



สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ประวัติศาสตร์ วิทยาศาสตร์

จากปรัชญาธรรมชาติสู่ความจำเป็นของสมัยใหม่

ศุภวิทย์ ภาวบุตร

หนังสือที่ได้รับทุนสนับสนุนการเขียนตำราจากมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ พ.ศ. 2559

ประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์:

จากปรัชญาธรรมชาติสู่ความจำเป็นของสมัยใหม่

ประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ในหนังสือเล่มนี้เรียบเรียงตามวิวัฒนาการของสังคมตะวันตก เนื้อหาหลักกล่าวถึงการแสวงหาความจริงในกรอบปรัชญาธรรมชาตินับตั้งแต่อารยธรรมโบราณ จุดเด่นและความก้าวหน้าของปรัชญาธรรมชาติในยุคคลาสสิก การหลอมรวมปรัชญาธรรมชาติกับศาสนาในสมัยกลาง จุดเปลี่ยนในช่วงการปฏิวัติวิทยาศาสตร์ การแตกแขนงของความรู้ในศตวรรษที่ 18 และ 19 เทคโนโลยีกับความนึกคิดของสังคมทั้งก่อนสมัยใหม่และสมัยใหม่ ไล่มาจนถึงความท้าทายในศตวรรษที่ 20 ทั้งหมดบ่งชี้ว่า วิทยาศาสตร์สัมพันธ์กับความเป็นไปในอดีต แนวคิดและคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ต่างๆ เรื่องเกิดขึ้นในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง เพราะขึ้นกับมุมมอง คำถาม บริบท บัจจัย และเงื่อนไขที่เป็นอยู่ ณ ขณะนั้น เมื่อมองในเชิงประวัติศาสตร์ ทั้งปรัชญาธรรมชาติและวิทยาศาสตร์จึงเป็นหลักฐานบ่งบอกสถานะของความรู้ความคิดซึ่งยึดโยงกับบัจจัยแวดล้อมในสังคมด้วย

เรื่องเล่าเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เผชิญกับคำถามเชิงประวัติศาสตร์นิพนธ์ เช่นเดียวกับประวัติศาสตร์เรื่องอื่นๆ อดีตของวิทยาศาสตร์ถูกตีความ กำหนด ความหมาย วิเคราะห์และวิพากษ์ เกิดเป็นมุมมองที่แตกต่างในการอธิบายทิศทางของประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ แต่ไม่ว่าแนวโน้มทางประวัติศาสตร์นิพนธ์จะเป็นเช่นใด ความเข้าใจเกี่ยวกับเหตุการณ์สำคัญหรือเรื่องราวที่เป็นหมุดหมายในประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ซึ่งประมวลไว้ในหนังสือเล่มนี้ ยังเป็นพื้นฐานที่ต้องทำความเข้าใจ

โครงการหนังสือวิชาการที่นำพิมพ์ได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ให้จัดพิมพ์และจำหน่ายในราคาอ่อมเยา



ถ่ายเอกสารแทนการใช้หนังสือ
คือการทำลายภูมิปัญญาสร้างสรรค์

ประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์: จากปรัชญาธรรมชาติสู่ความจำเป็นของสมัยใหม่

ศุภวิทย์ ถาวรบุตร

ผู้ช่วยศาสตราจารย์

คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

2562

หนังสือที่ได้รับทุนสนับสนุนการเขียนตำราจากมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ พ.ศ. 2559

ศุภวิทย์ ถาวรบุตร.

ประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์: จากปรัชญาธรรมชาติสู่ความจำเป็นของสมัยใหม่

1. วิทยาศาสตร์ -- ประวัติ.

Q125

ISBN 978-616-314-469-0

ISBN (E-BOOK) 978-616-314-473-7

ลิขสิทธิ์ของผู้ช่วยศาสตราจารย์ศุภวิทย์ ถาวรบุตร

สงวนลิขสิทธิ์

ฉบับพิมพ์ครั้งที่ 1 เดือนมีนาคม 2562

จำนวน 300 เล่ม

ฉบับอิเล็กทรอนิกส์ (e-book) มีนาคม 2562

จัดพิมพ์และจำหน่ายโดยสำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ท่าพระจันทร์: อาคารธรรมศาสตร์ 60 ปี ชั้น U1 มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ถนนพระจันทร์ กรุงเทพฯ 10200 โทร. 0-2223-9232

ศูนย์รังสิต: อาคารโดมบริหาร ชั้น 3 ห้อง 317 มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12121

