

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องจากเอกสาร ตำรา และงานวิจัย ซึ่งจะเป็นประโยชน์และทำให้การวิจัยครั้งนี้บรรลุตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ โดยแยกหัวข้อดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรและการพัฒนาหลักสูตร
 - 1.1 ความหมายของหลักสูตร
 - 1.2 องค์ประกอบของหลักสูตร
 - 1.3 แนวคิดและรูปแบบการพัฒนาหลักสูตร
 - 1.4 แนวคิดและรูปแบบการประเมินหลักสูตร
2. ธรรมชาติและลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์
3. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
4. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
5. ทฤษฎีการเรียนรู้และกระบวนการเรียนการสอนที่ใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
6. การใช้พลังงานอย่างเป็นมิตรกับธรรมชาติ
 - 6.1 สถานการณ์พลังงาน
 - 6.2 พลังงาน
 - 6.3 มนุษย์กับการใช้พลังงาน
 - 6.4 ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการใช้พลังงาน
 - 6.5 การแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการใช้พลังงาน
 - 6.6 การอยู่ร่วมกันของมนุษย์กับธรรมชาติ
7. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
8. จิตสำนึก
9. แนวคิดเกี่ยวกับการวิจัยและพัฒนา
10. กรอบแนวคิดในการวิจัย

หลักสูตรและการพัฒนาหลักสูตร

1. ความหมายของหลักสูตร

คำว่า “หลักสูตร” (Curriculum) ปรากฏในสหรัฐอเมริกาครั้งแรกราวปี ค.ศ. 1820 ซึ่งมาจากคำในภาษาลาตินว่า Corere แปลว่า “ทางวิ่ง” หรือ “ลู่วิ่งที่นักวิ่งเข้าสู่เส้นชัย” (Wiles & Bondi, 2007, pp. 2-3) นักการศึกษาได้ให้ความหมายของหลักสูตรไว้อย่างหลากหลาย ขึ้นอยู่กับทัศนะ ความเชื่อ แนวคิด และปรัชญาของแต่ละท่าน ซึ่งจำแนกออกได้เป็น 3 แนวทาง ดังนี้

แนวทางที่ 1 หลักสูตร เป็นรายการเนื้อหาวิชาที่จัดสอนในโรงเรียน (Phenix, 1962, p. 64; Hutchin, 1936, p. 82; Beston, 1956, pp. 48-49; Marsh & Willis, 1995, p. 13 cited in Wiles, & Bondi, 2007, p. 3) (Gagne', 1967, p. 21; Johnson, 1967, p. 30 cited in Oliva, 2005, pp. 4-5)

แนวทางที่ 2 หลักสูตร หมายถึง ประสบการณ์ทั้งหมดของผู้เรียน ซึ่งอยู่ภายใต้การอำนวยความสะดวก หรือการจัดการของ โรงเรียนเพื่อเป็นการเพิ่มความรู้ประสบการณ์อย่างมีระบบแก่ผู้เรียนให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข (Smith, Stanley, & Shores, 1957, p. 3; Tyler, 1957, p. 79; Doll, 1970, p. 9 cited in Wiles, & Bondi, 2007, p. 4)

แนวทางที่ 3 หลักสูตร หมายถึง โครงการ แผนการเรียน หรือเป็นรายการที่ทางโรงเรียนกำหนดให้กับเด็ก เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ ความสามารถ และคุณลักษณะที่สอดคล้องกับ ความมุ่งหมายทางการศึกษาที่กำหนด (Taba, 1962, p. 11; Saylox & Alexander, 1974, p. 6 cited in Wiles & Bondi, 2007, p. 4; Oliva, 2005, p. 16)

จากความหมายและนิยามต่าง ๆ ของหลักสูตรดังกล่าวข้างต้นพอที่จะสรุปเป็นความหมายของคำว่า “หลักสูตร” ได้ว่า หลักสูตร หมายถึง มวลประสบการณ์หรือกิจกรรมที่ทางโรงเรียน จัดทำขึ้น เพื่อเป็นการเพิ่มประสบการณ์การเรียนรู้ การเรียนการสอนให้กับผู้เรียน

2. องค์ประกอบของหลักสูตร

องค์ประกอบของหลักสูตรถือว่ามีความสำคัญ ซึ่งจะส่งผลถึงประสิทธิภาพและประสิทธิผลของหลักสูตรด้วย ดังที่ ชำรง บัวศรี (2542, หน้า 8-9) กล่าวว่า หลักสูตรจะต้องมีองค์ประกอบครบครันหาไม่แล้วผู้ใช้หลักสูตรจะไม่สามารถนำหลักสูตรไปใช้ได้อย่างได้ผล นักการศึกษาจึงได้พยายามกำหนดองค์ประกอบที่สำคัญของหลักสูตรไว้ดังนี้

จากแนวคิดของไทเลอร์ (Tyler, 1949, pp. 78-80) แสดงให้เห็นองค์ประกอบของหลักสูตร มี 4 องค์ประกอบ คือ

1. จุดมุ่งหมาย (Aims and Specific Objectives)
2. เนื้อหาวิชา (Content)

3. กิจกรรมและรูปแบบการเรียนการสอน (Learning and Teaching Implies)
4. รายการประเมินผล (Evaluation Program)

Taba (1962, p. 10) กล่าวว่า หลักสูตรไม่ว่าจะมีรูปแบบใดก็ตาม ควรมีองค์ประกอบ

4 ประการด้วยกันคือ

1. วัตถุประสงค์ทั่วไปและวัตถุประสงค์เฉพาะวิชา
2. เนื้อหาวิชา
3. กระบวนการเรียนการสอน
4. การประเมินผลตามหลักสูตร

โบแชมปี (Beauchamp, 1981, p. 192 อ้างถึงใน นนทิ ธาตุทอง, 2551, หน้า 5)

ได้กล่าวถึงองค์ประกอบสำคัญ ซึ่งจะต้องเขียนไว้ในเอกสารหลักสูตร 4 ประการคือ

1. เนื้อหาสาระและวิธีการจัด
2. จุดมุ่งหมายทั่วไป และจุดมุ่งหมายเฉพาะ
3. แนวการนำหลักสูตรไปใช้สอน
4. การประเมินผล

คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552) ได้กำหนดองค์ประกอบของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ดังนี้

1. วิสัยทัศน์
2. จุดหมาย
3. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน
4. คุณลักษณะอันพึงประสงค์
5. มาตรฐานการเรียนรู้
6. ตัวชี้วัด/ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
7. โครงสร้างเวลาเรียน
8. เกณฑ์การวัดประเมินผล

จะเห็นได้ว่า แนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบของหลักสูตรของนักการศึกษาแต่ละท่าน มีความคล้ายคลึงกัน ดังนั้นในการพัฒนาหลักสูตรเพิ่มเติมกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้พลังงานอย่างเป็นมิตรกับธรรมชาติ” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ครั้งนี้ ผู้วิจัย กำหนดองค์ประกอบของหลักสูตรดังนี้ กำหนดการใช้หลักสูตร สภาพปัญหาและความจำเป็น วิสัยทัศน์ หลักการของหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เนื้อหาของหลักสูตร กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดและการประเมินผล

เพื่อให้หลักสูตรที่พัฒนาขึ้นมีองค์ประกอบหลักที่สำคัญครบถ้วน ซึ่งจะทำให้หลักสูตรมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลต่อไป

3. แนวคิดและรูปแบบการพัฒนาหลักสูตร

การพัฒนาหลักสูตรเป็นกระบวนการวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทุกประเภท เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามความมุ่งหมายและจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ และเป็นการวางแผนการประเมินผลให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงในตัวผู้เรียน ว่าได้บรรลุตามความมุ่งหมายและจุดประสงค์จริงหรือไม่ เพื่อผู้ที่มีหน้าที่รับผิดชอบจะได้รู้และคิดเพื่อแก้ไขปรับปรุงต่อไป (ฉันท ชาติทอง, 2550, หน้า 25) ในการวางแผนพัฒนาหลักสูตรนั้นต้องคำนึงถึง สังคม ปรัชญาการศึกษา ผู้เรียน ตลอดจนกระบวนการเรียนรู้ บุคคลที่ทำหน้าที่วางแผนพัฒนาหลักสูตรจะต้องประกอบด้วยบุคคลหลายฝ่ายร่วมมือร่วมใจกันนับแต่ นักการศึกษา นักวิจัย ผู้บริหาร ครูผู้สอน นักเรียน ผู้ปกครอง ชุมชนและนักพัฒนาหลักสูตร เพื่อที่จะให้กระบวนการพัฒนาหลักสูตรดำเนินไปจนบรรลุผลสูงสุด (สุนีย์ ภูพันธ์, 2546, หน้า 156)

รูปแบบของการพัฒนาหลักสูตรส่วนมากจะพัฒนามาจากแนวคิดของนักการศึกษาต่างประเทศ สำหรับแนวคิดและรูปแบบของการพัฒนาหลักสูตรที่ผู้วิจัยใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนาหลักสูตรมีดังนี้

3.1 แนวคิดและรูปแบบการพัฒนาหลักสูตรของไทเลอร์

ไทเลอร์ (Tyler, 1949, p. 99) ได้เสนอแนวคิดพื้นฐานในการพัฒนาหลักสูตรในการวางโครงสร้างหลักสูตร โดยใช้วิธี Means-Ends Approach เป็นหลักการและเหตุผลในการสร้างหลักสูตรที่เรียกว่า “หลักการของไทเลอร์” (Tyler's Rationale) ซึ่งมีหลักเกณฑ์ในการจัดหลักสูตรและการสอนที่เน้นการตอบคำถามที่เป็นพื้นฐาน 4 ประการ คือ

3.1.1 มีจุดมุ่งหมายทางการศึกษาอะไรบ้าง ที่สถาบันการศึกษาจะต้องกำหนดให้ผู้เรียน

3.1.2 มีประสบการณ์ทางการศึกษาอะไรบ้าง ที่สถาบันการศึกษาคควรจัดขึ้นเพื่อช่วยให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้

3.1.3 จะจัดประสบการณ์ทางการศึกษาอะไรบ้าง จึงจะทำให้การสอนมีประสิทธิภาพ

3.1.4 จะประเมินผลประสิทธิภาพของประสบการณ์การศึกษาอย่างไร จึงจะตัดสินใจได้ว่าถึงจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้

จากแนวคิดดังกล่าวอาจพอสรุปเป็นกระบวนการพัฒนาหลักสูตรที่ประกอบด้วยขั้นตอนต่อไปนี้

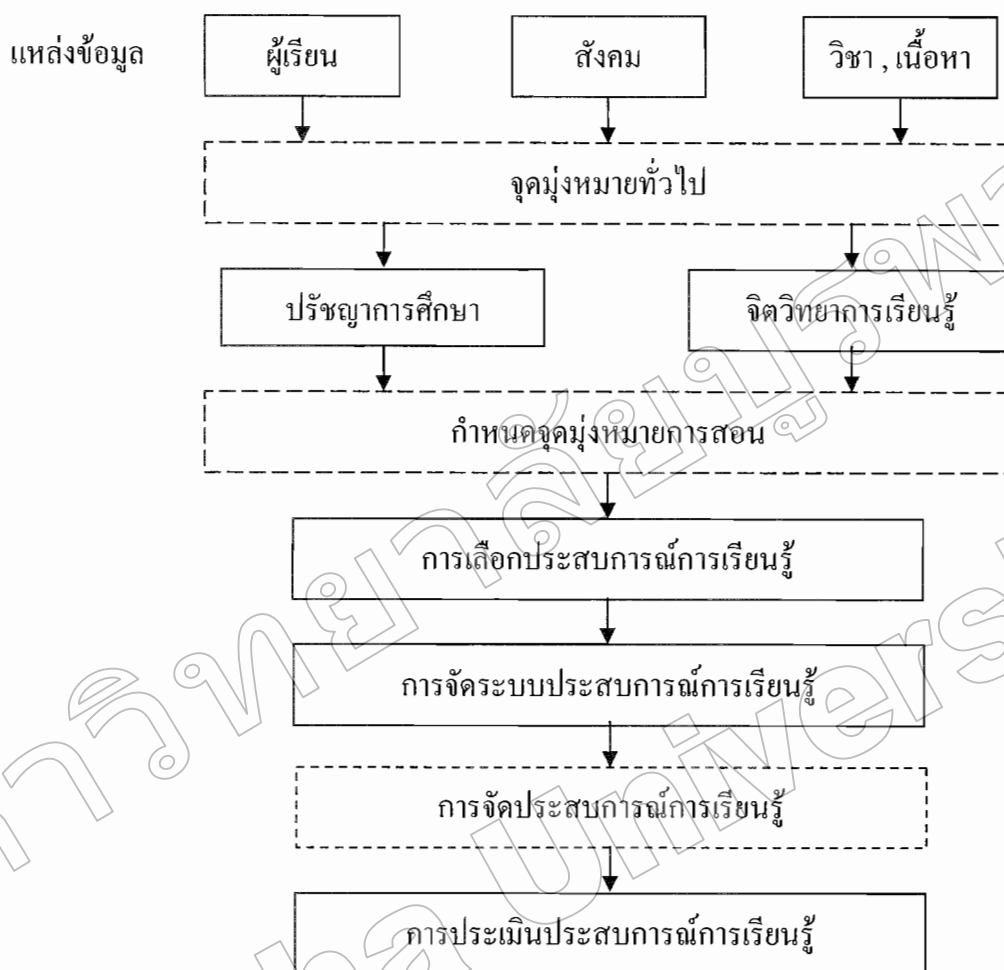
ขั้นตอนที่ 1 กำหนดจุดมุ่งหมายของหลักสูตรเริ่มด้วยการกำหนดจุดมุ่งหมายชั่วคราว โดยอาศัยข้อมูลจากการศึกษาสังคม แนวคิดของนักวิชาการ ศึกษาตัวผู้เรียน ปรัชญาของสังคม ปรัชญาการศึกษา และทฤษฎีการเรียนรู้ จุดมุ่งหมายที่ได้ในขั้นนี้บางครั้งมีมากเกินไปที่จะจัดเข้าไว้ในหลักสูตร ได้ทั้งหมดจึงควรมีการเลือกจุดมุ่งหมายข้อที่สำคัญ และสามารถปฏิบัติได้จริง โดยพิจารณาจากหลักจิตวิทยาการเรียนรู้และหลักปรัชญา

ขั้นตอนที่ 2 การเลือกประสบการณ์การเรียนรู้ เป็นการกำหนดเนื้อหาวิชาหรือ ประสบการณ์ที่จะให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายแน่นอนที่ตั้งไว้

ขั้นตอนที่ 3 การประเมินผลเป็นวิธีการที่จะทำการตรวจสอบว่าผู้เรียนได้บรรลุวัตถุประสงค์เพียงใด หลังจากที่ได้รับประสบการณ์ตามหลักสูตรแล้ว

จากรูปแบบการพัฒนาหลักสูตรและการสอนของไทเลอร์ (Tyler, 1949, p. 99) เมื่อได้ศึกษาวิเคราะห์แล้วพบว่า การพัฒนาหลักสูตรของกระทรวงศึกษาธิการมีส่วนคล้ายกับวิธีการของ ไทเลอร์มาก เช่น การกำหนดจุดประสงค์ของหลักสูตร ไทเลอร์ได้ใช้สังคมปัจจุบันเป็นพื้นฐาน และการจัดการศึกษาของเราในปัจจุบันนี้ได้ทำการศึกษาวิเคราะห์สังคม จนสรุปออกมาเป็นแนวคิด ในการจัดการศึกษาว่าเป็น “การศึกษาเพื่อพัฒนาคนและทำประโยชน์ให้สังคม” แนวคิดของ ไทเลอร์ได้สนับสนุนให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการพัฒนาหลักสูตร และกระบวนการเรียนการสอน และนอกจากนี้การพัฒนาหลักสูตรจะต้องคำนึงถึงสภาพแวดล้อมภายนอกที่สัมพันธ์กับการเรียนรู้ของผู้เรียนอีกด้วย

จากขั้นตอนการพัฒนาหลักสูตรของไทเลอร์ สามารถเขียนเป็นแผนภาพได้ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 2 กระบวนการพัฒนาหลักสูตรของไทเลอร์ (Taba, 1962)

3.2 แนวคิดและรูปแบบการพัฒนาหลักสูตรของทาบา

ทาบา (Taba, 1962, pp. 12-13) ได้เสนอแนวคิดในการจัดการหลักสูตร โดยเอาวิธีการที่เรียกกันว่าวิธีระดับล่างสู่ระดับบนเป็นแนวทางในการพัฒนาหลักสูตร กล่าวคือ หลักสูตรควรจะออกแบบและกำหนดจากผู้สอนมากกว่าที่จะกำหนดจากเจ้าหน้าที่ระดับสูง ทาบาได้กำหนดกระบวนการในการพัฒนาหลักสูตร ดังนี้

3.2.1 ศึกษาวิเคราะห์ความต้องการ สำรวจสภาพปัญหาความต้องการ และความจำเป็นต่าง ๆ ของสังคมและผู้เรียน

3.2.2 กำหนดจุดมุ่งหมาย กำหนดจุดประสงค์ให้ชัดเจนหลังจากที่ได้ศึกษาวิเคราะห์ความต้องการแล้ว

3.2.3 เลือกเนื้อหาสาระ จุดมุ่งหมายที่กำหนดแล้วจะมีส่วนช่วยในการเลือกเนื้อหาสาระ ซึ่งนอกจากจะต้องให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย วัตถุประสงค์ และความสามารถของผู้เรียนแล้ว ยังต้องมีความน่าเชื่อถือได้ และมีความสำคัญต่อการเรียนรู้ด้วย

3.2.4 จัดรวบรวมเนื้อหาสาระ เนื้อหาสาระที่เลือกได้ยังต้องนำมาจัดลำดับ โดยคำนึงถึงความต่อเนื่อง และความยากง่ายของเนื้อหา วุฒิภาวะ ความสามารถ และความสนใจของผู้เรียน

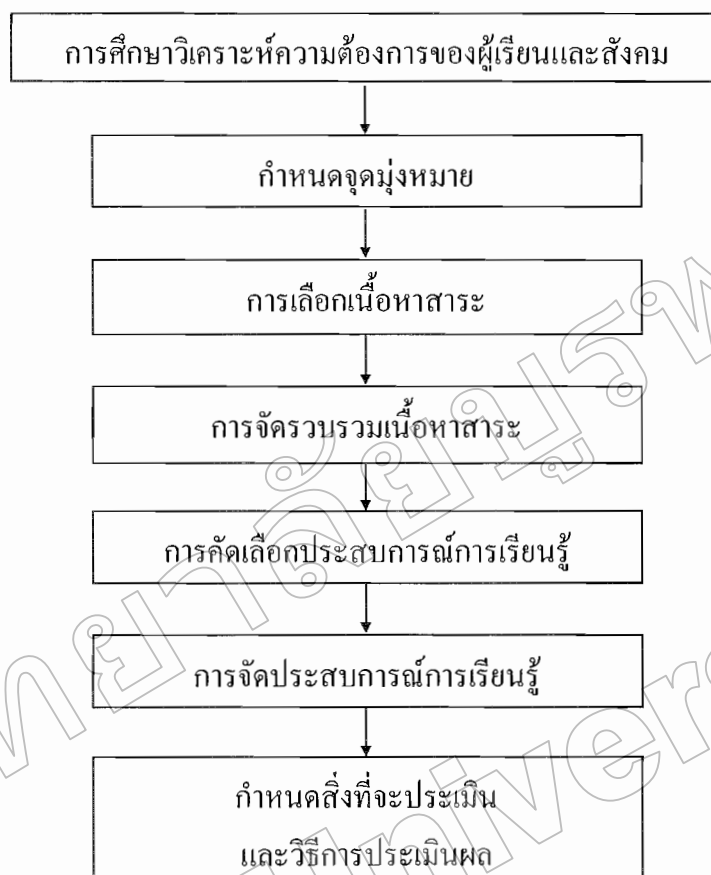
3.2.5 คัดเลือกประสบการณ์การเรียนรู้ ครูผู้สอนหรือผู้ที่เกี่ยวข้องจะต้องคัดเลือกประสบการณ์การเรียนรู้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาวิชา และจุดมุ่งหมายของหลักสูตร

3.2.6 จัดประสบการณ์การเรียนรู้ ประสบการณ์การเรียนรู้ควรจัดโดยคำนึงถึงเนื้อหาสาระ และจุดมุ่งหมายของหลักสูตร

3.2.7 กำหนดสิ่งที่จะประเมิน และวิธีการประเมินผล คือการตัดสินใจว่าจะต้องประเมินอะไร เพื่อตรวจสอบผลว่าบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ และกำหนดด้วยว่าจะใช้วิธีประเมินผลอย่างไร ใช้เครื่องมืออะไร

จากแนวคิดของทาบ (Taba, 1962, pp. 12-13) จะเห็นได้ว่ามีแนวคิดที่คล้ายกับแนวคิดในการพัฒนาหลักสูตรของ ไทเลอร์ แต่ในขณะที่ ไทเลอร์ให้ความสำคัญต่อการกำหนดจุดมุ่งหมายของหลักสูตร ซึ่งจะเป็นหลักในการเลือกและจัดประสบการณ์การเรียนรู้และประเมินผล ทาบกลับให้ความสำคัญต่อการคัดเลือก และการจัดเนื้อหาสาระและประสบการณ์ และเชื่อว่าผู้สอนซึ่งเป็นผู้ใช้หลักสูตรควรมีส่วนร่วมในการพัฒนาหลักสูตร

จากขั้นตอนแนวคิดในการพัฒนาหลักสูตรของทาบ สามารถเขียนเป็นแผนภาพได้ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 กระบวนการพัฒนาหลักสูตรของทาบ (Taba, 1962)

3.3 แนวคิดและรูปแบบการพัฒนาหลักสูตรของเซเลอร์ อเล็กซานเดอร์ และเลวิส เซเลอร์, อเล็กซานเดอร์ และเลวิส (Saylor, Alexander, & Lewis, 1981, p. 30 cited in Oliva, 2005, pp. 135-137) เซเลอร์ต่างร่วมกันคิดรูปแบบการพัฒนาหลักสูตร ซึ่งมีขั้นตอนในการพัฒนาหลักสูตร ดังนี้

3.3.1 การกำหนดเป้าประสงค์และจุดประสงค์ (Goals and Objectives) นักพัฒนาหลักสูตรต้องเริ่มจากเป้าประสงค์ทางการศึกษาซึ่งเป็นหลักกว้าง ๆ ก่อน จากนั้นจึงกำหนดจุดประสงค์เฉพาะที่ต้องการให้บรรลุผลเป้าประสงค์หลักนั้น ๆ โดยพยายามให้เป้าประสงค์ทางการศึกษาคงครอบคลุม 4 ประเด็น คือ พัฒนาการส่วนบุคคล สมรรถภาพทางสังคม ทักษะการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง และความเชี่ยวชาญเฉพาะทาง

3.3.2 การออกแบบหลักสูตร (Curriculum Designing) เป็นขั้นของการตัดสินใจเกี่ยวกับรูปแบบหลักสูตร โดยอาศัยหลักวิชาการต่าง ๆ ภายใต้ความรับผิดชอบของนักพัฒนาหลักสูตร พร้อมทั้งพิจารณาปัจจัยแวดล้อมทางด้านการเมืองและสังคมประกอบการตัดสินใจ เพื่อให้ได้รูปแบบที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

3.3.3 การนำหลักสูตรไปใช้ (Curriculum Implementation) ก็คือขั้นสอนหรือกิจกรรมการเรียนการสอนนั่นเอง ในส่วนนี้ผู้ที่มีบทบาทมากคือผู้สอน ซึ่งจะพิจารณาเอกสารหลักสูตรและเอกสารประกอบหลักสูตร แล้วตัดสินใจเลือกรูปแบบการสอน กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการสอน ซึ่งตัวเอกสารหลักสูตรควรระบุแนวทางให้ผู้สอนเกิดความเข้าใจ พร้อมทั้งให้อิสระ และความยืดหยุ่นแก่ผู้สอนและผู้เรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

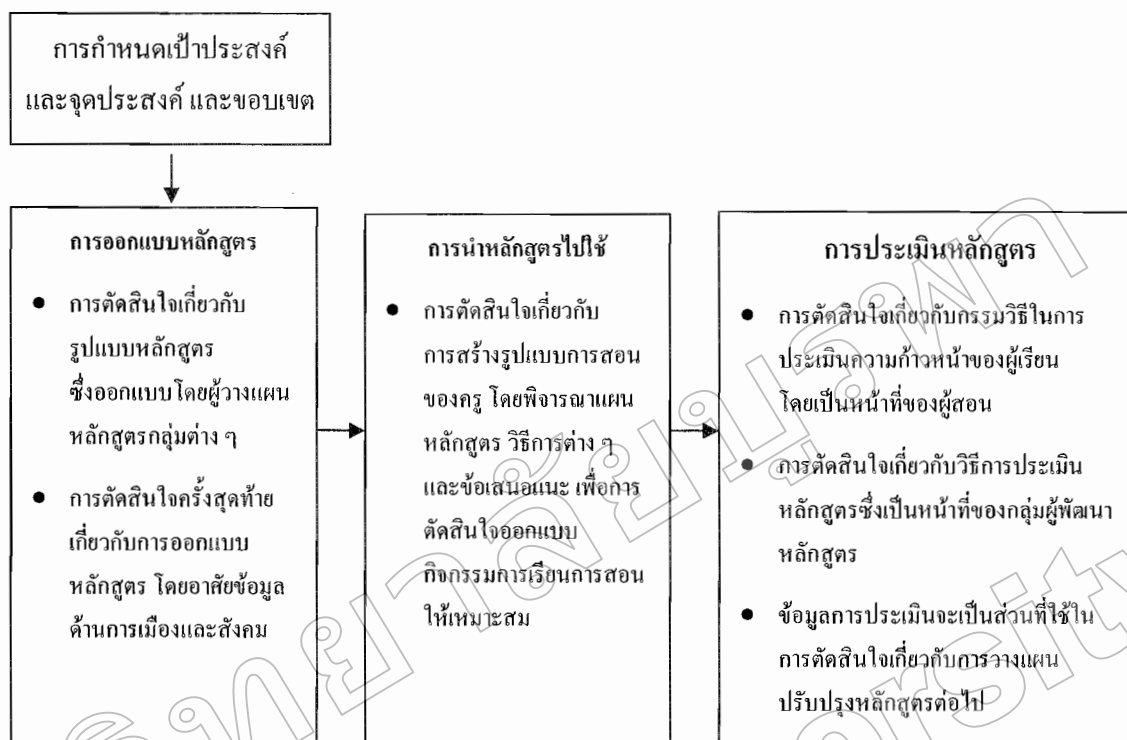
3.3.4 การประเมินหลักสูตร (Curriculum Evaluation) เป็นขั้นตอนที่เป็นความรับผิดชอบของผู้บริหารโรงเรียน ผู้สอน และนักพัฒนาหลักสูตร โดยมี 2 ส่วน

ส่วนที่ 1 การประเมินผลการจัดการศึกษาของสถานศึกษา (รวมทั้งเป้าหมายและจุดประสงค์) การประเมินประสิทธิภาพการสอน และการประเมินผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน เป็นต้น

ส่วนที่ 2 การประเมินหลักสูตร เป็นกระบวนการประเมินที่นักพัฒนาหลักสูตรจะพิจารณาว่า การนำหลักสูตรไปใช้มีประสิทธิภาพเพียงใด มีผลสำเร็จระดับใด

อนึ่ง เซเลอร์ และคณะต่างย้าถึงรูปแบบที่พัฒนาขึ้นว่า เป็นรูปแบบที่เน้นกระบวนการวางแผนหลักสูตรด้วยรูปแบบเป็นหมู่คณะที่บรรยายองค์ประกอบของระบบหลักสูตร อันได้แก่ กระบวนการกำหนดเป้าประสงค์และจุดประสงค์ของสถาบันการศึกษา

จากขั้นตอนการพัฒนาหลักสูตรของเซเลอร์ อเล็กซานเดอร์ และเลวีส์ สามารถเขียนเป็นแผนภาพได้ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 กระบวนการพัฒนาหลักสูตรของเซเลอร์ อเล็กซานเดอร์ และเลวิส (Saylor, Alexander, & Lewis, 1981, p. 30 cited in Oliva, 2005, pp. 136)

3.4 แนวคิดและรูปแบบการพัฒนาหลักสูตรของโอลิวา

โอลิวา (Oliva, 2005, pp. 138-141) ได้พัฒนารูปแบบการพัฒนาหลักสูตร โดยอาศัยเกณฑ์ 3 ข้อ คือ 1) ต้องเป็นรูปแบบที่เข้าใจง่าย 2) ครอบคลุม และ 3) เป็นระบบ ในปี ค.ศ. 1976 โอลิวาได้พัฒนารูปแบบ ซึ่งแสดงถึงองค์ประกอบที่สำคัญในการพัฒนาหลักสูตร และต่อมาในปี ค.ศ. 1982 เขาได้ขยายรูปแบบดังกล่าวให้มีรายละเอียดมากขึ้นเพื่อเพิ่มความกระชับดังแสดงในภาพที่ 5 ตามรูปแบบที่ได้ปรับปรุงขึ้นใหม่ของโอลิวา มีองค์ประกอบที่เป็นลำดับขั้นทั้งสิ้น 12 องค์ประกอบ ดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 การกำหนดจุดหมาย, ปรัชญา และความเชื่อของการศึกษาเกี่ยวกับการเรียน

องค์ประกอบที่ 2 การวิเคราะห์ความต้องการจำเป็นของชุมชนที่สถานศึกษานั้น ๆ อยู่ ความต้องการจำเป็นของผู้เรียนในชุมชน และเนื้อหาวิชาที่จำเป็นต้องสอนในสถานศึกษา

องค์ประกอบที่ 3 การกำหนดเป้าประสงค์ของหลักสูตร (Curriculum Goals) โดยอาศัยข้อมูลจากองค์ประกอบที่ 1 และ 2

องค์ประกอบที่ 4 การกำหนดจุดประสงค์ของหลักสูตร (Curriculum Objectives) โดยอาศัยข้อมูลจากองค์ประกอบที่ 1, 2 และ 3 จะมีลักษณะแตกต่างจากขั้นที่ 3 คือมีลักษณะเฉพาะเจาะจงเพื่อนำไปสู่การประยุกต์ใช้หลักสูตร และการกำหนดโครงสร้างหลักสูตร

องค์ประกอบที่ 5 การจัดการและการใช้หลักสูตร (Organization and Implementation of the Curriculum) เป็นขั้นของการกำหนดโครงสร้างหลักสูตร

องค์ประกอบที่ 6 การกำหนดเป้าประสงค์ของการสอน (Instructional Goals) ของแต่ละระดับ

องค์ประกอบที่ 7 การกำหนดจุดประสงค์ของการสอน (Instructional Objectives) ของแต่ละวิชา

องค์ประกอบที่ 8 การเลือกกลวิธีการสอน (Selection of Strategies) เป็นการเลือกกลวิธีการสอนที่เหมาะสมกับนักเรียนของตน

องค์ประกอบที่ 9 การเลือกเทคนิควิธีการประเมินผลแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ 1) การเลือกเทคนิคการประเมินผลก่อนสอน (Preliminary Selection of Evaluation Techniques) และ 2) การเลือกเทคนิคการประเมินผลหลังจากกิจกรรมการเรียนการสอนสิ้นสุด (Final Selection of Evaluation Techniques)

องค์ประกอบที่ 10 ประยุกต์ใช้กลวิธีการสอนที่กำหนดไว้ในองค์ประกอบที่ 8

องค์ประกอบที่ 11 การประเมินผลการสอน (Evaluation of Instruction) เป็นการประเมินผลการสอน เมื่อการสอนสิ้นสุด

องค์ประกอบที่ 12 การประเมินหลักสูตร (Evaluation of Curriculum) เป็นองค์ประกอบขั้นสุดท้ายที่ทำให้วงจรสมบูรณ์ ก็คือการประเมินผลที่มีใช้ประเมินผู้เรียนและผู้สอน หากแต่เป็นการประเมินหลักสูตรการศึกษานั้น ๆ

จะเห็นได้ว่า องค์ประกอบที่ 1-4 เป็นส่วนของการวางแผนในการออกแบบการพัฒนาหลักสูตร และองค์ประกอบที่ 6-9 เป็นส่วนของการวางแผนในการออกแบบการสอน ในขณะที่องค์ประกอบที่ 10-12 เป็นส่วนของการปฏิบัติการ และในองค์ประกอบที่ 5 เป็นทั้งการวางแผนและปฏิบัติการ

จากการศึกษาเอกสารตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดและรูปแบบการพัฒนาหลักสูตรดังกล่าวมาแล้วข้างต้น ผู้วิจัยได้นำมาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาหลักสูตรเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพกับธรรมชาติ” สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- การศึกษาค้นคว้าและสำรวจข้อมูลพื้นฐาน
- การสร้างหลักสูตร
- การทดลองใช้หลักสูตร
- การประเมินผลและการปรับปรุงหลักสูตร

4. แนวคิดและรูปแบบในการประเมินหลักสูตร

การประเมินหลักสูตรเป็นการพิจารณาทบทวนเกี่ยวกับคุณภาพของหลักสูตร โดยใช้ผลจากการวัดในแง่มุมต่าง ๆ มาพิจารณาร่วมกัน เช่น เอกสารหลักสูตร วัสดุหลักสูตร กระบวนการเรียนการสอน ผลการเรียนรู้ของนักเรียน ความคิดเห็นของผู้ใช้หลักสูตร และความคิดเห็นของผู้ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจะทำให้ทราบว่า หลักสูตรที่พัฒนาขึ้นมานั้นมีจุดดีหรือจุดด้อยตรงไหนบ้าง เมื่อนำแนวทางการจัดการศึกษาที่ระบุไว้ในหลักสูตร ไปปฏิบัติแล้ว บรรลุผลตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้หรือไม่เพียงใด มีปัญหาหรืออุปสรรคอะไรบ้าง และผลจากการประเมินจะใช้เป็นข้อมูลในการแก้ไข ปรับปรุงพัฒนา หรือเปลี่ยนแปลงหลักสูตรต่อไป

การประเมินหลักสูตรควรดำเนินการเป็นระยะ ๆ ทั้งนี้เนื่องจากข้อบกพร่องหรือข้อผิดพลาดของหลักสูตร อาจมีสาเหตุมาจากหลายปัจจัยที่ต่างกัน และเกิดขึ้นในระยะเวลาต่างกัน เช่น อาจมีสาเหตุมาจากตอนจัดทำ หรือยกร่างหลักสูตร ทำให้ตัวหลักสูตรมีคุณภาพไม่ดี หรือไม่สอดคล้องกับปัญหาและความต้องการของผู้เรียนและสังคมที่เปลี่ยนแปลงไป หรืออาจมีสาเหตุมาจากตอนนำหลักสูตรไปใช้ เป็นต้น การประเมินหลักสูตรที่ดีจึงต้องตรวจสอบเป็นระยะเพื่อลดปัญหาที่อาจเกิดขึ้น (สุนีย์ ภูพันธ์, 2546, หน้า 251; โจทิพย์ เชื้อรัตนพงษ์, 2539, หน้า 193)

โดยทั่วไปการประเมินหลักสูตรจะแบ่งออกเป็น 3 ระยะ คือ

ระยะที่ 1 การประเมินหลักสูตรก่อนนำหลักสูตรไปใช้ (Project Analysis) สามารถทำได้ 2 ลักษณะ คือ

- ประเมินหลักสูตรเมื่อสร้างหลักสูตรฉบับร่างเสร็จแล้ว ก่อนนำหลักสูตรไปใช้จริง ควรมีการตรวจสอบคุณภาพของหลักสูตรฉบับร่าง และองค์ประกอบต่าง ๆ ของหลักสูตร การประเมินหลักสูตรในระยะนี้ต้องอาศัยความเห็นของผู้เชี่ยวชาญทางด้านพัฒนาหลักสูตร ด้านเนื้อหาวิชา ด้านวิชาชีพครู ด้านการวัดผล หรือจะให้ผู้เชี่ยวชาญวิเคราะห์พิจารณาก็ได้
- ประเมินหลักสูตรในขั้นทดลองใช้ เพื่อปรับปรุงแก้ไขส่วนที่ขาดตกบกพร่องหรือเป็นปัญหาให้มีความสมบูรณ์ เพื่อประสิทธิภาพในการนำไปใช้ต่อไป

ระยะที่ 2 การประเมินหลักสูตรระหว่างการดำเนินการใช้หลักสูตร (Formative Evaluation) ในระหว่างที่มีการดำเนินการใช้หลักสูตรที่จัดทำขึ้น ควรมีการประเมินเพื่อตรวจสอบว่า หลักสูตรสามารถนำไปใช้ได้ดีเพียงใด หรือบกพร่องในจุดไหน จะได้แก้ไขให้เหมาะสม

ระยะที่ 3 การประเมินหลักสูตรหลังการใช้หลักสูตร (Summative Evaluation) หลังจากที่มีการใช้หลักสูตรมาแล้วระยะหนึ่ง หรือครบกระบวนการเรียบร้อยแล้ว ควรจะประเมินหลักสูตรทั้งระบบซึ่งได้แก่การประเมินองค์ประกอบด้านต่าง ๆ ของหลักสูตรทั้งหมด คือ เอกสารหลักสูตร วัสดุหลักสูตร บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการใช้หลักสูตร การบริหารหลักสูตร การนิเทศ กำกับ ติดตาม การจัดกระบวนการเรียนการสอน ฯลฯ เพื่อสรุปผลตัดสินว่าหลักสูตรที่จัดทำขึ้นนั้นควรดำเนินการใช้ต่อไปหรือควรปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น หรือควรยกเลิก (สวินีย์ ภูพันธ์, 2546, หน้า 252) สิ่งที่ต้องประเมินในการประเมินหลักสูตร สามารถแบ่งได้ดังนี้ (ใจทิพย์ เชื้อรัตนพงษ์, 2539, หน้า 195-197)

- การประเมินเอกสารหลักสูตร เป็นการตรวจสอบคุณภาพขององค์ประกอบต่าง ๆ ของหลักสูตรว่า จุดหมาย จุดประสงค์ โครงสร้าง เนื้อหาสาระ และวิธีการวัดและประเมินผล มีความสอดคล้องเหมาะสม ครอบคลุม และถูกต้องตามหลักการพัฒนาหลักสูตรหรือไม่ เพียงใด ภาษาที่ใช้สามารถสื่อสารให้เข้าใจและมีความชัดเจนในการนำไปสู่การปฏิบัติหรือไม่ หลักสูตรที่สร้างขึ้นเหมาะสมกับผู้เรียนกลุ่มเป้าหมายหรือไม่ และสามารถสนองความต้องการของสังคม และผู้เรียนมากน้อยเพียงใด การประเมินเอกสารหลักสูตรมักใช้วิธีการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) และใช้วิธีให้ผู้รู้ ผู้เชี่ยวชาญ หรือผู้ที่เกี่ยวข้องดำเนินการประเมิน นอกจากนี้ยังสามารถใช้วิธีอื่น ๆ เช่น การสัมภาษณ์ การตอบแบบสอบถาม โดยกำหนดรายการและระดับที่ต้องการประเมิน เป็นต้น

- การประเมินการใช้หลักสูตร เป็นการตรวจสอบว่าหลักสูตรสามารถนำไปใช้ได้ดีกับสถานการณ์จริงเพียงใด การจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรทำอย่างไร มีปัญหาอุปสรรคอย่างไร ในการใช้หลักสูตร เพื่อจะได้แก้ไขปรับปรุงให้ดีขึ้น และสามารถนำหลักสูตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีประสิทธิภาพ วิธีการประเมินอาจใช้วิธีการสังเกต สัมภาษณ์ และส่งแบบสอบถามให้ผู้ใช้คือ ครูผู้สอน ผู้บริหาร ผู้เรียน ผู้ปกครอง เป็นต้น การประเมินอาจประเมินการใช้หลักสูตรทั้งหมด หรือประเมินเพียงบางส่วนก็ได้ เช่น ประเมินเฉพาะประสิทธิภาพการสอนของอาจารย์ หรือบรรยากาศการเรียนการสอนในชั้นเรียน เป็นต้น

- การประเมินสัมฤทธิ์ผลของหลักสูตร เป็นการตรวจสอบสัมฤทธิ์ผลของผู้เรียน ซึ่งประกอบด้วยสัมฤทธิ์ผลทางวิชาการ (Academic Achievement) ได้แก่ ความรู้ความสามารถ ในวิชาการต่าง ๆ ที่เรียน และสัมฤทธิ์ผลที่ไม่ใช่ทางวิชาการ (Non-Academic Achievement) ได้แก่ บุคลิกภาพ ความรับผิดชอบ ความสามัคคี ความซื่อสัตย์ เป็นต้น การประเมินสัมฤทธิ์ผลของ

หลักสูตรนั้น นอกจากจะประเมินผู้เรียนที่กำลังศึกษาอยู่แล้ว ยังควรติดตามผลความก้าวหน้าของผู้สำเร็จการศึกษาว่าสามารถนำความรู้ที่ได้ศึกษาเล่าเรียนไปใช้ในการปฏิบัติงานและประสบความสำเร็จในการทำงานหรือศึกษาต่อหรือไม่ เพียงใด มีความรู้และทักษะเพียงพอที่จะแก้ปัญหาและปรับตัวให้อยู่ในสังคมได้ดีหรือไม่ โดยติดตามสอบถามจากผู้เรียน ผู้สำเร็จการศึกษานายจ้างหรือเจ้าของสถานประกอบการ ซึ่งวิธีเก็บข้อมูล ได้แก่ การศึกษาเอกสาร การสัมภาษณ์ การส่งแบบสอบถาม เป็นต้น

- การประเมินระบบหลักสูตร ในการประเมินหลักสูตรหากประเมินแต่ละส่วน อาจทำให้มองเห็นภาพรวมไม่ชัดเจน ไม่ถูกต้อง จึงควรมีการประเมินหลักสูตรทั้งระบบพร้อมกันไป เพราะการประเมินเอกสารหลักสูตร การประเมินการใช้หลักสูตร และการประเมินสัมฤทธิ์ผลของหลักสูตร เป็นสิ่งที่สัมพันธ์เกี่ยวข้องกัน

สำหรับรูปแบบของการประเมินหลักสูตรนั้น มีข้อเสนอไว้หลายรูปแบบ ซึ่งสุนีย์ ภูพันธ์ (2546, หน้า 259-260) และจิตพย์ เชื้อรัตนพงษ์ (2539, หน้า 207-208) แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ รูปแบบการประเมินหลักสูตรที่สร้างเสร็จใหม่ และรูปแบบการประเมินหลักสูตรในระหว่างหรือหลังการใช้หลักสูตร

4.1 รูปแบบการประเมินหลักสูตรที่สร้างเสร็จใหม่ ๆ เป็นการประเมินผลก่อนการนำหลักสูตรไปใช้ ได้แก่ รูปแบบการประเมินหลักสูตรด้วยเทคนิคการวิเคราะห์แบบปุยแซงค์ (Puissance Analysis Technique) ซึ่งมีแนวคิดและรูปแบบ โดยสรุป ดังนี้

วอลเบสเซอร์ (Walbesser) ได้นำหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการเรียนรู้ของกานเย ซึ่งได้แก่รูปแบบการเรียนรู้และพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ผู้เรียนแสดงออกมาให้เห็นได้มาสร้างเป็นตารางวิเคราะห์ปุยแซงค์ และนำแนวคิดของไทเลอร์เกี่ยวกับองค์ประกอบที่สำคัญในการสร้างหลักสูตร ซึ่งมีทั้งหมด 3 ส่วน ที่สัมพันธ์กัน คือ จุดประสงค์ ประสพการณ์การเรียนรู้หรือกิจกรรม การเรียนการสอน และการประเมินผลการเรียนรู้ หรือที่เรียกความสัมพันธ์นี้ว่า ห่วงวงกลมของไทเลอร์ (Tyler Loop) มาวิเคราะห์โดยใช้ตารางวิเคราะห์ปุยแซงค์ วอลเบสเซอร์ ได้นำรูปแบบการเรียนรู้ของกานเย มาดัดแปลงใช้ 6 ประเภท โดยให้ค่าน้ำหนักสำหรับการพิจารณาประเมินหลักสูตรตามความยากง่าย ดังนี้

4.1.1 ความรู้แบบลูกโซ่ เป็นความรู้ที่ทำให้ผู้เรียนสามารถทำอะไรได้เป็นลำดับขั้นตอนที่ต่อเนื่องและระดับความยากสูงขึ้นไปตามลำดับ มีค่าน้ำหนักคะแนนเท่ากับ 1

4.1.2 ความรู้แบบเชื่อมโยง โดยใช้คำพูด เป็นความรู้ที่ทำให้ผู้เรียนสามารถนำลำดับขั้นตอนที่ต่อเนื่องกันมาอธิบายความเชื่อมโยงให้เห็นความเกี่ยวข้องสัมพันธ์ของความรู้ในแต่ละขั้นตอนด้วยคำพูดได้ มีค่าน้ำหนักคะแนนเท่ากับ 2

4.1.3 ความรู้แบบผสมผสาน เป็นความรู้ที่ทำให้ผู้เรียนสามารถผสมผสานความรู้ต่าง ๆ ที่เคยเรียนมา มีค่าน้ำหนักคะแนนเท่ากับ 3

4.1.4 ความรู้แบบแนวคิด เป็นความรู้ที่ทำให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้แบบผสมผสานมาทำให้เกิดแนวคิดหรือสามารถชี้ประเด็น หรือระบุสาระสำคัญของเรื่องที่เรียนได้ถูกต้อง มีค่าน้ำหนักคะแนนเท่ากับ 4

4.1.5 ความรู้แบบหลักการ เป็นความรู้ที่ทำให้ผู้เรียนสามารถผสมผสานแนวคิดหลาย ๆ แนวเข้าด้วยกัน จนทำให้เกิดเป็นหลักการใหม่ ๆ ได้ มีค่าน้ำหนักคะแนนเท่ากับ 5

4.1.6 ความรู้แบบแก้ปัญหา เป็นความรู้ที่ทำให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ต่าง ๆ มาแก้ปัญหอย่างมีประสิทธิภาพ มีค่าน้ำหนักคะแนนเท่ากับ 6

สำหรับพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ผู้เรียนแสดงออกมาให้เห็นได้นั้น กานเข้ กำหนดไว้ 9 ชนิด เรียงลำดับจากพฤติกรรมจากง่ายไปยาก ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ระดับ ดังนี้

ระดับที่ 1 เป็นระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ง่ายที่สุด ประกอบด้วยพฤติกรรม 3 ชนิด แต่ละชนิดมีค่าน้ำหนักคะแนนเท่ากับ 1 ดังนี้

- การบอกชื่อ หรือชื่อ (Name) เพื่อแสดงถึงความสามารถที่จำสิ่งที่เรียนได้ เช่น การเรียกชื่อสิ่งของ ได้ ครูชี้ แล้วเด็กบอกชื่อได้

- การเลือกหรือบอกลักษณะ (Identify) สามารถบอกลักษณะของสิ่งของได้

- การบอกกฎเกณฑ์ (State a Rule) บอกกฎเกณฑ์ที่ท่องไว้ได้ โดยมากเป็นความรู้ขั้นบอกชื่อเท็จจริง มโนคติ หลักการ

ระดับที่ 2 เป็นระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ยากกว่าพฤติกรรมในระดับที่ 1 ประกอบด้วยพฤติกรรม 2 ชนิด แต่ละชนิดมีค่าน้ำหนักคะแนนเท่ากับ 2 ดังนี้

- การจัดลำดับ (Order) เรียงลำดับสิ่งต่าง ๆ หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ได้ถูกต้อง

- การสาธิต (Demonstration) แสดงวิธีการปฏิบัติสิ่งใดสิ่งหนึ่งได้ถูกต้องตามลำดับ

ขั้นตอน

ระดับที่ 3 เป็นระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ยากกว่าทุกระดับ ประกอบด้วยพฤติกรรม 4 ชนิด แต่ละชนิดมีค่าน้ำหนักคะแนนเท่ากับ 3 ดังนี้

- การสร้างสิ่งหนึ่งสิ่งใดขึ้นมา (Construction) สามารถสร้างสิ่งใดสิ่งหนึ่งได้ เช่น การสร้างรูปแบบ การกำหนดวัตถุประสงค์

- การอธิบายหรือบรรยาย (Describe) สามารถอธิบายหรือบรรยายสิ่งใดสิ่งหนึ่งได้ถูกต้องตามกำหนด เช่น บรรยายการประชุมพยาบาลเมื่อถูกสารเคมี

- การจำแนกหรือแยกแยะ (Distinguish) สามารถจำแนกแยกแยะประเภทของสิ่งของหรือเหตุการณ์ได้ เช่น จันทรูปราคา สุริยุปราคา

- การประยุกต์ใช้กฎเกณฑ์ (Apply a Rule) การเรียนรู้กฎเกณฑ์แล้วนำไปประยุกต์ใช้ได้ตามหลักการเรียนรู้ของกานเย่ ความรู้หรือพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ยากหรืออยู่ในอันดับที่สูงจะเป็นความรู้หรือพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ลึกซึ้ง และสามารถนำสิ่งที่เรียนไปใช้ให้เป็นประโยชน์ได้มาก ดังนั้นหลักสูตรใดที่มุ่งสอนให้ผู้เรียนมีความรู้และพฤติกรรมเรียนรู้ชั้นสูง ๆ ได้ หลักสูตรนั้นนับว่าเป็นหลักสูตรที่มีคุณภาพดี

ตารางวิเคราะห์ปุ๋ยแซงค์ มีลักษณะ ดังนี้

ตารางที่ 1 ตารางวิเคราะห์ปุ๋ยแซงค์

| พฤติกรรมการเรียนรู้ | รูปแบบของความรู้ | | | | | |
|------------------------|------------------|------------------|----------------|---------------|----------------|-----------------|
| | ลูกโซ่ (1) | เชื่อมโยง (2) | ผสมผสาน (3) | แนวคิด (4) | หลักการ (5) | แก้ปัญหา (6) |
| บอกชื่อ/ จี๋ (1) | | | | | | |
| เลือก/ บอกลักษณะ (1) | | | | | | |
| บอกกฎเกณฑ์ (1) | | | | | | |
| จัดลำดับ (2) | | | | | | |
| สาริต (2) | | | | | | |
| สร้าง (3) | | | | | | |
| อธิบาย/ บรรยาย (3) | | | | | | |
| จำแนก/ แยกแยะ (3) | | | | | | |
| ประยุกต์ใช้กฎเกณฑ์ (3) | | | | | | |

ขั้นตอนการประเมิน

ขั้นที่ 1 นำองค์ประกอบของหลักสูตร ได้แก่ จุดประสงค์ กิจกรรมการเรียนการสอน และการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้ที่รวบรวมได้ทั้งหมดจากหลักสูตร มาวิเคราะห์ว่าแต่ละข้อของแต่ละองค์ประกอบเป็นความรู้ในลักษณะหรือแบบใด และพฤติกรรมเรียนรู้ที่นั้นอยู่ในลำดับหรือขั้นตอนไหน

ขั้นที่ 2 นำจุดประสงค์ กิจกรรมการเรียนการสอน และการวัดผลประเมินผล ที่วิเคราะห์แล้วไปใส่ในตารางวิเคราะห์แบบปุ๋ยแซงค์

ขั้นที่ 3 คำนวณค่าน้ำหนักคะแนนในแต่ละช่องของตารางวิเคราะห์ ใช้สูตร

$$\text{น้ำหนักของแต่ละช่อง} = \text{น้ำหนักของรูปแบบความรู้} \times \text{น้ำหนักของพฤติกรรมการเรียนรู้} \\ \times \text{จำนวนข้อในช่องนั้น}$$

ขั้นที่ 4 ใช้สูตรของปุยแซงค์คำนวณหาค่าคุณภาพของหลักสูตร จากสูตร

$$P.M. = \frac{\text{ผลบวกของน้ำหนักของทุกช่องในตารางปุยแซงค์}}{\text{จำนวนข้อที่นำมาวิเคราะห์}}$$

P.M. แทน คุณภาพของหลักสูตร ย่อมาจาก The Puissance Measure

ขั้นที่ 5 นำผลที่คำนวณได้มาแปลผล โดยมีเกณฑ์ที่ใช้การแปลผล ดังนี้

ค่า P.M. ตั้งแต่ 1-3.99 หมายถึง หลักสูตรมีคุณภาพต่ำหรือควรแก้ไข

ค่า P.M. ตั้งแต่ 4-9.99 หมายถึง หลักสูตรมีคุณภาพปานกลางหรือใช้ได้

ค่า P.M. ตั้งแต่ 10-18 หมายถึง หลักสูตรมีคุณภาพสูงหรือดีมาก

ใจทิพย์ เชื้อรัตนพงษ์ (2539, หน้า 221-222) แสดงความคิดเห็นว่า ข้อดีของการประเมินผลหลักสูตรวิธีนี้ คือ

- สามารถประเมินหลักสูตรเพื่อทราบคุณภาพของหลักสูตรโดยรวม คือ ประเมินจุดประสงค์ กิจกรรมการเรียนการสอน และการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้ร่วมกันได้

- สามารถแยกประเมินองค์ประกอบแต่ละส่วน เพื่อดูว่าองค์ประกอบใดมีคุณภาพอย่างไรได้ เพื่อจะได้ปรับปรุงในเรื่องนั้น ๆ ให้ดีขึ้น

- เป็นวิธีที่ใช้สูตรไม่ซับซ้อน จึงง่ายต่อการคำนวณ

สำหรับข้อด้อยของวิธีนี้ คือ

- การวิเคราะห์องค์ประกอบทั้ง 3 ส่วนของหลักสูตรว่าจะมีรูปแบบความรู้หรือพฤติกรรมการเรียนรู้ใดบ้างในตารางวิเคราะห์แบบปุยแซงค์ค่อนข้างยาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากหลักสูตรเขียนไว้ไม่ละเอียดและชัดเจน

- ผู้ประเมินอาจมองข้ามหน่วยย่อย ๆ ที่สำคัญในแต่ละองค์ประกอบทำให้ไม่ได้นำมาวิเคราะห์ในตาราง

4.2 รูปแบบการประเมินหลักสูตรในระหว่างหรือหลังการใช้หลักสูตร สามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อย ๆ ได้เป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

4.2.1 รูปแบบการประเมินหลักสูตรที่ยึดจุดมุ่งหมายเป็นหลัก (Goal Attainment Model) เป็นรูปแบบการประเมินที่จะประเมินว่าหลักสูตรมีคุณค่ามากน้อยเพียงใด โดยพิจารณาจากจุดมุ่งหมายเป็นหลัก กล่าวคือ พิจารณาว่าผลที่ได้รับเป็นไปตามจุดมุ่งหมายหรือไม่ เช่น รูปแบบการประเมินหลักสูตรของไทเลอร์ และรูปแบบการประเมินหลักสูตรของแฮมมอนด์

4.2.1.1 รูปแบบการประเมินหลักสูตรของไทเลอร์ (Tyler, 1949, pp. 104-125) ตามแนวคิดของไทเลอร์ การศึกษา คือ การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ดังนั้น การประเมินหลักสูตรจึงเป็นการตรวจสอบว่า พฤติกรรมของผู้เรียนที่เปลี่ยนแปลงไป เป็นไปตามจุดมุ่งหมายที่ได้ตั้งไว้หรือไม่ โดยการศึกษารายละเอียดขององค์ประกอบของกระบวนการจัดการศึกษา 3 ส่วน คือ จุดมุ่งหมายทางการศึกษา การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ และสัมฤทธิ์ผลของผู้เรียน

ไทเลอร์เชื่อว่าจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้อย่างชัดเจน รัดกุม และจำเพาะเจาะจงจะเป็นแนวทางในการประเมินผลในภายหลัง ดังนั้น พื้นฐานของการจัดหลักสูตร คือ ผู้จัดทำหลักสูตรจะต้องสามารถวางจุดมุ่งหมายที่ชัดเจนว่าต้องการให้ผู้เรียนเปลี่ยนหรือมีพฤติกรรมเมื่อเรียนจบหลักสูตรแล้วอย่างไร และพยายามจัดประสบการณ์การสอนเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเปลี่ยนพฤติกรรมไปตามที่ต้องการ บทบาทของการประเมินหลักสูตรจึงอยู่ที่การตรวจสอบว่าหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอนทำให้นักเรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้หรือไม่ เพียงใด ดังนั้นการประเมินหลักสูตรจึงเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนการสอนและการประเมินคุณค่าของหลักสูตรด้วย

ขั้นตอนของการเรียนการสอนและการประเมินผล สรุปเป็นข้อ ๆ ได้ดังนี้

- กำหนดจุดมุ่งหมายของการศึกษา โดยเขียนจุดมุ่งหมายให้ชัดเจน และบ่งบอกถึงพฤติกรรมที่ต้องการให้บรรลุ
- กำหนดเนื้อหาหรือประสบการณ์ทางการศึกษาที่จะช่วยให้ผู้เรียนบรรลุตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ และเลือกวิธีการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหา
- จัดหา คัดแปลง หรือสร้างเครื่องมือประเมิน แล้วพัฒนาให้มีคุณภาพ คือ มีความเป็นปรนัย มีความเชื่อมั่น และมีความเที่ยงตรง สามารถนำไปใช้วัดได้ตามจุดประสงค์
- ทดสอบผลสัมฤทธิ์ของหลักสูตร

ผลจากการประเมินหลักสูตรสามารถนำไปใช้เพื่อ

- ตัดสินว่าจุดมุ่งหมายของการศึกษาที่ตั้งไว้ในรูปของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมนั้นประสบผลสำเร็จหรือไม่ ส่วนที่ประสบความสำเร็จเก็บไว้ใช้ต่อไป ส่วนที่ไม่ประสบความสำเร็จต้องปรับปรุงแก้ไขต่อไป

- ประเมินค่าความก้าวหน้าทางการศึกษาของกลุ่มประชากรขนาดใหญ่ เพื่อให้สาธารณชนได้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือและเข้าใจปัญหาความต้องการของการศึกษา และเพื่อใช้ข้อมูลนั้นเป็นแนวทางในการปรับปรุงนโยบายทางการศึกษาที่คนส่วนใหญ่เห็นด้วย

4.2.1.2 รูปแบบการประเมินหลักสูตรของแฮมมอนด์ (ใจทิพย์ เชื้อรัตนพงษ์, 2539, หน้า 227-231; สุนีย์ ภูพันธ์, 2546, หน้า 272-273) แฮมมอนด์มีแนวคิดในการประเมินหลักสูตร โดยมีส่วนที่ยึดจุดประสงค์เป็นหลักคล้ายส่วนของไทเลอร์ แต่เขาได้เสนอแนวคิดต่างไปจากไทเลอร์โดยกล่าวว่า การประเมินผลควรจะประเมินองค์ประกอบต่าง ๆ ในรูปของปฏิสัมพันธ์ของมิติต่าง ๆ ที่อยู่ในสภาวะแวดล้อมทางการศึกษาซึ่งประกอบด้วย 3 มิติใหญ่ ๆ แต่ละมิติจะประกอบด้วยตัวแปรที่สำคัญ ๆ อีกหลายตัวแปรความสำเร็จของหลักสูตรขึ้นอยู่กับปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในมิติต่าง ๆ เหล่านี้ มิติทั้ง 3 ได้แก่

4.2.1.2.1 มิติด้านการสอน ประกอบด้วยตัวแปรสำคัญ 5 ตัวแปร คือ

- การจัดชั้นเรียนและตารางสอน เป็นเรื่องของการจัดครูและนักเรียนให้พบกัน และดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งการจัดส่วนนี้ต้องคำนึงถึงเวลาและสถานที่ คือ การกำหนดช่วงเวลาต้องคำนึงถึงธรรมชาติของผู้เรียนและลักษณะวิชาว่าควรจัดวิชาใดก่อนหลัง ในตารางสอน นอกจากนี้การแบ่งกลุ่มนักเรียนและลักษณะการเลื่อนชั้นสูงขึ้นไป อาจจัดเป็นระดับชั้นเรียงลำดับตามความยากง่าย หรือไม่แบ่งชั้น หรือผสมผสานทั้ง 2 แบบ

- เนื้อหาวิชา ต้องจัดให้เหมาะสมกับระดับวุฒิภาวะของผู้เรียนและชั้นเรียนแต่ละระดับ

- วิธีการ การออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอน ควรคำนึงถึงองค์ประกอบ 4 ประการ คือ การให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม การให้ข้อมูลย้อนกลับทันที การให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์แห่งความสำเร็จ และการแบ่งและจัดลำดับขั้นตอนการเรียนรู้ทีละน้อย

- สิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ได้แก่ สถานที่ อุปกรณ์ เครื่องมือและอุปกรณ์พิเศษ ห้องปฏิบัติการ วัสดุสิ้นเปลืองต่าง ๆ รวมถึงสิ่งที่มีผลต่อการใช้หลักสูตรและการสอนด้านอื่น ๆ

4.2.1.2.2 มิติด้านสถาบัน ประกอบด้วยตัวแปรที่ควรคำนึงถึง 5 ตัวแปร คือ

- นักเรียน มีองค์ประกอบที่ต้องคำนึงถึง ได้แก่ อายุ เพศ ระดับชั้นที่กำลังศึกษาความสนใจ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สุขภาพกายและสุขภาพจิต ภูมิหลังทางครอบครัว

- ครู มีองค์ประกอบที่ต้องคำนึงถึง ได้แก่ อายุ เพศ วุฒิสถิตทางการศึกษา ประสบการณ์การสอน เงินเดือน กิจกรรมที่ทำเวลาว่าง การฝึกอบรมเพิ่มเติมเกี่ยวกับการใช้หลักสูตรในช่วงเวลา 1-3 ปี ความพึงพอใจในการปฏิบัติงานด้านวิชาการ

- ผู้บริหาร มีองค์ประกอบที่ต้องคำนึงถึง ได้แก่ อายุ เพศ วุฒิสูงสุดทางการศึกษา ประสบการณ์ทางการบริหาร เงินเดือน กิจกรรมที่ทำเวลาว่าง การฝึกอบรมเพิ่มเติมเกี่ยวกับการใช้หลักสูตรในช่วงเวลา 1-3 ปี ความพึงพอใจในการปฏิบัติงานด้านวิชาการ

- ผู้เชี่ยวชาญ มีองค์ประกอบที่ต้องคำนึงถึง ได้แก่ อายุ เพศ ความเชี่ยวชาญเฉพาะด้าน ลักษณะของการให้คำปรึกษาและช่วยเหลือ ลักษณะทางบุคลิกภาพ ความพึงพอใจในการปฏิบัติงาน

- ครอบครัว มีองค์ประกอบที่ต้องคำนึงถึง ได้แก่ สถานภาพสมรส ขนาดของครอบครัว รายได้ สถานที่อยู่ การศึกษา การเป็นสมาชิกของสมาคม การโยกย้าย จำนวนลูกที่อยู่โรงเรียนนี้ จำนวนญาติที่อยู่ร่วมโรงเรียน

- ชุมชน มีองค์ประกอบที่ต้องคำนึงถึง ได้แก่ สถานภาพชุมชน จำนวนประชากร การกระจายของอายุของประชากร ความเชื่อ (ค่านิยม ประเพณี ศาสนา) ลักษณะทางเศรษฐกิจ สภาพการให้บริการด้านสุขภาพอนามัย การรับนวัตกรรมเทคโนโลยี

4.2.1.2.3 มิติด้านพฤติกรรม มีองค์ประกอบของพฤติกรรม 3 ด้าน คือ พฤติกรรมด้านความรู้ พฤติกรรมด้านทักษะ และพฤติกรรมด้านเจตคติ

แนวคิดการประเมินหลักสูตรของแฮมมอนด์ เริ่มด้วยการประเมินหลักสูตรที่กำลังดำเนินการอยู่ในปัจจุบัน เพื่อได้ข้อมูลพื้นฐานที่จะนำไปสู่การตัดสินใจ แล้วจึงเริ่มกำหนดทิศทางและกระบวนการของการเปลี่ยนหลักสูตร ขั้นตอนการประเมินหลักสูตร มีดังนี้

- กำหนดสิ่งที่ต้องการประเมิน ควรเริ่มต้นที่วิชาใดวิชาหนึ่ง และจำกัดระดับชั้นเรียน

- กำหนดตัวแปรในมิติการสอนและมิติสถาบันให้ชัดเจน

- กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยระบุถึง พฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงว่าประสบความสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนด เงื่อนไขของพฤติกรรมที่เกิดขึ้น และเกณฑ์ของพฤติกรรมที่บอกให้รู้ว่านักเรียนประสบความสำเร็จตามจุดประสงค์มากน้อยเท่าใด

- ประเมินพฤติกรรมที่ระบุไว้ในจุดประสงค์ ผลที่ได้จากการประเมินจะเป็นตัวกำหนด พิจารณาหลักสูตรที่ดำเนินการใช้อยู่เพื่อตัดสินใจ รวมทั้งการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหลักสูตร

- วิเคราะห์ผลภายในองค์ประกอบและความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ เพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับพฤติกรรมแท้จริงที่เกิดขึ้น ซึ่งจะเป็นผลสะท้อนกลับไปสู่พฤติกรรมที่ตั้งจุดประสงค์ไว้ และเป็นการตัดสินใจว่าหลักสูตรนั้นมีประสิทธิภาพเพียงใด

- พิจารณาสິงที่ควรเปลี่ยนแปลงปรับปรุง

แนวคิดในการประเมินหลักสูตรของแฮมมอนด์เป็นประโยชน์ในการวิเคราะห์ที่ตัวแปรของมิติด้านการสอนและมิติด้านสถาบันซึ่งอาจมีผลต่อความสำเร็จของหลักสูตรนั้น

4.2.2 รูปแบบการประเมินหลักสูตรที่ไม่ยึดเป้าหมาย (Goal Free Evaluation Model) เป็นรูปแบบการประเมินที่ไม่นำความคิดของผู้ประเมินมาเป็นตัวกำหนดความคิดในโครงการประเมิน ผู้ประเมินจะประเมินเหตุการณ์ที่เกิดตามสภาพความเป็นจริง โดยมีความเป็นอิสระในการประเมินและต้องไม่มีความลำเอียง เช่น รูปแบบการประเมินหลักสูตรของสคริเวน (Michael Scriven) รูปแบบการประเมินหลักสูตรของสคริเวน (ใจทิพย์ เชื้อรัตนพงษ์, 2539, หน้า 231-232; สุนีย์ ภูพันธ์, 2546, หน้า 259-260) สคริเวนไม่เห็นด้วยกับการประเมินที่คำนึงถึงแต่จุดประสงค์ที่ตั้งไว้ก่อน เพราะจะก่อให้เกิดความลำเอียงในการประเมินว่าจะต้องตรวจสอบให้ตรงกับจุดประสงค์ให้ได้เท่านั้น ซึ่งจะทำให้ประเมินในสิ่งที่เกิดขึ้นจริงไม่ได้ครบ สคริเวนเสนอว่า ในการประเมินนั้นผู้ประเมินควรประเมินผลสิ่งที่เกิดขึ้นจริง ๆ และจะสังเกตพฤติกรรมและสภาพการณ์ รวมทั้งผลต่าง ๆ ที่ได้รับ ผู้ประเมินจะมีความเป็นอิสระในการเก็บข้อมูลทุกชนิดที่มีความเกี่ยวข้องกับสิ่งที่สังเกตได้ และข้อมูลที่ได้จากการสังเกต มักเป็นข้อมูลในลักษณะเชิงคุณภาพ ซึ่งอาจได้ข้อค้นพบต่าง ๆ จำนวนมากนอกเหนือจากการได้ข้อค้นพบเพียงว่าหลักสูตรได้บรรลุจุดประสงค์หรือไม่อย่างไร เช่นอาจได้คำตอบว่าหลักสูตรที่ประเมินนั้นคุ้มกับการลงทุนหรือไม่ ฯลฯ

จุดเด่นของรูปแบบการประเมินโดยไม่ยึดเป้าหมายของสคริเวน คือ เป็นการประเมินผลที่เกิดขึ้นจากหลักสูตร ทั้งที่คาดหวังไว้และไม่คาดหวังไว้ เป็นการขยายแนวคิดของไทเลอร์ แต่สคริเวน ก็มีได้เสนอแนะอะไรเกี่ยวกับวิธีประเมินองค์ประกอบต่าง ๆ ของหลักสูตรว่าเป็นอย่างไร จึงเป็นแต่เพียงการเสนอรูปแบบรวม ๆ ของการประเมินผลตามทัศนะของเขาเท่านั้น

4.2.3 รูปแบบการประเมินหลักสูตรที่ยึดเกณฑ์เป็นหลัก (Criterion Model) เป็นรูปแบบการประเมินที่ต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญในการตัดสินคุณค่าของหลักสูตร โดยใช้เกณฑ์เป็นหลัก เช่นรูปแบบการประเมินหลักสูตรของสเตค (Stake, n.d. อ้างถึงใน ใจทิพย์ เชื้อรัตนพงษ์, 2539, หน้า 232-236; สุนีย์ ภูพันธ์, 2546, หน้า 260-264)

สเตคได้ให้ความหมายของการประเมินหลักสูตรว่าเป็นการบรรยายและการตัดสินคุณค่าของหลักสูตร ซึ่งเน้นเรื่องการบรรยายสิ่งที่จะถูกประเมิน โดยอาศัยผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ทรงคุณวุฒิในการตัดสินคุณค่า สเตคมีแนวคิดว่าการประเมินหลักสูตรไม่ควรพิจารณาเฉพาะผลที่เกิดจากการใช้หลักสูตรเท่านั้น แต่จะต้องพิจารณาส่วนประกอบของการจัดการเรียนการสอนหลาย ๆ ส่วน ทั้งนี้เพราะผลสำเร็จของหลักสูตร ไม่ได้ขึ้นอยู่กับว่าผู้เรียนจะสามารถบรรลุถึงจุดประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่เท่านั้น แต่ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลาย ๆ อย่าง เช่น ผู้เรียนไม่สามารถ

บรรลุดตามจุดประสงค์ที่วางไว้ อาจมาจากองค์ประกอบด้านเวลา กล่าวคือให้เวลาแก่ผู้เรียน ไม่เพียงพอ หรือเวลาที่จัดไม่เหมาะสมทั้ง ๆ ที่หลักสูตรนั้นอาจอยู่แล้วก็ได้ ดังนั้น ถ้าจะพิจารณา แต่ผลลัพธ์ของการใช้หลักสูตรอย่างเดียวจะไม่ได้รับข้อมูลเพียงพอในการที่จะตัดสินว่าหลักสูตร นั้นดีหรือไม่ดี และจะมองไม่เห็นช่องทางที่ชัดเจนและครอบคลุมในการปรับปรุงหลักสูตรต่อไป

4.2.3.1 ด้านสิ่งที่มาก่อน (Antecedends) หมายถึง สิ่งต่าง ๆ ที่เอื้อให้เกิดผลจาก หลักสูตรและเป็นสิ่งที่มีอยู่ก่อนการใช้หลักสูตรอยู่แล้ว ประกอบด้วย 7 หัวข้อคือ บุคลิกและนิสัย ของนักเรียน บุคลิกและนิสัยของครู เนื้อหาในหลักสูตร วัตถุประสงค์การเรียนการสอน อาคาร สถานที่ การจัด โรงเรียน ลักษณะของชุมชน

4.2.3.2 ด้านกระบวนการเรียนการสอน (Transactions) หมายถึง ปฏิสัมพันธ์ ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างครูกับนักเรียน นักเรียนกับนักเรียน ครูกับผู้ปกครอง ฯลฯ เป็นขั้นของ การใช้หลักสูตรประกอบด้วย 5 หัวข้อคือ การสื่อสาร การจัดแบ่งเวลา การลำดับเหตุการณ์ การให้กำลังใจ บรรยากาศของสิ่งแวดล้อม

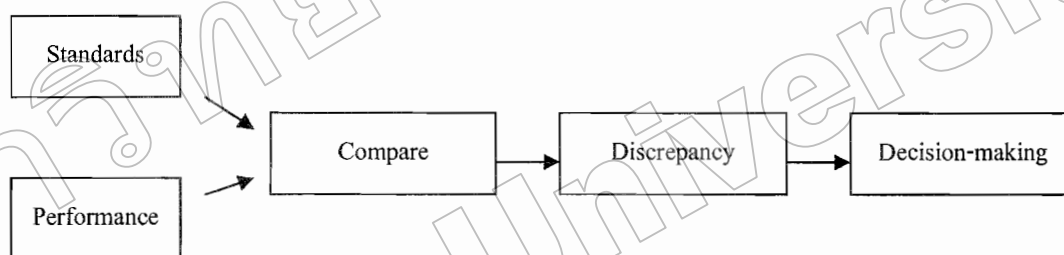
4.2.3.3 ด้านผลผลิต (Outcomes) หมายถึง สิ่งที่เกิดขึ้นจากการใช้หลักสูตร ประกอบด้วย 5 หัวข้อ คือ ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน ทักษะของนักเรียน ผลที่เกิดขึ้นกับครู ผลที่เกิดขึ้นกับสถาบัน ก่อนที่ผู้ประเมินจะประเมินองค์ประกอบต่าง ๆ ของทั้ง 3 ด้าน ผู้ประเมินต้องตั้งผลที่คาดหวังเอาไว้ก่อน แล้วสังเกตหรือทดสอบผลที่เกิดขึ้นจริง จากนั้น จึงใช้มาตรฐาน ซึ่งได้แก่เกณฑ์ต่าง ๆ ที่ผู้เชี่ยวชาญเชื่อว่าควรจะใช้เป็นทางนำไปสู่การตัดสิน

4.2.4 รูปแบบการประเมินหลักสูตรที่ช่วยในการตัดสินใจ (Decision-Making Model) เป็นรูปแบบการประเมินที่เน้นการทำงานอย่างมีระบบ เกี่ยวกับการเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการเสนอผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลนั้น ๆ เพื่อช่วยในการตัดสินใจ ของผู้บริหารหรือผู้ที่เกี่ยวข้อง เช่น รูปแบบการประเมินหลักสูตรของโพรวิส รูปแบบการประเมิน หลักสูตรของสตัฟเฟิลบีม และรูปแบบการประเมินหลักสูตรของโกว์

4.2.4.1 รูปแบบการประเมินหลักสูตรของโพรวิส (ใจทิพย์ เชื้อรัตนพงษ์, 2539, หน้า 237-238; สุนีย์ ภูพันธ์, 2546, หน้า 274-275)

โพรวิส ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการประเมินหลักสูตรที่เรียกว่า การประเมินผล ความแตกต่าง หรือการประเมินผลความไม่สอดคล้อง (Discrepancy Evaluation) ซึ่งจะประเมิน หลักสูตรใน 5 ส่วน คือ การออกแบบ ทรัพยากรหรือสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการเริ่มใช้หลักสูตร กระบวนการผลิตของหลักสูตร และค่าใช้จ่ายหรือผลตอบแทน โดยแต่ละส่วนจะมีขั้นตอน การประเมินผลเหมือนกัน คือแบ่งการดำเนินการเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

- ขั้นที่ 1 กำหนดมาตรฐานของสิ่งที่ต้องการจะวัด (Standards – S)
- ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการดำเนินงานหรือการปฏิบัติจริงของสิ่งที่ต้องการจะวัด (Performance – P)
- ขั้นที่ 3 นำข้อมูลที่รวบรวมได้ในขั้นที่ 2 มาเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ในขั้นที่ 1 (Compare – C)
- ขั้นที่ 4 ศึกษาความแตกต่างหรือความไม่สอดคล้องระหว่างผลการปฏิบัติจริงกับเกณฑ์มาตรฐาน (Discrepancy – D)
- ขั้นที่ 5 ส่งผลการประเมินให้ผู้บริหารหรือผู้ที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นข้อมูลในการตัดสินใจเกี่ยวกับหลักสูตรว่าจะยกเลิกการใช้หลักสูตรที่ประเมิน หรือแก้ไขปรับปรุงการปฏิบัติ หรือเกณฑ์มาตรฐานให้มีคุณภาพดีขึ้น (Decision Making)



ภาพที่ 6 แผนภูมิการประเมินหลักสูตรของ โพรวิส (สุนีย์ ภูพันธ์, 2546, หน้า 274-275)

4.2.4.2 รูปแบบการประเมินหลักสูตรของสตฟเฟิลบีม (ใจทิพย์ เชื้อรัตนพงษ์, 2539, หน้า 240-242; สุนีย์ ภูพันธ์, 2546, หน้า 265-279) รูปแบบการประเมินหลักสูตรนี้เป็นที่รู้จักกันแพร่หลายในชื่อ CIPP Model (Context-Input-Process-Product Model) หรือ The Phi Delta Kappa Committee Model รูปแบบนี้เป็นการประเมินข้อมูล 4 ประเภท คือ

- การประเมินบริบท เป็นการประเมินสถานะแวดล้อมโดยการวิเคราะห์ปัญหาและความต้องการต่าง ๆ เพื่อชี้ให้เห็นว่าควรกำหนดจุดมุ่งหมายอย่างไรจึงจะสนองความต้องการและแก้ปัญหาที่ประสบอยู่ในกรณีที่หลักสูตรไม่ใช่อยู่ในขั้นการวางแผนแต่ใช้มาระยะหนึ่งแล้ว ต้องการประเมิน การประเมินในกรณีนี้จะเป็นการประเมินในเรื่องจุดมุ่งหมายหรือจุดประสงค์ต่าง ๆ ของหลักสูตร โครงสร้างของหลักสูตร และเนื้อหาสาระที่มีอยู่ในหลักสูตร เพื่อตรวจสอบว่า สอดคล้องกับสถานะแวดล้อม ปัญหาและความต้องการต่าง ๆ หรือไม่ อย่างไร

- การประเมินปัจจัยตัวป้อน เป็นการประเมินปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้หลักสูตร ได้แก่ ปัจจัยด้านบุคลากร นักเรียน อุปกรณ์และสื่อการเรียนการสอน อาคารสถานที่งบประมาณ ฯลฯ เพื่อตรวจสอบว่าปัจจัยตัวป้อนเหล่านั้นเป็นอย่างไรมีผลหรือมีส่วนช่วยให้การใช้หลักสูตรในทางปฏิบัติบรรลุผลหรือไม่อย่างไร

- การประเมินกระบวนการ เป็นการประเมินหลักสูตรในขั้นปฏิบัติการ หรือประเมินกระบวนการใช้หลักสูตร เพื่อตรวจสอบว่ากิจกรรมหรือกระบวนการต่าง ๆ ของการใช้หลักสูตร ในสภาพที่เป็นจริงเป็นอย่างไร มีปัญหาหรือข้อบกพร่องหรือไม่ เช่น เรื่องที่เกี่ยวกับการสอน การบริหาร ฯลฯ

- การประเมินผลผลิต เป็นการประเมินผลที่เกิดขึ้นจากการใช้หลักสูตรนั้น โดยตรวจสอบว่าผู้เรียนมีคุณสมบัติตรงตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตรหรือไม่ เพียงใด ซึ่งอาจพิจารณาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ภาวะการมีงานทำหรือการศึกษาต่อ ฯลฯ

รูปแบบการประเมินหลักสูตรแบบ CIPP นี้เป็นการประเมินหลักสูตรทั้งระบบ ผู้ประเมินจะประเมินผลทั้ง 4 ด้านดังกล่าวข้างต้น แล้วนำมาพิจารณาความสอดคล้องและความสัมพันธ์กัน กล่าวคือ ถ้าในจุดมุ่งหมายของหลักสูตรต้องการให้ผู้เรียน คิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น ก็ต้องศึกษาว่า ปัจจัยเบื้องต้นต่าง ๆ และกระบวนการเรียนการสอน รวมทั้งกระบวนการบริหารหลักสูตร เอื้อต่อการทำให้ผู้เรียนสามารถคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็นหรือไม่อย่างไร ผลที่เกิดขึ้นจริงจากการปฏิบัติหรือสภาพที่เป็นอยู่สอดคล้องกันหรือไม่ ซึ่งจะทำให้ได้ข้อมูลในการตัดสินใจคุณค่าของหลักสูตรได้ รวมทั้งทราบว่าส่วนใดของหลักสูตรใช้ได้ ส่วนใดมีข้อบกพร่อง เพื่อจะได้ปรับปรุงแก้ไขให้มีคุณภาพดียิ่งขึ้น

4.2.4.3 รูปแบบการประเมินหลักสูตรของ โกว (ใจทิพย์ เชื้อรัตนพงษ์, 2539, หน้า 239-240) โกวได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการประเมินหลักสูตร โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบภายใน ซึ่งมีกระบวนการประเมิน 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์หลักสูตร เป็นการพิจารณาองค์ประกอบ 4 ด้าน คือ

- โอกาสการเรียนรู้ พิจารณาจาก 1) โอกาสในการเรียนรู้เนื้อหาวิชาพิจารณาจากความคิดรวบยอด เนื้อหา และทักษะ 2) โอกาสในการเรียนรู้อันเนื่องมาจากการใช้หลักสูตร พิจารณาจากความเข้มของเนื้อหาสาระของหลักสูตรและการสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน

- สิ่งเร้า พิจารณาจาก 1) การที่ผู้เรียนได้มีโอกาสนำทางตนเอง เลือกสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง ประเมินผลตนเอง และมีการวางแผนการเรียนของตนเอง 2) การที่ผู้เรียนได้รับแรงเสริมทั้งภายนอกและภายในตัวผู้เรียน 3) ความหลากหลายของรูปแบบวิธีการและกลวิธีในการสอน

- โครงสร้างของหลักสูตร พิจารณาจาก 1) ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์ของหลักสูตรกับลักษณะนิสัย และความต้องการของผู้เรียน 2) ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับบทเรียน 3) ความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์และบทเรียน 4) ความเหมาะสมในการกำหนดและจัดลำดับของจุดประสงค์ เพื่อนำไปสู่เป้าหมาย 5) ความเหมาะสมในการให้แนวทางกับครูสำหรับการวินิจฉัยและทำการสอนซ่อมเสริมให้แก่ผู้เรียน

- สภาพการเรียนการสอน พิจารณาจาก 1) ความเหมาะสมของคู่มือในการให้แนวทางการสอนและให้ความรู้พื้นฐานที่จำเป็นสำหรับครู 2) ความเหมาะสมและความชัดเจนของเอกสารสำหรับผู้เรียนในการให้แนวทางแก่ผู้เรียน 3) ความสะดวกในการใช้รูปแบบต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการบริหารการสอน 4) ความเหมาะสมและความสอดคล้องระหว่างกลวิธีในการสอนกับลักษณะของผู้เรียน

ขั้นที่ 2 การตัดสินคุณภาพของหลักสูตร หลังจากทีวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นที่ 1 เสร็จแล้ว ผู้ประเมินนำข้อมูลดังกล่าวมาพิจารณาเปรียบเทียบกับหลักการและทฤษฎีทางการศึกษาและทางจิตวิทยา เพื่อพิจารณาตัดสินว่า หลักสูตรมีคุณภาพหรือไม่อย่างไร

จุดเด่นของรูปแบบของการประเมินหลักสูตรของ โกวี คือ เป็นการตัดสินคุณภาพของหลักสูตร โดยการใช้หลักการและทฤษฎีทางการศึกษาและทางจิตวิทยาเป็นหลัก ไม่ใช้ความคิดเห็นของผู้วิเคราะห์เป็นสำคัญ จึงแตกต่างจากการประเมินรูปแบบอื่น และมีความสมเหตุสมผลเป็นอย่างมาก

จากการศึกษาเกี่ยวกับการประเมินหลักสูตร สรุปได้ว่า

1. การประเมินหลักสูตรควรดำเนินการเป็นระยะ ๆ ทั้งก่อนนำหลักสูตรไปใช้ ระหว่างการใช้และหลังการใช้หลักสูตร

2. การประเมินหลักสูตรควรกระทำควบคู่ไปกับกระบวนการจัดการเรียนการสอน

3. การประเมินหลักสูตร ควรประเมิน

3.1 เอกสารหลักสูตร เพื่อตรวจสอบว่า จุดหมาย จุดประสงค์ โครงสร้าง เนื้อหาสาระ และวิธีการวัดและประเมินผล มีความสอดคล้อง เหมาะสม ครบคลุม และถูกต้องตามหลักการพัฒนาหลักสูตรหรือไม่ เพียงใด ภาษาที่ใช้สามารถสื่อสารให้เข้าใจและมีความชัดเจนในการนำไปสู่การปฏิบัติหรือไม่ หลักสูตรที่สร้างขึ้นเหมาะสมกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายหรือไม่ และสามารถสนองความต้องการของสังคมและนักเรียนมากน้อยเพียงใด

3.2 การใช้หลักสูตร เพื่อตรวจสอบว่าหลักสูตรสามารถนำไปใช้ได้ดีกับสถานการณ์จริงเพียงใด มีปัญหาอุปสรรคอะไรบ้าง เพื่อจะได้แก้ไขปรับปรุงให้สามารถใช้หลักสูตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.3 สัมฤทธิ์ผลของหลักสูตร เพื่อตรวจสอบความสำเร็จของหลักสูตร โดยพิจารณาจากผลที่เกิดขึ้นกับนักเรียน ทั้งด้านวิชาการและด้านอื่น ๆ เช่น บุคลิกภาพ ความรับผิดชอบ ความสามัคคี ความซื่อสัตย์ เป็นต้น

3.4 ระบบหลักสูตร เพื่อตรวจสอบหลักสูตรในภาพรวมทั้งระบบ

4. ในการประเมินผลหลักสูตร นอกจากจะพิจารณาว่านักเรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้หรือไม่ เพียงใดแล้ว ยังควรพิจารณาปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องด้วย เช่น กระบวนการจัดการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล เวลาที่ใช้ในการจัดประสบการณ์ การเรียนรู้ให้แก่ นักเรียน ความพร้อมในด้านสถานที่และสื่อการเรียนการสอน ความพึงพอใจของครูและนักเรียนที่ใช้หลักสูตร

5. การเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการใช้หลักสูตร ควรเก็บรวบรวมข้อมูลทุกชนิดที่สามารถสังเกตได้ ทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ

จากการศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินหลักสูตรดังกล่าวมาแล้วข้างต้น ผู้วิจัยได้นำมาใช้เป็นแนวทางในการประเมินหลักสูตรเสริมกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้พลังงานอย่างเป็นมิตรกับธรรมชาติ” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนนำไปทดลองใช้ ดังต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์คุณภาพหลักสูตร โดยใช้เทคนิคปุยแซงค์ (Puissance Measure, P.M.)
2. การประเมินความเหมาะสมของโครงสร้างหลักสูตร
3. การประเมินความสอดคล้องของโครงสร้างหลักสูตร

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาหลักสูตร

เชษฐี ศิริสวัสดิ์ (2550, บทคัดย่อ) ได้ทำการพัฒนาหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 มีขั้นตอนการดำเนินงาน 4 ขั้นตอนดังนี้

1. การศึกษาข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนาหลักสูตร
2. การสร้างหลักสูตร
3. การทดลองใช้หลักสูตร
4. การประเมินและปรับปรุงหลักสูตร

แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่มีความสนใจเรียนรู้การสร้างและออกแบบหุ่นยนต์ โรงเรียนเซนต์โยเซฟท่าแร่ อำเภอมือทอง จังหวัดสกลนคร จำนวน 30 คน พบว่าหลักสูตรที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ในการประเมินประสิทธิภาพของหลักสูตร และสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ลาวัลย์ ทองมนต์ (2550, บทคัดย่อ) ได้ทำการพัฒนาหลักสูตรเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยการนำตนเองของผู้เรียนในระดับประถมศึกษา มีขั้นตอนการดำเนินงาน 4 ขั้นตอนดังนี้

1. การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน
2. การจัดทำร่างหลักสูตร
3. การทดลองใช้หลักสูตร
4. การประเมินผลหลักสูตร

แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวิภาวดี กรุงเทพมหานคร จำนวน 33 คน พบว่าหลักสูตรมีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด และผู้เรียนมีการพัฒนาคุณลักษณะด้านการเรียนรู้ด้วยการนำตนเองรวมถึงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังทดลองใช้หลักสูตรสูงกว่าก่อนใช้หลักสูตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.50

เสาวลักษณ์ روما (2551, บทคัดย่อ) ได้ทำการพัฒนาหลักสูตรธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 มีขั้นตอนการดำเนินงาน 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน
2. การสร้างหลักสูตร
3. การทดลองใช้หลักสูตร
4. การประเมินหลักสูตร

แล้วนำไปใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 และ 3 ที่เรียนวิทยาศาสตร์พื้นฐานและวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ตามโครงสร้างของหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนระยองวิทยาคม จังหวัดระยอง พบว่า หลักสูตรมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และหลังเรียนผู้เรียนมีผลการเรียนรู้ด้านความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ การคิดและถว้ตัดสินใจแบบวิทยาศาสตร์ และจิตสำนึกด้านจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าผลการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ธรรมชาติและลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์

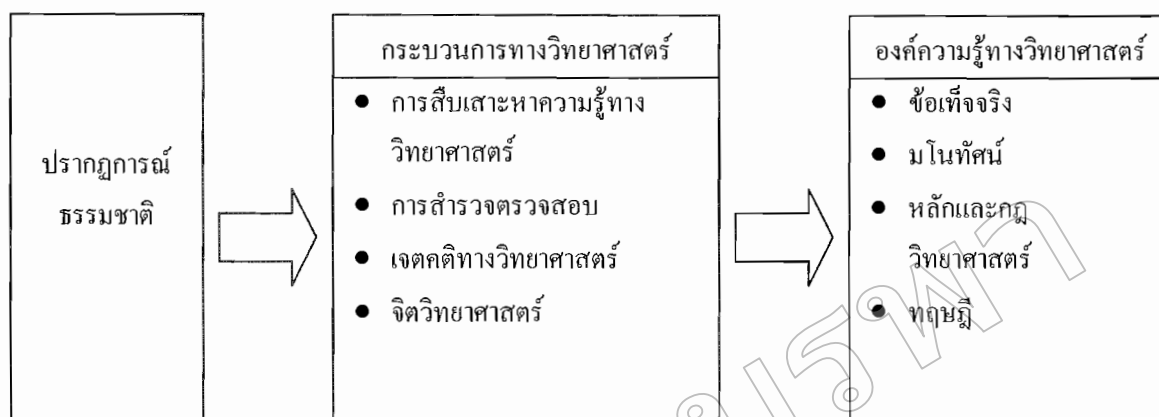
วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่สำคัญ ทำให้คนได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดที่เป็นเหตุผล ความคิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ ทำให้คนมีทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ และเป็นกระบวนการที่เป็นเหตุเป็นผล สามารถพิสูจน์หรือตรวจสอบได้ ดังนั้น วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งความรู้ (Knowledge Based Society) ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy for All) เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจ และทักษะในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ และแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2547)

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาด้วยความพยายามของมนุษย์ที่ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Process) ในการสืบเสาะหาความรู้ (Scientific Inquiry) การแก้ปัญหา โดยผ่านการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ (Investigation) การศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบ และการสืบค้นข้อมูลทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่เพิ่มพูนตลอดเวลา หรือหลักฐานใหม่หรือแม้แต่ข้อมูลเดิมเดียวกันก็อาจเกิดความขัดแย้งขึ้นได้ถ้านักวิทยาศาสตร์แปลความหมายด้วยวิธีการหรือแนวคิดที่แตกต่างกัน ความรู้วิทยาศาสตร์จึงอาจเปลี่ยนแปลงได้

ความรู้วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่ทุกคนสามารถมีส่วนร่วมได้ไม่ว่าจะอยู่ในส่วนใดของโลก วิทยาศาสตร์จึงเป็นผลจากการสร้างเสริมความรู้ของบุคคล การสื่อสารและการเผยแพร่ข้อมูลให้เกิดความคิดในเชิงวิเคราะห์วิจารณ์มีผลให้ความรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้งและส่งผลต่อคนในสังคมและสิ่งแวดล้อม การศึกษาค้นคว้าและการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงต้องอยู่ภายในขอบเขตคุณธรรมจริยธรรมเป็นที่ยอมรับของสังคมและเป็นการรักษาสังแวดล้อมอย่างยั่งยืน

ความรู้วิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานที่สำคัญในการพัฒนาเทคโนโลยี เทคโนโลยีเป็นกระบวนการในงานต่าง ๆ หรือกระบวนการพัฒนาปรับปรุงผลิตภัณฑ์โดยอาศัยความรู้วิทยาศาสตร์ร่วมกับศาสตร์อื่น ๆ ทักษะประสบการณ์ จินตนาการ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของมนุษย์ โดยมีจุดมุ่งหมายที่จะให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ตอบสนองความต้องการและแก้ปัญหาของ มวลมนุษย์ เทคโนโลยีเกี่ยวข้องกับทรัพยากรกระบวนการและระบบการจัดการจึงต้องใช้เทคโนโลยีในทางสร้างเสริมต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2552)

ดังนั้น ธรรมชาติและลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ เป็นวิชาที่เกิดจากการสืบค้นหาความรู้ที่มีระบบ เป็นเรื่องที่ศึกษาเกี่ยวกับธรรมชาติ หรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ซึ่งประกอบด้วยส่วนที่เป็นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Process) ได้แก่ การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) การสำรวจตรวจสอบ (Scientific Investigation) เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Attitude toward Sciences) จิตวิทยาศาสตร์ (Scientific Mind) และส่วนที่เป็นผลผลิต หรือองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Body of Knowledge) ได้แก่ ข้อเท็จจริง มโนทัศน์ หลักและกฎวิทยาศาสตร์ ทฤษฎี เป็นต้น ซึ่งสรุปได้ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 ธรรมชาติและลักษณะเฉพาะของวิชาวิทยาศาสตร์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

กระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ให้เป็นหลักสูตรแกนกลางของประเทศ โดยกำหนดจุดหมาย และมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมาย และกรอบทิศทางในการพัฒนาคุณภาพผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีคุณภาพชีวิตที่ดี และมีขีดความสามารถในการแข่งขันในเวทีระดับโลก และพร้อมกันนี้ได้ปรับกระบวนการพัฒนาหลักสูตรให้มีความสอดคล้องกับเจตนารมณ์แห่งพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติ ให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทย และเป็นพลเมืองโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติ ที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อ การประกอบอาชีพ และการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่า ทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ

หลักการ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีหลักการที่สำคัญ ดังนี้

1. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดหมายและมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณธรรม บนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล

2. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาค และมีคุณภาพ
3. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจ ให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น
4. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลา และการจัดการเรียนรู้
5. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
6. เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกโรงเรียน และตามอัธยาศัย ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้ และประสบการณ์

จุดหมาย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดหมายเพื่อให้เกิดกับผู้เรียน เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

1. มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัย และปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง
2. มีความรู้ ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต
3. มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย
4. มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลเมืองโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิต และการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข
5. มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ในการพัฒนาผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ดังนี้

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1. **ความสามารถในการสื่อสาร** เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทักษะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

2. **ความสามารถในการคิด** เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคม ได้อย่างเหมาะสม

3. **ความสามารถในการแก้ปัญหา** เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคม และสิ่งแวดล้อม

4. **ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต** เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

5. **ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี** เป็นความสามารถในการเลือก และใช้ เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสม และมีคุณธรรม

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็นพลเมืองไทยและพลเมืองโลก ดังนี้

1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
2. ซื่อสัตย์สุจริต
3. มีวินัย
4. ใฝ่เรียนรู้
5. อยู่อย่างพอเพียง

6. มุ่งมั่นในการทำงาน

7. รักความเป็นไทย

8. มีจิตสาธารณะ

นอกจากนี้ สถานศึกษาสามารถกำหนดคุณลักษณะอันพึงประสงค์เพิ่มเติมให้สอดคล้องตามบริบทและจุดเน้นของตนเอง

มาตรฐานการเรียนรู้

การพัฒนาผู้เรียนให้เกิดความสมดุล ต้องคำนึงถึงหลักพัฒนาการทางสมองและพหุปัญญา หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน จึงกำหนดให้ผู้เรียนเรียนรู้ 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ ดังนี้

1. ภาษาไทย
2. คณิตศาสตร์
3. วิทยาศาสตร์
4. สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม
5. สุขศึกษาและพลศึกษา
6. ศิลปะ
7. การงานอาชีพและเทคโนโลยี
8. ภาษาต่างประเทศ

ในแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายสำคัญของการพัฒนาคุณภาพผู้เรียน มาตรฐานการเรียนรู้ระบุสิ่งที่ผู้เรียนพึงรู้ ปฏิบัติได้ มีคุณธรรมจริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน นอกจากนั้นมาตรฐานการเรียนรู้ยังเป็นกลไกสำคัญในการขับเคลื่อนพัฒนาการศึกษาทั้งระบบ เพราะมาตรฐานการเรียนรู้จะสะท้อนให้ทราบว่าต้องการอะไร จะสอนอย่างไร และประเมินอย่างไร รวมทั้งเป็นเครื่องมือในการตรวจสอบเพื่อประกันคุณภาพการศึกษาโดยใช้ระบบการประเมินคุณภาพภายในและการประเมินคุณภาพภายนอก ซึ่งรวมถึงการทดสอบระดับเขตพื้นที่การศึกษา และการทดสอบระดับชาติ ระบบการตรวจสอบเพื่อประกันคุณภาพดังกล่าวเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยสะท้อนภาพการจัดการศึกษาว่าสามารถพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามที่มาตรฐานการเรียนรู้กำหนดเพียงใด

จากการศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ผู้วิจัยได้นำหลักการข้อ 2 และ 5 จุดหมายข้อที่ 1 และ 5 คุณลักษณะอันพึงประสงค์ข้อที่ 8 ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มาใช้เป็นแนวทางในการกำหนดหลักการเป้าหมาย และจุดมุ่งหมายของหลักสูตรเพิ่มเติมกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้พลังงานอย่างเป็นมิตรกับธรรมชาติ” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียน ได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้น การเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้ กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการ เรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยได้กำหนดสาระสำคัญไว้ดังนี้

1. **สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต** สิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต และกระบวนการดำรงชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การถ่ายทอดทางพันธุกรรม การทำงานของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต วิวัฒนาการและความหลากหลาย ของสิ่งมีชีวิต และเทคโนโลยีชีวภาพ
2. **ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม** สิ่งมีชีวิตที่หลากหลายรอบตัว ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต กับสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ ความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้และจัดการทรัพยากรธรรมชาติ ในระดับท้องถิ่น ประเทศ และ โลก ปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอด ของสิ่งมีชีวิตในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ
3. **สารและสมบัติของสาร** สมบัติของวัสดุและสาร แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค การเปลี่ยนแปลงสถานะ การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร สมการเคมี และการแยกสาร
4. **แรงและการเคลื่อนที่** ธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง แรงนิวเคลียร์ การออกแรงกระทำต่อวัตถุ การเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงเสียดทาน โมเมนตัมการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน
5. **พลังงาน** พลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน สมบัติและปรากฏการณ์ ของแสง เสียง และวงจรไฟฟ้า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงานการอนุรักษ์พลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิต และสิ่งแวดล้อม
6. **กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก** โครงสร้างและองค์ประกอบของโลก ทรัพยากร ทางธรณี สมบัติทางกายภาพของดิน หิน น้ำ อากาศ สมบัติของผิวโลก และบรรยากาศ กระบวนการ เปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก ปรากฏการณ์ทางธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ
7. **ดาราศาสตร์และอวกาศ** วิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพ ปฏิสัมพันธ์ และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก ความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และโลก ความสำคัญของ เทคโนโลยีอวกาศ

8. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระบวนการทางวิทยาศาสตร์
การสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา และจิตวิทยาศาสตร์

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของวงจรถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก นำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3 สสารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็ก ไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสิ่งแวดล้อมของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กงแล็กซีและเอกภพการปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศ และทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

จากการศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำสาระที่ 5 เรื่อง พลังงาน ในมาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ มาใช้เป็นแนวทางในการกำหนดเนื้อหาของหลักสูตรเพิ่มเติม

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง “การใช้พลังงานอย่างเป็นมิตรกับธรรมชาติ” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ทฤษฎีการเรียนรู้และกระบวนการเรียนการสอนที่ใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การพัฒนาการเรียนการสอนตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน อยู่บนพื้นฐานของการศึกษาในส่วนของเนื้อหาและหลักการทางวิชาการทางด้านวิทยาศาสตร์โดยตรง ประกอบกับทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความสัมพันธ์กับกระบวนการเรียนการสอนที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ทฤษฎีการเรียนรู้ที่ใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1. ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา (Theory of Cognitive Development)

เด็กมีการพัฒนาด้านต่าง ๆ มาแล้วตั้งแต่อยู่ที่บ้าน ทั้งในส่วนของร่างกาย จิตใจและความรู้ความสามารถต่าง ๆ เมื่อเด็กเหล่านั้นเข้ามาสู่ระบบโรงเรียนจึงมีความรู้ความสามารถมาส่วนหนึ่งแล้ว ที่จะใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ตามระบบของโรงเรียนต่อไป ได้มีการศึกษาในส่วนของพัฒนาการของนักเรียนเป็นจำนวนมากและในหลายทิศทาง ทฤษฎีที่ยอมรับโดยทั่วไปคือ ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของจ็ิน เพียเจต์ (Jean Piaget) นักจิตวิทยาชาวสวิส (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2547, หน้า 12) ซึ่งได้เสนอไว้ว่าพัฒนาการการเรียนรู้ของเด็กตั้งแต่แรกเกิดจนสู่วัยผู้ใหญ่จะแบ่งออกเป็น 4 ระยะ คือ

1.1 ระยะใช้ประสาทสัมผัส (Sensory-Organ Stage) เป็นการพัฒนาของเด็กตั้งแต่แรกเกิดจนถึง 2 ปี

1.2 ระยะควบคุมอวัยวะต่าง ๆ (Preoperational Stage) เป็นการพัฒนาในช่วงอายุ 2 ปีจนถึง 7 ปี เด็กวัยนี้

1.3 ระยะที่คิดอย่างเป็นรูปธรรม (Concrete-Operational Stage) เป็นการพัฒนาการในช่วงอายุ 7 ปี ถึง 11 ปี

1.4 ระยะที่คิดอย่างเป็นนามธรรม (Formal – Preoperational Stage) เป็นพัฒนาการในช่วงสุดท้ายของเด็กอายุประมาณ 12 – 15 ปี ก่อนจะเป็นผู้ใหญ่ เด็กในช่วงนี้สามารถคิดอย่างเป็นเหตุผลและคิดในสิ่งที่ซับซ้อนอย่างเป็นนามธรรมได้มากขึ้น เมื่อเด็กพัฒนาได้อย่างเต็มที่แล้วจะสามารถคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผลและแก้ปัญหาได้อย่างดีจนพร้อมที่จะเป็นผู้ใหญ่ที่มีวุฒิภาวะต่อไป

การพัฒนาของเด็กจะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากระดับต้นในวัยเด็กไปสู่ระดับที่สูงขึ้น จนเข้าสู่ความเป็นผู้ใหญ่ โดยทั่วไปการพัฒนาของเด็กจะไม่กระโดดข้ามขั้น แต่ในบางช่วงของการพัฒนาอาจเกิดขึ้นเร็วหรือช้าได้ การพัฒนาเหล่านี้จะเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ แต่สิ่งแวดล้อม วัฒนธรรม และประเพณีรวมทั้งวิธีการดำรงชีวิตอาจมีส่วนช่วยให้เด็กพัฒนาได้ช้าเร็วแตกต่างกันได้

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาดังกล่าวเป็นที่ยอมรับอย่างแพร่หลาย และใช้เป็นหลักการพื้นฐานในกระบวนการเรียนการสอน และทฤษฎีการเรียนรู้ต่าง ๆ ในช่วงระยะ 20 ปีที่ผ่านมา

2. ทฤษฎีการเรียนรู้

การเรียนรู้เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม การพัฒนาความคิดและความสามารถ โดยอาศัยประสบการณ์และปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและสิ่งแวดล้อม ทำให้บุคคลดำเนินชีวิตได้อย่างมีความสุขในสังคม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2547, หน้า 14) การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่ซับซ้อน การจัดการเรียนการสอนที่จะทำให้เด็กเกิดการเรียนรู้ อย่างครบถ้วนจึงไม่เป็นเรื่องง่าย นักปรัชญาและนักจิตวิทยาการศึกษาหลายคนได้พยายามคิดค้น ทฤษฎีและกระบวนการเกี่ยวกับการเรียนรู้ เช่น การเรียนรู้จากการปฏิบัติ (Learning by Doing) ของจอห์น ดิวอี้ (John Dewey) ทฤษฎีทางพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็ก (Theory of Cognitive Development) ของจิน เพียเจต์ (Jean Piaget) การเรียนรู้ด้วยการค้นพบ (Discovery Learning) ของเจอร์โรม เอส. บรูเนอร์ (Jerome S. Bruner) การเรียนรู้ที่มีความหมายของเดวิด พี. ออซูเบล (David P. Ausubel) เป็นต้น โรเบิร์ต เอ็ม. การ์เย (Robert M. Gagne) ได้เสนอเงื่อนไขของการเรียนรู้ (Conditions of Learning) ไว้ 8 ประการ คือ การเรียนรู้เมื่อได้รับสัญญาณ (Signal Learning) การเรียนรู้ในลักษณะของการกระตุ้นและการตอบสนอง (Stimulus Response Learning) การเรียนรู้โดยเชื่อมโยงการกระตุ้นและการตอบสนองหลายๆ อย่างเข้าด้วยกัน (Chaining) การเรียนรู้โดยการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างการกระตุ้นและการตอบสนองหลายๆ อย่าง ด้วยภาษา (Verbal Association) การเรียนรู้แบบแยกแยะ (Discrimination Learning) การเรียนรู้ในแนวความคิดหลัก (Concept Learning) การเรียนรู้ในกฎเกณฑ์ (Rule Learning) และการเรียนรู้เชิงแก้ปัญหา (Problem Solving Process)

ทฤษฎีเกี่ยวกับการเรียนรู้ที่ได้รับการยอมรับกันในปัจจุบันนี้คือ ทฤษฎีการสร้างเสริมความรู้ (Constructivism) ซึ่งเชื่อกันว่านักเรียนทุกคนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับบางสิ่งบางอย่างมาแล้วไม่มากก็น้อย ก่อนที่ครูจะจัดการเรียนการสอนให้เน้นว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นด้วยตัวของ ผู้เรียนเอง และการเรียนรู้เรื่องใหม่จะมีพื้นฐานมาจากความรู้เดิม ดังนั้น ประสบการณ์เดิมของ นักเรียนจึงเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเรียนเป็นอย่างยิ่ง กระบวนการเรียนรู้ (Process of Learning)

ที่แท้จริงของนักเรียนไม่ได้เกิดจากการบอกเล่าของครู หรือนักเรียนเพียงแต่จดแนวคิดต่าง ๆ ที่มีผู้บอกให้เท่านั้น แต่การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามทฤษฎีการสร้างเสริมความรู้เป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้น เสาะหา ตำรวจตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ที่น้อยอย่างมีความหมาย จึงจะสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง และเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนาน สามารถนำมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ใด ๆ มาเผชิญ

3. ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน

ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (Constructionism)

เป็นทฤษฎีที่มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget) เช่นเดียวกับทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) ผู้พัฒนาทฤษฎีนี้คือ ศาสตราจารย์ ซีมัวร์ เพเพอร์ท (Seymour Papert) แห่งสถาบันเทคโนโลยีแมสซาชูเซตส์ (Massachusetts Institute of Technology) เพเพอร์ท ได้มีโอกาสร่วมงานกับเพียเจต์ และได้พัฒนาทฤษฎีนี้ขึ้นมาใช้ในวงการศึกษา (ทิศนา แชมมณี, 2547, หน้า 96-98)

3.1 แนวคิดของทฤษฎี Constructionism

แนวคิดความคิดของทฤษฎีนี้คือ (สำนักงานโครงการพิเศษ สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ, 2542, หน้า 1-2 อ้างอิงถึงใน ทิศนา แชมมณี, 2547, หน้า 96) การเรียนรู้ที่ดีเกิดจากการสร้างพลังความรู้ในใจตนเองและด้วยตนเองของผู้เรียน หากผู้เรียนมีโอกาสได้สร้างความคิดและนำความคิดของตนเอง ไปสร้างสรรค์ชิ้นงาน โดยอาศัยสื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสม จะทำให้เห็นความคิดนั้นเป็นรูปธรรมที่ชัดเจน และเมื่อผู้เรียนสร้างสิ่งใดสิ่งหนึ่งขึ้นมาในโลก ก็หมายถึงการสร้างความรู้ขึ้นในตนเองนั่นเอง ความรู้ที่ผู้เรียนสร้างขึ้นในตนเองนี้ จะมีความหมายต่อผู้เรียน จะอยู่คงทน ผู้เรียนจะไม่ลืมง่าย และจะสามารถถ่ายทอดให้ผู้อื่นเข้าใจความคิดของตนเองได้ดี นอกจากนั้นความรู้ที่สร้างขึ้นเองนี้ ยังจะเป็นฐานให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ใหม่ต่อไปอย่างไม่มีที่สิ้นสุด

3.2 การจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎี Constructionism

หลักการจัดการเรียนรู้ ผู้เรียนเป็นฝ่ายสร้างความรู้ด้วยตนเอง ดังนี้

3.2.1 คิดและสร้างสรรค์ผลงานจากความคิดของตนเอง เช่น การคิด แล้วเขียน

ออกมาเป็นหนังสือ ก่อทรายเป็นรูปทรงต่าง ๆ ตามความคิด หรือประกอบชิ้นส่วน LEGO เป็นรูปรถแล้วเขียน โปรแกรมให้รถเล่น ได้ ฯลฯ เพื่อแสดงให้เห็นว่าความคิดของตนเองและคนอื่นมองเห็นได้ การลงมือปฏิบัติทำให้ผู้เรียนต้องใช้ความคิด มีความกระตือรือร้น มีความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเองอย่างจริงจัง

