



โครงการคณิตศาสตร์
เรื่อง Who is it นักสืบตรรกศาสตร์

ผู้จัดทำ

นางสาวพลอยปภัส	จิตรกริรมย์
นางสาวธีชานันท์	ขุนาวา
นางสาวจิณฎาหรา	ยาแดง

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ

นางสาวรัตติยา	รอดสีเสน
นางสาวเพ็ญประภา	สงเสน

ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ช่วงชั้นที่ 4 โครงการประเพณีบูรณาการ
โรงเรียนชัยบุรีพิทยา
ปีการศึกษา 2569

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำโครงการคณิตศาสตร์ เรื่อง Who is it นักสืบตรรกศาสตร์ นี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความกรุณาของนางสาวรัตติยา รอดสีเสน และนางสาวเพ็ญประภา สงเสน ครูที่ปรึกษาโครงการที่ให้คำปรึกษา แก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์จนกระทั่งโครงการสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณคุณพ่อและคุณแม่ คุณครูทุกท่านที่คอยให้การสนับสนุน อำนวยความสะดวก ให้ความห่วงใยพร้อมให้กำลังใจ และช่วยเสนอแนะทางการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างจัดทำ และขอขอบคุณนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล และปัญหาที่เกิดจากการเรียน จนถึงขั้นตอนการเผยแพร่เกม และให้ความอนุเคราะห์ในการตอบแบบสอบถาม ความพึงพอใจหลังการทำกิจกรรม

สุดท้ายขอขอบคุณโรงเรียนชัยบุรีพิทยา ที่เป็นแหล่งให้ความรู้ให้โอกาสในการสร้างสรรค์โครงการ เพื่อสถานที่ เครื่องมืออุปกรณ์ต่าง ๆ และขอแสดงความยินดีกับตัวเองที่สามารถฝ่าฟันปัญหา อุปสรรค จนสามารถทำให้โครงการคณิตศาสตร์นี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และคณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าโครงการคณิตศาสตร์ เรื่อง Who is it นักสืบตรรกศาสตร์ จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ศึกษาต่อไป

คณะผู้จัดทำ

คำนำ

โครงการเล่มนี้เป็นโครงการคณิตศาสตร์ประเภทบูรณาการ เรื่อง Who is it นักสืบตรรกศาสตร์ เป็นการศึกษาเกี่ยวกับเนื้อหา เรื่อง ตรรกศาสตร์ พร้อมทั้งสร้างเกม Who is it นักสืบตรรกศาสตร์ ในการส่งเสริมความเข้าใจของผู้เรียน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาจำนวนวิธีในการสร้างการดับบุคคลจาก ลักษณะที่สนใจ k สิ่ง เพื่อสร้างเกม Who is it นักสืบตรรกศาสตร์ ในรูปแบบเกมกระดาน และเพื่อศึกษา ความพึงพอใจที่มีต่อเกม “Who is it นักสืบตรรกศาสตร์” คณะผู้จัดทำจึงขอขอบคุณนางสาวรัตติยา รอดสีเสน และนางสาวเพ็ญประภา สงเสน ผู้ให้คำปรึกษา และแนวทางในการศึกษา คณะผู้จัดทำหวังว่ารายงานฉบับนี้ จะให้ความรู้และเป็นประโยชน์แก่ผู้อ่านทุก ๆ ท่านไม่มากนักน้อย หากมีข้อผิดพลาดประการใด ต้องขออภัยไว้ ณ ที่นี้ด้วย

คณะผู้จัดทำ

เรื่อง	Who is it นักสืบตรรกศาสตร์
ผู้จัดทำ	นางสาวพลอยภัส จิตราภิรมย์ นางสาวธิดานันท์ ชูนาวา นางสาวจินภาหยา ยาแดง
ที่ปรึกษา	นางสาวรัตติยา รอดสีเสน นางสาวเพ็ญประภา สงเสน
สถานศึกษา	โรงเรียนชัยบุรีพิทยา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสุราษฎร์ธานี ชุมพร
ปีการศึกษา	2569

บทคัดย่อ

โครงการ เรื่อง Who is it นักสืบตรรกศาสตร์ มีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อศึกษาจำนวนวิธีในการสร้างการบุคคลจากลักษณะที่สนใจ k สิ่ง (2) เพื่อสร้างเกม Who is it นักสืบตรรกศาสตร์ ในรูปแบบเกมกระดาน และ (3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อเกม “Who is it นักสืบตรรกศาสตร์”

คณะผู้จัดทำได้ดำเนินการโดยใช้ ADDIE Model ในการออกแบบและพัฒนา เกม Who is it นักสืบตรรกศาสตร์ อย่างเป็นระบบ เพื่อให้ผู้เล่นสามารถเชื่อมโยงความรู้ สร้างความเข้าใจ และความคงทนในการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผลการศึกษา (1) สามารถหาวิธีการสร้างการตั้งคำถามจากการเชื่อมประพจน์จากลักษณะที่สนใจ คือ เพศมี 2 แบบ ได้แก่ เพศชาย และเพศหญิง เครื่องประดับ มี 3 แบบ ได้แก่ สวมหมวก สวมแว่นตา และสวมนาฬิกา และสีเสื้อ มี 4 แบบ ได้แก่ สีแดง, สีเหลือง, สีฟ้า และสีเขียว สามารถสร้างการตั้งบุคคลได้ $2 \times 3 \times 4 = 24$ วิธี จากลักษณะที่สนใจ $n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_k$ แบบ สร้างคำถามที่ประกอบด้วยประพจน์

ย่อย 2 ประพจน์ โดยใช้ตัวเชื่อมประพจน์ 4 วิธี จาก $4 \times \left(\frac{n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_k}{1} \right) \left(\frac{(n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_k) - 1}{1} \right)$

สามารถสร้างการตั้งคำถามได้ $4 \times \left(\frac{9}{1} \right) \left(\frac{8}{1} \right) = 288$ วิธี (2) สามารถสร้างเกม Who is it นักสืบตรรกศาสตร์ ในรูปแบบเกมกระดานได้ (3) ผู้ตอบแบบสอบถามเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีความพึงพอใจต่อเกม Who is it นักสืบตรรกศาสตร์ อยู่ในระดับมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ (1) สร้างเกมให้มีจำนวนชุดเกมเพิ่มมากขึ้น เพื่อให้เพียงพอต่อผู้เล่น โดยอาจจะเพิ่มตัวละครลับในเกมให้มีความหลากหลาย แตกต่างกันในแต่ละชุด (2) ปรับปรุงในส่วนของเกมให้อยู่ในรูปแบบออนไลน์ เพื่อสะดวกในการเล่นมากขึ้น

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
คำนำ	ข
บทคัดย่อ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
ที่มาและความสำคัญ	1
จุดมุ่งหมายของการศึกษา	1
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	1
นิยามศัพท์เฉพาะ	2
บทที่ 2 เอกสารที่เกี่ยวข้อง	3
บทที่ 3 วิธีดำเนินการ	8
บทที่ 4 ผลการดำเนินการ	11
บทที่ 5 สรุปและอภิปรายผล	25
สรุปผล	25
อภิปรายผล	26
ประโยชน์ที่ได้รับ	26
ข้อเสนอแนะ	27
อ้างอิง	28

สารบัญตาราง

เรื่อง	หน้า
ตารางที่ 1 ตารางค่าความจริง ของ $p \wedge q$	4
ตารางที่ 2 ตารางค่าความจริง ของ $p \vee q$	4
ตารางที่ 3 ตารางค่าความจริง ของ $p \rightarrow q$	5
ตารางที่ 4 ตารางค่าความจริง ของ $p \leftrightarrow q$	5
ตารางที่ 5 ตารางค่าความจริง ของ $\sim p$ ที่ขึ้นอยู่กับค่าความจริงของ p	5
ตารางที่ 6 ตารางวางแผนการดำเนินการ	8
ตารางที่ 7 ตารางคำถามจากการเชื่อมประพจน์ด้วย “และ	15
ตารางที่ 8 ตารางคำถามจากการเชื่อมประพจน์ด้วย “หรือ”	17
ตารางที่ 9 ตารางคำถามจากการเชื่อมประพจน์ด้วย “ถ้า...แล้ว”	19
ตารางที่ 10 ตารางคำถามจากการเชื่อมประพจน์ด้วย “...ก็ต่อเมื่อ...”	21
ตารางที่ 11 ตารางแสดงจำนวนนักเรียนตามระดับชั้นที่กำลังศึกษา	23
ตารางที่ 12 ตารางแสดงข้อมูลความพึงพอใจ	24

สารบัญภาพ

เรื่อง	หน้า
ภาพที่ 1 ภาพแสดงการดำเนินการโดยใช้ ADDIE Model	9
ภาพที่ 2 ภาพแสดงการสร้างการ์ตูนบุคคล	13
ภาพที่ 3 ปัญญาประดิษฐ์ หรือ AI (ChatGPT)	14
ภาพที่ 4 การ์ตูนบุคคลได้ 24 แบบ	14

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

วิชาคณิตศาสตร์ถือเป็นรายวิชาที่มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีเหตุผล การคิดอย่างเป็นระบบ และการคิดวิเคราะห์เชิงตรรกะ ล้วนเป็นทักษะสำคัญของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะเนื้อหา เรื่อง ตรรกศาสตร์ ซึ่งเป็นหัวข้อพื้นฐานที่เชื่อมโยงกับหลายเนื้อหาในระดับที่สูงขึ้น รวมถึงมีประโยชน์ต่อการให้เหตุผลในชีวิตประจำวัน อย่างไรก็ตาม ตรรกศาสตร์เป็นเนื้อหาที่มีลักษณะเป็นนามธรรมสูง ที่ประกอบด้วยแนวคิด เช่น ประพจน์ ตัวเชื่อมประพจน์ (และ, หรือ, ถ้า...แล้ว, ก็ต่อเมื่อ) การแปลงประพจน์ และการสร้างตารางค่าความจริง ซึ่งต้องอาศัยทั้งความเข้าใจเชิงแนวคิดและทักษะในการจดจำผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่เหมาะสม ซึ่งการดัดแปลงเป็นสื่อการเรียนการสอนที่มีหัวใจสำคัญ คือ การใช้กระบวนการ Active Learning เพื่อนำไปสู่ระดับของการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนภายใต้แนวคิดของการเรียนรู้เชิงรุก โดยใช้เกมกระดานเพื่อให้ความเพลิดเพลิน กระตุ้นความสนใจ และส่งผลให้เกิดความคงทนในการเรียนรู้

เนื่องจากคณะผู้จัดทำโครงการได้เรียนรู้ใน เรื่อง ตรรกศาสตร์ ซึ่งพบว่าเป็นวิชาที่ต้องใช้ทั้งทักษะในการจดจำ การคิดวิเคราะห์ และความเข้าใจ ส่งผลให้การเรียนไม่น่าสนใจ จึงได้เล็งเห็นถึงประเด็นในการพัฒนาแนวทางการเรียนรู้ที่เน้นการมีส่วนร่วม ผ่านการประยุกต์ใช้การดัดแปลง เกม Who is it นักสืบตรรกศาสตร์ ประกอบการนำความรู้ เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น มาใช้ในการคำนวณวิธีการสร้างการตีความจากตัวเชื่อมประพจน์ โดยออกแบบให้สอดคล้องกับรูปแบบของตารางค่าความจริง ซึ่งเก๋มดังกล่าวมีลักษณะเป็นการสุ่มการตีความแล้วใช้การคิดเชิงตรรกะในการวิเคราะห์ข้อมูล ร่วมกับการตัดสินใจอย่างมีเหตุผล ซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้เกิดทักษะการสื่อสาร ฝึกฝนกระบวนการคิดควบคู่ไปกับความสนุกสนาน ทำลาย สร้างความเข้าใจที่ลึกซึ้งมากขึ้นในการเรียน เรื่อง ตรรกศาสตร์

