# โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของสมรรถนะวิจัยผ่านการรู้วิทยาศาสตร์ของครูและนักเรียน: การวิจัยและพัฒนาแบบผสมวิธี

นายเลิศพร อุดมพงษ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาวิธีวิทยาการวิจัยการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2555

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# A CAUSAL MODEL OF RESEARCH COMPETENCY MEDIATED BY SCIENTIFIC LITERACY OF TEACHERS AND STUDENTS: MIXED-METHODS RESEARCH AND DEVELOPMENT

Mr. Lertporn Udompong

A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Doctor of Philosophy Program in Educational Research Methodology

Department of Educational Research and Psychology

Faculty of Education

Chulalongkorn University

Academic Year 2012

Copyright of Chulalongkorn University

551158

| | |
|---|---|
| หัวข้อวิทยานิพนธ์ | โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของสมรรถนะวิจัยผ่านการรู้วิทยาศาสตร์ของครูและนักเรียน: การวิจัยและพัฒนาแบบผสมวิธี |
| โดย | นายเลิศพร อุดมพงษ์ |
| สาขาวิชา | วิธีวิทยาการวิจัยการศึกษา |
| อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก | รองศาสตราจารย์ ดร.ดวงกมล ไตรวิจิตรคุณ |
| อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม | ศาสตราจารย์ ดร.สุวิมล ว่องวาณิช |

---

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาดุษฎีบัณฑิต

.....คณบดีคณะครุศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.ชนิตา รักษ์พลเมือง)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อวยพร เรืองตระกูล)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์ ดร.ดวงกมล ไตรวิจิตรคุณ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(ศาสตราจารย์ ดร. สุวิมล ว่องวาณิช)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สิริพันธุ์ สุวรรณมรรคา)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุชีวะ)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์กิตติคุณ ดร.นงลักษณ์ วิรัชชัย)

เลิศพร อุดมพงษ์ : โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของสมรรถนะวิจัยผ่านการรู้วิทยาศาสตร์ของครูและนักเรียน: การวิจัยและพัฒนาแบบผสมวิธี. (A CAUSAL MODEL OF RESEARCH COMPETENCY MEDIATED BY SCIENTIFIC LITERACY OF TEACHERS AND STUDENTS: MIXED-METHODS RESEARCH AND DEVELOPMENT) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ.ดร. ดวงกมล ไตรวิจิตรคุณ, อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม: ศ.ดร. สุวิมล ว่องวาณิช, 217 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 3 ประการ 1) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของสมรรถนะวิจัยผ่านการรู้วิทยาศาสตร์ของครูและนักเรียนจากการศึกษาเอกสารและผู้เชี่ยวชาญ 2) เพื่อศึกษาผลการใช้กระบวนการพัฒนาครูในการส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนในชั้นเรียนตามแนวทางการสร้างสมรรถนะวิจัย และ 3) เพื่อพัฒนาโมเดลเชิงสาเหตุของสมรรถนะวิจัยผ่านการรู้วิทยาศาสตร์ของครูและนักเรียน และตรวจสอบโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ การศึกษาแบ่งเป็น 3 ระยะ ระยะที่ 1 ตัวอย่างเป็นผู้เชี่ยวชาญจำนวน 8 คน ใช้การสัมภาษณ์ ระยะที่ 2 และ 3 ตัวอย่างคือ ครูจำนวน 8 คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 3 จำนวน 639 คน ได้มาจากการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง เครื่องมือวิจัยเป็นชุดกิจกรรมส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ แบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ และแบบวัดสมรรถนะวิจัยของครูและนักเรียน การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ การวิเคราะห์ด้วยสถิติบรรยาย การทดสอบที การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมตัวแปรพหุนาม การวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้าง และการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1) โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของสมรรถนะวิจัยผ่านการรู้วิทยาศาสตร์ของครูและนักเรียนจากการศึกษาเอกสารและสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ด้านวิธีสอนและด้านการใช้ ICT ส่งผลต่อการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน ตัวแปรการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนส่งผลต่อตัวแปรสมรรถนะวิจัยของนักเรียน ตัวแปรรู้วิทยาศาสตร์ของครูส่งผลต่อตัวแปรการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน และตัวแปรรู้วิทยาศาสตร์ของครูส่งผลต่อตัวแปรสมรรถนะวิจัยของครู

2) ผลการใช้กระบวนการพัฒนาครูในการส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยการใช้ปัญหาเป็นฐานที่ใช้ร่วมกับแนวทางการสร้างสมรรถนะวิจัย 4 ขั้นตอน ประกอบด้วย ขั้นประเมินขีดความสามารถ ขั้นกำหนดกลยุทธ์และแผน ขั้นปฏิบัติ และขั้นติดตามและประเมินผล พบว่า คะแนนการรู้วิทยาศาสตร์และสมรรถนะวิจัยหลังการทดลองของครูกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ที่มีการควบคุมตัวแปรคะแนนก่อนการทดลองแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนโดยครูวิทยาศาสตร์และสังคมศึกษา มีคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คะแนนสมรรถนะวิจัยของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อมีการควบคุมตัวแปรคะแนนก่อนการทดลอง

3) โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของสมรรถนะวิจัยผ่านการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ($\chi^2$ = 10.41, df = 11, p = 0.494, GFI = 0.998, AGFI = 0.994, RMR = 0.002, RMSEA = 0.000)

ภาควิชา วิจัยและจิตวิทยาการศึกษา ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิธีวิทยาการวิจัยการศึกษา ลายมือชื่ออ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

ปีการศึกษา 2555 ลายมือชื่ออ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

## 5384252327: MAJOR EDUCATIONAL RESEARCH METHODOLOGY

KEYWORDS: SCIENTIFIC LITERACY/ RESEARCH COMPETENCY/ MIXED-METHODS RESEARCH

LERTPORN UDOMPONG: A CAUSAL MODEL OF RESEARCH COMPETENCY MEDIATED BY SCIENTIFIC LITERACY OF TEACHERS AND STUDENTS: MIXED-METHODS RESEARCH AND DEVELOPMENT. ADVISOR: ASSOC.PROF. DUANGKAMOL TRAIWICHITKHUN, Ph.D., CO-ADVISOR: PROF. SUWIMON WONGWANICH, Ph.D. 217 pp.

The objectives of this study were: 1) to investigate the causal model of research competency mediated by scientific literacy of teachers and students based on literature review and empirical data 2) to examine the effect of using the teacher development process to increase scientific literacy based on research capacity-building process and 3) to develop the causal model of research competency mediated by scientific literacy of teachers and students, and to validate the model with empirical data. The study was divided to three stages. The first stage used interview method participated by eight experts as the samples, while the other two stages used eight teachers and 639 students from Grade 7 and 9 levels, using a purposive sampling method, as the samples. The data were gathered through the scientific literacy enhancement activities, the scientific literacy test and the research competency test of teachers and students; and were analyzed using descriptive statistic, t-test, MANCOVA, SEM, and content analysis. The research results were as follows:

1) The causal model of research competency mediated by scientific literacy of teachers and students, developed by literature review and the interview with the experts, has found that the teaching method and the ICT utilization had an effect on students' scientific literacy. The result showed that students' scientific literacy variables had the effect on students' research competency variables. It also proved that the teachers' scientific literacy variables affected on both the students' scientific literacy and the teachers' research competency.

2) After using the teacher development process to enhance the students' scientific literacy through problem-based learning and the research competency enhancement strategy, consisting of four stages: (1) capacity assessment, (2) strategizing and planning, (3) Implementation, and (4) monitoring and evaluation; the posttest score in scientific literacy and research competency of the first and second experimental groups of teachers, controlled in pretest score variables, had showed no statistically significant difference at a 0.05 level. The study also found that the experimental group of students, taught by science and social science teachers, had statistically significant difference in the score, comparing to the controlled group students at a 0.05 level; when being controlled in pretest score variables. However, the research competency score between the experimental group and controlled group was statistically indifferent at the level of 0.05

3) The causal model of research competency mediated by the students' scientific literacy was fit with the empirical data ($\chi^2$ = 10.41, df = 11, p = 0.494, GFI = 0.998, AGFI = 0.994, RMR = 0.002, RMSEA = 0.000)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Department: | Educational Research and Psychology | Student's Signature | Lertporn Udompong |
| Field of Study: | Educational Research Methodology | Advisor's Signature | Duangkamol T. |
| Academic Year: | 2012 | Co-advisor's Signature | |

# กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดีได้ ด้วยความกรุณาและความอนุเคราะห์ของรองศาสตราจารย์ ดร.ดวงกมล ไตรวิจิตรคุณ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ศาสตราจารย์ ดร.สุวิมล ว่องวาณิช อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ซึ่งท่านได้ให้ความรู้ คำแนะนำ สอนกระบวนการทำงาน ให้โอกาสที่ดีในการทำงานวิจัย คอยให้กำลังใจ รวมทั้งตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ในการทำวิทยานิพนธ์ด้วยดีตลอดมา

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.อวยพร เรืองตระกูล ประธานสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.สิริพันธุ์ สุวรรณมรรคา รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุชีวะ และศาสตราจารย์กิตติคุณ ดร.นงลักษณ์ วิรัชชัย กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้กรุณาประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้แก่ผู้วิจัย ทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้มีคุณค่า มีคุณภาพ และสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์สาขาวิธีวิทยาการวิจัย ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษาทุกท่านที่ได้ถ่ายทอดความรู้ขั้นพื้นฐานและขั้นสูงให้แก่ผู้วิจัยในด้านต่าง ๆ ชี้แนะแนวทาง และคอยให้กำลังใจแก่ศิษย์ด้วยความรักและความปรารถนาดีมาโดยตลอด และขอกราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิในการสัมภาษณ์และตรวจเครื่องมือวิจัยทุกท่าน

