

**การพัฒนาการทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ที่ดำเนินการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์**

วิทยา บุราณ¹
สมบัติ ท้ายเรือคำ²
มนตรี ทองมูล³

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนาการสอบวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่วิเคราะห์คุณภาพด้วยทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม และวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ดำเนินการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 20 จำนวน 570 คน จาก 21 โรงเรียน ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) แบบทดสอบเพื่อสำรวจข้อบกพร่อง เป็นแบบทดสอบแสดงวิธีทำ จำนวน 4 ฉบับ ฉบับละ 20 ข้อ 2) แบบทดสอบวินิจฉัยเพื่อทดสอบครั้งที่ 1 ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 4 ฉบับ ฉบับละ 20 ข้อ 3) แบบทดสอบวินิจฉัยเพื่อทดสอบครั้งที่ 2 ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 4 ฉบับ ฉบับละ 15 ข้อ โดยแบบทดสอบวินิจฉัยครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 หากคุณภาพของแบบทดสอบด้านค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเที่ยง และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด 4) แบบทดสอบวินิจฉัยที่ดำเนินการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 4 เรื่อง เรื่องละ 10 ข้อ สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยปรากฏ ดังนี้

1. ผลการพัฒนาการสอบวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่วิเคราะห์คุณภาพด้วยทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม ได้แบบทดสอบวินิจฉัยที่ดำเนินการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 4 เรื่อง เรื่องละ 10 ข้อ เรื่องที่ 1 จำนวน ๓๓ เรื่อง เรื่องที่ 2 จำนวน๑๓๓เรื่อง เรื่องที่ 3 รากที่สอง และเรื่องที่ 4 รากที่สาม โดยได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบเพื่อสำรวจข้อบกพร่องทางการเรียน แบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียน ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ก่อนที่จะคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพจากแบบทดสอบครั้งที่ 2 ลงในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ดังนี้

1.1 ค่าความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบเพื่อสำรวจข้อบกพร่องทางการเรียนและแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียน ครั้งที่ 1 มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.60 – 1.00

1.2 ค่าความยากของแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียน ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ทั้ง 4 ฉบับ มีค่าความยาก ตั้งแต่ 0.50 – 0.75

1.3 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียน ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ทั้ง 4 ฉบับ มีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.28 – 0.59

1.4 ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียน ครั้งที่ 1 ทั้ง 4 ฉบับ มีค่าความเที่ยงตั้งแต่ 0.73, 0.66, 0.70, 0.71 และแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียน ครั้งที่ 2 ทั้ง 4 ฉบับ มีค่าความเที่ยง 0.60, 0.54, 0.54 และ 0.54

¹ มหาบัณฑิต สาขาการวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

³ อาจารย์ ดร. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

1.5 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียน ครั้งที่ 1 ทั้ง 4 ฉบับ มีค่า 2.03 , 2.04 , 2.07 , 2.11 และแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียน ครั้งที่ 2 ทั้ง 4 ฉบับ มีค่า 2.46 , 2.49 , 2.63 และ 2.60

2. ผลการศึกษาพฤติกรรมการช้อบกพร่องในการทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง ได้ผลจากการศึกษา ดังนี้

เรื่อง จำนวนตรรกยะ พบว่า นักเรียนไม่เข้าใจนิยามจำนวนตรรกยะ มากที่สุด จำนวน 143 คน คิดเป็นร้อยละ 95.33

เรื่อง จำนวนอตรรกยะ พบว่า นักเรียนไม่เข้าใจนิยามจำนวนอตรรกยะ มากที่สุด จำนวน 146 คน คิดเป็นร้อยละ 97.33

เรื่อง รากที่สอง พบว่า นักเรียนไม่เข้าใจกระบวนการคิดแก้โจทย์ปัญหา มากที่สุด จำนวน 148 คน คิดเป็นร้อยละ 98.67

เรื่อง รากที่สาม พบว่า นักเรียนไม่เข้าใจกระบวนการคิดแก้โจทย์ปัญหา มากที่สุด จำนวน 146 คน คิดเป็นร้อยละ 97.33

3. ผลการประเมินประสิทธิภาพโปรแกรมวินิจฉัยทางการเรียนของครูผู้สอนคณิตศาสตร์ ปรากฏว่า โปรแกรมวินิจฉัยทางการเรียนสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.16 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.57 ส่วนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีความเห็นว่ามีประสิทธิภาพอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.12 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.43

คำสำคัญ : การวินิจฉัยทางการเรียน, ดำเนินการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์, ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม, ค่าดัชนีความสอดคล้อง, ค่าความยาก, ค่าอำนาจจำแนก, ค่าความเที่ยง, ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด

ABSTRACT

The purpost of this research is to improve mathematics achievement is the Basic knowledge about the real number for Mathayomsueksa 2 Students to analyze the Classical Test Theory and Diagnostic groups and learning about learning mathematics in Learning Basic knowledge about the real number For Mathayomsueksa 2 Students testing by computer. The sample of this study comprise from 570 Mathayomsueksa 2 students two semester year 2012 from 21 schools. Obtained using the multi-stage random sampling technique. The instrument used in the study was 1) test to investigate defects. To test the proposition is to show students how to think and explain why or resolution. They are built by 4 completion of 20 items. 2) The diagnostic first test of 4 choice. They are built by 4 completion of 20 items. 3) Second test for the diagnostic of 4 choice. They are built by 4 completion of 15 items. Which the diagnostic first test and second test to determine the quality of the test. The difficulty. The discrimination. Reliability and the standard error of measurement. 4) The diagnostic tests that are performed by the computer of 4 choice. They are built by 4 completion of 10 items. The statistic employed to analyze the quantitative data is Percent , Mean and Standard Deviation.

The findings revealed the following :

1. The findings of Development a Diagnostic Test of group learning mathematics in Learning Basic knowledge about the real number For Mathayomsueksa 2 to analyze the test quality of Classical Test Theory. Result is the diagnostic test performed by a computer of 4 choice.

They are built by 4 completion of 10 items. The first is a rational number. The second is an irrational number. The third is square root and the fourth is cube root. By quality analysis test to explore the learning deficiencies. The diagnostic first tests and second test. Prior to selecting a quality test of the second test in the computer program.

