

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ การวิจัยเรื่องการพัฒนาทวิวิธีในการแก้ไข
มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางพีชคณิต สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ตามลำดับดังนี้

1. วัตถุประสงค์การวิจัย
2. สรุปผลการวิจัย
3. อภิปรายผล
4. ข้อเสนอแนะ

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. ศึกษาลักษณะมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางพีชคณิตของนักศึกษาระดับปริญญาตรี
2. พัฒนาทวิวิธีในการแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางพีชคณิตของนักศึกษาระดับ
ปริญญาตรี

สรุปผลการวิจัย

1. ลักษณะมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางพีชคณิตของนักศึกษาระดับปริญญาตรี สรุปได้ 3
ลักษณะเรียงจากน้อยไปมากได้ดังนี้
 - 1.1 มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านการพิสูจน์การใช้สัญลักษณ์และการให้เหตุผลทาง
พีชคณิต
 - 1.2 มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านการแก้ปัญหาวางพีชคณิต
 - 1.3 มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านทักษะทางพีชคณิต
2. ทวิวิธีในการแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางพีชคณิตของนักศึกษาระดับปริญญาตรี
ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 กระตุ้นประสบการณ์เดิมของผู้เรียน ขั้นตอนที่ 2 แก้ไข
มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางพีชคณิต และขั้นตอนที่ 3 ตรวจสอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทาง
พีชคณิต

อภิปรายผล

การอภิปรายผลการวิจัย เรื่องการพัฒนาทวิวิธีในการแก้ไขหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางพีชคณิตของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ผู้วิจัยขออภิปรายผลการวิจัย ดังนี้

1. ลักษณะหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางพีชคณิตของนักศึกษาระดับปริญญาตรี

จากผลการวิจัยพบว่า นักศึกษามีหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางพีชคณิตใน 3 ด้าน ได้แก่

1.1 หมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านการพิสูจน์ การใช้สัญลักษณ์ และการให้เหตุผลทางพีชคณิต ประกอบด้วย

1.1.1 หมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านการพิสูจน์ทางพีชคณิต

- 1) นักศึกษาไม่ได้นำสิ่งที่โจทย์กำหนดให้มาใช้ในการพิสูจน์
- 2) นักศึกษาเข้าใจว่าการยกตัวอย่างคือการพิสูจน์
- 3) นักศึกษานำทฤษฎีที่ไม่เกี่ยวข้องมาใช้ในการพิสูจน์

1.1.2 หมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านการใช้สัญลักษณ์ ทางพีชคณิต

1.1.3 หมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านการให้เหตุผลทางพีชคณิต

1.2 หมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านทักษะทางพีชคณิต ประกอบด้วย

1.2.1 หมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในทักษะการแก้สมการ

1.2.2 หมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในทักษะการเสนอคำตอบ

1.2.3 หมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในทักษะการดำเนินการทางพีชคณิต

1.3 หมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านการแก้ปัญหาทางพีชคณิต ประกอบด้วย

1.3.1 หมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในหลักการทางพีชคณิตมาใช้แก้ปัญหา

1.3.2 หมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการนำทฤษฎีคณิตศาสตร์มาใช้แก้ปัญหา

1.3.3 หมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในขั้นตอนการแก้ปัญหา

โดยทั่วไปหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอาจเกิดจากการสะสมประสบการณ์ ถ้าประสบการณ์ด้านใดน้อยก็จะเกิดหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านนั้นอยู่เสมอกับทุกปัญหาทางพีชคณิต สำหรับรายละเอียดการอภิปรายผลของแต่ละหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เป็นดังนี้

1. หมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านการพิสูจน์ทางพีชคณิต จากผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาเข้าใจว่าการยกตัวอย่างคือการพิสูจน์ ทั้งนี้อาจเนื่องจาก นักศึกษาเข้าใจว่าการยกตัวอย่างเป็นการนำจำนวน สัญลักษณ์มาแทนค่าในสมการเพื่อให้ได้คำตอบ นักศึกษาเข้าใจว่าการพิสูจน์ซึ่งไม่

