บทที่ 1

บทนำ

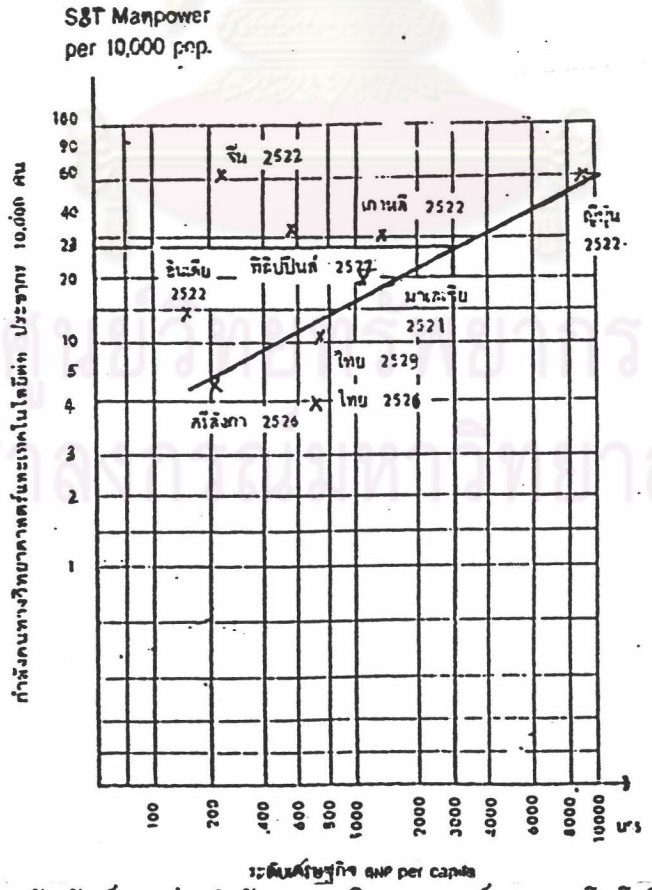
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

มนุษย์ส่วนใหญ่ดำเนินกิจกรรมอย่างมีเป้าหมาย การทำงานโดยมีเป้าหมายทำให้ต้องมีการตรวจสอบว่า ผลงานนั้นบรรลุความสำเร็จตามเป้าหมายหรือไม่ เป้าหมายใหญ่ในการจัดการศึกษาโดยทั่วไป คือ การพัฒนามนุษย์ ครูมีหน้าที่จัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนานักเรียนและอาจมีผลพลอยได้ในการพัฒนาตัวครูด้วย ครูจึงต้องมีเป้าหมายว่าจะพัฒนาอะไรของนักเรียน และต้องหาวิธีตรวจสอบว่านักเรียนมีพัฒนาการขึ้นจริงหรือไม่ ครูส่วนใหญ่ใช้การตรวจสอบโดยพิจารณาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน และเนื่องจากสามารถพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในฐานะของดัชนีหนึ่งที่บ่งชี้ความสำเร็จของการจัดการศึกษาได้ ดังนั้น จึงมีผู้สนใจศึกษาเรื่องราวเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์กันอย่างแพร่หลายต่อเนื่องกันมาเป็นเวลานาน มีการศึกษาลักษณะต่าง ๆ ที่คาดว่า จะเกี่ยวข้องกับผลการเรียน เช่น การศึกษาความสัมพันธ์ ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ กับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การหาสมการทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาต่าง ๆ เป็นต้น เพื่อให้ได้ข้อความรู้อันจะเป็นประโยชน์ในการส่งเสริมพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

โลกในยุคปัจจุบันผูกพันกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นอย่างมาก “วิทยาศาสตร์เข้ามาเกี่ยวข้องกับมนุษย์จนกลายเป็นวัฒนธรรมใหม่ของมนุษย์” (พิทักษ์ รักษพลเดช, 2527 : 2) โรงเรียนต่าง ๆ ทั่วโลกต้องจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนของตน และในภาวะที่ประเทศชาติจำต้องเร่งพัฒนาแบบก้าวกระโดดเพื่อให้แข่งขันกับนานาชาติให้ได้ เช่นในปัจจุบันนี้ การศึกษาในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยียิ่งทวีความสำคัญขึ้นมาก บุคลากรที่มีความรู้ความสามารถด้านนี้เป็นกำลังที่สำคัญยิ่งในการพัฒนาประเทศ ดังที่ สุวรรณ ถังมณี (2537 : 64) ได้สรุปคำกล่าวของ แด็ก แฮมเมสโคลด์(Dag Hammeskold) จากบทความของ อับดัส ซาลาม (Abdus Salam) นักวิทยาศาสตร์ผู้ได้รับรางวัลโนเบล ปี ค.ศ. 1979 ไว้ว่า

นอกเหนือจากการลงทุน และการมีผู้นำที่ดีแล้ว ประเทศที่กำลังพัฒนา ยังต้องการนักวิทยาศาสตร์ที่มี ความสามารถมองเห็นการณ์ไกล ที่จะมาช่วยประเทศในด้าน การวิจัยและพัฒนาประเทศด้วย ความต้องการอันนี้อย่างน้อยก็เพื่อจะได้ติดตามและ ทราบถึงความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของโลก ให้ทราบถึงความจำเป็นในการให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการจัดซื้อเทคโนโลยี ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการเจริญทางเศรษฐกิจของประเทศด้วย ... ไม่เพียงแต่ให้ประเทศยากจนรู้ว่า ทำอย่างไร (know how) เท่านั้นแต่มีความจำเป็นที่จะต้องให้ เข้าใจ (know why) ถึงการทำงานของเครื่องไม้เครื่องมือ ทางวิทยาศาสตร์ และ เทคโนโลยีต่าง ๆ ที่นำเข้ามาใช้ในประเทศที่กำลังพัฒนาเหล่านี้ด้วย

ประเทศที่มีฐานะทางเศรษฐกิจสูง มีความเจริญทางเทคโนโลยี จะมีสัดส่วนจำนวนนักวิทยาศาสตร์และวิศวกรต่อจำนวนประชากรสูงกว่าประเทศอื่น ๆ กล่าวคือ ระดับเศรษฐกิจของประเทศ ซึ่งพิจารณาได้จากมูลค่ารายได้ประชาชาติเฉลี่ยต่อหัวประชากร (GNP per capita) ซึ่งเป็นดัชนีพื้นฐานทางเศรษฐกิจที่ใช้เปรียบเทียบระดับความพัฒนา หรือความเจริญของประเทศนั้น มีความสัมพันธ์กับกำลังคนทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดังแผนภาพที่ 1 (โกศล เพ็ชร์สุวรรณ์, 2536 : 24)



แผนภาพที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังคนทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กับ ระดับเศรษฐกิจ

สำหรับประเทศไทยนั้น รายงานข้อมูลล่าสุดของสหประชาชาติ(United Nations ,1993) ดังที่แสดงไว้ในตารางที่ 1 ชี้ให้เห็นว่า สถิติจำนวนนักวิทยาศาสตร์และวิศวกรของประเทศไทยยังมีจำนวนน้อยมาก เมื่อเทียบกับประเทศในเอเชียที่มีจำนวนประชากรใกล้กัน ตัวอย่างเช่น ในขณะที่จำนวนประชากรโดยประมาณในปี ค.ศ.1990 ของเกาหลีเหนือและไทย เป็น 42 และ57 ล้านคนนั้น จำนวนนักวิทยาศาสตร์และวิศวกรของเกาหลีเหนือ(สำรวจเมื่อ ค.ศ. 1988)และไทย (สำรวจเมื่อ ค.ศ. 1987) เป็น 56,545 และ 5,539 คน ตามลำดับ ยิ่งถ้าเปรียบเทียบกับประเทศเพื่อนบ้าน เช่นสิงคโปร์หรือมาเลย์เซียแล้วจะพบว่าในขณะที่จำนวนประชากรของประเทศไทยเกือบเป็น 20 เท่าของสิงคโปร์นั้นจำนวนนักวิทยาศาสตร์และวิศวกรของประเทศไทยมีไม่ถึง 2 เท่าของสิงคโปร์ และจำนวนนักวิทยาศาสตร์และวิศวกรของประเทศไทยและมาเลย์เซียกลับมีจำนวนใกล้เคียงกัน ทั้ง ๆที่จำนวนประชากรของประเทศไทยมีประมาณ 3 เท่าครึ่งของมาเลย์เซีย ทั้งนี้ไม่ต้องกล่าวถึงประเทศที่มีความเจริญทางเศรษฐกิจและเทคโนโลยีมากที่สุด เช่น ประเทศญี่ปุ่น ที่มีสัดส่วน นักวิทยาศาสตร์และวิศวกรต่อประชากรของประเทศ ห่างไกลจากประเทศไทยมาก

