

การสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานด้วยการวิเคราะห์อภิมาน
The Synthesis of Research Studies on Scientific Process Skills
of Students at Basic Educational Level by Using Meta-analysis

วิลาวัณย์ แก้วสิงห์¹ และณรงค์ฤทธิ์ อินทนาม²
Wirawan Kaewsing¹ and Narongrith Intanam²

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาคูณลักษณะของงานวิจัยที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่พิมพ์เผยแพร่ในปี พ.ศ. 2547-2556 2) เพื่อวิเคราะห์ตัวพยากรณ์ที่ดีของค่าดัชนีมาตรฐานของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ 3) เพื่อสังเคราะห์ข้อเสนอแนะในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นการสังเคราะห์งานวิจัยของนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547-2556 โดยใช้วิธีวิเคราะห์อภิมาน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แบบประเมินคุณภาพงานวิจัย 2) แบบบันทึกคุณลักษณะงานวิจัยระดับเล่ม 3) แบบบันทึกคุณลักษณะงานวิจัยระดับสมมติฐาน และ 4) แบบบันทึกข้อเสนอแนะจากงานวิจัยในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติบรรยาย การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยขนาดอิทธิพล การวิเคราะห์ความแปรปรวน และการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ

ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลการศึกษาคูณลักษณะงานวิจัยที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า งานวิจัยที่นำมาสังเคราะห์มีจำนวน 103 เล่ม ได้ค่าขนาดอิทธิพล จำนวน 2,009 ค่า โดยหน่วยงานต้นสังกัดของผู้วิจัยที่เป็นสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน (สช.) มีค่าเฉลี่ยขนาดอิทธิพลสูงที่สุด ($\bar{d} = 2.04$, $SD = 4.444$)
2. ตัวพยากรณ์ที่ดีของค่าดัชนีมาตรฐานของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ ตัวแปรการสอน โดยใช้แบบฝึกกิจกรรมด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการเรียนการสอน ($\beta = 0.260$)
3. ข้อเสนอแนะด้านการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา และผู้บริหารควรสนับสนุนให้โรงเรียนมีการฝึกอบรมกำกับติดตามครูผู้สอนให้ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คอมพิวเตอร์ และมัลติมีเดียตามแนวคอนสตรัคติวิซึมและการสอนแบบสืบเสาะในโรงเรียน

คำสำคัญ: ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์, การวิเคราะห์อภิมาน, ขนาดอิทธิพลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

¹ คุรุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

168 หมู่ 2 ตำบลสร้างถ่อ อำเภอเขื่องใน จังหวัดอุบลราชธานี 34150 E-mail : wirawan.noonui@outlook.co.th

² อาจารย์ ดร., คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี : อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

Abstract

The purposes of this research were 1) to investigate the characteristics of research studies on students' scientific process skills published during 2004 to 2013, 2) to analyze good predictors for the effect size of the scientific process skills, and 3) to synthesize the suggestions for the students' scientific process skill development. This research employed the meta-analysis method to synthesize the theses of graduate students published during 2004 to 2013. The tools for data collection were 1) the research quality assessment form, 2) the coding form based on characteristics and hypothesis of research, and 4) the recording form based on the suggestion of research in developing scientific process skills. The data were analyzed using descriptive statistics, mean of effect size, analysis of variance, and multiple regression analysis.

The research findings were as follow:

1. The survey of research studies to be included in this study, the analysis of good predictors for the effect size of the scientific process skills, and the synthesis of the suggestions for the scientific process skill development. Over two thousand (2,009) effect sizes were found in those 103 research studies under this study. The average effect size of the studies conducted by those under the jurisdiction of the Office of Private Education was found to be the highest ($\bar{d} = 2.04$, $SD = 4.444$).
2. The factor found to have the highest effect size for the scientific process skills was the teaching through computer-assisted programs ($\beta = 0.260$).
3. It was suggested that offices of educational service areas and administrators encourage and monitor the teachers' uses of computer-assisted teaching, constructivism multimedia programs, and the inquiry approach in teaching the scientific process skills.

