธีการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ ที่เหมาะสมต่อการถ่ายทอดเนื้อหาความรู้ นั้น ไปสู่ตัวผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างของตัวผู้เรียน เข้าใจถึงวิธีการเรียนรู้ของผู้เรียน บูรณาการความรู้แต่ละด้านได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน เมื่อครูเข้าใจถึงแนวคิดเดิมที่ผู้เรียนมีและความยากในการเรียนรู้ที่ผู้เรียนประสบปัญหา ย่อมส่งเสริมให้ครูเข้าใจถึงรูปแบบที่เหมาะสมในการจัดการเรียนการสอน ในด้านวิธีการสอนสำหรับคณิตศาสตร์ ได้มีนักคณิตศาสตร์ศึกษาจำนวนมาก บอลล์ ฮิว ปรลพ บาส (Ball, Hill, and Bass, 2005 : 43 - 46; Brophy, 1991 และ Grossman, 1990 : 8) ได้ทำการศึกษาและได้เสนอแนะความรู้ความเข้าใจที่นำมาใช้ในการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี

การวิจัยการเรียนรู้ของครูที่ผ่านมาได้มีการวิจัยความรู้สำหรับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รูปแบบที่เป็นความรู้อิงเฉพาะของความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีประโยชน์สำหรับการปฏิบัติงานของครูเป็นหัวใจสำคัญในการศึกษาของครู (Adler, Ball, Krainer, Lin, และ Novotna, 2005 : 359 – 381; Ball and Bass, 2003; Ball, Lubienski, และ Mewborn, 2001: 433 - 456) การวิจัยในปัจจุบันมุ่งเน้นไปที่ความรู้ทางคณิตศาสตร์ทั่วไปของการเรียนการสอนในบริบทของการออกแบบหลักสูตรสำหรับครูประถมศึกษา ฟลาวเวอร์ และรูเบอ (Flowers and Rubenstein, 2006: 29 - 44; Morris, Hiebert, และ Spitzer, 2009: 491 - 529; G.J.

Stylianides.and A.J. Stylianides. 2010: 161 - 172) นอกจากนี้ Stylianides.and Ball. (2008: 307 - 332) ได้ทำการวิจัยสถานการณ์ในชั้นเรียนเป็นความพยายามระบุนความรู้สำหรับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยมุ่งเน้นเนื้อหาในระดับประถมศึกษา เช่น เศษส่วนหรือการคูณ ไอแซก (Izsák. 2008 : 95 - 143) หรือพีชคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย บาร์เกอร์ (Barker. 2007 : 20; Ferrini-Mundy, Floden, McCrory, Burrill. and Samdow. 2005)

พีชคณิตเชิงเส้น (Linear Algebra) เป็นวิชาเอกบังคับตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับปริญญาตรี และจัดอยู่ในกลุ่มวิชาพื้นฐานของศาสตร์ด้านต่างๆ เช่น วิทยาการคอมพิวเตอร์ วิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เป็นต้น ถือว่าพีชคณิตเชิงเส้นเป็นวิชาที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง สำหรับการศึกษาเล่าเรียนเพื่อเป็นพื้นฐานเพื่อที่จะนำไปประยุกต์ใช้แก้ปัญหาในศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง (เกรียง กิจบำรุงรัตน์. 2556 : 869) ซึ่ง พีชคณิตเชิงเส้นเป็นสาขาหนึ่งของคณิตศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับ เมทริกซ์เวกเตอร์ ปริภูมิเวกเตอร์ การแปลงเชิงเส้น และระบบสมการเชิงเส้น (กระทรวงศึกษาธิการ. 2555 : 9 - 10) พีชคณิตเชิงเส้นเป็นการศึกษาด้านพีชคณิตนามธรรมผสมผสานกับการวิเคราะห์เชิงฟังก์ชัน ซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับการศึกษาเรขาคณิตวิเคราะห์ และทฤษฎีตัวดำเนินการ และได้มีการประยุกต์พีชคณิตเชิงเส้นใช้กันอย่างแพร่หลายในศาสตร์ต่าง ๆ ในการประยุกต์ใช้อย่างหนึ่งของพีชคณิตเชิงเส้นคือการแก้ระบบสมการเชิงเส้นหลายตัวแปร (Strang. 1980) ดังนั้นในการเรียนวิชาพีชคณิตเชิงเส้นนั้น ผู้เรียนจะต้องมีคุณลักษณะตามมาตรฐานความรู้ทั้ง 5 ด้าน ซึ่งได้แก่ ด้านคุณธรรมจริยธรรม ด้านทักษะทางปัญญา ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ ด้านทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และด้านความรู้

ความรู้ของครูถือว่าเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิผลของผู้เรียนและเป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อผลการเรียนรู้ของผู้เรียน ดังนั้นนักการศึกษาทั้งไทยและต่างประเทศมีความเห็นที่สอดคล้องกันว่าความรู้ของครูมีผลด้านบวกต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ซึ่ง Begle. (1979 : 41 - 43) ได้กล่าวถึงบทบาทของความรู้ของครูที่มีต่อประสิทธิภาพของผู้เรียน ระหว่างปี ค.ศ.1960 - 1976 โดยเขาพิจารณาจากความรู้ของครู 3 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ด้านการจัดการเรียนรู้ และบริบทอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ผลการศึกษา พบว่า ความรู้ของครู ทั้งสามด้านมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียน จะเห็นได้ว่าบทบาทของความรู้ของครูเป็นสิ่งที่สำคัญที่มีต่อประสิทธิภาพของผู้เรียนเป็นอย่างมาก ซึ่งในการจัดการศึกษาจะสำเร็จได้เพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับความรู้ของครู เนื่องจากครูเป็นผู้ใช้

หลักสูตรและเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญในการจัดกระบวนการเรียนการสอน (ไพบูลย์ บุญไชย. 2555 : 1) ดังนั้น ครูจะต้องมีความรู้ในวิชาที่สอนอย่างลึกซึ้ง มีความเข้าใจในตัวของผู้เรียนเป็นอย่างดี และครูจะต้องมีความรู้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ดี มีความรู้ในการเลือกใช้สื่อสำหรับการเรียนรู้และสามารถถ่ายทอดความรู้ได้ดี และหากครูมีเจตคติที่ดีต่อวิชาชีพหรือมีคุณลักษณะส่วนตัวที่ดีแล้วจะส่งผลต่อตัวผู้เรียนด้านคุณลักษณะที่ดีของผู้เรียนด้วย ซึ่ง Growns.(1992 : 159-160) and Elbaz. (1983 : 61) ได้มีแนวคิดที่สอดคล้องกันเกี่ยวกับความรู้ของครูว่าเป็นความรู้ในตัวนักเรียนที่ได้จากการจัดประสบการณ์ให้แก่ นักเรียนในชั้นเรียนจะเห็นได้ว่าความรู้ของครูมีความสำคัญต่อการพัฒนาผู้เรียนเป็นอย่างมาก เนื่องจากนักการศึกษาทั้งในและต่างประเทศได้ให้ความสำคัญเกี่ยวกับความรู้ของครูว่า ความรู้ของครูเป็นสิ่งที่สำคัญและจำเป็นในการพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้และมีทักษะและกระบวนการพร้อมทั้งมีคุณลักษณะที่ดี (สิริพร ทิพย์คง. 2545 : 1) ซึ่ง Fennema. and Franke.(1992 : 147) และ Shulmam.(1985 : 439) ได้กล่าวถึงความสำคัญของความรู้ของครูที่สอดคล้องกันว่าเป็นสิ่งที่จำเป็นที่จะนำไปสู่การเรียนรู้ของนักเรียน ถ้าครูมีความรู้มากและกว้างขวางแล้วจะสามารถถ่ายทอดให้กับผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ จะเห็นว่าหากในการจัดการเรียนรู้ผู้เรียนจะเกิดประสิทธิผลต่อผู้เรียนได้ดีนั้นครูจึงถือว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญเนื่องจาก ครูผู้สอนเป็นบุคคลที่มีความสำคัญที่จะต้องใช้ความรู้ของครู ในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดความสมบูรณ์และมีประสิทธิภาพ (วัชรวิ กาญจนเกียรติ. 2554 : 10-11) ซึ่งความรู้ของครูมีอิทธิพลต่อความรู้พื้นฐาน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียนเป็นอย่างมากทั้งในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน และในระดับอุดมศึกษา อาจกล่าวได้ว่าหากครูหรืออาจารย์ผู้สอนมีความรู้ในสาระการเรียนรู้ที่แม่นยำกว้างขวางและครอบคลุมถึงความรู้ใหม่ๆ ได้อย่างถูกต้อง และทันสมัยแล้วจะทำให้ผู้เรียนได้รับข้อมูลที่ถูกต้อง แม่นยำ สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ที่ระบุไว้ในหลักสูตรสอดคล้องกับเจตนารมณ์ของพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติพ.ศ.2542และเพื่อนำไปเป็นข้อมูลในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนให้มีคุณภาพต่อไป

จากการเรียนการสอนพีชคณิตเชิงเส้น พบว่าผู้เรียนมักขาดประสบการณ์ในการวิเคราะห์ และการแก้โจทย์ จึงดูเหมือนว่าเป็นวิชาที่ยากและน่าเบื่อหน่ายสำหรับผู้เรียนที่ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนค่อนข้างต่ำ(เกรียง กิจบำรุงรัตน์. 2556) และปัญหาในการเรียนวิชาพีชคณิตเชิงเส้นส่วนใหญ่ พบว่า ผู้เรียนขาดความเข้าใจบทนิยาม จึงไม่สามารถอ่านนิยามเพื่อนำมาพิสูจน์ทฤษฎีในเนื้อหาพีชคณิตเชิงเส้นได้ อันจะทำให้ผู้เรียนขาดมโนทัศน์ของเนื้อหา จึงไม่สามารถดำเนินการตามกระบวนการจัดการเรียนรู้ขั้นต่อไปได้อย่างสมบูรณ์จากข้อมูล

สถิติผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาพีชคณิตเชิงเส้น (Linear Algebra) พบว่านักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนค่อนข้างต่ำ ขาดแรงจูงใจในการเรียน ไม่สามารถสร้างองค์ความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ได้ และนักศึกษาส่วนใหญ่ยังเคยชินกับการเป็นผู้รับมากกว่าผู้แสวงหา ขาดความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ในรายวิชาดังกล่าว (เกรียง กิจบำรุงรัตน์, 2556 : 868 - 869) โดยเฉพาะเนื้อหาเรื่องเมทริกซ์ และดีเทอร์มิแนนท์ ระบบสมการเชิงเส้น การแก้สมการหาคำตอบด้วยวิธี Gaussian Elimination and Gauss Jordan ที่มีความยุ่งยากซับซ้อน และลักษณะโจทย์ที่มีความหลากหลายรูปแบบ ทำให้นักศึกษาขาดทักษะในการวิเคราะห์และขาดทักษะในการแก้โจทย์ (ทศนา แคมมณี, 2546 : 96)

ทั้งนี้อาจเป็นเพราะปัจจัยด้านความรู้ของครูหรืออาจารย์ผู้สอน ไม่ว่าจะเป็นความรู้ด้านเนื้อหา ความรู้ด้านการจัดการเรียนรู้ ความรู้ด้านการเรียนรู้ของผู้เรียน หรือความรู้ด้านการใช้สื่อในการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมและสอดคล้องกับกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน ทั้งนี้เนื่องมาจากอาจารย์ผู้สอนในระดับมหาวิทยาลัยส่วนใหญ่ไม่ได้รับการฝึกฝนทางด้านการจัดการศึกษา วิธีการสอน การวัดและการประเมินผลโดยตรง แต่อาศัยการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง แล้วมุ่งสอนเนื้อหาให้ชัดเจนเพียงอย่างเดียว ดังนั้นนิสิตนักศึกษาที่เรียนดีจะสอบผ่าน ผู้ที่เรียนไม่ดีจะสอบตก (สิริพร ทิพย์คง, 2541 : 27 ; อ้างใน สมภพ ลำวัณนพร, 2544) จากผลการวิจัยของ Li and Xuhui, (2011 : 1-16) ได้ชี้ให้เห็นว่าการเตรียมความพร้อมของครู คณิตศาสตร์และการพัฒนาวิชาชีพครูจะเปิดโอกาสให้ครูได้ทบทวนการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์และการใช้คณิตศาสตร์ในเชิงลึก และการพัฒนาทักษะการเรียนการสอนในการทำการตัดสินใจที่จะรักษาสมดุลของโดเมนทั้งหมดของความรู้สำหรับการจัดการเรียนรู้ ความเชื่อของครู และปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการวัดระดับความสามารถในการปฏิบัติการทางพีชคณิต สอดคล้องกับบารเกอร์ (Barker, 2007 : 191 – 194) ที่ได้ทำการศึกษาความรู้ของครูเกี่ยวกับการให้เหตุผลเชิงพีชคณิตที่มีผลต่อการจัดการเรียนการสอนพบว่า การอธิบายที่เน้นให้นักเรียนได้ให้เหตุผล และวิธีการที่หลากหลายในการอธิบาย ทำให้เห็นได้อย่างชัดเจนว่าครูถูกใช้ความรู้เกี่ยวกับผู้เรียนในการอธิบายเกี่ยวกับการสอนของพวกเขา ดังนั้นครูหรืออาจารย์ผู้สอนจึงจำเป็นต้องมีความรู้ในเนื้อหาในรายวิชาดังกล่าว และจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับถ่ายทอดความรู้สู่ตัวผู้เรียนได้เป็นอย่างดี จะเห็นว่าความรู้ของครูในการสอนในรายวิชาดังกล่าวจึงเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างมาก ต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนซึ่งจะส่งผลกระทบต่อผลการเรียนในทางตรงอีกด้วย

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาองค์ประกอบความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้วิชาพีชคณิตเชิงเส้น เพื่อใช้เป็นข้อสนเทศและเป็นแนวทางในการพัฒนาการ

จัดการเรียนรู้ ในรายวิชาพีชคณิตเชิงเส้น และเป็นแนวทางในการพัฒนาความรู้ของครูหรืออาจารย์ผู้สอน เพื่อให้เหมาะสมและสอดคล้องกับหลักสูตร ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วิชาพีชคณิตเชิงเส้น จัดอยู่ในกลุ่มวิชาเอกบังคับ มีหน่วย เป็น 3 หน่วยกิต ประกอบด้วยการสอนโดยการบรรยาย 3 ชั่วโมงและศึกษาค้นคว้าด้วยตัวเอง 6 ชั่วโมงต่อสัปดาห์และในระยะเวลา 1 ภาคการศึกษาใช้เวลาเรียน 15 สัปดาห์ โดยเนื้อหาวิชาประกอบด้วยหัวข้อต่อไปนี้อย่างกว้างและตีเทอริมีเน้นระบบสมการเชิงเส้นและการดำเนินการขั้นมูลฐานปริภูมิเวกเตอร์การแปลงเชิงเส้นค่าเฉพาะและเวกเตอร์เฉพาะการประยุกต์ พีชคณิตเชิงเส้นเป็นสาขาหนึ่งของคณิตศาสตร์ที่ศึกษาเวกเตอร์ ปริภูมิเวกเตอร์ (หรืออีกชื่อหนึ่งคือ ปริภูมิเชิงเส้น) การแปลงเชิงเส้น และระบบสมการเชิงเส้น ปริภูมิเวกเตอร์เป็นเรื่องที่ได้รับความนิยมอย่างมากในคณิตศาสตร์สมัยใหม่ เนื่องจากพีชคณิตเชิงเส้นถูกนำไปใช้อย่างกว้างขวางในคณิตศาสตร์สองสายหลักคือ พีชคณิตนามธรรมและการวิเคราะห์เชิงฟังก์ชัน พีชคณิตเชิงเส้นนั้นมีรูปแบบที่ชัดเจนในเรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์ และถูกขยายให้กว้างขึ้นในทฤษฎีตัวดำเนินการ และมีการประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายในศาสตร์ทางด้านวิทยาศาสตร์และสังคมศาสตร์ เนื่องจากการสร้างแบบจำลองไม่เชิงเส้น (Nonlinear Model) นั้น ส่วนมากสามารถประมาณการณได้ด้วยรูปแบบของแบบจำลองเชิงเส้น (Linear Model) ดังนั้นในการประยุกต์ของพีชคณิตเชิงเส้น เป็นการแก้ระบบสมการเชิงเส้นหลายตัวแปร เมื่อมีจำนวนที่ไม่ทราบค่า หรือตัวแปร เท่ากับจำนวนของสมการ แล้วจะสามารถแก้ปัญหาระบบสมการเชิงเส้น n สมการ สำหรับจำนวนที่ไม่ทราบค่า n ตัวได้โดยตรง (Strang, 1980)

ประวัติของพีชคณิตเชิงเส้นสมัยใหม่ เริ่มต้นในช่วงยุคปี ค.ศ. 1840 โดยในปี ค.ศ. 1843 วิลเลียม ราวาล ฮามิลตัน (William Rowan Hamilton) ได้เสนอแนวคิดเรื่อง ควาเทอร์เนียน (Quaternion) เพื่อใช้ในการอธิบายกลศาสตร์ในปริภูมิสามมิติ ต่อมาในปี ค.ศ. 1844 Hermann Grassmann ได้ตีพิมพ์หนังสือของเขาในชื่อ Die lineale Ausdehnungslehre หลังจากนั้นในปี ค.ศ. 1857 Arthur Cayley ก็ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับเมทริกซ์ ซึ่งเป็นหนึ่งในพื้นฐานสำคัญของแนวความคิดเกี่ยวกับพีชคณิตเชิงเส้น แม้แนวความคิดเหล่านี้จะถูกนำเสนอตั้งแต่นั้นในช่วงเวลานั้น แต่การพัฒนาพีชคณิตเชิงเส้นอย่างจริงจังนั้นเริ่มต้นในช่วงหลังปี ค.ศ. 1900 และกลายเป็นหัวข้อที่ได้รับการสนใจจากกลุ่มนักคณิตศาสตร์นานาชาติ จนกลายเป็นสมาคม Quaternion Society ซึ่งถือเป็น สมาคมคณิตศาสตร์นานาชาติ กลุ่มแรก ๆ โดยสนใจศึกษาแนวความคิดในเรื่อง Allied Systems of Mathematics.

