

แนวทางการวัดและประเมินความฉลาดรู้ด้านสถิติในระดับชั้นมัธยมศึกษา Guidelines for Assessing Statistical Literacy at the Secondary School Level

เมธาสิทธิ์ ธัญรัตนศรีสกุล^{1*} ทรงชัย อักษรคิด² และชานนท์ จันทรา³
Mathasit Tanyarattanasrisakul^{1*} Songchai Ugsonkid² and Chanon Chuntra³

Received: April 14, 2024; Revised: June 13, 2024; Accepted: June 25, 2024

บทคัดย่อ

ความฉลาดรู้ด้านสถิติเป็นทักษะสำคัญสำหรับพลเมืองในยุคที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูลข่าวสาร เป้าหมายปลายทางคือการรู้เท่าทันข้อสรุปทางสถิติที่พบในบริบทส่วนตัวและส่วนรวม เนื่องด้วยมีองค์ประกอบที่สำคัญได้แก่ ความรู้ทางสถิติ บริบท และคณิตศาสตร์ ทำให้การวัดและประเมินความฉลาดรู้ด้านสถิติมีแนวคิดต่างออกไปจากการตรวจสอบเพียงว่าถูกหรือผิด บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอแนวคิดสำหรับการวัดและการประเมินความฉลาดรู้ด้านสถิติ สารสำคัญของบทความประกอบด้วย 1) ความฉลาดรู้ด้านสถิติเป็นความสามารถในการตีความ การประเมินข้อสรุปทางสถิติอย่างมีวิจารณญาณ และการอภิปรายหรือสื่อสารความคิดเห็นของตนเองเพื่อโต้แย้งหรือสนับสนุนข้อสรุปทางสถิติ และนำไปสู่การตัดสินใจเกี่ยวกับเรื่องส่วนตัวและส่วนรวม 2) การวัดและประเมินความฉลาดรู้ด้านสถิติสำหรับนักเรียน พิจารณาจากความสามารถที่เป็นโครงสร้าง 3 ลำดับชั้น ได้แก่ ความเข้าใจคำศัพท์พื้นฐานทางสถิติ ความเข้าใจคำศัพท์ทางสถิติเมื่อปรากฏในบริบท และความสามารถในการตั้งคำถามหรือข้อสงสัยบนแนวคิดที่ซับซ้อนหรือปราศจากการให้เหตุผลทางสถิติเพื่อนำไปสู่ความเข้าใจหรือโต้แย้งข้อสรุป นิยามจำแนกระดับความฉลาดรู้ด้านสถิติเป็น 6 ระดับ จากระดับล่างสุดไปสู่ระดับสูงสุด ได้แก่ ระดับขีดจำกัด ระดับไม่เป็นทางการ ระดับไม่สอดคล้องกัน ระดับสอดคล้องกัน แต่ปราศจากวิจารณญาณ ระดับมีวิจารณญาณ และระดับมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ และ 3) การใช้ข้อสอบจำแนกระดับความฉลาดรู้ด้านสถิติทั้ง 6 ระดับ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 35 คน และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 28 คน รวม 63 คน พบว่าสามารถเลือกใช้ข้อสอบที่สอดคล้องกับลักษณะข้อสอบที่ใช้ส่งเสริมในระดับมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ จากนั้นสร้างเกณฑ์การพิจารณาโดยอาศัยพฤติกรรมบ่งชี้ของความฉลาดรู้ด้านสถิติแต่ละระดับ

คำสำคัญ: การวัดและประเมิน ความฉลาดรู้ด้านสถิติ ข้อสอบสถิติ

¹ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนราชินีบูรณะ จังหวัดนครปฐม

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สาขาการสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร

³ รองศาสตราจารย์ ดร. สาขาการสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร

* Corresponding Author e-mail: mathasit24@gmail.com

Abstract

Statistical literacy (SL) is an essential skill for citizens in an information-driven era. The ultimate goal of SL is to be cognizant of the statistical information found in both private and public contexts. SL includes important components such as knowledge of statistics, context, and mathematics. Therefore, assessing SL involves more than simply checking for right or wrong answers. The objective of this article was to present the concept of SL assessment. The main points of the article include: 1) SL was the ability to interpret, critically evaluating statistical information and discussing or communicating the opinions to argue or support statistical conclusions, and lead to decisions regarding personal and public matters 2) the assessment of SL for students based on three hierarchical levels of construct: understanding basic statistical terminology; understanding statistical terminology as it appears in context, and the ability to question claims made in context without proper statistical justification, classify the level of SL into 6 levels from the lowest level to the highest level, namely the idiosyncratic, informal, inconsistent, consistent non-critical, critical, and critical mathematical level and 3) the using a test item to classify the 6 levels of SL among 35 Matthayomsuksa 3 students and 28 Matthayomsuksa 6 students, totaling 63 students. The findings indicate that it is possible to select test items consistent with the critical mathematical level and create criteria based on behavioral indicators for each level of SL.

Keywords: assessment, statistical literacy, statistical test items

บทนำ

สังคมที่ขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยี (Society Driven by Technology) ทำให้ข้อมูลข่าวสารหรือสารสนเทศส่งต่อไปยังพลเมืองอย่างรวดเร็ว สารสนเทศเหล่านั้นส่วนใหญ่มาจากกระบวนการทางสถิติหรือเป็นการเสนอข้อสรุปทางสถิติ (Schield, 2004: 6) แต่ในบางครั้งข้อสรุปที่นำเสนอกลับไม่มีหลักฐาน ร่องรอย หรือการให้เหตุผลทางสถิติ ส่งผลให้เกิดความเข้าใจคลาดเคลื่อนในสังคมจากการรับและตีความข้อสรุปนั้น และเกิดปัญหาจากความเข้าใจที่ไม่ตรงกัน จึงปฏิเสธไม่ได้ว่า นักเรียนซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของสังคมจำเป็นต้องได้รับการเตรียมความพร้อมจากโรงเรียนให้รู้เท่าทันข้อสรุป ผลการวิจัย หรือคำกล่าวที่อ้างว่ามาจากกระบวนการทางสถิติเหล่านั้น (Aziz & Rosli, 2021: 1) กล่าวคือ การเตรียมให้นักเรียนมีความฉลาดรู้ด้านสถิติ (Statistical Literacy) ซึ่งเป็นความฉลาดรู้ประเภทหนึ่งที่รวมทักษะการทำความเข้าใจข้อสรุปทางสถิติหรือผลการวิจัย การจัดกระทำข้อมูล การนำเสนอข้อมูล ความเข้าใจแนวคิด คำศัพท์ สัญลักษณ์ ทั้งทางสถิติและความน่าจะเป็น (Ben-Zvi & Garfield, 2004: 7) รวมทั้งความสามารถในการพิจารณาสืบย้อนกลับไปสู่กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูล การเก็บรวบรวมข้อมูล และการตั้งคำถามทางสถิติ ซึ่งนับเป็นทักษะสำคัญของพลเมืองที่มีความรู้ (Büscher, 2022: 1) จากความสำคัญข้างต้น ความฉลาดรู้ด้านสถิติจึงเป็นอีกอรรถบท (Theme) ที่ควรมีการศึกษาเพื่อส่งเสริมให้เกิดขึ้นในการเรียนการสอน (Bakker, Cai & Zenger, 2021: 7) และเพิ่มพูนต่อเนื่องกันในการศึกษาทุกระดับ