Keywords: Scientific Process Skills, Meta-analysis, Effect Size of Scientific Process Skills

บทนำ

หลังการประกาศใช้พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 มีการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญทางการศึกษาหลายด้าน อาทิ การจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เนื้อหาสาระของหลักสูตร ระบบการประเมินผลผู้เรียน ระบบการประกันคุณภาพการศึกษา เป็นต้น (สำนักเลขาธิการสภาการศึกษา 2552 : 1) ส่งผลให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องต้องมีการปรับปรุงและดำเนินกิจกรรมปฏิรูปการศึกษา มีข้อจำกัดอยู่หลายประการไม่สามารถส่งเสริมให้สังคมไทยก้าวไปสู่สังคมความรู้ได้ทันการณ์จำเป็นต้องปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอนให้คนไทยมีทักษะกระบวนการ จึงได้มีการบังคับใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีเป้าหมายการจัดการเรียนการสอนของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระบุให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น (กระทรวงศึกษาธิการ 2551 : 92)

จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยด้านการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีอยู่อย่างกระจัดกระจาย และนับวันจะเพิ่มขึ้นทุก ๆ ปี และยังพบงานวิจัยของहार พุดประเสริฐ (2539 : 107) ที่ได้สังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2526 - 2538 ผลการวิจัยทำให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เฉพาะในระดับมัธยมศึกษา เท่านั้น หลังจากนั้นยังไม่พบงานวิจัยเชิงสังเคราะห์และเป็นที่น่าสนใจเป็นอย่างยิ่งในช่วงระยะเวลาตั้งแต่การประกาศใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เป็นต้นมา มีงานวิจัยของนักศึกษาในระดับบัณฑิตศึกษาได้ดำเนินการวิจัย

เป็นจำนวนมากและมีทิศทางเป็นอย่างไร มีองค์ความรู้หรือสารสนเทศสำคัญสำหรับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างไรบ้างจึงมีความจำเป็นที่จะหาวิธีการในการสรุปงานวิจัยให้สามารถรวบรวมวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อค้นพบได้อย่างครอบคลุมและชัดเจน

การสังเคราะห์ความรู้ (Knowledge Accumulation) จะสัมฤทธิ์ผลได้ด้วยดี ก็ต่อเมื่อมีการสังเคราะห์ความรู้จากงานวิจัยในอดีต เพื่อทำการวิจัยต่อยอดในอนาคต โดยการสังเคราะห์งานวิจัย (Research Synthesis Or Research Integration) การสังเคราะห์งานวิจัยจึงเป็นกิจกรรมสำคัญระหว่างการศึกษาวิจัยในอดีตกับการวิจัยในอนาคต เป็นกิจกรรมที่ขาดไม่ได้สำหรับศาสตร์ทุกสาขาวิชา นักวิจัยผู้ผลิตงานวิจัยทุกคนไม่ว่าจะเป็นศาสตราจารย์ใดก็ตาม มีหน้าที่ต้องนำงานวิจัยในอดีตมาสังเคราะห์เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางวิจัยต่อเนื่อง และต้องสังเคราะห์เชื่อมโยงความรู้ในอดีตกับความรู้ที่ได้ใหม่จากงานวิจัยของตน ที่ทำต่อยอดจากงานวิจัยในอดีต ผู้บริหารหรือผู้กำหนดนโยบายซึ่งเป็นผู้ใช้งานวิจัยทุกคน มีหน้าที่ต้องติดตามศึกษางานวิจัยใหม่ ๆ กำหนดนโยบายและทิศทางการวิจัย สนับสนุนส่งเสริมการวิจัย และสังเคราะห์งานวิจัยเพื่อประมวลความรู้ อันเป็นประโยชน์ต่อการกำหนดนโยบายและการปฏิบัติงานในองค์กรของตน (อวยพร เรืองตระกูล และคนอื่น ๆ 2553 : 22) การวิจัยในครั้งนี้จึงมุ่งที่จะสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ตีพิมพ์เผยแพร่ในประเทศไทย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547 – 2556 โดยการวิเคราะห์หาคำสำคัญ เพื่อให้ได้ข้อสรุปงานวิจัยที่เกี่ยวกับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจนขึ้น อันเป็นแนวทางในการนำไปใช้ประโยชน์ในการส่งเสริมพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้เพิ่มมากขึ้น รวมทั้งการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์และเป็นข้อมูลสารสนเทศในการพัฒนาการศึกษาต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาคูณลักษณะของงานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน
2. เพื่อวิเคราะห์ตัวแปรการณ์ที่ดีของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน
3. เพื่อสังเคราะห์ข้อเสนอแนะการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน

ขอบเขตการวิจัย

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้เป็นวิทยานิพนธ์หรือปริญญาบัตรระดับบัณฑิตศึกษาในประเทศไทยที่มุ่งศึกษาเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้งหมด 21 มหาวิทยาลัย ได้แก่ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มหาวิทยาลัยทักษิณ มหาวิทยาลัยบูรพา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี และมหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม ที่ดำเนินการเสร็จสิ้นและตีพิมพ์เผยแพร่ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547–2556 จำนวน 103 เล่ม โดยมีเกณฑ์การคัดเลือกงานวิจัยที่สำคัญ คือ แสดงค่าทางสถิติที่สามารถนำมาใช้สำหรับการคำนวณค่าขนาดอิทธิพลของผลการวิจัยได้ ตัวแปรในงานวิจัย ประกอบด้วยตัวแปรอิสระ คือ ตัวแปรคุณลักษณะของงานวิจัยและรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และตัวแปรตาม คือ ค่าขนาดอิทธิพลของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วิธีดำเนินการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) แบบประเมินคุณภาพงานวิจัย 2) แบบบันทึกคุณลักษณะงานวิจัยระดับเล่ม 3) แบบบันทึกข้อมูลคุณลักษณะงานวิจัยระดับสมมติฐาน และ 4) แบบบันทึกข้อเสนอแนะจากงานวิจัย ในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยเครื่องมือทั้ง 4 ฉบับได้มาจากงานวิจัยของ (อวยพร เรืองตระกูล, 2553 : 22) การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือทั้ง 4 ฉบับ ผู้วิจัยได้ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความชัดเจนและความครอบคลุมของประเด็นที่จะประเมินรวมทั้งเกณฑ์ที่กำหนดไปทดลองหาความสอดคล้องใช้โดยพิจารณาประเมินความสอดคล้อง 2 ฉบับร่วมกันกับอาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อประเมินรายข้อสอดคล้องกันร้อยละ 86-100 ข้อที่ไม่สอดคล้องกันได้มีการอภิปรายและทำความเข้าใจให้ตรงกัน

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยด้วยตนเองโดยสำรวจรายชื่อวิทยานิพนธ์หรือปริญาานิพนธ์ระดับบัณฑิตศึกษาในประเทศไทยที่มุ่งศึกษาเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าวข้างต้น จากกระบวนฐานข้อมูลคอมพิวเตอร์ออนไลน์และระบบยืมตัวเล่มของห้องสมุดมหาวิทยาลัยต่าง ๆ ผู้วิจัยอ่านคร่าว ๆ พิจารณาคุณลักษณะงานวิจัยว่าตรงกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ จากนั้นโหลดเอกสารผ่านระบบออนไลน์และติดต่อห้องสมุดมหาวิทยาลัยต่าง ๆ ขอยืมและถ่ายเอกสารตามรายชื่อที่สำรวจไว้ จากนั้นผู้วิจัยอ่านรายงานที่คัดเลือกไว้อย่างละเอียดและทำการบันทึกข้อมูลที่เป็นคุณลักษณะงานวิจัย และค่าสถิติต่าง ๆ ลงในแบบบันทึกคุณลักษณะงานวิจัย ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่บันทึก นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เนื้อหาและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ด้วยการวิเคราะห์ถ้อยคำตามวิธีของ Glass

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในครั้งนี้แบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การสำรวจงานวิจัยที่นำมาสังเคราะห์ โดยการคำนวณค่าร้อยละ ค่าความถี่ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคุณลักษณะงานวิจัย

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ตัวแปรตามที่ดีของค่าดัชนีมาตรฐานของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเพื่ออธิบายความแปรปรวนในตัวแปรค่าขนาดอิทธิพลด้วยตัวแปรรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยการคำนวณค่าขนาดอิทธิพล (d) โดยใช้สูตร Glass, McGaw, and Smith (1981 : 57) และปรับแก้ค่าขนาดอิทธิพลตามหลักของ Hunter, Schmidt, and Jackson (1982 : 125) วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) และวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ

2. การวิเคราะห์โมเดลอิทธิพลของรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน 10 กลุ่มตัวแปรต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากผลการวิจัยตามวิธีของ Shadish (1996 : 47-65) โดยคำนวณค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักขนาดอิทธิพล

ตอนที่ 3 การสังเคราะห์ข้อเสนอแนะระดับนโยบายการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทำการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ดีความ สรุป และเชื่อมโยงระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ในระดับนโยบายที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานจากรายงานวิจัยที่เป็นประชากรที่นำมาศึกษา

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างปี พ.ศ. 2547–2556 พบว่า มีงานวิจัยที่นำมาสังเคราะห์ รวม 103 เล่ม มีจำนวนหน่วยการทดสอบ 2009 ค่า ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยขนาดอิทธิพล พบว่า ตัวแปรสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน [สช.] เป็นตัวแปรที่มีค่าเฉลี่ยขนาดอิทธิพลสูงที่สุด ($\bar{X} = 2.04$, $SD = 4.444$) รองลงมา คือ ตัวแปรประเภทเครื่องมือที่เป็นแบบสอบถามใช้วัดตัวแปรตาม มีค่าเฉลี่ยขนาดอิทธิพล ($\bar{X} = 1.61$, $SD = 1.54$) และตัวแปรความตรงตามเนื้อหาและโครงสร้างของเครื่องมือวัดตัวแปรตาม มีค่าเฉลี่ยขนาดอิทธิพล ($\bar{X} = 1.30$, $SD = 1.723$) ตามลำดับ

2. ผลการวิเคราะห์ตัวพยากรณ์ที่ดีของค่าดัชนีมาตรฐานของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.1 ผลการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเพื่ออธิบายความแปรปรวนในตัวแปรค่าขนาดอิทธิพลด้วยตัวแปรรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ตัวแปรรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีอิทธิพลทางตรงต่อค่าขนาดอิทธิพลปรับแก้สูงสุด คือ ตัวแปรการสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการเรียนการสอน รองลงมาคือ ตัวแปรการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นสื่อและ ตัวแปรการจัดการเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่พัฒนาตามแนวคอนสตรัคติวิซึมตามลำดับ และกลุ่มตัวแปรทั้ง 10 กลุ่มตัวแปรรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของงานวิจัยสามารถทำนายค่าขนาดอิทธิพลได้ร้อยละ 16.10 ดังปรากฏในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณของตัวแปรค่าอิทธิพลด้วยตัวแปรรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้อธิบายค่าขนาดอิทธิพลที่ปรับแก้

ตัวแปร	ค่าอิทธิพลในรูปคะแนนดิบ		ค่าอิทธิพลในรูปคะแนนมาตรฐาน	
	b	SE	β	p-value
Constant	0.476	0.034		0.000
ตัวแปรการสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการเรียนการสอน (EXCAI)	2.438	0.245	0.260	0.000
ตัวแปรการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นสื่อ (AC)	5.164	0.788	0.171	0.000
ตัวแปรการจัดการเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่พัฒนาตามแนวคอนสตรัคติวิซึม (CAIC)	1.791	0.272	0.172	0.000
ตัวแปรการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบโครงงานวิทยาศาสตร์ (SPJ)	0.864	0.140	0.162	0.000
ตัวแปรการเรียนรู้ด้วยรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยกำหนดและหมุนเวียนหน้าที่ของสมาชิก (7EDC)	0.970	0.373	0.068	0.009
ตัวแปรการเรียนรู้ด้วยชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ประกอบการใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นโดยกำหนดและหมุนเวียนหน้าที่ของสมาชิก (TN7EDC)	0.970	0.373	0.068	0.009
ตัวแปรการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) (AC5E)	1.630	0.644	0.066	0.011
ตัวแปรการจัดการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้พหุปัญญา (7EMI)	0.426	0.186	0.060	0.022
ตัวแปรการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบกระบวนการแก้ปัญหา (SOL)	1.042	0.499	0.055	0.037
ตัวแปรการจัดการเรียนการสอนตามเทคนิคของ Wheatley (WT)	0.634	0.311	0.053	0.041
R	0.402			
R ²	0.161			
Adjusted R ²	0.155			
F	4.168			
p-value	0.041			

