

บทที่ 1

ประวัติ วิธีการทางวิทยาศาสตร์

1.1 วิทยาศาสตร์คืออะไร ความหมายของวิทยาศาสตร์ (Science)

วิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 2 สาขา เราศึกษาวิทยาศาสตร์ทำไม

วิทยาศาสตร์คือ ความรู้ซึ่งจัดขึ้นไว้เป็นหมวดหมู่ จัดเข้าไว้เป็นสาขาต่าง ๆ อย่างเป็นระเบียบ กิ่งและแขนงย่อยต่าง ๆ ของความรู้เหล่านั้นเรียกว่าวิทยาศาสตร์ ความรู้เหล่านี้จะต้องพิสูจน์ได้โดยการทดลองและโดยการอนุมาน ปรากฏการณ์ทั้งหลายซึ่งเราพบเห็นกันทุก ๆ วันนี้ เกิดขึ้นภายใต้กฎแห่งธรรมชาติ เช่น ตอนเช้าตรู่ดวงอาทิตย์จะปรากฏขึ้นทางขอบฟ้าทิศตะวันออก พอตอนเย็นดวงอาทิตย์จะลับขอบฟ้าไปทางทิศตะวันตก เป็นอยู่ดังนี้ทุก ๆ วัน ในคืนเดือนมืด เราจะเห็นดวงดาวเต็มท้องฟ้าไปหมด บางดวงมีแสงริบหรี่อยู่ห่างไกลจากโลกที่เราอยู่นี้ออกไปมาก และบางดวงก็มีแสงสุกใส มีแสงสีเขียวแดงเรืองระยับ การเกิดฤดูกาลต่าง ๆ เช่น ฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาวนั้น ก็เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นภายใต้กฎแห่งธรรมชาติเช่นเดียวกัน ปรากฏการณ์ซึ่งเกิดขึ้นตามกฎเกณฑ์แห่งธรรมชาตินี้เรียกกันว่า “ความรู้”

ความรู้เบื้องต้น ที่คนเราได้มาจากรวมชาติครั้งแรกนั้น เป็นความรู้พื้น ๆ และง่าย ๆ เช่น การเลี้ยงสัตว์ การจับปลา การป้องกันศัตรูรักษาตน หลบหลีกหนีภัยอันตรายจากสัตว์ร้ายต่าง ๆ การห่อหุ้มร่างกายด้วยใบไม้เพื่อให้อบอุ่น เป็นต้น ต่อมาความรู้เบื้องต้นต่าง ๆ เหล่านี้เป็นมูลเหตุที่ทำให้มนุษย์เกิดมี “สติปัญญา” และความสามารถคิดค้นคว้าหาเหตุผลเพื่ออธิบายในเรื่องราวต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น และเป็นปัจจัยให้คนได้ปรับปรุงแก้ไขความรู้ให้ดียิ่ง ๆ ขึ้นไป ยังผลให้เกิดความรู้แตกฉานขึ้นทีละเล็กละน้อยในครั้งโบราณปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่มนุษย์ไม่สามารถจะอธิบายได้ เช่น ดาวหางซึ่งปรากฏบนท้องฟ้า ฟาร์องฟ้าแลบ เหล่านี้ก็พากันเชื่อกันไปว่าเป็นปรากฏการณ์ซึ่งเกี่ยวกับสิ่งศักดิ์สิทธิ์ และมีส่วนเกี่ยวกับโชคลางซึ่งถูกบันดาลให้เป็นไปโดยสิ่งลี้ลับหรือโดยเทพยดาในสวรรค์ด้วย

ต่อมาภายหลังมนุษย์ได้มีความเฉลียวฉลาดมากขึ้น พยายามเสาะแสวงหาคำตอบของปัญหา เหล่านี้ มีเหตุผลต่างๆ เพื่อนำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ที่แปลกประหลาดพิสดารดังกล่าวมาแล้วในข้างต้น จึงประสบความสำเร็จทีละเล็กละน้อย และต่อมามนุษย์ได้ริเริ่มใช้การพิสูจน์หาความจริง โดยการทดลองขึ้นเพื่อจะให้ได้รู้ว่า ความรู้ที่ตนมีอยู่นั้นจะเป็นความจริงหรือไม่ ปรากฏคนแรกที่ใช้การทดลองเพื่อนำไปพิสูจน์ความจริง คือ ปรากฏกาลิเลโอ (Galileo) ชาวอิตาลี แต่อย่างไรก็ตามในขณะนี้ ก็ยังมีคนบางหมู่ที่ได้รับการศึกษาน้อย ๆ เท่านั้น ที่ยังคงเชื่อถือโชคลางชะตากรรม เคราะห์ดี เคราะห์ร้าย อยู่จนเท่าทุกวันนี้

ความรู้ตั้งที่มนุษย์ได้ประสบมานี้ ประมวลเข้าเป็นหลายกิ่งหลายแขนงด้วยกัน “ความรู้ใดที่มีส่วนคล้ายกันก็จัดไว้ในพวกเดียวกัน อย่างเป็นระเบียบ” กิ่งและแขนงย่อย ๆ ต่าง ๆ ของความรู้เหล่านี้เราเรียกว่า “วิทยาศาสตร์” ความรู้เหล่านี้จะต้องพิสูจน์ได้โดยการทดลอง และโดยการอนุมานทั้งทางปรัชญาและทางคณิตศาสตร์

1.2 วิทยาศาสตร์จำแนกออกเป็นสาขาใหญ่ ๆ 2 สาขา

ดังที่ได้กล่าวมาในตอนต้นแล้วว่า วิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็นกิ่งย่อย ๆ ตามลักษณะที่มีส่วนเหมือนหรือคล้ายคลึงกัน มีธรรมชาติเหมือนกัน และที่มีส่วนต่างกัน สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้บรรยายถึงความรู้ต่าง ๆ หลายร้อยกิ่ง ดังนั้น เขาจึงแบ่งวิทยาศาสตร์ออกเป็นสาขาใหญ่ ๆ สองสาขา คือ

1.2.1 วิทยาศาสตร์ธรรมชาติ (Natural Science)

1.2.2 วิทยาศาสตร์สังคม (Social Science)

วิทยาศาสตร์ธรรมชาติ เป็นวิทยาศาสตร์สาขาใหญ่ซึ่งอธิบายถึงความรู้ในเรื่องวัตถุที่มีอยู่ในธรรมชาติ เช่น

วิชาฟิสิกส์ (Physics) เป็นวิทยาศาสตร์ธรรมชาติที่เกี่ยวกับความรู้ในเรื่องพลังงานและสมบัติต่าง ๆ ภายนอกวัตถุ เช่น เกี่ยวกับสีของวัตถุหรือการที่วัตถุหดตัวเมื่อเราบีบหรืออัด และขยายตัวเมื่อเราเผาให้ร้อน หรือเมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปในเส้นลวด เส้นลวดจะร้อนขึ้น

วิชาเคมี (Chemistry) เป็นวิทยาศาสตร์ธรรมชาติอีกกิ่งหนึ่งที่กำลังก้าวถึงสมบัติภายใน
เนื้อของวัตถุ ว่าวัตถุนั้นประกอบด้วยอะไร มีโครงสร้างเป็นอย่างไร ในปัจจุบันนี้การศึกษา
ในวิชาเคมี มีความมุ่งหมายไปทางการศึกษาอิเล็กทรอนิกส์ที่อยู่ในอะตอมของธาตุ เพื่อนำเอา
ไปใช้อธิบายสมบัติของสารต่าง ๆ และยังสามารถอธิบายต่อไปอีกว่า วัตถุเหล่านี้จะแยกสลายออก
ไปเป็นอะไรได้บ้าง โดยใช้พลังงานต่าง ๆ เช่นความร้อน ไฟฟ้า และแม่เหล็ก หรือเอาสาร
ต่าง ๆ มารวมกันเข้าให้กลายเป็นสารอื่นได้อย่างไร ตัวอย่างเช่น เมื่อเอาน้ำมาแยกสลาย
ด้วยไฟฟ้า (Electrolysis) จะได้ก๊าซออกซิเจนกับไฮโดรเจน หรือผ่านกระแสไฟฟ้าลงไปใน
น้ำเกลือ จะได้ก๊าซสีตองอ่อนที่เรียกว่าคลอรีนออกมา

วิชาชีววิทยา (Biology) คือ วิทยาศาสตร์ธรรมชาติที่รวบรวมความรู้ที่เกี่ยวกับชีวิต
และความเป็นอยู่ของสัตว์และพืชมงคล

วิชาดาราศาสตร์ (Astronomy) เป็นวิทยาศาสตร์ที่บรรยายถึงความรู้ที่เกี่ยวกับเทหวัตถุ
บนท้องฟ้า เช่น ดาว ดวงอาทิตย์ และดวงจันทร์ ดาวพระเคราะห์ และอาณาบริเวณซึ่ง
อยู่ระหว่างดวงดาวทั้งหลาย (Cosmos) เป็นต้น

