

การศึกษาการคิดเชิงความน่าจะเป็นและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่ใช้การจัดการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐาน

A Study of Grade 9 Students' Probabilistic Thinking and Mathematics Achievement in a Mathematics Problem-Based Learning Classroom

อุบลวรรณ วรพันธุ์ และดวงหทัย กาตวิบูลย์

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Ubolwan Worapan and Duanghathai Katwibun

Faculty of Education, Chiang Mai University

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาการคิดเชิงความน่าจะเป็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และ 2) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในชั้นเรียนที่ใช้การจัดการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐาน กลุ่มเป้าหมายคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสารภีพิทยาคม จำนวน 33 คน (1 ห้องเรียน) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐาน จำนวน 8 แผนเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ 2) ผลงานเดี่ยวและผลงานกลุ่มของนักเรียน 3) แบบสะท้อนคิดนักเรียน 4) แบบบันทึกหลังการสอน 5) แบบวัดการคิดเชิงความน่าจะเป็นและ 6) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนาได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและ การวิเคราะห์เชิงพรรณนา (Descriptive Analysis) ผลการวิจัยสรุปว่า 1) นักเรียนมีการคิดเชิงความน่าจะเป็นอยู่ในระดับดีถึงดีมากตามกรอบแนวคิดการคิดเชิงความน่าจะเป็นของ Jones et al. (1997) และ 2) ผลการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน เรื่องความน่าจะเป็น พบว่านักเรียนจำนวน 25 คน (คิดเป็น 75.75%) ที่ผ่านเกณฑ์การประเมินของโรงเรียนที่ร้อยละ 60

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐาน การคิดเชิงความน่าจะเป็น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

Abstract

This research to 1) study probabilistic thinking and 2) study learning achievement of 9th grade students in a mathematics PBL classroom (n = 33). The data were collected over a period of eight weeks during the second semester of academic year 2019 by using 1) 8 problem-based-learning lesson plans 2) students' individual and teamwork assignments 3) students' reflection forms 4) teaching records 5) probabilistic thinking test and 6) a mathematics achievement test. This research was concluded by using descriptive statistics (Mean, Percentage, and Standard deviation) and Descriptive Analysis. The results of this research revealed that students had probabilistic thinking ability at good and very good levels according to the probabilistic thinking conceptual framework (Jones et al, 1997). Additionally, on the mathematics achievement test, most of students (75.75%) had their mean scores higher than the 60 criteria.

Keywords: Problem - based Learning, Probabilistic thinking, 9th grade students

บทนำ

กระทรวงศึกษาธิการกล่าวว่าการพัฒนาเยาวชนของชาติเข้าสู่โลกยุคศตวรรษที่ 21 โดยมุ่งส่งเสริมผู้เรียนมีคุณธรรม รักความเป็นไทย ให้มีทักษะในการคิด มีทักษะด้านเทคโนโลยี สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมโลกได้อย่างสันติ (Ministry of Education, 2017) นอกจากนี้หลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน (Ministry of Education, 2017) ยังมุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ คือ 1) ความสามารถในการสื่อสาร 2) ความสามารถในการคิด 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และ 5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี หากพิจารณาสมรรถนะในข้อ 2 ที่กล่าวว่าผู้เรียนควรมีความสามารถในด้านการคิด ทั้งนี้ความหมายของ “คิดเป็น” คือ การรู้จักวิธีคิดที่ถูกต้องในการใช้ข้อมูลเพื่อนำไปสู่การตัดสินใจที่ถูกต้องไม่ผิดพลาด และจำแนกการคิดออกเป็นหลายมิติ ไม่ว่าจะเป็นการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดอย่างเป็นระบบ รวมไปถึงการคิดเชิงความน่าจะเป็น (Probabilistic Thinking)

ในปัจจุบันความน่าจะเป็นถือว่ามีค่าสำคัญอย่างมาก ตั้งแต่เล็กจนโต ทุกคนย่อมเจอเหตุการณ์ที่มาจากความน่าจะเป็นทั้งสิ้น เช่น เมื่อจะเกิดก็ต้องลุ้นว่าทารกจะเป็นเพศชายหรือเพศหญิง การพยากรณ์อากาศ การเสี่ยงโชคต่างๆ นอกจากนี้ในการค้นคว้า การวิจัย และการปฏิบัติงานใด ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการคาดคะเน ก็จำเป็นต้องอาศัยเรื่องของความน่าจะเป็นทั้งสิ้น เช่น การเกษตร การแพทย์ เศรษฐศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีทุกสาขา จะเห็นได้ว่าความน่าจะเป็นถือว่ามีค่าสำคัญและมีบทบาทต่อการตัดสินใจในการใช้ชีวิตประจำวัน อีกทั้งหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานได้จัดหลักสูตรเกี่ยวกับความน่าจะเป็นในหลักสูตร โดยจะอยู่ในสาระการเรียนรู้ที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น (Ministry of Education, 2017)