ผลจากการวิเคราะห์สามารถเขียนสมการพยากรณ์ได้ดังนี้

รูปคะแนนดิบ

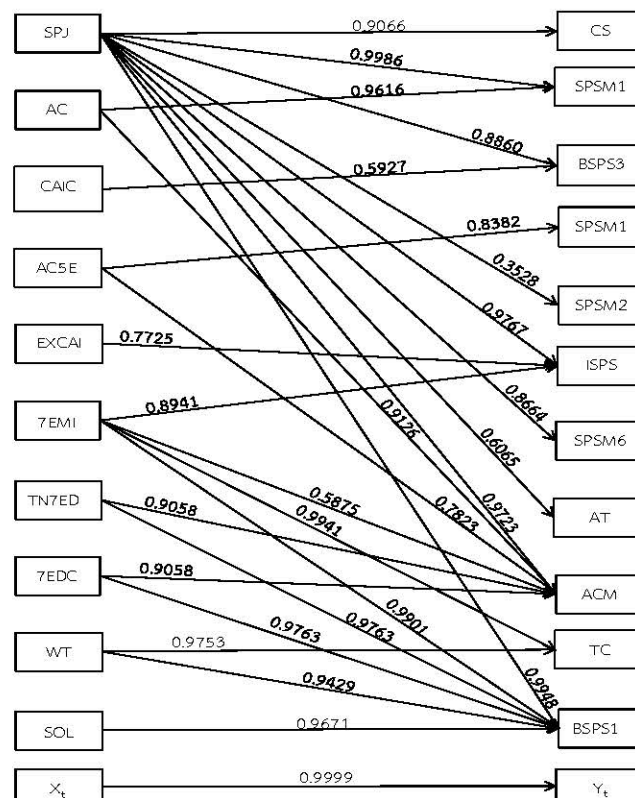
$$= 0.476 + 2.438\text{EXCAI} + 5.164\text{AC} + 1.791\text{CAIC} + 0.864\text{SPJ} + 0.9707\text{EDC} + 0.970\text{TN7EDC} + 1.630\text{AC5E} + 0.4267\text{EMI} + 1.026\text{SOL} + 0.634\text{WT}$$

รูปคะแนนมาตรฐาน

$$= 0.260\text{ZEXCAI} + 0.171\text{ZAC} + 0.172\text{ZCAIC} + 0.162\text{ZSPJ} + 0.068\text{Z7EDC} + 0.068\text{ZTN7EDC} + 0.066\text{ZAC5E} + 0.060\text{Z7EMI} + 0.055\text{ZSOL} + 0.053\text{ZWT}$$

2.2 ผลการวิเคราะห์โมเดลอิทธิพลของรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน 10 กลุ่มตัวแปรต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการวิจัยตามวิธีของ Shadish

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักของขนาดอิทธิพลหลังแปลงเป็นค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็นรายคู่พบว่า ตัวแปรการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบโครงงานวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ที่มีอิทธิพลต่อตัวแปรทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสม 1 (ทักษะการสังเกต, ทักษะการวัด, ทักษะการจำแนกประเภท, ทักษะการใช้ตัวเลขและการคำนวณ, ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา, ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล, ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล, ทักษะการพยากรณ์, ทักษะการนิยามเชิงปฏิบัติการ, ทักษะการตั้งสมมติฐาน, ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร, ทักษะการทดลอง, ทักษะการแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป) มากที่สุด (0.9986) สามารถแสดงค่าขนาดอิทธิพลในรูปแบบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ได้ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ค่าขนาดอิทธิพลในรูปแบบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

