JRM JOURNAL OF RESEARCH METHODOLOGY

วารสารวิธีวิทยาการวิจัย
ปีที่ ๓๕ ฉบับที่ ๓ (กันยายน–ธันวาคม ๒๕๖๕)
ISSN 0857-2933 **ISSN online** 2697-4835

บทความวิจัย
https://doi.org/10.14456/jrm.2022.14

Using Generalizability Theory to Determine the Dependability Statistical Literacy and Reasoning Score in Research-Based Learning

Sathirawan Sombate[1], Sungworn Ngudgratoke[2], Nalinee Na Nakorn[3], Nuttaporn Lawthong[4]

Received: June 14, 2021 – Revised: September 6, 2021 – Accepted: January 28, 2022

Abstract

The purposes of this study were to use the generalizability theory examine the dependability of statistical literacy and reasoning scores. This study obtained from the experiment by using the statistical literacy and reasoning tasks and rubrics in the research-based learning. There were the experiment of the tasks and rubrics to assess statistical literacy and reasoning with the first-year students in mathematics, Loei Rajabhat University. The 30 first-year students, majored in Mathematics, who study the Probability and Statistics course, in the second semester of the academic year 2019. The samples were recruited by cluster sampling method. The experiment was taken for 12 weeks. The research instruments included 1) a set of statistical literacy and reasoning tasks for descriptive statistics six pieces and inferential statistics five pieces, and the statistical literacy and reasoning holistic rubrics, 2) the data entry form was used to document statistical literacy and reasoning scores of students. The statistics used to analyze data included descriptive statistics and the generalizability theory for analyzing the two models with four cases for the p x t and p x (r : t) designs to ascertain the reliability of statistical literacy and reasoning scores.

The results showed that, the experiment was found that the use of tasks and rubrics developed to assess statistical literacy and reasoning was at .8 of reliability coefficient. It required 4 pieces of tasks and 5 assessors, consisting of 1 instructor and 4 peers. The study also found that student's self-assessments was low in reliability coefficients, caused by student-self bias.

Keywords: skills, creative communication, student teachers

[1] *Corresponding Author*, Branch of Educational Measurement and Evaluation, School of Educational Studies, Sukhothai Thammathirat Open University, Nonthaburi. 11120. E-mail: sathirawan2010@hotmail.com
[2] Branch of Educational Measurement and Evaluation, School of Educational Studies, Sukhothai Thammathirat Open University, Nonthaburi. 11120. E-mail: Sungworn@hotmail.com
[3] Branch of Educational Measurement and Evaluation, School of Educational Studies, Sukhothai Thammathirat Open University, Nonthaburi. 11120. E-mail: Nalinee_na_nakorn@hotmail.com
[4] Educational Measurement and Evaluation Program, Faculty of Education, Chulalongkorn University, Bangkok 10330. E-mail: Nuttaporn.L@chula.ac.th

© สงวนลิขสิทธิ์ 2565 คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

JRM JOURNAL OF RESEARCH METHODOLOGY

September-December 2022, Vol. 35, No. 3
ISSN 0857-2933 **ISSN online** 2697-4835

Research Article https://doi.org/10.14456/jrm.2022.14

การใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงตรวจสอบความน่าเชื่อถือของคะแนนการรู้เรื่องและการให้เหตุผลทางสถิติในการจัดการเรียนรู้แบบวิจัยเป็นฐาน

ศถิรวรรณ สมบัติ[1], สังวรณ์ งัดกระโทก[2], นลินี ณ นคร[3], ณัฏฐภรณ์ หลาวทอง[4]

รับบทความต้นฉบับ: 14 มิถุนายน 2564 – รับบทความแก้ไข: 6 กันยายน 2564 – ตอบรับการตีพิมพ์: 28 มกราคม 2565

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงตรวจสอบความน่าเชื่อถือของคะแนนการรู้เรื่องและการให้เหตุผลทางสถิติในการจัดการเรียนรู้วิจัยเป็นฐาน ที่ทดลองใช้ชิ้นงานและรูบริกเพื่อประเมินการรู้เรื่องและการให้เหตุผลทางสถิติ กับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย ที่เรียนรายวิชาความน่าจะเป็นและสถิติ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เป็นเวลา 12 สัปดาห์ เครื่องมือวิจัยคือ 1) ชุดของชิ้นงานการรู้เรื่องและการให้เหตุผลทางสถิติ ประกอบด้วยสถิติเชิงพรรณนา 6 ชิ้น และสถิติเชิงอ้างอิง 5 ชิ้น 2) รูบริกการรู้เรื่องและการให้เหตุผลทางสถิติแบบองค์รวม 1 ชุด และ 3) แบบบันทึกคะแนนการรู้เรื่องและการให้เหตุผลทางสถิติ ตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิง 4 กรณี ตามรูปแบบ p x t และ p x (r : t)

ผลการศึกษา พบว่า การใช้ชิ้นงานและรูบริกที่พัฒนาขึ้น ประเมินการรู้เรื่องและการให้เหตุผลทางสถิติ ให้มีสัมประสิทธิ์ความเที่ยง .800 ต้องใช้ชิ้นงาน 4 ชิ้น และใช้ผู้ประเมิน 5 คน ประกอบด้วยผู้สอน 1 คน และนักศึกษา 4 คน นอกจากนี้ยังพบว่า การให้นักศึกษาประเมินตนเอง ทำให้สัมประสิทธิ์ความเที่ยงมีค่าต่ำ ซึ่งเกิดจากความลำเอียงในการประเมินของนักศึกษา

คำสำคัญ: ทฤษฎีการสรุปอ้างอิง, การรู้เรื่องและการให้เหตุผลทางสถิติ, การจัดการเรียนรู้แบบวิจัยเป็นฐาน

[1] *ผู้รับผิดชอบบทความหลัก*, แขนงวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช นนทบุรี 11120 อีเมล: sathirawan2010@hotmail.com

[2] แขนงวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช นนทบุรี 11120 อีเมล: Sungworn@hotmail.com

[3] แขนงวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช นนทบุรี 11120 อีเมล: Nalinee_na_nakorn@hotmail.com

[4] สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330 อีเมล: Nuttaporn.L@chula.ac.th

© 2022 Faculty of Education, Chulalongkorn University

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การรู้เรื่องและการให้เหตุผลทางสถิติ (statistical literacy and reasoning) เป็นทักษะอนาคตที่มีแนวโน้มจะมีความสำคัญเพิ่มมากขึ้น ในยุคของเทคโนโลยีและสารสนเทศ เนื่องจากสถิติเกี่ยวข้องในชีวิตประจำวันของทุกคน ในฐานะผู้บริโภคสารสนเทศ ประชาชนทุกคนควรมีความรู้พื้นฐานทางสถิติ เพื่อให้เข้าใจและรู้เท่าทันข้อมูลข่าวสาร สามารถตีความ และประเมินสารสนเทศทางสถิติที่ผู้เขียนต้องการสื่อสารอย่างมีวิจารณญาณเพื่อนำไปสู่การตัดสินใจอย่างมีประสิทธิภาพ การจัดการเรียนรู้ในรายวิชาสถิติจึงเป็นเรื่องที่ท้าทายว่า จะสอนอย่างไรจึงจะทำให้ผู้เรียนเกิดการรู้เรื่องจนสามารถเลือกใช้สถิติได้อย่างเหมาะสม สามารถตีความผลลัพธ์ หรือสารสนเทศทางสถิติได้อย่างสมเหตุสมผล (Budgett & Pfannkuch, 2007; Sharma, 2017) แต่ผู้เรียนส่วนใหญ่มีประสบการณ์เชิงลบกับสถิติ ทั้งนี้เป็นเพราะการจัดการเรียนรู้สถิติในระดับต่าง ๆ เน้นกระบวนการและการคำนวณสถิติมากกว่าการให้ผู้เรียนเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับสถิติ จึงทำให้ผู้เรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถคิดหรือใช้สถิติได้อย่างเหมาะสม (Sharma, 2017)