ตารางที่ 1 สถิติประชากร และจำนวนนักวิทยาศาสตร์และวิศวกรของบางประเทศในเอเชีย จากการสำรวจของสหประชาชาติ (United Nations, 1993)

ประเทศ	ประชากร		ประมาณการประชากร	จำนวนนักวิทยาศาสตร์และวิศวกร	
	ปีที่สำรวจล่าสุด (ค.ศ.)	จำนวน (คน)	กลางปี 1990 (พันคน)	(คน)	ปีที่สำรวจ (ค.ศ.)
สิงคโปร์	1990	3,002,800	3,003	3,361	1987
อิสราเอล	1983	4,037,620	4,659	20,100	1984
มาเลย์เซีย	1980	13,136,109	17,861	5,537	1988
เกาหลีเหนือ	1985	40,448,486	42,793	56,545	1988
ไทย	1990	54,532,000	57,196	5,539	1987
เวียดนาม	1989	64,411,713	66,200	20,000	1985
ญี่ปุ่น	1985	121,048,923	123,537	638,817	1989
อินเดีย	1991	843,930,861	827,057	119,027	1988

ข้อมูลสนับสนุนตัวเลขในตารางที่ 1 คือ ในส่วนของการผลิตวิศวกรนั้น สำหรับประเทศไทยใน พ.ศ. 2531จำนวนผู้สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี 100 คนมีวิศวกรเพียง 4 คน และเพิ่มเป็น 5 คน ใน พ.ศ.2534 ในขณะที่ ประเทศในกลุ่มอุตสาหกรรมใหม่ 4 ประเทศ คือ สิงคโปร์ เกาหลีใต้ ฮ่องกง และไต้หวัน ผลิตวิศวกรได้ถึง 25-53 คน จากผู้สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี 100 คน ตั้งแต่ปี พ.ศ.2521 (รวิวรรณ ชินะตระกูล 2537) วิจิตร ศรีสอ้าน (2531) เคยให้ข้อมูลไว้พอสรุปได้ว่า ในปี พ.ศ.2531 ประเทศไทยมีวิศวกรต่อประชากรล้านคนเพียง 65 คน ในขณะที่ประเทศอื่นๆ มีวิศวกร 400, 1000, 1400 คนต่อประชากรล้านคน แม้จะมีการเร่งรัดการผลิตจนทำให้ในแผนพัฒนาระยะที่ 6 สัดส่วนวิศวกรเพิ่มเป็น 98 คนต่อประชากรล้านคน แต่ก็ยังไม่เพียงพอที่จะรองรับความเจริญของประเทศ ข้อมูลข้างต้นเหล่านี้ ชี้ให้เห็นว่า ประเทศไทย จำเป็นต้องเร่งผลิตนักวิทยาศาสตร์และวิศวกรรวมทั้งช่างเทคนิคเป็นการเร่งด่วน หากไม่ต้องการตกเป็นประเทศที่ล้าหลังในภูมิภาคนี้ ปัญหาการขาดแคลนบุคลากรด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งช่างเทคนิคต่าง ๆ นี้ รัฐบาลทราบดีและได้เร่งสนับสนุนให้สถาบันต่าง ๆ ทั้งภาครัฐบาลและเอกชนเร่งผลิตบุคลากรทางด้านนี้เพื่อให้ทันกับความต้องการ โดยได้กำหนดเป็นนโยบายไว้ในแผนพัฒนาระยะที่ 7 (ทบวงมหาวิทยาลัย 2535)ซึ่งนั่นหมายความว่าต้องเร่งส่งเสริมให้นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ มี ปริมาณ และ คุณภาพ เพียงพอที่จะศึกษาต่อในสาขานี้ในระดับอุดมศึกษาด้วย โกศล เพ็ชร์สุวรรณ์ (2536 : 25) ได้สรุป แผนการผลิตกำลังคนทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วิศวกร นักวิทยาศาสตร์ และนักเทคโนโลยีทางเกษตร)ในแผนพัฒนาระยะที่ 7 ไว้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แผนการผลิตกำลังคนทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในแผนพัฒนาระยะที่ 7

ปีพ.ศ.	คาดว่าจะผลิตได้(คน)			เพิ่มขึ้น	จำนวนสะสม	ประชากร	S&T manpower
	วิศวกร	นักวิทย์	เกษตร	รวม/ปี	(คน)	(ล้านคน)	per10,000pop
2534	3600	2400	2900	8900	100,000	56	17.8
2535	4900	2800	3400	11100	111,100	57	19.5
2536	5300	2900	3900	12100	123,200	58	21.2
2537	5500	3000	4200	12700	135,900	59	23.0
2538	6100	3300	4600	14000	149,900	60	25.0
2539	6700	3500	5000	15200	165,100	61	27.0

วิชาพื้นฐานที่สำคัญยิ่งวิชาหนึ่งในศาสตร์ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนี้ คือ วิชาฟิสิกส์ ผู้ที่จะเข้าศึกษาในด้านวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ จะต้องมีความรู้พื้นฐานวิชาฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายเป็นอย่างดี วิชาฟิสิกส์ศึกษาเรื่องราวของสิ่งที่เล็กมาก เช่น อะตอม ไปจนถึงเรื่องราวของสิ่งที่ใหญ่มาก เช่น จักรวาล ดังนั้น ความรู้ทางฟิสิกส์จึงเป็นรากฐานในการนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมากมาย ความรู้ทางฟิสิกส์ซึ่งศึกษาเรื่องราวในระดับอะตอมเป็นพื้นฐานทำให้นักเคมีเข้าใจการก่อตัวของโมเลกุลและการเปลี่ยนโมเลกุลจากชนิดหนึ่งไปยังอีกชนิดหนึ่ง ความรู้ทางฟิสิกส์และเคมีในระดับอะตอมและโมเลกุลนี้ เป็นพื้นฐานให้นักชีววิทยาทำความเข้าใจในระดับเซลล์ต่อไป ความรู้ทางฟิสิกส์ซึ่งศึกษาเกี่ยวกับ สสารและอันตรกิริยา (interaction) ระหว่างสสาร มีบทบาทอย่างมากในด้านวิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยีต่าง ๆ ที่เป็นผลผลิตจากความรู้ฟิสิกส์มีอยู่มากมายตั้งแต่เทคโนโลยีที่พบเห็นได้ทั่วไป เช่น เตารีด วิทยุ ไฟฟ้า การใช้เสียงตรวจเพศทารกในครรภ์ การใช้เลเซอร์ทำลายมะเร็ง การใช้เลเซอร์อ่านรหัสสินค้า ฯลฯ ไปจนถึงเทคโนโลยีที่เป็นความลับทั้งทางทหารและทางการค้า กล่าวได้ว่าในบรรดาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทั้งหลายนั้นวิชาฟิสิกส์เป็นวิชาหนึ่งที่มีความสำคัญมากดังที่ พรชัย พัชรินทร์ตนะกุล (2525 : 555) สรุปว่า “ ในบรรดาวิชาวิทยาศาสตร์ทั้งหลายนั้น ฟิสิกส์เป็นเสมือนหัวใจหรือรากฐานของวิชาอื่น”

