



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการปัจจัยด้านผู้เรียนและโรงเรียนที่ส่งผลต่อสัมฤทธิ์ผล
ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในโครงการทดสอบนานาชาติ
TIMSS 2011 ของนักเรียนในภูมิภาคอาเซียนและเอเชีย
ตะวันออก: การวิเคราะห์พหุระดับและการศึกษาเปรียบเทียบ

โดย ผศ.ดร. พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ

พฤษภาคม พ.ศ. 2558

สัญญาเลขที่ RDG5710014

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการปัจจัยด้านผู้เรียนและโรงเรียนที่ส่งผลต่อสัมฤทธิ์ผล
ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในโครงการทดสอบนานาชาติ
TIMSS 2011 ของนักเรียนในภูมิภาคอาเซียนและเอเชีย
ตะวันออก: การวิเคราะห์พหุระดับและการศึกษาเปรียบเทียบ

ผศ.ดร. พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชุดโครงการนโยบายและการยกระดับทรัพยากรมนุษย์ไทยใน
กระแสเอเชีย ระยะที่ 2

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว.ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	ก
บทคัดย่อ	ข
บทสรุปสำหรับผู้บริหาร	ง
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
บทที่ 1: ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
บทนำ	1
คำถามวิจัย	2
ขอบเขตการวิจัย	2
นิยามศัพท์/นิยามเชิงปฏิบัติการ	3
บทที่ 2: การตรวจสอบเอกสาร	6
มิติทางสังคมและวัฒนธรรมของการศึกษา	6
การคัดเลือกตัวแปรทำนาย	7
การวิเคราะห์พระระดับ	11
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	15
โมเดลสมมติฐานการวิจัย	18
บทที่ 3: วิธีการวิจัย	20
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	20
เครื่องมือวิจัยและการสร้างตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย	21
การเก็บข้อมูลวิจัย	25
การเตรียมข้อมูล	26
การวิเคราะห์ข้อมูล	28
บทที่ 4: ผลการวิจัยและข้อวิจารณ์	33
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน	33
ผลการวิเคราะห์การแบ่งส่วนและอธิบายความแปรปรวน	48
ข้อวิจารณ์	58
บทที่ 5: สรุปผลวิจัย การนำไปใช้และข้อเสนอแนะ	61
สรุปผลการวิจัย	61
การนำผลการวิจัยไปใช้	64
ข้อเสนอแนะงานวิจัยต่อไป	65
ข้อจำกัดในงานวิจัย	66
บรรณานุกรม	68
ภาคผนวก	
ก. เครื่องมือวิจัย	76
ข. ตัวอย่าง output การวิเคราะห์พระระดับ	84
ค. บทความวิจัยที่ได้รับการเผยแพร่	89

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ: RDG5710014

ชื่อโครงการ: ปัจจัยด้านผู้เรียนและโรงเรียนที่ส่งผลต่อสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในโครงการทดสอบนานาชาติ TIMSS 2011 ของนักเรียนในภูมิภาคอาเซียนและเอเชียตะวันออก: การวิเคราะห์พระระดับและการศึกษาเปรียบเทียบ

ชื่อนักวิจัย: ผศ.ดร. พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อีเมลล์: feduppp@ku.ac.th

ระยะเวลาวิจัย: 1 ปี (9 ธันวาคม 2556 – 9 ธันวาคม 2557)

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบและอธิบายความแปรปรวนของคะแนนวิทยาศาสตร์ภายในและระหว่างโรงเรียนของนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 4 และมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโครงการทดสอบนานาชาติ TIMSS 2011 โดยศึกษาเปรียบเทียบในประเทศในภูมิภาคอาเซียนและเอเชียตะวันออกจำนวน 8 ประเทศ ตัวแปรทำนายระดับผู้เรียนได้แก่ เพศ การมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการเรียนของบุตรหลาน การรับรู้ความสามารถของตนในการเรียน การให้คุณค่าต่อวิทยาศาสตร์ ทรัพยากรการเรียนรู้ที่บ้านและทัศนคติต่อการเรียน ระดับโรงเรียนได้แก่ ขนาดโรงเรียน ทรัพยากรการเรียนรู้ สิ่งแวดล้อมทางสังคม การมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการจัดการศึกษาของโรงเรียน ภาวะความเป็นผู้นำของผู้บริหาร โดยใช้ชุดข้อมูลจากฐานข้อมูล IEA วิเคราะห์ข้อมูลโดยสถิติบรรยาย การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว และวิเคราะห์พระระดับด้วยเทคนิคโมเดลเชิงเส้นตรงระดับลดหลั่นโดยใช้โปรแกรม HLM 7

ผลการวิจัยระบุว่า แต่ละประเทศมีค่าเฉลี่ยตัวแปรทำนายทุกตัวแตกต่างกัน ประเทศที่ทำคะแนนได้สูงมักมีตัวแปรทำนายด้านจิตวิทยาอยู่ในระดับต่ำ ได้แก่ ทัศนคติต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และการรับรู้ความสามารถในการเรียนของตนเอง ประเทศที่ทำคะแนนได้น้อย นักเรียนมีทรัพยากรการเรียนรู้ที่บ้านน้อย ทุกประเทศผู้ปกครองมีส่วนร่วมในการศึกษาของบุตรหลานค่อนข้างมาก ประเทศที่ทำคะแนนได้สูงมีทรัพยากรการเรียนรู้ในโรงเรียนมาก ประเทศส่วนใหญ่มีสิ่งแวดล้อมทางสังคม การมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการจัดการศึกษาในโรงเรียนและภาวะความเป็นผู้นำทางการศึกษาอยู่ในระดับมาก

ผลการวิเคราะห์การแบ่งส่วนความแปรปรวน พบว่า ในระดับประถมศึกษา ประเทศที่มีความแปรปรวนของคะแนนวิทยาศาสตร์ระหว่างโรงเรียนน้อยที่สุดได้แก่ ประเทศญี่ปุ่นและประเทศเกาหลีใต้ ประเทศที่มีความแปรปรวนระหว่างโรงเรียนมากที่สุดได้แก่ ประเทศไทย ฮังการี ในระดับมัธยมศึกษาประเทศส่วนใหญ่มีความแปรปรวนระหว่างโรงเรียนเพิ่มมากขึ้นยกเว้นประเทศเกาหลีใต้และญี่ปุ่นที่น้อยมาก ผลการทดสอบอิทธิพลคงที่ของตัวแปรทำนายและความสามารถในการอธิบายความแปรปรวนพบว่า เพศไม่ค่อยมีอิทธิพลต่อคะแนนสอบในระดับประถมศึกษา แต่มีมากขึ้นในระดับมัธยมศึกษาทั้งในทางบวกและลบ การรับรู้ความสามารถในตนเองและทัศนคติต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีอิทธิพลต่อคะแนนสอบมากและเป็นทางบวกเกือบทุกประเทศ เกือบทุกประเทศโรงเรียนขนาดเล็กมีอิทธิพลต่อคะแนนเฉลี่ยของโรงเรียนมากในทางลบ สิ่งแวดล้อมทางสังคมพบว่าอิทธิพลมากในทางบวก ตัวแปรทำนายอื่นพบว่า มีอิทธิพลน้อยและพบในบางประเทศเท่านั้น โดยภาพรวมชุดตัวแปรทำนายอธิบายความแปรปรวนได้ไม่มากและอธิบายความแปรปรวนระหว่างโรงเรียนได้มากกว่าความแปรปรวนภายในโรงเรียน ข้อค้นพบจากงานวิจัยนี้ให้ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายและการปฏิบัติในการยกระดับสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในประเทศที่มีผลการทดสอบต่ำ

คำสำคัญ: การวิเคราะห์พระระดับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โครงการ TIMSS 2011 อาเซียน เอเชียตะวันออก

Abstract

Project Code: RDG5710014

Project Title: Student and School Factors Affecting Science Performance in TIMSS 2011 of ASEAN and East Asian Students: A Multilevel Analysis and a Comparative Study

Investigator: Assistant Professor Dr. Pongprapan Pongsophon

E-mail Address: feduppp@ku.ac.th

Project Period: 1 year (December 9, 2013-December 9, 2014)

This study aims to examine and explain the within- and between-school variance of science scores of grade 4 and grade 8 students in TIMSS 2011 from 8 Asean and East Asian countries. The level-1 predictive variables were sex, parental involvement in child's learning, attitude towards science, value in science, home study resource and self-efficacy. The level-2 predictive variables included school size, learning resource, parent-school partnership, social environment, and principal's leadership. Descriptive statistics and One-Way ANOVA were utilized to summarize data and compare multiple means. Multilevel effects were examined by Hierarchical Linear Modelling with HLM 7 software using TIMSS 2011 dataset.

The results indicated that means of all predictive variables were statistically different across countries. The students in the high performing countries tended to have low psychological variables; self-efficacy and attitude towards science. The students in the low-performing countries had relatively inadequate home study resource. In most countries, the parents paid a lot of attention and involved in their children's learning. Schools in the high performing countries were less suffered from the shortage of educational resources. Regardless of their country's performance, the schools generally had present social environment, good partnership and collaboration with parents. The principals had high educational leadership.

Regarding variance component analysis, at primary school level, Japan and South Korea had least between-school variance of school mean achievement while the schools in Thailand and Hong Kong varied the most. In most countries, there was an increase in between-school variance at the secondary school except Japan and South Korea that still remained low. Fix effect analysis pointed that sex, by at large, had no effect at primary school level and played significant role at the secondary school in either positive or negative ways. Self-efficacy and attitude towards science were strong positive predictors. In most countries, primary and secondary schools, being a small school had strong negative effect on school mean achievement in contrast to social environment that had strong positive effect. Other predictive variables had no or minimal effect in a few countries. Between-school variance was better explained by the selected predictors than the within-school variance. However, there was still a big room for further explanation at both levels. These findings have implications for policy makers and practitioners on how to raise quality of science education in poor performing countries.

Keywords: Multilevel analysis, science performance, TIMSS 2011, ASEAN, East Asia

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาและเปรียบเทียบตัวแปรทำนายที่คาดว่าจะส่งผลต่อคะแนนทดสอบโครงการ TIMSS 2011 2) ตรวจสอบและเปรียบเทียบการแบ่งส่วนความแปรปรวนของคะแนนสอบภายในและระหว่างโรงเรียน 3) สร้างและทดสอบโมเดลพหุระดับเพื่ออธิบายส่วนความแปรปรวนภายในและระหว่างโรงเรียน โดยศึกษาในกลุ่มตัวอย่างนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 4 และมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตลอดจนผู้บริหารสถานศึกษาที่เข้าร่วมทดสอบโครงการ TIMSS 2011 จากประเทศในภูมิภาคเอเชียตะวันออก ได้แก่ ประเทศญี่ปุ่น ฮองกง ไต้หวัน และเกาหลีใต้ และประเทศในภูมิภาคอาเซียน ได้แก่ ประเทศไทย สิงคโปร์ มาเลเซียและอินโดนีเซีย โดยใช้ฐานข้อมูลทฤษฎีภูมิออนไลน์ของ The International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA) ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างและทดสอบโมเดลสมมติฐานการวิจัยซึ่งเป็นโมเดลเชิงเส้นระดับลดหลั่น (Hierarchical Linear Model: HLM) โดยใช้โปรแกรม HLM ตามเทคนิคการวิเคราะห์พหุระดับของ Raudenbush และ Byrk (2002) ผลการวิจัยที่สำคัญสามารถสรุปได้ดังนี้

1. แต่ละประเทศมีค่าเฉลี่ยตัวแปรทำนายแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในระดับประถมศึกษา ประเทศไทย ประเทศสิงคโปร์และประเทศไต้หวันมีค่าเฉลี่ยการเอาใจใส่ของผู้ปกครองต่อการเรียนของบุตร และทัศนคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์สูงสุด ประเทศไต้หวันมีค่าเฉลี่ยการรับรู้ความสามารถในการเรียนวิทยาศาสตร์ของตนเองสูงสุดในขณะที่ประเทศญี่ปุ่นและประเทศเกาหลีใต้ต่ำที่สุด ทุกประเทศมีทรัพยากรการเรียนรู้ที่บ้านระดับปานกลาง ยกเว้นประเทศไทยซึ่งมีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด พบว่า ประเทศที่ทำคะแนนได้สูง ได้แก่ ประเทศญี่ปุ่น เกาหลีใต้และสิงคโปร์ โรงเรียนจะมีความพร้อมด้านทรัพยากรการเรียนรู้สูงและมีความร่วมมือและสัมพันธ์ผู้ปกครองดีกว่าประเทศอื่น ประเทศไทยพบว่าค่าเฉลี่ยทั้งสองตัวแปรน้อยที่สุด ในด้านสภาพแวดล้อมทางสังคม พบว่า โดยภาพรวมทุกประเทศมีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของสิ่งแวดล้อมทางสังคมในโรงเรียนระดับมากโดยฮองกงและประเทศไต้หวันมีค่าเฉลี่ยสูงสุด ในด้านของภาวะความเป็นผู้นำทางการศึกษา ทุกประเทศมีค่าเฉลี่ยระดับมาก ข้อค้นพบจากการวิเคราะห์สถิติบรรยายของตัวแปรทำนายของระดับประถมศึกษาสอดคล้องกับระดับมัธยมศึกษา โดยเฉพาะตัวแปรด้านจิตวิทยาซึ่งพบว่า การรับรู้ความสามารถในตนเอง การให้คุณค่าต่อวิชาวิทยาศาสตร์และทัศนคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ ประเทศเกาหลีใต้และประเทศญี่ปุ่นมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าประเทศอื่น ทรัพยากรการเรียนรู้ที่บ้านซึ่งพบว่าประเทศที่ทำคะแนนสูงจะมีค่าเฉลี่ยมากกว่าประเทศที่ทำคะแนนได้ต่ำ ในแง่ของทรัพยากรการเรียนรู้ในโรงเรียนและการสร้างความร่วมมือกับผู้ปกครองพบว่า ประเทศไทยและประเทศอินโดนีเซียมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด

2. ในระดับประถมศึกษา ทุกประเทศมีความแปรปรวนภายในโรงเรียนสูงกว่าความแปรปรวนระหว่างโรงเรียน ประเทศญี่ปุ่น เกาหลีมีความแปรปรวนระหว่างโรงเรียนมีค่าน้อยที่สุด แสดงว่าโรงเรียนประถมศึกษาในแต่ละประเทศดังกล่าวมีคุณภาพในแง่ของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ใกล้เคียงกัน ในระดับมัธยมศึกษา ข้อค้นพบมีความสอดคล้องกับระดับประถมศึกษา คือ ทุกประเทศมีความแปรปรวนภายในโรงเรียนสูงกว่าความแปรปรวนระหว่างโรงเรียน ยกเว้นมาเลเซียและฮองกง เมื่อเทียบกับความแปรปรวนภายในและ

ภายนอกโรงเรียนระดับประถมศึกษาพบว่า ร้อยละความแปรปรวนระหว่างโรงเรียนในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาเพิ่มมากขึ้นทุกประเทศ โดยเฉพาะประเทศสิงคโปร์ซึ่งเพิ่มขึ้นประมาณ 2 เท่า ซึ่งแสดงถึงคุณภาพการจัดการศึกษาที่แตกต่างกันระหว่างโรงเรียนเมื่อระดับการศึกษาสูงขึ้น

3. เพศไม่ค่อยมีอิทธิพลต่อคะแนนสอบในระดับประถมศึกษา แต่มีมากขึ้นในระดับมัธยมศึกษาทั้งในทางบวกและลบ การรับรู้ความสามารถในตนเองและทัศนคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์มีอิทธิพลต่อคะแนนสอบมากและเป็นทางบวกเกือบทุกประเทศ เกือบทุกประเทศโรงเรียนขนาดเล็กมีอิทธิพลต่อคะแนนเฉลี่ยของโรงเรียนมากในทางลบ สิ่งแวดล้อมทางสังคมพบว่ามีอิทธิพลมากในทางบวก ตัวแปรทำนายอื่นพบว่า มีอิทธิพลน้อยและพบในบางประเทศเท่านั้น โดยภาพรวมชุดตัวแปรทำนายอธิบายความแปรปรวนได้ไม่มากและอธิบายความแปรปรวนระหว่างโรงเรียนได้มากกว่าความแปรปรวนภายในโรงเรียน ข้อค้นพบจากงานวิจัยนี้ให้ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายและการปฏิบัติในการยกระดับสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในประเทศที่มีผลการทดสอบต่ำแก่ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องดังนี้

1. ครูและผู้บริหารสถานศึกษา

ในการส่งเสริมการรับรู้ความสามารถในตนเองและสร้างทัศนคติเชิงบวกต่อการเรียนของนักเรียน ครูวิทยาศาสตร์ต้องให้ความช่วยเหลือ แนะนำแนวทาง สนับสนุน (scaffolding) ให้ผู้เรียนสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง จนเกิดการเรียนรู้และประสบความสำเร็จในการเรียน การให้ความช่วยเหลือในระยะต้นครูจะมีบทบาทมาก ให้แนวทางที่เป็นรูปธรรม มีขั้นตอนที่ชัดเจน ให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตาม ปรับแก้และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เมื่อนักเรียนเกิดทักษะในการสืบเสาะหาความรู้ ครูค่อยๆ ลดบทบาทตนเองลง ควรกระตุ้นให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ใช้กระบวนการกลุ่ม ซึ่งในกลุ่มมีผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนหลากหลาย กระตุ้นนักเรียนให้ความช่วยเหลือซึ่งกันและกัน มองเห็นคุณค่าในตนเองที่ได้ช่วยเหลือผู้อื่น เกิดความภาคภูมิใจในตนเอง ครูควรออกแบบกิจกรรมที่คำนึงถึงความจำเป็นและระดับความสามารถของผู้เรียน กิจกรรมควรกระตุ้นและท้าทายให้นักเรียนได้ใช้ความสามารถเต็มศักยภาพ

2. ผู้กำหนดนโยบายทางการศึกษา

ทรัพยากรการเรียนรู้ที่บ้านเป็นตัวแปรทำนายที่มีอิทธิพลต่อสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนวิทยาศาสตร์มากในระดับนักเรียน ครูและผู้บริหารสถานศึกษาควรทำความเข้าใจภูมิหลังของนักเรียนจะช่วยวางแผนและจัดเสริมประสบการณ์การเรียนรู้ที่บ้านได้ สร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่เป็นมิตรและห่วงใย การจัดสรรทรัพยากรและงบประมาณโรงเรียนขนาดเล็กต้องเท่าเทียมและเข้าถึงนักเรียน เน้นการพัฒนาอย่างยั่งยืน เน้นการพัฒนาวิชาชีพครูที่เข้มข้น มีระบบติดตามให้ความช่วยเหลือ กระบวนการลดความเหลื่อมทางการศึกษาเริ่มต้นที่กระบวนการผลิตครู หน่วยงานต้องวางมาตรฐานวิชาชีพ ตรวจสอบคุณภาพกระบวนการผลิตและพัฒนาครู ทำให้เชื่อได้ว่าตัวบ่อนคนสู่ระบบการศึกษามีคุณภาพ นอกจากนี้ภาครัฐควรให้อิสระและความคล่องตัวในการกำหนดและดำเนินการในเชิงนโยบายของโรงเรียนขนาดเล็กด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนวิจัย (สกว.) ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณในการทำงานวิจัยครั้งนี้และโอกาสในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้ทรงคุณวุฒิชั้นนำด้านการวิจัยสาขาสังคมศาสตร์ตลอดระยะเวลาการวิจัย ทำให้เกิดการพัฒนางานที่มีคุณภาพและพัฒนาคน คือ ผู้วิจัย ให้มีความรู้ ความคิดและคุณลักษณะอย่างนักวิจัยมืออาชีพ ผู้วิจัยขอขอบคุณ ศาสตราจารย์อภิชัย พันธเสน ผู้ประสานงานชุดโครงการนโยบายและการยกระดับทรัพยากรมนุษย์ของไทยในกระแเอเชีย ระยะที่ 2 สำหรับโอกาสในการทำงานและการเรียนรู้ การให้ดูแลเอาใจใส่ ข้อเสนอแนะ คำถาม ข้อสังเกต ข้อชี้แนะจุดที่อาจเป็นปัญหาในเชิงเทคนิคและเหตุผล ทำให้ผู้วิจัยได้สะท้อนความคิด ค้นคว้าและปรับปรุงงานอย่างต่อเนื่อง เช่นเดียวกับผู้ทรงคุณวุฒิ ศาสตราจารย์ พิริยะ ผลพิรุฬห์ ที่ได้กรุณาวิพากษ์ ให้ข้อเสนอแนะในส่วนของเศรษฐกิจมิติและแนะนำ วิพากษ์บทความวิจัยต่างๆ สำหรับให้ผู้วิจัยศึกษาค้นคว้า ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะผู้ทรงคุณวุฒิท่านอื่นที่ชุดโครงการวิจัยได้เชิญมาสำหรับคำแนะนำระหว่างการนำเสนอรายงานความก้าวหน้าทั้งสองครั้ง และแม้ว่า ผู้วิจัยต้องดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลซ้ำใหม่หลายครั้ง แต่ก็ทำให้เรียนรู้ทุกครั้งจากข้อผิดพลาดต่างๆ เกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้งที่คงทน ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เวลาสถานที่ สาธารณูปโภคตลอดระยะเวลาในการทำงานวิจัยนี้ สุดท้าย ผู้วิจัยขออุทิศคุณความดีอันอาจเกิดจากงานวิจัยชิ้นนี้ ให้บูรพาจารย์ บิดา มารดาด้วยความเคารพรัก

พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ

พฤษภาคม พ.ศ. 2558

บทที่ 1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

บทนำ

โครงการทดสอบผลสัมฤทธิ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ระดับนานาชาติ TIMSS มีชื่อเต็มว่า Trends in International Mathematics and Science Study เป็นโครงการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และมัธยมศึกษาปีที่ 2 จัดขึ้นทุก 4 ปี ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1995 TIMSS ดำเนินการโดย สมาคมนานาชาติเพื่อการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาหรือ The International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA) นอกจากศึกษาผลสัมฤทธิ์ โครงการ TIMSS ยังศึกษาบริบททางการศึกษา ได้แก่ ระบบการศึกษา หลักสูตรและปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อคะแนนผลสัมฤทธิ์ด้วย อาทิ ปัจจัยด้านนักเรียน พ่อแม่ ครูและโรงเรียน ข้อค้นพบจากโครงการ TIMSS เป็นตัวบ่งชี้ความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศที่เข้าร่วมในอนาคต เป็นตัวบ่งชี้ที่น่าเชื่อถือ เพราะมีการพัฒนาข้อสอบมาตรฐาน มีกระบวนการบริหารจัดการสอบที่เป็นมาตรฐาน มีระบบตรวจสอบคุณภาพ นอกจากนี้ ผลการทดสอบยังสะท้อนคุณภาพ ความสำเร็จและล้มเหลวของนโยบายด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ศึกษา การบริหารการศึกษาและการจัดการศึกษาของแต่ละประเทศ ผลการทดสอบจึงถือเป็นดัชนีชี้วัดความสำเร็จทางการศึกษาด้วย ผลการศึกษาเปรียบเทียบกับโครงการ TIMSS ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้แนวปฏิบัติที่ดีของการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ด้วย (Baker & LeTendre, 2005L; Chepete, 2008; Lee, & Smith, 1993; Schreiber, 2002)

ในการงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยใช้ข้อมูลจากการทดสอบในปี ค.ศ. 2011 ซึ่งเป็นข้อมูลครั้งล่าสุด ณ เวลาที่ศึกษาวิจัย โครงการทดสอบ TIMSS 2011 มีนักเรียนเข้าร่วมทดสอบกว่าหกแสนคน จาก 52 ประเทศในระดับประถมศึกษาชั้นปีที่ 4 และ 45 ประเทศในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 ข้อมูลจากโครงการ TIMSS 2011 เผยภาวะวิกฤติด้านการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของประเทศไทย ในระดับประถมศึกษาปีที่ 4 ประเทศไทยได้คะแนนเฉลี่ย 472 คะแนนต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยมาตรฐาน (500 คะแนน) คิดเป็นอันดับที่ 27 ในขณะที่ประเทศอื่นในทวีปเอเชียได้คะแนนสูง อาทิ ประเทศเกาหลีใต้ (อันดับที่ 1) สิงคโปร์ (อันดับที่ 2) ประเทศญี่ปุ่น (อันดับที่ 4) ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้คะแนนเฉลี่ย 451 คะแนนต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยมาตรฐานเช่นกัน เมื่อดูผลการทดสอบย้อนหลังพบว่า ประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยมาตรฐานมาโดยตลอดและมีแนวโน้มดังลงอย่างต่อเนื่องและพบช่องว่างระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิงกว้างมากขึ้นเรื่อยๆ ในปี ค.ศ. 2011 พบว่า นักเรียนหญิงมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 458 คะแนน นักเรียนชาย 443 คะแนน

ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยต้องการศึกษาว่า มีตัวแปรทำนายใดที่สามารถอธิบายความแปรปรวนของคะแนนสอบ TIMSS 2011 ภายในและระหว่างโรงเรียนของประเทศไทยและประเทศในภูมิภาคอาเซียนและเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ตัวแปรทำนายตัวใดมีอิทธิพลต่อผลการทดสอบสูงทั้งในเชิงบวกและเชิงลบ ตัวแปรใดมีน้อยหรือไม่มีผลเลย โดยใช้ชุดข้อมูลทุติยภูมิจากฐานข้อมูลออนไลน์ซึ่งจัดทำและดูแลโดย The International

Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA) ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สังเคราะห์และทดสอบโมเดลสมมติฐานการวิจัยซึ่งเป็นโมเดลเชิงเส้นระดับลดหลั่น (Hierarchical Linear Model: HLM) ซึ่งเป็นเทคนิควิธีการทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์อิทธิพลของตัวแปรอิสระหลายตัวที่มีต่อตัวแปรตาม โดยตัวแปรอิสระที่นำมาวิเคราะห์นั้นมีโครงสร้างของตัวแปรเป็นระดับชั้น (Hierarchy) ที่ลดหลั่นกันไปซึ่งสามารถจัดระดับได้อย่างน้อย 2 ระดับชั้นและตัวแปรอิสระระดับบนจะมีอิทธิพลต่อตัวแปรตามผ่านตัวแปรอิสระที่อยู่ระดับล่างลงมา (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2550) โดยในการวิจัยนี้ การวิเคราะห์ระดับที่ 1 จะอธิบายความแปรปรวนของคะแนนสอบ TIMSS 2011 ของนักเรียนประถมศึกษาชั้นปีที่ 4 และมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 2 ภายในโรงเรียน โดยชุดตัวแปรทำนายที่คัดสรรจากการตรวจสอบวรรณกรรม ในระดับที่ 2 จะอธิบายความแปรปรวนของคะแนนสอบ TIMSS 2011 ระหว่างโรงเรียนโดยชุดตัวแปรคัดสรรอีกชุด ตามเทคนิคการวิเคราะห์พหุระดับที่เสนอโดย Raudenbush และ Byrk (2002) จากนั้นศึกษาเปรียบเทียบโมเดลพหุระดับระหว่างประเทศต่างๆ ข้อค้นพบที่ได้จะเป็นข้อเสนอเชิงนโยบายแก่ผู้บริหารการศึกษา ผู้บริหารสถานศึกษา และผู้มีอำนาจในการตัดสินใจในการกำหนดนโยบาย ออกแบบและดำเนินการโครงการหรือกิจกรรมเพื่อยกระดับสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนวิทยาศาสตร์อีกทั้งการศึกษาเชิงเปรียบเทียบจะทำให้เห็นโมเดลของประเทศที่ผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์เป็นเลิศซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้สำหรับประเทศไทยหรือประเทศที่มีผลการทดสอบในอันดับต่ำได้

คำถามวิจัย

1. ตัวแปรทำนายในโมเดลการวิจัยแต่ละประเทศมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
2. ความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ภายในและระหว่างโรงเรียนของประเทศที่ศึกษาเป็นอย่างไร มีความแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
3. มีตัวแปรใดบ้างที่สามารถอธิบายความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ภายในและระหว่างโรงเรียนของโรงเรียน แต่ละตัวแปรที่มีอิทธิพลต่างกันอย่างไร

ขอบเขตการวิจัย

ประชากร กลุ่มตัวอย่าง

ประชากรคือ นักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 4 และระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากประเทศในภูมิภาคเอเชียตะวันออก ได้แก่ ประเทศญี่ปุ่น ฮองกง ไต้หวัน และเกาหลีใต้ และประเทศในภูมิภาคอาเซียน ได้แก่ ประเทศไทย สิงคโปร์ มาเลเซียและอินโดนีเซีย และผู้บริหารสถานศึกษาระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา สำหรับประเทศมาเลเซียและอินโดนีเซียไม่ได้เข้าร่วมโครงการในระดับประถมศึกษา

กลุ่มอย่าง คือ นักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 4 และระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากประเทศในภูมิภาคเอเชียตะวันออก ได้แก่ ประเทศญี่ปุ่น ฮองกง ไต้หวัน และเกาหลีใต้ และประเทศในภูมิภาคอาเซียน ได้แก่ ประเทศไทย สิงคโปร์ มาเลเซียและอินโดนีเซียที่เข้าร่วมโครงการ TIMSS 2011 ที่ได้จากการสุ่มตัวอย่าง การสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มแล้วสุ่มแบบชั้นภูมิ 2 ขั้นตอน (stratified two-stage cluster sample design) โดยชั้นที่ 1 ได้แก่เลือกโรงเรียนตามสัดส่วน ของกลุ่มต่างๆ ของประชากร ซึ่งการแบ่งกลุ่มอาจแบ่งตามต้นสังกัดของโรงเรียน เขตบริหารการศึกษาหรือตัวแปรทางประชากรศาสตร์ ชั้นภูมิที่ 2 ได้แก่ การเลือกห้องเรียน ซึ่งเป็นสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย ส่วนผู้บริหารสถานศึกษา คือ ผู้บริหารสถานศึกษาจากโรงเรียนที่ถูกสุ่มตัวอย่างให้เข้าร่วมโครงการ TIMSS 2011

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรผล ได้แก่ สัมฤทธิ์ผลทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ตัวแปรทำนายระดับที่ 1 ได้แก่ เพศ การเอาใจใส่ของผู้ปกครองต่อการเรียนของบุตร ทรัพยากรการเรียนรู้ที่บ้าน การรับรู้ความสามารถของตนในการเรียน การให้คุณค่าต่อวิทยาศาสตร์ (ไม่มีในระดับประถมศึกษา) ทศนคติต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ตัวแปรทำนายระดับที่ 2 ได้แก่ ขนาดโรงเรียน ทรัพยากรการเรียนรู้ สิ่งแวดล้อมทางสังคม การมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการจัดการศึกษาของเรียน ภาวะความเป็นผู้นำของผู้บริหารสถานศึกษา

บริบทเนื้อหา

ขอบเขตด้านเนื้อหาแบ่งเป็นสาระเนื้อหาวิทยาศาสตร์ (content domain) ได้แก่ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ วิทยาศาสตร์กายภาพ และวิทยาศาสตร์พื้นพิภพ ในระดับประถมศึกษา และเนื้อหาชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษา

นิยามศัพท์/นิยามเชิงปฏิบัติการ

สัมฤทธิ์ผลทางการเรียนวิทยาศาสตร์ คือคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 4 และมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโครงการ TIMSS แสดงถึงความสามารถในการบูรณาการความรู้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์และความสามารถทางปัญญาในการแก้สถานการณ์ที่กำหนด

ทรัพยากรการเรียนรู้ที่บ้าน คือ แหล่งความรู้และเครื่องมือในการเรียนรู้ที่บ้านซึ่งในนักเรียนใช้ในการศึกษาหาความรู้นอกเวลาเรียน อาทิ คอมพิวเตอร์ อินเทอร์เน็ต มุมหนังสือ

การเอาใจใส่ของผู้ปกครองต่อการเรียนของบุตร คือ มุมมองของนักเรียนเกี่ยวกับการดูแลเอาใจใส่ด้านการเรียนของผู้ปกครอง วัดได้จากการระดับความถี่ในการแสดงชุดพฤติกรรมบ่งชี้การมีส่วนร่วมในการศึกษาเล่าเรียนของบุตรหลาน

ทัศนคติต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ คือ ความรู้สึกของนักเรียนกับสภาพจัดการเรียนรู้ของครูวิทยาศาสตร์ที่สอนตนเอง การมีส่วนร่วมและบทบาทของตนในกระบวนการเรียนรู้ วัดได้จากระดับความคิดเห็นต่อการแสดงชุดพฤติกรรมการสอนของครูและพฤติกรรมการเรียนรู้ของตนเอง

การรับรู้ความสามารถของตนในการเรียน คือ การรับรู้และประเมินความสามารถในการเรียนวิทยาศาสตร์ของตนเอง วัดได้จากการระดับความคิดเห็นต่อชุดข้อความที่แสดงความรู้สึกยากหรือง่ายในการเรียนวิทยาศาสตร์

การให้คุณค่าต่อวิทยาศาสตร์ คือ มุมมองของนักเรียนเกี่ยวกับความสำคัญและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์ วัดได้จากการระดับความคิดเห็นต่อชุดข้อความแสดงพฤติกรรมที่ตระหนักถึงประโยชน์ของการเรียนวิทยาศาสตร์

โรงเรียนเล็ก คือ โรงเรียนที่มีขนาดต่ำกว่า 500 คนลงไป ซึ่งในงานวิจัยหลายชิ้นเกี่ยวกับการศึกษาข้ามวัฒนธรรม ได้ใช้เกณฑ์เดียวกันในการกำหนดขนาดโรงเรียนขนาดเล็ก (400-500 คน) อาทิ De Winter (2003) Bowen, Bowen และ Richman (2000) นอกจากนี้ยังพิจารณาความเหมาะสมจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลขั้นต้นโครงการ TIMSS 2011 ซึ่งพบว่าในระดับประถมศึกษา ประเทศสิงคโปร์โรงเรียนมีจำนวนนักเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 1,645 คน ค่า Median 1,630 ประเทศไต้หวันมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,335 คน ค่า Median 1,177 ประเทศไทยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 754 คน ค่า Median 333 ประเทศญี่ปุ่นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 519.2 คน ค่า Median 528 ประเทศเกาหลีใต้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,002 คน ค่า Median 1,019 ฮอลแลนด์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 766 คน ค่า Median 782 ในขณะที่โรงเรียนมัธยมศึกษาที่มีจำนวนนักเรียนโดยเฉลี่ยต่อโรงเรียนมากกว่าในทุกประเทศ ซึ่งสอดคล้องกับผลการสำรวจโครงการก่อนหน้า PISA 2009 (Luyten, Hendriks, & Scheerens, 2014)

ทรัพยากรการเรียนรู้ คือ มุมมองของผู้บริหารสถานศึกษาเกี่ยวกับความขาดแคลนทรัพยากรการเรียนรู้ในสถานศึกษา ได้แก่ เอกสาร วัสดุการเรียน อาคารเรียน ระบบสาธารณูปโภค สื่อทัศนูปกรณ์ สิ่งอำนวยความสะดวกในสถานศึกษา วัดได้จากการระดับความพร้อมของทรัพยากรการเรียนรู้ต่างๆ ความขาดแคลนทรัพยากรการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในสถานศึกษา ได้แก่ ครูวิทยาศาสตร์ อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ สื่อทัศนูปกรณ์และสื่อการสอนวิทยาศาสตร์ วัดได้จากการระดับความพร้อมของทรัพยากรการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในโรงเรียน

สิ่งแวดล้อมทางสังคม คือมุมมองของผู้บริหารสถานศึกษาเกี่ยวกับบรรยากาศทางสังคมที่ส่งเสริมการเรียนรู้ การมีปัญหายุติกรรมไม่พึงประสงค์ด้านต่างๆ ของผู้เรียนวัดได้จากการระบุระดับความรุนแรงของปัญหายุติกรรมดังกล่าวในโรงเรียน

การมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการจัดการศึกษาของโรงเรียน คือมุมมองของผู้บริหาร เกี่ยวกับการสร้างความเข้าใจ การขอความร่วมมือ การสนับสนุนจากผู้ปกครองในเรื่องการศึกษาเล่าเรียนของบุตรหลาน การกำหนดและดำเนินการตามนโยบายของโรงเรียน วัดจากการระบุความถี่ในการแสดงพฤติกรรมการมีส่วนร่วมของผู้ปกครอง

ภาวะความเป็นผู้นำของผู้บริหารสถานศึกษา คือ มุมมองของผู้บริหารสถานศึกษาเกี่ยวกับวิสัยทัศน์ การริเริ่มนโยบาย กิจกรรม โครงการที่ส่งเสริมความเป็นเลิศทางวิชาการในสถานศึกษา การติดตาม ตรวจสอบ ให้ความช่วยเหลือผู้ปฏิบัติ วัดได้จากการระบุความถี่ในการแสดงพฤติกรรมบ่งชี้ความเป็นผู้นำทางการศึกษา

บทที่ 2 การตรวจสอบเอกสาร

ในบทนี้จะเป็นการตรวจสอบเอกสารเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เพื่อคัดสรรเป็นตัวแปรทำนายในโมเดลสมมติฐานการวิจัย โดยมีเนื้อหาครอบคลุมทฤษฎีทางการศึกษา เทคนิคการวิเคราะห์พหุระดับที่ประยุกต์ใช้ในงานวิจัยและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มีรายละเอียดดังนี้

มิติทางสังคมและวัฒนธรรมของการศึกษา

งานวิจัยนี้อยู่บนพื้นฐานความเชื่อว่า สังคมและวัฒนธรรมส่งผลต่อการเรียนรู้ของมนุษย์ การเรียนรู้เป็นผลจากการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมและการหล่อหลอมทางวัฒนธรรม ตั้งแต่ระดับที่เล็กที่สุดคือ ครอบครัว กว้างขึ้นเป็นสถานศึกษา ท้องถิ่นและประเทศชาติ Rogoff (1990) อธิบาย พัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กว่า การเรียนรู้เกิดขึ้นจากการมีปฏิสัมพันธ์และได้รับคำแนะนำและข้อมูลย้อนกลับอย่างต่อเนื่องจากพ่อแม่ ครู บรรณารักษ์ เพื่อนร่วมชั้น หรือผู้รู้ การเรียนรู้ของเด็กจึงอยู่ในบริบทและได้รับอิทธิพลจากปัจจัยแวดล้อมมากมาย การที่จะเข้าใจและอธิบายการเรียนรู้ของเด็กจึงต้องพิจารณาปัจจัยแวดล้อมเหล่านี้ร่วมกันอย่างเป็นระบบ ไม่มองแบบแยกส่วน

Rand model (Oakes, 1986; Shavelson, McDonnell, & Oakes, 1989) เป็นทฤษฎีที่อธิบายองค์ประกอบและการทำงานของระบบ ระบบประกอบด้วยปัจจัยนำเข้า ปัจจัยด้านกระบวนการ และผลผลิต ในระบบการศึกษา ผลผลิตได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะคิดต่อการเรียน ปัจจัยนำเข้า ได้แก่ งบประมาณที่ได้รับการจัดสรร ทรัพยากรการเรียนรู้ คุณภาพครูและผู้บริหารสถานศึกษา พื้นความรู้ของผู้เรียน ปัจจัยด้านกระบวนการได้แก่ หลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน การบริหารจัดการศึกษา หากพิจารณา ปัจจัยเหล่านี้จะพบว่า มีลักษณะเป็นโครงสร้างที่มีแบ่งเป็นระดับลดหลั่น อาทิ ในระดับชาติ งบประมาณที่ได้รับการจัดสรรในการดำเนินนโยบายทางการศึกษา หรือผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยของประเทศ หรือขนาดของโรงเรียน สภาพทางเศรษฐกิจของโรงเรียนอาจส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยของแต่ละโรงเรียน หรือ เศรษฐฐานะ ทักษะคิดต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ความมุ่งมั่นต่อการเรียนมีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนแต่ละคน นอกจากนี้ ตัวแปรทำนายในระดับล่างหรือระดับจุลภาคอาจถูกกำกับหรืออธิบายได้ด้วยตัวแปรทำนายในระดับที่สูงขึ้น อาทิ อาจพบว่าขนาดโรงเรียนมีอิทธิพลต่อความมุ่งมั่นในการเรียนของนักเรียน ด้วยธรรมชาติของตัวแปรที่เป็นเช่นนี้จึงมีความจำเป็นต้องวิเคราะห์ข้อมูลแบบพหุระดับ เพราะหน่วยย่อยที่อยู่ภายใต้หน่วยใหญ่เดียวกัน จะได้รับอิทธิพลเหมือนกัน จึงมีความแตกต่างจากหน่วยย่อยที่อยู่ภายใต้หน่วยใหญ่หน่วยอื่น อาทิ นักเรียนที่อยู่โรงเรียนสังกัดเอกชนและรัฐบาลมีผลการเรียนต่างกันเพราะโรงเรียนต่างสังกัดมีการบริหารจัดการ การจัดการศึกษา ความพร้อมด้านทรัพยากรที่แตกต่างกัน

การคัดเลือกตัวแปรทำนาย

จากการตรวจสอบงานวิจัยที่ศึกษาปัจจัยที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะในโครงการทดสอบระดับนานาชาติ (Attewell & Battle, 1999; Cooper, 2007; Elliot & Church, 1997; Fowler & Walberg, 1991; Fuchs & Woessmann, 2004; Kantabutra & Tang, 2006; Liu, Wu, & Zumbo, 2006; Schmitt & Wadsworth, 2004; Shavelson, McDonnell, & Oakes, 1989) ผู้วิจัยได้คัดสรรตัวแปรทำนายที่น่าจะสามารถอธิบายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ได้มากแบ่งตามโครงสร้างของข้อมูลดังนี้

ตัวแปรทำนายระดับนักเรียน

ตัวแปรทำนายระดับนักเรียนมีหลายตัว อาจแบ่งกลุ่มต่างๆ ได้แก่ ตัวแปรด้านคุณลักษณะ ตัวแปรด้านจิตวิทยาและตัวแปรด้านครอบครัว ดังนี้

ตัวแปรด้านคุณลักษณะที่สำคัญตัวแปรหนึ่งคือ เพศ อิทธิพลของเพศต่อสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เป็นโจทย์วิจัยที่มีผู้ศึกษาไว้มากและยาวนาน โดยภาพรวมพบว่า นักเรียนชายทำคะแนนได้ดีกว่านักเรียนหญิง (Greenfield, 1996; Jovanovich & King, 1998; Kahle, 2004) สาเหตุที่ทำให้นักเรียนหญิงได้คะแนนน้อยกว่านักเรียนชายส่วนหนึ่งมาจากบรรทัดฐานทางสังคมแต่อดีตซึ่งสะท้อนให้เห็นจากสัดส่วนที่ไม่สมดุลระหว่างนักวิทยาศาสตร์เพศชายและเพศหญิง ตัวอย่างนักวิทยาศาสตร์ในแบบเรียนเกือบทั้งหมดเป็นเพศชายชาวตะวันตก จึงทำให้นักเรียนขาดต้นแบบ ขาดแรงบันดาลใจ ซึ่งงานวิจัยพบว่า มีผลต่อการรับรู้ความสามารถในตนเองของนักเรียน (Jovanovich & King, 1998) นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนเพศหญิงไม่ค่อยได้รับโอกาสหรือส่งเสริมให้แสวงหาความรู้หรือเป็นผู้นำในการเรียนรู้ (Greenfield, 1996) อันสะท้อนให้เห็นถึงความมีอคติอันเนื่องจากเพศซึ่งพบมากในสังคมเอเชีย งานวิจัยยังชี้ว่า ความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์การเรียนระหว่างเพศในระดับประถมศึกษา มีน้อยกว่าระดับมัธยมศึกษา (Beaton et al., 1996)

ตัวแปรด้านจิตวิทยามีหลายตัวแปร อาทิ ทักษะคิดต่อการเรียน การรับรู้ความสามารถในการเรียนของตนเอง การให้คุณค่าต่อวิชาที่เรียน เป็นต้น การรับรู้ความสามารถทางการเรียนของตนเอง (self-efficacy) ซึ่งหมายถึง ความรู้สึกมั่นใจมากหรือน้อยว่าตนเองจะสามารถทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งได้ประสบความสำเร็จ Bandura (1997) อธิบายว่า การขาดประสบการณ์หรือไม่คุ้นเคยต่อการเรียนหรือทำกิจกรรมส่งผลต่อการรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนหรือทำกิจกรรมนั้น งานวิจัยระบุว่า การรับรู้ความสามารถทางการเรียนของตนเองมีความสัมพันธ์ทางบวกต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (House, 2008; Lau & Roeser, 2002) ตัวแปรทางจิตวิทยาที่สำคัญตัวต่อไป คือ ทักษะคิดต่อการเรียนวิทยาศาสตร์หรือเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ Gardner (1975) ได้อธิบายความแตกต่างระหว่างเจตคติต่อวิทยาศาสตร์กับเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งคนทั่วไปมักสับสนและใช้สับสนกันอยู่บ่อยครั้ง เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (scientific attitude) คือคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ อาทิ ต้องการที่จะรู้และเข้าใจสิ่งรอบตัว ต้องการตรวจสอบความถูกต้อง มีความเป็นเหตุเป็นผล คิดวิเคราะห์สิ่งต่างๆ เป็นต้น แต่เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (attitude towards science) เป็นความรู้สึก ความเชื่อและการให้คุณค่าต่อวิทยาศาสตร์ครอบคลุมประชาคมและกิจการทางวิทยาศาสตร์ การเรียนวิทยาศาสตร์ และผลกระทบต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จากการวิเคราะห์องค์ประกอบพบว่า เจตคติต่อวิทยาศาสตร์มีหลายองค์ประกอบ แต่ละองค์ประกอบมีน้ำหนักองค์ประกอบต่างกัน (loading factors) (Piburn 1993, Koballa Jr. 1995) องค์ประกอบของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ได้แก่ การรับรู้เกี่ยวกับครู

วิทยาศาสตร์ เพื่อนร่วมชั้นเรียน ความวิตกกังวลต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ แรงจูงใจต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ ความสนุกสนานในการเรียนวิทยาศาสตร์ สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติต่อวิทยาศาสตร์กับสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนวิทยาศาสตร์พบว่า มีความสัมพันธ์เชิงบวกระดับปานกลาง (Beaton et al. 1996; Weinburgh, 1995) และพบว่า มีความสัมพันธ์ระดับมากในนักเรียนหญิงที่มีผลการเรียนสูงและต่ำ หรืออาจกล่าวได้ว่า นักเรียนหญิงที่ทำคะแนนได้ดีหรือต่ำมักชอบวิทยาศาสตร์มาก

ตัวแปรระดับนักเรียนกลุ่มต่อไป คือตัวแปรด้านครอบครัว ตัวแปรกลุ่มนี้มีหลายตัว อาทิ เศรษฐฐานะของครอบครัว ทรัพยากรการเรียนรู้ที่บ้าน ระดับการศึกษาของผู้ปกครอง การให้ความสำคัญและการมีส่วนร่วมในการศึกษาของบุตรหลาน เป็นต้น ทรัพยากรการเรียนรู้ที่บ้านก็เป็นปัจจัยที่ส่งเสริมการเรียนรู้ซึ่งพบว่ามีอิทธิพลต่อสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทรัพยากรการเรียนรู้หมายถึงแหล่งข้อมูลองค์ความรู้ทางวิชาการ ใช้เป็นแหล่งค้นคว้า อ้างอิงอยู่ในรูปของ บุคคล สิ่งประดิษฐ์ สื่ออิเล็กทรอนิกส์ สื่อสิ่งพิมพ์ คอมพิวเตอร์ ทรัพยากรการเรียนรู้ที่บ้านจึงเป็นแหล่งการเรียนรู้ด้วยตนเองที่ใกล้ที่สุด นักเรียนสามารถเข้าถึงได้ง่ายตลอดเวลา ตามความสนใจ ทรัพยากรการเรียนรู้มีความสัมพันธ์กับเศรษฐฐานะของครอบครัวและการให้ความสำคัญและการมีส่วนร่วมในการศึกษาของผู้ปกครอง (parental involvement) ผู้ปกครองที่ให้ความสำคัญต่อการเรียนของบุตรหลานมักจะจัดสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียน จัดหาทรัพยากร อาทิ หนังสือ ตำรา คอมพิวเตอร์ จัดมุมหรือพื้นที่ให้ศึกษา ทำให้นักเรียนเรียนรู้ได้ที่บ้าน เกิดบรรยากาศวิชาการในบ้าน ครอบครัวที่มีเศรษฐฐานะที่ดีจะมีทรัพยากรการเรียนรู้ที่บ้านมากและมักมีส่วนร่วมในการศึกษาเล่าเรียนของลูก

