การปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาของประเทศญี่ปุ่น

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภูมิศักดิ์ อินทนนท์

รองศาสตราจารย์ ดร. ฉันทนา จันทร์บรรจง

Dr. Shuichi Sugi

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ
สำนักนายกรัฐมนตรี

507.52 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ
ส 691 ก การปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาของประเทศญี่ปุ่น / ภูมิศักดิ์ อินทนนท์ และคณะ._ _ กรุงเทพฯ : กลุ่มงานพัฒนานโยบายวิทยาศาสตร์ศึกษา, สกศ., 2543.
หน้า.
ISBN
1. การปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษา 2. วิทยาศาสตร์-การศึกษา-ญี่ปุ่น
3. ภูมิศักดิ์ อินทนนท์ 4. ชื่อเรื่อง.

การปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาของประเทศญี่ปุ่น
โดย ภูมิศักดิ์ อินทนนท์ และคณะ

พิมพ์ครั้งที่ 1 ธันวาคม 2543
จำนวน 3,000 เล่ม
จัดพิมพ์เผยแพร่ กลุ่มงานพัฒนานโยบายวิทยาศาสตร์ศึกษา
สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ
ถนนสุโขทัย เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300
โทร. 668-7123 ต่อ 2517 โทรสาร 2431129
Web Site : http://www.onec.go.th
พิมพ์ที่

คำนำ

ปัจจุบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมให้เจริญก้าวหน้า รวมทั้งสร้างเสริมขีดความสามารถของประเทศในการแข่งขันระดับนานาชาติ ประเทศไทยได้เล็งเห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เนื่องจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีได้มาเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของบุคคลมากขึ้น และเป็นเครื่องมือสำคัญที่จะช่วยยกระดับมาตรฐานความเป็นอยู่ของประชาชนให้สูงขึ้น การจะส่งเสริมพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจะต้องอาศัยการวางรากฐานทางการศึกษาที่มีคุณภาพ ดังนั้น จึงมีความจำเป็นเร่งด่วนที่จะยกระดับการพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา เพื่อทำให้คนไทยทุกคนมีความรู้ความเข้าใจในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อเป็นรากฐานในการดำเนินชีวิตได้อย่างรู้เท่าทัน และนำไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ได้กำหนดแนวการจัดการศึกษาที่ยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด ต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ นอกจากนี้ยังให้ความสำคัญเกี่ยวกับการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ เนื่องจากวิชาดังกล่าว เป็นเครื่องมือสำคัญในการเรียนรู้ในระดับที่สูงขึ้นและเป็นพื้นฐานในการพัฒนาประเทศ อย่างไรก็ตาม วิทยาศาสตร์ศึกษาในประเทศไทยยังประสบปัญหาหลายประการ ทั้งด้านหลักสูตร การเรียนการสอน การวัดและประเมินผล รวมทั้งการส่งเสริมบรรยากาศการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นอกโรงเรียน ซึ่งมีส่วนสำคัญในการสร้างเสริมทัศนคติของสังคมที่มีต่อการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติจึงได้ดำเนินการศึกษาแนวทางการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาของประเทศต่าง ๆ ที่ประสบผลสำเร็จ เพื่อนำแนวคิดและประสบการณ์ของประเทศเหล่านั้นมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับบริบทของสังคมไทย

สำนักงานฯ ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภูมิศักดิ์ อินทนนท์ รองศาสตราจารย์ ดร.ฉันทนา จันทร์บรรจง และ Dr. Shuichi Sugi ที่ได้กรุณาดำเนินการศึกษาวิจัย เรื่อง การปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาของประเทศญี่ปุ่น เพื่อเป็นองค์ความรู้สำหรับการพัฒนานโยบายวิทยาศาสตร์ศึกษาของไทย ซึ่งจะเป็นปัจจัยที่สนับสนุนให้การปฏิรูปการศึกษาของชาติประสบความสำเร็จต่อไป

(นายรุ่ง แก้วแดง)

เลขาธิการคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ

คำชี้แจงของคณะนักวิจัย

งานวิจัย เรื่อง การปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษา เป็นงานที่ได้รับมอบหมายจากคณะอนุกรรมการจัดทำแนวทางการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษา โดยการสนับสนุนทุนวิจัยของ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี คณะนักวิจัย ซึ่งเป็นอาจารย์สังกัดมหาวิทยาลัยนเรศวร ได้แก่ ผศ.ดร.ภูมิศักดิ์ อินทนนท์และ Dr. Shuichi Sugi จากคณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และ รศ.ดร. ฉันทนา จันทร์บรรจง จากคณะศึกษาศาสตร์ ได้ร่วมกันดำเนินงาน โดยทำการศึกษาค้นคว้าจากเอกสารทั้งภาคภาษาไทย ภาษาอังกฤษ และภาษาญี่ปุ่น ซึ่งเอกสารจากญี่ปุ่นนั้น ในส่วนของเอกสารหลักสูตรประถมศึกษา หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น และหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย ได้จัดหาหลักสูตรฉบับล่าสุด คือ ฉบับปรับปรุงปี พ.ศ. 2541 2542 จากประเทศญี่ปุ่น ส่วนเอกสารตำราเรียนวิทยาศาสตร์ที่นำมาวิเคราะห์เกี่ยวกับมาตรฐานตำราเรียน นั้น ได้รับมอบจากผู้ปกครองของนักเรียนญี่ปุ่น เมื่อ พ.ศ. 2535 เป็นเอกสารที่รัฐบาลท้องถิ่นจัดหาให้นักเรียนระดับการศึกษาภาคบังคับโดยไม่เสียค่าใช้จ่าย และไม่มีจำหน่ายทั่วไปในท้องตลาด

การวิจัยต้องใช้เวลาค่อนข้างมาก เพราะผู้วิจัยทุกคน มีภารกิจหลายด้านและไม่มีโอกาสได้ประชุมหารือกันบ่อยนัก เพราะสังกัดต่างคณะวิชา แต่ในที่สุด งานก็เสร็จลงตามวัตถุประสงค์ ด้วยความกรุณาของเลขาธิการคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (ดร.รุ่ง แก้วแดง) และ ฝ่ายประสานงานของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ คณะนักวิจัยจึงขอกราบขอบคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ภูมิศักดิ์ อินทนนท์
Shuichi Sugi
ฉันทนา จันทร์บรรจง

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร

การศึกษาวิจัย เรื่อง การปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาในประเทศญี่ปุ่น ครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ คือ

1. เพื่อทราบนโยบาย กลยุทธ์ และความสำเร็จในการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาของญี่ปุ่น
2. เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาของประเทศญี่ปุ่น
   - 2.1 วิสัยทัศน์ผู้นำประเทศ กฎหมาย และนโยบายวิทยาศาสตร์ศึกษา
   - 2.2 หลักสูตรและรูปแบบการจัดการเรียนการสอนในแต่ละระดับการศึกษา
   - 2.3 การพัฒนาครูประจำการและนักศึกษาครูสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา
   - 2.4 มาตรฐานการศึกษาและแนวทางการประเมินผลวิทยาศาสตร์ศึกษา
   - 2.5 รูปแบบการให้การศึกษานอกโรงเรียน ด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา
   - 2.6 การสนับสนุนวิทยาศาสตร์ศึกษาจากภาคเอกชน
3. เพื่อเปรียบเทียบกับวิทยาศาสตร์ศึกษาในประเทศไทย และเสนอแนะแนวทางการนำมาประยุกต์ใช้

วิธีดำเนินการวิจัย เป็นการวิจัยเชิงพรรณนา โดยรวบรวมและสืบค้นเอกสารที่เกี่ยวข้อง จากหน่วยงานระดับนโยบาย ระดับปฏิบัติ ผลการวิจัย ข้อมูลจากการสืบค้นในระบบอินเตอร์เน็ต โดยคณะผู้วิจัย ซึ่งมีประสบการณ์การศึกษาระดับปริญญาเอกในประเทศญี่ปุ่น 2 คน สาขาเกษตรศาสตร์ 1 คน สาขาการศึกษา 1 คน และนักวิจัยชาวญี่ปุ่น ที่จบระดับปริญญาเอกทางเกษตรศาสตร์1 คน

ข้อค้นพบ

1. นโยบาย กลยุทธ์ และความสำเร็จในการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาในอดีต

ประเทศญี่ปุ่นรับวิทยาการจากประเทศตะวันตกตั้งแต่สมัยโทกุคาวะ ต่อมาในสมัยเมจิ ได้มีนโยบายส่งเสริมวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาอุตสาหกรรมและความเข้มแข็งของกองทัพ นโยบายนี้ สืบเนื่องต่อมาจนถึงสมัยสงครามโลกครั้งที่ 2 แต่เมื่อแพ้

สงคราม ก็ตระหนักว่า วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศตน ยังไม่ก้าวหน้าเท่าที่ควร จึงหันมาเน้นนโยบายวิทยาศาสตร์เพื่อฟื้นฟูประเทศที่มุ่งสู่สันติ

กลยุทธ์ในสมัยเมจิ คือ นำเข้าและพัฒนาเทคโนยีเพื่ออุตสาหกรรม ส่งนักศึกษาไปเรียนต่อทางวิทยาศาสตร์ในประเทศตะวันตก จ้างอาจารย์และนักวิทยาศาสตร์จากต่างประเทศมาสอนในมหาวิทยาลัย จัดตั้งสมาคมวิชาการทางวิทยาศาสตร์ขึ้น สนับสนุนการวิจัยและการแปล จัดตั้งองค์กรเพื่อการค้นคว้าวิจัยขั้นสูง โดยมีกฎหมายรองรับ ต่อมาในสมัยไทโช ใช้กลยุทธ์ เช่น จัดตั้งสถาบันวิจัยแห่งชาติสังกัดมหาวิทยาลัยแห่งพระจักรพรรดิ เพิ่มทุนอุดหนุนการวิจัย แลกเปลี่ยนความรู้และนักวิจัยกับต่างประเทศ ในสมัยก่อนสงครามโลกครั้งที่ 2 สมเด็จพระจักรพรรดิพระราชทานพระราชทรัพย์ส่วนพระองค์เพื่อเสริมสร้างความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ นำไปสู่การจัดตั้งสมาคมเพื่อเสริมสร้างความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์แห่งประเทศญี่ปุ่น (JSPS) เน้นเทคนิควิทยาศาสตร์เพื่อการสงครามและความแข็งแกร่งเชิงโครงสร้างการบริหารวิทยาศาสตร์ศึกษา ในสมัยหลังสงครามโลกครั้งที่ 2 ใช้กฎหมายสภาวิทยาศาสตร์แห่งชาติ กำหนดให้วิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานของประเทศที่มีวัฒนธรรม จัดกิจกรรมปีภูมิศาสตร์กายภาพสากล ขยายมหาวิทยาลัย และขยายสถาบันวิจัยในสังกัดมหาวิทยาลัยแห่งชาติ เป็นต้น

ความสำเร็จในการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาสมัยเมจิ คือ ผลงานของนักวิจัยญี่ปุ่น ได้รับการตีพิมพ์ในระดับนานาชาติ และมหาวิทยาลัยหลายแห่งจัดตั้งวิทยาลัยทางเทคนิคและทางการเกษตร สมัยไทโช มีการจัดตั้งสถาบันวิจัยหลายสาขาวิชา ทั้งภาครัฐและเอกชน มีหน่วยงานสนับสนุนการวิจัยทั้งภาครัฐและเอกชน มีการจัดตั้งสภาวิจัยแห่งชาติ และมีการประชุมทางวิชาการระดับนานาชาติหลายครั้ง สมัยก่อนสงครามโลกครั้งที่ 2 รัฐบาลให้เงินอุดหนุนแก่ JSPS จำนวนมาก และมีการเสริมความแข็งแกร่งเชิงโครงสร้าง การจัดสรรทุนวิจัยครอบคลุมถึงการวิจัยทางสังคมศาสตร์ และมีการปรับปรุงสภาวิจัยแห่งชาติให้เข้มแข็งขึ้น ในสมัยหลังสงครามโลกครั้งที่ 2 คือ การจัดตั้งสภาวิทยาศาสตร์แห่งขาติ และหลังจากปี พ.ศ. 2500 จำนวนผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด มหาวิทยาลัยมีจำนวนเพิ่มขึ้นหลายเท่า และมีการปรับโครงสร้างบัณฑิตยสภา

ผลจากการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาอย่างต่อเนื่องยาวนาน ประกอบกับการพัฒนาวิทยาศาสตร์เพื่อนำประเทศไปสู่สันติภาพ หลังสงครามโลกครั้งที่ 2 ทำให้ญี่ปุ่นมีความก้าวหน้าทางอุตสาหกรรมสูงมาก โครงสร้างของอุตสาหกรรมได้เปลี่ยนแปลงจากอุตสาหกรรมแบบปฐมภูมิ เป็นอุตสาหกรรมแบบทุติยภูมิและแบบตติยภูมิ ความสามารถทางการสินค้าอุตสาหกรรมอยู่ในระดับแนวหน้าของโลก

2. วิสัยทัศน์ของผู้นำประเทศในการปฏิรูปการศึกษาครั้งล่าสุด เมื่อ พ.ศ. 2527 มีสาเหตุจากปัญหาของวิทยาศาสตร์ศึกษาในญี่ปุ่น ช่วงทศวรรษที่ 1980 เช่น จำนวนนักเรียนที่เลือกเรียนวิชาฟิสิกส์ในระดับมัธยมปลายลดลงอย่างน่าวิตก เมื่อจบมัธยมปลายแล้วไม่นิยมเรียนต่อสายวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การสอนคอมพิวเตอร์ในโรงเรียนประถมและมัธยม ยังอยู่เพียงแค่ระดับเริ่มต้น ถึงแม้วิทยาการคอมพิวเตอร์ของประเทศจะอยู่ในอันดับสองของโลก

ผู้นำประเทศ ประกาศยุทธศาสตร์หลักการปฏิรูปการศึกษา โดยระบุว่าจำเป็นต้องปฏิรูปการศึกษาทั้งระบบ เพราะต้องก้าวทันการเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้างของ อุตสาหกรรม ทันความก้าวหน้าของเทคโนโลยีสารสนเทศ และทันความต้องการในการเรียนรู้ตลอดชีวิตของประชาชน

นโยบายการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษา แทรกอยู่ในประกาศของคณะรัฐมนตรี เรื่อง นโยบายเร่งด่วนเพื่อดำเนินการปฏิรูปการศึกษา หลังจากนั้น มีประกาศของคณะรัฐมนตรี เรื่อง นโยบายส่งเสริมการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ ตามมาอีก เน้นการปรับปรุงศักยภาพหน่วยงานวิจัยในมหาวิทยาลัยและระหว่างมหาวิทยาลัย เพิ่มงบประมาณสนับสนุนการวิจัย ส่งเสริมการวิจัยพื้นฐานเชิงลึก ส่งเสริมความร่วมมือทางการวิจัยระหว่างมหาวิทยาลัยกับภาคอุตสาหกรรม และจัดระบบสารสนเทศที่เชื่อมโยงเครือข่ายทั่วประเทศเพื่อเอื้อต่อการวิจัย ส่วนนโยบายของกระทรวงการศึกษา ฯ ที่สำคัญ คือ การส่งเสริมสิ่งแวดล้อมและการคิดอย่างเป็นวิทยาศาสตร์

ญี่ปุ่นใช้กฎหมายเป็นเครื่องมือในการบริหารวิทยาศาสตร์ศึกษามาหลายสิบปีแล้ว กฎหมายที่สำคัญ ได้แก่ กฎหมายการส่งเสริมอุตสาหกรรมศึกษา กฎหมายการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ศึกษา และกฎกระทรวงที่ออกตามความในกฎหมายดังกล่าว

3. หลักสูตรและการสอนวิทยาศาสตร์ศึกษาในญี่ปุ่น มีมาตั้งแต่ พ.ศ. 2415 ในช่วงแรกเน้นวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับธรรมชาติ ต่อมาได้ปรับปรุงหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์อีกหลายครั้ง เฉพาะหลังจากสงครามโลกครั้งที่ 2 ถึง พ.ศ. 2532 มีการปรับปรุง 5 ครั้ง มีแนวโน้มในการเน้นวิทยาศาสตร์เพื่อชีวิตประจำวัน ให้เด็กเป็นศูนย์กลาง แก้ปัญหาอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ การใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ในการสอน การเรียนรู้อย่างเป็นระบบ มีทักษะการคิดอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ เรียนรู้แบบสอบสวนความรู้ มีความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์และใช้วิธีการเชิงวิทยาศาสตร์ บูรณาการเนื้อหาวิทยาศาสตร์กับชีวิตจริง และการเรียนรู้จากประสบการณ์

หลังจากการปฏิรูปการศึกษาเมื่อ พ.ศ. 2527 หลักสูตรวิทยาศาสตร์ศึกษาถูกปรับปรุงเมื่อ พ.ศ. 2532 และ พ.ศ. 2535 เพื่อให้เน้นการสังเกตและการทดลองมากขึ้น เน้นความสอดคล้องกับความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีของสังคมโลก และสอดคล้องกับชีวิตและสถานการณ์จริง

หลังจากนั้น มีการปรับปรุงหลักสูตรอีกครั้งหนึ่ง ประกาศใช้เมื่อปีการศึกษา 2542 วิทยาศาสตร์ระดับประถมและมัธยมศึกษาถูกลดเวลาเรียนลงอีก แต่ได้เพิ่มชั่วโมงการเรียนรู้แบบบูรณาการ วิชาวิทยาศาสตร์ซึ่งให้เริ่มเรียนในชั้นประถมปีที่ 3 มาตั้งแต่ พ.ศ. 2532 เน้นการสังเกตและการทดลองเกี่ยวกับธรรมชาติรอบตัว ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น จำแนกเนื้อหาวิทยาศาสตร์เป็น 2 ส่วน คือ ฟิสิกส์และเคมีกับชีววิทยาและโลก/อวกาศ เน้นการสังเกต การทดลอง และการค้นคว้าวิจัย โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับสิ่งรอบตัวและปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ส่วนหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายสายสามัญ แบ่งเป็น 6 กลุ่มวิชา คือ พื้นฐานวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์บูรณาการ ก-ข ฟิสิกส์ 1-2 เคมี 1-2 ชีววิทยา 1-2 และ Earth Science 1-2 เน้นการสังเกต การทดลอง และการค้นคว้าวิจัยเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ รอบตัวและปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เน้นความรู้เชิงลึก และการพัฒนาความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ ได้เพิ่มวิชาสารสนเทศอีก 6 หน่วยกิต

รายละเอียดในหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ของทุกระดับ นอกจากจะระบุเนื้อหาวิชาอย่างกว้าง ๆ แล้ว ยังเสนอแนะการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติ เสนอแนะการจัดทำแผนการสอนและการเลือกเนื้อหาวิชา ให้เหมาะสมกับสภาพท้องถิ่นและผู้เรียนแต่ละคน

การจัดให้มีชั่วโมงการเรียนรู้แบบบูรณาการในหลักสูตรปรับปรุง ปี พ.ศ.2541 และ พ.ศ.2542 เปิดโอกาสให้โรงเรียนพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ ที่ยืดหยุ่นตามสภาพความเป็นจริงของท้องถิ่น โรงเรียน และนักเรียนแต่ละคน โรงเรียนอาจนำเวลาสำหรับชั่วโมงการเรียนรู้แบบบูรณาการ ไปใช้จัดกิจกรรมการศึกษาค้นคว้า การปฏิบัติ การทดลอง การสำรวจ การทำโครงงานเรื่องที่แต่ละคนสนใจ เนื้อหากิจกรรมอาจเกี่ยวข้องกับวิชาใดวิชาหนึ่งหรือหลายวิชาก็ได้ ดังนั้น นักเรียนอาจนำชั่วโมงนี้มาใช้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์เชิงบูรณาการหรือเรียนรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่งในเชิงลึก

ผลสัมฤทธิ์ของวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา มีผลอย่างยิ่ง ต่อการสอบเข้าศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาสายวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทำให้ครูวิทยาศาสตร์เน้นการบรรยายให้ได้เนื้อหาครบถ้วน เพื่อเตรียมเด็กเข้าศึกษาต่อ มากกว่าการสอนแบบค้นคว้า และทดลองปฏิบัติ

ในระดับอุดมศึกษา วิชาวิทยาศาสตร์มีระดับสูงกว่ามัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นรายวิชาในหมวดการศึกษาทั่วไปของสายศิลปศาสตร์ และเป็นวิชาเอกของสายวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การสอนวิทยาศาสตร์เน้นการทดลองในห้องปฏิบัติการ ศึกษาค้นคว้านอกห้องเรียน และการทำโครงการวิจัย มักเปิดให้ใช้ห้องปฏิบัติการนอกเวลาปกติและมีสื่อและอุปกรณ์การสอนพอเพียง

หลังปฏิรูปการศึกษาเมื่อปี พ.ศ. 2527 มีการจัดสรรเงินอุดหนุนการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ ให้แก่สถาบันอุดมศึกษาเพิ่มขึ้นเกือบ 3 เท่า และจัดตั้งศูนย์สารสนเทศทางวิทยาศาสตร์ ปรับปรุงระบบเครือข่ายสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการวิจัย ส่งเสริมการศึกษาวิชาดาราศาสตร์ การศึกษาเกี่ยวกับอวกาศ การวิจัยเกี่ยวกับกัมมันตภาพของนิวเคลียร์ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ และวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม เป็นต้น นอกจากนี้ยังส่งเสริมการแลกเปลี่ยนนักวิจัยกับนานาชาติอย่างจริงจัง และจัดตั้งสถาบันการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพิ่มขึ้น

4. นักศึกษาที่จะเป็นครูของญี่ปุ่น ต้องผ่านการศึกษาในระบบมหาวิทยาลัยหรือวิทยาลัย เมื่อจบแล้วต้องสอบขอรับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพครู ใบอนุญาตนี้จำแนกประเภทตามระดับโรงเรียนและภูมิหลังทางการศึกษาของผู้สมัคร วิชาบังคับสำหรับผู้ที่จะสอบเข้าเป็นครูประถมศึกษา คือ ภาษาญี่ปุ่น สังคมศึกษา คณิตศาสตร์

วิทยาศาสตร์ สิ่งแวดล้อมของชีวิต ดนตรี ศิลปะ งานช่าง การเรือน และพลศึกษา ส่วนผู้ที่จะเป็นครูมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย ต้องสอบวิชาเฉพาะสาขาด้วย โรงเรียนที่รับเข้าเป็นครู จะเป็นผู้กำหนดคุณสมบัติเหล่านี้ โดยบังคับว่า ต้องเรียนวิชาจริยศึกษา และวิธีสอนจริยศึกษามาแล้ว

หลักสูตรศึกษาศาสตร์/ครุศาสตร์ ระดับปริญญาตรี จำแนกเป็น 4 หมวด คือ หมวดวิชาพื้นฐานทางการศึกษา หมวดวิชาการสอนวิชาเอก/สอนจริยศึกษาและกิจกรรมพิเศษ หมวดวิชาแนะแนว และการฝึกสอน นักศึกษาครูในมหาวิทยาลัยทั่วไป จะเรียนรวมกับนักศึกษาสาขาอื่น ใน 2 ปีแรก เรียนวิชาเอกในปีที่ 3-4 และเรียนวิชาชีพตามความจำเป็น การฝึกสอน ใช้ระยะเวลา 4-6 สัปดาห์

ครูโรงเรียนรัฐบาล ต้องเข้ารับการฝึกอบรมระหว่างประจำการและค้นคว้าวิจัยอย่างสม่ำเสมอ ตามข้อบังคับของทางราชการ ต้นสังกัดต้องฝึกอบรมครูอย่างเป็นระบบ ศูนย์ฝึกอบรมครูมีทุกจังหวัด การอบรมครูวิทยาศาสตร์ เน้นการค้นคว้าทดลองและปฏิบัติจริง

สถาบันอุดมศึกษาที่จัดการศึกษาสำหรับครู มักมีหลักสูตรปริญญาตรี โท และเอก ครูประจำการอาจลาศึกษาต่อ สาขาวิชาที่ครูวิทยาศาสตร์นิยมศึกษาต่อในระดับบัณฑิตศึกษา คือ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม

ครูมีสิ่งเอื้ออำนวยสำหรับการพัฒนาตนเองด้านการสอนวิชาวิทยาศาสตร์หลายอย่าง เช่น คู่มือการสอน ซึ่งมีจำหน่ายทั่วไปในราคาถูก สถานภาพของครูในญี่ปุ่น ค่อนข้างสูงและเป็นที่ยอมรับของสังคม ครูมีเสรีภาพทางวิชาการมากและมีความรับผิดชอบที่จะพัฒนาตนเอง วัฒนธรรมญี่ปุ่นเอื้อต่อการทำงานเป็นทีมและการเรียนรู้จากเพื่อนครู กิจกรรมพิเศษของโรงเรียน เป็นกระบวนการพัฒนาครูทางอ้อม

5. เครื่องมือในการกำหนดมาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษาในโรงเรียนคือหลักสูตรแกนกลาง หรือ Course of Study ซึ่งกำหนดมาตรฐานขั้นต่ำของเวลาเรียนมาตรฐานด้านเนื้อหา แนวการสอนภาคปฏิบัติ แนวการจัดทำแผนการสอน และเลือกเนื้อหาให้เหมาะกับสภาพท้องถิ่นและแต่ละบุคคล

มาตรฐานของตำราเรียนวิทยาศาสตร์มีระดับสูง เพราะมีระบบอนุมัติตำราเรียนที่รัดกุม เปิดให้ภาคเอกชนกับผู้ทรงคุณวุฒิทางวิชาการ ร่วมมือกันจัดทำตำรา

ที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ เป้าหมาย และเจตนารมณ์อื่น ๆ ของหลักสูตร สอดคล้องกับสภาพของท้องถิ่นและผู้เรียน และเปิดโอกาสให้ครูมีส่วนร่วมในการเลือกตำราเรียน

กฎกระทรวงออกตามความในกฎหมายการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ศึกษา ได้กำหนดเกณฑ์มาตรฐานอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ไว้อย่างชัดเจน นอกจากนั้น กฎหมายการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ศึกษา ยังกำหนดให้รัฐบาลจัดสรรเงินอุดหนุนการจัดซื้ออุปกรณ์เหล่านี้ ให้แก่โรงเรียนในสังกัดองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

การประเมินผลวิทยาศาสตร์ศึกษา ในระดับการศึกษาภาคบังคับ ยึดหลักการเลื่อนชั้นโดยอัตโนมัติ ส่วนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นการเรียนการสอนแบบระบบหน่วยกิต ประเมินผลการเรียนชนิดจำแนกเกรด โดยประเมินผลทั้งด้านความรู้ความเข้าใจ ด้านเจตคติและวิธีคิดอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ และด้านทักษะกระบวนการค้นคว้าหาความจริงตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ความแข็งแกร่งทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของญี่ปุ่น เมื่อเทียบกับนานาประเทศที่พัฒนาแล้วและกำลังพัฒนา พบว่ามีมาตรฐานระดับสูง ประมาณอันดับ 3 ของโลก

6. การศึกษานอกโรงเรียนด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาในญี่ปุ่น มีหลากหลายรูปแบบ เช่น ค่ายธรรมชาติศึกษาสำหรับเด็ก ศูนย์เยาวชน พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ สวนสัตว์ พิพิธภัณฑ์สัตว์น้ำ ฯลฯ และมีการพิมพ์หนังสือและสิ่งพิมพ์เพื่อให้ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์อย่างกว้างขวาง สื่อมวลชนประเภทโทรทัศน์และวิทยุก็มีบทบาทมากในการจัดวิทยาศาสตร์นอกระบบโรงเรียน นอกจากนี้ มีระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่ให้ข้อมูลและสารสนเทศเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์อีกมากมาย โดยรัฐบาลได้จัดตั้งศูนย์สำหรับระบบสารสนเทศทางวิทยาศาสตร์ขึ้น มหาวิทยาลัยต่าง ๆ ก็มีระบบ campusLAN ให้เรียนรู้ด้วยตนเองได้

ภาคเอกชนมีส่วนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ศึกษานอกโรงเรียนทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น ผลิตสินค้าสำหรับวิทยาศาสตร์ศึกษาออกจำหน่ายอย่างแพร่หลาย ในราคาไม่แพงและสอดแทรกเนื้อหาวิทยาศาสตร์ศึกษาในกิจกรรมการท่องเที่ยว เป็นต้น ประกอบกับนโยบายวิทยาศาสตร์ศึกษาในระบบโรงเรียนส่งเสริมการเรียนรู้ จากนอกโรงเรียน จึงทำให้แหล่งท่องเที่ยวเพื่อธรรมชาติศึกษาและวัฒนธรรมศึกษา รุ่งเรืองมาก การจัดงานแสดง Science EXPO เป็นอีกรูปแบบหนึ่ง ซึ่งมีประสิทธิผลมากและเป็นที่

นิยมแพร่หลายมากขึ้น นอกจากนี้ การศึกษาในสถานประกอบการซึ่งจัดโดยภาคอุตสาหกรรม เป็นรูปแบบที่มีความเป็นมายาวนาน สืบเนื่องจากวัฒนธรรมการทำงานของชาวญี่ปุ่น การฝึกอบรมในโรงงาน ในสาขาวิชาทางเทคนิค และสาขาวิชาเทคนิควิธีการผลิต เป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้อุตสาหกรรมของญี่ปุ่นก้าวสู่ระดับแนวหน้าของโลก

7. การเปรียบเทียบวิทยาศาสตร์ศึกษาในประเทศญี่ปุ่นกับวิทยาศาสตร์ศึกษาในประเทศไทย พบว่า มีความแตกต่างกับประเทศไทยมากทุกด้าน ประเทศญี่ปุ่นมีวิสัยทัศน์ของผู้นำที่ชัดเจนแต่ค่อนข้างก้าวร้าว มีนโยบายที่ต่อเนื่องแน่นอน กลยุทธ์มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล ด้านหลักสูตรและการสอน ญี่ปุ่นปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ศึกษาอย่างต่อเนื่อง เน้นการสังเกตและการทดลอง สนับสนุนให้ปฏิบัติจริง และเน้นเนื้อหาที่สัมพันธ์กับสภาพท้องถิ่น การพัฒนานักศึกษาครูเน้นเนื้อหาวิชาชีพครูและวิชาพื้นฐานมากกว่าการฝึกสอน แต่มีการฝึกอบรมครูประจำการที่เป็นระบบต่อเนื่อง มีแผนการที่รัดกุม ด้านมาตรฐานของวิทยาศาสตร์ศึกษา ใช้หลักสูตรกลางเป็นสิ่งกำหนดมาตรฐานของเวลา วัตถุประสงค์ เนื้อหาอย่างกว้าง วิธีสอนภาคปฏิบัติ การทำแผนการสอน การเลือกเนื้อหาที่เหมาะสมกับท้องถิ่นและผู้เรียน มีระบบอนุมัติตำราเรียนที่ส่งผลให้ตำราเรียนมีมาตรฐานสูง วิทยาศาสตร์ศึกษานอกระบบโรงเรียน มีหลากหลายรูปแบบ ภาคเอกชนมีส่วนช่วยทั้งทางตรงและทางอ้อม

ประเทศไทยยังมีการจัดการวิทยาศาสตร์ศึกษาอีกหลายด้านที่ไม่รัดกุมเท่ากับประเทศญี่ปุ่น คือ ด้านวิสัยทัศน์ นโยบาย และกลยุทธ์ ด้านการพัฒนาครูประจำการ ด้านมาตรฐานตำราเรียนวิทยาศาสตร์ ด้านการจัดการวิทยาศาสตร์ศึกษานอกระบบโรงเรียน และด้านการมีส่วนร่วมจากภาคเอกชน ส่วนด้านหลักสูตร การสอน และการประเมินผล มีหลักการที่คล้ายคลึงกับประเทศญี่ปุ่น

8. **ข้อเสนอแนะ**

8.1 รัฐบาลไทยควรดำเนินการตามเจตนารมณ์ ของพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 อย่างเร่งด่วน โดยเน้นการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาควบคู่ไปกับการปฏิรูปการเรียนรู้ด้านอื่น ๆ กลยุทธ์ของญี่ปุ่นที่ได้วิเคราะห์แล้วทุกเรื่อง อาจนำมาประยุกต์ใช้ได้ เพราะมีจุดมุ่งหมายของวิทยาศาสตร์ศึกษาที่คล้ายคลึงกัน

8.2 ควรประยุกต์ใช้แนวคิดของญี่ปุ่นซึ่งให้ความสำคัญกับการเรียนรู้ที่

สัมพันธ์กับชีวิตประจำวันและท้องถิ่น ควบคู่ไปกับการเน้นความรู้พื้นฐาน และความรู้เชิงลึกของวิทยาศาสตร์ โดยจัดโครงสร้างหลักสูตร ที่เน้นความสมดุลระหว่างการให้ความรู้พื้นฐานหรือเชิงลึก กับการบูรณาการเนื้อหากับชีวิตประจำวันและสิ่งแวดล้อม

8.3 ควรให้สถาบันอุดมศึกษาที่สอนศึกษาศาสตร์/ครุศาสตร์ มีส่วนร่วม ปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู และครูประจำการ และควรปรับปรุงระบบเงินกู้เพื่อการศึกษาต่อ เพื่อให้ครูมีแรงจูงใจที่จะพัฒนาตนเองมากขึ้น

8.4 นอกจากมาตรฐานกว้าง ๆ ในหลักสูตรกลาง ประเทศไทยควรกำหนดมาตรฐานด้านการจัดทำแผนการสอน ให้เน้นความเชื่อมโยงสัมพันธ์กันของเนื้อหาแต่ละส่วน และต้องจัดให้ผู้เรียนได้มีโอกาสเรียนรู้โดยตรงจากแหล่งความรู้อื่น ๆ และให้ใช้วิธีสอนที่หลากหลาย ในขณะเดียวกัน ต้องยกระดับมาตรฐานตำราเรียนวิทยาศาสตร์ ควบคู่กับการพัฒนาระบบอนุมัติตำราเรียน และเปิดโอกาสให้ครูมีส่วนร่วมในการเขียนและเลือกตำราเรียนวิทยาศาสตร์มากขึ้น

8.5. การศึกษานอกโรงเรียนด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา ในประเทศไทย ควรประยุกต์ใช้รูปแบบของญี่ปุ่นได้หลายอย่าง เช่น ค่ายลูกเสือที่มีอยู่ทั่วประเทศ อาจพัฒนาเป็นค่ายธรรมชาติศึกษาสำหรับเด็ก จัดการโดยท้องถิ่นหรือภาคเอกชน แบบมีสัญญาจ้างจากภาครัฐ หน่วยงานที่มีศักยภาพ เช่น มหาวิทยาลัยและสถาบันอุดมศึกษาทั้งภาครัฐและเอกชน ควรมีส่วนร่วมในการจัดพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ สวนสัตว์ สวนพฤกษศาสตร์ ศูนย์ศึกษาวิทยาศาสตร์ และร่วมกับเอกชนในการพัฒนาและเผยแพร่สิ่งพิมพ์ประเภทสารคดีวิทยาศาสตร์ การจัดทำรายการโทรทัศน์และวิทยุเพื่อเผยแพร่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์กึ่งบันเทิง และการพัฒนาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่ให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

8.6 รัฐบาลไทยควรมีนโยบายและมาตรการที่ชัดเจน และควรใช้มาตรการทางกฎหมาย ในการสนับสนุนภาคเอกชนให้เข้ามามีบทบาทในการจัดวิทยาศาสตร์ศึกษานอกโรงเรียนทั้งทางตรงและทางอ้อมให้มากขึ้น โดยใช้มาตรการที่เหมาะสม เช่น

ลดภาษี ยกเว้นภาษีเฉพาะกิจ เป็นต้น

8.7 ควรมีการวิจัยเพิ่มเติม เช่น วิเคราะห์ตำราเรียนวิทยาศาสตร์ของญี่ปุ่น

เปรียบเทียบกับนานาประเทศ วิจัยและพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ศึกษาของไทย โดยใช้โครงสร้างหลักสูตรที่สมดุลระหว่างความรู้เชิงลึก กับการบูรณาการวิทยาศาสตร์กับชีวิต และวิจัยเกี่ยวกับการเอื้ออำนวยซึ่งกันและกันของระบบต่าง ๆ ในสังคมญี่ปุ่นกับวิทยาศาสตร์ศึกษา เช่น ระบบเศรษฐกิจกับวิทยาศาสตร์ศึกษา เป็นต้น

สารบัญ

หน้า

คำนำ.....(1)
คำชี้แจงของคณะผู้วิจัย ..... (2)
บทสรุปสำหรับผู้บริหาร i
สารบัญ xi
บัญชีตาราง xiiii
บัญชีแผนภูมิ..... xv

บทที่

1 **บทนำ** 1
ความเป็นมาของการวิจัย 1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2
วิธีดำเนินการวิจัย 3
ข้อตกลงเบื้องต้น 3
โครงสร้างเนื้อหาของการวิจัย 4
2 **นโยบาย กลยุทธ์ และความสำเร็จในการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาในอดีต กับความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์** 5
การปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาในสมัยเมจิ 5
การปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาในสมัยไทโช 8
การปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาในสมัยก่อนสงครามโลกครั้งที่ 2 9
การปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาในสมัยหลังสงครามโลกครั้งที่ 2 12
ความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์ :
ผลของการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาในอดีต..... 14
สรุป 15
3 **วิสัยทัศน์ผู้นำประเทศ นโยบาย และกฎหมายเกี่ยวกับการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาครั้งล่าสุด**..... 18
ปัญหาของวิทยาศาสตร์ศึกษาในช่วงทศวรรษที่ 1980..... 19

บทที่ **หน้า**

วิสัยทัศน์ผู้นำประเทศ 19
นโยบายและมาตรการที่เกี่ยวข้องกับการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษา... 21
กฎหมายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ศึกษา 24
สรุป..... 30

4 **หลักสูตรและรูปแบบการจัดการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ในแต่ละระดับการศึกษา**..... 32
แนวโน้มของวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน : จากอดีตถึงปัจจุบัน..... 32
วิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาตามหลักสูตรปรับปรุง พ.ศ.2542.... 37
วิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
ตามหลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2541..... 46
วิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
ตามหลักสูตรปรับปรุง พ.ศ.2541..... 50
ชั่วโมงการเรียนรู้แบบบูรณาการ กับวิทยาศาสตร์ศึกษา..... 56
วิทยาศาสตร์ศึกษาในระดับอุดมศึกษา 58
การปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาในระดับอุดมศึกษา..... 59
สรุป 61

5 **การเตรียมเข้าสู่อาชีพครูและการพัฒนาครูประจำการ สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา** 63
การเตรียมเข้าสู่อาชีพครูวิทยาศาสตร์..... 63
การพัฒนาครูประจำการสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา..... 68
ระบบบริหารงานบุคคลและสถานภาพครูวิทยาศาสตร์..... 70
เสรีภาพทางวิชาการและความรับผิดชอบของครู..... 72
สรุป 73

6 **มาตรฐานการศึกษาและแนวทางการประเมินผล วิทยาศาสตร์ศึกษา**..... 74
มาตรฐานด้านเวลาเรียนวิชาวิทยาศาสตร์..... 74

บทที่ **หน้า**

มาตรฐานด้านตำราเรียนวิทยาศาสตร์..... 76
แนวทางการประเมินผลวิทยาศาสตร์ศึกษา 78
การสอนซ่อมเสริมก่อนและหลังการประเมินผล..... 79
มาตรฐานความรู้และทักษะวิทยาศาสตร์
เปรียบเทียบกับนานาประเทศ..... 80
สรุป 81

7 **การศึกษานอกโรงเรียนด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา**
และการสนับสนุนจากภาคเอกชน 83
รูปแบบการศึกษานอกโรงเรียนและการสนับสนุนจากภาคเอกชน..... 83
การสนับสนุนวิทยาศาสตร์ศึกษาโดยภาคอุตสาหกรรม..... 89
สรุป 90

8 **การเปรียบเทียบกับวิทยาศาสตร์ศึกษาในประเทศไทย** 92
วิสัยทัศน์ นโยบาย กลยุทธ์ และกฎหมายที่เกี่ยวข้อง..... 92
หลักสูตรและการสอนวิทยาศาสตร์ 96
การเตรียมเข้าสู่อาชีพครูสาขาวิทยาศาสตร์..... 98
การพัฒนาครูประจำการสาขาวิทยาศาสตร์..... 99
มาตรฐานและแนวทางการประเมินผลวิทยาศาสตร์ศึกษา..... 100
วิทยาศาสตร์ศึกษานอกโรงเรียนและการสนับสนุนจากภาคเอกชน.... 102
สรุป 103

9 **อภิปรายผลและเสนอแนะการประยุกต์ใช้** 104
การอภิปรายผล..... 104
ข้อเสนอแนะทั่วไป..... 109
ข้อเสนอแนะการวิจัยเพิ่มเติม..... 112

บรรณานุกรม 113

บัญชีตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1 เปรียบเทียบโครงสร้างหลักสูตรประถมศึกษา พ.ศ.2532 กับ พ.ศ. 2542..... 38

2 เปรียบเทียบโครงสร้างหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พ.ศ. 2532 กับ พ.ศ. 2541..... 46

3 เปรียบเทียบโครงสร้างหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พ.ศ. 2532 กับ พ.ศ. 2542..... 51

4 มาตรฐานขั้นต่ำของเวลาเรียนวิชา/หมวดวิชาวิทยาศาสตร์ ในระดับประถมและมัธยมศึกษาตอนต้น ตามหลักสูตรปรับปรุงที่ประกาศใช้เมื่อ พ.ศ. 2542..... 75

5 มาตรฐานขั้นต่ำของเวลาเรียนหมวดวิชาวิทยาศาสตร์ ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามหลักสูตรปรับปรุงที่ประกาศใช้เมื่อ พ.ศ. 2542..... 76

6 อันดับความเข้มแข็งทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของญี่ปุ่น ในเวทีโลก..... 80

7 จำนวนหนังสือที่พิมพ์ระหว่างปี พ.ศ. 2528 – 2539..... 82

บัญชีแผนภูมิ

แผนภูมิที่ **หน้า**

1 ประเภทของใบอนุญาตประกอบวิชาชีพครูและคุณสมบัติ
ของผู้สมัครสอบเพื่อรับใบอนุญาต 67

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาของการวิจัย

เป็นที่ยอมรับทั่วไปว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นหัวใจสำคัญที่จะทำให้เกิดการพัฒนาด้านอื่น ๆ เกือบทุกด้าน นอกจากนี้ วิทยาศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการปลูกฝังและฝึกทักษะการคิดอย่างมีเหตุผล ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ นิสัยช่างสังเกต และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ยิ่งไปกว่านั้น เมื่อมนุษยชาติกำลังก้าวเข้าสู่ยุคโลกาภิวัตน์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ก็ยิ่งเพิ่มบทบาทมากขึ้นหลายเท่าทวีคูณ เพราะนอกจากวิทยาศาสตร์จะมีบทบาทต่อความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจในโลกอุตสาหกรรมแล้ว วิทยาศาสตร์เอง ในฐานะองค์ความรู้และระบบความคิด และการค้นคว้าหาความรู้ ก็มีประโยชน์อย่างมากต่อชีวิตด้านอื่น ๆ วิทยาศาสตร์ไม่ใช่แต่เพียงมีความสำคัญในแง่ธุรกิจหรือเศรษฐกิจเท่านั้น แต่ยังมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อชีวิตของคนทุกคน ดังนั้น นานาประเทศจึงให้ความสำคัญกับการจัดการด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา ซึ่งหมายถึงการให้ความรู้ความเข้าใจในวิทยาศาสตร์แขนงต่าง ๆ การสร้างทักษะการค้นคว้าหาความจริงด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การบูรณาการหรือเชื่อมโยงวิชาวิทยาศาสตร์กับวิชาอื่น ๆ และการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้เพิ่มมากขึ้น เพื่อให้ทันกับความเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของสังคม อันสืบเนื่องมาจากความสำเร็จในการสร้างสมองกลเมื่อไม่กี่สิบปีที่ผ่านมา

การตื่นตัวที่จะปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษา เกิดขึ้นทั้งในประเทศที่มีความเจริญอยู่แล้ว และในประเทศที่ยังล้าหลังทางด้านวิทยาศาสตร์ การศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ ศึกษาในนานาประเทศ จะสะท้อนให้เห็นจุดดีและจุดด้อยของวิทยาศาสตร์ศึกษาในประเทศไทย ดังนั้น จึงควรศึกษาเกี่ยวกับการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาในประเทศญี่ปุ่น ซึ่งมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับประเทศไทยมากว่าสองร้อยปี เพื่อนำความรู้ที่ได้มาพิจารณาเพื่อปรับปรุงแก้ไขหรือประยุกต์ใช้แนวปฏิบัติบางอย่างที่เหมาะสม

อย่างไรก็ตาม การปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาของประเทศญี่ปุ่น เป็นกระบวนการต่อเนื่อง ตั้งแต่ยุคเมจิ และได้มีการปฏิรูปครั้งสำคัญอีก ภายหลังสงครามโลกครั้งที่สอง

สิ้นสุดลง นอกจากนี้ ได้ปฏิรูปการวิจัยทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามนโยบายของนายกรัฐมนตรีนากาโซเน่ อีกครั้งหนึ่ง ดังนั้น การศึกษาวิจัยเรื่องการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาของประเทศญี่ปุ่น จึงจะมองย้อนกลับไปตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน และจะครอบคลุมตั้งแต่ระดับพื้นฐานของระบบการศึกษาจนถึงระดับอุดมศึกษา

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2. เพื่อทราบนโยบาย กลยุทธ์ และความสำเร็จในการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาของญี่ปุ่น

2. เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาของประเทศญี่ปุ่น ได้แก่

2.1 วิสัยทัศน์ผู้นำประเทศ กฎหมาย และนโยบายเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ศึกษา

2.2 หลักสูตรและรูปแบบการจัดการเรียนการสอนในแต่ละระดับการศึกษา

2.3 การพัฒนาครูประจำการและนักศึกษาครูสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา

2.4 มาตรฐานการศึกษาและแนวทางการประเมินผลด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา

2.5 รูปแบบการให้การศึกษานอกโรงเรียนด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา

2.6 การสนับสนุนวิทยาศาสตร์ศึกษาจากภาคเอกชน

3. เพื่อเปรียบเทียบกับวิทยาศาสตร์ศึกษาในประเทศไทย และเสนอแนะแนวทางการนำมาประยุกต์ใช้

วิธีดำเนินการวิจัย

เป็นการวิจัยเชิงพรรณนา โดยดำเนินการดังต่อไปนี้

1. รวบรวมและสืบค้นเอกสารที่เกี่ยวข้อง จากหน่วยงานระดับนโยบาย ระดับปฏิบัติ ผลการวิจัยต่าง ๆ และข้อมูลจากอินเตอร์เน็ต ทั้งภาษาไทย ภาษาอังกฤษ และภาษาญี่ปุ่น โดยคณะผู้วิจัย ได้แก่

1.1 ผศ.ดร.ภูมิศักดิ์ อินทนนท์ อาจารย์คณะเกษตร ทรัพยากรและ

สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

1.2 รศ. ดร. ฉันทนา จันทร์บรรจง อาจารย์คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

1.3 Dr. Shuichi Sugi อาจารย์คณะเกษตร ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

2. คณะผู้วิจัยประชุมสัมมนาภายในกลุ่ม เพื่อศึกษาและสังเคราะห์เอกสาร

3. ร่วมกันจัดทำรายงานผลการค้นคว้าวิจัย ตามโครงสร้างเนื้อหาที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย

4. คณะผู้วิจัย นำเสนอร่างผลการวิจัยต่อคณะกรรมการตรวจรับของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ แล้วนำข้อเสนอแนะจากคณะกรรมการมาพิจารณาปรับปรุงแก้ไข และจัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์เสนอต่อสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. งานวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเอกสาร (documentary research) ซึ่งมีข้อจำกัดด้านความทันสมัยของเนื้อหา บางเรื่องจึงอาจจะเปลี่ยนแปลงได้อีกเมื่อมีเอกสารอื่น ๆ เพิ่มเติมขึ้นมาภายหลัง

2. คำศัพท์ต่าง ๆ ที่เป็นภาษาญี่ปุ่น หากจำเป็นต้องระบุเพื่อความเข้าใจที่ชัดเจนยิ่งขึ้น จะเขียนโดยใช้อักษรโรมาจิและจะอธิบายศัพท์ไว้ด้วย พอสังเขป

3. การระบุปี จะใช้คำย่อของพุทธศักราช (ปี พ.ศ.)

