

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ข้อผิดพลาดและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เกี่ยวกับตัวแปรทางพีชคณิต ได้ดำเนินการตามลำดับ ดังนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย
2. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนนาโพธิ์พิทยาสรรพ์ ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 42 คน

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยเรื่อง ข้อผิดพลาดและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เกี่ยวกับตัวแปรทางพีชคณิต ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาข้อผิดพลาดและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับตัวแปรทางพีชคณิตจาก นวัตกรรมศึกษาศาสตร์ศึกษาและสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ศึกษาข้อผิดพลาดและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับตัวแปรทางพีชคณิตของ Radatz (1979 : 163-172) Chai and Ang (1987 : 189-198) Ong and Lim (1987 : 199-205) Truran (1987 : 92) Movshovitz-hadar et al (1987 : 3-14) Colgan (1991 : 91) Omer and Yasin (2011 : 3322-3327) และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.2554 : 74 - 82) ปรากฏผลดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ข้อผิดพลาดและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับตัวแปรทางพีชคณิตของนักคณิตศาสตร์ศึกษาและ สสวท.

| | | | | | | | |
|--|--|---|-----------------|---------------------------|-------------------------|--|---|
| ข้อผิดพลาด และมโนทัศน์ ที่คลาดเคลื่อน จากนักคณิต - ศาสตร์ศึกษา | Radatz | Chai and Ang | Truran | Movshovitz-hadar et al | Colgan | Omer and Yasin | สสวท. |
| ข้อผิดพลาด | | | | | | การมองตัวแปรใน รูปจำนวนคงที่ | |
| | | | | | | สับสนระหว่างตัว แปรกับสัญลักษณ์ ในการดำเนินการ | |
| มโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อน เกี่ยวกับตัวแปร ทางพีชคณิต | ความคลาดเคลื่อน เนื่องจากความ ยากลำบากด้าน ภาษา | ความคลาด เคลื่อนจากการ ใช้ตัวอักษรแทน ตัวแปร | การแปลความคำถาม | ด้านการใช้ข้อมูล ผิด | ไม่มีการนำเสนอ คำตอบ | การมองข้ามตัว แปร | ความคลาดเคลื่อน ในการเขียน อริบยา |
| ข้อผิดพลาด | Radatz | Chai and Ang | Truran | Movshovitz-hadar | Colgan | Omer and Yasin | สสวท. |

| | | | | | | | |
|--|---|---|---------------------------------|---|------------------------------|---|---|
| และมโนทัศน์ ที่คลาดเคลื่อน จากนักคณิต - ศาสตร์ศึกษา | | | | et al | | | |
| มโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อน เกี่ยวกับตัวแปร ทางพีชคณิต | ความคลาดเคลื่อน เนื่องจากความ ยากลำบากในการรับ ข้อมูลเชิงพื้นที่ | มโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อนที่ เกิดขึ้นใน ระหว่างการ แก้ปัญหา | การอ่านคำถาม | ด้านการตีความคำ ภาษา | ความคลาด เคลื่อนจากข้อมูล | การนำค่าคงที่มา ดำเนินการกับตัว แปร | เข้าใจคลาดเคลื่อน เกี่ยวกับเอกนามที่ คล้ายกัน |
| | ความคลาดเคลื่อน เนื่องจากความ บกพร่องในทักษะที่ จำเป็นข้อเท็จจริง และแนวคิด | การตีความ หมายที่ผิดจาก การอ่านโจทย์ ความคิดที่ผิด | กลยุทธ์ในการ เลือกใช้ความรู้ | ด้านการอ้างอิง วิธีการค้นหาเหตุผล ที่ไม่สมบูรณ์ | ความคลาด เคลื่อนจากภาษา | มุ่งเน้นไปที่ตัว แปร X | สับสนเกี่ยวกับการ หาดีกรีของเอก นาม |

| | | | | | | | |
|----------------------------|--------|--------------|--------|---------------------------|--------|----------------|-------|
| ชื่อผู้ผลิต และมโนทัศน์ | Radatz | Chai and Ang | Truran | Movshovitz-hadar et al | Colgan | Omer and Yasin | สสวท. |
|----------------------------|--------|--------------|--------|---------------------------|--------|----------------|-------|

| | | | | | | | |
|---|--|--|--------------------------------|---|---|-------------------------------------|--|
| ที่คลาดเคลื่อน จากนักคณิต - ศาสตร์ศึกษา | | | | | | | |
| มโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อน เกี่ยวกับตัวแปร ทางพีชคณิต | ความคลาดเคลื่อน เนื่องจากการ เชื่อมโยงที่ไม่ ถูกต้องหรือความคิด ที่ไม่ ชัดเจน | มโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อนใน การใช้วงเล็บ | ทักษะการเลือกใช้ ความรู้ | ด้านการบิดเบือน ทฤษฎีบท กฎ สูตร บทนิยาม และ สมบัติ | ความคลาด เคลื่อนจาก ตรรกะ | การตีความด้าน ภาษา | |
| | การประยุกต์ใช้กฎ หรือกลยุทธ์ที่ไม่ เกี่ยวข้อง | | ทักษะการ ประยุกต์ใช้ความรู้ | ด้านขาดการ ตรวจสอบใน ระหว่างการ แก้ปัญหา | คลาดเคลื่อนจาก นิยาม ทฤษฎีบท หรือกฎ | การเปลี่ยนตัวแปร ให้เป็นค่าคงที่ | |

| | | | | | | | |
|---|--------|--------------|--------|---------------------------|--------|----------------|-------|
| ข้อผิดพลาด และมโนทัศน์ ที่คลาดเคลื่อน | Radatz | Chai and Ang | Truran | Movshovitz-hadar et al | Colgan | Omer and Yasin | สสวท. |
|---|--------|--------------|--------|---------------------------|--------|----------------|-------|

