

สมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยในเวทีโลก: ข้อค้นพบจาก TIMSS

ดร.พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ*

Abstract

The Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS) was initiated by the International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA) to measure trends in students' mathematics and science achievement in the areas of biology, physics, chemistry, earth science and nature and scientific inquiry worldwide. Additional information is gathered from the students, teachers and principal or head administrators to provide a context for the achievement data and to help explain differences in achievement such as attitudes and beliefs about teaching and learning, teaching assignments, class size and organization, topics covered, teaching tools, instructional practices, professional preparation and continuing development etc. In 1999, Thailand conducted TIMSS-R with an examination of 5,431 students from 150 schools and having 450 administrators, teaching staff and the people involved complete the questionnaires. The results pointed that Thai students did not excel internationally. Thai students performed below average and poorly as compared with students in other East Asian countries especially in the areas of chemistry and physics. The quality of teaching in science was reported inadequate and inefficient in terms of quality of science teachers, educational resources, and administration. Therefore, Thai government and all stakeholders were urged to identify quality improvements in teaching science as priorities.

รู้จัก TIMSS

The Trends in International Mathematics and Science Study หรือ TIMSS (Mullis, 2000; Martin, 2000) เป็นโครงการวิจัยที่จัดทำขึ้นโดยสมาคมนานาชาติเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา (The International Association for the Evaluation of Educational Achievement หรือ IEA) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในระดับนานาชาติและในระดับประเทศทำการสำรวจทุก ๆ 5 ปี โดยเริ่มต้นใน ค.ศ. 1995 ต่อมาในปี ค.ศ. 1999, 2003 และ 2007 ตามลำดับ โดยการศึกษาในแต่ละครั้งจะสำรวจในเรื่องเดียวกันแต่อาจมีความแตกต่างกันเล็กน้อยในเรื่องของระดับชั้นและจำนวนประเทศที่เข้าร่วมโครงการ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ระดับชั้นและจำนวนประเทศที่เข้าร่วมโครงการ TIMSS ในปีต่าง ๆ

	TIMSS 1995	TIMSS 1999	TIMSS 2003	TIMSS 2007
ระดับชั้น	ป.4 ม. 2 และ ม. 6	ม. 2	ป.4 และ ม. 2	ป.4 และ ม. 2
จำนวนประเทศที่เข้าร่วม	42	38	46	63

* อาจารย์ประจำสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (บางเขน) จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

TIMSS ทำการศึกษาในสองเรื่องได้แก่ ความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและสภาพการ
จัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ในด้านเนื้อหาครอบคลุมแนวคิดที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์กายภาพ
วิทยาศาสตร์ชีวภาพ วิทยาศาสตร์พื้นพิภพ วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ธรรมชาติและ การสืบเสาะหาความรู้ทาง
วิทยาศาสตร์ (ตารางที่ 2) โดยใช้แบบวัดแนวคิดซึ่งพัฒนาโดยผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาและการวัด
และประเมินผลจากหลายประเทศ แบบวัดประกอบด้วยข้อสอบแบบเลือกตอบและคำถามปลายเปิด เมื่อสร้าง
แบบวัดเรียบร้อยแล้วจะนำไปทดลองใช้เพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือในด้านความยาก อำนาจจำแนก
ประสิทธิภาพตัวดวง(ในกรณีข้อสอบแบบเลือกตอบ) ความเที่ยง การให้คะแนน และปรับปรุงก่อนนำไปใช้
ภายหลังเสร็จสิ้นการเก็บข้อมูลในแต่ละครั้งข้อสอบส่วนหนึ่งจะถูกเปิดเผยแก่สาธารณชนและจะมีการสร้าง
ข้อสอบใหม่เพื่อทดแทนส่วนเดิม