ตัวแปรทำนายระดับโรงเรียน

จากการตรวจสอบเอกสารพบว่า มีตัวแปรทำนายระดับโรงเรียนที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ของโรงเรียนหลายตัวแปร อาทิ ขนาดโรงเรียน ทรัพยากรการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ การมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการจัดการศึกษาของบุตรหลาน สภาพแวดล้อมทางสังคม และภาวะความเป็นผู้นำทางการศึกษาของผู้บริหาร ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ตัวแปรแรกคือ ขนาดของโรงเรียน งานวิจัยของ ประทีน ตายอด (2546) ชัชวาล ทองดีเลิศ (2555) พบว่า ขนาดของโรงเรียนมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของโรงเรียน โดยโรงเรียนขนาดเล็กจะมีผลสัมฤทธิ์ต่ำ เพราะมักประสบปัญหา ขาดแคลนบุคลากร ครูผู้สอนมีภาระงานมากเกินไป มีการโยกย้ายบ่อย รวมทั้งขาดอุปกรณ์การทดลองวิทยาศาสตร์ และหนังสือให้นักเรียนศึกษาค้นคว้า โรงเรียนขนาดเล็กได้รับการจัดสรรงบประมาณไม่เพียงพอ จึงส่งผลต่อการเรียนรู้และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

สิ่งแวดล้อมทางสังคม (school social climate) เป็นปัจจัยระดับโรงเรียนปัจจัยหนึ่งที่จากงานวิจัยพบว่า มีอิทธิพลต่อสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนของนักเรียนอยู่มาก สิ่งแวดล้อมทางสังคม คือคุณภาพและลักษณะเฉพาะของการใช้ชีวิตในโรงเรียน เป็นลักษณะเฉพาะทางจิตวิทยาสังคมที่แยกโรงเรียนหนึ่งออกจากโรงเรียนอื่น และส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมของคนในโรงเรียนนั้นๆ สิ่งแวดล้อมทางสังคมครอบคลุมความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล (interpersonal relation) ระหว่างครูกับนักเรียน และระหว่างนักเรียนด้วยกัน การรับรู้ถึงความปลอดภัย ความผูกพันของครูและผู้บริหารที่คอยดูแลเอาใจใส่ (connectedness) การมีส่วนร่วมของครู ผู้บริหาร ผู้ปกครองและนักเรียนในการตัดสินใจและดำเนินกิจกรรมต่างๆ ของโรงเรียน (Brown, Anfara, & Roney, 2004) สิ่งแวดล้อมทางสังคมจะเป็นอย่างไรขึ้นอยู่กับประสบการณ์เดิมและ ความเชื่อ ค่านิยม ทศนคติ บรรทัดฐานที่สมาชิกยอมรับร่วมกันในโรงเรียน นำไปสู่การสร้างระบบกลไก การบริหารจัดการ แนว

ปฏิบัติเพื่อให้โรงเรียนมีสิ่งแวดล้อมทางสังคมที่เอื้อต่อการเรียนรู้ (McEvoy, & Welker, 2000; ฉันทกร ช่วยทุกข์เพื่อน, 2557)

โรงเรียนที่มีสิ่งแวดล้อมทางสังคมที่ดี คือ โรงเรียนเปิดรับ ไม่กีดกัน ให้เกียรติ เคารพซึ่งกันและกัน ในสิ่งแวดล้อมเช่นนี้จะทำให้นักเรียนมีความสุขกายสบายใจ รู้สึกปลอดภัย มั่นคง มีสมาธิและมีพลังในการศึกษาเล่าเรียน ในทางตรงกันข้าม โรงเรียนที่มีสิ่งแวดล้อมทางสังคมไม่ดี ได้แก่ นักเรียนถูกข่มเหงรังแก ของหาย ทรัพย์สินโรงเรียนถูกทำลาย นักเรียนมีพฤติกรรมก้าวร้าว ขาดระเบียบวินัย สิ่งแวดล้อมเช่นนี้ทำให้นักเรียนรู้สึกท้อแท้ หวาดกลัว ไม่มีความสุข โดดเดี่ยว วิตกกังวล ไม่รู้สึกเป็นส่วนหนึ่งของโรงเรียน ไม่อยากไปโรงเรียน ไม่อยากเรียนหนังสือ ไม่สนใจเรียน บรรยายากทงวิชาการของห้องเรียนและโรงเรียนเสียไป นักเรียนที่มีปัญหาพฤติกรรมขาดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ทำให้ผลการเรียนตกต่ำ งานวิจัยยังพบว่า การเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมทางสังคมให้ดีขึ้นสามารถยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ ปัญหาพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ของนักเรียนลดลงเมื่อสิ่งแวดล้อมทางสังคมได้รับการปรับปรุง นักเรียนจะเข้าเรียนและมีส่วนร่วมในการเรียนมากขึ้น (Kendziora, Osher, & Chinen, 2008) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมทางสังคมจะเกิดขึ้นได้ต้องอาศัยการริเริ่ม วิสัยทัศน์ ขับเคลื่อนและติดตามของผู้บริหารสถานศึกษาและครูในโรงเรียน และพบว่า พื้นที่ตั้งของโรงเรียนไม่มีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมทางสังคมของโรงเรียน

ตัวแปรทำนายระดับโรงเรียนตัวต่อไปคือ ความสัมพันธ์ระหว่างผู้ปกครองและโรงเรียน โรงเรียนสามารถยกระดับสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนได้โดยทำงานอย่างร่วมมือกับทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง โดยผู้ปกครองและชุมชนนั้น มีความสำคัญยิ่ง ผู้ปกครองคือผู้ที่อยู่ใกล้ชิดกับนักเรียนมากที่สุด มีอิทธิพลต่อการเรียนของนักเรียนมาก เนื่องด้วยสามารถส่งเสริม ติดตาม ให้อกำลังใจ กิจกรรมความร่วมมือหลักระหว่างบ้านกับโรงเรียนมีดังนี้

1. การสื่อสาร (Communication) การสื่อสารระหว่างบ้าน โรงเรียน และนักเรียนเป็นรากฐานที่ทำให้เกิดการพัฒนารักษาความสัมพันธ์ โรงเรียนมีหน้าที่ช่วยผู้ปกครองให้เข้าใจกระบวนการจัดการศึกษา รายงานความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนให้ผู้ปกครองทราบ และร่วมกันอภิปรายหาแนวทางในการส่งเสริม สนับสนุนแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับการเรียนของนักเรียน โรงเรียนต้องสร้างเป้าหมายในการจัดการศึกษาและความคาดหวังร่วมกับผู้ปกครอง
2. หุ่นส่วนการเรียนรู้ (Learning Partnership) การเรียนรู้ไม่ได้เกิดขึ้นในห้องเรียนเท่านั้น พบว่าความเชื่อ ความคาดหวัง ประสบการณ์ของผู้ปกครอง เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนของนักเรียน การทำงานร่วมกันระหว่างบ้านและโรงเรียนจะทำให้เกิดการศึกษาแบบองค์รวม ดังนั้นครูและผู้ปกครองต้องทำงานร่วมกันเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน โรงเรียนต้องประเมินความต้องการจำเป็น ให้ความรู้และทักษะในการส่งเสริมการศึกษาแก่ผู้ปกครอง ให้ผู้ปกครองมีส่วนร่วมในการศึกษาของบุตรหลาน

งานวิจัยของณัฐติยาภรณ์ หยกอุบล (2555) พบว่า งานสัมพันธ์และเครือข่ายผู้ปกครองมีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อความสำเร็จทางการศึกษาของนักเรียน เพราะทำให้ผู้ปกครองตระหนัก เข้าใจบทบาทและหน้าที่ของตนเองในการสนับสนุนการเรียนรู้ของบุตรหลาน ช่วยติดตามตรวจสอบการเรียนของนักเรียน นอกจากนี้เครือข่ายผู้ปกครองยังมีบทบาทกำหนดทิศทาง นโยบายในการบริหารและจัดการศึกษาของโรงเรียน ให้

ข้อเสนอแนะด้านวิธีการสอนและหลักสูตรเพื่อให้การจัดการศึกษามีคุณภาพได้มาตรฐานและตอบสนองความต้องการของชุมชนและประเทศชาติ ตลอดจนทำหน้าที่ตรวจสอบและประเมินการดำเนินงานของโรงเรียนเพื่อนำไปสู่การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ ผู้ปกครองที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะทางคือแหล่งการเรียนรู้ที่มีคุณค่า โรงเรียนสามารถเชิญมาให้ความรู้แก่ครูและนักเรียน สามารถแรงบันดาลใจในการเรียนกับนักเรียนได้ อย่างไรก็ตามพบว่า การให้ความร่วมมือและการมีส่วนร่วมของผู้ปกครองเกี่ยวกับการจัดการศึกษาของโรงเรียนมีจำกัดในโรงเรียนที่ตั้งในชุมชนที่มีสภาพเศรษฐกิจและสังคมไม่ดี

ตัวแปรทำนายที่มีความสำคัญลำดับต่อไปคือ ภาวะความเป็นผู้นำทางการศึกษาซึ่งเป็นตัวแปรที่ถูกศึกษาวิจัยตั้งแต่ ค.ศ. 1960 ผู้บริหารสถานศึกษาที่มีภาวะความเป็นผู้นำ คือมีวิสัยทัศน์ มีกลยุทธ์ กลไกในการพัฒนาและปรับปรุงคุณภาพการจัดการศึกษาโรงเรียน แก่นของแนวคิดภาวะความเป็นผู้นำทางการศึกษา คือ มีทิศทางหรือความคิดริเริ่มในการปรับปรุงและพัฒนาและมีอิทธิพลต่อความคิด ความเชื่อและการปฏิบัติของคนในองค์กร สาเหตุสำคัญที่ทำให้คุณภาพการศึกษาล้มเหลวคือความไม่ต่อเนื่องในการบริหารในสถานศึกษา (Hargreaves & Fink, 2006) อันเป็นผลมาจากการโยกย้าย สับเปลี่ยน (turnover) ผู้บริหารและครูเองบ่อยครั้งในองค์กร ทำให้ทิศทาง กลยุทธ์เปลี่ยนแปลง เกิดความสับสนของผู้ปฏิบัติ ทำให้ไม่บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ (Cohen, 1990) บทบาทหน้าที่ของผู้บริหารสถานศึกษาที่มีภาวะความเป็นผู้นำ สามารถสรุปได้ดังนี้

1. การกำหนดเป้าหมาย คือ ผู้บริหารกำหนดเป้าหมายที่ชัดเจน มีวิสัยทัศน์ ให้มีความสำคัญกับนวัตกรรมทางการศึกษา สื่อสารเป้าหมายแก่ทีมผู้บริหาร ครูและบุคลากรทางการศึกษา สร้างแรงบันดาลใจ
2. พัฒนาคคน คือ การสนับสนุนการดำเนินการตามแผน จัดสรรงบประมาณ ทรัพยากร เวลา สร้างความเข้าใจ ให้ความช่วยเหลือ มองเห็นความพยายามของผู้ปฏิบัติ ให้และสร้างขวัญกำลังใจ พัฒนาวิชาชีพให้กับครูและบุคลากรทางการศึกษาเพื่อให้ปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ก้าวทันนวัตกรรมทางการศึกษา เป็นแบบอย่าง
3. ปกป้ององค์กร คือ การสร้างวัฒนธรรมในการทำงานแบบร่วมมือร่วมใจ ส่งเสริมค่านิยม สร้างความรู้สึกเป็นส่วนหนึ่งและเป็นเจ้าขององค์กรให้กับบุคลากร ฉลองความสำเร็จและยอมรับความล้มเหลว เปิดโอกาสให้ครูและบุคลากรมีส่วนร่วมในการกำหนดวิสัยทัศน์ แนวปฏิบัติและการตัดสินใจในการบริหารและจัดการองค์กร
4. เน้นคุณภาพการจัดการศึกษา คือ ผู้บริหารสถานศึกษาต้องให้ความสำคัญต่อคุณภาพการจัดการเรียนการสอนเป็นอันดับแรก โดยทำหน้าที่นิเทศและประเมินการสอน กำหนดมาตรฐานหลักสูตรสถานศึกษาและการจัดการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล ติดตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ยึดการสอนเป็นหลัก ป้องกันเกิดเหตุการณ์ที่จะมากระทบต่อการจัดการเรียนสอนโดยไม่จำเป็น ให้ครูมีเวลาในการเตรียมการสอนอย่างเต็มที่

สำหรับภาวะความเป็นผู้นำของผู้บริหาร พบว่า ความเป็นผู้นำด้านวิชาการของผู้บริหาร เป็นปัจจัยที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน (ณัฐติยาภรณ์ หยกอุบล, 2555; กิตติ กรทอง, 2553) ผู้บริหารที่มีภาวะความเป็นผู้นำจะตื่นตัวในการศึกษาหาความรู้ ส่งเสริมให้ครูจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ พัฒนาศักยภาพนักเรียนทางวิชาการ สนับสนุนกิจกรรมวิชาการ จัดบรรยากาศและสภาพแวดล้อมที่กระตุ้นการเรียนรู้ มีความเอาใจใส่ ให้ความช่วยเหลือ เป็นแรงกระตุ้น ติดตาม อำนวยความสะดวกทุกด้าน โดยเฉพาะ

การพัฒนางานวิชาการ ตั้งมั่นในงานบริหารเพื่อส่งเสริมงานวิชาการเป็นหลัก พัฒนาคุณภาพของสถานศึกษา จนมีประสิทธิผลสูงขึ้น สร้างความศรัทธาและยอมรับจากครู นักเรียน ชุมชน เป็นตัวอย่างที่ดี

การวิเคราะห์พหุระดับ

การวิเคราะห์พหุระดับมีหลักการคือการจำแนกและพยายามอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรผลตลอดจนหาปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างระดับ โดยชุดตัวแปรทำนายหลายระดับโดยโครงสร้างข้อมูลมีลักษณะเป็นโครงสร้างลดหลั่นกัน (nested) เรียกโมเดลการวิเคราะห์นี้ว่า โมเดลลดหลั่นเชิงเส้น หรือโมเดล HLM (Hierarchical Linear Model) ตัวแปรทำนายจะเป็นตัวแปรที่มีหลายระดับ ตัวแปรทำนายส่วนหนึ่งจะอยู่ระดับเดียวกับตัวแปรผลและบางส่วนจะอยู่ในระดับที่สูงขึ้นไป การวิเคราะห์ในระดับที่สูงขึ้น หน่วยวิเคราะห์จะใหญ่ขึ้น อาทิ หากต้องการอธิบายความแปรปรวนของคะแนนสอบวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับล่างหน่วยวิเคราะห์ คือนักเรียน ตัวแปรผลคือคะแนนสอบของนักเรียนรายบุคคล ชุดตัวแปรทำนายคือ ปัจจัยระดับนักเรียน อาทิ ทักษะคิดต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ การรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนวิทยาศาสตร์ เศรษฐฐานะทางครอบครัวของนักเรียน ในระดับที่สูงขึ้นคือโรงเรียน โรงเรียนจะเป็นหน่วยวิเคราะห์ ตัวแปรผลโรงเรียน คือ คะแนนเฉลี่ยของโรงเรียนนั้น ซึ่งจะแตกต่างจากคะแนนเฉลี่ยของโรงเรียนอื่น ตัวแปรทำนายในระดับนี้ จึงต้องเป็นปัจจัยในระดับโรงเรียนที่คาดว่าจะสามารถอธิบายความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยแต่ละโรงเรียนได้

โมเดล HLM ไม่นำชุดตัวแปรทำนายในระดับที่สูงขึ้นไปมาอธิบายความแปรปรวนตัวแปรตามในระดับที่ต่ำกว่า ปัจจัยด้านโรงเรียน หรือปัจจัยด้านเขตพื้นที่การศึกษาไม่สามารถอธิบายความแปรปรวนคะแนนสอบของนักเรียนได้เพราะแต่ละโรงเรียนมีบริบทที่ต่างออกไป นักเรียนโรงเรียนเดียวกันได้รับอิทธิพลจากโรงเรียนเดียวกันเหมือนกัน และแตกต่างจากเพื่อนต่างโรงเรียน เช่นเดียวกับเขตพื้นที่การศึกษา เขตพื้นที่การศึกษากรุงเทพมหานครย่อมมีบริบทแตกต่างจากเขตพื้นที่การศึกษาอื่น โรงเรียนที่อยู่ในเขตพื้นที่การศึกษาเดียวกันย่อมได้รับอิทธิพลจากนโยบายและรูปแบบการบริหารงานในเขตนั้นเหมือนกันและต่างจากโรงเรียนในเขตการศึกษาอื่น การนำตัวแปรทำนายต่างระดับมาวิเคราะห์รวมกันในการวิเคราะห์ระดับเดียวจะทำให้เกิดความลำเอียงของการสรุปข้ามระดับ (aggregation bias) โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลสถิติที่ใช้วิเคราะห์โมเดลนี้ที่ได้รับการนิยามแพร่หลายคือ โปรแกรม HLM ซึ่งพัฒนาโดย Bryk และ Raudenbush (1986) ซึ่งพัฒนาจากสถิติหลายชนิดได้แก่ การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบผสม สัมประสิทธิ์ถดถอยเชิงสุ่ม โมเดลส่วนประกอบ ความแปรปรวนร่วม และการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีของเบส์ ให้ผลการวิเคราะห์ที่มีความตรงสูงและมีความคลาดเคลื่อนต่ำ

การวิเคราะห์พหุระดับต้องการกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ที่จะทำให้ประสิทธิภาพในการประมาณค่าพารามิเตอร์ถูกต้อง โดยเฉพาะจำนวนกลุ่มตัวอย่างในระดับสูงสุด (macro level) ไม่ควรมีน้อยกว่า 30 จำนวน เพราะถ้ากลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็กจะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยที่ได้จากการวิเคราะห์โมเดลระดับที่ 1 มีความคลาดเคลื่อนสูง

ขั้นตอนในการวิเคราะห์พหุระดับโดยใช้โมเดล HLM ตามเทคนิคของ Raudenbush และ Bryk (2002) ตามลำดับมีดังนี้

ขั้นที่ 1 พัฒนาโมเดลพหุระดับ ในขั้นนี้ ผู้วิจัย ต้องศึกษาวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรผลและตัวแปรทำนายแต่ละระดับ เพื่อสร้างโมเดลสมมติฐานการวิจัย

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ตัวแปรผลด้วยโมเดลไร้ตัวแปรทำนาย เป็นการศึกษาความแปรปรวนของตัวแปรผลในแต่ละระดับ โดยสร้างโมเดลการวิเคราะห์ที่ปราศจากตัวแปรทำนายใดๆ ทุกระดับ ประมาณค่าและหาสัดส่วนความแปรปรวนตัวแปรตามแต่ละระดับว่ามีมากน้อยเพียงใด เรียก โมเดลการวิเคราะห์ว่า โมเดลไม่มีเงื่อนไขอย่างสมบูรณ์ (fully unconditional model) หรือโมเดลศูนย์ (null model) โมเดลนี้เป็นโมเดลฐาน (baseline model) สำหรับโมเดลวิเคราะห์ลำดับต่อไปที่มีการเพิ่มชุดตัวแปรทำนายในแต่ละระดับ โดยใช้เปรียบเทียบว่าเมื่อเพิ่มชุดตัวแปรทำนาย ความแปรปรวนจะลดลงหรือไม่ เท่าใดซึ่งนั่นหมายถึงความสามารถในการอธิบายความแปรปรวนตัวแปรผลโดยชุดตัวแปรทำนายที่คัดสรรมานั้นเอง รูปแบบการวิเคราะห์ประกอบด้วย 2 โมเดลย่อย คือ

ระดับที่ 1 การวิเคราะห์ระดับบุคคล (micro model) หรือภายในกลุ่ม (within-group model)

$$y_{ij} = \beta_{0j} + r_{ij}$$

ระดับที่ 2 การวิเคราะห์ระดับกลุ่ม (macro model) หรือระหว่างกลุ่ม (between-group model)

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + U_{0j}$$

เมื่อ y_{ij} แทน ตัวแปรผลของคนที่ i กลุ่ม (โรงเรียน) ที่ j

β_{0j} แทน ค่าเฉลี่ยตัวแปรผลในกลุ่ม (โรงเรียน) ที่ j เป็นค่าที่สมการถดถอยตัดแกนตั้งเป็นรายกลุ่ม

r_{ij} แทน เทอมความเคลื่อนที่เกิดจากลักษณะเฉพาะของคนที่ i กลุ่มที่ j หรือส่วนต่างระหว่างคะแนน y_{ij} รายบุคคลกับค่าเฉลี่ยของกลุ่ม

γ_{00} แทน ค่าเฉลี่ยรวมของตัวแปรผล (grand mean)

U_{0j} แทน ค่าส่วนที่เหลือของ γ_{00} หรือ ค่าเบี่ยงเบนของ β_{0j} รายกลุ่มจากค่าเฉลี่ยรวม

ค่าพารามิเตอร์ที่ประมาณได้จาก โปรแกรม HLM แบ่งเป็น อิทธิพลคงที่ (fixed effect) และอิทธิพลสุ่ม (random effect) จากโมเดลย่อยข้างต้น อิทธิพลคงที่ได้แก่ γ_{00} ส่วนอิทธิพลสุ่มแบ่งเป็นส่วนประกอบความแปรปรวน (variance components) ระดับนักเรียนแทนด้วย $var(r_{ij})$ หรือ σ^2 และส่วนประกอบความแปรปรวนระดับโรงเรียนแทนด้วย $var(\beta_{0j})$ หรือ τ^2

การทดสอบอิทธิพลคงที่ใช้สถิติอ้างอิง t-test ทดสอบ ค่าเฉลี่ยของประชากรมีค่าต่างจาก 0 หรือไม่ ถ้ามีนัยสำคัญแสดงว่า ค่าเฉลี่ยรวมของประชากรมีค่าต่างจาก 0 สมมติฐานการทดสอบอิทธิพลคงที่เขียนได้ดังนี้

$$\begin{aligned} H_0: \gamma_{00} &= 0 \\ H_1: \gamma_{00} &\neq 0 \end{aligned}$$

การทดสอบอิทธิพลสุ่มทดสอบด้วย chi-square เพื่อทดสอบว่า มีความแปรปรวนของตัวแปรผลหรือมีความแปรปรวนของพารามิเตอร์ภายในและระหว่างกลุ่มหรือไม่ ถ้ามีนัยสำคัญแสดงว่า มีความแปรปรวนระหว่างนักเรียน มีความแปรปรวนระหว่างกลุ่ม จึงควรหาตัวแปรทำนายระดับนักเรียนและโรงเรียนมาอธิบายความแปรปรวนตามลำดับ แต่หากผลการทดสอบไม่มีนัยสำคัญหรือความแปรปรวนมีค่าเป็นศูนย์ แสดงว่า ไม่มีความผันแปรของคะแนนเฉลี่ยภายในและระหว่างโรงเรียนจึงไม่ต้องวิเคราะห์ในโมเดลต่อไป สมมติฐานการทดสอบอิทธิพลสุ่มเขียนได้ดังนี้

การทดสอบอิทธิพลสุ่มภายในกลุ่ม

$$H_0: \text{var} (r_{ij}) = 0$$

$$H_1: \text{var} (r_{ij}) \neq 0$$

การทดสอบอิทธิพลสุ่มระหว่างกลุ่ม

$$H_0: \text{var} (\beta_{0j}) = 0$$

$$H_1: \text{var} (\beta_{0j}) \neq 0$$

เราสามารถหาค่าประมาณของช่วงค่าเฉลี่ยรวม (grand mean) จากผลการวิเคราะห์ อิทธิพลคงที่ และอิทธิพลสุ่มที่ระดับความเชื่อมั่นต่างๆ ได้ อาทิ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ช่วงค่าเฉลี่ยรวมมีค่าเท่ากับ

$$\gamma_{00} \pm Z_{95}[\text{var}(\beta_{0j})]$$

เราสามารถหาค่าความสัมพันธ์ภายในชั้น (intraclass correlation: ICC ใช้สัญลักษณ์แทนด้วย ρ) ซึ่งเป็นสัดส่วนของความแปรปรวนระดับโรงเรียนต่อความแปรปรวนทั้งหมด หาได้จาก

$$\rho = \frac{\tau^2}{\tau^2 + \sigma^2}$$

จากค่าสัดส่วนนี้สามารถทำเป็นร้อยละความแปรปรวนระดับโรงเรียนและหาค่าร้อยละความแปรปรวนระดับนักเรียนได้

ขั้นที่ 3 วิเคราะห์ตัวแปรผลด้วยโมเดลที่มีตัวแปรทำนายเฉพาะระดับล่าง โมเดลการวิเคราะห์จะเพิ่มชุดตัวแปรทำนายเฉพาะระดับที่ 1 เท่านั้น เรียกโมเดลวิเคราะห์นี้ว่า โมเดลไม่มีเงื่อนไข (unconditional model) หรือโมเดลอย่างง่าย (simple model) ในการเพิ่มชุดตัวแปรทำนายในระดับที่ 1 จะทำให้ความแปรปรวนของตัวแปรผลระดับที่ 1 ลดลง ซึ่งสามารถคำนวณสัดส่วนและร้อยละของการลดลงหรือความสามารถในการอธิบายของโมเดลไม่มีเงื่อนไขได้ โมเดลนี้ประกอบด้วยโมเดลย่อย 2 โมเดลดังนี้

ระดับที่ 1 การวิเคราะห์ระดับบุคคล (micro model) หรือภายในกลุ่ม (within-group model)

$$y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}(X_{ij} + \bar{X}_{.j}) + r_{ij}$$

ระดับที่ 2 การวิเคราะห์ระดับกลุ่ม (macro model) หรือระหว่างกลุ่ม (between-group model)

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + U_{0j}$$

$$\beta_{1j} = \gamma_{10} + U_{1j}$$

เมื่อ y_{ij} แทน ตัวแปรผลของคนที่ i กลุ่ม (โรงเรียน) ที่ j

X_{ij} แทน ค่าตัวแปรทำนายระดับที่ 1 ของนักเรียนคนที่ i โรงเรียน j

$\bar{X}_{.j}$ แทน ค่าเฉลี่ยของตัวแปรทำนายระดับที่ 1 ในโรงเรียน j

β_{0j} แทน ค่าเฉลี่ยตัวแปรผลในกลุ่ม (โรงเรียน) ที่ j เป็นค่าที่สมการถดถอยตัดแกนตั้งเป็นรายกลุ่ม

β_{1j} แทนค่าสัมประสิทธิ์ถดถอย (slope) ของตัวแปรทำนายระดับที่ 1 ของตัวแปรทำนายในโรงเรียน j

r_{ij} แทน เทอมความคลื่อนที่เกิดจากลักษณะเฉพาะของคนที่ i กลุ่มที่ j หรือส่วนต่างระหว่างคะแนน

y_{ij} รายบุคคลกับค่าเฉลี่ยของกลุ่ม

γ_{00} แทน ค่าเฉลี่ยรวมของตัวแปรผล (grand mean)

γ_{10} แทน สัมประสิทธิ์ถดถอยเฉลี่ยรวมของตัวแปรระดับที่ 1 ทำนายของทุกกลุ่ม

U_{0j} แทน ค่าส่วนที่เหลือของ γ_{00} หรือ ค่าเบี่ยงเบนของ β_{0j} รายกลุ่มจากค่าเฉลี่ยรวม

U_{1j} แทน ค่าส่วนที่เหลือของ β_{1j} (ส่วนเบี่ยงเบนของค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยเฉลี่ยของโรงเรียนที่ j กับค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยเฉลี่ยรวมของทุกกลุ่ม)

การกำหนด centering ของตัวแปรทำนาย คือ การกำหนดตำแหน่งของแกน Y ที่จะอยู่ที่ตำแหน่ง X เป็น 0 (uncentered) หรือที่ $\bar{X}_{.j}$ ของแต่ละโรงเรียน (group centered) หรือที่ $\bar{X}$ ของทุกโรงเรียน (grand mean) ในโมเดลย่อยข้างต้น สมการเป็น group centered ค่าตัวแปรทำนายของนักเรียนที่รอบค่าเฉลี่ยของตัวแปรทำนายของโรงเรียน ได้รับการจัดสเกลใหม่เมื่อควบคุมให้ตัวแปรทำนายคงที่ ค่าความชันจึงมีความหมายเป็นค่าเฉลี่ยของตัวแปรผลในแต่ละโรงเรียน

ขั้นที่ 4 วิเคราะห์ตัวแปรผลด้วยโมเดลที่มีตัวแปรทำนายเฉพาะระดับบน ในโมเดลนี้ ผู้วิจัยใส่ตัวแปรทำนายระดับบนในโมเดลเท่านั้น หลังจากพิจารณาผลจากโมเดลไม่มีเงื่อนไขโดยสมบูรณ์ซึ่งบ่งชี้ว่า มีความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยตัวแปรผลของแต่ละโรงเรียน เมื่อใส่ตัวแปรทำนายระดับบนในโมเดล จะทำให้ความแปรปรวนระหว่างหน่วยระดับบนลดลง ซึ่งสามารถคำนวณสัดส่วนและร้อยละการลดลงได้ โดยโมเดลนี้ประกอบด้วยโมเดลย่อยดังนี้

ระดับที่ 1 การวิเคราะห์ระดับบุคคล (micro model) หรือภายในกลุ่ม (within-group model)

$$y_{ij} = \beta_{0j} + r_{ij}$$

ระดับที่ 2 การวิเคราะห์ระดับกลุ่ม (macro model) หรือระหว่างกลุ่ม (between-group model)

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01}(X_2) + U_{0j}$$

ขั้นที่ 5 วิเคราะห์โมเดลสมมติฐาน ในขั้นนี้ ผู้วิจัยจะเพิ่มชุดตัวแปรทำนายทุกระดับตามโมเดลสมมติฐานการวิจัย เพื่อศึกษาอิทธิพลคงที่และอิทธิพลสุ่มตัวแปรทั้งสองระดับ ตลอดจนความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสองระดับ โดยนำค่าจุดตัดแกน Y และค่าความชันของตัวแปรระดับที่ 1 มาเป็นตัวแปรผลในระดับที่ 2 เรียกโมเดลการวิเคราะห์นี้ว่า โมเดลสมมติฐาน (hypothetical model) หรือ Intercept and Slope-as-outcome model โดยนี้จะช่วยอธิบายความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยและความชันเฉลี่ยแต่ละโรงเรียนได้ ซึ่งสามารถคำนวณสัดส่วนและร้อยละการลดลงของความแปรปรวนตัวแปรผลทั้งสองระดับเมื่อใส่ชุดตัวแปรทำนายทุกระดับ โมเดลสมมติฐานประกอบด้วยโมเดลย่อยดังนี้

ระดับที่ 1 การวิเคราะห์ระดับบุคคล (micro model) หรือภายในกลุ่ม (within-group model)

$$y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}(X_{ij} + \bar{X}_{.j}) + r_{ij}$$

ระดับที่ 2 การวิเคราะห์ระดับกลุ่ม (macro model) หรือระหว่างกลุ่ม (between-group model)

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01}(X_2) + U_{0j}$$

$$\beta_{1j} = \gamma_{10} + \gamma_{11}(X_2) + U_{1j}$$

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Kaya และ Rice (2010) ศึกษาอิทธิพลของตัวแปรทำนายระดับนักเรียนและตัวแปรทำนายระดับห้องเรียนต่อผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาในโครงการทดสอบนานาชาติ TIMSS 2003 จาก 5 ประเทศได้แก่ ประเทศสหรัฐอเมริกา ประเทศสิงคโปร์ ประเทศญี่ปุ่น ประเทศออสเตรเลียและประเทศสกอตแลนด์ โดยตัวแปรทำนายระดับนักเรียนได้แก่ เพศ ความมั่นใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทรัพยากรการเรียนรู้ที่บ้าน ส่วนตัวแปรทำนายระดับห้องเรียนได้แก่ คุณสมบัตินักเรียน การจัดการเรียนการสอน และลักษณะห้องเรียน วิเคราะห์อิทธิพลพหุระดับโดยใช้ Hierarchical Linear Modelling (HLM) ผลการวิเคราะห์การแบ่งส่วนความแปรปรวนพบว่า ความแปรปรวนภายในห้องเรียนหรือระหว่างนักเรียนของประเทศญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา ออสเตรเลียและสกอตแลนด์มีค่ามากกว่าความแปรปรวนระหว่างห้องเรียน โดยเฉพาะประเทศญี่ปุ่น พบว่า ความแปรปรวนเกือบทั้งหมด (ร้อยละ 96) มาจากความแปรปรวนภายในห้องเรียนซึ่งสอนโดยครูคนเดียวกัน สำหรับประเทศสิงคโปร์นั้นพบว่า ความแปรปรวนภายในห้องเรียนมีค่า

น้อยกว่า (ร้อยละ 47) ความแปรปรวนระหว่างห้องเรียน (ร้อยละ 53) สำหรับอิทธิพลของตัวแปรทำนายพบว่า ในระดับนักเรียน พบว่า นักเรียนที่มีความมั่นใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงและมีทรัพยากรการเรียนรู้ที่บ้านมาก จะทำคะแนนสอบได้ดี ในระดับห้องเรียน พบว่า ค่าเฉลี่ยทรัพยากรที่บ้านของนักเรียนแต่ละห้องยิ่งมาก คะแนนเฉลี่ยวิทยาศาสตร์ในห้องเรียนนั้นจะมากตามไปด้วย ตัวแปรคุณสมบัติและวิชาการสอนของครูมีความสัมพันธ์กับคะแนนเฉลี่ยวิทยาศาสตร์ในห้องเรียนนั้นค่อนข้างน้อย และพบว่า การดูแลเอาใจใส่และความคาดหวังของครูมีอิทธิพลทางบวกต่อคะแนนสอบในประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศสิงคโปร์ ในขณะที่การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีอิทธิพลทางบวกต่อคะแนนสอบในประเทศสิงคโปร์ แต่กลับมีอิทธิพลทางลบในประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศออสเตรเลีย

ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า สัดส่วนความแปรปรวนของคะแนนสอบภายในห้องเรียนหรือระดับนักเรียนส่วนใหญ่ยังคงไม่ได้รับการอธิบายในทุกประเทศ ตัวแปรทำนายได้แก่ เพศ ความมั่นใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทรัพยากรการเรียนรู้ที่บ้านซึ่งวัดโดยแบบสอบถามนักเรียน ในโครงการทดสอบ TIMSS 2003 ยังไม่เพียงพอในการอธิบายความแตกต่างของคะแนนระหว่างบุคคล จากผลการวิเคราะห์การแบ่งส่วนความแปรปรวนซึ่งพบว่า ความแปรปรวนระหว่างนักเรียนมีมากกว่าความแปรปรวนระหว่างห้องเรียน ย่อมแสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีความแตกต่างหลากหลายมาก ซึ่งตัวแปรด้านคุณลักษณะดังกล่าวถูกละเลยจากโมเดลการวิเคราะห์ ซึ่งตัวแปรเหล่านี้จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า มีอิทธิพลต่อสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนของนักเรียนค่อนข้างมาก ได้แก่ ระดับการศึกษาของผู้ปกครอง (Lamp & Fullarton, 2002; Xin et al., 2004) การมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการศึกษาเล่าเรียนของลูก การลงทุนทางการศึกษาของผู้ปกครอง ความคาดหวังของผู้ปกครอง (Khong & Ng, 2005; Russell, 1997) ผู้ปกครองในประเทศสิงคโปร์และประเทศญี่ปุ่นมีความคาดหวังต่อบุตรหลานสูงเนื่องด้วยการคัดเลือกเข้าศึกษาต่อในโรงเรียน มหาวิทยาลัยและการทำงานมีการแข่งขันสูง ผู้ปกครองจึงลงทุนทางการศึกษามาก จากการศึกษาของ Russell (1997) พบว่า กว่าร้อยละ 70 ของนักเรียนจากประเทศเอเชียตะวันออกเรียนพิเศษตั้งแต่ก่อนจบมัธยมศึกษาตอนต้น ในขณะที่ประเทศสหรัฐอเมริกามีเพียงร้อยละ 25 เท่านั้น

เมื่อพิจารณาแยกเป็นรายประเทศ Kaya และ Rice พบว่าประเทศญี่ปุ่นมีความแตกต่างระหว่างชั้นเรียนน้อยมาก (ร้อยละ 4) ซึ่งสะท้อนให้เห็นระบบการศึกษาที่เป็นรูปแบบเดียวกัน (homogeneity) ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของการจัดการศึกษาแบบศูนย์รวมอำนาจจากส่วนกลาง (Husen & Postlethwaite, 1994) ในขณะที่ประเทศสิงคโปร์ซึ่งพบว่า มีความแปรผันของคะแนนเฉลี่ยระหว่างชั้นเรียนสูงแสดงว่า ระบบการศึกษาให้ความสำคัญและตอบสนองความหลากหลายของผู้เรียน ในการวิเคราะห์ผลการศึกษาโครงการ TIMSS Case Study Project ของ LeTendre และคณะ (2003) ซึ่งโครงการนี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบระบบการศึกษา หลักสูตรและการจัดการเรียนการสอนของประเทศต่างๆ ที่เข้าร่วมโครงการทดสอบ TIMSS LeTendre และคณะพบว่า ประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศญี่ปุ่นมีหลักสูตรที่ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลและการจัดกลุ่มผู้เรียนตามความสามารถแตกต่างกันมาก ในประเทศญี่ปุ่น พบว่า การแบ่งกลุ่มผู้เรียนตามความถนัด ความสนใจและความสามารถไม่มีหรือมีน้อยมากในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตอนต้น การแบ่งกลุ่มผู้เรียนตามความถนัดและศักยภาพเริ่มเกิดขึ้นในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งแตกต่างจากประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งการจัดกลุ่มผู้เรียนเป็นแผนการเรียนพบตั้งแต่ระดับประถมศึกษา Mudock (2008) ซึ่งศึกษาเปรียบเทียบหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของประเทศที่เข้าร่วมโครงการ TIMSS ยังพบว่า หลักสูตรวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยมีเนื้อหาค่อนข้างกว้างกว่าและไม่ลงลึกเท่าหลักสูตรวิทยาศาสตร์ในประเทศเอเชียตะวันออก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเนื้อหาวิทยาศาสตร์กายภาพ (ฟิสิกส์และเคมี) ในระดับประถม

ศึกษาถึงมัธยมศึกษาตอนต้น แม้ว่าประเทศญี่ปุ่นและประเทศสิงคโปร์จะมีระบบการศึกษาแบบศูนย์รวมอำนาจ เช่นกัน แต่ก็พบว่า ประเทศสิงคโปร์มีแปรปรวนของคะแนนสอบระหว่างโรงเรียนสูงมาก ซึ่ง Tan (1998) ได้อธิบายว่า น่าจะเป็นผลอันเนื่องมาจากระบบโรงเรียนที่มีการแข่งขันกันสูงมาก การสอบคัดเลือกเข้าศึกษาต่อในโรงเรียนทำให้เกิดการแบ่งชั้นของโรงเรียน (stratification) และเขายังพบว่า นักเรียนที่มีเศรษฐฐานะที่ดีจะมีสัดส่วนสูงในโรงเรียนที่มีชื่อเสียง ก่อตั้งมานาน

Lam และ Lau (2014) ได้วิเคราะห์พระระดับเพื่อศึกษาปัจจัยซึ่งส่งผลต่อคะแนนทดสอบโครงการ PISA 2006 ของฮ่องกง โดยใช้ Hierarchical Linear Modeling ผลการวิเคราะห์สถิติบรรยายซึ่งพบว่า นักเรียนฮ่องกงเช่นเดียวกับนักเรียนในประเทศเอเชียตะวันออกอื่นๆ พบว่า มีค่าตัวแปรทางจิตวิทยาโดยเฉพาะการรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนวิทยาศาสตร์ ค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับประเทศอื่น Lam และ Lau ได้อธิบายว่า เป็นผลมาจากบริบทด้านสังคมและวัฒนธรรมที่ให้คุณค่าในเรื่องการอ่อนน้อมถ่อมตน (Modesty) ไม่โอ้อวดส่วนหนึ่งและอีกส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากความรู้สึกกลัว ความวิตกกังวล ความเครียดจากระบบการสอบแข่งขัน การทดสอบทุกระดับภายในประเทศมีการแข่งขันอย่างรุนแรง และผลการทดสอบมีผลกระทบอย่างมากต่อการศึกษาต่อและประกอบอาชีพในอนาคต ผลการวิเคราะห์การแบ่งส่วนความแปรปรวน พบว่า ความแปรปรวนระหว่างโรงเรียนมีค่าร้อยละ 37 แสดงว่า มีความแตกต่างของคะแนนทดสอบระหว่างโรงเรียนในฮ่องกงค่อนข้างมาก

ตัวแปรทำนายระดับนักเรียน ได้แก่ ตัวแปรคุณลักษณะของนักเรียนได้แก่ เพศ สถานที่เกิดสอบ ชั้นปีที่สอบ และเศรษฐฐานะของครอบครัว มีผลต่อคะแนนสอบ โดยนักเรียนชายทำคะแนนได้ดีกว่านักเรียนหญิง นักเรียนที่เกิดในประเทศจีนแผ่นดินใหญ่ทำคะแนนได้ดีกว่านักเรียนที่เกิดที่ฮ่องกงในระดับชั้นเดียวกัน นักเรียนระดับที่สูงกว่าทำคะแนนได้ดีกว่านักเรียนที่อยู่ระดับชั้นต่ำกว่าซึ่งมีอายุ 15 ปีเท่ากัน อย่างไรก็ตามพบว่า เศรษฐฐานะของครอบครัวนักเรียนมีอิทธิพลทางบวกค่อนข้างน้อย ตัวแปรด้านจิตวิทยาได้แก่ ความชื่นชอบในวิชาวิทยาศาสตร์และการรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์พบว่า มีอิทธิพลต่อคะแนนสอบในเชิงบวกด้วยเช่นกัน จากโมเดลการวิเคราะห์ย่อยๆ พบว่า อิทธิพลของเพศลดลงครึ่งหนึ่งเมื่อเพิ่มตัวแปรด้านจิตวิทยา แสดงว่า ตัวแปรด้านจิตวิทยาน่าจะเป็นตัวแปรส่งผ่านของตัวแปรเพศ ดีความได้ว่า นักเรียนหญิงทำคะแนนได้น้อยกว่านักเรียนชายอาจเป็นเพราะมีความชื่นชอบ ความสนใจและการรับรู้ความสามารถในการเรียนวิทยาศาสตร์ของตนเองน้อยกว่านักเรียนชาย ซึ่ง Lam และ Lau (2014) ได้ชี้ให้เห็นว่า ผลการวิจัยส่วนนี้ขัดแย้งกับงานวิจัยของ Sun และคณะ (2012) ซึ่งอธิบายช่องว่างระหว่างเพศว่ามาจากผู้ปกครองมีความคาดหวังและลงทุนทางการศึกษากับลูกสาวต่ำกว่าลูกชาย ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับผู้ปกครองพบว่าไม่มีนัยสำคัญ ยกเว้นการให้คุณค่าต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ซึ่งพบว่ามีอิทธิพลทางบวกเล็กน้อย การให้คุณค่าต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของผู้ปกครองถูกควบคุมโดยตัวแปรส่งผ่าน คือตัวแปรทางจิตวิทยา เนื่องด้วยค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรการให้คุณค่าต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ลดลงกว่าครึ่งเมื่อควบคุมตัวแปรทางจิตวิทยา ดีความได้ว่า ผู้ปกครองที่ให้คุณค่าต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มากน่าจะสนับสนุนการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียนมีความสนใจต่อวิทยาศาสตร์มากขึ้นและทำคะแนนสอบได้ดีตามลำดับ ผู้วิจัยได้อภิปรายเกี่ยวกับช่องว่างระหว่างเพศในฮ่องกง มีสาเหตุส่วนหนึ่งมาจากบริบทสังคมและวัฒนธรรมจีนที่ชายเป็นใหญ่ (male dominant culture) แต่จากผลวิจัยได้ชี้ให้เห็นสาเหตุอื่นอันได้แก่ตัวแปรทางจิตวิทยาซึ่งน่าจะเป็นตัวแปรส่งผ่านตัวแปรทำนายหลายตัว ซึ่งให้ข้อเสนอแนะสำหรับครูว่า ควรจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่ให้โอกาสที่เท่าเทียมระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิง เสริมสร้างทัศนคติเชิงบวกให้กับนักเรียน จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ทำทนาย น่าสนใจ สนุกสนาน ทุกคนสามารถมีส่วนร่วม

เมื่อพิจารณาตัวแปรทำนายระดับโรงเรียน ได้แก่ คุณภาพของนักเรียนที่เข้าศึกษาต่อในโรงเรียน ขนาดโรงเรียน และเศรษฐกิจของโรงเรียนพบว่าทั้งหมดมีอิทธิพลต่อคะแนนสอบ โรงเรียนที่มีเศรษฐกิจดี และเป็นโรงเรียนขนาดใหญ่จะมีคะแนนสอบเฉลี่ยสูงกว่าโรงเรียนที่มีเศรษฐกิจต่ำและมีขนาดเล็ก ซึ่งผลการวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sun และคณะ (2012) และ Ho (2000) ข้อค้นพบที่น่าสนใจอย่างหนึ่งที่ Lam และ Lau พบคือ เมื่อนำตัวแปรคุณภาพผู้เรียนเข้ามาในโมเดลจะพบว่า เศรษฐกิจของโรงเรียนจะไม่มีนัยสำคัญและค่าสัมประสิทธิ์ของขนาดโรงเรียนลดลงกว่าร้อยละ 60 โดยคุณภาพผู้เรียนเป็นตัวแปรทำนายที่มีอิทธิพลมากที่สุด Lam และ Lau ได้กล่าวถึงข้อจำกัดในการงานวิจัยเกี่ยวกับอิทธิพลของตัวแปรส่งผ่านว่า เป็นเพียงข้อสันนิษฐานขั้นต้น เพราะงานของตนเป็นการศึกษาสหสัมพันธ์และการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ตัวแปรทำนายที่สนใจเมื่อควบคุมและไม่ควบคุมตัวแปรทำนายอื่นๆ เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่แน่นอน ผู้วิจัยได้เสนอให้วิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับโดยโปรแกรมสถิติวิเคราะห์ Mplus จะทำให้สามารถวิเคราะห์เส้นทางความสัมพันธ์เชิงสาเหตุพหุระดับได้

โมเดลสมมติฐานการวิจัย

จากการตรวจสอบวรรณกรรม ผู้วิจัยดำเนินการคัดเลือกตัวแปรทำนายทั้งสองระดับในโมเดลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

ตัวแปรระดับที่ 1 (ภายในโรงเรียน)

ตัวแปรผล ได้แก่ คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน TIMSS 2011 (Science achievement: STUSCI_{ij}) ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของค่าที่เป็นไปได้ 5 ค่า (plausible values) จากการประมาณค่า

