การสังเคราะห์คุณลักษณะเชิงบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยี การจัดการเรียนการสอนและเนื้อหากลุ่มสาระวิชา สำหรับนิสิตนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาและคณิตศาสตร์ศึกษา

SYNTHESIS OF TECHNOLOGY, PEDAGOGY, AND CONTENT KNOWLEDGE (TPACK) FRAMEWORK FOR TEACHER STUDENT INSCIENCE EDUCATION AND MATHEMATIC EDUCATION

ผู้วิจัย พุทธชาด อังณะกูร[1] Putthachat Angnakoon[1]
samoekans@gmail.com
สุรวิทย์ อัสสพันธุ์[2] Surawit Assapun[2]
เสมอกาญจน์ โสภณหิรัญรักษ์[3] Samoekan Sophonhiranrak[3]

Received: *August 26, 2019*
Revised: *October 07, 2019*
Accepted: *October 16, 2019*

บทคัดย่อ

ในยุคปัจจุบัน ผู้สอนจำเป็นต้องบูรณาการความรู้หลากหลายด้านทั้งความรู้ด้านเทคโนโลยี ด้านศาสตร์การสอนและด้านเนื้อหารายวิชา เพื่อเสริมสร้างศักยภาพทางการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาและคณิตศาสตร์ศึกษา ดังนั้นการศึกษาวิจัยครั้งนี้ จึงมีเป้าหมายเพื่อสังเคราะห์คุณลักษณะเชิงบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยี การจัดการเรียนการสอนและเนื้อหากลุ่มสาระวิชา การสังเคราะห์คุณลักษณะดังกล่าวได้จากการประชุมเพื่อรวบรวมความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 ท่าน พร้อมทั้งตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาและตรวจสอบความตรงของคุณลักษณะเชิงบูรณาการฯ กับข้อมูลเชิงประจักษ์ผลวิจัยพบว่า

1. ผู้เชี่ยวชาญสะท้อนข้อคิดเห็นว่า นิสิตนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาและคณิตศาสตร์ศึกษา ควรมีคุณลักษณะเชิงบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยี การจัดการเรียนการสอนและเนื้อหากลุ่มสาระวิชาโดยความรู้แต่ละด้านมีคุณลักษณะบ่งชี้ถึงสมรรถนะ 7ด้านแต่ละสมรรถนะมีคุณลักษณะบ่งชี้ 6 ข้อ รวมทั้งสิ้น 42 ข้อ

2. ค่าดัชนี IOC ของคุณลักษณะเชิงบูรณาการฯ มีค่าอยู่ในระดับ 0.67 – 1.00

3. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวมแบบปรับแก้ (Corrected Item-total correlation) อยู่ที่ .237 - .771

4. หลังจากตรวจสอบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวมแบบปรับแก้แล้ว พบว่ามีคุณลักษณะที่เป็นตัวบ่งชี้บางสมรรถนะมีค่าต่ำกว่า .200 จึงตัดออก ดังนั้นคุณลักษณะบ่งชี้จึงมีจำนวนทั้งสิ้น 40 ข้อ

[1,2,3] อาจารย์ ดร. คณะวิทยาการเรียนรู้และศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ จังหวัดปทุมธานี

5. การตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการวัดที่มีการปรับปรุงมีความกลมกลืนกับข้อมูล ทั้งรูปแบบลำดับที่ 1 (χ^2 =1323.87, df = 708, Relative χ^2 = 1.95, RMSEA = .040, SRMR = .037, NNFI = .99) และรูปแบบลำดับที่ 2 (χ^2 = 1428.63, df = 722, Relative χ^2 = 1.98, RMSEA = .042, SRMR = .043, NNFI = .982)

คำสำคัญ : คุณลักษณะเชิงบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยี การจัดการเรียนการสอน และเนื้อหา วิทยาศาสตร์ศึกษา คณิตศาสตร์ศึกษา

ABSTRACT

In this current time, instructors should integrate various disciplinaries including technological, pedagogical, and content knowledges for increasing proficiency in learning especially in Science/Mathematics education. This study focused on synthesizing attributes of technological, pedagogical, and content knowledge. Each attribute was synthesized from focus group that included seven experts who shared learning experiences and opinions in Science/Mathematics education. After that, researchers used content validation and confirmatory factor analysis (CFA) to examine model with empirical data.

The result showed that

1. Experts expressed opinions and perspectives in learning that teacher students in Science/ Mathematics education should have integrated performance in knowledges in technology, pedagogy, and content; which, they should have fundamental in technology, pedagogy, and content. As a result of data synthesizing, there were seven competencies that includedsix indicators in each competency; therefore, there were 42indicators in total.

2. Item-Objective Congruence Index (IOC) was on 0.67 – 1.00

3. The result of corrected Item-total correlation was on .237 - .771

4. As a result of corrected item-total correlation verifying, two questions from two indicators that were lower than .200 were eliminated from list. Accordingly, there were 40 indicators on total.

5. The confirmatory factor analysis showed conformed to empirical data: the first order model (χ^2 =1323.87, df = 708, Relative χ^2 = 1.95, RMSEA = .040, SRMR = .037, NNFI = .99)as well as the second order model (χ^2 = 1428.63, df = 722, Relative χ^2 = 1.98,RMSEA = .042, SRMR = .043, NNFI = .982).

Keywords: Technology, Pedagogy, and Content Knowledge (TPCK); Science Education; Mathematics Education

บทนำ

การปฏิรูปการศึกษาถือเป็นวาระสำคัญวาระหนึ่งในการปฏิรูปประเทศโดยรวม เนื่องจากการศึกษาถือเป็นรากฐานสำคัญในการพัฒนามนุษย์ซึ่งเป็นกลไกที่จะขับเคลื่อนประเทศให้ก้าวหน้าและเข้มแข็งขึ้น นอกจากนี้แนวทางที่ระบุในนโยบายของประเทศที่ต้องการยกระดับประเทศสู่ Thailand 4.0 จึงสะท้อนความต้องการจำเป็นที่จะส่งเสริมบุคลากรให้มีความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เพื่อเป็นพื้นฐานในการพัฒนาและสร้างสรรค์นวัตกรรมและเทคโนโลยี (ภิญญาพันธ์ ร่วมชาติ, ดุษฎี โยเหลา, สมศักดิ์ สีดากุลฤทธิ์, และ มนัส บุญประกอบ, 2554) เนื่องจากการสร้างความแข็งแกร่งด้านเศรษฐกิจและสังคมให้ยั่งยืน

ด้วยการพัฒนากำลังคนทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพในด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม เป็นกลไกสำคัญในการพัฒนาประเทศให้เทียบเท่าสากล (Kier, Blanchard, Osborne, & Albert, 2014)

การขับเคลื่อนทางการศึกษาที่สามารถเปลี่ยนแปลงและยกระดับการเรียนรู้ของบุคลากรในประเทศ คือ การเข้าใจองค์ประกอบในการจัดการเรียนรู้และสามารถบูรณาการแต่ละส่วนให้ส่งเสริมซึ่งกันและกันได้อย่างสมดุลองค์ประกอบที่สำคัญในการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ ความรู้ความเข้าใจเรื่องการจัดการเรียนการสอน เทคโนโลยี และเนื้อหารายวิชานั้น ๆ (Mishra, Spiro, & Feltovick, 1996; Spiro & Jehng, 1990) อย่างไรก็ดีประสิทธิภาพการเรียนการสอนขึ้นอยู่กับความยืดหยุ่นของกระบวนการที่เลือกจัดการเรียนรู้ การลำดับเนื้อหาให้เหมาะสมและสอดคล้องกับบริบท และการสร้างความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาและบริบทรอบตัวของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตนเองได้ตามศักยภาพของแต่ละคน (Glaser, 1984; Putnam & Borko, 2000; Shulman, 1986, 1987)

องค์ประกอบในการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวข้างต้นไม่สามารถจะดำเนินการโดยอาศัยองค์ประกอบอย่างใดอย่างหนึ่งเพียงอย่างเดียว แต่จำเป็นต้องอาศัยแต่ละส่วนประกอบกันอย่างสมดุล โดยกระบวนการดังกล่าวต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในเนื้อหาแต่ละรายวิชาและแต่ละบริบท ผ่านการบูรณาการความรู้ด้านการจัดการเรียนการสอนและเทคโนโลยีเข้ามาสนับสนุนการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหารายวิชา (Koehler & Mishra, 2009) ดังนั้นความสามารถในการบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยีการจัดการเรียนการสอน และเนื้อหารายวิชา จึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับผู้เรียนด้านครุศาสตร์ศึกษาศาสตร์ในปัจจุบัน เพื่อให้การจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมบริบท ความหลากหลายของผู้เรียน และเนื้อหาที่จัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนการสอนที่ประสบความสำเร็จผู้สอนจำเป็นต้องมีความรู้อย่างลึกซึ้งในเรื่องที่ตนเองสอนเป็นหลัก ในขณะเดียวกันจำเป็นต้องมีความรู้ด้านการจัดการเรียนการสอน เพื่อสามารถเลือกกลยุทธ์การเรียนการสอนที่เหมาะสมกับรูปแบบการเรียนรู้ที่หลากหลายของผู้เรียน และสามารถสร้างสรรค์กิจกรรมการเรียนรู้ที่แตกต่างจากเดิมแต่สอดคล้องกับบริบทแวดล้อม รวมทั้งเลือกใช้เทคโนโลยีมาสนับสนุนการเรียนการสอนให้อำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนมากที่สุด