1.1 The content validity test to investigate and the Learning Diagnostic first test showing congruence indices ranging 0.60 - 1.00

1.2 The difficulty of diagnostic first tests and second test of 4 completion in term of the difficulty ranging 0.50 - 0.75

1.3 The discrimination of diagnostic first tests and second test of 4 completion in term of discriminative powers ranging 0.28 - 0.59

1.4 The reliability of the Learning Diagnostic first test of 4 completion in terms of the reliability were 0.73, 0.66, 0.70, 0.71 and Learning Diagnostic second test of 4 completion in terms of the reliability were 0.60, 0.54, 0.54 and 0.54.

1.5 The standard error of measurement of the Learning Diagnostic first test of 4 completion were 2.03, 2.04, 2.07, 2.11 and Learning Diagnostic second test of 4 completion were 2.46, 2.49, 2.63 and 2.60.

2. Study the behavior of defects in the mathematics test about Introduction to real numbers. The results of the study are as follows.

Found that students do not understand the definition of rational most rational number of 143 persons at 95.33 percent.

Found that students do not understand the definition of irrational most irrational number of 146 persons at 97.33 percent.

Found that students do not understand the thought process of solving the problem most square root of 148 persons at 98.67 percent.

Found that students do not understand the thought process of solving the problem most cube root of 148 persons at 98.67 percent.

3. The findings of Evaluation of the Learning diagnostic programs of mathematics teachers that can be used in learning management level mostly a blur that is effective on many levels. The mean was 4.16 and a standard deviation equal to 0.57 and the sample of this study mostly a blur that is effective on many levels. The mean was 4.12 and a standard deviation equal to 0.43

Keywords : Diagnostic learning , Testing by computer , Classical Test Theory , Index of Item – Objective Congruence, The difficulty, Discriminating Power, Reliability, Standard error of measurement

บทนำ

วิชาคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ ระเบียบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม เป็นเครื่องมือในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตลอดจนศาสตร์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง คณิตศาสตร์มีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น มีความสมดุลทั้งทางร่างกาย จิตใจ สติปัญญาและอารมณ์ อยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ. 2545 : 2 : 3) โดยธรรมชาติของคณิตศาสตร์จะช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ บนพื้นฐานของหลักเหตุผล ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา มีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ 2551 : 4)

การเรียนคณิตศาสตร์นั้น นักเรียนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ การวัด เรขาคณิต พีชคณิต การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551 : 49) แต่การจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะบรรลุตัวชี้วัดของหลักสูตร เป็นหน้าที่ของครูที่ต้องจัดการเรียนรู้ สิ่งหนึ่งที่จะเป็นเครื่องชี้วัดการจัด การเรียนรู้ คือ การวัดผลประเมินผล เพื่อจะได้ทราบว่านักเรียนมีความสามารถ หรือมีข้อบกพร่องในเรื่องใด ซึ่งจำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ผู้เรียน ตัดสิน วิวินิจฉัย ให้ได้ข้อบกพร่องในเรื่องนั้น ๆ ช่วยให้นักเรียนรู้ข้อบกพร่องของตนเอง ครูผู้สอนได้รู้ข้อบกพร่องของนักเรียนว่ามีปัญหาหรือไม่เข้าใจปัญหาในเนื้อหาการเรียนใด เป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผู้เรียนต่อไป (โชติ เพชรชื่น. 2544 : 6)

การวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์นั้น เป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งที่จะช่วยให้ครูผู้สอนค้นพบความบกพร่องที่เกิดขึ้นกับนักเรียน แล้วนำผลที่ได้จากการศึกษาไปปรับปรุงการเรียนการสอนให้มีคุณภาพมากขึ้น ครูผู้สอน ต้องมีเครื่องมือที่สามารถค้นหาสาเหตุข้อบกพร่องหรือจุดอ่อนในการเรียน เครื่องมือที่นับว่าสำคัญ และมีประโยชน์ในการค้นหาสาเหตุข้อบกพร่องตลอดจนปัญหาของผู้เรียนแต่ละคน คือ แบบทดสอบวินิจฉัย (Diagnostic Test) ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้น เพื่อให้เห็นถึงจุดบกพร่องที่เป็นปัญหาหรืออุปสรรคในการเรียนเรื่องหนึ่งๆ ของนักเรียน แต่ละคนได้ (บุญชม ศรีสะอาด. 2553 : 50) ทั้งนี้แบบทดสอบวินิจฉัยยังมีข้อจำกัดในวิธีการดำเนินการสอบ เนื่องจากแบบทดสอบต้องควบคุมเวลาในการสอบให้มีความตรง การตรวจสอบข้อสอบต้องใช้เวลาาน ผู้สอบจะต้องดำเนินการสอบพร้อมกัน วิธีการดำเนินการสอบจึงมีความยุ่งยาก ทั้งในการควบคุมการสอบและการตรวจเพื่อวินิจฉัย (สุเทพ สันติวรานนท์. 2553 : 4) ปัญหานี้สามารถแก้ไขได้โดยวิธีดำเนินการสอบด้วยคอมพิวเตอร์ (Computerized Adaptive Testing : CAT) โดยการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ให้เครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยอำนวยความสะดวกในการทดสอบ พร้อมทั้งตรวจสอบและรายงานผลการสอบทันทีหลังจากทำข้อสอบข้อสุดท้ายเสร็จ ทำให้สะท้อนผลได้รวดเร็ว การวินิจฉัยเป็นรายบุคคลมีความละเอียดเมื่อเปรียบเทียบการสอบโดยไม่ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ (ยืน ภูสุวรรณ. 2538 : 5)

จากการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับสภาพปัญหาทางการเรียนคณิตศาสตร์ ในเนื้อหาเรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง ซึ่งอยู่ในสาระจำนวนและการดำเนินการ โดยการสัมภาษณ์ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 20 ที่ทำการสอบเพื่อวัดผลนักเรียน พบว่านักเรียนทำข้อสอบไม่ได้ นักเรียนจำนวนมากมีปัญหาในด้านความเข้าใจของความแตกต่างระหว่างจำนวนตรรกยะและจำนวนอตรรกยะ รวมถึงสาระสำคัญของรากที่สองและรากที่สาม ซึ่งเป็นความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง จากปัญหาข้างต้นส่งผลต่อเนื้อหาให้นักเรียนไม่สามารถนำความรู้เรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริงไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาในเรื่องของจำนวนจริงได้ ขณะเดียวกันถ้าหากข้อบกพร่องนั้น ๆ ไม่ได้รับการแก้ไขก็จะส่งผลต่อความล้มเหลวในการเรียนเนื้อหาอื่น ๆ รวมถึงเนื้อหาที่เกี่ยวข้องในระดับเดียวกันและระดับที่สูงขึ้นไป อีกทั้งยังทำให้ผู้เรียนขาดพื้นฐานในการศึกษาวิชาอื่น ๆ ที่อาศัยวิชาคณิตศาสตร์อีกด้วย (ดวงเดือน อ่อนน่วม. 2533 : 3)

ด้วยเหตุนี้ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะพัฒนาแบบทดสอบแล้วนำไปทดสอบเพื่อวินิจฉัยทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 นี้

ดำเนินการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ขึ้นและนำผลที่ได้ไปตรวจสอบข้อบกพร่องทางการเรียนได้อย่างรวดเร็ว เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระ การเรียนรู้คณิตศาสตร์ของครูให้มีประสิทธิภาพต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาการทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2 ที่วิเคราะห์คุณภาพด้วยทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม
2. เพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ดำเนินการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 10,181 คน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 20 จำนวน 63 โรงเรียน
2. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2555 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 20 จำนวน 570 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage Random Sampling) โดยแบ่งเป็น 4 กลุ่ม คือ
 - 2.1 กลุ่มตัวอย่างที่ 1 ใช้ในการทดสอบเพื่อสำรวจข้อบกพร่องทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 210 คน
 - 2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ 2 ใช้ในการทดสอบหาคุณภาพข้อสอบรายข้อและหาคุณภาพของแบบทดสอบทั้งฉบับ จำนวน 110 คน
 - 2.3 กลุ่มตัวอย่างที่ 3 ใช้ในการทดสอบหาคุณภาพข้อสอบรายข้อและหาคุณภาพของแบบทดสอบทั้งฉบับเพื่อคัดเลือกข้อสอบลงในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จำนวน 100 คน
 - 2.4 กลุ่มตัวอย่างที่ 4 ใช้ในการทดสอบเพื่อวินิจฉัยทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง ที่ดำเนินการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 150 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ประกอบด้วย

1. แบบทดสอบเพื่อสำรวจข้อบกพร่อง มีลักษณะเป็นแบบทดสอบโจทย์คำถามที่ให้นักเรียนแสดงวิธีทำเพื่อสำรวจและรวบรวมคำตอบผิดและจุดบกพร่องต่าง ๆ ที่ได้ในแต่ละขั้นตอนการคิดของนักเรียน ซึ่งมีแบบทดสอบ 4 ฉบับ ฉบับละ 20 ข้อ
2. แบบทดสอบวินิจฉัยครั้งที่ 1 เป็นแบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ข้อคำถามเป็นคำถามที่มาจากแบบทดสอบสำรวจ ตัวलगได้จากคำตอบผิดจากแบบทดสอบสำรวจ และบอกสาเหตุการตอบในแต่ละตัวलग เพื่อใช้วินิจฉัยข้อบกพร่องในการตอบของนักเรียน ซึ่งมีแบบทดสอบ 4 ฉบับ ฉบับละ 20 ข้อ
3. แบบทดสอบวินิจฉัย ครั้งที่ 2 ลักษณะของแบบทดสอบเป็นแบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ข้อคำถามเป็นคำถามที่คัดเลือกมาจากแบบทดสอบวินิจฉัยครั้งที่ 1 ซึ่งมีแบบทดสอบ 4 ฉบับ ฉบับละ 15 ข้อ
4. โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อวินิจฉัยทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ลักษณะของแบบทดสอบเป็นแบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก เป็นข้อสอบที่คัดเลือกจากข้อสอบในแบบทดสอบวินิจฉัย ครั้งที่ 2 ซึ่งมีแบบทดสอบ 4 เรื่อง เรื่องละ 10 ข้อ

ขั้นตอนในการดำเนินการสร้างเครื่องมือ

1. กำหนดจุดมุ่งหมายและวางแผนในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย
2. ศึกษาทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง หลักสูตร คู่มือครู หนังสือเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
3. วิเคราะห์เนื้อหา จุดมุ่งหมายของหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์และจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง สร้างเป็นตารางวิเคราะห์เนื้อหา ความคิดรวบยอดและจุดประสงค์การเรียนรู้ นำตารางวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา ความคิดรวบยอดและจุดประสงค์การเรียนรู้ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คนพิจารณา ความสอดคล้อง
4. สร้างแบบทดสอบสำรวจ เพื่อหาข้อบกพร่องในการเรียนตามเนื้อหา โดยยึดตามจุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นหลัก ซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบ 4 ฉบับ รวมทั้งหมด 80 ข้อ
5. นำแบบทดสอบเพื่อสำรวจที่สร้างขึ้น พร้อมด้วยจุดประสงค์การเรียนรู้ ให้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม ทำการพิจารณาว่าจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ สอดคล้องกับข้อสอบที่สร้างขึ้นหรือไม่ แล้วแก้ไขปรับปรุงให้เรียบร้อย ก่อนนำไปทดสอบ
6. นำแบบทดสอบเพื่อสำรวจไปทดสอบกับนักเรียน จำนวน 210 คน เพื่อนำมาสร้างเป็นตัวลงใน การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย
7. สร้างแบบทดสอบวินิจฉัย สร้างขึ้นโดยยึดเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้เป็นหลัก ลักษณะของ แบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ข้อคำถามจะเป็นคำถามที่มาจากแบบทดสอบเพื่อสำรวจตัวลง ซึ่งได้มาจากคำตอบผิดจากแบบทดสอบเพื่อสำรวจ ที่นักเรียนส่วนมากตอบผิด
8. หาความตรงของแบบทดสอบแต่ละฉบับ โดยวิธีหาความตรงตามเนื้อหา โดยนำแบบทดสอบวินิจฉัย ที่สร้างขึ้นพร้อมด้วยจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน พิจารณา
9. นำแบบทดสอบวินิจฉัย ไปทำการทดสอบครั้งที่ 1 เพื่อหาคุณภาพของข้อสอบรายข้อและทั้งฉบับกับ กลุ่มตัวอย่างที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเดิม จำนวน 110 คน
10. วิเคราะห์ข้อสอบเพื่อคัดเลือกและปรับปรุง
11. นำแบบทดสอบวินิจฉัยที่คัดเลือกและปรับปรุงแล้ว ไปทำการทดสอบครั้งที่ 2 เพื่อหาคุณภาพของ ข้อสอบรายข้อและทั้งฉบับ กับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเดิม จำนวน 100 คน
12. วิเคราะห์ข้อสอบเพื่อคัดเลือกและปรับปรุง
13. นำข้อสอบที่คัดเลือกและปรับปรุงแล้วใส่ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์
14. จัดทำคู่มือในการดำเนินการทดสอบไว้ในระบบคอมพิวเตอร์
15. การสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการวินิจฉัยทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ดำเนินการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นแบบสอบถามแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ

การเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

1. ติดต่อขอความร่วมมือกับโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง เพื่อกำหนดวัน เวลา ในการดำเนินการสอบ
2. จัดเตรียมแบบทดสอบให้เพียงพอกับนักเรียนที่จะสอบในแต่ละครั้ง และวางแผนการสอบไว้ล่วงหน้า
3. อธิบายให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างเข้าใจจุดประสงค์และคุณประโยชน์ที่ได้รับจากการทำแบบทดสอบ
4. นำแบบทดสอบไปทำการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้
 - 4.1 นำแบบทดสอบเพื่อสำรวจจุดบกพร่อง ไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ 1 จำนวน 210 คน

4.2 นำแบบทดสอบวินิจฉัยไปทดสอบครั้งที่ 1 กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ 2 จำนวน 110 คน แล้วนำมาหาคุณภาพของข้อสอบรายข้อและทั้งฉบับ

4.3 นำแบบทดสอบวินิจฉัยที่คัดเลือกปรับปรุงแล้วจากครั้งที่ 1 ไปทดสอบครั้งที่ 2 กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ 3 จำนวน 100 คน แล้วนำมาหาคุณภาพของข้อสอบรายข้อและทั้งฉบับ

4.4 นำโปรแกรมการทดสอบเพื่อวินิจฉัยทางการเรียนสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ดำเนินการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ ไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ 4 จำนวน 150 คน แล้วนำผลการทดสอบมาหาความถี่ของการตอบและหาค่าร้อยละ

5. ให้ครูที่ทดลองใช้การทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์และนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ 4 ตอบแบบสอบถามความคิดเห็น ที่มีต่อการวินิจฉัยทางการเรียนสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ดำเนินการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ นำผลการตอบข้อคำถามของครูที่ทดลองใช้การทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์และนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ตอบแบบสอบถามทุกคน มาหาค่าเฉลี่ยแล้วเทียบกับเกณฑ์ระดับความคิดเห็นที่มีต่อการวินิจฉัยทางการเรียนสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ดำเนินการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาการสอบวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่วิเคราะห์คุณภาพด้วยทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม ได้แบบทดสอบวินิจฉัยที่ดำเนินการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 4 เรื่อง เรื่องละ 10 ข้อ เรื่องที่ 1 จำนวน ๓๓ ข้อ เรื่องที่ 2 จำนวน ๓๓ ข้อ เรื่องที่ 3 รากที่สอง และเรื่องที่ 4 รากที่สาม โดยได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบเพื่อสำรวจข้อบกพร่องทางการเรียน แบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียน ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ก่อนที่จะคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพจากแบบทดสอบครั้งที่ 2 ลงในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ดังนี้

1.1 ค่าความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity)

แบบทดสอบเพื่อสำรวจข้อบกพร่องทางการเรียนทั้ง 4 ฉบับ มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.60 – 1.00 และแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียน ครั้งที่ 1 ทั้ง 4 ฉบับ มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.67 – 1.00

1.2 ค่าความยาก (The difficulty)

ค่าความยากของแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียน ครั้งที่ 1 ทั้ง 4 ฉบับ มีค่าตั้งแต่ 0.51 – 0.75 และแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียน ครั้งที่ 2 ทั้ง 4 ฉบับ มีค่าตั้งแต่ 0.50 – 0.74

1.3 ค่าอำนาจจำแนก (Discriminating Power)

ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียน ครั้งที่ 1 ทั้ง 4 ฉบับ มีค่าตั้งแต่ 0.28 – 0.59 และ ค่าอำนาจจำแนกตัวลวงมีค่าตั้งแต่ (-0.05) – (-0.30) แบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียน ครั้งที่ 2 ทั้ง 4 ฉบับ มีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.30 – 0.59 และค่าอำนาจจำแนกตัวลวง มีค่าตั้งแต่ (-0.05) – (-0.29)

1.4 ค่าความเที่ยง (Reliability)

ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียน ครั้งที่ 1 ทั้ง 4 ฉบับ มีค่าเท่ากับ 0.73, 0.66, 0.70 และ 0.71 ตามลำดับ แบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียน ครั้งที่ 2 ทั้ง 4 ฉบับมีค่าความเที่ยง เท่ากับ 0.60, 0.54, 0.54 และ 0.54 ตามลำดับ

1.5 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (Standard error of measurement)

ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียน ครั้งที่ 1 ทั้ง 4 ฉบับ มีค่าเท่ากับ 2.03 , 2.04 , 2.07 และ 2.11 ตามลำดับ แบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียน ครั้งที่ 2 ทั้ง 4 ฉบับ มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด เท่ากับ 2.46 , 2.49 , 2.63 และ 2.60 ตามลำดับ

2. ผลการศึกษาพฤติกรรมข้อบกพร่องของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เป็นนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 150 คน โดยดำเนินการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ ผลการศึกษา ปรากฏดังนี้

2.1 ผลการศึกษาข้อบกพร่องในการทดสอบความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง เรื่อง จำนวนตรรกยะ พบว่า นักเรียนไม่เข้าใจนิยามจำนวนตรรกยะมากที่สุด จำนวน 143 คน คิดเป็นร้อยละ 95.33 รองลงมาคือ นักเรียนไม่เข้าใจวิธีการเปลี่ยนทศนิยมซ้ำเป็นเศษส่วนโดยวิธีการทำให้ทศนิยมหายไป จำนวน 130 คน คิดเป็นร้อยละ 86.67 ผลการศึกษาข้อบกพร่องในการทดสอบ เรื่อง จำนวนตรรกยะ พบว่า นักเรียนไม่เข้าใจนิยามจำนวนตรรกยะ มากที่สุด จำนวน 146 คน คิดเป็นร้อยละ 97.33 รองลงมาคือ นักเรียนจำนิยามจำนวนตรรกยะไม่ได้ จำนวน 103 คน คิดเป็นร้อยละ 68.67

2.2 ผลการศึกษาข้อบกพร่องในการทดสอบความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง เรื่อง รากที่สอง พบว่า นักเรียนไม่เข้าใจกระบวนการคิดแก้โจทย์ปัญหา มากที่สุด จำนวน 148 คน คิดเป็นร้อยละ 98.67 รองลงมาคือ นักเรียนขาดทักษะการคูณทศนิยม จำนวน 123 คน คิดเป็นร้อยละ 82.00 ผลการศึกษาข้อบกพร่องในการทดสอบ เรื่อง รากที่สาม พบว่า นักเรียนไม่เข้าใจกระบวนการคิดแก้โจทย์ปัญหา มากที่สุด จำนวน 146 คน คิดเป็นร้อยละ 97.33 รองลงมาคือ นักเรียนขาดทักษะการแก้สมการ จำนวน 124 คน คิดเป็นร้อยละ 82.67

3. การพัฒนาโปรแกรมการวินิจฉัยทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้ผลการประเมินประสิทธิภาพโปรแกรมวินิจฉัยทางการเรียน ดังนี้

ผลการประเมินของครูผู้สอนคณิตศาสตร์ ในภาพรวม ปรากฏว่า ครูคณิตศาสตร์มีความเห็นอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.16 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.57 มีค่าเฉลี่ยรายข้ออยู่ระหว่าง 3.81 ถึง 4.44 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ระหว่าง 0.35 – 0.75 และผลการประเมินของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ในภาพรวม ปรากฏว่า นักเรียนมีความเห็นอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.12 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.43 มีค่าเฉลี่ยรายข้ออยู่ระหว่าง 3.74 ถึง 4.37 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ระหว่าง 0.21 – 0.74

จากการแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมของครูผู้สอนคณิตศาสตร์ พบว่า ครูผู้สอนส่วนใหญ่มีความคิดเห็นว่าการโปรแกรมสามารถวินิจฉัยได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้อง ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ในหลักสูตร จำนวน 38 คน คิดเป็นร้อยละ 90.48 ครูได้ข้อมูลข้อบกพร่องของนักเรียนรายบุคคล เพื่อนำไปจัดสอนซ่อมเสริมให้ตรงจุดบกพร่องของแต่ละคนได้ ทำให้สามารถวางแผนในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ จำนวน 35 คน คิดเป็นร้อยละ 83.33 และจากการแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ดำเนินการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความคิดเห็นว่าการโปรแกรมวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียน มีความน่าสนใจแปลกใหม่ เป็นเครื่องมือที่ดึงดูดความสนใจของนักเรียน จำนวน 135 คน คิดเป็นร้อยละ 90.00 และคิดว่าช่วยให้นักเรียนได้รู้ความสามารถและข้อบกพร่องจากการเรียนของตนเองได้อย่างรวดเร็ว สามารถนำข้อบกพร่องที่ได้จากการทดสอบไปปรับปรุงและพัฒนาการเรียนของตนเองได้ จำนวน 124 คน คิดเป็นร้อยละ 82.67

อภิปรายผล

1. ผลการพัฒนาการสอบวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่วิเคราะห์คุณภาพด้วยทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม ได้แบบทดสอบวินิจฉัยที่ดำเนินการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 4 เรื่อง เรื่องละ 10 ข้อ โดยได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบเพื่อสำรวจข้อบกพร่องทางการเรียน แบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียน ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ก่อนที่จะคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพจากแบบทดสอบครั้งที่ 2 ลงในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ดังนี้

1.1 ค่าความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity)

จากการตรวจสอบค่าความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น นั้น มีความตรงเชิงเนื้อหา โดยผ่านการพิจารณาความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญตามวิธีของโรวิเนลลีและแฮมเบลดัน ปรากฏว่า แบบทดสอบเพื่อสำรวจข้อบกพร่องทางการเรียน มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.60 – 1.00 แบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียน ครั้งที่ 1 ทั้ง 4 ฉบับ มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.67 – 1.00 ทั้งนี้เนื่องจากจุดประสงค์ การเรียนรู้ที่กำหนดขึ้นยึดตามหลักสูตร จึงมีความสอดคล้องกับเนื้อหาในหลักสูตร ข้อสอบทุกข้อเขียนได้

ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัดได้จริง และข้อสอบทุกข้อเขียนได้ตรงกับรายการพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้จริง จึงทำให้ผู้เชี่ยวชาญส่วนมากมีความเห็นสอดคล้องกัน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ จงจิตร ปาลสินกุลกิจ (2547 : 12) กล่าวว่าแบบทดสอบวินิจฉัย เนื้อหาที่ต้องการวัดจะต้องสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ในหลักสูตร เป็นแบบทดสอบที่เน้นความตรงตามเนื้อหาเป็นสำคัญ สอดคล้องกับงานวิจัยของ วิยดา ช่อน้ำ (2551 : 99-104) พบว่า แบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 3 ฉบับ มีค่าความตรงเชิงเนื้อหา ข้อสอบแต่ละข้อวัดเรื่อง จำนวนและการดำเนินการ ได้จริง