นอกจากวิชาวิทยาศาสตร์ที่สำคัญเหล่านี้ยังมี *อุตุนิยมวิทยา* (Meteorology) *แพทย-
ศาสตร์* (Medicine) *วิศวกรรมศาสตร์* (Engineering) *สถาปัตยกรรมศาสตร์* (Architecture)
คณิตศาสตร์ (Mathematics) *วิทยาศาสตร์ทางทะเล* (Marine Science) และ *ธรณีวิทยา* (Geology)
เหล่านี้เป็นต้น

วิทยาศาสตร์สังคม หมายถึง วิทยาศาสตร์ซึ่งกล่าวถึงชีวิตเกี่ยวข้องกับทางสังคมต่าง ๆ
เช่น จิตวิทยา วิทยาศาสตร์การเรือน รัฐศาสตร์ และสังคมวิทยา

หมายเหตุ วิทยาศาสตร์ทั้งสองสาขาดังกล่าวมาในข้างต้นนี้ ยังได้แบ่งออกเป็นสองกิ่งย่อย ๆ
อีกคือ “วิทยาศาสตร์บริสุทธิ์” (Pure Science) เป็นวิทยาศาสตร์ซึ่งบรรยายถึงความเป็นไป
ของกฎเกณฑ์ต่าง ๆ และการคลี่คลายของวิทยาศาสตร์ในกิ่งนั้น ๆ ซึ่งไม่เกี่ยวกับการเอาไป
ใช้ในชีวิตหรืออุตสาหกรรม และมีอีกกิ่งหนึ่ง คือ “วิทยาศาสตร์ประยุกต์” (Applied Science)
ซึ่งกล่าวถึงการที่นำเอาวิทยาศาสตร์กิ่งนั้น ๆ ไปใช้ในกิจการต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันใน
อุตสาหกรรม หรือเป็นประโยชน์ต่อมนุษย์ เช่น วิชาแพทย์ วิศวกรรม วิศวกรรมเหมืองแร่
จิตวิทยาประยุกต์ เคมีประยุกต์ เป็นต้น

วิทยาศาสตร์แต่ละแขนง ยังจำแนกออกไปเป็นวิชาย่อยๆ อีกมากมาย เช่น เคมี แยกออกเป็นอนินทรีย์เคมี อินทรีย์เคมี เคมีฟิสิกส์ วิศวกรรมศาสตร์แยกออกเป็น วิศวกรรมโยธา วิศวกรรมเครื่องกล วิศวกรรมไฟฟ้า วิศวกรรมเหมืองแร่ วิศวกรรมเคมี ชีววิทยาแยกออกเป็นสัตววิทยาและพฤกษศาสตร์ เป็นต้น

1.3 เราศึกษาวิทยาศาสตร์ไปทำไม

1.3.1 เพื่อประสานประสาทและฝึกหัดประสาทของเราให้แคล่วคล่องว่องไวและเฉียบแหลมขึ้น เช่น ในการดมกลิ่น นักวิทยาศาสตร์อาจมีความชำนาญ ในการดมกลิ่น หรือดูสีมากกว่าคนธรรมดา และสามารถบอกได้ทันทีว่าสีนั้นหอมเหม็นได้เป็นแบบไหน หรือมีกลิ่นคล้ายคลึงกับสารอะไรบ้าง และควรจัดเข้าไว้ในระบบของสารอันไหน นอกจากการดูสีแล้วก็ยังมีการฝึกประสาทหูอีก เป็นต้น

1.3.2 เราเรียนวิทยาศาสตร์เพื่อที่จะฝึกให้ตนมีระเบียบ และดำเนินงานแต่ละขั้นให้เป็นระบบ (systematic) เป็นต้นว่าเราจะทำงานเรื่องหนึ่งเรื่องใด เราต้องวางโครงการที่จะดำเนินงานขึ้นนี้อย่างรอบคอบตามระเบียบเสียก่อน ว่าส่วนใดควรจะทำก่อนส่วนใดควรจะทำทีหลัง ตามอันดับแห่งความสำคัญ (Priority)

1.3.3 เราเรียนวิทยาศาสตร์เพื่อที่จะฝึกหัดตนให้เป็นคนมีเหตุผล (Reason) และใช้เหตุผลในการขบปัญหาต่างๆ ให้ถูกต้อง เมื่อจะทำการสิ่งหนึ่งสิ่งใดลงไป ควรต้องใช้ความพินิจพิจารณาให้ละเอียด และเต็มไปด้วยเหตุผลที่ถูกที่ควร

1.3.4 เราเรียนวิทยาศาสตร์ เพื่อฝึกนิสัยให้เป็นคนที่ชอบเสาะแสวงหาเหตุ หรือกรณีแวดล้อม เพื่อนำไปอธิบายหรืออนุมานผลต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากปรากฏการณ์ใด ๆ

1.3.5 เราเรียนวิทยาศาสตร์ เพื่อฝึกนิสัยให้เป็นคนที่ชอบสังเกต (Observe) ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ให้ถูกต้องและใกล้ความจริงมากที่สุด เท่าที่จะทำได้ ผลที่สังเกตได้นั้นต้องบันทึกไว้อย่างละเอียดลออถี่ถ้วน แล้วนำผลการสังเกตนี้ไปเปรียบเทียบกับปรากฏการณ์อื่นใดให้ถูกต้องมากที่สุดได้

1.3.6 เราเรียนวิทยาศาสตร์เพื่อจะหัดให้เราทดสอบความจริงโดยการทดลองเรียกว่าปฏิบัติการ (Experiment) เพื่อดูว่าผลของการสังเกตที่เกิดขึ้นนั้นจะเป็นความจริงตามที่ได้บอกเล่า

หรือไม่ และต้องตรวจสอบการทดลองดูหลาย ๆ ครั้ง ถ้าหากว่าผลแห่งการทดลองนี้คลาดเคลื่อนไปจากการสังเกตแล้ว นักวิทยาศาสตร์ต้องพยายามค้นหาเหตุผลอื่น ๆ มาอธิบายความคลาดเคลื่อนเหล่านี้ ลักษณะประจำของนักวิทยาศาสตร์ที่สำคัญก็คือ ต้องพยายามคิดค้นหาวิธีอื่น ๆ ที่จะทำให้การทดลองของเขามีอยู่เดิมนั้นให้ดีขึ้น และง่ายขึ้น เพื่อใช้เป็นประโยชน์ต่อมนุษย์และต่อสังคมเสมอ

1.3.7 นักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ริเริ่มความคิดความเห็นแรกเริ่มต่าง ๆ (Initiative) และนำเรื่องที่เราเริ่มคิดนี้มาพิสูจน์โดยการทดลองว่าจะได้ผลเป็นความจริงอย่างไร ตัวอย่างเช่นเมื่ออัลเบิร์ต ไอนสไตน์ (Albert Einstein) ได้พบว่าธาตุ H, He, C และ O ในดวงอาทิตย์แล้ว จึงเสนอว่าความร้อนที่มีมากมายอย่างมหาศาลในดวงอาทิตย์นั้น อาจเกิดจากปฏิกิริยา Thermo-nuclear Reaction ของ H-He-C-O Cycle และนักปราชญ์ทางวิทยาศาสตร์ในด้านนิวเคลียร์ก็ได้้นำความคิดริเริ่ม (Initiative) ของ Einstein อันนี้มาเป็นหลัก เพื่อสร้างทำระเบิดไฮโดรเจนขึ้นจนเป็นผลสำเร็จ

1.4 ระบบของวิทยาศาสตร์

ในการศึกษาวิทยาศาสตร์นั้น นักวิทยาศาสตร์มีวิธีดำเนินงานเป็นระเบียบดังนี้ คือ การสังเกต (Observation)

บันทึกผลการสังเกต (Record)

การพิสูจน์ (Proof)

การอนุมาน (Deduction)

สำหรับรายละเอียดของระบบวิทยาศาสตร์ จะได้กล่าวในท้ายบทนี้

1.5 ลักษณะประจำโดยทั่วไปของนักวิทยาศาสตร์

มีอย่างย่อ ๆ ดังต่อไปนี้

1.5.1 นักวิทยาศาสตร์ มีความเชื่อมั่นว่า การกระทำใด ๆ หรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นแล้วจำเป็นต้องมีเหตุผล (Reason) เป็นรากฐานอยู่เสมอ

1.5.2 นักวิทยาศาสตร์ไม่มีความเลื่อมใสและเชื่อถือในเรื่องโชคลางชะตากรรมเลย (Non-Superstitious)

1.5.3 นักวิทยาศาสตร์ เชื่อว่าสิ่งที่ลึกลับและแปลกพิสดารผิดปกติทั้งหลายที่พบในธรรมชาติเหล่านั้น อาจจะนำมาอธิบายให้เข้าใจได้โดยใช้เหตุผลธรรมดาและทางวิทยาศาสตร์

1.5.4 นักวิทยาศาสตร์ย่อมไม่ยอมรับคำบอกเล่าต่าง ๆ ว่าเป็นความจริงในทันทีทันใด นอกจากจะได้พิสูจน์ยืนยันโดยการทดลอง (Experiment) หรือโดยอนุมานอย่างแจ่มประจักษ์แล้ว

1.5.5 นักวิทยาศาสตร์ย่อมมีความสนใจทุก ๆ สิ่งซึ่งอยู่รอบ ๆ ตัวของเขา (Environment) อยู่เป็นนิจ