โทร. 0-2564-2859-60 โทรสาร 0-2564-2860

<http://www.thammasatpress.tu.ac.th>, e-mail: unipress@tu.ac.th

พิมพ์ที่โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

แบบปกโดยธีรพัฒน์ งามทอง

ราคาเล่มละ 280.- บาท

สารบัญ

คำนำ	(8)
บทที่ 1 พื้นฐานแนวคิดในการศึกษาประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์	2
1.1 อารัมภบท	3
1.2 เส้นแบ่งวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี	8
1.3 วิทยาศาสตร์ในเส้นทางประวัติศาสตร์	12
1.4 ปรัชญาธรรมชาติกับวิทยาศาสตร์	15
บทที่ 2 ส่องอารยธรรมตะวันตกโบราณ	20
2.1 มนุษย์กับธรรมชาติในสังคมบุพกาล	22
2.2 พัฒนาการเชิงวิทยาศาสตร์ในยุคสำริด	27
ก) อารยธรรมอียิปต์	27
ข) อารยธรรมเมโสโปเตเมีย	30
2.3 ภาพรวมวิทยาศาสตร์ก่อนสมัยกรีก	32
บทที่ 3 ประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์สมัยคลาสสิก	36
3.1 นักปราชญ์สมัยไอโอเนีย	38
ก) กลุ่มนักปราชญ์ไมเลตุส	40
ข) สำนักพีทาโกรัส	45
ค) กลุ่มอะตอมิสต์	50
3.2 สองปราชญ์แห่งเอเธนส์	52
ก) เพลโต	53
ข) อาริสโตเติล	59
3.3 สมัยเฮลเลนนิสติก	68
ก) อาร์คิมิดีส	73
ข) ดาราศาสตร์	77
ค) การแพทย์	88
3.4 ภาพรวมวิทยาศาสตร์สมัยคลาสสิก	94

บทที่ 4	จารีตวิทยาศาสตร์ในสมัยกลาง	100
4.1	บริบททางภูมิปัญญาเมื่ออย่างเข้าสมัยกลาง	101
4.2	เทคโนโลยีในสมัยกลาง	107
4.3	ลัทธิอัสมาจารย์	112
4.4	การบันทึกทอนเสถียรภาพในปรัชญาธรรมชาติ	123
บทที่ 5	การปฏิวัติวิทยาศาสตร์	138
5.1	จารีตทางวิทยาศาสตร์ 3 สกุล	139
	ก) จารีตชีวภาพ	140
	ข) จารีตไสยเวท	146
	ค) จารีตจักรกล	148
5.2	ผลงานตามแนวทางการทดลอง	152
5.3	ผลงานตามแนวทางคณิตศาสตร์	169
5.4	ข้ออภิปรายเกี่ยวกับการปฏิวัติวิทยาศาสตร์	192
บทที่ 6	วิทยาศาสตร์กับยุคแห่งเหตุผล	202
6.1	ความชอบธรรมของวิทยาศาสตร์	204
	ก) เหตุผล	205
	ข) กฎธรรมชาติ	210
6.2	คณิตศาสตร์กับธรรมชาติ	214
6.3	ประชาคมวิทยาศาสตร์	221
บทที่ 7	การแตกตัวขององค์ความรู้หลังศตวรรษที่ 17	230
7.1	ทิศทางภายหลังการปฏิวัติวิทยาศาสตร์	233
7.2	ปริมาณและการวัด	242
	ก) เงื่อนไขและความจำเป็น	242
	ข) พัฒนาการของระบบการวัด	247

7.3	เส้นสมมติ	257
7.4	ออกสู่ภายนอก: ดาราศาสตร์	264
7.5	เข้าสู่ภายใน: ธรณีวิทยา	270
บทที่ 8	การค้นพบอันยิ่งใหญ่แห่งยุคสมัย	284
8.1	การปฏิวัติทางเคมี	287
8.2	วิทยาศาสตร์กายภาพ	298
	ก) จากไฟฟ้าสู่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	299
	ข) จากความร้อนสู่อุณหพลศาสตร์	307
8.3	วิทยาศาสตร์ว่าด้วยชีวิต	315
8.4	ชาร์ลส์ ดาร์วิน กับทฤษฎีวิวัฒนาการ	326
8.5	ประดิษฐ์กรรมและเทคโนโลยี	338
บทที่ 9	วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 20 โดยสังเขป	364
9.1	สู่พรมแดนความรู้ใหม่	367
9.2	การดำรงอยู่ของวิทยาศาสตร์ในบริบทสังคม	394
บทที่ 10	บทส่งท้าย	406
	บรรณานุกรม	422
	ดัชนี	426

