



สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง “การวิเคราะห์ลำดับชั้นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง ระบบจำนวนจริง ในหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย” เป็นการวิจัยเชิงบรรยาย โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อวิเคราะห์ลำดับชั้นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง ระบบจำนวนจริง ในหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย และเพื่อนำเสนอลำดับชั้นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง ระบบจำนวนจริง ในหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล ทั้ง 9 กลุ่มโรงเรียน โดยสุ่มตัวอย่างประชากรด้วยวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) กลุ่มโรงเรียนละ 1 โรงเรียน และในแต่ละโรงเรียนที่เป็นตัวอย่างประชากรสุ่มนักเรียน 1 ห้องเรียน โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ได้จำนวนนักเรียนที่เป็นตัวอย่างประชากรจำนวนทั้งสิ้น 449 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ของนักเรียนเรื่องระบบจำนวนจริง ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเองโดยมีวิธีดำเนินการสร้างเครื่องมือดังนี้

1. ศึกษาเนื้อหาหลักสูตรคณิตศาสตร์เรื่อง “ระบบจำนวนจริง” ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533)
2. ศึกษาเนื้อหาแบบเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง “ระบบจำนวนจริง” ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย อย่างละเอียด ซึ่งยึดหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) เป็นหลัก
3. ศึกษาทฤษฎีการเรียนรู้การสอน หลักจิตวิทยา และหลักการสอนต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์จากตำรา วารสาร และเอกสารต่าง ๆ ทั้งภาษาไทยและภาษาต่างประเทศ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างลำดับชั้นเนื้อหาวิชา
4. สร้างลำดับชั้นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดผลการเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง “ระบบจำนวนจริง” ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 การสร้างลำดับชั้นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง “ระบบจำนวนจริง” สร้างโดยยึดหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) เป็นหลัก

5. นำลำดับชั้นเนื้อหาวิชามาสร้างแบบทดสอบตามจุดประสงค์การเรียนรู้ของหลักสูตร ซึ่งแต่ละลำดับชั้นจะมีข้อสอบจำนวน 3 ข้อ รวมทั้งหมด 25 ลำดับชั้น ข้อสอบ 75 ข้อ

6. นำแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษา และผู้เชี่ยวชาญพิจารณา เพื่อหาความตรง (Validity) และนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไขและตรวจสอบลำดับชั้นเนื้อหาวิชาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นแล้วนำแบบทดสอบให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 36 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างประชากรทำแบบทดสอบ แล้วนำผลมาหาความเที่ยง(Reliability) ความยาก(Difficulty) และอำนาจจำแนก(Power of discrimination) ของแบบสอบ

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยคือลำดับชั้นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง “ ระบบจำนวนจริง ” ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งสร้างจากการทดสอบการเรียนรู้ของนักเรียน ปรากฏว่าได้ลำดับชั้นเนื้อหาวิชาที่แบ่งเป็นตอนใหญ่ ๆ ได้ 3 ตอน และประกอบด้วยลำดับชั้นเนื้อหาวิชาทั้งหมด 25 ชั้นตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับจำนวนจริงและสมบัติของจำนวนจริง ประกอบด้วย 5 หัวข้อ แบ่งเป็น 9 ลำดับชั้น ดังนี้คือ

หัวข้อที่ 1 จำนวนจริง มี 3 ลำดับชั้น คือ ลำดับชั้นที่ 1 ลำดับชั้นที่ 2 และ ลำดับชั้นที่ 3 มีรายละเอียดดังนี้

ลำดับชั้นที่ 1 เซตของจำนวนนับและเซตของจำนวนเต็ม

ลำดับชั้นที่ 2 เซตของจำนวนตรรกยะและเซตของจำนวนอตรรกยะ

ลำดับชั้นที่ 3 เซตของจำนวนจริง

หัวข้อที่ 2 สมบัติของระบบจำนวนจริง มี 1 ลำดับชั้น คือ ลำดับชั้นที่ 4 มีรายละเอียดดังนี้

ลำดับชั้นที่ 4 สมบัติของระบบจำนวนจริง

หัวข้อที่ 3 การบวกและการคูณในระบบจำนวนจริง มี 2 ลำดับชั้น คือ ลำดับชั้นที่ 5 และ ลำดับชั้นที่ 6 มีรายละเอียดดังนี้

ลำดับชั้นที่ 5 สมบัติการเท่ากันในระบบจำนวนจริง

ลำดับชั้นที่ 6 สมบัติการบวกในระบบจำนวนจริง

หัวข้อที่ 4 การเท่ากันในระบบจำนวนจริง มี 1 ลำดับชั้น คือ ลำดับชั้นที่ 7 มีรายละเอียดดังนี้