ดังนั้นไม่ว่าจะจัดการเรียนรู้ในสาระการเรียนรู้ใด ผู้สอนจำเป็นต้องเข้าใจหลักการทั้งสาระการเรียนรู้ที่ตนเองรับผิดชอบ ศาสตร์การสอน กลยุทธ์การจัดการเรียนรู้ และเทคโนโลยีที่จะมาช่วยสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียน ทั้งนี้ดังที่กล่าวไปแล้วข้างต้นแล้วว่า สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ถือว่าเป็นสาระพื้นฐานที่สำคัญในการขับเคลื่อนและพัฒนาประเทศเนื่องจากความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ เป็นศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่อยู่ในชีวิตประจำวันและการทำงานในอาชีพต่าง ๆ ทั้งเทคโนโลยี เครื่องมือ เครื่องใช้ และผลผลิตต่าง ๆ ที่ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในการทำงาน ซึ่งความรู้ความสามารถที่อาศัยพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์นี้ จำเป็นต้องผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับบริบทนั้น ความรู้พื้นฐานเหล่านี้ช่วยในการพัฒนาวิธีคิดของมนุษย์ ทั้งความคิดเชิงระบบ การคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล การคิดวิเคราะห์

อย่างไรก็ดีจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้ด้านเทคโนโลยี ศาสตร์การสอน และเนื้อหา (Messina & Tabone, 2012; Rosenberg & Koehler, 2015; Schmidt et al., 2009) พบว่างานวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้องส่วนใหญ่เป็นงานที่พัฒนาขึ้นในบริบทต่างประเทศ ซึ่งมุ่งเน้นเพียงการประเมินความรู้ในด้านเทคโนโลยี การจัดการเรียนการสอน และเนื้อหารายวิชา แยกด้านกันไป มิได้เป็นการประเมินผลเชิงบูรณาการความรู้ระหว่างด้านหรือทั้ง 3 ด้านร่วมกันและไม่ได้เป็นการประเมินเฉพาะเจาะจงในบริบทการจัดเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ซึ่งการจัดการเรียนรู้ในด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจเรื่องเทคโนโลยี ศาสตร์การสอนหรือกระบวนการจัดการเรียน

การสอน และเนื้อหาสาระวิชามาบูรณาการร่วมกัน ผู้สอนจำเป็นต้องเข้าใจองค์ประกอบทั้ง 3 อย่างลึกซึ้ง และเข้าใจการบูรณาการความรู้แต่ละองค์ประกอบ เพื่อให้การจัดการเรียนรู้ในบริบทนั้น ๆ บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้และผู้เรียนได้รับประโยชน์จากการเรียนสูงสุดและตรงเป้าหมายมากที่สุด ดังนั้นการศึกษาคุณลักษณะที่จำเป็นสำหรับผู้สอนด้านการบูรณาการความรู้ทั้งด้านเทคโนโลยี การจัดการเรียนการสอน และเนื้อหากลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ เป็นสิ่งสำคัญสำหรับนำมาใช้เป็นแบบประเมินสมรรถนะของผู้เรียนในหลักสูตรครุศาสตร์ศึกษาศาสตร์ที่จะไปเป็นผู้สอนในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในอนาคต

โจทย์วิจัย/ปัญหาวิจัย

คุณลักษณะเชิงบูรณาการ ความรู้ด้านเทคโนโลยีการจัดการเรียนการสอน และ เนื้อหากลุ่มสาระวิชา (TPACK) ด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาและคณิตศาสตร์ศึกษา ประกอบด้วยคุณลักษณะใดบ้าง

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อสังเคราะห์คุณลักษณะเชิงบูรณาการ ความรู้ด้านเทคโนโลยี การจัดการเรียนการสอน และเนื้อหากลุ่มสาระวิชา (TPACK) ด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาและคณิตศาสตร์ศึกษา

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีเป้าหมายเพื่อสังเคราะห์คุณลักษณะเชิงบูรณาการ ความรู้ด้านเทคโนโลยี การจัดการเรียนการสอน และเนื้อหากลุ่มสาระวิชา (TPACK) วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครูด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาและคณิตศาสตร์ศึกษาในประเทศไทยโดยแบ่งออกเป็น 2 ระยะมีรายละเอียดการดำเนินการวิจัย ดังนี้

ระยะที่ 1 การพัฒนาแบบวัดคุณลักษณะเชิงบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยี ศาสตร์การสอน และเนื้อหา สำหรับนักศึกษาครูด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาและคณิตศาสตร์ศึกษา

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ความสามารถด้านการบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยี การจัดการเรียนการสอน และเนื้อหารายวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษาและคณิตศาสตร์ศึกษาในมหาวิทยาลัยที่มีการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ศึกษาและคณิตศาสตร์ศึกษาและผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินในประเทศไทย

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ความสามารถด้านการบูร-ณาการความรู้ด้านเทคโนโลยี การจัดการเรียนการสอน และเนื้อหาในรายวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษาและคณิตศาสตร์ศึกษา จำนวน 7 คน เป็นนักวิชาการด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 2 คน นักวิชาการด้านคณิตศาสตร์ศึกษา จำนวน 1 คน นักวิชาการด้านหลักสูตรและการสอน จำนวน 1 คน นักวิชาการด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา จำนวน 2 คน และนักวิชาการด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 1 คน

กลุ่มตัวอย่างดังกล่าวได้มาโดยการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เพื่อให้ได้มาซึ่งผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้และประสบการณ์ด้านการบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยี การจัดการเรียนการสอน และเนื้อหาในรายวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษาและคณิตศาสตร์ศึกษา โดยมีเงื่อนไขในการคัดเลือก ดังนี้

1) เป็นผู้สำเร็จการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาและ/หรือคณิตศาสตร์ศึกษาและ/หรือการวัดและประเมินผลตั้งแต่ระดับบัณฑิตศึกษาขึ้นไป จากสถาบันการศึกษาในประเทศและ/หรือต่างประเทศ โดยทำการศึกษาวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาและ/หรือคณิตศาสตร์ศึกษาและ/หรือการวัดและประเมินผล และ 2) เป็นผู้สอนในสถาบันอุดมศึกษาหรือเป็นนักวิชาการในหน่วยงานด้านการศึกษาที่มีประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาและ/หรือคณิตศาสตร์ศึกษา ทั้งด้านการจัดการเรียนการสอนและ/หรือการทำวิจัยไม่น้อยกว่า 5 ปี

เครื่องมือในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ประเด็นคำถามในการประชุมกลุ่มย่อย เพื่อให้ได้มาซึ่งคุณลักษณะ

เชิงบูรณาการ ความรู้ด้านเทคโนโลยี การจัดการเรียนการสอน และเนื้อหากลุ่มสาระวิชา (TPACK) วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครูด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาและคณิตศาสตร์ศึกษา โดยโครงสร้างประเด็นคำถามที่เป็นเครื่องมือในการประชุมกลุ่มย่อยและรวบรวมองค์ประกอบด้านคุณลักษณะฯ ดังกล่าว มีขั้นตอนในการพัฒนา ดังนี้

1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการบูรณาการ ความรู้ด้านเทคโนโลยี การจัดการเรียนการสอน และเนื้อหากลุ่มสาระวิชา (TPACK) และการจัดการเรียนการสอนด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาและคณิตศาสตร์ศึกษา

2) สังเคราะห์ประเด็นและแก่นสาระการบูรณาการ ความรู้ด้านเทคโนโลยี การจัดการเรียนการสอน และเนื้อหากลุ่มสาระวิชา (TPACK) และการจัดการเรียนการสอนด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาและคณิตศาสตร์ศึกษา

3) ร่างประเด็นเพื่อการประชุมกลุ่มย่อย โดยมีรายละเอียด ดังนี้

- เป้าหมายของการสอนวิทยาศาสตร์/ คณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาของไทยด้านความรู้ (Knowledge) กระบวนการคิด (Cognitive) เจตคติ ความรู้สึก (Affective) และทักษะกระบวนการ (Psychomotor)

- สภาพปัจจุบันของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์/ คณิตศาสตร์ ในระดับมัธยมศึกษา ด้านผลลัพธ์จุดแข็ง–จุดอ่อนโอกาสอุปสรรค และความเหมาะสมของหลักสูตรปัจจุบันและหลักสูตรปรับปรุง

- ความเฉพาะเจาะจงของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ / คณิตศาสตร์ ในระดับมัธยมศึกษาของไทยในประเด็นต่าง ๆ ได้แก่ ความแตกต่างจากระดับชั้นอื่น ๆ (ประถมศึกษา และอุดมศึกษา)ความแตกต่างจากกลุ่มสาระอื่น ๆ และความเฉพาะเจาะจงของการบริบทการศึกษาไทย

- ความรู้ที่จำเป็นสำหรับครูสอนวิทยาศาสตร์/ คณิตศาสตร์ ในประเด็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์/ คณิตศาสตร์ ความรู้ด้านการจัดการเรียนการสอนความรู้ด้านการใช้เทคโนโลยี ความรู้ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ / คณิตศาสตร์ ความรู้ด้านการจัดการเรียนการสอนโดยใช้เทคโนโลยีความรู้ด้านการใช้เทคโนโลยีที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์/ คณิตศาสตร์ความรู้ด้านการใช้เทคโนโลยีในการสอนวิทยาศาสตร์/ คณิตศาสตร์ความรู้ความเข้าใจเรื่อง STEM โดยเฉพาะเรื่องการนำเทคโนโลยีและวิศวกรรมมาบูรณาการและทักษะการออกแบบกระบวนการเรียนรู้แบบ STEM

โครงสร้างคำถามที่ใช้ในการประชุมกลุ่มย่อยดังกล่าวเป็นขอบเขตที่ช่วยในการสอบถามและพูดคุยเพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นคุณลักษณะเชิงบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยี การจัดการเรียนการสอน และเนื้อหารายวิชาด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการประชุมครั้งนี้จะนำไปวิเคราะห์เพื่อจัดทำเป็นคุณลักษณะและตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาอีกครั้ง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลโดยจัดประชุมกลุ่มย่อยเพื่อระดมสมองเกี่ยวกับคุณลักษณะที่เกี่ยวกับการบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยี การจัดการเรียนการสอนและเนื้อหารายวิชา ซึ่งเนื้อหารายวิชาจะเป็นวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

การประชุมกลุ่มย่อยครั้งนี้เป็นการรวบรวมข้อมูลความคิดเห็นด้านการบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยี การจัดการเรียนการสอน และเนื้อหาในรายวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษาและคณิตศาสตร์ศึกษาจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 7 คน จากด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา คณิตศาสตร์ศึกษา หลักสูตรและการสอน เทคโนโลยีการศึกษา และการวัดและประเมินผล โดยจัดการประชุมในวันอาทิตย์ที่ 17 กันยายน 2560 เพื่อระดมความคิดเห็นและพัฒนาร่างคุณลักษณะการ บูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยี การจัดการเรียนการสอน และเนื้อหาในรายวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษาและคณิตศาสตร์ศึกษา (TPCK)

ผู้วิจัยสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการประชุมกลุ่มย่อยและจัดทำร่างคุณลักษณะเชิงบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยี การจัดการเรียนการสอนและเนื้อหากลุ่มสาระวิชา สำหรับนิสิตนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาและคณิตศาสตร์ศึกษาเพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างนิยามและข้อคำถามของคุณลักษณะเชิงบูรณาการฯ

การวิเคราะห์ข้อมูล

การพัฒนาคุณลักษณะเชิงบูรณาการฯ แบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1) การวิเคราะห์ข้อมูลด้านคุณลักษณะที่ได้จากการประชุมกลุ่มย่อย โดยใช้กระบวนการสังเคราะห์เนื้อหาและการวิเคราะห์แก่นสาระ

2) การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตรวจสอบคุณลักษณะเชิงบูรณาการฯ ด้วยการวิเคราะห์หาความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างนิยามและข้อคำถาม แล้วคำนวณหาค่า IndexItem of Congruence (IOC) โดยมีเกณฑ์พิจารณา คือ จะต้องมีค่า IOC มากกว่าหรือเท่ากับ .50 ขึ้นไป (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2548) ซึ่งผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คน มีเงื่อนไขในการคัดเลือก ได้แก่ (1) เป็นผู้ที่มีประสบการณ์ด้านการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ศึกษา/คณิตศาสตร์ศึกษา อย่างน้อย 3 ปี และ/หรือ (2) เป็นผู้ที่มีประสบการณ์ด้านหลักสูตรและการสอน อย่างน้อย 3 ปี และ/หรือ (3) เป็นผู้ที่มีประสบการณ์ด้านการวัดและประเมินผล อย่างน้อย 3 ปี

ระยะที่ 2 การตรวจสอบแบบวัดคุณลักษณะเชิงบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยี การจัดการเรียนการสอนและเนื้อหา สำหรับนักศึกษาครูด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาและคณิตศาสตร์ศึกษา

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ คือ ผู้เรียนระดับอุดมศึกษาที่ศึกษาในคณะครุศาสตร์ศึกษาศาสตร์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษาและ/หรือคณิตศาสตร์ศึกษาในประเทศไทย

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ผู้เรียนที่ศึกษาในคณะครุศาสตร์ศึกษาศาสตร์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษาและ/หรือคณิตศาสตร์ ในมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐและมหาวิทยาลัยราชภัฏ จำนวนทั้งสิ้น 21 แห่ง ซึ่งผู้วิจัยสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้นเพื่อให้ได้ตัวแทนของผู้เรียนที่ศึกษาในคณะครุศาสตร์ศึกษาศาสตร์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษาและ/หรือคณิตศาสตร์ ในมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐและราชภัฏให้กระจายทั่วทุกภาคของประเทศ โดยมีผู้สมัครใจและตอบแบบสำรวจกลับมาทั้งสิ้น 581 คน

เครื่องมือในการวิจัย

จากการสังเคราะห์ข้อมูลด้านคุณลักษณะเชิงบูรณาการฯ ผู้วิจัยนำคุณลักษณะดังกล่าวมาพัฒนาเป็นเครื่องมือวิจัย ได้แก่ แบบสำรวจคุณลักษณะเชิงบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยี การจัดการเรียนการสอน และเนื้อหาวิชา โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม และตอนที่ 2 ข้อมูลด้านคุณลักษณะเชิงบูรณาการโดยข้อมูลตอนที่ 2 เป็นแบบสำรวจระดับความคิดเห็น 5 ระดับ (Likert scale) ซึ่งแบ่งเป็น 7 ด้าน ได้แก่ 1) ความรู้ด้านเทคโนโลยี 2) ความรู้ด้านการจัดการเรียนการสอน 3) ความรู้ด้านเนื้อหา 4) การบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยีและการจัดการเรียนการสอน 5) การบูรณาการความรู้ด้านการจัดการเรียนการสอนและเนื้อหารายวิชา 6) การบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยีและเนื้อหารายวิชาและ 7) การบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยีการจัดการเรียนการสอน และเนื้อหารายวิชา โดยข้อคำถามในตอนที่ 2 มีเป้าหมายเพื่อรวบรวมข้อมูลเชิงประจักษ์ด้านคุณลักษณะเชิงบูรณาการฯ ของนิสิตนักศึกษา

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างด้วยแบบสำรวจคุณลักษณะเชิงบูรณาการฯ กับผู้เรียนระดับอุดมศึกษา โดยทำจดหมายขอความร่วมมือเก็บข้อมูลด้วยแบบสำรวจคุณลักษณะเชิงบูรณาการฯ ไปยังมหาวิทยาลัยต่าง ๆ ทั้ง 21 สถาบัน ทั้งนี้ผู้วิจัยจัดทำแบบสำรวจในรูปแบบออนไลน์ เพื่อสะดวกในการรวบรวมข้อมูลและตรวจสอบการตอบแบบสำรวจ โดยผู้วิจัยชี้แจงรายละเอียด เป้าหมายการวิจัย และการยินยอมให้ข้อมูลด้านคุณลักษณะเชิงบูรณาการฯ ซึ่งผู้ตอบแบบสำรวจสามารถเลือกไม่ยินยอมให้ข้อมูล และออกจากระบบ หรือเลือกยินยอมให้ข้อมูลเพื่อเข้าสู่แบบสำรวจออนไลน์ ไม่ว่าผู้ตอบแบบสำรวจจะยินยอมให้ข้อมูลหรือไม่ จะไม่มีผลกระทบใด ๆ ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้ตอบแบบสำรวจ จากการขอความ

ร่วมมือมหาวิทยาลัยต่าง ๆ ในการเก็บรวบรวมข้อมูลมีผู้ตอบแบบสำรวจออนไลน์ทั้งสิ้น 581 คน จาก 10 มหาวิทยาลัย และยินยอมให้ข้อมูล จำนวน 543 คน คิดเป็นร้อยละ 93.46 ของจำนวนผู้เข้าระบบทั้งหมด

การวิเคราะห์ข้อมูล

จากการรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสำรวจ ผู้วิจัยวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานได้แก่ความถี่ร้อยละค่าเฉลี่ย (mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) เพื่อให้ทราบลักษณะการแจกแจงของข้อมูลที่รวบรวม และวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis: CFA) เพื่อตรวจสอบความตรงของคุณลักษณะเชิงบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยีการจัดการเรียนการสอนและเนื้อหากลุ่มสาระวิชาสำหรับนิสิตนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาและคณิตศาสตร์ศึกษาที่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