การจัดการเรียนรู้ที่จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถรู้เรื่องและให้เหตุผลทางสถิติได้นั้น ผู้สอนควรเน้นให้ผู้เรียนเข้าใจแนวคิดทางสถิติที่สำคัญ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำแนวคิดเหล่านั้นไปใช้ในการจัดการข้อมูลเพื่อผลิตสารสนเทศหรือแก้ปัญหาในชีวิตจริง จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถใช้ภาษาและแนวคิดทางสถิติ ในการตีความสารสนเทศที่พบเห็นในชีวิตประจำวันและใช้สถิติอย่างมีเหตุผล (American Statistical Association, 2016) ผู้สอนด้านสถิติบางคนได้นำวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้ใช้แนวคิดทางสถิติมาใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงหลายวิธี หนึ่งในนั้นคือ การจัดการเรียนรู้แบบวิจัยเป็นฐาน (research-based learning) เป็นการเรียนรู้ที่นำเอาการวิจัยมาบูรณาการเข้ากับกระบวนการเรียนรู้ มีพื้นฐานมาจากแนวคิด 4 ด้าน คือ 1) เรียนรู้ที่จะสร้างความเข้าใจด้วยตัวผู้เรียนเอง 2) พัฒนาความรู้ของผู้เรียนที่มีอยู่เดิม 3) พัฒนารูปแบบการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม และ 4) เรียนรู้จากประสบการณ์จริง (Estuhono, Festiyed, & Bentri, 2019) ผู้เรียนเป็นนักวิจัย ตั้งคำถามและค้นหาคำตอบด้วยการทำวิจัยด้วยตนเอง และรายงานเกี่ยวกับการวิจัยที่ผู้เรียนได้ลงมือทำ (Dekker & Wolff, 2016) เน้นการเรียนรู้ตามสภาพจริงด้วยการมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาในบริบทจริง การเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยใช้วิธีการสืบสอบสิ่งที่ค้นพบ (inquiry discovery approach) มีเป้าหมายเพื่อส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงทั้งผู้เรียนและผู้สอน เป็นการพัฒนาผู้เรียนอย่างต่อเนื่องและยั่งยืน (Estuhono, Festiyed, & Bentri, 2019; Suntusia, Dafik, & Hobri, 2019) นอกจากผู้เรียนจะได้แสวงหาความรู้ด้วยตนเองแล้ว ยังทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะหลายประการ เช่น การวางแผน การเก็บรวบรวมข้อมูล การคิด วิเคราะห์ การสรุป ช่วยเพิ่มมุมมองและความสนใจในอาชีพทางด้านวิทยาศาสตร์ มีความมั่นใจในความสามารถของตนเอง กระตุ้นให้ผู้เรียนมีความอยากรู้อยากเห็น เป็นการปลูกฝังการเรียนรู้ตลอดชีวิตให้กับผู้เรียน (ไพฑูรย์ สินลารัตน์, 2555; Shaban et al., 2015)

การประเมินผลเรียนรู้จึงใช้หลักฐาน (evidence-based) หรือชิ้นงาน (tasks) ตามสภาพจริง ซึ่งใช้เครื่องมือและวิธีการที่หลากหลาย ได้แก่ การประเมินสรุปเมื่อมีการดำเนินงานผ่านไปในแต่ละขั้นอย่างต่อเนื่องในลักษณะของการติดตามงาน การทดสอบเพื่อประเมินความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา การประเมินรายงาน เป็นต้น เป็นการประเมินและให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง จะช่วยพัฒนาทักษะการวิจัย ทักษะวิชาชีพ และช่วยให้ผู้เรียนทำโครงการวิจัยให้สำเร็จได้ด้วยตนเอง (Shaban, Abdulwahed, & Younes, 2015) เพื่อให้ผลการประเมินที่เกิดจากการปฏิบัติ มีความชัดเจน ถูกต้อง ยุติธรรม ส่วนใหญ่จะให้คะแนนเป็นแบบรูบริก (scoring rubrics) ซึ่งบทความนี้เป็นผลการดำเนินการวิจัยในระยะที่ 2 ของการพัฒนาชิ้นงานและรูบริกในการจัดการเรียนรู้แบบวิจัยเป็นฐานเพื่อประเมินการรู้เรื่องและการให้เหตุผลทางสถิติ โดยการประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิง (generalizability theory) เพื่อตรวจสอบประสิทธิผลของชิ้นงานและรูบริกที่พัฒนาขึ้นว่าให้ผลเป็นอย่างไร และ

รวบรวมสารสนทศสำหรับใช้ในการวางแผนกำหนดจำนวนชิ้นงานและจำนวนผู้ประเมิน เพื่อให้ผลของการวัดมีความเที่ยงในระดับที่ต้องการ รวมถึงนำไปใช้ในการปรับปรุงชิ้นงานและรูบริกให้มีคุณภาพเพิ่มขึ้น เหมาะสมกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงตรวจสอบความน่าเชื่อถือของคะแนนการรู้เรื่อง และการให้เหตุผลทางสถิติที่ได้จากการทดลองใช้ชิ้นงานและรูบริกการรู้เรื่องและการให้เหตุผลทางสถิติ ในการจัดการเรียนรู้วิจัยเป็นฐาน

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดเกี่ยวกับการรู้เรื่องและการให้เหตุผลทางสถิติ

จากการทบทวนวรรณกรรม พบว่า มีการให้ความหมายของการรู้เรื่องและการให้เหตุผลทางสถิติ (statistical literacy and resoning) ที่หลากหลายและแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับกลุ่มผู้ใช้สถิติ ระดับเนื้อหาของสถิติที่ศึกษาและองค์ประกอบของสถิติ การประเมินจึงขึ้นอยู่กับสิ่งเหล่านี้ จากการสังเคราะห์เอกสารของ มารยาท โยทองยศ (2557), Sharma (2017) และ Sabbag, Garfield, and Zieffler (2018) ที่ศึกษาเกี่ยวกับการรู้เรื่องและการให้เหตุผลทางสถิติ พบว่า ส่วนใหญ่จะรวมการให้เหตุผลทางสถิติอยู่ในความหมายของการรู้เรื่องทางสถิติ ซึ่งจัดกลุ่มได้ 3 กลุ่ม คือ

กลุ่มที่ 1 ให้ความหมายการรู้เรื่องทางสถิติในระดับพื้นฐานเพื่อการนำไปใช้ในชีวิตประจำวันในฐานะผู้บริโภคสารสนเทศทางสถิติ โดยประเด็นหลักที่ให้ความหมายคล้ายกัน คือ ความสามารถในการเข้าใจ ประเมินผลลัพธ์ทางสถิติเชิงวิพากษ์ ประเด็นที่แตกต่างคือ การเห็นคุณค่าของการใช้สารสนเทศทางสถิติสำหรับตัดสินใจทั้งส่วนตัวและส่วนรวม จากความหมายนี้ การให้เหตุผลทางสถิติจะอยู่ในส่วนของการประเมิน และการวิพากษ์

กลุ่มที่ 2 นักการศึกษาที่สำคัญของกลุ่มนี้คือ Gal (2002) ซึ่งให้นิยามว่า การรู้เรื่องทางสถิติเป็นความสามารถของบุคคลในการตีความและประเมินสารสนเทศทางสถิติในเชิงวิพากษ์ เพื่อโต้แย้ง อภิปรายหรือสื่อสารถึงปฏิกิริยาของผู้คนที่มีต่อสารสนเทศทางสถิติ และเห็นว่าการรู้เรื่องทางสถิติว่ามีโครงสร้างที่ซับซ้อน ครอบคลุมทักษะด้านความรู้ความเข้าใจ (cognitive skills) เกี่ยวข้องกับ 2 องค์ประกอบ คือ ด้านความรู้ (knowledge) และด้านลักษณะนิสัย (dispositions) ที่เป็นทัศนคติหรือการแสดงออก ซึ่งจะดำเนินไปพร้อมกัน ด้านความรู้ ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบที่มีความสัมพันธ์กัน ได้แก่ 1) ความรู้ทางคณิตศาสตร์ (mathematical knowledge) 2) ความรู้ทางสถิติ (statistical knowledge) 3) ความรู้เกี่ยวกับบริบท (knowledge of the context) จะเกิดขึ้นเมื่อผู้คนดูโทรทัศน์อยู่ที่บ้าน อ่าน-หนังสือพิมพ์ เลือกซื้อสินค้าหรือมีส่วนร่วมในกิจกรรมของชุมชน เมื่อแต่ละคนเข้าถึงระดับของการรู้เรื่องทางสถิติอย่างแท้จริงแล้ว จะมีการสะสมฐานความรู้และทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ เพื่อประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันและในการทำงาน 4) ทักษะการรู้เรื่อง (literacy skills) และ 5) การตั้งคำถามเชิงวิพากษ์ (critical questions) ซึ่งจะกระตุ้นให้เกิดการแสดงออกเชิงวิพากษ์ รวมถึงการประเมินสารสนเทศทางสถิติเชิงวิพากษ์ โดยองค์ประกอบทั้ง 5 จะไม่ถูกกำหนดไว้ตายตัวแต่จะเปลี่ยนไปตามบริบทหรือชุดของความรู้ ส่วนองค์ประกอบด้านลักษณะนิสัย (dispositional) เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกถึงการรู้เรื่องทางสถิติที่เกี่ยวข้องกับทัศนคติ (attitudes) และความเชื่อ (beliefs) กระตุ้นให้ประชาชนเป็นนักคิดเชิงวิพากษ์โดยใช้สถิติ