คำนำ

ผู้เขียนขอเรียกมุมมองหรือทัศนะที่คนทั่วไปมีต่อวิทยาศาสตร์ว่าเป็น ทัศนะแบบ *มองไปข้างหน้า* เพราะเป้าหมายมักจะอยู่ที่การเรียนวิทยาศาสตร์เพื่อให้เกิดความเข้าใจแล้วนำไปสู่การพัฒนาความรู้ใหม่ ทฤษฎีใหม่ หรือสร้างสรรค์สิ่งใหม่ โดยทั่วไปศาสตร์ต่างๆ ต้องพยายามบอกได้ว่าศาสตร์ในแขนงของตนมีประโยชน์อย่างไรต่อสังคมมนุษย์ เรียนรู้แล้วจะนำไปใช้อย่างไร การเล็งเห็นประโยชน์ของวิทยาศาสตร์ในแบบ *มองไปข้างหน้า* จึงไม่ใช่เรื่องผิด และยังเป็นโจทย์หลักของการศึกษาและการค้นคว้าวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์ เป็นพันธกิจของวิทยาศาสตร์ที่สังคมคาดหวัง ซึ่งผู้เขียนก็เป็นหนึ่งในคนที่เคยอยู่กับทัศนะดังกล่าวโดยไม่เคยนึกถึงความเป็นไปได้อื่น

แต่ประสบการณ์ภายหลังจากนั้นทำให้ผู้เขียนเกิดทัศนะอีกแบบหนึ่งซึ่งอาจเรียกว่าทัศนะแบบ *มองไปข้างหลัง* เพราะเมื่อเรียนรู้มากขึ้นจึงทราบว่าวิทยาศาสตร์ไม่เพียงแต่นำพาไปสู่สิ่งที่รออยู่ในภายหน้า แต่วิทยาศาสตร์ยังมีส่วนสำคัญอย่างยิ่งต่อการทำความเข้าใจอดีต มนุษย์พยายามแสวงหาความจริงเกี่ยวกับโลกและธรรมชาติมาโดยตลอด ตั้งแต่การศึกษาปรัชญาธรรมชาติจนถึงยุคของวิทยาศาสตร์สมัยใหม่และกระบวนการดังกล่าวยังคงไม่สิ้นสุด ระหว่างการแสวงหา นั้น หลายเรื่องราวได้เกิดขึ้นและส่งผลกระทบต่อความเป็นไปในอดีต เพราะข้อถกเถียงทั้งทางปรัชญาธรรมชาติและวิทยาศาสตร์ในต่างยุคต่างสมัยเป็นผลรวมของทัศนคติ ศรัทธาความเชื่อ ความรู้ความเข้าใจ ตลอดจนจินตนาการ และกรอบภูมิปัญญาของยุคสมัย ดังนั้น การศึกษาประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์อาจมีเนื้อหาแตกต่างไปจากที่ผู้ศึกษาประวัติศาสตร์ทั่วไปคุ้นเคย แต่ความคิด

ทฤษฎี ข้อโต้แย้ง และความสำเร็จต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ หากบอกเล่าอย่างมีบริบทจะเป็นประโยชน์ต่อการพิจารณากระแสความเปลี่ยนแปลงทางภูมิปัญญา ความเคลื่อนไหวที่ปรากฏในประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์จึงช่วยให้เห็นพัฒนาการทางความคิด การต่อสู้กับความไม่รู้หรือความเข้าใจผิดในช่วงเวลาต่างๆ รวมถึงกระบวนการสถาปนาองค์ความรู้ ซึ่งประเด็นเหล่านี้ช่วยเพิ่มเติมแง่มุมอันน่าสนใจให้กับประวัติศาสตร์นับแต่อดีตจนถึงโลกสมัยใหม่

ผู้เขียนอยากขอบคุณ อาจารย์ธาวิต สุขพานิช และ อาจารย์สมศักดิ์ เจียมธีรสกุล ทั้งสองท่านชี้แนะให้ผู้เขียนรู้จักและสนใจศึกษาประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ รวมทั้งให้มุมมองที่เชื่อมโยงวิทยาศาสตร์ไปสู่การทำความเข้าใจอดีต

หนังสือเล่มนี้ได้รับทุนสนับสนุนการเขียนตำราจากมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ พ.ศ. 2559 ผู้เขียนจึงขอบคุณมา ณ ที่นี้ และเชื่อว่าขอบเขตเนื้อหาของหนังสือครอบคลุมเรื่องราวที่มีการค้นคว้าไม่มากนักในบริบทของไทย จึงน่าจะเป็นประโยชน์ทางวิชาการสมดังเจตนาของผู้ให้ทุน

ศุภวิทย์ ถาวรบุตร

มกราคม 2561

ภาควิชาประวัติศาสตร์ ปรัชญาและวรรณคดีอังกฤษ
คณะศิลปศาสตร์

1.1 อารัมภบท

ในปัจจุบัน แทบจะปฏิเสธไม่ได้ว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเกี่ยวข้องกับวิถีการดำเนินชีวิตของมนุษย์ชาติอย่างมากมายมหาศาล เห็นได้จากมนุษย์มีความสะดวกสบายและมีมาตรฐานการดำรงชีวิตที่ดีขึ้น มีอายุขัยเฉลี่ยยาวนานขึ้น มีอัตราการรอดชีวิตสูงขึ้น สามารถจะเดินทางไปยังที่หมายต่างๆ ทั่วโลกในเวลาอันสั้น รู้จักประดิษฐ์สิ่งอำนวยความสะดวก ยานพาหนะ อุปกรณ์สื่อสาร ตลอดจนเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ทั้งหลาย ด้วยความก้าวหน้าเหล่านี้วิถีการดำเนินชีวิตของมนุษย์จึงแตกต่างกันในแต่ละยุคสมัย เช่น การใช้โทรศัพท์มือถือเป็นเรื่องปกติธรรมดาสำหรับโลกในต้นศตวรรษที่ 21 แต่ย้อนกลับไปเพียงครึ่งศตวรรษ ราวกลางศตวรรษที่ 20 เครื่องข่ายโทรศัพท์ยังอาศัยสายโทรศัพท์เป็นสำคัญ

จากตัวอย่างข้างต้น เพียงแค่พินิจความเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีในช่วง 50-60 ปี ยังปรากฏช่องว่างระหว่างยุคสมัยที่ดูจะทิ้งช่วงห่างกันถึงเพียงนี้ หากใช้ข้อพิจารณาเดิมโดยอาศัยเทคโนโลยีเป็นตัวบ่งชี้ระดับการพัฒนาของสังคมมนุษย์และย้อนกลับไปเปรียบเทียบกับช่วงเวลาห่างจากปัจจุบันนับศตวรรษหรือสหัสวรรษ จะยิ่งเห็นได้ชัดถึงความเปลี่ยนแปลงในประวัติศาสตร์นับจากสมัยก่อนประวัติศาสตร์ที่มนุษย์เริ่มรู้จักประดิษฐ์เครื่องมือจากหิน รู้จักใช้ไฟ และสร้างสิ่งประดิษฐ์ที่สำคัญๆ เช่น ล้อ หรือการทำภาชนะดินเผา สิ่งเหล่านั้นย่อมเทียบไม่ได้กับยุคสมัยปัจจุบันซึ่งความสามารถของมนุษย์ไปไกลถึงขั้นสร้างโทรศัพท์มือถือที่ใช้ระบบอินเทอร์เน็ตได้ รองรับสังคมในโลกเสมือนจริง และสามารถส่งผ่านข้อมูลของปัจเจกชนอย่างรวดเร็วเช่นที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีบางส่วนเชื่อมโยงกับการขยายตัวขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และดูจะเป็นสาเหตุหนึ่งให้เกิดความโน้มเอียงที่จะกำหนดความหมายของวิทยาศาสตร์ ว่าเป็นองค์ความรู้ซึ่งนำไปพัฒนาต่อยอดไปสู่เทคโนโลยีได้

ประเด็นที่กล่าวมาข้างต้นอาจจะยิ่งซับซ้อนมากขึ้นเมื่อรวมคำว่าวิทยาศาสตร์เข้ากับคำว่าประวัติศาสตร์ กลายเป็น *ประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์* (history of science) เพราะหากพิจารณาจากปัจจัยเรื่องเทคโนโลยีตามที่กล่าวมา ประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์จะหมายถึงการศึกษาการประดิษฐ์คิดค้นสิ่งต่าง ๆ ตั้งแต่สมัยอดีตใช่หรือไม่ เช่น ศึกษาว่ามนุษย์เริ่มรู้จักใช้ไฟเมื่อไร หลักฐานการใช้ล้อเป็นเครื่องทุ่นแรงของมนุษย์เริ่มในสมัยใดและในแถบดินแดนใด ฯลฯ แต่ก็อาจมีคำถามตามมาอีกว่าหากขอบเขตการศึกษาเป็นไปตามนั้น คำว่าประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์มีอะไรที่แตกต่างจากการศึกษา *ประวัติศาสตร์เทคโนโลยี* (history of technology) หรือ *ประวัติศาสตร์ของสิ่งประดิษฐ์* (history of innovations) นอกจากนี้ การใช้คำว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ควบคู่กันยังมีให้เห็นในอีกหลายบริบท ชวนให้คล้อยตามว่าวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยีมีความหมายที่ทดแทนกันและกัน ทั้งหมดนี้ อาจตั้งเป็นโจทย์ให้ขบคิด ในเบื้องต้นว่า การศึกษาประวัติศาสตร์หรือพัฒนาการของวิทยาศาสตร์หากทำควบคู่ไปกับพัฒนาการของเทคโนโลยีควรจะต้องเชื่อมโยงกันอย่างไรบ้าง

เมื่อพิจารณาจากข้อเท็จจริงในอดีต มีอีกหลายเรื่องราวที่บ่งบอกถึงความก้าวหน้าของสังคมมนุษย์ไม่ได้เกิดจากการประดิษฐ์เสมอไป มนุษย์ตั้งแต่อดีตกาลมีความรู้เกี่ยวกับความเปลี่ยนแปลงของฤดูกาล มีการกำหนดปฏิทิน มีความรู้เรื่องทิศ เรียนรู้ความผันแปรของสิ่งแวดล้อม เช่น ปรากฏการณ์น้ำขึ้นน้ำลงซึ่งเกี่ยวข้องกับการเพาะปลูกในเขตที่ราบลุ่มแม่น้ำ ความรู้เหล่านี้ในแง่หนึ่งเป็นผลจากการสังเกต สังสม และถ่ายทอดจากรุ่นสู่รุ่น ซึ่งช่วยให้มนุษย์ปรับตัวกับสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติได้ดีขึ้น เป็นความรู้ที่มนุษย์ได้นำมาใช้ประโยชน์ เช่น การสังเกตฤดูกาลเพื่อทำเพาะปลูกหรือเก็บเกี่ยว การเดินเรือ นาฬิกาแดด ฯลฯ ความรู้บางด้านช่วยอำนวยความสะดวกแต่เป็นความรู้ที่ไม่ต้องอาศัยสิ่งประดิษฐ์ใดๆ เข้าช่วยเหลือ หรือต่อให้เป็นสิ่งประดิษฐ์อย่างนาฬิกาแดดก็ไม่ได้มีกลไกในเชิงจักรกลอันซับซ้อน เมื่อมองให้กว้างขึ้น พัฒนาการของวิทยาศาสตร์ควรหมายรวมถึงความสำเร็จที่มนุษย์ทำความเข้าใจเรื่องราวรอบตัวอีกจำนวนมาก ไม่แต่เฉพาะความสำเร็จที่มีเทคโนโลยีเป็นประจักษ์พยานเท่านั้น

ด้วยบรรทัดฐานปัจจุบัน วิทยาศาสตร์ช่วยไขความกระจ่างให้มนุษย์ในเรื่องเกี่ยวกับโลกรธรรมชาติ (natural world) อาทิ ความเข้าใจเรื่องโลกหมุนรอบตัวเองทำให้เกิดกลางวันและกลางคืน โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์หนึ่งรอบใช้เวลาหนึ่งปีหรือ 365 วัน มนุษย์หายใจเพื่อรับก๊าซออกซิเจนและปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ พืชเป็นสิ่งมีชีวิตที่อาศัยการสังเคราะห์ด้วยแสงและคายก๊าซออกซิเจนให้มนุษย์ เป็นต้น แต่ความรู้เหล่านี้ก็มีมิติทางประวัติศาสตร์ เพราะจากตัวอย่างที่เอ่ยมา สังคมมนุษย์เพิ่งตระหนักถึงข้อเท็จจริงบางข้อในระยะเวลา

ไม่นานนักเมื่อเทียบกับช่วงยาวนานหลายพันปีของอารยธรรม เนื่องจาก การศึกษาโลกธรรมชาติต้องอาศัยการรับรู้ด้วยประสาทสัมผัสและตลอดระยะที่ ผ่านมาประสาทสัมผัสของมนุษย์นั้นแทบจะไม่เปลี่ยนแปลงเลยหรือหากเปลี่ยน ก็คงมีในระดับที่น้อยมาก ไม่ว่ามนุษย์สมัยโบราณหรือมนุษย์ปัจจุบันหากยืนมอง แผ่นดินที่ทอดยาวออกไปคงมองเห็นเหมือนๆ กันว่า ดินยืนอยู่บนพื้นราบที่ แผ่กว้างออกไปเป็นผืนดินอันกว้างใหญ่ มากกว่าจะบอกตนเองว่ากำลังยืนอยู่ที่ จุดหนึ่งบนเปลือกโลกที่โค้งมน มนุษย์ทั้งสองยุคยังมองเห็นวัตถุทุกสิ่งบนโลก มากกว่าจะคิดไปว่าวัตถุกำลังวิ่งเข้าสู่ศูนย์กลางของโลก จึงเห็นได้ว่าเส้นแบ่งที่ เกิดขึ้นเมื่อมนุษย์ก้าวสู่โลกสมัยใหม่คือความสำเร็จในการสร้างคำอธิบาย ปรากฏการณ์ธรรมชาติที่ขัดแย้งกับสายตาหรือประสาทสัมผัสมากขึ้นเรื่อยๆ แต่ มนุษย์ก็ยอมรับในคำอธิบายนั้น แม้จะเป็นคำอธิบายที่ก้าวข้ามขีดชั้นความรู้ ของตนก็ตามที ทั้งยังนำไปสอนในระบบโรงเรียนจนเป็นเรื่องปกติ กล่าวโดยสรุป เมื่อประสาทสัมผัสไม่ได้เปลี่ยนแปลงไป สิ่งที่สร้างข้อแตกต่างระหว่างยุคสมัยคือ วิธีอธิบายและทำความเข้าใจปรากฏการณ์ธรรมชาติ

เมื่อเรื่องราวเหล่านี้ตระหนักรู้ได้ง่ายขึ้นในสังคมมักส่งผลให้มิติทาง ประวัติศาสตร์ของมันถูกละเลย เช่น เราอาจจะไม่สนใจตั้งคำถามว่าอารยธรรม โบราณเป็นพันๆ ปีและไม่ทราบเรื่องโลกโคจรรอบดวงอาทิตย์นั้น จะกำหนดเรื่อง ระยะเวลาหนึ่งปีปฏิทินอย่างไร อาศัยเพียงสังเกตการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาล เท่านั้นหรือ ในทางประวัติศาสตร์ ไม่ใช่เรื่องง่ายนักที่จะเสนอคำอธิบายใดๆ ซึ่ง คำันสายตาและประสาทสัมผัส กว่าจะสถาปนาความรู้บางชุด เช่น โลกโคจรรอบ ดวงอาทิตย์ หรือโลหิตในร่างกายมีการไหลเวียนได้นั้น ต้องผ่านการโค่นล้มและ หักล้างกับกรอบความคิดเดิมในอดีตอย่างยากลำบาก

ดังนั้น การศึกษาการเปลี่ยนโลกทัศน์ครั้งสำคัญในประวัติศาสตร์ของมนุษยชาติถือเป็นอีกประเด็นหนึ่งที่อยู่ในความสนใจของประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ โดยมุ่งทำความเข้าใจว่าการเปลี่ยนแปลงทางความคิดเหล่านี้มาจากการค้นพบหรือวิธีแสวงหาคำตอบที่ต่างไปจากแนวคิดดั้งเดิมอย่างไร การยอมรับความคิดใหม่ๆ มีเงื่อนไขอันใดเกี่ยวข้องกับ บรรดานักคิดซึ่งมีประสาทสัมผัสเหมือนกับคนทั่วไปกลับรังสรรค์ทฤษฎีที่ขัดแย้งกับประสาทสัมผัสและความรับรู้ของตนขึ้นมาได้อย่างไร และที่สำคัญ พัฒนาการขององค์ความรู้ตลอดจนวิธีแสวงหาความจริงในประเด็นใดบ้างที่นับเป็นจุดเปลี่ยนในแวดวงวิทยาศาสตร์

คำถามที่ยกมาอภิปรายเบื้องต้นนี้ต้องการกระตุ้นความคิดและความสงสัยเพื่อเปิดประเด็นว่า สิ่งที่พึงคิด พึงถาม และพึงแสวงหาคำตอบ จากเรื่องราวของประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์มีอะไรบ้าง โดยเมื่อประมวลประเด็นทั้งจากแนวคำถามข้างต้นและจากข้อถกเถียงอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง อาจตั้งเป็นประเด็นหลักได้ 4 ประเด็น คือ

1) วิทยาศาสตร์สัมพันธ์กับเทคโนโลยีอย่างไรโดยเฉพาะในมิติทางประวัติศาสตร์ การศึกษาประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์จะมองเห็นบทบาทของเทคโนโลยีแทรกอยู่อย่างไรบ้าง

2) คำว่าวิทยาศาสตร์เป็นผลผลิตในสมัยหลัง เมื่อศึกษาผ่านพัฒนาการตั้งแต่อดีต กิจกรรมและสำนักทางความคิดแบบใดบ้างที่จะรวมไว้ในประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์

3) จุดเปลี่ยนสำคัญในประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์อยู่ที่ประเด็นใดบ้าง และควรอธิบายความเปลี่ยนแปลงเหล่านั้นกับผลกระทบที่เกิดขึ้นอย่างไร

4) แนวทางเล่าเรื่องและตีความประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์มีแนวทางใดบ้าง ประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์มีการโต้แย้งหรือหักล้างในแง่มุมนี้หรือไม่

ประเด็นที่กำหนดมาข้างต้นถือเป็นคำถามพื้นฐานเพื่อประกอบการศึกษาประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ที่น่าจะช่วยให้เข้าถึงสาระสำคัญของประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น หากกล่าวในภาพรวม ประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ดังที่จะนำเสนอในหนังสือนี้ต้องการสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับที่มาขององค์ความรู้และการคิดค้นต่างๆ เพื่อชี้ให้เห็นการปรับเปลี่ยนกรอบวิธีคิดโลกทัศน์ รวมถึงมุมมองที่มนุษย์มีต่อวิทยาศาสตร์ในบางช่วงของอดีต ตลอดจนการรับมือกับปัญหาเฉพาะบางประการทั้งปัญหาที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม ดังจะได้เห็นต่อไปว่า การปรับตัวของมนุษย์ภายใต้จังหวะก้าวต่างๆ ในประวัติศาสตร์ช่วยนำพาสังคมไปสู่ภูมิปัญญาที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้นอย่างไรบ้าง รวมไปถึงการตีความและให้ความหมายกับประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ที่จะกล่าวไว้ในช่วงท้าย

1.2 เส้นแบ่งวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี

ในเบื้องต้นสมควรต้องพิจารณานิยามของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นอันดับแรก กล่าวคือ ราชบัณฑิตยสถาน (2556, น.1120) ให้นิยามว่า “วิทยาศาสตร์ น. ความรู้ที่ได้โดยการสังเกตและค้นคว้าจากปรากฏการณ์ธรรมชาติแล้วจัดเข้าเป็นระเบียบ, วิชาที่ค้นคว้าได้หลักฐานและเหตุผลแล้วจัดเข้าเป็นระเบียบ” ขณะที่ “เทคโนโลยี น. วิทยาการที่นำเอาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ให้เกิดประโยชน์ในทางปฏิบัติ อุตสาหกรรม เป็นต้น (อ.technology)” (ราชบัณฑิตยสถาน, 2556, น.580)

กรณีของวิทยาศาสตร์หากเปรียบเทียบกับนิยามจากแหล่งอื่น เช่น การนิยามคำว่า Science หมายถึง “The observation, identification, description, experimental investigation, and theoretical explanation of phenomena.” (Houghton Mifflin Company, 1993, p.1221) จะเห็น

ถึงจุดที่สอดคล้องกันว่าลักษณะของวิทยาศาสตร์ต้องมีพื้นฐานจากการสังเกต
ปรากฏการณ์ธรรมชาติ หลังจากผ่านการสังเกตแล้วจึงมีกระบวนการสร้าง
ความรู้ทางทฤษฎีขึ้นมา ซึ่งอาจจะรวมถึงการสังเกตจากการทดลองด้วย

ส่วนคำว่าเทคโนโลยีแม้ดูเหมือนจะมีจุดเน้นที่การประยุกต์ใช้งาน
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แต่หากเทียบกับนิยามจากแหล่งอื่นจะพบความน่าสนใจ
มากขึ้น เพราะมีการนิยาม Technology ว่าหมายถึง “The application of
science, esp. to industrial or commercial objectives./*Anthro.* The body
of knowledge available to a civilization that is of use in fashioning
implements, practicing manual arts and skills, and extracting or
collecting materials.” (Houghton Mifflin Company, 1993, p.1393)
โดยทั่วไปในปัจจุบันมักเข้าใจว่า เทคโนโลยีเป็นการประยุกต์ใช้งานความรู้ทาง
วิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะต้องประยุกต์ใช้ให้เห็นผลลัพธ์ในทางอุตสาหกรรมหรือ
เชิงพาณิชย์ แต่มีข้อที่น่าสนใจจากนิยามทางมานุษยวิทยาซึ่งเทคโนโลยี
หมายความถึงองค์ความรู้ที่อารยธรรมหนึ่งๆ ได้มาแล้วนำไปใช้เกิดประโยชน์
รวมถึงการเพิ่มพูนทักษะและงานศิลปะ การสกัดหรือรวบรวมวัสดุด้วย

ดังนั้นในบริบทของการศึกษาอดีต คำว่าเทคโนโลยีจึงควรจะใช้โดย
กินความหมายกว้าง เพราะในประวัติศาสตร์อารยธรรมของมนุษย์ การรู้จักใช้
ไฟ การสร้างเครื่องมือจากหิน การหลอมเหล็ก การทำภาชนะดินเผา การสกัด
สีจากธรรมชาติเพื่อเขียนลายบนภาชนะ การย้อมผ้า เครื่องทอผ้า การรู้จักใช้
สมุนไพรทำยา ฯลฯ ล้วนสะท้อนความก้าวหน้าเชิงเทคโนโลยีของมนุษย์ตั้งแต่
อดีต ด้วยนัยนี้ การเล่าประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ในบางครั้งจึงมีการเสนอให้
มองพัฒนาการที่แยกจากกันระหว่างจารีตสายเทคนิค (technical tradition)
กับจารีตจิตวิญญาณ (spiritual tradition) (Mason, 1962, p.11)

เนื่องจากประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์สนใจพัฒนาการทางความคิดเป็นสำคัญ โดยเฉพาะเมื่อมนุษย์พยายามหาคำตอบเกี่ยวกับธรรมชาติ จึงหลีกเลี่ยงไม่ได้ที่หนังสือเล่มนี้จะถือว่าพัฒนาการของเทคโนโลยีเป็นเรื่องรองลงไป เพราะการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีในหลายโอกาสมิได้สะท้อนความคิดลุ่มลึกในเชิงวิทยาศาสตร์ อาทิ มนุษย์รู้จักใช้ไฟเพื่อให้ความร้อน ให้แสงสว่าง หรือปรุงอาหาร ก่อนที่มนุษย์จะรู้ว่าไฟคืออะไร ซึ่งปัจจุบันในทางเคมีได้แบ่งแยกสสารออกเป็นสามสถานะ คือ ของแข็ง ของเหลว และก๊าซ แต่ไฟไม่เข้าข่ายทั้งสามกรณีจึงระบุว่าไฟเป็นสสารประเภทพลาสมา (plasma) หรือมนุษย์รู้จักปรากฏการณ์ไฟฟ้าและประยุกต์ใช้ก่อนจะรู้จักอิเล็กตรอน (electron)

ข้อสังเกตจากตัวอย่างข้างต้นคือ มนุษย์สามารถใช้งานเทคโนโลยีก่อนที่จะสถาปนาความรู้เชิงทฤษฎีวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างเพิ่มเติมที่นำมาจากประวัติศาสตร์ล้วนครอบคลุมข้อเท็จจริงดังกล่าว เช่น มนุษย์ทำปฏิทินขึ้นใช้และนับเดือนปีได้ทั้ง ๆ ที่ยังเชื่อว่าโลกเป็นศูนย์กลางของจักรวาล มนุษย์รู้จักหลอมโลหะมาใช้งาน ไม่ว่าจะเป็เหล็ก ทองแดง หรือสำริด โดยไม่มีทฤษฎีเกี่ยวกับโลหะเหล่านี้หรือตารางธาตุ มนุษย์ยกย่องทองคำเป็นโลหะมีค่าเพราะทองคำไม่เป็นสนิม โดยไม่มีทฤษฎีมารองรับว่าเหตุใดโมเลกุลของทองคำจึงทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศยากกว่าโลหะประเภทอื่น มนุษย์ทำภาชนะดินเผาได้โดยไม่ต้องอาศัยทฤษฎีมารองรับว่า การเผาดินเผาไปเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของดินไปได้อย่างไร ตัวอย่างเหล่านี้ล้วนแสดงให้เห็นว่า การใช้ประโยชน์เทคโนโลยีตามแนวทางที่ต้องการไม่จำเป็นต้องมีความรู้เชิงทฤษฎีวิทยาศาสตร์เสียด้วยซ้ำ ในหลายกรณี การปรับปรุงใช้งานได้สำเร็จไม่ได้สะท้อนความลุ่มลึกในองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ความข้อนี้นับเป็นเหตุผลสนับสนุนว่า เหตุใดจึงมีข้อเสนอให้จำแนกจารีตช่างฝีมือ (craft tradition) หรือจารีตสายเทคนิคที่แฝงอยู่ในประวัติศาสตร์