ตารางที่ 2 แนวคิดที่วัดใน TIMSS ในส่วนของวิชาวิทยาศาสตร์

เนื้อหาวิชา	แนวคิด
ชีววิทยา	ความหลากหลาย การจัดเรียงโครงสร้างของสิ่งมีชีวิต กระบวนการ และระบบในสิ่งมีชีวิต พันธุศาสตร์ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต ชีววิทยาของมนุษย์
เคมี	ประเภทและโครงสร้างของสสาร สมบัติของสสาร ปฏิกริยาเคมี
ฟิสิกส์	สมบัติทางกายภาพ แรงและการเคลื่อนที่ พลังงาน
วิทยาศาสตร์พื้นพิภพ	โครงสร้างโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงบนเปลือกโลก โลกใน จักรวาล
สิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ	มลภาวะ การอนุรักษ์ทรัพยากรดิน น้ำ อากาศ ทะเล การอนุรักษ์พลังงาน ประชากรมนุษย์ ความสามารถในการผลิตอาหาร พิบัติภัยทาง ธรรมชาติ
ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการ สืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กิจกรรมวิทยาศาสตร์ ปฏิสัมพันธ์ ระหว่างวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม เครื่องมือ วิธีการที่ใช้ในการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

ในส่วน of สภาพการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้นเก็บข้อมูลจากแบบสอบถามนักเรียน ครู
และผู้บริหาร และการวิเคราะห์วิดีโอทัศน์การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในห้องเรียนจริง (Videotape
Study) แบบสอบถามสำหรับครูสอบถามครูที่สอนนักเรียนที่ทำแบบวัดแนวคิด ประเด็นคำถามเกี่ยวกับทัศนคติ
และความเชื่อเกี่ยวกับการเรียนการสอน ลักษณะงานที่มอบหมายให้นักเรียน ขนาดและบรรยากาศในห้องเรียน
หัวข้อวิทยาศาสตร์ที่สอน สื่อการสอน วิธีสอน และการพัฒนาวิชาชีพของตนเอง แบบสอบถามสำหรับนักเรียน
ถามนักเรียนที่ตอบแบบวัดแนวคิด โดยมีประเด็นคำถามเกี่ยวกับกิจกรรมที่ทำในแต่ละวัน บทบาทของครอบครัว
ในการสนับสนุนการเรียนรู้ แหล่งการเรียนรู้ที่บ้าน ทัศนคติและความเชื่อเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอน วิธี
สอนที่ครูใช้ วิธีเรียนของตนเอง และลักษณะงานที่ได้รับมอบหมาย สำหรับแบบสอบถามสำหรับผู้บริหารถาม

ผู้บริหารโรงเรียนของนักเรียนที่ตอบแบบวัดแนวคิดเช่นกันในเรื่อง การมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการศึกษา บุคลากรในโรงเรียน นโยบายทางการศึกษา งบประมาณ การพัฒนาหลักสูตร จำนวนนักเรียน ปัญหา พฤติกรรมนักเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ที่เปิดสอน

เพื่อให้ผลการสำรวจในแต่ละประเทศสามารถเปรียบเทียบกันได้ ก่อนเก็บข้อมูล แต่ละประเทศต้องส่งข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะโรงเรียน กลุ่มตัวอย่างให้กับคณะกรรมการกลางจาก IEA พิจารณาก่อนเพื่อตรวจสอบว่า สามารถเป็นตัวแทนที่ดีของประเทศนั้น ๆ ได้หรือไม่ ตัวอย่างในกรณีประเทศสหรัฐอเมริกาซึ่งมีจำนวนประชากร ประมาณ 300 ล้านคน ในการสำรวจปี ค.ศ. 1995 กลุ่มตัวอย่างมาจาก 500 โรงเรียนมีจำนวนนักเรียนทั้งสิ้น 33,000 คน สำหรับประเทศไทยการสำรวจในปี ค.ศ. 1999 มีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เข้าร่วมโครงการ จำนวน 5,732 คนจากโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) และ สำนักบริหาร คณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน (สช.) จำนวน 150 โรงเรียน ในค.ศ. 1999 โครงการไม่ได้เก็บข้อมูลจาก นักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 แต่เก็บข้อมูลกับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งเคยเข้าร่วมโครงการ ในปี ค.ศ. 1995 หรือระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เดิม จึงเรียกการสำรวจในปีค.ศ. 1999 ว่า โครงการวิจัยและ ประเมินผลวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ร่วมกับนานาชาติ ครั้งที่ 3 (วิจัยซ้ำ) หรือ TIMSS - R นอกจากนี้ แบบวัดและแบบสอบถามถูกแปลเป็นภาษาประจำชาติของแต่ละประเทศโดยผู้เชี่ยวชาญ 2 คนซึ่งทำงานเป็น อิสระต่อกัน ในส่วนของเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลนักวิจัยและผู้ที่เกี่ยวข้องต้องผ่านการอบรมจาก IEA ก่อน เพื่อให้การดำเนินการอยู่มาตรฐานเดียวกันทั่วโลก