ผลการวิจัย

1. ผลจากการประชุมระดมความคิดเห็น

จากการประชุมกลุ่มเพื่อระดมความคิดเห็นเกี่ยวกับคุณลักษณะเชิงบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยีการจัดการเรียนการสอนและเนื้อหากลุ่มสาระวิชา ผู้เชี่ยวชาญแสดงความคิดเห็นและสะท้อนประสบการณ์การจัดการเรียนรู้ สามารถสังเคราะห์ได้ ดังนี้

1) ความรู้ด้านเทคโนโลยี (Technology knowledge) หมายถึง การรับรู้ของผู้สอนว่าตนเองมีความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีอย่างหลากหลาย ตั้งแต่เทคโนโลยีอย่างง่าย เช่น ดินสอ และกระดาษไปจนถึงดิจิทัลเทคโนโลยี เช่น อินเทอร์เน็ต ภาพเคลื่อนไหวดิจิทัล กระดานอัจฉริยะ และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เป็นต้นดังนั้นคุณลักษณะของผู้ที่มีความรู้ด้านเทคโนโลยี จำเป็นต้อง 1) สามารถช่วยเหลือผู้เรียนที่มีปัญหาเกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ 2) ติดตามเทคโนโลยีหรือนวัตกรรมที่ออกมาใหม่เสมอ ๆ 3) สามารถใช้เทคโนโลยีพื้นฐานสำหรับทำงานเอกสารสำนักงานทั่วไปได้ 4) สามารถแก้ปัญหาเบื้องต้นเกี่ยวกับเทคโนโลยีได้ 5) มีมุมมองต่อเทคโนโลยีในด้านที่เป็นประโยชน์มากกว่าภาระ 6) สามารถประยุกต์ใช้ของที่มีอยู่ในพื้นที่เพื่อแก้ปัญหาการเรียนรู้ในห้องเรียน 7) สามารถใช้โสตทัศนูปกรณ์พื้นฐานที่มีอยู่ในชั้นเรียน 8) สามารถใช้สื่อสังคมออนไลน์ (Social media) และโปรแกรมประยุกต์ต่าง ๆ (Applications) 9) มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับระบบพื้นฐานของคอมพิวเตอร์และการจัดเก็บข้อมูล และ 10) มีความรู้ในการใช้ระบบการจัดการเรียนรู้ (Learning Management System: LMS)

2) ความรู้ด้านการจัดการเรียนการสอน (Pedagogy knowledge) หมายถึง การรับรู้ของผู้สอนว่าตนเองมีความสามารถในการจัดกระบวนการเรียนรู้ ได้แก่ การจัดการชั้นเรียน การออกแบบประสบการณ์การเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้และการวัดประเมินโดยคำนึงถึงคุณลักษณะของผู้เรียนที่แตกต่างหลากหลาย โดยคุณลักษณะสามารถประเมินโดยพิจารณา 1) สามารถวิเคราะห์ความแตกต่างหลากหลายของผู้เรียนได้ 2) รู้วิธีการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย 3) สามารถเลือกหรือปรับวิธีการสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียนได้ 4) สามารถจัดการชั้นเรียนและสนับสนุนการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนในชั้นเรียนที่มีรูปแบบการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน 5) สามารถติดตามพัฒนาการของผู้เรียนแต่ละบุคคลได้ 6) สามารถนำกระบวนการต่าง ๆ มาใช้ในการประเมินผล 7) มีความรู้ความเข้าใจกลยุทธ์การเรียนรู้ต่าง ๆ และสามารถจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย

3) ความรู้ด้านเนื้อหารายวิชา (Content Knowledge) หมายถึง การรับรู้ของผู้สอนว่าตนเองมีความรู้ด้านคณิตศาสตร์และ/หรือ วิทยาศาสตร์ ทั้งเนื้อหา กระบวนการ การเชื่อมโยงความรู้กับชีวิตประจำวัน และนำความรู้ไปแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน รวมถึงความสามารถในการสร้างความรู้ความเข้าใจของตนเองต่อสิ่งเหล่านั้นซึ่งคุณลักษณะดังกล่าวสามารถประเมินได้ด้วยการพิจารณาความสามารถดังนี้ 1) ความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์/คณิตศาสตร์ ในการถ่ายทอดเนื้อหา 2) ความสามารถในการอธิบายเนื้อหาวิทยาศาสตร์/คณิตศาสตร์ ที่เชื่อมโยงกับสิ่งที่สามารถพบได้ในชีวิตประจำวัน 3) ความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ/หรือทางคณิตศาสตร์เพิ่มเติมทั้งภาษาไทยและภาษาต่างประเทศ 4) ความสามารถในการเชื่อมโยงและยกตัวอย่างเนื้อหา

ทางวิทยาศาสตร์ และ/หรือ ทางคณิตศาสตร์ ที่ปรากฏอยู่ในชีวิตประจำวัน ทั้งการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตประจำวันโดยอาศัยแนวคิดทางด้านวิทยาศาสตร์ และ/หรือ คณิตศาสตร์ 5) ความสามารถในการเข้าถึงการฝึกอบรมหรือสัมมนาทางวิชาการ เพื่อเพิ่มพูนความรู้ความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ และ/หรือ คณิตศาสตร์

4) การบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยีและการจัดการเรียนการสอน (Technology and Pedagogy knowledge) หมายถึง การรับรู้ความสามารถของผู้สอนว่าตนเองสามารถใช้เทคโนโลยีได้อย่างหลากหลายเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน และตระหนักว่าการใช้เทคโนโลยีจะช่วยพัฒนาการเรียนการสอนได้ซึ่งคุณลักษณะดังกล่าวสามารถประเมินได้ด้วยการพิจารณาความสามารถ ดังนี้ 1) ความสามารถในการประยุกต์ใช้แหล่งการเรียนรู้แบบเปิดในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 2) ความสามารถในการเลือกใช้เทคโนโลยีโดยคำนึงถึงความต้องการจำเป็น ความเหมาะสมของสภาพแวดล้อม และความหลากหลายของผู้เรียน และ 3) ความรู้เกี่ยวกับรายละเอียดของเทคโนโลยี การใช้งาน ประโยชน์ และคุณสมบัติของเทคโนโลยีแต่ละตัว

5) การบูรณาการความรู้ด้านการจัดการเรียนการสอนและเนื้อหารายวิชา (Pedagogyand content knowledge) หมายถึง การรับรู้ถึงความสามารถของผู้สอนที่สามารถออกแบบการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหา กระบวนการ การเชื่อมโยงความรู้กับชีวิตประจำวัน และนำความรู้ไปแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงความแตกต่างหลากหลายของผู้เรียนซึ่งคุณลักษณะดังกล่าวสามารถประเมินได้ด้วยการพิจารณาความสามารถ ดังนี้ 1) ความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งที่พบเจอในชีวิตประจำวันกับประเด็นในการจัดการเรียนรู้ 2) ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกลยุทธ์การเรียนรู้ที่หลากหลายเพื่อประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และ 3) ความสามารถในการเลือกรูปแบบการเรียนรู้และการประเมินที่เหมาะสมและสอดคล้องกับบริบทแวดล้อม

6) การบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยีและเนื้อหารายวิชา (Technologyand content knowledge หมายถึง การรับรู้ของผู้สอนว่าตนเองสามารถนำเทคโนโลยีมาใช้เพื่อเข้าถึง และทำความเข้าใจองค์ความรู้ กระบวนการด้านวิทยาศาสตร์ และ/หรือ คณิตศาสตร์ รวมไปถึงการใช้เทคโนโลยีเพื่อให้เห็นการเชื่อมโยงความรู้กับชีวิตประจำวัน และนำความรู้ไปแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งคุณลักษณะดังกล่าวสามารถประเมินได้ด้วยการพิจารณาความสามารถดังนี้ 1) ความสามารถทางเทคโนโลยีในการค้นหาแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสม 2) ความสามารถในการเข้าถึงแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อขยายขอบเขตความรู้และตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล และ 3) ใช้เทคโนโลยีในการเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์/คณิตศาสตร์

7) การบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยีการจัดการเรียนการสอน และเนื้อหารายวิชา (Technology pedagogyand content knowledge) หมายถึง การรับรู้ความสามารถของผู้สอนว่าตนเองสามารถใช้เทคโนโลยีได้อย่างหลากหลาย ในกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนให้ผู้เรียนเข้าใจองค์ความรู้ กระบวนการด้านวิทยาศาสตร์ และ/หรือ คณิตศาสตร์ รวมไปถึงการใช้เทคโนโลยีและกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้เห็นการเชื่อมโยงความรู้กับชีวิตประจำวัน นำความรู้ไปแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ และตระหนักว่าการใช้เทคโนโลยีจะช่วยพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนซึ่งคุณลักษณะดังกล่าวสามารถประเมินได้ด้วยการพิจารณาความสามารถ ดังนี้ 1) สามารถบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยี ในการเพิ่มพูนความรู้ทางด้านการจัดการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ และเชื่อมโยงเนื้อหากับสิ่งที่พบในชีวิตประจำวัน 2) สามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย โดยบูรณาการเทคโนโลยีในการอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ของผู้เรียนและเพื่อให้เข้าใจเนื้อหาที่เรียนยิ่งขึ้น

