

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมความรู้สึกรู้สึกเชิงปริภูมิและการคิดทางเรขาคณิต เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้แนวการสอนของแวน ฮิลี ร่วมกับโปรแกรมจีโอเมเตอร์สเก็ตชแพด ซึ่งผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความรู้สึกรู้สึกเชิงปริภูมิของนักเรียน

ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบวัดความรู้สึกรู้สึกเชิงปริภูมิของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีความรู้สึกรู้สึกเชิงปริภูมิโดยรวมผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 60 จำนวน 31 คน คิดเป็นร้อยละ 93.94 เมื่อพิจารณาความรู้สึกรู้สึกเชิงปริภูมิในแต่ละด้านจากแบบวัดความรู้สึกรู้สึกเชิงปริภูมิดังกล่าว เทียบเกณฑ์ร้อยละ 60 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความรู้สึกรู้สึกเชิงปริภูมิแต่ละด้านผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ดังตารางที่ 4.1 ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ความรู้สึกรู้สึกเชิงปริภูมิจากการทำแบบวัดความรู้สึกรู้สึกเชิงปริภูมิของนักเรียน (N=33)

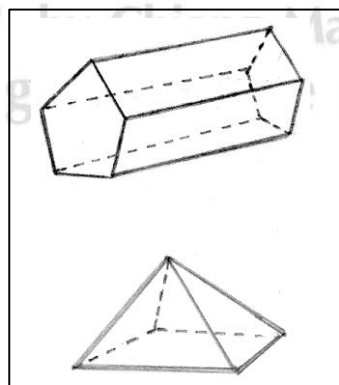
ความรู้สึกรู้สึกเชิงปริภูมิ	ผลการทดสอบนักเรียน ที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60	
	จำนวนนักเรียน	คิดเป็นร้อยละ
ความรู้สึกรู้สึกเชิงปริภูมิโดยรวม	31 คน	93.94
ด้านความทรงจำเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เห็น	30 คน	90.91
ด้านความคงตัวในการรับรู้รูป ร่างหรือขนาด	33 คน	100.00
ด้านการรับรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ในปริภูมิ	29 คน	87.88
ด้านการรับรู้เกี่ยวกับตำแหน่งในปริภูมิ	28 คน	84.85

จากตารางที่ 4.1 นักเรียนมีความรู้สึกลงใจปฏิบัติโดยรวมผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 จำนวน 31 คน จากนักเรียนทั้งหมด 33 คน คิดเป็นร้อยละ 93.94 และนักเรียนส่วนใหญ่มีความรู้สึกลงใจปฏิบัติครบทั้ง 4 ด้าน โดยในด้านความคงตัวในการรับรู้รูปร่างหรือขนาด นักเรียนทั้งหมดมีความรู้สึกลงใจปฏิบัติผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ลักษณะของความรู้สึกลงใจปฏิบัติในแต่ละด้านจากใบงานในแต่ละหน่วยการเรียนรู้หลังจากดำเนินการสอน เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ โดยใช้แนวการสอนของแวน อีลี ร่วมกับโปรแกรมจีโอเมตริกส์เก้ตชแพด จบในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ เพื่อนำผลมาพรรณนาวิเคราะห์ถึงความรู้สึกลงใจปฏิบัติที่ได้โดยการเขียนบรรยายในแต่ละด้าน ซึ่งได้แก่ ด้านความทรงจำเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เห็น ด้านความคงตัวในการรับรู้รูปร่างหรือขนาด ด้านการรับรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ในปริภูมิ และ ด้านการรับรู้เกี่ยวกับตำแหน่งในปริภูมิ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ด้านความทรงจำเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เห็น

จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนของนักเรียน สามารถกล่าวได้ว่า นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะของสิ่งของที่มีลักษณะคล้ายกับรูปเรขาคณิตสามมิติ หรือบอกชนิดของรูปเรขาคณิตสามมิติที่มีลักษณะคล้ายกับสิ่งของที่ผู้วิจัยกำหนดให้ ถึงแม้ว่าสิ่งของหรือรูปเรขาคณิตสามมิตินั้นจะไม่ได้อยู่ ณ ที่นั่นก็ตาม ซึ่งนักเรียนอาศัยภาพที่อยู่ในความทรงจำของนักเรียนในการอธิบายลักษณะดังกล่าว เช่น เมื่อผู้วิจัยตั้งคำถามกับนักเรียนว่า สิ่งใดที่มีลักษณะคล้ายกับทรงกระบอก นักเรียนสามารถยกตัวอย่างพร้อมทั้งอธิบายลักษณะของสิ่งเหล่านั้นได้ เป็นต้น นอกจากนี้เมื่อผู้วิจัยให้นักเรียนเขียนภาพของรูปเรขาคณิตสามมิติโดยที่ไม่มีรูปต้นแบบให้ ซึ่งผู้วิจัยจะเป็นผู้กำหนดรูปเรขาคณิตสามมิติมาให้แก่นักเรียน พบว่านักเรียนสามารถเขียนภาพของรูปเรขาคณิตสามมิตินั้นได้ถูกต้อง ดังภาพที่ 4.1