ขอขอบคุณพี่น้องชาววิธีวิทยาการวิจัยการศึกษาทุกท่านที่ได้ช่วยเหลือผู้วิจัยในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ดร.วิษณุ ทรัพย์สมบัติ ดร.ศศิธร เขียวกอ ดร.ชยุตม์ ภิรมย์สมบัติ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศจีมาจ ณ วิเชียร คุณพนิดา มารุ่งเรือง คุณกนิษฐ์ ศรีเคลือบ และพี่ๆ เพื่อนๆ ร่วมรุ่นของผู้วิจัย ที่คอยให้กำลังใจกัน ฝ่าฟันอุปสรรคต่าง ๆ ช่วยเหลือ ห่วงใยกัน และเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ผู้วิจัยมีกำลังใจที่จะก้าวข้ามอุปสรรคต่างๆ ให้ผ่านพ้นไปได้

และสุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบระลึกถึงพระคุณของคุณพ่อ คุณแม่ ที่อยู่เบื้องหลังความสำเร็จของผู้วิจัย คอยให้ความรัก กำลังใจ ห่วงใย และดูแลช่วยเหลือในทุกเรื่อง ขอบคุณน้องสาวที่มีส่วนสนับสนุนในด้านต่าง ๆ รวมทั้ง พระคุณของครูบาอาจารย์ที่เคยได้อบรมสั่งสอนประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้แก่ผู้วิจัยตั้งแต่จำความได้จนถึงปัจจุบัน

# สารบัญ

หน้า


บทคัดย่อภาษาไทย..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ
กิตติกรรมประกาศ..... ฉ
สารบัญ..... ช
สารบัญตาราง..... ฌ
สารบัญภาพ..... ฎ
บทที่ 1 บทนำ..... 1
ความเป็นมาและความสำคัญ..... 1
คำถามวิจัย..... 4
วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 4
ขอบเขตของการวิจัย..... 4
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย..... 5
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย..... 6
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 7
ตอนที่ 1 มโนทัศน์เกี่ยวกับสมรรถนะวิจัย..... 7
ตอนที่ 2 การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน..... 36
ตอนที่ 3 มโนทัศน์เกี่ยวกับการรู้วิทยาศาสตร์..... 40
ตอนที่ 4 การพัฒนาสมรรถนะวิจัยโดยใช้กระบวนการเพิ่มขีดความสามารถในการวิจัย..... 54
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 56
ระยะที่ 1 ศึกษาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของสมรรถนะวิจัยผ่านการรู้วิทยาศาสตร์ของครูและนักเรียน..... 57
ระยะที่ 2 การใช้กระบวนการพัฒนาครูตามโมเดลในการส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน..... 58

หน้า

ระยะที่ 3 การพัฒนาโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของสมรรถนะวิจัยผ่านการรู้วิทยาศาสตร์ของครูและนักเรียนหลังการพัฒนาครูในการส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ ..... 64
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ..... 73
ตอนที่ 1 ผลการศึกษารูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของสมรรถนะวิจัยผ่านการรู้วิทยาศาสตร์ของครูและนักเรียนจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญและครูดีเด่น ..... 73
ตอนที่ 2 ผลการใช้กระบวนการพัฒนาครูในการส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนตามแนวทางการสร้างสมรรถนะวิจัย ..... 83
ตอนที่ 3 ผลการพัฒนาและการตรวจสอบโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของสมรรถนะวิจัยผ่านการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน ..... 110
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ ..... 119
สรุปผลการวิจัย ..... 119
อภิปรายผลการวิจัย ..... 120
ข้อเสนอแนะ ..... 122
รายการอ้างอิง ..... 124
ภาคผนวก ..... 134
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ ..... 135
ภาคผนวก ข เครื่องมือวิจัย ..... 138
ภาคผนวก ค ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ข้อมูล ..... 162
ภาคผนวก ง ตัวอย่างใบงานกิจกรรมของครู ..... 203
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ ..... 217

# สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 สรุปองค์ประกอบของสมรรถนะการวิจัย..... 14

2.2 การสังเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมรรถนะวิจัยจากงานวิจัยต่าง ๆ..... 33

2.3 ความแตกต่างของคำนิยามการรู้วิทยาศาสตร์..... 42

2.4 สรุปการให้ความหมายและคำนิยามตามแนวคิดเกี่ยวกับการรู้วิทยาศาสตร์..... 43

3.1 การจัดกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจำแนกตามห้องเรียน..... 60