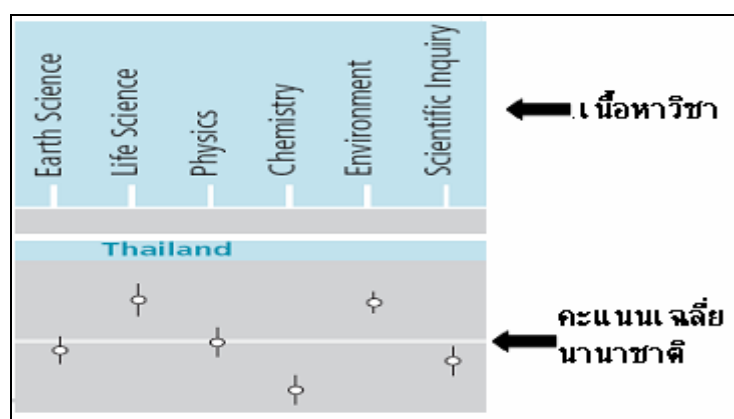
ข้อค้นพบจาก TIMSS 1999

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (สุนีย์ คล้ายนิล, 2545) ได้รับมอบจาก กระทรวงศึกษาธิการให้เป็นศูนย์ประสานงานวิจัยร่วมกับสมาคมนานาชาติ เพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา ในโครงการ TIMSS 1999 เพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาในวิชาวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ระหว่างปี 2540-2544 โดยทำการศึกษากลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 5,732 คน จากโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) และ สำนักบริหาร คณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน (สช.) จำนวน 150 โรงเรียน ในการศึกษาคั้งนี้มีประเทศที่เข้าร่วมโครงการทั้งหมด 38 ประเทศ ผลการประเมินพบว่า ประเทศในแถบเอเชียได้แก่ ประเทศจีน จีนไต้หวัน และ สิงคโปร์มีคะแนนเฉลี่ยวิทยาศาสตร์ในอันดับสูงสุด ตามมาด้วยประเทศฮังการี ประเทศญี่ปุ่นและประเทศเกาหลี ได้ตามลำดับ สำหรับประเทศไทยอยู่ในอันดับที่ 24 (ภาคผนวกตารางที่ 1) นักเรียนไทยได้คะแนนวิทยาศาสตร์ 482 คะแนน ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยนานาชาติ (488 คะแนน) แต่ไม่ถือว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และถูกจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกับประเทศ อิตาลี มาเลเซีย ลิทัวเนีย โรมาเนีย อิสราเอล

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจำแนกตามเนื้อหาวิชา พบว่านักเรียนไทยมีความสามารถอยู่ใน เกณฑ์ที่ 1 ได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพและสิ่งแวดล้อมโดยมีคะแนนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยนานาชาติอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ วิชาฟิสิกส์ วิทยาศาสตร์พื้นพิภพและกระบวนการสืบเสาะหาความรู้พบว่านักเรียนทำ คะแนนได้ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยมาตรฐานและมีแนวโน้มลดลงจากปี ค.ศ.1995 นักเรียนไทยมีจุดอ่อนในวิชาเคมี ดังแผนภาพที่ 1 โดยได้คะแนนต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยทั้งใน TIMSS - 1995 และ TIMSS - 1999 อย่างมีนัยสำคัญ