กลุ่มที่ 3 ให้ความหมายการรู้เรื่องทางสถิติที่มีลักษณะเป็นลำดับขั้น เช่น Watson (1997, 2006) จัดลำดับขั้นของการรู้เรื่องทางสถิติออกเป็น 3 ระดับ คือ ระดับที่ 1 การเข้าใจพื้นฐานของความน่าจะเป็นและ

คำศัพท์เกี่ยวกับสถิติ ระดับที่ 2 การเข้าใจภาษาและแนวคิดทางสถิติที่พบเห็นในการอภิปรายทางสังคมและข้ออ้างในสื่อต่าง ๆ ระดับที่ 3 ความรู้เกี่ยวกับวิธีการผลิตสารสนเทศ การรับรู้เหตุการณ์ในชีวิตประจำวัน การใช้เหตุผลเพื่อแก้ปัญหาด้วยตนเอง ส่วน Sanchez (2007) ได้เปรียบเทียบรูปแบบของการรู้เรื่องทางสถิติ ระหว่างรูปแบบเรียงตามลำดับ (sequential model) กับรูปแบบระยะยาว (longitudinal model) พบว่า รูปแบบเรียงลำดับเป็นการรู้เรื่องทางสถิติ 3 ระดับ เริ่มจากการรู้เรื่องเกี่ยวกับสถิติพื้นฐานทั่วไป ระดับที่สองเป็นการให้เหตุผลเกี่ยวกับการใช้สถิติ และระดับสุดท้ายเป็นการคิดเพื่อใช้สถิติแก้ปัญหาในบริบทต่าง ๆ ส่วนรูปแบบระยะยาวแบ่งเป็น 2 ระดับ คือระดับที่ใช้สถิติแบบไม่เป็นทางการซึ่งเป็นการรู้เรื่องเกี่ยวกับสถิติเชิงพรรณนา และระดับที่เป็นทางการเป็นการรู้เรื่องเกี่ยวกับสถิติเชิงอ้างอิง

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ใช้ความหมายของการรู้เรื่องและการให้เหตุผลทางสถิติตามคำนิยามของ Garfield, delMas, and Chance (2003) โดยการรู้เรื่องทางสถิติ หมายถึง ความสามารถของนักศึกษาในการเข้าใจแนวคิด คำศัพท์ และสัญลักษณ์เกี่ยวกับสถิติ สามารถใช้แนวคิดทางสถิติจัดการข้อมูล สร้างการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ และเข้าใจสารสนเทศทางสถิติหรือผลการวิจัย และการให้เหตุผลทางสถิติ หมายถึง ความสามารถของนักศึกษาในการให้เหตุผลด้วยแนวคิดทางสถิติเพื่อทำความเข้าใจกับข้อมูลทางสถิติหรือเชื่อมโยงแนวคิดหนึ่งกับอีกแนวคิดหนึ่งสำหรับการตีความตามข้อมูล การนำเสนอข้อมูลหรือการสรุปข้อมูลทางสถิติ เพื่อใช้เป็นกรอบแนวคิดในการออกแบบชิ้นงาน และรูบริกแบบองค์รวม สำหรับประเมินชิ้นงานการรู้เรื่องและการให้เหตุผลทางสถิติในการจัดการเรียนรู้แบบวิจัยเป็นฐาน

แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบวิจัยเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้แบบวิจัยเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นำเอาการวิจัยมาบูรณาการเข้ากับกระบวนการเรียนรู้ ที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองในบริบทจริง (Dekker & Wolff, 2016) มีพื้นฐานมาจากการสืบสอบ (inquiry method) ที่เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก (problem-based learning) เน้นให้ผู้เรียนสงสัย สืบสวน ทดลอง ค้นหาคำตอบด้วยตนเอง กระบวนการค้นหาและตรวจสอบความรู้ จะทำให้ผู้เรียนมีความใฝ่รู้ สามารถคิดวิเคราะห์ และมีวิจารณญาณ โดยข้อสงสัยหรือปัญหาจะเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความต้องการที่จะค้นหาข้อมูลมาช่วยแก้ปัญหา ผู้สอนต้องเป็นผู้จัดประสบการณ์ เป็นผู้กระตุ้นให้คิด ผู้แนะนำแนวทาง ผู้ช่วยตรวจสอบ วิธีสอนเน้นการสัมมนาเชิงวิเคราะห์ กรณีศึกษา การแก้ปัญหา การทดลอง การทำโครงการ การทำงานวิจัยภายใต้การแนะนำของผู้สอน การทำวิจัยด้วยตนเอง เป็นต้น (จุฑา ธรรมชาติ, 2555)

โดยรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบวิจัยเป็นฐานที่นิยมใช้ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ 1) การนำผลการวิจัยมาจัดการเรียนรู้ โดยเป็นเนื้อหาที่สอน 2) การใช้กระบวนการวิจัย เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้และสืบสอบหาความรู้ได้ด้วยตนเอง จนเกิดองค์ความรู้ในเรื่องที่สนใจและต้องการศึกษา (มณฑา ชุ่มสุคนธ์ และนิลมณี พิทักษ์, 2559; จุฑา ธรรมชาติ, 2555) รูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้กระบวนการวิจัยเป็นกระบวนการเรียนรู้มี 2 ลักษณะ คือ1) รูปแบบที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามลำดับขั้นประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ ขั้นกำหนดปัญหา ขั้นวางแผน ขั้นดำเนินการค้นหาคำตอบ และตรวจสอบคำตอบ ตามแผนที่ได้กำหนดไว้ ขั้นสรุปและนำเสนอผลการค้นหาคำตอบ (มณฑา ชุ่มสุคนธ์ และนิลมณี พิทักษ์, 2559; สำนักพัฒนานวัตกรรมการจัดการศึกษา, 2554 อ้างถึงใน พวงพกา ปวีณบำเพ็ญ, 2017) 2) รูปแบบที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นวงจรการเรียนรู้ที่ไม่สิ้นสุด เป็นการดำเนินการซ้ำ ๆ โดยใช้ปัญหาวิจัยเป็นศูนย์กลาง เมื่อได้คำตอบจากการวิจัยเรื่องหนึ่งแล้วจะต้องเอาผลวิจัยที่ได้มานำไปสู่ความรู้ใหม่ที่ยังมีปัญหาอยู่ แล้วตั้งเป็นคำถามเพื่อทำวิจัยต่อไป กระบวนการวิจัยจึงเป็นกระบวนการที่ไม่สิ้นสุด (Shaban et al., 2015)

การวิจัยนี้ออกแบบชิ้นงานตามวงจรการเรียนรู้แบบวิจัยเป็นฐานตามแนวคิดของ Shaban et al. (2015) ประกอบด้วย 7 ขั้น ได้แก่ 1) ขั้นได้รับ นักศึกษาจะได้รับความรู้พื้นฐานที่เป็นเนื้อหาสาระของรายวิชาอย่างต่อเนื่องตลอดภาคเรียน 2) ขั้นกำหนด ผู้สอนจะกำหนดกรอบงานกว้าง ๆ ให้นักศึกษากำหนดประเด็นปัญหาที่สนใจเพื่อเป็นแบบฝึกหัดการวิจัย 3) ขั้นทบทวนวรรณกรรม นักศึกษาศึกษาหลักการ ทฤษฎี ตัวอย่างการวิเคราะห์ การนำเสนอ บทความวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาการวิจัย จากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ 4) ขั้นออกแบบ นักศึกษาจะกำหนดปัญหา วัตถุประสงค์ และโครงการวิจัย โดยอาจเชื่อมโยงจากปัญหาหรือการแก้ปัญหาที่มีผู้ทำเสร็จแล้วก่อนหน้านี้ ในขั้นการทบทวนวรรณกรรม เพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินงานขั้นต่อไป 5) ขั้นรวบรวม เป็นการค้นหาข้อมูลของนักศึกษาแต่ละคน อาจเป็นข้อมูลของบุคคลที่สามหรือแหล่งข้อมูลทางอินเทอร์เน็ตที่จำเป็นสำหรับการวิจัย 6) ขั้นหาคำตอบ เป็นการ บูรณาการเทคนิคการวิเคราะห์ต่าง ๆ เพื่อหาคำตอบ และ 7) ขั้นแปลผลหรือตีความ เป็นการเขียนสรุปอธิบายผลหรือคำตอบและจัดทำรายงาน