ตัวแปรทำนาย ได้แก่ ความเป็นเพศหญิง (Female) เอาใจใส่ของผู้ปกครองต่อการเรียนของบุตร (ParInv) การให้คุณค่าต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ (Value) ทักษะคิดต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (Att) การรับรู้ความสามารถของตนในการเรียน (Selfeff) และทรัพยากรการเรียนรู้ที่บ้าน (HmRes)

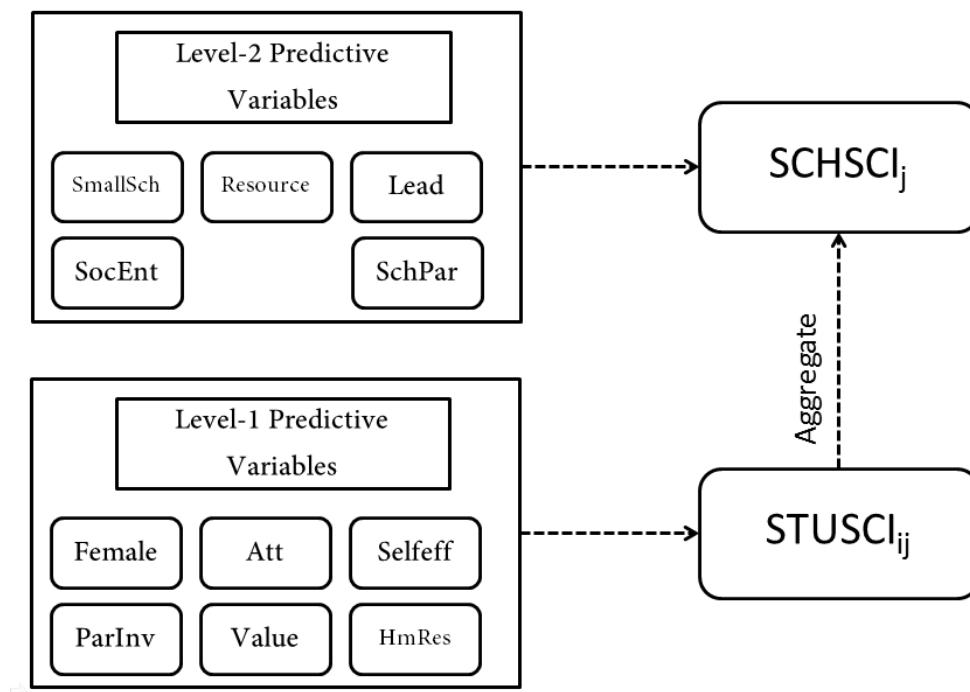
ตัวแปรระดับที่ 2 (ระหว่างโรงเรียน)

ตัวแปรผล ได้แก่ คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เฉลี่ยของโรงเรียน (School Mean Science Achievement: SCHSCI_j)

ตัวแปรทำนาย ได้แก่ ความเป็นโรงเรียนขนาดเล็ก (SmallSch) ทรัพยากรการเรียนรู้ (Resource) สิ่งแวดล้อมทางสังคม (SocEnt) การมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการจัดการศึกษา (SchPar) ภาวะความเป็นผู้นำของผู้บริหาร (Lead)

ผู้วิจัยสังเคราะห์โมเดลสมมติฐานการวิจัยพหุระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในโครงการทดสอบระดับนานาชาติแสดงได้ดังภาพ 2.1

ภาพ 2.1 โมเดลสมมติฐานการวิจัย



สมมติฐานในการวิจัยเป็นดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยของตัวแปรทำนายในโมเดลวิจัยแต่ละประเทศแตกต่างกัน
2. ความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในโครงการ TIMSS 2011 ภายในและระหว่างโรงเรียนของนักเรียนไทยและนักเรียนในกลุ่มประเทศอาเซียนและเอเชียตะวันออกแตกต่างกัน
3. ตัวแปรทำนายที่คัดสรรมาทุกตัวมาสามารถอธิบายความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ในโครงการ TIMSS 2011 ภายในและระหว่างโรงเรียนของนักเรียนไทยและนักเรียนในกลุ่มประเทศอาเซียนและเอเชียตะวันออกได้

บทที่ 3 วิธีการวิจัย

ในบทนี้ครอบคลุมหัวข้อประชากรและกลุ่มตัวอย่าง เครื่องมือวิจัย การคัดสรรและสร้างตัวแปรที่ใช้ในโมเดลการวิจัย การดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลออนไลน์ การตรวจสอบ เหยี่ยวาข้อมูลขาดหาย การจัดกระทำข้อมูล กระบวนการเตรียมไฟล์ข้อมูลก่อนการวิเคราะห์พหุระดับและลำดับการวิเคราะห์และโมเดลย่อยในการวิเคราะห์พหุระดับตลอดจนสมการที่เกี่ยวข้อง รายละเอียดมีดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรคือ นักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 4 และระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากประเทศในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ได้แก่ ประเทศญี่ปุ่น ฮองกง ไต้หวัน และเกาหลีใต้ และประเทศในภูมิภาคอาเซียน ได้แก่ ประเทศไทย สิงคโปร์ มาเลเซียและอินโดนีเซีย และผู้บริหารสถานศึกษาระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา โดยประเทศมาเลเซียและอินโดนีเซียไม่ส่งนักเรียนทดสอบในระดับประถมศึกษาปีที่ 4

กลุ่มอย่าง คือ นักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 4 และระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากประเทศในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ได้แก่ ประเทศญี่ปุ่น ฮองกง ไต้หวัน และเกาหลีใต้ และประเทศในภูมิภาคอาเซียน ได้แก่ ประเทศไทย สิงคโปร์ มาเลเซียและอินโดนีเซียที่เข้าร่วมโครงการ TIMSS 2011 ที่ได้จากการสุ่มตัวอย่าง การสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มแล้วสุ่มแบบชั้นภูมิ 2 ขั้นตอน (stratified two-stage cluster sample design) โดยขั้นที่ 1 ได้แก่เลือกโรงเรียนตามสัดส่วน ของกลุ่มต่างๆ ของประชากร ซึ่งการแบ่งกลุ่มอาจแบ่งตามต้นสังกัดของโรงเรียน เขตบริหารการศึกษาหรือตัวแปรทางประชากรศาสตร์ ขั้นภูมิที่ 2 ได้แก่ การเลือกห้องเรียน ซึ่งเป็นสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย ส่วนผู้บริหารสถานศึกษา คือ ผู้บริหารสถานศึกษาจากโรงเรียนที่ถูกสุ่มตัวอย่างให้เข้าร่วมโครงการ TIMSS 2011 สรุปได้ดังตาราง 3.1

ตาราง 3.1 กลุ่มตัวอย่างนักเรียนและโรงเรียนในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา

	เอเชียตะวันออกเฉียง				เอเชียตะวันออกเฉียงใต้			
ป.4	ฮองกง	ญี่ปุ่น	เกาหลี	ไต้หวัน	อินโดนีเซีย	มาเลเซีย	สิงคโปร์	ไทย
นักเรียน	3,957	4,411	4,334	4,284	-	-	6,368	4,448
โรงเรียน	136	149	150	150	-	-	176	168
ม.2								
นักเรียน	4015	4414	5166	5042	5795	5733	5927	6124
โรงเรียน	117	138	150	150	153	180	165	172

หมายเหตุ กลุ่มตัวอย่างก่อนการเี่ยวาข้อมูลขาดหาย

เครื่องมือวิจัยและการสร้างตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบแบบทดสอบและแบบสอบถาม แบบสอบถามวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ใช้วัดตัวแปรผล ส่วนแบบสอบถามใช้วัดตัวแปรทำนายทั้งสองระดับ แบบสอบถามแบ่งเป็น 2 ฉบับ ได้แก่แบบสอบถามสำหรับนักเรียนและแบบสอบถามสำหรับผู้บริหารโรงเรียน เครื่องมือวิจัยทั้งหมดถูกออกแบบและพัฒนาจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการวัดประเมินผลซึ่งเป็นตัวแทนจากประเทศที่เข้าร่วมโครงการ ภายใต้การอำนวยการและดำเนินการของศูนย์การศึกษานานาชาติ TIMSS & PIRLS ที่ Lynch School of Education ณ Boston College ประเทศสหรัฐอเมริกา ร่วมกับ Education Testing Service (ETS) เมือง Princeton หากภาษาแม่ในประเทศที่เข้าร่วมโครงการไม่ใช่ภาษาอังกฤษจะมีกระบวนการแปลโดยผู้เชี่ยวชาญด้านภาษา นอกจากนี้ผู้พัฒนายังคำนึงปัจจัยด้านสังคมและวัฒนธรรม อาทิ เลือกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตหรือสิ่งของในสถานการณ์คำถามที่นักเรียนทุกประเทศคุ้นเคย

แบบทดสอบ

ลักษณะสำคัญของแบบทดสอบคือวัดความสามารถในการบูรณาการความเข้าใจเนื้อหาและความสามารถทางปัญญาในการแก้สถานการณ์โจทย์ โดยให้นักเรียนเลือกตอบ หรือ ตอบสั้น หรือเขียนคำอธิบาย เนื้อสาระวิทยาศาสตร์ (science content domain) ของแบบทดสอบระดับประถมศึกษาครอบคลุมแนวคิดหลักในด้านวิทยาศาสตร์กายภาพร้อยละ 35 วิทยาศาสตร์ชีวภาพร้อยละ 45 และ วิทยาศาสตร์พื้นพิภพ ร้อยละ 20 ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นครอบคลุมแนวคิดหลักในด้านชีววิทยาร้อยละ 35 เคมีร้อยละ 20 ฟิสิกส์ร้อยละ 25 และ วิทยาศาสตร์พื้นพิภพร้อยละ 20 ในส่วนของความสามารถทางปัญญา (cognitive domain) ในระดับประถมศึกษาแบ่งเป็น ด้านความรู้ร้อยละ 40 ด้านการประยุกต์ร้อยละ 40 และด้านการใช้เหตุผลร้อยละ 20 ในระดับมัธยมศึกษา แบ่งเป็นด้านความรู้ร้อยละ 35 ด้านการประยุกต์ร้อยละ 35 และด้านการใช้เหตุผลร้อยละ 30 แนวคิดหลักในเนื้อหาสาระแต่ละด้านและทักษะการคิดย่อยของความสามารถทางปัญญาแต่ละด้านสรุปได้ดังตาราง 3.2 ก และ 3.2 ข

ตาราง 3.2 ก กรอบการการประเมินด้านเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์		แนวคิดหลัก
ระดับประถมศึกษา		
	วิทยาศาสตร์กายภาพ	การจำแนกและคุณสมบัติของสสาร แหล่งพลังงานและความจำเป็น แรงและการเคลื่อนที่
	วิทยาศาสตร์ชีวภาพ	ลักษณะสำคัญและกระบวนการของสิ่งมีชีวิต วัฏจักรชีวิต ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ระบบนิเวศ สุขภาพของมนุษย์
	วิทยาศาสตร์พื้นพิภพ	โครงสร้าง ลักษณะทางกายภาพของโลก ทรัพยากร กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก โลกกับระบบสุริยะ

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์		แนวคิดหลัก
ระดับมัธยมศึกษา		
	ชีววิทยา	ลักษณะ การจัดจำแนก การดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต เซลล์และหน้าที่ วัฏจักรชีวิต การสืบพันธุ์ การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ความหลากหลาย การปรับตัว การคัดเลือกตามธรรมชาติ ระบบนิเวศ สุขภาพของมนุษย์
	เคมี	การจำแนกและส่วนประกอบของสสาร คุณสมบัติของสสาร การเปลี่ยนแปลงทางเคมี
	ฟิสิกส์	สถานะทางกายภาพและการเปลี่ยนแปลงของสสาร การเปลี่ยนรูป พลังงาน ความร้อนและอุณหภูมิ แสงและเสียง ไฟฟ้าและแม่เหล็ก แรงและการเคลื่อนที่
	วิทยาศาสตร์พื้นพิภพ	โครงสร้างของโลกและสมบัติทางกายภาพ กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ทรัพยากร การใช้และการอนุรักษ์ทรัพยากร โลกในระบบสุริยะจักรวาล จักรวาล

ตาราง 3.1 ข กรอบการประเมินด้านความสามารถทางปัญญา

ประเภท		ทักษะการคิดที่เกี่ยวข้อง
ระดับประถมศึกษา/มัธยมศึกษา		
	ความรู้	การระลึกได้ การนิยาม การบรรยาย การอธิบายพร้อมยกตัวอย่าง ความเข้าใจวิธีการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์
	การประยุกต์	การเปรียบเทียบ การจัดจำแนก การใช้แบบจำลอง การเชื่อมโยง การตีความหมายข้อมูล การแก้ปัญหา การอธิบาย
	การใช้เหตุผล	การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ การสร้างสมมติฐาน การทำนาย การออกแบบ การสร้างข้อสรุป การสร้างข้อสรุปทั่วไป การประเมิน การแสดงเหตุผลสนับสนุนจุดยืน

พิมพ์เขียวข้อสอบปรนัยและอัตนัยของแบบทดสอบโครงการ TIMSS 2011 ที่ได้รับการเผยแพร่สู่สาธารณะ (Released item) ให้รายละเอียดเกี่ยวกับเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์และความสามารถทางปัญญาที่วัด เฉลยคำตอบ และวิธีการให้คะแนนกรณีเป็นข้อสอบอัตนัย ตลอดจนร้อยละของนักเรียนที่ตอบถูกในประเทศต่างๆ เนื่องด้วยสาระและสมรรถนะที่ TIMSS ต้องการวัดมีจำนวนมาก เพื่อให้ครอบคลุมทั้งหมดต้องใช้เวลาสอบจริงประมาณ 10.5 ชั่วโมง เพื่อไม่ให้การสอบหนักเกินไปสำหรับนักเรียน TIMSS จึงใช้วิธีการจัดและเวียนชุดข้อสอบ (rotated test booklet) ซึ่งมีจำนวนชุดข้อสอบจำนวน 14 ชุด ให้นักเรียนทำข้อสอบเพียงชุดเดียว จากนั้นประมาณค่าช่วงของคะแนนทดสอบที่เป็นไปได้ของนักเรียนเป็นรายบุคคลหากนักเรียนทำข้อสอบทุกชุด (Plausible values) ตาม Item response theory (IRT) ซึ่งได้ค่าที่เป็นไปได้จำนวน 5 ค่า

จะถูกนำมาคำนวณทั้งหมดในการวิเคราะห์หุระดับ โดยโปรแกรมวิเคราะห์จะหาค่าเฉลี่ยและนำค่าที่ได้ไปใช้วิเคราะห์ต่อไป

แบบสอบถาม

แบบสอบถามของนักเรียนและผู้บริหารสถานศึกษาใช้สำรวจข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับนักเรียนและโรงเรียนตามลำดับ แบบสอบถามของนักเรียนครอบคลุมข้อมูลเกี่ยวกับเพศ อายุ ภาษาหลักที่ใช้ ทรัพยากรการเรียนรู้ที่บ้าน ระดับการศึกษาของผู้ปกครอง ระดับการศึกษาสูงสุดของนักเรียนที่คาดหวัง การดูแลเอาใจใส่ด้านการเรียนของผู้ปกครอง ทักษะคตินักเรียนเกี่ยวกับโรงเรียน ทักษะคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ การมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ การรับรู้ความสามารถในการเรียนวิทยาศาสตร์ การรับรู้เกี่ยวกับสอนของครู การบ้าน แบบสอบถามสำหรับผู้บริหารสถานศึกษา ครอบคลุมข้อมูลเกี่ยวกับ จำนวนนักเรียนในโรงเรียน จำนวนนักเรียนในระดับชั้นที่เข้าร่วมโครงการ TIMSS ที่ตั้ง สภาพสังคมเศรษฐกิจของชุมชนโดยรอบ ทรัพยากรการเรียนรู้ การมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการจัดการศึกษาของโรงเรียน สิ่งแวดล้อมทางสังคม ปัญหาพฤติกรรมที่ไม่พึงประสงค์ ระบบการนิเทศติดตาม ภาวะความเป็นผู้นำของผู้บริหาร

การคัดเลือกสร้างตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรทำนายในระดับผู้เรียนและระดับโรงเรียนที่คัดสรรในงานวิจัยนี้เป็นตัวแปรต่อเนื่องยกเว้นตัวแปรขนาดโรงเรียน (ความเป็นโรงเรียนขนาดเล็ก) และตัวแปรเพศ (ความเป็นเพศหญิง) จะวัดจากชุดพฤติกรรมบ่งชี้ (indicators) ของตัวแปรเป้าหมาย (target scale) ในมาตราประเมินค่า (rating scale) 4 ระดับยกเว้นตัวแปรทรัพยากรการเรียนรู้ที่บ้านและภาวะความเป็นผู้นำทางการศึกษาซึ่งเป็นมาตราประเมินค่า 3 ระดับ ซึ่งพบว่า scale ทั้งหมดมีความสอดคล้องภายใน (internal consistency) หรือชุดพฤติกรรมบ่งชี้ภายใต้ scale เดียวกันมีความสัมพันธ์กันสูง โดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคมีค่าระหว่าง 0.72-0.86 ในการสร้างตัวแปรผู้วิจัยได้หาค่าเฉลี่ย scale (summated scaling) ซึ่ง scale และตัวอย่างพฤติกรรมบ่งชี้ของตัวแปรทำนายคัดสรรในงานวิจัยนี้สรุปได้ดังตาราง 3.2 ก และ ข

ตาราง 3.2 ก scale และตัวอย่างพฤติกรรมบ่งชี้ ตัวแปรทำนายระดับนักเรียน

Scale		Cronbach's alpha	จำนวนตัวบ่งชี้ (items)	ตัวอย่างพฤติกรรมบ่งชี้
ระดับผู้เรียน				
1.	ความเป็นเพศหญิง (Female)	-	-	-
2.	การเอาใจใส่ของผู้ปกครองต่อการเรียนของบุตร (ParInv)	0.83	4	ที่บ้านเกิดเหตุการณ์ต่อไปนี้บ่อยครั้งแค่ไหน ● พ่อแม่ถามฉันว่า กำลังเรียนอะไรที่โรงเรียนอยู่ ● พ่อแม่ถามว่าฉันทำการบ้านแล้วหรือยัง
3.	ทัศนคติเกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์ (Att)	0.76	5	นักเรียนรู้สึกอย่างไรกับวิชาวิทยาศาสตร์ ● ฉันไม่ต้องการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ● ฉันอ่านหนังสือ ตำราวิทยาศาสตร์ในเวลาว่าง ● ฉันชอบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
4.	การรับรู้ความสามารถของตนในการเรียน (SelfEff)	0.86	9	เห็นด้วยกับข้อความต่อไปนี้มากน้อยเพียงใด ● ฉันมักได้คะแนนดีวิชาวิทยาศาสตร์ ● วิทยาศาสตร์เป็นจุดอ่อนของฉัน ● ฉันสามารถแก้ปัญหาโจทย์วิทยาศาสตร์ยากๆได้
5.	การให้คุณค่าต่อการวิทยาศาสตร์ (Value)	0.85	5	เห็นด้วยกับข้อความต่อไปนี้มากน้อยเพียงใด ● วิทยาศาสตร์ช่วยให้ฉันเข้าใจเหตุการณ์ในชีวิตประจำวัน ● เก่งวิทยาศาสตร์จะช่วยให้สามารถเลือกคณะได้
6.	ทรัพยากรการเรียนรู้ที่บ้าน (HmRes)	0.89	5	นักเรียนมีสิ่งต่อไปนี้ที่บ้านหรือไม่ ● คอมพิวเตอร์ ● โต๊ะเขียนหนังสือ ● หนังสือ วารสาร (ไม่นับตำราเรียน)

หมายเหตุ ตัวแปรทรัพยากรการเรียนรู้ที่บ้าน TIMSS ได้คำนวณคะแนนดัชนี (index score) ไว้ให้ในฐานข้อมูลแล้ว

ตาราง 3.2 ข scale และตัวอย่างตัวบ่งชี้ ตัวแปรทำนายระดับนักเรียน

	Scale (สัญลักษณ์)	Cronbach alpha	จำนวนตัวแปรบ่งชี้	ตัวอย่างพฤติกรรมบ่งชี้
ระดับโรงเรียน				
1.	ขนาดโรงเรียน (SchSize)	-	-	-
2.	ทรัพยากรการเรียนรู้ (GenRes)	0.78	13	โรงเรียนขาดแคลนสิ่งต่อไปนี้เล็กน้อยเพียงใด ● แบบเรียน ● อาคารเรียน ● นักโสตทัศนูปกรณ์ ● โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสอนวิทยาศาสตร์ ● อุปกรณ์และสารเคมีวิทยาศาสตร์
3.	สิ่งแวดล้อมทางสังคม (SocEnt)	0.72	11	โรงเรียนมีปัญหาเหล่านี้เล็กน้อยเพียงใด ● นักเรียนมาโรงเรียนสาย ● นักเรียนมีพฤติกรรมก่อกวน ● นักเรียนมีพฤติกรรมก้าวร้าว รังแก
4.	การมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการจัดการศึกษา (SchPar)	0.73	13	โรงเรียนจัดกิจกรรมต่อไปนี้บ่อยครั้งเพียงใด ● แจ้งผลการเรียนให้ผู้ปกครองทราบ ● ประชุมกับผู้ปกครองเกี่ยวกับนโยบายกฎระเบียบต่างๆ ของโรงเรียน ● เชิญตัวแทนผู้ปกครองเป็นคณะกรรมการโรงเรียน
5.	ภาวะความเป็นผู้นำทางการศึกษาของผู้บริหาร (Lead)	0.81	13	ท่านทำกิจกรรมต่อไปนี้บ่อยครั้งเพียงใด ● นำเสนอวิสัยทัศน์ พันธกิจกับบุคลากร ● ติดตามการนำนโยบายสู่การปฏิบัติ ● ให้คำปรึกษาครูเกี่ยวกับการสอนและช่วยแก้ปัญหา

ผู้วิจัยได้แปลแบบสอบถามนักเรียนและผู้บริหารสถานศึกษามัคคีตสรรตัวแปรที่ใช้ในงานวิจัยนี้ใน

ภาคผนวก ก

การเก็บข้อมูลวิจัย

การเก็บข้อมูลในแต่ละประเทศจะมีหน่วยงานหลักของแต่ละประเทศซึ่งเรียกว่าหน่วยประสานงานวิจัยระดับชาติ (National Research Coordinators) ทำหน้าที่เก็บและรวบรวมข้อมูล สำหรับประเทศไทย คือ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งหน่วยประสานงานวิจัยระดับชาติต้องผ่านการอบรมจากส่วนกลางและต้องดำเนินการตามคู่มือมาตรฐานการบริหารจัดการสอบอย่างเคร่งครัด ในการเก็บข้อมูล มีผู้ตรวจอิสระจากศูนย์การศึกษานานาชาติ TIMSS & PIRLS มาสังเกตการเพื่อให้เกิดความโปร่งใส

และเป็นไปตามมาตรฐาน ให้ผลที่น่าเชื่อถือ ไม่เกิดความคลาดเคลื่อนและมโนคติ เมื่อเก็บข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ผู้ประสานงานวิจัยระดับชาติจะส่งไฟล์ข้อมูลกลับไปที่คุณยประมวลผลข้อมูลและวิจัยของ International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA) ภายหลังการวิเคราะห์ข้อมูลและเผยแพร่ผลการวิจัยผ่านสื่อสิ่งตีพิมพ์และสื่อต่างๆ ในปีถัดไปแล้ว IEA จะนำข้อมูลดิบของแต่ละประเทศเข้าฐานข้อมูลออนไลน์ (IEA StudyData Repository) เผยแพร่ทางเว็บไซต์ <http://rms.iea-dpc.org> เพื่อให้ นักวิจัยในแต่ละประเทศใช้ข้อมูลทฤษฎีดังกล่าวเพื่อวิจัยต่อยอดต่อไปเพื่อประโยชน์ทางด้านวิชาการและการพัฒนาประเทศของตน

การเตรียมข้อมูล

การดึง คัดสรร เยียวยาข้อมูล และการจัดกระทำข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นข้อมูลทฤษฎี ซึ่งจัดเตรียม เก็บและจัดระบบโดยสมาคมนานาชาติเพื่อการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา หรือ IEA ในลักษณะของคลังข้อมูลเพื่อการวิจัยออนไลน์ (Data Repository) เผยแพร่ทางเว็บไซต์ <http://rms.iea-dpc.org> ผู้วิจัยจึงได้ดึงข้อมูลจากประเทศที่ต้องการศึกษา โดยเลือกไฟล์ข้อมูลดิบในรูปแบบ sav.file สำหรับการวิเคราะห์ในโปรแกรม SPSS แต่ละประเทศจำนวน 4 ไฟล์ได้แก่ ไฟล์ข้อมูลนักเรียนระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา 2 ไฟล์ ซึ่งไฟล์นี้จะมีตัวแปรผลและตัวแปรทำนายระดับนักเรียน และไฟล์ข้อมูลโรงเรียนระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาของนักเรียนที่เข้าร่วมจำนวน 2 ไฟล์ ซึ่งมีตัวแปรทำนายระดับโรงเรียน นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังดาวน์โหลด คู่มือการลงรหัส (codebook) เพื่อใช้ตรวจสอบชื่อตัวแปร อันดับของตัวแปร ค่าตัวแปร ค่าข้อมูลขาดหาย และที่มาของตัวแปรนั้นจากแบบสอบถาม รายละเอียดไฟล์ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยสามารถสรุปได้ดังตาราง 3.3

ตาราง 3.3 รายละเอียดไฟล์ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์

ประเภทไฟล์ข้อมูล	ผู้ให้ข้อมูล	ข้อมูลในไฟล์
ไฟล์ข้อมูลนักเรียน ป. 4	นักเรียน	1. ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม 2. คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ของนักเรียน 3. ข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนของนักเรียน
ไฟล์ข้อมูลนักเรียน ม. 2		
ไฟล์ข้อมูลโรงเรียนประถมศึกษา	ผู้บริหารสถานศึกษา	1. ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับโรงเรียน 2. ข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนเฉลี่ยของโรงเรียน
ไฟล์ข้อมูลโรงเรียนมัธยมศึกษา		

เมื่อผู้วิจัยดึงไฟล์ข้อมูลจากคลังข้อมูลออนไลน์แล้ว ได้อ่านไฟล์ในโปรแกรม SPSS ผู้วิจัยคัดสรร เฉพาะตัวแปรที่ต้องการศึกษา และตัดตัวแปรไม่เกี่ยวข้องออกดังตารางที่ 3.2 ก่อนการจัดกระทำข้อมูลใดๆ ได้

ตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อมูลด้วยคำสั่ง explore และทดสอบว่า ข้อมูลขาดหายดังกล่าวเป็นแบบสุ่มหรือไม่ โดยทดสอบ MCAR เมื่อพบว่าข้อมูลขาดหายเกิดขึ้นอย่างสุ่มจึงแทนค่าข้อมูลขาดหาย (Missing value) โดยวิธี Expectation-Maximization เพื่อให้ได้ไฟล์ที่มีข้อมูลครบถ้วนสมบูรณ์ จากนั้นจัดกระทำข้อมูลและสร้างตัวแปรใหม่ ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงค่า (recode) กรณีที่พฤติกรรมบ่งชี้ทุกตัวหรือบางตัวตามต้นฉบับใช้ตัวเลขน้อยแทนค่ามากหรือกรณีข้อความเป็นประโยคนิเสธ ผู้วิจัยดำเนินการกลับค่าแต่คงตีความหมายตามต้นฉบับเพื่อให้ตัวเลขและค่าของตัวแปรเป็นไปในทิศทางเดียวกันทุกตัวทั้งนี้เพื่อป้องกันความสับสน นอกจากนี้ยังใช้การแปลงค่าเพื่อสร้างตัวแปรหุ่น ได้แก่ ตัวแปรเพศ และขนาดโรงเรียน โดยกำหนดให้ให้เพศหญิงเป็น 1 เพศชายเป็น 0 โรงเรียนที่มีขนาดเล็กมีค่าเป็น 1 โรงเรียนขนาดอื่นๆ ให้มีค่าเป็น 0 สำหรับการคำนวณ (compute) ใช้หาค่าเฉลี่ยของพฤติกรรมบ่งชี้ของตัวแปรต่อเนื่อง ชื่อตัวแปรในโมเดลการวิจัย ชนิดและวิธีการสร้างตัวแปรใหม่ สรุปได้ในตาราง 3.4

ตารางที่ 3.4 ชื่อ ชนิดและวิธีสร้างตัวแปรใหม่

ชื่อตัวแปร		ชนิดของตัวแปร	การสร้าง	
			Recoding	Summated scaling
ตัวแปรผล คะแนนผลสัมฤทธิ์		ต่อเนื่อง	-	-
ตัวแปรทำนายระดับนักเรียน				
1.	เพศ (Female)	ไม่ต่อเนื่อง (ตัวแปรหุ่น)	✓	-
2.	การเอาใจใส่ของผู้ปกครองต่อการเรียนของบุตร (ParInv)	ต่อเนื่อง	✓	✓
3.	ทัศนคติต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (Att)	ต่อเนื่อง	✓	✓
4.	การรับรู้ความสามารถของตนในการเรียน (SelfEff)	ต่อเนื่อง	✓	✓
5.	การให้คุณค่าต่อวิทยาศาสตร์ (Value)	ต่อเนื่อง	✓	✓
6.	ทรัพยากรการเรียนรู้ที่บ้าน (HmRes)		-	-
ตัวแปรทำนายระดับโรงเรียน				
1.	ขนาดโรงเรียน (SchSize)	ไม่ต่อเนื่อง (ตัวแปรหุ่น)	✓	
2.	ทรัพยากรการเรียนรู้ (Resource)	ต่อเนื่อง	✓	✓
3.	สิ่งแวดล้อมทางสังคม (SocEnt)	ต่อเนื่อง	✓	✓
4.	การมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการจัดการศึกษา (SchPar)	ต่อเนื่อง	-	✓
5.	ภาวะความเป็นผู้นำของผู้บริหาร (Lead)	ต่อเนื่อง	-	✓

จากนั้นผู้วิจัยดำเนินการแปลงค่าตัวแปรผลและตัวแปรทำนายทั้งสองระดับยกเว้นตัวแปรไม่ต่อเนื่องเป็นคะแนนมาตรฐาน เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรทำนายภายหลังการวิเคราะห์พหุระดับได้ เนื่องด้วยตัวแปรที่วัดมาจากมาตรประมาณค่าที่มีจำนวนระดับต่างกัน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ภายหลังที่มีการจัดเตรียมไฟล์ข้อมูลแล้ว ผู้วิจัยได้วิเคราะห์สถิติบรรยาย หาค่าความถี่ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานตัวแปรต่อเนื่องและหาร้อยละสำหรับตัวแปรไม่ต่อเนื่อง ในการแปลผลค่าเฉลี่ยตัวแปรทำนายที่คำนวณได้จากพฤติกรรมบ่งชี้ในมาตรประเมินค่า ผู้วิจัยหาระยะห่างระหว่างชั้นโดยนำค่าพิสัยหารด้วยจำนวนระดับของมาตรประเมินค่า (ประคอง กรรณสูตร, 2538) และหาช่วงระดับคะแนนดังนี้

เกณฑ์การแปลผลมาตรประเมินค่า 3 ระดับ

1.00 – 1.67 หมายถึง ระดับต่ำหรือน้อย

1.68 – 2.34 หมายถึง ระดับปานกลาง

2.35 – 3.00 หมายถึง ระดับสูงหรือมาก

เกณฑ์การแปลผลมาตรประเมินค่า 4 ระดับ

1.00 – 1.75 หมายถึง ระดับต่ำหรือน้อย

1.76 – 2.51 หมายถึง ระดับปานกลาง

2.52 – 3.26 หมายถึง ระดับสูงหรือมาก

3.26 – 4.00 หมายถึง ระดับสูงมากหรือมากที่สุด

จากนั้นเปรียบเทียบค่าสถิติพื้นฐานระหว่างประเทศ ทดสอบค่าเฉลี่ยระหว่างประเทศโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one-way ANOVA) และดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลพหุระดับ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ผู้วิจัยสร้างไฟล์ MDM ในโปรแกรม HLM จากไฟล์ข้อมูลนักเรียน (ระดับที่ 1) และไฟล์ข้อมูลโรงเรียน (ระดับที่ 2) ซึ่งเตรียมจากโปรแกรม SPSS ไว้แล้ว ไฟล์ทั้งสองมีรหัสโรงเรียน (School ID) เหมือนกัน ซึ่งจะเป็นตัวเชื่อมไฟล์เมื่อสร้างไฟล์ MDM ในโปรแกรม HLM ในการวิเคราะห์พหุระดับโดยโมเดล Hierarchical Liner Modelling ผู้วิจัยประยุกต์เทคนิคของ Raudenbush และ Bryk (2002) ประกอบด้วยโมเดลย่อย 4 โมเดล ทำการสร้างและประมาณค่าพารามิเตอร์ในโปรแกรม HLM ที่ละโมเดลตามลำดับดังนี้

โมเดลที่ 1 Unconditional means model

โมเดล Unconditional means model หรืออีกชื่อ a one-way random effect ANOVA เป็นโมเดลอิทธิพลสุ่มที่ง่ายที่สุด โมเดลนี้ใช้ตรวจสอบว่ามีความแปรปรวนของคะแนนวิทยาศาสตร์ภายในและระหว่างโรงเรียนเป็นเท่าใด มีสมการดังนี้ เมื่อ $r_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$ และ $u_{0j} \sim N(0, \tau^2)$,

$$STUSCI_{ij} = \beta_{0j} + r_{ij}$$

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j}$$

ค่าอิทธิพลสุ่มที่ประมาณได้แสดงในใบประมวลผล (output) ประกอบด้วย ความแปรปรวนระหว่างโรงเรียน (Between variance) หรือ τ^2 และความแปรปรวนภายในโรงเรียน (Within variance) หรือ σ^2 ทดสอบโดยสถิติ chi-square สามารถหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างชั้น (Intraclass correlation coefficient: ICC) ซึ่งเป็นสัดส่วนระหว่างความแปรปรวนระหว่างโรงเรียนกับความแปรปรวนรวม ค่า ICC แสดงสัดส่วนความแปรปรวนของคะแนนสอบระหว่างโรงเรียนต่อความแปรปรวนของคะแนนสอบทั้งหมด คำนวณได้จากสูตร

$$ICC = \frac{\tau^2}{\tau^2 + \sigma^2}$$

ผู้วิจัยสามารถแปลงค่า ICC เป็นร้อยละความแปรปรวนระหว่างโรงเรียนและหาค่าร้อยละความแปรปรวนภายในโรงเรียนตามลำดับ ค่าร้อยละทั้งสองนี้จะใช้เปรียบเทียบกับค่าเดียวกันของโมเดลย่อยลำดับต่อไปว่า โมเดลเหล่านั้นสามารถลดร้อยละความแปรปรวนทั้งสองระดับได้เท่าใดซึ่งหมายถึงความสามารถในการอธิบายความแปรปรวนภายในและระหว่างโรงเรียนของตัวแปรทำนายในโมเดลนั้นๆ นอกจากนี้ จากค่าความแปรปรวนระหว่างโรงเรียน (τ^2) เราสามารถนำมาประมาณช่วงของค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ของประเทศที่ระดับความเชื่อมั่นที่ต้องการจากสูตร

$$G_{00} \pm 1.96 (\tau^2)^{1/2}$$

โมเดลที่ 2 regression with means-as-outcomes

โมเดลนี้มีวัตถุประสงค์เพื่ออธิบายความแปรปรวนคะแนนวิทยาศาสตร์แต่ละโรงเรียน โดยการเพิ่มเฉพาะตัวแปรทำนายในระดับโรงเรียนเข้าไปในโมเดล สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$STUSCI_{ij} = \beta_{0j} + r_{ij}$$

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01}(\text{ตัวแปรทำนาย } A) + u_{0j}$$

เช่นเดียวกับโมเดลแรก โมเดลนี้สามารถหาช่วงของค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ของประเทศที่ระดับความเชื่อมั่นที่ต้องการได้ โดยใช้สูตรการคำนวณเดียวกัน เมื่อมีการใส่ตัวแปรทำนายระดับโรงเรียน ค่าความแปรปรวนระหว่างโรงเรียนที่ประมาณได้จะมีค่าลดลง ซึ่งสามารถคำนวณสัดส่วนความแปรปรวนระดับโรงเรียนที่ถูกอธิบายได้ด้วยตัวแปรทำนายระดับโรงเรียนด้วยสูตร

$$\frac{\tau_{model1}^2 - \tau_{model2}^2}{\tau_{model1}^2}$$

ผู้วิจัยสามารถคิดเป็นร้อยละได้ ค่าที่คำนวณได้สามารถบอกได้ว่า ยังมีความแปรปรวนระดับโรงเรียนเหลืออีกหรือไม่ ซึ่งช่วยในการตัดสินใจในการเพิ่มตัวแปรทำนายที่เหมาะสมในโมเดลนี้

โมเดลที่ 3 random-coefficient model

โมเดลนี้เป็นเหมือนการสร้างสมการถดถอยทำนายคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์โดยตัวแปรระดับนักเรียนในแต่ละโรงเรียน นั่นหมายถึง จากโมเดลนี้ เราจะได้สมการถดถอยเท่ากับจำนวนโรงเรียน โมเดลนี้จะช่วยตอบคำถามว่าค่าเฉลี่ยของสมการถดถอยทั้งค่าจุดตัดแกน Y และค่าความชันเป็นเท่าใด สมการถดถอยแต่ละโรงเรียนแตกต่างกันมากน้อยเท่าใด โมเดลแสดงโดยสมการต่อไปนี้

$$\begin{aligned} STUSCI_{ij} &= \beta_{0j} + \beta_{1j} (\text{ตัวแปรทำนาย } B) + r_{ij} \\ \beta_{0j} &= \gamma_{00} + u_{0j} \\ \beta_{1j} &= \gamma_{10} + u_{1j} \end{aligned}$$

โมเดลนี้ให้ค่าประมาณของความแปรปรวนของค่าความชัน (u_{1j}) ซึ่งหากมีนัยสำคัญทางสถิติจะบ่งชี้ว่าค่าสัมประสิทธิ์ความชันแต่ละโรงเรียนแตกต่างกัน นำไปสู่การตรวจสอบในขั้นต่อไปว่า มีตัวแปรทำนายระดับโรงเรียนใดที่สามารถอธิบายความแปรปรวนดังกล่าวได้ เช่นเดียวกับโมเดลก่อนหน้านี้ เราสามารถคำนวณหาช่วงค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์จากค่าความแปรปรวนระดับโรงเรียนในระดับความเชื่อมั่นที่ต้องการได้ เช่นเดียวกับช่วงค่าความชันเฉลี่ยของตัวแปรทำนายจากความแปรปรวนของค่าความชันที่ประมาณค่าได้ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ต้องการ จะพบว่า ค่าความแปรปรวนภายในโรงเรียนมีค่าลดลงเมื่อเทียบค่าโมเดลที่ 1 ซึ่งเราสามารถคำนวณสัดส่วนและร้อยละความแปรปรวนระดับผู้เรียนที่ถูกอธิบายได้ด้วยตัวแปรทำนายระดับนักเรียนที่เพิ่มเข้ามาในโมเดล โดยใช้สูตร

$$\frac{\sigma_{model1}^2 - \sigma_{model3}^2}{\sigma_{model1}^2}$$

โมเดลที่ 4 intercepts- and slopes-as-outcomes model

โมเดลนี้สร้างขึ้นเพื่ออธิบายโมเดลที่ 2 และ 3 หากพบว่ามีค่าความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยและค่าความชันแต่ละโรงเรียน โดยโมเดลที่ 4 จะเพิ่มตัวแปรทำนายเข้าไปทั้งสองระดับ โมเดลที่ 4 สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\begin{aligned} STUSCI_{ij} &= \beta_{0j} + \beta_{1j} (\text{ตัวแปร } B) + r_{ij} \\ \beta_{0j} &= \gamma_{00} + \gamma_{01} (\text{ตัวแปร } A) + u_{0j} \\ \beta_{1j} &= \gamma_{10} + \gamma_{11} (\text{ตัวแปร } A) + u_{1j} \end{aligned}$$

โมเดลจะเป็นทดสอบความแปรปรวนภายในและระหว่างโรงเรียนว่ายังมีอยู่หรือไม่เมื่อมีตัวแปรทำนายทั้งสองระดับ เช่นเดียวกับการทดสอบความแปรปรวนของความชันของแต่ละโรงเรียน โดยพิจารณาว่าความแปรปรวนในแต่ละระดับลดลงหรือไม่ ในกรณีที่พบว่า ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติต้องปรับโมเดลให้มีความซับซ้อนน้อยลงโดยกำหนดความแปรปรวนมีค่าคงที่และหรือนำตัวแปรทำนายที่ไม่มีนัยสำคัญออก

สมการการโมเดลย่อยการวิเคราะห์พหุระดับในงานวิจัยนี้สรุปได้ดังแสดงในตารางที่ 3.5

ตาราง 3.5 โมเดลย่อยในการวิเคราะห์พหุระดับปัจจัยที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์โครงการ TIMSS

โมเดลที่ 1 Unconditional means model
Level-1 Model $STUSCI_{ij} = \beta_{0j} + r_{ij}$ Level-2 Model $\beta_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j}$
โมเดลที่ 2 regression with means-as-outcomes
Level-1 Model $STUSCI_{ij} = \beta_{0j} + r_{ij}$ Level-2 Model $\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01}*(SMALLSCH_j) + \gamma_{02}*(RESOURCE_j) + \gamma_{03}*(SCHPAR_j) + \gamma_{04}*(SOCENT_j) + \gamma_{05}*(LEAD_j) + u_{0j}$
โมเดลที่ 3 random-coefficient model
Level-1 Model $STUSCI_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}*(FEMALE_{ij}) + \beta_{2j}*(PARINV_{ij}) + \beta_{3j}*(ATT_{ij}) + \beta_{4j}*(SELFEFF_{ij}) + \beta_{5j}*(VALUE_{ij}) + \beta_{6j}*(HMRRES_{ij}) + r_{ij}$ Level-2 Model $\beta_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j}$ $\beta_{1j} = \gamma_{10}$ $\beta_{2j} = \gamma_{20}$ $\beta_{3j} = \gamma_{30}$ $\beta_{4j} = \gamma_{40}$ $\beta_{5j} = \gamma_{50}$ $\beta_{6j} = \gamma_{60}$
โมเดลที่ 4 intercepts- and slopes-as-outcomes model
Level-1 Model $STUSCI_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}*(FEMALE_{ij}) + \beta_{2j}*(PARINV_{ij}) + \beta_{3j}*(ATT_{ij}) + \beta_{4j}*(SELFEFF_{ij}) + \beta_{5j}*(VALUE_{ij}) + \beta_{6j}*(HMRRES_{ij}) + r_{ij}$ Level-2 Model $\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01}*(SMALLSCH_j) + \gamma_{02}*(RESOURCE_j) + \gamma_{03}*(SCHPAR_j) + \gamma_{04}*(SOCENT_j) + \gamma_{05}*(LEAD_j) + u_{0j}$ $\beta_{1j} = \gamma_{10}$ $\beta_{2j} = \gamma_{20}$ $\beta_{3j} = \gamma_{30}$ $\beta_{4j} = \gamma_{40}$ $\beta_{5j} = \gamma_{50}$ $\beta_{6j} = \gamma_{60}$

หมายเหตุ

ตัวแปรทำนายระดับนักเรียน Female หมายถึง เพศหญิง ParInv หมายถึง เอาใจใส่ของผู้ปกครองต่อการเรียนของบุตร Value หมายถึง การให้คุณค่าต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ Att หมายถึง ทศนคติต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ Selfeff หมายถึง การรับรู้ความสามารถของตนในการเรียน HmRes หมายถึง ทรัพยากรการเรียนรู้ที่บ้าน	ตัวแปรทำนายระดับโรงเรียน SmallSch หมายถึง โรงเรียนขนาดเล็ก Resouce หมายถึง ทรัพยากรการเรียนรู้ SocEnt หมายถึง สภาพแวดล้อมทางสังคม SchPar หมายถึง การมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการจัดการศึกษา Lead หมายถึง ภาวะความเป็นผู้นำของผู้บริหาร
---	--

บทที่ 4 ผลการวิจัยและข้อวิจารณ์

ในบทนี้ จะนำเสนอผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์การวิจัย โดยเริ่มจากการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานโดยสถิติบรรยาย การเปรียบเทียบและทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตัวแปรทำนายต่างในโมเดลวิจัยของกลุ่มตัวอย่างแต่ละประเทศ นำเสนอผลการวิเคราะห์โมเดลที่ 1 Unconditional means model ซึ่งเป็นการตรวจสอบความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภายในและระหว่างโรงเรียนของประเทศต่างๆ จากนั้นนำเสนอผลการวิเคราะห์โมเดลโมเดลที่ 4 intercepts- and slopes-as-outcomes ซึ่งเป็นการทดสอบค่าอิทธิพลคงที่และอิทธิพลสุ่มของตัวแปรทำนายระดับนักเรียนและระดับโรงเรียนตามโมเดลสมมติฐานของแต่ละประเทศ คำนวณหาความแปรปรวนที่ลดลงหรืออธิบายได้และเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ประมาณค่าได้ ในตอนท้ายของบทนี้เป็นการอภิปรายผลการวิจัยและเชื่อมโยงข้อค้นพบกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานตัวแปรผลและทำนายทั้งสองระดับของแต่ละประเทศโดยใช้สถิติบรรยายและเปรียบเทียบ ก่อนการแปลงเป็นคะแนนมาตรฐานมีดังนี้

ระดับประถมศึกษาปีที่ 4

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เฉลี่ยโครงการ TIMSS 2011 ของนักเรียนระดับประถมศึกษาประเทศต่างๆ แสดงในตาราง 4.1 ซึ่งจะพบว่า ประเทศเกาหลีใต้ได้คะแนนสูงสุด ตามมาด้วยประเทศสิงคโปร์ สำหรับประเทศไทยได้คะแนนน้อยที่สุด หากพิจารณาแยกตามเพศ พบว่า ทุกประเทศยกเว้นประเทศไทย นักเรียนชายทำคะแนนได้ดีกว่านักเรียนหญิง พบว่าประเทศไทยมีช่องว่างของคะแนนระหว่างนักเรียนหญิงและนักเรียนชายมากที่สุดคือ 9 คะแนน เมื่อพิจารณาแยกตามสาระเนื้อหาพบว่า ในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพประเทศที่ทำคะแนนได้ดีที่สุดได้แก่ประเทศสิงคโปร์ ตามมาด้วยประเทศเกาหลีใต้ เช่นเดียวกับสาขาวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ซึ่งทั้งสองประเทศมีคะแนนต่างกัน 1 คะแนน ในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์พื้นพิภพ พบว่า ประเทศเกาหลีใต้ทำคะแนนได้เป็นอันดับหนึ่ง ตามมาด้วยประเทศไต้หวัน ซึ่งมีคะแนนต่างกันถึง 50 คะแนน

ตารางที่ 4.1 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

	ฮ่องกง	ญี่ปุ่น	เกาหลี	สิงคโปร์	ไทย	ไต้หวัน
นักเรียน	535	559	587	583	472	552
หญิง	532	556	583	581	476	548
ชาย	538	561	590	585	467	555
สาขาวิชา						
วิทยาศาสตร์ชีวภาพ	524	540	571	597	480	538
วิทยาศาสตร์กายภาพ	539	598	597	598	462	569
วิทยาศาสตร์พื้นพิภพ	548	551	603	541	460	553