เมทริกซ์ ถูกให้ความหมายไว้ไม่ชัดเจนนักในยุคก่อนหน้าที่จะมีการพัฒนาทฤษฎีริง (Ring Theory) ในพีชคณิตนามธรรม (Abstract Algebra) และด้วยการเข้ามาของทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษ ก็ทำให้มีการเพิ่มเติมรายละเอียดของพีชคณิตเชิงเส้นอีกมาก ตัวอย่างเช่น ในปี ค.ศ. 1914 Ludwik Silberstine ได้รวมเอา เมทริกซ์ ไว้เป็นหนึ่งใน List of Important Publications in Physic หลังจากนั้น ไม่นาน ในสาขาคณิตศาสตร์บริสุทธิ์ก็ได้้นำเอาการประยุกต์ของ Cramer's Rule เข้ามาเป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหา Partial Differential Equations จนถือได้ว่าเป็นเรื่องปกติ และด้วยเหตุนี้เองจึงได้มีการบรรจุ วิชาพีชคณิตเชิงเส้น เข้าอยู่ในหลักสูตรมาตรฐานของมหาวิทยาลัยต่าง ๆ

เนื้อหาพีชคณิตเชิงเส้น

วิชาพีชคณิตเชิงเส้น เป็นการศึกษาในเนื้อหาด้าน เมทริกซ์ และดีเทอร์มิแนนต์ระบบสมการเชิงเส้นและการดำเนินการขั้นมูลฐาน ปริภูมิเวกเตอร์ การแปลงเชิงเส้น ค่าเฉพาะและเวกเตอร์เฉพาะการประยุกต์

1. ความรู้ด้านเนื้อหาที่จำเป็น หรือความรู้พื้นฐาน

การทบทวน โดยเริ่มศึกษาจากบทนิยามและทฤษฎีบทที่สำคัญ ในรายวิชาพีชคณิตนามธรรมและวิชาการวิเคราะห์เวกเตอร์ โดยเริ่มจากการศึกษาเรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชันกลุ่มและสนาม และศึกษาเกี่ยวกับเวกเตอร์ในเชิงเรขาคณิตและเวกเตอร์ใน R^n โดยที่ R เป็นเซตของจำนวนจริง ซึ่งมีเนื้อหาดังนี้

1.1 ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน (Relations and Functions)

ในศึกษาและเรียนรู้เรื่องการแปลงเชิงเส้น จะต้องมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องฟังก์ชันหรือการส่ง (Mapping หรือ Map) ซึ่งจะกล่าวถึงบทนิยามของความสัมพันธ์สมมูล ฟังก์ชัน ฟังก์ชันหนึ่งต่อหนึ่ง ฟังก์ชันทั่วถึง ฟังก์ชันผกผัน ฟังก์ชันประกอบและพีชคณิตของฟังก์ชัน

1.2 กลุ่มและสนาม (Group and Fields)

เป็นการศึกษาบทนิยามและทฤษฎีบทเกี่ยวกับกลุ่มและสนาม โดยให้ R เป็นเซตของจำนวนจริง เซตย่อยที่สำคัญของจำนวนจริง R ได้แก่ เซตของจำนวนจริง เซตของจำนวนเต็ม เซตของจำนวนตรรกยะ เซตของจำนวนอตรรกยะ และจะกล่าวถึงเซตของจำนวน

เชิงซ้อน ต่อจากนั้นกล่าวถึงบทนิยามของกลุ่มฟังก์ชันสัทิสฐาน (Group Homomorphism) แก่นกลางและภาพของฟังก์ชัน และสุดท้ายจะกล่าวถึงบทนิยามและสมบัติพื้นฐานของสนาม

1.3 เวกเตอร์เชิงเรขาคณิต (Geometrical Vectors)

เป็นการศึกษาเกี่ยวกับเวกเตอร์ (Vector) โดยการเริ่มศึกษาเกี่ยวกับปริมาณสเกลาร์ (Scalar) จนนำไปสู่การศึกษาปริมาณที่มีขนาดและทิศทาง เช่น แรง ความเร็ว และความเร่ง ซึ่งจะกล่าวถึงเวกเตอร์เชิงเรขาคณิต จะถูกแทนด้วยลูกศรที่มีขนาดและทิศทาง

1.4 เวกเตอร์ในปริภูมิ n มิติ (Vectors in R^n)

เป็นการศึกษาในเรื่องเวกเตอร์ในเชิงคณิตศาสตร์ โดยจะนิยาม n สิ่งอันดับของจำนวนจริง R สำหรับการบวกและการคูณด้วยสเกลาร์ พร้อมทั้งการพิสูจน์ทฤษฎีบทพื้นฐานของเวกเตอร์ใน R^n

2. เมทริกซ์และตัวกำหนด (Matrices and Determinants)

ศึกษาสมบัติพื้นฐานของเมทริกซ์ เรื่องการบวกและการคูณเมทริกซ์ เมทริกซ์ผกผัน ทฤษฎีบทเกี่ยวกับเมทริกซ์ผกผัน เมทริกซ์สลับเปลี่ยน และเมทริกซ์สมมาตร ตัวกำหนดสมบัติและทฤษฎีบทที่สำคัญๆ ของตัวกำหนด จากนั้นจะนำตัวกำหนดไปหาเมทริกซ์ผกผันหาผลเฉลยของระบบสมการเชิงเส้นและระบุจำนวนผลเฉลยด้วยค่าลำดับชั้นของเมทริกซ์ โดยจะศึกษาตามเนื้อหา ดังนี้

2.1 เมทริกซ์ (Matrices)

2.2 การดำเนินการขั้นมูลฐานและเมทริกซ์มูลฐาน (Elementary Operations and Elementary Matrices)

2.3 ตัวกำหนด (Determinants)

2.4 สมบัติของตัวกำหนด (Properties of Determinants)

2.5 ระบบสมการเชิงเส้น (Linear Systems)

2.6 ค่าลำดับชั้นของเมทริกซ์ (Rank of Matrix)

3. ปริภูมิเวกเตอร์

ศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างและสมบัติของปริภูมิ R^n ซึ่งเป็นโครงสร้างพื้นฐานที่สำคัญของปริภูมิเวกเตอร์ การนิยามปริภูมิเวกเตอร์จะเกี่ยวข้องกับสนาม ซึ่งอาจเป็นสนามของ

จำนวนจริง สนามของจำนวนเชิงซ้อนหรือสนามอื่นๆ ซึ่งจะศึกษาเกี่ยวกับบทนิยามของปริภูมิเวกเตอร์ ปริภูมิย่อย การตรวจสอบการเป็นปริภูมิเวกเตอร์ และปริภูมิย่อย การเป็นอิสระเชิงเส้นของเวกเตอร์ และศึกษาการแผ่ทั่วปริภูมิเวกเตอร์ ที่จะนำไปสู่การหาฐานหลักและมิติของปริภูมิเวกเตอร์ ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาที่ต้องศึกษาดังนี้

3.1 ปริภูมิเวกเตอร์ (Vector Spaces)

3.2 ปริภูมิย่อย (Subspaces)

3.3 ความเป็นอิสระเชิงเส้น (Linear Independence)

3.4 ฐานหลักและมิติ (Bases and Dimension)

3.5 เวกเตอร์พิกัดและสมสัณฐาน (Coordinate Vectors and Isomorphism)

4. การแปลงเชิงเส้น

การรักษาโครงสร้างของปริภูมิเวกเตอร์ เป็นสมบัติอย่างหนึ่งของฟังก์ชันที่ส่งจากปริภูมิเวกเตอร์หนึ่ง ไปอีกเวกเตอร์หนึ่ง เราจะเรียกฟังก์ชันดังกล่าวนี้ว่า การแปลงเชิงเส้น ซึ่งการแปลงเชิงเส้นมีความสำคัญอย่างยิ่งทั้งในคณิตศาสตร์บริสุทธิ์และคณิตศาสตร์ประยุกต์ เช่น ในวิชาแคลคูลัส การดำเนินการของอนุพันธ์ และการดำเนินการอินทิกรัล ส่วนเกี่ยวข้องกับ การแปลงเชิงเส้นทั้งสิ้น ในทางเรขาคณิต การหมุน (Rotations) การสะท้อน (Reflections) และการหาภาพฉาย (Projections) ล้วนเป็นการแปลงเชิงเส้น นอกจากนี้การแปลงเชิงเส้นยังมีความสำคัญในการศึกษาด้านฟิสิกส์ เศรษฐศาสตร์ วิทยาศาสตร์และสังคมอีกด้วยซึ่งในการศึกษาเรียนรู้เรื่องการแปลงเชิงเส้น จะเริ่มกล่าวถึงบทนิยามของการแปลงเชิงเส้น แกนกลางและภาพของการแปลงเชิงเส้น เมทริกซ์ที่เกิดจากการแปลงเชิงเส้น การเปลี่ยนฐานและการศึกษาความสัมพันธ์ของเมทริกซ์ตัวแทนของการแปลงเชิงเส้น ตามเนื้อหาดังต่อไปนี้

4.1 การแปลงเชิงเส้น (Linear Transformations)

4.2 แกนกลางและภาพของการแปลงเชิงเส้น (Kernel and Image of Linear)

4.3 เมทริกซ์ของการแปลงเชิงเส้น (Matrices of Linear Transformations)

4.4 การเปลี่ยนฐานหลัก (Change of Basis)

4.5 ความคล้าย (Similarity)

5. ค่าลักษณะเฉพาะและเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะ

จากเนื้อหาการแปลงเชิงเส้นซึ่งได้ศึกษาการแปลงเชิงเส้น T จากปริภูมิเวกเตอร์ V ไปยัง W โดยที่ V และ W เป็นปริภูมิเวกเตอร์เหนือสนาม F เดียวกัน ในหัวข้อนี้จะศึกษา ลักษณะเฉพาะของการแปลงเชิงเส้น T โดยที่ $V=W$ ซึ่งเราเรียก T ว่า ตัวดำเนินการเชิงเส้น ซึ่ง T เป็นการแปลงเชิงเส้นบนปริภูมิเวกเตอร์ V โดยที่ V มีมิติจำกัดเหนือสนาม F โดยเริ่มจากบทนิยามของค่าลักษณะเฉพาะและเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะที่สมนัยกัน รวมถึงหาเซตของสเปกตรัมและปริภูมิลักษณะเฉพาะ และได้นำเสนอเกี่ยวกับรอยเมทริกซ์ การทำเมทริกซ์ให้เป็นเมทริกซ์ทแยงมุมโดยอาศัยค่าลักษณะเฉพาะและเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะ โดยจะศึกษาตามลำดับหัวข้อดังต่อไปนี้

5.1 ค่าลักษณะเฉพาะและเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะ (Eigenvalues and Eigenvectors)

5.2 รอยเมทริกซ์ (Trace of a Matrix)

5.3 เมทริกซ์คล้ายและการทำเป็นเมทริกซ์ทแยงมุม (Similar Matrices and Diagonalization)

6. รูปแบบเชิงเส้น

จะศึกษาการแปลงเชิงเส้นจากปริภูมิเวกเตอร์ V ไปยังสนาม F โดยถือว่าสนาม F เป็นปริภูมิเวกเตอร์เหนือสนามตัวเอง จะเรียกการแปลงเชิงเส้นดังกล่าวว่า รูปแบบเชิงเส้น โดยการนำเสนอบทนิยามและตัวอย่างของรูปแบบเชิงเส้น ตัวลบล้างของเวกเตอร์ การแปลงเชิงเส้นคู่และการแปลงเชิงเส้นคู่สมมาตร และรูปแบบกำลังสองบนปริภูมิเวกเตอร์ V

6.1 รูปแบบเชิงเส้น (Linear Forms)

6.2 ตัวลบล้าง (Annihilators)

6.3 รูปแบบเชิงเส้นคู่ (Bilinear Forms)

6.4 รูปแบบเชิงเส้นคู่สมมาตร (Symmetric Bilinear Forms)

6.5 รูปแบบกำลังสอง (Quadratic Forms)

7. ปริภูมิผลคูณภายใน

การศึกษาปริภูมิเวกเตอร์ V เหนือสนาม F ถ้า F เป็นสนามของจำนวนจริงจะเรียก V ว่าเป็นปริภูมิเวกเตอร์เชิงจริง (Real Vector Space) ถ้า F เป็นสนามของจำนวนจริงเชิงซ้อนจะเรียก V ว่าเป็นปริภูมิเวกเตอร์เชิงซ้อน (Complex Vector Space) ในหัวข้อนี้จะศึกษาเฉพาะปริภูมิเวกเตอร์เชิงจริงในเรื่องค่าประจำ (Norm) และการตั้งฉาก (Orthogonality) ของเวกเตอร์ใน V เหนือสนาม R ซึ่งจะทำให้เกิดโครงสร้างใหม่ในปริภูมิเวกเตอร์ V ที่เรียกว่าปริภูมิผลคูณภายใน (Inner Product Space) นอกจากนี้จะหาฐานหลักเชิงตั้งฉากและฐานหลักเชิงตั้งฉากปกติ โดยใช้กระบวนการ กราม-ชมิตต์ และการพิสูจน์ทฤษฎีบทของผลบวกตรงและส่วนเติมเต็มเชิงตั้งฉากในปริภูมิผลคูณภายใน ซึ่งจะศึกษาตามหัวข้อย่อยดังนี้

7.1 ผลคูณภายในแบบยูคลิด (Euclidean Inner Products)

7.2 ปริภูมิผลคูณภายใน (Inner Product Spaces)

7.3 ค่าประจำและระยะทาง (Norms and Distances)

7.4 ฐานหลักเชิงตั้งฉาก (Orthogonal Bases)

7.5 กระบวนการกราม-ชมิตต์ (Gram-Schmidt Process)

7.6 ผลบวกตรง (Direct Sums)

7.7 ส่วนเติมเต็มเชิงตั้งฉาก (Orthogonal Complements)

8. การประยุกต์พีชคณิตเชิงเส้น

พีชคณิตเชิงเส้นเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในศาสตร์ต่างๆ อาทิ เช่น การแก้ปัญหาด้านเศรษฐศาสตร์ ด้านวิศวกรรมศาสตร์ ด้านคอมพิวเตอร์ ด้านวิทยาศาสตร์ ด้านสังคมศาสตร์ ด้านคณิตศาสตร์และสถิติที่จำเป็นต้องหาผลเฉลยโดยการแก้ระบบสมการเชิงเส้น และในการศึกษาการประยุกต์พีชคณิตเชิงเส้นด้านต่างๆที่กล่าวมานั้นจะเป็นการประยุกต์โดยใช้เมทริกซ์แสดงแบบจำลองทางเศรษฐกิจ การหาจุดสมดุลทางเศรษฐศาสตร์ โปรแกรมเชิงเส้น ปัญหาด้านประชากร การประยุกต์ด้านวิศวกรรมไฟฟ้า กาไหลของข่ายงาน คอมพิวเตอร์กราฟฟิก ทฤษฎีกราฟ การสมดุลสมการเคมี ด้านชีววิทยาและฟิสิกส์ และการใช้พีชคณิตเชิงเส้นกับการแก้ปัญหาด้านสถิติ และการหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมโดยใช้ตัวกำหนดของเมทริกซ์

8.1 การประยุกต์ด้านเศรษฐศาสตร์ (Application for Economics)

การศึกษาด้านเศรษฐศาสตร์เป็นการสังเกตพฤติกรรมของผู้ผลิตและผู้บริโภค ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับตัวแปรและระบบสมการเสมอ เช่น การศึกษาแบบจำลองทางเศรษฐกิจ แบบจำลองดุลยภาพ การตัดสินใจโดยใช้ค่าที่เหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ เป็นต้น ดังนั้นการใช้เมทริกซ์จะช่วยให้การเขียนระบบสมการขนาดใหญ่ให้กระชับและง่ายต่อการเข้าใจ และค่าลำดับชั้นของเมทริกซ์จะบอกให้ทราบว่าระบบสมการนั้นมีผลเฉลยหรือไม่

8.2 การประยุกต์ด้านสังคมศาสตร์ (Application for Social Sciences)

การประยุกต์เมทริกซ์กับปัญหาด้านสังคม เช่น การย้ายถิ่นฐานของประชากรในชุมชนเมืองและชนบท โดยการศึกษาด้านประชากรหรือการขยายตัวของสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะเป็นช่วงเวลาจะเกี่ยวข้องกับแบบจำลองประชากรของเลสลี (Leslis Population Model) โดยให้ X_0 เป็นเวกเตอร์แทนจำนวนประชากรที่จุดเริ่มต้น

เมื่อเวลาผ่านไป 1 ช่วงเวลา $X_1 = AX_0$ โดยที่ A เป็นเมทริกซ์ของเลสลี

หลังจาก 2 ช่วงเวลา $X_2 = AX_1 = A(AX_0) = A^2X_0$

...

...

เมื่อเวลาผ่านไป k ช่วงเวลา $X_k = A^kX_0$ โดยที่ $k=1,2,3,\dots$

8.3 การประยุกต์ด้านวิศวกรรมศาสตร์ (Application for Engineering)

การประยุกต์พีชคณิตเชิงเส้นเพื่อแก้ปัญหาด้านวิศวกรรมศาสตร์โดยเฉพาะ วิศวกรรมไฟฟ้าในเรื่องระบบควบคุมไฟฟ้า ซึ่งปัญหาด้านวิศวกรรมส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับตัวแปร ระบบสมการ การใช้ระเบียบวิธีของเมทริกซ์จะช่วยให้การคำนวณและหาผลเฉลยได้ถูกต้องและรวดเร็วขึ้น และในการประยุกต์พีชคณิตเชิงเส้นเกี่ยวกับปัญหาสำคัญทางวิศวกรรมศาสตร์และฟิสิกส์อย่างหนึ่งคือ เรื่องแรงดึงของสปริงในทิศทางและระยะทาง x โดยที่สปริงมีค่าคงที่สปริง (Spring Constant) เท่ากับ c ดังนั้น แรงบนสปริงคือ $F = cx$ โดยที่ x เป็นระยะที่วัตถุเคลื่อนที่เนื่องจากแรง F

8.4 การประยุกต์ด้านคอมพิวเตอร์ (Application for Computer Science)

การประยุกต์ด้านคอมพิวเตอร์ จะเป็นการประยุกต์เพื่อแก้ปัญหาที่เกี่ยวกับ การไหลของงาน ทฤษฎีกราฟ กราฟฟิก การถอดรหัส การเข้ารหัส จำเป็นต้องใช้สมบัติของเมทริกซ์และระบบสมการเชิงเส้นมาอธิบายการทำงานของระบบ โดยยึดหลักการไหลเข้าของงานเท่ากับการไหลออก เช่น การประยุกต์การไหลของงาน (Network Flow)

8.5 การประยุกต์ด้านวิทยาศาสตร์ (Application for Sciences)

การประยุกต์ด้านวิทยาศาสตร์ จะเป็นการใช้สมการเมทริกซ์ในการอธิบาย การสมดุลทางเคมี การขยายตัวของสิ่งมีชีวิต และปัญหาเกี่ยวกับระบบนิเวศวิทยาจำเป็นต้องอาศัยระบบสมการเชิงเส้นและการหาผลเฉลย และเรื่อง แรง ความเร็ว และความเร่งเป็นปริมาณที่มีขนาดและทิศทาง ซึ่งสามารถใช้วิธีของเวกเตอร์ในการแก้ปัญหาได้

8.6 การประยุกต์ด้านคณิตศาสตร์และสถิติ (Application for Mathematics and Statistics)

การประยุกต์ใช้พีชคณิตเชิงเส้นเกี่ยวกับความน่าจะเป็น ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และความแปรปรวนของข้อมูล และสามารถแสดงการหาพื้นที่ของสามเหลี่ยมโดยใช้ตัวกำหนด และใช้เมทริกซ์ทแยงมุมในการหาค่าเมทริกซ์ที่ยกกำลัง n ที่มีค่ามากๆ

ความรู้ของครู

ความรู้ (Knowledge) เป็นสิ่งที่สำคัญและจำเป็นมากในการจัดการเรียนรู้ และมีผลต่อการเรียนรู้และผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน ในหัวข้อนี้ผู้วิจัย ได้จัดแบ่งการนำเสนอหัวข้อความรู้ของครูตามลำดับดังนี้ ความหมายของความรู้ ประเภทของความรู้ ความหมายของความรู้ของครู ความสำคัญของความรู้ของครู และประเภทของความรู้ของครู รายละเอียดเป็นดังนี้

