

ตำราเรียนรหัสวิชา 020517101

แนวนิคมและประเด็นปัญหา

เทคโนโลยีเทคนิคศึกษา

ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2566



ศาสตราจารย์ ดร.กฤษมณฑิ วัฒนากนรงค์

ตำราเรียน รหัสวิชา 020517101

แนวโน้มและประเด็นปัญหาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา

ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2566

ศาสตราจารย์ ดร.กฤษมันต์ วัฒนานรงค์

Ph.D.(Vocational Education-Instruction System Technology)

University of North Texas, Denton, Texas, U.S.A

กศ.ม (เทคโนโลยีทางการศึกษา), มศว. ประสานมิตร

กศ.บ (เทคโนโลยีทางการศึกษา), มศว. ประสานมิตร

น.บ. (นิติศาสตรบัณฑิต), มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

น.บ.ท., เนติบัณฑิตยสภา

ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ตำราเรียน รหัสวิชา 020517101

แนวโน้มและประเด็นปัญหาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา

เกษมสันต์ วัฒนารงค์

Copyright©2006, 2012

สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537

ห้ามลอกเลียนแบบ ดัดแปลง หรือแก้ไขส่วนหนึ่งส่วนใดของหนังสือเล่มนี้

นอกจากจะได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้เขียนเท่านั้น

ISBN 978-616-368-008-2

ติดต่อสั่งซื้อได้ที่ ศาสตราจารย์ ดร.เกษมสันต์ วัฒนารงค์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

1518 ถนนประชากรราษฎร์ 1 เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

โทรศัพท์ 081-618-4381 E-mail : krm@kmutnb.ac.th, Kwmongkut@gmail.com

หรือที่ศูนย์ผลิตตำราเรียนและสิ่งพิมพ์ดิจิทัล โทรศัพท์ 02-555-2000 ต่อ 1436-1437

พิมพ์ครั้งที่ 7 : เดือนกรกฎาคม 2566

พิมพ์ที่ ศูนย์ผลิตตำราเรียนและสิ่งพิมพ์ดิจิทัล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

โทรศัพท์ 02-555-2000 ต่อ 1436-1437

จัดพิมพ์โดย ศาสตราจารย์ ดร.เกษมสันต์ วัฒนารงค์

ออกแบบปก ดร.ธีรพงษ์ วิริยานนท์, ภาณุพงศ์ จันทน์ผลิน

พิสูจน์อักษร นางลักษณ์ ตั้งจิตตชอบ

คำนำ

ตำรา รหัสวิชา 020517101 ชื่อวิชา แนวโน้มและประเด็นปัญหาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา (Trends and Issues of Technical Education Technology) 3(3-0-6) หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ มีคำอธิบายรายวิชาดังนี้

แนวโน้ม และประเด็นปัญหาทั้งในอดีต ปัจจุบัน และอนาคต การวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูล เพื่อสร้างองค์ความรู้ และแนวโน้มใหม่ๆ ทางเทคโนโลยีเทคนิคศึกษาและฝึกอบรม การรวบรวมยุทธวิธีและทักษะในการวางแผน ออกแบบพัฒนาและประเมินนวัตกรรมและเทคโนโลยี ที่มีอยู่เพื่อแนวโน้มในอนาคต

ซึ่งเป็นรายวิชาที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างความรู้ความเข้าใจในแนวโน้มและประเด็นปัญหาการนำเทคโนโลยีการศึกษาไปใช้ในการเรียนการสอนวิชาชีพเป็นสำคัญ เนื้อหาสาระจึงกล่าวถึงเรื่องที่เกี่ยวข้องระดับบัณฑิตศึกษาคือ ภายได้ข้อตกลงเบื้องต้นว่าผู้ใช้ตำรานี้เป็นผู้ที่มีพื้นฐานความรู้ที่ดีในระดับปริญญาตรี หรือปริญญาโทมาแล้ว ผ่านกระบวนการกลั่นกรองคัดเลือกคุณสมบัติและความสามารถมาแล้วให้เข้าศึกษาในระดับบัณฑิตศึกษาได้ เนื้อหาสาระในตำรานี้จึงเป็นศาสตร์สำหรับการศึกษาขั้นสูง สิ่งที่เกี่ยวข้องกับการพิจารณาว่าศาสตร์ใดเป็นศาสตร์หรือสาขาวิชาสำหรับการศึกษาขั้นสูง มีองค์ประกอบสำคัญที่นำไปสู่การพิจารณาดังนี้

1. การมีหลักการ (Principles) ศาสตร์หรือสาขาวิชาใดก็ตามที่มีคุณค่าควรแก่การศึกษาในระดับสูงนั้นต้องมีการจัดระบบความรู้เชิงทฤษฎีอย่างครบถ้วน หรือ มีหลักการที่ครอบคลุมในสาขาวิชานั้น เป็นที่ชัดเจนว่า เทคโนโลยีเทคนิคศึกษา หรือเทคโนโลยีการศึกษาวินิจฉัยเป็นสาขาวิชา หรือศาสตร์ที่มีทฤษฎี และหลักการรองรับ มีการทดลอง ทดสอบและรวบรวมผลของการศึกษาอย่างเป็นระบบ มีหลักการของการพัฒนา และการประเมินครบถ้วน

2. การมีองค์ความรู้และทักษะ (Knowledge and Skills) ที่มีความสอดคล้องและสัมพันธ์กับสาขาวิชานั้น สาขาวิชาทางด้านเทคโนโลยีการศึกษาวินิจฉัย หรือเทคโนโลยีเทคนิคศึกษามีเนื้อหาและองค์ความรู้ (Body of Knowledge) ที่เกิดจากพัฒนาการของความรู้ในศาสตร์ทางด้านเทคโนโลยีการศึกษา และอาชีวศึกษาที่มีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับศาสตร์อื่นๆ อีกหลายสาขาวิชา จำเป็นต้องใช้ความสามารถ เชี่ยวชาญ และทักษะในการเรียนรู้อย่างมาก

3. การมีทั้งนักทฤษฎีและผู้ปฏิบัติ (Theoreticians and Practitioners) ในสาขาวิชาใดก็ตามจำเป็นต้องมีทั้งนักทฤษฎีที่สามารถแสดงถึงหลักการ ความรู้ รวมถึงปรัชญาของศาสตร์นั้น หรือเป็นการนำเอา “Big Think” หรือทฤษฎีใหม่ ให้เกิดขึ้นมาในสาขาวิชานั้น ในขณะเดียวกันก็

iv แนวโน้มและประเด็นปัญหาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา

มีผู้ปฏิบัติโดยใช้หลักการและวิธีการตามที่ทฤษฎีได้กล่าวไว้ การที่มีผู้ปฏิบัติในสาขาวิชานั้นจะทำให้สาขาวิชานั้นได้มีแนวทางของการปฏิบัติที่เป็นจริงเกิดขึ้นด้วย ซึ่งประกอบด้วย

3.1 Technology Specialists หรือ ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยี ซึ่งจะมีความรู้ความเข้าใจในประเภทของเทคโนโลยีเพื่อการศึกษาวิชาชีพ ที่เหมาะสมกับแต่ละเนื้อหาวิชา แต่ละจุดประสงค์ และกาลเทศะของการใช้เทคโนโลยี

3.2 Teachers หรือ ครู และอาจารย์จะเป็นผู้ปฏิบัตินำเอาเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดมีการเรียนการสอนขึ้น โดยมีแนวทางของการออกแบบการสอน หรือระบบการสอน เป็นตัวกำหนดเป้าหมายของการสอน

3.3 Supervisors หรือ ฝ่ายนิเทศและควบคุมดูแลให้คำปรึกษาการใช้เทคโนโลยี เป็นผู้ที่ทำหน้าที่ประสานระหว่างทฤษฎีกับการปฏิบัติให้สามารถดำเนินการไปได้ บรรลุจุดมุ่งหมายของการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนวิชาชีพผ่านเทคโนโลยีที่เหมาะสม

4. การมีคำศัพท์เฉพาะ (Nomenclatures) สาขาวิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา ซึ่งเป็นการศึกษาทางด้านการนำเทคโนโลยีการศึกษาไปใช้ในการเรียนการสอนวิชาชีพ หรือ อาชีวศึกษา หรือสาขาวิชาอื่น ๆ ก็ตาม ถ้าจะเป็นศาสตร์ขั้นสูงแล้วจะมีคำศัพท์เฉพาะที่ใช้สำหรับสาขาวิชานั้น สาขาวิชาทางด้านเทคโนโลยีการศึกษาวชิชีพ หรือ เทคโนโลยีเทคนิคศึกษานี้มีคำศัพท์เฉพาะจำนวนมากซึ่งผู้ที่ได้รับการศึกษาหรือทำงานอยู่ในสาขาวิชานั้นเท่านั้นจึงจะเข้าใจอย่างลึกซึ้ง ผู้ที่อยู่นอกวงวิชาการนั้น ๆ อาจเข้าใจความหมายของคำศัพท์นั้นแตกต่างกันไป หรือไม่ลึกซึ้งเท่ากับผู้ที่อยู่ในแวดวงของการทำงานในสาขาวิชานั้น

5. การมีแนวทางของการแสวงหาความรู้ (Mode of Inquiry) หรือมีการวิจัย สาขาวิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา มีการศึกษาเพื่อค้นหาคำตอบใหม่ ๆ เสมอโดยเฉพาะอย่างยิ่ง หลังจากปี ค.ศ. 1960 เป็นต้นมา มีแนวทางของการแสวงหาความรู้ใหม่ มีการวิจัยเพื่อพัฒนาตลอดเวลา และยังมีการเรียนการสอนในระดับบัณฑิตศึกษา ทั้งปริญญาโท และปริญญาเอก ซึ่งมีการทำวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาอีกด้วย

ตำรานี้ได้จัดเนื้อหาสาระในส่วนที่เป็นความรู้ไว้ในตัวบทครอบคลุมความเป็นศาสตร์ขั้นสูงตามองค์ประกอบที่กล่าวมาแล้วข้างต้น รวมทั้งมีบทความวิชาการเสริมไว้ให้ผู้อ่านได้ขยายขอบเขตของการศึกษาค้นคว้าหรือนำเสนอความรู้เชิงประยุกต์ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในตัวบท สำหรับในส่วนของการ สร้างเจตคติรวมทั้งทักษะในการคิดวิเคราะห์ได้เตรียมจัดประสบการณ์ไว้ด้วยกิจกรรมท้ายบท รวมทั้งมีแนวทางสำหรับการแสวงหาความรู้ใหม่ หรือการทำวิจัยไว้ในส่วนที่เป็นกิจกรรมสำหรับการศึกษาต่อเนื่อง มือกิธานศัพท์ (Glossary) สำหรับการ

อธิบายความหมายคำศัพท์ที่ใช้มีดัชนี (Index) เพื่อการสืบค้น เนื้อหาสาระที่ได้จัดไว้ในตำรานี้เป็นสิ่งสำคัญและเป็นความสามารถที่จำเป็นที่ผู้ศึกษาในระดับบัณฑิตศึกษาพึงมี

ภารกิจของนักวิชาการทางด้านเทคโนโลยีเทคนิคศึกษานั้นสรุปได้เป็น 5 ประการและเป็น 5 ขั้นตอนด้วยกันตามลำดับดังนี้

1. ต้องศึกษาทฤษฎี การมีความรู้ทางทฤษฎีอย่างกว้างขวางและลึกซึ้งจะช่วยให้สามารถนำความรู้นั้นไปใช้ได้อย่างไม่ผิดพลาด เพราะทฤษฎีได้มีการทดสอบและยืนยันผลจนเป็นที่แน่ใจแล้วว่าถูกต้องถึงแม้ว่าทฤษฎี และหลักการต่าง ๆ เหล่านั้นส่วนมากไม่อยู่ในบริบทของสังคมไทย แต่ก็มีความสอดคล้องต้องกันอยู่มาก

2. ต้องลงมือปฏิบัติ การมีความรู้ตามทฤษฎีแต่อย่างเดียวยังไม่สามารถทำให้เป็นผู้รอบรู้ได้อย่างครบถ้วนเพราะความรู้บางอย่างนั้นต้องลงมือปฏิบัติจึงจะรู้ ต้องลงมือทดลองสอน พัฒนายุทธวิธีการสอน สื่อการสอนหรือจัดการฝึกอบรมอาชีพให้กับคนจริง ๆ จึงจะเข้าใจอย่างลึกซึ้ง และอาจกล่าวได้ว่าเป็นความรู้ที่รู้เฉพาะตนอีกด้วย ผู้ไม่เคยปฏิบัติจะไม่ได้รับผลของการปฏิบัติและไม่มีโอกาสชื่นชมกับผลของการปฏิบัติเลย การลงมือปฏิบัตินี้อาจจะอยู่ในรูปของการวิจัย การศึกษาและพัฒนา และ โครงการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากการได้ลงมือปฏิบัติ

3. รับผลและชื่นชมผลของการปฏิบัติ การได้ไปทดลองปฏิบัติด้วยตนเองนั้นจะได้ประโยชน์จากผลของการปฏิบัติไม่ทางตรงก็ทางอ้อม เช่น ในทางตรง จะได้ผลการวิจัย ผลการศึกษาค้นคว้า และได้รายงานการศึกษาการใช้เทคโนโลยีและยุทธวิธีการสอนวิชาชีพที่ได้ผลจากการที่ได้ลงมือปฏิบัติ ส่วนทางอ้อมจะทำให้มีผู้ที่ได้มีส่วนในการปฏิบัติมีความรู้ทางวิชาชีพสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนั้นจะได้เครือข่ายการปฏิบัติในการเรียนการสอนวิชาชีพอีกด้วย

4. เผยแพร่ความรู้แก่ผู้อื่น เมื่อมีความรู้ความเข้าใจอย่างลึกซึ้งเกิดขึ้นกับตนแล้ว ต้องเผยแพร่ความรู้นี้สู่ผู้อื่นด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ที่เกี่ยวข้องกับการอาชีวศึกษา การเผยแพร่สามารถทำได้ในรูปของบทความวิจัย บทความวิชาการ การประชุมสัมมนาทางวิชาการต่าง ๆ รวมทั้งการดำเนินการโครงการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น เพื่อให้เขาเหล่านั้นทราบผลของการปฏิบัติ ได้มีส่วนร่วมในโครงการ และช่วยกันสร้างสังคมการเรียนการสอนวิชาชีพที่ถูกต้องดีงามต่อไป

5. ปกป้องและชี้แจง ภารกิจที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือการปกป้องและชี้แจงในกรณีที่มีการโต้แย้ง โจมตี หรือสงสัยในผลของการศึกษาค้นคว้า หรือทฤษฎีที่นำมาใช้ ภารกิจนี้เป็นการจำเป็นและต้องตั้งอยู่บนพื้นฐานของความเป็นนักวิชาการระดับสูง ต้องมีความสุ่มรอบคอบ และมีหลักฐานทางวิชาการที่สามารถอ้างอิงและชี้แจงได้อย่างสมเหตุสมผล

การบรรลุถึงความสำเร็จหรือผลลัพธ์จากการได้ศึกษาเนื้อหาสาระในตำรานั้นนั้นมิใช่เพียงเพื่อให้ผู้อ่านหรือผู้เรียนได้มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระที่เป็นทฤษฎีนำเสนอไว้เท่านั้น แต่มุ่งหวังให้ผู้ที่อ่านนำไปเป็นแนวทางของการปฏิบัติหรือวิจัย ให้มีจินตนาการในการมองเห็นภาพของการใช้เทคโนโลยีในการเรียนการสอนวิชาชีพ เพราะ จินตนาการนั้นสำคัญกว่าความรู้ (Imagination is more important than knowledge.) ตามที่ Albert Einstein ได้กล่าวไว้ รวมทั้งนำความรู้และจินตนาการซึ่งเป็นผลของการปฏิบัตินั้นไปถ่ายทอดให้ผู้ปฏิบัติงานได้ใช้เทคโนโลยีตามหลักการและกระบวนการที่ถูกต้องและดั่งมโนงานที่พวกเขาทำอยู่ เพราะนอกจากจะช่วยให้พวกเขาพ้นทุกข์ หรือบรรเทาทุกข์แล้วยังจะทำให้พวกเขามีความสุขกับการทำงานด้วย ฟังระลึกไว้เสมอว่า ท่านไม่สามารถนำความรู้และจินตนาการที่มีอยู่ไปใช้เอง หรือด้วยตนเองในทุกเรื่อง ทุกด้าน และทุกสาขาวิชาของการเรียนการสอนวิชาชีพ ท่านควรถ่ายทอดความรู้และจินตนาการให้ครู/อาจารย์ ผู้บริหารหรือผู้ที่รับผิดชอบด้านการเรียนการสอนวิชาชีพ หรือการอาชีวศึกษา นำไปปฏิบัติจึงจะเกิดผลและบรรลุถึงความสำเร็จ จากนั้นต้องเตรียมตัวเพื่อปกป้องและชี้แจงข้อสงสัยต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นตามมา ถ้าท่านได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังกล่าวมานั้นจะเป็นสิ่งที่ ดีที่สุด ของการศึกษาจากตำรา

ศาสตราจารย์ ดร.กฤษณ์ วัฒนารงค์

กรกฎาคม พุทธศักราช 2566

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 วิวัฒนาการของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	1
บทนำ	2
วิทยาศาสตร์ในสมัย อียิปต์ (Egypt) และบาบิโลเนีย (Babylonia)	2
กำเนิดดาราศาสตร์	3
วิทยาศาสตร์การแพทย์ใน อียิปต์ (Egypt)	3
วิทยาศาสตร์ในสมัยแรกของกรีก (Greeks)	4
ทฤษฎีอะตอมระยะแรก	5
การแพทย์ของ Greeks	6
วิทยาศาสตร์ในสมัยของ Plato และ Aristotle	6
วิทยาศาสตร์ในสมัยของพระเจ้าอเล็กซานเดอร์มหาราช (Alexander the Great)	7
วิทยาศาสตร์ยุคกลางในยุโรป	8
ยุคฟื้นฟูวิทยาการด้านวิทยาศาสตร์	9
ทฤษฎีของ Copernicus (The Copernican Theory)	10
วิทยาศาสตร์การแพทย์ตามแนวของ Andreas Vesalius	10
การปฏิวัติทางวิทยาศาสตร์ (The Scientific Revolution)	11
ฟรานซิส เบคอน (Francis Bacon) กับวิธีการทางวิทยาศาสตร์	11
Galileo กับผลงานและการทดลองทางวิทยาศาสตร์	12
วิทยาศาสตร์ในคริสต์ศตวรรษที่ 19	13
ทฤษฎี เซลล์ (The Cell Theory)	14
Louis Pasteur กับผลงานของเขา	14
ทฤษฎีวิวัฒนาการ (The Theory of Evolution)	15
ทฤษฎีใหม่ทางด้านสาร	16
ตารางธาตุ (The Periodic Table)	16
อินทรีย์เคมี (Organic Chemistry)	16
ธรรมชาติของแสง	17
คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า	17
กฎแห่งการคงอยู่ของพลังงาน	18
Johannes Kepler กับกฎการเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์	18

viii แนวโน้มและประเด็นปัญหาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา

William Harvey กับการค้นพบการไหลเวียนของโลหิต	18
กล้องจุลทรรศน์กับงานวิทยาศาสตร์	19
Sir Isaac Newton กับผลงานทางวิทยาศาสตร์	19
องค์การด้านวิทยาศาสตร์	20
คริสต์ศตวรรษที่ 18 เป็น ศตวรรษของการทดลองทางวิทยาศาสตร์	21
การทดลองเรื่องความร้อน (Heat)	21
การทดลองเรื่องไฟฟ้า (Electricity)	22
การค้นพบกระแสไฟฟ้า	22
การเปลี่ยนแปลงการศึกษาด้านเคมี	23
Lavoisier กับวิทยาการด้านเคมี	24
วิทยาศาสตร์ในคริสต์ศตวรรษที่ 20	24
วิทยาการด้านฟิสิกส์ และเคมี	24
วิทยาการด้านชีววิทยา	26
วิวัฒนาการของเทคโนโลยี (Technology)	27
แนวโน้มทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี	29
เทคโนโลยีสารสนเทศ (Information Technology)	30
เทคโนโลยีชีวภาพ (Biotechnology)	30
เทคโนโลยีวัสดุภัณฑ์สมัยใหม่ (New Materials Technology)	31
เทคโนโลยีด้านพลังงาน (Energy Technology)	32
ด้านอวกาศ (Space Technology)	33
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)	34
สรุปท้ายบท	36
กิจกรรม	37
บทที่ 2 วิทยาศาสตร์กับการบริหารและการศึกษา	38
บทนำ	39
วิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี	40
วิทยาศาสตร์กับการบริหาร	41
การใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์	41
แนวคิดพื้นฐานเรื่องเหตุและผล	43
การใช้คณิตศาสตร์	74

องค์การที่ใช้การบริหารแบบวิทยาศาสตร์	79
วิทยาศาสตร์กับการศึกษา	50
การปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาของสหรัฐอเมริกา	53
มาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษาแห่งชาติ	56
วิสัยทัศน์ พันธกิจ และนโยบายในการดำเนินงานของ สสวท.	59
รูปแบบที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย	62
การพัฒนาปัญญาเพื่อสร้างเทคโนโลยี	65
วิทยาศาสตร์ที่เป็นขยะ (Junk Science)	69
สรุปท้ายบท	70
กิจกรรม	71
บทที่ 3 เทคโนโลยีกับการบริหารและการศึกษา	72
บทนำ	73
ความรู้เรื่องเทคโนโลยีสารสนเทศของผู้บริหาร	73
การบูรณาการเทคโนโลยี (Integrated Technologies)	75
การบูรณาการเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา	76
ประโยชน์การใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษา	78
วิสัยทัศน์ (Vision) ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศของผู้บริหาร	81
วิสัยทัศน์ในการบริหารงานเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา	85
ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศของผู้บริหาร	92
ข้อควรคำนึงของผู้บริหารที่มีต่อเทคโนโลยีสารสนเทศ	94
มาตรฐานทางเทคโนโลยีสำหรับผู้บริหาร (Technology Standards for School Administrators) หรือ TSSA	95
การจัดการเทคโนโลยีด้านสิ่งแวดล้อมทางการเรียน	97
หลักการจัดการเทคโนโลยีเพื่อการเรียนการสอน	100
แผนกลยุทธ์การจัดการเทคโนโลยีด้านสิ่งแวดล้อมทางการเรียน	101
สรุปท้ายบท	105
ความกลัวเทคโนโลยี (Technophobia) และความชอบเทคโนโลยี (Technophilia)	106
กิจกรรม	107

x แนวโน้มและประเด็นปัญหาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา

บทที่ 4	ทิศทางและแนวโน้มทางการศึกษา	108
	บทนำ	109
	วิวัฒนาการความคิดทางการศึกษา	110
	การเปลี่ยนแปลงและทิศทางของการศึกษา	113
	ผลการศึกษาประเด็นของการวิจัยทางเทคโนโลยีการศึกษาในปัจจุบัน	115
	ทิศทางและแนวโน้มของการวิจัยทางเทคโนโลยีการศึกษา	118
	วิทยาการสารสนเทศด้านการบริหาร	119
	วิทยาการสารสนเทศด้านการบริการ	120
	วิทยาการสารสนเทศงานวิชาการ	122
	ทิศทางและแนวโน้มทางเทคโนโลยีการศึกษา (ในประเทศไทย)	128
	การเตรียมตัวของนักเทคโนโลยีการศึกษาสำหรับสหัสวรรษที่ 3	129
	สาระสำคัญของพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542	136
	สรุปท้ายบท	148
	กิจกรรม	152
บทที่ 5	เทคโนโลยีกับมนุษย์และการศึกษา	153
	บทนำ	154
	มนุษย์กับการเรียนรู้	154
	ความสำคัญของเทคโนโลยี	155
	เทคโนโลยีของการสอน (Technologies of Instruction)	158
	มิติของเทคโนโลยี (Dimensions of Technology)	159
	ตัวอย่างของเทคโนโลยีอัตราส่วน 1 : 1 : 1 ทั้งสามมิติ	161
	ตัวอย่างของเทคโนโลยีอัตราส่วน 3 : 1 : 1 ทั้งสามมิติ	162
	ตัวอย่างของเทคโนโลยีในอัตราส่วน 5 : 5 : 5 ทั้งสามมิติ	163
	เทคโนโลยีกับมนุษย์	165
	ความรู้ในวิชาชีพ	167
	อาชีวศึกษากับความต้องการของบุคคลและสังคม	168
	ความหมายของอาชีวศึกษา	169
	ความต้องการของบุคคลและความต้องการของสังคม	170
	ความสัมพันธ์ของความต้องการพื้นฐาน	173

แนวโน้มและประเด็นปัญหาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา xi

อาชีพและความต้องการของสังคม	178
การเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยี	178
งานที่เปลี่ยนไปกับอาชีพที่ต้องเลือก	179
ความสำคัญของการศึกษาพื้นฐาน	180
ผลของเทคโนโลยีที่เปลี่ยนไป	180
ผลจากการโยกย้าย	181
การเปลี่ยนอาชีพ	181
การเคลื่อนย้ายถิ่นฐาน	182
การศึกษากับการโยกย้าย	182
งานคอเสื้อขาวกับงานคอเสื้อน้ำเงิน (White-Collar & Blue-Collar Employment)	183
ประเทศไทยกับแรงงานอุตสาหกรรม	185
อุดมศึกษาและอาชีวศึกษากับการพัฒนากำลังคนเพื่ออุตสาหกรรมของประเทศไทย	186
การสอนให้เป็นเลิศทางเทคโนโลยี	191
อาชีวศึกษาเพื่อจรรโลงสังคม	196
สรุปท้ายบท	199
จาก Pedagogy และ Andragogy สู่ Heutagogy	205
กิจกรรม	206
บทที่ 6 เทคโนโลยีการศึกษาวิชาชีพ	209
บทนำ	210
ความหมายของเทคโนโลยีทางการศึกษา	211
องค์ประกอบย่อยในระบบการสอนแบบผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง	213
การวิเคราะห์ระบบ	216
การคิดเชิงระบบ (Systems Thinking)	217
มูลฐานของการพัฒนาหลักสูตร	225
หลักการทำหลักสูตร	226
ประเภทของหลักสูตร	228
หลักสูตรแบบเนื้อหาวิชาเป็นศูนย์กลาง (Subject-Centered Curriculum)	229

xii แนวโน้มและประเด็นปัญหาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา

หลักสูตรแบบแยกกลุ่ม (Cluster-Based Curriculum)	229
หลักสูตรแบบ Core (Core Curriculum)	229
หลักสูตรแบบ Organic (Organic Curriculum)	230
หลักสูตรแบบเปิด (Open-Access Curriculum)	230
หลักสูตรบนฐานความสามารถ (Competency-Based Curriculum)	231
หลักสูตรที่ซ่อนเร้น (The Hidden Curriculum)	232
ลำดับขั้นของการเรียน	234
การใช้ Systems Approach ในการออกแบบหลักสูตรวิชาชีพ	235
การอธิบายขั้นต่าง ๆ ในแผนภาพ	236
ประเด็นการพัฒนาหลักสูตรด้วยวิธีทางเทคโนโลยี (Issues in a Technological Approach to Curriculum Development)	238
เทคนิควิธีการเรียนการสอน	239
การพัฒนาหลักสูตร แบบ DACUM	243
Curriculum Development in Vocational/Technical Education and Skill Development	243
สรุปท้ายบท	270
กิจกรรม	273
บทที่ 7 ทฤษฎี และการออกแบบการศึกษาเพื่ออาชีพ	274
บทนำ	275
ทฤษฎีอาชีวศึกษา	277
หลักการอาชีวศึกษา	279
ทฤษฎีอาชีวศึกษาของ Charles Prosser	279
แบบแผนการจัดการอาชีพศึกษา (Career Education Models)	290
อาชีพและเทคนิคศึกษาในภูมิภาค Asia และ Pacific	293
มาตรฐานอาชีพและมาตรฐานวิชาชีพ	294
มาตรฐานการจัดการเรียนการสอนอาชีวศึกษา	295
มาตรฐานด้านผู้เรียนวิชาชีพ	296
มาตรฐานด้านกระบวนการ	299
มาตรฐานด้านปัจจัย	301

แนวนโยบายและประเด็นปัญหาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา xiii

จรรยาบรรณของนักอาชีวศึกษา (A Code of Ethics of Vocational Educators)	305
ข้อบังคับคุรุสภาว่าด้วยมาตรฐานวิชาชีพและจรรยาบรรณของวิชาชีพ พ.ศ. 2548	308
การสอนจริยธรรมกับนักศึกษาวิชาชีพ	309
เทคโนโลยีศึกษา: อาชีวศึกษาสมัยใหม่	316
สรุปท้ายบท	324
กิจกรรม	327
บทที่ 8 การสื่อสารทางการศึกษาและสื่อการสอน	329
บทนำ	330
การสื่อสารเพื่อการเรียนรู้ในชั้นเรียน	334
สื่อการสอน (Instructional Media)	336
คุณค่าของสื่อ	338
แนวความคิดของสองนักวิชาการตระกูล Hobans และ Zissman	338
แนวความคิดของ Edgar Dale	338
แนวความคิดของ Jerome Bruner	339
ประโยชน์ของสื่อในทางการศึกษา	340
การเลือกสื่อการศึกษา	340
การวิจัยเปรียบเทียบสื่อ (Media Comparison Studies)	341
การสรรหาและการใช้สื่อการสอน (Selecting and Using Media)	342
ระดับของการผลิตสื่อการสอน	343
สื่อประสม (Multimedia)	346
ประวัติความเป็นมาของมัลติมีเดีย	350
ส่วนประกอบของมัลติมีเดีย (Multimedia Elements)	351
การนำมัลติมีเดียมาใช้ทางการศึกษา	352
จากเครื่องมือโสตสู่เทคโนโลยี	354
เมื่อสื่อไม่ช่วยการเรียนรู้	356
สรุปท้ายบท	360
กิจกรรม	363

xiv แนวโน้มและประเด็นปัญหาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา

บทที่ 9	การออกแบบการสอนและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	364
	บทนำ	365
	ความหมายของการออกแบบการสอน	365
	หลักเบื้องต้นของการออกแบบการสอน	367
	การสอนให้เกิดการเรียนรู้	368
	คำอธิบายกระบวนการเรียนรู้จาก Model ของการเรียนรู้ และความจำข้อมูล	
	สารสนเทศ (Information)	369
	กระบวนการเรียนรู้ (The Processes of Learning)	370
	การสอนกับกระบวนการเรียนรู้ (Instruction and Learning Processes)	371
	ประโยชน์ของความจำ (The Contributions of Memory)	372
	ความสัมพันธ์ของการเรียนการสอน	373
	ลำดับขั้นของการออกแบบการสอน	375
	การสอนด้วยเทคโนโลยี	378
	บทบาทของครูกับบทบาทของผู้เรียน	380
	การเขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อการสอน	381
	ประเภทของจุดประสงค์	382
	Taxonomy of Educational Objective	384
	ข้อคำนึงในการเขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	390
	การประเมินจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อการสอน	391
	ต้นกำเนิดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	392
	สรุปท้ายบท	393
	หัวใจของครูสอนวิชาชีพ/วิชาช่าง	396
	อิทธิพลของ “ชุดความเชื่อ”	398
	ลักษณะการสอน	402
	กิจกรรม	405
บทที่ 10	การสอนและการประเมินผลวิชาชีพ	406
	บทนำ	407
	ความหมายของการสอน	408
	โมเดลการสอน (Teaching Models)	408

การเลือกวิธีการสอน	415
วิธีการสอนแบบต่าง ๆ	417
การสอนวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม	422
ลักษณะโรงฝึกงานที่ดี	423
เครื่องมือและอุปกรณ์ในโรงฝึกงาน	426
การสอนในโรงฝึกงานช่างอุตสาหกรรม	427
เทคนิคของการใช้วิธีสอน	429
ความสัมพันธ์ระหว่างวิธีสอนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	432
ความคงทนของความจำ	433
การใช้เกมเพื่อการศึกษา	434
อารมณ์ขันในการสอน	436
การประเมินผลการสอนวิชาชีพ	444
ความหมายของการประเมินผล	445
ประเภทของการประเมินผลในชั้นเรียน	446
ประโยชน์ของการประเมินผล	446
การวัดผลการเรียนวิชาชีพ	447
การเปรียบเทียบข้อสอบแบบอิงกลุ่มและแบบอิงเกณฑ์	448
ลักษณะที่ต่างกันของข้อสอบ	449
ลักษณะของข้อสอบแบบเลือกตอบหลายตัวเลือก (Multiple-choice Tests)	450
ข้อสังเกตในการสร้างข้อสอบแบบเลือกตอบหลายตัวเลือก	451
สรุปท้ายบท	452
กิจกรรม	455
บทที่ 11 การแสวงหาความรู้ของมนุษย์ด้วยวิธีวิจัย	456
บทนำ	457
การแสวงหาความรู้ของมนุษย์	457
ข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์	461
ประเภทของการวิจัย	462
กระบวนการวิจัย	462

xvi แนวโน้มและประเด็นปัญหาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา

ปัญหาวิจัย	464
แหล่งของปัญหาการวิจัย	465
การเลือกปัญหาวิจัย	466
การเขียนรายงานการวิจัย	468
เสรีภาพทางวิชาการ	486
เสรีภาพทางวิชาการ: สมมุติฐานที่รอการทดสอบ	486
สมรรถนะการวิจัยและการสอน	496
สรุปท้ายบท	500
กิจกรรม	502
บทที่ 12 การประเมินเทคโนโลยีและการอาชีวศึกษา	504
บทนำ	505
ความเข้าใจเรื่องการประเมิน	506
หลักการประเมิน	507
การประเมินตามแนวของ Classical Evaluation Models	508
ทิศทางใหม่ของการประเมินเทคโนโลยีการศึกษา	512
สูตร KW-CAI หาค่าประสิทธิภาพของบทเรียน CAI	519
การหาประสิทธิภาพชุดการสอน	522
เกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดการสอน	530
การประเมินคุณภาพอาชีพและเทคนิคศึกษา	534
แบบแผนการประเมิน	535
การประเมินแบบ CIPP Evaluation Model	535
การประเมินแบบ Phi Delta Kappa Model	539
การประเมินแบบ Formative-Summative Evaluation	540
การประเมินแบบ Model for Curriculum Evaluation	541
จริยธรรมของการประเมิน	542
สรุปท้ายบท	545
กิจกรรม	549

บทที่ 13	การเผยแพร่และการยอมรับนวัตกรรม	550
	บทนำ	551
	ความหมายของการเผยแพร่และนวัตกรรม	552
	สาเหตุของการศึกษาทฤษฎีการเผยแพร่	553
	ทฤษฎีการเผยแพร่ (Diffusion Theories)	554
	วิเคราะห์ทฤษฎีการเผยแพร่นวัตกรรมและเทคโนโลยีการศึกษา	559
	กลุ่มทฤษฎีมหภาคและจุลภาค (Macro and Micro Theories)	560
	กลุ่มปรัชญาแบบ Determinist และแบบ Instrumentalist	561
	การเผยแพร่และการยอมรับนวัตกรรมและเทคโนโลยีในกรณีของประเทศไทย	568
	สรุปท้ายบท	572
	The ASSURE Model	576
	กิจกรรม	578
	บรรณานุกรม	580
	อภิธานศัพท์ (Glossary)	588
	ดัชนี	636
	Index	639
	ประวัติผู้แต่ง	645

บทที่ 1 วิวัฒนาการของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เนื้อหา

- บทนำ
- วิทยาศาสตร์ในสมัยอียิปต์
- วิทยาศาสตร์ในสมัยแรกของกรีก
- วิทยาศาสตร์ในสมัยเพลโต (Plato) และอริสโตเติล (Aristotle)
- วิทยาศาสตร์ในสมัยของพระเจ้าอเล็กซานเดอร์มหาราช (Alexander the Great)
- วิทยาศาสตร์ยุคกลางในยุโรป
- วิทยาศาสตร์ในคริสต์ศตวรรษที่ 17
- วิทยาศาสตร์ในคริสต์ศตวรรษที่ 18
- วิทยาศาสตร์ในคริสต์ศตวรรษที่ 19
- วิทยาศาสตร์ในคริสต์ศตวรรษที่ 20
- วิวัฒนาการของเทคโนโลยี
- แนวโน้มทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วัตถุประสงค์ เมื่อผู้เรียนจบบทเรียนแล้วมีความสามารถดังนี้

1. อธิบายความหมายของวิทยาศาสตร์
2. บอกชื่อผู้มีผลงานทางวิทยาศาสตร์ในสมัยของกรีกจนถึงในยุคกลางของยุโรป
3. บอกชื่อนักวิทยาศาสตร์และผลงานทางวิทยาศาสตร์ในคริสต์ศตวรรษที่ 17-20
4. อธิบายวิวัฒนาการของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
5. อธิบายแนวโน้มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

บทที่ 1 วิวัฒนาการของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

บทนำ

ประวัติของวิทยาศาสตร์สามารถสืบค้นจากประวัติความเป็นมาของมนุษย์ เนื่องจากมนุษย์เป็นผู้ให้กำเนิดสิ่งที่เรียกว่าเป็น “วิทยาศาสตร์” (Science) ทั้งที่ตั้งใจและไม่ได้ตั้งใจเหตุผลของการค้นพบและแสวงหาความรู้ของมนุษย์ตั้งแต่บรรพกาลจนถึงปัจจุบันมีเหตุผลอยู่บนพื้นฐานเดียวกัน คือ เพื่อความอยู่รอดอย่างเป็นสุขบนดาวเคราะห์ดวงนี้ มนุษย์ในยุคเริ่มแรกได้ค้นพบการทำไฟติด การทำเส้นใยทอผ้า การย้อมผ้า การปลูกพืชและบำรุงพันธุ์พืช การเลี้ยงสัตว์และคัดเลือกพันธุ์สัตว์ การใช้แรงธรรมชาติ และสร้างเครื่องมือ เช่น วงล้อ ถ้ำ และคาน ตลอดจนอาวุธอย่างง่ายโดยไม่มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานของการค้นพบการใช้กรรมวิธีและเครื่องมือดังกล่าวมาก่อนนอกจากนั้นมนุษย์ในยุคเริ่มแรกยังสังเกตปรากฏการณ์ของธรรมชาติ เช่น กลางวัน-กลางคืน เดือนหงาย-เดือนมืด น้ำขึ้น-น้ำลง ดวงดาว ฤดูกาล การเกิดฝน ฟ้าแลบ ฟ้าร้อง และ ฟ้าผ่า และได้จัดระเบียบของปรากฏการณ์ และสิ่งที่ค้นพบขึ้น รวมทั้งได้แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของปรากฏการณ์และข้อเท็จจริงที่ค้นพบต่างๆ เป็นหลักการในการทำความเข้าใจกับปรากฏการณ์และข้อเท็จจริงที่ค้นพบ ณ จุดนี้เป็นที่เริ่มต้นของ “วิทยาศาสตร์” จะเห็นว่าในระยะแรกวิทยาศาสตร์ทำให้มนุษย์ได้เข้าใจธรรมชาติเป็นสำคัญ แต่ในปัจจุบันมนุษย์ใช้วิทยาศาสตร์ควบคุมและเปลี่ยนแปลงธรรมชาติให้เป็นไปตามที่มนุษย์ต้องการ

วิทยาศาสตร์ในสมัย อียิปต์ (Egypt) และบาบิโลเนีย (Babylonia)

แหล่งอารยธรรมของมนุษย์ชาติเริ่มแรกถูกค้นพบอยู่ในบริเวณที่เรียกว่าดินแดนเมโสโปเตเมีย (Mesopotamia) ซึ่งอยู่แถบลุ่มแม่น้ำไทกริส (Tigris) และ ยูเฟรติส (Euphrates) ปัจจุบันอยู่ในประเทศอิรัก (Iraq) ลุ่มแม่น้ำอินดัส (Indus) หรือสินธุ อยู่ในประเทศปากีสถานตะวันตก (West Pakistan) หรือ อัฟกานิสถาน (Afghanistan) ในปัจจุบัน และลุ่มแม่น้ำไนล์ (Nile) ซึ่งปัจจุบันอยู่ในประเทศ อียิปต์ (Egypt) มนุษย์ในลุ่มน้ำดังกล่าวได้สร้างสังคมเมืองมีอารยธรรมที่เจริญรุ่งเรืองมากชุมชนที่มีชื่อถูกบันทึกไว้ในประวัติศาสตร์ของมนุษย์คือ ชาว Egyptians และ ชาว Babylonians เนื่องจากเป็นมนุษย์กลุ่มแรกที่ถูกค้นพบว่าได้มีการสังเกตและบันทึกปรากฏการณ์ของธรรมชาติอย่างเป็นระบบพวกเขาได้สร้างปฏิทินประจำปีขึ้น สร้างหน่วยของการ ชั่ง ตวง วัด ขึ้นเมื่อประมาณ 2500 ปีก่อนคริสตกาล เช่น การวัดความยาวมีหน่วยเป็น นิ้วมือ (Finger) ซึ่งมีความยาวประมาณ $\frac{2}{3}$ นิ้ว (Inches) ในปัจจุบัน และหนึ่งฟุตของชาวBabylonian มีความยาวเท่ากับ 20 นิ้วมือ (Fingers) และถ้ายาว 30 นิ้วมือ (Fingers) เรียกว่า 1 คิวบิต (Cubit) เป็นต้น นอกจากนี้การใช้เลขฐาน 10 และการแบ่งออกเป็น 60 ส่วน เท่าๆ กันยังได้รับความนิยมมาจนถึง 2000 ปีก่อน

บทที่ 1 วิวัฒนาการของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คริสตกาล ชาว Babylonian ยังได้วางรากฐานวิชาเรขาคณิต และพีชคณิต (Geometry and Algebra) ไว้อีกด้วย

กำเนิดดาราศาสตร์

ชาว Babylonians ได้เฝ้าสังเกตการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลอย่างใกล้ชิดพวกเขาสังเกตการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และดวงดาวที่อยู่บนท้องฟ้า การสังเกตนี้นำไปสู่กระบวนการนับเวลา แบ่งเป็น วัน เดือน และปี ชาว Babylonians ได้ใช้ดวงจันทร์เป็นการกำหนดระยะของเดือนและปี การเฝ้าสังเกตกลุ่มดาวบนท้องฟ้าเป็นการเริ่มต้นของดาราศาสตร์ โดยชาว Babylonians ได้เริ่มต้นทำการศึกษาไว้ จะเห็นได้จากการตั้งชื่อกลุ่มดาว เช่น Aries และ Gemini เป็นชื่อที่ตั้งขึ้นจากนักดาราศาสตร์ในสมัยของ Babylonia นอกจากนี้ชาว Babylonians ยังได้สังเกตและเชื่อถือว่า ดวงดาว และจักรวาลที่อยู่รอบ มีอิทธิพลต่อชีวิตมนุษย์ ในสมัยนั้นพวกเขาเชื่อว่าตำแหน่งของดวงดาวมีผลต่อการประสบความสำเร็จในการทำกิจกรรม เช่น การล่าสัตว์ การแต่งงาน การรบหรือทำศึกสงคราม ชาว Babylonians ยังพบว่า โลกที่เราอาศัยอยู่น่าจะมีพื้นฐานเป็นทรงกลม ซึ่งแต่เดิมเชื่อว่าจักรวาลเป็นเสมือนกล่องใบใหญ่ โดยมีโลกเป็นพื้นของกล่องรอบๆ โลกเป็น น้ำ ภูเขา และท้องฟ้า ซึ่งแนวความเชื่อที่ว่าโลกแบนเหมือนกับกล่องคล้ายกับความเชื่อของชาว Egyptians นอกจากนี้มนุษย์ในสมัยนี้ยังเชื่อว่าแม่น้ำไหลไปสู่จุดศูนย์กลางของโลก

วิทยาศาสตร์การแพทย์ใน อียิปต์ (Egypt)

ชาว Egyptians มีความเจริญทางด้านคณิตศาสตร์และดาราศาสตร์น้อยกว่าชาว Babylonians แต่ในด้านแพทยศาสตร์ ชาว Egyptians มีความเจริญก้าวหน้ากว่าชาว Babylonians ในตำราแพทย์ของชาว Egyptians ได้แสดงถึงความก้าวหน้ากว่าชาว Babylonians ตำราแพทย์ของชาว Egyptians เขียนไว้ในหนังสือที่ทำด้วยกระดาษ ปาปิรัส (Papyrus) ซึ่งเป็นกระดาษที่ทำมาจากเยื่อไม้ น้ำประเทศต้นกกเมื่อ 2000 ปีก่อนคริสตกาล ซึ่งเนื้อหาของตำราแพทย์ได้กล่าวถึง ดัวยา และการรักษาโรคที่ใช้มาเมื่อ 1000 ปีก่อนหน้านั้นอีกด้วย ในขณะที่พวก Babylonians เชื่อว่าการเจ็บป่วยและเป็นโรคนั้น เป็นภาวะที่ลึกลับ พวก Babylonians ใช้วิธีสวดอ้อนวอนพระเจ้าให้ช่วยรักษาโรคเป็นหลัก ถึงแม้ว่าชาว Egyptians จะใช้วิธีการสวดอ้อนวอนพระเจ้าบ้าง แต่ชาว Egyptians จะใช้ตัวยาและกรรมวิธีในการบำบัดโรคควบคู่ไปด้วย ในตำราแพทย์ของชาว Egyptians แสดงให้เห็นว่าชาว Egyptians มีความรู้ทางด้านกายวิภาค (Anatomy) ซึ่งเป็นความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างของร่างกายมนุษย์ เป็นความรู้ที่มนุษย์ในสมัยแรกส่วนมากไม่มีความรู้ด้านนี้ ตำราแพทย์หลายเล่มของชาว Egyptians ยังแสดงให้เห็นว่าพวกเขาสนใจการทำงานของส่วนต่างๆ ของร่างกายมนุษย์ ซึ่ง

เป็นวิทยาศาสตร์สาขาหนึ่ง ในปัจจุบันเรียกว่า Physiology หรือสรีรศาสตร์ หรือสรีรวิทยา นอกจากนี้หนึ่งในจำนวนตำราแพทย์ของชาว Egyptians ซึ่งมีอายุประมาณ 1600 ปีก่อนคริสตกาล ยังได้บรรยายลักษณะและอาการของโรค กรรมวิธีการรักษา ด้วยยาที่ใช้ และยังมีตำราที่ให้คำแนะนำแก่แพทย์ในการวินิจฉัยโรค ในบางกรณีที่ไม่แน่ใจว่าจะรักษาได้หรือไม่อีกด้วย

วิทยาศาสตร์ในสมัยแรกของกรีก (Greeks)

ชาว Greeks ได้ใช้ความรู้ของชาว Babylonians และชาว Egyptians มาประยุกต์ใช้ แต่ชาว Greeks ได้นำความรู้ของชาว Babylonians และ Egyptians ไปใช้โดยไม่มีการพยายามที่จะทดลอง ทดสอบ และค้นหาความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ที่จะอธิบายถึง สิ่งที่เป็น “เหตุ” และสิ่งที่เป็น “ผล” จึงไม่จัดว่าเป็นวิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง ในยุคของ Greeks จึงเป็นยุคที่สร้างนักคิด นักปรัชญา ซึ่งประยุกต์องค์ความรู้จากการค้นพบของชาว Babylonians และ Egyptians ชาว Greeks แห่ง Ionia หรือ เรียกว่า Ionia Greeks ได้ให้กำเนิดนักคิดเชิงวิทยาศาสตร์ขึ้นคนแรก คือ Thales แห่ง Miletus หรือ Thales of Miletus มีชีวิตอยู่ในราว 640-546 ปีก่อนคริสตกาล (ถ้ายอมรับว่า พุทธศตวรรษ ต่างจากคริสต์ศตวรรษ 543 ปี Thales จะมีชีวิตในช่วงเดียวกับองค์พระสัมมาสัมพุทธเจ้า) Thales เป็นหนึ่งในนักปรัชญาของ Ionia ในสมัยแรกที่พยายามทำความเข้าใจกับปรากฏการณ์ของธรรมชาติ การที่ Thales เป็นผู้ที่มิอาจเป็นพ่อค้าได้เดินทางค้าขายในแถบทะเลเมดิเตอร์เรเนียน (Mediterranean Sea) เขาจึงเรียนรู้วิชาดาราศาสตร์ของชาว Babylonians และเรียนคณิตศาสตร์ของ Egyptians ความคิดของเขาทำให้เปิดโลกใหม่ของความเชื่อในสิ่งลึกลับและอธิบายไม่ได้ไปสู่การอธิบายปรากฏการณ์ของธรรมชาติแนวความคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องของ “เหตุ และ ผล” ได้เกิดขึ้นในสมัยนี้ ในสมัยของชาว Babylonians และ Egyptians มีความเชื่อว่า ทุกสิ่งในจักรวาลนี้ ประกอบไปด้วย ธาตุทั้ง 3 ได้แก่ น้ำ (Water) อากาศ (Air) และดิน (Earth) นักคิดของ Ionian ชื่อ Anaximander มีชีวิตอยู่ในราว 611-547 ปีก่อนคริสตกาลได้เพิ่มธาตุที่ 4 เข้าไป คือ ไฟ (Fire) Anaximander เชื่อว่า ธาตุทั้ง 4 เมื่อรวมตัวกันเข้าจะทำให้เกิดสิ่งต่างๆ ขึ้น และเมื่อรวมตัวกันแล้ว แต่ละธาตุจะพยายามหาทางไปอยู่ในที่ที่สถานะของตนเองอยู่ได้ เช่น พื้นดินที่แห้ง เกิดจากน้ำได้ ระเหยออกไปและไฟก็จะกลับไปสู่สรวงสวรรค์ ซึ่งหมายถึงพระอาทิตย์ที่อยู่นอกโลก (สอดคล้องกับกฎทางฟิสิกส์ ที่ว่าวัตถุที่มีความร้อนจะค่อยๆ คลายความร้อน (ไฟ) ออกไปจนวัตถุ นั้นมีอุณหภูมิเท่ากับสิ่งแวดล้อม) Anaximander ยังกล่าวถึงสิ่งมีชีวิตที่เกิดจากสิ่งที่มีความชื้น (Moist Materials) โดยดวงอาทิตย์ได้ทำให้ความชื้นแห้งไป มนุษย์และสัตว์เกิดมาเหมือนกัน คือ เกิดจาก “น้ำ” โดยอาศัยอยู่ในน้ำเหมือนปลาทั้งสิ้น เขาเชื่อว่าชีวิตเกิดขึ้นในความชื้นก่อนแล้วจึงมีพัฒนาการต่อไป Anaximander จึงได้ชื่อว่าเป็นผู้หนึ่งซึ่งให้แนวคิดในทฤษฎีเริ่มแรกของการ

กำเนิดโลกและมนุษย์ ต่อมาในสมัยแรกของ Greeks นี้มีนักปรัชญาที่มีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ชื่อ Pythagoras มีชีวิตอยู่ราว 582-500 ปีก่อนคริสตกาล เขาอาศัยอยู่ในเมืองที่เป็นอาณานิคมของ Greeks ชื่อ Croton ทางตอนใต้ของ Italy (ผู้ที่มีความคิดเช่นเดียวกับ Pythagoras เรียกว่า Pythagoreans) พวก Pythagoreans ได้ใช้หลักการทางคณิตศาสตร์เพื่อเสนอความคิดเกี่ยวกับจักรวาลและท้องฟ้า เช่น พวก Pythagoreans ได้เสนอความคิดว่าโลกนี้กลมและหมุนรอบจุดๆ หนึ่งที่คงที่อยู่ในอวกาศ เขากล่าวว่า ที่จุดนี้เป็นศูนย์กลางของไฟ (จุดศูนย์กลางของไฟไม่ใช่ดวงอาทิตย์ ในความเชื่อนี้)

นักปรัชญาชาว Greeks อีกท่านหนึ่ง ชื่อ Empedocles มีชีวิตอยู่ในราว 500-430 ปีก่อนคริสตกาล ได้รับอิทธิพลจากความคิดของพวก Pythagoreans เขาเชื่อว่ารากฐานของสสารที่มีอยู่เป็นส่วนประกอบที่เกิดจากธาตุ ดิน น้ำ ลม และไฟ เขาได้เสนอแนวคิดที่ว่า สดส่วนที่ต่างกันจากธาตุทั้ง 4 ทำให้เกิดเป็นสสารที่ต่างชนิดกัน (จึงทำให้เกิดแนว ความคิดในการเปลี่ยนสสารต่างๆ ให้เป็นสสารที่มีค่า และเกิดการเลนแร่แปรธาตุขึ้นในกาลต่อมา)

ทฤษฎีอะตอมระยะแรก

ทฤษฎีเรื่องของสสารที่แตกต่างไปจากของ Empedocles ได้เกิดขึ้นโดย Leucippus ซึ่งมีชีวิตอยู่ใน ราว 475 ปีก่อนคริสตกาล และ Democritus ซึ่งมีชีวิตในราว 460 -370 ปีก่อนคริสตกาล ทั้งสองท่านมีความเชื่อว่าทุกสิ่งในจักรวาลประกอบขึ้นด้วยอะตอม (Atoms) ซึ่งเป็นส่วนที่เล็กที่สุดไม่สามารถแบ่งออกไปให้เล็กกว่านี้ได้อีก มีอะตอมอยู่มากมายบน โลกนี้และไม่มีใครจะสามารถนับได้หมด อะตอมมีการเคลื่อนที่อยู่ในช่องว่างที่ไม่มีจุดจบ พวกเขายังได้กล่าวว่า อะตอมเกิดขึ้นมาพร้อมๆ กับการเกิดโลก อะตอมไม่สามารถจะสร้างขึ้นได้อีกและก็ไม่สามารถจะทำลายอะตอมได้ ผลงานของ Leucippus ได้สูญหายไปและไม่สามารถเข้าใจทฤษฎีของเขาได้อย่างลึกซึ้ง ส่วนทฤษฎีของ Democritus นั้นเสนอว่าอะตอมแต่ละอะตอมมีลักษณะทั้งแตกต่างกัน ในลักษณะ ขนาด การเกาะตัวกัน แต่อะตอมทั้งหลายมีลักษณะเหมือนกันในสสารเดียวกัน เขาได้แสดงทัศนะว่า สสารทั้งหลายเกิดจากการรวมตัวและการแยกตัวของอะตอมโดยการเปลี่ยนแปลง การเคลื่อนที่ การเกาะตัวกัน ลักษณะรูปทรง และขนาด มีคนไม่มากนักที่เห็นด้วยกับทฤษฎีของ Democritus เกี่ยวกับโครงสร้างของสสาร ดังนั้นทฤษฎีของ Empedocles ซึ่งกล่าวถึงธาตุทั้ง 4 ได้แก่ดิน น้ำ ลม และไฟ ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญของสสารจึงมักนำมากล่าวถึงบ่อยครั้งในแต่ละช่วงแต่ละสมัยในประวัติศาสตร์หลังจากสมัยของ Greeks เป็นคัมมาจนถึงปัจจุบัน

การแพทย์ของ Greeks

การแพทย์ของ Greeks เป็นการผสมผสานความรู้ของชาว Egyptians กับแนวคิดของ Greeks เข้าด้วยกัน โดยมีแนวคิดหลักจาก 3 กลุ่มด้วยกัน กลุ่มแรกเป็นแนวคิดของนักบวชในสำนักต่างๆ กลุ่มที่สองเป็นแนวคิดตามแนวทางของเทพเจ้าที่เป็นที่นับถือของชาว Greeks และกลุ่มที่สามเป็นแนวคิดของพวก Pythagoreans (พวกที่เชื่อถือตามแนวคิดของ Pythagoras) โดยพวก Pythagoreans สนใจในเรื่องของโรคภัยไข้เจ็บมากกว่าเรื่องการรักษาผู้ป่วยให้หายจากโรค นักปรัชญาของ Greeks อีกผู้หนึ่งที่มีชีวิตในราว 460-377 ปีก่อนคริสตกาล คือ Hippocrates แห่ง Cos (Hippocrates of Cos) (ผู้ที่เชื่อถือแนวคิดของเขา เรียกว่า Hippocratics) ได้ทำการศึกษาค้นคว้าถึงวิธีการรักษาผู้ป่วยให้หายจากโรค แต่อย่างไรก็ตาม พวก Hippocratics ยังได้ค้นคว้าทฤษฎีที่เกี่ยวกับโรคภัยไข้เจ็บไว้ด้วย ทฤษฎีที่เป็นที่รู้จักกันมากคือ Humoral Theory ซึ่งกล่าวถึงสภาวะของร่างกายมนุษย์ประกอบด้วย อารมณ์ หรือ ของเหลว (Humors or Juices) 4 อย่างด้วยกัน สุขภาพของคนขึ้นอยู่กับความสมดุลของของเหลวหรืออารมณ์ที่อยู่ในร่างกาย เมื่อมีอาการป่วยหมายถึง เกิดสภาวะการขาดความสมดุลของอารมณ์หรือของเหลวในร่างกาย แนวทางการรักษาโรคตามแนวของ Hippocratics คือ ทำให้สภาวะสมดุลในร่างกายกลับคืนมาจะด้วยการใช้ยาหรือกรรมวิธีการต่างๆ เช่น การถ่ายเลือดของผู้ป่วยออกบ้างเพื่อสร้างความสมดุล (มีเรื่องสันนิษฐานว่าการถ่ายเลือดออกเสียบ้างเป็นการสร้างความสมดุล และป้องกันการเจ็บป่วยโดยผู้ที่ทำหน้าที่นี้ได้แก่ ช่างตัดผม จึงมีสัญลักษณ์ของเลือดที่ไหลออกมาเป็นสีแดง ซึ่งเห็นเป็นเกลียว จึงนิยมนำมาเป็นสัญลักษณ์ที่เป็น ไคโมไฟมุนสีแดงอยู่หน้าร้านตัดผมในปัจจุบัน)

วิทยาศาสตร์ในสมัยของ Plato และ Aristotle

Plato เป็นนักปรัชญาที่มีชื่อเสียงในสมัย Greeks เขาอาศัยอยู่ในกรุง Athens มีชีวิตอยู่ในราว 428-348 ปีก่อนคริสตกาล หรือเมื่อประมาณ ปี พ.ศ.115-195 (ถ้ายอมรับว่า พุทธศักราชต่างจากคริสต์ศักราชอยู่ 543 ปี เพราะมีการค้นพบว่า การนับปีในสมัยนั้นมีการนับด้วยปฏิทินที่ต่างกัน ตัวเลขอาจมีความคลาดเคลื่อนได้ในราว 10-30 ปี) Plato เป็นลูกศิษย์ของ Socrates และตัว Plato เองมีลูกศิษย์ที่มีชื่อเสียงมากคนหนึ่ง ชื่อ Aristotle เป็นนักปรัชญาชาว Greeks มีชีวิตอยู่ในปี พ.ศ.159-221 Plato มีผลงานเขียนหลักอยู่ 3 เรื่อง คือ The Republic (อุดมรัฐ) The Statesman (รัฐบุรุษ) และ The Laws (นิติรัฐ) เป็นงานเขียนเกี่ยวกับปรัชญา การเมืองและการปกครอง Plato ได้สร้างสถานศึกษาซึ่งมักขนานนามว่าเป็นมหาวิทยาลัยขึ้น ชื่อ Academy เมื่อ พ.ศ.155 ห่างจากกรุง Athens ประมาณ 2 ไมล์บริเวณที่เป็นทุ่งต้นมะกอก (Olive) (คำว่า Academy มาจากภาษากรีก ว่า Akademia เป็นชื่อของสถานที่แห่งนั้นซึ่งชื่อของสถานที่ได้ตั้งขึ้นตามชื่อของผู้กล้าหาญ (Hero)

ของสถานที่แห่งนั้น) และ Aristotle ก็ได้ตั้งสถานศึกษาแห่งที่สองขึ้นชื่อ Lyceum เมื่อ พ.ศ.188 ทั้ง Plato และ Aristotle ได้วางรากฐานของแนวคิดที่มีการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติอย่างสอดคล้องกับปรัชญาทางด้านการเมือง การปกครอง จริยธรรม และเทววิทยา (Theology) ซึ่งเป็นการสอนเรื่องพระผู้เป็นเจ้าสอนเรื่องพระคัมภีร์ และเรื่องสิ่งวิเศษมหัศจรรย์ สำหรับ Plato เขาไม่นิยมใช้การสังเกตและการทดลอง เขานิยามตั้งข้อสรุปขึ้น โดยอาศัยเหตุผลเชิงตรรกวิทยา (Logic) จากเหตุผลในเชิงตรรกวิทยาเขาจะสร้างข้อสรุปขึ้นเพื่อใช้อธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นโดยไม่มีการทดลองและการสังเกต ตัวอย่างเช่น ชาว Greeks เชื่อว่า ทรงกลมเป็นรูปทรงที่สมบูรณ์ Plato จะกล่าวว่าจักรวาลต้องเป็นทรงกลม และการหมุนเวียนครบรอบเป็นการหมุนเวียนที่สมบูรณ์ ฉะนั้นการหมุนเวียนหรือการเคลื่อนที่ในธรรมชาติของจักรวาลที่ครบรอบต้องเป็นการเคลื่อนที่หรือหมุนอย่างเป็นวงกลม วิธีการของ Plato ในการค้นหาความรู้ความจริงด้วยตรรกวิทยา หรือ Logic จึงไม่ถือว่าเป็นวิทยาศาสตร์ ส่วน Aristotle ได้ดำเนินตามแนวของ Plato ผู้เป็นอาจารย์ มีความเชื่อว่าการหมุนเวียนและการเคลื่อนที่ในจักรวาลเป็นวงกลม (แนวความคิดเรื่องการหมุนเวียนอย่างเป็นวงกลมยังมีอิทธิพลถึงทุกวันนี้) Aristotle ยังได้นำเอาความคิดเรื่องธาตุทั้ง 4 ได้แก่ ดิน น้ำ ลม และไฟ มาอธิบายเป็นธาตุหนักและธาตุเบา โดยดินและน้ำเป็นธาตุหนัก มีแนวโน้มจะเคลื่อนเข้าหาจุดศูนย์กลางของจักรวาล ส่วนลมและไฟเป็นธาตุเบา มีแนวโน้มจะเคลื่อนออกจากศูนย์กลางของจักรวาล การศึกษาเรื่องสิ่งมีชีวิตของ Aristotle มีความใกล้เคียงกับวิธีการของวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน Aristotle ใช้วิธีการสังเกตและเก็บรวบรวมตัวอย่างของสิ่งมีชีวิตมากกว่า 500 ชนิด เขาได้อธิบายการเปลี่ยนแปลงของลูกไก่ ที่กำเนิดมาจากไข่ โดยการสังเกตและบันทึก จนต่อมาในคริสต์ศตวรรษที่ 16 และ 17 จึงได้พัฒนาวิธีการศึกษาสิ่งมีชีวิตของ Aristotle มาใช้ในการศึกษาสิ่งมีชีวิต Aristotle ได้ใช้วิธีการจำแนก พืชและสัตว์โดยอาศัยรูปแบบของการเจริญพันธุ์หรือการสืบทอดลูกหลาน วิธีการของ Aristotle ใช้ต่อมาอีกประมาณ 2000 ปี แต่สิ่งที่ Aristotle ทำคุณค่าให้กับวิทยาศาสตร์ คือ กระบวนการในการสังเกต และบันทึกเพื่อการค้นหาความรู้ อย่างไรก็ตาม เขาก็ไม่ถูกจัดว่าเป็นนักวิทยาศาสตร์ แต่ได้รับการยกย่องว่าเป็นนักปรัชญาผู้ยิ่งใหญ่

วิทยาศาสตร์ในสมัยของพระเจ้าอเล็กซานเดอร์มหาราช (Alexander the Great)

พระเจ้าอเล็กซานเดอร์มหาราช (Alexander the Great) เป็นลูกศิษย์ของอริสโตเติล (Aristotle) พระเจ้าอเล็กซานเดอร์มหาราช (Alexander the Great) มีชีวิตอยู่ในราว 400 ปีก่อนคริสตกาล เป็นผู้ปกครองเมือง Alexandria พระองค์ได้ขยายอาณาจักรและพัฒนาศิลปะและวิทยาการ ในสมัยของพระองค์มีการสร้างพิพิธภัณฑสถานและห้องสมุดเป็นจำนวนมาก มีนักปรัชญาและนักคณิตศาสตร์เกิดขึ้นมาก เมือง Alexandria กลายเป็นเมืองศูนย์กลางของการเรียน และที่นี่

Archimedes ได้สร้างผลงานที่เป็นที่รู้จักกันดี คือ การหาปริมาตรของวัตถุโดยการแทนที่น้ำ นอกจากนั้นยังเป็นผู้คิดกังหันวิดน้ำและการออกแบบเกลียว ดันแบบเครื่องจักรกลเพื่อใช้ในการเกษตรของสมัยนั้น ในกรุง Alexandria มีผู้ให้กำเนิดวิชาเรขาคณิตแนวใหม่ คือ Euclid มีชีวิตอยู่ราว 330-260 ปีก่อนคริสตกาล เขาได้ใช้หลักของเรขาคณิตแบบเดิมและเพิ่มเติมทฤษฎีใหม่เข้าไป ผลงานของเขา ชื่อ Elements of Geometry ในสมัยของพระเจ้าอเล็กซานเดอร์มหาราชนี้ยังมีนักดาราศาสตร์ ชื่อ Aristarchus มีชีวิตอยู่ราว 310-230 ปีก่อนคริสตกาล ได้เสนอทฤษฎีเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของโลกขึ้น ซึ่งมีใจความที่สำคัญว่า “โลกหมุนรอบดวงอาทิตย์และหมุนรอบตัวเอง ในขณะเดียวกันโลกหมุนรอบดวงอาทิตย์ใช้เวลา 1 ปี และหมุนรอบตัวเองใช้เวลา 1 วัน” แต่ทฤษฎีของเขาไม่ได้รับการยอมรับ จนในคริสต์ศตวรรษที่ 16 นักดาราศาสตร์ชาว Polish ชื่อ Copernicus ได้นำทฤษฎีนี้ออกมาเผยแพร่อีกครั้งหนึ่ง ในสมัยนี้มีการพยายามจะวัดระยะทางจากดวงอาทิตย์มายังโลกและจากโลกไปดวงจันทร์ และการวัดขนาดของโลก นักวิทยาศาสตร์ในสมัยนี้ได้ใช้วิธีการสังเกตและทดลอง เพื่อค้นหาความรู้และพบความรู้ใหม่ๆ มาก เช่น ค้นพบว่าร่างกายมนุษย์มีหลอดเลือดอยู่ 2 ชนิด คือ หลอดเลือดแดง และหลอดเลือดดำ และ Galen แห่ง Pergamon มีชีวิตในรัชสมัยของกรุง Alexandria ราว 199-129 ปีก่อนคริสตกาล ได้รวบรวมความรู้และวิทยาการด้านการแพทย์เกี่ยวกับการทำงานของส่วนต่างๆ ของร่างกาย ผลงานของเขามาได้รับการยอมรับในคริสต์ศตวรรษที่ 17 ในสมัยของพระเจ้าอเล็กซานเดอร์มหาราชนี้ มีนักวิทยาศาสตร์ที่ค้นพบความรู้ใหม่ๆ ได้สร้างกระบวนการของการสังเกตและการทดลองไว้เพื่อใช้เป็นวิธีการแสวงหาความรู้อันเป็นรากฐานของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ความจริงในปัจจุบัน อย่างไรก็ตามความมุ่งหมายของนักวิทยาศาสตร์สมัย Greeks นี้มีความต้องการเพื่อเข้าใจธรรมชาติเท่านั้น ไม่มีความต้องการในการเปลี่ยนแปลงหรือควบคุมธรรมชาติแต่อย่างใด (การนับปีคริสต์ศักราช 100 ปี เป็นคริสต์ศตวรรษใช้การนับคริสต์ศตวรรษถัดไปจากปีคริสต์ศักราช เช่น ในระหว่าง ปี ค.ศ.1500-1600 เรียกว่า คริสต์ศตวรรษที่ 16 หรือ ในปี ค.ศ. 1996 นับเป็นคริสต์ศตวรรษที่ 20)

วิทยาศาสตร์ยุคกลางในยุโรป

ในช่วงคริสต์ศตวรรษที่ 11 ถึง 15 เรียกว่าเป็นยุคกลาง (Middle Age) มีหลายสิ่งเกิดขึ้นในยุคนี้ที่มีผลต่อการเรียนรู้ของมนุษย์ ในยุคนี้มีการประดิษฐ์คิดค้นสิ่งใหม่ๆ เกิดขึ้นบางส่วนของความคิดและการผลิตสิ่งต่างๆ จากประเทศในทวีปเอเชีย เช่น จีน อินเดีย และกลุ่มประเทศอิสลาม ในตะวันออกกลาง เช่น ดินปืน กระดาษ และเข็มทิศ ที่ใช้ในการเดินเรือ ได้พัฒนาขึ้นในยุคนี้เป็นอย่างมาก ยุคนี้มีการติดต่อค้าขายกัน ทำให้มีการแลกเปลี่ยนสินค้า และมีการแลกเปลี่ยนความคิด

ระหว่างภูมิภาคต่างๆ ของโลก ในประเทศอังกฤษมีมหาวิทยาลัย Cambridge และมหาวิทยาลัย Oxford เกิดขึ้น ในฝรั่งเศสมีมหาวิทยาลัย Paris ในอิตาลีมีมหาวิทยาลัย Bologna (ซึ่งได้รับการยอมรับว่าเป็นมหาวิทยาลัยที่มีอายุมากที่สุดในยุโรป) และมีมหาวิทยาลัย Padua เกิดขึ้น ในขณะเดียวกัน สงคราม Crusades ซึ่งเป็นสงครามระหว่างผู้นับถือศาสนา Christians และพวกนับถือศาสนา Muslims ทำให้มีการแพร่กระจายความคิดและเทคนิควิธีการของชาว Muslims ผสมผสานกับแนวคิดดั้งเดิมของ Greeks วิทยาศาสตร์ในช่วงระยะของยุคกลางเริ่มเน้นการทดลองเพื่อจะพิสูจน์ความเชื่อต่างๆ ว่ามีความเป็นจริงในเชิงวิทยาศาสตร์หรือไม่อย่างไร นักวิทยาศาสตร์ในยุคกลาง ได้แก่ Roger Bacon เป็นชาวอังกฤษ และ Theodoric แห่ง Freiburg ในประเทศเยอรมนี ทั้งคู่มิมีชีวิตอยู่ในราว ค.ศ. 1250–1311 นอกจากนี้ยังมีผู้สนใจในวิชากายวิภาควิทยาได้ทำการทดลองเกี่ยวกับการทำงานของร่างกายมนุษย์ โดยไม่ยึดติดอยู่กับความเชื่อหรือความรู้ดั้งเดิมที่ได้รับมาก่อนนั้น ในยุคกลางนี้ศาสนาเข้ามามีอิทธิพลกับการแสวงหาความรู้ในเชิงวิทยาศาสตร์ จึงกีดกันการต่อต้านความคิดเชิงวิทยาศาสตร์จากกลุ่มผู้มีอิทธิพลทางศาสนา ซึ่งจะเน้นในเรื่องของความเชื่อมากกว่าการทดลอง และพิสูจน์ข้อเท็จจริง กระแสความคิดที่สวนทางกันทั้งสองกระแสนี้ทำให้การค้นพบและเผยแพร่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ถูกต่อต้าน อย่างไรก็ตามความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ก็มีอยู่บ้าง โดยเฉพาะในด้านกลศาสตร์ ที่กล่าวถึงการเคลื่อนที่ของสสารหรือวัตถุ ในสมัยนี้คณิตศาสตร์ถูกใช้เป็นวิธีการในการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้น คณิตศาสตร์จึงใช้เป็นเครื่องมือของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้อธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ต่อมาจนถึงปัจจุบัน นอกจากนี้เป็นยุคที่ให้การยอมรับผลค้นคว้าอันเกิดจากการทดลองอีกด้วย ในยุคนี้การมีมหาวิทยาลัยเกิดขึ้นถือเป็นการพัฒนาสำคัญทางด้านวิทยาศาสตร์ เพราะผู้ที่อยู่ในมหาวิทยาลัยได้มีโอกาสค้นคว้าศึกษาสิ่งต่างๆ ได้ในสถานที่ที่เป็นมหาวิทยาลัยและความรู้นั้น ได้ถูกถ่ายทอดให้มิพัฒนาการต่อมาอีกจนทุกวันนี้ ถึงแม้เสรีภาพทางวิชาการของอาจารย์ในมหาวิทยาลัยจะถูกปิดกั้นจากกลุ่มผู้นำทางศาสนาในขณะนั้นก็ตาม

ยุคฟื้นฟูวิทยาการด้านวิทยาศาสตร์

ในคริสต์ศตวรรษที่ 16 เป็นยุคฟื้นฟู เรียกเป็นภาษาอังกฤษว่า Renaissance เป็นคำที่มาจากภาษาฝรั่งเศส หมายถึงการ “ฟื้นฟู” หรือ Rebirth ในกลางคริสต์ศตวรรษที่ 16 นี้ เริ่มทิศเพื่อการเดินเรือ การพิมพ์หนังสือเป็นที่แพร่หลายมีการเดินทางรอบโลกจนพิสูจน์ได้ว่าโลกนั้นกลมจริง การพิมพ์ทำให้มีการแพร่กระจายความรู้ไปทุกมุมโลก ความรู้ที่ถูกลบทิ้งในรูปแบบต่างๆ และคำบอกเล่าถูกถ่ายทอดออกเป็นหนังสือทำให้ปลูกจิตวิญญาณในการใฝ่รู้ ค้นหา ทดลองในหมู่นักวิชาการและนักวิทยาศาสตร์ และในปี ค.ศ.1543 เป็นปีที่ถูกบันทึกไว้ว่าเป็นจุดเริ่มต้นของ

วิทยาศาสตร์แผนใหม่ เพราะในปีนั้นมีการพิมพ์หนังสือขึ้นมา 2 เล่ม เล่มแรกแต่งโดย **Nicolaus Copernicus** ชื่อว่า *De revolutionibus orbium coelestium* (On the Revolutions of the Heavenly Bodies) และอีกเล่มหนึ่งแต่งโดย **Andreas Vesalius** มีชีวิตอยู่ในราว ค.ศ.1514–1564 ชื่อว่า *De humani corporis fabrica* (On the Structure of the Human Body)

ทฤษฎีของ Copernicus (The Copernican Theory)

หนังสือที่ Copernicus แต่งขึ้นมาได้แสดงถึงทฤษฎีว่าด้วยระบบสุริยะ (Solar System) โดยมีสาระสำคัญว่าโลกหมุนรอบดวงอาทิตย์ซึ่งใช้เป็นทฤษฎีพื้นฐานของการศึกษาระบบสุริยะในปัจจุบัน ทฤษฎีของ Copernicus กล่าวว่าดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลางของระบบสุริยะ และโลกเป็นดาวเคราะห์ดวงหนึ่งเท่านั้น เช่นเดียวกับดาวพระศุกร์ (Venus) ดาวอังคาร (Mars) และดาวเคราะห์ดวงอื่นๆ โดยดาวเคราะห์เหล่านี้หมุนรอบดวงอาทิตย์ และตามทฤษฎีของ Copernicus โลก (Earth) มีการหมุนอยู่ 3 ลักษณะ คือ หมุนรอบตัวเอง กินเวลา 1 วัน หมุนรอบดวงอาทิตย์ กินเวลา 1 ปี และในขณะที่หมุนรอบตัวเองและหมุนรอบดวงอาทิตย์ ยังมีการหมุนรอบแกนของโลกอีกด้วย ในทฤษฎีของ Copernicus ได้ทำให้การเกิดการโต้แย้ง และการคำนวณเพื่อพิสูจน์ทฤษฎีการหมุนของ Copernicus โดยใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือเป็นอย่างมาก ผลของการศึกษาตามทฤษฎีของ Copernicus เกี่ยวกับการหมุนเป็นวงกลมที่สมบูรณ์ทำให้นักดาราศาสตร์ในยุคต่อมาค้นพบลักษณะการหมุนของดาวเคราะห์ในระบบสุริยะได้ชัดเจนขึ้น และค้นพบในปัจจุบันว่ามีวงโคจรของการหมุนเป็นวงรี ไม่เป็นวงกลมที่สมบูรณ์ตามความเชื่อที่มีมาตั้งแต่สมัยของ Greeks

วิทยาศาสตร์การแพทย์ตามแนวของ Andreas Vesalius

การแพทย์ในยุโรปได้ใช้แนวการปฏิบัติตามวิธีของ Galen มาประมาณ 1300 ปี ซึ่ง Galen มีชีวิตในระบุงรุ่งเรืองของอาณาจักร Alexandria ราวๆ 129-199 ปี ก่อนคริสตกาล วิธีการของ Galen เป็นที่ยอมรับทั่วไปในยุโรป Galen ใช้การศึกษาร่างกายมนุษย์โดยการผ่าสัตว์ตระกูลลิงที่มีรูปร่างคล้ายมนุษย์ (Apes) เขาจะใช้การศึกษากับมนุษย์จริงน้อยมากและนักกายวิภาควิทยาผู้สนใจศึกษาร่างกายมนุษย์ในระยะต่อมาก็ไม่ผ่าร่างกายมนุษย์ด้วยตนเองเพื่อศึกษา แต่จะยืนดูอยู่ห่างๆ ให้ผู้อื่นลงมือผ่าร่างกายมนุษย์หรือศพแทน แต่ Vesalius นักกายวิภาควิทยา ชาว Belgian ได้แสดงโดยภาพและคำพูดอย่างชัดเจนว่าถ้านักกายวิภาควิทยาต้องการศึกษาร่างกายมนุษย์แล้วต้องผ่าศพดูด้วยตนเอง เขายืนยันว่าวิธีเดียวที่จะทำให้เข้าใจการทำงานของส่วนต่างๆ ในร่างกายมนุษย์ คือ การผ่าศพดูเท่านั้น Vesalius ไม่ต้องการขัดแย้งกับความคิดของ Galen ที่ใช้ศึกษาสัตว์แทนแต่ผลงานของเขาในหนังสือชื่อ *Fabrica* มีคุณค่าต่อการศึกษาทางด้านสรีรวิทยาในกาลต่อมา โดยในหนังสือ

Fabrica ของเขา ได้ขยายภาพชิ้นส่วนของร่างกายมนุษย์โดยช่างภาพที่วาดขึ้นในสมัยนั้น *Fabrica* กลายเป็นหนังสือที่ได้รับความนิยมใช้เป็นตำราต่อมาและนักวิทยาศาสตร์ให้ความเห็นว่าการศึกษากายวิภาควิทยาได้รับแนวความคิดของ Vesalius จนถึงปัจจุบันการผ่าศพศึกษา กลายเป็นการเรียนการสอนในวิชาแพทยศาสตร์โดยได้รับอิทธิพลจากแนวความคิดนี้อย่างไรก็ตามในสมัยของ Galen จนถึงสมัยของ Vesalius ความเชื่อในพิธีกรรมเกี่ยวกับศพมนุษย์ยังมีผลต่อการผ่าศพมนุษย์เพื่อศึกษาอยู่ถึงแม้ในปัจจุบันก็ตามบางศาสนาไม่ยินยอมให้มีการผ่าศพ

ก่อนที่จะเริ่มมีการเข้าใจร่างกายมนุษย์ สังคมมนุษย์ เข้าใจโลกและสิ่งที่อยู่รอบๆ ตัวได้อย่างถูกต้อง มนุษย์ได้ตกอยู่ในความเชื่อผิดๆ มีความรู้ผิดๆ จำนวนมากที่ถูกสร้างขึ้นโดยนักคิดรุ่นก่อนๆ มานานนับเป็นพันปี จนเมื่อมีการนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้จึงสามารถทดสอบและพิสูจน์ความเชื่อผิดๆ เหล่านั้นได้

การปฏิวัติทางวิทยาศาสตร์ (The Scientific Revolution)

การศึกษาด้วยการสังเกตและการทดลองซึ่งมีอยู่ในยุคฟื้นฟู (Renaissance) ซึ่งอยู่ในระยะคริสต์ศตวรรษที่ 16 และดำเนินต่อมาจนถึง คริสต์ศตวรรษที่ 17 ซึ่งถือว่าเป็นยุคของการปฏิวัติทางวิทยาศาสตร์ด้วยนอกจากจะมีการปฏิวัติอุตสาหกรรม และการปฏิวัติทางสังคมและการปกครองในอังกฤษแล้ว ในช่วงเริ่มต้นของคริสต์ศตวรรษที่ 17 และปลายคริสต์ศตวรรษที่ 16 นั้นได้มีหนังสือซึ่งให้แนวคิดทางด้านวิทยาศาสตร์ที่สำคัญแต่งโดย William Gilbert มีชีวิตอยู่ราว ค.ศ.1540–1603 ชื่อหนังสือ *De magnete* (Concerning the Magnet) หนังสือของ Gilbert ไม่เพียงแต่ให้ความรู้เกี่ยวกับสารแม่เหล็ก หรือ Magnet แต่ยังแสดงถึงวิธีการศึกษาและทดลองตามกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์ ในหนังสือจะมีตัวอย่างของการทดลองด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ Gilbert ได้เขียนคำอุทิศในหนังสือ Magnet ว่า To the men “Who look for knowledge not in books but in things themselves” ซึ่งหมายถึง ความต้องการให้ผู้สนใจศึกษาไม่เฉพาะเนื้อหาที่อยู่ในหนังสือเท่านั้น เขาต้องการให้ผู้สนใจ นำวิธีการไปใช้ศึกษาเรื่องของ Magnet ที่อยู่นอกเหนือในหนังสืออีกด้วย หนังสือของเขาจึงเป็นหลักฐานที่แสดงถึงการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์เพื่อแสวงหาความรู้ด้วยการทดลอง

ฟรานซิส เบคอน (Francis Bacon) กับวิธีการทางวิทยาศาสตร์

โดยตัวของ Francis Bacon ซึ่งมีชีวิตในราว ค.ศ.1561-1626 เป็นนักกฎหมายรับราชการในสมัยสมเด็จพระนางเจ้าอลิซาเบธที่ 1 และพระเจ้าเจมส์ที่ 1 ได้เลื่อนบรรดาศักดิ์จนเป็นประธานศาลฎีกา และประธานรัฐสภา แต่ถูกถอดออกจากตำแหน่งแต่ให้คงบรรดาศักดิ์ไว้เมื่อ