หมายเหตุ

ACM	แทน	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
BSPS1	แทน	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 1 (ทักษะการสังเกต, ทักษะการวัด, ทักษะการจำแนกประเภท, ทักษะการใช้ตัวเลขและการคำนวณ, ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปกกับเวลา, ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล, ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล, ทักษะการพยากรณ์)
BSPS3	แทน	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 3 (ทักษะการสังเกต, ทักษะการจำแนกประเภท, ทักษะการวัด, ทักษะการสื่อความหมาย, ทักษะการลงความเห็น, ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลา)
SPSM1	แทน	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม 1 (ทักษะการสังเกต, ทักษะการวัด, ทักษะการจำแนกประเภท, ทักษะการใช้ตัวเลขและการคำนวณ, ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปกกับเวลา, ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล, ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล, ทักษะการพยากรณ์, ทักษะการนิยามเชิงปฏิบัติการ, ทักษะการตั้งสมมติฐาน, ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร, ทักษะการทดลอง, ทักษะการแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป)
SPSM2	แทน	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม 2 (ทักษะการสังเกต, ทักษะการตั้งสมมติฐาน, ทักษะการทดลอง, ทักษะการวัด, ทักษะการใช้ตัวเลข, ทักษะการกำหนดตัวแปรและควบคุมตัวแปร, ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล, ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสและเวลา, ทักษะการพยากรณ์, ทักษะการนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร)
SPSM6	แทน	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม 6 (ทักษะการสังเกต, ทักษะการคำนวณ, ทักษะการลงความเห็นข้อมูล, ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล, ทักษะการกำหนดและนิยามเชิงปฏิบัติการ, ทักษะการทดลอง, ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป, ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร)
SPSM11	แทน	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม 11 (ทักษะการสังเกต, ทักษะการวัด, ทักษะการจำแนกประเภท, ทักษะการใช้ตัวเลขและการคำนวณ, ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปกกับเวลา, ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล, ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล, ทักษะการพยากรณ์, ทักษะการทดลอง)
ISPS	แทน	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
AT	แทน	การคิดวิเคราะห์
CS	แทน	ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
TC	แทน	ความคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์
X _t	แทน	ตัวแปรต้นในภาพรวม
Y _t	แทน	ตัวแปรตามในภาพรวม

3. ผลการจัดทำข้อเสนอแนะด้านการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ควรวางแผนงานวิชาการของโรงเรียน/เขตพื้นที่การศึกษา ให้มีการจัดอบรม สัมมนา เผยแพร่ความรู้แก่ครูเพื่อพัฒนาวิธีการจัดการเรียนรู้และเพิ่มประสิทธิภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน โรงเรียนหรือผู้บริหาร ควรจัดระบบนิเทศภายในโรงเรียนติดตามผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบ ครูผู้สอน ควรออกแบบเทคนิคในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายเหมาะสมกับเนื้อหา กิจกรรมที่ใช้เรียนคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ผู้เรียน ครูควรจัดให้นักเรียนได้กล้าแสดงออก แสดงความคิดเห็นมากยิ่งขึ้นให้นักเรียนร่วมทำกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547–2556 พบว่า มีงานวิจัยที่นำมาสังเคราะห์ รวม 103 เล่ม มีจำนวนหน่วยการทดสอบ 2009 ค่า ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของ ค่าเฉลี่ยขนาดอิทธิพล พบว่า ตัวแปรสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน เป็นตัวแปรที่มีค่าเฉลี่ยขนาดอิทธิพล สูงที่สุด ($\bar{X} = 2.04$, $SD = 4.444$)

2. ตัวพยากรณ์ที่ดีของค่าดัชนีมาตรฐานของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ตัวแปรที่มีต่อ ค่าขนาดอิทธิพลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากที่สุด คือ ตัวแปรการสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมด้วยคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนประกอบการเรียนการสอน ($\beta = 0.260$)

3. ผลการสังเคราะห์ข้อเสนอแนะการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์พบว่า สำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษาและผู้บริหารควรสนับสนุนให้โรงเรียนมีการฝึกอบรม กำกับติดตามครูผู้สอนให้ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คอมพิวเตอร์และมัลติมีเดียตามแนวคอนสตรัคติวิซึมและการสอนแบบสืบเสาะในโรงเรียน

อภิปรายผลการวิจัย

1. จากวัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อที่ 1 ที่ว่า “เพื่อศึกษาคุณลักษณะของงานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน” ผลการวิจัย พบว่า หน่วยงานต้นสังกัดของผู้วิจัยที่เป็น สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน มีค่าเฉลี่ยขนาดอิทธิพลสูงที่สุดในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า การจัดการเรียนการสอนของสำนักงาน คณะกรรมการการศึกษาเอกชน มีดังนี้ 1) มีการวิเคราะห์สภาพผู้เรียนเป็นรายบุคคลและรายกลุ่ม 2) มีการใช้เทคนิค การสอนอย่างหลากหลายโดยเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง 3) มีการใช้เครื่องมืออุปกรณ์สื่อและเทคโนโลยีอย่างเหมาะสม เพียงพอและปลอดภัย และ 4) มีการนิเทศการสอนอย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเด็นการใช้ เครื่องมืออุปกรณ์ สื่อและเทคโนโลยีอย่างเหมาะสม เพียงพอและปลอดภัย และประเด็นการนิเทศการสอนอย่างเป็น ระบบและต่อเนื่องทำให้การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการ การศึกษาเอกชน ดังกล่าวนี้อาจมีประสิทธิภาพสูง (สุปรานี วิชะรังสรรค์ 2553 : 28-33)

2. จากวัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อที่ 2 ที่ว่า “เพื่อวิเคราะห์ตัวพยากรณ์ที่ดีของทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน” ผลการวิจัยพบว่า ตัวแปรที่มีต่อค่าขนาดอิทธิพลทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากที่สุด คือ ตัวแปรการสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบ การเรียนการสอน ($\beta = 0.260$) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า การสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มุ่งที่จะใช้คอมพิวเตอร์ในฐานะสื่อการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ ผลผลิตของระบบการเรียนการสอนให้มีคุณภาพ สูงสุดโดยใช้ทรัพยากรน้อยที่สุด Skinner นักจิตวิทยาการศึกษาได้กล่าวว่า ระบบการเรียนการสอนที่ดีจะต้องสร้าง สถานการณ์ให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ 5 ประการ คือ 1) ระบบการเรียนการสอนที่ดีจะต้องแบ่งเนื้อหาวิชาเป็น ตอน ๆ มีความยาวเหมาะสมกับวุฒิภาวะทางการรับรู้ของผู้เรียน โดยคำนึงถึงหลักการทางพฤติกรรมศาสตร์ 2) จัด ประสบการณ์เพื่อให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมกิจกรรมอย่างกระตือรือร้น 3) จัดประสบการณ์เพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบผลการเรียน และกิจกรรมที่ปฏิบัติทันทีที่ปฏิบัติเสร็จ 4) จัดประสบการณ์เพื่อให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์แห่งความสำเร็จ และ 5) จัดประสบการณ์เพื่อให้ผู้เรียนได้รับการเสริมแรงที่ดี ทำให้การสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมด้วยคอมพิวเตอร์ช่วย สอนประกอบการเรียนการสอนส่งผลต่อค่าขนาดอิทธิพลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากที่สุด สอดคล้องกับ งานวิจัยของ จำลอง โพธิ์งาม (2548 : 79) ที่พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนและฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้ระดับคะแนนเฉลี่ยสูงขึ้น

3. จากวัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อที่ 3 ที่ว่า “เพื่อสังเคราะห์ข้อเสนอแนะการพัฒนาทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน” ผลการวิจัยพบว่า สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ควรวาง นโยบายกำหนดในงานวิชาการของโรงเรียนให้มีการจัดอบรม สัมมนา เผยแพร่เผยแพร่แนวคิด หลักการ และแนวปฏิบัติ ที่ดีในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แก่ครูสอดคล้องกับงานวิจัยของ อนุสรณ์ เสนอไชย (2550 : 77)

ได้ให้ข้อเสนอแนะว่า หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิทยาศาสตร์ควรจัดทำเอกสารเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อเป็นทางเลือกแก่ครูและสอดคล้องกับงานวิจัยของ วิไลวรรณ พงษ์ชูบ (2553 : 87) ได้ให้ข้อเสนอแนะว่า เขตพื้นที่การศึกษาควรจัดการอบรมพัฒนาวิธีการเรียนรู้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนให้กับครู ผู้บริหารควรจัดระบบนิเทศภายในโรงเรียนติดตามผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบ โดยเน้นให้ครูใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายจัดฝึกอบรมกำกับติดตามครูผู้สอนให้ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คอมพิวเตอร์และมัลติมีเดียตามแนวคอนสตรัคติวิลิซึมและการสอนแบบสืบเสาะในโรงเรียน ทั้งนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ สำนักเลขาธิการสภาการศึกษา (2552 : 327-331) จากข้อสรุปข้อค้นพบจากการสังเคราะห์งานวิจัยในด้านปัจจัยด้านลักษณะและกระบวนการของผู้บริหาร ผู้บริหารต้องให้การสนับสนุนด้านการพัฒนาบุคลากรให้ครู/อาจารย์และบุคลากรได้รับการฝึกอบรมในเรื่องต่าง ๆ อย่างต่อเนื่อง เช่น ทักษะการจัดการเรียนการสอน การใช้สื่อการสอน เป็นต้น ผู้บริหารการศึกษาในระดับนโยบายควรกำหนดนโยบายการพัฒนาบุคลากรอย่างชัดเจนเป็นรูปธรรมและติดตามกำกับให้หน่วยปฏิบัติและสถานศึกษาดำเนินการตามแนวนโยบายอย่างมีประสิทธิภาพ ประสิทธิผล ด้านปัจจัยด้านลักษณะและกระบวนการของครู/อาจารย์ และบุคลากรทางการศึกษาต้องสามารถใช้นวัตกรรมจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้อย่างถูกต้องเหมาะสมกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้บรรลุผลอย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา/หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิทยาศาสตร์ควรมีการเผยแพร่แนวคิดหลักการ และแนวปฏิบัติที่ดีในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยเน้นรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการเรียนการสอน การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นสื่อ และการจัดการเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่พัฒนาตามแนวคอนสตรัคติวิลิซึม
2. ผู้อำนวยการควรสนับสนุนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยเน้นรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการเรียนการสอน การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นสื่อ และการจัดการเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่พัฒนาตามแนวคอนสตรัคติวิลิซึม และควรจัดให้มีระบบนิเทศภายในโรงเรียนติดตามผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น