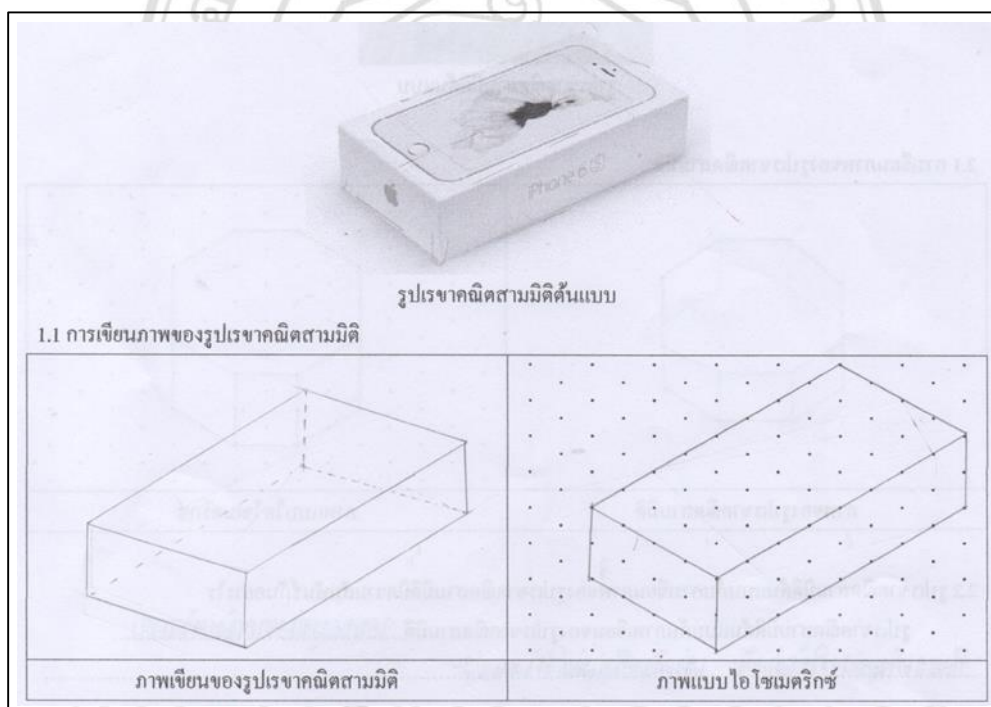


ภาพที่ 4.1 แสดงการเขียนภาพของรูปปริซึมฐานห้าเหลี่ยมและรูปพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมของนักเรียนเมื่อไม่กำหนดรูปเรขาคณิตต้นแบบมาให้

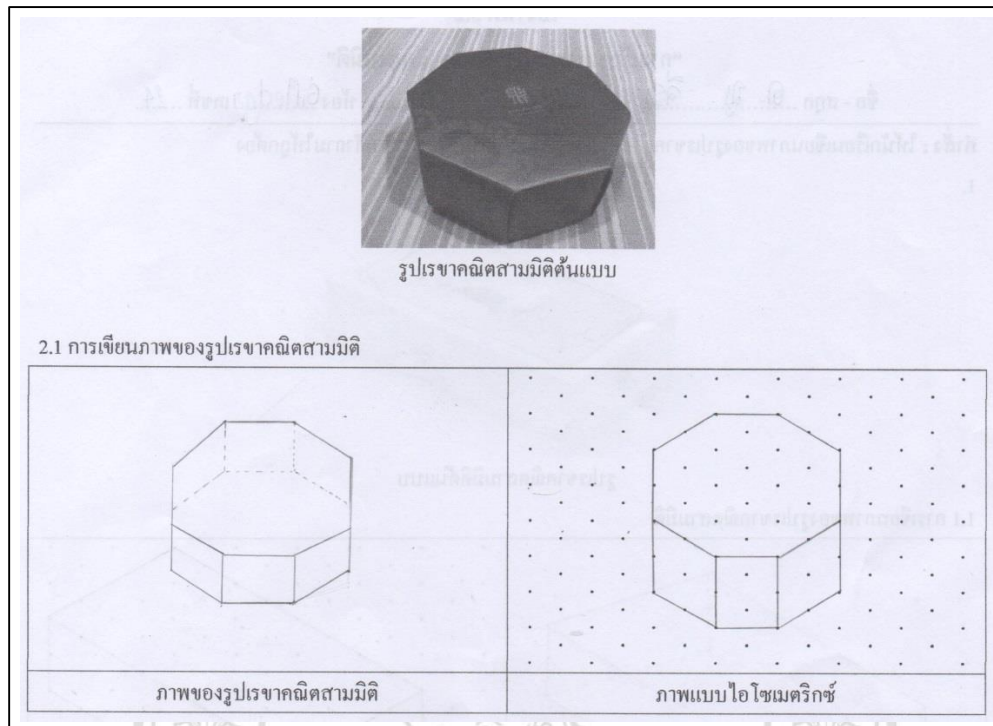
จากภาพที่ 4.1 แสดงให้เห็นว่า เมื่อผู้วิจัยให้นักเรียนเขียนภาพของรูปปริซึมฐานห้าเหลี่ยมและรูปพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมโดยไม่กำหนดรูปเรขาคณิตต้นแบบมาให้ นักเรียนก็สามารถเขียนภาพของรูปปริซึมฐานห้าเหลี่ยมและภาพของรูปพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมออกมาได้อย่างถูกต้อง

ด้านความคงตัวในการรับรู้รูปร่างหรือขนาด

จากการสังเกตระหว่างที่นักเรียนทำใบงานท้ายหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งนักเรียนได้ลองหมุนรูปเรขาคณิตสามมิติในโปรแกรมจิโอมิเตอร์สเก็ทซ์แพดด้วยตัวของตัวเอง พบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถเขียนภาพของรูปสามมิติได้ถูกต้องทั้งหมด ดังภาพที่ 4.2 และนักเรียนบางส่วนสามารถเขียนภาพของรูปเรขาคณิตสามมิติได้ถูกต้องแต่ขนาดหรือรูปร่างที่วาดยังไม่เหมาะสม ซึ่งจากการสอบถามนักเรียนได้ให้เหตุผลว่า เมื่อได้ลองหมุนรูปไปมาทำให้เห็นลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติในด้านต่าง ๆ ได้ชัดเจนจึงทำให้สามารถเขียนภาพออกมาได้ถูกต้อง แต่ในการเขียนภาพของรูปปริซึมฐานแปดเหลี่ยมนั้นค่อนข้างยากดังนั้นภาพที่เขียนออกมาจึงไม่สมดุลหรืออาจจะไม่ถูกต้อง