ลำดับชั้นที่ 7 สมบัติการคูณในระบบจำนวนจริง

หัวข้อที่ 5 จำนวนจริง มี 2 ลำดับชั้น คือ ลำดับชั้นที่ 8 และลำดับชั้นที่ 9
มีรายละเอียดดังนี้

ลำดับชั้นที่ 8 การลบจำนวนจริงโดยใช้การบวกและอินเวอร์สการบวก

ลำดับชั้นที่ 9 การหารจำนวนจริงโดยใช้การคูณและอินเวอร์สการคูณ

ตอนที่ 2 การแก้สมการและอสมการตัวแปรเดียว ประกอบด้วย 4 หัวข้อ แบ่ง
เป็น 11 ลำดับชั้น ดังนี้คือ

หัวข้อที่ 6 การแก้สมการตัวแปรเดียว มี 5 ลำดับชั้น คือ ลำดับชั้นที่ 10 ลำดับ
ชั้นที่ 11 ลำดับชั้นที่ 12 ลำดับชั้นที่ 13 และลำดับชั้นที่ 14 มี
รายละเอียดดังนี้

ลำดับชั้นที่ 10 การใช้ทฤษฎีบทเศษเหลือหาเศษจากการหารพหุนามด้วย
พหุนาม

ลำดับชั้นที่ 11 การใช้ทฤษฎีบทเศษเหลือและทฤษฎีบทตัวประกอบแยก
ตัวประกอบพหุนามเมื่อ $a_n = 1$

ลำดับชั้นที่ 12 การแก้สมการตัวแปรเดียวเมื่อ $a_n = 1$

ลำดับชั้นที่ 13 การใช้ทฤษฎีบทตัวประกอบและทฤษฎีบทตัวประกอบ
จำนวนตรรกยะแยกตัวประกอบของพหุนามเมื่อ $a_n \neq 1$

ลำดับชั้นที่ 14 การแก้สมการตัวแปรเดียวเมื่อ $a_n \neq 1$

หัวข้อที่ 7 สมบัติการไม่เท่ากัน มี 1 ลำดับชั้น คือ ลำดับชั้นที่ 15 มีรายละเอียด
ดังนี้

ลำดับชั้นที่ 15 สมบัติการไม่เท่ากัน

หัวข้อที่ 8 ช่วงและการแก้สมการ มี 2 ลำดับชั้น คือ ลำดับชั้นที่ 16 และลำดับ
ชั้นที่ 17 มีรายละเอียดดังนี้

ลำดับชั้นที่ 16 ช่วง

ลำดับชั้นที่ 17 การแก้สมการตัวแปรเดียว

หัวข้อที่ 9 ค่าสัมบูรณ์ มี 3 ลำดับชั้น คือ ลำดับชั้นที่ 18 ลำดับชั้นที่ 19 และ
ลำดับชั้นที่ 20 มีรายละเอียดดังนี้

ลำดับชั้นที่ 18 สมบัติของค่าสัมบูรณ์

ลำดับชั้นที่ 19 การแก้สมการตัวแปรเดียวที่อยู่ในรูปค่าสัมบูรณ์

ลำดับชั้นที่ 20 การแก้สมการตัวแปรเดียวที่อยู่ในรูปค่าสัมบูรณ์

ตอนที่ 3 สมบัติความบริบูรณ์ ประกอบด้วย 2 หัวข้อ แบ่งเป็น 5 ลำดับชั้น
ดังนี้คือ

หัวข้อที่ 10 สมบัติความบริบูรณ์ มี 1 ลำดับชั้น คือ ลำดับชั้นที่ 21 มีรายละเอียด
ดังนี้

ลำดับชั้นที่ 21 การมีขอบเขตบนและค่าขอบเขตบนของสับเซตของ

จำนวนจริงและค่าขอบเขตบนที่น้อยที่สุดของสับเซตของจำนวนจริง

หัวข้อที่ 11 สมบัติของจำนวนเต็ม มี 4 ลำดับชั้น คือ ลำดับชั้นที่ 22 ลำดับชั้นที่
23 ลำดับชั้นที่ 24 และลำดับชั้นที่ 25 มีรายละเอียดดังนี้

ลำดับชั้นที่ 22 สัญลักษณ์การหารลงตัวและสมบัติการหารลงตัว

ลำดับชั้นที่ 23 จำนวนเฉพาะ

ลำดับชั้นที่ 24 ทฤษฎีบทและขั้นตอนวิธีการหาร

ลำดับชั้นที่ 25 สัญลักษณ์ของ ค.ร.น. และ ห.ร.ม.