3.2 ตัวอย่างกิจกรรมที่ผู้วิจัยดำเนินการในโรงเรียน ก. จำแนกตามวันใน 1 สัปดาห์..... 61

3.3 ตัวอย่างกิจกรรมที่ผู้วิจัยดำเนินการในโรงเรียน ข. จำแนกตามวันใน 1 สัปดาห์..... 62

3.4 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ด้านความตรงเชิงเนื้อหา ความยาก และอำนาจจำแนก..... 65

3.5 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ ด้านความเที่ยง จำแนกตามองค์ประกอบ..... 66

3.6 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ด้านความตรงเชิงเนื้อหา ความยาก และอำนาจจำแนก..... 68

3.7 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดสมรรถนะการวิจัยของนักเรียน ด้านความเที่ยง จำแนกตามองค์ประกอบ..... 69

3.8 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดสมรรถนะการวิจัยของครูด้านความตรงเชิงเนื้อหา ความยาก และอำนาจจำแนก..... 70

3.9 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดสมรรถนะวิจัยของครู ด้านความเที่ยง จำแนกตามองค์ประกอบ..... 71

4.1 บริบทกรณีศึกษา..... 83

4.2 รายละเอียดกิจกรรมที่ผู้วิจัยอบรมให้กับครูแต่ละโรงเรียน..... 86

4.3 การใช้กระบวนการพัฒนาครูในการส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน..... 86

4.4 หน่วยการเรียนรู้ที่ใช้ในการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์จำแนกตามระดับชั้นและรายวิชา..... 88

4.5 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ของครู..... 93

4.6 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนสมรรถนะวิจัยของครู..... 94

4.7 เปรียบเทียบคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์และสมรรถนะวิจัยของครูก่อนเข้ารับการอบรม..... 95

ตารางที่ หน้า

4.8 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์และสมรรถนะวิจัยของครูหลังการทดลอง..... 96
4.9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมพหุนามของตัวแปรการรู้วิทยาศาสตร์และสมรรถนะวิจัยของครูหลังการทดลอง..... 97
4.10 เปรียบเทียบคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์และสมรรถนะวิจัย ระหว่างก่อนและหลังการทดลองของครูที่เข้ารับการทดลอง..... 98
4.11 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม..... 99
4.12 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม..... 100
4.13 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนสมรรถนะวิจัยของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม..... 101
4.14 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนสมรรถนะวิจัยของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม..... 102
4.15 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุนามของตัวแปรการรู้วิทยาศาสตร์และสมรรถนะวิจัยก่อนทดลองของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม..... 103
4.16 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์และสมรรถนะวิจัยของนักเรียนหลังการทดลอง..... 105
4.17 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมพหุนามของตัวแปรการรู้วิทยาศาสตร์และสมรรถนะวิจัยหลังเรียนของนักเรียน..... 106
4.18 เปรียบเทียบคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ (SL) และสมรรถนะวิจัย (RC) ระหว่างก่อนและหลังเรียนของนักเรียนในแต่ละกลุ่มทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม..... 108
4.19 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบ เพียร์สันของตัวแปรในโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของสมรรถนะวิจัยผ่านการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน..... 112
4.20 การตรวจสอบความตรงของโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของสมรรถนะวิจัยผ่านการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน..... 114

ตารางที่ หน้า

4.21 ค่าสถิติผลการวิเคราะห์อิทธิพลของโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของสมรรถนะวิจัยผ่านการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน..... 115

# สารบัญแผนภาพ


ภาพที่ หน้า

2.1 การสับเปลี่ยนกันระหว่างสมรรถนะและการเรียนรู้ ..... 8

2.2 กรอบมโนทัศน์องค์ประกอบสำคัญที่สนับสนุนการสร้างสมรรถนะ ..... 37

2.3 กระบวนการสร้างสมรรถนะ ..... 39

2.4 กรอบโครงสร้างการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของ PISA 2009 ..... 46

2.5 สรุปปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการรู้วิทยาศาสตร์ ..... 50

2.6 กรอบแนวคิดทฤษฎีจากเอกสารและงานวิจัย ..... 55

3.1 กระบวนการวิจัยและพัฒนา ..... 56

3.2 สรุปกระบวนการดำเนินการวิจัยระยะที่ 2 ..... 64

4.1 โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของสมรรถนะวิจัยผ่านการรู้วิทยาศาสตร์ของครูและนักเรียนตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญและครูดีเด่น ..... 82

4.2 กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ..... 85

4.3 โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของสมรรถนะวิจัยผ่านการรู้วิทยาศาสตร์ของครูและนักเรียน ..... 111

4.4 อิทธิพลทางอ้อมของวิธีสอนต่อสมรรถนะวิจัยของนักเรียน ..... 116

4.5 โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของสมรรถนะวิจัยผ่านการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน ..... 117