แนวคิดเกี่ยวกับทฤษฎีการสรุปอ้างอิง

ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงเป็นทฤษฎีทางสถิติที่ใช้ตรวจสอบและประเมินความน่าเชื่อถือหรือความเที่ยง (dependability or reliability) ของผลการวัดที่เป็นนามธรรม สามารถประมาณความคลาดเคลื่อนของการวัดได้ว่ามาจากแหล่งใดบ้าง ด้วยปริมาณเท่าใด โดยใช้หลักการวิเคราะห์ความแปรปรวน จะเรียกแหล่งความคลาดเคลื่อนของการวัดว่าองค์ประกอบ (component) หรือฟาเซท (facet) ซึ่งมีความหมายเหมือนกับคำว่าการกระทำ (treatment) ในการออกแบบการทดลอง (Shavelson & Webb, 1991; สังวรณ์ งัดกระโทก, 2557) การศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

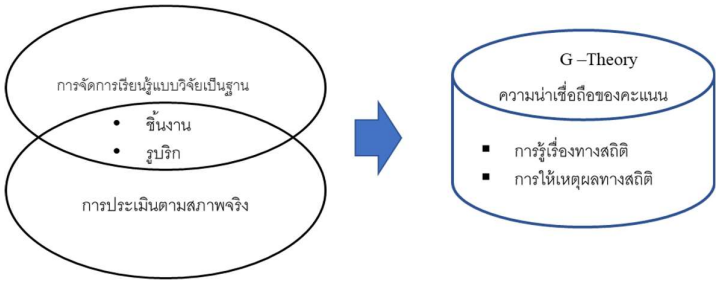
1) การศึกษาจี (generalizability study) หรือการศึกษาเพื่อสรุปอ้างอิง เป็นการประมาณค่าองค์ประกอบของความแปรปรวนแต่ละส่วน ว่ามีผลต่อความคลาดเคลื่อนในการวัดมากน้อยเพียงใด องค์ประกอบของความแปรปรวนจะมีจำนวนมากหรือน้อยเพียงใดนั้น ขึ้นอยู่กับรูปแบบการศึกษา เช่น แบบครอส (crossed) ใช้เมื่อให้เป้าหมายของการวัดได้รับเงื่อนไขเหมือนกันในทุกระดับ เช่น การวัดเกี่ยวกับแนวคิดทางวิชาการของผู้เรียน (p) โดยให้ผู้เรียนเลือกตอบคำถาม (i) ในแต่ละด้านอย่างสุ่มจำนวน 3 ข้อจากคำถามทั้งหมด ให้คะแนนตามระดับของลิเคิร์ต เรียงลำดับจาก 1 ถึง 5 คะแนน จำนวน 2 ครั้ง (o) ในเวลา 2 สัปดาห์ เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ p x i x o ซึ่งรูปแบบนี้จะมีจำนวนองค์ประกอบของความแปรปรวนมากที่สุด (Shavelson & Webb, 1991; Alkharusi, 2012; Lin, 2015) แบบสอดแทรก (nested) ใช้เมื่อออกแบบให้เป้าหมายของการวัดได้รับเงื่อนไขของการวัดแตกต่างกัน เช่น การให้คะแนนผู้สอบ (p) แต่ละกลุ่มจับคู่กันกับผู้ประเมิน (r) ความซับซ้อนของการสลับคู่และการซ้อนทับกันระหว่างผู้ประเมินที่ให้คะแนนผู้สอบต่างกลุ่มกัน ทำให้ความแปรปรวนของผู้ประเมินรวมอยู่กับความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนไม่สามารถแยกได้ เรียกว่า ผู้ประเมินสอดแทรกในผู้สอบ หรือการสอบสัมภาษณ์โดยใช้ผู้สัมภาษณ์หลายชุด เรียกว่า ผู้สัมภาษณ์สอดแทรกในผู้สอบ เนื่องจากผู้สอบแต่ละคนได้รับการสัมภาษณ์และให้คะแนนโดยผู้สัมภาษณ์ต่างกัน เป็นต้น เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ r : p (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555; Lin, 2015) แบบผสม (mixed) เป็นการออกแบบที่มีทั้งแบบครอสและแบบสอดแทรกอยู่ด้วยกัน เช่น สุ่มตัวอย่างผู้เรียน 10 คน (p) ให้ทำข้อสอบ (i) ชุดเดียวกัน 4 ข้อ สอบ 2 ครั้ง (o) โดยข้อสอบครั้งที่ 1 และ 2 เป็นข้อสอบคนละชุด รูปแบบการวิเคราะห์ข้อมูลชุดนี้ ประกอบด้วย 2 ฟาเซทคือ ฟาเซทข้อสอบและฟาเซทครั้งที่สอบ เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ p x (i : o) (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555)

2) การศึกษาดี (decision study) หรือการศึกษาเพื่อการตัดสินใจ เป็นการใช้ผลจากการศึกษาจี มาสร้างสารสนเทศสำหรับใช้ในการตัดสินใจวางแผน ออกแบบกระบวนการวัด เมื่อเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขของการวัดใน

รูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด (minimizes error) เท่าที่จะยอมรับได้ หรือเพื่อให้ผลการประเมินมีความน่าเชื่อถือในระดับที่ต้องการ เรียกว่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (generalizability coefficient) โดยการตัดสินใจจะใช้ในลักษณะเดียวกันกับสัมประสิทธิ์ความเที่ยง (reliability coefficient) สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ตามลักษณะของการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนในการวัด คือ 1) สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงสัมพัทธ์ (relative generalizability coefficient) หรือสัมประสิทธิ์จี (G coefficient) ใช้สำหรับการตัดสินใจแบบสัมพัทธ์ (relative decisions) หรือแบบอิงกลุ่ม (norm-referenced) เน้นการจัดอันดับของแต่ละคน 2) สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงสัมบูรณ์ (absolute generalizability coefficient) หรือดัชนีความน่าเชื่อถือ (dependability index) เรียกว่า สัมประสิทธิ์ฟี (phi coefficient : ☒) ใช้ตัดสินใจแบบอิงเกณฑ์ (criterion or domain-referenced) เช่น การสอบของนักศึกษาระดับปริญญาโทหลักสูตรหนึ่ง จะจบหลักสูตรได้ เมื่อทำข้อสอบถูกร้อยละ 80 ขึ้นไป เป็นต้น (Shavelson & Webb, 1991; ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555; สังวรณ์ งัดกระโทก, 2557)

กรอบแนวคิดในการวิจัย

ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิง ตรวจสอบความน่าเชื่อถือของคะแนนการรู้เรื่องและการให้เหตุผลทางสถิติที่ได้จากการทดลองใช้ชิ้นงาน ซึ่งชิ้นงานถูกออกแบบตามวงจรการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาการวิจัยเป็นศูนย์กลาง ของ Shaban et al. (2015) สำหรับใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบวิจัยเป็นฐานและประเมินโดยใช้รูบริกแบบองค์รวม ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนของ กมลวรรณ ดังธนกานนท์ (2557) และพิชิต ฤทธิ์จรูญ (2562) ได้กรอบแนวคิดการวิจัย ดังภาพ 1



ภาพ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและตัวอย่าง

ประชากร เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่เรียน รายวิชาความน่าจะเป็นและสถิติ หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต (หลักสูตร 4 ปี) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562

ตัวอย่าง เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต (หลักสูตร 4 ปี) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาความน่าจะเป็นและสถิติ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 30 คน ได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม

เครื่องมือวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย 1) ชิ้นงานการรู้เรื่องและการให้เหตุผลทางสถิติเชิงพรรณนา 6 ชิ้นงาน และชิ้นงานการรู้เรื่องและการให้เหตุผลทางสถิติเชิงอ้างอิง 5 ชิ้นงาน 2) รูบริกแบบองค์รวม 1 ชุด สำหรับใช้ประเมินการรู้เรื่องและการให้เหตุผลทางสถิติทุกชิ้นงาน 3) แบบบันทึกคะแนนการรู้เรื่องและการให้เหตุผลทางสถิติจากชิ้นงาน ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของคะแนนการรู้เรื่องและการให้เหตุผลทางสถิติ ของแต่ละชิ้นงานโดยใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิง ซึ่งพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง 2 ค่า คือ สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงแบบสัมพัทธ์ (สัมประสิทธิ์จี) และสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงแบบสัมบูรณ์ (สัมประสิทธิ์ฟี) รูปแบบการวิเคราะห์ เงื่อนไขของการวัด และสัญลักษณ์มีความหมายดังนี้ p แทน นักศึกษา r แทน ผู้ประเมิน ประกอบด้วย ผู้สอน นักศึกษาประเมินชิ้นงานของตนองและนักศึกษาประเมินชิ้นงานของเพื่อน และ t แทน ชิ้นงาน โดยประเมินชิ้นงานละ 2 ชิ้น ชิ้นงานการรู้เรื่องและการให้เหตุผลทางสถิติเชิงพรรณนา ใช้ชิ้นงาน 1) สร้างตารางแจกแจงความถี่แบบทางเดียว และ 2) สร้างตารางแจกแจงความถี่แบบสองทาง ชิ้นงานการรู้เรื่องและการให้เหตุผลทางสถิติเชิงอ้างอิง ใช้ชิ้นงาน 1) ทดสอบสมมุติฐานโดยใช้สถิติทดสอบทีเพื่อตอบสมมุติฐานข้อ 1 2) ทดสอบสมมุติฐานโดยใช้สถิติทดสอบทีเพื่อตอบสมมุติฐานข้อ 2 รูปแบบการวิเคราะห์แบ่งออกเป็น 4 กรณี ได้แก่ 1) ผู้ประเมิน 1 คน เป็นผู้สอนประเมินชิ้นงานทุกชิ้น รูปแบบการวิเคราะห์ แทนด้วยสัญลักษณ์ p x t 2) ผู้ประเมิน 2 คน เป็นผู้สอนและนักศึกษาประเมินชิ้นงานของตนเอง 3) ผู้ประเมิน 2 คน เป็นผู้สอนและนักศึกษาประเมินชิ้นงานของเพื่อน 4) ผู้ประเมิน 3 คน เป็นผู้สอน นักศึกษาประเมินชิ้นงานของตนเอง และนักศึกษาประเมินชิ้นงานของเพื่อน กรณีที่ 2 ถึงกรณีที่ 4 ชิ้นงานแต่ละชิ้นถูกประเมินโดยผู้ประเมินต่างชุดกัน รูปแบบการวิเคราะห์เป็นแบบผสมประกอบด้วย 2 ฟาเซท โดยผู้ประเมินสอดแทรกอยู่ในชิ้นงาน แทนด้วยสัญลักษณ์ p x (r : t)

ผลการวิจัย

1. กรณีผู้ประเมิน 1 คน เป็นผู้สอนประเมินชิ้นงานทุกชิ้น ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของความแปรปรวน พบว่าคะแนนการรู้เรื่องและการให้เหตุผลทางสถิติที่ได้จากชิ้นงานการรู้เรื่องและการให้เหตุผลทางสถิติเชิงอ้างอิง สามารถแยกความแตกต่างระหว่างนักศึกษาแต่ละคนได้มากถึง ร้อยละ 41.52 และ 49.84 ตามลำดับ ส่วนคะแนนการรู้เรื่องทางสถิติจากชิ้นงานการรู้เรื่องและการให้เหตุผลทางสถิติเชิงพรรณนา สามารถแยกความแตกต่างระหว่างระหว่างนักศึกษาได้ค่อนข้างน้อย (ร้อยละ 2.25) แต่คะแนนการให้เหตุผลทางสถิติสามารถแยกความแตกต่างระหว่างนักศึกษาได้ถึงร้อยละ 53.52 เมื่อพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง พบว่า คะแนนการรู้เรื่องและการให้เหตุผลทางสถิติจากชิ้นงานการรู้เรื่องและการให้เหตุผลทางสถิติเชิงอ้างอิง สามารถใช้สรุปอ้างอิงได้ .595 และ .722 มีความน่าเชื่อถือ .587 และ .665 ตามลำดับ คะแนนการรู้เรื่องทางสถิติที่ได้จากชิ้นงานการรู้เรื่องและการให้เหตุผลทางสถิติเชิงพรรณนา สามารถใช้สรุปอ้างอิงได้เพียง .057 และมีความน่าเชื่อถือ .043 แต่คะแนนการให้เหตุผลทางสถิติสามารถใช้สรุปอ้างอิงได้ใกล้เคียงกับชิ้นงานการรู้เรื่องและการให้เหตุผลทางสถิติเชิงอ้างอิง โดยสามารถสรุปอ้างอิงและมีความน่าเชื่อถือเท่ากับ .708 และ .700 ดังรายละเอียดในตาราง 1

ตาราง 1 ผลการศึกษาจี รูปแบบ p x t ของคะแนนการรู้เรื่องและการให้เหตุผลทางสถิติ

แหล่งความแปรปรวน	ชิ้นงานสถิติเชิงพรรณนา				ชิ้นงานสถิติเชิงอ้างอิง			
	องค์ประกอบของความแปรปรวน		ร้อยละขององค์ประกอบของความแปรปรวน		องค์ประกอบของความแปรปรวน		ร้อยละขององค์ประกอบของความแปรปรวน	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
p	.018	.583	2.25	53.52	.722	1.540	**41.52**	**49.84**
t	.202	.020	24.72	1.81	.034	.366	1.98	11.83
p x t	.598	.480	73.03	44.37	.982	1.184	56.50	38.33
ผลรวม	.818	1.083	100.00	100.00	1.738	3.090	100.00	100.00

ตาราง 1 (ต่อ) ผลการศึกษาจี รูปแบบ p x t ของคะแนนการรู้เรื่องและการให้เหตุผลทางสถิติ

	ชิ้นงานสถิติเชิงพรรณนา		ชิ้นงานสถิติเชิงอ้างอิง	
ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน	(1)	(2)	(1)	(2)
แบบสัมพัทธ์	.299	.240	.491	.592
แบบสัมบูรณ์	.400	.250	.508	.775
ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัด				
แบบสัมพัทธ์	.547	.490	.701	.769
แบบสัมบูรณ์	.632	.500	.713	.880
สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง				
สัมประสิทธิ์จี	**.057**	**.708**	**.595**	**.722**
สัมประสิทธิ์ฟี	**.043**	**.700**	**.587**	**.665**

หมายเหตุ (1) การรู้เรื่องทางสถิติ (2) การให้เหตุผลทางสถิติ

2. กรณีผู้ประเมิน 2 คน เป็นผู้สอนและนักศึกษาประเมินชิ้นงานของตนเอง ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของความแปรปรวน พบว่า คะแนนการรู้เรื่องและการให้เหตุผลทางสถิติจากชิ้นงานการรู้เรื่องและการให้เหตุผลทางสถิติเชิงอ้างอิง สามารถแยกความแตกต่างระหว่างนักศึกษาแต่ละคนได้ค่อนข้างดี และสามารถใช้สรุปอ้างอิงได้ .516 และ .685 มีความน่าเชื่อถือ .427 และ .637 ตามลำดับ ขณะที่ชิ้นงานการรู้เรื่องและการให้เหตุผลทางสถิติเชิงพรรณนา สามารถแยกความแตกต่างระหว่างนักศึกษาได้น้อยมาก ใช้สรุปอ้างอิงได้เพียง .069 และ .211 มีความน่าเชื่อถือ .063 และ .202 ตามลำดับ ดังรายละเอียดในตาราง 2

ตาราง 2 ผลการศึกษาจี รูปแบบ p x t ของคะแนนการรู้เรื่องและการให้เหตุผลทางสถิติ เมื่อผู้ประเมินเป็นผู้สอนและนักศึกษาประเมินชิ้นงานของตนเอง

แหล่งความแปรปรวน	ชิ้นงานสถิติเชิงพรรณนา				ชิ้นงานสถิติเชิงอ้างอิง			
	องค์ประกอบของความแปรปรวน		ร้อยละขององค์ประกอบของความแปรปรวน		องค์ประกอบของความแปรปรวน		ร้อยละขององค์ประกอบของความแปรปรวน	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
p	.016	.119	1.76	7.13	.452	1.152	20.31	36.57
t	.009	0	.99	0	.243	.257	10.93	8.17
p x t	.057	.336	6.28	20.14	.407	.376	18.30	11.93
r : t	.082	.107	9.03	6.41	.241	0	10.84	0
p x (r : t)	.744	1.106	81.94	66.31	.881	1.365	39.62	43.32
ผลรวม	.908	1.668	100.00	100.00	2.224	3.151	100.00	100.00