ภาพที่ 4.2 แสดงตัวอย่างการเขียนภาพของรูปเรขาคณิตสามมิติได้ถูกต้อง

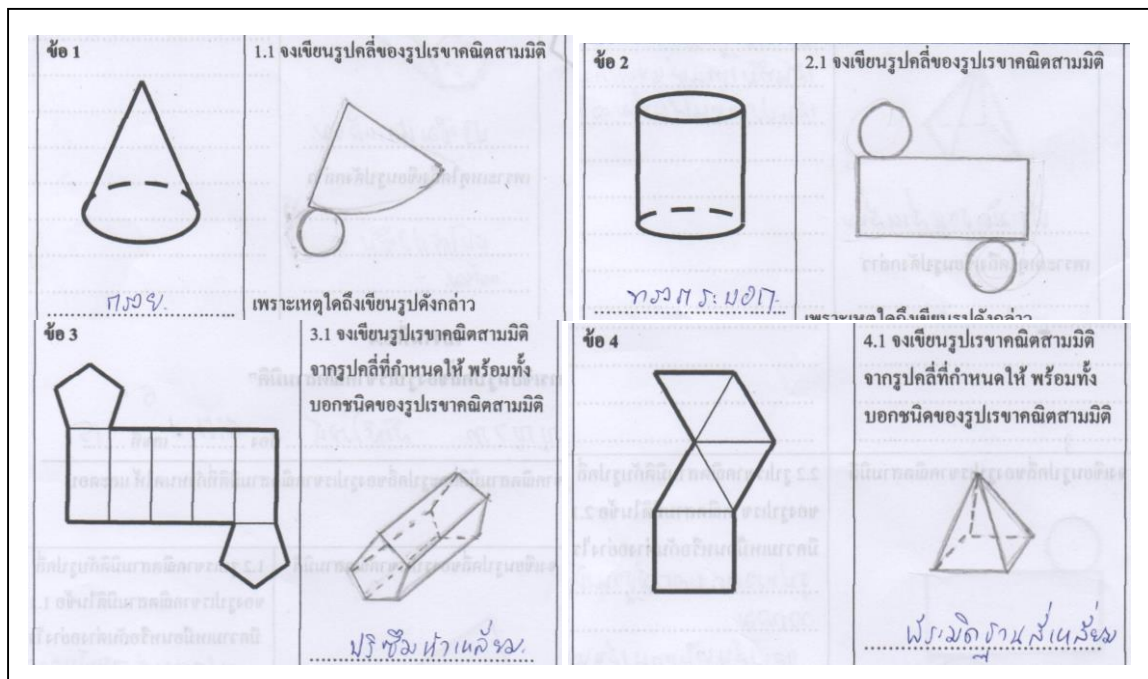


ภาพที่ 4.2 (ต่อ) แสดงตัวอย่างการเขียนภาพของรูปเรขาคณิตสามมิติได้ถูกต้อง

จากภาพที่ 4.2 แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถเขียนภาพของรูปเรขาคณิตสามมิติต้นแบบที่กำหนดให้ทั้งสองรูปได้อย่างถูกต้อง

ด้านการรับรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ในปริภูมิ

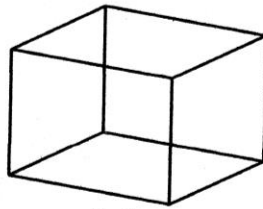
จากการใช้โปรแกรมจิโอเมตริคส์เก้ตซ์แพดให้นักเรียนได้ทดลองคลี่รูปเรขาคณิตสามมิติที่กำหนดให้ด้วยตนเอง โดยให้นักเรียนได้สังเกตตำแหน่งและทิศทางการคลี่ของส่วนประกอบต่างๆ ของรูปเรขาคณิตสามมิติ และให้นักเรียนได้ลองช่วยกันหาลักษณะรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติในแบบอื่นๆ รวมถึงเมื่อกำหนดรูปคลี่มาให้และให้นักเรียนเขียนรูปเรขาคณิตสามมิติของรูปคลี่นั้นๆ และสิ่งที่สังเกตระหว่างที่นักเรียนทำใบงานท้ายหน่วยการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเขียนรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง ในทางกลับกันเมื่อกำหนดรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติมาให้ นักเรียนสามารถเขียนรูปเรขาคณิตสามมิติได้อย่างถูกต้องเช่นกัน อีกทั้งยังสามารถบอกชนิดของรูปเรขาคณิตสามมิติได้ ดังแสดงในภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 แสดงการเขียนรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติและเขียนรูปเรขาคณิตสามมิติจากรูปคลี่ที่กำหนดให้

จากภาพที่ 4.3 แสดงให้เห็นว่าเมื่อกำหนดรูปเรขาคณิตสามมิติมาให้ นักเรียนสามารถเขียนรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติได้อย่างถูกต้อง และเมื่อกำหนดรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติมาให้ นักเรียนสามารถเขียนรูปเรขาคณิตสามมิติได้อย่างถูกต้องเช่นกัน

เมื่อให้นักเรียนได้ทดลองใช้โปรแกรมจิโอเมตริกส์เก้ตซ์แพดในการตัดรูปเรขาคณิตสามมิติในทิศทางต่างๆ ซึ่งนักเรียนจะสามารถพลิกหรือหมุนรูปเรขาคณิตสามมิติและใช้ระนาบตัดในทิศทางต่างๆ ได้ด้วยตนเอง และหลังจากให้นักเรียนทำใบงานท้ายหน่วยการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนทั้งหมดสามารถบอกได้ว่าเมื่อใช้ระนาบตัดรูปเรขาคณิตที่กำหนดให้ในทิศทางต่างๆ หน้าตัดที่ได้จะมีลักษณะเป็นอย่างไร ดังภาพที่ 4.4



ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

คำสั่ง : ให้นักเรียนพิจารณาทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากที่กำหนดไว้แล้วตอบคำถามต่อไปนี้

ถ้าใช้ระนาบตัดทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากตามแนวขนานกับพื้นราบจะได้หน้าตัดเป็นรูปอะไร เพราะเหตุใด

สี่เหลี่ยมมุมฉาก เพราะ ตัดในแนวตั้งฉาก และขนานกับพื้นราบ

ถ้าใช้ระนาบตัดทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากตามแนวตั้งฉากกับพื้นราบจะได้หน้าตัดเป็นรูปอะไร เพราะเหตุใด

สี่เหลี่ยมมุมฉาก เพราะ ตัดขนานกับพื้นราบพอดี

ถ้าใช้ระนาบตัดทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากตามแนวเส้นทแยงมุมจะได้หน้าตัดเป็นรูปอะไร เพราะเหตุใด

สี่เหลี่ยมมุมฉาก เพราะ ตัดในระนาบตั้งฉาก กับพื้นราบ

ถ้าใช้ระนาบตัดมุมใดมุมหนึ่งของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากจะได้หน้าตัดเป็นรูปอะไร เพราะเหตุใด

รูปสามเหลี่ยม เพราะ ตัดมุมหนึ่งออก จะได้หน้าตัดเป็น Δ

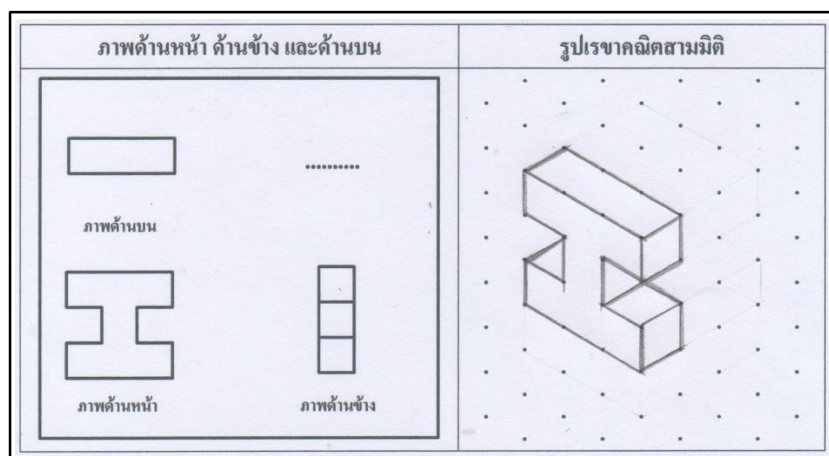
ถ้าเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติอื่น ๆ นักเรียนคิดว่าจะได้รูปเดียวกันหรือไม่ เพราะเหตุใด

