สำนักวิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 3 ประการ คือ 1) เพื่อศึกษารูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของสมรรถนะวิจัยผ่านการรู้วิทยาศาสตร์ของครูและนักเรียนจากการศึกษาเอกสารและผู้เชี่ยวชาญ 2) เพื่อศึกษาผลการใช้กระบวนการพัฒนาครูในการส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนตามแนวทางการสร้างสมรรถนะวิจัย และ 3) เพื่อพัฒนาโมเดลเชิงสาเหตุของสมรรถนะวิจัยผ่านการรู้วิทยาศาสตร์ของครูและนักเรียน และตรวจสอบโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ผู้วิจัยได้แบ่งการนำเสนอออกเป็น 3 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 ผลการศึกษารูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของสมรรถนะวิจัยผ่านการรู้วิทยาศาสตร์ของครูและนักเรียนจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญและครูดีเด่น ตอนที่ 2 ผลการใช้กระบวนการพัฒนาครูในการส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนตามแนวทางการสร้างสมรรถนะวิจัย และ ตอนที่ 3 ผลการพัฒนาและการตรวจสอบโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของสมรรถนะวิจัยผ่านการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการศึกษารูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของสมรรถนะวิจัยผ่านการรู้วิทยาศาสตร์ของครูและนักเรียนจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญและครูดีเด่น

ผู้วิจัยศึกษาโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของสมรรถนะวิจัยผ่านการรู้วิทยาศาสตร์ของครูและนักเรียนจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้นำโมเดลดังกล่าวไปให้ผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์วิจัยและมีความเชี่ยวชาญด้านการรู้วิทยาศาสตร์ รวม 5 ท่าน ตรวจสอบรูปแบบของโมเดลว่ามีความเหมาะสม สอดคล้องเพียงใด และยังมีตัวแปรอื่นใดที่ส่งผลต่อการรู้วิทยาศาสตร์ และสมรรถนะวิจัยอีกหรือไม่ จากการสังเคราะห์ความเห็นจากผลการสัมภาษณ์พบว่า ผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด (5 ท่าน) มีความเห็นว่าตัวแปรการรู้วิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบไปด้วยความรู้ความสามารถ 3 ด้าน ได้แก่ การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ เป็นตัวแปรที่ส่งผลต่อการมีสมรรถนะวิจัย เนื่องจากเป็นตัวแปรที่เป็นคุณลักษณะพื้นฐานที่สามารถส่งเสริมให้เกิดความสามารถในการวิจัยได้ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

"การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ ถามว่าส่งผลต่อการมีสมรรถนะวิจัยหรือไม่ ก็อาจมีส่วนจากองค์ประกอบทั้งสามด้านที่กล่าวมามันก็เป็นส่วนหนึ่งของการวิจัยนะ คือการพัฒนาตรงนี้ มันก็จะไปช่วยพัฒนากระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของเด็ก แต่ถามว่าเป็นตัวแปรหลักไหม เหมือนเป็นคุณสมบัติขั้นพื้นฐาน หรือทักษะขั้นพื้นฐาน เป็นสิ่งที่ปูพื้นฐานให้กับเด็กนะ ระบุประเด็น ก็เหมือนกับการกำหนดปัญหาวิจัย"

(ผู้เชี่ยวชาญ คนที่ 1)

"Scientific literacy มันก็เป็นฐานได้ การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ก็เหมือนกับการตั้ง research question ส่วนการอธิบาย (ปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์) ก็เหมือนการหาข้อมูลมาประกอบ คล้ายๆกับทำ literature review แล้วออกแบบการวิจัยสู่การเป็นข้อมูลเชิงประจักษ์ ถามว่าใช้ได้ไหม ใช้ได้ แต่จะเป็นลักษณะเชิงปริมาณ แต่ถามว่ามีผลไหมก็มีผล"

(ผู้เชี่ยวชาญ คนที่ 2)

"ครูมองว่า มันมีความสอดคล้องนะ ประเด็นทางวิทยาศาสตร์ก็เป็นเรื่องที่เขาสนใจจะศึกษา มันก็สอดคล้องกับประเด็นการวิจัย เหมือนกับบางเรื่องเป็นเรื่องที่เราสร้างองค์ความรู้จากเรื่องที่เราสงสัย หรือเราศึกษาเพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนาในเรื่องที่เรายังไปไม่ถึงเป้าหมาย มาขั้นที่สองคือเรื่องการอธิบายปรากฏการณ์ในเรื่องนี้ เขาก็จะต้องมีข้อมูล มีหลักฐาน เป็นเรื่องของการตั้งสมมติฐานจากการ review literature ที่นี้ในขั้นตอนของการดำเนินการวิจัย ไม่ว่า research design แบบไหน ก็ต้องเป็นการรวบรวมประจักษ์พยานเพื่อที่จะนำมาตอบสมมติฐานหรืองานวิจัยของเรา แล้วก็สรุปผล ซึ่งครูมองว่า สามส่วนนี้เป็นเรื่องที่ทับกันสนิทกับ research competency"

(ผู้เชี่ยวชาญ คนที่ 3)

"ครูมองว่า ถ้าเด็กมีตัว scientific literacy นี้นะ ครูว่า เด็กจะต้องทำวิจัยประเภททำโครงงานได้ดีมากเลย คือ มันเป็น Goal ของ Science Education เป็นยอดที่เราต้องการเพราะฉะนั้นถ้าเมื่อไหร่เด็กเราไปถึงยอดตรงนั้น ย้อนกลับมาเขาทำอะไรมันก็ได้หมด ทำโครงงาน ไปจนถึงการเข้ามามีส่วนร่วมในสังคมมากขึ้น"

(ผู้เชี่ยวชาญ คนที่ 4)

"คนที่จะมีสมรรถนะวิจัย ต้องเป็นคนที่สามารถใช้ science process ได้ แล้วสำคัญที่สุดคือการมีจิตวิทยาศาสตร์ ก็คือคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของความเป็นนักวิจัย นักวิจัยต้องเป็นนักสังเกต ถ้าไม่สังเกตก็ไม่เกิดปัญหา อดทน มุ่งมั่น และเชื่อใน evidence เชิงประจักษ์ คือ เป็น attribute ถามว่าตัว scientific literacy เป็นไหม เป็น เพราะการรู้ มันคือ learning คือ เชิงพฤติกรรม เป็น science learning"

(ผู้เชี่ยวชาญ คนที่ 5)

ตัวแปรการใช้อินเตอร์เน็ตและทักษะคอมพิวเตอร์พื้นฐาน เป็นตัวแปรซึ่งผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่ (4 ใน 5 ท่าน) มีความเห็นสอดคล้องกันว่า มีส่วนในการส่งเสริมต่อการรู้วิทยาศาสตร์ได้ แต่ทั้งนี้มีข้อจำกัดซึ่งผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อสังเกตเกี่ยวกับตัวแปรนี้ว่า อาจส่งผลได้ทั้งทางบวกและทางลบ ได้แก่ เนื้อหาของแหล่งข้อมูลที่ใช้สืบค้น การรู้เท่าทันในการใช้งาน ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

"ทักษะความรู้คอมพิวเตอร์ก็มีส่วน เป็นเครื่องมือ หรือเป็นปัจจัยที่เอื้อเขาให้ดีขึ้น เป็นสื่อที่จะเข้าถึงข้อมูล ใช้ในการสืบค้น แต่ทั้งนี้มันก็เกี่ยวกับว่า เขาสืบค้นอะไร รู้เท่าทันหรือไม่ คือมีความเกี่ยวข้องแต่ไม่ได้เป็นพระเอก"

(ผู้เชี่ยวชาญ คนที่ 1)

"การใช้งานคอมพิวเตอร์ได้เป็นจุดดี แต่ถ้าเข้าถึงในเรื่องที่จะเข้าไปพัฒนาเขามันก็ช่วยได้ แต่ถ้าเข้าไปในเรื่องไร้สาระมันก็ไม่ใช่ คือ มันเป็นทั้งทางบวกและทางลบ เด็กใช้คอมพิวเตอร์ได้เป็นเรื่องดี เพราะเป็นการฝึกทักษะพื้นฐานแต่ถามว่าเขาจะเข้าไปเจออะไรในนั้น อยู่ที่ผู้ป้อนข้อมูลแล้วก็สื่อ"

(ผู้เชี่ยวชาญ คนที่ 2)

"ทักษะทางคอมพิวเตอร์ มันมีความเป็น Logic ของตัวโปรแกรมของมันอยู่แล้ว ถ้าเกิดเด็กได้ฝึกตรงนี้ ได้ทำตรงนี้ มีประสบการณ์มากกว่าก็น่าจะพัฒนาตรงนี้ได้ดีกว่าถ้าเทียบกับเด็กที่ไม่มีประสบการณ์ด้านนี้เลย แต่มันก็เป็นแค่ส่วนหนึ่ง"

(ผู้เชี่ยวชาญ คนที่ 4)

"การจะมี scientific literacy จะต้องมีกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถทางคณิตศาสตร์ และคอมพิวเตอร์ ผู้ที่มีตัวนี้ ก็จะมีความสามารถในการสืบสอบความรู้ได้

แสวงหาความรู้ได้ตลอดชีวิต มันจึงไปเชื่อมโยงในเรื่อง lifelong learning...การที่เด็กมีความรู้ความสามารถทางคอมพิวเตอร์ เช่น การรู้เครื่องมือในการ search ข้อมูล แล้วต้องมีความสามารถในการสืบสอบ ความรู้มันอยู่ในฐานข้อมูล นอกจากที่ว่ามาแล้ว ยังเกี่ยวกับในเรื่องของการบันทึกผล การ present การเขียนรายงาน เป็นทักษะที่มีความจำเป็น"

(ผู้เชี่ยวชาญ คนที่ 5)

บทบาทในการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นแก่เด็กนั้น ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน เห็นว่าปัจจัยสำคัญคือครู ที่จะต้องได้รับการพัฒนาตั้งแต่ความรู้ความเข้าใจ ความตระหนักในความสำคัญของการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ ตลอดจนมีเทคนิควิธีสอนที่สามารถกระตุ้นให้เด็กสามารถเกิดกระบวนการคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล จึงจะสามารถทำให้เด็กสามารถระบุประเด็นปัญหาต่าง ๆ อธิบายปรากฏการณ์ที่อยู่รอบตัว โดยรู้จักการค้นหาและนำประจักษ์พยานต่าง ๆ มาใช้อ้างอิงได้ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญบางท่านกล่าวว่า ประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นควรนำมาจากสิ่งที่เป็นประเด็นทางสังคม แล้วเชื่อมโยงกับเนื้อหาในห้องเรียน นำให้นักเรียนได้คิดจากปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัว จะทำให้เด็กเกิดความมีจิตที่เป็นสาธารณะต่อสังคมได้ กล่าวโดยสรุป คือ ตัวแปรวิธีสอนของครูส่งผลต่อการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

"สิ่งสำคัญที่สุดคือการพัฒนาครูให้ตระหนักและเข้าใจในจุดนี้ ครูต้องรู้มาก่อนว่ามันเป็นอย่างไรเหมือนกัน...กระบวนการที่สำคัญครูว่ามันก็อยู่ที่ครูเป็นหลักสำคัญ วิธีสอนของครูจะทำอย่างไรให้เด็กเกิดความสนใจใฝ่รู้เกิดการคิดได้"

(ผู้เชี่ยวชาญ คนที่ 1)

"การพัฒนา scientific literacy ให้เกิดกับเด็ก ครูเป็นหัวใจสำคัญ วิธีการสอนสำคัญ แต่ถามว่า มาจากครูทั้งหมดไหม พ่อแม่ผู้ปกครองก็มีส่วน สังคมก็มีส่วน การจัดสภาพแวดล้อมก็มีส่วน ทำอย่างไรให้นักเรียนเขาเห็นบรรยากาศของนักวิทยาศาสตร์นักวิจัย แต่พระเอกหลักก็ต้องเป็นครู"

(ผู้เชี่ยวชาญ คนที่ 2)

"ครูจะทำอย่างไรจึงจะสามารถบูรณาการองค์ความรู้จากวิชาอื่นเข้ามา แล้วหาเทคนิคการจัดการเรียนการสอนเด็ก เพราะครูมองว่ากระบวนการการนี้ครูสำคัญ แต่ต้องใช้เวลา แล้วจริงๆ วิชาอื่นก็สามารถทำได้ไม่ใช่แต่วิทยาศาสตร์"

(ผู้เชี่ยวชาญ คนที่ 3)

"ครูเป็นตัวสำคัญสุด อยู่กับเด็กนานที่สุด ไม่ใช่ ผอ. บางทีนานกว่าครอบครัวเสียอีก...ถ้าจะสอนให้เด็กเกิด scientific literacy ควรสอนในลักษณะให้เด็กได้ Inquiry หรือ STS หรือ STSE หรือ Context-based Problem-based หรือ Project-based learning เรายกประเด็นทางสังคมมาสอน เรียนผ่านสิ่งนี้ เช่น พาเด็กไปสำรวจแหล่งน้ำ แล้วก็เรียน BOD COD ผ่าน Issue นี้ ได้ ถามว่ามันใช้เวลาใช่ไหม ใช่ แต่มันคงทนกว่า การจะสอนในลักษณะนี้ได้ เนื้อหามันต้องลึก แต่ไม่มาก...การจะสอนแบบนี้ ก็เนื้อหาที่เยอะ ครูก็ต้องเก่งมากเลยนะ ต้องวางหมากดีๆ บางทีต้องไปเน้นบูรณาการ ต้องเน้น ฟิสิกส์เชื่อมเคมี เคมีเชื่อมชีววิทยา"

(ผู้เชี่ยวชาญ คนที่ 4)

"การสอนที่ควรนำมาใช้คือการสอนแบบแก้ปัญหา แบบสืบสอบ การสอนแบบโครงงาน แต่ประเด็นอยู่ที่ผู้สอนว่า แยกออกจากกันได้อย่างไร อย่างการสอนแบบสืบสอบ ผู้สอนรู้คำตอบอยู่แล้ว แต่เด็กยังไม่รู้ แต่โครงงานคือ ทั้งเด็กทั้งครูไม่รู้คำตอบ กระบวนการเหล่านี้จะทำให้เกิด scientific literacy ได้ แต่สำคัญตัวครูต้องเป็นก่อน...วิธีสอนเป็นเรื่องที่ทิ้งไม่ได้"

(ผู้เชี่ยวชาญ คนที่ 5)

สรุปได้ว่า โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของสมรรถนะวิจัยผ่านการรู้วิทยาศาสตร์ของครูและนักเรียน ที่ได้รับการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ พบว่าตัวแปรจัดกระทำทั้งสองตัว ได้แก่ ตัวแปรการใช้อินเตอร์เน็ตและทักษะคอมพิวเตอร์พื้นฐาน และตัวแปรวิธีสอนของครู ส่งผลต่อการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน มีความสอดคล้องตามทฤษฎี และครูควรได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ก่อนที่จะลงมือพัมนานักเรียน นอกจากนี้ผู้เชี่ยวชาญยังได้ให้แนวความคิดและแนวทางการพัฒนาวิธีการพัฒนาครูให้เกิดการรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะได้นำไปพัฒนาเด็กได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่ มีความเห็นว่า วิธีสอนของครูต้องเน้นให้นักเรียนเป็นศูนย์กลาง เน้นการคิดเชิงเหตุผล ซึ่งกระบวนการที่จะเข้าไปพัฒนาครูไม่ควรเข้าไปอบรมแล้ว

ออกมาดังเช่นสภาพที่เป็นอยู่โดยทั่วไป ผู้วิจัยในฐานะผู้อบรมกระบวนการเหล่านี้ให้ครูต้องไปกำกับติดตามผลการพัฒนาจากครู จึงจะเห็นผลการพัฒนาได้ รวมทั้งควรใช้เนื้อหาการสอนที่ครูดำเนินการอยู่ ซึ่งความเห็นดังกล่าวมีความสอดคล้องกับกระบวนการสร้างสมรรถนะวิจัยซึ่งเป็นกระบวนการที่นำมาประยุกต์ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

"ครูว่า ในการพัฒนาตรงนี้ ถ้าเรานำเนื้อหาอื่นๆไปฝึกอบรมเขา น่าจะยาก มันเป็นการไปรบกวนเวลา เขาอาจจะไม่ให้ความร่วมมือ"

(ผู้เชี่ยวชาญ คนที่ 1)

"การพัฒนา scientific literacy ไม่จำเป็นต้องทำผ่านโครงงาน โครงงานเป็นแค่สื่อตัวหนึ่งเป็นสื่อในการสอน ครูมองว่าการฝึกกระบวนการคิด การทำวิจัยให้กับเด็กมันขึ้นอยู่กับการจัดสถานการณ์ของครู โครงงานเป็นแค่หนึ่งสถานการณ์เท่านั้น อย่างเช่นครูกระตุ้นด้วยคำถาม กระตุ้นด้วยใบงาน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระดับชั้นของเด็กด้วย ป.1 ป.6 ก็คงไม่เหมือนกัน...วิธีการหนึ่งครูมองว่า เป็นวิธีตั้งคำถามให้กับเด็ก ให้เด็กได้ฝึกการคิด หรือครูมองว่าไม่ว่าจะเป็น problem-based โครงงาน การแก้ปัญหาอะไรพวกนี้ ถ้ามองที่แก่นของมันจริงๆแล้วก็มีอะไรที่ overlap กันอยู่"

(ผู้เชี่ยวชาญ คนที่ 2)

"จริงๆ ดูแล้วหลักการนี้วิชาอื่นก็สามารถพัฒนาได้นะ แต่ถ้าวิทยาศาสตร์มันควรดำเนินการไปตามสภาพจริง ครูมองว่า การพัฒนาตรงนี้มันมีปัจจัยอื่นด้วย ความรู้ใน content ที่แน่น ความแม่นยำในเนื้อหา สื่อการเรียนการสอน แหล่งเรียนรู้ ห้องสมุด แล้วที่สำคัญ คือ ความเป็น role model ของครูที่จะสร้างแรงบันดาลใจให้กับผู้เรียน"

(ผู้เชี่ยวชาญ คนที่ 3)

"การจะพัฒนาครูให้เกิด Scientific literacy ได้ ก็ต้องให้ความรู้ ทีนี้การให้ความรู้ ก็ต้องใช้การอบรม แต่การอบรมแบบ one shot หรือ workshop ก็ทำกันเยอะมาก สำหรับครูครูคิดว่าก็ได้ผลส่วนหนึ่ง เหมือนได้ตระหนักว่า มันมีแบบนี้อยู่นะ แต่ถามว่าได้นำไปใช้ไหม น้อยมาก แต่ครูมองว่าวิธีการที่ดูเหมือนเป็นอุดมคติ คือมันต้องทำกันเป็นระยะหนึ่ง เป็นระยะยาวหน่อย ให้แบบว่าลองเอาไปทำ แล้วก็มาคุยกัน วิทยากรก็ต้องเข้าใจมากๆ แล้วก็ไม่ใช่แค่อธิบาย ให้ครูลงมือทำ เราอาจจะต้องสมมติบทบาทแบบเป็นครูเป็นเด็กเลย

ว่า จะต้องสอนอย่างไร เหมือนเป็นโมเดลให้เขาเห็น และสุดท้ายเราต้องขมวดให้เขาเห็นว่า ในบทเรียนเมื่อสักครู่นี้ ครูทำอะไรบ้าง วิธีสอนที่ทำไปเมื่อกี้เป็นอย่างไร ครูได้เรียนรู้อะไร อธิบายคุณครูว่า scientific literacy เป็นอย่างไร ได้สอนอะไร ได้เรียนรู้อะไร อันที่สองคือการ reflection อาจจะเข้าไปอยู่ หรืออัดวิดีโอ เพื่อให้ตัวเขาเองเห็น เพื่อนช่วยดู แล้วบอกว่า การสอนปัจจุบันเป็นอย่างนี้ มันเป็นอย่างไร แล้วมันจะนำไปสู่ว่า มันขาด Literacy อะไร มันจะต้องเป็นอย่างไร สรุปคือ เป็นการทำ workshop มี modelling มี reflection มีการปฏิบัติ เสร็จแล้วต้อง follow up ต้องมี monitoring มันต้อง ทำไปเรื่อยๆ"