	ชินงานสถิติเชิงพรรณนา		ชินงานสถิติเชิงอ้างอิง	
ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน	(1)	(2)	(1)	(2)
แบบสัมพัทธ์	.215	.445	.424	.529
แบบสัมบูรณ์	.240	.471	.606	.658
ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัด				
แบบสัมพัทธ์	.463	.667	.651	.727
แบบสัมบูรณ์	.489	.686	.778	.811
สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง				
สัมประสิทธิ์จี	.069	.211	.516	.685
สัมประสิทธิ์ฟี	.063	.202	.427	.637

หมายเหตุ (1) การรู้เรื่องทางสถิติ (2) การให้เหตุผลทางสถิติ

3. กรณีผู้ประเมิน 2 คน เป็นผู้สอนและนักศึกษาประเมินชิ้นงานของเพื่อน ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของความแปรปรวน พบว่า คะแนนการให้เหตุผลทางสถิติของชิ้นงานการรู้เรื่องและการให้เหตุผลทางสถิติเชิงพรรณนาและสถิติเชิงอ้างอิง สามารถแยกความแตกต่างระหว่างนักศึกษาได้มากกว่าคะแนนการรู้เรื่องทางสถิติ โดยคะแนนการรู้เรื่องทางสถิติจากชิ้นงานการรู้เรื่องและการให้เหตุผลทางสถิติเชิงพรรณนา สามารถแยกความแตกต่างระหว่างนักศึกษาได้ค่อนข้างน้อย และมีสัดส่วนความแปรปรวนจากผู้ประเมินที่สอดแทรกอยู่ในชิ้นงานถึงร้อยละ 25.71 ในขณะที่ความแปรปรวนจากชิ้นงานเป็นศูนย์ แสดงว่าแหล่งความแปรปรวนของคะแนนการรู้เรื่องทางสถิติของชิ้นงานสถิติเชิงพรรณนามาจากผู้ประเมิน คะแนนการรู้เรื่องทางสถิติที่ได้จากชิ้นงานการรู้เรื่องและการให้เหตุผลทางสถิติเชิงพรรณนาและสถิติเชิงอ้างอิงสามารถใช้สรุปอ้างอิงได้ค่อนข้างน้อย แต่คะแนนการให้เหตุผลทางสถิติ สามารถใช้สรุปอ้างอิงได้และมีความน่าเชื่อถือ ในระดับปานกลาง ดังรายละเอียดในตาราง 3

ตาราง 3 ผลการศึกษาจี รูปแบบ p x t ของคะแนนการรู้เรื่องและการให้เหตุผลทางสถิติ เมื่อผู้ประเมินเป็นผู้สอนและนักศึกษาประเมินชิ้นงานของเพื่อน

แหล่งความแปรปรวน	ชินงานสถิติเชิงพรรณนา				ชินงานสถิติเชิงอ้างอิง			
	องค์ประกอบของความแปรปรวน		ร้อยละขององค์ประกอบของความแปรปรวน		องค์ประกอบของความแปรปรวน		ร้อยละขององค์ประกอบของความแปรปรวน	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
p	.033	.446	2.36	**23.61**	.209	1.06	11.53	**30.13**
t	0	.052	0	2.75	.094	.007	5.19	.20
p x t	.040	.315	2.83	16.68	.49	.676	27.04	19.22
r : t	.364	.014	25.71	0.74	.103	.463	5.68	13.16
p x (r : t)	.977	1.062	69.10	56.22	.916	1.312	50.55	37.29
ผลรวม	1.415	1.889	100.00	100.00	1.812	3.518	100.00	100.00

ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน	ชิ้นงานสถิติเชิงพรรณนา		ชิ้นงานสถิติเชิงอ้างอิง	
	(1)	(2)	(1)	(2)
แบบสัมพัทธ์	.264	.423	.474	.666
แบบสัมบูรณ์	.355	.453	.547	.785
ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัด				
แบบสัมพัทธ์	.514	.650	.688	.816
แบบสัมบูรณ์	.596	.673	.739	.886
สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง				
สัมประสิทธิ์จี	.111	.513	.306	.614
สัมประสิทธิ์ฟี	.085	.496	.277	.574

หมายเหตุ (1) การรู้เรื่องทางสถิติ (2) การให้เหตุผลทางสถิติ

4. กรณีผู้ประเมิน 3 คน เป็นผู้สอน นักศึกษาประเมินชิ้นงานของตนเอง และนักศึกษาประเมินชิ้นงานของเพื่อน ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของความแปรปรวน พบว่า คะแนนการให้เหตุผลทางสถิติที่ได้จากชิ้นงานการรู้เรื่องและการให้เหตุผลทางสถิติเชิงพรรณนาและสถิติเชิงอ้างอิง สามารถแยกความแตกต่างระหว่างนักศึกษาแต่ละคนได้ดีกว่าคะแนนการรู้เรื่องทางสถิติ สัดส่วนความแปรปรวนของคะแนนการรู้เรื่องทางสถิติของชิ้นงานการรู้เรื่องและการให้เหตุผลทางสถิติเชิงพรรณนา ที่เกิดจากผู้ประเมินสอดแทรกอยู่ในชิ้นงานมีถึง 14.28 ขณะที่ชิ้นงานมีสัดส่วนเป็น 0 แสดงว่าผู้ประเมินให้คะแนนการรู้เรื่องทางสถิติในชิ้นงานนี้แตกต่างกัน ซึ่งคะแนนการรู้เรื่องและการให้เหตุผลทางสถิติ ที่ได้จากชิ้นงานการรู้เรื่องและการให้เหตุผลทางสถิติเชิงพรรณนาและสถิติเชิงอ้างอิงสามารถใช้สรุปอ้างอิงได้ .485 – .717 และมีความน่าเชื่อถืออยู่ในช่วง .402 – .684 ดังรายละเอียดในตาราง 4

© 2022 Faculty of Education, Chulalongkorn University

ตาราง 4 ผลการศึกษาจี รูปแบบ p x t ของคะแนนการรู้เรื่องและการให้เหตุผลทางสถิติ เมื่อผู้ประเมินเป็นผู้สอนและนักศึกษาประเมินชิ้นงานของตนเอง และนักศึกษาประเมินชิ้นงานของเพื่อน

แหล่งความแปรปรวน	ชิ้นงานสถิติเชิงพรรณนา				ชิ้นงานสถิติเชิงอ้างอิง			
	องค์ประกอบของความแปรปรวน		ร้อยละขององค์ประกอบของความแปรปรวน		องค์ประกอบของความแปรปรวน		ร้อยละขององค์ประกอบของความแปรปรวน	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
p	.163	.352	13.46	**17.66**	.335	1.209	**16.47**	**35.93**
t	0	0	0	0	.249	.09	12.24	2.67
p x t	.036	.349	2.90	17.54	.395	.51	19.42	15.16
r : t	.173	.091	**14.28**	4.59	.118	.223	5.80	6.63
p x (r : t)	.840	1.200	69.31	60.21	.937	1.333	46.07	39.61
ผลรวม	1.213	1.992	100.00	100.00	2.034	3.365	100.00	100.00

ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน	ชิ้นงานสถิติเชิงพรรณนา		ชิ้นงานสถิติเชิงอ้างอิง	
	(1)	(2)	(1)	(2)
แบบสัมพัทธ์	.158	.375	.354	.477
แบบสัมบูรณ์	.187	.390	.498	.559
ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัด				
แบบสัมพัทธ์	.397	.612	.595	.691
แบบสัมบูรณ์	.432	.624	.706	.748
สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง				
สัมประสิทธิ์จี	.508	.485	.486	.717
สัมประสิทธิ์ฟี	.466	.475	.402	.684

หมายเหตุ (1) การรู้เรื่องทางสถิติ (2) การให้เหตุผลทางสถิติ

ถ้าต้องการให้คะแนนการรู้เรื่องและการให้เหตุผลทางสถิติที่ได้จากชิ้นงานการรู้เรื่องและการให้เหตุผลทางสถิติเชิงพรรณนาและสถิติเชิงอ้างอิง สามารถใช้สรุปอ้างอิงและมีความน่าเชื่อถือตั้งแต่ .8 ขึ้นไป จะต้องใช้ผู้ประเมินอย่างน้อย 5 คน เพื่อประเมินชิ้นงานแต่ละชิ้นอย่างน้อยคนละ 4 ชิ้น ดังรายละเอียดในตาราง 5 และตาราง 6