สำหรับการคิดเชิงความน่าจะเป็นได้มีการให้ความหมายว่าเป็นความสามารถในการคิดหรือวิธีการตัดสินใจของนักเรียนเมื่อต้องเผชิญกับสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับความน่าจะเป็น (Jones, Langrall, Thornton & Mogill, 1997) และได้มีการกำหนดกรอบแนวคิดไว้อย่างหลากหลาย แต่สำหรับงานวิจัยนี้ได้ใช้กรอบแนวคิดของ Jones et al. (1997) ซึ่งได้แบ่งการคิดเชิงความน่าจะเป็นออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ 1) ปริภูมิตัวอย่าง (Sample Space) 2) ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ 3) การเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ (Probability Comparisons) และ 4) ความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไข (Conditional Probability) โดยแต่ละด้านจะแบ่งเกณฑ์ออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ระดับ 1 Subjective or Non - Quantitative Reasoning เป็นการแสดงเหตุผลตามความคิดหรือการใช้ความรู้สึกของตนเอง โดยไม่ได้ใช้เหตุผลในเชิงปริมาณ ระดับ 2 Transitional Reasoning เป็นการให้เหตุผลโดยสามารถแสดงเหตุผลในเชิงปริมาณได้บ้าง แต่ในบางครั้งก็ยังให้เหตุผลตามความรู้สึกของตนเอง ระดับ 3 Informal Quantitative Reasoning เป็นการให้เหตุผลในเชิงปริมาณ อย่างไม่เป็นทางการ และ ระดับที่ 4 Numerical Reasoning เป็นการให้เหตุผลโดยสามารถใช้ตัวเลข ในการอธิบายได้

ซึ่งจากการทดสอบ O-NET ของสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (Institute of Educational Testing Service (Public Organization), 2018) ซึ่งในรายวิชาคณิตศาสตร์จะแยกเป็น 5 สาระ คือ สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ สาระที่ 2 การวัด สาระที่ 3 เรขาคณิต สาระที่ 4 พีชคณิต และสาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น หากเปรียบเทียบคะแนนระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนสารภีพิทยาคมกับคะแนนระดับประเทศ พบว่า ในรายวิชาคณิตศาสตร์ในระดับประเทศมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 30.04 คะแนน ส่วนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนสารภีพิทยาคมมีคะแนนเฉลี่ยรายวิชา

คณิตศาสตร์อยู่ที่ 27.97 คะแนนและในสาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็นคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศอยู่ที่ 33.11 คะแนน ซึ่งนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนสารภีพิทยาคมมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 31.95 คะแนนซึ่งถือว่าต่ำกว่าเกณฑ์ของระดับประเทศ ซึ่งจากคะแนน O-NET ดังกล่าวจะเห็นได้ว่าในสาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนสารภีพิทยาคมทำคะแนนได้ต่ำกว่าคะแนนของระดับประเทศสะท้อนให้เห็นถึงนักเรียนมีการคิดเชิงความน่าจะเป็นอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ ซึ่งจากประสบการณ์ในการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูของผู้วิจัยและการสัมภาษณ์ครูที่เลี้ยงพบว่าเมื่อนักเรียนต้องตัดสินใจหรือให้เหตุผลเกี่ยวกับความน่าจะเป็นนักเรียนมักใช้ความรู้สึกส่วนตัวในการตัดสินใจมากกว่าให้เหตุผลตามหลักของความน่าจะเป็น

นอกจากนี้จากการพิจารณาข้อมูลย้อนหลังเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ยังพบว่าไม่เป็นที่น่าพึงพอใจ กล่าวคือ ในปีการศึกษา 2561 ที่ผ่านมา นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั้งหมด 176 คน พบว่า มีนักเรียนมากกว่าร้อยละ 60 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์ที่โรงเรียนกำหนดไว้จะเห็นได้ว่านักเรียนโรงเรียนสารภีพิทยาคมมีผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ไม่เป็นที่น่าพึงพอใจ อีกทั้งจากการสังเกตสภาพห้องเรียนมักพบว่านักเรียนต่างคนต่างเรียนไม่แลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างเพื่อนซึ่งอาจเป็นเพราะครูผู้สอนยังไม่มีจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางเท่าที่ควร

ซึ่งในการสอนครูต้องคำนึงถึงการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นสำคัญและช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยวิธีต่าง ๆ มิใช่เพียงการถ่ายทอดความรู้เท่านั้น (Khammanee, 2014) ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวที่ว่าในโลกยุคศตวรรษที่ 21 ปัจจุบันการเรียนรู้สาระวิชาคณิตศาสตร์ควรเป็นการเรียนจากการค้นคว้าเองของ

นักเรียน โดยครูช่วยแนะนำและช่วยออกแบบกิจกรรมที่นักเรียนแต่ละคนสามารถประเมินความก้าวหน้าของการเรียนรู้ของตนเองได้ (Panich, 2012) แนวทางหนึ่งที่มีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง คือ การจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning: PBL) หมายถึง การเรียนรู้ที่มีปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แก้ปัญหา คิดวิเคราะห์ และแสวงหาความรู้ใหม่ผ่านการเรียนรู้ด้วยตนเองและการเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ชี้นำเสนอสถานการณ์ปัญหา 2) ชี้นำงานเดี่ยว 3) ชี้นำงานกลุ่ม 4) ชี้นำเสนอ อภิปราย และสรุป และ 5) ชี้นำงานหรือแบบฝึกหัด (Othman, Salleh, & Sulaiman, 2013) นอกจากนี้จากการศึกษางานวิจัยของ Thongdrajang (2013) พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้นหลังใช้การเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐานในการสอนเรื่อง ความน่าจะเป็น

จากปัญหาดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยสนใจศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการส่งเสริมให้นักเรียนมีการคิดเชิงความน่าจะเป็นในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่มีการใช้จัดการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐาน

วัตถุประสงค์งานวิจัย

1. เพื่อศึกษาการคิดเชิงความน่าจะเป็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่มีการใช้การจัดการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐาน
2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่มีการใช้การจัดการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐาน

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการคิดเชิงความน่าจะเป็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ โรงเรียนสารภีพิทยาคม อำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้การเก็บข้อมูลทั้งข้อมูลทั้ง