(ผู้เชี่ยวชาญ คนที่ 4)

"โปรแกรมที่จะจัดอบรม สำคัญที่การจัดกิจกรรมของการเรียนการสอน จัดอย่างไร input ใส่อย่างไร แต่อย่างไรก็ตามการอบรมครูให้เปลี่ยนแปลงตรงนี้ค่อนข้างยาก ครูของเราไม่ค่อยเปลี่ยน paradigm ครูวิทยาศาสตร์อาจจะชัด...ถ้าจะพัฒนาให้ครูเกิดสมรรถนะวิจัย ให้ใช้ practice-based learning ลงมือปฏิบัติไปเลย มันจะต้องลงไปบอกคนที่พอมีพื้นลงไปติดตาม ดังที่ครูกล่าวถึง lesson study คือทำวิจัยไปโดยไม่รู้ตัว แล้วได้นวัตกรรมออกมา"

(ผู้เชี่ยวชาญ คนที่ 5)

ผู้วิจัยได้นำผลจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ มาวิเคราะห์เนื้อหาของการสัมภาษณ์ สรุปเป็นแนวทางการพัฒนาครูในการส่งเสริมให้เด็กเกิดการรู้วิทยาศาสตร์ ได้ดังนี้

1. ครูต้องได้รับการฝึกอบรมให้มีความรู้เกี่ยวกับการรู้วิทยาศาสตร์ว่าคืออะไร สำคัญอย่างไร สร้างให้ครูเกิดความตระหนักในเรื่องนี้

2. การฝึกอบรมที่จะใช้ต้องมีการลงไปกำกับติดตาม วิทยากรอาจต้องใช้การอบรมครูในลักษณะที่เป็นบทบาทสมมติกับครูที่เข้ารับการอบรม คล้ายกับการมีการนิเทศวิธีการพัฒนา มีการสะท้อนผลกันระหว่างวิทยากรที่อบรมกับครู

3. รูปแบบที่ครูจะใช้ในการพัฒนานักเรียน สามารถทำได้หลากหลาย แต่ให้เน้นไปที่นักเรียนเป็นศูนย์กลางให้ได้รับการพัฒนาเรื่องการคิดเชิงเหตุผลในรูปแบบของการจัดกิจกรรมโดยอาศัยเนื้อหาที่จัดการเรียนการสอนอยู่ในปัจจุบันเป็นฐาน อาจใช้เทคนิคการตั้งคำถาม แต่ไม่จำเป็นต้องพัฒนาด้วยการทำโครงงาน นำไปพัฒนาเป็นชุดกิจกรรมส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่ง

ไม่จำเป็นที่จะต้องเป็นวิชาวิทยาศาสตร์เท่านั้นที่ทำได้ แต่ครูวิชาอื่นสามารถนำแนวคิดดังกล่าวไปพัฒนาให้เข้ากับสาระที่ตนสอนได้

4. การอบรมครูเพื่อส่งเสริมให้สามารถพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ ควรสอดแทรกการสร้างบุคลิกลักษณะของครูให้เป็นตัวแบบ (role model) ให้กับนักเรียน เช่น ถ้าครูจะมอบหมายงานให้นักเรียนสืบค้น ครูอาจจะต้องทำให้นักเรียนดูเป็นตัวอย่างว่า การสืบค้นที่มีประสิทธิภาพมีวิธีการอย่างไร ซึ่งเป็นเรื่องที่ครูต้องเตรียมการสอนล่วงหน้า ดังนั้น แผนการสอนที่ครูใช้ก็จะต้องมีการปรับเปลี่ยนเพื่อเสริมในจุดนี้ เป็นต้น

5. ในระหว่างกระบวนการดังข้อ 1-4 ครูสามารถนำประเด็นหรือสิ่งที่จะพัฒนานั้นมาดำเนินการอย่างเป็นระบบ โดยผ่านกระบวนการทำวิจัยควบคู่ไปกับการสอนเพื่อส่งเสริมให้เกิดการรู้วิทยาศาสตร์

การตรวจสอบรูปแบบตามกระบวนการที่ผู้เชี่ยวชาญได้เสนอแนวคิดดังที่กล่าวมานั้น ผู้วิจัยนำรูปแบบดังกล่าวไปสอบถามกับครูวิทยาศาสตร์ดีเด่นในฐานะผู้ปฏิบัติที่สามารถจัดการเรียนการสอนควบคู่กับการทำวิจัยกับใช้การสนทนากลุ่ม (focus group) จำนวน 3 ท่าน ซึ่งเป็นครูที่ได้รับทุนวิจัยภายใต้โครงการวิทยาศาสตร์ท้องถิ่นของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ผลจากการสนทนากลุ่ม พบว่า รูปแบบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเป็นรูปแบบที่ครูทั้งสามท่านได้นำเทคนิคดังกล่าวไปใช้ในการพัฒนานักเรียน ได้แก่ เทคนิคการตั้งคำถาม หรือ การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยต้องอาศัยสื่อช่องทางต่าง ๆ ในการนำไปสอดแทรกในกระบวนการจัดการเรียนการสอน ซึ่งครูส่วนใหญ่มีความเห็นสอดคล้องกับผู้เชี่ยวชาญว่า การพัฒนาองค์ประกอบทั้งสามด้านของการรู้วิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องพัฒนาผ่านรูปแบบการทำโครงงาน โดยมีเหตุผลที่เป็นข้อจำกัด ได้แก่ เนื้อหาตามหลักสูตรที่มีมาก ครูไม่มีเวลาเนื่องจากภาระงานอื่นมีมาก รวมทั้งปัจจัยของตัวนักเรียนเองซึ่งในสภาพปัจจุบัน นักเรียนมีความมุ่งหมายที่จะสอบทำคะแนนให้ได้ดี เพื่อนำไปใช้ในการศึกษาต่อ กระบวนการที่ถูกพัฒนาขึ้นมาจึงมักไม่ได้รับความสนใจจากนักเรียนเท่าที่ควร

> *"รูปแบบที่นำเสนอมาเป็นสิ่งที่ผมนำไปใช้กับนักเรียนบ่อย เพราะเราเห็นว่ามันสำคัญ ผมใช้การตั้งคำถาม และกระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถามจากความสนใจของนักเรียนเอง เช่น ให้นักเรียนได้ทดลองเล่น สิ่งของหรืออุปกรณ์ที่ครูจัดเตรียมให้ จากนั้นให้นักเรียนตั้งคำถามจากการเล่น โดยอาศัยความรู้เดิม เช่นว่า อุปกรณ์ เครื่องมือ มีหลักการทำงานอย่างไร อธิบายได้ด้วยทฤษฎี หรือกฎอะไรบ้าง แล้วถ้าปรับอุปกรณ์ไปแล้ว วิธีกรเป็นอย่างไร ผลที่เกิดจะแตกต่างจากเดิมอย่างไร แบบนี้...ปัจจุบันนักเรียนส่วนใหญ่โดยเฉพาะนักเรียนในสังคมเมืองใหญ่ที่มีการแข่งขันกันสูงเรียนรู้วิทยาศาสตร์ไม่ใช่เป็นเพราะอยากรู้ แต่เรียนไป*

เพื่อหาเครื่องมือแก้ปัญหาโจทย์ และข้อสอบ ทำอย่างไรจึงจะสอบได้คะแนนดี สอบเข้ามหาวิทยาลัยได้ อีกอย่างหนึ่งคือข้อจำกัดของเนื้อหาหลักสูตรซึ่งมีมากเกินไป ระยะเวลาที่จำกัด ทำให้การพัฒนานักเรียนให้เกิดการรู้วิทยาศาสตร์ทำได้ยาก ยกเว้นแต่นักเรียนที่เขามีศักยภาพ มีความสนใจเป็นทุนเดิมอยู่แล้วก็จะทำให้พัฒนาได้ง่ายกว่า"

(สนทนากลุ่มครูดีเด่น)

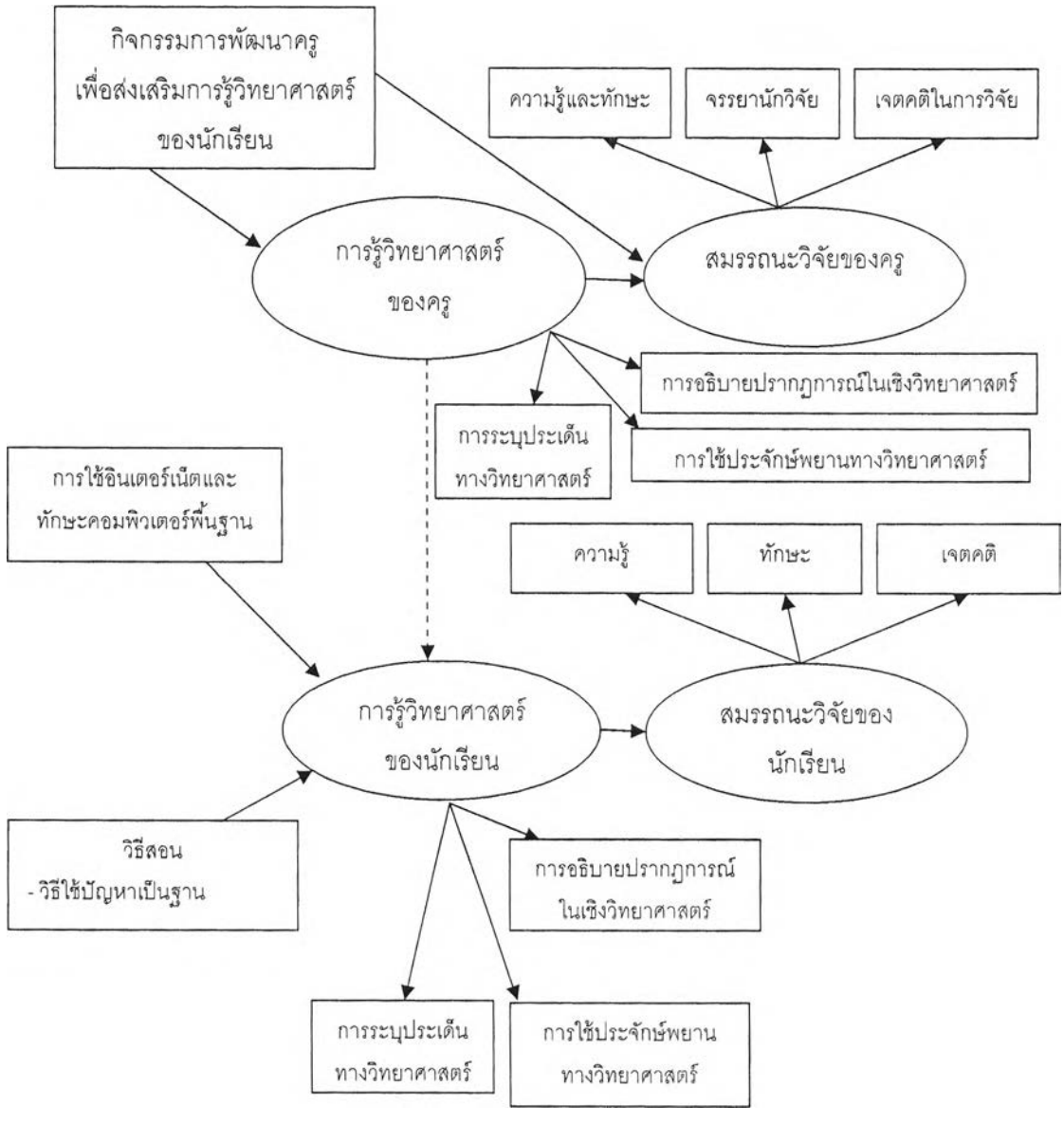
" เห็นด้วยนะคะ อย่างเวลาที่สอนคาบหนึ่งเวลาจำกัด เทคนิคหรืออะไรก็ตามที่จะนำมาพัฒนามันเลยไม่ค่อยเป็นไปตามกระบวนการ อย่างส่วนตัวจะตั้งคำถามให้เด็กคิดและตอบกลับไปกลับมา พยายามเน้นทักษะกระบวนการ แต่ข้อจำกัดอยู่ที่เวลาในการจัดกิจกรรมของครู ครูไม่มีเวลา ภาระงานอื่นมาก ทุกอย่างเป็นไปได้ แต่ปัจจัยเดียวคือครูไม่มีเวลาเพียงพอ"

(สนทนากลุ่มครูดีเด่น)

"การสอนให้รู้ในประเด็นเหล่านี้ การสอนด้วยกระบวนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ถือว่าเป็นวิธีการที่สามารถส่งเสริมนักเรียนให้สามารถทำวิจัยในระดับนักเรียนได้ดีวิธีหนึ่ง แต่ก็ยังมีวิธีอื่นอีก เช่น การสอนด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน...ในความคิดส่วนตัวใช่ แต่เป็นแค่ส่วนหนึ่งเท่านั้น เพราะทุกคนไม่สามารถทำโครงงานได้ แต่การจัดกลุ่มกิจกรรมการสอนของครูก็สามารถทำให้นักเรียนพัฒนาได้ หาสิ่งที่อยู่ใกล้ตัวนักเรียนมาเป็นสื่อในการเรียนรู้ นักเรียนจะสามารถทำได้ดี แล้วจึงค่อยต่อยอดเรียนรู้ในเรื่องอื่นได้ต่อไป"

(สนทนากลุ่มครูดีเด่น)

ผลการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องสามารถกำหนดกรอบความคิดได้ดังกรอบความคิดเชิงทฤษฎีดังปรากฏในบทที่ 2 ในกรอบนี้ผลการวิจัยที่สนับสนุนอิทธิพลของการรู้วิทยาศาสตร์ของครูที่มีต่อการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนยังไม่หนักแน่น จึงกำหนดแนวทางการศึกษาด้วยการใช้ข้อมูลเชิงคุณภาพจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์และสมรรถนะวิจัย พบว่า ปัจจัยด้านวิธีสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน (problem-based learning) ส่งผลต่อการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน ส่วนอิทธิพลของการรู้วิทยาศาสตร์ของครู ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าน่าจะมีอิทธิผลต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนตามกรอบที่นำเสนอในบทที่ 2 สรุปรูปแบบความสัมพันธ์ได้ดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของสมรรถนะวิจัยผ่านการรู้วิทยาศาสตร์ของครูและนักเรียนตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญและครูดีเด่น

ผู้วิจัยได้นำโมเดลดังกล่าวมาใช้พัฒนาครูในการส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ในรูปแบบที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งเป็นวิธีการสอนที่ได้รับการเสนอแนวคิดจากทั้งสองกลุ่มว่ามีความเหมาะสมในการนำมาใช้พัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน โดยผู้วิจัยได้นำแนวคิดดังกล่าวมาพัฒนาเป็นกระบวนการพัฒนาครูในการส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนตามแนวคิดการสร้างสมรรถนะวิจัย 4 ขั้นตอน ซึ่งผู้วิจัยจะนำเข้าไปอบรมครูในโรงเรียนที่เป็นกรณีศึกษา 2 โรงเรียน คือ โรงเรียน ก. และ โรงเรียน ข. ต่อไป

ตอนที่ 2 ผลการใช้กระบวนการพัฒนาครูในการส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนตามแนวทางการสร้างสมรรถนะวิจัย

การนำเสนอในตอนนี้แบ่งออกเป็น 6 ส่วน คือ 2.1 บริบทของโรงเรียนกรณีศึกษาโดยสังเขป 2.2 การพัฒนาครูในการส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ 2.3 ผลการใช้กระบวนการพัฒนาครูในโรงเรียนกรณีศึกษา 2.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตัวแปรการรู้วิทยาศาสตร์และสมรรถนะวิจัยของครู 2.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตัวแปรการรู้วิทยาศาสตร์และสมรรถนะวิจัยของนักเรียน และ 2.6 ผลการสัมภาษณ์กลุ่มครูหลังกระบวนการส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางการสร้างสมรรถนะวิจัย ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.1 บริบทของโรงเรียนกรณีศึกษาโดยสังเขป

ผู้วิจัยนำเสนอข้อมูลของบริบทโรงเรียนกรณีศึกษา 2 แห่ง คือ โรงเรียน ก. และ โรงเรียน ข. ซึ่งเป็นโรงเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทั้ง 2 โรงเรียน เพื่อเป็นสารสนเทศเบื้องต้น ดังแสดงในตารางที่ 4.1