8) ผลจากการสังเคราะห์และรับรองคุณภาพคุณลักษณะเชิงบูรณาการฯ

ตารางที่ 1 กรอบคุณลักษณะเชิงบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยี การจัดการเรียนการสอนและเนื้อหากลุ่มสาระวิชา สำหรับนิสิตนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาและคณิตศาสตร์ศึกษา

ข้อที่	คุณลักษณะเชิงบูรณาการ	Mean	S.D.	ระดับ
	TK: Technology หมายถึง การรับรู้ของผู้สอนว่าตนเองมีความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีอย่างหลากหลายทั้งประโยชน์ของเทคโนโลยีแต่ละประเภท การใช้งาน และความเหมาะสมของบริบทการใช้งาน ตั้งแต่เทคโนโลยีอย่างง่าย เช่น ดินสอ และกระดาษ ไปจนถึงดิจิทัลเทคโนโลยี เช่น อินเทอร์เน็ต ภาพเคลื่อนไหวดิจิทัล กระดานอัจฉริยะ และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เป็นต้น	3.890	0.064	มาก
1	การมีความรู้ในระดับที่สามารถช่วยเหลือผู้เรียนได้	3.589	0.758	มาก
2	ความรู้ด้านวิธีการใช้เทคโนโลยี เช่น โปรแกรมสำนักงาน (Office) โปรแกรมสื่อสังคมออนไลน์ (Facebook, Line, ฯลฯ) การรับ-ส่งไฟล์ทาง E-mail หรือ การใช้ระบบคลาวด์ (Cloud System) ได้	3.978	0.865	มาก
3	ทัศนคติต่อการเรียนรู้เทคโนโลยีใหม่ ๆ	3.661	0.945	มาก
4	ความรู้ด้านวิธีการใช้เทคโนโลยีที่เป็นอุปกรณ์พื้นฐานในห้องเรียน เช่น โปรเจคเตอร์ คอมพิวเตอร์ ไมโครโฟน เป็นต้น	4.048	0.881	มาก
5	ความรู้ด้านวิธีการใช้สื่อสังคมออนไลน์ (Social Media) เช่น Facebook Instagram Twitter ในการติดต่อสื่อสารกับคนอื่น ๆ	4.468	0.816	มาก
6	ความรู้ด้านวิธีการใช้ระบบการจัดการเรียนรู้ (Learning Management System) เช่น Schoology Moodle หรือ Google Classroom เป็นต้น	3.599	0.887	มาก
	PK: Pedagogy: การรับรู้ของผู้สอนว่าตนเองมีความสามารถในการจัดกระบวนการเรียนรู้ ได้แก่ การจัดการชั้นเรียน การออกแบบประสบการณ์การเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้และการวัดประเมินโดยคำนึงถึงคุณลักษณะของผู้เรียนที่แตกต่างหลากหลาย	3.561	0.034	มาก
1	ความรู้ด้านวิธีการวิเคราะห์ความแตกต่างหลากหลายของผู้เรียน	3.424	0.797	ปานกลาง
2	ความรู้ด้านวิธีการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย	3.448	0.844	ปานกลาง
3	ความสามารถในการเลือกหรือปรับวิธีการสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียน	3.552	0.815	มาก
4	ความสามารถในการช่วยเหลือผู้เรียนด้านการเรียนรู้ในห้องเรียน	3.645	0.815	มาก
5	ความสามารถในการใช้กระบวนการประเมินการเรียนรู้ที่หลากหลาย	3.462	0.793	ปานกลาง
6	ความรู้ด้านวิธีการจัดกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกัน	3.836	0.883	มาก
	CK: Content: การรับรู้ของผู้สอนว่าตนเองมีความรู้ด้านคณิตศาสตร์ และ/หรือ วิทยาศาสตร์ ทั้งเนื้อหา กระบวนการ การเชื่อมโยงความรู้กับชีวิตประจำวัน และนำความรู้ไปแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน รวมถึงความสามารถในการสร้างความรู้ความเข้าใจของตนเองต่อสิ่งเหล่านั้น	3.633	0.030	มาก

ข้อที่	คุณลักษณะเชิงบูรณาการ	Mean	S.D.	ระดับ
1	ความรู้อย่างลึกซึ้งในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ และ/หรือ คณิตศาสตร์ ในระดับชั้นที่สอน	3.540	0.800	มาก
2	ความสามารถในการเชื่อมโยงเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันกับเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์และ/หรือคณิตศาสตร์	3.711	0.821	มาก
3	ความรู้ด้านหลักการทางวิทยาศาสตร์ และ/หรือ คณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน	3.635	0.806	มาก
4	ความสามารถในการระบุประเด็นหรือเนื้อหาด้านวิทยาศาสตร์ และ/หรือ คณิตศาสตร์ ที่ทราบรายละเอียดแล้วอย่างลึกซึ้ง และด้านที่ยังต้องศึกษาเพิ่มเติม	3.569	0.805	มาก
5	ความรู้ด้านหลักคิดสำคัญของวิชาวิทยาศาสตร์ และ/หรือ คณิตศาสตร์	3.584	0.799	มาก
6	ความรู้ด้านช่องทางการส่งเสริมความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ และ/หรือ คณิตศาสตร์ เช่น การประชุมสัมมนา	3.759	0.878	มาก
	TPK : การรับรู้ความสามารถของผู้สอนว่าตนเองสามารถใช้เทคโนโลยีได้อย่างหลากหลายเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน และตระหนักว่าการใช้เทคโนโลยีจะช่วยพัฒนาการเรียนการสอนได้อย่างไร	3.657	0.031	มาก
1	ความรู้ในการเลือกใช้เทคโนโลยีมาสนับสนุนการทำความเข้าใจความแตกต่างหลากหลายของผู้เรียน	3.727	0.794	มาก
2	ความรู้ในเทคโนโลยีแต่ละอย่าง ด้านจุดเด่นที่สามารถนำมาใช้สนับสนุนการเรียนรู้	3.808	0.790	มาก
3	ความรู้ในการนำเทคโนโลยีมาใช้แก้ปัญหาเรื่องกิจกรรมการเรียนรู้	3.586	0.749	มาก
4	ความรู้ด้านข้อจำกัดด้านสื่อที่นำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	3.702	0.810	มาก
5	ความรู้ด้านเทคโนโลยีในการติดตามและประเมินความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนแต่ละคน	3.562	0.835	มาก
6	ความรู้ในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีใหม่ ๆ เพื่อแก้ปัญหาการเรียนรู้ในห้องเรียน	3.560	0.826	มาก
	PCK: การรับรู้ถึงความสามารถของผู้สอนที่สามารถออกแบบการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหา กระบวนการ การเชื่อมโยงความรู้กับชีวิตประจำวัน และนำความรู้ไปแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงความแตกต่างหลากหลายของผู้เรียน	3.519	0.089	มาก
1	ความสามารถในการเลือกกลยุทธ์การเรียนการสอนที่จะทำให้ผู้เรียนเรียนรู้เนื้อหาเกี่ยวกับการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ/หรือ คณิตศาสตร์	3.635	0.734	มาก
2	ความรู้รูปแบบการเรียนรู้ที่หลากหลายที่เหมาะสมกับเนื้อหาในแต่ละประเด็นในรายวิชาวิทยาศาสตร์ และ/หรือ คณิตศาสตร์	3.580	0.781	มาก
3	ความรู้ด้านวิธีการนำเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันมาสร้างเป็นบทเรียนเกี่ยวกับเนื้อหา คณิตศาสตร์ และ/หรือ วิทยาศาสตร์	3.700	0.761	มาก

