

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (SCIENCE & TECHNOLOGY)

รองศาสตราจารย์ ดร.ไสว เลี่ยมแก้ว*

คำว่า วิทยาศาสตร์ และคำว่า เทคโนโลยี เป็นที่คุ้นเคยกันในปัจจุบัน แต่เมื่อต้องการความชัดเจนก็มักโต้เถียงกันบ่อยๆ นอกจากนี้ การจัดประเภทของสาขาวิชาในมหาวิทยาลัย ก็มักจะนำเอาความหมายของคำวิทยาศาสตร์ และไม่ใช้วิทยาศาสตร์ มาเป็นเกณฑ์ในการจัดประเภทของสาขาวิชาอีกด้วย ผู้เขียนจึงคิดว่าเรื่องนี้ควรแก่การใส่ใจ

ความหมายของ “วิทยาศาสตร์”

ถ้าพิจารณาสัญลักษณ์กลุ่มหนึ่งที่ประกอบขึ้นด้วยตัวอักษรเป็นหน่วยที่มีความหมาย เช่น “แมว” “คน” ก็จะเห็นว่าโดยแท้จริงแล้วคำทั้งสองนี้เป็นแต่เพียงกลุ่มของสัญลักษณ์บางคำในตัวของมันเองไม่มีความหมาย แต่ที่มันมีความหมายก็เพราะว่า มันชี้ถึง “บางสิ่ง” นั่นคือ คำว่า “แมว” ก็ชี้ถึงวัตถุบางอย่างที่เคลื่อนไหวได้ มีชีวิต มีสี่ขา ร้องเหมียวๆ ฯลฯ ซึ่งสิ่งนั้นมีจริงในโลกนี้คำว่า “คน” ก็เช่นเดียวกัน แต่คำว่า “ประชาธิปไตย” นั้น มันชี้ถึงบางสิ่งบางอย่างเหมือนกัน แต่สิ่งนั้นเป็น “นามธรรม” เรามองไม่เห็น เราไม่รู้ว่ามันอยู่ที่ไหน มันไม่มีอยู่จริง เพียงแต่เราสร้างมันขึ้นมาในความคิดเท่านั้น คำบางคำจึงชี้ถึงสิ่งที่มีตัวตน แต่บางคำชี้

ถึงสิ่งที่ไม่มีตัวตน คำที่ชี้ถึงสิ่งที่มีตัวตน เราทดสอบได้ไม่ยาก แต่คำที่ชี้ถึงสิ่งที่ไม่มีตัวตน เราจะทดสอบว่าผิดหรือถูกได้ยากมาก หรือไม่ได้เลย เช่น ถ้าใครนิยาม “แมว” ว่า “แมวคือสัตว์สี่เท้า ด้วยยาวเหมือนงู” เราก็สามารถทดสอบคำนิยามนี้ว่าผิดหรือไม่ผิดได้ ด้วยการไปสังเกตหรือ จับแมวมาเปรียบเทียบกับคำนิยามนี้ ก็จะเห็นได้ว่า ผิดทันที แต่คำว่าประชาธิปไตย ผิ เทวดา ท่านจะเอาอะไรมาทดสอบ เพื่อที่จะลงความเห็นว่าผิด หรือถูก คำที่ชี้ถึงอะไรก็ไม่ว่าตัวตนไม่ได้ นี่จึงทดสอบว่าผิดหรือถูกได้ยาก หรือไม่ได้ นอกจากจะนำไปเปรียบเทียบกับความหมายในพจนานุกรม แต่ก็ทดสอบไม่ได้อีกเช่นกัน เพราะว่า พจนานุกรมแต่ละเล่ม คำๆ เดียวกันมีความหมายไม่เหมือนกัน การกล่าวถึงคำที่ไม่มีตัวตนนี้ จึงกล่าวได้อย่างเสรีมาก คำว่า วิทยาศาสตร์ ที่จะกล่าวต่อไปนี้ก็เช่นเดียวกัน ผู้เขียนจะกล่าวได้อย่างเสรี เพราะไม่รู้ว่ามันชี้ถึงสิ่งที่มีตัวตนอย่างไร แต่ก็ไม่ไร้ความหมาย เนื่องจากสมเหตุสมผล เรื่องที่กล่าวมาทั้งหมดนี้เป็นปัญหาเกี่ยวกับ ความรู้ และความจริงแท้ของความรู้ และนี่คือการเริ่มต้นของปัญหาเกี่ยวกับความหมายของวิทยาศาสตร์

* ผู้อำนวยการหลักสูตรประกาศนียบัตรบัณฑิต วิทยาลัยเทคโนโลยีภาคใต้ จังหวัดนครศรีธรรมราช

ในสมัยอดีตกาล ชาวกรีกโบราณบางกลุ่มได้อภิปรายกันถึงปัญหาเกี่ยวกับความรู้ ความจริงแท้ของจักรวาล ในจำนวนนี้มีอยู่คนหนึ่งที่ได้กล่าวถึงหน่วยเล็กที่สุดของความจริงแท้คือ ดีโมคริตุส (Democritus, 460–360 B C) ระบบความคิดของเขาก็คือ เขาเริ่มจากสิ่งที่เขาสัมผัสได้ เช่น หิน ดิน เหล็ก เป็นต้นว่า ถ้าเราทำลายหินให้ละเอียด เราก็จะได้หินก้อนเล็กๆ เป็นก้อนกรวด ทราช ถ้าเราทำให้เล็กลงไปอีก และเล็กลงไปอีกเรื่อยๆ ด้วยวิธีการใดๆ จนไม่สามารถที่จะทำให้เล็กต่อไปได้อีก แล้วหน่วยเล็กที่สุดนั้นเรียกว่า “ความจริงแท้” ของวัตถุ ความจริงแท้นี้ แยกต่อไปอีกไม่ได้ มันเป็นหน่วยเดียวที่บริสุทธิ์ จึงไม่มีการเปลี่ยนแปลง เพราะไม่มีอะไรจะเปลี่ยนแปลง เนื่องจากมีหน่วยเดียว เมื่อไม่เปลี่ยนแปลง ก็ไม่เสื่อมสลาย ตัวมันเองจึงมีความเป็นนิรันดร์ ในขณะที่เดียวกัน ก็ยังคงเป็นวัตถุโดยหลักการ เขาเรียกหน่วยเล็กที่สุดนี้ว่า “อะตอม” (Atom) (ในปัจจุบันนี้นักวิทยาศาสตร์พบว่า ยังมีหน่วยที่เล็กกว่านั้นอีก) ดีโมคริตุสอธิบายสิ่งต่างๆ ในจักรวาลว่า สิ่งเหล่านั้นล้วนแต่ประกอบกันขึ้นด้วยอะตอมเหล่านี้ทั้งสิ้น ดังนั้น ความจริงแท้ในจักรวาลนี้ก็คือวัตถุ สิ่งที่ไม่ใช่วัตถุนั้น ไม่มี และเรียกความคิดนี้ว่า “วัตถุนิยม” หรือ “สสารนิยม” (Materialism)

ความเชื่อแบบวัตถุนิยมนี้ ทำให้คิดกันต่อไปว่า วัตถุเป็นสิ่งที่สังเกตได้ สัมผัสได้ วัตถุได้ ดังนั้น สิ่งที่จะเป็นความรู้ที่แท้จริงของมนุษย์จะต้องเป็นความรู้ที่ได้มาโดยการสัมผัส สิ่งใดที่สัมผัสไม่ได้ไม่ว่าจะโดยตรงหรือโดยอ้อม สิ่งนั้นจะต้องเป็นความรู้ที่ไม่จริง เป็นความรู้เท็จ

กระบวนการที่จะได้ความรู้มาจึงเป็น “กระบวนการ” (Processes) หรือ “เป็นระบบ” (System) เช่น เริ่มต้นด้วยการสัมผัส รับรู้ และจำ เป็นความรู้ สะสมกันเข้าเป็นระบบความรู้ ทำให้เกิดปรัชญาประจักษ์นิยม (Empiricism) ปฏิฐานนิยม (Positivism) ขึ้นมา และเรียกปรัชญาเหล่านี้ว่า เป็น “ปรัชญาวิทยาศาสตร์” (Philosophy of Science) แนวคิดแบบนี้ก็เรียกกันว่าเป็น “แนวคิดแบบวิทยาศาสตร์” ความรู้ที่ได้มาก็เป็น “ความรู้แบบวิทยาศาสตร์” (Scientific Knowledge) คำว่า “วิทยาศาสตร์” จึงมีความหมายเป็นสองนัย คือกระบวนการ กับ องค์ความรู้ กระบวนการก็คือกิจกรรมที่ให้ได้มาซึ่งความรู้ และความรู้ที่ได้จากกระบวนการดังกล่าวก็คือ องค์ความรู้แบบวิทยาศาสตร์

ในปัจจุบัน คำว่า Science มีความหมายค่อนข้างสับสน ถ้าดูจากรากศัพท์ในภาษาละติน (Latin) ก็จะได้ความหมายว่า Science คือ Knowledge หรือองค์ความรู้ แต่เป็นองค์ความรู้ที่มีระบบ (Systematic body of Knowledge) หรือ กระบวนการศึกษาเหตุการณ์ธรรมชาติด้วยวิธีการเชิงทดลอง (Chaplin, 1979 ; p. 472) องค์ความรู้ที่เป็นระบบ หมายความว่า ความรู้นั้นมีที่มาอย่างมีระบบ เช่น ความรู้เชิงประจักษ์ ก็มีที่มาจากสิ่งแวดล้อมผ่านระบบประสาทสัมผัสเข้ามาในระบบการรับรู้สัมผัส และการรับรู้ไปจนกระทั่งจำ หรือเก็บความรู้เอาไว้ อย่างนี้ก็ถือว่า ได้ความรู้มาอย่างเป็นระบบ หรือว่าความรู้ที่ได้มาโดยกระบวนการวิจัย ซึ่งเป็นความรู้ประเภทกฎบรรยาย (Descriptive Laws) อย่างนี้ก็เป็นการได้มาอย่างมีระบบ หรือ ความรู้ที่ได้มา

โดยการคิดเชิงเหตุผล ก็ถือว่าเป็นความรู้ที่ได้มาอย่างมีระบบเช่นกัน เพราะว่าก่อนที่จะได้ความรู้มาจะต้องมีกระบวนการคิดแบบเหตุผล ดังนั้นเราจะเห็นว่า สาขาวิชาต่างๆ ต่างก็เรียกกันว่า Science กันทั้งนั้น เพราะว่า การได้ความรู้มาไม่ว่าจะจากสิ่งที่สังเกตได้ หรือไม่ได้ ถ้าเป็นระบบแล้วก็ถือเอาว่าเป็น Science จึงทำให้รู้สึกสับสน เช่น มีสาขา Natural Science (เช่น เคมี ฟิสิกส์ ชีววิทยา) Social Science (วิทยาศาสตร์สังคม) (เช่น จิตวิทยา รัฐศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ เป็นต้น) Mathematical Science (วิทยาศาสตร์คณิต) Formal Science (วิทยาศาสตร์แบบแผน เป็นประเภทคณิตศาสตร์ เหมือนกัน) Value Science (วิทยาศาสตร์ค่านิยม) Art Science (วิทยาศาสตร์ศิลปะ) เป็นต้น (คนทั่วไปเรียกว่า สังคมศาสตร์ คณิตศาสตร์ ค่านิยมศาสตร์ ศิลปศาสตร์ ตามลำดับ) การใช้คำ “วิทยาศาสตร์” หรือ Science ในความหมายเหล่านี้เรียกว่า ความหมายอย่างกว้าง ทำให้สับสนมาก

อีกความหมายหนึ่งของ Science คือ ความหมายในแบบแคบ ในความหมายแบบแคบนี้ ใช้กับสาขาที่ศึกษาเกี่ยวกับ วัตถุ และกระบวนการที่เกิดจากวัตถุ โดยใช้วิธีการวิทยาศาสตร์ หรือการวิจัย ซึ่งได้แก่สาขาวิทยาศาสตร์ ทั้งวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ (Natural Science) เช่น เคมี ฟิสิกส์ ชีววิทยา รวมทั้ง “คณิตศาสตร์” ด้วย (คณิตศาสตร์บริสุทธิ์ ถือเป็น Formal Science) เป็นต้นเหตุที่ถือเอาว่า คณิตศาสตร์เป็น Science ด้วยก็เพราะว่า ในการสร้างทฤษฎีเชิงประจักษ์นั้น นักวิทยาศาสตร์นิยมสร้างเป็นรูปสมการทางคณิตศาสตร์ แต่

“เชื่อมโยง” กับเหตุการณ์ในธรรมชาติ ที่สามารถนิรนัยเป็น สมมุติฐาน ไปทดสอบด้วยกระบวนการวิจัยเชิงทดลองได้ที่ว่าในวงแคบก็หมายความว่าเพิ่มเติมว่า ใช้คำ Science ได้เฉพาะในแบบแคบนี้เท่านั้นสาขาอื่นไม่ควรใช้คำว่า วิทยาศาสตร์ หรือ Science

อย่างไรก็ตาม ในสาขาวิทยาศาสตร์ มีทั้งเนื้อหาวิชาที่เป็นองค์ความรู้ และกระบวนการที่ได้มาซึ่งองค์ความรู้ นั้น ดังนั้น ในการที่เราจะให้ค่านิยมของคำว่าวิทยาศาสตร์ เราอาจจะใช้ความหมายทางองค์ความรู้ หรือ กระบวนการหรือไม่ก็ ทั้งสองอย่าง มากำหนดความหมายก็ได้ ดังนั้น ผู้เขียนจะอภิปรายเรื่องทั้งสองนี้ คือ “กระบวนการ” และ “องค์ความรู้” ให้มากกว่าที่กล่าวมาแล้วอีกเล็กน้อย ดังต่อไปนี้

คำว่า “กระบวนการ” (Process) โดยทั่วไป หมายถึงเหตุการณ์ที่ประกอบด้วย

- (1) ขั้นเริ่มต้น
- (2) ขั้นดำเนินไป
- (3) ขั้นสิ้นสุด เหตุการณ์เหล่านี้สัมพันธ์

กันเป็นระบบ และสับที่กันไม่ได้ เช่น ขั้นสิ้นสุดจะเกิดก่อนขั้นเริ่มต้นไม่ได้ เหตุการณ์เกี่ยวกับการได้ความรู้มา กรณีที่เชื่อว่า สิ่งที่มีจริงในโลกนี้คือ สสาร ก็จะเริ่มต้นโดย

(1) การสังเกต สัมผัส ด้วยระบบประสาทสัมผัส จากนั้น สารที่สัมผัสนั้น จะเดินทางในบางรูปแบบต่อไปจนถึงสมอง ที่บริเวณรับรู้รู้สึกสัมผัส นั้นๆ อนึ่ง การสัมผัสนี้ อาจเกิดการสัมผัสจากสิ่งกระตุ้นภายในร่างกายก็ได้ เช่น การกระตุ้นจากต่อมต่างๆ เป็นต้น

(2) เกิดการรู้สึกสัมผัสจากกระบวนการที่รับสัมผัสนั้นๆ และเกิดการรับรู้ ในขั้นนี้เรียกว่า **“ประสบการณ์” (Experience)** ผู้รับสัมผัส ก็จะเป็นผู้มีประสบการณ์แล้วในขณะนั้น

(3) ถ้าได้เก็บสารที่รับรู้ไว้นั้นต่อไปในระบบความรู้ ก็เป็นความรู้ที่ได้มาและเป็นการสิ้นสุดของขั้นสุดท้ายหลังจากการสัมผัส

กระบวนการ กับความรู้ จึงสัมพันธ์กัน ขอให้สังเกตว่า ในขั้นการสังเกตนั้น สิ่งที่ถูกสังเกตจะต้องเป็น วัตถุ หรือสสารและหรือปรากฏการณ์ที่เกิดจากสสารนั้น และความคิด เช่นนี้สอดคล้องกับ **“วิทยาศาสตร์”** ที่เชื่อเรื่องวัตถุ และปรากฏการณ์ของวัตถุ ว่าเป็นสิ่งที่มีจริง และเชื่อว่า ความรู้ถูกกำหนดโดยประสบการณ์ ทั้งจากสาเหตุภายนอก และสาเหตุภายใน ดังนั้น กระบวนการดังที่กล่าวมาจึงเป็น **“กระบวนการที่มีระบบ”** ตามความหมายของคำว่า **วิทยาศาสตร์** ที่กล่าวไว้ข้างบนนี้

อนึ่ง กระบวนการสามขั้นตอนที่กล่าวข้างบนนี้ ถ้าจะขยายกระบวนการระหว่างขั้นที่ (1) – (3) ออกไปอีกเพื่อให้สะดวกต่อการปฏิบัติจริง ไม่ใช่กระบวนการคิด ดังที่กล่าวข้างบนนี้ โดยขยายขั้นที่ (1) และ (2) ออกไปเป็น **ขั้นสังเกต** และเกิดปัญหา ขยายขั้นที่ (2) และ (3) ออกไปเป็น **ขั้นตั้งสมมุติฐาน** **ขั้นรวบรวมข้อมูล** **ขั้นวิเคราะห์ข้อมูล** และ **ขั้นสรุปผลการวิเคราะห์** ได้ผลเป็นความรู้ ก็เรียกว่า **“กระบวนการ”** เหมือนกัน แต่คราวนี้เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า **“กระบวนการวิจัย” (Research Processes)** แต่เนื่องจาก กระบวนการนี้ ใช้เพื่อเป็น **“เครื่องมือ”** ค้นหาคำความรู้ ดังนั้น มันจึงเป็น

“วิธีการ” (Method) และ ดังนั้น จึงได้เรียกกระบวนการวิจัยว่า **“วิธีการวิจัย” (Research Method)** แต่เนื่องจากกระบวนการนี้ เริ่มต้นจาก **“สิ่งที่สังเกตได้”** ซึ่งสอดคล้องกับความเชื่อทางวิทยาศาสตร์ ดังที่ได้อภิปรายมาแล้ว ดังนั้น จึงได้เรียกว่า **“วิธีการวิทยาศาสตร์”** หรือ **“Scientific Method”** และความรู้ที่ได้ ก็เรียกว่า **“ความรู้แบบวิทยาศาสตร์”** หรือ **“Scientific Knowledge”** ความรู้แบบวิทยาศาสตร์ ที่ได้จากกระบวนการวิทยาศาสตร์นี้ จะเป็นความรู้ประเภท **“กฎ”** เรียกว่า **“กฎบรรยาย” (Descriptive Laws)** กฎนี้จะมีอำนาจในการ **“อธิบาย พยากรณ์ และควบคุม” (Explanation, Prediction, Control)** ทั้ง **“ความรู้แบบวิทยาศาสตร์”** และ **“วิธีการวิทยาศาสตร์”** ต่างก็ชี้ถึง **“ความเป็นวิทยาศาสตร์”** ได้เหมือนกัน กัน

อนึ่ง กระบวนการข้างบนนี้ ในขั้นที่ (2) และ (3) หลังจากที่ได้เกิดการรับรู้แล้วนั้น และถ้าเกิดการสงสัยว่าสิ่งที่สัมผัสนั้นคืออะไร จริงหรือเท็จ (True , False) หรือไม่ประการใด บุคคลอาจจะคิดแก้ปัญหาได้อีกวิธีหนึ่ง คือ **วิธีคิดเชิงเหตุผล** โดยใช้หลักทางตรรกะมาเป็นเครื่องมือในการคิด การคิดวิธีนี้ไม่ต้องใช้หลักการทางสถิติ มาวิเคราะห์ข้อมูล ผลจากการคิด ก็ได้ความรู้เหมือนกัน การคิดวิธีนี้ก็คือ **“เป็นระบบ”** เหมือนกัน เรียกว่า **“ระบบการคิดเชิงเหตุผล”** และถ้าใช้เป็นวิธีการวิจัยก็ได้ เรียกว่า **“วิธีการวิจัยเชิงเหตุผล”** หรือ **Rational Method**

ขั้นต่อไป ก็มาถึงเรื่องของการให้คำนิยามกับคำว่า **“วิทยาศาสตร์”** ซึ่งเราสามารถที่จะ

ให้คำนิยามคำว่าวิทยาศาสตร์ได้สองคำนิยาม ดังนี้

(1) กรณีใช้ **องค์ความรู้เป็นเกณฑ์**ในการให้คำนิยาม จะได้ว่า **“วิทยาศาสตร์คือ องค์ความรู้ อย่างมีระบบ”** (Science is an organized systematic body of knowledge) คือ ใช้เนื้อหาเป็นเกณฑ์ หรือ

(2) กรณีใช้ **กระบวนการเป็นเกณฑ์**ในการให้คำนิยาม ก็จะได้ว่า **“วิทยาศาสตร์คือ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หรือ วิธีการทางวิทยาศาสตร์”** (Science is a scientific method หรือ Science is a process)

ถ้าใช้คำนิยามแรก คือ นิยามว่า วิทยาศาสตร์คือ **องค์ความรู้**อย่างมีระบบ เราก็จะได้สาขาวิชาที่จัดอยู่ในกลุ่มนี้กว้างขวางมาก คือ ถ้าสาขาวิชาใดๆ ได้ระบบความรู้มาด้วยกระบวนการที่เป็นระบบ ซึ่งกระบวนการนั้นจะเป็นการวิจัยเชิงประจักษ์ หรือกระบวนการวิจัยเชิงเหตุผลหรือไม่ก็ตาม สาขาวิชานั้นก็จัดเข้าเป็นวิทยาศาสตร์ทั้งสิ้น นั่นคือ เกือบทุกสาขาวิชาเป็นวิทยาศาสตร์ ดังนั้น เราจึงเห็นชื่อสาขาวิชาต่างๆ ถ้าใช้ภาษาอังกฤษ ก็จะมีคำว่า Science ต่อท้ายเสมอ สาขาวิชาเหล่านี้ นอกจากจะประกอบด้วยกลุ่มวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ (Natural Science) ซึ่งได้แก่ เคมี ฟิสิกส์ ชีววิทยา เป็นต้น และรวมเอาคณิตศาสตร์เข้ามาไว้ในกลุ่มนี้ด้วย ตามเหตุผลที่ได้อภิปรายมาแล้ว และกลุ่ม วิทยาศาสตร์สังคม (Social Science) ซึ่งประกอบด้วย จิตวิทยา เศรษฐศาสตร์ รัฐศาสตร์ สังคมวิทยา มานุษยวิทยา เป็นต้น แล้วยังรวมเอาสาขาวิชาอื่นๆ นอกจากที่กล่าวมา รวมเข้าไปด้วย กล่าวคือ

เกือบทุกสาขาวิชาเป็นวิทยาศาสตร์ ดังนั้น เราจึงเห็น สาขาวิชา Value Science , Arts Science เป็นต้น ในข้อเขียนบางแห่ง ซึ่งถือเป็นคำนิยามที่กว้างขวาง และทำให้เกิดความสับสนมาก

ถ้าใช้คำนิยามที่สอง คือ นิยามว่า วิทยาศาสตร์คือ**กระบวนการทางวิทยาศาสตร์**แล้ว เราจะได้ว่า วิชาใดๆ ที่ใช้กระบวนการ หรือวิธีการวิทยาศาสตร์ หรือวิธีการวิจัยเชิงประจักษ์ เพื่อค้นหาองค์ความรู้ แล้วสาขาวิชานั้นก็จัดเข้าเป็นประเภท วิทยาศาสตร์ ซึ่งเราจะได้กลุ่มวิชาที่แคบเข้ามา ได้แก่ กลุ่มวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ ซึ่งประกอบด้วย เคมี ฟิสิกส์ ชีววิทยา (ไม่รวมคณิตศาสตร์ เพราะวาคณิตศาสตร์ไม่ได้ใช้กระบวนการวิจัย) เป็นต้น และกลุ่มวิทยาศาสตร์สังคม ซึ่งประกอบด้วย จิตวิทยา สังคมวิทยา เศรษฐศาสตร์ รัฐศาสตร์ และมานุษยวิทยา เป็นต้น สาขาวิชาอื่นๆ ที่ไม่ได้ใช้กระบวนการวิจัยเชิงประจักษ์สำหรับค้นหาความรู้แล้ว สาขาวิชานั้นก็ไม่ใช้วิทยาศาสตร์ เช่น สาขาปรัชญา สาขาคณิตศาสตร์บริสุทธิ์ สาขาการศาสนา สาขาวรรณกรรม สาขาศิลปกรรม เป็นต้น

วิทยาศาสตร์บริสุทธิ์และวิทยาศาสตร์ประยุกต์

ในธรรมชาติจะมีสสาร และเหตุการณ์ที่เกิดจากสสาร สิ่งธรรมชาติเหล่านี้จะสัมพันธ์กันบ้าง ไม่สัมพันธ์กันบ้าง เช่น การเจริญเติบโตของพืชสัมพันธ์กับแสงแดดและอาหารสัตว์สัมพันธ์กับพืช ลมสัมพันธ์กับอุณหภูมิ เป็นต้น ความสัมพันธ์เหล่านั้น อาจจะเป็นความสัมพันธ์แบบ **“สาเหตุและผล”** (Cause – Effect) หรือแบบ **“สหสัมพันธ์”** (Correlation) ก็ได้

ความสัมพันธ์เหล่านี้จึงมีอยู่ก่อนแล้วในธรรมชาติ และมีลักษณะเป็น “กฎ” เรียกว่า “กฎธรรมชาติ” (Natural Laws) หรือ “กฎบรรยาย” (Descriptive Laws) กฎเหล่านี้ถ้าเป็นแบบสาเหตุและผล ก็เรียกว่า “กฎเชิงสาเหตุและผล” (Causal Laws) ถ้าเป็นแบบ สหสัมพันธ์ ก็เรียกว่า “กฎเชิงสหสัมพันธ์” (Correlation Laws) นักวิทยาศาสตร์ค้นหากฎเหล่านี้ด้วยเครื่องมือที่เรียกว่า วิธีการวิทยาศาสตร์ หรือ การวิจัย และด้วยเหตุที่วิธีการนี้ เริ่มต้นด้วยการสังเกตจากสิ่งที่สังเกตได้ หรืออย่างน้อย มีความเป็นไปได้ที่จะสังเกต จึงได้เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า “การวิจัยเชิงประจักษ์” หรือ Empirical Research ผลจากการวิจัยนี้จะได้ “กฎ” เหล่านั้นมา กฎนี้คือ องค์ความรู้ สะสมกันเข้าเป็นระบบขององค์ความรู้ และที่เรียกว่า องค์ความรู้แบบวิทยาศาสตร์ ก็คือ องค์ความรู้ประเภทกฎเหล่านี้นั่นเอง และยังรวมถึงความรู้ประเภท ข้อเท็จจริงต่างๆ ด้วย องค์ความรู้เหล่านี้เป็นองค์ความรู้บริสุทธิ์ (Pure Knowledge) กระบวนการวิจัยที่ใช้ค้นหาองค์ความรู้บริสุทธิ์เหล่านี้ ก็เรียกว่า “การวิจัยบริสุทธิ์” “(Pure Research)” องค์ความรู้ของกลุ่ม Natural Sciences และ Social Sciences ที่ได้กล่าวมาแล้ว จึงเป็นความรู้ประเภท กฎธรรมชาติ ที่ได้มาจากการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) และการวิจัยเชิงสหสัมพันธ์ (Correlation Research)

กฎธรรมชาติทุกกฎจะมีลักษณะของการอธิบาย (Explanation) การพยากรณ์ (Prediction)

และการควบคุม (Control) ทั้งนี้เพราะว่า กฎจะมีรูปแบบดังนี้

“ถ้า.....แล้ว” เช่น “ถ้า A , แล้ว B ”

ซึ่งจะเห็นว่า ถ้าเราสามารถควบคุม A ได้ หรือจัดกระทำกับ A ได้ แล้ว A จะมี “อำนาจ” เป็น “ตัวกระทำ” คือ เป็น “สาเหตุ” ของ B ซึ่งเป็นผู้ถูกกระทำ ได้ หมายความว่า “ถ้าเกิด A แล้วจะต้องเกิด B ตามมาเสมอๆ” ดังนั้น เราจึง พยายาม ไปจาก A ได้ การพยากรณ์จะเป็นดังนี้

ถ้าเราเห็นว่า A เกิด เราก็พยากรณ์ได้ว่า “B จะต้องเกิดตามมา “

ถ้าเราเสียบปลั๊กกระดิกน้ำ แล้วเราพยากรณ์ว่า น้ำต้องเดือด และถ้าเราจะควบคุม เราก็ทำได้ดังนี้

ถ้าเราต้องการให้ B เกิด เราก็ควบคุมให้ เกิดได้โดยจัด “สร้าง A ขึ้นมา” แล้ว B จะเกิดตามมา

ถ้าเราต้องการให้น้ำเดือด เราก็ ควบคุมได้ โดยเราเสียบปลั๊กกระดิกน้ำ

ในกรณีของ “การอธิบาย” ก็เช่น เราเห็นมีการเกิด B ขึ้นมา เราก็กล่าวว่า “เนื่องจาก เมื่อเกิด A แล้วจะเกิด B ตามมาเสมอๆ ดังนั้น การที่เกิด B ขึ้นมานี้ก็เป็นเพราะมี A เกิดขึ้น” เป็นต้น กฎตามตัวอย่างที่กล่าวมานี้เป็นกฎประเภท กฎเชิงสาเหตุและผล (Cause – Effect)

กฎอีกประเภทหนึ่งเรียกว่า กฎเชิงสหสัมพันธ์ (Correlation Laws) รูปแบบเชิงสมมุติฐาน (Hypothetical Form) ของกฎข้างบน

นี้ เป็นได้ทั้ง กฎเชิงสาเหตุและผล และกฎเชิง สหสัมพันธ์ ถ้าเราจัดกระทำกับ A ได้ ก็เป็นกฎ เชิงสาเหตุและผล ถ้าเราไม่ได้จัดกระทำกับ A แล้วความสัมพันธ์ระหว่าง A กับ B ก็เป็นแบบ สหสัมพันธ์ หรือกฎเชิงสหสัมพันธ์ ในการใช้กฎ เชิงสหสัมพันธ์มาควบคุม หรือ พยากรณ์ก็ สามารถอธิบายได้ในทำนองเดียวกัน

การที่กฎธรรมชาติมีคุณสมบัติดังที่ กล่าวมา ทำให้วิทยาศาสตร์มีเป้าหมาย (Goal of Science) ว่า “วิทยาศาสตร์มีเป้าหมายเพื่อ พยากรณ์ เพื่ออธิบาย และเพื่อควบคุม”

นอกจากนี้ การพยากรณ์ และการควบคุม ของ กฎ ธรรมชาติ ดัง ที่ กล่าว มา ทำ ให้ นักวิทยาศาสตร์สามารถนำไปประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวัน เช่นนำกฎทางเคมี ฟิสิกส์ และ ชีววิทยา ไปสร้างเป็นเครื่องปรับอากาศ สร้าง เครื่องนุ่งห่ม สร้างยารักษาโรค สร้างยานพาหนะ สร้างเครื่องอาหารการกิน เพื่อให้เรามีความ เป็นอยู่อย่างมีความสุข และเป็นสินค้า การนำกฎ ทางจิตวิทยาไปใช้ในการจัดการศึกษา การสอน การบริหาร การอุตสาหกรรม การประชาสัมพันธ์ การโฆษณาชวนเชื่อ การทำสงคราม หรือการอื่น ใด ที่มีเรื่องเกี่ยวกับพฤติกรรมของมนุษย์ หรือ สัตว์ รวมอยู่ด้วย การนำความรู้บริสุทธิ์มา ประยุกต์ใช้ดังกล่าวนี้นี้ เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า “การประยุกต์” หรือ “วิทยาศาสตร์ประยุกต์” (Applied Science)

เทคโนโลยี (Technology)

ในชีวิตประจำวัน เราจะได้ยินคำนี้ อยู่ เสมอ ถ้าถามว่า เทคโนโลยีคืออะไร ก็มักจะตอบ

ว่า คือเครื่องจักรกลต่างๆ เครื่องยนต์ ก็เป็น เทคโนโลยี เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องปรับอากาศ รถยนต์ไปจนกระทั่งดาวเทียม ก็เรียกว่า เทคโนโลยี ตามความหมายนี้ เทคโนโลยีจะเป็น พวงวัตถุ

ถ้าเราเปิดดูคำ Technology จาก พจนานุกรมบางเล่ม ก็จะพบความหมายดังนี้

Technology : Systematic knowledge of and its application to industrial processes ; closely related to engineering and science. (Lapedes, 1978)

Technology : ; systematic application of knowledge to practical tasks in industry. (Hornby, 1974)

Technology : A.....(2) the term denotes the whole, or organized sector of, the body of knowledge about (a) scientific principles and discovery and (b) existing and previous industrial processes , resources of power and materials , and method of transmission and communication which are thought to be relevant to the production or improvement of goods and services. (Gould & Kolb, 1964)

ขอให้สังเกตว่า คำนิยามเหล่านี้แตกต่างกันออกไป แต่ก็ยังมีส่วนที่เหมือนกันบ้าง คือ ส่วนที่กล่าวถึง “องค์ความรู้” หรือ Systematic knowledge ในคำนิยามที่หนึ่ง และ Knowledge

ในคำนิยามที่สอง และ Scientific principles and discovery ในคำนิยามที่สาม โดยที่ในคำนิยามที่สามได้เน้นอย่างชัดเจนมากกว่า เป็นองค์ความรู้ประเภท “Scientific principles and discovery” ซึ่งหมายถึง ความรู้ที่เป็น “หลักทางวิทยาศาสตร์” ซึ่ง หลักทางวิทยาศาสตร์ก็คือ “ข้อความที่เป็นกฎเชิงสาเหตุและผล และกฎเชิงสหสัมพันธ์” ดังที่กล่าวมาแล้ว รวมทั้งข้อความสรุปอื่นๆที่ไม่ใช่กฎธรรมชาติ

คำว่า “หลัก” นั้น ได้แก่ “ข้อความที่ประกอบด้วยมโนทัศน์รวมกันเป็นประโยคหรือลักษณะแบบประโยค และมีความหมายอย่างหนึ่งอย่างใด”

“กฎ” ธรรมชาติทุกกฎจัดเป็น “หลัก” แต่หลักบางหลักเท่านั้นที่เป็นกฎ และ กฎธรรมชาติดังกล่าวเรค้นพบ (Discover) มาจากธรรมชาติ ดังจะเห็นได้จากคำ Discovery

นี่คือ ส่วนที่คำนิยามเหล่านั้นนิยามตรงกัน คือในด้านของ “องค์ความรู้”

อีกด้านหนึ่งที่นิยามตรงกันคือ การ “นำองค์ความรู้ไปใช้” ซึ่งจะเห็นได้จากคำ “... it's application ...” ในคำนิยามที่หนึ่ง “systematic application of knowledge...” ในคำนิยามที่สอง และ “(b)” ในคำนิยามที่สาม

จึงเห็นได้อย่างคร่าวๆว่า คำว่า เทคโนโลยีนั้น รวมเอา “เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์” และ “การนำเนื้อหาไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน” เข้าไว้ด้วยกัน ไม่ใช่หมายเอาเฉพาะ “วัตถุที่ผลิตขึ้น” เช่นเครื่องยนต์กลไกประเภทต่างๆ แต่เพียงอย่างเดียว และ นี่คือสิ่งที่

เราได้ตกลงกัน และสื่อความหมายกันและกันสืบต่อกันมา

อนึ่ง ยังมีคำที่ต้องให้ความชัดเจนอีกคำหนึ่งก็คือ “การนำไปใช้” (Application) ตามที่ปรากฏในคำนิยามเหล่านั้น การนำไปใช้นี้ก็หมายถึง “การนำองค์ความรู้ไปใช้ อธิบาย ทำนาย และ ควบคุม” และหลักที่จะมีอำนาจทำได้สามประการนี้ก็คือ “กฎธรรมชาติ” หรือ Natural Laws ตามที่ผู้เขียนได้อธิบายมาแล้วข้างต้น ผลจากการนำไปใช้ดังกล่าวก็จะ “ได้สิ่งที่เป็นวัตถุและหรือกระบวนการในรูปแบบต่างๆ” ตัวอย่างง่ายๆก็เช่นกฎธรรมชาติที่กล่าวว่า

ถ้าสารถูกความร้อนแล้วสารจะขยายตัว

วิศวกรได้นำกฎนี้ไปสร้างทางรถไฟหรือสร้างสะพาน โดยการวางข้อต่อของเหล็กวางรถไฟ หรือสะพานให้ห่างกันให้พอเหมาะ โดยที่เมื่อมันขยายตัวแล้วมันจะชนกันพอดี เป็นต้น ดังนี้เรียกว่าการนำกฎธรรมชาติซึ่งเป็นองค์ความรู้ไปใช้ในการ “ผลิต” งาน การนำกฎไปใช้เพื่อผลิตงานร่วมกับผลงานนี้ คือ เทคโนโลยี หรืออีกตัวอย่างหนึ่ง กฎกล่าวว่า

“ถ้าของเหลวมีระดับต่างกันแล้วของเหลวจากระดับสูงกว่าจะไหลไปสู่ระดับที่ต่ำกว่า”

วิศวกรได้นำกฎอันนี้ไปสร้างเป็นเขื่อนกั้นน้ำให้ระดับน้ำต่างกันเพื่อเอาพลังงานน้ำมาใช้หมุนเครื่องจักรผลิตไฟฟ้าอีกทอดหนึ่งดังที่เรา รู้จัก กัน ดี ใน สาขา วิทยาศาสตร์ นั้น นักวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ได้ใช้กระบวนการวิจัยไปค้นหากฎธรรมชาติในธรรมชาติแล้วนำมาเผยแพร่

ในวารสารงานวิจัยต่างๆ เมื่อได้มากเข้าก็รวบรวมไว้ในหนังสือเรียกว่าตำรา ตำราทางวิทยาศาสตร์จึงเต็มไปด้วยกฎมากมาย เก็บสะสมไว้ในห้องสมุด ความรู้เหล่านี้จะเป็นความรู้บริสุทธิ์ นักวิทยาศาสตร์ผู้ค้นหาคำรูนี้อีกก็เป็นนักวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ ความรู้และนักวิทยาศาสตร์ประเภทบริสุทธิ์เหล่านี้จะรวมตัวกันอยู่ในคณะวิชาที่ชื่อว่า “คณะวิทยาศาสตร์” ในมหาวิทยาลัยต่างๆ ส่วนนักวิทยาศาสตร์ที่นำกฎดังกล่าวไปใช้สร้างผลผลิตต่างๆ นับตั้งแต่สิ่งเล็กๆมาก เช่น ชิปเล็กๆในเครื่องจักรต่างๆ ไปจนกระทั่ง ดาวเทียมหรือยานอวกาศ นั้น ก็เรียกว่า นักเทคโนโลยีหรือ วิศวกร และผลผลิตก็เป็นงานทางเทคโนโลยี นักวิทยาศาสตร์เหล่านี้จะรวมตัวอยู่ในคณะวิชาที่ชื่อว่า คณะเทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ คณะพาณิชย์การ แล้วแต่กรณี เป็นต้น จึงเห็นได้ว่า วิทยาศาสตร์ (บริสุทธิ์) และเทคโนโลยี จึงคู่กันเสมอ แต่ไม่ใช่สิ่งเดียวกัน อย่างไรก็ตาม วิทยาศาสตร์ มีได้โดยไม่ต้องมีเทคโนโลยี แต่เทคโนโลยีจะมีไม่ได้ถ้าไม่มีวิทยาศาสตร์(บริสุทธิ์)มาก่อน

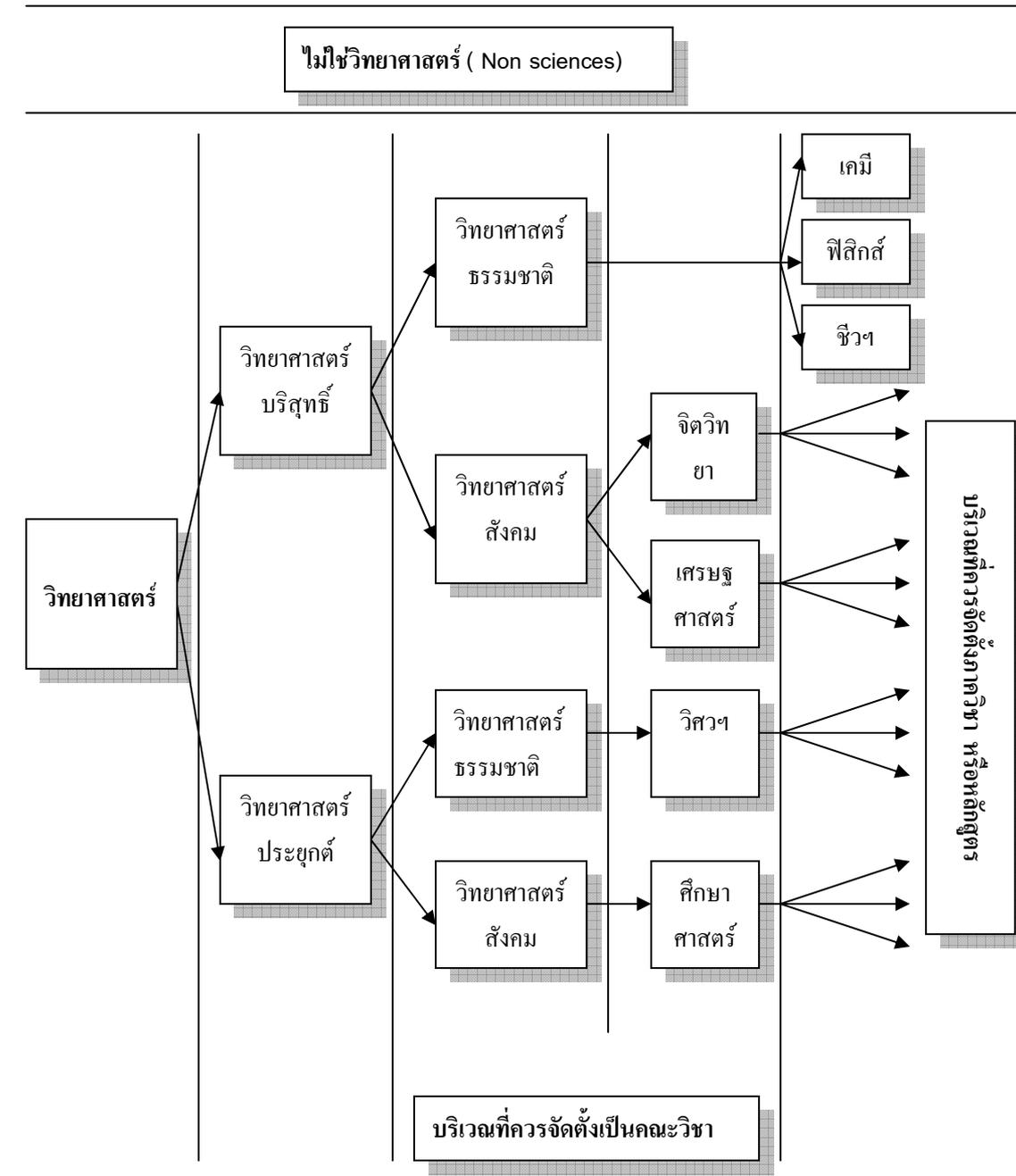
การนำ “วิทยาศาสตร์” ไปจัดประเภทของสาขาวิชา

การจัดประเภทของสาขาวิชาอาจจะแตกต่างกันหากใช้เกณฑ์ต่างกัน ถ้าใช้เกณฑ์อย่าง

หนึ่งจะได้ผลอย่างหนึ่ง ถ้าใช้เกณฑ์อีกอย่างหนึ่งจะได้ผลอีกอย่างหนึ่ง หลังจากที่เรารู้ได้ก็ปรายถึงคำว่าวิทยาศาสตร์มาพอสมควร ผู้เขียนจะใช้ “วิทยาศาสตร์” กับ “ไม่ใช่วิทยาศาสตร์” มาเป็นเกณฑ์ในการจัดประเภทของสาขาวิชา แต่จะแสดงเฉพาะด้านวิทยาศาสตร์เท่านั้น เพราะว่าชื่อเรื่องข้างต้นชื่อว่า วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งจะได้ผลดังตารางที่ 1

จากตารางที่ 1 จะเห็นว่า ครั้งแรกจัดสาขาวิชาออกเป็น สาขาวิทยาศาสตร์ (Sciences) และไม่ใช่วิทยาศาสตร์ (Non sciences) สาขาที่ไม่ใช่วิทยาศาสตร์ ได้แก่สาขาวิชาที่ องค์ความรู้ไม่ใช่ประเภท “กฎธรรมชาติ” และ **ไม่ได้ใช้** วิธีการวิจัยเชิงประจักษ์ค้นหาองค์ความรู้ประเภทกฎ แต่เป็นสาขาวิชาที่ องค์ความรู้เป็นประเภท “กฎมนุษย์สร้าง หรือกฎบัญญัติ” (Prescriptive Laws) เช่น กฎหมาย กฎไวยากรณ์ กฎการประพุดติ เป็นต้น และใช้วิธีวิจัยแบบ “วิธีวิจัยเชิงวิเคราะห์” (Analytic Research) หรือ “วิธีวิจัยเชิงเหตุผล” (Rational Research) ในสาขาวิทยาศาสตร์ ก็จำแนกออกเป็น “วิทยาศาสตร์บริสุทธิ์” กับ “วิทยาศาสตร์ประยุกต์” และ สองสาขาย่อยนี้ก็แตกตัวออกไปอีก จากนั้น ก็เป็นการพิจารณาเลือกเพื่อการจัดตั้ง “คณะวิชา” และ “ภาควิชา” หรือ “สาขาวิชาเอก” ต่างๆ ตามที่ปรากฏอยู่ในสถาบันการศึกษาที่ประสาทปริญญาทั่วไป

ตารางที่ 1 การจัดประเภทของสาขาวิชาโดยใช้เกณฑ์ความเป็นวิทยาศาสตร์และไม่ใช่วิทยาศาสตร์



สรุป จากการอภิปรายภายใต้หัวข้อ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เราจะได้ข้อสรุป ดังนี้

คำนิยามคำว่า “วิทยาศาสตร์” เราสามารถ นิยามได้สองวิธีคือ

ใช้กระบวนการได้มาซึ่งความรู้ หรือ **วิธีการวิทยาศาสตร์** ซึ่งประกอบด้วยลำดับขั้น ดังนี้คือ การสังเกตและเกิดปัญหา การตั้ง สมมุติฐาน การรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อทดสอบสมมุติฐาน การสรุปผล มาเป็น เครื่องมือ หรือเป็นเกณฑ์ ในการให้คำนิยาม ซึ่งจะ ได้คำนิยามว่า **“วิทยาศาสตร์คือ กระบวนการ อย่างมีระบบ” (Science is a systematic processes)**

ใช้**องค์ความรู้**มาเป็นเครื่องมือในการให้ คำนิยาม จะได้ดังนี้ **“วิทยาศาสตร์คือ องค์ความรู้ อย่างมีระบบ” (Science is an organized systematic knowledge)**

เป้าหมายของวิทยาศาสตร์คือ การให้ ได้มาซึ่งองค์ความรู้ประเภท ข้อเท็จจริง (Facts) กฎธรรมชาติ หรือกฎเชิงประจักษ์ (Natural Laws, หรือ Empirical Laws) และทฤษฎีเชิงประจักษ์ (Empirical Theories) เพื่ออธิบาย (Explanation) พยากรณ์ (Prediction) และ การควบคุม (Control) เหตุการณ์ธรรมชาติ

องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้แก่ ข้อเท็จจริง (Facts) กฎเชิงประจักษ์ (Empirical Laws) หรือ กฎบรรยาย (Descriptive Laws) รวมทั้งทฤษฎีเชิงประจักษ์ (Empirical Theories) ที่มนุษย์สร้างขึ้น

ถ้าบุคคลใดมีพฤติกรรมตามกระบวนการ วิทยาศาสตร์อยู่เป็นเนืองนิตย์แล้ว บุคคลนั้นควร ได้ชื่อว่าเป็น “นักวิทยาศาสตร์”

สาขาวิชาใดๆ ถ้าใช้กระบวนการ วิทยาศาสตร์ค้นหาความรู้ประเภทกฎธรรมชาติ แล้ว สาขาวิชานั้นควรได้ชื่อว่าวิทยาศาสตร์

กระบวนการวิทยาศาสตร์ที่อภิปรายมาก็ คือ กระบวนการวิจัย โดยเฉพาะกระบวนการวิจัย เชิงทดลอง ดังนั้น เราจะกล่าวว่า กระบวนการ วิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการวิจัยก็ได้ แต่ กระบวนการวิจัยบางอย่างไม่ใช่กระบวนการ วิทยาศาสตร์

เป้าหมายของกระบวนการวิทยาศาสตร์ก็ คือ องค์ความรู้ ซึ่งได้แก่ ข้อเท็จจริง กฎธรรมชาติ หรือกฎเชิงประจักษ์ และสร้างทฤษฎีเชิงประจักษ์ เพื่อ อธิบายพยากรณ์ และควบคุมเหตุการณ์ ธรรมชาติ ดังนั้น กระบวนการวิทยาศาสตร์จึง เป็น “เครื่องมือ” ค้นหาองค์ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ เมื่อเป็นเช่นนี้ สาขาวิชาใดที่ ประกาศว่าเป็นวิทยาศาสตร์ สาขาวิชานั้นจะต้อง สร้างคนให้เป็นผู้มี “พฤติกรรมวิทยาศาสตร์” เพื่อ “ค้นหาองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์” แล้ว สาขาวิชานั้นจะต้องเน้น “การวิจัย” ถ้าไม่เน้นการ วิจัยแล้ว สาขาวิชานั้นจะเป็นที่น่าสงสัยยิ่งนัก ในทำนองเดียวกัน สาขาวิชาใดที่ไม่ใช่ “วิทยาศาสตร์” แต่ “เน้นการวิจัยแล้ว” ก็จะเป็น สาขาวิชาที่น่าสงสัยเช่นเดียวกัน ผู้ออกแบบ หลักสูตรในสาขาวิชาเหล่านั้นจึงต้องตระหนักใน เรื่องนี้เป็นอย่างยิ่ง

เอกสารอ้างอิง

1. Chaplin, J.P., Dictionary of Psychology, Dell , Publishing Co., Inc., 1975
2. Gould, J., & Kolb, W.L., (ed.) A Dictionary of Social Sciences, The Free Press, A Division of Macmillan Publishing Co., Inc., 1964
3. Hornby, A.S., Oxford Advanced Learner's Dictionary of Current English , 3 rd., (Ed.), Oxford University Press, 1974
4. Lapedes, D.N., McGraw – Hill Dictionary of Scientific and Technical Terms, McGraw – Hill Book Co., 1978