



วารสารวิธีวิทยาการวิจัย

ปีที่ 10 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2540

JOURNAL OF
RESEARCH
METHODOLOGY

Volume 10, Number 2 July - December 1997

A BIENNIAL PUBLICATION OF
DEPARTMENT OF EDUCATIONAL RESEARCH
FACULTY OF EDUCATION
CHULALONGKORN UNIVERSITY

JOURNAL OF RESEARCH METHODOLOGY

วารสารวิธีวิทยาการวิจัย ปีที่ 10 ฉบับที่ 2 (กรกฎาคม - ธันวาคม 2540)

JOURNAL OF RESEARCH METHODOLOGY (ISSN 1857-2933) is published semesterly (January-June, July-December) by Department of Educational Research, Faculty of Education, Chulalongkorn University, Phayathai Road, Bangkok 10330 Thailand, to carry original reports of studies and analyses in education, educational research methodology, educational statistics, educational measurement and evaluation.

Ordering Information

Member 2-year subscriber rate is 200 Baht; 4-year rate is 380 Baht. Single copies of back issues are 60 Baht. Discounts are available for quantity purchases. Send orders to JEM subscriptions, Department of Educational Research, Faculty of Education, Chulalongkorn University BKK 10330, Thailand, fax 218-2578 (local) 662-215-3568 (international).

Change of Address

Claims for missing or undelivered issues will be considered only if received at the JEM Office within 6 months of the month of issue. Requests for change of address must be received at least 1 month before the publication date of the first issue to be affected by the request.

Instructions to contributors

Three fully blinded copies of the manuscript should be submitted for blind reviewing. The manuscript should be typed double-spaced (including quotations, footnotes, and references) on 8 1/2 x 11 in. paper, with ample margins, and should run between 10 and 15 pages in typed length. The author's name and affiliation should appear on a separate cover page, and only on this page, to ensure anonymity in the reviewing process. An English abstract of 100-150 words must be included on a separate page. Manuscripts are accepted for consideration with the understanding that they are original material and are not under consideration for publication elsewhere.

Editorial review usually takes 1-2 months. All figures must be camera-ready. Manuscripts not conforming to these specifications will be returned to the author for proper style change.

Editorial Correspondence

All editorial correspondence and manuscripts relating to the journal should be sent to Prof. Dr. Somwung Pitiyanuwat, Faculty of Education, Chulalongkorn University, BKK 10330. E-mail address: somwung@chulkn.car.chula.ac.th

Copyright and Permissions

© 1997 by the Department of Educational Research. No written or oral permission is necessary to reproduce a table, a figure, or an excerpt of fewer than 500 words from this journal, or to make photocopies for classroom use. Authors are granted permission, without fee, to photocopy their own material. Copies must include a full and accurate bibliographic citation and the following credit line; "Copyright [year] by the Department of Educational Research; reproduced with permission from the publisher." Written permission must be obtained to reproduce or reprint material in circumstances other than those just described. Please direct requests for permission or for further information on policies and fees to the Department of Educational Research Office.

Advertising

JEM Office. Department of Educational Research, Faculty of Education, Chulalongkorn University, BKK 10330. Telephone: 218-2586, fax 218-2578 (local) 622-215-3568 (international) (rates and dates available on request). E-mail address: somwung@chulkn.car.chula.ac.th

วารสารวิธีวิทยาการวิจัย

JOURNAL OF
RESEARCH
METHODOLOGY

A BIENNIAL PUBLICATION OF
DEPARTMENT OF EDUCATIONAL RESEARCH
FACULTY OF EDUCATION
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Journal of Research Methodology

Editors

Somwung Pitiyanuwat, Ph.D.
Chulalongkorn University, Thailand

Teara Archwamety, Ph.D.
University of Nebraska at Kearney, U.S.A.

Associate Editor

Nonglak Wiratchai, Ph.D.

Chulalongkorn University, Thailand

Suwimon Wongwanich, Ph.D.

Chulalongkorn University, Thailand

Siridej Sujiva, Ph.D.

Chulalongkorn University, Thailand

Editorial Board

Utumporn Jamornmann, Ph.D.

Chulalongkorn University, Thailand

Sirichai Kanjanawasee, Ph.D.

Chulalongkorn University, Thailand

Amornwich Nakornthap, Ph.D.

Chulalongkorn University, Thailand

Uthai Dulayakasem, Ph.D.

Sodsri Foundation, Thailand

Pitr Thongchan, Ph.D.

Srinakharinwirot University (Prasarnmit),
Thailand

Sor Wasna Pravalpruk, Ph.D.

Srinakharinwirot University (Prasarnmit), Thailand

Arunsri Anantrasirichai, Ph.D.

Ministry of Education, Thailand

Sampharn Punprug, Ph.D.

Khonkhan University, Thailand

Utane Panyo, Ph.D.

Chiangmai University, Thailand

Jay Samuels, Ph.D.

University of Minnesota, U.S.A.

Jong Seung Lee, Ph.D.

Chungnam National University, Korea

Rebecca Barr, Ph.D.

University of Chicago, U.S.A.

Ho Wah Kam, Ph.D.

SEAMEO Regional Language Institute, Singapore

Ray Derricott, Ph.D.

University of Liverpool, United Kingdom

Zsuzsa Matrai, Ph.D.

National Institute for Public Education, Hungary

Susan M. Brookhart, Ph.D.

Duquesne University, U.S.A.

Managing Editor: Auyporn Ruengtrakul

JOURNAL OF RESEARCH METHODOLOGY

Volume 10, Number 2 July - December 1997

CONTENT

1

Research Performance Appraisal

Somwung Pitiyanuwat

19

A Development of Teacher Utilization Efficiency Indicators and an Invariance Testing of Teacher Utilization Efficiency Models Using the Analysis of Multiple Group Structural Equation Model

Wanee Kaemkate

Nonglak Wiratchai

Somwung Pitiyanuwat

46

Assumptions in MANOVA and Discriminant Analysis : A Review

Teradech Chai-Aroon

64

Factors Influencing the Academic Achievement of Bachelor's Degree Students of Faculty of Agriculture at Bangpra, Rajamangala Institute of Technology

Veena Somsud

78

A Comparison of Results of Prediction in Mathematics Problem-Solving of Elementary Students from Grade 3 to Grade 6 : Predicted by Using the Summative Model, Item Response Theory Model, and Students Groups Classified by Their Abilities.

Pisit Tuntavanitch

วารสารวิธีวิทยาการวิจัย

ปีที่ 10 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2540

สารบัญ

1

การประเมินผลการปฏิบัติงานวิจัย

สมหวัง พิธิยานุวัฒน์

19

การพัฒนาตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพการใช้ครูและการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยน
ของโมเดลประสิทธิภาพการใช้ครู โดยใช้การวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างกลุ่มพหุ

วรวรรณี แกมเกตุ

นงลักษณ์ วิรัชชัย

สมหวัง พิธิยานุวัฒน์

46

ข้อตกลงในการทดสอบ MANOVA และ Discriminant Analysis : สำคัญ
การทดสอบ และแนวทางการแก้ไข

ธีรเดช ฉายอรุณ

64

องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนของนักศึกษาในระดับปริญญาตรี
คณะเกษตรศาสตร์บางพระ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

วิภา สมสุด

78

การเปรียบเทียบผลการทำนายความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการทำนาย
โดยโมเดลผลรวมของคะแนน โมเดลการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ
ตามแนวทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบและการจัดกลุ่มผู้สอบตามระดับความสามารถ

พิศิษฐ์ ดันทวนิช

Research Performance Appraisal

Somwung Pitiyanuwat

ABSTRACT

The purposes of this article is to present the concepts and methods of research performance appraisal in order to develop and achieve the best quality of research. This article consists of nature and characteristics of research ; the state of research utilization in education and the concept and methods of research performance appraisal. Specifically, the research performance appraisal would be divided into three types namely as research proposal appraisal, formative research performance appraisal and summative performance appraisal. Finally the appraisal instruments were recommeaded by the author.

การประเมินผลการปฏิบัติงานวิจัย

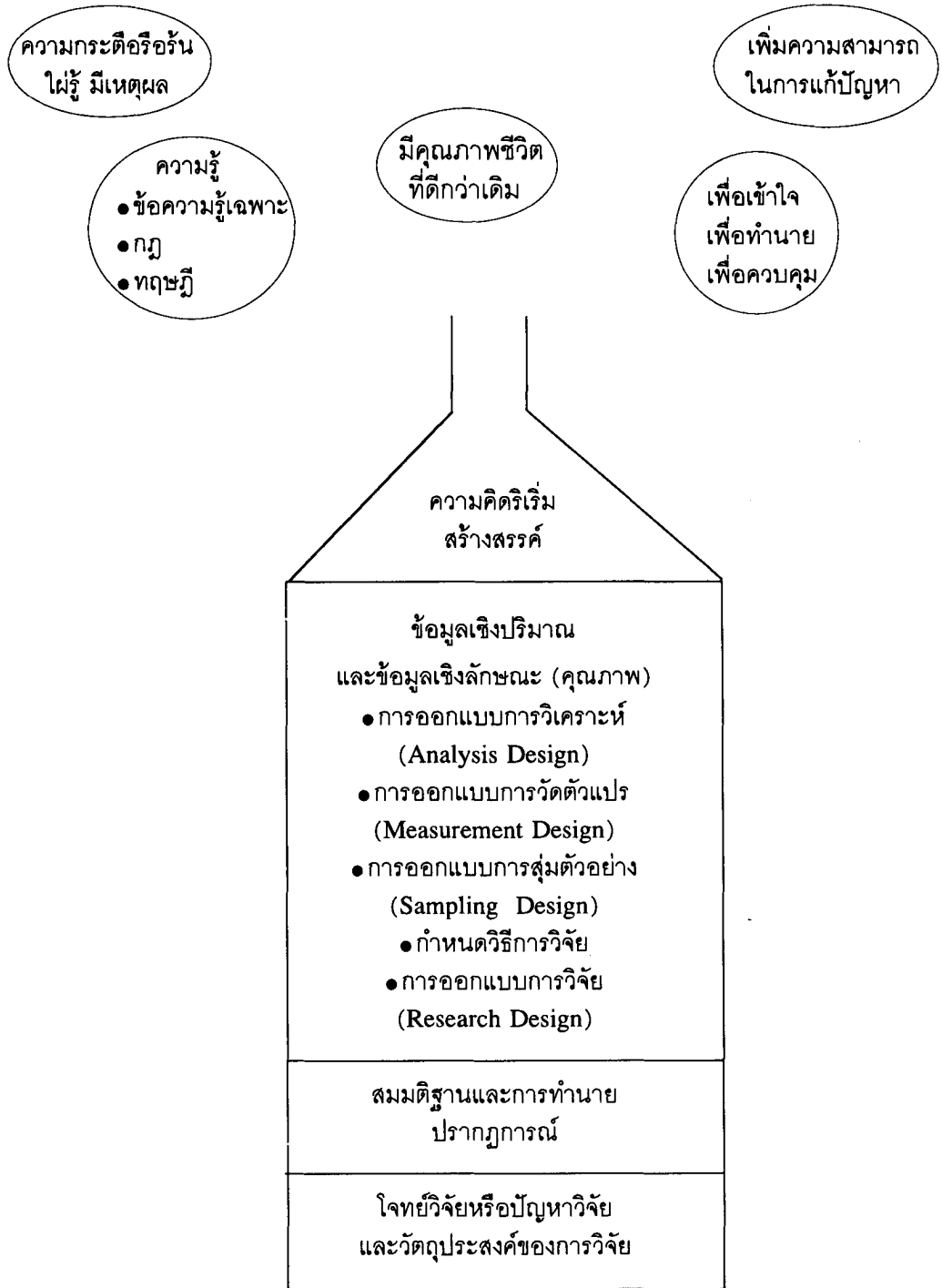
สมหวัง พิธิยานุวัฒน์

บทคัดย่อ

บทความนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเสนอแนะในทัศนและวิธีการประเมินผลการปฏิบัติงานวิจัย เพื่อพัฒนางานวิจัยให้มีคุณภาพซึ่งประกอบด้วย ลักษณะและธรรมชาติของการวิจัย สภาพของการใช้ผลวิจัย และมโนทัศน์และวิธีการประเมินผลการปฏิบัติงานวิจัย ซึ่งประกอบด้วย การประเมินย่อย 3 ประเภท คือ การประเมินข้อเสนอโครงการวิจัย การประเมินความก้าวหน้าของงานวิจัย และการประเมินผลงานวิจัย โดยที่ผู้เขียนได้เสนอแบบประเมินการวิจัยในแต่ละประเภทด้วย

ความนำ

ศาสตร์ทุกสาขาประกอบด้วยองค์ความรู้ (Body of Knowledge) ศัพท์เฉพาะศาสตร์ (Terminology) และวิธีการแสวงหาความรู้ (Modes of Inquiry) เพื่อให้ได้องค์ความรู้เพิ่มเติม สร้างความเข้มแข็งให้กับศาสตร์นั้น ๆ วิธีการแสวงหาความรู้ในที่นี้ก็คือการวิจัยนั่นเอง การวิจัยจึงเป็นกระบวนการได้มาซึ่งข้อความรู้ที่เชื่อถือได้ อันเป็นการแสวงหาความรู้ใหม่ และสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ด้วยวิธีการที่เป็นระบบ เป็นที่ยอมรับของแต่ละศาสตร์ ข้อความรู้ที่ได้รับจากการวิจัยก็คือผลงานวิจัยนั่นเอง จะได้รับการสะสมและตรวจสอบความรู้ความจริง เพื่อสรุปเป็นหลักการ หลักเกณฑ์ ทฤษฎี ตลอดจนแนวปฏิบัติอื่นที่จะช่วยให้มนุษย์สามารถอธิบาย พยากรณ์ และควบคุมปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นจึงกล่าวกันว่าการศึกษาวิจัยเป็นกระบวนการนำมาซึ่งยอดของความรู้ และยอดของความรู้นี้มีได้มุ่งเพื่อสนองความก้าวหน้าของวิทยาการตามความต้องการของบุคคลใด บุคคลหนึ่งเท่านั้น แต่แท้จริงแล้วต้องการให้ยอดความรู้จากการวิจัยนี้เป็นประโยชน์แก่มวลมนุษยชาติทั้งปัจจุบันและอนาคตให้มากที่สุด ทำอย่างไรจึงจะทำให้มีการนำผลการวิจัยเพื่อไปใช้ในการบริหารงานอย่างกว้างขวาง แทนที่จะปล่อยให้แก่นักวิจัยซึ่งเป็นผู้ผลิตผลงานวิจัยเป็นผู้ใช้และชื่นชมผลงานที่ตนเองผลิตแต่ผู้เดียว งานวิจัยที่จะนำไปใช้ประโยชน์ได้ต้องเป็นการวิจัยที่มีคุณภาพ ประเด็นก็คือเราจะทราบคุณภาพของงานวิจัยได้อย่างไร ทำอย่างไรจึงจะมีการปรับปรุงการปฏิบัติงานวิจัยเพื่อคุณภาพของงานวิจัย ในบทความนี้มุ่งที่จะนำเสนอแนวทางการประเมินผลการปฏิบัติงานวิจัยเพื่อพัฒนาคุณภาพงานวิจัยและเพื่อตัดสินคุณภาพและคุณค่าของงานวิจัยก่อนพิจารณาตัดสินใจนำผลการวิจัยไปใช้เพื่อให้เกิดคุณประโยชน์สมควรความมุ่งหมาย ก่อนที่จะนำเสนอสาระของการประเมินผลการปฏิบัติงานวิจัย ผู้เขียนได้นำเสนอธรรมชาติและลักษณะสำคัญของการวิจัยและสภาพของการใช้ผลการวิจัยที่ผ่านมา เพื่อนำไปสู่ประเด็นและมิติในการประเมินการปฏิบัติงานวิจัย ซึ่งประกอบด้วย การประเมินข้อเสนอโครงการวิจัย การประเมินความก้าวหน้าของงานวิจัย และการประเมินผลงานวิจัย



รูปที่ 1 จุดหมาย วัตถุประสงค์และกระบวนการวิจัย (เพิ่มเติมจากแผนภาพของศาสตราจารย์ นายแพทย์ จรัส สุวรรณเวลา เรื่อง การวิจัยคืออะไร)

ลักษณะของการวิจัย

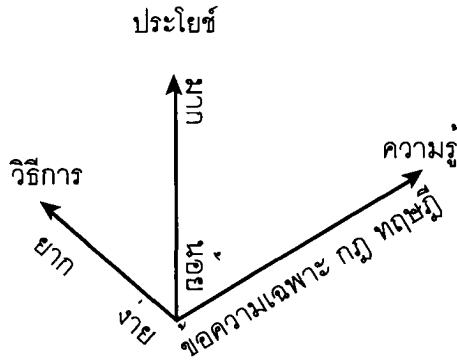
1. จุดหมาย วัตถุประสงค์ และกระบวนการวิจัย

จากรูปที่ 1 การวิจัยเริ่มต้นจากปัญหาวิจัยหรือโจทย์ที่นักวิจัยมุ่งแสวงหาคำตอบ ความสำคัญและความเป็นจริงของปัญหาวิจัยซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุด ถ้าเริ่มต้นด้วยการคัดเลือกปัญหาวิจัยที่ไม่เป็นปัญหา ไม่เป็นจริง และไม่สำคัญ การวิจัยเรื่องนั้นก็คงจะปราศจากคุณค่า จากปัญหานั้นนำไปสู่การกำหนดวัตถุประสงค์ของการวิจัย และคาดคะเนคำตอบที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย ตลอดจนระบุปรากฏการณ์ที่น่าจะเกิดขึ้น ถ้าสมมติฐานเป็นจริงขั้นตอนต่อมาคือการออกแบบวิจัย ซึ่งประกอบด้วยวิธีการคัดเลือกหรือกำหนดวิธีการวิทยาการวิจัยที่เหมาะสม การออกแบบการสุ่มตัวอย่าง การออกแบบการวัดตัวแปร และการออกแบบการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งข้อมูลในการวิจัยมีทั้งข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลเชิงลักษณะหรือคุณภาพ ความถูกต้องสมบูรณ์ของข้อมูลจึงเป็นเรื่องสำคัญที่นำไปสู่การตอบปัญหาวิจัย อย่างไรก็ตามในทุกขั้นตอนของการวิจัย นักวิจัยจะต้องใช้ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์อย่างมาก ซึ่งจะทำให้การวิจัยเรื่องนั้นเป็นการวิจัยที่มีชีวิตชีวา ผลการวิเคราะห์ข้อมูลนำไปสู่ข้อสรุปเกี่ยวกับข้อความรู้หรือผลวิจัย ซึ่งความรู้ที่ได้จากการวิจัยจะเป็นข้อความรู้เฉพาะ กฎหรือทฤษฎี ก็จะเป็นประโยชน์ต่อการทำความเข้าใจในปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้ การวิจัยทำให้นักวิจัยกระตือรือร้น ใฝ่รู้ มีเหตุผล เป้าหมายระยะยาวของการวิจัย คือ การเพิ่มขีดความสามารถในการแก้ปัญหาและทำให้มนุษย์มีคุณภาพชีวิตที่ดีกว่าเดิม ตลอดจนสร้างความเป็นปึกแผ่นให้ศาสตร์สาขาต่าง ๆ

โดยสรุป การวิจัยมีจุดหมายเพื่อช่วยให้มนุษย์เป็นมนุษย์ที่มีคุณภาพ กระตือรือร้น ใฝ่รู้ มีเหตุผล มนุษย์มีวิธีแก้ไขปัญหาให้ดีขึ้น และมีคุณภาพชีวิตที่ดีกว่าเดิม ตลอดจนเพื่อสร้างความก้าวหน้า ความเป็นเลิศทางวิชาการ ส่วนวัตถุประสงค์ของการวิจัยนั้นเพื่อช่วยให้มนุษย์เข้าใจปรากฏการณ์ต่าง ๆ สามารถทำนายปรากฏการณ์ได้อย่างแม่นยำ ตลอดจนสามารถควบคุมปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้ ในด้านกระบวนการวิจัยเริ่มด้วยโจทย์หรือปัญหาวิจัย การกำหนดวัตถุประสงค์ของการวิจัย และการออกแบบวิจัย เพื่อตอบโจทย์ปัญหาดังกล่าว ทั้งนี้ นักวิจัยจะต้องใช้ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เพื่อริเริ่มสิ่งใหม่ในทุกขั้นตอนของกระบวนการวิจัย

2. สามมิติของการวิจัยเชิงประจักษ์

การวิจัยเชิงประจักษ์ หมายถึงการแสวงหาข้อความเป็นจริงหรือเชื่อถือได้ โดยอาศัยการสังเกต หรือจากข้อมูลเป็นสำคัญ ธีระ อาชวเมธี (2529 : 33) ได้เสนอว่าการวิจัยเชิงประจักษ์มี 3 มิติ ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 สามมิติของการวิจัยเชิงประจักษ์

จากรูปที่ 2 การวิจัยประกอบด้วยมิติของความรู้ ในมิตินี้เราต้องการพิจารณาผลวิจัยเป็นจริงหรือเชื่อถือได้เพียงใด และอยู่ในระดับใด โดยทั่วไปแบ่งความรู้เป็น 3 ระดับ คือระดับข้อความเฉพาะ ซึ่งเป็นข้อความที่กล่าวถึงสภาพการณ์หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในสถานที่จำกัดในเวลาจำกัด และสำหรับวิธีที่จำกัด เช่น น้ำในแก้วนี้เดือดที่ 100°C บนโต๊ะผมเมื่อเวลา 10.00 น. วันนี้ เป็นต้น ความรู้ระดับที่ 2 ระดับกฎ ซึ่งเป็นข้อความที่กล่าวถึงสภาพการณ์หรือเหตุการณ์ในธรรมชาติที่มีขอบเขตของสถานที่ เวลา หรืออื่น ๆ กว้างขวางจากข้อความเฉพาะเช่น น้ำบริสุทธิ์ใด ๆ ที่ตั้งไฟ ใด ๆ ที่มีความดัน 1 บรรยากาศ จะเดือดที่ 100°C ไม่ว่าจะเป็นเวลาใด ๆ เป็นต้น ความรู้ระดับที่ 3 คือ ทฤษฎีในการวิจัยเชิงประจักษ์ ทฤษฎีหมายถึงข้อความหรือกลุ่มของข้อความที่ใช้อธิบายหรือทำนายกฎ (Laws) ต่าง ๆ ในการอธิบายหรือทำนายจะต้องใช้วิธีนิรนัย (Deduction) เช่น ทฤษฎีของเซอร์ไอแซคนิวตันที่เกี่ยวกับแรงและความโน้มถ่วง ทฤษฎีนี้สามารถใช้อธิบายกฎการโคจรของดาวเคราะห์ในสุริยจักรวาล และยังสามารถทำนายกฎต่าง ๆ ทางกลศาสตร์ได้ มิติความรู้น่าจะเป็นมิติที่ควรแก่การพิจารณามากที่สุด ความรู้ที่ได้มาย่อมประยุกต์ได้เสมอ ถ้าผู้ประยุกต์มีความสามารถยิ่งเป็นความรู้ระดับสูงก็ยิ่งมีโอกาสประยุกต์ได้มากขึ้น

มิติที่ 2 เป็นมิติทางวิธีการ โดยการพิจารณาว่า วิธีการวิจัยที่ใช้ในการได้มาซึ่งความรู้ มีความซับซ้อนหรือยุ่งยากเพียงใด โดยพิจารณาจากการลงทุนลงแรง การใช้เวลา ความซับซ้อนของเครื่องมือจักรกลที่ใช้ในการวิจัย ความซับซ้อนของสถิติหรือคณิตศาสตร์ที่ใช้ เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามความยากง่ายในการได้ความรู้ไม่ได้ขึ้นอยู่กับระดับความรู้เสมอไป

มิติที่ 3 มิติทางประโยชน์ โดยพิจารณาว่าการวิจัยนั้นให้ประโยชน์เพียงใด เป็นประโยชน์สำหรับชุมชนสังคม หรือมนุษยชาติเพียงใด การวิจัยประยุกต์อาจพิจารณาประโยชน์ของการวิจัยได้อย่างชัดเจน แต่ผลการศึกษาพื้นฐานอาจพิจารณาประโยชน์เชิงประยุกต์ได้ยาก ยกเว้นแต่ต้องมีการ

ประยุกต์ความรู้เหล่านั้นให้เกิดประโยชน์อย่างจริงจัง โดยทั่วไปแล้วประโยชน์ของการวิจัยไม่ได้ขึ้นอยู่กับระดับของความรู้หรือระดับความยากง่ายของการวิจัยขึ้นนั้นเสมอไป

3. บทบาทและความสำคัญของการวิจัย

3.1 การวิจัยกับการพัฒนาประเทศ

3.1.1 ความรู้คืออำนาจ

เราทราบแล้วว่า การวิจัยเป็นกระบวนการที่ก่อให้เกิดความรู้ ความรู้จะเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนและกำหนดนโยบายในการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม การเมือง การทหาร และด้านอื่น ๆ ย่อมนำไปสู่ประเทศที่มั่นคง มั่งคั่ง เป็นที่เชื่อถือในสังคมโลก จึงกล่าวได้ว่า ประเทศที่จะพัฒนาได้จะต้องเป็นประเทศที่มีความรู้ในสรรพวิทยาการต่าง ๆ ประดุจคำกล่าวที่ว่า “*ความรู้คืออำนาจ*” นั่นเอง

3.1.2 การจัดการทรัพยากรสินทางปัญญา

การวิจัยก่อให้เกิดความรู้หรือทรัพยากรสินทางปัญญา ประเทศที่พัฒนา คือประเทศที่สามารถส่งออกความรู้และเทคโนโลยี เพื่อนำรายได้เข้าสู่ประเทศ ซึ่งจะทำให้ประชาชนมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น สังคมดีขึ้น และประเทศชาติมั่นคงมากยิ่งขึ้น

จึงนับได้ว่าการวิจัยมีบทบาทในการพัฒนาประเทศโดยตรง และเป็นการสร้างความมั่นคงให้แก่ประเทศชาติด้วย

3.2 การวิจัยกับความเป็นเลิศทางวิชาการ

ดังที่ได้กล่าวแล้ว การวิจัยเป็นกระบวนการให้ได้มาซึ่งความรู้ ความรู้ที่สะสมจะทำให้ห้องค์ความรู้ในแต่ละศาสตร์ แต่ละสาขา แข็งแรงเป็นปึกแผ่น อันนำไปสู่ความเป็นเลิศทางวิชาการ วิชาการที่มีความเป็นเลิศ สามารถนำมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์กว้างขวาง ไม่ว่าจะเป็นทางเศรษฐกิจ สังคม การเมือง วัฒนธรรม และอื่น ๆ ซึ่งทำให้สังคมและประเทศชาติเจริญพัฒนาอย่างมีเสถียรภาพ

3.3 การวิจัยกับการพัฒนาคนและพัฒนางาน

กระบวนการวิจัยทำให้ผู้ทำวิจัยได้มีการวางแผนเตรียมการและดำเนินการอย่างเป็นระบบ กระบวนการวิจัยทำให้ผู้วิจัยต้องใช้ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีความซื่อสัตย์ มีความอดทนพยายามเพื่อให้ได้ความรู้ที่มีคุณภาพ และเกิดประโยชน์ ใช้ทรัพยากรอย่างประหยัด ผลจากการวิจัยทำให้ผู้วิจัยเกิดความปิติ ความกระตือรือร้น ใฝ่รู้และมีเหตุผล นับได้ว่าการศึกษาวิจัยมีบทบาทในการพัฒนาผู้วิจัยให้เป็นคนที่มีคุณภาพอย่างแท้จริง นอกจากนี้ ผลการวิจัยยังเอื้อประโยชน์ต่อการพัฒนางานต่าง ๆ ความรู้ที่ได้จากการวิจัยเป็นสารสนเทศที่เป็นประโยชน์ต่อการวางแผน การกำหนดกลวิธี การนำแผนสู่ปฏิบัติและการตัดสินใจของโครงการ และแผนงานต่าง ๆ การ

ตัดสินใจที่ถูกต้อง จำเป็นต้องมีสารสนเทศหรือความรู้ที่มีคุณภาพ จึงนับได้ว่าการวิจัยมีบทบาทในการพัฒนางานและพัฒนาค้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สภาพของการใช้ผลการวิจัย

การวิจัยเป็นประโยชน์โดยตรงต่อนักบริหารและนักวิชาการโดยทั่วไป กล่าวคือสามารถนำงานวิจัยไปใช้ปรับปรุงแก้ไขทั้งในด้านนโยบายการบริหาร และการส่งเสริมคุณภาพ การปฏิบัติงานให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ถ้านักวิจัยและผู้บริหารได้ทำงานร่วมกันอย่างใกล้ชิด ผลงานวิจัยก็จะเป็นประโยชน์ทั้งในด้านการวิจัยและการบริหาร เพราะการวิจัยจะทำให้เกิดความคิดความเข้าใจใหม่ ซึ่งผู้บริหารจะนำไปใช้เป็นหลักในการตัดสินใจ เป็นการช่วยให้การปฏิบัติงานได้ผลสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

การนำผลการวิจัยไปใช้มีความสำคัญมากต่อการวิจัย เพราะถ้าไม่มีการนำผลวิจัยไปใช้แล้ว การวิจัยก็จะเป็นเรื่องฟุ่มเฟือย และนักวิจัยก็จะหมดกำลังใจ การนำผลวิจัยไปใช้สามารถพัฒนาได้ 2 ด้าน คือ นำไปใช้เป็นส่วนหนึ่งของการสร้างสรรค์องค์แห่งความรู้ เพื่อประโยชน์ของการเรียนการสอน ทั้งนี้เพราะการวิจัยค้นคว้าเพื่อที่จะบุกเบิกแสวงหาความรู้ใหม่ไปสร้างองค์แห่งความรู้ขึ้นเพื่อใช้สอยในประเทศไทยยังมีน้อย การวิจัยที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อเสริมสร้างความก้าวหน้าทางวิชาการนั้น สังคมไทยต้องการมาก และในขณะเดียวกันการวิจัยที่มุ่งส่งเสริมความก้าวหน้าทางวิชาการนี้ก็มีอยู่ไม่น้อยที่นำไปประยุกต์ใช้กับการแก้ปัญหาสังคม ส่วนอีกลักษณะหนึ่งเป็นการนำผลการวิจัยไปใช้แก้ปัญหาสังคม เป็นพื้นฐานในการวางนโยบายไปสู่การพัฒนาในด้านอื่น ๆ (วิจิตร ศรีสุอาน, 2519)

จากการสัมภาษณ์กรรมการสาขาต่าง ๆ ของสภาวิจัยแห่งชาติจาก 10 สาขา จำนวน 153 คน กลุ่มตัวอย่างร้อยละ 43.75 เห็นว่ามีการนำผลการวิจัยไปใช้ให้เกิดประโยชน์ทางราชการพอสมควร โดยที่กลุ่มหนึ่งเห็นว่ามีผลการวิจัยไปใช้แก้ปัญหาได้ในระยะยาว กลุ่มที่สองเห็นว่า ผลการวิจัยใช้ประโยชน์ในทางปฏิบัติได้มาก ทั้งในด้านการศึกษาและช่วยแก้ไขปัญหาเศรษฐกิจของประเทศ และกลุ่มที่สามเห็นว่า ผลจากวิจัยมีประโยชน์มาก ถ้ารัฐบาลยอมรับและนำผลการวิจัยไปใช้ (สมศักดิ์ วิราพร, 2513) ในปี พ.ศ. 2521 ทวีป อภิสสิทธิ์ ได้ศึกษาลักษณะและปริมาณการนำผลวิจัยไปใช้ในการปฏิบัติงานของผู้บริหารวิทยาลัยครูที่เปิดสอนถึงระดับปริญญาตรี จำนวน 17 แห่ง พบว่าผู้บริหารวิทยาลัยครูทุกตำแหน่ง โดยเฉลี่ยนำผลการวิจัยการศึกษาไปใช้ในการปฏิบัติงานในเกณฑ์ปานกลางค่อนข้างต่ำ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะยังมีช่องว่างระหว่างนักวิจัย และผู้ใช้ผลวิจัย ในด้านการสำรวจการนำผลวิจัยของอาจารย์มหาวิทยาลัยที่ได้รับทุนจากสำนักงานสถิติแห่งชาติจำนวน 295 เรื่อง และมหาวิทยาลัยต่าง ๆ ให้ทุน 486 เรื่อง รวมทั้งสิ้นเป็นงานวิจัย 781 เรื่อง แยกเป็นงานวิจัยสาขาวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 80 สังคมศาสตร์ ร้อยละ 16 และมนุษยศาสตร์ ร้อยละ 4 ประมาณร้อยละ 75 เป็นวิจัยประยุกต์ และเป็นวิจัยบริสุทธิ์ร้อยละ 25 ในด้านการนำผลวิจัยไปใช้ พบว่าประมาณร้อยละ

44 ของงานวิจัยได้ถูกนำไปใช้แล้ว ประมาณร้อยละ 30 ยังไม่เคยนำไปใช้เลย ส่วนที่เหลือประมาณ ร้อยละ 26 ไม่แน่ใจว่าถูกนำไปใช้หรือไม่ ประมาณร้อยละ 76 ของงานวิจัยที่ถูกนำไปใช้ เป็นงานวิจัยประยุกต์ สำหรับลักษณะการนำไปใช้พบว่าประมาณร้อยละ 74 ถูกนำไปใช้ปฏิบัติการทางราชการ ประมาณร้อยละ 54 ถูกนำไปใช้อ้างอิง ประมาณร้อยละ 52 ถูกนำไปวิจัยต่อและมีเพียงร้อยละ 39 ที่ถูกนำไปแก้ไขปัญหาทางด้านสังคม ซึ่งเป็นการแก้ไขปัญหานั้นไป สำหรับอาจารย์มหาวิทยาลัย ส่วนใหญ่ประมาณร้อยละ 65 นำผลวิจัยไปใช้ด้านวิชาการโดยเฉพาะด้านการสอน นักวิชาการทั้ง ในและนอกสถาบันร้อยละ 87 นำผลวิจัยไปใช้อ้างอิง (มาลี สมธิสัมพันธ์ และคณะ, 2522)

ในด้านปัญหาในการใช้ผลการวิจัย การวิจัยทางการศึกษาของประเทศไทย ยังไม่เป็นที่ยอมรับและให้ความเชื่อถือในการปฏิบัติอย่างแท้จริง ผู้ทำวิจัยหรือหน่วยงานวิจัยต่าง ๆ ทำการวิจัยไป ตามความสนใจของตนเอง ผู้ปฏิบัติและผู้ใช้ผลการวิจัยยังคงปฏิบัติและใช้ความความคิดของตน ถึงแม้ปัจจุบันจะมีการใช้ผลวิจัยมากขึ้น และอยู่ในวงการต่าง ๆ กว้างขวางนั้น เพราะมีการทำงาน ประสานระหว่างผู้ผลิต และผู้ใช้งานวิจัยมากขึ้น แต่ก็ยังมีขีดจำกัดในการนำผลการวิจัยไปใช้ โดยเฉพาะการนำผลวิจัยไปใช้เพื่อวางนโยบายในระดับต่าง ๆ ของผู้บริหารนั้นมีอยู่น้อย การยอมรับ ความสำคัญของงานวิจัยเป็นไปในรูปที่แสดงออกทางคำพูดมากกว่าการกระทำโดยแท้จริง ผลที่ตาม มากก็คือ ทำให้ผู้วิจัยในสถาบันและหน่วยงานต่าง ๆ ขาดแรงจูงใจศึกษาค้นคว้าปัญหาต่าง ๆ และ เกิดความท้อถอย เพราะผู้บริหารไม่เห็นความสำคัญของการวิจัย (จรรยา สุวรรณทัต, 2520)

ในปีพ.ศ.2523 ศศิธร พิศุทธิ ได้สำรวจปัญหาในการวิจัยผลงานวิจัยของผู้บริหารมหาวิทยาลัย ในกรุงเทพมหานคร จำนวน 151 คน พบว่า

1. ปัญหาในการใช้ผลงานวิจัยในระดับมากมี 2 ข้อ คือ แม้มีผลงานวิจัยอยู่ การบริหาร งานยังคงทำตามแบบแผนและกฎหมาย และผลการวิจัยไม่สามารถแก้ปัญหาเฉพาะหน้าได้ทันท่วงที
2. ปัญหาในการใช้ผลงานวิจัยในระดับปานกลางค่อนข้างมาก มี 10 ข้อคือ
 - 2.1 ผลงานวิจัยที่มีอยู่ส่วนมากเป็นการประเมินผลการทำงาน ทำให้ทราบแต่ สถานภาพและปัญหา แต่ไม่บอกวิธีแก้ปัญห
 - 2.2 ผลงานวิจัยที่มีอยู่ไม่ตรงกับความต้องการจะใช้
 - 2.3 มีงานมากไม่มีเวลาศึกษาและสรุปผลงานวิจัยได้ละเอียด
 - 2.4 ผลงานวิจัยขาดความเฉพาะเจาะจง
 - 2.5 ผลงานวิจัยเน้นทางทฤษฎี ไม่สามารถนำไปใช้ได้
 - 2.6 ไม่ทราบว่ามียางานวิจัยเรื่องอะไร
 - 2.7 ไม่มีเวลาค้นคว้าเพื่อนำผลวิจัยไปใช้
 - 2.8 เกิดปัญหาในการได้รับความยินยอม และความร่วมมือจากบุคลากร

- 2.9 ไม่แน่ใจว่าผลการวิจัยนำไปแก้ปัญหาได้จริง
- 2.10 ผลวิจัยไม่ต่างจากความคาดหวัง ไม่เห็นความจำเป็นของการใช้
3. ปัญหาในการใช้ผลงานวิจัยในระดับปานกลางค่อนข้างน้อย มี 5 ข้อ คือ
 - 3.1 ขาดความเชื่อมั่นในผลวิจัย
 - 3.2 งานวิจัยระดับอุดมศึกษาเป็นเรื่องใหม่ ไม่มั่นใจในการนำไปใช้
 - 3.3 ผลงานวิจัยล้าสมัย ไม่ทันสมัย
 - 3.4 งานวิจัยส่วนมากเกี่ยวกับการศึกษาระดับต่ำกว่าอุดมศึกษา
 - 3.5 ภาษาที่ใช้เป็นวิชาการมากเกินไป จนยากแก่การเข้าใจ
4. ปัญหาในการใช้ผลงานวิจัยในระดับน้อย มี 2 ข้อ คือผู้บังคับบัญชาไม่สนับสนุนให้ใช้และผู้บังคับบัญชาไม่เห็นความสำคัญของการวิจัย

การประเมินผลการปฏิบัติงานวิจัย

ในการประเมินผลการปฏิบัติงานวิจัย แบ่งเป็นการประเมินย่อย 3 ประเภทคือ

1. การประเมินแผนงานวิจัย หรือการประเมินข้อเสนอโครงการวิจัย (Research Proposal) โดยปกติข้อเสนอโครงการวิจัยประกอบด้วยสาระสำคัญ 3 ประการ คือ *โจทย์วิจัย (Research Question) วิธีการวิจัยหรือวิธีวิทยาการวิจัย (Research Methodology) ถ้าใช้วิธีวิทยาการวิจัยเหมาะสมก็จะทำให้คำตอบซึ่งเป็นผลวิจัยที่ตอบปัญหาหรือโจทย์วิจัย และแผนการบริหารงานวิจัย* ซึ่งเป็นการจัดแผนงาน แผนคน และแผนเงินให้สอดคล้องภายใต้ระยะเวลาที่เหมาะสม ตลอดจนกลยุทธ์การบริหารงานวิจัยที่มีประสิทธิภาพ ข้อเสนอโครงการวิจัยที่ดีเป็นโครงการวิจัยที่ SMART

S	→	Specific	ความเฉพาะเจาะจงชัดเจน
M	→	Measurable	วัดผลได้
A	→	Attainable	ทำให้บรรลุผลได้
R	→	Reasonable	สมเหตุสมผล
T	→	Timeliness	ทำให้สำเร็จอย่างได้ภายในเวลาที่กำหนด

สำหรับแบบประเมินข้อเสนอโครงการวิจัยในรายละเอียด แสดงดังนี้

แบบประเมินข้อเสนอโครงการวิจัย*

หัวข้อ	ดีมาก	ดี	ค่อนข้างดี	พอใช้	ยังใช้ไม่ได้
1. ความคิดริเริ่มของข้อเสนอโครงการวิจัย					
2. ความชัดเจนของวัตถุประสงค์การวิจัย					
3. ความเป็นไปได้ของวัตถุประสงค์การวิจัย					
4. ความครอบคลุม ครบถ้วนของการตรวจผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง					
5. การเชื่อมโยงกับนักวิจัย หรือสถาบันอื่น					
6. ความเหมาะสมของระเบียบวิธีวิจัยและการออกแบบวิจัย					
7. คุณค่าด้านการพัฒนาวิชาการ					
8. ความเป็นไปได้ของข้อเสนอโครงการวิจัยในช่วงเวลาที่เสนอ					
9. ชีตความสามารถของหัวหน้าโครงการวิจัย					
10. ชีตความสามารถของผู้ร่วมโครงการวิจัย					
11. ประโยชน์ที่จะได้รับจากโครงการวิจัย					
12. ความเหมาะสมของงบประมาณ					

* เพิ่มเติมและดัดแปลงจากแบบสรุปการประเมินของ สกว.