ข้อที่	คุณลักษณะเชิงบูรณาการ	Mean	S.D.	ระดับ
4	ความสามารถในการติดตามความเข้าใจผู้เรียนเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ และ/หรือ วิทยาศาสตร์	3.057	0.971	ปานกลาง
5	ความรู้ในการเลือกวิธีการวัดประเมินที่สะท้อนความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ/หรือ คณิตศาสตร์ของผู้เรียน	3.527	0.733	มาก
6	ความรู้ด้านวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนใช้หลักคิดตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ/หรือ คณิตศาสตร์	3.617	0.788	มาก
	TCK: การรับรู้ของผู้สอนว่าตนเองสามารถนำเทคโนโลยีมาใช้เพื่อเข้าถึงและทำความเข้าใจองค์ความรู้ กระบวนการด้านวิทยาศาสตร์ และ/หรือ คณิตศาสตร์ รวมไปถึง การใช้เทคโนโลยีเพื่อให้เห็นการเชื่อมโยงความรู้กับชีวิตประจำวัน และนำความรู้ไปแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้	3.742	0.011	มาก
1	ความรู้ด้านโปรแกรมประยุกต์ (Applications) ที่ส่งเสริมการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ และ/หรือ คณิตศาสตร์	3.578	0.831	มาก
2	ความรู้ด้านแหล่งการเรียนรู้และสื่อการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และ/หรือ เพื่อแนะนำให้กับผู้เรียนไปศึกษานอกห้องเรียน	3.637	0.819	มาก
3	ความรู้ด้านสื่อหรือเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ และ/หรือ คณิตศาสตร์แต่ละเรื่อง	3.657	0.802	มาก
4	ความรู้ด้านช่องทางการติดต่อสื่อสารออนไลน์ เช่น Facebook group, Line groupที่ช่วยให้ผู้เรียนแลกเปลี่ยนความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ และ/หรือ คณิตศาสตร์	3.954	0.828	มาก
5	ความรู้ด้านแหล่งเรียนรู้ และสื่อทางอินเทอร์เน็ต ที่ช่วยให้ผู้สอนเกิดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ และ/หรือ คณิตศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น	3.821	0.815	มาก
6	ความสามารถในการพิจารณาเลือกคลิปที่ควรนำมาใช้ในการสอนเนื้อหาที่ซับซ้อน	3.805	0.812	มาก
	TPCK:การรับรู้ความสามารถของผู้สอนว่าตนเองสามารถใช้เทคโนโลยีได้อย่างหลากหลาย ในกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนให้ผู้เรียนเข้าใจองค์ความรู้ กระบวนการด้านวิทยาศาสตร์ และ/หรือ คณิตศาสตร์ รวมไปถึงการใช้เทคโนโลยีและกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้เห็นการเชื่อมโยงความรู้กับชีวิตประจำวัน นำความรู้ไปแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ และตระหนักว่าการใช้เทคโนโลยีจะช่วยพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน	3.544	0.129	มาก
1	ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเพื่อติดตามผลการเรียนรู้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และ/หรือ คณิตศาสตร์ของผู้เรียน	3.617	0.822	มาก
2	ความรู้ด้านเทคโนโลยีที่ช่วยให้การจัดการเรียนการสอนแบบ active learning ในการสอนเนื้อหาที่ซับซ้อน	3.562	0.837	มาก
3	ความสามารถในการหาเทคโนโลยีมาช่วยส่งเสริมความเข้าใจของผู้เรียนเกี่ยวกับเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์และ/หรือ คณิตศาสตร์	3.260	1.085	ปานกลาง

ข้อที่	คุณลักษณะเชิงบูรณาการ	Mean	S.D.	ระดับ
4	ความสามารถในการรับรู้ความต้องการ และธรรมชาติของการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละคน ผ่านเทคโนโลยีที่ช่วยในการจัดการเรียนการสอน	3.521	0.743	มาก
5	ความสามารถในการหาแนวทางการใช้เทคโนโลยีเพื่อแสดงให้เห็นว่าความรู้ต่าง ๆ ในวิชาวิทยาศาสตร์และ/หรือ คณิตศาสตร์ ปรากฏในชีวิตประจำวันของผู้เรียน	3.656	0.725	มาก
6	ความสามารถในการแนะนำสื่อการเรียนรู้ให้ผู้เรียนแต่ละคนทบทวนหรือทำกิจกรรมนอกห้องเรียนหลังเลิกเรียนแล้ว	3.648	0.826	มาก

จากการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา โดยผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา คณิต-ศาสตร์ศึกษา และการวัดและประเมินผล พบว่า ข้อคำถามส่วนใหญ่มีค่าดัชนีความเที่ยงตรงของเนื้อหาอยู่ระหว่าง -0.33 – 1.00 โดยผู้วิจัยคัดเลือกและปรับข้อความในข้อคำถามได้เป็นข้อคำถามในแบบสำรวจคุณลักษณะเชิงบูรณาการฯ

หลังจากผู้วิจัยนำร่างแบบสำรวจคุณลักษณะที่ผ่านการพิจารณาความสอดคล้องเชิงเนื้อหาจากผู้ทรงคุณวุฒิไปเก็บข้อมูลกับนิสิตนักศึกษาครุศาสตร์ศึกษาศาสตร์ โดยมีผู้ยินยอมตอบแบบสำรวจคุณลักษณะฯ ทั้งสิ้น จำนวน 543 คน จาก 10 มหาวิทยาลัย พบว่า นิสิตนักศึกษาด้านวิทยา-ศาสตร์ศึกษาและคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่มีคุณลักษณะเชิงบูรณาการฯ ในระดับมาก (ความสามารถอยู่ระหว่าง 3.50 – 4.49) และระดับปานกลาง (ความสามารถอยู่ระหว่าง 2.50 – 3.49) ในบางคุณลักษณะโดยข้อคำถามในคุณลักษณะด้านเทคโนโลยี ได้แก่ ข้อที่ระบุถึงความรู้ด้านการใช้สื่อสังคมออนไลน์ (Social Media) (Mean = 4.468, S.D. 0.816) และข้อที่ระบุถึงความรู้ด้านการใช้อุปกรณ์พื้นฐานในห้องเรียน (Mean = 4.048, S.D. 0.881) มีคะแนนสูงสุดตามลำดับดังตารางที่ 1

9) ผลการตรวจสอบความตรงของคุณลักษณะเชิงบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยี การจัดการเรียนการสอนและเนื้อหากลุ่มสาระวิชา สำหรับนิสิตนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาและคณิตศาสตร์ศึกษาที่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

จากการรวบรวมข้อมูลด้านคุณลักษณะเชิงบูรณาการฯ จากนิสิตนักศึกษาด้านวิทยา-ศาสตร์ศึกษาและคณิตศาสตร์ศึกษาแล้ว ผู้วิจัยนำผลการตอบแบบสำรวจดังกล่าวมาวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบความตรงของคุณลักษณะ ซึ่งมีผลดังนี้

ตารางที่ 2 ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟ่าของครอนบาช (Cronbach's Alpha Coefficient) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวมแบบปรับแก้ (Corrected Item-total correlation) ของแบบวัดคุณลักษณะเชิงบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยี การจัดการเรียนการสอนและเนื้อหา

ตัวแปร	จำนวนข้อ	α	CITC
ความรู้ด้านเทคโนโลยี (TK)	6	.791	.317 - .661
ความรู้ด้านการสอน (PK)	6	.883	.662 - .741
ความรู้ด้านเนื้อหา (CK)	6	.895	.600 - .795
ความรู้ด้านเทคโนโลยีการสอน (TPK)	6	.911	.702 - .788
ความรู้ด้านการสอนเนื้อหา* (PCK)	5	.905	.708 - .798
ความรู้ด้านเทคโนโลยีในเนื้อหา (TCK)	6	.903	.688 - .784
ความรู้ด้านเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหา* (TPCK)	5	.891	.704 - .778
คะแนนรวมทั้งฉบับ	40	.965	.237 - .771

* มีข้อคำถามถูกตัดออกไปเนื่องจากมีค่า CITC ต่ำกว่า .200

เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า นิสิตนักศึกษาครุศาสตร์ศึกษาศาสตร์มีคุณลักษณะเชิงบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยี การจัดการเรียนการสอนและเนื้อหากลุ่มสาระวิชา เฉลี่ยระหว่าง 3.519 – 3.890 โดยคุณลักษณะด้านเทคโนโลยี (Technology Knowledge) อยู่ในระดับมาก (Mean = 3.890, S.D. = 0.064) คุณลักษณะด้านเทคโนโลยีบูรณาการกับเนื้อหารายวิชา (Technology and Content Knowledge) (Mean = 3.742, S.D. = 0.011) คุณลักษณะด้านเทคโนโลยีบูรณาการกับการจัดการเรียนการสอน (Technology and Pedagogy Knowledge) (Mean = 3.657, S.D. = 0.031) คุณลักษณะด้านเนื้อหา (Mean = 3.633, S.D. = 0.030) คุณลักษณะด้านการจัดการเรียนการสอน (Pedagogy Knowledge) (Mean = 3.561, S.D. = 0.034) คุณลักษณะเชิงบูรณาการทั้งด้านเทคโนโลยี ศาสตร์การสอน และเนื้อหารายวิชา (Technology, Pedagogy, and Content Knowledge) (Mean = 3.544, S.D. = 0.129) และคุณลักษณะด้านการจัดการเรียนการสอนบูรณาการกับเนื้อหา (Pedagogy and Content Knowledge) (Mean = 3.519, S.D. = 0.089) อยู่รองลงมาตามลำดับ

นอกจากนี้จากการตรวจสอบความตรงของคุณลักษณะเชิงบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยี การจัดการเรียนการสอนและเนื้อหากลุ่มสาระวิชา สำหรับนิสิตนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาและคณิตศาสตร์ศึกษากับข้อมูลเชิงประจักษ์ พบว่า แบบวัดคุณลักษณะเชิงบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยี การจัดการเรียนการสอนและเนื้อหากลุ่มสาระวิชา สำหรับนิสิตนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาและคณิตศาสตร์ศึกษามีค่าความเที่ยงแบบค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้องภายในโดยค่าสัมประสิทธิ์แอลฟ่าของครอนบาช เท่ากับ .965 สูงกว่า .700 ถือว่ามีความเที่ยงสูง เมื่อพิจารณารายองค์ประกอบแล้วพบในลักษณะเดียวกัน โดยแต่ละองค์ประกอบมีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟ่าของครอนบาชอยู่ระหว่าง .791 – .911