| | | | | | | | |
|---|--|--|--|---------------------------------|----------------------------------|-----------------|--|
| จากนักคณิต - ศาสตร์ศึกษา | | | | | | | |
| มโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อน เกี่ยวกับตัวแปร ทางพีชคณิต | | | การเสนอคำตอบ | ด้านข้อผิดพลาดใน เทคนิคการทำ | การขาดความรู้ | การใช้สัญลักษณ์ | |
| | | | ความคลาดเคลื่อน ซึ่งไม่สามารถระบุ สาเหตุได้ | | ความคลาด เคลื่อนทาง เทคนิค | | |
| | | | ความคลาดเคลื่อน ซึ่งครูจะทราบได้ จากการสังเกต พฤติกรรมของ นักเรียน | | วิธีการแก้ปัญหา ที่ไม่สมบูรณ์ | | |

จากตารางที่ 5 สามารถจัดกลุ่มข้อผิดพลาดและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับตัวแปรทางพีชคณิต ได้ดังนี้

ข้อผิดพลาด

จากข้อผิดพลาดข้างต้นสามารถจัดกลุ่ม ได้ดังนี้

1. ข้อผิดพลาดเกี่ยวกับตัวแปร
 - 1.1 การมองตัวแปรในรูปจำนวนคงที่
 - 1.2 สัมพันธระหว่างตัวแปรกับสัญลักษณ์ในการดำเนินการ

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับตัวแปรทางพีชคณิต

จากมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับตัวแปรทางพีชคณิตข้างต้นสามารถจัดกลุ่มได้ดังนี้

ไม่ยึดหยุ่น

1. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านการแก้ปัญหา
 - 1.1 ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการเชื่อมโยงที่ไม่ถูกต้องหรือความคิดที่ไม่ยืดหยุ่น
 - 1.2 มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นในระหว่างการแก้ปัญหา
 - 1.3 การเสนอคำตอบ
 - 1.4 ด้านการใช้ข้อมูลผิด
 - 1.5 ด้านขาดการตรวจสอบในระหว่างการแก้ปัญหา
 - 1.6 ด้านข้อผิดพลาดในเทคนิคการทำ
 - 1.7 วิธีการแก้ปัญหาที่ไม่สมบูรณ์
2. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านทฤษฎีบท กฎ สูตร บทนิยามและสมบัติ
 - 2.1 การประยุกต์ใช้กฎหรือกลยุทธ์ที่ไม่เกี่ยวข้อง
 - 2.2 ด้านการบิดเบือนทฤษฎีบท กฎ สูตร บทนิยาม และสมบัติ
 - 2.3 คลาดเคลื่อนจากนิยาม ทฤษฎีบทหรือกฎ
3. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านสัญลักษณ์และภาษา
 - 3.1 ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากความยากลำบากด้านภาษา
 - 3.2 ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากความยากลำบากในการรับข้อมูลเชิงพื้นที่
 - 3.3 ความคลาดเคลื่อนจากการใช้ตัวอักษรแทนตัวแปร
 - 3.4 การตีความหมายที่ผิดจากการอ่านโจทย์ ความคิดที่ผิด
 - 3.5 มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการใช้วงเล็บ

- 3.6 การแปลความคำถาม
- 3.7 การอ่านคำถาม
- 3.8 ด้านการตีความด้านภาษา
- 3.9 ความคลาดเคลื่อนจากภาษา
- 3.10 การตีความด้านภาษา
- 3.11 การใช้สัญลักษณ์
- 4. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านตัวแปร
 - 4.1 การมองข้ามตัวแปร
 - 4.2 การนำค่าคงที่มาดำเนินการกับตัวแปร
 - 4.3 การมุ่งเน้นตัวแปร x
 - 4.4 การเปลี่ยนตัวแปรเป็นค่าคงที่
- 5. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านทักษะ ความรู้
 - 5.1 ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากความบกพร่องในทักษะที่จำเป็นข้อเท็จจริง

และแนวคิด

- 5.2 กลยุทธ์ในการเลือกใช้ความรู้
- 5.3 ทักษะการเลือกใช้ความรู้
- 5.4 ทักษะการประยุกต์ใช้ความรู้
- 5.5 ด้านการอ้างอิงวิธีการคิดหาเหตุผลที่ไม่สมบูรณ์
- 5.6 ความคลาดเคลื่อนจากตรรกะ
- 5.7 การขาดความรู้
- 5.8 ความคลาดเคลื่อนทางเทคนิค
- 6. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านอื่นๆ
 - 6.1 ความคลาดเคลื่อนซึ่งไม่สามารถระบุสาเหตุได้
 - 6.2 ความคลาดเคลื่อนซึ่งครูจะทราบได้จากการสังเกตพฤติกรรมของ

นักเรียน

- 6.3 ความคลาดเคลื่อนจากข้อมูล

2. ศึกษาเอกสาร รายงานการวิจัย วารสารและหนังสือต่างๆที่เกี่ยวข้องกับ
ข้อผิดพลาดและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับตัวแปรทางพีชคณิต

ผลจากการศึกษาเอกสาร รายงานการวิจัย วารสาร หนังสือ และตำราที่เกี่ยวข้องกับ
ข้อผิดพลาดและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับตัวแปรทางพีชคณิต ปรากฏดังนี้

ข้อผิดพลาด

ข้อผิดพลาดที่พบ ได้แก่

1. ข้อผิดพลาดจากการไม่ตอบของเด็ก
2. ข้อผิดพลาดอย่างสุ่ม อาจเกิดจากการเดินเล่น หรือไม่รู้ว่าจะทำ
อย่างไรจึงคิดวิธีการขึ้นมาเอง
3. ข้อผิดพลาดที่สัมพันธ์กับการเรียนรู้มโนทัศน์
4. ข้อผิดพลาดที่สัมพันธ์กับลำดับขั้นตอนในการแสดงวิธีทำ
5. ข้อผิดพลาดที่สัมพันธ์กับการเลือกวิธี คือ ทำผิดเพราะไปทำวิธีที่
โจทย์ไม่ได้กำหนดให้