แม้ว่าความฉลาดรู้ด้านสถิติจะเป็นเรื่องที่ได้รับการกล่าวถึงมามากกว่า 3 ทศวรรษ ผ่านการให้นิยามของ Wallman (1993: 1) แต่ยังมีความใหม่สำหรับการพัฒนาองค์ความรู้ทางวิชาการจากการค้นคว้าแนวทางส่งเสริม รวมทั้งการวัดและประเมินในการจัดการเรียนการสอนสถิติอยู่ค่อนข้างมาก (Sharma, 2017: 118) ซึ่งเป็นสิ่งที่ครูผู้สอนควรตระหนักและทำความเข้าใจอย่างถ่องแท้ ในด้านการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านสถิติได้มีการเน้นย้ำความสำคัญให้เห็นอย่างเป็นทางการจากเอกสารชื่อ “Pre-K–12 Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education II” หรือ GAISE II ที่ใช้เป็นแนวทางการส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านสถิติตามกรอบแนวคิดการศึกษาสถิติและวิทยาศาสตร์ข้อมูล (A Framework for Statistics and Data Science Education) สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา (Bargagliotti, Franklin, Arnold, Gould, Johnson, Perez & Spangler, 2020: 13) ไปทั่วโลก โดยได้แสดงให้เห็นถึงการส่งเสริมผ่านกระบวนการแก้ปัญหาทางสถิติ (Statistical Problem-Solving Process) เช่นเดียวกับประเทศไทยที่ได้มีการจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนมีความเข้าใจกระบวนการแก้ปัญหาทางสถิติและเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560: 29) โดยได้อธิบายความสำคัญของความฉลาดรู้ด้านสถิติที่เป็นพื้นฐานความเข้าใจสำหรับครูผู้สอนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560: 88) ไว้พอสังเขป ทว่าในเรื่องของการวัดและประเมินความฉลาดรู้ด้านสถิติ กระบวนการที่ใช้ติดตามผลการจัดการเรียนการสอนและสร้างข้อมูลป้อนกลับ (Feedback) ในการพัฒนานักเรียนที่มีความสำคัญไม่น้อยไปกว่าการส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านสถิติ อีกส่วนหนึ่งที่สำคัญและจำเป็นต้องใช้ควบคู่กับการเรียนการสอนยังไม่ได้รับการศึกษา ทำความเข้าใจ หรือปรากฏการนำไปใช้ใน

ประเทศไทยเท่าใดนัก ทำให้เมื่อต้องการวัดและประเมินความฉลาดรู้ด้านสถิติจะมุ่งไปที่ความรู้ทางสถิติเพียงอย่างเดียว สารสนเทศที่ได้จากการวัดและประเมินจึงไม่สามารถบ่งชี้ถึงความสามารถด้านสถิติที่แท้จริงของนักเรียนได้

ด้วยเหตุนี้ ผู้เขียนจึงเล็งเห็นความสำคัญและประโยชน์ของแนวทางการวัดและประเมินความฉลาดรู้ด้านสถิติ จึงได้ทำการวิเคราะห์ เรียบเรียง และนำเสนอแนวคิดไว้ในบทความฉบับนี้ เพื่อให้ครูผู้สอนนำไปใช้เตรียมการจัดการเรียนการสอน วิเคราะห์พฤติกรรมความคิด และพัฒนาความฉลาดรู้ด้านสถิติของนักเรียนให้สูงขึ้นอย่างเป็นลำดับ

ความหมายของความฉลาดรู้ด้านสถิติ

ความฉลาดรู้ด้านสถิติหรืออาจเรียกว่าการรู้เรื่องสถิติ เป็นหนึ่งในความฉลาดรู้เชิงปริมาณ (Quantitative Literacy) (Callingham & Watson, 2017: 181; Ben-Zvi & Garfield, 2004: 6) มีความสำคัญเป็นอย่างมากในสังคมที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูล ทำให้วงการศึกษายกขึ้นมาเป็นประเด็นการพัฒนาสำหรับการเรียนรู้สถิติ (Statistical Education) ทุกระดับ ปรากฏนิยามให้เห็นอย่างชัดเจนจากแนวคิดของ Wallman (1993: 1) ที่อธิบายว่าความฉลาดรู้ด้านสถิติเป็นความสามารถในการทำความเข้าใจและประเมินผลลัพธ์ทางสถิติที่แทรกซึมอยู่ในชีวิตประจำวันด้วยวิจรรย์ญาณควบคู่ไปกับการมีส่วนร่วมในการคิดทางสถิติเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับเรื่องส่วนตัวและส่วนรวม ต่อมา Gal (2002: 2-4) ได้พัฒนารอบแนวคิดของความฉลาดรู้ด้านสถิติสำหรับผู้ใหญ่ซึ่งรวมถึงนักเรียนที่จะเติบโตเป็นผู้ใหญ่ในฐานะพลเมืองวิถีประชาธิปไตย (Democracy) ในอนาคต โดยให้ความหมายว่าเป็นความสามารถของบุคคลใน 2 ประการ ได้แก่ 1) การตีความและการประเมินข้อสรุป ข้อโต้แย้ง หรือปรากฏการณ์ทางสถิติอย่างมีวิจรรย์ญาณในบริบทที่หลากหลาย และ 2) การอภิปรายและการสื่อสารความเข้าใจข้อสรุปทางสถิติ ความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้ข้อสรุป รวมทั้งความกังวลและการยอมรับข้อสรุปทางสถิติ นอกจากนี้ ยังได้อธิบายส่วนประกอบเชิงลึกที่ก่อให้เกิดความฉลาดรู้ด้านสถิติไว้ใน 2 มิติ คือ มิติแรก ได้แก่ ความรู้ (Knowledge Elements) ประกอบด้วย ทักษะการอ่านออกเขียนได้ (Literacy Skills) ฐานความรู้ที่จำเป็นสำหรับความฉลาดรู้ด้านสถิติ เนื่องจากข้อความทางสถิติเกือบทั้งหมดจะถูกส่งผ่านข้อความที่เป็นลายลักษณ์อักษรหรือด้วยวาจาผ่านการแสดงข้อมูลแบบตารางหรือกราฟที่ต้องอาศัยทักษะการอ่านออกเขียนได้เพื่อทำความเข้าใจ ความรู้ทางสถิติ (Statistical Knowledge) เจาะลึกสำคัญสำหรับการทำความเข้าใจข้อความทางสถิติซึ่งเกี่ยวข้องกับแนวคิดการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าสถิติ วิธีการทางสถิติ รวมทั้งการอ่านตาราง แผนภูมิ และกราฟ ความรู้ทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Knowledge) ส่วนสำคัญอีกประการหนึ่งของความฉลาดรู้ด้านสถิติ เนื่องจากบุคคลจำเป็นต้องทราบถึงขั้นตอนทางคณิตศาสตร์บางอย่างที่เป็นพื้นฐานของการสร้างข้อบ่งชี้หรือสูตรทางสถิติทั่วไป เช่น ร้อยละ ทักษะการคำนวณ และการให้เหตุผลเชิงสัดส่วน เป็นต้น ความรู้เกี่ยวกับบริบท (Context Knowledge) เนื่องจากบริบทเป็นแหล่งที่มาของความหมายและการตีความผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ข้อมูล การรู้บริบทจึงเป็นส่วนประกอบสำคัญของความฉลาดรู้ด้านสถิติ และทักษะการตั้งคำถามอย่างมีวิจรรย์ญาณ (Critical Question Skills) ความสามารถในการประเมินข้อความอย่างมีวิจรรย์ญาณผ่านคำถามความกังวล (Worry Question) เพื่อการรู้เท่าทันข้อสรุปทางสถิติและกระบวนการที่ทำให้ได้มาซึ่งข้อสรุปทางสถิตินั้น และมิติที่สอง ได้แก่ ลักษณะ

บุคคล (Dispositional Elements) คุณลักษณะเชิงลึกที่ทำให้บุคคลใช้มิติความรู้และแสดงความฉลาดรู้ด้านสถิติออกมาให้เห็น ประกอบด้วย การแสดงจุดยืน (Critical Stance) การยืนยันแนวคิดของตนเองเพื่อสนับสนุนหรือโต้แย้งข้อสรุปทางสถิติ ความเชื่อ (Beliefs) การมีมุมมองเชิงบวกต่อตนเองและเชื่อว่าตนเองเป็นบุคคลที่มีความสามารถที่จะใช้สถิติ และเจตคติ (Attitudes) ความเต็มใจและความสนใจที่จะคิดเชิงสถิติในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้อง แนวคิดของ Gal สะท้อนให้เห็นถึงส่วนสำคัญในการส่งเสริมให้บุคคลมีความฉลาดรู้ด้านสถิติและได้รับความนิยมนำไปใช้เป็นฐานคิดของการศึกษาวิจัยต่อยอดในวงกว้าง