ข้อเสนอโครงการวิจัยที่ SMART จะทำหน้าที่ทั้ง 3 ประการคือ *ประการแรก* เป็นแผนปฏิบัติการเพื่อใช้สื่อสารกันในหมู่นักวิจัย ซึ่งจะมีความสำคัญยิ่งในการลงมือดำเนินการวิจัยตามข้อเสนอโครงการวิจัยที่ได้รับอนุมัติ *ประการที่สอง* เป็นเอกสารสำหรับเสนอให้ผู้ที่เกี่ยวข้องได้ให้ความเห็นเพื่อการนำข้อมูลย้อนกลับมาปรับปรุงข้อเสนอโครงการให้ดียิ่งขึ้น และ *ประการที่สาม* คือข้อเสนอโครงการวิจัย เป็นสัญญาในกรณีมีการลงนามสัญญาวิจัยตามความต้องการของเจ้าของทุนหรือผู้ต้องการให้ผลวิจัย ในกรณีนี้นักวิจัยเมื่อลงนามในสัญญาแล้ว ข้อเสนอโครงการวิจัยจะเป็นเนื้อหาสาระสำคัญของสัญญาที่นักวิจัยจะต้องปฏิบัติตาม

2. การประเมินความก้าวหน้าของงานวิจัย (formative) ซึ่งเป็นการประเมินการดำเนินงานหรือปฏิบัติงานวิจัยตามข้อเสนอโครงการวิจัย กล่าวคือ เป็นการนำแผนวิจัยที่เขียนในรูปข้อเสนอโครงการวิจัย สู่อำนาจปฏิบัติให้เกิดผลความก้าวหน้าตามแผนที่กำหนดไว้ให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ การประเมินความก้าวหน้าของงานวิจัย มุ่งประโยชน์ในการปรับปรุงการดำเนินงานวิจัยอย่างทันท่วงที ในกรณีมีปัญหาลุปรุคในการวิจัย คำถามหลักในการประเมินความก้าวหน้าของงานวิจัย ก็คือ นักวิจัยได้ปฏิบัติงานวิจัยตามข้อเสนอโครงการวิจัยเพียงใด ถ้าปฏิบัติไม่ได้ เป็นเพราะเหตุใด นักวิจัยประสบปัญหาอุปสรรคในการดำเนินงานวิจัยอะไรบ้าง ถ้าประสบปัญหา นักวิจัยได้แก้ไขอย่างไร และผลการดำเนินงานวิจัยมีความก้าวหน้าตามแผนที่กำหนดหรือไม่ ถ้าไม่ นักวิจัยได้ปรับแผน ตลอดจนมีกลยุทธ์การเร่งรัดอย่างไรบ้าง หลักในการประเมินความก้าวหน้าของงานวิจัย สรุปได้สมการดังนี้

ข้อเสนอโครงการวิจัย และการปฏิบัติงานวิจัย	=	การปฏิบัติงานวิจัย ตามมาตรฐานและ แผนที่กำหนด ในการวิจัย	+	การหลีกเลี่ยง ข้อผิดพลาด หรือหลุมพราง
--	---	--	---	---

3. การประเมินงานวิจัย ซึ่งเป็นการประเมินรวมสรุปคุณค่าและคุณภาพของงานวิจัยซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งและเป็นปัจจัยที่สำคัญ กำหนดว่างานวิจัยจะเป็นประโยชน์นำไปใช้ได้เพียงใด ถ้างานวิจัยไม่มีคุณภาพ งานวิจัยชิ้นนั้นก็ไม่มีประโยชน์อันใด ไม่ว่าทางวิชาการและการประยุกต์ใช้แก้ปัญหา อีกทั้งเป็นอันตราย ถ้าผู้ให้นำไปใช้เป็นฐานในการตัดสินใจ โดยไม่ทราบว่าเป็นงานวิจัยที่ไม่มีคุณภาพ เชื่อถือไม่ได้ โดยสรุปผลการประเมินคุณค่าและคุณภาพของงานวิจัย เป็นไปตามสมการต่อไปนี้

$\frac{\text{ผลงานวิจัยที่เป็นจริง}}{\text{มาตรฐานของงานวิจัย}} \leq 1.00$
--

แก่นักวิจัยได้ปฏิบัติงานวิจัยตามมาตรฐานและข้อเสนอโครงการวิจัย มีการบริหารข้อเสนอโครงการวิจัยที่มีประสิทธิภาพ และป้องกัน ตลอดจนหลีกเลี่ยงข้อผิดพลาดในการวิจัยได้ ย่อมทำให้เกิดผลงานวิจัยที่เป็นไปตามมาตรฐานของผลงานวิจัยที่มีคุณภาพ ย่อมได้ผลวิจัยที่มีคุณภาพและคุณค่าสูง อันเป็นผลงานที่มีคุณประโยชน์ทั้งทางด้านวิชาการ และหรือการประยุกต์ใช้แก้ไขปัญหาของสังคม

3.1 เกณฑ์มาตรฐานในการประเมินงานวิจัย

ในการอ่านรายงานการวิจัย สิ่งที่คุณอ่านควรจะยึดหลักก็คือ จุดมุ่งหมายของการอ่านมิใช่เพื่อต้องการจะขัดแย้ง และก็มิใช่เพื่อต้องการจะเชื่อหรือยอมรับเลย แต่การอ่านควรมีจุดมุ่งหมายเพื่อข้่งน้ำหนักและพิจารณาข้อเขียนเหล่านั้น (Francis Bacon) การที่คุณอ่านจะข้่งน้ำหนักและพิจารณาข้อความรู้อย่างเหมาะสม จำเป็นต้องมีเกณฑ์มาตรฐานในการพิจารณาโดยทั่วไป เกณฑ์ในการพิจารณาผลงานวิจัยมี 2 ประการ คือ

3.1.1 *ความตรงภายใน (Internal Validity)* การวิจัยใดมีความตรงภายในก็แสดงว่าข้อค้นพบในการวิจัยเรื่องนั้นต้องเหมาะสม ถ้าเป็นการวิจัยเชิงเหตุผล ข้อค้นพบที่ว่าตัวผลมาจากเหตุที่มุ่งศึกษานั้นถูกต้อง มิใช่ว่าตัวผลมาจากเหตุตัวอื่นด้วย ในกรณีของการวิจัยเชิงบรรยายประเภทความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ในการสรุปว่า สมรรถภาพด้านร่างกายมีความสัมพันธ์กับความสามารถทางสมอง คำถามที่ผู้วิจัยต้องเสนอไว้ในรายงานการวิจัยก็คือ มีหลักฐานอะไรยืนยันว่า ความสัมพันธ์ดังกล่าวเป็นความสัมพันธ์โดยตรง มิใช่ว่าตัวแปรสมรรถภาพทางร่างกายสัมพันธ์กับสมรรถภาพทางสมอง โดยส่งผ่านตัวแปรตัวอื่น ๆ การพิจารณาความตรงภายในของการวิจัยนั้น เราจะพิจารณาจากความสามารถในการควบคุมตัวแปรเกิน ความถูกต้องของการวัด และการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นสำคัญ

3.1.2 *ความตรงภายนอก (External Validity)* ในกรณีที่เราศึกษาจากตัวอย่าง (Sample) โดยมุ่งที่จะสรุปพาดพิงข้อค้นพบที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างไปยังประชากรเป้าหมาย (Target Population) การที่จะทำเช่นนี้ได้ ความเป็นตัวแทนของกลุ่มตัวอย่างนับว่ามีความสำคัญยิ่ง การวิจัยทางการศึกษามักถูกใจมตีว่า มีการสรุปพาดพิงเกินข้อมูลอยู่เสมอ ปัญหาเกี่ยวกับความเป็นตัวแทนของตัวอย่างประชากร เราจะพิจารณาจากการได้มาซึ่งตัวอย่างในหลายกรณี การพิจารณาความแตกต่างระหว่างประชากรเป้าหมาย (Target Population) กับประชากรที่สามารถติดต่อได้ถึง (Accessible Population) ในการวิจัยบ่อยครั้งเราจะพบว่า เราไม่สามารถติดต่อกับประชากรได้ทุกคนหรือทุกหน่วย ดังนั้น กรอบในลุ่มตัวอย่างของเราจึงเอาเฉพาะประชากรที่สามารถติดต่อได้เท่านั้น เช่น ประชากรของเราเป็นครู โดยที่สอนอยู่ในชั้นประถมศึกษา ในกรณีนี้เราจะพบว่า ครูไทยที่เรา

ไม่สามารถติดต่อได้โดยไปรษณีย์มีจำนวนไม่น้อย ยิ่งประชากรเป้าหมายกับประชากรที่สามารถติดต่อได้ถึงมีความแตกต่างกัน ยิ่งเป็นปัญหาในความเป็นตัวแทนของตัวอย่างที่เราจะศึกษา ในการวิจัยเชิงบรรยาย โดยเฉพาะการสำรวจมักจะมีประเด็นปัญหาเพิ่มขึ้นในกรณีตัวอย่างไม่ตอบแบบสอบถาม ในกรณีนี้ผู้วิจัยจำเป็นต้องศึกษาความเป็นตัวแทนของตัวอย่างที่ตอบมา โดยกระจายไปตามตัวแปรที่สำคัญ เช่น เพศ แล้วเทียบสัดส่วนกับการกระจายของประชากรตามเป้าหมายว่ามีความใกล้เคียงกันเพียงใด

3.2 แบบประเมินงานวิจัยโดยทั่วไป

สำหรับเกณฑ์พิจารณาผลงานวิจัยที่แยกรายละเอียดมากขึ้น ได้แก่ แบบสำรวจรายการสำหรับประเมินงานวิจัยของ เลห์มานน์ และ เมห์เรน (Lehmann, I.J. and Mehrens W.A. : 1971) ซึ่งประกอบด้วยรายการคำถาม 12 ข้อ คือ

1. ผู้วิจัยได้กำหนดปัญหาและเขียนปัญหาอย่างกระจ่างแจ้งหรือไม่
2. ปัญหาที่วิจัยมีหลักการหรือทฤษฎีรองรับหรือไม่
3. ปัญหาที่วิจัยมีความสำคัญเพียงใด
4. ผู้วิจัยได้ศึกษางานเขียนทางวิชาการที่เกี่ยวข้องหรือไม่ ถ้ามี งานเขียนที่เกี่ยวข้องตรงประเด็นกับปัญหาที่วิจัยเพียงใด
5. สมมุติฐานในการวิจัยมีหรือไม่ ถ้ามี ผู้วิจัยได้เขียนสมมุติฐานอย่างกระจ่างแจ้งชัดเจนเพียงใด
6. มีการกำหนดคำนิยามปฏิบัติการของสิ่งที่มุ่งวัดอย่างเหมาะสมเพียงใด
7. ผู้วิจัยได้บรรยายถึงวิธีการวิจัยหรือวิธีตอบปัญหาอย่างชัดเจนหรือไม่ ผู้วิจัยได้ศึกษาจากตัวอย่างประชากรหรือศึกษาจากข้อมูลประชากร ถ้าศึกษาจากตัวอย่างประชากรผู้วิจัยได้มาซึ่งตัวอย่างอย่างไร เหมาะสมเพียงใด
8. แหล่งของความคลาดเคลื่อนอันจะทำให้ผลการวิจัยผิดพลาดมีอะไรบ้าง ผู้วิจัยได้มีวิธีการควบคุมความคลาดเคลื่อนเหล่านี้หรือไม่
9. ผู้วิจัยใช้ระเบียบวิธีทางสถิติวิเคราะห์ข้อมูลหรือไม่ ถ้าใช้ ระเบียบวิธีทางสถิติเหล่านั้นมีความเหมาะสมเพียงใด
10. ผู้วิจัยได้รายงานผลการวิจัยชัดเจนเพียงไร
11. ผู้วิจัยได้ลงข้อสรุปอย่างชัดเจนหรือไม่ ข้อมูลสนับสนุนข้อสรุปหรือไม่ ผู้วิจัยได้สรุปพาดพิงเกินข้อมูลหรือไม่
12. ข้อจำกัดในการวิจัยเรื่องนี้มีหรือไม่ ผู้วิจัยได้เขียนอธิบายไว้อย่างชัดเจนหรือไม่

ในปีพ.ศ. 2526 สมหวัง พิธิยานุวัฒน์ ได้พัฒนาแบบประเมินคุณภาพงานวิจัยเพื่อใช้ในการประเมินงานวิจัยในการพิจารณาตำแหน่งทางวิชาการระดับผู้ช่วยศาสตราจารย์ และระดับรองศาสตราจารย์ ของคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เรียกว่า แบบ ค.02 มีข้อกระทงจำนวน 20 ข้อ แต่ละข้อเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ คือ ดีมาก ดี ค่อนข้างดี พอใช้ และยังไม่ดี ในปัจจุบัน (2540) คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ก็ยังใช้แบบ ค.02 ต่อเนื่องตลอดมา แบบ ค.02 นอกจากเป็นประโยชน์แก่ผู้พิจารณาผลงานวิจัยเพื่อตรวจวัดคุณภาพของงานวิจัยแล้ว ที่สำคัญยิ่งก็จะเป็นประโยชน์ต่อนักวิจัยที่จะประเมินผลงานของตนเอง ถ้าพบข้อด้อยหรือข้อผิดพลาดคลาดเคลื่อน เช่น การอภิปรายผลวิจัย และข้อเสนอแนะขาดเหตุผลและหลักฐาน เป็นต้น ก็จะได้ปรับปรุงงานวิจัยก่อนที่นำเสนองานวิจัยให้ผู้ประเมินพิจารณาคุณภาพงานวิจัยต่อไป

ในกรณีที่นักวิจัยจะนำเสนอผลงานวิจัยเพื่อขอรับรางวัล (ทั้ง ๆ น่าจะมีการดำเนินงานให้รางวัลผลงานวิจัยที่มีคุณภาพสูง โดยไม่ให้เจ้าของผลงานวิจัยรู้ตัว) นักวิจัยก็จำเป็นต้องทราบเกณฑ์การประเมินของหน่วยงานนั้น ๆ

ในบทความนี้จะขอยกตัวอย่างเกณฑ์การพิจารณารางวัลผลงานวิจัยรัชดาภิเษกสมโภช สาขาสังคมศาสตร์ และของสภาวิจัยแห่งชาติ ในการพิจารณารางวัลผลงานวิจัยดีเยี่ยม

เกณฑ์การพิจารณารางวัลผลงานวิจัยเงินทุนวิจัยรัชดาภิเษกสมโภช สาขาสังคมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2531) มีเกณฑ์ 3 ข้อ คือ

- 1) คุณค่าของผลงานวิจัยและประโยชน์ที่จะนำไปใช้ โดยมีมิติย่อยคือ เป็นงานวิจัยบุกเบิก เป็นงานวิจัยที่มีประโยชน์ในทางปฏิบัติ และเป็นงานวิจัยที่มีประโยชน์ทางทฤษฎี
- 2) ความถูกต้องของผลงานวิจัย
- 3) ความพยายามของผู้วิจัยในการผลิตผลงานวิจัยที่เสนอขอมา

แบบ ค.02 แบบประเมินคุณภาพงานวิจัย

ข้อที่	มิติที่มุ่งประเมิน	ระดับ				
		ดีมาก	ดี	ค่อนข้างดี	พอใช้	ยังใช้ไม่ได้
1	การเข้าถึงข้อเท็จจริงที่เป็นพื้นฐานของการวิจัย	5	4	3	2	1
2	ความสำคัญและความชัดเจนของปัญหาวิจัย	5	4	3	2	1
3	ความน่าเชื่อถือของข้อตกลงเบื้องต้น	5	4	3	2	1
4	ความครอบคลุมและเป็นประโยชน์ของวรรณคดีที่เกี่ยวข้อง	5	4	3	2	1
5	ความเหมาะสมของแนวทางและ/หรือสมมติฐานในการวิจัย	5	4	3	2	1
6	ความเหมาะสมของการออกแบบวิจัย	5	4	3	2	1
7	ความสามารถในการควบคุมตัวแปร (แทรกซ้อน)	5	4	3	2	1
8	ความเป็นตัวแทนของตัวอย่าง	5	4	3	2	1
9	ความเหมาะสมของเทคนิคการเก็บข้อมูล	5	4	3	2	1
10	คุณภาพของเครื่องมือวิจัย	5	4	3	2	1
11	ความสมบูรณ์ของข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย	5	4	3	2	1
12	ความเป็นมาตรฐานของรูปแบบการเขียนรายงานวิจัย	5	4	3	2	1
13	ความเหมาะสมของการจัดประเภทข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์	5	4	3	2	1
14	ความถูกต้องเหมาะสมของการวิเคราะห์	5	4	3	2	1
15	ความถูกต้องของการแปลผลวิเคราะห์	5	4	3	2	1
16	ความเหมาะสมในการเสนอผลวิจัย	5	4	3	2	1
17	ความถูกต้องของการลงข้อสรุป	5	4	3	2	1
18	ความสมเหตุสมผลและความชัดเจนของการอภิปรายผลวิจัยและข้อเสนอแนะ	5	4	3	2	1
19	คุณค่าและความเป็นประโยชน์ทางวิชาการของงานวิจัย	5	4	3	2	1
20	คุณค่าและความเป็นประโยชน์ทางปฏิบัติของงานวิจัย	5	4	3	2	1

เกณฑ์การพิจารณารางวัลผลงานวิจัยดีเยี่ยมของสภาวิจัยแห่งชาติ (2540)

ผลงานวิจัยดีเยี่ยมจะต้องเป็นผลงานวิจัยตามเกณฑ์พื้นฐาน คือเป็นผลงานวิจัยที่มีคุณภาพสูง หรือใช้วิธีวิเคราะห์หรือสังเคราะห์ที่เหมาะสมยิ่ง มีความชัดเจนและมีประสิทธิผลนับเป็นผลงานที่สมบูรณ์ได้ โดยได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ หรือเสนอในการประชุมวิชาการแล้วและเป็นผลงานวิจัยที่มีลักษณะข้อใดข้อหนึ่งดังนี้

- 1) เป็นการคิดค้นใหม่ มีแนวความคิดริเริ่ม เป็นประโยชน์ต่อการปฏิบัติราชการ หรือธุรกิจเอกชน หรือสังคมโดยส่วนรวม มีศักยภาพหรือนำไปประยุกต์ใช้ได้ผลดี
- 2) คิดแก้ไขหรือคิดดัดแปลงวิธีที่มีอยู่แล้วให้ดียิ่งขึ้น
- 3) เป็นการส่งเสริมความรู้ด้านนั้นให้ก้าวหน้ายิ่งขึ้น
- 4) มีความสัมพันธ์อย่างชัดเจนกับทฤษฎี หรือมีส่วนสร้างเสริมทฤษฎีใดทฤษฎีหนึ่ง หรือเป็นการสร้างทฤษฎีใหม่

จากเกณฑ์ทั้งสองแหล่ง จะพบว่าคุณภาพของงานวิจัย โดยเฉพาะความถูกต้องของผลวิจัย ทั้งตามเกณฑ์ภายในและเกณฑ์ภายนอก นับเป็นเกณฑ์พื้นฐานที่ผู้วิจัยน่าจะต้องทำการวิจัยให้ได้ ผลวิจัยที่มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับในวงการวิจัย ส่วนผลวิจัยจะมีลักษณะเป็นงานวิจัยบุกเบิกและประโยชน์เพียงใดก็ขึ้นอยู่กับความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของผู้วิจัย และธรรมชาติของโจทย์วิจัยนั่นเอง

บทสรุป

ในบทความนี้ เสนอการประเมินผลการปฏิบัติงานวิจัย ซึ่งประกอบด้วยลักษณะของการวิจัย สภาพการใช้ผลวิจัย และการประเมินผลการปฏิบัติงานวิจัย การประเมินผลการปฏิบัติงานวิจัย ประกอบด้วย *การประเมินเหตุ* คือการประเมินข้อเสนอโครงการวิจัยหรือแผนวิจัย และการประเมินความก้าวหน้าของการปฏิบัติงานวิจัย การประเมินเหตุจะนำไปสู่การปรับปรุงการปฏิบัติงานวิจัยอย่างทันท่วงที อันจะนำไปสู่ผลงานวิจัยที่มีคุณภาพ *การประเมินผล* หรือผลงานวิจัยว่ามีคุณภาพและคุณค่าเพียงใด ในบทความนี้ได้เสนอเกณฑ์การประเมิน และแบบประเมินที่ผู้อ่านจะนำไปใช้ประเมินการปฏิบัติงานวิจัยของตนเองได้ เพื่อให้สมกับเจตนารมณ์ของการประเมินที่มุ่งพัฒนาสรรพสิ่ง และสรรค์สร้างความดีงามและคุณค่าให้แก่สังคมโดยส่วนรวม

เอกสารอ้างอิง

- จรรยา สุวรรณทัต. “การประเมินผลโครงการและผลวิจัย.” *วารสารรวมคำแหง* 4 (ตุลาคม 2540) : 46–60.
- จรัส สุวรรณเวลา. “แผนภาพที่ 1 การวิจัยคืออะไร” ในสมหวัง พิธิยานุวัฒน์ การสอนแบบ Research Based Learning. *วารสารวิธีวิทยาการวิจัย* 6 (1) : 2537, 4.
- ทวีป อภิสัทธ์. “การศึกษาลักษณะและปริมาณการนำผลการวิจัยไปใช้ในการปฏิบัติงานของผู้บริหารวิทยาลัยครูที่เปิดสอนถึงระดับปริญญาตรี 17 แห่ง.” *ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร*, 2521.
- ธีระ อาชวเมธี. “สามมิติของการวิจัยเชิงประจักษ์” *วารสารวิธีวิทยาการวิจัย* 1(1):2529, 25–34.
- นงลักษณ์ วิรัชชัย. “การสังเคราะห์งานวิจัย.” *สารานุกรมศึกษาศาสตร์* 7 (กรกฎาคม–พฤศจิกายน, 2530) : 116–121.
- มานี สมิธสัมพันธ์ และคนอื่นๆ. “บทคัดย่อ.” *รายงานการวิจัย : การสำรวจการนำผลงานวิจัยของอาจารย์มหาวิทยาลัยไปใช้ (งบประมาณ 2515–2518)* สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2521.
- วิจิตร ศรีสอ้าน. “คำกล่าวสรุปการสัมมนา.” *รายงานการสัมมนาเรื่องการพัฒนาการวิจัยด้านมนุษยศาสตร์ (สภาวิจัยแห่งชาติ, 2519)* : 112–113.
- ศศิธร พิรุณดี. “การสำรวจปัญหาในการใช้ผลงานวิจัยของผู้บริหารมหาวิทยาลัยในเขตกรุงเทพมหานคร.” *วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*, 2523.
- สมหวัง พิธิยานุวัฒน์. *การวิจัยเชิงบรรยาย*. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, 2525.
- _____. การวิเคราะห์ผลงานวิจัย. *วารสารมัธยมปริทัศน์*. ปีที่ 7 ฉบับที่ 2 (มีนาคม–พฤษภาคม, 2538) : 5–14.
- _____. *วิธีวิทยาการประเมินทางการศึกษา*. ภาควิชาวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.
- สมศักดิ์ วิราพร. “การบริหารงานของสภาวิจัยแห่งชาติ.” *วิทยานิพนธ์รัฐประศาสนศาสตรมหาบัณฑิต สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์*, 2513.
- Glass, G.V. 'Meta-Analysis : An Approach to the Synthesis of Research Results.' *Journal of Research in Science Teaching*. 19 (2) : 1982, 93–112.
- Lehmann, I.J. and Mehrens, W.A. (ed.) *Educational Research : Reading In Focus*. New York : Holt, Rinehart and Winston, 1971: 10.

A Development of Teacher Utilization Efficiency Indicators and an Invariance Testing of Teacher Utilization Efficiency Models Using the Analysis of Multiple Group Structural Equation Model

Wanee Kaemkate*
Nonglak Wiratchai**
Somwung Pitiyanuwat**

ABSTRACT

The purposes of this study were to develop teacher utilization efficiency indicators, and to test the invariance of parameters in the teacher utilization efficiency models across two school groups under the jurisdiction of the Office of the National Primary Education Commission and the Department of General Education using the analysis of multiple group structural equation model. The sample obtained from the data base of the Office of the National Education Commission research project entitled "Teacher Utilization Efficiency : A Macro Level Quantitative Analysis", consisted of 625 schools under the jurisdiction of the Office of the National Primary Education Commission and the Department of General Education. There were two groups of observed variables : 6 teacher utilization process variables and 10 teacher utilization outcome variables groups, and 2 latent variables of teacher utilization efficiency : the process and the outcome efficiency. The major results were as follows. 1) The major process variables indicating the teacher utilization efficiency were teacher supervision, performance evaluation, job assignment characteristics, and participatory administration. The major outcome variables indicating teacher utilization efficiency were job satisfaction, job quality, progression in comparison with peers, profession inspiration, profession commitment, and job variety. 2) The teacher utilization efficiency models exhibited variance of parameters in variance-covariance matrix of the error term measuring observed variables across two school groups.

* A Ph.D. Candidate in Educational Measurement and Evaluation Doctoral Program, Department of Educational Research, Faculty of Education, Chulalongkorn University.

** Dissertation Advisor

การพัฒนาตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพการใช้ครู และการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลประสิทธิภาพ การใช้ครู โดยใช้การวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างกลุ่มพหุ

วรรณิ แกมเกต*
นางลักษณ์ วิรัชชัย**
สมหวัง พิธิยานุวัฒน์**

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพการใช้ครูของโรงเรียน และทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของพารามิเตอร์ในโมเดลประสิทธิภาพการใช้ครู ระหว่างกลุ่มโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ และกรมสามัญศึกษา โดยใช้การวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างกลุ่มพหุ และใช้ฐานข้อมูลจากโครงการวิจัยของสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ เรื่อง ประสิทธิภาพการใช้ครู: การวิเคราะห์เชิงปริมาณ ระดับมหภาค กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือ โรงเรียนกลุ่มตัวอย่างในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ และกรมสามัญศึกษา จำนวน 625 โรงเรียน ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย ตัวแปรสังเกตได้ 2 กลุ่มคือ กลุ่มตัวแปรด้านกระบวนการใช้ครู 6 ตัวแปร และกลุ่มตัวแปรด้านผลผลิตที่เกิดกับตัวครู 10 ตัวแปร และตัวแปรแฝง 2 ตัวแปรคือ ประสิทธิภาพการใช้ครูด้านกระบวนการใช้ครู และด้านผลผลิตที่เกิดกับตัวครู ผลการวิจัยที่สำคัญพบว่า 1) ตัวแปรที่สำคัญของตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพการใช้ครูด้านกระบวนการใช้ครูคือ การนิเทศครู การประเมินผลการปฏิบัติงาน ลักษณะการมอบหมายงาน และการบริหารแบบมีส่วนร่วม ส่วนตัวแปรที่สำคัญของตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพการใช้ครูด้านผลผลิตที่เกิดกับตัวครูคือ ความพึงพอใจในการทำงาน คุณภาพของงาน ความก้าวหน้าเทียบกับเพื่อนร่วมรุ่น ความปรารถนาที่จะเป็นครูต่อไปในอนาคต ความผูกพันกับอาชีพครู และความหลากหลายของงาน 2) โมเดลประสิทธิภาพการใช้ครู มีความแปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ในเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนในการวัดตัวแปรสังเกตได้ ระหว่างกลุ่มโรงเรียนสังกัด สปช. และกรมสามัญศึกษา

* นิสิตปริญญาตรีบัณฑิต สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

** อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ความเป็นมาของการวิจัย

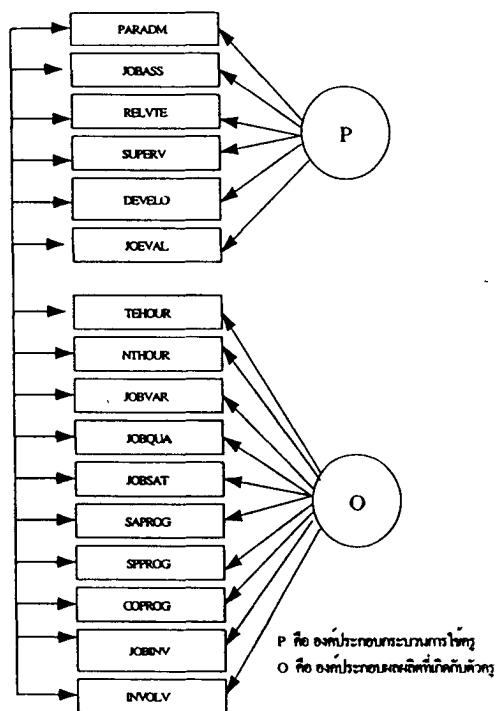
สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2539) ได้ดำเนินการวิจัยตามโครงการวิจัย เรื่อง ประสิทธิภาพการใช้ครู : การวิเคราะห์เชิงปริมาณระดับมหภาค เพื่อพัฒนาตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพการใช้ครู โดยใช้การวิเคราะห์โมเดลลิสเรลแบบโมเดลคงที่สำหรับกลุ่มประชากรรวมกลุ่มเดียว กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วยโรงเรียนประถมศึกษาและมัธยมศึกษา 5 สังกัด คือ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (ส.ป.ช.) กรมสามัญศึกษา สำนักงานการศึกษา กรุงเทพมหานคร สำนักงานการศึกษาท้องถิ่น และสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน ตัวแปรในการวิจัยประกอบด้วย ตัวแปรสังเกตได้ 2 กลุ่ม รวม 16 ตัวแปร ตัวแปรสังเกตได้กลุ่มแรกคือ กลุ่มตัวแปรด้านกระบวนการใช้ครู 6 ตัวแปร ได้แก่ การบริหารแบบมีส่วนร่วม (PARADM) ลักษณะการมอบหมายงาน (JOBASS) การมอบหมายงานตรงสาขาวิชาที่เรียน (RELVTE) การนิเทศครู (SUPERV) การพัฒนาครู (DEVELO) และการประเมินผลการปฏิบัติงาน (JOEVAL) ตัวแปรทั้ง 6 ตัวแปรนี้เป็นตัวแปรย่อยของตัวแปรแฝงประสิทธิภาพการใช้ครูด้านกระบวนการใช้ครู (P) ตัวแปรสังเกตได้กลุ่มที่สองคือ กลุ่มตัวแปรด้านผลผลิตที่เกิดกับตัวครู 10 ตัวแปร ได้แก่ จำนวนชั่วโมงสอน (TEHOUR) จำนวนชั่วโมงทำงานสนับสนุนการสอนและอื่น ๆ (NTHOUR) ความหลากหลายของงาน (JOBVAR) คุณภาพของงาน (JOBQUA) ความพึงพอใจในการทำงาน (JOBSAT) อัตราการเพิ่มเงินเดือน (SAPROG) อัตราการเลื่อนเงินเดือนสองขั้น (SPPROG) ความก้าวหน้าเทียบกับเพื่อนร่วมรุ่น (COPROG) ความผูกพันกับอาชีพครู (JOBINV) และความปรารถนาที่จะเป็นครูต่อไปในอนาคต (INVOLV) ตัวแปรทั้ง 10 ตัวแปรนี้เป็นตัวแปรย่อยของตัวแปรแฝงประสิทธิภาพการใช้ครูด้านผลผลิตที่เกิดกับตัวครู (O) ความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มตัวแปรสังเกตได้และตัวแปรแฝงเหล่านี้ แสดงในรูปโมเดลความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้นหรือโมเดลลิสเรลของประสิทธิภาพการใช้ครูทั้ง 2 มิติ ตามกรอบความคิดในการวิจัยประสิทธิภาพการใช้ครู ของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2539) ได้ตั้งแผนภาพที่ 1 ผลการวิจัยที่สำคัญ ได้สมการสำหรับสร้างตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพการใช้ครูด้านกระบวนการใช้ครู (P) และด้านผลผลิตที่เกิดกับตัวครู (O) ของกลุ่มประชากรครู ดังนี้

$$P = 0.04(\text{PARADM}) + 0.03(\text{JOBASS}) - 0.23(\text{RELVTE}) + 0.47(\text{SUPERV}) \\ - 0.08(\text{DEVELO}) + 0.12(\text{JOEVAL})$$

$$O = 0.01(\text{TEHOUR}) - 0.05(\text{JOBVAR}) + 0.02(\text{JOBQUA}) + 0.07(\text{JOBSAT}) \\ + 0.01(\text{SAPROG}) + 0.56(\text{SPPROG}) + 0.08(\text{COPROG}) + 0.09(\text{JOBINV}) + 0.03(\text{INVOLV})$$

ผลการวิเคราะห์โมเดลลิสเรลแบบโมเดลคงที่สำหรับกลุ่มประชากรรวมกลุ่มเดียว ดังกล่าวข้างต้นนี้ ทำให้การรวมตัวแปรในการพัฒนาตัวบ่งชี้มีข้อกำหนดในการรวมเป็นแบบเดียวกัน โดยมีได้คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างกลุ่มประชากรต่างสังกัดที่ใช้ในการวิจัย ในสภาพการณ์ที่เป็นจริง

แบบแผนการรวมตัวแปรจะเป็นแบบเดียวกันหรือไม่ ยังไม่มีการทดสอบ จึงน่าจะมีการทดสอบว่าการรวมตัวแปรในการพัฒนาตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพการใช้ครูเป็นแบบเดียวกันทุกสังกัดหรือไม่ ซึ่งในปัจจุบัน วิธีวิทยาการวิเคราะห์ข้อมูลใหม่ล่าสุดที่ได้รับการพัฒนาขึ้น เพื่อแก้ไขข้อจำกัดนี้ ได้แก่ การวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างกลุ่มพหุ (analysis of multiple group structural equation model) วิธีวิทยาการวิเคราะห์นี้ มีจุดเด่นที่สำคัญเหนือกว่าการวิเคราะห์โมเดลอิสระแบบโมเดลคงที่สำหรับกลุ่มประชากรรวมกลุ่มเดียว 2 ประการคือ ประการแรก มีการประมาณค่าพารามิเตอร์ในโมเดลแต่ละกลุ่มประชากรแยกกัน ประการที่สอง มีการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยน (invariance) ของค่าพารามิเตอร์ในโมเดลระหว่างกลุ่มประชากรต่างกันได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพการใช้ครู จำแนกตามสังกัด โดยใช้การวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างกลุ่มพหุ เพื่อจะได้ข้อค้นพบที่เป็นประโยชน์ ในการพัฒนาตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพการใช้ครู ให้มีความถูกต้องและเหมาะสมกับบริบทของโรงเรียนในแต่ละสังกัด อันจะเป็นประโยชน์ต่อการกำหนดนโยบายและมาตรการให้มีการใช้ครูอย่างมีประสิทธิภาพในแต่ละสังกัดด้วย แต่เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้ เป็นเพียงการศึกษานำร่อง (pilot study) ผู้วิจัยจึงจำกัดขอบเขตการวิจัยโดยศึกษากลุ่มประชากรโรงเรียนเพียง 2 สังกัดคือ กลุ่มโรงเรียนสังกัด สปช. และกรมสามัญศึกษา อันเป็นสังกัดที่รับผิดชอบการจัดการศึกษาส่วนใหญ่ของประเทศ



แผนภาพที่ 1 โมเดลความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้นของประสิทธิภาพการใช้ครู 2 มิติ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

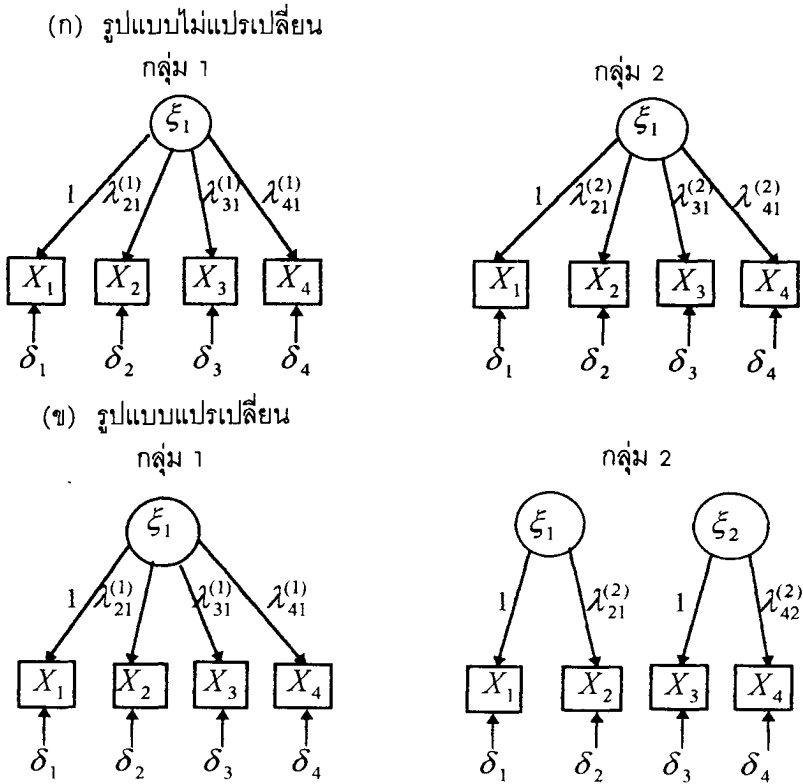
การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพการใช้ครูของโรงเรียน และทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของพารามิเตอร์ในโมเดลประสิทธิภาพการใช้ครูระหว่างกลุ่มโรงเรียนสังกัด สปช. และกรมสามัญศึกษา โดยใช้การวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างกลุ่มพหุ

การวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างกลุ่มพหุ

โมเดลสมการโครงสร้างกลุ่มพหุ (multiple group structural equation model) เป็นโมเดลความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้นหรือโมเดลลิสเรล (linear structural relationship or LISREL model) ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับประชากรหลายกลุ่ม (Bollen, 1989; Joreskog and Sorbom, 1989) จุดเด่นของการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างกลุ่มพหุ สามารถแยกกล่าวได้เป็นสองกรณี กรณีแรก เป็นจุดเด่นของการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างกลุ่มพหุที่เหนือกว่าการวิเคราะห์ทางสถิติแบบเดิม อันเป็นจุดเด่นของการวิเคราะห์โมเดลลิสเรลโดยทั่วไปนั่นเอง สรุปได้จุดเด่นที่สำคัญ 3 ประการ คือ ประการแรก มีการนำความคลาดเคลื่อนในการวัด (measurement error) มาวิเคราะห์รวมในโมเดลการวัด (measurement model) และใช้หลักการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (confirmatory factor analysis) ในการประมาณค่าตัวแปรแฝง ตามโมเดลความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้นระหว่างตัวแปรสังเกตได้กับตัวแปรแฝง ประการที่สอง มีการผ่อนคลายข้อตกลงเบื้องต้น เช่น ยอมให้ความคลาดเคลื่อนมีความสัมพันธ์กันได้ เป็นต้น ทำให้ข้อมูลตามสภาพความเป็นจริงสอดคล้องกับข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติวิเคราะห์ และผลการวิเคราะห์มีความถูกต้องมากขึ้น ประการที่สาม มีกระบวนการตรวจสอบความตรงของโมเดลหรือความสอดคล้องระหว่างโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ที่ชัดเจนและผลการวิเคราะห์ข้อมูลให้ค่าประมาณพารามิเตอร์ รวมทั้งมีการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของค่าพารามิเตอร์ทุกค่าด้วย (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2537; Bollen, 1989; Joreskog and Sorbom, 1989) จุดเด่นกรณีที่สอง เป็นจุดเด่นของการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างกลุ่มพหุ ที่เหนือกว่าการวิเคราะห์โมเดลลิสเรลแบบเดิมสำหรับกลุ่มประชากรหนึ่งกลุ่ม (single group) สรุปได้จุดเด่นที่สำคัญ 2 ประการ คือ ประการแรก มีการประมาณค่าพารามิเตอร์ในโมเดลแต่ละกลุ่มประชากร ค่าพารามิเตอร์นี้ เป็นค่าที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในโมเดล ทั้งที่เป็นตัวแปรสังเกตได้และตัวแปรแฝง ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการอธิบายความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปร และเป็นประโยชน์ในการพัฒนาตัวบ่งชี้ ประการที่สอง มีการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยน (invariance) ของค่าพารามิเตอร์ในโมเดลระหว่างกลุ่มประชากรต่างกันได้ การทดสอบดังกล่าวเป็นการทดสอบว่าค่าพารามิเตอร์ที่ได้ในแต่ละกลุ่มประชากรที่แตกต่างกัน มีความคงที่ทุกกลุ่มประชากรหรือไม่ ผลการทดสอบจะเป็นเครื่องยืนยันว่า โมเดลลิสเรลแต่ละกลุ่มประชากรเป็นโมเดลรูปแบบเดียวกันและมีค่าพารามิเตอร์เท่ากันหรือไม่ (Bollen, 1989; Joreskog and Sorbom, 1989)