ถูกต้อง นอกจากนี้ยังพบว่า นักศึกษาไม่นำสิ่งที่โจทย์กำหนดให้มาใช้ในการพิสูจน์ ทั้งนี้อาจเนื่องจาก นักศึกษาไม่เข้าใจว่าการพิสูจน์จะต้องนำ ทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยาม มาสร้างความสัมพันธ์กับสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ แต่นักศึกษากำหนดสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องขึ้นมาเอง เพื่อใช้ในการพิสูจน์ขึ้นมาเอง การที่นักศึกษานำทฤษฎีที่ไม่เกี่ยวข้องมาใช้ในการพิสูจน์ ทั้งนี้อาจเนื่องจาก นักศึกษาไม่มีความเข้าใจใน ทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยาม ที่สัมพันธ์กับสิ่ง โจทย์กำหนดให้อย่างแท้จริง

จากการศึกษาของสุวิมล เขี้ยวแก้ว (Suwimon. 1988 : 15-18) พบว่า นักศึกษามีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านการพิสูจน์เช่นเดียวกัน เนื่องจากนักศึกษามีความมั่นใจ มีความรู้ในนิยามน้อยหรือจำนิยามไม่ได้ ซึ่งมีสาเหตุของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจากการพัฒนาการทางด้านสติปัญญาของนักเรียน ในการที่นักเรียนจะศึกษามโนทัศน์ในบางเรื่องให้เข้าใจทั้งหมด จะต้องอาศัยวุฒิภาวะและการพัฒนาทางด้านสติปัญญาในระดับหนึ่ง ถ้าระดับวุฒิภาวะและการพัฒนาทางสติปัญญายังไม่เพียงพอก็จะทำให้ไม่สามารถทำความเข้าใจในเรื่องนั้น ๆ ได้ หรือเข้าใจได้เพียงบางส่วนแต่บางส่วนคลาดเคลื่อนไป ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของโมวัโซวิทซ์-ฮาดาร์ และคณะ (Movshovitz-hadar et al. 1987 : 3-14) พบว่า นักเรียนมีลักษณะความคลาดเคลื่อน 6 ด้าน คือ 1. ด้านการใช้ข้อมูลผิด 2. ด้านการตีความด้านภาษา 3. ด้านการอ้างอิงวิธีการคิดหาเหตุผลที่ไม่สมบูรณ์ 4. ด้านการบิดเบือนทฤษฎีบท กฎ สูตร บทนิยาม และสมบัติ 5. ด้านขาดการตรวจสอบในระหว่างการแก้ปัญหา และ 6. ด้านข้อผิดพลาดในเทคนิคการทำ และงานวิจัยขององ และลิม (Ong and Lim. 1987 : 199-205) บาร์เซลลอส (Barcellos. 2005 : 98-114) ที่พบความคลาดเคลื่อนของนักเรียนในด้านการใช้บทนิยาม สมบัติ มีการใช้กฎที่ผิดลำดับขั้นตอน ทำให้นักเรียน ไม่สามารถแก้ปัญหาได้

2. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านการใช้สัญลักษณ์ ทั้งนี้อาจเนื่องจาก นักศึกษาขาดความเข้าใจในการนำสัญลักษณ์มาใช้ในการพิสูจน์ หรือนักศึกษามีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนว่าสัญลักษณ์ที่ใกล้เคียงกันจะใช้แทนกันได้ ซึ่งเมื่อนักศึกษาใช้สัญลักษณ์ดังกล่าวแล้วจะทำให้การพิสูจน์ผิดและไม่สมเหตุสมผล ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวินเนอร์และคณะ (Vinner et al. 1981 : 555-570) คลีเมนต์ (Clement. 1982 : 16-30) บูธ (Booth. 1986 : 2-4) สไตน์เบิร์กและคณะ (Steinberg et al. 1990 : 112-121) ชวาร์ซแมน (Schwartzman. 1996 : 164-173) สวอน (Swan. 2000 : 16-19) นาธานและโคดิงเจอร์ (Nathan and Koedinger. 2000 : 168-190) สตีเฟน (Stephens. 2005 : 96-100) และคาพาโรและจอฟฟร็อน (Capraro and Joffrion. 2006 : 147-164) พบว่า นักเรียนตีความสัญลักษณ์ผิด มีปัญหาในการกำหนดค่าตัวแปร มีปัญหาในการนำเสนอสัญลักษณ์แทนสถานการณ์ ไม่เข้าใจสัญกรณ์ทางพีชคณิตหรือสัญลักษณ์ที่นำไปสู่ความ

คลาดเคลื่อนในเรื่องภาวะเท่ากัน (Equality) การใช้วงเล็บ และนักเรียนเขียนนิพจน์ไม่ถูกต้อง ตัวอย่างเช่น นักเรียนเขียน $4 - n$ แทน $n - 4$

3. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านการให้เหตุผลทางพีชคณิต ทั้งนี้อาจเนื่องจาก นักศึกษาขาดความเข้าใจในการให้เหตุผล โดยการใช้ทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยาม และสมบัติ อย่างลึกซึ้งซึ่งทำให้นักศึกษามีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการให้เหตุผลการพิสูจน์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของไมว์โซวิทซ์-ฮาดาร์ และคณะ (Movshovitz-Hadar et al. 1987 : 3-14) พบว่า นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ด้านการอ้างอิงวิธีการคิดหาเหตุผลที่ไม่สมบูรณ์ (Logically Invalid Inference) และจากการศึกษาของเฮอรัรีและฮอยเลส (Healy and Hoyles. 1999 : 59-84) ได้ศึกษาการมองเห็นและการให้เหตุผลเชิงสัญลักษณ์ในวิชาคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีปัญหาในการอธิบาย การให้เหตุผลเกี่ยวกับแบบรูปของสัญลักษณ์

4. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในทักษะการแก้สมการ ทั้งนี้อาจเนื่องจาก นักศึกษาขาดความรู้พื้นฐานในเรื่องของสมบัติการเท่ากัน สมบัติการบวก และสมบัติการคูณจำนวนเต็ม และเขียนขั้นตอนในการแก้สมการ ไม่ถูกต้อง และจากการศึกษาของลินเชฟสกีและเฮอรัสโควิกส์ (Linchevski and Herscovics. 1996 : 39-65) ได้ศึกษาการข้ามช่องว่างขององค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ระหว่างเลขคณิตและพีชคณิต การดำเนินงานในบริบทของสมการ พบว่า นักเรียนมีปัญหาในการทำความเข้าใจแนวคิดของสมการที่สมมูลกัน (Equivalent Equations) ถึงแม้ว่านักเรียนจะได้คำตอบที่ถูกต้องเหมือนกันในการอินเวอร์ส (Inverse Operations) แต่นักเรียนจะมีมุมมองที่แตกต่างกัน เนื่องจากไม่เข้าใจการใช้การอินเวอร์ส (Inverse Operations)

5. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในทักษะการเสนอคำตอบ ทั้งนี้อาจเนื่องจาก นักศึกษามีพื้นฐานด้านการดำเนินการทางพีชคณิตที่ไม่ดี ขาดการไตร่ตรอง จึงทำให้นักศึกษาสรุปคำตอบออกมาผิด และจากการศึกษาของเบลนโดและคณะ (Blando et al. 1989 : 301-308) พบว่า นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเนื่องจากขาดความระมัดระวังในการคำนวณ การอ่าน การทำความเข้าใจโจทย์ไม่รอบคอบ จึงคำนวณตามวิธีการและหลักการที่ตนเองเข้าใจ ซึ่งสอดคล้องกับวอร์แมน (Wollman. 1983 : 169-181) และวลาสซิส (Vlassis. 2008 : 555-570) พบว่า นักเรียนมีความคลาดเคลื่อนในการตรวจสอบคำตอบ โดยการนำตัวแปรที่ได้จากการแก้สมการไปแทนลงในสมการที่กำหนดให้ เพื่อดูว่าค่าดังกล่าวเป็นคำตอบของสมการหรือไม่ โดยไม่คำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ

6. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในทักษะการดำเนินการทางพีชคณิต ทั้งนี้อาจเนื่องจาก นักศึกษาขาดทักษะในการดำเนินการทางพีชคณิต เช่น การบวก ลบ คูณ และหารจำนวนเต็ม และ

