บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อ การประกอบอาชีพ และการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ซึ่งสอดคล้องกับ พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 หมวด 4 แนวการจัดการศึกษา มาตรา 22 การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ซึ่งสอดคล้องกับ พลิน ศรช่วย (2552, หน้า 1-3) ได้กล่าวถึงความสำคัญของคณิตศาสตร์ว่าเป็นเครื่องมือนำไปสู่ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี เศรษฐกิจและสังคม ตลอดจนเป็นพื้นฐานสำหรับการค้นคว้าวิจัยทุกประเภท เพราะคณิตศาสตร์ช่วยพัฒนาความคิดของนักเรียนให้สามารถคิดได้อย่างมีระบบมีเหตุผล แก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ปัจจุบันวงการศึกษาได้ยอมรับบทบาทของคณิตศาสตร์มากขึ้น คณิตศาสตร์จึงเป็นที่รู้จักในความหมายที่กว้างขวาง นักคณิตศาสตร์ศึกษาได้กล่าวถึงลักษณะของคณิตศาสตร์ไว้ว่า คณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นนามธรรม เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับความคิดรวบยอด ซึ่งเกิดจากการสรุปความคิดที่เหมือน ๆ กัน อันเกิดจากประสบการณ์หรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น (ปิยรัตน์ จาตุรันตบุตร, 2547, หน้า 2) ด้วยลักษณะที่เป็นนามธรรมดังกล่าว วิชาคณิตศาสตร์จึงเป็นศาสตร์ที่ยากต่อความเข้าใจสำหรับนักเรียน ต้องใช้การคิดวิเคราะห์อย่างสมเหตุสมผล จึงจะเรียนรู้และเข้าใจได้ ทำให้

นักเรียนส่วนใหญ่จึงไม่ชอบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จนคิดแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไม่เป็น ซึ่งสอดคล้องกับ ยืน ภู่สุวรรณ (2543, หน้า 34-35) กล่าวว่า การเรียนการสอนและหลักสูตรยังเป็นปัญหาอยู่มาก เพราะคณิตศาสตร์เริ่มมีเนื้อหาเชิง abstract มากขึ้น การสอนมักจะเน้นการทำโจทย์ และจำวิธีทำหรือสูตร เมื่อสูตรมีความซับซ้อนก็ยากที่จะจำได้ ส่งผลทำให้นักเรียนไม่ชอบคณิตศาสตร์ และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ไม่ดีตามมา จากสภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน พบว่าการสอนคณิตศาสตร์ยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร ผู้เรียนคณิตศาสตร์เป็นจำนวนมากมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในเกณฑ์ต่ำ ดังเห็นได้จากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) วิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน ได้ผลคะแนนเฉลี่ยดังนี้

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) วิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 คะแนนเต็ม 100 คะแนน ปีการศึกษา 2551-2554

ปีการศึกษา	คะแนนเฉลี่ย
2551	36.08
2552	28.56
2553	14.99
2554	22.73

ที่มา : สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) http://www.niets.or.th/

จากตารางแสดงผลการทดสอบ จะเห็นได้ว่าคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ไม่ถึงร้อยละ 50 ดังนั้นจึงต้องมีการทบทวนการศึกษาไทยใหม่ว่าจะต้องมีการปรับปรุงไปในทิศทางใด ก่อนที่ไทยจะเข้าสู่การประเมินผลนักเรียนระดับนานาชาติ (PISA) ในปี พ.ศ.2555

ปัญหาในการจัดการเรียนการสอนตามแนวปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้ ของครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์มีร่วมกันอยู่ประการหนึ่ง คือ การสอนที่มุ่งให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้และค้นพบความรู้ด้วยตนเอง (เปรมจิต ชมชื่น, 2543, หน้า 39) ผู้สอนจึงต้องคำนึงเสมอว่าจะสอนอย่างไรจึงจะให้นักเรียนสามารถสรุปได้ด้วยตนเอง เพราะข้อสรุปทั้งหลายซึ่งเป็นพื้นความรู้เดิมที่สำคัญ เช่น ความคิดรวบยอด กฎ สูตร สัจพจน์ ทฤษฎีบท จะนำไปสู่การสร้างความรู้ใหม่ การที่ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้ได้ ผู้สอนจะต้องคำนึงว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการ ที่ผู้เรียนจะต้องสร้าง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ความรู้และลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง การจัดกระบวนการเรียนรู้จึงเป็นเรื่องที่สำคัญยิ่ง กิจกรรมการเรียนการสอนจะต้องหลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนทุกคนสามารถทำได้ตามศักยภาพของเขา (ยุพิน พิพิธกุล, 2543, หน้า 25) ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนจะต้องมุ่งประโยชน์สูงสุดต่อผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 มาตรา 24 ข้อ 1 ที่ว่า "จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล" เนื่องจากในชั้นเรียนหนึ่งจะมีผู้เรียนทั้งเก่ง ปานกลางและอ่อน คละกันอยู่ กิจกรรมการเรียนการสอนจะต้องมีบทเรียนสำหรับผู้เรียนเก่งและผู้เรียนอ่อน การสอนคงจะต้องยึดหลักมัชฌิมาปฏิปทาที่ผู้สอนจะต้องเตรียมบทเรียนให้ผู้เรียนสามารถหาข้อสรุปได้เสียก่อน เมื่อถึงขั้นฝึกทักษะและขั้นการนำไปใช้ก็พิจารณาตามความเหมาะสม ผู้เรียนทุกคนไม่จำเป็นที่จะต้องทำแบบฝึกทักษะได้เหมือน ๆ กัน ผู้ที่เรียนเก่งหรือผู้ที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ก็ควรมีโจทย์ที่เสริมศักยภาพให้เก่งยิ่งขึ้น หรือให้ความรู้เสริมและให้พัฒนาการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผู้ที่เรียนอ่อนหรือผู้ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ก็ควรจะได้รับความเอาใจใส่เป็นพิเศษ ไม่ควรทอดทิ้งให้เรียนไปตามลำพัง ผู้สอนจึงต้องมีความรู้ในการเตรียมสื่อการเรียนการสอนทั้งด้านที่เป็นสื่อสิ่งพิมพ์ สื่อประเภทวัสดุประดิษฐ์ สื่อจากสิ่งแวดล้อม ซึ่งอาจจะเป็นบทเรียนสำหรับเรียนด้วยตนเอง บทเรียนสำเร็จรูป สื่อรูปธรรม และสื่อจากสิ่งแวดล้อมทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน

บทเรียนโปรแกรม นับเป็นนวัตกรรมทางการศึกษาอย่างหนึ่ง กิดานันท์ มลิทอง (2543, หน้า 116) กล่าวว่า บทเรียนโปรแกรมเป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งที่สามารถช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีทัศนคติที่ดีต่อการจัดการเรียนรู้ เพราะบทเรียนโปรแกรมเป็นสื่อที่ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองตามความสามารถและความสนใจของแต่ละบุคคล ผู้เรียนสามารถเรียนได้ทุกเวลาทุกสถานที่ การเรียนรู้ในบทเรียนผู้เรียนได้ศึกษาเนื้อหาได้ตอบคำถามและสามารถทราบผลได้ทันทีจึงทำให้เกิดการเสริมแรง ซึ่งสอดคล้องกับที่ เปรมจิต ชมชื่น (2543, หน้า 39) ชี้ให้เห็นว่า บทเรียนโปรแกรมจะมีคุณสมบัติที่เด่นชัด คือ ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองและทราบได้ทันทีว่า คำตอบนั้นถูกหรือผิด ถ้าไม่ถูกต้องสามารถทบทวน ทำความเข้าใจใหม่ได้ทันที การเรียนรู้จะเร็วหรือช้า เป็นไปตามศักยภาพของแต่ละคน ไม่จำเป็นจะต้องเรียนที่โรงเรียนเสมอไป และที่สำคัญประการหนึ่ง คือ ช่วยฝึกนิสัยของผู้เรียนให้มีความซื่อสัตย์ รับผิดชอบต่อตนเองและควบคุมตนเองได้ เพราะในบทเรียนโปรแกรมจะมีเฉลยคำตอบให้ และยังสอดคล้องกับที่ บุญเกื้อ ควรหาเวช (2543, หน้า 33) กล่าวไว้ว่า การสอนแบบโปรแกรมเป็นวิธีการสอนแบบหนึ่งที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น เพราะเป็นวิธีที่ใช้หลักการจัดให้ตอบสนองในด้านความแตกต่างระหว่างบุคคลเป็นสำคัญ นักเรียนจะสามารถเรียนได้ตามความสามารถ และความสนใจของแต่ละคน