ความหมายของความรู้

มีผู้ให้ความหมายของความรู้ ในหลายทัศนะดังนี้

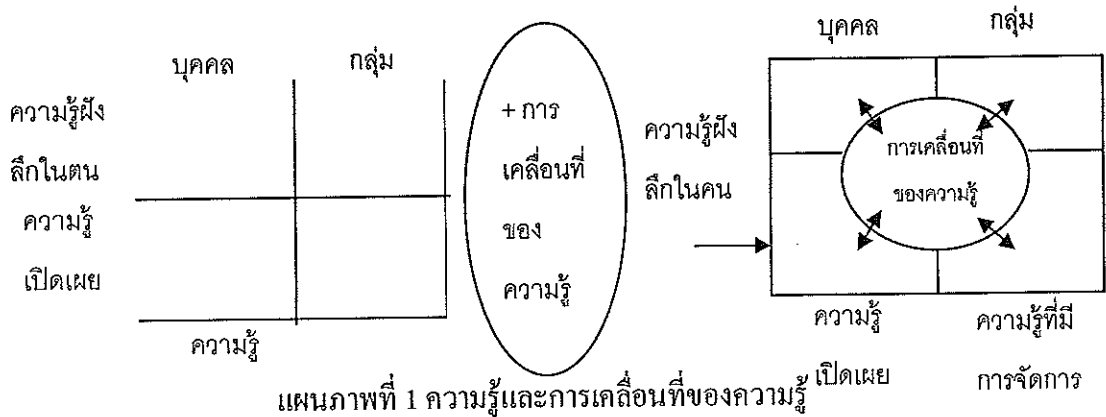
พจนานุกรมศัพท์ปรัชญาอังกฤษ - ไทยฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2540 : 54) ได้อธิบายไว้ว่า ความรู้ เป็นองค์ประกอบ 1 ใน 3 ส่วนของกระบวนการรับรู้ ได้แก่ ตัวความรู้ (Knowledge) ผู้รู้ (Knower) กับสิ่งที่ถูกรู้ (Known) ซึ่งสามารถรู้ได้ทางตา หู จมูก ลิ้น กายหรือใจ

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2542 : 54) กล่าวว่า ความรู้ หมายถึงสิ่งที่สั่งสมมาจากการศึกษาเล่าเรียน การค้นคว้าหรือประสบการณ์ รวมทั้งความสามารถเชิงปฏิบัติ และทักษะ ความเข้าใจหรือสารสนเทศที่ได้รับมาจากประสบการณ์ สิ่งที่ได้รับการได้ยิน ได้ฟัง การคิดหรือการปฏิบัติ องค์วิชาในแต่ละสาขา

น้ำทิพย์ วิภาวิน (2546 : 86) ได้ให้ความหมายความรู้ว่าเป็นผลที่ได้จากการเรียนรู้ เกิดจากความเข้าใจในสิ่งที่เรียนรู้ เป็นความสามารถในการระลึกรู้ในสิ่งที่ได้เรียนรู้ มาแล้ว ความรู้ที่แต่ละบุคคลมี คือ ความรู้รอบตัวและความรู้ในแต่ละสาขาวิชาชีพ ความรู้ที่องค์การสร้างขึ้นหรือต้องการใช้ในการพัฒนาองค์การให้ดียิ่งขึ้น คือ ความรู้ใหม่ ซึ่งจำเป็นต้องมีวัฒนธรรมองค์การที่ส่งเสริมการเรียนรู้ของคนให้เพิ่มพูนอยู่เสมอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการแสวงหาความรู้โดยการอ่านและการคิด

โนนากา (Nonaka, 1998 : 26-27) ได้ให้ความหมายความรู้ว่าเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นใหม่ จากการเรียนรู้ของบุคคลที่ได้ปะทะกับสิ่งแวดล้อม ผู้ที่มีสติปัญญาและมีการเรียนรู้อยู่เสมอ จะสร้างความรู้ได้ดี การทำให้ความรู้จากบุคคลหนึ่งสู่บุคคลหนึ่ง และสามารถแลกเปลี่ยนความรู้กันและกันได้ ก็จะทำให้เกิดคุณค่าต่อประชาคม

ลิลเดิล ควอตัน และเร (Little ; Quintas. and Ray, 2002 : 42) ได้ร่วมกันให้ความหมายของความรู้ว่า ความรู้เป็นพลวัต (Dynamic) ซึ่งเกิดขึ้นจากการมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันระหว่างบุคคล หรือบุคคลกับองค์การ หรือองค์การกับองค์การ โดยการแลกเปลี่ยนความรู้ฝังลึกในคน และความรู้เปิดเผย ในรูปแบบต่างๆภายใต้เทคโนโลยีที่เหมาะสมและเพียงพอกับการพัฒนาองค์การทั้งในมิติของการสร้างความรู้ การเก็บความรู้ การแลกเปลี่ยนความรู้และการนำความรู้ไปใช้ ดังแผนภาพที่ 1



ที่มา : Little; Quintas. และ Ray. (2002). Managing Knowledge : 71

สรุปได้ว่า ความรู้ หมายถึง ผลที่เกิดจากการเรียนรู้ การค้นคว้าหรือประสบการณ์ของบุคคล อันเกิดจากการปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลกับบุคคล บุคคลกับองค์กรมีลักษณะเป็น พลวัต (Dynamic) หากมีความสามารถในการระลึกนึกออกในสิ่งที่ได้เรียนรู้จะทำให้ความรู้นั้นมีคุณค่าสูงและสามารถนำไปสู่การกระทำที่มีประสิทธิภาพ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาองค์ประกอบของความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้วิชาพีชคณิตเชิงเส้น มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ประกอบของความรู้ของอาจารย์ที่จำเป็นในการจัดการเรียนรู้วิชาพีชคณิตเชิงเส้น ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิชาพีชคณิตเชิงเส้น แล้วนำมาจัดทำเป็นข้อคำถามในการพัฒนาองค์ประกอบของความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้วิชาพีชคณิตเชิงเส้น ในด้านความรู้ในเนื้อหา ด้านความรู้ในการจัดการเรียนรู้ และด้านความรู้ที่เกี่ยวกับการเรียนรู้ของผู้เรียนได้นิยามความหมายของศัพท์เฉพาะ ดังนี้

1. วิชาพีชคณิตเชิงเส้น (Linear Algebra) หมายถึง วิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับเมทริกซ์และดีเทอร์มิแนนต์ระบบสมการเชิงเส้นและการดำเนินการขั้นมูลฐานปริภูมิเวกเตอร์การแปลงเชิงเส้นค่าเฉพาะและเวกเตอร์เฉพาะการประยุกต์

2. ความรู้ของอาจารย์ (Teacher's Knowledge) หมายถึง สิ่งที่อาจารย์ได้สั่งสมมาจากการศึกษา การค้นคว้าทำวิจัยหรือประสบการณ์ด้านอื่นๆผ่านกระบวนการคิดวิเคราะห์และสังเคราะห์ตกผลึกทางความรู้ จนเกิดความเข้าใจ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการ

ดำเนินงานหรือตัดสินใจในสถานการณ์ต่างๆ ทั้งความรู้ที่เห็นได้ชัดเจน และความรู้ที่ซ่อนอยู่ในตัวตน

3. ความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์เชิงเส้นหมายถึง ความรู้ของอาจารย์ใน สามด้านคือ ความรู้ในเนื้อหาฟิสิกส์เชิงเส้น ความรู้ในการจัดการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงเส้น และความรู้ในการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงเส้นของผู้เรียน

4. ความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ (Subject Matter Knowledge) หมายถึง ความรู้ในเนื้อหาเรื่องฟิสิกส์เชิงเส้นตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ ประกอบไปด้วย ลักษณะที่เป็นทั้งความรู้เชิงมโนทัศน์ (Conceptual Knowledge) ความรู้เชิงกระบวนการ (Procedural Knowledge) และความรู้ในเนื้อหาเฉพาะ (Specialized Content Knowledge: SCK)

5. ความรู้เชิงมโนทัศน์ (Conceptual Knowledge) หมายถึง ความรู้ที่เกิดจากความเข้าใจ ทฤษฎี กฎ หรือ หลักการต่างๆ มองเห็นความสัมพันธ์ และเชื่อมโยงไปพร้อมกับปรับโครงสร้างของความรู้ในเนื้อหาเดิมและความรู้ในเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำไปสู่ความรู้ในเนื้อหาใหม่ให้สอดคล้องกัน ส่งเสริมให้การรู้และเข้าใจในเนื้อหาใหม่หรือเนื้อหาเฉพาะได้อย่างสมบูรณ์ ซึ่งประกอบด้วย มโนทัศน์พื้นฐานในการเรียนวิชาฟิสิกส์เชิงเส้น มโนทัศน์ของแต่ละเนื้อหาในวิชาฟิสิกส์เชิงเส้น

6. ความรู้เชิงกระบวนการ (Procedural Knowledge) หมายถึง เป็นความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ ใช้สูตร ทฤษฎี และกฎที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาหรือการหาผลเฉลยของคำตอบของสมการรวมถึงหลักการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของผลเฉลยของคำตอบของสมการ ตลอดจนหลักการ กฎเกณฑ์ ระเบียบวิธีการต่างๆ ในขั้นตอนการคำนวณในวิชาฟิสิกส์เชิงเส้น

7. ความรู้ในเนื้อหาเฉพาะ (Specialized Content Knowledge ; SCK) หมายถึง การรู้และเข้าใจในบทนิยาม ทฤษฎีบท ข้อตกลง หลักการ สมบัติต่างๆ เพื่อใช้ในการสอนเฉพาะในบางเรื่องในวิชาฟิสิกส์เชิงเส้น ดังนี้ เมทริกซ์ และดีเทอร์มิแนนต์ ระบบสมการเชิงเส้นและการดำเนินการขั้นมูลฐาน ปริภูมิเวกเตอร์ การแปลงเชิงเส้น ค่าเฉพาะและเวกเตอร์เฉพาะการประยุกต์

8. ความรู้ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับหลักการจัดการเรียนรู้และเรื่องหลักสูตร ช่วยให้อาจารย์ผู้สอนตัดสินใจในการเลือกจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ได้อย่างน่าสนใจ สามารถสร้างแรงจูงใจในการเรียน มีวิธีการการจัดการชั้นเรียนที่

เหมาะสม รู้จักการเลือกใช้สื่อให้เหมาะสมกับเนื้อหาและวัยของผู้เรียน สามารถเลือกใช้วิธีการวัดและประเมินผลให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ที่เหมาะสมกับเนื้อหาและเวลา

9. ความรู้ในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของผู้เรียนหมายถึง ความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติการเรียนรู้ของผู้เรียน ตลอดจนกระบวนการคิดของผู้เรียนที่แสดงถึงความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และความเข้าใจในความรู้ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ซึ่งเป็นความรู้ที่แสดงถึงความสัมพันธ์ในการคิดของผู้เรียนที่สามารถเชื่อมโยงมโนทัศน์เดิมไปใช้ในการสร้างมโนทัศน์ใหม่ และความหลากหลายของ การเรียนรู้ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และกระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของผู้เรียน

ร่างองค์ประกอบของความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้วิชาพีชคณิตเชิงเส้น ที่ผ่านการพัฒนามาจากขั้นที่ 1 เป็นดังนี้

ร่างองค์ประกอบของความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้วิชาพีชคณิตเชิงเส้น ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ ความรู้ในเนื้อหาความรู้ในการจัดการเรียนรู้และ ความรู้เกี่ยวกับการเรียนรู้ของผู้เรียนสรุปดังนี้

ความรู้ด้านเนื้อหา ประกอบด้วย ความรู้เชิงมโนทัศน์ความรู้เชิงกระบวนการความรู้ในเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง และความรู้ในเนื้อหาเฉพาะ มีจำนวน 106 ตัวแปร

ความรู้ด้านการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย ความรู้เกี่ยวกับหลักการจัดการเรียนรู้ ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตร ความรู้เกี่ยวกับการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ มีจำนวน 39 ตัวแปร

ความรู้ด้านการเรียนรู้ของผู้เรียนประกอบด้วย ธรรมชาติการเรียนรู้คณิตศาสตร์ องค์ประกอบในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และ ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน มีจำนวน 31 ตัวแปร

1. ความรู้ด้านเนื้อหา ประกอบด้วย ความรู้เชิงมโนทัศน์ความรู้เชิงกระบวนการและความรู้ในเนื้อหาเฉพาะ

ตารางภาคผนวกที่ 1 ความรู้เชิงมโนทัศน์ความรู้เชิงกระบวนการและความรู้ในเนื้อหาเฉพาะ

ข้อที่	รายการ	มติ	ข้อเสนอแนะ
ความรู้เชิงมโนทัศน์			
1.	ปรัชญาคณิตศาสตร์ ธรรมชาติของวิชาพีชคณิตเชิงเส้น		
2.	โครงสร้างของคณิตศาสตร์		
3.	โครงสร้างของพีชคณิตเชิงเส้น		
4.	หลักการพิสูจน์ทฤษฎีบท กฎ สมบัติ เบื้องต้น เกี่ยวกับเซต		
5.	หลักการพิสูจน์ทฤษฎีบท กฎ สมบัติ เบื้องต้น เกี่ยวกับความสัมพันธ์และฟังก์ชัน		
6.	หลักการพิสูจน์ทฤษฎีบท กฎ สมบัติ เบื้องต้น เกี่ยวกับเวกเตอร์เชิงเรขาคณิต		
7.	นิยามความสัมพันธ์สมมูล		
8.	นิยามฟังก์ชัน		
9.	นิยามฟังก์ชันหนึ่งต่อหนึ่ง		
10.	นิยามฟังก์ชันทั่วถึง		
11.	นิยามฟังก์ชันผกผัน		
12.	นิยามฟังก์ชันประกอบ		
13.	นิยามพีชคณิตของฟังก์ชัน		
14.	นิยามเซตของจำนวนจริง		
15.	ทฤษฎีบท สมบัติ เกี่ยวกับเซตของจำนวนจริง		
16.	นิยามเซตของจำนวนเต็ม		
17.	ทฤษฎีบท สมบัติ เกี่ยวกับเซตของจำนวนเต็ม		
18.	นิยามเซตของจำนวนตรรกยะ		
19.	ทฤษฎีบท สมบัติ เกี่ยวกับเซตของจำนวนตรรกยะ		
20.	นิยามและทฤษฎีบทเกี่ยวกับเซตของจำนวนอตรรกยะ		
21.	นิยามและทฤษฎีบทเกี่ยวกับเซตของจำนวนเชิงซ้อน		
22.	นิยามของกลุ่ม (Group)		

ข้อที่	รายการ	มติ	ข้อเสนอแนะ
23.	นิยามของกลุ่มฟังก์ชันสาคิสม์ฐาน (Group Homomorphism)		
24.	นิยามและทฤษฎีเกี่ยวกับแก่นกลางและภาพของฟังก์ชัน		
25.	นิยามและสมบัติพื้นฐานของสนาม (Fields)		
26.	นิยามและสมบัติของเวกเตอร์เชิงเรขาคณิต (Geometrical Vectors)		
27.	นิยามและการพิสูจน์ทฤษฎีบทพื้นฐานของเวกเตอร์ในปริภูมิ n มิติ (Vectors in R^n)		
ความรู้เชิงกระบวนการ			
28.	เข้าใจหลักการของผลคูณคาร์ทีเซียน (Cartesian Product)		
29.	เข้าใจความสัมพันธ์ของฟังก์ชัน		
30.	เข้าใจสมบัติของความสัมพันธ์สมมูล (Equivalence Relation)		
31.	เข้าใจหลักการพิสูจน์สมบัติ ทฤษฎีบทต่างๆ ในความสัมพันธ์และฟังก์ชัน		
32.	เข้าใจหลักการพิสูจน์สมบัติ ทฤษฎีบท เกี่ยวกับเซตของจำนวนจริง		
33.	เข้าใจหลักการพิสูจน์สมบัติทฤษฎีบทเกี่ยวกับเซตของจำนวนเต็ม		
34.	เข้าใจหลักการพิสูจน์สมบัติทฤษฎีบทเกี่ยวกับเซตของจำนวนตรรกยะและอตรรกยะ		
35.	เข้าใจหลักการพิสูจน์สมบัติทฤษฎีบทเกี่ยวกับเซตของจำนวนเชิงซ้อน		
36.	เข้าใจหลักการพิสูจน์ทฤษฎีบท กฎ หรือสูตรต่างๆ ที่เกี่ยวกับกรุป		
37.	เข้าใจหลักการพิสูจน์สมบัติทฤษฎีบทเกี่ยวกับริงค์ และฟิลด์		
38.	เข้าใจหลักการนำสูตร ทฤษฎีบทหรือกฎต่างๆ มาใช้ในการแก้ปัญหาพีชคณิตเชิงเส้น		
39.	เข้าใจหลักการพิสูจน์สมบัติทฤษฎีบทเกี่ยวกับเวกเตอร์ในระนาบ 2 มิติ 3 มิติ และ n มิติ		
40.	เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบ ในการแก้ปัญหาเรื่องเซตของจำนวนจริง		
41.	เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบในการแก้ปัญหาเรื่องเซตของจำนวนเต็ม		
42.	เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบในการแก้ปัญหาเรื่อง		

ข้อที่	รายการ	มติ	ข้อเสนอแนะ
	เขตของจำนวนตรรกยะและอตรรกยะ		
43.	เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบในการแก้ปัญหาเรื่องเขตของจำนวนเชิงซ้อน		
44.	เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบในการแก้ปัญหาเรื่องเวกเตอร์เชิงเรขาคณิต		
45.	เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบในการแก้ปัญหาเรื่องเมทริกซ์		
46.	เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบในการแก้ปัญหาเรื่อง การดำเนินการขั้นมูลฐานและเมทริกซ์มูลฐาน		
47.	เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบในการแก้ปัญหาเรื่องตัวกำหนด		
48.	เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบในการแก้ปัญหาเรื่องสมบัติของตัวกำหนด		
49.	เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบในการแก้ปัญหาเรื่องระบบสมการเชิงเส้น		
50.	เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบในการแก้ปัญหาเรื่องค่าลำดับขั้นของเมทริกซ์		
51.	เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบในการแก้ปัญหาเรื่องปริภูมิเวกต์		
52.	เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบในการแก้ปัญหาเรื่อง การแปลงเชิงเส้น		
53.	เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบในการแก้ปัญหาเรื่องเมทริกซ์ของการแปลงเชิงเส้น		
54.	เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบในการแก้ปัญหาเรื่องค่าลักษณะเฉพาะและเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะ		
55.	เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบในการแก้ปัญหาเรื่องเมทริกซ์คล้ายและการดำเนินการทำเป็นเมทริกซ์ทแยงมุม		
56.	เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบในการแก้ปัญหาเรื่องรูปแบบเชิงเส้น		
57.	เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบในการแก้ปัญหาเรื่องผลคูณภายในแบบยุคลิด		