จากความสำคัญและปัญหาข้างต้น คณะผู้จัดทำจึงได้จัดทำโครงการคณิตศาสตร์ เรื่อง Who is it นักสืบตรรกศาสตร์ขึ้น เพื่อเป็นการบูรณาการความรู้ทางคณิตศาสตร์ในเรื่อง หลักการนับ มาใช้ในการแก้ปัญหาทางการเรียน เรื่อง ตรรกศาสตร์ โดยสามารถต่อยอดความรู้ผ่านกิจกรรมเกม ให้ง่ายต่อการเข้าใจ และเกิดทักษะในการเรียนมากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังส่งเสริมให้ผู้ที่ได้เล่นเกมสามารถเชื่อมโยงความรู้เข้ากับชุดคำถามทั้งในลักษณะของเกมกระดาน

1.2 จุดมุ่งหมายของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาจำนวนวิธีในการสร้างการตีความจากลักษณะที่สนใจ k สิ่ง
2. เพื่อสร้างเกม Who is it นักสืบตรรกศาสตร์ ในรูปแบบเกมกระดาน
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อเกม Who is it นักสืบตรรกศาสตร์

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถหาวิธีการสร้างการตีความจากการเชื่อมประพจน์จากลักษณะที่สนใจ k สิ่ง
2. สามารถสร้างเกม Who is it นักสืบตรรกศาสตร์ ในรูปแบบเกมกระดานได้
3. ผู้เล่นมีความพึงพอใจต่อเกม Who is it นักสืบตรรกศาสตร์ อยู่ในระดับมากขึ้นไป

1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **หลักการนับ** หมายถึง วิธีการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการหาจำนวนวิธีที่สามารถเกิดขึ้นได้ของเหตุการณ์หรือการจัดเรียงสิ่งต่าง ๆ ตามลักษณะที่เราสนใจ โดยสามารถใช้หลักการบวก เมื่อต้องการหาจำนวนวิธีที่เหตุการณ์อย่างใดอย่างหนึ่งจะเกิดขึ้น โดยไม่เกิดพร้อมกัน และหลักการคูณ ใช้เมื่อต้องการหาจำนวนวิธีที่เหตุการณ์หลาย ๆ อย่างเกิดขึ้นต่อเนื่องกัน ซึ่งทั้งสองวิธีการเป็นพื้นฐานในการคำนวณหาจำนวนวิธีที่เป็นไปได้

2. **ตรรกศาสตร์** หมายถึง รูปแบบของการให้เหตุผลอย่างถูกต้อง การวิเคราะห์โครงสร้างของประพจน์ การพิจารณาค่าความจริงของประพจน์ และการเชื่อมโยงประพจน์ด้วยตัวเชื่อม ได้แก่ และ ($\wedge$), หรือ ($\vee$), ถ้า...แล้ว ($\rightarrow$), ...ก็ต่อเมื่อ... ($\leftrightarrow$) เพื่อสร้างประพจน์ใหม่ หรือประเมินค่าความจริงของประพจน์ที่เกิดจากการเชื่อมโยงเหล่านั้น โดยมีหลักเกณฑ์และกฎเกณฑ์ที่ชัดเจนในการให้เหตุผลและสรุปผลลัพธ์

3. **เกม Who is it นักสืบตรรกศาสตร์** หมายถึง กิจกรรมเกมรูปแบบเกมกระดาน ที่ส่งเสริมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์ ในการพิจารณาค่าความจริงของประพจน์ จากการเชื่อมประพจน์ที่ผู้เล่นจะสวมบทบาทเป็นนักสืบ ทำหน้าที่สืบหาบุคคลปริศนาให้ได้จากกลุ่มบุคคลทั้งหมดบนกระดาน โดยใช้การ์ดคำถามที่มีข้อความประพจน์และการเชื่อมประพจน์ในรูปแบบต่าง ๆ (และ, หรือ, ถ้า...แล้ว, ...ก็ต่อเมื่อ...) ซึ่งผู้เล่นต้องวิเคราะห์จากคำตอบว่าเป็นจริงหรือเป็นเท็จจากสมาชิกที่ร่วมเล่น เมื่อวิเคราะห์ได้แล้ว ผู้เล่นจะทำตัดชื่อหรือภาพของบุคคลที่ไม่ตรงตามเงื่อนไขออกไปทีละคน จนกระทั่งสามารถทายชื่อบุคคลปริศนาของฝ่ายตรงข้ามได้

บทที่ 2

เอกสารที่เกี่ยวข้อง

การจัดทำโครงการคณิตศาสตร์ เรื่อง Who is it นักสืบตรรกศาสตร์ คณะผู้จัดทำได้ศึกษา เอกสารที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจะนำเสนอรายละเอียดเป็นลำดับต่อไปนี้

2.1 หลักการนับ

2.2 ตรรกศาสตร์

2.3 เกมกระดาน

2.1 หลักการนับ

ในการพิจารณาจำนวนวิธีในการทำงานที่มีความซับซ้อน หรือการนับจำนวนเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นภายใต้เงื่อนไขหรือกฎเกณฑ์ที่กำหนด จำเป็นต้องอาศัยความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการนับ ซึ่งได้แก่ แผนภาพต้นไม้ หลักการบวก และหลักการคูณ เพื่อให้สามารถหาคำตอบของปัญหาที่ต้องการได้อย่างถูกต้อง

2.1.1 แผนภาพต้นไม้

แผนภาพต้นไม้ เป็นเครื่องมือที่ใช้แสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ของผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้นทั้งหมดในลักษณะของรูปภาพแทนการเขียนเซต โดยจะเริ่มจากจุดทางด้านซ้ายเสมอ และแตกกิ่งออกไปทางด้านขวาตามความเป็นไปได้ที่สามารถเกิดขึ้นได้ในแต่ละทางเลือก และแผนภาพต้นไม้แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

1) แผนภาพต้นไม้ ที่มีกิ่งแตกออกเป็นระเบียบ หมายถึง แผนภาพต้นไม้ที่แต่ละกิ่งให้ใหญ่เมื่อแตกออกเป็นกิ่งย่อย ๆ แล้วจะมีจำนวนกิ่งย่อย ๆ เท่ากันทุกกิ่ง

2) แผนภาพต้นไม้ ที่มีกิ่งแตกออกไม่เป็นระเบียบ หมายถึง แผนภาพต้นไม้ที่มีกิ่งให้ใหญ่แต่ละกิ่งเมื่อแตกออกไปแล้ว จะก่อให้เกิดกิ่งย่อย ๆ จำนวนไม่เท่ากันทุกกิ่ง

2.1.2 หลักการบวก

หลักการบวก คือ การทำงาน k กรณี ไม่พร้อมกัน โดยแต่ละงานทำได้ $n_1, n_2, n_3, \dots, n_k$ วิธี ดังนั้น จำนวนวิธีที่จะเลือกทำงานมีทั้งหมด $n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_k$ วิธี

ถ้าต้องการทำงานชิ้นหนึ่งโดยที่งานอย่างแรกมีวิธีทำได้ n_1 วิธี และงานอย่างที่สอง มีวิธีทำได้ n_2 วิธี ซึ่งงานทั้งสองอย่างนี้ไม่สามารถทำพร้อมกันได้ (เป็นงานที่ไม่ต่อเนื่อง) จำนวนวิธีที่จะเลือกทำงานทั้งหมดเท่ากับ $n_1 + n_2$ วิธี

ในทำนองเดียวกัน

ในการทำงานชิ้นหนึ่งถ้างานอย่างแรกมีวิธีเลือกทำงานได้ n_1 วิธี งานอย่างที่สอง มีวิธีเลือกทำงานได้ n_2 วิธี งานอย่างที่สอง มีวิธีเลือกทำงานได้ n_3 วิธี ตามลำดับ และงานอย่างที่สอง มีวิธีเลือกทำงานได้ n_k วิธี โดยที่ไม่มีงานคู่ใดสามารถทำพร้อมกันได้ (ไม่มีงานคู่ใดเป็นงานที่ต่อเนื่องกัน) แล้ว จำนวนวิธีที่จะเลือกทำงานทั้งหมดเท่ากับ $n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_k$ วิธี

2.1.3 หลักการคูณ

หลักการคูณ คือ ในการทำงานอย่างหนึ่ง ถ้าสามารถแบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็น 2 ขั้นตอน ซึ่งต้องทำต่อเนื่องกัน โดยขั้นตอนที่ 1 สามารถทำได้ n_1 วิธี ในแต่ละวิธีของขั้นตอนที่ 1 สามารถทำขั้นตอนที่ 2 ต่อไปได้ n_2 วิธี แล้วสามารถทำแบบนี้ได้ทั้งหมด $n_1 \times n_2$ วิธี

2.2 ตรรกศาสตร์

2.2.1 ประพจน์ (Proposition)

ประพจน์ (Proposition) คือ ประโยคบอกเล่าหรือประโยคปฏิเสธที่มีค่าความจริง เป็นจริง หรือเท็จอย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น

ในตรรกศาสตร์การเป็นจริงหรือเท็จของประพจน์นั้น ๆ เรียกว่า ค่าความจริง (truth value) ค่าความจริง เป็นจริง (true) เขียนแทนด้วย T ค่าความจริง เป็นเท็จ (false) เขียนแทนด้วย F

ข้อความหรือประโยคที่ไม่อยู่ในรูปบอกเล่าหรือปฏิเสธ เช่น คำถาม คำสั่ง ขอร้อง อ้อนวอน ประโยคแสดงความปรารถนา หรือประโยคอุทาน ไม่เป็นประพจน์

2.2.2 การเชื่อมประพจน์ (Propositional Connectives)

วิชาตรรกศาสตร์สามารถทำประพจน์ให้มีความซับซ้อนขึ้น โดยใช้ประพจน์ตั้งแต่ 2 ประพจน์ ขึ้นไป ในทางคณิตศาสตร์ใช้อักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็ก เช่น p, q, r,แทนประพจน์ เรียกว่า ประพจน์ ย่อย โดยประพจน์ที่เกิดจากการเชื่อมประพจน์ย่อยตั้งแต่ 2 ประพจน์ขึ้นไป เรียกว่า รูปแบบของประพจน์ และเรียกคำที่ทำหน้าที่เป็นสัณฐานของประพจน์ว่า ตัวเชื่อม (Connective) และสำหรับวิชาคณิตศาสตร์ คำเชื่อมที่พบ ได้แก่ คำว่า “และ” “หรือ” “ถ้า...แล้ว...” “ก็ต่อเมื่อ” “ไม่”

รูปแบบทั่วไปของกรณีเกี่ยวกับค่าความจริงที่ต้องพิจารณาของรูปแบบของประพจน์ที่มี ประพจน์ย่อย n ประพจน์ คือ 2^n กรณี

1) การเชื่อมประพจน์ด้วยตัวเชื่อม “และ”

ตารางที่ 1 ตารางค่าความจริง ของ $p \wedge q$ ได้ดังนี้

p	q	$p \wedge q$
T	T	T
T	F	F
F	T	F
F	F	F

สรุปความหมายของคำว่า “และ” ในตรรกศาสตร์ หมายถึง ทุกประพจน์ ดังนั้นประพจน์ที่เชื่อมด้วย “และ” จะมีค่าความจริงเป็นจริงได้ เมื่อประพจน์ย่อยทุกประพจน์ เป็นจริงทั้งหมด

2) การเชื่อมประพจน์ด้วยตัวเชื่อม “หรือ”

ตารางที่ 2 ตารางค่าความจริง ของ $p \vee q$ ได้ดังนี้

p	q	$p \vee q$
T	T	T
T	F	T
F	T	T
F	F	F

สรุปความหมายของคำว่า “หรือ” ในตรรกศาสตร์ หมายถึง ประพจน์ใดประพจน์หนึ่งหรือทุก ประพจน์

ดังนั้นประพจน์ที่เชื่อมด้วย “หรือ” จะมีค่าความจริงเป็นจริงได้ เมื่อประพจน์ย่อยบาง ประพจน์เป็นจริง

3) การเชื่อมประพจน์ด้วยตัวเชื่อม “ถ้า...แล้ว...”

ตารางที่ 3 ตารางค่าความจริง ของ $p \rightarrow q$ ได้ดังนี้

p	q	$p \rightarrow q$
T	T	T
T	F	F
F	T	T
F	F	T

สรุปความหมายของคำว่า “ถ้า...แล้ว” ในตรรกศาสตร์ หมายถึง การแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล โดยประพจน์หน้าเป็นเงื่อนไข (เหตุ) และประพจน์หลังเป็นผลที่ตามมา

ดังนั้น ประพจน์ที่เชื่อมด้วย “ถ้า...แล้ว” จะมีค่าความจริงเป็น เท็จ ก็ต่อเมื่อ ประพจน์หน้าเป็นจริง แต่ประพจน์หลังเป็นเท็จ ส่วนกรณีอื่น ๆ จะมีค่าความจริงเป็น จริง ทั้งหมด

4) การเชื่อมประพจน์ด้วยตัวเชื่อม “...ก็ต่อเมื่อ...”

