บทที่สอง
วิธีการทางวิทยาศาสตร์

ตำนานว่าด้วยวิธีการวิทยาศาสตร์

เป็นที่เชื่อกันโดยทั่วไปว่า สาเหตุที่วิทยาศาสตร์เป็นระบบการหาความรู้ที่ประสบความสำเร็จมากที่สุดนั้น เป็นเพราะว่าวิธีการที่ใช้ อันได้แก่ 'วิธีการทางวิทยาศาสตร์' เป็นวิธีที่ทรงพลังที่สุด และทำให้มนุษย์ได้ความรู้ที่ถูกต้องแท้จริงที่สุดในบรรดาวิธีการทั้งหลายที่มนุษย์เคยใช้ แต่ดังที่เราได้เห็นกันมาแล้วในบทที่หนึ่ง วิทยาศาสตร์ไม่ใช่ศาสตร์แขนงเดียวที่เป็นเนื้อเดียวกันหมด แต่วิทยาศาสตร์เป็นที่รวมของศาสตร์มากมายหลายแขนงที่แต่ละแขนงก็แตกต่างกันเป็นอันมาก ทั้งในด้านเนื้อหาและวิธีการ ตั้งแต่จักรวาลวิทยาไปจนถึงมัจฉาวิทยา ดังนั้นความเชื่อที่ว่าวิทยาศาสตร์ทั้งหลายมีวิธีการร่วมกัน ที่เรียกว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์นั้น จึงเป็นเพียงความเชื่อเฉยๆเท่านั้น นอกจากนี้เรายังได้พูดกันไปในบทที่หนึ่งว่า ถ้าเราจะหาลักษณะร่วมกันของวิทยาศาสตร์ให้ได้ลักษณะนั้นก็ไม่ได้เป็นอะไรมากไปกว่า การใช้สามัญสำนึก เหตุผลและการสังเกต ซึ่งเป็นความสามารถที่คนทุกคนมีร่วมกัน แต่นั่นก็ทำให้โดยสาระแล้ววิทยาศาสตร์ไม่มีอะไรต่างไปจากความรู้ทั่วไปที่ได้จากสามัญสำนึก ความต่างกันที่มีอยู่เป็นเพียงว่าวิทยาศาสตร์ซับซ้อนกว่าเท่านั้น ด้วยเหตุทั้งหมดนี้ เฮนรี่ บาวเออร์ ซึ่งเป็นนักเคมีคนสำคัญคนหนึ่ง จึงตั้งชื่อหนังสือเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ของเขาว่า *Scientific Literacy and the Myth of Scientific Method* การเรียกวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (scientific method) ว่าเป็น 'ตำนาน' (myth) หมายความว่า นักวิทยาศาสตร์ถูกสอนมาในการเรียนวิทยาศาสตร์ตั้งแต่โรงเรียนหรือมหาวิทยาลัยว่า วิทยาศาสตร์ทั้งหลายมีลักษณะและวิธีการร่วมกัน ได้แก่วิธีการทางวิทยาศาสตร์นี้ และวิธีการนี้เป็นตัวกำหนดความเป็นวิทยาศาสตร์ แต่บาวเออร์เองก็ได้ให้หลักฐานมากมายมาสนับสนุนว่า เนื่องจากวิทยาศาสตร์เป็นเพียงชื่อรวมของศาสตร์อันหลากหลาย ความเชื่อเรื่องวิธีการร่วมเช่นนี้จึงไม่สอดคล้องกับความเป็นจริงตามที่นักวิทยาศาสตร์เองทำงานกันอยู่[18]

แต่อย่างไรก็ตาม การทำความเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์คืออะไร ก็น่าจะทำได้ละเอียดและสมบูรณ์ยิ่งขึ้นเมื่อเราพิจารณาตัววิธีการทางวิทยาศาสตร์โดยตรง ซึ่งเป็นวิธีการที่มักจะมีการพูดถึงเสมอๆในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยทั่วไปแล้ว วิธีการทางวิทยาศาสตร์มักจะประกอบด้วยขั้นตอนต่อไปนี้

---

[18] Henry Bauer, *Scientific Literacy and the Myth of the Scientific Method,* หน้า ๒๘-๓๒.

๑. กำหนดปัญหา
๒. ตั้งสมมติฐาน
๓. อ้างเหตุผลสืบเนื่องจากสมมติฐาน
๔. ทดสอบผลสรุปจากสมมติฐาน
๕. ยืนยันหรือทิ้งสมมติฐาน

การกำหนดปัญหา

ขั้นตอนแรก หรือการกำหนดปัญหานั้น เป็นการเริ่มต้นของกระบวนการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เมื่อนักวิทยาศาสตร์สนใจปัญหาใดปัญหาหนึ่ง ก็จะกำหนดปัญหาที่จะศึกษานั้นให้แน่ชัด เพื่อที่จะช่วยให้ทำงานต่อไปได้ ตัวอย่างเช่น ในการเรียนวิชาชีววิทยา ครูอาจให้นักเรียนทำการทดลองปลูกถั่วเขียว และมีการกำหนดปัญหาว่าแสงสว่างมีผลอย่างไรต่อการเจริญเติบโตของถั่วงอก เมื่อปัญหาเป็นเช่นนี้ การทดลองก็ต้องออกแบบเพื่อให้ตอบปัญหาดังกล่าว เช่น มีการแบ่งถั่วเขียวออกเป็นสองกลุ่มให้แต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่าๆกัน อยู่ในสภาพแวดล้อม เช่นความชื้น อุณหภูมิ ฯลฯ เท่าๆกัน จุดต่างมีอยู่ประการเดียวคือกลุ่มแรกอยู่ในที่ๆมีแสงสว่างตามปกติ แต่กลุ่มที่สองอยู่ในห้องมืด เมื่อเวลาผ่านไประยะหนึ่งก็เอาถั่วทั้งสองกลุ่มมาดูว่า การเจริญเติบโตต่างกันอย่างไร เป็นต้น การกำหนดปัญหาเป็นหัวใจสำคัญของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เพราะเป็นการชี้แนวทางให้แก่การออกแบบการทดลอง และการค้นคว้าในรูปแบบอื่นที่จะทำต่อไป

ตามปกติ การกำหนดปัญหาทางวิทยาศาสตร์มักจะมาจากการที่นักวิทยาศาสตร์กลุ่มหนึ่งสนใจปัญหาชุดหนึ่งและทำงานเกี่ยวกับปัญหานั้นๆอย่างต่อเนื่อง ในกรณีเช่นนี้ การกำหนดปัญหามักจะเป็นการกำหนดปัญหาย่อยๆภายใต้โครงการต่อเนื่องดังกล่าว เช่นประเทศไทยมีโครงการวิจัยเกี่ยวกับโรคธาลัสซีเมีย ซึ่งเป็นโรคเลือดทางพันธุกรรมมาอย่างต่อเนื่องยาวนาน การกำหนดปัญหาที่เป็นส่วนหนึ่งของโครงการนี้ ก็เริ่มจากการสำรวจว่าวงการวิทยาศาสตร์ที่ทำงานเกี่ยวกับด้านนี้ ได้ตอบปัญหาอะไรไปแล้วบ้าง ดังนั้นการกำหนดปัญหาจึงอยู่ภายใต้กรอบของสิ่งที่ได้ทำไปแล้ว และปัญหาที่จะกำหนดใหม่ ก็อาจอยู่ในรูปการใช้เทคนิควิธีเดียวกัน แต่ต่างสถานที่หรือการดูว่าผลการวิจัยที่มีผู้ทำไว้ก่อนใช้ได้จริงหรือไม่ในสถานการณ์อื่นๆ อย่างไรก็ตาม การค้นคว้าวิจัยทางวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันก็เรียกได้ว่า ไม่มีโครงการใดเลยที่ไม่อ้างอิงกับโครงการก่อนๆที่มีผู้ทำกันมา ปัญหาที่กำหนดใหม่ส่วนใหญ่ก็มีรากฐานความเป็นมามาจากปัญหาที่ผู้กำหนดและมีผู้คิดหาคำตอบไว้ก่อนแทบทั้งสิ้น

แต่อย่างไรก็ตาม การกำหนดปัญหาด้วยการสำรวจเส้นทางที่มีผู้เดินมาก่อน เพื่อหาปัญหาย่อยๆที่สานต่อเส้นทางดังกล่าวนี้ แม้จะเป็นวิธีที่ใช้กันมากในปัจจุบัน แต่ก็ยังมีข้อสงสัยว่าแล้วโครงการดังกล่าวทั้งหมดนี้เริ่มต้นมาได้อย่างไร เราอาจกล่าวได้ว่า โครงการวิจัยในฟิสิกส์เพื่อหาส่วนประกอบย่อยที่สุด หรือที่เป็นพื้นฐานที่สุดของสสาร เป็นการสานต่อความพยายามในการ

เข้าใจธรรมชาติ ซึ่งมีมาตั้งแต่สมัยของนิวตันและกาลิเลโอ เพื่อเข้าใจกลไกที่ลึกซึ้งที่สุดของจักรวาลด้วยการทอนธรรมชาติลงไปให้เป็นสมการทางคณิตศาสตร์ หรือโครงการวิจัยเพื่อทำแผนที่ยีนของมนุษย์ หรือ Human Genome Project ก็เป็นการตอบปัญหาเกี่ยวกับพันธุกรรมทั้งหมดของมนุษย์ ซึ่งก็มาจากปัญหาพื้นฐานว่า มนุษย์คืออะไร อันเป็นปัญหาพื้นฐานของมนุษย์มาตั้งแต่เริ่มอารยธรรม อย่างไรก็ตาม เมื่อปัญหาดั้งเดิมเหล่านี้พัฒนามาเป็นโครงการวิจัยขนาดใหญ่ เช่นการหาอนุภาคพื้นฐานของสสาร หรือการหาแผนที่พันธุกรรมของมนุษย์ ปัญหาเหล่านี้ก็มักจะเพี้ยนไปจนอาจกล่าวได้ว่าไม่ตรงกับความประสงค์ดั้งเดิมที่มนุษย์ได้ตั้งปัญหาเหล่านี้ขึ้น ในกรณีของปัญหาทางฟิสิกส์ มนุษย์อยากจะรู้ว่าจักรวาลประกอบด้วยอะไร ธรรมชาติพื้นฐานของสรรพสิ่งเป็นอย่างไร แต่การวิจัยในปัจจุบันของนักฟิสิกส์ การแสวงหาธรรมชาติดังกล่าวได้กลายเป็นกิจกรรมที่สิ้นเปลืองงบประมาณและทรัพยากรอย่างมหาศาล และผลที่ได้ก็ดูจะไม่ตรงกับความพยายามดั้งเดิมของเราในการตั้งปัญหานี้เท่าใด ที่เป็นเช่นนี้ก็เนื่องจากว่า ความพยายามดั้งเดิมนั้นอยู่ที่การเข้าใจธรรมชาติว่าเป็นอย่างไร เพื่อที่จะให้ตนเองได้ปฏิบัติตนให้เข้ากับครรลองของธรรมชาติ แต่จุดประสงค์เช่นนี้ดูจะไม่ใช่จุดประสงค์ของฟิสิกส์ เพราะฟิสิกส์ไม่ใช่กิจกรรมที่เสนอแนะว่ามนุษย์ควรจะปฏิบัติตนให้สอดคล้องกับธรรมชาติอย่างไร แต่เสนอว่า ธรรมชาติที่สังเกตและทดลองได้ตามหลักการของทฤษฎีเป็นอย่างไรเท่านั้น ในกรณีของการทำแผนที่พันธุกรรมก็เช่นเดียวกัน มนุษย์สงสัยมานานว่าตนเองคือใคร แต่การให้คำตอบว่า มนุษย์คือสิ่งมีชีวิตที่มีแผนที่ทางพันธุกรรมอย่างนั้นอย่างนี้ ซึ่งทำให้แตกต่างจากสัตว์อื่นตรงนั้นตรงนี้ ดูจะไม่ตรงกับความสงสัยดั้งเดิมที่มนุษย์มีมาตลอดเท่าใดนัก

นอกจากนี้ การกำหนดปัญหาก็ยังขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมทางสังคมต่างๆ ที่กำหนดให้นักวิทยาศาสตร์มีความสนใจในเรื่องต่างๆ ตัวอย่างเช่น การศึกษาวิจัยในประเทศไทยมักเน้นที่สาขาต่างๆของวิทยาศาสตร์ชีวภาพ อาจกล่าวได้ว่าวิทยาศาสตร์ชีวภาพของประเทศไทย โดยเฉพาะที่เกี่ยวเนื่องกับการแพทย์ในโรคเขตร้อน เป็นสาขาที่แข็งแกร่งที่สุดในบรรดาวิทยาศาสตร์สาขาต่างๆ ที่เป็นเช่นนี้ก็เนื่องมาจากหลายสาเหตุ สาเหตุหนึ่งได้แก่วิทยาศาสตร์ชีวภาพและการแพทย์ได้รับการสนับสนุนมานานจากรัฐบาลและหน่วยงานอื่นๆ ประกอบกับประเทศไทยมีภูมิอากาศที่เหมาะแก่การศึกษาวิจัยโรคเขตร้อน รวมทั้งโรคที่คนไทยเป็นกันมาก เช่นธาลัสซีเมีย นักวิทยาศาสตร์ไทยหลายท่านกล่าวว่า จุดแข็งของการวิจัยวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยอยู่ที่ การวิจัยที่ศึกษาบริบทแวดล้อมของประเทศไทยเอง เพราะชาติอื่นย่อมมีสิ่งเหล่านี้น้อยกว่า และอาจเห็นความสำคัญของประเด็นที่วิจัยนี้น้อยกว่านักวิทยาศาสตร์ไทย ประเด็นของตัวอย่างนี้อยู่ที่ว่าการกำหนดปัญหา ซึ่งเป็นการกำหนดทิศทางของการศึกษาวิจัยวิทยาศาสตร์ ไม่ได้ขึ้นอยู่กับความต้องการอยากรู้อยากเห็นของวิทยาศาสตร์แต่เพียงประการเดียว ปัจจัยแวดล้อมอื่นๆมีบทบาทมากและในหลายกรณีก็มีบทบาทมากกว่าความสนใจใคร่รู้ของนักวิทยาศาสตร์เพียงอย่างเดียว