ไม่ได้รูปเดียวกัน เพราะ เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติลักษณะรูป และมีการวางตัวต่าง

ภาพที่ 4.4 แสดงการบอกรูปหน้าตัดที่เกิดขึ้นของรูปเรขาคณิตสามมิติ

จากภาพที่ 4.4 แสดงให้เห็นว่าเมื่อให้นักเรียนบอกรูปหน้าตัดที่เกิดขึ้นนักเรียนสามารถบอกได้ว่ารูปหน้าตัดที่ได้คือรูปอะไร

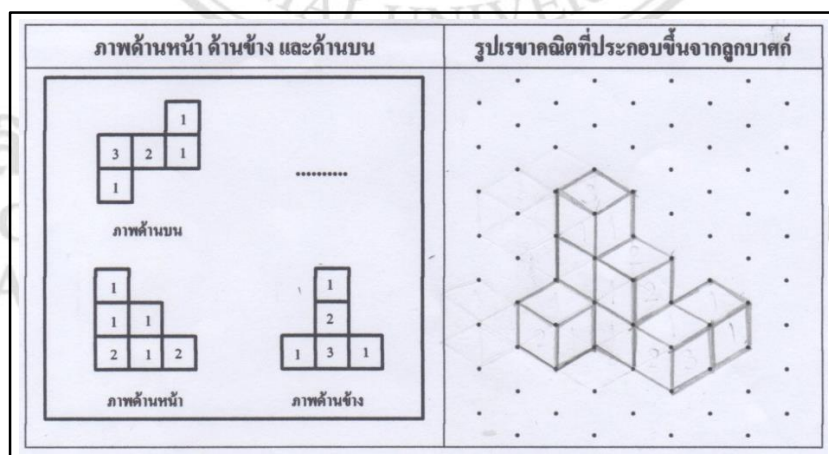
การใช้โปรแกรมจิโอเมตริคส์เกิดขึ้นเพื่อใช้ในการพิจารณาการมองรูปเรขาคณิตสามมิติในแต่ละด้าน ซึ่งนักเรียนจะสามารถเห็นการเคลื่อนที่ของรูปเรขาคณิตสามมิติในมุมมองด้านต่างๆของรูปเรขาคณิตสามมิติในแนวตั้งฉากกับระดับสายตา พบว่า นักเรียนทั้งหมดสามารถเขียนรูปเรขาคณิตสามมิติที่ได้จากการมองทางด้านหน้า ด้านข้างและด้านบนที่กำหนดให้ได้ ดังภาพที่ 4.5 และเมื่อกำหนดภาพที่ได้จากการมองทางด้านหน้า ด้านข้างและด้านบน หรือด้านใดด้านหนึ่งมาให้ นักเรียนสามารถบอกได้ว่ารูปเรขาคณิตสามมิติของรูปที่กำหนดให้นั้นคือรูปใด



ภาพที่ 4.5 แสดงการเขียนรูปเรขาคณิตสามมิติที่ได้จากภาพด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบน

จากภาพที่ 4.5 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนสามารถเขียนรูปเรขาคณิตสามมิติที่ได้จากการมองทางด้านหน้า ด้านข้างและด้านบนที่กำหนดให้ได้

ในการทำนองเดียวกันการใช้โปรแกรมจิโอมิเตอร์สเก็ตซ์แพดในการพิจารณาการมองรูปเรขาคณิตที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์ ทำให้นักเรียนได้เห็นการเคลื่อนที่ของรูปเรขาคณิตที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์ในมุมมองด้านต่าง ๆ ทั้งด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเขียนรูปเรขาคณิตที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์ที่ได้จากภาพด้านหน้า ด้านข้างและด้านบนที่กำหนดให้ได้ ดังภาพที่ 4.6 และเมื่อกำหนดภาพที่ได้จากการมองทางด้านหน้า ด้านข้างและด้านบนหรือด้านใดด้านหนึ่งมาให้นักเรียนสามารถบอกได้ว่ารูปเรขาคณิตที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์ของรูปที่กำหนดให้ นั่นคือรูปใด



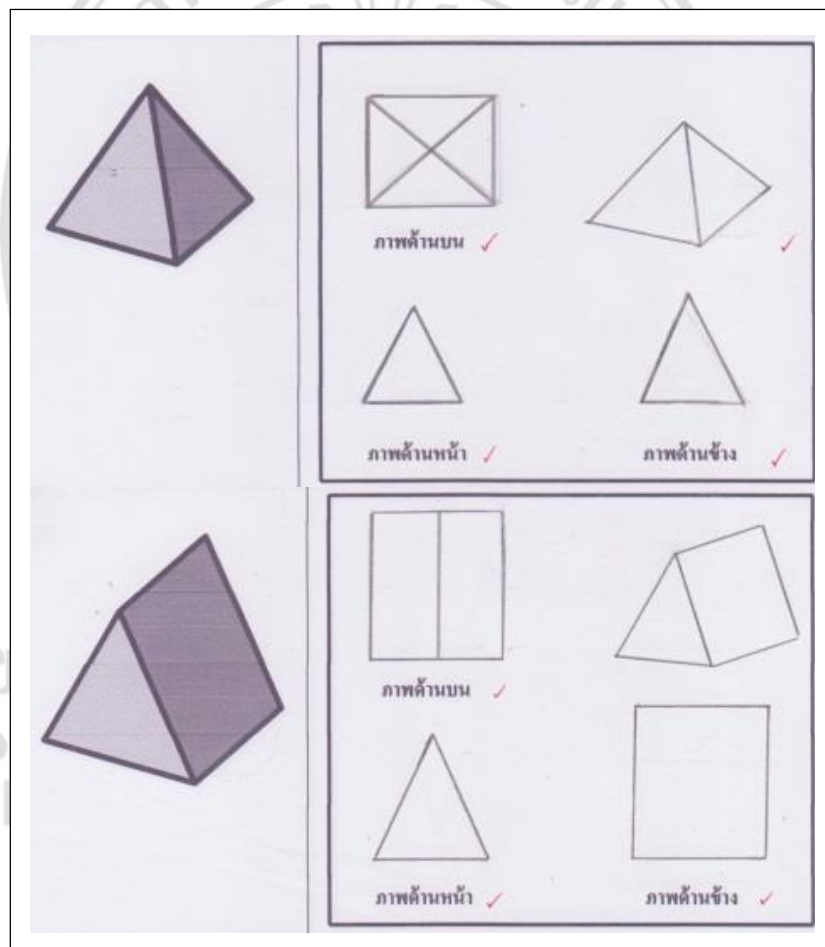
ภาพที่ 4.6 แสดงการเขียนรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์

เมื่อกำหนดภาพจากภาพด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบนมาให้

จากภาพที่ 4.6 แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถเขียนรูปเรขาคณิตที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์ที่ได้จากภาพด้านหน้า ด้านข้างและด้านบนที่กำหนดให้ได้

ด้านการรับรู้เกี่ยวกับตำแหน่งในปริภูมิ

การใช้โปรแกรมจีโอเมตรีสเก็ชแพดเข้ามาช่วยในการเรียนรู้ นักเรียนสามารถลองหมุนหรือพลิกรูปที่อยู่ในโปรแกรมจีโอเมตรีสเก็ชแพดได้ ทำให้นักเรียนสามารถเขียนรูปเรขาคณิตสองมิติตามมุมมองต่าง ๆ ได้ดีขึ้น ซึ่งพบว่านักเรียนทั้งหมดสามารถเขียนรูปเรขาคณิตสองมิติในมุมมองต่างๆของรูปเรขาคณิตสามมิติที่อยู่ในโปรแกรมจีโอเมตรีสเก็ชแพดได้อย่างถูกต้อง จะมีนักเรียนเพียง 2-3 คนเท่านั้นที่เขียนรูปได้ไม่ค่อยมีความสมดุลหรือเหมาะสม ถึงแม้ว่าจะมีข้อจำกัดในการหมุนคือ ถ้านักเรียนหมุนได้ไม่ตรงแนวตั้งฉากกับระดับสายตา มุมมองในการมองด้านต่างๆที่นักเรียนมองเห็นอาจจะมีความผิดไปจากความเป็นจริง อย่างไรก็ตามแต่นักเรียนก็สามารถวาดเขียนรูปได้อย่างถูกต้อง ดังภาพที่ 4.7

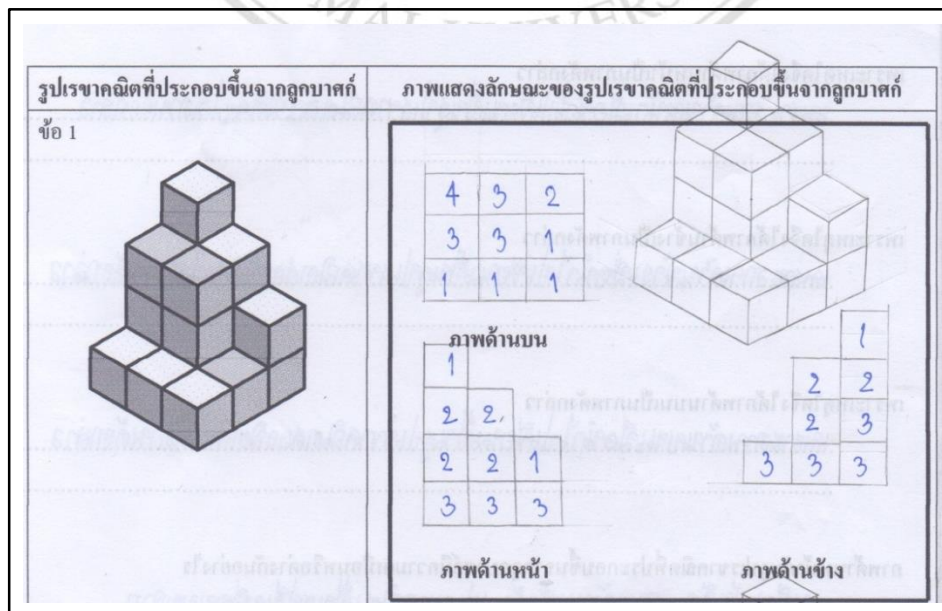


ภาพที่ 4.7 ภาพแสดงการมองด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบน ของรูปเรขาคณิตสามมิติ

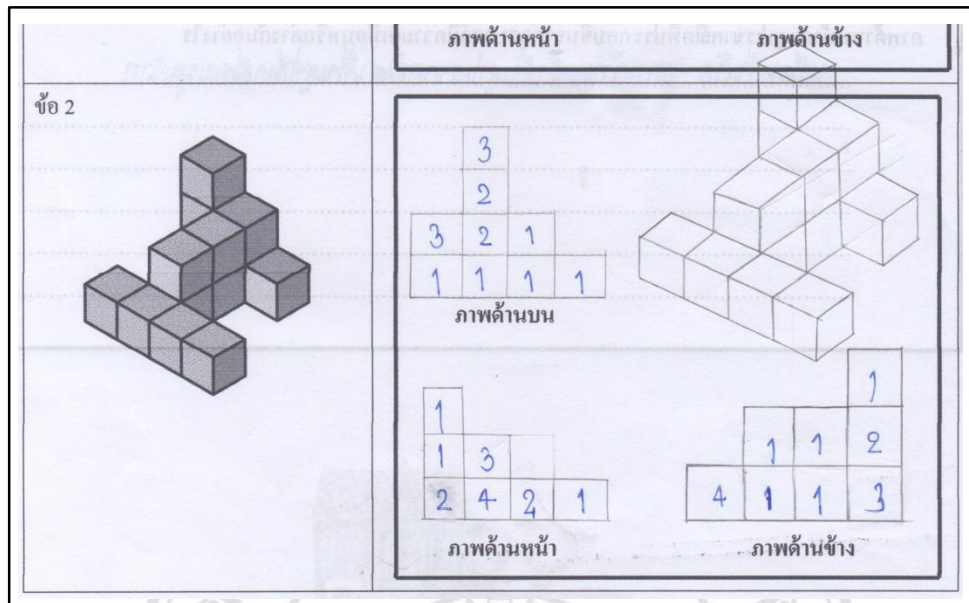
จากภาพที่ 4.7 แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถเขียนรูปด้านหน้า ด้านข้างและด้านบนของรูปเรขาคณิตสามมิติที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง

เมื่อผู้วิจัยให้นักเรียนเขียนภาพสองมิติในมุมมองต่าง ๆ โดยยกตัวอย่างรูปเรขาคณิตอื่นๆบนกระดานและให้นักเรียนใช้จินตนาการและใช้หลักการมองรูปเรขาคณิตสามมิติ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเขียนภาพสองมิติจากมุมมองด้านหน้าและด้านข้างได้ถูกต้อง ส่วนมุมมองด้านบนนักเรียนยังเกิดความสับสนอยู่ ซึ่งเมื่อสอบถามเหตุผลของนักเรียนเกี่ยวกับการเขียนภาพเรขาคณิตสองมิติจากมุมมอง ด้านหน้าด้านข้าง และด้านบน นักเรียนได้ให้เหตุผลว่า ภาพด้านหน้าและด้านข้างสามารถมองได้ง่าย เนื่องจากมองเห็นได้ชัดเจน ส่วนภาพมุมมองด้านบนเมื่อไม่ได้มองผ่านโปรแกรมจิโอเมตรีสเก็ทแพดแล้วจะมองได้ยาก เนื่องจากต้องใช้จินตนาการในการพลิกรูปภาพซึ่งนักเรียนค่อนข้างจะสับสน จากนั้นผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทั้งห้องใช้จินตนาการในการเขียนภาพด้านบนว่า จะต้องพลิกหรือหมุนรูปอย่างไร เพื่อให้นักเรียนที่ยังไม่สามารถเขียนภาพที่ได้จากมุมมองด้านบนเข้าใจและสามารถเขียนรูปได้ นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ย้ำหลักการมองรูปเรขาคณิตสามมิติในมุมมองด้านต่างๆ โดยเฉพาะมุมมองด้านบน

ในการทำนองเดียวกันการใช้โปรแกรมจิโอเมตรีสเก็ทแพดในการพิจารณาการมองด้านต่างๆของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์พร้อมทั้งระบุจำนวนลูกบาศก์ที่ซ้อนทับกัน ทำให้นักเรียนได้เห็นการเคลื่อนที่ของรูปเรขาคณิต ที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์ในมุมมองด้านต่างๆในแนวตั้งฉากกับระดับสายตาได้ อีกทั้งยังสามารถมองเห็นจำนวนลูกบาศก์ที่ซ้อนทับกันด้วย ซึ่งพบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถเขียนรูปสองมิติในมุมมองต่างๆพร้อมทั้งระบุจำนวนลูกบาศก์ของรูปเรขาคณิตที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์ ที่อยู่ในโปรแกรมจิโอเมตรีสเก็ทแพดได้อย่างถูกต้องดังภาพที่ 4.8



ภาพที่ 4.8 ภาพแสดงการมองด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบน
ของรูปเรขาคณิตที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์



ภาพที่ 4.8 (ต่อ) ภาพแสดงการมองด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบน
ของรูปเรขาคณิตที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์

จากภาพที่ 4.8 แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถเขียนภาพที่ได้จากการมองด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบนของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์ พร้อมทั้งสามารถระบุจำนวน ลูกบาศก์ที่ซ้อนทับกันได้อย่างถูกต้อง

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์การคิดทางเรขาคณิตของนักเรียน

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการทำแบบวัดการคิดทางเรขาคณิตของนักเรียนมาวิเคราะห์เพื่อวัด ระดับการคิดทางเรขาคณิต โดยเทียบตามระดับการคิดทางเรขาคณิต ดังตารางที่ 3.8 และคำนวณค่า ร้อยละของนักเรียนที่อยู่แต่ละระดับ ซึ่งผลของการวิเคราะห์การคิดทางเรขาคณิตแสดง ดังตารางที่ 4.2 ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงผลของการวิเคราะห์การคิดทางเรขาคณิตจากการทำแบบวัดการคิดทาง เรขาคณิตของนักเรียน (N=33)

ระดับการคิดทางเรขาคณิต	จำนวนนักเรียนที่อยู่ในแต่ละระดับ (ร้อยละ)
2	16 คน (48.48)
1	14 คน (42.42)
0	3 คน (9.09)

จากตารางที่ 4.2 จะเห็นได้ว่านักเรียนส่วนใหญ่มีระดับการคิดทางเรขาคณิตในระดับที่ 2 ซึ่งเป็นระดับสูงสุดของการเรียน เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ มากที่สุด จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 48.48 รองลงมามีนักเรียนมีระดับการคิดทางเรขาคณิตอยู่ในระดับที่ 1 จำนวน 14 คน คิดเป็นร้อยละ 42.42 ส่วนในระดับที่ 0 มีนักเรียนเพียง 3 คน คิดเป็นร้อยละ 9.09 เท่านั้น

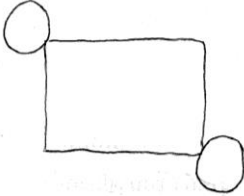
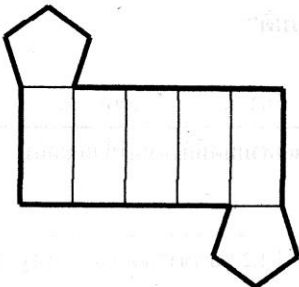
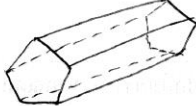
นอกจากนี้ในระหว่างที่ผู้วิจัยดำเนินการสอนเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ โดยใช้แนวการสอนของแวน อีลี ร่วมกับโปรแกรมจีโอเมตริกส์เก้ตซ์แพด หลังจากสอนจบแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ตรวจสอบว่านักเรียนมีพัฒนาการเกี่ยวกับการคิดทางเรขาคณิตโดยได้ทำการนำข้อมูลที่ได้จากการทำใบงานท้ายหน่วยการเรียนรู้ทุกหน่วยการเรียนรู้ของนักเรียน มาวิเคราะห์เพื่อวัดระดับการคิดทางเรขาคณิต โดยเทียบตามระดับการคิดทางเรขาคณิต พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับการคิดทางเรขาคณิตในแต่ละหน่วยการเรียนรู้อยู่ในระดับที่ 2 รองลงมาคือระดับที่ 1 และระดับที่ 0 ตามลำดับ แสดงผลดังต่อไปนี้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ภาพของรูปเรขาคณิตสามมิติ

ในหน่วยการเรียนรู้นี้ เป้าหมายสูงสุดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คือ นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างภาพของรูปเรขาคณิตสามมิติกับรูปเรขาคณิตสามมิติต้นแบบได้ โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ผ่านการใช้บทเรียนในโปรแกรมจีโอเมตริกส์เก้ตซ์แพดในการสำรวจ ตรวจสอบ และค้นหาหลักการหรือแนวคิด ของการเขียนภาพของรูปเรขาคณิตสามมิติ ซึ่งดำเนินการสอนตามแนวการสอนของแวน อีลี เมื่อจบหน่วยการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับการคิดทางเรขาคณิตอยู่ในระดับที่ 1 โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีการใช้หลักการในการเขียนภาพของรูปเรขาคณิตสามมิติในการอธิบายและตอบคำถาม ดังแสดงในภาพที่ 4.9