ตารางที่ 4 ตารางค่าความจริง ของ $p \leftrightarrow q$ ได้ดังนี้

p	q	$p \leftrightarrow q$
T	T	T
T	F	F
F	T	F
F	F	T

สรุปความหมายของคำว่า “ก็ต่อเมื่อ” ในตรรกศาสตร์ หมายถึง การมีความหมายหรือให้ความหมายอย่างเดียวกัน สามารถแทนที่กันได้

ดังนั้น ประพจน์ที่เชื่อมด้วย “ก็ต่อเมื่อ” จะมีค่าความจริงเป็นจริงได้ เมื่อประพจน์ย่อยมีค่าความจริงเหมือนกัน

5) นิเสธของประพจน์

ตารางที่ 5 ตารางค่าความจริง ของ $\sim p$ ที่ขึ้นอยู่กับค่าความจริงของ p ได้ดังนี้

p	$\sim p$
T	F
F	T

สรุปความหมายของการเป็นนิเสธด้วยคำว่า “ไม่” ในตรรกศาสตร์ หมายถึง การปฏิเสธประพจน์เดิม

ดังนั้นค่าความจริงของประพจน์ที่เป็นนิเสธของประพจน์เดิม จะมีค่าความจริง ตรงข้ามกับค่าความจริงของประพจน์เดิมเสมอ

2.3 เกมกระดาน

2.3.1 ความหมายของเกมกระดาน

เกมกระดาน หมายถึง เกมที่เล่นบนพื้นที่กระดาน หรือพื้นที่จำลองที่กำหนดขึ้น โดยมีกฎกติกาและอุปกรณ์ประกอบการเล่น เช่น ตัวหมาก, ลูกเต๋า, ไพ่, การ์ด หรือเหรียญ โดยผู้เล่นจะต้องวางแผน คิดกลยุทธ์และตัดสินใจภายใต้เงื่อนไขต่าง ๆ ที่กำหนดไว้เพื่อบรรลุเป้าหมายของเกม ซึ่งเกมกระดานสามารถออกแบบเพื่อความบันเทิง การเรียนรู้หรือฝึกทักษะเฉพาะด้านได้

2.3.2 ความสำคัญของเกมกระดาน

1) เป็นเครื่องมือส่งเสริมการเรียนรู้ ที่ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาหรือทักษะต่าง ๆ ผ่านสถานการณ์จำลองที่สนุกและน่าสนใจ ตลอดจนสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้โดยไม่จำกัดแค่ในตำราเรียนเท่านั้น

2) พัฒนาทักษะทางปัญญา ฝึกคิดวิเคราะห์ วางแผน แก้ปัญหา และตัดสินใจอย่างมีเหตุผล ตลอดจนเสริมสร้างการคิดอย่างเป็นระบบและคิดเชิงกลยุทธ์

3) ใช้เป็นเครื่องมือวัดผลและประเมินผลผู้เรียน ซึ่งครูสามารถสังเกตพฤติกรรมการคิด การวางแผน และทักษะทางสังคมของผู้เรียนได้ผ่านการเล่นเกม

2.3.3 ประโยชน์ของเกมกระดาน

1) ส่งเสริมการเรียนรู้ผ่านการเล่น ทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมอย่างกระตือรือร้น และเกิดการเรียนรู้จากสถานการณ์จำลอง

2) พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหา จากการวางแผน วิเคราะห์เงื่อนไข และตัดสินใจในสถานการณ์ต่าง ๆ

3) เพิ่มแรงจูงใจในการเรียน ทำให้การเรียนรู้สนุกสนาน ลดความเครียด เพิ่มความสนใจในเนื้อหาวิชาการ

4) ฝึกทักษะการวางแผนและตัดสินใจ ผู้เล่นต้องเลือกวางกลยุทธ์ และตัดสินใจจากข้อมูล และสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลง

บทที่ 3

วิธีดำเนินการ

โครงการคณิตศาสตร์ เรื่อง Who is it นักสืบตรรกศาสตร์ เป็นโครงการกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และเพื่อให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายของการศึกษาโครงการ คณะผู้จัดทำจึงกำหนดรายละเอียด ดังนี้

3.1 วัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการ

3.2 ตารางการดำเนินการ

3.3 ขั้นตอนการดำเนินการ

3.1 วัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือ และโปรแกรมที่ใช้ในการดำเนินการ

คณะผู้จัดทำได้ดำเนินการโดยใช้วัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือ และโปรแกรม ดังนี้

3.1.1 แท่นวางการ์ดบุคคล

3.1.2 การ์ดบุคคล

3.1.3 การ์ดคำถาม

3.1.4 ปัญญาประดิษฐ์ หรือ AI (ChatGPT)

3.1.5 เครื่องคอมพิวเตอร์, แท็บเล็ต และสมาร์ทโฟน

3.1.6 กระดาษถ่ายเอกสารขนาด A4, กระดาษการ์ด และกระดาษโปสเตอร์

3.1.7 เครื่องเคลือบบัตรและพลาสติกเคลือบ

3.1.8 เครื่องพิมพ์เอกสาร

3.2 ตารางการดำเนินการ

ตารางที่ 6 ตารางวางแผนการดำเนินการ ดังนี้

ระยะเวลา	การดำเนินการ	ผู้รับผิดชอบ
9 – 13 มิถุนายน 2569	ศึกษากระบวนการดำเนินการและตัวอย่างที่เกี่ยวข้องกับโครงการคณิตศาสตร์	คณะผู้จัดทำ
16 – 20 มิถุนายน 2569	ศึกษาหัวข้อโครงการคณิตศาสตร์ที่สนใจ และเลือกหัวข้อที่ต้องการศึกษา	คณะผู้จัดทำ
23 มิถุนายน 2569	ประชุมวางแผนการดำเนินการร่วมกับครูที่ปรึกษา โดยร่วมกันคิด วางแผน และกำหนดแนวทางในการดำเนินการ	คณะผู้จัดทำ และครูที่ปรึกษา
24 – 27 มิถุนายน 2569	ดำเนินการตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง นำมาวิเคราะห์ และสรุปผล	คณะผู้จัดทำ
30 มิถุนายน 2569	ประชุมอภิปราย พร้อมนำเสนอโครงร่างโครงการต่อครูที่ปรึกษาโครงการ เพื่อขอคำแนะนำต่อไป	คณะผู้จัดทำ และครูที่ปรึกษา
1 – 4 กรกฎาคม 2569	ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของครูที่ปรึกษา	คณะผู้จัดทำ
7 – 9 กรกฎาคม 2569	จัดทำรูปเล่มโครงการ สื่อการนำเสนอ เสนอต่อครูที่ปรึกษาอีกครั้งเพื่อตรวจสอบความเรียบร้อย	คณะผู้จัดทำ

ระยะเวลา	การดำเนินการ	ผู้รับผิดชอบ
14 – 18 กรกฎาคม 2569	ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ และทดลองใช้สื่อที่สร้างขึ้นกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง	คณะผู้จัดทำ
21 – 25 กรกฎาคม 2569	ทดลองใช้เกม Who is it นักสืบตรรกศาสตร์ กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง	คณะผู้จัดทำ และครูที่ปรึกษา
29 – 30 กรกฎาคม 2569	ประชุมอภิปราย หลังจากทดลองใช้เกม Who is it นักสืบตรรกศาสตร์ กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ต่อครูที่ปรึกษาโครงการ เพื่อขอคำแนะนำต่อไป	คณะผู้จัดทำ และครูที่ปรึกษา
1 – 4 สิงหาคม 2569	เผยแพร่เกม Who is it นักสืบตรรกศาสตร์ กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง และสอบถามความพึงพอใจ	คณะผู้จัดทำ และครูที่ปรึกษา
5 – 6 สิงหาคม 2569	จัดทำรูปเล่มโครงการ สื่อการนำเสนอ ฉบับสมบูรณ์ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้ว	คณะผู้จัดทำ

3.3 ขั้นตอนการดำเนินการ

คณะผู้จัดทำได้ดำเนินการโดยใช้ ADDIE Model ในการออกแบบและพัฒนา เกม Who is it นักสืบตรรกศาสตร์ อย่างเป็นระบบ เพื่อให้ผู้เล่นสามารถเชื่อมโยงความรู้ สร้างความเข้าใจ และความคงทนในการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ



ภาพที่ 1 ภาพแสดงการดำเนินการโดยใช้ ADDIE Model

1) Analysis (การวิเคราะห์)

การวิเคราะห์ความต้องการ เป้าหมายของการเรียนรู้ ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มเป้าหมาย และปัญหาที่ต้องการแก้ไข เพื่อให้ทราบถึงเนื้อหาหรือกระบวนการใดจำเป็นสำหรับการออกแบบ ตามขั้นตอนดังนี้

1.1) วิเคราะห์ปัญหา และเป้าหมายด้านการเรียน เรื่อง ตรรกศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1.2) กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ให้สอดคล้องกับปัญหา และเป้าหมายที่กำหนด

1.3) ระบุทักษะที่ต้องการพัฒนาในการเรียน เรื่อง ตรรกศาสตร์

1.4) วิเคราะห์ข้อจำกัดและทรัพยากร ในการออกแบบเกมการเรียนรู้

2) Design (การออกแบบ)

ออกแบบลักษณะของเกมจากเรื่องที่ศึกษา โดยการประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง หลักการนับ เชื่อมโยงกับ เรื่อง ตรรกศาสตร์ และกำหนดวัตถุประสงค์ ผลลัพธ์ที่ต้องการ สื่อที่ใช้ วิธีการ และการประเมินผล

- 2.1) ออกแบบกลไกเกม ด้วยการศึกษาค้นคว้าที่เกี่ยวข้อง และความนิยมในยุคปัจจุบัน
- 2.2) สร้างเนื้อหาและรูปแบบเกมจากการบูรณาการ เรื่อง หลักการนับ ให้สอดคล้องกับเนื้อหา เรื่อง ตรรกศาสตร์
- 2.3) กำหนดวิธีเล่นและกติกาอย่างเป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เล่นสามารถเข้าใจได้ง่ายต่อการเล่นเกม
- 2.4) ออกแบบองค์ประกอบภาพรวมให้มีความเหมาะสม และดึงดูดความสนใจ

3) Development (การพัฒนา)

พัฒนาเกม Who is it นักสืบตรรกศาสตร์ ตามที่ได้ออกแบบไว้

- 3.1) สร้างต้นแบบเกมด้วยการศึกษาวิธีการหาจำนวนวิธีในการสร้างเกมกระดานตามลักษณะที่สนใจ k สิ่ง ตามหลักการของหลักการนับ และเชื่อมโยงความรู้เข้ากับการเชื่อมโยงประพจน์ ในเรื่อง ตรรกศาสตร์
- 3.2 ผลิตอุปกรณ์และการ์ดเกม โดยคำนวณหาจำนวนวิธีที่ได้จากลักษณะที่สนใจ k สิ่ง จากเรื่อง หลักการนับ ประกอบการเชื่อมโยงประพจน์ ในเรื่อง ตรรกศาสตร์ เข้ามาใช้ โดยศึกษาวิธีการจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาสร้างการ์ดบุคคล และการ์ดคำถาม
- 3.3) จัดทำคู่มือและเอกสาร ที่กำหนดวิธีเล่นและกติกาอย่างละเอียด
- 3.4) พัฒนาเกม Who is it นักสืบตรรกศาสตร์ ในรูปแบบเกมกระดาน

4) Implementation (การดำเนินการ)

นำเกม Who is it นักสืบตรรกศาสตร์ ที่พัฒนาขึ้น มาใช้ในการเรียนรู้ เรื่อง ตรรกศาสตร์ เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพ

- 4.1) เตรียมผู้แนะนำวิธีการใช้เกม ผู้สาธิตวิธีการเล่น หรือผู้นำเกม
- 4.2) จัดเตรียมอุปกรณ์ให้มีความพร้อม และพื้นที่ ให้มีความเหมาะสมในการเล่นเกม Who is it นักสืบตรรกศาสตร์
- 4.3) ดำเนินกิจกรรมการเล่น โดยคณะผู้จัดทำเป็นผู้คอยให้คำแนะนำ และช่วยแก้ปัญหา หากเกิดปัญหาในระหว่างการเล่น
- 4.4) สังเกตและบันทึกผลการทำกิจกรรมจากเกม Who is it นักสืบตรรกศาสตร์ เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข

5) Evaluation (การประเมินผล)

การประเมินความพึงพอใจของผู้เล่นหลังการใช้เกม Who is it นักสืบตรรกศาสตร์ เพื่อวัดประสิทธิผลของเกม ว่าตรงกับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ และปรับปรุงแก้ไขตามผลลัพธ์ที่ได้

- 5.1) ประเมินความพึงพอใจของผู้เล่นหลังการใช้เกม Who is it นักสืบตรรกศาสตร์
- 5.2) วิเคราะห์ประสิทธิภาพของเกม
- 5.3) รวบรวมข้อเสนอแนะ
- 5.4) ปรับปรุงและพัฒนาเกม Who is it นักสืบตรรกศาสตร์ต่อไป

บทที่ 4

ผลการดำเนินการ

จากผลการดำเนินการศึกษาโครงการกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่อง Who is it นักสืบทรรกศาสตร์ ในครั้งนี้ คณะผู้จัดทำได้ผลการศึกษาแบ่งเป็น 4 ตอน ตามลำดับ ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาจำนวนวิธีในการสร้างการ์ดบุคคลจากลักษณะที่สนใจ k สิ่ง

ศึกษาจำนวนวิธีการสร้างการ์ดบุคคล จากการใช้หลักการคูณ

ขั้นตอนที่ 1 เลือกลักษณะที่สนใจชนิดที่ 1 ในการสร้างการ์ด มี n_1 แบบ

ขั้นตอนที่ 2 เลือกลักษณะที่สนใจชนิดที่ 2 ในการสร้างการ์ด มี n_2 แบบ

ขั้นตอนที่ 3 เลือกลักษณะที่สนใจชนิดที่ 3 ในการสร้างการ์ด มี n_3 แบบ

⋮

ขั้นตอนที่ k เลือกลักษณะที่สนใจชนิดที่ k ในการสร้างการ์ด มี n_k แบบ

ดังนั้น จะได้จำนวนวิธีในการสร้างการ์ดบุคคลได้ $n_1 \times n_2 \times n_3 \times \dots \times n_k$ วิธี

จากหลักการคูณข้างต้น พิจารณาลักษณะของบุคคลที่สนใจ 3 สิ่ง ดังนี้

1) ลักษณะที่สนใจ คือ เพศ มี 2 แบบ ได้แก่ เพศหญิง และเพศชาย

2) ลักษณะที่สนใจ คือ เครื่องประดับ มี 3 แบบ ได้แก่ สวมหมวก, สวมแว่นตา และสวมนาฬิกา

3) ลักษณะที่สนใจ คือ สีเสื้อ มี 4 แบบ ได้แก่ สีแดง, สีเหลือง, สีฟ้า และสีเขียว

สามารถสร้างการ์ดบุคคลได้ $2 \times 3 \times 4 = 24$ วิธี

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาจำนวนวิธีในการสร้างการ์ดคำถามจากการเชื่อมประพจน์ จากลักษณะที่สนใจ k สิ่ง

ศึกษาจำนวนวิธีการสร้างการ์ดเกมส์ จากการใช้หลักการบวก

สร้างคำถามเพื่อตามหาบุคคลปริศนาจากสิ่งที่สนใจ k สิ่ง ดังนี้

กรณีที่ 1 เลือกบทบาทที่สนใจชนิดที่ 1 ในการสร้างคำถาม มี n_1 แบบ

กรณีที่ 2 เลือกบทบาทที่สนใจชนิดที่ 2 ในการสร้างคำถาม มี n_2 แบบ

กรณีที่ 3 เลือกบทบาทที่สนใจชนิดที่ 3 ในการสร้างคำถาม มี n_3 แบบ

⋮

กรณีที่ k เลือกบทบาทที่สนใจชนิดที่ k ในการสร้างคำถาม มี n_k แบบ

จากหลักการบวก จะมีบทบาทที่สนใจ $n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_k$ แบบ

จากนั้น สร้างคำถามที่ประกอบด้วยประพจน์ย่อย 2 ประพจน์ โดยใช้ตัวเชื่อมประพจน์ จากบทบาทที่สนใจทั้งหมด $n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_k$ แบบ ได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 เลือกบทบาทที่สนใจในประพจน์ที่ 1 ได้ $\left(\frac{n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_k}{1} \right)$ วิธี

ขั้นที่ 2 เลือกบทบาทที่สนใจในประพจน์ที่ 2 ได้ $\left(\frac{(n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_k) - 1}{1} \right)$ วิธี

ขั้นที่ 3 เลือกตัวเชื่อมประพจน์ ได้ 4 วิธี

ดังนั้น จะได้จำนวนวิธีในการสร้างคำถามทั้งหมด

$$4 \times \left(\frac{n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_k}{1} \right) \left(\frac{(n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_k) - 1}{1} \right) \text{ วิธี}$$

จากหลักการข้างต้น พิจารณาจำนวนวิธีในการสร้างคำถามทั้งหมด ดังนี้

1) เลือกลักษณะที่สนใจในประพจน์ที่ 1 $\left(\frac{2+3+4}{1}\right)$ วิธี

2) เลือกลักษณะที่สนใจในประพจน์ที่ 2 $\left(\frac{(2+3+4)-1}{1}\right)$ วิธี

3) เลือกตัวเชื่อมประพจน์ได้ 4 วิธี (และ, หรือ, ถ้า...แล้ว, ...ก็ต่อเมื่อ...)

สามารถสร้างการ์ดคำถามได้ $4 \times \left(\frac{9}{1}\right) \left(\frac{8}{1}\right) = 288$ วิธี

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาการสร้างเกม Who is it นักสืบตรรกศาสตร์ รูปแบบกระดาน

3.1 การหาจำนวนวิธีในการสร้างการ์ดบุคคล

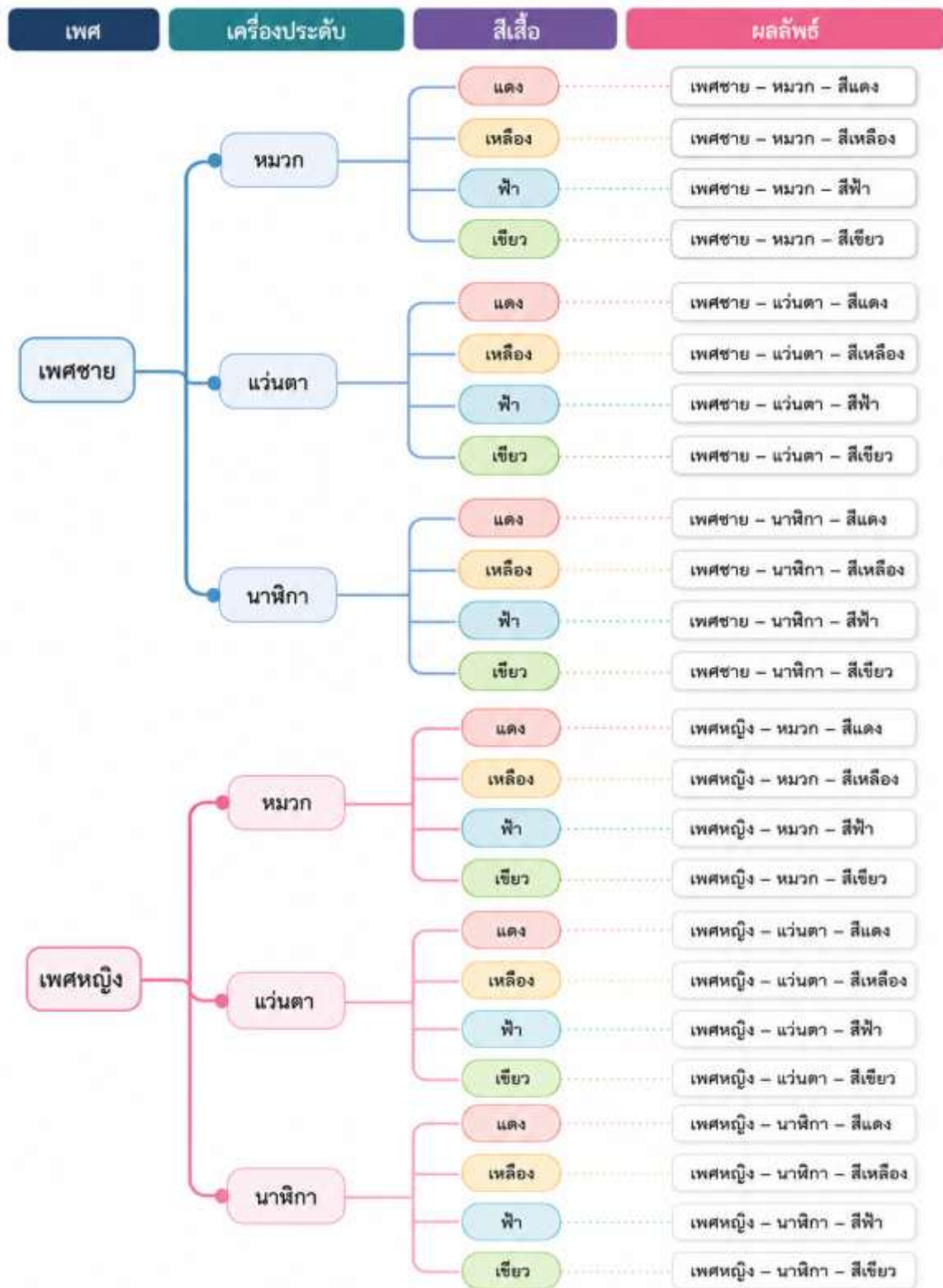
ลักษณะของบุคคลประกอบด้วย 1) เพศ ได้แก่ เพศชายและเพศหญิง 2) เครื่องประดับ 3 อย่าง ได้แก่ หมวก แว่นตา และนาฬิกา 3) เสื้อ 4 สี ได้แก่ สีแดง สีเหลือง สีฟ้า และสีเขียว

ขั้นตอนที่ 1 เลือกเพศในการสร้างการ์ด มี 2 แบบ

ขั้นตอนที่ 2 เลือกเครื่องประดับในการสร้างการ์ด มี 3 แบบ

ขั้นตอนที่ 3 เลือกสีเสื้อในการสร้างการ์ด มี 4 แบบ

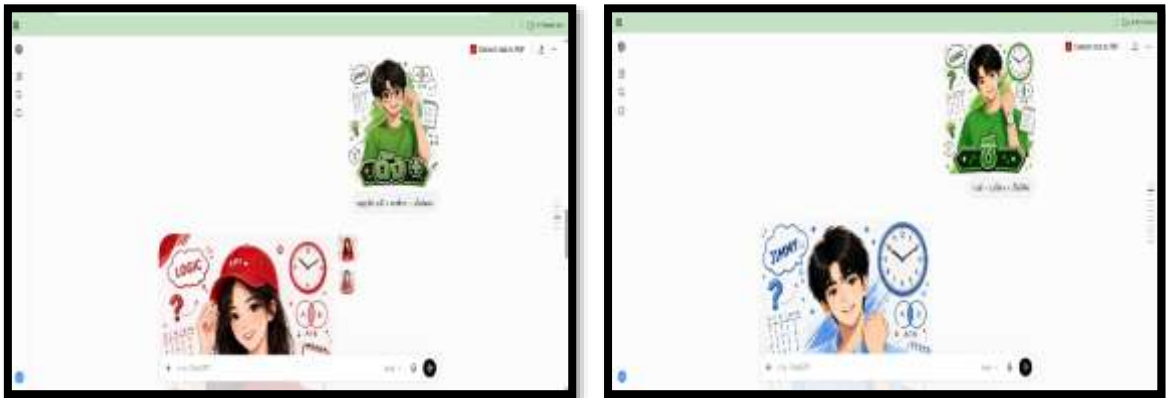
ดังนั้น สามารถสร้างการ์ดได้ $2 \times 3 \times 4 = 24$ วิธี ดังนี้