สังกัดเรื่องความไม่แปรเปลี่ยนของพารามิเตอร์ เป็นสังกัดสำคัญสำหรับการวิเคราะห์โมเดลลิสเรลเมื่อมีประชากรตั้งแต่ 2 กลุ่มขึ้นไป Bollen (1989) ได้แบ่งลักษณะความไม่แปรเปลี่ยนในการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างกลุ่มพหุออกเป็น 2 มิติซึ่งคาบเกี่ยวกัน คือ ความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดล (model form) และความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ (parameter values)

โมเดลจากกลุ่มประชากร 2 กลุ่มมีรูปแบบโมเดลไม่แปรเปลี่ยนต่อเมื่อตัวแปรทุกตัวในโมเดลและโครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในโมเดลทั้งสองเป็นแบบเดียวกัน กล่าวอีกอย่างหนึ่งคือ เมทริกซ์พารามิเตอร์ของโมเดลทั้งสองเหมือนกัน มีขนาดเมทริกซ์เท่ากัน และสถานะ (mode) ของพารามิเตอร์ในเมทริกซ์เป็นพารามิเตอร์กำหนด อิสระ และบังคับ เหมือนกัน โดยไม่จำเป็นต้องมีค่าพารามิเตอร์เท่ากัน (Bollen, 1989) แผนภาพที่ 2 (ก) แสดงให้เห็นถึงโมเดลสองโมเดลจากกลุ่มประชากรสองกลุ่มที่มีรูปแบบไม่แปรเปลี่ยน กล่าวคือโมเดลทั้งในกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 มีตัวแปรแฝงและพารามิเตอร์เส้นทางอิทธิพลต่างๆ ของตัวแปรเหมือนกันคือ ตัวแปรสังเกตได้ X_1, X_2, X_3 และ X_4 เป็นตัวบ่งชี้ของตัวแปรแฝง ξ_1 เช่นเดียวกัน พารามิเตอร์ $\lambda^{(1)}$ เป็นพารามิเตอร์กำหนดเท่ากับ 1 และ $\lambda^{(1)}, \lambda^{(1)}, \lambda^{(1)}$ ในกลุ่มแรกมีสถานะเหมือนกับในกลุ่มที่สอง ส่วนที่แตกต่างกันคือค่าพารามิเตอร์ในโมเดลของกลุ่มประชากรทั้ง 2 กลุ่มนั้นแตกต่างกัน แผนภาพที่ 2(ข) แสดงให้เห็นโมเดลสองโมเดลจากกลุ่มประชากร 2 กลุ่มที่มีรูปแบบแปรเปลี่ยน กล่าวคือ ในกลุ่มที่ 1 ตัวแปรสังเกตได้ X_1, X_2, X_3 และ X_4 เป็นตัวบ่งชี้ของตัวแปรแฝง ξ_1 ในขณะที่กลุ่มที่ 2 ตัวแปรสังเกตได้ X_1 และ X_2 เป็นตัวบ่งชี้ของตัวแปรแฝง ξ_1 และ X_3, X_4 เป็นตัวบ่งชี้ของตัวแปรแฝง ξ_2 จะเห็นได้ว่าตัวแปรแฝงและพารามิเตอร์เส้นทางอิทธิพลต่างๆ ของตัวแปรของโมเดลในกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 แตกต่างกัน ดังนั้นเมทริกซ์พารามิเตอร์จึงมีขนาดต่างกัน และสถานะของพารามิเตอร์เป็นพารามิเตอร์กำหนด บังคับ และอิสระ ของแต่ละกลุ่มก็แตกต่างกันด้วย



แผนภาพที่ 2 การกำหนดรูปแบบและโครงสร้างของโมเดล

โดยทั่วไป โมเดลจากกลุ่มประชากร 2 กลุ่ม มีค่าพารามิเตอร์ในโมเดลไม่แปรเปลี่ยน ต่อเมื่อค่าพารามิเตอร์ในโมเดลของประชากรทั้ง 2 กลุ่มมีค่าเท่ากัน ภายใต้รูปแบบโมเดลที่ไม่แปรเปลี่ยน (Bollen, 1989) กล่าวอีกอย่างหนึ่งคือ เมทริกซ์พารามิเตอร์ของโมเดลทั้งสองเท่ากัน นั่นคือ มีขนาดเมทริกซ์เท่ากัน สถานะของพารามิเตอร์ในเมทริกซ์เป็นพารามิเตอร์กำหนด อิสระ และบังคับเหมือนกัน และค่าพารามิเตอร์ในเมทริกซ์มีค่าเท่ากันด้วย จากแผนภาพที่ 2 (ก) ซึ่งแสดงถึงโมเดลจากกลุ่มประชากร 2 กลุ่มที่มีรูปแบบไม่แปรเปลี่ยน โมเดลดังกล่าวนี้ จะเป็นโมเดลที่มีค่าพารามิเตอร์ไม่แปรเปลี่ยนต่อเมื่อ ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ในโมเดลทั้งสองกลุ่มมีค่าเท่ากัน เช่น ค่าพารามิเตอร์ในเมทริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรภายนอกแฝงบนตัวแปรสังเกตได้ (Λ_x) มีค่าเท่ากัน นั่นคือ เมทริกซ์ $[\lambda_{ij}^{(1)}] = [\lambda_{ij}^{(2)}]$ เป็นต้น ความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวนี้มีหลายระดับ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสมมุติฐานที่นักวิจัยต้องการทดสอบ ซึ่งจะมีตั้งแต่สมมุติฐานที่มีความเข้มงวดน้อยที่สุด (least restrictive hypothesis) คือ มีข้อกำหนดน้อยที่สุดเกี่ยวกับความเท่ากันของเมทริกซ์พารามิเตอร์ จนถึงสมมุติฐานที่มีความเข้มงวดมากที่สุด (most restrictive hypothesis) คือ มีข้อกำหนดมากที่สุดเกี่ยวกับความเท่ากันของเมทริกซ์พารามิเตอร์ ดังตัวอย่างสมมุติฐานการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลจากกลุ่มประชากร 2 กลุ่ม ตามแผนภาพที่ 2 (ก) ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

- 1) H_{form} : รูปแบบไม่แปรเปลี่ยน (ขนาดของเมทริกซ์ และสถานะของพารามิเตอร์เป็นแบบกำหนด, อิสระ และบังคับ ในเมทริกซ์ Λ , Φ และ Θ_{δ} เหมือนกัน)
- 2) H_{Λ_x} : $\Lambda_x^{(1)} = \Lambda_x^{(2)}$
- 3) $H_{\Lambda_x\Phi}$: $\Lambda_x^{(1)} = \Lambda_x^{(2)}$, $\Phi^{(1)} = \Phi^{(2)}$
- 4) $H_{\Lambda_x\Phi\Theta_{\delta}}$: $\Lambda_x^{(1)} = \Lambda_x^{(2)}$, $\Phi^{(1)} = \Phi^{(2)}$, $\Theta_{\delta}^{(1)} = \Theta_{\delta}^{(2)}$

การทดสอบสมมุติฐานที่ 1) คือการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดล การทดสอบสมมุติฐานที่ 2) คือการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ในเมทริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรภายนอกแฝงบนตัวแปรสังเกตได้ (Λ_x) ซึ่งเป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ในระดับที่มีความเข้มงวดน้อยที่สุด การทดสอบสมมุติฐานที่ 3) คือการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ตามสมมุติฐานที่ 2) และเพิ่มความเท่ากันของค่าพารามิเตอร์ในเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรภายนอกแฝง (Φ) ซึ่งเป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ในระดับที่มีความเข้มงวดเพิ่มมากขึ้น และการทดสอบสมมุติฐานสุดท้าย คือ การทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ตามสมมุติฐานที่ 3) และเพิ่มความเท่ากันของค่าพารามิเตอร์ ในของเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนในการวัดตัวแปรสังเกตได้ (Θ_{δ}) ซึ่งเป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ในระดับที่มีความเข้มงวดมากที่สุด ดังนั้นการที่จะสรุปว่าค่าพารามิเตอร์ในโมเดลระหว่างกลุ่มประชากรแปรเปลี่ยนหรือไม่ ขึ้นอยู่กับระดับความเข้มงวดของสมมุติฐานที่นักวิจัยกำหนด

วิธีการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างกลุ่มพหุ เพื่อทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ระหว่างกลุ่ม ประกอบด้วยวิธีการหลัก 2 ขั้นตอน (Jaccard and Wan, 1996) คือ **ขั้นตอนที่ 1** การวิเคราะห์เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ในแต่ละกลุ่มประชากร และการคำนวณค่าดัชนีวัดความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ พร้อมทั้งแสดงค่าดัชนีดัดแปรโมเดล (model modification indices) เพื่อการปรับปรุงโมเดลให้ได้โมเดลที่มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ของทุกกลุ่มประชากร ในตอนนี้เป็นการวิเคราะห์โดยไม่มีข้อกำหนดเกี่ยวกับความเท่ากันของค่าพารามิเตอร์ **ขั้นตอนที่ 2** การวิเคราะห์เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ในแต่ละกลุ่มประชากร และการคำนวณค่าดัชนีวัดความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ในตอนนี้เป็นการวิเคราะห์โดยผู้วิจัยกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ของโมเดลในทุกกลุ่มประชากรมีค่าเท่ากัน สำหรับการวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 2 นี้ อาจทำการวิเคราะห์หลายครั้ง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนสมมุติฐานที่ต้องการทดสอบ

ในการประยุกต์ใช้ Bollen (1989) กล่าวว่า การทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลทดสอบได้ทั้งโมเดลอิสระเต็มรูป และโมเดลอิสระที่เป็นโมเดลย่อย ได้แก่ โมเดลย่อยที่มีเฉพาะโมเดลการวัด ซึ่งเป็นโมเดลที่แสดงความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้นระหว่างตัวแปรแฝง (latent variables) และตัวแปรสังเกตได้ (observed variables) และโมเดลย่อยที่มีเฉพาะโมเดลสมการโครงสร้างซึ่งเป็นโมเดลที่แสดงความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้นระหว่างตัวแปรแฝง ทั้งนี้สมมุติฐานหรือเมทริกซ์พารามิเตอร์ที่ต้องการทดสอบนั้น ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์และเนื้อหาสาระที่ต้องการทดสอบซึ่งนักวิจัยต้องตัดสินใจว่าพารามิเตอร์ใด หรือเมทริกซ์พารามิเตอร์ใดควรจะต้องนำมาทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่ม ในการทดสอบ นักวิจัยอาจกำหนดรูปแบบของโมเดลสองโมเดลเหมือนกัน และสนใจที่ความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ ภายใต้รูปแบบของโมเดลที่กำหนด การทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนนี้มีลักษณะเป็นเชิงชั้น (hierarchy) และสะสม กล่าวคือ เป็นการทดสอบตามลำดับขั้นของสมมุติฐานที่นักวิจัยต้องการทดสอบ และการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนในสมมุติฐานขั้นสุดท้ายจะต้องทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนในสมมุติฐานที่ทดสอบก่อนหน้าจะสะสมด้วยสมมุติฐานที่ทดสอบไม่มีกฎเกณฑ์ตายตัวว่าจะต้องทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของเมทริกซ์พารามิเตอร์ใด และมีลำดับก่อนหลังอย่างไร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสนใจของนักวิจัยเอง สมมุติฐานใดที่มีความสำคัญก็ควรได้รับการทดสอบก่อน

การทดสอบสมมุติฐานดังกล่าว ใช้หลักการทดสอบฟังก์ชันความกลมกลืนของแต่ละกลุ่ม ดังนั้น เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของแต่ละกลุ่มตัวอย่าง (S_g) จึงเป็นเป้าหมายของการวิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมุติฐาน ซึ่งเป็นการทดสอบความสอดคล้องระหว่างเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของประชากรแต่ละกลุ่ม นั่นคือ $\sum_g(\theta_g)$ กับ S_g หากทั้งสองเมทริกซ์มีความใกล้เคียงกันมากก็แสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องกัน Bollen (1989) แสดงค่าฟังก์ชันความกลมกลืนทั่วไปของทุกกลุ่มในรูปสมการดังนี้

$$F = \sum_{g=1}^G \left(\frac{N_g}{N} \right) F_g(S_g, \Sigma_g(\theta_g))$$

เมื่อ F = ฟังก์ชันความกลมกลืนทั่วไป

N_g = ขนาดของกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มที่ g เมื่อ $g = 1, 2, 3, \dots, G$

N = $N_1 + N_2 + \dots + N_G$

$F_g(S_g, \Sigma_g(\theta))$ = ฟังก์ชันความกลมกลืนของกลุ่มที่ g

สมการข้างต้น แสดงว่ากลุ่มที่ใหญ่ที่สุด จะได้รับน้ำหนัก (N_g/N) ในการทำให้ฟังก์ชัน F มีค่าน้อยที่สุด

ความแตกต่างที่สำคัญ ระหว่างการประมาณค่าเพื่อทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลกับการประมาณค่าของโมเดลเพียงหนึ่งกลุ่มคือ การรวมพารามิเตอร์ที่กำหนดเงื่อนไขไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มและฟังก์ชันความกลมกลืนรวมที่น้อยที่สุดไปพร้อม ๆ กันในสองกลุ่มหรือมากกว่า ส่วนการตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์นั้น มีความคล้ายคลึงกับการวิเคราะห์ในกลุ่มตัวอย่างหนึ่งกลุ่ม โดยมีสมมติฐานศูนย์คือ เงื่อนไขบังคับของพารามิเตอร์ในโมเดลของทุกกลุ่มถูกต้อง มีองศาอิสระ (df) เท่ากับ $\frac{1}{2} (G)(p+q)(p+q+1) - t$ เมื่อ t คือ จำนวนพารามิเตอร์อิสระที่ถูกประมาณค่าในทุกกลุ่ม

การตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ใช้หลักการของความสอดคล้องสอดแทรก (nested goodness-of-fit) (Jaccard and Wan, 1996) ซึ่งมีลักษณะเช่นเดียวกับโมเดลสอดแทรก (nested model) นั่นคือ สมมติฐานสำหรับการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ของโมเดลในแต่ละชั้นสอดแทรก(nested) อยู่ภายใต้สมมติฐานที่ปรากฏก่อน เช่น H_{A, χ^2} สอดแทรกอยู่ใน $H_{A, x}$ เป็นต้น การทดสอบสมมติฐาน ทำแยกเป็น 2 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกเป็นการทดสอบสมมติฐาน $H_{A, x}$ ส่วนขั้นตอนที่สองเป็นการทดสอบสมมติฐาน H_{A, χ^2} หลักการตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เป็นการทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างของค่าดัชนีวัดความสอดคล้องของโมเดล หรือผลต่างของค่าไค-สแควร์ที่ได้จากการทดสอบสมมติฐานทั้ง 2 ขั้นตอน ที่องศาอิสระเท่ากับผลต่างขององศาอิสระที่ได้ในขั้นตอนดังกล่าว ถ้าผลต่างของค่าไค-สแควร์ที่ได้ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าโมเดลมีความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ระหว่างกลุ่มประชากร ในทางกลับกัน ถ้าผลต่างของค่าไค-สแควร์ที่ได้มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่ามีความแปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ของโมเดลระหว่างกลุ่มประชากร

โมเดลสมการโครงสร้างกลุ่มพหุ มีประโยชน์มากในการนำไปประยุกต์ใช้สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบ หรือทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ระหว่างกลุ่มประชากรที่มีลักษณะต่างกันได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้เนื่องจากในสภาพปรากฏการณ์การวิจัยทางสังคมศาสตร์ กลุ่มประชากรที่นำมาใช้ในการศึกษาวิจัย มักจะมีความแตกต่างกันในหลายคุณลักษณะ เช่น เชื้อชาติ ศาสนา วัฒนธรรม สถานภาพทางเศรษฐกิจสังคม องค์กร พื้นที่ ภาควิชาศาสตร์ เป็นต้น ในสถานการณ์ที่ผู้วิจัยต้องการทราบว่า ค่าพารามิเตอร์ในโมเดลอิสระสำหรับประชากรกลุ่มหนึ่งมีค่าแตกต่างจากค่าพารามิเตอร์ในโมเดลอิสระสำหรับประชากรกลุ่มอื่นหรือไม่ การวิเคราะห์อิสระโดยใช้โมเดลสมการโครงสร้างกลุ่มพหุ จึงมีประโยชน์อย่างยิ่ง

สมมติฐานของการวิจัย

ผลการวิจัยของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2539) ได้ข้อค้นพบที่สำคัญ 3 ประการ คือ ประการแรก พบว่า ตัวแปรเกี่ยวกับประสิทธิภาพการใช้ครูมีสัดส่วนความแปรปรวน

เนื่องจากจากสังกัดของโรงเรียนมากเป็นอันดับสองรองจากสัดส่วนความแปรปรวนเนื่องจากโรงเรียน ประการที่สอง พบว่า ตัวแปรเกี่ยวกับประสิทธิภาพการใช้ครูส่วนใหญ่มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันระหว่าง สังกัดของโรงเรียน และประการที่สาม พบว่า สังกัดของโรงเรียนมีผลต่อประสิทธิภาพการใช้ครู จาก ข้อค้นพบทั้ง 3 ประการดังกล่าว แสดงว่าประสิทธิภาพการใช้ครูของโรงเรียนในแต่ละสังกัดมีความ แตกต่างกัน ผู้วิจัยจึงตั้งสมมุติฐานของการวิจัยครั้งนี้ไว้ดังนี้คือ ภายใต้รูปแบบของโมเดล ประสิทธิภาพการใช้ครูที่กำหนดเหมือนกัน ค่าพารามิเตอร์ของโมเดลประสิทธิภาพการใช้ครู น่าจะ แตกต่างกันระหว่างกลุ่มโรงเรียนสังกัด สปช. และกรมสามัญศึกษา ซึ่งค่าพารามิเตอร์ดังกล่าว ได้แก่ ค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรภายนอกแฝงบนตัวแปรสังเกตได้ (Λ_x) หรือค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปร ค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความ แปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรภายนอกแฝง (Φ) และค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์ความแปรปรวน- ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนในการวัดตัวแปรสังเกตได้ (Θ_δ)

ในการทดสอบสมมุติฐานของการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้เทคนิคการวิเคราะห์โมเดลสมการ โครงสร้างกลุ่มพหุ โดยมีสมมุติฐานทางสถิติในการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดล ประสิทธิภาพการใช้ครู ระหว่างกลุ่มโรงเรียนทั้งสองสังกัด ซึ่งประกอบด้วยความไม่แปรเปลี่ยนของ รูปแบบโมเดล และความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ของโมเดลตามสมมุติฐานของการวิจัย ดังกล่าว รวม 4 สมมุติฐานหลัก โดยให้ความสนใจในการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าพารา มิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรในโมเดลเป็นสำคัญ สมมุติฐานหลักทั้ง 4 ซึ่งสอดคล้องกัน อยู่ มีดังนี้

- 1) H_{form} : รูปแบบไม่แปรเปลี่ยน (ขนาดของเมทริกซ์และสถานะของพารามิเตอร์เป็น แบบกำหนด, อิสระ และบังคับ ในเมทริกซ์ Λ , Φ และ Θ_δ เหมือนกัน)
- 2) H_{Λ_x} : $\Lambda_x^{(1)} = \Lambda_x^{(2)}$
- 3) $H_{\Lambda_x\Phi}$: $\Lambda_x^{(1)} = \Lambda_x^{(2)}$, $\Phi^{(1)} = \Phi^{(2)}$
- 4) $H_{\Lambda_x\Phi\Theta_\delta}$: $\Lambda_x^{(1)} = \Lambda_x^{(2)}$, $\Phi^{(1)} = \Phi^{(2)}$, $\Theta_\delta^{(1)} = \Theta_\delta^{(2)}$

การทดสอบสมมุติฐานทางสถิติชุดนี้เป็นการทดสอบแบบเชิงชั้นสะสม กล่าวคือ การ ทดสอบสมมุติฐานที่ 2) ต้องรวมคุณสมบัติของสมมุติฐานที่ 1) และการทดสอบสมมุติฐานที่ 3) ต้องรวมคุณสมบัติของสมมุติฐานที่ 1) และ 2) ด้วย เป็นอย่างนี้ต่อไปจนครบสมมุติฐานสุดท้าย การทดสอบสมมุติฐานที่ 1) เป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดล โดยไม่มีการ กำหนดว่าค่าพารามิเตอร์ระหว่างกลุ่มมีค่าเท่ากัน ซึ่งก็คือ การทดสอบความสอดคล้องของโมเดล กับข้อมูลเชิงประจักษ์ในแต่ละกลุ่มประชากรนั่นเอง การทดสอบสมมุติฐานที่ 2) เป็นการกำหนดให้ เมทริกซ์พารามิเตอร์สัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรภายนอกแฝงบนตัวแปรสังเกตได้ (Λ_x) เท่ากัน

ทั้ง 2 กลุ่ม การทดสอบสมมุติฐานที่ 3) ยังคงกำหนดให้เงื่อนไขตามสมมุติฐานที่ 2) เท่ากันและเพิ่มความเท่ากันของเมทริกซ์พหุคูณความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรภายนอกแฝง (Φ) และการทดสอบสมมุติฐานสุดท้าย เป็นการกำหนดเงื่อนไขตามสมมุติฐานที่ 3) และเพิ่มเงื่อนไขกำหนดให้เมทริกซ์พหุคูณความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนในการวัดตัวแปรสังเกตได้ (Θ_{ij}) เท่ากัน

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยทุติยวิเคราะห์ (secondary analysis) โดยใช้ฐานข้อมูลจากโครงการวิจัยของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ เรื่อง ประสิทธิภาพการใช้ครู : การวิเคราะห์เชิงปริมาณระดับมหภาค (2539) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเซตย่อยของกลุ่มตัวอย่างจากฐานข้อมูลดังกล่าว ประกอบด้วยกลุ่มตัวอย่างโรงเรียน 2 สังกัดคือ สังกัด สปช. และกรมสามัญศึกษา จำนวน 625 โรงเรียน ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยเป็นข้อมูลในระดับโรงเรียน ซึ่งได้มาโดยการรวมค่าข้อมูลในระดับบุคคลให้เป็นข้อมูลเฉลี่ยของตัวแปรในระดับโรงเรียน ตัวแปรในการวิจัยประกอบด้วยตัวแปรสังเกตได้ 2 กลุ่มคือ กลุ่มตัวแปรด้านกระบวนการใช้ครู และด้านผลผลิตที่เกิดกับตัวครู จำนวน 6 และ 10 ตัวแปร ตามลำดับ รวม 16 ตัวแปร และตัวแปรแฝง 2 ตัวแปรคือ ประสิทธิภาพการใช้ครูด้านกระบวนการใช้ครู และด้านผลผลิตที่เกิดกับตัวครู ตามกรอบความคิดในการวิจัยประสิทธิภาพการใช้ครู ของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2539) ที่กล่าวแล้ว

การพัฒนาตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพการใช้ครูในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการพัฒนาตัวบ่งชี้ตามโมเดลความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้นของประสิทธิภาพการใช้ครู 2 มิติ และตามวิธีการพัฒนาในโครงการวิจัยประสิทธิภาพการใช้ครูของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2539) แต่มีลักษณะต่างกันตรงที่ การวิจัยดังกล่าวใช้กลุ่มประชากรรวมทั้งกลุ่มผู้บริหาร หัวหน้าหมวด และครูจากโรงเรียนทั้ง 5 สังกัด โดยการวิเคราะห์เป็นการวิเคราะห์โมเดลอิสระแบบโมเดลคงที่สำหรับกลุ่มประชากรรวมกลุ่มเดียวและการประมาณค่าพหุคูณในโมเดลการวัดไม่มีการกำหนดมาตรฐานสำหรับตัวแปรแฝง แต่การวิจัยครั้งนี้ใช้กลุ่มตัวอย่างเฉพาะกลุ่มครูในโรงเรียนเพียง 2 สังกัด โดยใช้การวิเคราะห์โมเดลอิสระ แยกกลุ่มประชากรตามแบบการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างกลุ่มพหุ และการประมาณค่าพหุคูณในโมเดลการวัดมีการกำหนดมาตรฐานสำหรับตัวแปรแฝงด้วย

การวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วยการวิเคราะห์โมเดลอิสระแบบโมเดลคงที่สำหรับกลุ่มประชากรรวมกลุ่มเดียวทั้งสองสังกัด ตามแบบการวิเคราะห์ข้อมูลในโครงการวิจัยประสิทธิภาพการใช้ครู ของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2539) แต่มีการประมาณค่าพหุคูณในโมเดลการวัดแบบมีการกำหนดมาตรฐานสำหรับตัวแปรแฝง จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์โมเดลอิสระตามแบบการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างกลุ่มพหุ ซึ่งมีขั้นตอนการวิเคราะห์ดังนี้

1. การวิเคราะห์สหสัมพันธ์เพื่อสร้างเมทริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ที่ใช้ในการวิจัย แยกวิเคราะห์ตามกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 สังกัด โดยใช้โปรแกรม SPSS-PC เพื่อนำเมทริกซ์สหสัมพันธ์ไปใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ของโมเดล

2. การวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างกลุ่มพหุ เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์และค่าดัชนีตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์และเพื่อทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของพารามิเตอร์ในโมเดลระหว่างกลุ่มประชากร ตามโมเดลกรอบความคิดในแผนภาพที่ 1 โดยใช้โปรแกรมลิสเรล การวิเคราะห์จะแยกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 การวิเคราะห์เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ในแต่ละกลุ่มประชากร และการคำนวณค่าดัชนีวัดความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ในตอนนี้เป็นกรวิเคราะห์โดยไม่มีข้อกำหนดเกี่ยวกับความเท่ากันของค่าพารามิเตอร์ในโมเดลระหว่างกลุ่มประชากรแต่ละสังกัด

2.2 การวิเคราะห์เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ในแต่ละกลุ่มประชากร และการคำนวณค่าดัชนีวัดความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ในตอนนี้เป็นกรวิเคราะห์โดยผู้วิจัยกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ของโมเดลในทุกกลุ่มประชากรแต่ละสังกัดมีค่าเท่ากัน

2.3 การคำนวณผลต่างของค่าไค-สแควร์ และผลต่างของค่าองศาอิสระ (df) ที่ได้ในขั้นตอนที่ 2.2 และขั้นตอนที่ 2.1 การแปลผลการวิเคราะห์ ถ้าผลต่างของค่าไค-สแควร์ที่ได้ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าไม่มีความแปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ของโมเดลระหว่างกลุ่มประชากรต่างสังกัด แต่ถ้าผลต่างของค่าไค-สแควร์ที่ได้มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่า มีความแปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวระหว่างกลุ่มประชากรต่างสังกัด นั่นคือค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรที่วัดได้ในแต่ละกลุ่มประชากรมีค่าไม่เท่ากัน

3. การวิเคราะห์เพื่อสร้างตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพการใช้ครู ในแต่ละสังกัด จากผลการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างกลุ่มพหุ ที่ได้ในข้อ 2

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ก่อนการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั้ง 3 ขั้นตอนดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเกี่ยวกับประสิทธิภาพการใช้ครูก่อน เพื่อพิจารณาตรวจสอบความเหมาะสมของเมทริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งหมด ที่จะนำไปวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างกลุ่มพหุ ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ 16 ตัวแปรดังกล่าว ของกลุ่มโรงเรียนรวมทั้งสองสังกัดและกลุ่มโรงเรียนสังกัดสพข.และกรมสามัญศึกษา โดยใช้สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน แสดงไว้ในตารางที่ 1 และ 2 ตามลำดับ จากตารางที่ 1 พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรของกลุ่มโรงเรียนรวมทั้งสองสังกัด จำนวน 120 คู่ มีค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) จำนวน 65 คู่ โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรมีค่าตั้งแต่

-0.080 ถึง 0.626 เมื่อพิจารณาค่าสถิติ Bartlett's test of sphericity ซึ่งเป็นค่าสถิติทดสอบสมมติฐานว่าเมทริกซ์สหสัมพันธ์นั้นเป็นเมทริกซ์เอกลักษณ์ (identity matrix) หรือไม่ พบว่า มีค่าเท่ากับ 1,934.227 แสดงว่าเมทริกซ์สหสัมพันธ์ดังกล่าว แตกต่างจากเมทริกซ์เอกลักษณ์อย่างมีนัยสำคัญ ผลการวิเคราะห์ดังกล่าว สอดคล้องกับค่าดัชนีไคเซอร์-ไมเยอร์-ออลคิน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.780 แสดงให้เห็นว่าข้อมูลชุดนี้ ตัวแปรมีความสัมพันธ์กันเหมาะสมที่จะนำไปใช้วิเคราะห์หิโมเดลอิสระได้ต่อไป และเมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรของกลุ่มโรงเรียนในแต่ละสังกัด จากตารางที่ 2 จำนวน 120 คู่ พบว่ามีค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) จำนวน 43 และ 52 คู่ สำหรับกลุ่มโรงเรียนสังกัด สปช.และกรมสามัญศึกษา ตามลำดับ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรของกลุ่มโรงเรียนในสังกัด สปช. มีค่าตั้งแต่ -0.119 ถึง 0.574 และในสังกัดกรมสามัญศึกษามีค่าตั้งแต่ 0.106 ถึง 0.580 เมื่อพิจารณาค่าสถิติ Bartlett's test of sphericity พบว่ามีค่าเท่ากับ 622.332 และ 988.925 สำหรับกลุ่มโรงเรียนในสังกัด สปช. และกรมสามัญศึกษา ตามลำดับ แสดงว่าเมทริกซ์สหสัมพันธ์ทั้งสองเมทริกซ์ดังกล่าวแตกต่างจากเมทริกซ์เอกลักษณ์อย่างมีนัยสำคัญ ผลการวิเคราะห์ดังกล่าว สอดคล้องกับค่าดัชนีไคเซอร์-ไมเยอร์-ออลคิน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.664 และ 0.760 สำหรับกลุ่มโรงเรียนในสังกัด สปช. และกรมสามัญศึกษา ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าข้อมูลทั้งสองชุดนี้ ตัวแปรมีความสัมพันธ์กัน เหมาะสมที่จะนำไปวิเคราะห์หิโมเดลสมการโครงสร้างกลุ่มพหุได้ต่อไปเช่นกัน

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบเมทริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ของกลุ่มโรงเรียนรวมทั้งสองสังกัดและของกลุ่มโรงเรียนในสังกัด สปช. และกรมสามัญศึกษา พบว่า ข้อมูลชุดของกลุ่มโรงเรียนรวมทั้งสองสังกัด ตัวแปรมีความสัมพันธ์กันมากกว่าข้อมูลชุดของกลุ่มโรงเรียนในสังกัด สปช. และกรมสามัญศึกษา พิจารณาได้จากค่าสถิติ Bartlett's test of sphericity และค่าดัชนีไคเซอร์-ไมเยอร์-ออลคิน ซึ่งมีค่าสูงกว่า นอกจากนี้ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ที่มีค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญมีจำนวนคู่และขนาดของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงสุด ($-.080 \leq r \leq .626$) สูงกว่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรของกลุ่มโรงเรียนในสังกัด สปช. ($-.119 \leq r \leq .574$) และกรมสามัญศึกษา ($-.106 \leq r \leq .580$) โดยตัวแปรที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงสุดในเมทริกซ์สหสัมพันธ์ทั้งสามเมทริกซ์คือ ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรการนิเทศครู (SUPERV) และความพึงพอใจในการทำงาน (JOBSAT) ซึ่งสอดคล้องกันทั้งสามเมทริกซ์ และเมื่อพิจารณาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปร โดยภาพรวม พบว่า ข้อมูลชุดของกลุ่มโรงเรียนรวมทั้งสองสังกัด ตัวแปรมีการกระจายสูงกว่าข้อมูลชุดของกลุ่มโรงเรียนในสังกัด สปช. และกรมสามัญศึกษา ความแตกต่างเหล่านี้อาจทำให้ผลการวิเคราะห์หิโมเดลอิสระแบบหิโมเดลคงที่สำหรับกลุ่มประชากรรวมกลุ่มเดียว มีความแตกต่างจากผลการวิเคราะห์หิโมเดลอิสระ แยกกลุ่มประชากร ตามแบบการวิเคราะห์หิโมเดลสมการโครงสร้างกลุ่มพหุ ซึ่งผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างการวิเคราะห์ทั้ง 2 แบบไว้ในตารางที่ 4

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันของตัวแปรเกี่ยวกับประสิทธิภาพการใช้ครูของกลุ่มโรงเรียน
รวมทั้งสองสังกัด (n = 625)

ตัวแปร	PARADM	JOBASS	RELVTE	SUPERV	DEVELO	JOEVAL	TEHOUR	NTHOUR	JOBVAR	JOBQUA	JOBSAT	SAPROG	SPPROG	COPROG	JOBINV	INVOLV
PARADM	1.000															
JOBASS	.072	1.000														
RELVTE	-.055	.407***	1.000													
SUPERV	.081*	.153***	-.340***	1.000												
DEVELO	-.076	.063	.114**	-.068	1.000											
JOEVAL	.097**	.070	-.353***	.558***	-.071	1.000										
TEHOUR	.031	-.213***	-.368***	.170***	-.068	.165***	1.000									
NTHOUR	.022	.093**	.129***	-.046	.061	-.043	-.090*	1.000								
JOBVAR	.090*	-.041	-.268***	.257***	-.062	.173***	.158***	.128***	1.000							
JOBQUA	-.031	.084*	-.223***	.370***	.007	.216***	.062	.014	.330***	1.000						
JOBSAT	.102**	.106**	-.298***	.626***	-.008	.412***	.134***	-.048	.225***	.402***	1.000					
SAPROG	-.024	.072	.082*	.008	-.055	.026	-.080*	.019	-.088*	-.064	-.056	1.000				
SPPROG	.057	.037	.001	-.006	.085*	-.041	.006	.096**	.193***	.144***	.103**	-.118**	1.000			
COPROG	.014	.068	-.222***	.353***	-.002	.299***	.052	-.007	.163***	.243***	.462***	-.033	.020	1.000		
JOBINV	.004	-.018	-.289***	.343***	-.026	.288***	.074	-.098**	.116***	.167***	.378***	-.044	.029	.349***	1.000	
INVOLV	-.008	-.000	-.181***	.335***	-.050	.210***	.030	-.032	.216***	.367***	.392***	.013	.046	.354***	.458***	1.000
\bar{X}	2.692	4.499	0.329	7.621	8.975	7.125	19.339	10.037	4.230	80.738	59.490	6.920	0.116	22.621	2.696	23.227
S.D.	0.521	0.898	0.295	1.420	0.119	1.189	5.774	4.515	1.177	7.848	6.286	3.014	0.041	2.199	0.568	1.290

Bartlett's test of sphericity = 1,934.227 p = 0.000, Kaiser-Mayer-Olkin measure of sampling adequacy = 0.780

* p < .05 ** p < .01 *** p < .001

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันของตัวแปรเกี่ยวกับประสิทธิภาพการใช้ครูของกลุ่มโรงเรียน
สังกัด สปช. (n=281) และกรมสามัญศึกษา (n=344)

Bartlett's test of sphericity = ๑๘๘.๑๒๕ p = ๐.๐๐๐,		Kaiser-Mayer-Olkin measure of sampling adequacy = ๐.๗๖๐														
\bar{X}	2.673	4.864	0.558	7.157	8.983	6.713	17.172	10.725	3.961	78.777	57.628	7.305	0.115	22.189	2.555	22.971
S.D.	0.440	0.714	0.181	1.250	0.087	1.035	6.166	4.023	0.952	6.545	5.960	3.244	0.048	2.049	0.520	1.148
ตัวแปร	PARADM	JOBASS	RELVTE	SUPERV	DEVELO	JOEVAL	TEHOUR	NTHOUR	JOBVAR	JOBQUA	JOBSAT	SAPROG	SPPROG	COPROG	JOBINV	INVOLV
PARADM	1.000	.073	-.033	.047	.038	.062	-.071	-.009	.002	.050	.059	-.080	.052	.083	-.047	-.089
JOBASS	.121*	1.000	.054	.402***	.084	.373***	.100	-.023	.159**	.312***	.364***	.002	.144**	.234***	.161**	.114*
RELVTE	-.062	.037	1.000	-.057	.144**	-.036	.022	-.108*	-.106*	.010	-.054	-.158**	.099	-.143**	-.099	-.007
SUPERV	-.092	.363***	-.074	1.000	-.038	.492***	.045	-.006	.149**	.360***	.580***	.031	-.028	.405***	.373***	.290***
DEVELO	-.132*	.007	.080	-.051	1.000	-.030	.051	.031	.039	.034	.015	-.082	.122*	.014	.037	-.116*
JOEVAL	.109	.228***	-.088	.481***	-.059	1.000	.010	.014	.083	.183***	.355***	.114*	-.061	.293***	.263***	.201***
TEHOUR	.143**	-.241***	-.184***	-.013	-.159**	.001	1.000	-.042	.051	.057	.020	-.074	-.023	-.002	-.041	-.077
NTHOUR	.057	.054	.095	.037	.062	.032	.008	1.000	.330***	.112*	.047	.039	.189***	.125*	.074	.054
JOBVAR	.134*	.033	-.119*	.211***	-.088	.087	.084	.073	1.000	.407***	.148**	-.122*	.216***	.132**	.100	.172***
JOBQUA	-.108	.191***	.065	.255***	.025	.075	-.245***	.028	.196***	1.000	.402***	-.016	.248**	.211***	.172***	.327***
JOBSAT	.129*	.243***	.002	.574***	.019	.301***	-.049	-.032	.165**	.293***	1.000	.005	.126**	.477***	.354***	.344***
SAPROG	.048	.018	.129*	.112	-.062	.055	.096	-.060	.014	-.039	-.032	1.000	-.121*	.008	.044	.059
SPPROG	.068	-.051	-.013	-.017	.074	-.069	.018	-.010	.185***	.001	.042	-.097	1.000	.049	-.048	.067
COPROG	-.057	.153**	.057	.120***	.014	.187***	-.122*	-.054	.102	.182**	.367***	-.018	-.052	1.000	.377***	.342***
JOBINV	.025	.090	-.141**	.174**	-.034	.150**	-.058	-.171**	.011	.038	.277***	-.073	.132*	.240***	1.000	.496***
INVOLV	.037	.114	.055	.272***	.013	.083	-.066	-.035	.169***	.326***	.354***	.031	-.003	.304***	.358***	1.000
\bar{X}	2.715	4.052	0.050	8.190	8.966	7.629	21.992	9.195	4.560	83.138	61.770	6.448	0.118	23.149	2.867	23.542
S.D.	0.605	0.898	0.106	1.409	0.150	1.173	3.859	4.931	1.333	8.618	5.921	2.635	0.031	2.263	0.577	1.384
Bartlett's test of sphericity = 625.332 p = 0.000,		Kaiser-Mayer-Olkin measure of sampling adequacy = 0.664														

* p < .05 ** p < .01 *** p < .001

หมายเหตุ ตัวเลขใต้แนวทแยง คือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรของกลุ่มโรงเรียนในสังกัด สปช.