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ระดับที่ 2 โดยนักเรียนส่วนใหญ่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติกับรูปเรขาคณิตสามมิติต้นแบบได้อย่างถูกต้องชัดเจน ดังแสดงในภาพที่ 4.10

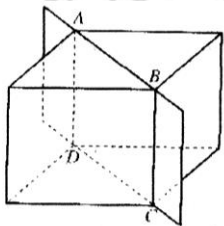
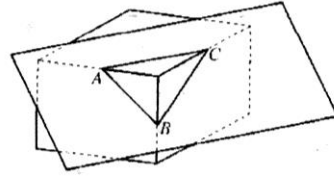
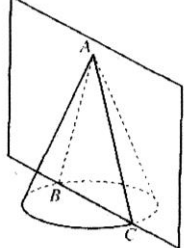
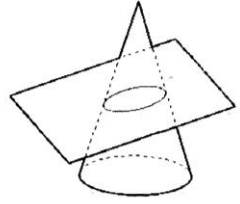
ข้อ 2  ทรงกระบอก	2.1 จงเขียนรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ  เพราะเหตุใดถึงเขียนรูปดังกล่าว เพราะถ้าเป็นทรงกระบอกก็จะมีหน้าตัดเป็นรูปวงกลมและมีผิวข้างเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า	2.2 รูปเรขาคณิตสามมิติกับรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติในข้อ 2.1 มีความเหมือนหรือกันต่างอย่างไร - สีสันต่างกัน เป็นรูปทรงเรขาคณิตเหมือนกัน คือ $\bigcirc$, $\square$ - รูปทรงเรขาคณิตในข้อ 2.1 มี 3 มิติ แต่รูปคลี่เป็น 2 มิติ
ข้อ 3 	3.1 จงเขียนรูปเรขาคณิตสามมิติจากรูปคลี่ที่กำหนดให้ พร้อมทั้งบอกชนิดของรูปเรขาคณิตสามมิติ  ปริซึมห้าเหลี่ยม เพราะเหตุใดถึงเขียนรูปดังกล่าว เพราะปริซึมห้าเหลี่ยมมีหน้าตัดเป็นรูปห้าเหลี่ยมและมีผิวข้างเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า 5 ด้าน	3.2 รูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติกับรูปเรขาคณิตสามมิติในข้อ 3.1 มีความเหมือนหรือกันต่างอย่างไร - สีสันต่างกัน เป็นรูปทรงเรขาคณิตเหมือนกัน คือ $\square$, pentagon - รูปทรงเรขาคณิตในข้อ 3.1 มี 3 มิติ แต่รูปคลี่เป็น 2 มิติ

ภาพ 4.10 แสดงผลจากการทำใบงานท้ายหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ของ ค.ญ.บิว (นามสมมุติ)

จากภาพที่ 4.10 แสดงให้เห็นว่า ค.ญ.บิว (นามสมมุติ) นั้น มีระดับการคิดทางเรขาคณิตอยู่ในระดับที่ 2 เนื่องจากมีการอธิบายถึงองค์ประกอบย่อย เปรียบเทียบและอธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสามมิติกับรูปคลี่

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง หน้าตัดของรูปเรขาคณิตสามมิติ

ในหน่วยการเรียนรู้นี้ เป้าหมายสูงสุดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คือ นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างหน้าตัดของรูปเรขาคณิตสามมิติกับรูปเรขาคณิตสามมิติดั้งเดิมได้ โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ผ่านการใช้บทเรียนในโปรแกรมจี-โอเมตรีสเก็ซแพดในการสำรวจและค้นหา ภาพที่ได้จากการตัดรูปเรขาคณิตสามมิติในทิศทางต่างๆ ซึ่งดำเนินการสอนตามขั้นการสอนของแวน ฮีลี เมื่อจบหน่วยการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับการคิดทางเรขาคณิตอยู่ในระดับที่ 2 โดยนักเรียนส่วนใหญ่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างหน้าตัดของรูปเรขาคณิตสามมิติกับรูปเรขาคณิตสามมิติดั้งเดิมได้อย่างถูกต้องชัดเจน ดังแสดงในภาพที่ 4.11

	
รูป...สี่เหลี่ยมผืนผ้า..... หน้าตัดที่ได้กับรูปเรขาคณิตสามมิติมีความสัมพันธ์กันอย่างไร - หน้าตัดเป็นเรขาคณิต 2 มิติ หน้ารูปที่กำหนดให้ เป็นรูปเรขาคณิต 3 มิติ - หน้าตัดเป็นส่วนของรูปเรขาคณิตรูปทรงทึบที่กำหนดให้	รูป...สี่เหลี่ยม..... หน้าตัดที่ได้กับรูปเรขาคณิตสามมิติมีความสัมพันธ์กันอย่างไร - หน้าตัดเป็นเรขาคณิต 2 มิติ หน้ารูปที่กำหนดให้ เป็นรูปเรขาคณิต 3 มิติ - หน้าตัดเป็นรูปทึบของรูปเรขาคณิตที่กำหนดให้
	
รูป...สามเหลี่ยม..... หน้าตัดที่ได้กับรูปเรขาคณิตสามมิติมีความสัมพันธ์กันอย่างไร - หน้าตัดเป็นเรขาคณิต 2 มิติ หน้ารูปที่กำหนดให้ เป็นรูปเรขาคณิต 3 มิติ - หน้าตัดเป็นรูปทึบของรูปเรขาคณิตที่กำหนดให้	รูป...วงรี..... หน้าตัดที่ได้กับรูปเรขาคณิตสามมิติมีความสัมพันธ์กันอย่างไร - หน้าตัดเป็นเรขาคณิต 2 มิติ หน้ารูปที่กำหนดให้ เป็นรูปเรขาคณิต 3 มิติ - หน้าตัดเป็นรูปทึบของรูปเรขาคณิตที่กำหนดให้

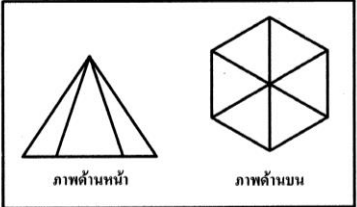
ภาพ 4.11 แสดงผลจากการทำใบงานท้ายหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ของ ค.ญ.บิว (นามสมมุติ)