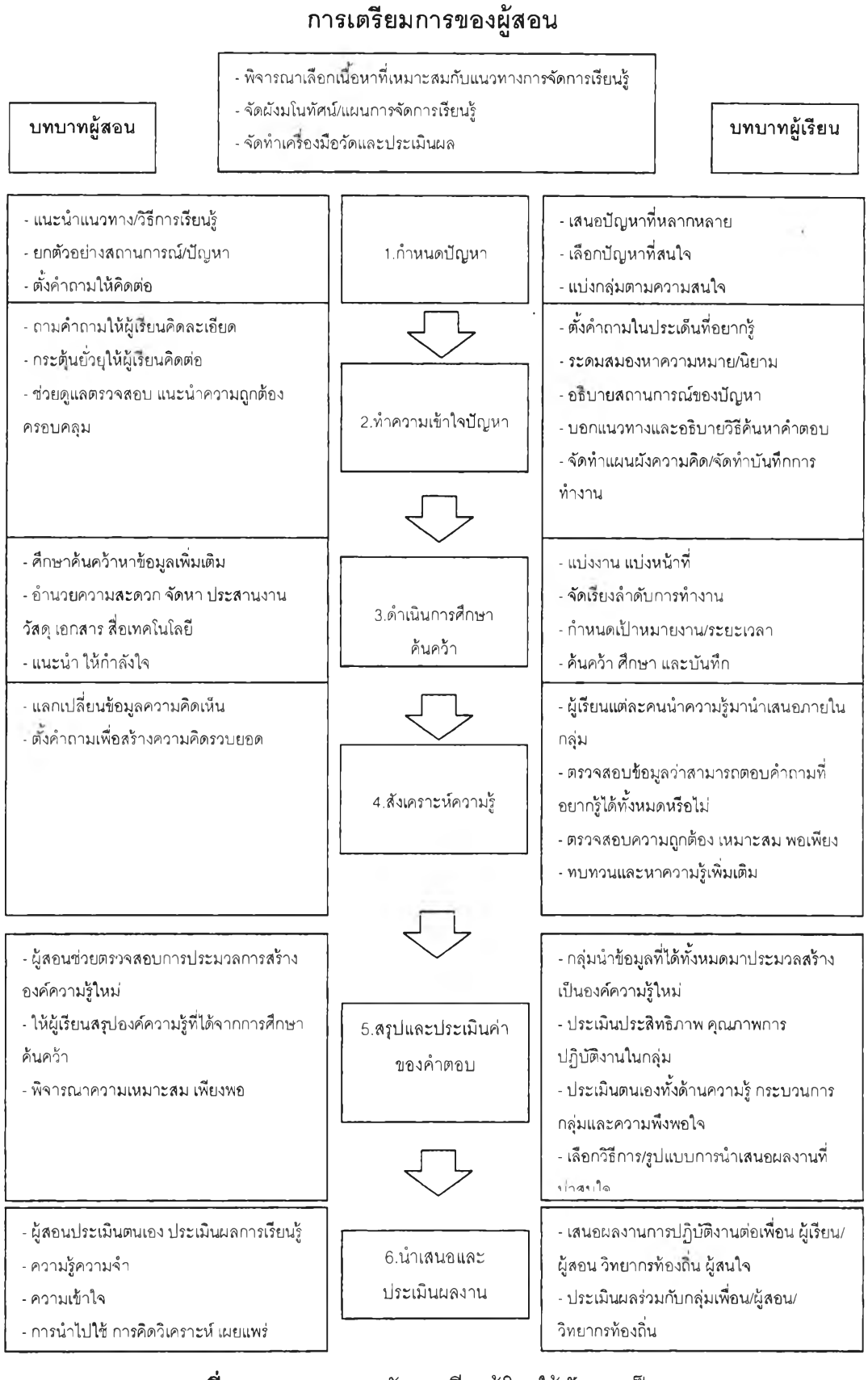
ตารางที่ 4.1 บริบทกรณีศึกษา

โรงเรียน ก.	**โรงเรียน ข.**
เป็นโรงเรียนสตรีภายใต้การกำกับดูแลของสำนักบริหารงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน เปิดสอนระดับปฐมวัยถึงระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีวิสัยทัศน์ที่มุ่งพัฒนานักเรียนหญิงทั้งด้านคุณธรรม วิชาการ เพื่อเสริมสร้างให้เป็นกุลสตรีที่ดี เก่ง และมีภาวะผู้นำ โดยผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐานของนักเรียนระดับมัธยมศึกษามีค่าเฉลี่ยคะแนนสูงกว่าค่าเฉลี่ยของนักเรียนในเขตกรุงเทพมหานครและระดับประเทศ ปีการศึกษา 2554 นอกจากนี้โรงเรียนมีนโยบายให้นักเรียนทุกระดับชั้นสร้างผลงานในรูปแบบโครงงานและจัดให้มีการแข่งขันประกวดการทำโครงงานในทุกกลุ่มสาระทุกปี รวมทั้งมีนโยบายให้ครูทำวิจัยในชั้นเรียนส่งฝ่ายวิชาการปีการศึกษาละ 1 เรื่อง และสนับสนุนให้นักเรียนและครูนำผลงานเข้าประกวดแข่งขันจนได้รับรางวัลเป็นที่ประจักษ์ รวมทั้งการอบรมครูทั้งภายในและนอกสถานศึกษา	เป็นโรงเรียนภายใต้สังกัดสำนักบริหารงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน มีลักษณะพิเศษคือเป็นโรงเรียนประจำ ที่รับเฉพาะนักเรียนชาย เปิดสอนระดับประถมศึกษาถึงระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 6 มีวิสัยทัศน์ที่มุ่งเน้นสร้างนักเรียนให้เป็นพลเมืองดี เป็นผู้ดี มีความกตัญญู รู้จักความเสียสละ และมีความสามารถรอบด้าน โดยผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐานของนักเรียนระดับมัธยมศึกษามีค่าเฉลี่ยคะแนนสูงกว่าค่าเฉลี่ยของนักเรียนในเขตกรุงเทพมหานครและระดับประเทศ ปีการศึกษา 2554 มีนโยบายให้ครูทำวิจัยชั้นเรียน โดยเชิญวิทยากรภายนอกมาอบรมให้ความรู้แก่ครูทุกปี

จากตาราง 4.1 สรุปได้ว่า โรงเรียน ก.และโรงเรียน ข.เป็นโรงเรียนในสังกัดสำนักบริหารงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชนที่มีวิสัยทัศน์ในการมุ่งพัฒนานักเรียนของตนเองให้มีคุณภาพและเป็นคนดี มีนโยบายในการพัฒนาการจัดการศึกษาที่ชัดเจน รวมทั้งนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนขั้นพื้นฐานอยู่ในเกณฑ์ดีมาก คะแนนสูงกว่าทั้งระดับกรุงเทพมหานครและระดับประเทศ ผู้วิจัยจึงได้เลือกโรงเรียนทั้งสองแห่งเป็นพื้นที่กรณีศึกษา

2.2 การพัฒนาครูในการส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์

จากผลระยะที่ 1 การพัฒนาครูในการส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดในการวิจัย คือ การสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งเป็นวิธีการสอนที่ได้รับการเสนอแนวคิดจากผู้เชี่ยวชาญและครูดีเด่นว่ามีความเหมาะสมในการนำมาใช้พัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน ผู้วิจัยได้นำแนวคิดดังกล่าวมาพัฒนาเป็นกระบวนการพัฒนาครูในการส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนตามแนวทางการสร้างสมรรถนะวิจัย 4 ขั้นตอน ซึ่งได้เลือกใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐานของสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ (2550) เพื่อพัฒนาครู ดังภาพที่ 4.2 โดยกำหนดรายละเอียดของการจัดอบรมครู ดังตารางที่ 4.2 และ การใช้กระบวนการพัฒนาครูในการส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ ดังแสดงในตารางที่ 4.3



ภาพที่ 4.2 กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ตารางที่ 4.2 รายละเอียดกิจกรรมที่ผู้วิจัยอบรมให้กับครูแต่ละโรงเรียน

ช่วงเวลา	ครั้งที่	กิจกรรมการอบรม	เวลา
สัปดาห์ที่ 1 (28 มกราคม- 1 กุมภาพันธ์ 2556)	1	- ผู้วิจัยให้ความรู้แก่ครูเกี่ยวกับมโนทัศน์เบื้องต้นของการรู้วิทยาศาสตร์ (ความเป็นมา ความสำคัญ นิยาม องค์ประกอบ การเชื่อมโยงไปสู่สมรรถนะวิจัยของนักเรียน) - ผู้วิจัยให้ความรู้แก่ครูเกี่ยวกับวิธีการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานในการนำไปใช้ส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน (ความสำคัญ ขั้นตอนการดำเนินการ) - ผู้วิจัยและครูพูดคุยอย่างไม่เป็นทางการเกี่ยวกับการวางแผนและแนวทางการจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยบูรณาการเข้ากับเนื้อหาที่กำลังสอน (การสร้างข้อคำถามในใบงาน การใช้สื่อประกอบ)	1 ชั่วโมง 1 ชั่วโมง 3 ชั่วโมง
สัปดาห์ที่ 2 (4 กุมภาพันธ์ - 8 กุมภาพันธ์ 2556)	2	- ผู้วิจัยและครูพูดคุยเกี่ยวกับใบงานของกิจกรรมที่ครูได้สร้างขึ้นอิงจากเนื้อหาที่สอนในปัจจุบัน เน้นไปที่การกำหนดและทำความเข้าใจปัญหา ลำดับขั้นของการสอน การตั้งคำถามให้กับนักเรียน และเน้นให้ครูสังเกตพฤติกรรมการตอบคำถามและการเรียนรู้ของนักเรียนในชั่นก่อนปฏิบัติการสอน	45 นาที/ ครู 1 คน
สัปดาห์ที่ 3 (11 กุมภาพันธ์ - 15 กุมภาพันธ์ 2556)	3	- ผู้วิจัยและครูพูดคุยเกี่ยวกับแนวทางการจัดกิจกรรมแบ่งกลุ่มให้นักเรียนได้ศึกษาข้อมูลเพิ่มเติม กำหนดระยะเวลา การเข้ากลุ่มนักเรียนเพื่อร่วมรับฟัง เพื่อที่จะนำข้อมูลมากำหนดแผนในการแก้ปัญหา/พัฒนานักเรียนในครั้งต่อไป	45 นาที/ ครู 1 คน
สัปดาห์ที่ 4 (18 กุมภาพันธ์ - 22 กุมภาพันธ์ 2556)	4	- ผู้วิจัยและครูพูดคุยเกี่ยวกับการสรุปและประเมินค่าของคำตอบ การนำเสนอและประเมินผลงานของนักเรียนที่มานำเสนอ การสร้างข้อสรุปให้นักเรียนได้ฟัง โดยผู้วิจัยแนะนำให้ครูเก็บข้อมูลนักเรียนที่ครูสังเกตได้ เพื่อทำการสรุปและอภิปรายผลของการดำเนินกิจกรรม	45 นาที/ ครู 1 คน

ตารางที่ 4.3 การใช้กระบวนการพัฒนาครูในการส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน

กิจกรรม / ระยะเวลา	กระบวนการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์	กระบวนการพัฒนาสมรรถนะวิจัย	ขั้นตอนตามกระบวนการสร้างสมรรถนะวิจัย
สัปดาห์ที่ 1 (28 มกราคม- 1 กุมภาพันธ์ 2556)	- การทดสอบครูก่อนเข้ารับการอบรม		1.ขั้นประเมินขีดความสามารถ
	- อบรมครูเชิงทฤษฎีเกี่ยวกับการรู้วิทยาศาสตร์ วางแผนการจัดกิจกรรม และสร้างชุดกิจกรรมมี่ส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน		2.ขั้นกำหนดกลยุทธ์และแผน
สัปดาห์ที่ 2 (4 กุมภาพันธ์ - 8 กุมภาพันธ์ 2556)	- ขั้นกำหนดปัญหา - ทำความเข้าใจปัญหา	- ครูสังเกตพฤติกรรม/ปัญหาการเรียนรู้ของนักเรียน	3.ขั้นปฏิบัติ
สัปดาห์ที่ 3 (11 กุมภาพันธ์ - 15 กุมภาพันธ์ 2556)	- ดำเนินการศึกษาค้นคว้า - สังเคราะห์ความรู้	- การกำหนดแผนเพื่อแก้ปัญหา/พัฒนาผู้เรียน	
สัปดาห์ที่ 4 (18 กุมภาพันธ์ - 22 กุมภาพันธ์ 2556)	- สรุปและประเมินค่าของคำตอบ - นำเสนอและประเมินผลงาน	- เก็บรวบรวมข้อมูล/การวิเคราะห์ข้อมูล - การสรุปและอภิปรายผล	
สัปดาห์ที่ 5 (25 กุมภาพันธ์ - 1 มีนาคม 2556)	- การทดสอบครูหลังเข้ารับการฝึกอบรม		4.ขั้นติดตามและประเมินผล

กิจกรรม / ระยะเวลา	กระบวนการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์	กระบวนการพัฒนาสมรรถนะวิจัย	ขั้นตอนตามกระบวนการสร้างสมรรถนะวิจัย
สัปดาห์ที่ 6 (4 มีนาคม - 8 มีนาคม 2556)	- ประชุมกลุ่มเพื่อสะท้อนผลการดำเนินกิจกรรม	- การสะท้อนความคิด	

2.3 ผลการใช้กระบวนการพัฒนาครูในโรงเรียนกรณีศึกษา

ผลการใช้กระบวนการพัฒนาครูในการส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางการสร้างสมรรถนะวิจัยที่ครูได้รับในแต่ละสัปดาห์ มีดังนี้

สัปดาห์ที่ 1 (28 **มกราคม**- 1 **กุมภาพันธ์** 2556)

นักเรียนชั้น ม.1 และ ม.3 ทั้งสองโรงเรียนทำการทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์และสมรรถนะวิจัยของนักเรียนก่อนกระบวนการอบรม และครูทั้งแปดท่านได้รับการประเมินขีดความสามารถการวิจัยโดยใช้แบบวัดสมรรถนะวิจัยของครู ซึ่งผู้วิจัยได้ให้ครูทำแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ฉบับเดียวกันกับที่ใช้ทดสอบนักเรียนด้วย ผลการประเมินพบว่า ครูวิทยาศาสตร์ระดับ ม.1 และ ม.3 มีคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์สูงกว่าครูสังคมศึกษา ระดับ ม.1 และ ม.3 ยกเว้น ครูวิทยาศาสตร์และครูสังคมศึกษา ม.3 ของโรงเรียน ก. มีคะแนนเท่ากัน ผลคะแนนสมรรถนะวิจัยของครูมีแนวโน้มคล้ายคลึงกับคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ของครู ยกเว้น ครูสังคมศึกษา ม.1 โรงเรียน ข. และครูสังคมศึกษา ม. 3 โรงเรียน ก. ที่มีคะแนนสูงกว่าครูวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นและโรงเรียนเดียวกัน แสดงว่า ครูสังคมมีแนวโน้มของการรู้วิทยาศาสตร์และสมรรถนะวิจัยต่ำกว่าครูวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยเก็บผลคะแนนดังกล่าวไว้เพื่อใช้เปรียบเทียบกับคะแนนภายหลังที่ครูเข้ารับการอบรม จากนั้นผู้วิจัยได้นัดหมายครูของทั้งสองโรงเรียนเพื่อเข้ารับการอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับความเป็นมา ความหมาย ความสำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์ องค์ประกอบด้านต่าง ๆ ของการรู้วิทยาศาสตร์ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในห้องเรียนได้อย่างไร เป็นเวลา 1 ชั่วโมง หลังจากนั้น ผู้วิจัยให้ความรู้แก่ครูเกี่ยวกับวิธีการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานในการนำไปใช้ส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน ในประเด็นความสำคัญและขั้นตอนการดำเนินการเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ซึ่งภายหลังการอบรมครูทั้งสองโรงเรียนมีความตระหนักถึงความสำคัญ แม้ในตอนแรกจะมีครูบางท่านจากโรงเรียน ก. ตั้งข้อสังเกตเกี่ยวกับกระบวนการดำเนินการของผู้วิจัยว่าอาจจะส่งผลต่อเนื้อหาและระยะเวลาที่ใช้ในการสอนแต่ผู้วิจัยได้พยายามอธิบายว่า การพัฒนานักเรียนตามกระบวนการนี้จะให้ครูใช้เนื้อหาบทเรียนตามที่แต่ละท่านสอนอยู่ ไม่ได้นำเนื้อหาจากกระบวนการที่ผู้วิจัยดำเนินการ ครูจึงเข้าใจ จากนั้นผู้วิจัยได้ขอให้ครูนำแผนการจัดการเรียนการ

สอนปกติมาพูดคุย เพื่อแลกเปลี่ยนประสบการณ์และวิธีการสอนปกติ ก่อนที่จะให้ครูแต่ละท่านได้เสนอแนวทางการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน ซึ่งครูทั้ง 8 ท่านได้เสนอแนวทางพัฒนาในรูปแบบการแก้ปัญหาเป็นฐานบูรณาการเข้ากับเนื้อหารายวิชาของตนเอง โดยพยายามให้มีประเด็นหรือเรื่องราวที่เกี่ยวเนื่องกันระหว่างบทเรียนกับประเด็นทางสังคม และกระตุ้นให้ครูค้นหาสื่อที่จะนำมาใช้ประกอบการสอน รวมทั้งการสร้างข้อคำถามที่เป็นปัญหาเพื่อนำมาสร้างเป็นใบงานกิจกรรมของแต่ละรายวิชา ใช้เวลา 3 ชั่วโมง ตามแนวทางการสร้างสมรรถนะในการวิจัยในขั้นกำหนดกลยุทธ์และแผน ผู้วิจัยพยายามชี้ให้เห็นว่า ครูสามารถใช้กระบวนการนี้มาเชื่อมโยงกับการทำวิจัยในชั้นเรียนได้ แต่เมื่อผู้วิจัยพยายามเชื่อมโยงกระบวนการส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์เข้าไปเกี่ยวกับการทำวิจัยในชั้นเรียนพบว่ายังไม่ได้รับความสนใจเท่าที่ควรจากครูทั้งโรงเรียน ก. และ ข. ส่วนใหญ่ โดยรายละเอียดของหน่วยการเรียนรู้ที่ครูเลือกใช้เป็นดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 หน่วยการเรียนรู้ที่ใช้ในการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์จำแนกตามระดับชั้นและรายวิชา

วิชา/ชั้น / โรงเรียน	วิทยาศาสตร์		สังคมศึกษา	
	ม.1	ม.3	ม.1	ม.3
โรงเรียน ก.	- ปรากฏการณ์ทางลม ฟ้าอากาศ - การพยากรณ์อากาศกับการดำรงชีวิต	- การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	- ทวีปออสเตรเลีย และโอเชียเนีย	- ท่องไปในโลกกว้าง - โลกที่เปลี่ยนแปลง
โรงเรียน ข.	- การดำรงชีวิตของพืช	- โครโมโซม และการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม - แรงเสียดทานและโมเมนต์	- เศรษฐศาสตร์ในชีวิตประจำวัน	- กฎหมายอาญาและกฎหมายแพ่ง - วัฒนธรรมไทย

ภายหลังการอบรม 2 วัน ครูแต่ละท่านได้ดำเนินการออกแบบใบงานและกิจกรรมต่างๆ และนำมาปรึกษากับผู้วิจัยเกี่ยวกับรูปแบบของการใช้ปัญหาที่นำมาตั้งเป็นคำถามตามประเด็นของการรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นให้นักเรียนเกิดการระบุปัญหา การอธิบายปรากฏการณ์ และการใช้ประจักษ์พยาน จากการสังเกตพบว่า ครูวิชาสังคมศึกษาทั้งสองระดับของทั้งสองโรงเรียนยังสร้างข้อคำถามในใบงานตามรูปแบบเดิมที่ตนเองเคยสอน เช่น เนื้อหาเกี่ยวกับกฎหมายแพ่งและอาญา ครูก็จะใช้คำถามตรงๆ ว่า *"กฎหมายแพ่งต่างจากกฎหมายอาญาอย่างไร?"* หรือ เรื่องเศรษฐศาสตร์ในชีวิตประจำวัน ครูจะตั้งคำถามว่า "อุปสงค์และอุปทานคืออะไร" เป็นต้น ผู้วิจัยได้

แนะนำครูเพิ่มเติมเกี่ยวกับวิธีสร้างข้อคำถามว่า ครูควรใช้วิธีสร้างสถานการณ์ปัญหาให้นักเรียนเกิดความสนใจที่จะคิดอาจจะใช้ข่าวหรือสถานการณ์ทั่วไปที่พบเจอในชีวิตประจำวันมาใช้เป็นกรณีศึกษา เพื่อให้นักเรียนได้ระบุประเด็นปัญหาจากสถานการณ์ดังกล่าว อาจใช้เทคนิคการให้ค้นหาประเด็นปัญหาให้มากที่สุดจากสถานการณ์แล้วระบุปัญหาที่มีความสำคัญที่สุด หรือมีความเร่งด่วนที่สุดเพื่อให้เกิดการทบทวนและสรุปประเด็นปัญหาสำคัญได้ และให้จัดเป็นกิจกรรมกลุ่มเพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูล ฝึกการอธิบายสถานการณ์ในเชิงปรากฏการณ์ โดยมีการใช้แหล่งข้อมูลต่าง ๆ อาจใช้ตำราในห้อง เอกสารใบงานเพิ่มเติม หรือ สื่อวิดีโอต่าง ๆ ซึ่งขึ้นกับครูแต่ละท่านพิจารณาเลือกให้เหมาะสมกับสถานการณ์จริงในห้อง ในส่วนลักษณะการตั้งคำถามจากสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนด พบว่า การตั้งคำถามของครูจะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้กำหนดปัญหาในประเด็นต่างๆ ได้ดี แต่มีครูวิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียน ข บางท่านที่ใช้การตั้งคำถามวัดมวลความรู้จากบทเรียน ผู้วิจัยได้แนะนำด้วยกระบวนการเช่นเดียวกับครูสังคมศึกษา นอกจากนี้ ครูและผู้วิจัยพูดคุยถึงกระบวนการที่จะใช้ในห้องเพิ่มเติม วางแผนด้านระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรมและด้านทรัพยากรที่ต้องใช้ ในระหว่างการพูดคุยกับครู ผู้วิจัยได้ชี้ให้ครูเห็นว่าในระหว่างการดำเนินกิจกรรมครูจะได้สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน ปัญหาการเรียนรู้ระหว่างการตอบคำถาม และครูสามารถบันทึกพฤติกรรมดังกล่าวไว้เป็นข้อมูลเพื่อใช้พัฒนานักเรียนได้ ครูทุกท่านได้ดำเนินการปรับปรุงใบงาน สืบค้นสื่อประกอบ เพื่อนำมาใช้สอนในห้องที่กำหนดให้เป็นห้องทดลองในสัปดาห์ถัดไป