ตัวเลขทึบเหนือแนวทแยง คือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรของกลุ่มโรงเรียนในสังกัดกรมสามัญศึกษา

ผลการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างกลุ่มพหุ เพื่อทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลประสิทธิภาพการใช้ครูระหว่างกลุ่มโรงเรียนในสังกัด สปช. และกรมสามัญศึกษา ตามสมมุติฐานหลักทั้ง 4 สมมุติฐานซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ 3 พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ทั้ง 3 โมเดลที่มีการกำหนดเงื่อนไขตามสมมุติฐานที่ 1), 2) และ 3) พิจารณาได้จากค่าไค-สแควร์ (chi-square : $\chi^2 = 148.65, 157.75$ และ 165.08 ตามลำดับ) ซึ่งมีค่าความน่าจะเป็นมากกว่า .05 และมีค่าเข้าใกล้ 1 ($p = .54, .60$ และ $.55$ ตามลำดับ) นั่นคือค่าไค-สแควร์แตกต่างจากศูนย์อย่างไม่มีนัยสำคัญ แสดงว่าไม่ปฏิเสธสมมุติฐานหลักที่ว่าโมเดลตามทฤษฎีสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ และดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (GFI) รวมทั้งดัชนีความกลมกลืนที่เพิ่มขึ้น (NFI, IFI) มีค่าเข้าใกล้ 1 หรือเท่ากับ 1

ตารางที่ 3 แสดงผลการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลประสิทธิภาพการใช้ครูระหว่างกลุ่มโรงเรียนสังกัด สปช. และกรมสามัญศึกษา

สมมุติฐาน	χ^2	df	χ^2 / df	p	GFI	NFI	IFI
1) H_{form}	148.65	151	0.984	0.54	0.97	0.91	1.00
2) H_{Λ_x}	159.75	165	0.968	0.60	0.97	0.90	1.00
3) $H_{\Lambda_x\Phi}$	165.08	168	0.983	0.55	0.97	0.90	1.00
4) $H_{\Lambda_x\Phi\theta_6}$	628.84	184	3.418	0.00	0.90	0.62	0.70

ผลการทดสอบสมมุติฐานจากตารางที่ 3 พบว่าไม่ปฏิเสธสมมุติฐาน H_{form} แสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูล จึงเป็นหลักฐานยืนยันว่ารูปแบบของโมเดลยังคงไม่แปรเปลี่ยนทั้งสองสังกัด ผลการทดสอบสมมุติฐานต่อไปคือ H_{Λ_x} พบว่า ไม่ปฏิเสธสมมุติฐาน แสดงว่าโมเดลและข้อมูลสอดคล้องดีมาก ความแตกต่างของค่าไค-สแควร์ระหว่างสมมุติฐาน H_{Λ_x} และ H_{form} มีค่าเท่ากับ 11.1 ($159.75 - 148.65$) ที่องศาอิสระ (df) เท่ากับ 14 ซึ่งไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเพิ่มข้อกำหนดเกี่ยวกับความเท่ากันของ Φ เข้าไป ผลการทดสอบสมมุติฐาน $H_{\Lambda_x\Phi}$ พบว่าไม่ปฏิเสธสมมุติฐาน แสดงว่าโมเดลและข้อมูลสอดคล้องกันดี ความแตกต่างของค่าไค-สแควร์ระหว่างสมมุติฐาน $H_{\Lambda_x\Phi}$ และ H_{Λ_x} มีค่าเท่ากับ 5.33 ($165.08 - 159.75$) ที่ df เท่ากับ 3 ซึ่งไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน และผลการทดสอบสมมุติฐานสุดท้ายคือ $H_{\Lambda_x\Phi\theta_6}$ พบว่า ปฏิเสธสมมุติฐาน แสดงว่าโมเดลไม่สอดคล้องกับข้อมูล ความแตกต่างของค่าไค-สแควร์ระหว่างสมมุติฐาน $H_{\Lambda_x\Phi\theta_6}$ และ $H_{\Lambda_x\Phi}$ มีค่าเท่ากับ 463.76 ($628.84 - 165.08$) ที่ df เท่ากับ 16 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลประสิทธิภาพการใช้ครูระหว่างกลุ่มโรงเรียนสังกัด สปช. และกรมสามัญศึกษามีความถูกต้องที่รูปแบบของโมเดล $\Lambda_x^{(1)} = \Lambda_x^{(2)}$ และ $\Phi^{(1)} = \Phi^{(2)}$ แต่ไม่สามารถ

ยอมรับได้ว่า $\Theta_{\delta}^{(1)} = \Theta_{\delta}^{(2)}$ อย่างไรก็ตาม โมเดลที่มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ดีที่สุด ได้แก่ โมเดลที่มีเงื่อนไขกำหนดตามสมมติฐาน H_{Λ_x} พิจารณาได้จากอัตราส่วนของ ค่าไค-สแควร์ ต่อองศาอิสระ ($\chi^2/\text{df ratio}$) มีค่าน้อยที่สุดและมีค่าความน่าจะเป็นเข้าใกล้ 1 มากที่สุด ดังนั้นการพัฒนาตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพการใช้ครู ในการวิจัยครั้งนี้ จึงใช้ผลการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างกลุ่มพหุตามสมมติฐาน H_{Λ_x} ($\Lambda_x^{(1)} = \Lambda_x^{(2)}$) โดยมีรายละเอียดผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับผลการวิเคราะห์แบบโมเดลคงที่สำหรับกลุ่มประชากรรวมกลุ่มเดียว ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์โมเดลประสิทธิภาพการใช้ครู จำแนกตามวิธีการวิเคราะห์

ตัวแปร	การวิเคราะห์แบบโมเดลคงที่กลุ่มประชากรรวม		การวิเคราะห์แบบโมเดลสมการโครงสร้างกลุ่มพหุ		
	b(SE)	FS	b(SE)	FS	
				สังกัด สปข.	สังกัดกรมสามัญศึกษา
องค์ประกอบกระบวนการใช้ครู					
PARADM	.05**(.02)	.03	.05*(.02)	.19	.07
JOBASS	.12**(.03)	.26	.35**(.03)	.15	.22
RELVTE	-.13**(.01)	-1.59	-.01(.01)	-.01	-.10
SUPERV	1.00	.55	1.00	.55	.42
DEVELO	-.01(.00)	.06	.00(.00)	.06	-.09
JOEVAL	.58**(.05)	.08	.59**(.05)	.17	.19
องค์ประกอบผลผลิตที่เกิดกับตัวครู					
TEHOUR	.22**(.05)	-.01	-.05(.05)	.02	-.02
NTHOUR	-.06(.04)	.00	.03(.05)	.02	-.02
JOBVAR	.07**(.01)	.19	.05**(.01)	.05	.00
JOBQUA	.79**(.08)	.10	.76**(.09)	.07	.15
JOBSAT	1.00	.31	1.00	.28	.26
SAPROG	-.06*(.03)	-.09	.00(.03)	-.04	-.02
SPPROG	.00(.00)	-.09	.00(.00)	-.03	-.10
COPROG	.21**(.02)	.14	.28**(.03)	.46	.54
JOBINV	.05**(.01)	1.38	.06**(.01)	1.11	1.07
INVOLV	.09**(.01)	-.52	.13**(.01)	.27	.28
chi-square	82.45, df = 70, p = 0.15		159.75, df = 165, p = 0.60		
GFI	0.98		0.97		

หมายเหตุ : * p < .05 ** p < .01

b (SE) คือ ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน)

FS คือ สัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบ

ในตารางที่ 4 เป็นการเสนอผลการวิเคราะห์โมเดลประสิทธิภาพการใช้ครู ซึ่งประกอบด้วย ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน และสัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบ ที่ได้จากการวิเคราะห์โมเดลลิสเรลแบบโมเดลคงที่สำหรับกลุ่มประชากรรวมกลุ่มเดียว และการวิเคราะห์แบบโมเดลสมการโครงสร้างกลุ่มพหุ สำหรับผลการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างกลุ่มพหุ นั้น ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ และความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ของกลุ่มโรงเรียนทั้งสองสังกัด มีค่าเท่ากันตามผลการวิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมติฐาน $H_{\Lambda} : \Lambda_x^{(1)} = \Lambda_x^{(2)}$ ที่กล่าวแล้ว ประเด็นที่น่าสังเกตคือ ผลการทดสอบสมมติฐาน H_{Λ} พบว่า โมเดลประสิทธิภาพการใช้ครูไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มโรงเรียนทั้ง 2 สังกัด จึงเป็นหลักฐานยืนยันว่ารูปแบบโมเดลและค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรในโมเดลดังกล่าวไม่แปรเปลี่ยน อย่างไรก็ตาม ค่าสัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบที่จะนำไปใช้ในการสร้างตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพการใช้ครู มีค่าแตกต่างกันระหว่างกลุ่มโรงเรียนทั้ง 2 สังกัด

เมื่อพิจารณาค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรจากผลการวิเคราะห์โมเดลลิสเรลแบบโมเดลคงที่สำหรับกลุ่มประชากรรวมกลุ่มเดียว ในตารางที่ 4 พบว่า ตัวแปรที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) มีจำนวน 13 ตัวแปร โดยตัวแปรที่มีน้ำหนักความสำคัญมากที่สุดของตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพการใช้ครูด้านกระบวนการใช้ครูคือ การนิเทศครู (SUPERV) รองลงมาคือ การประเมินผลการปฏิบัติงาน (JOEVAL) การมอบหมายงานตรงสาขาวิชาที่เรียน (RELVTE) ลักษณะการมอบหมายงาน (JOBASS) และการบริหารแบบมีส่วนร่วม (PARADM) ส่วนตัวแปรที่มีน้ำหนักความสำคัญมากที่สุดของตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพการใช้ครูด้านผลผลิตที่เกิดกับตัวครูคือ ความพึงพอใจในการทำงาน (JOBSAT) รองลงมาคือ คุณภาพของงาน (JOBQUA) จำนวนชั่วโมงสอน (TEHOUR) ความก้าวหน้าเทียบกับเพื่อนร่วมรุ่น (COPROG) ความปรารถนาที่จะเป็นครูต่อไปในอนาคต (INVOLV) ความหลากหลายของงาน (JOBVAR) อัตราการเพิ่มเงินเดือน (SAPROG) และความผูกพันกับอาชีพครู (JOBINV) ผลการวิเคราะห์ดังกล่าวนี้ เมื่อเปรียบเทียบกับผลการวิเคราะห์ของโครงการวิจัยเรื่อง ประสิทธิภาพการใช้ครู : การวิเคราะห์เชิงปริมาณระดับมหภาค (2539) พบว่าจำนวนตัวแปรที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) มีจำนวน 13 ตัวแปรเท่ากันในจำนวนนี้มี 12 ตัวแปรที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมีนัยสำคัญทางสถิติเหมือนกัน ส่วนที่แตกต่างกันคือ ตัวแปรการพัฒนาครู (DEVELO) ที่การวิเคราะห์ครั้งนี้ไม่มีนัยสำคัญ แต่มีนัยสำคัญในงานวิจัยประสิทธิภาพการใช้ครู นอกจากนี้ตัวแปรอัตราการเพิ่มเงินเดือน (SAPROG) ที่การวิเคราะห์ครั้งนี้มีนัยสำคัญ แต่ไม่มีนัยสำคัญในงานวิจัยดังกล่าว ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะว่างานวิจัยประสิทธิภาพการใช้ครู เป็นการวิเคราะห์โดยใช้กลุ่มตัวอย่างโรงเรียนรวมทั้ง 5 สังกัด ($n = 1,290$) และการประมาณค่าพารามิเตอร์ในโมเดลการวัดไม่มีการกำหนดมาตรฐานสำหรับตัวแปรแฝง แต่การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิเคราะห์โดยใช้กลุ่มตัวอย่างโรงเรียนรวมเพียง 2 สังกัด ($n=625$)

และการประมาณค่าพารามิเตอร์ในโมเดลการวัดมีการกำหนดมาตรฐาน สำหรับตัวแปรแฝง

เมื่อพิจารณาค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรจากผลการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้าง กลุ่มพหุ ในตารางที่ 4 ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ที่ผู้วิจัยกำหนดว่าค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรระหว่างกลุ่มโรงเรียนทั้ง 2 สังกัดมีค่าเท่ากัน พบว่า กลุ่มโรงเรียนทั้ง 2 สังกัดมีตัวแปรที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < .05$) จำนวน 10 ตัวแปร โดยตัวแปรที่มีน้ำหนักความสำคัญมากที่สุดของตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพการใช้ครูด้านกระบวนการใช้ครูคือ การนิเทศครู (SUPERV) รองลงมาคือ การประเมินผลการปฏิบัติงาน (JOEVAL) ลักษณะการมอบหมายงาน (JOBASS) และการบริหารแบบมีส่วนร่วม (PARADM) ตัวแปรที่มีน้ำหนักความสำคัญมากที่สุดของตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพการใช้ครูด้านผลผลิตที่เกิดกับตัวครูคือ ความพึงพอใจในการทำงาน (JOBSAT) รองลงมาคือ คุณภาพของงาน (JOBQUA) ความก้าวหน้าเทียบกับเพื่อนร่วมรุ่น (COPROG) ความปรารถนาที่จะเป็นครูต่อไปในอนาคต (INVOLV) ความผูกพันกับอาชีพครู (JOBINV) และความหลากหลายของงาน (JOBVAR) ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรการนิเทศครู และความพึงพอใจในการทำงาน จากผลการวิเคราะห์โมเดลทั้ง 2 แบบ ซึ่งมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 1 นั้น สืบเนื่องมาจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ตัวแปรทั้ง 2 ตัวดังกล่าว เป็นตัวแปรที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมีค่ามากที่สุดของตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพการใช้ครูด้านกระบวนการใช้ครูและด้านผลผลิตที่เกิดกับตัวครู ตามลำดับ ผู้วิจัยจึงกำหนดให้ค่าของตัวแปรทั้ง 2 ตัวนี้มีค่าเท่ากับ 1 เพื่อความสะดวกในการประมาณค่าพารามิเตอร์ของโมเดล และทำให้ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรอื่นๆ ที่ประมาณได้ มีค่าไม่เกิน 1 ซึ่งสะดวกต่อการแปลความหมายผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย

เมื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์โมเดลอิสระแบบโมเดลคงที่สำหรับกลุ่มประชากรรวมกลุ่มเดียว กับการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างกลุ่มพหุ พบว่า ตัวแปรที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) สอดคล้องกันมีจำนวน 10 ตัวแปร ยกเว้นตัวแปรการมอบหมายงานตรงสาขาวิชาที่เรียน (RELVTE) จำนวนชั่วโมงสอน (TEHOUR) และอัตราค่าเพิ่มเงินเดือน (SAPROG) ที่ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรมีนัยสำคัญเฉพาะในการวิเคราะห์โมเดลอิสระแบบโมเดลคงที่สำหรับกลุ่มประชากรรวมกลุ่มเดียว แต่ไม่มีนัยสำคัญในการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างกลุ่มพหุ นอกจากนี้ ขนาดของค่าน้ำหนักองค์ประกอบและอันดับความสำคัญของตัวแปรของตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพการใช้ครู ยังมีความแตกต่างกันระหว่างการวิเคราะห์ทั้ง 2 แบบ กล่าวคือ ประมาณครึ่งหนึ่งของจำนวนตัวแปรทั้งหมดที่ค่าน้ำหนักองค์ประกอบมีค่าแตกต่างกัน และมีจำนวน 11 ตัวแปร ที่มีอันดับความสำคัญของค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปร ไม่สอดคล้องกันระหว่างการวิเคราะห์ทั้ง 2 แบบ สำหรับตัวแปรที่มีอันดับความสำคัญสอดคล้องกันระหว่างการวิเคราะห์ทั้ง 2 แบบคือ การนิเทศครู (SUPERV) และการประเมินผลการปฏิบัติงาน

(JOEVAL) ซึ่งเป็นตัวแปรสำคัญของตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพการใช้ครูด้านกระบวนการใช้ครู และตัวแปรความพึงพอใจในการทำงาน (JOBSAT) คุณภาพของงาน (JOBQUA) และความหลากหลายของงาน (JOBVAR) ซึ่งเป็นตัวแปรสำคัญของตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพการใช้ครูด้านผลผลิตที่เกิดกับตัวครู

จากผลการวิเคราะห์หิโมเดลสมการโครงสร้างกลุ่มพหุตั้งกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยนำมาสร้างตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพการใช้ครูทั้ง 2 มิติคือ มิติด้านกระบวนการใช้ครู (P) และมิติด้านผลผลิตที่เกิดกับตัวครู (O) ได้ดังสมการต่อไปนี้

ตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพการใช้ครูของโรงเรียนในสังกัด สบข.

$$P = 0.19*(PARADM) + 0.15**(JOBASS) - 0.01(RELVTE) + 0.55**(SUPERV) + 0.06(DEVELO) + 0.17**(JOEVAL)$$

$$O = 0.02(TEHOUR) + 0.02(NTHOUR) + 0.05**(JOBVAR) + 0.07**(JOBQUA) + 0.28**(JOBSAT) - 0.04(SAPROG) - .03(SPPROG) + 0.46**(COPROG) + 1.11**(JOBINV) + 0.27*(INVOLV)$$

ตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพการใช้ครูของโรงเรียนในสังกัดกรมสามัญศึกษา

$$P = 0.07*(PARADM) + 0.22**(JOBASS) - 0.10(RELVTE) + 0.42**(SUPERV) - 0.09(DEVELO) + 0.19**(JOEVAL)$$

$$O = -0.02(TEHOUR) - 0.02(NTHOUR) + 0.00(JOBVAR) + 0.15**(JOBQUA) + 0.26**(JOBSAT) - 0.02(SAPROG) - .10(SPPROG) + 0.54**(COPROG) + 1.07**(JOBINV) + 0.28**(INVOLV)$$

เมื่อแทนค่าเฉลี่ยของตัวแปรทุกตัวลงในสมการข้างต้น จะได้ตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพการใช้ครูด้านกระบวนการใช้ครูและด้านผลผลิตที่เกิดกับตัวครูโดยเฉลี่ย ในแต่ละสังกัด ดังนี้

ตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพการใช้ครูโดยเฉลี่ยของโรงเรียนในสังกัด สบข.

$$P = 0.19(2.715) + 0.15(4.052) - 0.01(0.050) + 0.55(8.190) + 0.06(8.966) + 0.17(7.629)$$

$$= 7.463$$

$$O = 0.02(21.992) + 0.02(9.195) + 0.05(4.560) + 0.07(83.138) + 0.28(61.770) - 0.04(6.448) - 0.03(0.118) + 0.46(23.149) + 1.11(2.867) + 0.27(23.542)$$

$$= 43.893$$

ตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพการใช้ครูโดยเฉลี่ยของโรงเรียนในสังกัดกรมสามัญศึกษา

$$P = 0.07(2.673) + 0.22(4.864) - 0.10(0.558) + 0.42(7.157) - 0.09(8.983) + 0.19(6.713)$$

$$= 4.674$$

$$O = -0.02(17.172) - 0.02(10.725) + 0.00(3.961) + 0.15(78.777) + 0.26(57.628) - 0.02(7.305) - 0.10(0.115) + 0.54(22.189) + 1.07(2.555) + 0.28(22.971)$$

$$= 47.232$$

จากผลการคำนวณตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพการใช้ครูโดยเฉลี่ยข้างต้นนี้ จะเห็นได้ว่ากลุ่มโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา มีประสิทธิภาพการใช้ครูด้านกระบวนการใช้ครูโดยเฉลี่ยต่ำกว่า

กลุ่มโรงเรียนสังกัด สปช. แต่มีประสิทธิภาพการใช้ครูด้านผลผลิตที่เกิดกับตัวครูโดยเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มโรงเรียนสังกัด สปช. เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของตัวแปรในตารางที่ 2 พบว่า กลุ่มโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาโดยเฉลี่ยมีค่าตัวแปร ลักษณะการมอบหมายงาน การมอบหมายงานตรงสาขาวิชาที่เรียน การพัฒนาครู จำนวนชั่วโมงทำงานสนับสนุนการสอนและอื่น ๆ และอัตราการเพิ่มเงินเดือนสูงกว่ากลุ่มโรงเรียนสังกัด สปช. แต่มีค่าตัวแปร การบริหารแบบมีส่วนร่วม การนิเทศครู การประเมินผลการปฏิบัติงาน จำนวนชั่วโมงสอน ความหลากหลายของงาน คุณภาพของงาน ความพึงพอใจในการทำงาน อัตราการเลื่อนเงินเดือนสองชั้น ความก้าวหน้าเทียบกับเพื่อนร่วมรุ่น ความผูกพันกับอาชีพครู และความปรารถนาที่จะเป็นครูต่อไปในอนาคต ต่ำกว่ากลุ่มโรงเรียนสังกัด สปช.

กล่าวโดยสรุป ผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่า ตัวแปรที่สำคัญของตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพการใช้ครูด้านกระบวนการใช้ครูคือ การนิเทศครู การประเมินผลการปฏิบัติงาน ลักษณะการมอบหมายงาน และการบริหารแบบมีส่วนร่วม ส่วนตัวแปรที่สำคัญของตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพการใช้ครูด้านผลผลิตที่เกิดกับตัวครูคือ ความพึงพอใจในการทำงาน คุณภาพของงาน ความก้าวหน้าเทียบกับเพื่อนร่วมรุ่น ความปรารถนาที่จะเป็นครูต่อไปในอนาคต ความผูกพันกับอาชีพครู และความหลากหลายของงาน โดยที่กลุ่มโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา มีประสิทธิภาพการใช้ครูด้านกระบวนการใช้ครูโดยเฉลี่ยต่ำกว่ากลุ่มโรงเรียนสังกัด สปช. แต่มีประสิทธิภาพการใช้ครูด้านผลผลิตที่เกิดกับตัวครูโดยเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มโรงเรียนสังกัด สปช. และพบว่า โมเดลประสิทธิภาพการใช้ครูมีความแปรเปลี่ยนเฉพาะค่าพารามิเตอร์ในเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนในการวัดตัวแปรสังเกตได้ ระหว่างกลุ่มโรงเรียนสังกัด สปช. และกรมสามัญศึกษา แต่ไม่มีความแปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปร และค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรภายนอกแฝง

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยที่นำเสนอข้างต้น พบว่า มีประเด็นที่น่าสนใจ 3 ประการ ดังนี้

1. ผลการพัฒนาตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพการใช้ครูโดยใช้การวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างกลุ่มพหุ พบว่าตัวแปรที่สำคัญของตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพการใช้ครู มีความแตกต่างจากผลการวิเคราะห์โมเดลอิสระแบบโมเดลคงที่สำหรับกลุ่มประชากรรวมกลุ่มเดียว อยู่ 3 ตัวแปร คือ ตัวแปรการมอบหมายงานตรงสาขาวิชาที่เรียน จำนวนชั่วโมงสอน และอัตราการเพิ่มเงินเดือน เหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากการวิเคราะห์โมเดลอิสระแบบโมเดลคงที่สำหรับกลุ่มประชากรรวมกลุ่มเดียว ตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์มีการกระจายมาก หรือมีความแปรปรวนมาก อันเนื่องมาจากสภาพการบริหารครูระหว่างกลุ่มโรงเรียนต่างสังกัดมีความแตกต่างกันมาก ในทางกลับกันเมื่อวิเคราะห์โมเดลอิสระตามแบบการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างกลุ่มพหุ แยกกลุ่มประชากรตามสังกัด ตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์มีการกระจายน้อยลงหรือมีความแปรปรวนน้อยลง เนื่องจากสภาพการบริหารครู

ระหว่างโรงเรียนภายในสังกัดเดียวกันมีความแตกต่างกันน้อย หรือมีรูปแบบเดียวกันทุกโรงเรียนในแต่ละสังกัด จึงทำให้ตัวแปรทั้ง 3 ตัวดังกล่าว มีนัยสำคัญเมื่อวิเคราะห์โมเดลอิสระแบบโมเดลคงที่สำหรับกลุ่มประชากรรวมกลุ่มเดียว แต่ไม่มีนัยสำคัญเมื่อวิเคราะห์โมเดลอิสระตามแบบการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างกลุ่มพหุ ผลการวิเคราะห์ครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่า การวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างกลุ่มพหุ มีแนวโน้มที่จะทำให้จำนวนตัวแปรที่มีนัยสำคัญ มีจำนวนน้อยกว่าการวิเคราะห์โมเดลอิสระแบบโมเดลคงที่สำหรับกลุ่มประชากรรวมกลุ่มเดียว ซึ่งทำให้ได้โมเดลที่ประหยัด (parsimonious model) เนื่องจากมีจำนวนพารามิเตอร์น้อยลง อันจะนำไปสู่การเป็นโมเดลที่มีอำนาจทางสถิติสูง สะดวกและประหยัดค่าใช้จ่ายในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของตัวแปรการมอบหมายงานตรงสาขาวิชาที่เรียน จำนวนชั่วโมงสอนและอัตราการเพิ่มเงินเดือนของกลุ่มโรงเรียนในแต่ละสังกัด พบว่า กลุ่มโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา โดยเฉลี่ยมีค่าตัวแปรการมอบหมายงานตรงสาขาวิชาที่เรียน และอัตราการเพิ่มเงินเดือนสูงกว่ากลุ่มโรงเรียนสังกัด สปช. ในขณะที่ตัวแปรจำนวนชั่วโมงสอน กลุ่มโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาโดยเฉลี่ยมีค่าต่ำกว่ากลุ่มโรงเรียนสังกัด สปช. แสดงว่ากระบวนการใช้ครูในกลุ่มโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา มีการมอบหมายงานตรงสาขาวิชาที่เรียนมากกว่า มีอัตราการเพิ่มเงินเดือนสูงกว่า และมีจำนวนชั่วโมงสอนน้อยกว่ากลุ่มโรงเรียนสังกัด สปช. ข้อค้นพบนี้ ชี้ให้เห็นว่าการใช้ครูให้มีประสิทธิภาพของกลุ่มโรงเรียนทั้งสองสังกัดมีลักษณะแตกต่างกันในตัวแปรดังกล่าว ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจาก กลุ่มโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษามีการรับสมัครและบรรจุแต่งตั้งครูแยกตามสาขาวิชาเฉพาะ และส่วนใหญ่ครูจบการศึกษาระดับปริญญาตรีขึ้นไป แต่การรับสมัครและบรรจุแต่งตั้งครูของกลุ่มโรงเรียนสังกัด สปช. ในอดีตนั้น มักไม่ได้จำกัดสาขาวิชาเฉพาะ ทำให้ครูกลุ่มโรงเรียนสังกัด สปช. จำนวนมากต้องสอนวิชาที่ตนเองไม่ได้เรียนมาโดยตรง และครูจำนวนมากเริ่มทำงานโดยใช้วุฒิการศึกษาต่ำกว่าปริญญาตรี ทำให้จำนวนเงินเดือนที่เพิ่มขึ้นต่ำกว่าการเพิ่มขึ้นของเงินเดือนของครูในกลุ่มโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา แม้ว่าจะมีอายุราชการเท่ากันก็ตาม นอกจากนี้ยังพบว่า ครูกลุ่มโรงเรียนสังกัด สปช. มีจำนวนชั่วโมงสอนมากกว่าครูสังกัดกรมสามัญศึกษา อาจเป็นเพราะธรรมชาติของงานที่แตกต่างกัน ซึ่งครูสังกัด สปช. มักจะต้องรับผิดชอบและสอนชั้นเรียนที่ตนประจำชั้นตลอดทั้งวัน แต่ครูสังกัดกรมสามัญศึกษาจะนับชั่วโมงสอนตามตารางสอน ซึ่งยังไม่รวมเวลาที่ใช้ในการตรวจงานและเตรียมการสอนอื่น ๆ

2. ตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพการใช้ครู ของกลุ่มโรงเรียนสังกัด สปช. และกรมสามัญศึกษา มีลักษณะแตกต่างกัน กล่าวคือ กลุ่มโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา มีตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพการใช้ครูด้านกระบวนการใช้ครูโดยเฉลี่ยต่ำกว่ากลุ่มโรงเรียนสังกัด สปช. ในขณะที่ มีตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพการใช้ครูด้านผลผลิตที่เกิดกับตัวครูโดยเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มโรงเรียนสังกัด สปช. ทั้งนี้อาจเป็นเพราะครูกลุ่มโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาในแต่ละโรงเรียนมีจำนวนมาก ทำให้การนิเทศ การประเมินผลการปฏิบัติงานของฝ่ายบริหารอาจไม่ทั่วถึง และครูมีส่วนร่วมในการบริหารน้อยกว่า แต่โรงเรียน

สังกัดกรมสามัญศึกษามีความพร้อมในด้านต่าง ๆ มากกว่าโรงเรียนสังกัด สปช. จึงทำให้ครูมีความพึงพอใจในการทำงานได้ผลงานที่มีคุณภาพ มีความผูกพันกับอาชีพ มีความปรารถนาที่จะเป็นครูต่อไปในอนาคต และ มีความก้าวหน้าในการทำงานมากกว่าครูกลุ่มโรงเรียนสังกัด สปช.

3. ผลการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของพารามิเตอร์ในโมเดลประสิทธิภาพการใช้ครูระหว่างกลุ่มโรงเรียนสังกัด สปช. และกรมสามัญศึกษา พบว่า โมเดลประสิทธิภาพการใช้ครูมีความแปรเปลี่ยนเฉพาะค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนในการวัดตัวแปรสังเกตได้ แต่ไม่มีความแปรเปลี่ยนของค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปร และค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรภายนอกแฝง ระหว่างกลุ่มโรงเรียนสังกัด สปช. และกรมสามัญศึกษา ข้อค้นพบนี้สอดคล้องกับสมมุติฐานวิจัยบางส่วน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเมทริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ของกลุ่มโรงเรียนทั้งสองสังกัดมีรูปแบบความสัมพันธ์คล้ายคลึงกัน ทำให้เมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วม ที่ได้จากข้อมูลเชิงประจักษ์ของกลุ่มโรงเรียนทั้งสองสังกัด กับเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมที่ได้จากการประมาณค่าตามโมเดลอิสระของประสิทธิภาพการใช้ครูที่เป็นสมมุติฐานวิจัยมีค่าใกล้เคียงกัน จึงเป็นผลให้โมเดลที่มีการกำหนดเงื่อนไขให้ค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปร และค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรภายนอกแฝงมีค่าเท่ากันทั้งสองสังกัดยังคงมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ซึ่งแสดงว่าค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มโรงเรียนทั้งสองสังกัด อย่างไรก็ตาม แม้ว่าผลการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างกลุ่มพหุ จะพบว่าค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปร และค่าพารามิเตอร์ของเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรภายนอกแฝงในโมเดลประสิทธิภาพการใช้ครู ไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มโรงเรียนทั้งสองสังกัด แต่มิได้หมายความว่า ค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรระหว่างกลุ่มโรงเรียนทั้งสองสังกัดที่จะนำไปใช้ในการสร้างตัวบ่งชี้จะมีค่าเท่ากันเสมอไป การวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างกลุ่มพหุ ยังให้ค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแปรที่วัดในแต่ละสังกัด ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการนำไปใช้สร้างตัวบ่งชี้ที่มีความเหมาะสมกับบริบทของกลุ่มโรงเรียนแต่ละสังกัด นอกจากนี้ ยังให้สารสนเทศที่มีลักษณะเฉพาะเจาะจงสำหรับกลุ่มโรงเรียนแต่ละสังกัด ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการนำผลวิจัยไปใช้ในทางปฏิบัติได้อย่างเหมาะสมยิ่งขึ้น

จากผลการวิจัยครั้งนี้ จึงพอที่จะสรุปได้ว่า การวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างกลุ่มพหุ เป็นเทคนิคการวิเคราะห์โมเดลอิสระที่ให้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีความถูกต้อง และสอดคล้องกับลักษณะเฉพาะของกลุ่มประชากรแต่ละกลุ่ม ดีกว่าการวิเคราะห์โมเดลอิสระแบบโมเดลคงที่สำหรับกลุ่มประชากรรวมกลุ่มเดียว โดยสามารถสรุปข้อดีของการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างกลุ่มพหุ ที่สำคัญได้ 2 ประการคือ ประการแรก ทำให้ได้โมเดลที่มีความประหยัด อันจะนำไปสู่การเป็น

โมเดลที่มีอำนาจทางสถิติสูง สะดวกและประหยัดค่าใช้จ่ายในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประการที่สอง ทำให้ได้ค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแปรที่วัดในแต่ละกลุ่มประชากรแยกกัน อันจะเป็นประโยชน์ในการนำไปใช้สร้างตัวบ่งชี้ที่มีความเหมาะสมกับบริบทของกลุ่มประชากรแต่ละกลุ่ม และทำให้ได้สารสนเทศที่มีลักษณะเฉพาะสำหรับกลุ่มประชากรแต่ละกลุ่ม อันจะเป็นประโยชน์ในการนำผลวิจัยไปใช้ในทางปฏิบัติได้อย่างเหมาะสมกับลักษณะของกลุ่มประชากรแต่ละกลุ่มอีกด้วย

ข้อเสนอแนะเพื่อใช้ปฏิบัติ

1. จากข้อค้นพบของการวิจัย ชี้ให้เห็นว่าการใช้ครูของกลุ่มโรงเรียนสังกัด สปช. และกรมสามัญศึกษามีลักษณะที่แตกต่างกันในเรื่อง การมอบหมายงานตรงสาขาวิชาที่เรียน อัตราการเพิ่มเงินเดือน และจำนวนชั่วโมงสอน ดังนั้น การกำหนดนโยบาย และแนวทางในการใช้ครูให้มีประสิทธิภาพในแต่ละสังกัด จึงควรกำหนดให้เหมาะสมกับบริบทของกลุ่มโรงเรียนแต่ละสังกัดด้วย โดยกลุ่มโรงเรียนสังกัด สปช. ควรจัดอบรมสัมมนา หรือสนับสนุนให้ครูได้รับการศึกษาเพิ่มเติมให้ตรงกับหน้าที่ความรับผิดชอบของครู อีกทั้งควรหาทางสนับสนุนให้ครูมีความก้าวหน้าในอาชีพ และควรพิจารณาความดีความชอบที่เป็นธรรม เพื่อให้อัตราการเพิ่มเงินเดือนสูงขึ้น ในส่วนของกลุ่มโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ซึ่งมีการใช้ครูอยู่ในลักษณะที่พึงประสงค์ในเรื่องดังกล่าวอยู่แล้ว ควรใช้โอกาสที่มีอยู่ในการปรับปรุงการใช้ครูในเรื่องอื่น ๆ ให้ดีขึ้นด้วย

2. กลุ่มโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ควรปรับปรุงด้านกระบวนการใช้ครู ในขณะที่กลุ่มโรงเรียนสังกัด สปช. ควรปรับปรุงด้านผลผลิตที่เกิดกับตัวครู เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพการใช้ครูดียิ่งขึ้น โดยตัวแปรที่มีความสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ครูด้านกระบวนการใช้ครู คือการนิเทศครู การประเมินผลการปฏิบัติงาน ลักษณะการมอบหมายงาน และการบริหารแบบมีส่วนร่วม ส่วนตัวแปรที่มีความสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ครูด้านผลผลิตที่เกิดกับตัวครู คือความพึงพอใจในการทำงาน คุณภาพของงาน ความก้าวหน้าเทียบกับเพื่อนร่วมรุ่น ความปรารถนาที่จะเป็นครูต่อไปในอนาคต ความผูกพันกับอาชีพครู และความหลากหลายของงาน นั่นคือ ผู้บริหารควรใช้มาตรการในการใช้ครูให้เกิดลักษณะที่พึงประสงค์ในตัวแปรต่าง ๆ ดังกล่าว

ข้อเสนอแนะในการวิจัยต่อไป

1. ในสถานการณ์ที่ประชากรมีความแตกต่างกัน และแยกเป็นกลุ่มตามคุณลักษณะต่าง ๆ เทคนิคการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างกลุ่มพหุ ช่วยให้นักวิจัยสามารถตัดสินใจได้อย่างถูกต้องว่า โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ (causal model) มีความแปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มประชากรหรือไม่ ดังนั้น ในสภาพการณ์ดังกล่าว เมื่อมีการศึกษาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุในกลุ่มประชากรหลายกลุ่ม นักวิจัย ควรตรวจสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดล ก่อนการตัดสินใจว่าจะวิเคราะห์รวม หรือวิเคราะห์แยกตามกลุ่มประชากรย่อย

2. เนื่องจากการตรวจสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลตามหลักการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างกลุ่มพหุ อาศัยอำนาจการทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างของค่าไค-สแควร์ในลักษณะของความสอดคล้องสอดแทรก (nested goodness-of-fit) ย่อมมีผลกระทบของลำดับขั้นในการทดสอบสมมุติฐาน เนื่องจากการทดสอบไค-สแควร์มีความสัมพันธ์กับค่าไค-สแควร์ของการทดสอบสมมุติฐานที่ปรากฏก่อนและที่ตามมาทีหลัง ดังนั้นนักวิจัยจึงควรตระหนักและให้ความสนใจกับลำดับขั้นของสมมุติฐานที่ต้องการทดสอบด้วย ก่อนการตัดสินใจทดสอบสมมุติฐานต่าง ๆ

3. ควรทำการศึกษาวิจัยเพื่อตรวจสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลประสิทธิภาพการใช้ครูระหว่างสังกัดอื่น ๆ ด้วย เพื่อจะได้ข้อค้นพบที่เป็นประโยชน์ในการพัฒนาตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพการใช้ครูให้มีความถูกต้องและเหมาะสมกับบริบทของโรงเรียนในแต่ละสังกัด อันจะเป็นประโยชน์ต่อการกำหนดนโยบาย และมาตรการให้มีการใช้ครูอย่างมีประสิทธิภาพในแต่ละสังกัดต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. 2539. *รายงานการวิจัยประสิทธิภาพการใช้ครู : การวิเคราะห์เชิงปริมาณระดับมหภาค*. กรุงเทพมหานคร : สำนักนายกรัฐมนตรี.
- นงลักษณ์ วิรัชชัย. 2537. *ความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้น (LISREL) : สถิติวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์*. กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อนุชาติ พวงสำลี และ อรทัย อาจอ่า, (บรรณาธิการ). 2539. *การพัฒนาเครื่องชี้วัดคุณภาพชีวิตและสังคมไทย*. กรุงเทพมหานคร : สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.
- Blank, R.K. 1993. Developing a System of Education Indicators : Selecting, Implementation, and Reporting Indicators. *Educational Evaluation and Policy Analysis* 15 (Spring,) : 65-80.
- Bollen, K. A. 1989. *Structural Equations with Latent Variables*. New York : John Wiley & Sons.
- Burstein, L., Oakes, J. and Guiton, G. 1992. Education Indicators. *Encyclopedia of Educational Research* 2 : 409-418.
- Jaccard, J. and Wan, C.K. 1996. *Lisrel Approaches to Interaction Effects in Multiple Regression*. Thousand Oaks : Sage Publication, Inc.
- Johnstone, J.N. 1981. *Indicators of Education Systems*. London : Unesco.
- Joreskog, K. G. and Sorbom, D. 1989. *LISREL 7 : User's Reference Guide*. Chicago : Scientific Software International, Inc.

- _____. 1993. **LISREL 8 : User's Reference Guide**. Chicago : Scientefic Software International, Inc.
- Long, J. S. 1983. **Confirmation Factor Analysis**. Beverly Hills : Sage Publication, Inc.
- _____. 1983. **Covariance Structure Models : An Introduction to LISREL**. Beverly Hills : Sage Publications, Inc.
- McArdle, J. J. and Anderson, E. 1990. Latent Variable Growth Models for Research on Aging. In J.E. Birren and K.W. Schaie (eds), **Handbook of the Psychology of Aging** 3rd ed. pp. 21-44. New York : Academic Press, Inc.
- Rovine, M.J. and Eye, A.V. 1991. **Applied Computational Statistics in Longitudinal Research**. London : Academic Press, Inc.
- Saris, W. E. and Stronkhorst L. H. 1984. **Causal Modeling in Nonexperimental Research : An Introduction to the LISREL Approach**. Amsterdam : Socio-metric Research Foundations.
- Sullivan, J.L. and Feldman, S. 1989. **Multiple Indicators : An Introduction**. Beverly Hills : Sage Publication, Inc.
- Tisak, J. and Meredith, W. 1990. Longitudinal Factor Analysis. In A.V. Eye (ed), **Statistical Method in Longitudinal Research Volume II**. New York : Academic Press, Inc.
- Webster, W.J., Mendro, R.L. and Almaguer, T.O. 1994. Effectiveness Indices : Value Added Approach to Measuring School Effect. **Studies in Educational Evaluation** 20 : 113-145.

Assumptions in MANOVA and Discriminant Analysis : A Review

Teradech Chai-Aroon

ABSTRACT

Many researchers have used MANOVA (Multivariate Analysis of Variance) and DA (Discriminant Analysis) to test their hypotheses for long time. Infact, most of inferential statistics have some assumptions, the requirement of such statistics. When the data conformed these assumptions, high power and low type I error rate were found. The purpose of this paper are 1) to describe assumptions of MANOVA and DA 2) to show the way that could be used to test these assumptions and 3) to solve the problem of violation of these assumptions.

The first assumption is independent assumption (independence of observed scores). It is very important because type I error rate will increase if observed scores are dependent. Researchers can test this assumption by computing intraclass correlation. Data transformation or using group mean as unit of analysis are possible ways to solve this problem.

The second assumption is normality assumption (multivariate normal distribution). Nonnormality will affect both Type I error and statistical power. Researchers can test this assumption by plotting square mahalanobis distance (d^2) coordinate with chi-square. When data are nonnormal, one can transform data and test normality again.

Finally and maybe most popular assumption is homogeneity assumption (population covariance matrixes are equal). Heterogeneous covariance matrix will affect both type I error and statistical power. Box'm statistic is the popular way to test this assumption. Researchers have two choices to make decision when data have heterogeneous covariance matrixes, transform data or use other statistics to test the difference about mean vectors. However, new estimation procedure is quite complex.

