

เรียน ผอ.สถานศึกษาสังกัด สอศ.ทุกแห่ง

ตามที่สำนักมาตรฐานการอาชีวศึกษาและวิชาชีพ โดยกลุ่มประกันคุณภาพการอาชีวศึกษา ได้ส่งหนังสือสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ที่ ศธ 0606/5507 ลงวันที่ 24 เมษายน 2567 เรื่อง การประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐาน PISA นั้น

กลุ่มประกันฯ ขอส่งเอกสารเพิ่มเติมและแก้ไขเอกสารที่ไม่สามารถเปิดได้ และขอให้ใช้เอกสารตามสิ่งที่ส่งมาด้วยนี้แทน

จึงเรียนมาเพื่อทราบและดำเนินการต่อไป

สำนักมาตรฐานการอาชีวศึกษาและวิชาชีพ

กลุ่มประกันคุณภาพการอาชีวศึกษา

เรียน ผู้อำนวยการ

ด้วย กลุ่มงานประกันคุณภาพการอาชีวศึกษา สมอ.
แจ้ง ขอส่งเอกสารเพิ่มเติมและแก้ไขเอกสารที่ไม่สามารถเปิดได้
เรื่อง การประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐาน PISA มาเพื่อ

/ เพื่อโปรดทราบ

เพื่อโปรดพิจารณา

/ เห็นควรแจ้ง/ ~~166~~ รองฯ 4 ฝ่าย

เห็นควรมอบ รองฯ ผว.

นางสาวอัญชลี ธรรมศรีใจ
หัวหน้างานบริหารงานทั่วไป

26 เม.ย. 67

☒ ทราบ.....
☒ แจ้ง...รองฯ ๔ ฝ่าย.....
☒ มอบ...รองฯ ผว.....


๒๖ เม.ย ๖๗
รศ พอ.จธ. ลำปาง

PISA 2025 ให้นิยาม “สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์” ไว้ดังนี้

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (Science competency) หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่มีส่วนร่วมในการอภิปรายเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ความยั่งยืน และเทคโนโลยีได้อย่างสมเหตุสมผล เพื่อนำไปสู่การลงมือกระทำได้

การประเมินด้านวิทยาศาสตร์ของ PISA ให้ความสำคัญกับการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน โดย PISA 2025 จะเน้นการประเมินว่านักเรียนที่มีอายุ 15 ปี สามารถแสดงสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน ได้อย่างเหมาะสมในบริบทต่าง ๆ ทั้งในระดับส่วนบุคคล ระดับท้องถิ่น/ประเทศ และระดับโลก ซึ่งการประเมินดังกล่าวจะแตกต่างจากการเรียนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนโดยทั่วไปที่มักมุ่งเน้นความรู้ด้านเนื้อหา แต่กรอบการประเมินนี้เป็นการมองวิทยาศาสตร์ในมุมมองที่กว้างขึ้นเพื่อให้เห็นถึงความรู้ประเภทต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการมีส่วนร่วมของสมาชิกในสังคมร่วมสมัย

ทั้งนี้ องค์ประกอบอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากองค์ประกอบทางปัญญาเป็นสิ่งที่ช่วยให้นักเรียนสามารถแสดงสมรรถนะข้างต้นได้ นั่นคือ อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และแนวโน้มที่จะคิดในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจะเป็นตัวกำหนดระดับความสนใจ การมีส่วนร่วมในระยะยาว และกระตุ้นให้เกิดการลงมือกระทำ

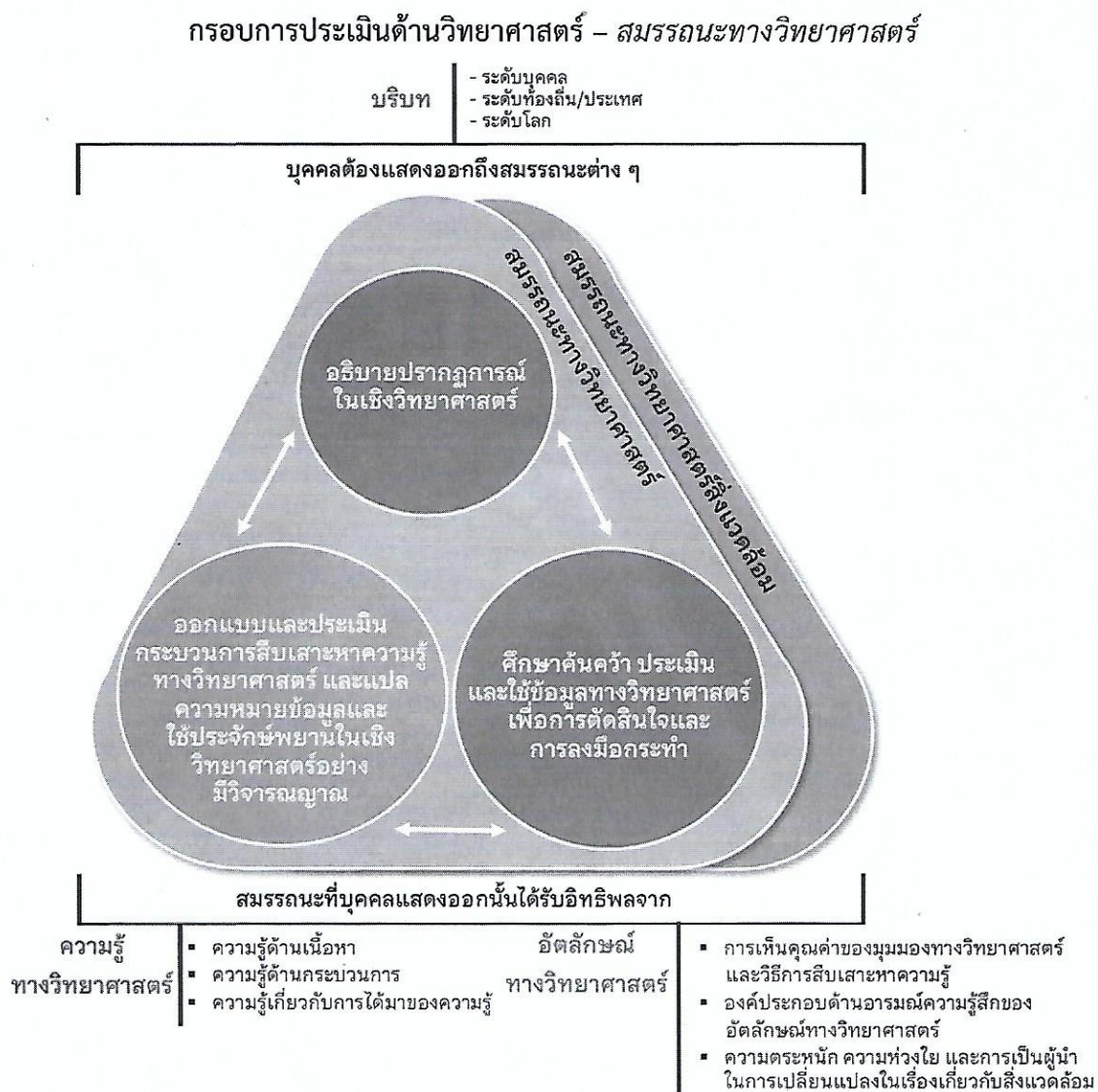
นอกจากนี้ การศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ควรพัฒนาสมรรถนะที่ช่วยให้นักเรียนสามารถกระทำสิ่งที่ต้องการได้ โดยการกระทำอาจเกิดขึ้นได้ทั้งในระดับส่วนบุคคล เช่น การมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ต่าง ๆ หรือการเลือกซื้อหรือหลีกเลี่ยงการใช้ผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ โดยการพิจารณาตามคุณค่า รวมทั้งการลงมือกระทำร่วมกับผู้อื่นเพื่อสร้างความตระหนักภายในชุมชนหรือการให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการแก้ไขปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งการมีเจตนาที่จะกระทำสิ่งเหล่านี้ต้องอาศัยความรู้และความสามารถ รวมถึงความหวังและวิสัยทัศน์ที่ว่าปัญหาเหล่านั้นสามารถเป็นไปได้ ตลอดจนความเชื่อมั่นทั้งในระดับส่วนบุคคลและส่วนรวมที่เชื่อว่าพวกเขาสามารถมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาเหล่านั้นได้

ดังนั้น บุคคลที่ได้รับการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์โดยทั่วไปมักจะมี ความสนใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อม มีส่วนร่วมกับประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ สุขภาพ เทคโนโลยี และความยั่งยืน และรู้สึกว่าการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์และเชื่อมโยงกับชีวิตอย่างมีนัยสำคัญ แม้ไม่ได้ประกอบอาชีพเป็นนักวิทยาศาสตร์ แต่ควรตระหนักได้ว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และงานวิจัยเป็นส่วนสำคัญของวัฒนธรรมร่วมสมัยที่มีอิทธิพลอย่างมากต่อความคิดและอีกหลากหลายด้านของชีวิต

ตามจุดประสงค์ของการประเมิน PISA 2025 สามารถจำแนกองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ออกเป็น 4 ด้าน ที่สัมพันธ์กัน ดังนี้

- 1) บริบท (Context) หมายถึง สถานการณ์หรือประเด็นปัญหาในระดับส่วนบุคคล ระดับท้องถิ่น/ประเทศ และระดับโลก ทั้งที่เป็นเรื่องในปัจจุบันหรือในอดีตที่ผ่านมาซึ่งจำเป็นต้องมีความเข้าใจเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- 2) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific knowledge) หมายถึง ความเข้าใจในข้อเท็จจริง แนวคิดหลัก และทฤษฎีสำคัญ ที่ทำให้เกิดความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ โดยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย (1) ความรู้ด้านเนื้อหา (Content knowledge) เป็นความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง แนวคิด และทฤษฎีเกี่ยวกับโลกธรรมชาติที่วิทยาศาสตร์ได้สร้างขึ้น และสิ่งประดิษฐ์ทางเทคโนโลยี (2) ความรู้ด้านกระบวนการ (Procedural knowledge) เป็นความรู้เกี่ยวกับวิธีการในการสร้างแนวคิดต่าง ๆ และ (3) ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้ (Epistemic knowledge) เป็นความเข้าใจในเหตุผลพื้นฐานของกระบวนการสร้างความรู้
- 3) สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (Science competencies) หมายถึง ความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณ และการศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อการตัดสินใจและการลงมือกระทำ
- 4) อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ (Science identity) หมายถึง กลุ่มของลักษณะอุปนิสัย การเป็นผู้นำในการเปลี่ยนแปลง เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และต้นทุนทางวิทยาศาสตร์ของบุคคล ซึ่งสามารถบ่งชี้ได้จากความสนใจในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การให้คุณค่ากับวิธีการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการที่เหมาะสม และการรับรู้และตระหนักถึงปัญหาสิ่งแวดล้อม

รูป 1 องค์ประกอบของกรอบการประเมินด้านวิทยาศาสตร์ – สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์



บริบทที่ใช้ในการประเมิน

สิ่งหนึ่งที่ PISA ให้ความสำคัญในการประเมิน คือ การใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในบริบทหรือสถานการณ์ต่าง ๆ อย่างหลากหลายในการจัดการกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อม โดยสถานการณ์ที่ใช้จะไม่ขึ้นกับบริบทของประเทศใดประเทศหนึ่ง แต่บริบทนั้นจะต้องสามารถแสดงหรือสะท้อนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในบริบททั้งสามระดับ ได้แก่ บริบทระดับส่วนบุคคล (เช่น ประเด็นที่เกิดกับตัวเอง ครอบครัว หรือเพื่อน) บริบทระดับสังคมหรือบริบทระดับท้องถิ่น/ประเทศ (เช่น ประเด็นที่ส่งผลกระทบต่อสังคม วัฒนธรรม สุขภาพ หรือชีวิตมนุษย์) และบริบทระดับโลก (เช่น ประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นข่าวในสื่อ หรือมีผลกระทบสืบเนื่องถึงสังคมโลกหรือต่อโลกอนาคต)

คำถามของการประเมิน PISA จึงอยู่ในสถานการณ์ที่เป็นส่วนหนึ่งในชีวิตจริงของนักเรียน และไม่จำกัดอยู่เฉพาะสถานการณ์ในโรงเรียนเท่านั้น แต่จะเป็นสถานการณ์ที่อาจเกี่ยวข้องกับตัวนักเรียนเอง ครอบครัว ชุมชน หรือสถานการณ์ของโลกก็ได้ แม้ว่าประเด็นเกี่ยวกับเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมมักเป็นบริบททั่วไปในการประเมิน แต่คำถามที่อยู่ในบริบทของประวัติศาสตร์ที่เหมาะสมก็สามารถนำมาใช้ประเมินความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการและความก้าวหน้าของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้

บริบทที่ใช้ในการประเมินด้านวิทยาศาสตร์ PISA 2025

บริบท	ระดับส่วนบุคคล	ระดับท้องถิ่น/ประเทศ	ระดับโลก
สุขภาพและโรคภัย	การดูแลรักษาสุขภาพ อุบัติเหตุ โภชนาการ การฉีดวัคซีน	การควบคุมโรค การแพร่เชื้อในสังคม การเลือกอาหาร โรคอ้วน สุขภาพชุมชน	การระบาดของโรคที่แพร่กระจาย ไปทั่วโลก ความมั่นคงทาง อาหาร วิถีชีวิตที่ดีต่อสุขภาพ
ทรัพยากรธรรมชาติ	การใช้วัสดุต่าง ๆ ส่วนบุคคล ประเภทของอาหารและ พลังงาน การบริโภคอาหาร ในท้องถิ่น การเลือก ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผสมนมจาก สัตว์ และการกินมังสวิรัต	การควบคุมขนาดประชากรมนุษย์ คุณภาพชีวิต ความมั่นคง การผลิตและการกระจายอาหาร การจัดหาพลังงาน ผลกระทบต่อ สิ่งแวดล้อมจากการทำเหมืองแร่ และขุดหาทรัพยากร การผลิต พลังงานจากแหล่งพลังงาน หมุนเวียน	แหล่งพลังงานหมุนเวียนและ พลังงานที่ใช้แล้วหมดไป ระบบ ในธรรมชาติ การเติบโตของ ประชากร การใช้ประโยชน์จาก สิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ และที่ดิน อย่างยั่งยืน ความหลากหลายทาง ชีวภาพและคุณค่าของ ความหลากหลายทางชีวภาพ
ผลกระทบต่อ สิ่งแวดล้อม และ การเปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศ	การมีพฤติกรรมที่ยั่งยืนใน การใช้เชื้อเพลิงและการลดการใช้ ทรัพยากร	การกระจายของประชากร การจัดการกับขยะ ผลกระทบ ต่อสิ่งแวดล้อม การใช้ระบบ เกษตรกรรมฟื้นฟู	ความยั่งยืนทางสิ่งแวดล้อม การจัดการมลพิษและคุณภาพ อากาศ การสูญเสียดิน/มวล ชีวภาพ การสูญพันธุ์ครั้งใหญ่ ปรากฏการณ์ทะเลกรด
ภัยอันตราย	การประเมินความเสี่ยงใน การเลือกดำเนินชีวิต	การประเมินความเสี่ยงจาก การเปลี่ยนแปลงกะทันหัน (เช่น แผ่นดินไหว สภาพอากาศเลวร้าย) การเปลี่ยนแปลงอย่างช้า ๆ และ ต่อเนื่อง (เช่น การกัดเซาะชายฝั่ง การเกิดตะกอน) การจดจำใบหน้า	ภัยคุกคามที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศ ผลกระทบจากการ ติดต่อสื่อสารยุคใหม่ พลังงาน และการผลิตพลังงาน (เช่น การผลิตปิโตรเลียมด้วยเทคโนโลยี ขุดเจาะชั้นหิน พลังงานนิวเคลียร์ พลังงานจากแก๊สธรรมชาติ)
ความก้าวหน้าและ ความท้าทายของ วิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยีร่วมสมัย	แง่มุมทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับ เทคโนโลยีใหม่ ๆ (เช่น การปรับแต่งยีน โลกเสมือน จริง)	วัสดุ เครื่องมือและกระบวนการ ใหม่ การดัดแปรพันธุกรรม เทคโนโลยีเกี่ยวกับสุขภาพ การคมนาคมขนส่ง การใช้ ปัญญาประดิษฐ์	การสำรวจอวกาศ จุดกำเนิดและ โครงสร้างของเอกภพ

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 สมรรถนะ มีรายละเอียดดังนี้

1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

สมรรถนะนี้เป็นความสามารถในการรับรู้ สร้าง ประยุกต์ใช้ และประเมินคำอธิบายและแนวทางแก้ไขของปัญหาหรือปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและทางเทคโนโลยีที่หลากหลาย ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสามารถ ดังนี้

- การระลึกและนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสม
- การใช้รูปแบบต่าง ๆ ในการแสดงแทนของความรู้และสามารถแปลความหมายข้อมูลเหล่านั้นกลับไปกลับมาได้
- การสร้างและตรวจสอบความถูกต้องของการทำนายผลทางวิทยาศาสตร์และวิธีการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้
- การระบุ สร้างแบบจำลอง และประเมินแบบจำลองนั้นได้
- การรับรู้และสร้างสมมติฐานเชิงอธิบายของปรากฏการณ์ต่าง ๆ
- การอธิบายถึงศักยภาพของการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้เพื่อประโยชน์ของสังคม

นักเรียนที่มีความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์นั้น จะสามารถนำความรู้ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้มาใช้ในการสร้างคำอธิบายของปรากฏการณ์ต่าง ๆ สามารถทำนายผล และสามารถวางแผนแก้ไขปัญหาก็เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้ รวมทั้งสามารถใช้แบบจำลองวิทยาศาสตร์ในการอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน และสามารถรับรู้หรือสร้างสมมติฐานเชิงอธิบายเบื้องต้นในบริบทที่ยังไม่มีข้อมูลหรือความรู้ในเรื่องนั้น ๆ นอกจากนี้ นักเรียนยังต้องสามารถอธิบายถึงศักยภาพของการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้เพื่อประโยชน์ของสังคมได้ เช่น การใช้ความรู้เกี่ยวกับเชื้อไวรัสและแบคทีเรียในการกำหนดนโยบายทางสังคมเพื่อป้องกันการแพร่เชื้อ หรือการใช้ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการทางเคมีเพื่อหาวิธีแก้ปัญหายั่งยืน เช่น การพัฒนาแบตเตอรี่ที่ใช้กันได้นานขึ้น

2) การออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูล และใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณ

สมรรถนะนี้เป็นความสามารถในการออกแบบ และประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงวิธีการระบุคำถามอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูล ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสามารถ ดังนี้

- การระบุคำถามในการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้
- การออกแบบการทดลองที่เหมาะสมเพื่อตอบคำถาม
- การประเมินว่าการทดลองที่ได้ออกแบบไว้นั้นเหมาะสมที่สุดสำหรับการตอบคำถามหรือไม่
- การตีความข้อมูลที่มีการนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ สามารถลงข้อสรุปที่เหมาะสมจากข้อมูลและประเมินข้อดีที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลเหล่านั้นได้

นักเรียนที่มีความสามารถในการออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณ จำเป็นต้องมีความสามารถในการแยกแยะคำถามที่สามารถตอบได้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ออกจากคำถามประเภทอื่น ๆ ที่ใช้ความรู้ที่แตกต่างกัน ในการประเมินคำถามต้องใช้วิจารณญาณในการตัดสินใจเกี่ยวกับตัวแปรและความสำคัญของผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ ความสามารถนี้ต้องใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และความรู้ด้านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์อื่น ๆ รวมถึงการระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้องและการประเมินความเหมาะสมของข้อมูลที่ได้รับกับข้อมูลที่ได้จากการทดลองจริง นอกจากนี้ ควรตีความและประเมินความน่าเชื่อถือของแหล่งที่มาและข้อสรุปที่ได้จากหลักฐานเบื้องต้นได้ รวมถึงสามารถใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานในการวิเคราะห์หรือสรุปข้อมูล ควรรู้จักวิธีการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่แตกต่างกัน และสามารถเลือกวิธีการแสดงผลที่เหมาะสม ทั้งนี้ ความรู้ความเข้าใจเหล่านี้เป็นสิ่งสำคัญสำหรับการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านข้อมูลและการวินิจฉัยข้อมูลที่มีกบพทางช่องทางออนไลน์และสื่อต่าง ๆ

3) การศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อการตัดสินใจและการลงมือกระทำ

สมรรถนะนี้เป็นความสามารถในการศึกษาค้นคว้าและประเมินข้อมูล คำกล่าวอ้าง และข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ที่นำเสนอในรูปแบบและบริบทต่าง ๆ และสามารถลงข้อสรุปที่เหมาะสม ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสามารถดังนี้

- การสืบค้น ประเมิน และสื่อสารเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ (ข้อมูลในเชิงวิทยาศาสตร์ สังคม เศรษฐกิจ และจริยธรรม) ซึ่งอาจมีความสำคัญหรือมีคุณค่ากับการตัดสินใจในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ว่าสนับสนุนข้อโต้แย้งหรือแนวทางการแก้ปัญหาเหล่านั้นหรือไม่
- การแยกแยะระหว่างคำกล่าวอ้างที่มีหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจนหรือคำกล่าวอ้างจากผู้เชี่ยวชาญกับคำกล่าวอ้างจากผู้ที่ไม่ใช่ผู้เชี่ยวชาญหรือเป็นความเห็นของบุคคลทั่วไป รวมถึงสามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับการแยกแยะนั้นได้
- การสร้างข้อโต้แย้งในการสนับสนุนข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมจากชุดข้อมูล
- การวิจารณ์ข้อบกพร่องที่พบบ่อยในข้อโต้แย้งที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้และความรู้ด้านกระบวนการ เช่น การตั้งสมมติฐานที่ไม่ดี สาเหตุกับความสัมพันธ์ คำอธิบายที่ไม่ถูกต้อง และการสรุปจากข้อมูลที่มีอยู่อย่างจำกัด
- การตัดสินใจโดยใช้ข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ทั้งในระดับส่วนตัวหรือส่วนรวม ที่มีส่วนช่วยในการแก้ปัญหาในปัจจุบันหรือสนับสนุนการพัฒนาที่ยั่งยืน

นักเรียนที่มีความสามารถในการศึกษาค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อการตัดสินใจ และการลงมือกระทำนั้นต้องมีความสามารถในการประเมินลักษณะของแหล่งที่มาของข้อมูล ความเชี่ยวชาญของผู้จัดทำข้อมูล ลักษณะของสื่อที่เผยแพร่ข้อมูล การตรวจสอบโดยผู้ร่วมวิจัย และประเด็นเกี่ยวกับคุณภาพของข้อมูล เช่น ความแม่นยำ ความถูกต้อง ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง เป็นต้น บุคคลที่ได้รับการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ควรเป็นผู้ที่มีแนวโน้มที่จะปฏิเสธหรือไม่ไว้วางใจต่อข้อมูลที่ไม่น่าเชื่อถือ มีความรู้ด้านกระบวนการ และความรู้ที่เกี่ยวกับการได้มาของความรู้ และสามารถระบุสมมติฐาน ยืนยันข้อมูล และแสดงเหตุผลในการวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ได้ รวมทั้งสามารถสร้างเหตุผลจากข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และระบุข้อบกพร่องที่พบบ่อย เช่น สมมติฐานที่ไม่เป็นจริง ความแตกต่างระหว่างความสัมพันธ์กับสาเหตุ การอธิบายที่ผิดพลาด และการลงข้อสรุปจากข้อมูลที่มีอยู่อย่างจำกัด

นอกจากนี้ ควรรู้ว่าคุณสมบัติทางวิทยาศาสตร์เป็นเพียงปัจจัยหนึ่งในการตัดสินใจ และควรพัฒนาความสามารถในการศึกษาค้นคว้า ประเมินค่า และใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์สำหรับเรื่องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ทั้งในระดับส่วนบุคคล ระดับท้องถิ่น/ประเทศ และระดับโลก

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

การประเมินความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่ PISA กำหนดไว้นั้นครอบคลุมความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามด้าน ได้แก่ ความรู้ด้านเนื้อหา (Content knowledge) ความรู้ด้านกระบวนการ (Procedural knowledge) และความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้ (Epistemic knowledge) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) **ความรู้ด้านเนื้อหา** เป็นความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง แนวความคิดหลัก แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับโลกธรรมชาติ โดย PISA เลือกประเมินความรู้ในสาขาวิชาหลัก ได้แก่ ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา และวิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ ทั้งนี้มีเกณฑ์การเลือกแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการประเมิน ดังนี้

- เป็นความรู้ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในชีวิตจริง
- แสดงให้เห็นถึงแนวความคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ หรือทฤษฎีที่สำคัญ ซึ่งถูกสร้างและใช้อย่างยาวนาน
- เหมาะสมกับระดับพัฒนาการของนักเรียนอายุ 15 ปี

ความรู้ด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่ PISA ประเมินนั้นครอบคลุมความรู้เกี่ยวกับโลกธรรมชาติ มีองค์ประกอบดังนี้

ระบบทางกายภาพ (Physical systems) ใช้ความรู้เกี่ยวกับ :

- โครงสร้างและสมบัติของสสาร (เช่น แบบจำลองอนุภาค พันธะ การเปลี่ยนสถานะ การนำความร้อนและการนำไฟฟ้า)
- การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของสสาร (เช่น ปฏิกิริยาเคมี การถ่ายโอนพลังงาน กรด/เบส)
- การเคลื่อนที่และแรง (เช่น ความเร็ว ความเสียดทาน) และแรงที่กระทำต่อวัตถุโดยส่งผลของแรงมาจากระยะไกล (เช่น แรงแม่เหล็ก แรงโน้มถ่วง และแรงแม่เหล็กไฟฟ้า)
- พลังงานและการเปลี่ยนรูปของพลังงาน (เช่น การอนุรักษ์พลังงาน การสูญเสียพลังงาน ปฏิกิริยาเคมี)
- อันตรกิริยาระหว่างพลังงานและสสาร (เช่น คลื่นแสงและคลื่นวิทยุ คลื่นเสียงและคลื่นไหวสะเทือน การดูดซับรังสีของคาร์บอนไดออกไซด์)

ระบบสิ่งมีชีวิต (Living systems) ใช้ความรู้เกี่ยวกับ :

- แนวความคิดเรื่องสิ่งมีชีวิต ประกอบด้วย สัตว์ พืช และจุลินทรีย์ (เช่น ไวรัส แบคทีเรีย)
 - ยีน (เช่น การแสดงออก พันธุกรรม/การถ่ายทอดทางพันธุกรรม เทคโนโลยีชีวภาพ) และการปฏิสัมพันธ์ของยีนกับสิ่งแวดล้อม
 - เซลล์ ประกอบด้วย โครงสร้างและหน้าที่ พลังงาน การหายใจ (การออกซิไดซ์ของคาร์บอน) การสังเคราะห์ด้วยแสง (การตรึงคาร์บอน) การเติบโต และอื่น ๆ
 - ระบบต่าง ๆ ในพืชและสัตว์ สุขภาพและการดูแลสุขภาพ (เช่น การหมุนเวียน/การลำเลียง การสืบพันธุ์ การหายใจ การลำเลียง การขับถ่าย การย่อย/สารอาหาร) และความสัมพันธ์ของระบบต่าง ๆ
 - วิวัฒนาการทางชีววิทยา ประกอบด้วย ความหลากหลายทางชีวภาพ ความหลากหลายทางพันธุกรรม การปรับตัว และการคัดเลือกตามธรรมชาติ
 - ระบบนิเวศ (เช่น การถ่ายทอดสารและพลังงาน โภชนาการ แหล่งที่อยู่อาศัย การรบกวนจากมลพิษ)
 - ไบโอสเฟียร์ (เช่น ความยั่งยืนของระบบนิเวศของโลก)
 - ปฏิสัมพันธ์ของมนุษย์กับอิทธิพลและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมหรือสิ่งมีชีวิตสปีชีส์อื่น ๆ และความยั่งยืน
-

ระบบของโลกและอวกาศ (Earth and space systems) ใช้ความรู้เกี่ยวกับ :

- โครงสร้างของระบบโลก (เช่น บรรยากาศ อุทกภาค ธรณีภาคซึ่งรวมทั้งการแปรสัณฐานแผ่นธรณีภาค แผ่นดินไหว วิทยา เป็นต้น)
- ทรัพยากรแร่ธาตุที่มีจำกัด การใช้และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในการใช้งานทรัพยากรเหล่านั้น
- พลังงานในระบบโลก (เช่น แหล่งพลังงาน ภาวะโลกร้อน การแปรสัณฐานของแผ่นธรณี การเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา วัฏจักรน้ำ)
- น้ำ แหล่งน้ำและการอนุรักษ์ (เช่น น้ำจืด ชั้นหินอุ้มน้ำ)
- ปฏิสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงในระบบต่าง ๆ ของโลก (เช่น การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ วัฏจักรธรณีเคมี แรงแปรสัณฐานที่ทำให้เกิดการสร้างและการทำลาย)
- ประวัติศาสตร์ของโลก (เช่น ชากตึกด้าบรรพ์ กำเนิดและวิวัฒนาการ การกักต่อนและการทับถม)
- โลกในอวกาศ (เช่น ช้างขึ้น-ช้างแรม ระบบสุริยะ กาแล็กซี)
- กำเนิดของเอกภพและระบบสุริยะ (เช่น วิวัฒนาการของดาวฤกษ์ การเกิดดาวเคราะห์ ทุพสุริยะบิกแบง)

2) ความรู้ด้านกระบวนการ เป็นความรู้เกี่ยวกับกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งความรู้ในเรื่องการปฏิบัติและแนวความคิดเกี่ยวกับการสืบเสาะหาความรู้ เช่น การตรวจสอบซ้ำ เพื่อลดความผิดพลาดและลดความไม่แน่นอน การควบคุมตัวแปร และการมีกระบวนการมาตรฐานเพื่อนำเสนอและสื่อสารข้อมูล

ลักษณะทั่วไปของความรู้ด้านกระบวนการที่จะทดสอบนักเรียน ครอบคลุมถึง

- แนวคิดเรื่องตัวแปร ได้แก่ ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม
- แนวคิดเรื่องการวัด เช่น การวัดเชิงปริมาณ (การใช้เครื่องมือวัด) การวัดเชิงคุณภาพ (การสังเกต) การใช้มาตรวัด และการวัดตัวแปรเชิงกลุ่มและตัวแปรต่อเนื่อง
- วิธีการประเมินและลดข้อผิดพลาด เช่น การวัดซ้ำและการหาค่าเฉลี่ยจากการวัด
- กลไกในการยืนยันความเที่ยงตรงของข้อมูล (ความใกล้เคียงของค่าที่ได้จากการวัดปริมาณเดิมซ้ำ) และความถูกต้องของข้อมูล (ความใกล้เคียงของค่าที่ได้จากการวัดกับค่าจริง)
- วิธีการทั่วไปในการสรุปและนำเสนอข้อมูลโดยใช้ตาราง กราฟ และแผนภูมิอย่างเหมาะสม
- วิธีการควบคุมตัวแปร และบทบาทของการควบคุมตัวแปรในการออกแบบการทดลอง หรือการทดลองแบบสุ่มที่มีกลุ่มควบคุม เพื่อหลีกเลี่ยงผลที่สับสน และการระบุกลไกของสาเหตุที่อาจเป็นไปได้
- ลักษณะของการออกแบบที่เหมาะสมเพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนด เช่น การทดลองการสำรวจตรวจสอบภาคสนามหรือการค้นหารูปแบบ และบทบาทของกลุ่มควบคุมในการหาความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล
- กระบวนการต่าง ๆ ในการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญในชุมชนวิทยาศาสตร์เพื่อให้แน่ใจว่าความรู้ที่อ้างมานั้นมีความน่าเชื่อถือ

3) ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้ เป็นความเข้าใจในโครงสร้างและลักษณะสำคัญของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อกระบวนการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเข้าใจบทบาทของคำถาม การสังเกต ทฤษฎี สมมติฐาน แบบจำลอง และการอภิปรายโต้แย้งในทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อกระบวนการสร้างความรู้และความรู้ที่สร้างขึ้นด้วยวิทยาศาสตร์ การยอมรับรูปแบบที่หลากหลายในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และบทบาทในการตรวจสอบจากผู้อื่นที่ทำให้ความรู้ที่สร้างขึ้นนั้นน่าเชื่อถือ ซึ่งความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับบทบาทของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ บทบาทของข้อมูลและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ ธรรมชาติของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการทำงานร่วมกันและการเป็นชุมชน

ความเข้าใจในโครงสร้างและการระบุลักษณะสำคัญของวิทยาศาสตร์นั้นเป็นการแสดงความเข้าใจในสิ่งต่อไปนี้

- ธรรมชาติของการสังเกต ข้อเท็จจริง สมมติฐาน แบบจำลอง และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์
- วัตถุประสงค์และเป้าหมายของวิทยาศาสตร์ (เป็นการสร้างคำอธิบายที่เชื่อถือได้เกี่ยวกับธรรมชาติของโลก และเพื่อพยากรณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคต) ซึ่งต่างจากวัตถุประสงค์และเป้าหมายของเทคโนโลยี (เป็นการสร้างวิธีแก้ปัญหาที่ตรงตามความต้องการของมนุษย์ให้มากที่สุด) ดังนั้น จึงต้องพิจารณาถึงคำถามและข้อมูลที่เหมาะสมสำหรับวิทยาศาสตร์หรือเทคโนโลยี
- คุณค่าของวิทยาศาสตร์ เช่น การส่งให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบก่อนการตีพิมพ์ผลงาน ความเป็นกลาง และการจัดอคติ

ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้ที่ PISA ประเมินนั้นครอบคลุมความเข้าใจในเรื่องต่อไปนี้

แบบจำลอง

- วิธีการสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับโลกวัตถุโดยใช้แบบจำลองทางกายภาพ แบบจำลองเชิงความคิด แบบจำลองเชิงระบบ และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในวิทยาศาสตร์ เช่น แบบจำลองอนุภาคของสาร
- ความแตกต่างระหว่างแบบจำลองและสภาพความเป็นจริง เช่น แบบจำลองเป็นการแสดงแทนสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่อาจเล็กเกินกว่าที่จะมองเห็นหรือใหญ่เกินกว่าที่จะจินตนาการได้ เช่น แบบจำลองอะตอมของบอร์
- วิธีที่แบบจำลองช่วยในการทำนายและอธิบายได้ เช่น แบบจำลองการเคลื่อนที่ของโลก-ดวงอาทิตย์เป็นรายวัน
- ข้อจำกัดของแบบจำลองซึ่งจำกัดการใช้งานของแบบจำลองนั้น เช่น จำนวนตัวแปร แบบจำลองอย่างง่ายกับแบบจำลองที่ซับซ้อน คุณภาพของข้อมูลที่ได้

ข้อมูลและหลักฐานประกอบคำกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์

- การใช้ข้อมูล วิธีการ การวิเคราะห์ และการประเมิน มาสนับสนุนคำกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์
- การสร้างหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ เช่น ลักษณะการปฏิบัติของนักวิทยาศาสตร์
- ความคลาดเคลื่อนในการวัดส่งผลต่อระดับของความเชื่อมั่นในความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ธรรมชาติของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

- การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับการสำรวจตรวจสอบด้วยหลักฐานเชิงประจักษ์ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การทดลอง การศึกษาภาคสนามและบทบาทของงานนั้น ๆ การทดลองที่มีการควบคุม การค้นหารูปแบบ
- ประเภทของการให้เหตุผล (การรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ แล้วสร้างข้อสรุป (แบบนิรนัย) การสร้างสมมติฐานจากการสังเกตปรากฏการณ์ต่าง ๆ (แบบสมมติฐาน) การสร้างข้อสรุปจากการสังเกต (แบบอุปนัย) การคิดตามหลักความน่าจะเป็น) ที่ใช้ในการสร้างความรู้และเป้าหมายของการใช้ความรู้ (เพื่อการทดสอบสมมติฐานเชิงอธิบาย หรือการระบุรูปแบบและเอกลักษณ์) ตัวอย่างเช่น กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน (แบบนิรนัย) พันธุศาสตร์เมนเดล (แบบอุปนัย) ทฤษฎีวิวัฒนาการ (แบบสมมติฐาน)
- ประเด็นขัดแย้งทางจริยธรรมที่เกิดขึ้นในการทำงานวิทยาศาสตร์ เช่น การทดลองกับสัตว์ ความขัดแย้งในแง่ของผลประโยชน์ส่วนตัว
- บทบาทของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับความรู้ด้านอื่น ๆ ในการระบุและแก้ไขปัญหาทางสังคมและเทคโนโลยี รวมถึงข้อจำกัดในการใช้ความรู้

ธรรมชาติของการทำงานร่วมกันและการเป็นชุมชนวิทยาศาสตร์

- วิธีการได้รับทุนหรือการสนับสนุนงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์เฉพาะทาง เช่น จากภาครัฐ จากภาคเอกชนและกลไกในการตัดสินใจ
- ความสำคัญของการเห็นพ้องต้องกันในการรับรองความเชื่อ
- การสร้างความเชื่อมั่นในคำกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์โดยผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชานั้น ๆ และการพึ่งพาชุมชนวิทยาศาสตร์
- หลักปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ที่ดำเนินการโดยนักวิทยาศาสตร์เพื่อสร้างความรู้ร่วมกัน การรู้ถึงบทบาทและธรรมชาติของการทำงานร่วมกัน
- ข้อจำกัดของความเชื่อมั่นและความมั่นใจในข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์ วิธีการนำเสนอ วิวัฒนาการของความเชื่อมั่น และบทบาทของการเห็นพ้องต้องกัน
- วิธีการสื่อสารข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์ในชุมชนวิทยาศาสตร์และการสื่อสารสู่สาธารณะ เช่น เอกสารก่อนตีพิมพ์ วารสารที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชานั้น ๆ การสื่อสารสู่สาธารณะ

อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์

การให้อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบหลักองค์ประกอบหนึ่งในกรอบการประเมินด้านวิทยาศาสตร์ของ PISA 2025 นั้น มาจากหลักการที่ว่า แม้ความรู้และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์จะมีความสำคัญและมีคุณค่าต่ออนาคตของเยาวชน แต่ผลลัพธ์ของอัตลักษณ์ก็มีความสำคัญต่อการสนับสนุนให้เกิดความเป็นผู้นำในการเปลี่ยนแปลงและการเป็นพลเมืองที่มีความกระตือรือร้นในโลกที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว เช่น แนวคิดเกี่ยวกับตนเองของนักเรียน การรับรู้ความสามารถของตนเอง ความเป็นผู้นำในการเปลี่ยนแปลงของนักเรียน แรงจูงใจ ความเชื่อเกี่ยวกับการได้มาของความรู้ และต้นทุนทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นองค์ประกอบหนึ่งที่ร่วมกับความรู้และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์เพื่อการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันอย่างได้ผล เจตคติต่อวิทยาศาสตร์และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์เป็นสองมิติสำคัญที่ช่วยสะท้อนให้เห็นถึงระดับความสนใจที่แสดงออกเกี่ยวกับปัญหาการมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ และการให้คุณค่าต่อวิธีการคิดและการทำงานทางวิทยาศาสตร์

โครงสร้างของอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ใน PISA 2025 ประกอบด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีส่วนช่วยส่งเสริมเส้นทางวิชาชีพด้านวิทยาศาสตร์ โดยสะท้อนให้เห็นถึงความจำเป็นที่จะต้องประเมินความสามารถในด้านสมรรถนะที่เกี่ยวข้องกับชีวิตในศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ในการตัดสินใจและความสามารถในการมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อชีวิตประจำวัน ซึ่งจะถูกวัดด้วยเครื่องมือทั้งในแบบทดสอบและแบบสอบถาม โดย PISA 2025 ได้จำแนกอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 มิติหลัก ได้แก่

