

ความเข้าใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เกี่ยวกับความลึกจริงและความลึกปรากฏ Eleventh Grade Students' Understanding About Real and Apparent Depth

สุพรรณณี วรวัฒน์เมธี

supanee.wor@gmail.com

โรงเรียนสอศตพิทยาคม ตำบลหางดง อำเภอสอศต จังหวัดเชียงใหม่

บทคัดย่อ

งานวิจัยเชิงคุณภาพนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้าใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 10 คน เกี่ยวกับความลึกจริงและความลึกปรากฏของวัตถุหนึ่ง เมื่อผู้สังเกตมองวัตถุผ่านตัวกลาง 2 ชนิดที่แตกต่างกัน ในการนี้ ผู้วิจัยเก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเป็นรายบุคคล และวิเคราะห์ข้อมูลโดยการพิจารณาองค์ประกอบของคำอธิบายของนักเรียนแต่ละคน ผลการวิจัยเปิดเผยคำอธิบาย 3 แบบ ซึ่งไม่มีคำอธิบายแบบใดเลยที่มีองค์ประกอบสมบูรณ์ในทางวิทยาศาสตร์ การวิจัยนี้อธิบายเกี่ยวกับอุปสรรคของนักเรียนในการอธิบายความลึกจริงและความลึกปรากฏ

คำสำคัญ: ความลึกจริงและความลึกปรากฏ; การหักเหของแสง; นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

Abstract

This qualitative research aimed at studying ten eleventh grade students' understandings about real and apparent depth of an object when an observer sees that object through two different mediums. In doing so, the researcher collected data using individual semi-structured interviews, and analyzed the data by considering each student's explanation components. The research results reveal three types of the students' explanations, which none has completely scientific components. This research discusses about the students' difficulties in explaining real and apparent depth.

Keywords: Real and apparent depth; Refraction of light; Eleventh grade students

บทนำ

การพัฒนาความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติเป็นเป้าหมายสำคัญประการหนึ่งในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่ (หากไม่ใช่ทุกคน) มักมีความเข้าใจเดิมเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ซึ่งเกิดจากประสบการณ์ต่างๆ ในชีวิตประจำวันของนักเรียนเอง เช่น การสังเกตการตกของวัตถุจากที่สูงสู่ที่ต่ำ การเล่นกับแสงและเงา การพูดคุยกับพ่อแม่เกี่ยวกับรุ่งกินน้ำ การรับชมรายการพยากรณ์อากาศทางโทรทัศน์ และการเรียนรู้ในห้องเรียนเกี่ยวกับโครงสร้างของโลก เป็นต้น ความเข้าใจเดิมบางอย่างอาจส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้ง่ายและดีขึ้น แต่ในทางกลับกัน ความเข้าใจเดิมบางอย่างก็อาจเป็นอุปสรรคในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้เช่นกัน การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงต้องให้ความสำคัญกับความเข้าใจเดิมของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนเกิดการเปรียบเทียบและเชื่อมโยงความเข้าใจเดิมของตนเองกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ อันจะนำไปสู่การเรียนรู้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีความหมาย ด้วยเหตุนี้งานวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ทั้งที่ปรากฏในประเทศไทย (ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์ และคณะ, 2549; ชีรพงษ์ แสงประดิษฐ์ & วรณทิพา รอดแรงคำ, 2552ก) และในต่างประเทศ (Driver *et al.*, 1994; Galili, 1996) จึงเสนอให้มีการศึกษาความเข้าใจเดิมของนักเรียน “ก่อน” การจัดการเรียนการสอน ทั้งนี้เพื่อให้ผู้สอนได้เกิดตระหนักและความเข้าใจเกี่ยวกับความเข้าใจเดิมของนักเรียน รวมทั้งใช้ข้อมูลเกี่ยวกับความเข้าใจเดิมของนักเรียนให้เป็นประโยชน์ในการจัดการเรียนการสอน