โครงสร้างเนื้อหาของการวิจัย

การนำเสนอรายงานการวิจัย จะมีโครงสร้างเนื้อหาที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย จำแนกเป็น 9 บท คือ

บทที่ 1 บทนำ

บทที่ 2 นโยบาย กลยุทธ์ และความสำเร็จของการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาในอดีตกับความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์

บทที่ 3 วิสัยทัศน์ผู้นำประเทศ นโยบาย และกฎหมายเกี่ยวกับการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาครั้งล่าสุด

บทที่ 4 หลักสูตรและรูปแบบการจัดการเรียนการสอนในแต่ละระดับการศึกษา

บทที่ 5 การเตรียมเข้าสู่อาชีพครูและการพัฒนาครูประจำการสาขาวิทยาศาสตร์

บทที่ 6 มาตรฐานการศึกษาและแนวทางการประเมินผลวิทยาศาสตร์ศึกษา

บทที่ 7 การศึกษานอกโรงเรียนด้านวิทยาศาสตร์และการสนับสนุนจากภาคเอกชน

บทที่ 8 การเปรียบเทียบกับวิทยาศาสตร์ศึกษาในประเทศไทย

บทที่ 9 อภิปรายผลและเสนอแนะการประยุกต์ใช้

บทที่ 2
นโยบาย กลยุทธ์ และความสำเร็จของการปฏิรูป
วิทยาศาสตร์ศึกษาในอดีตกับความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์ศึกษาในประเทศญี่ปุ่นมีรากฐานยาวนาน ย้อนไปกว่า 300 ปี ในสมัยโทกุคาวะ ซึ่งมีการรับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เข้ามา พร้อม ๆ กับการเรียนรู้ภาษาตะวันตก เรียกวิทยาศาสตร์สมัยนั้นว่า "การเรียนรู้สมัยใหม่" (new learning) แต่สมัยนั้น ยังไม่ได้มุ่งเน้นการค้นคว้าวิจัย

อย่างไรก็ตาม เอกสารของกระทรวงการศึกษา วิทยาศาสตร์ วัฒนธรรม และการกีฬาของญี่ปุ่น [1] ระบุว่า วิทยาศาสตร์ศึกษาของประเทศนี้ พัฒนาสืบเนื่องมาตั้งแต่สมัยเมจิ จนถึงปัจจุบัน โดยมีการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญในยุคอดีตรวม 4 ครั้ง คือ สมัยเมจิ สมัยไทโช สมัยก่อนสงครามโลกครั้งที่ 2 และสมัยหลังสงครามโลกครั้งที่ 2 ก่อนที่จะมีการปฏิรูปครั้งล่าสุด คือ ช่วงปลายทศวรรษที่ 1980 จนถึงทุกวันนี้

ในบทนี้ จะนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวข้องกับการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาของญี่ปุ่นในอดีต ด้านนโยบาย กลยุทธ์ และความสำเร็จ ซึ่งเชื่อมโยงกับความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ของประเทศ

การปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาในสมัยเมจิ

หลังจากรัฐบาลเมจิขึ้นครองอำนาจ และประกาศนโยบาย "ประเทศมั่งคั่งกองทัพเข้มแข็ง" (Rich Nation, Strong Arms) รัฐบาลญี่ปุ่นก็ได้ปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาโดยอาศัยนโยบายและกลยุทธ์ต่าง ๆ ดังนี้

1. ประกาศใช้นโยบายส่งเสริมวิทยาศาสตร์สมัยใหม่ เพื่อให้เป็นพื้นฐานและสอดคล้องกับนโยบายพัฒนาประเทศสู่ความมั่งคั่งด้วยอุตสาหกรรม

2. ใช้กลยุทธ์หลายประการ ในการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ อาทิ

---

[1] Ministry of Education, Science and Culture. **Japan's Modern Educational System. A History of the First Hundred Years.** 1980, pp. 309-317.

2.1 นำเข้าและพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการอุตสาหกรรม โดยมอบให้กรมอุตสาหกรรมเป็นผู้รับผิดชอบ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2420 ดังนั้น กรมอุตสาหกรรมจึงจัดตั้งสำนักวิศวกรรมศาสตร์ศึกษาขึ้น เพื่อให้การฝึกอบรมแก่บุคลากรที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่รับเข้าจากประเทศตะวันตก เน้นเป็นพิเศษ คือ อุตสาหกรรมเหล็กการต่อเรือ อุตสาหกรรมการผลิตดินปืน และอื่น ๆ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อเทคนิควิธีการทหาร และการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานของอุตสาหกรรม

2.1 ส่งนักศึกษาระดับมันสมองไปศึกษาวิทยาศาสตร์ในต่างประเทศ ขณะที่จ้างนักวิทยาศาสตร์และบุคลากรทางเทคนิคจากต่างประเทศ มาสอนและปฏิบัติงานทางเทคนิคในประเทศญี่ปุ่น โดยมีสถานศึกษาแห่งเดียว ทำหน้าที่จัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คือมหาวิทยาลัยแห่งกรุงโตเกียว ซึ่งต่อมาเปลี่ยนชื่อเป็น Tokyo Imperial University ก่อตั้ง เมื่อ พ.ศ. 2429 หลังจากนั้น ได้ก่อตั้ง Kyoto Imperial University ขึ้น เพื่อจัดการเรียนการสอนทางวิทยาศาสตร์ที่กรุงเกียวโตอีกแห่งหนึ่ง เมื่อ พ.ศ. 2440

2.3 โอนสำนักวิศวกรรมศาสตร์ไปสังกัดกระทรวงการศึกษา ฯ ซึ่งเกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2438 หลังจากการแต่งตั้งคณะรัฐมนตรีตามระบอบการปกครองใหม่ภายใต้รัฐธรรมนูญ ไม่นานนัก ต่อมา ในปี พ.ศ. 2439 ก็รวมสำนักวิศวกรรมศาสตร์เข้ากับมหาวิทยาลัยแห่งกรุงโตเกียว ซึ่งเปลี่ยนชื่อเป็น Tokyo Imperial University แต่การสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีสาขาต่าง ๆ ในมหาวิทยาลัยแห่งนี้ ก็ยังคงแยกเป็นหลายสาขาวิชาเช่นเดิม

2.4 ให้นักศึกษาที่กลับจากต่างประเทศเข้ารับตำแหน่งอาจารย์และนักวิทยาศาสตร์ แทนอาจารย์และช่างเทคนิคชาวต่างประเทศที่เคยจ้างอยู่ ในเวลาอันรวดเร็ว

2.5 จัดตั้งสมาคมวิชาการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้มีช่องสำหรับการนำเสนอผลงานวิจัยต่าง ๆ หลายสาขาวิชา เน้นสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เช่น สมาคมคณิตศาสตร์ สมาคมเคมีและชีววิทยา สมาคมธรณีวิทยา (earth science) และวิศวกรรมศาสตร์ สมาคมแผ่นดินไหว สมาคมเภสัชศาสตร์ สมาคมพฤกษศาสตร์และธรณีวิทยา สมาคมมานุษยวิทยา สมาคมเกษตรศาสตร์และแพทยศาสตร์ สมาคมวิศวกรรมไฟฟ้า ดังนั้น ผลการสำรวจข้อมูลเมื่อปี พ.ศ. 2533 จึงพบว่า มีการจัดตั้งสมาคมวิชาการทางวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ (natural sciences) แล้ว เกือบครบทุกสาขา กิจกรรมต่าง ๆ ของ

สมาคม ได้แก่ การจัดประชุมเชิงอภิปราย การทำหน้าที่เป็นศูนย์พัฒนามาตรฐานและเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับศัพท์เทคนิค สำหรับการแปลตำราทางวิทยาศาสตร์ จากภาษาต่างประเทศเป็นภาษาญี่ปุ่น

2.6 จัดพิมพ์วารสารวิชาการ ชื่อ The Proceedings of the Imperial University โดยใช้ภาษาของประเทศในยุโรป เริ่มตั้งแต่ปี พ.ศ. 2430 วารสารดังกล่าว มีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมและเผยแพร่กิจกรรมของสมาคมวิชาการต่าง ๆ ที่ได้กล่าวแล้วข้างต้น และเป็นวารสารที่ทำให้ต่างประเทศรู้จักผลงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ของญี่ปุ่น

2.7 จัดตั้งหน่วยงานต่าง ๆ ขึ้นรับผิดชอบการปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์ทั้งภาครัฐและเอกชน ภาครัฐ ได้แก่ กรมอุทกศาสตร์ สถาบันวิทยาศาสตร์การอนามัยแห่งกรุงโตเกียว หอสังเกตการณ์เกี่ยวกับอุกาบาตแห่งกรุงโตเกียว สถาบันเพื่อการสำรวจทางภูมิศาสตร์ คณะกรรมการสถิติแห่งชาติ และกรมสำรวจที่ดิน หอดูดาวแห่งกรุงโตเกียว และห้องปฏิบัติการทดลองเกี่ยวกับไฟฟ้า ส่วนภาคเอกชน ได้แก่ สถาบันวิจัยโรคติดต่อ ซึ่งต่อมาได้เปลี่ยนสถานภาพเป็นหน่วยงานภาครัฐ

2.8 จัดตั้งองค์กรต่าง ๆ ขึ้นเพื่อการค้นคว้าวิจัยขั้นสูง คือ บัณฑิตยสภาแห่งกรุงโตเกียว (The Tokyo Academy) ซึ่งตั้งขึ้นตามความในพระบรมราชโองการว่าด้วยบัณฑิตยสภาแห่งกรุงโตเกียว เมื่อปี พ.ศ. 2433 มีวัตถุประสงค์เพื่อ “เป็นสถานที่สำหรับการปรึกษาหารือทางการศึกษาและอภิปรายเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และศิลปะต่าง ๆ ”

3. ความสำเร็จในการดำเนินงานปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษา เช่น

3.1 ผลงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ ได้รับการตีพิมพ์ในระดับนานาชาติเมื่อช่วงปลายทศวรรษที่ 1880 (ประมาณ พ.ศ. 2428-2432) เช่น ผลงานวิจัยสาขาอุตุนิยมวิทยา ของ Kitao Jiro ผลงานวิจัยสาขาฟิสิกส์ ของ Nagaoka Hantaro และผลงานวิจัยสาขาแบคทีเรียวิทยา (bacteriology) ของ Kitazato Shiba-saburo

3.2 มหาวิทยาลัยแห่งพระจักรพรรดิ ขยายตัวเพิ่มขึ้นอีก 3 แห่ง ในภูมิภาคต่าง ๆ ของประเทศ เพื่อทำหน้าที่ถ่ายทอดความรู้ดั้งเดิม คล้ายกับมหาวิทยาลัยแบบคลาสสิกของยุโรป และเพื่อเปิดวิทยาลัยทางเทคนิคและการเกษตร (technical and agricultural colleges) ในสังกัดมหาวิทยาลัยที่ตั้งขึ้นใหม่ สถิติเมื่อปี พ.ศ. 2455

ซึ่งเป็นปีสุดท้ายของสมัยเมจิ แสดงว่า มหาวิทยาลัยแห่งพระจักรพรรดิ มีวิทยาลัยทางเทคนิคและการเกษตรในสังกัด จำนวนมากถึง 15 แห่ง

การปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาในสมัยไทโช

สมัยไทโช (พ.ศ. 2455 ถึง พ.ศ. 2469) เป็นสมัยที่ประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก ต้องเผชิญกับวิกฤติการณ์ทางเศรษฐกิจและการเมืองครั้งใหญ่ ประเทศญี่ปุ่นได้ปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาอีกครั้งหนึ่ง โดยมีนโยบาย กลยุทธ์ และความสำเร็จอีกระดับหนึ่ง ดังนี้

1. ดำเนินนโยบายวิทยาศาสตร์ศึกษา เพื่อสร้างความมั่งคั่งของชาติและสร้างกองทัพที่เข้มแข็งต่อจากสมัยเมจิ โดยเน้นการเสริมความแข็งแกร่งทางวิทยาศาสตร์และการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ ทั้งการวิจัยประยุกต์และการวิจัยพื้นฐาน

2. กลยุทธ์ในการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษา เน้น 3 ประการ คือ

2.1 จัดตั้งสถาบันแห่งชาติทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น

2.2 เพิ่มทุนอุดหนุนการวิจัย ทั้งในภาครัฐบาลและภาคเอกชน เพื่อกระตุ้นให้เกิดการค้นคว้าวิจัยทางวิทยาศาสตร์อย่างกว้างขวาง

2.3 แลกเปลี่ยนความรู้และนักวิจัยกับนานาชาติอย่างจริงจัง

3. ความสำเร็จในการดำเนินงานปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษา ได้แก่

3.1 มีการตั้งสถาบันวิจัยขึ้นใหม่จำนวนมากและหลากหลายสาขาวิชา ทั้งภาครัฐและภาคเอกชน เช่น The Aeronautical Research Institute สังกัด Tokyo Imperial University, The Research Institute for Iron and Steel สังกัด Tohoku Imperial University, The Earthquake Research Institute สังกัด Tokyo Imperial University, The Institute for Chemical Research สังกัด Kyoto Imperial University, The Latitude Observatory ขึ้นตรงกับกระทรวงการศึกษาฯ

สถาบันวิจัยของภาคเอกชน เช่น The Ohara Agricultural Laboratory, The Institute of Physical and Chemical Research, The Kitazato Institute of Physical and Chemical Research, The Ohara Institute of Social Sciences

3.2 มีหน่วยงานราชการที่สนับสนุนด้านทุนวิจัยทางวิทยาศาสตร์ เช่น กระทรวงการศึกษาฯ ได้จัดตั้งระบบเงินอุดหนุนการวิจัย ขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2461

3.3 มีหน่วยงานภาคเอกชนที่สนับสนุนด้านทุนวิจัย เป็นนิติบุคคลซึ่งไม่มุ่งผลประโยชน์ เช่น Tetsumei Association ตั้งเมื่อปี พ.ศ. 2456, The Harada Good Deeds Association ตั้งเมื่อปี พ.ศ. 2463, The Saito Gratitude Association ตั้งเมื่อปี พ.ศ. 2466

3.4 จัดตั้งสภาวิจัยแห่งชาติ (The National Research Council) เมื่อเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2463 เพื่อทำหน้าที่คู่กับสภาวิจัยนานาชาติ (The International Research Council) ซึ่งตั้งขึ้นก่อน เมื่อปี พ.ศ. 2462 และต่อมา ในปี พ.ศ. 2464 ได้กำหนดให้สภาวิจัยแห่งชาติ ทำหน้าที่ประสานงานและเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการค้นคว้าวิจัย

3.5 มีการประชุมวิชาการทางวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ โดยจัดการประชุมที่สำคัญ ๆ ขึ้นหลายครั้ง เช่น The Third Pan-Pacific Science Council ซึ่งจัดขึ้นเป็นครั้งแรกในประเทศญี่ปุ่น เมื่อปี พ.ศ. 2469

การปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาในสมัยก่อนสงครามโลกครั้งที่ 2

หลังสงครามโลกครั้งที่ 1 คือ ยุคโชวะ เป็นยุคที่ญี่ปุ่นได้รับชัยชนะจากสงครามแมนจูเรียและสงครามกับประเทศจีน ญี่ปุ่นมีนโยบายเพิ่มความมั่งคั่งให้แก่ประเทศและเพิ่มความแข็งแกร่งให้กองทัพมากยิ่งขึ้น โดยอาศัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นพื้นฐาน ดังนั้น นโยบาย กลยุทธ์ และความสำเร็จของวิทยาศาสตร์ศึกษาในยุคก่อนสงครามโลกครั้งที่ 2 จึงสรุปได้ ดังนี้

1. นโยบายปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษา สัมพันธ์กับนโยบายสำคัญอีก 2 ด้าน คือ การเสริมสร้างความแข็งแกร่งด้านโครงสร้างการบริหารวิชาการและการเสริมสร้างความแข็งแกร่งของกระทรวงการศึกษา ฯ

2. กลยุทธ์การปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษา ที่สำคัญคือ

2.1 สมเด็จพระจักรพรรดิพระราชทานทุนส่วนพระองค์ เพื่อเสริมสร้างความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ของประเทศ เมื่อเดือนธันวาคม พ.ศ. 2475

2.2 จัดตั้งสมาคมแห่งประเทศญี่ปุ่นเพื่อการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ หรือ The Japan Society for the Promotion of Science (เรียกย่อว่า JSPS) เมื่อ พ.ศ. 2475 สืบเนื่องจากการพระราชทานทุนส่วนพระองค์ของสมเด็จพระจักรพรรดิ มีสถานภาพเป็นนิติบุคคล โดยรัฐบาลจัดสรรเงินอุดหนุนให้ปีละ 700,000 เยน เพื่อทำหน้าที่ต่าง ๆ คือ ให้ทุนสนับสนุนแก่นักวิจัยหรือผู้มีความสามารถสูง เพื่อทำการค้นคว้าวิจัย แต่งตั้งคณะกรรมการ และบริหารงานของคณะกรรมการเพื่อค้นคว้าหาแนวทางแก้ไขปัญหาของชาติโดยอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จัดพิมพ์เอกสารและวรรณกรรมต่าง ๆ ทั้งทางวิทยาศาสตร์และอื่น ๆ

2.3 เน้นเทคนิควิธีทางวิทยาศาสตร์เพื่อการสงครามเป็นพิเศษ โดยเฉพาะภายหลังจากสงครามแมนจูเรีย (พ.ศ. 2474) และสงครามกับประเทศจีน (พ.ศ. 2480)

2.4 เน้นความแข็งแกร่งเชิงโครงสร้าง โดยปฏิรูปการบริหารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แบบครอบคลุมทุกด้าน (comprehensive administration for scientific and technical matters)

3. ความสำเร็จในการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาในยุคนี้ เช่น

3.1 สมาคมแห่งประเทศญี่ปุ่นเพื่อการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ (JSPS) ได้รับการจัดสรรงบประมาณสนับสนุนเป็นจำนวนมาก จนถึงปี พ.ศ. 2482 ซึ่งถ้าเปรียบเทียบกับงบประมาณที่กระทรวงการศึกษาฯ จัดสรรให้แก่หน่วยงานในสังกัด เพื่อให้ทำการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ จะพบว่า งบประมาณอุดหนุนการวิจัยจาก JSPS มีสัดส่วนสูงกว่าของกระทรวงการศึกษาฯ เกือบ 10 เท่า ดังนั้น JSPS จึงมีบทบาทสูงมากในการส่งเสริมการค้นคว้าวิจัยทางวิทยาศาสตร์ของประเทศญี่ปุ่น ตั้งแต่นั้นจนถึงทุกวันนี้

3.2 การเสริมสร้างความแข็งแกร่งเชิงโครงสร้าง ประสบความสำเร็จ เช่น มีคณะกรรมการแสวงหาแนวทางส่งเสริมวิทยาศาสตร์ (The Committee to Investigate the Promotion of Science) ในกระทรวงการศึกษาฯ เมื่อปี พ.ศ. 2481 ซึ่งต่อมาคณะกรรมการชุดนี้ได้จัดทำข้อเสนอแนะ ที่นำไปสู่การจัดระบบใหม่ในการให้ทุนอุดหนุนการวิจัย ทำให้เงินอุดหนุนการวิจัยที่ได้จากภาครัฐเพิ่มขึ้นถึง 3,000,000 เยน ในปี พ.ศ. 2482 เทียบกับปี พ.ศ. 2474 ซึ่งได้รับเพียง 73,000 เยน จะเห็นว่า วงเงินอุดหนุนเพิ่มขึ้นกว่า 40 เท่า และยิ่งเพิ่มมากขึ้น ในปี พ.ศ. 2483 โดยครอบคลุมถึงการวิจัยทางสังคมศาสตร์ (social sciences) ด้วย

นอกจากนี้ ได้จัดตั้งกองวิทยาศาสตร์ (The Science Division) ขึ้นเมื่อปี พ.ศ.2483 โดยแยกออกเป็นอิสระจากกองศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ (The Arts and Science Division) สังกัดทบวงอุดมศึกษา (The Higher Education Bureau) และต่อมา ในปี พ.ศ. 2485 กองวิทยาศาสตร์ก็ได้รับการยกฐานะขึ้นเป็น "ทบวงวิทยา-ศาสตร์" (The Science Bureau) การจัดตั้งหน่วยงานเพื่อบริหารวิทยาศาสตร์โดยตรงหลายหน่วยงาน ดังกล่าวนี้ เป็นผลดีมากต่อการพัฒนาวิทยาศาสตร์ศึกษาของญี่ปุ่นในสมัยนั้น และได้นำไปสู่การจัดตั้งกองส่งเสริมการวิจัย (The Research Mobilization Division) ขึ้น ในสังกัดทบวงวิทยาศาสตร์ เมื่อเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2486

3.3 จัดตั้งสำนักงานวางแผน (The Planning Agency หรือ Kika Gakuin) เมื่อ พ.ศ. 2480 ในสังกัดสำนักนายกรัฐมนตรี เพื่อประสานแผนทั่วไป ตามนโยบายแห่งชาติในช่วงสงคราม ต่อมาได้จัดตั้งกองวิทยาศาสตร์ (The Science Department) ขึ้นในสำนักงานวางแผน เมื่อ พ.ศ. 2482 เพื่อทำหน้าที่บริหารกิจการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมสนับสนุนวิทยาศาสตร์และส่งเสริมการวิจัยทางวิทยาศาสตร์เป็นการเฉพาะ และเมื่อสงครามโลกครั้งที่ 2 ทวีความรุนแรงมากขึ้น ก็ได้จัดตั้งสำนักเทคโนโลยี (The Technology Agency หรือ Gijutsuin) ขึ้นอีกหน่วยงานหนึ่งในสำนักนายกรัฐมนตรี เมื่อพ.ศ. 2485 เพื่อส่งเสริมการพัฒนาเทคโนโลยีที่ใช้ในการสงคราม ทำให้การบริหารงานวิทยาศาสตร์ของชาติแข็งแกร่งยิ่งขึ้น

3.4 ปรับปรุงสภาวิจัยแห่งชาติ ในปี พ.ศ. 2486 โดยให้เปลี่ยนบทบาทจากการทำหน้าที่ประสานงานเบื้องต้นและการส่งเสริมงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ เป็นบทบาทในการส่งเสริมสนับสนุนผู้ที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์และจัดสรรวัสดุอุปกรณ์ที่เกี่ยวกับการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ให้แก่นักวิจัย

3.5 จัดตั้งสถาบันวิจัยเฉพาะทางขึ้นอีกหลายสถาบันในกระทรวงการศึกษาฯ และจัดตั้งสถาบันเพื่อความเป็นเลิศทางวิชาการในมหาวิทยาลัยหลายแห่ง สถาบันวิจัยเฉพาะทาง เช่น สถาบันวิจัยทางวิทยาศาสตร์ทรัพยากร สถาบันวิจัยทางฟิสิกส์อีเล็กโทรนิกส์ สถาบันวิจัยทางชาติพันธุ์วิทยา สถาบันวิจัยทางคณิตศาสตร์สถิติ

การปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาในสมัยหลังสงครามโลกครั้งที่ 2

การถูกถล่มด้วยระเบิดปรมาณูที่ฮิโรชิมาและนางาซากิ ทำให้รัฐบาลญี่ปุ่นต้องยอมแพ้สงครามโลกครั้งที่ 2 และตระหนักว่า สาเหตุสำคัญประการหนึ่งของความพ่ายแพ้ครั้งนั้น เนื่องจากยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควรทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาหลังสงครามโลกครั้งที่ 2 มีนโยบาย กลยุทธ์ และความสำเร็จ ดังนี้

1. ประกาศนโยบายฟื้นฟูประเทศอย่างสันติ โดยอาศัยการพัฒนาวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ (peaceful recovery depended on scientific development)

2. กลยุทธ์การปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษา ได้แก่

2.1 ประกาศใช้กฎหมายสภาวิทยาศาสตร์แห่งประเทศญี่ปุ่น (The Science Council of Japan Law) และระบุในกฎหมายฉบับนี้ว่า “วิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานของประเทศที่มีวัฒนธรรม” (Science is the foundation of a cultured country.)

2.2 ใช้กิจกรรมกระตุ้นการแลกเปลี่ยนและร่วมมือกับต่างประเทศด้านการค้นคว้าวิจัย โดยรัฐบาลกำหนดให้มี “ปีแห่งภูมิศาสตร์กายภาพสากล” (International Geophysic Year หรือเรียกชื่อย่อว่า IGY) เริ่มตั้งแต่เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2500 เพื่อให้วงจรวิชาการของญี่ปุ่นที่อ่อนแอลงไปกลับฟื้นตัวขึ้นมาอีกครั้งหนึ่ง

2.3 จัดตั้งมหาวิทยาลัยและบัณฑิตวิทยาลัยเพิ่มขึ้น เพื่อให้เป็นแหล่งวิชาสำหรับวิทยาศาสตร์ศึกษา

2.4 เพิ่มจำนวนสถาบันวิจัย โดยเฉพาะสถาบันวิจัยในสังกัดมหาวิทยาลัย ซึ่งได้ขยายขอบเขตการวิจัยออกไปอย่างกว้างขวาง ทั้งในสาขาวิชาใหม่ ๆ และในการวิจัยแบบสหวิทยาการ

2.5 จัดตั้งสถาบันวิจัยรูปแบบพิเศษ ภายใต้การควบคุมของกระทรวงการศึกษาฯ เพื่อให้สถาบันทำการวิจัยเชิงอนาคต ซึ่งจำเป็นต้องใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ทันสมัยและยุ่งยากซับซ้อน

2.6 เพิ่มวงเงินงบประมาณเพื่ออุดหนุนการวิจัยและจัดสรรเงินอุดหนุนโครงการวิจัย ให้มีหลากหลายประเภทยิ่งขึ้น

2.7 พัฒนาการวิจัยทางวิชาการให้สัมพันธ์กับระบบบริหารการศึกษา ซึ่งปฏิรูปใหม่ โดยปรับโครงสร้างสถาบันหรือองค์กรเพื่อการวิจัยในยุคก่อนสงครามโลกครั้งที่ 2 ให้สอดคล้องกับโครงสร้างของระบบบริหารการศึกษาในสมัยหลังสงคราม

3. ความสำเร็จในการดำเนินงานปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษา

3.1 มีการจัดตั้งสภาวิทยาศาสตร์แห่งประเทศญี่ปุ่น (The Science Council of Japan หรือ Nihon Gakujutsu Kaigi) เมื่อเดือนมกราคม พ.ศ. 2492 ตามความในกฎหมายสภาวิทยาศาสตร์แห่งประเทศญี่ปุ่น (The Science Council of Japan Law)

3.2 หลังจากประกาศปีแห่งภูมิศาสตร์กายภาพสากล (The International Geophysical Year หรือ IGY) เมื่อปี พ.ศ. 2500 ปรากฏว่า มีการพัฒนาด้านการวิจัยอย่างเป็นได้ชัด เห็นได้จากจำนวนผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยซึ่งเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน

3.3 มีการก่อตั้งมหาวิทยาลัยขึ้นใหม่หลังสงครามโลกครั้งที่ 2 จำนวนมาก เทียบกับเมื่อปี พ.ศ. 2510 พบว่า เพิ่มขึ้นกว่า 10 เท่า

3.4 มีการก่อตั้งสถาบันวิจัยร่วม โดยการร่วมมือกันของสถาบันวิจัยสังกัดมหาวิทยาลัยแห่งชาติกับนักวิจัยในมหาวิทยาลัยแห่งชาติอื่น ๆ เช่น The Cosmic Ray Laboratory ที่ Tokyo University, The Research Institute for Fundamental Physics ที่ Kyoto University เป็นต้น สถาบันวิจัยร่วมในลักษณะนี้เกิดขึ้นหลายแห่งในระยะเวลาต่อมา สถิติเมื่อปี พ.ศ. 2514 พบว่า มีจำนวนมากถึง 13 แห่ง ทั่วประเทศ

3.5 มีการก่อตั้งสถาบันวิจัยรูปแบบพิเศษขึ้นในสังกัดกระทรวงการศึกษาฯ แห่งแรก คือ The National Laboratory for Higher Energy Physics อยู่ที่ The Tsukuba Research and Science City จังหวัดอิบารากิ ตั้งเมื่อเดือนเมษายน พ.ศ. 2514

3.6 การปรับโครงสร้างสถาบันเพื่อส่งเสริมสนับสนุนวิทยาศาสตร์ศึกษา ได้ดำเนินไปอย่างรวดเร็ว เช่น บัณฑิตยสภาแห่งพระจักรพรรดิ (The Imperial Academy) ซึ่งเคยเป็นสำนักวิทยาการขั้นสูงสุดของประเทศ จนกระทั่งถึงปี พ.ศ. 2491 ได้ถูกฟื้นฟูและปรับโครงสร้างใหม่ เมื่อเดือนเมษายน พ.ศ. 2499 ตามความแห่งกฎหมายชื่อ The Japan Academic Law และมีชื่อเรียกใหม่ว่า “บัณฑิตยสภาแห่งประเทศญี่ปุ่น” (The Japan Academy)

ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ : ผลของการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาในอดีต

การปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาควบคู่ไปกับการปฏิรูปทางเศรษฐกิจ เพื่อความมั่งคั่งของประเทศ และความเข้มแข็งของกองทัพ ที่ดำเนินการอย่างต่อเนื่องนับร้อยปี ตั้งแต่สมัยเมจิเป็นต้นมา ประกอบกับการพัฒนาประเทศไปสู่ยุคสันติภาพ หลังสงครามโลกครั้งที่ 2 ทำให้ประเทศญี่ปุ่นมีความก้าวหน้าทางอุตสาหกรรมสูง แม้จะขาดแคลนแร่ธาตุและวัตถุดิบก็ตาม โครงสร้างของอุตสาหกรรมได้เปลี่ยนแปลงไปจากประเภทปฐมภูมิ (primary industry) เช่น อุตสาหกรรมการเกษตร อุตสาหกรรมป่าไม้ และอุตสาหกรรมการประมง ฯลฯ ไปเป็นอุตสาหกรรมแบบทุติยภูมิ (secondary industry) เช่น อุตสาหกรรมเหล็กกล้า อุตสาหกรรมการต่อเรือ อุตสาหกรรมรถยนต์ อุตสาหกรรมอุปกรณ์ไฟฟ้า เป็นต้น สถิติเมื่อปี พ.ศ. 2493 แสดงว่า สัดส่วนของแรงงานในภาคอุตสาหกรรมแบบปฐมภูมิ คิดเป็นร้อยละ 50 ของทั้งหมด แต่ในปี พ.ศ. 2540 แรงงานในกลุ่มนี้ เหลือเพียงร้อยละ 5.3 เท่านั้น หลังจากวิกฤติการณ์น้ำมันของโลกผ่านไป คือ ช่วงทศวรรษที่ 1970 โครงสร้างของอุตสาหกรรมในญี่ปุ่นก็เปลี่ยนเป็นแบบตติยภูมิ (tertiary industry) มากขึ้น คือ เน้นการให้บริการและการบริหารจัดการ สถิติในปี พ.ศ. 2540 แสดงว่า แรงงานในภาคอุตสาหกรรมแบบตติยภูมิ มีประมาณร้อยละ 61.6 ของแรงงานภาคอุตสาหกรรมทั้งหมด [2]

ความก้าวหน้าทางอุตสาหกรรมของประเทศญี่ปุ่น มีความสัมพันธ์อย่างยิ่งกับความสำเร็จของอุตสาหกรรมศึกษาในอดีต ญี่ปุ่นซึ่งเริ่มอุตสาหกรรมรถยนต์หลังจากสหรัฐอเมริกาหลายสิบปี ได้ก้าวล้ำหน้าสหรัฐอเมริกาในทศวรรษที่ 1980 และได้กลายเป็นประเทศที่ผลิตรถยนต์รายใหญ่ที่สุดของโลก โดยประสบความสำเร็จในการผลิตรถยนต์ขนาดเล็ก ประหยัดน้ำมัน และเผาไหม้ได้อย่างสะอาดหมดจด เทคโนโลยีการผลิตรถจักรยานยนต์ ก็นับได้ว่าดีที่สุดในโลกเช่นเดียวกัน นอกจากนี้ การผลิตเครื่องใช้

---

[2] Statistics Bureau. **Statistical Handbook of Japan 1998.** Tokyo : Management and Coordination Agency. 1998, p. 44)

ไฟฟ้าภายในบ้าน ก็ขยายตัวอย่างรวดเร็ว และญี่ปุ่นยังเป็นประเทศแนวหน้าในการผลิตกล้องถ่ายรูปและคอมพิวเตอร์คุณภาพสูง อีกด้วย [3]

ระบบสื่อสารและการคมนาคมก็พัฒนาอย่างรวดเร็ว ควบคู่ไปกับการพัฒนาทางการพาณิชย์ จำนวนเครื่องโทรศัพท์ต่อประชากร ตามสถิติจาก Itasaka Ken (อ้างแล้ว. หน้า 137) คือ โทรศัพท์ 1 เครื่อง ต่อประชากร 2 คน และสถิติจาก Statistics Bureau (อ้างแล้ว. หน้า 77) แสดงว่า ถนนในประเทศญี่ปุ่น เมื่อวันที่ 1 เมษายน พ.ศ. 2539 วัดระยะทางได้ 1,148,000 กิโลเมตร เป็นถนนราดยางหรือถนนคอนกรีต ร้อยละ 74.3 สถิติจากแหล่งเดียวกัน ระบุว่า จำนวนของรถยนต์ที่จดทะเบียน นับถึงสิ้นปี พ.ศ. 2539 มีทั้งสิ้น 71.8 ล้านคัน จำแนกเป็นรถบรรทุกหรือรถพ่วง 19.9 รถโดยสารประจำทาง (รถบัส) จำนวน 242,000 คัน รถยนต์ส่วนบุคคล 47.2 ล้านคัน เฉลี่ยรถยนต์ส่วนบุคคล 375 คัน ต่อประชากร 1,000 คน ส่วนการใช้เครื่องมือสื่อสารโทรคมนาคมสมัยใหม่ พบว่า มีผู้จดทะเบียนโทรศัพท์เคลื่อนที่ติดรถยนต์และโทรศัพท์มือถือ 38 ล้านเครื่อง นับถึงปลายปี พ.ศ. 2540 สถิติการติดตั้งระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ นับถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2541 รวมทั้งสิ้น 1,169,000 หน่วย

สรุป

นโยบายปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาในอดีต

ประเทศญี่ปุ่นรับวิทยาการจากประเทศตะวันตกตั้งแต่สมัยโทกุคาวะ ต่อมาในสมัยเมจิ ได้มีนโยบายส่งเสริมวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาอุตสาหกรรมและความเข้มแข็งของกองทัพ นโยบายนี้ สืบเนื่องต่อมาจนถึงสมัยสงครามโลกครั้งที่ 2 แต่เมื่อพ่ายแพ้สงครามโลกครั้งนี้ ก็ตระหนักว่า วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศตน ยังไม่ก้าวหน้าเท่าที่ควร จึงหันมาเน้นนโยบายพัฒนาวิทยาศาสตร์เพื่อเป็นพื้นฐานของการฟื้นฟูประเทศที่มุ่งสู่สันติสุข แทนวิทยาศาสตร์เพื่อความร่ำรวยและการยุทธ์

---

[3] Itasaka, Gen. **Gates to Japan : Its People and Society.** (สุนันทา เหล่าจัน, ฉันทนา จันทร์บรรจง และ สุภัฒ สงวนดีกุล. แปล). **ประตูสู่ญี่ปุ่น**. กรุงเทพฯ : สมาคมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น. 2537, น. 129-131.