ในฐานะที่ผู้วิจัยเป็นผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์คนหนึ่ง และจากประสบการณ์การสอนคณิตศาสตร์ ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้ตระหนัก ได้พบปัญหาตรงที่นักเรียนไม่เข้าใจสมบัติของระบบจำนวนจริง นำไปใช้ไม่ได้ แก้อสมการตัวแปรเดียวยังไม่คล่อง พบมีข้อผิดพลาดมาก และแก้สมการ อสมการที่อยู่ในรูปค่าสัมบูรณ์ได้ไม่ดีเท่าที่ควร ซึ่งคณิตศาสตร์ในเรื่องระบบจำนวนจริงนี้เป็นคณิตศาสตร์ขั้นพื้นฐานของระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจนถึงระดับอุดมศึกษา ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะหาวิธีสอนที่มีประสิทธิภาพ และเป็นประโยชน์สูงสุดต่อนักเรียน เพื่อเป็นพื้นฐานที่ดีในการศึกษาในระดับสูงขึ้นไป และจากแนวคิดการสอนด้วยบทเรียนโปรแกรมเป็นการสอนแบบหนึ่งที่ครูสามารถนำมาใช้เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ จึงสร้างบทเรียนโปรแกรมเรื่อง ระบบจำนวนจริง ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาอย่างดี เกิดประสบการณ์และเห็นความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์มากขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลการสร้างบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องระบบจำนวนจริง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75
2. เพื่อหาค่าดัชนีประสิทธิผลของบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องระบบจำนวนจริง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
3. เพื่อศึกษาเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ด้วยบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องระบบจำนวนจริง

สมมติฐานของการวิจัย

1. บทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องระบบจำนวนจริง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวิสุทธรังษี จังหวัดกาญจนบุรี มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75
2. ดัชนีประสิทธิผลของบทเรียนโปรแกรม วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องระบบจำนวนจริง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.50
3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ที่เรียนด้วยบทเรียนโปรแกรม วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องระบบจำนวนจริง อยู่ในระดับเห็นด้วย

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ได้บทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องระบบจำนวนจริง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 75/75 และมีดัชนีประสิทธิผลมากกว่าหรือเท่ากับ 0.50

2. เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนหรือผู้เกี่ยวข้อง ในการผลิตบทเรียนโปรแกรมในเรื่องอื่นและวิชาอื่น ๆ

ขอบเขตของการวิจัย

ในการวิจัยผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัย ดังนี้

1. ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน

2. กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนวิสุทธรังษี อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี โดยการสุ่มแบบเจาะจง จำนวน 1 ห้องเรียน ซึ่งมีนักเรียนคละความสามารถทั้งระดับเก่ง ปานกลางและอ่อน รวมจำนวนทั้งสิ้น 45 คน

3. ตัวแปรที่ศึกษา

3.1 ตัวแปรต้น คือ การเรียนด้วยบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบจำนวนจริง

3.2 ตัวแปรตาม คือ

3.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบจำนวนจริง

3.2.2 ระดับเจตคติที่มีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ด้วยบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบจำนวนจริง

4. เนื้อหาวิชาที่ใช้ในการศึกษา เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องระบบจำนวนจริง จำนวน 20 คาบ โดยแบ่งเนื้อหาเป็นชุดย่อย ๆ 20 ชุด ซึ่งแต่ละชุดจะใช้เรียนชุดละ 1 คาบ ดังนี้

ชุดที่ 1 ชนิดของจำนวน

ชุดที่ 2 สมบัติของระบบจำนวนจริงเกี่ยวกับการบวกและการคูณ ตอนที่ 1

ชุดที่ 3 สมบัติของระบบจำนวนจริงเกี่ยวกับการบวกและการคูณ ตอนที่ 2

ชุดที่ 4 การนำสมบัติของจำนวนจริงไปใช้ในการพิสูจน์ และ สมบัติของจำนวนจริงเกี่ยวกับการลบและการหาร