ข้อที่	รายการ	มติ	ข้อเสนอแนะ
58.	เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบในการแก้ปัญหาเรื่อง ปริภูมิผลคูณภายใน		
59.	เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบในการแก้ปัญหาเรื่อง ค่าประจำและระยะทาง		
60.	เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบในการแก้ปัญหาเรื่อง ฐานหลักเชิงตั้งฉาก		
61.	เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับกระบวนการกราม-ชมิคต์		
62.	เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบในการแก้ปัญหาเรื่อง ผลบวกตรง		
63.	เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบในการแก้ปัญหาเรื่อง ส่วนเติมเต็มเชิงตั้งฉาก		
64.	เข้าใจหลักการเลือกใช้ยุทธวิธีที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาพีชคณิตเชิงเส้น		
65.	เข้าใจหลักการ กฎเกณฑ์ ระเบียบวิธีการต่างๆ ที่ใช้ในขั้นตอนการคำนวณเพื่อหาผลเฉลยของคำตอบของพีชคณิตเชิงเส้น		
66.	เข้าใจหลักการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของผลเฉลยของคำตอบของพีชคณิตเชิงเส้น		
ความรู้ในเนื้อหาเฉพาะ			
67.	ความหมายของเมทริกซ์		
68.	ความหมายเกี่ยวกับประเภทและชนิดของเมทริกซ์		
69.	การบวกเมทริกซ์		
70.	การคูณเมทริกซ์		
71.	เมทริกซ์สลับเปลี่ยน		
72.	เมทริกซ์สามเหลี่ยมบน และเมทริกซ์สามเหลี่ยมล่าง		
73.	เมทริกซ์ไม่เอกฐาน (Non-singular Matrix)		
74.	เมทริกซ์เอกฐาน (Singular Matrix)		
75.	เมทริกซ์เอกลักษณ์ (Identity Matrix)		
76.	เมทริกซ์ผกผัน (Invers Matrix)		

ข้อที่	รายการ	มติ	ข้อเสนอแนะ
77.	เมทริกซ์สมมาตร (Symmetric Matrix)		
78.	เมทริกซ์เสมือนสมมาตร (Skew Symmetric Matrix)		
79.	การดำเนินการขั้นมูลฐานบนเมทริกซ์ตามแถวและตามหลัก (Elementary Row(Column) Operation on Matrices)		
80.	การสมมูลตามแถวหรือตามหลักของเมทริกซ์		
81.	สมบัติและทฤษฎีบทของตัวกำหนด		
82.	การหาผลเฉลยของระบบสมการเชิงเส้นและระบุจำนวนผลเฉลย ด้วยค่าลำดับชั้นของเมทริกซ์		
83.	โครงสร้างและสมบัติของปริภูมิ R^n		
84.	ปริภูมิเวกเตอร์ (Vector Spaces) และปริภูมิย่อย (Subspaces)		
85.	ความเป็นอิสระเชิงเส้น (Linear Independence)		
86.	ฐานหลักและมิติ (Bases and Dimension)		
87.	เวกเตอร์พิกัดและสมสัณฐาน (Coordinate Vectors and Isomorphism)		
88.	การแปลงเชิงเส้น (Linear Transformations) แก่นกลางและภาพ ของการแปลงเชิงเส้น (Kernel and Image of Linear)		
89.	เมทริกซ์ของการแปลงเชิงเส้น (Matrices of Linear Transformations)		
90.	การเปลี่ยนฐานหลัก (Change of Basis)		
91.	ความคล้าย (Similarity)		
92.	ค่าลักษณะเฉพาะและเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะ (Eigenvalues and Eigenvectors)		
93.	รอยเมทริกซ์ (Trace of a Matrix)		
94.	เมทริกซ์คล้ายและการทำเป็นเมทริกซ์ทแยงมุม (Similar Matrices and Diagonalization)		
95.	รูปแบบเชิงเส้น (Linear Forms)		
96.	ตัวลบล้าง (Annihilators)		
97.	รูปแบบเชิงเส้นคู่ (Bilinear Forms)		
98.	รูปแบบเชิงเส้นคู่สมมาตร (Symmetric Bilinear Forms)		

ข้อที่	รายการ	มติ	ข้อเสนอแนะ
99.	รูปแบบกำลังสอง (Quadratic Forms)		
100.	ผลคูณภายในแบบยูคลิด (Euclidean Inner Products)		
101.	ปริภูมิผลคูณภายใน (Inner Product Spaces)		
102.	ค่าประจำและระยะทาง (Norms and Distances)		
103.	ฐานหลักเชิงตั้งฉาก (Orthogonal Bases)		
104.	กระบวนการของกราม-ชมิทต์ (Gram-Schmidt Process)		
105.	ผลบวกตรง (Direct Sums)		
106.	ส่วนเติมเต็มเชิงตั้งฉาก (Orthogonal Complements)		

2. ความรู้ในการจัดการเรียนรู้วิชาพีชคณิตเชิงเส้นประกอบด้วย ความรู้เกี่ยวกับหลักการจัดการเรียนรู้ ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตร ความรู้เกี่ยวกับการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

ตารางภาคผนวกที่ 2 ความรู้เกี่ยวกับการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

ข้อที่	รายการ	มติ	ข้อเสนอแนะ
	ความรู้เกี่ยวกับหลักการจัดการเรียนรู้ของผู้สอนวิชาพีชคณิตเชิงเส้น		
1.	การสำรวจความพร้อมก่อนสอน		
2.	การทบทวนความรู้พื้นฐานเดิมก่อนนำเสนอเนื้อหาใหม่เสมอ		
3.	เชื่อมโยงความรู้เดิมไปสู่ความรู้ใหม่ได้อย่างกลมกลืน		
4.	จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามสนใจและความถนัดของผู้เรียน		
5.	จัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เนื้อหาสัมพันธ์และต่อเนื่องกัน		
6.	ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการวางแผนจัดการเรียนรู้		
7.	ให้ผู้เรียนเข้าใจกฎสูตรทฤษฎีจากการค้นคว้า		
8.	กิจกรรมที่ให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวเอง		

ข้อที่	รายการ	มติ	ข้อเสนอแนะ
9.	ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมทั้งรายบุคคลและรายกลุ่ม		
10.	นำประสบการณ์ในชีวิตประจำวันมาเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้		
11.	ให้ผู้เรียนได้เผชิญปัญหาที่เร้าใจและน่าสนใจ		
12.	เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีอิสระในการแสดงความคิดเห็นและให้เหตุผล		
13.	ส่งเสริมการติดตามลำดับเหตุไปสู่อุผล		
14.	ส่งเสริมให้ผู้เรียนตรวจสอบคำตอบด้วยตนเอง		
15.	การเสริมแรงระหว่างทำกิจกรรม		
16.	สื่อประกอบการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสม		
17.	จัดบรรยากาศในการเรียนรู้สนุกสนานและน่าติดตาม		
	ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรคณิตศาสตร์		
18.	การวิเคราะห์หลักสูตรคณิตศาสตร์เพื่อนำไปสู่การจัดการวางแผนการเรียนรู้		
19.	การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ตามมาตรฐานความรู้ในรายวิชาพีชคณิตเชิงเส้น ตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขา คณิตศาสตร์ ตามประกาศกระทรวงศึกษาธิการ		
20.	การวางแผนการจัดการเรียนรู้ตามผลการวิเคราะห์		
21.	การเตรียมกิจกรรมก่อนการจัดการเรียนรู้		
22.	จัดการเรียนรู้ตามแผนที่วางไว้		
23.	ใช้เอกสารประกอบการสอนที่หลากหลาย เพื่อประกอบการจัดการเรียนรู้		
24.	การประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์และเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมในการจัดการเรียนรู้		
25.	การจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียนบนพื้นฐานนวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศทางการศึกษา		
26.	การวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดจากการใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศ		
27.	ใช้สื่อประสมในการทบทวนและจัดกิจกรรมการเรียนรู้		

ข้อที่	รายการ	มติ	ข้อเสนอแนะ
28.	ปรับและเลือกใช้ซอฟต์แวร์ที่หลากหลายไปใช้เพื่อนำไปสู่การคิดแก้ปัญหาและการสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ในชีวิตประจำวัน		
29.	พัฒนากระบวนการคิดของผู้เรียนผ่านเครื่องมือการเขียนซอฟต์แวร์อย่างง่าย		
ความรู้เกี่ยวกับการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้			
30.	เข้าใจจุดมุ่งหมายและหลักการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้		
31.	เข้าใจหลักการวัดและประเมินผลวิชาพีชคณิตเชิงเส้น		
32.	ความรู้ในด้านภาษาใช้คำศัพท์และประโยคที่ถูกต้องชัดเจนสื่อความหมายให้เข้าใจได้ง่ายในการวัดผล		
33.	การวางแผนสร้างเครื่องมือในการวัดประเมินผล อย่างเป็นขั้นเป็นตอน		
34.	การศึกษาหลักสูตรและมาตรฐานการเรียนรู้ที่ต้องการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ในวิชาพีชคณิตเชิงเส้น		
35.	การวิเคราะห์พฤติกรรมที่ต้องการวัดในการเรียนรู้ในวิชาพีชคณิตเชิงเส้น		
36.	การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้		
37.	การกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนที่เหมาะสมและชัดเจน		
38.	เข้าใจเกณฑ์การประเมินและแบบบันทึกผลการตรวจหรือประเมินคุณภาพมีความสอดคล้องกันมีความชัดเจนครอบคลุมการวัดตามเนื้อหา		
39.	แปลผลการประเมินได้อย่างถูกต้อง		

3. ความรู้เกี่ยวกับการเรียนรู้ของผู้เรียน ประกอบด้วย ธรรมชาติการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของ ผู้เรียน องค์ประกอบในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของผู้เรียน และ ความเข้าใจในมโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ของผู้เรียน

ตารางภาคผนวกที่ 3 ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน

ข้อที่	รายการ	มติ	ข้อเสนอแนะ
ธรรมชาติการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของผู้เรียน			
1.	คำนึงถึงบริบทของผู้เรียนที่เกี่ยวกับ สุขภาพ ประสบการณ์เดิม ความสนใจ เวลา เหตุการณ์ สถานที่ บรรยากาศ		
2.	ความเป็นกัลยาณมิตรระหว่างครูกับผู้เรียน ผู้เรียนกับผู้เรียน		
3.	สร้างสมานึกก่อนการจัดการเรียนรู้แก่ผู้เรียน		
4.	ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน		
5.	ผู้เรียนมีโอกาสแสดงความคิดเห็นและซักถาม		
6.	ผู้เรียนได้รู้สึกเกิดความสำเร็จและภูมิใจในตนเอง		
7.	ผู้เรียนได้มีโอกาสประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองและเพื่อน		
8.	ผู้เรียนได้รู้สึกว่ามีค่าและได้รับเกียรติ		
9.	การส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน		
10.	การยอมรับความสามารถของผู้เรียน		
ปัจจัยในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของผู้เรียน			
11.	เข้าใจวิธีการเรียนรู้ที่สอดคล้องเส้นของผู้เรียน		
12.	เข้าใจความรู้พื้นฐานและประสบการณ์ของผู้เรียนในการแก้ปัญหา		
13.	ปัจจัยที่ทำให้ผู้เรียนเข้าใจหรือสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาในการเรียน เรื่องเมตริกซ์และดีเทอร์มิแนนซ์		
14.	ปัจจัยที่ทำให้ผู้เรียนเข้าใจหรือสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาในการเรียน เรื่องการดำเนินการขั้นมูลฐาน		
15.	ปัจจัยที่ทำให้ผู้เรียนเข้าใจหรือสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาในการเรียน เรื่องการแก้ระบบสมการเชิงเส้นหลายตัวแปร		
16.	ปัจจัยที่ทำให้ผู้เรียนเข้าใจหรือสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาในการเรียน เรื่องการสมมูลตามแถวหรือตามหลักของเมทริกซ์		

ข้อที่	รายการ	มติ	ข้อเสนอแนะ
17.	ปัจจัยที่ทำให้ผู้เรียนเข้าใจหรือสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาในการเรียน เรื่องการหาผลเฉลยของระบบสมการเชิงเส้นและระบุนำจำนวนผลเฉลยด้วยค่าลำดับชั้นของเมทริกซ์		
18.	ปัจจัยที่ทำให้ผู้เรียนเข้าใจหรือสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาในการเรียน เรื่องปริภูมิเวกเตอร์		
19.	ปัจจัยที่ทำให้ผู้เรียนเข้าใจหรือสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาในการเรียน เรื่องการแปลงเชิงเส้นค่าเฉพาะและเวกเตอร์เฉพาะการประยุกต์		
20.	ปัจจัยที่ทำให้ผู้เรียนเข้าใจหรือสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาในการประยุกต์การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เชิงเส้นเข้ากับศาสตร์อื่นๆ		
21.	ความสามารถการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ		
22.	เข้าใจการให้เหตุผลและการพิสูจน์การสื่อสารการเชื่อมโยงและมโนภาพของผู้เรียน		
ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน			
23.	วิธีการสร้างมโนทัศน์ในเนื้อหาเมทริกซ์และดีเทอร์มิแนนซ์		
24.	วิธีการสร้างมโนทัศน์ในเนื้อหาการดำเนินการขั้นมูลฐาน		
25.	วิธีการสร้างมโนทัศน์ในการหาผลเฉลยของระบบสมการเชิงเส้น		
26.	วิธีการสร้างมโนทัศน์การศึกษาเรื่องปริภูมิเวกเตอร์		
27.	วิธีการสร้างมโนทัศน์ในการแปลงเชิงเส้นค่าเฉพาะ		
28.	วิธีการสร้างมโนทัศน์ในเวกเตอร์เฉพาะการประยุกต์		
29.	วิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจากแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบ		
30.	วิเคราะห์หาสาเหตุของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน		
31.	หาแนวทางแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชาพีชคณิตเชิงเส้น		

สรุปผลการสนทนากลุ่ม

เรื่อง การศึกษาองค์ประกอบของความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้

วิชาพีชคณิตเชิงเส้น

การสนทนากลุ่มครั้งนี้ครั้งนี้เป็นการสนทนากลุ่มและใช้วิธีการหาฉันทามติแบบพหุ
ลักษณะมีผู้เข้าร่วม 12 ท่าน ประกอบด้วย รองศาสตราจารย์ ดร.สมทรง สุวพานิช ประธาน
หลักสูตรครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษาเป็นประธานการสนทนากลุ่ม

ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการสังเคราะห์องค์ประกอบของความรู้ของอาจารย์ในการจัดการ
เรียนรู้วิชาพีชคณิตเชิงเส้น และได้นำเสนอประเด็นการพิจารณา 4 ประเด็น มีมติ ดังนี้

ผลการสนทนากลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิมีมติ ดังนี้

ประเด็นที่ 1 องค์ประกอบของความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้วิชาพีชคณิตเชิง
เส้น มี 3 ด้านได้แก่

1. ด้านความรู้ในเนื้อหา
2. ด้านความรู้ในการจัดการเรียนรู้
3. ด้านความรู้เกี่ยวกับการเรียนรู้ของผู้เรียน

ผู้ทรงคุณวุฒิมีมติ เห็นด้วย

ประเด็นที่ 2 องค์ประกอบของความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้วิชาพีชคณิตเชิง
เส้น ด้านความรู้ในเนื้อหา

ผู้ทรงคุณวุฒิมีมติ ดังนี้

เห็นด้วย โดยปรับรายละเอียดของตัวแปรที่สังเกตได้ รวมไว้ในกลุ่มที่มีเนื้อหา
เดียวกัน และเพิ่มเติมเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิตเชิงเส้น เพื่อความชัดเจนสำหรับตัวแปรที่
สังเกตได้ ปรากฏรายละเอียด ดังนี้

ตารางภาคผนวกที่ 4 การศึกษาองค์ประกอบของความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้
วิชาพีชคณิตเชิงเส้น

รายการเดิม		ข้อเสนอแนะตามมติ	
ข้อที่	รายการ	ข้อที่	รายการ
1.	ความรู้เชิงมโนทัศน์	1.	ความรู้เชิงมโนทัศน์
1.	ปรัชญาคณิตศาสตร์ ธรรมชาติของวิชาพีชคณิตเชิงเส้น	1.	ปรัชญาคณิตศาสตร์ โครงสร้างคณิตศาสตร์
2.	โครงสร้างของคณิตศาสตร์	2.	หลักการพิสูจน์ทฤษฎี บท กฏ และสมบัติต่างๆ ในความสัมพันธ์ ระหว่างความรู้เดิมสู่ ความรู้ใหม่
3.	โครงสร้างของพีชคณิตเชิงเส้น	3.	นิยาม ทฤษฎีบท สมบัติ ของเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง กับเนื้อหาเฉพาะ
4.	หลักการพิสูจน์ทฤษฎีบท กฏ สมบัติ เบื้องต้น เกี่ยวกับ เซต	4.	รู้หลักการหาคำตอบ และการตรวจสอบ คำตอบที่ถูกต้อง
5.	หลักการพิสูจน์ทฤษฎีบท กฏ สมบัติ เบื้องต้น เกี่ยวกับ ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน		
6.	หลักการพิสูจน์ทฤษฎีบท กฏ สมบัติ เบื้องต้น เกี่ยวกับ เวกเตอร์เชิงเรขาคณิต		
7.	นิยามความสัมพันธ์สมมูล		
8.	นิยามฟังก์ชัน		
9.	นิยามฟังก์ชันหนึ่งต่อหนึ่ง		

รายการเดิม		ข้อเสนอแนะตามมติ	
ข้อที่	รายการ	ข้อที่	รายการ
10.	นิยามฟังก์ชันทั่วถึง		
11.	นิยามฟังก์ชันผกผัน		
12.	นิยามฟังก์ชันประกอบ		
13.	นิยามพีชคณิตของฟังก์ชัน		
14.	นิยามเซตของจำนวนจริง		

รายการเดิม		ข้อเสนอแนะตามมติ	
ข้อที่	รายการ	ข้อที่	รายการ
15.	ทฤษฎีบท สมบัติ เกี่ยวกับเซตของจำนวนจริง		
16.	นิยามเซตของจำนวนเต็ม		
17.	ทฤษฎีบท สมบัติ เกี่ยวกับเซตของจำนวนเต็ม		
18.	นิยามเซตของจำนวนตรรกยะ		
19.	ทฤษฎีบท สมบัติ เกี่ยวกับเซตของจำนวนตรรกยะ		
20.	นิยามและทฤษฎีบทเกี่ยวกับเซตของจำนวนอตรรกยะ		
21.	นิยามและทฤษฎีบทเกี่ยวกับเซตของจำนวนเชิงซ้อน		
22.	นิยามของกลุ่ม (Group)		
23.	นิยามของกลุ่มฟังก์ชันสัทิสฐาน (Group Homomorphism)		
24.	นิยามและทฤษฎีเกี่ยวกับแก่นกลางและภาพของฟังก์ชัน		
25.	นิยามและสมบัติพื้นฐานของสนาม (Fields)		
26.	นิยามและสมบัติของเวกเตอร์เชิงเรขาคณิต (Geometrical Vectors)		
27.	นิยามและการพิสูจน์ทฤษฎีบทพื้นฐานของเวกเตอร์ในปริภูมิ n มิติ (Vectors in R^n)		