3. ครูผู้สอนควรออกแบบเทคนิคในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายเหมาะสมกับเนื้อหาและกิจกรรมที่ใช้เรียนและคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลเน้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยต่อไป

การวิจัยครั้งนี้มีการศึกษาคุณลักษณะของงานวิจัย และวิเคราะห์ตัวพหุพจน์ที่ดีของค่าดัชนีมาตรฐานของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณซึ่งยังมีข้อจำกัดด้านความสอดคล้องกับธรรมชาติของข้อมูลทางการศึกษาที่เป็นพหุระดับ ดังนั้น การวิจัยครั้งต่อไปผู้วิจัยอาจประยุกต์เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลแบบพหุระดับหรือการวิเคราะห์สมการเชิงเส้นแบบพหุระดับเพื่อสร้างสารสนเทศทางวิชาการที่มีความลุ่มลึกมากขึ้น

บรรณานุกรม

- จำลอง โพธิ์งาม. ผลการใช้แบบฝึกกิจกรรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการเรียนการสอนเรื่อง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาอุบลราชธานี เขต 5. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2548.
- เลขาธิการสภาการศึกษา, สำนักงาน. รายงานการสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับคุณภาพการศึกษาไทย: การวิเคราะห์อภิมาน (Meta-analysis). กรุงเทพฯ: สำนักงานเลขาธิการสภา, 2552.
- วิไลวรรณ พงษ์ชูบ. การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานกับแบบสืบเสาะหาความรู้. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา, 2553.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด, 2551.
- สุปราณี วิชะรังสรรค์. การจัดการคุณภาพการศึกษาโรงเรียนเอกชนในเขตพื้นที่การศึกษาสมุทรปราการ เขต 1. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต, 2553.
- हार พุดประเสริฐ. การสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา : วิเคราะห์แบบเมตต้า. ปรินญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2539.
- อนุสรณ์ เสนอไสย. ผลของการเรียนการสอนแบบสืบสอบรวมกับการใช้บทเรียนเว็บเควสท์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550.
- อวยพร เรืองตระกูล, นงลักษณ์ วิรัชชัย, ณรงค์ฤทธิ์ อินทนาม และคนอื่น ๆ. การสังเคราะห์งานวิจัยด้านการพัฒนา สังคมและความมั่นคงของมนุษย์ระหว่างปี 2546-2552 ของกระทรวงการพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์. กรุงเทพฯ: กระทรวงการพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์, 2553.
- Glass, G. V., B. McGaw and M. L. Smith. *Meta-Analysis in Social Research*. Beverly Hills: Sage Publications, 1981.
- Hunter, J. E. ,F. L. Schmidt and G. B. Jackson. *Meta-Analysis: Cumulating Research Findings Across Studies*. Beverly Hills: Sage Publications, 1982.
- Shadish, W. R. "Meta-analysis and the Exploration of Causal Modeling Process : A Primer of Examples, Methods and Issues," *Psychology Methods*. 1, 1 (March 1996): 47-65.