ข้อตกลงในการทดสอบ MANOVA และ Discriminant Analysis : สำคัญ การทดสอบ และแนวทางการแก้ไข

ธีรเดช ฉายอรุณ

บทคัดย่อ

การทดสอบด้วยสถิติ MANOVA และ Discriminant Analysis (DA) เป็นที่รู้จักและถูกนำมาใช้เพื่อทดสอบสมมุติฐานของนักวิจัยเป็นเวลานาน อย่างไรก็ตาม นักวิจัยไม่ควรลืมว่า สถิติอนุมานทั้งหลายต่างมีเงื่อนไขในตัวเอง ที่เรียกว่า ข้อตกลง (Assumptions) ซึ่งจะบ่งบอกถึงลักษณะข้อมูลที่จะทำการวิเคราะห์ หากข้อมูลเป็นไปตามข้อตกลง ก็จะส่งผลให้อำนาจการทดสอบสูงและความคลาดเคลื่อนชนิดที่ 1 ต่ำ และหากข้อมูลไม่เป็นไปตามนั้น จะส่งผลในทางตรงข้าม เพื่อให้ผู้วิจัยตระหนักถึงความสำคัญของข้อตกลงดังกล่าว บทความนี้จึงได้เสนอสาระสำคัญ การทดสอบและการแก้ไขข้อมูล สำหรับการวิเคราะห์ MANOVA และ DA ดังนี้

1. ความเป็นอิสระกันของค่าสังเกตแต่ละค่า ข้อตกลงนี้มีความสำคัญมากในการทดสอบ MANOVA เนื่องจากหากข้อมูลไม่เป็นอิสระต่อกันและจะส่งผลอย่างมากต่อความคลาดเคลื่อนชนิดที่ 1 ผู้วิจัยสามารถทดสอบได้โดยการคำนวณค่า Intraclass Correlation และหากข้อมูลไม่เป็นอิสระแล้วผู้วิจัยอาจแก้ไขโดยการลดระดับนัยสำคัญลงให้ต่ำกว่าที่ตั้งไว้หรืออาจใช้ค่าเฉลี่ยของกลุ่มมาใช้เป็นหน่วยในการวิเคราะห์

2. การแจกแจงที่เป็น Multivariate Normal Distribution ซึ่งเป็นข้อตกลงของสถิติหลายตัวแปรแทบทุกการวิเคราะห์ หากข้อมูลมีการแจกแจงที่แตกต่างออกไปแล้วจะส่งผลหลายประการทั้งในเรื่องอำนาจการทดสอบ ความคลาดเคลื่อนชนิดที่ 1 การจัดสมาชิกเข้ากลุ่มใน DA เป็นต้น การทดสอบอาจทำได้หลายทางไม่ว่าจะเป็นการคำนวณเองหรือใช้โปรแกรมสำเร็จรูป สำหรับแนวทางแก้ไขผู้วิจัยอาจใช้การแปลงข้อมูล แล้วทำการทดสอบซ้ำ

3. ความเท่ากันของเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมประชากรแต่ละกลุ่ม การละเมิดข้อตกลงดังกล่าว ส่งผลต่อความคลาดเคลื่อนชนิดที่ 1 และอำนาจการทดสอบ ผู้วิจัยค่อนข้างจะคุ้นเคยกับการทดสอบข้อตกลงนี้เนื่องจากมีบรรจุในโปรแกรมสำเร็จรูปทั่วไปสถิติที่ใช้ทดสอบคือ Box'M การแก้ไขทำได้สองทางคือ การแปลงข้อมูล และการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีใหม่ แต่วิธีหลังนี้ยังต้องคำนวณเอง และการคำนวณก็มีความซับซ้อนอยู่มาก

บทนำ

นักวิจัยเชิงปริมาณอาศัยสถิติอ้างอิงในการทดสอบสมมติฐานการวิจัยของตน ซึ่งในปัจจุบันความเจริญก้าวหน้าด้านเทคโนโลยี ทำให้การวิเคราะห์ข้อมูลระดับตัวแปรเดียว (univariate) ถูกแทนที่ด้วยการวิเคราะห์ระดับหลายตัวแปร (multivariate) โปรแกรมสำเร็จรูปจำนวนมาก อาทิ SPSS SAS STATISTICA LISREL ฯลฯ ได้ถูกพัฒนาให้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลที่สลับซับซ้อนได้ในเวลาเพียงไม่กี่นาที ช่วยให้ผู้วิจัยได้พัฒนาองค์ความรู้ในศาสตร์ต่างๆ เช่น การศึกษา จิตวิทยา พฤติกรรมศาสตร์ และอื่นๆ ได้เป็นอย่างมาก ในจำนวนสถิติขั้นสูงเหล่านี้ การวิเคราะห์ความแปรปรวนหลายตัวแปร (multivariate analysis of variance : MANOVA) และการวิเคราะห์จำแนก (discriminant analysis : DA) เป็นสถิติวิเคราะห์ขั้นสูงที่พบมากในงานวิจัยตลอดมา เนื่องจากสถิติ MANOVA ใช้ทดสอบความแตกต่างของเวกเตอร์ค่าเฉลี่ยตัวแปรตามจำแนกตามตัวแปรอิสระ ซึ่งเป็นการขยายการวิเคราะห์จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ในขณะที่สถิติ DA นอกจากจะใช้ทดสอบลักษณะเดียวกันกับ MANOVA (Huberty, 1992 เรียก MANOVA ว่า Descriptive discriminant analysis) แล้ว ยังสามารถพยากรณ์โดยการจำแนกกลุ่มตัวอย่างเข้าสู่กลุ่มใหม่ โดยอาศัยอิทธิพลจากตัวแปรอิสระ (กรณีนี้เรียกว่า predictive discriminant analysis) การวิเคราะห์ทั้งสองรูปแบบนี้ช่วยตอบคำถามให้แก่ นักวิจัยได้เป็นอย่างดี

อย่างไรก็ตาม ไม่มีสถิติใดที่สามารถใช้ได้ในทุกสถานการณ์ การใช้สถิติอ้างอิงนั้นต้องอยู่ภายใต้ข้อตกลง (assumption) ซึ่งจะกำหนดลักษณะข้อมูลที่จะทำการวิเคราะห์ การตีความผลการวิเคราะห์นั้นอยู่บนพื้นฐานว่า ข้อมูลเป็นไปตามข้อตกลงทุกประการ (Fan, 1996 : 668) ซึ่งหากเป็นเช่นนั้นย่อมจะเกิดประโยชน์สองประการ คือ จะทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนชนิดที่ 1 (Type I Error Rate : Nominal α) มีค่าเท่ากับหรือใกล้เคียงกับค่านัยสำคัญที่เป็นจริง (Actual α) นอกจากนี้ ยังจะทำให้มีอำนาจการทดสอบ (power of test statistics) สูง ซึ่งเป็นที่คาดหวังของนักวิจัยทุกคน (Sharma, 1996 : 375)

ปัญหาอยู่ที่ว่า มีนักวิจัยจำนวนไม่น้อยที่ไม่ให้ความสำคัญกับการทดสอบข้อตกลง ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะข้อตกลงบางข้อไม่สามารถวิเคราะห์ได้ด้วยโปรแกรมที่นักวิจัยเหล่านั้นคุ้นเคย หรือ อาจเป็นเพราะไม่ทราบว่า จะแก้ปัญหาอย่างไรเมื่อข้อมูลไม่เป็นไปตามข้อตกลง ทำให้สรุปผลไปตามผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมเท่านั้น ผลก็คืออาจทำให้ข้อสรุปมีความคลาดเคลื่อน หรือมีความถูกต้องแม่นยำน้อยกว่าที่ควรจะเป็น ฉะนั้นบทความนี้จึงได้เสนอสาระสำคัญของข้อตกลงใน MANOVA และ DA การตรวจสอบข้อตกลงทุกข้อและแนวทางแก้ไขหากข้อมูลไม่เป็นไปตามข้อตกลง ทั้งที่นิยมใช้ในปัจจุบันและแนวทางที่เป็นแนวโน้มในอนาคต เพื่อเป็นแนวทางสำหรับนักวิจัยต่อไป

ข้อตกลงใน MANOVA และ DA (Assumptions of MANOVA/DA)

การวิเคราะห์ความแปรปรวนหลายตัวแปร และการวิเคราะห์จำแนก มีข้อตกลงที่สำคัญเกี่ยวกับลักษณะข้อมูลที่จะวิเคราะห์ 3 ประการด้วยกัน คือ

1. ค่าสังเกตซึ่งหมายถึงตัวแปรค่าของตัวแปรต่อเนื่อง แต่ละค่ามีความเป็นอิสระต่อกัน
2. ค่าสังเกตได้จากกลุ่มตัวอย่าง ต้องมีการแจกแจงแบบปกติหลายตัวแปร (multivariate normal distribution)
3. เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของประชากร (population covariance matrix) ในแต่ละกลุ่มเท่ากัน

ข้อตกลงว่าด้วยการเป็นอิสระของค่าสังเกต (Independent Assumption)

ค่าสังเกต 2 ค่าใดๆ จะเป็นอิสระต่อกันได้ก็ต่อเมื่อ ผลของค่าสังเกตค่าแรกไม่ได้รับอิทธิพลจากค่าสังเกตค่าอื่น (Sharma, 1996 : 387) การเป็นอิสระอาจเกิดขึ้นได้เมื่อกลุ่มตัวอย่างแต่ละคนไม่มีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน เช่น ในการวิจัยที่เป็นภาคตัดขวาง (cross section) ที่ศึกษาในพื้นที่ขนาดใหญ่ กลุ่มตัวอย่างจะมาจากที่ต่างๆ ซึ่งแทบไม่มีโอกาสปฏิสัมพันธ์กันเลย ดังนั้นเราจึงพบว่าในการวิจัยแบบนี้ไม่ค่อยให้ความสำคัญกับความเป็นอิสระหรือไม่เป็นอิสระของค่าสังเกต นอกจากนี้ในการวิเคราะห์จำแนก(DA)ก็ไม่เน้นว่าการเป็นอิสระของข้อมูลเป็นข้อตกลงของการทดสอบ (Sharma, 1996 : 263-264) แต่สำหรับใน MANOVA แล้วยังนับว่าเรื่องนี้เป็นข้อตกลงที่มีความสำคัญมาก และถือว่าเป็นประเด็นแรกที่ต้องทำการตรวจสอบ **หากข้อมูลไม่เป็นอิสระกันเพียงเล็กน้อย ก็จะส่งผลให้ค่านัยสำคัญที่เป็นจริง (actual α) สูงกว่านัยสำคัญที่ผู้วิจัยตั้งขึ้น (nominal α) อย่างมากถึง 10 เท่าทีเดียว** (Stevens, 1992 : 239) ผลก็คือทำให้ค่าสถิติที่ได้ยากต่อการปฏิเสธ null hypothesis (conservative) นอกจากนี้ยังมีผลให้อำนาจการทดสอบต่ำด้วย

ปัญหาเรื่องความเป็นอิสระของค่าสังเกต จะพบได้อย่างชัดเจนในการวิจัยเชิงทดลอง ดังที่ Glass และ Hopkins (1984) ได้สรุปว่าเมื่อใดก็ตามที่เราสามารถให้การฝึกอบรม หรือการสอนเป็นรายบุคคลได้ ค่าสังเกตแต่ละค่าก็จะเป็นอิสระ แต่ถ้าเมื่อใดที่การสอนหรือการฝึกอบรมนั้นต้องอาศัยปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกในกลุ่ม เช่น การอภิปรายกลุ่ม การให้คำปรึกษากลุ่ม ค่าสังเกตค่าหนึ่งมักจะได้รับอิทธิพลจากค่าสังเกตค่าอื่น ดังนั้นการวิจัยเชิงทดลองจึงมักมีการตรวจสอบความเป็นอิสระของค่าสังเกต ซึ่ง Stevens (1992 : 239) ได้เสนอให้คำนวณสหสัมพันธ์ภายในกลุ่ม (intraclass correlation) ด้วยสูตรต่อไปนี้

$$R = (MS_b - MS_w / MS_b + (n-1)MS_w) \text{ _____ (1)}$$

ค่า MS_b คือ Mean Square Between Group, MS_w คือ Mean Square within Group, n คือจำนวนสมาชิกในกลุ่ม การตีความค่า R นี้ก็เช่นเดียวกับค่าสหสัมพันธ์ทั่วไป และเมื่อได้ค่า R แล้วจึงนำไปเทียบกับตารางของ Scariano และ Davenport (1987) เพื่อจะได้ทราบว่าค่านัยสำคัญที่เป็นจริงเป็นเท่าใด

สำหรับแนวทางในการแก้ไขเมื่อเกิดปัญหาค่าสังเกตไม่เป็นอิสระต่อกัน Stevens (1992:243) ได้เสนอแนวทางไว้ 2 วิธีให้ผู้วิจัยเลือกใช้ตามความเหมาะสม ดังนี้

1. ลดระดับนัยสำคัญที่ผู้วิจัยตั้งขึ้น (nominal α) ลง เช่น กรณีทำการทดลอง 3 กลุ่ม แต่ละกลุ่มมีสมาชิก 30 คน และพบว่ามิสหสัมพันธ์ภายในกลุ่มเท่ากับ .10 ค่านัยสำคัญที่เป็นจริงจะเป็น .4917 แม้ว่าผู้วิจัยจะตั้งนัยสำคัญไว้ที่ .05 แต่ถ้าลดระดับนัยสำคัญที่ตั้งไว้เป็น .01 ค่านัยสำคัญที่เป็นจริงจะลดเหลือ .10

2. ในกรณีที่มีจำนวนกลุ่มมาก ๆ และสมาชิกในแต่ละกลุ่มมีจำนวนน้อย ให้ใช้ค่าเฉลี่ยของกลุ่มเป็นหน่วยในการวิเคราะห์ (unit of analysis) วิธีการดังกล่าวอาจทำให้ขนาดของกลุ่มตัวอย่างลดลง และไม่อาจศึกษาปฏิสัมพันธ์ (interaction effect) ได้เนื่องจากมีสมาชิกเพียงหนึ่งเดียวในแต่ละกลุ่ม (one subject per cell) แต่ก็ได้มีการทดสอบแล้วว่า อำนาจการทดสอบไม่ได้ลดลงแต่อย่างใด

ข้อตกลงเกี่ยวกับการแจกแจงแบบปกติหลายตัวแปร (Multivariate Normal Distribution)

เป็นที่ทราบกันดีว่า การทดสอบสถิติที่ใช้พารามิเตอร์ในระดับหลายตัวแปรทั้งหมด มีข้อตกลงเกี่ยวกับการแจกแจงของตัวแปรว่า จะต้องเป็นแบบปกติหลายตัวแปร (multivariate normal distribution) ปัญหาอยู่ที่ว่าการแจกแจงแบบนี้มีความสลับซับซ้อนไปตามจำนวนตัวแปร กล่าวคือ การแจกแจงแบบหลายตัวแปรนี้จะนำตัวแปรต่าง ๆ ที่จะวิเคราะห์มาแจกแจงดังกล่าวในระดับทฤษฎี จึงต้องอาศัยแนวคิดเกี่ยวกับการแจกแจงแบบปกติสำหรับตัวแปรเดียวก่อน (univariate normal distribution) ในระดับตัวแปรเดียวแล้ว การแจกแจงของข้อมูลจะเป็นแบบปกติได้ก็ต่อเมื่อมีค่าเฉลี่ยเป็น μ และมีความแปรปรวนเป็น σ^2 และมี probability density function เป็น

$$f(x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \exp[-(x-\mu)^2/2\sigma^2] \quad (2)$$

ซึ่งมีลักษณะการแจกแจงเป็นรูประฆังคว่ำและสมมาตร ส่วนการแจกแจงแบบปกติหลายตัวแปร (multivariate normal distribution) นั้นก็พัฒนาต่อจากสมการที่ 2 โดยมี probability density function เป็นดังนี้

$$f(x) = \frac{1}{(2\pi)^{p/2} |\Sigma|^{1/2}} \frac{\exp-(x-\mu)' \Sigma^{-1} (x-\mu)}{2} \quad (3)$$

เมื่อ x เป็นเวกเตอร์ของค่าสังเกต, μ เป็นเวกเตอร์ของค่าเฉลี่ยของตัวแปรจำนวน p ตัว, Σ เป็นเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของประชากร (population covariance matrix) และ Σ^{-1} เป็น inverse matrix ของ Σ หนึ่งการแจกแจงนี้จะมีหลายมิติ ซึ่งขึ้นอยู่กับจำนวนตัวแปร หรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่ง จำนวนมิติจะเท่ากับจำนวนตัวแปร ดังนั้นความซับซ้อนของการแจกแจงจึงขึ้นอยู่กับจำนวนตัวแปรที่นำมาแจกแจงร่วมกัน (joint distribution)

ดังที่ได้กล่าวแล้วว่า สถิติที่ใช้พารามิเตอร์ทุกตัวต้องอาศัยข้อตกลงนี้ สำหรับ MANOVA และ DA แล้ว การละเมิดข้อตกลงนี้มีผลกระทบที่สำคัญ 4 ประการต่อไปนี้

1. สำหรับการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม การที่ข้อมูลมีการกระจายไม่เป็นแบบปกติหลายตัวแปรแล้ว ย่อมจะส่งผลให้การจัดสมาชิกเข้ากลุ่มใหม่หรือการพยากรณ์มีความคลาดเคลื่อนหรือผิดพลาดไป (Sharma, 1996: 263)

2. กรณีการแจกแจงมีลักษณะเบ้ (skewness) ผลการวิจัยยืนยันว่า ไม่มีผลกระทบใดๆ ต่อการทดสอบ MANOVA หรือ DA (Sharma, 1996: 375) กล่าวคือ ค่าสถิติที่ใช้ทดสอบจะมีความคงทน (robust) คือทำให้ค่านัยสำคัญที่กำหนดขึ้น (nominal α) ใกล้เคียงกับนัยสำคัญที่เป็นจริง (actual α)

3. กรณีการแจกแจงมีลักษณะโด่งกว่าปกติ (leptokurtic : โด่งมาก และ platykurtic : โด่งน้อย) จะส่งผลให้อำนาจการทดสอบต่ำลง (Sharma, 1996 : 375) อย่างไรก็ตาม Olsen(1974) ได้ทดสอบและยืนยันว่าในการวิเคราะห์ MANOVA การแจกแจงที่มีลักษณะโด่งมาก (platykurtic distribution) จะทำให้อำนาจการทดสอบลดลงอย่างชัดเจน

4. การแจกแจงที่ไม่เป็นแบบปกติหลายตัวแปร จะมีผลต่อการทดสอบความเท่ากันของเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของประชากร เนื่องจากสถิติที่ใช้ทดสอบ คือ Box's M นั้นมีความอ่อนไหวง่ายภายใต้เงื่อนไขนี้ (Stevens, 1992 : 260)

จากปัญหาที่กล่าวมาทั้งหมดสำหรับการแจกแจงแบบปกติหลายตัวแปร จึงทำให้นักวิเคราะห์ต้องทำการทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นนี้ จากการติดตามศึกษาเรื่องนี้มาระยะหนึ่ง พบว่าแนวทางการทดสอบนั้นมีสองรูปแบบด้วยกันคือ

1. **ทดสอบด้วยกราฟ** ในอดีตที่ผ่านมาเราพบกับปัญหาประการหนึ่งคือ ไม่มีโปรแกรมสำเร็จรูปใดๆ ที่สามารถทดสอบข้อตกลงนี้ได้ ทางแก้ประการหนึ่งที่นิยมทำกันก็คือทดสอบการ

แจกแจงปกติแบบตัวแปรเดียวที่ละตัวแปรโดยการทำ normal probability plot ซึ่งสามารถทำได้ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป เช่น SPSS แต่นักวิชาการหลายท่าน อาทิ Huberty (1994:63), Stevens(1992:245), Sharma(1996:375) มีความเห็นว่าการทดสอบดังกล่าวเป็นสิ่งที่จะต้องกระทำเป็นอันดับแรก แต่ก็ไม่ได้หมายความว่าเมื่อตัวแปรแต่ละตัวมีการแจกแจงปกติแล้วจะทำให้เมื่อแจกแจงร่วมกัน จะทำให้มีการแจกแจงแบบปกติหลายตัวแปรด้วย ดังนั้นนักวิชาการต่าง ๆ จึงได้พยายามหาทางที่จะทดสอบข้อตกลงนี้ การศึกษาที่น่าจะเป็นจุดเริ่มต้นของการทดสอบดังกล่าวได้แก่แนวคิดของ Johnson และ Wichern(1988) โดยเขาได้เสนอให้คำนวณค่า square mahalonobis distance (d^2) ของกลุ่มตัวอย่างแต่ละคนโดยมีสูตรดังนี้ Johnson และ Wichern (1988 : 151)

$$d^2 = (x-\mu)' \Sigma^{-1}(x-\mu) \quad (4)$$

เมื่อ x คือ เวกเตอร์ค่าสังเกตแต่ละคนที่มีจำนวนแถวเท่ากับจำนวนตัวแปร, μ เป็นเวกเตอร์ของค่าเฉลี่ยและ Σ^{-1} เป็น inverse population covariance matrix โดยปกติหากกลุ่มตัวอย่างมีขนาดมากพอ d^2 จะมีการแจกแจงแบบ Chi-Square(χ^2) โดยมี degrees of freedom เท่ากับจำนวนตัวแปร (p)(Johnson และ Wichern, 1988 : 134) จากนั้นจึงนำค่า d^2 ไป plot คู่กับค่า χ^2 โดยมีขั้นตอนดังนี้ (Sharma 1996 : 381, Stevens, 1992 : 248)

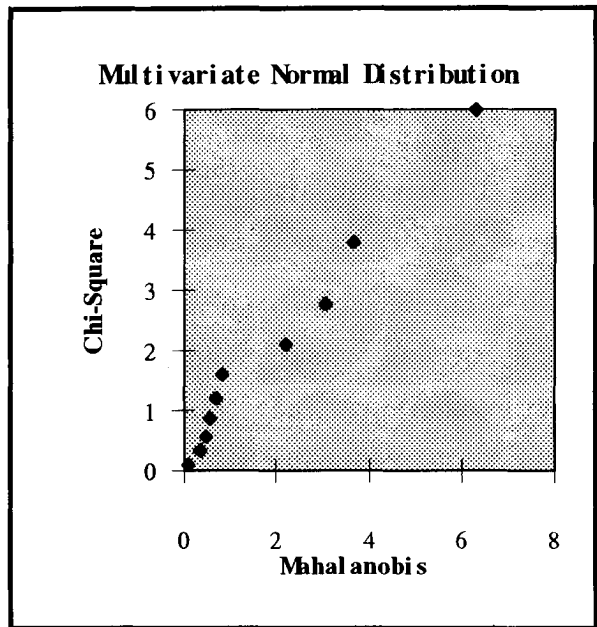
1. เรียงลำดับค่า d^2 จากน้อยไปมาก
2. คำนวณตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ของค่า d^2 แต่ละค่า จากสูตร $(j-.5)/n$
3. หาค่า χ^2 จากตารางที่ degrees of freedom = p , $(j-.5)/n$
4. นำค่า d^2 และค่า χ^2 ไป plot หากกราฟมีลักษณะคล้ายเส้นตรงทแยงก็แสดงว่าการแจกแจงมีลักษณะเป็นแบบปกติหลายตัวแปร

ตัวอย่าง Johnson และ Wichern (1988) ได้นำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับบริษัทธุรกิจ 10 แห่งเกี่ยวกับที่มาของรายได้ ซึ่งประกอบไปด้วยทรัพย์สินเดิม (X_1) และรายได้สุทธิ (X_2) รายละเอียดเป็นดังนี้ (หน่วยเป็นล้านเหรียญ)

บริษัท	X_1	X_2	บริษัท	X_1	X_2
G.M.	26.7	3.3	Std.Oil	14.8	.9
Exxon	38.4	2.4	IBM	19.0	2.7
Ford	19.2	1.7	Gulf	14.2	.8
Mobil	20.6	1.0	G.E	13.7	1.1
Texaco	18.9	.9	Chrysler	7.7	.2

เมื่อนำคะแนนดิบมาแปลงเป็น d^2 และค่า χ^2 / แล้วนำไป plot ได้ผลดังนี้

J	d^2	$\chi^2 (j-.5)/10$
1	.07	.10
2	.34	.33
3	.47	.58
4	.55	.86
5	.69	1.20
6	.81	1.60
7	2.21	2.10
8	3.08	2.77
9	3.67	3.79
10	6.32	5.99



จากกราฟพอจะเห็นแนวโน้มว่ามีลักษณะเป็นเส้นตรง จึงอาจสรุปว่าการแจกแจงนี้เป็นแบบปกติหลายตัวแปรได้ สำหรับในกรณีสองตัวแปรเช่นนี้บางทีอาจเรียกว่า bivariate normal distribution

อย่างไรก็ตาม แนวคิดของ Johnson และ Wichern (1988) ไม่ได้นำมาสู่การปฏิบัตินัก เนื่องจากปัญหาการหาค่า d^2 และค่า χ^2 ของกลุ่มตัวอย่างแต่ละคนค่อนข้างจะมีความยุ่งยากและล่าช้า แม้ว่านักวิชาการท่านอื่นจะพยายามทำให้กระบวนการดังกล่าวง่ายขึ้น และแม้ว่าในปัจจุบันโปรแกรม SAS 6.0 (Fan, 1996) ในโปรแกรมน้อยที่ชื่อว่า IML สามารถทดสอบการแจกแจงปกติหลายตัวแปรตามแนวคิดนี้ได้อย่างสมบูรณ์ โดยปราศจากข้อจำกัดเรื่องจำนวนตัวแปรและจำนวนกลุ่มตัวอย่างอีกต่อไป แต่ปัญหาของการทดสอบด้วยกราฟน่าจะมีสองประการ คือ ประการแรก การตัดสินใจว่าการแจกแจงจะเป็นแบบปกติหลายตัวแปรหรือไม่นั้น เป็นไปตามการวินิจฉัยของผู้วิเคราะห์เองซึ่งขาดความเป็นปรนัย ประการที่สอง สำหรับในประเทศไทยแล้ว โปรแกรม SAS นั้นยังไม่เป็นที่แพร่หลายทั่วไป เพียงแต่นิยมใช้กันในกลุ่มเฉพาะเท่านั้น นักวิจัยไทยส่วนใหญ่คุ้นเคยกับโปรแกรม SPSS ซึ่งโปรแกรมดังกล่าวไม่สามารถทดสอบข้อตกลงนี้ได้

2. ทดสอบด้วยค่าสถิติ ในเรื่องนี้ Mardia (1970) ได้เสนอวิธีการหาค่าความเบ้ และความโด่งแบบหลายตัวแปร (multivariate skewness and kurtosis) หากค่าความเบ้และความโด่งแบบหลายตัวแปรเป็นศูนย์แล้ว ย่อมแสดงว่าการแจกแจงมีแนวโน้มเป็นแบบปกติหลายตัวแปรด้วย นอกจากนี้ Joreskog และ Sorbom (1993) ได้เสนอค่าสถิติ χ^2 ที่ใช้ทดสอบว่าการแจกแจงนั้นแตกต่างจากการแจกแจงปกติหลายตัวแปรหรือไม่ ซึ่งค่าสถิติทั้ง 3 ค่านี้ อยู่ในโปรแกรม LISREL8/PRELIS2 อนึ่งการทดสอบด้วยค่าสถิตินี้ จะทำให้ผลการทดสอบมีความเป็นปรนัยมากขึ้น นอกจากนั้น ในประเทศไทยก็เริ่มมีการใช้โปรแกรม LISREL8/PRELIS2 กันมากขึ้น จึงเห็นว่าการทดสอบด้วยวิธีนี้น่าจะนำมาใช้ได้สะดวกกว่า

ในตอนที่แล้วได้อธิบายให้ทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นเมื่อข้อมูลมีการแจกแจงไม่เป็นแบบปกติหลายตัวแปร และการทดสอบข้อตกลงดังกล่าวแล้ว ปัญหาต่อไปก็คือ เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงไม่เป็นแบบปกติหลายตัวแปรแล้ว (Multivariate Normal Distribution) แล้วจะทำอย่างไร ซึ่งในเรื่องนี้นักวิชาการหลายท่าน อาทิ Johnson และ Wichern (1988) Stevens (1992) Sharma (1992) ได้เสนอให้ทำการแปลงข้อมูล (data transformation) โดยทำตามลำดับขั้น ดังนี้

1. ทดสอบการแจกแจงแบบปกติทีละตัวแปรก่อน เพื่อดูว่าตัวแปรใดที่มีการแจกแจงไม่เป็นปกติ ซึ่งอาจทำได้โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติทั่วไป เช่น SPSS STATISTICA เป็นต้น
2. ทำการแปลงข้อมูลตัวแปรที่เป็นปัญหา ซึ่งอาจใช้ตารางของ Stevens(1992:252) โดยผู้วิจัยต้องสร้าง histogram ของตัวแปรแต่ละตัวก่อน จากนั้นนำรูปแบบการกระจายที่ได้ไปเทียบกับตารางของ Stevens ว่าควรจะแปลงข้อมูลด้วยวิธีใด นอกจากนี้ Kirk (1995 : 104 - 106) ยังได้เสนอวิธีการแปลงข้อมูล 4 วิธีการด้วยกัน คือ

2.1 ใช้ค่ารากที่สองของตัวแปรเดิม (square-root transformation) ในกรณีที่มีการแจกแจงคล้ายกับการแจกแจงปัวซอง (poisson distribution) และค่าเฉลี่ยแต่ละกลุ่มกับค่าความแปรปรวนเป็นสัดส่วนกัน การใช้ค่ารากที่สองจะมีความเหมาะสม การแปลงข้อมูลทำโดยการเพิ่มคำสั่ง COMPUTE ในโปรแกรม SPSS เช่น

COMPUTE NEWY = SQRT(Y) เมื่อ Y คือตัวแปรเดิม, NEWY คือตัวแปรใหม่

COMPUTE NEWY = SQRT(Y+.05) หรือ SQRT(Y)+SQRT(Y+1) สำหรับกรณีกลุ่มตัวอย่างมีขนาดน้อยกว่า 10

2.2 ใช้ค่า Logarithm กรณีค่าเฉลี่ยแต่ละกลุ่มกับค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) เป็นสัดส่วนกัน หรือตัวแปรตามมีค่าความเบ้ (skewness) เป็นบวก การแปลงข้อมูลทำโดยการเพิ่มคำสั่ง COMPUTE ในโปรแกรม SPSS เช่น

COMPUTE NEWY = LN(Y)

COMPUTE NEWY = LN(Y+1) ใช้ในกรณีที่มีค่าบางค่าเป็นศูนย์หรือมีค่าน้อยมาก

2.3 การใช้เศษส่วนกลับ (reciprocal transformation) ในกรณีที่ค่ากำลังสองของค่าเฉลี่ยแต่ละกลุ่มกับค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็นสัดส่วนกัน การแปลงข้อมูลด้วยวิธีนี้จะมีความเหมาะสม ซึ่งทำได้โดยการเพิ่มคำสั่ง COMPUTE ในโปรแกรม SPSS

COMPUTE NEWY = 1/Y

COMPUTE NEWY = 1/(Y+1) ใช้ในกรณีที่มีค่าบางค่าเป็นศูนย์

2.4 ใช้ angular sine (angular or inverse sine transformation) ในกรณีตัวแปรมีการแจกแจงแบบ binomial distribution และค่าเฉลี่ยกับค่าความแปรปรวนเป็นสัดส่วนกัน การแปลงข้อมูลด้วยวิธีนี้จะมีความเหมาะสม ซึ่งทำได้โดยการเพิ่มคำสั่ง COMPUTE ในโปรแกรม SPSS เช่น

COMPUTE NEWY = 2ARSIN(SQRT(Y))

ในทางปฏิบัติแล้ว โดยทั่วไปมักนิยมใช้ค่ารากที่สองของค่าเดิมมาเป็นหลักในการแปลงข้อมูล (Johnson และ Wichern, 1988 : 156, Sharma, 1996 : 383) การแปลงข้อมูลจะทำให้การแจกแจงของข้อมูลนั้นมีลักษณะเข้าสู่แบบปกติมากขึ้น ซึ่งเป็นไปตามเงื่อนไขที่ว่า การแจกแจงของข้อมูลจะเป็นปกติหลายตัวแปรได้นั้น ตัวแปรทุกตัวต้องมีการแจกแจงแบบปกติ (normal distribution) ก่อน

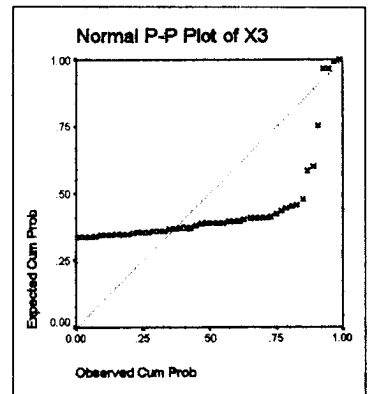
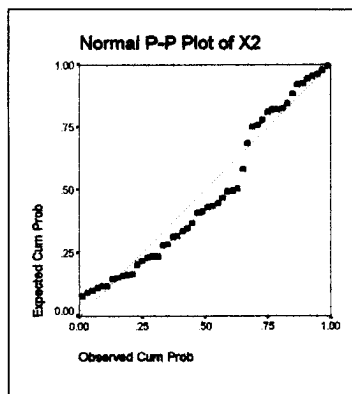
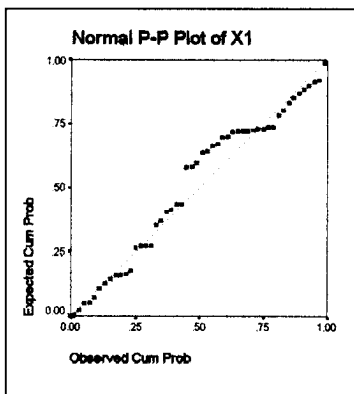
3. เมื่อแปลงข้อมูลเสร็จแล้วทำการทดสอบการแจกแจงปกติหลายตัวแปร อีกครั้งหนึ่ง และหากยังพบว่าการแจกแจงยังไม่เป็นปกติหลายตัวแปรอีก ก็ต้องทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธีการอื่นต่อไป

ตัวอย่าง Sharma (1996:388) ได้เสนอข้อมูลที่มีปัญหาการแจกแจงแบบปกติหลายตัวแปร เพื่อให้ผู้วิจัยได้ทดลองเลือกการแปลงข้อมูลมาใช้ปรับข้อมูล ให้เข้าสู่การแจกแจงแบบปกติหลายตัวแปร ลักษณะข้อมูลประกอบด้วย ตัวแปร 3 ตัว คือ X_1 , X_2 และ X_3 และมีจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 50 คน ผู้เขียนได้เริ่มจากการทดสอบการแจกแจงแบบปกติหลายตัวแปรก่อน โดยคำนวณค่าความเบ้และความโด่งแบบหลายตัวแปรที่เสนอโดย Mardia (1970) ผลการวิเคราะห์เป็นดังนี้

	ค่าสถิติ Z	P-Value
ความเบ้ (multivariate skewness)	12.668	.000*
ความโด่ง (multivariate kurtosis)	5.139	.000*

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง แสดงว่า ค่าความเบ้และความโด่งแบบหลายตัวแปร แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผู้เขียนจึงทำการทดสอบระดับตัวแปรเดียว เพื่อหาว่าตัวแปรใดบ้างที่ส่งผลให้การแจกแจงร่วมกันไม่เป็นแบบปกติหลายตัวแปร โดยทำ normal probability plot ที่ละตัวแปร ผลเป็นดังนี้



จากรูป พบว่าตัวแปรที่น่าจะมีปัญหาเรื่องการกระจายมากที่สุด ได้แก่ X_3 สำหรับ X_1 และ X_2 นั้นแม้จะมีปัญหาบ้าง แต่ก็ไม่มากนัก ผู้เขียนจึงทดลองแปลงข้อมูลสองครั้ง ครั้งแรกใช้ค่ารากที่สองของ X_3 ครั้งที่สองใช้ natural log ของตัวแปร X_3 พบว่าการใช้ natural log จะให้ผลดีกว่า จากนั้นจึงทดสอบการแจกแจงปกติหลายตัวแปรอีกครั้ง ผลเป็นดังนี้

	ค่าสถิติ Z	P-Value
ความเบ้ (multivariate skewness)	2.823	.002*
ความโด่ง (multivariate kurtosis)	-.421	.337*

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง พบว่า ความโด่งแบบหลายตัวแปรเริ่มเข้าสู่ปกติแล้ว เนื่องจากการทดสอบค่า Z พบว่าไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ความเบ้ยังคงแตกต่างจากศูนย์อยู่ อย่างไรก็ตาม ดังที่ได้กล่าวแล้วว่า ความเบ้ของข้อมูลนั้น ไม่มีผลกระทบต่อการใช้ MANOVA และ DA มากนัก ดังนั้นจึงถือว่าการแปลงข้อมูลเพียงเท่านี้มีความเหมาะสมที่จะวิเคราะห์ต่อไปได้

ข้อตกลงว่าด้วยความเท่ากันของเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของประชากรแต่ละกลุ่ม (Homogeneity of Population Covariance Matrix)

ข้อตกลงดังกล่าวนับว่ามีความสำคัญอย่างยิ่ง และนักวิจัยที่ใช้สถิติ MANOVA หรือ DA ส่วนใหญ่จะทำการทดสอบข้อตกลงนี้เสมอ ตามทฤษฎีของเมทริกซ์แล้ว เมทริกซ์ A จะเท่ากับเมทริกซ์ B ได้ด้วยเหตุผลสองประการด้วยกัน ประการแรก ต้องมีขนาดเท่ากัน เช่น A มีขนาด 3x3 B มีขนาด 3x3 เรียกว่ามีขนาดเท่ากัน ประการที่สอง ค่าของสมาชิกทั้งสองเมทริกซ์ที่อยู่ในตำแหน่งเดียวกันต้องมีค่าเท่ากัน จึงจะเรียกว่าเมทริกซ์ทั้งสองเท่ากัน เช่น

$$\text{ถ้า } A_{3 \times 3} = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 4 \\ 5 & 5 & 12 \\ 4 & 3 & 1 \end{bmatrix} \quad B_{3 \times 3} = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 4 \\ 5 & 5 & 12 \\ 4 & 3 & 1 \end{bmatrix}$$

ดังนั้น $A = B$

สมมติให้ A คือ เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของประชากรในกลุ่มที่ 1 (Σ_1) และ B คือ เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของประชากรในกลุ่มที่ 2 (Σ_2) ค่าของสมาชิกตามแนวทแยงของทั้งสองเมทริกซ์คือ ค่าความแปรปรวนของแต่ละตัวแปรในแต่ละกลุ่ม ส่วนค่าที่อยู่นอกแนวทแยงได้แก่ ค่าความแปรปรวนร่วม (covariance) ระหว่างตัวแปรทีละคู่ ซึ่งจำนวนค่าความแปรปรวนร่วมที่ไม่ซ้ำกันในหนึ่งเมทริกซ์จะมีเท่ากับ $1/2P(P-1)$ ค่า เมื่อ P เป็นจำนวนตัวแปร ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าการที่เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของประชากรในกลุ่มที่ 1 (Σ_1) และกลุ่มที่ 2 (Σ_2) จะมีค่าเท่ากันได้นั้น ทั้งสองเมทริกซ์จะต้องมีความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วมเท่ากัน

ปัญหาก็คือหากเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของประชากรในแต่ละกลุ่ม (Σ_j) แตกต่างกัน ผลที่ตามมาจะเป็นอย่างไร สำหรับการทดสอบ MANOVA และ DA แล้วข้อตกลงข้อนี้มีความสำคัญมากกว่าข้อตกลงว่าด้วยการแจกแจงแบบปกติหลายตัวแปร (Timm, 1975:251) เนื่องจากการที่ข้อมูลไม่เป็นไปตามข้อตกลงนี้จะทำให้เกิดผลหลายประการดังต่อไปนี้

1. ในกรณีจำนวนสมาชิกในแต่ละกลุ่มเท่ากัน และความแตกต่างระหว่างเมทริกซ์ ความแปรปรวนร่วมของประชากรในแต่ละกลุ่ม (Σ_j) ไม่แตกต่างกันมากนัก จะไม่ส่งผลใดๆ ต่อความคลาดเคลื่อนชนิดที่ 1 (type I error) คือ จะทำให้ระดับนัยสำคัญที่เป็นจริง (actual α) มีค่าใกล้เคียงกับระดับนัยสำคัญที่ผู้วิจัยตั้งขึ้น (nominal α) อย่างไรก็ตาม หากความแตกต่างระหว่างเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของประชากรในแต่ละกลุ่มมีสูงมาก จะส่งผลให้ค่าระดับนัยสำคัญที่เป็นจริง มีค่าสูงกว่าระดับนัยสำคัญที่ผู้วิจัยตั้งขึ้น ซึ่งทำให้การทดสอบดังกล่าวง่ายต่อการปฏิเสธ null hypothesis (liberal)(Stevens, 1992:257)

2. ในกรณีจำนวนสมาชิกในแต่ละกลุ่มไม่เท่ากัน และพบว่าเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของประชากรในแต่ละกลุ่มแตกต่างกัน ไม่ว่าจะมากหรือน้อยเพียงใดก็ตามย่อมจะส่งผลโดยตรงต่อความคลาดเคลื่อนชนิดที่ 1 (type I error) ในสองลักษณะคือ อาจส่งผลให้ค่าระดับนัยสำคัญที่เป็นจริง มีค่าสูงกว่าระดับนัยสำคัญที่ผู้วิจัยตั้งขึ้นซึ่งย่อมจะทำให้ค่าสถิติที่ได้จากการทดสอบง่ายต่อการปฏิเสธ null hypothesis(liberal) หรืออาจทำให้ค่าระดับนัยสำคัญที่เป็นจริงมีค่าต่ำกว่าระดับนัยสำคัญที่ผู้วิจัยตั้งขึ้นซึ่งจะส่งผลให้ค่าสถิติที่ได้จากการทดสอบนั้นยากต่อการปฏิเสธ null hypothesis (conservative) ก็ได้แล้วแต่กรณี (Steven, 1992:257)

3. หากพบว่ามีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ระหว่างเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของประชากรในแต่ละกลุ่มก็จะส่งผลต่ออำนาจของการทดสอบได้โดยตรง ไม่ว่าจะจำนวนสมาชิกในแต่ละกลุ่มจะเท่ากันหรือไม่ก็ตาม จากงานวิจัยของ Holloway และ Dunn (อ้างถึงใน Stevens, 1992:258) ได้ทดสอบและยืนยันข้อสรุปดังกล่าว ตัวอย่างเช่น กรณี 2 ตัวแปรและสมาชิกในแต่ละกลุ่มเท่ากับ 25

เมื่อพบว่าระหว่างเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของประชากรในแต่ละกลุ่มเท่ากันจะทำให้อำนาจการทดสอบมีถึง .86 แต่ถ้าเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของประชากรในแต่ละกลุ่มไม่เท่ากันแล้วจะทำให้อำนาจการทดสอบลดลงเหลือเพียง .77 เป็นต้น

จากปัญหาที่เกิดขึ้นเมื่อข้อมูลไม่เป็นไปตามข้อตกลงดังกล่าว ดังนั้นนักวิจัยจึงต้องทำการทดสอบว่าข้อมูลของตนนั้น เป็นไปตามข้อตกลงหรือไม่ ได้กล่าวไว้แล้วว่า เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของประชากรทุกกลุ่มจะมีค่าเท่ากันได้นั้น สมาชิกทุกตัวของทุกเมทริกซ์ ซึ่งก็คือค่าความแปรปรวนและค่าความแปรปรวนร่วมจะต้องมีค่าเท่ากัน แต่ในทางปฏิบัติแล้วเราเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง สิ่งที่เรานำไปวิเคราะห์ก็คือ เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของกลุ่มตัวอย่าง (sample covariance matrix : S_j) ดังนั้นเราจึงต้องอาศัยสถิติอ้างอิงมาเป็นเครื่องมือในการทดสอบโดยอาศัยข้อมูลดิบจากกลุ่มตัวอย่าง แล้วอ้างอิงกลับไปสู่ประชากร ในระดับการวิเคราะห์ตัวแปรเดียว (ANOVA) เราใช้สถิติ Cochran's C สถิติ Bartlett Box หรือสถิติ Levene test สำหรับทดสอบความเท่ากันของค่าความแปรปรวนของกลุ่มประชากร แต่เมื่อผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์ในระดับหลายตัวแปรแล้ว การทดสอบข้อตกลงนี้จึงต้องใช้สถิติที่เหมาะสม ซึ่ง Box (อ้างถึงใน Timm, 1975 : 252) ได้พัฒนาสถิติที่ใช้ทดสอบข้อตกลงนี้ โดยอาศัยสถิติ Bartlett Box เป็นพื้นฐาน สถิติดังกล่าวคือ Box' s M Test ซึ่งมีสูตรดังนี้คือ

$$M = (N-g)\log|S| - \sum_{i=1}^g v_i \log|S_i| \quad (5)$$

เมื่อ N คือจำนวนคนทั้งหมด, g คือ จำนวนกลุ่ม, S คือเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด, S_i คือ เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ i ส่วน v_i มีค่าเท่ากับ $(p(p+1) (g-1))/2$ สำหรับโปรแกรม SPSS แล้วจะนำค่า M ที่คำนวณได้ไปแปลงเป็นค่าสถิติ F และค่าสถิติ χ^2 แล้วจึงทดสอบสมมติฐาน หากพบว่าปฏิเสธ null hypothesis ก็แสดงว่า เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของกลุ่มประชากรแต่ละกลุ่มแตกต่างกัน

สำหรับแนวทางแก้ไขเมื่อเกิดปัญหาเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของกลุ่มประชากรไม่เท่ากันนั้น จากการศึกษาค้นคว้าพบว่าน่าจะมีอยู่ด้วยกันสองแนวทางหลัก คือ

1. **แนวตั้งเดิมที่ปฏิบัติกันมา** ได้แก่การแปลงข้อมูล (Data transformation) โดยพิจารณาทีละตัวแปรว่า

- ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนแต่ละกลุ่ม เป็นสัดส่วนที่ใกล้เคียงกันหรือไม่ ถ้าเป็นก็ให้แปลงข้อมูล โดยการหาค่ารากที่สองของข้อมูลที่แต่ละคน (Sharma, 1996:386)

- ทดสอบความเท่ากันของค่าความแปรปรวนของกลุ่มประชากร (univariate test homogeneity of variance) ด้วยสถิติ Bartlett test ซึ่งมีในโปรแกรมสำเร็จรูปทั่วไป จากนั้น

หากพบว่าตัวแปรใดที่ความแปรปรวนของประชากรไม่เท่ากันทุกกลุ่มแล้ว ก็ให้แปลงข้อมูลตัวแปรนั้น ในทางปฏิบัติผู้วิจัยอาจใช้เพียงวิธีหนึ่งวิธีใด หรืออาจต้องใช้ทั้งสองวิธี และเมื่อทำการแปลงข้อมูลแล้วก็ทำการทดสอบ ด้วยสถิติ Box's M ใหม่อีกครั้งหนึ่ง

ตัวอย่าง ผลการวิเคราะห์ MANOVA ก่อนทำการแปลงข้อมูล (Sharma, 1996:386-387)

ตัวแปร	Y1		Y1	
	Mean	Variance	Mean	Variance
กลุ่มที่ 1	3.856	1.40	5.949	1.42
กลุ่มที่ 2	17.460	7.43	5.844	.93

สำหรับตัวแปร Y1 ค่าสถิติ Barlett Box F เท่ากับ 13.97, $P=.000$ สัดส่วนระหว่างค่าเฉลี่ยกับความแปรปรวนในกลุ่มที่ 1 เท่ากับ $3.856/1.40 = 2.754$ กลุ่มที่ 2 เท่ากับ $17.460/7.43 = 2.34$ ตัวแปร Y2 ค่าสถิติ Bartlett Box F เท่ากับ .77112, $P=.380$ สัดส่วนระหว่างค่าเฉลี่ยกับค่าความแปรปรวนในกลุ่มที่ 1 เท่ากับ $5.949/1.42=4.189$ กลุ่มที่ 2 เท่ากับ $5.844/.93=6.284$ สำหรับค่าสถิติ Box's M = 15.567, $P=.002$ ซึ่งแสดงว่าเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของกลุ่มประชากรทั้งสองกลุ่มแตกต่างกัน และค่าสถิติ F จากการทดสอบ MANOVA มีค่าเท่ากับ 272.374, $P=.000$ ซึ่งปฏิเสธ Null Hypothesis ที่ว่า $H_0: \mu_1 = \mu_2$ จะสังเกตว่าสัดส่วนค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนในตัวแปร Y1 ของทั้งสองกลุ่มนั้นมีค่าใกล้เคียงกัน อีกทั้งยังพบว่าในตัวแปร Y1 ค่าความแปรปรวนของประชากรทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันด้วย นักวิจัยจึงแปลงข้อมูลตัวแปร Y1 โดยการหาค่ารากที่สองของทุกคน แล้วทำการวิเคราะห์ใหม่ พบว่าสถิติ Box's M = 1.555, $P=.691$ แสดงว่าเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของกลุ่มประชากรทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันและค่าสถิติ F จากการทดสอบ MANOVA มีค่าเท่ากับ 226.114, $P=.000$ ซึ่งปฏิเสธ null hypothesis ที่ว่า $H_0: \mu_1 = \mu_2$ เช่นเดียวกัน แต่มีข้อสังเกตว่า ค่าสถิติ F ครั้งหลังนี้มีค่าน้อยกว่าครั้งแรกมาก ทำให้ทราบว่าการทดสอบ ครั้งแรกนั้นมีลักษณะง่ายต่อการปฏิเสธ null hypothesis (liberal)

2. แนวทางที่จะเป็นแนวโน้มนอนาคต คือ การใช้สถิติอ้างอิงที่ไม่มีข้อตกลงว่าด้วยความเท่ากันของเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของกลุ่มประชากร สถิติอ้างอิงที่จะกล่าวเป็นตัวอย่างต่อไปนี้อาจตัวได้มีการศึกษากันแพร่หลายแล้ว แต่บางตัวก็เพิ่งจะพัฒนาเสร็จได้ไม่นานและยังไม่บรรจุไว้ในโปรแกรมสำเร็จรูป แต่ก็คาดหวังว่าอีกไม่นานคงเป็นที่แพร่หลาย สถิติที่จะกล่าวถึงมีดังนี้

2.1 กรณี Two-group discriminant analysis เมื่อพบว่า เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของกลุ่มประชากรไม่เท่ากัน หรือมีการแจกแจงไม่เป็นปกติหลายตัวแปรแล้ว ผู้วิจัยสามารถใช้สถิติ logistic regression ได้ เนื่องจากสถิติดังกล่าวไม่มีข้อตกลงทั้งสองข้อที่กล่าวมาแล้ว (Shama, 1996 : 332)

2.2 กรณี Two-Group MANOVA แต่เดิมเราใช้สถิติ Hotelling T^2 ซึ่งมีสูตร ดังนี้ (Coombs และคณะ, 1996:157)

$$T^2 = (n_1 n_2) / (n_1 + n_2) (X_1 - X_2)' S^{-1} (X_1 - X_2) \quad (6)$$

เมื่อ X_1 คือ เวกเตอร์ค่าเฉลี่ยของกลุ่มที่ 1, X_2 คือ เวกเตอร์ค่าเฉลี่ยของกลุ่มที่ 2, S^{-1} คือ inverse covariance matrix ของกลุ่มตัวอย่าง, n_1 คือจำนวนสมาชิกในกลุ่ม 1 และ n_2 คือจำนวนสมาชิกในกลุ่ม 2 แต่เนื่องจาก S นั้นเป็น pooled within group covariance matrix ดังนั้นหาก $\Sigma_1 \neq \Sigma_2$ แล้วก็ไม่อาจใช้ S มีนักวิชาการจำนวนหนึ่ง เช่น James, Johansen, Kim เป็นต้นได้พัฒนาสถิติ T^2 ขึ้นมาใหม่โดยใช้สูตรดังนี้ (Coombs และคณะ, 1996:159)

$$T_v^2 = (X_1 - X_2)' (S_1/n_1 + S_2/n_2)^{-1} (X_1 - X_2) \quad (7)$$

เมื่อ S_1 เป็นเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของกลุ่มที่ 1 และ S_2 เป็นเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของกลุ่มที่ 2

จะสังเกตว่าสถิติใหม่นี้ได้แยกเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของแต่ละกลุ่มออกคำนวณต่างหากไม่ได้รวมกันเหมือนสูตรเดิม นอกจากนั้นนักวิชาการดังกล่าวยังได้ระบุวิธีการหาค่าวิกฤต (Critical value) ที่แตกต่างกันไป ซึ่งการคำนวณค่าวิกฤตนี้มีความซับซ้อนมากจะไม่ขอกล่าวในที่นี้ แต่จากการวิจัยยืนยันว่าสถิติ T_v^2 นี้ให้ค่านัยสำคัญที่เป็นจริงใกล้เคียงกับนัยสำคัญที่ผู้วิจัยตั้งขึ้น ซึ่งดีกว่าสถิติ T^2 เดิม

2.3 กรณี K-group MANOVA แต่เดิมเรามีเกณฑ์ที่ใช้ในการทดสอบความแตกต่างของเวกเตอร์ค่าเฉลี่ยอยู่ 4 เกณฑ์คือ เกณฑ์ของ Roy, Hotelling-Lawley, Pillai Bartlett และ Wilk ซึ่งทั้ง 4 เกณฑ์อาศัยค่าไอเกน (eigen values) มาเป็นส่วนสำคัญในการคำนวณซึ่งค่าไอเกนนี้ก็อาศัยเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด เป็นส่วนสำคัญในการคำนวณเช่นกัน และเมื่อเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของกลุ่มประชากรแต่ละกลุ่มไม่เท่ากันแล้ว ก็ไม่อาจใช้

เมทริกซ์ที่เป็นของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดได้ ซึ่ง Coombs และ Algina (1996) ได้พัฒนาเกณฑ์ทั้ง 4 ที่กล่าวมาแล้วใหม่ โดยพยายามคำนวณค่าไอเกนแบบใหม่ไม่ต้องอยู่ภายใต้เงื่อนไขว่าเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของกลุ่มประชากรแต่ละกลุ่มต้องเท่ากัน ซึ่งสูตรที่คำนวณนั้นไม่ยากเพียงแต่มีปัญหาอยู่ที่การหาค่าวิกฤตที่ค่อนข้างซับซ้อนมาก อีกทั้งผลการวิจัยยังอยู่ภายใต้ขอบเขตที่จำกัด เช่น จำกัดจำนวนตัวแปรหรือจำนวนกลุ่มตัวอย่าง เป็นต้น ซึ่งยังคงต้องพัฒนาต่อไป นอกจากนี้ สถิติดังกล่าวยังต้องอาศัยการคำนวณเองเป็นส่วนใหญ่ ยังไม่ได้บรรจุไว้ในโปรแกรมสำเร็จรูป จึงยังไม่ขอเสนอรายละเอียดในที่นี้

บทส่งท้าย

การทดสอบข้อตกลงในการวิเคราะห์ MANOVA และ DA ควรทำตามลำดับคือ ทดสอบความเป็นอิสระก่อน จากนั้นก็ทดสอบการแจกแจงว่าเป็นแบบปกติหลายตัวแปรหรือไม่ และจบด้วยการทดสอบความเท่ากันของเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของกลุ่มประชากรแต่ละกลุ่ม หากในแต่ละขั้นตอนเกิดมีปัญหามากก็ทำการแก้ไขให้เป็นที่ไปตามข้อตกลง แล้วทำการวิเคราะห์ต่อไป หากผู้อ่านได้ติดตามบทความนี้อย่างต่อเนื่องคงจะเห็นว่าทำให้ข้อมูลเป็นที่ไปตามข้อตกลงนั้นเป็นเรื่องที่ไม่ยากเกินไป โดยเฉพาะในปัจจุบันที่มีเครื่องมือช่วยในการวิเคราะห์ที่ทันสมัยมากขึ้น แม้ว่าในอนาคตข้างหน้านักวิจัยอาจเลือกใช้สถิติตัวอื่นที่ไม่มีข้อตกลงมากนัก และสามารถวิเคราะห์ได้ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทั่วไป แต่ตราบเท่าที่เราจะต้องใช้สถิติที่ถูกจำกัดด้วยข้อตกลงดังกล่าว ผู้วิจัยก็จำเป็นที่จะต้องทดสอบข้อตกลงของการวิเคราะห์ทุกประเภท เพื่อให้ผลการวิจัยมีความสอดคล้องกับลักษณะข้อมูลมากที่สุด

เอกสารอ้างอิง

- Coombs,W.T.and Algina, J. 1996. New Test Statistics for MANOVA /Descriptive Discriminant Analysis. *Educational and Psychological Measurement*. 56,(3) 382-402.
- Coombs,W.T., Algina, J. and Oltman. D.O. 1996. Univariate and Multivariate Omnibus Hypothesis Tests Selected to Control Type I Error Rates When Population Variance are not Necessarily Equal. *Review of Educational Research*. 66,(2) 137-179.
- Fan,X.1996. An SAS Program for Assessing Multivariate Normality. *Educational and Psychology Measurement* 56,(4) 669-674.
- Glass,G., and Hopkins, K. 1984. *Statistics Methods in Educational and Psychology*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Huberty, C.J.1994. *Applied Discriminant Analysis*. New York: John Wiley & Sons, Inc.

- Johnson, N. and Wichern, D. 1988. *Applied Multivariate Statistical Analysis*. (2nd ed.) New Jersey : Prentice-Hall, Inc.
- Joreskog, K.G. and Sorbom, D. 1993. *PRELIS2 user's reference guide*. Chicago : Scientific Software.
- Kirk, R.E. 1995. *Experimental Design*. (5th ed.) New York: Brook/Cole Publishing Company.
- Olsen, C.L. 1974. Comparative Robustness of Six Tests in Multivariate Analysis of Variance. *Journal of the American Statistical Association*. 69, (348), 894-907.
- Mardia, K.V. 1970. Measures of Multivariate Skewness and Kurtosis with Applications. *Biometrika*. 57, 519-530.
- Sharma, S. 1996. *Applied Multivariate Techniques*. New York : John Wiley & Sons, Inc.
- Scariano, S. and Davenport, J. 1987. The Effects of Violations of the Independent Assumption the One Way ANOVA. *The American Statistician* 41, 123-129.
- Steven, J. 1992. *Applied Multivariate Statistics for the Social Science*. (2nd ed.) New Jersey : Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Timm, N.H. 1975. *Multivariate Analysis with Applications in Education and Psychology*. Monterey, CA : Brooks-Cole.

Factors Influencing the Academic Achievement of Bachelor's Degree Students of Faculty of Agriculture at Bangpra, Rajamangala Institute of Technology

Veena Somsud

ABSTRACT

The purpose of this study was to construct predicted equation of students' academic achievement by using the relationship of the factors beyond intellect and academic achievement. The sample was 128 bachelor's degree students at the Faculty of Agriculture at Bangpra campus, enrolled during the 1993 academic year and had accumulated at least of 50 credits of coursework.

A tool for collecting data was a questionnaire consisted of three parts. The first was on students' personal information and family economic status. The second was on their opinions, attitudes and adjustment with course contents, instructional methods and learning styles. The third was on adjustment with instructors, friends and their own families. A stepwise multiple regression analysis process was used to analyze the data.

The results of the study showed that only the learning styles had statistical relationship with the academic achievement. The equation for predicting students' academic achievement can be shown as follows.

$$\hat{Y} = 2.063 + .02231 X_7$$

when Y is the academic achievement score (the passing score is 2.00) and beta weight

$$\hat{Z} = .20143 Z_7$$

องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อสัมฤทธิ์ผลทางการเรียน ของนักศึกษาในระดับปริญญาตรี คณะเกษตรศาสตร์บางพระ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

วิณา สมสุด

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อสร้างสมการพยากรณ์สัมฤทธิ์ผลทางการเรียนโดยอาศัยความสัมพันธ์ขององค์ประกอบที่อยู่นอกเหนือความสามารถทางด้านสติปัญญา กับสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนของนักศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ศึกษาในครั้งนี้คือนักศึกษา คณะเกษตรศาสตร์บางพระ ระดับปริญญาตรี ปีการศึกษา 2536 ที่เรียนผ่านมาแล้ว 50 หน่วยกิตขึ้นไป จำนวน 128 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบสอบถามสามตอน คือ ตอนที่หนึ่งเป็นแบบสอบถามข้อมูลส่วนตัวและฐานะเศรษฐกิจของครอบครัว ตอนที่สองเป็นแบบสอบถามข้อมูลทางการเรียน ได้แก่ ความคิดเห็น ความรู้สึกและการปรับตัวทางด้านเนื้อหา วิธีสอน และวิธีเรียน ตอนที่สาม เป็นแบบสอบถามข้อมูลทางการปรับตัวกับชีวิตการเรียน ได้แก่ การปรับตัวกับอาจารย์ เพื่อนและครอบครัว แบบสอบถามตอนที่สองและตอนที่สามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า การวิเคราะห์ข้อมูลใช้วิธีการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ สเต็ปไวส์

ผลการศึกษาพบว่า ตัวพยากรณ์ที่ดีในการพยากรณ์สัมฤทธิ์ผลทางการเรียนมีตัวเดียวคือวิธีเรียน ซึ่งได้สมการพยากรณ์สัมฤทธิ์ผลทางการเรียนในรูปคะแนนดิบดังนี้

$$\hat{Y} = 2.063 + .02231 X_7$$

Y คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (คะแนนผ่านเท่ากับ 2.00) และในรูปคะแนนมาตรฐานดังนี้

$$\hat{Z} = .20143 Z_7$$

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สาเหตุต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อสัมฤทธิผลทางการเรียนเป็นสิ่งที่ได้รับความสนใจอย่างกว้างขวางจากนักจิตวิทยาจำนวนมาก มีผลจากการศึกษาพบว่า บุคคลที่มีระดับสติปัญญาเท่ากัน มิได้หมายความว่า จะมีสัมฤทธิผลทางการเรียนเท่ากัน เพราะสัมฤทธิผลทางการเรียนขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการ คือ วิธีสอนของครู ธรรมชาติของนักเรียน สิ่งแวดล้อมทางบ้าน ผู้ปกครอง ความสัมพันธ์ระหว่างครูและนักเรียน และความสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับเพื่อน

ฮาวิกเฮอรัลท์ (Havighurst, 1963:506) ได้กล่าวถึงข้อสรุปของ Terman ว่าความแตกต่างของความสำเร็จของบุคคล ส่วนใหญ่เนื่องจากองค์ประกอบที่มีได้เกี่ยวกับสติปัญญาและไบอแมน (Bowman, 1961: 14-51) ได้ทำการศึกษานักวิทยาศาสตร์ชาวอเมริกันและพบว่า ระดับสติปัญญาเป็นตัวทำนายที่เร็วในการทำนายความสำเร็จ ดังนั้นจึงมีผู้ศึกษาองค์ประกอบที่มีได้เกี่ยวกับสติปัญญาเพื่อค้นหาว่าองค์ประกอบเหล่านั้นจะมีผลต่อสัมฤทธิผลทางการเรียนเพียงใด นอกจากนั้นจากการวิจัยของ เทอร์รานซ์ (Terrance, 1965: 253) พบว่า เด็กจะเรียนได้ดีที่สุด เมื่อมีโอกาสเรียนในด้านที่เหมาะสมกับแรงจูงใจและความสามารถของตน และถ้าเปลี่ยนวิธีการสอนให้ถูกต้อง เด็กในกลุ่มต่าง ๆ จะเป็นคนที่มีสัมฤทธิผลทางการเรียนสูง

การศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อสัมฤทธิผลทางการเรียน นับว่าเป็นเรื่องที่น่าสนใจและสำคัญเรื่องหนึ่ง เพราะการทราบถึงองค์ประกอบต่าง ๆ ที่ส่งเสริมและเป็นอุปสรรคต่อสัมฤทธิผลทางการเรียน ย่อมจะนำมาใช้เพื่อช่วยเหลือและแนะแนวนักเรียนให้ได้ใช้ความสามารถและศักยภาพที่มีอยู่ให้มากที่สุด การศึกษาเรื่องนี้จะประโยชน์ต่อทางโรงเรียนและทางบ้านที่จะร่วมมือช่วยเหลือนักเรียนให้ประสบความสำเร็จในการเรียน เพราะนักเรียนที่ไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนย่อมมีความผิดหวังท้อแท้ใจ และรู้สึกว่าคุณเองไม่มีความสามารถ ความรู้สึกต่าง ๆ เหล่านี้ อาจทำลายหรือขัดขวางความเจริญด้านอื่นของนักเรียน ทั้งยังเป็นผลต่อเนื่องให้เกิดการสูญเสียค่าทางการศึกษา นอกจากนั้นแล้ว ผลจากการวิจัยครั้งนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาศาสตร์จิตวิทยาและแนะแนว

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อสัมฤทธิผลทางการเรียน
2. เพื่อสร้างสมการพยากรณ์สัมฤทธิผลทางการเรียน ด้วยตัวพยากรณ์จากองค์ประกอบทางด้านส่วนตัว องค์ประกอบทางด้านเศรษฐกิจ องค์ประกอบทางด้านการศึกษา องค์ประกอบทางด้าน การปรับตัวในชีวิตการเรียน

3. ค้นหาตัวพยากรณ์ที่ดีจากองค์ประกอบทั้ง 4 ด้าน ในการทำนายสัมฤทธิผลทางการเรียนในระดับปริญญาตรี ของนักศึกษาคณะเกษตรศาสตร์บางพระ

สมมุติฐานของการวิจัย

องค์ประกอบทางด้านส่วนตัว ทางด้านเศรษฐกิจ ทางด้านการเรียน ทางด้านการปรับตัวในชีวิตการเรียน มีอิทธิพลต่อสัมฤทธิผลทางการเรียน

วัฒนา พุ่มเล็ก (2513) ได้เปรียบเทียบองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อสัมฤทธิผลทางการเรียนของนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนสูงกับนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนต่ำ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างนักเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 แบบสอบถามเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับบิดา มารดา ความสนใจในวิชาที่เรียน กิจกรรมด้านต่างๆ การเลือกอาชีพ และแบบสอบถามผู้ปกครองเกี่ยวกับองค์ประกอบทางครอบครัว จากการศึกษาค้นคว้า องค์ประกอบทางร่างกาย ได้แก่ สุขภาพ องค์ประกอบทางความรักของครอบครัว ได้แก่ ความสัมพันธ์ของบิดามารดาและพี่น้อง องค์ประกอบทางวัฒนธรรมและสังคม ได้แก่ ความเป็นอยู่ของครอบครัว การศึกษาของบิดามารดา และฐานะทางบ้าน องค์ประกอบทางความสัมพันธ์ในหมู่เพื่อนวัยเดียวกัน และองค์ประกอบในการปรับตัว แผนชีวิตในอนาคตเป็นองค์ประกอบที่เป็นเครื่องบอกความแตกต่างของคะแนนสัมฤทธิผลทางการเรียน นั่นคือนักเรียนที่มีความสามารถสูงจะมีองค์ประกอบทางด้านดังกล่าวอยู่ในระดับดีกว่านักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนต่ำกว่า แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในเรื่องจำนวนพี่น้องระหว่างนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนสูงกับนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนต่ำ

เสริมศักดิ์ วิชาลาภรณ์ (2514) ศึกษาองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อสัมฤทธิผลทางการศึกษาของนิสิตปริญญาตรีทางการศึกษา องค์ประกอบที่ศึกษามี 3 ด้าน คือ องค์ประกอบทางครอบครัว องค์ประกอบทางตัวนักเรียนเอง และองค์ประกอบทางสถานศึกษา โดยถือเอาคะแนนเฉลี่ยสะสมของนิสิตชั้นปีที่ 3 และปีที่ 4 เป็นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการศึกษาพบว่า องค์ประกอบทางตัวนักเรียนเอง และสถานศึกษามีอิทธิพลต่อสัมฤทธิผลทางการศึกษา สิ่งที่มีอิทธิพลต่อความสัมพันธ์ทางการศึกษามากที่สุดตามลำดับ คือ ชั้นปีที่เข้าศึกษาในวิทยาลัยวิชาการศึกษา อายุ และเพศ

แวน เอ็กมันด์ (Van Egmond, 1961 : unpagged อ้างถึงในวัฒนา พุ่มเล็ก, 2513) ได้ศึกษานักเรียนเกรด 2-5 พบว่าระดับการใช้ความสามารถทางสมองให้เป็นประโยชน์ต่อการเรียนมีความเกี่ยวเนื่องกับอิทธิพลและการยอมรับของเพื่อน การศึกษานี้ยังพบต่อไปว่า การรวบรวมความสำเร็จมีมากในนักเรียนชายเมื่อเขาขาดอิทธิพลในกลุ่ม และมีมากในนักเรียนหญิงเมื่อไม่ได้รับการยอมรับทางอารมณ์

คอฟฟี่ (Coffee, 1968 : 29) ทำการศึกษาเรื่ององค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับความสำเร็จในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม นักเรียนที่อยู่ในกลุ่มสูงเป็นนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียน ข้อมูลได้จากการถามนักเรียนในเรื่องต่าง ๆ ทั้งในและนอกโรงเรียนที่นักเรียนเห็นว่าสำคัญ ความสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน ความสนใจในการอ่าน การรับรู้ ความคิดเกี่ยวกับตัวเองและนักเรียนที่เป็นอุดมคติ ผลปรากฏว่านักเรียนที่มีความสามารถในการเรียน มีความโน้มเอียงที่จะรวบรวมเนื้อหาให้ขยายกว้างไกลออกไป แปลความหมายของเนื้อหาให้เป็นนามธรรมมากกว่ารูปธรรม มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับตัวเองในทางที่ไม่ดีน้อยกว่า และมีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับตัวนักเรียนที่เป็นอุดมคติมากกว่า นอกจากนั้นนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนโน้มเอียงที่จะมีความสัมพันธ์ที่ดีกับครู

ไรท์ และบิน (Wright and Been, 1974 : 277 - 283) ศึกษาอิทธิพลของฐานะเศรษฐกิจและสังคมในการทำนายผลการเรียนในวิทยาลัย ตัวแปรที่ศึกษาได้แก่ เพศ รายได้ของครอบครัว อาชีพของบิดา และการศึกษาของมารดา สรุปได้ว่านิสิตที่มีฐานะเศรษฐกิจและสังคมสูงจะสามารถประสบผลสำเร็จในการเรียนในวิทยาลัยได้ดีกว่านิสิตที่มีฐานะทางเศรษฐกิจและสังคมต่ำกว่า

อุปกรณ์และวิธีการ

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้ คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรีคณะเกษตรศาสตร์บางพระ ปีการศึกษา 2536 รวมทั้งสิ้น 514 คน ซึ่งเรียนมาแล้วสามภาคการศึกษาและเรียนผ่านมาแล้ว 50 หน่วยกิตขึ้นไป ผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยวิธีสุ่มแบบง่าย (Simple Random Sampling) โดยกำหนดขนาดตัวอย่างร้อยละ 25 ของประชากร (ทงนศักดิ์ วันชัย, 2523) โดยมีรายละเอียดดังนี้ แจกแบบสอบถามให้แก่นักศึกษาทุกคนซึ่งอยู่ในชั้นปีที่ 4 และภาคเทคโนโลยีชีวภาพชั้นปีที่ 2 หลังจากรวบรวมแบบสอบถามกลับคืนทั้งหมด จำนวน 514 ชุด กำหนดเลขที่ 1-514 ให้กับแบบสอบถามแล้วใช้ตารางเลขสุ่ม ได้แบบสอบถามที่มีข้อมูลครบถ้วน จำนวน 128 ชุด แบบสอบถามมี 3 ตอน คือ ตอนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลส่วนตัวและฐานะเศรษฐกิจของครอบครัว ได้แก่ เพศ จำนวนสมาชิกในครอบครัว ฯลฯ ตอนที่ 2 แบบสอบถามข้อมูลทางการเรียน ได้แก่ ความคิดเห็น ความรู้สึก และการปรับตัวทางด้านเนื้อหา วิธีการสอนและวิธีเรียน ตอนที่ 3 แบบสอบถามข้อมูลทางด้านการปรับตัวกับชีวิตการเรียน ได้แก่ การปรับตัวกับอาจารย์ เพื่อน และครอบครัว

แบบสอบถามตอนที่ 2 และตอนที่ 3 เป็นแบบสอบถามชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ดังนี้ มากที่สุด (5) มาก (4) ปานกลาง (3) น้อย (2) น้อยที่สุด (1) โดยที่ด้านเนื้อหาวิชา ด้านการปรับตัวของนักศึกษา กับเพื่อนมีค่าเฉลี่ยปานกลาง 21 (ข้อคำถาม 7 ข้อ) ด้านวิธีสอน ด้านวิธีเรียน ด้านการปรับตัวของนักศึกษา กับครอบครัวมีค่าเฉลี่ยปานกลาง 27 (ข้อ

คำถาม 9 ข้อ) ด้านการปรับตัวของนักศึกษากับอาจารย์มีค่าเฉลี่ยปานกลาง 30 (ข้อคำถาม 10 ข้อ) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าเมตริกสหสัมพันธ์ภายในของตัวพยากรณ์ เมตริกสหสัมพันธ์ระหว่างตัวเกณฑ์กับตัวพยากรณ์แต่ละตัว ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณสมการพยากรณ์ สัมฤทธิ์ผลทางการเรียน โดยเลือกตัวพยากรณ์ที่ดี ซึ่งพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ และคะแนนมาตรฐาน

ผลและวิจารณ์

จากแบบสอบถามรายละเอียดสัมฤทธิ์ผลทางการเรียน ข้อมูลส่วนตัว ฐานะเศรษฐกิจของครอบครัว และการปรับตัวกับชีวิตการเรียนได้ค่าสถิติพื้นฐานคือ คะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของสัมฤทธิ์ผลทางการเรียน และตัวแปรด้านต่าง ๆ

ตัวแปร	\bar{X}	S.D
Y สัมฤทธิ์ผลทางการเรียน	2.68	.45167
X ₁ เพศ	1.28	.45138
X ₂ จำนวนสมาชิกในครอบครัว (รวมทั้ง น.ศ ด้วย)	5.38	1.84058
X ₃ รายได้ของครอบครัวต่อเดือน (นับรายได้ของทุกคนในครอบครัว)	17,895	14,481
X ₄ ใช้จ่ายในการศึกษาต่อเดือน (ค่าที่พัก ค่าอาหาร ฯลฯ)	3,030	1,016
X ₅ ด้านเนื้อหา	22.31	3.03458
X ₆ ด้านวิธีการสอน	26.00	4.90932
X ₇ ด้านวิธีเรียน	27.48	4.07791
X ₈ การปรับตัวกับอาจารย์	34.00	6.44545
X ₉ การปรับตัวกับเพื่อน	25.00	3.06584
X ₁₀ การปรับตัวกับครอบครัว	36.20	5.94378

จากตารางแสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยด้านเนื้อหาวิชา 22.31 ด้านการปรับตัวกับเพื่อน 25.00 ซึ่งสูงกว่าค่าเฉลี่ยปานกลาง (21.00) แสดงว่านักศึกษามีความคิดเห็นในสองด้านนี้อยู่ในเกณฑ์ดี ด้านวิธีสอนได้ค่าเฉลี่ย 26.00 ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยปานกลาง (27.00) เล็กน้อย แสดงว่านักศึกษามีความคิดเห็นต่อวิธีสอนว่าใช้ได้ ด้านวิธีเรียนได้ค่าเฉลี่ย 27.48 สูงกว่าค่าเฉลี่ยปานกลาง (27.00) เล็กน้อย แสดงว่าวิธีเรียนของนักศึกษาใช้ได้ การปรับตัวต่อครอบครัวได้ค่าเฉลี่ย 36.20 สูงกว่าค่าเฉลี่ยปานกลาง (27.00) มาก แสดงว่านักศึกษามีการปรับตัวกับครอบครัวอยู่ในเกณฑ์ดี การปรับตัวต่ออาจารย์ได้ค่าเฉลี่ย 34.00 ซึ่งสูงกว่าค่าเฉลี่ยปานกลาง (30.00) แสดงว่านักศึกษามีการปรับตัวต่ออาจารย์อยู่ในเกณฑ์ใช้ได้

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในของตัวพยากรณ์ 10 ตัว และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวเกณฑ์กับตัวพยากรณ์แต่ละตัว ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าเมตริกสหสัมพันธ์ภายในของตัวพยากรณ์ และเมตริกสหสัมพันธ์ระหว่างตัวเกณฑ์กับตัวพยากรณ์แต่ละตัว ของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 128 คน

ตัวแปร	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	Y
X_1	0.012	0.132	0.091	0.137	0.005	0.102	-0.095	-0.061	0.087	-0.046
X_2		0.259**	-0.002	-0.147	-0.020	-0.019	-0.010	-0.100	0.071	-0.0082
X_3			0.492**	-0.257**	-0.098	0.018	-0.155	-0.190*	0.029	0.017
X_4				-0.101	-0.158	-0.016	0.033	-0.044	-0.018	-0.023
X_5					0.465**	0.198*	0.424**	0.215*	0.127	0.001
X_6						0.243**	0.468**	0.146	0.138	-0.047
X_7							0.203*	0.277**	0.155**	0.201*
X_8								0.147	0.224*	0.114
X_9									0.092	-0.004
X_{10}										0.161

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ . 05

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ . 01

เพื่อทดสอบความเป็นเส้นตรงของคะแนนจากตัวเกณฑ์และคะแนนจากตัวพยากรณ์โดยใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) หรือ F-test ซึ่งค่า F ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนจากตัวเกณฑ์และคะแนนจากตัวพยากรณ์ของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 128 คน

Source of Variance	df	SS	MS	F
Regression	10	2.709	0.271	1.37
Residual	117	23.200	.198	
Total	127	25.909		

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนจากตัวเกณฑ์และคะแนนจากตัวพยากรณ์พบว่า ค่า F ไม่มีนัยสำคัญ แสดงว่าตัวเกณฑ์และตัวพยากรณ์ไม่มีความสัมพันธ์กันในเชิงเส้นตรง

เพื่อสร้างสมการพยากรณ์สัมฤทธิ์ผลทางการเรียน ซึ่งพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบและคะแนนมาตรฐาน โดยใช้ตัวแปรด้านต่างๆ เป็นตัวพยากรณ์จึงได้เสนอสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบและสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน รวมทั้งสหสัมพันธ์พหุคูณดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ (b, β) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ (S_b) ค่า t ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ (R) ค่าความคลาดเคลื่อน ของการพยากรณ์ (S_{est}) และค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ (a)

ตัวพยากรณ์	b	β	S_b	t
X_1	-.06392	-.06388	.09230	-0.69
X_2	-.02638	-.10750	.02273	-1.16
X_3	.00070	.02244	.00350	0.20
X_4	-.02680	-.06029	.04700	-0.57
X_5	-.00467	-.03138	.01625	-0.29
X_6	-.01552	-.16869	.00998	-1.55
X_7	.02480	.22391	.01055	2.35*
X_8	.00976	.13928	.00763	1.28
X_9	-.01190	-.08077	.01392	-0.85
X_{10}	.01073	.14120	.00695	1.54

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

$R = 0.10$

$S_{est} = \pm .44530$

$a = 2.369$

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตารางที่ 4 พบว่า สัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน (beta weight) และในรูปคะแนนดิบ (score weight) ส่งผลต่อตัวเกณฑ์ทั้งในทางบวกและลบ

ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ ของตัวเกณฑ์และตัวพยากรณ์เท่ากับ 0.10 และความคลาดเคลื่อนเนื่องจากพยากรณ์เท่ากับ $\pm .4453$ ซึ่งค่าสหสัมพันธ์พหุคูณดังกล่าว มีค่าต่ำกว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวเกณฑ์และตัวพยากรณ์แต่ละตัว แสดงว่าการใช้ตัวพยากรณ์หลาย ๆ ตัว พร้อมกันจะมีเปอร์เซ็นต์ที่ส่งผลต่อตัวเกณฑ์น้อยกว่าการใช้ตัวพยากรณ์เพียงตัวเดียว

การพยากรณ์สัมฤทธิผลทางการเรียน ซึ่งพยากรณ์โดยใช้ตัวแปรด้านต่าง ๆ เป็นตัวพยากรณ์

$$\hat{Y} = 2.369 - .06392 X_1 - .02638 X_2 + .00070 X_3 - .02680 X_4 - .00467 X_5 - .01552 X_6 + .02480 X_7 + .00976 X_8 - .01190 X_9 + .01073 X_{10}$$

และในรูปคะแนนมาตรฐานดังนี้

$$\hat{Z} = -.06388 X_1 - .10750 X_2 + .02244 X_3 - .06029 X_4 - .03138 X_5 - .16869 X_6 + .22391 X_7 + .13928 X_8 - .08077 X_9 + .14120 X_{10}$$

การค้นหาดัชนีพยากรณ์ที่ดีในการพยากรณ์สัมฤทธิ์ผลทางการเรียนจากชุดดัชนีพยากรณ์ที่เป็นตัวแปรด้านต่าง ๆ โดยการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างดัชนีพยากรณ์กับสัมฤทธิ์ผลทางการเรียน พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีเพียงค่าเดียว คือค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างด้านวิธีเรียนของนักศึกษา กับสัมฤทธิ์ผลทางการเรียน แสดงว่าดัชนีพยากรณ์อื่น ๆ ไม่มีผลต่อดัชนี

เพื่อสร้างสมการพยากรณ์สัมฤทธิ์ผลทางการเรียน โดยใช้ตัวแปรที่เป็นดัชนีพยากรณ์ที่ดี จึงได้เสนอค่าสัมประสิทธิ์ของดัชนีพยากรณ์ (b,β) รวมทั้งค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ จากนั้นจึงทดสอบความเป็นเส้นตรงของคะแนนจากตัวเกณฑ์ และคะแนนจากดัชนีพยากรณ์ โดยใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน หรือ F-test ดังแสดงในตารางที่ 5 และที่ 6 ตามลำดับ

ตารางที่ 5 ค่าสัมประสิทธิ์ของดัชนีพยากรณ์ (b,β) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์ของดัชนีพยากรณ์ (S_b) ค่า t ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ (R) ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ (S_{est}) และค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ (a)

ดัชนีพยากรณ์	b	β	S _b	t
X ₇	.02231	.20143	.00967	2.31*

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

$$R = 0.201^*$$

$$S_{est} = \pm .44417$$

$$a = 2.063$$

ตารางที่ 6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในการพยากรณ์แบบเส้นตรงธรรมดา

Source of Variance	df	SS	MS	F
Regression	1	1.0509343	1.0509343	5.33*
Residual	126	24.8579044	0.1972850	
Total	127	25.9088388		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวพยากรณ์ที่ดีกับตัวเกณฑ์โดยใช้ F-test ตามตารางที่ 6 พบว่าค่า F ดังกล่าวมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 แสดงว่า ตัวพยากรณ์ที่ดีกับตัวเกณฑ์มีความสัมพันธ์กันเชิงเส้นตรง ซึ่งสมการพยากรณ์สัมฤทธิ์ผลทางการเรียนโดยใช้ตัวแปรเป็นตัวพยากรณ์ ได้สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบดังนี้

$$\hat{Y} = 2.063 + .02231 X_7$$

และในรูปคะแนนมาตรฐานดังนี้

$$\hat{Z} = .20143 Z_7$$

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาวิจัยผลปรากฏดังนี้

1. ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ปรากฏผลดังแสดงในตารางที่ 1
2. สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในของตัวพยากรณ์ และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวพยากรณ์กับตัวเกณฑ์ มีทั้งค่าที่มีนัยสำคัญทางสถิติและไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งหมายความว่าตัวพยากรณ์บางตัวไม่มีความสัมพันธ์หรือมีความสัมพันธ์กับตัวเกณฑ์ต่ำมาก มิได้หมายความว่าตัวพยากรณ์เหล่านั้นไม่เป็นตัวพยากรณ์ที่สำคัญทางการศึกษาแต่มีความหมายเพียงว่าความแปรปรวนของตัวพยากรณ์ดังกล่าวนั้นไม่สามารถอธิบายความแปรปรวนของสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนในระดับปริญญาตรีของนักศึกษาคณะเกษตรศาสตร์บางพระได้ หรืออธิบายได้แต่เพียงเล็กน้อยเท่านั้น แสดงในตารางที่ 2

3. สมถุทธิผลทางการเรียน (Y) กับตัวพยากรณ์ต่างๆ ได้สมการพยากรณ์สมถุทธิผลทางการเรียนในรูปคะแนนดิบดังนี้

$$\begin{aligned} \hat{Y} = & 2.369 - .06392 X_1 - .02638 X_2 + .00070 X_3 \\ & - .02680 X_4 - .00467 X_5 - .01552 X_6 \\ & + .02480 X_7 + .00976 X_8 - .01190 X_9 \\ & + .01073 X_{10} \end{aligned}$$

และในรูปคะแนนมาตรฐานดังนี้

$$\begin{aligned} \hat{Z} = & - .06388 X_1 - .10750 X_2 + .02244 X_3 \\ & - .06029 X_4 - .03138 X_5 - .16869 X_6 \\ & + .22391 X_7 - .13928 X_8 - .08077 X_9 \\ & + .14120 X_{10} \end{aligned}$$

4. ในการค้นหาตัวพยากรณ์ที่ดีที่สุดสำหรับพยากรณ์สมถุทธิผลทางการเรียนพบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวพยากรณ์กับตัวเกณฑ์ที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีเพียงค่าเดียว คือค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างด้านวิธีเรียนของนักศึกษา (X_7) กับตัวเกณฑ์ แสดงว่าตัวพยากรณ์ที่ดีมีเพียงตัวเดียวคือวิธีเรียนของนักศึกษา ตัวพยากรณ์อื่นๆ ไม่มีผลต่อตัวเกณฑ์ และได้สมการพยากรณ์สมถุทธิผลทางการเรียนในรูปคะแนนดิบดังนี้

$$\hat{Y} = 2.063 + .02231 X_7$$

และในรูปแบบคะแนนมาตรฐานดังนี้

$$\hat{Z} = .20143 Z_7$$

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยพบว่า ตัวพยากรณ์ที่ส่งผลต่อสมถุทธิผลทางการเรียนคือวิธีเรียน ซึ่งผลการวิจัยนี้ก็สอดคล้องกับผลการวิจัยของอาภา ถนัดช่าง (อาภา ถนัดช่าง, 2511 : 209) และของอำนวย เลิศขันธ์ดี (อำนวย เลิศขันธ์ดี, 2514 : 77) ที่ได้รายงานผลการศึกษาไว้ว่าสาเหตุด้านที่ไม่ใช่สถิติปัญญา ซึ่งได้แก่ ความเอาใจใส่ทางการศึกษา ทักษะคิด และกำลังใจเรียน การปรับตนทางการศึกษา มีอิทธิพลต่อผลการเรียน

ผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่า รายได้ของครอบครัวไม่มีอิทธิพลต่อสมถุทธิผลทางการเรียนซึ่งแตกต่างไปจากการวิจัยในต่างประเทศโดยเฉพาะสังคมอเมริกัน เช่น จากการศึกษาของไรท์และบิน

(Wright and Been, 1974: 277-283) พบว่ารายได้ของครอบครัวเป็นตัวแทนของสถานภาพทางเศรษฐกิจและสังคม ซึ่งเป็นตัวทำนายที่ดีที่สุด อาจจะเป็นด้วยความแตกต่างทางโครงสร้างของสังคม จุดมุ่งหมายของชีวิตและทัศนคติ ด้วยเหตุนี้จึงเป็นการยากที่จะนำผลการวิจัยที่มีอิทธิพลของวัฒนธรรมและประเพณีของประเทศหนึ่งไปเปรียบเทียบกับอีกประเทศหนึ่งซึ่งมีวัฒนธรรมและประเพณีที่แตกต่างกัน (เสริมศักดิ์ วิชาลาภรณ์, 2514:49-59)

สำหรับจำนวนสมาชิกในครอบครัวไม่มีผลต่อความสัมฤทธิ์ผลทางการเรียน ซึ่งตรงกับการศึกษาของวัฒนา พุ่มเล็ก (วัฒนา พุ่มเล็ก, 2513:68-71) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในเรื่องจำนวนพี่น้องระหว่างนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนสูง กับนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนต่ำ

ผลจากการวิจัยตัวพยากรณ์ตัวอื่นที่ไม่ส่งผลต่อความสัมฤทธิ์ผลทางการเรียน ได้แก่ เพศ รายจ่ายของนักศึกษาต่อเดือน ด้านเนื้อหาวิชา ด้านวิธีการสอน ด้านการปรับตัวกับเพื่อน อาจารย์ และครอบครัว ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะระบบการศึกษาของไทยแตกต่างจากระบบการศึกษาของประเทศทางตะวันตก ในประเทศเรานั้นการศึกษาระดับสูงขึ้น เช่นระดับอุดมศึกษาขึ้นอยู่กับระบบการคัดเลือก อาจจะเป็นการคัดเลือกเปอร์เซนต์สูง ๆ ไว้หรือสอบคัดเลือกเข้าก็ตามที่ จึงทำให้ฐานะทางครอบครัวลักษณะของภูมิลำเนาเดิม เพศ และสิ่งอื่น ๆ ที่อยู่นอกเหนืออำนาจมนุษย์ มีส่วนช่วยลดความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักศึกษาในระดับนี้ลงไปอีกด้วย

ข้อเสนอแนะ

1. การวิจัยครั้งนี้ศึกษาเฉพาะองค์ประกอบอื่นที่ไม่ใช่ทางด้านสติปัญญา น่าจะได้มีการศึกษาถึงองค์ประกอบทางด้านเชาวน์ปัญญา และด้านที่ไม่ใช่เชาวน์ปัญญาไปพร้อม ๆ กัน
2. อาจารย์แนะแนวทางการศึกษา อาจใช้สมการพยากรณ์สัมฤทธิ์ผลทางการเรียนนี้เป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งในการแนะแนวและให้ความช่วยเหลือแก่นักศึกษาในด้านการตัดสินใจที่จะเรียนต่อว่าผู้เรียนต้องเตรียมตัวให้พร้อมด้านใดบ้าง เพื่อให้ประสบผลสำเร็จต่อไป
3. ควรจะได้ศึกษาวิจัยในทำนองเดียวกันนี้ ในทุกคณะที่สังกัดสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

บรรณานุกรม

- ทนต์ศักดิ์ วันชัย. 2533. *การวิจัยเบื้องต้นทางการศึกษา*. ชลบุรี: คณะเกษตรศาสตร์บางพระ.
- ประคอง กรวรรณสุด. 2522. *สถิติศาสตร์ประยุกต์สำหรับครู*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- เพลินพิศ เขียวหวาน. 2521. *องค์ประกอบบางประการที่เกี่ยวข้องกับสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- Terrance, E.P. "Different Ways of Learning for Different Kinds of Children."
Mental Health and Achievement. New York: John Wiley & Sons, Inc. 1965.,
p.253.
- Gronluhd, N.E. *Sociometry in the Classroom*. New York: Harper. 1959.

A Comparison of Results of Predicting Mathematics-Problem-Solving of Elementary Students from Grade 3 to Grade 6 : Predicted by Using the Summative Model, Item Response Theory Model, and Students Groups Classified by Their Abilities.

Pisit Tuntavanitch

ABSTRACT

The purpose of this research was to compare the results of predicting the ability of mathematics-problem-solving (MPB) of students from grade 3 to grade 6 by using basic concept in calculating (BCC) and Thai-reading-comprehension (TRC) as predictor variables. At each grade level, three models were used for predicting the MPB. They were the summative model, the θ ability from the Item Response Theory model, and the students groups classified according to their scores. The tests for measuring MPB, BCC and TRC in each grade level were constructed by the researcher. In each grade level, two forms of Mathematic-problem-solving (Form A and Form B) were constructed. Four forms of Thai-reading-comprehension were developed. Form A12 and Form B12 were used in grade 3 and grade 4. Form A23 and B23 were used in grade 5 and grade 6. Samples consisted of students from grade 3 to grade 6 sampled from 19 schools in Surin and Srisaket studying in the second semester of the 1995 academic year. In each subtest of each grade level study, more than 600 students were asked to complete the form of Mathematic-Problem-solving test and Thai-reading-comprehension test. Data collected from each grade level and each subtest was analysed separately. The θ scores, correlation coefficients among variables, multiple correlations and multiple regression equations using MPB in the 3 models above as predicted variables were calculated.

The results revealed that the multiple regression equations for predicting MPB in all 3 models mentioned could predict the MPB in each grade level in each test form at the .01 significance level. The first predictor variable entered into the equation was BCC and the second was TRC.

The comparisons of proportions of students whose MPB were correctly predicted by the 3 models using the criterion that the difference between the raw MPB and the predicted MPB in each model was not to be greater than /1/ or /1.96/ unit of standard error of estimate by using the Cochran Q Test, revealed that the summative model and the θ ability model gave 'similar' good results statistically, so there was no statistical significance. However, there was substantial fluctuation of prediction when using the model of students classified into groups. Therefore, this model is not suitable for predicting the MPB if high precision of estimation is needed

การเปรียบเทียบผลการทำนายความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการทำนาย โดยโมเดลผลรวมของคะแนน โมเดลการประมาณค่า ความสามารถของผู้สอบตามทางแนวทฤษฎีการตอบสนอง ข้อสอบและการจัดกลุ่มผู้สอบตามระดับความสามารถ

พิศิษฐ์ ตันทวนิช

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลการทำนายความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3-6 โดยใช้ตัวแปรทำนายคือความสามารถในการทำโจทย์พื้นฐานด้านสัญลักษณ์ และระดับความเข้าใจในการอ่าน การทำนายในแต่ละระดับชั้นใช้วิธีการกำหนดตัวแปรที่ได้รับการทำนายออกเป็น 3 ลักษณะ คือ ผลรวมของคะแนน การประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ(θ) ตามแนวทฤษฎีการตอบสนองต่อข้อสอบและการจัดกลุ่มผู้สอบตามระดับความสามารถ โดยผู้วิจัยได้พัฒนาแบบสอบที่มุ่งวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ความสามารถในการทำโจทย์พื้นฐานด้านสัญลักษณ์เพื่อสอบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3-6 ชั้นชั้นเรียนละ 2 ฟอรัม คือ ฟอรัม ก และ ข และได้พัฒนาแบบสอบวัดระดับความเข้าใจในการอ่าน ก12 และ ข12 เพื่อให้สอบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 และ 4 และพัฒนาแบบสอบ ก23 และ ข23 เพื่อให้สอบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ 6 จากนั้นได้นำแบบสอบไปสุ่มเก็บข้อมูลกับนักเรียนประถมศึกษา จำนวน 19 โรงเรียนในจังหวัดสุรินทร์ และศรีสะเกษโดยนักเรียนแต่ละคนได้ทำแบบสอบฟอรัม กหรือฟอรัม ขอย่างใดอย่างหนึ่งแบบสอบแต่ละฟอรัมในแต่ละชั้นเรียนได้สุ่มเก็บข้อมูลกับนักเรียนไม่ต่ำกว่า 600 คน จากนั้นได้นำเอาข้อมูลจากแบบสอบแต่ละฟอรัมในแต่ละชั้นเรียนมาทำการวิเคราะห์โดยใช้วิธีการประมาณค่าความสามารถ (θ) ตามแนวทฤษฎีการตอบสนองต่อข้อสอบ การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ การสร้างสมการทำนายแบบถดถอยพหุคูณ และการเปรียบเทียบสัดส่วนความถูกต้องระหว่างค่าที่คำนวณได้จริงกับค่าที่ทำนายได้เมื่อใช้ตัวแปรที่ได้รับการทำนายต่างกัน 3 วิธีดังกล่าวข้างต้น

ผลการคำนวณพบว่าสมการทำนายความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่ใช้ตัวแปรที่ได้รับการทำนายต่างกันทั้ง 3 วิธี ทุกๆ สมการในแบบสอบย่อยทุกฉบับ ทุกชั้นเรียนทำนายได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตัวแปรตัวแรกที่เข้าไปในสมการทำนายคือความสามารถด้านพื้นฐานการคำนวณในลักษณะของโจทย์สัญลักษณ์ ตัวแปรทำนายถัดมาคือระดับความเข้าใจในการอ่าน

ผลการเปรียบเทียบค่าสัดส่วนที่ทำนายได้เมื่อกำหนดเกณฑ์ความถูกต้อง 2 วิธี คือวิธีแรกกำหนดค่าที่คำนวณได้จริงกับค่าที่ทำนายได้จะต้องต่างกันไม่เกิน 1 ช่วงของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการทำนาย และอีกวิธีคือค่าที่คำนวณได้จริงกับค่าที่ทำนายได้จะต้องต่างกันไม่เกิน 1.96 ช่วงของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการทำนาย พบว่าการทำนายโดยโมเดลผลรวมของคะแนน และการประมาณค่าของผู้สอบตามแนวทฤษฎีการตอบสนองต่อข้อสอบให้ผลสัดส่วนความถูกต้องในการทำนายเมื่อตรวจสอบโดย Crohan Q Test ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การทำนายโดยการจัดกลุ่มผู้สอบตามระดับความสามารถมีความกว้างไวกวของค่าสัดส่วนที่ทำนายได้มากเมื่อเทียบกับวิธีการสองวิธีแรก จึงไม่ควรจะใช้ในกรณีที่ต้องการความแม่นยำในการทำนาย

ความเป็นมาและความสำคัญของการวิจัย

จากการศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษา มักจะพบเนื่อง ๆ ว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชานี้ต่ำ เช่นมีการพบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในกลุ่มทักษะคณิตศาสตร์ต่ำที่สุดในกลุ่มวิชาต่าง ๆ และมีระดับผลสัมฤทธิ์เพียงร้อยละ 43.57 ของคะแนนเต็ม (กรมวิชาการ 2532 : 31) หรือจากผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของอนันต์ จันทร์ทวีและอภิชัย บวรกิตินวงศ์ (2532) ก็พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านคณิตศาสตร์มีระดับเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 53.30 หรือผลการศึกษาของกรมวิชาการก็พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของเด็กไทยโดยในระดับประถมศึกษานั้นต่ำ โดยอยู่ในระดับประมาณร้อยละ 55 (พันธนิย์ วิหคโต 2537 : 1) รวมทั้งงานวิจัยของบุญส่ง นิลแก้ว (2536 : 130-135) ซึ่งศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในเขตภาคเหนือตอนบนก็พบเช่นกันว่า นักเรียนมีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับไม่เกินอัตรา ร้อยละ 50

ทั้งนี้จากการที่ผู้วิจัยได้มีโอกาสเก็บข้อมูลภาคสนาม (พิศิษฐ์ ตันทวนิช 2535, 2536 และ 2537) ได้ทำวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์ และศึกษาวิธีการวัดผลประเมินในการจัดการศึกษาระดับประถมศึกษา ได้พบข้อที่น่าสนใจจากการสนทนากับครูผู้สอนคือ ครูผู้สอนจะให้ข้อมูลกับผู้วิจัยเสมอ ๆ ว่า นักเรียนส่วนใหญ่ นั้น จะสามารถทำเลขได้พอประมาณ ถ้าหากว่า โจทย์นั้นอยู่ในสภาพของปัญหาทางการคำนวณที่มีเครื่องหมายกำหนดว่าจะต้อง บวก ลบ คูณ หรือหาร อย่างชัดเจนโดยไม่มีถ้อยคำหรือประโยคมาปะปน แต่เมื่อใดก็ตามที่นำเอาโจทย์ดังกล่าวมาสร้างเป็นโจทย์ปัญหาที่นักเรียนจะต้องอ่านและทำความเข้าใจเองด้วยตนเองก่อน แล้วจึงค่อยตัดสินใจว่าจะใช้วิธีการคำนวณแบบใดนักเรียนส่วนใหญ่มักจะทำโจทย์เลขดังกล่าวไม่ได้

นอกจากนั้นจากผลการวิจัยอีกส่วนหนึ่งซึ่งเกี่ยวข้องกับผลการเรียนคณิตศาสตร์และภาษาไทย ผลการวิจัยด้านผลการเรียนคณิตศาสตร์ในส่วนของโจทย์ปัญหาและโจทย์สัญลักษณ์ (ดังปรากฏรายละเอียดในหัวข้อสมมติฐานของบทความนี้) ทำให้ผู้วิจัยได้ข้อคิดทางวิชาการที่ควรแก่การตรวจสอบว่ามีความเป็นจริงและน่าเชื่อถือได้เพียงใดในลักษณะดังต่อไปนี้คือ

ความสามารถในการทำโจทย์ปัญหาของนักเรียนนั้น ในพื้นฐานสามารถอธิบายได้ในเชิงของสมมติฐานว่าน่าจะขึ้นกับปัจจัยสำคัญ 2 ประการ คือ

- ก. ความสามารถในการทำโจทย์สัญลักษณ์ขั้นพื้นฐาน
- ข. ความเข้าใจในการอ่านบทความภาษาไทย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ คือ

เพื่อเปรียบเทียบผลการทำนายความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3-6 แยกเป็นรายชั้นเรียน โดยใช้ตัวแปรทำนาย (Predictor Variables) คือความสามารถในการทำโจทย์สัญลักษณ์ และระดับความเข้าใจในการอ่าน ทั้งนี้การทำนายในแต่ละระดับชั้นใช้วิธีการกำหนดตัวแปรที่ได้รับการทำนาย (Predicted Variables) แยกเป็น 3 ลักษณะ คือ

ก. ผลรวมของคะแนนจากแบบสอบ

ข. ค่าความสามารถ (θ) ของผู้สอบแต่ละคนที่ได้รับจากการวิเคราะห์ข้อสอบตามแนวทฤษฎีการตอบสนองต่อข้อสอบ

ค. การจัดกลุ่มผู้สอบตามระดับความสามารถ

สมมติฐานของการวิจัย

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสมมติฐานพบว่า ในปี 2530 สะเยียม จินาบุญ (2536 : 17-21) ได้ทำวิจัยเรื่อง “ผลกระทบจากการใช้แผนการสอนแบบบูรณาการการอ่านกลุ่มทักษะที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6” โดยมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบจากการสอนโดยใช้แผนการสอนแบบบูรณาการการอ่านกลุ่มทักษะที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ได้ข้อค้นพบนักเรียนที่เรียนโดยใช้แผนการสอนแบบบูรณาการการอ่านกลุ่มทักษะมีความสามารถในการอ่านตีความโจทย์ปัญหา และมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และความสามารถในการอ่านตีความโจทย์ปัญหามีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และในปี 2535 โอภาส คงภักดี (2538 : 495-499) ได้ทำงานวิจัยเรื่อง “ผลดีของการตีความภาษาไทยที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชายและหญิงที่มีพ่อแม่อาชีพต่างกัน” ได้ข้อค้นพบที่สำคัญประการหนึ่งคือ นักเรียนที่ฝึกการตีความภาษาไทยโดยการฟัง การพูด การอ่าน และการเขียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ พร้อมกันนั้นก็ให้ข้อเสนอแนะไว้ว่า ความสามารถทางภาษาไทยสามารถถ่ายโยงการเรียนรู้ไปยังวิชาคณิตศาสตร์ได้ และในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ครูควรสอนให้นักเรียนมีทักษะภาษาไทยเสียก่อน นอกจากนั้นจากการวิจัยของ พิเศษ ตันทวนิช (2537 : 66) ในหัวข้อเรื่อง “การศึกษาลำดับที่ของค่าความยากของข้อสอบที่เขียนในรูปของโจทย์ปัญหาและโจทย์สัญลักษณ์ที่วัดพฤติกรรมการคิดคำนวณเท่าเทียมกันในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ถึง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6” ก็ได้ข้อค้นพบประการ

หนึ่งว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนด้านความสามารถในการทำโจทย์สัญลักษณ์และ โจทย์ปัญหาเมื่อศึกษากับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีค่าสูงอยู่ในช่วง 0.80-0.87 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

จากพื้นฐานของงานวิจัยดังกล่าว จึงนำไปสู่การกำหนดสมมุติฐานข้อที่ 1 ดังนี้

1. สมการทำนายความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3-6 ในแต่ละชั้นเรียน ในแบบสอบย่อยแต่ละฉบับ โดยใช้ความสามารถในการทำโจทย์สัญลักษณ์ และระดับความเข้าใจในการอ่านทุกสมการเป็นตัวทำนาย ไม่ว่าจะทำนายความสามารถในการแก้ โจทย์ปัญหาโดยใช้ผลรวมของคะแนนจากแบบสอบ การประมาณค่าความสามารถตามแนวทฤษฎี การตอบสนองต่อข้อสอบ หรือใช้วิธีการจัดกลุ่มผู้สอบตามระดับความสามารถ สามารถทำนายได้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทุกสมการ

ส่วนอีกประการหนึ่ง คือ จากวัตถุประสงค์ที่มุ่งเปรียบเทียบผลการทำนายความสามารถในการ แก้โจทย์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3-6 โดยใช้ตัวแปรทำนาย คือความสามารถในการทำ โจทย์สัญลักษณ์ และระดับความเข้าใจในการอ่าน ซึ่งใช้วิธีการทำนายต่างกัน 3 วิธีนั้น ส่วนนี้เป็น ส่วนของงานวิจัย ที่ผู้วิจัยเพิ่งเริ่มบุกเบิกหาข้อความรู้เป็นครั้งแรกในประเทศไทย ยังไม่ปรากฏว่า มีอยู่ในงานวิจัยเรื่องใด ๆ มาก่อน แต่โดยอาศัยพื้นฐานความรู้ด้านมาตรวัดตัวเลข ซึ่งมีลักษณะที่ สำคัญบางประการ คือ

ก. ผลรวมของคะแนนจากการสอบรายข้อเป็นตัวเลขในมาตราอันตรภาคชั้น

ข. ค่าความสามารถ (θ) ของผู้สอบที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อสอบตามแนวทฤษฎีการตอบ สอนองต่อข้อสอบเป็นตัวเลขในมาตราภาคชั้น

ค. การจัดกลุ่มผู้สอบตามระดับความสามารถเป็นตัวเลขในมาตราเรียงลำดับ

ซึ่งในรายละเอียดของค่าที่วัดได้นั้น ค่าตัวเลขในมาตราอันตรภาคชั้นย่อมมีความละเอียด ของค่าที่วัดได้สูงกว่าค่าตัวเลขในมาตราเรียงลำดับ (Sandy 1990 : 12-13) หลักวิชาส่วนนี้ สามารถใช้เป็นข้อชี้แนะในการกำหนดสมมุติฐานข้อที่ 2 เพื่อตอบวัตถุประสงค์ของการวิจัยได้ดังนี้

2. สัดส่วนความถูกต้องในการทำนายความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา โดยใช้ผลรวม ของคะแนน และการประมาณค่าสามารถตามแนวทฤษฎีการตอบสนองต่อข้อสอบไม่มีความแตก ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่วิธีการทำนายความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้วิธีการ จัดกลุ่มผู้สอบตามระดับความสามารถจะได้ค่าสัดส่วนความถูกต้องในการทำนายต่ำกว่าการทำนาย โดยวิธีการใช้ผลรวมของคะแนนและการประมาณค่าความสามารถอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ขอบเขตของการวิจัย

1. การดำเนินการวิจัยครั้งนี้จะดำเนินการในภาคปลาย ปีการศึกษา 2538 โดยเก็บข้อมูลกับนักเรียนประถมศึกษาในเขตจังหวัดสุรินทร์และศรีสะเกษ
2. การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ในส่วนของวิชาคณิตศาสตร์ จะศึกษาเฉพาะทักษะด้านการบวก ลบ คูณ หาร เศษส่วนและทศนิยม และศึกษากับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ถึงชั้นประถมศึกษา ปีที่ 6 เท่านั้น
3. การวิจัยครั้งนี้ไม่นำเอาภูมิหลังด้านต่าง ๆ ของนักเรียน เช่น เพศ ฐานะทางเศรษฐกิจ และสังคมของนักเรียนมาเป็นตัวแปรที่เกี่ยวข้อง
4. ในการวิเคราะห์หาค่าความสามารถของผู้สอบ (θ) ตามแนวทฤษฎีการตอบสนองต่อข้อสอบจะใช้การวิเคราะห์โดยโปรแกรม RASCAL ของบริษัท ASSESSMENT SYSTEM COOPERATION ซึ่งมุ่งวิเคราะห์ค่าเฉพาะค่าความยากของข้อสอบ (b) เท่านั้น

การดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้นำพัฒนาและปรับปรุงแบบสอบขึ้นมาใช้ 2 ส่วนใหญ่ คือ

ในส่วนของแบบสอบคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำสร้างข้อคำถามในส่วนของโจทย์สัญลักษณ์และโจทย์ปัญหาขึ้น ในลักษณะของคำถามแบบชนิด 5 ตัวเลือก ตามในเนื้อหาด้านบวก ลบ คูณ หาร เศษส่วนและทศนิยม ข้อคำถามจะได้รับการสร้างขึ้นเป็นคู่ ๆ ข้อหนึ่งจะเป็นคำถามที่เป็นโจทย์สัญลักษณ์ อีกข้อหนึ่งเป็นคำถามในลักษณะของโจทย์ปัญหาที่ต้องใช้พฤติกรรมในการคำนวณเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบเท่าเทียมกันโดยในแต่ละชั้นเรียนได้มีการพัฒนาแบบสอบขึ้น 2 ฉบับ คือ ฉบับ ก และฉบับ ข แบบสอบสำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ทั้งฉบับ ก และ ฉบับ ข มีจำนวนฉบับละ 26 ข้อ ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ทั้งฉบับ ก และ ฉบับ ข มีจำนวนข้อสอบฉบับละ 30 ข้อ ในแบบสอบแต่ละฉบับสำหรับแต่ละชั้นเรียน ได้แยกย่อยต่อไปอีกเป็น 2 ฟอรม์ คือ ก1 ก2 ข1 และ ข2 แบบสอบ ก1 กับ ก2 แบบสอบ ข1 กับ ข2 แต่ละฟอรม์จะมีข้อคำถามเหมือนกัน แต่ลำดับที่ของคำถามทั้งหมดในแบบสอบแต่ละฉบับจะได้รับการสุ่มสลับอย่างอิสระ

ในส่วนของแบบสอบวัดระดับความเข้าใจในการอ่าน ผู้วิจัยได้นำพัฒนาแบบสอบ โดยแบ่งแบบสอบออกเป็น 1 ฉบับใหญ่ คือ ฉบับ ก และฉบับ ข ฉบับ ก ประกอบด้วยแบบสอบย่อย 3 ฉบับ คือ ก1 ก2 และ ก3 แบบสอบฉบับ ข ประกอบด้วยแบบสอบฉบับย่อยคือ ข1 ข2 และข3 โดยแบบสอบ ก1 และ ข1 เป็นแบบสอบที่ง่ายเหมาะสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 และ 3 แบบสอบ ก2 และข2 ยากขึ้นเหมาะสำหรับใช้สอบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 แบบสอบ ก3 และ ข3 เป็นแบบสอบที่ยากขึ้นเหมาะสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ 6 แบบสอบย่อยแต่ละฉบับ

จะมีเรื่อง (Story) ให้อ่าน และมีคำถามให้ตอบหลังจากอ่านเรื่องจบเรื่องละ 16 คำถาม ผู้วิจัยได้นำเอาแบบสอบ ก1 และก2 มารวมกันเป็นแบบสอบ ก12 มาปรับให้ยากขึ้นอีกเล็กน้อย แล้วนำมารวมกับแบบสอบ ก3 เป็นแบบสอบ ก23 โดยได้นำเอาแบบสอบ ก12 ไปสอบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 และ 4 คู่กับแบบสอบคณิตศาสตร์ฉบับ ก ที่ใช้สอบในชั้นเรียนระดับเดียวกัน และได้้นำเอาแบบสอบ ก23 ไปสอบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ 6 คู่กับแบบสอบคณิตศาสตร์ฉบับ ก ที่ใช้สอบกับนักเรียนในระดับเดียวกัน

สำหรับในฉบับ ข ผู้วิจัยก็ได้ดำเนินการโดยลักษณะเดียวกัน กล่าวคือได้นำเอาแบบสอบ ข1 และข2 มารวมกันเป็นแบบสอบ ข12 นำแบบสอบ ข2 มาปรับให้ยากขึ้นอีกเล็กน้อย แล้วนำมารวมกับแบบสอบ ข3 เป็นแบบสอบ ข23 โดยได้นำเอาแบบสอบ ข12 ไปสอบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 และ 4 คู่กับแบบสอบคณิตศาสตร์ฉบับ ข ที่ใช้สอบในชั้นเรียนระดับเดียวกัน และได้นำเอาแบบสอบ ข 23 ไปสอบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ 6 คู่กับแบบสอบคณิตศาสตร์ฉบับ ข ที่ใช้สอบกับนักเรียนในระดับเดียวกัน

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้หมายถึงนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในเขตจังหวัดสุรินทร์และศรีสะเกษ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนในโรงเรียนประถมศึกษาในจังหวัดสุรินทร์และศรีสะเกษ ในภาคปลาย ปีการศึกษา 2538 ซึ่งได้จากการสุ่มจากโรงเรียนรวม 19 โรงเรียนแยกเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งทำแบบสอบฉบับ ก และ ข จำนวน 628 คนและ 627 คน ตามลำดับ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งทำแบบสอบฉบับ ก และ ข จำนวน 632 คนและ 633 คน ตามลำดับ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งทำแบบสอบฉบับ ก และ ข จำนวน 617 คนและ 613 คน ตามลำดับ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งทำแบบสอบฉบับ ก และ ข จำนวน 610 คนและ 610 คน ตามลำดับ

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลได้ดำเนินการดังนี้

1. หาค่าผลรวมของคะแนนในสอบย่อยคณิตศาสตร์ด้านการทำโจทย์สัญลักษณ์ และด้านการทำโจทย์ปัญหา และคะแนนรวมจากการทำแบบสอบวัดระดับความเข้าใจในการอ่านของนักเรียนแต่ละคน

2. หาค่าระดับความสามารถของผู้สอบ (θ) ตามแนวทฤษฎีการตอบสนองต่อข้อสอบ โดยใช้โปรแกรม RASCAL ของบริษัท ASSESSMENT SYSTEMS COOPERATION ซึ่งมุ่ง

วิเคราะห์หาเฉพาะค่าความยาก โดยนำเอาเฉพาะกลุ่มข้อสอบที่มุ่งวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาในแต่ละชั้น แต่ละฉบับย่อยมาทำการวิเคราะห์กับโปรแกรมดังกล่าว

3. จัดกลุ่มผู้สอบในแต่ละระดับชั้นเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม และให้ค่าระดับเป็น 1 2 3 และ 4 ทั้งนี้โดยพิจารณาจัดแบ่งตามระดับความยากน้อยของคะแนนด้านความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเป็นเกณฑ์ในการจัดแบ่ง

4. การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

จากคะแนนของนักเรียนในแต่ละชั้นเรียน ซึ่งแยกออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มซึ่งทำแบบสอบฉบับ ก และกลุ่มซึ่งทำแบบสอบฉบับ ข ได้หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ คือ ผลรวมของคะแนนในส่วนของการแก้โจทย์ปัญหา ผลรวมของคะแนนในส่วนของการทำโจทย์สัญลักษณ์ คะแนนค่าระดับความสามารถ คะแนนระดับความเข้าใจในการอ่าน และการจัดกลุ่มผู้สอบตามระดับความสามารถ

5. การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ

จากคะแนนของนักเรียนในแต่ละระดับชั้นเรียน ในแบบสอบย่อยฉบับ ก และ ข แต่ละฉบับได้หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple Correlation) โดยใช้ตัวแปรที่ได้รับการกำหนดนำมาก่อนคือ คะแนนการทำโจทย์สัญลักษณ์และคะแนนระดับความเข้าใจในการอ่าน ตัวแปรที่ตามมาแยกออกได้เป็น 3 ลักษณะ (หรือ 3 กรณี) คือผลรวมของคะแนนในการแก้โจทย์ปัญหา ค่าประมาณค่าความสามารถ และการจัดกลุ่มผู้สอบตามระดับความสามารถ

6. การสร้างสมการทำนาย

จากคะแนนของนักเรียนในแต่ละระดับชั้นเรียน ในแบบสอบย่อย ก และ ข แต่ละฉบับได้สร้างสมการทำนายแบบพหุคูณ (Multiple Regression Equations) โดยตัวแปรที่ใช้เป็นตัวทำนายได้แก่ความสามารถในการทำโจทย์สัญลักษณ์และระดับความเข้าใจในการอ่าน ตัวแปรที่ได้รับการทำนายแยกออกเป็น 3 ลักษณะ คือ ผลรวมของคะแนนในการแก้โจทย์ปัญหา การประมาณค่าความสามารถ และการจัดกลุ่มผู้สอบตามระดับความสามารถ เทคนิคการทำนายได้ใช้วิธีการเพิ่มตัวแปรเข้าไปทีละตัว (Forward Solution)

7. การศึกษาผลการทำนาย

จากสมการทำนายที่ได้ในขั้นที่ 4 ในแบบสอบย่อยแต่ละฉบับ ในแต่ละชั้นเรียน ผู้วิจัยนำเอาค่าที่คำนวณได้จริงคือ ค่าผลรวมของคะแนน ค่าการประมาณค่าความสามารถ (θ) และค่าการจัดกลุ่มผู้สอบตามระดับความสามารถ แต่ละค่ามาเทียบกับค่าที่ทำนายจากสมการในที่ได้มาในขั้นที่ 6 จากนั้นได้แบ่งผลการทำนายออกเป็น 2 วิธีย่อย คือ

ก. ถ้าค่าที่คำนวณได้จริงกับค่าที่ทำนายได้ ต่างกันไม่เกิน 1 หน่วยของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการทำนายของแต่ละวิธี จะถือว่าการทำนายถูกต้อง ให้ค่าเป็น 1 ถ้าหากตรงกันข้ามคือค่าที่คำนวณได้จริงกับค่าที่ทำนายได้ ต่างกันมากกว่า 1 หน่วยของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการทำนายของแต่ละวิธี จะถือว่าการทำนายผิด ให้ค่าเป็น 0

ข. ถ้าค่าที่คำนวณได้จริงกับค่าที่ทำนายได้ ต่างกันไม่เกิน 1.96 หน่วยของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการทำนายของแต่ละวิธี จะถือว่าการทำนายถูกต้อง ให้ค่าเป็น 1 ถ้าหากตรงกันข้ามคือค่าที่คำนวณได้จริงกับค่าที่ทำนายได้ ต่างกันมากกว่า 1.96 หน่วยของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการทำนายของแต่ละวิธี จะถือว่าการทำนายผิด ให้ค่าเป็น 0

8. การเปรียบเทียบสัดส่วนความถูกต้องของการทำนาย

ในแบบสอบย่อยแต่ละฉบับ ในแต่ละระดับชั้น ผู้วิจัยจะนำเอาค่าสัดส่วนผลการทำนายที่ถูกต้องในแต่ละส่วนคือ การพิจารณาจากผลรวมของคะแนน การพิจารณาจากการประมาณค่าความสามารถ และพิจารณาจากการจัดกลุ่มผู้สอบตามระดับความสามารถ มาเปรียบเทียบกัน โดยการใช้ Crochran Q Test และถ้าพบว่าสัดส่วนในแบบสอบย่อยฉบับใด ในชั้นเรียนใดมีความแตกต่างกัน ก็จะทำการทดสอบรายคู่เพื่อหาคู่ที่มีค่าสัดส่วนแตกต่างกันต่อไป

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการวิเคราะห์ข้อมูล ได้ข้อค้นพบโดยสรุป 4 ประการต่อไปนี้

1. ด้านค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ปรากฏผลดังรายละเอียดในตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจิตย์สัญลักษณ์ คะแนนจิตย์ปัญหา (ผลรวมของคะแนน) คะแนนระดับความเข้าใจในการอ่าน การประมาณค่าความสามารถ (θ) และการจัดกลุ่มผู้สอบตามระดับความสามารถของนักเรียนในระดับชั้นเรียนต่างๆ ในแบบสอบย่อยแต่ละชุด

ชั้น ปี..	ฉบับ ก					ฉบับ ก				
	จิตย์ สัญลักษณ์	จิตย์ ปัญหา	การอ่าน	ค่า θ	การ จัด กลุ่ม	จิตย์ สัญลักษณ์	จิตย์ ปัญหา	การอ่าน	ค่า θ	การ จัด กลุ่ม
3	-	.7361**	.6282**	.7288**	.7086**	-	.7912**	.6140**	.7718**	.7744**
		-	.6894**	.9934**	.9641**		-	.6753**	.9918**	.9652**
			-	.6780**	.6707**			-	.6524**	.6265**
				-	.9501**				-	.9450**
4	-	.8196**	.5865**	.8106**	.8030**	-	.7958**	.5708**	.7896**	.7831**
		-	.6231**	.9929**	.9649**		-	.6311**	.9901**	.9678**
			-	.6182**	.5954**			-	.6276**	.6169**
				-	.9529**				-	.9521**
5	-	.7953**	.5557**	.7861**	.7536**	-	.8066**	.5831**	.7978**	.7835**
		-	.5498**	.9918**	.9574**		-	.5920**	.9925**	.9570**
			-	.5468**	.5291**			-	.5810**	.5681**
				-	.9434**				-	.9436**
6	-	.8068**	.5116**	.7914**	.7875**	-	.8188**	.5681**	.8033**	.7827**
		-	.5142**	.9922**	.9591**		-	.5854**	.9933**	.9597**
			-	.5132**	.4631**			-	.5774**	.5578**
				-	.9437**				-	.9478**

จากข้อมูลในตารางที่ 1 มีความหมายดังนี้

1.1 ในระดับชั้นเรียนต่างๆ ทุกชั้นเรียน ในแบบสอบย่อยแต่ละฉบับ คือ ฉบับ ก และ ข คะแนนจิตย์สัญลักษณ์ คะแนนจิตย์ปัญหา (ผลรวมของคะแนน) คะแนนระดับความเข้าใจในการ

อ่าน การประมาณค่าความสามารถ (θ) และการจัดกลุ่มผู้สอบตามระดับความสามารถ มีความสัมพันธ์กันสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

1.2 คะแนนโจทย์ปัญหา (ผลรวมของคะแนน) และการประมาณค่าความสามารถ (θ) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงถึงระดับ 0.99 ในแบบสอบย่อยทุกฉบับ ทุกระดับชั้นเรียน

1.3 คะแนนโจทย์ปัญหา และคะแนนการประมาณค่าความสามารถมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับคะแนนการจัดกลุ่มผู้สอบตามระดับความสามารถในแบบสอบทุก ๆ ฉบับย่อยในระดับที่ไม่ต่ำกว่า 0.94

1.4 คะแนนโจทย์ปัญหา กับโจทย์สัญลักษณ์ในแบบสอบทุกฉบับย่อยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ไม่ต่ำกว่า 0.73

1.5 เมื่อพิจารณาจากค่าที่ปรากฏ พบว่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างโจทย์ปัญหา กับโจทย์สัญลักษณ์มีค่าสูงกว่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างโจทย์ปัญหา กับค่าคะแนนระดับความเข้าใจในการอ่านในแบบสอบย่อยทุกฉบับ ทุกชั้นเรียน

2. ด้านค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณและสมการทำนายแบบถดถอยพหุคูณ ได้ข้อค้นพบดังรายละเอียดในตารางที่ 2 และตารางที่ 3 ดังต่อไปนี้

แสดงค่า $R^2 x(1)$ และ $R^2 x(1)x(2)$ และ R^2 เพิ่ม เมื่อใช้ตัวแปรที่ได้รับการทำนายต่างกัน 3 แบบ คือ ผลรวมของคะแนน การประมาณค่าความสามารถ และการจัดกลุ่มผู้สอบค่าระดับความสามารถในชั้นเรียนต่าง ๆ ในแบบสอบย่อยแต่ละชุด โดยใช้ตัวแปรทำนายคือความสามารถในการทำโจทย์สัญลักษณ์และระดับความเข้าใจในการอ่าน

ชั้น	ผลรวมของคะแนน			การประมาณค่าความสามารถ			การประมาณค่าความสามารถ ความสามารถ		
	$R^2 x(1)$	$R^2 x(1)x(2)$	R^2 เพิ่ม	$R^2 x(1)$	$R^2 x(1)x(2)$	R^2 เพิ่ม	$R^2 x(1)$	$R^2 x(1)x(2)$	R^2 เพิ่ม
3ก	.5418**	.6270**	.0852**	.5311**	.6113**	.0802**	.5021**	.5862**	.0841**
3ข	.6260**	.6732**	.0472**	.5956**	.6468**	.0512**	.5996**	.6362**	.0366**
4ก	.6717**	.7027**	.0310**	.6572**	.6882**	.0310**	.6448**	.6684**	.0236**
4ข	.6332**	.6797**	.0465**	.6235**	.6699**	.0464**	.6132**	.6561**	.0429**
5ก	.6325**	.6493**	.0168**	.6180**	.6355**	.0175**	.5679**	.5855**	.0176**
5ข	.6506**	.6730**	.0224**	.6365**	.6569**	.0204**	.6138**	.6326**	.0188**
6ก	.6509**	.6648**	.0139**	.6263**	.6426**	.0160**	.6201**	.6250**	.0049**
6ข	.6705**	.6918**	.0213**	.6452**	.6669**	.0217**	.6127**	.6316**	.0189**

จากข้อมูลในตารางที่ 2 ได้ข้อสรุปดังนี้

จากข้อมูลในตารางที่ 2 ได้ข้อสรุปดังนี้

2.1 การทำนายความสามารถในการทำโจทย์ปัญหา สามารถทำนายได้โดยใช้ความสามารถในการทำโจทย์สัญลักษณ์และระดับความเข้าใจในการอ่าน โดยตัวแปรที่เข้าไปเป็นตัวแรกในสมการทำนายคือ การทำโจทย์สัญลักษณ์ ตัวแปรในลำดับต่อมาคือ ระดับความเข้าใจในการอ่านในทุก ๆ แบบสอบย่อย และทุก ๆ ชั้นเรียน และทุก ๆ รูปแบบของการกำหนดตัวแปรที่ใช้เป็นตัวแปรที่ได้รับการทำนาย

2.2 ค่าความแปรปรวนในการแก้โจทย์ปัญหา สามารถอธิบายได้ด้วยความแปรปรวนในการทำโจทย์สัญลักษณ์และความแปรปรวนด้านระดับความเข้าใจในการอ่าน โดยค่าความแปรปรวนที่ร่วมกันดังกล่าวนี้มีค่าสูงมากจากช่วงร้อยละ 58.55-70.27 และพบว่าความแปรปรวนที่เพิ่มขึ้นในส่วนของระดับความเข้าใจในการอ่านอยู่ในระดับต่ำเมื่อเทียบกับความแปรปรวนของการทำโจทย์สัญลักษณ์ซึ่งเข้าไปอธิบายได้ก่อนแล้ว โดยเฉพาะในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ 6 ส่วนของความแปรปรวนดังกล่าวนี้ยังต่ำลงไปอีกเมื่อเทียบกับความแปรปรวนในสมการในชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 และ 4

แสดงค่า $\beta_{(1)}$ และ $\beta_{(2)}$ และค่าสัดส่วน $\beta_{(1)}/\beta_{(2)}$ ในสมการทำนายที่ใช้ตัวแปรที่ได้รับการทำนายต่างกัน 3 ลักษณะ ในชั้นเรียนต่างๆ ในแบบสอบย่อยแต่ละชุด

ชั้น ศึกษาปีที่	ผลรวมของคะแนน			การประมาณค่าความสามารถ			การจัดกลุ่มผู้สอบตามระดับ ความสามารถ		
	$\beta_{(1)}$	$\beta_{(2)}$	$\beta_{(1)}/\beta_{(2)}$	$\beta_{(1)}$	$\beta_{(2)}$	$\beta_{(1)}/\beta_{(2)}$	$\beta_{(1)}$	$\beta_{(2)}$	$\beta_{(1)}/\beta_{(2)}$
3ก	.5005**	.3750**	1.3347**	.5003**	.3638**	1.3752**	.4745**	.3727**	1.2731**
3ข	.6222**	.2753**	2.2601**	.5958**	.2866**	2.0789**	.6255**	.2424**	2.5804**
4ก	.6923**	.2171**	3.1889**	.6830**	.2177**	3.1373**	.6917**	.1898**	3.6444**
4ข	.6460**	.2624**	2.4619**	.6399**	.2623**	2.4396**	.6393**	.2520**	2.5360**
5ก	.7086**	.1560**	4.5423**	.6977**	.1592**	4.3825**	.6649**	.1597**	4.1634**
5ข	.6991**	.1844**	3.7912**	.6955**	.1755**	3.9630**	.6851**	.1686**	4.0635**
6ก	.7365**	.1374**	5.3603**	.7163**	.1468**	4.8794**	.7457**	.0816**	9.1385**
6ข	.7180**	.1775**	4.0451**	.7017**	.1788**	3.9245**	.6878**	.1671**	4.1161**

จากข้อมูลในตารางที่ 3 มีความหมายดังนี้

2.3 จากค่าน้ำหนักในสมการทำนายของตัวแปรด้านความสามารถในการทำโจทย์สัญลักษณ์ (B_1) และระดับความเข้าใจในการอ่าน (B_2) ทุกระดับชั้นเรียน และทุกแบบสอบย่อยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยสัดส่วนของค่า $B_{(1)}/B_{(2)}$ ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ 6 มีค่าสูงขึ้นมากเพื่อเทียบกับค่าสัดส่วนดังกล่าวในชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 และ 4 แสดงว่า ค่าน้ำหนัก B_2 ลดลงเมื่อเทียบกับค่าน้ำหนัก B_1 มีความหมายว่าระดับความเข้าใจในการอ่านมีความสำคัญลดต่ำลงในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ 6

3. การทำนายค่าสัดส่วนความถูกต้องในการทำนาย ปรากฏรายละเอียดในตารางที่ 4 และตารางที่ 5 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4 จำนวนกลุ่มตัวอย่าง และค่าร้อยละที่ผลการทำนายผลรวมของคะแนน การประมาณค่าความสามารถ และการจัดกลุ่มผู้สอบตามระดับความสามารถ กระทำได้อย่างถูกต้อง ณ ที่ระดับความคลาดเคลื่อนไม่เกินหนึ่งหน่วยความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของแต่ละวิธีการทำนาย ณ ที่ระดับชั้นเรียนและแบบสอบย่อยต่าง ๆ

ชั้นประถมศึกษาปีที่	ผลรวมของคะแนน			การประมาณค่าความสามารถ		การจัดกลุ่มผู้สอบตามระดับความสามารถ	
	n	f	%	f	%	f	%
3ก	607	421	69.36	428	70.51	404	66.56
3ข	595	404	67.90	390	65.55	414	69.58
4ก	600	416	69.33	414	69.00	414	69.00
4ข	572	406	70.98	391	68.36	405	70.80
5ก	607	425	70.02	425	70.02	407	67.05
5ข	601	404	67.22	418	69.55	405	67.39
6ก	590	413	70.00	410	69.49	408	69.15
6ข	598	416	69.57	424	70.90	390	65.22

ตารางที่ 5 จำนวนกลุ่มตัวอย่าง และค่าร้อยละที่ผลการทำนายผลรวมของคะแนน การประมาณค่าความสามารถ และการจัดกลุ่มผู้สอบตามระดับความสามารถ กระทำได้อย่างถูกต้อง ณ ที่ระดับความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 1.96 หน่วยความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของแต่ละวิธี การทำนาย ณ ที่ระดับชั้นเรียนและแบบสอบย่อยต่าง ๆ

ชั้นประถมศึกษาปีที่	ผลรวมของคะแนน			การประมาณค่าความสามารถ		การจัดกลุ่มผู้สอบตามระดับความสามารถ	
	n	f	%	f	%	f	%
3ก	607	574	94.56	576	94.89	580	95.55
3ข	595	567	95.29	564	94.79	568	95.46
4ก	600	570	95.00	574	95.67	569	94.83
4ข	572	541	94.58	542	94.76	542	94.76
5ก	607	576	94.89	573	94.40	585	96.38
5ข	601	572	95.17	576	95.84	577	96.01
6ก	590	559	94.75	564	95.59	562	95.25
6ข	598	572	95.65	565	94.48	576	96.32

จากข้อมูลในตารางที่ 4 และ ตารางที่ 5 มีความหมายดังนี้

3.1 สัดส่วนความถูกต้องในการแก้โจทย์ปัญหาในรูปแบบต่าง ๆ คือ ทำนายผลรวมของคะแนน การประมาณค่าความสามารถ และการจัดกลุ่มผู้สอบตามระดับความสามารถ ณ ที่ระดับไม่เกิน 1 หน่วยความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของแต่ละวิธี ในแบบสอบย่อยฉบับต่าง ๆ มีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 65.22-70.98

3.2 สัดส่วนความถูกต้องในการแก้โจทย์ปัญหาในรูปแบบต่าง ๆ คือ ทำนายผลรวมของคะแนน การประมาณค่าความสามารถ และการจัดกลุ่มผู้สอบตามระดับความสามารถ ณ ที่ระดับไม่เกิน 1.96 หน่วยความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของแต่ละวิธี ในแบบสอบย่อยฉบับต่าง ๆ มีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 94.40-96.01

3.3 จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลในรายละเอียดได้ข้อค้นพบต่อไปคือ สัดส่วนของการทำนายได้ถูกต้องของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาโดยวิธีการทำนายต่างกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในแบบสอบย่อยและระดับชั้นเรียนต่าง ๆ ยกเว้นกรณีดังต่อไปนี้คือ แบบสอบย่อยฉบับ ก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ณ ที่ระดับความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 1 หน่วยความ

คลาดเคลื่อนมาตรฐานในการทำนาย แบบสอบย่อยฉบับ ก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ณ ที่ระดับความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 1.96 หน่วย ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ค่าสัดส่วนที่ได้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และแบบสอบย่อยฉบับ ข ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ณ ที่ระดับความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 1 หน่วยความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ค่าสัดส่วนที่ได้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ผลการทดสอบรายคู่ในส่วนของค่าส่วนที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติพบดังนี้

- ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 แบบสอบฉบับ ก ณ ที่ระดับความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการทำนายไม่เกิน 1 หน่วย ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน การทำนายโดยใช้การประมาณค่าความสามารถเป็นตัวแปรที่ได้รับการทำนายให้ค่าสัดส่วนความถูกต้องในการทำนายสูงกว่าการทำนายโดยใช้การจัดกลุ่มผู้สอบตามระดับความสามารถเป็นตัวแปรที่ได้รับการทำนายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

- ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แบบสอบฉบับ ข ณ ที่ระดับความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการทำนายไม่เกิน 1 หน่วยความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน การทำนายโดยใช้การประมาณค่าความสามารถเป็นตัวแปรที่ได้รับการทำนายให้ค่าสัดส่วนความถูกต้องในการทำนายสูงกว่าการทำนายโดยใช้การจัดกลุ่มผู้สอบตามระดับความสามารถเป็นตัวแปรที่ได้รับการทำนายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

- ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 แบบสอบฉบับ ก ณ ที่ระดับความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการทำนายไม่เกิน 1.96 หน่วยความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน การทำนายโดยใช้การจัดกลุ่มผู้สอบตามระดับความสามารถเป็นตัวแปรที่ได้รับการทำนายให้ค่าสัดส่วนความถูกต้องในการทำนายสูงกว่าการทำนายโดยใช้การประมาณค่าความสามารถเป็นตัวแปรที่ได้รับการทำนายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการดำเนินการวิจัยที่ได้กระทำมาแล้วทั้งหมด มีสาระที่ควรมุ่งอภิปรายผลสำคัญ ๆ อยู่ 3 ประการดังนี้

1. ผลการวิจัยกับสมมุติฐาน ผลการวิจัยครั้งนี้กล่าวได้ว่าในส่วนของสมมุติฐานข้อที่ 1 นั้น เป็นไปตามสมมุติฐานกล่าวคือ

1.1 จากผลการวิจัยทั้งหมด ไม่ว่าจะศึกษากับนักเรียนระดับใดจากชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ไม่ว่าจะแบบสอบย่อยฉบับใด ได้ข้อค้นพบตรงกันคือ พบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหานั้น สามารถทำนายได้โดยความสามารถในการทำโจทย์สัญลักษณ์ และระดับความเข้าใจในการอ่าน โดยความแปรปรวนของตัวแปรทั้งสองสามารถอธิบายความ

แปรปรวนในส่วนของการแก้โจทย์ปัญหาได้สูงถึงร้อยละ 58.55-70.27 รวมทั้งข้อค้นพบที่ว่า คะแนนเฉลี่ยในส่วนของโจทย์สัญลักษณ์ในแบบสอบย่อยแต่ละฉบับที่ใช้สอบกับนักเรียนชั้นต่าง ๆ ทุกระดับชั้น สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยในส่วนของโจทย์ปัญหาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แต่ในขณะที่เดียวกันคะแนนทั้งสองส่วนดังกล่าวของนักเรียนแต่ละชั้นเรียนในแบบสอบย่อยแต่ละฉบับ มีความสัมพันธ์กันเชิงเส้นตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 รวมทั้งค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนในส่วนของโจทย์สัญลักษณ์และโจทย์ปัญหาที่มีค่าสูงกว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหากับระดับความเข้าใจในการอ่านและส่วนย่อยของค่าความแปรปรวนที่เพิ่มขึ้นของตัวแปรระดับความเข้าใจในการอ่านหลังจากที่ตัวแปรด้านความสามารถในการทำโจทย์สัญลักษณ์ได้เข้าไปในสมการทำนายแล้วร่วมกันชี้ประเด็นอย่างชัดเจนต่อไปนี้

“ตัวแปรที่มีผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 คือ ความสามารถในการทำโจทย์สัญลักษณ์มีความสำคัญเป็นอันดับหนึ่ง รองลงมาคือตัวแปรด้านระดับความเข้าใจในการอ่าน”

1.2 จากการที่พบว่า ค่าสัดส่วนของค่าน้ำหนักของความสามารถในการทำโจทย์สัญลักษณ์กับระดับความเข้าใจในการอ่านในสมการทำนาย ($B_{(1)} / B_{(2)}$) โดยภาพรวมในชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ 6 สูงขึ้น เมื่อเทียบกับค่าสัดส่วนดังกล่าวในชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 และ 4 นั้น แสดงให้เห็นว่า อิทธิพลของภาษาที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาลดลงในชั้นเรียนสูงขึ้น ทั้งนี้คงมิได้หมายความว่า ภาษาไม่มีผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา แต่คงมีความหมายว่า พัฒนาการทางภาษาของนักเรียนในชั้นที่สูงขึ้นนั้นมากพอที่จะนำไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาส่วนการที่จะแก้โจทย์ปัญหาได้หรือไม่ได้ต่อจากนั้น ควรจะต้องอธิบายโดยปัจจัยอื่นเป็นตัวหลักหรือปัจจัยหลักมากกว่าภาษา (รวมทั้งคำอธิบายนี้น่าจะเป็นจริงด้วยในระดับการศึกษาที่สูงขึ้นมากกว่าในระดับประถมศึกษา)

2. การทำนายความสามารถในการทำโจทย์ปัญหาโดยวิธีการต่างกัน คือ ผลรวมของคะแนนการประมาณค่าความสามารถ การจัดกลุ่มผู้สอบตามระดับความสามารถ พบว่าผลการสร้างสมการทำนายให้ผลต่างกันไม่มากนัก ซึ่งในส่วนนี้มีประเด็นที่ควรอภิปรายเพิ่มเติมดังนี้

2.1 ที่เกิดปรากฏการณ์เช่นนี้น่าจะเป็นเพราะว่า ตัวแปรทั้งสามตัวนี้มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างกันอยู่ในระดับสูง ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ต่ำสุดมีค่าสูงถึง 0.94

2.2 จากการที่พบว่าในทุกะดับชั้นเรียน และทุกแบบสอบย่อย ผลรวมของคะแนนกับการประมาณค่าความสามารถมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงถึง 0.99 น่าจะแสดงให้เห็นชัดเจนว่า

การประมาณค่าความสามารถของผู้สอบโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองต่อข้อสอบ โดยใช้การวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์ตัวเดียวคือค่าความยากกับคะแนนดิบแต่เดิมนั้น แท้จริงแล้วเป็นเพียงรูปแบบของการแปลงคะแนนเชิงเส้นตรงเท่านั้น แต่ในส่วนลึกแล้ว คุณสมบัติของคะแนนสองชุดนี้เหมือนกันจนแทบจะเป็นตัวแปรตัวเดียวกัน

2.3 แต่อย่างไรก็ดีในส่วนของรายละเอียด ในด้านสัดส่วนของความถูกต้องในการทำนาย ก็พบว่าการทำนายบางส่วนที่มีค่าสัดส่วนของความถูกต้องในการทำนายแตกต่างกัน กล่าวคือ สัดส่วนความถูกต้องในการทำนายของแบบสอบชั้นปีที่ 3 ฉบับ ก และชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ฉบับ ข ณ ที่ระดับความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 1 หน่วยของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการทำนายที่พบว่ามีวิธีการประมาณค่าความสามารถให้ค่าสัดส่วนความถูกต้องในการทำนายสูงกว่าการจัดกลุ่มผู้สอบตามระดับความสามารถ แต่ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 แบบสอบฉบับ ก กลับพบว่า ณ ที่ระดับความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 1.96 หน่วยของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการทำนาย วิธีการจัดกลุ่มสอบตามระดับความสามารถให้ค่าสัดส่วนความถูกต้องในการทำนายสูงกว่าการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบนั้น ข้อค้นพบดังกล่าวนี้ไม่เป็นไปตามสมมุติฐานข้อที่ 2 แต่ผลการวิจัยที่ปรากฏออกมาเช่นนี้ น่าจะเป็นข้อชี้ต่อไปว่าปรากฏการณ์ดังกล่าวน่าจะเกิดเนื่องจากการแกว่งไกว (Fluctuation) ของการทำนายโดยวิธีการจัดกลุ่มผู้สอบตามระดับความสามารถ เหตุผลของการเกิดการแกว่งไกวเช่นนี้น่าจะเป็นเพราะว่าการกำหนดค่าให้กับตัวแปรดังกล่าวเป็นวิธีการที่ค่อนข้างหยابหรือไม่มีความละเอียดพอ คือมีการกำหนดค่าของนักเรียนในแต่ละชั้นเรียนในแบบสอบย่อยแต่ละฉบับเป็น 4 ระดับคือ 1 2 3 และ 4 เท่านั้น วิธีการนี้จึงน่าจะใช้ได้ในกรณีที่ต้องการประมาณค่าเบื้องต้นอย่างรวดเร็ว ไม่ต้องการผลอย่างละเอียดแม่นยำมากนัก แต่ในกรณีที่ต้องการความถูกต้องละเอียดลออ ปราศจากการแกว่งไกวของผลการทำนายแล้วควรจะใช้วิธีการที่ 1 หรือวิธีการที่ 2 จะเหมาะสมกว่า

3. จากผลของการศึกษาสัดส่วนของความถูกต้องในการทำนายในแบบสอบย่อยแต่ละฉบับในแต่ละชั้นเรียน ไม่ว่าจะใช้ตัวแปรที่ได้รับการทำนายในลักษณะใด ซึ่งปรากฏว่า ณ ที่ระดับไม่เกิน 1 หน่วยของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการทำนายมีสัดส่วนความถูกต้องอยู่ในช่วงร้อยละ 65.22-70.98 และ ณ ที่ระดับไม่เกิน 1.96 หน่วยของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานมีสัดส่วนความถูกต้องในการทำนายอยู่ในช่วงร้อยละ 94.40-96.01 นั้น เมื่อนำไปผูกพันกับโอกาสความน่าจะเป็นของแจกแจงได้โค้งปกติ ณ ที่ระดับ 1 หน่วยมาตรฐานของการเบี่ยงเบนจะมีค่าเป็น 0.68 และโอกาสความน่าจะเป็นของการแจกแจงได้โค้งปกติ ณ ที่ระดับ 1.96 หน่วยมาตรฐานของการเบี่ยงเบนจะมีค่าเป็น 0.95 นั้น ปรากฏการณ์ดังกล่าวนี้ไม่น่าจะเกิดจากเหตุบังเอิญ แต่น่าจะมีความหมายว่า การแจกแจงของข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มมาใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ น่าจะมีภาวะการ

แจ่มแจ้งเป็นโค้งปกติ และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ สมการทำนายในรูปของสมการถดถอยพหุคูณที่คำนวณได้ในแบบสอบย่อยแต่ละฉบับ ในแต่ละชั้นเรียน ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติ นั้น คงจะต้องเป็นภาวะที่สะท้อนให้เห็นถึงภาวะที่เป็นจริงโดยตัวของมันเองของสิ่งที่มุ่งศึกษา

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัย มีข้อเสนอแนะดังนี้

ข้อเสนอแนะในด้านการนำไปใช้ มีข้อเสนอแนะดังนี้

1. การแก้ไขปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยในระดับประถมศึกษาต่ำ

จากผลการวิจัย มีข้อมูลชี้ชัดว่า นักเรียนจะทำโจทย์สัญลักษณ์ได้ก่อน จากนั้นจึงจะสามารถทำโจทย์ปัญหาที่มีพฤติกรรมการคำนวณเท่าเทียมกันได้ โดยในระดับชั้นต้น ๆ จะมีระดับความเข้าใจในการอ่านเป็นตัวแปรที่สำคัญอีกตัวหนึ่งที่สัมพันธ์กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหารวมทั้งลักษณะของการเรียนรู้ทางด้านคณิตศาสตร์และความเข้าใจในการอ่านมีลักษณะเป็นโครงสร้างของความต่อเนื่องของการเรียนรู้ เหตุนี้ ถ้าหากครูผู้สอนคนใดพบว่า นักเรียนในชั้นเรียน ในโรงเรียนของตนมีผลการเรียนคณิตศาสตร์อยู่ในระดับค่อนข้างไปในทางต่ำถ้าหากว่าโดยภาพรวมแล้วนักเรียนในชั้นนั้นเป็นเด็กนักเรียนที่มีสติปัญญาอยู่ในระดับปกติ มีการมาเรียนสม่ำเสมอพอสมควรจะมีการดำเนินการดังนี้

ก. ตรวจสอบระดับความสามารถในการคำนวณขั้นพื้นฐานด้าน การบวก ลบ คูณ หาร (และ/หรือรวมไปถึง เศษส่วน และทศนิยม ตามกรณีของชั้นเรียน) ที่นักเรียนสามารถทำได้โดยใช้ความเข้าใจที่แท้จริงของตัวนักเรียนเอง

จากนั้นครูจึงค่อย ๆ เริ่มต้นสอนจากจุดความสามารถที่แท้จริงของนักเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ และค่อย ๆ ไต่ระดับความยากของบทเรียนขึ้นไปเรื่อย ๆ

ข. พร้อมกันนั้น ก็ตรวจสอบด้วยว่า นักเรียนมีความสามารถในการอ่านหนังสือออก และเข้าใจเรื่อง que อ่านอย่างสอดคล้องกับระดับชั้นเรียนที่ตนเรียนหรือไม่

ถ้าพบว่านักเรียนอ่านหนังสือได้ไม่สอดคล้องกับระดับชั้นเรียนของตน ครูจะต้องหาระดับความยากของหนังสือที่นักเรียนอ่านออก และเริ่มสอนอ่านตามระดับความยากที่สอดคล้องกับความสามารถในการอ่านที่แท้จริงในตัวนักเรียน แล้วค่อย ๆ เพิ่มความยากของบทเรียนเข้าไป

2. การปรับพฤติกรรมการสอนของครู จากผลของการวิจัยครั้งนี้ มีข้อมูลชี้ชัดประการหนึ่งว่า นักเรียนในเขตชนบทบางพื้นที่นั้น ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในระดับชั้น

เรียนหนึ่ง ๆ มีความแตกต่างกันมาก จากผู้ที่สอบได้คะแนนสูงสุดในบทเรียน จนกระทั่งถึงผู้ที่ยังไม่สามารถทำอะไรได้เลยในแบบสอบที่ผู้วิจัยนำไปทดสอบ (ทั้งนี้พิจารณาได้จากส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน คะแนนสูงสุดและคะแนนต่ำสุด ในแต่ละชั้นจากแบบสอบย่อยทุกฉบับ ทุกระดับชั้นเรียน)

พฤติกรรมการสอนที่ควรจะเป็นนั้น ครูควรจะต้องหาทางนำเอาเทคนิคการสอนที่เจาะลึก สอน และให้ความช่วยเหลือนักเรียนเป็นรายคนที่สอดคล้องกับระดับความสามารถของนักเรียนเป็นรายบุคคลมาทดแทนวิธีการสอนแบบเก่าที่มุ่งสอนทุกคนในชั้นเรียนให้เรียนไปพร้อมกัน

เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

- กรมวิชาการ. (2532). การตรวจสอบคุณภาพการศึกษาชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. *วิจัยสมทศ*. ปีที่ 9 ฉบับที่ 103 เมษายน. 29-33.
- บุญส่ง นิลแก้ว. (2536). ประสิทธิภาพของการจัดการศึกษาในโรงเรียนประถมศึกษาในเขตภาคเหนือตอนบน. ในสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. *เอกสารประกอบการประชุมทางวิชาการ เรื่องการวิจัยทางการศึกษาและการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา* ครั้งที่ 8 13-17 กันยายน 2536 (เล่มที่ 1 หน้า 130-135.)
- บุญสำรวย กฤตานุพงศ์. (2538). การวินิจฉัยข้อบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. ในสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ *เอกสารประกอบการประชุมทางวิชาการเรื่องการวิจัยทางการศึกษาและการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา* ครั้งที่ 9 9-12 ตุลาคม 2538 (หน้า 83-86.)
- ปรียพวรรณ เผ่าวิวัฒน์. (2535). การเรียนคณิตศาสตร์แบบคูมอน. *วารสารการวิจัยทางการศึกษา*. เล่มที่ 22 ฉบับที่ 3 กรกฎาคม-กันยายน. 44-49.
- พันธณี วิหคโต. (2537). *การศึกษาสภาพการจัดการเรียนการสอนกลุ่มทักษะ (ภาษาไทยและคณิตศาสตร์) ของครูดีเด่นระดับจังหวัดในโรงเรียนประถมศึกษา*. กองวิจัยการศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.
- พิศิษฐ์ ตันทวนิช. (2537). *การศึกษาลำดับที่ของค่าความยากของข้อสอบที่เขียนในรูปของโจทย์ปัญหา และโจทย์สัญลักษณ์ที่วัดพฤติกรรมในการคิดคำนวณเท่าเทียมกันในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. ภาควิชาทดสอบและวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏสุรินทร์.

- พิศิษฐ์ ตันทวณิช. (2537). การพัฒนาชุดของแบบสอบคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษาเพื่อวัดพัฒนาการในช่วงระดับความต่อเนื่องของความสามารถในการเรียน. *วิธีวิทยาการวิจัย*. ปีที่ 6 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน. 36-35.
- พิศิษฐ์ ตันทวณิช. (2536 ข). *การพัฒนาชุดของแบบสอบคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษาเพื่อวัดพัฒนาการในช่วงระดับความต่อเนื่องของความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์*. ภาควิชาทดสอบและวิจัยการศึกษา คณะวิชาครุศาสตร์ วิทยาลัยครูสุรินทร์.
- พิศิษฐ์ ตันทวณิช. (2536 ค). *การพัฒนาชุดของแบบสอบคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษาเพื่อวัดพัฒนาการในช่วงระดับความต่อเนื่องของความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์. (การศึกษาระยะที่ 2)*. ภาควิชาทดสอบและวิจัยการศึกษา คณะวิชาครุศาสตร์ วิทยาลัยครูสุรินทร์.
- พิศิษฐ์ ตันทวณิช. (2535). *การพัฒนาแบบวัดความสามารถด้านความเข้าใจในการอ่าน 3 ระดับในระดับชั้นประถมศึกษา. (การประยุกต์ทฤษฎีการตอบสนองต่อข้อสอบเพื่อตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างทฤษฎี)*. ภาควิชาทดสอบและวิจัยการศึกษา คณะวิชาครุศาสตร์วิทยาลัยครูสุรินทร์.
- พิศิษฐ์ ตันทวณิช. (2531). *ทฤษฎีการวัดทางจิตวิทยาและทางการศึกษา*. ภาควิชาทดสอบและวิจัยการศึกษา คณะวิชาครุศาสตร์ วิทยาลัยครูสุรินทร์.
- พิศิษฐ์ ตันทวณิช. (2532). *การประยุกต์เทคนิคการวิเคราะห์ตามลำดับขั้นเพื่อกำหนดความยาวของแบบสอบอิงเกณฑ์ที่มีลักษณะของโดเมนแตกต่างกัน*. ภาควิชาทดสอบและวิจัยการศึกษา คณะวิชาครุศาสตร์ วิทยาลัยครูสุรินทร์.
- พิศิษฐ์ ตันทวณิช. (2536 ก). การประยุกต์ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบเพื่อตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างทฤษฎีของแบบสอบที่มุ่งวัดคุณลักษณะที่มีความต่อเนื่องของระดับความสามารถ *วารสารวิชาการ-อุดมศึกษา*. ปีที่ 2 ฉบับที่ 2 มกราคม-เมษายน. 45-57.
- มณฑิร ชมดอกไม้และคณะ. (2537). ผลการใช้กิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนสมรรถภาพการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. *วิจัยสมเทศ*. ปีที่ 14 ฉบับที่ 160 มกราคม : 6-15.
- สะเยียม จินานูญ. (2536). ผลกระทบจากการใช้แผนการสอนแบบบูรณาการการอ่านกลุ่มทักษะที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. *วิจัยสมเทศ*. ปีที่ 14 ฉบับที่ 159 ธันวาคม : 17-21.
- สำนักงานทดสอบทางการศึกษา กรมวิชาการ. (2532). การตรวจสอบคุณภาพการศึกษา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. *วิจัยสมเทศ*. ปีที่ 9 ฉบับที่ 103 เมษายน : 29-33.
- อนันต์ จันท์ภักดิ์ และอภิชัย บวรภักดิ์. (2532). การประเมินผลหลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา. *วารสารวิจัยทางการศึกษา*. เล่มที่ 19 ฉบับที่ 2 เมษายน-มิถุนายน. 120-128.
- โอภาส คงภักดี. (2538). ผลดีของการตีความภาษาไทยที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชายหญิงที่พ่อแม่มีอาชีพต่างกัน. ในสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. *เอกสารประกอบการประชุมทางวิชาการเรื่อง การวิจัยทางการศึกษาและการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา*. ครั้งที่ 9 9-12 ตุลาคม 2538 (หน้า 495-499.)

ภาษาอังกฤษ

- Alexander, P.A., Kulikowich, J.M. and Jetton, T. (1994). The Role of Subject-Matter Knowledge and Interest in the Processing of Linear and Nonlinear Texts. *Review of Educational Research*. 64:201-252.
- Hambleton, R.K. (1983). Application of Item Response Models to Criterion-Referenced Assessment. *Applies Psychological Measurement*. 7: 33-44.
- Kerlinger, F.N. and Pedhazur, E.J. (1973). *Multiple Regression in Behavioral Research*. New York : Holt, Rinehart , and Winston.
- Lord, F.M. (1980). *Application of Item Response Theory to Practical Testing Problems*. Hillsdale NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Malasucilo, L.A. and McSweeney, M. *Nonparametric and Distribution-Free Methods for the Social Sciences*. California. Brooks/ Cole Publishing Company.
- Masters, G.N. and Evans, J. (1986). A Sense of Direction in Criterion-Referenced Assessment. *Studies in Educational Evaluation*. 12 : 257-265.
- Muthen, B.O., Kao, C. and Burstein, L. (1991). Instructionally Sensitive Psychometrics : Application of a New IRT-Based Detection Technique to Mathematics Achievement Test Items. *Journal of Educational Measurement*. 28 : 1-22.
- O'Brien, M.L. (1986). Calibrating Item Difficulty as the Basis of Precriptive Test Theory. *Studies in Educational Evaluation*. 12 : 5 -29.
- Rasch, G. (1980). *Probabilistic Models for Some Intelligence and Attainment Tests*. Chicago : The University of Chicago Press.
- Sandy, R. (1990). *Statistics for Business and Economics*. New York : McGraw -Hill Publishing Company.
- Stenner, J.A., Smith, M. and Burdick, D.S. (1983). Toward a Theory of Construct Definition. *Journal of Educational Measurement*. 20 : 305-315.
- Urray, V.W. (1977). Tailor Testing : A Successful Application of Latent Trait Theory. *Journal of Educational Measurement*. 14 : 181-195.
- Weiss, D.J. and Kingbury, G. G. (1984). Application of Computerized Adaptive Testing to Educational Problems. *Journal of Educational Measurement*. 21: 361-375.
- Wilson, M. and Bock, D.R. (1985). Spellability : A Linearly Ordered Content Domain. *American educational Research Journal*. 22: 297-307.
- Wise, S.L., Plake, B.B., Johnson, P.L. and Roos, L. (1992). A Comparison of Self-adapted and Computerized Adaptive Tests. *Journal of Educational Measurement*. 29 : 329-339.
- Wright, B.D. and Stone, M.H. (1977). *Best Test Design*. Chicago : Mesa Press.
- Yamamoto, K. and Mazzeo, J. (1992). Item Response Theory Scale Linking in NAEP. *Journal of Educational Statistics*. 17 : 155 -173.

JOURNAL OF RESEARCH METHODOLOGY

Volume 10, Number 2 July - December 1997

AUTHORS

- Nonglak Wiratchai, Ph.D.** *Assistant Professor of the Department of Educational Research, Faculty of Education, Chulalongkorn University*
- Pisit Tuntavanitch, Ph.D.** *Associate Professor of Surin Rajabhat Institute*
- Somwung Pitayanuwat, Ph.D.** *Professor of the Department of Educational Research, Faculty of Education, Chulalongkorn University*
- Teradech Chai-Aroon** *Ph.D. Candidate of Applied Behavioral Sciences Research Program, Behavioral Sciences Research Institute, Srinakarin wirot Prasanmit*
- Veena Somsud** *Lecturer of the Department of Agriculture Education, Faculty of Agriculture at Bangpra, Rajamongala Institute of Technology*
- Wannee Kaemkate** *Ph.D. Candidate of Educational Measurement and Evaluation Program, Department of Educational Research, Faculty of Education, Chulalongkorn University*

วารสารวิธีวิทยาการวิจัย

ปีที่ 10 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2540

ผู้เขียน

ธีรเดช ฉายอรุณ

นักวิจัย คณะสังคมสงเคราะห์ศาสตร์ มหาวิทยาลัย
ธรรมศาสตร์ ปัจจุบันเป็นนิสิตปริญญาเอก
สาขาวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ประยุกต์
สถาบันวิจัยพฤติกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

นงลักษณ์ วิรัชชัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำภาควิชาวิจัยการศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พิศิษฐ์ ตันทวนิช

รองศาสตราจารย์ สถาบันราชภัฏสุรินทร์

วรรณิ แกมเกตุ

นิสิตปริญญาเอกสาขาการวัดและประเมินผล
การศึกษา ภาควิชาวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิณา สมสุด

อาจารย์ภาควิชาเกษตรศึกษา คณะเกษตรศาสตร์
บางพระ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

สมหวัง พิธิยานุวัฒน์

ศาสตราจารย์ประจำภาควิชาวิจัยการศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิธีวิทยาการวิจัย

Journal of Research Methodology

เนื้อเรื่อง ก้าวนำวิชาการ
นักเขียน ฝีมือได้รับความเชื่อถือ
จุดมุ่งหมาย เผยแพร่ความรู้ความก้าวหน้าทางวิธี
วิทยาการวิจัย สถิติ การวัดและการ
ประเมิน ตลอดจนผลวิจัยคัดสรรทาง
การศึกษาและสังคมศาสตร์

วิธีวิทยาการวิจัย เป็นศาสตร์แขนงหนึ่งที่ได้รับ
ความสนใจเป็นอันมากในปัจจุบัน ภาควิชาวิจัยการศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้พิจารณา
เห็นความสำคัญของศาสตร์แขนงนี้ จึงได้จัดทำวารสาร
เพื่อเผยแพร่ให้นักวิชาการ อาจารย์ ครู ที่รักความ
ก้าวหน้า ได้ติดตามวิชาการด้านนี้อย่างกระชั้นชิด

วารสารวิธีวิทยาการวิจัย ก้าวนำสู่ปีที่ 10 (พ.ศ. 2540) ด้วยความหวังและด้วยความมั่นใจในคุณภาพของผล
งาน ขณะนี้กำลังเปิดรับสมัครสมาชิกใหม่ โดยมีรายละเอียดดังนี้

- | | |
|-------------------------------|--|
| สมัครเป็นสมาชิกหนึ่งปี | ค่าสมาชิก 120 บาท |
| สมัครเป็นสมาชิกสองปีติดต่อกัน | ค่าสมาชิก 200 บาท |
| สมัครเป็นสมาชิกสี่ปีติดต่อกัน | ค่าสมาชิก 380 บาท |
| จำหน่ายปลีกเล่มละ 60 บาท | กำหนดออกปีละ 2 เล่ม (มกราคม และ กรกฎาคม) |

จ่ายเช็ค ธนาณัติ ตั๋วแลกเงิน สั่งจ่าย ปณ. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในนามของ ผศ.อวยพร เรืองตระกูล
ภาควิชาวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กทม. 10330 โทรศัพท์ 2182581, 2182578
โทรสาร 2182578

บรรณาธิการผู้ริเริ่มและบรรณาธิการปัจจุบัน : ศาสตราจารย์ ดร.สมหวัง พิธิยานุวัฒน์

ใบสมัครเป็นสมาชิกวารสารวิธีวิทยาการวิจัย

สมัครเป็นสมาชิก.....ปีที่..... (พ.ศ.-.....)

ชื่อ-นามสกุล/หน่วยงาน

ที่อยู่ ที่บ้าน

ถนน แขวง/ตำบล เขต/อำเภอ

จังหวัด รหัสไปรษณีย์ โทรศัพท์

สถานที่ทำงาน

ถนน แขวง/ตำบล เขต/อำเภอ

จังหวัด รหัสไปรษณีย์ โทรศัพท์

ลงชื่อ

ท่านประสงค์จะให้ส่งวารสารไป

ที่บ้าน

ที่ทำงาน

พิมพ์ที่โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โทร. 2183563-4, 2153612

นายประเสริฐ ศิลพัทธ์มนตรี ผู้พิมพ์ผู้โฆษณา มีนาคม 2541

4018-059(2) 1,500