เชิงปริมาณและข้อมูลเชิงคุณภาพซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาในด้านต่าง ๆ ตามลำดับ ดังนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 33 คน (1 ห้องเรียน) ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนสารภีพิทยาคม อำเภอสารภีจังหวัดเชียงใหม่

2. เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐาน ผลงานของนักเรียน (ใบงานเดี่ยว ใบงานกลุ่ม และแบบฝึกหัด) แบบบันทึกสะท้อนคิดนักเรียน แบบบันทึกหลังการสอนของครู แบบวัดการคิดเชิงความน่าจะเป็นและแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น โดยมีขั้นตอนการสร้างและพัฒนาเครื่องมือดังกล่าว ดังนี้

2.1 ศึกษาหนังสือเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เล่ม 2 เรื่องความน่าจะเป็น ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

2.2 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐานจำนวน 8 แผน โดยมีขั้นตอน 5 ขั้นตอน ตามกรอบแนวคิดของ Othman, Salleh, & Sulaiman (2013) และออกแบบสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็นเพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้ในแต่ละคาบเรียน จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ (3 ท่าน) ตรวจสอบความเที่ยงตรงในเชิงเนื้อหา หาค่าความสอดคล้อง (IOC) ในด้านองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สถานการณ์ปัญหา กิจกรรมการเรียนรู้และด้านการวัดและประเมินผล ซึ่งพบว่าแต่ละแผนมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67 ขึ้นไปและปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยผู้เชี่ยวชาญแนะนำให้ปรับปรุงโจทย์จากแบบฝึกหัดในบางแผนที่มีความกำกวมและคำสั่งไม่ชัดเจนอาจจะทำให้นักเรียนสับสนได้

2.3 แบบวัดการคิดเชิงความน่าจะเป็นของนักเรียน ซึ่งเป็นข้อสอบอัตนัย จำนวน 8 ข้อ ใช้เวลาในการทำแบบวัดการคิดเชิงความน่าจะเป็น 60 นาที โดยเป็นคำถามที่สอดคล้องกับกรอบแนวคิดของการคิดเชิงความน่าจะเป็นของ Jones et al. (1997) จากนั้นนำแบบวัดการคิดเชิงความน่าจะเป็นไปให้ผู้เชี่ยวชาญ (3 ท่าน) ตรวจสอบความเที่ยงตรงในเชิงเนื้อหา หาค่าความสอดคล้อง (IOC) จุดประสงค์ การใช้ภาษาที่ชัดเจน และสามารถวัดความรู้ได้จริงซึ่งพบว่าทุกด้านของแบบวัดการคิดเชิงความน่าจะเป็นมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67 ขึ้นไป และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ คือควรเพิ่มข้อคำถามที่มาจากสถานการณ์ปัญหาที่ใกล้ตัวนักเรียนให้มากขึ้นเพื่อที่นักเรียนจะได้เห็นความสำคัญของการคิดเชิงความน่าจะเป็น

2.4 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็นเป็นข้อสอบปรนัย จำนวน 20 ข้อ ใช้เวลาในการทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ 60 นาที ซึ่งข้อคำถามเป็นไปตามจุดประสงค์การเรียนรู้เรื่อง ความน่าจะเป็น จากนั้นนำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็นไปให้ผู้เชี่ยวชาญ (3 ท่าน) ตรวจสอบความเที่ยงตรงในเชิงเนื้อหาเพื่อหาค่าความสอดคล้อง (IOC) จุดประสงค์ การใช้ภาษาที่ชัดเจน และสามารถวัดความรู้ได้จริงพบว่าทุกข้อมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67 ขึ้นไป ค่าอำนาจจำแนก 0.28 – 0.71 ค่าความยากง่าย 0.47 – 0.73 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.61 และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญนำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมายจำนวน 1 ห้องเรียน

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐาน จำนวน 8 แผน มาใช้สอนในเรื่องความน่าจะเป็นให้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้เวลาในการสอนทั้งหมด 8 คาบ (คาบละ 100 นาที) รวมเป็น

ระยะเวลา 8 สัปดาห์ซึ่งในแต่ละคาบจะเก็บข้อมูลจากการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐานทั้งหมด 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ชื่นนำเสนอสถานการณ์ปัญหา โดยจะนำเสนอสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับเรื่องความน่าจะเป็นที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน ขั้นที่ 2 ชิ้นงานเดี่ยว ให้นักเรียนทำใบงานกิจกรรมเดี่ยวจากสถานการณ์ที่นำเสนอให้ เพื่อนำไปสู่ขั้นที่ 3 ชิ้นงานกลุ่ม ให้นักเรียนระดมความรู้กันภายในกลุ่มเพื่อแสดงวิธีการแก้ปัญหาพร้อมกัน จากนั้นนำไปสู่ขั้นที่ 4 ชื่นนำเสนอ อภิปรายและสรุป เพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลงานของกลุ่มตนเอง และรับฟังวิธีคิดจากกลุ่มอื่น ๆ และชื่นให้งานและแบบฝึกหัด เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนและเป็นการทบทวนความรู้ที่ได้รับจากคาบนั้น ๆ เมื่อจบคาบเรียนผู้วิจัยต้องการบันทึกหลังการสอนทันที นอกจากนี้ผู้วิจัยยังให้นักเรียนเขียนแบบสะท้อนคิดตามขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐานหลังจากได้เรียนคาบที่ผ่านมา

3.2 เก็บข้อมูลที่สร้างขึ้น จนครบ 8 แผน

3.3 ให้นักเรียนทำแบบวัดการคิดเชิงความน่าจะเป็น เพื่อวัดระดับการคิดเชิงความน่าจะเป็นของนักเรียน โดยใช้เวลา 60 นาที

3.4 ให้นักเรียนทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็น เพื่อวัดระดับผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้เวลา 60 นาที

ตารางที่ 1 แสดงการวิเคราะห์การคิดเชิงความน่าจะเป็นของนักเรียนตามกรอบแนวคิดของ Jones et al (1997)

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์รายละเอียดดังนี้

1) ศึกษาการคิดเชิงความน่าจะเป็นของนักเรียนพิจารณาจากใบกิจกรรมเดี่ยว ใบกิจกรรมกลุ่ม แบบฝึกหัด และแบบวัดการคิดเชิงความน่าจะเป็นของนักเรียน โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและร้อยละ

2) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่มีการใช้การจัดการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐาน

พิจารณาจากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและร้อยละ

ผลการวิจัย

จากแบบวัดการคิดเชิงความน่าจะเป็นทั้งหมด 4 ด้าน ในเรื่อง ความน่าจะเป็นโดยนำผลงานนักเรียนมาวัดผลตามเกณฑ์การวัดระดับการคิดเชิงความน่าจะเป็นตามกรอบแนวคิดของ Jones et al. (1997) ดังแสดงในตารางที่ 1

การคิดเชิงความน่าจะเป็น							
ด้าน	จำนวนนักเรียนในแต่ละระดับ (คน)				ค่าเฉลี่ยคะแนน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	การแปลผล
	ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 3	ระดับ 4			
ปริภูมิตัวอย่าง (33 คน)	3 (9.09%)	4 (12.12%)	10 (30.30%)	16 (48.48%)	3.18	0.98	ดีมาก
ความน่าจะเป็น (33 คน)	1 (3.03%)	5 (15.15%)	10 (30.30%)	17 (51.52%)	3.30	0.85	ดีมาก

ตารางที่ 1 แสดงการวิเคราะห์การคิดเชิงความน่าจะเป็นของนักเรียนตามกรอบแนวคิดของ Jones et al (1997) (ต่อ)

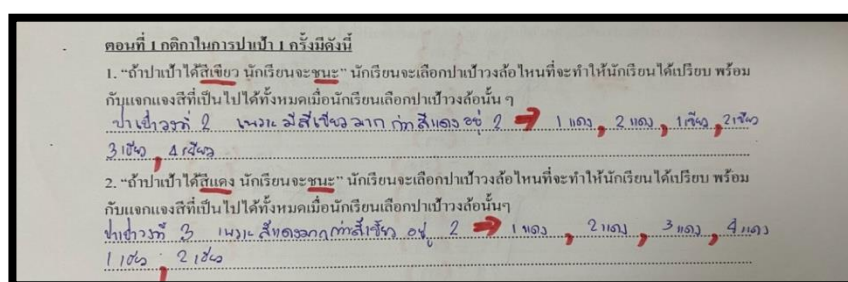
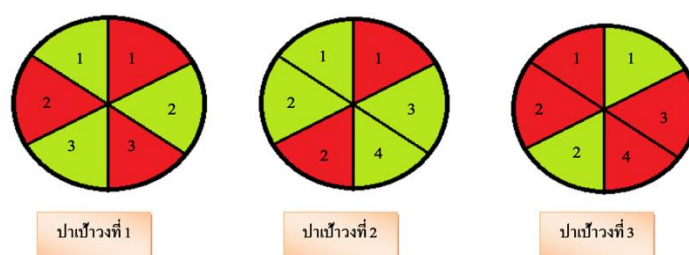
การคิดเชิงความน่าจะเป็น							
ด้าน	จำนวนนักเรียนในแต่ละระดับ (คน)				ค่าเฉลี่ย คะแนน	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	การ แปลผล
	ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 3	ระดับ 4			
การเปรียบเทียบ ความน่าจะเป็น (33 คน)	4 (12.12%)	7 (21.21%)	12 (36.36%)	10 (30.30%)	2.85	1.01	ดี
ความน่าจะเป็น แบบมีเงื่อนไข (33 คน)	3 (9.09%)	7 (21.21%)	12 (36.36%)	11 (33.33%)	2.94	0.97	ดี

จากตารางที่ 1 พบว่าการคิดเชิงความน่าจะเป็นในด้านปริภูมิตัวอย่างและด้านความน่าจะเป็นของนักเรียนอยู่ในเกณฑ์ดีมาก ส่วนในด้านการเปรียบเทียบความน่าจะเป็นและด้านความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไขอยู่ในเกณฑ์ดี