จากแนวคิดข้างต้น ความฉลาดรู้ด้านสถิติจึงเป็นความสามารถในการตีความ การประเมินข้อสรุปทางสถิติอย่างมีวิจารณญาณ และการอภิปรายหรือการสื่อสารความคิดเห็นของตนเอง เพื่อโต้แย้งหรือสนับสนุนข้อสรุปทางสถิติ และนำไปสู่การตัดสินใจเกี่ยวกับเรื่องส่วนตัวและส่วนรวม ซึ่งเกิดจากการหลอมรวมความรู้ทางสถิติ บริบท และคณิตศาสตร์ เข้ากับการตั้งคำถามอย่างมีวิจารณญาณ ความเชื่อ และเจตคติของแต่ละบุคคล แม้ว่ามุมมองของความฉลาดรู้ด้านสถิติจะขยายไปถึงบริบทส่วนรวม (Public) ที่อยู่ในวิถีการดำเนินชีวิตและการทำงาน โดยอาจมองว่าเป็นเรื่องที่ใกล้ตัวสำหรับนักเรียน แต่ได้มีการวิเคราะห์ความสามารถและสร้างกรอบการประเมินที่เป็นไปได้สำหรับนักเรียน ซึ่งจะอธิบายไว้ในหัวข้อถัดไป

การวัดและประเมินความฉลาดรู้ด้านสถิติ

จากหัวข้อก่อนหน้านี้ ผู้เขียนได้อธิบายความหมายของความฉลาดรู้ด้านสถิติจากแนวคิดของนักการศึกษาที่มีชื่อเสียงในด้านนี้ หัวข้อนี้ผู้เขียนจะอธิบายถึงแนวทางการวัดและประเมินความฉลาดรู้ด้านสถิติของนักเรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานผ่านมุมมองของ Watson & Callingham (2003: 7-9) นักการศึกษาชาวออสเตรเลียซึ่งได้พัฒนาแนวคิดจากการวิจัย พร้อมทั้งยกตัวอย่างงาน (Task) หรือข้อสอบ (Item) ที่ใช้ในการประเมินให้เห็นอย่างชัดเจนใน ค.ศ. 2003 ผ่านแนวคิดของ Wallman และ Gal และสร้างเป็นแนวทางการจำแนกระดับความฉลาดรู้ด้านสถิติและถูกนำไปประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลาย อย่างไรก็ตาม แนวคิดนี้จะมุ่งอธิบายในส่วนที่เป็นข้อสอบประเภทการเขียนตอบด้วยกระดาษ (Paper Test) เท่านั้น

Watson & Callingham (2003: 7-9) มีมุมมองว่าการวัดและประเมินความฉลาดรู้ด้านสถิติสำหรับนักเรียนพิจารณาจากความสามารถของบุคคลในการตีความข้อมูลทางสถิติที่ปรากฏในรูปแบบต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นเอกสารรายงานหรือข้อมูลทางดิจิทัล พื้นฐานมาจากความสามารถ 3 ลำดับขั้น ได้แก่ 1) ความเข้าใจคำศัพท์พื้นฐานทางสถิติ 2) ความเข้าใจคำศัพท์ทางสถิติเมื่อปรากฏในบริบท และ 3) ความสามารถในการตั้งคำถามหรือข้อสงสัยบนแนวคิดที่ซับซ้อนหรือปราศจากการให้เหตุผลทางสถิติเพื่อนำไปสู่ความเข้าใจหรือโต้แย้งข้อสรุป ซึ่งเป็นการนำความรู้ทางสถิติ บริบท และคณิตศาสตร์มาบูรณาการเพื่อหาคำตอบ พฤติกรรมบ่งชี้สะท้อนผ่านอนุกรมวิธานโซโล (SOLO Taxonomy) 4 ระดับแรก ได้แก่ ระดับก่อนมีโครงสร้าง (Prestructural) หมายถึง นักเรียนตอบสนองกับข้อสอบสถิติแต่ไม่สามารถเข้าถึงส่วนประกอบที่ใช้ในการหาคำตอบ ระดับใช้โครงสร้างเดียว (Unistructural) หมายถึง นักเรียนตอบสนองกับข้อสอบสถิติโดยใช้ส่วนประกอบของข้อสอบหรือความรู้เรื่องเดียวในการหาคำตอบ ระดับใช้หลายโครงสร้าง (Multistructural) หมายถึง นักเรียนตอบสนองกับข้อสอบสถิติ

โดยใช้หลายส่วนประกอบของข้อสอบที่เตรียมไว้ให้หรือใช้ความรู้หลายเรื่องในการหาคำตอบ และระดับใช้ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้าง (Relational) หมายถึง นักเรียนตอบสนองกับข้อสอบสถิติโดยสร้างความเชื่อมโยงระหว่างส่วนประกอบต่าง ๆ ของข้อสอบและความรู้หลายเรื่องเพื่อบูรณาการร่วมกันหาคำตอบ และจำแนกความฉลาดรู้ด้านสถิติเป็น 6 ระดับ ดังตารางที่ 1 (Watson & Callingham, 2003: 14; Callingham & Watson, 2017: 185)

ตารางที่ 1 ระดับความฉลาดรู้ด้านสถิติ

ระดับความฉลาดรู้ด้านสถิติ	พฤติกรรมบ่งชี้
ระดับที่ 1 ชิดจำกัด (Idiosyncratic Level)	นักเรียนแสดงการมีส่วนร่วมกับการงานหรือสถานการณ์ (เลือก ระบุ หรือร่วมตัดสินใจ) โดย 1) ปราศจากคำอธิบาย 2) จากการอ่าน ข้อมูลในตาราง แผนภูมิ หรือกราฟ 3) นับข้อมูลที่ละตัว หรือ 4) นำข้อมูลที่ให้มาเปรียบเทียบกัน
ระดับที่ 2 ไม่เป็นทางการ (Informal Level)	นักเรียนแสดงการมีส่วนร่วมกับการงานหรือสถานการณ์ (เลือก ระบุ หรือร่วมตัดสินใจ) โดย 1) ทำการคำนวณโดยใช้ข้อมูลจากตาราง แผนภูมิ หรือกราฟ เพียงส่วนเดียวในการหาคำตอบจากงาน ที่มีองค์ประกอบซับซ้อน หรือ 2) อธิบายความหมายของคำศัพท์ ทางสถิติ หรือ 3) ใช้การอ้างอิงความรู้โดยไม่ใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ หรือไม่เชื่อการใช้สถิติ (Non-Statistical Beliefs)
ระดับที่ 3 ไม่สอดคล้องกัน (Inconsistent Level)	นักเรียนแสดงการมีส่วนร่วมกับการงานหรือสถานการณ์ (เลือก ระบุ หรือร่วมตัดสินใจ) โดยนำความรู้ทางสถิติในเชิงคุณภาพมาสนับสนุน เช่น การเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ดี มากกว่าการคำนวณค่าสถิติ
ระดับที่ 4 สอดคล้อง แต่ปราศจากวิจารณ์ญาณ (Consistent Non-Critical Level)	นักเรียนแสดงการมีส่วนร่วมกับการงานหรือสถานการณ์ (เลือก ระบุ หรือร่วมตัดสินใจ) โดย 1) ใช้ความไม่แน่นอนของโอกาสมาสนับสนุน 2) ใช้ความรู้ทางสถิติ เช่น ค่าเฉลี่ย ความน่าจะเป็นอย่างง่าย และลักษณะของตาราง แผนภูมิ กราฟ และค่าสถิติที่เหมาะสม (ข้อมูลตัวแปรเดียวที่เก็บรวบรวมจาก 1 กลุ่ม)
ระดับที่ 5 มีวิจารณ์ญาณ (Critical Level)	นักเรียนแสดงการมีส่วนร่วมกับการงานหรือสถานการณ์ (เลือก ระบุ ร่วมตัดสินใจ วิพากษ์วิจารณ์ หรือแสดงความคิดเห็น) ทั้งในบริบท การสำรวจที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคย โดย 1) การคำนวณเกี่ยวกับการ ข้อมูลตัวแปรเดียวที่เก็บรวบรวมมากกว่า 1 กลุ่ม หรือ 2) พยายาม ใช้เหตุผลเชิงสัดส่วนกับข้อมูล 2 ตัวแปรแต่ได้คำตอบที่ไม่ถูกต้อง