ไม่ได้ตรวจสอบคำตอบที่ได้ ส่งผลให้คำตอบออกมาผิด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของบาร์เซลอส (Barcellos, 2005 : 98-114) พบว่านักเรียนไม่เข้าใจการดำเนินการที่ถูกต้อง และไม่สามารถใช้การดำเนินการที่ถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของโคลแกน (Colgan, 1991 : 91-A) เคอร์สเลค (Kerslake, 1986 : 164-174) แบลนโดและคณะ (Blando et al. 1989 : 301-308) ลินเชฟสกีและลิฟเนห์ (Linchevski and Livneh, 1999 : 40) กอนซาเลสและคณะ (Gonzales et al. 2004 : 1) และโคลเนอร์และคณะ (Koellner et al. 2008 : 304-310) พบว่า นักเรียนมีความคลาดเคลื่อนทางเทคนิค (เช่นขาดทักษะพื้นฐานในการคำนวณ) มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการดำเนินการทางพีชคณิต (เช่น การบวก การลบ การคูณและการหาร) ของเศษส่วนที่เท่ากัน เกิดความผิดพลาดในการทำผิดลำดับขั้นตอน เช่น บวกก่อนคูณ บวกก่อนหาร ลบก่อนหาร ละเลยความสำคัญของวงเล็บ มีความเชื่อที่ไม่ถูกต้อง โดยเชื่อว่าการบวกมาก่อนการลบหรือการคูณมาก่อนการหาร มีความคลาดเคลื่อนในการนับแบบรูป และนักเรียนส่วนใหญ่จะพิจารณาความหมายของเครื่องหมายเท่ากับ ในเรื่องการคำนวณโดยไม่คำนึงถึงความหมายในเรื่องความสัมพันธ์เลย

7. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการนำหลักการทางพีชคณิตมาใช้แก้ปัญหา ทั้งนี้อาจเนื่องจาก นักศึกษาไม่มีความเข้าใจในหลักการแก้ปัญหาทางพีชคณิตอย่างลึกซึ้งหรือจำมาผิด ๆ ส่งผลให้นักศึกษามีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการนำหลักการทางพีชคณิตมาใช้แก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของบาร์นาร์ด (Barnard, 1989 : 3-20) พบว่านักศึกษสามารถหาคำตอบได้ แต่ไม่เข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์และหลักการพื้นฐานที่จำเป็น ไม่เข้าใจขั้นตอนวิธีที่ถูกต้อง และไม่มีความรู้เกี่ยวกับสัญลักษณ์ที่ใช้ทางคณิตศาสตร์ และจากการศึกษาของกีเรน (Kieran, 1992 : 33-56) ดิงและลิ (Ding and Li, 2010 : 147-171) พบว่า คำตอบไม่ถูกต้องเป็นผลมาจากการที่นักเรียนไม่ใช้สมบัติการแจกแจง (Distributive Property) อย่างถูกต้อง

8. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการนำทฤษฎีคณิตศาสตร์มาใช้แก้ปัญหา ทั้งนี้อาจเนื่องจาก นักศึกษาขาดความเข้าใจในทฤษฎีที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา เมื่อนักศึกษานำทฤษฎีนั้นมาใช้แก้ปัญหา จึงส่งผลให้การแก้ปัญหาผิดพลาดและคำตอบผิด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของมอว์โซวิทซ์-ฮาดาร์และคณะ (Movshovitz-Hadar et al. 1987 : 3-14) พบว่า นักเรียนจำทฤษฎีบท กฎ สูตร บทนิยาม และสมบัติผิด เมื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหาทำให้การแก้ปัญหาผิดพลาด

9. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในขั้นตอนการแก้ปัญหา ทั้งนี้อาจเนื่องจาก นักศึกษารู้ว่าควรใช้ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์มาใช้แก้ปัญหอย่างไรแต่ขาดทักษะในการใช้ทฤษฎีนั้น ส่งผลให้ขั้นตอนการแก้ปัญหของนักศึกษาก่อเกิดความคลาดเคลื่อนและทำให้คำตอบผิด และจากการศึกษาของเพอร์เรเนทและวอลเตอร์ (Perrenet and Wolters, 1994 : 335-358) ได้ศึกษาศิลปะของการ

ตรวจสอบ : การศึกษาเฉพาะกรณีของนักศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรมการตรวจสอบที่ผิดพลาดในพีชคณิตเบื้องต้น ได้ระบุความคลาดเคลื่อนของนักเรียนเกี่ยวกับสมการพีชคณิต พบว่านักเรียนมีความคลาดเคลื่อนในการตรวจสอบการแก้ปัญห

2. กลวิธีในการแก้ไขข้อบกพร่องที่คลาดเคลื่อนทางพีชคณิตของนักศึกษาระดับปริญญาตรี

จากผลการวิจัยพบว่า กลวิธีในการแก้ไขข้อบกพร่องที่คลาดเคลื่อนทางพีชคณิตประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 กระตุ้นประสบการณ์เดิมของผู้เรียน

เป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียน เกิดการปะทะจริงทางความคิด จากตั้งคำถาม/ปัญหาทางพีชคณิตที่ผู้วิจัยสร้างจากมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่พบในกลุ่มเป้าหมาย