อภิปรายผลการวิจัย

1. จากผลการวิจัยพบว่า ลำดับชั้นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง “ระบบจำนวน
จริง” ในหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย มีการเปลี่ยนแปลงลำดับชั้นเนื้อหาวิชาไปจากลำดับ
ชั้นเนื้อหาวิชาที่จัดเรียงโดยยึดหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) คือลำดับชั้นเนื้อหาวิชาตอนที่ 1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับจำนวนจริงและ
สมบัติของจำนวนจริง ประกอบด้วย 9 ลำดับชั้น มีการเปลี่ยนแปลงลำดับชั้นเนื้อหาวิชา
โดยนำลำดับชั้นที่ 7 สมบัติของระบบจำนวนจริง นำมาอยู่ก่อนลำดับชั้นที่ 4 สมบัติการเท่า
กันในระบบจำนวนจริง ลำดับชั้นที่ 5 สมบัติการบวกในระบบจำนวนจริง และลำดับชั้นที่ 6
สมบัติการคูณในระบบจำนวนจริง ทั้งนี้เนื่องมาจากค่ามัธยิมเลขคณิตของคะแนนในลำดับ
ชั้นที่ 7 มากกว่าค่ามัธยิมเลขคณิตในลำดับชั้นที่ 4 ลำดับชั้นที่ 5 และลำดับชั้นที่ 6 ทั้งนี้
อาจเป็นเพราะว่าเนื้อหาวิชาในลำดับชั้นที่ 4 ลำดับชั้นที่ 5 และลำดับชั้นที่ 6 เป็นเนื้อหา
วิชาที่เกี่ยวกับสมบัติ และการนำสมบัติไปใช้ในการแก้ปัญหาโจทย์ ซึ่งนักเรียนมีความ
สามารถในการเรียนรู้และการทำแบบทดสอบที่เกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวอยู่ในเกณฑ์ต่ำ ผลการ
วิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ ทศนาพร คลังแก้ว (2532) ที่ได้ทำวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์
ข้อบกพร่องในการทำแบบทดสอบคณิตศาสตร์แบบอัตนัย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
พบว่านักเรียนมีข้อบกพร่องในเทคนิคการทำ ไม่มีการตรวจสอบในระหว่างการแก้ปัญหา
การใช้ข้อมูลผิด บิดเบือนทฤษฎี กฎ สูตรและนิยาม และมีข้อผิดพลาดในการใช้ภาษา
และสอดคล้องกับงานวิจัยของ จินดา ล้อมถาวรศิริพงศ์ (2526) ที่ได้ทำการวิจัยเรื่อง การ

วิเคราะห์ลำดับชั้นเนื้อหาวิชาจากการวินิจฉัยการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่องจำนวนเต็ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่านักเรียนมีข้อบกพร่องในเรื่องต่อไปนี้ สมบัติการจัดหมู่ สำหรับการบวก สมบัติการกระจาย และสมบัติของศูนย์เกี่ยวกับการหาร

2. จากผลการวิจัยพบว่า ลำดับชั้นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง “ระบบจำนวนจริง” ในหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย ลำดับชั้นเนื้อหาวิชาตอนที่ 2 การแก้สมการและอสมการตัวแปรเดียว ประกอบด้วย 11 ลำดับชั้น ไม่มีการเปลี่ยนแปลงลำดับชั้นเนื้อหาวิชาไปจากลำดับชั้นเนื้อหาวิชาที่จัดเรียงโดยยึดหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) แต่จากผลการวิจัยโดยการเปรียบเทียบคำมัชฌิมเลขคณิตเป็นรายคู่ พบว่ามีหลายลำดับชั้นเนื้อหาวิชาที่มีความแตกต่างของคำมัชฌิมเลขคณิต แต่ไม่มีการนำลำดับชั้นเนื้อหาวิชาที่มีคำมัชฌิมเลขคณิตมากกว่ามาอยู่ก่อนลำดับชั้นเนื้อหาวิชาที่มีคำมัชฌิมเลขคณิตน้อยกว่า ทั้งนี้เนื่องจากจะทำให้เกิดความไม่ต่อเนื่องของเนื้อหาวิชาและทำให้เกิดการย้ายเนื้อหาวิชาข้ามหัวข้อขึ้นได้ และเมื่อพิจารณาลำดับชั้นเนื้อหาวิชาที่มีคำมัชฌิมเลขคณิตน้อยกว่านั้นพบว่า เนื้อหาวิชาในลำดับชั้นดังกล่าวเป็นเนื้อหาวิชาที่เกี่ยวกับกฎ ทฤษฎี สมบัติและการนำกฎ สมบัติและทฤษฎีไปใช้ในการแก้ปัญหาโจทย์ ซึ่งนักเรียนมีความสามารถในการเรียนรู้และทำแบบทดสอบเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวอยู่ในเกณฑ์ต่ำ ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ นิตสา โมว์โซวิทซ์ ฮาดาร์ และคณะ (Nitsa Movshovitz-Hadar and other : 1987) ที่ได้ทำวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์ข้อบกพร่องในการทำแบบทดสอบคณิตศาสตร์แบบอัตนัย ในโรงเรียนมัธยมศึกษา ประเทศอิสราเอล พบว่านักเรียนมีข้อบกพร่องดังนี้ การบิดเบือนทฤษฎี กฎ สูตรและนิยาม มีข้อบกพร่องในเทคนิคการทำ การใช้ข้อมูลผิด ข้อผิดพลาดในการใช้ภาษา การอ้างอิงวิธีการคิดหาเหตุผลที่ไม่สมบูรณ์ ไม่มีการตรวจสอบในระหว่างการแก้ปัญหา