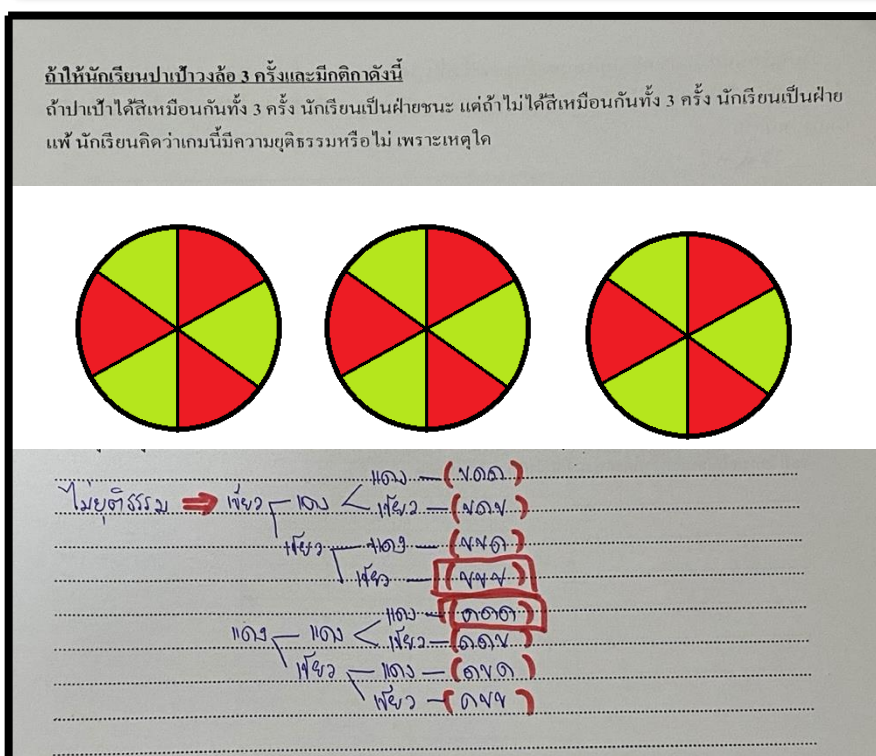
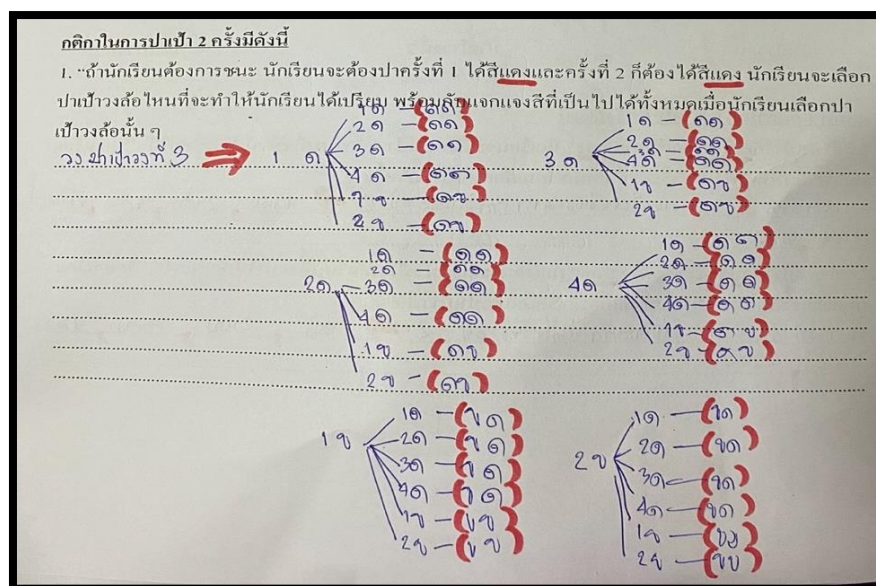
ตัวอย่างผลงานนักเรียนที่แสดงถึงการคิดเชิงความน่าจะเป็นทั้ง 4 ด้านดังต่อไปนี้

1. ปริภูมิตัวอย่าง

ปริภูมิตัวอย่าง (Sample space) คือ ความสามารถในการระบุคำตอบของผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ทั้งหมดจากการทดลองสุ่ม ที่กำหนดให้ ซึ่งการหาปริภูมิตัวอย่าง (Sample space) ถือเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญมากในการช่วยขับเคลื่อนการคิดเชิงความน่าจะเป็นของนักเรียน ซึ่งในสถานการณ์ปัญหาจะเป็นร้านปาเป้าที่อยู่ตามงานวัดต่าง ๆ ซึ่งวงล้อจะมีอยู่ด้วยกัน 3 วงล้อ วงล้อละ 2 สีคือสีแดงและสีเขียวในสัดส่วนที่แตกต่างกัน ดังนี้



ภาพที่ 1 ผลงานนักเรียนที่อยู่ในระดับที่ 4 ในด้านปริภูมิตัวอย่าง (Sample Space)



ภาพที่ 1 ผลงานนักเรียนที่อยู่ในระดับที่ 4 ในด้านปริภูมิตัวอย่าง (Sample Space) (ต่อ)

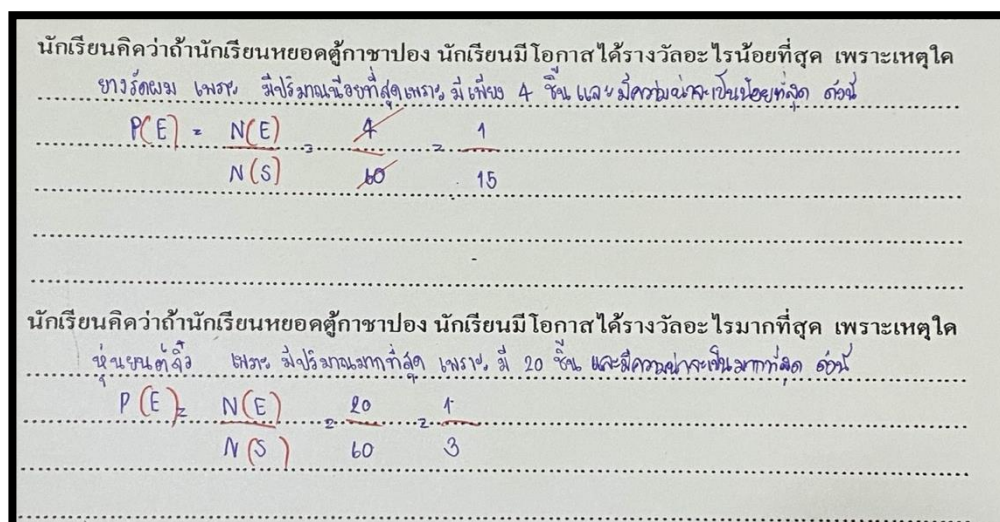
ผลงานนักเรียนที่อยู่ในระดับ 4 (ระดับ Numerical) เนื่องจากนักเรียนสามารถแจกแจงผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ทั้งหมดจากการปาเป้าวงล้อได้ถูกต้องและครบถ้วนไม่ว่าจะปาเป้าวงล้อ 1 ครั้ง 2 ครั้งหรือประยุกต์ไปสู่การปาเป้า 3 ครั้ง