1.5.6 นักวิทยาศาสตร์ย่อมระมัดระวังและพยายามทำตนให้เที่ยงตรง และเป็นธรรมชาติที่สุด (Accuracy of Observations) ในการสังเกตปรากฏการณ์ทุก ๆ คราวที่ตนได้ทำไป เป็นผู้สนับสนุนให้ใช้ปฏิบัติการเพื่อจะตรวจสอบปรากฏการณ์ทั้งหลายที่เกิดขึ้น และใช้ผลการสังเกตของผู้อื่นมาเป็นปัจจัยในการสอบสวนเหล่านี้ ด้วยหากว่าผลนั้น ๆ เป็นที่รับรองโดยการปฏิบัติทั่วไปแล้วว่าเป็นความจริง

1.5.7 นักวิทยาศาสตร์ย่อมเป็นผู้ที่รวบรวมข้อมูล (Collect data) และความจริงต่าง ๆ ไว้เพื่อเป็นหลักฐานสำหรับการวิจัยค้นคว้า ต่อไปภายหน้า

1.5.8 นักวิทยาศาสตร์ย่อมมีใจคอกว้างขวาง (Open minded) พอที่จะยอมรับว่าตนผิด ถ้าหากว่ามีเหตุผลและหลักฐานแวดล้อมจากการปฏิบัติเป็นที่แจ่มประจักษ์ว่าผลการทดสอบของตนที่สรุปขึ้นไว้นั้น เพี้ยนและคลาดเคลื่อนไปจากความจริง ถ้าหากผลแห่งการทดลองนี้ ตรงกันข้ามกับความสังเกตของตนแล้ว ต้องหาเหตุผลมาอธิบายความคลาดเคลื่อนและต้องพยายามคิดค้นวิธีอื่น ๆ ที่จะทำให้การทดลองของเขานั้นให้ได้ผลดีและง่ายขึ้นกว่าเดิมเสมอ

1.5.9 นักวิทยาศาสตร์ย่อมไม่แสดงความเห็นของตน หรือประกาศผลที่ตนสรุปไว้ทันทีทันใด โดยมีได้ไตร่ตรองหรือพิสูจน์โดยใช้หลักฐานจากการทดลองให้รอบคอบเสียก่อน

1.5.10 นักวิทยาศาสตร์ย่อมไม่เริ่มประกอบกิจการของตนอย่างคนตาบอดหรือโดยไร้ความระมัดระวังจะต้องคิดวางโครงการให้รอบคอบสุขุม และให้เป็นระเบียบ ก่อนจะเริ่มประกอบกิจการอันหนึ่งอันใดหรือทำการวิจัยของตน

1.5.11 นักวิทยาศาสตร์ย่อมมีใจคอกว้างขวางพอที่จะรับพิจารณาความเห็นของผู้อื่นจะไม่ประณามว่าผู้ใดว่าผิดหรือสรรเสริญผู้ใดว่าถูก จนกระทั่งมีข้อพิสูจน์ยืนยันอย่างชัดเจนแจ่มแจ้งดีแล้ว

1.6 ประโยชน์ของวิทยาศาสตร์ด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1.6.1 อาหาร ได้รู้จักวิธีรักษาอาหารไม่ให้งับเสีย รู้จักคุณค่าของอาหารว่ามนุษย์เราต้องการ แป้ง ไขมัน โปรตีน วิตามิน แร่ธาตุต่างๆ อย่างเพียงพอได้อย่างไรและคิดประดิษฐ์อาหารขึ้นได้ เสาะแสวงหาอาหารให้พอเลี้ยงพลโลกจากแหล่งที่มาจากทะเล อากาศ บนพื้นโลก รู้วิธีผลิตเกลือรับประทาน (NaCl) จากน้ำทะเล ผลิตไอโอดีนได้จากสาหร่ายทะเล ซึ่งเอามาทำวันและแยกไอโอดีนออก ได้โปรตีนจากสัตว์และพืชเช่นสาหร่ายในทะเลนำมาเป็นอาหาร

1.6.2 เครื่องนุ่งห่ม ได้รู้จักสีย้อมผ้า สมัยก่อนมักใช้สีจากพืชมาย้อมผ้า แต่พอถึง ค.ศ. 1856 William Perkin ได้เริ่มใช้สีที่เตรียมจากถ่านหินหรือสีสังเคราะห์ นอกจากนั้น นักเคมียังรู้วิธีทำไหมเทียม ทำพลาสติก ทำไนลอน เพื่อทำเสื้อผ้าสวย ๆ ใช้ เช่น เดครอน และออร์ลอน และยังเตรียมสารสังเคราะห์ใช้แทนยาง

1.6.3 สุขภาพอนามัย แต่ก่อนนี้อัตราคนตายมีมาก ต่อมาปัจจุบันอัตรานั้นได้ลดน้อยลงไป ทั้งนี้เพราะรู้จักกินอาหารดีขึ้น ทำที่อยู่อาศัยและน้ำบริโภคมีคุณภาพดีขึ้น เช่น น้ำประปาที่ต้องใช้ความรู้ของวิชาเคมีทำให้บริสุทธิ์โดยฆ่าเชื้อโรคด้วยคลอรีน ถ้าต้องการให้ฟันแข็งแรงโดยเติมฟลูออไรด์ลงไปใต้น้ำดื่ม นอกจากนี้ยังมียาใหม่ๆ ที่ใช้ได้ผลดีเป็นอันมาก เช่น ยาปฏิชีวนะ ยาพวกซัลฟา ยาสำหรับฆ่าเชื้อโรค การค้นพบยาชา (Anaesthetic) ช่วยให้การผ่าตัดกรรมได้ผลดียิ่งขึ้น การพบคลอโรฟอร์ม โคลเคน ก๊าซหัวเราะ อีเทอร์ ได้ช่วยชีวิตและบรรเทาความปวดทรมานของคนไข้ไว้เป็นอันมาก

1.6.4 ที่อยู่อาศัยและเครื่องใช้ เช่น ไม้ขีดไฟที่ใช้อยู่ในปัจจุบันนี้ สบู่ หม้อ เครื่องภาชนะ เครื่องใช้ไม้สอย ที่ทำด้วยโลหะและพลาสติก ก๊าซถ่านหิน รถยนต์ น้ำมันเบนซิน ผงซักฟอก เครื่องก่อสร้างต่างๆ เหล็ก เหล็กกล้าปลอดสนิม ซีเมนต์ คอนกรีต กระจกแตกไม่บาด (Nonsplintered glass) ข้อเสื่อในรถยนต์ก็ใช้ทำด้วยโลหะผสมของเหล็ก (เหล็กผสมกับแมงกานีส) เป็นต้น

1.6.5 การสังเคราะห์ของเทียม เช่น ยางเทียม ไหมเทียม การบูร ยาควินิน ยารักษาโรค แกรไฟต์ ฯลฯ ล้วนแต่เป็นผลิตภัณฑ์ซึ่งทำขึ้นโดยอาศัยวิทยาศาสตร์ทั้งนั้น

1.6.6 เครื่องอำนวยความสะดวกบันเทิง เช่น ภาพยนตร์ โทรทัศน์ การถ่ายภาพ เป็นต้น

เกิดขึ้นได้เพราะวิทยาศาสตร์ วิชาเคมีสอนให้รู้จักการถ่ายรูป วิทยุนั้นก็อาศัยความรู้จากวิทยาศาสตร์ กระจก หนังสือนั่ง ฟุตบอล ลูกเทนนิส ลูกบิงปอง ฯลฯ ล้วนแต่เป็นผลผลิตขึ้นมาได้โดยอาศัยมาจากวิทยาศาสตร์ทั้งนั้น

เมื่อมนุษย์ถือกำเนิดขึ้นมาแรก ๆ ในโลกนี้ มนุษย์ก็เรียนรู้สิ่งต่าง ๆ จากธรรมชาติ โดยวิธีลองผิดลองถูก (Trial and Error) สิ่งใดความรู้ใดที่เกิดประโยชน์ก็จดจำไว้และถ่ายทอดสู่กันมาเรื่อย ๆ ความรู้ที่ได้เหล่านี้โดยมากเป็นความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติซึ่งนับว่าเป็นรากฐานนำเข้าสู่วิชาวิทยาศาสตร์ต่อไป ความรู้เกี่ยวกับธรรมชาตินั้นนับว่ามนุษย์รู้จักมานานแล้ว เช่น มนุษย์ในยุคหินเก่า รู้จักใช้ไฟทำประโยชน์ให้แก่ตนเอง เช่น มนุษย์ปักกิ่งซึ่งเข้าใจกันว่าได้เกิดอยู่ในโลกนี้เมื่อประมาณ 500,000 ปี มาแล้ว ได้รู้จักใช้ไฟเพื่อให้แสงสว่างและความอบอุ่น และยังสันนิษฐานได้อีกว่ามนุษย์พวกนี้คงจะใช้ไฟในการประกอบอาหาร ประดิษฐ์เครื่องมือเครื่องใช้และอาวุธ นอกจากนี้ยังรู้จักเลี้ยงสัตว์เพื่อใช้ทำงาน ส่วนมนุษย์ยุคหินใหม่รู้จักทำการกสิกรรม เลี้ยงสัตว์ ทำภาชนะเครื่องปั้นดินเผา รู้จักแร่บางชนิดเมื่อเจริญ ๆ ขึ้นเรื่อย ๆ ต่อมาก็ถึงยุคโลหะ ซึ่งมนุษย์ใช้โลหะทำภาชนะใช้สอย รู้จักวิธีการวัดแบ่งกรรมสิทธิ์ที่ดินเพื่อการกสิกรรม ในตอนนี้เองอาจนับได้ว่าการกำเนิดวิชาเรขาคณิตขึ้น จะเห็นได้ว่าความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติที่มนุษย์คอยสังเกตหาเหตุผลต่าง ๆ กลายเป็นรากฐานให้วิทยาศาสตร์ก่อกำเนิดขึ้นมา และค่อยวิวัฒนาการเจริญขึ้นตามลำดับจนถึงปัจจุบันนี้