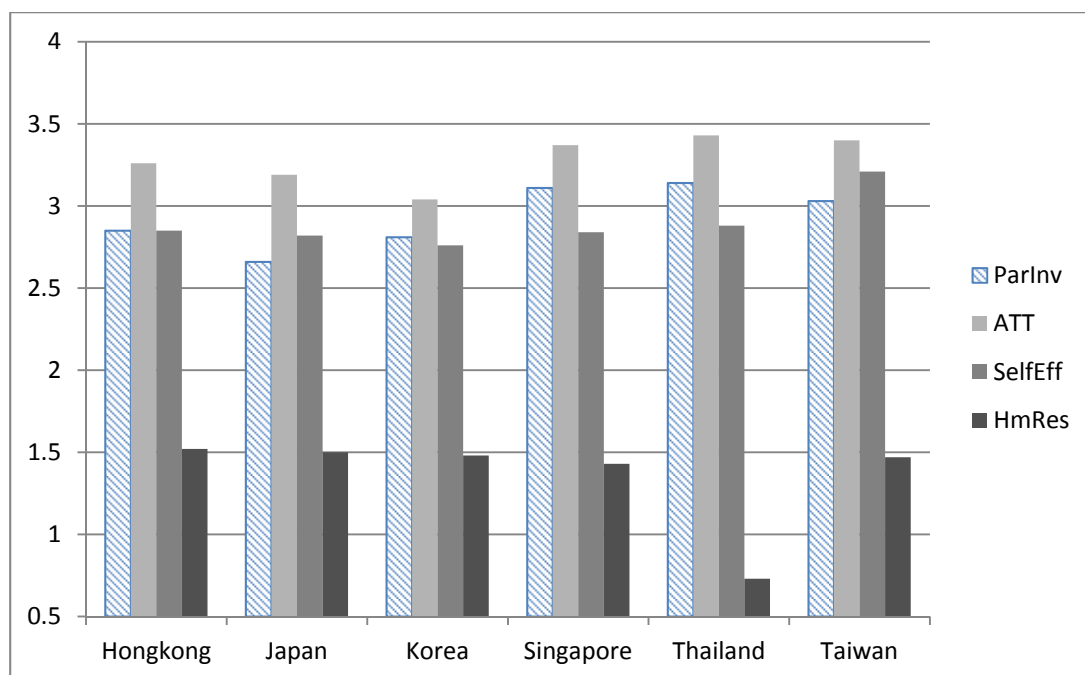
ค่าสถิติบรรยายของตัวแปรทำนายระดับผู้เรียนระดับประถมศึกษา มีดังนี้ (ตาราง 4.2 และ ภาพ 4.1) การเอาใจใส่ของผู้ปกครองต่อการเรียนของบุตรและทัศนคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ พบว่า ประเทศไทย ประเทศสิงคโปร์และประเทศไต้หวันมีค่าระดับมาก ตัวแปรการรับรู้ความสามารถในการเรียนวิทยาศาสตร์ของตนเองพบว่า ประเทศไต้หวันมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด พบว่า ประเทศญี่ปุ่นและประเทศเกาหลีใต้มีค่าเฉลี่ยน้อยกว่าประเทศอื่น ในด้านของทรัพยากรการเรียนรู้ที่บ้าน พบว่า ทุกประเทศมีค่าเฉลี่ยประมาณ 1.5 คะแนนจากคะแนนเต็ม 3 คะแนน ยกเว้นประเทศไทย มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 0.73 คะแนน

ตารางที่ 4.2 ค่าสถิติบรรยายตัวแปรทำนายระดับนักเรียน (ป. 4)

	ฮ่องกง		ญี่ปุ่น		เกาหลี		สิงคโปร์		ไทย		ไต้หวัน	
จำนวนนักเรียน (n1)	3,957		4,411		4,334		6,368		4,448		4,284	
	freq.	%	freq.	%	freq.	%	freq.	%	freq.	%	freq.	%
Female	1839	46	2177	49	2085	48	3135	49	2211	50	2029	47
	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.
ParInv	2.85	0.87	2.67	0.82	2.81	0.81	3.11	0.80	3.14	0.70	3.04	0.87
HmRes	1.52	0.56	1.50	0.64	1.48	0.61	1.43	0.58	0.73	0.74	1.47	0.61
ATT	3.26	0.69	3.19	0.58	3.04	0.64	3.37	0.64	3.43	0.52	3.40	0.67
Selfeff	2.84	0.69	2.81	0.59	2.76	0.60	2.84	0.72	2.88	0.57	3.21	0.66

Female หมายถึง เพศหญิง ParInv หมายถึง เอาใจใส่ของผู้ปกครองต่อการเรียนของบุตร HmRes หมายถึง ทรัพยากรการเรียนรู้ในบ้าน
 ATT หมายถึง ทักษะคิดต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ Selfeff หมายถึง การรับรู้ความสามารถของตนในการเรียน

ภาพที่ 4.1 กราฟแท่งแสดงค่าเฉลี่ยตัวแปรทำนายระดับนักเรียน (ป.4)



จากการผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one-way ANOVA) และการทดสอบค่าเฉลี่ยแบบจับคู่พหุคูณ (Multiple comparison) (ตารางที่ 4.3) พบว่า ตัวแปร ParInv มีค่า $F(5, 27796) = 257.24$, $p < 0.001$ เมื่อคำนวณค่าอิทธิพลจาก eta squared มีค่าเท่ากับ 0.04 ซึ่งตีความได้ว่า ค่าเฉลี่ยตัวแปร ParInv แต่ละประเทศมีความแตกต่างกันอย่างน้อยหนึ่งประเทศ โดยความแตกต่างกันมีอิทธิพลค่อนข้างน้อย ตามเกณฑ์ระดับอิทธิพลที่เสนอโดย Cohen (1988) สำหรับตัวแปร ATT พบว่า มีค่า $F(5, 27796) = 246.87$, $p < 0.001$ ขนาดอิทธิพลมีค่าเท่ากับ 0.04 ซึ่งตีความว่า แต่ละประเทศมีค่าเฉลี่ยต่างกันอย่างน้อยสำคัญทางสถิติอย่างน้อยหนึ่งประเทศ ความแตกต่างนั้นอยู่ในระดับต่ำ สำหรับตัวแปร SelfEff พบว่า มีค่า $F(5, 27796) = 273.48$, $p < 0.001$ ขนาดอิทธิพลมีค่าเท่ากับ 0.04 ตีความได้ว่า ค่าเฉลี่ยตัวแปรในแต่ละประเทศแตกต่างกันอย่างน้อยหนึ่งประเทศ ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอยู่ระดับค่อนข้างน้อย สำหรับตัวแปร HmRes พบว่า มีค่า $F(5, 27498) = 1049.99$, $p < 0.001$ ขนาดอิทธิพลมีค่าเท่ากับ 0.16 ตีความได้ว่า ค่าเฉลี่ยตัวแปรในแต่ละประเทศแตกต่างกันอย่างน้อยหนึ่งประเทศ ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอยู่ระดับมาก

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบความแปรปรวนทางเดียวตัวแปรทำนายระดับนักเรียน (ป. 4)

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ParInv	Between Groups	846.336	5	169.267	257.235	.000
	Within Groups	18290.488	27796	.658		
	Total	19136.824	27801			
ATT	Between Groups	481.162	5	96.232	246.871	.000
	Within Groups	10835.100	27796	.390		
	Total	11316.262	27801			
SelfEff	Between Groups	570.978	5	114.196	273.481	.000
	Within Groups	11606.581	27796	.418		
	Total	12177.559	27801			
HmRes	Between Groups	2047.774	5	409.555	1049.987	.000
	Within Groups	10725.783	27498	.390		
	Total	12773.557	27503			

สถิติบรรยายตัวแปรทำนายระดับโรงเรียนแสดงในตาราง 4.4 และภาพ 4.2 พบว่า ประเทศไทยและประเทศญี่ปุ่นมีโรงเรียนขนาดเล็กมากที่สุดเท่ากับร้อยละ 54 และ 50 ตามลำดับ ตามการรับรู้ของผู้บริหารสถานศึกษาในเรื่องความพร้อมของทรัพยากรการเรียนรู้ทั่วไปโรงเรียนพบว่า ประเทศญี่ปุ่น ประเทศเกาหลีใต้ และประเทศสิงคโปร์มีค่าเฉลี่ยมากกว่าประเทศอื่น ในขณะที่ประเทศไทยมีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด เมื่อสอบถามผู้บริหารศึกษาเกี่ยวกับการมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการจัดการศึกษา พบว่า ประเทศเกาหลีใต้ ประเทศสิงคโปร์และประเทศไต้หวันมีค่าเฉลี่ยมากกว่าประเทศอื่น ประเทศไทยมีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดในด้านสภาพแวดล้อมทางสังคม พบว่า โดยภาพรวมทุกประเทศมีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของสิ่งแวดล้อมทางสังคมในโรงเรียนระดับมากที่สุด โดยฮ่องกงและประเทศไต้หวันมีคะแนนสูงสุด ในด้านของภาวะความเป็นผู้นำทางการศึกษา ทุกประเทศมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก โดยประเทศเกาหลีใต้มีค่ามากที่สุดตามมาด้วยประเทศไทย

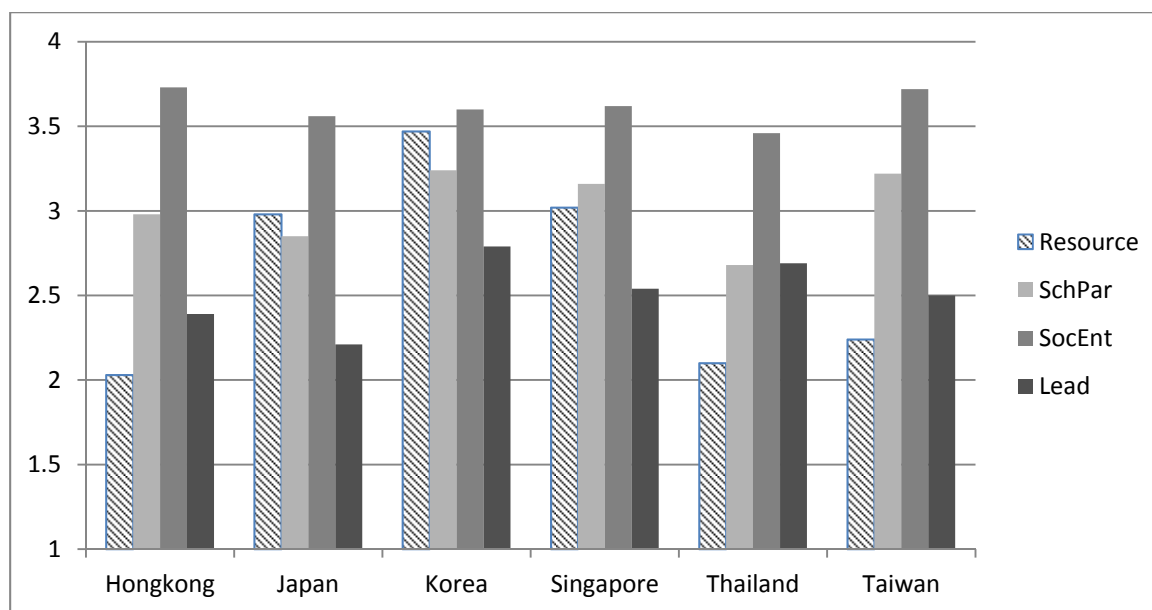
ตารางที่ 4.4 ค่าสถิติบรรยายตัวทำนาระดับโรงเรียน (ป.4)

	ฮ่องกง		ญี่ปุ่น		เกาหลี		สิงคโปร์		ไทย		ไต้หวัน	
จำนวนโรงเรียน (n2)	136		149		150		176		168		150	
	freq.	%	freq.	%	freq.	%	freq.	%	freq.	%	freq.	%
SmallSch	24	18	74	50	18	12	1	1	90	54	25	17
	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.
Resource	2.03	0.39	2.98	0.61	3.48	0.79	3.02	0.79	2.11	0.79	2.25	0.77
SocEnt	3.73	0.31	3.56	0.46	3.60	0.54	3.62	0.35	3.46	0.51	3.72	0.32
SchPar	3.00	0.40	2.86	0.42	3.24	0.43	3.16	0.39	2.68	0.40	3.23	0.47
Lead	2.39	0.26	2.21	0.31	2.79	0.30	2.54	0.30	2.69	0.27	2.50	0.32

SmallSch หมายถึง โรงเรียนขนาดเล็ก Resource หมายถึง ทรัพยากรการเรียนรู้ SocEnt หมายถึง สภาพแวดล้อมทางสังคม

SchPar หมายถึง การมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการจัดการศึกษา Lead หมายถึง ภาวะความเป็นผู้นำของผู้บริหาร

ภาพที่ 4.2 กราฟแท่งแสดงค่าเฉลี่ยตัวแปรทำนายระดับโรงเรียน (ป.4)



จากการผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวและการทดสอบค่าเฉลี่ยแบบจับคู่พหุคูณ (ตารางที่ 4...) ตัวแปรทำนายระดับโรงเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ตัวแปร Resource มีค่า $F(5, 923) = 120.45$, $p < 0.001$ ขนาดอิทธิพลมีค่าเท่ากับ 0.39 ซึ่งตีความได้ว่า แต่ละประเทศมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อยหนึ่งประเทศ และความแตกต่างนั้นอยู่ในระดับมาก ตัวแปร SchPar พบว่า มีค่า $F(5, 923) = 46.05$, $p < 0.001$ ขนาดอิทธิพลมีค่าเท่ากับ 0.20 ซึ่งตีความหมายค่าเฉลี่ยระหว่างประเทศมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญอย่างน้อยหนึ่งประเทศและแตกต่างกันค่อนข้างมาก สำหรับตัวแปร SocEnt พบว่า มีค่า $F(5, 923) = 8.61$, $p < 0.001$ ขนาดอิทธิพลเท่ากับ 0.04 แสดงว่า ค่าเฉลี่ยแต่ละประเทศต่างกันอย่างน้อยหนึ่งประเทศและมีความแตกต่างกันเล็กน้อย สำหรับตัวแปรทำนายตัวสุดท้าย Lead พบว่า มีค่า $F(5, 923) = 77.02$, $p < 0.001$ ขนาดอิทธิพลมีค่าเท่ากับ 0.29 แสดงว่า แต่ละประเทศมีค่าเฉลี่ยต่างกันและแตกต่างกันในระดับมาก

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบความแปรปรวนทางเดียวตัวแปรทำนายระดับโรงเรียน (ป. 4)

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Resource	Between Groups	269.117	5	53.823	120.445	.000
	Within Groups	412.461	923	.447		
	Total	681.578	928			
SchPar	Between Groups	40.168	5	8.034	46.051	.000
	Within Groups	161.015	923	.174		
	Total	201.183	928			
SocEnt	Between Groups	7.843	5	1.569	8.615	.000
	Within Groups	168.065	923	.182		
	Total	175.909	928			
Lead	Between Groups	33.068	5	6.614	77.016	.000
	Within Groups	79.260	923	.086		
	Total	112.328	928			

ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในโครงการ TIMSS 2011 ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาประเทศต่างๆ แสดงในตาราง 4.6 ซึ่งพบว่า ประเทศสิงคโปร์ได้คะแนนสูงสุดตามมาด้วยประเทศเกาหลีใต้ ประเทศอินโดนีเซียได้คะแนนน้อยที่สุด สำหรับประเทศไทยติดสามอันดับสุดท้ายที่ได้คะแนนต่ำที่สุด หากพิจารณาแยกตามเพศ พบว่า ฮองกง ประเทศไทย อินโดนีเซียและประเทศมาเลเซีย นักเรียนหญิงทำคะแนนได้ดีกว่านักเรียนชาย พบว่าประเทศไทยและประเทศมาเลเซียมีช่องว่างของคะแนนระหว่างนักเรียนหญิงและนักเรียนชายมากที่สุดเท่ากับ 15 คะแนน ประเทศไต้หวันไม่มีช่องว่างคะแนนระหว่างเพศ เมื่อพิจารณาแยกตามสาระเนื้อหาพบว่า ในสาขาวิชาชีววิทยา ประเทศที่ทำคะแนนได้ดีที่สุดได้แก่ประเทศสิงคโปร์ ตามมาด้วยประเทศเกาหลีใต้และญี่ปุ่น ประเทศสิงคโปร์ทำคะแนนได้ดีที่สุดในสาขาวิชาเคมีและฟิสิกส์ด้วย ในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์พื้นพิภพ พบว่า ประเทศไต้หวันทำคะแนนได้เป็นอันดับหนึ่ง ตามมาด้วยประเทศสิงคโปร์ ประเทศที่ทำคะแนนได้ต่ำที่สุดในสาขาเคมี ชีววิทยาและฟิสิกส์คือ ประเทศอินโดนีเซีย ในสาขาวิทยาศาสตร์พื้นพิภพคือ ประเทศมาเลเซีย ในส่วนของประเทศไทยพบว่า อยู่ในกลุ่มต่ำสามอันดับสุดท้ายทุกสาขาวิชา โดยทำคะแนนสาขาวิชาวิทยาศาสตร์พื้นพิภพได้ดีที่สุดและฟิสิกส์ได้น้อยที่สุด

ตารางที่ 4.6 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

	ฮ่องกง	อินโดนีเซีย	ญี่ปุ่น	เกาหลี	มาเลเซีย	สิงคโปร์	ไทย	ไต้หวัน
ทั้งหมด	535	406	558	560	426	590	451	564
หญิง	536	409	554	558	434	589	458	564
ชาย	534	402	562	563	419	591	443	564
สาขาวิชา								
ชีววิทยา	535	410	561	561	427	594	460	557
เคมี	526	378	560	551	426	590	436	585
ฟิสิกส์	539	397	558	577	435	602	430	552
วิทยาศาสตร์พื้นพิภพ	539	412	548	548	401	566	466	568

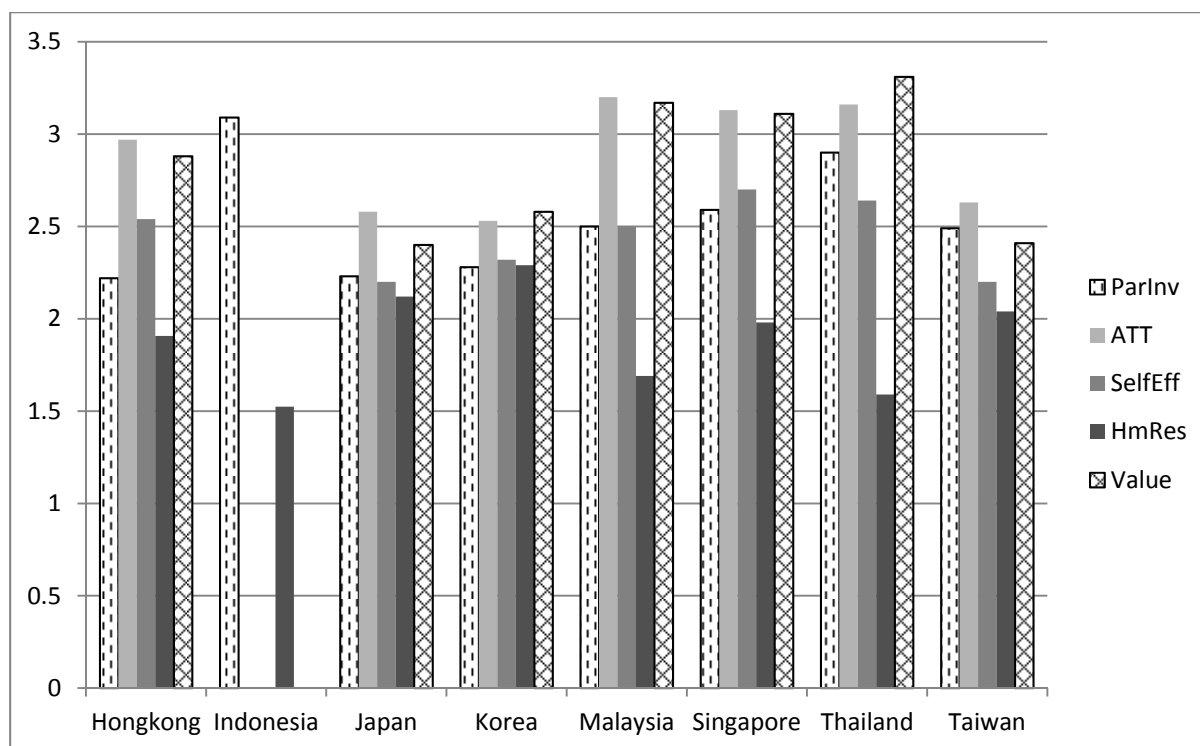
สำหรับตัวแปรทำนายระดับนักเรียน (ตาราง 4.7 และ ภาพ 4.3) ในด้านการเอาใจใส่ของผู้ปกครองต่อการเรียนของบุตรหลานซึ่งวัดจากการติดตามกวดขันด้านการเรียนของผู้ปกครองพบว่า ประเทศที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ ประเทศอินโดนีเซีย ตามมาด้วยประเทศไทย ขณะที่ประเทศที่มีค่าเฉลี่ยต่ำได้แก่ ฮ่องกง ประเทศญี่ปุ่น เกาหลีใต้ ในด้านการรับรู้ความสามารถของตนในการเรียน พบว่า ประเทศญี่ปุ่น ประเทศเกาหลีใต้และประเทศไต้หวันที่มีค่าเฉลี่ยน้อยกว่าประเทศอื่น โดยประเทศที่นักเรียนรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนวิทยาศาสตร์มากที่สุดได้แก่ประเทศสิงคโปร์ (2.68 คะแนน) ตามมาด้วยประเทศไทย (2.64 คะแนน) ซึ่งข้อค้นพบดังกล่าวสอดคล้องกับตัวแปรทัศนคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์และการให้คุณค่าต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งพบว่า ประเทศเกาหลีใต้ ประเทศญี่ปุ่นและประเทศไต้หวัน มีค่าเฉลี่ยน้อยกว่าประเทศอื่น ในขณะที่ประเทศสิงคโปร์ ไทยและประเทศมาเลเซียมีค่าเฉลี่ยมากกว่า 3.10 คะแนนขึ้นไป ในด้านทรัพยากรการเรียนรู้ที่บ้าน พบว่า ประเทศไทยและประเทศอินโดนีเซียมีอยู่ในระดับน้อยโดยมีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด (1.52 และ 1.59 จาก 3 คะแนนตามลำดับ) ขณะที่ประเทศเกาหลีใต้มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด ตามมาด้วยประเทศญี่ปุ่นและประเทศสิงคโปร์

ตารางที่ 4.7 ค่าสถิติบรรยายตัวแปรทำนายระดับนักเรียน (ม.2)

	ฮ่องกง		อินโดนีเซีย		ญี่ปุ่น		เกาหลี		มาเลเซีย		สิงคโปร์		ไทย		ไต้หวัน	
จำนวน น.ร.	3991		5788		4364		5165		5733		5924		6121		5042	
	freq.	%	freq.	%	freq.	%	freq.	%	freq.	%	freq.	%	freq.	%	freq.	%
Female	1988	50	2968	51	2180	50	2663	52	2918	51	2932	49	3414	56	2448	49
	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.
ParInv	2.22	0.82	3.09	0.76	2.23	0.82	2.28	0.79	2.50	0.79	2.60	0.84	2.89	0.75	2.49	0.90
HmRes	1.91	0.52	1.52	0.52	2.12	0.45	2.29	0.53	1.69	0.54	1.98	0.49	1.59	0.59	2.04	0.52
Selfeff	2.54	0.60	N.A.	N.V.	2.20	0.58	2.32	0.59	2.50	0.55	2.68	0.67	2.64	0.49	2.20	0.71
ATT	2.99	0.65	N.A.	N.V.	2.58	0.65	2.53	0.64	3.20	0.62	3.13	0.64	3.16	0.53	2.63	0.75
Value	2.88	0.72	N.A.	N.V.	2.40	0.70	2.58	0.70	3.17	0.70	3.11	0.68	3.31	0.54	2.41	0.77

Female หมายถึง เพศหญิง ParInv หมายถึง เอาใจใส่ของผู้ปกครองต่อการเรียนของบุตร Value หมายถึง การให้คุณค่าต่อการเรียนวิทยาศาสตร์
 ATT หมายถึง ทักษะคิดต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ Selfeff หมายถึง การรับรู้ความสามารถของตนในการเรียน HmRes หมายถึง ทรัพยากรการเรียนรู้ในบ้าน

ภาพที่ 4.3 กราฟแท่งแสดงค่าเฉลี่ยตัวแปรทำนายระดับนักเรียน (ม.2)



จากการผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one-way ANOVA) และการทดสอบค่าเฉลี่ยแบบจับคู่พหุคูณ (Multiple comparison) (ตารางที่ 4.8) ตัวแปรทำนายระดับนักเรียน พบว่า ทุกประเทศมีตัวแปรทำนายทุกตัวแตกต่างกันอย่างน้อยหนึ่งประเทศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยตัวแปร ParInv มีค่า $F(7, 42208) = 809.91$, $p < 0.001$ เมื่อคำนวณค่าขนาดอิทธิพลจาก eta squared พบว่า มีค่าเท่ากับ 0.12 หมายความว่า ค่าเฉลี่ยตัวแปร ParInv ในแต่ละประเทศแตกต่างกันระดับปานกลาง (Cohen, 1988) ตัวแปร ATT พบว่า มีอย่างน้อยหนึ่งประเทศที่มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดย มีค่า $F(6, 36414) = 1132.51$, $p < 0.001$ ค่าขนาดอิทธิพลมีค่าเท่ากับ 0.16 หมายความว่า ค่าแตกต่างของค่าเฉลี่ยดังกล่าวค่อนข้างมาก ตัวแปร SelfEff พบว่า มีอย่างน้อยหนึ่งประเทศที่มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญโดยมีค่า $F(6, 36414) = 576.30$, $p < 0.001$ ค่าขนาดอิทธิพลมีค่าเท่ากับ 0.09 ซึ่งหมายถึงค่าเฉลี่ยตัวแปร SelfEff แตกต่างในแต่ละประเทศระดับปานกลาง ตัวแปร Value พบว่ามีค่า $F(6, 36414) = 1,611.04$, $p < 0.001$ ขนาดอิทธิพลมีค่าเท่ากับ 0.21 ซึ่งตีความได้ว่า มีความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยแต่ละประเทศในระดับมาก สำหรับตัวแปร HmRes พบว่า มีค่า $F(7, 41981) = 394.58$, $p < 0.001$ ค่าขนาดอิทธิพลมีค่าเท่ากับ 0.19 ซึ่งหมายถึงแต่ละประเทศมีค่าเฉลี่ยตัวแปร SelfEff แตกต่างกันระดับมาก

ตารางที่ 4.8 ผลการทดสอบความแปรปรวนทางเดียวตัวแปรทำนายระดับนักเรียน (ม. 2)

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
HmRes	Between Groups	2762.080	7	394.583	1435.790	.000
	Within Groups	11537.189	41981	.275		
	Total	14299.269	41988			
ParInv	Between Groups	3715.111	7	530.730	809.914	.000
	Within Groups	27658.569	42208	.655		
	Total	31373.680	42215			
ATT	Between Groups	2778.779	6	463.130	1132.511	.000
	Within Groups	14891.168	36414	.409		
	Total	17669.947	36420			
SelfEff	Between Groups	1245.437	6	207.573	576.298	.000
	Within Groups	13115.705	36414	.360		
	Total	14361.142	36420			
Value	Between Groups	4524.276	6	754.046	1611.035	.000
	Within Groups	17043.597	36414	.468		
	Total	21567.873	36420			

สำหรับตัวแปรทำนายระดับโรงเรียน (ตาราง 4.9 และ ภาพ 4.4) จากการสำรวจความคิดเห็นของผู้บริหารสถานศึกษาระดับมัธยมศึกษาพบว่า ประเทศญี่ปุ่นมีจำนวนโรงเรียนขนาดเล็กมากที่สุด (ร้อยละ 54) ตามมาด้วยประเทศอินโดนีเซีย (ร้อยละ 50) ประเทศที่มีจำนวนโรงเรียนขนาดเล็กน้อยที่สุดได้แก่ ฮองกงและประเทศสิงคโปร์ สำหรับประเทศไทยมีโรงเรียนขนาดเล็กร้อยละ 40 ในเรื่องความพร้อมของทรัพยากรการเรียนรู้ ประเทศในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ยกเว้นประเทศสิงคโปร์มีค่าเฉลี่ยน้อยกว่าประเทศในภูมิภาคเอเชียตะวันออก ประเทศไทยมีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด ในด้านการมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการจัดการศึกษาพบว่า ทุกประเทศอยู่ในระดับมากขึ้นไป โดยประเทศที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดคือประเทศเกาหลีใต้และประเทศไต้หวัน ตัวแปรสิ่งแวดล้อมทางสังคมในโรงเรียน พบว่าทุกประเทศอยู่ในระดับมากขึ้นไป โดยประเทศไต้หวันมีค่าเฉลี่ยมากที่สุด ตามมาด้วยประเทศสิงคโปร์และฮองกง พบว่า ประเทศญี่ปุ่นมีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด ในด้านภาวะความเป็นผู้นำทางการศึกษา พบว่าประเทศที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดได้แก่ ประเทศเกาหลีใต้ และประเทศอินโดนีเซีย ส่วนประเทศที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด ได้แก่ ประเทศญี่ปุ่นและฮองกง

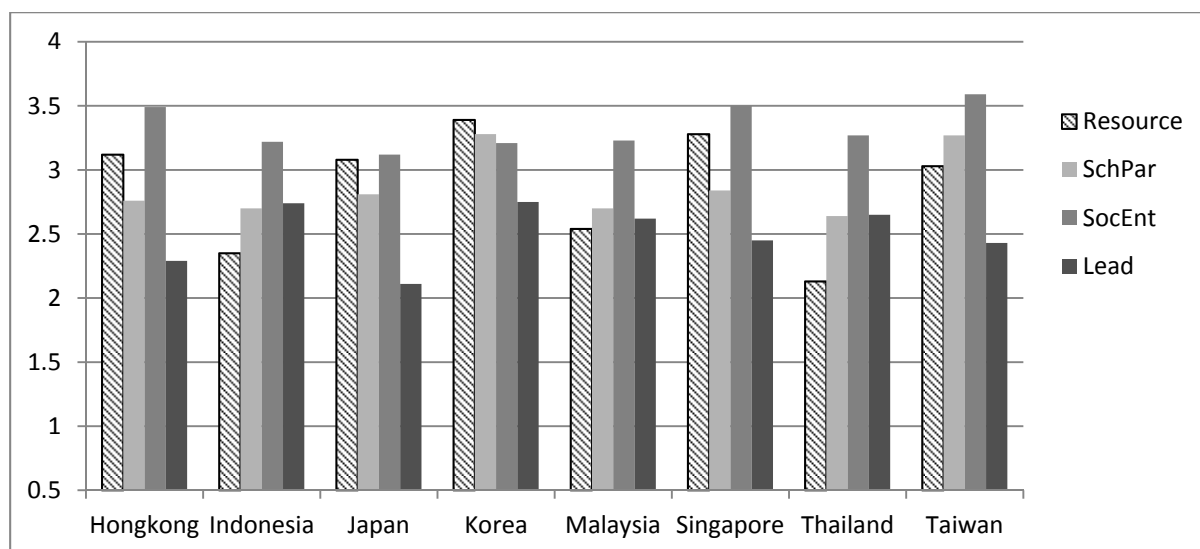
ตารางที่ 4.9 ค่าสถิติบรรยายตัวแปรทำนายระดับโรงเรียน (ม. 2)

	เอเชียตะวันออกเฉียง								เอเชียตะวันออกเฉียงใต้							
	ฮ่องกง		อินโดนีเซีย		ญี่ปุ่น		เกาหลี		มาเลเซีย		สิงคโปร์		ไทย		ไต้หวัน	
จำนวน ร.ร.	117		153		138		150		180		165		172		150	
	freq.	%	freq.	%	freq.	%	freq.	%	freq.	%	freq.	%	freq.	%	freq.	%
SmallSch	1	1	77	50	75	54	14	9	4	2	3	2	40	23	14	9
	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.
Resource	3.12	0.74	2.35	0.55	3.08	0.63	3.39	0.63	2.54	0.85	3.28	0.85	2.13	0.69	3.03	0.66
SocEnt	3.49	0.34	3.22	0.76	3.12	0.85	3.21	0.68	3.23	0.36	3.23	0.36	3.27	0.47	3.59	0.36
SchPar	2.76	0.41	2.07	0.45	2.81	0.43	3.28	0.43	2.70	0.48	2.84	0.45	2.64	0.36	3.27	0.45
Lead	2.29	0.26	2.74	0.22	2.12	0.34	2.75	0.25	2.62	0.29	2.45	0.29	2.65	0.30	2.43	0.31

SmallSch หมายถึง โรงเรียนขนาดเล็ก Resource หมายถึง ทรัพยากรการเรียนรู้ SocEnt หมายถึง สภาพแวดล้อมทางสังคม

SchPar หมายถึง การมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการจัดการศึกษา Lead หมายถึง ภาวะความเป็นผู้นำของผู้บริหาร

ภาพที่ 4.4 กราฟแท่งแสดงค่าเฉลี่ยตัวแปรทำนายระดับโรงเรียน (ม.2)



จากการผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one-way ANOVA) และการทดสอบค่าเฉลี่ยแบบจับคู่พหุคูณ (Multiple comparison) ตัวแปรทำนายระดับโรงเรียน (ตารางที่ 4.10) พบว่า ทุกประเทศมีตัวแปรทำนายทุกตัวแตกต่างกันอย่างน้อยหนึ่งประเทศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตัวแปร ตัวแปร Resource มีค่า $F(7, 1217) = 70.29, p < 0.001$ ขนาดอิทธิพลมีค่าเท่ากับ 0.29 ซึ่งหมายถึงแต่ละประเทศมีค่าเฉลี่ยตัวแปร Resource แตกต่างกันในระดับมาก สำหรับตัวแปร SchPar พบว่า มีค่า $F(7, 1217) = 52.61, p < 0.001$ แสดงว่า ประเทศที่ศึกษามีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญอย่างน้อยหนึ่งประเทศ มีค่าอิทธิพลเท่ากับ 0.23 นั้นหมายความว่า แต่ละประเทศมีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในระดับมาก สำหรับตัวแปร SocEnt พบว่า ค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างน้อยหนึ่งประเทศและแตกต่างกันระดับปานกลาง โดยมีค่า $F(7, 1217) = 14.92, p < 0.001$ ขนาดอิทธิพลเท่ากับ 0.08 ตัวแปร Lead พบว่า ค่าเฉลี่ยในแต่ละประเทศแตกต่างกันอย่างน้อยหนึ่งประเทศ โดยมีค่า $F(7, 1217) = 89.92, p < 0.001$ และค่าเฉลี่ยแตกต่างกันระดับมาก เพราะมีค่าอิทธิพลเท่ากับ 0.34

ตารางที่ 4.10 ผลการทดสอบความแปรปรวนทางเดียวตัวแปรทำนายระดับโรงเรียน (ม. 2)

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Resource	Between Groups	256.011	7	36.573	70.289	.000
	Within Groups	633.237	1217	.520		
	Total	889.248	1224			
SchPar	Between Groups	69.616	7	9.945	52.616	.000
	Within Groups	230.026	1217	.189		
	Total	299.642	1224			
SocEnt	Between Groups	31.456	7	4.494	14.916	.000
	Within Groups	366.628	1217	.301		
	Total	398.083	1224			
Lead	Between Groups	50.522	7	7.217	89.915	.000
	Within Groups	97.689	1217	.080		
	Total	148.211	1224			

ผลการวิเคราะห์การแบ่งส่วนและอธิบายความแปรปรวน

ระดับประถมศึกษาปีที่ 4

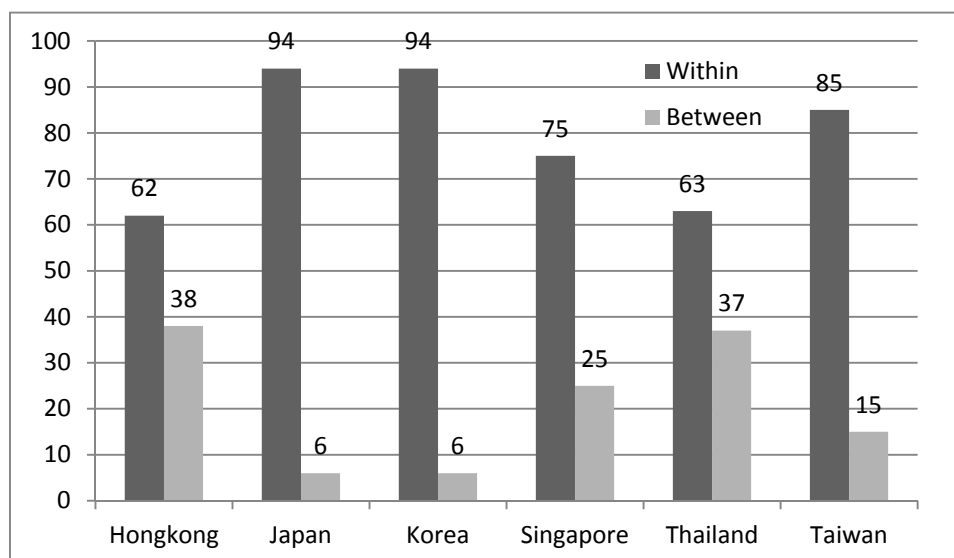
ในระดับประถมศึกษาปีที่ 4 ทุกประเทศมีความแปรปรวนภายในโรงเรียนสูงกว่าความแปรปรวนระหว่างโรงเรียน (ตาราง 4.11 และ กราฟ 4.5) ประเทศที่มีความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์วิทยาศาสตร์ภายในโรงเรียนสูงที่สุด 3 อันดับแรกได้แก่ ประเทศญี่ปุ่น (ร้อยละ 94) เกาหลีใต้ (ร้อยละ 94) และประเทศไต้หวัน (ร้อยละ 85) ตามลำดับ ความแปรปรวนระหว่างโรงเรียนของประเทศเหล่านี้จึงมีค่าน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับประเทศอื่น แสดงว่าโรงเรียนประถมศึกษาในแต่ละประเทศดังกล่าวมีคุณภาพในแง่ของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ใกล้เคียงกัน เป็นผลให้มีความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยแต่ละโรงเรียนไม่ต่างกันมาก

ตารางที่ 4.11 การประมาณค่าอิทธิพลสุ่มระดับประถมศึกษาปีที่ 4 (โมเดลที่ 1)

ประเทศ	ระหว่างโรงเรียน (u_0)		ภายในโรงเรียน (r)		ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างชั้น (ICC)	ร้อยละความแปรปรวนภายในโรงเรียน	ร้อยละความแปรปรวนระหว่างโรงเรียน
	Variance component	SD	Variance component	SD			
ฮ่องกง	0.43***	0.66	0.73***	0.86	0.38	62	38
ญี่ปุ่น	0.07***	0.26	0.98***	0.99	0.06	94	6
เกาหลีใต้	0.06***	0.25	0.94***	0.97	0.06	94	6
สิงคโปร์	0.25***	0.50	0.75***	0.87	0.25	75	25
ไทย	0.34***	0.58	0.57***	0.76	0.37	63	37
ไต้หวัน	0.17***	0.41	0.96***	0.97	0.15	85	15

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

ภาพที่ 4.5 กราฟแสดงการแบ่งส่วนความแปรปรวนภายในและระหว่างโรงเรียนระดับประถมศึกษา



ในระดับประถมศึกษา เมื่อทดสอบตัวแปรทำนายระดับนักเรียนว่ามีอิทธิพลต่อคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หรือไม่ (ตาราง 4.12) พบว่า ส่วนใหญ่ตัวแปรความเป็นเพศหญิง (Female) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ หรือกล่าวได้ว่า เพศชายและเพศหญิงทำคะแนนแบบทดสอบ TIMSS ได้คะแนนไม่ต่างกัน ยกเว้น ฮองกงและประเทศไต้หวัน ซึ่งพบที่มีความแตกต่างอย่างนัยสำคัญ ($P < 0.05$) และมีความสัมพันธ์ถดถอยเป็นลบ นั้นหมายความว่า เพศมีผลต่อคะแนนสอบโดยเพศชายทำคะแนนได้ดีกว่าเพศหญิง ในส่วนของทรัพยากรการเรียนรู้ที่บ้าน พบว่า มีอิทธิพลทางบวก ($P < 0.001$) ในประเทศเกาหลีใต้และประเทศสิงคโปร์ ในประเทศทั้งสอง ค่าอิทธิพลดังกล่าวมาเป็นอันดับสอง รองจากตัวแปรการรับรู้ความสามารถในตนเอง ในส่วนของตัวแปรการเอาใจใส่ของผู้ปกครองต่อการเรียนของบุตร (ParInv) พบว่ามีเพียงสองประเทศเท่านั้น ได้แก่ฮองกงและประเทศไต้หวันที่มีค่าสัมประสิทธิ์มีนัยสำคัญ โดยฮองกง ค่าสัมประสิทธิ์เป็นลบ ซึ่งหมายถึง คะแนนสอบและการดูแลเอาใจใส่แปรผกผันกัน การดูแลเอาใจใส่จากผู้ปกครองมากได้คะแนนน้อย ซึ่งตรงข้ามกับประเทศไต้หวันซึ่งมีค่าเป็นบวก นักเรียนที่ผู้ปกครองดูแลเอาใจใส่เกี่ยวกับเรียนมากจะได้คะแนนสอบสูง ตัวแปรต่อมาคือ ทักษะคิดต่อการเรียนวิทยาศาสตร์พบว่ามีอิทธิพลทางบวกในฮองกงและประเทศไทย ($P < 0.001$) โดยมีค่าอิทธิพลสูงค่อนข้างสูง ตัวแปรการรับรู้ความสามารถของตนในการเรียน (Selfef) พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยทุกประเทศมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.001$) และมีค่าเป็นบวก หมายความว่า นักเรียนที่รับรู้ความสามารถในการเรียนของตนเองมากจะทำคะแนนได้สูง โดยเมื่อเปรียบเทียบตัวแปรทำนายอันดับที่ 1 ตัวอื่น การรับรู้ความสามารถของตนในการเรียนมีค่ามากที่สุดหรือมีอิทธิพลต่อคะแนนสอบมากที่สุด

ในส่วนของการทดสอบค่าอิทธิพลคงที่ตัวแปรทำนายระดับโรงเรียน (ตาราง 4.12) พบว่า ตัวแปรความเป็นโรงเรียนขนาดเล็ก (SmallSch) ในทุกประเทศยกเว้นประเทศสิงคโปร์ มีค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยมากที่สุดเมื่อเทียบกับตัวแปรทำนายตัวอื่นและมีค่าเป็นลบ นั้นหมายถึง โรงเรียนคะแนนเล็กและโรงเรียนขนาดอื่นมีคะแนนสอบเฉลี่ยของโรงเรียนต่างกัน โดยโรงเรียนขนาดเล็กมีคะแนนสอบน้อยกว่า ในส่วนของตัวแปรทรัพยากรการเรียนรู้ในโรงเรียนหรือภาวะความเป็นผู้นำทางการศึกษาพบว่าไม่มีอิทธิพล สำหรับตัวแปรการมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการจัดการศึกษาของโรงเรียน พบว่า มีนัยสำคัญในประเทศไต้หวันและสิงคโปร์โดยมีค่าเป็นบวก ($p < 0.05$) ซึ่งแปลความหมายว่า โรงเรียนที่มีการสร้างความสัมพันธ์อันดีและให้ผู้ปกครองรับรู้และมีส่วนร่วมเกี่ยวกับการจัดการศึกษาของโรงเรียน เป็นโรงเรียนที่มีคะแนนเฉลี่ยของโรงเรียนสูงกว่า ตัวแปรสิ่งแวดล้อมทางสังคม (SocEnt) พบว่า ฮองกงและประเทศไทยมีนัยสำคัญทางสถิติโดยค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยเป็นบวก ($p < 0.05$) นั้นหมายความว่า โรงเรียนที่มีสภาพแวดล้อมทางสังคมดีมีคะแนนเฉลี่ยของโรงเรียนสูง เมื่อเทียบกับโรงเรียนที่มีสภาพแวดล้อมทางสังคมไม่ดี อาทิ มีปัญหาพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ ก่อวินหรือก้าวร้าว

ความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนระดับประถมศึกษาถูกอธิบายโดยตัวแปรทำนายระดับนักเรียนดังนี้ (ตาราง 4.13) ประเทศที่ความแปรปรวนลดลงหรือถูกอธิบายมากที่สุดได้แก่ประเทศไต้หวัน (ร้อยละ 15) ตามมาด้วยฮองกง (14%) และเกาหลีใต้ (13%) เมื่อเพิ่มตัวแปรทำนายระดับโรงเรียนพบว่า ประเทศที่ความแปรปรวนระหว่างโรงเรียนลดลงหรือถูกอธิบายโดยชุดตัวแปรทำนายได้มากที่สุดคือ ประเทศเกาหลีใต้ (ร้อยละ 33) ตามมาด้วยประเทศไต้หวัน (ร้อยละ 31) และฮองกง (ร้อยละ 28) พบว่า ประเทศสิงคโปร์ตัวแปรทำนายสามารถอธิบายความแปรปรวนระหว่างโรงเรียนได้เพียงร้อยละ 4 เท่านั้น

ตาราง 4.12 การประมาณค่าอิทธิพลคงที่ระดับประถมศึกษา (โมเดลที่ 4)

Fixed Effects	ฮ่องกง		ญี่ปุ่น		เกาหลี		สิงคโปร์		ไทย		ไต้หวัน	
	Coeff.	SE	Coeff.	SE	Coeff.	SE	Coeff.	SE	Coeff.	SE	Coeff.	SE
Intercept, γ_{00}	0.65***	0.06	0.96***	0.04	1.33***	0.04	1.38***	0.04	-0.19***	0.10	0.87***	0.05
ตัวแปรทำนายระดับนักเรียน												
Female, γ_{10}	-0.11*	0.04	-0.04	0.06	-0.07	0.05	-0.02	0.02	0.03	0.04	-0.12*	0.05
HmRes, γ_{20}	0.01	0.02	0.02	0.02	0.11***	0.03	0.06***	0.01	0.03	0.02	0.02	0.03
ParInv, γ_{30}	-0.07***	0.02	0.02	0.02	-0.01	0.02	0.00	0.01	-0.01	0.02	0.12***	0.03
Att, γ_{40}	0.13***	0.03	-0.04	0.03	0.01	0.03	0.02	0.02	0.18***	0.02	-0.05	0.03
SelfEff, γ_{50}	0.13***	0.02	0.27***	0.03	0.32***	0.04	0.27***	0.02	0.12***	0.02	0.37***	0.03
ตัวแปรทำนายระดับโรงเรียน												
SmallSch, γ_{01}	-0.42**	0.16	-0.25***	0.05	-0.31***	0.08	-0.30	0.52	-0.31***	0.11	-0.40***	0.11
Resource, γ_{02}	-0.02	0.05	-0.01	0.03	0.00	0.03	-0.03	0.04	0.10	0.06	0.05	0.04
SchPar, γ_{03}	-0.09	0.05	0.00	0.03	-0.01	0.04	0.08*	0.04	-0.03	0.06	0.09*	0.04
SocEnt, γ_{04}	0.17*	0.08	0.01	0.04	0.02	0.02	0.06	0.04	0.11*	0.06	0.07	0.07
Lead, γ_{05}	-0.17	0.10	0.04	0.03	-0.01	0.03	-0.07	0.04	-0.07	0.08	-0.03	0.06

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

SE = Standard Error, Coeff. = Coefficient

ตาราง 4.13 การประมาณค่าอิทธิพลสุ่มระดับประถมศึกษา (โมเดลที่ 4)

Random effects	ฮ่องกง		ญี่ปุ่น		เกาหลี		สิงคโปร์		ไทย		ไต้หวัน	
	Var. comp.	SD	Var. comp.	SD	Var. comp.	SD	Var. comp.	SD	Var. comp.	SD	Var. comp.	SD
ระหว่างโรงเรียน, u_0	0.31	0.56	0.05	0.23	0.04	0.21	0.24	0.49	0.29	0.54	0.11	0.34
ภายในโรงเรียน, r	0.68	0.82	0.92	0.96	0.82	0.90	0.67	0.82	0.50	0.71	0.82	0.90
Level 1 variance explained (%)	14%		6%		13%		10%		9%		15%	
Level 2 variance explained (%)	28%		17%		33%		4%		12%		31%	

ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2

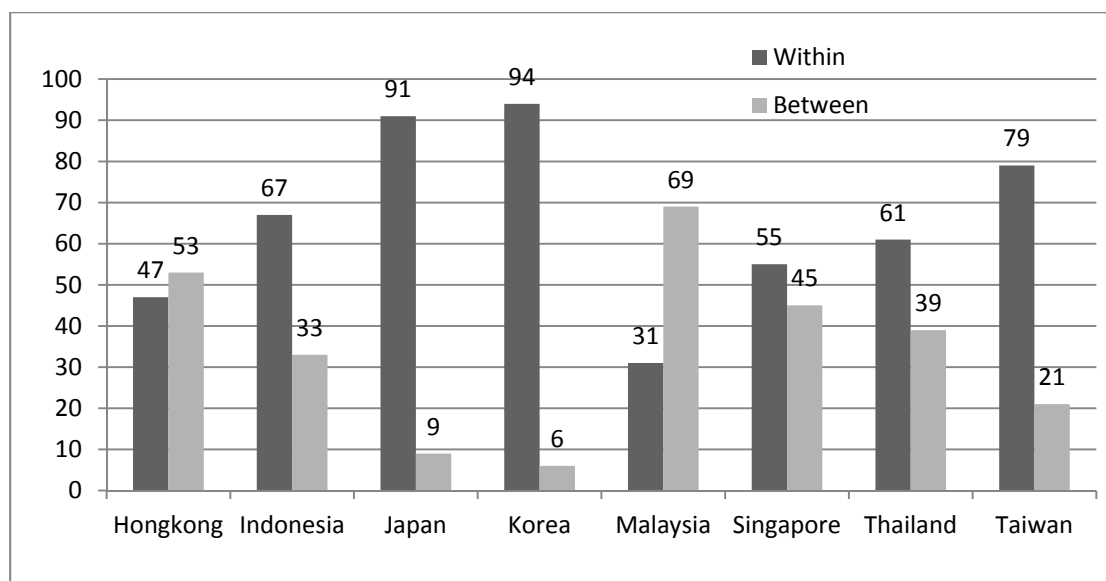
ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ข้อค้นพบมีความสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนภายในและระหว่างโรงเรียนในระดับประถมศึกษา คือ ทุกประเทศมีความแปรปรวนภายในโรงเรียนสูงกว่าความแปรปรวนระหว่างโรงเรียนโรงเรียน (ตาราง 4.14 และกราฟ 4.6) ยกเว้นมาเลเซียและฮ่องกงซึ่งพบว่าประเทศทั้งสองมีความแปรปรวนระหว่างโรงเรียนคิดเป็นร้อยละ 69 และร้อยละ 53 ตามลำดับ และเป็นที่น่าสังเกตว่า ความแปรปรวนระหว่างโรงเรียนของประเทศมาเลเซียสูงกว่าความแปรปรวนภายในโรงเรียนมากกว่า 2 เท่า ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงความแตกต่าง ความไม่เท่าเทียมของคุณภาพการจัดการศึกษาระหว่างโรงเรียนมัธยมศึกษา สำหรับประเทศอื่นพบว่า เมื่อเทียบกับผลการวิเคราะห์การแบ่งส่วนความความแปรปรวนภายในและภายนอกโรงเรียนระดับประถมศึกษาพบว่า ร้อยละความแปรปรวนระหว่างโรงเรียนของโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาเพิ่มมากขึ้นทุกประเทศ โดยเฉพาะประเทศสิงคโปร์ซึ่งเพิ่มขึ้นประมาณ 2 เท่า ซึ่งแสดงถึงคุณภาพการจัดการศึกษาที่แตกต่างกันระหว่างโรงเรียนเมื่อระดับการศึกษาสูงขึ้น

ตาราง 4.14 การประมาณค่าอิทธิพลสุ่มระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 (โมเดลที่ 1)

ประเทศ	ระหว่างโรงเรียน (u_0)		ภายในโรงเรียน (r)		ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างชั้น (ICC)	ร้อยละความแปรปรวนภายในโรงเรียน	ร้อยละความแปรปรวนระหว่างโรงเรียน
	Variance component	SD	Variance component	SD			
ฮ่องกง	0.60***	0.78	0.54***	0.73	0.53	47	53
อินโดนีเซีย	0.33***	0.57	0.65***	0.81	0.33	67	33
ญี่ปุ่น	0.09***	0.30	0.84***	0.95	0.09	91	9
เกาหลี	0.05***	0.23	0.90***	0.95	0.06	94	6
มาเลเซีย	0.69***	0.83	0.32***	0.56	0.69	31	69
สิงคโปร์	0.45***	0.67	0.56***	0.75	0.45	55	45
ไทย	0.33***	0.57	0.51***	0.71	0.39	61	39
ไต้หวัน	0.21***	0.46	0.80***	0.89	0.21	79	21

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

ภาพที่ 4.6 กราฟแสดงการแบ่งส่วนความแปรปรวนภายในและระหว่างโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา



เมื่อทดสอบอิทธิพลของตัวแปรทำนายในระดับนักเรียน (ตาราง 4.15) พบว่า ตัวแปรความเป็นเพศหญิง มีนัยสำคัญใน 4 ประเทศได้แก่ ฮองกง ญี่ปุ่น มาเลเซียและไต้หวัน ซึ่งหมายถึงนักเรียนชายและนักเรียนทำคะแนนสอบได้ต่างกัน ในประเทศญี่ปุ่น ($p < 0.001$) และ ไต้หวัน ($p < 0.01$) นักเรียนหญิงทำคะแนนสอบได้ดีกว่านักเรียนชาย ตรงกันข้ามกับฮองกง ($p < 0.001$) และประเทศมาเลเซีย ($p < 0.05$) ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์มีค่าเป็นลบ บ่งชี้ว่านักเรียนหญิงทำคะแนนได้น้อยกว่านักเรียนชาย สำหรับตัวแปรทรัพยากรการเรียนรู้ที่บ้าน พบว่า ทุกประเทศยกเว้นฮองกงและประเทศไทย มีนัยสำคัญทางสถิติ และมีค่าสัมประสิทธิ์เป็นบวก นั้นหมายความว่า นักเรียนที่มาจากครอบครัวที่มีความพร้อมในเรื่องทรัพยากรการเรียนรู้ที่บ้านจะทำคะแนนได้มากกว่านักเรียนที่มาจากครอบครัวที่ไม่มีหรือมีทรัพยากรการเรียนรู้ที่บ้านน้อย พบว่า ประเทศสิงคโปร์และประเทศไต้หวัน ตัวแปรทรัพยากรการเรียนรู้ที่บ้านมีค่าอิทธิพลสูงกว่าตัวแปรทำนายอื่นๆ สำหรับตัวแปรเอาใจใส่ของผู้ปกครองต่อการเรียนของบุตร (ParInv) พบว่า ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติในประเทศอินโดนีเซีย เกาหลีใต้ ไทยและไต้หวัน ประเทศที่เหลือพบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์เป็นลบยกเว้นประเทศญี่ปุ่น แสดงว่า นักเรียนที่ผู้ปกครองดูแลเอาใจใส่ดี มันติดตามกวอดชั้นบุตรหลานด้านการเรียนจะมีคะแนนสอบน้อยกว่า นักเรียนที่ผู้ปกครองไม่กวอดชั้น

ตัวแปรการรับรู้ความสามารถของตนในการเรียน (SelfEff) พบว่ามีอิทธิพลเกือบทุกประเทศ ยกเว้นประเทศอินโดนีเซีย ซึ่งไฟล์ต้นฉบับไม่มีข้อมูลเกี่ยวกับตัวแปรตัวนี้ ประเทศมาเลเซียและประเทศไทยซึ่งไม่มีอิทธิพล สำหรับประเทศอื่นพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์เป็นบวกและสูงที่สุดในฮองกง ประเทศญี่ปุ่นและเกาหลีใต้ ซึ่งหมายความว่า นักเรียนที่รับรู้ว่าจะตนเองสามารถเรียนวิทยาศาสตร์จะทำคะแนนได้ดี ตัวแปรการให้คุณค่าต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ (Value) พบว่า มีอิทธิพลในประเทศเกาหลีใต้และสิงคโปร์เท่านั้น และเป็นทางบวก นั้นหมายถึงนักเรียนที่คิดว่า การเรียนวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตและการศึกษาต่อทำคะแนนสอบได้สูง

ในส่วนของการทดสอบอิทธิพลของตัวแปรทำนายระดับโรงเรียน พบว่าตัวแปรความเป็นโรงเรียนขนาดเล็ก (SmallSch) มีนัยสำคัญทางสถิติในฮ่องกง อินโดนีเซีย สิงคโปร์ ไทย และได้หวั่นมีค่าสัมประสิทธิ์เมื่อเทียบกับตัวแปรทำนายระดับเดียวกันมากที่สุด และมีค่าเป็นลบนั้นหมายความว่า โรงเรียนขนาดเล็กจะมีคะแนนเฉลี่ยของโรงเรียนน้อยกว่าโรงเรียนขนาดอื่น สำหรับตัวแปรทำนายอื่นพบว่า มีอิทธิพลในบางประเทศเท่านั้น ได้แก่ ทรัพยากรการเรียนรู้ มีนัยสำคัญในประเทศอินโดนีเซียและมาเลเซียโดยมีค่าสัมประสิทธิ์เป็นบวก ตัวแปรการมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการจัดการศึกษาของโรงเรียน (SchPar) พบว่ามีนัยสำคัญในประเทศเกาหลีใต้และมีค่าเป็นบวก ตัวแปรทำนายหนึ่งซึ่งพบว่า มีอิทธิพลในหลายประเทศคือ สิ่งแวดล้อมทางสังคม (SocEnt) โดยพบว่า มีค่าสัมประสิทธิ์เป็นบวกและมีนัยสำคัญทางสถิติใน ฮ่องกง ญี่ปุ่น เกาหลีใต้ มาเลเซีย สิงคโปร์ นั้นหมายถึง โรงเรียนที่มีสภาพแวดล้อมทางสังคมที่ดี ไม่มีปัญหานักเรียนมีปัญหาพฤติกรรมที่ไม่พึงประสงค์จะมีคะแนนเฉลี่ยของโรงเรียนสูง ตัวแปรสิ่งแวดล้อมทางสังคมมีอิทธิพลมากที่สุดเมื่อกับตัวแปรทำนายระดับโรงเรียนมีในฮ่องกง ญี่ปุ่น เกาหลีใต้ และเช่นเดียวกับผลการวิเคราะห์อิทธิพลในระดับประถมศึกษา ตัวแปรภาวะความเป็นผู้นำทางการศึกษา (Lead) ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติในทุกประเทศ

ผลการวิเคราะห์อิทธิพลร่วมและการคำนวณร้อยละความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาที่ถูกอธิบายด้วยตัวแปรทำนายระดับนักเรียนและโรงเรียน (ตารางที่ 4.16) พบว่าประเทศที่ความแปรปรวนภายในโรงเรียนลดลงหรือถูกอธิบายมากที่สุดเมื่อเพิ่มตัวแปรทำนายระดับนักเรียนได้แก่ประเทศเกาหลีใต้ (ร้อยละ 33) ตามมาด้วยประเทศญี่ปุ่น (ร้อยละ 23) เมื่อพิจารณาความแปรปรวนของคะแนนสอบเฉลี่ยระหว่างโรงเรียน พบว่าเมื่อเพิ่มตัวแปรทำนายระดับโรงเรียน ประเทศที่ความแปรปรวนระหว่างโรงเรียนลดลงหรือถูกอธิบายโดยชุดตัวแปรทำนายระดับโรงเรียนได้มากที่สุดคือ ฮ่องกง (ร้อยละ 40) และประเทศอินโดนีเซีย (ร้อยละ 30) ประเทศที่ลดลงน้อยที่สุดคือ ประเทศสิงคโปร์ (ร้อยละ 11) โดยภาพรวมพบว่า ชุดตัวแปรทำนายที่คัดสรรมาสามารถอธิบายความแปรปรวนภายในและระหว่างโรงเรียนในระดับมัธยมศึกษาได้มากกว่าในระดับประถมศึกษา

ตาราง 4.15 การประมาณค่าอิทธิพลคงที่ระดับมัธยมศึกษา (โมเดลที่ 4)

Fixed effects	ฮ่องกง		อินโดนีเซีย		ญี่ปุ่น		เกาหลี		มาเลเซีย		สิงคโปร์		ไทย		ไต้หวัน	
	Coeff.	SE	Coeff.	SE	Coeff.	SE	Coeff.	SE	Coeff.	SE	Coeff.	SE	Coeff.	SE	Coeff.	SE
Intercept, γ_{00}	1.02***	0.06	-0.99***	0.07	1.37***	0.05	1.40***	0.04	-0.68***	0.07	1.87***	0.06	-0.29***	0.07	1.46***	0.06
ตัวแปรทำนาย ระดับนักเรียน																
Female, γ_{10}	-0.16***	0.03	0.03	0.04	0.13***	0.03	0.03	0.05	-0.07*	0.03	-0.03	0.03	0.08	0.04	0.12**	0.04
HmRes, γ_{20}	0.02	0.02	0.04*	0.02	0.15***	0.02	0.18***	0.03	0.03*	0.01	0.12***	0.01	0.05	0.02	0.20***	0.02
ParInv, γ_{30}	-0.06***	0.01	-0.03	0.02	0.04**	0.02	0.01	0.02	-0.03**	0.01	-0.02*	0.01	-0.03	0.02	0.03	0.02
Att, γ_{40}	0.14***	0.02	N.A.	N.A.	0.03	0.04	0.10***	0.03	0.15***	0.02	0.11***	0.02	0.17***	0.03	0.18***	0.05
SelfEff, γ_{50}	0.15***	0.02	N.A.	N.A.	0.35***	0.03	0.37***	0.02	0.02	0.02	0.11***	0.02	0.04	0.03	0.19***	0.04
Value, γ_{60}	-0.01	0.02	N.A.	N.A.	0.06	0.04	0.09***	0.03	0.02	0.02	0.06***	0.01	-0.01	0.03	0.02	0.03
ตัวแปรทำนาย ระดับโรงเรียน																
SmallSch, γ_{01}	-0.26***	0.43	-0.36***	0.11	-0.07	0.06	-0.11	0.07	-0.44	0.35	-0.58*	0.23	-0.32**	0.11	-0.43***	0.13
Resource, γ_{02}	0.04	0.06	0.21***	0.06	0.05	0.04	0.00	0.02	0.15*	0.07	0.02	0.06	0.09	0.07	0.01	0.05
SchPar, γ_{03}	-0.11	0.06	0.07	0.06	-0.01	0.03	0.08*	0.03	-0.01	0.06	0.05	0.06	0.06	0.06	0.00	0.05
SocEnt, γ_{04}	0.38***	0.06	0.05	0.07	0.11**	0.04	0.09***	0.02	0.25***	0.07	0.21***	0.05	0.02	0.09	0.00	0.05
Lead, γ_{05}	0.06	0.06	-0.04	0.07	-0.07	0.05	0.01	0.03	0.07	0.07	-0.08	0.06	-0.09	0.08	0.01	0.05

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

SE = Standard Error, Coeff. = Coefficient

ตาราง 4.16 การประมาณค่าอิทธิพลสุ่มระดับมัธยมศึกษา (โมเดลที่ 4)

Random effects	ฮ่องกง		อินโดนีเซีย		ญี่ปุ่น		เกาหลี		มาเลเซีย		สิงคโปร์		ไทย		ไต้หวัน	
	Var. comp.	SD	Var. comp.	SD	Var. comp.	SD	Var. comp.	SD	Var. comp.	SD	Var. comp.	SD	Var. comp.	SD	Var. comp.	SD
ระหว่างโรงเรียน, u_0	0.35	0.59	0.23	0.47	0.07	0.27	0.04	0.20	0.62	0.79	0.40	0.63	0.29	0.54	0.18	0.42
ภายในโรงเรียน, r	0.46	0.6	0.65	0.80	0.65	0.81	0.60	0.77	0.29	0.54	0.42	0.69	0.47	0.69	0.63	0.79
Level 1 variance explained (%)	13%		0%		23%		33%		6%		14%		8%		20%	
Level 2 variance explained (%)	40%		30%		22%		20%		13%		11%		12%		14%	

ข้อวิจารณ์

จากผลการวิเคราะห์ส่วนความแปรปรวนพบว่า ความแปรปรวนระหว่างโรงเรียนประถมศึกษาของประเทศญี่ปุ่นและประเทศเกาหลีใต้น้อยที่สุด เมื่อเทียบกับประเทศอื่น ขณะที่ฮ่องกง ประเทศไทยและสิงคโปร์มีความแปรปรวนระหว่างโรงเรียนมาก ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับผลการวิเคราะห์ส่วนความแปรปรวนระดับมัธยมศึกษาซึ่งพบว่าประเทศเกาหลีใต้และประเทศญี่ปุ่นมีค่าน้อยมาก ข้อค้นพบนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Kaya และ Rice (1990) ซึ่งวิเคราะห์หุ้ระดับเพื่อศึกษาอิทธิพลของตัวแปรระดับนักเรียนและห้องเรียนที่มีผลต่อคะแนนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาโครงการ TIMSS 2003 ของประเทศสหรัฐอเมริกา สิงคโปร์ ญี่ปุ่น ออสเตรเลียและสกอตแลนด์ ซึ่งพบว่าประเทศญี่ปุ่นมีความแปรปรวนระหว่างโรงเรียนน้อยเพียงร้อยละ 4 ขณะที่ประเทศสิงคโปร์มีมากเท่ากับร้อยละ 53 ซึ่ง Kay และ Rice ได้ อธิบายความแตกต่างระหว่างความแปรปรวนระหว่างโรงเรียนในสองประเทศนี้ว่ามาจากความแตกต่างของระบบโรงเรียนในประเทศทั้งสอง ในอดีตสิงคโปร์แบ่งโรงเรียนออกตามชาติพันธุ์ ได้แก่โรงเรียนจีน โรงเรียนทมิฬ โรงเรียนมาเลย์ และโรงเรียนที่อยู่ในอุปถัมภ์ของคริสตศาสนา ซึ่งแต่ละโรงเรียนมีนักเรียนที่เชื้อชาติ ภูมิหลังต่างกัน มีลักษณะการบริหาร จัดการ จัดการศึกษาเฉพาะตัว ความหลากหลายของโรงเรียนยังคงมีให้เห็นในปัจจุบัน นอกจากนี้ ภายใต้นโยบาย "Thinking Schools, Learning Nations" ของประธานาธิบดี Goh Chok Tong ในปี ค.ศ. 1997 ซึ่งเน้นและส่งเสริมให้โรงเรียนมีอิสระในการบริหารจัดการ การออกแบบพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษาและสร้างความเป็นเลิศเฉพาะทาง นอกจากนี้ประเทศสิงคโปร์ยังมีระบบการสอบคัดเลือกเข้าศึกษาต่อที่มีการแข่งขันสูง นักเรียนต้องการศึกษาต่อในโรงเรียนที่มีชื่อเสียง เก้าแก่ ก่อตั้งมานาน จึงมีการกระจุกตัวของคนเก่งและเกิดการแบ่งแยกโรงเรียนตามคุณภาพของนักเรียนโดยปริยาย

สำหรับประเทศญี่ปุ่นและประเทศเกาหลีใต้ที่มีความแปรปรวนระหว่างโรงเรียนต่ำน่าจะเป็นผลมาจากระบบการจัดการศึกษาแบบศูนย์รวมอำนาจ (Husen & Postelthwaite, 1994) ซึ่งกระบวนสร้างและตอบสนองต่อความแตกต่างตามความถนัดและความสนใจของผู้เรียน (differentiation) ในโรงเรียนเริ่มพบในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย อาทิ การจัดโปรแกรมการเรียน แผนการเรียน การจัดห้องเรียนตามระดับความสามารถ กิจกรรมเสริมหลักสูตร ชุมนุมวิชาการ ทำให้ห้องเรียนและโรงเรียนในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตอนต้นไม่ต่างกันมากนัก มีหลักสูตรแห่งชาติซึ่งบังคับใช้ทั่วประเทศเป็นมาตรฐานเดียวกัน ซึ่งต่างจากประเทศตะวันตกหรือประเทศที่นำระบบการศึกษาแบบกระจายอำนาจของตะวันตกมาใช้ อาทิ ประเทศสิงคโปร์หรือฮ่องกง ซึ่งกระบวนสร้างสร้างความแตกต่างเริ่มต้นตั้งแต่ระดับประถมศึกษา (LeTendre, Hofer, & Shimizu, 2003)

ผลการวิเคราะห์อิทธิพลของตัวแปรทำนายแต่ละระดับต่อความแปรปรวนภายในและระหว่างโรงเรียนพบว่า ในระดับประถมศึกษาความแปรปรวนภายในโรงเรียนถูกอธิบายได้ได้น้อยกว่าความแปรปรวนระหว่างโรงเรียนในหลายประเทศ ได้แก่ ฮ่องกง ญี่ปุ่น เกาหลีใต้ ไทยและไต้หวัน ซึ่งสอดคล้องกับความสามารถในการอธิบายความแปรปรวนทั้งสองระดับในระดับมัธยมศึกษาในฮ่องกง อินโดนีเซีย มาเลเซียและประเทศไทย ทั้งนี้สามารถอธิบายได้ว่า ชุดตัวแปรระดับนักเรียนซึ่งคัดสรรจากแบบทดสอบถาถามนักเรียนโครงการ TIMSS ยังไม่

เพียงพอในการอธิบายความแปรปรวนของคะแนนของนักเรียน แสดงว่า มีตัวแปรคุณลักษณะของนักเรียนที่ถูกละเลยจากโมเดลสมมติฐานซึ่งงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า ตัวแปรดังกล่าวมีอิทธิพลต่อคะแนนผลสัมฤทธิ์ วิทยาศาสตร์ อาทิ ระดับการศึกษาของผู้ปกครอง (Lamb & Fullarton, 2002) ระดับการศึกษาของผู้ปกครอง เศรษฐฐานะที่บ้าน (Kaya & Rice, 1990)

หากเปรียบเทียบระหว่างประเทศจะพบว่า ตัวแปรความเป็นเพศหญิงมีอิทธิพลต่อคะแนนสอบในระดับประถมศึกษาในฮ่องกงและประเทศไต้หวันเท่านั้นและมีค่าสัมประสิทธิ์เป็นลบ ประเทศอื่นพบว่าไม่มีผล ในขณะที่ระดับมัธยมศึกษาพบว่า ความเป็นเพศหญิงมีอิทธิพลต่อคะแนนสอบในฮ่องกง มาเลเซียซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์เป็นลบและประเทศญี่ปุ่นและไต้หวันซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์เป็นบวก ประเทศอื่นเพศไม่มีอิทธิพลต่อคะแนนสอบ ผลการวิจัยดังกล่าวยืนยันข้อค้นพบงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง อาทิ Grenfield (1995) Kahle (2004) และ Solomon (1997) ซึ่งพบว่า ตัวแปรเพศมีอิทธิพลต่อสัมฤทธิ์ผลต่อการเรียนในระดับประถมศึกษาค่อนข้างน้อย แต่จะมีอิทธิพลมากขึ้นและทำให้เกิดช่องว่างระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิงในการเรียนในระดับที่สูงขึ้นไป ช่องว่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักเรียนชายและหญิงในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นอาจมีสาเหตุมาจากจิตวิทยาสังคมของนักเรียนในช่วงวัยนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริบทสังคมวัฒนธรรมเอเชีย ลักษณะของนักเรียนชายจะชอบมีบทบาทหลักในการทำกิจกรรม มีความเป็นผู้นำ มั่นใจในตนเอง ชอบแสดงความคิดเห็น นักเรียนหญิงไม่ค่อยชอบแสดงออก มักเป็นผู้สังเกตหรือทำตาม มีความรับผิดชอบสูง สนใจเรียน ให้ความร่วมมือ จัดระบบงานได้ดี นักเรียนชอบจับกลุ่มเพื่อนเพศเดียวกัน (congregation) กลุ่มนักเรียนชายและนักเรียนหญิง จึงทำให้เกิดข้อขัดแย้งในในห้องเรียน และพบว่า ครูจะตอบสนอง ส่งเสริม สนับสนุนการเรียนรู้นักเรียนชายมากกว่านักเรียนหญิง หรือเฉพาะนักเรียนที่มีส่วนร่วมอย่างชัดเจนหรือมีปฏิสัมพันธ์กับครู ซึ่งทำให้เกิดความไม่เท่าเทียมทางเพศในห้องเรียน (Dimitrova, 1999) ซึ่งมีผลต่อความมั่นใจและการรับรู้ความสามารถในการเรียนของตนเองซึ่งส่งผลต่อการเรียนรู้อีกทอดหนึ่ง

ตัวแปรการมีส่วนร่วมในการศึกษาเล่าเรียนของบุตรมีอิทธิพลในบางประเทศทั้งในระดับประถมศึกษาและระดับมัธยมศึกษา โดยมีอิทธิพลทั้งทางบวกและลบ โดยเป็นทางลบในฮ่องกงทั้งในระดับประถมและมัธยมศึกษา ในประเทศมาเลเซียและสิงคโปร์ในระดับมัธยมศึกษา เป็นทางบวกในประเทศไต้หวันทั้งในระดับประถมศึกษาในประเทศญี่ปุ่นในระดับมัธยมศึกษา ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Russell, 1997; Kaya และ Rice, 2010) ซึ่งพบว่า การมีส่วนร่วมของผู้ปกครองมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในประเทศญี่ปุ่น งานวิจัยของ Russell (1997) และ รายงานของ OECD (2000) ชี้ให้เห็นถึงความแตกต่างของการลงทุนทางการศึกษาของผู้ปกครองในภูมิภาคเอเชียตะวันออกและประเทศสหรัฐอเมริกา จากการสำรวจข้อมูลการส่งบุตรหลานเรียนพิเศษระหว่างช่วงประถมศึกษาถึงมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า ในภูมิภาคเอเชียตะวันออก ผู้ปกครองกว่าร้อยละ 70 ส่งเสริมและสนับสนุนให้บุตรหลานเรียนพิเศษ ในขณะที่ประเทศสหรัฐอเมริกามีเพียงร้อยละ 25 ทั้งนี้เนื่องด้วยผู้ปกครองในประเทศเอเชียตะวันออกมีความคาดหวังต่อการเรียนของบุตรหลานสูงเนื่องด้วยระบบคัดเลือกเข้าศึกษาต่อและตลาดแรงงานที่มีการแข่งขันสูงมาก ผู้ปกครองมีทัศนคติว่าการลงทุนทางการศึกษาคือค่าเพราะเป็นรับประกันการมีงานที่ดีให้แก่บุตรหลาน อย่างไรก็ตาม

ตาม การมีส่วนร่วมของผู้ปกครอง ในฮ่องกงและมาเลเซียซึ่งจากการวิเคราะห์สถิติบรรยายพบว่ามีค่าเฉลี่ยค่อนข้างสูง อาจทำให้นักเรียนรู้สึกกดดันและเกิดความเครียด (Grolnick, Ryan, & Deci, 1991) ส่งผลให้มีเจตคติที่ไม่ดีต่อการเรียนและผลสัมฤทธิ์ต่อการเรียนต่ำในที่สุด ซึ่งจะเห็นได้ว่า ทรัพยากรการเรียนรู้ที่บ้าน (Kaya & Rice, 2010) จากงานวิจัยนี้มีอิทธิพลต่อคะแนนสอบของนักเรียน นักเรียนที่มีทรัพยากรการเรียนรู้ที่บ้านจะทำคะแนนสอบได้สูง เพราะสามารถเข้าถึงแหล่งข้อมูล อยู่ในบรรยากาศที่เป็นวิชาการ เอื้อต่อการศึกษาค้นคว้าของตนเอง ทบทวนความรู้

ตัวแปรการรับรู้ความสามารถของตนในการเรียนมีอิทธิพลทางบวกต่อคะแนนผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนทุกประเทศทั้งระดับประถมศึกษาและระดับมัธยมศึกษาและพบว่าโดยภาพรวมเป็นตัวแปรทำนายที่มีอิทธิพลมากที่สุดในงานวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Liu Wu และ Zumbo (2006) และงานวิจัย Elliot และ Church (1997) ซึ่งศึกษาอิทธิพลของการรับรู้ความสามารถในตนเองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในโครงการ TIMSS 2003 ของประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศในทวีปเอเชียที่ทำคะแนนวิชาคณิตศาสตร์ได้สูงสุด พวกเขาพบว่า การรับรู้ความสามารถในตนเองของนักเรียนมีความสัมพันธ์ทางบวกต่อคะแนนผลสัมฤทธิ์อย่างมากในทุกประเทศเมื่อเปรียบเทียบกับตัวแปรทำนายตัวอื่น โดยได้อธิบายว่า นักเรียนที่มีการรับรู้ความสามารถในตนเองที่ดีจะมีเป้าหมายในการประสบความสำเร็จและจะมีความพากเพียรพยายามไม่ย่อท้อเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย มีแรงขับเคลื่อนในการเรียนรู้เป็นแรงจูงใจภายใน

ในส่วนของตัวแปรทำนายระดับโรงเรียน งานวิจัยนี้พบว่า ความเป็นโรงเรียนขนาดเล็กมีอิทธิพลทางลบเกือบทุกประเทศและเป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลสูงเมื่อเทียบกับตัวแปรทำนายตัวอื่น ผลการวิจัยนี้ทั้งขัดแย้ง (Sander, 1993; Schreiber, 2002; Kantabutra & Tang, 2006) และยืนยัน (Fowler & Walberg, 1991) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องหลายชิ้น โรงเรียนขนาดเล็กในต่างประเทศมีข้อได้เปรียบคือมีอิสระและคล่องตัวในการกำหนดและดำเนินการตามนโยบาย ผู้ปกครองให้ความร่วมมือและมีส่วนร่วมกับกิจกรรมของโรงเรียนอย่างดี การดูแลเอาใจใส่ของครูและผู้บริหารค่อนข้างใกล้ชิด แต่ในสำหรับประเทศไทย โรงเรียนขนาดเล็กประสบปัญหาการขาดแคลนงบประมาณ บุคลากร และทรัพยากรการเรียนรู้ มีปัญหาการโยกย้ายของผู้บริหารและครูบ่อยครั้ง ทำให้ขาดความต่อเนื่องในการดำเนินงานตามนโยบาย มีการเปลี่ยนแปลงแนวทางการดำเนินการตามผู้บริหารที่เข้ามาใหม่ ครูสอนไม่ตรงวิชาเอก มีประสบการณ์สอนน้อย ขาดความชำนาญในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ ตัวแปรทำนายระดับโรงเรียนอีกตัวแปรหนึ่งที่พบว่ามีอิทธิพลมากและมากที่สุดบางประเทศคือ สิ่งแวดล้อมทางสังคม โรงเรียนที่มีสิ่งแวดล้อมทางสังคมที่ดีจะทำให้เกิดบรรยากาศทางวิชาการ (Brown, Anfara, & Roney, 2004) ทำให้นักเรียนรู้สึกปลอดภัยและอบอุ่น มีสมาธิจดจ่ออยู่กับการเรียน รู้สึกสุขกายสุขใจ อยากเข้าร่วมในกิจกรรมวิชาการ มีเจตคติที่ดีต่อการศึกษาลำบากเรียน วิชาเรียน ทำให้ตั้งใจเรียนและมีคะแนนสอบที่ดี

บทที่ 5 สรุปผลวิจัย การนำไปใช้และข้อเสนอแนะ

ในบทนี้จะสรุปผลการวิจัยตามคำถามวิจัย ให้ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายและแนวทางการปฏิบัติ ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยต่อไป และข้อจำกัดในการทำวิจัย รายละเอียดดังนี้

สรุปผลการวิจัย

คำถามวิจัยที่ 1: ตัวแปรทำนายในโมเดลการวิจัยแต่ละประเทศในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

ระดับประถมศึกษา

ค่าสถิติบรรยายของตัวแปรทำนายระดับผู้เรียนระดับประถมศึกษาพบว่า การเอาใจใส่ของผู้ปกครองต่อการเรียนของบุตรและทัศนคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ ประเทศไทย ประเทศสิงคโปร์และประเทศไต้หวันมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าประเทศอื่น การรับรู้ความสามารถในการเรียนวิทยาศาสตร์ของตนเองพบว่า ประเทศไต้หวันมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด ในขณะที่ประเทศญี่ปุ่นและประเทศเกาหลีใต้มีค่าน้อยที่สุด ในด้านของทรัพยากรการเรียนรู้ที่บ้าน พบว่า ทุกประเทศมีค่าเฉลี่ยระดับปานกลางถึงมาก โดยประเทศไทย มีค่าน้อยที่สุด ในส่วนของตัวแปรทำนายระดับโรงเรียนพบว่า ความพร้อมของทรัพยากรการเรียนรู้ ประเทศญี่ปุ่น ประเทศเกาหลีใต้ และประเทศสิงคโปร์มีค่าเฉลี่ยมากกว่าประเทศอื่น ในขณะที่ประเทศไทยมีค่าน้อยที่สุด การมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการจัดการศึกษา พบว่า ประเทศเกาหลีใต้ ประเทศสิงคโปร์และประเทศไต้หวันมีค่าเฉลี่ยมากกว่าประเทศอื่น ประเทศไทยมีค่าน้อยที่สุด ในด้านสภาพแวดล้อมทางสังคม พบว่า โดยภาพรวมทุกประเทศมีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของสิ่งแวดล้อมทางสังคมในโรงเรียนระดับมากโดยฮ่องกงและประเทศไต้หวันมีค่าเฉลี่ยสูงสุด ในด้านของภาวะความเป็นผู้นำทางการศึกษา ทุกประเทศมีค่าเฉลี่ยระดับมาก โดยประเทศเกาหลีใต้มีค่ามากที่สุดตามมาด้วยประเทศไทย

ระดับมัธยมศึกษา

สำหรับตัวแปรทำนายระดับนักเรียน พบว่าการเอาใจใส่ของผู้ปกครองต่อการเรียนของบุตรหลานประเทศที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ ประเทศอินโดนีเซีย ตามมาด้วยประเทศไทย ขณะที่ประเทศที่มีค่าเฉลี่ยต่ำได้แก่ ฮ่องกง ประเทศญี่ปุ่น เกาหลีใต้ การรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียน พบว่า ประเทศญี่ปุ่น ประเทศเกาหลีใต้และประเทศไต้หวันที่มีค่าน้อยเมื่อเทียบกับประเทศอื่น โดยประเทศที่นักเรียนรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนวิทยาศาสตร์มากที่สุดได้แก่ประเทศสิงคโปร์ ตามมาด้วยประเทศไทย ซึ่งข้อค้นพบดังกล่าวสอดคล้องกับตัวแปรทัศนคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์และการให้คุณค่าต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งพบว่า ประเทศเกาหลีใต้ ประเทศญี่ปุ่นและประเทศไต้หวัน มีค่าน้อยกว่าประเทศอื่น ในขณะที่ประเทศสิงคโปร์ ไทยและประเทศมาเลเซียมีค่าเฉลี่ยระดับมากถึงมากที่สุด ในด้านทรัพยากรการเรียนรู้ที่บ้าน พบว่า ประเทศไทยและประเทศอินโดนีเซียมีค่าน้อยที่สุด ขณะที่ประเทศเกาหลีใต้มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด ตามมาด้วยประเทศญี่ปุ่นและประเทศสิงคโปร์ ในส่วนของตัวแปรทำนายระดับโรงเรียน พบว่า ใน

เรื่องความพร้อมของทรัพยากรการเรียนรู้ ประเทศในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ยกเว้นประเทศสิงคโปร์มีค่าเฉลี่ยน้อยกว่าประเทศในภูมิภาคเอเชียตะวันออก ประเทศไทยมีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดในด้านการมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการจัดการศึกษา พบว่า ทุกประเทศมีค่าเฉลี่ยระดับมากโดยประเทศที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดคือประเทศเกาหลีใต้และประเทศไต้หวัน ตัวแปรสิ่งแวดล้อมทางสังคมในโรงเรียน พบว่าทุกประเทศมีคะแนนเฉลี่ยระดับมาก โดยประเทศไต้หวันมีค่าเฉลี่ยมากที่สุด ตามมาด้วยประเทศสิงคโปร์และฮ่องกง พบว่า ประเทศญี่ปุ่นมีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดในด้านภาวะความเป็นผู้นำทางการศึกษา พบว่าประเทศที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดได้แก่ประเทศเกาหลีใต้ และประเทศอินโดนีเซีย ส่วนประเทศที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด ได้แก่ ประเทศญี่ปุ่นและฮ่องกง

คำถามวิจัยที่ 2: ความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ภายในและระหว่างโรงเรียนของประเทศที่ศึกษาเป็นอย่างไร มีความแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

ในระดับประถมศึกษา ทุกประเทศมีความแปรปรวนภายในโรงเรียนสูงกว่าความแปรปรวนระหว่างโรงเรียน ประเทศที่มีความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์วิทยาศาสตร์ภายในโรงเรียนสูงที่สุด 3 อันดับแรก ได้แก่ ประเทศญี่ปุ่น เกาหลีใต้ และประเทศไต้หวัน ตามลำดับ ความแปรปรวนระหว่างโรงเรียนของประเทศเหล่านี้จึงมีค่าน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับประเทศอื่น แสดงว่าโรงเรียนประถมศึกษาในแต่ละประเทศดังกล่าวมีคุณภาพในแง่ของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ใกล้เคียงกัน ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ข้อค้นพบมีความสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนภายในและระหว่างโรงเรียนในระดับประถมศึกษา คือ ทุกประเทศมีความแปรปรวนภายในโรงเรียนสูงกว่าความแปรปรวนระหว่างโรงเรียน ยกเว้นมาเลเซียและฮ่องกง เมื่อเทียบกับความแปรปรวนภายในและภายนอกโรงเรียนระดับประถมศึกษาพบว่า ร้อยละความแปรปรวนระหว่างโรงเรียนในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาเพิ่มมากขึ้นทุกประเทศ โดยเฉพาะประเทศสิงคโปร์ซึ่งเพิ่มขึ้นประมาณ 2 เท่า ซึ่งแสดงถึงคุณภาพการจัดการศึกษาที่แตกต่างกันระหว่างโรงเรียนเมื่อระดับการศึกษาสูงขึ้น

คำถามวิจัยที่ 3: มีตัวแปรใดบ้างที่สามารถอธิบายความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ภายในและระหว่างโรงเรียนของโรงเรียน แต่ละตัวแปร มีอิทธิพลต่างกันอย่างไร

ในระดับประถมศึกษา พบว่า ประเทศส่วนใหญ่ตัวแปรความเป็นเพศหญิง (Female) ค่าสัมประสิทธิ์ไม่มีนัยสำคัญ หรือกล่าวได้ว่า เพศชายและเพศหญิงทำคะแนนแบบทดสอบ TIMSS ได้คะแนนไม่ต่างกัน ยกเว้น ฮ่องกงและประเทศไต้หวัน ซึ่งพบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และมีค่าสัมประสิทธิ์ติดลบเป็นลบ ในส่วนของทรัพยากรการเรียนรู้ที่บ้าน พบว่า มีอิทธิพลทางบวก ในประเทศเกาหลีใต้และประเทศสิงคโปร์โดยประเทศทั้งสอง ค่าอิทธิพลดังกล่าวมากเป็นอันดับสอง รองจากตัวแปรการรับรู้ความสามารถในตนเอง ในส่วนของตัวแปรการเอาใจใส่ของผู้ปกครองต่อการเรียนของบุตร พบว่ามีเพียงสองประเทศเท่านั้น ได้แก่ ฮ่องกงและประเทศไต้หวันที่มีค่าสัมประสิทธิ์มีนัยสำคัญ โดยฮ่องกง ค่าสัมประสิทธิ์เป็นลบ ไต้หวันเป็นบวก ทิศนคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์พบว่ามีอิทธิพลทางบวกในฮ่องกงและประเทศไทย โดยมีค่าอิทธิพลสูงค่อนข้างสูง ตัวแปรการรับรู้ความสามารถของตนในการเรียน พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ประเทศมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีค่าเป็น

บวก โดยเมื่อเปรียบเทียบตัวแปรทำนายระดับที่ 1 ตัวอื่น การรับรู้ความสามารถของตนในการเรียนมีค่ามากที่สุดหรือมีอิทธิพลต่อคะแนนสอบมากที่สุด

ในส่วนของการทดสอบค่าอิทธิพลของตัวแปรทำนายระดับโรงเรียน พบว่า ความเป็นโรงเรียนขนาดเล็กในทุกประเทศยกเว้นประเทศสิงคโปร์ มีค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยมีนัยสำคัญและมีค่ามากที่สุดเมื่อเทียบกับตัวแปรทำนายตัวอื่นและมีค่าเป็นลบ ในส่วนของตัวแปรทำนายอื่น ได้แก่ตัวแปรทรัพยากรการเรียนรู้ในโรงเรียนหรือภาวะความเป็นผู้นำทางการศึกษาไม่มีอิทธิพลต่อคะแนนสอบ การมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการจัดการศึกษาของโรงเรียน พบว่า มีนัยสำคัญในประเทศไต้หวันและสิงคโปร์โดยมีค่าเป็นบวก ตัวแปรสิ่งแวดล้อมทางสังคม พบว่า ฮองกงและประเทศไทยมีนัยสำคัญทางสถิติโดยค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยเป็นบวก ประเทศที่ความแปรปรวนลดลงหรือถูกอธิบายมากที่สุดได้แก่ประเทศไต้หวัน ตามมาด้วยฮองกง และเกาหลีใต้ เมื่อเพิ่มตัวแปรทำนายระดับโรงเรียนพบว่า ประเทศที่ความแปรปรวนระหว่างโรงเรียนลดลงหรือถูกอธิบายโดยชุดตัวแปรทำนายได้มากที่สุดคือ ประเทศเกาหลีใต้ และประเทศไต้หวัน ตามมาด้วยฮองกง พบว่า ประเทศสิงคโปร์ตัวแปรทำนายสามารถอธิบายความแปรปรวนระหว่างโรงเรียนได้เพียงร้อยละ 4 เท่านั้น

ในระดับมัธยมศึกษา เมื่อทดสอบอิทธิพลของตัวแปรทำนายในระดับนักเรียน พบว่า ตัวแปรความเป็นเพศหญิง มีนัยสำคัญใน 4 ประเทศได้แก่ ฮองกง ญี่ปุ่น มาเลเซียและไต้หวัน ในประเทศญี่ปุ่นและไต้หวันนักเรียนหญิงทำคะแนนสอบได้ดีกว่านักเรียนชาย ตรงกันข้ามกับฮองกงและประเทศมาเลเซีย ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์มีค่าเป็นลบ บ่งชี้ว่านักเรียนหญิงทำคะแนนได้น้อยกว่านักเรียนชาย สำหรับตัวแปรทรัพยากรการเรียนรู้ที่บ้านพบว่า ทุกประเทศยกเว้นฮองกงและประเทศไทย มีนัยสำคัญทางสถิติ และมีค่าสัมประสิทธิ์เป็นบวก การเอาใจใส่ของผู้ปกครองต่อการเรียนของบุตร พบว่า ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติในประเทศอินโดนีเซีย เกาหลีใต้ ไทยและไต้หวัน ประเทศที่เหลือพบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์เป็นลบยกเว้นประเทศญี่ปุ่น การรับรู้ความสามารถของตนในการเรียน พบว่ามีอิทธิพลเกือบทุกประเทศ ยกเว้นประเทศอินโดนีเซีย ซึ่งไฟล์ต้นฉบับไม่มีข้อมูลเกี่ยวกับตัวแปรตัวนี้ ประเทศมาเลเซียและประเทศไทยซึ่งไม่มีอิทธิพล สำหรับประเทศอื่นพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์เป็นบวกอย่างมีนัยสำคัญและสูงที่สุดเมื่อเทียบกับตัวแปรทำนายอื่นๆ การให้คุณค่าต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ พบว่า มีอิทธิพลในประเทศเกาหลีใต้และสิงคโปร์เท่านั้น และเป็นทางบวก

ในส่วนของการทดสอบอิทธิพลของตัวแปรทำนายระดับโรงเรียน พบว่าตัวแปรความเป็นโรงเรียนขนาดเล็กมีนัยสำคัญทางสถิติในฮองกง อินโดนีเซีย สิงคโปร์ ไทย และไต้หวันมีค่าสัมประสิทธิ์มากที่สุดเมื่อเทียบกับตัวแปรทำนายระดับเดียวกัน และมีค่าเป็นลบนั่น สำหรับตัวแปรทำนายอื่นพบว่า มีอิทธิพลในบางประเทศเท่านั้น ได้แก่ ทรัพยากรการเรียนรู้ มีนัยสำคัญในประเทศอินโดนีเซียและมาเลเซียโดยมีค่าสัมประสิทธิ์เป็นบวก ตัวแปรการมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการจัดการศึกษาของโรงเรียน พบว่ามีนัยสำคัญในประเทศเกาหลีใต้และมีค่าเป็นบวก ตัวแปรทำนายหนึ่งซึ่งพบว่า มีอิทธิพลในหลายประเทศคือ สิ่งแวดล้อมทางสังคม โดยพบว่า มีค่าสัมประสิทธิ์เป็นบวกและมีนัยสำคัญทางสถิติใน ฮองกง ญี่ปุ่น เกาหลีใต้ มาเลเซีย สิงคโปร์ เป็นที่น่าสังเกตว่า ตัวแปรสิ่งแวดล้อมทางสังคมมีอิทธิพลมากที่สุดเมื่อเทียบกับตัวแปรทำนายระดับโรงเรียนในฮองกง ญี่ปุ่น เกาหลีใต้ และมาเลเซีย และเช่นเดียวกับผลการวิเคราะห์อิทธิพลตัวแปรภาวะความเป็นผู้นำ

ทางการศึกษา ในระดับประถมศึกษาพบว่า ไม่มีอิทธิพลใดๆ ต่อคะแนนสอบของโรงเรียน ประเทศที่ความแปรปรวนลดลงหรือถูกอธิบายมากที่สุดเมื่อเพิ่มตัวแปรทำนายระดับนักเรียนได้แก่ประเทศเกาหลีใต้ ตามมาด้วยประเทศญี่ปุ่น เมื่อพิจารณาความแปรปรวนของคะแนนสอบเฉลี่ยระหว่างโรงเรียน พบว่าเมื่อเพิ่มตัวแปรทำนายระดับโรงเรียน ประเทศที่ความแปรปรวนระหว่างโรงเรียนลดลงหรือถูกอธิบายโดยชุดตัวแปรทำนายระดับโรงเรียนได้มากที่สุดคือ ฮังการี และประเทศอินโดนีเซีย ประเทศที่ลดลงน้อยที่สุดคือ ประเทศสิงคโปร์