2. ความน่าจะเป็น

ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ (Probability of an Event) คือ ความสามารถในการระบุคำตอบและการแสดงความสมเหตุสมผลในการหาความน่าจะเป็น

ของเหตุการณ์ ว่าเหตุการณ์ใดมีโอกาสเกิดขึ้นมากและ เหตุการณ์ใดมีโอกาสเกิดขึ้นน้อย โดยปราศจากการใช้ ความรู้สึกส่วนตัวในการตัดสินใจ ซึ่งสถานการณ์ปัญหา จะเป็นการเล่นหยอดเหรียญตู้กาชาปองที่นักเรียน

สามารถเห็นได้ตามหน้า 7-11 หรือตามห้างสรรพสินค้า ต่าง ๆ ซึ่งในตู้กาชาปองจะมีของรางวัลในจำนวนที่ แตกต่างกัน ซึ่งจะมีข้อคำถาม ดังนี้



ภาพที่ 2 ผลงานนักเรียนที่อยู่ในระดับที่ 4 ในด้านความน่าจะเป็น (Probability of an event)

ผลงานนักเรียน ที่อยู่ในระดับ 4 (ระดับ Numerical) เนื่องจากนักเรียนสามารถเลือกข้อมูลได้ เหมาะสมในการคาดการณ์ความน่าจะเป็น และสามารถ คาดการณ์ความน่าจะเป็นได้โดยใช้ตัวเลข

3. การเปรียบเทียบความน่าจะเป็น

การเปรียบเทียบความน่าจะเป็น (Probability Comparisons) คือ ความสามารถในการตัดสินใจและ แสดงความสมเหตุสมผลได้ว่าเหตุการณ์ 2 เหตุการณ์ เหตุการณ์ใดที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้มากกว่ากันและ

ความสามารถตัดสินใจและแสดงความสมเหตุสมผลได้ว่า เหตุการณ์ 2 เหตุการณ์ ที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้เท่า ๆ กัน

สถานการณ์จะเป็นเกมปาเป้าสัปดาห์คณิตศาสตร์ ที่โรงเรียนได้จัดขึ้นในทุก ๆ ปี ซึ่งในเป้าจะมีเลขตั้งแต่เลข 1 ถึงเลข 20 โดยครูจะมีเลขที่สุ่มออกมาจากขดโหล จำนวน 1 เลข (เลขตั้งแต่ 1 ถึง 20) โดยมีกติกาว่าถ้า นักเรียนปาเป้าได้ถูกต้องตามเลขที่ครูสุ่มได้นั้นก็จะเป็นผู้ที่ ได้รางวัลไป แต่ถ้าเลขที่นักเรียนปาเป้าไม่ตรงกับเลขที่ ครูสุ่มได้นั้นถือว่านักเรียนเป็นฝ่ายแพ้ ซึ่งจะมีข้อคำถาม ดังนี้

2. เหตุการณ์ที่นักเรียนคนหนึ่งจะปาถูกเลขคู่และความน่าจะเป็นที่จะเกิดขึ้น

$$P(E) = \frac{N(E)}{N(S)} = \frac{10}{20} = \frac{1}{2} = 0.5$$

3. เหตุการณ์ที่นักเรียนจะปาถูกเลขที่มากกว่าเลข 5 และความน่าจะเป็นที่จะเกิดขึ้น

$$P(E) = \frac{N(E)}{N(S)} = \frac{15}{20} = 0.75$$

4. เหตุการณ์ที่จะปาได้แต้ม 0 และความน่าจะเป็นที่จะเกิดขึ้น

ไม่สามารถเกิดขึ้นได้ เพราะในวงล้อไม่มีเลข 0 หรือความน่าจะเป็นเท่ากับ 0

$$P(E) = \frac{N(E)}{N(S)} = \frac{0}{20} = 0$$

5. จากข้อ 2 ถึงข้อ 4 ให้นักเรียนพิจารณาว่าแต่ละผลลัพธ์มีโอกาสเกิดขึ้นมากหรือเกิดขึ้นน้อยเพียงใดเมื่อเทียบกับจำนวนผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้นทั้งหมด

เหตุการณ์ที่ปาถูกเลขที่มากกว่า 5 (ข้อ 4) มีความน่าจะเป็นสูงที่สุด คือ 0.75 เมื่อเทียบกับอีกสองเหตุการณ์ที่มีความน่าจะเป็นเพียง 0.5 และ 0

ภาพที่ 3 ผลงานนักเรียนที่อยู่ในระดับที่ 4 ในด้านการเปรียบเทียบความน่าจะเป็น (Probability Comparisons)

ผลงานนักเรียนที่อยู่ในระดับที่ 4 (ระดับ Numerical) เนื่องจากเมื่อมีเหตุการณ์ที่มากกว่า 1 เหตุการณ์ เช่น เหตุการณ์ที่นักเรียนจะปาเป้าได้แต้มคู่ เหตุการณ์ที่นักเรียนจะปาเป้าได้แต้มที่มากกว่าเลข 5 หรือ เหตุการณ์ที่นักเรียนจะปาได้แต้ม 0 นักเรียนสามารถบอกได้ว่าเหตุการณ์ไหนมีโอกาสเกิดขึ้นมาก เหตุการณ์ไหนมีโอกาสเกิดขึ้นได้น้อยหรือเหตุการณ์ไหนที่ไม่มีโอกาสเกิดขึ้นได้เลย โดยนักเรียนสามารถแสดงการคิดเชิงความน่าจะเป็นออกมาโดยใช้ตัวเลขและสามารถให้เหตุผลได้อย่างสมเหตุสมผลตามหลักของความน่าจะเป็น

4. ความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไข

ความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไข (Conditional Probability) คือ ความสามารถในการระบุคำตอบและแสดงความสมเหตุสมผลของเหตุการณ์ความน่าจะเป็นใด ๆ ที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงซึ่งเป็นผลมาจากการเกิดขึ้นของ

เหตุการณ์หนึ่ง ซึ่งสถานการณ์ป้องกันและปูกักไปเที่ยวสวนสนุกแห่งหนึ่ง ซึ่งสวนสนุกนี้จำหน่ายบัตรเครื่องเล่น 2 แบบ คือบัตร VIP ซึ่งสามารถเล่นเครื่องเล่นได้ และบัตรธรรมดา ใช้สำหรับเล่นเครื่องเล่นอย่างละรอบ ซึ่งสวนสนุกได้จัดโปรโมชั่นลดราคาบัตรทุกประเภท 50% สำหรับผู้ที่ยินดีเลือกเครื่องเล่นอย่างสุ่ม คือ เมื่อผู้เล่นเข้าไปยังสวนสนุก ผู้เล่นต้องจับสลากเพื่อเล่นเครื่องเล่นชนิดต่อไป ที่ซุ้มทางออกของเครื่องเล่นชนิดแรก โดยผู้ที่ถือบัตร VIP จะได้จับสลากจากโหลที่มีรายชื่อเครื่องเล่นทั้งหมด ส่วนผู้ที่ถือบัตรธรรมดาจะได้จับสลากเครื่องเล่นที่ผู้เล่นผู้นั้นยังไม่ได้เล่นเท่านั้น ทำเช่นนั้นจนกว่าผู้เล่นต้องการจะเลิกเล่นป้องกันและปูกักตัดสินใจซื้อบัตรแบบลดราคา 50% โดยป้องกันซื้อบัตรแบบ VIP และปูกักซื้อบัตรแบบธรรมดา ซึ่งจะมีข้อคำถาม ดังนี้

1. โอกาสที่บึงปองจะได้เล่นเครื่องเล่นเดิมเป็นครั้งที่ 2 ประเภทเครื่องเล่นภาคพื้นดิน เป็นเท่าไร

2. โอกาสที่ปูกี้กจะ ได้เล่นเครื่องเล่นเดิมเป็นครั้งที่ 2 ประเภทเครื่องเล่นภาคพื้นดินเป็นเท่าไร

3. ใครที่มีโอกาสเล่นเครื่องเล่นเดิมเป็นครั้งที่ 2 ประเภทเครื่องเล่นภาคพื้นดิน มากกว่ากันเพราะเหตุใด

4. บึงปองมีโอกาสได้เล่นบ้านผีสิงกับรถแข่งมากกว่าปูกี้กใช่หรือไม่ เพราะเหตุใด

ภาพที่ 4 ผลงานนักเรียนที่อยู่ในระดับที่ 4 ในด้านความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไข (Conditional Probability)

ผลงานนักเรียนที่อยู่ในระดับที่ 4 (ระดับ Numerical) เนื่องจากนักเรียนสามารถหาค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ได้และยังสามารถเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ระหว่างเหตุการณ์ที่สัมพันธ์แล้ว ใส่คืนหรือไม่ใส่คืนโดยนักเรียนสามารถแสดง การคิดเชิงความน่าจะเป็นออกมาโดยใช้ตัวเลขและ สามารถให้เหตุผลได้อย่างสมเหตุสมผลตามหลักของความน่าจะเป็น

จากการทดสอบแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทาง
คณิตศาสตร์ของนักเรียน เรื่องความน่าจะเป็นทั้งหมด
33 คนพบว่าเมื่อใช้เกณฑ์ร้อยละ 60 (ตามเกณฑ์ของ
โรงเรียน) มีนักเรียน 25 คนที่ผ่านเกณฑ์ คิดเป็นร้อยละ
75.75 ส่วนนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์มีจำนวน 8 คนคิด
เป็นร้อยละ 24.25

ตารางที่ 2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง ความน่าจะเป็น

ด้าน	คะแนนเฉลี่ย (คะแนน)	คิดร้อยละ	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	จำนวนนักเรียนที่ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 (คน)	คิดร้อยละ
ความรู้ความจำ (2 คะแนน)	1.78	89.39	0.41	26	78.78%
ความเข้าใจ (8 คะแนน)	5.63	70.45	1.63	24	72.72%
การนำไปใช้ (8 คะแนน)	5.48	68.56	1.93	27	81.81%
การวิเคราะห์ (2 คะแนน)	1.36	68.18	0.49	23	69.69%
รวม 20 คะแนน	14.72	73.63	2.95	25	75.75%