อียิปต์เป็นผืนแผ่นดินหนึ่งซึ่งเคยรุ่งเรืองในด้านวิชาการอยู่ไม่น้อย และจากหลักฐานต่าง ๆ พบว่ามนุษย์ได้อาศัยอยู่ในแถบนี้มาตั้งแต่ยุคหินแล้ว ความเจริญในอียิปต์จะเห็นได้จากการสร้างพีระมิด (ซึ่งใช้วิชาเรขาคณิต, วิชาเมคานิกส์ และวิชาวิศวกรรม) การทำกระดาษปาไพรัส (Papyrus) ซึ่งทำจากพืชพวกหญ้าเอามาเรียงต่อซ้อนกันเป็นหลายชั้นแล้วอัดให้เข้ากันเพื่อให้หญ้าติดกันแน่นเป็นแผ่น ชาวอียิปต์ใช้จดเรื่องราวต่าง ๆ ลงบนกระดาษปาไพรัส อักษรโบราณในประเทศอียิปต์ที่จารึกไว้เรียกกันว่า Hieroglyphic กระดาษปาไพรัสนี้พบมากตามที่เก็บศพมัมมี่ กระดาษปาไพรัสนี้เองทำให้คนรุ่นหลังทราบถึงวิชาการสมัยโบราณได้ ในขณะที่เดียวกันพวก Assyrians ที่มีอยู่ในแถวอาหรับ เมโสโปเตเมีย (บาบิโลเนีย) ก็ได้จารึกอักษรที่เรียกว่า คูนีฟอร์ม (Cuneiform) ไว้บนอิฐเผาเหมือนกัน เป็นเหตุให้ทราบถึงความเจริญในยุคนี้ได้ด้วย

อียิปต์ในยุคโบราณนั้นได้มีการเจริญหลายด้านด้วยกัน เช่น

ด้านคณิตศาสตร์ ได้พบวิชาเรขาคณิต จะเห็นได้จากการสร้างพีระมิดอันมหึมา ซึ่งเมื่อสร้างพีระมิดได้ถูกต้องตามสัดส่วนย่อมแสดงว่าต้องมีความรู้ทางด้านเรขาคณิตดี เช่น ระบบเลขฐาน 10 ทฤษฎีบทของพีทาโกรัส ก็เป็นความรู้ที่เกิดในยุคนั้น

ด้านโลหะ แร่ทองแดงเป็นแร่ที่พบมาตั้งแต่ครั้งโบราณ ต่อมาพบว่าถ้าเอาแร่หลายชนิดมาถลุงปนกันก็จะได้โลหะผสม (Alloy) ที่มีสมบัติดีขึ้น ได้พบโลหะผสมบรอนซ์ (Bronze) และทองเหลือง (Brass) ขึ้นแล้วในสมัยนั้น

ด้านการแพทย์ เข้าใจกันว่า อิมโฮเทป (Imhotep) เป็นหมอคนแรกประจำราชสำนักแห่งประเทศอียิปต์ เป็นผู้ที่มีผลงานดีมากและในขณะเดียวกันก็มีความรู้เป็นนักดาราศาสตร์ นักสถาปัตยกรรมด้วยเหมือนกัน

นอกจากประเทศอียิปต์แล้วยังมีภูมิภาคหนึ่งที่เรียกว่าเมโสโปเตเมีย (Mesopotamia) ซึ่งเข้าใจว่าเป็นแหล่งที่วิชาการด้านต่าง ๆ เจริญมากพอสมควร ในสมัยโบราณแถบตรงนี้มีชนหลายชาติเข้ามาบรรจบกันซึ่งดินแดนกันเสมอ ต่อมาเมื่อประมาณ 2,200 B.C. พวกอามอไรท์ (Ammorite) ได้ตั้งเมืองหลวงขึ้นใหม่ให้ชื่อว่า บาบิโลเนีย (บางทีก็เรียกดินแดนแถบนี้ว่าอาณาจักรบาบิโลเนีย) ต่อมาก็ได้เปลี่ยนผู้ยึดครองประเทศอีกหลายพวก เป็นต้นว่า พวกเปอร์เซียและกรีก เป็นต้น เรื่องราวทางวิชาการของผู้คนในดินแดนแถบนี้ คนรุ่นหลังสามารถทราบได้ก็โดยศึกษาจากแผ่นดินอิฐเผาซึ่งมีอักษรแบบคูนีฟอร์มจารึกอยู่ แผ่นดินเผานี้ได้แตกหักเสียหายไปมาก แต่ก็พอให้ทราบได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นได้เจริญมา นับเป็น 6 - 7 พันปีมาแล้ว ความเจริญทางวิชาการในยุคนั้นมีมากมายหลายกึ่ง

ในยุคนี้อีกการสนใจถึงเรื่องการโคจรของดาวพุธ, ศุกร์, อังคาร, พฤหัส และเสาร์ ได้มีการบันทึกการเกิดอุปราคา ได้มีการใช้นาฬิกาแก้ว แบ่งเวลาในวันหนึ่ง ๆ ได้ทำการศึกษาพวกพืชและสัตว์โดยจัดแบ่งเป็นพวก ๆ รู้จักทำเครื่องเคลือบดินเผา รู้จักการชลประทาน โดยทำการขุดคลองส่งน้ำมายังที่ทำการกสิกรรม รู้จักคณิตศาสตร์โดยตั้งระบบเลขฐาน 60 ขึ้น ซึ่งปัจจุบันเรียกกันเป็นระบบเลขฐาน 10 ได้มีมาตราการชั่ง ตวง วัด คัดดอกเบี้ยบดิน และรู้จักการหาปริมาตรมาบ้างแล้ว

ในทางภูมิศาสตร์ มนุษย์ก็เริ่มรู้จักทำแผนที่แสดงตำแหน่งของคลอง ท่งนา เมือง และตำราบางเล่มอ้างว่ามีการเขียนแผนที่โลกไว้ด้วย

กรีกเป็นชนชาติหนึ่งซึ่งเคยเจริญรุ่งเรืองในด้านวิชาการมาก่อนชาติอื่น วิทยาการที่เริ่มเจริญมานั้นได้เริ่มที่ไอโอเนีย (Ionia) ริมฝั่งทะเลเอเจียน (Aegean Sea) ดินแดนนี้ได้มีการค้าขายกับพวกอียิปต์ เปอร์เซีย พวกที่อาศัยอยู่ที่เกาะครีต (Crete) (พวกครีตนี้เจริญมานานถึงขนาดได้ประดิษฐ์อักษรของตัวเอง มีการก่อสร้างศิลปะต่าง ๆ รู้จักแม้กระทั่งวิธีระบายน้ำโสโครกเป็นต้น) นักวิทยาศาสตร์กรีกมีหลายท่าน ที่สำคัญ ๆ คือ

เทลีส (Thales of Miletus 624 - 565 B.C.) เป็นนักปรัชญา ดาราศาสตร์ คณิตศาสตร์ นักการเมือง เป็นผู้ได้เคยเดินทางท่องเที่ยวไปในสถานที่ต่าง ๆ นำความรู้วิทยาศาสตร์กลับมาเผยแพร่ในบ้านเกิดของตัวเอง ได้นำเอาวิชาเรขาคณิตจากอียิปต์มาตั้งเป็นกฎเกณฑ์วางเป็นหลักเพื่อสะดวกต่อการศึกษาและยังใช้ความรู้ทางเรขาคณิตนี้ไปก่อให้เกิดประโยชน์ต่าง ๆ เป็นต้นว่าหาตำแหน่งเรือที่แล่นอยู่ในทะเล คำนวณความสูงของสิ่งที่จะก่อสร้าง ในทางดาราศาสตร์ยังสามารถทำนายอุปราคาได้ว่าเมื่อไรจะเกิดซ้ำขึ้นอีก ซึ่งนับว่ามีความสามารถเป็นอย่างยิ่ง เพราะในยุคโบราณเช่นนั้นไม่มีเครื่องมือที่จะศึกษาเพื่อค้นคว้าได้ดีเท่ากับปัจจุบัน เทลีสได้อ้างว่าโลกประกอบไปด้วยน้ำและทุกสิ่งทุกอย่างเกิดจากน้ำทั้งนั้น