แม้ว่าวิชาฟิสิกส์จะเป็นวิชาที่มีความสำคัญมาก มีข้อกำหนดว่า นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่ประสงค์จะเรียนต่อในระดับอุดมศึกษาในหลาย ๆสาขาวิชาจะต้องผ่านการสอบคัดเลือกวิชานี้ แต่วิชานี้เป็นวิชาที่นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ค่อยประสบความสำเร็จในการเรียนนัก ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ในประเทศต่าง ๆ ซึ่งเป็นการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาระหว่างชาติ (International Studies in Educational Achievement) หรือ IEA ครั้งที่ 2 (Postlethwaite and Wiley, 1992) ซึ่งได้เริ่มต้นโครงการมาตั้งแต่ ปี ค.ศ.1980 พบว่า ประเทศไทยถูกจัดอยู่ในกลุ่มประเทศ กลุ่มสุดท้าย หรือกลุ่ม D ซึ่งเป็นกลุ่มที่นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ ที่มีการทดสอบ (เคมี ชีววิทยา และ ฟิสิกส์) ต่ำกว่าร้อยละ 50 ทุกวิชา โดยเฉพาะอย่างยิ่ง สำหรับคะแนนผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์นั้น ปรากฏว่า คะแนนของนักเรียนไทยอยู่ในลำดับที่ 14 จากที่ศึกษาทั้งหมด 16 ประเทศ ยิ่งเมื่อเปรียบเทียบเฉพาะกลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุด 4 %แรกของแต่ละประเทศ ปรากฏว่า คะแนนเฉลี่ยวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนไทย กลุ่มที่ถือได้ว่า เป็นกลุ่มเก่งที่สุดของประเทศไทยนี้ จัดอยู่ในอันดับสุดท้ายเมื่อเทียบกับประเทศอื่น ๆ ดังนั้น ปัญหาผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ของนักเรียนไทย จึงนับได้ว่าเป็นปัญหาจำเป็นเร่งด่วนที่ผู้เกี่ยวข้องจำต้องเร่งพิจารณาหาทางแก้ไขเป็นอันดับแรก

ผู้มีส่วนรับผิดชอบโดยตรงในปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียน คือ ครูฟิสิกส์ และ นักพัฒนาหลักสูตรวิชาฟิสิกส์ ซึ่งก็ได้ตระหนักถึงความสำคัญของปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ที่เกิดขึ้น และ เป็นอยู่ จึงได้มีการพยายามศึกษาวิจัย เพื่อหาสาเหตุหรือตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์กันมาตลอดเวลา เนื่องจากหากทราบสาเหตุที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนสูงขึ้น ก็จะเป็นประโยชน์อย่างมากในการจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียน กล่าวได้ว่า หัวใจของงานวิจัยทางด้านหลักสูตรและการสอน คือ การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ซึ่ง ข้อความรู้ที่สำคัญในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน แบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ (1) ข้อความรู้เกี่ยวกับตัวผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่ง สเตนเฮาส์ (Stenhouse, 1984) เสนอว่า หลักสูตรควรให้ข้อสนเทศเกี่ยวกับ ความแปรปรวนของอิทธิพลในบริบทที่ต่างกันที่มีต่อนักเรียนที่ต่างกัน รวมทั้งข้อสนเทศเกี่ยวกับความเข้าใจในสาเหตุของความแปรปรวนเหล่านั้น และ (2) ข้อความรู้เกี่ยวกับวิธีการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ข้อความรู้ในข้อ(2) ต้องอาศัยข้อความรู้ที่ถูกต้อง สมบูรณ์ ในข้อ(1) เป็นพื้นฐาน กล่าวคือ ข้อความรู้เกี่ยวกับตัวผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะบ่งบอกถึงขนาดของอิทธิพลของตัวแปรต่างๆ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งเมื่อมีการตรวจสอบยืนยันข้อความรู้เกี่ยวกับตัวผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนี้หลาย ๆ ครั้งจนแน่ใจได้ว่า ตัวแปรต่างๆ เหล่านี้มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างแท้จริงแล้ว ก็จะมีการหาข้อความรู้เกี่ยวกับ วิธีการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านทางการพัฒนาตัวแปรที่มีอิทธิพลต่างๆ เหล่านั้น โดยคาดหวังว่า จะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้นในที่สุด กล่าวโดยสรุป ข้อความรู้เกี่ยวกับตัวผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นข้อความรู้ที่ได้จากการวิจัยพื้นฐาน (basic research) ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนของการสร้างข้อความรู้หรือทฤษฎี และขั้นตอนของการตรวจสอบยืนยันข้อ ความรู้หรือทฤษฎีนั้น ในขณะที่ข้อความรู้เกี่ยวกับวิธีการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเกิดจาก ความพยายามในการนำข้อความรู้เกี่ยวกับตัวผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปใช้ให้เกิดประโยชน์ หรือ เป็นข้อความรู้ที่เกิดจากการวิจัยประยุกต์ (applied research) ดังนั้น ความสำเร็จของงานวิจัยเพื่อให้ได้ข้อความรู้เกี่ยวกับ วิธีการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจึงขึ้นอยู่กับความชัดเจน ถูกต้อง และสมบูรณ์ของข้อความรู้เกี่ยวกับตัวผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นสำคัญ ปัญหาที่สำคัญที่สุดของการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาในประเทศไทยขณะนี้คือเรายังไม่มีข้อความรู้เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาของนักเรียนไทยที่ชัดเจนและถูกต้องสมบูรณ์ ซึ่งอาจเป็นเพราะตัวแปรผลสัมฤทธิ์เป็นตัวแปรที่ซับซ้อน กล่าวคือ มีตัวแปรที่เกี่ยวข้องเป็นจำนวนมาก ซึ่งเป็นลักษณะโดยธรรมชาติของตัวแปรทางด้านสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์ การจะศึกษาตัวแปรที่เกี่ยวข้องทั้งหมดพร้อมกันเป็นไปได้ยาก ทำให้นักวิจัยต้องเลือกศึกษาตัวแปรเป็นบางตัว จึงไม่สามารถสรุปผลการวิจัยได้อย่างครอบคลุม แจ่มชัด นอกจากนี้ ตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และตัวแปรที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ เช่น

ความสามารถพื้นฐาน เจตคติ สถานภาพทางศรษฐกิจและสังคม และอื่น ๆ เป็นตัวแปรที่ไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง หากแต่เป็นสภาวะสันนิษฐาน (constructs) หรือตัวแปรโครงสร้าง เป็นตัวแปรแฝง(latent variables) ซึ่งการศึกษาเรื่องราวเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ในอดีตไม่สามารถวิเคราะห์ตัวแปรเหล่านี้ในลักษณะของตัวแปรแฝงได้ ทำให้ต้องมีข้อสมมติว่าตัวแปรเหล่านี้เป็นตัวแปรที่สังเกตได้หรือวัดได้ โดยการหาตัวแปรที่วัดได้(manifest variables)มาแทน ตัวแปรแฝงที่ต้องการศึกษา ทำการศึกษาปริมาณต่างๆ จากตัวแปรที่วัดได้ แล้วสรุปว่า เป็นเรื่องราวของตัวแปรแฝงนั้น ๆ โดยไม่มีการยืนยันว่าตัวแปรที่วัดได้ ที่หามาแทนตัวแปรแฝงนั้น สามารถเป็นตัวแทนของตัวแปรแฝงได้จริงหรือไม่