3.2.2 ระหว่างการทำงาน อาจจะต้องปรับความคิด และวิธีการทำงานไปเป็นระยะ ๆ ทำให้ผู้เรียนประเมินตนเองได้ว่า ตนเองนั้นรู้หรือยัง ไม่รู้ รู้พอหรือยัง ซึ่งในจุดนี้จะทำให้การสร้างแรงจูงใจหรือการเสริมแรงจากภายนอกเป็นสิ่งที่ไม่จำเป็นสำหรับผู้เรียนตามแนวทางของ Constructionism

3.2.3 ผู้เรียนจะต้องใช้สิ่งที่สร้างขึ้นมาเป็นเป้าซ้อม โดยการลองเปลี่ยนความคิดเกี่ยวกับเรื่องนั้น และลงมือทำใหม่ และคิดว่าผลจากการกระทำตามความคิดใหม่จะเหมือนเดิมหรือเป็นของใหม่ ถ้าเป็นของใหม่ความคิดจะเปลี่ยนแปลงไปเป็นวงจร เป็นวัฏจักรหมุนเวียนเปลี่ยนไป ระหว่างความคิดกับการแสดงออก เป็นวัฏจักรที่สนับสนุนการพัฒนาซึ่งกันและกัน ซึ่งคล้ายคลึงกับความสัมพันธ์ของนาม และรูปตามแนวคิดทางพุทธศาสนา

3.2.4 การเปิดโอกาสให้ผู้เรียน ได้พูดอธิบายกระบวนการคิด กระบวนการลงมือทำ กระบวนการแก้ปัญหาของตนเองอยู่เสมอ จะทำให้ได้ผล 2 ประการ คือ ทำให้รู้ว่าการเรียนรู้คืออะไร นอกจากจะได้เนื้อหาแล้วยังได้วิธีการ การฝึกปฏิบัติเช่นนี้จะทำให้ผู้เรียนเป็นผู้เชี่ยวชาญการเรียนรู้ และสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่ประสบอยู่ได้ ซึ่งเป็นคุณลักษณะสำคัญสำหรับผู้ยุคสมัยที่กำลังเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว

กระบวนการส่งเสริมการเรียนรู้ตามแนวทาง Constructionism มีหลักสำคัญ

3 ประการ คือ

- เชื่อมโยงสิ่งที่รู้แล้วกับสิ่งที่กำลังเรียน เช่น เราสามารถเดินเป็นวงกลม สี่เหลี่ยม และสามเหลี่ยมได้ แต่เราสามารถสั่งให้คอมพิวเตอร์ให้วาดรูปดังกล่าวได้หรือไม่ ถ้ายังทำไม่ได้ ให้เริ่มต้นที่การเดินของตัวเองก่อน ขณะที่เดินให้สังเกตตัวเองไปด้วย แล้วนำเอาระบบการคิดจากการเดินให้สังเกตตัวเองไปได้ แล้วนำเอาระบบการคิดจากการเดินไปเป็น Logic ของการเขียนคำสั่งให้สิ่งที่อยู่ในคอมพิวเตอร์เดินได้อย่างที่เราคิด หรือเราสร้างความรู้ขั้นหนึ่งแล้ว ให้ลองทำต่อไปความรู้ที่ทำอยู่แล้ว จะเป็นฐานของการคิดใหม่ ทำใหม่ รู้ใหม่วียนเวียนไปเช่นนี้

- ให้โอกาสผู้เรียนเป็นผู้ริเริ่มทำโครงการ/ โครงการตามความสนใจ การที่ผู้เรียนจะเรียนรู้ด้วยตนเองได้ต้องได้รับการสนับสนุนอย่างเหมาะสมไม่มากหรือน้อยเกินไปจากครู ที่ได้รับการฝึกฝนให้มีความเข้าใจในกระบวนการเรียนรู้อย่างลึกซึ้ง และที่สำคัญเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน ได้ นำเสนอผลงานและวิเคราะห์กระบวนการเรียนรู้ของตนเองได้

- ให้เวลา จะต้องให้เวลาสำหรับการทำโครงการอย่างต่อเนื่อง โดยไม่ต้องกังวลว่าต้องเสร็จให้ทันตามเวลาที่กำหนด หรือต้องแข่งขันกับผู้อื่น สำหรับโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนแบบปกติ การให้เวลาแก่ผู้เรียนในการทำโครงการอย่างต่อเนื่องเป็นเรื่องยาก

จากการศึกษาเอกสารตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ผู้วิจัยจึงได้ทำการสังเคราะห์ออกมาเป็นขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4 ขั้นตอนดังนี้ ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นเรียนรู้ร่วมกัน ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และขั้นสรุปและประเมินผล

กระบวนการเรียนการสอนที่ใช้ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ต้องผ่านกระบวนการเรียนการสอนที่หลากหลาย ซึ่งกระบวนการเรียนการสอนต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนในงานวิจัยครั้งนี้คือ

1. รูปแบบการเรียนการสอนตามวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT

1.1 ทฤษฎี/ หลักการ/ หรือแนวคิดของรูปแบบ

แม็คคาร์ธี (McCarthy, n.d. อ้างถึงใน ศักดิ์ชัย นิรัญทิว และไพเราะ พุ่มมั่น, 2542)

พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนนี้ขึ้นจากแนวคิดของโคลป์ (Kolb) ซึ่งอธิบายว่า การเรียนรู้เกิดจากความสัมพันธ์ของ 2 มิติ คือ การรับรู้ (Perception) และกระบวนการจัดกระทำข้อมูล (Processing) การรับรู้ของบุคคลมี 2 ช่องทาง คือ ผ่านทางประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม และผ่านทางความคิดรวบยอดที่เป็นนามธรรม (Abstract Conceptualization) ส่วนกระบวนการจัดกระทำข้อมูลก็รับรู้เช่นกัน มี 2 ลักษณะเช่นเดียวกัน คือ การลงมือทดลองปฏิบัติ และการสังเกตโดยใช้ความคิดอย่างไตร่ตรอง เมื่อลากเส้นตรงของช่องทางการรับรู้ 2 ช่องทาง และเส้นตรงของกระบวนการจัดกระทำข้อมูล เพื่อให้เกิดการเรียนรู้มาตัดกัน แล้วเขียนเป็นวงกลมจะเกิดพื้นที่เป็น 4 ส่วนของวงกลม ซึ่งสามารถแทนลักษณะการเรียนรู้ของผู้เรียน 4 แบบ คือ

แบบที่ 1 เป็นผู้เรียนที่ถนัดจินตนาการ (Imagination Learners) เพราะมีการรับรู้ผ่านทางประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม และใช้กระบวนการจัดกระทำข้อมูลด้วยการสังเกตอย่างไตร่ตรอง

แบบที่ 2 เป็นผู้เรียนที่ถนัดการวิเคราะห์ (Analytic Learners) เพราะมีการรับรู้ผ่านทางความคิดรวบยอดที่เป็นนามธรรม และชอบใช้กระบวนการสังเกตอย่างไตร่ตรอง

แบบที่ 3 เป็นผู้เรียนที่ถนัดใช้สามัญสำนึก (Common Sense Learners) เพราะมีการรับรู้ผ่านทางความคิดรวบยอดที่เป็นนามธรรม และชอบใช้กระบวนการลงมือทำ

แบบที่ 4 เป็นผู้เรียนที่ถนัดในการปรับเปลี่ยน (Dynamic Learners) เพราะมีการรับรู้ผ่านทางประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม และชอบใช้กระบวนการลงมือปฏิบัติ

แม็คคาร์ธี และคณะ ได้นำแนวคิดของโคลป์ มาประกอบกับแนวคิดเกี่ยวกับการทำงานของสมองทั้ง 2 ซีก ทำให้เกิดเป็นแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้คำถาม 4 คำถาม คือ ทำไม (Why?) อะไร (What?) อย่างไร (Where?) และถ้า (If?) ซึ่งสามารถพัฒนาผู้เรียนที่มีลักษณะการเรียนรู้แตกต่างกันทั้ง 4 แบบ ให้สามารถใช้สมองทุกส่วนของตนในการพัฒนาศักยภาพของตนได้เต็มที่

1.2 วัตถุประสงค์ของรูปแบบ

เพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีโอกาสดูใช้สมองทุกส่วน (Whole Brain) ทั้งซีกซ้ายและขวา ในการสร้างความรู้ความเข้าใจให้แก่ตนเอง

1.3 กระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบ

การเรียนการสอนตามวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT มีขั้นตอนดำเนินการ 8 ขั้น ดังนี้ (ศักดิ์ชัย นิรัญทวิ และไพเราะ พุ่มมั้น, 2542; เชียร พานิช, 2542)

ขั้นที่ 1 การสร้างประสบการณ์ ผู้สอนเริ่มต้นจากการจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของเรื่องที่เรียนด้วยตนเอง ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถตอบคำถามได้ว่าทำไมตนจึงต้องเรียนรู้เรื่องนี้

ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ประสบการณ์ หรือสะท้อนความคิดจากประสบการณ์ ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความตระหนักรู้ และยอมรับความสำคัญของเรื่องที่เรียน

ขั้นที่ 3 การพัฒนาประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอดหรือแนวคิด เมื่อผู้เรียนเห็นคุณค่าของเรื่องที่เรียนแล้ว ผู้สอนจึงจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดขึ้นด้วยตนเอง

ขั้นที่ 4 การพัฒนาความรู้ความคิด เมื่อผู้เรียนมีประสบการณ์ และเกิดความคิดรวบยอด หรือแนวคิดพอสมควรแล้ว ผู้สอนจึงกระตุ้นให้ผู้เรียนพัฒนาความรู้ ความคิด ของตนให้กว้างขวางและลึกซึ้งขึ้น โดยการให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งความรู้ที่หลากหลาย การเรียนรู้ในขั้นที่ 3 และ 4 นี้คือคำตอบคำถามว่า สิ่งที่ได้เรียนรู้คืออะไร

ขั้นที่ 5 การปฏิบัติตามแนวคิดที่ได้เรียนรู้ ในขั้นนี้ ผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนนำความรู้ความคิดที่ได้รับจากการเรียนรู้ในขั้นที่ 3 – 4 มาทดลองปฏิบัติจริง และศึกษาผลที่เกิดขึ้น

ขั้นที่ 6 การสร้างสรรค์ชิ้นงานของตนเอง จากการปฏิบัติตามแนวคิดที่ได้เรียนรู้ ในขั้นที่ 5 ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้ถึงจุดเด่น จุดด้อยของแนวคิด ความเข้าใจแนวคิดนั้นจะกระจ่างขึ้น ในขั้นนี้ผู้สอนควรกระตุ้นให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถของตน โดยการนำความรู้ความเข้าใจนั้นไปใช้ หรือปรับประยุกต์ใช้ในการสร้างชิ้นงานที่เป็นความคิดสร้างสรรค์ของตนเอง ดังนั้น คำถามหลักที่ใช้ในขั้นที่ 5 – 6 ก็คือ จะทำอย่างไร

ขั้นที่ 7 การวิเคราะห์ผลงานและแนวทางในการนำไปประยุกต์ใช้ เมื่อผู้เรียนได้สร้างสรรค์ชิ้นงานของตนตามความถนัดแล้ว ผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงผลงานของตน ชื่นชมกับความสำเร็จ และเรียนรู้ที่จะวิพากษ์วิจารณ์อย่างสร้างสรรค์ รวมทั้งรับฟังข้อวิพากษ์วิจารณ์ เพื่อการปรับปรุงงานของตนให้ดีขึ้น และการนำไปประยุกต์ใช้ต่อไป

ขั้นที่ 8 การแลกเปลี่ยนความรู้ความคิด ขั้นนี้เป็นขั้นของการขยายขอบข่ายของความรู้ โดยการแลกเปลี่ยนความรู้ความคิด แก่กันและกัน และร่วมกันอภิปรายเพื่อการนำการเรียนรู้ไป เชื่อมโยงกับชีวิตจริงและอนาคต คำถามหลักในการอภิปรายก็คือ ถ้า ... ? ซึ่งอาจนำไปสู่การเปิด ประเด็นใหม่สำหรับผู้เรียนในการเริ่มต้นวัฏจักรของการเรียนรู้ในเรื่องใหม่ต่อไป

1.4 ผลที่ผู้เรียนจะได้รับจากการเรียนรู้ตามรูปแบบ

ผู้เรียนจะสามารถสร้างความรู้ด้วยตนเองในเรื่องที่เรียน จะเกิดความรู้ความเข้าใจ และนำความรู้ความเข้าใจนั้นไปใช้ได้ และสามารถสร้างผลงานที่เป็นความคิดสร้างสรรค์ของ ตนเอง รวมทั้งได้พัฒนาทักษะกระบวนการต่าง ๆ อีกจำนวนมาก

2. รูปแบบการเรียนการสอนตามวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) (สถาบัน ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2550, หน้า 13-15) มีขั้นตอน ดังนี้

2.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือการอภิปราย ภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่ เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็น ที่จะศึกษา หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับ ประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษาเมื่อมีคำถามที่น่าสนใจ และนักเรียน ส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษา จึงร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียด ของเรื่องที่จะศึกษาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น อาจรวมทั้งการรวบรวมความรู้ประสบการณ์เดิม หรือความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ที่ช่วยให้นำไปสู่ความเข้าใจเรื่องหรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้น และมีแนวทางที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

2.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถาม ที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะ หรือปรากฏการณ์ ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้ คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิง หรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

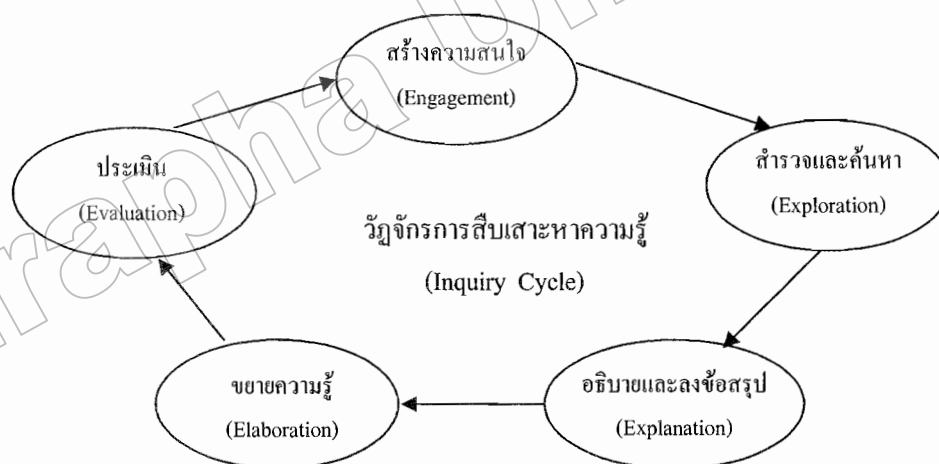
2.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการ สำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อเสนอแนะ ที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผล ที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือรูปวาด สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ ได้แย้งกับสมมติฐาน

ที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้ และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

2.4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้น ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มาก ก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อยซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

2.5 ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

การนำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่น ๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัดซึ่งก่อให้เกิดเป็นประเด็นหรือคำถาม หรือปัญหาที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ จึงเรียกว่า Inquiry Cycle กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ซึ่งช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาหลักและหลักการ ทฤษฎี ตลอดจนการลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ได้ความรู้ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไป



ภาพที่ 8 วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2550, หน้า 15)

3. รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการพัฒนาด้านจิตพิสัยของบลูม (Instructional Model Based on Bloom's Affective Domain) (ทีศนา แจมมณี, 2547, หน้า 237-239)

3.1 ทฤษฎี/หลักการ/แนวคิดของรูปแบบ

บลูม (Bloom) ได้จำแนกจุดมุ่งหมายทางการศึกษาออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ด้านจิตพิสัยหรือความรู้สึก (Affective Domain) และด้านทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) ซึ่งในด้านเจตคติหรือความรู้สึกนั้น บลูมได้จัดชั้นการเรียนรู้ไว้ 5 ชั้นประกอบด้วย ชั้นที่ 1 ชั้นการรับรู้ ซึ่งก็หมายถึง การที่ผู้เรียนได้รับรู้ค่านิยมที่ต้องการจะปลูกฝังในตัวผู้เรียน

ชั้นที่ 2 ชั้นการตอบสนอง ได้แก่การที่ผู้เรียนได้รับรู้และเกิดความสนใจในค่านิยมนั้นแล้วมีโอกาสได้ตอบสนองในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง

ชั้นที่ 3 ชั้นการเห็นคุณค่า เป็นชั้นที่ผู้เรียนได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับค่านิยมนั้นแล้วเกิดเห็นคุณค่าของค่านิยมนั้น ทำให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อค่านิยมนั้น

ชั้นที่ 4 ชั้นการจัดระบบ เป็นชั้นที่ผู้เรียนรับค่านิยมที่ตนเห็นคุณค่านั้นเข้ามาอยู่ในระบบค่านิยมของตน

ชั้นที่ 5 ชั้นการสร้างลักษณะนิสัย เป็นชั้นที่ผู้เรียนปฏิบัติตนตามค่านิยมที่รับมาอย่างสม่ำเสมอและทำจนกระทั่งเป็นนิสัย

ถึงแม้ว่าบลูมได้นำเสนอแนวคิดดังกล่าวเพื่อใช้ในการกำหนดวัตถุประสงค์ในการเรียนการสอนก็ตาม แต่ก็สามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อช่วยปลูกฝังค่านิยมให้แก่ผู้เรียนได้

3.2 วัตถุประสงค์ของรูปแบบ

เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาความรู้สึก/เจตคติ/ค่านิยม/คุณธรรมหรือจริยธรรมที่พึงประสงค์ อันจะนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมให้เป็นไปตามความต้องการ

3.3 กระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบ

การสอนเพื่อปลูกฝังค่านิยมใด ๆ ให้แก่ผู้เรียน สามารถดำเนินการตามลำดับขั้นของวัตถุประสงค์ทางด้านเจตคติของบลูมได้ดังนี้

ชั้นที่ 1 การรับรู้ค่านิยม ผู้สอนจัดประสบการณ์หรือสถานการณ์ที่ช่วยให้ผู้เรียนได้รับรู้ค่านิยมนั้นอย่างใส่ใจ เช่น เสนอกรณีตัวอย่างที่เป็นประเด็นปัญหาขัดแย้งเกี่ยวกับค่านิยมนั้น คำถามที่ท้าทายความคิดเกี่ยวกับค่านิยมนั้น เป็นต้น ในขั้นนี้ผู้สอนควรพยายามกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมดังนี้

- การรู้ตัว
- การเต็มใจรับรู้
- การควบคุมการรับรู้

ขั้นที่ 2 การตอบสนองต่อค่านิยม ผู้สอนจัดสถานการณ์ให้ผู้เรียนมีโอกาสตอบสนองต่อค่านิยมนั้นในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง เช่น ให้พูดแสดงความคิดเห็นต่อค่านิยมนั้น ให้ลองทำตามค่านิยมนั้น ให้สัมภาษณ์หรือพูดคุยกับผู้ที่มีความค่านิยมนั้น เป็นต้น ในขั้นนี้ผู้สอนควรพยายามกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมดังนี้

- การยินยอมตอบสนอง
- การเต็มใจตอบสนอง
- ความพึงพอใจในการตอบสนอง

ขั้นที่ 3 การเห็นคุณค่าของค่านิยม ผู้สอนจัดประสบการณ์หรือสถานการณ์ที่ช่วยให้ผู้เรียนได้เห็นคุณค่าของค่านิยมนั้น เช่น การให้ลองปฏิบัติตามค่านิยมแล้วได้รับการตอบสนองในทางที่ดี เห็นประโยชน์ที่เกิดขึ้นกับตนหรือบุคคลอื่นที่ปฏิบัติตามค่านิยมนั้น เห็นโทษหรือได้รับโทษจากการละเลยไม่ปฏิบัติตามค่านิยมนั้น เป็นต้น ในขั้นนี้ผู้สอนควรพยายามกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมดังนี้

- การยอมรับในคุณค่านั้น
- การชื่นชอบในคุณค่านั้น
- ความผูกพันในคุณค่านั้น

ขั้นที่ 4 การจัดระบบค่านิยม เมื่อผู้เรียนเห็นคุณค่าของค่านิยมและเกิดเจตคติที่ดีต่อค่านิยมนั้น และมีความโน้มเอียงที่จะรับค่านิยมนั้นมาใช้ในชีวิตของตน ผู้สอนควรกระตุ้นให้ผู้เรียนพิจารณาค่านิยมนั้นกับค่านิยมหรือคุณค่าอื่น ๆ ของตน ในขั้นนี้ผู้สอนควรกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมสำคัญดังนี้

- การสร้างมโนทัศน์ในคุณค่านั้น
- การจัดระบบในคุณค่านั้น

ขั้นที่ 5 การสร้างลักษณะนิสัย

ผู้สอนส่งเสริมให้ผู้เรียนปฏิบัติตามค่านิยมนั้นอย่างสม่ำเสมอ โดยติดตามผลการปฏิบัติและให้ข้อมูลป้อนกลับและการเสริมแรงเป็นระยะ ๆ จนกระทั่งผู้เรียนสามารถปฏิบัติได้จนเป็นนิสัย ในขั้นนี้ผู้สอนควรพยายามกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมดังนี้

- การมีหลักยึดในการตัดสินใจ
- การปฏิบัติตามหลักยึดนั้นจนเป็นนิสัย
- การดำเนินการในขั้นตอนที่ 5 ไม่สามารถทำได้ในระยะเวลาอันสั้น ต้องอาศัยเวลา

โดยเฉพาะในขั้นที่ 4 และ 5 ต้องการเวลาในการปฏิบัติ ซึ่งอาจจะมากน้อยแตกต่างกันไปในผู้เรียนแต่ละคน

3.4 ผลที่ผู้เรียนจะได้รับจากการเรียนตามรูปแบบ

ผู้เรียนจะได้รับการปลูกฝังค่านิยมที่พึงประสงค์จนถึงระดับที่สามารถปฏิบัติได้จนเป็นนิสัย นอกจากนี้ผู้เรียนยังได้เรียนรู้กระบวนการในการปลูกฝังค่านิยมให้เกิดขึ้น ซึ่งผู้เรียนสามารถนำไปปลูกฝังค่านิยมอื่น ๆ ให้แก่ตนเองหรือผู้อื่นต่อไป

การใช้พลังงานอย่างเป็นมิตรกับธรรมชาติ

การใช้พลังงานอย่างเป็นมิตรกับธรรมชาติ เป็นการใช้พลังงานใช้เชิงอนุรักษ์ เห็นคุณค่าของการประหยัดพลังงาน ให้ความสำคัญกับต้นกำเนิดของพลังงาน และเป็นการพัฒนาคุณภาพด้านการใช้พลังงานอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งผู้เรียนต้องมีความรู้ในเนื้อหาสาระดังนี้

1. สถานการณ์พลังงาน

พลังงานเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตของมนุษย์อย่างไม่สามารถปฏิเสธได้ กิจกรรมทุกประเภทที่มนุษย์กระทำล้วนแต่ต้องใช้พลังงานทั้งสิ้น (ไกรพัฒน์ จินขจร, 2551) ประเทศไทยมีความต้องการพลังงานเพิ่มขึ้นตามการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ ดังจะเห็นได้จากตารางที่ 2 รายงานการใช้พลังเชิงพาณิชย์ขั้นต้นของสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน

ตารางที่ 2 การใช้พลังงานเชิงพาณิชย์ขั้นต้น ปี พ.ศ. 2547 – 2551 (กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2552) (หน่วย: เทียบเท่าพันบาร์เรลน้ำมันดิบต่อวัน)

| | 2547 | 2548 | 2549 | 2550 | 2551 |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| การใช้ | 1,450 | 1,520 | 1,548 | 1,606 | 1,624 |
| น้ำมัน | 687 | 689 | 673 | 667 | 633 |
| ก๊าซธรรมชาติ | 518 | 566 | 579 | 615 | 649 |
| ถ่านหิน | 94 | 107 | 143 | 182 | 203 |
| ลิกไนต์ | 119 | 125 | 108 | 100 | 102 |
| พลังน้ำ/ ไฟฟ้านำเข้า | 32 | 33 | 44 | 43 | 36 |
| อัตราการเปลี่ยนแปลง (%) | | | | | |
| การใช้ | 7.7 | 4.8 | 1.8 | 3.8 | 1.1 |
| น้ำมัน | 10.1 | 0.4 | -2.3 | -1.0 | -5.0 |
| ก๊าซธรรมชาติ | 4.4 | 9.2 | 2.3 | 6.2 | 5.6 |
| ถ่านหิน | 5.9 | 13.8 | 33.6 | 26.9 | 12.1 |
| ลิกไนต์ | 18.4 | 4.6 | -13.7 | -6.7 | 2.1 |
| พลังน้ำ/ ไฟฟ้านำเข้า | -12.1 | 2.4 | 35.2 | -2.5 | -17.4 |

หมายเหตุ: หน่วย: เทียบเท่าพันบาร์เรลน้ำมันดิบต่อวัน หมายถึง การเปรียบเทียบพลังงานชนิดต่าง ๆ เช่น ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน ให้เทียบเท่ากับน้ำมันดิบ

จากตารางที่ 2 พบว่า ในปี พ.ศ. 2551 ประเทศไทยใช้พลังงานเชิงพาณิชย์ขั้นต้นอยู่ที่ระดับ 1,624 เทียบเท่าพันบาร์เรลน้ำมันดิบต่อวัน เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.1 เมื่อเทียบกับกับปี พ.ศ. 2550 โดยการใช้ก๊าซธรรมชาติเพิ่มขึ้นร้อยละ 5.6 การใช้ถ่านหินนำเขายังคงเพิ่มขึ้นในอัตราที่สูงร้อยละ 12.1 การใช้ลิกไนต์เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย เนื่องจากถูกทดแทนโดยถ่านหินนำเข้า ในขณะที่การใช้น้ำมันลดลงจากปีพ.ศ. 2550 ร้อยละ 0.5 ทั้งนี้การใช้น้ำมันลดลงต่อเนื่องเป็นปีที่สอง เนื่องจากราคาน้ำมันทรงตัวในระดับสูงอย่างต่อเนื่อง การใช้ไฟฟ้าพลังน้ำ/ ไฟฟ้านำเข้าในปีพ.ศ. 2551 ลดลงร้อยละ 17.40 เนื่องจากปีพ.ศ. 2551 น้ำมันมีปริมาณน้อยกว่าปีพ.ศ. 2550

แม้ว่าประเทศไทยจะสามารถผลิตพลังงานได้เอง แต่แหล่งพลังงานมีปริมาณไม่เพียงพอ กับความต้องการใช้พลังงานภายในประเทศ เราจึงจำเป็นต้องนำเข้าพลังงาน จากรายงานภาวะ เศรษฐกิจไทยในปีพ.ศ. 2551 ของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (สศช.) พบว่า เศรษฐกิจมีการขยายตัวเพียงร้อยละ 2.6 ทั้งนี้เนื่องจากอุปสงค์ภายในประเทศและ การส่งออกชะลอตัวลงในไตรมาสสุดท้าย ซึ่งเกิดจากผลกระทบของปัญหาภาวะเศรษฐกิจโลกซบเซา ปัญหาการเมืองภายในประเทศ และความเชื่อมั่นของผู้บริโภคและภาคธุรกิจลดลง โดยปัจจัยเหล่านี้ ส่งผลต่อภาพรวมการใช้พลังงานของประเทศ สรุปได้ตารางที่ 3 ดังนี้

ตารางที่ 3 การใช้ การผลิต การนำเข้าพลังงานเชิงพาณิชย์ขั้นต้น ปี พ.ศ. 2547 – 2551
(กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2552)
(หน่วย: เทียบเท่าพันบาร์เรลน้ำมันดิบต่อวัน)

| | 2547 | 2548 | 2549 | 2550 | 2551 |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| การใช้ | 1,450 | 1,520 | 1,548 | 1,606 | 1,624 |
| การผลิต | 676 | 743 | 765 | 794 | 850 |
| การนำเข้า (สุทธิ) | 988 | 980 | 978 | 998 | 941 |
| การนำเข้า/ การใช้ (%) | 68 | 64 | 63 | 62 | 58 |
| อัตราการเปลี่ยนแปลง (%) | | | | | |
| การใช้ | 7.7 | 4.8 | 1.8 | 3.8 | 1.1 |
| การผลิต | 1.5 | 9.9 | 3.0 | 3.7 | 7.1 |
| การนำเข้า (สุทธิ) | 13.8 | -0.9 | -0.2 | 2.0 | -5.7 |
| GDP (%) | 6.9 | 4.5 | 5.0 | 4.8 | 2.6 |

หมายเหตุ: หน่วย: เทียบเท่าพันบาร์เรลน้ำมันดิบต่อวัน หมายถึง การเปรียบเทียบพลังงานชนิดต่าง ๆ เช่น ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน ให้เทียบเท่ากับน้ำมันดิบ

จากตารางที่ 3 พบว่า พลังงานที่ใช้ภายในประเทศได้มาจากการนำเข้าพลังงานมากกว่า การผลิตภายในประเทศ และปริมาณการใช้ การผลิต การนำเข้าพลังงานเชิงพาณิชย์ขั้นต้นเพิ่มขึ้น ทุกปี หากประชากรทั่วโลกยังใช้พลังงานอยู่ในอัตราเดียวกันนี้ต่อไป พลังงานที่มีอยู่จะหมดเร็วกว่า ที่คาดไว้อย่างแน่นอน

สำหรับแนวโน้มสถานการณ์พลังงานในปีพ.ศ. 2552 สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (สศช.) คาดว่า ความต้องการพลังงานเชิงพาณิชย์ขั้นต้นอยู่ที่ระดับ 1,650 พันบาร์เรลน้ำมันดิบต่อวัน เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2551 ร้อยละ 1.9 แสดงได้ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แนวโน้มการใช้พลังงานเชิงพาณิชย์ขั้นต้น ปี พ.ศ. 2552 (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2552) (หน่วย: เทียบเท่าพันบาร์เรลน้ำมันดิบต่อวัน)

| | 2547 | 2548 | 2549 | 2550 | 2551 | 2552 |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| การใช้ | 1,450 | 1,520 | 1,548 | 1,606 | 1,624 | 1,656 |
| น้ำมัน | 687 | 689 | 673 | 667 | 633 | 635 |
| ก๊าซธรรมชาติ | 518 | 566 | 579 | 615 | 649 | 674 |
| ถ่านหิน/ ลิกไนต์ | 213 | 232 | 251 | 282 | 306 | 310 |
| พลังน้ำ/ ไฟฟ้านำเข้า | 32 | 33 | 44 | 43 | 36 | 37 |
| อัตราการเปลี่ยนแปลง (%) | | | | | | |
| การใช้ | 7.7 | 4.8 | 1.8 | 3.8 | 1.1 | 1.9 |
| น้ำมัน | -10.1 | 0.4 | -2.3 | -1.0 | -5.0 | 0.3 |
| ก๊าซธรรมชาติ | 4.4 | 9.2 | 2.3 | 6.2 | 5.6 | 3.9 |
| ถ่านหิน/ ลิกไนต์ | 12.7 | 8.9 | 8.2 | 12.4 | 8.5 | 1.3 |
| พลังน้ำ/ ไฟฟ้านำเข้า | -12.1 | 2.4 | 35.2 | -2.5 | -17.4 | 2.6 |

หมายเหตุ: หน่วย: เทียบเท่าพันบาร์เรลน้ำมันดิบต่อวัน หมายถึง การเปรียบเทียบพลังงานชนิดต่าง ๆ เช่น ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน ให้เทียบเท่ากับน้ำมันดิบ

จากตารางที่ 4 พบว่า ความต้องการพลังงานในปีพ.ศ. 2552 โดยความต้องการน้ำมันเพิ่มขึ้นเล็กน้อยร้อยละ 0.3 ก๊าซธรรมชาติเพิ่มขึ้นร้อยละ 3.9 ลิกไนต์/ ถ่านหิน เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.3 และพลังน้ำ/ ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นร้อยละ 2.6 หากการใช้พลังงานของประชากรโลกอยู่ในอัตราเดียวกันนี้ต่อไป เชื่อได้ว่าพลังงานที่มีอยู่จะหมดเร็วกว่าที่คาดไว้แน่นอน จึงควรตระหนักว่าพลังงานที่มีอยู่ไม่ได้มากมายอย่างที่คิด และนับวันจะมีจำนวนลดน้อยลงทุกที ซึ่งจะก่อให้เกิดปัญหาการขาดแคลน และมีราคาสูงขึ้น

2. พลังงาน

สิ่งมีชีวิตทุกชนิดต้องการพลังงาน ร่างกายของคนเราต้องใช้พลังงานในการเคลื่อนไหว หายใจและสืบพันธุ์ พลังงานเป็นสิ่งจำเป็นในการทำให้เครื่องยนต์ทำงาน ทำอาหารและทำให้บ้านเย็นสบาย หากที่จะบรรยายว่าพลังงานคืออะไร แต่ง่ายที่เดี๋ยวก่อนจะกล่าวหาว่า พลังงานทำอะไรได้บ้าง (นงนภัส คู่ขวัญ เทียงกมล, 2551) พลังงานเป็นรากฐานที่สำคัญในการพัฒนาประเทศในการสร้างความเจริญทางเศรษฐกิจ เนื่องจากเป็นพื้นฐานการผลิตในด้านอุตสาหกรรมการผลิตทุกชนิด และการดำเนินกิจกรรมทางธุรกิจต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นด้านการเดินทาง การติดต่อทางธุรกิจ ในด้านอาคารสำนักงาน การขนส่งและการท่องเที่ยว หรือแม้แต่การดำรงชีวิตประจำวันของมนุษย์ ทั้งนี้ เพราะทุกกิจกรรมล้วนแต่ต้องใช้พลังงานทั้งสิ้น จากที่กล่าวมาจะเห็นว่าพลังงานเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญ และจำเป็นต่อการดำรงชีวิต เพื่อการตอบสนองความต้องการขั้นพื้นฐานของมนุษย์ทุกคนในการดำรงชีวิตประจำวัน จึงอาจกล่าวได้ว่า พลังงานเป็นปัจจัย 5 สำหรับการดำรงชีวิตในยุคโลกาภิวัตน์อย่างยิ่ง

2.1 ความหมายของพลังงาน พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน (ราชบัณฑิตยสถาน, 2546) ให้ความหมายของพลังงานว่า พลังงาน หมายถึง ความสามารถซึ่งมีอยู่ในตัวของสิ่งให้อาจให้แรงงานได้

จักรพันธ์ ปัญจะสุวรรณ (2549) ได้ให้ความหมายของพลังงานว่า พลังงาน หมายถึง สิ่งที่สามารถทำงานได้

พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ได้ให้ความหมายของพลังงานว่า พลังงาน หมายถึง ความสามารถในการทำงานที่มีอยู่ในตัวของสิ่งให้อาจให้อ่างานได้ ได้แก่ พลังงานหมุนเวียน และพลังงานสิ้นเปลือง และให้หมายความรวมถึงสิ่งให้อ่างานได้ เช่น เชื้อเพลิง ความร้อนและไฟฟ้า เป็นต้น (อนันต์ วงศ์กระจ่าง และคณะ, 2550)

ภาณี คูสุวรรณ (2551) ได้ให้ความหมายของพลังงานว่า พลังงานมาจากคำว่า พลังและงาน หมายถึง พลังต่าง ๆ ที่นำมาใช้ให้เกิดเป็นงาน

อันยองจู, วิภาพร พูลสวัสดิ์ (2551) กล่าวว่า พลังงาน คือ ความสามารถในการทำงานได้ ในที่นี้ งานคือ การเคลื่อนที่ หรือการเปลี่ยนแปลงของสสาร ยิ่งงานมีปริมาณสูง พลังงานที่ต้องใช้ในการทำงานก็จะยิ่งสูงตามไปด้วย

สรุปได้ว่า พลังงาน คือความสามารถในการทำงาน โดยการทำงานนี้จะทำให้วัตถุเกิดการเคลื่อนที่ เคลื่อนไหว เปลี่ยนแปลง และเจริญเติบโตได้

2.2 รูปแบบของพลังงาน

พลังงานมีหลายรูปแบบ สามารถแบ่งเป็น 2 ลักษณะใหญ่ ๆ ได้แก่ พลังงานศักย์ และพลังงานจลน์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2547, หน้า 114; 2550, หน้า 48-49)

2.2.1 พลังงานศักย์ เป็นพลังงานที่สะสมในวัตถุนั้น ๆ พร้อมทั้งจะทำงานได้ ตัวอย่างการใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน เช่น การกักเก็บน้ำในอ่างเก็บน้ำเหนือเขื่อนที่ผลิตกระแสไฟฟ้า ถ้ากักเก็บน้ำไว้ได้สูงมากจะมีพลังงานศักย์มาก

2.2.2 พลังงานจลน์ เป็นพลังงานที่เกี่ยวข้องกับความเร็วของวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ ในชีวิตประจำวันของเรามีความคุ้นเคยกับผลที่เกิดจากพลังงานจลน์เสมอ เช่น พลังงานจลน์จากการตกของลูกตุ้มเหล็กที่ติดตั้งอยู่กับปั้นจั่นจะช่วยให้การตอกเสาเข็มซึ่งเป็นรากฐานของการก่อสร้างอาคารต่าง ๆ พลังงานจลน์ของน้ำที่ไหลตกจากที่สูงกระทบก้นน้ำให้หมุ่นช่วยในการผลิตกระแสไฟฟ้า เพื่อใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง ความเสียหายของผลไม้ที่หล่นจากต้น ซึ่งอธิบายได้ว่าผลไม้ที่หล่นจากที่สูงกว่าจะกระทบกระแทกพื้นด้วยความเร็วมากกว่า จึงเกิดผลเสียหายมากกว่าผลไม้ที่หล่นจากที่ต่ำ

นอกจากพลังงานศักย์และพลังงานจลน์แล้ว ยังมีพลังงานอื่น ๆ อีกในธรรมชาติ (จักรพันธ์ ปัญจะสุวรรณ, 2549, หน้า 4 – 10) เช่น พลังงานความร้อน พลังงานเสียง พลังงานไฟฟ้า พลังงานแสง พลังงานเคมี เป็นต้น

2.2.3 พลังงานรูปแบบอื่น ๆ

2.2.3.1 พลังงานความร้อน ในวัตถุต่าง ๆ โมเลกุลมีการเคลื่อนที่ตลอดเวลา นั่นคือ โมเลกุลมีพลังงานจลน์ เมื่อวัตถุมีอุณหภูมิสูงขึ้น โมเลกุลของวัตถุจะเคลื่อนที่เร็วขึ้น และถี่ขึ้น นั่นคือมีพลังงานความร้อน (Thermal Energy)

2.2.3.2 พลังงานเสียง เสียงเป็นพลังงานรูปหนึ่งซึ่งเกิดจากการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียง เมื่อแหล่งกำเนิดเสียงสั่น เช่น ลำโพงสั่นจะมีการถ่ายโอนพลังงานกลในการสั่นผ่านโมเลกุลของตัวกลางไปยังหูผู้ฟัง

2.2.3.3 พลังงานไฟฟ้า แบ่งได้ 2 ประเภท คือ

- ไฟฟ้าสถิต เกิดจากการที่อะตอมซึ่งเป็นองค์ประกอบของวัตถุทุกชนิดเกิดการสูญเสียหรือได้รับอิเล็กตรอน ทำให้มีจำนวนไม่เท่ากับโปรตอน
- ไฟฟ้ากระแส เกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน ในชีวิตประจำวันเราใช้ประโยชน์จากไฟฟ้ากระแสเป็นส่วนใหญ่ เช่น หลอดไฟ พัดลม ตู้เย็น เป็นต้น

2.2.3.4 พลังงานแสง เมื่อคุณแสงอาทิตย์หรือ แสงจากหลอดไฟฟ้าด้วยตาเปล่า จะเห็นว่าไม่มีสี จึงเรียกว่า แสงขาว แสงขาวประกอบด้วยแสงสีต่าง ๆ ในสเปกตรัม ได้แก่ แสงสีม่วง น้ำเงิน เขียว เหลือง ส้มและแดง เป็นต้น แสงสีค่อย ๆ เปลี่ยนไปที่ละน้อยและต่อเนื่องกัน เมื่อแสงตกกระทบวัตถุต่าง ๆ บางส่วนของแสงจะสะท้อนออกไปแสงส่วนที่เหลือจะทะลุผ่านเข้าไปในวัตถุ แสงส่วนนี้อาจถูกวัตถุดูดกลืนไว้ทั้งหมด หรือถูกวัตถุดูดกลืนไว้บางส่วน หรือวัตถุยอมให้แสงทะลุผ่านได้เกือบหมดก็ได้

2.2.3.5 พลังงานเคมี อาหารเมื่อรับประทานเข้าไปแล้วจะต้องให้สารอาหารที่มีประโยชน์แก่ร่างกายอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง เช่น ให้พลังงานเพื่อการดำรงชีวิต ให้สารที่ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโต หรือช่วยสร้างภูมิคุ้มกัน เป็นต้น คาร์โบไฮเดรตเป็นสารอาหารที่ให้พลังงานแก่ร่างกายโดยตรง คาร์โบไฮเดรตประกอบด้วยธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน โมเลกุลของสารประกอบคาร์โบไฮเดรตทุกชนิด ส่วนใหญ่แล้วจะพบว่าเป็นประกอบด้วยอะตอมไฮโดรเจน และออกซิเจนในอัตราส่วนสองต่อหนึ่ง เช่นเดียวกับ โมเลกุลของน้ำ จึงได้ชื่อว่า คาร์โบไฮเดรต “คาร์โบ” มาจากภาษาละติน หมายถึง คาร์บอน “ไฮเดรต” เป็นภาษากรีก หมายถึง “น้ำ” พืชสร้างคาร์โบไฮเดรตจากกระบวนการสังเคราะห์แสง คาร์โบไฮเดรตที่พืชสร้างและสะสมไว้มีหลายชนิด เช่น น้ำตาล แป้ง เซลลูโลส เป็นต้น

2.2.3.6 พลังงานนิวเคลียร์ มีประจักษ์พยานหลายอย่างที่ทำให้นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่า ดวงอาทิตย์ประกอบด้วยธาตุที่เบาที่สุด คือ ธาตุไฮโดรเจนซึ่งมีการหลอมตัวกลายเป็นธาตุใหม่ คือ ธาตุฮีเลียมซึ่งมีมวลมากกว่าเดิม ขณะเดียวกันให้พลังออกมาอย่างมหาศาล

2.2.3.7 พลังงานลม มีการใช้กังหันลมหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เพื่อเปลี่ยนพลังงานจลน์จากแรงลมเป็นพลังงานไฟฟ้า ในประเทศไทยมีการทดลองที่สถานีผลิตไฟฟ้าจากกังหันลม จังหวัดภูเก็ต การใช้กังหันลมหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่จังหวัดภูเก็ต ไม่ได้ใช้พลังงานลมเพียงอย่างเดียวแต่เป็นการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับพลังงานลมด้วย

2.2.3.8 พลังงานชีวมวล แบ่งออกเป็น 4 ประเภท คือ

- ฟืนและถ่านไม้ สำหรับประเทศไทย มีการสำรวจพบว่า คราวเรือนในชนบทใช้ฟืนและถ่านไม้มากกว่าในตัวเมืองหลายเท่าตัว และมักจะใช้เพื่อการหุงต้มอาหารเป็นส่วนใหญ่ ปัจจุบันเชื้อเพลิงประเภทนี้ลดความสำคัญลงไป

- วัสดุเหลือใช้จากการเกษตร ได้แก่ แกลบ ฟาง ชี้อ้อย ช้างข้าวโพด ชานอ้อย ซึ่งจากการประเมิน โดยคร่าว ๆ ทราบว่าแต่ละปี จะมีแกลบประมาณ 4.5 ล้านตัน ฟางข้าวประมาณ 3.5 ล้านตัน ชานอ้อยประมาณ 7 ล้านตัน มีศักยภาพในเชิงความร้อนเทียบเท่ากับน้ำมันดิบ 13.3 ล้านตัน แต่วัสดุเหล่านี้ถูกนำไปใช้ในครัวเรือนเพียง 1.57 ล้านตัน หรือประมาณร้อยละ 12 เท่านั้น การนำ

วัตถุเหล่านี้มาใช้เป็นเชื้อเพลิง ทำได้หลายวิธี เช่น ใช้เป็นเชื้อเพลิงโดยตรงกับหม้อน้ำเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า และการทำเชื้อเพลิงอัดแท่งแทนฟืน เป็นต้น

- ก๊าซชีวภาพ โดยการนำเอามูลสัตว์มาหมักจะได้ก๊าซชีวภาพที่มีชื่อว่า มีเทน เช่น การหมักมูลสุกร โค กระบือ ก๊าซมีเทนที่ได้สามารถนำไปใช้หุงต้มในครัวเรือนโดยตรง

- พลังงานจากแอลกอฮอล์ แอลกอฮอล์เป็นของเหลวใสไม่มีสี ได้แก่อเอทานอล ซึ่งส่วนใหญ่จะได้มาจากการหมักน้ำตาลไม้กับยีสต์ และเมทานอล ซึ่งส่วนใหญ่ได้มาจากการกลั่นสลายไม้สด เมทานอลใช้จุดตะเกียงโดยเฉพาะ

2.2.3.9 พลังงานจากปิโตรเคมี เมื่อน้ำมันปิโตรเลียม (น้ำมันดิบ) มากล้นลำดับส่วนจะได้ผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ส่วนใหญ่ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิง มีการอัดก๊าซปิโตรเลียมให้เป็นของเหลวที่เรียกว่า ก๊าซธรรมชาติ สำหรับรถยนต์ (NGV) ก๊าซปิโตรเลียมเหลวมีออกเทนประมาณ 130 ใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับยานยนต์ เพื่อทดแทนน้ำมันเบนซินและดีเซลได้ดี ช่วยให้เครื่องยนต์เผาไหม้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสะอาดปราศจากมลพิษในอากาศ นอกจากนี้ยังมีน้ำมันเบนซิน น้ำมันก๊าด น้ำมันดีเซล น้ำมันเตา ซึ่งใช้เป็นเชื้อเพลิงเช่นกัน

2.2.3.10 พลังงานจากถ่านหิน ถ่านหินที่พบในประเทศไทย เป็นถ่านหินที่จัดว่ามีคุณภาพต่ำ อยู่ในชั้นลิกไนต์และซับบิทูมินัส มีค่าความร้อนระหว่าง 2,800 – 5,200 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม หรืออาจกล่าวได้ว่า ลิกไนต์ 2–3.7 ตัน จะให้ค่าความร้อนเท่ากับน้ำมันเตา 1 ตัน มนุษย์สามารถนำพลังงานมาใช้ประโยชน์ได้นั้น พลังงานต่าง ๆ ต้องมีการเปลี่ยนรูปพลังงาน

2.3 การเปลี่ยนรูปแบบพลังงาน

พลังงานสามารถเปลี่ยนจากรูปแบบหนึ่งไปสู่อีกรูปแบบหนึ่ง เช่น การหุงต้มอาหารที่มีการเปลี่ยนแปลงพลังงานเคมีไปเป็นพลังงานความร้อน เมื่อมีการเปลี่ยนรูปพลังงานมาก จะยังมีการสูญเสียพลังงานมาก หลักการประหยัดพลังงานคือ การทำให้กระบวนการเปลี่ยนรูปพลังงานมีการสูญเสียพลังงานในรูปแบบที่ไม่ต้องการให้น้อยที่สุด (ภาณี กุสุวรรณ์, 2551, หน้า 5)

2.4 พลังงานมาจากไหน

พลังงานเป็นสิ่งจำเป็นในชีวิตประจำวันของสิ่งมีชีวิต ทั้งที่พลังงานเป็นสิ่งที่ไม่มีความเห็นแต่สัมผัสได้ เช่น พลังงานแสงสัมผัสได้โดยการมองเห็น พลังงานความร้อนสัมผัสได้ทางผิวหนัง พลังงานที่ใช้อยู่ในโลกทั้งหมดในรูปแบบต่าง ๆ กันนั้น มาจากแหล่งกำเนิดพลังงาน คือ ดวงอาทิตย์ (ภาณี กุสุวรรณ์, 2551)

ดวงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานของโลกที่สำคัญที่สุด มนุษย์ได้อาศัยพลังงานจากดวงอาทิตย์มาตั้งแต่ยุคดึกดำบรรพ์ สิ่งมีชีวิตทั้งหมดที่เกิดขึ้นในโลกซึ่งได้มีวิวัฒนาการมาจนถึงปัจจุบันจะต้องอาศัยพลังงานจากดวงอาทิตย์เป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงชีวิตทั้งสิ้น เพราะพลังงาน

จากดวงอาทิตย์ทำให้เกิดกระบวนการต่าง ๆ มากมาย เช่น การสังเคราะห์แสงในพืช (Photosynthesis) การทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต และทำให้ร่างกายของสิ่งมีชีวิต กระทำกิจกรรมต่าง ๆ อยู่ได้

2.5 แหล่งพลังงาน

นอกจากดวงอาทิตย์จะเป็นปัจจัยของการมีชีวิตโดยตรงดังกล่าวแล้ว มนุษย์ยังต้องใช้พลังงานซึ่งมีแหล่งกำเนิดจากดวงอาทิตย์ในรูปของเชื้อเพลิง แบ่งเป็น แหล่งพลังงานที่ใช้แล้วหมดไป (Non-Renewable Energy) และแหล่งพลังงานที่ใช้แล้วไม่หมดไป (Renewable Energy)

2.5.1 แหล่งพลังงานที่ใช้แล้วหมดไป

พลังงานที่ใช้แล้วหมดไป หรือพลังงานสิ้นเปลืองส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของเชื้อเพลิงฟอสซิล ซึ่งเป็นพลังงานที่สะสมอยู่ในบริเวณต่าง ๆ ใต้พื้นผิวโลก โดยเมื่อนำมาใช้ประโยชน์แล้วจะไม่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์อีก หรือมีลักษณะที่ใช้แล้วหมดไป เนื่องจากธรรมชาติต้องใช้ระยะเวลาอันยาวนานสำหรับกระบวนการสร้างแหล่งพลังงานขึ้นมาทดแทน ดังนั้นพลังงานดังกล่าวนี้ จึงควรที่จะเก็บไว้สำหรับเป็นพลังงานสำรองในอนาคต มากกว่าการเร่งนำมาใช้ประโยชน์ เพื่อสนองความต้องการใช้พลังงานในปัจจุบัน (วุฒิสาสตร์ โฉกเกื้อ และต่อศักดิ์ โกมาสถิต, 2550, หน้า 83) แหล่งพลังงานที่ใช้แล้วหมดไปแบ่งออกเป็น 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือ พลังงานฟอสซิล และพลังงานนิวเคลียร์

2.5.1.1 พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล (Fossil Fuel)

พลังงานฟอสซิลโดยทั่วไปคือ สารจำพวกอินทรีย์ที่เกิดการสลายไปได้ง่าย อยู่ในสภาพ อีสาระในอากาศ และให้ความร้อนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ พลังงานฟอสซิลประกอบด้วย ถ่านพีต ถ่านหิน น้ำมันดิบ หินน้ำมัน น้ำมันปิโตรเลียม และแก๊สธรรมชาติ เป็นต้น พลังงานฟอสซิลที่ใช้อยู่ทั่วไปในสภาพอุดมภูมิปกติ แบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

- เชื้อเพลิงแข็ง ได้แก่ ถ่านหิน และหินน้ำมัน ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงธรรมชาติ แหล่งกำเนิดถ่านหินมาจากพืช ในระยะเริ่มต้นการก่อตัวของถ่านหิน พืชขนาดใหญ่ตามบ่อหรือบึงเลน ถูกทับถมกันเป็นชั้นหนาใต้พื้นดินด้วยซากพืชเน่าเปื่อยเป็นเวลาหลายล้านปี ซากที่ทับถมกันจะพอกพูนเป็นชั้นลึกลงไปหลายพันเมตร ก่อนจะถูกกลบฝังโดยการเคลื่อนตัวของโลก น้ำท่วม และธารน้ำแข็งในยุคต้นของโลก ซากพืชที่เน่าเปื่อยเหล่านี้ถูกบีบอัดด้วยแรงอัด และความร้อนมหาศาล ทำให้ซากพืชเปลี่ยนเป็นแร่ธาตุที่แข็งเรียกว่าถ่านหิน

- เชื้อเพลิงเหลว เชื้อเพลิงเหลวที่มีบทบาทสำคัญมากในชีวิตประจำวันคือปิโตรเลียม เพราะมนุษย์นำไปใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางทั้งทางตรงและทางอ้อม ปิโตรเลียมที่ขุดเจาะขึ้นมา หมายรวมถึงน้ำมันดิบ แก๊สธรรมชาติ และแก๊สธรรมชาติเหลว ตลอดจน

สารพลอยได้อื่น ๆ ที่เกิดตามธรรมชาติซึ่งอยู่ในสภาพอิสระ ปิโตรเลียมเกิดจากสารอินทรีย์จากพืชและสัตว์ที่ตายทับถม และคลุกเคล้ารวมกับตะกอนเป็นเวลานานนับล้านปี อุณหภูมิและความกดดันสูงทำให้สารอินทรีย์เกิดการเปลี่ยนแปลงไปเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีมวลโมเลกุลใหญ่ เรียกว่า เคโรเจน หลังจากนั้นเคโรเจนจะสลายตัวต่อไปเป็นปิโตรเลียม ปิโตรเลียมส่วนใหญ่จะเกิดในระดับความลึกที่สภาพอุณหภูมิเหมาะสม ที่ระดับความลึกและอุณหภูมิสูงมาก เคโรเจน จะสลายตัวได้รวดเร็ว และปิโตรเลียมที่ได้จะเกิดเป็นแก๊สธรรมชาติเป็นส่วนใหญ่

น้ำมันดิบหรือปิโตรเลียมส่วนมากมีสีน้ำตาลหรือสีน้ำตาล มีสมบัติแตกต่างกันตามแหล่งที่พบบางแหล่งมีไขมาก บางแหล่งมียางมะตอยมาก ส่วนใหญ่ประกอบด้วยคาร์บอนร้อยละ 85-90 ไฮโดรเจนร้อยละ 10-15 กำมะถันร้อยละ 0.0001-7 และออกซิเจนร้อยละ 0.001-5 นอกนั้นเป็นไนโตรเจนและโลหะอื่น ๆ การนำน้ำมันดิบมาใช้ประโยชน์ต้องนำน้ำมันดิบไปผ่านกระบวนการแยกสารอื่น ๆ ที่ปนอยู่ออกไปก่อน แล้วจึงนำส่วนที่เป็นสารไฮโดรคาร์บอนไปกลั่นแยกออกเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ

ในอุตสาหกรรมการกลั่นน้ำมันปิโตรเลียม มีหลักการทั่ว ๆ ไปเหมือนกันคือให้ความร้อนแก่น้ำมันดิบจนมีอุณหภูมิสูงประมาณ 350-400 องศาเซลเซียส แล้วฉีดเข้าทางด้านล่างของหอกกลั่นที่มีอุณหภูมิลดลงตามลำดับ โดยส่วนล่างสุดมีอุณหภูมิสูงกว่า และจะลดลงเรื่อย ๆ ตามความสูงของหอกกลั่น ดังนั้นสารที่มีจุดเดือดต่าง ๆ กันจะระเหยเป็นแก๊สลอยขึ้นด้านบนของหอกกลั่นและจะกลั่นตัวเป็นของเหลวในแต่ละช่วงของหอกกลั่น ได้เป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่มีช่วงจุดเดือดลดหลั่นกันตามลำดับ เรียกการกลั่นแบบนี้ว่า การกลั่นลำดับส่วน ผลิตภัณฑ์หรือสารที่กลั่นได้แต่ละช่วงจุดเดือดจะมีลักษณะและสมบัติต่างกันจึงใช้ประโยชน์ในงานที่แตกต่างกัน

- แก๊สธรรมชาติ (Natural Gas) ประเทศไทยได้มีการสำรวจแก๊สธรรมชาติในอ่าวไทยตั้งแต่ พ.ศ. 2513 พบว่าส่วนใหญ่เป็นแก๊สมีเทน ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในโรงงานผลิตกระแสไฟฟ้า โรงงานอุตสาหกรรม และการหุงต้มในครัวเรือน และยังพบแหล่งแก๊สบนแผ่นดินที่ อำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น เมื่อ พ.ศ. 2524 ต่อมาเมื่อมีการขุดเจาะสำรวจเพิ่มเติมจึงพบว่าปริมาณของแก๊สธรรมชาติมีมากเพียงพอที่จะนำไปใช้ประโยชน์ได้ ดังนั้นในปี พ.ศ. 2542 รัฐบาลจึงได้สร้างโรงงานแยกแก๊สขึ้นที่ตำบลมาบตาพุด จังหวัดระยอง ทำให้สามารถแยกแก๊สต่าง ๆ ออกมาใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น

แก๊สธรรมชาติส่วนใหญ่ประกอบด้วยสารที่มีคาร์บอนเพียง 1 อะตอม เรียกว่า แก๊สมีเทนซึ่งมีประมาณร้อยละ 80-95 แล้วแต่แหล่งกำเนิด นอกนั้นเป็นสารไฮโดรคาร์บอนที่มีจำนวนคาร์บอน 2-5 อะตอม ส่วนที่เหลือเล็กน้อยเป็นไอปรอท แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

ไฮโดรเจนซัลไฟด์ ไนโตรเจน และไอน้ำ การนำก๊าซธรรมชาติมาใช้ประโยชน์ ต้องขุดเจาะสารจากใต้พื้นดินขึ้นมา ซึ่งมีทั้งสารที่เป็นของเหลว และก๊าซผสมกัน จากนั้นแยกสารทั้งสองส่วนนี้ออกจากกัน แล้วส่งก๊าซผสมไปกำจัดสารเจือปนที่ไม่ต้องการ เช่น โปรท คาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ จากนั้นจึงผ่านก๊าซผสมเข้าสู่หอกลั่นเพื่อแยกก๊าซแต่ละชนิด ได้แก่ มีเทน อีเทน โพรเพน และก๊าซอื่น ๆ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ที่แตกต่างกัน (ภาณี กุสุวรรณ์, 2551, หน้า 24-29)

2.5.1.2 พลังงานนิวเคลียร์ (Nuclear Energy)

พลังงานนิวเคลียร์ หมายถึง พลังงานที่ได้จากการสลายนิวเคลียสในอะตอมของธาตุ ซึ่งในกระบวนการทางนิวเคลียร์ที่ให้พลังงานความร้อนมาใช้งานได้นั้น เกิดจาก 2 กระบวนการที่สำคัญ คือ “การแตกตัว” (Fission) และการรวมตัว (Fusion) ของแร่กัมมันตรังสีหรือธาตุที่เหมาะสมเป็นเชื้อเพลิง

- กระบวนการแตกตัว (Fission) เกิดจากการยิงอนุภาคนิวตรอนสลาย

นิวเคลียสอะตอมของธาตุหนัก เรียกว่า แร่กัมมันตรังสี และอาศัยอุปกรณ์ที่เรียกว่า เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ (Nuclear Reactor) เป็นตัวควบคุมปฏิกิริยานิวเคลียร์และจ่ายพลังงานความร้อนให้กับระบบเพื่อใช้ประโยชน์ในการผลิตกระแสไฟฟ้าต่อไป แร่เชื้อเพลิงที่ใช้เรียกว่า เชื้อเพลิงแตกตัว (Fission Fuel) ที่ใช้กันมากได้แก่ ยูเรเนียม - 235 ($U-235$) ซึ่งเป็นไอโซโทปหนึ่งของธาตุยูเรเนียมที่มีอยู่ในธรรมชาติ จากการประเมินทราบว่าในธรรมชาติจะมียูเรเนียม - 235 อยู่น้อยมากเพียง 0.7% เท่านั้น ส่วนอีก 99.3% จะเป็นยูเรเนียม - 238 ($U-238$) โดยแร่ยูเรเนียมในธรรมชาตินั้นจะอยู่ในรูปของยูเรเนียมออกไซด์ (U_3O_8) และในเนื้อแร่ธรรมชาติดังกล่าวนี้ จะมีธาตุยูเรเนียมอยู่เพียง 60 ppm (1 ส่วนในล้านส่วน) เท่านั้น ดังนั้น การสกัด $U-235$ แต่ละกรัมมาใช้ ต้องใช้สินแร่มหาศาล และใช้เทคโนโลยีขั้นสูง แต่แร่ยูเรเนียมก็ให้พลังงานค่อนข้างสูง กล่าวคือ ธาตุยูเรเนียม - 235 ปริมาณ 1 กรัม เทียบเท่ากับพลังงานที่ได้จากถ่านหินประมาณ 3 ตัน นอกจากยูเรเนียม - 235 แล้ว ยังมีเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ตัวอื่นอีก เช่น พลูโตเนียม - 239 ($Pu-239$) และแร่ทอเรียม

- กระบวนการรวมตัว (Fusion) เป็นการเกิดปฏิกิริยาการหลอมรวมตัวของธาตุเบาเป็นธาตุใหม่ซึ่งมีมวลมากกว่าเดิม พร้อมทั้งปลดปล่อยพลังงานออกมามหาศาล เช่น การรวมตัวของดิวเทอเรียม (2H) ซึ่งเป็นไอโซโทปหนึ่งของธาตุไฮโดรเจน ได้เป็นธาตุฮีเลียม (4He) พร้อมทั้งปลดปล่อยพลังงานมหาศาล ลักษณะการเกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์ประเภทนี้ จะให้พลังงานมากกว่าปฏิกิริยาการแตกตัวของยูเรเนียมประมาณ 4 เท่า ในปริมาณมวลที่เท่ากัน พลังงานที่ได้จํานวนมหาศาลนี้ ประมาณ 6.48×10^{11} จูลต่อมวลของไฮโดรเจน 1 กรัม ในธรรมชาติการเกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์ประเภทนี้ของมนุษย์ยังอยู่ในขั้นการวิจัยและพัฒนา

การนำพลังงานนิวเคลียร์มาใช้ประโยชน์ ส่วนมากจะนำมาผลิตไอน้ำร้อนไปหมุนกังหันผลิตไฟฟ้าแทนพลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล ในปัจจุบันจำนวนโรงไฟฟ้าพลังงาน

นิวเคลียร์ทั่วโลกมีประมาณ 420 โรง เช่น ในสหรัฐอเมริกา 111 โรง ฝรั่งเศส 56 โรง อดีตสหภาพโซเวียต 45 โรง ญี่ปุ่น 42 โรง อังกฤษ 37 โรง อินเดีย 7 โรง เกาหลีใต้ 9 โรง ไต้หวัน 6 โรง เป็นต้น ผลิตกระแสไฟฟ้าได้เกือบ 400,000 เมกะวัตต์ คิดเป็นประมาณร้อยละ 20 เท่าของกำลังผลิตกระแสไฟฟ้าของโลก สำหรับประเทศไทยยังไม่มีโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ เนื่องจากยังไม่เป็นที่ยอมรับของสังคมเกี่ยวกับระบบความปลอดภัย (อนันต์ วงศ์กระจ่าง และคณะ, 2550, หน้า 45-47)

2.5.2 พลังงานที่ใช้แล้วไม่หมดไป

พลังงานที่ใช้แล้วไม่หมดไป เป็นพลังงานที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้โดยไม่มีวันหมดไป หรือสามารถนำมาแปรสภาพ เพื่อหมุนเวียนกลับมาใช้ประโยชน์ (วุฒิสภา 2550, หน้า 64) พลังงานที่ใช้แล้วไม่หมดไป เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานน้ำ พลังงานลม พลังงานชีวมวล พลังงานความร้อนใต้พิภพ เป็นต้น

2.5.2.1 พลังงานแสงอาทิตย์ นับว่าเป็นพลังงานที่สามารถนำมาใช้ได้

โดยไม่จำกัด และอยู่ในระหว่างการพัฒนาที่จะนำมาใช้โดยตรง ปัจจุบันพลังงานจากดวงอาทิตย์ มีแนวโน้มและบทบาทสำคัญในการใช้งานเพื่อผลิตกำลังไฟฟ้าเพื่อสนองความต้องการ การใช้พลังงานบนพื้นโลก เพราะราคาน้ำมันเชื้อเพลิงแพงขึ้นเรื่อยๆ และคาดว่าปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงจะมีให้ใช้ได้ใช้ในอีกไม่กี่สิบปี ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์ และวิศวกรจึงหันมาสนใจ พลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อหาแนวทางที่จะใช้ประโยชน์จากแหล่งพลังงานจาก ดวงอาทิตย์ ซึ่งเป็นพลังงานที่สะอาด ไม่ก่อให้เกิดภาวะแวดล้อมเป็นพิษ การนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้โดยตรงยังน้อยมาก คือเพียงประมาณร้อยละ 1 ของพลังงานที่ใช้ทั้งหมดเท่านั้น การใช้พลังงานแสงอาทิตย์ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะแก่สิ่งแวดล้อมในระหว่างการผลิต และการใช้ไม่ก่อให้เกิดอันตรายแก่มนุษย์ และทรัพยากร ต้นทุนการผลิต และการใช้ถูกกว่าพลังงานอื่นถ้าได้รับการพัฒนาทางเทคโนโลยีอย่างเพียงพอ และสามารถนำมาใช้ได้ตลอดไป ประเทศไทยเป็นประเทศที่ได้รับพลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ยประมาณวันละ 17 เมกะจูลต่อตารางเมตร และได้ใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์มานานตั้งแต่อดีต เช่น การผลิตเกลือจากน้ำทะเล การตากผลผลิตทางการเกษตร เช่น ข้าว ข้าวโพด มันสำปะหลัง ปัจจุบันได้มีเทคโนโลยีที่ทันสมัยเพื่อนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่าง ๆ มากขึ้น และสามารถเก็บสะสมไว้ในรูปของเซลล์ความร้อนที่สามารถเรียกใช้ได้ตามเวลาที่ต้องการ

2.5.2.2 พลังงานน้ำ (Water Energy) น้ำเป็นของเหลวชนิดหนึ่ง ประกอบด้วยไฮโดรเจน และออกซิเจน ที่อุณหภูมิปกติที่ผิวโลก น้ำส่วนใหญ่จะอยู่ในลักษณะที่เป็นของเหลว มีอยู่มากในทะเลและมหาสมุทร แต่ถ้าได้พลังงานมากขึ้น โดยเฉพาะพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ จะเปลี่ยนสถานะเป็นไอน้ำ อากาศที่มีไอน้ำปนอยู่จะเบากว่าอากาศแห้ง จึงมักลอยตัว

สูงขึ้นกลายเป็นเมฆ ซึ่งจะถูกลมหอบเข้าสู่แผ่นดิน และยังคงลอยสูงขึ้นสู่ออเดออากาศที่มีไอน้ำนี้จะขยายตัวและเย็นตัวลง ทำให้น้ำกลั่นตัวเป็นหยดน้ำตกลงสู่ผิวดิน และไหลไปตามร่องน้ำธรรมชาติตามผิวดินจนกระทั่งกลับลงสู่ทะเล และมหาสมุทรต่อไปจนครบวงจร แต่ก็มีน้ำบางส่วนที่ไหลซึมลงดินแล้วไหลต่อไปจนถึงทะเล

พลังงานน้ำ เป็นรูปแบบหนึ่งของการสร้างกำลังโดยการอาศัยพลังงานของน้ำที่เคลื่อนที่ปัจจุบันนี้พลังงานน้ำส่วนมากจะถูกใช้เพื่อการผลิตไฟฟ้า นอกจากนี้แล้วพลังงานน้ำยังถูกนำไปใช้ในการชลประทาน การสีข้าว การทอผ้า และใช้ในโรงเลื่อย พลังงานน้ำที่เคลื่อนที่ได้ถูกมนุษย์นำมาใช้มานานนับศตวรรษแล้ว โดยได้มีการสร้างกังหันน้ำ (Water Wheel) เพื่อใช้ในการงานต่าง ๆ ในอินเดีย และชาวโรมันก็ได้มีการประยุกต์เพื่อใช้ในการ โม่แป้งจากเมล็ดพืชต่าง ๆ ส่วนในจีนและตะวันออกไกลก็ได้มีการใช้พลังงานน้ำในการวิดน้ำเพื่อการชลประทาน โดยในช่วงทศวรรษ 18 ที่เป็นยุคที่สร้างคลองเพื่อปลูก ได้มีการประยุกต์เอาพลังงานน้ำมาใช้ เพื่อขับเคลื่อนเรือขึ้นและลงจากเขา โดยอาศัยรางรถไฟที่ลาดเอียง อย่างไรก็ตามเนื่องจากการประยุกต์พลังงานน้ำในยุคแรกนั้นเป็นการส่งต่อพลังงานโดยตรง (Direct Mechanical Power Transmission) ทำให้การใช้พลังงานน้ำในยุคนี้ต้องอยู่ใกล้แหล่งพลังงาน เช่น น้ำตก เป็นต้น

ปัจจุบัน พลังงานน้ำได้ถูกใช้เพื่อการผลิตไฟฟ้ากันอย่างกว้างขวาง เนื่องจากพลังงานกระแสน้ำไม่ก่อให้เกิดมลภาวะ ไม่มีการเผาไหม้เชื้อเพลิง และไม่ทำให้เกิดมลพิษอื่น ๆ การใช้พลังน้ำเพื่อสร้างพลังงานไฟฟ้า สามารถกระทำได้โดยการสร้างเขื่อนปิดกั้นเส้นทางไหลของกระแสน้ำ ทำให้ระดับน้ำในเส้นทางที่จะไหลต่อไปมีระดับต่ำ แล้วจัดทำให้น้ำเหนือเขื่อนไหลไปหมุนตัวกังหันน้ำซึ่งจะทำให้ได้กระแสไฟฟ้า พลังน้ำมีข้อดีคือเมื่อปล่อยน้ำไหลไปหมุนกังหันเมื่อใด ก็จะได้พลังงานออกมาทันที แตกต่างกับโรงไฟฟ้าแบบใช้เชื้อเพลิงเผาให้ได้รับความร้อนต้องใช้เวลาให้เครื่องเข้าที่ จึงจะผลิตไฟฟ้าได้ โรงไฟฟ้าพลังน้ำจึงเหมาะสำหรับกรณีที่ต้องการไฟฟ้าทันทีและเร่งด่วน จึงมักใช้ปั่นไฟตั้งแต่หลังเที่ยงวันจนถึงเที่ยงคืน ซึ่งเป็นช่วงที่ประชาชนและโรงงานต้องการใช้ไฟฟ้ามากที่สุด

ส่วนเวลากลางคืนจนถึงเช้านั้นใช้ไฟฟาลดลง แต่โรงไฟฟ้าที่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล หยุดไม่ได้เพราะถ้าหยุดจะปั่นไฟได้อีกต้องใช้เวลาชานาน ผู้ผลิตไฟฟ้าจึงไม่หยุดโรงไฟฟ้าช่วงนี้จึงมีไฟฟ้าเหลือใช้ นักจัดการด้านไฟฟ้าจึงเอาไฟที่เหลือนี้ไปสูบน้ำกลับขึ้นไปเก็บไว้บนอ่างเก็บน้ำของเขื่อน พอความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงขึ้นในช่วงหลังเที่ยงวันจนถึงกลางคืน ก็ปล่อยน้ำจากอ่างมาปั่นไฟฟ้าใหม่วิธีการนี้เรียกว่า การผลิตไฟฟ้าพลังน้ำแบบสูบกลับ โครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำลำตะคอง แบบสูบกลับเป็นโครงการหนึ่งที่น่าสนใจการนี้มาใช้ผลิตไฟฟ้า โดยสูบน้ำจากอ่างเก็บน้ำเขื่อนลำตะคอง ของกรมชลประทาน ไปเก็บไว้ที่อ่างเก็บน้ำบนเขาชายเที่ยง ในช่วงที่มี

ความต้องการใช้ไฟฟ้าต่ำและเมื่อมีความต้องการใช้ไฟฟ้าสูง ก็จะปล่อยน้ำกลับลงมาผ่านโรงไฟฟ้าใต้ดิน เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าปริมาณน้ำดังกล่าวก็จะไหลลงอ่างน้ำล้นตะกอนเหมือนเดิม ทำให้สามารถเพิ่มกำลังผลิตของแต่ละวันได้สูงถึง 1,000,000 ล้านกิโลวัตต์-ชั่วโมง และได้พลังงานไฟฟ้าปีละ 400,000,000 กิโลวัตต์-ชั่วโมง