เดโมคริตัส (Democritus 470 - 400 B.C.) เป็นผู้สนใจในวิชาการเป็นอย่างมาก ได้เคยท่องเที่ยวไปในที่ต่าง ๆ เช่น อียิปต์ เอเชียไมเนอร์ ฯลฯ เดโมคริตัสอธิบายว่าสสารต่าง ๆ ประกอบด้วยอะตอม การเรียงตัวของอะตอมทำให้เกิดสสารต่าง ๆ ได้ ความรู้เช่นนี้ดู ๆ ก็คล้ายกับเรื่องของอะตอมในสมัยปัจจุบันนี้ ในสมัยนั้นพวกเชื่อเรื่องของอะตอม เรียกว่า อะตอมมิสต์ (Atomist) ถึงอย่างไรก็ตามเรื่องของอะตอมในสมัยนั้นก็ได้มีผู้เชื่อถือกันมากมายแพร่หลายกันนัก เพราะไม่มีการพิสูจน์ให้เห็นจริงอย่างปัจจุบันนี้

ในสมัยที่กรีกเจริญรุ่งเรืองทางวิทยาการนี้ก็ยังมีบุคคลอีกกลุ่มหนึ่งเรียกว่าพวกพีทาโกรัส (Pythagorean) พวกนี้ได้ศึกษาคณิตศาสตร์และถือกันว่าเลขนั้นสามารถอธิบายเรื่องราวต่าง ๆ ได้ดี จากการที่กลุ่มพีทาโกรัสเรียนศึกษาเรื่องเลขก็ได้ทำให้วิทยาการต่าง ๆ เจริญขึ้นมากมาย เช่น วิชาเรขาคณิต พีชคณิต เป็นต้น ปราชญ์เหล่านี้อธิบายว่าโลกเรานี้กลม โลกมิได้เป็นศูนย์กลางของจักรวาล ได้มีการศึกษาอวัยวะของสัตว์ต่าง ๆ ขึ้นแล้ว ปราชญ์พวก *พีทาโกรัส*

(Pythagorean) หรือพีทาโกรัส ได้อธิบายว่าธาตุต่าง ๆ เกิดจากธาตุ 4 ชนิด คือธาตุดิน ธาตุน้ำ ธาตุลม และธาตุไฟรวมกัน ในสมัยนั้นนักปรัชญากรีกได้สังเกตความเป็นไปของธรรมชาติและพยายามค้นหาเพื่อให้ได้คำตอบ วิธีนี้เป็นเหตุทำให้กรีกเป็นชาติที่เจริญรุ่งเรืองในวิชาการ และรุ่งเรืองขึ้นตามลำดับ จากประวัติศาสตร์จะเห็นได้ว่าวิทยาศาสตร์เจริญก้าวหน้าอย่างมาก ในประเทศกรีซ

ต่อมาระหว่างปี 479 - 300 B.C. เป็นตอนที่วิทยาศาสตร์รุ่งเรืองในกรุงเอเธนส์ มีนักปรัชญาและนักกวีและผู้สนใจศิลปะที่มีชื่อเสียงต่าง ๆ ชุมนุมอยู่ด้วยกัน อาทิเช่น เพลโต (Plato) อริสโตเติล (Aristotle) ฮิปโปเครติส (Hippocrates) ยูโดกซัส (Eudoxus) ฯลฯ เป็นต้น ในระยะนี้ความรู้ทางการแพทย์เจริญขึ้น โดยใช้วิทยาศาสตร์เข้าช่วย ซึ่งทำให้การแพทย์ค่อย ๆ เติบโตขึ้นอย่างถูกแบบ และผู้ที่นำเอาวิทยาศาสตร์ไปใช้ทางแพทย์คือท่านฮิปโปเครติสนั่นเอง

เพลโต (Plato 427 - 347 B.C.) เป็นนักปรัชญากรีกที่ฉลาดและสนใจในวิชาคณิตศาสตร์ ดาราศาสตร์ และมีผลงานไม่น้อยเลย ได้ตั้งโรงเรียนสอนปรัชญาและสอนให้คนรู้จักวิธีที่จะหาความรู้ต่าง ๆ

อริสโตเติล (Aristotle 348 - 322 B.C.) เป็นนักชีววิทยาที่ยิ่งใหญ่มากในสมัยนั้น เป็นผู้จำแนกพืชและสัตว์ออกเป็นพวก ๆ ได้ศึกษาหน้าที่อวัยวะต่าง ๆ ของสัตว์ ส่วนในเรื่องทางดาราศาสตร์นั้นเขาอธิบายว่าโลกเป็นศูนย์กลางของจักรวาล ดวงดาวต่าง ๆ และโลกโคจรเป็นวงกลม อริสโตเติลได้รับเลือกให้เป็นอาจารย์ของพระเจ้าอเล็กซานเดอร์มหาราชซึ่งมีส่วนทำให้วิทยาศาสตร์เจริญขึ้นในกรีกเพราะสาเหตุนี้ด้วย

วิทยาศาสตร์ยังได้ขยายเข้าไปในประเทศอเล็กซานเดรีย (Alexandria) ด้วย จึงทำให้เกิดนักคณิตศาสตร์ นักกายวิภาคศาสตร์ นักชีววิทยา ได้แก่

ยูคลิด (Euclid, 330 - 260 B.C.) เป็นนักคณิตศาสตร์ที่ยิ่งใหญ่ได้ค้นคว้าในวิชาเรขาคณิต ทำให้วิชานี้เจริญกว้างขวางจนเป็นแบบเรียนทุกวันนี้

อาร์คิมิดีส (Archimedes, 287 - 212 B.C.) เป็นนักวิทยาศาสตร์คนแรกที่น่าเอาความรู้ที่ได้จากการศึกษาสังเกต ในทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ เขาได้ประดิษฐ์สิ่งต่าง ๆ โดยใช้ความรู้ทางกลศาสตร์มาประยุกต์ เพื่อสร้างเครื่องมือป้องกันทหารโรมันซึ่ง

โจรมติเมืองซีราคิวส์ (Syracuse) อยู่ นอกจากนี้ยังช่วยพิสูจน์มงกุฏทองคำของกษัตริย์ฮีโร (Hero) ว่าช่างทำมงกุฏนั้นใช้ทองคำแท้ทั้งหมดหรือไม่ ในการทำมงกุฏนั้น อาร์คิมิดีสเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างจากนักวิทยาศาสตร์ในสมัยก่อน ๆ ของกรีกคือ รู้จักใช้วิทยาศาสตร์ประยุกต์ให้เป็นประโยชน์สำหรับประชาชน ส่วนพวกกรีกสมัยก่อนหน้านั้นศึกษาวิทยาศาสตร์เพราะมีความอยากรู้อยากเห็นเท่านั้น เมื่อได้ความรู้แล้วก็มิได้นำมาใช้ให้เป็นประโยชน์เลย

อาร์คิมิดีส ได้ค้นคว้าเรื่องกลศาสตร์มากมายและวิชาที่ค้นคว้านี้ยังใช้อยู่จนตราบเท่าทุกวันนี้ นอกจากนี้แล้ว ยังนับว่าเป็นนักคณิตศาสตร์ที่มีชื่อเสียงมากที่สุดคนหนึ่งของโลก

ปโตเลมี (Ptolemy) จัดว่าเป็นนักดาราศาสตร์ที่สำคัญมากคนหนึ่ง ซึ่งจะได้อีกกล่าวถึงตอนว่าด้วยภาคดาราศาสตร์ ปโตเลมีได้เขียนตำราทางดาราศาสตร์ที่เขาค้นคว้าขึ้นมาถึง 13 เล่ม ซึ่งต่อมาพวกอาหรับได้แปลและเรียกหนังสือเหล่านี้ว่า แอลมาเจสท์ (Almagest) หนังสือเหล่านี้ได้อีกกล่าวถึงเอกภพ การโคจรของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ ดาวเคราะห์ต่าง ๆ และอื่น ๆ ทางดาราศาสตร์อีกมากมาย หนังสือนี้กลายเป็นตำราใช้อ้างอิงอยู่นานประมาณ 14 ศตวรรษ

ตามที่ได้กล่าวมาแล้วเป็นแต่เพียงแสดงให้เห็นถึงความสามารถของนักวิทยาศาสตร์รุ่นโบราณพอสังเขป นอกจากนี้แล้วยังได้อีกมีนักวิทยาศาสตร์อีกหลายท่านที่ได้ทำการค้นคว้าในเรื่องต่าง ๆ ของดวงดาว อิทธิพลของดวงดาวต่อฤดูกาล ศึกษาการโคจรของดวงอาทิตย์ โลกและดวงจันทร์ การหาเส้นผ่านศูนย์กลางและเส้นรอบวงของโลก เหล่านี้เป็นต้น จากผลงานดังกล่าว และจะเห็นได้ว่าวิชาการในสมัยอเล็กซานเดรียรุ่งเรืองมากที่สุด

ต่อมาในระยะหลังพวกโรมันได้รุกรานกรีก และได้ครอบครองกรีกเมื่อประมาณ 146 B.C. ในราว 30 B.C โรมันก็ได้ครอบครองสเปน ยุโรปเหนือ แอฟริกาตอนเหนือ ตอนนี้องค์เป็นตอนที่วิทยาศาสตร์เริ่มเสื่อมลงอย่างมาก ไม่มีนักวิทยาศาสตร์หรือนักปรัชญาหรือนักคณิตศาสตร์เกิดขึ้นเลย พวกโรมันนี้เป็นเพียงแต่เอาความรู้ของกรีกไปใช้เฉพาะส่วนที่จะก่อให้เกิดประโยชน์กับพวกตนเท่านั้น มิได้สนใจจะค้นคว้าศึกษาหาความรู้ให้กว้างขวางขึ้นไปจากเดิม และพวกโรมันในยุคนั้นเชื่อถือในปรัชญาว่าปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทุกอย่างที่เกิดในธรรมชาติขึ้นอยู่กับความประสงค์ของพระเจ้าเท่านั้นเอง

จะเห็นได้ว่างานวิทยาศาสตร์ของชาวโรมันเป็นเรื่องของประโยชน์ที่ได้จากวิชาวิทยาศาสตร์หรือวิทยาศาสตร์ประยุกต์ ส่วนวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ไม่ได้เจริญก้าวหน้าขึ้นเท่าไรเลย พวกกรีกเคยคิดไว้แต่ไหนก็อยู่ที่นั่น ไม่มีการค้นคว้าเพิ่มเติมให้กว้างขวางออกไปอีก ศาสนา

ในยุคนั้นก็มีส่วนใหญ่ที่ทำให้วิทยาศาสตร์ไม่เจริญขึ้นตามที่ควร เพราะคนเชื่อมั่นในความคลั่งบันดาลของพระเจ้าแต่อย่างเดียวนั้น ไม่ยอมเชื่อในความคิดเห็นของคนอื่น ทุกคนคิดถึงความสุข และรอคอยประสบความสำเร็จในภายหน้า จึงไม่มีความกระตือรือร้นที่จะคิดหาความรู้ต่อไป ดังนั้นพวกคลั่งศาสนาก็หาวิธีที่จะทำลายพวกนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นพวกไม่เชื่ออะไรง่าย ๆ โดยปราศจากเหตุผล สำหรับตำราทางวิทยาศาสตร์ก็ได้ถูกทำลายเสียมากต่อมาก นักวิทยาศาสตร์ในสมัยก่อนจึงได้หนีจากอเล็กซานเดรียไปอยู่ที่อื่น เช่น ที่คอนสแตนติโนเปิล เป็นต้น

วิทยาศาสตร์ในยุคโบราณนั้นมิได้เจริญแต่ในอียิปต์ เอเธนส์ อเล็กซานเดรียเท่านั้น ในทวีปเอเชียของเราก็เป็นแหล่งที่วิทยาการด้านนี้รุ่งเรืองเช่นกัน และในบางเรื่องก็เจริญกว่าและพบก่อนกว่าทางประเทศอียิปต์ ประเทศกรีซเสียด้วย

1.7 ความเจริญของวิทยาศาสตร์ในประเทศจีน

เมื่อปี 1500 B.C. พบว่าจีนอยู่ในยุคนุซย์บรอนซ์ ที่ทราบได้โดยดูจากการขุดพบโบราณวัตถุ ได้พบเครื่องมือเกี่ยวกับทางยาและได้มีการค้นคว้าพฤษศาสตร์ ยาหอม ยาหมอม และอื่น ๆ อีกมาก มีการค้นพบการทำกระดาษ ค้นพบแม่เหล็ก (เรื่องวิทยากรนี้จีนมีความรู้กว้างขวางกว่ากรีกมากนัก) มีการสร้างเขื่อนกั้นน้ำ การขุดคลอง การทำเข็มทิศเดินเรือ รู้จักซากชีวิต (Fossils) และให้ความเห็นในเรื่องเกี่ยวกับซากชีวิตได้ใกล้เคียงกับความคิดของนักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันนี้

ด้านดาราศาสตร์มีการบันทึกการเกิดอุปราคา การเกิดดาวหาง อุกกาบาต โนวา (Nova) จุดดับของดวงอาทิตย์และอื่น ๆ อีกมากมาย นอกจากนี้แล้วยังมีความรู้ทางด้านฟิสิกส์ เช่น การศึกษาเรื่องแสง เสียง และทางกลศาสตร์อีกด้วย รู้จักทำเครื่องปั้นดินเผา รู้จักใช้เหล็กทำอาวุธ ในตอนนี้ก็เกิดนักปรัชญา นักกฎหมาย นักตรรกวิทยาด้วย ผลงานของชาวจีนในสมัย 480 - 221 B.C. มีอยู่มากมาย เป็นต้นว่ารู้จักใช้คานงัด รอก กระจก ต่อมาประมาณศตวรรษที่ 4 ได้มีผู้อธิบายในประเทศจีนว่าในโลกนี้สิ่งต่าง ๆ เกิดจากยิน (Yin) และหยาง (Yang) ยินและหยางนี้ผสมกันเกิดเป็นธาตุต่าง ๆ คือ ธาตุน้ำ, ลม, ไฟ, ไม้, โลหะ และดิน ซึ่งแต่ละธาตุดังกล่าวมีอินและหยางในอัตราส่วนต่าง ๆ กัน และได้มีการเล่นแร่แปรธาตุเพื่อค้นคว้าหาอายุวัฒนะ (Elixir of life) จนทำให้เกิดการพบปฏิกิริยาเคมีบางอย่างขึ้นด้วย

สรุปได้ว่าความเจริญทางวิทยาศาสตร์ของชาวจีนนั้นนับว่ามีความรู้กว้างขวางมาก แต่ที่ไม่เจริญเท่าที่ควรก็เป็นเพราะว่าผู้ที่ศึกษาวิทยาการและผู้ลงมือปฏิบัติหรือพวกช่างฝีมือเป็นคนละพวกไม่ร่วมมือกัน เพราะถือชั้นวรรณะว่าช่างฝีมือหรือผู้ปฏิบัติการไม่มีเกียรติ เมื่อผู้คิดทางทฤษฎีและผู้ปฏิบัติการไม่มีการร่วมมือกันวิทยาการก็จะมีวันเจริญงอกงามไปได้ นี่เป็นสาเหตุสำคัญอันหนึ่งว่าทำไมจีนไม่เจริญเท่าที่ควร

ในศตวรรษที่ 7 ชาวอาหรับ ซึ่งถือศาสนาอิสลามได้เข้าครอบครองประเทศเปอร์เซีย ได้รับความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาจากพวกกรีก และกะษัตริย์อาหรับก็สนใจในความรู้นี้เป็นอย่างมาก จึงทำให้กรุงแบกแดดกลายเป็นศูนย์กลางแห่งวิทยาการไป ในขณะที่นั้นชาวอาหรับได้แปลตำราของพวกกรีกเป็นภาษาอาหรับ ฉะนั้นความรู้ด้านต่าง ๆ จึงถูกเปิดเผยในรูปของภาษาอาหรับ อาหรับรับความรู้ทางคณิตศาสตร์จากอินเดียและชาวอาหรับนำความรู้คณิตศาสตร์ไปส่งเสริมในทางวิชาดาราศาสตร์ ได้มีการสร้างหอดูดาวที่กรุงแบกแดด เพื่อสังเกตการณ์โคจรของดาวต่าง ๆ นอกจากนี้ชาวอาหรับยังสนใจเรื่องเล่นแร่แปรธาตุเพื่อค้นหาอายุวัฒนะ ได้เขียนตำราทางரசยानเวท (Alchemy) เป็นภาษาอาหรับ ในทางการแพทย์ก็มีการเขียนตำราเรื่องฝีดาษ หัด และโรคต่าง ๆ ชาวอาหรับได้นำความรู้ในเรื่องการทำกระดาษของชาวจีน และได้ตั้งโรงงานกระดาษครั้งแรกเมื่อ ค.ศ. 751 ในยุโรปได้ตั้งโรงงานกระดาษเป็นครั้งแรกที่ประเทศสเปนเมื่อ ค.ศ. 1100 และได้แพร่หลายต่อไปในยุโรปภาคอื่น ๆ ในกาลต่อมาด้วย

ในศตวรรษที่ 10 - 12 พวกอิสลามครอบครองยุโรปจนถึงสเปน กาลิเบองเป็นผู้สนับสนุนให้ตั้งห้องสมุด และตั้งโรงเรียนสอนวิทยาศาสตร์แขนงต่าง ๆ ขึ้น จะเห็นได้ว่าวิทยาศาสตร์เริ่มเจริญเข้าสู่ยุโรปและมีการแปลตำราภาษาอาหรับในสาขาต่าง ๆ เป็นภาษาละตินโดยมีศาสนาคริสต์เป็นสื่อเชื่อมโยงในเรื่องนี้

ต่อมาเมื่อวิทยาศาสตร์เข้าสู่ยุโรปมากเข้าได้มีการแปลตำราออกมา มีการตั้งมหาวิทยาลัยขึ้นมาเมื่อศตวรรษที่ 12 ณ เมืองโทเลโด (Toledo) ประเทศสเปน พวกอิสลามได้เข้าครอบครองเมืองนี้ ส่วนใหญ่พลเมืองนับถือศาสนาคริสต์ ณ ที่แห่งนี้เองทำให้ความรู้ของพวกอิสลามแพร่หลายมาสู่ชาวคริสต์ ในตอนนี้ได้มีการแปลตำราภาษาอาหรับเป็นภาษาละตินเป็นการใหญ่ จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้วิทยาศาสตร์เจริญรุ่งเรืองมากในยุโรป อาจจะกล่าวได้ว่านี่คือการที่ชาติตะวันตกได้รับความรู้จากชาติตะวันออก เมื่อชาวตะวันตกได้รับความรู้แล้วก็พยายามศึกษาค้นคว้าหาความรู้ต่อไปอีก และมีความนึกคิดได้ว่าความรู้ทางวิชาการและความรู้

ทางเทคโนโลยีต้องไปคู่กันจึงจะทำให้ประเทศชาติเจริญได้ ความจริงอันนี้จึงทำให้ประเทศในยุโรปเจริญและมีวิทยาการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าในชาติตะวันออก และชาติตะวันออกต้องเป็นฝ่ายรับความรู้จากชาติตะวันตกมาศึกษาจนทุกวันนี้

1.8 วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method)

วิธีวิทยาศาสตร์ หรือวิธีที่ดำเนินงานไปตามวิธีทางที่นักวิทยาศาสตร์กระทำนั้น ได้เริ่มปฏิบัติกันก่อนในประเทศอังกฤษ และในทวีปยุโรปเมื่อศตวรรษที่ 19 นี้เอง ในตอนต้น ๆ ของศตวรรษที่ 19 นี้ นักวิทยาศาสตร์ยังไม่เรียกตนเองว่านักวิทยาศาสตร์ แต่เรียกตนเองว่านักปรัชญา (Philosophers) ซึ่งเป็นคำที่ใช้กันในหมู่นักวิทยาศาสตร์ครั้งโบราณ เช่น ใช้กับอริสโตเติล (Aristotle, 384 B.C.) กับฮิปโปเครติส (Hippocrates 490 B.C.) แม้ในยุคต้นศตวรรษที่ 19 นี้เอง วิทยาศาสตร์ต่าง ๆ (Science) ก็ยังเรียกกันว่าวิทยาศาสตร์ปรัชญา (Philosophical Science) ต่อมา ค.ศ. 1840 วิลเลียม วีเวล (William Whewell) เสนอให้เรียกนักปราชญ์ที่ดำเนินวิธีการศึกษาวิทยาการโดยวิธีวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) นี้ว่า นักวิทยาศาสตร์ โดยใช้คำว่า “Scientist” ขึ้นในประเทศอังกฤษ ส่วนวิธีการของนักวิทยาศาสตร์ที่ วิลเลียม วีเวล เสนอและสนับสนุนว่าควรกระทำอะไรนั้นก็ให้ตัวอย่างไว้ เช่น วิธีหาความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity) ของสารโดยอาร์คิมิดีส (Archimedes) หรือการวัดความเร็วของแสง โดย ฟิโซ (Fizeau) เป็นต้น

ฟรานซิส เบคอน (Bacon) และมิลล์ (Mill) นักวิทยาศาสตร์ในยุคต้นศตวรรษที่ 19 นี้ ยังได้เคยอธิบายคำว่า “นักวิทยาศาสตร์” หรือ “Scientist” ว่าเป็นกลุ่มหนึ่งของผู้ที่ใช้เหตุผลและความจริงจากการทดลอง เพื่อเป็นอุปกรณ์ในการอธิบายปรากฏการณ์และเรื่องราวต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นให้ถูกต้องมากที่สุดที่จะทำได้

วิธีที่จะดำเนินงานวิทยาศาสตร์นั้น เราดำเนินการเป็นขั้น ๆ ไป อย่างมีระเบียบ (Systematic) ดังนี้ คือ

1.8.1 การสังเกต (Observation) เราต้องใช้ความสังเกตให้มาก และเมื่อสังเกตแล้วจะต้องใช้ดุลยพินิจด้วยว่า สิ่งที่สังเกตนั้นเป็นไปตามที่แท้จริง หรือเกิดจากการหลอนต่อความรู้สึก และต่อประสาทที่ส่งความรู้สึกให้แก่เรา ระบบประสาทที่เราใช้ประมวลใน

การสังเกตได้แก่ ความรู้สึกทางตา (เห็น) ความรู้สึกทางจมูก (กลิ่น) ความรู้สึกทางสัมผัส โดยมือ ความรู้สึกทางโสตสัมผัสหู ความรู้สึกทางรส (ลิ้น) และความรู้สึกเปลี่ยนรูปร่าง เปลี่ยนสี เปลี่ยนความรู้สึกหนาวเย็น เช่น จากการเปลี่ยนสภาวะจากของแข็งไปเป็นของเหลว และก๊าซ

1.8.2 บันทึก (Record) การบันทึกข้อสังเกตต่างๆ โดยใช้กระดาษในข้อ 1 นั้น เป็นวิธีสำคัญของวิธีวิทยาศาสตร์ การบันทึกเรื่องราวต่างๆ ก็เช่นเดียวกัน คือต้องบันทึกอย่างไม่มีอคติ บันทึกทุกๆ อย่างที่ตนได้ประสบจากการสังเกตมาโดยตรงและแน่แท้ ในบันทึกเก่าๆ ในเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์นั้นนักปราชญ์รุ่นหลังๆ ได้นำออกมาอ่าน พิจารณาดูอีก วาดมโนภาพอีก ก็ปรากฏเป็นหลายครั้งหลายหนว่า เป็นสิ่งที่นำมาซึ่งการค้นพบ (Discovery) สิ่งอันใหม่ๆ ได้ เช่น เซอร์ ราเลห์ (Raleigh) ได้พบก๊าซอินเนอร์ทคือ ก๊าซนีออนจากอากาศ ก็ได้จากบันทึกวิทยาศาสตร์เก่าๆ เหมือนกัน เป็นต้น

แม้แต่เรื่องราวของอะตอมในสมัยแดลตัน (Dalton) ค.ศ. 1801 ที่เรียกกันว่าทฤษฎีปรมาณูของแดลตันนั้นก็ได้จากเรื่องราวเก่าแก่โบราณของ อริสโตเติล และของไฮเตโปคริตอส แต่ในปัจจุบันนี้มีนักปราชญ์ บอร์ (Bohr) และรัทเธอร์ฟอร์ด (Rutherford) เป็นผู้เสนอทัศนคติใหม่ของอะตอม (Modern Conceptions of atom) ซึ่งอธิบายว่าอะตอมไม่ใช่เป็นหน่วยที่เล็กที่สุดของธาตุแล้วมีหน่วยที่เล็กไปกว่านั้น เช่น อิเล็กตรอน โปรตอน นิวตรอน มีซอน และโปรซิตรอนอยู่ด้วย และอิเล็กตรอนเคลื่อนไหวอยู่รอบๆ ของอะตอม

1.8.3 การทดลองเพื่อการพิสูจน์ (Proof) นักวิทยาศาสตร์มีอุดมคติอันหนึ่ง ซึ่งถือกันว่าสิ่งที่สังเกตเอาไว้ หรือบันทึกเอาไว้ทั้งหลายนั้น จะต้องนำมาพิสูจน์ให้ทราบว่าเป็นเท็จหรือเป็นจริงแค่ไหน โดยการทดลอง (Experiment) การทดลองนี้เริ่มกันตั้งแต่ยุคสมัยของฟรานซิส เบคอน (Francis Bacon) ต่อมาก็ได้รับการสนับสนุนเป็นอย่างมากโดยไมเคิล ฟาราเดย์ (Michael Faraday) และฮัมฟรีย์ เดวี (Humphry Davy) สรุปแล้วการทดลองอาจจะดำเนินได้เป็นหลายแบบ การทดลองบางอย่างก็เป็นการทดลองซ้ำกับที่ทำครั้งก่อน เพื่อจะตรวจสอบว่าสิ่งที่ทำมาแล้วนั้น จะมีข้อบกพร่อง ข้อผิดพลาดเคลื่อนอย่างไรบ้าง การทดลองบางอย่างก็เป็นการทำให้การทดลองดีขึ้น สมบูรณ์ยิ่งขึ้น มีความผิดพลาดอย่างใดก็แก้ไขให้ถูกต้องเสีย เป็นการเปรียบเทียบกับของเดิมไปในตัว การทดลองที่เป็นหลักสำคัญๆ คือการทดลองโดยแยกชิ้นส่วนเดิม ซึ่งเป็นเรื่องใหญ่ชิ้นใหญ่ให้ย่อยลงมาเป็นส่วนเล็ก ๆ การทดลองอย่างนี้