รายการเดิม		ข้อเสนอแนะตามมติ	
ข้อที่	รายการ	ข้อที่	รายการ
2.	ความรู้เชิงกระบวนการ	2.	ความรู้เชิงกระบวนการ
28.	เข้าใจหลักการของผลคูณคาร์ทีเซียน (Cartesian Product)	5.	เข้าใจนิยามและหลักการพิสูจน์ทฤษฎีบท กฎ หรือสมบัติต่างๆ ที่เกี่ยวกับเนื้อหาที่สัมพันธ์กับเนื้อหาทางพีชคณิตเชิงเส้น
29.	เข้าใจความสัมพันธ์ของฟังก์ชัน	6.	เข้าใจหลักการนำสูตรทฤษฎีบทหรือกฎต่างๆ มาใช้ในขั้นตอนการคำนวณเพื่อหาผลเฉลยของคำตอบของสมการทางพีชคณิต
30.	เข้าใจสมบัติของความสัมพันธ์สมมูล (Equivalence Relation)	7.	เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบในการแก้ปัญหาพีชคณิตเชิงเส้น
31.	เข้าใจหลักการพิสูจน์สมบัติ ทฤษฎีบทต่างๆ ในความสัมพันธ์และฟังก์ชัน	8.	เข้าใจหลักการ การเลือกใช้ยุทธวิธีที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาพีชคณิตเชิงเส้น
32.	เข้าใจหลักการพิสูจน์สมบัติ ทฤษฎีบท เกี่ยวกับเซตของ	9.	เข้าใจหลักการ

รายการเดิม		ข้อเสนอแนะตามมติ	
ข้อที่	รายการ	ข้อที่	รายการ
	จำนวนจริง		ตรวจสอบความ สมเหตุสมผลของผล เฉลยของคำตอบของ สมการพีชคณิต
33.	เข้าใจหลักการพิสูจน์สมบัติ ทฤษฎีบท เกี่ยวกับเซตของจำนวนเต็ม		
34.	เข้าใจหลักการพิสูจน์สมบัติ ทฤษฎีบท เกี่ยวกับเซตของจำนวนตรรกยะและอตรรกยะ		
35.	เข้าใจหลักการพิสูจน์สมบัติ ทฤษฎีบท เกี่ยวกับเซตของจำนวนเชิงซ้อน		
36.	เข้าใจหลักการพิสูจน์ทฤษฎีบท กฎ หรือสูตรต่างๆ ที่เกี่ยวกับกรุป		
37.	เข้าใจหลักการพิสูจน์สมบัติ ทฤษฎีบท เกี่ยวกับริงค์และฟิลด์		
38.	เข้าใจหลักการนำสูตร ทฤษฎีบทหรือกฎต่างๆ มาใช้ในการแก้ปัญหาพีชคณิตเชิงเส้น		
39.	เข้าใจหลักการพิสูจน์สมบัติ ทฤษฎีบท เกี่ยวกับเวกเตอร์ในระนาบ 2 มิติ 3 มิติ และ n มิติ		
40.	เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบ ในการแก้ปัญหาเรื่องเซตของจำนวนจริง		
41.	เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบ ในการแก้ปัญหาเรื่องเซตของจำนวนเต็ม		
42.	เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบ ในการแก้ปัญหาเรื่องเซตของจำนวนตรรกยะและอตรรกยะ		
43.	เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบ ในการแก้ปัญหาเรื่องเซตของจำนวนเชิงซ้อน		
44.	เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบ ในการแก้ปัญหาเรื่องเวกเตอร์เชิงเรขาคณิต		

รายการเดิม		ข้อเสนอแนะตามมติ	
ข้อที่	รายการ	ข้อที่	รายการ
45.	เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบ ในการ แก้ปัญหาเรื่องเมทริกซ์		
46.	เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบ ในการ แก้ปัญหาเรื่องการดำเนินการขั้นมูลฐานและเมทริกซ์ มูลฐาน		
47.	เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบ ในการ แก้ปัญหาเรื่องตัวกำหนด		
48.	เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบ ในการ แก้ปัญหาเรื่องสมบัติของตัวกำหนด		
49.	เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบ ในการ แก้ปัญหาเรื่องระบบสมการเชิงเส้น		
50.	เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบ ในการ แก้ปัญหาเรื่องค่าลำดับชั้นของเมทริกซ์		
51.	เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบ ในการ แก้ปัญหาเรื่องปริภูมิเวกต์		
52.	เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบ ในการ แก้ปัญหาเรื่องการแปลงเชิงเส้น		
53.	เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบ ในการ แก้ปัญหาเรื่องเมทริกซ์ของการแปลงเชิงเส้น		
54.	เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบ ในการ แก้ปัญหาเรื่องค่าลักษณะเฉพาะและเวกเตอร์ ลักษณะเฉพาะ		
55.	เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบ ในการ แก้ปัญหาเรื่องเมทริกซ์คล้ายและการดำเนินการทำเป็น เมทริกซ์ทแยงมุม		
56.	เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบ ในการ แก้ปัญหาเรื่องรูปแบบเชิงเส้น		
57.	เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบ ในการ แก้ปัญหาเรื่องผลคูณภายในแบบยุคลิด		

รายการเดิม		ข้อเสนอแนะตามมติ	
ข้อที่	รายการ	ข้อที่	รายการ
58.	เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบ ในการ แก้ปัญหาเรื่องปฏิกิริยาผลคูณภายใน		
59.	เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบ ในการ แก้ปัญหาเรื่องค่าประจำและระยะทาง		
60.	เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบ ในการ แก้ปัญหาเรื่องฐานหลักเชิงตั้งฉาก		
61.	เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบ ในการ แก้ปัญหาเกี่ยวกับกระบวนการกราม-ซมิคส์		
62.	เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบ ในการ แก้ปัญหาเรื่องผลบวกตรง		
63.	เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบ ในการ แก้ปัญหาเรื่องส่วนเติมเต็มเชิงตั้งฉาก		
64.	เข้าใจหลักการเลือกใช้สูตรวิธีที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการ แก้ปัญหาพีชคณิตเชิงเส้น		
65.	เข้าใจหลักการ กฎเกณฑ์ ระเบียบวิธีการต่างๆ ที่ใช้ใน ขั้นตอนการคำนวณเพื่อหาผลเฉลยของคำตอบของ พีชคณิตเชิงเส้น		
66.	เข้าใจหลักการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของผล เฉลยของคำตอบของพีชคณิตเชิงเส้น		
3.	ความรู้ในเนื้อหาเฉพาะ	3.	ความรู้ในเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง (เพิ่ม)
67.	ความหมายของเมทริกซ์	10.	ู้และเข้าใจเกี่ยวกับการ พิสูจน์ หลักการให้ เหตุผล หลัก ตรรกศาสตร์
68.	ความหมายเกี่ยวกับประเภทและชนิดของเมทริกซ์	11.	ู้และเข้าใจเกี่ยวกับ ความสัมพันธ์และ

รายการเดิม		ข้อเสนอแนะตามมติ	
ข้อที่	รายการ	ข้อที่	รายการ
69.	การบวกเมทริกซ์	12.	ฟังก์ชันพีชคณิต รู้และเข้าใจเกี่ยวกับระบบจำนวนและการวิเคราะห์เซตของจำนวนจริง และจำนวนเชิงซ้อน
70.	การคูณเมทริกซ์	13.	รู้และเข้าใจเกี่ยวกับกลุ่ม (Group) กลุ่มฟังก์ชัน สหสัมพันธ์ฐาน (Group Homomorphism) แก่นกลางและภาพของฟังก์ชัน และนิยามและสมบัติพื้นฐานของสนาม (Fields)
71.	เมทริกซ์สลับเปลี่ยน	14.	รู้และเข้าใจเรื่องเวกเตอร์เชิงเรขาคณิต (Geometrical Vectors)
72.	เมทริกซ์สามเหลี่ยมบน และเมทริกซ์สามเหลี่ยมต่าง	4. ความรู้ในเนื้อหาเฉพาะ	
73.	เมทริกซ์ไม่เอกฐาน (Non-singular Matrix)	15.	รู้และเข้าใจในบทนิยาม ทฤษฎีบท ข้อตกลง หลักการ และสมบัติพื้นฐานและการดำเนินการของเมทริกซ์

รายการเดิม		ข้อเสนอแนะตามมติ	
ข้อที่	รายการ	ข้อที่	รายการ
74.	เมทริกซ์เอกฐาน (Singular Matrix)	16.	และตัวกำหนด สมบัติ และทฤษฎีบทของ ตัวกำหนด และการหา ผลเฉลยของระบบ สมการเชิงเส้นและระบุ จำนวนผลเฉลยด้วยค่า ลำดับชั้นของเมทริกซ์
			รู้และเข้าใจเกี่ยวกับ โครงสร้างและสมบัติ ของปริภูมิ R^n ปริภูมิ เวกเตอร์ (Vector Spaces) ปริภูมีย่อย (Subspaces) ความเป็น อิสระเชิงเส้น (Linear Independence) ฐาน หลักและมิติ (Bases and Dimension) เวกเตอร์ พิกัดและสมมติฐาน (Coordinate Vectors and Isomorphism) และ การประยุกต์
75.	เมทริกซ์เอกลักษณ์ (Identity Matrix)	17.	รู้และเข้าใจเกี่ยวกับการ แปรแปลงเชิงเส้น (Linear Transformations) และ

รายการเดิม		ข้อเสนอแนะตามมติ	
ข้อที่	รายการ	ข้อที่	รายการ
76.	เมทริกซ์ผกผัน (Invers Matrix)	18.	รูปร่างเชิงเส้น (Linear Forms) และการประยุกต์ รู้และเข้าใจเกี่ยวกับค่าลักษณะเฉพาะและเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะ (Eigenvalues and Eigenvectors) และการประยุกต์
77.	เมทริกซ์สมมาตร (Symmetric Matrix)	19.	รู้และเข้าใจเกี่ยวกับผลคูณภายในแบบยูคลิด (Euclidean Inner Products) ปริภูมิผลคูณภายใน (Inner Product Spaces) กระบวนการกราม-ชมิคต์ (Gram-Schmidt Process) ผลบวกตรง (Direct Sums) ส่วนเติมเต็มเชิงตั้งฉาก (Orthogonal Complements) และการประยุกต์
78.	เมทริกซ์เสมือนสมมาตร (Skew Symmetric Matrix)		
79.	การดำเนินการขั้นมูลฐานบนเมทริกซ์ตามแถวและตาม		

รายการเดิม		ข้อเสนอแนะตามมติ	
ข้อที่	รายการ	ข้อที่	รายการ
	หลัก (Elementary Row(Column) Operation on Matrices)		
80.	การสมมูลตามแถวหรือตามหลักของเมทริกซ์		
81.	สมบัติและทฤษฎีบทของตัวกำหนด		
82.	การหาผลเฉลยของระบบสมการเชิงเส้นและระบุจำนวนผลเฉลยด้วยค่าลำดับชั้นของเมทริกซ์		
83.	โครงสร้างและสมบัติของปริภูมิ R^n		
84.	ปริภูมิเวกเตอร์ (Vector Spaces) และ ปริภูมิย่อย (Subspaces)		
85.	ความเป็นอิสระเชิงเส้น (Linear Independence)		
86.	ฐานหลักและมิติ (Bases and Dimension)		
87.	เวกเตอร์พิกัดและสมสัณฐาน (Coordinate Vectors and Isomorphism)		
88.	การแปลงเชิงเส้น (Linear Transformations) แกนกลางและภาพของการแปลงเชิงเส้น (Kernel and Image of Linear)		
89.	เมทริกซ์ของการแปลงเชิงเส้น (Matrices of Linear Transformations)		
90.	การเปลี่ยนฐานหลัก (Change of Basis)		
91.	ความคล้าย (Similarity)		
92.	ค่าลักษณะเฉพาะและเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะ (Eigenvalues and Eigenvectors)		
93.	รอยเมทริกซ์ (Trace of a Matrix)		
94.	เมทริกซ์คล้ายและการทำเป็นเมทริกซ์ทแยงมุม (Similar Matrices and Diagonalization)		
95.	รูปแบบเชิงเส้น (Linear Forms)		
96.	ตัวลบล้าง (Annihilators)		

รายการเดิม		ข้อเสนอแนะตามมติ	
ข้อที่	รายการ	ข้อที่	รายการ
97.	รูปแบบเชิงเส้นคู่ (Bilinear Forms)		
98.	รูปแบบเชิงเส้นคู่สมมาตร (Symmetric Bilinear Forms)		
99.	รูปแบบกำลังสอง (Quadratic Forms)		
100.	ผลคูณภายในแบบยูคลิด (Euclidean Inner Products)		
101.	ปริภูมิผลคูณภายใน (Inner Product Spaces)		
102.	ค่าประจำและระยะทาง (Norms and Distances)		
103.	ฐานหลักเชิงตั้งฉาก (Orthogonal Bases)		
104.	กระบวนการของกราม-ชมิทต์ (Gram-Schmidt Process)		
105.	ผลบวกตรง (Direct Sums)		
106.	ส่วนเติมเต็มเชิงตั้งฉาก (Orthogonal Complements)		

ประเด็นที่ 3 องค์ประกอบของความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้วิชาพีชคณิตเชิงเส้น ด้านความรู้ในการจัดการเรียนรู้

ผู้ทรงคุณวุฒิมีมติ ดังนี้

เห็นด้วย โดยปรับรายละเอียดของตัวแปรที่สังเกตได้ให้กระชับขึ้น และรวมข้อที่มีความหมายซ้ำกันเป็นตัวแปรเดียว จึงได้องค์ประกอบของความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้วิชาพีชคณิตเชิงเส้น ด้านความรู้ในการจัดการเรียนรู้ มี 3 ด้าน ได้แก่

ตารางภาคผนวกที่ 5 การจัดการเรียนรู้วิชาพีชคณิตเชิงเส้น

ข้อที่	รายการ	มติ	ข้อเสนอแนะ
ความรู้เกี่ยวกับหลักการจัดการเรียนรู้ของผู้สอน			
1.	การสำรวจความพร้อมและการทบทวนความรู้พื้นฐานเดิมก่อน นำเสนอเนื้อหาใหม่เสมอ	เห็นด้วย	
2.	เชื่อมโยงความรู้เดิมไปสู่ความรู้ใหม่ได้อย่างกลมกลืน	เห็นด้วย	
3.	การเลือกกิจกรรมการเรียนรู้ตามสนใจและความถนัดและ เหมาะสมต่อผู้เรียน	เห็นด้วย	
4.	จัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เนื้อหาสัมพันธ์และต่อเนื่องกัน	เห็นด้วย	
5.	ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการวางแผนจัดการเรียนรู้และมีส่วนร่วมใน กิจกรรมทั้งรายบุคคลและรายกลุ่ม	เห็นด้วย	
6.	ให้ผู้เรียนเข้าใจกฎ สูตร ทฤษฎี จากการค้นคว้า	เห็นด้วย	
7.	กิจกรรมที่ให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวเอง	เห็นด้วย	
8.	เลือกวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา	เห็นด้วย	
9.	ให้ผู้เรียนได้เผชิญปัญหาที่เร้าใจและน่าสนใจ	เห็นด้วย	
10.	ส่งเสริมและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีอิสระในการแสดง ความคิดเห็นจากเหตุสุดุผล	เห็นด้วย	
11.	การเสริมแรงระหว่างทำกิจกรรม	เห็นด้วย	
12.	สื่อประกอบการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา	เห็นด้วย	
13.	จัดบรรยากาศในการเรียนรู้ สนุกสนาน และน่าติดตาม	เห็นด้วย	
ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรคณิตศาสตร์			
14.	การวิเคราะห์หลักสูตรคณิตศาสตร์เพื่อนำไปสู่การจัดการวางแผน การเรียนรู้อย่างเหมาะสม	เห็นด้วย	
15.	การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ตามมาตรฐานความรู้ในรายวิชา พีชคณิตเชิงเส้น ตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขา คณิตศาสตร์ ตามประกาศกระทรวงศึกษาธิการ	เห็นด้วย	

ข้อที่	รายการ	มติ	ข้อเสนอแนะ
16.	การวางแผนการจัดการเรียนรู้ตามผลการวิเคราะห์	เห็นด้วย	
17.	การเตรียมกิจกรรมก่อนการจัดการการเรียนรู้	เห็นด้วย	
18.	จัดการเรียนรู้ตามแผนที่วางไว้	เห็นด้วย	
19.	ใช้เอกสารประกอบการสอนที่หลากหลาย เพื่อประกอบการจัดการเรียนรู้	เห็นด้วย	
20.	การประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์และเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมในการจัดการเรียนรู้	เห็นด้วย	
21.	การจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียนบนพื้นฐานนวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศทางการศึกษา	เห็นด้วย	
22.	การวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดจากการใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศ	เห็นด้วย	
23.	ใช้สื่อประสมในการทบทวนและจัดกิจกรรมการเรียนรู้	เห็นด้วย	
24.	ปรับและเลือกใช้ซอฟต์แวร์ที่หลากหลายไปใช้เพื่อนำไปสู่การคิดแก้ปัญหาและการสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ในชีวิตประจำวัน และการประยุกต์ทำงานที่เหมาะสมกับศาสตร์ต่างๆ	เห็นด้วย	
25.	พัฒนากระบวนการคิดของผู้เรียน ผ่านเครื่องมือการเขียนซอฟต์แวร์อย่างง่าย	เห็นด้วย	
26.	ประยุกต์เนื้อหาตามกรอบของหลักสูตรเพื่อบูรณาการกับศาสตร์ด้านต่างๆ	เห็นด้วย	
ความรู้เกี่ยวกับการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้			
27.	เข้าใจจุดมุ่งหมายและหลักการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้	เห็นด้วย	
28.	เข้าใจหลักการวัดและประเมินผลวิชาที่ชกณิตเชิงเส้น	เห็นด้วย	
29.	ความรู้ในด้านภาษา ใช้คำศัพท์และประโยคที่ถูกต้องชัดเจนสื่อความหมายให้เข้าใจได้ง่ายในการวัดผล	เห็นด้วย	
30.	การวางแผนสร้างเครื่องมือในการวัดประเมินผล อย่างเป็นขั้นเป็นตอน	เห็นด้วย	
31.	การศึกษาหลักสูตรและมาตรฐานการเรียนรู้ ที่ต้องการวัดผลและ	เห็นด้วย	

ข้อที่	รายการ	มติ	ข้อเสนอแนะ
32.	ประเมินผลการเรียนรู้ในวิชาฟิสิกส์เชิงเส้น การวิเคราะห์พฤติกรรมที่ต้องการวัดในการเรียนรู้ในวิชาฟิสิกส์เชิงเส้น	เห็นด้วย	
33.	การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้	เห็นด้วย	
34.	การกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนที่เหมาะสมและชัดเจน	เห็นด้วย	
35.	เข้าใจเกณฑ์การประเมินและแบบบันทึกผลการตรวจหรือประเมินคุณภาพ มีความสอดคล้องกัน มีความชัดเจน	เห็นด้วย	
36.	ครอบคลุมการวัดตามเนื้อหา	เห็นด้วย	
	แปลผลการประเมินได้อย่างถูกต้อง	เห็นด้วย	

ประเด็นที่ 4 องค์ประกอบความรู้ของอาจารย์ในการจัดการวิชาฟิสิกส์เชิงเส้น ด้านความรู้เกี่ยวกับการเรียนรู้ของผู้เรียน