1.2 ค่าความยาก (The difficulty)

ค่าความยากของแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียน ครั้งที่ 1 ทั้ง 4 ฉบับ มีค่าตั้งแต่ 0.51–0.75 และแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียน ครั้งที่ 2 ทั้ง 4 ฉบับ มีค่าตั้งแต่ 0.50–0.74 ซึ่งข้อสอบในแบบทดสอบมีค่าความยากอยู่ในเกณฑ์ที่มีคุณภาพ (สมนึก ภัททิยธนี. 2553 : 204) ทั้งนี้เนื่องจากข้อคำถามในแบบทดสอบมีความชัดเจน การเลือกข้อคำถามมีความเหมาะสม มีการวิเคราะห์เนื้อหาอย่างถี่ถ้วนก่อนนำมาสร้างข้อคำถาม มีการจัดแยกคำถามไว้เป็นพวก ๆ ในแบบทดสอบย่อย สอดคล้องกับแนวคิดของ สิงห์ (Singha. 1974 : 200-205) ได้กล่าวว่าแบบทดสอบวินิจฉัยต้องมีการวิเคราะห์และสุ่มเนื้อหาอย่างระมัดระวัง มีการจัดแยกคำถามไว้เป็นพวก ๆ ในแบบทดสอบย่อย สอดคล้องกับงานวิจัยของอุบล มีสิมมา (2551 : 108-110) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยที่ดำเนินการสอบ โดยใช้คอมพิวเตอร์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสกลนคร เขต 1 พบว่า แบบทดสอบวินิจฉัยทั้งห้าฉบับมีค่าเฉลี่ยของความยากอยู่ที่ .43, .45, .44, .46 ข้อสอบสามารถวินิจฉัยได้จริง

1.3 ค่าอำนาจจำแนก (Discriminating Power)

ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียน ครั้งที่ 1 ทั้ง 4 ฉบับ มีค่าตั้งแต่ 0.28 – 0.59 และค่าอำนาจจำแนกตัวลวงมีค่าตั้งแต่ (-0.05) – (-0.30) แบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียน ครั้งที่ 2 ทั้ง 4 ฉบับ มีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.30 – 0.59 และค่าอำนาจจำแนกตัวลวง มีค่าตั้งแต่ (-0.05)–(-0.29) ทั้งนี้เนื่องจากอัตราส่วนของนักเรียนกลุ่มรอบรู้ตอบถูกมากกว่าอัตราส่วนของนักเรียนกลุ่มไม่รอบรู้ และตัวลวง นักเรียนกลุ่มไม่รอบรู้เลือกตอบมากกว่ากลุ่มรอบรู้ ซึ่งเป็นผลจากข้อสอบที่สร้างขึ้นมีความยากเหมาะสม สามารถแยกความสามารถของผู้สอบได้ สอดคล้องกับแนวคิดของ สมบัติ ท้ายเรือคำ (2553 : 93-94) ที่อธิบายถึงคุณภาพด้านค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบว่า ควรมีค่า .20 ขึ้นไป ส่วนตัวลวงที่ติดต้องมีความติดลบ เนื่องจากคนในกลุ่มต่ำต้องตอบมากกว่าคนกลุ่มสูง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ คมสัน เอ็นคะวัน (2553 : 71-72) พบว่า แบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรมมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.25 – 0.71 และอำนาจจำแนกของตัวลวงมีค่าตั้งแต่ (-0.05) – (-0.35)

1.4 ค่าความเที่ยง (Reliability)

ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียน ครั้งที่ 1 ทั้ง 4 ฉบับ มีค่าเท่ากับ 0.73, 0.66, 0.70 และ 0.71 ตามลำดับ แบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียน ครั้งที่ 2 ทั้ง 4 ฉบับมีค่าความเที่ยง เท่ากับ 0.60, 0.54, 0.54 และ 0.54 ตามลำดับ นั่นคือ แบบทดสอบทุกฉบับมีค่าความเที่ยงผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ อาจเป็นผลจากข้อสอบในแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มุ่งวัดในสิ่งเดียวกัน วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาในแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้หรือกล่าวได้ว่าแบบทดสอบมีความตรง เพราะความตรงส่งผลต่อความเที่ยงของแบบทดสอบ สำหรับการบริหารการสอบ ผู้วิจัยได้วางแผนการสอบล่วงหน้า ดำเนินการสอบหลังจากที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาที่เน้นเสร็จสิ้นลงก่อนการทดสอบ ผู้วิจัยได้สร้างความตระหนักในการทำแบบทดสอบ โดยการแจ้งวัตถุประสงค์ของการสอบให้นักเรียนเข้าใจ และเห็นถึงความสำคัญในการสอบ ทำให้นักเรียนส่วนมากตั้งใจทำข้อสอบ และแบบทดสอบบางฉบับที่มีค่าความเที่ยงค่อนข้างต่ำ ทั้งนี้เนื่องจาก ในการทดสอบบางฉบับมีการเร่งรัดเวลาในการสอบ ทำให้นักเรียนทำข้อสอบโดยการเดา จะทำให้ความเที่ยงของแบบทดสอบต่ำ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดจะสูง จนทำให้แบบทดสอบมีความน่าเชื่อถือน้อย ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ บุญชม ศรีสะอาด (2553 : 50) กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ว่า ข้อสอบแต่ละข้อสามารถสืบค้นหาสาเหตุของการตอบข้อสอบผิดได้ โดยไม่จำกัดเวลาในการสอบ สอดคล้องกับงานวิจัยของ อุบล

มีสิมมา (2551 : 108-110) พบว่า แบบทดสอบวินิจฉัยที่ดำเนินการสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน ทั้ง 5 ฉบับ มีค่าความเชื่อมั่น .62, .78, .65, .78 และ .76

1.5 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (Standard error of measurement)

ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียน ครั้งที่ 1 ทั้ง 4 ฉบับ มีค่าเท่ากับ 2.03, 2.04, 2.07 และ 2.11 ตามลำดับ แบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียน ครั้งที่ 2 ทั้ง 4 ฉบับ มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด เท่ากับ 2.46, 2.49, 2.63 และ 2.60 ตามลำดับ นั่นคือ แบบทดสอบมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดผกผันกับความเที่ยงของแบบทดสอบ กล่าวคือ เมื่อแบบทดสอบมีความเที่ยงสูง ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดจะต่ำ ส่วนแบบทดสอบที่มีความเที่ยงต่ำ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดจะสูง สอดคล้องกับแนวคิดของ กรอนลันด์ (Gronlund. 1976. 119) ที่กล่าวว่า ความเที่ยงของแบบทดสอบ ขึ้นกับ ค่าความแปรปรวนของคะแนนสอบจากการทดสอบ คือ ถ้าคะแนนสอบแปรปรวนมากจะทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดต่ำ และจะทำให้ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบสูง สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุพรรณ วีระสอน (2551 : 105-106) พบว่า แบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง อสมการ ทั้ง 4 ฉบับ มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด เท่ากับ 1.38, 1.35, 1.36 และ 1.28

2. การศึกษาพฤติกรรมการช้อบกพร่องของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เป็นนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 150 คน โดยดำเนินการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์

ผลการศึกษาช้อบกพร่องในการทดสอบ เรื่อง จำนวนตรรกยะ พบว่า นักเรียนไม่เข้าใจนิยามจำนวนตรรกยะมากที่สุด ผลการศึกษาช้อบกพร่องในการทดสอบ เรื่อง จำนวนอตรรกยะ พบว่า นักเรียนไม่เข้าใจนิยามจำนวนอตรรกยะ มากที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องจาก ความคงทนในความรู้ของนักเรียน กล่าวคือ ในเวลาจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียนนั้น นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาเป็นอย่างดี ตอบคำถามที่ผู้สอนถามได้ และทำแบบฝึกหัดในแต่ละคาบได้ถูกต้อง แต่หลังจากหมดคาบนั้นแล้วนักเรียนไม่มีความสนใจหรือไม่มีความกระตือรือร้นที่จะทำการบ้านหรือฝึกทักษะในเนื้อหาที่ได้เรียนผ่านไปแล้วต่อไป และเมื่อถึงการทดสอบประจำหน่วย การเรียนรู้ที่นักเรียนก็จะสับสน คิดไม่เป็น ส่งผลให้เกิดช้อบกพร่องทางการเรียนในที่สุด สอดคล้องกับแนวคิดของ สาคร บุญดาว (2545 : 5) ที่กล่าวว่า เนื้อหาที่นักเรียนได้เคยเรียนรู้หรือเคยเข้าใจมาก่อนแล้ว จะค่อยๆลดลงตามเวลาที่ผ่านไป และสิ่งใดที่อยู่ในความจำระยะสั้นจะต้องได้รับการทบทวนตลอดเวลาไม่เช่นนั้นแล้วจะทำให้ความจำนั้นสลายตัวไปอย่างรวดเร็ว ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ จงกล ทำสวน (2547 : 97-101) พบว่า นักเรียนมีข้อผิดพลาดทางการเรียนมากที่สุดในด้านการคำนวณ รองลงมาเป็นด้านการใช้ทฤษฎีบท สูตร กฎ นิยาม สมบัติ และด้านการตีความจากโจทย์ ตามลำดับ

ผลการศึกษาช้อบกพร่องในการทดสอบ เรื่อง รากที่สอง พบว่า นักเรียนไม่เข้าใจกระบวนการคิดแก้โจทย์ปัญหา มากที่สุด ผลการศึกษาช้อบกพร่องในการทดสอบ เรื่อง รากที่สาม พบว่า นักเรียนไม่เข้าใจกระบวนการคิดแก้โจทย์ปัญหา มากที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องจากนักเรียนขาดทักษะในการตีความโจทย์ และมีความเข้าใจในความสัมพันธ์ของข้อมูลที่จะต้องนำเปรียบเทียบกับไม่ถูกต้อง สอดคล้องกับแนวคิดของ มอพอซิวิช และคณะ (Movshovitz – Hadar and Other. 1987 : 17) กล่าวว่า นักเรียนมีช้อบกพร่องในการเรียนวิชาพีชคณิตเกี่ยวกับการนำข้อมูลที่โจทย์ให้มาไปใช้ผิด การตีความจากประโยคภาษาเป็นประโยคคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง ไม่เข้าใจความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้เขียน ขาดการตรวจสอบในระหว่างการแก้ปัญหา และความคลาดเคลื่อนในเทคนิคการทำ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ทศนีย์ ชื่นยงค์ (2541 : 94-98) พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีช้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เรื่องอัตราส่วนและ ร้อยละ เรียงตามลำดับค่าร้อยละจากมากไปหาน้อยดังนี้ บกพร่องในการตีความ บกพร่องในการตรวจสอบในการแก้โจทย์ปัญหา

3. การพัฒนาโปรแกรมการวินิจฉัยทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ผลการประเมินของครูผู้สอนคณิตศาสตร์เกี่ยวกับความมีประโยชน์ ความเป็นไปได้ ความเหมาะสม และถูกต้องครอบคลุมของโปรแกรม ในภาพรวม ปรากฏว่า ครูคณิตศาสตร์มีความเห็นอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ย

เท่ากับ 4.16 มีค่าเฉลี่ยรายข้ออยู่ระหว่าง 3.81 ถึง 4.44 และผลการประเมินของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ในภาพรวมปรากฏว่า นักเรียนมีความเห็นอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.12 มีค่าเฉลี่ยรายข้ออยู่ระหว่าง 3.74 ถึง 4.37

จากการแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมของครูผู้สอนคณิตศาสตร์ พบว่า ครูผู้สอนส่วนใหญ่มีความคิดเห็นว่า โปรแกรมสามารถวินิจฉัยได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้อง ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ในหลักสูตร ครูได้ข้อมูลข้อบกพร่องของนักเรียนรายบุคคล เพื่อนำไปจัดสอนซ่อมเสริมให้ตรงจุดบกพร่องของแต่ละคนได้ ทำให้สามารถวางแผนในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และจากการแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ดำเนินการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความคิดเห็นว่า โปรแกรมวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียน มีความน่าสนใจ แปลกใหม่ เป็นเครื่องมือที่ดึงดูดความสนใจของนักเรียน ช่วยให้นักเรียนได้รู้ความสามารถและข้อบกพร่องจากการเรียนของตนเองได้อย่างรวดเร็ว สามารถนำข้อบกพร่องที่ได้จากการทดสอบไปปรับปรุงและพัฒนาการเรียนของตนเองได้ แสดงว่า โปรแกรมวินิจฉัยทางการเรียนที่พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพ มีประโยชน์ในการนำไปใช้เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้และนำไปทำการพัฒนาการจัดการเรียนรู้และปรับปรุงข้อบกพร่องของนักเรียนได้ ทั้งนี้เนื่องจาก โปรแกรมที่พัฒนาขึ้น สามารถนำไปใช้ได้จริง มีความสะดวกในการทดสอบทันสมัยและสามารถวินิจฉัยผลการทดสอบได้อย่างรวดเร็ว สอดคล้องกับแนวคิดของ กรอนลันด์ (Gronlund, 1976: 139) ได้อธิบายถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ว่า เป็นแบบทดสอบที่ยึดความบกพร่องในการเรียน ใช้ทดสอบระหว่างการเรียนการสอน เพื่อหาข้อบกพร่องในการเรียนแล้ว นำผลไปใช้ในการพิจารณาจัดการสอนซ่อมเสริม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สมประสงค์ เสนารัตน์ (2555 : 190-192) พบว่า ผลการประเมินการใช้โปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์เกี่ยวกับความคิดของผู้ใช้งานเกี่ยวกับความมีประโยชน์ ความเป็นไปได้ ความเหมาะสม และถูกต้องครอบคลุมของโปรแกรม ของครูผู้สอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีผลการประเมินอยู่ในระดับมากทั้งในภาพรวมและรายด้าน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีผลการประเมินอยู่ในระดับมากทั้งในภาพรวมและรายด้าน

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยครั้งนี้ไปใช้ประโยชน์ทางการศึกษา ดังต่อไปนี้

1.1 จากผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีข้อบกพร่องทางการเรียนหลายพฤติกรรม และแตกต่างกันไปตามเนื้อหาในแต่ละเรื่อง ครูผู้สอนควรวินิจฉัยนักเรียนว่าบกพร่องในพฤติกรรมใด และริหาแนวทางในการแก้ไข ปรับปรุงข้อบกพร่องที่พบโดยเร็วและอย่างทันที่

1.2 ในการนำโปรแกรมการทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนไปใช้ ครูต้องปฏิบัติตามคู่มือการทดสอบและบริหารการสอบอย่างเคร่งครัดและต้องควบคุมการสอบไม่ให้นักเรียนมีโอกาสปรึกษากันหรือคัดลอกข้อสอบกัน

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป มีดังนี้

2.1 ควรมีการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในเนื้อหาอื่น ๆ หรือกับกลุ่มประชากรอื่น เพื่อประโยชน์ในการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ต่อไป

2.2 ควรมีการพัฒนาโปรแกรมการทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในเนื้อหาอื่น ๆ หรือกับกลุ่มประชากรอื่น ให้มีความทันสมัย สามารถวินิจฉัยได้อย่างรวดเร็วหลากหลายและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นไป

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.). 2545.
- กระทรวงศึกษาธิการ. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.). 2551.
- ขวัญใจ สายสุวรรณ. การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ ครุศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. 2554.
- คมสัน เอ็นคะวัน. การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาดูดธานี. วิทยานิพนธ์การศึกษา มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.2553.
- จกกล ทำสวน. การวินิจฉัยข้อผิดพลาดทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2547.
- จงจิตร ปาลสินกุลกิจ. การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมบัติของจำนวนนับ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนในสังกัดสภวิทยเขตสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 2547.
- โชติ เพชรชื่น. “แบบทดสอบวินิจฉัย,” สารานุกรมศึกษาศาสตร์. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒน์ ประสารมิตร . 23 : 7-11 ; เมษายน. 2544.
- ทัศนีย์ ชื่นยงค์. การศึกษาข้อบกพร่องและความมั่นใจในการตอบโจทย์ปัญหา เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในจังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2541.
- บุญชม ศรีสะอาด. การวิจัยเพื่อแก้ปัญหาและพัฒนาผู้เรียน. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาสน์. 2553.
- พรเทพ เมืองแมน. หลักการออกแบบและสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยโปรแกรม Authorwares. สงขลา : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์วิทยาเขตปัตตานี. 2544.
- ยีน ภูสุวรรณ. การประยุกต์เทคโนโลยีทางการศึกษา. เอกสารสัมมนาทางวิชาการ เรื่องบทบาทและทิศทางเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2538.
- วิดา ซ่อนขำ. การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. 2551.
- สมบัติ ท้ายเรือคำ. ระเบียบวิธีวิจัยสำหรับมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์. มหาสารคาม : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 2553.
- สมประสงค์ เสนารัตน์. การพัฒนาการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อวินิจฉัยกระบวนการพุทธิปัญญาในการเรียนพีชคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยประยุกต์ใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ. วิทยานิพนธ์ ปรัชญาดุษฐ์บัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 2555.
- สาคร บุญดาวและคณะ. การวินิจฉัยความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. 2545.
- สุเทพ สันติวรานนท์. “แบบทดสอบวินิจฉัยและแนวทางในการสร้าง,”วารสารศึกษาศาสตร์. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี 6 : 67-73. 2553.
- สุรพรรณ วีระสอน. การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อสมการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาร้อยเอ็ดเขต 1. วิทยานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 2551.

อุบล มีสีมมา. การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยที่ดำเนินการสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1โรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาศงขลา เขต 1. วิทยานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 2551.

Gronlund, Norman E. Measurement and Evaluation in Teaching. New York : Mcmillan Publishing Co.Inc. 1976.

Movshovitz – Hadar, N., Zaslavsky, O. and Inbar, S. “Analyzing and Modeling Arithmetic”. Journal for Research in Mathematic Education. 1987.

Singha, H. S. Modern Education Testing. New Delhi : Sterling Publishing Limited. 1974.