กลยุทธ์การปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาในอดีต

1. **สมัยเมจิ** อาศัยกลยุทธ์การนำเข้าและพัฒนาเทคโนยีเพื่ออุตสาหกรรม โดยระยะแรกให้กรมอุตสาหกรรมเป็นผู้นำ ต่อมาจึงส่งนักศึกษาไปเรียนต่อทางวิทยาศาสตร์ในประเทศตะวันตก ขณะที่จ้างอาจารย์และนักวิทยาศาสตร์จากต่างประเทศมาสอนในมหาวิทยาลัยโตเกียว ต่อมาจึงให้ผู้จบการศึกษาจากต่างประเทศเข้าปฏิบัติหน้าที่แทนชาวต่างชาติที่เคยจ้าง นอกจากนี้ มีการจัดตั้งสมาคมวิชาการทางวิทยาศาสตร์ขึ้น เพื่อสนับสนุนการวิจัยและการแปลวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องจากภาษาต่างประเทศ และมีการจัดตั้งองค์กรเพื่อการค้นคว้าวิจัยขั้นสูง โดยมีกฎหมายรองรับ เป็นต้น

2. **สมัยไทโช** ใช้กลยุทธ์หลายประการ เช่น การจัดตั้งสถาบันแห่งชาติซึ่งมีอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ครบครัน โดยให้สังกัดมหาวิทยาลัยแห่งพระจักรพรรดิ การเพิ่มทุนอุดหนุนการวิจัย และการแลกเปลี่ยนความรู้และแลกเปลี่ยนนักวิจัยกับต่างประเทศ

3. **สมัยก่อนสงครามโลกครั้งที่สอง** มีกลยุทธ์ที่สำคัญ คือ สมเด็จพระจักรพรรดิพระราชทานพระราชทรัพย์ส่วนพระองค์เพื่อเสริมสร้างความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนำไปสู่การจัดตั้งสมาคมเพื่อเสริมสร้างความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์แห่งประเทศญี่ปุ่น (JSPS) เน้นเทคนิควิทยาศาสตร์เพื่อการสงคราม และความแข็งแกร่งเชิงโครงสร้างการบริหารวิทยาศาสตร์ศึกษา

4. **สมัยหลังสงครามโลกครั้งที่สอง** ใช้กฎหมายสภาวิทยาศาสตร์แห่งชาติกำหนดในกฎหมายให้วิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานของประเทศที่มีวัฒนธรรม อาศัยกิจกรรมปีภูมิศาสตร์กายภาพสากล อาศัยการขยายตัวของมหาวิทยาลัย และการขยายตัวของสถาบันวิจัย ในสังกัดมหาวิทยาลัยแห่งชาติ เป็นต้น

ความสำเร็จในการดำเนินงานปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษา

1. **สมัยเมจิ** มีความสำเร็จ เช่น ผลงานของนักวิจัยญี่ปุ่น ได้รับการตีพิมพ์ในระดับนานาชาติ และมหาวิทยาลัยหลายแห่งจัดตั้งวิทยาลัยทางเทคนิคและทางการเกษตร

2. **สมัยไทโช** มีความสำเร็จในการจัดตั้งสถาบันวิจัยหลายสาขาวิชา ทั้งภาครัฐและเอกชน มีหน่วยงานสนับสนุนการวิจัยทั้งภาครัฐและเอกชน มีการจัดตั้งสภาวิจัยแห่งชาติ และมีการประชุมทางวิชาการระดับนานาชาติหลายครั้ง

3. **สมัยก่อนสงครามโลกครั้งที่สอง** รัฐบาลให้เงินอุดหนุนแก่ JSPS จำนวนมาก และมีการเสริมความแข็งแกร่งเชิงโครงสร้าง เช่น มีคณะกรรมการเพื่อแสดงหาแนวทางการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ การจัดสรรทุนวิจัยครอบคลุมการวิจัยทางสังคมศาสตร์ มีการปรับปรุงสภาวิจัยแห่งชาติให้เข้มแข็งยิ่งขึ้น เป็นต้น

4. **สมัยหลังสงครามโลกครั้งที่สอง** มีการจัดตั้งสภาวิทยาศาสตร์แห่งชาติ และหลังจากปี พ.ศ. 2500 จำนวนของผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยเพิ่มมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัด มหาวิทยาลัยมีจำนวนเพิ่มขึ้นหลายเท่า และมีการปรับโครงสร้างบัณฑิตยสภาแห่งประเทศญี่ปุ่น ให้เหมาะสมมากขึ้น เป็นต้น

ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ : ผลจากการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษา

การปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาควบคู่ไปกับการปฏิรูปทางเศรษฐกิจ เพื่อความมั่งคั่งของประเทศ และความเข้มแข็งของกองทัพ ซึ่งดำเนินการอย่างต่อเนื่องนับร้อยปี ตั้งแต่สมัยเมจิเป็นต้นมา ประกอบกับการพัฒนาประเทศไปสู่ยุคสันติภาพ หลังสงครามโลกครั้งที่ 2 ทำให้ประเทศญี่ปุ่นมีความก้าวหน้าทางอุตสาหกรรมสูง โครงสร้างของอุตสาหกรรมได้เปลี่ยนแปลงจากอุตสาหกรรมแบบปฐมภูมิ ไปเป็นอุตสาหกรรมแบบทุติยภูมิ และแบบตติยภูมิ ตามลำดับ ในช่วงก่อนปฏิรูปการศึกษาครั้งล่าสุดนี้ ปรากฏว่า แรงงานในภาคอุตสาหกรรมแบบตติยภูมิ มีมากกว่า 3 ใน 5 ของแรงงานในภาคอุตสาหกรรมทั้งหมด ความสามารถทางการผลิตรถยนต์ เครื่องใช้ไฟฟ้า กล้องถ่ายรูป และคอมพิวเตอร์ ก็ก้าวไปอยู่ในระดับแนวหน้าของโลกแล้ว ในปัจจุบัน

บทที่ 3
วิสัยทัศน์ผู้นำประเทศ นโยบาย และกฎหมายเกี่ยวกับการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาครั้งล่าสุด

วิทยาศาสตร์ศึกษาของประเทศญี่ปุ่น ได้พัฒนาเรื่อยมาอย่างต่อเนื่อง ดังกล่าวแล้วในบทที่ 2 โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การปฏิรูปการศึกษาหลังสงครามโลกครั้งที่ 2 ซึ่งมีผลเป็นอย่างมากต่อการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง และการกระจายอำนาจการบริหารการศึกษาภาคบังคับ 9 ปี สู่ท้องถิ่นจนถึงระดับเทศบาล ทำให้เด็กวัยเรียนทุกคนมีโอกาสได้รับการศึกษาที่มีคุณภาพเท่าเทียมกัน นอกจากนี้ ได้มีการประกาศใช้กฎหมายส่งเสริมวิทยาศาสตร์ศึกษา เมื่อปี พ.ศ. 2496 กำหนดให้กระทรวงการศึกษาฯ รับผิดชอบค่าใช้จ่ายไม่เกินครึ่งหนึ่ง สำหรับการก่อสร้างอาคารสถานที่และวัสดุอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ศึกษา ในโรงเรียนภาคบังคับ

การพัฒนาวิทยาศาสตร์ศึกษาที่ควบคู่ไปกับการพัฒนาโครงสร้างอุตสาหกรรมของประเทศ ในช่วง 2-3 ทศวรรษ หลังจากสิ้นสุดสงครามโลกครั้งที่ 2 ทำให้ผู้จบการศึกษาสายวิทยาศาสตร์ มีโอกาสสูงที่จะได้งานทำในภาคอุตสาหกรรมแบบทุติยภูมิ แต่ในช่วงทศวรรษที่ 1980 กลับประสบปัญหาความไม่นิยมเรียนวิชาฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และไม่นิยมเรียนต่ออุดมศึกษาสายวิทยาศาสตร์ ในขณะที่ประเทศญี่ปุ่น จำเป็นต้องก้าวทันความเจริญของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของโลกยุคศตวรรษที่ 21 และต้องแข่งขันกับประเทศอื่น ๆ มากขึ้น ในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

อย่างไรก็ตาม รัฐบาลญี่ปุ่นได้แสดงวิสัยทัศน์ที่ชัดเจนและกว้างไกล ที่จะปฏิรูปการศึกษาทั้งระบบให้ก้าวทันความเจริญของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะผู้วิจัยจึงต้องการจะวิเคราะห์ให้เห็นปัญหาของวิทยาศาสตร์ศึกษาในช่วงทศวรรษที่ 1980 ควบคู่ไปกับการวิเคราะห์วิสัยทัศน์ผู้นำ นโยบาย กลยุทธ์ และกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

ปัญหาของวิทยาศาสตร์ศึกษาในช่วงทศวรรษที่ 1980

Namio Nagasu [4] กล่าวถึงปัญหาของวิทยาศาสตร์ศึกษาในญี่ปุ่น ช่วงทศวรรษที่ 1980 หลายประการ ดังนี้

1. จำนวนนักเรียนที่เลือกเรียนวิชาฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายลดลงอย่างน่าวิตก สถิติที่เคยมีผู้เลือกเรียนฟิสิกส์สูงถึงร้อยละ 93 ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายทั้งหมด เมื่อปี พ.ศ. 2512 ได้ลดลงเหลือเพียงร้อยละ 81 ในปี พ.ศ. 2518 และเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เป็นร้อยละ 82 ในปี พ.ศ. 2523 หลังจากนั้น ก็ลดลงเรื่อย ๆ จนถึงร้อยละ 36 ในปี พ.ศ. 2528 ซึ่งส่งผลให้บางจังหวัดหยุดจ้างครูที่จบวิชาเอกฟิสิกส์

2. ผลการสำรวจของสมาคมวิชาการหลายสมาคม เช่น The Japan Society of Physics และ The Japan Society of Physics Education สอดคล้องกับผลการศึกษาค้นคว้าของ The Committee of Chemistry Education ซึ่งสังกัดอยู่ในสมาคมเคมีแห่งชาติ (The Chemical Society of Japan) ที่ค้นพบว่า ผู้สำเร็จการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ไม่ค่อยนิยมการเรียนต่อในวิทยาลัยการอาชีพทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นอกจากนี้ นักศึกษาในมหาวิทยาลัยทั้งหลาย ก็มักหลีกเลี่ยงที่จะเลือกเรียนรายวิชาต่าง ๆ ในสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้วยเช่นเดียวกัน

3. ตามความเห็นของ Namio Nagasu (อ้างแล้ว) ความนิยมในการเรียนต่อสายวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งลดลงดังกล่าวแล้วในข้อ 2 นั้น มีสาเหตุจากพื้นฐานทางวัฒนธรรมของชาวญี่ปุ่นโดยทั่วไปด้วย กล่าวคือ คนญี่ปุ่นทั่วไปไม่ค่อยตระหนักถึงความสำคัญของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และยังมีทัศนคติเชิงลบต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอีกด้วย ประกอบกับโครงสร้างอุตสาหกรรมของประเทศญี่ปุ่น ในช่วงนี้เปลี่ยนไปเน้นอุตสาหกรรมประเภทตติยภูมิ (Tertiary Industry) ซึ่งมุ่งการให้บริการมากกว่าการผลิตโดยเครื่องจักรกล นักเรียนนักศึกษาที่เตรียมตัวเข้าสู่ภาคอุตสาหกรรมจึงเปลี่ยนไปเรียนสาขาวิชาอื่น ๆ ที่ตอบสนองอุตสาหกรรมบริการ

4. แม้ว่าจะมีความก้าวหน้าทางวิทยาการคอมพิวเตอร์ในระดับสองของโลกแล้วก็ตาม แต่การเรียนการสอนคอมพิวเตอร์ในโรงเรียนประถมและมัธยมศึกษาในญี่ปุ่น

---

[4] อ้างจาก Sho Takakura and Murata Yokuo (Editors in Chief). **Education in Japan. A Bilingual Text : Present System and Tasks / Curriculum and Instruction.** 1998, pp. 169-172.

ยังอยู่เพียงแค่ระดับเริ่มต้นเท่านั้น เพราะครูอาจารย์และนักวิจัยทางวิทยาศาสตร์ศึกษาก็เพิ่งจะเริ่มศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการสอนวิชาคอมพิวเตอร์ ไม่ว่าจะเป็นเนื้อหาเกี่ยวกับซอฟท์แวร์หรือฮาร์ดแวร์

วิสัยทัศน์ผู้นำประเทศ

รัฐบาลญี่ปุ่นในสมัยนายกรัฐมนตรีนากาโซเน่ ได้แสดงเจตจำนงอันแน่วแน่ ที่จะปฏิรูปการศึกษาทั้งระบบ โดยประกาศใช้กฎหมาย ชื่อ The Law for the Establishment of a National Council on Educational Reform เมื่อกลางปี พ.ศ. 2527 และแต่งตั้งคณะกรรมการแห่งชาติเพื่อการปฏิรูปการศึกษา (The National Council on Educational Reform) เมื่อวันที่ 21 สิงหาคม พ.ศ. 2527 หลังจากนั้นนายกรัฐมนตรี ก็ได้ประกาศยุทธศาสตร์หลักในการปฏิรูปการศึกษา เมื่อวันที่ 5 กันยายน พ.ศ. 2527 ซึ่งมีนัยสำคัญเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ศึกษา ดังนี้ [5]

> *".....ตั้งแต่สิ้นสุดสงครามโลกครั้งที่สองเป็นต้นมา การศึกษาในประเทศญี่ปุ่นได้ขยายตัวและพัฒนาจากเดิมเป็นอันมาก แต่ในระยะไม่กี่ปี* **ที่ผ่านมานี้ ได้มีการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมในสังคมญี่ปุ่น ประกอบกับการขยายตัวของการศึกษาในด้านปริมาณอย่างเห็นได้ชัด ทำให้เกิดผลกระทบอย่างใหญ่หลวงต่อการจัดการศึกษาของประเทศนี้ จนกระทั่งเกิดปัญหาและความยุ่งยากต่าง ๆ มากมาย**
>
> *นอกจากนี้ ยังมีกระแสของการเรียกร้องจากส่วนต่าง ๆ ของสังคมญี่ปุ่นให้ปรับปรุงการจัดการศึกษา เพื่อให้ทันกับการพัฒนาทางวัฒนธรรมและการแลกเปลี่ยนทางสังคม เช่น การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างอุตสาหกรรม ความก้าวหน้าของสังคมยุคข้อมูลข่าวสาร และความต้องการที่เพิ่มขึ้นของประชาชนด้านการเรียนรู้ตลอดชีวิต*
>
> *ถ้าประเทศชาติของเรา จะสร้างสังคมที่เปี่ยมด้วยความวัฒนาผาสุก มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และพร้อมสำหรับศตวรรษที่ 21 ก็มีความจำเป็นอย่างเร่งด่วนที่เราจะต้องออกแบบการปฏิรูปการศึกษา เพื่อให้เป็นการศึกษาที่ทันกับความเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ซึ่งจะต้องเป็นไปตามนโยบาย*

---

[5] ฉันทนา จันทร์บรรจง. **รายงานการปฏิรูปการศึกษาของประเทศญี่ปุ่น**. 2540, น. 7.

และมาตรการทางการศึกษา ของรัฐบาลนี้ สอดคล้องกับอุดมการณ์ใน กฎหมายแม่บททางการศึกษา และคำนึงถึงปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดจาก ระบบการศึกษาในปัจจุบัน..."

จากข้อความที่อ้างถึงนี้ จะพบว่า ผู้นำของประเทศญี่ปุ่น ได้ตระหนักถึงแรงกดดันที่มีต่อระบบการศึกษา ซึ่งรุนแรงมากและจำเป็นเร่งด่วนที่จะต้องสร้างชาติให้เป็น "**สังคมแห่งการริเริ่มสร้างสรรค์อย่างมีปัญญา**" (Intellectually Creative Society) แรงกดดันที่สำคัญ ได้แก่

1. การเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมทางสังคม
2. การขยายตัวของการศึกษาในเชิงปริมาณ
3. ความไม่สมดุลของการพัฒนาทางวัตถุกับการพัฒนาทางวัฒนธรรม
4. การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างอุตสาหกรรมไปสู่โครงสร้างแบบอาศัยผลงานคุณภาพสูงและเทคโนโลยีสารสนเทศ
5. ความต้องการของประชาชนที่จะเรียนรู้ตลอดชีวิต

นโยบายและมาตรการที่เกี่ยวข้องกับการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษา

หลังจากนายกรัฐมนตรีประกาศยุทธศาสตร์หลักในการปฏิรูปการศึกษาไม่นานนัก คณะรัฐมนตรีและกระทรวงการศึกษา ฯ ก็ได้ประกาศนโยบายและมาตรการต่าง ๆ ในการปฏิรูปการศึกษา ซึ่งในที่นี้ จะวิเคราะห์เฉพาะที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ศึกษา

นโยบายของคณะรัฐมนตรี

1. นโยบายเร่งด่วนเพื่อดำเนินการปฏิรูปการศึกษา

คณะรัฐมนตรี ได้ออกประกาศว่าด้วยนโยบายเร่งด่วนเพื่อดำเนินการปฏิรูปการศึกษา ลงวันที่ 6 ตุลาคม พ.ศ. 2527 ซึ่งกำหนดให้ทุกส่วนของสังคม ทั้งภาครัฐและเอกชน ร่วมมือกันปฏิรูปการศึกษา นโยบายที่ประกาศโดยคณะรัฐมนตรีในครั้งนี้มีสาระสำคัญ 7 ประการ คือ ข้อ 1. การพัฒนาโครงสร้างการเรียนรู้ตลอดชีวิต ข้อ 2. การปฏิรูปประถมศึกษาและมัธยมศึกษา ข้อ 3. การปฏิรูปอุดมศึกษา ข้อ 4. การส่งเสริมการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ ข้อ 5. การปฏิรูปเพื่อให้ทันกับความเปลี่ยนแปลง ข้อ 6.

การปฏิรูปการบริหารการศึกษาและงบประมาณ และ ข้อ 7. กลไกสำหรับส่งเสริมการนำการปฏิรูปการศึกษาไปสู่การปฏิบัติ [6] นโยบายที่เกี่ยวข้องกับการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาโดยตรง คือ ข้อ 2 3 4 และ 5

2. นโยบายส่งเสริมการวิจัยทางวิทยาศาสตร์

รัฐบาลญี่ปุ่นได้ประกาศใช้กฎหมายชื่อ The Science and Technology Basic Law เมื่อเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2538 เพื่อเป็นกรอบในการบริหารประเทศด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ต่อมาคณะรัฐมนตรีก็ได้ประกาศนโยบายส่งเสริมการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ เมื่อเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2539 ซึ่งมีสาระสำคัญ ดังนี้ [7]

2.1 ปรับปรุงหน่วยงานวิจัยภายในมหาวิทยาลัยและหน่วยงานวิจัยระหว่างมหาวิทยาลัย ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

2.2 เพิ่มงบประมาณด้านการวิจัยให้สูงขึ้น เพื่อส่งเสริมคุณภาพและปริมาณการวิจัยในมหาวิทยาลัยและในสถาบันวิจัยต่าง ๆ

2.3 ฝึกอบรมและรับนักวิจัยรุ่นใหม่เข้าทำงาน เพื่อเพิ่มความแข็งแกร่งให้กับกิจกรรมการวิจัย โดยมีเป้าหมายที่จะให้การสนับสนุนการทำวิจัยในระดับสูงกว่าปริญญาเอก (postdoctorals) ถึง 10,000 คน

2.4 ปรับปรุงระบบต่าง ๆ ที่สนับสนุนการวิจัย เช่น ระบบผู้สนับสนุนนักวิจัย จะเพิ่มจำนวนผู้สนับสนุนนักวิจัยในมหาวิทยาลัยของรัฐ ให้มีผู้สนับสนุนต่อนักวิจัยเท่ากับ 1 : 2 เพราะพบว่า มีจำนวนผู้สนับสนุนนักวิจัยน้อยเกินไป สัดส่วนผู้สนับสนุนต่อนักวิจัยในญี่ปุ่นในช่วงก่อนประกาศนโยบายนี้ คือ 1 : 11 ในขณะที่อังกฤษ เยอรมัน ฝรั่งเศส มีสัดส่วนผู้สนับสนุนต่อนักวิจัย เท่ากับ 1 : 1 [8]

---

[6] ฉันทนา จันทร์บรรจง. อ้างแล้ว, น. 9.

[7] Ministry of Education, Science, Sports and Culture, Japan. **Monbusho**. 1997, pp. 53-55.

[8] Ministry of Education, Science and Culture, Japan. **Japanese Government Policies in Education, Science, Sports and Culture 1997 Scientific Research : Opening the Door to the Future**. 1997, pp.28-29.

2.5 จัดตั้งศูนย์ส่งเสริมความเป็นเลิศทางวิชาการ (Center of Excellence หรือ COE) เพื่อส่งเสริมการวิจัยที่สร้างสรรค์ที่สุดและทันสมัยที่สุดในระดับโลก

2.6 ส่งเสริมการวิจัยพื้นฐานในเชิงลึก เช่น การวิจัยทางดาราศาสตร์ การวิจัยทางอวกาศ การวิจัยเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมของโลก เป็นต้น

2.7 ส่งเสริมความร่วมมือทางการวิจัยระหว่างมหาวิทยาลัยกับภาคอุตสาหกรรม เช่น การวิจัยในรูปแบบวิจัยร่วม (joint research) การวิจัยในรูปแบบสัญญาจ้าง (contract research) และการรับบริจาคเพื่อให้มหาวิทยาลัยทำการวิจัยให้กับภาคอุตสาหกรรม เป็นต้น

2.8 การจัดให้มีระบบสารสนเทศทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถให้บริการได้ทั่วประเทศและมีเนื้อหากว้างขวางครอบคลุมทุกด้าน โดยพัฒนาเครือข่ายของศูนย์สารสนเทศทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Information Center) ที่ตั้งเมื่อ พ.ศ. 2529 ให้เชื่อมโยงมหาวิทยาลัยทั้งของรัฐและเอกชนและจัดตั้งศูนย์สารสนเทศเพิ่มขึ้น เพื่อจัดกระทำข้อมูลสารสนเทศจากทั้งในประเทศและต่างประเทศ

2. นโยบายกระทรวงการศึกษา วิทยาศาสตร์ วัฒนธรรมและการกีฬา

2.1 นโยบายส่งเสริมสิ่งแวดล้อมศึกษาและการคิดอย่างเป็นวิทยาศาสตร์

กระทรวงการศึกษา ฯ ได้ปรับปรุงหลักสูตรระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาตอนต้น และมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามนโยบายเร่งด่วนเพื่อการปฏิรูปการศึกษาของคณะรัฐมนตรี หลักสูตรใหม่ได้ประกาศใช้ในปี พ.ศ. 2531 และ 2532 ตามลำดับ หลังจากนั้น ได้ประกาศนโยบายส่งเสริมสิ่งแวดล้อมศึกษาและการคิดอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ โดยอาศัยมาตรการสำคัญ หลายประการ เช่น [9]

2.1.1 มาตรการด้านสิ่งแวดล้อมศึกษา ได้แก่ การจัดทำเอกสารสำหรับการสอนสิ่งแวดล้อมศึกษาระดับประถมและมัธยมศึกษา เมื่อปี พ.ศ. 2533 แล้วแจกเอกสารให้แก่ครูผู้สอนสิ่งแวดล้อมศึกษา เมื่อปี พ.ศ. 2534 ต่อจากนั้น ได้ศึกษารายกรณี เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมศึกษาและการคิดอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ และจัดส่ง

---

[9] Ministry of Education, Science and Culture, Japan. **Japanese Government Policies in Education, Science and Culture 1994. New Directions in School Education : Fostering Strength for Life**. 1994, pp. 92-93.

รายงานผลการศึกษาค้นคว้าให้แก่โรงเรียนต่าง ๆ นอกจากนี้ ได้กำหนดเทศบาลนำร่องการส่งเสริมสิ่งแวดล้อมศึกษา 10 เทศบาล ให้เป็นต้นแบบในเรื่อง การจัดงานสิ่งแวดล้อมศึกษาและจัดการสัมมนาครูผู้สอนสิ่งแวดล้อมศึกษา

2.1 2 มาตรการด้านการปลูกฝังให้รู้จักคิดอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ลดการเรียนการสอนภาคทฤษฎีแต่เพิ่มภาคปฏิบัติ ในวิชาวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา เพิ่มวิชาที่เน้นกิจกรรมและประสบการณ์จริง ชื่อ “การศึกษาสิ่งแวดล้อมของชีวิต” (Life Environmental Studies) เป็นวิชาบังคับ ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และเป็นวิชาเลือกในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ให้ครูทบทวนวิธีสอนและให้สอนโดยเน้นการปฏิบัติจริง การแก้ปัญหา กิจกรรมการค้นคว้าด้วยตนเองอย่างเสรี กิจกรรมที่ทำให้ผู้เรียนเกิดนิสัยใฝ่รู้และรักที่จะศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง นอกจากนี้ยังลดชั่วโมงเรียนวิชาต่าง ๆ ในหลักสูตร รวมทั้งวิชาวิทยาศาสตร์ โดยให้ผู้สอนเลือกเนื้อหาอย่างรอบคอบมากขึ้น เพื่อประกันว่าผู้เรียนจะได้รับความรู้พื้นฐานของวิชานั้น ๆ อย่างครบถ้วน พร้อมทั้งกำหนดให้โรงเรียนปรับปรุงวิธีสอนของครู เช่น นำการสอนเป็นทีมมาใช้ และสนับสนุนการจัดการเรียนรู้จากแหล่งวิชาภายนอกโรงเรียนมากขึ้น ในขณะเดียวกัน กระทรวงการศึกษา ฯ ก็จัดการสัมมนาเกี่ยวกับการสอนและการผลิตอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ และปรับปรุงแก้ไขเกณฑ์มาตรฐานเครื่องมือการสอนวิทยาศาสตร์ ให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

กฎหมายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ศึกษา

การบริหารการศึกษาโดยอาศัยกฎหมายเป็นพื้นฐาน เป็นเอกลักษณ์อย่างหนึ่งของระบบการศึกษาญี่ปุ่นหลังสงครามโลกครั้งที่ 2 จนถึงปัจจุบัน กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ศึกษาในญี่ปุ่นมีหลายฉบับ แต่ในที่นี้ จะวิเคราะห์เฉพาะกฎหมายและกฎกระทรวง ที่สำคัญ รวม 3 ฉบับ ได้แก่ กฎหมายการส่งเสริมอุตสาหกรรมศึกษา กฎหมายการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ศึกษา และกฎกระทรวงการศึกษาฯ ที่ออกตามความในกฎหมายการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ศึกษา ดังรายละเอียดต่อไปนี้

กฎหมายการส่งเสริมอุตสาหกรรมศึกษา

กฎหมายการส่งเสริมอุตสาหกรรมศึกษา เรียกชื่อภาษาอังกฤษว่า The Industrial Education Law ประกาศใช้ครั้งแรก เมื่อวันที่ 2 มิถุนายน พ.ศ. 2494 ได้มี

การแก้ไขเพิ่มเติมอีกหลายครั้ง และหลังจากประกาศนโยบายปฏิรูปการศึกษาครั้งล่าสุดนี้ ได้มีการแก้ไขเพิ่มเติมอีกครั้งหนึ่ง โดยประกาศใช้กฎหมายการส่งเสริมอุตสาหกรรมศึกษา ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม เมื่อวันที่ 2 ธันวาคม พ.ศ. 2527

สาระสำคัญของกฎหมายการส่งเสริมอุตสาหกรรมศึกษา คือ [10]

1. เหตุผลในการออกกฎหมายฉบับนี้ คือ การสนองเจตนารมณ์ของกฎหมายแม่บทการศึกษา (The Fundamental Law of Education) ซึ่งมุ่งให้การศึกษาเป็นพื้นฐานของการพัฒนาชีวิตความเป็นอยู่ของปวงชน ควบคู่ไปกับการพัฒนาเศรษฐกิจแบบอุตสาหกรรม (มาตรา 1)

2. นิยามของ “อุตสาหกรรมศึกษา” (ภาษาญี่ปุ่นเรียกว่า Sankyo Kyoiku) คือ การศึกษาซึ่งให้ ความรู้ ทักษะ และเจตคติที่จำเป็นเกี่ยวกับ เกษตรกรรม วิศวกรรม พาณิชยกรรม การประมง และอื่น ๆ แก่นักเรียนนักศึกษาในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย มหาวิทยาลัย และวิทยาลัยการอาชีพ ซึ่งรวมถึงโรงเรียนการศึกษาพิเศษสำหรับเด็กพิการทางหูและทางตา ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย (มาตรา 2)

3. รัฐบาลมีหน้าที่และความรับผิดชอบเกี่ยวกับอุตสาหกรรมศึกษา ตามความในมาตรา 3 ของกฎหมายฉบับนี้ คือ

3.1 บริหารงานอุตสาหกรรมศึกษาให้เป็นไปตามข้อกำหนดของกฎหมาย

3.2 กำกับดูแลการบริหารขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นทุกระดับ ให้ดำเนินงานดังนี้

3.2.1 จัดทำแผนแม่บทการส่งเสริมอุตสาหกรรมศึกษาของท้องถิ่น

3.2.2 ปรับปรุงเนื้อหาและวิธีสอนอุตสาหกรรมศึกษา ให้เหมาะสมกับสภาพความต้องการของท้องถิ่น

3.2.3 จัดให้มีอาคารสถานที่และอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับอุดสาหกรรมศึกษา

3.2.4 จัดทำแผนพัฒนาครูอาจารย์และศึกษานิเทศก์ ด้านอุตสาหกรรมศึกษาและดำเนินการพัฒนาบุคลากรเหล่านี้ให้มีคุณภาพตามเป้าหมายของแผน

---

[10] Kyodo Suppan. **Gakko Roppo**. 1986, pp. 249-251.

3.2.5 ร่วมมือกับภาคอุตสาหกรรม ในการพัฒนาอุตสาหกรรมศึกษา ให้สอดคล้องกับความต้องการในโลกอุตสาหกรรม

3.3 รัฐบาลกลางและองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น จะต้องให้การสนับสนุนค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติการและการฝึกงานที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมศึกษา ตามที่กำหนดโดยกฎกระทรวงที่ออกตามความในกฎหมายฉบับนี้ (มาตรา 3 ทวิ)

3.4 ครูอาจารย์ที่สอนอุตสาหกรรมศึกษา จะต้องมีคุณสมบัติพิเศษ คือมีความรู้และทักษะการปฏิบัติตามเกณฑ์มาตรฐานสำหรับครูอุตสาหกรรมศึกษา (มาตรา 3 ตติ)

3.5 ให้มีคณะกรรมการที่ปรึกษาด้านอุตสาหกรรมศึกษาขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นโดยให้รัฐบาลกลางจัดสรรงบประมาณเพื่อการดำเนินงานของคณะกรรมการดังกล่าว จำนวนคณะกรรมการที่ปรึกษาในระดับจังหวัด ให้มีได้อย่างน้อย 10 คน แต่ไม่เกิน 20 คน ส่วนคณะกรรมการที่ปรึกษาในระดับเทศบาลให้มีได้อย่างน้อย 5 คน แต่ไม่เกิน 15 คน คณะกรรมการที่ปรึกษาด้านอุตสาหกรรมศึกษา ให้คัดเลือกจากผู้ทรงคุณวุฒิในท้องถิ่นทางอุตสาหกรรม การแต่งตั้งคณะกรรมการที่ปรึกษาด้านอุตสาหกรรมศึกษา เป็นอำนาจของคณะกรรมการการศึกษาจังหวัด / เทศบาล โดยความเห็นชอบของผู้ว่าราชการจังหวัด / นายกเทศมนตรี อำนาจหน้าที่ของคณะกรรมการที่ปรึกษาด้านอุตสาหกรรมศึกษา คือ การพิจารณาให้คำแนะนำปรึกษาแก่คณะกรรมการการศึกษาท้องถิ่น เกี่ยวกับการจัดการศึกษาด้านอุตสาหกรรมศึกษา (หมวด 2 มาตรา 10 -14)

3.6 รัฐบาล จะต้องจัดสรรงบประมาณแผ่นดินเพื่ออุดหนุนการจัดการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมศึกษา ตามความในหมวด 3 มาตรา 15-16 ซึ่งสรุปได้ดังนี้

3.6.1 จัดสรรงบประมาณอุดหนุนการก่อสร้างอาคารสถานที่สำหรับอุตสาหกรรมศึกษา เช่น โรงฝึกงานอุตสาหกรรมในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงฝึกงานอุตสาหกรรมซึ่งใช้ร่วมกันระหว่างโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย สถานฝึกอบรมครูอุตสาหกรรมศึกษา สถานที่สำหรับการสอนอุตสาหกรรมศึกษาในระดับอุดมศึกษา สถานที่สำหรับอุตสาหกรรมศึกษาในวิทยาลัยการอาชีพ สถานที่สำหรับการวิจัยเชิงปฏิบัติการเกี่ยวกับอุตสาหกรรมศึกษา และงบประมาณอุดหนุนการ

จัดการฝึกอบรมครูอาจารย์หรือศึกษานิเทศก์ด้านอุตสาหกรรมศึกษา โดยปรึกษาหารือกับคณะกรรมการที่ปรึกษาด้านอุตสาหกรรมศึกษา สัดส่วนของเงินอุดหนุนอาจจะเต็มจำนวนหรือเพียงส่วนหนึ่งของค่าใช้จ่ายก็ได้

3.7 ให้รัฐบาลจัดสรรเงินอุดหนุนแก่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ในการจัดการฝึกอบรมระยะสั้นด้านอุตสาหกรรม สัดส่วนของเงินอุดหนุนอาจจะเต็มจำนวนหรืออุดหนุนเพียงส่วนหนึ่งของค่าใช้จ่าย ขึ้นอยู่กับความจำเป็นและต้องปรึกษาหารือกับคณะกรรมการที่ปรึกษาด้านอุตสาหกรรมศึกษาด้วย

3.8 ให้จัดสรรงบประมาณแผ่นดิน เพื่ออุดหนุนการจัดการอุตสาหกรรมของโรงเรียนเอกชนตามสมควร แต่จะต้องไม่ขัดแย้งกับกฎหมายว่าด้วยการอุดหนุนการศึกษาเอกชน (มาตรา 19)

3.10 ถ้าเห็นว่าจำเป็น รัฐบาลอาจจะจัดสรรงบประมาณแผ่นดินเพื่ออุดหนุนการจัดทำตำราเรียนอุตสาหกรรมศึกษาได้ด้วย (มาตรา 20)

กฎหมายการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ศึกษา

กฎหมายส่งเสริมวิทยาศาสตร์ศึกษา (The Law for Promotion of Science Education) ประกาศใช้ครั้งแรก เมื่อวันที่ 8 สิงหาคม พ.ศ. 2496 และแก้ไขเพิ่มเติมอีกหลายครั้ง โดยประกาศใช้ฉบับแก้ไขเพิ่มเติมครั้งล่าสุด เมื่อวันที่ 2 ธันวาคม พ.ศ. 2527

สาระสำคัญของกฎหมายการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ศึกษา มีดังนี้ [11]

1. เหตุผลในการออกกฎหมายฉบับนี้ คือ การสนองเจตนารมณ์ของกฎหมายแม่บทการศึกษา (The Fundamental Law of Education) และกฎหมายการศึกษาในระบบโรงเรียน (The School Education Law) ซึ่งมุ่งให้วิทยาศาสตร์ศึกษาเป็นพื้นฐานของการสร้างชาติ ให้สูงส่งด้วยวัฒนธรรม เน้นเป็นพิเศษคือวัฒนธรรมในการดำรงชีวิตโดยอาศัยวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือสำหรับพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ ทักษะ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีสติปัญญา มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และสามารถจัดการกับชีวิตของตนเองได้อย่างสมเหตุสมผล (มาตรา 1)

---

[11] Kyodo Shuppan. Ibid., pp. 247-248.

2. นิยามของ “วิทยาศาสตร์ศึกษา” (ภาษาญี่ปุ่นเรียกว่า Rika Kyoiku) คือ การศึกษาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนในโรงเรียนประถมศึกษา โรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นและโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งรวมถึงโรงเรียนการศึกษาพิเศษสำหรับเด็กพิการทางหูและทางตา (มาตรา 2)

3. หน้าที่และความรับผิดชอบของรัฐบาล เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ศึกษา ตามที่ระบุไว้ในมาตรา 3 แห่งกฎหมายฉบับนี้ คือ

3.1 บริหารงานวิทยาศาสตร์ศึกษาให้เป็นไปตามที่กำหนดโดยกฎหมายฉบับนี้

3.2 กำกับดูแลให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ดำเนินการเพื่อส่งเสริมวิทยาศาสตร์ในแต่ละท้องถิ่น ดังนี้

3.2.1 จัดทำแผนแม่บทการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ศึกษาของท้องถิ่น

3.2.2 ปรับปรุงเนื้อหาและวิธีสอนวิทยาศาสตร์ศึกษาให้เหมาะสมกับความต้องการของท้องถิ่น

3.2.3 จัดให้มีอาคารสถานที่และวัสดุอุปกรณ์สำหรับวิทยาศาสตร์ศึกษา ที่พอเพียงและเหมาะสม

3.2.4 จัดทำแผนพัฒนาครูอาจารย์และศึกษานิเทศก์ด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา และดำเนินการพัฒนาบุคลากรเหล่านี้ให้มีคุณภาพตามเป้าหมายของแผน

4. รัฐบาลกลาง มีหน้าที่และความรับผิดชอบในการสนับสนุนวิทยาศาสตร์ศึกษา ตามความในมาตรา 9 แห่งกฎหมายฉบับนี้ ได้แก่

4.1 สนับสนุนงบประมาณที่จำเป็นสำหรับวิทยาศาสตร์ศึกษาในโรงเรียนประถมศึกษา มัธยมศึกษาตอนต้น และมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งรวมถึงโรงเรียนการศึกษาพิเศษสำหรับเด็กพิการทางหูและทางตา โดยให้มีคณะกรรมการที่ปรึกษาด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาของกระทรวงการศึกษา ฯ ทำหน้าที่ให้คำเสนอแนะในเรื่องต่อไปนี้

4.1.1 การสนับสนุนงบประมาณเพื่อก่อสร้างอาคารสถานที่ สำหรับวิทยาศาสตร์ศึกษาในโรงเรียน ตามขอบเขตที่กำหนด โดยกฎหมายว่าด้วยเงินอุดหนุนจากงบประมาณแผ่นดินเพื่อการจัดการศึกษาภาคบังคับ และกฎหมายการจัดตั้งโรงเรียนรัฐบาลสำหรับเด็กพิการ

4.1.2 การสนับสนุนงบประมาณเพื่อก่อสร้างอาคารสถานที่สำหรับฝึกอบรมครูอาจารย์และศึกษานิเทศก์ด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา

4.2 การจัดสรรเงินอุดหนุนแก่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น หรือเอกชนที่เป็นผู้จัดตั้งโรงเรียน เพื่อสนับสนุนการจัดการด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา (science education management fund) ในกรณีที่จำเป็น นอกเหนือจากที่ระบุแล้วในข้อ 4.1 ทั้งนี้ การอุดหนุนการจัดการด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา ของโรงเรียนเอกชน จะต้องอยู่ในขอบเขตที่กำหนดในกฎหมายว่าด้วยการอุดหนุนโรงเรียนเอกชน

กฎกระทรวงการศึกษาฯ ว่าด้วยการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ศึกษา

กฎกระทรวงการศึกษาฯ ว่าด้วยการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ศึกษา ออกตามความในกฎหมายการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ศึกษา กฎกระทรวงฉบับนี้ประกาศใช้ครั้งแรก เมื่อวันที่ 16 ธันวาคม พ.ศ. 2497 และได้ถูกแก้ไขเพิ่มเติม เมื่อวันที่ 28 มิถุนายน พ.ศ. 2527

เอกสารแนบท้ายกฎกระทรวงฉบับนี้ ได้กำหนดมาตรฐานขั้นต่ำของอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ศึกษาในโรงเรียน โดยแบ่งเป็น 2 ประเภท ในแต่ละระดับโรงเรียน คือ อุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์และอุปกรณ์การสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งจะนำเสนอเฉพาะมาตรฐานขั้นต่ำของอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ในโรงเรียนประถมศึกษา เพื่อเป็นกรณีตัวอย่าง ดังนี้ [12]

1. เครื่องมือวิทยาศาสตร์สำหรับโรงเรียนประถมศึกษา

1.1 เครื่องมือสำหรับการวัด เช่น เครื่องมือวัดความยาว เครื่องชั่งน้ำหนัก นาฬิกา เทอร์โมมิเตอร์ เป็นต้น

1.2 เครื่องมือที่จำเป็นสำหรับการสอนเกี่ยวกับพลังงาน แรง สสาร ความร้อน แสง เสียง แม่เหล็ก ไฟฟ้า เคมี สิ่งมีชีวิต เป็นต้น

1.3 เครื่องมือสำหรับการสำรวจภาคสนาม เช่น เครื่องมือสำรวจภูมิประเทศ ชุดสะสมของสสารต่าง ๆ เข็มทิศ เป็นต้น

1.4 ตัวอย่างสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต เช่น หิน โลหะ พืช สัตว์ เป็นต้น

1.5 หุ่นจำลอง เช่น หุ่นจำลองของพื้นโลก หุ่นจำลองรูปร่างมนุษย์ เป็นต้น

---

[12] Kyodo Shuppan. Ibid., pp. 248-249.

2. เครื่องมือคณิตศาสตร์สำหรับโรงเรียนประถมศึกษา

2.1 เครื่องมือประกอบการอธิบาย เช่น ตัวเลข รูปทรงต่าง ๆ และอื่น ๆ ที่จำเป็น

2.2 เครื่องมือประกอบการทดลองปฏิบัติจริง เช่น ตัวเลข และรูปทรงต่าง ๆ

2.3 เครื่องมือสำหรับการคำนวณ เช่น ลูกคิด เครื่องคิดเลข ฯลฯ

อย่างไรก็ตาม กฎกระทรวงว่าด้วยการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ศึกษานี้ ได้รับการปรับปรุงแก้ไขให้ทันสมัยยิ่งขึ้น เมื่อปี พ.ศ. 2535 หลังจากประกาศใช้หลักสูตรใหม่ตามนโยบายปฏิรูปการศึกษาของรัฐบาลยุคนายกรัฐมนตรีนากาโซเน่ สาระสำคัญของการปรับปรุงแก้ไขครั้งล่าสุดนี้ คือ การกำหนดให้เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือที่โรงเรียนจะต้องจัดให้มีอย่างพอเพียง สำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ศึกษา นอกเหนือจากอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ได้กำหนดไว้แล้ว

สรุป

ปัญหาของวิทยาศาสตร์ศึกษาในญี่ปุ่น ช่วงทศวรรษที่ 1980 มีหลายประการ เช่น จำนวนนักเรียนที่เลือกเรียนวิชาฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ลดลงอย่างน่าวิตก ผู้จบมัธยมศึกษาตอนปลาย ก็ไม่นิยมเรียนต่อในวิทยาลัยการอาชีพทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นักศึกษาในมหาวิทยาลัยก็หลีกเลี่ยงการเรียนวิชาในสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ความไม่นิยมเรียนต่อสายวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสาเหตุจากพื้นฐานทางวัฒนธรรม ซึ่งผู้คนไม่ให้ความสำคัญ และมีทัศนคติเชิงลบต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประกอบกับโครงสร้างอุตสาหกรรมเปลี่ยนไปเน้นอุตสาหกรรมบริการ ทำให้นักเรียนนักศึกษาเปลี่ยนไปสนใจสาขาวิชาอื่น ๆ นอกจากนี้ การเรียนการสอนคอมพิวเตอร์ในโรงเรียนประถมและมัธยมของญี่ปุ่น ยังอยู่เพียงแค่ระดับเริ่มต้นเท่านั้น ถึงแม้ว่าวิทยาการคอมพิวเตอร์ของประเทศจะอยู่ในอันดับสองของโลกแล้วก็ตาม

วิสัยทัศน์ผู้นำประเทศเกี่ยวกับการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษา ปรากฏในประกาศยุทธศาสตร์หลักในการปฏิรูปการศึกษา ของนายกรัฐมนตรีนากาโซเน่ เมื่อ พ.ศ. 2527 โดยระบุว่าจำเป็นต้องปฏิรูปการศึกษาทั้งระบบ เพราะต้องก้าว

ทันการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางอุตสาหกรรม และทันกับความก้าวหน้าของเทคโนโลยีสารสนเทศ ซึ่งเกิดขึ้นพร้อม ๆ กับความต้องการในการเรียนรู้ตลอดชีวิตของประชาชนในประเทศนี้

นโยบายเกี่ยวกับการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษา ที่ประกาศโดยคณะรัฐมนตรี ที่สำคัญ คือ (1) นโยบายเร่งด่วนเพื่อดำเนินการปฏิรูปการศึกษา ซึ่งมี 7 ประการ ส่วนที่เกี่ยวกับการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษา อยู่ในนโยบายข้อ 2. 3. 4. และ 5. และ (2) นโยบายส่งเสริมการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมุ่งปรับปรุงศักยภาพของหน่วยงานวิจัยในมหาวิทยาลัยและระหว่างมหาวิทยาลัย เพิ่มงบประมาณสนับสนุนการวิจัย ส่งเสริมการวิจัยพื้นฐานเชิงลึก ส่งเสริมความร่วมมือระหว่างมหาวิทยาลัยกับภาคอุตสาหกรรมในการทำวิจัย และจัดให้มีระบบสารสนเทศที่เชื่อมโยงเครือข่ายทั่วประเทศเพื่อเอื้อต่อการวิจัย

นโยบายของกระทรวงการศึกษา ฯ ที่สำคัญ คือ นโยบายส่งเสริมสิ่งแวดล้อมและการคิดอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้กำหนดมาตรการ เพื่อดำเนินการตามนโยบายดังกล่าวนี้ 2 ด้าน คือ ด้านสิ่งแวดล้อมศึกษาและด้านการปลูกฝังให้รู้จักคิดอย่างเป็นวิทยาศาสตร์

ประเทศญี่ปุ่น ใช้กฎหมายเป็นเครื่องมือในการบริหารวิทยาศาสตร์ศึกษามาหลายสิบปีแล้ว กฎหมายที่สำคัญ ได้แก่ กฎหมายการส่งเสริมอุตสาหกรรมศึกษา กฎหมายการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ศึกษา และกฎกระทรวงที่ออกตามความในกฎหมายดังกล่าว

บทที่ 4
หลักสูตรและรูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในแต่ละระดับการศึกษา

ในบทนี้ จะเสนอผลการวิเคราะห์เอกสารเกี่ยวกับหลักสูตรและรูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในประเทศญี่ปุ่น โดยจำแนกหัวข้อ ดังนี้

1. แนวโน้มของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน : จากอดีตถึงปัจจุบัน
2. วิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา ตามหลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2542
3. วิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ตามหลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2541
4. วิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามหลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2542
5. ชั่วโมงการเรียนรู้แบบบูรณาการ กับวิทยาศาสตร์ศึกษา
6. วิทยาศาสตร์ศึกษาในระดับอุดมศึกษา

แนวโน้มของของวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน : จากอดีตถึงปัจจุบัน

ระยะเริ่มต้น

การสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนของญี่ปุ่น เริ่มมีมาตั้งแต่ประกาศใช้พระราชกำหนดการศึกษาในระบบโรงเรียน (School Ordinance) ในปี พ.ศ. 2415 โดยจัดให้เรียนวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ (natural sciences) แยกเป็นรายวิชาต่าง ๆ เช่น ฟิสิกส์ เคมี และประวัติศาสตร์ธรรมชาติ (Natural History) ต่อมา ในปี พ.ศ. 2429 ได้รวมวิชาต่าง ๆ เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ธรรมชาติเข้าด้วยกัน เป็นกลุ่มวิชา เรียกว่า Rika แปลเป็นภาษาอังกฤษว่า School Science หรือ “วิทยาศาสตร์ในโรงเรียน” โดยเน้นความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับชีวิตประจำวัน

เนื้อหาของกลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน มุ่งให้ความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติและปรากฏการณ์ทางธรรมชาติซึ่งเด็กประสบอยู่ในชีวิตประจำวัน และเน้นเรื่องการใช้เครื่องจักร อุปกรณ์ และเครื่องมือเครื่องใช้ต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการดำรงชีวิต ต่อมาเนื้อหาวิชานี้ ได้รับการปรับปรุงแก้ไขให้ทันสมัยและให้เหมาะสมกับระดับชั้นเรียนมากขึ้นเรื่อย ๆ ในปี พ.ศ. 2443, 2450, 2454, และ 2462 แต่นโยบายหลักของวิทยาศาสตร์ศึกษาไม่ได้เปลี่ยนแปลงมากนักในการปรับปรุงแก้ไขหลักสูตรในช่วงต่าง ๆ ดังกล่าว

จนกระทั่งประกาศใช้พระราชกำหนดการศึกษาในโรงเรียนแห่งชาติ (The National School Ordinance) เมื่อปี พ.ศ. 2484 [13]

ในปี พ.ศ. 2484 ได้มีการรวมวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน เป็นกลุ่มวิชา วิทย์-คณิต (Science-Math Course) โดยให้วิทยาศาสตร์ในโรงเรียน (School Science) เป็นส่วนหนึ่งของวิทย์-คณิต นอกจากนั้น วิทยาศาสตร์ในชั้นประถมปีที่ 1-3 ได้เปลี่ยนไปเน้นการสังเกตธรรมชาติ (ชื่อวิชานี้ ในชั้นประถมปีที่ 1-3 เรียกว่า "การสังเกตธรรมชาติ" หรือ Observation of Nature) นับได้ว่าเป็นการเปลี่ยนแปลงครั้งสำคัญในประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ศึกษาในประเทศญี่ปุ่น [14]

ระยะ**หลังสงครามโลกครั้งที่ 2 จนถึงปี พ.ศ. 2532**

การเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษาในโรงเรียน เกิดขึ้นอีกหลายครั้ง หลังจากสงครามโลกครั้งที่ 2 ดังนี้ [15]

1. การปรับปรุงหลักสูตรเมื่อปี พ.ศ.2490
   1.1 เรียกวิชาวิทยาศาสตร์ว่า "วิชาวิทยาศาสตร์เพื่อชีวิตประจำวัน"
   1.2 เน้นเด็กเป็นศูนย์กลาง (Child-Centered Curriculum)
   1.2 เน้นประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน
   1.3 เน้นการสอนโดยวิธีแก้ปัญหา (Problem Solving Method)
2. การปรับปรุงหลักสูตรเมื่อปี พ.ศ. 2494 และ 2495
   2.1 ยังคงเรียกว่า วิชาวิทยาศาสตร์เพื่อชีวิตประจำวัน เช่นเดิม
   2.2 เปลี่ยนจากหน่วยการเรียนที่เน้นประสบการณ์ชีวิต เป็นหน่วยการเรียนที่เน้นอุปกรณ์การสอน
   2.3 วิธีการแก้ไขปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์มีระดับสูงขึ้น
   2.4 เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เช่นเดียวกับหลักสูตรปรับปรุง เมื่อ พ.ศ. 2490
3. การปรับปรุงหลักสูตร เมื่อปี พ.ศ. 2501, 2502 และ 2503

---

[13] Takakura Sho, Yokuo Murata, and others. **Education in Japan. A Bilingual Text : Present System and Tasks / Curriculum and Instruction.** 1997, p. 163.