ภาพที่ 2 ภาพแสดงการสร้างการ์ดบุคคล

3.2 การออกแบบการ์ดบุคคลด้วย ปัญญาประดิษฐ์ หรือ AI (ChatGPT)

ออกแบบลักษณะบุคคลตามผลลัพธ์ในข้อที่ 3.1) ด้วยปัญญาประดิษฐ์ หรือ AI (ChatGPT) โดยโปรแกรมจะสร้างรูปภาพเพียงป้อนคำสั่งด้วยการอธิบาย ระบุลักษณะเฉพาะของตัว บุคคลที่ต้องการ



ภาพที่ 3 ปัญญาประดิษฐ์ หรือ AI (ChatGPT)

จากการดำเนินการข้างต้นสามารถ สร้างการ์ดบุคคลได้ 24 แบบ ดังนี้



ภาพที่ 4 การ์ดบุคคลได้ 24 แบบ

3.3 สร้างคำถามที่ประกอบด้วยประพจน์ย่อย 2 ประพจน์ โดยใช้ตัวเชื่อมประพจน์

ลักษณะของบุคคลสนใจทั้งหมด ได้แก่ เพศ 2 แบบ เครื่องประดับ 3 แบบ และสีเสื้อ 4 แบบ คิดเป็น $2 + 3 + 4 = 9$ แบบ

สร้างคำถามที่ประกอบด้วยประพจน์ย่อย 2 ประพจน์ โดยใช้ตัวเชื่อมประพจน์และ, หรือ, ถ้า...แล้ว, ...ก็ต่อเมื่อ... รวม 4 แบบ ได้ดังนี้

$$4 \times \left(\frac{n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_k}{1} \right) \left(\frac{(n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_k) - 1}{1} \right) = 4 \times \left(\frac{9}{1} \right) \left(\frac{8}{1} \right)$$

ดังนั้น สามารถสร้างการ์ดคำถามได้ 288 วิธี ดังนี้

ตารางแสดงคำถามที่ประกอบด้วยประพจน์ย่อย 2 ประพจน์ โดยใช้ตัวเชื่อมประพจน์

- ตารางที่ 7 คำถามจากการเชื่อมประพจน์ด้วย “และ” ใช้สัญลักษณ์ “ $\wedge$ ”

คำถามที่	ประพจน์ที่ 1 (p)	ประพจน์ที่ 2 (q)	$p \wedge q$
1	เพศชาย	เพศหญิง	เพศชายและเพศหญิง
2	เพศชาย	สวมหมวก	เพศชายและสวมหมวก
3	เพศชาย	สวมแว่นตา	เพศชายและสวมแว่นตา
4	เพศชาย	สวมนาฬิกา	เพศชายและสวมนาฬิกา
5	เพศชาย	ใส่เสื้อสีแดง	เพศชายและใส่เสื้อสีแดง
6	เพศชาย	ใส่เสื้อสีเหลือง	เพศชายและใส่เสื้อสีเหลือง
7	เพศชาย	ใส่เสื้อสีฟ้า	เพศชายและใส่เสื้อสีฟ้า
8	เพศชาย	ใส่เสื้อสีเขียว	เพศชายและใส่เสื้อสีเขียว
9	เพศหญิง	เพศชาย	เพศหญิงและเพศชาย
10	เพศหญิง	สวมหมวก	เพศหญิงและสวมหมวก
11	เพศหญิง	สวมแว่นตา	เพศหญิงและสวมแว่นตา
12	เพศหญิง	สวมนาฬิกา	เพศหญิงและสวมนาฬิกา
13	เพศหญิง	ใส่เสื้อสีแดง	เพศหญิงและใส่เสื้อสีแดง
14	เพศหญิง	ใส่เสื้อสีเหลือง	เพศหญิงและใส่เสื้อสีเหลือง
15	เพศหญิง	ใส่เสื้อสีฟ้า	เพศหญิงและใส่เสื้อสีฟ้า
16	เพศหญิง	ใส่เสื้อสีเขียว	เพศหญิงและใส่เสื้อสีเขียว
17	สวมหมวก	เพศชาย	สวมหมวกและเพศชาย
18	สวมหมวก	เพศหญิง	สวมหมวกและเพศหญิง
19	สวมหมวก	สวมแว่นตา	สวมหมวกและสวมแว่นตา
20	สวมหมวก	สวมนาฬิกา	สวมหมวกและสวมนาฬิกา
21	สวมหมวก	ใส่เสื้อสีแดง	สวมหมวกและใส่เสื้อสีแดง
22	สวมหมวก	ใส่เสื้อสีเหลือง	สวมหมวกและใส่เสื้อสีเหลือง
23	สวมหมวก	ใส่เสื้อสีฟ้า	สวมหมวกและใส่เสื้อสีฟ้า
24	สวมหมวก	ใส่เสื้อสีเขียว	สวมหมวกและใส่เสื้อสีเขียว
25	สวมแว่นตา	เพศชาย	สวมแว่นตาและเพศชาย
26	สวมแว่นตา	เพศหญิง	สวมแว่นตาและเพศหญิง
27	สวมแว่นตา	สวมหมวก	สวมแว่นตาและสวมหมวก
28	สวมแว่นตา	สวมนาฬิกา	สวมแว่นตาและสวมนาฬิกา
29	สวมแว่นตา	ใส่เสื้อสีแดง	สวมแว่นตาและใส่เสื้อสีแดง
30	สวมแว่นตา	ใส่เสื้อสีเหลือง	สวมแว่นตาและใส่เสื้อสีเหลือง
31	สวมแว่นตา	ใส่เสื้อสีฟ้า	สวมแว่นตาและใส่เสื้อสีฟ้า
32	สวมแว่นตา	ใส่เสื้อสีเขียว	สวมแว่นตาและใส่เสื้อสีเขียว
33	สวมนาฬิกา	เพศชาย	สวมนาฬิกาและเพศชาย
34	สวมนาฬิกา	เพศหญิง	สวมนาฬิกาและเพศหญิง
35	สวมนาฬิกา	สวมหมวก	สวมนาฬิกาและสวมหมวก
36	สวมนาฬิกา	สวมแว่นตา	สวมนาฬิกาและสวมแว่นตา
37	สวมนาฬิกา	ใส่เสื้อสีแดง	สวมนาฬิกาและใส่เสื้อสีแดง

คำถามที่	ประพจน์ที่ 1 (p)	ประพจน์ที่ 2 (q)	$p \wedge q$
38	สวมนาฬิกา	ใส่เสื้อสีเหลือง	สวมนาฬิกาและใส่เสื้อสีเหลือง
39	สวมนาฬิกา	ใส่เสื้อสีฟ้า	สวมนาฬิกาและใส่เสื้อสีฟ้า
40	สวมนาฬิกา	ใส่เสื้อสีเขียว	สวมนาฬิกาและใส่เสื้อสีเขียว
41	ใส่เสื้อสีแดง	เพศชาย	ใส่เสื้อสีแดงและเพศชาย
42	ใส่เสื้อสีแดง	เพศหญิง	ใส่เสื้อสีแดงและเพศหญิง
43	ใส่เสื้อสีแดง	สวมหมวก	ใส่เสื้อสีแดงและสวมหมวก
44	ใส่เสื้อสีแดง	สวมแว่นตา	ใส่เสื้อสีแดงและสวมแว่นตา
45	ใส่เสื้อสีแดง	สวมนาฬิกา	ใส่เสื้อสีแดงและสวมนาฬิกา
46	ใส่เสื้อสีแดง	ใส่เสื้อสีเหลือง	ใส่เสื้อสีแดงและใส่เสื้อสีเหลือง
47	ใส่เสื้อสีแดง	ใส่เสื้อสีฟ้า	ใส่เสื้อสีแดงและใส่เสื้อสีฟ้า
48	ใส่เสื้อสีแดง	ใส่เสื้อสีเขียว	ใส่เสื้อสีแดงและใส่เสื้อสีเขียว
49	ใส่เสื้อสีเหลือง	เพศชาย	ใส่เสื้อสีเหลืองและเพศชาย
50	ใส่เสื้อสีเหลือง	เพศหญิง	ใส่เสื้อสีเหลืองและเพศหญิง
51	ใส่เสื้อสีเหลือง	สวมหมวก	ใส่เสื้อสีเหลืองและสวมหมวก
52	ใส่เสื้อสีเหลือง	สวมแว่นตา	ใส่เสื้อสีเหลืองและสวมแว่นตา
53	ใส่เสื้อสีเหลือง	สวมนาฬิกา	ใส่เสื้อสีเหลืองและสวมนาฬิกา
54	ใส่เสื้อสีเหลือง	ใส่เสื้อสีแดง	ใส่เสื้อสีเหลืองและใส่เสื้อสีแดง
55	ใส่เสื้อสีเหลือง	ใส่เสื้อสีฟ้า	ใส่เสื้อสีเหลืองและใส่เสื้อสีฟ้า
56	ใส่เสื้อสีเหลือง	ใส่เสื้อสีเขียว	ใส่เสื้อสีเหลืองและใส่เสื้อสีเขียว
57	ใส่เสื้อสีฟ้า	เพศชาย	ใส่เสื้อสีฟ้าและเพศชาย
58	ใส่เสื้อสีฟ้า	เพศหญิง	ใส่เสื้อสีฟ้าและเพศหญิง
59	ใส่เสื้อสีฟ้า	สวมหมวก	ใส่เสื้อสีฟ้าและสวมหมวก
60	ใส่เสื้อสีฟ้า	สวมแว่นตา	ใส่เสื้อสีฟ้าและสวมแว่นตา
61	ใส่เสื้อสีฟ้า	สวมนาฬิกา	ใส่เสื้อสีฟ้าและสวมนาฬิกา
62	ใส่เสื้อสีฟ้า	ใส่เสื้อสีแดง	ใส่เสื้อสีฟ้าและใส่เสื้อสีแดง
63	ใส่เสื้อสีฟ้า	ใส่เสื้อสีเหลือง	ใส่เสื้อสีฟ้าและใส่เสื้อสีเหลือง
64	ใส่เสื้อสีฟ้า	ใส่เสื้อสีเขียว	ใส่เสื้อสีฟ้าและใส่เสื้อสีเขียว
65	ใส่เสื้อสีเขียว	เพศชาย	ใส่เสื้อสีเขียวและเพศชาย
66	ใส่เสื้อสีเขียว	เพศหญิง	ใส่เสื้อสีเขียวและเพศหญิง
67	ใส่เสื้อสีเขียว	สวมหมวก	ใส่เสื้อสีเขียวและสวมหมวก
68	ใส่เสื้อสีเขียว	สวมแว่นตา	ใส่เสื้อสีเขียวและสวมแว่นตา
69	ใส่เสื้อสีเขียว	สวมนาฬิกา	ใส่เสื้อสีเขียวและสวมนาฬิกา
70	ใส่เสื้อสีเขียว	ใส่เสื้อสีแดง	ใส่เสื้อสีเขียวและใส่เสื้อสีแดง
71	ใส่เสื้อสีเขียว	ใส่เสื้อสีเหลือง	ใส่เสื้อสีเขียวและใส่เสื้อสีเหลือง
72	ใส่เสื้อสีเขียว	ใส่เสื้อสีฟ้า	ใส่เสื้อสีเขียวและใส่เสื้อสีฟ้า

- ตารางที่ 8 คำถามจากการเชื่อมประพจน์ด้วย “หรือ” ใช้สัญลักษณ์ “ $\vee$ ”