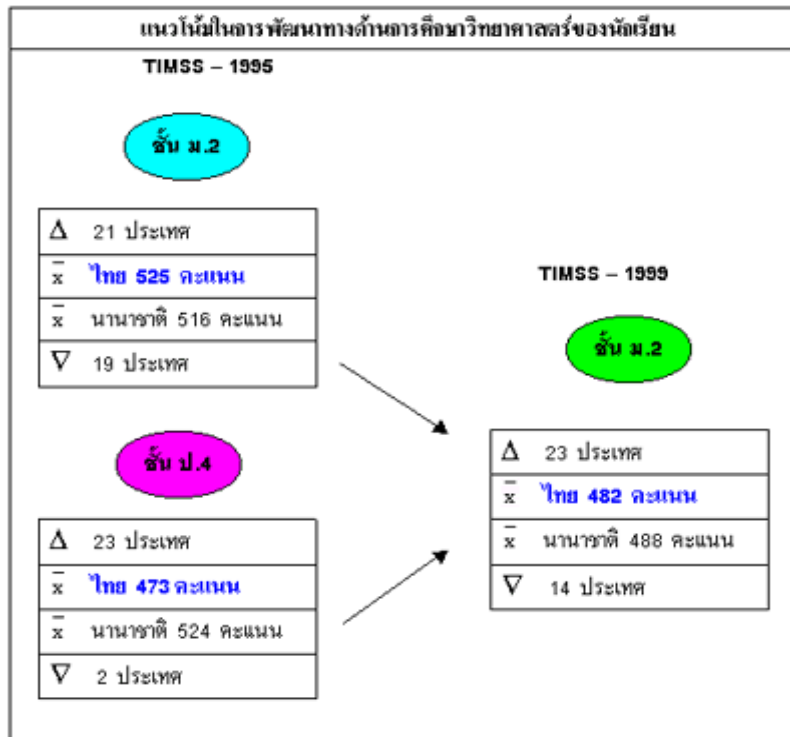
ทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบคะแนนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกับคะแนนที่เคยทำได้เมื่ออยู่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในปี ค.ศ. 1995 พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงขึ้น แต่เมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในปี ค.ศ. 1995 กับ 1999 พบว่า มีแนวโน้มลดลงอย่างมาก ประเทศไทยมีคะแนนวิทยาศาสตร์ลดลงมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับประเทศอื่น ๆ (แผนภาพที่ 2 และภาคผนวกตารางที่ 2) คือ ในปี ค.ศ. 1995 นักเรียนไทยชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้คะแนนเฉลี่ย 525 คะแนน สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยนานาชาติ (516 คะแนน) แต่ในปี 1999 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้คะแนนเฉลี่ย 482 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยนานาชาติ (488 คะแนน)

แผนภาพที่ 1 คะแนนของนักเรียนไทยเทียบกับคะแนนเฉลี่ยนานาชาติในเนื้อหาวิชาต่าง ๆ TIMSS-1999



ดัดแปลงจาก Mullis et al., 2000

แผนภาพที่ 2 แนวโน้มสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยจาก TIMSS 1995 และ 1999