ความเข้าใจโดยทั่วไป หรือ ‘ตำนาน’ ของวิธีการทางวิทยาศาสตร์มักจะมีว่า การกำหนดปัญหานั้นเกิดจากความสนใจใคร่รู้ของนักวิทยาศาสตร์เอง ทิศทางการดำเนินไปของวิทยาศาสตร์ก็เชื่อกันมาว่า เป็นการมุ่งไปสู่ความเป็นจริง มีการเพิ่มพูนความรู้มากขึ้น และความรู้ที่ได้เป็นจริง

มากขึ้นในแง่ที่ว่านักวิทยาศาสตร์เข้าใกล้ความเป็นจริงมากขึ้นเรื่อยๆ นั่นคือมีความเชื่อว่า ทิศทางของวิทยาศาสตร์จะต้องเป็นไปในทางใดทางหนึ่งอย่างแน่นอนตายตัว ทางแยกต่างๆเป็นเพียงการแยกตัวกันในระยะแรก แต่ในท้ายที่สุดก็จะกลับมารวมกันเป็นภาพของความเป็นจริงที่ถูกต้อง แต่อย่างไรก็ตาม ถ้าการกำหนดปัญหาเป็นเรื่องของบริบทแวดล้อมทางสังคม การเมือง เศรษฐกิจ หรืออื่นๆ ดังที่กล่าวมา การเข้าใจว่าทิศทางของวิทยาศาสตร์จะต้องเป็นในทางเดียวกันตลอด ก็ไม่น่าจะถูกต้อง กรณีของประเทศไทยบ่งชี้ว่า การศึกษาวิจัยวิทยาศาสตร์ในความเป็นจริงแล้ว ถูกกำหนดด้วยปัจจัยแวดล้อมมาตลอด การที่ประเทศไทยให้ความสำคัญแก่วิชาเวชศาสตร์เขตร้อนมากกว่าวิชาฟิสิกส์หรือคณิตศาสตร์ ก็เป็นเพราะว่า สังคมไทยเห็นว่าเวชศาสตร์เขตร้อนจะตอบปัญหาต่างๆที่รุมเร้าคนไทยและสังคมไทยได้ในระยะอันใกล้ ได้มากกว่าฟิสิกส์ ผลพวงของแนวคิดนี้อยู่ที่ว่า การวิจัยส่วนใหญ่ในประเทศจะอยู่ในสาขาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ มากกว่าวิทยาศาสตร์กายภาพ การเน้นหนักที่วิทยาศาสตร์กายภาพเพิ่งเริ่มมีมาเมื่อไม่นานมานี้ เมื่อประเทศมีนโยบายการพึ่งตนเองในทางอุตสาหกรรมโลหะและวัสดุ ซึ่งอาศัยวิทยาศาสตร์กายภาพ

การตั้งสมมติฐาน

เมื่อนักวิทยาศาสตร์ได้ปัญหาที่กำหนดมาแล้ว ขั้นตอนต่อไปก็ได้แก่การตั้งสมมติฐาน ซึ่งได้แก่การเสนอว่าปัญหาที่มีอยู่นั้นจะแก้ว่าอย่างไร สมมติฐานได้แก่ข้อเสนอที่นักวิทยาศาสตร์เสนอมาเพื่อแก้ปัญหา โดยศึกษาว่าถ้าให้สมมติฐานเป็นจริง จะต้องยอมรับอะไรสืบเนื่องจากการรับเช่นนี้ และผลสืบเนื่องดังกล่าวนี้จะทดสอบได้อย่างไร อาจกล่าวได้ว่า การตั้งสมมติฐานเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดขั้นหนึ่งของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเป็นขั้นตอนที่แสดงให้เห็นยากที่สุดว่ากระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นการมุ่งตรงไปหาความจริงดังที่เชื่อกันมาได้อย่างไร เหตุผลก็คือว่าการตั้งสมมติฐานนั้น ในท้ายที่สุดเป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ความรู้สึก หรือความคิดสร้างสรรค์หรือจินตนาการ เพื่อเสนอว่าปัญหานั้นๆควรจะแก้ได้ว่าอย่างไร ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าการตั้งสมมติฐานทำให้วิทยาศาสตร์เข้าใกล้กับศิลปะมากขึ้นกว่าที่เข้าใจกันโดยทั่วไป บทบาทของจินตนาการในการตั้งสมมติฐานนี้ จะยิ่งทวีความสำคัญขึ้นเมื่อปัญหาที่ต้องแก้ เป็นปัญหาใหม่ ที่ไม่เคยพบมาก่อน หรือเป็นปัญหาเดิมที่สมมติฐานเก่าไม่ประสบความสำเร็จ และต้องคิดว่าสมมติฐานใหม่มาเพื่อทำให้ได้ความเข้าใจที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

การตั้งสมมติฐานแบบที่ไม่ต้องอาศัยจินตนาการมาก และฟังดู ‘เป็นวิทยาศาสตร์’ ได้แก่ วิธีการอุปนัย (induction) ซึ่งเป็นการอ้างเหตุผลแบบหนึ่ง ซึ่งหาข้อสรุปที่มีลักษณะเป็นข้อความทั่วไปมาจากข้ออ้างที่เป็นการศึกษากรณีเฉพาะ ตัวอย่างเช่น การสรุปว่า นกทุกตัวบินได้จากข้ออ้างที่มาจากการสังเกตนกชนิดต่างจำนวนหนึ่งที่บินได้ เป็นการสรุปแบบอุปนัย หรือการสรุปว่าหงส์ทุกตัวสีขาว จากการสังเกตหงส์จำนวนหนึ่งว่ามีสีขาวทั้งหมด ก็เป็นการใช้วิธีอุปนัยเช่นเดียวกัน อุปนัยมีบทบาทอย่างสูงในวิทยาศาสตร์ และก็เป็นวิธีการที่ขาดไม่ได้ เพราะเป็นแนวทางเดียวที่ดีที่สุดที่มนุษย์จะได้ความรู้ที่เป็นเรื่องทั่วไปจากการสังเกตกรณีเฉพาะอย่างจำนวนจำกัดได้

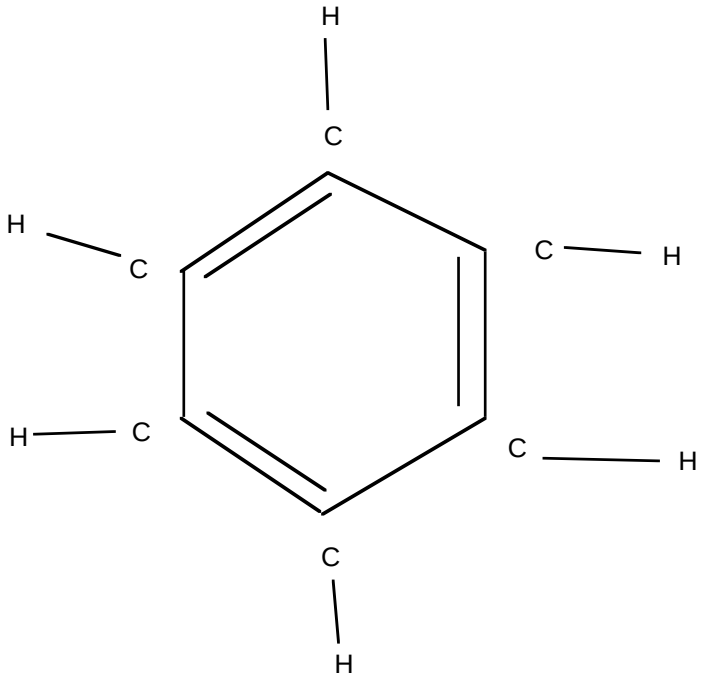
อย่างไรก็ตาม วิธีการอุปนัยก็ไม่ใช่วิธีการที่จะให้ความจริงแท้ได้ การสังเกตนกจำนวนหนึ่ง และพบว่าบินได้ แล้วสรุปว่านกทุกตัวบินได้ เรารู้อมทราบดีว่าไม่ถูกต้อง เพราะมีนก หรือสัตว์ประเภทนกหลายชนิดบินไม่ได้ เช่นไก่ นกกระจอกเทศ นกโดโดที่สูญพันธุ์ไปแล้วเป็นต้น ในเรื่องของหงส์ก็เช่นเดียวกัน การสังเกตหงส์จำนวนหนึ่งว่ามีสีขาว ไม่เป็นหลักประกันว่าหงส์ทุกตัวสีขาว เพราะมีการค้นพบหงส์ดำที่ออสเตรเลีย จะเห็นได้ว่าวิธีการอุปนัยจะทิ้งช่องว่างไว้เสมอระหว่างกรณีเฉพาะที่สังเกตได้ กับกรณีทั่วไปที่สรุปออกมา ถ้าเราใช้วิธีการเช่นนี้ เราก็จะแน่ใจไม่ได้ว่า กาทุกตัวมีสีดำ เพราะเราอาจพบสถานการณ์แบบเดียวกับหงส์ คือเราอาจค้นพบว่ามีกาบางตัวสีขาวก็ได้ นอกจากนี้วิทยาศาสตร์เองก็มิได้ใช้วิธีการนี้แต่เพียงอย่างเดียว ในการตั้งสมมติฐานนั้น นักวิทยาศาสตร์ไม่ได้ใช้หลักการนี้เท่าใดนัก เพราะอุปนัยเป็นการแสดงว่า กรณีอื่นๆที่เป็นแบบเดียวกับกรณีเฉพาะที่สังเกตเห็น มีลักษณะเหมือนกับกรณีเฉพาะเหล่านั้น แต่ในหลายกรณีสมมติฐานทางวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องอ้างอิงหรือต้องมีลักษณะเหมือนกับกรณีเฉพาะที่สังเกตเห็นทั่วไปก็ได้ กล่าวคือสมมติฐานอาจเป็นข้อความที่ไม่ได้ประกอบด้วยถ้อยคำชุดเดียวกับที่ปรากฏในกรณีเฉพาะก็ได้

ตัวอย่างของสมมติฐานที่เป็นเช่นนี้ ก็ได้แก่การตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับโฟลจิสตอน (phlogiston) ของนักเคมี ในสมัยก่อนสองร้อยกว่าปีที่ผ่านมา นักเคมีในโลกตะวันตกเชื่อกันว่าวัตถุที่ไหม้ไฟได้มีสารโฟลจิสตอน และการเผาไหม้เป็นการขับไล่โฟลจิสตอนให้ออกไปจากสารนั้น ดังนั้นสารใดที่ไหม้หมดจด ก็เชื่อกันว่ามีโฟลจิสตอนอยู่มากกว่าสารที่ไหม้ไม่หมด โฟลจิสตอนที่ถูกขับออกจากสารก็ไปอยู่ในอากาศ ซึ่งเชื่อกันว่าจำเป็นต่อการเผาไหม้ ในปีค.ศ. 1774 โจเซฟ พรีสลีย์นักเคมีชาวอังกฤษได้ทำการทดลองเผาผงปรอทแดง และพบว่าผลคือได้สารปรอท และก๊าซชนิดหนึ่ง ซึ่งในปัจจุบันเราทราบว่าได้แก่ก๊าซอ๊อกซิเจน พรีสลีย์ตั้งชื่อก๊าซที่เขาค้นพบว่า ‘อากาศไร้โฟลจิสตอน’ (dephlogisticated air) เนื่องจากสารต่างๆเผาไหม้อย่างรวดเร็วใน ‘อากาศ’ เช่นนี้ โดยพรีสลีย์อธิบายว่าเป็นเพราะก๊าซของเขารับเอาโฟลจิสตอนจากวัตถุที่เผาไหม้ได้อย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตาม นักเคมีอีกคนหนึ่ง คืออังตวน ลาวัวซิเอร์ ได้ทำการทดลองเพื่อทดสอบผลของพรีสลีย์ และพบว่า แทนที่โลหะที่เผาไหม้แล้วจะมีน้ำหนักลดลง เพราะเสียโฟลจิสตอนไป แต่เมื่อวัดอย่างละเอียด ลาวัวซิเอร์พบว่าโลหะกลับมีน้ำหนักเพิ่มมากขึ้นหลังจากเผาไหม้ เขาตั้งสมมติฐานว่า อากาศเข้าไปผสมกับโลหะในขณะที่เผาไหม้ แทนที่จะเป็นเรื่องของการเสียโฟลจิสตอนแบบที่นักเคมีในสมัยนั้นเชื่อกัน ลาวัวซิเอร์ได้ทำการทดลองแบบเดียวกับที่พรีสลีย์ทำไว้ และพบว่าน้ำหนักของปรอทกับก๊าซที่เกิดขึ้นหลังการเผาไหม้เท่ากับน้ำหนักของผงปรอทแดงก่อนการเผาพอดี นอกจากนี้โลหะที่เผาไหม้ในก๊าซของพรีสลีย์ ก็มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับโลหะที่เผาในอากาศธรรมดา ลาวัวซิเอร์จึงสรุปว่า สมมติฐานเรื่องโฟลจิสตอนไม่ถูกต้อง และนักเคมีก็เลิกเชื่อเรื่องโฟลจิสตอนอีกต่อไป ลาวัวซิเอร์ได้ชื่อว่า ‘บิดาของวิชาเคมีสมัยใหม่’ จากการค้นคว้าและการวัดอย่างละเอียดถี่ถ้วน ซึ่งเป็นรากฐานของวิชาเคมีสมัยใหม่มาจนถึงปัจจุบัน

เราจะเห็นว่า สมมติฐานเกี่ยวกับโฟลจิสตอนนั้นเป็นสมมติฐานที่ไม่ได้เกิดจากการใช้วิธีการอุปนัย เพราะโฟลจิสตอนมองเห็นไม่ได้ และรับรู้โดยตรงด้วยวิธีอื่นก็ไม่ได้ ดังนั้นการสังเกตกรณี

เฉพาะจึงพบตัวอย่างของโฟลจิสตอนไม่ได้ การตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับโฟลจิสตอนจึงเป็นการใช้จินตนาการ โดยนักเคมีสังเกตการเผาไหม้ของสารต่างๆ และพบว่าเกือบทั้งหมดของการเผาไหม้สารที่ถูกเผาไหม้มีน้ำหนักลดลง และก็อาจมาจากการสังเกตเปลวไฟในการเผาไหม้ว่า การเผาไหม้เป็นการนำพาบางสิ่งบางอย่างออกจากวัตถุที่เผาไหม้ ดังนั้นจึงเกิดการตั้งสมมติฐานเรื่องโฟลจิสตอนขึ้น อย่างไรก็ตาม เมื่อลาวัวซิเอร์พบว่า การเผาไหม้ไม่จำเป็นต้องทำให้น้ำหนักของสารที่ถูกเผาไหม้ลดลง และยิ่งไปกว่านั้นพบว่าน้ำหนักรวมของสารที่ถูกเผาไหม้กับก๊าซที่เกิดขึ้น เท่ากับน้ำหนักของสารก่อนการเผาไหม้พอดี ก็ยิ่งย้ำให้ชัดว่าโฟลจิสตอนไม่มีจริง เนื่องจากก๊าซที่เกิดขึ้นไม่สามารถเผาไหม้เองได้ จึงไม่มีทางเป็นโฟลจิสตอน หรือมีโฟลจิสตอนอยู่ในก๊าซนั้นได้ จากการทดลองของลาวัวซิเอร์นี้ นักเคมีจึงรับว่า การเผาไหม้เป็นกระบวนการที่อ๊อกซิเจนเข้าทำปฏิกิริยากับวัตถุที่เผาไหม้ ไม่ใช่การสูญเสียโฟลจิสตอน

การที่การตั้งสมมติฐานเป็นเรื่องของจินตนาการเป็นส่วนใหญ่ ทำให้ไม่มีสูตรสำเร็จในการตั้งสมมติฐาน มีตัวอย่างมากมายที่แสดงว่าการตั้งสมมติฐานก่อให้เกิดความก้าวหน้าอย่างใหญ่หลวงแต่เป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ ‘ญาณทัศนะ’ หรือเกิดภาพในใจขึ้นซึ่งสามารถแก้ปัญหาต่างๆได้ ในราวคริสตวรรษที่สิบเก้า มีปัญหาทางเคมีอินทรย์ปัญหาหนึ่ง คือการหาโครงสร้างโมเลกุลของสารเบนซีน นักเคมีทราบว่าสูตรโมเลกุลของเบนซีนได้แก่ C_6H_6 คือในหนึ่งโมเลกุลมีอะตอมของธาตุคาร์บอนหกอะตอม และของไฮโดรเจนอีกหกอะตอม ปัญหาก็คือว่าอะตอมทั้งสิบสองนี้มาเชื่อมกันเป็นโมเลกุลของเบนซีนได้อย่างไร ในราวปลายคริสตวรรษที่สิบเก้า นักเคมีคนหนึ่งชื่อเคคูเลได้พยายามแก้ปัญหานี้อยู่นานก็แก้ไม่ได้ จนมาวันหนึ่งหลังจากคิดเรื่องนี้มาเป็นเวลานาน เคคูเลก็ไปนอนพักผ่อนในห้องอ่านหนังสือ หลังจากที่เขาหลับไปครู่หนึ่ง เขาก็ฝันเห็นอะตอมของคาร์บอนกับไฮโดรเจนมาเต้นระบำอยู่ตรงหน้า โดยคาร์บอนมีสี่แขนและไฮโดรเจนมีหนึ่งแขน ในฝันปรากฏว่า คาร์บอนหกตัวกับไฮโดรเจนหกตัวมาจับกันเป็นวงกลม ทันใดนั้นโคห์เลอร์ก็ตื่นขึ้นมาและก็ทราบว่าตนเองได้ค้นพบโครงสร้างโมเลกุลของเบนซีนเข้าแล้ว คืออะตอมทั้งหกของคาร์บอนจับเรียงตัวกันเป็นวงกลม และคาร์บอนแต่ละตัวจับไฮโดรเจนไว้หนึ่งตัว



โครงสร้างโมเลกุลของเบนซีน C_6H_6

จะเห็นได้ว่า สมมติฐานเกี่ยวกับโครงสร้างโมเลกุลของเบนซีนนี้ ไม่ได้คิดค้นขึ้นมาด้วยวิธีการที่เรารู้จักกันว่า 'เป็นวิทยาศาสตร์' เคคูเลมิได้ไปเพ่งดูว่าโครงสร้างโมเลกุลของเบนซีนเป็นอย่างไร แต่เขาคิดเอาจากจินตนาการล้วน ๆ ซึ่งเป็นจินตนาการที่ตรงกับหลักของเหตุผล และตรงกับผลการทดลองและทฤษฎีทางเคมีที่บอกว่า อะตอมของคาร์บอนมี 'แขน' สี่แขนที่ใช้เชื่อมกับอะตอมอื่น ๆในโมเลกุล และอื่น ๆในทำนองเดียวกัน

นอกจากนี้ยังมีตัวอย่างอื่น ๆอีก ที่เป็นที่รู้จักกันดีในประวัตของวิทยาศาสตร์ ได้แก่การค้นพบเพนนิซิลลินของนักเคมีชาวอังกฤษ อเล็กซานเดอร์ เฟลมมิ่ง เมื่อกว่าหกสิบปีมาแล้ว นักชีววิทยาชาวอังกฤษอเล็กซานเดอร์ เฟลมมิ่งกำลังทำการทดลองเพาะเชื้อจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆบนถาดแก้วแผ่นเล็ก ๆที่ใส่วุ้นไว้เป็นอาหาร เขาทิ้งถาดเหล่านี้ไว้ในห้อง แล้วออกเดินทางไปพักผ่อนเป็นเวลาหลายวัน เมื่อเขากลับมาเบาพบว่าถาดเพาะเชื้อในห้องมีหลายถาดที่ขึ้นรา แต่แทนที่เขาจะโยนถาดพวกนั้นทิ้งไป เขากลับกลายเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่ค้นพบสิ่งสำคัญที่สุดสิ่งหนึ่งในศตวรรษนี้ อันได้แก่ตัวยาเพนนิซิลลิน

ถ้าเฟลมมิ่งไม่ฉุกคิดและสังเกตว่าถาดที่ขึ้นรานั้น มีคราบจุลินทรีย์ที่ลดน้อยลงกว่าปกติรอบ ๆบริเวณที่ราขึ้น เขาก็คงไม่ได้มีโอกาสเป็นผู้ค้นพบครั้งสำคัญนี้ แต่อะไรเป็นประกายหรือเป็นแรงบันดาลใจให้เฟลมมิ่งมองสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ทั่ว ๆไปไม่ได้สนใจมอง ในขณะที่เขากำลังทำการทดลองนี้เฟลมมิ่งไม่ได้มุ่งหวังจะหาตัวยาเพนนิซิลลิน ที่สำคัญคือในขณะนั้นไม่มีใครในโลกที่รู้ว่ารา Pennicilium นี้มีสารปฏิชีวนะ ถ้าเฟลมมิ่งเคยศึกษามาก่อนว่าสารนี้มีในราชนิดนี้ และทำการทดลองโดยตั้งใจให้ราขึ้นบนถาดเพื่อดูว่าจุลินทรีย์ตายหรือไม่ การทดลองนี้ก็ไม่น่าสนใจอะไรเลย หรือถ้าเขาลองหาดูว่าราชนิดอื่นจะมีสารปฏิชีวนะเช่น Pennicilium หรือไม่ การทดลองนี้ก็ไม่

ได้เป็นการทดลองที่เปลี่ยนโลกได้อย่างที่เกิดขึ้นในประวัติศาสตร์ เฟลมมิ่งไม่ได้ตั้งใจไว้ก่อนว่าจะหาสารปฏิชีวนะ แต่เขากลับมองเห็นสิ่งที่ไม่มีใครเคยมองเห็นมาก่อน ทั้งๆที่อาจจะมีนักวิทยาศาสตร์คนอื่นๆหลายคนโยนถาคเพาะเชื้อที่มีราขึ้นมาก่อนหน้าเขา แต่เหตุใดเฟลมมิ่งจึงมองเห็นสิ่งที่หลายคนมองข้ามไป เหตุใดเฟลมมิ่งจึงสนใจมองที่ที่ไม่เคยมีนักวิทยาศาสตร์คนใดเคยมอง

กระบวนการตั้งสมมติฐานของเฟลมมิ่งก็คือว่า เมื่อเขาเห็นว่าราบนถาคเพาะเชื้อสามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่เพาะอยู่ได้ สมมติฐานก็คือว่า รานี้จะต้องมีอะไรบางอย่าง ที่ทำให้จุลินทรีย์ตาย อันที่จริงเฟลมมิ่งก็มิได้พัฒนาแนวความคิดนี้ออกไปสู่การผลิตยาปฏิชีวนะอย่างเต็มรูปแบบ เฟลมมิ่งเพียงแต่สังเกตว่ารามีสารที่มีคุณสมบัติเป็นยาปฏิชีวนะเท่านั้น ส่วนกระบวนการผลิตและการสกัดสารปฏิชีวนะเป็นงานของนักวิทยาศาสตร์อีกคนหนึ่ง แต่จะอย่างไรก็ตาม เฟลมมิ่งก็ได้รับเกียรติในฐานะผู้ค้นพบสารเพนนิซิลลิน ซึ่งเป็นการปฏิวัติวงการแพทย์อย่างขนานใหญ่ เราจะเห็นได้ว่า การตั้งสมมติฐานนี้ในหลายกรณีต้องอาศัยโชคเป็นสำคัญ ประกอบกับการเป็นคนช่างสังเกตของนักวิทยาศาสตร์ ปัจจัยสองประการนี้ดูจะไม่ตรงกับความเชื่อทั่วไปเกี่ยวกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ว่า เป็นการมุ่งไปสู่ความเป็นจริงโดยนักวิทยาศาสตร์รู้อยู่ว่าจะมุ่งไปอย่างไร จะต้องทำอย่างไรเพื่อให้เข้าถึงความเป็นจริงนั้นๆ แต่ตัวอย่างจากโคห์เลอร์หรือจากเฟลมมิ่งเองบอกให้เราทราบว่า ในความเป็นจริงแล้ว กระบวนการค้นพบ หรือการตั้งสมมติฐานของวิทยาศาสตร์นั้นไม่ได้เป็นไปตามความเชื่อหรือตำนานนี้เท่าใดนัก

การอ้างเหตุผลสืบเนื่องจากสมมติฐาน

เมื่อได้สมมติฐานมาแล้ว ขั้นตอนต่อไปของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ก็ได้แก่ การอ้างเหตุผลสืบเนื่องจากสมมติฐาน โดยให้สมมติฐานที่ตั้งไว้เป็นข้ออ้าง แล้วอ้างเหตุผลหาข้อสรุปที่สามารถทดสอบได้ โดยข้อสรุปดังกล่าวนี้จะเป็นการทำนายปรากฏการณ์ของสมมติฐาน ซึ่งถ้าข้อสรุปเกิดขึ้นตรงตามกับที่สมมติฐานได้ทำนายไว้ ก็สรุปได้ในระดับหนึ่งว่า สมมติฐานนั้นใช้การได้ในการอธิบายปรากฏการณ์ รูปแบบการอ้างเหตุผลเป็นดังนี้

สมมติฐาน H
...
... (การอ้างเหตุผลสืบเนื่อง)

∴ ข้อสรุป C

สมมติฐานที่ได้มาจากขั้นแรกนี้ จะต้องมีความสัมพันธ์กับปรากฏการณ์จริง เพราะมิฉะนั้นแล้วสมมติฐานก็จะขาดลักษณะสำคัญได้แก่การที่เป็นผลจากการพยายามทำความเข้าใจ หรือการหาคำอธิบายของความเป็นจริงได้ ความสัมพันธ์เช่นว่านี้ ก็จะต้องอาศัยการอ้างเหตุผลเป็นสำคัญ

เพราะสมมติฐานทางวิทยาศาสตร์มีลักษณะเป็นประโยคที่กว้างขวางครอบคลุม ไม่ใช่ประโยคที่มีเนื้อหาเฉพาะเจาะจงถึงปรากฏการณ์ครั้งนี้หรือครั้งนั้นเท่านั้น แต่ต้องครอบคลุมถึงปรากฏการณ์ทั้งหมดที่อยู่ในรูปแบบ หรือที่มีลักษณะเหมือน ๆกัน การอ้างเหตุผลสืบเนื่องมาจากสมมติฐาน จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในกระบวนการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเป็นจุดเชื่อมทฤษฎีหรือสมมติฐาน กับความเป็นจริงเข้าด้วยกัน ลักษณะการตั้งสมมติฐานและการอ้างเหตุผลสืบเนื่องมาจากสมมติฐานเช่นนี้ เป็นที่รู้จักกันในวิชาปรัชญาวิทยาศาสตร์ว่า วิธี hypothetico-deductive (เรียกย่อ ๆว่า วิธี H-D) ลักษณะของการอ้างเหตุผลในวิธีนี้ อยู่ในรูปของการมีข้ออ้างที่เป็นสมมติฐานที่อยู่ในรูปประโยคกว้าง ๆ หรือประโยคสากลที่บ่งถึงปรากฏการณ์ทั้งหมดในประเภทเดียวกัน แล้วหาข้อสรุปที่เป็นปรากฏการณ์เฉพาะ ซึ่งจะเป็นตัวอย่างของสมมติฐานหรือทฤษฎีที่เป็นข้ออ้าง ดังนั้นการอ้างเหตุผลในวิธีเช่นนี้ จึงเป็นการอ้างเหตุผลแบบนิรนัย ซึ่งเป็นการอ้างเหตุผลที่หาข้อสรุปที่เป็นกรณีเฉพาะจากข้ออ้างที่เป็นกรณีทั่วไป การอ้างเหตุผลแบบนิรนัยนี้จะสามารถให้หลักประกันที่แน่นอนเต็มที่ได้ว่า ถ้าข้ออ้างเป็นจริงทั้งหมดแล้ว ข้อสรุปจะไม่มีทางเป็นอื่นนอกจากต้องเป็นจริง ดังนั้น แนวคิดพื้นฐานของวิธีการแบบ hypothetico-deductive ก็คือว่าจะพยายามให้วิทยาศาสตร์มีความเที่ยงตรงแน่นอนเท่ากับตรรกวิทยาหรือคณิตศาสตร์ ถ้าทฤษฎีหรือสมมติฐานเป็นจริงแล้ว ข้อสรุปหรือการทำนายปรากฏการณ์ก็ต้องเป็นจริงเสมอ

ตัวอย่างง่าย ๆของกระบวนการอ้างเหตุผลนี้ก็เป็นการอ้างเหตุผลจากกฎของบอยล์ ซึ่งว่าด้วยความสัมพันธ์ผกผันระหว่างปริมาตรของก๊าซกับความดันของก๊าซในขณะที่อุณหภูมิคงที่ การอ้างเหตุผลเป็นดังนี้[19]

> ๑. เมื่อปริมาตรของก๊าซที่บรรจุอยู่ในภาชนะปิดเพิ่มมากขึ้น ความดันของก๊าซนั้นจะลดลง (กฎของบอยล์)
> ๒. ภาชนะใบนี้ปิดสนิท และมีก๊าซชนิดหนึ่งบรรจุอยู่เป็นปริมาตรหนึ่งลิตร และได้ขยายปริมาตรของภาชนะนี้ออกมาเป็นสองลิตร โดยให้อุณหภูมิคงที่ (เงื่อนไขเริ่มต้น)
> ---
> ๓. ปรากฏว่าการวัดความดันของก๊าซพบว่า ความดันลดลงสองเท่า (ตรงกับที่กฎของบอยล์ได้ทำนายไว้)

จะเห็นได้ว่า การอ้างเหตุผลนี้สมเหตุสมผล เพราะประโยค (๓) เป็นกรณีเฉพาะของประโยค (๑) ซึ่งเป็นกฎของบอยล์ ประโยค (๒) มีความสำคัญในแง่ที่เป็นตัวเชื่อมระหว่าง (๑) กับ (๓)

---

[19] ตัวอย่างการอ้างเหตุผลนี้ดัดแปลงมาจาก John Earman and Wesley Salmon, "The Confirmation of Scientific Hypotheses" ใน Merrilee H. Salmon et al. *Introduction to the Philosophy of Science* (Englewood Cliffs, CA: Prentice Hall, 1992) หน้า ๔๒ ถึง ๑๐๓.

สมมติฐานโดยลำพังไม่สามารถทำให้ได้ข้อสรุปที่เป็นการทำนายปรากฏการณ์เฉพาะได้ ดังนั้น (๒) จึงมีฐานะเป็น 'เงื่อนไขเริ่มต้น' ที่ทำให้การอ้างเหตุผลสืบเนื่องจากสมมติฐานเป็นไปได้ และเมื่อการอ้างเหตุผลมีความซับซ้อนมากขึ้น ก็จะมีสมมติฐานย่อยๆมาคั่นกลางในการอ้างเหตุผล อันที่จริงในการทดสอบกฎของบอยล์ที่เห็นอยู่นี้ มีการใช้สมมติฐานย่อยๆอยู่ด้วย เช่นเราต้องมั่นใจว่า มาตรวัดความดันในภาชนะนี้ถูกต้อง ปรอทวัดอุณหภูมิถูกต้อง ฯลฯ นั่นคือเราต้องมีสมมติฐานเกี่ยวกับความเชื่อถือได้ของอุปกรณ์วัดต่างๆด้วย

กล่าวโดยสรุป การอ้างเหตุผลสืบเนื่องจากสมมติฐานเป็นกระบวนการที่นำเอาตรรกวิทยามาใช้ในวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทำให้วิธีการนี้มีทั้งการใช้ประสบการณ์และเหตุผลด้วยในขณะเดียวกัน ความเชื่อพื้นฐานก็คือว่า ถ้าสมมติฐานเป็นความจริง และการอ้างเหตุผลสมเหตุสมผล ข้อสรุปที่เป็นการทำนายปรากฏการณ์เฉพาะ ก็ย่อมเป็นจริงอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ แต่สถานการณ์เช่นนี้จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อสมมติฐานเป็นจริงเท่านั้น ซึ่งจากขั้นตอนที่เราพิจารณามาตั้งแต่ต้นพบว่ายังไม่มีหลักประกันอันใดที่จะยืนยันได้เต็มที่ว่า สมมติฐานที่ได้มาเป็นจริงได้อย่างไร การที่ข้อสรุปทำนายปรากฏการณ์ตามที่สมมติฐานทำนายได้นั้น ก็เป็นเพียงการยืนยันสมมติฐานในระดับหนึ่งเท่านั้น แต่ยังไม่ใช่การยืนยันว่าสมมติฐานต้องเป็นจริงอย่างแน่นอน เพราะตามหลักตรรกวิทยาแล้วการที่ข้อสรุปเป็นข้อสรุปเชิงตรรกของการอ้างเหตุผล ไม่เป็นหลักประกันว่าข้ออ้างต้องเป็นความจริง เพราะเหตุนี้ ดังนั้นเราจึงเห็นว่า วิธีการที่เสนอมานี้ ซึ่งเชื่อกันว่าเป็นรูปแบบจำลองของวิธีการวิทยาศาสตร์ทั่วไปนั้น ยังขาดความเที่ยงตรงแม่นยำที่เชื่อกันว่า เป็นลักษณะประจำของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ด้วย

ทดสอบผลสรุปจากสมมติฐาน

เมื่อได้ข้อสรุปจากการอ้างเหตุผลที่มีสมมติฐานเป็นข้ออ้างแล้ว ข้อสรุปที่เป็นกรณีเฉพาะนี้ก็ไม่ได้มีเพียงแต่การยืนยันสมมติฐานเท่านั้น แต่ก็อาจจะเป็นข้อสรุปที่ปฏิเสธสมมติฐานก็ได้ นักปรัชญาวิทยาศาสตร์ท่านหนึ่งคือ คาร์ล ปอปเปอร์เสนอแนวคิดว่า ความเป็นวิทยาศาสตร์อยู่ตรงที่ว่า ข้อสรุปที่ได้จากการอ้างเหตุผลเช่นนี้ ต้องมีลักษณะคือสามารถทำให้พิสูจน์ได้ว่าสมมติฐานหรือข้ออ้างเป็นเท็จ ถ้าทำไม่ได้ก็ไม่ใช่วิทยาศาสตร์ ทฤษฎีของปอปเปอร์นี้เรียกว่า ทฤษฎี 'พิสูจน์เท็จได้' หรือ falsifiability ซึ่งเราจะพูดถึงในหัวข้อถัดไป ตัวอย่างที่ปรากฏในงานของ Earman กับ Salmon ก็คือการแสดงว่าทฤษฎีที่บอกว่าแสงเป็นอนุภาคที่เคลื่อนที่เป็นเส้นตรง เป็นทฤษฎีที่ไม่ถูกต้องด้วยการอ้างเหตุผลดังนี้

๑. แสงประกอบด้วยอนุภาคเล็กๆที่เคลื่อนที่เป็นเส้นตรง
๒. มีวัตถุรูปวงกลมมาขวางทางเดินของแสง

---

๓. วัตถุนี้จะก่อให้เกิดเงาเป็นรูปวงกลมทึบทั่วไปหมด[20]

อย่างไรก็ตาม เมื่อทำการทดลองจริง ๆพบว่า เงาที่คาดว่าจะทึบแสงหมดนั้น ปรากฏว่ามีจุดสว่างเล็ก ๆอยู่ตรงกลาง การทดลองนี้แสดงให้เห็นว่า สมมติฐานใน (๑) นั้นไม่ถูกต้อง

แต่อย่างไรก็ตาม ในสถานการณ์ที่ซับซ้อนมากกว่านี้ นักวิทยาศาสตร์อาจจะยังคงรักษาสมมติฐานหรือทฤษฎีไว้ แม้ว่าข้อสรุปที่ได้จากการใช้ทฤษฎีทำนายปรากฏการณ์นั้นจะไม่ตรงกับความเป็นจริง ในกรณีเช่นนี้นักวิทยาศาสตร์อาจเห็นว่า ทฤษฎีนั้นมีค่าและมีประโยชน์ เกินกว่าจะมาทิ้งไปเพียงเพราะขัดแย้งกับข้อมูล แทนที่จะทิ้งทฤษฎีไป นักวิทยาศาสตร์กลับไปค้นหาสมมติฐานย่อย ๆที่มาประกอบเป็นการอ้างเหตุผล เพื่อหาว่าสมมติฐานย่อย ๆเหล่านี้มีที่ผิดบ้างหรือไม่ กล่าวคือนักวิทยาศาสตร์เชื่อมั่นว่า ทฤษฎีใหญ่ต้องถูก แต่เมื่อทฤษฎีให้ผลขัดแย้งกับการสังเกตก็จะหาทางแก้ไขทฤษฎี หรือส่วนประกอบของทฤษฎีมากกว่าจะทิ้งทฤษฎีไปทั้งหมด ตัวอย่างที่เป็นที่รู้จักกันดีก็คือการเก็บรักษาทฤษฎีกลศาสตร์ท้องฟ้าของนิวตัน ทั้ง ๆที่ทฤษฎีนี้ให้ข้อสรุปที่ขัดแย้งกับการสังเกตทางดาราศาสตร์ ในกลางคริสตวรรษที่สิบเก้า นักดาราศาสตร์ ซึ่งได้ค้นพบดาวยูเรนัสมาก่อนหน้านี้แล้ว ได้ใช้ทฤษฎีของนิวตันคำนวณเส้นทางโคจรของดาวยูเรนัส ปรากฏว่าเมื่อเวลาผ่านไประยะหนึ่ง การโคจรของดาวยูเรนัสไม่ตรงกับที่ทฤษฎีทำนายไว้ แทนที่นักดาราศาสตร์จะคิดว่าทฤษฎีของนิวตันมีอะไรผิด กลับคิดว่าทฤษฎีนั้นถูกอยู่แล้ว แต่มีปัจจัยภายนอกอย่างอื่นที่มาทำให้วงโคจรของดาวยูเรนัสผิดไปจากทฤษฎี ดังนั้นจึงมีนักดาราศาสตร์คนหนึ่งเสนอว่าสาเหตุที่ทำให้ดาวยูเรนัสโคจรผิดไปที่คำนวณได้ตามทฤษฎีก็คือว่า ต้องมีดาวเคราะห์อีกดวงหนึ่งโคจรอยู่เลยจากดาวยูเรนัสออกไป ซึ่งแรงโน้มถ่วงจากดาวเคราะห์นี้ทำให้วงโคจรของดาวยูเรนัสผิดเพี้ยนไป การเสนอเช่นนี้นับเป็นการใช้ทฤษฎีเพื่อทำนายสิ่งที่ยังมองไม่เห็นโดยตรง เนื่องจากในขณะนั้นยังมนุษย์ยังไม่สามารถสังเกตดาวเคราะห์ที่ถัดออกไปนี้ ซึ่งได้แก่ดาวเนปจูนได้ อย่างไรก็ตามการมีอยู่ของดาวเนปจูนก็เป็นที่ยอมรับกันทางทฤษฎี โดยนักดาราศาสตร์สามารถคำนวณเส้นทางโคจรและมวลของดาวเนปจูนได้จากการศึกษาการเพี้ยนของวงโคจรของดาวยูเรนัส เมื่อเวลาผ่านไปและมนุษย์สามารถสร้างกล้องโทรทรรศน์ที่มีพลังมากขึ้นได้ นักดาราศาสตร์ก็สามารถค้นพบดาวเนปจูนได้จริง ๆตามที่ทฤษฎีของนิวตันได้คำนวณไว้ เหตุการณ์นี้แสดงว่า ในบางกรณีนักวิทยาศาสตร์เลือกที่จะเก็บรักษาทฤษฎีเอาไว้ แม้ว่าทฤษฎีนั้นในขณะหนึ่งจะให้ผลสรุปที่ไม่ตรงกับการสังเกต ปัญหาก็คือว่า มีหลักการอะไรที่จะบอกได้ตลอดเวลาว่า เมื่อเกิดความขัดแย้งระหว่างทฤษฎีกับการสังเกต เมื่อใดควรจะปรับปรุงทฤษฎี และเมื่อใดควรจะหาปัจจัยภายนอกที่มาทำให้ผลการทำนายของทฤษฎีผิดไป ปัญหาเช่นนี้จะพบว่า ไม่สามารถหาสูตรสำเร็จได้ และนักวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยการตัดสินใจเลือกว่าจะทำอย่างไร โดยคำนึงถึงปัจจัยแวดล้อมต่าง ๆ ซึ่งบาง