จากภาพที่ 4.11 แสดงให้เห็นว่า ค.ญ.บิว (นามสมมุติ) นั้น มีระดับการคิดทางเรขาคณิตอยู่ในระดับที่ 2 เนื่องจากมีการอธิบายถึงองค์ประกอบย่อยและมีการเปรียบเทียบระหว่างรูปเรขาคณิตต้นแบบกับหน้าตัดที่ได้ อีกทั้งยังสามารถบอกความสัมพันธ์ได้บางส่วน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ภาพที่ได้จากการมองด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบนของรูปเรขาคณิตสามมิติ

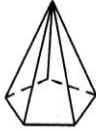
ในหน่วยการเรียนรู้นี้ เป้าหมายสูงสุดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คือ นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างภาพที่ได้จากการมองรูปเรขาคณิตสามมิติกับรูปเรขาคณิตสามมิติได้ โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ผ่านการใช้บทเรียนในโปรแกรมจีโอเมตรีสเก็ทซ์แพดในการสำรวจ สืบเสาะและค้นหา ภาพสองมิติที่ได้จากมองของรูปเรขาคณิตสามมิติแต่ละมุมมอง ตลอดจนการใช้จินตนาการในการนึกภาพของรูปเรขาคณิตสามมิติจากภาพด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบนที่กำหนดให้ ซึ่งดำเนินการสอนตามขั้นการสอนของแวน ฮีลี เมื่อจบหน่วยการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับการคิดทางเรขาคณิตอยู่ในระดับที่ 2 โดยนักเรียนส่วนใหญ่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างภาพที่ได้จากการมองรูปเรขาคณิตสามมิติกับรูปเรขาคณิตสามมิติได้อย่างถูกต้องชัดเจน ดังแสดงในภาพที่ 4.12

ข้อ 2 กำหนดภาพด้านหน้าและด้านบนดังรูป ภาพในข้อใดมีภาพด้านหน้าและด้านบนเหมือนกับภาพที่กำหนดให้



ภาพด้านหน้า ภาพด้านบน

2.1 ภาพในข้อใดมีภาพด้านหน้าและด้านบนเหมือนกับภาพที่กำหนดให้


(ก) (ข) (ค)

เพราะเหตุใดถึงเลือกภาพดังกล่าว : เลือกภาพ (ก) เพราะภาพด้านหน้าและด้านบนเหมือนกัน
ที่ภาพอื่นจะต่างกันด้านหน้า และด้านบน ค.

2.2 ภาพที่ได้จากการมองด้านบนของรูปเรขาคณิตที่กำหนดให้กับรูปเรขาคณิตสามมิติในข้อ 2.1 มีความเหมือนหรือต่างกันอย่างไร

ภาพที่แสดงจากด้านข้าง, ด้านบน, ด้านหน้าเป็นรูปเรขาคณิต 2 มิติและเมื่อมองประกอบกันแล้วจะเป็นรูปเรขาคณิต 3 มิติ
ทุกด้านเป็นรูปเดียวกัน

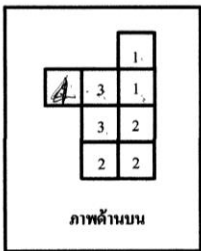
ภาพ 4.12 แสดงผลจากการทำใบงานท้ายหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ของ ค.ญ.บิว (นามสมมุติ)

จากภาพที่ 4.12 แสดงให้เห็นว่า ค.ญ.บิว (นามสมมุติ) นั้น มีระดับการคิดทางเรขาคณิตอยู่ในระดับที่ 2 เนื่องจากมีการอธิบายถึงองค์ประกอบย่อย เปรียบเทียบและอธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสามมิติกับภาพในมุมมองต่างๆ

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง รูปเรขาคณิตที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์

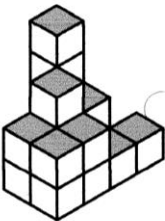
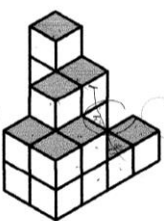
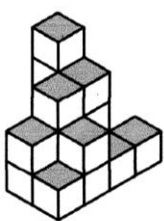
ในหน่วยการเรียนรู้นี้ เป้าหมายสูงสุดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คือ นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างภาพที่ได้จากการมองรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์กับรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์ได้ โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ผ่านการใช้บทเรียนในโปรแกรมจิโอมิเตอร์สเก็ทซ์แพดในการสำรวจสืบเสาะและค้นหา ภาพสองมิติที่ได้จากมองของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์แต่ละมุมมอง ตลอดจนการใช้จินตนาการในการนึกภาพของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์จากภาพด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบนที่ระบุจำนวนลูกบาศก์ที่ซ้อนทับกันให้ ซึ่งดำเนินการสอนตามขั้นการสอนของแวน ฮีลี เมื่อจบหน่วยการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับการคิดทางเรขาคณิตอยู่ในระดับที่ 2 โดยนักเรียนส่วนใหญ่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ภาพที่ได้จากการมองรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์กับรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์ได้อย่างถูกต้องชัดเจน ดังแสดงในภาพที่ 4.13

ข้อ 2 กำหนดภาพด้านหน้าด้านบนดังรูป ภาพในข้อใดมีภาพด้านหน้าเหมือนกับภาพที่กำหนดให้



ภาพด้านบน

2.1 ภาพในข้อใดมีภาพด้านหน้าและด้านบนเหมือนกับภาพที่กำหนดให้

(ก) ~~(ข)~~ (ค)

2.2 ภาพที่ได้จากการมองด้านบนของรูปเรขาคณิตที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์ที่กำหนดให้กับรูปเรขาคณิตที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์ ในข้อ 2.1 มีความเหมือนหรือต่างกันอย่างไร

- รูปที่ได้จากการมองด้านบนและรูปประกอบเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติที่ต่างกัน เช่น เป็นต้น
- รูปที่ได้จากการมองด้านบนและรูปประกอบเป็นรูปเรขาคณิต 2 มิติและรูปประกอบเป็นรูปเรขาคณิต 3 มิติ

ภาพ 4.13 แสดงผลจากการทำใบงานท้ายหน่วยการเรียนรู้ที่ 5 ของ ค.ญ.บิว (นามสมมุติ)

จากภาพที่ 4.13 แสดงให้เห็นว่า ค.ญ.บิว (นามสมมุติ) นั้น มีระดับการคิดทางเรขาคณิตอยู่ในระดับที่ 2 เนื่องจากมีการเปรียบเทียบและอธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์กับภาพด้านบนที่กำหนดให้