1. การเห็นคุณค่าของมุมมองทางวิทยาศาสตร์และวิธีการสืบเสาะหาความรู้
2. องค์ประกอบด้านอารมณ์ความรู้สึกของอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์
3. ความตระหนัก ความห่วงใย และการเป็นผู้นำในการเปลี่ยนแปลงในเรื่องเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม

อัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 มิติหลัก ประกอบด้วยโครงสร้าง ดังต่อไปนี้

โครงสร้างด้านต้นทุนทางวิทยาศาสตร์

- ต้นทุนทางวิทยาศาสตร์ เป็นความรู้ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เจตคติ อุปนิสัย ทรัพยากร พฤติกรรม และการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม เช่น การเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ความเข้าใจในงานด้านวิทยาศาสตร์ที่ได้รับจากนอกโรงเรียน
- ความเชื่อเกี่ยวกับการได้มาของความรู้ นั่นคือ การเห็นคุณค่าโดยทั่วไปของวิทยาศาสตร์และการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

โครงสร้างด้านเจตคติ

- แนวคิดเกี่ยวกับตนเองในด้านวิทยาศาสตร์ (ความรู้สึกเกี่ยวกับตนเองในด้านความสัมพันธ์กับวิทยาศาสตร์ รวมถึงการมีส่วนร่วมในอนาคต)
- การรับรู้ความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของตนเอง
- ความเพลิดเพลินในด้านวิทยาศาสตร์
- แรงจูงใจเชิงเครื่องมือ (แรงจูงใจในการเรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์)

โครงสร้างด้านสิ่งแวดล้อม

- ความตระหนักเรื่องสิ่งแวดล้อม
- ความห่วงใยเรื่องสิ่งแวดล้อม
- การเป็นผู้นำในการเปลี่ยนแปลงในเรื่องสิ่งแวดล้อม

โดยแต่ละโครงสร้างมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

โครงสร้างด้านต้นทุนทางวิทยาศาสตร์

ต้นทุนทางวิทยาศาสตร์ มิตินี้ของอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์แสดงให้เห็นโดย

- การเข้าใจธรรมชาติของงานด้านวิทยาศาสตร์
- ระดับความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับความคิดทางวิทยาศาสตร์
- ความรู้สึกเชื่อมโยงกับวิทยาศาสตร์และความสัมพันธ์กับวิทยาศาสตร์ส่วนบุคคล
- การมีส่วนร่วมกับกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ทั้งที่บ้านและที่โรงเรียน
- ความรู้และการสนับสนุนจากผู้ที่มีความสนใจในวิทยาศาสตร์

ความเชื่อเกี่ยวกับการได้มาของความรู้ มิตินี้ของอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์แสดงให้เห็นโดย

- ความเชื่อมั่นกับการใช้หลักฐานที่เป็นพื้นฐานของความเชื่อในการอธิบายโลกแห่งวัตถุ
- ความเชื่อมั่นกับการใช้กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือในสถานการณ์ที่เหมาะสม
- การเห็นคุณค่าในการวิจารณ์ว่าเป็นวิธีที่นำไปสู่การพิสูจน์ความถูกต้องของความคิดต่าง ๆ
- การพัฒนาความสนใจในปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบจำลองและคำอธิบายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
- การเชื่อถือในคำกล่าวอ้างที่เกิดจากการเปรียบเทียบความเห็นพ้องต้องกันของนักวิทยาศาสตร์และผู้เชี่ยวชาญในด้านที่เกี่ยวข้องเมื่อเทียบกับแหล่งข้อมูลอื่น ๆ
- การรับรู้ถึงความไม่แน่นอนเป็นลักษณะตามธรรมชาติที่พบได้ในกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์และผลกระทบต่าง ๆ ของกระบวนการเหล่านั้น
- การรับรู้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีการพัฒนาและการเปลี่ยนแปลง
- การเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์มีส่วนสำคัญในการช่วยแก้ไขปัญหาทางสังคมและสิ่งแวดล้อม

โครงสร้างด้านเจตคติ

มิตินี้ของอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์แสดงให้เห็นโดย

- ความเต็มใจที่จะมีส่วนร่วมกับประเด็นปัญหาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และพิจารณาประเด็นเหล่านั้นอย่างมีวิจารณญาณโดยใช้ความรู้หรือค่านิยมของวิทยาศาสตร์และความรู้ด้านอื่น ๆ
- การระบุความเกี่ยวข้องระหว่างบุคคลกับวิทยาศาสตร์ว่ามีความใกล้ชิดกันมากน้อยเพียงใด นั่นคือ การรับรู้ถึงสมรรถนะของตนเองและผู้อื่นว่าสามารถมีส่วนร่วมกับปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้เพียงใด
- นักเรียนรับรู้ว่าคุณภาพความสามารถในวิทยาศาสตร์มากน้อยเพียงใด
- ระดับความสนใจของนักเรียนในการต่อยอดไปสู่อาชีพทางวิทยาศาสตร์หรือการศึกษาในสาขาวิทยาศาสตร์หลังจบการศึกษา
- การมีส่วนร่วมของนักเรียนในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์นอกห้องเรียนและนอกโรงเรียน
- ความสนใจของนักเรียนในการเรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ทั้งในและนอกโรงเรียนมากน้อยเพียงใด

โครงสร้างด้านสิ่งแวดล้อม

มีดังนี้ของอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์แสดงให้เห็นโดย

- การมีมุมมองอย่างมีวิจารณญาณและมีหลักฐานเชิงประจักษ์เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับบุคคลและสังคม (รวมถึงความตระหนัก ความห่วงใย การเป็นผู้นำในการเปลี่ยนแปลงในเรื่องสิ่งแวดล้อม)
 - การตระหนักถึงประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมและการรับรู้ถึงความซับซ้อนทางวิทยาศาสตร์และสังคมที่อยู่ภายใต้การลงมือกระทำเพื่อสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืน
 - ความห่วงใยเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและการดำเนินชีวิตอย่างยั่งยืน รวมถึงประเด็นเรื่องความเสมอภาคและความยุติธรรมทางสังคม
 - การประเมินอย่างมีวิจารณญาณเกี่ยวกับบทบาทของวิทยาศาสตร์และปัจจัยอื่น ๆ ในการปฏิบัติที่มีความยั่งยืน
 - ลักษณะอุปนิสัยในการดำเนินชีวิตและส่งเสริมการปฏิบัติที่ยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม
 - ความรู้สึกถึงการเป็นผู้นำในการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อม
-

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

ผลกระทบจากมนุษย์ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงครั้งสำคัญของระบบต่าง ๆ ในโลก (IPCC, 2021) โดยเฉพาะตั้งแต่เริ่มมีอุตสาหกรรมในศตวรรษที่ 18 จนถึงปัจจุบัน ซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิโลก และการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตทุกชนิด การแก้ไขปัญหาจึงต้องอาศัย วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีร่วมกับวิชาความรู้อื่น ๆ เพื่อสร้างทางเลือกในการดำรงชีวิตอย่างยั่งยืน เยาวชนจึงต้อง มีความเข้าใจและปฏิบัติตามเทคโนโลยีและวิทยาศาสตร์ร่วมกับการคิดเชิงวิเคราะห์ สื่อสารและเข้าใจวิชาความรู้ที่ หลากหลายและเคารพภูมิปัญญาของทุกชนชาติ ดังนั้น การศึกษาจึงควรสนับสนุนให้เยาวชนพัฒนาจิตสำนึกและ ความยุติธรรม ตามมุมมองที่ว่ามนุษย์เป็นส่วนหนึ่งของสิ่งแวดล้อมและมีการคิดเชิงระบบเพื่อสนับสนุนทางเลือก ของการดำรงชีวิตอย่างยั่งยืนในระดับส่วนบุคคล ระดับท้องถิ่น/ประเทศ และระดับโลก

การพัฒนาให้เกิดการเป็นผู้นำในการเปลี่ยนแปลง (Agency) เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับเยาวชนอายุ 15 ปี เพื่อทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงตามความจำเป็นในการบรรลุตามเป้าหมาย การเป็นผู้นำในการเปลี่ยนแปลง เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ปัญหาซึ่งมีระบบที่ซับซ้อนอย่างครบถ้วนและประเมินค่าข้อสันนิษฐานที่มาจาก ผู้เชี่ยวชาญได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้ยังเกี่ยวข้องกับการตัดสินใจในการกำหนดเป้าหมายเพื่อสร้างการเปลี่ยนแปลง และวิธีการในการกระทำที่รับผิดชอบ รวมถึงการตัดสินใจโดยการตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลในแง่มุมทาง วิทยาศาสตร์ ความสามารถในการตัดสินใจที่จะลงมือกระทำอย่างรับผิดชอบสำหรับตนเองร่วมกับผู้อื่นเป็นตัววัด ของการเป็นผู้นำในการเปลี่ยนแปลงในยุคแอนโทรโปซีน ตัวอย่างเช่น การแสดงความเป็นผู้นำในการเปลี่ยนแปลง ในยุคแอนโทรโปซีน ประกอบไปด้วยการพิจารณาทางเลือกในการดำเนินชีวิตส่วนตัวและการเปลี่ยนแปลง การส่งเสริมให้ผู้อื่นพิจารณาและเปลี่ยนแปลง และให้ข้อเสนอแนะแก่องค์กรและรัฐบาลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงที่ จำเป็นการกระทำเหล่านี้มีส่วนช่วยให้การจัดการทรัพยากรดีขึ้น

การศึกษาด้านวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญในการทำให้เยาวชนมีความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับระบบโลกและ การมีปฏิสัมพันธ์กับระบบมนุษย์ การทำความเข้าใจถึงระดับความซับซ้อนของประเด็นปัญหาในเวทีวิทยาเชิงสังคม และเข้าใจถึงความสัมพันธ์ของปัญหาเหล่านี้ผ่านการใช้เครื่องมือที่เหมาะสม เช่น การสร้างแผนผังของระบบ เป็นสิ่งจำเป็นที่สุดในการเตรียมความพร้อมให้เยาวชนรับมือกับความท้าทายในยุคปัจจุบัน เช่น การบรรเทาและ การปรับตัวกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ซึ่งในยุคที่ไม่แน่นอนเช่นนี้ เยาวชนยังต้องมีลักษณะอุปนิสัยและเจตคติ ต่อการทำงานของตนเองและการทำงานร่วมกับผู้อื่น และคนอื่น ๆ เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างเป็นระบบ และมีความยั่งยืน ดังต่อไปนี้

- การคิดเชิงระบบ เป็นความสามารถในการรับรู้ถึงการมีปฏิสัมพันธ์ที่มีความซับซ้อนที่เกิดจาก ความสัมพันธ์ของตัวแปรที่เกี่ยวข้องและเข้าใจผลที่ตามมาของการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรเหล่านั้น
- การรับรู้ถึงความสามารถและศักยภาพของตนเอง เป็นความเชื่อว่าตนเองสามารถลงมือกระทำได้
- การรับรู้ถึงความสามารถและศักยภาพของการทำงานเป็นกลุ่ม เป็นการเชื่อว่ากลุ่มของตนเอง สามารถประสบความสำเร็จตามที่ตั้งเป้าหมายได้
- ผลลัพธ์ที่คาดหวัง เป็นความเชื่อว่าการกระทำของตนเองจะส่งผลต่อประเด็นปัญหาที่สนใจ

- การเป็นผู้นำในการเปลี่ยนแปลง เป็นการรับรู้ว่าคุณสมบัติหรืออิทธิพลต่อการกระทำและสถานการณ์ของตนเอง
- ความมุ่งมั่น เป็นความรู้สึกว่ามีวิธีการที่นำไปสู่อนาคตที่เป็นไปได้ซึ่งคุ้มค่าที่จะทำให้สำเร็จ

ความสามารถในการรับรู้ระบบที่ซับซ้อนและเข้าใจความสัมพันธ์ของระบบเหล่านี้เป็นสิ่งสำคัญในการแก้ไขปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมและสังคม ที่ต้องการการพิจารณาว่าการแทรกแซงสามารถปรับปรุงสถานการณ์ได้อย่างไร โดยมีความเชื่อมั่นในตนเองในการลงมือกระทำและการมองภาพของอนาคตอย่างมีความหวัง การคิดเชิงระบบเป็นสิ่งสำคัญในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เนื่องจากช่วยให้เข้าใจได้ดียิ่งขึ้นว่าการเปลี่ยนแปลงในตัวแปรหนึ่งสามารถมีผลต่อตัวแปรอื่นได้อย่างไร ความมุ่งมั่นเป็นสิ่งสำคัญในการแก้ไขปัญหาที่ซับซ้อนเนื่องจากจะช่วยให้เกิดความเชื่อมั่นในศักยภาพที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงได้ ความเชื่อในความสามารถของบุคคลที่จะทำงานร่วมกับชุมชนเพื่อสร้างการเปลี่ยนแปลงหรืออาจกล่าวได้ว่าความเชื่อมั่นในการทำงานเป็นกลุ่มนั้นก็มีความสำคัญเช่นเดียวกัน การผสมผสานความหวังกับความรู้เกี่ยวกับระบบโลกที่เชื่อมโยงกันสามารถช่วยแก้ไขปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมและสังคมได้ และการประเมินความหวังของเยาวชนเกี่ยวกับอนาคตนั้นเป็นสิ่งสำคัญในการประเมินความสามารถต่อการรับมือกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในยุคแอนโทรโปซีน

การเป็นผู้นำในการเปลี่ยนแปลงในยุคแอนโทรโปซีน

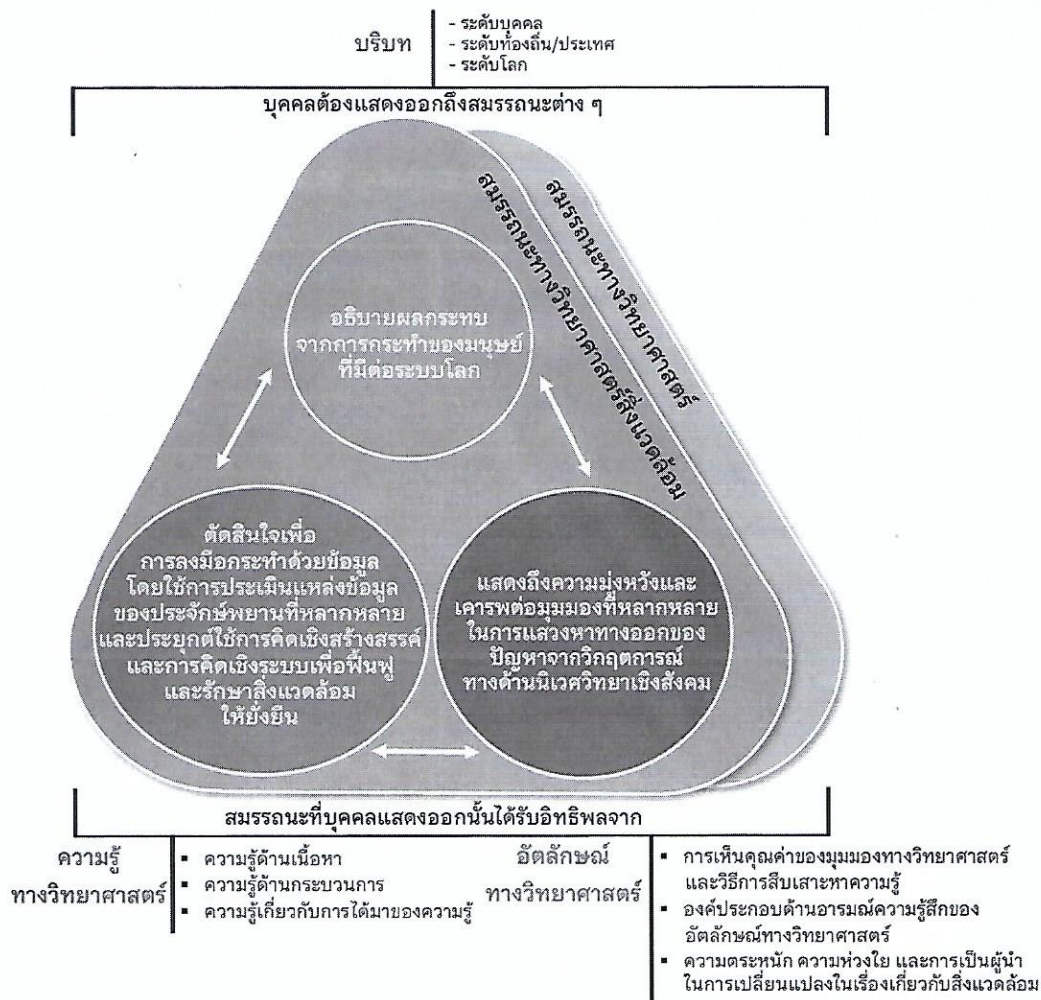
สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมของผู้เรียนสามารถวัดได้จากการเป็นผู้นำในการเปลี่ยนแปลงในยุคแอนโทรโปซีน ซึ่งมีนิยามดังต่อไปนี้

การเป็นผู้นำในการเปลี่ยนแปลงในยุคแอนโทรโปซีน จำเป็นต้องมีความเข้าใจว่ามนุษย์เป็นสิ่งมีชีวิตที่สร้างผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของโลกทั้งระบบอย่างมีนัยสำคัญ และมนุษย์ก็ยังคงทำเช่นนี้เรื่อยไป ดังนั้น เยาวชนที่เป็นผู้นำในการเปลี่ยนแปลงในยุคแอนโทรโปซีนต้องมีความเชื่อว่าการลงมือกระทำของพวกเขาจะได้รับความชื่นชม เห็นชอบ และเกิดผลดีเมื่อพวกเขาลงมือกระทำเพื่อลดปัญหาทางสิ่งแวดล้อม เช่น การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ การสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ การขาดแคลนน้ำจืด และประเด็นปัญหาและวิกฤตที่ซับซ้อนอื่น ๆ ดังนั้น การเป็นผู้นำในการเปลี่ยนแปลงในยุคแอนโทรโปซีนจึงหมายถึงแนวทางในการดำรงชีวิตและการกระทำของบุคคลที่จะวางตนเป็นส่วนหนึ่งของระบบนิเวศ เห็นคุณค่าและเอาใจใส่ต่อสิ่งมีชีวิตทุกชนิดและการดำรงชีวิตที่ต้องพึ่งพาอาศัยกัน บุคคลที่มีความเป็นผู้นำในการเปลี่ยนแปลงในยุคแอนโทรโปซีนจะรับรู้ถึงวิธีต่าง ๆ ที่สังคมอาจสร้างความไม่เป็นธรรมและพวกเขาจะลงมือกระทำเพื่อสนับสนุนให้ทุกคนสามารถมีส่วนร่วมในการสร้างความเป็นอยู่ที่ดีของชุมชนและระบบนิเวศ พวกเขาแสดงความมุ่งมั่น ความไม่ย่อท้อ และความเชื่อมั่นในการรับมือกับวิกฤตทั้งทางด้านสังคมและทางด้านนิเวศวิทยาเชิงสังคม นอกจากนี้ พวกเขายังเคารพและพิจารณามุมมองและระบบความรู้ที่หลากหลาย รวมทั้งแสดงความสามารถในการมีส่วนร่วมกับเยาวชนและผู้ใหญ่ในทุกช่วงอายุเพื่อการทำงานร่วมกันระหว่างคนแต่ละรุ่นในการเป็นพลเมืองที่ช่วยขับเคลื่อนการพัฒนาความเป็นอยู่ที่ดีของชุมชนและอนาคตที่ยั่งยืน โดยเยาวชนที่มีความเป็นผู้นำในการเปลี่ยนแปลงในยุคแอนโทรโปซีนจะทำงานด้วยตนเองหรือร่วมกับผู้อื่นตั้งแต่ในระดับท้องถิ่นจนถึงระดับโลก เพื่อทำความเข้าใจและจัดการกับปัญหาที่ซับซ้อนซึ่งสิ่งมีชีวิตทุกชนิดในชุมชนของเราต้องเผชิญ

นักเรียนที่มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ต้องแสดงให้เห็นถึงความสามารถดังนี้

1. การอธิบายผลกระทบจากการกระทำของมนุษย์ที่มีต่อระบบโลก
2. การตัดสินใจเพื่อการลงมือกระทำด้วยข้อมูล โดยใช้การประเมินแหล่งข้อมูลของประจักษ์พยานที่หลากหลาย และการประยุกต์ใช้การคิดเชิงสร้างสรรค์และการคิดเชิงระบบเพื่อฟื้นฟูและรักษาสีงแวดล้อมให้ยั่งยืน
3. การแสดงถึงความมุ่งมั่นและเคารพต่อมุมมองที่หลากหลายในการแสวงหาทางออกของปัญหาจากวิกฤตการณ์ทางด้านนิเวศวิทยาเชิงสังคม (socio-ecological crises)

รูป 2 กรอบการประเมินด้านวิทยาศาสตร์ – สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม



โดยสมรรถนะเหล่านี้ต้องอาศัยทั้งองค์ประกอบทางปัญญาและองค์ประกอบอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากองค์ประกอบทางปัญญา ซึ่งสื่อถึงลักษณะของการเป็นผู้นำในการเปลี่ยนแปลงในยุคแอนโทรโปซีน โดยในแต่ละสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมมีรายละเอียดเพิ่มเติมดังนี้

1) การอธิบายผลกระทบจากการกระทำของมนุษย์ที่มีต่อระบบโลก

องค์ประกอบของสมรรถนะนี้ถูกวัดโดยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สมรรถนะที่ 1 (การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์) อย่างไรก็ตาม สมรรถนะนี้มุ่งเน้นไปที่การกระทำของมนุษย์เพื่อสำรวจความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับผลกระทบของมนุษย์ต่อระบบโลก สมรรถนะนี้จึงต้องใช้ทั้งความรู้ด้านเนื้อหาและความรู้ด้านกระบวนการ นักเรียนที่มีสมรรถนะดังกล่าวจะแสดงให้เห็นถึงความสามารถดังนี้

1. การอธิบายได้ว่าระบบทางกายภาพ ระบบสิ่งมีชีวิต และระบบของโลกเกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมอย่างไร และแต่ละระบบมีปฏิสัมพันธ์กันอย่างไร
2. การศึกษาค้นคว้าและนำความรู้เกี่ยวกับการกระทำของมนุษย์กับระบบเหล่านี้ในช่วงเวลาต่าง ๆ ไปประยุกต์ใช้ได้
3. การนำความรู้ไปใช้เพื่ออธิบายผลกระทบของมนุษย์ที่มีต่อระบบเหล่านี้ในช่วงเวลาต่าง ๆ ทั้งในเชิงบวกและเชิงลบ
4. การอธิบายได้ว่าปัจจัยต่าง ๆ ทางสังคม วัฒนธรรม หรือเศรษฐกิจ มีส่วนทำให้เกิดผลกระทบเหล่านี้ได้อย่างไร

2) การตัดสินใจเพื่อการลงมือกระทำด้วยข้อมูล โดยใช้การประเมินแหล่งข้อมูลของประจักษ์พยานที่หลากหลาย และการประยุกต์ใช้การคิดเชิงสร้างสรรค์และการคิดเชิงระบบเพื่อฟื้นฟูและรักษาสีแวดล้อมให้ยั่งยืน

องค์ประกอบของสมรรถนะนี้ถูกวัดโดยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สมรรถนะที่ 2 (การสร้างและประเมินการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณ) และสมรรถนะที่ 3 (การค้นคว้า ประเมิน และใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อการตัดสินใจและการลงมือกระทำ) ซึ่งต้องใช้ความรู้ด้านเนื้อหา ความรู้ด้านกระบวนการ และความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้ นักเรียนที่มีสมรรถนะดังกล่าวจะแสดงให้เห็นถึงความสามารถดังนี้

1. การเข้าถึงและประเมินหลักฐานจากวิธีการได้มาซึ่งความรู้หรือแหล่งข้อมูลที่หลากหลายอย่างคิดวิเคราะห์
2. การประเมินและออกแบบวิธีการแก้ไขปัญหาทางนิเวศวิทยาเชิงสังคมที่เป็นไปได้โดยใช้การคิดเชิงสร้างสรรค์และการคิดเชิงระบบ โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อคนในรุ่นปัจจุบันและอนาคต
3. การมีส่วนร่วมในกระบวนการพลเมืองทั้งในแบบส่วนบุคคลและส่วนรวม (เช่น การมีส่วนร่วมในกิจกรรมของชุมชนโดยมีจุดประสงค์ในการปรับปรุงสิ่งแวดล้อมเพื่อให้คุณภาพชีวิตในชุมชนดีขึ้น) เพื่อรับรู้ข้อมูลและลงมติการตัดสินใจร่วมกัน
4. การตั้งเป้าหมายในการทำงานร่วมกันระหว่างเยาวชนและผู้ใหญ่รุ่นต่าง ๆ และดำเนินการเพื่อการฟื้นฟูและการเปลี่ยนแปลงทางนิเวศวิทยาเชิงสังคมที่ยั่งยืนในระดับต่าง ๆ ตั้งแต่ระดับท้องถิ่นจนถึงระดับโลก

3) การแสดงถึงความมุ่งมั่นและเคารพต่อมุมมองที่หลากหลายในการแสวงหาทางออกของปัญหาจากวิกฤตการณ์ทางด้านนิเวศวิทยาเชิงสังคม (socio-ecological crises)

องค์ประกอบของสมรรถนะนี้ถูกวัดโดยแนวคิดของอัตลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งรวมถึงความเชื่อเกี่ยวกับการได้มาของความรู้ อุปนิสัยในความหวังใจและใส่ใจต่อผู้อื่น สิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ๆ และโลกของเรา และความรู้สึกของการเป็นผู้นำในการเปลี่ยนแปลงและความเชื่อมั่นในการจัดการกับวิกฤตการณ์ทางนิเวศวิทยาเชิงสังคม ซึ่งสมรรถนะนี้ต้องใช้ทั้งความรู้ด้านเนื้อหา ความรู้ด้านกระบวนการ และความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้ นักเรียนที่มีสมรรถนะดังกล่าวจะแสดงให้เห็นถึงความสามารถดังนี้

1. การแสดงการกระทำที่ยึดตามหลักจริยธรรมด้วยการใส่ใจผู้อื่นรวมทั้งสิ่งมีชีวิตทุกชนิด ภายใต้โลกทัศน์ที่วามมนุษย์เป็นส่วนหนึ่งของสิ่งแวดล้อม
2. การรับรู้ถึงวิธีการต่าง ๆ ที่สังคมได้สร้างความไม่เป็นธรรม และลงมือกระทำเพื่อสนับสนุนให้ทุกคนสามารถมีส่วนร่วมในการสร้างความเป็นอยู่ที่ดีของชุมชนและระบบนิเวศ
3. การแสดงความไม่ย่อท้อ ความมุ่งมั่น และความเชื่อมั่นของตนเองและส่วนรวมในการตอบสนองต่อวิกฤตการณ์ทางนิเวศวิทยาเชิงสังคม
4. การเคารพต่อมุมมองที่หลากหลายเกี่ยวกับประเด็นปัญหาต่าง ๆ และแสวงหาแนวทางในการแก้ไขเพื่อฟื้นฟูชุมชนและระบบนิเวศที่ได้รับผลกระทบ



กรอบการประเมินด้านคณิตศาสตร์



PISA 2022 ให้นิยาม “ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์” ไว้ดังนี้

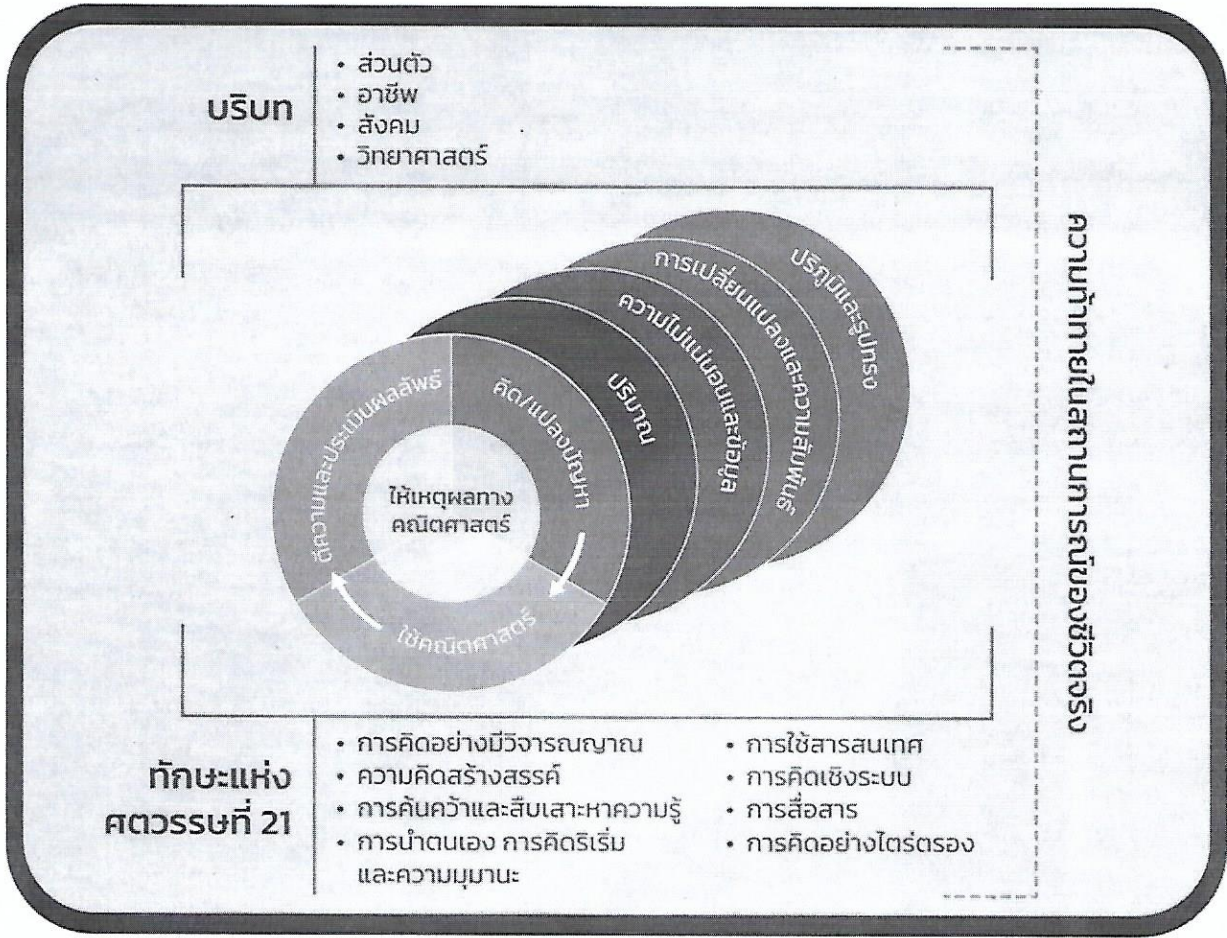
ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ (Mathematical literacy) หมายถึง สมรรถนะในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ร่วมกับการคิด ใช้ และตีความคณิตศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหาในบริบทของชีวิตจริงที่หลากหลาย รวมถึงการใช้โน้ตสโน้ต วิธีการ ข้อเท็จจริง และเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ในการอธิบาย และคาดการณ์สถานการณ์ต่าง ๆ โดยสมรรถนะข้างต้นจะช่วยให้บุคคลเข้าใจถึงบทบาทของคณิตศาสตร์ และตัดสินใจบนพื้นฐานของข้อมูลและเหตุผลที่เหมาะสม ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับพลเมืองในศตวรรษที่ 21 ที่ต้องคิดอย่างไตร่ตรอง สร้างสรรค์ และมีส่วนร่วมต่อสังคมส่วนรวม

จากนิยามความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ PISA ได้กำหนดกรอบการประเมินด้านคณิตศาสตร์ ซึ่งครอบคลุม 3 องค์ประกอบ ได้แก่

- 1) การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (Mathematical reasoning) และการแก้ปัญหา (Problem solving) ที่บุคคลใช้เชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์
- 2) เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ (Mathematical content) ที่บุคคลนำมาใช้ในการแก้ปัญหา
- 3) บริบท (Context) เป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงและทักษะที่สำคัญสำหรับศตวรรษที่ 21 ซึ่งสัมพันธ์กับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

โดยแต่ละองค์ประกอบมีความสัมพันธ์กัน ดังแสดงในรูป 1

รูป 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ วัฏจักรการแก้ปัญหา เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ บริบท และทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ตามกรอบการประเมินคณิตศาสตร์ PISA 2022



รูป 1 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนต้องสามารถนำความรู้จากเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ มาใช้แก้ปัญหาในบริบทที่ท้าทายหรือแก้ปัญหาที่พบเจอในชีวิตจริง เริ่มตั้งแต่การแปลงสถานการณ์ปัญหาให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้ ใช้หลักการ วิธีการ และเลือกใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหานั้น จากนั้นตีความและประเมินผลลัพธ์ให้อยู่ในบริบทของชีวิตจริง ซึ่งในแต่ละกระบวนการแก้ปัญหาต้องอาศัยการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ทั้งสิ้น รวมถึงคิดอย่างไตร่ตรองถึงกระบวนการแก้ปัญหาและผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมินและตัดสินใจที่น่าเชื่อถือของข้อมูล นอกจากนี้ นักเรียนยังต้องอาศัยแนวคิดเชิงคำนวณ (Computational thinking) มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งประกอบด้วย การพิจารณา รูปแบบ การแบ่งปัญหาใหญ่เป็นปัญหาย่อย การเลือกใช้เครื่องมือคำนวณที่สามารถช่วยในการวิเคราะห์หรือแก้ปัญหา และการออกแบบขั้นตอนวิธีในการแก้ปัญหา

องค์ประกอบที่ 1 การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และการแก้ปัญหา

การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เกี่ยวข้องกับการประเมินสถานการณ์ การเลือกกลยุทธ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา การสรุปที่สมเหตุสมผล การปรับปรุงและอธิบายที่มาของคำตอบ และการตระหนักถึงวิธีการประยุกต์ใช้วิธีแก้ปัญหา

การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย ความสามารถหรือการแสดงพฤติกรรมต่อไปนี้

- ระบุ ตระหนัก รู้ จัดระบบ เชื่อมโยง และแสดงแทนสิ่งที่เกี่ยวข้อง
- สร้าง คิดเชิงนามธรรม ประเมิน สรุปความ แสดงเหตุผล อธิบาย และแก้ต่าง
- ตีความ ตัดสินใจ วิจารณ์ ได้แย้ง และทำให้เหมาะสม

ความสามารถในการให้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผล และการอ้างเหตุผลที่ไม่ลำเอียงและมีความน่าเชื่อถือ เป็นทักษะที่มีความสำคัญมากขึ้นในโลกยุคปัจจุบัน คณิตศาสตร์เป็นศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสัญลักษณ์และแนวคิดต่าง ๆ ที่ได้มีการนิยามไว้อย่างชัดเจน ซึ่งสามารถนำมาวิเคราะห์และแปลงให้อยู่ในรูปแบบต่าง ๆ โดยใช้ “การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์” เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่มีความชัดเจน นักเรียนเรียนรู้จากคณิตศาสตร์ว่าการให้เหตุผลอย่างเหมาะสมจะทำให้ได้ผลลัพธ์และข้อสรุปที่มั่นใจได้ว่ามีความถูกต้องเป็นข้อสรุปที่สมเหตุสมผล ตั้งอยู่บนพื้นฐานของความเป็นจริง และไม่มี ความลำเอียง

การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญอย่างมากในโลกปัจจุบัน และสามารถจำแนกได้สองลักษณะ ได้แก่ (1) การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive reasoning) เป็นการสรุปจากสมมติฐานหรือสิ่งที่ยอมรับว่าเป็นจริง การให้เหตุผลแบบนี้เป็นลักษณะเฉพาะหนึ่งของกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และ (2) การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive reasoning) เป็นการให้เหตุผลในเชิงสถิติและความน่าจะเป็น ซึ่งในปัจจุบันมักมีความสับสนและเข้าใจผิดบ่อยครั้งระหว่างความเป็นไปได้ (Possible) และโอกาสที่น่าจะเกิดขึ้น (Probable) ทำให้หลายคนหลงเชื่อข่าวลวง นอกจากนี้ โลกปัจจุบันยังมีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้นและความซับซ้อนเหล่านั้นประกอบไปด้วยข้อมูลต่าง ๆ จำนวนมาก การทำความเข้าใจกับข้อมูลเหล่านั้นจึงเป็นหนึ่งในความท้าทายที่มนุษย์จะต้องพบเจอในอนาคต นักเรียนควรมีโอกาสได้ทำความเข้าใจกับข้อมูลในลักษณะดังกล่าว และการใช้ข้อมูลประกอบการตัดสินใจในบริบทที่มีความแปรผันและไม่แน่นอน

การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย ความเข้าใจหลักในเรื่องต่อไปนี้

- ความเข้าใจเกี่ยวกับปริมาณ ระบบจำนวน และสมบัติ
- การเห็นคุณค่าของการคิดเชิงนามธรรมและการแสดงแทนด้วยสัญลักษณ์
- การมองเห็นโครงสร้างทางคณิตศาสตร์และข้อกำหนดต่าง ๆ
- การตระหนักถึงความสัมพันธ์เชิงฟังก์ชันระหว่างปริมาณต่าง ๆ ที่แทนด้วยตัวแปร

- การสร้างและใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์เพื่อทำให้เห็นสิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง เช่น สิ่งที่เกิดขึ้นในทางวิทยาศาสตร์กายภาพ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ สังคมศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ และพฤติกรรมศาสตร์
- ความเข้าใจว่าการแปรผันเป็นแก่นสำคัญของวิชาสถิติ

ความเข้าใจเกี่ยวกับปริมาณ ระบบจำนวน และสมบัติ

ความเข้าใจเกี่ยวกับปริมาณ ระบบจำนวน และสมบัติ ในที่นี้หมายถึงรวมถึงโน้ตส่นพื้นฐานของจำนวน โครงสร้างของระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน และสมบัติทางพีชคณิตที่มีในระบบจำนวน นักเรียนควรเข้าใจว่าเมื่อระบบจำนวนมีขอบเขตกว้างขึ้นจะทำให้สามารถหาคำตอบของสมการที่ซับซ้อนมากขึ้นได้ ซึ่งเป็นพื้นฐานของการส่งเสริมให้นักเรียนสามารถมองเห็นความเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์ในชีวิตจริงได้มากขึ้น ไปพร้อมกับการเรียนคณิตศาสตร์ของตนเอง อย่างไรก็ตาม จำนวนต่าง ๆ โดยตัวของมันเองยังใช้ประโยชน์ไม่ได้มากนัก สิ่งที่สามารถนำมาใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพคือ ระบบจำนวน ซึ่งหมายถึงรวมถึงการดำเนินการของจำนวนเหล่านั้น ดังนั้น ความเข้าใจอย่างลึกซึ้งเกี่ยวกับการดำเนินการของจำนวนจึงเป็นพื้นฐานของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ความรู้ความเข้าใจอย่างรอบด้านเกี่ยวกับปริมาณและระบบจำนวนจะช่วยส่งเสริมการให้เหตุผลในการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ในชีวิตจริงได้