คำถามที่	ประพจน์ที่ 1 (p)	ประพจน์ที่ 2 (q)	$p \vee q$
1	เพศชาย	เพศหญิง	เพศชายหรือเพศหญิง
2	เพศชาย	สวมหมวก	เพศชายหรือสวมหมวก
3	เพศชาย	สวมแว่นตา	เพศชายหรือสวมแว่นตา
4	เพศชาย	สวมนาฬิกา	เพศชายหรือสวมนาฬิกา
5	เพศชาย	ใส่เสื้อสีแดง	เพศชายหรือใส่เสื้อสีแดง
6	เพศชาย	ใส่เสื้อสีเหลือง	เพศชายหรือใส่เสื้อสีเหลือง
7	เพศชาย	ใส่เสื้อสีฟ้า	เพศชายหรือใส่เสื้อสีฟ้า
8	เพศชาย	ใส่เสื้อสีเขียว	เพศชายหรือใส่เสื้อสีเขียว
9	เพศหญิง	เพศชาย	เพศหญิงหรือเพศชาย
10	เพศหญิง	สวมหมวก	เพศหญิงหรือสวมหมวก
11	เพศหญิง	สวมแว่นตา	เพศหญิงหรือสวมแว่นตา
12	เพศหญิง	สวมนาฬิกา	เพศหญิงหรือสวมนาฬิกา
13	เพศหญิง	ใส่เสื้อสีแดง	เพศหญิงหรือใส่เสื้อสีแดง
14	เพศหญิง	ใส่เสื้อสีเหลือง	เพศหญิงหรือใส่เสื้อสีเหลือง
15	เพศหญิง	ใส่เสื้อสีฟ้า	เพศหญิงหรือใส่เสื้อสีฟ้า
16	เพศหญิง	ใส่เสื้อสีเขียว	เพศหญิงหรือใส่เสื้อสีเขียว
17	สวมหมวก	เพศชาย	สวมหมวกหรือเพศชาย
18	สวมหมวก	เพศหญิง	สวมหมวกหรือเพศหญิง
19	สวมหมวก	สวมแว่นตา	สวมหมวกหรือสวมแว่นตา
20	สวมหมวก	สวมนาฬิกา	สวมหมวกหรือสวมนาฬิกา
21	สวมหมวก	ใส่เสื้อสีแดง	สวมหมวกหรือใส่เสื้อสีแดง
22	สวมหมวก	ใส่เสื้อสีเหลือง	สวมหมวกหรือใส่เสื้อสีเหลือง
23	สวมหมวก	ใส่เสื้อสีฟ้า	สวมหมวกหรือใส่เสื้อสีฟ้า
24	สวมหมวก	ใส่เสื้อสีเขียว	สวมหมวกหรือใส่เสื้อสีเขียว
25	สวมแว่นตา	เพศชาย	สวมแว่นตาหรือเพศชาย
26	สวมแว่นตา	เพศหญิง	สวมแว่นตาหรือเพศหญิง
27	สวมแว่นตา	สวมหมวก	สวมแว่นตาหรือสวมหมวก
28	สวมแว่นตา	สวมนาฬิกา	สวมแว่นตาหรือสวมนาฬิกา
29	สวมแว่นตา	ใส่เสื้อสีแดง	สวมแว่นตาหรือใส่เสื้อสีแดง
30	สวมแว่นตา	ใส่เสื้อสีเหลือง	สวมแว่นตาหรือใส่เสื้อสีเหลือง
31	สวมแว่นตา	ใส่เสื้อสีฟ้า	สวมแว่นตาหรือใส่เสื้อสีฟ้า
32	สวมแว่นตา	ใส่เสื้อสีเขียว	สวมแว่นตาหรือใส่เสื้อสีเขียว
33	สวมนาฬิกา	เพศชาย	สวมนาฬิกาหรือเพศชาย
34	สวมนาฬิกา	เพศหญิง	สวมนาฬิกาหรือเพศหญิง
35	สวมนาฬิกา	สวมหมวก	สวมนาฬิกาหรือสวมหมวก
36	สวมนาฬิกา	สวมแว่นตา	สวมนาฬิกาหรือสวมแว่นตา
37	สวมนาฬิกา	ใส่เสื้อสีแดง	สวมนาฬิกาหรือใส่เสื้อสีแดง
38	สวมนาฬิกา	ใส่เสื้อสีเหลือง	สวมนาฬิกาหรือใส่เสื้อสีเหลือง

คำถามที่	ประพจน์ที่ 1 (p)	ประพจน์ที่ 2 (q)	$p \vee q$
39	สวมนาฬิกา	ใส่เสื้อสีฟ้า	สวมนาฬิกาหรือใส่เสื้อสีฟ้า
40	สวมนาฬิกา	ใส่เสื้อสีเขียว	สวมนาฬิกาหรือใส่เสื้อสีเขียว
41	ใส่เสื้อสีแดง	เพศชาย	ใส่เสื้อสีแดงหรือเพศชาย
42	ใส่เสื้อสีแดง	เพศหญิง	ใส่เสื้อสีแดงหรือเพศหญิง
43	ใส่เสื้อสีแดง	สวมหมวก	ใส่เสื้อสีแดงหรือสวมหมวก
44	ใส่เสื้อสีแดง	สวมแว่นตา	ใส่เสื้อสีแดงหรือสวมแว่นตา
45	ใส่เสื้อสีแดง	สวมนาฬิกา	ใส่เสื้อสีแดงหรือสวมนาฬิกา
46	ใส่เสื้อสีแดง	ใส่เสื้อสีเหลือง	ใส่เสื้อสีแดงหรือใส่เสื้อสีเหลือง
47	ใส่เสื้อสีแดง	ใส่เสื้อสีฟ้า	ใส่เสื้อสีแดงหรือใส่เสื้อสีฟ้า
48	ใส่เสื้อสีแดง	ใส่เสื้อสีเขียว	ใส่เสื้อสีแดงหรือใส่เสื้อสีเขียว
49	ใส่เสื้อสีเหลือง	เพศชาย	ใส่เสื้อสีเหลืองหรือเพศชาย
50	ใส่เสื้อสีเหลือง	เพศหญิง	ใส่เสื้อสีเหลืองหรือเพศหญิง
51	ใส่เสื้อสีเหลือง	สวมหมวก	ใส่เสื้อสีเหลืองหรือสวมหมวก
52	ใส่เสื้อสีเหลือง	สวมแว่นตา	ใส่เสื้อสีเหลืองหรือสวมแว่นตา
53	ใส่เสื้อสีเหลือง	สวมนาฬิกา	ใส่เสื้อสีเหลืองหรือสวมนาฬิกา
54	ใส่เสื้อสีเหลือง	ใส่เสื้อสีแดง	ใส่เสื้อสีเหลืองหรือใส่เสื้อสีแดง
55	ใส่เสื้อสีเหลือง	ใส่เสื้อสีฟ้า	ใส่เสื้อสีเหลืองหรือใส่เสื้อสีฟ้า
56	ใส่เสื้อสีเหลือง	ใส่เสื้อสีเขียว	ใส่เสื้อสีเหลืองหรือใส่เสื้อสีเขียว
57	ใส่เสื้อสีฟ้า	เพศชาย	ใส่เสื้อสีฟ้าหรือเพศชาย
58	ใส่เสื้อสีฟ้า	เพศหญิง	ใส่เสื้อสีฟ้าหรือเพศหญิง
59	ใส่เสื้อสีฟ้า	สวมหมวก	ใส่เสื้อสีฟ้าหรือสวมหมวก
60	ใส่เสื้อสีฟ้า	สวมแว่นตา	ใส่เสื้อสีฟ้าหรือสวมแว่นตา
61	ใส่เสื้อสีฟ้า	สวมนาฬิกา	ใส่เสื้อสีฟ้าหรือสวมนาฬิกา
62	ใส่เสื้อสีฟ้า	ใส่เสื้อสีแดง	ใส่เสื้อสีฟ้าหรือใส่เสื้อสีแดง
63	ใส่เสื้อสีฟ้า	ใส่เสื้อสีเหลือง	ใส่เสื้อสีฟ้าหรือใส่เสื้อสีเหลือง
64	ใส่เสื้อสีฟ้า	ใส่เสื้อสีเขียว	ใส่เสื้อสีฟ้าหรือใส่เสื้อสีเขียว
65	ใส่เสื้อสีเขียว	เพศชาย	ใส่เสื้อสีเขียวหรือเพศชาย
66	ใส่เสื้อสีเขียว	เพศหญิง	ใส่เสื้อสีเขียวหรือเพศหญิง
67	ใส่เสื้อสีเขียว	สวมหมวก	ใส่เสื้อสีเขียวหรือสวมหมวก
68	ใส่เสื้อสีเขียว	สวมแว่นตา	ใส่เสื้อสีเขียวหรือสวมแว่นตา
69	ใส่เสื้อสีเขียว	สวมนาฬิกา	ใส่เสื้อสีเขียวหรือสวมนาฬิกา
70	ใส่เสื้อสีเขียว	ใส่เสื้อสีแดง	ใส่เสื้อสีเขียวหรือใส่เสื้อสีแดง
71	ใส่เสื้อสีเขียว	ใส่เสื้อสีเหลือง	ใส่เสื้อสีเขียวหรือใส่เสื้อสีเหลือง
72	ใส่เสื้อสีเขียว	ใส่เสื้อสีฟ้า	ใส่เสื้อสีเขียวหรือใส่เสื้อสีฟ้า

- ตารางที่ 9 คำถามจากการเชื่อมประพจน์ด้วย “ถ้า...แล้ว” ใช้สัญลักษณ์ “ $\rightarrow$ ”

คำถามที่	ประพจน์ที่ 1 (p)	ประพจน์ที่ 2 (q)	$p \rightarrow q$
1	เพศชาย	เพศหญิง	ถ้าเพศชายแล้วเพศหญิง
2	เพศชาย	สวมหมวก	ถ้าเพศชายแล้วสวมหมวก
3	เพศชาย	สวมแว่นตา	ถ้าเพศชายแล้วสวมแว่นตา
4	เพศชาย	สวมนาฬิกา	ถ้าเพศชายแล้วสวมนาฬิกา
5	เพศชาย	ใส่เสื้อสีแดง	ถ้าเพศชายแล้วใส่เสื้อสีแดง
6	เพศชาย	ใส่เสื้อสีเหลือง	ถ้าเพศชายแล้วใส่เสื้อสีเหลือง
7	เพศชาย	ใส่เสื้อสีฟ้า	ถ้าเพศชายแล้วใส่เสื้อสีฟ้า
8	เพศชาย	ใส่เสื้อสีเขียว	ถ้าเพศชายแล้วใส่เสื้อสีเขียว
9	เพศหญิง	เพศชาย	ถ้าเพศหญิงแล้วเพศชาย
10	เพศหญิง	สวมหมวก	ถ้าเพศหญิงแล้วสวมหมวก
11	เพศหญิง	สวมแว่นตา	ถ้าเพศหญิงแล้วสวมแว่นตา
12	เพศหญิง	สวมนาฬิกา	ถ้าเพศหญิงแล้วสวมนาฬิกา
13	เพศหญิง	ใส่เสื้อสีแดง	ถ้าเพศหญิงแล้วใส่เสื้อสีแดง
14	เพศหญิง	ใส่เสื้อสีเหลือง	ถ้าเพศหญิงแล้วใส่เสื้อสีเหลือง
15	เพศหญิง	ใส่เสื้อสีฟ้า	ถ้าเพศหญิงแล้วใส่เสื้อสีฟ้า
16	เพศหญิง	ใส่เสื้อสีเขียว	ถ้าเพศหญิงแล้วใส่เสื้อสีเขียว
17	สวมหมวก	เพศชาย	ถ้าสวมหมวกแล้วเพศชาย
18	สวมหมวก	เพศหญิง	ถ้าสวมหมวกแล้วเพศหญิง
19	สวมหมวก	สวมแว่นตา	ถ้าสวมหมวกแล้วสวมแว่นตา
20	สวมหมวก	สวมนาฬิกา	ถ้าสวมหมวกแล้วสวมนาฬิกา
21	สวมหมวก	ใส่เสื้อสีแดง	ถ้าสวมหมวกแล้วใส่เสื้อสีแดง
22	สวมหมวก	ใส่เสื้อสีเหลือง	ถ้าสวมหมวกแล้วใส่เสื้อสีเหลือง
23	สวมหมวก	ใส่เสื้อสีฟ้า	ถ้าสวมหมวกแล้วใส่เสื้อสีฟ้า
24	สวมหมวก	ใส่เสื้อสีเขียว	ถ้าสวมหมวกแล้วใส่เสื้อสีเขียว
25	สวมแว่นตา	เพศชาย	ถ้าสวมแว่นตาแล้วเพศชาย
26	สวมแว่นตา	เพศหญิง	ถ้าสวมแว่นตาแล้วเพศหญิง
27	สวมแว่นตา	สวมหมวก	ถ้าสวมแว่นตาแล้วสวมหมวก
28	สวมแว่นตา	สวมนาฬิกา	ถ้าสวมแว่นตาแล้วสวมนาฬิกา
29	สวมแว่นตา	ใส่เสื้อสีแดง	ถ้าสวมแว่นตาแล้วใส่เสื้อสีแดง
30	สวมแว่นตา	ใส่เสื้อสีเหลือง	ถ้าสวมแว่นตาแล้วใส่เสื้อสีเหลือง
31	สวมแว่นตา	ใส่เสื้อสีฟ้า	ถ้าสวมแว่นตาแล้วใส่เสื้อสีฟ้า
32	สวมแว่นตา	ใส่เสื้อสีเขียว	ถ้าสวมแว่นตาแล้วใส่เสื้อสีเขียว
33	สวมนาฬิกา	เพศชาย	ถ้าสวมนาฬิกาแล้วเพศชาย
34	สวมนาฬิกา	เพศหญิง	ถ้าสวมนาฬิกาแล้วเพศหญิง
35	สวมนาฬิกา	สวมหมวก	ถ้าสวมนาฬิกาแล้วสวมหมวก
36	สวมนาฬิกา	สวมแว่นตา	ถ้าสวมนาฬิกาแล้วสวมแว่นตา
37	สวมนาฬิกา	ใส่เสื้อสีแดง	ถ้าสวมนาฬิกาแล้วใส่เสื้อสีแดง
38	สวมนาฬิกา	ใส่เสื้อสีเหลือง	ถ้าสวมนาฬิกาแล้วใส่เสื้อสีเหลือง