นักเรียนส่วนใหญ่ (หากไม่ใช่ทุกคน) มักคุ้นเคยกับปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับแสง เช่น การสะท้อนของแสง การหักเหของแสง การเกิดเงาของวัตถุ และการกระเจิงของแสง เป็นต้น นักเรียนจึงควรมีความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับสมบัติของแสง และใช้ความเข้าใจเหล่านั้นในการอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับแสงได้ ในการนี้ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (สำนักวิชาการ

และมาตรฐานการศึกษา, 2553) ได้บรรจุแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับแสงไว้ในสาระที่ 5 “พลังงาน” ซึ่งนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ควรเข้าใจว่า (หน้าที่ 64):

- แสงเคลื่อนที่จากแหล่งกำเนิดทุกทิศทางและเคลื่อนที่เป็นแนวตรง
- แสงตกกระทบวัตถุจะเกิดการสะท้อนของแสง โดยมีมุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน
- เมื่อแสงกระทบวัตถุต่างกัน (แสง) จะผ่านวัตถุแต่ละชนิดได้ต่างกัน ทำให้ (เราสามารถ) จำแนกวัตถุออกเป็นตัวกลางโปร่งใส ตัวกลางโปร่งแสง และวัตถุทึบแสง
- เมื่อแสงเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางที่ต่างชนิดกัน ทิศทางการเคลื่อนที่ของแสงเปลี่ยน เรียกว่า (ปรากฏการณ์นี้ว่า) การหักเหของแสง
- เซลล์สุริยะเป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้า อุปกรณ์ไฟฟ้าหลายชนิดมีเซลล์สุริยะเป็นส่วนประกอบ เช่น เครื่องคิดเลข
- แสงขาวผ่านปริซึมจะเกิดการกระจายของแสงเป็นแสงสีต่างๆ ...

นอกจากนี้ นักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ควรเข้าใจว่า (หน้าที่ 67 – 68):

- เมื่อแสงตกกระทบผิววัตถุหรือตัวกลางอีกตัวกลางหนึ่ง แสงจะเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่โดยการสะท้อนของแสงหรือการหักเหของแสง
- นัยน์ตาของเราเป็นอวัยวะให้มองดูสิ่งต่างๆ นัยน์ตามีองค์ประกอบสำคัญหลายอย่าง
- ความสว่างมีผลต่อนัยน์ตามนุษย์ จึงมีการนำความรู้เกี่ยวกับความสว่างมาช่วยในการจัดความสว่างให้เหมาะสมกับการทำงาน ...
- เมื่อแสงตกกระทบวัตถุ วัตถุจะดูดกลืนแสงบางส่วนไว้ และสะท้อนสีที่เหลือออกมา ทำให้เรามองเห็นวัตถุเป็นสีต่างๆ ...

สิ่งเหล่านี้แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่า ความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับแสงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับนักเรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน

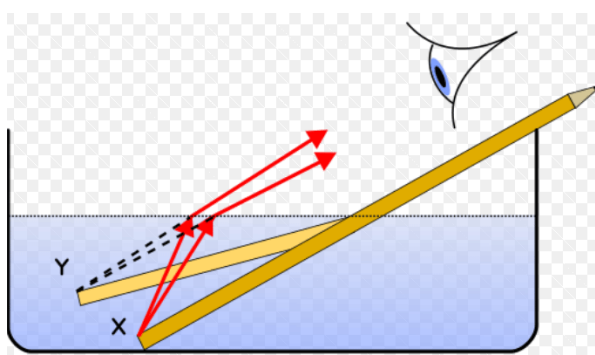
อย่างไรก็ตาม งานวิจัยจำนวนหนึ่งให้ข้อมูลว่า นักเรียนอาจไม่มีความเข้าใจที่ถูกต้องเพียงพอเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับแสง (Galili, 1996) ตัวอย่างเช่น อีรฟงษ์ แสงประดิษฐ์ & วรณทิพา รอดแรงคำ (2552) รายงานว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวนหนึ่งมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับแสง เช่น ความเข้าใจที่ว่า:

- แสงเคลื่อนที่ไปในทิศทางเดียวจากตำแหน่งใดๆ ของแหล่งกำเนิดแสง ซึ่งมักเป็นทิศทางจากแหล่งกำเนิดแสงไปยังผู้สังเกต
- แสงเคลื่อนที่ไปได้ไกลเท่าที่ตาของผู้สังเกตมองเห็นแสงนั้น
- การมองเห็นวัตถุใดๆ เกิดจากการที่แสงจากดวงตาของผู้สังเกตเคลื่อนที่ไปยังวัตถุนั้น
- สีของวัตถุใดๆ ที่ปรากฏต่อสายตาของผู้สังเกตเป็นสีของวัตถุนั้น ไม่ใช่สีของแสงที่ตกกระทบวัตถุนั้น แล้วสะท้อนมายังดวงตาของผู้สังเกต

นอกจากนี้ นักเรียนเหล่านี้ยังไม่เข้าใจปรากฏการณ์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับแสง เช่น การหักเหของแสง การเกิดภาพจากกระจกและเลนส์ และหลักการทำงานของทัศนอุปกรณ์ ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเหล่านี้ส่วนหนึ่งเกี่ยวข้องกับข้อจำกัดของการจัดการเรียนการสอนเรื่องแสง ซึ่ง อีรฟงษ์ แสงประดิษฐ์ & วรณทิพา รอดแรงคำ (2552: 305) พบว่า “การเรียนการสอนแนวคิดเรื่องแสงมีปัญหาในหลายๆ ด้าน ได้แก่ ความรู้ของครูผู้สอนเอง วิธีสอน (และการขาดสื่อการสอน”

“ความลึกจริงและความลึกปรากฏ” เป็นปรากฏการณ์หนึ่งที่เกี่ยวข้องกับแสง กล่าวคือ เมื่อผู้สังเกตมองวัตถุใดๆ ผ่านตัวกลางตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป ผู้สังเกตอาจเห็นภาพของวัตถุนั้นในตำแหน่งที่แตกต่างไปจากตำแหน่งจริงของวัตถุนั้น ตัวอย่างเช่น เมื่อผู้สังเกตมองดินสอที่อยู่ในน้ำ ดังภาพที่ 1 ผู้สังเกตจะเห็นว่า ส่วนของดินสอที่อยู่ในน้ำจะปรากฏอยู่ตื้นกว่าความเป็นจริง ทั้งนี้เพราะการมองเห็นดินสอส่วนที่อยู่ในน้ำนั้นเกิดจาก

การที่แสงเคลื่อนที่ผ่านตัวกลาง 2 ชนิด (นั่นคือ น้ำและอากาศ) ที่มีความหนาแน่นแตกต่างกัน ทำให้อัตราเร็วของแสงในตัวกลางทั้งสองชนิดนั้นมีความแตกต่างกัน ส่งผลให้เกิดการหักเหของแสง ณ รอยต่อระหว่างน้ำและอากาศ ตำแหน่งภาพของดินสอส่วนนั้นจึงปรากฏอยู่ตื้นกว่าความเป็นจริง ทั้งนี้เพราะแสงที่เข้าสู่ดวงตาของผู้สังเกตเป็นแสงที่เกิดการหักเห ณ รอยต่อระหว่างตัวกลางทั้งสองชนิดนั่นเอง อย่างไรก็ตาม ผู้สังเกตจะเห็นดินสอส่วนที่อยู่เหนือน้ำตามปกติ เพราะแสงจากดินสอส่วนนี้เคลื่อนที่ผ่านตัวกลางชนิดเดียว (นั่นคือ อากาศ) และไม่เกิดการหักเหก่อนเข้าสู่ดวงตาของผู้สังเกต



ภาพที่ 1 ปรากฏการณ์ “ความลึกจริงและความลึกปรากฏ”