ที่มา: สุนีย์ คล้ายนิล, 2545

การวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนของสภาพการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์อาจทำให้เข้าใจมูลเหตุของสมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยได้ ผลการสำรวจเผยให้เห็นความอ่อนด้อยของปัจจัยที่เอื้อให้เกิดการเรียนรู้อิทยาศาสตร์ประเทศไทย (สุนีย์ คล้ายนิล, 2545) ในเรื่อง การลงทุนทางการศึกษา คุณวุฒิครู ภูมิหลังของครอบครัวในด้านสถานภาพทางเศรษฐกิจและสังคม การจัดประสบการณ์ให้กับนักเรียนในด้านเวลาเรียนวิทยาศาสตร์ ทรัพยากรสำหรับการเรียนวิทยาศาสตร์ บรรยากาศในห้องเรียน วิธีการสอนของครู ขอบกประเด็นเรื่อง คุณภาพครูขึ้นมาพิจารณาเพราะจากผลการสำรวจครูน่าจะเป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลมากที่สุดต่อสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่า ประเทศไทยมีครูเคมีและครูวิชาฟิสิกส์ตรงตามวุฒิน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับประเทศอื่นๆ ในภูมิภาคเอเชีย เป็นที่น่าสังเกตว่าอาจมีความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครูที่จบตรงตามวุฒิกับสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนวิชานั้น ๆ ของนักเรียน ดังกรณีของจีนได้พบว่ามีจำนวนครูเคมีและฟิสิกส์ตรงตามวุฒิมากที่สุดและนักเรียนมีสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนวิชาเคมีและฟิสิกส์เป็นที่ 1 และ 2 จาก 38 ประเทศตามลำดับ ดังนั้นการที่นักเรียนไทยมีสัมฤทธิ์ผลวิชาเคมีและฟิสิกส์ต่ำอาจเป็นผลมาจากการขาดแคลนครูที่มีความเข้มแข็งในเนื้อหาเหล่านั้น นอกจากนี้วิธีการสอน ศิลปะในการถ่ายทอดเนื้อหาเพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจก็เป็นที่มีความสำคัญไม่ยิ่งหย่อนไปกว่ากัน แม้ว่าผลการสำรวจครั้งนี้จะระบุว่าประเทศไทยเป็นหนึ่งในหลายประเทศที่มีสัดส่วนการทำกิจกรรมในห้องเรียนสูงเนื่องด้วยครูยึดแนวการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามที่สวท.ได้เสนอรูปแบบไว้ในแบบเรียน แต่ข้อมูลดังกล่าวก็ไม่ได้เปิดเผยถึงความเข้าใจของครูเกี่ยวกับยุทธวิธีดังกล่าวและการปฏิบัติการสอนจริงในห้องเรียน ข้อมูลในเรื่องนี้ดูเหมือนจะขัดแย้งกับงานวิจัยหลายชิ้นที่ฉายภาพห้องเรียนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่เน้นการ “ติวเพื่อเอนท์” (พงศประพันธ์ และวรรณทิพา, 2548; Faikamta, 2006; Dasa, 2006; Kruethong, 2007; Jaiyen, 2007.)

ปัจจัยที่น่าสนใจและสมควรพิจารณาอีกประเด็นหนึ่งของ TIMSS 1999 คือ การจัดสรรเวลาเรียนและทรัพยากรการเรียนรู้อิทธิพลของโครงสร้างหลักสูตรระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (หลักสูตรเดิม) กำหนดเวลาเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 9 และ 8 ของเวลาเรียนทั้งหมดตามหลักสูตรซึ่งเป็นประเทศที่จัดเวลาเรียนให้สองวิชานี้น้อยที่สุด จากทั้งหมด 38 ประเทศ ในขณะที่ประเทศสิงคโปร์ ฮังการี กำหนดเวลาเรียนให้ทั้งสองวิชานี้คิดเป็นร้อยละ 15 ของเวลาเรียนทั้งหมด และเพิ่มขึ้นอีกในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำหรับอินโดนีเซีย เกาหลีใต้ จีน (ไต้หวัน) และ ฟิลิปปินส์ กำหนดเวลาเรียนคิดเป็นร้อยละ 14, 12, 11, และ 10 ตามลำดับ สำหรับในด้านทรัพยากรทางการศึกษานั้น พบว่าประเทศไทยขาดแคลนวัสดุอุปกรณ์การทดลอง การขาดแคลนวัสดุการสอน และการขาดแคลนสื่อต่างๆ ในห้องสมุดสำหรับวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ เมื่อเปรียบเทียบกับประเทศกลุ่มเอเชียด้วยกัน ได้แก่ จีน (ไต้หวัน) ฮังการี อินโดนีเซีย ญี่ปุ่น เกาหลีใต้ มาเลเซีย ฟิลิปปินส์ และ สิงคโปร์ พบว่า ประเทศไทยเป็นประเทศที่ขาดแคลนมากที่สุด รองลงมาได้แก่ ฟิลิปปินส์ และจีน (ไต้หวัน) ประเทศที่ขาดแคลนน้อย ได้แก่ สิงคโปร์ และญี่ปุ่น ข้อมูลในส่วนนี้สอดคล้องกับการลงทุนทางการศึกษา พบว่า ประเทศไทยมีการลงทุนทางการศึกษา เมื่อคิดเป็นจำนวนเงิน (Inter'l Dollars) ต่อ GNP แล้ว ประเทศมีการลงทุนทางการศึกษาน้อยกว่าประเทศสิงคโปร์ ญี่ปุ่น ฮังการี เกาหลีใต้ มาเลเซีย และมากกว่าประเทศฟิลิปปินส์และอินโดนีเซียเพียง 2 ประเทศ เท่านั้น