ตารางที่ 1 ระดับความฉลาดรู้ด้านสถิติ (ต่อ)

ระดับความฉลาดรู้ด้านสถิติ	พฤติกรรมบ่งชี้
ระดับที่ 6 มีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ (Critical Mathematical Level)	นักเรียนแสดงการมีส่วนร่วมกับการหรือสถานการณ์ (เลือก ระบุ รวมตัดสินใจ วิพากษ์วิจารณ์ หรือแสดงความคิดเห็น) ทั้งในบริบทการสำรวจที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคย โดย 1) ใช้เหตุผลเชิงสถิติส่วนตัดสินใจความสัมพันธ์ของข้อมูล 2 ตัวแปร ได้อย่างถูกต้อง หรือ 2) ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ สถิติ และความน่าจะเป็นและการตีความแง่มุมต่าง ๆ ของภาษาที่ใช้เพื่อพิจารณาความผิดพลาดของการนำเสนอข้อมูล

จากตารางที่ 1 พฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงความสามารถรู้ด้านสถิติเริ่มจากการมีส่วนร่วมในการอ่านข้อมูลจากตาราง แผนภูมิ หรือกราฟที่ไม่ซับซ้อน จากนั้นขยายไปสู่การคำนวณโดยใช้ส่วนประกอบของบริบทได้อย่างครอบคลุม ท้ายที่สุดเป็นการนำความสามารถขึ้นก่อนหน้ามาผนวกกับการใช้วิจารณญาณเพื่อวิพากษ์หรือตั้งคำถามเกี่ยวกับบริบทร่วมกับใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ สถิติ และความน่าจะเป็นและการตีความแง่มุมต่าง ๆ ของภาษาที่ใช้ หรืออาจอธิบายได้ว่าความสามารถรู้ด้านสถิติระดับขีดจำกัด และระดับไม่เป็นทางการ สะท้อนถึงความรู้ทางสถิติเท่านั้น ระดับไม่สอดคล้องกันและระดับสอดคล้องแต่ปราศจากวิจารณญาณ สะท้อนถึงการใช้ความรู้ทางสถิติในบริบทการสำรวจที่มีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างและแฝงแนวคิดความไม่แน่นอนของข้อมูล และระดับมีวิจารณญาณและมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ สะท้อนถึงการนำความรู้ทางสถิติบริบท และคณิตศาสตร์มาบูรณาการเพื่อตัดสินใจจากข้อมูลตัวแปรเดียวที่มีหลายกลุ่ม พิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ตัวแปร รวมทั้งสร้างข้อสรุปหรือโต้แย้งคำกล่าวอ้างทางสถิติ

อนึ่ง ความฉลาดรู้ด้านสถิติในระดับขีดจำกัดและระดับไม่เป็นทางการ มีพื้นฐานมาจากโครงสร้างลำดับขั้นที่ 1 ความเข้าใจคำศัพท์พื้นฐานทางสถิติ ระดับไม่สอดคล้องกันและระดับสอดคล้องแต่ปราศจากวิจารณญาณ มีพื้นฐานมาจากโครงสร้างลำดับขั้นที่ 2 ความเข้าใจคำศัพท์ทางสถิติเมื่อปรากฏในบริบท สำหรับระดับมีวิจารณญาณและระดับมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ มีพื้นฐานมาจากโครงสร้างลำดับขั้นที่ 3 ความสามารถในการตั้งคำถามหรือข้อสงสัยบนแนวคิดที่ซับซ้อนหรือปราศจากการให้เหตุผลทางสถิติเพื่อนำไปสู่ความเข้าใจหรือโต้แย้งข้อสรุป

ในมุมมองข้อสอบที่ใช้ในการวัดและประเมินความสามารถรู้ด้านสถิติในระดับต่าง ๆ Watson & Callingham (2003: 14-19) ได้อธิบายลักษณะสำคัญของข้อสอบแต่ละระดับ เมื่อนำมาผนวกกับลักษณะข้อสอบที่ผู้เขียนทำการวิเคราะห์จาก Watson & Callingham (2003: 31-46) Callingham & Watson (2017: 198-201) Sharma (2017: 124-126) Kurnia, Lowrie & Patahuddin (2023: 11-12) ทำให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับลักษณะข้อสอบที่สามารถนำมาใช้ส่งเสริมความสามารถรู้ด้านสถิติแต่ละระดับดังนี้

ระดับที่ 1 ชัดจำกัด ข้อสอบที่ใช้ส่งเสริมมีลักษณะเป็นการถามข้อมูลในตาราง แผนภูมิ และกราฟ แสดงข้อมูลทางสถิติให้นักเรียนอ่านข้อมูลและนำมาตอบคำถาม ซึ่งยังไม่มีคำถามคำนวณด้วยค่าสถิติหรือความน่าจะเป็น แต่อาจมีการคำนวณพื้นฐานอยู่บ้างเพื่อการเปรียบเทียบข้อมูลที่ตัวแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One-by-One)

ระดับที่ 2 ไม่เป็นทางการ ข้อสอบที่ใช้ส่งเสริมมีลักษณะเป็น 1) การถามความหมายของคำศัพท์ทางสถิติ หรือ 2) การให้อ่านข้อมูลจากตาราง แผนภูมิ และกราฟ เพื่อนำค่ามาคำนวณเปรียบเทียบกัน หรือ 3) การหาโอกาสจากการทดลองสุ่มอย่างง่าย หรือ 4) การตัดสินใจภายใต้ความไม่แน่นอนของข้อมูล

ระดับที่ 3 ไม่สอดคล้องกัน ข้อสอบที่ใช้ส่งเสริมมีลักษณะเป็น 1) การหาผลลัพธ์ที่เป็นไปได้จากการทดลองสุ่ม หรือ 2) การระบุวิธีการที่ยุติธรรมเพื่อใช้ในการตัดสินใจ หรือ 3) การให้พิจารณาการเลือกกลุ่มตัวอย่างการสำรวจ ซึ่งล้วนเป็นคำถามที่ต้องการคำตอบในเชิงคุณภาพ

ระดับที่ 4 สอดคล้องแต่ปราศจากวิจารณ์ ข้อสอบที่ใช้ส่งเสริมมีลักษณะเป็น 1) การหาโอกาสและความน่าจะเป็นในการเกิดเหตุการณ์ หรือ 2) การตัดสินใจความเหมาะสมของการนำเสนอข้อมูลด้วยตัวแสดงแทนเชิงสถิติ (ตารางและกราฟ) หรือ 3) การให้ตัดสินใจความเหมาะสมของการใช้ค่าสถิติ เช่น ค่าเฉลี่ยมัธยฐาน หรือฐานนิยม หรือ 4) การให้คำนวณค่าสถิติของข้อมูลตัวแปรเดียวหนึ่งกลุ่มที่มีจำนวนไม่มาก