เรียกว่า การวิเคราะห์ (Analysis) เช่น การวิเคราะห์หาส่วนผสมของดิน ว่าจะเหมาะต่อการเพาะปลูกอย่างไร หรือการวิเคราะห์ว่าอากาศในเมืองหลวงนั้นมีส่วนปรุงแต่ง (Composition) อะไรบ้าง ไม่เหมาะต่อประชาชน เป็นพิษต่อประชาชนอย่างไร และทำการทดลองต่อไปเพื่อจัดส่วนผสมที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ สัตว์ และพืชเสีย การทดลองอีกแบบหนึ่งคือ การสังเคราะห์ (Synthesis) ซึ่งหมายถึงการสร้างสรรค์ หรือการผลิต หรือการเตรียมสารซึ่งใช้เป็นประโยชน์สำหรับมนุษย์ในโลกนานาประการ เช่น การผลิตพลังงานอะตอม (Atomic Energy) ให้เป็นประโยชน์ต่อมวลมนุษย์ เช่น การทำไฟฟ้า การรักษาโรคบางชนิด เช่น ผลิตโคบอลต์-90 ใช้รักษาโรคมะเร็ง โรคมิวหนัง ผลิตเรดอน ซึ่งเป็นก๊าซจากเรเดียมที่ใช้ประโยชน์ในทางแพทย์ ผลิต Cs-137 ใช้รักษาโรค Carcinoma ในกระเพาะปัสสาวะ รักษาโรคเนื้องอก (Tumours) ในสมอง รักษาทางเดินของอาหารและอวัยวะสืบพันธุ์ของมนุษย์ ผลิตเรดิโอไอโอดีน หรือ I-131 Albumin เพื่อใช้ฉีดเข้าไปในร่างกาย ส่วนใดที่มีเนื้องอกก็จะดูดเอาไว้ ดังนั้นเราก็ทราบว่าส่วนใดของร่างกายมีความเจริญขึ้นมาบ้าง ส่วน Au-198 นั้น หรือที่เรียกกันว่า Radio-active Gold นั้นเขาเอาไปใช้รักษาโรคมะเร็งในมดลูก ฟอสฟอรัส 32 หรือ P-32 ใช้รักษาโรคที่มนุษย์มีเม็ดโลหิตขาวมากเกินไป (Over production ของ Leucocyte) หรือที่เรียกกันว่าลิวคีเมีย (Leukemia) สำหรับโซเดียม-24 หรือ Na²⁴ ใช้ฉีดเข้าไปในร่างกายเพื่อจะทดสอบให้ทราบว่า อวัยวะส่วนใดในร่างกายของมนุษย์หรือของสัตว์ได้ถูกทำลายพิการไปหรือไม่ เพื่อจะใช้เป็นข้อพิจารณาว่าควรจะตัดอวัยวะอันนั้นหรือยังไม่ควรประการใด นอกจากนั้นยังมี Sr-90 (Strontium 90) และ Ce-44 (ซีเรียม-44) ใช้ให้คายกัมมันตภาพรังสีเพื่อรักษาโรคซีกกลาก (Eczema Neurodermatitis)

นอกจากนี้การทดลองในปัจจุบันยังสามารถทำให้ นักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันแปร (Transmute) ธาตุหนึ่งไปเป็นอีกธาตุหนึ่งได้ ความคิดอันนี้ได้มีมาตั้งแต่ครั้งโบราณ (ยุคเล่นแร่แปรธาตุ Transmutation Period ประมาณ ค.ศ. 1200 - 1700) มีนักปราชญ์ เช่น สเตาล (Stahl) เบคเคอร์ (Becher) และปราชญ์อื่น ๆ อีก ซึ่งมีความคิดว่าธาตุหนึ่งธาตุใดอาจจะแปรเป็นธาตุอื่นได้ โดยอาศัยใช้ยาอายุวัฒนะ (Elixir of Life) บ้าง โดยใช้สารละลายทั่วไป (Universal Solvent) บ้าง แต่ก็ยังไม่เป็นผลสำเร็จ ทั้งนี้เป็นเพราะว่าความรู้ในเรื่องของอะตอมในครั้งนั้นยังมีอยู่น้อยมาก แต่ในปัจจุบันนี้พอเข้ายุค Sub-atomic Age แล้ว นักวิทยาศาสตร์ก็สามารถจะแปรธาตุอย่างหนึ่งให้เป็นอีกธาตุหนึ่งได้ ธาตุที่สังเคราะห์ขึ้นใหม่

เรียกว่าธาตุที่มนุษย์สร้างขึ้น (Man-made Elements) ตัวอย่างเช่น เนปจูนีียม (Neptunium) พลูโตเนียม (Plutonium) อะเมริเซียม (Americium) คูเรียม (Curium) เบอร์กีเลียม (Berkelium) (Californium) แคลิฟอร์เนียม ไอแซะไตเนียม (Einsteinium) เฟอรัม (Fermium) เมนเดเลวีเยียม (Mendelevium) โนบีเลียม (Nobelium) ลอเรนเซียม (Lawrencium) ฮาห์เนียม (Hahnium) และรัทเธอร์ฟอร์ดียม (Rutherfordium) นอกจากนี้ยังมีธาตุอื่น ๆ อีกซึ่งไม่ค่อยอยู่ตัวหรือเรียกว่ามีครึ่งชีวิต (half-life) สั้น ๆ นักวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับความรู้อยู่ที่ Sub-atomic Physics และ Sub-atomic Chemistry เช่น เฟอรัม (Fermi) สตราสแมน (Strassmann), ซีบอร์ก (Seaborg), แมคมิลแลน (Macmillan), ลอเรนซ์ (Lawrence) วาล (Wahl), กิออร์โซ (Ghiorso)

นักวิทยาศาสตร์ทางเคมีนั้นบางทีเขาเรียกกันว่า “ผู้สร้างสรรค์” วัตถุต่าง ๆ ขึ้นให้มนุษย์ในโลกใช้ เช่น เพชรอาจจะเตรียมขึ้นจากถ่าน โหมเทียมอาจจะเตรียมขึ้นจาก เซลลูโลส ปุ๋ยสำหรับต้นไม้เตรียมขึ้นได้จากอากาศ สีย้อมผ้า ยารักษาโรค น้ำหอมนั้น นักเคมีเตรียมขึ้นใช้ได้จากถ่านหิน สีอาลิซาลิน (Alizarin) ซึ่งแต่ก่อนนี้มักจะได้อาจมาจากต้นพืชแมดเดอร์ (Madder) บัดนี้นักปราชญ์เคมีเตรียมขึ้นได้จากถ่านหิน สีย้อมผ้าใช้ย้อมผ้าเป็นสีแดงเรียกกันว่าเตอร์กีเรด (Turkey Red) ทั้งนี้เป็นฝีมือของนักเคมีชาวเยอรมันสองท่านคือ กราเบ (Grabe) และลีเบอร์มานน์ (Lebermann) ในปี ค.ศ. 1868 อุตสาหกรรมทำสีวิธีนี้ทำให้มนุษย์หันมาใช้สีสังเคราะห์ของนักเคมีมากมาย จนกระทั่งมนุษย์ในปัจจุบันนี้ไม่พยายามจะปลูกต้นแมดเดอร์ขึ้นเพื่อจะสกัดสีออกมาใช้อีกเลย อุตสาหกรรมผลิตรวมที่ใช้ย้อมผ้าก็เหมือนกัน เมื่อประมาณ 90 ปีมานี้เอง ประเทศอินเดียสามารถผลิตรวมย้อมผ้าขายได้ถึงปีละ 17 ล้านดอลลาร์ ในปัจจุบันนี้มนุษย์ได้หันไปใช้ครามสังเคราะห์กันหมด จนอุตสาหกรรมผลิตรวมในประเทศอินเดียได้ชะงักกันไปหมด

จากผลแห่งการทดลองเหล่านี้ นักวิทยาศาสตร์ยังได้อุ่นมาน (Deduce) ออกมาแล้ว แนะนำเสนอเป็นข้อมูลต่าง ๆ เช่น ทฤษฎี (Theory) และสมมุติฐาน (Hypothesis)

ทฤษฎี คือ ข้อมูลหลัก ซึ่งอาจได้เป็นความจริง ใช้กันมาเป็นเวลานาน ใช้กันมาเป็นประโยชน์ เกิดประโยชน์นานาประการต่อความรู้อื่น ๆ และต่อมนุษย์ เช่น ทฤษฎีของการขยายตัวของของแข็งโดยความร้อน ทฤษฎีอะตอมของแควินตัน ทฤษฎีการแตกตัวของอิเล็กโตรไลต์

(Electrolyte) โดยอาร์เรเนียส (Arrhenius) ทฤษฎีของบรอนสเตดและโลว์รีของกรดและเบส (Theory of Bronsted and Lowry of acids and bases)

สมมุติฐาน (Hypothesis) นั้น คือความรู้ซึ่งเป็นข้อมูลหลัก และยังขาดข้อพิสูจน์ว่าเป็นความจริงแต่เอามาใช้เป็นประโยชน์ต่อมนุษย์ และต่อวิทยาการได้ดี เช่น สมมุติฐานของอโวกาโดร (Avogadro Hypothesis) เป็นต้น

กฎ (Law) คือ การนำทฤษฎีหรือสมมุติฐานมาพิสูจน์หรือทดสอบโดยการทดลองหรือโดยทางคำนวณและอนุมานว่าเป็นจริงแล้ว เราเรียกว่ากฎ เช่น กฎของบอยล์ กฎของชาร์ลส์