[14] Ibid.

[15] Ibid., pp. 163-164.

3.1 เรียกชื่อวิชา ว่า "วิชาวิทยาศาสตร์เชิงระบบ" หรือ Systematic Science

3.2 เน้นการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ ทั้งในระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาตอนต้น และมัธยมศึกษาตอนปลาย

4. การปรับปรุงหลักสูตร เมื่อปี พ.ศ. 2511, 2512 และ 2513

4.1 เรียกชื่อวิชา ว่า "วิชาวิทยาศาสตร์การสอบสวนความรู้" หรือ Inquiry Science

4.2 เน้นการเรียนโดยใช้วิธีสอบสวนความรู้ (learning through inquiry)

4.3 เน้นการสร้างมโนมติวิทยาศาสตร์ (based on scientific concept)

4.4 เน้นวิธีการเชิงวิทยาศาสตร์ (scientific method)

5. การปรับปรุงหลักสูตรเมื่อปี พ.ศ. 2520 และ 2521

5.1 สอนโดยคำนึงถึงจุดยืน ความถนัด และความสนใจของผู้เรียน ซึ่งเป็นเรื่องเดียวกับ การเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง

5.2 บูรณาการเนื้อหาวิชา (integration of teaching content)

5.3 เน้นการเรียนรู้จากประสบการณ์ (experience-based)

สรุปได้ว่า วิทยาศาสตร์ศึกษาหลังจากสงครามโลกครั้งที่สอง จนถึงเมื่อไม่นานมานี้ ได้เน้นการเรียนรู้โดยให้เด็กเป็นศูนย์กลาง ตามแนวคิดพิพัฒนาการนิยมของอเมริกา และมีการนำวิธีสอนแบบ "หน่วยการเรียน" (unit learning) มาใช้ โดยยึดเป็นพื้นฐานสำหรับการจัดอุปกรณ์การสอน แต่หลังจากที่นำมาใช้ได้ระยะหนึ่ง ก็ถูกวิจารณ์ว่าเป็น ***"วิทยาศาสตร์แบบเด็กกำลังคลาน"*** (เรียกเป็นภาษาญี่ปุ่นว่า Haimawaru-Rika แปลว่า Crawling Science) เพราะเด็กที่เรียนมีผลสัมฤทธิ์ขั้นพื้นฐานต่ำลง ดังนั้นจึงต้องมีการเปลี่ยนแปลงอีกครั้งหนึ่ง โดยให้สอนเนื้อหาวิชาใหม่ เรียกว่า "Systematic Science" ซึ่งได้ตัดเนื้อหาหลายวิชาออกไปจากวิทยาศาสตร์ คือ การเรือน (Homemaking) สุขศึกษา (Health and Hygiene) การคมนาคม (Transportation) วิทยาศาสตร์ประยุกต์ (Applied Science) การปกป้องและการใช้สิ่งที่มีชีวิต (Protection and Utilization of Living Things) เป็นต้น [16]

---

[16] Ibid., pp. 164-165.

การปรับปรุงหลักสูตรเมื่อปี พ.ศ. 2512 และ 2513 ได้รับอิทธิพลอย่างมาก จากการรณรงค์เรื่องหลักสูตรวิทยาศาสตร์แผนใหม่ (New Science Curriculum Movement) ในสหรัฐอเมริกา ซึ่งเน้นการสอนโดยวิธีการสอบสวนความรู้ (Science Through Inquiry) การปรับปรุงหลักสูตรครั้งถัดมา ในปี พ.ศ. 2520 และ 2521 ก็ได้นำประเด็นและปัญหาเกี่ยวกับมลภาวะและการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม เข้ามาเป็นเนื้อหาส่วนหนึ่งของวิทยาศาสตร์ศึกษา โดยมุ่งไปสู่การสร้างสังคมที่ผาสุก ในหลักสูตรฉบับนี้ กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน (School Science) มุ่งเน้นเนื้อหาที่จะทำให้ผู้เรียนสนุกสนาน มีประสบการณ์ตรง และฝึกฝนให้ผู้เรียนเกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ระยะหลังการปฏิรูปการศึกษา เมื่อ พ.ศ. 2527 ถึง พ.ศ. 2540

หลังจากการปฏิรูปการศึกษาทั้งระบบ ซึ่งเริ่มตั้งแต่ปลายปี พ.ศ. 2527 ได้มีการปรับปรุงหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนประถมและมัธยมศึกษา เมื่อปี พ.ศ. 2532 โดยมุ่งให้วิทยาศาสตร์สัมพันธ์กับชีวิตประจำวัน เน้นการสังเกตและการฝึกปฏิบัติ มุ่งพัฒนาให้ผู้เรียนมีทักษะในการแก้ปัญหาอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะดำรงชีวิตอยู่ได้ในสังคมที่มีเทคโนโลยีชั้นสูง มีสารสนเทศที่เปิดกว้างและมีการติต่อสัมพันธ์กับนานาชาติ จึงมีการนำคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ประเภท media instruments มาใช้ในการสอนวิทยาศาสตร์

การปรับปรุงหลักสูตร ในปี พ.ศ. 2532 และแก้ไขเพิ่มเติมอีกครั้งในปี พ.ศ. 2535 มีจุดเน้น คือ

1. สอนให้สังเกตธรรมชาติ (Observation of Nature) มากขึ้น ในระดับประถมศึกษา

2. ในปี พ.ศ. 2535 วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-2 ถูกยกเลิก และนำเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ไปบูรณาการกับวิชาสังคมศึกษา แล้วเรียกชื่อวิชาใหม่ว่า “สิ่งแวดล้อมของการดำรงชีวิต”

3. วิชาวิทยาศาสตร์ ตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จนถึงระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามหลักสูตรปี พ.ศ. 2532 มีหลักการสำคัญ คือ [17]

---

[17] Ibid., p. 165.

3.1 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3-6 เน้นการฝึกปฏิบัติประสบการณ์ตรงเกี่ยวกับธรรมชาติ และการแก้ปัญหาโดยยึดกฎของธรรมชาติ (problem-solving using rules and laws of nature)

3.2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 เน้นความรู้เชิงลึก การพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการสอบสวนความรู้ (inquiry skills)

การปรับปรุงหลักสูตร เมื่อ พ.ศ. 2541 และ พ.ศ. 2542

หลังจากปรับปรุงหลักสูตรระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาตอนต้น และมัธยมศึกษาตอนปลาย เมื่อปี พ.ศ. 2532 และ พ.ศ. 2535 แล้ว ระยะหนึ่ง ก็มีการปรับปรุงหลักสูตรอีกครั้งหนึ่ง และประกาศใช้หลักสูตรประถมศึกษา ฉบับปรับปรุง เมื่อ เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2542 ประกาศใช้หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น ฉบับปรับปรุง เมื่อ เดือนธันวาคม พ.ศ. 2541 และ ประกาศใช้หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย ฉบับปรับปรุง เมื่อ เดือนมีนาคม พ.ศ. 2542

สาระสำคัญของการปรับปรุงหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ ตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3-6 และมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 ที่ประเาศใช้เมื่อปี พ.ศ. 2541 และ 2542 สรุปได้ดังนี้

1. ลดเวลาเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทุกระดับชั้น

2. เพิ่มชั่วโมงของ “การเรียนรู้แบบบูรณาการ” (เรียกเป็นภาษาญี่ปุ่นว่า TogoTeki na Gakushu no Jikan ตรงกับภาษาอังกฤษว่า Integrated Learning Hours) ในระดับประถมศึกษา 430 คาบ และในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น 210-335 คาบ

3. ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย รายวิชา ชื่อ “วิทยาศาสตร์บูรณาการ” ซึ่งเริ่มเปิดสอนตั้งแต่ พ.ศ. 2532 แยกเป็น 2 ส่วน คือ วิทยาศาสตร์บูรณาการ ก และวิทยาศาสตร์บูรณาการ ข วิชาละ 2 หน่วยกิต รวม 4 หน่วยกิต และเพิ่มวิชาสารสนเทศ ก – ข – ค วิชาละ 2 หน่วยกิต รวม 6 หน่วยกิต

4. การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในชั้นประถมศึกษา ปีที่ 3-6 เน้นการสังเกตธรรมชาติ เจตคติที่ดีต่อการอนุรักษ์ธรรมชาติ ทักษะการแก้ปัญหา และการคิดอย่างเป็นวิทยาศาสตร์

5. การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เน้นการสังเกต ค้นคว้า ทดลองปฏิบัติเกี่ยวกับธรรมชาติและปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ การคิดอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ และความสนใจใฝ่รู้เกี่ยวกับธรรมชาติ

6. การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เน้นการค้นคว้า ทดลอง ปฏบัติเกี่ยวกับสิ่งที่จะนำไปสู่ความรู้ความเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับการดำรงชีวิตของมนุษย์ ความรู้เกี่ยวกับพัฒนาการของวิทยาศาสตร์ การยกระดับความสนใจวิทยาศาสตร์ และวิธีคิดอย่างเป็นวิทยาศาสตร์

7. เอกสารหลักสูตร ได้เสนอแนะวิธีสอนวิทยาศาสตร์ภาคปฏิบัติไว้ตอนท้ายของเนื้อหา ทุกหัวข้อ เพื่อเป็นแนวทางในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ และเสนอแนะแนวทางการจัดทำแผนการสอนและการเลือกเนื้อหาสาระที่เหมาะสมกับสภาพท้องถิ่นไว้ด้วย

วิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา ตามหลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2542

เปรียบเทียบโครงสร้างหลักสูตรเก่า-ใหม่

เมื่อนำหลักสูตรเก่าและใหม่มาเปรียบเทียบกัน ดังแสดงในตารางที่ 1 พบว่า ชั่วโมงเรียนรวมของทุกชั้นปี ถูกลดลงประมาณร้อยละ 8 ถึงร้อยละ 10 ทั้งนี้เพราะได้นำระบบการเรียนการสอนแบบสัปดาห์ละ 5 วัน มาใช้แทนระบบเดิมซึ่งเคยเรียนสัปดาห์ละ 6 วัน นอกจากนี้ ยังจัดให้มีชั่วโมงการเรียนรู้แบบบูรณาการ ในชั้นประถมปีที่ 3-4 ปีละ 105 คาบ และในชั้นประถมปีที่ 5-6 ปีละ 110 คาบ ซึ่งคิดเป็นร้อยละของเวลาเรียนในแต่ละปี เท่ากับ 11.54, 11.11, 11.64 และ 11.64 ตามลำดับ ในขณะที่ เวลาสำหรับการจัดกิจกรรมพิเศษ สำหรับชั้นประถมปีที่ 4, 5 และ 6 ถูกลดจาก 70 คาบ ในแต่ละปี เหลือเพียง 35 คาบ ในแต่ละปี และเวลาเรียนของวิชาต่าง ๆ ก็ถูกลดลงไปเกือบทุกวิชา รวมทั้งวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งในชั้นประถมปีที่ 3 ลดจาก 105 คาบ เหลือ 70 คาบ, ชั้นประถมปีที่ 4 ลดจาก 105 คาบ เหลือ 90 คาบ, ชั้นประถมปีที่ 5 และ 6 ลดจาก 105 คาบ เหลือ 95 คาบ เท่ากันทั้งสองปี

ตาราง 1 เปรียบเทียบโครงสร้างหลักสูตรประถมศึกษา พ.ศ.2532 กับ พ.ศ.2542

(จำนวนคาบ)

กลุ่มวิชา และ องค์ประกอบอื่น ๆ	ป. 1		ป. 2		ป. 3		ป. 4		ป. 5		ป. 6	
	เก่า	*ใหม่*	เก่า	*ใหม่*	เก่า	*ใหม่*	เก่า	*ใหม่*	เก่า	*ใหม่*	เก่า	*ใหม่*
ภาษาญี่ปุ่น	306	***272***	315	***280***	280	***235***	280	***235***	210	***180***	210	***175***
สังคมศึกษา	-	-	-	-	105	***70***	105	***85***	105	***90***	105	***100***
เลขคณิต	136	***114***	175	***155***	175	***150***	175	***150***	175	***150***	175	***150***
วิทยาศาสตร์	-	-	-	-	105	***70***	105	***90***	105	***95***	105	***95***
สิ่งแวดล้อมของการดำรงชีวิต	102	***102***	105	***105***	-	-	-	-	-	-	-	-
ดนตรี	68	***68***	70	***70***	70	***60***	70	***60***	70	***50***	70	***50***
วาดเขียน-การฝีมือ	68	***68***	70	***70***	70	***60***	70	***60***	70	***50***	70	***50***
งานบ้าน	68	-	70	-	70	-	70	-	70	***60***	70	***55***
พลศึกษา	102	***90***	105	***90***	105	***90***	105	***90***	105	***90***	105	***90***
จริยศึกษา	34	***34***	35	***35***	35	***35***	35	***35***	35	***35***	35	***35***
กิจกรรมพิเศษ	34	***34***	35	***35***	35	***35***	70	***35***	70	***35***	70	***35***
บูรณาการ	-	-	-	-	-	***105***	-	***105***	-	***110***	-	***110***
รวมทั้งสิ้น	850	***782***	950	***840***	980	***910***	1015	***945***	1015	***945***	1015	***945***

หมายเหตุ : 1 คาบ = 45 นาที

วัตถุประสงค์ของวิชาวิทยาศาสตร์

หลักสูตรประถมศึกษา พ.ศ. 2542 ระบุวัตถุประสงค์หลักของวิชาวิทยาศาสตร์อย่างกว้าง ๆ ดังนี้

"มุ่งให้ผู้เรียนคุ้นเคยและมีจิตใจอ่อนโยนต่อธรรมชาติ สังเกตและทดลองปฏิบัติการในเรื่องต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับธรรมชาติ พัฒนาทักษะการแก้ปัญหา มุ่งพัฒนาเจตคติที่เหมาะสมในการอนุรักษ์ธรรมชาติ พัฒนาความรู้ความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ในธรรมชาติและปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และมุ่งปลูกฝังให้รู้จักคิดอย่างเป็นวิทยาศาสตร์" [18]

[18] Monbusho. **Shogakko Gakushu Shido Yoryo Kaisatsu.** 1999, p. 9.

เป้าหมายเฉพาะของวิชาวิทยาศาสตร์

วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3-6 มีเป้าหมายเพื่อศึกษาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ การสังเกตและกิจกรรมการสำรวจธรรมชาติ มีรายละเอียด ดังนี้

1. **ชั้นประถมศึกษาปีที่** 3 [19]

1.1 ศึกษาและเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของพืชและสิ่งที่อยู่รอบข้าง มีความสนใจและสังเกต ใฝ่รู้ ฝึกให้เป็นผู้มีความรักต่อสิ่งมีชีวิต เข้าใจการพัฒนา การเจริญเติบโตของพืชและสัตว์ เป็นผู้เจริญเติบโตไปพร้อมกับนิเวศและสิ่งมีชีวิตรอบตัว

1.2 ศึกษาพลังงานไฟฟ้า แสง แม่เหล็ก สนใจใฝ่รู้ ตั้งสมมุติฐาน ร่วมประดิษฐ์คิดค้น และศึกษาคุณสมบัติพื้นฐานของแสง ไฟฟ้า แม่เหล็ก เป็นต้น

1.3 ศึกษาเปรียบเทียบผิวดินที่โดนแดดและผิวดินในร่ม เป็นผู้ที่ชอบสังเกต ตั้งสมมุติฐาน มีความสนใจความสัมพันธ์ระหว่างโลกและดวงอาทิตย์เป็นต้น

2. **ชั้นประถมศึกษาปีที่** 4 [20]

2.1 ศึกษาสิ่งรอบตัวและกิจกรรมของสิ่งมีชีวิตที่เปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล มีความสนใจในประเด็นปัญหาต่าง ๆ รักและเมตตาต่อสิ่งมีชีวิต ศึกษาสิ่งแวดล้อมที่สัมพันธ์กับการพัฒนาการของสัตว์และการเจริญเติบโตของพืช

2.2 ศึกษาอากาศและน้ำ สภาพการเปลี่ยนแปลงของวัตถุ และปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจากกระแสไฟฟ้า ความร้อน กำลัง ซึ่งจะต้องศึกษาค้นคว้า สนใจที่จะแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยปฏิบัติกิจกรรมจริงเพื่อทราบรายละเอียดและสมมุติฐาน หรือโดยการประดิษฐ์และศึกษาคุณสมบัติของวัตถุนั้น ๆ

2.3 ศึกษาเกี่ยวกับเดือนดาว ตำแหน่งและการเปลี่ยนไปของเดือนและดาว ความชื้นและน้ำในบรรยากาศ เวลาและคุณลักษณะของน้ำที่เปลี่ยนไป ให้ความสนใจและศึกษาความสัมพันธ์เหล่านี้ ตลอดจนการเคลื่อนที่ของเดือนและดาวและระดับน้ำที่เปลี่ยนไป

---

[19] Ibid., p. 18.

[20] Ibid., p. 29.

3. ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 [21]

3.1 ศึกษาการพัฒนาของพืชตั้งแต่งอกจนถึงเติบโตเป็นผล ศึกษาการเกิดของสัตว์และการเจริญเติบโตตลอดจนปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ตั้งสมมุติฐานและวางแผนการศึกษาอย่างเป็นระบบ ทำความเข้าใจจุดกำเนิดของสิ่งมีชีวิต การรักษาไว้ซึ่งพันธุ์กรรมบนโลก เป็นต้น

3.2 ศึกษาการละลายของวัตถุ การเคลื่อนและการเปลี่ยนแปลงของวัตถุ ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ตั้งโจทย์และคำถาม ออกแบบวางแผนเป็นระบบแล้วทำการศึกษาตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ ศึกษากฎการเคลื่อนที่ของวัตถุ เป็นต้น

3.3 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ น้ำไหลหรือภัยธรรมชาติ และตั้งสมมุติฐาน วางแผนการศึกษาอย่างเป็นระบบ โดยจะต้องทำความเข้าใจให้ละเอียดเกี่ยวกับกฎเกณฑ์ทางธรรมชาติ ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และการไหลของน้ำ

4. ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 [22]

4.1 สำรวจเกี่ยวกับการเจริญเติบโตและการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของสิ่งมีชีวิต และสำรวจความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ทำกิจกรรมการค้นคว้าวิจัยในแนวกว้างเกี่ยวกับปัญหาต่าง ๆ ด้านสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ปลูกฝังให้รักชีวิตทั้งของตนเองและผู้อื่น รวมทั้งอบรมบ่มนิสัยให้เป็นผู้มีจิตสำนึกที่ดีงามต่อสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีสิต และการเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิต

4.2 สำรวจเกี่ยวกับสาเหตุและอิทธิพลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการไหลของน้ำ การเผาไหม้ การเปลี่ยนแปลงและการเคลื่อนที่ของแม่เหล็กและไฟฟ้า ทำกิจกรรมการค้นคว้าวิจัยในแนวกว้างเกี่ยวกับปัญหาต่าง ๆ ที่สัมพันธ์กับสิ่งเหล่านี้ และปลูกฝังให้มีจิตสำนึกที่ดีงามเกี่ยวกับคุณสมบัติและการทำงานของสิ่งต่าง ๆ ที่มีอยู่ในธรรมชาติ

4.3 สำรวจเกี่ยวกับพื้นดินและการเปลี่ยนแปลงของดิน เช่น การเกิดแผ่นดินไหว ฯลฯ และทำกิจกรรมการค้นคว้าวิจัยในแนวกว้างเกี่ยวกับปัญหาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนี้ ตลอดจนปลูกฝังให้มีเจตคติที่ดีต่อการกำหนดกฎเกณฑ์เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของพื้นดิน

---

[21] Ibid., p. 41.

[22] Ibid., p. 57.

เนื้อหาของวิชาวิทยาศาสตร์

เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ในระดับประถมศึกษา สอดคล้องกับเป้าหมายในแต่ละชั้นปี ตอนท้ายของเนื้อหา ทุกหัวข้อ ระบุแนวทางการจัดกิจกรรมภาคปฏิบัติไว้ด้วย ดังตัวอย่าง เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นประถมปีที่ 3 และ 4 ต่อไปนี้

1. **ชั้นประถมศึกษาปีที่** 3

1.1 สิ่งแวดล้อมของสิ่งมีชีวิต [23]

1.1.1 ศึกษาพืชหรือแมลงที่อยู่รอบข้าง เลี้ยงและเฝ้าดูการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืชและแมลงด้วยตนเอง เพื่อที่จะทราบถึงขั้นตอนการเจริญเติบโต

(1) การพัฒนาของแมลงมีขั้นตอนชัดเจนและเรียงลำดับดังนี้

พัฒนาส่วนหัว ⟶ หน้าอก ⟶ ท้อง

(2) การเจริญของพืชก็มีลำดับขั้น เช่น

ราก→ ลำต้น →ใบ → ดอก → ผล ฯลฯ

(3) แมลงบางชนิดกินพืชเป็นอาหาร และบางชนิดก็อาศัยพืชเป็นที่อยู่ของมัน

<u>ข้อแนะนำภาคปฏิบัติ</u>

(1) ให้นักเรียนปลูกพืช –เลี้ยงสัตว์หรือแมลง อย่างละ 2-3 ชนิด

(2) การศึกษาแมลงต้องเลือกตัวเต็มวัย และศึกษาส่วนประสาทรับความรู้สึกของแมลงเปรียบเทียบกับคน เป็นต้น

(3) ให้นักเรียนปลูกพืช 2-3 ชนิด แล้วศึกษาขั้นตอนการเจริญเติบโต โดยใช้พืชล้มลุก 1 ปีที่มีใบเลี้ยงคู่เป็นพืชศึกษา ส่วนการเจริญเติบโตของแมลงนั้นจะกินพืชเป็นอาหารในระบบธรรมชาติ เป็นสิ่งที่นักศึกษาต้องเรียนรู้

1.2 สสารและพลังงาน [24]

---

[23] Ibid., pp. 20-21.

[24] Ibid., pp. 22-26.

1.2.1 ใช้กระจกสะท้อนแสงดวงอาทิตย์ เพื่อส่งแสงไปยังบริเวณเป้าหมาย ความสว่างและความร้อนที่เกิดขึ้น เป็นเรื่องที่นักศึกษาต้องทำความเข้าใจคุณสมบัติของแสงอาทิตย์

(1) แสงอาทิตย์สามารถรวมกันและสะท้อนแสงได้

(2) เมื่อแสงอาทิตย์ไปกระทบกับวัตถุ ความสว่าง และอุณหภูมิของวัตถุจะเปลี่ยนไป

1.2.2 ใช้ถ่านไฟฉายต่อพวงกับหลอดไฟฟ้า (หลอดกลม) วิธีการต่อขั้วและวงจรไฟฟ้าจะเป็นอย่างไร

(1) ไฟฟ้านั้นมีขั้วที่ไหลได้และไหลไม่ได้

(2) การไหลของไฟฟ้านั้นมีทั้งวัตถุที่นำไฟฟ้าได้และเป็นฉนวน

1.2.3. ใช้แม่เหล็กนำไฟฟ้าไปยึดเกาะวัตถุเพื่อทราบคุณสมบัติของแม่เหล็ก

(1) แม่เหล็กจะเกาะติดกับวัตถุบางชนิดและไม่เกาะกับวัตถุบางชนิด วัตถุที่เกาะติดกับแม่เหล็กได้นั้น เมื่อเกาะยึดแล้วบางชนิดกลายเป็นแม่เหล็ก บางชนิดไม่เป็น

(2) แม่เหล็กต่างขั้วกันจะดูดกัน ขั้วเหมือนจะผลักกัน

<u>ข้อแนะนำภาคปฏิบัติ</u>

การฝึกปฏิบัติเกี่ยวกับสสารและพลังงานทั้งหมดนั้น ให้นักเรียนทำการปฏิบัติประมาณ 3 ชนิด

1.3 โลกและจักรวาล [25]

1.3.1 โลกรับแสงโดยตรงจากดวงอาทิตย์ จึงทำการสำรวจถึงความแตกต่างของด้านรับแสงและด้านที่ไม่ได้รับแสง

(1) ด้านเงาหรือด้านที่ไม่ได้รับแสงนั้น จะเกิดขึ้นเมื่อดวงอาทิตย์ส่องแสงสว่างเท่านั้น และเมื่อตำแหน่งดวงอาทิตย์เปลี่ยนไป เงาที่เกิดขึ้นก็จะเปลี่ยนไปด้วย

(2) ผิวโลกได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์ การที่แสงกระทบด้านรับแสงและด้านเกิดเงา อุณหภูมิและความชื้นจะเปลี่ยนแปลงไปต่างกัน

---

[25] Ibid., pp. 26-28.

ข้อแนะนำภาคปฏิบัติ

เกี่ยวกับเนื้อหาเรื่องโลกและอวกาศ เรื่อง การเคลื่อนของดวงอาทิตย์ ให้บอกการเคลื่อนที่จากทิศตะวันออกไปยังทิศตะวันตก และในระหว่างดวงอาทิตย์เคลื่อนในแต่ละตำแหน่ง จะต้องแสดงตำแหน่ง ทิศตะวันออก ทิศตะวันตก ทิศเหนือ ทิศใต้

2. ชั้นประถมที่ 4

2.1 สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม [26]

2.1.1 สำรวจพืชและสัตว์ บริเวณโดยรอบเพื่อทราบการเปลี่ยนแปลง การพัฒนา การที่เปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล ความสัมพันธ์ของการเจริญของพืชและสัตว์เหล่านั้นกับฤดูกาล

(1) การเคลื่อนที่ของสัตว์ในฤดูร้อน ฤดูหนาว จะแตกต่างกัน

(2) การเจริญของพืชนั้น ในฤดูร้อน ฤดูหนาว จะแตกต่างกัน

ข้อแนะนำภาคปฏิบัติ

(1) สังเกตการเปลี่ยนแปลงของสัตว์และพัฒนาการในรอบ1 ปีของสัตว์หลายชนิด

(2) ใช้พืชล้มลุกอายุ 1 ปี เป็นพืชใบเลี้ยงคู่ทำการศึกษาดูการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาการ สังเกตการร่วงของใบและการนำไปสู่การตายทั้งต้น

2.2 สสารและพลังงาน

2.2.1 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของอากาศและน้ำ โดยการเพิ่มแรงกดหรือแรงดันเข้าไปในอากาศหรือน้ำที่มีภาชนะปิดมิดชิด เป็นต้น

(1) การเพิ่มแรงดันเข้าไปสู่ที่ลูกโป่งขนาดเล็กลง แต่แรงต้านของอากาศจะเพิ่มขึ้น

(2) การกดหรือแรงดันเข้าไปในอากาศภายในภาชนะที่ปิดมิดชิด เช่น ลูกโป่ง อากาศสามารถหดลดปริมาตรลงได้ แต่น้ำหดลงไม่ได้

2.2.2 โลหะ น้ำ หรืออากาศ เมื่อทำให้เย็นหรือร้อน อุณหภูมิและคุณสมบัติจะเปลี่ยนไปแตกต่างกัน จึงควรศึกษาคุณลักษณะเหล่านั้น

---

[26] Ibid., pp. 31-32.

(1) โลหะ น้ำ อากาศ เมื่อเย็นหรือร้อนปริมาตรจะเปลี่ยนไป

(2) โลหะ เมื่อให้ความร้อนจะร้อนมากบริเวณที่โดนความร้อนแล้วค่อย ๆ ถ่ายความร้อนไปส่วนอื่น ๆ แต่อากาศและน้ำจะร้อนพร้อมกัน

2.2.3 ใช้ถ่านไฟฉายต่อกับหลอดไฟฟ้ากลม หรือมอเตอร์ แล้วดูการทำงานของถ่านไฟฉาย เป็นต้น

(1) จำนวนก้อนและการต่อที่แตกต่างกัน ความสว่างของหลอดไฟและการหมุนของมอเตอร์จะแตกต่างกันด้วย

ข้อแนะนำภาคปฏิบัติ

ควรใช้ถ่านไฟฉายไม่เกิน 2 ก้อน ถ่ายไฟฉายสามารถทำให้มอเตอร์หมุนได้ ข้อแนะนำภาคปฏิบัติเกี่ยวกับสสารและพลังงาน คือ การปฏิบัติโดยรวม ในเรื่องสสารและพลังงาน ให้ประดิษฐ์หรือปฏิบัติประมาณ 2 ชนิด ก็พอ

2.3 โลกและจักรวาล [27]

2.3.1 ศึกษาดวงจันทร์และดวงดาว ดูการเปลี่ยนแปลงของตำแหน่งของดวงจันทร์และการส่องสว่างของดวงดาวตลอดจนสีที่แตกต่างกัน การเคลื่อนของดวงจันทร์และดวงดาวต้องทำการศึกษาให้ความเข้าใจ

(1) ดวงจันทร์ไม่อยู่กับที่ มีการเคลื่อนตลอดเวลา

(2) ในท้องฟ้ามีดาวที่ส่องสว่างและแสงสีต่างกัน

(3) ใน 1 วัน การเรียงแถวของดวงดาวจะไม่เปลี่ยนแปลง แต่ตำแหน่งมีการเปลี่ยนแปลงไป

ข้อแนะนำภาคปฏิบัติ

(1) การเคลื่อนของดวงจันทร์ วันจันทร์เพ็ญ ดวงจันทร์ที่เว้าแหว่งในรอบ 1 เดือน ของการเปลี่ยนแปลง เลือกประมาณ 2 รูปร่าง พร้อมกับอธิบายการเกิดของรูปเงาบนดวงจันทร์ เป็นต้น

(2) เกี่ยวกับการรวมของดวงดาว ให้เลือกดาวที่เป็นราศี ประมาณ 2 ราศี พร้อมทำความเข้าใจการเคลื่อนของดาวเหล่านั้น

2.3.2 ศึกษาเกี่ยวกับน้ำ ไอน้ำ และน้ำแข็ง อุณหภูมิ การเปลี่ยนแปลงของน้ำ ลักษณะของการเปลี่ยนแปลงของน้ำ

---

[27] Ibid., pp. 37-40.

(1) น้ำจะเปลี่ยนเป็นไอน้ำหรือน้ำแข็งได้ เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนไป

(2) น้ำจะระเหยจากผิวน้ำ ผิวดิน ไอน้ำ ที่ระเหยขึ้นมาจะรวมตัวในบรรยากาศ และจะรวมตัวกันกลับมาเป็นไอน้ำได้อีก

แนวทางในการจัดทำแผนการสอนและการเลือกเนื้อหา [28]

ข้อปฏิบัติเกี่ยวกับการวางแผนการสอน และคำแนะนำเกี่ยวกับการเลือกเนื้อหาที่เหมาะสมกับสภาพท้องถิ่น สำหรับวิชาวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา มีดังนี้

1. การวางแผนการสอนต้องมีหัวข้อสำคัญครบถ้วน
   1.1 ทุกชั้นปี เนื้อหาของวิทยาศาสตร์ศึกษาต้องประกอบด้วย
      1.1.1 สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
      1.1.2 สสารและพลังงาน
      1.1.3 โลกและจักรวาล

      ทั้งนี้ จะต้องเน้นความสัมพันธ์ของแต่ละเนื้อหาอยู่เสมอ
   1.2 ใช้ประโยชน์จากพิพิธภัณฑ์หรือศูนย์ศึกษาและศูนย์ทดลองวิทยาศาสตร์ประกอบการเรียนการสอนด้วย
2. การเลือกเนื้อหาในการสอนมีข้อแนะนำดังนี้
   2.1 เนื้อหาที่สอนต้องประกอบด้วย
      2.1.1 การสังเกต ทดลอง เพาะ ปลูก ดูแล ฯลฯ ให้นำคอมพิวเตอร์ ห้องโสตทัศนศึกษา หรือห้องปฏิบัติการทางภาษามาใช้ประกอบการเรียนการสอนด้วย ถ้าเกี่ยวข้อง เพื่อให้ผู้เรียนคุ้นเคยกับการใช้ห้องเหล่านี้ ทั้งนี้ต้องป้องกันอุบัติภัยที่อาจจะเกิดขึ้นด้วย
      2.1.2 เนื้อหาเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต ท้องฟ้า แม่น้ำ ผืนดิน ควรออกไปสำรวจหรือศึกษานอกสถานที่ เพื่อเรียนรู้จากธรรมชาติ เกิดจิตสำนึกในการอนุรักษ์และให้ความสำคัญกับสิ่งแวดล้อม

---

[28] Ibid., pp. 71-77.

2.1.3 ให้นักเรียนแต่ละคนพยายามแก้ปัญหาด้วยตนเอง การฝึกฝนและการพัฒนา ควรเป็นไปตามธรรมชาติ เป็นกิจกรรมในชีวิตประจำวันของแต่ละคน

วิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ตามหลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2541

เปรียบเทียบโครงสร้างหลักสูตรเก่า-ใหม่

หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พ.ศ. 2541 ได้ลดเวลาเรียนรายวิชาต่าง ๆ และกิจกรรมพิเศษ แต่เพิ่ม “ชั่วโมงการเรียนรู้แบบบูรณาการ” สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่าง 70-100 คาบ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่าง 70 – 105 คาบ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่าง 70 – 110 คาบ นอกจากนี้ ได้เพิ่มชั่วโมงเรียนภาษาต่างประเทศ ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 ชั้นปีละ 105 คาบ ดังรายละเอียดที่แสดงในตาราง 2

ตาราง 2 เปรียบเทียบโครงสร้างหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พ.ศ. 2532 กับ พ.ศ. 2541

(1 คาบ = 50 นาที)

กลุ่มวิชา		**ม.1**		**ม.2**		**ม.3**	
		เก่า	***ใหม่***	เก่า	***ใหม่***	เก่า	***ใหม่***
วิชาบังคับ	ภาษาญี่ปุ่น	175	***140***	140	***105***	140	***105***
	สังคมศึกษา	140	***105***	140	***105***	70-105	***85***
	คณิตศาสตร์	105	***105***	140	***105***	140	***105***
	วิทยาศาสตร์	105	***105***	105	***105***	105-140	***80***
	ดนตรี	70	***45***	35-70	***35***	35	***35***
	วิจิตรศิลป์	70	***45***	35-70	***35***	35	***35***
	สุขศึกษาและพลศึกษา	105	***90***	105	***90***	105-140	***90***
	อุตสาหกรรมศิลป์/งานบ้าน	70	***70***	70	***70***	70-105	***35***
กลุ่มวิชา		**ม.1**		**ม.2**		**ม.3**	
		เก่า	***ใหม่***	เก่า	***ใหม่***	เก่า	***ใหม่***
จริยศึกษา		35	***35***	35	***35***	35	***35***
กิจกรรมพิเศษ		35-70	***35***	35-70	***35***	35-70	***35***

วิชาเลือก	105-140	*0-30*	105-210	*50-85*	140-280	*105-165*
ภาษาต่างประเทศ	-	*105*	-	*105*	-	*105*
บูรณาการ	-	*70-100*	-	*70-105*	-	*70-130*
รวมทั้งสิ้น (คาบ)	1050	*980*	1050	*980*	1050	*980*

วัตถุประสงค์ของวิชาวิทยาศาสตร์ [29]

หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พ.ศ. 2541 (เริ่มใช้ตั้งแต่ปีการศึกษา 2542) ระบุวัตถุประสงค์หลักของวิชาวิทยาศาสตร์ ดังนี้

"เพื่อสร้างเสริมความสนใจใฝ่รู้ในธรรมชาติ ทำการสังเกตและปฏิบัติการทดลองและศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ พัฒนาความสามารถและเจตคติที่จำเป็นด้านการสืบสวนสอบสวนหาความจริง (inquiry) ส่งเสริมความเข้าใจในสิ่งต่าง ๆ ที่มีอยู่ตามธรรมชาติและปรากฏการณ์ธรรมชาติ และมุ่งปลูกฝังให้รู้จักคิดและเข้าใจสิ่งต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล"

เป้าหมายของวิชาวิทยาศาสตร์

<u>ส่วนที่ 1</u> ฟิสิกส์และเคมี [30]

1. เพื่อให้เข้าใจและใฝ่รู้ปรากฏการณ์ การเกิดการเปลี่ยนแปลงตามความเป็นจริงของสสารและพลังงาน เพื่อจะก่อให้เกิดความสงสัย การตั้งสมมุติฐานและการวิจัยเพื่อหาคำตอบและหากฎเกณฑ์ต่าง ๆ โดยวิธีหาคำตอบเพื่อมาตอบสมมุติฐานให้ได้

2. เพื่อให้เข้าใจและใฝ่รู้เกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติและการเปลี่ยนแปลงทางฟิสิกส์ ฝึกทักษะการสังเกตทดลอง รู้จักคิดและกล้าแสดงความคิดเห็นด้วยตนเองเกี่ยวกับผลการสังเกตและวิจัย เป็นต้น เข้าใจปรากฏการณ์รอบตัวทางฟิสิกส์ ใช้ประโยชน์จากการไหลของไฟฟ้า กฎการเคลื่อนที่ และความเร็ว โดยจะต้องทำความเข้าใจและมีความคิดแบบมีเหตุมีผลตามหลักวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับปรากฏการณ์เหล่านี้

---

[29] Monbusho. **Chugakko Gakushu Shido Yoryo**. 1998, p. 44.

[30] Ibid.

3. เพื่อให้เข้าใจและใฝ่รู้เกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติและการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ฝึกทักษะการสังเกตทดลอง รู้จักคิดและกล้าแสดงความคิดเห็นด้วยตนเองเกี่ยวกับผลการสังเกตและวิจัย เป็นต้น เข้าใจปรากฏการณ์รอบตัวทางเคมี ใช้ประโยชน์จากปฏิกิริยาทางเคมีกับวัตถุ อะตอม ปฏิกิริยาเคมีกับอะตอม โดยจะต้องทำความเข้าใจและมีความคิดแบบมีเหตุมีผลตามหลักวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับปรากฏการณ์และปฏิกิริยาเหล่านี้

4. ทำความเข้าใจปรากฏการณ์และความเป็นจริงของสสารและพลังงานวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เป็นผู้สามารถเข้าใจและมองภาพรวมของธรรมชาติได้

<u>ส่วนที่ 2</u> ชีววิทยา และโลก/อวกาศ [31]

1. ยกระดับความใฝ่รู้เกี่ยวกับเรื่องราวและปรากฏการณ์ธรรมชาติซึ่งเชื่อมโยงกับสิ่งมีชีวิต ปฏิบัติการค้นคว้าวิจัยเพื่อให้เข้าใจปัญหาที่เกี่ยวข้อง ได้อย่างชัดเจน และฝึกการแก้ปัญหาเหล่านี้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

2. สังเกตและทดลองปฏิบัติจริง กับสิ่งมีชีวิตและปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต ฝึกให้เกิดทักษะการสังเกตและการทดลอง ฝึกอภิปรายผลการสังเกตและการทดลอง โดยใช้ความคิดและการนำเสนอที่แสดงถึงความสามารถทางสติปัญญา มีความเข้าใจเป็นอย่างดีเกี่ยวกับการดำรงชีวิตและชนิดต่าง ๆ ของพืชและสัตว์

3. สังเกตและทดลองปฏิบัติจริงเกี่ยวกับธรณีวิทยา ฝึกให้เกิดทักษะการสังเกตและการทดลอง ฝึกอภิปรายผลโดยใช้ความคิดและสติปัญญา ในเรื่องที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของพื้นดิน อากาศ โลก อวกาศ และเข้าใจปรากฏการณ์เหล่านี้เป็นอย่างดี

4. ปฏิบัติกิจกรรมการสำรวจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เพื่อนำไปสู่การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ และเพื่อปลูกฝังเจตคติที่ดีต่อการมีชีวิตอยู่ และสามารถที่จะมองสิ่งต่าง ๆ ในธรรมชาติได้อย่างเป็นองค์รวม

เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์

ในที่นี้ จะนำเสนอเนื้อหาส่วนที่ 1 วิชาฟิสิกส์ และวิชาเคมี เฉพาะหัวข้อเรื่อง “ปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์รอบ ๆ ตัว” เพื่อเป็นตัวอย่าง คือ

<u>ปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์รอบ ๆ ตัว</u>

---

[31] Ibid., pp. 50-51.

1. **เสียงและแสง**

1.1 ทำการทดลองการสะท้อนของแสง แสงจะสะท้อนกับน้ำและกระจก ศึกษากฎเกณฑ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับแสง

1.2 ทำการทดลองเกี่ยวกับเลนส์และภาพที่เกิดขึ้น ตำแหน่งของหุ่นและภาพที่เกิด ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งและขนาดภาพที่เห็น เป็นต้น

1.3 ทำการทดลองเกี่ยวกับเสียง คลื่นเสียง และการเคลื่อนไปในบรรยากาศ เสียงสูง เสียงต่ำ การเกิดเสียงจากแหล่งกำเนิด และความสัมพันธ์ของสิ่งเหล่านี้

ข้อแนะนำภาคปฏิบัติ

(1) การสะท้อนของแสงทั้งหมดควรศึกษา แต่อัตราการเกิดแสงในบทนี้ไม่จำเป็นต้องศึกษา

(2) ศึกษาทั้งหุ่นจริงและหุ่นจำลอง ทฤษฎีของเลนส์ ไม่จำเป็นต้องศึกษา แต่ควรทำความเข้าใจให้กระจ่างในเรื่องตำแหน่งของหุ่นและขนาดที่สัมพันธ์กัน

(3) ความเร็วอันเกิดจากการได้ยินเสียง ควรศึกษาในสภาพอากาศปกติ ศึกษาความเร็วและการได้ยินแต่ไม่ควรโยงอุณหภูมิและความสัมพันธ์กับเสียง

2. **แรงผลักและแรงกด**

2.1 ทำการทดลองแรงที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่และวัตถุเมื่อเคลื่อนที่ ก็จะเริ่มเปลี่ยนรูปทรง รูปแบบการเคลื่อนก็จะเปลี่ยนไป เป็นต้น

2.2 ทำการทดลองแรงกด แรงกดนั้นจะเกี่ยวกับจำนวนแรงและพื้นที่ที่สัมพันธ์กัน ทดลองอากาศหรือบรรยากาศว่ามีแรงกดดัน ดังนั้น ผลที่ออกมาจะสัมพันธ์กับความกดของบรรยากาศ

ข้อแนะนำภาคปฏิบัติ

(1) ยังไม่ควรวิเคราะห์การกระทำของแรงหลาย ๆ แรง แต่ควรมุ่งเน้นผลของแรงที่มีต่อวัตถุและหน่วยของแรงที่ใช้ ตามหลักของนิวตัน

(2) ยังไม่จำเป็นต้องศึกษาเรื่องแรงดัน

แนวทางในการวางแผนการสอนและการเลือกเนื้อหา

หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พ.ศ. 2541 ได้เสนอแนะแนวทางในการวางแผนการเรียนการสอนและการเลือกเนื้อหา เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพท้องถิ่นและผู้เรียนแต่ละคน ดังนี้

1. จัดการเรียนการสอนให้ครบทุกส่วนในเวลา 3 ปี เรียนรู้ให้เข้าใจอย่างชัดเจนในแต่ละข้อ ทำความเข้าใจจุดเด่นของเนื้อหาและจุดมุ่งหมายของการเรียนเป็นสำคัญ

2. การเรียน การเสริมสร้างบุคลิกภาพของนักเรียน การทดลองปฏิบัติการ การทำการบ้าน การตอบปัญหา หรือการค้นคว้า จะต้องปฏิบัติครบถ้วนสมบูรณ์ และจัดเวลาให้อย่างพอเพียง เอาใจใส่ดูแลอย่างทั่วถึง

3. ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการเลือกเนื้อหาและวิธีการ

3.1 นอกจากการเรียนการทดลองและการศึกษานอกสถานที่แล้ว การศึกษาสิ่งแวดล้อมของภูมิภาค สภาพโรงเรียน และสภาพนักเรียนก็มีความสำคัญ สร้างทักษะการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ โดยการเรียนเป็นขั้นเป็นตอน ไม่ฝืนมากเกินไป

1.1 เสริมสร้างลักษณะนิสัย ให้เป็นผู้ที่มีความรักในธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม อนุรักษ์สิ่งมีชีวิต ส่วนในการศึกษาทดลองนอกสถานที่หรือค้นคว้าจากภายนอกนั้น ต้องระวังเรื่องอุบัติเหตุเป็นพิเศษ สารเคมีและวัตถุมีพิษที่ใช้ประกอบเนื้อหาต้องมีระบบเก็บ ระบบเบิกจ่ายให้ชัดเจน ส่วนผลการศึกษาการทดลองนั้น การวิเคราะห์ข้อมูลการค้นคว้าต้องเสริมการใช้คอมพิวเตอร์ การใช้ประโยชน์ข้อมูลสารสนเทศ และเครือข่ายของข้อมูลให้สมบูรณ์

วิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามหลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2542

เปรียบเทียบโครงสร้างหลักสูตรเก่า-ใหม่

โครงสร้างหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พ.ศ. 2542 เปรียบเทียบกับหลักสูตรเก่า ปี พ.ศ. 2532 ดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 โครงสร้างหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พ.ศ. 2532 และ พ.ศ. 2542

หลักสูตร พ.ศ. 2532 (เก่า) **หลักสูตร พ.ศ. 2542 (ใหม่)**

หมวดวิชา	วิชา	หน่วยกิต	หมวดวิชา	วิชา	หน่วยกิต
ภาษาญี่ปุ่น	ภาษาญี่ปุ่น 1	4	ภาษาญี่ปุ่น	สำนวนภาษาญี่ปุ่น 1	2
	ภาษาญี่ปุ่น 2	4		สำนวนภาษาญี่ปุ่น 2	2
	การแสดงออก ฯ	2		ภาษาญี่ปุ่นบูรณาการ	4
	ภาษาญี่ปุ่นปัจจุบัน	4		ภาษาญี่ปุ่นปัจจุบัน	4
	การใช้ภาษาญี่ปุ่นฯ	2		ภาษาญี่ปุ่นโบราณ	4
	ภาษาญี่ปุ่นโบราณ 1	3		การอ่านภาษาญี่ปุ่น	2
	ภาษาญี่ปุ่นโบราณ 2	3			
	ความพอใจภาษา ญี่ปุ่นโบราณ	2			
ภูมิศาสตร์ - ประวัติศาสตร์	ประวัติศาสตร์สากล ก	2	**ภูมิศาสตร์ - ประวัติศาสตร์**	ประวัติศาสตร์สากล ก	2
	ประวัติศาสตร์สากล ข	4		ประวัติศาสตร์สากล ข	4
	ประวัติศาสตร์ญี่ปุ่น ก	2		ประวัติศาสตร์ญี่ปุ่น ก	2
	ประวัติศาสตร์ญี่ปุ่น ข	4		ประวัติศาสตร์ญี่ปุ่น ข	4
	ภูมิศาสตร์ ก	2		ภูมิศาสตร์ ก	2
	ภูมิศาสตร์ ข	4		ภูมิศาสตร์ ข	4
หน้าที่พลเมือง	สังคมปัจจุบัน	4	**หน้าที่พลเมือง**	สังคมปัจจุบัน	2
	จริยศาสตร์	2		จริยศาสตร์	2
	การเมืองและเศรษฐกิจ	2		การเมืองและเศรษฐกิจ	2
วิทยาศาสตร์	วิทยาศาสตร์บูรณาการ	4	วิทยาศาสตร์	พื้นฐานวิทยาศาสตร์	2
	ฟิสิกส์ 1 ก	2		วิทยาศาสตร์บูรณาการ ก	2
	ฟิสิกส์ 1 ข	4		วิทยาศาสตร์บูรณาการ ข	2
	ฟิสิกส์ 2	2		ฟิสิกส์ 1	3
	เคมี 1 ก	2		ฟิสิกส์ 2	3
	เคมี 1 ข	4		เคมี 1	3
	เคมี 2	2		เคมี 2	3
	ชีววิทยา 1 ก	2		ชีววิทยา 1	3
	ชีววิทยา 1 ข	4		ชีววิทยา 2	3
	ชีววิทยา 2	2		Earth Science 1	3
	Earth Science 1 ก	2		Earth Science 2	3
	Earth Science 1 ข	4			
	Earth Science 2	2			

หลักสูตร พ.ศ. 2532 (ใหม่) **หลักสูตร พ.ศ. 2542 (เก่า)**

หมวดวิชา	วิชา	หน่วยกิต	หมวดวิชา	วิชา	หน่วยกิต
คณิตศาสตร์	คณิตศาสตร์ 1	4	**คณิตศาสตร์**	พื้นฐานคณิตศาสตร์	2
	คณิตศาสตร์ 2	3		คณิตศาสตร์ 1	3
	คณิตศาสตร์ 3	3		คณิตศาสตร์ 2	4
	คณิตศาสตร์ ก	2		คณิตศาสตร์ 3	3
	คณิตศาสตร์ ข	2		คณิตศาสตร์ ก	2
	คณิตศาสตร์ ค	2		คณิตศาสตร์ ข	2
				คณิตศาสตร์ ค	2
พลานามัย	พลศึกษา	7-9	**พลานามัย**	พลศึกษา	7-8
	สุขศึกษา	2		สุขศึกษา	2
ศิลป	ดนตรี 1	2	**ศิลปะ**	ดนตรี 1	2
	ดนตรี 2	2		ดนตรี 2	2
	ดนตรี 3	2		ดนตรี 3	2
	วิจิตรศิลป์ 1	2		วิจิตรศิลป์ 1	2
	วิจิตรศิลป์ 2	2		วิจิตรศิลป์ 2	2
	วิจิตรศิลป์ 3	2		วิจิตรศิลป์ 3	2
	การผลิตหัตถกรรม 1	2		การผลิตหัตถกรรม 1	2
	การผลิตหัตถกรรม 2	2		การผลิตหัตถกรรม 2	2
	การผลิตหัตถกรรม 3	2		การผลิตหัตถกรรม 3	2
	วาดเขียนด้วยพู่กัน 1	2		วาดเขียนด้วยพู่กัน 1	2
	วาดเขียนด้วยพู่กัน 2	2		วาดเขียนด้วยพู่กัน 2	2
	วาดเขียนด้วยพู่กัน 3	2		วาดเขียนด้วยพู่กัน 3	2
ภาษา ต่างประเทศ	อังกฤษ 1	4	**ภาษา ต่างประเทศ**	อังกฤษ 1	3
	อังกฤษ 2	4		อังกฤษ 2	4
	พูดและฟัง ก	2		พูดและฟัง 1	2
	พูดและฟัง ข	2		พูดและฟัง 2	4
	พูดและฟัง ค	2		การอ่าน	4
	การอ่าน	4		การเขียน	4
	การเขียน	4			
	เยอรมัน				
	ฝรั่งเศส				
	-	-	**คหกรรม ศาสตร์**	คหกรรมศาสตร์เบื้องต้น	2
				คหกรรมฯ บูรณาการ	4
				เทคนิคการดำรงชีวิต	4
	-	-	สารสนเทศ	สารสนเทศ ก	2
				สารสนเทศ ข	2
				สารสนเทศ ค	2

วัตถุประสงค์ของหมวดวิชาวิทยาศาสตร์ [32]

"เพื่อสร้างเสริมความสนใจใฝ่รู้ในธรรมชาติ ทำการสังเกตและปฏิบัติการทดลองและศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ สร้างความเข้าใจในระดับลึกซึ้งเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และมุ่งปลูกฝังให้รู้จักคิดถึงธรรมชาติอย่างเป็นวิทยาศาสตร์"

เป้าหมายเฉพาะของรายวิชาในหมวดวิทยาศาสตร์

1. **วิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์**

มุ่งให้สังเกตและทดลองปฏิบัติจริง เพื่อนำไปสู่ความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับการดำรงชีวิตของมนุษย์ รู้จักค้นคว้าหาความจริงเกี่ยวกับธรรมชาติ และรู้จักความเป็นมาของพัฒนาการทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนมุ่งยกระดับความสนใจในวิทยาศาสตร์ และปลูกฝังวิธีคิดพิจารณาสิ่งต่าง ๆ อย่างเป็นวิทยาศาสตร์ [33]

2. **วิชาวิทยาศาสตร์บูรณาการ ก**

มุ่งให้สังเกตและทดลองปฏิบัติจริงเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ที่มีอยู่ในธรรมชาติและปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ โดยใช้เรื่องของพลังงานและสสารเป็นแกนกลาง เพื่อนำไปสู่ความเข้าใจธรรมชาติและปรากฏการณ์ทางธรรมชาติเหล่านั้น และมุ่งให้รู้จักพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับธรรมชาติ ตลอดจนมุ่งปลูกฝังให้รู้จักมองธรรมชาติในลักษณะบูรณาการ [34]

3. **วิชาวิทยาศาสตร์บูรณาการ ข**

มุ่งให้สังเกตและทดลองปฏิบัติจริงเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ที่มีอยู่ในธรรมชาติและปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ โดยใช้เรื่องของสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมของสิ่งมีชีวิตเป็นแกนกลาง เพื่อนำไปสู่ความเข้าใจธรรมชาติและปรากฏการณ์ทางธรรมชาติเหล่านั้น

---

[32] Monbusho. **Kotogakko Gakushu Shido Yoryo.** 1999, p. 67.

[33] Ibid.

[34] Ibid., p. 68.

และมุ่งให้รู้จักพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับธรรมชาติ ตลอดจนมุ่งปลูกฝังให้รู้จักมองธรรมชาติในลักษณะบูรณาการ [35]

4. **วิชาฟิสิกส์ 1**

มุ่งยกระดับความสนใจใฝ่ศึกษาธรรมชาติ โดยใช้การสังเกตและการปฏิบัติจริง ฯลฯ เกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ และปรากฏการณ์เชิงฟิสิกส์ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ มุ่งสร้างความสามารถทางสติปัญญาและเจตคติที่ดีต่อการศึกษาค้นคว้าทางฟิสิกส์ มุ่งปลูกฝังให้มองธรรมชาติอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ และมุ่งให้เข้าใจหลักการและกฎเกณฑ์พื้นฐานของการศึกษาค้นคว้าในด้านนี้[36]

5. **วิชาฟิสิกส์ 2**

มุ่งยกระดับความสนใจใฝ่ศึกษาธรรมชาติ โดยใช้การสังเกต การปฏิบัติจริงและการทำโครงการวิจัย ฯลฯ เกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ และปรากฏการณ์เชิงฟิสิกส์ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ มุ่งสร้างความสามารถทางสติปัญญาและเจตคติที่ดี ต่อการศึกษาค้นคว้าทางฟิสิกส์ มุ่งปลูกฝังให้มองธรรมชาติอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ และมุ่งให้เข้าใจหลักการและกฎเกณฑ์พื้นฐานของการศึกษาค้นคว้าในด้านนี้ [37]

6. **วิชาเคมี 1**

มุ่งยกระดับความสนใจใฝ่ศึกษาธรรมชาติ โดยใช้การสังเกตและการปฏิบัติจริง ฯลฯ เกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ และปรากฏการณ์เชิงเคมีที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ มุ่งสร้างความสามารถทางสติปัญญาและเจตคติที่ดี ต่อการศึกษาค้นคว้าทางเคมี มุ่งปลูกฝังให้มองธรรมชาติอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ และมุ่งให้เข้าใจหลักการและกฎเกณฑ์พื้นฐานของการศึกษาค้นคว้าในด้านนี้[38]

7. **วิชาเคมี 2**

มุ่งยกระดับความสนใจใฝ่ศึกษาธรรมชาติ โดยใช้การสังเกต การปฏิบัติจริงและการทำโครงการวิจัย ฯลฯ เกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ และปรากฏการณ์เชิงเคมีที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ มุ่งสร้างความสามารถทางสติปัญญาและเจตคติที่ดี ต่อการศึกษาค้นคว้า

---

[35] Ibid., p. 69.

[36] Ibid., p. 76.

[37] Ibid., p. 78.

[38] Ibid., p. 81.

ทางเคมี มุ่งปลูกฝังให้มองธรรมชาติอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ และมุ่งให้เข้าใจหลักการและกฎเกณฑ์พื้นฐานของการศึกษาค้นคว้าในด้านนี้ [39]

8. **วิชาชีววิทยา** 1

มุ่งยกระดับความสนใจใฝ่ศึกษาธรรมชาติ โดยใช้การสังเกตและการปฏิบัติจริง ฯลฯ เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต และปรากฏการณ์ทางชีววิทยาที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ มุ่งสร้างความสามารถทางสติปัญญาและเจตคติที่ดี ต่อการศึกษาค้นคว้าทางชีววิทยา มุ่งปลูกฝังให้มองธรรมชาติอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ และมุ่งให้เข้าใจหลักการและกฎเกณฑ์พื้นฐานของการศึกษาค้นคว้าในด้านนี้ [40]

9. **วิชาชีววิทยา** 2

มุ่งยกระดับความสนใจใฝ่ศึกษาธรรมชาติ โดยใช้การสังเกต การปฏิบัติจริง และการทำโครงการวิจัย ฯลฯ เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตและปรากฏการณ์ทางชีววิทยาที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ มุ่งสร้างความสามารถทางสติปัญญาและเจตคติที่ดี ต่อการศึกษาค้นคว้าทางชีววิทยา มุ่งปลูกฝังให้มองธรรมชาติอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ และมุ่งให้เข้าใจหลักการและกฎเกณฑ์พื้นฐานของการศึกษาค้นคว้าในด้านนี้ [41]

10. **วิชาธรณีวิทยา** (Earth Science) 1

มุ่งยกระดับความสนใจใฝ่ศึกษาธรรมชาติ โดยใช้การสังเกต และการปฏิบัติจริง ฯลฯ เกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ และปรากฏการณ์ทางธรณีวิทยา ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ มุ่งสร้างความสามารถทางสติปัญญาและเจตคติที่ดี ต่อการศึกษาค้นคว้าทางธรณีวิทยา มุ่งปลูกฝังให้มองธรรมชาติอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ และมุ่งให้เข้าใจหลักการและกฎเกณฑ์พื้นฐานของการศึกษาค้นคว้าในด้านนี้ [42]

11. **วิชาธรณีวิทยา** (Earch Science) 2

มุ่งยกระดับความสนใจใฝ่ศึกษาธรรมชาติ โดยใช้การสังเกต การปฏิบัติจริง และการทำโครงการวิจัย ฯลฯ เกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ และปรากฏการณ์ทางธรณีวิทยา ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ มุ่งสร้างความสามารถทางสติปัญญาและเจตคติที่ดี ต่อการ

---

[39] Ibid., p. 83.

[40] Ibid., p. 86.

[41] Ibid., p. 88.

[42] Ibid., p. 90.

ศึกษาค้นคว้าทางธรณีวิทยา มุ่งปลูกฝังให้มองธรรมชาติอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ และมุ่งให้เข้าใจหลักการและกฎเกณฑ์พื้นฐานของการศึกษาค้นคว้าในด้านนี้ [43]

เนื้อหาหลัก ข้อเสนอแนะการสอนภาคปฏิบัติ แนวทางการจัดทำแผนการสอน และการเลือกเนื้อหา

หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พ.ศ. 2542 ได้ระบุเนื้อหาหลักอย่างกว้าง ๆ ของแต่ละรายวิชา ในหมวดวิทยาศาสตร์ เสนอแนะวิธีสอนภาคปฏิบัติ และเสนอและแนวทางในการวางแผนการเรียนการสอนและการเลือกเนื้อหา ให้เหมาะสมกับสภาพท้องถิ่น และของผู้เรียนแต่ละคน ทำนองเดียวกับระดับมัธยมศึกษาตอนต้น [44]

ชั่วโมงการเรียนรู้แบบบูรณาการกับวิทยาศาสตร์ศึกษา

นอกเหนือจากชั่วโมงที่หลักสูตรกำหนดให้ สำหรับวิชาวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะโรงเรียนประถมและมัธยมศึกษา สามารถที่จะนำชั่วโมงการเรียนรู้แบบบูรณาการ มาใช้เพื่อจัดกิจกรรมซึ่งบูรณาการระหว่างเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์กับชีวิตประจำวัน หรือระหว่างเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์กับวิชาอื่น ๆ ได้ด้วย

จากการวิเคราะห์ข้อมูล ในเอกสารหลักสูตรระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2542 พบว่า “ชั่วโมงการเรียนรู้แบบบูรณาการ” เปิดโอกาสให้โรงเรียนนำเวลาส่วนนี้มาใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับสภาพท้องถิ่น สภาพโรงเรียน สภาพความถนัดและความสนใจของนักเรียนแต่ละคน กล่าวคือ [45]

1. ให้แต่ละโรงเรียน จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของนักเรียนแต่ละคน ในชั่วโมงการเรียนรู้แบบบูรณาการ โดยคำนึงถึงสภาพที่แท้จริงของท้องถิ่น โรงเรียน และศักยภาพของนักเรียน

2. เป้าหมายของการจัดให้มีชั่วโมงการเรียนรู้แบบบูรณาการ คือ การเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหา เสริมสร้างสติปัญญา และฝึกให้รู้จักตั้งหัวข้อเรื่องที่

---

[43] Ibid., p. 93.

[44] Ibid., p. 95.

[45] Monbusho. **Koto Gakko Gakushu Shido Yoryo. Heisei 11 Nen 3 Gatsu.** 1999, pp. 7-8.

จะศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง รู้จักเรียนรู้ด้วยตนเอง รู้จักคิดเอง และรู้จักวิพากษ์วิจารณ์โดยอาศัยความคิดของตนเอง

3. กิจกรรมในชั่วโมงการเรียนรู้แบบบูรณาการ ที่โรงเรียนต้องจัดให้แก่นักเรียนประกอบด้วย

3.1 กิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการเนื้อหาเกี่ยวกับความเข้าใจอันดีระหว่างประเทศ เกี่ยวกับสารสนเทศ เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม เกี่ยวกับสวัสดิภาพส่วนบุคคล และเกี่ยวกับสุขภาพอนามัย

3.2 กิจกรรมการเรียนรู้ที่ทำให้เกิดทั้งความรู้ ทักษะ และเจตคติเชิงลึก ในสิ่งที่นักเรียนแต่ละคนมีความสนใจใฝ่รู้อยู่ก่อนแล้ว

3.3 กิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดให้ผู้เรียนมีโอกาสพิจารณาตนเองและพิจารณาการดำเนินชีวิตและเส้นทางเดินในอนาคตของตนเอง

4. แต่ละโรงเรียน อาจตั้งชื่อชั่วโมงการเรียนรู้แบบบูรณาการ ตามที่โรงเรียนเห็นสมควร

5. กิจกรรมการเรียนรู้ ที่โรงเรียนควรจัดในชั่วโมงการเรียนรู้แบบบูรณาการ คือ

5.1 กิจกรรมการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับธรรมชาติ กิจกรรมอาสาสมัคร กิจกรรมการทำงานอาชีพ กิจกรรมทางสังคม กิจกรรมการค้นคว้าและรายงานผลจากการสังเกต ทดลอง ปฏิบัติจริง สำรวจภาคสนาม และการวิจัย เป็นต้น

5.2 กิจกรรมกลุ่มหรือกิจกรรมเดี่ยว ในรูปแบบที่หลากหลาย โดยการร่วมมือกับผู้ทรงภูมิปัญญาในท้องถิ่น ภายใต้การแนะนำปรึกษาของครู ซึ่งอาจจะอาศัยสื่อการสอนและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ประกอบกิจกรรมเหล่านี้ด้วย

5.3 กิจกรรมการเรียนรู้ที่ทำให้เกิดความรู้ เจตคติ และทักษะเชิงลึก ในสิ่งที่ผู้เรียนแต่ละคนสนใจ ตามที่ระบุแล้วในข้อ 3.2

5. การทำโครงงานทางวิชาชีพ เช่น เกษตรกรรม วิศวกรรม พาณิชยกรรม การประมง คหกรรม และสารสนเทศ ให้นำชั่วโมงการเรียนรู้แบบบูรณาการมาใช้ได้ด้วย

วิทยาศาสตร์ในระดับอุดมศึกษา

วิทยาศาสตร์เป็นวิชาบังคับ สำหรับผู้สมัครเข้าเรียนต่อในระดับอุดมศึกษาสายวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในที่นี้ จะนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการสอบเข้าเรียนในระดับอุดมศึกษา สภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับอุดมศึกษา และการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาในระดับอุดมศึกษาหลังจากปี พ.ศ. 2527

ผลการเรียนวิทยาศาสตร์กับการสอบเข้าศึกษาต่อ

ข้อมูลจากระบบอินเตอร์เน็ต ซึ่งสืบค้นจาก WebSite : http://www.ed.gov. pubs.JapanCaseStudy เมื่อวันที่ 3 กันยายน พ.ศ. 2542 แสดงว่า การสอบเข้ามหาวิทยาลัยในญี่ปุ่น ด้วยข้อสอบกลาง ดำเนินการปีละ 2 ครั้ง ในเดือนกุมภาพันธ์และต้นเดือนมีนาคม วิชาบังคับที่จะต้องสอบ มี 5 วิชาหลัก คือ ภาษาญี่ปุ่น สังคมศึกษา วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และภาษาอังกฤษ และมีวิชาเฉพาะสาขา แตกต่างกันไปตามวิชาเอกที่ผู้สมัครสอบเป็นผู้เลือก และผลการสำรวจพบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ของวิชาวิทยาศาสตร์และวิชาคณิตศาสตร์ในระดับสูง จะสามารถเข้าเรียนต่อในระดับอุดมศึกษา สายวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้มากกว่าผู้ที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำ ข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อเข้าศึกษาต่อมหาวิทยาลัยของรัฐ แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ให้เลือกทำวิชาฟิสิกส์ หรือ วิชา Earth Science

ตอนที่ 2 ให้เลือกทำวิชาเคมี หรือวิชาอื่น ๆ ในหมวดวิชาวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 3 บังคับ วิชาชีววิทยา

การให้ความสำคัญของวิชาวิทยาศาสตร์ ในการสอบเข้าเรียนต่อมหาวิทยาลัยในประเทศญี่ปุ่น มีผลกระทบต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลายมาก ข้อมูลจากการสืบค้นในระบบอินเตอร์เน็ต ดังกล่าวระบุว่า ปัญหาที่สำคัญ คือ ครูจำเป็นต้องสอนเนื้อหาให้ครบถ้วนตามหลักสูตร ประกอบกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลายยากขึ้นมาก แต่ถูกลดเวลาเรียนให้น้อยลง ครูจึงต้องนำเวลาสำหรับภาคปฏิบัติ ไปใช้สอนเนื้อหาเพื่อ

เตรียมตัวเด็กให้พร้อมสำหรับการสอบเข้าเรียนต่อ มิฉะนั้น เด็กจะมีปัญหาในการสอบเข้าเรียนต่อระดับสูงขึ้น

หลักสูตรและการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับอุดมศึกษา

จากประสบการณ์ตรงของคณะผู้วิจัยและจากการวิเคราะห์เอกสาร ได้แก่ คู่มือนิสิตของมหาวิทยาลัยเกษตรกรรมแห่งกรุงโตเกียว และคู่มือนิสิตของมหาวิทยาลัยทสึคุบะ พบว่า การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับอุดมศึกษา มีลักษณะดังนี้

1. สอนวิชาวิทยาศาสตร์ เช่น ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา ธรณีวิทยา ฯลฯ ซึ่งมีเนื้อหายากกว่าในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยจัดให้เป็นวิชาการศึกษาทั่วไป (General Education Subjects) ในหลักสูตรที่เน้นด้านศิลปศาสตร์ และเป็นวิชาเอก สำหรับหลักสูตรที่เน้นด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2. เน้นการทดลองในห้องปฏิบัติการ การทดลองนอกห้องเรียน และการทำโครงการวิจัย โดยมีอุปกรณ์เพื่อการทดลองและปฏิบัติการที่พอเพียงและทันสมัย

3. ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ในสถาบันอุดมศึกษา มักจะเปิดให้ใช้นอกเวลาได้ตามที่อาจารย์ที่ปรึกษาเห็นสมควร

4. สื่อและอุปกรณ์การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ สามารถจัดหาได้ง่ายในท้องตลาดและราคาไม่แพงเกินไป ทำให้สะดวกสำหรับผู้สอน และช่วยให้ผู้เรียนทำความเข้าใจกับเนื้อหาต่าง ๆ ได้รวดเร็วและง่ายยิ่งขึ้น

การปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาในระดับอุดมศึกษา

การปฏิรูปการศึกษาครั้งล่าสุด มีผลต่อการพัฒนาวิทยาศาสตร์ศึกษาในระดับอุดมศึกษาของประเทศญี่ปุ่น หลายประการ ดังนี้ [46]

1. กระทรวงการศึกษา ฯ ได้อนุมัติเงินอุดหนุนการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งดำเนินการในสถาบันอุดมศึกษา เพิ่มขึ้นเกือบ 3 เท่า ในระยะเวลาเพียง 10 ปี ระหว่างปี พ.ศ. 2530 – 2540 (จาก 45.08 เป็น 112.2 ล้านล้านเยน)

---

[46] Ministry of Education, Science, Sports and Culture. **Monbusho 1997.** , p. 11, 54-55.

2. จัดตั้งศูนย์สารสนเทศทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Information Center) เมื่อปี พ.ศ. 2529 และปรับปรุงระบบเครือข่ายสารสนเทศ ซึ่งเชื่อมโยงระบบสารสนเทศของมหาวิทยาลัยต่าง ๆ ทั่วประเทศ ทั้งมหาวิทยาลัยของรัฐและเอกชน ให้มีฐานข้อมูลมากขึ้น มีประสิทธิภาพสูงขึ้น และขยายไปยังเครือข่ายในต่างประเทศด้วย

3. ส่งเสริมการศึกษาทางดาราศาสตร์ การศึกษาเกี่ยวกับอวกาศ การวิจัยเกี่ยวกับกัมมันตภาพของนิวเคลียร์ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ และวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม เป็นต้น

4. ส่งเสริมการแลกเปลี่ยนนักวิจัยกับนานาชาติ การส่งนักวิจัยและครูอาจารย์เข้าร่วมประชุมทางวิชาการในระดับนานาชาติ การทำโครงการวิจัยร่วมกับนานาชาติ การร่วมมือกับยูเนสโกในการวิจัยเกี่ยวกับมหาสมุทรแอนตาร์คติก และโครงการความร่วมมือและฝึกอบรมร่วมกันระหว่างสำนักงานใหญ่ของมหาวิทยาลัยสหประชาชาติแห่งกรุงโตเกียว (the United Nations University Headquarters in Tokyo) กับสถาบันการศึกษาวิจัยระดับสูง (the Institute of Advanced Studies) และประชาคมนักวิชาการแห่งประเทศญี่ปุ่น

5. จัดตั้งสถาบันอุดมศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา ที่จัดการเรียนการสอนทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพิ่มขึ้นอีกหลายแห่ง อาทิ [47]

5.1 Japan Advanced Institute of Science and Technology ที่ Ishikawa Prefecture เมื่อปี พ.ศ. 2533 โดยเปิดสอนสาขาวิชาต่าง ๆ เช่น วิทยาการสารสนเทศ (Information Science) วัสดุศาสตร์ (Material Science) เป็นต้น

5.2 Advanced Institute of Science and Technology ที่ Nara Prefecture เมื่อปี พ.ศ. 2534 โดยเปิดสอนสาขาวิชาต่าง ๆ เช่น วิทยาการสารสนเทศ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ และวัสดุศาสตร์ เป็นต้น

สรุป

การสอนวิทยาศาสตร์ศึกษา มีมาตั้งแต่ พ.ศ. 2415 ในช่วงแรกเน้นวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับธรรมชาติ ต่อมา มีการปรับปรุงหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์อีกหลายครั้ง เฉพาะหลังจากสงครามโลกครั้งที่ 2 ถึง พ.ศ. 2532 มีการปรับปรุงหลักสูตร 5 ครั้ง ครั้งที่ 1

---

[47] Ibid., 38.

เน้นวิทยาศาสตร์เพื่อชีวิตประจำวัน โดยให้เด็กเป็นศูนย์กลางและเน้นการแก้ปัญหาอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ ครั้งที่ 2 เน้นการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ในการสอน ยกระดับการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้นและเน้นเด็กเป็นศูนย์กลางเช่นเดิม ครั้งที่ 3 เน้นการเรียนรู้อย่างเป็นระบบและทักษะการคิดอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ ครั้งที่ 4 เน้นการเรียนรู้แบบสอบสวนความรู้ ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์และวิธีการเชิงวิทยาศาสตร์ ครั้งที่ 5 เน้นการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง บูรณาการเนื้อหาวิชา และการเรียนรู้จากประสบการณ์

หลังจากการปฏิรูปการศึกษาเมื่อ พ.ศ. 2527 มีการปฏิรูปหลักสูตรวิทยาศาสตร์ศึกษา อีกเมื่อ พ.ศ. 2532 และ พ.ศ. 2535 วิทยาศาสตร์ในโรงเรียนประถมและมัธยมศึกษา เน้นการสังเกตและการทดลองมากขึ้น เน้นความสอดคล้องกับความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีของสังคมโลก และสอดคล้องกับชีวิตและสถานการณ์จริง

การปรับปรุงหลักสูตรครั้งล่าสุด เมื่อปีการศึกษา 2542 มีผลทำให้วิทยาศาสตร์ในระดับประถมและมัธยมศึกษา ถูกลดเวลาเรียนลงอีก แต่ได้เพิ่มชั่วโมงการเรียนรู้แบบบูรณาการ ทั้งนี้ วิชาวิทยาศาสตร์ชั้นประถมปีที่ 3-6 เน้นการสังเกตและการทดลองเกี่ยวกับธรรมชาติรอบตัว วิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น จำแนกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 คือ ฟิสิกส์และเคมี ส่วนที่ 2 คือ ชีววิทยา และโลก/อวกาศ เน้นการสังเกต การทดลอง และการค้นคว้าวิจัยโดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับสิ่งรอบตัวและปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ส่วนหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายสายสามัญ จำแนกเป็น 6 กลุ่มวิชา คือ พื้นฐานวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์บูรณาการ ก-ข ฟิสิกส์ 1-2 เคมี 1-2 ชีววิทยา 1-2 และ Earth Science 1-2 เน้นการสังเกต การทดลอง และการค้นคว้าวิจัยเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ รอบตัว และปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เน้นความรู้เชิงลึก และการพัฒนาความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ ได้เพิ่มวิชาสารสนเทศ อีก 6 หน่วยกิต รายละเอียดในหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ของทุกระดับ นอกจากจะระบุเนื้อหาวิชาอย่างกว้าง ๆ แล้ว ยังเสนอแนะการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติ เสนอแนะการจัดทำแผนการสอนและการเลือกเนื้อหาวิชา ให้เหมาะสมกับสภาพท้องถิ่นและผู้เรียนแต่ละคน

การจัดให้มีชั่วโมงการเรียนรู้แบบบูรณาการในหลักสูตรปรับปรุง ปี พ.ศ.2541 และ พ.ศ.2542 เปิดโอกาสให้โรงเรียนพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ ที่ยืดหยุ่นตามสภาพ

ความเป็นจริงของท้องถิ่น โรงเรียนและนักเรียนแต่ละคน โรงเรียนอาจนำเวลาสำหรับชั่วโมงการเรียนรู้แบบบูรณาการ ไปใช้จัดกิจกรรมการศึกษาค้นคว้า การปฏิบัติ การทดลอง การสำรวจ การทำโครงงานเรื่องที่แต่ละคนสนใจ เนื้อหากิจกรรมอาจเกี่ยวข้องกับวิชาใดวิชาหนึ่ง หรือหลายวิชาก็ได้ ดังนั้น นักเรียนอาจนำชั่วโมงนี้มาใช้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์เชิงบูรณาการ หรือเรียนรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่งในเชิงลึก

ผลสัมฤทธิ์ของวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา มีผลอย่างยิ่งต่อการสอบเข้าศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาสายวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทำให้ครูวิทยาศาสตร์เน้นการบรรยายให้ได้เนื้อหาครบถ้วน เพื่อเตรียมเด็กเข้าศึกษาต่อมากกว่าการสอนแบบค้นคว้าและทดลองปฏิบัติ

ในระดับอุดมศึกษา วิชาวิทยาศาสตร์มีระดับสูงกว่ามัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นรายวิชาในหมวดการศึกษาทั่วไปของสายศิลปศาสตร์ และเป็นวิชาเอกของสายวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การสอนวิทยาศาสตร์เน้นการทดลองในห้องปฏิบัติการ ศึกษาค้นคว้านอกห้องเรียนและการทำโครงการวิจัย มักเปิดให้ใช้ห้องปฏิบัติการนอกเวลาปกติและมีสื่อและอุปกรณ์การสอนพอเพียง

หลังปฏิรูปการศึกษาเมื่อปี พ.ศ. 2527 มีการจัดสรรเงินอุดหนุนการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ ให้แก่สถาบันอุดมศึกษาเพิ่มขึ้นเกือบ 3 เท่า และจัดตั้งศูนย์สารสนเทศทางวิทยาศาสตร์ ปรับปรุงระบบเครือข่ายสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการวิจัย ส่งเสริมการศึกษาวิชาดาราศาสตร์ การศึกษาเกี่ยวกับอวกาศ การวิจัยเกี่ยวกับกัมมันตภาพของนิวเคลียร์ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ และวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม เป็นต้น นอกจากนี้ยังส่งเสริมการแลกเปลี่ยนนักวิจัยกับนานาชาติ อย่างจริงจัง และจัดตั้งสถาบันการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพิ่มขึ้น

บทที่ 5
การเตรียมเข้าสู่อาชีพครูและการพัฒนาครูประจำการ
สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา

การเตรียมเข้าสู่อาชีพครูและการพัฒนาครูประจำการในญี่ปุ่น มีระบบที่เป็นมาตรฐานเดียวกันทั่วประเทศ ตั้งแต่การประกาศใช้กฎหมาย ชื่อ The Educational Personnel Certification Law เมื่อปี พ.ศ. 2492 [48] นอกจากนี้ วิชาชีพครูในประเทศญี่ปุ่น ได้รับการยกระดับให้มีสถานภาพสูง ครูส่วนใหญ่จึงมีแรงจูงใจที่จะเป็นครูที่ดีและรับผิดชอบในการพัฒนาตนเองอยู่ตลอดเวลา การวิเคราะห์เอกสารที่นำเสนอในบทนี้ จึงเกี่ยวข้องกับการเตรียมเข้าสู่อาชีพครูวิทยาศาสตร์ การพัฒนาครูประจำการ ระบบบริหารงานบุคคลและสถานภาพครู เสรีภาพทางวิชาการและความรับผิดชอบของครู

การเตรียมเข้าสู่อาชีพครูวิทยาศาสตร์

วุฒิการศึกษาและใบประกอบวิชาชีพครู

หลังจากสงครามโลกครั้งที่สอง นักศึกษาที่จะเป็นครูไม่ได้แยกเรียนในวิทยาลัยครู หรือโรงเรียนฝึกหัดครู เหมือนกับในสมัยก่อนสงคราม แต่เรียนในระบบมหาวิทยาลัยหรือวิทยาลัยทั่วไป ซึ่งเปิดสอนหลักสูตรทางการศึกษา และเมื่อจบการศึกษาแล้ว ก็ต้องสมัครสอบเพื่อรับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพครู จากสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาประจำจังหวัดของจังหวัดใดจังหวัดหนึ่ง ซึ่งผู้มีสิทธิสมัครจะต้องจบวิชาเอกที่กำหนดให้บวกกับวิชาชีพครูอีกส่วนหนึ่ง

ใบอนุญาตประกอบวิชาชีพครู จำแนกตามระดับโรงเรียนที่จะทำการสอนและตามภูมิหลังทางการศึกษาของครู ดังนี้

1. ครูโรงเรียนอนุบาล

1.1 ครูชั้น 2 จะต้องจบจากวิทยาลัยที่เรียนหลักสูตร 2 ปี หลังจากจบมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีหน่วยกิตที่เรียนในวิทยาลัย คือ วิชาชีพครู 8 หน่วยกิต และวิชาเอก 23 หน่วยกิต เป็นอย่างน้อย

---

[48] Sho Takakura,and Murata Yokuo. Ibid. p.84.

1.2 ครูชั้น 1 จะต้องมีประสบการณ์เป็นครูชั้น 2 มาแล้วไม่ต่ำกว่า 5 ปีและสะสมหน่วยกิตเพิ่มเติมอย่างน้อย 45 หน่วยกิต หรืออีกกรณีหนึ่งคือ จบปริญญาตรี ซึ่งเรียนวิชาชีพครู 16 หน่วยกิต และวิชาเอก 35 หน่วยกิต

1.3 ครูชั้นพิเศษ จะต้องมีประสบการณ์เป็นครูชั้น 1 มาแล้วไม่ต่ำกว่า 3 ปี และสะสมหน่วยกิตเพิ่มเติมอย่างน้อย 15 หน่วยกิต หรืออีกกรณีหนึ่ง คือ จบปริญญาโท ซึ่งเรียนวิชาชีพครูหรือวิชาเอก อย่างน้อย 24 หน่วยกิต

2. ครูประถมศึกษา

2.1 ครูชั้น 2 จะต้องจบจากวิทยาลัยที่เรียนหลักสูตร 2 ปี หลังจากจบมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีหน่วยกิตที่เรียนในวิทยาลัย คือ วิชาชีพครู 10 หน่วยกิต และวิชาเอก 27 หน่วยกิต เป็นอย่างน้อย

2.2 ครูชั้น 1 จะต้องมีประสบการณ์เป็นครูชั้น 2 มาแล้วไม่ต่ำกว่า 5 ปีและสะสมหน่วยกิตเพิ่มเติมอย่างน้อย 45 หน่วยกิต หรืออีกกรณีหนึ่งคือ จบปริญญาตรีซึ่งเรียนวิชาชีพครู 18 หน่วยกิต และวิชาเอก 41 หน่วยกิต

2.3 ครูชั้นพิเศษ จะต้องมีประสบการณ์เป็นครูชั้น 1 มาแล้วไม่ต่ำกว่า 3 ปี และสะสมหน่วยกิตเพิ่มเติมอย่างน้อย 15 หน่วยกิต หรืออีกกรณีหนึ่ง คือ จบปริญญาโท ซึ่งเรียนวิชาชีพครูหรือวิชาเอก อย่างน้อย 24 หน่วยกิต

3. ครูมัธยมศึกษาตอนต้น

3.1 ครูชั้น 2 จะต้องจบจากวิทยาลัยที่เรียนหลักสูตร 2 ปี หลังจากจบมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีหน่วยกิตที่เรียนในวิทยาลัย คือ วิชาชีพครู 20 หน่วยกิต และวิชาเอก 15 หน่วยกิต เป็นอย่างน้อย

3.2 ครูชั้น 1 จะต้องมีประสบการณ์เป็นครูชั้น 2 มาแล้วไม่ต่ำกว่า 5 ปีและสะสมหน่วยกิตเพิ่มเติมอย่างน้อย 45 หน่วยกิต หรืออีกกรณีหนึ่งคือ จบปริญญาตรีซึ่งเรียนวิชาชีพครู 40 หน่วยกิต และวิชาเอก 19 หน่วยกิต

3.3 ครูชั้นพิเศษ จะต้องมีประสบการณ์เป็นครูชั้น 1 มาแล้วไม่ต่ำกว่า 3 ปี และสะสมหน่วยกิตเพิ่มเติมอย่างน้อย 15 หน่วยกิต หรืออีกกรณีหนึ่ง คือ จบปริญญาโท ซึ่งเรียนวิชาชีพครูหรือวิชาเอก อย่างน้อย 24 หน่วยกิต

4. ครูมัธยมศึกษาตอนปลาย

4.1 ครูชั้น 1 จะต้องจบปริญญาตรีซึ่งเรียนวิชาชีพครู 40 หน่วยกิต และวิชาเอก 19 หน่วยกิต

4.2 ครูชั้นพิเศษ จะต้องมีประสบการณ์เป็นครูชั้น 1 มาแล้วไม่ต่ำกว่า 3 ปี และสะสมหน่วยกิตเพิ่มเติมอย่างน้อย 15 หน่วยกิต หรืออีกกรณีหนึ่ง คือ จบปริญญาโท ซึ่งเรียนวิชาชีพครูหรือวิชาเอก อย่างน้อย 24 หน่วยกิต

หลักสูตรศึกษาศาสตร์/ครุศาสตร์ ในสถาบันอุดมศึกษา

นักศึกษาที่เตรียมตัวเป็นครู มักจะศึกษาในหลักสูตรศึกษาศาสตร์/ครุศาสตร์ในมหาวิทยาลัยทั่วไปหรือมหาวิทยาลัยเฉพาะสำหรับครู การจัดการศึกษาระดับปริญญาตรี ให้แก่ผู้เตรียมตัวเข้าสู่อาชีพครูในมหาวิทยาลัยทั่วไป มีวิธีการดังนี้

1. จัดให้เรียนวิชาการศึกษาทั่วไป (General Education) ในชั้นปีที่ 1 และชั้นปีที่ 2 ของหลักสูตรปริญญาตรี รวมกับนักศึกษาในสาขาอื่น ๆ

2. จัดให้เรียนวิชาเอกตั้งแต่ชั้นปีที่ 3-4 ขึ้นไป และให้เรียนวิชาชีพครูเพิ่มเติมจนครบตามจำนวนหน่วยกิตที่จำเป็นสำหรับการสอบรับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพครู

วิชาเอกตามหลักสูตรศึกษาศาสตร์/ครุศาสตร์ จำแนกเป็น 4 ส่วน คือ [49]

(1) หมวดวิชาพื้นฐานการศึกษา เน้นเนื้อหาที่เกี่ยวกับลักษณะเฉพาะและจุดมุ่งหมายของการศึกษา การพัฒนาทางร่างกายและจิตใจของผู้เรียน กระบวนการเรียนรู้ เนื้อหาสาระที่สัมพันธ์กับการศึกษาในแง่มุมทางสังคม ระบบ และการจัดการ วิธีสอนและเทคนิคการสอนโดยทั่วไป รวมทั้งการใช้อุปกรณ์การสอน

(2) หมวดวิชาการสอนวิชาเฉพาะ เน้นวิธีสอนวิชาใดวิชาหนึ่งโดยเฉพาะ รวมทั้งการสอนจริยศึกษาและกิจกรรมพิเศษ

(3) หมวดวิชาแนะแนว เน้นความรู้และทักษะเกี่ยวกับการแนะแนวนักเรียน การให้คำแนะนำปรึกษาและการแนะแนวอาชีพ

(4) การฝึกประสบการณ์การสอน ใช้เวลาประมาณ 4-6 สัปดาห์ เช่น คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยโอกายามา จัดให้ฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู 4 สัปดาห์ ช่วงสัปดาห์แรก เป็นการสังเกตและเตรียมการสอน สัปดาห์ที่ 2-3 เป็นการปฏิบัติการ

---

[49] Ibid.