สัปดาห์ที่ 2 (4 **กุมภาพันธ์** -8 **กุมภาพันธ์** 2556)

ครูทุกท่านดำเนินการจัดกิจกรรมตามที่ได้วางแผนไว้ โดยอธิบายกระบวนการที่จะนำมาใช้ให้กับนักเรียนรับรู้ ครูแจกใบงานเป็นรายบุคคลให้นักเรียนได้ศึกษาข้อคำถามใช้เวลาประมาณ 5 นาที ครูใช้สื่อประกอบการสอนวิดีโอหรือแอนิเมชั่นโดยโปรแกรมสำเร็จรูปซึ่งครูแต่ละท่านได้สืบค้นมาเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้ของนักเรียน ระยะเวลาของวิดีโอเฉลี่ยความยาว 5-10 นาที โดยวิดีโอที่ครูเลือกใช้จะเป็นเรื่องราวที่เกี่ยวกับเนื้อหาบทเรียนและเป็นเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องอยู่ในชีวิตประจำวันในรูปแบบข่าว หรือสารคดีสั้นเพื่อกระตุ้นความสนใจให้แก่นักเรียน ภายหลังการชมสื่อประกอบครูได้ให้นักเรียนตอบคำถามลงในใบงานเป็นลักษณะรายบุคคลก่อนที่จะมีการจัดแบ่งกลุ่มเพื่อระดมความคิดร่วมกัน โดยให้เวลาประมาณ 15-20 นาที เพื่อให้นักเรียนทำความเข้าใจกับปัญหา ซึ่งระหว่างนี้ครูผู้สอนใช้การตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดละเอียด คิดต่อ เป็นระยะ ผู้วิจัยได้กระตุ้นให้ครูสังเกตเห็นการทำงานของนักเรียน เดินดูการตอบคำถาม ซึ่งห้องทดลองใดที่มี

1 คาบเรียนในการทำกิจกรรม ครูจะมอบหมายให้นักเรียนนำใบงานกลับไปทำต่อ และครั้งต่อไปทำการนัดหมายนักเรียนเพื่อจัดแบ่งกลุ่ม แต่ถ้าห้องทดลองใดที่มีคาบเรียนสองคาบต่อเนื่อง ครูจะดำเนินการให้นักเรียนแบ่งกลุ่มย่อยประมาณ 3- 6 คน เพื่อระดมสมอง นำผลที่ตนเองตอบถามในใบงานมาร่วมพูดคุยแลกเปลี่ยน ในภาพรวมของการทำกิจกรรม พบว่า นักเรียนให้ความสนใจในการทำกิจกรรมดี เมื่อมอบหมายงานเดี่ยวเป็นรายบุคคลจะใช้เวลาในการคิดเพื่อตอบคำถามเป็นเวลานาน และพบว่า นักเรียนประมาณ 1 ใน 3 จะยังไม่เขียนคำตอบลงไป เมื่อสอบถาม นักเรียนส่วนใหญ่ให้คำตอบว่า ไม่แน่ใจว่าต้องตอบอย่างไร ต้องการรอรวมกลุ่มกับเพื่อนก่อน โดยเฉพาะนักเรียนระดับชั้น ม.1 ของทั้งสองโรงเรียน เมื่อตอบคำถามแล้วมักจะยกมือถามครูว่า ตอบแบบนี้ถูกไหม ครูต้องบอกกับนักเรียนเป็นระยะว่า ให้ตอบไปก่อนตามความคิดของตนเอง ภายหลังการสอนของครูผู้วิจัยนัดพบครูตามตารางนัดหมาย เพื่อให้ครูสะท้อนผลในการจัดกิจกรรม พบว่า ครูส่วนใหญ่มีความเห็นว่ากิจกรรมมีความน่าสนใจแต่นักเรียนส่วนหนึ่งยังไม่เกิดความสนใจเท่าที่ควร บางกลุ่มติดคุยติดเล่น ทำให้การทำงานล่าช้า ครูวิชาวิทยาศาสตร์โรงเรียน ก. และ ข. มีความเห็นตรงกันว่า ควรกระตุ้นความสนใจนักเรียนเพิ่มเติมโดยการให้รางวัล เช่น ขนม เพื่อสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนสนใจทำกิจกรรมเพิ่มขึ้น ปัญหาที่พบในสัปดาห์ที่สอง คือ ระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรมหากวิชาใดที่มี 1 คาบ และต้องดำเนินกิจกรรมต่อในวันถัดไป กระบวนการทำงานจะไม่ต่อเนื่องและใช้เวลามากกว่าห้องที่มีคาบเรียนต่อเนื่อง 2-3 คาบ รวมทั้งนักเรียนของทั้งสองโรงเรียน มีกิจกรรมอื่นเข้ามาทำให้นักเรียนเข้าคาบเรียนหรือออกจากห้องที่ดำเนินการทดลองช้าหรือเร็วกว่าปกติ บางกิจกรรมทำไม่ทันเวลา เมื่อมอบหมายให้นักเรียนปรับแก้ใบงาน พบว่า ในชั่วโมงถัดไปนักเรียนเกือบทั้งหมดไม่ได้นำใบงานไปทำต่อ เมื่อสอบถามนักเรียน พบว่า นักเรียนให้ความสำคัญกับงานในวิชาที่มีคะแนนเก็บและเป็นกลุ่มวิชาสำคัญ เช่น คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ จึงทำให้ละเลยการปรับปรุงทบทวนใบงาน

จากกระบวนการที่ต้องการส่งเสริมให้ครูพัฒนาสมรรถนะวิจัยควบคู่ไปกับการสอนในด้านการสังเกตพฤติกรรมและปัญหาการเรียนรู้ ครูไม่ได้ทำการจดบันทึกข้อมูลนักเรียนเป็นลายลักษณ์อักษรที่ชัดเจน ใช้การจดแบบย่อ ส่วนใหญ่ใช้ความจำ ในการระบุว่านักเรียนคนใด มีความตั้งใจหรือไม่ตั้งใจปฏิบัติกิจกรรม

สัปดาห์ที่ 3 (**11 กุมภาพันธ์** -15 **กุมภาพันธ์** 2556)

ผู้วิจัยได้พูดคุยกับครูทุกท่าน เกี่ยวกับแผนการดำเนินกิจกรรมสืบเนื่องจากสัปดาห์ที่สอง เน้นย้ำให้ครูตั้งคำถามกับนักเรียนอย่างหลากหลายมากขึ้น ให้นักเรียนแต่ละคนนำความรู้มา

นำเสนอภายในกลุ่ม เตรียมสรุปสังเคราะห์ความรู้ เพื่อเตรียมนำเสนอในสัปดาห์ถัดไป รวมทั้งเสนอแนะให้ครูวางแผนและเลือกใช้วิธีการที่ครูเห็นว่าจะสามารถแก้ปัญหาที่นักเรียนบางคนไม่ค่อยให้ความสนใจทำกิจกรรม ซึ่งครูได้เสนอแนวทางเป็น 2 แนวทาง คือ 1) การหารางวัลประเภทขนม และ 2) การเพิ่มคะแนนให้แก่นักเรียนที่ร่วมทำกิจกรรม พบว่า ครูสังคม ม.1 โรงเรียน ข. ครูวิทยาศาสตร์ ม. 3 โรงเรียน ก. และ ข. เลือกใช้แนวทางที่ 1 ห้องทดลองที่เหลือ 5 ห้อง เลือกใช้แนวทางที่ 2 สำหรับการจัดกิจกรรมสัปดาห์นี้ พบว่าแนวทางทั้ง 2 แบบ ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะห้องที่เลือกใช้แนวทางที่ 2 นักเรียนมีความสนใจที่จะทำกิจกรรมให้ดีขึ้น ผู้วิจัยพยายามชี้ให้ครูเห็นว่า การที่ครูวางแผน คิดค้นหาวิธีการเพื่อส่งเสริมผู้เรียนเช่นนี้ เป็นแนวทางที่จะนำไปใช้ดำเนินการทำวิจัยในชั้นเรียนได้ ครูรับรู้กับสิ่งที่ผู้วิจัยอธิบายให้ฟัง แต่ไม่พบว่ามีครูท่านใดที่นำผลดังกล่าวไปจัดทำในรูปของเอกสาร ปัญหาที่พบจากการดำเนินกิจกรรมในสัปดาห์นี้ยังคงคล้ายสัปดาห์ที่สอง คือ เรื่องของระยะเวลาดำเนินการของห้องทดลอง บางห้องครูในรายวิชาอื่นมาขอเวลาที่ผู้วิจัยวางแผนดำเนินการทดลองไปทำให้ระยะเวลาการดำเนินกิจกรรมมีเวลาลดลง รวมทั้ง ครูวิทยาศาสตร์และครูสังคมศึกษา ชั้น ม.1 ขอปรับเวลาในการดำเนินกิจกรรมลงบางส่วน เพราะต้องการสอนเนื้อหาบทเรียนที่เป็นสาระในการสอบปลายภาค

สัปดาห์ที่ 4 (18 กุมภาพันธ์ -22 กุมภาพันธ์ 2556)

จากการประชุมวางแผนการดำเนินกิจกรรมการสอนประจำสัปดาห์ ครูผู้สอนให้นักเรียนทุกกลุ่มสรุปการเสนอปัญหาตามสถานการณ์คำถาม และจัดทำการนำเสนอหน้าชั้นเรียนโดยการสร้างแผ่นแสดงแผนที่ความคิด เมื่อนักเรียนดำเนินการเสร็จสิ้น ครูจัดสรรเวลาให้นักเรียนได้นำเสนอทุกกลุ่มกลุ่มละ 5-10 นาที โดยเน้นให้ผลัดเปลี่ยนการนำเสนอให้ได้พูดครบทุกคน จากนั้นครูจะทำการถามถึงแนวทางในการแก้ปัญหาตามสถานการณ์ดังกล่าวกับนักเรียนทุกคนคนละ 1-2 คำถาม ตามระยะเวลาของคาบเรียน และครูเก็บชิ้นงานที่นักเรียนนำเสนอไปตรวจสอบซึ่งบางรายวิชานำชิ้นงานดังกล่าวไปประเมินให้คะแนนเป็นส่วนหนึ่งของการตัดสินผลสอบภาคปลายด้วย โดยให้คะแนนชิ้นงาน คะแนนเต็ม 10 คะแนน ผลจากการที่นักเรียนได้นำเสนอหน้าชั้นเรียน ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนชั้น ม.1 ของทั้งสองโรงเรียนมีความกล้าแสดงออกในการพูดและตอบคำถามครู แต่ลักษณะการของคำตอบที่ได้จะไม่ซับซ้อน วิธีแก้ปัญหาหรือการแสดงความคิดเห็นเป็นวิธีทั่วไปที่พบเจอในสังคม นักเรียนชั้น ม.3 โรงเรียน ก. สามารถตอบคำถามและให้เหตุผลได้ดีกว่าโรงเรียน ข. ทั้งสองห้อง ผู้วิจัยได้แนะนำให้ครูวิเคราะห์ผลการเขียนตอบใบงานและการนำเสนอผลงานนำไปสู่ข้อสรุปเพื่อเตรียมสะท้อนผลในอีกสองสัปดาห์

สัปดาห์ที่ 5 (25 **กุมภาพันธ์** -1 **มีนาคม** 2556) **และสัปดาห์ที่** 6 (4 **มีนาคม** -8 **มีนาคม** 2556)

ภายหลังการอบรมกระบวนการใช้ปัญหาเป็นฐานในการส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนตามแนวทางการสร้างสมรรถนะวิจัย ผู้วิจัยนัดหมายครูและนักเรียนทั้งสองโรงเรียนเพื่อทดสอบคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์และสมรรถนะวิจัยในสัปดาห์ที่ 5 และนัดหมายครูเพื่อสะท้อนผลการดำเนินการอบรมและกิจกรรมในสัปดาห์ที่ 6

2.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตัวแปรการรู้วิทยาศาสตร์และสมรรถนะวิจัยของครู

2.4.1 ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรการรู้วิทยาศาสตร์และสมรรถนะวิจัยของครู

ข้อมูลที่นำเสนอในส่วนนี้เป็นผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรการรู้วิทยาศาสตร์และสมรรถนะวิจัยของครูกลุ่มที่ 1 เป็นครูวิทยาศาสตร์ และกลุ่มที่ 2 เป็นครูสังคมศึกษา นำเสนอเป็น 2 ส่วนดังนี้

(1) การรู้วิทยาศาสตร์ของครู

ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรการรู้วิทยาศาสตร์ของครูพบว่าครูวิทยาศาสตร์มีคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนการทดลองอยู่ระหว่าง 10-14 คะแนน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.75 อยู่ในระดับมาก โดยมีคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์สูงสุด (4.50) และคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์หลังการทดลองมีค่าอยู่ระหว่าง 11-13 คะแนน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.75 อยู่ในระดับมาก โดยมีคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ด้านการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์สูงสุด (4.25) เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การกระจายพบว่าก่อนการทดลองมีค่า 14.85 และหลังการทดลองมีค่า 8.15 แสดงว่าหลังการทดลองครูมีคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์แตกต่างกันน้อยลงกว่าก่อนการทดลอง ส่วนค่าความเบ้ (sk) และความโด่ง (ku) ที่แสดงถึงลักษณะการแจกแจงความถี่ของข้อมูล พบว่า ทั้งก่อนการทดลองและหลังการทดลองคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ มีการกระจายใกล้เคียงโค้งปกติ สำหรับการรู้วิทยาศาสตร์ด้านการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์หลังการทดลองมีคะแนน 4 คะแนน เท่ากันทั้ง 4 คน ดังนั้นคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ด้านนี้จึงเท่ากันและไม่สามารถคำนวณค่าความเบ้ (sk) และความโด่ง (ku) ของข้อมูลเพื่อแสดงถึงการกระจายของข้อมูลได้

สำหรับครูสังคมมีคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนการทดลองอยู่ระหว่าง 2-10 คะแนน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.75 อยู่ในระดับปานกลาง โดยมีคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ด้านการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์สูงสุด (2.50) และคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์หลังการทดลองมีค่าอยู่ระหว่าง 8-11 คะแนน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.00 อยู่ในระดับปานกลาง โดยมีคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ด้าน

การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์สูงสุด (3.25) เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย พบว่าก่อนการทดลองมีค่า 60.87 คะแนนมีการกระจายค่อนข้างมาก แสดงว่าครูมีคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนการทดลองแตกต่างกันมาก และหลังการทดลองมีค่า 15.71 แสดงว่าหลังการทดลองครูมีคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์แตกต่างกันน้อยลงกว่าก่อนการทดลอง ส่วนค่าความเบ้ (sk)และความโด่ง (ku) ที่แสดงถึงลักษณะการแจกแจงของข้อมูล พบว่า ทั้งก่อนการทดลองและหลังการทดลองคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ของครูสังคมมีการกระจายใกล้เคียงโค้งปกติ ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ของครู

การรู้วิทยาศาสตร์(15)		ก่อนการอบรม							หลังการอบรม						
	N	Mean	SD	CV%	Min	Max	Sk	Ku	Mean	SD	CV%	Min	Max	Sk	Ku
ครูวิทยาศาสตร์	4	12.75	1.89	14.85	10.00	14.00	-1.66	2.62	11.75	96	8.15	11.00	13.00	.85	-1.29
การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์	4	4.00	1.41	35.36	2.00	5.00	-1.41	1.50	4.00	0.00	0.00	4.00	4.00	-	-
การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์	4	4.50	0.58	12.83	4.00	5.00	0.00	-6.00*	3.50	.58	16.50	3.00	4.00	.00	-6.00*
การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์	4	4.25	0.50	11.76	4.00	5.00	2.00*	4.00	4.25	.50	11.76	4.00	5.00	2.00*	4.00
ครูสังคม	4	5.75	3.50	60.87	2.00	10.00	0.32	-1.60	9.00	1.41	15.71	8.00	11.00	1.41	1.50
การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์	4	2.25	1.71	75.90	0.00	4.00	-0.75	0.34	3.25	96	29.46	2.00	4.00	-.85	-1.29
การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์	4	1.00	1.15	115.47	0.00	2.00	0.00	-6.00*	3.00	1.15	38.49	2.00	4.00	.00	-6.00*
การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์	4	2.50	1.00	40.00	2.00	4.00	2.00*	4.00	2.75	1.71	62.10	1.00	5.00	.75	.34

หมายเหตุ : $SE_{sk\ ครูวิทย์}$ =1.01 ,$SE_{ku\ ครูวิทย์}$=2.62 ; $SE_{sk\ ครูสังคม}$ =1.01 ,$SE_{ku\ ครูสังคม}$ =2.62 ;

* p<.05 , ** p<.01 ; การทดสอบนัยสำคัญของความเบ้และความโด่ง คำนวณจากค่าสถิติ Z_{sk} = Sk/SE_{sk} และ Z_{ku} = Ku/SE_{ku}

(2) สมรรถนะวิจัยของครู

ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรสมรรถนะวิจัยของครูพบว่าครูวิทยาศาสตร์มีคะแนนสมรรถนะวิจัยก่อนการทดลองอยู่ระหว่าง 12-17 คะแนน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.85 อยู่ในระดับปานกลาง และคะแนนสมรรถนะวิจัยหลังการทดลองมีค่าอยู่ระหว่าง 11.70-16.60 คะแนน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.08 อยู่ในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย พบว่าก่อนการทดลองมีค่า 13.57 และหลังการทดลองมีค่า 14.52 แสดงว่าหลังการทดลองครูมีคะแนนสมรรถนะวิจัยแตกต่างกันมากกว่าก่อนการทดลอง ส่วนค่าความเบ้ (sk) และความโด่ง (ku) พบว่า ทั้งก่อนการทดลองและหลังการทดลอง คะแนนสมรรถนะวิจัยของครูวิทยาศาสตร์มีการกระจายใกล้เคียงโค้งปกติ

สำหรับครูสังคมมีคะแนนสมรรถนะวิจัยก่อนการอบรมอยู่ระหว่าง 10-16 คะแนน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.05 อยู่ในระดับปานกลาง และคะแนนสมรรถนะวิจัยหลังการอบรมมีค่าอยู่ระหว่าง 10.90-16.00 คะแนน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.51 อยู่ในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การกระจายพบว่าก่อนการอบรมมีค่า 22.36 และหลังการอบรมมีค่า 18.30 แสดงว่า

หลังการดลองครูมีคะแนนสมรรถนะวิจัยแตกต่างกันน้อยลงว่าก่อนการทดลอง ส่วนค่าความเบ้ (sk) และความโด่ง (ku) พบว่า ทั้งก่อนการทดลองและหลังการทดลอง คะแนนสมรรถนะวิจัยของครูสังคมมีการกระจายใกล้เคียงโค้งปกติ ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนสมรรถนะวิจัยของครู

สมรรถนะวิจัย (25 คะแนน)	N	ก่อนการอบรม							หลังการอบรม						
		Mean	SD	CV%	Min	Max	Sk	Ku	Mean	SD	CV%	Min	Max	Sk	Ku
ครูวิทยาศาสตร์	4	13.85	1.88	13.57	12.00	17.00	1.71	3.13	14.08	2.04	14.52	11.70	16.60	.20	.38
ความรู้และทักษะการทำวิจัย (15)	4	6.75	0.96	14.18	6.00	8.00	0.85	-1.29	7.25	0.96	13.21	6.00	8.00	.85	-1.29
จรรยานักวิจัย (5)	4	3.50	1.29	36.89	2.00	5.00	0.00	-1.20	3.00	1.41	47.14	2.00	5.00	1.41	1.50
เจตคติต่อการทำวิจัย (5)	4	3.60	0.59	16.36	3.00	4.00	0.94	1.50	3.83	0.46	11.96	3.50	4.50	1.81	3.38
ครูสังคม	4	13.05	2.92	22.36	10.00	16.00	-0.49	-2.84	13.51	2.47	18.30	10.90	16.00	.12	-4.59
ความรู้และทักษะการทำวิจัย (15)	4	6.25	1.71	27.33	4.00	8.00	-0.75	0.34	6.75	1.89	28.04	4.00	8.00	-1.66	2.62
จรรยานักวิจัย (5)	4	3.00	1.15	38.49	2.00	4.00	0.00	-6.00*	3.00	1.41	47.14	1.00	4.00	-1.41	1.50
เจตคติต่อการทำวิจัย (5)	4	3.80	0.25	6.53	4.00	4.00	0.00	0.71	3.76	0.35	9.23	3.30	4.00	-1.81	3.33

หมายเหตุ : $SE_{sk\ ครูวิทย์}$ =1.01 ,$SE_{ku\ ครูวิทย์}$=2.62 ; $SE_{sk\ ครูสังคม}$ =1.01 ,$SE_{ku\ ครูสังคม}$ =2.62 ;

* p<.05 , ** p<.01 ; การทดสอบนัยสำคัญของความเบ้และความโด่ง คำนวณจากค่าสถิติ Z_{sk} = Sk/SE_{sk} และ Z_{ku} = Ku/SE_{ku}

(3) ผลการเปรียบเทียบคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์และสมรรถนะวิจัยของครูก่อนอบรมระหว่างกลุ่มครู

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการรู้วิทยาศาสตร์และสมรรถนะวิจัยของครูก่อนอบรมระหว่างกลุ่มครูวิทยาศาสตร์และสังคมศาสตร์ พบว่า ครูวิทยาศาสตร์และสังคมศาสตร์มีคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนการอบรมต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดย พบว่าครูวิทยาศาสตร์มีคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนการอบรมมากกว่าครูสังคมศึกษา ส่วนคะแนนสมรรถนะวิจัยของครูทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ดังตารางที่ 4.7 ดังนั้นในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการรู้วิทยาศาสตร์และสมรรถนะวิจัยของครูหลังการอบรมผู้วิจัยจึงควบคุมอิทธิพลของคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ของครูก่อนการอบรมด้วยการวิเคราะห์ MANCOVA รายละเอียดนำเสนอในตอนต่อไป

ตารางที่ 4.7 เปรียบเทียบคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์และสมรรถนะวิจัยของครูก่อนเข้ารับการอบรม

ตัวแปร	กลุ่ม	N	Mean	SD	Mean dif.	df	T	sig	ผลการเปรียบเทียบ
การรู้วิทยาศาสตร์	วิทย์	4	12.75	1.89	7.00	6	3.518	.013*	**แตกต่าง**
	สังคม	4	5.75	3.50					
สมรรถนะวิจัย	วิทย์	4	13.85	1.88	0.80	6	0.461	.661	ไม่แตกต่าง
	สังคม	4	13.05	2.92					

(4) ผลการเปรียบเทียบคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์และสมรรถนะวิจัยของครูหลังการทดลอง

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในตอนนี้เป็นผลการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์และสมรรถนะวิจัยของครูหลังการทดลอง โดยผู้วิจัยได้กำหนดให้คะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ของครูก่อนการทดลองเป็นตัวแปรร่วม (covariate) โดยมุ่งขจัดอิทธิพลของตัวแปรร่วมหรือควบคุมอิทธิพลของคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนการทดลองเพื่อให้เกิดความตรงภายในสูงขึ้น ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมตัวแปรพหุนาม (MANCOVA) ตัวแปรอิสระในการวิเคราะห์ คือ กลุ่มสาระการเรียนรู้ของครู ได้แก่ 1) วิทยาศาสตร์ และ 2) สังคมศึกษา ตัวแปรตาม 2 ตัว ได้แก่ การรู้วิทยาศาสตร์ และสมรรถนะวิจัยของครูหลังการทดลอง ตัวแปรร่วมในการวิเคราะห์ได้แก่ คะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนการทดลอง

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยการรู้วิทยาศาสตร์ของครูหลังการทดลอง พบว่า ครูวิทยาศาสตร์มีคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ เท่ากับ 11.75 คะแนน สูงกว่าครูสังคมที่มีคะแนนเท่ากับ 9.00 คะแนน เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยสมรรถนะวิจัยของครูหลังการทดลอง พบว่า ครูวิทยาศาสตร์มีคะแนนสมรรถนะวิจัย เท่ากับ 14.08 คะแนน สูงกว่าครูสังคมที่มีคะแนนเท่ากับ 13.51 คะแนน

ผลการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติวิเคราะห์ด้านความเท่ากันของเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วม พบว่า เมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมของตัวแปรสมรรถนะวิจัยและการรู้วิทยาศาสตร์ของครูหลังการทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Box's M = .471, F=.100, df1 =3, df2= 6480.000, sig =.960) ซึ่งเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรพหุนามที่ว่า เมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมของประชากรจะต้องเท่ากัน

ผลการตรวจสอบความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวนระหว่างกลุ่มโดยใช้ค่าสถิติ Levene's Test พบว่าความแปรปรวนของตัวแปรการรู้วิทยาศาสตร์หลังการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ไม่เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้น ดังนั้นเมื่อมีการวิเคราะห์เปรียบเทียบรายคู่ต้องใช้ค่าสถิติทดสอบที่เหมาะสมกับกรณีประชากรมีความแปรปรวนแตกต่างกัน

และความแปรปรวนของตัวแปรสมรรถนะวิจัยของครูหลังการทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรพหุนาม

ผลการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรโดยใช้การวิเคราะห์ Bartlett's Test พบว่าเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมภายในกลุ่มของตัวแปรการรู้วิทยาศาสตร์และสมรรถนะวิจัยของครูแตกต่างจากศูนย์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (Chi-Square =2.517, sig =.113) แสดงว่าตัวแปรการรู้วิทยาศาสตร์และสมรรถนะวิจัยของครูมีความสัมพันธ์กันไม่เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรพหุนาม เนื่องจากตัวอย่างในแต่ละกลุ่มมีขนาดเล็ก ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์และสมรรถนะวิจัยของครูหลังการทดลอง

กลุ่มครู	n	การรู้วิทยาศาสตร์		สมรรถนะวิจัย	
		Mean	SD	Mean	SD
วิทยาศาสตร์	4	11.75	0.96	14.08	2.04
สังคมศึกษา	4	9.00	1.41	13.51	2.47
รวม	8	10.38	1.85	13.79	2.12

Box's M = .471, F=.100, df1 =3, df2= 6480.000, sig =.960

Bartlett's Test of Sphericity: χ^2= 2.517, sig =.113

Levene's Test of Equality of Error Variances: การรู้วิทยาศาสตร์ F=11.755, df1=1, df2=6, sig =.014

สมรรถนะวิจัย F=.949, df1=1, df2=6 sig =.368

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมพหุนามของตัวแปรการรู้วิทยาศาสตร์และสมรรถนะวิจัยของครูหลังการทดลอง เมื่อควบคุมอิทธิพลของคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ของครูก่อนการทดลองโดยใช้สถิติทดสอบ 4 ตัว พบว่าตัวแปรกลุ่มครูหรือกลุ่มสาระการเรียนรู้ของครูไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าในภาพรวม ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้ต่างกันที่ได้รับการทดลองมีคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์และสมรรถนะวิจัยหลังการทดลองไม่แตกต่างกัน สอดคล้องกับผลการเปรียบเทียบความแปรปรวนในแต่ละตัวแปร ที่พบว่าครูกลุ่มสาระการเรียนรู้ต่างกันที่ได้รับการทดลองมีคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์และสมรรถนะวิจัยหลังการทดลองไม่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 4.9 แสดงให้เห็นว่าครูทั้งสองกลุ่มได้รับการทดลองและพัฒนาด้านการรู้วิทยาศาสตร์และสมรรถนะวิจัยไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 4.9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมพหุนามของตัวแปรการรู้วิทยาศาสตร์และสมรรถนะวิจัยของครูหลังการทดลอง

ตัวแปรอิสระ	ค่าสถิติ	Value	F	Hypothesis df	Error df	p
กลุ่มสาระการเรียนรู้/กลุ่มครู	Pillai's Trace	.605	3.058b	2.000	4.000	.156
	Wilks' Lambda	.395	3.058b	2.000	4.000	.156
	Hotelling's Trace	1.529	3.058b	2.000	4.000	.156
	Roy's Largest Root	1.529	3.058b	2.000	4.000	.156

Tests of Between-Subjects Effects

แหล่งความแปรปรวน	ตัวแปรตาม	SS	df	MS	F	p	ผลการเปรียบเทียบรายคู่
คะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียน	การรู้วิทยาศาสตร์	3.980	1	3.980	4.172	.097	-
	สมรรถนะวิจัย	15.965	1	15.965	5.357	.069	-
กลุ่มสาระการเรียนรู้/กลุ่มครู	การรู้วิทยาศาสตร์	.342	1	.342	.358	.575	-
	สมรรถนะวิจัย	7.978	1	7.978	2.677	.163	-
ความคลาดเคลื่อน	การรู้วิทยาศาสตร์	4.770	5	.954			
	สมรรถนะวิจัย	14.900	5	2.980			
รวม	การรู้วิทยาศาสตร์	885.000	8				
	สมรรถนะวิจัย	1553.638	8				
Corrected Total	การรู้วิทยาศาสตร์	23.875	7				
	สมรรถนะวิจัย	31.497	7				

หมายเหตุ: * p < .05

(5) คะแนนการรู้วิทยาศาสตร์และสมรรถนะวิจัย ระหว่างก่อนและหลังอบรมของครู

ในส่วนนี้นำเสนอคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์และสมรรถนะวิจัยระหว่างก่อนและหลังการทดลองของครูด้วยการวิเคราะห์ t-test ผลการเปรียบเทียบคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์และสมรรถนะวิจัยของครูที่เข้ารับการทดลอง จำนวน 8 คน ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง พบว่าคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์และสมรรถนะวิจัยของครู แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 4.10 อาจเป็นเพราะตัวอย่างครูในการวิจัยครั้งนี้มีขนาดเล็กมาก รวมทั้งครูวิทยาศาสตร์อาจใช้กระบวนการเช่นที่ได้รับการทดลองอยู่ในการสอนปกติก่อนการทดลองและคะแนนที่เปลี่ยนแปลงสูงขึ้นไปอยู่กับกลุ่มครูวิชาสังคมศึกษา จากผลดังกล่าวจึงไม่ได้นำคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์และสมรรถนะวิจัยของครูเข้าไปในโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของสมรรถนะวิจัยผ่านการรู้วิทยาศาสตร์ของครูและนักเรียน

ตารางที่ 4.10 เปรียบเทียบคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์และสมรรถนะวิจัย ระหว่างก่อนและหลังการทดลองของครูที่เข้ารับการทดลอง

ตัวแปร	N	ระยะ	Mean	SD	D	df	T	sig	ผลการเปรียบเทียบ
การรู้วิทยาศาสตร์	8	หลัง	10.38	1.85	1.125	7	1.045	.331	ไม่แตกต่าง
		ก่อน	9.25	4.56					
สมรรถนะวิจัย	8	หลัง	13.79	2.12	0.344	7	0.353	.734	ไม่แตกต่าง
		ก่อน	13.45	2.31					

2.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตัวแปรการรู้วิทยาศาสตร์และสมรรถนะวิจัยของนักเรียน

2.5.1 ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรการรู้วิทยาศาสตร์และสมรรถนะวิจัยของนักเรียน

ข้อมูลที่นำเสนอในตอนนี้เป็นผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรการรู้วิทยาศาสตร์และสมรรถนะวิจัยของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 3 แบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 เป็นนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนจากครูวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่ 2 เป็นนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนจากครูสังคมศึกษา และกลุ่มที่ 3 เป็นนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามปกติ ดังนี้

ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ในช่วงก่อนและหลังการทดลอง นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง มีช่วงอยู่ระหว่าง 7.23 – 8.98 โดยนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 2 (สังคม) มีคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ทั้งในช่วงก่อนและหลังการทดลองมากที่สุด (8.73 และ 8.98 ตามลำดับ)

ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในช่วงก่อนและหลังการทดลอง พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่ม มีค่าเฉลี่ยคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ในช่วงหลังการทดลองสูงกว่าช่วงก่อนการทดลอง นักเรียนในกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ในช่วงหลังการทดลองต่ำกว่าช่วงก่อนการทดลอง

เมื่อพิจารณาการแจกแจงข้อมูล พบว่า คะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ส่วนใหญ่มีการแจกแจงเป็นโค้งปกติ ยกเว้นคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ในช่วงหลังการทดลองของกลุ่มทดลองที่ 2 ที่มีการแจกแจงไม่เป็นโค้งปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย พิจารณาจากความเบ้เป็นลบ แสดงว่าในช่วงหลังการทดลอง นักเรียนในกลุ่มทดลองที่ 2 ส่วนใหญ่มีคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์สูงกว่าค่าเฉลี่ย เมื่อพิจารณาค่าความโด่ง พบว่า คะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีการแจกแจงเป็นโค้งปกติ ดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

การรู้วิทยาศาสตร์(15)		ก่อนการทดลอง							หลังการทดลอง						
	N	Mean	SD	CV%	Min	Max	Sk	Ku	Mean	SD	CV%	Min	Max	Sk	Ku
กลุ่มทดลองที่ 1 (วิทย์)	70	8.11	2.63	32.41	2.00	14.00	.109	-.358	8.41	2.74	32.53	1.00	14.00	-.267	-.215
การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (5)	70	2.31	1.28	55.32	0.00	5.00	.065	-.776	2.57	1.21	47.08	0.00	5.00	-.273	-.276
การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์	70	2.67	1.24	46.27	0.00	5.00	.043	-.759	2.69	1.17	43.71	0.00	5.00	.035	-.623
การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์	70	3.13	1.13	36.06	0.00	5.00	-.447	.322	3.16	1.21	38.37	1.00	5.00	-.210	-.789
กลุ่มทดลองที่ 2 (สังคม)	66	8.73	2.41	27.67	3.00	14.00	-.251	-.086	8.98	2.56	28.53	1.00	14.00	-.644*	.784
การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์	66	2.50	1.10	43.96	0.00	5.00	-.179	-.470	2.80	1.04	37.14	0.00	5.00	-.012	.244
การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์	66	2.67	1.28	48.04	0.00	5.00	-.067	-.398	2.82	1.32	46.95	0.00	5.00	-.147	-.603
การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์	66	3.56	1.05	29.61	2.00	5.00	-.164	-1.157*	3.36	1.24	36.74	0.00	5.00	-.937**	.489
กลุ่มควบคุม	200	7.73	2.85	36.89	1.00	14.00	-.185	-.420	7.23	2.66	36.81	1.00	13.00	-.100	-.493
การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์	200	2.28	1.26	55.12	0.00	5.00	-.037	-.569	2.02	1.11	55.29	0.00	4.00	-.096	-.637
การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์	200	2.47	1.18	47.93	0.00	5.00	-.063	-.681*	2.32	1.22	52.53	0.00	5.00	.140	-.799*
การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์	200	2.98	1.36	45.75	0.00	5.00	-.372*	-.680*	2.90	1.21	41.76	0.00	5.00	-.210	-.477

หมายเหตุ : $SE_{sk\ กลุ่มทดลอง\ 1}$ =0.287 ,$SE_{ku\ กลุ่มทดลอง\ 1}$ =0.566 ; $SE_{sk\ กลุ่มทดลอง\ 2}$ =0.295 ,$SE_{ku\ กลุ่มทดลอง\ 2}$ =0.582 ; $SE_{sk\ กลุ่มควบคุม}$ =0.173,$SE_{ku\ กลุ่มควบคุม}$ =0.342;

* p<.05 , ** p<.01 ; การทดสอบนัยสำคัญของความเบ้และความโด่ง คำนวณจากค่าสถิติ Z_{sk} = Sk/SE_{sk} และ Z_{ku} = Ku/SE_{ku}

ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ในช่วงก่อนและหลังการทดลอง นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง มีช่วงอยู่ระหว่าง 6.93 – 9.26 โดยนักเรียนกลุ่มควบคุมมีคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ทั้งในช่วงก่อนและหลังการทดลองมากที่สุด (9.26 และ 8.86 ตามลำดับ)

ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในช่วงก่อนและหลังการทดลอง พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่ 1 มีค่าเฉลี่ยคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ในช่วงหลังการทดลองสูงกว่าช่วงก่อนการทดลอง นักเรียนในกลุ่มทดลองที่ 2 มีค่าเฉลี่ยคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ในช่วงก่อนและหลังการทดลองเท่ากัน และนักเรียนในกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ในช่วงหลังการทดลองต่ำกว่าช่วงก่อนการทดลอง และนักเรียนกลุ่มควบคุมมีคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มทดลอง 2 ทั้งก่อนการทดลองและหลังการทดลอง

เมื่อพิจารณาการแจกแจงข้อมูล พบว่า คะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ส่วนใหญ่มีการแจกแจงเป็นโค้งปกติ ยกเว้นคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ในช่วงก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มควบคุม ที่มีการแจกแจงไม่เป็นโค้งปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย พิจารณาจากความเบ้เป็นลบ แสดงว่าในช่วงก่อนและหลังการทดลองนักเรียนในกลุ่มควบคุม มีคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์สูงกว่าค่าเฉลี่ย เมื่อพิจารณาค่าความโด่ง

พบว่า คะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีการแจกแจงเป็นโค้งปกติ ดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

การรู้วิทยาศาสตร์		ก่อนการทดลอง							หลังการทดลอง						
	N	Mean	SD	CV%	Min	Max	Sk	Ku	Mean	SD	CV%	Min	Max	Sk	Ku
กลุ่มทดลองที่ 1 (วิทย์)	58	6.93	2.53	36.55	2.00	11.00	-.282	-.575	7.16	2.65	37.00	2.00	12.00	-.285	-.772
การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์	58	2.16	1.17	54.14	0.00	4.00	-.107	-.751	2.22	1.12	50.56	0.00	4.00	-.308	-.499
การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์	58	2.05	1.03	50.36	0.00	4.00	.091	-.515	2.29	1.15	50.36	0.00	5.00	.173	-.401
การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์	58	2.72	1.32	48.52	0.00	5.00	-.506	-.335	2.64	1.37	52.03	0.00	5.00	-.067	-.707
กลุ่มทดลองที่ 2 (สังคม)	65	7.97	2.02	25.29	3.00	13.00	.114	.276	7.97	2.77	34.79	1.00	14.00	-.081	.126
การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์	65	2.49	1.09	43.79	0.00	4.00	-.500	-.428	2.58	1.20	46.33	0.00	5.00	-.150	-.513
การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์	65	2.38	1.09	45.51	0.00	5.00	-.223	-.228	2.38	1.13	47.29	0.00	5.00	-.344	-.043
การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์	65	3.09	1.06	34.17	1.00	5.00	.057	-.408	3.00	1.25	41.67	0.00	5.00	-.198	-.756
กลุ่มควบคุม	180	9.26	2.66	28.72	1.00	15.00	-.726**	.306	8.86	2.81	31.76	1.00	14.00	-.632**	-.003
การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์	180	2.73	1.12	41.16	0.00	5.00	-.451*	-.206	2.55	1.23	48.21	0.00	5.00	-.308	-.582
การอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์	180	2.95	1.27	43.04	0.00	5.00	-.419*	-.485	2.79	1.11	39.93	0.00	5.00	-.113	-.516
การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์	180	3.58	1.13	31.62	0.00	5.00	-1.036**	1.254**	3.52	1.27	36.25	0.00	6.00	-.635**	-.074