ตาราง 5 ผลการศึกษาดี รูปแบบ p x (r : t) ของคะแนนการรู้เรื่องและการให้เหตุผลทางสถิติ เมื่อเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ประเมินและจำนวนชิ้นงานในชิ้นงานสถิติเชิงพรรณนา

	n_r'	3	5		6		8	
	n_t'	4	4		5		5	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
$\hat{\sigma}^2(\delta)$	.079	.187	.051	.147	.035	.110	.028	.100
$\hat{\sigma}^2(\Delta)$	.093	.195	.060	.152	.041	.113	.033	.102
SEM(δ)	.281	.433	.226	.384	.188	.331	.168	.316
SEM(Δ)	.306	.441	.244	.390	.202	.336	.180	.319
$E\hat{\rho}^2$	.674	.653	.762	.705	.822	.762	.853	.779
$\hat{\emptyset}$	.636	.644	.732	.699	.799	.757	.834	.775

หมายเหตุ $\hat{\sigma}^2(\delta)$ และ $\hat{\sigma}^2(\Delta)$ แทน ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนของการวัดแบบสัมพัทธ์และแบบสัมบูรณ์, $SEM(\delta)$ และ $SEM(\Delta)$ แทน ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัดแบบสัมพัทธ์และแบบสัมบูรณ์, $E\hat{\rho}^2$ และ $\hat{\emptyset}$ แทน สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงสัมพัทธ์และสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงสัมบูรณ์

ตาราง 6 ผลการศึกษาดี รูปแบบ p x (r : t) ของคะแนนการรู้เรื่องและการให้เหตุผลทางสถิติ เมื่อเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ประเมินและจำนวนชิ้นงานในชิ้นงานสถิติเชิงอ้างอิง

	n_r'	3		5		6		8	
	n_t'	4		4		5		5	
		(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
$\hat{\sigma}^2(\delta)$		.177	.239	.146	.194	.110	.146	.102	.135
$\hat{\sigma}^2(\Delta)$		.249	.280	.214	.228	.164	.172	.155	.159
SEM(δ)		.421	.488	.382	.441	.332	.383	.320	.368
SEM(Δ)		.499	.529	.462	.477	.405	.415	.394	.399
$E\hat{\rho}^2$		.655	.835	.697	.862	.752	.892	.766	.899
$\hat{\emptyset}$		.574	.812	.610	.841	.671	.876	.683	.884

หมายเหตุ $\hat{\sigma}^2(\delta)$ และ $\hat{\sigma}^2(\Delta)$ แทน ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนของการวัดแบบสัมพัทธ์และแบบสัมบูรณ์, $SEM(\delta)$ และ $SEM(\Delta)$ แทน ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัดแบบสัมพัทธ์และแบบสัมบูรณ์, $E\hat{\rho}^2$ และ $\hat{\emptyset}$ แทน สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงสัมพัทธ์และสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงสัมบูรณ์

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของคะแนนการรู้เรื่องและการให้เหตุผลทางสถิติ พบว่า คะแนนการรู้เรื่องทางสถิติที่ได้จากชิ้นงานการรู้เรื่องและการให้เหตุผลทางสถิติเชิงพรรณนา สามารถแยกความแตกต่างระหว่างนักศึกษาแต่ละคนได้ค่อนข้างน้อยเมื่อใช้ผู้ประเมิน 1 หรือ 2 คน แต่จะสามารถแยกความแตกต่างระหว่างนักศึกษาได้ดีขึ้นเมื่อใช้ผู้ประเมินตั้งแต่ 3 คนขึ้นไป และมีข้อสังเกตว่าการใช้นักศึกษาประเมินชิ้นงานของตนเองร่วมกับผู้สอน คะแนนการรู้เรื่องทางสถิติที่ได้จะแยกความแตกต่างระหว่างนักศึกษาได้น้อยกว่าการใช้นักศึกษาประเมินชิ้นงานของเพื่อน เมื่อพิจารณาที่ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง พบว่า การใช้ผู้ประเมินเป็นผู้สอนคนเดียวหรือใช้ผู้ประเมิน 2 คน ที่เป็นผู้สอนและนักศึกษาประเมินชิ้นงานของตนเอง หรือผู้สอนและนักศึกษาประเมินชิ้นงานของเพื่อน คะแนนที่ได้จะสามารถใช้สรุปอ้างอิงและมีความน่าเชื่อถือได้ใกล้เคียงกัน และพบว่าการใช้นักศึกษาประเมินชิ้นงานของเพื่อน คะแนนที่ได้จะสามารถใช้สรุปอ้างอิงและมีความน่าเชื่อถือได้มากกว่าการให้นักศึกษาประเมินชิ้นงานของตนเอง ซึ่งเกิดจากความลำเอียงของนักศึกษา ส่วนคะแนนการให้เหตุผลทางสถิติที่ประเมินได้จากชิ้นงานการรู้เรื่องและการให้เหตุผลทางสถิติเชิงพรรณนา การใช้ผู้ประเมินเป็นผู้สอนเพียงคนเดียวสามารถแยกความแตกต่างระหว่างนักศึกษาได้ดีกว่าการใช้นักศึกษา 2 คน หรือ 3 คน เป็นผู้ประเมินร่วมกับผู้สอน และคะแนนที่ได้ก็สามารถใช้สรุปอ้างอิงและมีความน่าเชื่อถือสูงกว่า อาจจะเกิดจากกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 เคยผ่านการเรียนสถิติเชิงพรรณนามาแล้วในระดับมัธยมศึกษา ซึ่งสามารถวิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอข้อมูลได้ แต่ไม่สามารถบอกเหตุผลของการเลือกใช้สถิติเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลได้ รวมถึงยังไม่สามารถเชื่อมโยงผลการวิเคราะห์เพื่อตอบวัตถุประสงค์การวิจัยได้ จึงทำให้คะแนนการรู้เรื่องทางสถิติแยกความแตกต่างระหว่างนักศึกษาได้น้อย แต่คะแนนการให้เหตุผลทางสถิติสามารถแยกความแตกต่างระหว่างนักศึกษาได้มากกว่า สำหรับคะแนนการรู้เรื่องและการให้เหตุผลทางสถิติที่ประเมินได้จากชิ้นงานการรู้เรื่องและการให้เหตุผลทางสถิติเชิงอ้างอิง สามารถแยกความแตกต่างระหว่างนักศึกษาได้ค่อนข้างมาก เมื่อใช้ผู้ประเมินเป็นผู้สอนเพียงคนเดียวและให้ผลใกล้เคียงกันกับการใช้ผู้ประเมิน 2 คน ที่เป็นนักศึกษาประเมินชิ้นงานของตนเองและนักศึกษาประเมินชิ้นงานของเพื่อน แสดงว่าคะแนนการรู้เรื่องและการให้เหตุผลทางสถิติที่ได้จากชิ้นงานการรู้เรื่องและการให้เหตุผลทางสถิติเชิงอ้างอิงสามารถแยกความแตกต่างระหว่างนักศึกษาได้ดี แม้ว่าจะใช้ผู้ประเมินที่เป็นผู้สอนเพียงคนเดียว คะแนนที่ได้ก็สามารถใช้สรุปอ้างอิงและมีความน่าเชื่อถือ แต่ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัดสูง ถ้าต้องการให้คะแนนมีความเที่ยงสูงขึ้น และลดความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัด จะต้องเพิ่มจำนวนผู้ประเมิน

© 2022 Faculty of Education, Chulalongkorn University

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. จากผลการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของคะแนนการรู้เรื่องและการให้ผลทางสถิติที่ได้จากชิ้นงานการรู้เรื่องและการให้เหตุผลทางสถิติเชิงพรรณนาและสถิติเชิงอ้างอิง โดยใช้รูบริกแบบองค์รวมเพียง 1 ชุด พบว่าชิ้นงานการรู้เรื่องและการให้เหตุผลทางสถิติเชิงพรรณนาและสถิติเชิงอ้างอิง สามารถแยกความแตกต่างของนักศึกษาได้ โดยใช้ชิ้นงานแต่ละชิ้นเพียง 2 ชิ้นงาน และใช้ผู้ประเมินเป็นผู้สอนเพียงคนเดียว แต่ถ้าต้องการให้คะแนนมีความเที่ยงมากกว่า .8 ควรใช้ชิ้นงานแต่ละชิ้นอย่างน้อย 4 ชิ้น และใช้ผู้ประเมินอย่างน้อย 5 คน โดยเป็นผู้สอน 1 คน และนักศึกษาประเมินชิ้นงานของเพื่อน 4 คน