สอน ภายใต้การกำกับดูแลของครูพี่เลี้ยงและอาจารย์นิเทศก์ และสัปดาห์ที่ 4 เป็นการประชุมสัมมนาเพื่อประเมินผลการฝึกสอน

หลักสูตรสำหรับผู้สอบคัดเลือกเข้าเป็นครู

ผู้ที่จะสอบคัดเลือกเข้าเป็นครู นอกจากจะต้องมีวุฒิการศึกษาตามที่กำหนดดังระบุแล้วข้างต้น ยังต้องมีความรู้ในระดับดี เพื่อที่จะสอบคัดเลือกเข้าเป็นครูตามข้อกำหนดของหน่วยงานต้นสังกัด วิชาชีพครูที่ต้องสอบวัดความรู้ มักจะแตกต่างกันตามระดับการศึกษาที่ประสงค์จะไปทำการสอน ดังนี้

1. ครูประถมศึกษา ต้องมีความรู้วิชาชีพครู 9 วิชา ได้แก่ ภาษาญี่ปุ่น สังคมศึกษา คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สิ่งแวดล้อมของชีวิต ดนตรี ศิลปะและงานช่าง การเรือน และพลศึกษา และในการสอบคัดเลือกเข้าเป็นครู มักจะสอบทั้งข้อเขียนและสอบสอน นอกจากนี้ ข้อมูลจากครูประถมศึกษา สังกัดเทศบาลนครทึจิอุระ และสังกัดเทศบาลนครโอกายามา ที่ผู้วิจัยเคยสัมภาษณ์ในช่วงปี พ.ศ. 2524-2531 แสดงว่าผู้ที่จะสอบคัดเลือกเข้าเป็นครูประถมศึกษา ส่วนใหญ่ต้องมีความสามารถในการเล่นดนตรี อย่างน้อย 1 ชนิด อีกด้วย

2. ความรู้และประสบการณ์พื้นฐานของครูมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลายจะถูกกำหนดโดยแต่ละโรงเรียนที่รับเข้าเป็นครู ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ครูชาวญี่ปุ่นชื่อ Hiroo Nakayama ซึ่งสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดเทศบาลนครนาโกยา (ฉันทนา จันทร์บรรจง ผู้สัมภาษณ์, พ.ศ. 2534) พบว่า การสอบคัดเลือกเข้าเป็นครูมัธยมศึกษา จะใช้วิธีสอบข้อเขียนและสอบสอนวิชาเอก

3. ครูประถมและครูมัธยมศึกษาทุกคน จะต้องผ่านการเรียนวิชาจริยศึกษาและการเรียนวิธีสอนจริยศึกษา [50]

---

[50] National Institute for Educational Research. **Environmental Education and Teacher Education in Asia and the Pacific**. 1993, p. 64.

การพัฒนาครูประจำการสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา

การพัฒนาโดยหน่วยงานต้นสังกัด

ครูโรงเรียนในสังกัดรัฐบาลท้องถิ่นและโรงเรียนสังกัดรัฐบาลกลาง จะต้องปฏิบัติตามข้อบัญญัติของ "กฎหมายพิเศษสำหรับข้าราชการทางการศึกษา" (The Special Law for Educational Public Servants) ซึ่งกำหนดข้อบังคับให้ครูเข้ารับการฝึกอบรมระหว่างประจำการ และทำการค้นคว้าวิจัยอย่างสม่ำเสมอ ตลอดจนกำหนดให้หน่วยงานต้นสังกัด พยายามดำเนินงานเพื่อให้มีการฝึกอบรมครูประจำการตามแผนงานที่วางไว้ อย่างไรก็ตาม ข้อบังคับดังกล่าว มิได้ระบุถึงรายละเอียดด้านเนื้อหาของการฝึกอบรมครูประจำการแต่อย่างใด จึงเป็นอำนาจของหน่วยงานต้นสังกัดในระดับจังหวัดและเทศบาล ซึ่งจะดำเนินการฝึกอบรมครูประจำการให้เป็นไปตามข้อบังคับ [51]

จากประสบการณ์ตรงของคณะผู้วิจัย พบว่า ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ ในประเทศญี่ปุ่น มีโอกาสได้รับการพัฒนาอย่างเป็นระบบ จากศูนย์ฝึกอบรมครู (Teacher Training Center) ซึ่งมีอยู่ทุกจังหวัด โดยทั่วไปศูนย์ฝึกอบรมครู จะจัดหลักสูตรการฝึกอบรมวิธีสอนวิชาเอก ที่พบว่า ครูมีปัญหาในด้านการสอนหรือฝึกอบรมวิธีสอนวิชาที่มีการปรับปรุงเนื้อหาหรือวิธีสอน ตามความต้องการของหลักสูตร การอบรมครูวิทยาศาสตร์ จะเน้นการค้นคว้าทดลองและการปฏิบัติจริง โดยใช้เครื่องมือที่จำเป็นสำหรับแต่ละเรื่อง ประกอบกับโรงเรียนต่าง ๆ ที่ครูสังกัด ต้องมีเครื่องมือทดลองวิทยาศาสตร์ที่ครบถ้วนพอเพียง ครูจึงมีโอกาสฝึกฝนการใช้เครื่องมือต่าง ๆ ได้บ่อยครั้ง ก่อนทำการสอนจริง

วิทยาศาสตร์ศึกษาในระดับบัณฑิตศึกษา สำหรับครูประจำการ [52]

สถาบันอุดมศึกษา ที่จัดการศึกษาระดับสูงสำหรับครูอาจารย์ ส่วนใหญ่จะเปิดสอนวิทยาศาสตร์ศึกษา (Science Education) ทั้งในระดับปริญญาตรี โท และเอก ตัวอย่าง เช่น โปรแกรมวิทยาศาสตร์ศึกษา ระดับปริญญาเอก ของ The University of Tsukuba ที่จังหวัดอิบาระกิ ดังต่อไปนี้

---

[51] National Institute for Educational Research. Ibid., pp. 64-65.

[52] University of Tsukuba. **Ph.D. Program in Education.**, pp. 6-7.

1. ลักษณะของสาขาวิชา : เป็นสาขาวิชาที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ว่าด้วยความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน (inter-relation science) เกี่ยวกับเทคโนโลยีและสังคม และเป็นสาขาวิชาที่อยู่บนพื้นฐานของการศึกษาวิชาชีพ จิตวิทยา ปรัชญาวิทยาศาสตร์ และประวัติความเป็นมาของวิทยาศาสตร์ สาขาวิชานี้ เกี่ยวข้องกับการวิจัยเพื่อค้นหาเหตุผลต่าง ๆ และวิธีการต่าง ๆ ที่มนุษย์เรียนรู้เรื่องราวของวิทยาศาสตร์

2. การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ศึกษาเน้นการวิจัย โดยใช้วิธีการวิเคราะห์หลากหลายวิธี เช่น การวิเคราะห์เชิงทฤษฎี การวิเคราะห์เชิงทดลอง และการวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบ ฯลฯ โดยมีเนื้อหาสาระ เช่น

2.1 เป้าหมายและวัตถุประสงค์ของวิทยาศาสตร์ศึกษา

2.2 หลักสูตรวิทยาศาสตร์ศึกษาในญี่ปุ่นและนานาประเทศ

2.3 กลยุทธ์การสอนและวิธีสอนวิทยาศาสตร์แบบต่าง ๆ

2.4 วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับปัญญา (cognitive science)

2.5 วิทยาศาสตร์ศึกษาสำหรับครูประจำการและก่อนประจำการ

2.6 ระบบการศึกษาและการเคลื่อนไหวทางการศึกษาในต่างประเทศที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ศึกษา

2.7 การติดตามและประเมินผลการปฏิบัติงานและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนนักศึกษาทางวิทยาศาสตร์

2.8 ประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ศึกษา

เนื้อหาวิชาที่เน้นมากในระยะหลัง ๆ นี้ คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (science, technology and society เรียกย่อว่า STS) ซึ่งถือว่าเป็นความเคลื่อนไหวครั้งสำคัญของญี่ปุ่น ในลักษณะของการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ (science reform movement) และพบว่า มหาวิทยาลัยในประเทศญี่ปุ่นมีการแลกเปลี่ยนความรู้และการวิจัยทางวิทยาศาสตร์กับประเทศตะวันตกอย่างกว้างขวาง ทั้งในสหรัฐอเมริกาและยุโรป

ปัจจัยเกื้อหนุนในการพัฒนาตนเองของครูวิทยาศาสตร์

สิ่งที่เป็นปัจจัยเกื้อหนุนสำหรับการพัฒนาตนเองของครูวิทยาศาสตร์ มีหลายประการ คือ

1. นักวิชาการทางวิทยาศาสตร์ศึกษาและสำนักพิมพ์ของเอกชนในญี่ปุ่น จัด

ทำเอกสารประกอบการสอนและคู่มือครู และพิมพ์จำหน่ายอย่างแพร่หลาย ในราคาไม่แพงนัก ทำให้ครูสามารถศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองได้ง่าย เกี่ยวกับเนื้อหาและวิธีสอนวิทยาศาสตร์

2. เครื่องมือวิทยาศาสตร์และสารานุกรมวิทยาศาสตร์สำหรับเด็ก มีจำหน่ายอย่างแพร่หลายตามท้องตลาด ซึ่งนอกจากจะสะดวกสำหรับเด็ก ที่ได้รับมอบหมายให้ฝึกฝนเพิ่มเติมนอกเวลาเรียนแล้ว ครูยังสามารถฝึกทักษะการสอนของตนเองให้เกิดความชำนาญได้จากเครื่องมือและสื่อการสอนที่ครูไม่จำเป็นต้องจัดทำขึ้นเอง

3. มีแหล่งเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติ ศูนย์วิทยาศาสตร์ ท้องฟ้าจำลอง สวนพฤกษศาสตร์ สวนสัตว์ ฯลฯ ซึ่งจัดการเรียนรู้นอกระบบโรงเรียนให้กับคนทุกเพศทุกวัย จำนวนมากมาย ทั้งที่เป็นของภาครัฐและภาคเอกชน ดังนั้น ครูจึงสามารถนำเด็กไปศึกษานอกสถานที่ได้สะดวก และในช่วงปิดภาคเรียนก็สามารถที่จะร่วมมือกับผู้ปกครอง นำเด็กไปเข้าค่ายพักแรม เพื่อศึกษาเกี่ยวกับธรรมชาติ ดิน แร่ธาตุ และอื่น ๆ ตามที่กำหนดให้ในหลักสูตรได้

ระบบบริหารงานบุคคลและสถานภาพของครูวิทยาศาสตร์

ระบบบริหารงานบุคคลสำหรับครูโรงเรียนรัฐบาล โดยเฉพาะครูประถมและมัธยมศึกษา ซึ่งส่วนใหญ่สังกัดอยู่กับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นระดับเทศบาลหรือระดับจังหวัด เป็นระบบราชการส่วนท้องถิ่น แต่มีกฎหมายและระเบียบข้อบังคับพิเศษสำหรับครู เข้ามาเกี่ยวข้องอีกหลายฉบับที่สำคัญ คือ The Local Public Service Law ส่วนครูที่สังกัดส่วนกลาง เช่น โรงเรียนสาธิตในสังกัดมหาวิทยาลัยแห่งชาติ ต้องปฏิบัติตามกฎหมาย ชื่อ The National Public Service Law ในขณะที่ครูโรงเรียนเอกชนจะต้องปฏิบัติตามกฎเกณฑ์ของสถานศึกษานั้น ๆ ซึ่งเป็นไปตามกฎหมาย ชื่อ The Private Education Law [53]

ครูโรงเรียนรัฐบาลในญี่ปุ่น จะต้องถูกประเมินประสิทธิภาพการทำงานเป็นประจำทุกปี ด้วยระบบที่เรียกว่า Kinmu Hyotei อำนาจหน้าที่ในการประเมินการทำงานของครูเป็นของหัวหน้าสถานศึกษา และสิ่งที่จะทำการประเมิน ประกอบด้วย

---

[53] Sho Takakura and Murata Yokuo. Ibid., pp. 93-94.

ความสำเร็จในการจัดการเรียนการสอน ความประพฤติที่เหมาะสมกับอาชีพครู และคุณธรรมและจริยธรรม วิธีการประเมินอาศัยข้อมูลจากการสังเกตการสอน การสังเกตความประพฤติ สมุดบันทึกการสอนและบันทึกการปฏิบัติงานอื่น ๆ ของครู ผลการประเมินครู ไม่นิยมนำไปใช้พิจารณาเลื่อนขั้นเงินเดือน ส่วนใหญ่จะใช้เพื่อการพัฒนาวิชาชีพครู [54]

สถานภาพของครูในประเทศญี่ปุ่นอยู่ในระดับสูง ระดับเงินเดือนครูในสังกัดสถานศึกษาแห่งชาติ (national schools) ถูกกำหนดโดยกฎหมายชื่อ The Salary Law for National Government Officials ซึ่งองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น จะนำมาประยุกต์ใช้เป็นตารางเงินเดือนของข้าราชการครูส่วนท้องถิ่น ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ครูในท้องถิ่นต่าง ๆ อย่างไม่เป็นทางการ ที่จังหวัดโอกายามา จังหวัดฮิโรชิมา และจังหวัดอิบะรากิ ในโรงเรียนต่าง ๆ มากกว่า 20 โรงเรียน ระหว่างปี พ.ศ. 2524-2531 (ฉันทนา จันทร์บรรจง , ผู้สัมภาษณ์) พบว่า เมื่อเทียบเงินเดือนขั้นต่ำของครูประถมและมัธยมศึกษาตอนต้น ที่สังกัดองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นกับเงินเดือนของครูระดับเดียวกัน ในโรงเรียนสาธิตสังกัดมหาวิทยาลัยแห่งชาติ ครูกลุ่มแรกจะได้รับมากกว่าครูกลุ่มหลังเล็กน้อย และข้อมูลจากตารางเงินเดือนครูสังกัดโรงเรียนแห่งชาติ เมื่อปี พ.ศ. 2536 แสดงว่า ครูอนุบาล ครูประถมศึกษา และครูมัธยมศึกษาตอนต้น ได้รับเงินเดือนขั้นต่ำสุด เดือนละ 314,800 เยน [55] คิดเป็นเงินไทยประมาณ 95,000 บาท ซึ่งยังไม่รวมเงินสวัสดิการประเภทต่าง ๆ เช่น โบนัส ค่าช่วยเหลือบุตร ค่าช่วยเหลือคู่สมรส เป็นต้น

เสรีภาพทางวิชาการและความรับผิดชอบของครู

ข้อมูลจากการสืบค้นในระบบอินเตอร์เน็ต (อ้างแล้ว) แสดงว่า ครูส่วนใหญ่ในญี่ปุ่น มีเสรีภาพทางวิชาการที่จะจัดการเรียนการสอน ตามขอบเขตที่กำหนดให้ในหลักสูตรกลางหรือ Course of Study **ฝ่ายบริหารของโรงเรียน คือ ครูใหญ่และผู้ช่วยครูใหญ่ จะไม่แทรกแซงการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเฉพาะสาขาวิชา แต่จะมีการวางแผนร่วมกัน ในการจัดกิจกรรมเชิงบูรณาการ**

---

[54] Sho Takakura and Murata Yokuo. Ibid., pp. 95-96.

[55] Ibod., p. 97.

เช่น กิจกรรมพิเศษที่จัดให้นักเรียนหลายชั้นเรียนมีส่วนร่วมหรือกิจกรรมการศึกษานอกสถานที่ เป็นต้น

ครูมีโอกาสทุกวัน ที่จะพบปะแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนครูและผู้บริหารโรงเรียน **เนื่องจากขนาดของโรงเรียนไม่ใหญ่เกินไป วัฒนธรรมญี่ปุ่นซึ่งเน้นการทำงานเป็นทีม ทำให้ครูไม่รู้สึกผิดปกติที่จะต้องวางแผนการสอนร่วมกันหรือแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันเกี่ยวกับปัญหาของการเรียนการสอน ดังนั้น ครูวิทยาศาสตร์ของญี่ปุ่น จึงมีโอกาสที่จะพัฒนาตนเองได้จากกระบวนการทางสังคมกับเพื่อนครูในสาขาเดียวกัน และต่างสาขา**

ครูส่วนใหญ่จะเข้าเป็นสมาชิกในสมาคมวิชาชีพครู ซึ่งแบ่งตามสาขาวิชาเอกสมาคมเหล่านี้ มักจะจัดการฝึกอบรม การประชุมสัมมนา การทัศนศึกษาต่างประเทศให้กับครู ในช่วงปิดภาคเรียน จากการสัมภาษณ์ครูใหญ่โรงเรียนแห่งหนึ่งในมหานครโตเกียว เมื่อปี พ.ศ. 2534 (ฉันทนา จันทร์บรรจง, ผู้สัมภาษณ์) ทราบว่า การพิจารณาความดีความชอบของครูในโรงเรียนดังกล่าวนำข้อมูลเกี่ยวกับการพัฒนาตนเองของครูมาพิจารณาด้วย ความรับผิดชอบที่จะพัฒนาตนเองของครู เกิดจากกระบวนการความร่วมมือระหว่างครูกับชุมชนด้วย เพราะโรงเรียนจะต้องจัดกิจกรรมพิเศษซึ่งเปิดโอกาสให้ผู้ปกครองและชุมชนมีส่วนร่วมบ่อยครั้งในแต่ละปี เช่น กิจกรรมการเยี่ยมห้องเรียนภาคเรียนละ 1 ครั้ง กิจกรรมการจัดกีฬาประเพณีปีละ 1 ครั้ง กิจกรรมการจัดงานวัฒนธรรมโรงเรียน (School Cultural Fair) **ปีละ 1 ครั้ง เป็นต้น**

สรุป

หลังจากสงครามโลกครั้งที่ 2 นักศึกษาที่จะเป็นครู ต้องผ่านการศึกษาในระบบมหาวิทยาลัยหรือวิทยาลัย เมื่อจบแล้วต้องสอบขอรับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพครู ใบอนุญาตนี้จำแนกประเภทตามระดับโรงเรียนและภูมิหลังทางการศึกษาของผู้สมัคร

วิชาบังคับ สำหรับผู้ที่จะต้องสอบเข้าเป็นครูประถมศึกษา ได้แก่ ภาษาญี่ปุ่น สังคมศึกษา คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สิ่งแวดล้อมของชีวิต ดนตรี ศิลปะ งานช่าง การเรือน และพลศึกษา ส่วนผู้ที่จะเป็นครูมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย จะต้องสอบวิชาเฉพาะสาขาด้วย โรงเรียนที่รับเข้าเป็นครูจะเป็นผู้กำหนดคุณสมบัติเหล่านี้ โดยบังคับด้วยว่า จะต้องเรียนวิชาจริยศึกษาและวิธีสอนจริยศึกษามาแล้ว

หลักสูตรศึกษาศาสตร์/ครุศาสตร์ ระดับปริญญาตรี จำแนกเป็น 4 หมวด คือ หมวดวิชาพื้นฐานทางการศึกษา หมวดวิชาการสอนวิชาเอก รวมการสอนจริยศึกษาและกิจกรรมพิเศษ หมวดวิชาแนะแนว และการฝึกประสบการณ์การสอน นักศึกษาครูในมหาวิทยาลัยทั่วไปจะเรียนรวมกับนักศึกษาสาขาอื่น ใน 2 ปีแรก เรียนวิชาเอกในปีที่ 3-4 และเรียนวิชาชีพตามความจำเป็น การฝึกสอนใช้ระยะเวลา 4-6 สัปดาห์

ครูโรงเรียนรัฐบาล ต้องเข้ารับการฝึกอบรมระหว่างประจำการและค้นคว้าวิจัยอย่างสม่ำเสมอ ตามข้อบังคับของทางราชการ ต้นสังกัดต้องฝึกอบรมครูอย่างเป็นระบบ ศูนย์ฝึกอบรมครูมีทุกจังหวัด การอบรมครูวิทยาศาสตร์ เน้นการค้นคว้าทดลอง และปฏิบัติจริง

สถาบันอุดมศึกษาที่จัดการศึกษาสำหรับครู มักมีหลักสูตรปริญญาตรี โท และ เอก ครูประจำการอาจลาศึกษาต่อ สาขาวิชาที่ครูวิทยาศาสตร์นิยมศึกษาต่อในระดับบัณฑิตศึกษา คือ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม

ครูมีสิ่งเอื้ออำนวยสำหรับการพัฒนาตนเองด้านการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ หลายอย่าง เช่น คู่มือการสอน ซึ่งมีจำหน่ายทั่วไปในราคาถูก สถานภาพของครูในญี่ปุ่นค่อนข้างสูงและเป็นที่ยอมรับของสังคม ครูมีเสรีภาพทางวิชาการมาก และมีความรับผิดชอบที่จะพัฒนาตนเอง วัฒนธรรมญี่ปุ่นเอื้อต่อการทำงานเป็นทีมและการเรียนรู้จากเพื่อนครู กิจกรรมพิเศษของโรงเรียนเป็นกระบวนการพัฒนาครูทางอ้อม

บทที่ 6
มาตรฐานการศึกษาและแนวทางการประเมินผล วิทยาศาสตร์ศึกษา

มาตรฐานการศึกษาในระบบโรงเรียน ระดับประถมและมัธยมศึกษา ถูกกำหนดโดยหลักสูตรแกนกลาง ของกระทรวงการศึกษาฯ ซึ่งเรียกชื่อภาษาอังกฤษว่า Course of Study โดยกำหนดมาตรฐานเวลาเรียน วัตถุประสงค์ของรายวิชา และเนื้อหาอย่างกว้าง พร้อมทั้งข้อเสนอแนะการสอนภาคปฏิบัติ ข้อเสนอแนะการทำแผนการสอน และการเลือกเนื้อหาให้เหมาะกับสภาพท้องถิ่นและบุคคล ดังรายละเอียดที่ได้นำเสนอแล้วในบทที่ 4 นอกจากนั้น ได้กำหนดมาตรฐานอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ไว้ในกฎกระทรวงซึ่งออกตามความในกฎหมายการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้ยกตัวอย่างบ้างแล้ว ในบทที่ 3

ในบทนี้ จะเปรียบเทียบมาตรฐานด้านเวลาเรียนวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาตอนต้น และมัธยมศึกษาตอนปลาย มาตรฐานด้านอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ในโรงเรียนทั้ง 3 ระดับ และมาตรฐานตำราเรียนวิทยาศาสตร์ตามระบบอนุมัติตำราเรียนของกระทรวงการศึกษา ฯ นอกจากนี้ จะนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับการวัดผลและประเมินผลการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่มีการปฏิบัติอยู่ในโรงเรียนประถมและมัธยมศึกษาของญี่ปุ่นปัจจุบัน หลังจากนั้น จะเสนอข้อมูลด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เปรียบเทียบกับนานาประเทศ

มาตรฐานด้านเวลาเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ผลจากการวิเคราะห์โครงสร้างหลักสูตรประถมศึกษา หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น และหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย ฉบับปรับปรุงครั้งล่าสุด และประกาศใช้ตั้งแต่ปีการศึกษา 2542 พบว่า

1. มาตรฐานขั้นต่ำของเวลาเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 4 5 และ 6 เรียน 70 90 95 และ 95 คาบ ตามลำดับ รวมทั้งสิ้น 350 คาบ คาบละ 45 นาที เท่ากับ 262 ชั่วโมง 35 นาที

2. มาตรฐานขั้นต่ำของเวลาเรียนวิชาในหมวดวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 2 และ 3 คือ 105 105 และ 80 คาบ ตามลำดับ รวมทั้งสิ้น 290 คาบ คาบละ 50 นาที เท่ากับ 241 ชั่วโมง 40 นาที ถ้ารวมวิชาเลือกในสาขาวิทยาศาสตร์ด้วย ก็จะเพิ่มเวลาเรียนวิทยาศาสตร์ขึ้นอีก 0-30 คาบ, 50-85 คาบ, และ 105-165 คาบ ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ

3. มาตรฐานขั้นต่ำของเวลาเรียนวิชาในหมวดวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายสายสามัญหรือมัธยมศึกษาปีที่ 4 5 และ 6 รวมทั้งสิ้น 30 หน่วยกิต หน่วยกิตละ 1 คาบ (50 นาที) ต่อ 1 สัปดาห์ ตลอดปีการศึกษา (35 สัปดาห์) รวมเวลาเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่เป็นวิชาบังคับทั้งสิ้น 1,050 นาที หรือ 175 ชั่วโมง ทั้งนี้ ยังไม่รวมวิชาเลือกในสาขาวิทยาศาสตร์ ที่นักเรียนอาจจะเลือกเรียนได้ตามความถนัดอีกด้วย

มาตราฐานด้านเวลาเรียนของวิทยาศาสตร์ศึกษา ในโรงเรียนประถมและมัธยมศึกษา ซึ่งกำหนดไว้ในหลักสูตรฉบับปรับปรุงครั้งล่าสุด และเริ่มบังคับใช้ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2542 ดังแสดงในตาราง 4 และ 5

ตาราง 4 มาตรฐานขั้นต่ำของเวลาเรียนวิชา/หมวดวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับประถมและมัธยมศึกษาตอนต้น ตามหลักสูตรปรับปรุงที่ประกาศใช้เมื่อ พ.ศ. 2542

วิทยาศาสตร์ประถมศึกษา	**ป. 3**	**ป. 4**	**ป. 5**	**ป. 6**
	70	90	95	95
วิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น	**ม.1**	**ม.2**	**ม.3**	
	105 (+ เลือก 0-30)	105 (+ เลือก 50-85)	80 (+ เลือก 105-165)	

.

ระดับประถมศึกษา : 1 คาบ = 45 นาที

ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น : 1 คาบ = 50 นาที

ตาราง 5 มาตรฐานขั้นต่ำของเวลาเรียนหมวดวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นปลาย ตามหลักสูตรปรับปรุงที่ประกาศใช้เมื่อ พ.ศ. 2542

ชื่อวิชา	จำนวนหน่วยกิต	ชื่อวิชา	จำนวนหน่วยกิต
ฟิสิกส์ 1	3	Earth Science 1	3
ฟิสิกส์ 2	3	Earth Science 2	3
เคมี 1	3	พื้นฐานวิทยาศาสตร์	2
เคมี 2	3		
ชีววิทยา 1	3	วิทยาศาสตร์บูรณาการ ก	2
ชีววิทยา 2	3	วิทยาศาสตร์บูรณาการ ข	2

1 หน่วยกิต = 1 คาบ (50 นาที) ต่อสัปดาห์ ตลอดปีการศึกษา

มาตรฐานด้านตำราเรียนวิทยาศาสตร์

ระบบอนุมัติตำราเรียนในประเทศญี่ปุ่น เป็นระบบซึ่งเปิดโอกาสให้ภาคเอกชนร่วมกับผู้ทรงคุณวุฒิทางวิชาการ ร่วมมือกันจัดทำตำราเรียนรายวิชา/หมวดวิชาต่าง ๆ ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ เป้าหมาย ขอบเขตของเนื้อหา และเจตนารมณ์อื่น ๆ ของหลักสูตร คำนึงสภาพที่แท้จริงของท้องถิ่นและผู้เรียนแต่ละกลุ่มอายุ นอกจากนี้ ยังเปิดโอกาสให้ครูผู้สอน ซึ่งเป็นผู้ใช้ตำราเรียนในการสอน ได้มีส่วนร่วมในการเลือกตำราเรียน มาตรฐานตำราเรียนของญี่ปุ่นในปัจจุบัน จึงอยู่ในระดับสูง

ผลของกการวิเคราะห์ตำราเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 4 เล่ม พบว่า มีลักษณะที่น่าสนใจ ดังนี้

1. แบ่งเนื้อหาสาระตามลำดับเนื้อหาที่กำหนดในเกณฑ์มาตรฐานของหลักสูตร โดยแยกเนื้อหาส่วนที่ 1 (เคมีและฟิสิกส์) เป็นวิชาเคมี 1 เล่ม ฟิสิกส์ 1 เล่ม และส่วนที่ 2 (ชีววิทยา และธรณีวิทยา) แยกเป็นวิชาชีววิทยา 1 เล่ม ธรณีวิทยา 1 เล่ม รวมทั้งหมด คือ 4 เล่ม

2. หนังสือแต่ละเล่ม มีความหนาประมาณ 100 หน้า มีภาพประกอบในเกือบทุกหน้า ทั้งภาพถ่ายสีและภาพลายเส้นที่ชัดเจน สวยงาม จำนวนภาพในแต่ละเล่ม

ประมาณ 800 – 1,000 ภาพ เป็นภาพที่แสดงกระบวนการทดลอง สถิติ โครงสร้าง ส่วนประกอบต่าง ๆ และอื่น ๆ ที่ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาและกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างรวดเร็วและถูกต้องชัดเจน

3. ในส่วนท้ายของบทเรียนแต่ละบท มีการสรุปสาระสำคัญและมีคำถามเชิงวิเคราะห์ เพื่อทบทวนความรู้ความเข้าใจ บทละ 4-5 คำถาม บางบทมีแบบฝึกหัดให้ทำการทดลองปฏิบัติจริงเกี่ยวกับเรื่องที่ได้เรียนมาแล้ว

4. เนื้อหาสาระ การยกตัวอย่าง และภาพประกอบ มีความสัมพันธ์กับชีวิตประจำวันของชาวญี่ปุ่น เปิดโอกาสให้คิดค้นหาความจริง และให้แก้ไขปัญหาในชีวิตประจำวันโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

5. ผู้เขียนตำรา ประกอบด้วยผู้ทรงคุณวุฒิจากมหาวิทยาลัยและโรงเรียนต่าง ๆ ทั่วประเทศ ตำราเรียนแต่ละเล่มที่ผู้วิจัยวิเคราะห์ มีผู้เขียน 46 คน ในจำนวนนี้ เป็นอาจารย์มหาวิทยาลัย 29 คน ครูอาจารย์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นและปลาย 16 คน และบุคลากรของบริษัทเอกชนซึ่งจัดพิมพ์ตำรา 1 คน เมื่อจำแนกตามที่ตั้งสถาบันการศึกษา พบว่า ผู้เขียนเป็นอาจารย์ในสถาบันการศึกษาในกรุงโตเกียว 30 คน นอกนั้นเป็นอาจารย์สังกัดมหาวิทยาลัยหรือโรงเรียนในต่างจังหวัด

มาตรฐานด้านอุปกรณ์วิทยาศาสตร์

เอกสารแนบท้ายกฎกระทรวงการศึกษา ฯ ซึ่งออกตามความในกฎหมายส่งเสริมวิทยาศาสตร์ศึกษา พ.ศ. 2497 ได้กำหนดเกณฑ์มาตรฐานด้านอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์และอุปกรณ์การสอนคณิตศาสตร์ ในชั้นประถมและมัธยมศึกษาไว้อย่างชัดเจน ดังได้เสนอตัวอย่างไว้ในบทที่ 3 นอกจากนี้ ยังกำหนดโดยกฎหมายการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ศึกษา ให้รัฐบาลจัดสรรงบประมาณแผ่นดิน เป็นเงินอุดหนุนการจัดซื้ออุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ 1 ใน 2 ของค่าใช้จ่าย ซึ่งผู้วิจัยได้อธิบายไว้แล้วเช่นเดียวกัน จึงไม่อธิบายรายละเอียดซ้ำอีก ในบทนี้

แนวทางการประเมินผลวิทยาศาสตร์ศึกษา

ข้อมูลจากการสืบค้นจากระบบอินเตอร์เน็ต (อ้างแล้ว) พบว่า การวัดผลและประเมินผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ในโรงเรียนประถมและมัธยมศึกษา ใช้ระบบผสมผสานระหว่างการสอบใหญ่ (major tests) การสอบย่อย การสังเกตความประพฤติระหว่างการเรียนการสอน และการตรวจผลงานที่มอบหมายให้ทำนอกชั้นเรียน

ระบบการสอบใหญ่ ได้แก่ การสอบกลางภาค และการสอบปลายภาค มักจะจัดสอบภาคเรียนละ 2 ครั้ง รวม 3 ภาคเรียน จะจัดสอบไม่น้อยกว่า 6 ครั้ง แต่ละครั้งใช้เวลา 2-3 วัน เพื่อวัดความรู้ทุกวิชาที่เรียนในหลักสูตร ไม่เพียงแต่วัดความรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เท่านั้น ส่วนการสอบย่อย ทำเป็นระยะ ๆ ระหว่างการเรียนในชั้นเรียนมุ่งเพื่อนำผลการสอบมาใช้ปรับปรุงการสอนของครู

การตัดสินผลการเรียน ในระดับประถมศึกษานิยมตัดสินโดยจำแนกเกรดเป็น 3 ระดับ คือ A B C ส่วนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลายมักจำแนกเกรดเป็น A B C D E โดยนำคะแนนสอบกลางภาค คะแนนสอบปลายภาค และคะแนนสอบย่อย มารวมกับคะแนนความประพฤติ และคะแนนผลงาน ส่วนมากจะให้คะแนนจากการสอบทุกประเภทรวมกัน ประมาณ ร้อยละ 60-70 ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 30-40 คือ คะแนนความประพฤติและคะแนนของผลงานการค้นคว้าตามที่ครูมอบหมาย

จากประสบการณ์ตรงของผู้วิจัยท่านหนึ่งในคณะ คือ Dr. Shuichi Sugi ทราบว่า การประเมินผลวิทยาศาสตร์ศึกษา ในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งเป็นการศึกษาภาคบังคับ เป็นการเลื่อนชั้นโดยอัตโนมัติ (autonomous promotion) ส่วนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นการเรียนการสอนแบบระบบหน่วยกิตซึ่งมีการประเมินผลการเรียนชนิดจำแนกเกรด โดยทำการประเมินผลทั้งด้านความรู้ความเข้าใจ ด้านเจตคติและวิธีคิดอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ และด้านทักษะกระบวนการค้นคว้าหาความจริงตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ข้อมูลดังกล่าว สอดคล้องกับข้อมูลที่สืบค้นได้จากระบบอินเตอร์ สรุปได้ดังนี้

1. การประเมินผลวิทยาศาสตร์ศึกษาด้านความรู้ความเข้าใจ อาศัยการสอบแบบปรนัยและแบบอัตนัย โดยการให้คะแนนในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตอนต้น มักจะใช้ค่าร้อยละและประเมินได้/ตก โดยอาศัยเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 50 ส่วนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย นิยมแบ่งเป็น 5 เกรด คือ A B C D E

2. การประเมินด้านเจตคติและวิธีคิดอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ นิยมใช้รูปแบบการอภิปรายในชั้นเรียน การนำเสนอผลงานในโอกาสต่าง ๆ ทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน กระบวนการประเมินนิยมใช้การสังเกตและการสัมภาษณ์

3. การประเมินด้านทักษะกระบวนการ นิยมให้ปฏิบัติจริงในห้องทดลองและวัดผลจากความสำเร็จในการดำเนินงาน ประกอบกับการสังเกตพฤติกรรมระหว่างปฏิบัติ

การสอนซ่อมเสริมก่อนและหลังการประเมินผล

ข้อมูลจากการสืบค้นระบบอินเตอร์เน็ต (อ้างแล้ว) พบว่า ครูในโรงเรียนประถมและมัธยมศึกษาของญี่ปุ่น ไม่สอนเฉพาะในเวลาที่กำหนดตามตารางสอนเท่านั้น แต่ยังให้บริการสอนซ่อมเสริมก่อนและหลังเวลาเรียนแก่นักเรียนที่เรียนอ่อนอีกด้วย

ในระดับประถมศึกษา การสอนซ่อมเสริมอาจจะดำเนินการก่อนหรือหลังเลิกเรียน โดยมุ่งเพื่อช่วยเด็กที่มีปัญหาให้เรียนทันเพื่อนในวิชาต่าง ๆ ซึ่งมีจำนวนไม่มากนัก แต่ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น การสอนซ่อมเสริมมีความจำเป็นมากขึ้น โดยเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ซึ่งครูมักจะใช้เวลาหลังเลิกเรียน นักเรียนที่มาเรียนเป็นไปตามความสมัครใจ บริการสอนซ่อมเสริมเป็นบริการให้เปล่า

ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น การสอนซ่อมเสริมก่อนสอบกลางภาคหรือปลายภาค มีจุดประสงค์เพื่อเตรียมตัวสำหรับการสอบและไม่บังคับ แต่การสอนซ่อมเสริมหลังสอบกลางภาคหรือปลายภาค จะเน้นผู้ที่สอบตก โดยบังคับให้นักเรียนที่มีปัญหาเหล่านี้ต้องเข้าเรียนซ่อมเสริมทุกคน

ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายสายสามัญ การสอนซ่อมเสริมมักมีจุดประสงค์เพื่อช่วยเหลือนักเรียนที่สอบตกและนักเรียนที่มีความประสงค์จะเรียนต่อในระดับสูงขึ้น แต่ในสายอาชีพการสอนซ่อมเสริมมักมุ่งเพื่อเตรียมตัวสอบรับใบประกอบวิชาชีพ ซึ่งจำเป็นสำหรับการสมัครเข้าทำงาน

มาตรฐานความรู้และทักษะวิทยาศาสตร์เปรียบเทียบกับนานาประเทศ

ผลการสอบวัดความรู้และทักษะวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ มักปรากฏว่า นักเรียนญี่ปุ่นมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในอันดับต้น ๆ ของกลุ่มประเทศที่เข้าแข่งขัน ข้อมูลที่ได้จาก The World Competitiveness Report International Management for Development (IMD) เมื่อปี พ.ศ. 2538 แสดงว่า เมื่อทดสอบและเปรียบเทียบความแข็งแกร่งทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระหว่าง 50 ประเทศ ที่พัฒนาแล้วและกำลังพัฒนา ประเทศญี่ปุ่น มีคะแนนรวมอยู่ในอันดับที่ 3 ของโลก โดยมีคะแนนเป็นอันดับที่ 2 หลายสาขาวิชา คือ เคมีวิเคราะห์ วิศวกรรม อาหารและเกษตร เทคโนโลยีชีวภาพและเภสัชศาสตร์ ดังแสดงรายละเอียดในตาราง 6

ตาราง 6 อันดับความเข้มแข็งทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของญี่ปุ่นในเวทีโลก

สาขาวิชา	**อันดับที่**
คณิตศาสตร์	6
ฟิสิกส์	3
เคมีวิเคราะห์	2
วิศวกรรม	2
อาหารและเกษตร	2
เทคโนโลยีชีวภาพ	2
จุลชีววิทยา	4
ชีววิทยา	3
เภสัชศาสตร์	2
สาธารณสุขศาสตร์	3
แพทยศาสตร์	16
รวม	3

นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาจากคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์ ตามรายงานที่เสนอในเอกสารชื่อ “วิกฤตการณ์วิทยาศาสตร์ศึกษาของไทย” (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2541 : 84-88) พบว่า นักเรียนญี่ปุ่นมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์สูงถึง 574 531 และ 571 คะแนน ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มัธยมศึกษาปีที่ 1 และมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามลำดับ

สรุป

กระทรวงการศึกษา ฯ อาศัยหลักสูตรแกนกลางหรือ Course of Study เป็นเครื่องมือกำหนดมาตรฐานขั้นต่ำของเวลาเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับประถมปีที่ 3-6 และระดับมัธยมศึกษา ทั้งตอนต้นและตอนปลาย นอกจากนี้ ยังกำหนดมาตรฐานด้านเนื้อหา แนวการสอนภาคปฏิบัติ แนวการจัดทำแผนการสอน และเลือกเนื้อหาให้เหมาะกับสภาพท้องถิ่นและแต่ละบุคคล ไว้ในเอกสารดังกล่าวด้วย

มาตรฐานของตำราเรียนวิทยาศาสตร์มีระดับสูง เพราะระบบอนุมัติตำราเรียนในประเทศญี่ปุ่น เป็นระบบเปิดให้ภาคเอกชนกับผู้ทรงคุณวุฒิทางวิชาการ ร่วมมือกันจัดทำตำราเรียนที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ เป้าหมาย และเจตนารมณ์อื่น ๆ ของหลักสูตรและสอดคล้องกับสภาพของท้องถิ่นและผู้เรียน นอกจากนี้ ยังเปิดโอกาสให้ผู้ใช้ตำรา คือ ครูผู้สอนแต่ละวิชามีส่วนร่วมในการเลือกตำราเรียน

กฎกระทรวงการศึกษา ฯ ออกตามความในกฎหมายการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ศึกษา ได้กำหนดเกณฑ์มาตรฐานอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์และอุปกรณ์การสอนคณิตศาสตร์ไว้อย่างชัดเจนทุกระดับ ตั้งแต่ประถมศึกษาจนถึงมัธยมศึกษาตอนปลาย นอกจากนั้น กฎหมายการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ศึกษา ยังกำหนดให้รัฐบาลจัดสรรเงินอุดหนุนการจัดซื้ออุปกรณ์เหล่านี้ ให้แก่โรงเรียนในสังกัดองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น 1 ใน 2 ของค่าใช้จ่าย

การประเมินผลวิทยาศาสตร์ศึกษา ในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งเป็นการศึกษาภาคบังคับ ยึดหลักการเลื่อนชั้นโดยอัตโนมัติ ส่วนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นการเรียนการสอนแบบระบบหน่วยกิต ประเมินผลการเรียนชนิดจำแนกเกรด โดยทำการประเมินผลทั้งด้านความรู้ความเข้าใจ ด้านเจตคติและวิธี

คิดอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ และด้านทักษะกระบวนการค้นคว้าหาความจริงตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์

ความแข็งแกร่งทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของญี่ปุ่น เมื่อเทียบกับนานาประเทศที่พัฒนาแล้วและกำลังพัฒนา พบว่า มีมาตรฐานระดับสูง ประมาณอันดับ 3 ของโลก โดยเฉพาะในสาขาวิชาเคมีวิเคราะห์ วิศวกรรม อาหารและเกษตร เทคโนโลยีชีวภาพ และเภสัชศาสตร์ ซึ่งเป็นอันดับ 2 ของโลก

บทที่ 6
มาตรฐานการศึกษาและแนวทางการประเมินผล วิทยาศาสตร์ศึกษา

มาตรฐานการศึกษาในระบบโรงเรียน ระดับประถมและมัธยมศึกษา ถูกกำหนดโดยหลักสูตรแกนกลาง ของกระทรวงการศึกษาฯ ซึ่งเรียกชื่อภาษาอังกฤษว่า Course of Study โดยกำหนดมาตรฐานเวลาเรียน วัตถุประสงค์ของรายวิชา และเนื้อหาอย่างกว้าง พร้อมทั้งข้อเสนอแนะการสอนภาคปฏิบัติ ข้อเสนอแนะการทำแผนการสอน และการเลือกเนื้อหาให้เหมาะกับสภาพท้องถิ่นและบุคคล ดังรายละเอียดที่ได้นำเสนอแล้วในบทที่ 4 นอกจากนั้น ได้กำหนดมาตรฐานอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ไว้ในกฎกระทรวงซึ่งออกตามความในกฎหมายการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้ยกตัวอย่างบ้างแล้ว ในบทที่ 3

ในบทนี้ จะเปรียบเทียบมาตรฐานด้านเวลาเรียนวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาตอนต้น และมัธยมศึกษาตอนปลาย มาตรฐานด้านอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ในโรงเรียนทั้ง 3 ระดับ และมาตรฐานตำราเรียนวิทยาศาสตร์ตามระบบอนุมัติตำราเรียนของกระทรวงการศึกษา ฯ นอกจากนี้ จะนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับการวัดผลและประเมินผลการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่มีการปฏิบัติอยู่ในโรงเรียนประถมและมัธยมศึกษาของญี่ปุ่นปัจจุบัน หลังจากนั้น จะเสนอข้อมูลด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เปรียบเทียบกับนานาประเทศ

มาตรฐานด้านเวลาเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ผลจากการวิเคราะห์โครงสร้างหลักสูตรประถมศึกษา หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น และหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย ฉบับปรับปรุงครั้งล่าสุด และประกาศใช้ตั้งแต่ปีการศึกษา 2542 พบว่า

1. มาตรฐานขั้นต่ำของเวลาเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 4 5 และ 6 เรียน 70 90 95 และ 95 คาบ ตามลำดับ รวมทั้งสิ้น 350 คาบ คาบละ 45 นาที เท่ากับ 262 ชั่วโมง 35 นาที

2. มาตรฐานขั้นต่ำของเวลาเรียนวิชาในหมวดวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 2 และ 3 คือ 105 105 และ 80 คาบ ตามลำดับ รวมทั้งสิ้น 290 คาบ คาบละ 50 นาที เท่ากับ 241 ชั่วโมง 40 นาที ถ้ารวมวิชาเลือกในสาขาวิทยาศาสตร์ด้วย ก็จะเพิ่มเวลาเรียนวิทยาศาสตร์ขึ้นอีก 0-30 คาบ, 50-85 คาบ, และ 105-165 คาบ ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ

3. มาตรฐานขั้นต่ำของเวลาเรียนวิชาในหมวดวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายสายสามัญหรือมัธยมศึกษาปีที่ 4 5 และ 6 รวมทั้งสิ้น 30 หน่วยกิต หน่วยกิตละ 1 คาบ (50 นาที) ต่อ 1 สัปดาห์ ตลอดปีการศึกษา (35 สัปดาห์) รวมเวลาเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่เป็นวิชาบังคับทั้งสิ้น 1,050 นาที หรือ 175 ชั่วโมง ทั้งนี้ ยังไม่รวมวิชาเลือกในสาขาวิทยาศาสตร์ ที่นักเรียนอาจจะเลือกเรียนได้ตามความถนัดอีกด้วย

มาตราฐานด้านเวลาเรียนของวิทยาศาสตร์ศึกษา ในโรงเรียนประถมและมัธยมศึกษา ซึ่งกำหนดไว้ในหลักสูตรฉบับปรับปรุงครั้งล่าสุด และเริ่มบังคับใช้ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2542 ดังแสดงในตาราง 4 และ 5

ตาราง 4 มาตรฐานขั้นต่ำของเวลาเรียนวิชา/หมวดวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับประถมและมัธยมศึกษาตอนต้น ตามหลักสูตรปรับปรุงที่ประกาศใช้เมื่อ พ.ศ. 2542

วิทยาศาสตร์ประถมศึกษา	**ป. 3**	**ป. 4**	**ป. 5**	**ป. 6**
	70	90	95	95
วิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น	**ม.1**	**ม.2**	**ม.3**	
	105 (+ เลือก 0-30)	105 (+ เลือก 50-85)	80 (+ เลือก 105-165)	

.