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากการวิจัยที่ใช้การจัดการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐานในชั้นเรียนคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงความน่าจะเป็นทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ ด้านปริภูมิตัวอย่าง ด้านความน่าจะเป็น ด้านการเปรียบเทียบความน่าจะเป็น และด้านความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไข ตามกรอบแนวคิดของ Jones et al. (1997) พบว่า การคิดเชิงความน่าจะเป็นของนักเรียนภาพรวมอยู่ในเกณฑ์ดีมาก เมื่อวัดจากผลงานนักเรียนและแบบวัดการคิดเชิงความน่าจะเป็นโดยด้านปริภูมิตัวอย่างและด้านความน่าจะเป็นของเหตุการณ์อยู่ในระดับดีมาก ส่วนในด้านการเปรียบเทียบความน่าจะเป็นและด้านความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไขอยู่ในระดับที่ดี เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐานนั้นเป็นการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และใช้สถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน มีความน่าสนใจ และมีแนวทางในการหาคำตอบที่หลากหลาย เปิดโอกาสให้นักเรียนได้พยายามคิด วิเคราะห์ แก้ไขปัญหา และหาข้อสรุปด้วยตนเอง เรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มและการอภิปรายในชั้นเรียน โดยมีครูผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้คอยสนับสนุนเท่านั้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Poonsawad (2008) และ Puengklan (2012) ที่ได้นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐานไปใช้ในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ และได้ผลวิจัยที่สอดคล้องกันว่า

การจัดการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐานในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการศึกษา ค้นคว้าทำความเข้าใจปัญหา และมีกรอบอภิปรายร่วมกันเป็นกลุ่มส่งผลให้นักเรียนมีพัฒนาการในด้านทักษะและการคิดทางคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้นซึ่งการคิดเชิงความน่าจะเป็นก็เป็นหนึ่งในการคิดทางคณิตศาสตร์เช่นกัน

ผลการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน เรื่องความน่าจะเป็น พบว่าเมื่อใช้เกณฑ์ผ่านร้อยละ 60 โดยมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ 14.72 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน และมีนักเรียนจำนวน 25 คน ที่ผ่านเกณฑ์โดยคิดเป็นร้อยละ 75.75 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของของ Thongdrajang (2013) ที่ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการใช้การจัดการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนซึ่งพบว่าการจัดการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐานช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้น ทำนองเดียวกับ Cahyono (2019) ที่ได้ทำวิจัยเพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐานซึ่งพบว่าการจัดการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐานสามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และทัศนคติในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้

ข้อเสนอแนะ

1) ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1) สำหรับผลการวิจัย พบว่า การคิดเชิงความน่าจะเป็นของนักเรียนในด้านการเปรียบเทียบความน่าจะเป็นและความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไขอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าด้านปริภูมิตัวอย่างและด้านความน่าจะเป็น เนื่องจากในด้านดังกล่าวนักเรียนต้องมีพื้นฐานของวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การเปรียบเทียบเศษส่วนมาก่อน ดังนั้นครูผู้สอนควรมีการทบทวนเนื้อหาเรื่อง การเปรียบเทียบเศษส่วนให้แก่นักเรียนเพื่อผลลัพธ์ที่ดียิ่งขึ้น

1.2) สำหรับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐาน ในขั้นของการทำงานเดี่ยวและขั้นของการทำงานกลุ่ม ครูผู้สอนควรมีการบอกเวลาเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนทำงานเสร็จตามเวลาที่ครูผู้สอนกำหนดให้ เช่น การบอกเวลาดำเนินการจากจับเวลาย้อนหลังที่ฉายโดยเครื่องโปรเจคเตอร์

1.3) การจัดการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐานมีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ที่ใช้เวลาพอสมควร ดังนั้นครูผู้สอนควรแบ่งเวลาในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐานให้ดี

2) ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยต่อไป

2.1) ควรใช้การจัดการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐานมาบูรณาการร่วมกับเทคนิคการสอนอื่น ๆ เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนที่เหมาะสม

References

Barrows, H. S., & Tamblyn, R. M. (1980).

Problem-based learning: An approach to Medical Education. New York, NY: Springer Publishing.

Cahyono, A. E. Y. (2019). Improving

Achievement and Attitudes Towards Mathematics Using Problem-Based Learning Setting Team Accelerated Instruction. *Journal of Mathematics Education*, 4(2), 52-59.

Delisle, R. (1997). *How to Use Problem-Based Learning in the Classroom*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.

Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-based learning: *What and how do students learn? Educational Psychology Review*, 16(3), 235 – 266.

Jones G, Langrall C, Thornton C, Mogill T. A Framework for Assessing and Nurturing Young Children's Thinking in Probability. *Educational Studies in Mathematics* 1997; 32: 101-125.

Khammanee, T. (2014). *Science of Teaching Pedagogy: Knowledge for Effective Learning Organization*. Bangkok: The Chulalongkorn University Press. [in Thai]

Ministry of Education. (2017). *Basic Education Curriculum 2008(Revised Edition 2017)*. Bangkok: Kurusapa Printing Ladphrao. [in Thai]

Nation Institute of Education Testing Service (Public Organization). (2018). *O-NET Results*. Retrieved from <http://www.newonetestresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/Login.aspx>

- Othman, H., Salleh, B. M., & Sulaiman, A.(2013). 5 ladders of Active Learning: An Innovative Learning Steps in PBL Process. The 4th International Research Symposium on Problem-Based Learning (IRSPBL). Malaysia. 245-253.
- Panich, W. (2012). *Learning Methods for Students in the 21st Century*. Bangkok: Saritwong Women Foundation. [in Thai]
- Shaughnessy, J.M. & Bergman B.(1993). *Thinking about Uncertainty: Probability and Statistics*. In Wilson, P. S. (Ed.). Research Ideas for the Classroom: High School Mathematics. The United State of America: National Council of Teachers of Mathematics; 1993: 177-197.
- Srisaard, B.(2013). *Research in Measurement and Evaluation*. Bangkok: Suveeriyasas Publishing. [in Thai]
- Thongdrajang, N. (2013). The Development of Mathematical Connection skills in probability using Problem-Based Learning activities for Mathayomsuksa 3. *Sripatum Chonburi Journal*, 13(2), 163-172. [in Thai]