- ตารางที่ 10 คำถามจากการเชื่อมประพจน์ด้วย “...ก็ต่อเมื่อ...” ใช้สัญลักษณ์ “ $\leftrightarrow$ ”

คำถามที่	ประพจน์ที่ 1 (p)	ประพจน์ที่ 2 (q)	$p \leftrightarrow q$
1	เพศชาย	เพศหญิง	เพศชายก็ต่อเมื่อเพศหญิง
2	เพศชาย	สวมหมวก	เพศชายก็ต่อเมื่อสวมหมวก
3	เพศชาย	สวมแว่นตา	เพศชายก็ต่อเมื่อสวมแว่นตา
4	เพศชาย	สวมนาฬิกา	เพศชายก็ต่อเมื่อสวมนาฬิกา
5	เพศชาย	ใส่เสื้อสีแดง	เพศชายก็ต่อเมื่อใส่เสื้อสีแดง
6	เพศชาย	ใส่เสื้อสีเหลือง	เพศชายก็ต่อเมื่อใส่เสื้อสีเหลือง
7	เพศชาย	ใส่เสื้อสีฟ้า	เพศชายก็ต่อเมื่อใส่เสื้อสีฟ้า
8	เพศชาย	ใส่เสื้อสีเขียว	เพศชายก็ต่อเมื่อใส่เสื้อสีเขียว
9	เพศหญิง	เพศชาย	เพศหญิงก็ต่อเมื่อเพศชาย
10	เพศหญิง	สวมหมวก	เพศหญิงก็ต่อเมื่อสวมหมวก
11	เพศหญิง	สวมแว่นตา	เพศหญิงก็ต่อเมื่อสวมแว่นตา
12	เพศหญิง	สวมนาฬิกา	เพศหญิงก็ต่อเมื่อสวมนาฬิกา
13	เพศหญิง	ใส่เสื้อสีแดง	เพศหญิงก็ต่อเมื่อใส่เสื้อสีแดง
14	เพศหญิง	ใส่เสื้อสีเหลือง	เพศหญิงก็ต่อเมื่อใส่เสื้อสีเหลือง
15	เพศหญิง	ใส่เสื้อสีฟ้า	เพศหญิงก็ต่อเมื่อใส่เสื้อสีฟ้า
16	เพศหญิง	ใส่เสื้อสีเขียว	เพศหญิงก็ต่อเมื่อใส่เสื้อสีเขียว
17	สวมหมวก	เพศชาย	สวมหมวกก็ต่อเมื่อเพศชาย
18	สวมหมวก	เพศหญิง	สวมหมวกก็ต่อเมื่อเพศหญิง
19	สวมหมวก	สวมแว่นตา	สวมหมวกก็ต่อเมื่อสวมแว่นตา
20	สวมหมวก	สวมนาฬิกา	สวมหมวกก็ต่อเมื่อสวมนาฬิกา
21	สวมหมวก	ใส่เสื้อสีแดง	สวมหมวกก็ต่อเมื่อใส่เสื้อสีแดง
22	สวมหมวก	ใส่เสื้อสีเหลือง	สวมหมวกก็ต่อเมื่อใส่เสื้อสีเหลือง
23	สวมหมวก	ใส่เสื้อสีฟ้า	สวมหมวกก็ต่อเมื่อใส่เสื้อสีฟ้า
24	สวมหมวก	ใส่เสื้อสีเขียว	สวมหมวกก็ต่อเมื่อใส่เสื้อสีเขียว
25	สวมแว่นตา	เพศชาย	สวมแว่นตาก็ต่อเมื่อเพศชาย
26	สวมแว่นตา	เพศหญิง	สวมแว่นตาก็ต่อเมื่อเพศหญิง
27	สวมแว่นตา	สวมหมวก	สวมแว่นตาก็ต่อเมื่อสวมหมวก
28	สวมแว่นตา	สวมนาฬิกา	สวมแว่นตาก็ต่อเมื่อสวมนาฬิกา
29	สวมแว่นตา	ใส่เสื้อสีแดง	สวมแว่นตาก็ต่อเมื่อใส่เสื้อสีแดง
30	สวมแว่นตา	ใส่เสื้อสีเหลือง	สวมแว่นตาก็ต่อเมื่อใส่เสื้อสีเหลือง
31	สวมแว่นตา	ใส่เสื้อสีฟ้า	สวมแว่นตาก็ต่อเมื่อใส่เสื้อสีฟ้า
32	สวมแว่นตา	ใส่เสื้อสีเขียว	สวมแว่นตาก็ต่อเมื่อใส่เสื้อสีเขียว
33	สวมนาฬิกา	เพศชาย	สวมนาฬิกาก็ต่อเมื่อเพศชาย
34	สวมนาฬิกา	เพศหญิง	สวมนาฬิกาก็ต่อเมื่อเพศหญิง
35	สวมนาฬิกา	สวมหมวก	สวมนาฬิกาก็ต่อเมื่อสวมหมวก
36	สวมนาฬิกา	สวมแว่นตา	สวมนาฬิกาก็ต่อเมื่อสวมแว่นตา
37	สวมนาฬิกา	ใส่เสื้อสีแดง	สวมนาฬิกาก็ต่อเมื่อใส่เสื้อสีแดง
38	สวมนาฬิกา	ใส่เสื้อสีเหลือง	สวมนาฬิกาก็ต่อเมื่อใส่เสื้อสีเหลือง

3.4 การสร้างเกม Who is it นักสืบตรรกศาสตร์

จากการสร้างคำทำนายข้างต้น สามารถนำไปสร้างชุดเกม Who is it นักสืบตรรกศาสตร์ ได้ดังนี้

- 1) สร้างการ์ดบุคคลได้ 24 ใบ จำนวน 2 ชุด ตามที่ได้ออกแบบไว้ในข้อที่ 3.2)
- 2) สร้างการ์ดคำถามได้ 288 ใบ จำนวน 1 ชุด ตามที่สร้างไว้ในข้อที่ 3.3)
- 3) ประกอบการ์ดบุคคลจำนวน 24 ใบลงบนแท่นเกมที่ได้เตรียมไว้ จำนวน 2 แท่น
- 4) ตั้งกติกาการเล่นเกม Who is it นักสืบตรรกศาสตร์ โดยมีวิธีการเล่น ดังนี้
 - 4.1) แบ่งผู้เล่นออกเป็น 2 ฝ่าย ฝ่ายละเท่า ๆ กัน โดยแต่ละฝ่ายจะมีแท่นเกมของตนเอง

ฝ่ายละ 1 ชุด

4.2) แต่ละฝ่ายจับการ์ดบุคคลจากกองกลางฝ่ายละ 1 ใบ นำมาเสียบด้านหน้าแท่นเกมของตนเอง

4.3) ให้ผู้เล่นฝ่ายที่ 1 เริ่มเล่นก่อน โดยจับการ์ดคำถาม แล้วถามผู้เล่นฝ่ายตรงข้าม เช่น “เพศหญิงและใส่แว่น จริง หรือ เท็จ?” ถ้าฝ่ายตรงกันข้ามตอบ เท็จ ตามหลักตรรกศาสตร์ผู้เล่นจะทราบได้ว่าบุคคลนั้นไม่ได้เป็นเพศหญิงและไม่ได้ใส่แว่น จากนั้น ผู้เล่นทำการตัดบุคคลที่ไม่ตรงตามเงื่อนไขออกโดยพับกระดาษภาพบุคคลนั้นลง (ผู้เล่นทั้งสองฝ่ายต้องจดคำถามและคำตอบไว้ด้วยทุกครั้ง)

4.4) ให้ผู้เล่นฝ่ายที่ 2 เล่นต่อ โดยวิธีการเหมือนกับผู้เล่นฝ่ายที่ 1 ในข้อ 4.3)

4.5) ผลัดกันเล่นสลับกันไป-มา หากฝ่ายใดมั่นใจในคำตอบ เมื่อถึงเวลาที่ฝ่ายตนได้เล่นสามารถขอตอบได้ทันทีโดยไม่ต้องสุ่มการ์ดคำถามอีก

4.6) หากฝ่ายใดตอบถูกจะได้รับ 1 คะแนน แต่หากตอบผิด คะแนนจะหายไปเป็นของผู้เล่นฝ่ายตรงข้าม

4.7) เมื่อจบ 1 เกม ผู้เล่นแต่ละฝ่ายทำการตรวจสอบความถูกต้องจากการตอบ จริง หรือ เท็จของฝ่ายตรงข้ามในแต่ละข้อคำถาม โดยเทียบกับลักษณะบุคคลจากการ์ดที่จับได้ ในข้อที่ 4.2) หากพบความผิดพลาด ผู้เล่นสามารถขอ Challenge ได้ และหากตรวจสอบว่าผิดจริง ฝ่ายที่ขอ Challenge จะได้คะแนนไป

ตอนที่ 4 ผลการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อเกม Who is it นักสืบตรรกศาสตร์

4.1 ข้อมูลสภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

4.1.1 ตารางที่ 11 ตารางแสดงจำนวนนักเรียนตามระดับชั้นที่กำลังศึกษา

ระดับชั้น	จำนวน (คน)	คิดเป็นร้อยละ
มัธยมศึกษาปีที่ 4	194 คน	50
มัธยมศึกษาปีที่ 5	117 คน	50
รวม	211	100

จากตาราง สรุปได้ว่า จำนวนผู้ตอบแบบสอบถามเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ทั้งหมด 211 คน คิดเป็นร้อยละ 100

4.2 ตารางที่ 12 ตารางแสดงข้อมูลความพึงพอใจที่มีต่อเกม Who is it นักสืบตรรกศาสตร์

รายการ	$\bar{x}$	SD	ระดับ
1. เกม Who is it นักสืบตรรกศาสตร์ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนเรื่อง ตรรกศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนทำความเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น	4.75	0.66	มากที่สุด
2. สามารถนำความรู้ที่ได้จากเกม Who is it นักสืบตรรกศาสตร์ ไปใช้ในชีวิตจริงได้	4.73	0.68	มากที่สุด
3. เกม Who is it นักสืบตรรกศาสตร์ ช่วยสร้างการมีปฏิสัมพันธ์และการทำงานร่วมกันเป็นทีม	4.78	0.58	มากที่สุด
4. เกม Who is it นักสืบตรรกศาสตร์ ช่วยฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์และการตัดสินใจอย่างมีเหตุผล	4.76	0.72	มากที่สุด
5. เกม Who is it นักสืบตรรกศาสตร์ แสดงให้เห็นถึงรูปแบบการใช้ตัวเชื่อมประพจน์ที่เข้าใจง่าย	4.77	0.69	มากที่สุด
6. จากการเล่นเกม Who is it นักสืบตรรกศาสตร์ ทำให้เกิดความเข้าใจในการเรียนตรรกศาสตร์มากยิ่งขึ้น	4.83	0.53	มากที่สุด
7. ผู้เล่นเกมเกิดสนุกสนานจากการเล่นเกม Who is it นักสืบตรรกศาสตร์	4.80	0.62	มากที่สุด
8. เกม Who is it นักสืบตรรกศาสตร์ ดึงดูดความสนใจของผู้เล่นได้เป็นอย่างดี	4.74	0.70	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.77	0.65	มากที่สุด