6. ข้อผิดพลาดที่สัมพันธ์กับการเรียน
7. การใช้ข้อมูลผิด
8. การอ้างอิงวิธีการคิดหาเหตุผลที่ไม่สมบูรณ์
9. ขาดการตรวจสอบในระหว่างการแก้ปัญหา
10. ความผิดพลาดในเทคนิคการทำ
11. ข้อผิดพลาดในการมีลำดับความสำคัญมากกว่าหรือการมีลำดับ
ขั้นตอน เช่น บวกก่อนคูณ บวกก่อนหาร ลบก่อนหาร ละเลยความสำคัญของวงเล็บ
12. ข้อผิดพลาดด้านการละเลยข้อมูลที่จำเป็น
13. ข้อผิดพลาดด้านแก้ปัญหาไม่สมบูรณ์
14. ข้อผิดพลาดด้านการคิดคำนวณ

จากข้อผิดพลาดข้างต้นสามารถจัดกลุ่ม ได้ดังนี้

1. ข้อผิดพลาดเกี่ยวกับความรู้พื้นฐาน
 - 1.1 ข้อผิดพลาดจากการไม่ตอบของเด็ก
 - 1.2 ข้อผิดพลาดอย่างสุ่ม อาจเกิดจากการเดินเล่น หรือไม่รู้ว่าจะทำ
อย่างไรจึงคิดวิธีการขึ้นมาเอง
 - 1.3 ข้อผิดพลาดที่สัมพันธ์กับการเรียนรู้มโนทัศน์

- 1.4 ข้อผิดพลาดที่สัมพันธ์กับลำดับขั้นตอนในการแสดงวิธีทำ
- 1.5 ข้อผิดพลาดที่สัมพันธ์กับการเลือกวิธี คือ ทำผิดเพราะไปทำวิธีที่
โจทย์ไม่ได้กำหนดให้
- 1.6 ข้อผิดพลาดที่สัมพันธ์กับการเรียน
- 1.7 การใช้ข้อมูลผิด
- 1.8 การอ้างอิงวิธีการคิดหาเหตุผลที่ไม่สมบูรณ์
- 1.9 ขาดการตรวจสอบในระหว่างการแก้ปัญหา
- 1.10 ความผิดพลาดในเทคนิคการทำ
- 1.11 ข้อผิดพลาดในการมีลำดับความสำคัญมากกว่าหรือการมีลำดับ
ขั้นตอน เช่น บวกก่อนคูณ บวกก่อนหาร ลบก่อนหาร ละเลยความสำคัญของวงเล็บ
- 1.12 ข้อผิดพลาดด้านการละเลยข้อมูลที่จำเป็น
- 1.13 ข้อผิดพลาดด้านแก้ปัญหาไม่สมบูรณ์
- 1.14 ข้อผิดพลาดด้านการคิดคำนวณ

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับตัวแปรทางพีชคณิต

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับตัวแปรทางพีชคณิตที่พบ ได้แก่

1. การตีความด้านภาษา
2. การบิดเบือนทฤษฎีบท กฎ สูตรบทนิยามและสมบัติ
3. การพิสูจน์ การใช้สัญลักษณ์และการให้เหตุผลทางพีชคณิต
4. การแก้ปัญหาวงพีชคณิต
5. ทักษะทางพีชคณิต
6. กระบวนการคิดพื้นฐานเกี่ยวกับสัญลักษณ์ทางพีชคณิต
7. การกำหนดค่าตัวแปร
8. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับลำดับของการคำนวณ คือ การใช้
วงเล็บและเรียงลำดับก่อนหลังการคำนวณ ไม่ถูกต้อง
9. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับสมการพีชคณิต คือ การนำเสนอ
สัญลักษณ์แทนสถานการณ์
10. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับสัญลักษณ์ทางพีชคณิตและการใช้
ตัวอักษร
11. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการหาคำตอบทางพีชคณิต

ทางพีชคณิต

12. การใช้ตัวอักษรแทนตัวแปรหรือค่าคงที่ที่ไม่ถูกต้อง
13. การแทนค่าจำนวนในสมการโดยไม่พิจารณากรณีที่เป็นไปไม่ได้
14. ไม่เข้าใจเกี่ยวกับตัวแปรและมีปัญหาในการทำความเข้าใจรูปแบบ
15. เข้าใจไม่ถูกต้องเกี่ยวกับความหมายของตัวแปร
16. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับสมบัติการแจกแจง
17. มีความเชื่อเกี่ยวกับค่าของตัวแปรที่ไม่ถูกต้อง
18. ความเข้าใจแนวคิดของพีชคณิตและเครื่องหมายเท่ากับที่ไม่ถูกต้อง
19. สัญลักษณ์ที่เกี่ยวกับพีชคณิตและการใช้ตัวอักษร
20. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับสัญลักษณ์ทางพีชคณิต
21. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับสมการทางพีชคณิต
22. การนำเสนอสัญลักษณ์แทนสถานการณ์
23. มารใช้วงเล็บเรียงลำดับก่อนหลังของการคำนวณ และการรวมพจน์
24. ไม่เข้าใจกระบวนการแก้สมการ