ระดับที่ 5 มีวิจารณ์ ข้อสอบที่ใช้ส่งเสริมมีลักษณะเป็นการถามให้นักเรียนแสดงความเห็นในบริบทชีวิตจริงที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคยและตัดสินใจโดยใช้วิจารณ์ โดย 1) การให้เขียนตารางหรือกราฟเพื่อแสดงข้อมูลตามที่กำหนดในบริบท หรือ 2) การคำนวณค่าสถิติของข้อมูลตัวแปรเดียวที่มีหลายกลุ่ม

ระดับที่ 6 มีวิจารณ์ทางคณิตศาสตร์ ข้อสอบที่ใช้ส่งเสริมมีลักษณะเป็นการถามให้นักเรียนแสดงความเห็นในบริบทชีวิตจริงที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคยและตัดสินใจโดยใช้วิจารณ์ โดย 1) การให้ทำนายความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลสองตัวแปรโดยอาศัยการให้เหตุผลเชิงสัดส่วนและสรุปภายใต้ข้อมูลบริบท หรือ 2) การให้อ่านตาราง แผนภูมิ หรือกราฟ และนำมาสร้างข้อสรุปหรือข้อโต้แย้งซึ่งเกิดจากความผิดพลาดของการนำเสนอข้อมูล

ข้อสรุปข้างต้นทำให้เห็นภาพกว้างของลักษณะของข้อสอบที่ใช้ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านสถิติแต่ละระดับ ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางการจัดเตรียมข้อสอบไว้ในการประเมินหรือประยุกต์เป็นข้อคำถามไว้ใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความฉลาดรู้ด้านสถิติในระดับที่สูงขึ้นได้ อย่างไรก็ตาม การใช้ข้อสอบบ่งชี้หรือตัดสินว่านักเรียนมีความฉลาดรู้ด้านสถิติอยู่ในระดับใด ขึ้นอยู่กับลักษณะการตอบคำถามและเหตุผลที่ใช้อย่างดี และจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องพิจารณาควบคู่กับโครงสร้างทั้ง 3 ลำดับชั้นที่อธิบายไว้ก่อนหน้านี้ นอกจากนี้ด้วยการจัดเรียงเป็นโครงสร้าง 3 ลำดับชั้น การจัดระดับความฉลาดรู้ และพื้นฐานจากอนุกรมวิธานไซโล สะท้อนให้เห็นว่าข้อสอบในระดับที่ต่ำกว่าไม่สามารถวัดและประเมินพฤติกรรมของนักเรียนระดับที่สูงกว่าได้อย่างครอบคลุม ทำให้ไม่สามารถจำแนกระดับความฉลาดรู้ด้านสถิติของนักเรียนเป็น 6 ระดับได้ด้วยข้อสอบเพียง 1 ข้อ ที่อยู่ในระดับต่ำกว่ามีวิจารณ์ทางคณิตศาสตร์

แนวคิดหนึ่งที่น่าสนใจและลบล้างข้อจำกัดนี้ได้ คือ การนำข้อสอบที่มีลักษณะสอดคล้องกับข้อสอบที่ใช้ส่งเสริมในระดับมีวิจรรย์ญาณทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นระดับสูงสุด มาสร้างเกณฑ์การประเมินเป็น 6 ระดับตามพฤติกรรมบ่งชี้ในตารางที่ 1 เนื่องด้วยความรู้ในระดับสูงสุดย่อมอาศัยความรู้และความสามารถของความรู้ในระดับก่อนหน้าทั้งหมด แนวคิดนี้สอดคล้องกับ Kaplan & Thorpe (2010: 3-4) และ Kurnia, Lowrie & Patahuddin (2023: 4-6) ที่ใช้แนวคิดของ Watson & Callingham ในการจำแนกระดับความรู้ด้านสถิติ แต่ออกแบบให้ข้อสอบ 1 ข้อ สามารถตัดสินความรู้ด้านสถิติของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาได้ 6 ระดับ ในทำนองเดียวกัน หากต้องการจำแนกระดับความรู้ด้านสถิติของนักเรียนระดับประถมศึกษาใน 3 ระดับแรก สามารถนำข้อสอบที่มีลักษณะตรงตามข้อสอบที่ใช้ส่งเสริมในระดับที่ 3 และสร้างเกณฑ์การประเมินเป็น 3 ระดับ ได้เช่นกัน

จากแนวคิดข้างต้น การวัดและประเมินความรู้ด้านสถิติสำหรับนักเรียนพิจารณาจากความรู้และความสามารถที่เป็นโครงสร้าง 3 ลำดับชั้น ได้แก่ ความเข้าใจคำศัพท์พื้นฐานทางสถิติ ความเข้าใจคำศัพท์ทางสถิติเมื่อปรากฏในบริบท และความสามารถในการตั้งคำถามหรือข้อสงสัยบนแนวคิดที่ซับซ้อนหรือปราศจากการให้เหตุผลทางสถิติเพื่อนำไปสู่ความเข้าใจหรือโต้แย้งข้อสรุป นิยมจำแนกระดับความรู้ด้านสถิติเป็น 6 ระดับ จากระดับล่างสุดไปสู่ระดับสูงสุด ได้แก่ ระดับชี้แจงจำกัด ระดับไม่เป็นทางการ ระดับไม่สอดคล้องกัน ระดับสอดคล้องแต่ปราศจากวิจรรย์ญาณ ระดับมีวิจรรย์ญาณ และระดับมีวิจรรย์ญาณทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีลักษณะของข้อสอบหรืองานที่ใช้ส่งเสริมในแต่ละระดับโดยเฉพาะ ทั้งนี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการสร้างเกณฑ์การจำแนกระดับความรู้ด้านสถิติได้ผ่านการกำหนดลักษณะพฤติกรรมให้สอดคล้องกับระดับความรู้ด้านสถิติที่อยู่ก่อนหน้าจนถึงระดับที่ต้องการวัด ซึ่งผู้เขียนได้แสดงตัวอย่างไว้ในหัวข้อถัดไป

ตัวอย่างการใช้ข้อสอบจำแนกระดับความรู้ด้านสถิติ

หัวข้อนี้ ผู้เขียนยกตัวอย่างข้อสอบชื่อ “T2X2” ที่ใช้วัดและประเมินความรู้ด้านสถิติจากงานวิจัยของ Batanero, Estepa, Godino, & Green (1996: 169) ซึ่งต่อมา Callingham & Watson (2017: 199) ได้นำมาพัฒนาต่อยอดใช้ในการวิจัยเพื่อจำแนกระดับความรู้ด้านสถิติ ผู้เขียนพบว่าข้อสอบนี้สอดคล้องกับลักษณะข้อสอบในระดับมีวิจรรย์ญาณทางคณิตศาสตร์ และตรงกับโครงสร้างลำดับขั้นที่ 3 แสดงข้อสอบดังนี้

ข้อสอบ T2X2: ตารางสองทางต่อไปนี้เกิดจากการสำรวจเกี่ยวกับการสูบบุหรี่และการเป็นโรคปอดของประชาชนจำนวน 250 คน ให้นักเรียนพิจารณาใช้ข้อมูลและตัดสินใจว่าการเป็นโรคปอดเกิดจากการสูบบุหรี่หรือไม่ โดยเขียนคำตอบ พร้อมทั้งอธิบายวิธีคิดหรือการคำนวณของนักเรียนอย่างละเอียด

การจำแนก	เป็นโรคปอด	ไม่เป็นโรคปอด	รวม (คน)
สูบบุหรี่	90	60	150
ไม่สูบบุหรี่	60	40	100
รวม (คน)	150	100	250

คำตอบที่ถูกต้อง ได้แก่ การเป็นโรคปอดไม่ได้เกิดจากการสูบบุหรี่ เนื่องจากสัดส่วนของคนที่ไม่สูบบุหรี่ และเป็นโรคปอดกับสูบบุหรี่และไม่เป็นโรคปอดเท่ากับ 3 : 2 เช่นเดียวกับสัดส่วนของคนที่ไม่สูบบุหรี่และเป็นโรคปอดกับไม่สูบบุหรี่และไม่เป็นโรคปอด

