

วิธีวิทยาขั้นสูงด้านการวิจัยและสถิติ

นางลักษณ์ วิรัชชัย

ช่วงสองสามทศวรรษที่ผ่านมาเป็นช่วงเวลาซึ่งศาสตร์ทุกสาขามีความเจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วทั้งในส่วนที่เป็นองค์ความรู้ด้านเนื้อหาสาระ และด้านวิธีวิทยาของศาสตร์ วิธีวิทยาและเนื้อหาสาระของศาสตร์ต่างก็เป็นปัจจัยสำคัญที่เอื้อให้เกิดการพัฒนาซึ่งกันและกัน ยิ่งมีการพัฒนาการสร้างสิ่งสมความรู้เนื้อหาสาระมากเพียงใด ยิ่งมีการพัฒนาวิธีวิทยามากเพียงนั้น และในทางกลับกัน ยิ่งมีการพัฒนาวิธีวิทยาให้มีประสิทธิภาพมากเพียงใด ยิ่งมีผลให้เกิดความเจริญก้าวหน้าขององค์ความรู้ในศาสตร์มากขึ้นเพียงนั้น กล่าวได้ว่าเครื่องมือสำคัญในการพัฒนาศาสตร์ทุกสาขาก็คือวิธีวิทยา โดยเฉพาะวิธีวิทยาการวิจัยอันเป็นกระบวนการแสวงหา การสร้าง การสะสม และการพัฒนาองค์ความรู้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ด้วยเหตุนี้การเรียนรู้ศาสตร์ต่าง ๆ ในระดับสูงจึงให้ความสำคัญกับการเรียนรู้วิธีวิทยาการวิจัยของศาสตร์ นักวิชาการที่มีคุณภาพในศาสตร์แต่ละสาขานอกจากจะมีความรอบรู้ในหลักการ ทฤษฎี และเนื้อหาสาระของศาสตร์แล้วยังต้องมีความสามารถเชี่ยวชาญในวิธีวิทยาการวิจัย รวมทั้งมีความสนใจติดตามความก้าวหน้าของวิธีวิทยาการวิจัย และมีศักยภาพในการพัฒนาวิธี

เอกสารประกอบการสัมมนาคุณวุฒิบัณฑิตสาขาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เรื่อง “วิธีวิทยาการขั้นสูงด้านการวิจัย สถิติ การวัดและประเมินผลการศึกษา” วันจันทร์ที่ 21 สิงหาคม 2538 ณ อาคารศศปฐศาลา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ ศ.ดร.สมหวัง พิธิยานุวัฒน์ ประธานกรรมการบริหารหลักสูตรคุณวุฒิบัณฑิตสาขาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยการศึกษา ผู้ซึ่งเปิดโอกาสและเสนอแนะให้ผู้เขียนบทความนี้ ขอบพระคุณ รศ.ดร.สุวิมล ว่องวาณิช ที่ช่วยจัดหาเอกสารตำรา และช่วยตรวจสอบความคิด ขอขอบคุณนิสิตบัณฑิตศึกษาทุกคนที่เรียนสถิติและวิจัยกับผู้เขียน โดยเฉพาะผู้ที่รักเรียน รักการอ่านและมีส่วนในการติดตามความก้าวหน้าของวิธีวิทยาการวิจัยและสถิติร่วมกับผู้เขียน

วิทยาการวิจัยในศาสตร์ของตน สามารถนำวิธีวิทยามาใช้ในการวิจัยบริสุทธิ์เพื่อพัฒนาศาสตร์ และใช้ในการวิจัยประยุกต์เพื่อพัฒนาบุคคลและสังคมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ด้วยตระหนักในความสำคัญของวิธีวิทยาการวิจัย ผู้เขียนในฐานะผู้สอนวิชาวิจัยและสถิติผู้หนึ่ง จึงได้ติดตามความก้าวหน้าและพยายามมีส่วนร่วมในการพัฒนาวิธีวิทยาการวิจัย รวมทั้งกระตุ้นให้นิสิตบัณฑิตศึกษาได้สนใจศึกษาวิชาวิธีวิทยาการวิจัยขั้นสูง บทความนี้เป็นผลจากการประมวลความรู้เกี่ยวกับวิธีวิทยาการวิจัยใหม่ ๆ ที่ได้จากการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาในระบบ จากประสบการณ์ในการวิจัยและจากการแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างผู้สอนในสาขาเดียวกันและนิสิตบัณฑิตศึกษาที่มีจิตวิญญาณของการใฝ่รู้ร่วมกัน สาธารณะในบทความอาจไม่ครอบคลุมวิธีวิทยาการวิจัยขั้นสูงที่ได้รับการพัฒนาใหม่ ๆ ทั้งหมด แต่ผู้เขียนหวังว่าจะมีสาระครอบคลุมวิธีวิทยาการขั้นสูงมากพอที่จะทำให้เกิดการปรับปรุงการเรียนการสอนสถิติและวิจัยในระดับบัณฑิตศึกษา การนำเสนอบทความแบ่งเป็นสามตอน ตอนแรกกล่าวถึงความหมายและที่มาของวิธีวิทยาขั้นสูงในการวิจัยการศึกษา ตอนที่สองให้รายละเอียดเกี่ยวกับเนื้อหาสาระของวิธีวิทยาขั้นสูงในด้านการวิจัยและสถิติ และในตอนสุดท้ายเป็นการสรุปรวมลักษณะภาพอนาคตของวิธีวิทยาการวิจัยและสถิติ

ความหมายและที่มาของวิธีวิทยาการวิจัยขั้นสูง

คำว่าวิธีวิทยาตรงกับศัพท์ภาษาอังกฤษว่า methodology ซึ่งมาจากภาษาละตินว่า methodus + logia และมาจากภาษากรีกว่า methodos (meta + hodos = way) + logie (Webster's Ninth New Collegiate Dictionary, 1991) ตามรากศัพท์วิธีวิทยามีความหมายถึงวิทยาการหรือการศึกษาที่มีระบบเกี่ยวกับวิธีการหรือเทคนิควิธี คำว่า "วิธีวิทยาการวิจัย" จึงมีความหมายครอบคลุมระเบียบวิธีดำเนินการทุกขั้นตอนในการวิจัย ได้แก่ การกำหนดปัญหาวิจัย การศึกษาและรายงานเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย การกำหนดสมมุติฐานวิจัย การกำหนดกลุ่มประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง การสร้างเครื่องมือวิจัย การรวบรวม การนำเสนอ การวิเคราะห์และการแปลความหมายผลการวิเคราะห์ข้อมูลซึ่งรวมอยู่ในวิธีวิทยาทางสถิติ ตลอดจนเทคนิควิธีการวัดและการประเมินผล

วิธีวิทยาการวิจัยและสถิติที่ใช้ในการวิจัยการศึกษามีทั้งวิธีวิทยาขั้นพื้นฐานและวิธีวิทยาขั้นสูง ดังนั้นเมื่อกล่าวถึงวิธีวิทยาขั้นสูงจึงหมายถึงวิธีวิทยาเฉพาะส่วนที่ไม่ใช่วิธีวิทยาขั้นพื้นฐาน เมื่อศึกษารายวิชาวิธีวิทยาการวิจัย หลักการวัดและประเมินผล และสถิติขั้นพื้นฐาน ในหลักสูตร

ปริญญาโทบัณฑิตศึกษาศาสตร์หรือศึกษาศาสตร์ จะเห็นได้ว่าวิธีวิทยาการวิจัยขั้นพื้นฐาน มีเนื้อหาสาระครอบคลุมเฉพาะด้านการวิจัยที่เป็นการวิจัยแบบบรรยาย (descriptive research) และการวิจัยทดลอง/การวิจัยกึ่งทดลอง (experimental/quasi-experimental research) ที่มีแผนแบบ (design) การวิจัยง่าย ๆ ไม่ซับซ้อน ด้านการวัดที่ใช้ทฤษฎีการวัดแบบดั้งเดิม (classical test theory) ด้านการประเมินผลเฉพาะหลักการและโมเดลการประเมินเบื้องต้น และในด้านสถิติมีเฉพาะสถิติบรรยาย สถิติว่าด้วยการสุ่มตัวอย่าง และสถิติวิเคราะห์เฉพาะส่วนที่เป็นสถิตินั้นพาราเมตริกบางตัวและสถิติอนุมานเบื้องต้นในการเปรียบเทียบและการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2-3 ตัวแปร ดังนั้นวิธีวิทยาการวิจัยนอกเหนือจากสาระที่กล่าวมาแล้วจึงถือกันว่าเป็นวิธีวิทยาการวิจัยขั้นสูง ในรายวิชาสัมมนาหรือวิธีวิทยาขั้นสูงด้านการวิจัย การวัดและประเมินผลและสถิติ จึงมีขอบข่ายของรายวิชาครอบคลุมแผนแบบการวิจัยที่ซับซ้อนมากขึ้น มีเทคนิควิธีการที่จะช่วยให้ได้ผลการวิจัยที่เที่ยงตรงมากขึ้น ด้านการวัดมีสาระเกี่ยวกับทฤษฎีการตอบสนองรายข้อ (item response theory) และการประยุกต์ใช้ ด้านการประเมินผลมีเทคนิควิธีการและโมเดลการประเมินใหม่ ๆ และในด้านสถิติมีเทคนิคการวิเคราะห์ที่ช่วยให้นักวิจัยตอบคำถามวิจัยเกี่ยวกับความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ (causal relationship) และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติวิเคราะห์ตัวแปรพหุนาม (multivariate statistics)

เพื่อมิให้เกิดความซ้ำซ้อนกับวิธีวิทยาขั้นสูงด้านการวิจัยและสถิติที่มีอยู่ในรายวิชาตามหลักสูตรระดับบัณฑิตศึกษาในสาขาการศึกษาและสาขาพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์แล้ว ผู้เขียนจึงจำกัดขอบเขตการเสนอวิธีวิทยาการขั้นสูงในบทความนี้ เฉพาะส่วนที่เป็นวิธีวิทยาการวิจัยใหม่ ๆ ที่ได้รับการพัฒนาในช่วงสองสามทศวรรษที่ผ่านมาและยังมีได้มีการนำไปเพิ่มเติมหรือที่จะได้รับการเพิ่มเติมลงในหลักสูตรเท่านั้น นอกจากนี้เพื่อให้ผู้อ่านได้เห็นแนวโน้มของการพัฒนาวิธีวิทยาการวิจัยขั้นสูง ผู้เขียนจึงนำเสนอที่มาของวิธีวิทยาการวิจัยโดยเน้นเฉพาะสาขาการศึกษาซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับสาขาสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์ก่อน ดังนี้

ครุศาสตร์ หรือวิทยาการสาขาการศึกษา เป็นศาสตร์ที่อาศัยวิทยาการด้านปรัชญา จิตวิทยา สังคมวิทยา ประวัติศาสตร์ และเศรษฐศาสตร์ เป็นพื้นฐาน วิธีวิทยาการวิจัยการศึกษาจึงเป็นผลจากบูรณาการวิธีวิทยาการวิจัยของศาสตร์ที่เป็นพื้นฐานเหล่านั้น บูรณาการของวิธีวิทยาเกิดขึ้นในโลกตะวันตกและมีลำดับการบูรณาการพอแยกได้เป็นสามช่วงดังนี้คือ ช่วงแรกคือ ช่วงต้นคริสต์ศตวรรษที่ 20 วิธีวิทยาการวิจัยการศึกษาในช่วงนี้เป็นผลจากการผสมผสาน

วิถีวิทยาการวิจัยของศาสตร์ที่เป็นพื้นฐานการศึกษาโดยตรง เช่น จิตวิทยาการศึกษา และ ประวัติการศึกษา การวิจัยการศึกษาส่วนใหญ่จึงเป็นการวิจัยเชิงประจักษ์ตามแนวจิตวิทยาการศึกษา ให้ความสำคัญกับการวิจัยกึ่งทดลองที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาวิธีการสอน เทคนิคการสอน และการพัฒนาผู้เรียนที่ทำให้ได้ผลการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ ในระยะแรกวิถีวิทยาการวิจัย สนใจเฉพาะอิทธิพลหลัก ในระยะหลังจึงให้ความสำคัญกับอิทธิพล เนื่องจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรจัดกระทำและลักษณะผู้เรียน นอกจากนี้มีการวิจัยตามแนวประวัติการศึกษาซึ่งเป็นการวิจัยเพื่อศึกษาเปรียบเทียบระบบการศึกษา และบทบาทของการศึกษาต่อการพัฒนาสังคม

ช่วงที่สอง คือ ช่วงกลางคริสต์ศตวรรษที่ 20 อันเป็นช่วงของการพัฒนาหลักสูตร สหวิทยาการสาขาพัฒนาศึกษาศาสตร์ (development education) ซึ่งให้ความสำคัญกับการนำวิถีวิทยาการวิจัยในสาขาสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์มาใช้ในจัดการศึกษาเพื่อเป้าหมายการพัฒนาประเทศ นักการศึกษาในช่วงนี้มีความเชื่อว่าการศึกษาและสังคมเป็นสิ่งที่แยกกันไม่ออก การพัฒนาสังคมจะเกิดขึ้นไม่ได้ถ้าไม่มีการพัฒนาการศึกษา และนักศึกษาคควรจะต้องมีความรอบรู้มิใช่เฉพาะศาสตร์ที่เป็นพื้นฐานการศึกษา แต่จะต้องรอบรู้ศาสตร์ทุกสาขาที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับการศึกษา ดังนั้นเศรษฐศาสตร์หรือวิทยาการสาขาการศึกษาในช่วงนี้จึงมีแนวโน้มที่จะเป็นสหวิทยาการและพหุวิทยาการ มีบูรณาการวิถีวิทยาการวิจัยทางเศรษฐศาสตร์ และสังคมวิทยาทุกแขนงเข้ากับวิถีวิทยาการวิจัยการศึกษามากขึ้น การวิจัยการศึกษาขยายขอบเขตจากการจัดการเรียนการสอนครอบคลุมถึงการจัดการศึกษาทั้งระบบให้มีประสิทธิภาพเพื่อพัฒนาสังคม วัตถุประสงค์สำคัญในการวิจัยการศึกษาคือ การวางแผนการศึกษา การจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด และการศึกษาลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลในองค์กร ลักษณะการวิจัยเน้นเรื่องการใช้ฟังก์ชันผลผลิตทางการศึกษา (educational production function) การวิเคราะห์ต้นทุน-ผลประโยชน์ (cost-benefit analysis) การใช้โมเดลเศรษฐมิติทางการศึกษา (educational econometric model) การศึกษาสถานศึกษา และองค์กรทางการศึกษาเพื่อให้ทราบถึงอิทธิพลของตัวแปรต่างระดับขององค์กรที่มีต่อการจัดการศึกษา และการศึกษาเกี่ยวกับวัฒนธรรมการเมืองและการมีส่วนร่วมในการปกครองและการเมือง เป็นต้น กล่าวได้ว่าความก้าวหน้าของวิถีวิทยาการวิจัยการศึกษาในช่วงนี้เป็นผลมาจากการบูรณาการสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์เพื่อประโยชน์ในการจัดการศึกษาทั้งระบบเป็นเครื่องมือในการพัฒนาสังคมและประเทศชาติ

ช่วงปลายคริสต์ศตวรรษที่ 20 นับเป็นช่วงเวลาที่นักการศึกษาเปลี่ยนความเชื่อจาก “การศึกษาเป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนาประเทศ” เป็นความเชื่อที่ว่า “ความสัมพันธ์ระหว่างการศึกษาและสังคมเป็นความสัมพันธ์แบบสองทาง (two way relationship) สภาพของระบบต่าง ๆ ในสังคมมีส่วนสำคัญในการกำหนดลักษณะและรูปแบบการศึกษาในอนาคต และขณะเดียวกันระบบการศึกษามีส่วนในการกำหนดวิถีทางการพัฒนาระบบต่าง ๆ ในสังคม” ด้วยเหตุนี้วิชาการด้านครุศาสตร์จึงมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับวิชาการด้านสังคมศาสตร์ พฤติกรรมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้นกว่าสมัยก่อนซึ่งอาศัยศาสตร์สาขาต่าง ๆ เป็นเพียงพื้นฐาน แนวโน้มของบูรณาการระหว่างครุศาสตร์และศาสตร์สาขาต่าง ๆ มีมากขึ้นเพื่อให้เกิดความสมบูรณ์ในการพัฒนาการเรียนการสอน การพัฒนาบุคคล การจัดการศึกษาทั้งระบบ และการพัฒนาสังคม ผลจากบูรณาการของศาสตร์ทุกสาขากับครุศาสตร์ ประกอบกับความเจริญก้าวหน้าของศาสตร์ และเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ทำให้วิธีวิทยาการวิจัยและสถิติการศึกษา มีความเจริญก้าวหน้ามากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง วิธีวิทยาการวิจัยคุณภาพ การวิจัยด้านจิตมิติ (psychometrics) และเศรษฐมิติ (econometrics) วิทยาการจัดการ (management sciences) ซึ่งก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็วและมีบทบาทสำคัญทำให้เกิดวิธีวิทยาขั้นสูงด้านการวิจัยและสถิติทั้งสิ้น

การวิจัยไม่ว่าจะเป็นการวิจัยประเภทใดมีวัตถุประสงค์หลักในการวิจัยอยู่ 4 ประการ เรียงตามความเข้มข้นของวิธีวิทยาการวิจัยจากน้อยไปมากดังนี้คือ วัตถุประสงค์เพื่อการสำรวจและบรรยาย (exploration and description) เพื่อการเปรียบเทียบ (comparison) และ/หรืออธิบาย (explanation) ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ เพื่อการทำนาย (prediction) และประเมิน (evaluation) และเพื่อการควบคุม (control) ปรากฏการณ์ให้เกิดการพัฒนา (development) ในทางที่พึงประสงค์ ลักษณะการวิจัยที่ใช้วิธีวิทยาการวิจัยขั้นสูงในช่วงปลายคริสต์ศตวรรษที่ 20 นี้จึงเป็นการวิจัยที่มีวัตถุประสงค์เพื่ออธิบายความสัมพันธ์เชิงสาเหตุเป็นอันดับแรก และมีการใช้วิธีวิทยาขั้นสูงที่เป็นผลจากบูรณาการวิธีวิทยาในสังคมศาสตร์ พฤติกรรมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ รวมทั้งต้องอาศัยเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือสำคัญในการดำเนินการวิจัย เพราะการวิจัยการศึกษาเป็นเรื่องของการศึกษาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรและสารสนเทศที่มีความหลากหลาย มีตัวแปรจำนวนมาก มีระดับการวัดตัวแปรแต่ละตัวต่างกัน มีหน่วยการวิเคราะห์หลายระดับ และมีความเกี่ยวข้องกับศาสตร์สาขาต่าง ๆ กล่าวได้ว่าวิธีวิทยาการวิจัยการศึกษาขั้นสูงในช่วงปลายคริสต์ศตวรรษที่ 20 นี้เป็นผลจากการขยาย

พรมแดนการวิจัยการศึกษาให้สามารถนำวิธีวิทยาการวิจัยศาสตร์สาขาต่าง ๆ รวมทั้งเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ มาใช้ประโยชน์เพื่อให้ได้ผลงานวิจัยที่เป็นการสร้างและพัฒนาองค์ความรู้ใหม่ทั้งในด้านเนื้อหาสาระ และวิธีวิทยาการวิจัยนั่นเอง

สาระเกี่ยวกับวิธีวิทยาขั้นสูงด้านการวิจัยและสถิติ

วัตถุประสงค์สำคัญของการวิจัย คือ การตอบคำถามวิจัยได้อย่างถูกต้องแม่นยำ และการอนุมานผลการวิจัยไปใช้ได้อย่างกว้างขวาง ดังนั้น ไม่ว่าวิธีวิทยาการวิจัยขั้นสูงจะได้รับการพัฒนาให้ดีขึ้นเพียงไร ลักษณะสำคัญที่เป็นหัวใจของวิธีวิทยาการวิจัยยังคงมีลักษณะเดิม แต่จะมีบางส่วนที่ได้รับการพัฒนาเพื่อให้การดำเนินการวิจัยสามารถตอบคำถามการวิจัยได้อย่างถูกต้องและแม่นยำมากยิ่งขึ้น ดังนั้นวิธีวิทยาขั้นสูงด้านการวิจัยและสถิติในปัจจุบันจึงเป็นเทคนิควิธีที่มีรากฐานจากวิธีวิทยาขั้นสูงในอดีต แต่มีวิธีการที่ละเอียดซับซ้อนมากขึ้นเพื่อให้ผลการวิจัยมีความตรง 4 ประเภทตามแนวคิดของ Kirk (1995: 16 -17) ได้แก่ ความตรงในการสรุปทางสถิติ (statistical conclusion validity) ความตรงภายใน (internal validity) ความตรงเชิงโครงสร้างของสาเหตุและผล (construct validity of causes and effects) และความตรงภายนอก (external validity) เพิ่มมากยิ่งขึ้นนั่นเอง

วิธีวิทยาขั้นสูงด้านการวิจัยและสถิติที่ใช้ในปัจจุบันมีลักษณะที่สำคัญ 5 ประการ ประการแรก คือ ลักษณะของวิธีวิทยาที่มีการคำนวณอย่างเข้มข้นและต้องมีการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการปฏิบัติงาน ประการที่สองคือลักษณะที่เป็นบูรณาการจากวิธีวิทยาการวิจัยหลายสาขา ประการที่สามถึงห้า เป็นลักษณะเฉพาะของวิธีวิทยาด้านสถิติ และการวัด ได้แก่ ประการที่สามคือ ลักษณะวิธีวิทยาการวิเคราะห์ที่มีการผ่อนคลายข้อตกลงเบื้องต้น (relax assumptions) ของวิธีวิทยาการวิเคราะห์แบบเดิม ประการที่สี่ คือ ลักษณะวิธีวิทยาการวิเคราะห์ที่ใช้งานได้กว้างขวางมีความทั่วไป (generality) มากขึ้น และประการสุดท้าย คือ ลักษณะวิธีวิทยาการวิเคราะห์ที่มีความถูกต้อง และมีความไว (accuracy and sensitivity) มีความแกร่ง (robust) มากขึ้นกว่าเดิม

วิธีวิทยาขั้นสูงด้านการวิจัยการศึกษาเฉพาะส่วนที่เป็นวิธีวิทยาการวิจัยใหม่ ๆ ซึ่งนำเสนอต่อไปนี้ครอบคลุมวิธีวิทยา 4 ด้าน คือ ด้านการกำหนดแผนแบบการวิจัย ด้านการสุ่มตัวอย่าง ด้านการวัดและการประเมินผล และด้านสถิติ การนำเสนอแต่ละด้านแยกตามหัวข้อเรื่องของเทคนิควิธี สาระที่นำเสนอในแต่ละหัวข้อเป็นเพียงการให้สังกับโดยย่อของแต่ละเรื่องให้ทราบถึง

ความหมาย หลักการ และประโยชน์จากการใช้เทคนิควิธีนั้น ๆ ผู้ที่สนใจอาจศึกษาเพิ่มเติมได้จากเอกสารอ้างอิงที่ระบุไว้ในบทความนี้ต่อไป

1. วิธีวิทยาด้านการกำหนดแผนแบบการวิจัย

การพัฒนาวิธีวิทยาด้านแผนแบบการวิจัยเป็นผลจากความพยายามของนักวิจัยที่จะปรับปรุงวิธีวิทยาการวิจัยที่มีอยู่ให้มีมาตรฐาน และมีคุณภาพดีมากขึ้นเพื่อสนองความต้องการของนักวิจัย ผลจากการพัฒนาทำให้เกิดการวิจัยที่มีแผนแบบการวิจัยเปลี่ยนไปจากเดิม การวิจัยหลายแบบพัฒนามาจากวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล โดยที่วิธีการวิเคราะห์นั้นมีลักษณะปัญหาวิจัยและวิธีดำเนินการวิจัยเฉพาะตัวแตกต่างจากการวิจัยทั่ว ๆ ไป รูปแบบการวิจัยที่มีการพัฒนาใหม่ที่น่าสนใจมีดังต่อไปนี้

1.1 การวิจัยนโยบาย (Policy Research) และการวิจัยเพื่อวางแผนการศึกษา

วิธีวิทยาการวิจัยนโยบาย และการวิจัยเพื่อวางแผนศึกษานับเป็นวิธีวิทยาการวิจัยที่มีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว สถาบันการศึกษาระดับอุดมศึกษาหลายแห่งได้ตั้งศูนย์วิจัยรองรับและเปิดสอนหลักสูตรบัณฑิตศึกษาศาขการวางแผนและการวิจัยนโยบายการศึกษา เหตุผลสำคัญที่ทำให้มีการพัฒนาวิธีวิทยาการวิจัยประเภทนี้อย่างรวดเร็วก็คือ ความต้องการของผู้บริหารที่จะนำผลการวิจัยไปใช้ในการตัดสินใจ และความต้องการนำผลการวิจัยไปใช้ในการปฏิบัติงานเกี่ยวกับการบริหารการจัดการของบุคลากรซึ่งมีทักษะในการวิจัยของหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชน

ในระยะแรกของการพัฒนา การวิจัยนโยบายหมายถึงการวิจัยที่ศึกษานโยบาย และผลที่เกิดจากการดำเนินการตามนโยบาย ในระยะหลัง การวิจัยนโยบายมีลักษณะเป็นการวิจัยประเภทสหวิทยาการมีความหมายรวมถึงการวิเคราะห์นโยบาย (policy analysis) ซึ่งเป็นการศึกษาประเมินผลและทำนายผลที่เกิดจากการกำหนดนโยบายแบบต่าง ๆ เปรียบเทียบกัน วิธีดำเนินการวิจัยนโยบายมีขั้นตอนการดำเนินงานแตกต่างจากการวิจัยโดยทั่วไปเล็กน้อย งานขั้นตอนแรกเริ่มจากการกำหนดปัญหาวิจัยจากสภาพที่เป็นปัญหาความเดือดร้อนในสังคม การศึกษารายงานเอกสารที่เกี่ยวข้องเพื่อกำหนดสมมุติฐานที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสาเหตุที่ได้จากนโยบาย และตัวแปรผลที่เป็นปัญหาสังคม และกำหนดสมมุติฐานที่แสดงถึงผลที่เกิดขึ้นจากการใช้นโยบายที่เป็นทางเลือกใหม่ จากนั้นเป็นขั้นตอนการรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลและแปลความหมาย ตัวอย่างวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลที่ใช้กันมากได้แก่ การ

วิเคราะห์ผลประโยชน์-ต้นทุน และการวิเคราะห์ประสิทธิผล-ต้นทุน โปรแกรมเชิงเส้น การพยากรณ์และการวิเคราะห์อนุกรมเวลา การวิเคราะห์เส้นโค้งลอเรนซ์ และการวิเคราะห์ระบบ ขั้นตอนสุดท้ายเป็นการสรุป เสนอทางเลือกในการดำเนินงานต่อผู้บริหารหรือผู้บริหารโครงการวิจัย นโยบาย ในการดำเนินการวิจัยดังกล่าวนี้ นักวิจัยนโยบายต้องมีความรอบรู้และมีความชำนาญ ในการใช้เทคนิควิธีทางเศรษฐศาสตร์ การเงินสาธารณะ พฤติกรรมองค์กร การสื่อสารและการนิเทศ การวิเคราะห์ระบบ (system analysis) และสถิติ (Stecklein, J.E., 2532: 8; Weimer, D.L. and Vining, A.R., 1992: 2-13)

1.2 การวิจัยเชิงจำลอง (Simulation Research)

Creno, W.D. และ Brewer, M.B. (1973: 114-120) กล่าวว่า การวิจัยเชิงจำลอง แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มตามระยะเวลาการพัฒนา กลุ่มแรก เป็นการวิจัยที่มีการจำลองเลียนแบบสภาพการณ์จริงตามแนวคิดวิทยาในรูปแบบของการเล่นเกมบทบาทสมมติ (manned simulated role playing game research) ในระยะต่อมาจึงมีการพัฒนาการวิจัยเชิงจำลองในแนวรัฐศาสตร์เพื่อตรวจสอบทฤษฎีเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างประเทศ และระบบต่าง ๆ ในสังคม เรียกว่า simulation research of international relations ซึ่งเป็นงานวิจัยในกลุ่มที่สอง กลุ่มที่สามเป็นการวิจัยเชิงจำลองที่ใช้คอมพิวเตอร์เพื่อศึกษาระบบงาน หรือระบบข้อมูลที่มีลักษณะแตกต่างกันตามข้อตกลงเบื้องต้นในการวิเคราะห์ข้อมูล งานวิจัยในกลุ่มนี้เป็นงานวิจัยด้านคณิตศาสตร์ สถิติ และการวิจัยปฏิบัติการ ในเรื่องการรอคอย (queuing) เท่าที่ผ่านมา การวิจัยการศึกษาในประเทศไทยมีการใช้วิธีวิทยาการวิจัยเชิงจำลองในการศึกษาเปรียบเทียบเทคนิควิธีการวิเคราะห์แบบต่าง ๆ เพื่อให้ได้วิธีการที่มีประสิทธิภาพสูงสุด เทคนิคที่ใช้คือ มอนติคาร์โล และนักวิจัยต้องเขียนโปรแกรมเพื่อสร้างข้อมูลจำลองเอง แต่ในปัจจุบันมีโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ช่วยให้นักวิจัยสร้างหรือจำลองข้อมูลได้สะดวก เช่น โปรแกรม PRELIS พัฒนาโดย Joreskog, K.G. และ Sorbom, D. (1988) เป็นต้น McLean, J.M. (1978: 329-352) Duke, R.D. (1978: 353-368) คาดว่าในอนาคตจะมีการวิจัยเชิงจำลองมากขึ้น และเสนอแนะให้ใช้เทคนิคการวิจัยเชิงจำลองในการวิจัยอนาคตด้วย

1.3 การวิจัยอนาคต (Futures Research)

วิธีวิทยาการวิจัยอนาคตมีจุดมุ่งหมายเพื่อบรรยายทางเลือกอนาคตที่เป็นไปได้แบบต่าง ๆ เพื่อประเมินสถานการณ์ในปัจจุบันและบ่งชี้ผลกระทบที่เป็นไปได้ในแต่ละทางเลือกอนาคต เพื่อเตรียมรับสถานการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต และเพื่อวางแผนอนาคตไปในแนวทางที่พึง

ประสงค์ การวิจัยอนาคตที่ใช้กันในปัจจุบันมีแผนแบบการวิจัยที่แตกต่างไปจากเดิมมาก เนื่องจากการประยุกต์เทคนิควิธีการวิจัยแบบอื่น ๆ มาใช้ร่วมกันกับการวิจัยอนาคต ดังจะเห็นได้จากแผนแบบการวิจัยต่าง ๆ ดังนี้

1.3.1 การวิจัยอนาคตแบบ Ethnographic Delphi Futures Research (EDFR)

การวิจัยแบบ EDFR เป็นวิธีวิทยาที่ไม่ต้องลงทุนมากเหมาะสำหรับประเทศกำลังพัฒนา และเป็นเทคนิคที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างกว้างขวางทั้งในการกำหนดนโยบาย การตัดสินใจหาวิธีการแก้ปัญหา การใช้ข้อเท็จจริงในอดีตมาแก้ปัญหาอนาคต เป็นต้น เทคนิคการวิจัยเป็นการสร้างภาพอนาคตจากฉันทามติของคณะผู้เชี่ยวชาญโดยใช้เทคนิคเดลไฟ ซึ่งอาจใช้ วิธีการสัมภาษณ์ หรือการใช้แบบสอบถามก็ได้ การเลือกกลุ่มผู้เชี่ยวชาญจึงเป็นเรื่องที่มีความสำคัญมากสำหรับการวิจัยนี้ (จุมพล พูนภัทรชิวิน, 2530) การวิจัยอนาคตแบบ EDFR เป็นผล จากการประยุกต์ใช้วิธีวิทยาการวิจัยชาติพันธุ์วรรณา กับการวิจัยอนาคต ประกอบกับวิธีการรวบรวมข้อมูลด้วยเทคนิคเดลไฟ

1.3.2 การวิจัยโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ผลกระทบไขว้ (Cross-Impact Analysis)

การวิจัยอนาคตที่น่าสนใจอีกแบบหนึ่งได้แก่ การวิจัยโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ผลกระทบไขว้ Stover, J.G. และ Gordon, T.J. (1978: 301-328) สรุปว่าการวิจัยนี้เป็นประโยชน์ในการพยากรณ์ และการสร้างภาพอนาคตให้เห็นภาพของปฏิสัมพันธ์ระหว่างเหตุการณ์ เห็นความเชื่อมโยงระหว่างเหตุการณ์อย่างต่อเนื่องเป็นสายโซ่ ผลการวิจัยให้ภาพอนาคตที่เป็นความเคลื่อนไหวของปรากฏการณ์ เทคนิคการวิจัยแบบนี้ใช้การประมาณค่าความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์แต่ละเหตุการณ์ และความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์หนึ่ง ๆ เมื่อเกิดเหตุการณ์หนึ่งแล้ว จากนั้นนำมาวิเคราะห์หาค่า odds ratio สำหรับการเกิดเหตุการณ์แต่ละคู่ในเมทริกซ์ผลกระทบไขว้ ผลจากการวิเคราะห์ให้ภาพอนาคตของผลกระทบจากแต่ละเหตุการณ์พร้อมด้วยค่าความน่าจะเป็น เทคนิคนี้ยังสามารถนำไปใช้ตรวจสอบความไวของการดำเนินงานตามนโยบายได้อีกด้วย

1.3.3 การวิจัยโดยใช้เทคนิคการสร้างภาพอนาคต (Scenarios)

Wilson, I.H. (1978: 225-248) สรุปว่าภาพอนาคตมีลักษณะเป็นภาพรวมของสภาพการณ์ที่เป็นไปได้ในอนาคต หรือแนวโน้มของปรากฏการณ์ตามเงื่อนไขทางเลือกอนาคตแบบต่าง ๆ ขั้นตอนการสร้างภาพอนาคตประกอบด้วยพยากรณ์การเกิดเหตุการณ์

แต่ละส่วน การวิเคราะห์ผลกระทบไขว้หรือปฏิสัมพันธ์ระหว่างเหตุการณ์ และการเขียนภาพอนาคต ภาพอนาคตที่ได้อาจแสดงในรูปของการบรรยายภาพ หรือแผนภาพอนาคตก็ได้

1.3.4 การวิจัยโดยใช้กระบวนการอนาคตปริทัศน์ (Future Scanning Process)

พรซูลี อาชาวาร์จ (2537) ได้สรุปแนวคิดของ Morrison, J.L. Renfro, W.L. และ Boucher, W.I. ว่า กระบวนการอนาคตปริทัศน์ คือการจัดการกับความเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม โดยใช้เรดาร์ชนิดหนึ่งกวาดดูโลกอย่างมีระบบระเบียบให้ทราบถึงปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ และเตือนว่าจะเกิดอะไรใหม่ หรือมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เพื่อให้องค์กรสามารถจัดการกับแนวโน้มคัดสรรที่คาดว่าจะเกิดขึ้น และดำเนินการให้องค์กรพัฒนาไปสู่เป้าหมายที่พึงประสงค์ ขั้นตอนการใช้กระบวนการอนาคตปริทัศน์ ได้แก่ การกำหนด เป้าหมาย การกวาดตรวจหรือปริทัศน์อย่างเป็นทางการจากเอกสาร และการสัมภาษณ์ การหาความตรงของข้อมูล การประชุมที่นักวิจัยเพื่อร่างแนวโน้มที่บ่งบอกความเปลี่ยนแปลง การคัดสรรผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาแนวโน้มตามที่รวบรวมได้ การจัดประเภทของสาระให้เห็นแนวโน้ม ความเปลี่ยนแปลงแต่ละด้าน และการพัฒนาว่าจากแนวโน้มดังกล่าวทำให้เกิดผลกระทบอย่างไร รวมทั้งการทำนาย กับการกำหนดกิจกรรมที่น่าจะเกิดจากแนวโน้มนั้น

1.4 การวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research)

การวิจัยเชิงคุณภาพมีจุดมุ่งหมายในการศึกษาปัญหาในแนวลึกมากกว่าแนวกว้าง เป็นการวิจัยเพื่อตอบคำถามว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้น ปรากฏการณ์นั้น ๆ เกิดขึ้นได้อย่างไร มีกระบวนการเปลี่ยนแปลงอย่างไร ผลการวิจัยนำไปสู่การสรุปเป็นทฤษฎีที่เรียกว่า grounded theory วิธีวิทยาการวิจัยเชิงคุณภาพที่ได้รับการพัฒนาในระยะหลังมีแผนแบบการวิจัยแตกต่างกันตามแนวปรัชญาที่นักวิจัยใช้ Tierney, W.G. และ Lincoln, Y.S. (1994) สรุปว่าแผนแบบการวิจัยเชิงคุณภาพในปัจจุบันแตกต่างกันเป็นสามแบบตามแนวปรัชญาหน้าที่นิยม (functionalism) โครงสร้างนิยม (structuralism) และวิพากษ์นิยม (criticalism) นอกจากนี้การวิจัยเชิงคุณภาพยังมุ่งผสมผสานเทคนิควิธีการวิจัยเชิงปริมาณมากขึ้นเพื่อแก้จุดอ่อนของการวิจัยเชิงคุณภาพ เทคนิควิธีการวิจัยที่ได้รับการพัฒนาที่น่าสนใจมีดังนี้

1.4.1 การศึกษาหลายกรณี และการศึกษาหลายพื้นที่ (Multicase and Multisite Studies)

เนื่องจากการศึกษากรณีเดียว หรือพื้นที่เดียว มีข้อจำกัดในด้านความตรงภายนอก

(external validity) นักวิจัยคุณภาพจึงได้พัฒนาวิธีวิทยาให้ดีขึ้นโดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างหลายกรณี หรือหลายแหล่งเพื่อให้มีความเป็นตัวแทนของกลุ่มประชากร และเพื่อควบคุมสิ่งที่อาจเป็นป้อนปรากฏการณ์ที่นักวิจัยต้องการศึกษา หลักการเลือกกลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นหลักการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น (stratified random sampling) โดยใช้ลักษณะที่ต้องการควบคุมเป็นเกณฑ์ในการแบ่งชั้น การวิจัยที่เป็นการศึกษาหลายกรณีให้ความสำคัญกับการเปรียบเทียบเพื่อการสรุปอ้างอิง ส่วนการวิจัยที่เป็นการศึกษาหลายพื้นที่ให้ความสำคัญกับการพัฒนาทฤษฎีที่เป็นจริงในทุกพื้นที่ และต้องใช้กระบวนการอุปมานเชิงวิเคราะห์ (analytic induction) ในการวิจัย ในบางกรณีนักวิจัยอาจกำหนดแผนแบบการวิจัยในรูปของการวิจัยหลายกรณีและหลายพื้นที่ (multisite case studies) ก็ได้ซึ่งทำให้ได้ผลการวิจัยชัดเจนยิ่งขึ้น (Bogdan, R.C. and Biklen, S.K., 1992)

1.4.2 เทคนิคการวิจัยโดยการจัดกลุ่มสนทนา (Focus Group Research)

การวิจัยนี้พัฒนามาจากเทคนิคการเก็บรวบรวมข้อมูลแบบการสัมภาษณ์เป็นกลุ่ม และแบบมีจุดเน้น (group and focus interview) ประกอบกับการเลือกกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะเฉพาะร่วมกัน วิธีการวิจัยจัดว่าเป็นการวิจัยที่ใช้พลวัตของกลุ่ม 8-12 กลุ่มกระตุ้นให้สมาชิกของกลุ่มแสดงความคิดเห็นและความรู้สึกของตนการจัดกลุ่มสนทนาใช้หลักการให้สมาชิกภายในกลุ่มแต่ละกลุ่มมีลักษณะร่วมกัน และกลุ่มสนทนาทุกกลุ่มต้องมีลักษณะต่างกันตามเงื่อนไขที่นักวิจัยต้องการเปรียบเทียบสาระที่ได้จากการสนทนา กิจกรรมการดำเนินการจัดกลุ่มสนทนา มีหลักการและวิธีการเฉพาะที่ต้องมีการฝึกฝนก่อนการลงมือทำการวิจัย การวิเคราะห์ข้อมูลต้องมีการถอดเทปบันทึกการสนทนาและวิเคราะห์เนื้อหา (Morgan, D., 1988, นภาพรณ ทะวานนท์, 2535)

1.4.3 การวิจัยเชิงปฏิบัติการอย่างมีส่วนร่วม (Participatory Action Research)

การวิจัยเชิงปฏิบัติการอย่างมีส่วนร่วมเป็นการวิจัยที่มุ่งศึกษาชุมชนโดยเน้นการวิเคราะห์ปัญหา การแก้ปัญหา และการติดตามผลการแก้ปัญหาของชุมชน โดยที่สมาชิกของชุมชนนั้นต้องเข้ามามีส่วนร่วมในการปฏิบัติการ และการวิจัยด้วย (อลิศรา ชูชาติ, 2538) การวิจัยรูปแบบนี้เป็นการผลิตความรู้วิทยาการวิจัยแบบปฏิบัติการกับการสังเคราะห์แบบมีส่วนร่วม ทีมนักวิจัยประกอบด้วยนักวิจัยซึ่งมิใช่สมาชิกของชุมชน กับสมาชิกในชุมชนซึ่งเป็นผู้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับชุมชนดีที่สุดในที่สุด และเป็นผู้ที่จะได้รับประโยชน์จากผลการวิจัยโดยตรง

1.4.4 การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

Weber, R.P. (1985) กล่าวว่า การวิเคราะห์เนื้อหาเป็นวิธีวิทยาการวิจัยที่ใช้กระบวนการหลายแบบมาสรุปอ้างอิงผลที่ได้จากข้อความ หลักการสำคัญของการวิเคราะห์เนื้อหาคือการจำแนกคำ กลุ่มคำ ประโยคจากข้อความเข้ากลุ่ม จากนั้นจึงจัดกลุ่มนำเสนอข้อค้นพบพร้อมทั้งแปลความหมาย ปัจจุบันนี้เทคนิคการวิเคราะห์เนื้อหาในประเทศไทยทำได้สะดวกมากขึ้นโดยการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Ethnograph ในต่างประเทศ Weber กล่าวว่าเทคนิคการวิเคราะห์เนื้อหามีการพัฒนาโดยการเปลี่ยนข้อมูลเชิงคุณภาพในแต่ละกลุ่มให้เป็นข้อมูลเชิงปริมาณ และนำมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิคเชิงปริมาณ เช่น การสร้างแผนภาพ การวิเคราะห์องค์ประกอบ การวิเคราะห์จำแนก และการวิเคราะห์ความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้น (Irisel) ด้วย

วิธีวิทยาการวิจัยเชิงปริมาณ และการวิจัยเชิงคุณภาพนับวันแต่จะมีการผสมผสานกันมากขึ้น ในการวิจัยแต่ละเรื่องอาจใช้วิธีวิทยาการวิจัยทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพประกอบกันได้ เทคนิควิธีการวิจัยเชิงคุณภาพอีกแบบหนึ่งที่เป็นที่นิยมใช้ คือการจัดสัมมนาผู้เชี่ยวชาญ (connoisseurship) หลังจากเสร็จสิ้นการวิจัยเชิงปริมาณเพื่อนำผลการวิจัยมาตรวจสอบความถูกต้องหรือแสวงหาแนวทางปฏิบัติต่อไปโดยคณะผู้เชี่ยวชาญที่เลือกสรรแล้ว

1.5 การสังเคราะห์งานวิจัยด้วยการวิเคราะห์อภิมาน (Meta-analysis)

การวิเคราะห์อภิมานเป็นวิธีวิทยาการวิจัยที่พัฒนาใหม่ล่าสุดในการสังเคราะห์งานวิจัยเชิงปริมาณ หัวใจสำคัญของการวิเคราะห์อภิมานคือการประมาณค่าผลงานวิจัยให้อยู่ในรูปดัชนีมาตรฐาน และใช้วิธีการทางสถิติตรวจสอบว่าความแปรปรวนในดัชนีมาตรฐานเหล่านั้นมีค่าเหมาะสมที่จะสรุปได้หรือไม่ หากยังไม่สามารถสรุปได้ต้องแยกศึกษาตามตัวแปรปรับ (moderator variables) หรือวิเคราะห์ว่าลักษณะงานวิจัยสามารถอธิบายความแตกต่างในดัชนีมาตรฐานได้อย่างไร (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2530) เทคนิคการวิเคราะห์อภิมานนี้สามารถนำไปใช้วิเคราะห์เพื่อสรุปนัยทั่วไปของความตรง (validity generalization) ได้ ทั้งนี้เพราะค่าความตรงอยู่ในรูปของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อันเป็นดัชนีมาตรฐานแบบหนึ่ง เทคนิคการสรุปนัยทั่วไปของความตรงได้รับการพัฒนาอย่างรวดเร็ว Law, K.S., Schmidt, F.L. และ Hunter, J.E. (1994) รายงานไว้ว่าทำได้ถึง 5 แบบ คือ interactive procedure, noninteractive procedure, multiplicative procedure, Taylor series approximation 1 and 2, Raju, Burke, Normand and Langlois procedure ทุกแบบใช้หลักการวิเคราะห์อภิมานตามแบบของ Hunter เป็นพื้นฐานทั้งสิ้น

วิธีวิทยาการวิเคราะห์อภิมานยังจะได้รับการพัฒนาให้ดีขึ้นอีกมากในอนาคต โดยเฉพาะในเรื่องการประมาณค่าดัชนีมาตรฐานสำหรับผลการวิจัยที่นำมาสังเคราะห์แต่ละเรื่อง และเรื่องวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลนั้นเนื่องจากโมเดลในการวิเคราะห์อภิมานเป็นโมเดลสอดแทรกเป็นลำดับลดหลั่น (hierarchical nested model) ซึ่งเป็นโมเดลพหุระดับ ดังนั้น Draper, D. (1995) จึงกล่าวว่าวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลที่ตีวิธีหนึ่งสำหรับการสังเคราะห์งานวิจัยด้วยการวิเคราะห์อภิมาน คือ วิธีการวิเคราะห์พหุระดับ (multi-level analysis) ผลงานวิจัยที่เป็นการวิเคราะห์อภิมานของ Draper จึงจัดว่าเป็นการวิเคราะห์อภิมานเรื่องแรกที่วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์พหุระดับ

วิธีวิทยาการสังเคราะห์งานวิจัยด้วยการวิเคราะห์อภิมานที่ได้รับการพัฒนาใหม่อีกแนวทางหนึ่งคือการวิเคราะห์อภิมานของการวิจัยที่เป็นการวิเคราะห์อภิมาน หรือการวิจัยที่ Levin, H.M. เรียกว่า mega-meta analysis และงานวิจัยที่เขายกย่องว่าเป็น “mother of all educational research synthesis” คืองานวิจัยเรื่อง “Toward a Knowledge Base for School Learning” โดย Wang, M.C., Haertel, G.D. Walberg, H.J. (1993) ซึ่งเป็นที่รู้จักกันในชื่อของ “WHW article” งานวิจัยนี้สังเคราะห์งานวิจัยอภิมานรวม 91 เรื่อง ประกอบกับการวิเคราะห์เนื้อหาโดยมีการประมาณค่าขนาดอิทธิพลของตัวแปรกว่า 10,000 ค่า (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2537)

1.6 การศึกษาหน่วยตัวอย่างเดียว (Single Subject Study)

การวิจัยที่เป็นการศึกษาหน่วยตัวอย่างเดียวมีลักษณะแตกต่างจากการศึกษารายกรณี เพราะการศึกษารายกรณีเป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ ส่วนการศึกษาหน่วยตัวอย่างเดียวเป็นการวิจัยเชิงปริมาณที่มีการเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างต่อเนื่อง หรือมีการวัดซ้ำ (repeated measures) เป้าหมายสำคัญของการวิจัยคือการศึกษาความเจริญเติบโต ความเปลี่ยนแปลง หรือพัฒนาการของหน่วยตัวอย่างในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง วิธีดำเนินการวิจัยเป็นผลจากการผสมผสานวิธีการศึกษาระยะยาว (longitudinal study) กับการวิเคราะห์ข้อมูลแบบวัดซ้ำ โดยที่ข้อมูลจากการวัดซ้ำของหน่วยตัวอย่างแต่ละคนมีลักษณะเป็นโมเดลลำดับลดหลั่น การวิเคราะห์ข้อมูลที่เหมาะสมสำหรับการศึกษาหน่วยตัวอย่างเดียวคือการวิเคราะห์พหุระดับกรณีโมเดลเชิงเส้นลำดับลดหลั่น (hierachical linear model) หรือโมเดลสัมประสิทธิ์สุ่ม (random coefficient Models) (Rogosa, D. and Saner, H., 1995)

2. วิธีวิทยาด้านการสุ่มตัวอย่าง

ด้านการสุ่มตัวอย่างมีการพัฒนาเทคนิควิธีนี้้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับด้านอื่น ๆ เหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากวิธีการที่ใช้อยู่มีความสมบูรณ์แล้ว สิ่งที่ได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องคือการประมาณค่าของขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับการวิจัย สูตรที่ได้รับการยอมรับว่ามีความถูกต้อง และใช้กันมาก คือสูตรของ Cohen, J. (1988) ซึ่งมีการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สารสนเทศจากค่าขนาดอิทธิพล ค่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ I และประเภทที่ II (α และ β) และสถิติที่ต้องการใช้ในการทดสอบสมมุติฐาน สำหรับวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างนั้นมีการพัฒนาเทคนิคการสุ่มตัวอย่างแบบเมทริกซ์ (matrix sampling) ให้ดีขึ้น เรียกว่าเทคนิคการสุ่มตัวอย่างแบบ balanced incomplete block (BIB) spiraling การสุ่มตัวอย่างแบบเมทริกซ์เดิมมีจุดอ่อนตรงที่สามารถประมาณค่าสหสัมพันธ์ระหว่างแบบวัดย่อยในแต่ละชุดได้ แต่ไม่สามารถประมาณค่าสหสัมพันธ์ระหว่างแบบวัดย่อยต่างชุดได้ แต่เทคนิค BIB จัดแบบวัดแต่ละชุดให้ประกอบด้วยแบบวัดย่อยที่มีอย่างน้อยหนึ่งแบบวัดย่อยตรงกับแบบวัดย่อยในชุดอื่น หลักการจัดมีลักษณะคล้ายกับ Latin square design (Kaplan, D., 1995; Messick, S., 1984)

3. วิธีวิทยาด้านการวัดและประเมิน

ในช่วงสองทศวรรษที่ผ่านมาวิธีวิทยาด้านการวัดและประเมินมีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว เนื่องจากการพัฒนามโนทัศน์เกี่ยวกับการวัดและการประเมิน และการพัฒนาด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ จากความเปลี่ยนแปลงของสภาพบริบทในการวัดและการประเมิน และจากความต้องการ ความคาดหวังของผู้ต้องการใช้ผลการวัดและการประเมิน วิธีวิทยาใหม่ ๆ ที่น่าสนใจซึ่งจะนำเสนอต่อไปนี้แยกกล่าวเป็นสองด้านคือ ด้านการวัด และการประเมิน ในแต่ละด้านจะให้ความสำคัญเฉพาะวิธีวิทยาที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ของการวัดและการประเมิน ในส่วนที่เป็นวิธีการวิเคราะห์จะนำเสนอในหัวข้อวิธีวิทยาด้านการวิเคราะห์ในหัวข้อที่ 4 ต่อไป

3.1 วิธีวิทยาด้านการวัด

องค์กร American Council on Education (ACE) ได้เริ่มจัดพิมพ์หนังสือชื่อ Educational Measurement เพื่อรวบรวมองค์ความรู้ และวิธีวิทยาด้านการวัด โดยเฉพาะการวัดทางการศึกษา ฉบับแรกพิมพ์เมื่อ ค.ศ. 1951 ฉบับที่สองพิมพ์เมื่อ ค.ศ. 1971 และได้ร่วมมือกับ

National Council on Measurement in Education ในการพิมพ์ฉบับที่สามเมื่อ ค.ศ. 1989 Linn, R.L. (1989) ได้เปรียบเทียบหนังสือฉบับที่สองและฉบับที่สามให้เห็นว่านับจาก ค.ศ. 1971 อันเป็นปีที่พิมพ์หนังสือฉบับที่สองนั้นวิธีวิทยาด้านการวัดมีการพัฒนาไปมาก วิธีวิทยาระดับสูงที่น่าสนใจมีดังนี้

3.1.1 ทฤษฎีการตอบสนองรายข้อ (Item-Response Theory = IRT)

แม้ว่า Lawley จะได้เสนอโมเดลทฤษฎีการตอบสนองรายข้อไว้ตั้งแต่ ค.ศ. 1943 แล้วก็ตาม แต่ในระยะนั้นไม่มีการนำโมเดลไปใช้ในทางปฏิบัติ มีเพียงการเสนอแนวคิดและหลักการ คริสต์ทศวรรษที่ 1970 นับเป็นช่วงที่เริ่มมีการประยุกต์ใช้ทฤษฎีการตอบสนองรายข้อ และทำให้วิธีวิทยาด้านการวัดมีการพัฒนามากขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะในเรื่องการปรับเทียบข้อสอบ (test equating) การทำหน้าที่ต่างกัน (differential item functioning) หรือความลำเอียงของข้อสอบ (test bias) การบริหารการสอบด้วยคอมพิวเตอร์ (computerized test administration) การสร้างมาตรวัด และการหาปกติวิสัย (scaling and norming) เรื่องต่าง ๆ ที่กล่าวมานี้ไม่ใช่เรื่องใหม่ แต่วิธีวิทยาที่ใช้ในเรื่องเหล่านี้ได้รับการพัฒนาใหม่ให้มีประสิทธิภาพดีขึ้นเรื่อย ๆ (Linn, R. L., 1989)

Hambleton, R.K. (1989) สรุปลักษณะของโมเดลการตอบสนองรายข้อที่ได้รับการพัฒนาใหม่ ๆ ในช่วงสองทศวรรษที่ผ่านมาว่า โมเดลการตอบสนองรายข้อนอกจากจะมีโมเดลโลจิสติกแบบเอกมิติหนึ่ง สอง สาม และสี่พารามิเตอร์ และโมเดลไอโจ้วปกติซึ่งใช้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความถนัดที่เป็นข้อมูลทวิภาคแล้ว ยังมีโมเดลอีกหลายแบบที่นักวัดผลการศึกษาได้พัฒนาจากโมเดลการตอบสนองรายข้อ ซึ่งผู้เขียนได้สรุปจากบทความของ R.K. Hambleton และบทความทางวิชาการใหม่ ๆ ไว้ดังนี้

ก. Nominal Response Model = NRM ของ Bock เป็นโมเดลใช้กับข้อมูลแบบพหุวิภาค มีจุดมุ่งหมายเพื่อประมาณค่าความสามารถของผู้สอบให้มีความถูกต้องสูงสุดโดยใช้สารสนเทศจากโค้งลักษณะการตอบแต่ละตัวเลือก ภายใต้เงื่อนไขว่าผลรวมความน่าจะเป็นในการตอบทุกตัวเลือกของผู้สอบที่ระดับความสามารถที่กำหนดให้มีค่าเท่ากับหนึ่ง ต่อมา Thissen ได้นำแนวคิดนี้ไปพัฒนาต่อโดยกำหนดน้ำหนักสำหรับตัวเลือกแต่ละตัวทำให้การประมาณค่าความสามารถผู้สอบที่ระดับความสามารถต่ำมีความถูกต้องมากขึ้น

ข. Graded-Response Model = GRM หรือ Difference Model ของ Samejima โมเดลนี้ใช้กับมาตรวัดแบบประมาณค่าเช่น มาตรวัดแบบ Likert หรือมาตรวัดแบบนัยจำแนก

และมีการใช้สารสนเทศจากโค้งลักษณะการตอบแต่ละตัวเลือกด้วย การที่โมเดลได้ชื่อว่า difference models เพราะการคำนวณความน่าจะเป็นของผู้สอบที่ตอบตัวเลือกที่ k ได้ถูกต้องนั้นต้องคำนวณจากผลต่างระหว่างความน่าจะเป็นจากตัวเลือกที่ 1 และตัวเลือกที่ $k-1$ นั้นเอง การพัฒนาล่าสุดของ GRM คือ multiplicative Poisson Model = MPM ซึ่งพัฒนาโดย Andrich, D. (1995) การพัฒนานี้ทำขึ้นเพื่อแก้ปัญหาจากกรณีที่ไม่สามารถใช้ unidimensional Rasch model = URM ได้เนื่องจากมีข้อจำกัดเมื่อมีการรวมตัวเลือกการตอบสนองของแบบสอบ

ค. Binomial Trials Model และ Rating Scale Model = RSM เป็นโมเดลที่พัฒนาโดย Andrich เพื่อใช้ในการวัดตัวแปรพหุวิภาค (polychotomous variable) โมเดลที่กล่าวมาข้างต้นยังมีการพัฒนา และการนำไปประยุกต์ใช้เรื่อยมา Fischer, G.H. และ Parzer, P. (1991) ได้ประยุกต์ RSM ใช้ในการวัดคะแนนความเปลี่ยนแปลง (change) ซึ่งทฤษฎีการวัดแบบดั้งเดิมใช้ไม่ได้ผลดีเท่าที่ควร เพราะมีปัญหาเนื่องจากอิทธิพลเพดานและพื้น (ceiling and floor effects) และลักษณะการแจกแจงเบ้ โมเดลที่พัฒนาใหม่เรียกว่า linear rating scale model (LRSM) เพราะพารามิเตอร์ข้อคำถามจะอยู่ในรูปของฟังก์ชันเชิงเส้นของพารามิเตอร์อื่น ๆ วิธีการสร้างมาตร (scaling methods) ที่สามารถใช้กับมาตรวัดแบบ Likert เช่นเดียวกับ RSM ได้แก่ dual scaling ซึ่งพัฒนาโดย Nishisato และ Cheung, K.C. กับ Mooi, L.C. ได้เปรียบเทียบให้เห็นว่าทั้งสองวิธีได้ผลคล้ายคลึงกัน แต่ dual scaling ผ่อนคลายข้อตกลงเบื้องต้นได้มากกว่า RSM

ง. Partial Credit Model = PCM พัฒนาโดย Masters ให้สามารถใช้กับแบบสอบที่มีหลายตัวเลือก และการให้คะแนนตัวเลือกแต่ละตัวแตกต่างกัน โมเดลนี้ได้รับการพัฒนาให้ดีขึ้นโดย Wright และ Masters (1984) นักวัดผลการศึกษาทั้งสองยังได้ประมวลโมเดลโลจิสติกหนึ่งพารามิเตอร์ หรือ Rasch model แบบต่าง ๆ ที่มีการพัฒนาขึ้นรวมเรียกว่า โมเดลการวัดขั้นพื้นฐาน (fundamental measurement model) ซึ่งมีคุณสมบัติสำคัญคือการแยกพารามิเตอร์ผู้สอบ และพารามิเตอร์ข้อคำถาม และมีการใช้สถิติที่พอเพียงในการประมาณค่าพารามิเตอร์ของโมเดล การพัฒนาล่าสุด คือ Muraki, E. (1993) ได้พัฒนาโมเดลรวมค่าพารามิเตอร์ความชัน (slope) ของโค้งลักษณะข้อคำถามแต่ละข้อไว้ในโมเดล เรียกว่า generalized partial credit model = GPCM

จ. Linear Logistic Latent Trait Model พัฒนาโดย Fischer และ Formann กับ Multicomponent Latent Trait Model พัฒนาโดย Embreston จัดว่าเป็นโมเดลที่รวมองค์

ประกอบด้านปัญญา (cognitive component) เข้าเป็นพารามิเตอร์ในโมเดลด้วย นอกจากนี้มี linear logistic model ซึ่ง Fischer พัฒนาโดยกำหนดให้มีพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบ ในรูปของผลรวมเชิงเส้นขององค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อค่าความยากอยู่ในโมเดลด้วย ผลงานของ Embreston และ Fischer นับว่าเป็นจุดเริ่มต้นของการผสมผสานแนวคิดทาง cognitive psychology กับ psychometric เข้าด้วยกัน โมเดลของ Fischer ใช้ในการวัดตัวแปรเอกมิติ แต่โมเดลของ Embreston สามารถใช้กับปัญหาทักษะ (cognitive skill) หลายองค์ประกอบ ได้โดยที่แต่ละองค์ประกอบมีความสำคัญต่อการที่ผู้สอบจะตอบข้อคำถามแต่ละข้อได้ถูกต้อง

จ. Unfolding Models พัฒนาโดย Andrich และ Hyperbolic Cosine Unfolding Model พัฒนาโดย Andrich, D. และ Luo, G (1993) เป็นโมเดลที่มีการพัฒนาควบคู่กับ probabilistic models for the cumulative models in pair comparison design ที่ Thurstone ได้วางแนวคิดไว้ โมเดลในกลุ่มนี้ได้แก่ Squared Simple Logistic Model = SSLM พัฒนาโดย Andrich ซึ่งให้ผลการวิเคราะห์เท่าเทียมกับ Simple Hyperbolic Cosine Model = SHCM ของ Andrich และ Lou นอกจากนี้มี two-parameter hyperbolic cosine model = 2PHCM

ข. โมเดลที่พัฒนาจากทฤษฎีการตอบสนองรายข้อเพื่อใช้ในสภาพการณ์ที่ต่างจากการสอบปกติ ได้แก่ โมเดลที่ Bock, R.D., Mislevy, R. Woodson, C (1982) พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการสอบที่มีหน่วยการวิเคราะห์เป็นกลุ่ม เช่น ชั้นเรียน โรงเรียน จังหวัด เขตการศึกษา random coefficients multinomial logit model = RCMLM พัฒนาจาก Rasch model โดย Wilson, M. (1995) เพื่อใช้ในการวัดที่แบบสอบมีข้อสอบรวมเป็นชุดข้อสอบหลายชุด (item bundles) และแต่ละชุดเกี่ยวข้องกับคุณลักษณะผู้สอบ และเชื่อมโยงกันด้วยโครงสร้างข้อสอบร่วมกัน ตัวคำถามร่วมกัน หรือเนื้อหาข้อสอบร่วมกัน

การใช้โมเดลตอบสนองรายข้อเป็นประโยชน์ต่อการวัดผลการศึกษามาก เมื่อข้อมูลสอดคล้องกับข้อตกลงเบื้องต้นของโมเดลที่ใช้ นักวัดผลจะสามารถประมาณค่าความสามารถของผู้สอบได้โดยที่พารามิเตอร์นี้เป็นอิสระไม่ขึ้นกับการเปลี่ยนแปลงของข้อสอบ ได้ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบที่ไม่ขึ้นกับกลุ่มตัวอย่างผู้สอบ ได้ค่าสถิติที่บ่งชี้ความถูกต้องในการประมาณค่าความสามารถผู้สอบที่ขึ้นอยู่กับค่าความสามารถผู้สอบ จำนวน และคุณสมบัติทางสถิติของข้อคำถาม และได้มาตรฐานร่วม (common scale) ซึ่งใช้บรรยายคุณสมบัติผู้สอบและข้อสอบได้

การวิจัยด้านการวัดผลการศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎีการตอบสนองรายชื่อนอกจากจะเป็นการพัฒนาโมเดลและตรวจสอบโมเดลแล้ว ยังมีการวิจัยเกี่ยวกับการสร้างมาตรวัดคะแนนความสามารถ (ability scores) ของผู้สอบ มีการพัฒนาคะแนนความสามารถในรูปฟังก์ชันของพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบรูปต่าง ๆ โดยมีการกำหนดน้ำหนักคะแนนแบบต่าง ๆ และมีการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาวิธีประมาณค่าพารามิเตอร์ความสามารถแบบต่าง ๆ ด้วย

3.1.2 วิธีวิทยาการวัดด้วยคอมพิวเตอร์ (Computerized Educational Measurement)

Bunderson, V.V., Inouye, D.K. และ Olsen, J.B. (1989) ได้สรุปไว้ว่าวิธีวิทยาการวัดด้วยคอมพิวเตอร์เป็นผลจากบูรณาการมโนทัศน์ด้านการวัดกับเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยให้กระบวนการวัดทำได้สะดวกรวดเร็ว ถูกต้อง และประหยัด รวมทั้งมีการสื่อสารโต้ตอบ มีระบบการเก็บหลักฐานการสอบ และการรายงานคะแนนสอบ และการบริหารการสอบที่มีประสิทธิภาพ วิธีวิทยาการวัดด้วยคอมพิวเตอร์แยกตามขั้นตอนของพัฒนาการได้เป็น 4 ประเภท ประเภทแรก คือ การสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์ (computerized testing) การบริหารการสอบทุกขั้นตอน การตรวจให้คะแนน การรายงานผล การสร้างธนาคารข้อสอบและการจัดทำข้อสอบใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการทำงานทุกขั้นตอน แต่การวิเคราะห์ข้อสอบยังใช้ทฤษฎีแบบดั้งเดิม ประเภทที่สอง คือ การสอบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ (computer-adaptive testing) เป็นการสอบที่มีการวิเคราะห์ตามทฤษฎีการตอบสนองรายข้อ มีการจัดข้อสอบให้เหมาะสมกับผู้สอบแต่ละคน และการบริหารการสอบทุกขั้นตอนทำโดยใช้คอมพิวเตอร์ ประเภทที่สาม คือ การวัดต่อเนื่อง (continuous measurement) เพื่อวัดความเจริญหรือความเปลี่ยนแปลงและสร้างโปรไฟล์ของผู้สอบแต่ละคน คอมพิวเตอร์มีหน้าที่สร้างคะแนนพหุมิติ และแปลความหมายโปรไฟล์ของผู้สอบแต่ละคนเพิ่มขึ้นจากประเภทที่สอง ประเภทที่สี่ คือการวัดอย่างเฉลียวชาญ (intelligent measurement) การวัดประเภทนี้ใช้ประโยชน์จากคอมพิวเตอร์สูงสุด กล่าวคือองค์ความรู้ที่มีอยู่ในสมองของผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดถูกถ่ายทอดลงในคอมพิวเตอร์ และคอมพิวเตอร์ช่วยในการบริหารการสอบทุกขั้นตอนเสมือนหนึ่งมีผู้เชี่ยวชาญคอยให้คำปรึกษา

3.1.3 โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการวัดผลการศึกษา

เนื่องจากวิธีวิทยาขั้นสูงด้านการวัดผลการศึกษาส่วนใหญ่เป็นวิธีวิทยาที่ใช้ทฤษฎีการตอบสนองรายข้อเป็นพื้นฐาน และการประมาณค่าพารามิเตอร์ในโมเดลต้องใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการคำนวณ ดังนั้นจึงมีการวิจัยที่เป็นการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการวัด

ผลการศึกษาเป็นจำนวนมาก Hambleton, R.K. (1989) Baker, F.B. (1989) Cheung, K.C. and Mooi, L.C. ได้ให้รายชื่อโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เป็นผลจากการวิจัยดังกล่าวไว้สรุปได้ดังนี้

ก. โปรแกรมที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อสอบการประมาณค่าพารามิเตอร์และการให้คะแนน ได้แก่ โปรแกรม LOGIST พัฒนาโดย Wingersky ใช้วิเคราะห์ข้อสอบ และประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับโมเดลโลจิสติกหนึ่ง สอง และสามพารามิเตอร์ โปรแกรม BILOG พัฒนาโดย Mislevy and Bock และ Scientific Software, Inc. ได้พัฒนาให้สามารถใช้ได้กับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล โปรแกรม BILOG นี้ทำงานคล้ายโปรแกรม LOGIST แต่สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี maximum likelihood และวิธี bayesian ได้ โปรแกรม MULTILOG พัฒนาโดย Thissen ทำงานเหมือน BILOG แต่สามารถใช้กับข้อมูลพหุภูมิภาคได้ โปรแกรม BICAL พัฒนาโดย Wright and Stone ใช้สำหรับ Rasch model โปรแกรมนี้ได้รับการพัฒนาในระยะต่อมาเป็นโปรแกรม MICROSCALE โดย Mediix Interactive Technologies, Inc. โปรแกรม NOHARM พัฒนาโดย Fraser ใช้สำหรับการวัดตัวแปรทั้งแบบเอกมิติ และพหุมิติ โปรแกรม ANCILLES และ OGIVA พัฒนาโดย Urry ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้วิธีการประมาณค่าแบบ heuristic โปรแกรม BIGSCALE พัฒนาโดย Wright, Linacre and Schultz สามารถวิเคราะห์ Rasch model และ RSM ได้ โปรแกรม DUAL3 พัฒนาโดย Nishisato and Nishisato ใช้วิเคราะห์ dual scaling

ข. โปรแกรมใช้สำหรับการวิเคราะห์ที่จำเป็นก่อนหน้าที่จะใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในข้อ ก. ได้แก่โปรแกรม DATAGEN พัฒนาโดย Hambleton and Rovieneli สำหรับสร้างข้อมูลจำลองสำหรับการวิเคราะห์ตามทฤษฎีการตอบสนองรายข้อ โปรแกรม TESTFAC Wilson, D.T., Wood, R. and Gibbons, R. (1991) ใช้คำนวณค่าสถิติของข้อสอบ วิเคราะห์องค์ประกอบข้อสอบ (item factor analysis) และสร้างข้อมูลจำลอง

ค. โปรแกรมสำหรับการบริหารการสอบ โปรแกรมในกลุ่มนี้ทำงานเพียงบางหน้าที่ในกระบวนการบริหารการสอบ ได้แก่ โปรแกรม PRISM พัฒนาโดย Psychological Corporation เพื่อสร้างแบบสอบจากธนาคารข้อสอบ โปรแกรม Microcomputer Scoring System พัฒนาโดย TESTCOR, Inc. เพื่อตรวจให้คะแนน วิเคราะห์ และรายงานผลโดยใช้เครื่องกราดตรวจ (scanner) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่จำเป็นสำหรับการสอบที่มีจำนวนผู้สอบมาก โปรแกรม Test Bank พัฒนาโดย Advanced Technology Application เพื่อสร้างธนาคารข้อสอบและจัดทำข้อสอบโดยใช้การประมวลผลค่า นอกจากนี้มี optical scanners พัฒนาโดย National Computer systems, SCAN-TRON Corporation เพื่อใช้สำหรับการตรวจให้คะแนน

ง. ระบบคอมพิวเตอร์ที่ช่วยบริหารการสอบทั้งระบบ ได้แก่ โปรแกรม Microcomputer Test Administration System = MTAS พัฒนาโดย Science Research Associates เพื่อสร้างและพิมพ์ข้อสอบ ตรวจให้คะแนน วิเคราะห์ และรายงานผล โปรแกรมนี้มีข้อจำกัดในการสร้างข้อสอบได้ไม่เกิน 100 ข้อ และไม่มีการสร้างธนาคารข้อสอบ ระบบคอมพิวเตอร์ที่สมบูรณ์ได้แก่ PETA พัฒนาโดย Institute for Practice and Research in Education, School of Education, University of Pittsburgh เป็นโปรแกรมสำหรับครูใช้ในการสอบหนึ่งวิชานักเรียนไม่เกิน 10 ห้อง และห้องละไม่เกิน 50 คน ตัวระบบประกอบด้วยโปรแกรมน้อย 3 โปรแกรม คือ โปรแกรมจัดการเรื่องธนาคารข้อสอบ การสร้างและพิมพ์ข้อสอบ โปรแกรมการตรวจให้คะแนน การวิเคราะห์ และประเมินข้อสอบ และโปรแกรมจัดเก็บข้อมูลผลการสอบของนักเรียน ระบบคอมพิวเตอร์ MicroCAT พัฒนาโดย Assessment Systems Corporation โปรแกรมนี้จัดว่าเป็นระบบคอมพิวเตอร์ที่สมบูรณ์ที่สุดสำหรับการวัดผลการศึกษา เพราะมีโปรแกรมที่ช่วยในการบริหารการสอบทุกขั้นตอนตั้งแต่ การพัฒนาข้อสอบและสร้างธนาคารข้อสอบ ซึ่งรวมทั้งการสร้างแบบสอบสำหรับการสอบปรับเหมาะ (adaptive testing) ด้วยการดำเนินการสอบทั้งการสอบรายบุคคล และการสอบเป็นกลุ่ม การประเมินคุณลักษณะของแบบสอบและผู้สอบด้วยโปรแกรม ITEMAN และการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยโปรแกรม ASCAL การจัดการในการสอบโดยการเชื่อมต่อกับระบบ LAN (local area network) และการรายงานผล

3.2 วิธีวิทยาด้านการประเมิน

วิทยาการด้านการประเมินผลการศึกษา มีการพัฒนาเป็นอย่างมากในช่วงปลายคริสต์ศตวรรษที่ 19 เช่นเดียวกับด้านการวัดผลการศึกษา จากบทความของ Scriven, M (1995) แสดงให้เห็นว่าลักษณะการพัฒนาเป็นการปรับแนวคิดทฤษฎีให้การประเมินมีความเป็นศาสตร์ และเป็นวิชาชีพมากขึ้น วิธีวิทยาขั้นสูงในการประเมินที่ได้รับการพัฒนาได้แก่ meta evaluation ซึ่งเป็นการประเมินผลการประเมิน qualitative evaluation ซึ่งเป็นการประเมินที่ใช้แนวคิดของการวิจัยคุณภาพเข้ามาใช้ประโยชน์ เป็นต้น ซึ่งผู้เขียนจะไม่กล่าวถึงรายละเอียดของวิธีวิทยาด้านการประเมินในที่นี้

เนื้อหาสาระที่นำเสนอในหัวข้อที่ 3 ทั้งหมดนี้เป็นเพียงส่วนหนึ่งของวิธีวิทยาขั้นสูงด้านการวัดและการประเมินผลการศึกษาเท่านั้น ยังมีวิธีวิทยาขั้นสูงอีกมากที่มีได้นำเสนอไว้ในที่นี้ เช่น วิธีวิทยาการสร้างตัวบ่งชี้แบบไมเออร์-บริกกส์ (Myer-Briggs type indicator =

MBTI) ตามทฤษฎีจุง (Jung) ในงานวิจัยของ Pittener, D.J. (1993) วิธีวิทยาการสร้างดัชนีวัดประสิทธิผลของโรงเรียนในงานวิจัยของ Webster, W.J., Mendro, R.L. and Almagur, T.O. (1994) เป็นต้น ผู้ที่สนใจ อาจติดตามอ่านได้จากบทความในวารสารฉบับใหม่ ๆ และจากบทความของ รศ. ดร.ศิริชัย กาญจนวาสี เรื่อง วิธีวิทยาขั้นสูงด้านการวัดและการประเมินผลการศึกษา บทความของ ศ. ดร. อุทุมพร จามรมาน เรื่อง ความรู้ชายแดนด้านการวัดผลการศึกษา และบทความของ รศ. ดร. สุวิมล ว่องวาณิช เรื่อง ความรู้ชายแดนด้านการประเมินผลการศึกษา ในวารสารฉบับนี้ได้

4. วิธีวิทยาด้านสถิติ

ความเจริญก้าวหน้าของเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ประกอบกับการพัฒนาโมเดลทางสถิติ และวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบต่าง ๆ รวมทั้งการบูรณาการวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางเศรษฐมิติ และจิตมิติทำให้วิธีวิทยาด้านสถิติพัฒนาไปอย่างรวดเร็วในช่วงปลายคริสต์ศตวรรษที่ 19 วิธีวิทยาขั้นสูงด้านสถิติวิเคราะห์ใหม่ ๆ ที่มีใช้ในปัจจุบันล้วนแต่พัฒนามาจากเทคนิคการวิเคราะห์ที่มีอยู่เดิม แต่มีวิธีการที่ดีขึ้น ผ่อนคลายข้อตกลงเบื้องต้นได้มากขึ้น ให้ผลการวิเคราะห์ที่ถูกต้องมากขึ้น และเป็นวิธีการที่ต้องใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการวิเคราะห์ทั้งสิ้น วิธีวิทยาที่น่าสนใจมีดังนี้

4.1 ลิสเรล (Linear Structural Relationship = LISREL)

ลิสเรล มีความหมายเป็น 3 นัย นงลักษณ์ วิรัชชัย (2537) สรุปว่านัยแรกหมายถึงโมเดลแสดงความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้นระหว่างตัวแปรซึ่งเป็นที่ตั้งตัวแปรสังเกตได้และตัวแปรแฝง โมเดลลิสเรลประกอบด้วยโมเดลการวัด (measurement model) ของชุดตัวแปรที่เป็นสาเหตุ และชุดตัวแปรที่เป็นผล และโมเดลสมการโครงสร้าง (structural equation model) โมเดลลิสเรลเป็นชื่อที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย นอกจากชื่อโมเดลลิสเรลแล้วยังเป็นที่รู้จักกันในชื่อของโมเดลโครงสร้างความแปรปรวน (covariance structure model) หรือโมเดลโครงสร้างแสดงสาเหตุ (causal structural model)

ความหมายนัยที่สองหมายถึงภาษาลิสเรลที่ใช้ในการเขียนคำสั่งสำหรับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อวิเคราะห์โมเดลลิสเรล ภาษาลิสเรลประกอบคำที่มีอักษรภาษาอังกฤษสองตัวใช้แทนคำสั่ง และชื่อเมทริกซ์พารามิเตอร์ที่ต้องการประมาณค่า

ความหมายนัยที่สามหมายถึงโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการวิเคราะห์โมเดลลิสเรล ซึ่งเป็นบูรณาการของการวิเคราะห์องค์ประกอบ (factor analysis) การวิเคราะห์อิทธิพล (path

analysis) และการประมาณค่าพารามิเตอร์ (parameter estimation) ตามหลักวิชาเศรษฐมิติ (econometrics) นักวิจัยใช้การวิเคราะห์ลิสเรลเพื่อพัฒนา และตรวจสอบทฤษฎี ดังนั้นการวิจัยที่ใช้ลิสเรลนั้นนักวิจัยต้องสร้างโมเดลลิสเรลตามทฤษฎีเป็นกรอบความคิด หรือสมมุติฐานวิจัยก่อน กระบวนการวิเคราะห์ลิสเรลประกอบด้วย การกำหนดข้อมูลจำเพาะของโมเดล (model specification) การระบุความเป็นได้ค่าเดียวของโมเดล (model identification) การประมาณค่าพารามิเตอร์ (parameter estimation) ในโมเดล การทดสอบเทียบความกลมกลืน (goodness of fit test) ระหว่างโมเดลลิสเรลตามทฤษฎีและข้อมูลเชิงประจักษ์ เพื่อตรวจสอบความตรงของโมเดล (model validation) การปรับโมเดล (model adjustment) และการสรุปและแปลความหมาย

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ลิสเรล พัฒนาโดย Jorekog, K. and Sorbom, D. และจัดจำหน่ายโดย Scientific Software International, Inc. โปรแกรมลิสเรลมีคุณลักษณะทั่ว ๆ ไป (generality) ใช้วิเคราะห์ข้อมูลได้กว้างขวางครอบคลุมวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติทุกรูปแบบในการวิจัยทางสังคมศาสตร์ และพฤติกรรมศาสตร์ กล่าวได้ว่า วิธีการทางสถิติที่ต้องใช้วิเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (anova) การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ancova) การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (multiple regression analysis) ทั้งตัวแปรเอกนามและพหุนาม การวิเคราะห์องค์ประกอบ (factor analysis) การวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิกอล (canonical correlation) การวิเคราะห์อิทธิพล (path analysis) การวิเคราะห์โมเดลที่มีตัวบ่งชี้หลายตัว การวิเคราะห์โมเดลซิมเพล็กซ์ (simplex model) การวิเคราะห์โมเดลมิมิค (multiple indicators multiple causes model = MIMIC model) การวิเคราะห์โมเดลสองคลื่น (two wave model) การวิเคราะห์โมเดลการวัดคอนเจนเนอริก (congeneric measurement model) และการวิเคราะห์โมเดลหลากหลายลักษณะหลายวิธี (multitrait-multimethod model) ล้วนแต่เป็นกรณีหนึ่งของการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมลิสเรลทั้งสิ้น โปรแกรมลิสเรลจึงเป็นประโยชน์มากทั้งในการวิจัยและการวัดผลทางการศึกษา

คุณสมบัติเด่นอีกประการหนึ่งของโปรแกรมลิสเรลคือการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีต่าง ๆ กัน นับตั้งแต่วิธีกำลังสองน้อยที่สุดไม่ถ่วงน้ำหนัก (unweighted least squares = ULS) วิธีกำลังสองน้อยที่สุดถ่วงน้ำหนักทั่วไป (generalized least squares = GLS) วิธีโลกลีสูงสุด (maximum likelihood = ML) วิธีกำลังสองน้อยที่สุดถ่วงน้ำหนักทั่วไป (generalized weighted least squares = WLS) วิธีกำลังสองน้อยที่สุดถ่วงน้ำหนักแนวทแยง (diagonally

weighted least squares = DWLS) และยังใช้วิธีกำหนดตัวแปรเป็นเครื่องมือ (instrumental variable = IV) กับวิธีกำลังสองน้อยที่สุดสองชั้น (two-stage least squares = TSLS) ในการกำหนดค่าตั้งต้นสำหรับการประมาณค่าด้วยวิธีโลคัลลิยุดสูงสุด

โปรแกรมลิสเรลในปัจจุบันมีการพัฒนาถึงเวอร์ชันที่ 8 ซึ่งพัฒนาให้ใช้กับโปรแกรมวินโดวได้ และการเขียนคำสั่งง่ายสะดวกขึ้น ภาษาที่ใช้ในเวอร์ชันที่ 8 นี้ อาจใช้ได้ทั้งภาษาลิสเรล และภาษาซิมพลิส (SIMPLIS) ซึ่งเป็นภาษาอังกฤษทั่วไป นอกจากนี้โปรแกรมยังมีคำสั่งให้คอมพิวเตอร์สร้างแผนภาพแสดงเส้นทางอิทธิพล (path diagram) ให้ด้วย

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้วิเคราะห์โมเดลลิสเรลนอกเหนือจากโปรแกรมลิสเรลแล้วยังมีหลายโปรแกรม เช่น โปรแกรม EQS พัฒนาโดย Bentler, P.M. และจัดจำหน่ายโดย BMDP Statistical Software, Inc. โปรแกรม EzPATH พัฒนาโดย Steiger, J.H. และจัดจำหน่ายโดย SYSTAT, Inc. โปรแกรม LINC พัฒนาโดย Schoenberg, R. และ Arminger, G. และจัดจำหน่ายโดย Aptech Systems, Inc. โปรแกรม LISCOMP พัฒนาโดย Muthen, B. และจัดจำหน่ายโดย Scientific Software International, Inc. โปรแกรม CALIS จัดจำหน่ายโดย SAS, Inc. โปรแกรม PLS พัฒนาโดย Wold, H. โปรแกรม COSAN พัฒนาโดย McDonald, R.P. และโปรแกรม AMOS จัดจำหน่ายโดย Survey Design and Analysis Services Pty Ltd., Small Waters Corporation จากประสบการณ์ของผู้เขียนพบว่าโปรแกรมเหล่านี้ มีโปรแกรม LISREL เวอร์ชันที่ 8 และ AMOS ใช้ง่ายและสะดวก และจากรายงานของ Waller (1993) สรุปการวิเคราะห์หึ่งค์ประกอบเชิงยืนยันจากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม 7 โปรแกรมยกเว้น COSAN, AMOS และ PLS พบว่าโปรแกรมที่ดีและใช้กันมากคือ LISREL, LISCOMP และ EQS

4.2 โมเดลระดับลดหลั่นเชิงเส้น (Hierarchical Linear Model = HLM) หรือโมเดลสัมประสิทธิ์สุ่ม (Random Coefficient Model = RCM)

ข้อมูลสำหรับการวิจัยทางการศึกษาโดยทั่วไปเมื่อมีการศึกษาแบบมหภาคจะมีลักษณะเป็นข้อมูลที่สอดแทรกเป็นระดับลดหลั่น (hierarchical nested data) หรือข้อมูลหลายระดับ (multi-level data) ตัวอย่างเช่นข้อมูลจากนักเรียนที่เป็นหน่วยย่อยของห้องเรียน ห้องเรียนที่เป็นหน่วยย่อยของโรงเรียน ในที่นี้หน่วยการวิเคราะห์มี 3 ระดับลดหลั่นกันจากโรงเรียน ห้องเรียน และนักเรียน ลักษณะข้อมูลระดับลดหลั่นนี้หน่วยตัวอย่างแต่ละระดับต้องเป็นหน่วย

ตัวอย่างที่สุ่มจากประชากรแบบทราบค่าความน่าจะเป็น หน่วยตัวอย่างอาจเป็นหน่วยทางภูมิศาสตร์ เช่น หมู่บ้าน ตำบล อำเภอ จังหวัด เขต ภาค เป็นต้น อาจเป็นหน่วยทางการจัดองค์กรทางการศึกษา เช่น นักเรียน ห้องเรียน โรงเรียน กลุ่มโรงเรียน เป็นต้น หรืออาจเป็นหน่วยที่เกิดจากการวัดซ้ำ (repeated measures) ก็ได้

นงลักษณ์ วิรัชชัย (2535) สรุปว่าจุดมุ่งหมายของการวิเคราะห์ข้อมูลหลายระดับ หรือข้อมูลระดับลดหลั่นนี้แบ่งออกได้เป็น 4 ประการคือ ประการแรก เพื่อศึกษาความเปลี่ยนแปลง (change) หรือพัฒนาการ หรือการเจริญเติบโต (growth) ในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ วิธีวิทยาที่ใช้ในการวิเคราะห์ได้แก่ การวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลา ประการที่สอง เพื่อประมาณค่าส่วนประกอบความแปรปรวนของตัวแปรแต่ละตัวว่าความแปรปรวนในแต่ละระดับมีความแตกต่างกันมากน้อยเพียงใด จุดมุ่งหมายข้อนี้เป็นประโยชน์ต่อการวิเคราะห์เพื่อศึกษาความเสมอภาคในการจัดการศึกษา วิธีวิทยาที่ใช้ในการวิเคราะห์คือการวิเคราะห์ส่วนประกอบความแปรปรวน (variance component analysis) ประการที่สาม เพื่อศึกษาอิทธิพลของตัวแปรต้นที่มีผลต่อตัวแปรตามในแต่ละระดับ วิธีวิทยาที่ใช้คือ การวิเคราะห์การถดถอยแยกแต่ละระดับ เป็น between unit model และ within unit model การวิเคราะห์ดังกล่าวเป็นผลงานของ Cronbach, Burstein และ Eckland และประการที่สี่ เพื่อศึกษาอิทธิพลของตัวแปรต้นที่มีต่อตัวแปรตามในระดับหน่วยการวัดที่เล็กที่สุด และศึกษาว่าอิทธิพลจากความแตกต่างแต่ละระดับมีผลต่อความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตามอย่างไร วิธีวิทยาการวิเคราะห์ที่กำหนดค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยจากการวิเคราะห์ระดับหน่วยการวัดที่เล็กที่สุดให้เป็นตัวแปรสุ่ม และนำมาใช้เป็นตัวแปรตามเพื่อศึกษาว่าได้รับอิทธิพลจากตัวแปรในระดับหน่วยการวัดที่ใหญ่กว่าอย่างไร การกำหนดให้ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเป็นตัวแปรสุ่มนี้เองเป็นที่มาของชื่อเรียกโมเดลอีกชื่อหนึ่งว่า โมเดลสัมประสิทธิ์สุ่ม (RCM) วิธีการวิเคราะห์นี้พัฒนาโดย Bryk, A และ Raudenbush, S ซึ่งเป็นผู้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ HLM ใช้ในการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมนี้จัดทำจำหน่ายโดย Scientific Software International, Inc.

จากจุดมุ่งหมายการวิเคราะห์ทั้งสี่ประการที่กล่าวมาแล้วจะเห็นได้ว่า วิธีวิทยาการวิเคราะห์สามประการแรกเป็นวิธีที่ใช้กันมาก่อน ส่วนวิธีวิทยาการวิเคราะห์โมเดล HLM สำหรับจุดมุ่งหมายประการที่ 4 นั้นนับว่าเป็นวิธีวิทยาขั้นสูงที่ได้รับการพัฒนาใหม่ โปรแกรม HLM รวมวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีของเบย์เชิงประจักษ์ (empirical Bayes = EM) สำหรับสัมประสิทธิ์ในระดับที่ 1 ใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุดตามนัยทั่วไป (generalized least squares

= GLS) สำหรับสัมประสิทธิ์ในระดับที่ 2 และใช้วิธีโลคัลลิตีสูงสุด (maximum likelihood = ML) สำหรับการประมาณค่าส่วนประกอบความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วม (variance-covariance components) ทั้งสองระดับ (Bryk, A., Raudenbush, S.W. and Congdon, R.T., 1994)

การวิเคราะห์โมเดลระดับลดหลั่นเชิงเส้น หรือโมเดลสัมประสิทธิ์สุ่มนี้เป็นประโยชน์ต่อการวิจัยและการสังเคราะห์งานวิจัยมาก Journal of Educational and Behavioral Statistics (1995) ได้จัดทำวารสารฉบับพิเศษเกี่ยวกับเรื่องนี้ ในวารสารดังกล่าวสรุปได้ว่า การวิเคราะห์โมเดลระดับลดหลั่นเชิงเส้นนี้ใช้ประโยชน์ในการศึกษาประสิทธิผลของโรงเรียน (school effectiveness studies) และการศึกษามูลค่าเพิ่ม (value added) ใช้ในการสังเคราะห์งานวิจัยด้วยวิธีการวิเคราะห์ห่อภิมาณ (meta-analysis) และใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลจากการศึกษาระยะยาว (longitudinal study) ได้ สำหรับโปรแกรมคอมพิวเตอร์นั้นนอกจากโปรแกรม HLM ซึ่งสามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้ 3 ระดับแล้ว ยังมีโปรแกรม GENMOD พัฒนาโดย Wong and Mason และประมาณค่าด้วยวิธี restricted maximum likelihood = REML มีโปรแกรม ML2 และ ML3 พัฒนาโดย Goldstein และประมาณค่าด้วยวิธี RLML กับวิธี iterative generalized least square = IGLS และมีโปรแกรม VARCL พัฒนาโดย Longford และประมาณค่าด้วยวิธี full maximum likelihood = FML

4.3 วิธีวิทยาด้านสถิติสำหรับการวิจัยนโยบายและวางแผนการศึกษา

ความต้องการงานวิจัยนโยบายและวางแผนการศึกษานับวันจะมีมากขึ้น และผู้บริหารงานวิจัยนโยบายได้แก่ผู้บริหารมีความต้องการให้มีการวิจัยที่ใช้วิธีวิทยาการวิเคราะห์ทางสถิติที่ดี และลึกซึ้งมากยิ่งขึ้น ความต้องการดังกล่าวเป็นผลให้มีการพัฒนาวิธีวิทยาด้านสถิติสำหรับการวิจัยดังกล่าว และเกิดวิธีวิทยาขั้นสูงขึ้นหลายแบบทั้งที่เป็นวิธีวิทยาใหม่ และวิธีวิทยาที่เป็นผลจากบูรณาการวิธีวิทยาของศาสตร์ในสาขาที่เกี่ยวข้อง เช่น เศรษฐศาสตร์ วิธีวิทยาที่น่าสนใจมีดังนี้

4.3.1 PERT และ CPM

PERT (Program Evaluation and Review Technique) เป็นเทคนิคที่นำมาใช้ในการวางแผน และบริหารโครงการที่มีกิจกรรมซับซ้อนเชื่อมโยงกันให้เสร็จทันตามกำหนดเวลา โดยเสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด ขั้นตอนการวิเคราะห์เริ่มต้นจากการระบุกิจกรรมที่ต้องทำในโครงการ

การระบุความเกี่ยวข้องระหว่างกิจกรรม การสร้างข่ายงาน (network) และการประมาณค่าช่วงเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรม 3 แบบ คือ เวลาที่สั้นที่สุด เวลาที่นานที่สุด และเวลาที่ใช้โดยปกติ รวมทั้งเส้นทางวิกฤติ การวิเคราะห์ข้อมูลในระยะหลังรวมถึงการประมาณค่าความน่าจะเป็นที่โครงการจะเสร็จสิ้นสมบูรณ์ และการประมาณค่าต้นทุนการสูญเสียแต่ละกิจกรรมเมื่อกิจกรรมนั้นไม่เสร็จสมบูรณ์ตามเวลาด้วย ส่วน CPM (Critical Path Model) เป็นเทคนิคที่คล้ายคลึงกับ PERT ต่างกันที่ CPM เน้นการวิเคราะห์กรณีที่มีความจำเป็นเร่งด่วนต้องการให้โครงการเสร็จเร็วก่อนกำหนด CPM จะช่วยให้ผู้บริหารโครงการตัดสินใจได้ว่าจะเร่งกิจกรรมใดจึงจะเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด (Bruno, J.E., 1976)

4.3.2 การวิเคราะห์ผลประโยชน์-ต้นทุน และ การวิเคราะห์ต้นทุน-ประสิทธิผล (Benefit-Cost and Cost-Effectiveness Analyses)

เทคนิคการวิเคราะห์ผลประโยชน์-ต้นทุน เป็นเทคนิคการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ที่ถูกนำมาใช้ในการวิจัยทางการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการดำเนินงานตามนโยบายต่าง ๆ ที่เป็นทางเลือก ขั้นตอนการวิเคราะห์ประกอบด้วย การระบุผลที่เกิดจากการดำเนินการตามนโยบาย การประมาณค่าผลประโยชน์และต้นทุนในการดำเนินงานเป็นตัวเงิน การคิดค่าปัจจุบัน (present values) หรือการประมาณค่าผลประโยชน์และต้นทุนเมื่อหักค่าความเสี่ยง และอัตราเงินเพื่อ ส่วนขั้นตอนสุดท้ายเป็นการเปรียบเทียบอัตราผลตอบแทน (rate of return) ที่ได้รับจากการดำเนินงานแต่ละแบบเพื่อให้ได้รูปแบบที่มีประสิทธิภาพ ในกรณีที่นักวิจัยไม่สามารถประมาณค่าผลประโยชน์ของโครงการในรูปตัวเงินได้ นักวิจัยอาจใช้การวิเคราะห์ต้นทุน-ประสิทธิผลแทน คือศึกษาผลประโยชน์ในรูปของอัตราส่วนของผลผลิตต่อหน่วยปัจจัยการผลิตแทน (Bruno, J.E., 1976; Weimer, D.L. and Vining, A.R., 1992)

ในปัจจุบันเทคนิคการวิเคราะห์ผลประโยชน์-ต้นทุน และการวิเคราะห์ต้นทุน-ประสิทธิผลได้รับการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น Weimer, D.L. และ Vining, A.R. (1992) เสนอแนะวิธีวิทยาใหม่ว่าในกรณีที่ไม่สามารถวัดผลประโยชน์เป็นตัวเงินได้ ให้ทำการวิเคราะห์ผลประโยชน์คุณภาพ-ต้นทุน (qualitative benefit-cost analysis) แทน โดยพิจารณาจากวัตถุประสงค์ของโครงการและในกรณีที่โครงการมีเป้าหมายหลายอย่างอาจใช้การวิเคราะห์แบบ multigoal analysis และ modified benefit-cost analysis ได้

4.3.3 โปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming)

เทคนิคการวิเคราะห์โปรแกรมเชิงเส้นเป็นการสร้างแบบจำลองหรือโมเดลของปรากฏการณ์ในรูปสมการเชิงเส้นทางคณิตศาสตร์จากเป้าหมาย และข้อจำกัดในการดำเนินงาน จากนั้นจึงตรวจสอบ โมเดลและแก้สมการหาคำตอบที่เป็นไปได้ คำตอบพื้นฐาน และคำตอบที่ดีที่สุดภายใต้เงื่อนไขที่เป็นข้อจำกัด (constraints) เทคนิคการวิเคราะห์โปรแกรมเชิงเส้นนี้นอกจากจะสามารถประยุกต์ใช้กับการวางแผนกำลังคน และการวางแผนการศึกษาแล้วยังสามารถใช้กับปัญหาการผลิต ปัญหาการใช้ทรัพยากรต่างชนิด ปัญหาการมอบหมายงาน และปัญหาเกี่ยวกับการลงทุนด้วย (Bruno, J.E., 1976) นอกจากนี้ Marsden, P.V. (1981) ยังเสนอให้ใช้เทคนิคการวิเคราะห์โปรแกรมเชิงเส้นในการวิเคราะห์ความไว (sensitivity analysis) พร้อมทั้งยกตัวอย่างให้เห็นตัวอย่างความคล้ายคลึงระหว่างการวิเคราะห์โมเดลลิשראלกับการวิเคราะห์โปรแกรมเชิงเส้นด้วย

4.3.4 การพยากรณ์ และการวิเคราะห์อนุกรมเวลา (Forecasting and Time Series Analysis)

เทคนิคการพยากรณ์และการวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกเป็นเทคนิคที่มีข้อตกลงเบื้องต้นว่าปรากฏการณ์ในอดีตมีสารสนเทศเพียงพอที่จะพยากรณ์ปรากฏการณ์ในอนาคตได้ เทคนิคการพยากรณ์ในกลุ่มนี้ได้แก่ เทคนิคการทำให้เรียบ (smoothing techniques) ประกอบด้วย เทคนิค moving average, exponential smoothing, autoregressive integrated moving average (ARIMA), integrated moving average (IMA), adaptive filtering multiple time series models ทั้งที่เป็นโมเดลอนุกรมเวลาแบบดั้งเดิมที่ต้องมีการกำหนดรูปแบบโมเดลก่อน และโมเดลอนุกรมเวลาแบบ Box-Jenkins ซึ่งไม่ต้องกำหนดรูปแบบของโมเดลไว้ก่อน กลุ่มที่สองเป็นเทคนิคที่มีข้อตกลงเบื้องต้นว่าปรากฏการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคตมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกับปรากฏการณ์อื่น ๆ เทคนิคการพยากรณ์ในกลุ่มนี้ได้แก่ เทคนิคการพยากรณ์ด้วยโมเดลการถดถอย และ โมเดลเศรษฐกิจ (Montgomery, D.C., Johnson, L.A. and Gardiner, J.S., 1990; Makridakis, S. and Wheelwright, S., 1989; Box, G.E.P., Jenkins, G. and Reinsel, G.C., 1994)

การวิเคราะห์อนุกรมเวลาเหมาะสำหรับข้อมูลที่มีการรวบรวมข้อมูลระยะยาวหลายช่วงเวลา แต่ในบางกรณีที่มีการเก็บรวบรวมข้อมูลเพียง 4-5 ครั้งจากกลุ่มตัวอย่างหลายหน่วย

ลักษณะข้อมูลแบบนี้เรียกว่า panel data จำเป็นต้องมีเทคนิคการวิเคราะห์พิเศษ Markus (1979) ได้เสนอให้ใช้โมเดลหลายแบบ กรณีข้อมูลจัดประเภท ใช้ Markov model, Coleman model, Wiggins model และ log-linear model กรณีข้อมูลเป็นตัวแปรต่อเนื่อง ใช้การวิเคราะห์การถดถอย Wiley and Wiley model และ LISREL model

เทคนิควิธีต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิจัยนโยบาย และการวางแผนการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้นนี้ มีที่ใช้ในการวิจัยของต่างประเทศ ซึ่งมีผู้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล และมีผู้เชี่ยวชาญการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์พื้นฐานเช่น โปรแกรมโลดัส (Judge, G., 1990) แต่เป็นที่น่าเสียดายว่าเทคนิคดังกล่าวมีใช้ในการวิจัยการศึกษาในประเทศไทยไม่มากนัก เหตุผลที่ยังไม่มีใช้แพร่หลายอาจเป็นเพราะเทคนิควิธีดังกล่าวต้องการความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ประการหนึ่ง อีกประการหนึ่งอาจเป็นเพราะนักวิจัยยังอยู่ในระยะการพัฒนาทักษะวิธีวิทยาการวิจัยนโยบาย ซึ่งเป็นเทคนิคในสาขาเศรษฐศาสตร์และบริหารธุรกิจเป็นส่วนใหญ่ก็เป็นไปได้

4.4 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ (Analyzing Qualitative Data)

ข้อมูลสำหรับการวิจัยทางการศึกษา และการวิจัยทางสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์ ที่ใช้วิธีการวิเคราะห์ทางสถิติขั้นสูงส่วนใหญ่ เป็นข้อมูลเชิงปริมาณที่มีระดับการวัดตั้งแต่ระดับอันตรภาคขึ้นไป แต่ในความเป็นจริงข้อมูลดังกล่าวมีทั้งข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ นักวิจัยมักจะใช้วิธีสร้างตัวแปรดัมมี่ (dummy variables) ขึ้นแทนตัวแปรเชิงคุณภาพ แล้ววิเคราะห์การถดถอย หรือวิเคราะห์โดยใช้สถิติวิเคราะห์ขั้นสูงอื่น ๆ โดยใช้ข้อตกลงเบื้องต้นว่าตัวแปรดัมมี่เหล่านั้นสอดคล้องกับข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติ วิธีการวิเคราะห์ดังกล่าวมีข้อจำกัด และนักสถิติได้พยายามพัฒนาวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพให้ดีขึ้น ผลการพัฒนาทำให้เกิดวิธีวิทยาด้านสถิติใหม่ ๆ ที่เป็นประโยชน์ วิธีวิทยาดังกล่าวมีดังต่อไปนี้

4.4.1 โมเดลล็อก-ลิเนียร์ (Log-linear Model)

การวิเคราะห์โมเดลล็อก-ลิเนียร์ เป็นชื่อรวมเรียกการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อพัฒนาโมเดลที่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เพื่อทดสอบสมมุติฐาน และเพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ในโมเดล ลักษณะของโมเดลล็อก-ลิเนียร์จึงครอบคลุมโมเดลความน่าจะเป็นเชิงเส้น และเชิงเส้นโค้ง (linear and nonlinear probability model = LPM and NPM) โมเดลโลจิท (logit model) โมเดลโพรบิท (probit model) โมเดลโลจิสติก

(logistic model) นักสถิติประมาณค่าพารามิเตอร์ในโมเดลด้วยวิธีไลค์ลิตูดสูงสุด (maximum likelihood) และวิธีไค-สแควร์ต่ำสุด (minimum chi-square) หลักการวิเคราะห์เป็นแบบเดียวกับ การวิเคราะห์การถดถอยพหุ (multiple regression analysis) มีส่วนที่ต่างกันคือ โมเดล สำหรับการวิเคราะห์การถดถอยเป็นโมเดลเชิงเส้น (linear model) เท่านั้น (Aldrich, J.H. and Nelson, F.D., 1984)

Kennedy, J.J. (1983) อธิบายว่า หลักการวิเคราะห์โมเดลล็อก-ลิเนียร์กรณีตัวแปร ทั้งตัวแปรต้นและตัวแปรตามเป็นตัวแปรจัดประเภท (categorical variables) หรือเป็นข้อมูล เชิงคุณภาพนั้น เปรียบได้กับการวิเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (anova) เมื่อใช้ วิธีการวิเคราะห์การถดถอยผสมกับการตรวจสอบความกลมกลืนด้วยไค-สแควร์ (chi-square goodness of fit) นั้นเอง นางลักษณะ วิรัชชัย (2537) สรุปว่าจุดเด่นของการวิเคราะห์โมเดล ล็อกลิเนียร์สำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพมี 2 ประการคือ ประการแรกผ่อนคลายข้อตกลงเบื้องต้น เกี่ยวกับโมเดลแบบบวก และโมเดลเชิงเส้น ประการที่สองสามารถศึกษาอิทธิพลจากปฏิสัมพันธ์ได้

วิธีวิทยาด้านสถิติเกี่ยวกับโมเดลล็อก-ลิเนียร์ ได้ถูกพัฒนาให้ดีขึ้น และถูกนำไปใช้ ประโยชน์ในหลายด้าน เช่น โมเดลโลจิสติก ได้ถูกนำไปใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนาโมเดลการวัด ที่ใช้กันอยู่อย่างแพร่หลายตามทฤษฎีการตอบสนองรายข้อ โมเดลการวัดโลจิสติกหนึ่งพารา- มิเตอร์ คือ โมเดลที่เรียกว่า Rasch model นั้นเอง (Linn, R.L., 1989) ส่วนโมเดลความน่าจะเป็นเชิงเส้น (LPM) ถูกนำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความน่าจะเป็นของการเกิด เหตุการณ์ต่าง ๆ (Gujarati, D., 1978)

4.4.2 การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติก (Logistic Regression Analysis)

โมเดลการถดถอยโลจิสติกเป็นที่รู้จักกันอย่างดีในหมู่นักสถิติ แต่เพิ่งจะถูกนำมาใช้ ในการวิจัยสาขาต่าง ๆ ในช่วงคริสต์ทศวรรษ ที่ 1960 โดยมีการเริ่มใช้ในสาขาสาธารณสุข หรือวิทยาศาสตร์สุขภาพก่อน ในระยะหลังเมื่อโปรแกรมคอมพิวเตอร์ SPSS และ SAS มี subroutine ให้เลือกใช้ได้จึงเริ่มมีใช้มากขึ้นในสาขาสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์ การ วิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกมีหลักการเหมือนการวิเคราะห์การถดถอย ต่างกันตรงที่มีการ เปลี่ยนรูปตัวแปรตามซึ่งเป็นตัวแปรจัดประเภทโดยใช้โลจิท (logit transformation) และต่างกัน ที่การแปลความหมายสัมประสิทธิ์การถดถอยซึ่งต้องแปลความหมายในรูปของอัตราส่วนของ

แอดัมต่อ (Odds ratio) การวิเคราะห์โมเดลการถดถอยโลจิสติกในระยะหลังสามารถศึกษาอิทธิพลจากปฏิสัมพันธ์ของตัวแปรต้นที่มีต่อตัวแปรตามได้ด้วย (Hosmer, D.W. and Lemeshow, S., 1989; Daniel, W.W., 1995) เนื่องจากการวิเคราะห์โมเดลการถดถอยโลจิสติกสามารถใช้วิเคราะห์ข้อมูลได้เช่นเดียวกับการวิเคราะห์จำแนก (discriminant analysis) การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกจึงเป็นทางเลือกใหม่อีกทางหนึ่งในการวิเคราะห์ข้อมูล

4.5 สถิติแกร่ง (Robust Statistics)

วิธีวิทยาชั้นสูงด้านสถิติที่น่าสนใจอีกเรื่องหนึ่งคือ สถิติแกร่ง วิธีวิทยานี้เกิดขึ้นเนื่องจากข้อจำกัดของสถิติอนุมาณที่ใช้กันอยู่นั้นขึ้นอยู่กับข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติเกี่ยวกับลักษณะการแจกแจงประเภทของพารามิเตอร์ สภาพการสุ่ม และความเป็นอิสระ เมื่อข้อมูลไม่เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นย่อมให้ผลการวิเคราะห์คลาดเคลื่อน และนักสถิติได้พัฒนาสถิติที่แกร่งสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีลักษณะไม่เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้น Huber, P.J. (1981) ได้เขียนตำราว่าด้วยสถิติแกร่งแบบต่าง ๆ เช่น การประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีไลค์ลิวด์สูงสุด (maximum likelihood type estimates = M-estimates) วิธีผลรวมเชิงเส้นของค่าสถิติแบบเรียงอันดับ (linear combinations of ordered statistics = L estimates) และวิธีประมาณค่าจากการทดสอบเกี่ยวกับตำแหน่ง (estimates derived from rank tests = R estimates) การทำให้เทคนิคกำลังสองน้อยที่สุดมีความแกร่ง (robustizing the least square approach) การหาค่าสหสัมพันธ์แบบแกร่ง และวิธีอื่น ๆ อีกมาก

ผู้อ่านจะเห็นได้ว่าวิธีวิทยาชั้นสูงด้านสถิติที่กล่าวมานี้มีข้อที่น่าสังเกตสองประการ ประการแรก แม้ว่าผู้เขียนจะแยกเสนอวิธีวิทยาด้านสถิติ ด้านการวิจัย ด้านการสุ่มตัวอย่าง ด้านการวัดและประเมินเป็นคนละหัวข้อ แต่วิธีวิทยาด้านสถิติก็มีส่วนเกี่ยวข้องกับวิธีวิทยาด้านการวิจัย การวัดและการประเมินผลด้วย ตัวอย่างเช่น การวิจัยที่มีคำถามวิจัยเกี่ยวกับความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ ต้องการการวิเคราะห์อิทธิพลด้วยการวิเคราะห์โมเดลลิสเรล จำเป็นต้องมีแผนแบบการวิจัยที่มีกรอบความคิดในการวิจัยที่มีทฤษฎีสนับสนุน และมีการวัดตัวแปรที่สอดคล้องกับโมเดลลิสเรล จึงจะให้ผลการวิจัยที่มีความตรงสูง วิธีวิทยาด้านสถิติที่มีคุณลักษณะความทั่วไปมากเท่าไรก็สามารถนำไปใช้ในด้านอื่น ๆ ได้มากเท่านั้น เช่น การวิเคราะห์โมเดลลิสเรลก็ถูกนำไปใช้ทั้งในโมเดลการวัด การวิเคราะห์เนื้อหาสำหรับการวิจัยเชิงคุณภาพ และใช้ในการวิเคราะห์โปรแกรมเชิงเส้นด้วย ประการที่สอง วิธีวิทยาด้านสถิติที่น่าเสนอนี้ แม้ว่าจะมีรากฐานมาจากสถิติวิเคราะห์แบบเดิม แต่ได้มีการพัฒนาผสมผสานกับเทคนิควิธีอื่นจนดูเหมือน

เป็นเทคนิคใหม่ เหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะผู้เขียนมิได้นำเสนอเทคนิคเดิมที่มีการปรับปรุงใหม่ เช่น การใช้ alternating conditional expectation (ACE) algorithm ในการวิเคราะห์การถดถอย เพื่อให้ได้ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณมีค่าสูงสุด ของ De Veaux, R.D. (1990) การวิเคราะห์ความแปรปรวนกรณีพารามิเตอร์ความแปรปรวนวิวิธพันธ์ ของ Alexander, R.A. และ Govern, D.M. (1994) ไว้ในบทความนี้ด้วย ผู้อ่านที่สนใจอาจติดตามอ่านได้จากบทความวิชาการในวารสารเกี่ยวกับวิธีวิทยา

อนาคตของวิธีวิทยาระดับสูงการวิจัยและสถิติ

เมื่อพิจารณาแนวโน้มการพัฒนาวิธีวิทยาระดับสูงด้านการวิจัยและสถิติที่นำเสนอมาทั้งหมด จะคาดการณ์ได้ว่าในอนาคตจะมีวิธีวิทยาระดับสูงที่มีคุณลักษณะความทั่วไป ใช้วิเคราะห์ได้อย่างกว้างขวางเพิ่มมากขึ้น ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยให้การวิเคราะห์ข้อมูลเป็นไปอย่างสะดวก รวดเร็วและถูกต้องแม่นยำมากขึ้นตามเวลาที่ผ่านไป นักวิจัยจึงควรใช้ประโยชน์จากวิธีวิทยาระดับสูงที่ได้รับการพัฒนาใหม่ ๆ ในการตอบปัญหาวิจัยเพื่อให้ได้งานวิจัยที่มีประสิทธิภาพ และผลการวิจัยเป็นประโยชน์ต่อมวลมนุษยชาติ รวมทั้งช่วยสร้างและพัฒนาองค์ความรู้ทางวิชาการด้วย

จากภาพอนาคตของวิธีวิทยาระดับสูงด้านการวิจัยและสถิติที่กล่าวข้างต้นนี้ แสดงให้เห็นว่าในปัจจุบันมีวิธีวิทยาระดับสูงใหม่ ๆ จำนวนมากที่ยังมิได้ถูกบรรจุลงในหลักสูตรการเรียนการสอนระดับบัณฑิตศึกษา และในอนาคตซึ่งจะยังมีวิธีวิทยาใหม่ เกิดขึ้นอีกมากมาย ถ้าไม่มีการปรับปรุงและพัฒนาหลักสูตรให้ทันกับสภาพการณ์ ย่อมทำให้บัณฑิตจากสถาบันนั้นไม่ทันสมัย ดังนั้นสถาบันการศึกษาระดับอุดมศึกษาจึงควรปรับปรุงหลักสูตรโดยบรรจุวิธีวิทยาใหม่ ๆ นี้ลงในหลักสูตร เช่นอาจบรรจุลงในวิชาเลือก หรือวิชาที่เป็นการศึกษาอิสระ (independent study) หรืออาจจัดกิจกรรมการสนทนาเชิงวิชาการเพื่ออภิปรายถึงประโยชน์ จุดเด่น จุดด้อย ของวิธีวิทยาใหม่ ๆ นอกจากนี้หลักสูตรการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับวิธีวิทยาโดยตรงควรจะต้องมีการกระตุ้นให้นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาได้ทำวิทยานิพนธ์ที่เป็นงานวิจัยเกี่ยวกับวิธีวิทยา เพื่อพัฒนาวิธีวิทยาใหม่ ๆ มาใช้ประโยชน์ด้วย

เอกสารอ้างอิง

- จุมพล พุณท์ทรวิน (2530). “เทคนิคการวิจัยแบบ EDFR.” *วารสารวิจัยสังคมศาสตร์*, มีนาคม: 34-57.
- นงลักษณ์ วิรัชชัย (2530). “การวิเคราะห์ห่อภิมาณ.” *สารานุกรมศึกษาศาสตร์*. (7, กรกฎาคม-พฤศจิกายน) 110-115.
- นงลักษณ์ วิรัชชัย (2535). “การวิเคราะห์ประมาณค่าส่วนประกอบความแปรปรวน (Analysis of Variance Component Estimation)”, *ข่าวสารวิจัยการศึกษา*. 15(4): 9-14.
- นงลักษณ์ วิรัชชัย (2537). “วิจัยปริทัศน์”, *วิธีวิทยาการวิจัย*. 6(2): 100-106.
- นงลักษณ์ วิรัชชัย (2537). *ความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้น (LISREL): สถิติวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นภาพรณ์ หะวานนท์ (2535). “การศึกษาความคิดเห็นและทัศนะของคนจากการจัดกลุ่มสนทนา”, *ข่าวสารวิจัยการศึกษา*. 15(4): 15-21.
- พรชูลี อาชาวอรุณ (2537). “กลวิธีวิจัยอนาคต: กระบวนการอนาคตปริทัศน์ (A Future Research Strategy: Future Scanning Proces)”. *วิธีวิทยาการวิจัย*. 6(2): 76-91.
- อลิศรา ชูชาติ (2538). *ชุดวิชาวิจัยทางการศึกษานอกโรงเรียนเล่มที่ 7: การวิจัยเชิงปฏิบัติการอย่างมีส่วนร่วม*. กรุงเทพฯ: กรมการศึกษานอกโรงเรียน กระทรวงศึกษาธิการ.
- Aldrich, J.H. and Nelson, F.D. (1984). *Linear Probability, Logit and Probit Models*. Beverly Hills: Sage Publications.
- Alexander, R.A. and Govern, D.M. (1994). “A New and Simpler Approximation for ANOVA Under Variance Heterogeneity”, *Journal of Educational Statistics*. 19(2): 91-101.
- Andrich, D. (1995). “Models for Measurement, Precision, and the Nondichotomization of Graded Responses”, *Psychometrika*. 60(1): 7-26.
- Andrich, D. (1995). “Further Remarks on Nondichotomization of Graded Responses”, *Psychometrika*. 60(1): 37-46.

- Andrich, D. and Luo, G. (1993). "A Hyperbolic Cosine Latent Trait Model for Unfolding Dichotomous Single-Stimulus Responses", *Applied Psychological Measurement*. 17(3): 253-276.
- Baker, F.B. (1989). "Computer Technology in Test Construction and Processing", *Educational Measurement* (Third Edition). R.L. Linn (ed.). New York: Macmillan Publishing Company
- Bock, R.D., Mislevy, R. and Woodson, C. (1982). "The Next Stage in Educational Measurement", *Educational Researcher*. 11: 4-11.
- Box, G.E.P., Jenkins, G. and Reinsel, G.C. (1994). *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall International, Inc.
- Bogdan, R.C. and Biklen, S.K. (1992). *Qualitative Research for Education*. Boston: Allyn and Bacon.
- Bruno, J.E. (1976). *Educational Policy Analysis: A Quantitative Approach*. New York: Crane, Russak & Company, Inc.
- Bryk, A., Raudenbush, S.W. and Congdon, R.T. (1994). *HLM: Hierarchical Linear Modelling with the HLM/2L and HLM/3L Programs*. Mooresville: Scientific Software International, Inc.
- Bunderson, C.V., Inouye, D.K. and Olsen, J.B. (1989). "The Four Generations of Computerized Educational Measurement", *Educational Measurement* (Third Edition). R.L. Linn (ed.) New York: Macmillan Publishing Company.
- Cheung, K.C. and Mooi, L.C. (1994). "A Comparison Between the Rating Scale Model and Dual Scaling for Likert Scales", *Applied Psychological Measurement*. 18(1): 1-13.
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Hillsdale, New Jersey: Erlbaum.
- Crano, W.D. and Brewer, M.B. (1973). *Principles of Research in Social Psychology*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Daniel, W.W. (1995). *Biostatistics: A Foundation for Analysis in the Health Sciences*. New York: John Wiley & Sons, Inc.

- De Veaux, R.D. (1990). "Finding Transformations for Regression Using the ACE Algorithm" in *Modern Methods of Data Analysis*. edited by Fox, J. and Long, J.S. Newbury Park: Sage Publications.
- Draper, D. (1995). "Inference and Hierarchical Modelling in the Social Sciences", *Journal of Educational and Behavioral Statistics*. 20(2): 1995.
- Duke, R.D. (1978). "Simulation Gaming." in Fowles, J. (ed.) *Handbooks of Futures Research*. Westport, Connecticut: Greenwood Press.
- Fischer, G.H. and Parzer, P. (1991). "An Extension of the Rating Scale Model with an Application to the Measurement of Change", *Psychometrika*. 56(4): 637-651.
- Fowles, J. ed. (1978). *Handbooks of Futures Research*. Westport, Connecticut: Greenwood Press.
- Gujarati, D. (1978). *Basic Econometric Methods*. New York: McGraw-Hill, Inc.
- Hambleton, R.K. (1989). "Principles and Selected Applications of Item Response Theory", *Educational Measurement*. (Third Edition). R.L. Linn (ed.). New York: Macmillan Publishing Company.
- Hosmer, D.W. and Lemeshow, S. (1989). *Applied Logistic Regression*. New York: John Wiley & Sons.
- Huber, P.J. (1981). *Robust Statistics*. New York Wiley & Sons.
- Joreskog, K.G. and Sorbom, D. (1988). *PRELIS: A Preprocessor for LISREL*. Mooresville: Scientific Software, Inc.
- Journal of Educational and Behavioral Statistics*. (1995). 20(2): 109-240.
- Judge, G. (1990). *Quantitative Analysis for Economics and Business: Using Lotus 1-2-3*. New York: Harvester Wheatsheaf.
- Kaplan, D. (1995). "The Impact of BIB Spiraling-Induced Missing Data Patterns on Goodness-of-Fit Tests in Factor Analysis." *Journal of Educational and Behavioral Statistics*. 20(1):69-82.
- Kennedy, J.J. (1983). *Analyzing Qualitative Data*. New York: Praeger Publishers.
- Kirk, R.E. (1995). *Experimental Design: Procedures for the Behavioral Sciences*, (3rd edition). New York: Brooks/Cole Publishing Company.

- Law, K.S., Schmidt, F.L. and Hunter, J.E. (1994). "Nonlinearity of Range Corrections in Meta-Analysis: Test of an Improved Procedure." *Journal of Applied Psychology*. 79(3): 425-38.
- Linn, R.L. (1989). "Current Perspectives and Future Directions", *Educational Measurement* (Third Edition). R.L. Linn (ed.). New York: Macmillan Publishing Company.
- Makridakis, S. and Wheelwright, S. (1989). *Forecasting Methods for Management*, (5th edition). New York: John Wiley & Sons.
- Markus, G.B. (1979). *Analyzing Panel Data*. Beverly Hills: Sage Publications.
- Marsden, P.V. (1981). *Linear Models in Social Research*. Beverly Hills: Sage Publications.
- Masters, G.N. and Wright, B.D. (1994). "The Essential Process in a Family of Measurement Models", *Psychometrika*. 49(4): 529-544.
- McLean, J.M. (1978). "Simulation Modelling." in Fowles, J. (ed.). *Handbooks of Futures Research*. Westport, Connecticut: Greenwood Press.
- Messick, S. (1984). "Response to Changing Assessment Needs: Redesign of the National Assessment of Educational Progress." *American Journal of Education*. 94(1): 90-105
- Montgomery, D.C., Johnson, L.A. and Gardiner, J.S. (1990). *Forecasting and Time Series Analysis* (2nd edition). New York: McGraw-Hill, Inc.
- Morgan, D. (1988). *Focus Group as Qualitative Research*. Beverly Hills, California: Sage.
- Muraki, E. (1993). "Information Functions of the Generalized Partial Credit Models", *Applied Psychological Measurement*. 17(4): 351-363.
- Pittenger, D.J. (1993). "The Utility of the Myer-Briggs Type Indicator", *Review of Educational Research*. 63(4) : 467-488.
- Rogosa, D. and Saner, H. (1995). "Longitudinal Data Analysis Examples With Random Coefficient Models", *Journal of Educational and Behavioral Statistics*. 20(2): 149-170.

- Scriven, M. (1994). "Evaluation as a Discipline", *Studies in Educational Evaluation*. 20: 147-166.
- Stecklein, J.E. (2532). "Policy Research: Nature and Approaches." ในสมหวัง พิธิยานุวัฒน์ และदनัย เทียนพุ่ม (บรรณาธิการ). *การวิจัยเชิงนโยบาย : รูปลักษณะใหม่ของการกำหนดอนาคต*. กรุงเทพฯ สมาคมวิจัยสังคมศาสตร์แห่งประเทศไทย
- Stover, J.G. and Gordon, T.J. (1978). "Cross-Impact Analysis." in Fowles, J. (ed.) *Handbooks of Futures Research*. Westport, Connecticut: Greenwood Press.
- Tierney, W.G. and Lincoln, Y.S. (1994). "At the Forefront: Teaching Qualitative Methods in Higher Education", *The Review of Higher Education*. 17(2): 107-124.
- Wang, M.C., Haertel, G.D. and Walberg, H.J. (1993). "Toward a Knowledge Base for School Learning", *Review of Educational Research*. 63: 249-294.
- Waller, N.G. (1993). "Software Review, Seven Confirmatory Factor Analysis Programs: EQS, EzPATH, LINCOS, LISCOMP, LISREL7, SIMPLIS and CALIS", *Applied Psychological Measurement*. 17(1): 73-100.
- Weber, R.P. (1985). *Basic Content Analysis*. Beverly Hills, California: Sage.
- Webster's Ninth New Collegiate Dictionary*, (1991), Springfield, Massachusetts.
- Webster, W.J., Mendro, R.L. and Almaguer, T.O. (1994). "Effectiveness indices: A 'Value Added' Approach to Measuring School Effect", *Studies in Educational Evaluation*. 20: 113-145.
- Weimer, D.L. and Vining, A.R. (1992). *Policy Analysis: Concepts and Practice*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Wilson, I.H. (1978). "Scenarios." in Fowles, J. (ed.) *Handbooks of Futures Research*. Westport, Connecticut: Greenwood Press.
- Wilson, D.T., Wood, R. and Gibbons, R. (1991). *TESTFAC*. Mooresville: Scientific Software.
- Wilson, M. and Adams, R. (1995). "Rasch Models for Item Bundles", *Psychometrika*. 60(2): 181-198.