หมายเหตุ : $SE_{sk\ กลุ่มทดลอง\ 1}$ =0.314 ,$SE_{ku\ กลุ่มทดลอง\ 1}$ =0.618 ; $SE_{sk\ กลุ่มทดลอง\ 2}$ =0.297 ,$SE_{ku\ กลุ่มทดลอง\ 2}$ =0.586 ; $SE_{sk\ กลุ่มควบคุม}$ =0.181,$SE_{ku\ กลุ่มควบคุม}$ =0.360;

* p<.05 , ** p<.01 ; การทดสอบนัยสำคัญของความเบ้และความโด่ง คำนวณจากค่าสถิติ Z_{sk} = Sk/SE_{sk} และ Z_{ku} = Ku/SE_{ku}

ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยคะแนนสมรรถนะวิจัยของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ในช่วงก่อนและหลังการทดลอง นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนสมรรถนะวิจัยอยู่ในระดับปานกลาง มีช่วงอยู่ระหว่าง 10.42 - 11.73 โดยในช่วงก่อนการทดลองนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 1 มีคะแนนสมรรถนะวิจัยมากที่สุด (10.87) และในช่วงหลังการทดลองนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 2 มีคะแนนสมรรถนะวิจัยมากที่สุด (11.73)

ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนสมรรถนะวิจัยของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในช่วงก่อนและหลังการทดลอง พบว่า นักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยคะแนนสมรรถนะวิจัยในช่วงหลังการทดลองสูงกว่าช่วงก่อนการทดลอง

เมื่อพิจารณาการแจกแจงข้อมูล พบว่า คะแนนสมรรถนะวิจัยของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ส่วนใหญ่มีการแจกแจงเป็นโค้งปกติ ยกเว้นคะแนนสมรรถนะวิจัยในช่วงก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มควบคุม ที่มีการแจกแจงไม่เป็นโค้งปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีการแจกแจงแบบเบ้ขวา พิจารณาจากความเบ้เป็นบวก แสดงว่าในช่วงก่อนการทดลอง นักเรียนในกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มควบคุมส่วนใหญ่มีคะแนนสมรรถนะวิจัยต่ำกว่าค่าเฉลี่ย เมื่อพิจารณาค่า

ความโด่ง พบว่า คะแนนสมรรถนะวิจัยของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีการแจกแจงเป็นโค้งปกติ ดังตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนสมรรถนะวิจัยของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

สมรรถนะวิจัย(29)		ก่อนการทดลอง							หลังการทดลอง						
	N	Mean	SD	CV%	Min	Max	Sk	Ku	Mean	SD	CV%	Min	Max	Sk	Ku
กลุ่มทดลองที่ 1 (วิทย์)	70	10.87	2.86	26.30	6.10	19.00	.661*	.191	11.58	2.97	25.67	5.80	18.50	.144	-.642
ความรู้เกี่ยวกับการทำโครงงาน (12)	70	3.87	1.60	41.24	0.00	8.00	.304	-.189	4.11	1.65	40.02	1.00	8.00	.033	-.372
ทักษะการทำโครงงานวิทยาศาสตร์(12)	70	3.90	1.99	50.94	0.00	9.00	.051	-.427	3.97	1.96	49.25	0.00	8.00	.137	-.716
เจตคติต่อการทำโครงงาน(12)	70	3.10	1.39	44.92	1.60	9.00	3.346**	12.379**	3.50	0.51	14.58	1.80	4.70	-.237	.874
กลุ่มทดลองที่ 2 (สังคม)	66	10.67	3.11	29.09	3.90	19.00	.170	.282	11.73	2.50	21.29	7.40	17.90	.573	-.142
ความรู้เกี่ยวกับการทำโครงงาน (12)	66	3.98	1.86	46.69	0.00	8.00	-.332	-.135	4.08	1.53	37.60	1.00	8.00	.213	-.423
ทักษะการทำโครงงานวิทยาศาสตร์(12)	66	3.85	1.84	47.86	0.00	8.00	.138	-.034	4.26	1.66	38.94	1.00	8.00	.160	-.050
เจตคติต่อการทำโครงงาน(12)	66	2.84	0.99	34.73	1.40	9.00	3.830**	23.025**	3.39	0.57	16.68	1.40	4.60	-.834**	1.476*
กลุ่มควบคุม	200	10.42	2.71	26.03	5.10	19.00	.369*	-.046	11.04	2.84	25.68	3.20	19.30	-.025	-.225
ความรู้เกี่ยวกับการทำโครงงาน (12)	200	3.94	1.58	40.04	1.00	8.00	.030	-.639	4.09	1.72	42.11	0.00	9.00	.110	.002
ทักษะการทำโครงงานวิทยาศาสตร์(12)	200	3.68	1.75	47.56	1.00	9.00	.596**	.301	3.54	1.81	51.19	0.00	9.00	.346*	-.245
เจตคติต่อการทำโครงงาน(12)	200	2.80	1.00	35.54	1.30	9.00	3.565**	20.848**	3.42	0.54	15.85	1.40	5.00	.027	.830*

หมายเหตุ : $SE_{sk\ กลุ่มทดลอง\ 1}$ =0.287 ,$SE_{ku\ กลุ่มทดลอง\ 1}$ =0.566 ; $SE_{sk\ กลุ่มทดลอง\ 2}$ =0.295 ,$SE_{ku\ กลุ่มทดลอง\ 2}$ =0.582 ; $SE_{sk\ กลุ่มควบคุม}$ =0.173,$SE_{ku\ กลุ่มควบคุม}$ =0.342;

* p<.05 , ** p<.01 ; การทดสอบนัยสำคัญของความเบ้และความโด่ง คำนวณจากค่าสถิติ Z_{sk} = Sk/SE_{sk} และ Z_{ku} = Ku/SE_{ku}

ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยคะแนนสมรรถนะวิจัยของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ในช่วงก่อนและหลังการทดลอง นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนสมรรถนะวิจัยอยู่ในระดับปานกลาง มีช่วงอยู่ระหว่าง 11.02 – 13.83 โดยนักเรียนกลุ่มควบคุมมีคะแนนสมรรถนะวิจัยในช่วงก่อนและหลังการทดลองมากที่สุด (13.83 และ 13.59 ตามลำดับ)

ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนสมรรถนะวิจัยของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในช่วงก่อนและหลังการทดลอง พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่ 1 มีค่าเฉลี่ยคะแนนสมรรถนะวิจัยในช่วงหลังการทดลองสูงกว่าช่วงก่อนการทดลอง และนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 2 และนักเรียนในกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยคะแนนสมรรถนะวิจัยในช่วงหลังการทดลองต่ำกว่าช่วงก่อนการทดลอง

เมื่อพิจารณาการแจกแจงข้อมูล พบว่า คะแนนสมรรถนะวิจัยของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 นักเรียนทุกกลุ่มมีการแจกแจงเป็นโค้งปกติ เมื่อพิจารณาค่าความโด่ง พบว่า คะแนนสมรรถนะวิจัยของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีการแจกแจงเป็นโค้งปกติ ดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนสมรรถนะวิจัยของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

สมรรถนะวิจัย(29)		ก่อนการทดลอง							หลังการทดลอง						
	N	Mean	SD	CV%	Min	Max	Sk	Ku	Mean	SD	CV%	Min	Max	Sk	Ku
กลุ่มทดลองที่ 1 (วิทย์)	58	11.02	2.48	22.50	6.20	16.20	-.070	-.891	11.43	2.88	25.19	4.00	17.40	-.109	-.255
ความรู้เกี่ยวกับการทำโครงงาน (12)	58	3.84	1.54	40.12	1.00	7.00	-.087	-.649	4.05	1.85	45.63	0.00	8.00	.163	-.222
ทักษะการทำโครงงานวิทยาศาสตร์(12)	58	3.81	1.73	45.45	0.00	8.00	.261	-.354	4.03	1.85	45.95	1.00	8.00	.085	-.990
เจตคติต่อการทำโครงงาน(12)	58	3.37	0.56	16.54	1.60	4.60	-.048	1.018	3.34	0.56	16.85	2.00	5.00	.476	.344
กลุ่มทดลองที่ 2 (สังคม)	65	12.26	2.74	22.35	4.90	19.80	.048	.909	11.88	2.72	22.87	5.70	18.80	-.037	-.365
ความรู้เกี่ยวกับการทำโครงงาน (12)	65	4.58	1.48	32.24	1.00	7.00	-.620*	.013	4.46	1.51	33.87	0.00	8.00	-.415	.178
ทักษะการทำโครงงานวิทยาศาสตร์(12)	65	4.26	1.99	46.80	1.00	10.00	.955**	1.395*	3.91	1.62	41.39	0.00	8.00	.154	-.122
เจตคติต่อการทำโครงงาน(12)	65	3.41	0.66	19.23	2.00	4.90	-.112	-.272	3.51	0.69	19.58	1.90	4.90	-.058	-.539
กลุ่มควบคุม	180	13.83	3.16	22.88	5.00	22.90	-.082	-.416	13.59	3.38	24.90	5.00	21.90	.033	-.515
ความรู้เกี่ยวกับการทำโครงงาน (12)	180	4.87	1.47	30.28	1	8	-.265	-.119	4.80	1.56	32.47	2.00	10.00	.463*	.342
ทักษะการทำโครงงานวิทยาศาสตร์(12)	180	5.38	2.21	41.01	0	11	.011	-.639	5.29	2.40	45.33	0.00	11.00	-.036	-.709*
เจตคติต่อการทำโครงงาน(12)	180	3.58	.53	14.85	2.10	5.00	.036	-.232	3.50	0.58	16.54	2.20	5.30	.386*	.063

หมายเหตุ : $SE_{sk\ กลุ่มทดลอง\ 1}$ =0.314 ,$SE_{ku\ กลุ่มทดลอง\ 1}$ =0.618 ; $SE_{sk\ กลุ่มทดลอง\ 2}$ =0.297 ,$SE_{ku\ กลุ่มทดลอง\ 2}$ =0.586 ; $SE_{sk\ กลุ่มควบคุม}$ =0.181,$SE_{ku\ กลุ่มควบคุม}$ =0.360;

* p< .05 , ** p< .01 ; การทดสอบนัยสำคัญของความเบ้และความโด่ง คำนวณจากค่าสถิติ Z_{sk} = Sk/SE_{sk} และ Z_{ku} = Ku/SE_{ku}

2.5.2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์และสมรรถนะวิจัยก่อนการทดลองของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุนามเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการรู้วิทยาศาสตร์และสมรรถนะวิจัยก่อนเรียนของนักเรียนจำแนกตามกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า นักเรียนต่างกลุ่มมีคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์และสมรรถนะวิจัยก่อนเรียนต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อเปรียบเทียบรายคู่ พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยครูวิทยาศาสตร์ มีคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียนน้อยกว่านักเรียนกลุ่มทดลองที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยครูสังคมและกลุ่มควบคุมที่ได้รับการเรียนการสอนปกติ และนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการเรียนการสอนปกติมีคะแนนสมรรถนะวิจัยก่อนการทดลองมากกว่านักเรียนกลุ่มทดลองที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยครูวิทยาศาสตร์ ดังตารางที่ 4.15 ดังนั้นในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการรู้วิทยาศาสตร์และสมรรถนะวิจัยหลังเรียนของนักเรียนจึงควบคุมอิทธิพลของคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์และสมรรถนะวิจัยก่อนเรียนของนักเรียนด้วยการวิเคราะห์ MANCOVA

ตารางที่ 4.15 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุนามของตัวแปรการรู้วิทยาศาสตร์และสมรรถนะวิจัยก่อนทดลองของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ตัวแปร	กลุ่ม	N	M	SD	แหล่งความแปรปรวน	ตัวแปร	SS	df	MS	F	Sig.	ผลการเปรียบเทียบรายคู่
SL	1 กลุ่มทดลอง 1(วิทย์)	128	7.58	2.64	Corrected	SL	74.696[a]	2	37.348	5.107	.006	
	2 กลุ่มทดลอง 2(สังคม)	131	8.35	2.25		RC	124.885[b]	2	62.443	6.149	.002	
	3 กลุ่มควบคุม	380	8.45	2.86	Intercept	SL	32884.616	1	32884.616	4496.593	.000	
RC	กลุ่มทดลอง 1(วิทย์)	128	10.94	2.68		RC	65581.877	1	65581.877	6457.637	.000	
	กลุ่มทดลอง 2(สังคม)	131	11.46	3.02	กลุ่ม/รูปแบบ	SL	74.696	2	37.348	5.107	.006**	2>1,3>1
	กลุ่มควบคุม	380	12.04	3.39	การสอน	RC	124.885	2	62.443	6.149	.002**	3>1
					Error	SL	4651.213	636	7.313			
1)Box's M = 25.281, F=4.188, df1 =6, df2=1376269.080, sig =.000;						RC	6459.031	636	10.156			
2)Bartlett's Test of Sphericity: χ^2= 127.039 sig =.000					Total	SL	48288.000	639				
3)Levene's Test of Equality of Error Variances: SL :F=8.867, df1=2, df2=636, sig =.001 ; RC: F=5.767, df1=2, df2=636, sig =.003						RC	94019.190	639				
					Corrected Total	SL	4725.909	638				
						RC	6583.916	638				

a. R Squared = .016 (Adjusted R Squared = .013) b. R Squared = .019 (Adjusted R Squared = .016)

2.5.3 ผลการเปรียบเทียบคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์และสมรรถนะวิจัยของนักเรียนจำแนกตามระดับชั้นเรียน กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม และเกรดวิชาคอมพิวเตอร์

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในตอนนี้เป็นผลการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์และสมรรถนะวิจัยของนักเรียนหลังการทดลอง โดยผู้วิจัยได้กำหนดให้คะแนนการรู้วิทยาศาสตร์และสมรรถนะวิจัยก่อนการทดลองเป็นตัวแปรร่วม (covariate) โดยมุ่งขจัดอิทธิพลของตัวแปรร่วมหรือควบคุมอิทธิพลของคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์และสมรรถนะวิจัยก่อนการทดลองเพื่อให้เกิดความเที่ยงตรงภายในสูงขึ้น ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมสามทางของตัวแปรพหุนาม (three-way MANCOVA) แบบไม่มีปฏิสัมพันธ์ ตัวแปรอิสระในการวิเคราะห์ได้แก่ 1) ระดับชั้นเรียน แบ่งเป็น 2 ระดับคือ มัธยมศึกษาปีที่ 1 และมัธยมศึกษาปีที่ 3 2) กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แบ่งเป็น 3 รูปแบบคือ กลุ่มทดลองที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยครูวิทยาศาสตร์ กลุ่มทดลองที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยครูสังคมศึกษา และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามปกติ และ 3) เกรดวิชาคอมพิวเตอร์ เป็นระดับความสามารถของนักเรียนในด้านการใช้อินเตอร์เน็ตและทักษะคอมพิวเตอร์พื้นฐาน ซึ่งเป็นตัวแปรที่โรงเรียนเป็นผู้จัดกระทำ และเป็นตัวแปรที่ได้จากกรอบแนวคิดทฤษฎีและผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ แบ่งเป็น 4 ระดับคือ 2.50, 3.00, 3.50 และ 4.00

ตัวแปรตาม 2 ตัว ได้แก่ การรู้วิทยาศาสตร์ และสมรรถนะวิจัยของนักเรียน ตัวแปรร่วมในการวิเคราะห์ได้แก่ คะแนนการรู้วิทยาศาสตร์และสมรรถนะวิจัยก่อนการทดลอง

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการทดลอง พบว่านักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในกลุ่มควบคุม และมีเกรดวิชาคอมพิวเตอร์ 4.00 มีคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์สูงที่สุด (9.45) ส่วนนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 ในกลุ่มควบคุม และมีเกรดวิชาคอมพิวเตอร์ 2.50 มีคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ต่ำที่สุด (3.00) และ เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยสมรรถนะวิจัยของนักเรียนพบว่า นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในกลุ่มทดลองที่ 1 ที่ได้รับการเรียนการสอนโดยครูวิทยาศาสตร์และมีเกรดวิชาคอมพิวเตอร์ 2.50 มีคะแนนสมรรถนะวิจัยสูงที่สุด (15.40) ส่วนนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในกลุ่มทดลองที่ 2 ที่ได้รับการเรียนการสอนโดยครูสังคมศึกษาและมีเกรดวิชาคอมพิวเตอร์ 2.50 มีคะแนนสมรรถนะวิจัยต่ำที่สุด (7.40)

ผลการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติวิเคราะห์พบว่าเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมของตัวแปรสมรรถนะวิจัยและการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Box's M = 74.690, F=1.282, df1 =51, df2= 2377.508, sig =.088) ซึ่งเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรพหุนามที่ว่าเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมของประชากรจะต้องเท่ากัน

ผลการตรวจสอบความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวนระหว่างกลุ่มโดยใช้ค่าสถิติ Levene's Test พบว่าความแปรปรวนของตัวแปรการรู้วิทยาศาสตร์และสมรรถนะวิจัยของนักเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรโดยใช้การวิเคราะห์ Bartlett's Test พบว่าความแปรปรวนของตัวแปรการรู้วิทยาศาสตร์และสมรรถนะวิจัยของนักเรียนมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (Chi-Square = 129.745, sig =.000) แสดงว่าตัวแปรการรู้วิทยาศาสตร์และสมรรถนะวิจัยของนักเรียนมีความสัมพันธ์กันสามารถวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของตัวแปรพหุนามได้ ดังตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์และสมรรถนะวิจัยของนักเรียนหลังการทดลอง

ระดับชั้น	รูปแบบการจัดการเรียนการสอน	เกรดวิชาคอมพิวเตอร์	n	การรู้วิทยาศาสตร์		สมรรถนะวิจัย	
				Mean	SD	Mean	SD
ม.1	กลุ่มทดลองที่ 1	3.00	1	9.00	-	11.90	-
		3.50	9	8.33	2.45	10.83	2.74
		4.00	60	8.42	2.82	11.69	3.04
	กลุ่มทดลองที่ 2	3.00	1	10.00	-	7.40	-
		3.50	3	8.00	2.00	11.87	1.00
		4.00	62	9.02	2.61	11.79	2.51
	กลุ่มควบคุม	2.50	3	3.00	1.00	9.87	1.62
		3.00	7	4.71	2.21	9.64	2.48
		3.50	27	6.19	2.65	10.28	3.07
		4.00	163	7.59	2.54	11.25	2.80
ม.3	กลุ่มทดลองที่ 1	2.50	2	8.00	0.00	15.40	2.40
		3.00	11	7.00	3.19	10.95	3.12
		3.50	19	6.37	2.77	10.25	2.63
		4.00	26	7.73	2.34	12.19	2.60
	กลุ่มทดลองที่ 2	3.00	10	8.10	2.02	11.62	2.00
		3.50	13	7.15	2.15	11.53	3.06
		4.00	42	8.19	3.08	12.05	2.80
	กลุ่มควบคุม	2.50	3	5.33	3.21	9.90	1.45
		3.00	16	5.50	2.58	10.24	3.86
		3.50	15	7.40	3.60	12.79	2.77
		4.00	146	9.45	2.37	14.12	3.16

Box's M = 74.690, F=1.282, df1 =51, df2= 2377.508, sig =.088

Bartlett's Test of Sphericity: χ^2= 129.745, sig =.000

Levene's Test of Equality of Error Variances: การรู้วิทยาศาสตร์ F=1.364, df1=20, df2=618, sig =.133