ผู้ทรงคุณวุฒิมีมติ ดังนี้

เห็นด้วย องค์ประกอบของความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้เรื่องฟิสิกส์เชิงเส้น ด้านความรู้เกี่ยวกับการเรียนรู้ของผู้เรียน มี 3 ด้าน ได้แก่และ

1. ธรรมชาติการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 2. ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์เชิงเส้น
 3. องค์ประกอบในการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงเส้นของผู้เรียน
- องค์ประกอบย่อยของความรู้ในเนื้อหาในแต่ละด้านเป็นดังนี้

ตารางภาคผนวกที่ 6 องค์ประกอบย่อยของความรู้ในเนื้อหา

ข้อที่	ความรู้ด้านการเรียนรู้ของผู้เรียน	มติ	ข้อเสนอแนะ
1.	ธรรมชาติการเรียนรู้คณิตศาสตร์ คำนี้ถึงบริบทของผู้เรียนที่เกี่ยวกับ สุขภาพ ประสบการณ์เดิม	เห็นด้วย	

ข้อที่	ความรู้ด้านการเรียนรู้ของผู้เรียน	มติ	ข้อเสนอแนะ
	ความสนใจ เวลา เหตุการณ์ สถานที่ บรรยากาศ		
2.	ความเป็นกัลยาณมิตรระหว่างครูกับผู้เรียน ผู้เรียนกับผู้เรียน	เห็นด้วย	
3.	สร้างสมาธิก่อนการจัดการเรียนรู้แก่ผู้เรียน	เห็นด้วย	
4.	ผู้เรียนได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน และแสดงความคิดเห็นและซักถาม	เห็นด้วย	
5.	ผู้เรียนได้มีโอกาสประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองและเพื่อน	เห็นด้วย	
6.	ยอมรับความสามารถของผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียน ได้รู้สึกเกิดความสำคัญ ได้รับความเคารพและภูมิใจในตนเอง	เห็นด้วย	
	ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางพีชคณิตเชิงเส้น		
7.	วิธีการสร้างมโนทัศน์ในเนื้อหาเมทริกซ์และดีเทอร์มิแนนซ์	เห็นด้วย	
8.	วิธีการสร้างมโนทัศน์ในเนื้อหาการคำนวณการขั้วมูลฐาน	เห็นด้วย	
9.	วิธีการสร้างมโนทัศน์ในการหาผลเฉลยของระบบสมการเชิงเส้น	เห็นด้วย	
10.	วิธีการสร้างมโนทัศน์การศึกษาเรื่องปริภูมิเวกเตอร์	เห็นด้วย	
11.	วิธีการสร้างมโนทัศน์ในการแปลงเชิงเส้น ค่าเฉพาะและเวกเตอร์เฉพาะ การประยุกต์	เห็นด้วย	
12.	วิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจากแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบและวิเคราะห์หาสาเหตุของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	เห็นด้วย	
13.	หาแนวทางแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชาพีชคณิตเชิงเส้น	เห็นด้วย	
	องค์ประกอบในการเรียนรู้พีชคณิตเชิงเส้น		
14.	เข้าใจความรู้พื้นฐานและประสบการณ์ของผู้เรียนในการแก้ปัญหาพีชคณิตเชิงเส้น	เห็นด้วย	
15.	ปัจจัยที่ทำให้ผู้เรียนไม่เข้าใจหรือสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาในการเรียนในเนื้อหาเฉพาะ	เห็นด้วย	
16.	ปัจจัยที่ทำให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	เห็นด้วย	
17.	ปัจจัยที่ทำให้ผู้เรียนไม่เข้าใจหรือสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาในการประยุกต์การแก้ปัญหาพีชคณิตเชิงเส้น เข้ากับศาสตร์อื่นๆ	เห็นด้วย	

ข้อที่	ความรู้ด้านการเรียนรู้ของผู้เรียน	มติ	ข้อเสนอแนะ
18.	เข้าใจในหลักการให้เหตุผลและการพิสูจน์ การสื่อสาร การเชื่อมโยง และมโนภาพของผู้เรียน และความสามารถตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ	เห็นด้วย	



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางภาคผนวกที่ 7 ผลการพัฒนาร่างองค์ประกอบของความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้อาจารย์ในวิชาชีพซอกคิดเชิงเส้น

องค์ประกอบหลัก	ความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้อาจารย์ซอกคิดเชิงเส้น	ตัวแปรที่สังเกตได้
ความรู้ด้านเนื้อหา	<p>องค์ประกอบย่อย</p> <p>1. ความรู้เชิงมโนทัศน์</p> <p>2. ความรู้เชิงกระบวนการ</p>	<p>1.1 ปรัชญาคณิตศาสตร์ โครงสร้างคณิตศาสตร์</p> <p>1.2 หลักการพิสูจน์ทฤษฎีบท กฏ และสมบัติต่างๆ ในความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เดิมสู่ความรู้ใหม่</p> <p>1.3 นิยาม ทฤษฎีบท สมบัติ ของเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเฉพาะ</p> <p>1.4 รู้หลักการหาค่าตอบและการตรวจสอบคำตอบที่ถูกต้อง</p> <p>2.1 เข้าใจนิยามและหลักการพิสูจน์ทฤษฎีบท กฏ หรือสมบัติต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่สัมพันธ์กับเนื้อหาทางพีชคณิตเชิงเส้น</p> <p>2.2 เข้าใจหลักการนำสูตร ทฤษฎีบทหรือกฎต่างๆ มาใช้ในขั้นตอนการคำนวณเพื่อหาผลเฉลยของคำตอบของสมการทางพีชคณิต</p> <p>2.3 เข้าใจกระบวนการเพื่อดำเนินการหาคำตอบ ในการแก้ปัญหาพีชคณิตเชิงเส้น</p> <p>2.4 เข้าใจหลักการ การเลือกใช้ทฤษฎีที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาพีชคณิตเชิงเส้น</p> <p>2.5 เข้าใจหลักการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของผลเฉลยของคำตอบของสมการพีชคณิต</p>

องค์ประกอบหลัก	ความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้วิชาพีชคณิตเชิงเส้น	ตัวแปรที่สังเกตได้
องค์ประกอบย่อย	<p>3. ความรู้ในเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง</p> <p>4. ความรู้ในเนื้อหาเฉพาะ</p>	<p>3.1 รู้และเข้าใจเกี่ยวกับกรุปพีชคณิต หลักการให้เหตุผล หลักตรรกศาสตร์</p> <p>3.2 รู้และเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์และฟังก์ชันพีชคณิต</p> <p>3.3 รู้และเข้าใจเกี่ยวกับระบบจำนวนและการวิเคราะห์เซตของจำนวนจริง และจำนวนเชิงซ้อน</p> <p>3.4 รู้และเข้าใจเกี่ยวกับกลุ่ม (Group) กลุ่มฟังก์ชันสัทสัมพันธ์ (Group Homomorphism) แก่นกลางและภาพของฟังก์ชัน และนิยามและสมบัติพื้นฐานของสนาม (Fields)</p> <p>3.5 รู้และเข้าใจเรื่องเวกเตอร์เชิงเรขาคณิต (Geometrical Vectors)</p> <p>4.1 รู้และเข้าใจในบทนิยาม ทฤษฎีบท ข้อตกลง หลักการ และสมบัติพื้นฐานและการดำเนินการของเมทริกซ์และตัวกำหนด สมบัติและทฤษฎีบทของตัวกำหนด และการหาผลเฉลยของระบบสมการเชิงเส้นและระบบจำนวนผลเฉลยด้วยค่าลำดับชั้นของเมทริกซ์</p> <p>4.2 รู้และเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างและสมบัติของปริภูมิ R^n ปริภูมิเวกเตอร์ (Vector Spaces) ปริภูมิย่อย (Subspaces) ความเป็นอิสระเชิงเส้น (Linear Independence) ฐานหลักและมิติ (Bases and Dimension) เวกเตอร์พิกัดและสมสัมพันธ์ (Coordinate Vectors and</p>

องค์ประกอบหลัก	ความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้วิชาพีชคณิตเชิงเส้น	ตัวแปรที่สังเกตได้
<p data-bbox="189 1209 230 1433">องค์ประกอบย่อย</p> <p data-bbox="882 1579 979 1915">ความรู้ด้านการจัดการเรียนรู้ วิชาพีชคณิตเชิงเส้น</p> <p data-bbox="882 1097 979 1534">5. ความรู้เกี่ยวกับหลักการจัดการเรียนรู้ ของผู้สอน</p>	<p data-bbox="259 716 287 1075">Isomorphism) และการประยุกต์</p> <p data-bbox="301 313 399 1075">4.3 รู้และเข้าใจเกี่ยวกับการแปลงเชิงเส้น (Linear Transformations) และรูปแบบเชิงเส้น (Linear Forms) และการประยุกต์</p> <p data-bbox="413 459 454 1075">4.4 รู้และเข้าใจเกี่ยวกับค่าลักษณะเฉพาะและเวกเตอร์</p> <p data-bbox="468 336 510 1075">ลักษณะเฉพาะ (Eigenvalues and Eigenvectors) และการประยุกต์</p> <p data-bbox="525 324 623 1075">4.5 รู้และเข้าใจเกี่ยวกับผลคูณภายในแบบยูคลิด (Euclidean Inner Products) ปริภูมิผลคูณภายใน (Inner Product Spaces)</p> <p data-bbox="637 313 805 1075">กระบวนการกราม-ชมิทต์ (Gram-Schmidt Process) ผลบวกตรง (Direct Sums) ส่วนเติมเต็มเชิงตั้งฉาก (Orthogonal Complements) และการประยุกต์</p>	<p data-bbox="875 313 972 1064">5.1 การสำรวจความพร้อมและการทบทวนความรู้พื้นฐานเดิมก่อนนำเสนอเนื้อหาใหม่เสมอ</p> <p data-bbox="986 414 1029 1064">5.2 เชื่อมโยงความรู้เดิมไปสู่ความรู้ใหม่ได้อย่างกลมกลืน</p> <p data-bbox="1043 369 1141 1064">5.3 การเลือกกิจกรรมการเรียนรู้ตามสนใจและความถนัดและเหมาะสมต่อผู้เรียน</p> <p data-bbox="1155 392 1197 1064">5.4 จัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เนื้อหาสัมพันธ์และต่อเนื่องกัน</p> <p data-bbox="1211 302 1253 1064">5.5 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการวางแผนจัดการเรียนรู้และมีส่วนร่วมใน</p>

องค์ประกอบหลัก	ความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้วิชาที่คิดเชิงเส้น	ตัวแปรที่สังเกตได้
องค์ประกอบย่อย	<p>กิจกรรมทวงรายบุคคลและรายกลุ่ม</p> <p>5.6 ให้ผู้เรียนเข้าใจกฎ สูตร ทฤษฎี จากการศึกษาว่า</p> <p>5.7 กิจกรรมที่ให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวเอง</p> <p>5.8 เลือกรีวิวการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา</p> <p>5.9 ให้ผู้เรียนได้เผชิญปัญหาที่เร้าใจและน่าสนใจ</p> <p>5.10 ส่งเสริมและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีอิสระในการแสดงความคิดเห็นจากเหตุผล</p> <p>5.11 การเสริมแรงระหว่างทำกิจกรรม</p> <p>5.12 สื่อประกอบการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา</p> <p>5.13 จัดบรรยากาศในการเรียนรู้ สนุกสนาน และน่าติดตาม</p> <p>6. ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรคณิตศาสตร์</p>	<p>6.1 การวิเคราะห์หลักสูตรคณิตศาสตร์เพื่อนำไปสู่การจัดการวางแผนการเรียนรู้</p> <p>6.2 การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ตามมาตรฐานความรู้ในรายวิชาพีชคณิตเชิงเส้น ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ตามประกาศกระทรวงศึกษาธิการ</p> <p>6.3 การวางแผนการจัดการเรียนรู้ตามผลการวิเคราะห์</p> <p>6.4 การเตรียมกิจกรรมก่อนการจัดการเรียนรู้</p>

องค์ประกอบหลัก	ความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้วิชาที่ทัศนคติเชิงสั้น	ตัวแปรที่สังเกตได้
องค์ประกอบย่อย	<p>6.5 จัดการเรียนรู้ตามแผนที่ย่างไว้</p> <p>6.6 ใช้เอกสารประกอบการสอนที่หลากหลาย เพื่อประกอบการจัดการเรียนรู้</p> <p>6.7 การประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์และเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมในการจัดการเรียนรู้</p> <p>6.8 การจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียนบนพื้นฐานนวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศทางการศึกษา</p> <p>6.9 การวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดจากการใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศ</p> <p>6.10 ใช้สื่อประสมในการทบทวนและจัดกิจกรรมการเรียนรู้</p> <p>6.11 ปรับและเลือกใช้ซอฟต์แวร์ที่หลากหลายไปใช้เพื่อนำไปสู่การคิดแก้ปัญหาและการสร้างสรรค่นวัตกรรมใหม่ในชีวิตประจำวันและการประยุกต์ทำงานที่เหมาะสมกับศาสตร์ต่างๆ</p> <p>6.12 พัฒนาการระบวนการคิดของผู้เรียน ผ่านเครื่องมือการเขียนซอฟต์แวร์อย่างง่าย</p> <p>6.13 ประยุกต์เนื้อหาตามกรอบของหลักสูตรเพื่อบูรณาการกับศาสตร์ด้านต่างๆ</p>	

องค์ประกอบหลัก	ความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้วิชาพีชคณิตเชิงเส้น	ตัวแปรที่สังเกตได้
องค์ประกอบย่อย	7. ความรู้เกี่ยวกับการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้	<p>7.1 เข้าใจจุดมุ่งหมายและหลักการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้</p> <p>7.2 เข้าใจหลักการวัดและประเมินผลวิชาพีชคณิตเชิงเส้น</p> <p>7.3 ความรู้ในด้านภาษา ใช้คำศัพท์และประโยคที่ถูกต้องชัดเจนสื่อความหมายให้เข้าใจได้ง่ายในการวัดผล</p> <p>7.4 การวางแผนสร้างเครื่องมือในการวัดประเมินผล อย่างเป็นขั้นเป็นตอน</p> <p>7.5 การศึกษาหลักสูตรและมาตรฐานการเรียนรู้ ที่ต้องการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ในวิชาพีชคณิตเชิงเส้น</p> <p>7.6 การวิเคราะห์พฤติกรรมที่ต้องการวัดในการเรียนรู้ในวิชาพีชคณิตเชิงเส้น</p> <p>7.7 การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้</p> <p>7.8 การกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนที่เหมาะสมและชัดเจน</p> <p>7.9 เข้าใจเกณฑ์การประเมินและแบบบันทึกผลการตรวจหรือประเมินคุณภาพ มีความสอดคล้องกัน มีความชัดเจน ครอบคลุมการวัดตามเนื้อหา</p> <p>7.10 แปลผลการประเมินได้อย่างถูกต้อง</p>

องค์ประกอบหลัก	ความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้วิชาพีชคณิตเชิงเส้น	ตัวแปรที่สังเกตได้
<p data-bbox="169 1547 239 1942">องค์ประกอบย่อย</p> <p data-bbox="239 1547 813 1942">8. ธรรมชาติการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์</p> <p data-bbox="813 1547 1262 1942">9. ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางพีชคณิตเชิงเส้น</p>	<p data-bbox="169 1077 813 1547">8.1 คำนึงถึงบริบทของผู้เรียนที่เกี่ยวข้องกับ สุขภาพ ประสบการณ์เดิม ความสนใจ เวลา เหตุการณ์ สถานที่ บรรยากาศ</p> <p data-bbox="813 1077 1262 1547">8.2 ความเป็นกัลยาณมิตรระหว่างครูกับผู้เรียน ผู้เรียนกับผู้เรียน</p> <p data-bbox="1262 1077 1332 1547">8.3 สร้างสมรรถิก่อนการจัดการเรียนรู้แก่ผู้เรียน</p> <p data-bbox="1332 1077 1400 1547">8.4 ผู้เรียน ได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน และแสดงความ คิดเห็นและซักถาม</p> <p data-bbox="1400 1077 1400 1547">8.5 ผู้เรียน ได้มีโอกาสประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองและเพื่อน</p> <p data-bbox="1470 1077 1400 1547">8.6 ยอมรับความสามารถของผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียน ได้รู้สึกเกิด ความสำเร็จมีความสำคัญ "ได้รับเกียรติและภูมิใจในตนเอง</p> <p data-bbox="1540 1077 1400 1547">9.1 วิธีการสร้างมโนทัศน์ในเนื้อหาเมทริกซ์และดีเทอร์มิแนนต์</p> <p data-bbox="1610 1077 1400 1547">9.2 วิธีการสร้างมโนทัศน์ในเนื้อหาการดำเนินการขั้นมูลฐาน</p> <p data-bbox="1680 1077 1400 1547">9.3 วิธีการสร้างมโนทัศน์ในการหาผลเฉลยของระบบสมการเชิงเส้น</p> <p data-bbox="1750 1077 1400 1547">9.4 วิธีการสร้างมโนทัศน์การศึกษาเรื่องปริภูมิเวกเตอร์</p> <p data-bbox="1819 1077 1400 1547">9.5 วิธีการสร้างมโนทัศน์ในการแปลงเชิงเส้น ค่าเฉพาะและเวกเตอร์เฉพาะ การประยุกต์</p>	<p data-bbox="169 282 239 1077">8.1 คำนึงถึงบริบทของผู้เรียนที่เกี่ยวข้องกับ สุขภาพ ประสบการณ์เดิม ความสนใจ เวลา เหตุการณ์ สถานที่ บรรยากาศ</p> <p data-bbox="239 282 309 1077">8.2 ความเป็นกัลยาณมิตรระหว่างครูกับผู้เรียน ผู้เรียนกับผู้เรียน</p> <p data-bbox="309 282 379 1077">8.3 สร้างสมรรถิก่อนการจัดการเรียนรู้แก่ผู้เรียน</p> <p data-bbox="379 282 449 1077">8.4 ผู้เรียน ได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน และแสดงความ คิดเห็นและซักถาม</p> <p data-bbox="449 282 519 1077">8.5 ผู้เรียน ได้มีโอกาสประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองและเพื่อน</p> <p data-bbox="519 282 589 1077">8.6 ยอมรับความสามารถของผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียน ได้รู้สึกเกิด ความสำเร็จมีความสำคัญ "ได้รับเกียรติและภูมิใจในตนเอง</p> <p data-bbox="589 282 659 1077">9.1 วิธีการสร้างมโนทัศน์ในเนื้อหาเมทริกซ์และดีเทอร์มิแนนต์</p> <p data-bbox="659 282 729 1077">9.2 วิธีการสร้างมโนทัศน์ในเนื้อหาการดำเนินการขั้นมูลฐาน</p> <p data-bbox="729 282 799 1077">9.3 วิธีการสร้างมโนทัศน์ในการหาผลเฉลยของระบบสมการเชิงเส้น</p> <p data-bbox="799 282 869 1077">9.4 วิธีการสร้างมโนทัศน์การศึกษาเรื่องปริภูมิเวกเตอร์</p> <p data-bbox="869 282 939 1077">9.5 วิธีการสร้างมโนทัศน์ในการแปลงเชิงเส้น ค่าเฉพาะและเวกเตอร์เฉพาะ การประยุกต์</p>