จากการศึกษางานวิจัยในประเทศไทย พบว่า งานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ส่วนใหญ่เป็นการศึกษาในลักษณะของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรใด ตัวแปรหนึ่งหรือมากกว่า กับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ตัวอย่างงานวิจัยทำนองนี้ เช่น การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้าใจลักษณะของข้อความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ (กนกศักดิ์ ทองตั้ง, 2529) ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดเหตุผลเชิงตรรกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ (กมล หลีกภัย, 2525) ความสัมพันธ์ระหว่าง การเลือกแบบการคิด เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ (สุชาติ สังวรกาญจน์, 2529) เป็นต้น นอกจากนี้ก็เป็นงานวิจัยประเภท การหาสมการทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ (ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์, 2523) ส่วนการศึกษาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์นั้น ส่วนใหญ่เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยใช้พฤติกรรมการสอน ของครูเป็นตัวแปรต้น เช่น การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียน กลุ่มที่เรียนโดยอ่านบทเรียน ก่อน และ หลัง การเรียน (ธนัฐ กรอบทอง, 2534) การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ ของนักเรียน ระหว่างวิธีสอนเพื่อรอบรู้ กับสอนปกติ (นิฟารัด ระเด่นอาหมัด 2528) เป็นต้น มีงานวิจัยเพียงเรื่องเดียวที่ศึกษา โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างองค์ประกอบบางประการ กับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์เส้นทาง คือ งานวิจัยของ ประสงค์ ต่อโชติ (2534) แต่ก็เป็นการศึกษาในกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งได้ข้อสรุปว่า ตัวแปรที่มีผลกระทบทางตรงสูงสุด ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 คือ ความรู้พื้นฐานเดิมวิชาฟิสิกส์ (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 - 5) ลักษณะของงานวิจัยที่ผ่านมาส่วนใหญ่ มักเป็นงานวิจัยที่ศึกษาพิจารณาเพียงตัวแปรคู่ใดคู่หนึ่ง เช่น ตัวแปรปัจจัยนำเข้าและผลผลิต หรือ ศึกษาตัวแปรพฤติกรรมการสอนกับตัวแปรผลผลิต และตัวแปรตามที่ทำการศึกษากันนั้น ส่วนใหญ่เน้นที่ความรู้ความจำ หรือเน้นที่ ผลสัมฤทธิ์ด้านเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ มีงานวิจัยเพียงเรื่องเดียว(เสน่ห์ ลีลา, 2536) ที่ศึกษาเกี่ยวกับ ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะ

ปฏิบัติการฟิสิกส์ ส่วนตัวแปรทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์นั้นการวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ในระยะแรก ๆ จัดตัวแปรนี้ เป็นตัวแปรต้น ทั้งที่ตัวแปรนี้ คือ ตัวแปรผลได้ทางการศึกษา หรือ ตัวแปรผลผลิต(outcome) เป็น ทักษะที่เกิดจากการเรียนการสอนตามหลักสูตรหรือเป็นผลสัมฤทธิ์ประเภทหนึ่ง ดังนั้นจึงควรศึกษาตัวแปรนี้ในฐานะของ ตัวแปรตามร่วมกับ ตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางด้านเนื้อหาวิชาด้วย (แม้จะมีงานวิจัยหลายเรื่อง ที่ศึกษาตัวแปรทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในฐานะของ ตัวแปรตาม แต่ก็ไม่ได้ศึกษา ร่วมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์) อย่างไรก็ตาม งานวิจัยในระยะหลัง ๆ ถือว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับตัวแปรทางด้านจิตพิสัย เช่น เจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์นั้น งานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ในอดีต ส่วนใหญ่จัดตัวแปรนี้ เป็นตัวแปรต้น แต่ในความเป็นจริงแล้ว เจตคติต่อวิชาใด ๆ จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อมีการเรียนการสอนวิชานั้นแล้ว โดยครูต้องพยายามจัดการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาของตน โดยนัยนี้ตัวแปรเจตคติจึงเป็นตัวแปรผลได้ทางการศึกษาหรือตัวแปรผลผลิตตัวหนึ่ง อย่างไรก็ตาม อาจพิจารณา ตัวแปรเจตคติในฐานะของตัวแปรต้นได้หากนักเรียนเคยเรียนวิชานั้นมาแล้ว เช่น สามารถพิจารณา ตัวแปรเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในฐานะ ตัวแปรต้นที่อาจมีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และ 6 ได้ แต่ตัวแปรนี้ไม่ควรเป็น ตัวแปรต้น ในกรณีที่ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เนื่องจาก นักเรียนยังไม่เคยเรียนวิชาฟิสิกส์ มาก่อนเลย

ปัญหาในการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยประการหนึ่งก็คือ การที่ไม่สามารถนำค่าความคลาดเคลื่อนในการวัด (measurement error)มาพิจารณาได้ เนื่องจากความจำกัดของเทคนิคทางสถิติในอดีต ทำให้ไม่สามารถสรุปผลการพิจารณาอิทธิพลจากตัวแปรอิสระแต่ละตัวได้อย่างมั่นใจ จึงได้มีความพยายามที่จะหาเทคนิคในการแก้ไข มีความก้าวหน้าในการใช้เทคนิควิเคราะห์ทางสถิติต่าง ๆ เช่น มีการพัฒนาโปรแกรมการวิเคราะห์ความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้น (Linear Structural Relationships - LISREL) และ โปรแกรมคอมพิวเตอร์อื่น ๆ เช่น Analysis of Linear Structural Equation System (EQS), Analysis of Linear Structure Equation with Comprehensive Measurement (LISCOMP) เป็นต้น

จากความสำคัญของปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ดังที่กล่าวมาแล้ว ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษา ปัจจัยที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียน โดยการพัฒนา โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ ระหว่าง ปัจจัยต่าง ๆ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เพื่อให้ได้ข้อความรู้เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ ที่ ชัดเจนและ ครอบคลุมขึ้น ดังนั้น

การออกแบบการวิจัยครั้งนี้ จึงพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ทั้งในด้านเนื้อหาสาระหรือด้านตัวความรู้วิชาฟิสิกส์ และ ด้านวิธีการแสวงหาความรู้ฟิสิกส์ เป็นการพัฒนาข้อความรู้หรือทฤษฎี เกี่ยวกับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนไทยในลักษณะของ โมเดลความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้น (linear structural relationship model- LISREL Model) ซึ่งเป็นโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่าง ปัจจัยต่าง ๆ กับ ตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทั้งหมด โดยจัดกลุ่มตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ออกเป็น กลุ่มตัวแปรบริบท กลุ่มตัวแปรปัจจัยนำเข้า กลุ่มตัวแปรกระบวนการ และ กลุ่มตัวแปรผลผลิต การคัดเลือกตัวแปรต่าง ๆ มาศึกษาในครั้งนี้ นอกจากจะอาศัยทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเป็นพื้นฐานแล้ว ยังใช้ข้อมูลเชิงประจักษ์จากการสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ในประเทศไทย โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์เมต้า(meta-analysis) อีกด้วย นอกจากนี้ การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาวิเคราะห์โดยพิจารณาตัวแปร ที่เกี่ยวข้องเหล่านี้ในฐานะของ ตัวแปรแฝง ตามลักษณะที่แท้จริงของตัวแปรเหล่านั้น และนำค่าความคลาดเคลื่อนในการวัด มาพิจารณาในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย การใช้โมเดลลิสเรลหรือโมเดลความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้นในการศึกษาองค์กำหนดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ จะทำให้ได้คำตอบเกี่ยวกับอิทธิพลของตัวแปรต่าง ๆ ที่มีต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ที่ถูกต้องชัดเจน และครอบคลุมยิ่งขึ้น เนื่องจาก โมเดลลิสเรล เป็น โมเดลที่ครอบคลุมทั้งโมเดลการวัด (measurement model) และ โมเดลโครงสร้าง(structural model) กล่าวได้ว่าโมเดลลิสเรล เป็นโมเดลเดียวที่ครอบคลุมโมเดลทางสถิติทุกชนิด จุดเด่นของโมเดลลิสเรล คือ โมเดลนี้มีข้อตกลงเบื้องต้นค่อนข้างน้อย ทำให้ไม่มีปัญหาในเรื่องของข้อตกลงเบื้องต้น(assumptions)หลาย ๆ อย่างที่เคยเป็นข้อจำกัดของการศึกษาตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในอดีต เช่น ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์เส้นทาง (path analysis) แบบเดิมที่กล่าวว่า ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ศึกษาต้องเป็นไปในลักษณะของความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวเท่านั้น หรือ ข้อตกลงเบื้องต้นที่ว่า การวัดค่าตัวแปรทุกตัวไม่มีความคลาดเคลื่อน และ ตัวแปรส่วนที่เหลือ(residuals)ไม่มีความสัมพันธ์กัน เป็นต้นซึ่งข้อจำกัดต่าง ๆ เหล่านี้ เคยทำให้ผู้วิจัยในอดีตไม่อาจสรุปผลการวิจัยได้อย่างมั่นใจนัก ในส่วนของ การตรวจสอบยืนยันข้อความรู้หรือทฤษฎีที่พัฒนาขึ้นนี้ ผู้วิจัยใช้วิธีการตรวจสอบโดยเก็บข้อมูลตัวแปรทุกตัวที่ปรากฏในโมเดลความสัมพันธ์ จากกลุ่มตัวอย่างที่กำหนดไว้ แล้วเลือกใช้โปรแกรม LISREL ซึ่งเป็นโปรแกรมที่มีผู้พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ตรวจสอบความกลมกลืน(goodness of fit)ของ โมเดลความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้น กับ ข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยเฉพาะ ในการตรวจสอบความกลมกลืนของโมเดลความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้นของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น กับ ข้อมูลเชิงประจักษ์ ที่ได้จากกลุ่มตัวอย่าง แม้ว่าอาจจะต้องใช้เวลานานมากในการวิเคราะห์ข้อมูล เนื่องจาก โปรแกรม LISREL อาศัยทฤษฎีทางสถิติ วิธีไลค์ลิฮู้ดสูงสุด (maximum likelihood) หรือวิธี ML (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2536) ซึ่งการประมาณค่าพารามิเตอร์ตาม