สมรรถนะวิจัย F=.702, df1=20, df2=618, sig =.826

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมพหุนามของตัวแปรการรู้วิทยาศาสตร์และสมรรถนะวิจัยหลังการทดลองของนักเรียน จำแนกตามระดับชั้นเรียน กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม และเกรดวิชาคอมพิวเตอร์ เมื่อควบคุมอิทธิพลของคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนทดลองและสมรรถนะวิจัยก่อนทดลองโดยใช้สถิติทดสอบ 4 ตัว พบว่า ตัวแปรกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าในภาพรวมนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มทดลองกลุ่มควบคุมมีคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์และสมรรถนะวิจัยหลังทดลองอย่างน้อย 1 คู่แตกต่างกันอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเปรียบเทียบความแปรปรวนในแต่ละตัวแปร พบว่านักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (p=.016) เมื่อเปรียบเทียบรายคู่ พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยครูวิทยาศาสตร์และนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยครูสังคมมีคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์มากกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนสมรรถนะวิจัยหลังทดลองแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 4.17

ตารางที่ 4.17 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมพหุนามของตัวแปรการรู้วิทยาศาสตร์และสมรรถนะวิจัยหลังทดลองของนักเรียน

ตัวแปรอิสระ	ค่าสถิติ	Value	F	Hypothesis df	Error df	p
ระดับชั้นเรียน	Pillai's Trace	.002	.670b	2.000	615.000	.512
	Wilks' Lambda	.998	.670b	2.000	615.000	.512
	Hotelling's Trace	.002	.670b	2.000	615.000	.512
	Roy's Largest Root	.002	.670b	2.000	615.000	.512
กลุ่มทดลอง กลุ่มควบคุม	Pillai's Trace	.016	2.552	4.000	1232.000	.038*
	Wilks' Lambda	.984	2.552b	4.000	1230.000	.038*
	Hotelling's Trace	.017	2.551	4.000	1228.000	.038*
	Roy's Largest Root	.013	4.151c	2.000	616.000	.016*
เกรดวิชาคอมพิวเตอร์	Pillai's Trace	.019	1.993	6.000	1232.000	.064
	Wilks' Lambda	.981	1.990b	6.000	1230.000	.064
	Hotelling's Trace	.019	1.987	6.000	1228.000	.065
	Roy's Largest Root	.012	2.431c	3.000	616.000	.064

Tests of Between-Subjects Effects

แหล่งความแปรปรวน	ตัวแปรตาม	SS	df	MS	F	p	ผลการเปรียบเทียบรายคู่
คะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนเรียน	การรู้วิทยาศาสตร์	704.257	1	704.257	147.499	.000	
	สมรรถนะวิจัย	263.371	1	263.371	40.938	.000	
คะแนนสมรรถนะวิจัยก่อนเรียน	การรู้วิทยาศาสตร์	151.581	1	151.581	31.747	.000	
	สมรรถนะวิจัย	551.973	1	551.973	85.799	.000	
ระดับชั้นเรียน	การรู้วิทยาศาสตร์	4.154	1	4.154	.870	.351	
	สมรรถนะวิจัย	1.934	1	1.934	.301	.584	
กลุ่มทดลอง กลุ่มควบคุม	การรู้วิทยาศาสตร์	39.637	2	19.818	4.151	.016*	1>3,2>3
	สมรรถนะวิจัย	13.405	2	6.703	1.042	.353	

แหล่งความแปรปรวน	ตัวแปรตาม	SS	df	MS	F	p	แหล่งความแปรปรวน
เกรดคอม ฯ	การรู้วิทยาศาสตร์	34.510	3	11.503	2.409	066	
	สมรรถนะวิจัย	30.034	3	10.011	1.556	.199	
ความคลาดเคลื่อน	การรู้วิทยาศาสตร์	2941.195	616	4.775			
	สมรรถนะวิจัย	3962.937	616	6.433			
รวม	การรู้วิทยาศาสตร์	46613.000	639				
	สมรรถนะวิจัย	98476.240	639				
Corrected Total	การรู้วิทยาศาสตร์	5026.106	638				
	สมรรถนะวิจัย	6287.359	638				

หมายเหตุ: * p < .05

2.5.4 ผลการเปรียบเทียบคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์และสมรรถนะวิจัยก่อนและหลังการทดลองของนักเรียน

ผลการเปรียบเทียบคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์และสมรรถนะวิจัย ระหว่างก่อนและหลังการทดลองของนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า

นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนจากครูวิทยาศาสตร์ มีคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ และคะแนนสมรรถนะวิจัยก่อนการทดลองและหลังการทดลองต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนจากครูสังคมมีคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ ก่อนทดลองและหลังทดลองต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และ พบว่าคะแนนสมรรถนะวิจัยก่อนการทดลองและหลังการทดลองต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยพบว่าคะแนนสมรรถนะวิจัยหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง

นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในกลุ่มควบคุมมีคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนการทดลองและหลังการทดลองต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีคะแนนสมรรถนะวิจัยก่อนการทดลองและหลังการทดลองต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยพบว่าคะแนนสมรรถนะวิจัยหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง

นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนจากกครูวิทยาศาสตร์มีคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์และคะแนนสมรรถนะวิจัยก่อนการทดลองและหลังการทดลองต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มทดลอง ที่ได้รับการสอนจากกครูสังคมมีคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์และคะแนนสมรรถนะวิจัยก่อนและหลังการทดลองต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในกลุ่มควบคุมมีคะแนนสมรรถนะวิจัยก่อนการทดลองและหลังการทดลองต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ก่อนการทดลองสูงกว่าหลังการทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.18 เปรียบเทียบคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ (SL) และสมรรถนะวิจัย (RC) ระหว่างก่อนและหลังทดลองของนักเรียนในแต่ละกลุ่มทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ตัวแปร	กลุ่ม	ครู	ระดับชั้น	ระยะ	N	Mean	SD	D	df	t	sig	ผลการเปรียบเทียบ
SL	ทดลอง	วิทย์	ม.1	หลัง	70	8.41	2.74	.30	69	.826	.411	ไม่แตกต่าง
				ก่อน		8.11	2.63					
RC	ทดลอง	วิทย์	ม.1	หลัง	70	11.58	2.97	.72	69	1.776	.080	ไม่แตกต่าง
				ก่อน		10.87	2.86					
SL	ทดลอง	สังคม	ม.1	หลัง	66	8.98	2.56	.26	65	.714	.478	ไม่แตกต่าง
				ก่อน		8.73	2.41					
RC	ทดลอง	สังคม	ม.1	หลัง	66	11.73	2.50	1.05	65	2.633	.011	**แตกต่าง**
				ก่อน		10.67	3.11					
SL	ควบคุม		ม.1	หลัง	200	7.23	2.66	-.49	199	-2.577	.011	ไม่แตกต่าง
				ก่อน		7.73	2.85					
RC	ควบคุม		ม.1	หลัง	200	11.04	2.84	.62	199	2.658	.008	**แตกต่าง**
				ก่อน		10.42	2.71					
SL	ทดลอง	วิทย์	ม.3	หลัง	58	7.16	2.65	.22	57	.593	.555	ไม่แตกต่าง
				ก่อน		6.93	2.53					
RC	ทดลอง	วิทย์	ม.3	หลัง	58	11.43	2.88	.41	57	.986	.328	ไม่แตกต่าง
				ก่อน		11.02	2.48					
SL	ทดลอง	สังคม	ม.3	หลัง	65	7.97	2.77	0.00	64	0.000	1.000	ไม่แตกต่าง
				ก่อน		7.97	2.02					
RC	ทดลอง	สังคม	ม.3	หลัง	65	11.88	2.72	-0.37	64	-1.096	.277	ไม่แตกต่าง
				ก่อน		12.26	2.74					
SL	ควบคุม		ม.3	หลัง	180	8.86	2.81	-.41	179	-2.777	.006	**แตกต่าง**
				ก่อน		9.26	2.66					
RC	ควบคุม		ม.3	หลัง	180	13.59	3.38	-.23	179	-1.217	.225	ไม่แตกต่าง
				ก่อน		13.83	3.16					

หมายเหตุ : D = คะแนนหลังการทดลอง - คะแนนก่อนการทดลอง

2.6 ผลการสัมภาษณ์กลุ่มครูหลังกระบวนการส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางการสร้างสมรรถนะวิจัย

2.6 ผลการสัมภาษณ์กลุ่มครูหลังกระบวนการส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางการสร้างสมรรถนะวิจัย

ภายหลังกระบวนการพัฒนาครูในการส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ และนักเรียนได้ผ่านกระบวนการกิจกรรมที่เน้นปัญหาเป็นฐาน ผู้วิจัยได้จัดสนทนากลุ่มครูทั้งสองโรงเรียน เพื่อสะท้อนผลของกระบวนการพัฒนาและความเปลี่ยนแปลงตามทรรศนะของครู พบว่า กระบวนการที่ใช้ในครั้งนี้ทำให้เด็กได้เกิดกรพัฒนาความคิด รวมทั้งทำให้ครูสะท้อนการสอนของตนเองว่ายังมีจุดที่ควรได้รับการพัฒนา ได้แก่ การตั้งคำถามของครู การเชื่อมโยงความรู้ให้เด็กคิด เป็นต้น

"ขอเพิ่มส่วนที่นอกเหนือจากทั้งสามคน คือ การตั้งคำถามของครูเพื่อนำไปสู่กระบวนการคิดของเขา คือในส่วนตัวเองต้องฝึกตรงนี้ให้หนักกว่าเดิม บางครั้งเราชอบถามในบทเรียน คือไม่ถาม step ต่อไปทีนี้จากตอนที่น้องมา coach พี่ก็ยังว่า เออเนอะ ไอ้เนื้อหา พวก content เราได้หมด แต่เราขาดสิ่งที่เราจะใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้เขาคิดต่อ"

"อย่างกิจกรรม GMO วันนั้นที่พอคุยกันเสร็จ ก็ให้คิด เขียน เด็กบางคนก็จะ misconcept ในหลายเรื่อง พอเขามีความเข้าใจแล้ว เขาสามารถนำไปใช้ประโยชน์เรื่องอะไรได้บ้าง สำหรับ 60 เปอร์เซ็นต์ดีขึ้น แต่ด้วยเวลาในชั้นเรียนมีจำกัด คนที่คิดได้ก็จะคิดเร็ว"

"การเชื่อมโยงข้อมูลที่เกี่ยวกับการเรียนและการนำไปใช้จริงๆ ไม่ได้ทั้งหมด คือก็ยอมรับว่า สวนหนึ่งเราไม่ได้เต็มร้อยกับการสอดแทรกพวกนี้ นึกออกก็แทรกไป แต่ยอมรับว่า ให้เด็กพูดน้อยกว่าที่เราพูด"

(สนทนากลุ่มครูโรงเรียน ก.)

ผลของการวิจัย พบว่า ครูเห็นความสำคัญและประโยชน์จากการทำกิจกรรม และช่วยทำให้ครูทราบประเด็นปัญหาของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน ได้แก่ ปัญหาด้านการคิดวิเคราะห์ กระบวนการทำงานกลุ่มของนักเรียน

"ได้เห็นความคิดที่หลากหลายของเด็ก แต่ก็เกิดจากที่เขาเข้าใจมากน้อยขนาดไหน เข้าใจมาก เข้าใจตรงประเด็นเขาก็จะเขียนได้ถูก และเขียนจำแนกได้เยอะแต่ถ้าเขาไม่เข้าใจก็จำแนกไม่ถูก จะไม่สามารถคิดต่อยอดอย่างอื่นได้อีก"

(สนทนากลุ่มครูโรงเรียน ก.)

"เราก็ได้เห็นว่า เด็กเราขาดทักษะการคิดวิเคราะห์ค่อนข้างชัด เคาะไม่ออกเลย เข้ากลุ่มเหมือนเวลาจะทำงานก็จะมีแต่ตัวแทนกลุ่มทำ กลุ่มละคนสองคน นอกนั้นเล่น หลับ แล้วผลงานที่ออกมา มันควรจะมีความลึกของการตอบมากกว่านี้ ลึกซึ้ง ครอบคลุม อ่านแล้ว แบบนี่แหล่ะ เด็กคุณภาพมัธยมต้น มันยังไม่ได้เลย มาตรฐานค่อนข้างต่ำ"

"ในชั่วโมงพี่ ตัวคำถามทำให้เด็กได้ฝึกคิดเพิ่มมากขึ้น เป็นการคิดทางอ้อมและวนกลับเข้ามายังเนื้อหาที่เรียน อย่างกิจกรรมเรื่องที่มีรูปดอกหน้าวัว เราก็ยังไม่เคยสอนตัวนี้ แต่ก็ทำให้เด็กได้กลับไปสืบค้นได้ว่า อันไหนเป็นเกสรตัวผู้ตัวเมีย พออะไรที่เขาเห็นว่าเป็นสีเขาก็จะไปคิดว่าเป็นดอกทั้งหมด ของดอกไม้ทุกชนิด เขาจะยังไม่รู้ว่าส่วนของดอกไม้จริงๆ มันยังมีอย่างอื่นอีก ส่วนในเรื่องข้อคำถาม ถามว่าสั้นยาวไปไหม ถือว่ากำลังดี แล้วก่อให้เกิดแนวคิดใหม่สำหรับเด็ก เด็กห้องนี้ก็จะได้ทักษะการคิดเพิ่มขึ้น ทั้งที่จริงๆ เป็นความรู้เรื่องสั้นๆ แต่สามารถแตกยอดออกมาได้"

(สนทนากลุ่มครูโรงเรียน ข.)

ปัจจัยที่ครูสะท้อนจากผลการสัมภาษณ์พบว่า รูปแบบกิจกรรมดังที่ได้นำมาใช้ครั้งนี้ ในการนำไปปฏิบัติอาจมีข้อจำกัดในด้านเวลา เนื่องจากครูมีความกังวลใจต่อการสอนเนื้อหา และเกรงว่าจะสอนไม่ทัน

"มันอยู่ที่ว่า การที่เราจะตั้งคำถามให้เขาคิดเชื่อมโยง ให้อยู่ในชีวิตประจำวัน มันอาจจะไม่ได้เป็นไปในทุกชั่วโมงหรือทุกคาบ อยู่ที่เนื้อหา เพราะเรามัวกังวลในสิ่งที่มันครอบเราอยู่"

"ตรงนี้นะ มันขึ้นอยู่กับเวลาด้วยนะ การที่เราจะไปตั้งคำถามอะไรกับเขาเยอะๆ แต่ระยะเวลาที่จำกัด เนื้อหาที่เยอะ เวลาจำกัด มันก็เลยทำให้เป็นอุปสรรค...เวลาจะต้องเอื้อกับเขาด้วยนะ คำถาม กิจกรรมที่นำมาใช้ถามว่าได้ไหม ได้ แต่ไม่ครอบคลุมทั้งหมดด้วยเวลา"

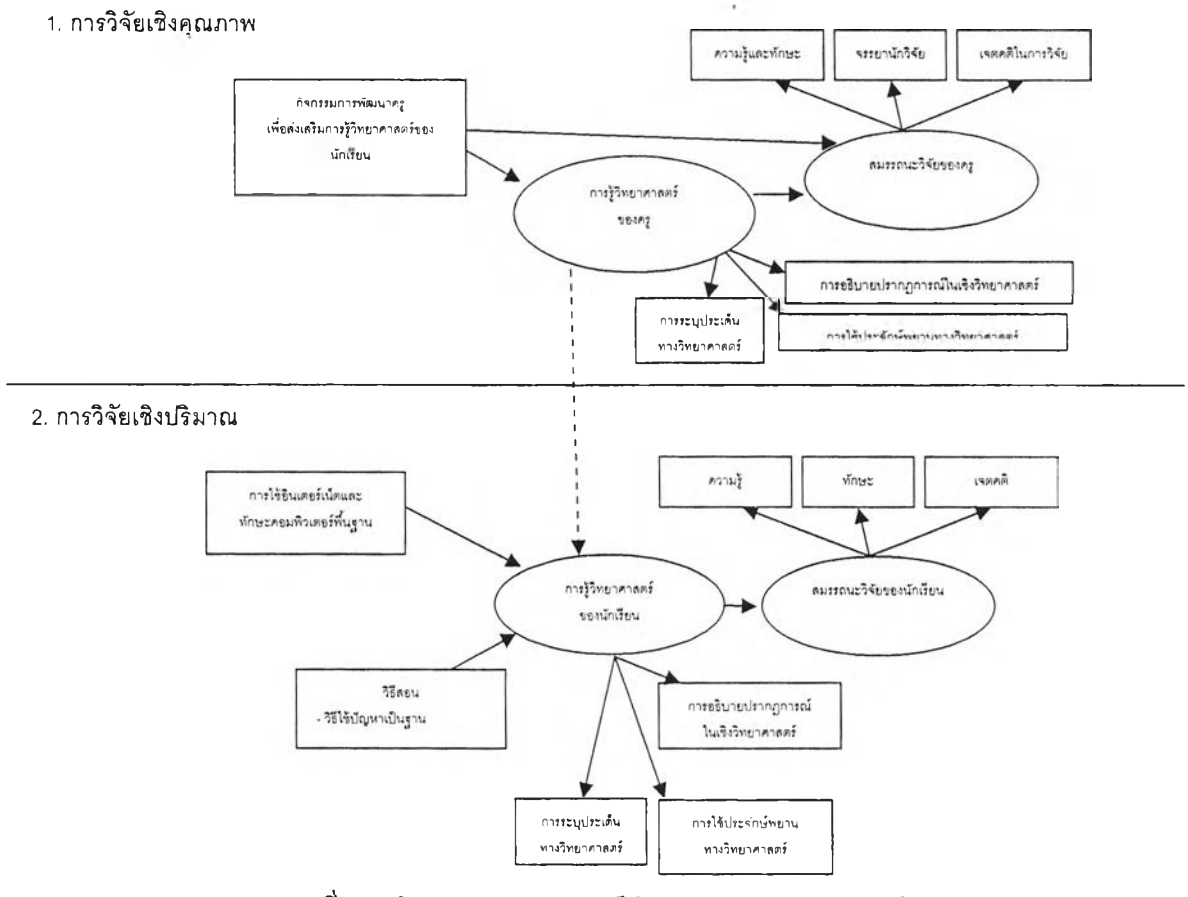
(สนทนากลุ่มครูโรงเรียน ก.)