องค์ประกอบหลัก	ความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้วิชาพีชคณิตเชิงเส้น	ตัวแปรที่สังเกตได้
องค์ประกอบย่อย	<p>10. ปัจจัยในการเรียนรู้พีชคณิตเชิงเส้น</p>	<p>9.6 วิเคราะห์โมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจากแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบและวิเคราะห์สาเหตุของโมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน</p> <p>9.7 หาแนวทางแก้ไขโมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชาพีชคณิตเชิงเส้น</p> <p>10.1 เข้าใจความรู้พื้นฐานและประสบการณ์ของผู้เรียนในการแก้ปัญหาพีชคณิตเชิงเส้น</p> <p>10.2 ปัจจัยที่ทำให้ผู้เรียนไม่เข้าใจหรือสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาในการเรียนในเนื้อหาเฉพาะ</p> <p>10.3 ปัจจัยที่ทำให้ผู้เรียนเกิดโมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน</p> <p>10.4 ปัจจัยที่ทำให้ผู้เรียนไม่เข้าใจหรือสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาในการประยุกต์การแก้ปัญหาพีชคณิตเชิงเส้น เข้ากับศาสตร์อื่นๆ</p> <p>10.5 เข้าใจในหลักการให้เหตุผลและการพิสูจน์ การสื่อสาร การเชื่อมโยง และมโนภาพของผู้เรียน และความสามารถการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ</p>



ภาคผนวก ค

หนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูล

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ที่ ศธ ๐๕๔๐.๐๑/ว ๒๒๑๘



บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

อ.เมือง จ.มหาสารคาม ๔๔๐๐๑

๓๑ มกราคม ๒๕๕๗

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ผู้วิจัยในสังกัดของท่านเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

เรียน อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏ

สิ่งที่แนบมาด้วย ๑. แบบสอบถามรายการองค์ประกอบความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้
วิชาชีพคณิตเชิงเส้น

ด้วย นางสาวปนัดดา สังข์ศรีแก้ว รหัสประจำตัว ๕๒๑๓๑๔๐๑๐๒ นักศึกษาปริญญาเอก
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา รูปแบบการศึกษานอกเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาองค์ประกอบความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้วิชาชีพคณิตเชิง
เส้น” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขออนุญาตท่านให้ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บ
รวบรวมข้อมูลการวิจัยกับ อาจารย์ที่สอนในรายวิชาคณิตเชิงเส้น ในการตอบแบบสอบถามองค์ประกอบ
ความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้วิชาชีพคณิตเชิงเส้น เพื่อนำข้อมูลไปทำการวิจัยให้บรรลุตาม
วัตถุประสงค์ต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี
ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกรียงศักดิ์ ไพวรธรรม)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย

โทรศัพท์, โทรสาร ๐ - ๔๓๗๒ - ๕๔๓๘

ที่ ศธ ๐๕๔๐.๐๑/ว ๒๒๑๕



บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อ.เมือง จ.มหาสารคาม ๔๔๐๐๑

๓๑ มกราคม ๒๕๕๗

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยกับกลุ่มเป้าหมาย (ในการสังเกตและสัมภาษณ์)

เรียน ดร.วัชระ เทพารส

ด้วย นางสาวปณิตดา สังข์ศรีแก้ว รหัสประจำตัว ๕๒๑๓๑๔๐๑๐๒ นักศึกษาปริญญาเอก สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา รูปแบบการศึกษานอกเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษารูปแบบประกอบความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้วิชาพีชคณิตเชิงเส้น” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขออนุญาตให้ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยจากท่านในการเก็บข้อมูล การสังเกตและสัมภาษณ์ ในวันที่ ๒๔ - ๒๕ กุมภาพันธ์ ๒๕๕๗ เพื่อนำข้อมูลไปทำการวิจัยให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกรียงศักดิ์ ไพรวรรณ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย

โทรศัพท์, โทรสาร ๐ - ๔๓๗๒ - ๕๔๓๗

ที่ ศธ ๐๕๔๐.๐๑/ว ๒๒๑๕



บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

อ.เมือง จ.มหาสารคาม ๔๔๐๐๑

๓๑ มกราคม ๒๕๕๗

เรื่อง ขอลงนามอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยกับกลุ่มเป้าหมายกลุ่มที่ ๑ (ในการสัมภาษณ์เชิงลึก)

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สอาด ม่วงจันทร์

ด้วย นางสาวปนัดดา สังข์ศรีแก้ว รหัสประจำตัว ๕๒๑๓๑๔๐๑๐๒ นักศึกษาปริญญาเอก สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา รูปแบบการศึกษานอกเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาองค์ประกอบความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้วิชาพีชคณิตเชิงเส้น” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขออนุญาตให้ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยจากท่านในการเก็บข้อมูล การสังเกตและสัมภาษณ์ ในวันที่ ๒๔ - ๒๘ กุมภาพันธ์ ๒๕๕๗ เพื่อนำข้อมูลไปทำการวิจัยให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้


ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกรียงศักดิ์ ไพรรวรรณ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย

โทรศัพท์, โทรสาร ๐ - ๔๓๗๒ - ๕๔๓๘



ภาคผนวก ง

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ

ค่าดัชนีความสอดคล้องของเครื่องมือ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบความสอดคล้องของแบบสอบถาม วิทยานามดังนี้

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน กศ.ด. (วิจัยและประเมินผลการศึกษา)
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัย
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ร้อยตรี ดร.อรรณู ชูยกระเดื่อง กศ.ด. (วิจัยและ
ประเมินผลการศึกษา) มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัย
3. อาจารย์ ดร.ศักดิ์สิทธิ์ ฤทธิสัน ค.ค. (การวัดและประเมินผลการศึกษา)
มหาวิทยาลัยราชภัฏกาฬสินธุ์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัย

ดัชนีความสอดคล้องของแบบวิเคราะห์เอกสาร

ตารางภาคผนวกที่ 8 ดัชนีความสอดคล้องของแบบวิเคราะห์เอกสาร

รายละเอียดการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			ระดับ ความ สอดคล้อง	แปลความ
	1	2	3		
ความสอดคล้องของประเด็น ข้อคำถาม	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
รวม	1.00	1.00	1.00	1.00	สอดคล้อง

ตารางภาคผนวกที่ 9 ดัชนีความสอดคล้องของแบบสัมภาษณ์องค์ประกอบของความรู้
ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้วิชาพีชคณิตเชิงเส้น

รายละเอียดการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			ระดับ ความ สอดคล้อง	แปลความ
	1	2	3		
1. ความสอดคล้องของ ประเด็น สัมภาษณ์เกี่ยวกับความรู้ ด้านเนื้อหา	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2. ความสอดคล้องของ ประเด็นสัมภาษณ์เกี่ยวกับ ความรู้ในการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3. ความสอดคล้องของ ประเด็นสัมภาษณ์เกี่ยวกับ ความรู้ด้านการเรียนรู้ของ ผู้เรียน	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
รวม	1.00	1.00	1.00	1.00	สอดคล้อง

ตารางภาคผนวกที่ 10 ดัชนีความสอดคล้องของแบบแสดงความคิดเห็นต่อองค์ประกอบความรู้ของ
อาจารย์ในการจัดการเรียนรู้วิชาพีชคณิตเชิงเส้น

รายละเอียดการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			ระดับ ความ สอดคล้อง	แปลความ
	1	2	3		
ข้อ 1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 2	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 3	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 4	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 5	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 6	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 7	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 8	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 9	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 10	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 11	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 12	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 13	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 14	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 15	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 16	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 17	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 18	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 19	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 20	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 21	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 22	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 23	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

รายละเอียดการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			ระดับ ความ สอดคล้อง	แปลความ
	1	2	3		
ข้อ 24	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 25	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 26	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 27	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 28	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 29	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 30	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 31	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 32	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 33	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 34	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 35	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 36	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 37	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 38	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 39	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 40	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 41	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 42	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 43	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 44	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 45	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 46	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 47	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 48	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

รายละเอียดการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			ระดับ ความ สอดคล้อง	แปลความ
	1	2	3		
ข้อ 49	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 50	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 51	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 52	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 53	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 54	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 55	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 56	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 57	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 58	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 59	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 60	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 61	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 62	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 63	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 64	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 65	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 66	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 67	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 68	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 69	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 70	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 71	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 72	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 73	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 74	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

รายละเอียดการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			ระดับ ความ สอดคล้อง	แปลความ
	1	2	3		
ข้อ 74	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 75	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 76	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 77	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 78	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 79	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 80	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 81	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 82	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 83	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
รวม	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง



ภาคผนวก จ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



แบบสอบถามเพื่อยืนยันองค์ประกอบของความรู้ของอาจารย์

ในการจัดการเรียนรู้ วิชาพีชคณิตเชิงเส้น

คำชี้แจง

1. การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ประกอบของความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้ วิชาพีชคณิตเชิงเส้นที่ประกอบด้วย ความรู้ด้านเนื้อหาความรู้ด้านการจัดการเรียนรู้ และความรู้ด้านการเรียนรู้ของผู้เรียน
2. ความรู้ด้านเนื้อหา มี 4 ด้าน ประกอบด้วย ความรู้เชิงมโนทัศน์ ความรู้เชิงกระบวนการ ความรู้ในเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง และความรู้ในเนื้อหาเฉพาะ
3. ความรู้ด้านการจัดการเรียนรู้ มี 3 ด้าน ประกอบด้วย ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ หลักการจัดการเรียนรู้ และความรู้ในหลักสูตร
4. ความรู้ด้านการเรียนรู้ของผู้เรียนมี 3 ด้าน ประกอบด้วย ธรรมชาติการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ของผู้เรียน ความเข้าใจในมโนทัศน์ของผู้เรียน และองค์ประกอบในการเรียนรู้ของผู้เรียน
5. แบบสอบถามแบ่งออกเป็น 3 ตอน
ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัวของผู้ตอบแบบสอบถาม
ตอนที่ 2 องค์ประกอบของความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนวิชาพีชคณิตเชิงเส้น
ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

หรือสามารถตอบแบบสอบถามได้ทาง <http://202.28.24.69/~linearalgebra/1/>

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความร่วมมือ

นางสาวปนัดดา สังข์ศรีแก้ว

นักศึกษาริษฎาเอก สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัวของผู้ตอบแบบสอบถาม

โปรดเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่เหมาะสมกับข้อมูลของท่าน

1. เพศ

ชาย หญิง

2. อายุ

25 – 30 ปี 31 – 35 ปี 36 – 40 ปี
 41 – 45 ปี 46 – 50 ปี 51 – 60 ปี
 มากกว่า 60 ปี

3. วุฒิการศึกษาสูงสุด

ปริญญาโท
 การสอนคณิตศาสตร์ คณิตศาสตร์ศึกษา
 คณิตศาสตร์ คณิตศาสตร์ปริศนีย์
 คณิตศาสตร์ประยุกต์ อื่นๆ.....
 ปริญญาเอก
 การสอนคณิตศาสตร์ คณิตศาสตร์ศึกษา
 คณิตศาสตร์ คณิตศาสตร์ปริศนีย์
 คณิตศาสตร์ประยุกต์ อื่นๆ.....

4. สังกัดคณะ

คณะครุศาสตร์ วิทยาศาสตร์
 อื่นๆ.....

5. ตำแหน่งทางวิชาการ

อาจารย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์
 รองศาสตราจารย์ ศาสตราจารย์

6. ประสบการณ์ในการสอนคณิตศาสตร์ระดับอุดมศึกษา

ไม่เกิน 5 ปี 6 – 10 ปี 11 – 15 ปี
 16 – 20 ปี 21 – 25 ปี มากกว่า 25 ปี

ตอนที่ 2 องค์ประกอบความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนวิชาพีชคณิตเชิงเส้น

องค์ประกอบความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนวิชาพีชคณิตเชิงเส้น ประกอบด้วย 3 ด้านคือ ความรู้ในเนื้อหาความรู้ในการจัดการเรียนรู้และความรู้เกี่ยวกับการเรียนรู้ของผู้เรียน

โปรดเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านเพียงช่องเดียวเท่านั้น

1. ความรู้ด้านเนื้อหาประกอบด้วยความรู้เชิงมโนทัศน์ความรู้เชิงกระบวนการความรู้ในเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง และความรู้ในเนื้อหาเฉพาะ

ข้อที่	ความรู้ด้านเนื้อหา	ระดับความคิดเห็น				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
ความรู้เชิงมโนทัศน์						
1.	แนวคิดเกี่ยวกับปรัชญาคณิตศาสตร์ และ ความสำคัญในโครงสร้างคณิตศาสตร์					
2.	ความหมาย และความสำคัญของหลักการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ เกี่ยวกับทฤษฎีบท กฎ และสมบัติต่างๆ ในเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง และเนื้อหาเฉพาะ					
3.	ความหมาย และความสำคัญของหลักการประยุกต์ความรู้ในเนื้อหาเฉพาะ ผู้การประยุกต์กับศาสตร์ที่หลากหลาย					
4.	ความหมายและความสำคัญในหลักการหาคำตอบ และการตรวจสอบคำตอบที่ถูกต้อง					
ความรู้เชิงกระบวนการ						
5.	วิธีการและขั้นตอนการพิสูจน์ในทฤษฎีบท กฎ หรือสมบัติต่างๆ ที่เกี่ยวกับเนื้อหาที่สัมพันธ์กับเนื้อหาทางพีชคณิตเชิงเส้น					

ข้อที่	ความรู้ด้านเนื้อหา	ระดับความคิดเห็น				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
6.	เลือกใช้สูตร ทฤษฎีบทหรือกฎต่างๆ มาใช้ในวิธีการดำเนินการตามขั้นตอนของการคำนวณเพื่อหาผลเฉลยของคำตอบของสมการทางพีชคณิต					
7.	เลือกวิธีและหลักการหาคำตอบ ในการแก้ปัญหาพีชคณิตเชิงเส้นที่เหมาะสม					
8.	ทำการวิเคราะห์ถึงแนวทางหรือวิธีการเลือกใช้ยุทธวิธีที่เหมาะสม สำหรับการใช้ในการแก้ปัญหาพีชคณิตเชิงเส้น					
9.	วิธีการตรวจสอบคำตอบ และความสมเหตุสมผลในผลเฉลยของคำตอบของสมการพีชคณิต					
ความรู้ในเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง						
10.	หลักการพิสูจน์ หลักการให้เหตุผล หลักตรรกศาสตร์					
11.	ความหมายและลักษณะของความสัมพันธ์และฟังก์ชันพีชคณิต					
12.	สมบัติและทฤษฎีพื้นฐานเกี่ยวกับระบบจำนวนและการวิเคราะห์เซตของจำนวนจริง และจำนวนเชิงซ้อน					
13.	นิยามและทฤษฎีบทเกี่ยวกับพื้นฐานในวิชาพีชคณิตนามธรรม เช่น กลุ่ม (Group) กลุ่มฟังก์ชันสาคิสต์ฐาน (Group Homomorphism) แก่นกลางและภาพของฟังก์ชัน และนิยามและสมบัติพื้นฐานของสนาม (Fields)					
14.	นิยามและทฤษฎีบทพื้นฐานเรื่องเวกเตอร์เชิงเรขาคณิต (Geometrical Vectors)					
ความรู้ในเนื้อหาเฉพาะ						
15.	บทนิยาม ทฤษฎีบท ข้อตกลง หลักการ และ					

ข้อที่	ความรู้ด้านเนื้อหา	ระดับความคิดเห็น				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
	สมบัติพื้นฐานและการดำเนินการของเมทริกซ์และตัวกำหนด สมบัติและทฤษฎีบทของตัวกำหนด และการหาผลเฉลยของระบบสมการเชิงเส้นและระบบจำนวนผลเฉลยด้วยค่าลำดับชั้นของเมทริกซ์					
16.	ลักษณะของ โครงสร้างและสมบัติของปริภูมิปริภูมิเวกเตอร์ (Vector Spaces) ปริภูมิย่อย (Subspaces) ความเป็นอิสระเชิงเส้น (Linear Independence) ฐานหลักและมิติ (Bases and Dimension) เวกเตอร์พิกัดและสมสัณฐาน (Coordinate Vectors and Isomorphism) และวิธีการดำเนินการประยุกต์					
17.	หลักการของการแปลงเชิงเส้น (Linear Transformations) และลักษณะของรูปแบบเชิงเส้น (Linear Forms) และวิธีการดำเนินการประยุกต์					
18.	ค่าลักษณะเฉพาะและเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะ (Eigenvalues and Eigenvectors) และการประยุกต์					
19.	หลักการ วิธีหาผลคูณภายในแบบยูคลิด (Euclidean Inner Products) ปริภูมิผลคูณภายใน (Inner Product Spaces) วิธีการและการดำเนินการกระบวนการของ กราม-ชมิตต์ (Gram-Schmidt Process) การหาผลบวกตรง (Direct Sums) ส่วนเติมเต็มเชิงตั้งฉาก (Orthogonal Complements) และวิธีการประยุกต์					

2. ความรู้ในการจัดการเรียนรู้วิชาพีชคณิตเชิงเส้น ประกอบด้วย ทฤษฎีเกี่ยวกับ
การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ความรู้ในหลักการจัดการเรียนรู้ และความรู้ในหลักสูตร

ข้อที่	ความรู้ด้านการจัดการเรียนรู้	ระดับความคิดเห็น				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
ทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์						
1.	การเรียนรู้ตามพัฒนาการของผู้เรียน					
2.	ผู้เรียนต้องมีโอกาสปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมภายนอก					
3.	สอนจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปหามโนธรรม					
4.	ผู้เรียนได้มีโอกาสพูดและเขียนมากขึ้น					
5.	กระตุ้นให้ผู้เรียนได้มีบทบาทและกระตือรือร้นในกระบวนการเรียนรู้					
6.	การจัดสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรม					
7.	ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์และวิเคราะห์สิ่งที่สร้างนั้นต่อไป					
8.	การเรียนรู้คณิตศาสตร์ต้องเริ่มจากข้อเท็จจริง ทักษะ มโนทัศน์และกฎหรือหลักการทางคณิตศาสตร์					
9.	ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และลักษณะทั่วไป จนทำให้เกิดความหลากหลายทางคณิตศาสตร์					
10.	การเรียนรู้คณิตศาสตร์ต้องเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน					
11.	ผู้เรียนใช้ประสบการณ์ความรู้ที่มีอยู่เป็นพื้นฐานในการสร้างความรู้ใหม่กับการปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมภายนอก					
12.	ผู้เรียนแต่ละคนมีวิธีสร้างความรู้ด้วยวิธีที่แตกต่างกัน					
13.	ผู้เรียนได้เลือกกิจกรรมเองตามความถนัด					
ความรู้ในหลักการจัดการเรียนรู้						
14.	การสำรวจความพร้อมและการทบทวนความรู้					