เกณฑ์สำหรับแปลความหมายระดับความพึงพอใจ

- 4.50 – 5.00 มีความพึงพอใจระดับมากที่สุด
- 3.50 – 4.49 มีความพึงพอใจระดับมาก
- 2.50 – 3.49 มีความพึงพอใจระดับปานกลาง
- 1.50 – 2.49 มีความพึงพอใจระดับน้อย
- 1.00 – 1.49 ควรปรับปรุง

จากตาราง สรุปได้ว่า ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจต่อเกม Who is it นักสืบตรรกศาสตร์ เฉลี่ยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.77$) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าอยู่ในระดับมากที่สุดทั้งหมดเรียงตามลำดับจากค่าเฉลี่ยสูงสุดไปยังค่าเฉลี่ยต่ำสุด ดังนี้

1. จากการเล่นเกม Who is it นักสืบตรรกศาสตร์ ทำให้เกิดความเข้าใจในการเรียนตรรกศาสตร์มากยิ่งขึ้น
2. ผู้เล่นเกมเกิดสนุกสนานจากการเล่นเกม Who is it นักสืบตรรกศาสตร์
3. เกม Who is it นักสืบตรรกศาสตร์ ช่วยสร้างการมีปฏิสัมพันธ์และการทำงานร่วมกันเป็นทีม
4. เกม Who is it นักสืบตรรกศาสตร์ แสดงให้เห็นถึงรูปแบบการใช้ตัวเชื่อมประพจน์ที่เข้าใจง่าย
5. เกม Who is it นักสืบตรรกศาสตร์ ช่วยฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์และการตัดสินใจอย่างมีเหตุผล
6. เกม Who is it นักสืบตรรกศาสตร์ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนเรื่อง ตรรกศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนทำความเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น
7. เกม Who is it นักสืบตรรกศาสตร์ ดึงดูดความสนใจของผู้เล่นได้เป็นอย่างดี
8. สามารถนำความรู้ที่ได้จากเกม Who is it นักสืบตรรกศาสตร์ ไปใช้ในชีวิตจริงได้

บทที่ 5

สรุปและอภิปรายผล

โครงการเรื่อง Who is it นักสืบตรรกศาสตร์ มีจุดมุ่งหมายของการศึกษา 1. เพื่อศึกษาจำนวนวิธีในการสร้างการระบุบุคคลจากลักษณะที่สนใจ k สิ่ง 2. เพื่อสร้างเกม Who is it นักสืบตรรกศาสตร์ 3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อเกม Who is it นักสืบตรรกศาสตร์ สรุปและอภิปรายผล ดังนี้

5.1 สรุปผล

5.1.1 จำนวนวิธีในการสร้างการระบุบุคคลจากลักษณะที่สนใจ k สิ่ง

ขั้นตอนที่ 1 เลือกลักษณะที่สนใจชนิดที่ 1 ในการสร้างคำถาม มี n_1 แบบ

ขั้นตอนที่ 2 เลือกลักษณะที่สนใจชนิดที่ 2 ในการสร้างคำถาม มี n_2 แบบ

ขั้นตอนที่ 3 เลือกลักษณะที่สนใจชนิดที่ 3 ในการสร้างคำถาม มี n_3 แบบ

⋮

ขั้นตอนที่ k เลือกลักษณะที่สนใจชนิดที่ k ในการสร้างคำถาม มี n_k แบบ

ดังนั้น จะได้จำนวนวิธีในการสร้างการระบุบุคคลได้ $n_1 \times n_2 \times n_3 \times \dots \times n_k$ วิธี
จากวิธีในการสร้างการระบุบุคคล พิจารณาลักษณะของบุคคลที่สนใจ 3 สิ่ง ดังนี้

1) ลักษณะที่สนใจ คือ เพศ มี 2 แบบ ได้แก่ เพศหญิง และเพศชาย

2) ลักษณะที่สนใจ คือ เครื่องประดับ มี 3 แบบ ได้แก่ สวมหมวก, สวมแว่นตา และสวมนาฬิกา

3) ลักษณะที่สนใจ คือ สีเสื้อ มี 4 แบบ ได้แก่ สีแดง, สีเหลือง, สีฟ้า และสีเขียว

สามารถสร้างการระบุบุคคลได้ $2 \times 3 \times 4 = 24$ วิธี

5.1.2 จำนวนวิธีในการสร้างการตัดคำทำนายจากการเชื่อมประพจน์จากลักษณะที่สนใจ k สิ่ง

สร้างคำถามเพื่อตามหาตัวละครลับจากสิ่งที่น่าสนใจ k สิ่ง ดังนี้

กรณีที่ 1 เลือกลักษณะที่สนใจชนิดที่ 1 ในการสร้างคำถาม มี n_1 แบบ

กรณีที่ 2 เลือกลักษณะที่สนใจชนิดที่ 2 ในการสร้างคำถาม มี n_2 แบบ

กรณีที่ 3 เลือกลักษณะที่สนใจชนิดที่ 3 ในการสร้างคำถาม มี n_3 แบบ

⋮

กรณีที่ k เลือกลักษณะที่สนใจชนิดที่ k ในการสร้างคำถาม มี n_k แบบ

จากหลักการบวก จะมีลักษณะที่สนใจ $n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_k$ แบบ

สร้างคำถามที่ประกอบด้วยประพจน์ย่อย 2 ประพจน์ โดยใช้ตัวเชื่อมประพจน์ จากลักษณะที่สนใจ

ทั้งหมด $n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_k$ แบบ ได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 เลือกบทบาทที่สนใจในประพจน์ที่ 1 ได้ $\left(\frac{n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_k}{1} \right)$ วิธี

ขั้นที่ 2 เลือกบทบาทที่สนใจในประพจน์ที่ 2 ได้ $\left(\frac{(n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_k) - 1}{1} \right)$ วิธี

ขั้นที่ 3 เลือกตัวเชื่อมประพจน์ ได้ 4 วิธี

ดังนั้น จะได้จำนวนวิธีในการสร้างการตัดคำทำนายทั้งหมด

$$4 \times \left(\frac{n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_k}{1} \right) \left(\frac{(n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_k) - 1}{1} \right) \text{ วิธี}$$

จากหลักการข้างต้น พิจารณาจำนวนวิธีในการสร้างคำถามทั้งหมด ดังนี้

- 1) เลือกบทบาทที่สนใจในประพจน์ที่ 1 $\left(\frac{2+3+4}{1}\right)$ วิธี
 - 2) เลือกบทบาทที่สนใจในประพจน์ที่ 2 $\left(\frac{(2+3+4)-1}{1}\right)$ วิธี
 - 3) เลือกตัวเชื่อมประพจน์ได้ 4 วิธี (และ, หรือ, ถ้า...แล้ว, ...ก็ต่อเมื่อ...)
- สามารถสร้างการคัดค้านได้ $4 \times \left(\frac{9}{-}\right) \left(\frac{8}{-}\right) = 288$ วิธี

5.1.3 การสร้างเกม Who is it นักสืบตรรกศาสตร์

1. จำนวนวิธีในการสร้างการคัดบุคคล โดยลักษณะของบุคคลประกอบด้วย 1) เพศ ได้แก่ เพศชาย และเพศหญิง 2) เครื่องประดับ 3 อย่าง ได้แก่ หมวก แว่นตา และนาฬิกา 3) เสื้อ 4 สี ได้แก่ สีแดง สีเหลือง สีฟ้า และสีเขียว ดังนั้น สามารถสร้างการคัดได้ 24 วิธี

2. จำนวนวิธีในการสร้างคำถามที่ประกอบด้วยประพจน์ย่อย 2 ประพจน์ โดยใช้ตัวเชื่อมประพจน์ และ, หรือ, ถ้า...แล้ว, ...ก็ต่อเมื่อ... รวม 4 แบบ โดยลักษณะของบุคคลที่สนใจทั้งหมด ได้แก่ เพศ 2 แบบ เครื่องประดับ 3 แบบ และสีเสื้อ 4 แบบ $2 \times 3 \times 4 = 9$ แบบ ดังนั้น สามารถสร้างการคัดค้านได้ 288 วิธี

5.1.4 ความพึงพอใจที่มีต่อเกมนักสืบสมองไว้ในสนามตรรกศาสตร์

พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามมีความคิดเห็นต่อ เกม Who is it นักสืบตรรกศาสตร์ เฉลี่ยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งเป็นไปตามประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

5.2 อภิปรายผล

จากการศึกษาโครงงานเรื่อง Who is it นักสืบตรรกศาสตร์ คณะผู้จัดทำสามารถนำความรู้เรื่อง หลักการนับ มาใช้ในการหาสูตรสำหรับการหาจำนวนวิธีในการสร้างการคัดค้านจากการเชื่อมประพจน์จากบทบาทที่สนใจ k สิ่ง ประกอบกับการนำความรู้เรื่อง ตรรกศาสตร์ ในหัวข้อการเชื่อมประพจน์ มาบูรณาการและสร้างสื่อการเรียนรู้ในรูปแบบเกมกระดาน โดยสามารถนำสูตรที่ได้จากการคำนวณไปใช้ในการสร้างเกม Who is it นักสืบตรรกศาสตร์ อีกทั้งยังสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อการเรียนในเรื่อง ตรรกศาสตร์ ได้ และยังสามารถนำสูตรการหาจำนวนวิธีดังกล่าวไปปรับใช้ได้หลากหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับสิ่งที่สนใจ โดยในการเล่นเกมหากผู้เล่นต้องการให้เกมมีความท้าทายมากยิ่งขึ้น ก็สามารถฝึกตั้งคำถามด้วยตนเองได้ และจากการที่คณะผู้จัดทำได้เผยแพร่เกม Who is it นักสืบตรรกศาสตร์ ให้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายนั้น ส่วนใหญ่มีความพึงพอใจต่อการเล่นเกมอยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งรูปแบบเกมช่วยให้ผู้เล่นเกิดความเข้าใจ ได้ทบทวนความรู้ เรื่อง ตรรกศาสตร์ โดยที่ไม่ต้องอ่านหนังสือหรือทำแบบฝึกหัด อีกทั้งยังส่งผลให้เกิดทักษะการคิดวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ และสามารถตัดสินใจได้อย่างมีเหตุผล ตลอดจนตรรกศาสตร์ยังเป็นฐานคิดที่สำคัญในการทำความเข้าใจบทนิยาม ทฤษฎีบทต่าง ๆ ในทางคณิตศาสตร์

5.3 ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ทำให้ทราบสูตรในการหาจำนวนวิธีและวิธีในการสร้างการคัดบุคคลจากลักษณะที่สนใจ k สิ่ง
2. สร้างเกม Who is it นักสืบตรรกศาสตร์ และสามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนรู้ได้จริง
3. ทำให้ทราบถึงความคิดเห็นของผู้เล่นว่ามีความพึงพอใจต่อเกมนักสืบสมองไว้ในสนามตรรกศาสตร์ อยู่ในระดับมากขึ้นไป

5.4 ข้อเสนอแนะ

1. สร้างเกมให้มีจำนวนชุดเกมเพิ่มมากขึ้น เพื่อให้เพียงพอต่อผู้เล่น โดยอาจจะเพิ่มตัวละครลับในเกมให้มีความหลากหลาย แตกต่างกันในแต่ละชุด
2. ปรับปรุงในส่วนของเกมให้อยู่ในรูปแบบออนไลน์ เพื่อสะดวกในการเล่นมากขึ้น

อ้างอิง

- บริษัท อักษรเจริญทัศน์ อจท. จำกัด หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
- สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 เล่ม 1 องค์การค้ำของ สกสศ พ.ศ. 2562