สรุปจากผลการสัมภาษณ์ได้ว่า กระบวนการที่ครูได้รับการทดลองในครั้งนี้ ทำให้ครูได้รับการส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น เมื่อครูรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น ได้มีการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วย ส่งผลให้นักเรียนมีระดับการรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ MANCOVA ที่พบว่าคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้นหลังการทดลอง ดังตาราง 4.17 นอกจากนี้ การส่งเสริมสมรรถนะวิจัยให้กับครูแม้จะยังไม่เกิดการสร้างงานวิจัยที่เป็นรูปธรรม แต่ผลการสัมภาษณ์ครูได้สะท้อนว่า กระบวนการที่นำมาใช้ในครั้งนี้ ทำให้ครูสามารถสังเกตข้อมูลพฤติกรรมการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งถือเป็นกระบวนการเริ่มต้นการคิดปัญหาวิจัยในชั้นเรียนของครู

ตอนที่ 3 ผลการพัฒนาและการตรวจสอบโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของสมรรถนะวิจัยผ่านการรู้วิทยาศาสตร์ของครูและนักเรียน

ในตอนนี้จะเป็นการวิเคราะห์ลิสเรลตามกรอบความคิดของการวิจัยที่นำเสนอในตอนที่ 1 ของบทนี้ โดยโมเดลที่ตรวจสอบจะเป็นโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของสมรรถนะวิจัยของนักเรียนจะมีตัวแปรส่งผ่านจากตัวแปรการรู้วิทยาศาสตร์ของครูและนักเรียน อย่างไรก็ตาม ผลการพัฒนาครู พบว่าคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ของครูไม่ต่างกัน ประกอบกับมีครูเพียง 8 คน จึงไม่

สามารถพัฒนาโมเดลเชิงสาเหตุของสมรรถนะวิจัยที่มีตัวแปรการรู้วิทยาศาสตร์ของครู และสมรรถนะวิจัยของครูอยู่ในโมเดล ดังนั้น การพัฒนาและตรวจสอบโมเดลเชิงสาเหตุของสมรรถนะวิจัยผ่านการรู้วิทยาศาสตร์จึงสามารถทดสอบได้เฉพาะในส่วนโมเดลของนักเรียน โดยไม่สามารถวิเคราะห์โมเดลที่มีตัวแปรในส่วนของครูรวมอยู่ด้วยได้ ด้วยข้อจำกัดของจำนวนครูที่น้อยเกินไปและลักษณะการกระจายของตัวแปรการรู้วิทยาศาสตร์ของครูที่มีขนาดไม่สูง ในกรอบความคิดภาพที่ 4.3 จะมีการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ โดยส่วนแรกจะอิงข้อมูลจากการวิจัยเชิงคุณภาพ ส่วนที่สองใช้การวิจัยเชิงปริมาณโดยการวิเคราะห์ลิสเรล



ภาพที่ 4.3 โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของสมรรถนะวิจัย
ผ่านการรู้วิทยาศาสตร์ของครูและนักเรียน

ผลการวิจัยเชิงคุณภาพ

ผลการวิจัยเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยเสนอผลการวิเคราะห์ สรุปตามหัวข้อ 2.6 ผลการสัมภาษณ์กลุ่มครูหลังกระบวนการส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางการสร้างสมรรถนะวิจัย

ผลการวิจัยเชิงปริมาณ (การวิเคราะห์ลิสเรล)

การตรวจสอบความตรงของโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของสมรรถนะวิจัยผ่านการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน หรือตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลกรอบแนวคิดกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ซึ่งประกอบด้วยตัวแปรแฝงทั้งหมด 4 ตัวแปร โดยแบ่งเป็นตัวแปรแฝงภายใน 3 ตัวแปร คือ 1) การใช้อินเตอร์เน็ตและทักษะคอมพิวเตอร์พื้นฐาน (Grade) วัดจากตัวแปรสังเกตได้ 1 ตัว ได้แก่ เกรดวิชาคอมพิวเตอร์ (GradeCom) 2) วิธีการสอน (Treatment) วัดจากตัวแปรสังเกตได้ 1 ตัว ได้แก่ การสอนโดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐาน (Teaching) 3) การรู้วิทยาศาสตร์ (SciLit) วัดจากตัวแปรสังเกตได้ 3 ตัว ได้แก่ 3.1) การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (SL1) 3.2) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (SL2) และ 3.3) การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (SL3) 4) สมรรถนะวิจัยของนักเรียน (ResCom) วัดจากตัวแปรสังเกตได้ 3 ตัว ได้แก่ 4.1) ความรู้เกี่ยวกับการทำโครงงาน (RC1) 4.2) ทักษะเกี่ยวกับการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ (RC2) และ 4.3) เจตคติต่อการทำโครงงาน (RC3)

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตโดยใช้ค่าสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน พบว่าตัวแปรเกือบทุกตัวมีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p < .05$) และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตั้งแต่ 0.079 ถึง 0.428 โดยคู่ที่มีความสัมพันธ์กันมากที่สุดคือตัวแปรการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (SL1) กับตัวแปรการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (SL3) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.428 และมีร้อยละของความแปรปรวนร่วมกันเท่ากับ 18.32 นั่นคือ ตัวแปรการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ กับ ตัวแปรการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์มีความแปรปรวนร่วมกันอยู่ร้อยละ 18.32 ดังตารางที่ 4.19

ตารางที่ 4.19 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันของตัวแปรในโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของสมรรถนะวิจัยผ่านการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน

	GradeCom	Teaching	SL1	SL2	SL3	RC1	RC2	RC3
GradeCom	1.000							
Teaching	-0.068	1.000						
SL1	0.153**	0.079*	1.000					
SL2	0.145**	0.010	0.306**	1.000				
SL3	0.281**	-0.023	0.428**	0.356**	1.000			
RC1	0.119**	-0.079*	0.169**	0.124**	0.197**	1.000		
RC2	0.140**	-0.077	0.316**	0.278**	0.397**	0.277**	1.000	
RC3	0.114**	-0.016	0.112**	0.038	0.131**	0.045	0.145**	1.000
Mean	3.842	0.405	2.390	2.581	3.149	4.326	4.235	3.451
SD	0.330	0.491	1.177	1.185	1.293	1.666	2.094	0.571

หมายเหตุ: ** $p < .01$, * $p < .05$

ผลการตรวจสอบความตรงของโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของสมรรถนะวิจัยผ่านการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนพบว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ดี พิจารณาได้จากค่าไค-สแควร์ (χ^2 = 10.41, df = 11, p = 0.494) ซึ่งค่าความน่าจะเป็นมากกว่า .05 แสดงว่าไม่ปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ว่าโมเดลสมมติฐานตามทฤษฎีที่พัฒนาขึ้นสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (GFI= 1.00) และดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้ (AGFI=0.99) มีค่าเข้าใกล้ 1 ดัชนีรากของกำลังสองเฉลี่ยของเศษในรูปคะแนนมาตรฐาน (RMR=0.024) ค่าดัชนีรากของกำลังสองเฉลี่ยของเศษเหลือมาตรฐาน (RMSEA=0.000) มีค่าเข้าใกล้ศูนย์

เมื่อพิจารณาค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปร 4 ตัว พบว่า ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรสังเกตได้ทั้ง 8 ตัวแปรในโมเดลการวิจัยทุกตัวมีค่าเป็นบวกและแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 สำหรับค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรสมรรถนะวิจัยของนักเรียน (ResCom) พบว่า ตัวแปรสังเกตได้ทักษะเกี่ยวกับการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ (RC2) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบสูงที่สุดที่ 0.73 รองลงมาคือความรู้เกี่ยวกับการทำโครงงาน (RC1) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.39 และเจตคติต่อการทำโครงงาน (RC3) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.18 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรการรู้วิทยาศาสตร์ (SciLit) พบว่า ตัวแปรสังเกตได้การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (SL3) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบสูงที่สุดที่ 0.74 รองลงมาคือการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (SL1) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.61 และการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (SL2) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.51 ตามลำดับ

ตาราง 4.20 การตรวจสอบความตรงของโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของสมรรถนะวิจัยผ่านการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ตัวแปรเหตุ → ตัวแปรผล		ค่าประมาณพารามิเตอร์		SE	t	R^2
		คะแนนดิบ	คะแนนมาตรฐาน			
โมเดลการวัด						
Matrix LX (น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรสังเกตได้ภายนอก)						
Grade	GradeCom	1.00	1.00	<-->	<-->	1.00
Treatmen	Teaching	1.00	1.00	<-->	<-->	1.00
Matrix LY (น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรสังเกตได้ภายใน)						
ResCom	RC1	1.00	0.39	<-->	<-->	0.15
	RC2	1.26	0.73	0.20	6.46**	0.53
	RC3	0.15	0.18	0.04	3.55**	0.03
SciLit	SL1	1.00	0.61	<-->	<-->	0.38
	SL2	0.69	0.51	0.07	9.61**	0.26
	SL3	1.57	0.74	0.14	10.99**	0.55
Matrix GA (Gamma)						
Grade -> SciLit		0.30	0.45	0.04	7.22**	
Treatmen -> SciLit		0.17	0.21	0.05	3.39**	
Matrix BE (BETA)						
SciLit -> ResCom		0.66	0.76	0.11	6.08**	

หมายเหตุ: ** p<.01, <--> ไม่รายงานค่า SE และ t เนื่องจากเป็นพารามิเตอร์บังคับ

จากตาราง 4.20 เมื่อพิจารณาค่าความเที่ยงในการวัดตัวแปรสังเกตได้แต่ละตัวพบว่าตัวแปรสังเกตได้มีค่าความเที่ยงอยู่ระหว่าง 0.03 ถึง 1.00 โดยตัวแปรสังเกตได้เกรดวิชาคอมพิวเตอร์ (Gradecom) และตัวแปรการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Teaching) ค่าความเที่ยงสูงที่สุด รองลงมาคือตัวแปรการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (SL3) และตัวแปรทักษะเกี่ยวกับการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ (RC2) ตามลำดับ

ตาราง 4.21 ค่าสถิติผลการวิเคราะห์อิทธิพลของโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของสมรรถนะวิจัยผ่านการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ตัวแปรผล / ตัวแปรสาเหตุ	SciLit			ResCom		
	TE	IE	DE	TE	IE	DE
SciLit				0.66**	-	0.66**
				(0.11)	-	(0.11)
				0.76	-	0.76
Grade	0.30**	-	0.30**	0.20**	0.20**	-
	(0.04)	-	(0.04)	(0.04)	(0.04)	-
	0.45	-	0.45	0.34	0.34	-
Treatment	0.17**	-	0.17**	0.11**	0.11**	-
	(0.05)	-	(0.05)	(0.04)	(0.04)	-
	0.21	-	0.21	0.16	0.16	-

ค่าสถิติ: Chi-square = 10.41; df = 11; P = 0.494; GFI = 1.00; AGFI = 0.99; RMR = 0.024; RMSEA = 0.000

ตัวแปร	RC1	RC2	RC3	SL1	SL2
R^2	0.15	0.53	0.03	0.38	0.26
ตัวแปร	SL3	GradeCom	Teaching		
R^2	0.55	1.00	1.00		

สมการโครงสร้างของตัวแปร	SciLit	ResCom
R SQUARE	0.57	0.22

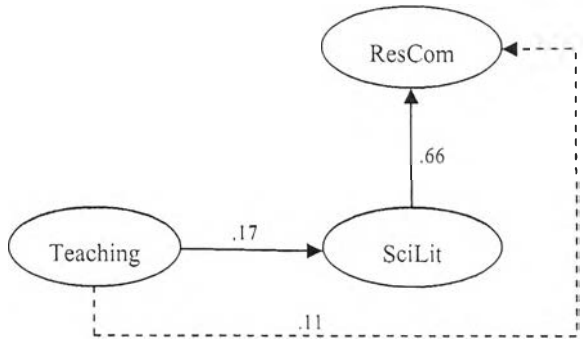
เมทริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร	ResCom	SciLit	Grade	Treatment
ResCom	1.00			
SciLit	0.76	1.00		
Grade	0.32	0.42	1.00	
Treatment	0.12	0.16	-0.13	1.00

หมายเหตุ TE = ผลรวมอิทธิพล (total effect); IE = อิทธิพลทางอ้อม (indirect effect); DE = อิทธิพลทางตรง (direct effect)

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01; ตัวเลขในวงเล็บ คือ ค่า standard error; ตัวเลขทึบ คือ ค่าอิทธิพลในรูปคะแนนมาตรฐาน

เมื่อพิจารณาข้อมูลจากตาราง 4.21 พบว่า วิธีสอนของครูมีอิทธิพลรวม (TE) ต่อการรู้วิทยาศาสตร์ (SciLit) เท่ากับ .17 และเป็นอิทธิพลทางตรงแบบบวกทั้งหมดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 และมีอิทธิพลรวมไปสู่สมรรถนะวิจัยของนักเรียน (ResCom) เท่ากับ .11 ซึ่งเป็นอิทธิพลทางอ้อมแบบบวกทั้งหมดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 และ การรู้วิทยาศาสตร์ (SciLit) มีอิทธิพลทางตรงเท่ากับ .66 อย่างมีนัยสำคัญที่ .01 ไปที่สมรรถนะวิจัยของนักเรียน แต่เนื่องจาก

ในโมเดล ไม่มีเส้นอิทธิพลจากวิธีสอนไปที่สมรรถนะวิจัยของนักเรียน ดังนั้น อิทธิพลทางตรงจากวิธีสอนของครูไปยังการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนและจากการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนไปยังสมรรถนะวิจัยของนักเรียน เมื่อนำมาคูณกันจะเป็นอิทธิพลทางอ้อมจากวิธีสอนของครูไปยังสมรรถนะวิจัยของนักเรียน นั่นคือ .17 X .66 เท่ากับ .11 โดยประมาณ ดังภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.4 อิทธิพลทางอ้อมของวิธีสอนต่อสมรรถนะวิจัยของนักเรียน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวข้างต้นสอดคล้องกับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงวิธีสอนของครูกับสมรรถนะวิจัยของนักเรียนซึ่งตามตาราง 4.21 มีค่าเท่ากับ .12 แสดงว่า ขนาดความสัมพันธ์เกือบทั้งหมด คือ .11 เป็นเส้นอิทธิพลทางอ้อมทั้งสิ้น ส่วนค่าที่เหลือคือความสัมพันธ์ที่เกิดจากตัวแปรสาเหตุที่ไม่มีอยู่ในโมเดล และเนื่องจากขนาดอิทธิพลเพียง .01 ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ จึงยืนยันว่า ตัวแปรวิธีสอนของครูไม่มีอิทธิพลทางตรงไปสู่สมรรถนะวิจัยของนักเรียน

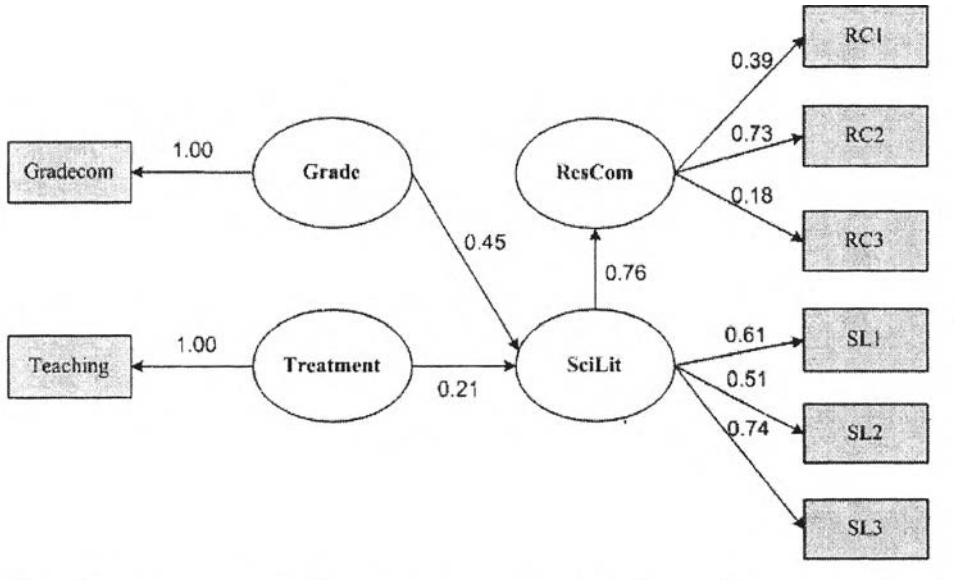
เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ R-Square ของสมการโครงสร้างของตัวแปรภายในที่เป็นตัวแปรตามและตัวแปรส่งผ่าน ซึ่งได้แก่ การรู้วิทยาศาสตร์ (R^2 = 0.57) และสมรรถนะวิจัยของนักเรียน (R^2 = 0.22) พบว่า ตัวแปรทักษะคอมพิวเตอร์พื้นฐาน (Grade) และวิธีการสอน (Treatment) ร่วมกันอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรการรู้วิทยาศาสตร์ได้ร้อยละ 57 และตัวแปรทักษะคอมพิวเตอร์พื้นฐาน (Grade) วิธีสอน (Treatment) และการรู้วิทยาศาสตร์ (SciLit) ร่วมกันอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรสมรรถนะวิจัยของนักเรียนได้ร้อยละ 22 สำหรับการแปลความหมายผลการวิเคราะห์ขนาดอิทธิพลระหว่างตัวแปร ขอแยกนำเสนอตามลำดับตัวแปรโดยเริ่มจากตัวแปรตามของการวิจัยดังนี้

สมรรถนะวิจัยของนักเรียน (ResCom)

เมื่อพิจารณาค่าอิทธิพลในรูปคะแนนมาตรฐานของตัวแปรในโมเดลที่เป็นตัวแปรหรือปัจจัยเชิงสาเหตุของสมรรถนะวิจัยของนักเรียน พบว่า 1) ตัวแปรการรู้วิทยาศาสตร์ (SciLit) เป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลรวมสูงสุดในทิศทางบวกต่อตัวแปรสมรรถนะวิจัยของนักเรียน (ResCom) มีอิทธิพลสูงมีค่าเท่ากับ 0.76 และมีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ นักเรียนที่มีการรู้วิทยาศาสตร์เป็นสาเหตุทำให้นักเรียนมีสมรรถนะวิจัยสูง 2) ตัวแปรทักษะคอมพิวเตอร์พื้นฐาน (Grade) เป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลทางอ้อมในทิศทางบวกต่อตัวแปรสมรรถนะวิจัยของนักเรียนผ่านการรู้วิทยาศาสตร์ โดยมีขนาดอิทธิพลมีค่าเท่ากับ 0.34 และมีนัยสำคัญทางสถิติ และ 3) ตัวแปรวิธีการสอน (Treatment) มีอิทธิพลทางอ้อมในทิศทางบวกต่อตัวแปรสมรรถนะวิจัยของนักเรียนผ่านการรู้วิทยาศาสตร์ โดยมีขนาดอิทธิพลมีค่าเท่ากับ 0.16 และมีนัยสำคัญทางสถิติ

การรู้วิทยาศาสตร์ (SciLit)

เมื่อพิจารณาค่าอิทธิพลในรูปคะแนนมาตรฐานของตัวแปรในโมเดลที่เป็นตัวแปรหรือปัจจัยเชิงสาเหตุของการรู้วิทยาศาสตร์ พบว่า 1) ตัวแปรทักษะคอมพิวเตอร์พื้นฐาน (Grade) เป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลรวมสูงสุดในทิศทางบวกต่อตัวแปรการรู้วิทยาศาสตร์ (SciLit) มีอิทธิพลสูงมีค่าเท่ากับ 0.45 และมีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ นักเรียนที่มีทักษะคอมพิวเตอร์ส่งผลทางบวกทางตรงต่อการรู้วิทยาศาสตร์สูงขึ้นตามไปด้วย และ 2) ตัวแปรวิธีการสอน (Treatment) มีอิทธิพลทางตรงในทิศทางบวกต่อตัวแปรการรู้วิทยาศาสตร์ โดยมีอิทธิพลมีค่าเท่ากับ 0.21 และมีนัยสำคัญทางสถิติ



ภาพที่ 4.5 โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของสมรรถนะวิจัยผ่านการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน

สรุปได้ว่า (1) การรู้วิทยาศาสตร์มีอิทธิพลทางตรงต่อสมรรถนะวิจัยของนักเรียน ในขณะที่ทักษะคอมพิวเตอร์พื้นฐานและวิธีการสอนมีอิทธิพลทางอ้อมต่อสมรรถนะวิจัยของนักเรียน (2) ทักษะคอมพิวเตอร์พื้นฐานและวิธีการสอนมีอิทธิพลทางตรงต่อการรู้วิทยาศาสตร์

งานวิจัยนี้ต้องการพัฒนาโมเดลที่มีตัวแปรในส่วนของครูและนักเรียน แต่ข้อมูลเชิงประจักษ์กระทำได้เฉพาะโมเดลที่เป็นตัวแปรของนักเรียนเท่านั้น โดยโมเดลที่มีตัวแปรในส่วนของครูสามารถพัฒนาได้จากการวิจัยเอกสารและข้อมูลเชิงคุณภาพ ผลการวิจัยยังไม่หนักแน่นเท่ากับโมเดลที่มีตัวแปรในส่วนของนักเรียน ที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยข้อมูลเชิงประจักษ์