วิธีนี้ต้องใช้การคำนวณทวนซ้ำ(iteration)หลายครั้ง จนกว่าค่าพารามิเตอร์ที่ได้ในแต่ละครั้งจะมีค่าเข้าใกล้ (converge) ค่าพารามิเตอร์ที่เป็นจริง แม้การวิเคราะห์จะ ยุ่งยาก สิ้นเปลืองเวลาและแรงงานมาก แต่หากทำได้จะทำให้ได้ ข้อความรู้ที่ถูกต้อง มีคุณค่า และคุ้มค่า

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษากับกลุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เหตุผลสำคัญที่ ผู้วิจัยเลือกศึกษาเฉพาะกลุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เนื่องจากงานวิจัยของประสงค์ ต่อโชติ (2534) ซึ่งเป็นการศึกษากับกลุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้ข้อค้นพบว่า ตัวแปรความรู้เดิมวิชาฟิสิกส์ (ม.4-5) มีอิทธิพลทางตรงสูงสุด ต่อผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งน่าจะหาคำตอบต่อไปว่า ปัจจัยใดมีผลต่อความรู้เดิมวิชาฟิสิกส์นั้นบ้าง อนึ่งลักษณะของเนื้อหาวิชาฟิสิกส์มีลักษณะที่เป็นลำดับขั้น กล่าวคือ เนื้อหาวิชาในเรื่องหนึ่ง หรือหัวข้อหนึ่งจะเป็นพื้นฐานสำหรับการเรียนเนื้อหาเรื่องอื่น ๆ ต่อไป และมีงานวิจัยหลายเรื่องที่ได้ข้อสรุปตรงกันว่า พื้นความรู้เดิม เป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดที่ส่งผลหรือ มีอิทธิพล หรือ สามารถทำนายผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนวิชาต่าง ๆ ได้ ดังนั้น จึงควรศึกษาองค์ประกอบ ที่ส่งผลต่อ ผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ในชั้นแรกที่นักเรียนเริ่มเรียน เพื่อให้เข้าใจอิทธิพลของสิ่งต่าง ๆ ที่จะเป็นผลต่อผลสัมฤทธิ์วิชา ฟิสิกส์ชั้นเบื้องต้นที่จะกลายไปเป็นตัวแปรหลัก ในการทำนายผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ในระดับชั้นที่สูงขึ้นต่อไป โดยเหตุที่การจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ของประเทศไทยนั้น ได้เริ่มบรรจุวิชานี้ให้นักเรียนเริ่มเรียนในหลักสูตรชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดังนั้น จึงควรทำความเข้าใจเกี่ยวกับองค์ประกอบที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นอันดับแรก

อนึ่ง มีข้อแนะนำ (Koopman and Newtson, 1981) ว่าระดับของการรับรู้(perception) ของนักเรียนเกี่ยวกับการเรียนการสอนน่าจะเป็นตัวแปรที่คั่นกลาง (mediate) ระหว่าง ตัวแปรการเรียนการสอน กับตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ซึ่ง วิทท์ร็อค (Wittrock , 1986 : 298) ได้ข้อสรุปจากผลการศึกษางานวิจัยหลายชิ้นว่า " การรับรู้ของผู้เรียนเกี่ยวกับการสอนเป็น [ส่วนของ] การเรียนการสอน ที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ และ ผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน " เพราะ ความรู้ของนักเรียน ขึ้นอยู่กับ หรือ เป็นไปตาม การรับรู้ หรือการให้ความหมายของนักเรียนต่อสิ่งเร้าที่นักเรียนเลือกรับรู้นั้น ดังที่ แคสท์และโรเซนซวิก (Kast and Rosenzweig , 1985 : 283) กล่าวว่า " สิ่งเร้าที่ไม่มีการรับรู้ไม่มีผลต่อ พฤติกรรม เนื่องจากบุคคลจะแสดงพฤติกรรมตามสิ่งที่เขารับรู้ มากกว่าตามสิ่งที่เป็นอยู่ " นอกจากนี้ การที่ผลการวิจัย เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในอดีตส่วนใหญ่ (Coleman et al, 1966 อ้างใน Wittrock, 1986) พบว่า ตัวแปรเกี่ยวกับครู และการเรียนการสอนมีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน น้อยมาก เมื่อเทียบกับ ตัวแปรด้านตัวนักเรียนนั้น สาเหตุหนึ่งอาจเป็นเพราะ การวัดตัวแปรเกี่ยวกับครูและการเรียนการสอน โดยใช้ข้อมูลจาก ผู้ให้ข้อมูล

เพียงคนเดียวหรือ 2-3 คน ทำให้ตัวแปรนี้ มีความแปรปรวนของคะแนนไม่มากพอที่จะส่งผลได้ การใช้คะแนนการรับรู้ของนักเรียนจะช่วยให้ความแปรปรวนของคะแนนในส่วนนี้มีมากพอที่จะนำมาพิจารณาได้ ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้ จึงพยายามวัดตัวแปรที่อยู่แวดล้อมตัวนักเรียน ที่คาดว่าจะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียน เช่น ลักษณะโรงเรียน ลักษณะครู ลักษณะการเรียนการสอน โดยผ่านทางการรับรู้ของนักเรียน กล่าวคือ จะพยายามพิจารณาว่า นักเรียนแต่ละคน รับรู้ลักษณะต่าง ๆ เหล่านี้อย่างไร และลักษณะที่แต่ละคนรับรู้นั้น มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของตัวเขาหรือไม่ เพียงใด