ข้อที่	ความรู้ด้านการจัดการเรียนรู้	ระดับความคิดเห็น				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
	พื้นฐานเดิมก่อนนำเสนอเนื้อหาใหม่เสมอ					
15.	เชื่อมโยงความรู้เดิมไปสู่ความรู้ใหม่ได้อย่างกลมกลืน					
16.	การเลือกกิจกรรมการเรียนรู้ตามสนใจและความถนัดและเหมาะสมต่อผู้เรียน					
17.	จัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เนื้อหาสัมพันธ์และต่อเนื่องกัน					
18.	ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการวางแผนจัดการเรียนรู้และมีส่วนร่วมในกิจกรรมทั้งรายบุคคลและรายกลุ่ม					
19.	ให้ผู้เรียนเข้าใจกฎ สูตร ทฤษฎี จากการค้นคว้า					
20.	กิจกรรมที่ให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวเอง					
21.	เลือกวิธีการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับเนื้อหา					
22.	ให้ผู้เรียนได้เผชิญปัญหาที่เร้าใจและน่าสนใจ					
23.	ส่งเสริมและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีอิสระในการแสดงความคิดเห็นจากเหตุสุด					
24.	การเสริมแรงระหว่างทำกิจกรรม					
25.	สื่อประกอบการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา					
26.	จัดบรรยากาศในการเรียนรู้ สนุกสนาน และนำติดตาม					
ความรู้ในหลักสูตร						
27.	การวิเคราะห์หลักสูตรคณิตศาสตร์เพื่อนำไปสู่การจัดการวางแผนการเรียนรู้					
28.	การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ตามมาตรฐานความรู้ในรายวิชาที่ขคณิตเชิงเส้น ตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ ตามประกาศกระทรวงศึกษาธิการ					
29.	การวางแผนการจัดการเรียนรู้ตามผลการวิเคราะห์					
30.	การเตรียมกิจกรรมก่อนการการจัดการเรียนรู้					

ข้อที่	ความรู้ด้านการจัดการเรียนรู้	ระดับความคิดเห็น				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
31.	จัดการเรียนรู้ตามแผนที่วางไว้					
32.	ใช้เอกสารประกอบการสอนที่หลากหลาย เพื่อประกอบการจัดการเรียนรู้					
33.	การประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์และเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมในการจัดการเรียนรู้					
34.	การจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียนบนพื้นฐานนวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศทางการศึกษา					
35.	การวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดจากการใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศ					
36.	ใช้สื่อประสมในการทบทวนและจัดกิจกรรมการเรียนรู้					

3. ความรู้ในการเรียนรู้ของผู้เรียน ประกอบด้วยธรรมชาติการเรียนรู้

คณิตศาสตร์ ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางพีชคณิตเชิงเส้น และองค์ประกอบในการเรียนรู้พีชคณิตเชิงเส้น

ข้อที่	ความรู้ด้านการเรียนรู้ของผู้เรียน	ระดับความคิดเห็น				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
ธรรมชาติการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของผู้เรียน						
1.	คำนึงถึงบริบทของผู้เรียนที่เกี่ยวข้อง สุขภาพ ประสบการณ์เดิม ความสนใจ เวลา เหตุการณ์ สถานที่ บรรยากาศ					
2.	ความเป็นกัลยาณมิตรระหว่างครูกับผู้เรียน ผู้เรียนกับผู้เรียน					
3.	สร้างสมาชิกก่อนการจัดการเรียนรู้แก่ผู้เรียน					
4.	ผู้เรียนได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน และแสดงความคิดเห็นและซักถาม					

ข้อที่	ความรู้ด้านการเรียนรู้ของผู้เรียน	ระดับความคิดเห็น				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
5.	ผู้เรียน ได้มีโอกาสประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองและเพื่อน					
6.	ยอมรับความสามารถของผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนได้รู้สึกเกิดความสำคัญได้รับเกียรติและภูมิใจในตนเอง					
ความเข้าใจใหม่ โน้ตค้นทางพีชคณิตเชิงเส้นของผู้เรียน						
7.	วิธีการสร้างมโนทัศน์ในเนื้อหามตรีโกณมิติและตรีโกณมิติ					
8.	วิธีการสร้างมโนทัศน์ในเนื้อหาการดำเนินการขั้นมูลฐาน					
9.	วิธีการสร้างมโนทัศน์ในการหาผลเฉลยของระบบสมการเชิงเส้น					
10.	วิธีการสร้างมโนทัศน์การศึกษาเรื่องปริภูมิเวกเตอร์					
11.	วิธีการสร้างมโนทัศน์ในการแปลงเชิงเส้น ค่าเฉพาะและเวกเตอร์เฉพาะการประยุกต์					
12.	วิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจากแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบและวิเคราะห์สาเหตุของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน					
13.	หาแนวทางแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชาพีชคณิตเชิงเส้น					
องค์ประกอบในการเรียนรู้พีชคณิตเชิงเส้นของผู้เรียน						
14.	เข้าใจความรู้พื้นฐานและประสบการณ์ของผู้เรียนในการแก้ปัญหาพีชคณิตเชิงเส้น					
15.	ปัจจัยที่ทำให้ผู้เรียนไม่เข้าใจหรือสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาในการเรียนในเนื้อหาเฉพาะ					
16.	ปัจจัยที่ทำให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน					
17.	ปัจจัยที่ทำให้ผู้เรียนไม่เข้าใจหรือสาเหตุที่ทำให้เกิด					

ข้อที่	ความรู้ด้านการเรียนรู้ของผู้เรียน	ระดับความคิดเห็น				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
	ปัญหาในการประยุกต์การแก้ปัญหาพีชคณิตเชิงเส้นเข้ากับศาสตร์อื่นๆ					
18.	เข้าใจในหลักการให้เหตุผลและการพิสูจน์การสื่อสาร การเชื่อมโยงและมโนภาพของผู้เรียน และความสามารถการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ					

ตอนที่3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับองค์ประกอบของความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้วิชาพีชคณิตเชิงเส้น

1. องค์ประกอบของความรู้ : คำนความรู้ในเนื้อหา

.....

.....

.....

.....

2. องค์ประกอบของความรู้ : คำนความรู้ในการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

3. องค์ประกอบของความรู้ : คำนความรู้ในการเรียนรู้พีชคณิตเชิงเส้นของผู้เรียน

.....

.....

.....

.....

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความร่วมมือ

แบบสังเกตพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้เรื่อง พืชชนิดเชิงเส้น

อาจารย์ผู้สอน ชื่อนามสกุล.....
 สังกัดคณะ.....สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏ.....
 เรื่อง.....วันที่ เดือนพ.ศ
 ผู้สังเกต.....

คำชี้แจง

1. แบบสังเกตพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้วิชาพืชชนิดเชิงเส้นเพื่อการวิจัยฉบับนี้ มีจุดประสงค์ของการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อศึกษาความรู้ของอาจารย์ในการจัดการเรียนรู้วิชาพืชชนิดเชิงเส้นผู้วิจัยและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องจะทำการบันทึกพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ของอาจารย์และนักศึกษา หรือบันทึกเหตุการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้น ตามกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับบทบาทอาจารย์และนักศึกษา

2. แบบสังเกตพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ฉบับนี้ แบ่งออกเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ความรู้ของอาจารย์ด้านเนื้อหา

ตอนที่ 2 ความรู้ของอาจารย์ด้านการจัดการเรียนรู้

ตอนที่ 3 ความรู้ของอาจารย์ด้านการเรียนรู้ของผู้เรียน

ตอนที่ 4 ประเด็นที่ใช้ในการสัมภาษณ์หลังการสังเกต

3. โปรดเขียนเครื่องหมาย/ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของผู้สังเกต เพื่อแสดงผลการประเมินพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้วิชาพืชชนิดเชิงเส้นของอาจารย์ผู้สอน ในแต่ละพฤติกรรม ดังนี้

ตอนที่ 1 ความรู้ของอาจารย์ด้านเนื้อหา : ประกอบด้วย 3 ด้าน คือ

ความรู้เชิงมโนทัศน์ ความรู้เชิงกระบวนการ ความรู้ในเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง และความรู้ในเนื้อหาเฉพาะ

ความรู้ของอาจารย์ด้านเนื้อหา	ระดับความเหมาะสม					หมายเหตุ/ ข้อเสนอแนะ
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	
ความรู้เชิงมโนทัศน์						
1. แนวคิดเกี่ยวกับปรัชญาคณิตศาสตร์ และความสำคัญในโครงสร้างคณิตศาสตร์ ความหมายของพีชคณิตเชิงเส้น						
2. ความสำคัญของการหาผลเฉลยของระบบสมการเชิงเส้น สมการเชิงเส้น การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเมทริกซ์กับระบบสมการ						
3. หลักการปรับความรู้เกี่ยวกับการดำเนินการเบื้องต้นบนเมทริกซ์ สู่การเชื่อมโยงวิธีการหาผลเฉลยของระบบสมการ						
4. ความหมายและความสำคัญในหลักการหาคำตอบและการตรวจสอบคำตอบที่ถูกต้อง						
ความรู้เชิงกระบวนการ						
5. วิธีการและขั้นตอนการพิสูจน์ในทฤษฎีบท กฎ หรือสมบัติต่างๆ ที่เกี่ยวกับเมทริกซ์การพิสูจน์กฎที่ใช้ในการหาผลเฉลยของระบบสมการ						
6. เลือกใช้สูตร ทฤษฎีบทหรือกฎต่างๆ ที่เหมาะสมกับวิธีการดำเนินการเพื่อคำนวณหาผลเฉลยของคำตอบของระบบสมการเชิงเส้น						
7. วิธีการหรือหลักการเกี่ยวกับการดำเนินการขั้นมูลฐานระหว่างแถวหรือสดมภ์ของเมทริกซ์ ในการแก้ปัญหาระบบสมการเชิงเส้นที่เหมาะสม						
8. หลักการพิจารณาถึงผลเฉลยของระบบสมการเชิงเส้น 3 แบบ ได้แก่ มีเพียงผลเฉลยเดียว (Unique Solution) มีหลายผลเฉลย (Infinitely Many Solutions) หรือ ไม่มีผลเฉลยเลย (No Solution)						

ความรู้ของอาจารย์ด้านเนื้อหา	ระดับความเหมาะสม					หมายเหตุ/ ข้อเสนอแนะ
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	
9. วิธีการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของผลเฉลยของคำตอบของสมการพีชคณิต						
ความรู้ในเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง						
10. รูปแบบการพิสูจน์ วิธีการพิสูจน์ ที่เหมาะสมกับเนื้อหา หลักการให้เหตุผล หลักตรรกศาสตร์						
11. การหาคำตอบของระบบสมการ โดยใช้กราฟ						
12. เซตจำนวนจริง จำนวนเชิงซ้อนการดำเนินการเบื้องต้นของเมทริกซ์						
13. นิยามและทฤษฎีบทพื้นฐานเกี่ยวกับวิชาพีชคณิตนามธรรม						
ความรู้ในเนื้อหาเฉพาะ						
14. บทนิยาม ทฤษฎีบท ข้อตกลง หลักการ และสมบัติพื้นฐาน และการดำเนินการของเมทริกซ์						
15. สมบัติและทฤษฎีบทของตัวกำหนด การหาตัวกำหนด						
16. การหาผลเฉลยของระบบสมการเชิงเส้น และระบุจำนวนผลเฉลยด้วยค่าลำดับชั้นของเมทริกซ์						
17. การหาผลเฉลยของระบบสมการเชิงเส้น ด้วยวิธีของ Gaussian Elimination และ วิธี Cramer's Rule						

ตอนที่ 2 ความรู้ของอาจารย์ด้านการจัดการเรียนรู้ที่ซกคิดเชิงเส้นประกอบด้วยความรู้เกี่ยวกับหลักการจัดการเรียนรู้ ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตร ความรู้เกี่ยวกับการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

ความรู้ของอาจารย์ด้านการจัดการเรียนรู้ที่ซกคิดเชิงเส้น	ระดับความเหมาะสม					หมายเหตุ/ ข้อเสนอแนะ
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์						
1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสม กับวัยของผู้เรียน						
2. ผู้เรียนได้มีโอกาสอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและเขียนมากขึ้น						
3. การเรียนรู้คณิตศาสตร์เริ่มจากข้อเท็จจริง ทักษะ มโนทัศน์ และกฎหรือหลักการทางคณิตศาสตร์						
4. มีกิจกรรมที่ทำให้การเรียนรู้คณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน						
5. ผู้เรียนได้ใช้ประสบการณ์ความรู้ที่มีอยู่เป็นพื้นฐานในการสร้างความรู้ใหม่						
ความรู้ในหลักการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์						
6. การสำรวจความพร้อมและการทบทวนความรู้พื้นฐานเดิมก่อนนำเสนอเนื้อหาใหม่เสมอ						
7. เชื่อมโยงความรู้เดิมไปสู่ความรู้ใหม่ได้อย่างกลมกลืน						
8. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เนื้อหาสัมพันธ์และต่อเนื่องกัน						
9. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการวางแผนจัดการเรียนรู้และมีส่วนร่วมในกิจกรรมทั้งรายบุคคลและรายกลุ่ม						
10. ให้ผู้เรียนเข้าใจกฎ สูตร ทฤษฎี จากการค้นคว้า						
11. กิจกรรมที่ทำให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวเอง						
12. เลือกวิธีการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับเนื้อหา						
13. ส่งเสริมและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีอิสระในการแสดงความคิดเห็นจากเหตุสู่ผล						

ความรู้ของอาจารย์ด้านการจัดการเรียนรู้พีชคณิตเชิงเส้น	ระดับความเหมาะสม					หมายเหตุ/ ข้อเสนอแนะ
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	
14. การเสริมแรงระหว่างทำกิจกรรม						
15. จัดบรรยากาศในการเรียนรู้ สนุกสนาน และน่าติดตาม						
ความรู้ในหลักสูตรคณิตศาสตร์						
16. การวิเคราะห์คำอธิบายรายวิชาให้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้รายวิชาพีชคณิตเชิงเส้น						
17. การวางแผนการจัดการเรียนรู้ตามผลการวิเคราะห์						
18. การเตรียมกิจกรรมก่อนการจัดการจัดการเรียนรู้						
19. จัดการเรียนรู้ตามแผนที่วางไว้						
20. ใช้เอกสารประกอบการสอนที่หลากหลาย เพื่อประกอบการจัดการเรียนรู้						
21. การประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์และเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมในการจัดการเรียนรู้						
22. การจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียนบนพื้นฐานนวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศทางการศึกษา						
23. การวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดจากการใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศ						

ตอนที่ 3 ความรู้ของอาจารย์เกี่ยวกับการเรียนรู้ของผู้เรียน : ประกอบด้วย 3 ด้าน คือ
 ธรรมชาติการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางพีชคณิตเชิงเส้น และ
 องค์ประกอบในการเรียนรู้พีชคณิตเชิงเส้น

ความรู้ของอาจารย์เกี่ยวกับการเรียนรู้ของผู้เรียน	ระดับความเหมาะสม					หมายเหตุ/ ข้อเสนอแนะ
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	
ธรรมชาติการเรียนรู้คณิตศาสตร์						
1. คำหนึ่งถึงบริบทของผู้เรียนที่เกี่ยวกับ สุขภาพ ประสบการณ์เดิม ความสนใจ เวลา เหตุการณ์ สถานที่ บรรยากาศ						
2. ความเป็นกัลยาณมิตรระหว่างครูกับผู้เรียน ผู้เรียนกับผู้เรียน						
3. สร้างสมานก่อนการจัดการเรียนรู้แก่ผู้เรียน						
4. ผู้เรียนได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน และแสดงความคิดเห็นและซักถาม						
5. ผู้เรียนได้มีโอกาสประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองและเพื่อน						
6. ยอมรับความสามารถของผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนได้รู้สึกเกิดความสำเร็จ มีความสำคัญ ได้รับเกียรติและภูมิใจในตนเอง						
ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางพีชคณิตเชิงเส้นของผู้เรียน						
7. วิธีการสร้างมโนทัศน์ในเนื้อหาเมตริกซ์และดีเทอร์มิแนนต์						
8. วิธีการสร้างมโนทัศน์ในเนื้อหาการคำนวณการขึ้นมูลฐาน						
9. วิธีการสร้างมโนทัศน์ในการหาผลเฉลยของระบบสมการเชิงเส้น						
10. วิธีการสร้างมโนทัศน์การศึกษาเรื่องปริภูมิเวกเตอร์						
11. วิธีการสร้างมโนทัศน์ในการแปลงเชิงเส้น ค่าเฉพาะและเวกเตอร์เฉพาะ การประยุกต์						
12. วิเคราะห์ห้มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจากแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบและวิเคราะห์หาสาเหตุของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน						
13. หาแนวทางแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชาพีชคณิตเชิงเส้น						
องค์ประกอบในการเรียนรู้พีชคณิตเชิงเส้นของผู้เรียน						
14. เข้าใจความรู้พื้นฐานและประสบการณ์ของผู้เรียนในการแก้ปัญหาพีชคณิตเชิงเส้น						

ความรู้ของอาจารย์เกี่ยวกับการเรียนรู้ของผู้เรียน	ระดับความเหมาะสม					หมายเหตุ/ ข้อเสนอแนะ
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	
15. ปัจจัยที่ทำให้ผู้เรียนไม่เข้าใจหรือสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาในการเรียนในเนื้อหาเฉพาะ						
16. ปัจจัยที่ทำให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน						
17. การวิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาในการประยุกต์การหาคำตอบของระบบสมการ โดยวิธีของ						
18. เข้าใจในหลักการให้เหตุผลและการพิสูจน์ การสื่อสาร การเชื่อมโยง และมโนภาพของผู้เรียน และความสามารถตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ						

ตอนที่ 4 ประเด็นคำถามที่จะนำไปสัมภาษณ์หลังการสังเกต

1. ท่านมีกิจกรรมใดที่ทำให้การเรียนรู้คณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนและมีวิธีการจัดกิจกรรมนั้นอย่างไร?

.....

.....

.....

.....

2. ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการวางแผนจัดการเรียนรู้และมีส่วนร่วมในกิจกรรมทั้งรายบุคคลและรายกลุ่มบ้างหรือไม่? ถ้ามี จะมีลักษณะอย่างไร และจะเกิดขึ้นเมื่อไหร่?

.....

.....

.....

3. ท่านมีการวิเคราะห์คำอธิบายรายวิชาเพื่อให้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้รายวิชา
 พีชคณิตเชิงเส้นหรือไม่? และมีขั้นตอนในการการเตรียมกิจกรรมก่อนการการจัดการเรียนรู้
 อย่างไรบ้าง?

.....

4. ในการจัดการเรียนรู้วิชาพีชคณิตเชิงเส้น ท่านใช้เอกสารประกอบการสอนจากแหล่งข้อมูล
 ใดบ้าง เพื่อให้เพียงพอต่อการจัดการเรียนรู้สำหรับผู้เรียน?

.....

5. ท่านมีวิธีการอย่างไรในการการวิเคราะห์ปัญหา และเพื่อหาแนวทางแก้ไขมนทัศน์ที่
 คลาดเคลื่อนวิชาพีชคณิตเชิงเส้นของผู้เรียนที่เกิดจากการใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยี
 สารสนเทศ?

.....

กำหนดเกณฑ์การประเมิน

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.51 – 5.00	หมายถึง	เหมาะสมระดับมากที่สุด
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.51 – 4.50	หมายถึง	เหมาะสมระดับมาก
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 2.51 – 3.50	หมายถึง	เหมาะสมระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.51 – 2.50	หมายถึง	เหมาะสมระดับน้อย
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.00 – 1.50	หมายถึง	เหมาะสมระดับน้อยที่สุด