ระดับประถมศึกษา : 1 คาบ = 45 นาที

ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น : 1 คาบ = 50 นาที

ตาราง 5 มาตรฐานขั้นต่ำของเวลาเรียนหมวดวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นปลาย ตามหลักสูตรปรับปรุงที่ประกาศใช้เมื่อ พ.ศ. 2542

ชื่อวิชา	จำนวนหน่วยกิต	ชื่อวิชา	จำนวนหน่วยกิต
ฟิสิกส์ 1	3	Earth Science 1	3
ฟิสิกส์ 2	3	Earth Science 2	3
เคมี 1	3	พื้นฐานวิทยาศาสตร์	2
เคมี 2	3		
ชีววิทยา 1	3	วิทยาศาสตร์บูรณาการ ก	2
ชีววิทยา 2	3	วิทยาศาสตร์บูรณาการ ข	2

1 หน่วยกิต = 1 คาบ (50 นาที) ต่อสัปดาห์ ตลอดปีการศึกษา

มาตรฐานด้านตำราเรียนวิทยาศาสตร์

ระบบอนุมัติตำราเรียนในประเทศญี่ปุ่น เป็นระบบซึ่งเปิดโอกาสให้ภาคเอกชนร่วมกับผู้ทรงคุณวุฒิทางวิชาการ ร่วมมือกันจัดทำตำราเรียนรายวิชา/หมวดวิชาต่าง ๆ ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ เป้าหมาย ขอบเขตของเนื้อหา และเจตนารมณ์อื่น ๆ ของหลักสูตร คำนึงสภาพที่แท้จริงของท้องถิ่นและผู้เรียนแต่ละกลุ่มอายุ นอกจากนี้ ยังเปิดโอกาสให้ครูผู้สอน ซึ่งเป็นผู้ใช้ตำราเรียนในการสอน ได้มีส่วนร่วมในการเลือกตำราเรียน มาตรฐานตำราเรียนของญี่ปุ่นในปัจจุบัน จึงอยู่ในระดับสูง

ผลของกการวิเคราะห์ตำราเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 4 เล่ม พบว่า มีลักษณะที่น่าสนใจ ดังนี้

1. แบ่งเนื้อหาสาระตามลำดับเนื้อหาที่กำหนดในเกณฑ์มาตรฐานของหลักสูตร โดยแยกเนื้อหาส่วนที่ 1 (เคมีและฟิสิกส์) เป็นวิชาเคมี 1 เล่ม ฟิสิกส์ 1 เล่ม และส่วนที่ 2 (ชีววิทยา และธรณีวิทยา) แยกเป็นวิชาชีววิทยา 1 เล่ม ธรณีวิทยา 1 เล่ม รวมทั้งหมด คือ 4 เล่ม

2. หนังสือแต่ละเล่ม มีความหนาประมาณ 100 หน้า มีภาพประกอบในเกือบทุกหน้า ทั้งภาพถ่ายสีและภาพลายเส้นที่ชัดเจน สวยงาม จำนวนภาพในแต่ละเล่ม

ประมาณ 800 – 1,000 ภาพ เป็นภาพที่แสดงกระบวนการทดลอง สถิติ โครงสร้าง ส่วนประกอบต่าง ๆ และอื่น ๆ ที่ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาและกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างรวดเร็วและถูกต้องชัดเจน

3. ในส่วนท้ายของบทเรียนแต่ละบท มีการสรุปสาระสำคัญและมีคำถามเชิงวิเคราะห์ เพื่อทบทวนความรู้ความเข้าใจ บทละ 4-5 คำถาม บางบทมีแบบฝึกหัดให้ทำการทดลองปฏิบัติจริงเกี่ยวกับเรื่องที่ได้เรียนมาแล้ว

4. เนื้อหาสาระ การยกตัวอย่าง และภาพประกอบ มีความสัมพันธ์กับชีวิตประจำวันของชาวญี่ปุ่น เปิดโอกาสให้คิดค้นหาความจริง และให้แก้ไขปัญหาในชีวิตประจำวันโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

5. ผู้เขียนตำรา ประกอบด้วยผู้ทรงคุณวุฒิจากมหาวิทยาลัยและโรงเรียนต่าง ๆ ทั่วประเทศ ตำราเรียนแต่ละเล่มที่ผู้วิจัยวิเคราะห์ มีผู้เขียน 46 คน ในจำนวนนี้ เป็นอาจารย์มหาวิทยาลัย 29 คน ครูอาจารย์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นและปลาย 16 คน และบุคลากรของบริษัทเอกชนซึ่งจัดพิมพ์ตำรา 1 คน เมื่อจำแนกตามที่ตั้งสถาบันการศึกษา พบว่า ผู้เขียนเป็นอาจารย์ในสถาบันการศึกษาในกรุงโตเกียว 30 คน นอกนั้นเป็นอาจารย์สังกัดมหาวิทยาลัยหรือโรงเรียนในต่างจังหวัด

มาตรฐานด้านอุปกรณ์วิทยาศาสตร์

เอกสารแนบท้ายกฎกระทรวงการศึกษา ฯ ซึ่งออกตามความในกฎหมายส่งเสริมวิทยาศาสตร์ศึกษา พ.ศ. 2497 ได้กำหนดเกณฑ์มาตรฐานด้านอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์และอุปกรณ์การสอนคณิตศาสตร์ ในชั้นประถมและมัธยมศึกษา ไว้อย่างชัดเจน ดังได้เสนอตัวอย่างไว้ในบทที่ 3 นอกจากนี้ ยังกำหนดโดยกฎหมายการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ศึกษา ให้รัฐบาลจัดสรรงบประมาณแผ่นดิน เป็นเงินอุดหนุนการจัดซื้ออุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ 1 ใน 2 ของค่าใช้จ่าย ซึ่งผู้วิจัยได้อธิบายไว้แล้วเช่นเดียวกัน จึงไม่อธิบายรายละเอียดซ้ำอีก ในบทนี้

แนวทางการประเมินผลวิทยาศาสตร์ศึกษา

ข้อมูลจากการสืบค้นจากระบบอินเตอร์เน็ต (อ้างแล้ว) พบว่า การวัดผลและประเมินผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ในโรงเรียนประถมและมัธยมศึกษา ใช้ระบบผสมผสานระหว่างการสอบใหญ่ (major tests) การสอบย่อย การสังเกตความประพฤติระหว่างการเรียนการสอน และการตรวจผลงานที่มอบหมายให้ทำนอกชั้นเรียน

ระบบการสอบใหญ่ ได้แก่ การสอบกลางภาค และการสอบปลายภาค มักจะจัดสอบภาคเรียนละ 2 ครั้ง รวม 3 ภาคเรียน จะจัดสอบไม่น้อยกว่า 6 ครั้ง แต่ละครั้งใช้เวลา 2-3 วัน เพื่อวัดความรู้ทุกวิชาที่เรียนในหลักสูตร ไม่เพียงแต่วัดความรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เท่านั้น ส่วนการสอบย่อย ทำเป็นระยะ ๆ ระหว่างการเรียนในชั้นเรียนมุ่งเพื่อนำผลการสอบมาใช้ปรับปรุงการสอนของครู

การตัดสินผลการเรียน ในระดับประถมศึกษานิยมตัดสินโดยจำแนกเกรดเป็น 3 ระดับ คือ A B C ส่วนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลายมักจำแนกเกรดเป็น A B C D E โดยนำคะแนนสอบกลางภาค คะแนนสอบปลายภาค และคะแนนสอบย่อย มารวมกับคะแนนความประพฤติ และคะแนนผลงาน ส่วนมากจะให้คะแนนจากการสอบทุกประเภทรวมกัน ประมาณ ร้อยละ 60-70 ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 30-40 คือ คะแนนความประพฤติและคะแนนของผลงานการค้นคว้าตามที่ครูมอบหมาย

จากประสบการณ์ตรงของผู้วิจัยท่านหนึ่งในคณะ คือ Dr. Shuichi Sugi ทราบว่า การประเมินผลวิทยาศาสตร์ศึกษา ในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งเป็นการศึกษาภาคบังคับ เป็นการเลื่อนชั้นโดยอัตโนมัติ (autonomous promotion) ส่วนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นการเรียนการสอนแบบระบบหน่วยกิตซึ่งมีการประเมินผลการเรียนชนิดจำแนกเกรด โดยทำการประเมินผลทั้งด้านความรู้ความเข้าใจ ด้านเจตคติและวิธีคิดอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ และด้านทักษะกระบวนการค้นคว้าหาความจริงตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ข้อมูลดังกล่าว สอดคล้องกับข้อมูลที่สืบค้นได้จากระบบอินเตอร์ สรุปได้ดังนี้

1. การประเมินผลวิทยาศาสตร์ศึกษาด้านความรู้ความเข้าใจ อาศัยการสอบแบบปรนัยและแบบอัตนัย โดยการให้คะแนนในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตอนต้น มักจะใช้ค่าร้อยละและประเมินได้/ตก โดยอาศัยเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 50 ส่วนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย นิยมแบ่งเป็น 5 เกรด คือ A B C D E

2. การประเมินด้านเจตคติและวิธีคิดอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ นิยมใช้รูปแบบการอภิปรายในชั้นเรียน การนำเสนอผลงานในโอกาสต่าง ๆ ทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน กระบวนการประเมินนิยมใช้การสังเกตและการสัมภาษณ์

3. การประเมินด้านทักษะกระบวนการ นิยมให้ปฏิบัติจริงในห้องทดลองและวัดผลจากความสำเร็จในการดำเนินงาน ประกอบกับการสังเกตพฤติกรรมระหว่างปฏิบัติ

การสอนซ่อมเสริมก่อนและหลังการประเมินผล

ข้อมูลจากการสืบค้นระบบอินเตอร์เน็ต (อ้างแล้ว) พบว่า ครูในโรงเรียนประถมและมัธยมศึกษาของญี่ปุ่น ไม่สอนเฉพาะในเวลาที่กำหนดตามตารางสอนเท่านั้น แต่ยังให้บริการสอนซ่อมเสริมก่อนและหลังเวลาเรียนแก่นักเรียนที่เรียนอ่อนอีกด้วย

ในระดับประถมศึกษา การสอนซ่อมเสริมอาจจะดำเนินการก่อนหรือหลังเลิกเรียน โดยมุ่งเพื่อช่วยเด็กที่มีปัญหาให้เรียนทันเพื่อนในวิชาต่าง ๆ ซึ่งมีจำนวนไม่มากนัก แต่ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น การสอนซ่อมเสริมมีความจำเป็นมากขึ้น โดยเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ซึ่งครูมักจะใช้เวลาหลังเลิกเรียน นักเรียนที่มาเรียนเป็นไปตามความสมัครใจ บริการสอนซ่อมเสริมเป็นบริการให้เปล่า

ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น การสอนซ่อมเสริมก่อนสอบกลางภาคหรือปลายภาค มีจุดประสงค์เพื่อเตรียมตัวสำหรับการสอบและไม่บังคับ แต่การสอนซ่อมเสริมหลังสอบกลางภาคหรือปลายภาค จะเน้นผู้ที่สอบตก โดยบังคับให้นักเรียนที่มีปัญหาเหล่านี้ต้องเข้าเรียนซ่อมเสริมทุกคน

ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายสายสามัญ การสอนซ่อมเสริมมักมีจุดประสงค์เพื่อช่วยเหลือนักเรียนที่สอบตกและนักเรียนที่มีความประสงค์จะเรียนต่อในระดับสูงขึ้น แต่ในสายอาชีพการสอนซ่อมเสริมมักมุ่งเพื่อเตรียมตัวสอบรับใบประกอบวิชาชีพ ซึ่งจำเป็นสำหรับการสมัครเข้าทำงาน

มาตรฐานความรู้และทักษะวิทยาศาสตร์เปรียบเทียบกับนานาประเทศ

ผลการสอบวัดความรู้และทักษะวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ มักปรากฏว่า นักเรียนญี่ปุ่นมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในอันดับต้น ๆ ของกลุ่มประเทศที่เข้าแข่งขัน ข้อมูลที่ได้จาก The World Competitiveness Report International Management for Development (IMD) เมื่อปี พ.ศ. 2538 แสดงว่า เมื่อทดสอบและเปรียบเทียบความแข็งแกร่งทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระหว่าง 50 ประเทศ ที่พัฒนาแล้วและกำลังพัฒนา ประเทศญี่ปุ่น มีคะแนนรวมอยู่ในอันดับที่ 3 ของโลก โดยมีคะแนนเป็นอันดับที่ 2 หลายสาขาวิชา คือ เคมีวิเคราะห์ วิศวกรรม อาหารและเกษตร เทคโนโลยีชีวภาพและเภสัชศาสตร์ ดังแสดงรายละเอียดในตาราง 6

ตาราง 6 อันดับความเข้มแข็งทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของญี่ปุ่นในเวทีโลก

สาขาวิชา	**อันดับที่**
คณิตศาสตร์	6
ฟิสิกส์	3
เคมีวิเคราะห์	2
วิศวกรรม	2
อาหารและเกษตร	2
เทคโนโลยีชีวภาพ	2
จุลชีววิทยา	4
ชีววิทยา	3
เภสัชศาสตร์	2
สาธารณสุขศาสตร์	3
แพทยศาสตร์	16
รวม	3

นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาจากคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์ ตามรายงานที่เสนอในเอกสารชื่อ “วิกฤตการณ์วิทยาศาสตร์ศึกษาของไทย” (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2541 : 84-88) พบว่า นักเรียนญี่ปุ่นมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์สูงถึง 574 531 และ 571 คะแนน ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มัธยมศึกษาปีที่ 1 และมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามลำดับ

สรุป

กระทรวงการศึกษา ฯ อาศัยหลักสูตรแกนกลางหรือ Course of Study เป็นเครื่องมือกำหนดมาตรฐานขั้นต่ำของเวลาเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับประถมปีที่ 3-6 และระดับมัธยมศึกษา ทั้งตอนต้นและตอนปลาย นอกจากนี้ ยังกำหนดมาตรฐานด้านเนื้อหา แนวการสอนภาคปฏิบัติ แนวการจัดทำแผนการสอน และเลือกเนื้อหาให้เหมาะกับสภาพท้องถิ่นและแต่ละบุคคล ไว้ในเอกสารดังกล่าวด้วย

มาตรฐานของตำราเรียนวิทยาศาสตร์มีระดับสูง เพราะระบบอนุมัติตำราเรียนในประเทศญี่ปุ่น เป็นระบบเปิดให้ภาคเอกชนกับผู้ทรงคุณวุฒิทางวิชาการ ร่วมมือกันจัดทำตำราเรียนที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ เป้าหมาย และเจตนารมณ์อื่น ๆ ของหลักสูตรและสอดคล้องกับสภาพของท้องถิ่นและผู้เรียน นอกจากนี้ ยังเปิดโอกาสให้ผู้ใช้ตำรา คือ ครูผู้สอนแต่ละวิชามีส่วนร่วมในการเลือกตำราเรียน

กฎกระทรวงการศึกษา ฯ ออกตามความในกฎหมายการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ศึกษา ได้กำหนดเกณฑ์มาตรฐานอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์และอุปกรณ์การสอนคณิตศาสตร์ไว้อย่างชัดเจนทุกระดับ ตั้งแต่ประถมศึกษาจนถึงมัธยมศึกษาตอนปลาย นอกจากนั้น กฎหมายการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ศึกษา ยังกำหนดให้รัฐบาลจัดสรรเงินอุดหนุนการจัดซื้ออุปกรณ์เหล่านี้ ให้แก่โรงเรียนในสังกัดองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น 1 ใน 2 ของค่าใช้จ่าย

การประเมินผลวิทยาศาสตร์ศึกษา ในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งเป็นการศึกษาภาคบังคับ ยึดหลักการเลื่อนชั้นโดยอัตโนมัติ ส่วนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นการเรียนการสอนแบบระบบหน่วยกิต ประเมินผลการเรียนชนิดจำแนกเกรด โดยทำการประเมินผลทั้งด้านความรู้ความเข้าใจ ด้านเจตคติและวิธี

คิดอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ และด้านทักษะกระบวนการค้นคว้าหาความจริงตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์

ความแข็งแกร่งทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของญี่ปุ่น เมื่อเทียบกับนานาประเทศที่พัฒนาแล้วและกำลังพัฒนา พบว่า มีมาตรฐานระดับสูง ประมาณอันดับ 3 ของโลก โดยเฉพาะในสาขาวิชาเคมีวิเคราะห์ วิศวกรรม อาหารและเกษตร เทคโนโลยีชีวภาพ และเภสัชศาสตร์ ซึ่งเป็นอันดับ 2 ของโลก

บทที่ 8

การเปรียบเทียบกับวิทยาศาสตร์ศึกษาในประเทศไทย

การเปรียบเทียบวิทยาศาสตร์ศึกษาในประเทศญี่ปุ่นกับวิทยาศาสตร์ศึกษาในประเทศไทย จะอาศัยข้อมูลที่ได้นำเสนอแล้วในบทที่ 2 ถึง 7 เปรียบเทียบกับข้อมูลของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ เรื่อง "การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในต่างประเทศ" (โครงการศึกษาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ในต่างประเทศ, ม.ป.ป.) และข้อมูลเอกสารอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยแบ่งเป็น 5 ด้าน คือ (1) วิสัยทัศน์ผู้นำ นโยบาย กลยุทธ์ และกฎหมายเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ศึกษา (2) หลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน (3) การเตรียมเข้าสู่อาชีพครูและการพัฒนาครูประจำการสาขาวิทยาศาสตร์ (4) มาตรฐานและการประเมินผลวิทยาศาสตร์ศึกษา และ (5) วิทยาศาสตร์ศึกษานอกระบบโรงเรียนและการสนับสนุนจากภาคเอกชน

วิสัยทัศน์ผู้นำ นโยบาย กลยุทธ์ และกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

ประเทศญี่ปุ่น

นโยบายและกลยุทธ์ของวิทยาศาสตร์ศึกษาในอดีต ตั้งแต่สมัยเมจิจนถึงก่อนสงครามโลกครั้งที่ 2 แสดงถึงวิสัยทัศน์ที่ชัดเจนของผู้นำประเทศในแต่ละยุคสมัย และแสดงให้เห็นถึงความต่อเนื่องของนโยบายและการดำเนินกลยุทธ์ต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับนโยบายเกี่ยวกับการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อการพัฒนาประเทศให้เป็นสังคมอุตสาหกรรมที่มั่งคั่ง ควบคู่กับการพัฒนากองทัพให้มีความเข้มแข็งพอที่จะรักษาชาติให้อยู่รอด ท่ามกลางกระแสจักรวรรดินิยมในสมัยนั้น

กลยุทธ์ที่สำคัญ เช่น การนำเข้าและพัฒนาเทคโนยีเพื่ออุตสาหกรรม การส่งนักศึกษาไปเรียนต่อทางวิทยาศาสตร์ในประเทศตะวันตก การจ้างอาจารย์และนักวิทยาศาสตร์จากต่างประเทศ การจัดตั้งสมาคมวิชาการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อสนับสนุนการวิจัยและการแปลวรรณกรรมจากภาษาต่างประเทศ การจัดตั้งองค์กรเพื่อการค้นคว้าวิจัยขั้นสูง โดยมีกฎหมายรองรับ การจัดตั้งสถาบันแห่งชาติทางการวิจัยในสังกัดมหาวิทยาลัยแห่งพระจักรพรรดิ การให้ทุนอุดหนุนการวิจัย การแลกเปลี่ยนความรู้และ

แลกเปลี่ยนนักวิจัยกับต่างประเทศ การพระราชทานพระราชทรัพย์ส่วนพระองค์ของพระจักรพรรดิ เพื่อเสริมสร้างความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ การจัดตั้งสมาคมเพื่อเสริมสร้างความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์แห่งประเทศญี่ปุ่น (JSPS) การเน้นวิทยาศาสตร์เพื่อสงคราม และการเน้นความแข็งแกร่งเชิงโครงสร้างการบริหารวิทยาศาสตร์ศึกษา วิสัยทัศน์ผู้นำ นโยบาย และกลยุทธ์ต่าง ๆ เหล่านี้ ทำให้ญี่ปุ่นพัฒนาสู่ความมั่งคั่งได้อย่างรวดเร็ว แต่การใช้วิทยาศาสตร์เพื่อสงคราม เป็นผลเสียอย่างร้ายแรง เพราะญี่ปุ่นต้องเข้าสู่สงครามโลกครั้งที่ 2 และต้องพ่ายแพ้ในที่สุด

หลังสงครามโลกครั้งที่ 2 ผู้นำของประเทศญี่ปุ่นยอมรับว่า วิทยาศาสตร์ศึกษาจะต้องมีเป้าหมายเพื่อความผาสุกและสันติภาพของมนุษยชาติ นโยบายวิทยาศาสตร์ศึกษาจึงเปลี่ยนไป กลยุทธ์วิทยาศาสตร์เพื่อสันติเป็นไปตามข้อกำหนดในรัฐธรรมนูญและกฎหมายแม่บทการศึกษา นอกจากนี้ ได้อาศัยกฎหมายอีกหลายฉบับ เป็นกรอบในการบริหารวิทยาศาสตร์ศึกษา ทำให้ระดับของวิทยาศาสตร์สูงขึ้นมาก ส่งผลให้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในภาคอุตสาหกรรม มีความเจริญก้าวหน้าจนทัดเทียมกับประเทศอุตสาหกรรมอื่น ๆ ของโลก

ปัญหาของวิทยาศาสตร์ศึกษาในญี่ปุ่น ปรากฏชัดเจนมากขึ้น ในช่วงทศวรรษที่ 1980 หลังจากโครงสร้างอุตสาหกรรมเปลี่ยนเป็นแบบตติยภูมิ ซึ่งเน้นการให้บริการ ปรากฏว่านักเรียนนักศึกษา มีแนวโน้มที่จะเลือกเรียนสายวิทยาศาสตร์น้อยลง รัฐบาลญี่ปุ่นได้ออกกฎหมายแต่งตั้งคณะกรรมการปฏิรูปการศึกษา ต่อมานายกรัฐมนตรีได้เสนอแนะยุทธศาสตร์การปฏิรูปการศึกษาแก่คณะกรรมการชุดนี้ หลังจากนั้น คณะรัฐมนตรี ก็ประกาศนโยบายเร่งด่วนเพื่อดำเนินการปฏิรูปการศึกษา ตามด้วยนโยบายของกระทรวงการศึกษาฯ เกี่ยวกับการส่งเสริมสิ่งแวดล้อมและการคิดอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ คณะรัฐมนตรียังได้ประกาศนโยบายส่งเสริมการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ตามมาอีก โดยเน้นมาตรการปรับปรุงหน่วยงานวิจัยในมหาวิทยาลัยและหน่วยงานวิจัยระหว่างมหาวิทยาลัย เพิ่มงบประมาณสนับสนุนการวิจัย ส่งเสริมการวิจัยพื้นฐานเชิงลึก ส่งเสริมความร่วมมือการวิจัยระหว่างมหาวิทยาลัยกับภาคอุตสาหกรรม และจัดให้มีระบบสารสนเทศที่เชื่อมโยงเครือข่ายทั่วประเทศ

กฎหมายเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ศึกษา ซึ่งเป็นเครื่องมือในการควบคุมการบริหารวิทยาศาสตร์ศึกษา อาทิ The Law for Promotion of Industrial Education และ The

Law for Promotion of Science Education ถูกประกาศใช้ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2494 และ 2496 ตามลำดับ กฎกระทรวงต่าง ๆ ที่ออกตามความในกฎหมายเหล่านี้ ช่วยให้การบริหารวิทยาศาสตร์ศึกษาเป็นอย่างมีประสิทธิภาพ

ประเทศไทย

ผลจากการค้นคว้าเอกสารเกี่ยวกับวิสัยทัศน์ผู้นำ นโยบายและกลยุทธ์ของวิทยาศาสตร์ศึกษาในอดีตของไทย พบว่า วิสัยทัศน์ผู้นำประเทศตั้งแต่เริ่มมีระบบโรงเรียนจนถึงสิ้นสุดสงครามโลกครั้งที่ 2 ซึ่งเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ศึกษาในโรงเรียนไม่มีความชัดเจนและต่อเนื่องเท่าที่ควร ในระยะแยกเน้นธรรมชาติศึกษา ต่อมาอีกระยะหนึ่ง ก็หันไปให้ความสนใจกับวิทยาศาสตร์เพื่อการเกษตร แล้วกลับไปสนใจธรรมชาติศึกษาอีก วิเคราะห์ได้จากหลักสูตรในโรงเรียนประถมศึกษา ซึ่งกำหนดให้สอนวิชาเลขคณิต และ “วิชาว่าด้วยของ” (Object Lesson) เป็นกิจกรรมพิเศษ เลือกจัดเมื่อโรงเรียนมีความพร้อม [56] เป็นกิจกรรมที่เน้นการคิดวิเคราะห์ (analytical thinking) เริ่มใช้ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2452 แต่ได้เลิกสอนไปเมื่อปี พ.ศ. 2454 แล้วให้สอนวิชากสิกรรมแทน แล้วกลับมาเป็นกิจกรรมพิเศษในโรงเรียนประถมศึกษาอีกครั้งหนึ่ง เมื่อปี พ.ศ. 2462 จนถึงปี พ.ศ. 2491 ซึ่งมีการปรับปรุงหลักสูตรครั้งสำคัญอีกครั้งหนึ่ง หลังสิ้นสุดสงครามโลกครั้งที่ 2 ทำให้กิจกรรมพิเศษทางวิทยาศาสตร์ศึกษาที่ชื่อ “บทเรียนว่าด้วยของ” และวิชากสิกรรมในโรงเรียนประถมศึกษาถูกยกเลิกไป และจัดให้เรียนวิชาบังคับชื่อ “ธรรมชาติศึกษา” แทน ข้อจำกัดของการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน คือขาดครูที่มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพราะการศึกษาในระดับสูงที่จะผลิตครูวิทยาศาสตร์ก็ยังไม่แพร่หลาย มีแต่เพียงสถาบันวิชาชีพเฉพาะทาง เช่น โรงเรียนมหาดเล็กหลวง โรงเรียนข้าราชการพลเรือน โรงเรียนแผนที่ โรงเรียนป่าไม้ เป็นต้น การพัฒนาที่ล่าช้าของอุดมศึกษาในยุคนั้นเป็นสาเหตุสำคัญยิ่งต่อความไม่ก้าวหน้าด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาในประเทศไทย เพราะขาดการวิจัยและการแปลวรรณกรรมทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง

การปฏิรูประบบแผนพัฒนาเศรษฐกิจแห่งชาติในสมัยที่ จอมพล สฤษดิ์ ธนรัชต์ เป็นนายกรัฐมนตรี เป็นยุคเริ่มต้นของการกำหนด วิสัยทัศน์ นโยบาย

---

[56] กองพัฒนาหลักสูตรและการสอน. **ความเป็นมาของหลักสูตรสามัญศึกษา**. กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์กรมศาสนา. 2513. น. 1-54.

และกลยุทธ์ในการบริหารงานต่าง ๆ ของประเทศ อย่างเป็นระบบ การจัดทำแผนพัฒนาการศึกษา ที่สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ เริ่มมีขึ้นเป็นครั้งแรก หลังจากการจัดตั้งสภาการศึกษาแห่งชาติ ขึ้นในสังกัดสำนักนายกรัฐมนตรี เมื่อปี พ.ศ. 2502 ทำให้วิสัยทัศน์ นโยบาย และกลยุทธ์ของวิทยาศาสตร์ศึกษาชัดเจนมากขึ้น ดังปรากฏในแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2503 ผลจากการวิเคราะห์นโยบายการศึกษาตามแผนพัฒนาฉบับนี้ พบว่า รัฐบาลไทยสมัยนั้น มีนโยบายที่จะให้วิทยาศาสตร์ศึกษาเป็นเครื่องมือพัฒนาประเทศเป็นสังคมอุตสาหกรรมในระบบทุนนิยม

เมื่อวิเคราะห์จากแผนการศึกษาแห่งชาติ ซึ่งมีการปรับปรุงแก้ไขในปี พ.ศ. 2520 และ พ.ศ. 2535 พบว่า นโยบายของรัฐเกี่ยวกับการใช้วิทยาศาสตร์ศึกษาคือ มุ่งพัฒนาทรัพยากรมนุษย์สู่โลกของเศรษฐกิจแบบอุตสาหกรรม มีการปรับปรุงหลักสูตรระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาครั้งใหญ่ และประกาศใช้เมื่อ ปี พ.ศ. 2521 ซึ่งมีผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นอย่างมากต่อหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน เช่น การรวมเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ไว้กับวิชาในหมวดสังคมศึกษาและสุขศึกษา แล้วเรียกว่า “กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต” ในระดับประถมศึกษา หลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย มีความทันสมัยมากขึ้น โดยเฉพาะ หลังจากมีการจัดตั้งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ขึ้นอีกหน่วยงานหนึ่ง เพื่อให้ทำหน้าที่ช่วยเหลือกระทรวงศึกษาธิการ ในการพัฒนาการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนประถมศึกษาและมัธยมศึกษา

นโยบายและกลยุทธ์ของวิทยาศาสตร์ศึกษา ตามแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2535 คือ การจัดกระบวนการเรียนการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาและรู้จักคิดอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ เอื้อให้ผู้เรียนใฝ่หาความรู้ รู้จักคิดริเริ่ม มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์และสังเคราะห์ มีพื้นฐานความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ สามารถประดิษฐ์คิดค้นและนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทั้งในระดับพื้นฐานและที่คิดค้นขึ้นใหม่ มาประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสม

กฎหมายเฉพาะเกี่ยวกับการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ศึกษาในประเทศไทย ยังไม่มีการบัญญัติขึ้นใช้ นอกจากนี้ เกณฑ์มาตรฐานอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน

ก็ยังไม่มีการตราเป็นกฎหมายหรือกฎกระทรวง อาจเป็นเพราะโรงเรียนระดับประถมและมัธยมศึกษา ส่วนใหญ่เป็นโรงเรียนในสังกัดของรัฐบาลแห่งชาติ

หลักสูตรและการสอนวิทยาศาสตร์

ประเทศญี่ปุ่น

หลักสูตรและการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ศึกษาในญี่ปุ่น พัฒนาต่อเนื่องมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2415 ในช่วงแรกเน้นวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับธรรมชาติ แต่หลังสงครามโลกครั้งที่ 2 จุดเน้นของหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนประถมศึกษาและมัธยมศึกษามีแนวโน้มสู่การแก้ปัญหาอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ การเรียนรู้อย่างเป็นระบบ การพัฒนาความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ การเรียนรู้จากประสบการณ์ และการบูรณาการเนื้อหาของวิทยาศาสตร์เข้ากับชีวิตประจำวันและวิชาอื่น ๆ

หลังจากการปฏิรูปการศึกษาเมื่อปี พ.ศ. 2527 หลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ได้ถูกปรับปรุงและประกาศใช้ตั้งแต่ พ.ศ. 2532 ในหลักสูตรนี้ เนื้อหาและวิธีสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนทุกระดับ เน้นการสังเกตและการทดลองมากขึ้น เน้นความสอดคล้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของสังคมโลก และเน้นความสอดคล้องกับชีวิตและสถานการณ์จริง

การปรับปรุงหลักสูตรครั้งล่าสุด เมื่อปีการศึกษา 2542 ทำให้มีการลดเวลาเรียนของวิชาวิทยาศาสตร์ แต่เพิ่มชั่วโมงการเรียนรู้แบบบูรณาการ ในโครงสร้างของหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา เริ่มสอนในชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เน้นการสังเกตและการทดลองเกี่ยวกับสิ่งที่ปรากฏอยู่ในธรรมชาติ วิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจำแนกเป็น 2 ส่วน คือ ฟิสิกส์และเคมี กับ ชีววิทยา และโลก/อวกาศ เน้นการสังเกต การทดลอง และการค้นคว้าวิจัยเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ รอบตัว และปรากฏการณ์ธรรมชาติ

ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายเพิ่มวิชาสารสนเทศและวิชาวิทยาศาสตร์บูรณาการ ในหลักสูตรหมวดวิชาวิทยาศาสตร์แบ่งเป็น 6 กลุ่มวิชา ได้แก่ พื้นฐานวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์บูรณาการ ก-ข ฟิสิกส์ 1-2 เคมี 1-2 ชีววิทยา 1-2 และธรณีวิทยา 1-2 เน้นการสังเกต การทดลอง และการค้นคว้าวิจัย โดยอาศัยวิธีการทางวิทยา

ศาสตร์ เกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ รอบตัว และปรากฏการณ์ธรรมชาติ โดยเน้นความรู้ความเข้าใจเชิงลึก (mastery) และการพัฒนาความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์

เนื้อหาของวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน ตั้งแต่ระดับประถมศึกษาจนถึงมัธยมศึกษาตอนปลาย รายละเอียดในหลักสูตร นอกจากจะระบุเนื้อหาวิชาอย่างกว้าง ๆ ยังเสนอแนะการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติ การจัดทำแผนการสอนและการเลือกเนื้อหาวิชาให้เหมาะกับสภาพท้องถิ่นและผู้เรียน

ในระดับอุดมศึกษา สอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับสูงกว่ามัธยมศึกษาตอนปลายในหมวดวิชาการศึกษาทั่วไปของหลักสูตรสายศิลปศาสตร์และเป็นวิชาเอกในหลักสูตรสายวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เน้นการทดลองในห้องปฏิบัติการ ศึกษาค้นคว้านอกห้องเรียน และการทำโครงการวิจัย หลังปฏิรูปการศึกษา มีการจัดสรรเงินอุดหนุนการวิจัยทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น จัดตั้งศูนย์สารสนเทศทางวิทยาศาสตร์และปรับปรุงระบบเครือข่ายสารสนเทศ ส่งเสริมการศึกษาเกี่ยวกับดาราศาสตร์ อวกาศ กัมมันตภาพนิวเคลียร์ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ และวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ ยังส่งเสริมการแลกเปลี่ยนนักวิจัยกับนานาชาติอย่างจริงจัง และจัดตั้งสถาบันบัณฑิตศึกษาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพิ่มขึ้น

ประเทศไทย

หลักสูตรและการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เริ่มเป็นระบบมากขึ้น หลังจากประกาศใช้แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2503 การปรับปรุงหลักสูตรเมื่อ พ.ศ. 2521 และแก้ไขเพิ่มเติม เมื่อ พ.ศ. 2533 ทำให้วิทยาศาสตร์ศึกษาในระดับประถมศึกษา รวมอยู่ในกลุ่มวิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต เนื้อหาเน้นเรื่องสิ่งมีชีวิต ตัวเรา พืชและสัตว์ มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม พลังงานและสารเคมี จักรวาลและอวกาศ วิธีสอนให้เน้นการสังเกต รวบรวม บันทึกข้อมูล จำแนก ทดลอง อภิปราย วิเคราะห์ และสรุปผล

วิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น แบ่งเป็นวิชาบังคับและวิชาเลือกเสรี วิชาบังคับต้องเรียน 9 หน่วยกิต วิชาเลือกเสรีให้เลือกเรียนได้ตามความถนัด เนื้อหาของวิชาบังคับ ได้แก่ สารรอบตัว สิ่งมีชีวิตและการเจริญเติบโต พันธุกรรม สารอาหาร การหมุนเวียนของเลือดและก๊าซ โลก การอนุรักษ์ พลังงานไฟฟ้า ความร้อน การใช้พลังงาน

เป็นต้น วิชาเลือกเสรี มี 9 วิชา วิธีสอน ให้เน้นการศึกษา ทดลอง อภิปราย วิเคราะห์ และสรุปผล

วิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย แบ่งเป็น 2 โครงสร้าง โครงสร้างที่ 1 สำหรับผู้เรียนวิทยาศาสตร์พอเป็นพื้นฐาน ต้องเรียนวิชาบังคับเลือกและวิชาเลือกเสรี วิชาบังคับเลือกมี 4 วิชา แต่ละวิชา ต้องเลือกเรียน 2 เรื่อง รวม 8 เรื่อง เป็นวิทยาศาสตร์กายภาพ 5 เรื่อง วิทยาศาสตร์ชีวภาพ 3 เรื่อง สำหรับวิชาเลือกเสรีนั้น ให้เลือกวิชาละ 2 เรื่อง ไม่ซ้ำกับวิชาบังคับเลือก ในโครงสร้างที่ 2 สำหรับผู้เรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์ ต้องเรียนวิชาเคมี ชีววิทยา ฟิสิกส์ ซึ่งเป็นบังคับเลือก รวม 6 หน่วยกิต และเลือกเรียนวิชาเลือกเสรี ตามความถนัด วิธีสอน ให้เน้นกระบวนการเรียนรู้โดยการฝึกปฏิบัติจริง และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์ในระดับอุดมศึกษา สอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับสูงกว่ามัธยมศึกษาตอนปลาย จัดอยู่ในหมวดวิชาการศึกษาทั่วไปและสอนเป็นหมวดวิชาบังคับ ในหลักสูตรสายวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คล้ายในระดับอุดมศึกษาของญี่ปุ่น การสอนวิทยาศาสตร์ เน้นการทดลองในห้องปฏิบัติการ ศึกษาค้นคว้านอกห้องเรียน และการทำโครงการวิจัย

การเตรียมเข้าสู่อาชีพครูสาขาวิทยาศาสตร์

ประเทศญี่ปุ่น

หลังจากสงครามโลกครั้งที่ 2 นักศึกษาครูในญี่ปุ่น ต้องผ่านการศึกษาในระบบมหาวิทยาลัยหรือวิทยาลัยที่เปิดสอนหลักสูตรทางการศึกษา เมื่อจบแล้ว ต้องสมัครสอบเพื่อรับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพครู จำแนกตามระดับโรงเรียนที่จะสอน และตามภูมิหลังทางการศึกษาของผู้สมัคร

วิชาชีพครู สำหรับสอบเข้าเป็นครูประถมศึกษา มี 9 วิชา ได้แก่ ภาษาญี่ปุ่น สังคมศึกษา คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สิ่งแวดล้อมของชีวิต ดนตรี ศิลปะและงานช่าง การเรือน และพลศึกษา ส่วนวิชาชีพสำหรับครูมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย จะถูกกำหนดโดยโรงเรียนที่รับเข้าทำงาน วิชาจริยศึกษาเป็นวิชาบังคับ สำหรับผู้ที่จะเป็นครูทุกระดับ ผู้ที่จะสอบรับใบประกอบวิชาชีพครู ต้องเรียนวิชาเอก ตามที่กำหนด

จำแนกเป็น 4 ส่วน คือ หมวดวิชาพื้นฐานทางการศึกษา หมวดวิชาการสอนวิชาเอก รวมทั้งจริยศึกษาและกิจกรรมพิเศษ หมวดวิชาแนะแนวและการฝึกสอน

การเรียนวิชาชีพครูในมหาวิทยาลัย มักจะเรียนรวมกับนักศึกษาสาขาอื่น ๆ ใน 2 ปี แรก เรียนวิชาเอกในชั้นปีที่ 3-4 และเรียนวิชาชีพครูเพิ่มเติมตามจำนวนหน่วยกิตที่จำเป็นสำหรับการสอบรับใบประกอบวิชาชีพครู การฝึกสอน ใช้ระยะเวลา 4-6 สัปดาห์

ประเทศไทย

นักศึกษาครูในประเทศไทยในปัจจุบัน ศึกษาในระบบมหาวิทยาลัยหรือวิทยาลัยที่เปิดสอนหลักสูตรศึกษาศาสตร์/ครุศาสตร์ เมื่อจบแล้ว ไม่ต้องสมัครสอบเพื่อรับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพครูเหมือนในประเทศญี่ปุ่น หลักสูตรการศึกษาบัณฑิตหรือครุศาสตรบัณฑิต มีโครงสร้างและเกณฑ์มาตรฐาน ตามที่ทบวงมหาวิทยาลัยกำหนด มักจำแนกโครงสร้างเป็นหมวดวิชาพื้นฐาน หมวดวิชาเฉพาะ หมวดวิชาเลือก และหมวดวิชาชีพครู ซึ่งมีจำนวนหน่วยกิตทั้งสิ้น ไม่น้อยกว่า 124 หน่วยกิต ในจำนวนนี้เป็นการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ 1 ภาคการศึกษา หรือประมาณ 9 หน่วยกิต

การพัฒนาครูประจำการสาขาวิทยาศาสตร์

ประเทศญี่ปุ่น

ครูโรงเรียนรัฐบาล ต้องเข้ารับการฝึกอบรมระหว่างประจำการ และทำการค้นคว้าวิจัยอย่างสม่ำเสมอ ตามข้อบังคับของทางราชการ โดยต้นสังกัดต้องฝึกอบรมครูอย่างเป็นระบบ ศูนย์ฝึกอบรมครูมีอยู่ทุกจังหวัด การอบรมครูวิทยาศาสตร์ เน้นการค้นคว้าทดลองและปฏิบัติจริง โรงเรียนที่ครูสังกัด ต้องมีเครื่องมือทดลองวิทยาศาสตร์ครบถ้วนพอเพียง ครูจึงมีโอกาสฝึกใช้เครื่องมือต่าง ๆ ได้บ่อยครั้ง ก่อนทำการสอนจริง

สถาบันอุดมศึกษาที่จัดการศึกษาสำหรับครู ส่วนใหญ่จะสอนวิทยาศาสตร์ศึกษา ทั้งในระดับปริญญาตรี โท และเอก ครูประจำการที่ศึกษาต่อมักจะเลือกเรียนในหลักสูตรที่ตนเห็นว่าเหมาะสมกับความต้องการ

ครูประจำการ มีความสะดวกที่จะพัฒนาตนเองด้านการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เพราะมีคู่มือครูและเครื่องมือวิทยาศาสตร์จำหน่ายในราคาถูกตามท้องตลาด ครูญี่ปุ่นมี

สถานภาพดี มีเสรีภาพทางวิชาการมาก และมีความรับผิดชอบสูง บวกกับวัฒนธรรมการทำงานเป็นทีมที่เป็นลักษณะประจำชาติของชาวญี่ปุ่น ทำให้ครูมีการพัฒนาความรู้และทักษะการสอน โดยการแลกเปลี่ยนประสบการณ์กับเพื่อนครูอยู่ตลอดเวลา

ประเทศไทย

ประเทศไทยไม่มีข้อบังคับที่ชัดเจนเกี่ยวกับการฝึกอบรมครูระหว่างประจำการ และครูไม่ทำการค้นคว้าวิจัยอย่างสม่ำเสมอ ต้นสังกัดมักจะจัดการฝึกอบรมครูตามนโยบายผู้บริหารที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ไม่ต่อเนื่องและไม่มีระบบที่แน่นอนบางมหาวิทยาลัย เช่น มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้จัดโครงการภาคฤดูร้อน หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สำหรับครูประจำการสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อช่วยให้ครูได้พัฒนาตนเอง ตั้งแต่ปีการศึกษา 2537 แต่ครูต้องเสียค่าใช้จ่ายของตนเองทั้งหมด ทั้งค่าหน่วยกิต ค่าเดินทาง และค่าใช้จ่ายอื่น ๆ และต้องใช้เวลา 4 ภาคฤดูร้อน หรือ 4 ปี และยังไม่มีระบบเงินกู้เพื่อการศึกษาสำหรับการเรียนต่อของครูประจำการ [57]

มาตรฐานและการประเมินผลวิทยาศาสตร์ศึกษา

ประเทศญี่ปุ่น

มาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษาของโรงเรียนประถมถึงมัธยมศึกษาในญี่ปุ่น เป็นไปตามข้อกำหนดของหลักสูตรกลาง (Course of Study) ซึ่งกระทรวงการศึกษา ฯ กำหนดให้ใช้เหมือนกันทั้งประเทศ โดยกำหนดมาตรฐานขั้นต่ำด้านเวลาเรียน กำหนดวัตถุประสงค์และเนื้อหาอย่างกว้าง เสนอแนะวิธีสอนภาคปฏิบัติ การทำแผนการสอน และการเลือกเนื้อหาที่เหมาะสมกับสภาพท้องถิ่นและผู้เรียน แต่ไม่มีการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานขั้นต่ำของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

มาตรฐานของตำราเรียนมีระดับสูง เพราะระบบอนุมัติตำราเรียนมีความรัดกุมและเปิดโอกาสให้ครูมีส่วนร่วมในการตรวจสอบและคัดเลือกตำราเรียน มาตรฐานของ

---

[57] คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร. โครงการปริญญาโทภาคพิเศษสำหรับครูประจำการ (ภาคฤดูร้อน). อัดสำเนา.