การเห็นคุณค่าของการคิดเชิงนามธรรมและการแสดงแทนด้วยสัญลักษณ์

แนวคิดพื้นฐานของคณิตศาสตร์เกิดจากประสบการณ์ต่าง ๆ ของมนุษย์และความจำเป็นที่ต้องสร้างความสัมพันธ์ กำหนดลำดับเหตุการณ์ และคาดการณ์จากประสบการณ์เหล่านั้น หลายสิ่งในทางคณิตศาสตร์เป็นแบบจำลองของสิ่งที่อยู่ในชีวิตจริง หรืออย่างน้อยก็สะท้อนมุมมองบางด้านของชีวิตจริง การคิดเชิงนามธรรมประกอบด้วยการศึกษาโครงสร้างของสิ่งต่าง ๆ แล้วนำมาสร้างเป็นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเหล่านั้นบนพื้นฐานของโครงสร้างที่คล้ายคลึงกัน สำหรับคณิตศาสตร์ในระดับโรงเรียน การคิดเชิงนามธรรมคือ การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปสู่การแทนด้วยสัญลักษณ์และการดำเนินการ รวมถึงอัลกอริทึมและการสร้างแบบจำลองทางความคิด ความสามารถในการคิดเชิงนามธรรมนี้มีบทบาทต่อการทำความเข้าใจความหมายในบริบทที่เป็นนามธรรมของเทคโนโลยี ซึ่งเป็นทักษะการคิดเชิงคำนวณที่สำคัญทักษะหนึ่ง

นักเรียนสามารถใช้การแสดงแทนได้หลากหลายรูปแบบ ทั้งในรูปแบบข้อความ สัญลักษณ์ กราฟ ตัวเลข เรขาคณิต และการเขียนโปรแกรม เพื่อจัดระบบและสื่อสารความคิดเชิงคณิตศาสตร์ของตนเอง การแสดงแทนในรูปแบบต่าง ๆ นี้ ช่วยให้เราสามารถนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบที่สั้น กระชับ ซึ่งนำไปสู่อัลกอริทึมที่มีประสิทธิภาพ การแสดงแทนยังเป็นองค์ประกอบหลักที่สำคัญของการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ ช่วยให้นักเรียนสามารถแปลงปัญหาในชีวิตจริงให้อยู่ในรูปตัวแบบทางคณิตศาสตร์

การเห็นคุณค่าของการคิดเชิงนามธรรมและการแสดงแทนด้วยสัญลักษณ์จะช่วยส่งเสริมการให้เหตุผลในการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ในชีวิตจริง โดยจะช่วยให้ นักเรียนสามารถขยายแนวคิดที่เฉพาะเจาะจงของสถานการณ์หนึ่งไปสู่แนวคิดที่มีลักษณะทั่วไป และสามารถอธิบายสิ่งเหล่านี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การมองเห็นโครงสร้างทางคณิตศาสตร์และข้อกำหนดต่าง ๆ

โครงสร้างทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์อย่างมากกับการแสดงแทนด้วยสัญลักษณ์ ซึ่งควรใช้เท่าที่จำเป็นเพื่อสื่อความหมายของสัญลักษณ์นั้น การมองเห็นโครงสร้างเป็นวิธีหนึ่งของการค้นหาและจดจำความหมายของการแสดงแทนที่เป็นนามธรรม ความสามารถในการมองเห็นโครงสร้างทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องช่วยเชิงมนทัศน์ที่สำคัญอันจะนำไปสู่ความรู้เชิงกระบวนการ

ความสามารถในการมองเห็นโครงสร้างทางคณิตศาสตร์จะช่วยส่งเสริมการให้เหตุผลในการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ในชีวิตจริง โดยจะช่วยให้นักเรียนสามารถประยุกต์ความรู้เกี่ยวกับสถานการณ์หรือปัญหาในบริบทหนึ่งไปใช้กับสถานการณ์หรือปัญหาในอีกบริบทหนึ่งที่มีโครงสร้างคล้ายคลึงกัน

การตระหนักรู้ถึงความสัมพันธ์เชิงฟังก์ชันระหว่างปริมาณต่าง ๆ ที่แทนด้วยตัวแปร

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่าง ๆ ที่แทนด้วยตัวแปร แสดงได้ด้วยสมการ กราฟ ตาราง หรือข้อความ และขั้นตอนที่สำคัญในการเรียนรู้คือ การแทนความสัมพันธ์ด้วยฟังก์ชันพร้อมโดเมนและโคโดเมน ตลอดจนการหาผลลัพธ์จากสิ่งที่นำเข้า นอกจากนี้ กราฟของฟังก์ชันยังเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการสำรวจแนวคิดเกี่ยวกับอัตราการเปลี่ยนแปลง กราฟจึงเป็นเครื่องมือสำหรับทำความเข้าใจฟังก์ชันซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่าง ๆ ที่แทนด้วยตัวแปร

การตระหนักรู้ถึงความสัมพันธ์เชิงฟังก์ชันระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ในการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ในชีวิตจริงจะช่วยส่งเสริมการให้เหตุผลของนักเรียน โดยทำให้นักเรียนมุ่งความสนใจไปที่ความเชื่อมโยงและการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อสถานการณ์นั้น ๆ

การสร้างและใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์เพื่อทำให้เห็นสิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง

ตัวแบบเป็นการนำเสนอกรอบแนวคิดในอุดมคติของสถานการณ์ในชีวิตจริง ตัวแบบอาจนำเสนอกรอบแนวคิดที่เป็นการประมาณค่าหรือการตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับสถานการณ์ที่ศึกษา หรืออาจนำเสนอรูปอย่างง่ายของสิ่งที่สนใจ ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ถูกสร้างให้อยู่ในรูปภาษาทางคณิตศาสตร์และมีการใช้เครื่องมือและความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย เช่น เลขคณิต พีชคณิต หรือเรขาคณิต โดยใช้สิ่งเหล่านี้ในการกำหนดแนวคิดหรือทฤษฎีของปรากฏการณ์ที่ศึกษาเพื่อวิเคราะห์และประเมินข้อมูล โดยตรวจสอบว่าตัวแบบนั้นใช้กับข้อมูลที่มีอยู่ได้หรือไม่ และเพื่อสร้างข้อคาดการณ์ นอกจากนี้ เราใช้ตัวแบบเพื่อสร้างสถานการณ์จำลอง โดยสร้างให้ตัวแบบแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงไปในช่วงระยะเวลาหนึ่ง หรือด้วยการป้อนข้อมูลที่มีความหลากหลายเข้าไป เมื่อเราสามารถสร้างสถานการณ์จำลองได้ เราจะสามารถสร้างข้อคาดการณ์ศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้น และประเมินความเหมาะสมและความแม่นยำของตัวแบบนั้นได้ ขั้นตอนและกระบวนการสร้างตัวแบบนั้นต้องคำนึงถึงความจำเป็นของตัวแปรเสริมที่มีอยู่ในชีวิตจริงซึ่งมีผลกระทบต่อตัวแบบ

การสร้างตัวแบบทั่วไปและตัวแบบทางคณิตศาสตร์จะช่วยส่งเสริมการให้เหตุผลของนักเรียนในการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ในชีวิตจริง โดยจะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนมุ่งความสนใจไปยังสิ่งที่สำคัญที่สุดของสถานการณ์และช่วยจำกัดขอบเขตของปัญหาให้ชัดเจน

ความเข้าใจว่าการแปรผันเป็นแก่นสำคัญของวิชาสถิติ

วิชาสถิติตั้งอยู่บนแนวคิดพื้นฐานเรื่องการจัดการกับความแปรผัน ในปัจจุบันผู้คนที่จัดการกับสถานการณ์เหล่านี้อยู่เสมอ แต่พวกเขามักจะเพิกเฉยต่อความแปรผัน และผลลัพธ์ที่ตามมาคือ การมองสถานการณ์ในภาพรวมกว้าง ๆ ซึ่งบ่อยครั้งทำให้เกิดความผิดพลาดหรือนำไปสู่ความเข้าใจที่ผิด และอาจก่อให้เกิดความเสียหายอย่างรุนแรงได้ ความเอนเอียงที่เกิดขึ้นในทางสังคมศาสตร์มักเกิดจากการละเลยถึงแหล่งที่มาและความสำคัญของความแปรผันในสิ่งที่ศึกษา

สถิติในหลายกรณีเป็นการค้นหารูปแบบในบริบทที่มีความแปรผันสูง หรือเป็นการค้นหา “ความจริง” ซึ่งไม่ใช่ค่าจริงตามความหมายของคณิตศาสตร์ แต่เป็นการหาค่าประมาณในบริบทของความน่าจะเป็นควบคู่ไปกับการประมาณค่าความคลาดเคลื่อนที่พบในกระบวนการ ในที่สุดแล้ว ผู้ที่ต้องตัดสินใจจะไม่สามารถรู้ได้อย่างแน่นอนว่าค่าจริงดังกล่าวคืออะไร แต่ค่าประมาณที่หามาได้นั้นจะอยู่ในช่วงของค่าที่เป็นไปได้ ถ้ากระบวนการดีขึ้นจะทำให้ได้ผลลัพธ์ดีขึ้นด้วย เช่น การใช้ข้อมูลจำนวนมากขึ้น จะช่วยให้ช่วงของค่าที่เป็นไปได้แคบลง แต่ก็ยังหลีกเลี่ยงการได้คำตอบเป็นช่วงไม่ได้

การเข้าใจว่าความแปรผันเป็นแก่นของวิชาสถิติจะช่วยส่งเสริมการให้เหตุผลของนักเรียนในการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ในชีวิตจริง โดยจะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนได้เผชิญกับการโต้แย้งโดยอ้างอิงข้อมูล ร่วมกับการตระหนักถึงข้อจำกัดของข้อสรุปที่ได้

การแก้ปัญหา

ในการแก้ปัญหาในบริบทชีวิตจริงตามนิยามของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์มีความเกี่ยวข้องกับกระบวนการทางคณิตศาสตร์ต่อไปนี้

- การคิด/แปลงสถานการณ์ปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ หรือ “คิด/แปลงปัญหา” (Formulate)
- การใช้โมเดล ข้อเท็จจริง วิธีการ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา หรือ “ใช้คณิตศาสตร์” (Employ)
- การตีความ การประยุกต์ใช้ และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ หรือ “ตีความและประเมินผลลัพธ์” (Interpret and evaluate)

การคิด/แปลงสถานการณ์ปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ หรือ “คิด/แปลงปัญหา” (Formulate)

คำว่า “คิด/แปลง” ตามนิยามความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ หมายถึง สมรรถนะในการแยกแยะและรู้ถึงโอกาสที่จะใช้คณิตศาสตร์ และใช้ความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นในการแปลงสถานการณ์ให้เป็นรูปแบบทางคณิตศาสตร์ ในขั้นตอนการแปลงสถานการณ์ให้เป็นบริบททางคณิตศาสตร์ แต่ละบุคคลจะต้องพิจารณาว่าจะนำความรู้คณิตศาสตร์ส่วนใดมาวิเคราะห์ จัดการ และแก้ปัญหา พวกเขาจะต้องแปลงสิ่งที่อยู่ในชีวิตจริงให้อยู่ในบริบทของคณิตศาสตร์ กำหนดโครงสร้าง การแสดงแทน และข้อมูลทางคณิตศาสตร์ให้กับปัญหาในชีวิตจริงนั้น โดยต้องพิจารณาและทำความเข้าใจถึงข้อจำกัดและสมมติฐานต่าง ๆ ในปัญหา กระบวนการในการคิด/แปลงสถานการณ์ปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์นี้ ประกอบด้วยกิจกรรมต่าง ๆ เช่น

- การเลือกใช้ตัวแบบที่เหมาะสม
- การระบุมุมมองเชิงคณิตศาสตร์ของปัญหาที่อยู่ในบริบทของชีวิตจริงและการระบุตัวแปรที่สำคัญ
- การตระหนักถึงโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ รวมถึงข้อกำหนด ความสัมพันธ์ และแบบรูป ที่อยู่ในปัญหาหรือสถานการณ์
- การจัดการสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูปแบบที่ง่ายและสะดวกต่อการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ เช่น ใช้วิธีการแยกส่วนประกอบ หรือแบ่งปัญหาใหญ่ให้เป็นปัญหาย่อย
- การระบุข้อจำกัดและสมมติฐาน รวมทั้งการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์
- การแสดงแทนสถานการณ์ด้วยคณิตศาสตร์ โดยใช้ตัวแปร สัญลักษณ์ แผนภาพ และตัวแบบที่เหมาะสม
- การแสดงแทนปัญหาในรูปแบบที่แตกต่าง รวมถึงการจัดโครงสร้างปัญหาตามมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และการสร้างสมมติฐานที่เหมาะสม
- ความเข้าใจและการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างภาษาในบริบทที่จำเพาะของปัญหากับสัญลักษณ์และภาษาที่เป็นทางการที่จำเป็นต้องใช้ในการนำเสนอปัญหานั้นในเชิงคณิตศาสตร์
- การแปลงปัญหาให้เป็นภาษาคณิตศาสตร์หรือการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์
- การตระหนักว่าปัญหาหนึ่ง ๆ มีประเด็นที่เชื่อมโยงกับปัญหาเดิม หรือมโนทัศน์ ข้อเท็จจริง หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์อย่างไร
- การเลือกและการใช้วิธีการและเครื่องมือคำนวณที่มีประสิทธิภาพที่สุดที่แสดงถึงความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ในบริบทของปัญหา
- การสร้างลำดับขั้นตอนเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

การใช้โน้ตบุ๊ก ข้อเท็จจริง วิธีการ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา หรือ “ใช้คณิตศาสตร์” (Employ)

คำว่า “ใช้” ตามนิยามความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ หมายถึง สมรรถนะในการประยุกต์ใช้โน้ตบุ๊ก ข้อเท็จจริง วิธีการ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในการแก้สถานการณ์ปัญหาซึ่งได้แปลงให้อยู่ในรูปคณิตศาสตร์แล้ว เพื่อให้ได้ข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ ในขั้นตอนการประยุกต์ใช้โน้ตบุ๊ก ข้อเท็จจริง วิธีการ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหานั้น แต่ละบุคคลต้องแสดงการดำเนินการตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นเพื่อให้ได้มาซึ่งผลลัพธ์และหาวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ อาทิ การคำนวณเบื้องต้น การแก้สมการ การอนุมานด้วยหลักเหตุผลจากสมมติฐานทางคณิตศาสตร์ การจัดการกับสัญลักษณ์ การพิจารณาเลือกข้อมูลทางคณิตศาสตร์จากตารางหรือกราฟ การแสดงและการจัดการกับรูปเรขาคณิตสามมิติ และการวิเคราะห์ข้อมูล เป็นต้น นักเรียนต้องดำเนินการกับตัวแบบของสถานการณ์ปัญหา สร้างข้อกำหนด ระบุความเกี่ยวข้องกับสิ่งต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และสร้างข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ กระบวนการในการใช้โน้ตบุ๊ก ข้อเท็จจริง วิธีการ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหานี้ ประกอบด้วยกิจกรรมต่าง ๆ เช่น

- การแสดงการคำนวณอย่างง่าย
- การสร้างข้อสรุปอย่างง่าย
- การเลือกใช้กลยุทธ์ที่เหมาะสม
- การออกแบบกลยุทธ์ต่าง ๆ และนำกลยุทธ์เหล่านั้นไปใช้เพื่อหาวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- การใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อช่วยหาคำตอบที่เป็นค่าแน่นอนหรือค่าประมาณ
- การใช้ข้อเท็จจริง กฎ อัลกอริทึม และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบ
- การจัดการกับตัวเลข ข้อมูลและสารสนเทศที่นำเสนอด้วยกราฟและในเชิงสถิติ นิพจน์และสมการเชิงพีชคณิต และการแสดงแทนทางเรขาคณิต
- การสร้างแผนภาพ กราฟ และแบบจำลองสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ และการสร้างและสกัดข้อมูลทางคณิตศาสตร์จากสิ่งเหล่านี้
- การใช้การแสดงแทนในรูปแบบต่าง ๆ และการปรับเปลี่ยนการแสดงแทนระหว่างรูปแบบต่าง ๆ ในกระบวนการแก้ปัญหา
- การสร้างข้อสรุปในรูปทั่วไปและข้อคาดการณ์ที่มีพื้นฐานมาจากผลลัพธ์ที่ได้จากการประยุกต์ใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา
- การสะท้อนการอ้างเหตุผลทางคณิตศาสตร์ และการอธิบายและตรวจสอบผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์
- การประเมินความสำคัญของแบบรูปและลักษณะปกติของข้อมูลที่สังเกตได้ (หรือที่สร้างขึ้น)

การตีความ การประยุกต์ใช้ และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ หรือ “ตีความและประเมินผลลัพธ์” (Interpret and evaluate)

คำว่า “ตีความและประเมิน” ตามนิยามความฉลาดรู้ทางคณิตศาสตร์ มุ่งเน้นสมรรถนะในการสะท้อนวิธีแก้ปัญหา ผลลัพธ์ หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ และตีความสิ่งเหล่านี้ในบริบทของปัญหาในชีวิตจริงที่เป็นปัญหาเริ่มต้นได้ รวมถึงการแปลความหมายของวิธีแก้ปัญหาหรือการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์กลับไปยังบริบทของปัญหาแล้วพิจารณาว่า ผลลัพธ์ที่ได้นั้นมีความสมเหตุสมผลและมีความหมายในบริบทของปัญหาหรือไม่ การตีความ การประยุกต์ใช้ และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ เป็นการรวมองค์ประกอบของวัฏจักรการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์สองด้านไว้ด้วยกัน คือ “ตีความ” และ “ประเมิน” บุคคลที่ใช้กระบวนการนี้จะต้องสร้างและสื่อสารคำอธิบายและข้อโต้แย้งในบริบทของปัญหาเริ่มต้น โดยต้องสะท้อนทั้งกระบวนการสร้างตัวแบบและผลลัพธ์ที่ได้มา กระบวนการในการตีความ การประยุกต์ใช้ และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์นี้ ประกอบด้วยกิจกรรมต่าง ๆ เช่น

- การตีความสารสนเทศที่แสดงอยู่ในรูปของกราฟและ/หรือแผนภาพ
- การประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับบริบทของปัญหา
- การตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปยังบริบทของชีวิตจริง
- การประเมินความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ในบริบทของปัญหาในชีวิตจริง
- การเข้าใจว่าชีวิตจริงส่งผลกระทบต่อผลลัพธ์และวิธีคิดคำนวณในกระบวนการทางคณิตศาสตร์หรือตัวแบบทางคณิตศาสตร์อย่างไร เพื่อตัดสินใจว่าควรจะต้องปรับปรุงหรือนำผลลัพธ์ไปใช้อย่างไร
- การอธิบายเหตุผลว่าผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ที่ได้นั้นสมเหตุสมผลหรือไม่สมเหตุสมผลตามบริบทของปัญหาในชีวิตจริง
- การเข้าใจถึงขอบเขตและข้อจำกัดของแนวคิดทางคณิตศาสตร์และวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- การวิจารณ์และการระบุข้อจำกัดของตัวแบบที่ใช้ในการแก้ปัญหา
- การใช้การคิดเชิงคณิตศาสตร์และแนวคิดเชิงคำนวณในการคาดการณ์ การแสดงหลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อโต้แย้ง และตรวจสอบและเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้

องค์ประกอบที่ 2 เนื้อหาทางคณิตศาสตร์

ความเข้าใจในเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ รวมถึงความสามารถที่จะนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้จริง เป็นสิ่งสำคัญสำหรับพลเมืองในโลกยุคปัจจุบัน นั่นคือ การให้เหตุผลในเชิงคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหา และการตีความสถานการณ์ในบริบทที่เกี่ยวข้องกับเรื่องส่วนตัว อาชีพ สังคม และวิทยาศาสตร์ จำเป็นต้องใช้ความรู้และความเข้าใจในเนื้อหาทางคณิตศาสตร์

หมวดหมู่ของเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการประเมิน PISA 2022 ยังคงเป็นเช่นเดียวกับใน PISA 2012 เพื่อสะท้อนถึงปรากฏการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่อยู่เบื้องหลังกลุ่มของปัญหาจำนวนมาก โครงสร้างทั่วไปของคณิตศาสตร์ และเนื้อหาสาระหลักในหลักสูตรของโรงเรียนโดยทั่วไป

โครงสร้างการประเมินด้านคณิตศาสตร์ครอบคลุมเนื้อหา 4 หมวดหมู่ ดังนี้

- การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ (Change and Relationships)
- ปริภูมิและรูปทรง (Space and Shape)
- ปริมาณ (Quantity)
- ความไม่แน่นอนและข้อมูล (Uncertainty and Data)