ขั้นตอนที่ 2 แก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางพีชคณิต

1. สร้างมโนทัศน์ทางพีชคณิตใหม่
2. ผู้เรียนแลกเปลี่ยนและตรวจสอบมโนทัศน์
3. การเชื่อมโยงมโนทัศน์ใหม่ไปประยุกต์ใช้กับความรู้อื่น ๆ

ขั้นตอนที่ 3 ตรวจสอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางพีชคณิต

1. ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติและนำเสนอวิธีการ ในการแก้ปัญหของตนเองเพื่อตรวจสอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางพีชคณิตของผู้เรียน

2. แนะนำมโนทัศน์ทางพีชคณิตใหม่ที่ถูกต้องเพื่อให้ผู้เรียน ได้เกิดความเข้าใจในมโนทัศน์ทางพีชคณิตที่ถูกต้องต่อไป

ทั้งนี้อาจเนื่องจาก กลวิธีในการแก้ไขข้อบกพร่องที่คลาดเคลื่อนทางพีชคณิต ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอน 3 ขั้นตอน มีความครอบคลุมการแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางพีชคณิตทั้งหมดและครอบคลุมเนื้อหาทางพีชคณิต กลวิธีในการแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางพีชคณิตจะเป็นประโยชน์เพื่อให้ผู้เรียน ได้มีมโนทัศน์ทางพีชคณิตที่ถูกต้องและลึกซึ้ง พัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางพีชคณิต ซึ่งสอดคล้องกับสตีเพนส์และชมิคท์ (Stepans and Schmidt, 2009 : 57) กล่าวว่า การแก้ไขมโนทัศน์เมื่อนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมและกระตือรือร้นในการเรียนรู้มากขึ้น ได้มีความเข้าใจในมโนทัศน์ ปรับปรุงการใช้ทักษะและกระบวนการ และพัฒนาความสามารถในกระบวนการสืบเสาะ และสอดคล้องกับสตีเพนส์และชมิคท์ (Stepans and Schmidt, 2009 : 64-65) กล่าวว่า ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการปรับมโนทัศน์ที่มีต่อผู้เรียน ทำให้นักเรียนได้เริ่มคิด และสร้างการเชื่อมโยง ช่วยนักเรียนสร้างการเชื่อมโยงกับมโนทัศน์อื่น ๆ

ขั้นตอนที่ 1 กระตุ้นประสบการณ์เดิมของผู้เรียน เป็นขั้นที่ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาที่เผชิญ โดยผู้วิจัยตั้งคำถามและตั้งปัญหาทางพีชคณิตกระตุ้นให้ผู้เรียนคิด ซึ่งสอดคล้องกับซาเดรา

(Sadera. 2001 : 93) กล่าวว่า การกระตุ้นประสบการณ์เดิมของผู้เรียนจะทำให้ผู้เรียนสังเกตเห็นความขัดแย้งหรือเกิดปัญหากับมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมของผู้เรียนที่ได้รับการสอนในห้องเรียนตามปกติ

ขั้นตอนที่ 2 แก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางพีชคณิต เป็นการสร้างมโนทัศน์ทางพีชคณิตใหม่ และให้ผู้เรียนแลกเปลี่ยนและตรวจสอบมโนทัศน์ทางพีชคณิต พร้อมทั้งเชื่อมโยงมโนทัศน์ใหม่ไปประยุกต์ใช้กับความรู้อื่น ๆ ซึ่งสอดคล้องกับบราวและเวนเลห์น (Brown and VanLehn. 1980 : 379-426) กล่าวว่ามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามารถเปลี่ยนแปลงไปเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้องได้ โดยอาศัยปัญหาหรือแบบฝึกหัดที่มีความยากมากยิ่งขึ้น จึงทำให้นักเรียนไม่สามารถใช้มโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมมาแก้ปัญหาได้ ทำให้จำเป็นต้องปรับกระบวนการและมโนทัศน์ที่มีอยู่ไปสู่มโนทัศน์ที่ถูกต้องให้สามารถแก้ปัญหานั้นได้