เนื่องจากข้อสอบนี้ใช้วัดในระดับมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นระดับสูงสุด แสดงว่าการแสดงพฤติกรรมในระดับนี้ต้องอาศัยพฤติกรรมของความฉลาดรู้ด้านสถิติทั้ง 5 ระดับก่อนหน้า ผู้เขียนได้สร้างเกณฑ์การพิจารณาเพื่อจำแนกนักเรียนตามระดับความฉลาดรู้ด้านสถิติดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เกณฑ์การพิจารณาระดับความฉลาดรู้ด้านสถิติสำหรับข้อสอบ T2X2

ระดับความฉลาดรู้ด้านสถิติ	พฤติกรรม
ระบุว่า การเป็นโรคปอดเกิดจากการสูบบุหรี่หรือไม่เกิดจากการสูบบุหรี่	
ระดับชี้ตัวจำกัด (Idiosyncratic Level)	ใช้การเปรียบเทียบข้อมูลที่อยู่ในตารางจากการพิจารณาส่วนต่างของจำนวน
ระดับไม่เป็นทางการ (Informal Level)	ใช้การเปรียบเทียบจากการคำนวณข้อมูลเพียงส่วนเดียวของตาราง เช่น จากข้อมูลในแถวใดแถวหนึ่งหรือหลักใดหลักหนึ่ง (มากกว่าการหาส่วนต่าง) หรืออ้างอิงความรู้ด้านอื่นมาตัดสิน
ระดับไม่สอดคล้องกัน (Inconsistent Level)	ให้เหตุผลจากการเลือกกลุ่มตัวอย่างในการสำรวจที่อาจไม่แสดงถึงการเป็นตัวแทนที่ดี
ระดับสอดคล้องแต่ปราศจาก วิจารณญาณ (Consistent Non-Critical Level)	ให้เหตุผลจากความไม่แน่นอนของโอกาสที่จะพบการสูบบุหรี่และเป็นโรคปอด หรือการสูบบุหรี่และไม่เป็นโรคปอด หรือเน้นไปที่ปัจจัยอื่นที่ส่งผลต่อการเป็นโรคปอด
ระดับมีวิจารณญาณ (Critical Level)	พิจารณาคำนวณจากข้อมูลในตารางทั้งสองแถวสองหลัก (พิจารณาทีละตัวแปร) เพื่อนำมาพิจารณาความสัมพันธ์แต่ไม่ถูกต้อง หรือใช้การให้เหตุผลเชิงสัดส่วนที่ไม่ถูกต้อง

ตารางที่ 2 เกณฑ์การพิจารณาระดับความฉลาดรู้ด้านสถิติสำหรับข้อสอบ T2X2 (ต่อ)

ระดับความฉลาดรู้ด้านสถิติ	พฤติกรรม
ระบุว่า การเป็นโรคปอดเกิดจากการสูบบุหรี่หรือไม่เกิดจากการสูบบุหรี่	
ระดับมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ (Critical Mathematical Level)	พิจารณาคำนวณจากข้อมูลทั้งหมดในตารางเพื่อนำมาพิจารณาความสัมพันธ์โดยใช้วิธีการที่เหมาะสม เช่น พิจารณาสัดส่วนร้อยละ และได้คำตอบที่ถูกต้อง

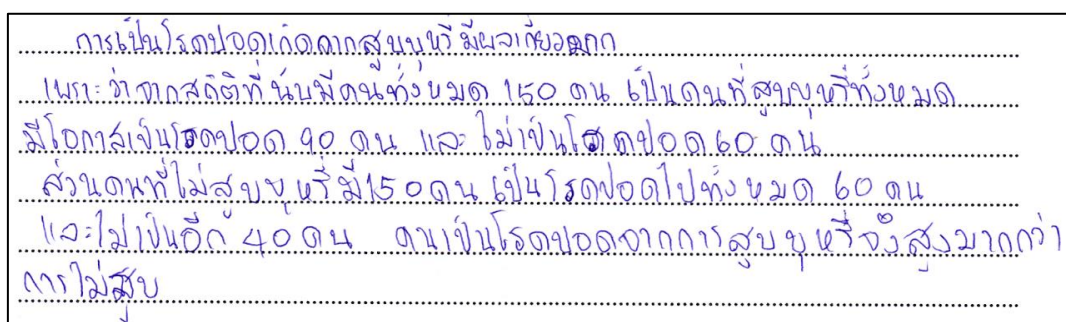
ผู้เขียนได้นำข้อสอบ T2X2 และเกณฑ์ไปใช้วัดและประเมินระดับความฉลาดรู้ด้านสถิติของนักเรียนมัธยมศึกษาในโรงเรียนรัฐบาลขนาดใหญ่พิเศษ จำนวน 63 คน จำแนกเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 35 คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 28 คน ในช่วงหลังสอบปลายภาคเรียนที่ 2 โดยใช้เวลาทดสอบ 30 นาที แสดงผลการจำแนกระดับความฉลาดรู้ด้านสถิติดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการจำแนกระดับความฉลาดรู้ด้านสถิติด้วยข้อสอบ T2X2

ระดับชั้น	จำนวนนักเรียน (คน) จำแนกตามระดับความฉลาดรู้ด้านสถิติ						รวม (คน)
	ระดับที่ 1	ระดับที่ 2	ระดับที่ 3	ระดับที่ 4	ระดับที่ 5	ระดับที่ 6	
ม.3	15	7	-	6	3	4	35
ม.6	2	2	1	1	14	8	28

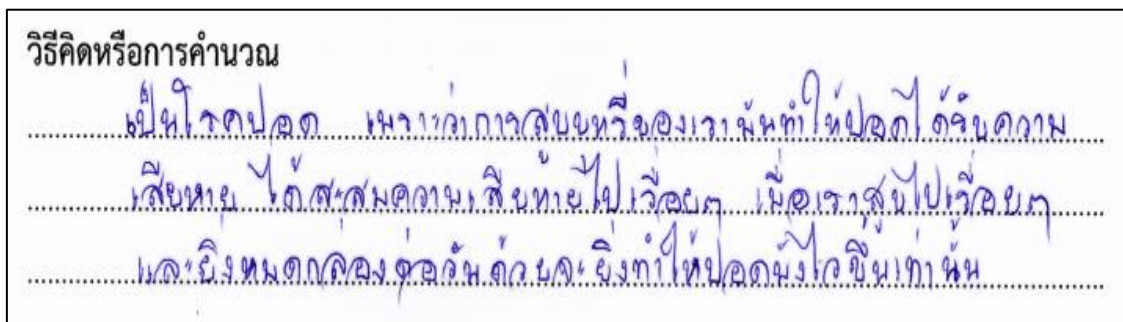
จากผลการนำข้อสอบไปใช้ดังตารางที่ 3 พบว่าเกณฑ์การพิจารณามีความครอบคลุมการคิดของนักเรียนทุกคน สะท้อนให้เห็นถึงอำนาจในการจำแนกนักเรียนตามระดับความฉลาดรู้ด้านสถิติได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้แสดงตัวอย่างร่องรอยการคิดที่สะท้อนความฉลาดรู้ด้านสถิติทั้ง 6 ระดับของนักเรียนดังนี้

1. **ระดับขีดจำกัด** นักเรียนแสดงการมีส่วนร่วมโดยการระบุว่าการเป็นโรคปอดเกิดจากการสูบบุหรี่ ซึ่งเกิดจากการเปรียบเทียบจำนวนคนที่สูบบุหรี่และเป็นโรคปอด (90 คน) จากจำนวนคนที่สูบบุหรี่ทั้งหมด (150 คน) กับจำนวนคนที่ไม่สูบบุหรี่และเป็นโรคปอด (60 คน) จากจำนวนคนที่ไม่สูบบุหรี่ (150 คน, นักเรียนอ่านข้อมูลผิดพลาด) และพบว่าจากจำนวนคนที่เท่ากันคือ 150 คน จำนวนคนที่สูบบุหรี่และเป็นโรคปอดมีจำนวนมากกว่า ร่องรอยการคิดของนักเรียนแสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ร่องรอยการคิดของนักเรียนที่สะท้อนความฉลาดรู้ด้านสถิติในระดับขีดจำกัด