นอกจากนี้ ใน PISA 2022 ยังได้เพิ่มหัวข้อที่เป็นจุดเน้น 4 หัวข้อ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ประเมินในแต่ละหมวดหมู่ เนื่องจากเป็นความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นในระบบเศรษฐกิจที่กำลังจะเกิดขึ้น อาทิ อุตสาหกรรมการผลิตที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง โดยหัวข้อที่เป็นจุดเน้นทั้ง 4 หัวข้อ สอดคล้องกับเนื้อหาแต่ละหมวดหมู่ ดังนี้

- สถานการณ์การเพิ่มจำนวน อยู่ในหมวดหมู่การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์
- การประมาณค่าเชิงเรขาคณิต อยู่ในหมวดหมู่ปริภูมิและรูปทรง
- การจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ อยู่ในหมวดหมู่ปริมาณ
- การตัดสินใจแบบมีเงื่อนไข อยู่ในหมวดหมู่ความไม่แน่นอนและข้อมูล

การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์

เราสามารถพบเห็นความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุกับสภาพแวดล้อมทั้งชั่วคราวและถาวรได้หลากหลายรูปแบบจากสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติและสิ่งที่มีมนุษย์สร้างขึ้น โดยมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นในระบบของวัตถุที่มีความเชื่อมโยงกัน หรือในสถานการณ์ที่องค์ประกอบต่าง ๆ ส่งผลซึ่งกันและกัน ในบางกรณีการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้เกิดขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป และบางกรณีการเปลี่ยนแปลงของสิ่งหนึ่งหรือปริมาณหนึ่งอาจเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของอีกสิ่งหนึ่งหรืออีกปริมาณหนึ่ง บางสถานการณ์อาจเป็นการเปลี่ยนแปลงแบบต่อเนื่องหรือไม่ต่อเนื่อง ดังนั้น เนื้อหาการเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์จึงเกี่ยวข้องกับความเข้าใจการเปลี่ยนแปลงแบบต่าง ๆ และการรับรู้เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น เพื่อที่จะใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมในการอธิบายและทำนายการเปลี่ยนแปลง ในทางคณิตศาสตร์หมายถึงการสร้างตัวแบบของการเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ให้อยู่ในรูปของฟังก์ชันและสมการที่เหมาะสม รวมถึงการสร้าง การตีความ และการแสดงแทนความสัมพันธ์ด้วยสัญลักษณ์และกราฟ

การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์พบได้ในหลายเรื่อง เช่น การเพิ่มจำนวนของสิ่งมีชีวิต รูปแบบของเสียงดนตรี การเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลและวัฏจักร แบบแผนของสภาพอากาศ ระดับการจ้างงาน และสภาวะทางเศรษฐกิจ ในมุมมองของเนื้อหาทางคณิตศาสตร์แบบดั้งเดิม ฟังก์ชันและพีชคณิต หมายรวมถึง นิพจน์ พีชคณิต สมการและอสมการ และการแสดงแทนในรูปของตารางและกราฟ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการสร้างคำอธิบาย การสร้างตัวแบบ และการตีความปรากฏการณ์การเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ เครื่องมือเชิงคำนวณช่วยให้เราเห็นภาพและมีปฏิสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ได้ ดังนั้น การรู้ว่ามีเครื่องมือเชิงคำนวณสามารถเป็นส่วนเสริมและเติมเต็มแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้เมื่อไรและอย่างไร จึงถือว่าเป็นทักษะการคิดเชิงคำนวณที่สำคัญทักษะหนึ่ง

การทำความเข้าใจภัยอันตรายของสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มจำนวน เช่น การแพร่ระบาดของโรคไข้หวัดใหญ่ การแพร่กระจายอย่างรุนแรงของเชื้อแบคทีเรีย และภัยคุกคามของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ต้องใช้ความคิดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ทั้งความสัมพันธ์แบบเชิงเส้นและความสัมพันธ์แบบไม่เป็นเชิงเส้น ซึ่งโดยส่วนใหญ่เป็นความสัมพันธ์แบบเอกซ์โพเนนเชียล และยังมีความสัมพันธ์ในรูปแบบอื่นด้วย ความสัมพันธ์แบบเชิงเส้นเป็นความสัมพันธ์ที่พบได้ทั่วไป ง่ายต่อการจดจำและเข้าใจ แต่การตั้งสมมติฐานว่าความสัมพันธ์ที่พบเจอนั้นเป็นความสัมพันธ์แบบเชิงเส้นในทันทีอาจทำให้เกิดความผิดพลาดร้ายแรงได้ ตัวอย่างหนึ่งของความสัมพันธ์แบบเชิงเส้นที่ทุกคนน่าจะเคยใช้คือ การประมาณระยะทางที่เดินทางได้ในระยะเวลาต่าง ๆ เมื่อกำหนดความเร็วของการเดินทางมาให้ แต่ในตัวอย่างเรื่องการแพร่ระบาดของโรคไข้หวัดใหญ่นั้น การใช้ความสัมพันธ์แบบเชิงเส้นในการอธิบายปรากฏการณ์นี้อาจจะได้ตัวเลขแสดงจำนวนผู้ป่วยที่ติดเชื้อหลังจากเริ่มการแพร่ระบาดไปแล้ว 5 วัน เป็นจำนวนที่น้อยกว่าจำนวนที่เกิดขึ้นจริงมาก ดังนั้น ความเข้าใจเรื่องความสัมพันธ์ของการเพิ่มจำนวนแบบไม่เป็นเชิงเส้น รวมถึงแบบกำลังสองและแบบเอกซ์โพเนนเชียล และความเข้าใจว่าการติดเชื้อสามารถแพร่กระจายได้อย่างรวดเร็วเพียงใดเมื่ออัตราการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ป่วยที่ติดเชื้อเพิ่มสูงขึ้นในแต่ละวันจึงเป็นเรื่องที่สำคัญมาก การแพร่ระบาดของไวรัสซิกาเป็นอีกตัวอย่างหนึ่งที่สำคัญ การรับรู้สถานการณ์นี้เป็นการเพิ่มจำนวนแบบเอกซ์โพเนนเชียลช่วยให้บุคลากรทางการแพทย์เข้าใจถึงภัยคุกคามที่แฝงตัวอยู่และเตรียมการรับมือได้อย่างทันท่วงที

การกำหนดให้สถานการณ์การเพิ่มจำนวนเป็นจุดเน้นของเนื้อหาในหมวดหมู่การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ไม่ได้หมายความว่านักเรียนที่เข้าร่วมการประเมินจะต้องมีความรู้เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลมาก่อนและข้อสอบไม่ต้องใช้ความรู้เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล แต่จะมีข้อสอบที่คาดหวังให้นักเรียนต้อง (1) ตระหนักถึงความสัมพันธ์ทุกความสัมพันธ์ไม่ได้เป็นเชิงเส้นเสมอไป (2) รู้ว่าการเพิ่มจำนวนแบบไม่เป็นเชิงเส้นมีความหมายโดยนัยที่เฉพาะและลึกซึ้งต่อความเข้าใจกับบางสถานการณ์ (3) เข้าใจเบื้องต้นในความหมายของการเพิ่มจำนวนแบบเอกซ์โพเนนเชียลว่าเป็นการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

ปริภูมิและรูปทรง

ปริภูมิและรูปทรงเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ต่าง ๆ ที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่าหรือต้องอาศัยจินตนาการ เช่น แบบรูป สมบัติของวัตถุ ตำแหน่งและการกำหนดทิศทาง การแสดงแทนวัตถุต่าง ๆ การเข้ารหัสและถอดรหัสของข้อมูลที่ต้องอาศัยการนึกภาพ การมีปฏิสัมพันธ์กับรูปร่างต่าง ๆ ทั้งแบบจับต้องได้และแบบที่เป็นการแสดงแทน การเคลื่อนที่ การเปลี่ยนแปลงตำแหน่ง และความสามารถในการคาดห้วงสิ่งที่จะเกิดขึ้นในปริภูมิ เรขาคณิตเป็นพื้นฐานที่สำคัญสำหรับเนื้อหาปริภูมิและรูปทรง แต่เนื้อหาในหมวดหมู่นี้ขยายขอบเขตไปกว้างกว่าเนื้อหาสาระของเรขาคณิตทั่วไป ทั้งในแง่เนื้อหา ความหมาย และวิธีการ โดยมีการผนวกองค์ประกอบของคณิตศาสตร์สาขาอื่น ๆ เข้ามาด้วย เช่น การนึกภาพ การวัด และพีชคณิต

PISA มีสมมติฐานว่า ความเข้าใจแนวคิดและทักษะหลักมีความสำคัญต่อความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับปริภูมิและรูปทรง โดยความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในเนื้อหาปริภูมิและรูปทรงเกี่ยวข้องกับกิจกรรมที่หลากหลาย เช่น ความเข้าใจเรื่องมุมมองในการวาดภาพ การสร้างและการอ่านแผนที่ การแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้และไม่ใช้เทคโนโลยี การตีความภาพสามมิติจากมุมมองต่าง ๆ และการสร้างรูปต่าง ๆ

โลกทุกวันนี้เต็มไปด้วยสิ่งที่มีรูปหรือทรงแบบต่าง ๆ ไม่ใช่เฉพาะรูปหรือทรงที่มีความสมมาตรหรือมีแบบรูปปกติ เนื่องจากการหาพื้นที่หรือปริมาตรของสิ่งเหล่านี้ไม่สามารถใช้สูตรได้โดยตรง เช่น การหาพื้นที่สำหรับการปูพรมในตึกแห่งหนึ่งซึ่งมีมุมแหลมกับส่วนโค้งแคบ ๆ จะยากกว่าการหาพื้นที่ของห้องรูปสี่เหลี่ยม ดังนั้น ความเข้าใจในเรื่องการประมาณค่าเชิงเรขาคณิตจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นในโลกยุคปัจจุบัน

การกำหนดให้การประมาณค่าเชิงเรขาคณิตเป็นจุดเน้นของเนื้อหาในหมวดหมู่ปริภูมิและรูปทรงนั้น เป็นการบ่งบอกถึงความจำเป็นสำหรับนักเรียนที่ต้องสามารถใช้ความเข้าใจในเรื่องของปริภูมิและรูปทรงในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลาย

ปริมาณ

แนวคิดเกี่ยวกับการแสดงปริมาณต่าง ๆ และการใช้ความรู้เกี่ยวกับปริมาณ ต้องมีความเข้าใจในเรื่องการวัด การนับ ขนาด หน่วยวัด ดัชนี การเปรียบเทียบขนาด และแนวโน้มและแบบรูปเชิงจำนวน นอกจากนี้ การให้เหตุผลเชิงปริมาณ เช่น ความรู้สึกเชิงจำนวน การแสดงแทนจำนวนด้วยวิธีต่าง ๆ ความละเอียดรอบคอบในการคำนวณ การคิดเลขในใจ การประมาณค่า และการประเมินความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ ล้วนเป็นสิ่งจำเป็นของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในเนื้อหาเรื่องปริมาณ

การแสดงปริมาณเป็นวิธีการขั้นพื้นฐานของการอธิบายและการวัดลักษณะต่าง ๆ ที่มีอยู่มากมายในโลก ช่วยให้เรารสร้างตัวแบบของสถานการณ์ต่าง ๆ ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ อธิบายและจัดการเกี่ยวกับปริภูมิและรูปทรง จัดการและตีความข้อมูล ตลอดจนวัดและประเมินความไม่แน่นอน ดังนั้น การมีความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในเนื้อหาปริมาณ จึงเป็นการนำความรู้เรื่องจำนวนและการดำเนินการของจำนวนไปใช้ในบริบทที่หลากหลาย

บางปัญหาที่พบทั้งในคณิตศาสตร์และสถิติไม่สามารถหาคำตอบได้โดยง่าย เนื่องจากต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อน หรือเกี่ยวข้องกับปัจจัยต่าง ๆ เป็นจำนวนมาก หรือเนื่องจากประเด็นด้านจริยธรรมเกี่ยวกับผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตหรือสภาพแวดล้อม ส่งผลให้ในปัจจุบันมีการใช้โปรแกรมสร้างแบบจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านอัลกอริทึมมาช่วยแก้ปัญหา เราสามารถใช้โปรแกรมจำลองสถานการณ์ช่วยทำการคำนวณ โดยเราทำเพียงวางแผน ทำนาย และหาคำตอบของปัญหาโดยใช้ข้อมูลจากตัวแปรที่สามารถควบคุมได้ ดังนั้น ความเข้าใจในเรื่องการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์จึงเป็นเรื่องที่มีความสำคัญในโลกยุคปัจจุบัน

การกำหนดให้การจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์เป็นจุดเน้นของเนื้อหาในหมวดหมู่ปริมาณนั้น เป็นการบ่งบอกว่าในบริบทการประเมินผลคณิตศาสตร์โดยใช้คอมพิวเตอร์ (Computer-Based Assessment of Mathematics : CBAM) ของ PISA ที่เริ่มใช้ในรอบการประเมิน PISA 2022 จะมีสถานการณ์ของปัญหาที่ซับซ้อนหลากหลายประเภทซึ่งรวมถึงการจัดทำงบประมาณและการวางแผนเรื่องอื่น ๆ โดยนักเรียนจะได้วิเคราะห์ตัวแปรต่าง ๆ ของปัญหานั้นโดยใช้การจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ที่กำหนดให้

ความไม่แน่นอนและข้อมูล

ความแปรผันและความไม่แน่นอนเป็นเรื่องปกติของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และชีวิตประจำวัน และเป็นหัวใจของทฤษฎีความน่าจะเป็นและสถิติ เนื้อหาในหมวดหมู่ความไม่แน่นอนและข้อมูลนี้รวมถึงการตระหนักรู้ถึงสถานการณ์ที่มีความแปรผันในชีวิตจริง การมีความรู้สึกเชิงปริมาณของความแปรผันนั้น และการยอมรับถึงความไม่แน่นอนและความคลาดเคลื่อนในการอ้างอิงที่เกี่ยวข้อง นอกจากนี้ยังรวมถึงการสร้างการตีความ และการประเมินข้อสรุปในสถานการณ์ที่มีความไม่แน่นอนปรากฏอยู่ ดังนั้น การนำเสนอและการตีความข้อมูลจึงเป็นแนวคิดหลักของเนื้อหาในหมวดหมู่นี้

การคาดการณ์ทางเศรษฐศาสตร์ ผลการสำรวจความคิดเห็น และการพยากรณ์อากาศ สิ่งเหล่านี้ล้วนมีความแปรผันและความไม่แน่นอนปรากฏอยู่ด้วย การแปรผันปรากฏอยู่ในกระบวนการผลิตเชิงอุตสาหกรรม คะแนนสอบ และผลการสำรวจ อีกทั้งการเสียชื้อยังเป็นเรื่องพื้นฐานของกิจกรรมสันตนาการที่ผู้คนชื่นชอบ เนื้อหาความน่าจะเป็นและสถิติในหลักสูตรโดยทั่วไปจะให้วิธีการที่เป็นทางการในการอธิบาย การสร้างตัวแบบ และการตีความของปรากฏการณ์บางประเภทที่ความแปรผันมีบทบาทสำคัญ รวมถึงการอนุมานถึงสิ่งที่สอดคล้องกัน นอกจากนี้ ความรู้เรื่องจำนวนและความรู้บางประการเกี่ยวกับพีชคณิต เช่น กราฟ และการแสดงแทนด้วยสัญลักษณ์ ยังช่วยสนับสนุนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเนื้อหาในหมวดหมู่นี้อีกด้วย

ในทางสถิติ เมื่อมีตัวแปรมากกว่าหนึ่งตัว ในแต่ละตัวแปรมีความแปรผัน และยังมีความแปรผันร่วมซึ่งบ่งบอกถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเหล่านั้น ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรนี้โดยส่วนใหญ่สามารถแสดงได้ด้วยตารางสองทางซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการตัดสินใจแบบมีเงื่อนไข (การอนุมาน) ความคาดหวังของข้อสอบ PISA คือ การที่นักเรียนจะสามารถอ่านข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากตารางและมีความเข้าใจอย่างลึกซึ้งถึงความหมายของข้อมูลที่สกัดออกมา

การกำหนดให้การตัดสินใจแบบมีเงื่อนไขเป็นจุดเน้นของเนื้อหาในหมวดหมู่ความไม่แน่นอนและข้อมูลนั้น เป็นการบ่งบอกว่านักเรียนควรเข้าใจว่าการกำหนดวิธีการในการวิเคราะห์ข้อมูลในตัวแบบจะมีผลกระทบต่อข้อสรุปที่สามารถสร้างได้ และสมมติฐานหรือความสัมพันธ์ที่แตกต่างกันอาจส่งผลให้เกิดข้อสรุปที่แตกต่างกันด้วย

องค์ประกอบที่ 3 บริบท

จากนิยามของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์นั้น มีประเด็นสำคัญที่ควรคำนึงถึงในการพัฒนาข้อสอบ PISA อยู่สองประเด็น ได้แก่ ประเด็นที่ 1 ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์เกิดขึ้นในบริบทของชีวิตจริง และประเด็นที่ 2 ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ช่วยให้บุคคลเข้าใจถึงบทบาทของคณิตศาสตร์ และตัดสินใจบนพื้นฐานของข้อมูลและเหตุผลที่เหมาะสม ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับพลเมืองในศตวรรษที่ 21 ที่ต้องคิดอย่างไตร่ตรอง สร้างสรรค์ และมีส่วนร่วมต่อสังคมส่วนรวม ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงบริบทในชีวิตจริงและทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ที่มีผลต่อการพัฒนาข้อสอบ

ประเภทของบริบท

ลักษณะสำคัญประการหนึ่งของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์คือ การใช้คณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาในบริบทใดบริบทหนึ่ง ซึ่งบริบทคือ มุมมองในชีวิตจริงที่ปัญหาเหล่านั้นถูกกำหนดขึ้นมา ทั้งนี้ การเลือกใช้กลยุทธ์และการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมมักจะขึ้นอยู่กับบริบทที่ปัญหานั้นเกิดขึ้น และมีความจำเป็นที่ต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับบริบทในชีวิตจริงเพื่อพัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์ขึ้น ดังนั้น สิ่งสำคัญในการประเมินของ PISA คือ การใช้บริบทที่หลากหลาย เพื่อเพิ่มความเป็นไปได้ที่จะมีบริบทที่สอดคล้องกับความสนใจของนักเรียนแต่ละคน และสอดคล้องกับสถานการณ์ต่าง ๆ ที่นักเรียนแต่ละคนจะได้พบเจอในศตวรรษที่ 21

ตามกรอบโครงสร้างการประเมินด้านคณิตศาสตร์ของ PISA 2022 ยังคงจัดประเภทของบริบทออกเป็น 4 กลุ่ม เช่นเดียวกับ PISA 2012 ดังนี้

- **บริบทส่วนตัว (Personal context)** ปัญหาที่จัดอยู่ในบริบทส่วนตัวนี้เน้นที่กิจกรรมของบุคคล ครอบครัว หรือกลุ่มบุคคล เช่น บริบทที่เกี่ยวข้องกับการจัดเตรียมอาหาร การซื้อสินค้า การเล่นเกม สุขภาพ การเดินทาง กิจกรรมสันทนาการ กีฬา การท่องเที่ยว การจัดตารางเวลา และการเงิน

- **บริบทอาชีพ (Occupational context)** ปัญหาที่จัดอยู่ในบริบททางการงานอาชีพนี้เน้นที่โลกของการทำงาน เช่น บริบทที่เกี่ยวข้องกับการวัด การหาค่าใช้จ่ายและการจัดซื้อวัสดุสำหรับการก่อสร้าง บัญชีเงินเดือนหรือการบัญชี การควบคุมคุณภาพ การจัดตารางงานหรือการจัดทำรายการสินค้า การออกแบบหรืองานสถาปัตยกรรม และการตัดสินใจที่เกี่ยวกับงานไม่ว่าจะใช้หรือไม่ได้ใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม บริบทอาชีพอาจเกี่ยวข้องกับแรงงานในทุกระดับตั้งแต่แรงงานไร้ฝีมือจนถึงแรงงานที่ต้องใช้ความเชี่ยวชาญระดับสูง