จะเห็นได้ว่า สมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์ของไทยยังไม่อยู่ในระดับที่น่าพอใจในเวทีโลก ผลวิจัยจากโครงการ TIMSS ทำให้เราต้องทบทวนและปรับปรุงคุณภาพของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในทุก ระดับซึ่งต้องอาศัยความร่วมมือกันอย่างจริงจังของทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง ไม่ว่าจะเป็นรัฐบาลที่ต้องพยายามผลักดันนโยบายทางการศึกษาของชาติสู่การปฏิบัติจริง ผู้บริหารต้องมีความเข้าใจ สนับสนุนและเอื้ออำนวยกระบวนการเรียนรู้อิทธิพลของชาติสู่การปฏิบัติจริง ผู้บริหารต้องมีความเข้าใจ สนับสนุนและเอื้ออำนวยกระบวนการเรียนรู้อิทธิพลของชาติสู่การปฏิบัติจริง ครูอาจารย์เองก็ต้องหมั่นศึกษาค้นคว้าความรู้ในด้านเนื้อหาสาระที่สอนและติดตามวิทยาการ นวัตกรรมทางการศึกษาต่าง ๆ และ จัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีคุณภาพให้กับผู้เรียน ในส่วนของสถาบันผลิตครูต้องพัฒนาครูก่อนประจำการให้มีศักยภาพตอบสนองความต้องการของสังคม ให้ครูก่อนประจำการมีความแม่นยำในเนื้อหาวิทยาศาสตร์และมีทักษะในการผนวกกลวิธีสอนที่เหมาะสมกับเพื่อให้ผู้เรียนวิทยาศาสตร์ (scientific literate person) และให้มีทักษะบริหารจัดการ ทักษะสังคม มีความเป็นผู้นำ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์อยู่ตลอดเวลา

เอกสารอ้างอิง

พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ และวรรณทิพา รอดแรงคำ. 2548. ความคิดเห็นของนักเรียนและครูเกี่ยวกับสภาพการจัดการเรียนการสอนเรื่องวิวัฒนาการ วิทยาศาสตร์ เกษตรศาสตร์ วิทยาศาสตร์ (สาขาสังคมศาสตร์). 25: 166-179.

สุนีย์ คล้ายนิล, 2545. การศึกษาวิทยาศาสตร์ไทยเทียบกับนานาชาติ. คอมมาดีไซน์แอนด์พริ้นท์:

กรุงเทพมหานคร

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2544. การพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ระดับโรงเรียนในประเทศไทยและผลกระทบที่เกิดขึ้น สำนักพิมพ์สวท: กรุงเทพมหานคร