2. **ระดับไม่เป็นทางการ** นักเรียนแสดงการมีส่วนร่วมโดยการระบุว่าการเป็นโรคปอดเกิดจากการสูบบุหรี่ ซึ่งนักเรียนไม่ได้ใช้ข้อมูลในตารางเพื่อหาคำตอบ แต่ใช้อ้างอิงและลงข้อสรุปจากความรู้เกี่ยวกับการสูบบุหรี่ทำให้ปอดได้รับความเสียหาย และผลของการสะสมความเสียหายที่จะทำให้เป็นโรคปอด และสะท้อนถึงการไม่เชื่อการใช้สถิติ (Non-Statistical Beliefs) อย่างชัดเจน ร่องรอยการคิดของนักเรียนแสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ร่องรอยการคิดของนักเรียนที่สะท้อนความฉลาดรู้ด้านสถิติ
ในระดับไม่เป็นทางการ

3. ระดับไม่สอดคล้องกัน นักเรียนแสดงการมีส่วนร่วมโดยระบุว่าการเป็นโรคปอดอาจเกิดจากการสูบบุหรี่หรือไม่เกิดจากการสูบบุหรี่ก็ได้ แม้ว่าก่อนลงข้อสรุปนักเรียนได้ทำการคำนวณและพบว่าร้อยละของจำนวนคนที่สูบบุหรี่และเป็นโรคปอดกับสูบบุหรี่และไม่เป็นโรคปอดเท่ากับ 60 และ 40 ตามลำดับ ซึ่งเท่ากับร้อยละของจำนวนคนที่ไม่สูบบุหรี่และเป็นโรคปอดกับไม่สูบบุหรี่และไม่เป็นโรคปอด แต่ในการสรุปนักเรียนไม่ได้ใช้ข้อมูลส่วนนี้ในการตัดสินใจ กลับให้น้ำหนักไปที่การอ้างเหตุผลจากมุมมองของการเลือกกลุ่มตัวอย่างในการสำรวจที่อาจไม่ได้เป็นตัวแทนที่ดีของประชากร ผ่านการระบุว่าการสำรวจเพียง 250 คน ไม่สามารถบอกการเป็นโรคปอดในประชาชนคนไทยได้ เป็นการตีความบริบทนี้ไปยังประชากรที่เป็นคนไทยทั่วประเทศ ร่องรอยการคิดของนักเรียนแสดงดังภาพที่ 3

1. สภาวะของตัวแปร 1 คนที่ไม่เป็นโรคปอด 11.5% จำนวนเมืองการตรวจแล้วได้ 250 คน ซึ่งไม่รวม	
สรุปไว้ในวงกลมสีแดง	
อัตราการสูบบุหรี่ในโรคปอดคือ 60% หมายความว่า 60 คือ 40% อัตราการสูบบุหรี่ในโรคปอดคือ 60% หมายความว่า 40%	
สรุป ~ การทดลอง มีรวม คน 250 คน ไม่สามารถ สังเกตการเป็นโรคปอดในประชาชนคนไทยได้	
ตัวอย่างการพิจารณาที่เห็นแก่ตัว	

ภาพที่ 3 ร่องรอยการคิดของนักเรียนที่สะท้อนความฉลาดรู้ด้านสถิติ
ในระดับไม่สอดคล้องกัน

4. ระดับสอดคล้องแต่ปราศจากวิจารณญาณ นักเรียนแสดงการมีส่วนร่วมโดยระบุว่าการสูบบุหรี่ทำให้เป็นโรคปอด แต่ตระหนักว่าการเป็นโรคปอดอาจไม่ได้เกิดจากการสูบบุหรี่เสมอไป สะท้อนถึงการให้เหตุผลจากความไม่แน่นอนของโอกาสที่จะพบการสูบบุหรี่และเป็นโรคปอดหรือการสูบบุหรี่และไม่เป็นโรคปอด แม้ว่าในช่วงต้นนักเรียนจะมีการนำจำนวนในตารางมาคำนวณค่าทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบข้อมูล แต่ไม่ได้นำผลการคำนวณมาสร้างข้อสรุป ร่องรอยการคิดของนักเรียนแสดงดังภาพที่ 4

∴ สิบคนที่ทำให้เงินโรค ๗๕ คน แต่เงินโรคปกติจากที่รับขึ้นไว้ 100% เมท =
เมไม่จำเงินต้องหยา แต่ได้กับคนก็หาหาเงินได้ (คน ๗๕)

ภาพที่ 4 ร่องรอยการคิดของนักเรียนที่สะท้อนความฉลาดรู้ด้านสถิติ
ในระดับสอดคล้องแต่ปราศจากวิจารณญาณ

5. ระดับมีวิจารณญาณ นักเรียนแสดงการมีส่วนร่วมโดยระบุว่าการเป็นโรคปกติเกิดจากการสูบบุหรี่ ซึ่งเป็นคำตอบที่ผิด โดยเกิดจากการคำนวณข้อมูลในตารางทั้งสองแถวและสองหลักเพื่อนำมาพิจารณาความสัมพันธ์และพยายามที่จะใช้เหตุผลเชิงสัดส่วน ร่องรอยการคิดของนักเรียนแสดงดังภาพที่ 5

Solⁿ สิบคนที่เงินโรคปกติ $\frac{90}{250} = 0.36$ | ไม่สิบคนที่เงินโรคปกติ $\frac{60}{250} = 0.24$
สิบคนที่เงินโรคปกติ $\frac{60}{250} = 0.24$ | ไม่สิบคนที่เงินโรคปกติ $\frac{40}{250} = 0.16$
∴ ดูจากอัตราส่วน ทำให้เห็นว่า การสูบบุหรี่ขึ้นแล้วผล ต่อคน เงินโรคปกติ

ภาพที่ 5 ร่องรอยการคิดของนักเรียนที่สะท้อนความฉลาดรู้ด้านสถิติในระดับมีวิจารณญาณ

6. ระดับมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ นักเรียนแสดงการมีส่วนร่วมโดยการระบุว่าการเป็นโรคปกติไม่เกิดจากการสูบบุหรี่ ซึ่งเป็นคำตอบที่ถูกต้องจากการพิจารณาข้อมูลชุดนี้ อนึ่ง นักเรียนแสดงการคำนวณสัดส่วนให้เห็นอย่างชัดเจนและเขียนกำกับไว้ในตาราง ช่วงท้ายมีการคำนวณเพื่อปรับให้อยู่ในรูปร้อยละ และพบว่าร้อยละของคนที่เป็นโรคปกติและสูบบุหรี่กับร้อยละของคนที่เป็นโรคปกติและไม่สูบบุหรี่เท่ากัน ร่องรอยการคิดของนักเรียนแสดงดังภาพที่ 6

การจำแนก	เป็นโรคปอด	ไม่เป็นโรคปอด	รวม (คน)
สูบบุหรี่	90 3	60 2	150 5
ไม่สูบบุหรี่	60 3	40 2	100 5
รวม (คน)	150	100	250

วิธีคิดหรือการคำนวณ

สูบบุหรี่ ไม่เป็นโรคปอด สูบบุหรี่ เป็นโรคปอด

$$\frac{60}{150} = \frac{6}{15} = \frac{2}{5} \quad \frac{90}{150} = \frac{9}{15} = \frac{3}{5}$$

ไม่สูบบุหรี่ ไม่เป็นโรคปอด ไม่สูบบุหรี่ เป็นโรคปอด

$$\frac{40}{100} = \frac{4}{10} = \frac{2}{5} \quad \frac{60}{100} = \frac{6}{10} = \frac{3}{5}$$