■ **บริบทสังคม (Societal context)** ปัญหาที่จัดอยู่ในบริบทสังคมนี้เน้นที่สังคมหนึ่ง ๆ ไม่ว่าจะเป็นระดับท้องถิ่น ระดับประเทศ หรือระดับโลก เช่น บริบทที่เกี่ยวข้องกับระบบการลงคะแนนเสียง การขนส่งสาธารณะ การปกครอง นโยบายภาครัฐ ข้อมูลประชากร การโฆษณา สุขภาพ ความบันเทิง ข้อมูลทางสถิติ และเศรษฐกิจระดับชาติ แม้ว่าแต่ละบุคคลจะมีส่วนเกี่ยวข้องกับเรื่องดังกล่าวในระดับส่วนตัว แต่บริบทสังคมนี้จะเน้นการมองปัญหาเหล่านั้นในเชิงภาพรวมทางสังคมหรือชุมชน

■ **บริบทวิทยาศาสตร์ (Scientific context)** ปัญหาที่จัดอยู่ในบริบทวิทยาศาสตร์นี้เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์กับโลกธรรมชาติ และประเด็นหรือหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เช่น บริบทที่เกี่ยวข้องกับสภาพอากาศหรือภูมิอากาศ นิเวศวิทยา การแพทย์ วิทยาศาสตร์อวกาศ พันธุศาสตร์ การวัด และคณิตศาสตร์ โดยข้อสอบที่เป็นเรื่องเฉพาะของคณิตศาสตร์จะถูกรวมอยู่ในบริบทวิทยาศาสตร์ด้วย

ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21

ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 เป็นทักษะหนึ่งที่ทั่วโลกให้ความสนใจเพิ่มมากขึ้น และมักจะรวมทักษะนี้ไว้ในการจัดการศึกษา สิ่งสำคัญสำหรับการศึกษาในปัจจุบันนี้คือ ต้องเตรียมความพร้อมให้นักเรียนมีเครื่องมือที่สามารถใช้ปกป้องตัวเองจากการหลอกลวงและการลงข้อสรุปที่กล่าวอ้างว่ามีพื้นฐานมาจากการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งบ่อยครั้งความชำนาญในการใช้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผลก็เป็นเครื่องมือที่เพียงพอแล้ว เนื่องจากการหลอกลวงมักจะมีข้อมูลที่ขัดแย้งกันแอบแฝงไว้ด้วย การเรียนรู้คณิตศาสตร์จะช่วยพัฒนาให้เยาวชนมีความพร้อมในการรับมือกับข้อมูลที่มีความขัดแย้งแอบแฝงอยู่

ความเชื่อมโยงกันระหว่างทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 และทักษะเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ ได้ถูกนำมาผนวกไว้ในกรอบการประเมิน PISA 2022 จำนวน 8 ทักษะ ดังนี้

- การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical thinking)
- ความคิดสร้างสรรค์ (Creativity)
- การค้นคว้าและสืบเสาะหาความรู้ (Research and inquiry)
- การนำตนเอง การคิดริเริ่ม และความมุ่งมั่น (Self-direction, initiative, and persistence)
- การใช้สารสนเทศ (Information use)
- การคิดเชิงระบบ (Systems thinking)
- การสื่อสาร (Communication)
- การคิดอย่างไตร่ตรอง (Reflection)

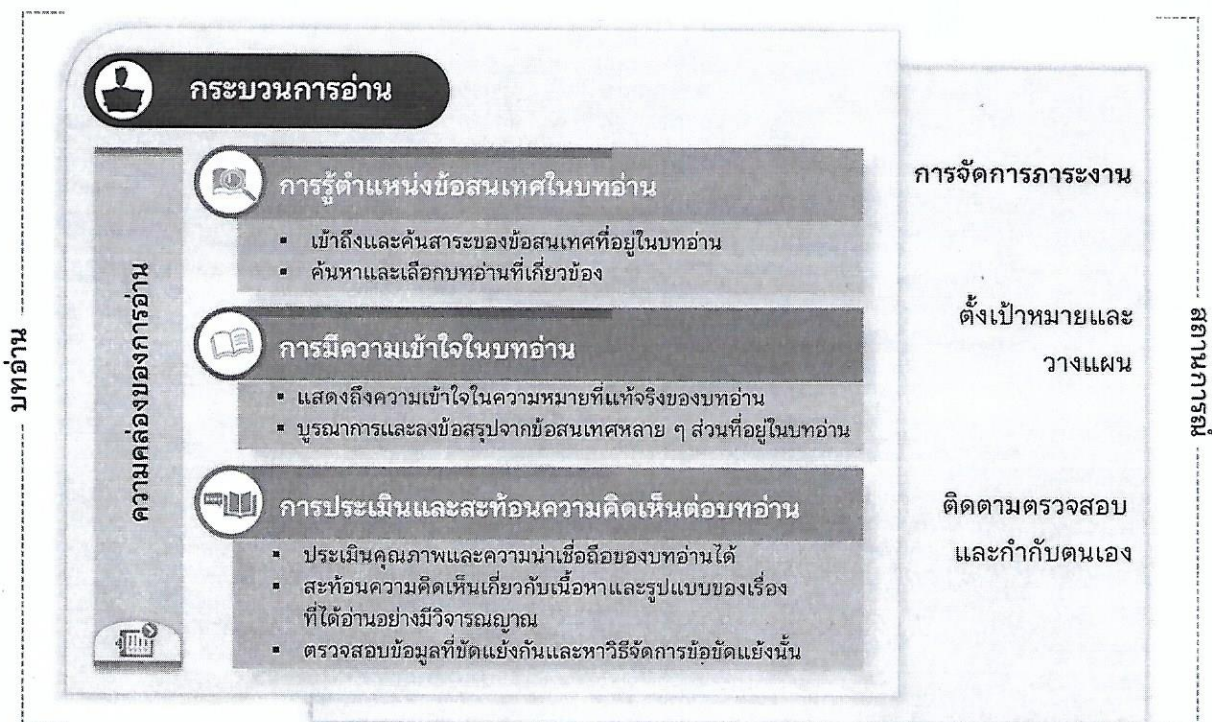


PISA 2018 ให้นิยาม “ความฉลาดรู้ด้านการอ่าน” ไว้ดังนี้

ความฉลาดรู้ด้านการอ่าน (Reading literacy) หมายถึง ความสามารถที่จะทำความเข้าใจกับสิ่งที่ได้อ่าน สามารถนำไปใช้ ประเมิน สะท้อนออกมาเป็นความคิดเห็นของตนเอง และมีความรักและผูกพันกับการอ่าน เพื่อให้บรรลุเป้าหมาย พัฒนาความรู้และศักยภาพ และการมีส่วนร่วมในสังคม

การประเมินความฉลาดรู้ด้านการอ่านของ PISA นั้น ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ (1) **บทอ่าน** เป็นสิ่งที่ผู้อ่านจะต้องอ่านซึ่งอยู่ในรูปแบบที่หลากหลาย (2) **กระบวนการอ่าน** เป็นกลยุทธ์ทางการคิดซึ่งบ่งชี้ถึงวิธีที่ผู้อ่านนำมาใช้ในการอ่านและมีส่วนร่วมกับการอ่าน (3) **สถานการณ์** เป็นบริบทหรือสถานการณ์ที่มีความหลากหลายตามจุดประสงค์ของการอ่าน โดยจะมีภาระงานให้ผู้อ่านทำเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย ซึ่งความยากของภาระงานจะมีความหลากหลายตามรูปแบบการนำเสนอของบทอ่านและเป้าหมายของภาระงานซึ่งต้องใช้ในการพัฒนาของกระบวนการคิดที่แตกต่างกัน

รูป 1 องค์ประกอบของการประเมินความฉลาดรู้ด้านการอ่านของ PISA



ดังนั้น การประเมินความฉลาดรู้ด้านการอ่านของ PISA จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความเชี่ยวชาญในกระบวนการอ่านของนักเรียน โดยอาศัยมิติที่หลากหลายของเนื้อหาที่อ่านและสถานการณ์ซึ่งมีความหลากหลายของบริบทหรือจุดประสงค์ของการอ่านบทความที่มีตั้งแต่หนึ่งเรื่องขึ้นไป

1. บทอ่าน (Text)

กรอบการประเมินความฉลาดรู้ด้านการอ่านใน PISA 2018 ได้จำแนกประเภทของบทอ่านออกเป็น 4 มิติดังนี้

■ แหล่งข้อมูล (Source)

- แหล่งข้อมูลเดียว เป็นบทอ่านที่มาจากผู้เขียนคนเดียวหรือกลุ่มผู้เขียนเพียงกลุ่มเดียว การเขียนหรือพิมพ์เผยแพร่ในครั้งเดียวกัน มีหัวข้อเรื่องเดียว เช่น หนังสือ และโฆษณาบนหน้าเว็บเพจ เป็นต้น
- หลายแหล่งข้อมูล เป็นบทอ่านที่มาจากผู้เขียนหลายคน หรือ เผยแพร่ในเวลาที่แตกต่างกัน มีหัวข้อเรื่องที่แตกต่างกัน โดยบทอ่านที่มีหลายแหล่งข้อมูลอาจแสดงในหน้าเดียวกัน เช่น บทความในหน้าหนังสือพิมพ์ เป็นต้น

■ องค์ประกอบและหน้าที่ปรากฏในการสื่อดิจิทัล (Organisational and navigational structure) เนื่องจากหน้าที่ของคอมพิวเตอร์จะแสดงเฉพาะบางส่วนของบทอ่าน ดังนั้น ผู้อ่านสามารถอ่านและเลื่อนดูบทอ่านทั้งหมดได้ในเวลาใดก็ได้

- บทอ่านที่หน้าจอคงที่ (Static texts) เป็นหน้าจอที่มีองค์ประกอบไม่ซับซ้อน มีปุ่มเครื่องมือน้อย เช่น แถบเลื่อนหน้าจอ หรือปุ่มแท็บ
- บทอ่านที่หน้าจอสลับไปมาได้ (Dynamic texts) เป็นหน้าจอมีความซับซ้อน เลื่อนไปมาได้ มีปุ่มเครื่องมือให้คลิกจำนวนมาก เช่น ไฮเปอร์ลิงก์ (Hyperlink) เพื่อสลับไปมาระหว่างส่วนต่าง ๆ ของบทอ่าน หรือเครื่องมือสำหรับโต้ตอบที่ช่วยให้ผู้อ่านสามารถติดต่อสื่อสารกับผู้อื่นได้ เช่น หน้าจอในสื่อสังคมออนไลน์

■ รูปแบบของบทอ่าน (Text format) ประกอบด้วยบทอ่านแบบต่อเนื่อง ไม่ต่อเนื่อง และแบบผสม

- แบบต่อเนื่อง (Continuous text) เป็นบทอ่านที่มีรูปแบบเป็นประโยคต่อเนื่องกันเป็นย่อหน้าได้แก่ บทอ่านจากรายงานข่าว เรียงความ นวนิยาย เรื่องสั้น บทวิจารณ์ จดหมาย รวมทั้งเรื่องในอีบุ๊กด้วย
- แบบไม่ต่อเนื่อง (Non-continuous text) เป็นบทอ่านที่อยู่ในรูปแบบแสดงรายการ ตาราง กราฟ แผนผัง โฆษณา ตารางกำหนดการ บัญชีรายชื่อสินค้า ดัชนี และแบบฟอร์มต่าง ๆ
- แบบผสม (Mixed text) เป็นบทอ่านที่ประกอบด้วยบทอ่านแบบต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง เช่น บทอ่านที่มีการอธิบายและมีกราฟหรือตารางประกอบ

■ ประเภทของบทอ่าน (Text type) แบ่งประเภทของบทอ่านได้ดังนี้

- การพรรณนา (Description) เป็นบทอ่านที่ใช้เพื่อบอกลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือการบอกเล่าเพื่อตอบคำถามที่ถามว่า “อะไร” เช่น สารคดีท่องเที่ยวหรือบันทึกประจำวัน บัญชีรายการสินค้า แผนที่ทางภูมิศาสตร์ ตารางการบินแบบออนไลน์ หรือคำอธิบายลักษณะ หน้าที่ หรือวิธีการที่อยู่ในคู่มือทางเทคนิค
- การบรรยาย (Narration) เป็นการบอกเล่าถึงสิ่งใดสิ่งหนึ่งในมิติของเวลา หรือเป็นการตอบคำถามที่ถามว่า “เมื่อใด” หรือ “มีลำดับก่อนหลังอย่างไร” “เพราะเหตุใดลักษณะของเรื่องราวจึงเป็นเช่นนั้น” เช่น นวนิยาย เรื่องสั้น ชีวิตประวัติ การ์ตูนยาว หนังสือพิมพ์ที่รายงานถึงเหตุการณ์

- การบอกเล่าอธิบายเหตุผล (Exposition) เป็นบทอ่านที่ถูกนำเสนอแบบประสมที่เกิดจากการเรียบเรียงแนวความคิดให้สามารถวิเคราะห์ได้ เป็นการอธิบายว่าองค์ประกอบของแต่ละส่วนมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันอย่างไร หรือเป็นการตอบคำถามที่ถามว่า “อย่างไร” เช่น การเขียนบทความวิชาการ การเขียนแผนภาพ กราฟ แผนภูมิประชากร แผนผังมโนทัศน์ และการบันทึกสารานุกรมออนไลน์

- การโต้แย้ง (Argumentation) เป็นบทอ่านที่เสนอปัญหาหรือโจทย์ในลักษณะที่ชี้ความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดต่าง ๆ หรืออาจเรียกว่าเป็นการบอกเหตุผลว่า “เพราะเหตุใด” ซึ่งสามารถจำแนกออกเป็นสองประเภทย่อย ๆ คือ (1) บอกกล่าวเพื่อชักชวนให้คล้อยตาม และ (2) บอกกล่าวเพื่อตั้งประเด็นให้มีการแสดงความคิดเห็น ถกเถียงโต้แย้งกัน เช่น จดหมายถึงบรรณาธิการ แผ่นป้ายโฆษณา การเขียนข้อความบนกระดานสนทนาออนไลน์ (Online forum) และการเขียนวิจารณ์หนังสือหรือภาพยนตร์ลงบนเว็บไซต์

- คำแนะนำ (Instruction) เป็นบทอ่านที่ชี้บอกวิธีการว่าต้องทำอะไร อย่างไร หรือเป็นถ้อยความที่บอกวิธีปฏิบัติหรือแสดงการกระทำ เพื่อปฏิบัติภาระงานอย่างใดอย่างหนึ่งให้เสร็จสิ้น เช่น วิธีทำอาหาร แผนภาพแสดงขั้นตอนการปฐมพยาบาลเบื้องต้น และคู่มือการใช้งานโปรแกรม

- การติดต่อสัมพันธ์ (Transaction) เป็นบทอ่านที่เน้นให้บรรลุวัตถุประสงค์เฉพาะอย่าง เช่น การร้องขอให้ทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง การจัดการงานประชุมหรือการนัดหมายกับเพื่อน เช่น อีเมลประจำวัน ข้อความที่ส่งแลกเปลี่ยนระหว่างคณะทำงานหรือเพื่อนที่ร้องขอหรือยืนยันข้อตกลง

2. กระบวนการอ่าน (Processes)

กรอบการประเมิน PISA 2018 ได้ระบุกระบวนการอ่านไว้ 4 กระบวนการ ที่ทำให้ผู้อ่านตีความขณะอ่านบทอ่าน โดยมีสามกระบวนการที่ระบุไว้ในกรอบการประเมินของ PISA ที่ผ่านมา ได้แก่ “การรู้ตำแหน่งข้อสนเทศในบทอ่าน” “การมีความเข้าใจในบทอ่าน” และ “การประเมินและสะท้อนความคิดเห็นต่อบทอ่าน” ซึ่งใน PISA 2018 ได้เพิ่มกระบวนการที่สี่ คือ “ความคล่องของการอ่าน” เป็นการวัดที่ช่วยสนับสนุนสามกระบวนการแรก แต่การวัดความคล่องของการอ่านจะเป็นอิสระจากการวัดในกระบวนการอื่น ๆ

■ ความคล่องของการอ่าน (Reading fluency)

PISA ได้นิยามความคล่องของการอ่านว่า เป็นความสามารถที่จะอ่านประโยคหนึ่ง ๆ ได้อย่างคล่องแคล่วและมีประสิทธิภาพ รวมถึงความสามารถในการอ่านคำหรือประโยคอย่างถูกต้องและเป็นอัตโนมัติ จากนั้นจึงวิเคราะห์คำในประโยค การใช้ถ้อยคำหรือวลี แล้วประมวลผลเพื่อทำความเข้าใจความหมายโดยรวมของประโยคที่อ่าน

PISA 2018 ประเมินความคล่องของการอ่าน โดยให้นักเรียนอ่านประโยคที่หลากหลายทีละหนึ่งประโยค และถามนักเรียนว่าประโยคนั้นมีความสมเหตุสมผลหรือไม่ ซึ่งส่วนมากจะเป็นประโยคค่อนข้างง่ายและไม่คลุมเครือ เช่น

- นกหกตัวบินอยู่เหนือต้นไม้
- หน้าต่างร้องเพลงเสียงดัง
- ผู้ชายขับรถไปยังร้านค้า

■ การรู้ตำแหน่งข้อสนเทศในบทอ่าน (Locating information)

กระบวนการอ่านแรกที่เกี่ยวข้องกับการอ่านคือ “การรู้ตำแหน่งข้อสนเทศในบทอ่าน” (ในกรอบการประเมินเดิมใช้คำว่า “การเข้าถึงและค้นคืนสาระ”) ซึ่งโดยทั่วไปผู้อ่านมักค้นหาเฉพาะข้อมูลที่ต้องการโดยไม่พิจารณาส่วนอื่น ๆ ของบทความ (OECD, 2019c ; อ้างอิงจาก White, Chen and Forsyth, 2010) ในการรู้ตำแหน่งข้อสนเทศเมื่อบทอ่านอยู่ในรูปแบบดิจิทัลนั้นต้องใช้ทักษะที่แตกต่างจากการอ่านบทอ่านในรูปแบบสิ่งพิมพ์ เช่น ผู้อ่านต้องสามารถจัดการกับรูปแบบใหม่ ๆ ของบทอ่าน เช่น ผลจากการค้นหาที่อยู่ในโปรแกรมที่ช่วยในการสืบค้นหาข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต และเว็บไซต์ต่าง ๆ ที่มีหลายแท็บและมีเครื่องมือทางที่หลากหลายในการเข้าถึงข้อมูลเพื่อใช้ในการหาตำแหน่งของข้อสนเทศในบทอ่านให้เร็วที่สุดและมีประสิทธิภาพที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยผู้อ่านจะต้องสามารถตัดสินใจได้ว่า บทอ่านส่วนใดที่มีความเกี่ยวข้อง มีความถูกต้อง และมีความน่าเชื่อถือ อีกทั้ง ผู้อ่านต้องสามารถปรับความเร็วในการอ่านได้โดยอ่านข้ามส่วนที่คิดว่าไม่เกี่ยวข้องจนกว่าจะถึงข้อความที่น่าจะมีข้อมูลที่เกี่ยวข้องแล้วจึงอ่านอย่างละเอียดมากขึ้น ในท้ายที่สุด ผู้อ่านจะต้องรู้จักใช้ประโยชน์จากการจัดระเบียบของบทอ่าน เช่น ส่วนหัวเรื่องที่อาจชี้ให้เห็นว่าส่วนใดที่มีความเกี่ยวข้องกับสิ่งที่กำลังค้นหา

PISA 2018 ได้จำแนก “การรู้ตำแหน่งข้อสนเทศในบทอ่าน” ออกเป็น 2 กระบวนการย่อย ซึ่งขึ้นอยู่กับจำนวนบทอ่านที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

- การเข้าถึงและค้นคืนสาระข้อสนเทศที่อยู่ในบทอ่าน (Scanning and locating) โดยผู้อ่านต้องอ่านบทอ่านเพียงชิ้นเดียวอย่างรวดเร็ว ๆ เพื่อค้นหาข้อมูลซึ่งเป็นเพียงคำ ถ้อยคำหรือวลี หรือค่าตัวเลข ซึ่งมีความจำเป็นเพียงเล็กน้อยที่จะต้องทำความเข้าใจกับบทอ่านทั้งหมด เนื่องจากข้อมูลเป้าหมายจะปรากฏเป็นคำต่อคำอยู่ในบทอ่าน
- การค้นหาและเลือกบทอ่านที่เกี่ยวข้อง (Searching for and selecting relevant text) ผู้อ่านต้องจัดการกับบทอ่านหลาย ๆ ชิ้น สิ่งนี้มีความเกี่ยวข้องโดยเฉพาะกับการอ่านจากสื่อดิจิทัล ซึ่งจำนวนบทอ่านที่ต้องจัดการทั้งหมดมีอยู่มากเกินกว่าที่ผู้อ่านจะสามารถอ่านได้ทั้งหมดหรือจำเป็นต้องจัดการ ทั้งนี้ ในการค้นหาข้อมูลที่ต้องการ อันดับแรกผู้อ่านจำเป็นต้องระบุก่อนว่าส่วนใดของบทอ่านที่มีความเหมาะสมซึ่งจะเป็นการเพิ่มความซับซ้อนของกระบวนการอ่าน การจัดระเบียบของบทอ่าน เช่น หัวเรื่อง แหล่งที่มาของข้อมูล (เช่น ผู้เขียน สื่อ และวันที่เผยแพร่) และลิงก์ (เช่น หน้าต่างที่แสดงผลจากการสืบค้นหาข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต) ล้วนแล้วแต่มีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับกระบวนการอ่านนี้

ภาระงานที่มีบทอ่านจากหลายแหล่งข้อมูลไม่จำเป็นต้องยากกว่าภาระงานที่มีบทอ่านจากแหล่งข้อมูลเดียว ใน PISA 2018 ได้มีการคำนึงถึงการประเมินภาระงานในการค้นหาอย่างง่าย ๆ ที่เกี่ยวข้องกับหลายบทอ่านที่มีความยาวไม่มากนักและความซับซ้อนน้อย เช่น บันทึกสั้น ๆ บทนำประกาศ หรือรายการหัวข้อเอกสารหรือผลของการค้นหาข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต อย่างไรก็ตาม เนื่องจากมีข้อจำกัดเรื่องเวลาและรูปแบบการสอบที่เป็นแบบออฟไลน์ จึงไม่สามารถใช้สถานการณ์ที่มีการสืบค้นแบบเปิดกว้างและความซับซ้อนมากขึ้นได้ซึ่งผู้อ่านอาจจะพบได้จากการอ่านบนอินเทอร์เน็ต ด้วยเหตุนี้ กระบวนการอ่านทั้งสองกระบวนการจึงสามารถพบได้ในข้อสอบที่มีความยากทุกระดับ โดยภาระงานที่ง่ายของกระบวนการอ่านทั้งสองกระบวนการจะเกี่ยวข้องกับการมีข้อมูลให้อ่านเพียงเล็กน้อย ซึ่งแสดงเป้าหมายให้เห็นอย่างเด่นชัด และมีการใช้คำที่มีความหมายเข้าใจง่าย ในขณะที่ภาระงานที่มีความซับซ้อนจะเกี่ยวข้องกับการมีข้อมูลให้อ่านที่มากขึ้น การใช้คำที่มีความหมายโดยนัยซึ่งเป้าหมายอยู่ในตำแหน่งที่ไม่เด่นชัดและมีเนื้อเรื่องอื่น ๆ ที่มาเบี่ยงเบนความสนใจ

■ การมีความเข้าใจในบทอ่าน (Understanding)

“การมีความเข้าใจในบทอ่าน” (ในกรอบการประเมินเดิมใช้คำว่า “การบูรณาการและการตีความ” และโดยทั่วไปมักหมายถึง “การอ่านเพื่อความเข้าใจ”) เกี่ยวข้องกับการสร้างตัวแทนความคิดของผู้อ่านว่าบทอ่านนั้นเป็นเรื่องเกี่ยวกับอะไร หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า ผู้อ่านต้องรับรู้ความหมายที่ถ่ายทอดในบทอ่านนั้น กรอบการประเมินความฉลาดรู้ด้านการอ่านได้ระบุกระบวนการอ่าน 2 กระบวนการย่อย ที่เกี่ยวข้องกับการมีความเข้าใจในบทอ่าน โดยแยกตามความยาวของบทอ่าน ดังนี้

- การแสดงถึงความเข้าใจในความหมายที่แท้จริงของบทอ่าน (Representing literal meaning) ผู้อ่านต้องถอดความประโยคหรือข้อความสั้น ๆ เพื่อให้ตรงกับข้อมูลเป้าหมายตามภาระงานที่ต้องการ
- การบูรณาการและลงข้อสรุปจากข้อสนเทศหลาย ๆ ส่วนที่อยู่ในบทอ่าน (Integrating and generating inferences) ผู้อ่านต้องจัดการกับข้อความที่ยาวขึ้นเพื่อสร้างความหมายโดยรวม โดยการคาดคะเนตามหลักการเหตุและผล หรือสรุปจากหลักเกณฑ์หรือข้อเท็จจริง ซึ่งอาจจะต้องเชื่อมโยงข้อมูลกับข้อความหรือบทอ่านที่หลากหลาย และสรุปว่าเชื่อมโยงกันได้อย่างไร เช่น การเชื่อมโยงในเชิงตำแหน่ง ความเชื่อมโยงตามเวลา หรือความเชื่อมโยงระหว่างเหตุและผล และอาจรวมไปถึงการเชื่อมโยงกับข้อความในคำถามด้วย ผู้อ่านอาจต้องแก้ไขข้อขัดแย้งระหว่างบทอ่านต่าง ๆ ด้วย การสร้างการบูรณาการบทอ่านแสดงถึงการเชื่อมโยงกับภาระงาน เช่น การระบุแนวคิดหลักของบทอ่านหนึ่งขึ้นหรือหนึ่งชุด การสรุปย่อข้อความที่ยาว หรือการตั้งข้อให้บทอ่านหนึ่งขึ้นหรือหนึ่งชุด การอนุมานระหว่างบทอ่านมักจะต้องการความเชี่ยวชาญในระดับสูง อาจเป็นเพราะการอนุมานดังกล่าวเกี่ยวข้องและต้องใช้กระบวนการอ่านที่จำเพาะ ซึ่งกระบวนการอ่านนี้สามารถเกิดขึ้นได้เมื่ออ่านบทอ่านหลายขึ้นหรือเมื่ออ่านบทอ่านยาว ๆ เพียงขึ้นเดียว

■ การประเมินและสะท้อนความคิดเห็นต่อบทอ่าน (Evaluating and reflecting)

กระบวนการอ่านที่จัดเป็นระดับสูงสุดที่ PISA 2018 ได้ระบุไว้ในกรอบการประเมินความฉลาดรู้ด้านการอ่าน คือ “การประเมินและสะท้อนความคิดเห็นต่อบทอ่าน” ในที่นี้ ผู้อ่านจะต้องมีความเข้าใจในบทอ่านมากกว่าความเข้าใจความหมายตามตัวอักษรหรือความหมายโดยสรุปของบทอ่านหนึ่งขึ้นหรือหนึ่งชุดเพื่อประเมินคุณภาพและความถูกต้องของเนื้อหาและรูปแบบ ภายใต้การประเมินและสะท้อนความคิดเห็นต่อบทอ่าน ประกอบด้วยกระบวนการอ่าน 3 กระบวนการย่อย ดังนี้

- การประเมินคุณภาพและความน่าเชื่อถือของบทอ่าน (Assessing quality and credibility) ผู้อ่านต้องตัดสินใจว่าเนื้อหานั้นมีความถูกต้อง เทียบตรง และ/หรือ เป็นกลางหรือไม่ ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับการระบุถึงแหล่งที่มาของข้อมูล และด้วยเหตุนี้ การระบุถึงเจตนาและการลงความเห็นของผู้เขียนก็แสดงได้ว่าผู้เขียนมีความสามารถและมีข้อมูลมากพอหรือไม่ ทั้งนี้ การประเมินคุณภาพและความน่าเชื่อถือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ ต้องการให้ผู้อ่านรวมเนื้อหาสาระที่อยู่ในบทอ่านเข้ากับข้อมูลในการชี้บอกที่อยู่รอบข้าง เช่น ใครเป็นผู้เขียน เขียนเมื่อใด เขียนเพื่อวัตถุประสงค์ใด และอื่น ๆ

- การสะท้อนความคิดเห็นเกี่ยวกับเนื้อหาและรูปแบบของเรื่องที่ได้อ่านอย่างมีวิจารณญาณ (Reflecting on content and form) ผู้อ่านต้องประเมินถึงคุณภาพและรูปแบบของบทอ่าน โดยต้องประเมินว่าเนื้อหาและรูปแบบของเรื่องแสดงจุดประสงค์และมุมมองของผู้เขียนอย่างเพียงพอหรือไม่ ในการจะสามารถทำเช่นนี้ได้ ผู้อ่านจำเป็นต้องดึงเอาความรู้และประสบการณ์จากชีวิตจริงมาใช้ในการเปรียบเทียบมุมมองที่แตกต่างกันได้
- การตรวจสอบข้อมูลที่ขัดแย้งกันและหาวิธีจัดการข้อขัดแย้งนั้น (Corroborating and handling conflict) ผู้อ่านจำเป็นต้องเปรียบเทียบข้อสนเทศระหว่างบทอ่าน ตระหนักถึงข้อขัดแย้งระหว่างบทอ่าน แล้วหาวิธีที่ดีที่สุดในการจัดการข้อขัดแย้งดังกล่าว ซึ่งจะสามารถทำได้โดยการประเมินความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล และความมีเหตุผลและความถูกต้องของข้ออ้างในแต่ละแหล่งข้อมูล กระบวนการอ่านนี้มักถูกใช้เมื่อมีการตรวจสอบบทอ่านจากหลายแหล่งข้อมูล

การประเมินและสะท้อนความคิดเห็นต่อบทอ่านนี้เป็นส่วนหนึ่งของความฉลาดรู้ด้านการอ่าน อย่างไรก็ตาม ความสำคัญของด้านนี้เพิ่งจะเด่นชัดขึ้นในยุคของการอ่านดิจิทัล เนื่องจากในปัจจุบันผู้อ่านจะต้องพบกับข้อมูลที่มีปริมาณเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ ไม่สิ้นสุด และจะต้องสามารถแยกแยะระหว่างสิ่งที่น่าเชื่อถือและสิ่งที่ไม่น่าเชื่อถือ

3. ภาระงาน (Tasks)

ภาระงานที่ต้องปฏิบัติในการประเมิน PISA คือ การที่ผู้อ่านมีส่วนร่วมกับบทอ่านอย่างมีจุดประสงค์ ซึ่งจุดประสงค์ดังกล่าวก็เพื่อตอบคำถามเกี่ยวกับบทอ่านเหล่านี้ในการแสดงให้เห็นถึงระดับความฉลาดรู้ด้านการอ่านของตนเอง โดยคำถามหรือภาระงานดังกล่าวต้องการให้นักเรียนใช้กระบวนการอ่านอย่างน้อยหนึ่งกระบวนการ ซึ่งภาระงานเหล่านี้ถูกจัดเรียงเป็นชุดข้อสอบตามแหล่งข้อมูลเดียวหรือหลายแหล่งข้อมูล ภาระงานภายในชุดข้อสอบแต่ละชุดจะถูกเรียงไว้ตามลำดับความยาก เช่น ภาระงานแรกในชุดข้อสอบหนึ่งอาจจะให้นักเรียนค้นหาสาระข้อสนเทศในบทอ่านที่เกี่ยวข้องมากที่สุด ภาระงานที่สองอาจจะให้นักเรียนพิจารณาข้อมูลที่ระบุไว้เป็นพิเศษในบทอ่าน และภาระงานที่สามอาจจะให้นักเรียนเปรียบเทียบมุมมองในสองบทอ่านที่แตกต่างกัน

โดยปกติภาระงานของ PISA จะนำเสนอในรูปแบบของชุดข้อสอบที่ไม่ต่อเนื่องและไม่เกี่ยวข้องกันโดยแต่ละชุดข้อสอบจะมีบทอ่านที่จบภายในชุดข้อสอบของตัวเอง อย่างไรก็ตาม เพื่อให้ให้นักเรียนมีส่วนร่วมกับการอ่านได้ดีขึ้น PISA 2018 จึงมีบางภาระงานที่ต้องมีการใช้สถานการณ์ต่าง ๆ ร่วมด้วย ซึ่งแต่ละภาระงานจะมีวัตถุประสงค์ที่ครอบคลุมและต้องมีการรวบรวมประเด็นสำคัญที่เกี่ยวข้องกับบทอ่านที่อาจมาจากหลายแหล่งข้อมูลที่แตกต่างกัน

การตอบคำถามในการสอบก็เป็นแบบการตอบแบบเดิม กล่าวคือ ในการตอบสนองต่อสถานการณ์นักเรียนต้องรู้ก่อนว่าคำถามคืออะไร แล้วจึงกำหนดวิธีการที่จะนำไปสู่การหาคำตอบที่ถูกต้องให้สำเร็จ และติดตามความคืบหน้าตามเส้นทางนี้ ในการตอบคำถามแบบเดิม ๆ นักเรียนจะต้องอ่านบทอ่านที่กำหนดไว้อย่างชัดเจนก่อน แต่การตอบสนองต่อภาระงานที่กำหนดให้เน้นแทนที่จะทำแบบเดิม ๆ นักเรียนก็จะมีวิธีทางเลือกที่จะตอบคำถามได้หลากหลายมากขึ้น ดังนั้น นักเรียนจะต้องค้นหาส่วนต่าง ๆ ในบทอ่านที่เกี่ยวข้องให้พบก่อน

แม้ว่าการเขียนและการอ่านเป็นทักษะที่มีความสัมพันธ์กัน และนักเรียนจะต้องพิมพ์คำตอบสั้น ๆ ที่ต้องใช้คนตรวจ แต่เนื่องจาก PISA เป็นการประเมินการอ่านไม่ใช่การเขียน ดังนั้น ทักษะการเขียน เช่น การสะกดคำ ไวยากรณ์ การเรียบเรียง และคุณภาพการเขียน จึงไม่ได้นำไปพิจารณาในการตรวจให้คะแนน

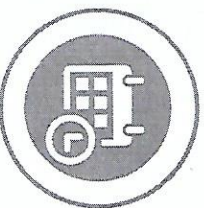
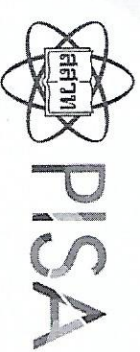
4. สถานการณ์ (Situation)

ตามกรอบการประเมินด้านการอ่านแบ่งสถานการณ์ออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

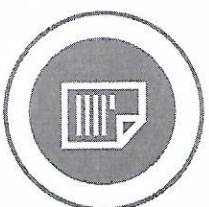
- สถานการณ์ส่วนบุคคล (Personal) เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ตั้งใจที่สนองความสนใจส่วนตัวของแต่ละคน รวมถึงสิ่งที่ตั้งใจเขียนขึ้นเพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างคนหนึ่งถึงคนอื่น ๆ ด้วย เช่น จดหมายส่วนตัว นวนิยาย อีเมลส่วนตัว และสิ่งที่มีเนื้อความสาระที่อ่านเพื่อความสนุก ความอยากรู้ส่วนตัว และเพื่อกิจกรรมสันทนาการและการพักผ่อน ส่วนสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ครอบคลุมถึงอีเมล การส่งข้อความโต้ตอบกันแบบทันที และการเขียนบล็อก (Blog) ส่วนตัวแบบการเขียนบันทึกประจำวันด้วย
- สถานการณ์สาธารณะ (Public) เกี่ยวข้องกับกิจกรรมของสังคมที่ใหญ่ขึ้น รวมทั้งเอกสารของทางการ และสาระข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ของสาธารณะ โดยทั่วไปเนื้อหาจะไม่อ้างอิงถึงใครคนใดคนหนึ่งโดยเฉพาะ เช่น มติประชุม เว็บไซต์ข่าว ประกาศของทางการ ซึ่งเป็นได้ทั้งสิ่งพิมพ์และออนไลน์
- สถานการณ์ทางการศึกษา (Educational) เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่มีจุดมุ่งหมายเฉพาะทางเกี่ยวกับการเรียนการสอน รูปแบบมีทั้งตำราสิ่งพิมพ์ ตำราสื่ออิเล็กทรอนิกส์ และซอฟต์แวร์การเรียนรู้ที่สามารถโต้ตอบได้ (Interactive) สื่อที่อ่านมักไม่ได้ถูกเลือกโดยตัวผู้อ่าน แต่มักจะถูกกำหนดโดยผู้สอน
- สถานการณ์ทางการงานอาชีพ (Occupational) เกี่ยวข้องกับการอ่านที่ต้องได้รับข้อมูลทันทีที่อ่าน เช่น การทำงานซึ่งมีทั้งตามประกาศหนังสือพิมพ์ หรือออนไลน์ คำสั่งหรือวิธีการที่กำหนดให้ทำในที่ทำงาน



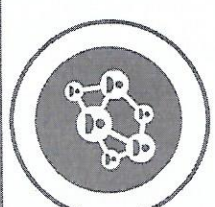
หลักสูตรอบรมการใช้ระบบออนไลน์ข้อสอบ PISA ในสถานศึกษา รุ่นที่ 1



กำหนดลงทะเบียน
และเข้ารับการอบรม



รายละเอียดหลักสูตร



ข้อมูลผู้ลงทะเบียนอบรม

25 มีนาคม – 31 พฤษภาคม 2567

ผู้เข้ารับการอบรมเรียนรู้ด้วยตนเอง
(Self Paced Learning)

โดยไม่จำกัดจำนวนผู้เข้ารับการอบรม

ลงทะเบียนอบรม



https://ipst.me/OnlineCourse_PISAItems

เพื่อสร้างความรู้ ความเข้าใจ และส่งเสริมการใช้
ระบบออนไลน์ข้อสอบ PISA ในชั้นเรียน
โดยผู้เข้ารับการอบรมจะได้

- รับทราบเกี่ยวกับลักษณะการประเมิน การสอบ
การประเมิน และผลการประเมินของ PISA
- ได้เรียนรู้และฝึกการใช้และทำข้อสอบในระบบ
และฝึกตรวจคำตอบแบบเขียนตอบตาม
แนวการตอบของข้อสอบ PISA
- ได้เห็นแนวทางการนำการประเมิน PISA สู่การ
ประเมินในชั้นเรียน

จำนวนชั่วโมงเรียน : 7 ชั่วโมง

เงื่อนไขผ่านหลักสูตร :

ส่งงานตามที่กำหนดและได้คะแนนไม่ต่ำกว่า 75%

จำนวนผู้ลงทะเบียน 4,768 คน

(ข้อมูล ณ วันที่ 1 เม.ย. 67)



หลักสูตรอบรมการใช้ระบบออนไลน์ข้อสอบ PISA ในสถาน
ศึกษา รุ่นที่ 1



หลักสูตรอบรมประกอบไปด้วย 7 บทเรียน ดังนี้

บทเรียนที่ 1 โปรแกรมประเมินผลระบบการวัดผลมาตรฐานสากล (PISA)

บทเรียนที่ 2 การบริหารประเมิน PISA

บทเรียนที่ 3 ระบบออนไลน์ข้อสอบ PISA

บทเรียนที่ 4 ระบบออนไลน์ข้อสอบ PISA ที่ได้รับอนุญาตให้เผยแพร่

บทเรียนที่ 5 การทำข้อสอบในระบบออนไลน์ข้อสอบ PISA ที่ได้รับอนุญาตให้เผยแพร่

บทเรียนที่ 6 การประเมินผลตามตัวชี้วัดทาง PISA

บทเรียนที่ 7 การนำผลการประเมิน PISA สู่การประเมินในชั้นเรียน