การนำผลการวิจัยไปใช้

ในการศึกษาอิทธิพลของตัวแปรเพศ พบว่า ในระดับมัธยมศึกษา ความเป็นเพศหญิงมีอิทธิพลต่อคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ มีทั้งอิทธิพลทางบวกและทางลบ ซึ่งตีความได้ว่า มีช่องว่างระหว่างทางเพศในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หากช่องว่างดังกล่าวไม่ได้รับการแก้ไข จะทำให้เกิดความเหลื่อมล้ำและเสียโอกาส เนื่องด้วยเป็นตัวบ่อนของระบบการศึกษา เป็นผลผลิตสู่ตลาดแรงงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งจะสร้างความเข้มแข็งให้กับประเทศชาติในอนาคตต่อไป การลดช่องว่างทางเพศในการเรียนวิทยาศาสตร์สามารถทำได้โดยการให้ความช่วยเหลือทางวิชาการและการสร้างแรงจูงใจ โดยเฉพาะกับนักเรียนหญิง ครูต้องสร้างภาพลักษณ์ที่ถูกต้องเกี่ยวกับนักวิทยาศาสตร์ซึ่งในอดีตมักนำเสนอว่าเป็นชายชาวตะวันตก เก๋ตัว หมกมุ่น ทำงานคนเดียว ภาพลักษณ์เช่นนี้ ทำให้วิทยาศาสตร์ถูกมองว่า อยู่ไกลเกินเอื้อมสำหรับเด็กหญิงชาวเอเชีย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสาขาฟิสิกส์ (Dimitrov, 1999) ครูต้องช่วยให้ทุกคนสามารถเข้าถึงวิทยาศาสตร์ได้ และจัดประสบการณ์เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เท่าเทียมในโรงเรียน (Greene & DeBacker, 2004)

จากผลการวิจัยพบว่าการรับรู้ความสามารถของตนในการเรียนมีอิทธิพลทางบวกต่อคะแนนผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนเกือบทุกประเทศทั้งระดับประถมศึกษาและระดับมัธยมศึกษาและพบว่าโดยภาพรวมเป็นตัวแปรทำนายที่มีอิทธิพลมากที่สุด ในการส่งเสริมการรับรู้ความสามารถในตนเองของนักเรียน ครูวิทยาศาสตร์ต้องให้ความช่วยเหลือ แนะนำแนวทาง สนับสนุน (scaffolding) ให้ผู้เรียนสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง จนเกิดการเรียนรู้และประสบความสำเร็จในการเรียน การให้ความช่วยเหลือในระยะต้นครูจะมีบทบาทมาก ให้แนวทางที่เป็นรูปธรรม มีขั้นตอนที่ชัดเจน ให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตาม ปรับแก้และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เมื่อนักเรียนเกิดทักษะในการสืบเสาะหาความรู้ ครูค่อยๆ ลดบทบาทตนเองลง (Britner & Pajares, 2006) จากผู้ชี้นำ แนะนำมาเป็นพี่ปรึกษาและผู้อำนวยความสะดวก เพื่อให้ผู้เรียนมีบทบาทมากขึ้นในการเรียนรู้ สามารถสืบค้นข้อมูล ออกแบบวิธีการ หาคำตอบ แลกเปลี่ยน อภิปราย ตรวจสอบ และสร้างข้อสรุปด้วยตนเอง ทำให้การเรียนรู้อย่างลึกและความมั่นใจในการเรียน นอกจากนี้ ควรกระตุ้นให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ใช้กระบวนการกลุ่ม ซึ่งในกลุ่มมีผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนหลากหลาย กระตุ้นนักเรียนให้ความช่วยเหลือซึ่งกันและกัน มองเห็นคุณค่าในตนเองที่ได้ช่วยเหลือผู้อื่น เกิดความภาคภูมิใจในตนเอง ครูควรออกแบบกิจกรรมที่คำนึงถึงความจำเป็นและระดับความสามารถของผู้เรียน กิจกรรมควรกระตุ้นและท้าทายให้นักเรียนได้ใช้ความสามารถเต็มศักยภาพ (Britner & Pajares, 2006) ด้วยความสำเร็จที่ละน้อย จะทำให้เกิดความเชื่อในความสามารถของตนเอง

(efficacy beliefs) ซึ่งกระบวนการสร้างความเชื่อมั่นในตนเองต้องใช้เวลานาน เป็นสัปดาห์ เป็นเดือน ผ่านกิจกรรมที่หลากหลายบ่อยครั้ง อาทิ กิจกรรมในห้องเรียน ค่ายวิทยาศาสตร์ การทำและประกวดโครงงาน วิทยาศาสตร์

จากผลการวิจัย พบว่า ทรัพยากรการเรียนรู้ที่บ้านเป็นตัวแปรทำนายที่มีอิทธิพลต่อสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนวิทยาศาสตร์มากในระดับนักเรียน สิ่งที่นักเรียนติดตัวมาจากบ้านมีบทบาทสำคัญต่อการเรียนรู้ที่โรงเรียน การที่ครูและผู้บริหารสถานศึกษาเข้าใจภูมิหลังของนักเรียนจะช่วยวางแผนและจัดเสริมประสบการณ์การเรียนรู้ที่บ้านได้ และจากผลการวิจัยที่ระบุการเป็นโรงเรียนขนาดเล็กมีผลต่อคะแนนผลสัมฤทธิ์เฉลี่ยของโรงเรียนในเกือบทุกประเทศทั้งระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา โดยโรงเรียนขนาดเล็กจะมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าโรงเรียนขนาดอื่นๆ ดังนั้น นโยบายในการยกระดับคุณภาพการจัดการเรียนการสอนโรงเรียนขนาดเล็กจึงมีความจำเป็น ในประเทศญี่ปุ่นรัฐบาลจัดสรรงบประมาณและทรัพยากรให้กับโรงเรียนที่ให้บริการชุมชนที่มีเศรษฐกิจต่ำกว่าโรงเรียนที่ให้บริการชุมชนที่มีเศรษฐกิจดีเพื่อชดเชยนักเรียนที่มาจากครอบครัวที่ด้อยโอกาส เป็นการลดความเหลื่อมล้ำระหว่างโรงเรียนในประเทศ (Goesling, 2005) ซึ่งตรงข้ามกับหลายประเทศ อาทิ ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งโรงเรียนที่ให้บริการชุมชนที่มีเศรษฐกิจต่ำจะประสบปัญหาในเรื่องการขาดแคลนงบประมาณและทรัพยากร (Condrón & Roscigno, 2003; Goesling, 2005) ซึ่งเป็นการซ้ำเติมและเพิ่มช่องว่างระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างโรงเรียน นอกจากนี้ โรงเรียนขนาดเล็กยังประสบปัญหาการขาดแคลนครูที่มีคุณภาพ พบว่า ผู้บริหารและบุคลากรมีการโอนย้ายไปยังโรงเรียนที่มีความพร้อมมากกว่า ดังนั้น รัฐบาลควรให้ความสำคัญกับการยกระดับคุณภาพทางการศึกษาของโรงเรียนขนาดเล็ก มีนโยบายโครงการ การสนับสนุนที่เป็นรูปธรรม อาทิ โมเดลของประเทศเกาหลีซึ่งใช้นโยบายหมุนเวียนครูและผู้บริหารทุกคนทุก 5 ปี เนื่องด้วยกระบวนการพัฒนา ตรวจสอบคุณภาพกระบวนการผลิตและพัฒนาครู การตรวจสอบสนับสนุน ส่งเสริมครูที่เข้มแข็ง ทำให้เชื่อได้ว่าครูและผู้บริหารสถานศึกษามีคุณภาพใกล้เคียงกัน สามารถปฏิบัติงานได้ทุกบริบท นอกจากนี้ภาครัฐควรให้อิสระและความคล่องตัวในการกำหนดและดำเนินการในเชิงนโยบายของโรงเรียนขนาดเล็กด้วย อีกแนวทางหนึ่งซึ่งจะช่วยยกระดับผลสัมฤทธิ์ได้คือ การลดขนาดห้องเรียนในโรงเรียน เพราะจะช่วยให้ครูให้ความช่วยเหลือนักเรียนได้เต็มที่ นักเรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนกับครูได้มากขึ้น เข้าถึงทรัพยากรการเรียนรู้ทั่วถึง

ข้อเสนอแนะงานวิจัยต่อไป

จากผลการวิจัยซึ่งพบว่า ตัวแปรทำนายทั้งสองระดับสามารถอธิบายความแปรปรวนของคะแนนสอบของนักเรียนและคะแนนเฉลี่ยของโรงเรียนได้ไม่มาก แสดงว่า ยังมีตัวแปรทำนายอื่นที่ถูกกลืนโดยโมเดล จากการตรวจสอบเอกสารพบว่า ตัวแปรที่น่าสนใจควรเพิ่มเติมในโมเดลวิจัยและศึกษาอิทธิพลคือ เศรษฐฐานะของครอบครัวของนักเรียน ซึ่งตัวแปรนี้วัดได้จากระดับการศึกษาของผู้ปกครอง รายได้และสินทรัพย์ของผู้ปกครอง ซึ่งมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องหลายเรื่อง (Lytton & Pyryt, 1998; Ma & Klinger, 2004) พบว่า มีอิทธิพลทางบวกต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เศรษฐฐานะที่ดี คือสภาพแวดล้อมที่ปลอดภัย สะดวกสบาย ผู้ปกครองมีกำลังทรัพย์ในจัดหาทรัพยากรการเรียนรู้ สนับสนุนค่าเรียนพิเศษ (Iverson & Walberg, 1982) สิ่งแวดล้อมที่บ้านที่ดีจะช่วยกระตุ้นและส่งเสริมพัฒนาการทางสติปัญญาและเชาว์อารมณ์ของนักเรียน (Campbell & Wu, 1994)

นอกจากการเพิ่มตัวแปรทำนายระดับผู้เรียน เพื่อให้สามารถอธิบายความแปรปรวนระดับนักเรียนให้มากขึ้น ผู้วิจัยสนใจการเพิ่มตัวแปรทำนายระดับโรงเรียนที่ถูกกลืนโดยโมเดลการวิจัยในงานวิจัยและศึกษาอิทธิพล ตัวแปรระดับโรงเรียนที่น่าสนใจคือ ตัวแปรเศรษฐกิจของชุมชน ซึ่งวัดได้จากขนาดประชากรในเขตชุมชนที่โรงเรียนตั้งอยู่ ที่ตั้งของโรงเรียนอยู่ในเขตเมืองหรือนอกเมือง ตัวแปรเศรษฐกิจเฉลี่ยของนักเรียนในโรงเรียน อีกตัวแปรหนึ่งคือตัวแปรสิ่งแวดล้อมของชุมชนโดยพิจารณาว่า สภาพแวดล้อมน่าอยู่อาศัยหรือไม่ มีปัญหาสังคม อาชญากรรมหรือไม่ คุณภาพชีวิตของคนในชุมชนเป็นอย่างไร นอกจากนี้ผู้วิจัยสนใจศึกษาตัวแปรทำนายระดับห้องเรียน ซึ่งแม้ว่า ในโครงการทดสอบนานาชาติ TIMSS แต่ละโรงเรียนสุ่มเลือกเพียง 1 หรือ 2 ห้องเรียน ซึ่งไม่เพียงพอต่อการวิเคราะห์พหุระดับ 3 ระดับได้ ด้วยข้อจำกัดของโครงสร้างข้อมูลดังกล่าว ผู้วิจัยสนใจวิเคราะห์พหุระดับ 2 ระดับโดยระดับที่ 2 เปลี่ยนปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับโรงเรียนมาเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับห้องเรียน ซึ่งมีตัวแปรที่น่าสนใจและพบว่ามอิทธิพลต่อสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนหลายตัว อาทิ ประสิทธิภาพการสอนของครู (Fetler, 1999) ระดับการศึกษาและวิชาเอกของครู (Darling-Hammond, 2000) การให้ความช่วยเหลือและกำลังใจ (Klem & Connell, 2004) กลยุทธ์และเทคนิคการสอนของครู (House, 2006; Stohr-Hunt, 1996) ขนาดของชั้นเรียน (Finn & Achilles, 1999; Mitchell & Mitchell, 1999) โดยเฉพาะตัวแปรเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ พบว่า เมื่อครูจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จะทำให้ผู้เรียนได้เครื่องมือในการแสวงหาความรู้ สร้างความรู้ด้วยตนเอง เกิดการเรียนรู้เชิงลึกและมีความคงทน

นอกจากนี้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาตัวแปรทำนายระดับที่ 2 ที่มีอิทธิพลต่อค่าความชันของตัวแปรทำนายระดับที่ 1 ซึ่งจะช่วยอธิบายว่าภายใต้เงื่อนไขใด ตัวแปรทำนายระดับที่ 1 จะมีอิทธิพลมากหรือน้อย อาทิ มีตัวแปรทำนายระดับที่ 2 อะไรบ้างที่สามารถอธิบายความแปรปรวนของค่าความชันตัวแปรการรับรู้ความสามารถในตนเองหรือการมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการศึกษาเล่าเรียนของบุตร ซึ่งข้อค้นพบจะช่วยให้เห็นภาพความเชื่อมโยงของสาเหตุและปัญหาที่ซับซ้อนนำไปสู่การแก้ปัญหาได้ตรงจุด ในด้านเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูล จากการตรวจสอบวรรณกรรมพบว่า ตัวแปรทำนายในโมเดลหรือตัวแปรทำนายอื่นที่ไม่ได้อยู่ในโมเดลวิจัยมีความสัมพันธ์เชิงสาเหตุกัน จึงเห็นควรศึกษาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุในแต่ละชั้นข้อมูลโดยการใช้สมการโครงสร้างพหุระดับ (Multilevel Structural Equation Modeling: MSEM) และใช้โปรแกรมสถิติวิเคราะห์ Mplus ซึ่งมีความสามารถในการผนวกวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุและการวิเคราะห์พหุระดับเพื่อให้ได้ข้อค้นพบที่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ทางสังคมได้ใกล้เคียงกับความจริงมากขึ้น

ข้อจำกัดในงานวิจัย

เนื่องด้วยงานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลทุติยภูมิ ข้อมูลจึงมีความจำกัดตามต้นฉบับของแบบสอบถามและวัตถุประสงค์ของการศึกษา ซึ่งมุ่งสำรวจสภาพบริบทมากกว่าการศึกษาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ จึงมีตัวแปรทำนายจำกัด หรือมีข้อมูลเกี่ยวกับตัวแปรที่น่าสนใจมีไม่เพียงพอ อาทิ ตัวแปรเศรษฐกิจของนักเรียน ขาดข้อมูลจำเป็น อาทิ สินทรัพย์ รายได้ ค่าตอบแทนของผู้ปกครอง ภาระหนี้สิน เงินออม เป็นต้น ข้อจำกัดประการต่อมาคือข้อมูลขาดหาย แม้ว่าโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติจะสามารถตรวจสอบและแทนค่าข้อมูลขาดหายได้ แต่จะมีข้อจำกัดในกรณีตัวแปรไม่ต่อเนื่อง ซึ่งการแทนค่าโดยเทคนิค Expectation-Maximization จะประมาณค่าความแปรปรวน ความแปรปรวนร่วมและค่าเฉลี่ยจาก listwise deletion แล้วสร้างสมการถดถอยจากค่าประมาณเหล่านี้เพื่อทำนายข้อมูลที่ขาดหายไป ข้อมูลใหม่ที่ได้จึงเป็นข้อมูลต่อเนื่องซึ่งทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการตีความหากประยุกต์ใช้กับตัวแปรไม่ต่อเนื่อง ดังนั้นในงานวิจัยนี้

จึงไม่มีการแทนค่าตัวแปรไม่ต่อเนื่องที่มีข้อมูลขาดหายจึงต้องตัด case นั้นออกก่อนหรือระหว่างการวิเคราะห์
พหุระดับ เพราะข้อตกลงเบื้องต้นการวิเคราะห์พหุระดับระบุว่า ข้อมูลอันดับสองขึ้นไปจะมีข้อมูลขาดหายไม่ได้
โปรแกรมจะตัด case ระดับบนออกจะทำให้ case ระดับล่างทั้งหมดภายใต้ case ระดับบนนั้นหายไป ในบาง
กรณีอาจรุนแรงทำให้จำนวน unit ไม่พอในการวิเคราะห์พหุระดับ หากเลือกใช้เทคนิค multiple
imputation ซึ่งสามารถแทนค่าข้อมูลขาดหายกรณีตัวแปรต่อเนื่องได้ พบว่ามีความซับซ้อนมากซึ่งต้องใช้
โปรแกรมสถิติวิเคราะห์ที่มี adds on หน้าที่ดังกล่าวซึ่งมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูงและทำให้ได้ชุดข้อมูลหลายชุดใน
การวิเคราะห์พหุระดับซึ่งมีความซับซ้อนสูงมาก

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

กิตติ กรทอง. (2553). “การมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการดำเนินการจัดการศึกษาระดับก่อนประถมศึกษา ศูนย์พัฒนาเด็กเล็กในเขตอำเภอพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ”. วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร 4, 1 (1 มีนาคม): ม.ป.ป.

กมล เอกไทยเจริญ. (2545). “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติของผู้เรียนระดับปริญญาตรี สาขาคณิตศาสตร์ ที่มีต่อการเรียนพีชคณิตเชิงเส้น โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ”.

วารสารวิทยาศาสตร์ มศว 18, 2 : 52 – 61.

กรรณิการ์ ภิมย์รัตน์. (2554). ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา. รายงานการวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.

ชนกนาถ สมิน้อย, ญาณภัทร สีหะมงคลและประเสริฐ เรือนนะการ. (2557). “ปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพล ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของนักเรียนโรงเรียนเอกชนจังหวัด กาฬสินธุ์”. วารสารคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ฉบับพิเศษ : 14 – 27.

ชัชวาล ทองดีเลิศ. (2555). “โรงเรียนขนาดเล็ก : ปัญหาและทางออก”. วารสารวิจัยและพัฒนาหลักสูตร 2, 1 (มกราคม – มิถุนายน) : 1 – 7.

ณัฐติยาภรณ์ หยกอุบล. (2555). “ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตสังกัดสำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ”. วารสารการศึกษาและพัฒนาสังคม 28, 1 : 85 – 102.

ดุขฎี ทหารวานิช. (2528). การเปรียบเทียบการสอนโดยวิธีการให้การบ้าน ไม่ให้การบ้าน และให้การบ้าน ตามระดับความสามารถ ในวิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จังหวัดสุพรรณบุรี. ปริญญานิพนธ์การศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

ธันยากร ช่วยทุกข์เพื่อน. (2557). “ปัจจัยและลำดับความสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาฟิสิกส์:กรณีศึกษานักศึกษามหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์”. สุทธิปริทัศน์ 28, 85 (มกราคม – มีนาคม) : 204 – 218.

ประคอง กรรณสูต. (2538). สถิติเพื่อการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.

ประทีน ตายอด. (2546). สภาพและปัญหาที่มีผลต่อการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 ในอำเภอนาหมื่น จังหวัดน่าน. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการบริหารการศึกษาคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์.

สุระพรรณ พนมฤทธิ์, ศุภรใจ เจริญสุข และนันทิกา อนันต์ชัยพัธนา. (2554). “การเรียนรู้โดยการกำกับตนเองของนักศึกษาพยาบาลที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองแตกต่างกัน”. การพยาบาลและการศึกษา 4, 2 (พฤษภาคม – สิงหาคม) : 94-107.

สุวลัย มหากันธา และสมชาย เอี้ยวสกุล. (2540). ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อมเสริมคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในจังหวัดยะลา. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาการประถมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.

ภาษาอังกฤษ

Attewell, P. & Battle, J. (1999). Home computers and school performance. *The information society*, 15, 1-10.

Baker, D., and LeTendre, G. (2005). *National Differences, Global Similarities: World Culture and the Future of Schooling*. Stanford CA: Stanford University Press.

Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York: W. H. Freeman.

Beaton, A. E., Martin, M. O., Mullis, I. V. S., Gonzalez, E. J., Smith, T. A., & Kelly, L. D. (1996). *Science achievement in the middle school years: IEA's Third International Mathematics and Science Study*. Chestnut Hill, MA: Centre for the Study of Testing, Evaluation, and Educational Policy, Boston College.

Boey, K. L., & Dindyal, J. (2010, July). *Singapore Grade 8 Students Performance in Science by Gender in TIMSS 2007*. Paper presentation presented at The International Association for the Evaluation of Educational Assessment - The International Research Conference (IEA-IRC), Gothenburg.

Bowen, G. L., Bowen, N. K., & Richman, J. M. (2000). School size and middle school students' perceptions of the school environment. *Social Work in Education*, 22, 69-82.

Britner, S. L., & Pajares, F. (2006). Sources of science self-efficacy beliefs of middle school

Brown, K. M., Anfara, V. A., Jr., & Roney, K. (2004). Student achievement in high performing, suburban middle schools and low performing, urban middle schools: Plausible explanations for the differences. *Education and Urban Society*, 36, 428-456.

students. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(5), 485-499.

Campbell, J. R., & Wu, R. (1994). Gifted Chinese girls get the best mix of family processes to bolster their math achievement. *International Journal of Educational Research*, 21(7), 685-696.

Chepete, P. (2008). *Modeling of the Factors Affecting Mathematical Achievement of Form 1 Students in Botswana based on the 2003 Trends in International Mathematics and Science Study*. (Unpublished Doctoral dissertation.), Indiana University, Indiana, USA

- Chulanont, S. 2006. Policy Statement of the Council of Ministers. Delivered 3 November 2006. Retrived from http://www.cabinet.thaigov.go.th/eng/pol_56.pdf
- Cohen, D. (1990). A revolution in one classroom: the case of Mrs. Oublier, *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 12, 311-329.
- Condrón, D. J., & Roscigno, V. J. (2003). Disparities within: Unequal spending and achievement in an urban school district. *Sociology of Education*, 76(1), 18–36.
- Cooper, H. (2007). *The battle over homework: Common ground for administrators, teachers, and parents*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- Darling-Hammond, L. (2000). Teacher quality and student achievement: A review of state policy evidence. *Education Policy Analysis Archives*, 8(1). Retrieved March 10, 2006, from <http://epaa.asu.edu/epaa/v8n1/>
- Dimitrov, D. M. (1999). Gender differences in science achievement: Differential effect of ability, response format, and strands of learning outcomes. *School Science and Mathematics*, 99(8), 445–450.
- Elliot, A. J., & Church, M. (1997). A hierarchical model of approach and avoidance achievement motivation. *Journal of Personality and Social Psychology*, 72, 218–232.
- Evans M. D. R., Kelly J, Sikora J, & Treiman, D. H. (2010). Family scholarly culture and educational success: Books and schooling in 27 nations. *Research in Social Stratification and mobility*, 28, 171-197.
- Emerson, L., Fear, J., Fox, S., and Sanders, E. (2012). *Parental engagement in learning and schooling: Lessons from research*. A report by the Australian Research Alliance for Children and Youth (ARACY) for the Family-School and Community Partnerships Bureau: Canberra.
- Fetler, M. (2001). Student mathematic achievement test scores, dropout rates, and teacher characteristics. *Teacher Education Quarterly*, 28(1), 151–168.
- Finn, J. D., & Achilles, C. M. (1999). Tennessee's class size study: Findings, implications, misconceptions. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 21(2), 97–109.
- Fowler, W. J., Jr., & Walberg, H. J. (1991). School size, characteristics and outcomes. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 13, 189–202.

- Fuchs, T. & Woessmann, L., (2004). *Computers and student learning: bivariate and multivariate evidence on the availability and use of computer at home and at school*. CESIFO Working Paper No. 1321. Retrieved from http://www.cesifogroup.de/portal/pls/portal/ifo_applications.switches.DocLinkIfoDL?getDoc=cesifo1_wp1321.pdf
- Gardner, P.L. (1975). Attitudes to science. *Studies in Science Education*, 2, 1–41.
- Greene, B. A., Miller, R. B., Crowson, H. M., Duke, B. L., & Akey, K. L. (2004). Predicting high school students' cognitive engagement and achievement: Contributions of classroom perceptions and motivation. *Contemporary Educational Psychology*, 29, 462–482.
- Greenfield, T. A. (1996). Gender, ethnicity, science achievement, and attitudes. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(8), 901–933.
- Goesling, B. (2005). Rich land, poor schools: Inequality of national educational resources and achievement of disadvantaged students. In D. Baker & G. LeTendre (Eds.), *National differences, global similarities: World culture and the future of schooling* (pp. 71–85). Stanford, CA: Stanford University Press.
- Grolnick, W. S., Ryan, R. M., & Deci, E. L. (1991). Inner resources for school achievement: Motivational mediators of children's perceptions of their parents. *Journal of Educational Psychology*, 83, 508–517.
- Greene, B. A., & DeBacker, T. K. (2004). Gender and orientations toward the future: Links to motivation. *Educational Psychology Review*, 16(2), 91–120.
- Hargreaves, A., & Fink, D. (2006). *Sustainable leadership*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- House, J. D. (2006). The effects of classroom instructional strategies on science achievement of elementary-school students in Japan: Findings from the Third International Mathematics and Science Study (TIMSS). *International Journal of Instructional Media*, 33(2), 217–229.
- Ho, S. C. (2000). The nature and impact of social capital in three Asian education systems: Singapore, Korea, and Hong Kong. *International Journal of Educational Policy, Research and Practices*, 1(2), 171–189.
- House, J. D. (2008). Science beliefs, instructional strategies, and life sciences achievement in Japan: Results from the TIMSS 1999 assessment. *International Journal of Instructional Media*, 35(1), 103–113.
- Husen, T., & Postlethwaite, N. (Eds.). (1994). *The international encyclopedia of education* (2nd ed.). Oxford: Pergamon Press.

- Iverson, B., & Walberg, H. (1982). Home environment and school learning: A quantitative synthesis. *Journal of Experimental Education*, 50(3), 144–151.
- Jovanovich, J., & King, S. S. (1998). Boys and girls in the performance-based science classroom: Who's doing the performing? *American Educational Research Journal*, 35(3), 477–496.
- Kahle, J. B. (2004). Will girls be left behind? Gender differences and accountability. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 961–969.
- Kantabutra, S. & Tang, J. C. S. 2006. Urban-Rural and Size Effects on School Efficiency: The Case of Northern Thailand. *Leadership and Policy in Schools*, 5(4): 355-377.
- Kaya, S. & Ric. D.C., 2010. Multilevel Effects of Student and Classroom Factors on Elementary Science Achievement in Five Countries. *International Journal of Science Education*. 32(10), 1337-1363
- Kendziora, K., Osher, D., Chinen, M. (2008). *Student connection research*: Final narrative report to the Spencer Foundation.
- Khong, L. Y. L., & Ng, P. T. (2005). School-parent partnerships in Singapore. *Educational Research for Policy and Practice*, 4(1), 1–11.
- Klem, A. M., & Connell, J. P. (2004). Relationships matter: Linking teacher support to student engagement and achievement. *Journal of School Health*, 74(7), 262–273.
- Koballa JR., T. R. (1988). The determinants of female junior high school students' intentions to enroll in elective physical science courses in high school: testing the applicability of the theory of reasoned action. *Journal of Research in Science Teaching*, 25, 479–492.
- Lamb, S., & Fullarton, S. (2002). Classroom and school factors affecting mathematics achievement: A comparative study of Australia and the United States using TIMSS. *Australian Journal of Education*, 46(2), 154–171.
- Lam, T.Y.P. & Lau K.C. (2014) Examining Factors Affecting Science Achievement of Hong Kong in PISA 2006 Using Hierarchical Linear Modeling, *International Journal of Science Education*, 36:15, 2463-2480

- Lau, S., & Roeser, R. W. (2002). Cognitive abilities and motivational processes in high school students' situational engagement and achievement in science. *Educational Assessment, 8*, 139–162.
- Lee, V., & Smith, J. B. (1993). Effects of school restructuring on the achievement and engagement of middle-grade students. *Sociology of Education, 66*, 164–187.
- LeTendre, G. K., Hofer, B. K., & Shimizu, H. (2003). What is tracking? Cultural expectations in the United States, Germany, and Japan. *American Educational Research Journal, 40*(1), 43–89.
- Liu, Y., Wu, A.D. & Zumbo, B.D. (2006). The Relation between outside of school factors and mathematics achievement: a cross-country study among the U.S. and five top-performing Asian Countries. *Journal of Educational Research & Policy Studies, 6*(1), 1-35.
- Lytton, H., & Pyryt, M. C. (1998). Predictors of achievement in basic skills: A Canadian effective schools study. *Canadian Journal of Education, 23*(3), 281–301.
- Luyten, H. Hendriks, M. & Scheerens, J. (2014). *School Size Effects Revisited, A qualitative and quantitative review of the research literature in primary and secondary education*. Springer.
- Ma, X., & Klinger, D. A. (2004). Hierarchical linear modeling of student and school effects on academic achievement. *Canadian Journal of Education, 25*(1), 41–55.
- McEvoy, A., & Welker, R. (2000). Antisocial behavior, academic failure, and school climate: A critical review. *Journal of Emotional and Behavioral Disorders, 8*(3), 130- 140.
- Maslow, A. (1971). *The farther reaches of human nature*. New York: The Viking Press.
- Mitchell, D., & Mitchell, R. E. (1999). *The impact of California's class size reduction initiative on student achievement: Detailed findings from eight school districts*. Riverside, CA: California Educational Research Cooperative, University of California, Riverside.
- Murdock, J. (2008). Comparison of curricular breadth, depth, and recurrence and physics achievement of TIMSS Population 3 countries. *International Journal of Science Education, 30*(9), 1135–1157.
- National Science Teacher Association (NSTA), (1990). *NSTA Position Statement: The Use of Computers in Science Education*. Retrieved from <http://www.nsta.org/about/positions/computers.aspx>.

- Oakes, J. (1986). *Educational indicators: A guide for policymakers*. Wisconsin-Madison: Center for Policy Research in Education.
- Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD). (2000). *Additional instruction time and learning time of 15-year-olds*. Paris: OECD.
- Piburn, M. D. (1993). If I were the teacher . . . qualitative study of attitude toward science. *Science Education*, 77, 393–406.
- Raudenbush, S. W., Bryk, A. S., Cheong, Y. F., Congdon, R. T. and du Toit, M. (2011). *HLM 7: Hierarchical linear and nonlinear modeling*. Lincolnwood, Illinois: Scientific Software International.
- Raudenbush, S. W., & Bryk, A. S. (2002). *Hierarchical linear models: Application and data analysis methods* (2nd Ed.). California: Sage Publications, Ltd.
- Rogoff, B. (1990). *Apprenticeship in thinking: Cognitive development in social context*. New York: Oxford University Press.
- Russell, N. U. (1997). Lessons from Japanese cram schools. In W. K. Cummings & P. Altbach (Eds.), *The challenge of Eastern-Asian education: Lessons for America* (pp. 153–170). Albany, NY: State University of New York Press.
- Sander, W. (1993). Expenditures and student achievement in Illinois: New evidence. *Journal of Public Economics*, 52(3), 403–416.
- Schreiber, J. B. (2002). Institutional and student factors and their influence on advanced mathematics achievement. *Journal of Educational Research*, 95, 274–286.
- Stohr-Hunt, P. M. (1996). An analysis of frequency of hands-on experience and science achievement. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(1), 101–109.
- Sun, L., Bradley, K. D., & Akers, K. (2012). A multilevel modelling approach to investigating factors impacting science achievement for secondary school students: PISA Hong Kong Sample. *International Journal of Science Education*, 34(14), 2107–2125.
- Tan, J. (1998). The marketization of education in Singapore: Policies and implications. *International Review of Education*, 44(1), 47–63.

- Winter, M. de (2003). Niet te groot en niet te klein: effecten van schaalgrootte op hetwelbevinden van jongeren. Utrecht: NIZW.
- Xin, T., Xu, Z., & Tatsuoka, K. (2004). Linkage between teacher quality, student achievement, and cognitive skills: A rule-space model. *Studies in Educational Evaluation*, 30(3), 205–223.

ภาคผนวก ก: เครื่องมือวิจัย

เครื่องมือวิจัยฉบับคัดสรรตัวแปรที่ใช้ในงานวิจัย

ฉบับแปลโดยผู้วิจัย

แบบสอบถามผู้บริหาร (ตัวแปรระดับโรงเรียน)

1. โรงเรียนของท่านมีนักเรียนจำนวนกี่คน (SchSize)
2. โรงเรียนของท่านได้รับผลกระทบจากการตลาดแคลนทรัพยากรการเรียนรู้เหล่านี้ในระดับใด (Resource)

ด้านทรัพยากรการเรียนรู้ทั่วไป

ข้อ	ประเภทของทรัพยากร	ระดับการได้รับผลกระทบ			
		ไม่ได้รับ เลย	ได้รับ เล็กน้อย	ได้รับ บ้าง	ได้รับ มาก
1.	เอกสารประกอบการสอน ตำราเรียน				
2.	เครื่องเขียน				
3.	อาคารเรียน สนาม สิ่งปลูกสร้าง				
4.	ระบบให้ความร้อน/เครื่องปรับอากาศ/ระบบไฟฟ้า				
5.	ห้องเรียน				
6.	เจ้าหน้าที่โสตทัศนูปกรณ์/เทคโนโลยีการศึกษา				

ด้านทรัพยากรการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ข้อ	ประเภทของทรัพยากร	ระดับการได้รับผลกระทบ			
		ไม่ได้รับ เลย	ได้รับ เล็กน้อย	ได้รับ บ้าง	ได้รับ มาก
1.	ครูที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะสาขาวิชาวิทยาศาสตร์				
2.	คอมพิวเตอร์ในการสอนวิทยาศาสตร์				
3.	ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ในการสอนวิทยาศาสตร์				
4.	หนังสือ เอกสาร วารสาร ในห้องสมุด				
5.	โสตทัศนูปกรณ์ สื่อการสอนวิทยาศาสตร์				
6.	เครื่องคิดเลขในการเรียนวิทยาศาสตร์				
7.	อุปกรณ์วิทยาศาสตร์และสารเคมี				

3. การมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการจัดการศึกษาของโรงเรียน (SchPar)

โรงเรียนของท่านได้ดำเนินการในเรื่องต่อไปนี้บ่อยครั้งเพียงใดให้กับผู้ปกครองนักเรียนหรือไม่

ด้านการดูแลนักเรียนของผู้ปกครอง

ข้อ	กิจกรรม	ความบ่อยครั้งในการดำเนินการ			
		ไม่เคย	ปีละครั้ง	ปีละ 2-3 ครั้ง	มากกว่า 3 ครั้งต่อปี
1.	แจ้งความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียน				
2.	แจ้งเกี่ยวกับพฤติกรรมและความเป็นอยู่ของนักเรียน				
3.	หารือในข้อห่วงใยหรือความต้องการเกี่ยวกับนักเรียน				
4.	สนับสนุนผู้ปกครองให้สามารถให้ช่วยเหลือด้านการเรียนของนักเรียนที่บ้านได้				

ด้านการขอความช่วยเหลือจากผู้ปกครอง

ข้อ	กิจกรรม	ความบ่อยครั้งในการดำเนินการ			
		ไม่เคย	ปีละครั้ง	ปีละ 2-3 ครั้ง	มากกว่า 3 ครั้งต่อปี
1.	เชิญเป็นอาสาสมัครในโครงการ ทักษะศึกษาที่โรงเรียนจัด				
2.	เชิญเป็นคณะกรรมการโรงเรียน				

ด้านการทำความเข้าใจและให้ผู้ปกครองมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาของโรงเรียน

ข้อ	กิจกรรม	ความบ่อยครั้งในการดำเนินการ			
		ไม่เคย	ปีละครั้ง	ปีละ 2-3 ครั้ง	มากกว่า 3 ครั้งต่อปี
1.	แจ้งผู้ปกครองเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของโรงเรียน อาทิ ผลการทดสอบระดับชาติ ผลการประเมินโดยหน่วยงานภายนอก				
2.	แจ้งผู้ปกครองเกี่ยวกับความสำเร็จหรือการพัฒนาของโรงเรียน อาทิ ผลการแข่งขัน การปรับปรุงอาคารสถานที่ ระบบไอซีที				

ข้อ	กิจกรรม	ความบ่อยครั้งในการดำเนินการ			
		ไม่เคย	ปีละครั้ง	ปีละ 2-3 ครั้ง	มากกว่า 3 ครั้งต่อปี
3.	แจ้งผู้ปกครองเกี่ยวกับเป้าหมายในการจัดการศึกษาและการจัดการเรียนรู้ของโรงเรียน				
4.	แจ้งผู้ปกครองเกี่ยวกับกฎ ระเบียบ ข้อบังคับ แนวปฏิบัติของโรงเรียน				
5.	หาหรือผู้ปกครองเกี่ยวกับความห่วงใยและความต้องการเกี่ยวกับการบริหารจัดการของโรงเรียน อาทิ กฎ ระเบียบ ข้อบังคับ มาตรการรักษาความปลอดภัย				
6.	จัดหาอุปกรณ์และวัสดุการศึกษาแก่ผู้ปกครองเพื่อเป็นทรัพยากรการเรียนรู้ที่บ้าน				
7.	จัดอบรม สัมมนาเกี่ยวกับการเรียนหรือนวัตกรรมทางการศึกษาให้ผู้ปกครอง				

4. สิ่งแวดล้อมทางสังคม (SocEnt)
 ปัญหาต่อไปนี้เกิดขึ้นในโรงเรียนของท่านระดับใด

ข้อ	ปัญหาพฤติกรรม	ระดับปัญหา			
		ไม่เป็น	เล็กน้อย	ปานกลาง	มาก
1.	นักเรียนมาโรงเรียนสาย				
2.	นักเรียนขาดเรียน				
3.	นักเรียนมีพฤติกรรมก่อกวนในห้องเรียน				
4.	นักเรียนทุจริตในการสอบ				
5.	นักเรียนใช้คำพูดไม่สุภาพ				
6.	นักเรียนขีดเขียน ทำลายพื้นที่สาธารณะ				
7.	นักเรียนลักขโมย				
8.	นักเรียนใช้คำพูดข่มเหง ข่มขู่เพื่อน				
9.	นักเรียนทำร้าย รังแกเพื่อน				
10.	นักเรียนใช้คำพูดข่มเหง ข่มขู่ครู				
11.	นักเรียนทำร้ายครูหรือบุคลากรในโรงเรียน				

5. ภาวะความเป็นผู้นำทางการศึกษา (Lead)

ในปีการศึกษาที่ผ่านมาท่านได้ใช้เวลาในการทำกิจกรรมผู้นำการเปลี่ยนแปลงในโรงเรียนต่อไปนี้มากน้อยเพียงใด

ข้อ	กิจกรรม	ความบ่อยครั้ง		
		ไม่เคย	บางครั้ง	หลายครั้ง
1.	ชี้แจงและเน้นย้ำความสำคัญของเป้าหมายและวิสัยทัศน์ของโรงเรียน			
2.	พัฒนาเป้าหมายของหลักสูตรและของโรงเรียน			
3.	ติดตามการนำเป้าหมาย วิสัยทัศน์สู่การปฏิบัติการสอน			
4.	รักษาสรรยาภาในโรงเรียนให้เป็นระเบียบ			
5.	สร้างกฎ ระเบียบ มาตรการเกี่ยวกับพฤติกรรมที่ไม่พึงประสงค์ที่ชัดเจน			
6.	ไม่ยอมรับและจัดการพฤติกรรมก่อนหน้า ทำให้เกิดความไม่สงบในโรงเรียน			
7.	สร้างบรรยากาศของการไว้วางใจกันระหว่างครู ผู้ร่วมงาน			
8.	จัดเวทีเพื่ออภิปรายเพื่อช่วยครูแก้ปัญหาในห้องเรียน			
9.	ให้คำปรึกษาครูหากมีคำถามหรือปัญหาเกี่ยวกับการสอน			
10.	ศึกษาดูงานโรงเรียนอื่นหรือเข้าร่วมการประชุมวิชาการเพื่อให้ทราบแนวปฏิบัติที่ดีหรือนวัตกรรมทางการศึกษา			
11.	ริเริ่มโครงการ กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน			
12.	เข้าร่วมกิจกรรมพัฒนาวิชาชีพสำหรับผู้บริหารสถานศึกษา			

แบบสอบถามนักเรียน (ระดับนักเรียน)

1. เพศ (Female)

นักเรียนเป็นนักเรียนหญิงหรือนักเรียนชาย ☐ หญิง ☐ ชาย

2. ทรัพยากรการเรียนรู้ที่บ้าน (HmRes)

นักเรียนมีสิ่งต่อไปนี้ที่บ้านหรือไม่

รายการ	ไม่มี	มี
1. คอมพิวเตอร์		
2. โต๊ะเขียนหนังสือ		
3. หนังสือ วารสาร (ไม่นับตำราเรียน)		
4. ห้องส่วนตัว		
5. อินเทอร์เน็ต		

3. การมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการศึกษาของบุตรหลาน (ParInv)

ข้อ	พฤติกรรม	ความถี่			
		ทุกวัน หรือเกือบ ทุกวัน	หนึ่งหรือ สอง/ สัปดาห์	หนึ่งหรือ สอง/ เดือน	ไม่เคย หรือน้อย มาก
1.	พ่อแม่ถามว่า ฉันเรียนอะไรบ้างที่โรงเรียน				
2.	ฉันเล่าเรื่องการเรียนที่โรงเรียนให้พ่อแม่ฟัง				
3.	พ่อแม่กำชับให้ฉันแบ่งเวลาทำการบ้านและ ทบทวน				
4.	พ่อแม่ตรวจสอบว่าฉันทำการบ้านหรือไม่				

4. ทักษะเกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์ (Att)

ข้อ	ความรู้สึกรู้สึก	ความถี่			
		เห็นด้วย อย่างมาก	เห็นด้วย เล็กน้อย	ไม่เห็น ด้วย เล็กน้อย	ไม่เห็น ด้วยอย่าง มาก
1.	ฉันชอบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์				
2.	ฉันไม่ต้องการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์				
3.	ฉันอ่านหนังสือ ตำราวิทยาศาสตร์ในเวลาว่าง				
4.	วิทยาศาสตร์น่าเบื่อ				

ข้อ	ความรู้สึก	ความถี่			
		เห็นด้วย อย่างมาก	เห็นด้วย เล็กน้อย	ไม่เห็น ด้วย เล็กน้อย	ไม่เห็น ด้วยอย่าง มาก
5.	ฉันได้เรียนสิ่งที่น่าสนใจหลายอย่างในวิชา วิทยาศาสตร์				
6.	ฉันชอบวิทยาศาสตร์				
7.	ฉันคิดว่าการเรียนวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญ				

5. การรับรู้ความสามารถของตนเองในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (SelfEff)

ข้อ	ความรู้สึก	ความถี่			
		เห็นด้วย อย่างมาก	เห็นด้วย เล็กน้อย	ไม่เห็น ด้วย เล็กน้อย	ไม่เห็น ด้วยอย่าง มาก
1.	โดยภาพรวม ฉันเรียนวิทยาศาสตร์ได้ดี				
2.	ฉันคิดว่า ฉันเรียนวิทยาศาสตร์ได้แย่กว่าเพื่อนๆ				
3.	ฉันคิดว่า วิทยาศาสตร์ไม่ใช่จุดแข็งของฉัน				
4.	ฉันเรียนเรื่องต่างๆ ในวิชาวิทยาศาสตร์ได้เร็ว				
5.	วิทยาศาสตร์ทำให้ฉันรู้สึกสนุกและกังวล				
6.	ฉันคิดว่า ฉันแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ทำ หายได้ดี				
7.	ครู้คิดว่า ฉันสามารถงานที่มอบหมายที่ทำหาย ความสามารถได้ดี				
8.	ครูบอกฉันว่า ฉันเรียนวิทยาศาสตร์ได้ดี				
9.	วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ยากที่สุดสำหรับฉัน				

6. การให้คุณค่าต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (Value)*

ข้อ	ความรู้สึก	ความถี่			
		เห็นด้วย อย่างมาก	เห็นด้วย เล็กน้อย	ไม่เห็น ด้วย เล็กน้อย	ไม่เห็น ด้วยอย่าง มาก
1.	การเรียนวิทยาศาสตร์มีประโยชน์ต่อการ ใช้ชีวิตประจำวัน				
2.	วิชาวิทยาศาสตร์มีความจำเป็นต่อการเรียน รายวิชาอื่น				

ข้อ	ความรู้สึก	ความถี่			
		เห็นด้วย อย่างมาก	เห็นด้วย เล็กน้อย	ไม่เห็น ด้วย เล็กน้อย	ไม่เห็น ด้วยอย่าง มาก
3.	ต้องเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ให้เก่งเพื่อจะสอบเข้ามหาวิทยาลัยได้				
4.	ต้องเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ให้เก่งเพื่อจะได้งานที่ ฉันต้องการ				
5.	ฉันต้องการประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี				

หมายเหตุ * ไม่มีตอนนี้ ในแบบสอบถามระดับประถมศึกษา

ภาคผนวก ข: ตัวอย่าง output การวิเคราะห์พระดัต

output การวิเคราะห์พหุระดับโมเดลที่ 4 ของประเทศไทยระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2

Specifications for this HLM2 run

Problem Title: THA_GR8

The data source for this run = Thai_GR8

The command file for this run = D:\TIMSS 2011\HLM\GR8\THA\Model4.hlm

Output file name = D:\TIMSS 2011\HLM\GR8\THA\hlm2_avg.html

The maximum number of level-1 units = 6080

The maximum number of level-2 units = 172

The maximum number of iterations = 100

Method of estimation: full maximum likelihood

This is part of a plausible value analysis using the following variables:

ZBSSSCIO

V35_A

V36_A

V37_A

V38_A

Weighting Specification

	Weighting?	Weight Variable	Normalized?
Level 1	yes	TOTWGT	yes
Level 2	yes	SCHWGT	yes
Precision	no		

Summary of the model specified

Level-1 Model

$$ZBSSSCIO_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}*(FEMALE_{ij}) + \beta_{2j}*(ZHMRES_{ij}) + \beta_{3j}*(ZPARINV_{ij}) + \beta_{4j}*(ZATT_{ij}) + \beta_{5j}*(ZSELFEFF_{ij}) + \beta_{6j}*(ZVALUE_{ij}) + r_{ij}$$

Level-2 Model

$$\begin{aligned} \beta_{0j} &= \gamma_{00} + \gamma_{01}*(SCHSIZE_j) + \gamma_{02}*(ZRESOURCE_j) + \gamma_{03}*(ZSCHPAR_j) + \gamma_{04}*(ZSOCENT_j) \\ &\quad + \gamma_{05}*(ZLEAD_j) + u_{0j} \\ \beta_{1j} &= \gamma_{10} \\ \beta_{2j} &= \gamma_{20} \\ \beta_{3j} &= \gamma_{30} \\ \beta_{4j} &= \gamma_{40} \end{aligned}$$

$$\beta_{5j} = \gamma_{50}$$

$$\beta_{6j} = \gamma_{60}$$

ZHMRES ZPARINV ZATT ZSELFEFF ZVALUE have been centered around the group mean.

ZRESOURC ZSCHPAR ZSOCENT ZLEAD have been centered around the grand mean.