ได้ดังนี้

- จากมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับตัวแปรทางพีชคณิตข้างต้นสามารถจัดกลุ่มได้ดังนี้
1. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านการแก้ปัญหา
 - 1.1 การพิสูจน์ การใช้สัญลักษณ์และการให้เหตุผลทางพีชคณิต
 - 1.2 การแก้ปัญหาทางพีชคณิต
 - 1.3 การแทนค่าจำนวนในสมการโดยไม่พิจารณากรณีที่เป็นไปไม่ได้
 - 1.4 มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับสมการทางพีชคณิต
 - 1.5 ไม่เข้าใจกระบวนการแก้สมการ
 2. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านทฤษฎีบท กฎ สูตร บทนิยามและสมบัติ
 - 2.1 การบิดเบือนทฤษฎีบท กฎ สูตรบทนิยามและสมบัติ
 - 2.2 มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับสมบัติการแจกแจง
 - 2.3 มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับสมการทางพีชคณิต
 3. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านสัญลักษณ์และภาษา
 - 3.1 การตีความด้านภาษา
 - 3.2 กระบวนการคิดพื้นฐานเกี่ยวกับสัญลักษณ์ทางพีชคณิต

3.3 มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับลำดับของการคำนวณ คือ การใช้วงเล็บและเรียงลำดับก่อนหลังการคำนวณไม่ถูกต้อง

3.4 มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับสมการพีชคณิต คือ การนำเสนอสัญลักษณ์แทนสถานการณ์

3.5 มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับสัญลักษณ์ทางพีชคณิต

3.6 สัญลักษณ์ที่เกี่ยวกับพีชคณิตและการใช้ตัวอักษร

3.7 การนำเสนอสัญลักษณ์แทนสถานการณ์

3.8 การใช้วงเล็บเรียงลำดับก่อนหลังของการคำนวณ และการรวมพจน์

4. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านตัวแปร

4.1 การกำหนดค่าตัวแปร

4.2 การใช้ตัวอักษรแทนตัวแปรหรือค่าคงที่ที่ไม่ถูกต้อง

4.3 ไม่เข้าใจเกี่ยวกับตัวแปรและมีปัญหาในการทำความเข้าใจรูปแบบ

ทางพีชคณิต

4.4 เข้าใจไม่ถูกต้องเกี่ยวกับความหมายของตัวแปร

4.5 มีความเชื่อเกี่ยวกับค่าของตัวแปรที่ไม่ถูกต้อง

4.6 ความเข้าใจแนวคิดของพีชคณิตและเครื่องหมายเท่ากับที่ไม่ถูกต้อง

5. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านทักษะ ความรู้

5.1 ทักษะทางพีชคณิต

3. นำประเด็นการศึกษาข้อผิดพลาดและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับตัวแปรทางพีชคณิตจากข้อ 1 และข้อ 2 มารวมกลุ่ม ได้ดังนี้

ข้อผิดพลาด

1. ข้อผิดพลาดเกี่ยวกับตัวแปร

1.1 การมองตัวแปรในรูปจำนวนคงที่

1.2 สัมพันธ์ระหว่างตัวแปรกับสัญลักษณ์ในการดำเนินการ

2. ข้อผิดพลาดเกี่ยวกับความรู้พื้นฐาน

2.1 ข้อผิดพลาดจากการไม่ตอบของเด็ก

2.2 ข้อผิดพลาดอย่างสุ่ม อาจเกิดจากการเดินเลื้อย หรือไม่รู้ว่าจะทำอย่างไรจึง

คิดวิธีการขึ้นมาเอง

2.3 ข้อผิดพลาดที่สัมพันธ์กับการเรียนรู้โมโนทัศน์
 2.4 ข้อผิดพลาดที่สัมพันธ์กับลำดับขั้นตอนในการแสดงวิธีทำ
 2.5 ข้อผิดพลาดที่สัมพันธ์กับการเลือกวิธี คือ ทำผิดเพราะไปทำวิธีที่โจทย์
 ไม่ได้กำหนดให้

2.6 ข้อผิดพลาดที่สัมพันธ์กับการเรียน
 2.7 การใช้ข้อมูลผิด
 2.8 การอ้างอิงวิธีการคิดหาเหตุผลที่ไม่สมบูรณ์
 2.9 ขาดการตรวจสอบในระหว่างการแก้ปัญหา
 2.10 ความผิดพลาดในเทคนิคการทำ
 2.11 ข้อผิดพลาดในการมีลำดับความสำคัญมากกว่าหรือการมีลำดับ
 ขั้นตอน เช่น บวกก่อนคูณ บวกก่อนหาร ลบก่อนหาร ละเลยความสำคัญของวงเล็บ
 2.12 ข้อผิดพลาดด้านการละเลยข้อมูลที่จำเป็น
 2.13 ข้อผิดพลาดด้านแก้ปัญหาไม่สมบูรณ์
 2.14 ข้อผิดพลาดด้านการคิดคำนวณ

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับตัวแปรทางพีชคณิต

1. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านการแก้ปัญหา
 1.1 ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการเชื่อมโยงที่ไม่ถูกต้องหรือความคิดที่
 ไม่ยืดหยุ่น
 1.2 มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นในระหว่างการแก้ปัญหา
 1.3 การเสนอคำตอบ
 1.4 ด้านการใช้ข้อมูลผิด
 1.5 ด้านขาดการตรวจสอบในระหว่างการแก้ปัญหา
 1.6 ด้านข้อผิดพลาดในเทคนิคการทำ
 1.7 วิธีการแก้ปัญหาที่ไม่สมบูรณ์
 1.8 การพิสูจน์ การใช้สัญลักษณ์และการให้เหตุผลทางพีชคณิต
 1.9 การแก้ปัญหาวงพีชคณิต
 1.10 การแทนค่าจำนวนในสมการโดยไม่พิจารณากรณีที่เป็นไปไม่ได้
 1.11 มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับสมการทางพีชคณิต
 1.12 ไม่เข้าใจกระบวนการแก้สมการ

2. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านทฤษฎีบท กฎ สูตร บทนิยามและสมบัติ
 - 2.1 การประยุกต์ใช้กฎหรือกลยุทธ์ที่ไม่เกี่ยวข้อง
 - 2.2 ด้านการบิดเบือนทฤษฎีบท กฎ สูตร บทนิยาม และสมบัติ
 - 2.3 คลาดเคลื่อนจากนิยาม ทฤษฎีบทหรือกฎ
 - 2.4 มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับสมบัติการแจกแจง
3. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านสัญลักษณ์และภาษา
 - 3.1 ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากความยากลำบากด้านภาษา
 - 3.2 ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากความยากลำบากในการรับข้อมูลเชิงพื้นที่
 - 3.3 ความคลาดเคลื่อนจากการใช้ตัวอักษรแทนตัวแปร
 - 3.4 การตีความหมายที่ผิดจากการอ่านโจทย์ ความคิดที่ผิด
 - 3.5 มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการใช้วงเล็บ
 - 3.6 การแปลความคำถาม
 - 3.7 การอ่านคำถาม
 - 3.8 ด้านการตีความด้านภาษา
 - 3.9 ความคลาดเคลื่อนจากภาษา
 - 3.10 การใช้สัญลักษณ์
 - 3.11 กระบวนการคิดพื้นฐานเกี่ยวกับสัญลักษณ์ทางพีชคณิต
 - 3.12 มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับลำดับของการคำนวณ คือ การใช้วงเล็บและเรียงลำดับก่อนหลังการคำนวณไม่ถูกต้อง
 - 3.13 มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับสมการพีชคณิต คือ การนำเสนอสัญลักษณ์แทนสถานการณ์
 - 3.14 มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับสัญลักษณ์ทางพีชคณิตและการใช้ตัวอักษร
 - 3.15 การนำเสนอสัญลักษณ์แทนสถานการณ์
 - 3.16 การใช้วงเล็บเรียงลำดับก่อนหลังของการคำนวณ และการรวมพจน์
4. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านตัวแปร
 - 4.1 การมองข้ามตัวแปร
 - 4.2 การนำค่าคงที่มาดำเนินการกับตัวแปร
 - 4.3 การมุ่งเน้นตัวแปร x

- 4.4 การเปลี่ยนตัวแปรเป็นค่าคงที่
- 4.5 การกำหนดค่าตัวแปร
- 4.6 การใช้ตัวอักษรแทนตัวแปรหรือค่าคงที่ที่ไม่ถูกต้อง
- 4.7 ไม่เข้าใจเกี่ยวกับตัวแปรและมีปัญหาในการทำความเข้าใจรูปแบบ

ทางพีชคณิต

- 4.8 เข้าใจไม่ถูกต้องเกี่ยวกับความหมายของตัวแปร
- 4.9 มีความเชื่อเกี่ยวกับค่าของตัวแปรที่ไม่ถูกต้อง
- 4.10 ความเข้าใจแนวคิดของพีชคณิตและเครื่องหมายเท่ากับที่ไม่ถูกต้อง
- 5. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านทักษะ ความรู้
 - 5.1 ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากความบกพร่องในทักษะที่จำเป็นข้อเท็จจริง

และแนวคิด

- 5.2 กลยุทธ์ในการเลือกใช้ความรู้
- 5.3 ทักษะการเลือกใช้ความรู้
- 5.4 ทักษะการประยุกต์ใช้ความรู้
- 5.5 ด้านการอ้างอิงวิธีการคิดหาเหตุผลที่ไม่สมบูรณ์
- 5.6 ความคลาดเคลื่อนจากตรรกะ
- 5.7 การขาดความรู้
- 5.8 ความคลาดเคลื่อนทางเทคนิค
- 5.9 ทักษะทางพีชคณิต

6. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านอื่นๆ

- 6.1 ความคลาดเคลื่อนซึ่งไม่สามารถระบุสาเหตุได้
- 6.2 ความคลาดเคลื่อนซึ่งครูจะทราบได้จากการสังเกตพฤติกรรมของ

นักเรียน

- 6.3 ความคลาดเคลื่อนจากข้อมูล

4. นำกลุ่มข้อผิดพลาดและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับตัวแปรทางพีชคณิตที่จัดไว้เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสม และให้คำแนะนำ