2. จากผลการวิจัย พบว่า การใช้ผู้สอนประเมินชิ้นงานเพียงคนเดียว คะแนนการให้เหตุผลทางสถิติที่ได้สามารถแยกความแตกต่างระหว่างนักศึกษาแต่ละคนได้มากกว่าหรือใกล้เคียงกับการใช้ผู้ประเมิน 2 คน หรือ 3 คน ที่เป็นนักศึกษาประเมินชิ้นงานของตนเองหรือนักศึกษาประเมินชิ้นงานของเพื่อน ทั้งชิ้นงานการรู้เรื่องและการให้เหตุผลทางสถิติเชิงพรรณนาและสถิติเชิงอ้างอิง แต่ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัดจะสูงกว่า การนำผลการวิจัยไปใช้เพื่อประเมินการให้เหตุผลทางสถิติโดยใช้นักศึกษาเป็นผู้ประเมิน ควรมีการจัดอบรมเพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้รูบริกที่เน้นการให้เหตุผลทางสถิติ จะช่วยให้คะแนนที่ได้สามารถใช้สรุปอ้างอิงและมีความน่าเชื่อถือเพิ่มมากขึ้น และช่วยให้ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัดลดลงได้

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

การใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงในการตรวจสอบครั้งนี้ออกแบบการวิเคราะห์เป็นแบบผสม ซึ่งองค์ประกอบความแปรปรวนบางส่วนรวมอยู่กับความคลาดเคลื่อนสุ่ม การวิจัยครั้งต่อไป ถ้าต้องการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของผลการวัดโดยใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิง ควรออกแบบการวิเคราะห์แบบครอสจะทำให้สามารถแยกแหล่งความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนได้มากกว่า การออกแบบการวิเคราะห์แบบสอดแทรกหรือแบบผสม ยกเว้นว่าไม่สามารถจัดเงื่อนไขในการทดลองให้เหมือนกันได้ จึงเลือกออกแบบการวิเคราะห์เป็นแบบผสมหรือแบบสอดแทรก

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กมลวรรณ ดังธนกานนท์. (2557). การวางแผนการสร้างเครื่องมือวัดทักษะพิสัย. ใน *เอกสารการสอนชุดวิชาการพัฒนาเครื่องมือวัดด้านเจตพิสัยและทักษะพิสัยหน่วยที่ 9-15* (พิมพ์ครั้งที่ 3) (หน้า 11-1–11-34). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

จุฑา ธรรมชาติ. (2555). *การวิจัยและพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบใช้วิจัยเป็นฐานในรายวิชาการวิจัยทางการศึกษา*. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2562). เกณฑ์การให้คะแนน : เครื่องมือสำหรับครูเพื่อประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้ที่เที่ยงตรงและยุติธรรม. *วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ.*, *12*(1), 1–16.

พวงผกา ปวีณบำเพ็ญ. (2560). การจัดการเรียนรู้แบบวิจัยเป็นฐาน. *CMU Journal of Education*, *1*(2), 62–70.

ไพฑูรย์ สินลารัตน์. (2555). *หลักและเทคนิคการสอนระดับอุดมศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 3). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

มารยาท โยทองยศ. (2556). *การพัฒนาโมเดลการวัดความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของการรู้สถิติของนิสิตปริญญาตรีที่มีภูมิหลังเป็นตัวแปรกำกับ: การเปรียบเทียบระหว่าง PLS-SEM และ CB-SEM* [วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย]. Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR). http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/42996

มณฑา ชุ่มสุคนธ์ และนิลมณี พิทักษ์. (2559). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดย RBL ในการสอนรายวิชาการศึกษาเพื่อการพัฒนาสิ่งแวดล้อม. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, *39*(4), 41–52.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2555). *ทฤษฎีการทดสอบแนวใหม่* (พิมพ์ครั้งที่ 4). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สังวรณ์ งัดกระโทก. (2557). ทฤษฎีการสรุปอ้างอิง. ใน *เอกสารประกอบการสอนชุดวิชา การพัฒนาเครื่องมือวัดด้านพุทธิพิสัย หน่วยที่ 1–7* (พิมพ์ครั้งที่ 4) (หน้า 2-42–2-57). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ภาษาอังกฤษ

American Statistical Association (ASA). (2016). *Guidelines for assessment and instruction in statistics education college report*. http://www.amstat.org/education/gaise

Alkharusi, H. (2012). Generalizability theory: An analysis of variance approach to measurement problems in educational assessment. *Journal of Studies in Education. 2*(1), 184–196. https://doi.org/10.5296/jse.v2il.1227

Budgett, S., & Pfannkuch, M. (2007). Assessing students' statistical literacy. In L. Weldon, B. Phillips, & T. Shea (Eds.), *IASE/ISI-Satellite Conference on Assessing Student Learning in Statistics*. International Association for Statistical Education.

Dekker, H., & Wolff, S. W. (2016). *Re-inventing research-based teaching and learning*: Centre for Education and Learning (CEL).

Estuhono, Festiyed, & Bentri, A. (2019). Preliminary research of developing a research based learning model integrated by scientific approach on physics learning in senior high school. *Journal of Physics: Conference Series*. *1185*, Article 012041. http://www.doi.org/10.1088/1742-6596/1185/1/012041

Gal, I. (2002). Adults' statistical literacy: Meanings, components, international statistical review. *International Statistical Institute*. *70*(1), 1–51.

Garfield, J., delMas, R., & Chance, B. (2003, April). The web-based ARTIST: Assessment resource tools for improving statistical thinking [Paper presentation]. Assessment of Statistical Seasoning to Enhance Educational Quality, AERA Annual Meeting, Chicago, USA.

Lin, C. -K. (2015). A practical guide to investigating score reliability under a generalizability theory framework. *CaMLA working papers*, *2015-01*, 1–11.

Sabbag, A., Garfield, J., & Zieffler, A. (2016). *Examining the relationship between statistical literacy and statistical reasoning*. https://conservancy.umn.edu/bitstream/handle/11299/182193/Sabbag_umn_0130E_17298.pdf

Sanchez, J. (2007). *Building statistical literacy assessment tools with the IASE/ISLP.* In L. Weldon, B. Phillips, & T. Shea (Eds.), *IASE/ISI-Satellite Conference on Assessing Student Learning in Statistics*. International Association for Statistical Education.

Shaban, K. B., Abdulwahed, M., & Younes A. (2015). Problem-centric process for research-based learning. *International Journal of Engineering Pedagogy*, *5*(2), 24–30. http://www.doi.org/10.3991/ijep.v5i2.4506

Shavelson, R. J., & Webb, N. M. (1991). *Generalizability theory*: A primer. Sage.

Sharma, S. (2017). Definitions and models of statistical literacy: a literacy review, *Open Review of Educational Research*, *4*(1), 118–133, http://www.doi.org/10.1080/23265507.2017.1354313

Suntusia, Dafik, & Hobri. (2019). The effectiveness of research based learning in improving students' achievement in solving two-dimensional arithmetic sequence problems. *International Journal of Instruction*: *12*(1), 17–32.

© 2022 Faculty of Education, Chulalongkorn University

Translated Thai References

Chumsukon, M. and Pitak, N. (2016). Learning process arrangement based on research-based learning for the Education for Environmental Development subject. *Journal of Education Khon Kaen University*, *39*(4), 41–52.

Kanjanawasee, S. (2012). *Modern test theories* (4th ed.). Chulalongkorn University Press.

Ngudgratoke, S. (2014). Generalizability theory. In *Teaching materials: Development of cognitive measurement instruments unit 1–7* (4th ed.) (pp. 2-42–2-57). Sukhothai Thammathirat Open University.

Paweenbampen, P. (2017). Research-based learning. *CMU Journal of Education*, *1*(2), 62–70.

Ritcharoon, P. (2019). Scoring rubrics: The tool for teachers to accurately and fairly evaluate learning outcomes. *STOU Education Journal*, *12*(1), 1–16.

Sinlarat, P. (2012). *Principals and Teaching Technique Higher Education Level* (3rd ed.). Chulalongkorn University Press.

Tangdhanakanond, K. (2014). Planning for the creation of psychomotor instruments. In *Teaching materials: Development of affective and psychomotor instruments unit 9–15* (3rd ed.) (pp. 11-1–11-34). Sukhothai Thammathirat Open University.

Tammachart, J. (2012). *A research and development of research-based learning management model in the educational research course.* Prince of Songkla University.

Yotongyos, M. (2014). Development of a measurement model and a causal model of undergraduate students' statistical literacy with background as the moderators: a comparison between PLS-SEM and CB-SEM analyses [Doctoral dissertation, Chulalongkorn University]. Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR). http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/42996