กล่าวโดยสรุป การวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการพัฒนาโมเดลความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้น (LISREL Model) ระหว่าง ปัจจัยด้านบริบท ปัจจัยเบื้องต้น และกระบวนการ กับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ โดยอาศัย แนวคิด ทฤษฎีทางด้านหลักสูตรและการสอน รวมทั้ง ข้อค้นพบจากผลงานวิจัยซึ่งสังเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เมต้า จากนั้นจึงตรวจสอบความเหมาะสมของโมเดลที่พัฒนาขึ้นและวิเคราะห์ความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรมLISREL เพื่อให้เข้าใจสาเหตุหรือ อิทธิพลของปัจจัยต่างๆ โดย เฉพาะอย่างยิ่ง ปัจจัยทางด้านกระบวนการ(process)ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นชั้นเริ่มต้นที่มีการจัดการเรียนการสอนวิชานี้ ในโรงเรียนในประเทศไทย และเป็นชั้นที่สำคัญที่สุด เนื่องจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 นี้ จะเป็นพื้นฐานของผลสัมฤทธิ์ในชั้นสูงขึ้น ข้อความรู้ที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้เป็นการขยายขอบเขตขององค์ความรู้ด้านการสอนฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาและจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการจัดการด้านหลักสูตรและการสอนวิชาฟิสิกส์ทั้งในระดับ มัธยมศึกษาปีที่ 4 และในระดับที่สูงขึ้น รวมทั้งหลักสูตรผลิตครูฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาด้วย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>วัตถุประสงค์ของการวิจัย</u>

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ เพื่อ

1. พัฒนา โมเดลความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้น ระหว่าง ปัจจัยที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ กับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. ศึกษา และ เปรียบเทียบ อิทธิพลของปัจจัยเชิงสาเหตุ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ขอบเขตการวิจัย

เนื่องจาก การวิจัยครั้งนี้ ศึกษาตัวแปรสาเหตุ(cause) ของ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ โดยพิจารณาการเรียนการสอนในลักษณะของตัวแปรบริบท ตัวแปรปัจจัยนำเข้าและตัวแปรกระบวนการ ผู้วิจัยกำหนดขอบเขตการวิจัย ด้านตัวแปร โดยให้ความสำคัญกับตัวแปรกระบวนการ โดยจะพิจารณา ตัวแปรกระบวนการเรียนการสอน ทั้งกระบวนการเรียนของนักเรียน และกระบวนการสอนของครู และ จำกัดขอบเขตของตัวแปรบริบทและตัวแปรปัจจัยนำเข้า ตัวแปรบริบทประกอบด้วย ตัวแปรด้านสิ่งแวดล้อม ทางบ้านและสิ่งแวดล้อมที่โรงเรียน สิ่งแวดล้อมทางบ้านเริ่มต้นจาก ภายในครอบครัว ญาติพี่น้อง เพื่อนบ้าน ไปจนถึงชุมชนที่อาศัยอยู่ ส่วนสิ่งแวดล้อมทางโรงเรียนเริ่มจาก ภายในห้องเรียน ระดับชั้นเรียน โรงเรียน กลุ่มโรงเรียน จังหวัดไปจนถึงเขตการศึกษา การศึกษาครั้งนี้จำกัดขอบเขตของตัวแปรบริบททางบ้านไว้เฉพาะ ภายในครอบครัว และญาติพี่น้องที่อาศัยอยู่ในบ้านเดียวกับนักเรียนเท่านั้น ส่วนตัวแปรบริบททางโรงเรียนจำกัดขอบเขตเฉพาะภายในโรงเรียน ตัวแปรบริบทกลุ่มเพื่อนสนิทจำกัดขอบเขตเฉพาะกลุ่มเพื่อนสนิทในห้องเรียนเท่านั้น ตัวแปรปัจจัยนำเข้าแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ คือ ปัจจัยนำเข้าเกี่ยวกับตัวผู้เรียน ปัจจัยนำเข้าเกี่ยวกับครูผู้สอน และปัจจัยนำเข้า เกี่ยวกับหลักสูตร การวิจัยครั้งนี้ไม่พิจารณาตัวแปรปัจจัยนำเข้าด้านหลักสูตร เนื่องจากทุกโรงเรียนใช้หลักสูตรเดียวกัน และเนื่องจากการศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ในอดีต ให้ความสนใจกับตัวแปรปัจจัยนำเข้าด้านตัวครูและนักเรียน เป็นอันมาก ดังนั้น การวิจัยครั้งนี้จะศึกษา ตัวแปรปัจจัยนำเข้าด้านตัวครูและนักเรียน เฉพาะตัวแปรที่ผ่านการศึกษายืนยันว่ามีอิทธิพลสูง ต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ (จากการสังเคราะห์โดยเทคนิควิเคราะห์เมต้า) เท่านั้น ในส่วนของตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์นั้น ผู้วิจัยกำหนดขอบเขต การศึกษาใน 2 ด้าน คือ ผลสัมฤทธิ์ด้านเนื้อหาสาระหรือตัวความรู้วิชาฟิสิกส์ และ ผลสัมฤทธิ์ด้านกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้วิชาฟิสิกส์ ในส่วนของผลสัมฤทธิ์ด้านเนื้อหาสาระวิชาฟิสิกส์นั้น ผู้วิจัยกำหนดขอบเขตการศึกษาเป็น 2 ส่วน คือ ผลสัมฤทธิ์ด้านความเข้าใจในโครงสร้างของมโนทัศน์ (concept) ทางฟิสิกส์ และความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์ ส่วนผลสัมฤทธิ์ด้านกระบวนการเสาะแสวงหา ความรู้วิชาฟิสิกส์ ซึ่ง ประกอบด้วย การมีเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์(scientific attitude) และ การมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์(science process skills) เพื่อให้ใช้วิธีการวิทยาศาสตร์ (scientific method) ในการเสาะแสวงหาความรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นั้น ผู้วิจัยกำหนดขอบเขตการศึกษา เฉพาะบางส่วนของเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์และให้ความสำคัญกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เฉพาะบางทักษะที่จำเป็นสำหรับการทดลองทางฟิสิกส์ ซึ่งถือได้ว่า เป็นส่วนหนึ่งของการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการเสาะแสวงหาความรู้ฟิสิกส์ เหตุผลที่ผู้วิจัยกำหนดขอบเขตการศึกษาเฉพาะบางส่วนของเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์เนื่องจาก

ตัวแปรเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์เป็นตัวแปรที่เป็นผลสะสมจากการเรียนวิชาต่าง ๆ หลายวิชา สั่งสมกันมาเป็นเวลานาน จนไม่สามารถระบุได้ชัดเจนว่า เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ปริมาณเท่าใด ที่เป็นผลจากการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้ จึงพิจารณา เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ เฉพาะคุณลักษณะที่แสดงถึง ความสนใจ อยากรู้อยากเห็น หรือ ใฝ่รู้ ใฝ่เรียน ในวิชาฟิสิกส์ต่อไป เท่านั้น ในทำนองเดียวกันนักเรียนที่เข้ามาเรียนวิชาฟิสิกส์ ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก็ย่อมจะมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวนหนึ่งอยู่ก่อนแล้ว และเมื่อได้เรียนวิชาอื่น ๆในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เช่น เคมี และ ชีววิทยา ก็จะทำให้ไม่สามารถระบุได้ชัดเจนว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ปริมาณเท่าใด ที่เป็นผลจาก การเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้ จึงกำหนดขอบเขตเฉพาะทักษะที่จำเป็นสำหรับการทดลองทางฟิสิกส์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อันได้แก่ ทักษะในการออกแบบและดำเนินการทดลอง(ซึ่งประกอบด้วยทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ย่อย ๆ จำนวนหนึ่ง เช่น ทักษะในการตั้งสมมติฐาน ทักษะในการวัดโดยใช้เครื่องมือที่กำหนดในหลักสูตร ทักษะในการรวบรวมข้อมูลและทักษะในการจัดกระทำกับข้อมูล ทักษะในการสรุปผลการทดลอง เป็นต้น) และทักษะในการสื่อความหมายหรือเสนอผลการทดลองให้ผู้อื่นเข้าใจ ในส่วนของการกำหนดขอบเขตประชากร ผู้วิจัยกำหนดขอบเขตประชากร เฉพาะนักเรียนในกรุงเทพมหานคร เนื่องจาก การวิจัยครั้งนี้ให้ความสำคัญกับตัวแปรกระบวนการ ซึ่งส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับครูผู้สอน แต่เนื่องจากโรงเรียนในต่างจังหวัดมักมีจำนวนห้องเรียนไม่มากนัก จำนวนครูฟิสิกส์ที่สอนแต่ละระดับชั้นในแต่ละโรงเรียน ส่วนใหญ่มีเพียง 1 คน ในขณะที่โรงเรียนในกรุงเทพมหานครเป็นโรงเรียนขนาดใหญ่ มีครูฟิสิกส์สอนแต่ละระดับชั้นมากกว่า 1 คน ดังนั้น การศึกษาจากโรงเรียนในกรุงเทพมหานคร จะทำให้ได้ข้อความรู้ในด้านของตัวแปรกระบวนการชัดเจนมากกว่า นอกจากนี้ผลการประเมินการใช้หลักสูตรระดับมัธยมศึกษาตอนปลายปีการศึกษา 2533 (กรมวิชาการ 2535) พบว่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของ คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในกรุงเทพมหานครมีค่าสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักเรียนในเขตการศึกษาอื่น กล่าวคือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในกรุงเทพมหานครมีค่าเท่ากับ 4.57 ในขณะที่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักเรียนในเขตการศึกษา 1 ถึง 12 มีค่าอยู่ในช่วง 3.74 ถึง 4.31 เท่านั้น ดังนั้น จากข้อมูล (Postlethwaite and Wiley, 1992) ที่พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนไทยโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับที่ต่ำมาก ทำให้มีแนวโน้มที่ ความแปรปรวนของคะแนนของ นักเรียนในต่างจังหวัดจะมีค่าน้อย เนื่องจากส่วนใหญ่จะได้คะแนนต่ำกันหมด การศึกษากับกลุ่มประชากรในกรุงเทพมหานคร ซึ่งโดยปรกติ นักเรียนบางส่วนน่าจะมีคะแนนผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ สูงกว่านักเรียนในต่างจังหวัด หรือมีการกระจายของคะแนน มากกว่า จึงเป็นการเพิ่มความแปรปรวนของสิ่งที่ต้องการศึกษา (maximization of systematic variance) ซึ่งเป็น

หลักการพื้นฐานหนึ่ง(MAX-MIN-CON)ในการออกแบบการวิจัยอันจะทำให้ได้ข้อความรู้เด่นชัดขึ้น

อนึ่ง เนื่องจากกระทรวงศึกษาธิการได้กำหนดเกณฑ์การแบ่งขนาดของโรงเรียนไว้ โดยใช้ จำนวนห้องเรียน หรือจำนวนนักเรียน เป็นเกณฑ์ในการจำแนกขนาดของโรงเรียน ออกเป็น โรงเรียนขนาดเล็ก ขนาดกลาง ขนาดใหญ่ และขนาดใหญ่พิเศษ ซึ่งเมื่อใช้เกณฑ์นี้ พบว่า โรงเรียนในกรุงเทพมหานครมากกว่าร้อยละ 95 เป็นโรงเรียนขนาดใหญ่ และขนาดใหญ่พิเศษ มีโรงเรียนขนาดเล็ก และขนาดกลาง ไม่ถึงร้อยละ 5 การสุ่มตัวอย่างนักเรียนจากโรงเรียนทั้งหมด เพื่ออ้างอิงไปถึงนักเรียนในโรงเรียนทุกขนาดอาจไม่เหมาะสมนัก โดยเฉพาะ เมื่อขนาดของโรงเรียน เป็นตัวแปรที่เกี่ยวข้อง กับ ตัวแปรที่ต้องการศึกษาด้วย ดังนั้น การวิจัยครั้งนี้ จึงจำกัดขอบเขตประชากรเฉพาะนักเรียนในโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่ และขนาดใหญ่พิเศษ ในกรุงเทพมหานครเท่านั้น

ในส่วนของขอบเขตของการวิเคราะห์นั้น เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้ เป็นการพัฒนาโมเดลความสัมพันธ์ ที่เป็นสมมติฐาน แสดงความสัมพันธ์โครงสร้างระหว่างตัวแปรต้น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มตัวแปรบริบท กลุ่มตัวแปรปัจจัยนำเข้า และกลุ่มตัวแปรกระบวนการ กับ ตัวแปรตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์โดยมีพื้นฐานการพัฒนาโมเดลความสัมพันธ์จากการวิเคราะห์โมเดลการเรียนรู้ในโรงเรียนของ นักคิด นักจิตวิทยา และ นักการศึกษา รวมทั้งข้อมูลเชิงประจักษ์เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ในประเทศไทย ที่ได้จากการวิเคราะห์เมต้าการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ มีขอบเขตจำกัดเฉพาะ การศึกษาเปรียบเทียบอิทธิพลของตัวแปรต้น ทั้งทางตรงและทางอ้อม ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ โดยกำหนดใช้ ตัวนักเรียนเป็นหน่วยวิเคราะห์(unit of analysis) และการตรวจสอบความตรงของโมเดลความสัมพันธ์สมมติฐาน โดยใช้โปรแกรม LISREL ถ้าผลการตรวจสอบความกลมกลืน (goodness of fit)ของโมเดลความสัมพันธ์สมมติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์จากกลุ่มตัวอย่าง พบว่า มีความกลมกลืนกันก็จะสรุปถึงความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ที่ศึกษา กับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ได้ ในกรณีที่ผลการตรวจสอบพบว่า ไม่มีความกลมกลืนกัน ระหว่าง โมเดลความสัมพันธ์สมมติฐาน กับ ข้อมูลเชิงประจักษ์ ผู้วิจัยจะใช้ผลการวิเคราะห์ จากโมเดลลิสเรล ปรับปรุงโมเดลความสัมพันธ์ที่เป็นสมมติฐาน พัฒนาและตรวจสอบความตรง จนกว่าจะได้โมเดลความสัมพันธ์ที่มีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ และ อธิบายความสัมพันธ์เชิงประจักษ์ระหว่างตัวแปรต้น กับตัวแปรตามได้อย่างสมบูรณ์

นิยามปฏิบัติการ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หมายถึง ผลที่เกิดขึ้นกับนักเรียนจากการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรของกระทรวงศึกษาธิการประกอบด้วย ผลสัมฤทธิ์ด้านความรู้วิชาฟิสิกส์ และด้านการเสาะแสวงหาความรู้วิชาฟิสิกส์

ผลสัมฤทธิ์ด้านความรู้วิชาฟิสิกส์ หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจ ในโครงสร้าง ของมโนทัศน์(concept)ทางฟิสิกส์ และความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์ วัดได้จาก แบบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความรู้วิชาฟิสิกส์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ผลสัมฤทธิ์ด้านกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้วิชาฟิสิกส์ หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ด้านการใฝ่รู้ใฝ่เรียนวิชาฟิสิกส์ และ ผลสัมฤทธิ์ด้านมีทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ ที่เน้นทักษะการทดลองทางฟิสิกส์