Mixed Model

$$\begin{aligned} ZBSSSCI0_{ij} = & \gamma_{00} + \gamma_{01} * SCHSIZE_j + \gamma_{02} * ZRESOURC_j + \gamma_{03} * ZSCHPAR_j \\ & + \gamma_{04} * ZSOCENT_j + \gamma_{05} * ZLEAD_j \\ & + \gamma_{10} * FEMALE_{ij} \\ & + \gamma_{20} * ZHMRES_{ij} \\ & + \gamma_{30} * ZPARINV_{ij} \\ & + \gamma_{40} * ZATT_{ij} \\ & + \gamma_{50} * ZSELFEFF_{ij} \\ & + \gamma_{60} * ZVALUE_{ij} \\ & + u_{0j} + r_{ij} \end{aligned}$$

The Averaged Results for this Plausible Value Run

$$\sigma^2 = 0.47358$$

Standard Error of $\sigma^2 = 0.01835$

T

INTRCPT1, β_0 0.29112

Standard error of **T**

INTRCPT1, β_0 0.03522

Random level-1 coefficient	Reliability estimate
INTRCPT1, β_0	0.963

Final estimation of fixed effects:

Fixed Effect	Coefficient	Standard error	t-ratio	Approx. <i>df.</i>	p-value
For INTRCPT1, β_0					
INTRCPT2, γ_{00}	-0.258962	0.069694	-3.716	166	<0.001
SCHSIZE, γ_{01}	-0.318641	0.096964	-3.286	166	0.001
ZRESOURC, γ_{02}	-0.090448	0.057692	-1.568	166	0.119
ZSCHPAR, γ_{03}	0.064262	0.043287	1.485	166	0.140
ZSOCENT, γ_{04}	-0.015529	0.042295	-0.367	166	0.714
ZLEAD, γ_{05}	-0.085839	0.039853	-2.154	166	0.033
For FEMALE slope, β_1					
INTRCPT2, γ_{10}	0.083323	0.030488	2.733	10	0.021
For ZHMRES slope, β_2					
INTRCPT2, γ_{20}	-0.047652	0.019761	-2.411	9	0.039
For ZPARINV slope, β_3					
INTRCPT2, γ_{30}	-0.034491	0.013517	-2.552	15	0.022
For ZATT slope, β_4					
INTRCPT2, γ_{40}	0.169506	0.018026	9.404	13	<0.001
For ZSELFEFF slope, β_5					
INTRCPT2, γ_{50}	0.040840	0.022222	1.838	7	0.109
For ZVALUE slope, β_6					
INTRCPT2, γ_{60}	-0.007195	0.017305	-0.416	15	0.683

Final estimation of fixed effects
(with robust standard errors)

Fixed Effect	Coefficient	Standard error	t-ratio	Approx. <i>df.</i>	p-value
For INTRCPT1, β_0					
INTRCPT2, γ_{00}	-0.258962	0.071533	-3.620	166	<0.001
SCHSIZE, γ_{01}	-0.318641	0.113594	-2.805	166	0.006
ZRESOURC, γ_{02}	-0.090448	0.066652	-1.357	166	0.177
ZSCHPAR, γ_{03}	0.064262	0.060610	1.060	166	0.291
ZSOCENT, γ_{04}	-0.015529	0.089298	-0.174	166	0.862
ZLEAD, γ_{05}	-0.085839	0.080128	-1.071	166	0.286
For FEMALE slope, β_1					
INTRCPT2, γ_{10}	0.083323	0.043789	1.903	45	0.063
For ZHMRES slope, β_2					
INTRCPT2, γ_{20}	-0.047652	0.024400	-1.953	22	0.064
For ZPARINV slope, β_3					
INTRCPT2, γ_{30}	-0.034491	0.017866	-1.931	47	0.060
For ZATT slope, β_4					
INTRCPT2, γ_{40}	0.169506	0.028824	5.881	91	<0.001
For ZSELFEFF slope, β_5					
INTRCPT2, γ_{50}	0.040840	0.034130	1.197	41	0.238
For ZVALUE slope, β_6					
INTRCPT2, γ_{60}	-0.007195	0.031030	-0.232	158	0.817

Final estimation of variance components

Random Effect	Standard Deviation	Variance Component	<i>df.</i>	χ^2	<i>p</i> -value
INTRCPT1, u_0	0.53955	0.29112	166	4094.58767	<0.001
level-1, r	0.68817	0.47358			

ภาคผนวก ค: บทความวิจัยที่ได้รับการเผยแพร่

รายชื่อบทความวิจัย

ระดับชาติ

Pongsophon, P. (2014). A Multilevel Analysis of Factors Affecting Thai Students' Science Performance on TIMSS 2011. *Journal of Research Methodology*, 27(1), 49-80.

ระดับนานาชาติ

Pongsophon, P. (2015). A Multilevel Analysis of Student and School Factors Influencing Primary Students' Science Achievement in TIMSS 2011 in East and South-East Asian Countries. *International Journal of Science Educators and Teachers in conjunction with Social Science Asia (National Research Council of Thailand)*, 1(1), 41-54

การวิเคราะห์พหุระดับปัจจัยที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ วิชาวิทยาศาสตร์ในโครงการทดสอบนานาชาติ TIMSS 2011

พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ¹

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาและอธิบายความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ในการทดสอบนานาชาติ *The Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS)* ในปี ค.ศ. 2011 ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาไทยจากฐานข้อมูล *The International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA)* ตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนจำนวน 6,124 คน จากโรงเรียนจำนวน 172 โรงเรียน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโมเดลเชิงเส้นตรงระดับลดหลั่น โดยใช้โปรแกรม *HLM* ตัวแปรทำนายในระดับที่ 1 (นักเรียน) ได้แก่ ความมุ่งมั่นในการเรียน ความมั่นใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ การให้คุณค่ากับวิชาวิทยาศาสตร์ ปริมาณการบ้านที่ได้รับ มอบหมาย การมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการศึกษาเล่าเรียนของบุตร การมีคอมพิวเตอร์ที่บ้าน และจำนวนหนังสือที่บ้าน ตัวแปรทำนายในระดับที่ 2 (โรงเรียน) ได้แก่ ขนาดโรงเรียน ทรัพยากรการเรียนรู้อื่นๆ ทัศนคติของครูต่อจำนวนนักเรียน และระเบียบวินัยและความปลอดภัยในโรงเรียน ผลการวิจัยพบว่า ความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์แบ่งเป็นความแปรปรวนภายในโรงเรียนร้อยละ 63 และความแปรปรวนระหว่างโรงเรียน ร้อยละ 37 ตัวแปรทำนายระดับที่ 1 อธิบายความแปรปรวนของผลการสอบภายในโรงเรียนได้ร้อยละ 21 โดยพบว่า ตัวแปรทางจิตวิทยามีอิทธิพลมากกว่าตัวแปรอื่น ในขณะที่ตัวแปรทำนายระดับที่ 2 อธิบายความแปรปรวนของผลทดสอบระหว่างโรงเรียนได้ร้อยละ 13 โดยขนาดโรงเรียนเท่านั้นที่มีนัยสำคัญทางสถิติ ข้อค้นพบที่ได้จากงานวิจัยนี้ ได้ให้ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายแก่ผู้กำหนดนโยบายทางการศึกษา ผู้บริหารการศึกษา ผู้บริหารสถานศึกษา และครูวิทยาศาสตร์ ในการจัดสรรและบริหารจัดการทรัพยากรการศึกษาเพื่อยกระดับคุณภาพการจัดการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย .

คำสำคัญ: โครงการทดสอบนานาชาติ TIMSS 2011 ผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ การวิเคราะห์พหุระดับ

¹ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร 10900. อีเมล: feduppp@ku.ac.th

A Multilevel Analysis of Factors Affecting Thai Students' Science Performance on TIMSS 2011

Pongprapan Pongsophon¹

ABSTRACT

This study examined and explained the variation of Thai secondary school students' performance in science, based on the country sample data retrieved from The International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA) Trends in International Mathematics and Science Student (TIMSS) 2011 database. The data were obtained from 6,124 students nested within 172 schools. A two-level hierarchical linear modelling (HLM) was utilized in the analysis using HLM. The explanatory variables in level 1 included students' educational aspiration, self confidence in science, value in learning science, the amount of homework, parent involvement, the possession of a computer, and the number of books at home. The exploratory variables at level 2 included school size, resource for teaching science, computer availability, and school discipline and safety. This indicated that 37 % of the total variance of science achievement is accounted for by school-level and 63% by student-level differences. At level 1, the variables could explain within school variance by 21% with the psychological variables accounting for a greater part of the variation than other variables. The differences in student performance across schools were explained by school size by 13%. This study suggested policies and strategic plans for policy makers, educational administrators, school principals and teachers to improve the quality of science education in Thailand.

Keywords: TIMSS 2011, Science Achievement, and Multilevel analysis

¹ Division of Science Education, Faculty of Education, Kasetsart University, Bangkok 10990,
Email: feduppp@ku.ac.th

Introduction

TIMSS is an international large-scale mathematics and science assessment project providing comparative data in order to assist participating countries in making informed decisions about education in mathematics and science. TIMSS was first administered in 1995 and is conducted on a regular 4-year cycle. Many Asian countries have led achievements in mathematics and science. For grade eight students, Singapore led in science, followed by Taiwan and South Korea, according to the results of the latest cycle of Trends in International Mathematics and Science Study in 2011 released by the International Association for the Evaluation of Educational Achievement. In 2011, Thailand was ranked at 25th in science among students from 45 countries and 14 states. Thai students' scholastic performance has dropped sharply three cycles in a row; from 482 in 1999 to 471 in 2007 and to 451 in 2011. Thai students have never been beyond the international benchmark score of 500. They have lagged behind their East Asian counterparts (Udompong, Kopaiboon, & Sermsuk, 2012). The TIMSS results are reliable evidence of the failure of educational reform efforts in Thailand. Therefore, it would be of great value to examine and explain the variation of Thai students' performance within and between schools, so policy makers and educators could change the course of education before it is too late. The implication of this study would guide the policy makers to make a research-driven and well informed decision on science education policies and implementation to keep Thailand competitive in a global community in the 21st century. In order to explain the difference in educational attainment, one needs to consider a number of factors frequently considered important at various levels of education systems.

Research purpose

To investigate the student and school level characteristics that combine best to explain Thai students' science achievement.

Theoretical framework

Socio-perspective of learning

This study is based on socio-cultural perspective of learning that learning is an act of enculturation. Student's thinking and development are based on his or her participation in social interactions and culturally organized activities. This participation is guided as Rogoff (1990) writes, "Children's cognitive development is an apprenticeship; it occurs through guided participation in social activity with companions who support and stretch children's understanding of and skill in using tools of culture" (p. vii). The students are guided by their parents, teachers, librarians, classmates, and resource persons who help shape their homework or assignment which, by this fashion, is regarded as a cultural and social activity. In other words, student learning is situated and affected by a complex system of factors. In order to fully understand the impact of each of these factors on students' science achievement, this study selected a set of variables and modelled them not in isolation but in relation to others.

There have been extensive studies on the factors influencing student achievements. To guide predictive variable selection, the Rand model (Oakes, 1986; Shavelson, McDonnell, & Oakes, 1989) was adopted as theoretical framework. The Rand model provides the holistic view of student learning. In this model, there are a number of factors that can be grouped under three components of a general system: input, process and output. The input variables are, for examples, human and financial resources available to education (Damrongpanit & Ruengtrakul, 2013). The process variables are what is taught and how it is taught. The output variables are the concretely measurable outcomes of schooling such as academic achievement, attitudes, required skills and content, and reduction of youth unemployment. Oakes argued that all components of the system must be taken into account to understand together for the overall health and determine to the conditions under which a particular goal is met. By nature, these factors are organized into different levels – from macro to intermediate and from intermediate to micro levels. The economic status of a country, region, or city serves as a proxy for a system's available resources and is located at the macro level of an education system. Factors associated with school and teachers are considered to operate at the intermediate level. Factors such as student gender, ability, familial support and

attitudes toward school and future education position at the micro level.

Since the variables are organized at more than one level. The students are nested within a classroom. The classrooms are nested in a school. Taking this into consideration, a hierarchical linear modelling is used in this study. The units of analysis at a lower level were individual students who were nested within a classroom, and in turn classrooms within a school—more contextual/aggregate units which were the units of analysis at a higher level. However, a 3-level model was not adopted for this study because in the Thai sample of TIMSS 2011, only one teacher was nested in each school. The number of teachers in the sample was equal to the number of sampled schools. The author opted not to remedy this problem by aggregating the scores for the teacher variables to the school level since the score based on just one teacher was not representative of the school. This study therefore included school-associated and student-associated variables but excluded classroom associated variables in modelling.

The development of a hypothetical multilevel modeling of Science Achievement

Since the TIMSS data were collected in 2011, Thailand's educational policies, programs and projects between 2006 and 2011 were content-analyzed. The extracted variables should logically explain the variation in science achievement within and between schools in 2011. From the critical review and the analysis of four Prime Minister' Policy Statements of the Council of Ministers to the National Assembly (Chulanont, 2006; Sundaravej, 2008; Vejajiva, 2008; Wongsawat, 2008) and related documents archived in the website of Ministry of Education, the policies that mentioned improving the quality of school to enhance student learning were (a) to promote the intensive use of information technology in school to enhance learning efficiency; ensure access to the necessary infrastructure, technologies and software to complement learning and (b) to establish the equality of educational opportunity and narrow the achievement gap. Some corresponding programs and projects were Interactive e-Learning Project, One Laptop per Child Project, Teacher TV and Tutor TV Channels, National Education Network (Ned-Net), Supporting Small Rural Schools, Laboratory School Project, One Outstanding School for Each Sub District, and White School and Sport Ground for Youth against Drugs. The school size, the availability of computer,

educational resources for teaching and learning science and school discipline and safety were extracted from these policies, program and projects and selected as predictive variables at the school level in the hypothetical model. The previous studies suggested that individual, familial, and cultural factors played essential roles in students' achievement; Asian students, in particular (Liu, Wu, & Zumbo, 2006). This present study included student-associated variables previously found to be strong predictors as predictive variables at the student level in the model. They were students' educational aspiration, self confidence in science, value in learning science, the amount of homework, parent involvement, the possession of a computer, and the number of books at home. The hierarchical model comprises science achievement as an outcome variable and a number of predictive variables organized into student and school level structure illustrated in Figure 1.

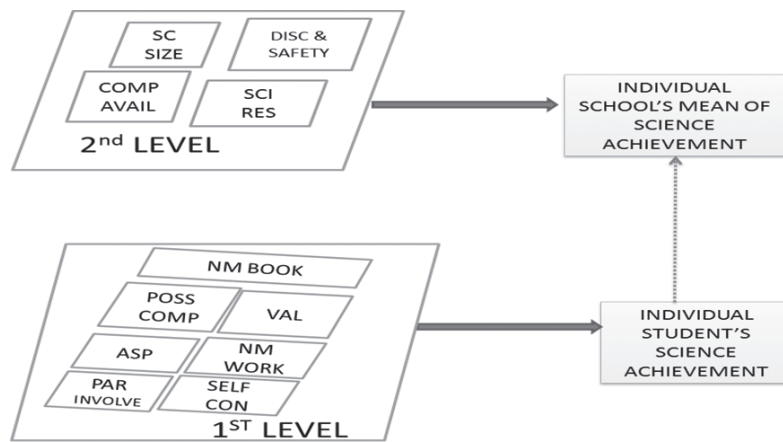


Figure 1 The structure of a hypothetical 2-level hierarchical linear model.

* Level-1 student-associated variables: Educational Aspiration (ASP), Self confidence in Science (SELFCON), Value in Learning Science (VAL), the Amount of Homework (NMWORK), Parental Involvement (PARINVOLVE), Possession of a Computer (POSSCOMP), and Number of Books at Home (NMBOOK)

** Level-2 variables: school-associated variables: school size (SCSIZE), Resource for Teaching and Learning Science (SCIRES), Computer Availability (COMPAVAIL), School Discipline and Safety (DISC&SAFETY)

Method

Procedure

This study used the data of students' science achievement in secondary school (Grade 8) and related factors from the fourth cycle, TIMSS 2011 that were released in December 2012. The TIMSS 2011 database is available online at the International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA) Data Repository (International Association for the Evaluation of Educational Achievement, 2009). The Thai sample included 172 schools, 172 teachers, and 6,124 students.

TIMSS is conducted by the International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA). The IEA is an independent international co-operative of national research institutions and governmental agencies that has conducted cross-national assessment. The TIMSS & PIRLS International Study Center at the Lynch School of Education at Boston College, USA is responsible for the overall direction and management, working closely together with a team of experts around the world. Education Testing Service in Princeton, New Jersey consults on psychometric methodology. The IEA Secretariat in Amsterdam, the Netherlands, works closely with the IEA member states. It is responsible for coordinating the verification of translations of the TIMSS test instruments and for recruiting the personnel responsible for quality control.

Statistics Canada in Ottawa is responsible for the weighting of data and, in cooperation with the IEA Data Processing and Research Center (DPC), for drawing representative school samples in the participating countries. TIMSS samples are drawn based on internationally specified criteria, and are designed to be representative of the national population of students. The sampling criteria for each country are designed to address key characteristics of the nation's school system. Each participating country designates an individual to be National Research Coordinator (NRC) who is responsible for implementing the study in his/her country in accordance with the international study guidelines. The TIMSS & PIRLS International Study Center together with the IEA Secretariat conducted an independent quality control program. The IEA DPC

provided data entry software and variable codebooks to standardize data preparation and conducted extensive training seminars in the use of both sampling and data entry software. The IEA DPC is also responsible for processing, verifying the data submitted by the participants, as well as for assembling the final international database.

Instrumentation

Given the broad coverage required by the TIMSS framework (see table 1), the TIMSS assessment required a rotated test booklet design with a total assessment time for individual students of 90 minutes at eighth grade. Overall 217 mathematics and science items for eighth grades were used in the assessment. The items were administered in 28 item blocks, 14 mathematics blocks, and 14 science blocks. Each block contained either mathematics items only or science items only; 12–18 items in each block. About half of the items were multiple-choice and the second half constructed-response items. In each subject, 8 of the 14 blocks contained secure items from TIMSS 2007 that were used to measure trends, while remaining 6 blocks contained items newly developed for TIMSS 2011.

All eighth Grade blocks together are estimated to contain almost 10.5 hours of testing time. The mathematics and science blocks were rotated among 14 booklets administering only one single booklet to each of the participating students according to a scientific sampling design in order to not overburden the students. Each booklet consisted of four blocks. The same block appeared in two booklets in order to allow linking between the different test-booklets. The assessment was organized into two two-block sessions (Parts I and II), with a break in between each part (see Table 2)

Table 1 Content domains and topic areas

Content Domains	Topic areas
Biology	Ecosystems
	Life Cycles, Reproduction, and Heredity
	Characteristics, Classification, and Life Processes of Organisms
	Ecosystems
	Human Health
	Cells and Their Functions
	Diversity, Adaptation, and Natural Selection
Chemistry	Chemical Change
	Properties of Matter
	Classification and Composition of Matter
	Chemical Change
Physics	Light and Sound
	Physical States and Changes in Matter
	Electricity and Magnetism
	Energy Transformations, Heat, and Temperature
	Forces and Motion
Earth Science	Earth's Processes, Cycles, and History
	Earth in the Solar System and the Universe
	Earth's Resources, Their Use and Conservation
	Earth in the Solar System and the Universe
	Earth's Structure and Physical Features

Table 2 Booklet Design for TIMSS 2011 – Fourth Grade and Eighth Grade

Student Achievement Booklet	Assessment Blocks			
	Part I		Part II	
Booklet 1	M01	M02	S01	S02
Booklet 2	S02	S03	M02	M03
Booklet 3	M03	M04	S03	S04
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Booklet 13	M13	M14	S13	S14
Booklet 14	S14	S01	M14	M01

Mathematics block are labelled M01 through M14; science blocks are labelled S01 through S14.

Complementing the students' mathematics and science achievement results, TIMSS collected information about key factors impacting on student learning gathering data from the tested students (student's home background, self-concept and attitudes towards mathematics and science, as well as about classroom instructional practices), teachers (teacher's preparation and professional development, their pedagogical activities, beliefs, and perspectives, and the implemented curriculum), and school principals (school's demographic characteristics, the resources, and the school environment as well as about the curriculum and the use of materials to teach mathematics and science). In this study, the science achievement, the outcome variables, some selected variables gathered by student questionnaire and principal questionnaire were included in the model.

Data analysis

Data screening and cleaning

Each of the variables is a manifest measure of a single-item indicator or an index derived from a set of indicators reproduced by TIMSS. POSSCOMP is a categorical variable. It was recorded into a dummy variable with 0 and 1 representing not having and having a computer at home respectively. The other variables gathered from Likert scales were treated as continuous variables. Some of them were recoded inversely to prevent misleading results. According to the codebooks of TIMSS 2011's questionnaires, these variables originally had a smaller number signified higher value of the variables. These variables included PARINVOLVE, NMWORK, VALUE, and SELFCON of the level 1; and DISC & SAFTY, SCIRES, and COMPAVAIL of the level 2. The outcome variable and all predictive variables at both levels except POSSCOMP were standardized using SPSS prior to the HLM analysis. HLM output would then give standardized coefficients as results so the regression coefficients of predictive variables can be compared with one another in terms of relative strength (Dallal, 2012).

Like many large-scale survey, there is a lot of missing data in TIMSS 2011. There were a number of the students and the principals respectively skipping some or

all questions in one or more parts of the questionnaires. The percentage of missing data among variables ranged from a high of 2.50% (NMWORK) to a low of 0.60% (POSSCOMP) at the student level data; and a high of 6.10% (COMPAVAIL) to a low of 0.60% (DISC & SAFETY and SCIRES) at school level data (Table 4). The cases with missing were not excluded from the descriptive data analysis. Chepete (2008) found from the exploratory data analysis of TIMSS 2003 that the students with missing data performed significantly lower than those with available data in all variables. Chepete pointed out that deleting missing cases would have biased parameter-estimates. In this study, therefore, the cases with missing value was treated by matching imputation using LISREL 9.1 hence 3,716 and 152 complete cases at student and school levels respectively included as the number of observations before making MDM files in the HLM analysis.

The multilevel analysis employed in this study was guided by Hierarchical Linear Modelling technique (HLM) of Raudenbush & Bryk (2002) using the HLM statistical package developed by Raudenbush, Bryk, Cheong, Congdon, & du Toit (2011) [version 7.01; December, 2013]. Three HLM models were built to examine and explain the variance of science achievement within and between schools. They will be referred to as Model-A, Model-B, and Model-C (see the equations in Table 3). The Model-A is a fully unconditional or null model. It served to partition the total variance in science achievement into within and between schools. Model-B is an unconditional model or a random-intercept-and-slope model. The model aims to explain the variance of the outcome variable within school by adding student-level variables. Model-C is a hypothetical model or an intercept and slopes-as-outcomes model. The Model-C is to investigate whether the school variables are still significantly related to science achievement after controlling for student variables by adding school level variables to explain the variation in the intercept and slopes at level 2. All models in this study were estimated using the restricted maximum likelihood.

Table 3 Modelling Building in HLM analysis

Model A	Model B	Model C
$Y_{ij} = \beta_{0j} + r_{ij}$ $\beta_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j}$	$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}X + r_{ij}$ $\beta_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j}$ $\beta_{1j} = \gamma_{10} + u_{1j}$	$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}X + r_{ij}$ $\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01}W + u_{0j}$ $\beta_{1j} = \gamma_{10} + \gamma_{11}W + u_{1j}$

Plausible values, sample weighting and centering

TIMSS uses an incomplete or rotated-booklet design for testing student on the major outcome variables. Each student completed only a small proportion of a very long achievement test. However, the author wishes to give each student a score for the full test. Instead of one score, there is a distribution of plausible scores that the student might have obtained had the students completed the full test. This procedure estimates a range of distribution of plausible values for each student's proficiency rather than an individual observed score. TIMSS drew five plausible values at random from the conditional distribution of proficiency score for each student. In an HLM analysis, with either two or three levels, the parameter estimates are based on the average parameter estimates from separate HLM analyses of the five plausible values (Raudenbush, et al., 2011). Data at level 1 were weighted using the sample weight Total Student Weight (TOTWGT) while the data at the school levels were weighted using the sample weight School Weight (SCWGT). Regarding centering, the predictive variables at the level were group-mean centered while those of the level 2 were grand-mean centered.

Results

1. Descriptive statistics

The descriptive statistics of the predictive variables at level 1 and level 2 of the hypothetical model are summarized in Table 4.

Table 4 percentage of each value of the predictive variables

Variables	Values (percentage)
1. Student level (n = 6,124)	
1.1 Number of books at home (NMBOOK)	0–10 books (24.30%) 11–25 books (42.80%) 26–100 books (21.90%) 101–200 books (6.10%) More than 200 books (4.20%) Missing data (0.7%)
1.2 Possession of a computer at home (POSSCOMP)	Yes (59.10%) NO (40.30%) Missing data (0.60%)
1.3 Educational aspiration (ASP)	I don't know (12.10%) Primary schooling (0%) Lower secondary schooling (3.40%) Upper secondary schooling (14.70%) Vocational education but not university (6.70%) First degree (32.00%) Beyond first degree (29.80%)
1.4 Parental involvement (PARINVOLVE)	Every day or almost every day (34.00%) Once or twice a week (38.90%) Once or twice a month (15.80%) Never or almost never (9.30 %) Missing data (2.00%)
1.5 The amount of homework the teachers assigned (NMWORK)	Every day (10.70%) 3–4 times a week (32.70%) 1 or 2 times a week (44.90%) Less than once a week (8.00%) Never (1.20%) Missing data (2.40%)
1.6 Value in learning science (VAL)	Value (49.20 %) Somewhat value (41.50 %) Do not value (8.00%) Missing data (1.10%)
1.7 Confidence with science (SELFCON)	Confident (4.90%) Somewhat confident (56.30%) Not confident (37.60%) Missing data (1.20%)
2. School level (n = 172)	
2.1 School size (SCSIZE)	Mean = 1,436.54 S.D. = 1,111.33
2.2 Instruction affected by science resource shortage (SCRES)	Not affected (4.90%) Somewhat affected (75.60%) Affected a lot (18.90%) Missing data (0.60%)
2.3 School discipline and safety (DISC&SAFETY)	Hardly any problem (32.30%) Minor problem (62.80%) Moderate problem (4.90%) Missing data (0%)
2.4 computer availability (COMPAVAIL)	1 computer for 1–2 students (25.60%) 1 computer for 3–5 students (36.00%) 1 computer for 6 or more students (32.30%) No computer (0.00%) Missing data (6.10 %)

The data of level-1 predictive variables were collected from the students. It was found that the majority of students (42.80%) had 11–25 books at home; followed by 24.30% of them having none to 10 books. Only 4.20% of the students have more than 200 books. When asked about the possession of a computer, 59.10% of students had it. In terms of educational aspiration, the majority of students (32.00%) reported that they were ambitious to finish undergraduate study. This is followed by the aspiration to finish beyond first degree and upper secondary schooling with the percentages of 29.80 and 14.70 respectively. Notably, 12.1% of them reported that they had no idea about their highest education. This indicates that this group of students had no educational aspiration at all. When asked how often their parents asked about their school and learning, the majority of students (38.90%) reported that their parents asked them once or twice a week. It was found that, by 34%, the students reported that their parents asked them about their school every day or almost every day. By 9.30%, the students reported that their parents had never asked them about their school or almost never. About 44.90% of the students reported that their science teachers had assigned them homework 1 or 2 times a week; followed by 3–4 times a week by 32.70% of students. By 10.70%, the students reported that their science teachers had assigned them homework every day. It is noticeable that 1.20% of students reported that their science teachers had never assigned them any homework. When asked about their value in learning science, nearly half of them (49.20%) reported that they valued learning science; this is followed by “somewhat value” by 41.50%. 8.00% of the students reported that they did not value learning science at all. In terms of their self-confidence with science, only 4.90% of students reported that they were confident. The majority of the students (56.30%) thought that they were somewhat confident. It is remarkable that up to 37.60% of students thought that they had no confidence in science.

The data of level-2 predictive variables were collected from the principals. It found that there is a great variation in school size; the mean of 1,436 and *SD* of 1,111.33. When the principals were about opinion on whether science instruction in their school was affected by the shortage of educational resource, 75.60% of the

respondents reported that their school were somewhat affected. It is an alarming call finding that about 19% of the principals reported that the instruction was affected a lot. Only 4.90% of them thought that the instruction was not affected at all. In terms of school discipline and safety, the majority of the principals (62.80%) reported that their school had minor problems; 32.30% of the principals reported having hardly any problem. When asked about the number of computers in their school, 36% of them reported that there was 1 computer available for 3–5 students, followed by 32.30% reporting that there was 1 computer for 6 or more students.

The descriptive statistics of the outcome variable of the model are summarized in Table 5.

Table 5 the mean and standard deviation of the five plausible values of science achievement of Grade 8 Thai students in TIMSS 2011.

	<i>n</i>	<i>Min.</i>	<i>Max.</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
1st plausible value	6109	203.17	753.52	463.27	83.74
2nd plausible value	6109	160.15	764.17	463.51	83.49
3rd plausible value	6109	177.57	731.78	464.31	83.17
4th plausible value	6109	171.11	747.98	462.98	83.55
5th plausible value	6109	180.73	741.86	463.33	83.91
valid n (listwise)	6109				

2. HLM analysis

2.1 A one-way random effect ANOVA model (Model-A)

The fully unconditional model included a random intercept β_{0j} and a level-1 residual (r_{ij}). The level-1 was specified as

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + r_{ij} ,$$

where i denotes individual students and j denotes schools and the random intercept of level-1 was the outcome of the level-2 model,

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j},$$

where γ_{00} was the grand mean of the science scores for school level distribution and u_{0j} was the variation between schools. The results of the fully unconditional model of the student-school were presented in Table 6.

Table 6 Multilevel estimates for a one-way random effect ANOVA model (Model-A; student-school model)

(6a) Final estimation of fixed effects (with robust standard errors)

Fixed Effect	Standardized coefficient	Standard error	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
For INTRCPT1, β_0					
INTRCPT2, γ_{00}	-0.39	0.07	-5.61	151	<0.01

(6b) Final estimation of variance components

Random Effect	<i>SD</i>	Variance Component	<i>df</i>	χ^2	<i>p</i>
INTRCPT1, u_0	0.55	0.30	151	2501.67	<0.01
level-1, <i>r</i>	0.72	0.52			

The one-way random effect ANOVA model was estimated to provide the answer on the total variance in science achievement of Thai students accounted for by student and school-level differences. This model gives a statistical index which is so-called “intraclass correlation coefficient” (ICC). It is defined as the proportion of the total variance of the dependent variable that could be attributed to the higher level of the model. (Raudenbush & Bryk, 2002). The ICC is usually expressed by ρ (rho) and given by this formula $\rho = \frac{\tau_{00}}{\tau_{00} + \sigma^2}$ Where, τ_{00} represents between-group variability (at level 2) and σ^2 represents within-group variability (at level 1). Thus, the ICC for science achievement of students was $\frac{0.30}{0.30 + 0.52} = 0.37$. This indicated that 37.00% of the total variance of science achievement is accounted for by school-level and 63.00% (1-0.37) by student-level differences. This means that there is considerable

variation at student and school levels that could be explained using student and school-level variables respectively. The reliability estimate for this model is 0.94.

To assess how much Thai science achievement scores vary between schools we can construct “plausible value range” around the school level means using the estimate of τ_{00} (Raudenbush & Bryk, 2002).

$$\gamma_{00} + /- 1.96 (\tau_{00}^{1/2}) = -0.39 + /- 1.96 (0.30^{1/2}) = (-1.46, 0.68)$$

2.2 A random-coefficient model (Model-B)

This model aims to test the relationship between student variables and students' science achievement. It primarily tests if the level-1 variables were random across schools. If the slopes of the level-1 variables were not varying across schools, they should be fixed. For Model-B, level-1 and level-2 models were specified as:

Level-1 Model

$$\begin{aligned} \text{SCIACHIEVEMENT}_{ij} = & \beta_{0j} + \beta_{1j}^*(\text{NMBOOK}_{ij}) + \beta_{2j}^*(\text{POSSCOMP}_{ij}) \\ & + \beta_{3j}^*(\text{ASP}_{ij}) + \beta_{4j}^*(\text{PARINVOLVE}_{ij}) + \beta_{5j}^*(\text{NMWORK}_{ij}) + \beta_{6j}^*(\text{VAL}_{ij}) + \\ & \beta_{7j}^*(\text{SELFCON}_{ij}) + r_{ij} \end{aligned}$$

Level-2 Model

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j}$$

$$\beta_{1j} = \gamma_{10} + u_{1j}$$

$$\beta_{2j} = \gamma_{20} + u_{2j}$$

$$\beta_{3j} = \gamma_{30} + u_{3j}$$

$$\beta_{4j} = \gamma_{40} + u_{4j}$$

$$\beta_{5j} = \gamma_{50} + u_{5j}$$

$$\beta_{6j} = \gamma_{60} + u_{6j}$$

$$\beta_{7j} = \gamma_{70} + u_{7j}$$

The results of the above model were presented in Table 7.

Table 7 Multiple estimates for the random-coefficient model (Model-B; student-school model)

(7a) Final estimation of fixed effects (with robust standard errors)

Fixed Effect	Standardized coefficients	Standard error	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
For INTRCPT1, β_0					
INTRCPT2, γ_{00}	-0.40	0.07	-5.70	151	<0.01
For POSSCOMP slope, β_1					
INTRCPT2, γ_{10}	0.01	0.06	0.20	142	0.84
For NMBOOK slope, β_2					
INTRCPT2, γ_{20}	0.09	0.03	3.29	25	<0.01
For ASP slope, β_3					
INTRCPT2, γ_{30}	0.13	0.03	4.51	38	<0.01
For PARINVOL slope, β_4					
INTRCPT2, γ_{40}	-0.06	0.02	-2.67	76	0.01
For NMWORK slope, β_5					
INTRCPT2, γ_{50}	-0.08	0.03	-2.35	52	0.02
For VAL slope, β_6					
INTRCPT2, γ_{60}	0.06	0.03	2.13	151	0.04
For SELFCON slope, β_7					
INTRCPT2, γ_{70}	0.09	0.03	3.26	36	<0.01

(7b) Final estimation of variance components

Random Effect	<i>SD</i>	Variance Component	χ^2	<i>df</i>	<i>p</i>
INTRCPT1, u_0	0.55	0.30	1111.23	131	<0.01
POSSCOMP slope, u_1	0.22	0.05	182.35	131	<0.01
NMBOOK slope, u_2	0.06	<0.01	152.72	131	0.09
ASP slope, u_3	0.13	0.02	235.42	131	<0.01
PARINVOL slope, u_4	0.06	<0.01	160.59	131	0.04
NMWORK slope, u_5	0.13	0.02	192.92	131	<0.01
VAL slope, u_6	0.12	0.02	187.13	131	0.01
SELFCON slope, u_7	0.08	<0.01	170.47	131	0.01
level-1, r	0.64	0.41			

Note: The chi-square statistics reported above are based on only 132 of 152 units that had sufficient data for computation. Fixed effects and variance components are based on all the data.

The effect of possession of a computer (POSSCOMP) on science achievement was not statistically significant ($\gamma_{10} = 0.01$, $p = 0.84$). This indicates that POSSCOMP has no effect on students' science achievement.

The effect of the number of books at home (NMBOOK) on science achievement was statistically significant ($\gamma_{20} = 0.09$, $p < 0.01$). This indicates that students with one scale-point higher on NMBOOK tend to achieve 0.09 point higher in science. NMBOOK served as a random effect and the result indicated that the relationship between NMBOOK and science achievement varied insignificantly from school to school. ($u_{2j} = <0.01$, $p = 0.09$).

The effect of educational aspiration (ASP) on science achievement was statistically significant ($\gamma_{30} = 0.13$, $p < 0.01$). This indicates that students with one scale-point higher on ASP tend to achieve 0.13 point higher in science. ASP served as a random effect and the result indicated that the relationship between ASP and science achievement varied significantly from school to school. ($u_{3j} = 0.02$, $p < 0.01$). A plausible value around range the ASP-science achievement slope is between -0.11 and 0.38 .

The effect of parental involvement (PARINVOLVE) on science achievement was statistically significant ($\gamma_{40} = -0.06$, $p < 0.01$). This indicates that students with one scale-point higher on PARINVOLVE tend to achieve 0.0587 point lower in science. PARINVOLVE served as a random effect and the result indicated that the relationship between PARINVOLVE and science achievement varied significantly from school to school. ($u_{4j} < 0.01$, $p = 0.04$). A plausible value around range the PARINVOLVE-science achievement slope is between -0.19 and 0.07 .

The effect of the amount of homework (NMWORK) on science achievement was statistically significant ($\gamma_{50} = -0.08$, $p = 0.02$). This indicates that students with one scale-point higher on NMWORK tend to achieve 0.08 point lower in science. NMWORK served as a random effect and the result indicated that the relationship between NMWORK and science achievement varied significantly from school to school. ($u_{5j} = 0.02$, $p < 0.01$). A plausible value around range the NMWORK-science achievement slope is between -0.32 and 0.17 .

The effect of value in learning (VAL) on science achievement was statistically significant ($\gamma_{60} = 0.06$, $p < 0.05$). This indicates that students with one scale-point higher on VAL tend to achieve 0.06 point higher in science. VAL served as a random effect and the result indicated that the relationship between VAL and science achievement varied significantly from school to school. ($u_{6j} = 0.02$, $p < 0.01$). A plausible value around range the VAL-science achievement slope is between -0.18 and 0.29.

The effect of self-confidence with science (SELFCON) on science achievement was statistically significant ($\gamma_{70} = 0.09$, $p < 0.01$). This indicates that students with one scale-point higher on SELFCON tend to achieve 0.09 point higher in science. SELFCON served as a random effect and the result indicated that the relationship between SELFCON and science achievement varied significantly from school to school. ($u_{7j} = <0.01$, $p = 0.01$). A plausible value around range the SELFCON-science achievement slope is between -0.08 and 0.25.

Level 1 residual variance (σ^2) has been reduced to 0.41 compared to 0.52 in the random effects ANOVA or Null Model. We can calculate the proportion of variance explained by level 1 predictors by comparing the σ^2 estimates of these two models that is $\frac{\sigma^2 (\text{random ANOVA}) - \sigma^2 (\text{random coefficient})}{\sigma^2 (\text{random ANOVA})} = \frac{0.52 - 0.41}{0.52} = 0.21$. Adding the level 1 variables as predictors of science achievement reduced the within-school variance by 21.00%.

We can also see that the variance in the intercept, $\text{Var}(\beta_{0j}) = \tau_{00}$, is 0.30 with a χ^2 of 1111.23, to be compared to a critical value of with $J-1 = 131$. We infer that a large difference exists across the school means. The level-2 predictive variables are required to explain this variance.

The HLM output also provided information on the correlation of the random effects. The correlation between β_{0j} and two predictors (β_{2j} and β_{3j}) are -0.50 and -0.19 indicating that the schools with higher average science achievement tend to have less of a relationship between science achievement and NMBOOK (β_{2j}) and ASP (β_{3j}) than the schools with lower average science achievement. In an opposite way,

the correlation between β_{0j} and the other predictors (β_{4j} , β_{5j} , β_{6j} and β_{7j}) are 0.06, 0.24, 0.05 and 0.19 respectively indicating that the schools with higher average science achievement tend to have more of a relationship between science achievement and PARINVOLVE (β_{4j}), NMWORK (β_{5j}), VAL (β_{6j}) and SELFCON (β_{7j}) than the schools with lower average science achievement.

2.3 An intercept and slopes-as-outcomes model (Model-C)

After estimating the variability of regression equations across school, we can focus on building a model to explain why some schools have higher average science achievement than others and why some schools have a stronger association between level-1 predictors and their achievement. When hierarchical models involve both random intercepts and slopes, Raudenbush & Byrk (2002) recommended that a tentative model to explain between school variance in the intercept, β_{0j} be formulated before proceeding to fit models for the random slopes. School variables were added to explain the variation in the intercept at the level-2. Level-1 and level-2 models were specified as:

Level-1 Model

$$SCIACHIEVEMENT_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}^*(NMBOOK_{ij}) + \beta_{2j}^*(ASP_{ij}) + \beta_{3j}^*(PARINVOLVE_{ij}) + \beta_{4j}^*(NMWORK_{ij}) + \beta_{5j}^*(VAL_{ij}) + \beta_{6j}^*(SELFCON_{ij}) + r_{ij}$$

Note: POSSCOMP (β_{2j}) is taken out from the level-1 model since it is a non-significant predictor.

Level-2 Model

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01}^*(SCSIZE_j) + \gamma_{02}^*(SCIRES_j) + \gamma_{03}^*(DISC\&SAFETY_j) + \gamma_{04}^*(COMPAVAIL_j) + u_{0j}$$

$$\beta_{1j} = \gamma_{10} + 0$$

$$\beta_{2j} = \gamma_{20} + u_{2j}$$

$$\beta_{3j} = \gamma_{30} + u_{3j}$$

$$\beta_{4j} = \gamma_{40} + u_{4j}$$

$$\beta_{5j} = \gamma_{50} + u_{5j}$$

$$\beta_{6j} = \gamma_{60} + u_{6j}$$

The results of the above model were presented in Table 8.

Table 8 Multiple estimates for the intercepts and slopes-as-outcomes model
(Model-C; student-school model)

(8a) Final estimation of fixed effects (with robust standard errors)

Fixed Effect	Standardized coefficient	Standard error	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
For INTRCPT1, β_0					
INTRCPT2, γ_{00}	-0.23	0.06	-4.14	147	<0.01
SCSIZE, γ_{01}	0.25	0.07	3.81	147	<0.01
SCIRES, γ_{02}	0.10	0.07	1.51	116	0.14
DISCSAFE, γ_{03}	0.09	0.07	1.24	147	0.22
COMPAVAL, γ_{04}	0.06	0.07	0.93	147	0.35
For NMBOOK slope, β_1					
INTRCPT2, γ_{10}	0.09	0.03	3.40	36	<0.01
For ASP slope, β_2					
INTRCPT2, γ_{20}	0.13	0.03	4.63	66	<0.01
For PARINVOL slope, β_3					
INTRCPT2, γ_{30}	-0.06	0.02	-2.75	110	<0.01
For NMWORK slope, β_4					
INTRCPT2, γ_{40}	-0.08	0.03	-2.39	71	0.02
For VAL slope, β_5					
INTRCPT2, γ_{50}	0.06	0.03	2.18	151	0.03
For SELFCON slope, β_6					
INTRCPT2, γ_{60}	0.09	0.03	3.40	46	<0.01

(8b) Final estimation of variance components

Random Effect	<i>SD</i>	Variance Component	χ^2	<i>df</i>	<i>p</i>
INTRCPT1, u_0	0.51	0.26	2549.18	142	<0.01
NMBOOK slope, u_1	0.06	<0.01	192.73	146	<0.01
ASP slope, u_2	0.13	0.02	277.47	146	<0.01
PARINVOL slope, u_3	0.06	<0.01	177.09	146	0.04
NMWORK slope, u_4	0.13	0.02	236.15	146	<0.01
VAL slope, u_5	0.12	0.01	218.50	146	<0.01
SELFCON slope, u_6	0.08	<0.01	188.38	146	0.01
level-1, r	0.65	0.42			

Note: The chi-square statistics reported above are based on only 147 of 152 units that had sufficient data for computation. Fixed effects and variance components are based on all the data.

The effect of school size (SCSIZE) on the school's science achievement was statistically significant ($\gamma_{01} = 0.25, p < 0.01$). This indicates that the school with one scale-point higher on SCSIZE tended to achieve 0.25 point higher in science.

The effect of resource for teaching and learning science (SCIRES) on the school's science achievement was not statistically significant ($\gamma_{02} = 0.10, p = 0.14$). This indicated that SCIRES had no effect on the school's science achievement.

The effect of school discipline and safety (DISC & SAFETY) on the school's science achievement was not statistically significant ($\gamma_{03} = 0.09, p = 0.22$). This indicated that DISC&SAFETY had no effect on the school's science achievement.

The effect of the availability of computer at school (COMPAVAIL) on school science achievement was not statistically significant ($\gamma_{04} = 0.06, p = 0.35$). This indicated that COMPAVAIL had no effect on the school's science achievement.

Variance in the intercept, $\text{Var}(\beta_{0j}) = \tau_{00} = 0.26$ with a χ^2 of 2549.18 was compared to a critical value of χ^2 with $\text{df} = J-5$ (intercept plus 4 coefficients estimated) = 142, and was found significant. We can compare the variance in this model to the variance reported in the random coefficient model ($\tau_{00} = 0.30$) by

$$\frac{\tau_{00}(\text{random coefficient}) - \tau_{00}(\text{intercept and slopes-as-outcome})}{\tau_{00}(\text{random coefficient})} = \frac{0.30 - 0.26}{0.30} = 0.13$$

Adding the level-2 variables as predictors of intercept reduced the between-school variance by 14 percent. There remains significant variance in the intercept left to be explained ($H_0: \text{Var}(B_{0j}) = 0$, reject with < 0.01)

Discussion

This study found that a sizable proportion of the total variance in science achievement was attributed to school-level differences. This finding added evidence to those from previous studies that schools make a difference in students' academic achievement. The proportion of the variance that was attributed to school-level differences (ICC) in this study (37 %) is beyond range found in previous studies. Boey & Dindyal (2010) investigated Singapore Grade 8 Students' Performance in

Science by Gender in TIMSS 2007. They found that the intra-class correlation (ICC) was 9.00% suggesting that Singapore had much smaller proportion of variance in science scores accounted for by school variation than Thailand..

The effect of POSSCOMP on science achievement was not statistically significant ($\gamma_{20} = 0.01$, $p = 0.84$). This reflects the inconsistent findings of previous studies (Attewell & Battle, 1999; Schmitt & Wadsworth, 2004). Schmitt & Wadsworth (2004) found a significant positive association between home computer ownership and performance on the British school examinations using the British Household Panel Survey. In contrast to their findings, Fuchs & Woessmann (2004) found a negative relationship between home computer and student achievement using the international student-level Program for International Student Achievement (PISA) database.

Among the significant level-1 variables based on the Model C, ASP is the strongest predictor ($\gamma_{20} = 0.13$) followed by NMBOOK ($\gamma_{10} = 0.09$), SELFCON ($\gamma_{60} = 0.09$), NMWORK ($\gamma_{40} = -0.08$), PARINVOLVE ($\gamma_{30} = -0.06$), and VAL ($\gamma_{50} = 0.06$) respectively. The attitudinal variables are stronger predictors compared to other explanatory variables. This finding is consistent with the study of Liu, Wu, & Zumbo (2006) who investigated the relationship between factors and mathematics achievement in US and five top-performing Asian countries in TIMSS 2003 and found that students' attitude, beliefs and self concept clearly play more salient roles than other student-level variables in Korean, Taiwan and Japan and that self-confidence was the strongest predictor explaining mathematics achievement in US, Japan, Korea, Taiwan, Singapore, and Hong Kong. A number of scholars have explained the roles of task value and self-confidence on student's achievement. Greene, Miller, Crowson, Duke, & Akey (2004), for example, pointed out that when students perceived a subject to be of value for their future goals, they aspire and are willing to study hard to master and develop competence in the subject, and are likely to exert efforts to do better than their peers on the subject. Elliot & Church (1997) validated a hierarchical model to explain students' achievement. In the model, Elliot & Church suggested that individuals' self-efficacy (confidence in one's own ability to complete tasks and reach goals), exerted a direct effect on their achievement goals, which in turn serve

as a proximal precursor to achievement-related processes and outcomes. Individuals with high perceived competence are inclined to adopt mastery and performance approach goals.

There was positive relationship between number of books at home and science achievement found in this study. This finding is consistent with many previous studies, for example, that of Even, Kelley, Sikora, & Treiman (2010) who investigated the influence of parental education, occupation, and the number of books at home on academic achievement using data from 27 countries and no fewer than 58, 944 participants. Their findings indicated that there was strong relationship between the number of books in the house where the participants grew up and their later educational and career success. This was found to be true across rich and poor countries, communist and capitalist, and in North American, Africa, Asia and Europe. A great number of books at home creates a scholarly culture and environment where learning is valued.

There is negative relationship between the amount of homework assigned by a teacher (NMWORK) and science achievement. This negative relationship between this variable and achievement has been reported in literature. Baker & Le Tendre (2005) analyzed data from the Third International Study of Mathematics and Sciences (TIMSS), which in 1994 collected a large amount of data from schools in 41 nations across the fourth and eighth grades. Their findings indicated frequent lack of positive correlation between the amount of homework assigned and academic achievement. Many outperforming countries such as Japan, the Czech Republic and Denmark, had teachers who gave little homework. “At the other end of the spectrum, countries with very low average scores—Thailand, Greece, Iran – have teachers who assign a great deal of homework,” Baker and Le Tendre noted. Thai students study many subjects each day. The teacher of each subject assigns them homework. This is a big load for the students. Baker and Le Tendre also reported that many teachers assigned homework mostly as drill and repetitive exercises to improve memorization. It is advisable that quality of homework matters more than the quantity. The homework should reinforce what has been taught in school. It should allow students the opportunity to practice and apply principles so that they can fully embrace and strengthen their new skills.

The appropriate amount of homework can build study habits, self-discipline and time management skills but too much homework brings about diminishing returns. Cooper's analysis of dozens of studies found that students who did "some" homework in middle and high school score somewhat better on standardized test, but doing more than 60 to 90 minutes a night in middle school and more than 2 hours in high school was associated with lower scores (Cooper, 2007). Too much homework sours students' attitudes towards school and subjects and strains parent-kid relationship. It could damage students' interest in learning and undermine their curiosity.

The negative association was also found between science achievement and parental involvement in their child's education which was specifically defined in this study as the frequency of the parents asking their child about their school and learning. This finding corroborates the ideas of Steinberg, Lamborn, Dornbush, & Darling (1992), and Grolnick, Ryan, & Deci (1991), who found the negative relationship between the two variables and explained that parental involvement was the reflection of parents' expectations. Parental expectation is more often considered as an important variable necessary for better academic performance. However, excessive expectation would become pressurization causing children to feel frustrated and stressed, which in turn, can cause a dislike for studies and lower academic achievement. The pressurization from parents tends to curb the development of "inner resources" which are very important for academic achievement. These inner resources include (1) self-interest or intrinsic motivation, (2) self-esteem or self-regard, and (3) self-regulation or psychological autonomy.

The effect of school size ($\gamma_{01} = 0.25, p < 0.01$) on the school's science achievement was statistically significant. The variable is significant positive relationship with the school science achievement. Remarkably, the effect of school size compared to that of the availability of computer at school is much weaker.

The findings of previous studies on the impact of school size on school's achievement are contradictory. More studies find negative effects of increasing school size on student academic outcomes (Fowler & Walberg, 1991; Lee & Smith, 1993). For example, using data for 11,794 students in 830 high schools, Lee & Smith (1993)

find that students learn more in math, reading, history, and science in small schools than in large schools. Similarly, examining data for 293 New Jersey secondary schools, Fowler & Walberg (1991) find that school size is negatively related to student outcomes. Students in small schools participated more in extracurricular activities, had better rates of attendance, had more interaction with their peers and teachers in classroom, reported greater positive attitudes towards learning, and were less likely to face school-related crime and violence. The authors added that the administrators and teachers were often more able to identify problems, responded innovatively and effectively, and adapted to change. Their parents and community were more likely to become involved in the school. It was more feasible for curriculum integration and specialization. However, small schools often have problems of finances, shortage of teachers, and educational resources. On the other hand, few studies such as the studies of Sander (1993), Schreiber (2002), Kantabutra & Tang (2006) revealed the positive effect of school size on student academic outcomes. Kantabutra & Tang (2006) found that school size contributes positively to both urban and rural schools in the Northern Thailand. They suggested a policy to improve school efficiency in rural schools by expanding school size while reducing class size. Liu, Wu, & Zumbo (2006) also found that school size was positively related to Singaporean and Hong Kong students' achievement and, so is class size. They discussed that well-performing schools attract more students; hence, as a result, school size and class size got larger.

Implication of the study

Based upon the findings of this study, Thai educators and policy-makers should rethink on educational policies by taking into consideration the significant factors that are controllable by the school system. It was found the attitudinal factors including educational aspiration and self confidence were strong predictors of an individual's science achievement. Students grow in self-confidence and aspiration as they experience success in learning, just as they lose the twos in the face of repeated failure. Thus, science teachers need to provide students with challenging but attainable learning tasks and help them succeed. The teachers and parents should trust their students and

children's ability to succeed and give them mental support because they are quick to pick up the expectations of success or failure that others have for them. Regarding the number of books at home and the possession of a computer, this study found that the former had positive relationship with scientific achievement while the latter had no relationship statistically. In response to these findings, the parents should create a reading culture at home. They should provide sufficient good books and arrange a reading corner for their children (Kaemkate & Boonsorn, 2012). The parent should be a role model. They should lead children to read, talk about what they are reading, discuss the main ideas, new words and concepts, and ask about their favorite section. The possession of a computer was a non-significant predictor of science achievement. This, however, does not mean it has no educational value or is unimportant. A computer is a great learning tool but how to optimize the technology in individualized learning at home deserves more attention.

The school and teachers could promote value of learning science and boost students' confidence. To nurture the value, science teachers should not outweigh their lesson with a body of knowledge and scientific inquiry. They should keep balance by presenting the application of science, the roles of science in society and the intertwining of science, technology and society. The teachers should link a theory to the real world application; medical, technological, agricultural etc. The student should engage, make a decision and take action on current socio-scientific issues such as genetic engineering, gene therapy, GMOs food, among many others. This learning experience would mirror the value of science.

This study found that the amount of homework was negatively related to science achievement. The teachers should still assigned students homework but it should be less in quantity but more in quality. Projects that require nonacademic skills (such as cutting, gluing, or drawing) are often inefficient and tedious. This idea also applies to parental involvement which this study found that it was negatively related to science achievement. Parents should still get involved and provide support for their children but they should be in the middle of the road; firm but flexible. The parents should expect the best from children in school but would understand if sometimes they are

not perfect. They should always be out there providing unconditional love, understanding and caring. At school level, the government should allocate more budgets on computers and maintenance so it would be sufficient for the number of students in each school. It is argued that every classroom and science laboratory must have a minimum of a computer or a laptop computer, modem and dedicated phone line, one LCD for overhead projector, and one printer (National Science Teacher Association (NSTA), 1990). In addition, a well equipped library should have sufficient computers available for students to search for the information and the school should have a computer laboratory where students can individually use computers for producing reports, analyzing data, practicing skills, etc.

Acknowledgement and Disclaimer

This material is based upon work supported by the Thailand Research Fund under Grant No. RDG5710014. Any opinions, findings, and conclusions or recommendations expressed in this material are those of the author and do not necessarily reflect the views of the Thailand Research Fund.

Reference

- Attewell, P., & Battle, J. (1999). Home computers and school performance. *The information society*, 15, 1–10.
- Baker, D., & LeTendre, G. (2005). *National differences, global similarities: World culture and the future of schooling*. Stanford, CA: Stanford University Press.
- Boey, K. L., & Dindyal, J. (2010). *Singapore grade 8 students performance in science by gender in TIMSS 2007*. Paper presentation presented at The International Association for the Evaluation of Educational Assessment – The International Research Conference (IEA-IRC), Gothenburg.
- Chepete, P. (2008). *Modeling of the factors affecting mathematical achievement of form 1 students in Botswana based on the 2003 Trends in International Mathematics and Science Study*. (Unpublished Doctoral dissertation). Indiana University, Indiana, USA

- Chulanont, S. 2006. *Policy statement of the council of ministers*. Retrieved from http://www.cabinet.thaigov.go.th/eng/pol_56.pdf
- Cooper, H. (2007). *The battle over homework: Common ground for administrators, teachers, and parents*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- Dallal, E. G. (2012). *Which predictors are more important?* Retrieved from www.jerrydallal.com/LHSP/importnt.htm
- Damrongpanit, S., & Ruengtrakul, A. (2013). Effects of learning style, school sector and school size on academic achievements of ninth-grade students in northeast area. *Journal of Research Methodology*, 26(1), 1-42.
- Elliot, A. J., & Church, M. (1997). A hierarchical model of approach and avoidance achievement motivation. *Journal of Personality and Social Psychology*, 72, 218-232.
- Fowler, W. J., Jr., & Walberg, H. J. (1991). School size, characteristics and outcomes. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 13, 189-202.
- Fuchs, T., & Woessmann, L. (2004). *Computers and student learning: bivariate and multivariate evidence on the availability and use of computer at home and at school*. Retrieved from http://www.cesifogroup.de/portal/pls/portal/ifo_applications.switches.DocLinkIfoDL?getDoc=cesifo1_wp1321.pdf
- Greene, B. A., Miller, R. B., Crowson, H. M., Duke, B. L., & Akey, K. L. (2004). Predicting high school students' cognitive engagement and achievement: Contributions of classroom perceptions and motivation. *Contemporary Educational Psychology*, 29, 462-482.
- Grolnick, W. S., Ryan, R. M., & Deci, E. L. (1991). Inner resources for school achievement: Motivational mediators of children's perceptions of their parents. *Journal of Educational Psychology*, 83, 508-517.
- International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA). (2009). *IEA study data repository*. Retrieved from <http://rms.iea-dpc.org/>
- Kaemkate, W., & Boonsorn, S. (2012). A development of the Thai reading index. *Journal of Research Methodology*, 25(1), 89-115.

- Kantabutra, S., & Tang, J. C. S. 2006. Urban-rural and size effects on school efficiency: The case of northern Thailand. *Leadership and Policy in Schools*, 5(4), 355-377.
- Lee, V., & Smith, J. B. (1993). Effects of school restructuring on the achievement and engagement of middle-grade students. *Sociology of Education*, 66, 164-187.
- Liu, Y., Wu, A.D., & Zumbo, B.D. (2006). The relation between outside of school factors and mathematics achievement: A cross-country study among the U.S. and five top-performing Asian countries. *Journal of Educational Research & Policy Studies*, 6(1), 1-35.
- Evans, M. D. R., Kelly J, Sikora J, & Treiman, D. H. (2010). Family scholarly culture and educational success: Books and schooling in 27 nations. *Research in Social Stratification and mobility*, 28, 171-197.
- National Science Teacher Association (NSTA), (1990). *NSTA position statement: The use of computers in science education*. Retrieved from <http://www.nsta.org/about/positions/computers.aspx>
- Oakes, J. (1986). *Educational indicators: A guide for policymakers*. Madison, WI: Center for Policy Research in Education.
- Rogoff, B. (1990). *Apprenticeship in thinking: Cognitive development in social context*. New York, NY: Oxford University Press.
- Raudenbush, S. W., Bryk, A. S., Cheong, Y. F., Congdon, R. T., & du Toit, M. (2011). *HLM 7: Hierarchical linear and nonlinear modeling*. Lincolnwood, IL: Scientific Software International.
- Raudenbush, S. W., & Bryk, A. S. (2002). *Hierarchical linear models: Application and data analysis methods* (2nd Ed.). Thousand Oak, CA: Sage Publications, Ltd.
- Schmitt, J., & Wadsworth, J. (2004). *Is there an impact of household computer ownership on children's educational attainment in Britain?* Retrieved from <http://eprints.lse.ac.uk/19978/>
- Sander, W. (1993). Expenditures and student achievement in Illinois: New evidence. *Journal of Public Economics*, 52(3), 403-416.
- Schreiber, J. B. (2002). Institutional and student factors and their influence on advanced mathematics achievement. *Journal of Educational Research*, 95, 274-286.

- Shavelson, J. R., McDonnell, M. L., & Oakes, J. (1989). *Indicators for monitoring mathematics and science education*. Santa Monica, CA: The RAND Corporation.
- Steinberg, L., Lamborn, S. D., Dornbusch, S. M., & Darling, N. (1992). Impact of parenting practices on adolescent achievement: Authoritative parenting, school involvement and encouragement to succeed. *Child Development*, 63, 1266–1281.
- Sundaravej, S. (2008). *Policy statement of the council of ministers*. Retrived from http://www.cabinet.thaigov.go.th/eng/pol_eng.pdf
- Udompong, L., Kopaiboon, W., & Sermsuk, S. (2012). Meta-analysis of research on development of science learning achievement at secondary education level. *Journal of Research Methodology*, 25(3), 313–336.
- Vejjajiva, A. (2008). *Policy statement of the council of ministers*. Retrieved from http://planipolis.iiep.unesco.org/upload/Thailand/Thailand_policy_statement.pdf
- Wongsawat, S. (2008). *Policy statement of the council of ministers*. Retrieved from http://www.cabinet.thaigov.go.th/eng/acrobat/pol_58.pdf.



A multilevel Analysis of Student and School Factors Influencing Primary Students' Science Achievement in TIMSS 2011 in East and South-East Asian Countries

Pongprapan Pongsophon

Science Education Program, Faculty of Education, Kasetsart University, Thailand 10900 Email: feduppp@ku.ac.th

Abstract

This study aims to examine and explained within- and between-school variance of science scores of grade 4 students in TIMSS 2011 from sixAsean and East Asian countries. The level-1 predictive variables were gender, parental involvement, perception on teacher's teaching practice and self-efficacy. The level-2 predictive variables included school size, learning resource, parent-school partnership, social environment, and principal's leadership. Multilevel effects were examined by Hierarchical Linear Modelling with HLM 7 software using TIMSS 2011 dataset. Regarding descriptive and one-way ANOVA statistics, most top performing countries had lower means in all level-1 predictive variables but higher in level-2 predictive variables of general and science learning resource and social environment. All countries had relatively higher means score on school-parent partnership. Korea and Thai had highest means in educational leadership. In terms of variance components, Japan and Korea had the lowest between-school variance. Gender and self-efficacy had effect on science achievement in all countries. Being a small school and social environment had negative and positive effect on school means respectively in most countries. Educational leadership had no effect whatsoever on the school means. These findings have implications for policy makers and practitioners on how to raise quality of science education in poor performing countries.

Keywords: Multilevel Analysis, Science Performance, TIMSS 2011, ASEAN, East Asia

1. Introduction

Trends in International Mathematics and Science Study or TIMSS is an international evaluation of mathematics and science achievement. Started in 1995, TIMSS has been conducted every 4 years to compare mathematics and science performance of Grade 4 and Grade 8 students from a number of educational systems worldwide and examine the growth or recession in the achievement over the cycles. The project was initiated, has been administered and organized by The International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA). Apart from measuring student achievement, TIMSS collects data on learning contexts covering home, classroom, school and curriculum factors that may have effect on student performance. It is widely accepted that TIMSS results are a reliable indicator for a country's current and future science and technology-based economy and quality of science and mathematics education. TIMSS's achievement test and contextual questionnaires are redesigned and developed by collaborative teams of content experts, science educators and educational assessment and evaluation experts who are the representatives from the participating countries. At national level, the test is administered by national country coordinator who is trained by TIMSS and PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, Boston College and it strictly follows the IEA's guideline. The test administration is monitored by independent outside observers as a quality control mechanism. Examining the TIMSS results comparatively, in particular from outperforming countries, broadens our views on effective science education policies and practices that would help guide policy makers and practitioners to make an informed decision on science and mathematics education) Baker & LeTendre, 2005; Chepete, 2008; Lee, & Smith, 1993; Schreiber, (2002

This project was started narrowly since the author had had a concern on Thailand, his home country's plunging performance and later extended his concern to many other poor performing countries in Asia. Having participated since 1995, Thai performance has been falling below the international benchmark. The gender gap has been widened over cycles in that girls outperformed boys while top Asian countries like South Korea, Japan, Singapore, and Taiwan have been clustered in the top end in the ranking and could successfully close the gap between girls and boys. Respond to this alarming call, the author would like to examine and compare the variance in science scores within and between schools in all participating countries in East and South-East Asia (ASEAN) and develop a hypothetical model from intensive reviews and test if and how well it could explain such two level variances. The findings would explain why and how the top performing countries get to the top of the world and what lessons that the poor could learn from and take to improve their science education to make them stay competitive in the global economy.

This project used data from TIMSS 2011, the latest cycle when this project was conducted. In TIMSS 2011, there were more than six hundred thousand Grade 4 and Grade 8 students from fifty two and fifty five education systems participating respectively. The data were retrieved from IEA's data repository website that was provided and maintained for public use to promote further advanced studies. Taking into account the structure of data in TIMSS in which smaller units were aggregated to a higher level unit, multilevel analysis was used. In this project, hierarchical linear modeling was developed and tested using the analytical technique proposed by Raudenbush and Byrk (2002) with the assistance of HLM software.

2. Research proposes

1. To compare the means of selected predictive variables in the hypothetical model
2. To examine and explain within and between variances in science scores of the participating countries
3. To compare the tested models of the participating countries in terms of strength and weaknesses

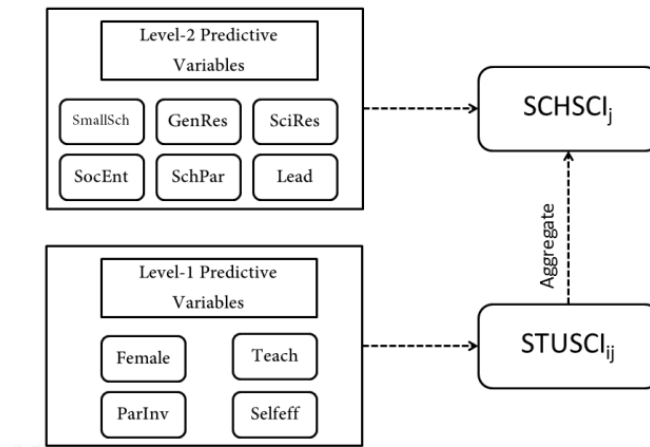
3. Theoretical framework and the hypothetical model

This study is based on socio-cultural perspective of learning that are based on students' participation in social interactions and culturally organized activities. This participation is guided as Rogoff (1990) writes, "Children's cognitive development is an apprenticeship; it occurs through guided participation in social activity with companions who support and stretch children's understanding of and skill in using tools of culture" (p. vii). Learning is regarded as a cultural and social activity and is situated and affected by a complex system of factors. To fully understand the impact of each of these factors on students' science achievement, this study selected a set of variables and modelled them not in isolation but in relation to others.

There have been extensive studies on the factors influencing student achievements (Damrongpanit & Ruengtrakul, 2013). To guide predictive variable selection, the Rand model (Oakes, 1986; Shavelson, McDonnell, & Oakes, 1989) was considered. The Rand model provides a model of a general system that comprises three components; input, process and output. Applied to education, the input variables are, for example, teacher quality, students' socio-economics status, learning resources. The process variables are what and how it is taught. The output variables are the concretely measurable outcomes of schooling such as academic achievement, attitudes, required skills and content, and reduction of youth unemployment. By nature, these factors are organized into different levels — from macro to intermediate and from intermediate to micro levels. The economic status of a country, region, or city serves as a proxy for a system's available resources and is located at the macro level of an education system. Factors associated with school and teachers are considered to operate at the intermediate level. Factors such as student gender, ability, familial support and attitudes toward school at the micro level. Taking this into consideration, a hierarchical linear modelling is used in this study. The units of analysis at a lower level were individual students who were nested within a school—more contextual/aggregate units which were the units of analysis at a higher level.

Based on the availability of variables in the original TIMSS contextual questionnaires, two set of predictive variables at student and school level were included in the model. These were found to have significant effect on science achievement in literature (Liu, Wu, & Zumbo, 2006). The predictive variables at student level were gender (Female), parental involvement in child's education (ParInv), student's perception of their teacher's teaching practice (Teach), and student's self-efficacy (SelfEff). Those at school level include school size (SmallSch), general resource (GenRes), science resource (SciRes), social environment (SocEnt), school-parent partnership (SchPar), and principal's educational leadership (Lead). The hypothetical model of multilevel factors influencing science achievement in TIMSS 2011 is illustrated in figure 1.

Figure 1: A hypothetical model of multilevel factors influencing science achievement



3. Methodology

3.1 Sample

The samples of grade 4 students and their schools of each country were randomly selected using stratified two-stage cluster sample design (Table 1). First, the schools were sampled with probabilities proportional to their size from the list of all schools in the population that contain eligible students. The schools in this list may be stratified according to important demographic variables. The second sampling stage consists of the selection of one or more intact class from the target grade of each participating school.

Table 1: Samples of primary students and schools by countries (before data screening)

	East Asia			ASEAN		
	Hongkong	Japan	S. Korea	Taiwan	Singapore	Thailand
Students	3,957	4,411	4,334	4,284	6,368	4,448
Schools	136	149	150	150	176	168

3.2 Instruments

TIMSS 2011 uses a matrix-sampling approach that involves packaging the entire assessment pool of mathematics and science items into a set of 14 student achievement booklets, with each student completing just one booklet. The assessment time for each booklet was limited to 90 minutes; 72 minutes for science and mathematics achievement tests and 30 minutes for a student questionnaire. TIMSS achievement test integrated content knowledge and cognitive skills. The content covers biological, physical and earth science. The cognitive skills cover knowing, applying and reasoning. The achievement test consists of four item blocks; two for science and the other two for mathematics. The students took 18 minutes to complete each block. In each block, about half of the items were multiple-choice and the other half was constructed-response items. The items were administered in 28 item blocks, 14 blocks for science and 14 blocks for mathematics. Student booklets were assembled from various combinations of these item blocks. Booklet design is illustrated in Table 2. Each item appears in two booklets, providing a mechanism for linking together the student responses from the various booklets. TIMSS uses item-response theory scaling methods to assemble a comprehensive picture of the achievement of the entire student population from the combined responses of individual students to the booklets that they are assigned. Five plausible values for the individual student's total score were estimated. These values were included in HLM analysis.

Table 2: Booklet design for a student booklet in TIMSS 2011

Booklets	Assessment Blocks for Achievement Test				questionnaire
	Part I		Part II		
Booklet 1	M01	M02	S01	S02	✓
Booklet 2	S02	S03	M02	M03	✓
Booklet 3	M03	M04	S03	S04	✓
Booklet...	...	...	...	...	✓
Booklet 13	M13	M14	S13	S14	✓
Booklet 14	S14	S01	M14	M01	✓

3.3 Data screening, cleaning, and creating new variables

The secondary data were retrieved from IEA's repository website. There were two files downloaded; student and school files both in sav.file format. Only items of predictive variables in the hypothetical model were selected; others deleted. Except Female and SmallSch, the predictive variables were continuous. The files were screened for any missing values. The cases with missing values of continuous variables were treated using Expectation-Maximization algorithm. Cases with unsuccessful imputation of missing values and those with missing value of discrete variable were deleted before running multilevel analysis in HLM. For the continuous variables, their values were the means of underlying items; summated scaling. For particular items, recoding of data is necessary to prevent misinterpretation of the final results. These items used small numbers to represent large values. The recoding is also used for making dummy variables for Female and SmallSch; designating the value of 1 for female and 0 for male; 1 for a small school and 0 for other school sizes. Data screening, treatment, and manipulation were done in SPSS software. The predictive variables, samples of their underlying items, and Conbrach's coefficients were summarized in Table 3.

Table 3a: Level-1 predictive variables, number of items, underlying items, reliability coefficients.

Predictive variables	Cronbach's alpha	No. of Items	Sample of the statements
Student Level			
Female	-	-	-
Parental Involvement (ParInv)	0.83	4	How often do the following things happen at home? - My parents ask me what I am learning in school - I talk about my schoolwork with my parents
Student Perception of Teacher' Teaching Behavior (Teach)	0.76	5	How much do you agree with these statements about your science lessons? - I know what my teacher expects me to do - I am interested in what my teacher says
Self-Efficacy(SelfEff)	0.86	9	How much do you agree with these statements about science? - I usually do well in science - Science is harder for me than any other subject

Table 3a: Level-2 predictive variables, number of items, underlying items, reliability coefficients.

School Level			
School Size (SmallSch)	-	-	-
General Learning Resource(GenRes)	0.74	6	How much is your school's capacity to provide instruction affected by a shortage or inadequacy of the following? - Instructional materials (e.g., textbooks) - Supplies (e.g., papers, pencils)
Science Learning Resource (GenSci)	0.77	7	How much is your school's capacity to provide instruction affected by a shortage or inadequacy of the following? - Computer software for science instruction - Science equipment and materials
Social Environment(SocEnt)	0.72	11	To what degree is each of the following a problem among students in your school? - Classroom disturbance - Intimidation or verbal abuse among students
School-Parent Partnership (SchPar)	0.73	13	How often does your school do the following for parents in general? - Inform parents about the overall academic achievement of the school - Discuss parents' concerns or wishes about the school's organization
Principal's Educational Leadership(Lead)	0.81	13	During the past year, approximately how much time have you spent on the following school leadership activities in your role as a school principal? - Promoting the school's educational vision or goals - Initiating educational projects or improvements

3.4 Data analysis

3.4.1 Descriptive statistics and one-way ANOVA

To summarize each set of the data, means and standard deviation of all predictive variables at both levels were calculated. Next, one-way ANOVA was utilized to determine whether mean scores of the predictive variables between countries differed. If verified that not all mean scores were equal, multiple comparison tests were run to analyze the exact relationships between them.

2.4.2 Multilevel analysis

The outcome variable and all predictive variables at both levels except Female and SmallSch were standardized using SPSS prior to the HLM analysis. HLM output would then give standardized coefficients as results so the regression coefficients of predictive variables can be compared with one another in terms of relative strength (Dallal, 2012). MDM files were prepared in HLM. These were read and used for modelling in HLM. Raudenbush and Bryk (2002) proposed a technique for multilevel analysis in which four models were run in order. The models were increased in complexity. The results of the former models determine model adjustment and guide the decision on the creation of the latter. The first model was a one-way random effect ANOVA, the simplest possible random effect linear model. This model examined within-and between -school variances when no predictive values added in the model where $r_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$ and $u_{0j} \sim N(0, \tau^2)$. Interclass correlation (ICC: $\hat{\rho}$), proportions and percentages of variance of both levels can be calculated from the variation at level-2 (τ^2) and the variation at level-1 (σ^2) estimated by this model. The intraclass correlation coefficient represents the proportion of the variance in outcome between the schools. As such, this model serves as baseline for comparison with subsequent, more complex models. The ICC can be computed in the following equation.

$$ICC = \frac{\tau^2}{\tau^2 + \sigma^2}$$

The second and the third models are named regression with means-as-outcomes and a random-coefficient model respectively. In the second model, only level-2 predictive variables are added to the model and were tested their effects on the school means. The model also helps us examine if and how much the addition can reduce level-2 variance. The third model works similarly to the second model but only adds level-1 predictive variables to the model. The third model examines the effect of the level-1 predictive variable and examines if and how much level-1 variance is reduced and explained. The equations of variance reduction of the second and third models are shown in Table 4.

Table 4: Equations for variance reduction in models 2 and 3

Variance reduction	
At Level-2	At Level-1
$\frac{\tau_{model1}^2 - \tau_{model2}^2}{\tau_{model1}^2}$	$\frac{\sigma_{model1}^2 - \sigma_{model3}^2}{\sigma_{model1}^2}$

The forth model is called an intercepts- and slopes-as-outcomes model. It is the hypothetical model of the multilevel analysis. Both level-1 and level-2 predictive variables are added to the model and tested for their effect on the outcome variable. In this model, the reduction and implied explanation of variance at both levels can be computed. The equations of all model are summarized in Table 5.

Table 5: Multilevel models and their multi-equation and mixed equation formats

Model1: Unconditional means model
Level-1 Model $STUSCI_{ij} = \beta_{0j} + r_{ij}$ Level-2 Model $\beta_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j}$
Model2: regression with means-as-outcomes
Level-1 Model $STUSCI_{ij} = \beta_{0j} + r_{ij}$ Level-2 Model $\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01}*(SMALLSCH_j) + \gamma_{02}*(GENRES_j) + \gamma_{03}*(SCIRES_j) + \gamma_{04}*(SCHPAR_j) + \gamma_{05}*(SOCENT_j) + \gamma_{06}*(LEAD_j) + u_{0j}$
Model 3:random-coefficient model
Level-1 Model $STUSCI_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}*(FEMALE_{ij}) + \beta_{2j}*(PARINV_{ij}) + \beta_{3j}*(TEACH_{ij}) + \beta_{4j}*(SELFEFF_{ij}) + r_{ij}$ Level-2 Model $\beta_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j}$ $\beta_{1j} = \gamma_{10}$ $\beta_{2j} = \gamma_{20}$ $\beta_{3j} = \gamma_{30}$ $\beta_{4j} = \gamma_{40}$
Model 4:intercepts- and slopes-as-outcomes model
Level-1 Model $STUSCI_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}*(FEMALE_{ij}) + \beta_{2j}*(PARINV_{ij}) + \beta_{3j}*(TEACH_{ij}) + \beta_{4j}*(SELFEFF_{ij}) + r_{ij}$ Level-2 Model $\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01}*(SMALLSCH_j) + \gamma_{02}*(GENRES_j) + \gamma_{03}*(SCIRES_j) + \gamma_{04}*(SCHPAR_j) + \gamma_{05}*(SOCENT_j) + \gamma_{06}*(LEAD_j) + u_{0j}$ $\beta_{1j} = \gamma_{10}$ $\beta_{2j} = \gamma_{20}$ $\beta_{3j} = \gamma_{30}$ $\beta_{4j} = \gamma_{40}$

4. Research Findings

Comparing country means of science achievement at Grade 4 level (Table 6), South Korea had the highest score followed by Singapore. Thailand had the lowest and was below the international benchmark of 500 scores. By gender, boys outperformed girls by 4-7 scores in all countries except Thailand. Singapore had narrowest gap in scores between boys and girls. Thailand, reversely, girls did better than boys by 9 scores, the widest gap compared to other countries. Regarding performance on specific areas of science, South Korea had the highest score followed by Singapore in Biological Science. Japan and Singapore did best in Physical Science followed by South Korea by just one score. South Korea had highest score in Earth Science; leaving the second place Taiwan by 50 scores. In the three areas of science, Thai primary students did best in Biological Science; they got 20 scores or so lower in the other areas.

Table 6: Grade 4 students' science achievement by gender and areas of science

	Mean Scores					
	HKG	JPN	KOR	TWN	SGP	THAI
<i>All</i>	535	559	587	552	583	472
Girls	532	556	583	548	581	476
Boys	538	561	590	555	585	467
<i>Areas of Science</i>						
Biological science	524	540	571	538	597	480
Physical science	539	598	597	569	598	462
Earth science	548	551	603	553	541	460

4.1 Descriptive statistics

Descriptive statistics showed that (Table 7), for level-1 predictive variables, primary students in Japan and South Korea had low parental involvement in their education, low perception on their teachers' teaching practice, and low self-efficacy compared with their counterparts in other countries. Thai students had their parents involved in their education the most and had the highest score on the perception of their teachers' teaching practice. Taiwanese students had highest self-efficacy. Regarding level-2 predictive variables, most top performing countries; Japan, South Korea, and Singapore, were least suffered from the shortages of general and science learning resources in school. South Korea and Singapore, in addition, had more pleasant social environment in schools. School-parent partnership was generally high for all countries. Principals in Thailand and South Korea had higher educational leadership than those of other countries.

Table 7: Descriptive statistics of two level predictive variables

Level 1	East Asia								ASEAN			
	Hong Kong		Japan		Korea		Taiwan		Singapore		Thailand	
# of students	3,957		4,411		4,334		4,284		6,368		4,448	
Predictive variables	freq.	%	freq.	%	freq.	%	freq.	%	freq.	%	freq.	%
Female	1,839	46.50	2,177	49.35	2,085	48.11	2,029	47.36	3,135	49.23	2,211	49.70
	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.
ParInv	2.85	0.869	2.66	0.81	2.81	0.81	3.04	0.87	3.11	0.80	3.14	0.71
Teach	3.16	0.69	2.74	0.64	2.92	0.61	3.27	0.64	3.27	0.62	3.40	0.49
Selfeff	2.85	0.70	2.82	0.59	2.76	0.60	3.21	0.66	2.84	0.72	2.88	0.58
Level 2												
# of schools	136		149		150		150		176		168	
Predictive variables	freq.	%	freq.	%	freq.	%	freq.	%	freq.	%	freq.	%
SmallSch	24	17.65	74	49.66	17	11.33	25	16.67	1	0.57	89	52.98
	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.
GenRes	1.87	0.50	3.15	0.68	3.57	0.56	2.27	0.86	3.11	0.89	2.31	0.83
SciRes	2.27	0.46	2.75	0.68	3.36	0.68	2.21	0.79	2.90	0.81	1.83	0.76
SocEnt	3.00	0.40	2.86	0.42	3.24	0.43	3.22	0.47	3.16	0.39	2.68	0.40
SchPar	3.73	0.31	3.56	0.46	3.60	0.54	3.72	0.32	3.60	0.35	3.46	0.51
Lead	2.39	0.26	2.21	0.31	2.79	0.30	2.50	0.32	2.54	0.30	2.69	0.27

4.2 ANOVA results

A one-way between groups analysis of variance was conducted to compare means of predictive variables at both levels of all countries under the study. There was a statistically significant difference at the $p < 0.0001$ level in all level-1 predictive variable scores; ParInv, $F(5, 27580) = 254.12$, $p < 0.0001$; Teach, $F(5, 27527) = 732.47$, $p < 0.0001$; and Self-Eff, $F(5, 27516) = 268.60$, $p < 0.0001$. The actual difference in mean scores between groups was quite small in ParInv and Self-Eff and large in Teach according to Cohen (1988). The effect size of the countries of the predictive variables, calculated using eta squared (η^2), was 0.04, 0.04, and 0.11 respectively. Post-hoc comparisons using the Scheffetest indicated that the mean score of all variables in most countries differ. Regarding level-2 predictive variables, the difference in means of all variables in all countries was statistically significant; GenRes, $F(5, 923) = 115.44$, $p < 0.0001$, $\eta^2 = 0.38$; SciRes, $F(5, 923) = 94.47$, $p < 0.0001$, $\eta^2 = 0.33$; SchPar, $F(5, 923) = 46.50$, $p < 0.001$, $\eta^2 = 0.20$; SocEnt, $F(5, 923) = 8.60$, $p < 0.0001$, $\eta^2 = 0.04$; and Lead, $F(5, 923) = 77.116$, $p < 0.0001$, $\eta^2 = 0.29$. The effect sizes of the countries on level-2 variables are very large except SocEnt that is quite small. Post-hoc comparisons using the Scheffetest indicated that the mean score of these variables for most countries differ.

4.3 HLM results

The analysis of variance components in the Model 1 of HLM analysis showed that at Grade 4, Japan and South Korea had the least variation in science achievement between schools (6%) while Thailand and Hong Kong are the two countries that varies the most in science achievement at school level by 37 and 38 percent respectively (Table 8).

Table 8: The estimation of between- and within-school variances by countries in Model 1

Countries	Between School(u_0)		Within-School(r)		ICC	Percentage of within-school variance	Percentage of between-school variance
	Variance component	SD	Variance component	SD			
Hongkong	0.44***	0.66	0.73***	0.86	0.38	62	38
Japan	0.07***	0.26	0.98***	0.99	0.06	94	6
S. Korea	0.06***	0.25	0.94***	0.97	0.06	94	6
Taiwan	0.17***	0.41	0.96***	0.97	0.15	85	15
Singapore	0.25***	0.5	0.75***	0.87	0.25	75	25
Thailand	0.34***	0.58	0.57***	0.76	0.37	53	37

*** $p < 0.001$

The amount of two level variances provides the baseline for subsequent analyses. To explain within- and between-school variances, the model 2, 3, and 4 were run; adding one level or both levels at a time in multilevel model to examine the reduction in the variance. Due to the page limit in this publication, only the results of testing hypothetical model in model 4 will be presented. The effect of a particular level-1 predictive variables on the individual student's science achievement varied across countries (Table). Female had no significant effect in all countries except Hong Kong. Parental involvement showed mixed results. In Hong Kong, parent involvement negatively related to science scores while in Taiwan, it had positive effect. Others had no effects. Perception of teacher's teaching practice had effect on science achievement in Singapore and Thailand. The relation was significantly positive. Self-Eff was the only predictive variable that had effect in all countries. Moreover, It is the strongest and positive predictor. Regarding level-2 variables, their effect varies across countries. SmallSch had effect on school's science achievement in all countries except in Singapore that had no effect. Consensually, among level-2 variables, being a small school has strongest effect; its effects was negative meaning that small schools did more poorly than schools of other sizes. GenRes and SciRes had effect only in South Korea in negative and positive

way respectively. SchPar had positive effect in Taiwan and Singapore and SocEnt had positive effect in Hong Kong and Thailand. Lead, interestingly, had no effect on school achievement in science in any countries.

Table4.8: The robust estimation of fixed effect by countries (Model 4; hypothetical model)

Fixed effects	East Asia								ASEAN			
	Hong Kong		Japan		S. Korea		Taiwan		Singapore		Thailand	
	Coeff.	SE	Coeff.	SE	Coeff.	SE	Coeff.	SE	Coeff.	SE	Coeff.	SE
Intercept, γ_{00}	0.65***	0.06	0.96***	0.04	1.33***	0.04	0.87***	0.05	1.28***	0.04	-0.19***	0.10
Level-1 predictors												
Female, γ_{10}	-0.12**	0.04	-0.03	0.06	-0.06	0.06	-0.11	0.05	-0.04	0.03	0.04	0.05
ParInv, γ_{20}	-0.06**	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.12***	0.03	0.003	0.01	-0.01	0.02
Teach, γ_{30}	0.02	0.02	-0.04	0.03	-0.06	0.04	-0.04	0.03	0.04**	0.01	0.13***	0.02
Selfeff, γ_{40}	0.20***	0.02	0.26***	0.03	0.37***	0.04	0.36***	0.03	0.26***	0.01	0.15***	0.02
Level-2 predictors												
SmallSch, γ_{01}	-0.41*	0.17	0.25***	0.05	0.30***	0.07	0.42***	0.11	-0.29	0.52	-0.28*	0.28
GenRes, γ_{02}	-0.03	0.08	-0.002	0.05	-0.08*	0.03	0.11	0.09	-0.02	0.05	0.05	0.05
SciRes, γ_{03}	0.02	0.06	-0.01	0.05	0.08*	0.03	-0.07	0.11	-0.01	0.05	0.04	0.04
SchPar, γ_{04}	-0.09	0.05	0.005	0.03	-0.02	0.04	0.09*	0.04	0.08*	0.04	-0.04	0.04
SocEnt, γ_{05}	0.18*	0.09	0.01	0.04	0.03	0.03	0.07	0.08	0.06	0.04	0.12*	0.12
Lead, γ_{06}	-0.17	0.10	0.04	0.03	-0.006	0.03	-0.04	0.05	-0.07	0.04	-0.07	0.07

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

SE = Standard Error, Coeff. = Coefficient

Table4.8: The robust estimation of random effectby countries (Model 4; hypothetical model)

Random effects	East Asia								ASEAN			
	Hong Kong		Japan		South Korean		Taiwan		Singapore		Thailand	
	Var. comp.	SD	Var. comp.	SD	Var. comp.	SD	Var. comp.	SD	Var. comp.	SD	Var. comp.	SD
Between-school, u_0	0.32***	0.56	0.05***	0.23	0.04***	0.20	0.11***	0.33	0.24***	0.49	0.30***	0.55
Within-school, r	0.69***	0.82	0.92***	0.96	0.83***	0.90	0.82***	0.91	0.67***	0.82	0.53***	0.73
Level 1 variance explained (%)	5		6		11		14		11		7	
Level 2 variance explained (%)	27		28		33		35		4		12	

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

5. Conclusion

5.1 Discussion

It is noticeable that the between-school variance in Japan and Korea was the smallest (6%) while that of Hong Kong (38%) and Thailand (37%) was much higher. This confirms the previous study of Kaya and Rice (1990) that between-school variance of science achievement in Japan in TIMSS 2003 was very small (4%) in contrast with Singapore that between-school variance was higher than 50 percent. Kay and Rice explained that such small between-school variance in Japan was due to its homogeneity in school systems that rooted in the society. Japan is a relatively homogenous country in terms of migration and ethnicity. In Japan, most students attend public schools through the lower secondary level; diversification in schooling starts at high school. Less than 1% of the primary schools are private. Primary school classes are also large. On the contrary, Singaporean schools are more diverse and westernized due to the racial make-up and the policy of decentralization in education. Influenced by Goh ChokTok's "Thinking Schools, Learning Nations" policy since 1997, Singaporean schools have been given autonomy in deciding their own curriculum and materials and student-ability driven. For example, to cater intellectually gifted students to their top potential, Singapore Ministry of Education launched the Gifted Education Program (GEP). Currently, there are nine primary schools offering this program.

This study found that the between-school variance was explained more than the within-school variance. This variance reduced and explained in most countries was less than 10 percent. This means that the hypothetical model must have ignored some key predictive variables that had been found having strong effect on science achievement such as student's socio-economic status, the time spent on doing homework, levels of literacy. Some of these variables had been initially considered by the author but later were excluded from the model because there was no or limited information about the variables in the original questionnaire.

When looked at the effect of individual predictive variable, only self-efficacy and being a small school had effect on school science achievement in most countries. Others showed mixed results. Gender generally has no effect. This confirms many previous studies that had found that there was no or narrow gender gap in science

performance at primary level (Grenfield, 1995; Kahle, 2004). However, the gap was later widened in the secondary level. This is explainable in lenses of social psychology that secondary students like to work with their same-sex peers. Boys like to take a risk, get challenged, lead the group, and express their ideas in classroom. That is why boys outperform girls in previous TIMSS studies at secondary level. Boys are more recognized and paid more attention by their teacher (Dimitrov, 1999). This scenario is quite common in Asian context. The small gender gap in TIMSS 2011 at primary level can be pointed to successful policies in closing gender gap in education in some Asian countries. Korea, for example, has ensured gender equity in education and career. In 2012, Koreans celebrated their first female president-elect, Park Geun-hye, an engineering graduate. This is significant in the history of Korea and reflects the shifting norm in the society. Founded in 2001, Korea Ministry of Gender Equality and Family was established to promote gender equity for sustainable development. Regarded as equal humanpower, there were a number of related acts launched including Equal Employment Act in 1995, Women's Development Act in 1995, and five-year Comprehensive Plan for the Development of Women Resources and the Female Employment Expansion Measures in 2006.

This study found that parental involvement had mixed effect on science achievement; negative in Hong Kong and positive in Taiwan. The positive effect confirms the studies of Russell (1997) and Kaya and Rice (2010). Parental involvement means mental and financial support for more and better learning opportunity for the children but too much involvement can cause pressure, stress, and negative attitude toward learning science (Grolnick, Ryan, & Deci, 1991). Russell pointed to the big difference in the parental investment for their children in tutoring between the United States and top Asian countries. About 70 percent of parents in East Asia had paid for extra-school tutoring, almost three times higher than American parents. East Asian parents had higher expectation for their children. They thought this expense would guarantee better future for their loved ones in the increasing competitive job market.

The finding on the self-efficacy as the strongest and positive predictor on science achievement in all countries confirms the findings of Lieu, Wu and Zumbo (2006) and Elliot and Church (1997). Students with low self-efficacy toward a task are more likely to avoid it, while those with high self-efficacy are not only more likely to attempt the task, but they also will work harder and persist longer in the face of difficulties. Students with low self-efficacy don't have expectation and motivation in learning. They do not believe they have sufficient knowledge and skills to do well so they don't step out.

The finding on the negative effect of being a small school on school science achievement in most countries adds weight to some previous studies (Fowler & Walberg, 1991). In literature, the effect of being a small school on achievement varied; no effect, positive (Sander, 1993; Schreiber, 2002; Kantabutra & Tang, 2006) and negative effect. In western context, a small school has a number of advantages. A small school invites strong support from parents and community members as well as closer working relationships among the school staff. Teachers are more apt to know their students as individuals. The students are generally given more and equal learning opportunity in classroom. They interact more frequently and informally with the teacher and with each other. However, small school in some contexts, Thailand as an example, suffered tremendously from limited budget and shortages of science teachers and learning resources (Lieu, Wu & Zumbo, 2006).

5.2 Implication

We can learn how to raise science achievement and promote educational equity by examining models of science education in successful countries. Singapore and Korea have put much emphasis on inquiry based learning in science classroom. Both male and female students have given equal opportunity and are expected to work collaboratively and contribute to the community of learning; posing a question, designing and conducting scientific investigation, collecting, analyzing and interpreting data, drawing conclusion and applying scientific knowledge to solve real world problem. The teachers play vital role in establishing equitable classroom environment. They should be a facilitator providing thought-provoking yet attainable challenges, moral support and scaffolding for all students.

Regardless of gender, students grow in self-efficacy as they experience success in learning, just as they lose it in the face of repeated failure. Today, there are more world-recognized female Asian scientists; this could be brought in science classroom to inspire and motivate the girls. This could boost up their self-efficacy and positive attitude toward science. Love and understanding are indispensable in parental involvement in their child's learning. They should not over-schedule their child and listen to what their child loves and is good at and back it up. The parents should be a role model for learning. They might even establish a joint study time; for example, setting aside time to read together. The parents should lead children to read, talk about what they are reading, discuss the main ideas, new words and concepts, and ask about their favorite section. Regarding small school issue, rather than closing, as the case in Thailand, the government should ensure that children in remote areas have access to quality education and enroll in a school nearby their homes. Teacher capacity is built up whereas class is reduced in size and fully equipped with ICT. The government should engage communities in local decision-making on school management and governance.

6. Acknowledgements

This material is based upon work supported by the Thailand Research Fund under Grant No. RDG5710014. Any opinions, findings, and conclusions or recommendations expressed in this material are those of the author and do not necessarily reflect the views of the Thailand Research Fund.

References

- Baker, D., and LeTendre, G. (2005). *National Differences, Global Similarities: World Culture and the Future of Schooling*. Stanford CA: Stanford University Press.
- Chepete, P. (2008). *Modeling of the Factors Affecting Mathematical Achievement of Form 1 Students in Botswana based on the 2003 Trends in International Mathematics and Science Study*. (Unpublished Doctoral dissertation.), Indiana University, Indiana, USA
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Dallal, E. G. (2012). *Which predictors are more important?* Retrieved from www.jerrydallal.com/LHSP/importnt.htm
- Damrongpanit, S., & Ruengtrakul, A. (2013). Effects of learning style, school sector and school size on academic achievements of ninth-grade students in northeast area. *Journal of Research Methodology*, 26(1), 1-42.
- Dimitrov DM. 1999. Gender differences in science achievement: Differential effect of ability, response format, and strands of learning outcomes. *School science and mathematics*, 99(8), 445-450.
- Elliot, A. J., & Church, M. (1997). A hierarchical model of approach and avoidance achievement motivation. *Journal of Personality and Social Psychology*, 72, 218-232.
- Kahle, J. B. (2004). Will girls be left behind? Gender differences and accountability. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 961-969.
- Kaya, S. & Ric.D.C., 2010. Multilevel Effects of Student and Classroom Factors on Elementary Science Achievement in Five Countries. *International Journal of Science Education*. 32(10), 1337-1363
- Fowler, W. J., Jr., & Walberg, H. J. (1991). School size, characteristics and outcomes. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 13, 189-202.
- Greene, B. A., Miller, R. B., Crowson, H. M., Duke, B. L., & Akey, K. L. (2004). Predicting high school students' cognitive engagement and achievement: Contributions of classroom perceptions and motivation. *Contemporary Educational Psychology*, 29, 462-482.
- Grolnick, W. S., Ryan, R. M., & Deci, E. L. (1991). Inner resources for school achievement: Motivational mediators of children's perceptions of their parents. *Journal of Educational Psychology*, 83, 508-517.
- Kantabutra, S. & Tang, J. C. S. 2006. Urban-Rural and Size Effects on School Efficiency: The Case of Northern Thailand. *Leadership and Policy in Schools*, 5(4): 355-377.
- Lee, V., & Smith, J. B. (1993). Effects of school restructuring on the achievement and engagement of middle-grade students. *Sociology of Education*, 66, 164-187.
- Liu, Y., Wu, A.D. & Zumbo, B.D. (2006). The Relation between outside of school factors and mathematics achievement: a cross-country study among the U.S. and five top-performing Asian Countries. *Journal of*

Educational Research & Policy Studies,
6(1), 1-35.

Oakes, J. (1986). *Educational indicators: A guide for policymakers*. Wisconsin-Madison: Center for Policy Research in Education.

Raudenbush, S. W., & Bryk, A. S. (2002). *Hierarchical linear models: Application and data analysis methods* (2nd Ed.). California: Sage Publications, Ltd.

Rogoff, B. (1990). *Apprenticeship in thinking: Cognitive development in social context*. New York: Oxford University Press.

Russell, N. U. (1997). Lessons from Japanese cram schools. In W. K. Cummings & P. Altbach (Eds.), *The challenge of Eastern-Asian education: Lessons for America* (pp. 153–170). Albany, NY: State University of New York Press.

Sander, W. (1993). Expenditures and student achievement in Illinois: New evidence. *Journal of Public Economics*, 52(3), 403-416.

Schreiber, J. B. (2002). Institutional and student factors and their influence on advanced mathematics achievement. *Journal of Educational Research*, 95, 274–286.