ขั้นตอนที่ 3 ตรวจสอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางพีชคณิต ผู้เรียนได้ลงมือแก้ปัญหาพิสูจน์และนำเสนอวิธีการในการแก้ปัญหา การพิสูจน์ของตนเองเพื่อตรวจสอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางพีชคณิตของผู้เรียน และผู้สอนช่วยแนะนำมโนทัศน์ทางพีชคณิตใหม่ที่ถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับเวนเลห์นและบราว (VanLehn and Brown. 1980 : 1-67) กล่าวว่า การตรวจสอบการแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน สำหรับนักเรียนที่ได้รับการแก้ไขมโนทัศน์แล้วจะต้องได้รับการทดสอบเกี่ยวกับมโนทัศน์นั้น ๆ ซ้ำอีกครั้งหนึ่ง เพื่อตรวจสอบว่าการแก้ไขมโนทัศน์นั้นเสร็จสมบูรณ์แล้ว (นักเรียนมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องแล้ว)

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

ผลจากการทำวิจัยในครั้งนี้ทำให้ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะสำหรับครูผู้สอน นักวิจัยทางด้านคณิตศาสตร์ศึกษา และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้อาชีวศึกษาที่สอดคล้องกับระดับอุดมศึกษา ในประเด็นต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1.1 การจัดการเรียนรู้อาชีวศึกษาที่สอดคล้องกับระดับอุดมศึกษาควรพิจารณาเพิ่มวัตถุประสงค์ในส่วนของการแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางพีชคณิต โดยมุ่งให้นักศึกษาเรียนรู้โดยใช้ขั้นตอนดังนี้ ขั้นที่ 1 กระตุ้นประสบการณ์เดิมของนักศึกษา ขั้นที่ 2 การแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางพีชคณิตของนักศึกษา ขั้นที่ 3 การตรวจสอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางพีชคณิตของนักศึกษา ซึ่งเป็นการพัฒนาให้นักศึกษามีมโนทัศน์ทางพีชคณิตที่ถูกต้องและคงทน

1.2 ในการออกแบบตำราเรียนหรือเอกสารประกอบการสอน ควรให้ความสำคัญกับการแก้ไข โทษณ์ที่คลาดเคลื่อนทางพีชคณิต

1.3 ครูผู้สอนวิชาพีชคณิตในระดับอุดมศึกษา ควรตระหนักว่าหากครูได้ศึกษาลักษณะ โทษณ์ที่คลาดเคลื่อนทางพีชคณิตของนักศึกษาให้เกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง จะสามารถใช้เป็น ข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนจัดการเรียนรู้และแก้ไข โทษณ์ที่คลาดเคลื่อนทางพีชคณิตของ นักศึกษาต่อไป

1.4 ในการสร้างเครื่องมือวัดผลและประเมินผล ควรมีการประเมินลักษณะ โทษณ์ที่ คลาดเคลื่อนทางพีชคณิตของนักศึกษา ไม่ใช่แค่เพียงพิจารณาจากคำตอบว่าถูกต้องหรือไม่ โดยอาจ ใช้กรอบแนวคิดในการอธิบายลักษณะ โทษณ์ที่คลาดเคลื่อนทางพีชคณิตที่ได้จากงานวิจัยในครั้ง นี้เป็นแนวทางในการพิจารณาได้

2. ข้อเสนอแนะเพื่อทำการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาลักษณะ โทษณ์ที่คลาดเคลื่อนทางพีชคณิตกับนักศึกษาใน ระดับชั้นอื่น ๆ เนื่องจากภาวะของนักศึกษาในชั้นที่ต่างกันทำให้การเรียนรู้ต่างกัน และควร ศึกษาลักษณะ โทษณ์ที่คลาดเคลื่อนทางพีชคณิตในเนื้อหาอื่น ๆ นอกเหนือจากเนื้อหาพีชคณิตเชิง เส้น เช่น เรขาคณิต จำนวน สถิติ และความน่าจะเป็น ข้อมูลที่ได้จะมีประโยชน์อย่างมากต่อการ พัฒนาหรือปรับปรุงหลักสูตรคณิตศาสตร์ในโอกาสต่อไป

2.2 เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาลักษณะ โทษณ์ที่คลาดเคลื่อนทางพีชคณิตไม่ควรจะมาก เกินไป เนื่องจากจะทำให้นักเรียนเกิดความเหนื่อยล้าในการทำแบบวัดลักษณะ โทษณ์ที่ คลาดเคลื่อนทางพีชคณิตและจะส่งผลให้ใช้เวลานานในการทำแบบวัดลักษณะ โทษณ์ที่ คลาดเคลื่อนทางพีชคณิตและการสัมภาษณ์เชิงลึก