- Dasa, J. 2006. Teaching and Learning using Conceptual Change Perspectives to Promote Grade 10 Students' Understanding and Problem-Solving Skills of Stoichiometry. Paper presented at 32nd Congress on Science and Technology of Thailand (STT 32), Bangkok, 11-12 October, 2006.
- Faikamta, C. 2006. A Case Study of a Thai Pre-service Chemistry Teacher's Pedagogical Content Knowledge Development during the Methods Course Paper presented at the Annual meeting of the Australasian Science Education Research Association Conference, Australia, 5-8 July 2006
- Jaiyen, Y. 2007. Teaching and Learning about the Nature of Equilibrium: A case study from Thai 11-Grade classroom. Proceedings presented at the Annual Meeting of the National Association of Research in Science Teaching, Louisiana, 15 -18 April, 2007
- Kruathong, T. 2007. ทศตริณ เครื่องทอง Learning and Teaching Heat and Thermodynamics in Thai High Schools. Paper presented at International Science Education Conference (ISEC), Singapore, 22-24 November, 2007.
- Mullis, I.V.S. and Others, 2000. TIMSS 1999 International Science Report U.S.A. Boston College
- Martin, M. O. and Others, 2000. TIMSS 1999 International Mathematics Report U.S.A. Boston College.

http://timss.bc.edu/timss1999i/science_achievement_report.html

<http://www.census.gov/main/www/popclock.html>

http://www.ipst.ac.th/research/TIM_PISA_V31.pdf

ภาคผนวก

ตารางที่ 1 คะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละประเทศที่เข้าร่วมโครงการ TIMSS 1999

ประเทศ	คะแนนเฉลี่ย	อายุเฉลี่ย
1.จีน(ไต้หวัน)	569	14.2
2.สิงคโปร์	568	14.4
3.ฮังการี	552	14.4
4.ญี่ปุ่น	550	14.4
5.เกาหลีใต้	549	14.4
6.เนเธอร์แลนด์	545	14.2
7.ออสเตรเลีย	540	14.3
8.สาธารณรัฐเชก	539	14.4
9.อังกฤษ	538	14.2
10.ฟินแลนด์	535	13.8
11.สโลวัก	533	14.3
12.เบลเยียม	535	14.1
13.สโลวีเนีย	533	14.8

14.แคนาดา	533	14.0
15.ฮ่องกง	530	14.2
16.รัสเซีย	529	14.1
17.บัลแกเรีย	518	14.8
18.สหรัฐอเมริกา	515	14.2
19.นิวซีแลนด์	510	14.0
20.ลัตเวีย	503	14.5
21.อิตาลี	493	14.0
22.มาเลเซีย	492	14.4
23.ลิทัวเนีย	488	15.2
ค่าเฉลี่ย	488	14.4
24.ไทย	482	14.5
25.โรมาเนีย	472	14.8
26.อิสราเอล	468	14.1
27.ไซปรัส	460	13.8
28.โมลโดวา	459	14.4
29.มาเซโดเนีย	458	14.6
30.จอร์แดน	450	14.0
31.อิหร่าน	448	14.6
32.อินโดนีเซีย	435	14.6
33.ตุรกี	433	14.2
34.คูเวต	430	14.8
35.ชิลี	420	14.2
36.ฟิลิปปินส์	345	14.1
37.มอร็อกโค	323	14.2
38.แอฟริกา	243	15.5

ตารางที่ 2 คะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่าง TIMSS 1995 และ 1999

ประเทศ	คะแนนเฉลี่ย		
	TIMSS 1995	TIMSS 1999	1999-1995
ลัตเวีย	476	503	27
ลิทัวเนีย	464	488	25
ฮ่องกง	510	530	20
แคนาดา	514	533	19
ฮังการี	537	552	16
ออสเตรเลีย	527	540	14
ไซปรัส	452	460	8
รัสเซีย	523	529	7
อังกฤษ	533	538	5
เนเธอร์แลนด์	541	545	3
สโลวาเกีย	532	535	3
ค่าเฉลี่ย	518	521	3

เกาหลีใต้	546	549	3
สหรัฐอเมริกา	513	515	2
เบลเยียม	533	535	1
โรมาเนีย	471	472	1
อิตาลี	497	498	1
นิวซีแลนด์	511	510	-1
ญี่ปุ่น	554	550	-5
สโลเวเนีย	541	533	-8
สิงคโปร์	580	568	-12
อิหร่าน	463	448	-15
สาธารณรัฐเชก	555	539	-16
บัลแกเรีย	545	518	-27
อิสราเอล	509	484	-25
แอฟริกาใต้	263	243	-20
ไทย	510	482	-28