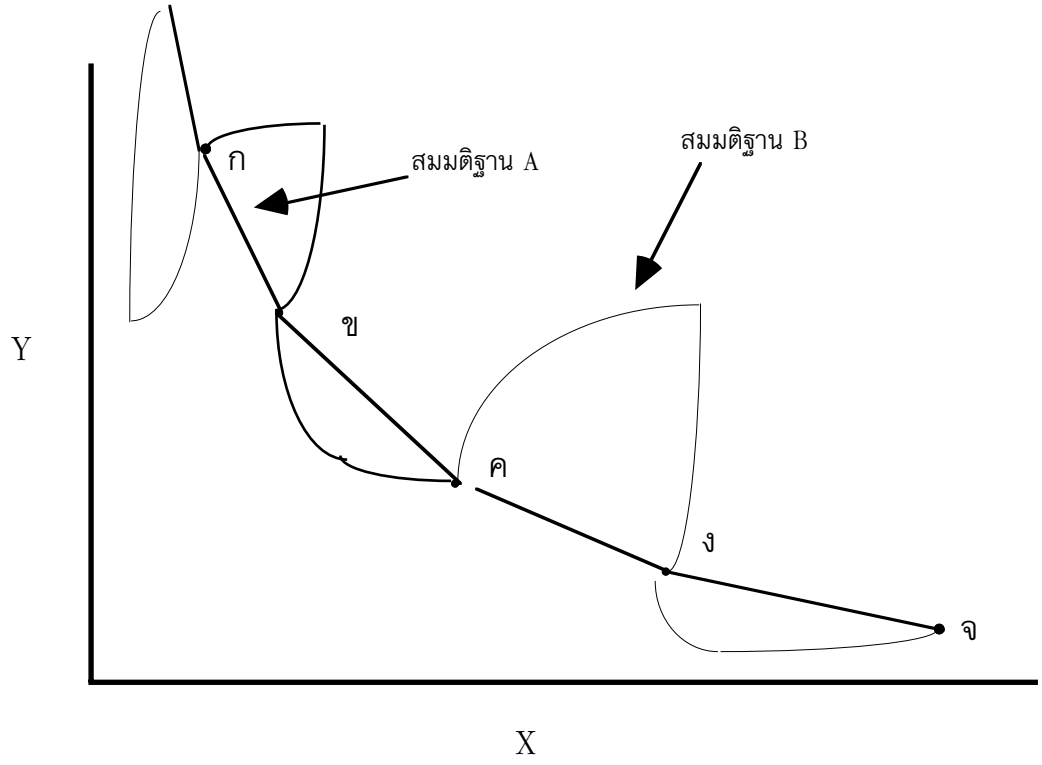
---

[20] John Earman and Wesley Salmon, "The Confirmation of Scientific Hypotheses" หน้า ๔๗.

อย่างอาจไม่เกี่ยวกับความเป็นวิทยาศาสตร์ตามที่เข้าใจกันเลยก็เป็นได้ หรืออย่างน้อยหลักการที่ใช้ในการเลือกแนวทางนี้ก็ไม่ได้รับการยืนยันจากวิธีการทางวิทยาศาสตร์

การยืนยันหรือการทิ้งสมมติฐาน

เราเห็นแล้วว่า บทบาทของข้อสรุปที่มีต่อสมมติฐานที่เป็นข้ออ้างก็คือ ข้อสรุปนั้นอาจนำไปสู่การยืนยันหรือการทิ้งสมมติฐานก็ได้ และการทิ้งสมมติฐานนั้นอาจไม่จำเป็นต้องเกิดขึ้นแม้ข้อสรุปจะขัดแย้งกับสมมติฐานนั้น หากมีสมมติฐานย่อยอื่นๆที่พบได้ว่าขัดแย้งกับข้อสรุป ดังในกรณีของการค้นพบดาวเนปจูนที่เพิ่งกล่าวถึงไปในหัวข้อที่แล้ว อย่างไรก็ตาม ปัญหาที่เกิดขึ้นในการยืนยันหรือการทิ้งสมมติฐานก็คือว่า เราจะแน่ใจได้อย่างไรว่าข้อสรุปที่เกิดขึ้น เป็นการยืนยันหรือการปฏิเสธสมมติฐานที่เป็นข้ออ้างจริงๆ ไม่ได้ไปยืนยันหรือปฏิเสธสมมติฐานอื่นๆ สมมติว่าเรามีการอ้างเหตุผลที่เป็นการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมี H_0 เป็นสมมติฐาน และมีข้อสรุปที่เป็นกรณีเฉพาะได้แก่ C_0 สมมติว่า C_0 ยืนยัน H_0 คือเป็นกรณีเฉพาะของ H_0 จริงๆ แต่ตามหลักตรรกวิทยาเราพบว่า แม้ว่า C_0 จะเป็นจริง ก็ไม่เป็นข้อยืนยันอย่างเต็มที่ได้ว่า H_0 ต้องเป็นจริงไปด้วย ในกรณีของการทดลองเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรกับความดันของก๊าซ เราอาจทำการทดลองเพิ่มหรือลดปริมาตรของก๊าซ แล้ววัดว่าความดันของก๊าซนั้นเพิ่มขึ้นหรือลด.ลง แล้วทำออกมาเป็นกราฟได้เช่นนี้



ให้แกน Y แทนความดันของก๊าซ และแกน X แทนปริมาตรของก๊าซ ผลการทดลองได้บันทึกไว้ที่จุด ก ข ค ง และ จ ตามลำดับ ในกรณีนี้จุดทั้งห้าจะแทนผลสรุปของการอ้างเหตุผลซึ่งอาจได้แก่กฎของบอยล์ ซึ่งแทนที่ในกราฟด้วยเส้นสมมติฐาน A แต่จุดทั้งห้านี้ก็อาจยืนยันอีกสมมติฐานหนึ่ง ได้แก่สมมติฐาน B ซึ่งมีรูปร่างในกราฟเป็นเส้นหยักไปหยักมาดูแปลกประหลาดก็ได้ เหตุผลก็คือว่าทั้งเส้น A กับ B ต่างก็ตรงกับข้อมูลจากการสังเกตทั้งคู่ แม้ว่าเราจะสังเกตให้ละเอียดมากขึ้น เช่น ตรวจดูความดันที่ปริมาตรที่แยกย่อยลงไป เราก็ประสบปัญหาเดียวกันอยู่ดี เพราะเราก็ยังมีเนื้อที่ระหว่างจุดสองจุดที่มีเส้นเชื่อมได้มากกว่าหนึ่งเส้น สิ่งที่ได้จากเหตุการณ์เช่นนี้ก็คือว่า สมมติฐานที่ได้รับการยืนยันนั้น เป็นเพียงหนึ่งเดียวในจำนวนมากมายนับไม่ถ้วนของสมมติฐานที่เป็นไปได้ การยืนยันสมมติฐานไม่สามารถจำกัดลงไปได้ว่าสมมติฐานใดในระหว่างสมมติฐานจำนวนนับไม่ถ้วนที่ตรงกับข้อมูลนี้ เป็นสมมติฐานที่ถูกต้อง

เมื่อเป็นเช่นนี้ การยืนยันสมมติฐานในสถานการณ์จริง จึงอาศัยความเชื่อพื้นฐานอยู่ชุดหนึ่ง ซึ่งเป็นตัวกำหนดว่าสมมติฐานใดเป็นสมมติฐานที่เลือกรับมาเป็นส่วนหนึ่งของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความเชื่อหรือตำนานของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ส่วนหนึ่งมีอยู่ว่า ข้อสรุปที่เป็นกรณีเฉพาะ ถ้าตรงกับที่สมมติฐานทำนายไว้ จะยืนยันสมมติฐานนั้น แต่เราพบว่า เนื่องจากสมมติฐานที่ยืนยันได้ตามตัววิธีการมีได้มากมาย การเลือกเอาสมมติฐานที่รับมาใช้ในวิทยาศาสตร์จึงเป็นการเลือกตามหลักการที่ไม่ได้ปรากฏอยู่ในวิธีการทางวิทยาศาสตร์นั้นเอง นักปรัชญาวิทยาศาสตร์บางฝ่ายเสนอว่า หลักการในการเลือกสมมติฐานเช่นนี้ ควรจะมาจากการเลือกสมมติฐานที่ ‘เรียบง่าย’

ที่สุด ดังนั้นในกรณีนี้ การเลือกสมมติฐาน A แทนที่ B จึงถูกต้อง เพราะ A เรียบง่ายกว่า แต่การแสดงให้ประจักษ์ชัดว่า เหตุใดสมมติฐานที่เรียบง่ายกว่าควรแก่การเลือกเอามาเป็นความรู้ ก็ยังเป็นประเด็นปัญหาที่ค้างคาอยู่ การอ้างว่าสมมติฐานที่เรียบง่ายกว่าต้องดีแว่า เพราะตรงกับความเป็นจริง ก็เป็นการอ้างที่เท่ากับรับสิ่งที่จะอ้างไว้ก่อนแล้ว คือการจะอ้างเช่นนี้ได้ต้องรับไว้ก่อนว่า ความเป็นจริงมีลักษณะเรียบง่าย แต่เราจะรู้ได้อย่างไรว่า ความเป็นจริงเรียบง่ายจริง ถ้าเราไม่ทำตามขั้นตอนและวิธีการที่เรากำลังอภิปรายกันอยู่นี้ ซึ่งก็ต้องรับไว้ก่อนอยู่ดีว่าความเรียบง่ายควรจะเป็นหลักที่นำมาใช้

ปัญหาสำคัญอีกประการหนึ่งของการยืนยันหรือการปฏิเสธสมมติฐานก็คือว่า มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์อีกมากมายหลายประเภทที่ไม่ได้อยู่ในรูปของการอ้างเหตุผลเชิงนิรนัยแบบที่กำลังอภิปรายกันอยู่นี้ แต่อยู่ในรูปของการอ้างเหตุผลเชิงสถิติ ศาสตร์หลายแขนงโดยเฉพาะการแพทย์อยู่ในรูปนี้ เช่นอาจมีการทดลองเพื่อตอบว่า การสูบบุหรี่มีผลต่อการเป็นมะเร็งปอดหรือไม่ หรือการกินวิตามินซีช่วยป้องกันโรคหวัดได้หรือไม่ การทดลองเพื่อตอบปัญหาเหล่านี้ไม่ได้ชัดเจนและเรียบง่ายเหมือนกับการพิสูจน์กฎของบอยล์ แต่เกี่ยวพันกับปัจจัยต่างๆมากมาย ในทางการแพทย์วิธีการที่ดีที่สุดในการค้นคว้าและยืนยันความรู้ได้แก่การทดลองด้วยวิธีที่เรียกว่า ‘มืดบอดสองข้าง’ (double-blind control) คือไม่ให้ผู้ที่ทำการทดลอง และผู้ที่ได้รับการทดลองรู้ว่าตนเองกำลังได้รับสารที่จะใช้ทดลองหรือไม่ ทั้งนี้เพื่อป้องกันอคติต่างๆที่อาจเกิดขึ้น แต่จะอย่างไรก็ตาม แม้แต่ในการทดลองแบบนี้ ก็ยังต้องอาศัยความรู้จากสถิติ และการยืนยันสมมติฐานก็ต้องอยู่ในรูปของการหาความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เนื่องจากสถิติเป็นวิชาที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการคาดคะเนจากประชากรจำนวนจำกัดแบ่งเป็นกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง มีการคาดคะเนไปยังประชากรทั่วไป ซึ่งเป็นวิธีการที่มีรากฐานมาจากตรรกวิทยาอุปนัย เนื่องจากอุปนัยเป็นวิธีการทางตรรกวิทยาที่ไม่สามารถให้ความแน่นอนตายตัวได้ เนื่องจากเราไม่มีวันแน่ใจได้ว่า ประชากรที่ไม่ได้สังเกตนั้นจะเหมือนกับประชากรที่ทำการทดลองหรือไม่อย่างไร วิธีการนี้จึงให้ได้แต่เพียง *ความน่าจะเป็น* ว่าสมมติฐานควรได้รับการยืนยันหรือไม่ควรโดยอ้างอิงกับข้อมูลจากการทดลองผ่านการคำนวณทางสถิติเท่านั้น แต่เนื่องจากวิธีการแบบ H-D ที่เราสนใจกันอยู่ มีรากฐานมาจากตรรกวิทยาแบบนิรนัย ซึ่งไม่ยอมรับความเป็นไปได้ในการที่ข้อสรุปอาจจะเป็นเท็จเลย วิธีการนี้จึงใช้ไม่ได้กับศาสตร์ที่ต้องอาศัยสถิติในการวิจัยหาความรู้ และเนื่องจากวิทยาศาสตร์หลายสาขาต้องใช้สถิติ เราจึงพบว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์ตามที่อยู่ในความเชื่อทั่วไป หรือในตำนานนี้ ไม่ตรงกับการหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์หลายสาขา เช่นการแพทย์ หรืออื่นๆที่ต้องอิงอาศัยการคาดคะเนทางสถิติ

สรุป

วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้อภิปรายกันมา เป็นเรื่องของตรรกวิทยาและการใช้เหตุผลเป็นหลัก และเป็นขั้นตอนที่นักปรัชญาวิทยาศาสตร์กระแสหลักมักสรุปออกมาเป็นรูปแบบของการอ้างเหตุผลทางตรรกวิทยาสัญลักษณ์ นักปรัชญากระแสหลักที่เอ่ยถึง ก็ได้แก่นักปรัชญาที่เชื่อว่า