3. จากผลการวิจัยพบว่า ลำดับชั้นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง “ระบบจำนวนจริง” ในหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย ลำดับชั้นเนื้อหาวิชาตอนที่ 3 สมบัติความบริบูรณ์ ประกอบด้วย 5 ลำดับชั้น ไม่มีการเปลี่ยนแปลงลำดับชั้นเนื้อหาวิชาไปจากลำดับชั้นเนื้อหาวิชาที่จัดเรียงโดยยึดหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) แต่จากผลการวิจัยโดยการเปรียบเทียบคำมัชฌิมเลขคณิตเป็นรายคู่ พบว่าลำดับชั้นที่ 25 สัญลักษณ์ของ ค.ร.น. และ ห.ร.ม. มีคำมัชฌิมเลขคณิตแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 กับลำดับชั้นที่ 24 ทฤษฎีบทและขั้นตอนวิธีการหาร และคำมัชฌิมเลขคณิตในลำดับชั้นที่ 25 มากกว่าคำมัชฌิมเลขคณิตในลำดับชั้นที่ 24 แต่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงลำดับชั้นเนื้อหาวิชา ทั้งนี้เนื่องจากการเนื้อหาวิชาในลำดับชั้นที่ 24 เป็นพื้นฐานในการเรียนเนื้อหาวิชาในลำดับชั้นที่ 25 และเมื่อพิจารณาเนื้อหาวิชาในลำดับชั้นที่ 24 พบว่าเป็นเนื้อหาวิชาที่เกี่ยวกับสมบัติ กฎ ทฤษฎี และการนำกฎ สมบัติและทฤษฎีไปใช้ในการแก้ปัญหาโจทย์

ซึ่งนักเรียนมีความสามารถในการเรียนรู้และทำแบบทดสอบเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวอยู่ในเกณฑ์ต่ำ ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ ทศนาพร คลังแก้ว (2532) และสอดคล้องกับงานวิจัยของ นิตสา โมวัโซวิทซ์ ฮาดาร์ และคณะ (Nitsa Movshovitz-Hadar and other : 1987) ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว

ข้อเสนอแนะ

1. การใช้ลำดับชั้นเนื้อหาวิชาใดในการสอนควรใช้ควบคู่กับสังเขปของลำดับชั้นเนื้อหาวิชานั้น ๆ เพื่อให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
2. การสร้างแบบทดสอบวัดการเรียนรู้ในเรื่องใดนั้น ควรสร้างตามลำดับชั้นเนื้อหาวิชาของเรื่องนั้น
3. การใช้แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ที่สร้างเรียงตามลำดับชั้นเนื้อหาวิชาใด ควรใช้ทดสอบกับนักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้ตามลำดับชั้นเนื้อหาวิชานั้น ๆ
4. ผู้สอนทุกคนควรพยายามสร้างลำดับชั้นเนื้อหาวิชาที่ต้องสอนด้วยตนเอง เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพการเรียนการสอน ตัวผู้เรียนและโรงเรียน ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพการเรียนการสอนดีขึ้น ไม่ควรสอนตามลำดับชั้นเนื้อหาวิชา ตามตำรา หรือแบบเรียนเพียงเล่มเดียว
5. ผู้สอนควรวิเคราะห์ข้อบกพร่องในการเรียนของนักเรียนด้วย เพื่อช่วยเหลือนักเรียนด้วยการสอนซ่อมเสริมให้ตรงกับข้อบกพร่องของนักเรียน

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยอื่น ๆ

1. ควรมีการวิจัยเพื่อสร้างลำดับชั้นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องอื่น ๆ ทุก ๆ เรื่อง และทุก ๆ ระดับชั้น
2. ควรมีการวิจัย การสร้างลำดับชั้นเนื้อหาวิชาหลาย ๆ ชุดในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง
3. ควรมีการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนด้วยลำดับชั้นเนื้อหาวิชาที่ต่าง ๆ กัน