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ชุดที่ 5 การดำเนินการ

ชุดที่ 6 การแยกตัวประกอบของพหุนามกำลังสอง

ชุดที่ 7 การแก้สมการพหุนามกำลังสองตัวแปรเดียว

ชุดที่ 8 โจทย์ประยุกต์ของสมการกำลังสอง

ชุดที่ 9 ทฤษฎีบทเศษเหลือ

ชุดที่ 10 การแยกตัวประกอบพหุนามดีกรีสูงกว่าสอง

ชุดที่ 11 การแก้สมการตัวแปรเดียวดีกรีสูงกว่าสอง

ชุดที่ 12 สมบัติการไม่เท่ากัน

ชุดที่ 13 ช่วงและอสมการ

ชุดที่ 14 การแก้อสมการ ตอนที่ 1 อสมการเชิงเส้นและอสมการสองชั้น

ชุดที่ 15 การแก้อสมการ ตอนที่ 2 อสมการกำลังสอง

ชุดที่ 16 การแก้อสมการ ตอนที่ 3 อสมการพหุนามดีกรีสูงกว่าสอง

ชุดที่ 17 การแก้อสมการ ตอนที่ 4 อสมการตรรกยะ

ชุดที่ 18 ค่าสัมบูรณ์ และการแก้สมการในรูปค่าสัมบูรณ์

ชุดที่ 19 การแก้อสมการในรูปค่าสัมบูรณ์ ตอนที่ 1

ชุดที่ 20 การแก้อสมการในรูปค่าสัมบูรณ์ ตอนที่ 2

5. ระยะเวลาในการทดลอง ทำการศึกษาทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 โดยกำหนดระยะเวลาเดือนสิงหาคม ถึงเดือนกันยายน 2555 ใช้เวลาเรียน 22 คาบ คาบละ 55 นาที

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. นักเรียน หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 45 คน จากโรงเรียนวิสุทธรังษี อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี

2. บทเรียนโปรแกรม หมายถึง บทเรียนโปรแกรมแบบเส้นตรงวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบจำนวนจริง ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เป็นบทเรียนที่จะทำไว้เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนด้วยตนเองตามลำดับจากง่ายไปหายากโดยแบ่งเนื้อหาออกเป็นส่วนย่อย ๆ เรียกว่า กรอบหรือเฟรม แต่ละกรอบจะมีคำอธิบายเนื้อหาหรือคำถามที่เหมาะสมและมีคำตอบอยู่ในกรอบถัดไป เพื่อให้ผู้เรียนได้ตรวจคำตอบด้วยตนเองได้ทันที ผู้เรียนจะต้องเริ่มจากกรอบแรกและก้าวหน้าไปตามลำดับ จนกระทั่งถึงกรอบสุดท้ายของบทเรียน จะข้ามกรอบหนึ่งกรอบใดไม่ได้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

3. ประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรม หมายถึง คุณภาพของบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องระบบจำนวนจริง ที่เมื่อนำไปใช้ในการเรียนการสอนแล้ว ทำให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์ตามผลการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ อยู่ในเกณฑ์ 75/75 โดยงานวิจัยนี้ใช้สูตร E_1 / E_2

E_1 หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการ หรือคะแนนเฉลี่ยที่นักเรียนทั้งหมดทำได้จากการทำแบบทดสอบย่อยในบทเรียนโปรแกรม อย่างน้อยร้อยละ 75

E_2 หมายถึง ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ หรือคะแนนเฉลี่ยที่นักเรียนทั้งหมดทำได้จากการทำแบบทดสอบภายหลังการเรียนด้วยบทเรียนโปรแกรม อย่างน้อยร้อยละ 75

4. ดัชนีประสิทธิผลของบทเรียนโปรแกรม หมายถึง หมายถึง ค่าที่แสดงการเรียนรู้ที่ก้าวหน้าขึ้นจากพื้นฐานความรู้เดิมที่มีอยู่แล้ว หลังจากผู้เรียนได้เรียนจากบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องระบบจำนวนจริง โดยกำหนดค่าดัชนีประสิทธิผลที่ 0.50 ขึ้นไป

5. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นซึ่งสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และครอบคลุมเนื้อหาเรื่องระบบจำนวนจริง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อใช้วัดความรู้ ความสามารถของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องระบบจำนวนจริง ซึ่งเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก ทั้ง 2 ฉบับ ฉบับละ 20 ข้อ

6. แบบทดสอบย่อยท้ายชุดบทเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นซึ่งสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้แต่ละหน่วยย่อย เพื่อใช้วัดความรู้ ความสามารถของนักเรียนหลังจากที่เรียนจบในแต่ละชุดบทเรียน ซึ่งเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก มีชุดบทเรียนละ 2 ฉบับ ฉบับละ 5 ข้อ ฉบับที่ 1 เป็นแบบทดสอบย่อยสำหรับนักเรียนทุกคนที่เรียนด้วยบทเรียนโปรแกรมจบในแต่ละชุด และฉบับที่ 2 เป็นแบบทดสอบย่อยสำหรับนักเรียนที่ทำแบบทดสอบย่อยฉบับที่ 1 ไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้และเรียนด้วยบทเรียนโปรแกรมที่มีข้อมูลย้อนกลับจบแล้ว

7. เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกทางความคิดความรู้สึก ความสนใจ และความพึงพอใจจากการเรียนด้วยบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องระบบจำนวนจริง โดยประเมินจากการทำแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ที่เรียนด้วยบทเรียนโปรแกรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง