



บทที่ 2

วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาทบทวนวรรณคดีที่เกี่ยวข้องในงานวิจัยนี้ แบ่งเป็น 3 ตอน โดยมีลำดับการเสนอ ดังนี้ คือ

ตอนที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของฟิสิกส์ และ จุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ โดยการวิเคราะห์แนวคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เนื่องจากฟิสิกส์เป็นสาขาวิชาหนึ่งของวิทยาศาสตร์ การศึกษาทบทวนวรรณคดีที่เกี่ยวข้องในขั้นตอนนี้เป็นการกำหนดขอบเขตของตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์

ตอนที่ 2 แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนรู้ในโรงเรียน เป็นการตรวจสอบแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับ รูปแบบการเรียนรู้ในโรงเรียน เพื่อกำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย และจัดทำต้นร่างโมเดลความสัมพันธ์เชิงโครงสร้าง

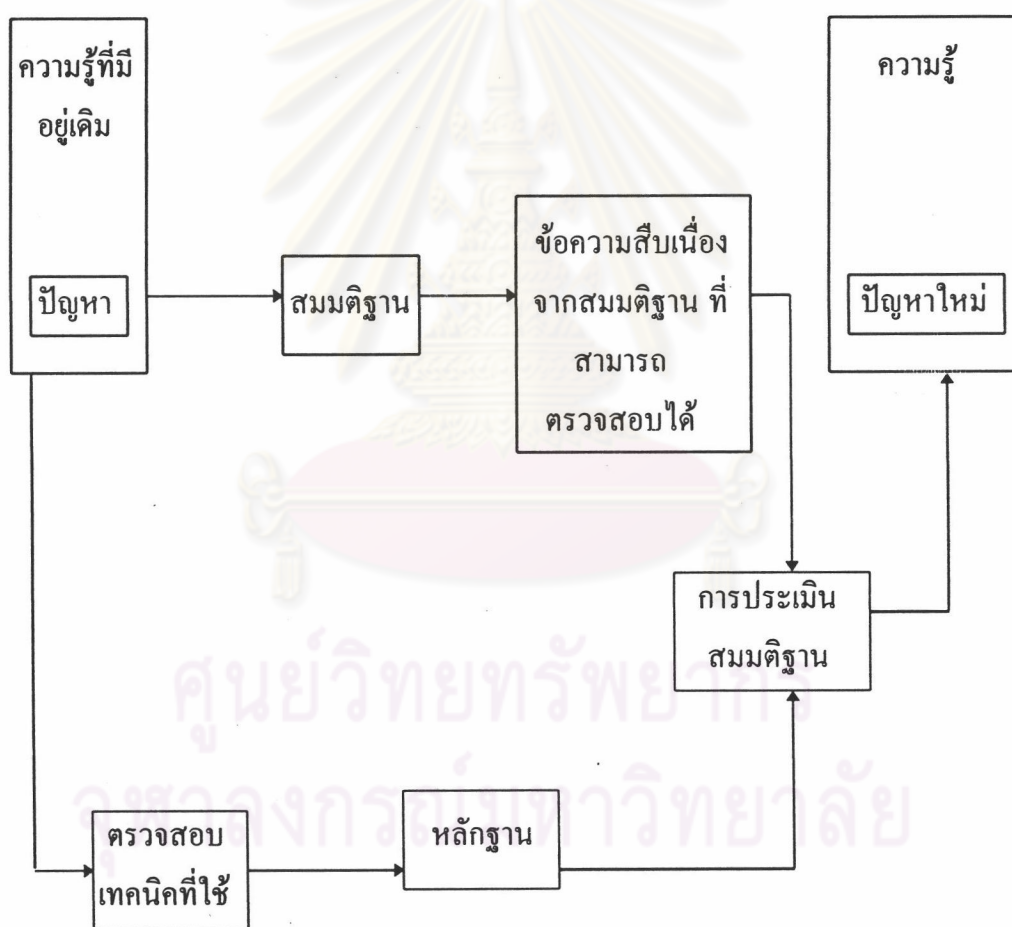
ตอนที่ 3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เป็นการสังเคราะห์งานวิจัย เกี่ยวกับ ผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ในประเทศไทย ทั้งงานวิจัยเชิงทดลอง และ งานวิจัยเชิงสหสัมพันธ์ ที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาในประเทศไทย โดยใช้การวิเคราะห์เมตา (meta-analysis) เพื่อให้ทราบข้อความรู้ปัจจุบัน เกี่ยวกับ ปัจจัย หรือตัวแปรจัดกระทำ ที่ทำให้เกิดความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนไทย และนำผลการสังเคราะห์ไปใช้ปรับปรุงต้นร่างโมเดลความสัมพันธ์ที่กำหนดในครั้งแรก รวมทั้งการทบทวนงานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ในต่างประเทศ เพื่อให้ทราบตัวแปรเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ของนักเรียนในต่างประเทศ อันอาจสามารถนำมาเสริมแต่งโมเดลความสัมพันธ์ที่กำหนดไว้ได้

ตอนที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของฟิสิกส์และจุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์

เนื่องจากฟิสิกส์เป็นสาขาวิชาหนึ่งของวิทยาศาสตร์ การทำความเข้าใจธรรมชาติของฟิสิกส์ จึงควรเริ่มต้นจากการศึกษาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันทั่วไปว่า วิทยาศาสตร์ หมายถึงทั้ง ตัวความรู้วิทยาศาสตร์ และ กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้นั้น (Robinson , 1969 ; คลอปเฟอร์, 1971 ; สุวัฒน์ นิยมคำ, 2517 ; ปรีชา วงศ์ชูศิริ และคณะ, 2525 ; นิคม ทาแดง และ สุจินต์ วิศวรธรรานนท์, 2525 ; และ ปรีชา วงศ์ชูศิริ, 2532) ดังที่ปรีชา วงศ์ชูศิริ (2532 : 1) สรุปรว่า " ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ ความรู้ที่ได้จากการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถตรวจสอบความถูกต้อง ปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้อง หรือถูกต้องยิ่งขึ้น " ได้ และ " การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เริ่มจากการที่ได้ตระหนักว่าความรู้ที่มีอยู่นั้น ไม่เพียงพอที่จะแก้ปัญหาใดปัญหาหนึ่งได้ " จากข้อสรุปนี้ ปรีชา วงศ์ชูศิริ (เรื่องเดียวกัน) อธิบายเพิ่มเติมไว้พอสรุปได้ว่า (1) สารของตัวความรู้วิทยาศาสตร์เพียงอย่างเดียว ไม่ใช่สิ่งสำคัญที่สุดที่ทำให้จำแนกวิทยาศาสตร์ ออกจากสิ่งที่ไม่ใช่วิทยาศาสตร์ได้ [ตัวอย่างเช่น ข้อความเกี่ยวกับหรือวิญญูณ ไม่ใช่ข้อความทางวิทยาศาสตร์ เพราะยังไม่สามารถใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการหาความรู้นี้ แต่ถ้าเมื่อใดสามารถใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาเรื่องของวิญญูณได้ ก็จะนับว่าข้อความเรื่องวิญญูณเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้] (2) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่ใช่ความรู้ที่ตายตัว หากแต่เป็นความรู้ที่สามารถปรับเปลี่ยนได้ และ (3) การเสาะแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ต้องเริ่มจากการมีความรู้เดิมจำนวนหนึ่ง เมื่อเกิดปัญหา(ซึ่งต้องเกิดขึ้นภายในขอบเขตของความรู้ที่มีอยู่ เพราะถ้าไม่มีความรู้เลย ก็ย่อมจะไม่ว่าปัญหาคืออะไรหรือไม่สามารถระบุปัญหาได้) ก็พยายามแสวงหาวิธีแก้ปัญหา โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเริ่มต้นจากการระบุปัญหาหรือถามคำถามด้วยข้อความที่ชัดเจน แล้วสร้างสมมติฐานที่เป็นคำตอบของคำถาม โดยที่สมมติฐานนั้น มีหลักฐานสนับสนุน และสามารถตรวจสอบได้ หลังจากนั้นจึงกำหนดวิธีการหรือเทคนิคที่จะใช้ในการทดสอบสมมติฐานเหล่านั้น ทำการตรวจสอบเทคนิคเพื่อหาความเชื่อถือได้ ปฏิบัติการทดสอบสมมติฐาน และแปลความหมายผลที่ได้จากการทดสอบ ประเมินความถูกต้องเป็นจริงที่อ้างถึงในสมมติฐานและความถูกต้องของเทคนิคที่ใช้ เพื่อหาขอบเขตของเนื้อหาสาระที่สามารถใช้สมมติฐานและเทคนิคข้างต้นได้ รวมทั้งระบุปัญหาใหม่จากแนวความคิดที่ได้ในการแสวงหาความรู้ที่ผ่านมา ดังแผนภาพที่ 2 โดยวิธีการนี้ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ก็จะงอกเงยเพิ่มพูนขึ้น โดยความรู้เดิมบางส่วนก็จะได้รับการแก้ไขปรับปรุงให้ถูกต้องและสมบูรณ์ขึ้นหรืออาจยกเลิกไป ในระหว่างที่ดำเนินการตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์เหล่านี้ ข้อที่พึงตระหนักก็คือ แม้ว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์จะไม่ขึ้นกับเนื้อหาสาระของเรื่องที่กำลังศึกษาค้นคว้า แต่การดำเนินการในทุกขั้นตอน

ตามวิธีการดังกล่าวนี้จะขึ้นกับเนื้อหาของเรื่อง และ ขั้นตอนของการพัฒนาความรู้ในเนื้อหา
 สาขานั้น เช่น การค้นหาความสามารถในการนำไฟฟ้าของสารใดสารหนึ่ง ย่อมต้องใช้เทคนิควิธี
 ที่แตกต่างจากการค้นหาความสามารถในการละลายของสารนั้น โดยนัยนี้ กลวิธีหรือเทคนิคใน
 การแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ จึงแตกต่างจากเทคนิคในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อื่น ๆ หรือต้อง
 อาศัยทักษะบางอย่างที่เฉพาะเจาะจงขึ้น เช่น ทักษะการใช้เครื่องมือทางฟิสิกส์ ทักษะการคำนวณ
 หรือทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่าง ๆ เป็นต้น

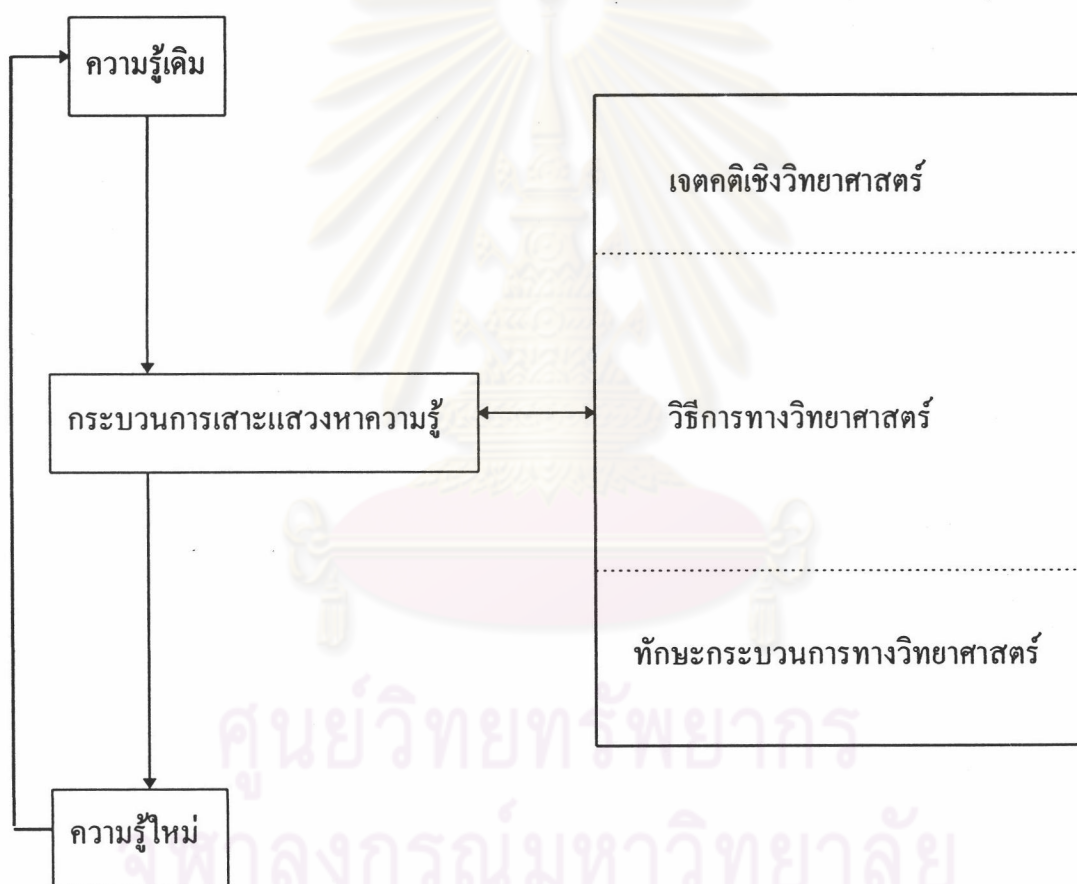
แผนภาพที่ 2 ขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ ปรีชา วงศ์ชูศิริ



ในการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น นอกจากบุคคลจะเริ่มต้นด้วยความ
 ตระหนักว่า มีปัญหาบางอย่างเกิดขึ้น โดยความรู้ที่ตนมีอยู่ไม่พอเพียงสำหรับการตอบปัญหานั้นแล้ว
 บุคคลยังต้องมีความใฝ่รู้ อยากรู้คำตอบของปัญหานั้น และเริ่มหาวิธีการเสาะแสวงหาคำตอบของ
 ปัญหา ซึ่งกระบวนการเสาะแสวงหาคำตอบนี้ต้องอาศัยความอดทน ความมานะบากบั่น ไม่ทอดถอย
 เมื่อประสบความล้มเหลว ชื่อสัตย์ ยึดมั่นในผลการศึกษา ในขณะที่เดียวกันก็ต้องใจกว้างยอมรับฟัง

ความคิดเห็นหรือข้อโต้แย้งที่อาจชี้ถึงข้ออ่อนเกี่ยวกับวิธีการศึกษาของตน คุณลักษณะต่าง ๆ เหล่านี้รวมเรียกว่า เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ นั่นคือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เกิดจากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย การมีเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ในการพยายามเสาะแสวงหาความรู้โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งต้องอาศัยทักษะเฉพาะจำนวนหนึ่งซึ่งเรียกว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ข้อความรู้ที่เกิดขึ้นนี้ จะเข้าไปปรับปรุงเสริมแต่งข้อความรู้เดิม และเป็นพื้นฐานในการเกิดข้อสงสัยหรือปัญหาหรือคำถามให้แสวงหาคำตอบต่อไป ดังแผนภาพที่ 3

แผนภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์และกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้



ในแผนภาพที่ 3 วิธีการทางวิทยาศาสตร์ เป็นส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องกับ สารของ เนื้อหาวิชา แต่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะเฉพาะที่จำเป็นสำหรับการค้นหาข้อความรู้ทางวิทยาศาสตร์เชิงธรรมชาติวิทยา(ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา)ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์(ซึ่งมักใช้เทคนิคการปฏิบัติการทดลองในการทดสอบสมมติฐาน) สิ่งที่ทำให้วิชาฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาแตกต่างจากวิชาวิทยาศาสตร์สาขาอื่นอย่างชัดเจน มี 2 ส่วน คือ (1) เนื้อหาสาระของฟิสิกส์ซึ่งเป็นการศึกษาเรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับส่วนประกอบของสสาร และอันตรกิริยา (interaction) ระหว่าง

ส่วนประกอบของสสาร หรือกล่าวให้ง่ายขึ้น คือ การศึกษาเรื่องราวเกี่ยวกับคุณสมบัติและความสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน และ (2) จุดเน้นของทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการปฏิบัติการทดลอง เพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้นในการตอบคำถามในเนื้อหาสาระของวิชาฟิสิกส์ สำหรับเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์นั้น เป็นคุณลักษณะที่ต้องมีในผู้ที่กำลังแสวงหาความรู้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ทุกคน ดังนั้น ส่วนที่แยกมาเกี่ยวข้องเฉพาะวิชาฟิสิกส์ จึงเป็นความเกี่ยวข้องในเชิงของความสงสัยใคร่รู้ ใฝ่รู้ หรือ เกิดปัญหา ในเนื้อหาสาระวิชาฟิสิกส์ เท่านั้น

ผลการตรวจสอบวรรณคดีที่เกี่ยวข้องในตอนนี ทำให้ได้ข้อสรุปว่า ฟิสิกส์ หมายถึง (1) เนื้อหาสาระหรือความรู้เนื้อหาวิชาฟิสิกส์ และ (2) กระบวนการแสวงหาความรู้ฟิสิกส์ ซึ่งประกอบด้วย การมีเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ และการมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างเพียงพอที่จะแสวงหาความรู้ในเนื้อหาสาระของวิชาฟิสิกส์ โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้ ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ จึงต้องมุ่งให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาสาระของฟิสิกส์ เพียงพอที่จะมองเห็นปัญหา มีเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์สนใจที่จะแสวงหาวิธีการแก้ปัญหา และเชื่อว่าความรู้ฟิสิกส์สามารถปรับเปลี่ยนได้ เมื่อมีเทคนิค วิธีการศึกษาหรือมีเครื่องมือในการศึกษาที่ดีขึ้น (เช่น มีเครื่องมือวัดที่ละเอียดขึ้น) โดยมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างเพียงพอที่จะใช้แก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้

โดยเหตุที่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หรือ ผลการเรียนรู้ หมายถึง ความสำเร็จที่เกิดจากการเรียนรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่ง แนวคิดเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จึงอาจพิจารณาได้จากการกำหนดวัตถุประสงค์หรือจุดมุ่งหมายของการสอน ซึ่งการกำหนดจุดมุ่งหมายการสอนของไทยแต่เดิมนั้น แบ่งจุดมุ่งหมายของการสอนออกเป็น 4 ด้าน คือ พุทธิศึกษา หรือ จุดมุ่งหมายด้านความงอกงามทางปัญญา พลศึกษา หรือจุดมุ่งหมายด้านความเจริญเติบโตทางร่างกาย จริยศึกษา หรือจุดมุ่งหมายด้านความงอกงามทางอารมณ์ และ หัตถศึกษาหรือจุดมุ่งหมายด้านความชำนาญหรือทักษะการใช้มือ ต่อมา เมื่อ บลูม (Bloom 1971) ได้เสนอการแบ่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนออกเป็น 3 ด้าน คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และ ด้านทักษะพิสัย นักการศึกษาของประเทศไทยก็ได้รับแนวคิดนี้กันอย่างแพร่หลาย และได้กลายเป็นแนวทางในการกำหนดจุดมุ่งหมายการสอนวิชาต่าง ๆ ในประเทศไทยในขณะนี้

ในส่วนของวิชาฟิสิกส์นั้น หลักสูตรวิชาฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายพุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) ได้กำหนดจุดมุ่งหมายของหลักสูตร โดยอิงจุดมุ่งหมายรวมของ

หลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย รายละเอียดของจุดมุ่งหมายของหลักสูตร แสดงไว้ดังตารางที่ 3

เมื่อวิเคราะห์จุดมุ่งหมายของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ และ หลักสูตรวิชาฟิสิกส์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ฉบับปัจจุบันของประเทศไทย โดยอาศัยกรอบแนวคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และ ธรรมชาติของวิชาฟิสิกส์ข้างต้น เป็นแนวทางในการวิเคราะห์ พบว่าสำหรับหลักสูตรวิทยาศาสตร์นั้น จุดมุ่งหมายข้อที่ 1 เน้นที่สาระของข้อความรู้วิทยาศาสตร์ จุดมุ่งหมายข้อที่ 2 เน้นที่ลักษณะของข้อความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จุดมุ่งหมายข้อที่ 3 และ 4 เป็นเรื่องของกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จุดมุ่งหมายข้อที่ 5 กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับมนุษย์และสิ่งแวดล้อม และ จุดมุ่งหมายข้อที่ 6 เน้นการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ เมื่อพิจารณาจุดมุ่งหมายของหลักสูตรฟิสิกส์ พบว่าจุดมุ่งหมายข้อที่ 1 และ 2 เน้นที่สาระของข้อความรู้ฟิสิกส์ จุดมุ่งหมายข้อที่ 3 เน้นที่ลักษณะของข้อความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จุดมุ่งหมายข้อที่ 4 ถึง 7 เป็นเรื่องของกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จุดมุ่งหมายข้อที่ 8 เน้นการนำความรู้ฟิสิกส์ไปใช้ โดยสามารถวิเคราะห์ ผลดี และ ผลเสียที่เกิดขึ้นได้ และ จุดมุ่งหมายข้อที่ 9 กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับสังคม

อนึ่ง ในคู่มือครูวิชาฟิสิกส์ได้ให้คำแนะนำไว้ สรุปได้ว่า (สสวท. ก. 2536) พฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ในวิชาวิทยาศาสตร์มิได้มีแต่ด้านความรู้ความจำเท่านั้น แต่ยังมีด้านความเข้าใจด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการนำความรู้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ รวมทั้งด้านเจตคติและความสนใจด้วย

ผลการศึกษาทบทวนวรรณคดีที่เกี่ยวข้องในตอนที่ 1 นี้ ทำให้ผู้วิจัยกำหนดขอบเขตของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ตามธรรมชาติของวิชาฟิสิกส์ โดยพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งด้านสาระของเนื้อหาวิชา และ ด้านทักษะการแสวงหาความรู้ โดยด้านเนื้อหาสาระนั้น ครอบคลุม การมีมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ และการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ส่วนด้านทักษะการแสวงหาความรู้เน้นที่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ โดยเน้นทักษะการทดลองในเนื้อหาสาระของวิชาฟิสิกส์ และในส่วนผลสัมฤทธิ์ด้านเจตคติและความสนใจนั้น พิจารณาจากการมีเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ เฉพาะในส่วนที่เกี่ยวข้องกับ ความสนใจใฝ่รู้ ในเนื้อหาสาระวิชาฟิสิกส์

ตารางที่ 3 จุดมุ่งหมายของหลักสูตรวิทยาศาสตร์และหลักสูตรวิชาฟิสิกส์

วิทยาศาสตร์	ฟิสิกส์
1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจหลักการและทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์	1. เพื่อให้เข้าใจในปรากฏการณ์ธรรมชาติ หลักการกฎ และทฤษฎี ที่เป็นพื้นฐานของวิชาฟิสิกส์
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะ ขอบเขต และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์	2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่สังเกตได้จากปรากฏการณ์จริงกับคำอธิบายทางทฤษฎี
3. เพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	3. เพื่อให้เกิดความเข้าใจและยอมรับในขอบเขตของข้อมูลที่คิดว่า ขึ้นกับขีดความสามารถของเครื่องมือวัด
	4. เพื่อให้เกิดทักษะในการศึกษาค้นคว้าและแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
	5. เพื่อให้สามารถใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการนำหลักการทางฟิสิกส์ไปประยุกต์ในด้านต่างๆ ทั้งเชิงความคิดและเชิงการปฏิบัติ
4. เพื่อให้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์	6. เพื่อให้มีความสนใจใฝ่รู้เรื่องราวทางวิทยาศาสตร์
	7. เพื่อให้มีความใจกว้าง คิด และ ปฏิบัติอย่างมีเหตุผล
5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อม ในเชิงที่มีอิทธิพล และผลกระทบซึ่งกันและกัน	9. เพื่อให้ตระหนักในอิทธิพลของสังคมที่มีต่อการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิตอย่างมีคุณค่า	8. เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ผลดีและผลเสียต่อสังคมในการนำความรู้ฟิสิกส์และเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ

ตอนที่ 2 แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับ รูปแบบการเรียนรู้ในชั้นเรียน

เนื่องจากความสำคัญของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทำให้มีผู้สนใจศึกษา และ เสนอ แนวคิดเกี่ยวกับ ผลการเรียนรู้ของนักเรียนในชั้นเรียนอย่างมากมาย ฮาร์ทเทล วอลเบอร์ก และ ไวน์สไตน์ (Haertel, Walberg, and Weinstein, 1983) ได้วิเคราะห์ทฤษฎี หรือ รูปแบบ (model) เกี่ยวกับการเรียนรู้ของนักเรียนในชั้นเรียน ของนักทฤษฎีที่สำคัญ รวม 8 ทฤษฎี เปรียบเทียบกับ ทฤษฎีผลผลิตทางการศึกษาของวอลเบอร์ก (Walberg's Model of Educational Productivity) ไว้ในบทความเรื่อง Psychological Models of Educational Performance : A Theoretical Synthesis of Constructs เมื่อปี ค.ศ. 1983 ซึ่ง ริต้า ริชชีย์ (Rita Richey, 1986) ได้นำมาอ้างอิง และนำเสนอรูปแบบทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับองค์ประกอบ ที่มีอิทธิพลต่อการออกแบบการสอนไว้ ดังนั้น การนำเสนอในลำดับต่อไปนี้จะเป็นการสรุป แนวคิด ทฤษฎี หรือ รูปแบบเกี่ยวกับการเรียนรู้ในชั้นเรียนที่สำคัญรวม 6 รูปแบบ คือ

- 2.1 รูปแบบของแครร์รอล (The Carroll Model)
- 2.2 รูปแบบของคูลีย์-ไลน์ฮาร์ดท์ (The Cooley-Leinhardt Model)
- 2.3 รูปแบบของบลูม (The Bloom Model)
- 2.4 รูปแบบของฮาร์นิสเฟเกอร์-ไวเลย์ (The Harnischfeger-Wiley Model)
- 2.5 รูปแบบของวอลเบอร์ก (The Walberg Model)
- 2.6 รูปแบบของริชชีย์ (The Richey Model)

รูปแบบของแครร์รอล (The Carroll Model)

แนวคิดแรกที่ดีถือว่ามามีอิทธิพลสูงสุดในการศึกษาเกี่ยวกับการเรียนรู้ในโรงเรียน คือ แนวคิดของ จอห์น แครร์รอล (John Carroll) (Haertel et al, 1983) ซึ่งจุดเริ่มต้นของแนวคิดมาจากการศึกษาเกี่ยวกับการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ (Carroll, 1989) ที่พบว่า บุคคลที่ได้คะแนนความถนัด จากแบบวัดความถนัดที่มีอยู่ ต่ำ มักจะใช้เวลาในการเรียนให้สัมฤทธิ์ผลตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ มากกว่า บุคคลที่มีคะแนนความถนัด สูง

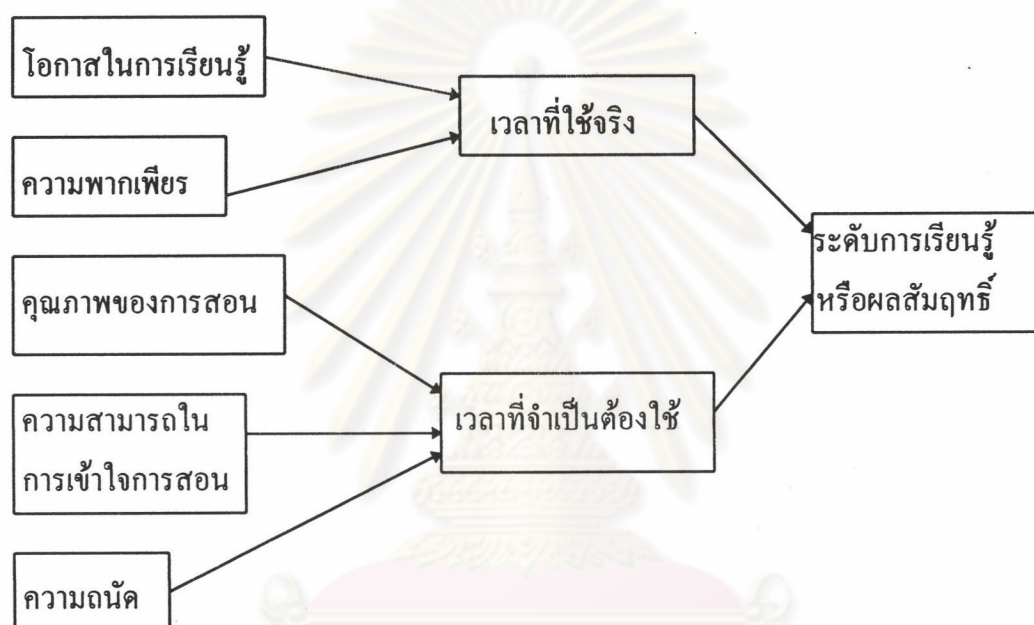
รูปแบบของแครร์รอล ที่เสนอไว้เมื่อ ค.ศ.1963 ประกอบด้วยตัวแปรหลัก 5 ตัว ซึ่งถือว่า มีผลต่อความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ในโรงเรียน ตัวแปร 3 ใน 5 ตัวนี้สามารถอธิบายได้ในรูป ของ เวลา ตัวแปรแรก คือ ความถนัด (aptitude) ซึ่งเป็นชื่อของตัวแปรหรือกลุ่มตัวแปรที่ระบุ

จำนวนเวลา ที่นักเรียนคนหนึ่งจำเป็นต้องใช้ในการเรียนรู้เนื้อหา หรือ ทำงานที่กำหนด เพื่อให้สัมฤทธิ์ผลตามจุดประสงค์ หรือตามเกณฑ์ที่กำหนดภายใต้เงื่อนไขการเรียนรู้ที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งหมายถึงว่า นักเรียนที่มีความถนัดสูง จะใช้เวลา น้อยกว่า ในการที่จะมีสัมฤทธิ์ผลในเนื้อหานั้น เมื่อเปรียบเทียบกับนักเรียนที่มีความถนัดต่ำกว่า ตัวแปรตัวที่สอง คือ โอกาสในการเรียนรู้ (opportunity to learn) ซึ่งนิยามว่า เป็น จำนวนเวลา ที่จัดขึ้นเพื่อการเรียนรู้ เช่น เวลาที่จัดไว้ในตารางเรียน พบว่า มีบ่อยครั้งที่โอกาสในการเรียนรู้ มีค่าน้อยกว่าเวลาที่นักเรียนต้องการ (ที่มองในลักษณะของความถนัด) อย่างไรก็ตาม อาจมองโอกาสในการเรียนรู้ ในลักษณะของ (Haertel et al, 1983) เวลาที่ครูจัดสรรให้กับการเรียนรู้เนื้อหาวิชาเฉพาะเรื่อง กล่าวคือ ครูที่จัดสรรเวลาไม่เต็มก็มีแนวโน้มที่จะเสนอเนื้อหา มากหรือน้อยเกินไป และทำให้นักเรียนสับสนได้ ตัวแปรตัวที่สาม คือ ความพากเพียร(perseverance)ซึ่งหมายถึงจำนวนเวลาที่นักเรียนตั้งใจใช้ในการเรียนรู้ให้สัมฤทธิ์ผลตามจุดมุ่งหมาย ในความหมายนี้ ความพากเพียร กลายเป็นนิยามปฏิบัติการของ แรงจูงใจในการเรียนรู้(motivation for learning)ลักษณะที่แสดงว่ามีความพากเพียรสูงอาจพิจารณาได้จากพฤติกรรมต่าง ๆ เช่นการทำงานภายในเวลาที่กำหนด การยังคงทำงานหรือศึกษาเล่าเรียนแม้ว่าเงื่อนไขสภาพแวดล้อมจะไม่สะดวกสบาย หรือการยังคงทำงานต่อไปแม้ว่าจะประสบความล้มเหลว เป็นต้น ส่วนตัวแปรอีก 2 ตัว ที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ ได้แก่คุณภาพของการสอน (quality of instruction) ถ้าคุณภาพการสอนต่ำ จำนวนเวลาที่ต้องใช้ในการเรียนรู้จะเพิ่มขึ้น ยิ่งไปกว่านั้นถ้า นักเรียนขาด ความสามารถที่จะเข้าใจการสอน (ability to comprehend instruction) จำนวนเวลาที่ต้องใช้ในการเรียนรู้ก็ต้องเพิ่มขึ้น รูปแบบนี้ไม่ได้เน้นคุณลักษณะของการสอนที่มีคุณภาพสูง แต่ได้เสนอว่า (Carroll, 1989) นักเรียนควรได้รับการอธิบายอย่างชัดเจนว่าจะเรียนอะไร และ ต้องได้รับสื่อการเรียนการสอนอย่างเพียงพอ ลำดับชั้นในการสอนควรมีการวางแผนมาอย่างดีและเป็นระบบ นั่นคือ คุณภาพของการสอน นั้น มีนิยามเชิงปฏิบัติการ(Haertel et al., 1983) ในลักษณะของการจัดระเบียบหรือจัดลำดับการสอนเพื่อให้นักเรียนเข้าถึงความรู้ได้โดยง่าย ตัวแปรต่าง ๆ ที่มีผลต่อ คุณภาพของการสอน ได้แก่ ความถูกต้องของการสอนและความเหมาะสมสอดคล้องของงานการเรียนการสอนกับคุณลักษณะของนักเรียน ส่วนความสามารถที่จะเข้าใจการสอน นั้น แครร์ลออธิบายว่า(Carroll, 1989) นอกจากความเข้าใจด้านภาษาแล้ว ยังรวมถึงความสามารถของนักเรียนที่จะระบุได้ว่า งานการเรียนรู้นั้นคืออะไร และจะทำงานนั้นได้อย่างไร ซึ่งมีผู้เสนอ (Haertel et al, 1983) ว่านักเรียนที่มีความสามารถเข้าใจการสอนสูง จะได้รับผลกระทบจากการเรียนการสอนที่ไม่เพียงพอ น้อยกว่า นักเรียนที่มีความสามารถที่จะเข้าใจการสอน ต่ำ

แครร์รอล(Carroll, 1989) อ้างว่า นักวิจัยทางการศึกษาให้ความสนใจกับรูปแบบที่เน้นความสำคัญของ เวลา ในฐานะตัวแปรที่มีผลต่อการเรียนรู้มากที่สุด มีการยืนยันว่า ระดับหรือความเข้มของการเรียนรู้ หรือ ผลสัมฤทธิ์ เป็นฟังก์ชันของ อัตราส่วนระหว่าง เวลาที่ใช้ในการเรียนรู้จริง ต่อ เวลาที่ต้องการใช้หรือจำเป็นต้องใช้ ดังนี้

$$\text{ระดับของการเรียนรู้ในโรงเรียน} = f(\text{เวลาที่ใช้} / \text{เวลาที่ต้องการ})$$

รูปแบบของแครร์รอล แสดงได้ดังแผนภาพที่ 4



แผนภาพที่ 4 รูปแบบของแครร์รอล

ในแผนภาพนี้ ตัวแปรความถนัด ความพากเพียร และความสามารถในการเข้าใจการสอน เป็นการอธิบายพฤติกรรมที่นักเรียนนำมาเข้าสู่การจัดการเรียนการสอน หรือเป็นตัวแปรปัจจัยนำเข้า ในขณะที่ โอกาสในการเรียนรู้ คุณภาพของการสอน และ เวลา จัดเป็นตัวแปรกระบวนการ

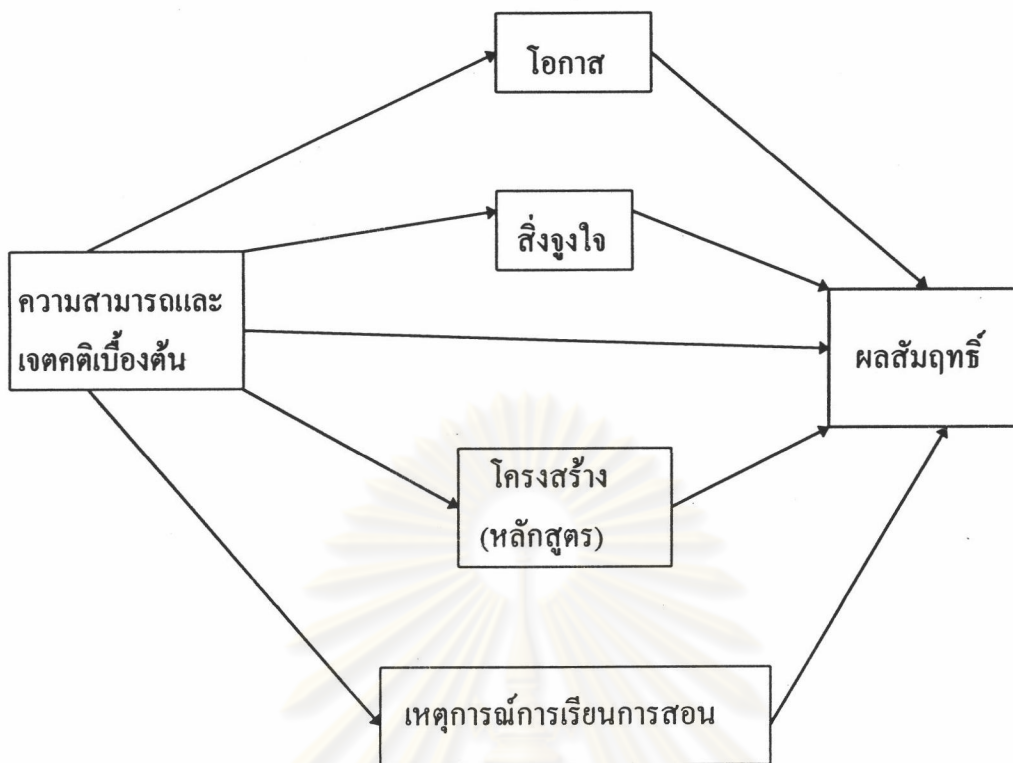
รูปแบบของคูลีย์-ไลน์ฮาร์ท (The Cooley-Leinhardt Model)

รูปแบบของคูลีย์-ไลน์ฮาร์ท มีจุดเน้นที่ความสัมพันธ์ระหว่าง การฝึกปฏิบัติในโรงเรียน (school practice) กับ สมรรถภาพ(school performance)ที่เกิดขึ้น (Haertel et al., 1983) ตัวแปรเกณฑ์ที่พิจารณาประกอบด้วยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ เจตคติต่อโรงเรียน เพื่อน และ ครู ส่วนสมรรถภาพ เป็นฟังก์ชันของตัวแปรโครงสร้าง (constructs) ต่อไปนี้ คือ (1) ความสามารถเบื้องต้น(initial abilities) (2) โอกาส(opportunity) (3) สิ่งจูงใจ(motivators) (4) โครงสร้างหลักสูตร(curriculum structure) และ (5) เหตุการณ์การเรียนการสอน (instructional events) โดยตัวแปร 4 ตัวสุดท้ายนี้ เป็น ตัวแปรกระบวนการในชั้นเรียน

ทำนองเดียวกับแนวคิดของแคร์รอล รูปแบบนี้ให้คำนิยามของโอกาสว่า เป็น จำนวนเวลาที่นักเรียนสามารถใช้ในการทำงานหรือเรียนเนื้อหาเฉพาะอย่างและสิ่งจูงใจไม่ว่าจะเป็นภายในหรือภายนอก คือ พฤติกรรมและเจตคติที่ส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้ ส่วนโครงสร้างหลักสูตรนั้นมีจุดเน้นที่ตัวแปรเกี่ยวกับหลักสูตรรวมทั้งการจัดระบบ และ การจัดเรียงลำดับเนื้อหาในหลักสูตร การกำหนดจุดมุ่งหมายและความสอดคล้องเหมาะสมระหว่างนักเรียนกับหลักสูตร สำหรับตัวแปรเหตุการณ์การเรียนการสอน เกี่ยวข้องกับปฏิสัมพันธ์การสอนระหว่างบุคคล ตัวแปรกระบวนการทั้ง 4 ตัวนี้เป็นตัวแปรระดับห้องเรียน ที่สามารถอธิบายความแปรปรวนของสมรรถภาพที่เกิดขึ้นได้ โดยไม่ต้องพิจารณาตัวแปรความสามารถและเจตคติเบื้องต้น ซึ่งตัวแปรสุดท้ายนี้เป็นตัวแปรในระดับนักเรียนที่มีความหมายครอบคลุมถึง ความสามารถทั่วไป(general ability) ผลสัมฤทธิ์เดิม (prior achievement)และ เจตคติต่อโรงเรียน เพื่อน และ ครู

รูปแบบของคูลีย์-ไลน์ฮาร์ท สามารถแสดงได้ดังแผนภาพที่ 5

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภาพที่ 5 รูปแบบของคูลีย์-ไลน์ฮาร์ท

รูปแบบของบลูม (The Bloom Model)

รูปแบบการเรียนรู้ในโรงเรียนของบลูม ซึ่งได้เสนอไว้ เมื่อปี ค.ศ. 1976 อธิบายว่า มีเงื่อนไขที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ 2 ชนิด คือ พฤติกรรมนำเข้ด้านพุทธิพิสัย (cognitive entry behaviors) และ คุณลักษณะนำเข้ด้านจิตพิสัย (affective entry characteristics) ของผู้เรียน ส่วนคุณภาพของการเรียนการสอน เป็นผลสะท้อนมาจากการชี้แนะ (cues) การให้แรงเสริม (reinforcement) และการให้ข้อมูลป้อนกลับและการแก้ไขข้อบกพร่อง (feedback and corrective) นอกจากนี้ยังสามารถพิจารณาในเชิงของการมีส่วนร่วม (participation) ของนักเรียนในงานการเรียนการสอนทั้งโดยเปิดเผยและไม่เปิดเผย สำหรับ ผลของการเรียนการสอน นั้น ไม่เพียงแต่รวมทั้งผลสัมฤทธิ์และผลได้เชิงจิตพิสัย เท่านั้น หากแต่ยังรวมถึง การพัฒนาอัตราการเรียนรู้ (rate of learning) ด้วย ซึ่งอาจเป็นไปได้โดยการพัฒนาการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ เมื่อทำคุณภาพการสอนให้ดีขึ้นมาเสมอแล้ว

แนวคิดนี้สรุปว่า ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มี 3 ตัวแปร คือ พฤติกรรมนำเข้ด้านพุทธิพิสัย คุณลักษณะนำเข้ด้านจิตพิสัย และคุณภาพของการเรียนการสอน

ซึ่งผลการศึกษาของ บลูม (1976) พบว่าตัวแปรทั้ง 3 ตัวร่วมกัน สามารถอธิบายความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ถึงร้อยละ 90 เฉพาะ พฤติกรรมนำเข้าด้านพุทธิพิสัย สามารถอธิบายความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้ร้อยละ 50 ส่วนคุณลักษณะนำเข้าด้านจิตพิสัย สามารถอธิบายความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ร้อยละ 25 พฤติกรรมนำเข้าด้านพุทธิพิสัยและคุณลักษณะนำเข้าด้านจิตพิสัย ร่วมกัน สามารถอธิบาย ความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ร้อยละ 65 ในขณะที่ คุณภาพของการเรียนการสอน สามารถอธิบายความแปรปรวน ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้เพียงร้อยละ 25

พฤติกรรมนำเข้าด้านพุทธิพิสัยนั้น เป็นที่เข้าใจในเบื้องต้นว่า เป็นเงื่อนไขบังคับที่เฉพาะเจาะจงสำหรับการทำงานการเรียนรู้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ ซึ่งสอดคล้องกับ ตัวแปร ความถนัด ของแคร์รอล อย่างไรก็ตาม บลูม ได้กล่าวถึงพฤติกรรมนำเข้าด้านพุทธิพิสัยทั่วไป (generalized cognitive entry behaviors) เช่น ความเข้าใจในการอ่านและความสามารถด้านภาษา ซึ่งสอดคล้องกับ ตัวแปรความสามารถที่จะเข้าใจการสอน ของแคร์รอล อนึ่ง มีข้อน่าสังเกตว่า พฤติกรรมนำเข้าด้านพุทธิพิสัยสำหรับงานการเรียนรู้หนึ่งนั้น นอกจากจะขึ้นกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้แล้วยังขึ้นกับรูปแบบของงานการเรียนรู้ด้วย ดังนั้นการเรียนการสอนจึงควรปรับเปลี่ยนได้เพื่อให้เหมาะสมกับคุณลักษณะของกลุ่มผู้เรียนที่แตกต่างกันโดยไม่ต้องเปลี่ยนวัตถุประสงค์การเรียนรู้

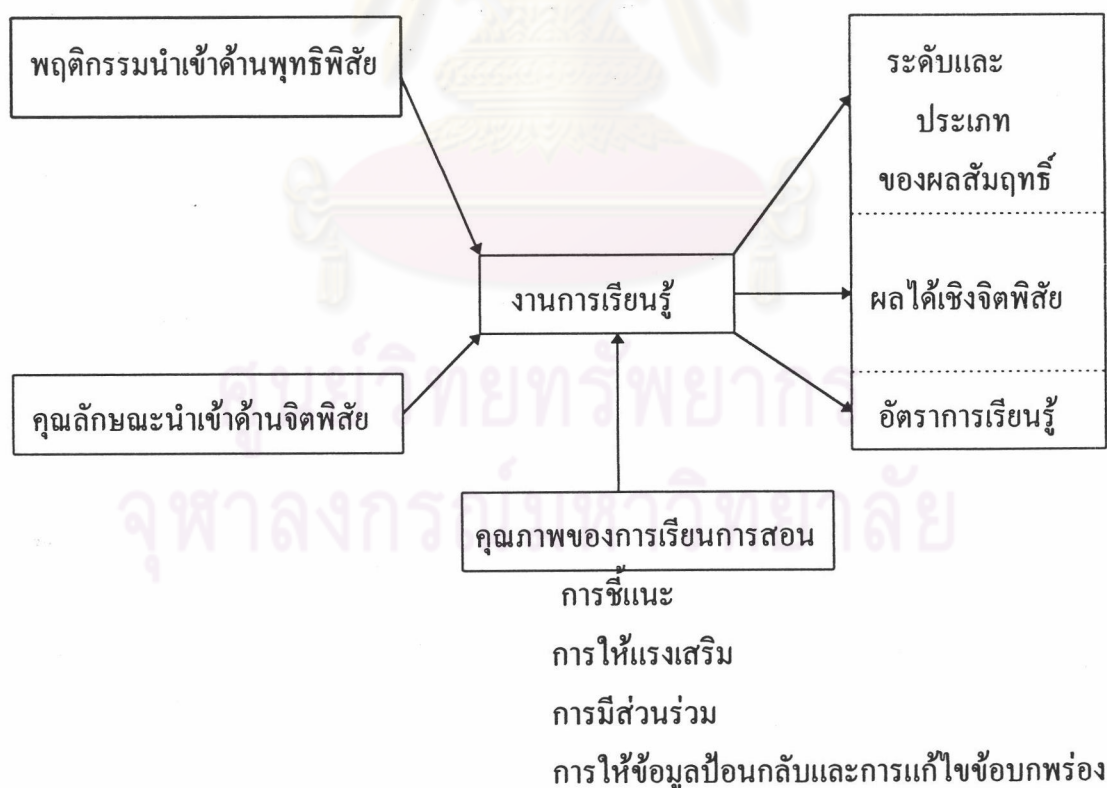
คุณลักษณะนำเข้าด้านจิตพิสัย รวมถึง ทั้งลักษณะที่เกี่ยวข้องกับงานการเรียนรู้โดยเฉพาะเช่น เจตคติต่อวิชา และ ลักษณะทั่ว ๆ ไป เช่น เจตคติต่อโรงเรียน และอัตมโนทัศน์ เป็นต้น ลักษณะต่าง ๆ เหล่านี้ สอดคล้องกับ ตัวแปร ความพากเพียร ของแคร์รอล และตัวแปร องค์ประกอบเชิงแรงจูงใจ ในรูปแบบของคนอื่น ๆ

บลูม นิยาม คุณภาพการเรียนการสอนที่ดี โดยพิจารณาลักษณะ 4 ประการ คือ 1) การชี้แนะ ซึ่งหมายถึง ความชัดเจนของการนำเสนอ และการอธิบายกิจกรรมการเรียนรู้ ตัวแปรนี้คล้ายคลึงกับตัวแปร คุณภาพการเรียนการสอนของแคร์รอล 2) การให้แรงเสริม หมายถึง ทั้งการชมเชยและการตำหนิ การกระตุ้น และการให้รางวัล หรือการลงโทษอื่นๆ เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ 3) การให้ข้อมูลป้อนกลับและการแก้ไขข้อบกพร่องเป็นส่วนต่อเนื่องของการสอน เนื่องจากผล การเรียนรู้ของหน่วยการเรียนหนึ่ง จะกลายเป็นพฤติกรรมนำเข้าด้านพุทธิพิสัยและคุณลักษณะนำเข้าด้านจิตพิสัย ของหน่วยการเรียนหน่วยต่อ ๆ มา ดังนั้น จึง จำเป็นต้องให้แน่ใจว่าผู้เรียนรอบรู้ในแต่ละหน่วยก่อนที่จะเรียนต่อไป การทดสอบวัดความรู้ระหว่างเรียนเมื่อสิ้นสุดแต่ละหน่วย

(การให้ข้อมูลป้อนกลับ) แล้วตามด้วยการสอนสิ่งที่จำเป็นเพิ่มเติม (การแก้ไขข้อบกพร่อง) สามารถช่วยให้ความมั่นใจได้ว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่จะ ประสบความสำเร็จ ส่วน 4) การมีส่วนร่วม นั้น บลุ่ม มักนิยามในรูปของเวลาที่ใช้ในการ ทำงาน(time on task) ซึ่งคล้ายคลึงกับ เวลาที่นักเรียนใช้จริงในการเรียนรู้ ของแครร์รอด

ในประเด็นของผลได้จากการเรียนรู้ นั้น นอกจากผลสัมฤทธิ์ แล้ว บลุ่ม เสนอว่า ประสิทธิภาพการเรียนรู้ที่นับว่าประสบความสำเร็จ จะต้องนำไปสู่การพัฒนาด้านจิตพิสัย เช่น เจตคติต่อการเรียน การพัฒนาทัศนคติและการมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้นในการเรียนรู้ในอนาคต ซึ่งลักษณะสุดท้ายนี้จะนำไปสู่ผลได้ตัวที่สาม คือ การพัฒนา อัตราการเรียนรู้ (rate of learning) กล่าวโดยสรุป รูปแบบของบลุ่ม สนใจตัวแปรปัจจัยนำเข้า และ ตัวแปร กระบวนการ โดยยังไม่ให้ความสำคัญกับตัวแปรบริบท

รูปแบบของบลุ่ม แสดงได้ดังแผนภาพที่ 6



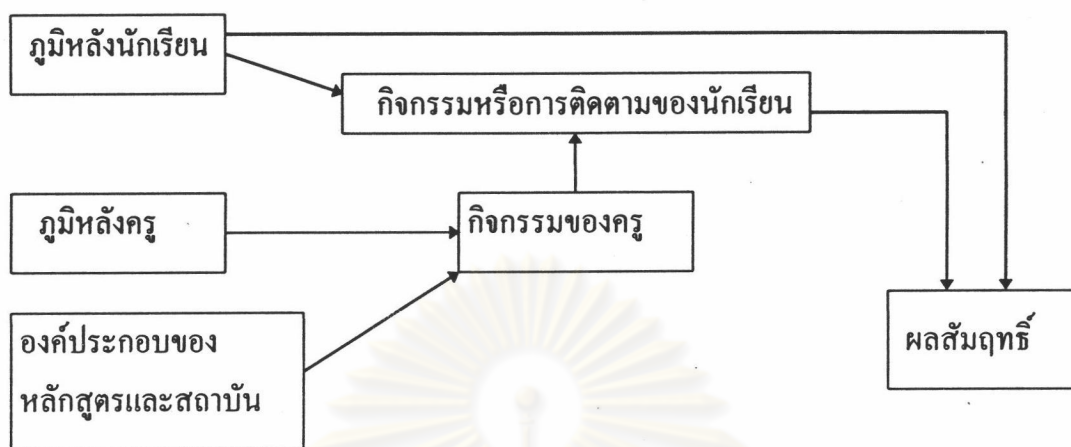
แผนภาพที่ 6 รูปแบบของบลุ่ม

รูปแบบของฮาร์นิสเฟเกอร์-ไวเลย์(The Harnischfeger-Wiley Model)

ฮาร์นิสเฟเกอร์และไวเลย์ได้เสนอรูปแบบการเรียนรู้เมื่อ ค.ศ.1976 โดยอาศัยบางส่วนจากแนวคิดพื้นฐานของแคร์รอล และ อิทธิพลจากบทความเรื่อง "เวลาและการเรียนรู้" (Time and Learning) ของ บลูม ที่ตีพิมพ์เมื่อปี ค.ศ.1974 (Haertel et al., 1983) รูปแบบของ ฮาร์นิสเฟเกอร์-ไวเลย์ ประกอบด้วย กลุ่มตัวแปร ภูมิหลัง(background characteristics) ตัวแปรกระบวนการเรียนการสอน (teaching-learning process) และ ตัวแปรผลได้หรือผลผลิตจากการเรียนการสอน (outcomes) รูปแบบนี้ให้ความสำคัญกับตัวแปรกระบวนการเรียนการสอนมากที่สุดโดยถือว่า ผลได้ทั้งหมดของนักเรียนเป็นผลโดยตรงจากการจัดกระทำต่าง ๆ ผ่านกิจกรรมของนักเรียน นั่นคือ พฤติกรรมของครูจะสามารถมีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ได้ ก็ต่อเมื่อพฤติกรรมเหล่านั้น มีผลกระทบต่อ กิจกรรมหรือการติดตาม (pursuits) ของนักเรียนเท่านั้น

กลุ่มตัวแปรภูมิหลังในรูปแบบนี้ แบ่งเป็น 3 องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกัน ได้แก่ ภูมิหลังครู ภูมิหลังนักเรียน และองค์ประกอบของหลักสูตรและสถาบัน ส่วนตัวแปรกระบวนการเรียนการสอน ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบใหญ่ ๆ คือ กิจกรรมของครู และ กิจกรรม หรือการติดตามของนักเรียน กิจกรรมของครู ได้รับอิทธิพลจากองค์ประกอบด้านภูมิหลังทั้ง 3 ตัว กิจกรรมของครู และภูมิหลังของนักเรียนจะเป็นตัวกำหนดกิจกรรมหรือการติดตามของนักเรียน ในทางกลับกัน กิจกรรมหรือการติดตามของนักเรียน และ ภูมิหลังของนักเรียนจะเป็นตัวกำหนดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน ในการวิเคราะห์กิจกรรมของครูและกิจกรรมหรือการติดตามของนักเรียนนั้น ฮาร์นิสเฟเกอร์และไวเลย์ แบ่งเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการเรียนการสอนวิชาหนึ่ง ๆ ออกเป็น 7 ประเภท คือ 1) การสอนทั้งชั้น 2) การให้คำแนะนำเป็น กลุ่มย่อย 3) การให้คำแนะนำเป็นรายบุคคล 4) กลุ่ม-ไม่มีการให้คำแนะนำ 5) รายบุคคล- ไม่มีการให้คำแนะนำ (นั่งทำงานเองที่โต๊ะ) 6) เวลาที่ใช้การเปลี่ยนกิจกรรม และ 7) การติดตามงานนอกชั้นเรียน เช่น การทำการบ้าน เป็นต้น ทั้งนี้ มีการแบ่งเวลาของนักเรียน และ เวลาของครู ออกจากกันอย่างชัดเจน ตัวอย่างเช่น ถ้าครูสอนอ่าน โดยแบ่งนักเรียนเป็น 3 กลุ่ม และใช้เวลาสอนกลุ่มละ 20 นาที โดยขณะที่สอนกลุ่มหนึ่งนั้น อีกสองกลุ่มนั่งทำงานที่โต๊ะของตนไป จะถือว่าครูใช้เวลาในการสอนแบบ ให้คำแนะนำเป็นกลุ่มย่อย 1 ชั่วโมง แต่ นักเรียนแต่ละคนจะใช้เวลาในการเรียนการสอนแบบนี้ เพียง 20 นาที โดยอีก 40 นาทีที่เหลือเป็นการเรียนการสอนแบบรายบุคคล-ไม่มีคำแนะนำ รูปแบบนี้ แตกต่างจากรูปแบบอื่น ๆ ที่นับเวลาทั้งหมดในโรงเรียน และ แบ่งเวลาการเรียนการสอน ออกเป็นเวลาที่ครูใช้ กับ เวลาที่นักเรียนแต่ละคนใช้

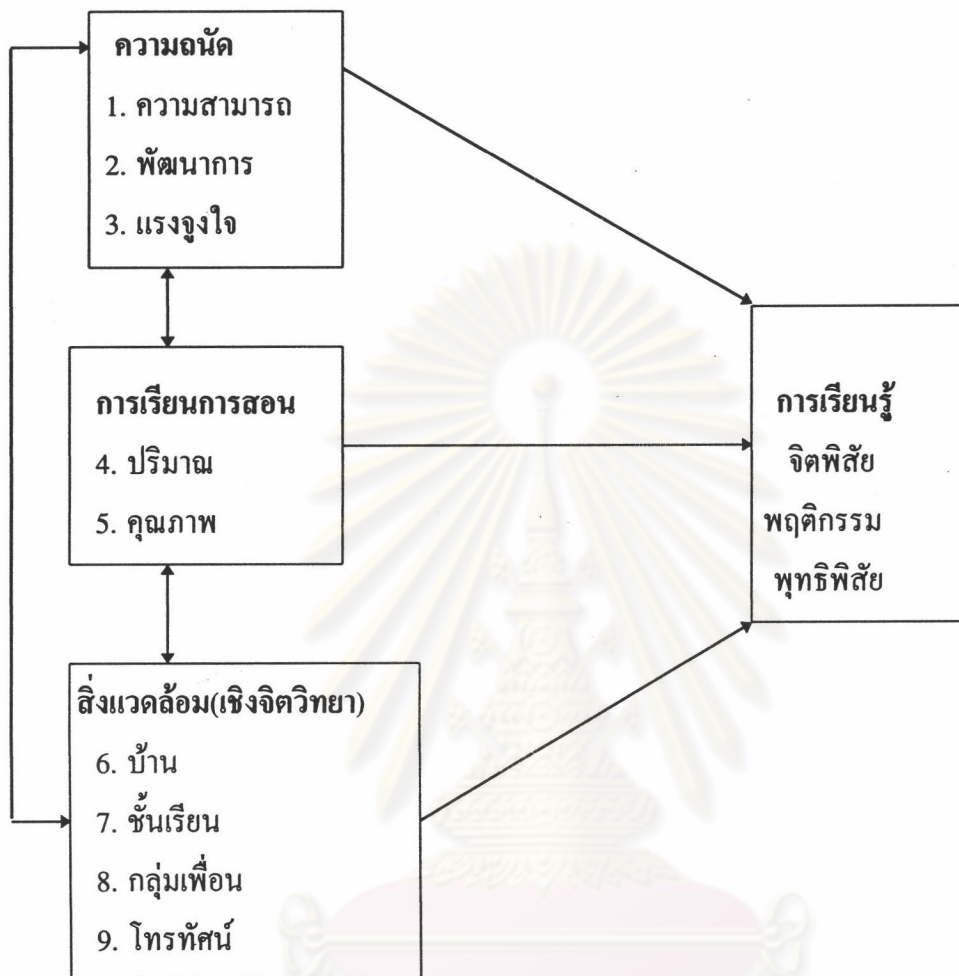
รูปแบบของ ฮาร์นีสฟีเกอร์-ไวเลย์ แสดงได้ดังแผนภาพที่ 7



แผนภาพที่ 7 รูปแบบของ ฮาร์นีสฟีเกอร์-ไวเลย์

รูปแบบของวอลเบอร์ก (The Walberg Model)

เซอร์เบิร์ต เจ. วอลเบอร์ก (Herbert J. Walberg, 1984) เสนอทฤษฎีผลผลิตทางการศึกษา (A Theory of Educational Productivity) โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสังเคราะห์งานวิจัยนับพันเรื่อง โดยวิธีวิเคราะห์เมตต้าว่า ผลผลิตทางการศึกษา ประกอบด้วย การเรียนรู้ ด้านจิตพิสัย (affective) ด้านพุทธิพิสัย (cognitive) และ ด้านพฤติกรรม (behavior) โดยตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตทางการศึกษา ประกอบด้วยตัวแปร 3 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มตัวแปรความถนัด (aptitude) ได้แก่ ความสามารถของผู้เรียน (ability) พัฒนาการ (age-development) และ แรงจูงใจ (motivation) 2) กลุ่มตัวแปรด้านการเรียนการสอน (instruction) ได้แก่ ปริมาณการเรียนการสอน (quantity) และ คุณภาพการเรียนการสอน (quality) และ (3) กลุ่มตัวแปรสิ่งแวดล้อมเชิง สังคม - จิตวิทยา - การศึกษา (Social-Psychological-Education Environment) ได้แก่ สิ่งแวดล้อมที่บ้าน (home) สิ่งแวดล้อมในชั้นเรียน (classroom) กลุ่มเพื่อน (peer-group) และ การเปิดรับด้านสื่อสารมวลชน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คือ การชมโทรทัศน์ (media-TV) ตัวแปรเหล่านี้ มีความสัมพันธ์กัน ดังแผนภาพที่ 8



ศูนย์วิทยทรัพยากร
แผนภาพที่ 8 รูปแบบการเรียนรู้ของวอลเบอร์ก์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

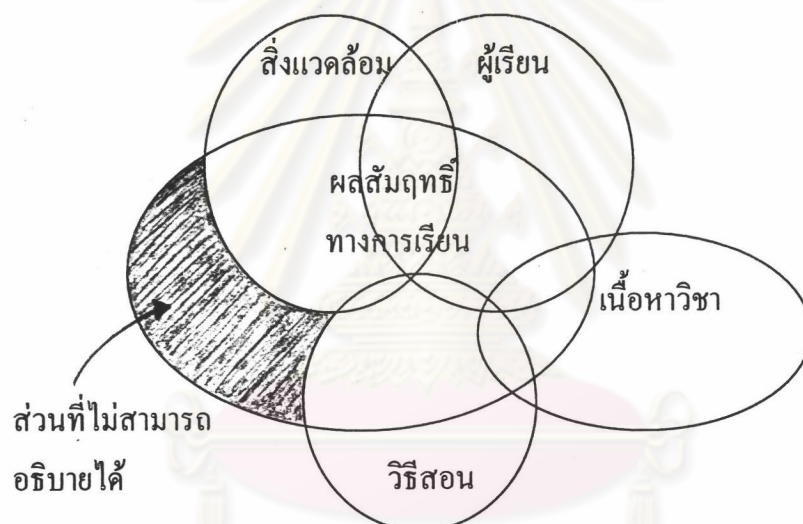
รูปแบบของริชชี (The Richey Model)

ริชชี (Richey, 1986) เสนอรูปแบบเชิงคณิตศาสตร์ขององค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อประโยชน์ในการออกแบบการเรียนการสอนไว้ดังนี้

$$Ach. = b_1 L + b_2 C + b_3 E + b_4 D + e$$

- เมื่อ Ach. คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน(Achievement)
 L คือ ผู้เรียน(Learner)
 C คือ เนื้อหาวิชา(Content)
 E คือ สิ่งแวดล้อม(Environment)
 D คือ วิธีสอน(Delivery)
 e คือ ค่าความคลาดเคลื่อนหรือส่วนที่ไม่สามารถอธิบายได้
 bi คือ ร้อยละของผลสัมฤทธิ์ที่เป็นผลจากตัวแปรแต่ละตัว ($i = 1 - 4$)

รูปแบบของรีจิสซี่ แสดงได้ดังแผนภาพที่ 9



แผนภาพที่ 9 รูปแบบของรีจิสซี่

แผนภาพที่ 9 ชี้ว่า ตัวแปรต่าง ๆ เหล่านี้มีความสัมพันธ์กัน ตัวแปรส่วนที่ไม่สามารถอธิบายได้เป็นผลมาจากความคลาดเคลื่อนในการวัด หรืออาจมีตัวแปรที่เกี่ยวข้องตัวอื่น ๆ อีกก็ได้

รีจิสซี่ จำแนกองค์ประกอบของตัวแปรแต่ละตัวไว้ดังนี้

- 1.) ตัวแปรผู้เรียนประกอบด้วยลักษณะของผู้เรียน(demographics) ความสามารถ(capacity) สมรรถภาพ(competence) และ เจตคติ(attitude)

2) ตัวแปรเนื้อหาวิชา ประกอบด้วย แบบของงานการเรียนรู้ (type of learning task) เงื่อนไขของการจัดกระทำทางสมอง (mental operations required) และ ประเภทของเนื้อหาวิชา (subject matter domain)

3.) ตัวแปรสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย ที่ตั้ง(setting) และ บรรยากาศ (climate)

4.) ตัวแปรวิธีสอน ประกอบด้วย ขอบเขตของเนื้อหา(scope) ยุทธวิธีการสอน (strategy) การนำเสนอ(presentation) และการจัดลำดับเนื้อหา(sequencing)

องค์ประกอบย่อยแต่ละตัวสามารถจัดระดับย่อยลงได้อีก 2 ระดับ เช่น องค์ประกอบลักษณะของผู้เรียน แบ่งได้เป็น 3 ด้าน คือ อายุ เพศ และ พื้นฐานทางวัฒนธรรม อายุ จัดระดับย่อยลงได้เป็น วัยเด็ก วัยรุ่น วัยผู้ใหญ่ เพศ จัดระดับย่อยลงได้เป็น ชาย และ หญิง และพื้นฐานทางวัฒนธรรม แบ่งย่อยลงเป็น ชชาติพันธุ์ และฐานะทางเศรษฐกิจและสังคม เป็นต้น

การทบทวนวรรณกรรมในตอนนี้ ได้ข้อสรุปว่าตัวแปรที่นักทฤษฎีทางการศึกษาคาดว่ามีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรือผลการเรียนรู้ ประกอบด้วยกลุ่มตัวแปรดังต่อไปนี้ คือ

- 1) กลุ่มตัวแปรที่มีผลต่อเวลาที่นักเรียนจำเป็นต้องใช้ในการเรียนรู้ ประกอบด้วยกลุ่ม ตัวแปร 2 กลุ่ม ได้แก่ (ก) กลุ่มตัวแปรเกี่ยวกับตัวนักเรียน ได้แก่ ความถนัดของผู้เรียน ความสามารถที่จะเข้าใจการสอน ภูมิหลังนักเรียน ผลสัมฤทธิ์เดิม และ ความสามารถและสมรรถภาพของผู้เรียน และ (ข) กลุ่มตัวแปรเกี่ยวกับการสอน ได้แก่ คุณภาพการสอน ในแง่ของความชัดเจน เหมาะสมกับผู้เรียน การชี้แนะ การให้ข้อมูลย้อนกลับ และ การแก้ไขข้อบกพร่อง การจัดโครงสร้างและการเรียงลำดับขั้นของเนื้อหา วิธีสอน และการทำกิจกรรมของครู และ 2) กลุ่มตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับเวลาที่นักเรียนได้ใช้ในการเรียนรู้จริง ๆ ประกอบด้วยกลุ่มตัวแปร 2 กลุ่ม ได้แก่ (ก) กลุ่มตัวแปรเกี่ยวกับโอกาสในการเรียนรู้ การมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ปริมาณการสอน และ เวลาในการทำกิจกรรมติดตามการเรียนของนักเรียน และ (ข) กลุ่มตัวแปรเกี่ยวกับ ความผูกพันรวมทั้งแรงจูงใจและเจตคติ ต่อวิชาที่เรียน โดยตัวแปรที่ปรากฏในทุกรูปแบบ คือความสามารถพื้นฐานของผู้เรียน และ คุณภาพของการสอน ส่วนแรงจูงใจนั้นถือได้ว่าเป็นตัวแปรที่มีอยู่ในทุกรูปแบบโดยปริยาย

ตัวแปรที่ปรากฏในบางรูปแบบ คือ ตัวแปร ปริมาณของการสอน และ ตัวแปรสภาพแวดล้อม

ตัวแปรทั้งหมดสามารถจัดกลุ่มได้ ดังตารางที่ 4

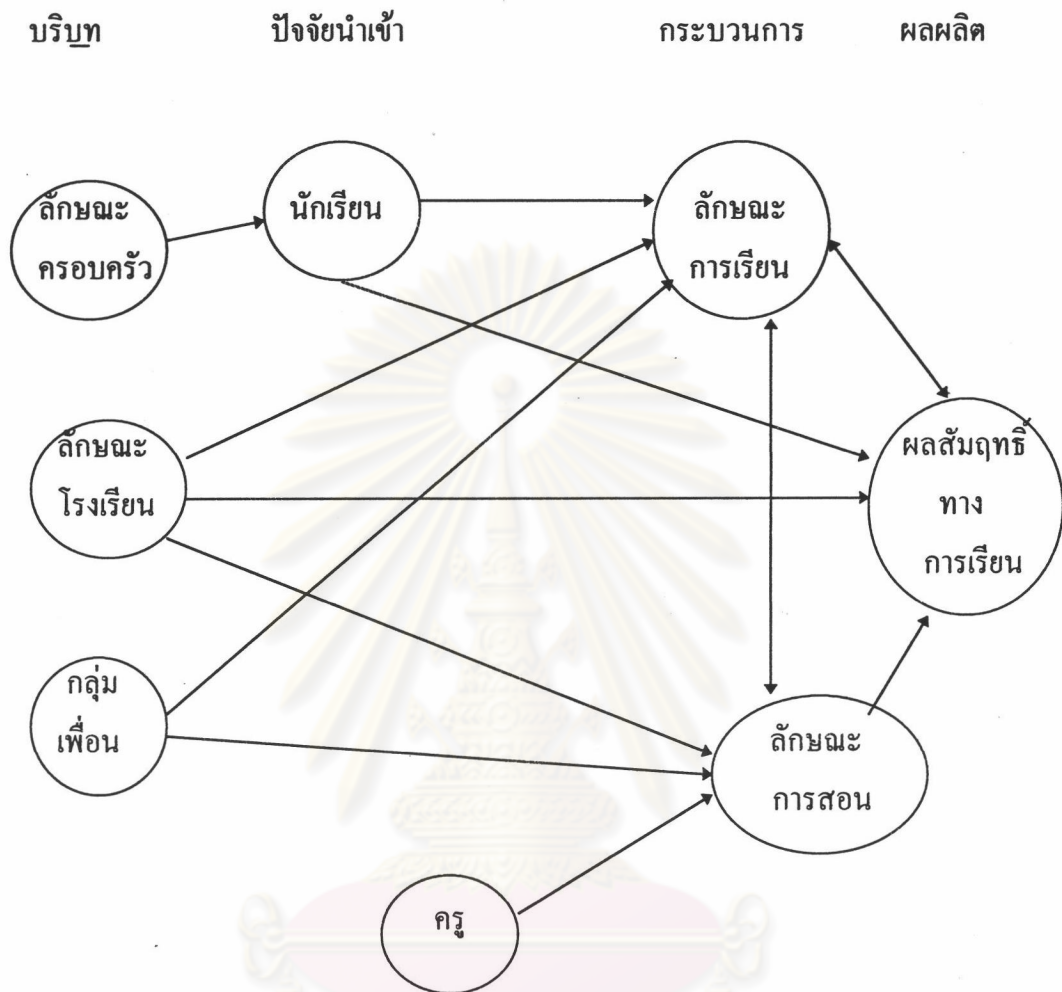
ตารางที่ 4 สรุปการจัดกลุ่มตัวแปรจากรูปแบบการเรียนรู้ในชั้นเรียน

เจ้าของรูปแบบ	กลุ่มตัวแปร			
	บริบท	ปัจจัยนำเข้า	กระบวนการ	ผลผลิต
แคร์รอล	--	ความถนัด ความยาก เพียร ความสามารถ ที่เข้าใจการสอน	คุณภาพการสอน เวลาที่ใช้จริง เวลาที่จำเป็นใช้	ระดับการเรียนรู้
คูเลีย-โลน ฮาร์ท	--	ความสามารถและ เจตคติเบื้องต้น	โอกาส การเรียนการสอน สิ่งจูงใจ(พฤติกรรม) โครงสร้างหลักสูตร (การจัดลำดับเนื้อหา)	ผลการเรียนรู้
บลูม	--	พฤติกรรมนำเข้า พุทธิพิสัยและ จิตพิสัย	คุณภาพการสอน งานการเรียนรู้	ผลสัมฤทธิ์ ผลได้เชิงจิตพิสัย อัตราการเรียนรู้
ฮาร์นิสฟี เกอร์ไวเลย์	สถาบัน	ภูมิหลังครู ภูมิหลังนักเรียน หลักสูตร	กิจกรรมครู กิจกรรมนักเรียน	ผลสัมฤทธิ์
วอลเบอร์ก	สิ่งแวดล้อม -บ้าน -โรงเรียน - เพื่อน -สื่อ (ทีวี)	ความถนัด -ความสามารถ -พัฒนาการ -แรงจูงใจ	ปริมาณการสอน คุณภาพการสอน	ผลด้านจิตพิสัย พฤติกรรม พุทธิพิสัย
ริชชี	สิ่งแวดล้อม	ผู้เรียน	วิธีสอน	พุทธิพิสัย จิตพิสัย ทักษะพิสัย

จากแนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนรู้ในโรงเรียนข้างต้น
ทิศทางการสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มตัวแปรต่าง ๆ ได้ผังแผนภาพที่ 10

ทำให้สามารถจัดลำดับ

แผนภาพที่ 10 ความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวแปรต่าง ๆ



แผนภาพที่ 10 แสดงว่า กลุ่มตัวแปรที่มีอิทธิพลโดยตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้แก่ กลุ่มตัวแปรเกี่ยวกับนักเรียน กลุ่มตัวแปรเกี่ยวกับโรงเรียน กลุ่มตัวแปรลักษณะการเรียนรู้ และ กลุ่มตัวแปรลักษณะการสอน โดยตัวแปร 2 กลุ่มหลังนี้ มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ทั้งนี้ กลุ่มตัวแปรลักษณะการเรียนรู้ ที่นักทฤษฎีต่าง ๆ กล่าวถึงนั้น ส่วนใหญ่พิจารณาในแง่ของการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ และ เวลาในการทำกิจกรรมติดตามการเรียนของนักเรียน ส่วนกลุ่มตัวแปรลักษณะการสอน ที่นักทฤษฎีต่าง ๆ กล่าวถึง ส่วนใหญ่เป็นการพิจารณาในด้านของ คุณภาพการสอน ซึ่งเกี่ยวข้องกับ ความชัดเจน เหมาะสมกับผู้เรียน การชี้แนะ การให้ข้อมูลป้อนกลับ และการแก้ไขข้อบกพร่อง รวมทั้ง การจัดโครงสร้าง และการเรียงลำดับขั้นของเนื้อหา วิธีสอน และการทำกิจกรรมของครู ตามแผนภาพนี้ กลุ่มตัวแปรลักษณะการเรียนรู้ ได้รับอิทธิพลโดยตรงจากกลุ่มตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับตัวนักเรียน ซึ่งได้รับอิทธิพลโดยตรงจากกลุ่มตัวแปร ลักษณะทางบ้าน

หรือลักษณะของครอบครัว และกลุ่มตัวแปรเกี่ยวกับกลุ่มเพื่อนในห้องเรียน อีกทีหนึ่ง ส่วนกลุ่มตัวแปร ลักษณะการสอน ได้รับอิทธิพลโดยตรงจาก กลุ่มตัวแปรเกี่ยวกับครู กลุ่มตัวแปรเกี่ยวกับลักษณะโรงเรียน และ กลุ่มตัวแปร เกี่ยวกับกลุ่มเพื่อนในห้องเรียน โดย กลุ่มตัวแปรเกี่ยวกับตัวนักเรียนที่นักทฤษฎีต่าง ๆ กล่าวถึง ประกอบด้วย ความถนัดของนักเรียน ความสามารถที่จะเข้าใจการสอน ภูมิหลังของนักเรียน ผลสัมฤทธิ์เดิม และ ความสามารถและสมรรถภาพของนักเรียน รวมทั้ง ความพากเพียร แรงจูงใจ และ เจตคติต่อวิชาที่เรียน ด้วย ส่วน กลุ่มตัวแปรกลุ่มอื่น ๆ ที่เหลือนั้น ถึงแม้ว่านักทฤษฎีต่าง ๆ จะไม่ได้ให้รายละเอียดไว้มากนัก แต่เมื่อพิจารณาจากงานวิจัยต่าง ๆ จะ พบว่ากลุ่มตัวแปร ลักษณะทางบ้านหรือลักษณะของครอบครัว มักเกี่ยวข้องกับฐานะเศรษฐกิจ การศึกษา และ อาชีพของบิดามารดา รวมถึงการอบรมเลี้ยงดูในขณะที่ กลุ่มตัวแปรลักษณะโรงเรียน ส่วนใหญ่มักพิจารณาที่ ขนาด และ ประเภทของโรงเรียน ส่วนกลุ่มตัวแปรเกี่ยวกับ ครู นั้น มักพิจารณาที่ภูมิหลัง ประสบการณ์ รวมทั้ง บุคลิกภาพ เป็นต้น

การวิจัยครั้งนี้สนใจ โมเดลความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มตัวแปรบริบท ปัจจัยนำเข้า และกระบวนการ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ แต่โมเดลความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่ม ตัวแปรต่าง ๆ กับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในแผนภาพที่ 10 ดังกล่าวนี้อังมีลักษณะเป็นภาพรวมของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยทั่วไปที่ได้จากแนวคิดทฤษฎี รายละเอียดของกลุ่มตัวแปรแต่ละกลุ่มยังไม่ชัดเจน ขนาดและทิศทางของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรยังไม่ปรากฏชัด ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาพัฒนาโมเดลความสัมพันธ์ตามแผนภาพที่ 10 ให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตอนที่ 3 งานวิจัยเกี่ยวข้อง

งานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ในประเทศไทย

เนื่องจากงานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ในประเทศไทยที่ผ่านมา ส่วนใหญ่เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งผลการศึกษาพบว่า ตัวแปรเหล่านั้น ไม่มีความสัมพันธ์บ้าง มีความสัมพันธ์มากบ้างน้อยบ้าง ไม่สามารถสรุปผลได้ชัดเจน ผู้วิจัยจึงตัดสินใจสังเคราะห์งานวิจัยเหล่านี้ โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์เมต้า ซึ่งเป็นเทคนิคการสังเคราะห์เชิงปริมาณอย่างมีระบบที่จะช่วยให้ได้ข้อความรู้ที่เป็นที่ยุติ เชื่อถือได้ เพื่อนำผลการสังเคราะห์ไปใช้พัฒนารูปแบบความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้นของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในประเทศไทย ได้เหมาะสมและถูกต้องขึ้น

จุดมุ่งหมายของการสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ในประเทศไทย โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์เมต้าในครั้งนี้ มี 2 ประการ คือ (1) เพื่อให้ทราบข้อความรู้โดยสรุปเกี่ยวกับปัจจัยหรือตัวแปรจัดกระทำที่ทำให้เกิด ความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ในประเทศไทย ที่เป็นข้อยุติที่เชื่อถือได้ เนื่องจากได้ใช้กระบวนการในการสังเคราะห์เชิงปริมาณอย่างเป็นระบบ มิใช่การสังเคราะห์แบบประเพณีนิยมที่นำเสนอผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องแต่ละเรื่องเรียงต่อกันแต่ไม่สามารถหาข้อยุติเกี่ยวกับผลการวิจัยเหล่านั้นได้ และ (2) เพื่อนำข้อความรู้ที่สังเคราะห์ได้นี้ไปช่วยในการพัฒนาโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรต่าง ๆ กับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ต่อไป

การสังเคราะห์งานวิจัยในครั้งนี้ มุ่งตอบคำถาม 2 ประการ คือ (1) วิธีสอนแบบต่าง ๆ มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์มากน้อยเพียงใด และ (2) ตัวแปรใดบ้าง ที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ และขนาดของความสัมพันธ์เป็นเท่าใด วิธีการหาคำตอบของคำถามทั้งสองนี้ โดยปกติทำได้ 3 แบบ (Kulik and Kulik, 1989) คือ (1) การจัดการทดลองสอนวิชาฟิสิกส์ด้วยวิธีการต่าง ๆ แล้วทดสอบขนาดความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม และ การวัดค่าตัวแปรต่าง ๆ จากกลุ่มตัวอย่างกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง แล้ว คำนวณขนาดของความสัมพันธ์ ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ขั้นต้น (primary analyses) หรือการวิเคราะห์ปฐมภูมิจากข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้โดยผู้ออกแบบงานวิจัยนั่นเอง หรือ (2) การนำข้อมูลจากงานวิจัยที่เคยทำไว้แล้วมาวิเคราะห์ใหม่ด้วยเทคนิควิธีการทางสถิติที่ดีขึ้น ที่เรียกว่าการวิเคราะห์ทุติยภูมิ (secondary analyses) และ (3) การสังเคราะห์งานวิจัย

ด้วยวิธีวิเคราะห์แบบเมต้า(meta-analyses) ซึ่งเป็นวิธีการเชิงปริมาณในการสังเคราะห์ผลงานวิจัยจำนวนมากเข้าด้วยกัน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อหาข้อสรุปของผลการศึกษาวิจัยเหล่านั้น ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการที่ 3 นี้ในการตอบคำถามวิจัยข้างต้น เนื่องจากจะทำให้ได้ทราบผลสรุปของงานวิจัยที่ผ่านมาทั้งหมด อันจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนารูปแบบความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้นระหว่างตัวแปรต่าง ๆ กับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์

แหล่งผลิตงานวิจัยในประเทศไทยมีหลายแหล่ง เช่น นิสิตนักศึกษาในระดับปริญญาโทและปริญญาตรีขึ้นไปในสถาบันต่าง ๆ อาจารย์ หน่วยงานราชการและเอกชนต่าง ๆ การสังเคราะห์งานวิจัยครั้งนี้ ได้กำหนดขอบเขตงานวิจัยที่จะสังเคราะห์ไว้ เฉพาะงานวิทยานิพนธ์ ของนิสิตนักศึกษา เนื่องจากสามารถติดตามงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ได้จากห้องสมุดของมหาวิทยาลัย ในขณะที่แหล่งผลิตงานวิจัยอื่น ๆ มักเสนอเพียงรายงานโดยสรุปไว้ในวารสารวิชาการต่าง ๆ การติดตามรายงานฉบับสมบูรณ์ทำได้ไม่สะดวก และได้กำหนดขอบเขตการศึกษาไว้เฉพาะ งานวิจัยจาก 3 สถาบัน คือ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เนื่องจากเป็นสถาบันที่มีหลักสูตรการเรียนการสอนระดับบัณฑิตศึกษา ในสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา หรือ สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ หนึ่ง เนื่องจากกรอบแนวคิดเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ในครั้งนี้ ครอบคลุมถึง ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ด้วย ขอบเขตของเนื้อหาที่สังเคราะห์ จึงประกอบด้วย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ และ ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ดังนั้น ประชากรงานวิจัยในการสังเคราะห์ครั้งนี้ จึงเป็นงานวิทยานิพนธ์ของนิสิตนักศึกษาระดับปริญญาโทและปริญญาตรีที่ผลิตขึ้นมาจาก 3 สถาบันดังกล่าวข้างต้น ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ (1) วิทยานิพนธ์ที่ศึกษาเรื่องราวเกี่ยวกับวิชาฟิสิกส์ในชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย รวมทั้งหมด 50 เรื่อง และ (2) วิทยานิพนธ์ที่ศึกษาเกี่ยวกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ รวมทั้งหมด 12 เรื่อง

การสังเคราะห์งานวิจัยเป็นการหาข้อสรุปจากผลงานวิจัยหลาย ๆ ชิ้น ศัพท์ที่มีความหมายใกล้เคียงใช้แทนศัพท์การสังเคราะห์การวิจัย ได้แก่ (นงลักษณ์ วิรัชชัย , 2530) ระเบียบวิธีบูรณาการงานวิจัย(method of integrating research) ระเบียบวิธีผสมผสานงานวิจัย (method of combining research) การวิเคราะห์ผลการสังเคราะห์ (the analysis of analysis) หรือ การวิจัยงานวิจัย (research of research) เนื่องจากการพัฒนาศาสตร์หรือความรู้ใหม่ ๆ ในสาขาวิชาใด ๆ ต้องอาศัยผลงานวิจัยเป็นพื้นฐาน ซึ่งโดยปกตินักวิจัยจำเป็นต้องศึกษางานวิจัยที่มีผู้ทำไว้ก่อนเพื่อเป็นพื้นฐานในการทำวิจัยของตน ในระยะแรกที่ผลงานวิจัยยังมีจำนวนไม่มากนัก นักวิจัยสังเคราะห์งานวิจัยโดยการบรรยายสรุปตามลำดับเวลา ซึ่ง อุทุมพร จามรมาน (2527) ได้กล่าว

ถึงจุดอ่อนของการสังเคราะห์แบบนี้ สรุปได้ว่า เป็นวิธีการที่ไม่มีระบบระเบียบแบบแผนใด ๆ ขึ้นอยู่กับผู้สังเคราะห์ว่าจะหยิบยกประเด็นอะไรออกมา และถ้ามีงานวิจัยจำนวนมากเกินความสามารถของผู้สังเคราะห์ ผลที่ได้ก็จะกลายเป็นความเห็นส่วนตัวของผู้สังเคราะห์ไป ในระยะหลัง เมื่อปริมาณงานวิจัย มีมากขึ้น การสังเคราะห์แบบเดิมไม่ช่วยให้เห็นภาพรวมของผลการวิจัยทั้งหมด จึงเริ่มมีการหาวิธีสังเคราะห์ผลการวิจัยใหม่ เช่น การพิจารณาว่าผลการวิจัยมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ การนับคะแนนเสียง(vote counting method) ซึ่งเป็นการนับความถี่จำนวนงานวิจัยจำแนก ตามผลการทดสอบสมมติฐานเป็น กลุ่มที่ผลวิจัยมีนัยสำคัญทางสถิติไปในทิศทางเดียวกัน กลุ่มที่ผลวิจัยมีนัยสำคัญทางสถิติแต่ต่างทิศทางกัน และ กลุ่มที่ผลวิจัยไม่มีนัยสำคัญทางสถิติแล้วสรุปผล การสังเคราะห์ตามกลุ่มที่มีความถี่สูงสุด เป็นต้น นับเป็นความพยายามในการเริ่มต้นนำเอา วิธีการทางสถิติมาใช้ในการสังเคราะห์ผลการวิจัย บุคคลแรกที่ได้รับการยอมรับว่าเป็นผู้ใช้วิธีการอย่างมีระบบในการสังเคราะห์งานวิจัย คือ ศาสตราจารย์ จิน วี แกลส (Gene V. Glass) ซึ่งได้เรียกรูปแบบการสังเคราะห์งานวิจัยของเขาว่า " การวิเคราะห์เมตา "(meta- analysis) ลักษณะพิเศษของวิธีการนี้คือ ผู้วิจัยต้องประมาณค่าขนาดอิทธิพล(effect size) ซึ่งเป็นดัชนีมาตรฐานจากงานวิจัยแต่ละเรื่องก่อน แล้วจึงประมาณค่าขนาดอิทธิพลของประชากร จากดัชนีมาตรฐานซึ่งรวมจากงานวิจัยทั้งหมด (ศิริยุพา พูลสุวรรณ, 2530) โดย แกลส ได้ เสนอสูตรในการประมาณค่าขนาดอิทธิพลจากงานวิจัยเชิงทดลอง และงานวิจัยเชิงสหสัมพันธ์ไว้ ซึ่งในภายหลัง มีผู้พัฒนาสูตรสถิติในการสังเคราะห์งานวิจัยโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์เมตานี้อีกมากมาย เช่น (Kulik and Kulik, 1989) สูตรของเฮดเจส์ (Hedges) สูตรของฮันเตอร์ และชมิทท์(Hunter and Schmidt) สูตรของโรเซนธาล(Rosenthal) เป็นต้น

การสังเคราะห์ผลการวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์วิชาชีพศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ ดำเนินการตามขั้นตอนของ แกลส ดังนี้ (อุทุมพร จามรมาน, 2527)

1. คัดเลือกงานวิจัยที่จะนำมาสังเคราะห์ โดยพิจารณาจากจุดมุ่งหมายของ การสังเคราะห์ และตรวจสอบว่า งานวิจัยเหล่านั้นระบุค่าสถิติต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับการสังเคราะห์ไว้ครบถ้วนหรือไม่ ตรวจสอบความถูกต้องของงานวิจัยแต่ละชิ้น แล้วบันทึกรายละเอียดในแบบสรุปรายงานการวิจัย

2. สังเคราะห์งานวิจัย โดยคำนวณ ขนาดอิทธิพล(effect size) ตามวิธีการดังนี้

2.1. งานวิจัยเชิงทดลอง

2.1.1 หาขนาดอิทธิพล ในลักษณะของ ความแตกต่างเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ที่เกิดขึ้นเนื่องจากการทดลองใส่ตัวแปรวิธีสอนวิธีต่าง ๆ เข้าไป โดยใช้สูตร

$$d = (\bar{X}_E - \bar{X}_C) / S_C$$

เมื่อ d = ขนาดอิทธิพล

\bar{X}_E = ค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ ของกลุ่มทดลอง

\bar{X}_C = ค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ ของกลุ่มควบคุม

S_C = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ ของกลุ่มควบคุม

2.1.2 เปลี่ยนค่าขนาดอิทธิพล (d) เป็น ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r)

จากสูตร

$$r = d / [d^2 + 4(N-2)/N]^{1/2}$$

เมื่อ N = $n_E + n_C$

n_E = ขนาดของกลุ่มทดลอง

n_C = ขนาดของกลุ่มควบคุม

2.1.3 หาค่าเฉลี่ยขนาดอิทธิพล (\bar{d}) และ ค่าเฉลี่ยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (\bar{r}) จากสูตร

$$\bar{d} = \sum_{i=1}^k d_i / k \quad \text{และ} \quad \bar{r} = \sum_{i=1}^k |r_i| / k$$

เมื่อ d_i = ขนาดอิทธิพลในงานวิจัยที่ i ($i = 1, 2, \dots, k$)

$|r_i|$ = ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในงานวิจัยเรื่องที่ i ($i = 1, 2, \dots, k$)

k = จำนวนงานวิจัยที่นำมาสังเคราะห์

2.1.4 หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของขนาดอิทธิพล (S_d) และ ส่วน

เบี่ยงเบนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (S_r) จากสูตร

$$S_d = \sqrt{\sum_{i=1}^k (d_i - \bar{d})^2 / k}$$

และ

$$S_r = \sqrt{\sum_{i=1}^k (r_i - \bar{r})^2 / k}$$

เมื่อ d_i = ขนาดอิทธิพลในงานวิจัยที่ i ($i = 1, 2, \dots, k$)

\bar{d} = ค่าเฉลี่ยขนาดอิทธิพล

r_i = ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในงานวิจัยเรื่องที่ i ($i = 1, 2, \dots, k$)

\bar{r} = ค่าเฉลี่ยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

k = จำนวนงานวิจัยที่นำมาสังเคราะห์

2.2 งานวิจัยเชิงสหสัมพันธ์

2.2.1 หาค่า ขนาดอิทธิพล ที่วัดในรูปความสัมพันธ์ จาก ค่าเฉลี่ย สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (\bar{r}) และค่าเฉลี่ยสัมประสิทธิ์การถดถอยมาตรฐานหรือน้ำหนักเบตาเฉลี่ย ($\bar{\beta}$) โดยใช้สูตรเดียวกับ ข้อ 2.1.3 และ สูตร

$$\bar{\beta} = \sum_{i=1}^k \beta_i / k$$

เมื่อ $\bar{\beta}$ = ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเบตา

β_i = ค่าน้ำหนักเบตาในงานวิจัยเรื่องที่ i ($i = 1, 2, \dots, k$)

k = จำนวนงานวิจัยทั้งหมดที่นำมาสังเคราะห์

2.2.2 หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของขนาดอิทธิพลที่วัดในรูปความสัมพันธ์

สัมพันธ์ (S_r) และ (S_β) จากสูตร

$$S_r = \sqrt{\sum_{i=1}^k (r_i - \bar{r})^2 / k}$$

และ

$$S_\beta = \sqrt{\sum_{i=1}^k (\beta_i - \bar{\beta})^2 / k}$$

เมื่อ S_r = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

r_i = ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในงานวิจัยที่ i ($i = 1, 2, \dots, k$)

\bar{r} = ค่าเฉลี่ยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

S_β = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าน้ำหนักเบตา

β_i = ค่าน้ำหนักเบตาในงานวิจัยเรื่องที่ i ($i = 1, 2, \dots, k$)

$\bar{\beta}$ = ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเบตา

k = จำนวนงานวิจัยที่นำมาสังเคราะห์

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการสังเคราะห์ แบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม คือ (1) งานวิจัย ที่ศึกษา ตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษา รวมทั้งสิ้น 19 เรื่อง เป็นงานที่ ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระ กับ ผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ด้านเนื้อหา โดยไม่มีการ ทดลองใด ๆ รวม 11 เรื่อง และ งานวิจัย ที่ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ โดยการ ทดลองใช้วิธีสอนแบบใดแบบหนึ่ง กับ การสอนแบบปกติ ที่รายงานค่าสถิติที่จำเป็นสำหรับการวิ เคราะห์เมต้าวิเคราะห์ด้วยสมบูรณ รวม 8 เรื่อง (2) งานวิจัยที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปร อิสระ กับ ผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ด้านทักษะปฏิบัติการ 1 เรื่อง และ (3) งานวิจัยที่ศึกษา ความ สัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระกับ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา รวมทั้ง สิ้น 9 เรื่อง

การเสนอผลการสังเคราะห์ จะเสนอเรียงตามลำดับดังนี้ คือ

3.1 ผลการสังเคราะห์งานวิจัยที่ศึกษาตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ด้านเนื้อหา

3.2 ผลการสังเคราะห์งานวิจัยที่ศึกษาตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ด้านทักษะปฏิบัติการ

3.3 ผลการสังเคราะห์งานวิจัยที่ศึกษาตัวแปรทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

ผลการสังเคราะห์งานวิจัยที่ศึกษาตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ด้านเนื้อหา

ผลการสังเคราะห์สรุปได้ดังนี้

1). งานวิจัยเชิงทดลอง

ผลการสังเคราะห์งานวิจัยเชิงทดลองทั้ง 8 เรื่องได้ค่าขนาดอิทธิพล (d) รวม 8 ค่า มีขนาดตั้งแต่ -0.05 ถึง 1.78 เมื่อนำมาหาค่าเฉลี่ย พบว่า ค่าเฉลี่ยขนาดอิทธิพล (\bar{d}) เท่ากับ 0.59 ซึ่งสรุปได้ว่าการทดลองเปรียบเทียบวิธีสอนแบบต่าง ๆ กับ วิธีสอนแบบปกตินั้น คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม จะ ต่ำกว่า คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง 0.59 เท่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มควบคุม และ ถ้าพิจารณาเฉพาะงานวิจัยที่ผลการศึกษามีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีจำนวน 5 เรื่อง พบว่า ค่าเฉลี่ยขนาดอิทธิพลเท่ากับ 0.87 แสดงว่า คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม ต่ำกว่า คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง 0.87 เท่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของกลุ่มควบคุม รายละเอียดขนาดอิทธิพลของงานวิจัยแต่ละเรื่อง แสดงไว้ดัง ตารางที่ 5 ส่วนค่าเฉลี่ยขนาดอิทธิพลและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แสดงไว้ดังตารางที่ 6 และ เมื่อพิจารณาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของขนาดอิทธิพล จากงานวิจัยทั้งหมด และจากงานวิจัย 5 เรื่อง พบว่า มีค่าเท่ากับ 0.53 และ 0.48 ตามลำดับ แสดงว่าความแตกต่างระหว่างขนาดอิทธิพลของงานวิจัยเหล่านี้ มีค่าต่ำ สามารถนำขนาดอิทธิพลเหล่านี้มาพิจารณาร่วมกันได้

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างวิธีสอนแบบต่าง ๆ กับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ มีค่าตั้งแต่ -0.02 ถึง $.66$ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เฉลี่ยเป็น $.26$ แสดงว่า ขนาดของความสัมพัทธ์ระหว่างวิธีสอนแบบต่าง ๆ กับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ โดย เฉลี่ยเป็น $.26$ หรือ วิธีสอนแบบต่าง ๆ สามารถอธิบายความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ได้ร้อยละ 6.76 และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เฉลี่ย เมื่อพิจารณาเฉพาะงานวิจัยที่ผลการศึกษามีนัยสำคัญทางสถิติมีค่าเท่ากับ $.38$ แสดงว่า ขนาดของความสัมพัทธ์ระหว่างวิธีสอนแบบต่าง ๆ กับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ สูงกว่าวิธีสอนแบบเดิมโดยเฉลี่ยเป็น $.38$ หรือวิธีสอนแบบต่าง ๆ ที่ทำให้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ สูงกว่า วิธีสอนแบบเดิม สามารถอธิบายความแปรปรวน ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ได้ร้อยละ 14.44 และในทำนองเดียวกันเมื่อพิจารณาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ จากงานวิจัยทั้งหมด และจาก งานวิจัย 5 เรื่อง พบว่า มีค่าเท่ากับ 0.21 และ 0.17 ตามลำดับ แสดงว่า ความแตกต่างระหว่าง ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างวิธีสอนแบบต่าง ๆ กับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา ฟิสิกส์จากงานวิจัยเหล่านี้ มีค่าต่ำ จึงสามารถนำค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เหล่านี้มาพิจารณาร่วมกันได้

ตารางที่ 5 ขนาดอิทธิพล (d) และ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ของงานวิจัยเชิงทดลอง

ผู้วิจัย พ.ศ.		n	\bar{X}	SD	t	d
กลุ่มตัวอย่าง						(r)
นิฟาริด 2528.	กลุ่มทดลอง	18	25.42	8.44	ไม่ต่าง	.18
ม.5 สาริตสงขลา	กลุ่มควบคุม	18	24.44	5.59	(F=0.11)	(.09)
รอบรู้-ปกติ						
วันดี 2528.	กลุ่มทดลอง	40	25.25	4.94	2.35*	.61
ม.4. สตรีทุ่งสง นครฯ	กลุ่มควบคุม	40	22.95	3.74		(.29)
มีการแก้ไขข้อบกพร่อง-ปกติ						
ลีอเดช 2530	กลุ่มทดลอง	37	17.95	3.57	7.93**	1.78
ม.5 ศรีกระนวนฯขอนแก่น	กลุ่มควบคุม	38	11.24	3.78		(.66)
แบบผสม-ปกติ						
รังสฤษฎี 2532	กลุ่มทดลอง	24	33.50	7.02	2.60*	.71
ม.4 ที่ผลสัมฤทธิ์ต่ำ	กลุ่มควบคุม	24	29.83	5.15		(.34)
วัดหนองจอก กทม.						
ซ่อมเสริมโดยเกม-ปกติ						
พงศ์ธร 2533	กลุ่มทดลอง	40	22.05	3.82	3.98*	.85
ม.4 บ้านนา"นายกพิทยากร"	กลุ่มควบคุม	40	18.45	4.26		(.39)
มินิคอร์ส-ปกติ						
ยุทธนา 2533	กลุ่มทดลอง	36	11.89	2.39	ไม่ต่าง	.25
ม.5 พระโขนงวิทยาลัย	กลุ่มควบคุม	36	11.22	2.65	(F=1.43)	(.12)
เทปโทรทัศน์-ปกติ						
จริยา 2534.	กลุ่มทดลอง	31	8.77	3.29	ไม่ต่าง	-.05
ม.4 ท่าตะโก นครสวรรค์	กลุ่มควบคุม	31	8.90	2.82		(-.02)
กลุ่มสัมพันธ์-ปกติ						
มณฑล 2534.	กลุ่มทดลอง	23	13.17	5.33	2.57**	.40
ม.4ที่ผลสัมฤทธิ์ไม่ถึง 80 %	กลุ่มควบคุม	23	9.91	8.08		(.20)
สุรศักดิ์มนตรี กทม.						
แก้ไขข้อบกพร่องโดยCAI-ปกติ						

** = มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

* = มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 5 สามารถคำนวณค่าเฉลี่ยขนาดอิทธิพล (\bar{d}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S_d) ค่าเฉลี่ยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์(\bar{r}) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S_r) ได้ดังตารางที่ 6 ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยขนาดอิทธิพล(\bar{d}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S_d)ค่าเฉลี่ยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์(\bar{r}) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S_r) จากงานวิจัยเชิงทดลองเกี่ยวกับวิธีสอนแบบต่าง ๆ กับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์

กลุ่มตัวอย่าง	\bar{d}	S_d	\bar{r}	S_r
งานวิจัยทั้งหมด	0.59	0.53	0.26	0.21
งานวิจัย 5 เรื่อง ที่ผลการศึกษามี นัยสำคัญทางสถิติ	0.87	0.48	0.38	0.17

2) งานวิจัยเชิงสหสัมพันธ์

งานวิจัยเชิงสหสัมพันธ์ ที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระต่าง ๆ กับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านเนื้อหาวิชาที่คัดเลือกมาสังเคราะห์มีทั้งสิ้น 11 เรื่อง รวมจำนวนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้งหมดได้ 70 ค่าและจำนวนค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยมาตรฐานหรือค่าน้ำหนักเบตาทั้งหมด 23 ค่า เป็นค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มตัวแปรบริบทกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 11 ค่าและค่าน้ำหนักเบตา 2 ค่าเป็นค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มตัวแปรปัจจัยนำเข้าด้านตัวนักเรียนและครู กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์จำนวน 31 และ 5 ค่าและค่าน้ำหนักเบตา 18 และ 3 ค่าตามลำดับ เป็นค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง กลุ่มตัวแปรกระบวนการ กับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ จำนวน 23 ค่าและค่าน้ำหนักเบตา 1 ค่าและเป็นค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรผลผลิต(ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์) กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์จำนวน 1ค่า ขนาดความสัมพันธ์เป็น .73 (ค่าน้ำหนักเบตาเป็น .75) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เฉลี่ยในกลุ่มตัวแปรบริบทอยู่ระหว่าง .01 ถึง .50 ส่วนค่าน้ำหนักเบตาเฉลี่ยอยู่ระหว่าง .01 ถึง .04 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เฉลี่ยในกลุ่มตัวแปรปัจจัยนำเข้าด้านตัวนักเรียนอยู่ระหว่าง .13 ถึง .86 ส่วนค่าน้ำหนักเบตาเฉลี่ยอยู่ระหว่าง -.02 ถึง .47 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เฉลี่ยในกลุ่มตัวแปรปัจจัยนำเข้าด้านตัวครู มีค่าระหว่าง .03 ถึง .22 ส่วนค่าน้ำหนักเบตาเฉลี่ยอยู่ระหว่าง -.01 ถึง -.03 และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เฉลี่ยในกลุ่มตัวแปรกระบวนการอยู่ระหว่าง .01 ถึง .32 ส่วนค่าน้ำหนักเบตาเฉลี่ย

เป็น .02 รายละเอียดค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เฉลี่ยและค่าน้ำหนักเบตาเฉลี่ยแสดงไว้ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เฉลี่ย(\bar{r}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S_r) ระหว่าง ตัวแปรอิสระต่าง ๆ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านเนื้อหาวิชา และ ค่าน้ำหนักเบตาเฉลี่ย($\bar{\beta}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S_β)

ตัวแปรอิสระ	จำนวน งานวิจัย	จำนวนค่า สหสัมพันธ์	\bar{r}	S_r	จำนวนค่า น้ำหนัก β	$\bar{\beta}$	S_β
ตัวแปรบริบท							
สภาพแวดล้อมทางบ้าน							
เศรษฐกิจ-สังคม-ศึกษา	2	5	.34	.27	1	.04	-
จำนวนพี่น้องในบ้าน	1	1	.06	-	-	-	-
ครอบครัวสัมพันธ์	1	1	.01	-	1	.01	-
ถิ่นที่ตั้งของบ้าน	1	1	.29	-	-	-	-
การส่งเสริมของพ่อแม่	1	1	.07	-	-	-	-
สภาพแวดล้อมทางโรงเรียน							
อัตราส่วนนักเรียนต่อครู	1	1	.50	-	-	-	-
ขนาดของโรงเรียน	1	1	.50	-	-	-	-
ตัวแปรปัจจัยนำเข้า							
นักเรียน							
เพศ	1	1	.14	-	-	-	-
การได้เรียนชั้นอนุบาล	1	1	.13	-	-	-	-
ความสามารถ	5	12	.34	.21	11	.15	.16
ความรู้พื้นฐานวิทย์คณิต	2	4	.86	.09	2	.47	.32
คิดสร้างสรรค์วิทย์	1	1	.24	-	-	-	-
เข้าใจลักษณะวิทย์	1	1	.58	-	-	-	-

ตารางที่ 7 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เฉลี่ย(\bar{r}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S_r)ระหว่าง ตัวแปรอิสระต่าง ๆ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านเนื้อหาวิชา และ ค่าน้ำหนักเบตาเฉลี่ย($\bar{\beta}$)และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S_β) (ต่อ)

ตัวแปรอิสระ	จำนวนงานวิจัย	จำนวนค่าสหสัมพันธ์	\bar{r}	S_r	จำนวนค่าน้ำหนัก β	$\bar{\beta}$	S_β
เจตคติเชิงวิทย์	2	2	.41	.31	1	.05	-
เจตคติ	3	7	.20	.16	2	.12	.08
ทักษะการเรียนรู้	1	1	.53	-	1	.03	-
แรงจูงใจ	1	1	.16	-	1	-.02	-
ครู							
เพศ	1	1	.13	-	-	-	-
อายุ	1	1	nd	-	-	-	-
ประสบการณ์	1	1	.03	-	1	.03	-
เจตคติต่อการสอน	1	1	.14	-	1	.02	-
เจตคติเชิงวิทย์	1	1	.22	-	1	-.01	-
ตัวแปรกระบวนการ							
สถิติการขาดเรียน	1	1	.01	-	-	-	-
คุณภาพการสอน	1	1	.32	-	1	.02	-
จำนวนใช้อุปกรณ์ทดลอง	1	1	.28	-	-	-	-
จำนวนอุปกรณ์ทดลอง	1	1	.17	-	-	-	-
การสอบซ่อม	1	1	.14	-	-	-	-
กิจกรรมทางวิชาการ	1	7	.07	.05	-	-	-
การทำกิจกรรมอื่น ๆ	1	11	.07	.07	-	-	-
ตัวแปรผลผลิต							
ทักษะกระบวนการวิทย์	1	1	.73	-	1	.75	-

- = ไม่ได้ศึกษา

nd = ข้อมูลขาดหายไปเนื่องจากการเข้าเล่ม

ผลการสังเคราะห์งานวิจัยที่ศึกษาตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านทักษะปฏิบัติการ

งานวิจัยที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระต่าง ๆ กับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ด้านทักษะปฏิบัติการ มีเพียง 1 เรื่อง คืองานวิจัยของ เสน่ห์ ลิลา (2536) ซึ่งศึกษาองค์ประกอบด้าน นักเรียน ครู และ สิ่งแวดล้อมในการเรียน ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ด้าน ทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 620 คน ผลการศึกษาพบว่า ตัวพยากรณ์ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์ มี 8 ตัว เป็นตัวพยากรณ์ด้านบวก 4 ตัว คือ (1)เจตคติต่อวิชาฟิสิกส์และครูฟิสิกส์ (2) เจตคติของครู ต่อวิชาฟิสิกส์และการสอนวิชาฟิสิกส์ (3) ครูมีการศึกษาระดับปริญญาตรี และ (4) จำนวนนักเรียนที่ใช้ห้องปฏิบัติการมีความเหมาะสม เป็นตัวพยากรณ์ด้านลบ 4 ตัว คือ (1) ครูสอนฟิสิกส์ 5-8 คาบต่อสัปดาห์ (2) นาน ๆ ครั้งครูจึงได้รับการสอบถามปัญหาในการสอนจากผู้บังคับบัญชา (3) โรงเรียนไม่มีที่เก็บอุปกรณ์โดยเฉพาะ และ(4) นักเรียนไม่มีเวลาว่างในการทำการบ้าน โดยตัวพยากรณ์เหล่านี้ ร่วมกันอธิบายความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์ ได้ประมาณร้อยละ 78 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์และค่าน้ำหนักเบตาของตัวแปรต่าง ๆ เป็นดังนี้

ตัวแปรอิสระ	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	ค่าน้ำหนักเบตา
เจตคติของนักเรียนต่อวิชาฟิสิกส์และครูฟิสิกส์	.84	.56
เจตคติของครูต่อวิชาฟิสิกส์และการสอนวิชาฟิสิกส์	.79	.11
ระดับคะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	.75	ns
นักเรียนทำการบ้านและทบทวนบทเรียนทุกวัน	.71	ns
ในภาคเรียนที่ 1 นักเรียนไม่เคยขาดเรียนเลย	.60	ns
ครูไม่เคยได้รับการสอบถามปัญหาในการสอนจากผู้บังคับบัญชา	.60	ns
นักเรียนทำการบ้านและทบทวนบทเรียนเมื่อใกล้สอบ	-.70	ns
นาน ๆ ครั้ง ผู้บังคับบัญชาจึงถามปัญหาในการสอน	-.60	-.13
ในภาคเรียนที่ 1 นักเรียนขาดเรียนบ้างเป็นครั้งคราว	-.57	ns
เพศ	.12	ns
ในภาคเรียนที่ 1 นักเรียนขาดเรียนบ่อยครั้ง	-.14	ns
ครูอายุตั้งแต่ 36 ปีขึ้นไป	.18	ns
ครูอายุระหว่าง 26-30 ปี	-.13	ns
ครูมีการศึกษาระดับปริญญาตรี	-.18	.05
ครูมีการศึกษาสูงกว่าระดับปริญญาตรี	.15	ns

ตัวแปรอิสระ	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	ค่าน้ำหนักเบตา
ครูสอนฟิสิกส์มาแล้ว 0-5 ปี	-.12	ns
ครูสอนฟิสิกส์มาแล้ว 6-10 ปี	-.24	ns
ครูสอนฟิสิกส์มาแล้ว 11 ปีขึ้นไป	.28	ns
ครูสอนฟิสิกส์ 5-8 คาบต่อสัปดาห์	.11	-.08
ครูสอนฟิสิกส์ 9-12 คาบต่อสัปดาห์	-.09	ns
ครูสอนวิชาอื่นนอกจากวิชาฟิสิกส์ 5-8 คาบต่อสัปดาห์	.12	ns
ครูสอนตรงตามสาขาวิชาเอกที่เรียนมา	.12	ns
ครูเคยได้รับการอบรมวิทยาศาสตร์-ฟิสิกส์ตามหลักสูตร สสวท.	.11	ns
ครูสอนโดยวิธีบรรยาย	.12	ns
ครูสอนโดยวิธีตั้งคำถาม	-.11	ns
ครูสอนโดยวิธีอื่น ๆ	-.09	ns
โรงเรียนไม่มีที่เก็บอุปกรณ์โดยเฉพาะ	-.12	-.07
อุปกรณ์ที่ใช้มีเพียงพอแก่นักเรียนทุกกลุ่ม	-.14	ns
อุปกรณ์ที่ใช้ไม่เพียงพอแก่นักเรียนเป็นบางครั้ง	.15	ns
นักเรียนจะทบทวนบทเรียนเฉพาะวันที่มีเวลาว่าง	-.07	ns
นักเรียนไม่มีเวลาว่างในการทำการบ้าน	-.02	-.04

ns = ไม่ได้รายงานไว้เนื่องจากไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการสังเคราะห์งานวิจัยที่ศึกษาตัวแปรทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

งานวิจัยเชิงสหสัมพันธ์ ที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรอิสระต่าง ๆ กับ ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ที่คัดเลือกมาสังเคราะห์ มีทั้งสิ้น 9 เรื่อง รวมจำนวนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้งหมดได้ 23 ค่า และค่าน้ำหนักเบตาทั้งหมด 15 ค่า ตัวแปรอิสระที่ศึกษาส่วนใหญ่เป็นตัวแปรปัจจัยนำเข้าด้านตัวนักเรียนและตัวแปรกระบวนการ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ระหว่างกลุ่มตัวแปรปัจจัยนำเข้าด้านตัวนักเรียน กับ ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ มี 14 ตัว มีค่าระหว่าง .02 ถึง .59 (ค่าน้ำหนักเบตามี 7 ตัว มีค่าระหว่าง -.01 ถึง .49) สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง กลุ่มตัวแปรกระบวนการ กับ ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ มี 6 ตัว มีค่าระหว่าง .07 ถึง .21 (ค่าน้ำหนักเบตามี 6 ตัว มีค่าระหว่าง .07 ถึง .18) รายละเอียดค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เฉลี่ยและค่าน้ำหนักเบตาเฉลี่ย แสดงไว้ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เฉลี่ย และ คำน้่านักเบตาเฉลี่ย ระหว่างตัวแปรอิสระต่าง ๆ กับ ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์

ตัวแปรอิสระ	จำนวน งาน วิจัย	จำนวน ค่า สห สัมพันธ์	\bar{r}	S_r	จำนวน น้ำหนัก เบตา	$\bar{\beta}$	S_{β}
ตัวแปรบริบท							
ลักษณะห้องเรียนวิทย์	1	1	.08	-	1	.09	-
ตัวแปรปัจจัยนำเข้า							
นักเรียน							
เพศ	1	1	.02	-	1	.08	-
ระดับชั้น	1	1	.10	-	1	.01	-
ผลการเรียนเดิม	1	1	.36	-	1	.24	-
ความรู้เดิมวิทย์	1	1	.59	-	1	.11	-
พัฒนาการปัญญา	2	2	.48	.02	1	.49	-
เจตคติวิทย์	5	5	.34	.17	1	.07	-
คิดสร้างสรรค์วิทย์	1	1	.33	-	-	-	-
เข้าใจลักษณะวิทย์	1	1	.42	-	-	-	-
รูปแบบการคิด	1	1	.33	-	1	.13	-
ครู							
คาบการสอน	1	1	.07	-	1	.15	-
กระบวนการ							
ทำการบ้านดูหนังสือ	1	1	.16	-	1	.16	-
วัดผลรู้-จำอื่น ๆ เท่ากัน	1	1	.20	-	1	.11	-
ถามปลายเปิดมากที่สุด	1	1	.08	-	1	.18	-
ให้ศึกษาด้วยตนเอง	1	1	.21	-	1	.10	-
วิธีสอนอื่น ๆ	1	1	.14	-	1	.10	-
อุปกรณ์ทดลองวิทย์	1	1	.07	-	1	.07	-
ตัวแปรผลผลิต							
ผลสัมฤทธิ์-ครูประเมิน	1	1	.51	-	-	-	-

- = ไม่ได้ศึกษา

จากการสังเคราะห์งานวิจัยทั้งหมดโดยใช้การวิเคราะห์เมต้าได้ตัวแปรตามกรอบความคิดการวิจัย ที่จะส่งผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ รวมทั้งหมด 44 ตัว ผู้วิจัย คัดเลือกเฉพาะตัวแปรที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เฉลี่ย และ/หรือ มีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยมาตรฐานเฉลี่ย ขนาดปานกลาง โดยกำหนดค่าตั้งแต่ .30 ขึ้นไป ได้ตัวแปรรวม 18 ตัว คือ ตัวแปรด้านบริบท 3 ตัว ได้แก่ ฐานะทางเศรษฐกิจสังคมการศึกษา อัตราส่วนนักเรียนต่อครูและขนาดของโรงเรียน ตัวแปรปัจจัยนำเข้า ด้านตัวนักเรียน 9 ตัว ได้แก่ ความสามารถในมิติต่าง ๆ ความรู้พื้นฐานเดิมหรือผลสัมฤทธิ์เดิม พัฒนาการทางสติปัญญา รูปแบบการคิด ความเข้าใจลักษณะความรู้วิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ทักษะการเรียนรู้ และเจตคติต่อครูและวิชาฟิสิกส์ ตัวแปรปัจจัยนำเข้าด้านตัวครู 2 ตัว ได้แก่ เจตคติต่อวิชาฟิสิกส์และการสอนฟิสิกส์ และความเอาใจใส่ของผู้บริหาร ตัวแปร กระบวนการ 4 ตัว ได้แก่ สถิติการเข้าชั้นเรียน วิธีสอน คุณภาพการสอน และ การทำการบ้านและทบทวนบทเรียน ข้อสรุปเกี่ยวกับตัวแปรที่คัดเลือกไว้เป็นดังตารางที่ 9

จากตารางที่ 9 เมื่อพิจารณาเฉพาะตัวแปรที่มีงานวิจัยศึกษายืนยันมากกว่า 1 เรื่อง หรือมีจำนวนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มากกว่า 1 ค่า พบว่า มีตัวแปรดังกล่าวทั้งสิ้นเพียง 6 ตัว เป็นตัวแปรด้านบริบท 1 ตัว คือ ฐานะทางเศรษฐกิจสังคมการศึกษา ตัวแปร ปัจจัยนำเข้า ด้านตัวนักเรียน 4 ตัว ได้แก่ ความสามารถในมิติต่าง ๆ ความรู้พื้นฐานเดิมหรือผลสัมฤทธิ์เดิม พัฒนาการทางสติปัญญา และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ และ ตัวแปรกระบวนการ 1 ตัว คือ วิธีสอนของครู ดังนั้น ผู้วิจัยจึงคัดตัวแปรทั้ง 6 ตัวนี้ เข้าไว้ในโมเดลความสัมพันธ์โครงสร้างที่จะพัฒนาขึ้น ส่วนตัวแปรอื่น ๆ นั้น ผู้วิจัยจะนำไปพิจารณาร่วมกับ ผลการศึกษาทบทวนวรรณคดี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ในต่างประเทศ รวมทั้งงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั้งในประเทศและต่างประเทศอีกครั้งหนึ่ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 9 ข้อสรุปเกี่ยวกับตัวแปรที่มีค่า r และ/หรือ β มากกว่าหรือเท่ากับ .30

ตัวแปรอิสระ	จำนวนค่า r/β	r/β	S_r/S_β	ตัวแปร ตาม
ตัวแปรบริบท				
1.ฐานะเศรษฐกิจสังคมการศึกษา	5 / 1	.34/.04	.27/ -	เนื้อหา
2.อัตราส่วนนักเรียนต่อครู	1 / -	.50/ -	- / -	เนื้อหา
3.ขนาดของโรงเรียน	1 / -	.50 / -	- / -	เนื้อหา
ตัวแปรปัจจัยนำเข้าด้านตัวนักเรียน				
1.ความสามารถในมิติต่าง ๆ	12 / 11	.34/.15	.21/.16	เนื้อหา
2.ความรู้พื้นฐานเดิม	4 / 2	.86/.47	.09/.32	เนื้อหา
	1 / -	.75 / -	- / -	ปฏิบัติ
	1 / 1	.59/.11	- / -	ทักษะ
3.พัฒนาการทางสติปัญญา	2 / 1	.48/.49	.02/ -	ทักษะ
4.รูปแบบการคิด	1 / -	.33/ -	- / -	ทักษะ
5.ความเข้าใจลักษณะความรู้วิทย์	1 / -	.58/ -	- / -	เนื้อหา
	1 / -	.42/ -	- / -	ทักษะ
6.ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทย์	1 / -	.33/ -	- / -	ทักษะ
7. เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์	7 / 1	.41/.35	.31/.05	เนื้อหา
8.ทักษะการเรียนรู้	1 / 1	.53/.03	- / -	เนื้อหา
9.เจตคติ	1 / 1	.84/.56	- / -	ปฏิบัติ
ด้านตัวครู				
1. เจตคติต่อวิชาฟิสิกส์และการสอน	1 / 1	.79/.11	- / -	ปฏิบัติ
2.ความเอาใจใส่ของผู้บริหาร	1 / -	.60/ -	- / -	ปฏิบัติ
ตัวแปรกระบวนการ				
1.สถิติการเข้าชั้นเรียน	1 / -	.60/ -	- / -	ปฏิบัติ
2.วิธีสอน		.26-.38*		เนื้อหา
3.คุณภาพการสอน	1 / 1	.32/.02	- / -	เนื้อหา
4.การทำบ้านและทบทวนบทเรียน	1 / 1	.70/-	- / -	ปฏิบัติ

* ค่าเฉลี่ยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากงานวิจัยเชิงทดลองจากตารางที่ 5

งานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ในต่างประเทศ

งานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉพาะวิชาฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาในต่างประเทศมีไม่มากนัก ถ้าศึกษาเฉพาะวิชาฟิสิกส์มัธยมศึกษาในระดับอุดมศึกษา ถ้าเป็นงานวิจัยที่ใช้กลุ่มตัวอย่างระดับมัธยมศึกษา มักศึกษาภาพรวมของวิชาวิทยาศาสตร์ ผลการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาโดยตรง (Young, 1990 ; Okpara and Onocha, 1988) พบว่า ความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ร้อยละ 63 ถึง 88.2 สามารถอธิบายได้จากตัวแปรดังต่อไปนี้ คือ ภูมิหลังทางบ้าน ซึ่งหมายถึง ระดับฐานะทางสังคม-การศึกษา (socio-educational level) เพศ เจตคติต่อประโยชน์ของวิทยาศาสตร์ (attitude towards the beneficial aspects of science) ความสามารถทางภาษา และ ความสามารถเชิงปริมาณ หรือ ความสามารถทางคณิตศาสตร์ อายุ ภาษาพูดที่บ้าน ความเข้าใจความหมายของคำ ความสนใจในฟิสิกส์ นิสัยในการเรียน และความกังวลในการทำแบบทดสอบ ทั้งนี้ ยัง (Young, 1990) ได้ใช้การวิเคราะห์พหุระดับ พบว่า ตัวแปรระดับโรงเรียนมีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชายและหญิงต่างกัน โดยตัวแปรระดับโรงเรียน ที่อธิบายความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ได้ ได้แก่ ระดับเฉลี่ยของฐานะทางสังคม-การศึกษาของนักเรียนในโรงเรียน ความสามารถเชิงภาษาเฉลี่ย และ ความสามารถเชิงคณิตศาสตร์โดยเฉลี่ยของนักเรียนในโรงเรียน

ในส่วนของงานวิจัยเชิงสหสัมพันธ์นั้น มีงานวิจัยของ อีฮินเดโร (Ehinderero, 1986) ที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง ผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์กับ ความคาดหวังของนักเรียน และเพศ ผลการศึกษาพบว่า ความคาดหวังในสัมฤทธิ์ผลของวิชาฟิสิกส์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์กับความคาดหวังในบทบาททางเพศมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์กับความคาดหวังในบทบาททางเพศ ด้วย

ในประเด็นของความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางฟิสิกส์กับความรู้เดิมทางคณิตศาสตร์นั้น ฮัดสัน และ รอทท์แมนน์ (Hudson and Rottmann, 1981) พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งสอง ของนักศึกษากลุ่มที่ได้เรียนวิชาฟิสิกส์เบื้องต้นจนจบภาคการศึกษา (913 คน) เป็น .42 ในขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งสองของนักศึกษากลุ่มที่ลงทะเบียนเรียนวิชาฟิสิกส์นี้ แต่ได้ถอนรายวิชาเรียนก่อนจบภาคการศึกษา (490 คน) เป็น .23 ซึ่งต่างก็มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ทั้ง 2 ค่า

อนึ่ง สไตน์แคมป์และแมร์ (Steincamp and Maehr, 1983) ได้สังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับความพอใจ ความสามารถ และผลสัมฤทธิ์วิทยาการ โดยใช้การวิเคราะห์เมตา จากรายงานการวิจัยและบทความ 66 ชิ้น ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 22.5 ตัว พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เฉลี่ยระหว่าง เพศ กับ ผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์เป็น .25 โดยเพศชายมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ดีกว่าเพศหญิง ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เฉลี่ย ระหว่างความสามารถทางปัญญา กับผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชายและหญิงเป็น .42 และ .46 ตามลำดับ และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เฉลี่ย ระหว่างผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์กับความรู้สึเกี่ยวกับฟิสิกส์ของนักเรียนชายและหญิงเป็น .16 และ .26 ตามลำดับ

ผลการทบทวนงานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ในต่างประเทศ สรุปได้ว่า ตัวแปรที่มีการศึกษาความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ของนักเรียนต่างประเทศ เป็นตัวแปรกลุ่มเดียวกับข้อค้นพบที่ได้จากการสังเคราะห์งานวิจัยในประเทศไทย คือ ตัวแปร(ตัวเลขในวงเล็บเป็นขนาดของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เฉลี่ย) เพศ (.25) ความสามารถเชิงปัญญา ซึ่งได้แก่ ความสามารถเชิงภาษา และ ความสามารถเชิงคณิตศาสตร์ (.42-.46) ความรู้เดิมวิชาคณิตศาสตร์ (.23-.42) และ ภูมิหลังที่บ้านซึ่งได้แก่ฐานะทางสังคมและการศึกษา ตัวแปรอื่น ๆ นอกเหนือจากนี้ ได้แก่ เจตคติและความสนใจ นิสัยในการเรียน อายุ และความกังวลในการทำแบบทดสอบ

อนึ่ง เนื่องจากวิชาฟิสิกส์เป็นสาขาหนึ่งของวิทยาศาสตร์ ดังนั้น การทบทวนวรรณคดีเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์น่าจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนารูปแบบความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้นระหว่างตัวแปรต่าง ๆ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ได้ ผู้วิจัยจึงทบทวนงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ทั้งในประเทศและต่างประเทศเพื่อประกอบการพิจารณาคัดเลือกตัวแปรเพิ่มเติมอีกครั้งหนึ่ง ผลการศึกษางานวิจัยเชิงสหสัมพันธ์เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย พบว่า ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มี 4 กลุ่ม คือ

1) กลุ่มตัวแปรปัจจัยนำเข้าเกี่ยวกับนักเรียน ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหา(ยูวดี บุญยศรีสวัสดิ์, 2529; เทอด แก้วศิริ, 2529)ความสามารถในการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ (มณฑณี อินทะนา, 2527) ความสามารถและความถนัดด้านเหตุผล(สุวิมล มาลีลย์, 2532 ; เสาวภา ณ นคร, 2530; เพ็ญ จรูญธรรมพินิจ, 2530) ความรู้เดิม(บำเหน็จ บุญบงค์, 2531 ; เพ็ญ จรูญธรรมพินิจ, 2530) อัตรานอัทสน์ (ทวีศักดิ์ ทิพโกมล, 2533 ; เพ็ญ จรูญธรรมพินิจ, 2530) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์(เพ็ญ จรูญธรรมพินิจ, 2530 ; ยูวดี บุญยศรีสวัสดิ์, 2529; เทอด แก้วศิริ, 2529 ; เสงี่ยม วิไลนวัฒน์, 2527) การฝึกฝนตนเอง(บำเหน็จ บุญบงค์, 2531)

และ นิสัยในการเรียน (เพ็ญ จรุงธรรมพินิจ, 2530 ; เทอด แก้วศิริ, 2529)

2) กลุ่มตัวแปรปัจจัยนำเข้าเกี่ยวกับครู ได้แก่ ขวัญและกำลังใจของครู วุฒิสูงสุด และจำนวนตำราที่ใช้ประกอบการสอน (บำเพ็ญ บุญบงศ์, 2531)

3) กลุ่มตัวแปรกระบวนการ ได้แก่ เวลาที่ใช้ในการเรียน กลวิธีสอน และคุณภาพวิธีสอน (พิมพันธ์ เคชะคุปต์, 2530 ; เพ็ญ จรุงธรรมพินิจ, 2530)

4) ตัวแปรผลสัมฤทธิ์ หรือ ผลได้จากการเรียนรู้ตัวหนึ่ง คือ ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ (บำเพ็ญ บุญบงศ์, 2531 ; เสถียร วิไลนวนันต์, 2527)

ในส่วนของงานวิจัยสหสัมพันธ์เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ในต่างประเทศนั้น มีผู้ศึกษาไว้เป็นจำนวนมาก ซึ่งมีนักวิจัยหลายท่านได้สังเคราะห์งานวิจัยเหล่านั้น โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์เมตา เช่น บูแลงเจอร์ (Boulanger, 1981) ; วิลสัน (Wilson, 1983) ; ไวส์และโอเค (Wise and Okey, 1983) ; เฟลมมิงและมาโลน (Fleming and Malone, 1983) ; และ สไตน์แคมป์ และ แมร์ (Steinkamp and Maehr, 1983) ผลการศึกษา พบว่า มีความสัมพันธ์ระหว่าง เพศ ผลสัมฤทธิ์เดิม ความสามารถทั่วไป ความสามารถเชิงการให้เหตุผล เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กลวิธีการสอน กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ มีการศึกษาผลสัมฤทธิ์ระหว่างชาติ (Walker, 1976 ; Postlethwaite and Wiley, 1992) พบว่า เพศ มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยเพศชายมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่า และ นักเรียนชายแสดงความสนใจในวิทยาศาสตร์ มากกว่านักเรียนหญิง ในทุกประเทศ และพบว่า ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันไปตามระดับชั้น (ประถม มัธยมต้น มัธยมปลาย) กล่าวคือ ในระดับประถมศึกษา ตัวแปรที่มีอิทธิพลอย่างมากต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ คือ ตัวแปรเกี่ยวกับบ้าน ตัวแปรที่มีอิทธิพลบ้าง คือ ตัวแปรความชอบโรงเรียน ในขณะที่ตัวแปรเกี่ยวกับบ้าน เกือบไม่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในทุกประเทศ (ยกเว้นประเทศเกาหลี)

งานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระยะหลังเป็นการพัฒนาโมเดลความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้นของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ตัวแปรที่ปรากฏในรูปแบบของงานวิจัยเหล่านี้ ได้แก่ เพศ ลักษณะส่วนบุคคลของนักเรียนและความถนัดสถานภาพทางเศรษฐกิจของครอบครัวและภูมิหลัง สภาพแวดล้อมในการเรียน แรงจูงใจในการเรียน ความสนใจ ความพยายามในการเรียนและการมีส่วนร่วมและความตั้งใจของนักเรียน (Cheung, 1993; Postlethwaite and Wiley, 1992) และอัทมโนทัศน์เชิงวิชาการ (March, 1992)

ผลการทบทวนวรรณกรรมทั้งหมด สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 10 - 14

ตารางที่ 10 ตัวแปรบริบทที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตัวแปร	ทั่วไป (ทฤษฎี)	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน				วิทยาศาสตร์		สาเหตุ
		ฟิสิกส์		ทักษะ กระบวนการ วิทย์	ไทย		เทศ	
		เนื้อหา	ปฏิบัติ		ไทย	เทศ		
สภาพแวดล้อมที่บ้าน	x						//o	
ฐานะเศรษฐกิจ-สังคม-การศึกษา		*	-	-	-	x	.14- - 48 //	
จำนวนพี่น้องในครอบครัว		x	-	-	-	-	-	
ครอบครัวสัมพันธ์		x	-	-	-	-	-	
ถิ่นที่ตั้งของบ้าน		x	-	-	-	-	-	
การส่งเสริมของผู้ปกครอง		x	-	-	-	-	-	
literacy at home		-	-	-	-	-	//	
บรรยากาศทางปัญญา		-	-	-	-	x	-	
บรรยากาศทางอารมณ์		-	-	-	-	x	-	
สภาพแวดล้อมโรงเรียน	x				.34			
อัตราส่วนนักเรียนต่อครู		.50	-	-	-	-	-	
ขนาดของโรงเรียน		.50	-	-	-	-	x	
สภาพแวดล้อมสังคม								
สื่อทีวี	/	-	-	-	-	-	.01-40 //	
เพื่อน	/	-	-	-	-	-	.06-31 //	

x = ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ไม่ถึง .30 และ/หรือไม่รายงานค่า

// = มีอิทธิพลทางตรง o = มีอิทธิพลทางอ้อม

* = ตัวแปรที่คัดเลือกไว้แล้วจากการวิเคราะห์เมต้า

- = ไม่ได้ศึกษา

ตารางที่ 11 ตัวแปรปัจจัยนำเข้าด้านตัวนักเรียนที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตัวแปร ปัจจัยนำเข้า ด้านนักเรียน	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน							
	ทั่วไป (ทฤษฎี) ไทย	ฟิสิกส์		ทักษะ		วิทยาศาสตร์		สาเหตุ
		เนื้อหา	ปฏิบัติ	กระบวนการ	วิทย์	ไทย	เทศ	
นักเรียน	x							
เพศ	x	x	-	-	x	x	//o	
อายุ	-	x	-	-	-	-	-	
การได้เรียนชั้นอนุบาล	x	-	-	-	-	-	-	
ความสามารถมิติต่าง ๆ	x	*	x	-	*	.17-.79	.43-.75	//
ความรู้พื้นฐานเดิม	x	*	x	*	*	.32-.57	.46-.74	//
คิดสร้างสรรค์วิทย์	x	-	-	.33	-	-	-	
เข้าใจลักษณะความรู้วิทย์	*	-	-	*	-	-	-	
แบบการคิด	-	-	-	.33	-	-	-	
เจตคติเชิงวิทย์	*	-	-	*	-	x	-	
ทักษะนิสัยการเรียน	.53	x	-	-	.11-.45	x	//	
แรงจูงใจ	x	-	-	-	x	.12 - .30	//o	
พัฒนาการทางปัญญา	-	-	-	*	-	-	-	
อัตรานอัทสน์	-	-	-	-	.01 - .35	.46 - .68	//	
ความสนใจ	-	-	-	-	-	-	//o	

x = ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ไม่ถึง .30 และ/หรือไม่รายงานค่า

// = มีอิทธิพลทางตรง o = มีอิทธิพลทางอ้อม

* = ตัวแปรที่คัดเลือกไว้แล้วจากการวิเคราะห์เมตต้า

- = ไม่ได้ศึกษา

ตารางที่ 12 ตัวแปรปัจจัยนำเข้าด้านตัวครู ที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตัวแปร ปัจจัยนำเข้า ด้านตัวครู	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน					วิทยาศาสตร์		สาเหตุ
	ทั่วไป (ทฤษฎี)	ฟิสิกส์		ทักษะ กระบวนการ วิทย์	ไทย		เทศ	
		เนื้อหา	ปฏิบัติ		ไทย	เทศ		
ครู	/							
เพศ	x	-	-	-	-	-	-	-
อายุ	x	-	-	-	-	-	-	-
ประสบการณ์(สอน อบรม)	x	-	x	-	x	x	//	
วุฒิ	-	-	x	-	x	-	-	-
จำนวนคาบการสอน	-	-	x	x	-	-	-	-
จำนวนตำรา	-	-	-	-	x	-	-	-
ขวัญกำลังใจ	-	-	-	-	.68	-	-	-
เวลาเตรียมการสอน	-	-	-	-	-	x	-	-
เจตคติต่อการสอน	x	-	.79	-	-	-	-	-
เจตคติเชิงวิทย์	x	-	-	-	-	-	-	-

x = ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ไม่ถึง .30 และ/หรือไม่รายงานค่า

// = มีอิทธิพลทางตรง o = มีอิทธิพลทางอ้อม

* = ตัวแปรที่คัดเลือกไว้แล้วจากการวิเคราะห์เมต้า

- = ไม่ได้ศึกษา

ศูนย์วิทยุทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 13 ตัวแปรกระบวนการที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตัวแปร	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน						
	ทั่วไป (ทฤษฎี)	ฟิสิกส์		ทักษะ		วิทยาศาสตร์	
		เนื้อหา ไทย	เนื้อหา เทศ	ปฏิบัติ วิทย์	กระบวนการ วิทย์	ไทย	เทศ
กิจกรรมนักเรียน	x						
สถิติการขาดเรียน	x	-	*	-	-	-	-
การสอบซ่อม	x	-	-	-	-	-	-
การทำกิจกรรมทางวิชาการ	x	-	-	-	-	x	-
ความพยายาม การฝึกฝน	-	-	-	-	.61	x	//
จำนวนครั้ง-ใช้อุปกรณ์ทดลอง	x	-	-	-	-	x	//
กิจกรรมครู	x						
วิธีสอน แบบการสอน	*	x	x	x	.54	x	//
คุณภาพการสอน	x	*	x	x	.09-.53	.04 - .17	//
การวัดผล	-	-	-	x	x	-	-
การใช้คำถาม	-	-	-	x	-	x	-
จำนวนนร.ในกลุ่มทดลอง	-	-	x	-	-	-	-
จำนวนอุปกรณ์ทดลอง	x	-	-	-	-	x	//
ที่เก็บอุปกรณ์วิทย์	-	-	x	-	-	-	-
ลักษณะห้องเรียนวิทย์	-	-	-	x	-	-	-
เวลา	x						
การเรียนการสอน	-	-	-	-	.45	.08 - .30	//
การทดลอง	-	-	x	x	-	x	//
การบ้าน	-	-	*	x	-	-	-

x = ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ไม่ถึง .30 และ/หรือไม่รายงานค่า

// = มีอิทธิพลทางตรง o = มีอิทธิพลทางอ้อม

* = ตัวแปรที่คัดเลือกไว้แล้วจากการวิเคราะห์เมต้า

- = ไม่ได้ศึกษา

ตารางที่ 14 ตัวแปรผลผลิต ที่มีความสัมพันธ์กับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตัวแปร	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน							
	ทั่วไป (ทฤษฎี)	ฟิสิกส์		ทักษะ กระบวนการ วิทย์	วิทยาศาสตร์			
		เนื้อหา	ปฏิบัติ		ไทย	เทศ	สาเหตุ	
ทักษะกระบวนการวิทย์	*	-	-	-	-	-	-	
เจตคติ	x	x	x	*	-	x	x	//

x = ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ไม่ถึง .30 และ/หรือไม่รายงานค่า

// = มีอิทธิพลทางตรง o = มีอิทธิพลทางอ้อม

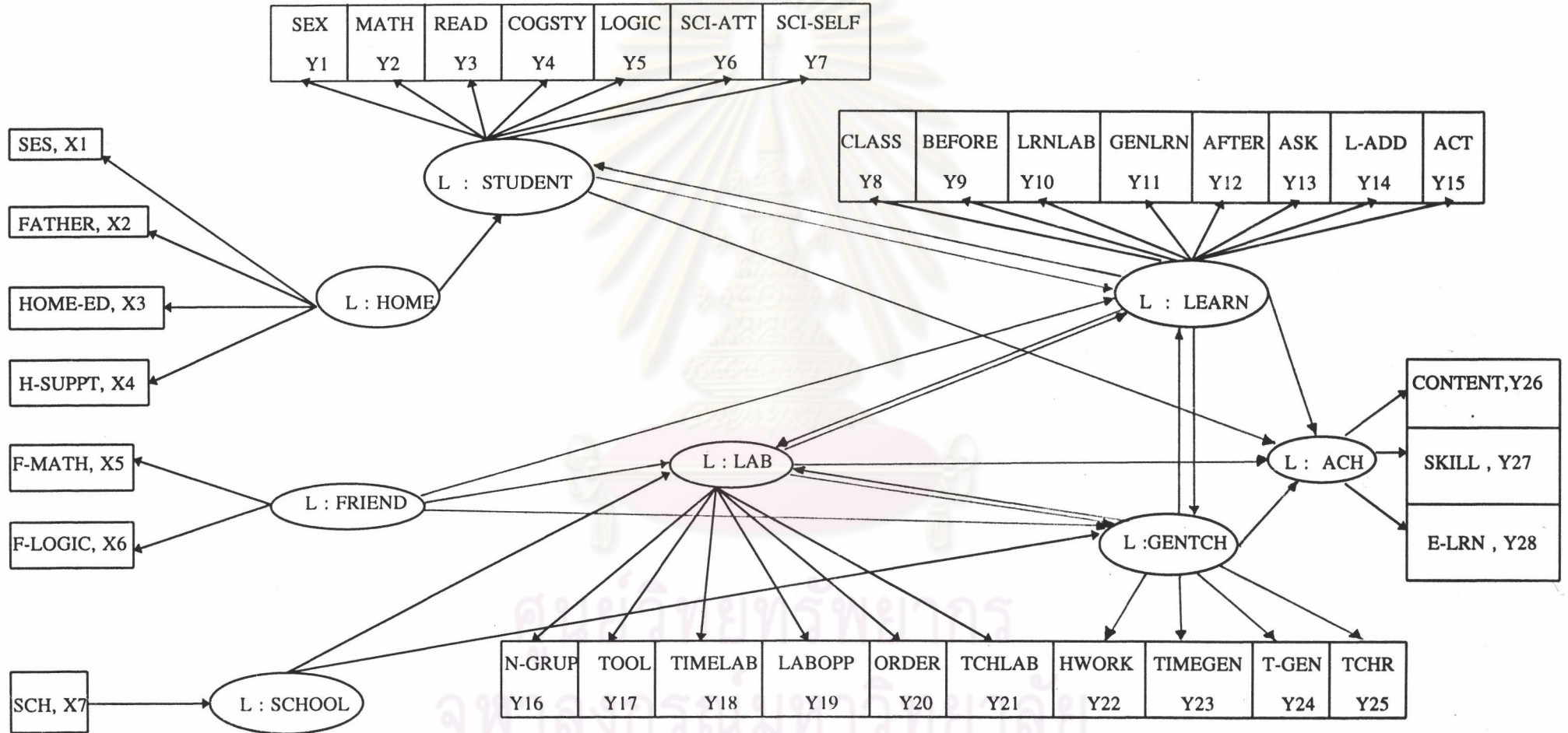
* = ตัวแปรที่คัดเลือกไว้แล้วจากการวิเคราะห์เมต้า

- = ไม่ได้ศึกษา

จากข้อมูลในตารางที่ 10 - 14 ผู้วิจัยคัดเลือกตัวแปรดังต่อไปนี้ เข้าในโมเดลความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้นเพิ่มเติมจากที่คัดเลือกไว้ในชั้นแรก ดังนี้ คือ (1) กลุ่มตัวแปรบริบททางบ้าน เพิ่มเติม กิจกรรมทางบ้านที่เอื้อต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งรวมทั้งการมีโอกาสรับสื่อต่าง ๆ ด้วย (2) กลุ่มตัวแปรบริบททางโรงเรียน เพิ่ม บรรยากาศทางวิชาการในโรงเรียน (3) กลุ่มตัวแปรปัจจัยนำเข้าด้านตัวนักเรียนเพิ่มเติม ตัวแปรเพศ แบบการคิด และ อัตมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (4) กลุ่มตัวแปรกระบวนการ เพิ่มเติม ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับ การทำการทดลอง และเวลาที่ใช้ในการเรียนการสอน

ผลการศึกษาทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องทั้งหมด สามารถสรุปกรอบแนวคิดในการวิจัยได้ดังแผนภาพที่ 11

แผนภาพที่ 11 กรอบแนวคิดในการวิจัย



ในแผนภาพนี้ ตัวแปรแฝงภายในมี 5 ตัว ตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา ฟิสิกส์ (L : ACH) ได้รับอิทธิพลทางตรงจาก ตัวแปรแฝง วิธีการเรียน (L : LEARN) ตัวแปรแฝง วิธีการสอนทั่วไป (L: GENTCH) และตัวแปรแฝงวิธีการสอนในชั่วโมงที่มีการทดลอง (L: LAB) โดยตัวแปรแฝงวิธีการเรียนและวิธีการสอนเหล่านี้มีอิทธิพลซึ่งกันและกัน ตัวแปรแฝงวิธีการเรียน ได้รับอิทธิพลโดยตรงจากตัวแปรแฝงลักษณะนักเรียน (L:STUDENT) ส่วนตัวแปรแฝงภายนอก มี 3 ตัว ได้แก่ ตัวแปรแฝงภายนอกสภาพแวดล้อมทางบ้าน (L:HOME) ซึ่งมีอิทธิพลโดยตรงต่อ ตัวแปรแฝงลักษณะนักเรียน ตัวแปรแฝงภายนอกลักษณะเพื่อน (L:FRIEND) มีอิทธิพลโดยตรงต่อ ตัวแปรแฝงวิธีการเรียน และ วิธีการสอนทั้งการสอนในชั่วโมงที่มีการสอนและไม่มีการสอน ลักษณะโรงเรียน (L:SCHOOL) มีอิทธิพลโดยตรงต่อตัวแปรแฝงวิธีการสอนทั้งชั่วโมงที่มีการสอน และชั่วโมงที่ไม่มีการสอน

ตัวแปรสังเกตได้ ของตัวแปรแฝงภายนอกลักษณะบ้าน มี 4 ตัว ได้แก่ ฐานะ เศรษฐกิจในครอบครัว (SES หรือ X1) อาชีพของบิดา (FATHER หรือ X2) การศึกษาของบุคคล ในครอบครัว (H-ED หรือ X3) และ กิจกรรมทางบ้านที่เอื้อต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์ (H-SUPPT หรือ X4)

ตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรแฝงภายนอกลักษณะเพื่อน มี 2 ตัว ได้แก่ คะแนนเฉลี่ย ความรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ของกลุ่มเพื่อนสนิท 3 คน (F-MATH หรือ X5) และ คะแนนเฉลี่ยระดับพัฒนาการทางสติปัญญาของกลุ่มเพื่อนสนิท 3 คน (F-LOGIC หรือ X6)

ตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรแฝงลักษณะโรงเรียน มี 1 ตัว ได้แก่ บรรยากาศทาง วิชาการในโรงเรียน (SCH หรือ X7)

ตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรแฝงลักษณะนักเรียน มี 7 ตัว ได้แก่ เพศ (SEX หรือ Y1) ความรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์สำหรับวิชาฟิสิกส์ (MATH หรือ Y2) ความสามารถในการ อ่านสรุปความในเนื้อหาทางฟิสิกส์ (READ หรือ Y3) แบบการคิด (COGSTY หรือ Y4) ชั้น พัฒนาการทางสติปัญญา (LOGIC หรือ Y5) เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์เดิม (SCI-ATT หรือ Y6) และ อัตมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (SCI-SELF หรือ Y7)

ตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรแฝงวิธีการเรียน มี 7 ตัว ได้แก่ การเข้าชั้นเรียนสม่ำเสมอ (CLASS หรือ Y8) พฤติกรรมก่อนการเรียน ซึ่งได้แก่ การอ่านบทเรียนล่วงหน้า (BEFORE หรือ Y9) พฤติกรรมขณะเรียนในชั่วโมงที่มีการทดลอง (LRNLAB หรือ Y10) พฤติกรรมขณะเรียนในชั่วโมงที่ไม่มีการทดลอง (GENLRN หรือ Y11) พฤติกรรมหลังเรียน (AFTER หรือ Y12) เวลาที่ใช้ในการอภิปรายซักถามปัญหาฟิสิกส์กับครูหรือเพื่อน (ASK หรือ Y13) การเรียนพิเศษ (L-ADD หรือ Y14) และ การทำกิจกรรมเสริมต่าง ๆ (ACT หรือ Y15)

ตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรแฝงวิธีการสอนที่มีการทดลอง มี 6 ตัว ได้แก่ ความเหมาะสมของจำนวนนักเรียนต่อกลุ่มการทดลอง (NGRUP หรือ Y16) คุณภาพและความเพียงพอของอุปกรณ์การทดลอง (TOOL หรือ Y17) ความเหมาะสมของเวลาที่ใช้ในการทดลอง (TIMELAB หรือ Y18) โอกาสในการปฏิบัติการทดลองของนักเรียนแต่ละคน (LABOPP หรือ Y19) การจัดระเบียบในการทดลอง (ORDER หรือ Y20) และการยอมรับความรู้ความสามารถของครูเกี่ยวกับการสอนการทดลอง (TCHLAB หรือ Y21)

ตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรแฝงวิธีการสอนทั่วไป ได้แก่ การเห็นประโยชน์ของการให้โจทย์ตัวอย่าง การฝึกทำโจทย์ในชั้นเรียน และการบ้านที่ครูมอบหมาย (HWORK หรือ Y22) ความเหมาะสมของเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ (TIMEGEN หรือ Y23) การยอมรับความรู้ความสามารถของครู (T-GEN หรือ Y24) และการรับรู้เกี่ยวกับบุคลิกลักษณะครู (TCHR หรือ Y25)

ตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ด้านเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ (CONTENT หรือ Y26) ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะการทดลองในเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ (SKILL หรือ Y27) และผลสัมฤทธิ์ด้านด้านการใฝ่รู้ใฝ่เรียนวิชาฟิสิกส์ (E-LRN หรือ Y28)