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถสรุปออกมาได้เป็นรูปแบบในอุดมคติว่า วิทยาศาสตร์จะต้องเป็นแบบนี้ หรืออย่างน้อยก็ควรจะเป็นแบบนี้จึงจะเป็นวิทยาศาสตร์ที่ดีที่สุด นักปรัชญากระแสหลักจะเชื่อว่า นักวิทยาศาสตร์ทำงานอย่างมีเหตุผลตรงตามอุดมคติของตรรกวิทยา ซึ่งเป็นวิชาที่ศึกษารูปแบบการอ้างเหตุผลในเชิงคณิตศาสตร์ หรืออย่างน้อยก็เชื่อว่า การทำงานจริงของนักวิทยาศาสตร์กับระเบียบวิธีที่เป็นโครงสร้างทางตรรกวิทยานั้นเป็นสองอย่างที่ต่างกัน โดยโครงสร้างทางตรรกวิทยามีฐานะเป็นมาตรฐานในอุดมคติที่นักปรัชญาสามารถใช้วิพากษ์วิจารณ์การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ได้ แต่เมื่อเราสังเกตสถานการณ์จริงแล้ว เราจะพบว่ากระบวนการคิดของนักวิทยาศาสตร์มิได้อยู่ในรูปแบบที่เรียบร้อยสวยงาม ดังที่ปรากฏในแบบจำลองของนักตรรกวิทยาเสมอไป ยิ่งไปกว่านั้น การที่วิทยาศาสตร์เป็นชื่อเรียกวิชาการหลากหลายที่มารวมๆกัน โดยแต่ละสาขามีความแตกต่างกันเป็นอันมาก ก็ทำให้เราคิดว่าวิธีการที่ได้อภิปรายกันนี้ เป็นเพียงการสร้างขึ้นหรือเป็นภาพในอุดมคติของนักปรัชญาวิทยาศาสตร์ที่พยายามหาความเป็นหนึ่งเดียวในกิจกรรมอันหลากหลายที่เรียกว่าวิทยาศาสตร์ มากกว่าที่เป็นการสรุปบรรยายสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ทำกันจริงๆ ในการศึกษาหาความรู้ ด้วยเหตุนี้ ความคิดของนักปรัชญากระแสหลักที่จะใช้เหตุผลล้วนๆ หรือตรรกวิทยามาวิพากษ์วิจารณ์กระบวนการหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ จึงไม่ค่อยน่าเชื่อถือเท่าใดนัก ถึงแม้ว่ามีแบบจำลองหรือรูปแบบเชิงอุดมคติทางตรรกวิทยานี้จริง ก็ไม่เป็นเครื่องยืนยันว่า การหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ควรจะต้องเดินตางทางดังกล่าวนี้ หากเราถือว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เรามีอยู่ในปัจจุบัน สามารถตอบสนองความต้องการต่างๆของเราได้ในระดับหนึ่ง และกระบวนการหาความรู้สามารถปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงไปได้ตามแต่วัตถุประสงค์ที่ขึ้นอยู่กับสถานการณ์แวดล้อม ถ้าเป็นเช่นนี้จริง การถือว่ามีวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่มาจากการใช้เหตุผลหรือตรรกะล้วนๆ จึงไม่สอดคล้องกับการพยายามทำให้วิธีหาความรู้ของวิทยาศาสตร์ต่างๆตอบสนองความต้องการของเราได้ แนวคิดเบื้องหลังของการถือว่า มีวิธีการทางวิทยาศาสตร์หนึ่งเดียวที่ใช้ได้กับวิทยาศาสตร์ทั้งหมด อยู่ที่ว่า วิธีการนี้เป็นประตูไปสู่การเข้าถึงความเป็นจริงที่ถูกต้องเพียงวิธีเดียวเท่านั้น ความคิดเช่นนี้ไม่ถูกต้อง เพราะเราจะเห็นกันต่อไปว่า ความจริงความเท็จของข้อความทางวิทยาศาสตร์นั้น ไม่สำคัญเท่ากับว่า เรา 'ใช้ประโยชน์' จากข้อความเหล่านั้นได้อย่างไร และถ้าเป็นเช่นนี้จริง เราก็ควรเลิกคิดเรื่องความจริงความเท็จของข้อความวิทยาศาสตร์ หรือเลิกคิดว่าทำอย่างไรวิทยาศาสตร์จึงนำพาเราไปสู่ความเป็นจริงที่เที่ยงแท้ในท้ายที่สุด แต่เราควรคิดว่าในบรรดาวิทยาศาสตร์ต่างๆที่เรามี ซึ่งแต่ละสาขาก็มีวิธีการของตนเองที่ต่างกันไปนั้น การปรับเปลี่ยนวิธีการแบบใดจึงจะตอบสนองจุดประสงค์ต่างๆของเราในแต่ละช่วงเวลาและสภาพแวดล้อมได้ดีที่สุด

วิธีการ 'พิสูจน์เท็จ' ของปอปเปอร์

วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่อภิปรายไปในหัวข้อที่แล้ว เป็นวิธีที่เรียกกันโดยทั่วไปว่า วิธี 'hypothetico-deductive' หรืออาจแปลเป็นภาษาไทยง่ายได้ว่า 'วิธีสมมติฐาน-นิรนัย' จุดใหญ่

ใจความของวิธีการนี้ก็คือ การหาข้ออ้างของการอ้างเหตุผล ที่ทำหน้าที่เป็นสมมติฐาน แล้วอ้างเหตุผลแบบนิรนัยลงมาหาข้อสรุป ซึ่งเป็นกรณีเฉพาะที่บ่งชี้และเจาะจงว่าส่วนย่อยๆของความเป็นจริงที่สังเกตอยู่นั้น ตรงกับสมมติฐานหรือไม่อย่างไร วิธีการนี้เป็นวิธีการที่มักจะสอนกันอยู่ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์เบื้องต้น ว่าเป็น 'วิธีการทางวิทยาศาสตร์' อย่างไรก็ตาม ในการอภิปรายที่ผ่านไปได้มีการเอ่ยถึงวิธีการอีกวิธีการหนึ่ง ซึ่งก็เป็นที่รู้จักไม่แพ้กันว่าเป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ 'วิธีการพิสูจน์เท็จ' (falsifiability) ของคาร์ล ปอปเปอร์ ดังนั้นในหัวข้อนี้เราจะมาดูกันว่าวิธีการนี้เป็นอย่างไร และเป็นตัวแทนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้หรือไม่ เพียงใด

แนวคิดพื้นฐานของวิธีการพิสูจน์เท็จของปอปเปอร์ไม่ยากอะไร ปอปเปอร์ถือว่า ข้ออ้างความรู้ใดจะเป็นข้ออ้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ก็ต่อเมื่อ ข้อความรู้นั้นสามารถพิสูจน์ให้เห็นว่าเท็จได้ โดยมีข้ออ้างความรู้อื่นมาหักล้าง หรือไม่ก็ขัดแย้งกับข้อมูลที่สังเกตได้ด้วยประสาทสัมผัส ประเด็นเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลกับข้ออ้างความรู้นี้เป็นเรื่องใหญ่ในปรัชญาแขนงที่เรียกว่าญาณวิทยา ซึ่งศึกษาปัญหาต่างๆเกี่ยวกับความรู้ ผู้ที่สนใจเรื่องนี้โดยละเอียดอาจค้นคว้าเรื่องนี้ต่อไปได้ ในหนังสือของผมเรื่อง *ขอบฟ้าแห่งปรัชญา* [21] ใจความหลักของหนังสือเล่มนี้ในส่วนที่เกี่ยวกับญาณวิทยาก็คือ ผมเสนอแนวคิดว่าความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจากประสบการณ์กับข้ออ้างความรู้นั้น ไม่มีทางที่จะเป็นความสัมพันธ์ตามธรรมชาติ หรือความสัมพันธ์เชิงตรรกะไปได้ ดังนั้นความสัมพันธ์นี้จะต้องเป็นเรื่องการ 'ตัดสินใจ' หรือ การ 'เลือก' ของสังคมเป็นหลัก[22] ความสัมพันธ์ตามธรรมชาติหมายถึง ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งในธรรมชาติด้วยกันเอง เช่นการที่ก้อนหินมากระทบกระจก มีความสัมพันธ์กับการที่กระจกนั้นแตก เป็นต้น พูดง่ายๆก็คือว่า ความสัมพันธ์แบบนี้เป็นความสัมพันธ์เชิงสาเหตุและผลนั่นเอง (อันที่จริงการถือว่าความสัมพันธ์ใดเป็นเรื่องของสาเหตุและผล ก็ยังต้องอาศัยมนุษย์เป็นผู้ตัดสินว่าความสัมพันธ์นี้เป็นสาเหตุและผลกันอย่างไร แต่เรื่องนี้เป็นเรื่องละเอียดเกินกว่าที่จะพูดถึงได้หมดในหนังสือเล่มนี้) ส่วนความสัมพันธ์เชิงตรรกะนั้น หมายถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่นักตรรกวิทยาเรียกว่า 'ประพจน์' ด้วยกัน ประพจน์ได้แก่อะไรก็ตามที่เป็นจริงหรือเป็นเท็จได้ เราถือว่า อะไรก็ตามที่เป็นจริงได้ หรือที่เป็นเท็จได้ เราเรียกสิ่งนั้นว่า 'ประพจน์' ทีนี้การถือว่า ความสัมพันธ์ระหว่างข้ออ้างความรู้ หรือความเชื่อกับความเป็นจริงเป็นเรื่องของความสัมพันธ์เชิงตรรกะ ก็หมายความว่า ในท้ายที่สุดเราไม่มีทางเข้าถึงความเป็นจริง 'ตามที่มันเป็นจริงๆ' ว่ามันเป็นอย่างไร เพราะความเชื่อของเราจะมีความสัมพันธ์ได้กับประพจน์หรือความเชื่ออื่นๆเท่านั้น[23]

ทรรศนะอย่างหลังนี้อาจเป็นจริงก็ได้ และในเรื่อง *ขอบฟ้าแห่งปรัชญา* ผมก็ได้เสนอแนวคิดไว้เช่นนั้น อย่างไรก็ตาม ไม่ว่าทรรศนะนี้จะเป็นจริงหรือไม่ก็ตาม ผลพวงของการคิดแบบ

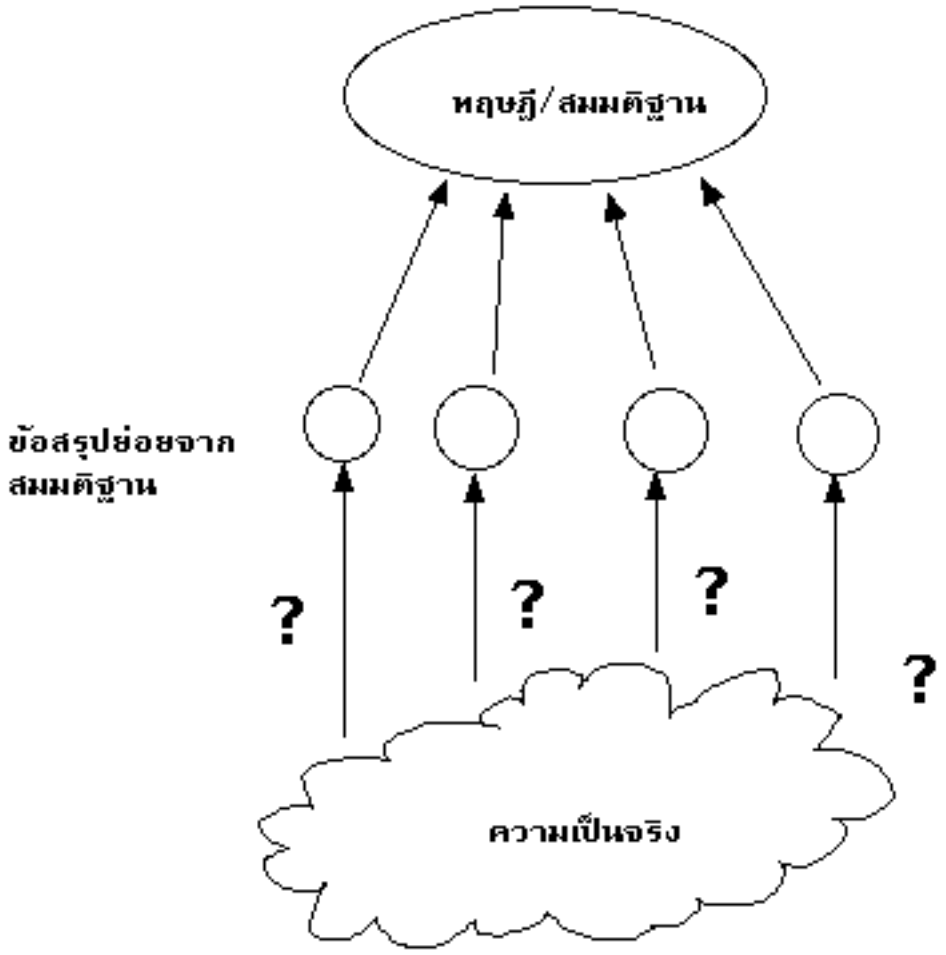
---

[21] โปรดดู โสรัจจ์ หงศ์ลดารมภ์. *ขอบฟ้าแห่งปรัชญา: ความรู้ ปรัชญากับสังคมไทย* งานวิจัยโดยได้รับการสนับสนุนจากสภาวิจัยแห่งชาติ ปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๓๖.

[22] โสรัจจ์ หงศ์ลดารมภ์. *ขอบฟ้าแห่งปรัชญา: ความรู้ ปรัชญากับสังคมไทย,* หน้า ๑๒๘-๑๓๕.

[23] โสรัจจ์ หงศ์ลดารมภ์. *ขอบฟ้าแห่งปรัชญา: ความรู้ ปรัชญากับสังคมไทย* หน้า ๑๐๓-๑๔๒.