นอกจากนี้ จากการทดสอบความตรงเชิงโครงสร้างโดยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันเพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างแบบวัดคุณลักษณะเชิงบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยี การจัดการเรียนการสอนและเนื้อหากลุ่มสาระวิชา สำหรับนิสิตนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาและคณิตศาสตร์ศึกษากับข้อมูลเชิงประจักษ์ พบว่า รูปแบบ 4 องค์ประกอบลำดับที่ 1 โดยรูปแบบนี้ประกอบด้วยตัวแปรแฝง 7 ตัว และรูปแบบ 1 องค์ประกอบ ร่วมกับ 7 องค์ประกอบย่อย ลำดับที่ 2 โดยรูปแบบนี้ประกอบด้วยตัวแปรแฝงหลัก 1 ตัวพบว่าไม่มีความกลมกลืนกับข้อมูลผู้วิจัยได้ทำการปรับแก้ โดยกำหนดให้ความคลาดเคลื่อนจากการวัดของตัวแปรสังเกตได้แต่ละตัวมีความสัมพันธ์กันทั้งหมด 11 คู่

ตารางที่ 3 ค่าดัชนีความสอดคล้องของรูปแบบคุณลักษณะเชิงบูรณาการฯ กับข้อมูลตามรูปแบบการวัดแบบต่าง ๆ

รูปแบบการวัด	χ^2	df	χ^2 / df	RMSEA	SRMR	NNFI
รูปแบบที่ 1 :7 องค์ประกอบลำดับที่ 1						
- รูปแบบตามสมมติฐาน	1654.78	719	2.30	.049	.041	.99
- รูปแบบปรับแก้	1323.87	708	1.95	.040	.037	.99
รูปแบบที่ 2 : 1 องค์ประกอบ ร่วมกับ 7 องค์ประกอบย่อย ลำดับที่ 2						
- รูปแบบตามสมมติฐาน	1774.72	733	2.42	.051	.046	.99
- รูปแบบปรับแก้	1428.63	722	1.98	.042	.043	.98

รูปแบบการวัดตามสมมติฐาน แบบลำดับที่ 1 และ ลำดับที่ 2 ต่างมีค่าดัชนี Relative chi-square และ ค่า RMSEA สูงกว่าระดับที่ยอมรับได้ แต่มีค่า SRMR กับ NNFI อยู่ในระดับดี ดังนั้นผู้วิจัยจึงตัดสินใจว่ารูปแบบทั้งสองไม่กลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ทั้งรูปแบบลำดับที่ 1 (χ^2 = 1654.78, df = 719, Relative χ^2 = 2.30, RMSEA = .049, SRMR = .041, NNFI = .99) และรูปแบบลำดับที่ 2 (χ^2 = 1774.72, df = 733, Relative χ^2 = 2.42, RMSEA = .051, SRMR = .046, NNFI = .99)

เมื่อเป็นเช่นนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการปรับปรุงรูปแบบการวัดโดยยอมให้ความคลาดเคลื่อนของการวัดทั้งคู่มีความสัมพันธ์กันได้โดยอิสระ และมีค่าดัชนีการปรับปรุง (Modification Index) อยู่ในระดับสูง โดยไม่ทำให้ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ผิดปกติ รวมถึงไม่ทำให้ค่าน้ำหนักองค์ประกอบที่ประมาณค่าได้เปลี่ยนแปลงไปมากนัก ซึ่งผู้วิจัยได้ให้อิสระกับความสัมพันธ์ทั้งหมด 18 คู่ ทำให้พบว่า รูปแบบการวัดที่มีการปรับปรุงมีความกลมกลืนกับข้อมูล ทั้งรูปแบบลำดับที่ 1 (χ^2 =1323.87, df = 708, Relative χ^2 = 1.95, RMSEA = .040, SRMR = .037, NNFI = .99) และรูปแบบลำดับที่ 2 (χ^2 = 1428.63, df = 722, Relative χ^2 = 1.98, RMSEA = .042, SRMR = .043, NNFI = .98)

อภิปรายผล

การศึกษาครั้งนี้ มีเป้าหมายเพื่อสังเคราะห์คุณลักษณะเชิงบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยีการจัดการเรียนการสอนและเนื้อหากลุ่มสาระวิชา (TPACK) และวิเคราะห์ระดับคุณลักษณะเชิงบูรณาการฯ ของนักศึกษาครูด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาและคณิตศาสตร์ศึกษาในปัจจุบัน จากผลการสังเคราะห์คุณลักษณะฯ และวิเคราะห์ระดับคุณลักษณะเชิงบูรณาการฯ พบว่า นิสิตนักศึกษาครุ-ศาสตร์ศึกษาศาสตร์มีคุณลักษณะเชิงบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยี การจัดการเรียนการสอนและเนื้อหากลุ่มสาระวิชา โดยเฉพาะคุณลักษณะด้านเทคโนโลยี (Technology Knowledge) มากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับบริบทการเรียนรู้และการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันที่ผู้สอนและผู้เรียนได้รับอิทธิพลจากเทคโนโลยีทั้งในชีวิตประจำวันและในการทำงานดังนั้น การจัดการเรียนการสอนในปัจจุบัน ผู้สอนจึงให้ความสำคัญและมุ่งเน้นความรู้ด้านเทคโนโลยีเพิ่มขึ้น (Niess, Ronau, & Shafer, 2009) ดังที่ปรากฏในการงานวิจัยที่ประยุกต์รูปแบบการบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยี การจัดการเรียนการสอน และเนื้อหากลุ่มสาระวิชาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในปัจจุบัน โดยให้ความสำคัญกับสื่อและเทคโนโลยีอาทิ การสร้างสื่อเสริมการเรียนรู้แบบเสมือนจริง (Augmented Reality) ในวิชาวิทยาศาสตร์ (จันทมณี สระทองหน และจรินทร อุ่มไกร, 2560) เป็นต้น

นอกจากนี้ด้วยรายวิชาที่จัดการเรียนการสอนในคณะครุศาสตร์ศึกษาศาสตร์ที่มุ่งเน้นด้านสื่อและเทคโนโลยีเพื่อเตรียมความพร้อมให้นิสิตนักศึกษาทำความรู้จัก ทำความเข้าใจ และพัฒนาทักษะให้สามารถประยุกต์ใช้สื่อและเทคโนโลยีต่าง ๆ ในการจัดการเรียนรู้ได้ (ลิลลา อดุลยศาสน์, 2561) ทำให้คุณลักษณะด้านเทคโนโลยีจึงเป็นคุณลักษณะที่โดดเด่นมากกว่าคุณลักษณะอื่น ๆ ได้แก่ ความรู้ด้านการจัดการเรียนการสอนและเนื้อหารายวิชา

ข้อสังเกตจากผลการทำแบบสำรวจคุณลักษณะเชิงบูรณาการฯ ทั้ง 7 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ 1) คุณลักษณะความรู้ด้านเทคโนโลยี (Technology Knowledge: TK) 2) คุณลักษณะความรู้ด้านการจัดการเรียนการสอน (Pedagogy Knowledge: PK) 3) คุณลักษณะความรู้ด้านเนื้อหารายวิชา (Content Knowledge: CK) 4) คุณลักษณะเชิงบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยีและเนื้อหา (Technology and Content Knowledge: TCK) 5) คุณลักษณะเชิงบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยีและการจัดการเรียนการสอน (Technology and Pedagogy Knowledge: TPK) 6) คุณลักษณะเชิงบูรณาการความรู้ด้านการจัดการเรียนการสอนและเนื้อหา (Pedagogy and Content Knowledge: PCK) 7) เชิงบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยีการจัดการเรียนการสอนและเนื้อหากลุ่มสาระวิชา(Technology, Pedagogy, and Content Knowledge: TPCK) พบว่า ผลการทำแบบสำรวจอยู่ในระดับมาก ใกล้เคียงระดับปานกลาง ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าคุณลักษณะเชิงบูรณาการฯ ของนิสิตนักศึกษาครุศาสตร์ศึกษาศาสตร์ไม่อยู่ในระดับสูงมาก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยการรับรู้ด้านความรู้และความสามารถในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะโดยใช้เทคโนโลยี (TPACK) ของนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูคณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ที่พบว่าการรับรู้ความสามารถของนักศึกษาด้านการจัดการเรียนการสอน เทคโนโลยี และเนื้อหาวิชาในระดับปานกลาง (ต้องตา สมใจเพ็ง, ชนิศวรา เลิศอมรพงษ์ และเอกภูมิ จันทรขันตี, 2558) สะท้อนให้เห็นว่านิสิตนักศึกษาครุศาสตร์ศึกษาศาสตร์อาจต้องการการพัฒนาคุณลักษณะเชิง