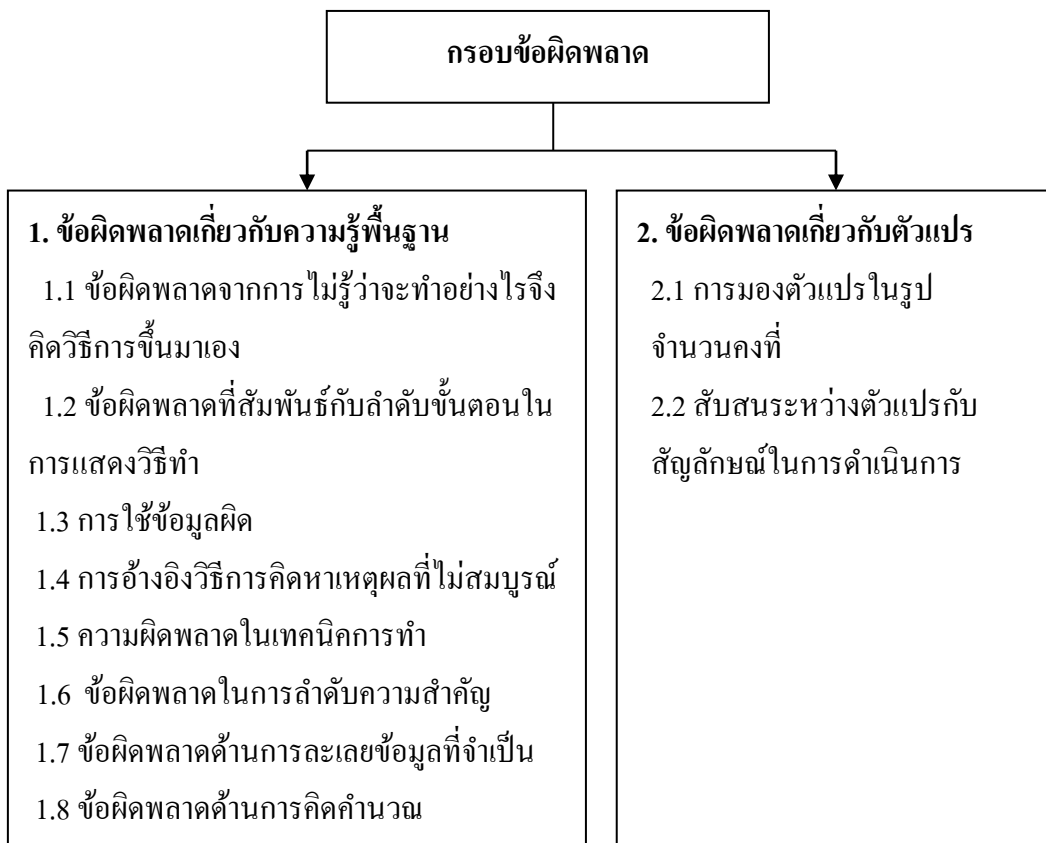
โดยคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ เป็นดังนี้

1. ข้อผิดพลาดที่พบควรมีการตรวจสอบในแต่ละลักษณะให้ดีเพราะความหมายอาจซ้ำซ้อนกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับตัวแปรทางพีชคณิต

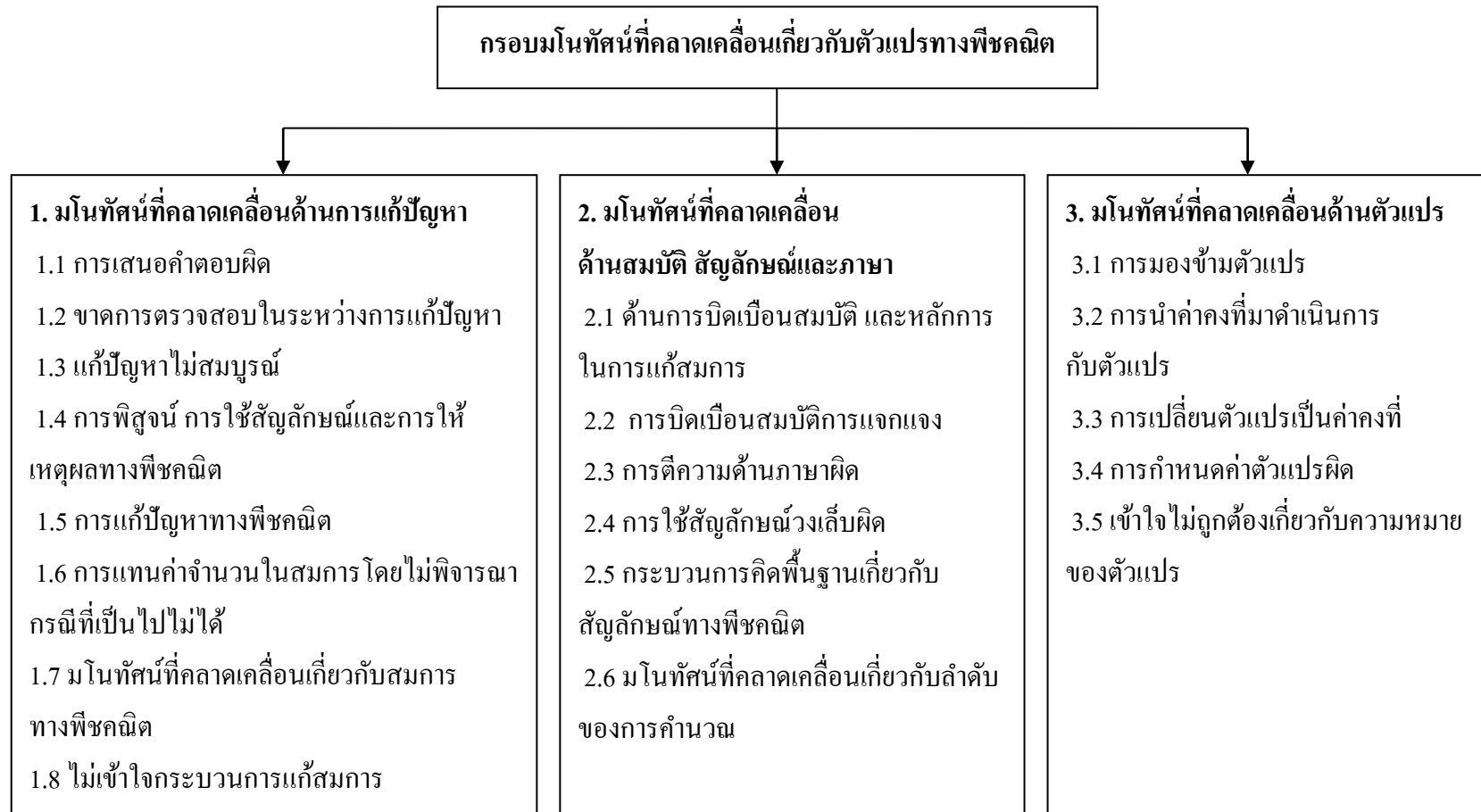
2. ควรมีการรวมกลุ่มข้อผิดพลาดและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับตัวแปรทางพีชคณิตให้กระชับและครอบคลุมความหมายของแต่ละลักษณะ