ปอปเปอร์ก็คือว่า ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลประสบการณ์กับข้ออ้างความรู้ต้องเป็นแบบที่สาม กล่าวคือข้อมูลเป็นวัตถุหรือเหตุการณ์ในธรรมชาติ ส่วนข้ออ้างความรู้เป็นประพจน์ ซึ่งเป็นสิ่งนามธรรม ทีนี้จุดอ่อนของปอปเปอร์ก็อยู่ตรงนี้เอง คือเขารับว่าความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งรูปธรรมกับสิ่งนามธรรมเป็นไปได้ เพื่อให้เข้าใจเรื่องนี้กระจ่างขึ้น โปรดพิจารณารูปต่อไปนี้



ในรูปจะเห็นว่ามีระดับของสิ่งต่างๆอยู่สามระดับ ระดับแรกคือความเป็นจริง ได้แก่ตัวธรรมชาติที่อยู่ภายนอกความคิดของมนุษย์ ระดับที่สองได้แก่ข้อสรุปย่อยจากสมมติฐาน ซึ่งเป็นจุดที่ทฤษฎีหรือสมมติฐานสัมผัสกับความเป็นจริง ดังที่ได้พูดไปแล้ว ส่วนระดับที่สามได้แก่ทฤษฎีหรือสมมติฐาน ความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีกับข้อสรุปนั้นไม่เป็นปัญหา เพราะเป็นเรื่องทางตรรกวิทยาดังที่ได้เห็นไปแล้ว ตรงที่เป็นปัญหาอยู่ที่ความเป็นจริงกับข้อสรุปย่อย สมมติว่ามีข้อสรุปย่อยว่า “ความดันของก๊าซในภาชนะทดลองนี้อยู่ที่ n กรัมต่อตารางเซ็นติเมตรและปริมาตรของก๊าซอยู่ที่ m ลิตร” ความเชื่อพื้นฐานของเราก็คือว่า ข้อสรุปย่อยดังกล่าว *ตรงกับ* ความเป็นจริง ทีนี้แนวคิดเกี่ยวกับการตรงกับความเป็นจริงนี้พบว่ามีปัญหา กล่าวคือเรามีปัญหาว่าจะเข้าใจได้อย่างไรว่า

เมื่อมีอย่างหนึ่ง ตรงกับความเป็นจริง แล้ว การตรงกันนั้นคืออะไร เป็นอย่างไร จะเข้าใจได้ว่าอย่างไร

สามัญสำนึกบอกเราว่า เมื่อเราบอกว่า คำพูดของเราตรงกับความเป็นจริง ความหมายก็คือว่า สิ่งที่เราพูดนั้นบรรยายสถานการณ์ใดๆที่เราพูดถึงได้อย่างถูกต้อง สิ่งที่พูดถึงเป็นอย่างไร เราก็พูดอย่างนั้น และเราพูดอย่างไร ก็พูดไปตามที่สถานการณ์นั้นๆเป็นอยู่ เช่น ถ้าหญ้ามีสีเขียว เราก็พูดว่า “หญ้ามีสีเขียว” หรือถ้าน้ำเดือด ๑๐๐ องศาเซลเซียส ก็พูดว่า “น้ำเดือดที่ ๑๐๐ องศาเซลเซียส” เป็นต้น นักปรัชญาโดนัลด์ เดวิดสันได้อ้างเหตุผลไว้ว่า ความสัมพันธ์ระหว่างประพจน์หรือประโยค กับความเป็นจริงนั้น เป็นเรื่องลวงตา และไม่เป็นเรื่องสลักสำคัญแต่ประการใด นอกจากนี้การเชื่อว่ามีความแตกต่างที่มีนัยสำคัญระหว่างสองอย่างนี้ ก็เป็นความเชื่อที่ไม่สอดคล้องกันเอง[24] แต่การพูดเช่นนี้ไม่มีความหมายอะไรมาก หรือเหมือนกับกำปั้นทุบดิน เพราะสถานการณ์ที่หญ้ามีสีเขียว จะ ‘ตรงกับ’ ประพจน์ “หญ้ามีสีเขียว” ได้ก็ต่อเมื่อสถานการณ์ทำให้ประพจน์เป็นจริง การทำให้เป็นจริงก็คือ การที่สถานการณ์เป็นไปตามที่ประพจน์ว่าไว้ ประพจน์ “หญ้ามีสีเขียว” ว่าไว้อย่างหนึ่ง ซึ่งเพื่อให้ง่ายเราอาจเรียกสิ่งที่ประพจน์นี้ว่าไว้ว่า p เราจะเห็นว่า p นี้ก็ได้แก่ความหมายของประพจน์ “หญ้ามีสีเขียว” นั่นเอง หรือความที่ประพจน์นี้สื่อ ซึ่งจะเป็นความเดียวกัน แม้ประโยคที่สื่อความนี้จะเป็นภาษาอื่นนอกจากภาษาไทย เช่น “Grass is green” ในภาษาอังกฤษ ดังนั้น ประพจน์จะตรงกับสถานการณ์หนึ่งๆได้ ก็ต่อเมื่อสถานการณ์ตรงกับความหมายของประพจน์ แต่พูดเช่นนี้ก็ไม่ช่วยให้เข้าใจอะไรได้อีก เพราะประพจน์ก็เป็นตัวความหมายอยู่แล้ว หรือเราอาจจะพูดว่า ประพจน์จะตรงกับสถานการณ์ได้ ก็ต่อเมื่อสถานการณ์ทำให้ประพจน์นั้นเป็นจริง แต่การทำให้ประพจน์เป็นจริงก็คือ ความที่ประพจน์นั้นว่า (หรือความหมายของประพจน์) ตรงกับสถานการณ์นั้นๆ จะเห็นได้ว่า ยิ่งพูดไปก็ยิ่งวนไปวนมา ที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะว่า อันที่จริงเราอาจไม่ได้กำลังทำอะไรอยู่เลย การตรงกับสถานการณ์ของประพจน์กับความหมายของประพจน์ กับการทำให้ประพจน์เป็นจริง ดูจะเป็นชื่อเรียกสามชื่อของปรากฏการณ์เดียวกัน คือการใช้ภาษาเพื่อสื่อสาร หรือเพื่อให้เกิดความเข้าใจเท่านั้นเอง และเนื่องจากการใช้ภาษาเช่นนี้เป็นเรื่องพื้นฐานที่สุดของการทำความเข้าใจ (ซึ่งต้องใช้ภาษา) เราจึงพบว่า เราไม่สามารถอธิบายความสัมพันธ์นี้ได้มากไปกว่านี้ หรือเราพูดอีกอย่างได้ว่า ประพจน์กับสถานการณ์ที่ทำให้ประพจน์นั้นเป็นจริง มีความสัมพันธ์กันแนบแน่นอย่างยิ่ง จนอาจพูดได้ว่าเป็นสิ่งเดียวกัน สาเหตุที่นักปรัชญาส่วนใหญ่ยังไม่อยากเสนอว่า สองอย่างนี้เป็นสิ่งเดียวกัน ก็มีเพียงว่าเราอาจหาวิธีการที่ทำให้ประพจน์ของเรา (หรือภาษาของเรา) ‘เข้าใกล้’ ความเป็นจริงมากขึ้นได้เรื่อยๆ ซึ่งจริงๆแล้วหมายความเพียงแค่ว่า เราสามารถปรับปรุงการใช้ภาษาของเราให้เหมาะแก่

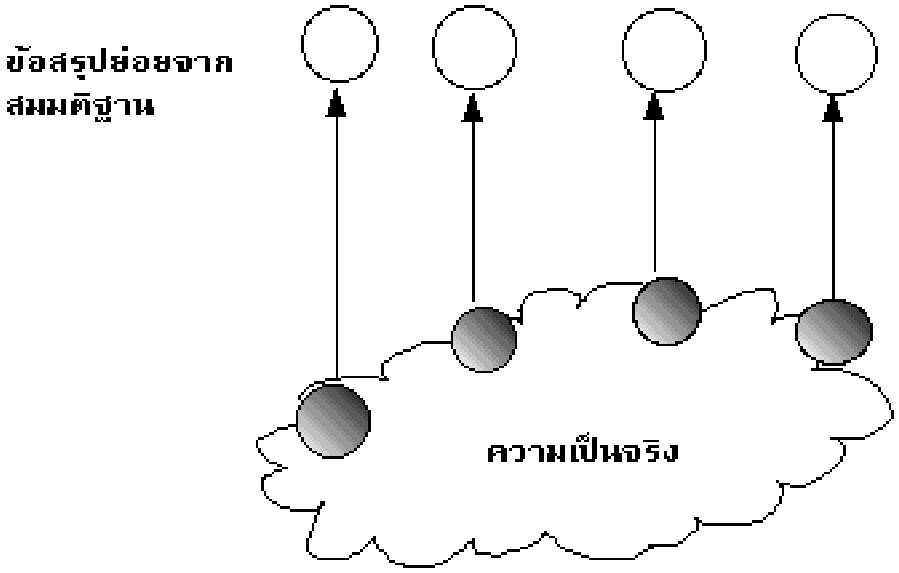
---

[24] Donald Davidson., “On the Very Idea of the Conceptual Scheme” ใน Donald Davidson, *Inquiries into Truth and Interpretation* (Oxford: Clarendon Press, 1984) หน้า ๑๘๓-๑๙๘ เรื่องราวเกี่ยวกับเดวิดสันนี้ จะอภิปรายอย่างละเอียดในบทที่หก

วัตถุประสงค์และบริบทที่เปลี่ยนแปลงไปเท่านั้น ไม่ใช่เรื่องของการทำให้ประพจน์ ‘เป็นจริงมากขึ้น’ แต่ประการใด

จากการวิเคราะห์การอ้างเหตุผลของเดวิดสันเท่าที่ผ่านมา เราพบว่าการที่ความสัมพันธ์ระหว่างประพจน์กับสถานการณ์มีความแนบแน่นกันเช่นนี้ ทำให้ประเด็นของปอปเปอร์เรื่องการทำให้เป็นเท็จดูจะเป็นหมันไป ทั้งนี้ก็เพราะว่า แนวคิดเรื่องการพิสูจน์เท็จนั้น เป็นเรื่องของความเป็นไปได้ที่ความเป็นจริงขัดแย้งกับข้อสรุปย่อยจากทฤษฎีหรือสมมติฐาน และที่สำคัญก็คือความขัดแย้งนั้นไม่ใช่ความขัดแย้งเชิงทฤษฎี แต่เป็นการที่ความเป็นจริง *ขัด* กับข้อสรุปย่อยของทฤษฎี แต่ถ้าเรื่องเป็นไปตามที่เราอภิปรายกันมา การขัดกันเช่นนี้ก็เป็นเพียงภาพลวงตามากกว่าความเป็นจริง ทั้งนี้ไม่ได้หมายความว่า ตามที่เสนอมาข้างต้นนี้ ความเป็นจริงจะขัดกับประพจน์ใดๆมิได้ ประพจน์อาจขัดกับความเป็นจริงได้เสมอ เช่นประพจน์ว่า “น้ำเดือดที่อุณหภูมิ ๐ องศาเซลเซียส” อาจขัดกับสถานการณ์ทั่วทั้งเอกภพก็ได้ (เว้นแต่มีเงื่อนไขพิเศษ) หรือประพจน์ “หญ้ามีสีแดง” ก็ขัดกับความเป็นจริง แต่ประเด็นของเราก็คือว่า การขัดกันนี้ก็เป็นเช่นเดียวกับการตรงกัน คือเป็นเรื่องที่แยกกันไม่ออก ทีนี้การขัดกันนั้นจะเป็นไปได้ก็ต่อเมื่อมีการตรงกันเสียก่อน กล่าวคือการตรงกันนั้นเป็นเงื่อนไขจำเป็นของการเข้าใจความหมายของประพจน์ ถ้าไม่มีการตรงกันเลย ก็ย่อมไม่มีหนทางใดที่จะรู้ได้ว่าประโยคใดในภาษามนุษย์หมายความว่าอย่างไร เพราะไม่มีที่ที่จะจับภาษาได้ว่าตรงนี้หมายความอย่างนั้นอย่างนี้ ไม่ใช่อย่างอื่น ถ้าเป็นเช่นนี้จริง ก็หมายความว่า การขัดกันเป็นเพียงส่วนย่อยของการตรงกันเท่านั้น เพราะประพจน์ที่ขัดกับสถานการณ์นั้น เราจะรู้ได้ว่าขัดได้ก็ต่อเมื่อเรารู้ความหมายของประพจน์นั้น และเราจะรู้ได้ก็ต่อเมื่อเรารู้ไดว่า สถานการณ์ใดที่ตรงกับประพจน์นั้น ซึ่งเราจะทำเช่นนั้นได้ก็ต่อเมื่อเรารู้ว่าเมื่อใดประพจน์นั้นเป็นจริง

ประเด็นที่ผ่านมาเป็นเรื่องของการวิเคราะห์ความหมายของถ้อยคำ และอ้างว่าการวิเคราะห์นี้ทำให้เราสงสัยว่า แนวคิดเรื่องความเป็นไปได้ของการขัดแย้งกันระหว่างความเป็นจริงกับข้อสรุปย่อยจากสมมติฐานนั้น เป็นจริงได้เพียงใด อย่างไรก็ตาม ยังมีเหตุผลอีกชุดหนึ่ง ที่แสดงได้ว่า ทฤษฎีของปอปเปอร์ไม่ถูกต้อง เพื่อการนี้ขอให้เราย้อนกลับไปดูรูปสามระดับที่ผ่านมาอีกครั้งหนึ่ง จะเห็นได้ว่าส่วนของความเป็นจริงนั้น แทนด้วยรูปก้อนเมฆ ซึ่งหมายถึงสิ่งที่ไม่แน่นอนและไม่มีขอบเขตภายในที่แบ่งได้ว่าอะไรเป็นอะไรในนั้น ส่วนข้อสรุปย่อยนั้นแทนด้วยรูปวงกลมเล็กๆหลายลวง ซึ่งหมายถึงข้อสรุปย่อยแต่ละข้อ ข้อสรุปย่อยเหล่านี้ต่างก็ถูกอ้างว่า ‘ตรงกับ’ ความเป็นจริง และการตรงกันนี้ก็แทนด้วยลูกศรที่วิ่งจากความเป็นจริงไปหาข้อสรุปย่อยเหล่านั้น ทีนี้ ถ้าเราถือว่าความเป็นจริงในตัวของมันเอง มีลักษณะเป็นเหมือนก้อนเมฆ คือเป็นเนื้อเดียวกันไปหมด เราจะเห็นว่า การกำหนดให้ข้อสรุปย่อยตรงกับ (หรือขัดแย้งกับ) ความเป็นจริงนั้น จะทำได้ก็ต่อเมื่อความเป็นจริงมีลักษณะเหมือนกับ (หรือต่างกับ) ที่ข้อสรุปย่อยแต่ละข้อว่าไว้ หมายความว่าในรูปของเรา ความเป็นจริงควรจะเป็นรูปแบบนี้