อุปกรณ์การสอน ออกประกาศเป็นกฎกระทรวงและมีกฎหมายกำหนดให้รัฐบาลกลางให้การอุดหนุนค่าใช้จ่ายแก่ท้องถิ่นในการจัดหาอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์

การประเมินผลวิทยาศาสตร์ศึกษาในภาคบังคับ ยึดหลักเลื่อนชั้นโดยอัตโนมัติ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายใช้ระบบหน่วยกิต ประเมินโดยจำแนกเป็นเกรด วัดผลด้านความรู้ ความเข้าใจ จากการสอบใหญ่และสอบย่อย ประมาณร้อยละ 60-70 และด้านเจตคติ การปฏิบัติ และการศึกษาด้วยตนเอง ประมาณร้อยละ 30-40 ความแข็งแกร่งทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเทียบกับนานาประเทศเป็นอันดับ 3 ของโลก

ประเทศไทย

มาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษาในระบบโรงเรียน ถูกกำหนดโดยหลักสูตรของกระทรวงศึกษาธิการ ด้านเวลาเรียน วัตถุประสงค์ และเนื้อหา รวมทั้งเสนอแนะวิธีสอน แต่ระเบียบการวัดผลของกระทรวงศึกษาธิการ ที่ใช้สำหรับโรงเรียนระดับต่าง ๆ ค่อนข้างตายตัว แต่ไม่มีการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานด้านผลสัมฤทธิ์ของการเรียนแต่ละวิชา

การประเมินผลวิทยาศาสตร์ศึกษาในระดับประถมศึกษา ซึ่งเป็นการศึกษาภาคบังคับ ยึดหลักการสอบวัดความรู้ ตั้งแต่ระดับประถมศึกษาจนถึงระดับอุดมศึกษา เน้นการประเมินผลการเรียนชนิดจำแนกเกรด ข้อสอบมักเป็นแบบปรนัย แบบเลือกตอบหรือแบบถูกผิด ทำให้ผู้เรียนขาดทักษะในการเขียนบรรยาย และการถ่ายทอดความรู้ความคิดให้ผู้อื่นเข้าใจ [58]

วิทยาศาสตร์ศึกษานอกระบบโรงเรียนและการสนับสนุนจากภาคเอกชน

ประเทศญี่ปุ่น

การศึกษานอกโรงเรียนด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาในญี่ปุ่น มีหลากหลายรูปแบบ เช่น ค่ายธรรมชาติศึกษาสำหรับเด็ก ศูนย์เยาวชน พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ สวนสัตว์ พิพิธภัณฑ์สัตว์น้ำ ฯลฯ มีการพิมพ์หนังสือและสิ่งพิมพ์ที่ให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

---

[58] โครงการศึกษาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในต่างประเทศ. **การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ในต่างประเทศ**. ม.ป.ป., น. 11.

เผยแพร่อย่างกว้างขวาง สื่อมวลชนประเภทโทรทัศน์และวิทยุ จัดรายการทางการศึกษาประมาณร้อยละ 11.9 ของเวลาทั้งหมด และมักแทรกความรู้ทางวิทยาศาสตร์ตลอดเวลา รัฐบาลจัดให้มีศูนย์สำหรับระบบสารสนเทศทางวิทยาศาสตร์ และมหาวิทยาลัยจัดระบบ campusLAN ให้ผู้สนใจได้เรียนรู้ด้วยตนเอง

ภาคเอกชนช่วยเหลือทางอ้อมสำหรับวิทยาศาสตร์ศึกษานอกโรงเรียน เช่น การผลิตสินค้าวิทยาศาสตร์ศึกษาออกจำหน่ายอย่างแพร่หลายในราคาไม่แพง และสอดแทรกเนื้อหาของวิทยาศาสตร์ศึกษาในกิจกรรมการท่องเที่ยว เป็นต้น นอกจากนี้ สถานประกอบการทางอุตสาหกรรมยังจัดการฝึกอบรมที่ให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เฉพาะทาง สำหรับพนักงานอย่างเป็นระบบและสม่ำเสมอจนกลายเป็นวัฒนธรรมองค์การ

ประเทศไทย

การศึกษานอกโรงเรียนด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาในประเทศไทย ยังอยู่ในระยะเริ่มต้น ทั้งรูปแบบของค่ายธรรมชาติศึกษาสำหรับเด็ก พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ สวนสัตว์ สวนพฤกษศาสตร์ พิพิธภัณฑ์สัตว์น้ำ สิ่งพิมพ์ สื่อมวลชนประเภทโทรทัศน์ หรือวิทยุ นอกจากนี้ ข้อมูลจากเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่ให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ก็มักจะเป็นภาษาอังกฤษ ส่วนภาคภาษาไทยนั้น มักเน้นเฉพาะโฆษณาและบันเทิง

ภาคเอกชนในประเทศไทย เริ่มมีบทบาทในการสนับสนุนการศึกษานอกโรงเรียนด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาทั้งโดยตรงและทางอ้อม โดยเฉพาะด้านสื่อมวลชน แต่การผลิตเครื่องมือวิทยาศาสตร์สำหรับเด็กโดยภาคเอกชนยังมีน้อย การจัดวิทยาศาสตร์ศึกษาตามอัธยาศัยในแหล่งท่องเที่ยวเอกชน ยังไม่กว้างขวางเท่าที่ควร ส่วนการฝึกอบรมพนักงานในภาคอุตสาหกรรมเป็นระบบมากขึ้น แต่มีข้อจำกัดคือความอ่อนแอของระบบเศรษฐกิจ ซึ่งมีผลกระทบอย่างมากต่อภาคอุตสาหกรรม

สรุป

การเปรียบเทียบวิทยาศาสตร์ศึกษาในประเทศญี่ปุ่นกับวิทยาศาสตร์ศึกษาในประเทศไทย พบว่า มีความแตกต่างกับประเทศไทยมากทุกด้าน โดยประเทศญี่ปุ่นมีวิสัยทัศน์ของผู้นำที่ชัดเจนและค่อนข้างก้าวร้าว มีนโยบายที่ต่อเนื่อง แน่นอน ใช้กลยุทธ์ที่มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล เช่น ใช้กระบวนการทางกฎหมาย ส่วนด้าน

หลักสูตรและการสอน ญี่ปุ่นปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ศึกษาอย่างต่อเนื่อง เน้นการสังเกตและการทดลอง สนับสนุนให้ปฏิบัติจริง และเน้นเนื้อหาที่สัมพันธ์กับสภาพท้องถิ่น การพัฒนานักศึกษาครูเน้นเนื้อหาวิชาชีพครูและวิชาพื้นฐานมากกว่าการฝึกสอน แต่มีการฝึกอบรมครูประจำการที่เป็นระบบ ต่อเนื่อง มีแผนการที่รัดกุม ด้านมาตรฐานของวิทยาศาสตร์ศึกษา ใช้หลักสูตรกลางเป็นสิ่งกำหนดมาตรฐานของเวลา วัตถุประสงค์ เนื้อหาอย่างกว้าง วิธีสอนภาคปฏิบัติ การทำแผนการสอน การเลือกเนื้อหาที่เหมาะสมกับท้องถิ่นและผู้เรียน มีระบบอนุมัติตำราเรียนที่ส่งผลให้ตำราเรียนมีมาตรฐานสูง วิทยาศาสตร์ศึกษานอกระบบโรงเรียนมีหลากหลายรูปแบบ และมีแหล่งเรียนรู้จำนวนมาก ภาคเอกชนมีส่วนช่วยในการจัดวิทยาศาสตร์ศึกษานอกระบบโรงเรียนทั้งทางตรงและทางอ้อม

ประเทศไทยยังมีการจัดการวิทยาศาสตร์ศึกษาอีกหลายด้านที่ไม่รัดกุมเท่ากับประเทศญี่ปุ่น คือ ด้านวิสัยทัศน์ นโยบาย และกลยุทธ์ ด้านการพัฒนาครูประจำการ ด้านมาตรฐานตำราเรียนวิทยาศาสตร์ ด้านการจัดการวิทยาศาสตร์ศึกษานอกระบบโรงเรียน และด้านการมีส่วนร่วมจากภาคเอกชน ส่วนด้านหลักสูตร การสอน และการประเมินผล มีหลักการที่คล้ายคลึงกับประเทศญี่ปุ่น

บทที่ 9
อภิปรายผล และเสนอแนะการประยุกต์ใช้

การอภิปรายผล

1. การวิเคราะห์เกี่ยวกับวิสัยทัศน์ นโยบาย กลยุทธ์ และความสำเร็จในการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาของญี่ปุ่น เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีของประเทศไทยแล้วพบว่า วิสัยทัศน์ของผู้นำประเทศญี่ปุ่นด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา มีความชัดเจนมาโดยตลอดตั้งแต่สมัยอดีตจนถึงปัจจุบัน แม้ว่าจะเป็นวิสัยทัศน์ที่ค่อนข้างก้าวร้าว แต่ก็เป็นสิ่งที่สร้างแรงจูงใจให้กับฝ่ายปฏิบัติและประชาชนทั่วไปได้เป็นอย่างมาก และสะท้อนให้เห็นถึงความเข้าใจในปัญหาและศักยภาพของประเทศค่อนข้างดี รู้จุดอ่อนจุดแข็งของภายในประเทศตนเอง และสามารถคาดการณ์เกี่ยวกับสภาวะภายนอกที่จะมีผลต่ออนาคตของสังคมญี่ปุ่นได้อย่างใกล้เคียงกับความเป็นจริง แม้ว่าการคาดการณ์ในสมัยสงครามโลกครั้งที่ 2 อาจจะไม่ถูกต้องนักก็ตาม แต่บทเรียนของความผิดพลาดในอดีตได้ช่วยให้การกำหนดวิสัยทัศน์ในการปฏิรูปการศึกษาครั้งล่าสุด เป็นไปอย่างรอบคอบมากขึ้น โดยอาศัยกระบวนการทางประชาธิปไตยและการมีส่วนร่วมของนักวิชาการและภาคอุตสาหกรรม [59]

ในกรณีของวิสัยทัศน์ผู้นำไทยด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา จะเห็นได้ว่าไม่ค่อยมีความชัดเจนและต่อเนื่องเท่าที่ควร ในยุคแรกเคยเน้นวิทยาศาสตร์ธรรมชาติและการคิดวิเคราะห์ แต่ต่อมาไม่นานก็เปลี่ยนไปสู่การเน้นวิทยาศาสตร์เพื่อเกษตรกรรม แล้วหันกลับมาเน้นวิทยาศาสตร์ธรรมชาติอีก เนื่องจากการกำหนดวิสัยทัศน์ เป็นไปตามความคิดของผู้นำเพียงคนเดียวหรือที่ปรึกษาเพียงกลุ่มเล็ก แต่หลังจากมีแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติแล้ว ได้หันมาเน้นวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ให้เหมาะกับสังคมแบบอุตสาหกรรม การกำหนดวิสัยทัศน์จึงมีความเป็นประชาธิปไตยมากขึ้น และดำเนินการโดยอาศัยหลักวิชาการเป็นพื้นฐาน ในการวิเคราะห์จุดอ่อนจุดแข็ง ตลอดจนการคาดคะเนเกี่ยวกับภาวะเอื้ออำนวยและสิ่งคุกคามภายนอก จึงทำให้

---

[59] ดูรายละเอียดเพิ่มเติม ใน ฉันทนา จันทร์บรรจง. **รายงานการปฏิรูปการศึกษาในประเทศญี่ปุ่น**. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2540.

สามารถมองเห็นภาพอดีต ปัจจุบัน และอนาคต ได้ชัดเจนและใกล้เคียงความเป็นจริงมากขึ้น

2. การวิเคราะห์นโยบายและกลยุทธ์ของวิทยาศาสตร์ศึกษาในญี่ปุ่น ทั้งอดีตและปัจจุบัน พบว่า มีความต่อเนื่องของนโยบายหลักทางการศึกษา ไม่ว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงของรัฐบาลหรือไม่ก็ตาม ทั้งนี้ เพราะมีรัฐธรรมนูญเป็นกรอบในการกำหนดการศึกษา และอาศัยการออกกฎหมายเป็นเครื่องมือสำหรับการบริหารงานการศึกษา กลยุทธ์ต่าง ๆ มักผ่านกระบวนการพิจารณาเลือกใช้ โดยคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิเฉพาะทาง กลยุทธ์ทางการบริหารการศึกษาที่นำมาใช้ จะมาจากข้อเสนอแนะของคณะกรรมการที่เป็นนักวิชาการ มีความเป็นกลาง และเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในด้านนั้นอย่างแท้จริง และมักจะมีอาจารย์มหาวิทยาลัยอยู่ด้วยจำนวนหนึ่ง [60]

กระบวนการของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติของประเทศไทย ได้มีส่วนอย่างสูงที่ทำให้การกำหนดวิสัยทัศน์ นโยบาย และกลยุทธ์การบริหารการศึกษามีความถูกต้องเหมาะสมตามหลักวิชาการมากขึ้น อย่างไรก็ตาม การศึกษาเป็นสิ่งที่มีความละเอียดลออ เกี่ยวข้องกับคนจำนวนมากที่มีพื้นฐานความรู้ ความคิด และทักษะชีวิตที่แตกต่างกัน และเป็นพื้นฐานของการพัฒนาประเทศชาติทุกด้าน จำเป็นที่จะต้องมีการศึกษาวิจัยอย่างรอบคอบ ก่อนที่ผู้นำประเทศจะตัดสินใจประกาศเป็นวิสัยทัศน์ นโยบาย หรือกลยุทธ์ของการบริหารการศึกษา โดยเฉพาะในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ศึกษา ซึ่งเป็นเรื่องสำคัญยิ่งต่อความมั่นคงก้าวหน้าของชาติ และเป็นเรื่องที่มีผลกระทบมากที่สุดต่อความผาสุกที่แท้จริงของผู้คนในโลกยุคโลกาภิวัตน์

2. หลักสูตรและการสอนวิทยาศาสตร์ในระบบโรงเรียนของญี่ปุ่น มีพัฒนาการที่ต่อเนื่องมาตั้งแต่ปี พ.ศ.2415 และมีความสอดคล้องกับหลักวิชาของวิทยาศาสตร์ศึกษามากแล้ว ตั้งแต่ยุคอดีต การปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ศึกษาในยุคก่อนสงครามโลกครั้งที่ 2 เห็นได้ชัดว่า ได้รับอิทธิพลทางความคิดจากนักการศึกษาฝ่ายพิพัฒนาการนิยมของโลกตะวันตก จึงมีแนวโน้มสู่การแก้ปัญหาอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ การเรียนรู้อย่างเป็นระบบ การพัฒนาความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ การเรียนรู้จาก

---

[60] ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ Prof. Sho Takakura และ Prof. Toshiaki Kuwahara. Department of Educational System and Administration. School of Education. University of Tsukuba. ฉันทนา จันทร์บรรจง, ผู้สัมภาษณ์. พ.ศ. 2530.

ประสบการณ์ และการบูรณาการเนื้อหาของวิทยาศาสตร์เข้ากับชีวิตประจำวัน แต่หลังจากการปฏิรูปการศึกษาเมื่อปี พ.ศ. 2527 หลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ได้ถูกปรับปรุงให้เน้นการสังเกตและการทดลองมากขึ้น พร้อมกับเน้นความสอดคล้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของสังคมโลก ชีวิตและสถานการณ์จริง แต่ในครั้งหลังสุด คือ เมื่อ พ.ศ. 2542 ได้เน้นการสังเกตและการทดลองเกี่ยวกับสิ่งที่ปรากฏอยู่ในธรรมชาติ เพื่อนำไปสู่ความเข้าใจวิทยาศาสตร์ในระดับยากขึ้น คือ ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา และธรณีวิทยา ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และใช้กระบวนการเรียนรู้อย่างเดียวกัน เพื่อนำไปสู่ความรู้ที่สูงขึ้นไปอีกในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยเพิ่มวิชาสารสนเทศและวิทยาศาสตร์บูรณาการเข้าไปในหลักสูตร เน้นความเข้าใจปรากฏการณ์ธรรมชาติทั้งในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย แต่เน้นความรู้เชิงลึกและการพัฒนาความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์มากขึ้นในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

การเน้นวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับธรรมชาติและสัมพันธ์กับการดำรงชีวิต ในระดับประถมศึกษา คล้ายกับหลักสูตรกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตในโรงเรียนประถมศึกษาของไทย ต่างกันตรงที่วิชาวิทยาศาสตร์ประถมศึกษาของญี่ปุ่น แยกออกเป็นวิชาเฉพาะ ตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ส่วนการบูรณาการวิทยาศาสตร์กับชีวิตประจำวันจะอาศัยการนำเสนอเนื้อหาและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยให้ครูเป็นผู้คัดเลือกเนื้อหาที่เหมาะสมกับผู้เรียนและท้องถิ่น วิธีการนี้ น่าจะช่วยให้นักเรียนระดับประถมศึกษาเกิดทัศนคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ทำให้เป็นเรื่องง่ายและนำไปสู่การใฝ่รู้ใฝ่เรียน

การเชื่อมโยงเนื้อหาวิชาให้สัมพันธ์กันตั้งแต่ระดับประถมศึกษาจนถึงมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยเพิ่มความยากและความซับซ้อนมากขึ้นตามลำดับ โดยไม่ทำให้เกิดความสับสนเรื่องชื่อวิชา ซึ่งจะสอดคล้องต่อไปจนถึงระดับอุดมศึกษา ก็เป็นรูปแบบที่น่าสนใจมาก การจัดหลักสูตรแบบ Subject-matter มีส่วนดี คือ ทำให้เข้าถึงความลึกของวิชานั้น ๆ ได้มากกว่า แต่จะต้องแก้ไขส่วนเสีย โดยการใช้ตัวอย่างที่สัมพันธ์กับชีวิตให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ และจากการวิเคราะห์ตำราเรียนวิทยาศาสตร์ของระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลายของญี่ปุ่น พบว่า เนื้อหาของตำราเรียน ได้พยายามที่จะทำให้โจทย์ปัญหาและตัวอย่างต่าง ๆ ใกล้เคียงกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตจริงของผู้เรียน และมีภาพประกอบที่ละเอียดลออมาก การออกแบบเนื้อหาของตำราเรียนวิทยาศาสตร์ในทำนองนี้ ยังเป็นจุดอ่อนอยู่มากสำหรับตำราวิทยาศาสตร์ระดับมัธยม

ศึกษาของประเทศไทย ซึ่งต้องการทั้งความลึกของเนื้อหาและการบูรณาการกับสิ่งรอบตัวของผู้เรียน

3. การเตรียมเข้าสู่วิชาชีพครู ซึ่งต้องจบอย่างต่ำปริญญาตรีสำหรับครูมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามระบบใบอนุญาตประกอบวิชาชีพครูของญี่ปุ่น และการสอบเข้าเป็นครูมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย ที่จะต้องคัดเลือกจากผู้จบตรงกับวิชาเอกที่สอน น่าจะเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ครูสามารถสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมได้อย่างมีคุณภาพ นอกจากนั้น ข้อบังคับให้หน่วยงานต้นสังกัดฝึกอบรมครูประจำการอย่างเป็นระบบ และให้ครูทำการค้นคว้าวิจัยอย่างสม่ำเสมอ น่าจะเป็นปัจจุยสำคัญที่ทำให้ครูวิทยาศาสตร์ในญี่ปุ่นมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ประเทศไทยน่าจะปรับปรุงแก้ไขระเบียบข้อบังคับเกี่ยวกับการฝึกอบรมครูประจำการ การพัฒนาตนเองของครูและการให้ความช่วยเหลือค่าใช้จ่ายของครูประจำการที่ศึกษาต่อ โดยเฉพาะครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

4. มาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษาของโรงเรียนประถมถึงมัธยมศึกษาในญี่ปุ่นและของประเทศไทย เป็นไปตามข้อกำหนดของหลักสูตรกลางคล้ายคลึงกัน ทั้งญี่ปุ่นและไทยยังไม่กำหนดมาตรฐานขั้นต่ำของความรู้ ในลักษณะเป็น benchmarks เหมือนกับในบางประเทศ ในกรณีของประเทศญี่ปุ่นนั้น น่าจะมีสาเหตุจากวัฒนธรรมของชาวญี่ปุ่น ที่ไม่ชอบการเปรียบเทียบให้เกิดความรู้สึกมีปมด้อยหรือปมเด่น แต่นิยมการสร้างวินัยในตนเองและความรับผิดชอบที่เกิดจากภายใน ซึ่งภาษาญี่ปุ่นเรียกว่า Jishu-teki (self-judgment) อย่างไรก็ตาม กระบวนการประเมินภายในสถานศึกษาของญี่ปุ่น มีความสม่ำเสมอและเป็นระบบที่เกิดจากการมีส่วนร่วม ตามหลัก Total Quality Management จากการสังเกตวิธีจัดห้องพักครูในโรงเรียนประถมและมัธยมศึกษาของญี่ปุ่นกว่า 20 แห่ง ระหว่างที่ผู้วิจัยฝึกอบรมด้านการบริหารงานบุคคลทางการศึกษาและศึกษาต่อด้านระบบการศึกษาในประเทศญี่ปุ่น (ฉันทนา จันทร์บรรจง, พ.ศ. 2524-2531) พบว่า มีการจัดห้องใหญ่ให้ครูนั่งรวมกันทั้งโรงเรียนหรือทั้งหมวดวิชาหันหน้าเข้าหากัน และมีโอกาสพบกันทุกเช้า-เย็น ก่อนและหลังเลิกเรียน กระบวนการบริหารที่มุ่งคุณภาพทั้งระบบ กลายเป็นวัฒนธรรมองค์การของโรงเรียนในญี่ปุ่น จึงอาจจะเป็นเหตุผลสำคัญที่ทำให้ไม่ต้องกำหนดมาตรฐานถึงขั้น benchmarks

อย่างไรก็ตาม การที่นักเรียนต้องแข่งขันเพื่อสอบเข้าเรียนในระดับสูงขึ้น ก็เป็นตัวแปรที่ทำให้ครูญี่ปุ่นถูกคาดหวังสูง ที่จะต้องทำให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียน ดังนั้น จึงปรากฏว่า มีการสอนซ่อมเสริมเป็นประจำ ดังได้อ้างแล้วในบทที่ 6 และการที่ครูจัดสอนซ่อมเสริมโดยไม่คิดค่าเรียนเป็นพิเศษนั้น น่าจะเป็นเพราะครูมีเงินเดือนสูงและมีสวัสดิการดี ตลอดจนเป็นที่เคารพยกย่องจากคนในสังคม โดยเฉพาะคนในท้องถิ่นที่ครูสังกัดอยู่ ต่างจากครูไทยที่ยังมีฐานะทางการเงินค่อนข้างต่ำ นอกจากนั้น ครูชนบทไทยยังมีภาระงานอื่นของทางราชการ นอกเหนือจากการสอนประจำ ทำให้มีแนวโน้มที่จะนำเวลาไปใช้เพื่องานอื่นมาก และการสอนซ่อมเสริมก็กลายเป็นโอกาสหารายได้พิเศษ มากกว่าการทำตามหน้าที่ของครูที่ดี

5. การศึกษานอกโรงเรียนด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาในประเทศญี่ปุ่น มีความก้าวหน้ามากกว่าประเทศไทย น่าจะเป็นเพราะมีกฎหมายการศึกษานอกโรงเรียนสนับสนุนอยู่อย่างต่อเนื่อง และการที่ภาคเอกชนให้การสนับสนุนวิทยาศาสตร์ศึกษานอกโรงเรียน ทั้งทางตรงและทางอ้อมนั้น เนื่องจากระบบบริหารประเทศของญี่ปุ่นมีความสัมพันธ์และเอื้ออำนวยกันทุกด้าน [61] และวัฒนธรรมการเรียนรู้ในสังคมญี่ปุ่นก็มีวิวัฒนาการที่สืบเนื่องยาวนานมาก

ข้อเสนอแนะทั่วไป

จากข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาของญี่ปุ่นที่ได้นำเสนอแล้ว โดยละเอียดในบทที่ 2 ถึงบทที่ 7 และการเปรียบเทียบกับวิทยาศาสตร์ศึกษาในประเทศไทยในบทที่ 8 คณะนักวิจัย มีข้อเสนอแนะต่าง ๆ ที่สำคัญ ดังต่อไปนี้

1. ด้านนโยบายและกลยุทธ์ในการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษา

รัฐบาลไทยควรดำเนินการตามเจตนารมณ์ของพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 อย่างเร่งด่วน โดยเน้นการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาควบคู่ไปกับการปฏิรูปการเรียนรู้ด้านอื่น ๆ เพื่อให้ปวงชนชาวไทยทุกคน ตั้งแต่เด็กจนถึงคนชรามีความรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์ รู้จักคิดอย่างเป็นระบบ ริเริ่มสร้างสรรค์ และมีเจตคติที่ดีต่อการอนุรักษ์ธรรมชาติ ใฝ่รู้ใฝ่เรียน รู้จักค้นคว้าหาความจริงด้วยตนเอง สามารถใช้

---

[61] ดูรายละเอียดใน ฉันทนา จันทร์บรรจง. **รายงานการปฏิรูปการศึกษาของประเทศญี่ปุ่น**. อ้างแล้ว.

เทคโนโลยีสารสนเทศได้อย่างถูกวิธี และสามารถนำเทคโนโลยีมาใช้เพื่อประโยชน์สุขที่ยั่งยืนของตน ครอบครัว สังคมไทย และสังคมโลก กลยุทธ์ของญี่ปุ่นที่ได้วิเคราะห์แล้วทุกเรื่อง อาจจะใช้ได้ในกรณีของประเทศไทย เพราะทั้งสองประเทศมีจุดมุ่งหมายของวิทยาศาสตร์ศึกษาที่คล้ายคลึงกัน

2. ด้านหลักสูตรและการสอนวิทยาศาสตร์ศึกษาในระบบโรงเรียน

ประเทศญี่ปุ่น ให้ความสำคัญกับการจัดชั่วโมงการเรียนรู้แบบบูรณาการโดยจัดเป็นชั่วโมงพิเศษ แต่ยังคงเน้นการสอนวิทยาศาสตร์เป็นรายวิชา เพื่อเน้นความเข้าใจเชิงลึก เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ทั้งเรื่องที่สัมพันธ์กับชีวิตประจำวันและท้องถิ่น และในขณะเดียวกันก็มีความรู้ความเข้าใจเนื้อหาเชิงลึกของวิชาวิทยาศาสตร์ด้วย นับว่า เป็นรูปแบบของหลักสูตรที่ดีมาก การจัดโครงสร้างหลักสูตร ที่เน้นความสมดุลระหว่างการให้ความรู้พื้นฐานหรือความรู้เชิงลึกกับการบูรณาการเนื้อหาวิชาเข้ากับชีวิตประจำวันและสิ่งแวดล้อม โดยเน้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นสิ่งที่ควรจะนำมาประยุกต์ใช้ตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาจนถึงมัธยมศึกษาตอนปลาย

3. ด้านการพัฒนานักศึกษาครูและครูประจำการสาขาวิทยาศาสตร์

การพัฒนานักศึกษาครูสาขาวิทยาศาสตร์และสาขาอื่น ๆ ในประเทศไทย โดยเฉพาะครูประถมศึกษา และครูมัธยมศึกษาตอนต้น ควรให้เรียนอย่างน้อยปริญญาตรี หลักสูตร 5 ปี แทนหลักสูตร 4 ปี เพื่อให้มีเวลาศึกษาและฝึกปฏิบัติทั้งวิชาเฉพาะสาขา วิชาเอกทางการศึกษา วิชาพื้นฐานทั่วไปสำหรับผู้ที่จะเป็นบัณฑิต (General Education) และการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ส่วนการพัฒนาครูสาขาวิทยาศาสตร์และระดับอื่น ๆ ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ควรให้พัฒนาต่อไปจนถึงระดับปริญญาโทในสาขาวิชานั้น ๆ เป็นอย่างต่ำ ทั้งนี้ เพราะระบบฝึกอบรมเพื่อพัฒนาครูประจำการของประเทศไทย ยังไม่ดีพอ และระบบฝึกอบรมนักศึกษาครู ก็ใช้เวลาเพื่อการฝึกประสบการณ์วิชาชีพนานกว่าในประเทศญี่ปุ่น กล่าวได้ว่า นักศึกษาครูของไทยมีประสบการณ์วิชาชีพมากแต่มีความรู้วิชาเฉพาะสาขาไม่พอเพียง การแก้ปัญหานี้ จึงควรให้สถาบันอุดมศึกษามีส่วนร่วม โดยให้ปรับปรุงหลักสูตรปริญญาตรี-โท ของศึกษาศาสตร์ และครุศาสตร์ เป็นหลักสูตรที่เหมาะสมยิ่งขึ้น ข้อเสนอแนะเรื่องนี้ สอดคล้องกับแผนหลักการปฏิรูปบุคลากรครู (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2538) ซึ่งยังไม่ได้ดำเนินการอย่างจริงจังเท่าใดนัก

4. ด้านมาตรฐานและการประเมินผลวิทยาศาสตร์ศึกษา

นอกจากมาตรฐานกว้าง ๆ ในหลักสูตร ซึ่งกำหนดโดยกระทรวงการศึกษาฯ ประเทศไทยควรกำหนดมาตรฐานด้านการจัดทำแผนการสอน โดยเน้นความเชื่อมโยงสัมพันธ์กันของเนื้อหาแต่ละส่วน และควรพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนประถมศึกษาและมัธยมศึกษาของไทยให้สามารถพัฒนาหลักสูตรท้องถิ่นวิชาวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี เช่นเดียวกับครูวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนของประเทศญี่ปุ่น

ระบบอนุมัติตำราเรียนของประเทศไทย น่าจะมีการพัฒนาให้ดียิ่งขึ้น ควบคู่กับระบบสนับสนุน เพื่อให้ตำราเรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานมีคุณภาพแต่มีราคาถูกหรือให้เปล่า ตำราเรียนวิทยาศาสตร์ควรได้รับการปรับปรุงให้เข้าใจง่ายขึ้น และให้มีเนื้อหาที่สัมพันธ์กับชีวิตประจำวันและสิ่งแวดล้อมของผู้เรียนมากขึ้น ครูผู้สอนควรมีโอกาสร่วมในการแต่งตำราเรียนและคัดเลือกตำราเรียนมากขึ้น

ครูวิทยาศาสตร์ควรได้รับการพัฒนาความรู้ด้านวิธีสอนและการประเมินผลการสอนวิทยาศาสตร์ที่ถูกวิธี โดยให้โอกาสศึกษาต่อในระดับสูงขึ้น เพื่อที่จะสามารถใช้วิจารณญาณของตนเอง ในการเลือกวิธีสอนและเนื้อหาที่เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละคน และสามารถวัดผลประเมินผลการเรียนได้ตามหลักวิชา ไม่ต้องอาศัยรูปแบบที่ตายตัวตามกฎเกณฑ์ของส่วนกลาง ดังที่เคยปฏิบัติอยู่

5. ด้านการจัดวิทยาศาสตร์ศึกษานอกโรงเรียน

การศึกษานอกโรงเรียนด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาในประเทศไทย ควรประยุกต์ใช้รูปแบบของญี่ปุ่นได้หลายอย่าง เช่น ค่ายลูกเสือที่มีอยู่ทั่วประเทศ อาจพัฒนาเป็นค่ายธรรมชาติศึกษาสำหรับเด็ก ที่จัดการโดยท้องถิ่นหรือภาคเอกชนแบบมีสัญญาจ้างจากภาครัฐ มหาวิทยาลัยและสถาบันอุดมศึกษาทั้งภาครัฐและเอกชน ควรมีส่วนร่วมในการจัดพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ สวนสัตว์ สวนพฤกษศาสตร์ ศูนย์ศึกษาวิทยาศาสตร์ และร่วมกับเอกชนในการพัฒนาและเผยแพร่สิ่งพิมพ์ประเภทสารคดีวิทยาศาสตร์ การจัดทำรายการโทรทัศน์และวิทยุเพื่อเผยแพร่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์แบบกึ่งบันเทิง และการพัฒนาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่ให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

6. ด้านการสนับสนุนจากภาคเอกชน

รัฐบาลควรกำหนดนโยบายและมาตรการที่ชัดเจน และควรใช้มาตรการทางกฎหมาย เพื่อให้ภาคเอกชนเข้ามามีบทบาทในการสนับสนุนการศึกษานอกโรงเรียน

ด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาทั้งโดยตรงและทางอ้อม ทั้งด้านสื่อมวลชนและอื่น ๆ ที่เสนอแนะแล้วในข้อ 5 นอกจากนี้ ควรส่งเสริมให้ภาคเอกชนผลิตเครื่องมือวิทยาศาสตร์สำหรับเด็กและขายในราคาถูก โดยมาตรการลดภาษีหรือยกเว้นภาษีเฉพาะกิจ ส่งเสริมให้เอกชนด้านการท่องเที่ยวร่วมจัดวิทยาศาสตร์ศึกษาควบคู่กับการทัศนศึกษาด้าน อื่น ๆ และส่งเสริมการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ของภาคเอกชน โดยใช้มาตรการลดภาษี หรืออื่น ๆ ที่เหมาะสม

ข้อเสนอแนะการวิจัยเพิ่มเติม

1. ควรทำการวิจัยเพิ่มเติมเกี่ยวกับตำราเรียนวิทยาศาสตร์ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานของประเทศญี่ปุ่น เปรียบเทียบกับประเทศไทย หรือกับประเทศอื่น ๆ เช่น สหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย อังกฤษ ฯลฯ

2. ควรทำการวิจัยเพื่อพัฒนาหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยกระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ซึ่งมีส่วนร่วมโดยผู้ทรงคุณวุฒิหลายฝ่าย ครูผู้สอน และนักเรียนทั้งในเมืองและในชนบทจำแนกตามภูมิภาค และท้องถิ่นที่มีลักษณะต่างกัน และควรทำการเปรียบเทียบระหว่างโครงสร้างหลักสูตรหลายแบบ เช่น หลักสูตรแบบบูรณาการล้วน หลักสูตรแบบบูรณาการผสมกับแบบรายวิชา และหลักสูตรแบบรายวิชาล้วน เป็นต้น

3.ควรทำการวิจัยเกี่ยวกับความสัมพันธ์และการเอื้ออำนวยซึ่งกันและกันระหว่างการพัฒนาด้านต่าง ๆ ของประเทศญี่ปุ่น เช่น ระหว่างการพัฒนาเศรษฐกิจกับวิทยาศาสตร์ศึกษา การป้องกันประเทศกับวิทยาศาสตร์ศึกษา การพัฒนาวัฒนธรรมกับวิทยาศาสตร์ศึกษา เป็นต้น เพื่อให้มีองค์ความรู้ที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้นเกี่ยวกับนโยบายและกลยุทธ์การพัฒนาที่ใช้วิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐาน

บรรณานุกรม

1. เอกสารภาษาไทย

คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. และกองทุนสนับสนุนการวิจัย, สำนักงาน. **วิกฤตการณ์วิทยาศาสตร์ศึกษาของไทย**. กรุงเทพฯ : สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.). 2541.

ฉันทนา จันทร์บรรจง. "กรณีศึกษา การเรียนรู้ตลอดชีวิตและการศึกษาในสถานประกอบการในประเทศญี่ปุ่น". ใน **วารสารการศึกษานอกโรงเรียน ฉบับการศึกษาตลอดชีวิต**. ปีที่ 16 : 4, มิถุนายน 2537.

_____. **รายงานการปฏิรูปการศึกษาของประเทศญี่ปุ่น**. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี. 2540.

ศึกษาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในต่างประเทศ, โครงการ. **การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ในต่างประเทศ**. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี.

Itasaka, Gen. **Gates to Japan. Its People and Society.** สุนันทา เหล่าจัน, ฉันทนา จันทร์บรรจง และ สุภัฒ สงวนดีกุล, แปล. **ประตูสู่ญี่ปุ่น.** กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). พิมพ์ครั้งที่ 3, 2537.

2. เอกสารภาษาอังกฤษ

Chanbanchong, Chantana. A Historical Analysis of the Policies Concerning Character Building Activities in Compulsory Schools in Thailand. **A Dissertation for Ph.D. in Education. Japan : The University of Tsukuba. 1992.**

Foreign Press Center. Facts and Figures of Japan. **Tokyo : The Foreign Press Center. 1998.**

Ministry of Education, Science and Culture, Japan. Education in Japan : Graphic Presentation. **Tokyo : Monbusho. 1994.**

_____. Japanese Government Policies in Education, Science and Culture 1994. New Direction in School Education : Fostering Strength for Life. **Tokyo : Printing Bureau, Ministry of Finance. 1994.**

_____. Japanese Government Policies in Education, Science, Spoets and Culture 1997. Scientific Research : Opening the Door to the Future. **Tokyo : Printing Bureau, Ministry of Finance. 1997.**

_____. Japan's Modern Educational System. A History of the First Hundred Years. **Tokyo : Printing Bureau, Ministry of Finance. 1980.**

Ministry of Education, Science, Sports and Culture. Monbusho. **Tokyo : MESSC 4-9708. 1997**

National Institute for Education Research. **Environmental Education and Teacher Education in Asia and the Pacific.** Tokyo : NIER. 1993.

Statistics Bureau. **Statistical Handbook of Japan 1998.** Tokyo : Management And Coorporation Agency. 1998.

Takakura, Sho, Murata, Yokuo, and others. **Education in Japan. A Bilingual Text : Present System and Tasks / Curriculum and Instruction.** Tsukuba City : University of Tsukuba Press. 1997

Tsukuba, University of . **Ph.D. Program in Education.** Tsukuba City : University of Tsukuba (brochure).

3. เอกสารภาษาญี่ปุ่น (ปี ค.ศ.)

Kyodo Shuppan. **Kyoiku Roppo, Showa Rokuju-ichi Nendo.** Tokyo : Kabushiki Mitsu Sho Do. 1980.

_____. **Gakko Roppo.** Tokyo : Kabushiki Mitsu Sho Do. 1986.

Monbusho Shuppan Kyoku. **Chugakko Gakushu Shido Yoryo.** Tokyo : Monbusho. 1998.

_____. **Kotogakko Gakushu Shido Yoryo.** Tokyo : Monbusho. 1999.

_____. **Shogakko Gakushu Shido Yoryo Kaisatsu.** Tokyo : Monbusho. 1999.

_____. **Shogakko Gakushu Shido Yoryo Kaisatsu – Rika Hen.** Tokyo : Monbusho. 1999.

Tokyo Shoto. **Chugakko Rika Yo. Atarashi Kagaku 1 Bunya Shita.** Tokyo : Tokyo Shoto Kabushiki Kaisha. 1991.

_____. **Chugakko Rika Yo. Atarashi Kagaku 1 Bunya Ue.** Tokyo : Tokyo Shoto Kabushiki Kaisha. 1990.

_____. **Chugakko Rika Yo. Atarashi Kagaku 2 Bunya Shita.** Tokyo : Tokyo Shoto Kabushiki Kaisha. 1991.

_____. **Chugakko Rika Yo. Atarashi Kagaku 2 Bunya Ue.** Tokyo : Tokyo Shoto Kabushiki Kaisha. 1991.

4. ข้อมูลจากการสืบค้นระบบอินเทอร์เน็ต

WebSite:http://www.ed.gov.pubs.JapanCaseStudy. ผลการสืบค้นของกลุ่มงานการบริการข้อมูลอินเทอร์เน็ต, สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 3 กันยายน 2542.

ที่ปรึกษา ดร. รุ่ง แก้วแดง
เลขาธิการคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ
ดร. ชินภัทร ภูมิรัตน
ผู้อำนวยการสำนักพัฒนานโยบาย
และวางแผนการจัดการศึกษา

ผู้วิจัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภูมิศักดิ์ อินทนนท์
รองศาสตราจารย์ ดร. ฉันทนา จันทร์บรรจง
Dr. Shuichi Sugi

บรรณาธิการ ดร. มรกต ศรีสุข

ผู้ประสานงาน นางสาวปารเมนทร คูรัตน์
นางสาวจันทิมา ศุภรพงศ์
นางสุวรรณ ฤทธิ์อาจ