ข้อดีของพลังน้ำคือ พลังงานหมุนเวียนที่ใช้แล้วไม่หมด น้ำนี้เมื่อใช้ปั่นไฟแล้วยังเอาไปใช้ในการเกษตรได้ และเมื่อระเหยกลายเป็นไอ ก็รวมตัวกันเป็นเมฆ และกลายเป็นฝนตกลงมาเป็นน้ำในเขื่อนให้ใช้ปั่นไฟได้อีก ส่วนข้อเสีย คือ ในการสร้างเขื่อนเก็บกักน้ำเพื่อปั่นไฟนั้น มักสูญเสียพื้นที่ป่าไม้ ซึ่งนับวันจะน้อยลง และทำให้สัตว์ป่าต้องอพยพหนีน้ำท่วมบางชนิด อาจสูญพันธุ์ รวมทั้งชีวิตความเป็นอยู่ของคนท้องถิ่นก็เปลี่ยนไปจากเดิมด้วย

พลังงานน้ำเป็นพลังงานที่สะอาดไม่ปล่อยแก๊สพิษออกมา มีการทดแทนต่อเนื่องตลอดเวลาทำให้ใช้ประโยชน์ได้ไม่มีที่สิ้นสุด ในปัจจุบันการใช้พลังงานน้ำเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้ามีอยู่ประมาณร้อยละ 4 ของพลังงานที่ใช้ทั้งหมดในโลก พลังน้ำเป็นพลังที่ต้องลงทุนสูง ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาสูง การที่จะนำมาใช้จึงต้องพิจารณาให้รอบคอบ และให้สามารถใช้ได้ผลคุ้มค่าได้ประโยชน์ตอบแทนสูงสุด

2.5.2.3 พลังงานลม (Wind Energy) พลังงานลมเกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิหรือความกดดันของชั้นบรรยากาศที่ดูดซับพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ไม่เท่ากัน ลมจึงเป็นพลังงานรูปหนึ่ง มีพลังในตัว อาจทำให้บ้านเรือนพัง ต้นไม้โค่น สิ่งต่างๆ ล้ม หรือปลิวไปตามลม ในสมัยโบราณมนุษย์ได้ใช้ลมในการเดินเรือใบ เรือสำเภา หากไม่มีน้ำมันใช้จริง ๆ อาจต้องหันมาใช้พลังงานลมประกอบกับพลังงานรูปอื่น ๆ เช่น พลังงานแสงอาทิตย์หรือไฟฟ้า ประเทศไทยยังมีการพัฒนาด้านการนำพลังงานลมมาใช้ประโยชน์น้อย เพราะพื้นที่ส่วนใหญ่ในประเทศมีปริมาณลมไม่สม่ำเสมอตลอดไป ที่จะสามารถผลิตพลังงานขนาดใหญ่ได้ คือมีอัตราเร็วลมเฉลี่ยต่ำ และยังมีพายุแรงทำให้กังหันลมเสียหายได้แต่มีบางพื้นที่ เช่น บริเวณชายฝั่งทะเล ที่มีปริมาณลมสม่ำเสมอ ทำให้สามารถนำพลังงานมาใช้งานให้เกิดประโยชน์ได้ โดยความเร็วลมที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ต้องมีความเร็วเฉลี่ยอย่างน้อย 7.0 เมตร/วินาที ในประเทศไทยมีการใช้กังหันลมหลายแบบในการสูบน้ำ การใช้กังหันลมต้องพิจารณาถึงพลังงานลมที่ได้รับ ณ ที่ติดตั้ง และความคงทนถาวรของตัวกังหัน

การใช้พลังงานลมนับว่าประหยัด และปลอดภัยกว่าการใช้พลังงานในรูปแบบอื่นอีกหลายประเภท มีผู้ประมาณว่าพลังงานลมที่มีอยู่ทั่วโลกจะสามารถนำไปผลิตกระแสไฟฟ้าได้มากกว่าปริมาณไฟฟ้าที่ใช้อยู่ในปัจจุบันถึง 13 เท่า ถ้าได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีด้านนี้เพียงพอ

2.5.2.4 พลังงานชีวมวล (Biomass Energy) เป็นพลังงานที่มีแหล่งกำเนิดจากพลังงานจากดวงอาทิตย์นั่นเอง แต่ได้ถูกเปลี่ยนรูปแบบมาเป็นพลังงานเคมีที่มีอยู่ในโมเลกุลของพืช สัตว์ หรือในรูปสารอาหาร ดังนั้น พลังงานชีวมวลจึง หมายถึง พลังงานจากไม้ มูลสัตว์ และจากสิ่งปฏิกูลอื่น ๆ เช่น ขยะมูลฝอย เป็นต้น

ฟืน และถ่าน เป็นรูปแบบของพลังงานที่มนุษย์รู้จักใช้ก่อนพลังงานอื่น คือเริ่มตั้งแต่ยุคที่มนุษย์รู้จักใช้ไฟ มนุษย์ได้ใช้พลังงานจากฟืนและถ่านในการหุงต้ม ให้แสงสว่างและความร้อนแก่บ้านเรือน ปัจจุบันพลังงานประเภทนี้ยังใช้เป็นพลังงานในการหุงต้ม ให้แสงสว่างและความร้อนแก่บ้านเรือน ปัจจุบันพลังงานประเภทนี้ก็ยังคงใช้เป็นพลังงานในการหุงต้มที่สำคัญของประเทศด้อยพัฒนา โดยเฉพาะในแถบประเทศที่มีป่าไม้หนาแน่น เช่น ทวีปอเมริกาใต้ เป็นต้น

นับตั้งแต่มีวิกฤตการณ์น้ำมันเกิดขึ้น ฟืนและถ่านไม้เริ่มกลับมามีบทบาทอีกครั้ง รัฐบาลได้มีโครงการเร่งรัดพัฒนาปลูกป่าพืชโตเร็ว เช่น ยูคาลิปตัส กระถินยักษ์ สนทะเล เป็นต้น เพื่อเป็นแหล่งพลังงานทดแทนพลังงานจากน้ำมันเชื้อเพลิง และเมื่อไม้เหล่านี้โตเต็มที่ จะได้รับการตัดและนำมาเผาเป็นถ่านไม้

วิธีการเผาถ่านไม้ในที่จำกัดอากาศ เรียกว่า การกลั่นสลายไม้ นอกจากจะได้ถ่านไม้แล้วยังได้สารอีกชนิดระเหยออกมา เรียกว่า ทาร์ ซึ่งมีมูลค่ามากกว่าถ่านไม้ เพราะสามารถนำไปแยกได้เป็นกรดแอซิดิก เมทิลแอลกอฮอล์ และอะซีโตน ในประเทศสหรัฐอเมริกาเคยมีโรงงานผลิตสารเคมีเหล่านี้ แต่ปัจจุบันเลิกไปแล้ว เพราะสามารถใช้วัตถุดิบอื่นที่ราคาถูกกว่ามาผลิตทดแทนได้

ทาร์เป็นสารที่ทำให้โทษแก่ร่างกาย การสูบบุหรี่ทำให้เกิดทาร์ได้เช่นเดียวกัน โดยจะออกมาเป็นคราบสีเหลืองจับตามเล็บมือ ฟัน และไปจับที่ปอด ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคมะเร็ง

ปกติการทำถ่านไม้จะได้ถ่านไม้ปริมาณเพียงร้อยละ 50 ของปริมาณไม้ที่ใช้ทั้งหมดเนื่องจากการเผาถ่านไม้โดยทั่วไปยังกระทำไม่ถูกวิธี มุ่งให้ได้เฉพาะถ่านไม้เพียงอย่างเดียว จึงทำให้ปริมาณถ่านไม้ที่ได้มีน้อยกว่าที่ควรจะเป็นมาก การพลังงานแห่งชาติร่วมกับกรมป่าไม้ได้จัดโครงการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตถ่านไม้ ระหว่างปี พ.ศ. 2525 - 2527 โดยประเมินจากวิธีการผลิตถ่านไม้รวม 13 วิธี พบว่า เตาถ่านที่ทำด้วยดินโคลนและอิฐจะช่วยให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นถึงประมาณร้อยละ 35 - 40

นอกจากถ่านไม้แล้ว กากวัตถุดิบที่เหลือจากโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น แกลบ ชานอ้อย ชี้เลื่อย ยังสามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในโรงงานอุตสาหกรรมได้อีกด้วย

2.5.2.5 พลังงานความร้อนใต้พิภพ (Geothermal Energy) พลังงานความร้อนใต้พิภพเป็นแหล่งพลังงานหมุนเวียนที่ไม่มีวันหมด ดังปรากฏให้เห็นในรูปของ “น้ำพุร้อน” ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติที่มีน้ำร้อนไหลขึ้นจากใต้ผิวดิน แสดงให้เห็นว่าภายในใต้พื้นโลกยังคงมีความร้อนอยู่ น้ำพุร้อนจึงเป็นแหล่งพลังงานรูปแบบหนึ่งที่สามารถนำมาพัฒนาเพื่อใช้ประโยชน์ด้านต่าง ๆ เช่น การผลิตกระแสไฟฟ้า ด้านอุตสาหกรรม และการเกษตรกรรม อีกทั้งยังพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวได้อีกด้วย โดยประเภทการใช้ประโยชน์ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของน้ำพุร้อน อัตราการไหลของน้ำพุร้อน และลักษณะโครงสร้างของชั้นหินที่เป็นหินกักเก็บ และเป็นช่องทางการนำน้ำพุร้อนขึ้นมาสู่ผิวโลก ประเทศไทยตั้งอยู่ระหว่างอิทธิพลการเคลื่อนตัวของเปลือกโลก ซึ่งเป็นร่องน้ำให้ความร้อนจากหินหลอมเหลวร้อนใต้ผิวดินถ่ายเทขึ้นมาสู่พื้นผิวโลกได้ง่าย จากการสำรวจพบว่า มีน้ำพุร้อนประมาณ 90 แห่งกระจายอยู่ในภาคเหนือ ภาคตะวันตก ภาคใต้และภาคตะวันออก อุณหภูมิอยู่ในขั้นต่ำคือ 40 – 100 องศาเซลเซียส และจากการสำรวจของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตมหาวิทยาลัยเชียงใหม่และกรมทรัพยากรธรณี เพื่อหาแหล่งเหมาะสมในภาคเหนือ เพื่อการผลิตกระแสไฟฟ้า มีที่น่าสนใจอยู่ 2 แห่ง คือ แหล่งสันกำแพง และแหล่งอำเภอฝาง (อนันต์-วงศ์กระจ่าง และคณะ, 2550, หน้า 78-79)

3. มนุษย์กับการใช้พลังงาน

มนุษย์ต้องพึ่งพาพลังงาน เพราะพลังงานมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโต และเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญในชีวิตประจำวันของมนุษย์ (ภาณี กุสุวรรณ์, 2551, หน้า 59-64)

3.1 การใช้พลังงานในอดีต แต่เดิมมนุษย์มีเพียงอาหารเท่านั้นที่เป็นแหล่งพลังงาน โดยปริมาณที่แต่ละคนได้รับในแต่ละวันเทียบเท่ากับความร้อนเพียง 2,000 กิโลแคลอรี ต่อมามนุษย์เริ่มรู้จักไฟโดยมีการใช้ไฟทำให้อาหารสุก รู้จักใช้แรงงานสัตว์ในการเพาะปลูก และเริ่มใช้ไม้เป็นเชื้อเพลิงให้ความร้อนในการทำกิจกรรมต่าง ๆ เช่น ผลิตอาวุธสำหรับล่าสัตว์ และป้องกันตัว ในยุคนี้ความจำเป็นในการใช้พลังงานเพิ่มสูงขึ้น ในศตวรรษที่ 1 มนุษย์เริ่มรู้จักทำกังหันน้ำ ซึ่งมีกำลังเพียงประมาณ 0.3 กิโลวัตต์ ต่อมาศตวรรษที่ 4 สามารถเพิ่มกำลังได้เป็น 2 กิโลวัตต์ ในศตวรรษที่ 12 เริ่มรู้จักใช้กังหันลมเพื่อยกของหนัก สูบน้ำ และบดเมล็ดธัญพืชจนถึงยุคก่อนศตวรรษที่ 18 ความต้องการใช้พลังงานก็ยังคงนับว่าต่ำเมื่อเทียบกับปัจจุบันมีการใช้พลังงาน 12,000 กิโลแคลอรีต่อคนต่อวันเท่านั้น และแหล่งพลังงานในสมัยนั้นก็ยังคงจำกัดอยู่ที่ไม้ และพลังงานน้ำในรูปกังหันน้ำ ซึ่งมีใช้กันมากในประเทศอังกฤษ

มนุษย์เริ่มใช้พลังงานในอัตราที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในยุคปฏิวัติอุตสาหกรรม ในศตวรรษที่ 19 ซึ่งมีการประดิษฐ์เครื่องจักรไอน้ำ และเริ่มมีการใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงแทนไม้ และใช้กังหันน้ำและลม ขณะที่ปลายศตวรรษที่ 19 เริ่มมีการใช้ถ่านหินในการผลิตไฟฟ้า ความต้องการใช้พลังงานจึงเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยมีค่าเฉลี่ยต่อคนต่อวันเท่ากับ 24,000 กิโลแคลอรี

ต้นศตวรรษที่ 20 ได้มีการค้นพบปิโตรเลียม ซึ่งเป็นเชื้อเพลิงพลังงานที่มีคุณสมบัติ
 อนุกรมประสงค์ สามารถใช้ให้แสงสว่าง ใช้ผลิตไฟฟ้า ใช้ขับเคลื่อนเครื่องจักร โดยเฉพาะเครื่องยนต์
 ที่มีการสันดาปภายใน นอกจากนี้การขนส่งน้ำมันยังทำได้ง่ายกว่าการขนส่งถ่านหิน ดังนั้น ปิโตรเลียม
 จึงถูกใช้แทนถ่านหิน ในระยะต่อมามีการใช้ปิโตรเลียมในเครื่องยนต์ และใช้ผลิตไฟฟ้า ทำให้มี
 การเติบโตทางด้านเศรษฐกิจในประเทศตะวันตก และเป็นจุดสำคัญที่ทำให้การใช้พลังงานของมนุษย์
 โดยเฉพาะกลุ่มประเทศยุโรปตะวันตก และอเมริกาเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และหลังสงครามโลก
 ครั้งที่ 2 ประเทศต่าง ๆ รวมทั้งประเทศไทยรับเอารูปแบบการใช้ชีวิตของชาวตะวันตกมาเป็น
 แบบอย่างในการดำรงชีวิต ปริมาณความต้องการพลังงานในประเทศเหล่านี้เพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว
 มนุษย์ในยุคนี้ใช้พลังงาน 240,000 กิโลแคลอรีต่อคนต่อวัน (ภาณี กุสุวรรณ์, 2551, หน้า 59)

3.2 วิวัฒนาการการใช้พลังงานของมนุษย์ มนุษย์รู้จักรับประทานอาหารเพื่อให้เกิด
 พลังงานสะสมในร่างกาย และนำพลังงานนั้นไปใช้ในการเคลื่อนไหวต่าง ๆ ต่อมาจึงได้รู้จัก
 นำสัตว์มาฝึกเพื่อใช้แรงงานทำงานแทน พลังงานที่มนุษย์นำมาใช้ในยุคแรก ๆ ได้แก่ พลังงาน
 จากแรงงานมนุษย์และสัตว์ ต่อมามนุษย์ได้มีการพัฒนานำพลังงานที่ได้จากธรรมชาติมาใช้ให้เกิด
 ประโยชน์มากขึ้น เช่น พลังงานน้ำ พลังงานลม พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานความร้อนที่ได้จาก
 การเผาไหม้ ไม้ ฟืน หรือถ่านหิน เมื่อมนุษย์มีวิวัฒนาการทางด้านวิชาการดีขึ้น สามารถค้นคว้า
 และนำพลังงานรูปแบบต่าง ๆ ที่ดีกว่ามาใช้ให้เกิดประโยชน์มากมาย เช่น พลังงานที่ได้จากน้ำมัน
 และแก๊สธรรมชาติ ซึ่งเป็นพลังงานจากปิโตรเลียม เพราะจะให้ประโยชน์ และสะดวกต่อการใช้
 งานมาก จึงเป็นพลังงานที่นำมาใช้มากที่สุดในปัจจุบัน

วิวัฒนาการการค้นพบพลังงานกับการนำมาใช้นั้น มีความเป็นมาควบคู่กับ
 ความเจริญก้าวหน้าของอารยธรรมมนุษย์ นักวิทยาศาสตร์ได้แบ่งยุคสมัยของความเจริญ
 ทางอารยธรรมของมนุษย์ตามวิวัฒนาการในการใช้พลังงาน ดังนี้

- ยุคเริ่มแรก (ยุคหินเก่า) มนุษย์ดำรงชีวิตแบบง่าย ๆ อยู่ตามธรรมชาติ การใช้
 พลังงานต่อคนต่อวันมีเพียงการอาศัยความอบอุ่นจากแสงอาทิตย์ตามธรรมชาติ ซึ่งคิดเป็นพลังงาน
 ประมาณ 2,000 กิโลแคลอรีต่อคนต่อวันเท่านั้น

- ยุคล่าสัตว์ (ยุคหินใหม่) มีการรวมกลุ่มเพื่อร่วมกันล่าสัตว์ขนาดใหญ่ขึ้น รู้จักใช้ไฟ
 ล่าสัตว์ออกจากที่ซ่อน และทำเนื้อสัตว์ให้สุก การใช้พลังงานของคนในยุคนี้เพิ่มขึ้นราว 5,000
 กิโลแคลอรีต่อคนต่อวัน

- ยุคเกษตรกรรม เกิดขึ้นเมื่อราว 10,000 ปีมาแล้ว มนุษย์เริ่มรู้จักเลี้ยงสัตว์ และ
 เพาะปลูกพืช ใช้สัตว์เป็นพาหนะ และทุ่มแรงในการทำงาน การเกษตรในยุคนี้มีจุดมุ่งหมาย
 เพียงเพื่อเลี้ยงตนเองและครอบครัว การใช้พลังงานจึงมีประมาณ 12,000 กิโลแคลอรีต่อคนต่อวัน

- ยุคเกษตรกรรมก้าวหน้า เกิดขึ้นราว 5,000 ปีก่อนคริสตกาล มนุษย์เริ่มมีการตั้งถิ่นฐานอยู่กับที่มีสังคมเมืองเกิดขึ้น เริ่มมีความรู้ด้านการชลประทาน หรือการนำน้ำมาใช้ในการเพาะปลูกแทนการพึ่งพาน้ำฝนตามธรรมชาติ การใช้พลังงานมีประมาณ 20,000 กิโลแคลอรีต่อคนต่อวัน

- ยุคอุตสาหกรรมเริ่มต้น นับตั้งแต่มีการประดิษฐ์คิดค้นเครื่องจักรไอน้ำ ปี พ.ศ. 2308 มนุษย์เริ่มรู้จักใช้เชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ เช่น ถ่านหิน น้ำมัน และแก๊สธรรมชาติ แทนการใช้แรงงานสัตว์ การเปลี่ยนแปลงนี้เริ่มขึ้นในยุโรปตะวันตก และอเมริกาเหนือก่อน อัตราการใช้พลังงานต่อคนในระยะนี้เพิ่มขึ้นราว 60,000 กิโลแคลอรีต่อคนต่อวัน

- ยุคอุตสาหกรรมก้าวหน้า หลังสงครามโลกครั้งที่ 1 (พ.ศ. 2457 – 2461) มนุษย์ใช้เชื้อเพลิงประเภทน้ำมัน ถ่านหิน และแก๊สธรรมชาติมากขึ้น มีการประดิษฐ์เครื่องจักร เครื่องยนต์ และใช้เทคโนโลยีมากขึ้น การใช้พลังงานต่อคนโดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้นมาก สำหรับประเทศที่พัฒนาแล้วประมาณ 125,000 กิโลแคลอรีต่อคนต่อวัน โดยประชากรในสหรัฐอเมริกามีการบริโภคพลังงานสูงสุดคือราว 230,000 กิโลแคลอรีต่อคนต่อวัน (ภาณี กุสุวรรณ์, 2551, หน้า 59-60)

3.3 ความเป็นมาของการใช้พลังงานในประเทศไทย การใช้พลังงานในอดีตตั้งแต่สมัยสุโขทัย อยุธยา จนถึงรัตนโกสินทร์ตอนต้น ส่วนใหญ่เป็นการใช้ความร้อน และแสงสว่างในเวลากลางคืน มีส่วนน้อยที่ใช้ผลิตในงานหัตถกรรม เช่น ทำเครื่องถ้วยชามสังคโลก หรือหล่อพระพุทธรูป ทำอาวุธ และก่อสร้าง เชื้อเพลิงที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นเชื้อเพลิงชีวภาพ เช่น ฟืน ถ่าน และแกลบ สำหรับเชื้อเพลิงพลังงานที่ให้แสงสว่างมักใช้น้ำมันพืชหรือไขสัตว์

การใช้พลังงานยุคใหม่ของไทย เริ่มในรัชสมัยของพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว โดยเริ่มมีโรงสีไฟที่ใช้เครื่องจักรไอน้ำ แต่ยังใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิง ต่อมาในรัชสมัยของพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว ประเทศไทยเริ่มพัฒนาตามแบบยุโรป มีการจัดสร้างสาธารณูปโภคใหม่ๆ ขึ้น เช่น รถไฟ เรือกำปั่น แต่ยังใช้พลังงานประเภทฟืน และแกลบอยู่จนมีการสั่งซื้อยานพาหนะประเภทรถยนต์เข้ามา จึงต้องนำเข้าน้ำมันเบนซินเพื่อใช้กับรถรวมทั้งนำเข้าน้ำมันก๊าด เพื่อให้จุดตะเกียงให้แสงสว่างตามถนนหนทาง และบ้านเรือน

กิจการไฟฟ้าในประเทศไทย เริ่มดำเนินการในปี พ.ศ. 2427 สมัยรัชกาลที่ 5 โดยจอมพลเจ้าพระยาสุรศักดิ์มนตรี (เจิม แสงชูโต) ซึ่งขณะนั้นดำรงตำแหน่งมื่นไวยวรนาถ ได้ซื้อเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 2 เครื่อง พร้อมอุปกรณ์โคมไฟฟ้าจากสหราชอาณาจักรมาติดตั้งที่กรมทหารม้าหน้ากระทรวงกลาโหมปัจจุบัน และจ่ายไฟฟ้าเพื่อใช้ในพระบรมมหาราชวังเป็นครั้งแรก เมื่อวันที่ 20 กันยายน พ.ศ. 2427 ซึ่งเป็นวันคล้ายวันพระราชสมภพของรัชกาลที่ 5 นับได้ว่าประเทศไทยนำไฟฟ้ามาใช้ก่อนประเทศใดในทวีปเอเชีย ต่อมาในปี พ.ศ. 2437 รัฐบาลไทยในสมัยนั้น

เห็นความสำคัญของการใช้ไฟฟ้า จึงได้ทำสัญญาผลิตและส่งกระแสไฟฟ้าไปใช้ในส่วนราชการ และถนนหลวง

การผลิตกระแสไฟฟ้าได้ดำเนินการโดยหลายบริษัท จนกระทั่งการไฟฟ้านครหลวง ได้สร้างโรงไฟฟ้าขึ้นที่วัดเลียบ เป็นโรงไฟฟ้าพลังความร้อนที่มีกำลังผลิต 1,250 – 6,000 กิโลวัตต์ รัฐบาลไทยได้เข้าไปมีหน้าที่ควบคุม และผลิตโดยตรงตั้งแต่ พ.ศ. 2493 และใน พ.ศ. 2455 ได้สร้างโรงไฟฟ้าอีกแห่งหนึ่งที่สามเสน เพื่อนำไฟฟ้าไปใช้ในการผลิตน้ำประปา และจ่ายกระแสไฟฟ้า บางส่วนให้ประชาชนด้วย สำหรับต่างจังหวัด ที่จังหวัดราชบุรีมีไฟฟ้าใช้ พ.ศ. 2460 และจังหวัด เชียงใหม่มีไฟฟ้าใช้เมื่อ พ.ศ. 2474

หลังสงครามโลกครั้งที่ 2 สิ้นสุดลง พลังงานที่ใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าหายาก และมีราคาสูง และโรงไฟฟ้าที่มีอยู่เสียหายจากระเบิด รัฐบาลไทยจึงศึกษาหาวิธีผลิตกระแสไฟฟ้า โดยพลังงานอื่น ๆ ในปี พ.ศ. 2500 โรงไฟฟ้าพลังน้ำจากเขื่อนภูมิพล จังหวัดตาก ได้สร้างขึ้น เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าแก่จังหวัดในภาคเหนือ และภาคกลาง รวม 36 จังหวัด ส่วนโรงไฟฟ้า ถ่านหินลิกไนต์ ที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง ได้สร้างขึ้นในปี พ.ศ. 2503 ต่อมาการผลิตกระแสไฟฟ้าได้กระจายไปทั่วประเทศอย่างรวดเร็ว และมีการนำพลังงานหลายประเภทมาใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า เช่น น้ำมัน แก๊สธรรมชาติ พลังน้ำ ถ่านหินลิกไนต์ รวมทั้งพลังงาน จากแสงอาทิตย์ จากความร้อนใต้พิภพและจากชีวมวล (ภาณี กุสุวรรณ์, 2551, หน้า 61-62)

3.4 การนำพลังงานมาใช้เพื่อพัฒนาประเทศ พลังงานส่วนใหญ่เมื่อมีการนำมาใช้ ประโยชน์โดยมีการแปรรูปตามขั้นตอนต่าง ๆ รูปแบบสุดท้ายของพลังงานที่ได้มักจะอยู่ในรูปของ ความร้อน งานกล และไฟฟ้า ความร้อนจะถูกนำไปใช้ประโยชน์ในกระบวนการผลิตต่าง ๆ ในอุตสาหกรรม งานกลจะถูกนำไปใช้ในการขับเคลื่อนรถยนต์-รถโดยสาร ในระบบขนส่ง เครื่องจักรในการผลิต และใช้ในการยกสิ่งของ หรือขุดดิน เช่น รถขุดดิน ไฟฟ้าจะถูกนำไปใช้ เครื่องใช้ไฟฟ้าแบบต่าง ๆ การจำแนกลักษณะการใช้พลังงานในสาขาเศรษฐกิจต่าง ๆ มี 4 แบบ ดังต่อไปนี้

3.4.1 การใช้พลังงานในภาคขนส่งและคมนาคม เชื้อเพลิงหลักที่นำมาใช้คือ ผลิตภัณฑ์จากปิโตรเลียม ได้แก่ น้ำมันสำเร็จรูป หรือรวมเรียกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงสำเร็จรูปเพื่อใช้ในการขนส่งสินค้าทางรถยนต์ ทางเรือ และทางเครื่องบิน รวมถึงการขนส่งมวลชน การแปรรูป พลังงานเริ่มจากพลังงานเคมีที่มีอยู่ใน เชื้อเพลิงภายหลังเผาไหม้จะได้ความร้อน ซึ่งเมื่อนำไปดัน ลูกสูบในเครื่องยนต์ จะเปลี่ยนไปเป็นงานกลใช้ขับเคลื่อนยานพาหนะได้ ในกระบวนการแปรรูป พลังงานในแต่ละขั้นตอนมักมีการสูญเสียพลังงานเสมอ และยังมีความร้อนสูญเสียด้วย

3.4.2 การใช้พลังงานในภาคอุตสาหกรรม พลังงานที่นำมาใช้ประโยชน์ ในโรงงานอุตสาหกรรมมักจะอยู่ในรูปของความร้อน และไฟฟ้า ความร้อนอาจเกิดจากการ

เผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล เช่น การผลิตก๊าซร้อนเพื่อใช้ในการอบแห้ง ความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงอาจมีการนำไปถ่ายเทเป็นทอด ๆ เช่น ใช้ผลิตก๊าซร้อนแล้วนำไปผลิตไอน้ำ หลังจากนั้นนำความร้อนในไอน้ำไปถ่ายเทให้กับกระบวนการผลิตที่ต้องการความร้อนในโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร โรงงานย้อมผ้า และอื่น ๆ สำหรับไฟฟ้าจะถูกนำมาใช้ในการเดินเครื่องจักรและอุปกรณ์อื่น ๆ ในกระบวนการผลิต รวมทั้งระบบปรับอากาศ และแสงสว่างในโรงงาน

3.4.3 การใช้พลังงานในอาคารพาณิชย์ การใช้พลังงานส่วนใหญ่ในภาคเศรษฐกิจ ได้แก่ อาคารพาณิชย์ต่าง ๆ การใช้พลังงานของอาคารดังกล่าวกว่าร้อยละ 50 จะอยู่ในรูปของไฟฟ้า และในอาคารพาณิชย์ประมาณร้อยละ 60 - 70 ของไฟฟ้าจะถูกนำไปใช้ในระบบปรับอากาศ และประมาณร้อยละ 10 - 20 ของไฟฟ้าสำหรับให้แสงสว่าง

3.4.4 การใช้พลังงานในบ้านที่อยู่อาศัย ส่วนของบ้านที่อยู่อาศัย การใช้พลังงานส่วนใหญ่อยู่ในรูปพลังงานไฟฟ้าเช่นเดียวกับอาคารพาณิชย์ แต่จุดมุ่งหมายการใช้แตกต่างกันบ้าง คือ บ้านที่อยู่อาศัยจะเน้นความสะดวกสบาย เช่น การใช้แสงสว่าง ปรับอากาศ หรือเก็บอาหารให้ดูเย็น รีดผ้า นอกจากนี้ยังใช้เพื่อการดำรงชีพ เช่น การประกอบอาหาร

4. ปัญหาสิ่งแวดล้อมจากการใช้พลังงาน

การพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจของประเทศต่าง ๆ เป็นสาเหตุทำให้เกิดความต้องการใช้พลังงานเพิ่มมากขึ้น เป็นเหตุให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมจากการใช้พลังงาน ซึ่งสามารถจำแนกปัญหาตามลักษณะการใช้พลังงานได้เป็น 3 แบบ ดังนี้

4.1 ปัญหาสิ่งแวดล้อมจากการใช้พลังงานในภาคขนส่งและคมนาคม

พลังงานที่ใช้กันมากในภาคขนส่งและคมนาคม คือ น้ำมัน ปัญหาและผลกระทบจากการใช้พลังงานในภาคขนส่งและคมนาคม มาจากก๊าซเสีย ไอเสีย และฝุ่นละอองที่ปล่อยออกมาจากเครื่องยนต์ ก๊าซเสียบางส่วน และฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นเป็นผลมาจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ โดยทั่วไปเขม่าฝุ่นละอองมีขนาดเล็กมาก (เล็กกว่า 10 ไมครอน หรือ PM 10) เมื่อสูดดมหายใจเข้าไปจะเป็นอันตรายต่อปอดของมนุษย์ซึ่งมีผลต่อชีวิตและสุขภาพ ปัญหาดังกล่าวมีแนวโน้มจะเป็นอันตรายมากสำหรับชุมชนเมืองใหญ่ที่มีการจราจรติดขัดมาก ๆ

การเกิดรูรั่วของชั้น โอโซน (Ozone Depletion) รูรั่วในชั้น โอโซนเกิดขึ้นเนื่องจากสารคลอโรฟลูโอโรคาร์บอน (CFC) ซึ่งเป็นสารที่ใช้ในการทำความเย็น เช่น ใช้ในการทำตู้เย็น เครื่องปรับอากาศ และในการอัดความดันในกระป๋องสเปรย์ต่าง ๆ และสารฮาโลน (Halon) สารจำพวก สารจำพวกนี้เมื่อปล่อยออกไปในบรรยากาศจะลอยขึ้นไปยังชั้นโทรโปสเฟียร์ และชั้นสตราโทสเฟียร์ซึ่งในบรรยากาศชั้นนี้จะมีก๊าซโอโซน (O₃) ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวกั้นรังสีอัลตราไวโอเลตบี (UVB) ที่แผ่กระจายมายังโลกไม่ให้มีปริมาณมากเกินไปจนเป็นอันตรายต่อมนุษย์ได้

โดยปกติถ้าผิวหนังมนุษย์ได้รับรังสี UVB มากเกินไปอาจทำให้เกิดโรคมะเร็งผิวหนังได้ เมื่อสารจำพวก CFC, ปะปนอยู่ในชั้นสตราโทสเฟียร์ รังสีอัลตราไวโอเล็ตจะกระตุ้นให้อะตอมคลอรีนแตกตัวออกมาจากสาร CFC, ซึ่งอะตอมคลอรีนนี้จะจับตัวกับออกซิเจนอะตอมในโอโซน ทำให้โอโซนถูกทำลายลง

เนื่องจากก๊าซโอโซนเป็นตัวกรองรังสี UVB ซึ่งเป็นรังสีที่เป็นอันตรายต่อผิวหนังมนุษย์ ยิ่งก๊าซโอโซนถูกทำลายมากเท่าไร ก็แสดงว่าสิ่งมีชีวิตบนโลกจะได้รับความเสี่ยงจากอันตรายของรังสี UVB มากขึ้น ดังนั้นปัญหาการเกิดรูรั่วของชั้นโอโซนนี้ จำเป็นต้องมีการป้องกัน โดยการลดการใช้สาร CFC,

ฝนกรด (Acid Rain) คือ ฝนหรือหิมะที่ตกลงมาโดยมีสภาพเป็นกรดจากสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ สารนี้เกิดจากการเผาไหม้ถ่านหินที่มีส่วนประกอบของกำมะถัน (ซัลเฟอร์) จากโรงไฟฟ้าและสารไนโตรเจนออกไซด์ ซึ่งเกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง โดยเฉพาะการเผาไหม้เชื้อเพลิงในรถยนต์ เมื่อซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และไนโตรเจนออกไซด์ลอยขึ้นสู่อากาศก็จะรวมตัวกับไอน้ำกลายเป็นกรดซัลฟูริก และกรดไนตริก ตกลงมาเป็นฝนที่มีสภาพเป็นกรด เป็นอันตรายต่อโลหะสิ่งก่อสร้าง พืช และมนุษย์

สภาวะโลกร้อน (Global Warming) เป็นสภาวะที่มีก๊าซบางชนิดสะสมอยู่ในบรรยากาศโลกเป็นจำนวนมาก ทำให้รังสีความร้อนที่แผ่จากโลกไม่สามารถกระจายออกไปนอกบรรยากาศได้ทำให้สภาพภูมิอากาศโดยรวมของโลกมีความร้อนสะสมอยู่มาก เป็นผลให้อุณหภูมิของอากาศในโลกสูงขึ้นเรื่อย ๆ ปรากฏการณ์นี้มีลักษณะเช่นเดียวกับการรักษาความร้อนภายในเรือนเพาะชำกระจก (Greenhouse) ทางการเกษตร

4.2 ปัญหาสิ่งแวดล้อมจากการใช้พลังงานในภาคอุตสาหกรรม

การผลิตและการใช้พลังงานในโรงงานก่อให้เกิดมลพิษ และของเสียปลดปล่อยออกมา ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสังคม และชุมชนที่อาศัยอยู่ใกล้เคียงกับโรงงาน สรุปได้ดังนี้

น้ำทิ้ง น้ำทิ้งจากโรงงานมีทั้งน้ำที่ระบายทิ้งจากหม้อไอน้ำ หอหล่อเย็น (Cooling Tower) น้ำเสียจากกระบวนการผลิต และระบบการหล่อเย็นอื่น ๆ ดังกล่าวจะมีสิ่งสกปรก มลพิษ สารแขวนลอย หรือของเสียปะปนอยู่อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ขยะหรือกากของเสีย ขยะจากโรงงานอุตสาหกรรมมีทั้งขยะที่มีอันตรายไม่มีอันตราย ซึ่งจะต้องมีการกำจัดโดยกระบวนการเผา แยกขยะนำกลับมาใช้ใหม่ หรือบำบัดความเป็นพิษของกากของเสียเหล่านั้นก่อนนำไปสู่กระบวนการกำจัดปกติหรือการฝังกลบในพื้นที่ดิน

มลพิษทางอากาศ อากาศที่ปล่อยทิ้งจากปล่องโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่เป็นก๊าซที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงในกระบวนการผลิต ก๊าซเหล่านี้ส่วนมากเป็นก๊าซเรือนกระจก ซึ่งได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซไนโตรเจน รวมทั้งฝุ่นละอองที่เป็นขี้เถ้า

4.3 ปัญหาสิ่งแวดล้อมจากการใช้พลังงานในอาคารพาณิชย์และบ้านที่อยู่อาศัย พลังงานที่ใช้กันมากในอาคารพาณิชย์และที่อยู่อาศัย คือ พลังงานไฟฟ้า การผลิตพลังงานไฟฟ้ามีกระบวนการผลิตซึ่งใช้เชื้อเพลิงที่สำคัญ ๆ ดังนี้

4.3.1 ถ่านหิน ที่นำมาเป็นเชื้อเพลิงผลิตพลังงานไฟฟ้าอาจก่อให้เกิดปัญหา และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม มากหรือน้อยแตกต่างกันไปตามประเภทของถ่านหิน ลักษณะภูมิประเทศ และสิ่งแวดล้อม สำหรับประเทศไทยมีการนำถ่านหินลิกไนต์ซึ่งมีคุณภาพต่ำมาใช้ ผลกระทบที่เกิดขึ้นตั้งแต่กระบวนการทำเหมืองแร่และแต่งแร่สรุปได้ดังนี้

ผลกระทบจากกระบวนการผลิต ถ่านหินเป็นสินแร่ที่อยู่ใต้ผิวโลก เกิดจากการทับถมของซากพืช และซากสัตว์ที่ตายสะสมกันมานานนับล้านปี ดังนั้นการนำถ่านหินมาใช้จึงต้องมีการขุดเจาะพื้นผิวดินเพื่อเปิดหน้าดิน เป็นการทำลายทรัพยากรอื่น ๆ เช่น ป่าไม้ สัตว์ป่า ดิน เป็นต้น

ผลกระทบจากการใช้ประโยชน์ การนำถ่านหินมาใช้เป็นเชื้อเพลิง ทำให้เกิดปัญหาก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซนี้เมื่ออยู่ในบรรยากาศจะรวมตัวกับไอน้ำ และน้ำฝน กลายเป็นฝนกรดเป็นอันตรายต่อสิ่งก่อสร้าง พื้นดิน แหล่งน้ำ และประชาชนที่อาศัยอยู่บริเวณนั้น

4.3.2 น้ำมันดิบ การใช้พลังงานของโลก จะใช้น้ำมันซึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่มีปริมาณมากเป็นอันดับ 2 รองจากถ่านหิน แหล่งน้ำมันดิบขนาดใหญ่จะอยู่ในตะวันออกกลาง สำหรับประเทศไทยแหล่งน้ำมันดิบมีน้อย โดยที่แหล่งสิริกิติ์ผลิตได้เพียงร้อยละ 3 ของความต้องการใช้ในประเทศ น้ำมันดิบส่วนใหญ่ที่ใช้ในประเทศนำเข้าจากต่างประเทศทำให้สูญเสียเงินตราต่างประเทศเป็นจำนวนมาก

ผลกระทบจากการผลิต การขุดเจาะบ่อน้ำมันก่อให้เกิดปัญหาเช่นเดียวกับการขุดถ่านหินแต่ใช้พื้นที่น้อยกว่า การขนถ่ายน้ำมันบริเวณแท่นขุดเจาะทั้งบนบก และทางทะเลอาจมีปัญหาการรั่วไหล หรือการฟุ้งกระจายของละอองหยดน้ำมัน และการนำน้ำมันดิบมาแปรรูปเป็นน้ำมันสำเร็จรูปในโรงกลั่นน้ำมันก็อาจก่อปัญหาคล้ายกับถ่านหิน กล่าวคือ การเผาไหม้เชื้อเพลิง จะทำให้เกิดเขม่าควัน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และซัลเฟอร์ไดออกไซด์

4.3.3 ก๊าซธรรมชาติ เป็นแหล่งพลังงานที่มีการขุดเจาะมาใช้ประโยชน์มากกว่า 10 ปี แล้วแหล่งใหญ่อยู่ในอ่าวไทย แต่ปริมาณที่มีในประเทศไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้ จึงต้องมีการซื้อจากพม่า มาเลเซีย และอินโดนีเซียในระยะต่อไป

ผลกระทบจากการผลิต แท่นขุดเจาะก๊าซธรรมชาติส่วนใหญ่อยู่กลางทะเล ปัญหาที่ต้องระวังคือ การเดินเรือหรือการทำประมง เพราะระยะรัศมี 500 เมตรรอบแท่นเจาะจะมีก๊าซฟุ้งกระจายสามารถติดไฟได้ นอกจากนี้การทำประมงทิ้งสมอ ลากอวนผ่านแนวท่อก๊าซ

อาจทำให้ท่อรั่วหรือขาดจากกันได้ จะทำให้ก๊าซรั่วออก และขยายตัวเป็นไอพุ่งขึ้นสู่ผิวน้ำอย่างรวดเร็ว ฟองก๊าซสามารถทำให้เรือประมงพลิกคว่ำได้ และหากมีประกายไฟจะเกิดอันตรายจากไฟไหม้ได้

ผลกระทบจากการใช้ประโยชน์ การเผาไหม้ของก๊าซธรรมชาติจะมีมลพิษน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับถ่านหิน และน้ำมัน บางครั้งเรียกว่า พลังงานสะอาด (Clean Energy)

4.3.4 ไฟฟ้าพลังน้ำ การผลิตไฟฟ้าโดยใช้พลังงานจากน้ำที่เก็บกักอยู่ในอ่างเก็บน้ำหรือเขื่อน อาศัยการปล่อยให้น้ำไหลออกผ่านกังหัน (Turbine) เพื่อให้ไปขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) ดังนั้นการผลิตไฟฟ้าจากน้ำ จึงจำเป็นต้องมีการสร้างเขื่อนสำหรับเก็บกักน้ำ ซึ่งก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้

ผลกระทบจากการผลิต จากความต้องการใช้พื้นที่เก็บกักน้ำเป็นจำนวนมากอาจทำให้ต้องเสียพื้นที่เพาะปลูกเป็นจำนวนมาก หรือต้องมีการย้ายถิ่นฐานที่อยู่อาศัยของชาวบ้านบริเวณดังกล่าว รวมทั้งเกิดผลกระทบต่อป่าไม้หรือสัตว์ป่าที่อาศัยอยู่บริเวณนั้น

4.3.5 พลังงานนิวเคลียร์ เป็นพลังงานที่มีศักยภาพในการใช้เป็นพลังงานทดแทนในการผลิตไฟฟ้า พลังงานนิวเคลียร์ได้มาจากปฏิกิริยาการแตกตัว (Nuclear Fission) ซึ่งจะมีกากของเสียเป็นสารกัมมันตรังสีที่กำลังสลายตัวหรือจัดเรียงตัวใหม่ และมีการปลดปล่อยรังสีประเภทต่าง ๆ ออกมาทำให้เกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม การใช้พลังงานนิวเคลียร์จึงแพร่หลายเฉพาะในประเทศที่มีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีซึ่งมีขีดความสามารถในการจัดการกับปัญหาและความเสี่ยง

สำหรับประเทศไทยปัจจุบัน มีการนำสารกัมมันตรังสีมาใช้ในด้านการแพทย์ (การผลิตเวชภัณฑ์ปลอดเชื้อ) การเกษตร (การถนอมอาหาร) และด้านอุตสาหกรรม (การตรวจสอบการเชื่อมโลหะ)

ผลกระทบของสารกัมมันตรังสีต่อสิ่งมีชีวิต การทำปฏิกิริยานิวเคลียร์จะมีการปลดปล่อยรังสีประเภทต่าง ๆ ออกมา ประกอบด้วย รังสีแกมมาที่มีอำนาจทะลุทะลวงต่ำมาก อาจใช้แผ่นไม้ และแผ่นกระดาษกันไม่ให้ผ่านได้ รังสีที่มีอำนาจทะลุทะลวงต่ำ ได้แก่ เบตา และแอลฟา จะเป็นอันตรายต่อร่างกายมนุษย์มากกว่า เนื่องจากรังสีทั้งสองจะถูกกั้นหรือหยุดยั้งด้วยเซลล์หรือเนื้อเยื่อในร่างกาย ทำให้เกิดการถ่ายเทพลังงาน และการแยกตัวเป็นอันตรายได้ ส่วนรังสีแกมมามีอำนาจทะลุทะลวงสูงจะผ่านร่างกายไปได้ และปล่อยพลังงานในเนื้อเยื่อน้อยกว่า

ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การใช้พลังงานนิวเคลียร์ อาจทำให้สารกัมมันตรังสีเล็ดลอดออกสู่สิ่งแวดล้อม โดยติดออกมากับอากาศเสีย และน้ำทิ้งจากการทำงานของระบบ

ผลกระทบจากกากของเสีย กากแร่กัมมันตรังสี หลังการใช้งานแล้วจะต้องมีวิธีการกักเก็บไว้จนกว่าปริมาณรังสีจะมีค่าลดลงในระดับที่ไม่เป็นอันตราย แล้วจึงนำไปกำจัดด้วยวิธีปกติ

ผลกระทบจากการรั่วไหลของรังสีระหว่างดำเนินการ โดยปกติโรงไฟฟ้านิวเคลียร์จะมีระบบป้องกันอันตรายโดยการตรวจวัดปริมาณรังสีในสิ่งแวดล้อมรอบ ๆ โรงงานเป็นประจำแต่ก็อาจเกิดปัญหาได้ถ้าไม่ระมัดระวัง เช่น การระเบิดของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์เมืองเชอร์โนบิล ประเทศรัสเซีย เมื่อวันที่ 26 เมษายน พ.ศ. 2528

5. การแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมจากการใช้พลังงาน

ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีทำให้มนุษย์สามารถประดิษฐ์คิดค้นเครื่องอำนวยความสะดวกมากมาย เพื่อสนองความสะดวกสบายของมนุษย์ในการดำรงชีวิต ซึ่งการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีเหล่านั้นต้องแลกด้วยพลังงาน ดังนั้นความต้องการพลังงานจึงเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วทุกภูมิภาคทั่วโลก โดยเฉพาะประเทศที่พัฒนาแล้ว และกำลังพัฒนา และพลังงานที่ได้ล้วนมาจากแหล่งธรรมชาติที่ใช้แล้วหมดไป ไม่อาจเกิดทดแทนได้ในเวลาอันสั้น (อนันต์ วงศ์กระจ่าง และคณะ, 2550, หน้า 168-189) ดังนั้น เราจึงมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาถึงสถานการณ์พลังงานของประเทศ และโลก ตลอดจนความหมายและวิธีการในการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมเพื่อสร้างจิตสำนึกในการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม

เทคนิคการจัดการแก้ปัญหาพลังงาน เป็นการรณรงค์วางแผนร่วมมือกันทำหรือเน้นให้บุคคลหรือองค์กรตระหนักถึงขบวนการใช้พลังงาน อนันต์ วงศ์กระจ่าง และคณะ (2550) ได้เสนอเทคนิคการจัดการแก้ปัญหาพลังงาน ได้แก่ กระบวนการแก้ปัญหาทั่วไป เทคโนโลยีสะอาด การศึกษาและวัฒนธรรม กิจกรรม 5ส เป็นต้น

6. การอยู่ร่วมกันของมนุษย์กับธรรมชาติ

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน (ม.ป.ป. ก) ได้นำเสนอแนวทางการอนุรักษ์พลังงาน ดังนี้

6.1 1 A 3 R เคล็ดลับดี ๆ ช่วยอนุรักษ์พลังงานได้อย่างไร

6.1.1 A: Avoid คือ การหลีกเลี่ยงการใช้พลังงานอย่างไร้ค่า หมายถึง การตัดสินใจที่จะเลี่ยงบริโภคสิ่งต่าง ๆ ที่มีโทษต่อผู้ใช้ เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม และที่สำคัญทำให้สิ้นเปลืองพลังงานด้วยการเลี่ยงใช้สินค้าประเภท “ใช้แล้วทิ้ง” ได้แก่

6.1.1.1 เลี่ยงการใช้ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ครั้งเดียวทิ้ง เช่น ถ้วย โฟม ถูพลาสติก

6.1.1.2 เลี่ยงการใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของสาร CFC

6.1.1.3 เลี่ยงกิจกรรมที่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม เช่น การเผาถ่านไฟฉาย

6.1.2 R: Reduce คือ การลดการใช้พลังงานสิ้นเปลือง หมายถึง การเลือกที่จะลดการใช้ หรือลดการบริโภคสินค้าบางประเภทที่ทำจากทรัพยากรที่หายาก ได้แก่

6.1.2.1 ลดการใช้น้ำมัน เช่น เดินแทนการใช้รถจักรยานยนต์ในระยะใกล้

6.1.2.2 ลดการใช้น้ำ เช่น ปิดน้ำตอนแปรงฟัน หรือฟอกสบู่

6.1.2.3 ลดปริมาณขยะ ด้วยการใช้น้ำยาล้างจาน

6.1.3 R: Reuse คือ การนำสิ่งของที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่ หมายถึง การเลือกใช้หรือเลือกบริโภคให้คุ้มค่าที่สุด โดยสินค้าและของใช้หลายๆ อย่างที่ใช้แล้วสามารถนำกลับมาใช้อีกได้แก่

6.1.3.1 เลือกใช้ผลิตภัณฑ์ที่สามารถใช้ซ้ำได้ เช่น การเลือกใช้ผ้าเช็ดหน้าแทนการใช้ทิชชู

6.1.3.2 เลือกใช้ภาชนะที่ใช้ได้นาน และนำมาใช้ซ้ำได้อีก เช่น ใช้ถุงผ้าในการจ่ายตลาด

6.1.3.3 นำของใช้แล้วมาทำให้เกิดประโยชน์ เช่น นำขวดน้ำมาทำเป็นที่ใส่ปากกา

6.1.4 R: Recycle คือ การแปรรูปนำกลับมาใช้ใหม่ หมายถึง การเลือกใช้และบริโภคสินค้า หรือสิ่งของที่สามารถนำไปรีไซเคิล หรือแปรรูปใช้ใหม่ได้ง่าย ใช้สินค้าที่ผ่านกระบวนการรีไซเคิลมาแล้ว และสนับสนุนกระบวนการรีไซเคิลในรูปแบบต่างๆ ได้แก่ การแยกขยะ ปัจจุบัน ได้มีความพยายามศึกษา ค้นคว้า วิจัย และพัฒนาพลังงานทดแทนรูปแบบต่างๆ ให้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้สะดวก และมีประสิทธิภาพมากขึ้น เพื่อช่วยประหยัดพลังงาน และลดค่าใช้จ่าย โดยตั้งอยู่บนพื้นฐานของการพึ่งพาพลังงานจากแหล่งในท้องถิ่น และภายในประเทศสามารถผลิต และใช้พลังงานอย่างยั่งยืน ซึ่งจะเป็นหนทางหนึ่งที่จะช่วยลดการทำลายทรัพยากรที่กำลังเกิดขึ้นอย่างรุนแรงในปัจจุบัน ช่วยรักษาสมดุลของธรรมชาติ ตลอดจนการสร้างปัญหามลพิษให้กับสถานะแวดล้อม พลังงานทดแทนเป็นหนทางหนึ่งของการแก้ไขวิกฤตการณ์ด้านพลังงาน และสิ่งแวดล้อมโลกได้

6.2 พลังงานทดแทน (Alternative Energy)

พลังงานทดแทน หมายถึง พลังงานที่ใช้แทนน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งเป็นพลังงานหลักที่ใช้กันอยู่ทั่วไปในปัจจุบัน พลังงานทดแทนที่สำคัญ เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานน้ำ พลังงานลม พลังงานความร้อนใต้พิภพ พลังงานชีวมวล ไบโอดีเซล เป็นต้น ได้มีการศึกษาค้นคว้า เพื่อนำพลังงานทดแทนมาใช้ประโยชน์มากขึ้น ซึ่งจะช่วยผ่อนคลายปัญหาการขาดแคลนพลังงานในอนาคต และช่วยลดปัญหาด้านมลพิษที่เกิดขึ้นจากการใช้พลังงานในปัจจุบัน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานอย่างเป็นมิตรกับธรรมชาติ

รัชนีกร ฤทธิรัชต์ (2546, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 3 โดยใช้บทปฏิบัติการในค่ายอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสิ่งแวดล้อมของนักเรียนที่เรียนรู้โดยใช้บทปฏิบัติการในค่ายอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมกับกลุ่มนักเรียนที่เรียนรู้ตามปกติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนที่เรียนรู้โดยใช้บทปฏิบัติการในค่ายอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของกลุ่มนักเรียนที่เรียนรู้ตามปกติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุกัญญา ชื่อสัตย์ (2546, บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง พฤติกรรมการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าของนักเรียนโรงเรียนอรรถมิตร ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่เพศชายร้อยละ 57.9 และเพศหญิงร้อยละ 42.1 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าอยู่ในระดับปานกลาง และมีระดับพฤติกรรมการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าปานกลาง ทำให้ทราบว่าระดับพฤติกรรมในการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าของนักเรียน เมื่อจำแนกตามเพศ จำแนกตามจำนวนสมาชิกในครอบครัว จำแนกตามระดับการศึกษาสูงสุดของบิดามารดา และจำแนกตามรายได้เฉลี่ยของบิดามารดา พบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน ด้านระดับพฤติกรรมเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ทัศนวิดี ว่องกิจ (2547, บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า โดยใช้บทเพลงเป็นสื่อ พบว่า นักเรียนที่เรียนจากการสอนโดยใช้บทเพลงเป็นสื่อ และนักเรียนที่เรียนโดยไม่ใช้บทเพลงเป็นสื่อ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าโดยรวมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

โรฮาดิ และเทเลอร์ (Rohadi & Taylor, 1992, pp. 33-39) ได้ศึกษาความจำเป็นในการสอนความรู้เกี่ยวกับพลังงานในโรงเรียนมัธยมของอินโดนีเซีย โดยเปรียบเทียบความรู้เรื่องพลังงานและทัศนคติที่มีต่อการอนุรักษ์พลังงานของ นักเรียนอินโดนีเซียระดับมัธยมศึกษาวิทยาศาสตร์และสายศิลปศาสตร์ กลุ่มตัวอย่าง 400 คน พบว่า นักเรียนโดยทั่วไปมีทัศนคติไม่ชอบการอนุรักษ์พลังงานและนักเรียนสายศิลปศาสตร์ มีความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาพลังงานน้อย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ปรีวัดี สิงหาเวช (2548, หน้า 5) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึงความสามารถในการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งพิจารณาจากการตอบแบบสอบถามวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ศุภพงษ์ คล้ายคลึง (2548, หน้า 27) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลสำเร็จที่เกิดจากพฤติกรรมกระทำกิจกรรมของแต่ละบุคคล ที่ต้องอาศัยความพยายามอย่างมาก ทั้งองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับสติปัญญา และองค์ประกอบที่ไม่ใช่สติปัญญา ซึ่งสามารถสังเกต ที่วัดได้ด้วยเครื่องมือทางจิตวิทยา หรือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านต่าง ๆ

อรสา เอี่ยมสอาด (2548, หน้า 5) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้ในสาระวิทยาศาสตร์ ซึ่งพิจารณาจากคะแนนการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้อัตถศาสตร์

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถที่แสดงออกถึงความรู้ ความเข้าใจ ของผู้เรียนอันเกิดมาจากการเรียนการสอนสามารถวัดผลได้จากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เป็นการวัดความเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนที่เป็นผลจากการได้รับประสบการณ์จากการจัดการเรียนรู้ หรือการสืบเสาะหาความรู้ โดยสามารถวัดและประเมินออกมาได้ โดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ประทุม อัตชู (2547, หน้า 3) กล่าวว่า การวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ให้ครอบคลุมทั้งความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ และกระบวนการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น จำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์หรือพฤติกรรมที่ต้องการวัดออกเป็น 4 ด้านคือ

1. ด้านความรู้ – ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกสิ่งที่เคยเรียนมาแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง หลักการ และทฤษฎี
2. ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย จำแนก ความรู้ได้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่ โดยการแปลความหมายแล้วเปรียบเทียบ หรือผสมผสานสิ่งใหม่ที่พบเห็นกับประสบการณ์เดิม
3. ด้านการนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างกันออกไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน
4. ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความชำนาญ ในการคิด และการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดทางสมอง

คอลลอฟเฟอร์ (Kolpfer, 1971 อ้างถึงใน พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์, 2545, หน้า 110-113) ได้กล่าวถึง การประเมินผลด้านการเรียนรู้ด้านความรู้ ซึ่งสามารถวัดได้จากกิจกรรมทั้ง 4 ด้านคือ

1. ด้านความรู้ – ความจำ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียน มีความจำในเรื่องราวต่าง ๆ ที่ได้รับรู้จากการค้นคว้ากระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการอ่านหนังสือและการฟังการบรรยาย เป็นต้น ความรู้ทางวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 8 ประเภท คือ

- 1.1 ความรู้เกี่ยวกับความจริง
- 1.2 ความรู้เกี่ยวกับมโนคติ หรือ โนทัศน์
- 1.3 ความรู้เกี่ยวกับหลักการ และกฎทางวิทยาศาสตร์
- 1.4 ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลง
- 1.5 ความรู้เกี่ยวกับลำดับขั้นตอนของปรากฏการณ์ต่าง ๆ
- 1.6 ความรู้เกี่ยวกับกฎเกณฑ์ ในการแบ่งประเภทของสิ่งต่าง ๆ
- 1.7 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิค และกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์
- 1.8 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์วิทยาศาสตร์

2. ด้านความเข้าใจ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียน ใช้ความคิดที่สูงกว่าด้านความรู้ – ความจำ แบ่งเป็น 2 ประเภท

2.1 ความเข้าใจข้อเท็จจริง วิธีการ กฎเกณฑ์ หลักการและทฤษฎีต่าง ๆ คือ เป็นการบรรยายรูปแบบใหม่ที่แตกต่างจากที่เคยเรียน

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลความหมายข้อเท็จจริง คำศัพท์ มโนคติ หลักการ และทฤษฎีที่อยู่ในรูปของสัญลักษณ์หนึ่งไปเป็นสัญลักษณ์อื่นได้

3. ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนแสวงหาความรู้ และแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งต้องอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

4. ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนนำความรู้ มโนคติ กฎ หลักการ ตลอดจนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้ โดยสามารถแก้ปัญหาได้อย่างน้อย 3 ประการ คือ

- 4.1 แก้ปัญหาที่เป็นเรื่องวิทยาศาสตร์ในสาขาเดียวกัน
- 4.2 แก้ปัญหาที่เป็นวิทยาศาสตร์สาขาอื่น
- 4.3 แก้ปัญหาที่นอกเหนือจากเรื่องของวิทยาศาสตร์

สรุปได้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ มุ่งวัดพฤติกรรมที่เกิดจากความสามารถทางสมองหรือด้านสติปัญญาของนักเรียน ทั้งด้านความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และในงานวิจัยนี้การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์มุ่งวัดพฤติกรรม

4 ด้าน คือ ด้านความรู้ – ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ และด้านทักษะกระบวนการ

จิตสำนึก

ความหมายของจิตสำนึก

ความหมายของ “จิตสำนึก” (Consciousness) คำว่า Consciousness เมื่อนำมาใช้ในภาษาไทยจะถูกแทนด้วยคำว่า “จิตสำนึก” หรือ “ความสำนึก” ซึ่งทั้งสองคำนี้ เมื่อพิจารณาลักษณะการใช้แล้วจะให้ความหมายที่ใกล้เคียงกันจะแตกต่างกันในเพียงขอบเขตของคำเท่านั้น ซึ่งมีผู้ให้ความหมายของคำว่า Consciousness ไว้ดังนี้

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542 (ราชบัณฑิตยสถาน, 2546, หน้า 312) ได้ให้ความหมายของจิตสำนึก (Consciousness) ว่าหมายถึง ภาวะที่จิตตื่น และรู้ตัวสามารถตอบสนองต่อสิ่งเร้าจากประสาทสัมผัสทั้ง 5 คือ รูป เสียง กลิ่น รส และสิ่งที่สัมผัสได้ด้วยกาย

บุญสม หารธาศิริพจน์ (2542, หน้า 71) กล่าวว่า จิตสำนึก คือสภาวะที่จิตตื่นตัวกล่าวคือ สภาวะที่สามารถรับรู้ และเรียนรู้ในสิ่งที่เกิดขึ้นทั้งต่อตนเอง และจากสังคม สภาวะที่ตื่นตัวนี้เป็นสภาวะที่เกิดขึ้นกับความรู้สึกหรือรับรู้สิ่งที่เป็นอยู่ และควรจะเป็น จิตสำนึกของแต่ละบุคคลขึ้นอยู่กับพื้นฐานของจิตใจ และพื้นฐานของความรู้ ความเป็นผู้มีศีลธรรมของบุคคลนั้น

สมพงษ์ สิงหนผล (2542, หน้า 16) กล่าวว่า จิตสำนึกเป็นเรื่องของจิตใจ เป็นความรู้สึกนึกคิดภายในบุคคลที่เกิดขึ้นได้ และเกิดขึ้นด้วยการเรียนรู้ จิตสำนึกเมื่อเกิดขึ้นแล้วยากที่จะหยุดหรือหมดไป คนที่มีจิตสำนึก ซึ่งมักจะเป็นจิตสำนึกที่ดีจะประพฤติปฏิบัติอย่างเหมาะสมกับจิตสำนึก และใช้จิตสำนึกของคนเพื่อประโยชน์ต่อสิ่งต่าง ๆ จิตสำนึกที่ควรจะต้องสร้างขึ้นในตัวเอง และเยาวชนควรจะมีอยู่ 3 ด้านหลัก ๆ คือ

1. จิตสำนึกเกี่ยวกับตนเอง (Self Consciousness) เป็นจิตสำนึกเพื่อการพัฒนาตนเอง ทำให้ตนเองเป็นบุคคลที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น เช่น ความขยันหมั่นเพียร ความมานะอดทน ความรับผิดชอบ ความสนใจใฝ่รู้และสร้างสรรค์ จิตสำนึกในจรรยาบรรณ คุณธรรม จริยธรรม เป็นต้น
2. จิตสำนึกเกี่ยวกับผู้อื่น (Other Oriented Consciousness) เป็นจิตสำนึกความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลในกลุ่มชนหนึ่ง สังคมหนึ่ง เช่น ความรัก ความเห็นอกเห็นใจ เอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ เป็นต้น
3. จิตสำนึกเกี่ยวกับสังคมหรือจิตสำนึกสาธารณะ (Social or Public Consciousness) เป็นจิตสำนึกที่ตระหนักถึงความสำคัญของการอยู่ร่วมกัน หรือคำนึงถึงผู้อื่นที่อยู่ร่วมสัมพันธ์เป็นกลุ่มเดียวกัน ได้แก่ จิตสำนึกด้านเศรษฐกิจ (เศรษฐกิจแบบพอเพียงแบบช่วยเหลือกันแบบพึ่งตนเอง และเพื่อการแข่งขันในสังคมโลก) จิตสำนึกด้านการเมือง (การเมือง การประชาธิปไตย ก้าวหน้า การมีส่วนร่วมของประชาชน) จิตสำนึกด้านสิ่งแวดล้อม (การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม) จิตสำนึกด้านสุขภาพ (การดูแลรักษาตนเอง) จิตสำนึกด้านสังคม (การมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา

สังคม) จิตสำนึกด้านวัฒนธรรม (ความเป็นไทย การปรับเปลี่ยนวัฒนธรรมพื้นฐานไทย) รวมไปถึง จิตสำนึกการรวมกลุ่ม

ขวัญชนก ต่วนชื่น (2551, หน้า 14) กล่าวว่า จิตสำนึก คือความรู้สึกที่เกิดจากภาวะที่จิตตื่น และรู้ตัวสามารถตอบสนองต่อสิ่งเร้าจากประสาทสัมผัสทั้ง 5 จิตสำนึกมีลักษณะเป็นสภาวะจิต ที่สามารถรับรู้ในสิ่งที่เกิดขึ้นทั้งต่อตนเอง และจากสังคม โดยมีแนวโน้มทางจิตใจที่ตระหนักหรือ มีความสนใจที่จะเลือกปฏิบัติต่อสิ่งที่เกิดขึ้นนั้น

แอนดริว (Andrew, 2001, p. 160) กล่าวว่า จิตสำนึก (Consciousness) เป็นสภาวะทั่วไป ของจิตใจ ของสภาวะการตื่นตัวของมนุษย์ เป็นลักษณะเฉพาะที่เกิดจากความเข้าใจ ในความรู้สึก เป็นความคิด (Thoughts) ความรู้สึก (Feeling) ความรู้หรือความสนใจ (Awareness) และเป็นลักษณะปกติของมนุษย์

เรย์มอน (Raymond, 1999, p. 209) กล่าวถึงจิตสำนึก (Consciousness) ว่าเป็นลักษณะเด่น ที่ช่วยให้สังเกตได้ของจิตใจ (Mental Life) ซึ่งมีความหมายต่าง ๆ ดังนี้ (ก) เป็นลักษณะอารมณ์ที่มีความรู้สึกตัว (ข) เป็นผลหลักจากการแสดงความรู้สึก (ค) เป็นความสามารถในการเข้าใจที่เกิดจากการมีประสบการณ์ (ง) เป็นผลที่เกิดจากการกระทำของสมอง (จ) เป็นความสัมพันธ์ระหว่างตนเอง กับสิ่งแวดล้อม และ (ฉ) เป็นลักษณะแสดงออกที่เกิดจากประสบการณ์ในแต่ละคนในช่วงเวลา ที่เกิดขึ้น

จะเห็นได้ว่า มีนักการศึกษาและนักจิตวิทยาหลายท่าน ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับจิตสำนึก ไว้มากมาย ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า จิตสำนึก หมายถึง ภาวะจิตที่เกิดขึ้นภายในจิตใจของบุคคล ขณะที่รู้ตัวสามารถตอบสนองต่อสิ่งเร้านั้น ๆ ได้ และเกิดได้จากการเรียนรู้ ดังนั้น จิตสำนึกในการ ใช้พลังงานอย่างเป็นมิตรกับธรรมชาติ หมายถึง ความรู้สึกที่เกิดขึ้นในแต่ละบุคคล โดยมีการพัฒนา อย่างต่อเนื่องและนำไปปฏิบัติจนเป็นนิสัย มีความรับผิดชอบ (Responsibility) ต่อการใช้พลังงาน เพื่อการพัฒนาคุณภาพชีวิตที่ดี

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับจิตสำนึก

จากการศึกษาเอกสารทางจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับจิตสำนึก (ถวิล ชาราโกชน์, 2546, หน้า 16-17; เต็มศักดิ์ กทาวณิช, 2546, หน้า 20-26; ขวัญชนก ต่วนชื่น, 2551, หน้า 18-21; Engler, 1999, pp. 47-50) พบว่า มีพัฒนาการมาจากแนวคิดของนักจิตวิทยา 2 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มจิตวิเคราะห์ (Psychoanalysis) โดยมีนักจิตวิทยาที่สำคัญคือ ซิกมันด์ ฟรอยด์ (Sigmund Freud) จะเน้นกระบวนการการศึกษาในเรื่องจิตไร้สำนึก (Consciousness) และ กระบวนการทำงานของจิตไร้สำนึก โดยนักจิตวิทยากลุ่มนี้จะเชื่อว่าจิตไร้สำนึกเป็นสาเหตุสำคัญ ในการจูงใจให้บุคคลมีพฤติกรรมแทบทุกอย่าง ส่วนระดับจิตสำนึกจะมีการกล่าวถึงเพียงเล็กน้อย ซึ่งโครงสร้างของจิตตามแนวคิดของฟรอยด์มี 3 ลักษณะคือ Id Ego และ Superego

Id เป็นพลังที่ติดตัวมาแต่กำเนิด ไม่มีระบบ ไม่มีเหตุผล ไม่ขึ้นอยู่กับเวลา ประกอบด้วยแรงขับทางชีวภาพ เช่น ความต้องการอาหาร น้ำดื่ม การหลีกเลี่ยงความเจ็บปวด ความต้องการทางเพศ ความก้าวร้าว เป็นหลักของความพอใจทันทีที่ถูกกระตุ้นหรือได้รับแรงขับ โดยไม่คำนึงถึงข้อเท็จจริงหรือความชอบธรรมใด ๆ มักถือความพอใจของตนเป็นหลัก

Ego เป็นพลังที่พัฒนามาจากการเรียนรู้โลกตามความเป็นจริงตั้งแต่วัยเด็กเพื่อสนองพลัง Id พลังนี้จะรับรู้โลกตามข้อเท็จจริง จะเป็นพฤติกรรมที่มีเหตุผลและสังคมยอมรับ เด็กจะเกิดการเรียนรู้ว่าแรงขับของตนนั้นจะไม่ได้รับการตอบสนองที่พึงพอใจอย่างทันที เช่น เมื่อหิวก็ต้องรอจนกว่าจะถึงเวลารับประทานอาหาร นั่นคือการนำเอาโลกแห่งความเป็นจริงมาพิจารณา การรอเวลาเพื่อตอบสนองต่อแรงขับทำให้บุคคลจำเป็นต้องปรับบุคลิกภาพให้เหมาะสม ซึ่ง Ego จะเป็นตัวที่ตัดสินใจว่าควรแสดงพฤติกรรมเช่นใดจึงจะเหมาะสม และแรงขับ Id ควรได้รับความพึงพอใจในลักษณะใด Ego จึงเป็นตัวกลางที่เชื่อมโยงระหว่างความต้องการของ Id กับความต้องการของ Superego

Superego พัฒนามาจากกระบวนการเรียนรู้ของบุคคลในสังคมวัฒนธรรมนั้น ๆ คือ จิตสำนึกแห่งคุณธรรม ความดีงาม ความรู้สึกผิดชอบชั่วดี Superego เป็นสิ่งจำเป็นอย่างมากสำหรับจิตสำนึกของแต่ละบุคคล จะเป็นตัวตัดสินใจว่าการกระทำใดเป็นสิ่งที่ถูกหรือผิด

นอกจากโครงสร้างทางจิตดังกล่าวแล้ว فروยด์ได้เสนอลำดับขั้นของจิตสำนึก 3 ลักษณะ คือ

จิตสำนึก (Consciousness) คือ การที่คนรู้ตัวตลอดเวลาที่กำลังทำอะไรอยู่ รู้ว่ารอบตัวเรามีอะไรเกิดขึ้น

จิตกอนสำนึก (Preconsciousness) เป็นลำดับขั้นที่อยู่ระหว่างจิตสำนึกและจิตใต้สำนึก ภาวะทางจิตยังไม่ถึงจิตสำนึกแต่พร้อมจะไปถึงจิตสำนึก

จิตใต้สำนึก (Unconsciousness) จะมีอิทธิพลเหนือจิตสำนึก กระตุ้นให้มีพฤติกรรมประจำวันทั่ว ๆ ไป เป็นแรงจูงใจให้เกิดพฤติกรรมไร้เหตุผล และผิดปกติในลักษณะต่าง ๆ จิตใต้สำนึกตามแนวคิดของ فروยด์ มักหมายถึง ความคิด ความรู้สึกด้านลบเป็นส่วนใหญ่ โดยมีความสัมพันธ์ระหว่าง Id, Ego, Super Ego และ Consciousness, Pre-Consciousness, Unconsciousness

2. กลุ่มโครงสร้างจิต (Structuralism) หรือกลุ่มโครงสร้างนิยม นักจิตวิทยาในกลุ่มนี้จัดเป็นกลุ่มบุกเบิกในการทำให้จิตวิทยาได้รับการยอมรับว่าเป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่ง โดยมีวิลเฮล์ม แมกซ์ วุนด์ (Wilhelm Max Wundt) เป็นผู้ก่อตั้ง มุ่งศึกษาเรื่องจิตธาตุ (Mind) โดยเน้นย้ำที่องค์ประกอบที่สำคัญของจิตในส่วนที่เรียกว่า จิตสำนึก (Consciousness) นักจิตวิทยาในกลุ่มนี้มีความเชื่อที่สำคัญว่า มนุษย์ประกอบด้วยองค์ประกอบ 2 ส่วน คือ ร่างกายและจิตใจทั้งสองส่วน

ต่างก็เป็นอิสระแก่กัน แต่ทำงานสัมพันธ์กัน พฤติกรรมเกิดจากการกระทำของร่างกาย ส่วนการกระทำของร่างกายนั้นย่อมเกิดจากการควบคุมสั่งการของจิตใจ และจิตใจได้รับแนวความคิดจากการทำงานของร่างกายซึ่งสามารถสรุปแนวคิดได้ดังนี้

- 2.1 บุคคลประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญสองส่วน คือ ร่างกายและจิตใจ
- 2.2 พฤติกรรมของบุคคลเกิดจากแนวความคิดของเขา
- 2.3 การแสดงพฤติกรรมให้ปรากฏออกมาย่อมเกิดจากการกระทำของร่างกาย
- 2.4 การเกิดแนวความคิดความคตินั้นย่อมเกิดจากการกระทำของจิตใจ
- 2.5 แนวความคิดย่อมเกิดจากจิตธาตุรวมกัน หรือแนวความคิดของบุคคลย่อม

เกิดจากจิตผสม

- 2.6 จิตธาตุที่สำคัญมีอยู่ 3 ส่วน คือ
 - 2.6.1 ส่วนที่เกี่ยวข้องกับการรับสัมผัส
 - 2.6.2 ส่วนที่เกี่ยวข้องกับการสร้างความรู้สึกรู้จัก
 - 2.6.3 ส่วนที่เกี่ยวข้องกับการสร้างจินตนาการ

สำหรับวิธีการที่นักจิตวิทยากลุ่มโครงสร้างของจิตใช้ศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรมภายในของบุคคลเรียกว่า การตรวจสอบจิต (Introspections) ซึ่งเป็นวิธีที่ ผู้รับการทดลองต้องบรรยายความคิด อารมณ์ และสิ่งที่จดจำไว้ภายในให้ผู้ศึกษาทราบตามความเป็นจริงไม่บิดเบือน โดยกลุ่มนี้เชื่อว่าตนเองย่อมรู้เรื่องภายในใจของตนดีที่สุด

การเกิดจิตสำนึก

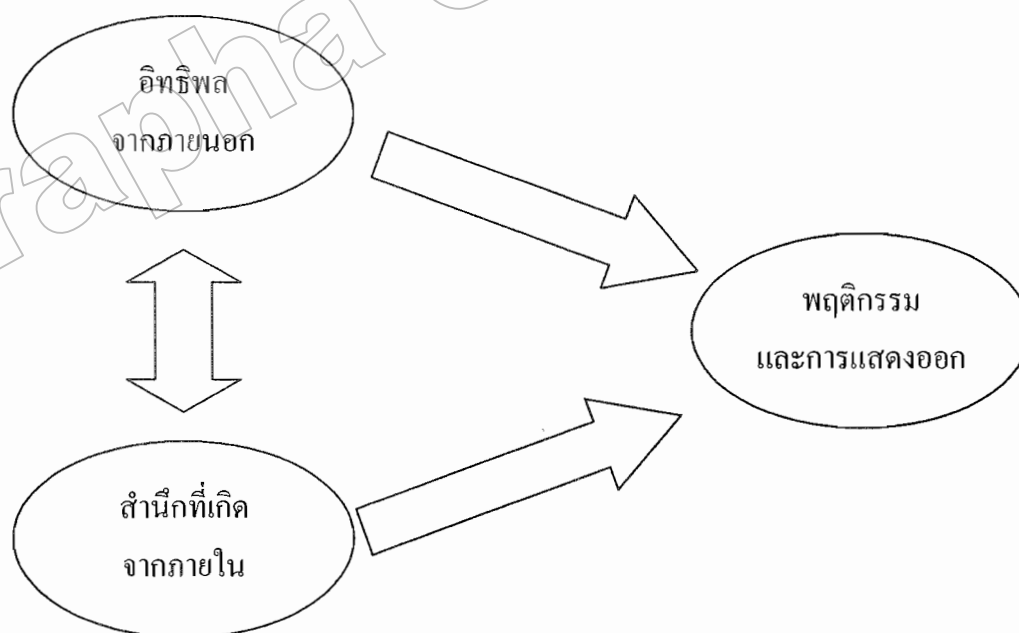
ไพบุลย์ วัฒนศิริธรรม และสังคม สัจจกร (2543) ได้อธิบายถึงการก่อเกิดจิตสำนึก ดังนี้
สำนึกของคนอยู่ภายใต้อิทธิพลของปัจจัยแวดล้อมมากมาย จำแนกได้เป็น ปัจจัยภายนอก และภายในคือ

1. สำนึกที่ก่อเกิดจากปัจจัยภายนอก เมื่อมนุษย์อยู่ในสังคมย่อมหลีกเลี่ยงอิทธิพลของภาวะแวดล้อมได้ ภาวะดังกล่าวได้อบรมกล่อมเกลาร และสะสมการรับรู้ที่ละเอียดที่ละน้อยจนเกิดเป็นรูปแบบอันหลากหลายของสำนึก ในลักษณะของการตัดสินใจและแยกแยะว่าอะไรดี - ไม่ดี อะไรควร ไม่ควร กระบวนการในการพัฒนาจิตสำนึกในคน ๆ หนึ่ง มีที่มาจากสภาวะแวดล้อมทางสังคม เริ่มตั้งแต่พ่อแม่ ญาติ เพื่อน ครู สื่อมวลชน คนทั่วไป ฯลฯ ตลอดจนระดับที่สูงขึ้น เช่นองค์กร วัฒนธรรม ประเพณี ความเชื่อ ฯลฯ ซึ่งล้วนมีส่วนในการสร้างสำนึกทั้งทางดี และทางเลว

2. สำนึกที่เกิดจากภายใน หมายถึง การครุ่นคิด ไตร่ตรอง ตรึกตรองของคนแต่ละคน ในการพิจารณาตัดสินใจให้คุณค่าและความดีงาม ซึ่งส่งผลต่อพฤติกรรมและการประพฤติปฏิบัติ โดยเฉพาะการปฏิบัติทางจิตใจเพื่อขัดเกลาให้เป็นไปทางใดทางหนึ่ง ฉะนั้น มนุษย์ทุกคนล้วนสามารถสร้างสำนึกให้ตนเองได้ โดยนำพาการรับรู้จากการเรียนรู้ การมองเห็น การคิด ฯลฯ

แล้วนำมาพิจารณาเพื่อตัดสินใจว่าต้องการสร้างสำนึกแบบใดก็มีการฝึกฝนและสั่งสมสำนึกแบบนั้น ตัวอย่างเช่น คน ๆ หนึ่ง แม้จะเคยใช้ชีวิตฟุ้งเฟ้อฟุ่มเฟือยมานาน แต่วันหนึ่งได้สติว่าพฤติกรรมอย่างนั้นเป็นสิ่งไม่ดี ก็สามารถปรับเปลี่ยนสำนึกของตัวเองให้ยึดถือในเรื่องของการประหยัด อุดหนุน การมีวินัยในการใช้จ่าย เป็นการสร้างสำนึกใหม่เรียกว่า ใช้ปัจจัยภายในเพื่อสร้างสำนึกตัวเอง ยิ่งผ่านการขัดเกลา ตอกย้ำ และพัฒนาอย่างต่อเนื่อง คล้ายดั่งนักปฏิบัติธรรมที่ใช้ศีล สมาธิ ปัญญา กล่อมเกลาสำนึกของตัวเองจนกลายเป็นนิสัย และเป็นจิตใต้สำนึก

3. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยภายนอกกับปัจจัยภายในต่อการเกิดจิตสำนึก ปัจจัยภายนอกและปัจจัยภายในเป็นปฏิสัมพันธ์ที่ต่อเนื่องกัน ไม่มีต้น ไม่มีปลาย สำนึกที่มาจากภายนอกเป็นการเข้ามาโดยธรรมชาติ กระทบต่อจิตใจ ความรู้สึกนึกคิดของคนแล้วกลายเป็นสำนึกธรรมชาติ และมักไม่รู้ตัว แต่สำนึกที่เกิดจากภายในเป็นการจริงใจ เป็นการเลือกสรร รู้ตัว สร้างขึ้นเอง แท้จริงทุกขณะจิตมีการปรับเปลี่ยน มีการตอบโต้ระหว่างกัน สิ่งที่มากระทบภายนอกและสิ่งที่คิดเองจากภายใน เช่น สิ่งที่มากระทบจากภายนอกมีคนมาบอกว่าทำดีไม่เห็นได้ดี แต่เรามีสำนึกภายในดี จึงเกิดการต่อสู้กันเพราะเราเชื่อว่าทำดีได้ดี การที่จะทำให้คนมีสำนึกที่ดีจะต้องทำทั้งสองทางพร้อมกัน ทางหนึ่งต้องส่งเสริมให้เกิดความรักและสร้างสำนึกที่ดีให้ตนเอง พร้อมกันนั้นต้องพยายามหาวิธีการผลักดัน ส่งเสริม รณรงค์ให้สังคมโดยทั่วไปทั้งกลุ่มคนและองค์กรมีการสร้างกิจกรรม หรือมีโครงการที่จะนำไปสู่การสร้างจิตสำนึกที่ดี ดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9 ความสัมพันธ์ของพฤติกรรมการแสดงออกของมนุษย์ (ไพบูลย์ วัฒนศิริธรรม และสังคม สัจจกร, 2543, หน้า 17)

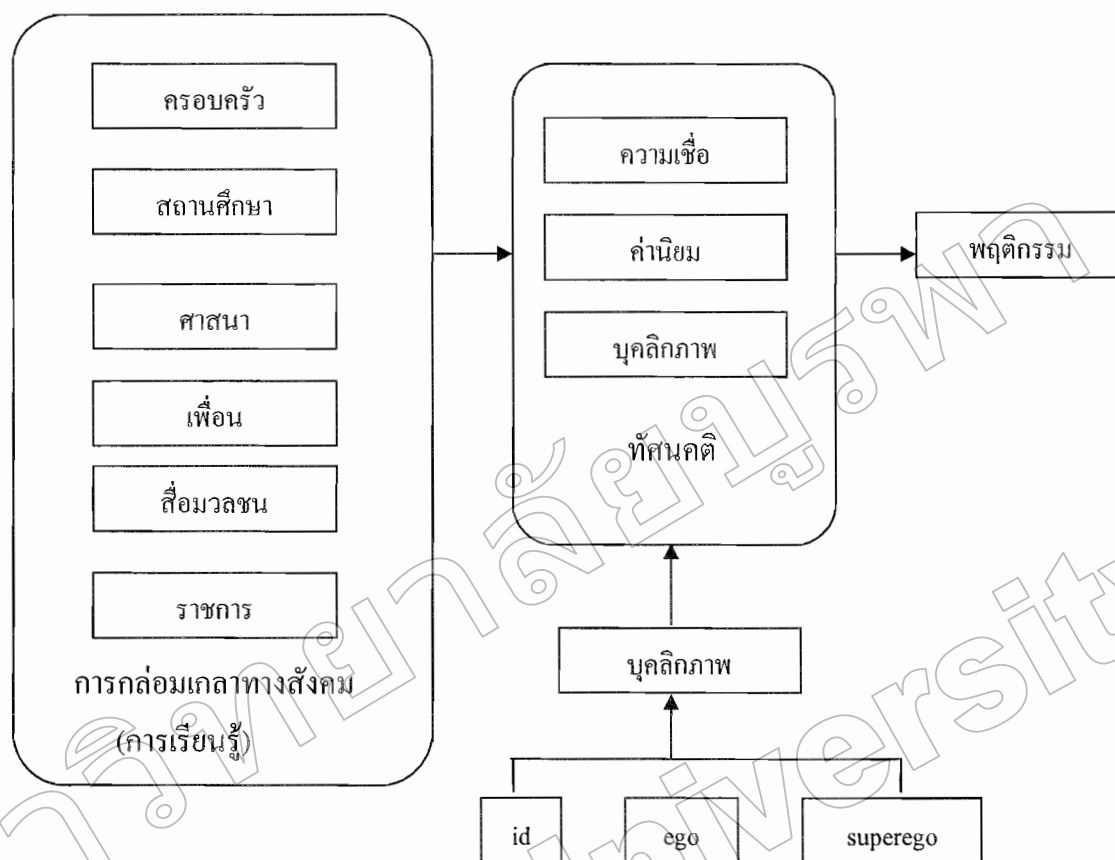
สุพจน์ ทราชแก้ว (2546) ได้อธิบายถึงการก่อรูปของจิตสำนึกว่าเป็นกระบวนการที่มีความต่อเนื่องยากที่จะกำหนด แยกแยะ หรือทำการจัดลำดับชั้น เพื่อบ่งชี้ว่าบุคคลมีความรู้สึกอยู่ที่ใดได้ชัดเจน และยังมีความเกี่ยวข้องกันกับคุณลักษณะทางด้านสติปัญญาและการกระทำของมนุษย์ผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่มีองค์ประกอบสำคัญ 3 ส่วน ได้แก่

1. คุณลักษณะด้านพุทธิพิสัย หมายถึง การได้รับรู้ (Cognitive) หรือการมีประสบการณ์ตรงกับสิ่งต่าง ๆ ทั้งที่เป็นรูปธรรมและนามธรรมผ่านประสาทสัมผัสต่าง ๆ ทำให้บุคคลรู้จักหรือระลึกถึง มีความเข้าใจสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ สามารถวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินคุณค่าของสิ่งดังกล่าวได้

2. คุณลักษณะด้านจิตพิสัย หมายถึง ความรู้สึกทางจิตใจ (Affection) อันได้แก่ ความสนใจหรือใฝ่ในสิ่งดังกล่าว โดยมีปฏิริยาสนองตอบการเห็นหรือให้คุณค่า การจัดระบบของคุณค่าและสร้างเป็นคุณลักษณะนิสัย

3. คุณลักษณะด้านทักษะพิสัย หมายถึง พฤติกรรม (Behavior) หรือการแสดงออกที่สามารถจะสังเกตรูปแบบความประพฤติได้อย่างชัดเจน เรียกว่าบุคลิกภาพ

จิตสำนึกของบุคคลจึงเป็นการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นหลังจากการมีประสบการณ์ตรงกับสิ่งเร้า การรับรู้ในส่วนนี้ได้ก่อรูปขึ้นในจิตใจของบุคคลในรูปของความเชื่อ ค่านิยม ทศนคติ ที่ก่อให้เกิดพฤติกรรม เป็นคุณลักษณะทางจิตที่ก่อรูปผ่านกระบวนการทางปัญญา เป็นปฏิริยาตอบสนองต่อปรากฏการณ์ทางสังคม การเสริมสร้างความรู้ให้แก่บุคคลในสังคมตามกระบวนการเรียนรู้ที่เป็นระบบจะทำให้ได้ทรัพยากรบุคคลที่มีคุณภาพผ่านกระบวนการจัดการศึกษา ซึ่งในทางสังคมศาสตร์จะเรียกกิจกรรมหรือกระบวนการดังกล่าวว่า เป็นการกล่อมเกลாத่างสังคม (Socialization) อันเป็นกระบวนการที่มีผลทำให้สมาชิกของสังคมเกิดการรับรู้ มีจิตสำนึก และพฤติกรรมที่พึงประสงค์ การกล่อมเกลาท่างสังคมโดยอาศัยระบบการศึกษาเป็นกลไกสำคัญในการดำเนินการ มีรูปแบบที่สัมพันธ์และต่อเนื่องกัน ไปทั้ง 3 ส่วน คือ การศึกษาในระบบโรงเรียน การศึกษานอกระบบ โรงเรียน และการศึกษาตามอัธยาศัย การกล่อมเกลาท่างสังคม เพื่อเสริมสร้างการเรียนรู้ให้บุคคลมีการรับรู้ มีจิตสำนึก มีบุคลิกภาพ หรือมีพฤติกรรมที่พึงประสงค์จึงเป็นกระบวนการที่ต้องดำเนินการอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต ลักษณะของความสัมพันธ์ขององค์การในการกล่อมเกลาท่างสังคม แสดงดังภาพที่ 10



ภาพที่ 10 การกล่อมเกลาทางสังคมเพื่อเสริมสร้างจิตสำนึกและพฤติกรรมแก่สมาชิกสังคม

การวัดจิตสำนึก

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดในทางจิตพบว่า ม.ร.ว.สมพร สุทัศน์ีย์ (2544, หน้า 22-30) ได้กล่าวถึงวิธีการวัดทางจิตวิทยาในปัจจุบันว่ามีวิธีการหลายวิธี ได้แก่ การสังเกต การรายงานตนเอง การสัมภาษณ์ การใช้แบบสอบถาม และการใช้แบบทดสอบ

1. การสังเกต เป็นวิธีการศึกษาพฤติกรรมที่ใช้ได้ง่าย สะดวก และใช้กันมากในการศึกษาวิจัย เราสามารถควบคุมให้การสังเกตมีระบบและเป็นปรนัยได้ ถ้าผู้ศึกษาวิจัยใช้การสังเกตอย่างมีระบบ และเป็นปรนัยแล้วจะทำให้เกิดประโยชน์หลายประการ เช่น ศึกษาพัฒนาการของบุคคล ความแตกต่างระหว่างบุคคล และสาเหตุของพฤติกรรมเพื่อให้เข้าใจบุคคลได้ ประเภทของการสังเกตที่สำคัญสามารถแบ่งออกเป็น 2 เรื่องที่สำคัญ คือ

1.1 การสังเกตตามสภาพธรรมชาติ แบ่งเป็น การสังเกตแบบไม่เป็นทางการ เป็นการสังเกตที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน และการสังเกตอย่างมีวัตถุประสงค์โดยจะกำหนดวัตถุประสงค์ในการสังเกตว่า จะสังเกตพฤติกรรมอะไรบ้าง และจะสังเกตเฉพาะพฤติกรรม

ที่ต้องการเท่านั้น ซึ่งพฤติกรรมดังกล่าวได้แก่ พฤติกรรมทางกาย พฤติกรรมทางเซาว์ปัญญา และพฤติกรรมทางอารมณ์และสังคม

1.2 สังเกตในห้องทดลอง เมื่อต้องการศึกษาพฤติกรรมใดพฤติกรรมหนึ่งที่ยากแก่การสังเกตได้ในสภาพการณ์ธรรมดา จะต้องจัดสถานการณ์ในห้องทดลอง โดยมีสถานการณ์เฉพาะที่ต้องการศึกษาร่วมกับสถานการณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องแล้วลอบสังเกตพฤติกรรมทางกระจกทางเดียว โดยไม่ให้ผู้ถูกสังเกตรู้ตัว

2. สังเกตตนเอง หรือรายงานตนเอง เป็นวิธีศึกษาพฤติกรรมในที่เป็นข้อมูลส่วนตัว เช่น ความคิด ความรู้สึก ทักษะคติ ค่านิยมที่ถูกต้อง มักจะมีข้อจำกัดตรงที่มีอคติส่วนตัวเข้ามาเกี่ยวข้องมากกว่าการสังเกตจากผู้อื่น แต่บุคคลสามารถฝึกฝนการสังเกตด้วยตนเองให้ถูกต้องและมีระบบยิ่งขึ้นได้ ทำให้บุคคลสามารถจำแนกสิ่งที่เขารู้สึก คิด หรือจะกระทำจากสิ่งที่เขาควรจะรู้สึก คิด หรือกระทำแล้วรายงานด้วยตนเอง

การรายงานตนเองนั้น จะมีแบบสังเกตที่เป็นลักษณะการเติมคำในช่องว่าง หรือมาตราประมาณค่าที่บุคคลสามารถบันทึกได้ตามความเหมาะสม

3. การสัมภาษณ์ เป็นวิธีการวัดพฤติกรรมที่ใช้กันมานาน และเป็นวิธีประเมินบุคลิกภาพวิธีหนึ่ง การสัมภาษณ์เป็นการได้รับข้อมูลจากคำพูดของผู้รับสัมภาษณ์ถึงการกระทำของตนเอง และทำให้ผู้สัมภาษณ์สังเกตเห็นกริยาท่าทางการเคลื่อนไหว คำพูดของผู้รับการสัมภาษณ์ ผู้สัมภาษณ์ควรจดบันทึกสิ่งเหล่านั้นไว้ด้วย การสัมภาษณ์มักจะใช้ในการสืบค้นข้อมูลที่ลึกซึ้ง เช่น ในการจ้างการคัดเลือกและกลั่นกรอง ประเมินผลงาน และในการให้คำปรึกษา เป็นต้น

4. การใช้แบบสอบถาม เป็นเครื่องมือที่ใช้ประเมินพฤติกรรมในโรงเรียนและสถานอื่น ๆ ที่ต้องการให้ผู้ประเมินคุณค่าเป็นระดับที่ต่อเนื่องกัน สามารถใช้เก็บรวบรวมพฤติกรรมได้รวดเร็วและประหยัดกว่าการสังเกตและการสัมภาษณ์ และสามารถเก็บข้อมูลที่ละมาก ๆ ไม่เสียเวลา และค่าใช้จ่ายน้อย

5. การใช้แบบทดสอบ แบบทดสอบทางจิตวิทยามักเป็นแบบทดสอบความสามารถที่มีคำตอบถูกและผิด แบบทดสอบวัดเซาว์ปัญญา ความถนัด และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นอกจากแนวคิดในการวัดทางด้านจิตวิทยาดังกล่าวแล้ว ผู้วิจัยได้ศึกษาเครื่องมือที่ใช้ในการวัดตัวแปรที่เกี่ยวกับจิตสำนึกจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า นันทวัฒน์ ชุนชี (2546), มุทิตา หวังคิด (2547), โกศล มีความดี (2547), ไตรรงค์ เฉวียงหงส์ (2544, หน้า 38) และสุภัทรา ภูษิตรัตนาวลี (2547, หน้า 38) ได้ใช้เครื่องมือวัดจิตสำนึกที่มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่าแบบลิเคิร์ท 5 ระดับ ซึ่งมีระดับเป็นคะแนน 1 2 3 4 และ 5 โดยมีทั้งคำถามเชิงลบและบวกคละกัน

จากการศึกษาแนวการสร้างเครื่องมือทั้งในส่วนของแนวคิด และเอกสารงานวิจัย ในการวัดจิตสำนึก ผู้วิจัยจึงได้ใช้แบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่าแบบลิเคิร์ต (Likert Scale) 5 ระดับ เป็นรูปแบบในการสร้างแบบวัดจิตสำนึกในการใช้พลังงานอย่างเป็นมิตรธรรมชาติ เนื่องจากจิตสำนึกเป็นส่วนหนึ่งของเจตคติ (Attitude) และในการวัดเจตคติมาตรวัดแบบลิเคิร์ต ได้รับความนิยมในการวัดเจตคติมากที่สุด มีความสะดวก มีความเชื่อมั่นสูง สามารถได้คำตอบ ที่ครอบคลุม และเก็บรวบรวมพฤติกรรมได้รวดเร็ว สามารถเก็บข้อมูล ได้ที่ละมาก ๆ ไม่เสียเวลา และค่าใช้จ่ายน้อย (ม.ร.ว.สมพร สุทัศนีย์, 2544, หน้า 22-30) และให้ค่าความเที่ยงตรงใกล้เคียงกับ มาตรวัดแบบอื่น ๆ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับจิตสำนึก

ขวัญชนก ต่วนชื่น (2551, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการมีจิตสำนึกในการอนุรักษ์ ศิลปวัฒนธรรมไทยของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 จังหวัดสมุทรสงคราม พบว่า นักเรียนมีระดับการมี จิตสำนึกในการอนุรักษ์ศิลปวัฒนธรรมไทยอยู่ในระดับสูง นักเรียนที่มีระดับชั้นต่างกันมีระดับ การมีจิตสำนึกในการอนุรักษ์ศิลปวัฒนธรรมไทยแตกต่างกัน และไม่พบว่ามีผลปฏิสัมพันธ์ที่เกิด จากความแตกต่างระหว่างระดับชั้นและเพศที่ส่งผลร่วมกันต่อระดับการมีจิตสำนึกในการอนุรักษ์ ศิลปวัฒนธรรมไทยของนักเรียน

เจษฎา หนูรุ่ง (2551, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาปัจจัยจิตลักษณะที่ส่งผลต่อจิตสาธารณะ ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โรงเรียนสาธิตในสังกัดมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โดยมีปัจจัย จิตลักษณะที่ศึกษาได้แก่ เหตุผลเชิงจริยธรรมลักษณะมุ่งอนาคต ความเชื่ออำนาจในตน แรงจูงใจ ใฝ่สัมฤทธิ์ ค่านิยมความเป็นไทยสติปัญญา ประสพการณ์ทางสังคม และสุขภาพจิต ว่าปัจจัย จิตลักษณะที่ส่งผลทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ได้แก่ ลักษณะมุ่งอนาคต สุขภาพจริง ค่านิยมความเป็นไทย และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ส่วนสติปัญญา และความเชื่ออำนาจ ในตน ส่งผลทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อรวรรณ บุญส่ง (2550, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการพัฒนาจิตสำนึกในการอนุรักษ์ และพัฒนาสิ่งแวดล้อมจากนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โดยใช้กิจกรรมสิ่งแวดล้อมศึกษาประกอบการ ประเมินตามสภาพจริง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนนักบุญ โปโลโตร จังหวัดนครปฐม จำนวน 25 คน เลือกมาโดยเจาะจง จากการวิจัยพบว่า นักเรียน ที่ได้รับการใช้กิจกรรมสิ่งแวดล้อมประกอบการประเมินสภาพจริงมีจิตสำนึกในการอนุรักษ์ และพัฒนาสิ่งแวดล้อมสูงกว่าก่อนได้รับกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุคนธรส หุตะวัฒนะ (2550, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการใช้โปรแกรมพัฒนาจิตสาธารณะ ด้วยเทคนิคเสนอตัวแบบผ่านภาพการ์ตูนร่วมกับการชี้แนะทางวาจาที่มีต่อจิตสาธารณะของนักเรียน

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนพิชญ์ชนก พบว่านักเรียนที่ได้รับโปรแกรมพัฒนาจิตสาธารณะ ด้วยเทคนิคเสนอตัวแบบผ่านภาพการ์ตูนร่วมกับการชี้แนะทางวาจามีจิตสาธารณะสูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับโปรแกรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ศิริรัตน์ ศิริชีพชัยยันต์ (2548, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และจิตสำนึกต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนวิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนฤดูร้อน ปีการศึกษา 2547 ของโรงเรียนอัสสัมชัญ เขตบางรัก กรุงเทพมหานคร จำนวน 40 คน เครื่องมือที่ใช้ได้แก่ ชุดการเรียนวิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนวิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต มีผลสัมฤทธิ์ทางเรียน และจิตสำนึกในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

สุมณฑา หลบภัย (2543, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาจิตสำนึกในการอนุรักษ์ตลาดน้ำดำเนินสะดวกของผู้ประกอบการค้าบริเวณตลาดดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี กลุ่มตัวอย่างได้แก่ ผู้ประกอบการค้าที่ขายเรือขายสินค้าอยู่ในบริเวณตลาดน้ำดำเนินสะดวก และรวมถึงผู้ประกอบการค้าที่ขายสินค้าอยู่ริมคลอง มีจำนวน 230 ราย และกลุ่มตัวอย่างแบบบังเอิญจำนวน 15 ราย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เป็นแบบสอบถามจิตสำนึกในการอนุรักษ์ตลาดน้ำดำเนินสะดวก โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ แบบวัดความรู้ในการอนุรักษ์ตลาดน้ำดำเนินสะดวก แบบวัดเจตคติในการอนุรักษ์ตลาดน้ำดำเนินสะดวก และแบบสอบถามการปฏิบัติในการอนุรักษ์ตลาดน้ำดำเนินสะดวก วิธีเก็บรวบรวมข้อมูล ใช้แบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์ โดยผลการศึกษาพบว่า ผู้ประกอบการค้าในตลาดน้ำดำเนินสะดวกมีความรู้ในการอนุรักษ์ตลาดน้ำอยู่ในระดับปานกลาง มีเจตคติในการอนุรักษ์ตลาดน้ำในระดับสูง แต่มีการปฏิบัติในการอนุรักษ์ตลาดน้ำอยู่ในระดับต่ำ และจิตสำนึกในการอนุรักษ์ตลาดน้ำ โดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง

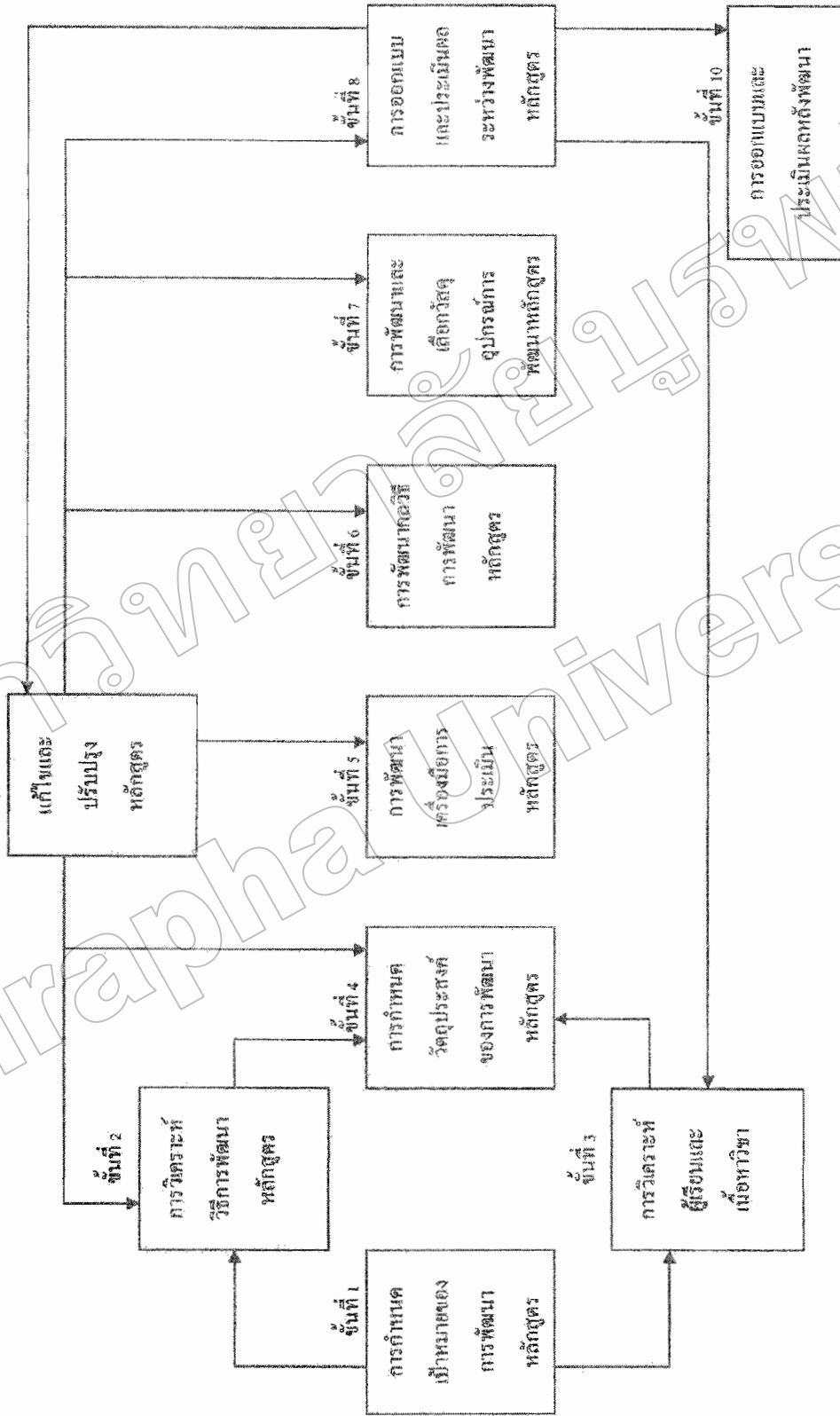
อุไรวรรณ คุ้มวงษ์ (2551, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาจิตสาธารณะของเด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดกิจกรรมเสริมประสบการณ์ เรื่องปัญหาสิ่งแวดล้อมตามโครงการพระราชดำริ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษารั้งนี้ คือ เด็กปฐมวัยชาย - หญิง ที่มีอายุระหว่าง 4 - 5 ปี ที่กำลังศึกษาอยู่ในชั้นอนุบาลปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 โรงเรียนชอยแอนเนกซ์ (กาญจนภิเษก 2) สำนักงานเขตสายไหม กรุงเทพมหานคร สังกัดกรุงเทพมหานคร ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบอย่างง่าย (Simple Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แผนการจัดประสบการณ์ เรื่องปัญหาสิ่งแวดล้อมตามโครงการพระราชดำริ และแบบทดสอบการวัดจิตสาธารณะของเด็กปฐมวัย ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .84 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ *t-test* สำหรับ Dependent Samples ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้ทำกิจกรรมเสริมประสบการณ์ เรื่องปัญหาสิ่งแวดล้อม

ตามโครงการพระราชดำริมีจิตสาธารณะสูงขึ้นกว่าก่อนทำกิจกรรมเสริมประสบการณ์ เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อม ตามโครงการพระราชดำริอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

แนวคิดเกี่ยวกับการวิจัยและพัฒนา

กอลด์, กอลด์ และบอร์ก (Gall, Gall, & Borg, 2007, pp. 589-594) ได้เสนอรูปแบบแนวคิดเกี่ยวกับการวิจัยและพัฒนาว่า เป็นแบบโครงสร้างการวิจัยและพัฒนาการศึกษาที่ใช้อย่างกว้างขวาง ซึ่งเป็นแบบโครงสร้างที่มีวิธีการอย่างเป็นระบบ สร้าง โดย Walter Dick, Lou Carey และ James Carey ซึ่งได้แสดงให้เห็นในภาพที่ 11

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University



ภาพที่ 11 ขั้นตอนรูปแบบการวิจัยและพัฒนาการศึกษา

ในรูปแบบนี้มีขั้นตอน 10 ขั้นตอน โดยขั้นที่ 1 – 4 เป็นการกำหนดแนวทางการวางแผนพัฒนาหลักสูตร กล่าวคือ ขั้นที่ 1 เป็นการกำหนดเป้าหมายสำหรับการกำหนดแผนการพัฒนาหลักสูตร ซึ่งรวมถึงความจำเป็นในการประเมินด้วย ขั้นที่ 2 อาจเกิดขึ้นมาตามลำดับ หรือในทันทีทันใดเลยก็ได้ ในขั้นที่ 2 เป็นการดำเนินการวิเคราะห์วิธีการพัฒนาหลักสูตรเพื่อจำแนกทักษะกระบวนการ และการเรียนรู้ที่มีลักษณะเฉพาะจงเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการพัฒนาหลักสูตร ขั้นที่ 3 สร้างขึ้นเพื่อกำหนดระดับทักษะ และทัศนคติเริ่มต้นของผู้เรียนซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของการสร้างแบบการพัฒนาหลักสูตรที่ก่อให้เกิดการใช้ความรู้และทักษะใหม่ ๆ ขั้นที่ 4 เป็นขั้นที่เกี่ยวกับการแปลความต้องการและเป้าหมายของการสอนให้เป็นวัตถุประสงค์การกระทำที่มีลักษณะเฉพาะ วัตถุประสงค์การกระทำ (เป้าหมายทางพฤติกรรม) มีความสำคัญในการส่งสารเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของระบบแผนการพัฒนาหลักสูตร ไปยังระดับที่ต่างกัน โดยผู้เรียนมีความแตกต่างกัน นอกจากนี้วัตถุประสงค์การกระทำยังเป็นการพื้นฐานในการวางแผนอย่างแม่นยำ สำหรับการทำเครื่องมือในการประเมินผล กลยุทธ์ในการพัฒนาหลักสูตร และเครื่องมือในการพัฒนาหลักสูตรด้วย

ในขั้นที่ 5 – 8 เป็นการนำแผนพัฒนาหลักสูตรไปสู่การปฏิบัติ ในขั้นที่ 5 เป็นการพัฒนาเครื่องมือประเมินผล เครื่องมือเหล่านี้ควรเป็นเครื่องมือที่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความรู้และทักษะที่ระบุในวัตถุประสงค์การกระทำ ในขั้นที่ 6 มีการพัฒนากลยุทธ์ทางการพัฒนาหลักสูตรที่มีลักษณะเฉพาะเพื่อใช้ประเมินผู้เรียนจากความสามารถในการบรรลุวัตถุประสงค์ของการกระทำ ขั้นที่ 7 เป็นการพัฒนาเครื่องมือทางการพัฒนาหลักสูตร ซึ่งอาจจะรวมถึงสื่อสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ เช่น หนังสือเรียน และคู่มือฝึกทักษะของครู หรือสื่ออื่น ๆ

ขั้นที่ 8 – 10 ของ Dick, Carey และวิธีการของ Carey มีความแตกต่างในการประเมินผลระหว่างกระบวนการ และการประเมินผลหลังกระบวนการ ซึ่ง Michael Scriven เป็นผู้กำหนดไว้ เขาสังเกตเห็นว่าในการทางปฏิบัตินั้น การประเมินผลมีหน้าที่แตกต่างกันอยู่ 2 อย่าง ผู้พัฒนากระบวนการ จึงนำการประเมินผลระหว่างกระบวนการมาใช้ ในขณะที่กระบวนการนั้นอยู่ในขั้นตอนการพัฒนาเพื่อส่งเสริมให้กระบวนการในการแก้ไขพัฒนานั้นประสบความสำเร็จ ในบางสถานการณ์ มีการค้นพบว่าการประเมินผลระหว่างกระบวนการอาจส่งผลในการตัดสินใจหยุดการพัฒนาต่อไป ดังนั้นจึงทำให้ไม่ต้องเสียทรัพยากรที่มีโอกาสประสบความสำเร็จเพียงน้อยนิด การประเมินผลหลังกระบวนการถูกนำมาใช้เพื่อตัดสินความคุ้มค่าของกระบวนการ เมื่อกระบวนการสิ้นสุดลง ซึ่งโดยปกติใช้เพื่อเปรียบเทียบกับวิธีการอื่น ๆ การประเมินผลแบบนี้โดยปกติแล้วจะทำโดยตัวบุคคลมากกว่าทำโดยผู้พัฒนากระบวนการ