นั่นคือความเป็นจริงต้องมีลักษณะที่เหมือนกับข้อสรุปย่อย แต่เราได้อภิปรายกันไปแล้วว่า การเหมือนกันหรือตรงกันเช่นนี้ ทำให้ความเป็นจริงมีลักษณะที่เป็นไปตามที่ภาษาว่าไว้ แต่การคิดเช่นนี้ก็มีปัญหาว่า การทำความเข้าใจของมนุษย์ต่อความเป็นจริงนั้น เป็นไปได้หลากหลาย และมีต่างๆกัน ซึ่งแต่ละอย่างก็ไม่จำเป็นว่าจะต้องตรงกันหรือเหมือนกัน ตัวอย่างเช่น ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ในสมัยก่อนที่นักเคมียังเชื่อว่ามีโฟลจิสตอนอยู่ โฟลจิสตอนเป็นส่วนหนึ่งของความเป็นจริงหรือธรรมชาติหรือไม่ หรือเรื่องอีเธอร์ก็เช่นเดียวกัน เราอาจคิดว่า วิทยาศาสตร์ปัจจุบันได้พิสูจน์แล้วว่า โฟลจิสตอนกับอีเธอร์ไม่มีจริง แต่สิ่งที่วิทยาศาสตร์ปัจจุบันเชื่อว่ามีจริงก็เช่น ควอร์ก หรือวัตถุสิบมิติที่มีลักษณะเป็นสายๆ ซึ่งทฤษฎีเส้นสายหรือ string theory บอกว่าเป็นส่วนประกอบพื้นฐานที่สุดของเอกภพ ทีนี้นักวิทยาศาสตร์ก็เคยคิดเช่นเดียวกันนี้กับกรณีของโฟลจิสตอน หรือเคยคิดว่าอะตอมเป็นส่วนประกอบพื้นฐานที่สุดของจักรวาล เช่นเดียวกับที่นักฟิสิกส์ปัจจุบันเชื่อว่าเส้นสิบมิติดังกล่าวเป็นส่วนประกอบพื้นฐาน เมื่อเป็นเช่นนี้ และเมื่อนักวิทยาศาสตร์เองส่วนใหญ่ก็ยอมรับว่า ไม่มีทฤษฎีวิทยาศาสตร์ใดที่ไม่มีวันตาย ทุกทฤษฎีอาจเปลี่ยนแปลงได้เสมอ (ซึ่งต่างจากการพูดแบบปอปเปอร์ที่ว่า ทฤษฎีที่จะเป็นทฤษฎีวิทยาศาสตร์ได้ต้องพิสูจน์ได้ว่าเป็นเท็จ) ทฤษฎีปัจจุบันก็ย่อมเปลี่ยนได้ การพูดเช่นนี้เมื่อพิจารณาจากผลที่เกิดขึ้น ก็ไม่ต่างอะไรกับการพูดว่า ความเป็นจริงเองก็เปลี่ยนได้ ความเป็นจริงในสมัยหนึ่งประกอบด้วยโฟลจิสตอน ส่วนอีกสมัยหนึ่งประกอบด้วยควอร์ก ส่วนอีกสมัยหนึ่งในอนาคตอาจประกอบด้วยอะไรบางอย่างที่เรานึกไม่ถึงเลยก็เป็นได้ หรืออาจกลับมามีสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์เคยละทิ้งไปในอดีตว่ามีจริง แต่ต่อมาบอกว่าไม่มี แต่ในอนาคตกลับบอกว่ามีใหม่ ด้วยวิธีการที่ซับซ้อนกว่าเดิม เช่นนี้เป็นต้น

การบอกว่าความเป็นจริงเปลี่ยนนี้ ที่จริงเป็นเพียงการพูดย่อๆ ซึ่งถ้าจะพูดให้ละเอียดก็คือการ *มอง* ความเป็นจริงของมนุษย์เปลี่ยนไป แต่ในหลายกรณีและในเกือบทุกกรณีที่มนุษย์พูดถึง

ความเป็นจริง การมองความเป็นจริงกับความเป็นจริงเองไม่ค่อยต่างกันมาก จะต่างกันก็แต่เพียงที่เดียว คือเมื่อมนุษย์ไม่พอใจกับการมองความเป็นจริงที่เป็นอยู่ และต้องการปรับปรุง ในกรณีเช่นนี้มนุษย์จะวางเป้าหมายในการปรับปรุงไว้ข้างหน้า และเสนอวิธีการต่าง ๆเพื่อทำให้การเข้าใจความเป็นจริงเป็นไปตามนั้น ความเชื่อของนักวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ว่า วิทยาศาสตร์กำลังก้าวหน้าไปเรื่อย ๆทำให้มนุษย์ *เข้าใกล้* ความจริงที่แท้มากขึ้น ในบทต่อไปจะแสดงว่า จริง ๆแล้วไม่เป็นเช่นนั้นตามตัวอักษร แต่ความเชื่อนี้ก็ยังมีประโยชน์ และควรใช้พูดต่อไปเพราะเรายังต้องการที่จะปรับปรุงวิธีการมองโลกของเราอยู่เสมอนั่นเอง

ผลก็คือ เมื่อความเป็นจริงเปลี่ยนไปเรื่อย แนวคิดพื้นฐานของปอปเปอร์ก็ฟังดูเป็นเรื่องธรรมดา ๆเพราะทฤษฎีต่าง ๆจะไม่มีวันเป็นจริงตลอดกาล ดังนั้นทุกทฤษฎีเป็นวิทยาศาสตร์หมด ไม่ว่าทฤษฎีนั้นจะไร้เหตุผลและหลักฐานสนับสนุนเพียงใดก็ตาม ในกรณีเช่นนี้ แม้แต่ทฤษฎีที่ว่า ฟ้าแลบเพราะนางเมขลาล่อแก้ว ก็เป็นวิทยาศาสตร์ได้ เพราะพิสูจน์ได้ว่าเป็นเท็จ ความเป็นวิทยาศาสตร์ของทฤษฎีนี้ก็มีเท่ากับทฤษฎีที่บอกว่า ฟ้าแลบเพราะมีความต่างศักย์ระหว่างก้อนเมฆ ทั้งนี้ก็เพราะว่า เมื่อความเป็นจริงเปลี่ยนอยู่ตลอด (หรือพูดให้ละเอียดก็คือ เมื่อการมองความเป็นจริงของมนุษย์เปลี่ยนอยู่ตลอด) สองทฤษฎีนี้ก็อยู่ในสถานะเดียวกัน และตามทฤษฎีของปอปเปอร์ เราขาดวิธีการที่จะยืนยันว่า ทฤษฎีเรื่องความต่างศักย์เป็นวิทยาศาสตร์มากกว่าทฤษฎีนางเมขลา

บทสรุปของการพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปย่อยของทฤษฎี กับความเป็นจริงก็คือว่า ทฤษฎีของปอปเปอร์ไม่ชอบด้วยเหตุผล เมื่อพิจารณาตามวิธีการทางปรัชญาทั่วไป โดยเฉพาะด้านทฤษฎีความหมาย เมื่อเราไม่เข้าใจอย่างถ่องแท้ว่า การมองความเป็นจริงกับตัวความเป็นจริงเองจะต่างกันเป็นคนละอย่างได้อย่างไรในทุกบริบท ที่ไม่ใช่การพยายามตั้งเป้าหมายของการหาความรู้ ทฤษฎีของปอปเปอร์ที่ตั้งอยู่บนรากฐานนี้ก็ไม่อาจตั้งมั่นอยู่ได้

สมมติฐานของดิวเฮม

ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลกับทฤษฎีที่เป็นรากฐานของแนวคิดของปอปเปอร์ ถูกสั่นคลอนอย่างมากเมื่อพิจารณาสมมติฐานของดิวเฮม สมมติฐานนี้เสนอว่า ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลกับทฤษฎีนั้นไม่ใช่ความสัมพันธ์แบบหนึ่งต่อหนึ่ง หรือข้อมูลชุดหนึ่งกับทฤษฎีชุดหนึ่ง แต่เป็นความสัมพันธ์แบบองค์รวม ในกรณีของการค้นพบดาวเนปจูนที่ได้กล่าวไปแล้ว การเพี้ยนของวงโคจรของดาวยูเรนัส ถ้าเราพิจารณาตามหลักการของปอปเปอร์ จะพบว่าน่าจะทำให้นักวิทยาศาสตร์ละทิ้งทฤษฎีของนิวตัน เพราะเป็นการปฏิเสธทฤษฎีโดยตรง แต่การที่นักวิทยาศาสตร์สามารถเก็บรักษาทฤษฎีนี้เอาไว้ได้ เป็นเพราะว่า เมื่อพบว่าข้อมูลขัดแย้งกับทฤษฎีนั้น ทฤษฎีไม่จำเป็นต้องยกเลิกไป เพราะนักวิทยาศาสตร์อาจไปแก้ไขส่วนอื่น ๆที่เป็นสมมติฐานสืบเนื่อง เพื่อให้อธิบายได้ว่าเหตุใดข้อมูลจึงขัดแย้งกับทฤษฎี แทนที่จะไปล้มเลิกทฤษฎีโดยตรง ดิวเฮม ซึ่งเป็นนักฟิสิกส์ในสมัยต้นคริสตศตวรรษที่ยี่สิบ เสนอแนวคิดว่า ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์นั้น มีความสัมพันธ์กันเป็นองค์รวมกับส่วนประกอบอื่น ๆ เช่นสมมติฐานสืบเนื่อง หรือการอธิบายข้อมูล

หมายความว่าการที่จะรับทฤษฎีใดทฤษฎีหนึ่ง ไม่ใช่เรื่องของการ “ดู” ว่าทฤษฎีนั้นตรงหรือไม่ตรงกับความเป็นจริงอย่างไร แต่เป็นเรื่องของการใช้ระบบเครือข่ายและการที่ข้อมูลนั้นสอดคล้องกับเครือข่ายดังกล่าวหรือไม่เพียงไร ดังนั้น เมื่อพบว่าวงโคจรของดาวยูเรนัสเพี้ยนไป นักดาราศาสตร์ก็ไม่จำเป็นต้องหาทฤษฎีใหม่มาแทนของนิวตัน แต่คิดว่า ถ้าทฤษฎีนี้ยังคงเป็นจริงอยู่ จะต้องทำอย่างไรเพื่อให้ข้อมูลใหม่นี้สอดคล้องกับทฤษฎีนี้ คำตอบก็คือสมมติฐานเกี่ยวกับดาวเนปจูน ดังที่ได้กล่าวไปแล้ว ในความคิดของดิวเฮม การปฏิเสธทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ทฤษฎีใดทฤษฎีหนึ่งแทบจะเรียกได้ว่าเป็นไปได้เลย เพราะนักวิทยาศาสตร์สามารถหาเหตุผลแวดล้อม หรือสมมติฐานสืบเนื่อง มาอธิบายได้เสมอว่า ถ้าทฤษฎียังคงเป็นจริงอยู่ จะมีสมมติฐานแวดล้อมอะไรมาอธิบายปรากฏการณ์ที่ทฤษฎีขัดแย้งกับข้อมูลได้บ้าง

ประเด็นสำคัญของเรื่องนี้อยู่ที่มโนทัศน์เรื่องความสอดคล้อง ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลกับทฤษฎี สองอย่างนี้ไม่ได้สัมพันธ์กันโดยตรง แต่เหมือนกับว่าทฤษฎีอยู่ตรงกลางของใยแมงมุม และข้อมูลเป็นการกระทบใยแมงมุมนี้จากภายนอก การกระทบนี้ไม่จำเป็นว่าจะต้องทำให้ศูนย์กลางใยต้องหายไป แต่เมื่อใดที่สิ่งกระทบดังกล่าวเข้ามาในใยและติดเป็นส่วนหนึ่งของใย ก็เท่ากับว่าสิ่งกระทบนั้นถูกกลืนเข้าไปเป็นส่วนหนึ่งของระบบของใยไป ด้วยเหตุนี้ข้อมูลภายนอกที่มากระทบเครือข่ายของทฤษฎีวิทยาศาสตร์ จะถูกเครือข่ายนี้พยายามหลอมเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของเครือข่าย โดยที่ศูนย์กลางจะถือว่ามีความสำคัญมากกว่าขอบๆ ซึ่งถ้าข้อมูลใหม่ที่เข้ามาขัดแย้งกับส่วนใดส่วนหนึ่ง ก็อาจจำเป็นต้องเปลี่ยนบางส่วนของใย โดยจะพยายามเปลี่ยนส่วนขอบๆก่อน แต่จะอย่างไรก็ตาม จะมีความพยายามที่จะกลืนหรือหลอมข้อมูลใหม่ดังกล่าวนี้ให้เข้ามาอยู่ในใยของทฤษฎีวิทยาศาสตร์

ถ้าสมมติฐานของดิวเฮมเป็นจริง ก็หมายความว่าทฤษฎีของปอปเปอร์ไม่น่าเชื่อถือเท่าใดนัก การที่ข้อมูลจะพิสูจน์ทฤษฎีว่าเป็นเท็จได้ จะทำได้ก็ต่อเมื่อมีความสัมพันธ์โดยตรงแบบหนึ่งต่อหนึ่งระหว่างข้อมูลนั้นๆกับทฤษฎี แต่ตามสมมติฐานของดิวเฮมแล้ว เรื่องที่ว่านี้เป็นไปไม่ได้ เพราะทฤษฎีกับส่วนประกอบอื่นๆรวมกันเป็นเครือข่าย และสัมพันธ์กับข้อมูลภายนอกแบบเครือข่ายกับสมาชิกของเครือข่าย มากกว่าแบบหนึ่งต่อหนึ่ง