3. ข้อผิดพลาดและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับตัวแปรทางพีชคณิตในแต่ละกลุ่มที่จัดไว้ ถ้ามีความหมายเดียวกันควรยุบรวมเข้าด้วยกันเพื่อให้ได้ความหมายที่กระชับ

จากคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ สามารถปรับปรุงเป็นกรอบข้อผิดพลาดและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับตัวแปรทางพีชคณิตได้ดังนี้



แผนภาพที่ 2 กรอบข้อผิดพลาด



แผนภาพที่ 3 กรอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับตัวแปรทางพีชคณิต

5. สร้างแบบทดสอบวัดข้อผิดพลาดและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับตัวแปรทางพีชคณิตและนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย

6. นำกรอบข้อผิดพลาดและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับตัวแปรทางพีชคณิตไปใช้ในการศึกษาข้อผิดพลาดและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับตัวแปรทางพีชคณิต

7. ทำการสัมภาษณ์กลุ่มเป้าหมายที่เกิดข้อผิดพลาดและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับตัวแปรทางพีชคณิต

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่

1. แบบทดสอบวัดข้อผิดพลาดและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับตัวแปรทางพีชคณิต จำนวน 7 ข้อ เป็นแบบอัตนัย
2. แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยดำเนินการตามลำดับ ดังนี้

1. แบบทดสอบวัดข้อผิดพลาดและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับตัวแปรทางพีชคณิต

ในการสร้างแบบทดสอบวัดข้อผิดพลาดและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับตัวแปรทางพีชคณิต ผู้วิจัยดำเนินการสร้าง โดยมีลำดับขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1.1 ศึกษาค้นคว้าเอกสารหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เกี่ยวกับสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับข้อผิดพลาดและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับตัวแปรทางพีชคณิต

1.2 ศึกษาหลักการ วิธีการสร้างแบบทดสอบวัดข้อผิดพลาดและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับตัวแปรทางพีชคณิต

1.3 ศึกษาเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

1.4 สร้างแบบทดสอบวัดข้อผิดพลาดและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับตัวแปรทางพีชคณิต จำนวน 10 ข้อ ที่สร้างเพื่อไว้ซึ่งจะใช้จริงเพียง 7 ข้อที่ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้

1.5 นำแบบทดสอบวัดข้อผิดพลาดและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับตัวแปรทางพีชคณิตที่สร้างเสร็จแล้วเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม

1.6 นำแบบทดสอบวัดข้อผิดพลาดและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับตัวแปรทางพีชคณิตที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพ โดยผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย

1.6.1 อ.ดร. ชาญณรงค์ เที่ยงราช Ph. D. (Mathematics Education) อาจารย์คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ผู้เชี่ยวชาญด้านมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

1.6.2 อ.ดร.นงลักษณ์ จิระเมธภัทร ค.ศ. (คณิตศาสตร์ศึกษา) ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนคำเขื่อนแก้วชนูปถัมภ์ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์

1.6.3 ผศ.ว่าที่ ร.ต. ดร.อรัญ ชูกระเดื่อง กศ.ค. (วิจัยและประเมินผลการศึกษา) มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัย

1.7 นำผลการประเมินความสอดคล้องมาคำนวณค่า IOC โดยใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง IOC (ไพศาล วรคำ, 2554 : 262-263) เลือกข้อสอบที่ได้ค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป เป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้ ปรากฏว่าได้ข้อสอบที่มีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00 ทั้งหมดจำนวน 10 ข้อ

1.8 นำแบบทดสอบวัดข้อผิดพลาดและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับตัวแปรทางพีชคณิตที่ผ่านการหาประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ มาทดลองใช้ (Try-Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เคยเรียน เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวมาแล้ว

1.9 นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดข้อผิดพลาดและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับตัวแปรทางพีชคณิตเป็นรายข้อ ตามสูตรของวิทเนย์และซาเบอร์ส (ไพศาล วรคำ, 2554 : 292-293) แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก (P) ตั้งแต่ 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.20 – 1.00 จึงจะถือว่าข้อสอบใช้ได้ ผลการวิเคราะห์พบว่าข้อสอบรายข้อมีค่าความยากตั้งแต่ 0.50 – 0.77 และมีค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.37 – 0.58 ซึ่งเป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ใช้ได้จำนวน 10 ข้อ จึงตัดข้อสอบ

ที่ซ้ำในจุดประสงค์เดียวกันออกจำนวน 3 ข้อ เพื่อให้เหลือข้อสอบที่ต้องการจำนวน 7 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.50 – 0.67 และมีค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.42 – 0.58

1.10 นำแบบทดสอบวัดข้อผิดพลาดและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับตัวแปรทางพีชคณิตมาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดข้อผิดพลาดและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับตัวแปรทางพีชคณิตทั้งฉบับ โดยใช้วิธีการสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัก ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.7 ขึ้นไปจึงจะถือว่าเป็นข้อสอบที่ใช้ได้ (ไพศาลวรคำ, 2554 : 282) ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่า แบบทดสอบวัดข้อผิดพลาดและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับตัวแปรทางพีชคณิตมีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.86

1.11 ได้แบบทดสอบวัดข้อผิดพลาดและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับตัวแปรทางพีชคณิตที่ผ่านการหาคุณภาพแล้ว เพื่อนำไปทดสอบกับกลุ่มเป้าหมาย

2. แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

การสร้างแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

2.1 ศึกษาหลักการ วิธีการสร้างแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2 นำประเด็นจากการศึกษาข้อผิดพลาดและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เกี่ยวกับตัวแปรทางพีชคณิต จากแบบทดสอบวัดข้อผิดพลาดและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับตัวแปรทางพีชคณิตมากำหนดกรอบคำถามเพื่อสัมภาษณ์เชิงลึก (In – depth Interview) สำหรับกลุ่มเป้าหมายที่เกิดข้อผิดพลาดและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับตัวแปรทางพีชคณิต

2.3 นำแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การวิจัยและให้คำแนะนำ โดยคำแนะนำของคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์เป็นดังนี้ ควรใช้คำถามที่กระตุ้นการคิดของนักเรียนอย่างสมเหตุสมผลและควรใช้ภาษาให้เหมาะสมกับวัยของนักเรียน

2.4 นำแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างที่ผ่านการตรวจสอบจากคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ให้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม และความสอดคล้องกับจุดประสงค์การวิจัย

2.5 ได้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างที่ผ่านการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายที่เกิดข้อผิดพลาดและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับตัวแปรทางพีชคณิต

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูล ตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. นำแบบทดสอบวัดข้อผิดพลาดและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับตัวแปรทางพีชคณิตที่สร้างขึ้นทดสอบกับกลุ่มเป้าหมาย
2. นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์หาข้อผิดพลาดและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับตัวแปรทางพีชคณิต
3. ทำการสัมภาษณ์นักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมายที่เกิดข้อผิดพลาดและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับตัวแปรทางพีชคณิต โดยใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง ผู้วิจัยจะถามถึงข้อผิดพลาดและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับตัวแปรทางพีชคณิตเพื่อให้ทราบถึงสาเหตุของการเกิดข้อผิดพลาดและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับตัวแปรทางพีชคณิต
4. นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ สรุปและอภิปรายผล

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบวัดข้อผิดพลาดและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับตัวแปรทางพีชคณิต และการสัมภาษณ์วิเคราะห์ ดังนี้

1. วิเคราะห์แบบทดสอบวัดข้อผิดพลาดและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับตัวแปรทางพีชคณิต โดยใช้การวิเคราะห์งานเขียน (Task Analysis) และการบรรยายเชิงวิเคราะห์ (Analytic Description) ซึ่งถ้านักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมายที่เกิดข้อผิดพลาดและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับตัวแปรทางพีชคณิต ผู้วิจัยจะวิเคราะห์หว่านเป็นข้อผิดพลาดและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับตัวแปรทางพีชคณิตในลักษณะใดตามกรอบข้อผิดพลาดและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับตัวแปรทางพีชคณิต
2. วิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์เชิงลึกโดยใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเพื่อศึกษาสาเหตุของการเกิดข้อผิดพลาดและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับตัวแปรทางพีชคณิต

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ร้อยละ (Percentage) หาได้จากสูตร(อรัญ ชูกระเดื่อง. 2557 : 52)

$$P = \frac{f}{N} \times 100$$

เมื่อ P แทน ร้อยละ

f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ

N แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดข้อผิดพลาดและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับตัวแปรทางพีชคณิตกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยคำนวณจากสูตรของบุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ (ไพศาล วรคำ. 2554 : 262-263)

$$IOC = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้อง

R_i แทน คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

$\sum_{i=1}^n R_i$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 ค่าความยากของแบบทดสอบวัดข้อผิดพลาดและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับตัวแปรทางพีชคณิต จะต้องแบ่งกลุ่มเป้าหมายออกเป็นกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน โดยใช้เทคนิค 25% ของกลุ่มเป้าหมายนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมดโดยคำนวณจากสูตรของวิทเนย์ และซาเบอร์ส (ไพศาล วรคำ. 2554 : 292-293)

$$ดัชนีค่าความยาก \quad P_E = \frac{S_U + S_L - (2N)(X_{\min})}{2N(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ P_E แทน ดัชนีค่าความยาก

S_U แทน ผลรวมคะแนนนักเรียนกลุ่มเก่งในแต่ละข้อ

S_L แทน ผลรวมคะแนนนักเรียนกลุ่มอ่อนในแต่ละข้อ

N แทน จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

X_{\max} แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุดในแต่ละข้อ
 X_{\min} แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุดในแต่ละข้อ

2.3 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดข้อผิดพลาดและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับตัวแปรทางพีชคณิต คำนวณจากสูตรของวิทเนย์และซาเบอร์ส (ไพศาล วรคำ, 2554 : 282)

$$D = \frac{S_U - S_L}{N(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ D แทน ดัชนีค่าอำนาจจำแนก
 S_U แทน ผลรวมคะแนนนักเรียนกลุ่มเก่งในแต่ละข้อ
 S_L แทน ผลรวมคะแนนนักเรียนกลุ่มอ่อนในแต่ละข้อ
 N แทน จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน
 X_{\max} แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุดในแต่ละข้อ
 X_{\min} แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุดในแต่ละข้อ

2.4 ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดข้อผิดพลาดและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับตัวแปรทางพีชคณิต คำนวณจากสูตรการหาสัมประสิทธิ์อัลฟา (α Coefficient) ของ Cronbach ดังนี้ (ไพศาล วรคำ, 2554: 282)

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_t^2} \right)$$

เมื่อ α แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดข้อผิดพลาดและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับตัวแปรทางพีชคณิตทั้งฉบับ
 k แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบวัดข้อผิดพลาดและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับตัวแปรทางพีชคณิต
 S_i^2 แทน ความแปรปรวนของแบบทดสอบวัดข้อผิดพลาดและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับตัวแปรทางพีชคณิตในแต่ละข้อ
 S_t^2 แทน ความแปรปรวนของแบบทดสอบวัดข้อผิดพลาดและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับตัวแปรทางพีชคณิตทั้งฉบับ