บูรณาการฯ ทั้ง 3 ด้าน เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจทั้งด้านเทคโนโลยี การจัดการเรียนการสอน และเนื้อหาสาระวิชาอย่างลึกซึ้งกว่านี้ จึงจะสามารถนำมาบูรณาการ ออกแบบการจัดการเรียนรู้ได้ขึ้น และสอดคล้องกับบริบทสังคมในปัจจุบัน

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

จากผลการวิจัยคุณลักษณะเชิงบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยี การเรียนการสอน และเนื้อหากลุ่มสาระวิชา พบว่า องค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยี มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบสูงที่สุด ดังนั้นในการพัฒนาผู้เรียนในด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาและ/หรือคณิตศาสตร์ศึกษาในคณะครุ-ศาสตร์ศึกษาศาสตร์ ควรส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาทั้งด้านเทคโนโลยี การเรียนการสอน และเนื้อหาสาระ เพื่อให้การพัฒนาผู้เรียนเป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนด เนื่องจากผู้สอนจำเป็นต้องบูรณาการความรู้ทั้ง 3 ด้าน ในการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

อย่างไรก็ตามจากผลการวิเคราะห์ระดับคุณลักษณะเชิงบูรณาการดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่าความรู้ด้านการจัดการเรียนการสอนและด้านเนื้อหาของนิสิตนักศึกษาวิทยาศาสตร์ศึกษาและคณิตศาสตร์ศึกษา ควรเป็นความรู้ที่ต้องได้รับการส่งเสริมและพัฒนา ซึ่งผู้สอนในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ศึกษาและคณิตศาสตร์ศึกษาสามารถเพิ่มเติมเนื้อหาและแนวคิดทฤษฎีที่สำคัญต่อนิสิตนักศึกษา เพื่อให้มีพื้นฐานความรู้ดังกล่าวก่อนออกไปฝึกปฏิบัติการสอนหรือก่อนจบการศึกษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งความรู้ด้านกลยุทธ์การเรียนรู้ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ หรือสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนให้หลากหลาย เหมาะสมกับผู้เรียนที่มีรูปแบบการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน รวมทั้งความรู้ด้านการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนในสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ

นอกจากนี้ความรู้ในเนื้อหาสาระที่สอนเป็นอีกส่วนที่พบว่า นิสิตนักศึกษายังมีอยู่ในระดับที่ไม่สูงมาก ผู้สอนในหลักสูตรดังกล่าวควรเพิ่มแนวคิดและทฤษฎีที่สำคัญและเป็นพื้นฐาน เพื่อให้นิสิตนักศึกษาที่จบการศึกษาไปสามารถอธิบายข้อความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์อย่างลึกซึ้ง เพราะนอกจากความรู้ที่จะสามารถอธิบายที่มาที่ไปได้อย่างลึกซึ้งแล้ว ยังนำไปสู่การสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีความหมาย สามารถเชื่อมโยงเข้ากับสถานการณ์ที่ผู้เรียนจะพบได้ในชีวิตจริง ซึ่งถือเป็นการสร้างการเรียนรู้ที่มีคุณค่าให้กับเยาวชนในอนาคต

นอกจากนี้ในด้านการพัฒนาคุณลักษณะดังกล่าวเป็นเครื่องมือวัด ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า โมเดลคุณลักษณะเชิงบูรณาการฯ นี้ มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยสามารถพัฒนาเป็นเครื่องมือวัดที่มีความเหมาะสมทั้งความตรงเชิงโครงสร้างและความเที่ยง ดังนั้นผู้สนใจการบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยี การเรียนการสอน และเนื้อหา ในสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษาและ/หรือคณิตศาสตร์ศึกษา สามารถนำเครื่องมือวัดนี้ไปใช้ประโยชน์ในการประเมินคุณลักษณะของผู้เรียนและนำผลที่ได้ไปพัฒนาหลักสูตรในการเตรียมความพร้อมนิสิตนักศึกษาครูต่อไป

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการเก็บข้อมูลคุณลักษณะเชิงบูรณาการฯ โดยนำมาวิเคราะห์รวม ทั้งมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐและมหาวิทยาลัยราชภัฏต่าง ๆ เพื่อศึกษาคุณลักษณะเชิงบูรณาการฯ ซึ่งอาจแตกต่างกันตามบริบทแวดล้อมของมหาวิทยาลัย อาจเก็บข้อมูลในวงกว้างมากขึ้น และทำการวิเคราะห์โดยแบ่งเป็นกลุ่มมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ มหาวิทยาลัยราชภัฏ และมหาวิทยาลัยเอกชน (ในกรณีที่มีหลักสูตร) เพื่อเปรียบเทียบคุณลักษณะเชิงบูรณาการฯ ซึ่งอาจโดดเด่นหรือมีจุดที่ควรพัฒนาและส่งเสริมที่แตกต่างกันออกไป เพื่อนำผลที่ได้รับไปออกแบบหลักสูตรที่เหมาะสมในแต่ละบริบท และ/หรือกำหนดเป็นนโยบายต่อไปในอนาคต

บรรณานุกรม

จันทมณี สระทองหน และ จรินทร อุ่มไกร. (2560). การจัดการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 แบบ TPACK MODEL โดยการใช้การสอนแบบเสมือนจริง ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กรณีศึกษาโรงเรียนอนุบาลกำแพงแสน. *วารสารโครงงานวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ, 3*(2), 42–47.

ต้องตา สมใจเพ็ง, ชนิศวรา เลิศอมรพงษ์ และ เอกภูมิ จันทรขันตี. (2558). การรับรู้ด้านความรู้และความสามารถในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะโดยใช้เทคโนโลยี (TPACK) ของนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์, 31*(1), 63–73.

ภิญญาพันธ์ ร่วมชาติ, ดุษฎี โยเหลา, สมศักดิ์ สีดากุลฤทธิ์ และมนัส บุญประกอบ. (2554). ปัจจัยเชิงสาเหตุของความผูกพันต่อบทบาท เอกลักษณ์ของนักเรียนวิทยาศาสตร์ แรงจูงใจ ในการเรียนวิทยาศาสตร์ และความคลุมเครือ ในบทบาทที่มีผลต่อพฤติกรรมตามบทบาทของนักเรียนวิทยาศาสตร์ที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์. *วารศาสตร์พฤติกรรมศาสตร์, 17*, 55-78.

ลิลลา อดุลยศาสน์. (2561). ผลของการพัฒนาความรู้ในการบูรณาการเทคโนโลยีกับวิธีสอนและเนื้อหาที่สอน (TPACK) ของนักศึกษาครูสาขาวิชาคณิตศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา, 13*(1), 115–128.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2548). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม*. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Glaser. R. (1984). Education and thinking: The role of knowledge. *American Psychology, 39* (2), 93-104.

Kier, M. W., Blanchard, M. R., & Albert, J. L. (February, 2014). *Connecting students to STEM careers*. Science Scope, 72-76. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/272164629_Connecting_Students_to_STEM_Careers.

Koehler, M., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge? *Contemporary issues in technology and teacher education, 9*, 60–70.

Messina, L., &Tabone, S. (2012). Integrating Technology into Instructional Practices Focusing on Teacher Knowledge. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 46(2011), 1015–1027. doi:10.1016/j.sbspro.2012.05.241

Mishra, P., Spiro, R.J., &Feltovich, P.J. (1996). Technology, representation, and cognition: The prefiguring of knowledge in cognitive flexibility hypertexts. In H. van Oostendorp& A. de Mul (Eds.), *Cognitive aspects of electronic text processing* (pp. 287-305). Norwood, NJ: Ablex.

Niess, M. L., Ronau, R., & Shafer, K. (2009). Mathematics teacher TPACK standards and development model. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education, 9*(1), 4–24. Retrieved from http://www.editlib.org/p/29448

Putnam, R.T., &Borko, H. (2000). What do new views of knowledge and thinking have to say about research on teacher learning? *Educational Researcher, 29* (1), 4-15.

Rosenberg, J. M. & Koehler, M. J. (2015). Context and Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK): A Systematic Review. *Journal of Research on Technological in Education, 47*(3)186-210, DOI: 10.1080/15391523.2015.1052663

Schmidt, D. A., Baran E., Thompson, A. D., Mishra, P., Koehler, M. J., & Shin, T. S. (2009). Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK), *Journal of Research on Technological in Education, 42*(2)123-149, DOI: 10.1080/15391523.2009.10782544

Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher, 15*(2), 4–14. http://doi.org/10.3102/0013189X015002004

Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: foundations of the new reform. *Harvard Educational Review, 57*, 1–21.

Spiro, R.J., &Jehng, J.-Ch. (1990), Cognitive flexibility and hypertext: Theory and technology for the nonlinear and multi-dimensional traversal of complex subject matter. In D. Nix & R. Spiro (Eds.), *Cognition, education, and multimedia: Exploring ideas in high technology* (pp. 163-204). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.