ไม่สูบบุหรี่ เป็นโรคปอด สูบบุหรี่ เป็นโรคปอด

$$\frac{40}{100} / \frac{40}{100} \quad \frac{60}{100} / \frac{60}{100}$$

∴ ไม่เกี่ยวข้องจากการคิด ผลลัพธ์การเป็นโรคปอด เท่ากัน โดยใช้สูตรไขว้สมการสำหรับเป็นโรคปอด

แต่ถ้าใช้สูตรคำนวณแบบอื่นแล้ว จะได้ผลลัพธ์ที่ต่างกัน

ภาพที่ 6 ร่องรอยการคิดของนักเรียนที่สะท้อนความฉลาดรู้ด้านสถิติ
ในระดับมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์

เห็นได้ว่าการใช้ข้อสอบจำแนกระดับความฉลาดรู้ด้านสถิติทั้ง 6 ระดับ สามารถเลือกใช้ข้อสอบที่มีลักษณะสอดคล้องกับข้อสอบที่ใช้ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านสถิติในระดับมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ จากนั้นสร้างเกณฑ์การพิจารณาโดยอาศัยพฤติกรรมบ่งชี้ของความฉลาดรู้ด้านสถิติแต่ละระดับ ควบคู่กับการพิจารณาโครงสร้างทั้ง 3 ลำดับชั้น ตัวอย่างการทำข้อสอบแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่านักเรียนที่มีความฉลาดรู้ด้านสถิติในระดับมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ จะต้องมีความรู้ทางสถิติในการอ่านตารางสองทาง มีความรู้เกี่ยวกับบริบท แสดงผ่านความเข้าใจการสำรวจ เข้าใจพฤติกรรมกาสูบหรี่และโรคปอด รวมทั้งมีความรู้ทางคณิตศาสตร์ ในการคำนวณร้อยละหรือสัดส่วนเพื่อนำไปสู่การมีส่วนร่วมทำงานผ่านการตัดสินใจระบุงว่าการเป็นโรคปอดเกิดจากการสูบบุหรี่หรือไม่

อย่างไรก็ตาม หากเป็นการวัดและประเมินผลนักเรียนระดับประถมศึกษาอาจใช้การจำแนกเป็น 3 ระดับ ซึ่งเกิดจากการใช้ข้อสอบที่มีลักษณะสอดคล้องกับข้อสอบที่ใช้ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านสถิติในระดับไม่สอดคล้องกัน และสร้างเกณฑ์การพิจารณาโดยอาศัยพฤติกรรมบ่งชี้ของความฉลาดรู้ด้านสถิติระดับขีดจำกัดระดับไม่เป็นทางการ และระดับไม่สอดคล้องกัน ร่วมกับการพิจารณาโครงสร้างลำดับขั้นที่ 1 และลำดับขั้นที่ 2

สรุป

การวัดและประเมินความฉลาดรู้ด้านสถิติมีความแตกต่างจากการวัดและประเมินด้านความรู้หรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องสถิติที่ไม่สามารถบ่งชี้ระดับความฉลาดรู้ได้ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญและขาดไม่ได้สำหรับการเรียนการสอนสถิติที่มีเป้าหมายเพื่อการพัฒนาและมุ่งหวังให้นักเรียนรู้เท่าทันสารสนเทศทางสถิติที่พบในสังคม ทั้งนี้ครูผู้สอนสถิติในระดับชั้นมัธยมศึกษาที่ต้องการวัดและประเมินความฉลาดรู้ด้านสถิติ ควรเริ่มต้นจากการเลือกข้อสอบสถิติที่มีลักษณะตรงกับระดับความฉลาดรู้ด้านสถิติที่ต้องการวัด จากนั้นสร้างเกณฑ์เพื่อจำแนกระดับความฉลาดรู้ด้านสถิติให้ครอบคลุมระดับที่อยู่ต่ำกว่า ซึ่งผลการนำข้อสอบไปใช้จะทำให้ทราบว่านักเรียนมีความฉลาดรู้ด้านสถิติอยู่ในระดับใด และควรใช้ข้อสอบสถิติหรืองานลักษณะใดในการส่งเสริมและพัฒนาให้นักเรียนก้าวสู่ระดับความฉลาดรู้ด้านสถิติที่สูงขึ้นต่อไป

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *คู่มือการใช้หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น*. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551*. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

ภาษาอังกฤษ

- Aziz, A.M., & Rosli, R. (2021). A Systematic Literature Review on Developing Students' Statistical Literacy Skills. *Journal of Physics: Conference Series*, 1806 (2021), 1-7. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1806/1/012102>
- Bakker, A., Cai, J., & Zenger, L. (2021). Future Themes of Mathematics Education Research: An International Survey Before and During the Pandemic. *Educational Studies in Mathematics*, 107, 1-24. <https://doi.org/10.1007/s10649-021-10049-w>

- Bargagliotti, A., Franklin, C., Arnold, P., Gould, R., Johnson, S., Perez, L., & Spangler, D.A. (2020). *Pre-K-12 Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education II (GAISE II)*. American Statistical Association.
- Batanero, C., Estepa, A., Godino, J.D., & Green, D.R. (1996). Intuitive Strategies and Preconceptions About Association in Contingency Tables. *Journal for Research in Mathematics Education*, 27 (2), 151-169. <https://doi.org/10.2307/749598>
- Ben-Zvi, D., & Garfield, J. (2004). *The Challenge of Developing Statistical Literacy, Reasoning and Thinking*. Kluwer Academic.
- Büscher, C. (2022). Design Principle for Developing Statistical Literacy in Middle Schools. *Statistics Education Research Journal*, 21 (1), 1-16. <https://doi.org/10.52041/serj.v21i1.80>
- Callingham, R., & Watson, J. (2017). The Development of Statistical Literacy at School. *Statistics Education Research Journal*, 16 (1), 181-201. [https://iase-web.org/documents/SERJ/SERJ16\(1\)_Callingham.pdf](https://iase-web.org/documents/SERJ/SERJ16(1)_Callingham.pdf)
- Gal, I. (2002). Adults' Statistical literacy: Meanings, Components, Responsibilities. *International Statistical Review*, 70 (1), 1-25. <https://doi.org/10.2307/1403713>
- Kaplan, J.J., & Thorpe, J. (2010). Post Secondary and Adult Statistical Literacy: Assessing Beyond the Classroom. In C. Reading (Ed.), *Data and Context in Statistics Education: Towards an Evidence-Based Society. Refereed Proceedings of the Eighth International Conference on Teaching Statistics*, International Statistical Institute. www.stat.auckland.ac.nz/~iase/publications.php
- Kurnia, A.B., Lowrie, T., & Patahuddin, S.M. (2023). The Development of High School Students' Statistical Literacy Across Grade Level. *Mathematics Education Research Journal*, 36 (1), 7-35. <https://doi.org/10.1007/s13394-023-00449-x>
- Schild, M. (2004). *Information Literacy, Statistical Literacy and Data Literacy*. IASSIST Quarterly. https://iassistquarterly.com/public/pdfs/iqvol282_3shields.pdf
- Sharma, S. (2017). Definitions and Models of Statistical Literacy: A Literature Review. *Open Review of Educational Research*, 4 (1), 118-133. <https://doi.org/10.1080/23265507.2017.1354313>
- Wallman, K.K. (1993). Enhancing Statistical Literacy: Enriching Society. *Journal of the American Statistical Association*, 88 (421), 1-8. <https://doi.org/10.2307/2290686>

Watson, J., & Callingham, R. (2003). Statistical Literacy: A Complex Hierarchical Construct. *Statistics Education Research Journal*, 2 (2), 3-46. [https://iase-web.org/documents/SERJ/SERJ2\(2\)_Watson_Callingham.pdf](https://iase-web.org/documents/SERJ/SERJ2(2)_Watson_Callingham.pdf)