ผลสัมฤทธิ์ด้านการใฝ่รู้ใฝ่เรียนวิชาฟิสิกส์ หมายถึง ความสนใจ ความอยากรู้อยากเห็นและความต้องการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ โดยตระหนักว่า ความรู้ทางฟิสิกส์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมี ข้อมูล และ ข้อเท็จจริงเพิ่มเติม วัดได้จาก แบบวัดผลสัมฤทธิ์ ด้านการใฝ่รู้ใฝ่เรียนวิชาฟิสิกส์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะการทดลองทางฟิสิกส์ หมายถึง ความสามารถและความชำนาญในกระบวนการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ โดยอาศัยการทำการทดลองฟิสิกส์ ประกอบด้วยทักษะใหญ่ ๆ 2 ทักษะ คือ ทักษะในการออกแบบและดำเนินการทดลอง(ซึ่งประกอบด้วยทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ย่อย ๆ จำนวนหนึ่ง เช่น ทักษะในการตั้งสมมติฐาน ทักษะการวัดโดยใช้เครื่องมือทดลองฟิสิกส์ที่กำหนดในหลักสูตร ทักษะในการรวบรวม ข้อมูล และ ทักษะในการจัดกระทำกับข้อมูล เป็นต้น) และทักษะในการสื่อความหมายหรือเสนอผลการทดลองให้ผู้อื่นเข้าใจ ซึ่งวัดได้จาก แบบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะการทดลองวิชาฟิสิกส์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ หมายถึง ตัวแปรที่เป็นสาเหตุ(causes) ทั้งทางตรงและทางอ้อม ที่ทำให้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 มีลักษณะดังที่ปรากฏ ซึ่งประกอบด้วย ปัจจัยด้านบริบท ปัจจัยนำเข้า และ ปัจจัยด้านกระบวนการ

การวิเคราะห์เส้นทางตามโมเดลลิสเรลที่มีตัวแปรแฝง หมายถึง เทคนิคทางสถิติที่ใช้ศึกษาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรแฝงต่าง ๆ ที่มีลักษณะความสัมพันธ์ตามโมเดลลิสเรล หรือ ตามโมเดลความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้น

ตัวแปรแฝง หมายถึง ตัวแปรที่ไม่สามารถวัดค่าของตัวแปรได้โดยตรง ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย ตัวแปรแฝงแบบการคิด ตัวแปรแฝงความสามารถเชิงภาษาและคณิตศาสตร์ ตัวแปรแฝงการใช้เวลาหรือการให้ความสนใจเนื้อหาฟิสิกส์ ตัวแปรแฝงการเรียนพิเศษ ตัวแปรแฝงวิธีการเรียน ตัวแปรแฝงการรับรู้เกี่ยวกับการสอน และตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

โมเดลลิสเรล (LISREL Model) หรือ โมเดลความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้น หมายถึง โมเดลเชิงสถิติที่อธิบายความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ (causal) แบบเส้นตรง (linear) ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ทั้ง ตัวแปรที่วัดได้(observed variable หรือ manifest variable) และ ตัวแปรแฝง(latent variable) โดยไม่มีเงื่อนไข หรือข้อจำกัดเกี่ยวกับทิศทางของการเป็นสาเหตุ

โปรแกรมลิสเรล (LISREL) หมายถึง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นโดย โจเรสคอก (Joreskog) และซอร์บอม(Sorbom)รุ่นที่(version) 8 เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของโมเดลความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้น

<u>ข้อตกลงเบื้องต้น</u>

การวิจัยครั้งนี้มีข้อตกลงเบื้องต้นประการหนึ่งว่า ลักษณะความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรต่าง ๆ ที่คัดเลือกมาศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ เป็นความสัมพันธ์เชิงเส้น

ข้อจำกัดของการวิจัย

เนื่องจาก การวิจัยครั้งนี้ จำกัดขอบเขตประชากรเฉพาะนักเรียนในโรงเรียน ขนาดใหญ่และขนาดใหญ่พิเศษในกรุงเทพมหานคร ดังนั้น หากจะนำผลการวิจัยไปใช้อ้างอิงกับ นักเรียนในเขตการศึกษาอื่นๆ ต้องใช้ภายใต้ข้อตกลงเบื้องต้นว่า สภาพการเรียนการสอน และ ลักษณะโรงเรียนในเขตการศึกษานั้น ๆ มีลักษณะคล้ายคลึง เทียบเคียงกันได้กับ โรงเรียนขนาดใหญ่และขนาดใหญ่พิเศษในกรุงเทพมหานคร

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์เชิงวิชาการ

1. การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยพื้นฐาน(basic research) เพื่อ พัฒนาทฤษฎี หรือข้อความรู้เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัย ถือได้ว่าเป็นนวัตกรรม ด้าน ตัวความรู้ ที่ขยายขอบเขตองค์ความรู้เกี่ยวกับอิทธิพลของ ตัวแปรต่าง ๆ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ทุกด้าน กล่าวคือ เป็นการพัฒนาโมเดล ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างกลุ่มตัวแปรต่าง ๆ กับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่สมบูรณ์ทั้งด้านเนื้อหาวิชาหรือตัวความรู้ฟิสิกส์ และ ด้านกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ฟิสิกส์ เป็นการศึกษาตัวแปรตาม 3 ตัวพร้อมกัน มิใช่พิจารณาผลสัมฤทธิ์ เฉพาะด้านดังเช่นงานวิจัยอื่น ๆ กล่าวได้ว่า เป็นการศึกษาวิเคราะห์ตัวแปรพหุนาม (multi -variate analysis) ที่สมบูรณ์ นอกจากนี้ยังเป็นการพัฒนาโมเดลความสัมพันธ์ โครงสร้างเชิงเส้น ที่พิจารณาตัวแปรหรือองค์ประกอบที่มีอิทธิพลเหล่านี้ ในลักษณะของ บริบท ปัจจัยนำเข้า และ กระบวนการ โดยมีจุดเน้นที่ตัวแปรกระบวนการมิใช่พิจารณาเพียงปัจจัย นำเข้า ดังเช่นงานวิจัยที่ผ่านมา ข้อความรู้ที่ได้ครั้งนี้ ถือได้ว่า เป็นส่วนหนึ่งของเนื้อหา ความรู้(content) ในหลักสูตรผลิตครูฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษา ที่นิสิตนักศึกษาที่จะออกไปเป็น ครูฟิสิกส์ ควรได้เรียนรู้

2. การพัฒนาและตรวจสอบโมเดลที่พัฒนาขึ้นได้ใช้วิธีการที่ทันสมัย ถูกต้อง ตามหลักวิชา กล่าวคือ พิจารณาตัวแปรที่ศึกษาในฐานะของตัวแปรแฝงและตัวแปรที่วัดได้ และ มีการนำค่าความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการวัดมาพิจารณาด้วย นับเป็นงานวิจัยชิ้นแรกในประเทศไทยที่ศึกษาเรื่องราวของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ในลักษณะของโมเดลลิสเรล โดยใช้โปรแกรมลิสเรล

อันจะทำให้สามารถสรุปผลเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ได้ถูกต้อง ครอบคลุม และชัดเจนขึ้น

ประโยชน์เชิงประยุกต์

1. ผลการวิจัยครั้งนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อตัวนักเรียน ครู ผู้ปกครอง และ ผู้ที่เกี่ยวข้อง เนื่องจาก หากทราบว่า ตัวแปรใดมีอิทธิพลทางตรง และ ตัวแปรใดมีอิทธิพลทางอ้อม ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เป็นปริมาณเท่าใด จะช่วยให้ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับตัวแปรนั้น ๆ เข้าใจสาเหตุ และสามารถจัดกระทำกับตัวแปรที่ตนเกี่ยวข้องนั้น เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์สูงขึ้นได้

2. การวิจัยครั้งนี้ใช้เทคนิคการวิเคราะห์เมต้าในการสังเคราะห์งานวิจัยที่ เกี่ยวข้อง ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่ต้องการศึกษาวิจัยเรื่องราวเกี่ยวกับ ผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาฟิสิกส์ ในครั้งต่อ ๆ ไป เนื่องจากเป็นการสังเคราะห์ผลของงานวิจัยต่าง ๆอย่าง เป็นระบบ(systematic) และมีการคำนวณขนาดอิทธิพล(effect size) ซึ่งสามารถนำไปใช้อ้างอิงได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย