

บทที่ ๑๖

การใช้เหตุผลกับวิทยาศาสตร์

การศึกษาและการค้นคว้าในยุคแรกเริ่มนั้น มีเป้าหมายที่จะแสวงหาความจริงเท่านั้น และ การหาความรู้จะสามารถกระทำได้อีกต่อเมื่อเรื่องนั้น ๆ ไม่ขัดกับความเชื่อทางศาสนา นักวิทยาศาสตร์จึงต้องหาวิธีการที่จะพิสูจน์ว่าการค้นคว้าของตนเองนั้นถูกต้อง โดยทำการทดลองถึงสิ่งต่าง ๆ อย่างละเอียดเกี่ยวกับกฎของธรรมชาติเพื่อยืนยันความถูกต้อง เมื่อเห็นว่าถูกต้องแน่นอนแล้วจึงได้แยกตัวออกเป็นวิชาอิสระ ต่อมาวิทยาศาสตร์ได้ถูกนำมาใช้ในทางสังคมมากขึ้น ด้วยการประยุกต์ให้เข้ากับเรื่องต่าง ๆ กระทั่งเกิดแนวความคิดว่าวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่มีความก้าวหน้าอย่างน่าทึ่งให้ผลทันตาเห็น และเป็นวิธีการที่ดีที่สุดในการเข้าถึงความจริงของธรรมชาติและสรรพสิ่ง ต่อมาในปี ค.ศ. ๑๙๒๒ นักวิทยาศาสตร์กลุ่มปฏิฐานนิยมใหม่ (Neo-positivism) เริ่มเชื่อว่าวิทยาศาสตร์ที่น่าทึ่งที่สุดก็คือ ฟิสิกส์ เช่นการค้นพบนิวเคลียร์ และวิทยาการสาขาอื่น ๆ จะเชื่อได้ก็ด้วยความสามารถพิสูจน์ทางฟิสิกส์ ถ้าพิสูจน์ด้วยฟิสิกส์ไม่ได้ก็ไม่ควรเชื่อ

๑. ลักษณะความรู้ที่เป็นวิทยาศาสตร์

๑. วิทยาศาสตร์ใช้ประสาทสัมผัสเป็นอุปกรณ์แสวงหาความรู้ ซึ่งหมายถึง การสังเกต ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ด้วย หู จมูก ลิ้น กาย เรียกว่า "การสัมผัสโดยตรง" และ สำหรับสิ่งที่เล็กมาก ๆ หรือ ละเอียดมาก ๆ อยู่ไกลมาก ๆ ก็ใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์เข้าช่วย เช่น กล้องจุลทรรศน์ กล้องโทรทรรศน์ เครื่องช่วยฟัง ซึ่งเรียกว่า การสัมผัสโดยอ้อม

ในระยะแรกนี้นักค้นคว้าใช้วิธีการตั้งกฎทางตรรกวิทยาขึ้นแล้วนำมาอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยอาศัยเหตุ-ผลจากจินตนาการเป็นหลัก แต่ในระยะต่อมา นักวิทยาศาสตร์ได้พิสูจน์ปรากฏการณ์นั้น ๆ เพื่อให้เกิดความ สมบูรณ์ในความรู้ เช่น

กาลิเลโอ ทำการตัดค่านทฤษฎีของอริสโตเติลที่ว่า "ของมีน้ำหนักต่างกัน ถ้าขึ้นหนึ่งหนัก เป็นร้อยเท่าของอีกชิ้นหนึ่ง เมื่อทิ้งลงมาจากที่สูง ชิ้นที่หนักกว่าร้อยเท่าจะตกลงมาเร็วกว่า ชิ้นที่เบากว่าร้อยเท่า" จะเห็นได้ว่า อริสโตเติล ตั้งทฤษฎีขึ้นจากเหตุ-ผลทางคณิตศาสตร์ และ เมื่อวิเคราะห์ดูตามเหตุผลก็น่าจะเป็นเช่นนั้น ทฤษฎีนี้จึงเป็นที่ยอมรับกันเรื่อยมา จนกระทั่ง กาลิเลโอไม่เห็นด้วยกับความคิดดังกล่าว และเห็นว่า "ของที่มีน้ำหนักต่างกัน ถ้ามีขนาดและ

รูปร่างอย่างเดียวกันจะตกถึงพื้นพร้อมกัน" เขาได้ทดลองแนวความคิดนี้ โดยทิ้งวัตถุที่มีน้ำหนักต่างกันแต่มีขนาดและรูปร่างอย่างเดียวกันที่หอเอนเมืองปิซ่า ผลปรากฏว่าวัตถุทั้งสองชั้นตกถึงพื้นพร้อมกัน ซึ่งข้อเท็จจริงนี้แย้งทฤษฎีเดิมอย่างสิ้นเชิง และกล่าวได้ว่า

"ใครก็อาจสร้างทฤษฎีการเคลื่อนที่ และอธิบายลักษณะการเคลื่อนที่ขึ้นมาได้ แต่เราประสงค์จะดูก่อนวัตถุที่ตกลงม ตามอัตราเร่งอย่างที่เกิดขึ้นจริง ในธรรมชาติ และด้วยวิธีนี้ เมื่อเราได้พยายามอยู่หลายครั้ง ก็เชื่อว่า เราเข้าใจเรื่องนั้น ความเชื่อดังกล่าวนั้น เราเชื่อก็เพราะได้พิจารณาเห็นว่า ผลการทดลองสอดคล้องกับคุณสมบัติที่เราได้เห็นจากการทดลอง ครั้งแล้วครั้งเล่า" (ปรีชา ช้างขวัญยืน ๒๕๒๒:๘๕)

ด้วยเหตุนี้ วิธีการทางวิทยาศาสตร์จึงต้องมีทั้งข้อมูล การทดลอง ทฤษฎีและการวัดผล

๒. วิทยาศาสตร์อาศัยการตีความ หรืออธิบายประสบการณ์ ซึ่งเป็นความคิดของมนุษย์ เกี่ยวกับประสบการณ์ ดังนั้นความจริงทางวิทยาศาสตร์ เช่น ทฤษฎี หรือกฎต่าง ๆ จึงไม่ตายตัว เมื่อพิจารณาจากการใช้ประสาธน์สัมผัส และไม่ใช้ความจริงที่เกิดจากการเดา แต่เป็นความจริงที่มีข้อเท็จจริงสนับสนุน และเนื่องจากใช้ทั้งประสาธน์สัมผัสและเหตุผลตามขั้นตอน ความจริงที่ได้มา จึงมีความเป็นไปได้อยู่ในระดับสูง และถือว่าเป็นอุปนิสัยที่ดีที่สุด

๒. วิธีการทางวิทยาศาสตร์

วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีหลักการพื้นฐานทั่วไปคือ

๑. สังเกต
๒. ตั้งแนวทางเพื่อทดลอง
๓. ตั้งสมมติฐาน
๔. ทดสอบ
๕. นำไปปฏิบัติ
๖. สังเกตและค้นหาข้อบกพร่อง
๗. ปรับปรุง โดยเริ่มข้อ ๑ มาใหม่

สำหรับในบทเรียนนี้ศึกษาเฉพาะ การสังเกตและการตั้งสมมติฐาน

๑. การสังเกต

วิทยาศาสตร์ เป็นอุปนิสัยชนิดหนึ่ง ซึ่งมีวิธีการอ้างเหตุผลจากสิ่งเฉพาะ ไปสิ่งสากล ได้แก่ กฎ ทฤษฎีต่าง ๆ

การเลือกสิ่งเฉพาะก็คือ การเลือกประสบการณ์ ซึ่งต้องอาศัยการสังเกต โดยมีประสาทสัมผัสเป็นพื้นฐาน การสังเกตจะช่วยให้เราเลือกสิ่งเฉพาะ ที่คาดว่าจะประโยชน์มาศึกษา ซึ่งการสังเกตนั้นจะต้องอาศัยองค์ประกอบ คือ

๑. ประสาทสัมผัสของตนเอง
๒. ประสาทสัมผัสของคนอื่น
๓. เครื่องมือ
๔. ความรู้สึก

นักสังเกตที่ดีต้องทำตัวเหมือนกล้องถ่ายรูป เขาต้องสังเกตธรรมชาติตามที่มันเป็นอยู่ เขาต้องสังเกตโดยไม่มีโน้มน้าวล่วงหน้า จิตใจของนักสังเกตที่ดีจะต้องอยู่ในสภาพกลางๆ คือ จะต้องวางเฉย ฟังและเขียนตามที่ธรรมชาติจะบอก (กิริติ บุญเจือ ๒๕๒๓:๗๔)

ในการสังเกตนั้น ผู้สังเกตจะต้องจัดข้อเท็จจริงไว้เป็นพวก ๆ ตามที่ตนคิดว่าสำคัญแก่การสรุปผล โดยแยกเอาสิ่งที่เกี่ยวข้องกัน หรือมีหน้าที่อย่างเดียวกันไว้พวกเดียวกัน ที่ต่างกันก็แยกออก สิ่ง ๆ หนึ่งจะมีหน้าที่อย่างไร หรือมีความสัมพันธ์กับสิ่งใดได้อย่างไร อยู่ที่คุณสมบัติของสิ่งนั้น ดังนั้นในการจัดพวก จึงพิจารณาเหตุ คุณสมบัติ และปรากฏการณ์เป็นสำคัญ

การวิเคราะห์และการสังเคราะห์

ในการสังเกตผู้สังเกตต้องมีการวิเคราะห์และการสังเคราะห์สิ่งต่าง ๆ ด้วย ซึ่งการวิเคราะห์และการสังเคราะห์มีลักษณะคล้ายคลึงกับการจัดพวก แต่ละเอียดกว่า คือ มีการหาความสัมพันธ์ ความเหมือน ความต่างกันของสิ่งต่าง ๆ ในส่วนที่ไม่อาจรู้ได้ด้วยการดูผ่าน ๆ

ก. การวิเคราะห์เป็นการพิจารณาเพื่อหาส่วนประกอบของสิ่งนั้น ๆ รวมทั้งปัญหาต่าง ๆ อย่างแจ่มแจ้ง อาจวิเคราะห์องค์ประกอบของวัตถุเป็นโมเลกุล อะตอม ประจุไฟฟ้า หรืออาจพูดถึงคุณสมบัติอื่น ได้แก่ ขนาด รูปร่าง สี กลิ่น ตำแหน่ง ตลอดถึงความสัมพันธ์กับสิ่งอื่น ๆ

ซึ่งขึ้นอยู่กับว่าต้องการเข้าใจสิ่งนั้นในแง่ใด เช่น เราอยากรู้ว่าสารชนิดหนึ่งมีองค์ประกอบอะไร ในทางเคมี เราอาจวิเคราะห์จำนวนอะตอม โครงสร้างอะตอม หรืออยากทราบว่า สารชนิดนี้จะใช้ ทำเครื่องประดับได้หรือไม่ ก็ต้องดูสี ความแข็ง การสะท้อนแสง ปฏิกริยาต่อผิวหนัง เป็นต้น

ข. การสังเคราะห์ เป็นกระบวนการที่ย้อนกลับการวิเคราะห์คือการนำเอาส่วนประกอบย่อย ๆ ที่ได้จากการวิเคราะห์มารวมกัน ซึ่งอาจทำให้เกิดสิ่งใหม่ ๆ ได้ การวิเคราะห์นั้นทำให้เข้าใจธรรมชาติของส่วนประกอบแต่ละส่วนอย่างดี จนสามารถรู้ได้ว่าแต่ละสิ่งนั้นมีคุณสมบัติอย่างไร ส่วนการนำสารต่าง ๆ มารวมกันเป็นเหล็กกล้า เป็นยางรถยนต์ เป็นคอนกรีต ฯลฯ ล้วนเกิดจากการสังเคราะห์ทั้งสิ้น

๒. สมมติฐาน (Hypothesis)

สมมติฐาน เป็นความเชื่อชั่วคราวที่ตั้งขึ้น เพื่อใช้เป็นแนวทางสำหรับการตั้งกฎ และ ทฤษฎีเมื่อได้ข้อมูลมาสนับสนุนความเชื่อนั้นมาก ๆ

"สมมติฐาน" เป็นสิ่งที่คิดว่า คาดว่า สันนิษฐานว่า... (น่าจะเป็น)... ในทางที่มีโอกาสถูกต้องมากที่สุด เป็นสิ่งที่ยังมีได้พิสูจน์ เช่น อดีตเชื่อว่า โลกนี้เป็นแผ่นแบนกลมลอยอยู่เหนือน้ำ อาจสังเกตได้ว่า เวลาชุดดินลึกลงไป จะพบน้ำอยู่ใต้ดิน เสมือนหนึ่งรองรับแผ่นดินอยู่ (ช.เอิกุศิริ อิศรางกูรฯ ม.ป.ป.:๑๖) ต่อมาบางคนคิดว่า โลกกลมก็ได้หาข้อสนับสนุนโดยอ้างข้อเท็จจริงต่าง ๆ เมื่อได้ข้อมูลมาก ๆ และอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติได้ดีกว่าโลกแบน สมมติฐานนี้กลายเป็นทฤษฎี หรือ การที่มีคนเห็นลูกแอปเปิลตกมาก่อนนิวตันมากมาย แต่ไม่มีใครคิดอย่างนิวตัน และไม่คาดหมายอะไรไว้ล่วงหน้าอย่างนิวตัน จึงไม่มีค้นพบกฎความโน้มถ่วงก่อนนิวตัน หรือการที่ผู้ไม่มีความรู้ทางแพทยศาสตร์ ฝ้าดูอาการป่วยสักเท่าใดก็ไม่อาจจะสันนิษฐานโรคได้ แต่แพทย์ผู้ชำนาญสามารถสันนิษฐาน และเย็บเย็บหายป่วยได้

โอกุสต์ ค็องส์ จึงกล่าวว่า "การสังเกตที่ไม่ตั้งสมมติฐานไว้ล่วงหน้า เป็นการสังเกตที่ไร้ประโยชน์ จิตใจของเราเสียเวลาสังเกตมากต่อมาก จนกว่าจะรู้จักสังเกต ภายใต้การนำ และการผลักดันของทฤษฎีที่ตั้งไว้ล่วงหน้าตลอดเวลา... จินตนาการ จะต้องทำการนำหน้าการสังเกตโดยจำเป็น"

ดังนั้น สมมติฐาน จึงเป็นการคาดคะเนล่วงหน้าถึงธรรมชาติที่อาจเป็นไปได้ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า สมมติฐานนี้ คือข้อสมมติที่เริ่มมีหลักฐาน แต่ยังไม่ได้ทดสอบให้เห็นจริง (กรีติบุญเจือ ๒๕๒๓:๘๒) ซึ่งต่างจากการเดา(guess)ที่ตั้งข้อสมมติฐานโดยไม่มีหลักฐาน ซึ่งสมมติฐานมีประโยชน์มากในการค้นคว้าและทดลอง เนื่องจากสมมติฐาน ช่วยให้หาข้อสรุปได้เร็ว

ลักษณะโดยทั่วไปของสมมติฐาน

ก. หน้าที่ของสมมติฐาน

๑. สมมติหาสาเหตุที่ไม่รู้
๒. สมมติฐานเงื่อนไขที่ไม่รู้
๓. สมมติข้อเท็จจริงที่ไม่รู้
๔. สมมติหลักการที่ไม่รู้

ข. ปัจจัยการเกิดสมมติฐาน

๑. ข้อเท็จจริง
๒. ความสามารถของผู้สังเกต
๓. ความจำเป็น

ค. วิธีตั้งสมมติฐาน

"สมมติฐานไม่อาจจะมีวิธีการได้ แต่เกิดจากกัมมันตภาพส่วนตัวในจินตนาการของผู้รู้จักสังเกตข้อเท็จจริง" (Maurice Pradines ๑๙๕๐:๕๒) ดังนั้น ไหวพริบและความฉลาดหลักแหลมของผู้ตั้งสมมติฐาน จึงเป็นสิ่งสำคัญในการให้ได้มาซึ่งสมมติฐาน

ง. คุณสมบัติของสมมติฐาน

๑. เกิดจากการสังเกตข้อเท็จจริง* และเพื่ออธิบายข้อเท็จจริง
๒. ไม่ขัดแย้งข้อเท็จจริง
๓. ขัดแย้งข้อเท็จจริงได้ ก็ต่อเมื่อสามารถอธิบายข้อเท็จจริงได้กว้างขวางกว่า

*ข้อเท็จจริง หมายถึง สิ่งที่เรารับรู้ได้ด้วยประสบการณ์ คือ ตา หู จมูก ลิ้น กาย ทั้งทางตรงและทางอ้อม

จ. ลักษณะของสมมติฐานที่ดี

สมมติฐานที่ดีจะช่วยให้หาข้อสรุปได้เร็ว ซึ่งควรมีลักษณะ ดังนี้

๑. สามารถนำข้อเท็จจริงมาสรุปเป็นกฎ หรือทฤษฎีที่น่าจะเป็นไปได้ และต้องมีลักษณะเป็นสากล

๒. จะต้องสรุปความย่อ ย ๓ ได้ด้วยนิรนัย เช่น ฟ้าแลบทำให้ฟ้าร้อง สรุปนิรนัยได้ว่า ฟ้าแลบครั้งที่ ๑, ๒, ๓ ทำให้เกิดฟ้า ๑, ๒, ๓

๓. ไม่ขัดแย้งกับข้อยอมรับ หรือข้อเท็จจริงที่ได้พิสูจน์แล้ว

ฉ. ประเภทของสมมติฐาน (ตามเหตุของการตั้งสมมติฐาน)

๑. สมมติฐานว่าด้วยกฎ เป็นการค้นหาเบื้องหลังของปรากฏการณ์ โดยอาศัยวิธีการทดลอง เช่น กฎว่าด้วยแรงดึงดูดของโลก หรือ กฎทางวิทยาศาสตร์อื่น ๆ แต่ก็มีกฎบางชนิดที่ไม่ใช่วิทยาศาสตร์ แต่ยอมรับกันว่าเป็นกฎ ได้แก่ กฎแห่งกรรม กฎตรรกวิทยา กฎไดอะเลคติก เป็นต้น

๒. สมมติฐานว่าด้วยตัวการ เป็นการคาดการณ์ถึงจุดเริ่มต้นของปัญหา เช่น "เชื้อไวรัส HIV ทำให้เกิดโรคเอดส์" "การสร้างรถไฟฟ้าใน กทม. จะช่วยแก้ปัญหาจราจร" "แบคทีเรียกินเนื้อคน ทำให้คนตายภายใน ๒๔ ชม."

๓. สมมติฐานว่าด้วยตำแหน่ง เป็นการค้นหาแหล่งของปรากฏการณ์ เพื่อจัดสิ่งแวดล้อมให้ปรากฏผล เช่น ระบบสุริยจักรวาลจำลอง, พื้นที่อันตราย

๓. จุดหมายของวิธีการทางวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ มีความมุ่งหมายที่จะหาหลักเกณฑ์ที่เป็นระบบและทดสอบได้มาอธิบายข้อเท็จจริงต่าง ๆ

คำว่า ระบบ หมายถึง การมีเหตุและผลต่อเนื่องกันโดยตลอด

ทดสอบได้ หมายถึง พิสูจน์หรือทดลอง โดยอาศัยประสาทสัมผัสได้

หลักเกณฑ์ หมายถึง ระเบียบของการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมักจะเป็นเรื่องที่อาศัยประสบการณ์โดยตรงที่เดิยวไม่ได้ ต้องอาศัยหลักบางอย่างเพื่อที่จะช่วยอธิบาย ซึ่งเรียกว่า กฎ หรือ ทฤษฎี

ก. กฎ (Law) หมายถึง ข้อความทั่วไปที่สรุปได้จากการทดสอบด้วยวิธีอุปนัย ดังนั้น คำทุกคำในกฎจึงอ้างถึงสิ่งที่สังเกตและทดลองได้และเป็นสิ่งที่บอกได้ว่าถูกหรือผิด โดยอาศัยการทดสอบความหมายของคำพูดทุกคำในกฎ และกฎจะมีค่าความจริงที่คงที่ไม่เปลี่ยนแปลง เช่น กฎแรงดึงดูดของโลก

ข. ทฤษฎี (Theory) เป็นการรวมกลุ่มของกฎ หรือกฎรวมของกลุ่มกฎย่อย จึงกล่าวได้ว่า ทฤษฎีได้มาจากกฎ แต่จะไม่มีคำที่มีได้อ้างถึงสิ่งที่สังเกตและทดลองปนอยู่ ดังนั้นจึงสังเกตและทดลองไม่ได้ เช่น ความโค้งของอวกาศ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

ปรมาณู สัมพันธภาพ ($E = mc^2$) พลังงาน

๕๗๓