เมื่อผู้สังเกตมองส่วนของดินสอที่อยู่ในน้ำ

ที่มา: <http://en.wikipedia.org/wiki/Refraction>

เนื่องจาก “ความลึกจริงและความลึกปรากฏ” เป็นปรากฏการณ์ที่นักเรียนสามารถประสบได้ในชีวิตประจำวันทั่วไป แต่ในการอธิบายปรากฏการณ์นี้ นักเรียนต้องใช้ความเข้าใจเกี่ยวกับแสงหลายอย่าง อาทิ การมองเห็น ตัวกลางของแสง สมบัติของตัวกลาง สมบัติของแสงในตัวกลาง และการหักเหของแสง เป็นต้น อย่างไรก็ตาม งานวิจัยที่ศึกษาความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับปรากฏการณ์นี้กลับมีจำนวนน้อยมาก

ในจำนวนนี้ มีเพียงงานวิจัยของ ชีรพงษ์ แสงประดิษฐ์ & วรณทิพา รอดแรงคำ (2552ข: 316) ซึ่งสรุปไว้เพียงว่า:

“เมื่อ...ให้นักเรียนเลือกข้อความที่...อธิบายการมองเห็นตำแหน่งของปลาในสระน้ำ นักเรียน(ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2) ร้อยละ 16 (จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด 114 คน) มี(แนวความคิดทาง)วิทยาศาสตร์ ... (แต่)นักเรียนร้อยละ 84 มี (ความเข้าใจที่)คลาดเคลื่อน ... โดยนักเรียนคิดว่า(ภาพของ)ปลาอยู่ลึกกว่าความเป็นจริงหรือ...อยู่ระดับเดิมตามความเป็นจริง”

แม้งานวิจัยข้างต้นให้ข้อมูลว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับความลึกจริงและความลึกปรากฏ แต่ไม่ได้ให้ข้อมูลเกี่ยวกับอุปสรรคของนักเรียนในการอธิบายปรากฏการณ์นี้ ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงเกิดความสนใจว่า นักเรียน (ในความดูแลของตนเอง) เข้าใจและอธิบายปรากฏการณ์ “ความลึกจริงและความลึกปรากฏ” อย่างไร ข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้จะขยายฐานความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจเดิมของนักเรียนเกี่ยวกับปรากฏการณ์นี้ให้กว้างขวางมากยิ่งขึ้นต่อไป

วัตถุประสงค์

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้าใจและคำอธิบายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เกี่ยวกับปรากฏการณ์ “ความลึกจริงและความลึกปรากฏ”

วิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative research) ซึ่งมุ่งเน้นการตีความและการทำความเข้าใจความหมายที่นักเรียนได้สร้างขึ้นเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่างๆ (ขจรศักดิ์ บัระพันธ์, 2554) ปรากฏการณ์ที่เป็นหัวข้อในการวิจัยครั้งนี้คือ “ความลึกจริงและความลึกปรากฏ” รายละเอียดมีดังต่อไปนี้

กลุ่มที่ศึกษา

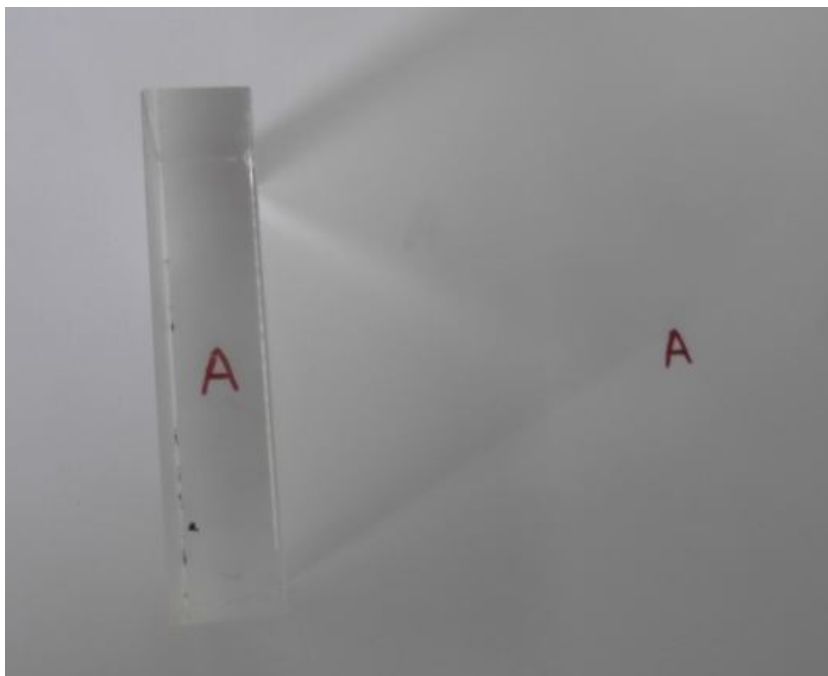
กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 10 คน (ชาย 2 คน และหญิง 8 คน) ซึ่งอยู่ในแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ในโรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดเชียงใหม่ นักเรียนทั้งหมดได้รับการเลือกแบบเจาะจงโดยอาศัยความสนิทสนมส่วนตัวกับผู้วิจัย ในช่วงเวลาของการวิจัย ซึ่งเป็นภาคเรียนที่ 1 ของปีการศึกษา 2556 นักเรียนทั้งหมดเพิ่งผ่านการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับสมบัติของคลื่นต่างๆ (เช่น คลื่นกล คลื่นเสียง และคลื่นแสง) โดยมีผลการเรียนรู้ในระดับปานกลางถึงระดับดีมาก

เครื่องมือและการเก็บข้อมูล

เครื่องมือที่ผู้วิจัยใช้ในการเก็บข้อมูลคือการสัมภาษณ์นักเรียนแบบกึ่งโครงสร้างเป็นรายบุคคล โดยผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละคนสังเกตตัวอักษร (A) บนกระดาษขาว เมื่อ “มี” และ “ไม่มี” แสงพลาสมาที่ส่อง ซึ่งมีความกว้าง 3 เซนติเมตร ความยาว 5 เซนติเมตร และความหนา 0.9 เซนติเมตร วางทับอยู่ด้านบน ดังภาพที่ 2 ซึ่งผู้สังเกตจะสังเกตเห็นตำแหน่งและขนาดของตัวอักษรนี้แตกต่างกันเล็กน้อย ในการนี้ ผู้วิจัยต้องการศึกษาว่า นักเรียนเข้าใจและอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นนี้อย่างไร และคำอธิบายของนักเรียนแต่ละคนสอดคล้องกับคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เพียงใด โดยนักเรียนสามารถวาดภาพเพื่อประกอบคำอธิบายของตนเองได้

ปรากฏการณ์นี้แสดง “ความลึกจริงและลึกปรากฏ” ของตัวอักษร ซึ่งเป็นผลจากการหักเหของแสง ทั้งนี้เพราะตัวกลางที่แสงเคลื่อนที่ผ่านจากตัวอักษรมายังดวงตาของผู้สังเกตแตกต่างกันในแต่ละกรณี กล่าวคือ เมื่อ “ไม่มี” แสงพลาสมาที่ส่องวางทับอยู่ด้านบน แสงจากตัวอักษรจะเคลื่อนที่ผ่านอากาศมายังดวงตาของผู้สังเกตโดยตรง แต่เมื่อ “มี” แสงพลาสมาที่ส่องวางทับอยู่ด้านบน แสงจากตัวอักษรจะเคลื่อนที่ผ่านแสงพลาสมาที่ส่องไปยังอากาศแล้วจึงเข้าสู่ดวงตาของผู้สังเกต ตัวกลางที่แตกต่างกันนี้ทำให้ผู้สังเกตเห็นภาพของตัวอักษรแตกต่างกัน นั่นคือ เมื่อ “มี” แสงพลาสมาที่ส่องวางทับอยู่

ด้านบน ตำแหน่งภาพของตัวอักษรจะปรากฏตื้นกว่าความเป็นจริงเล็กน้อย และทำให้ภาพของตัวอักษรที่ปรากฏมีขนาดใหญ่กว่าความเป็นจริงเล็กน้อย

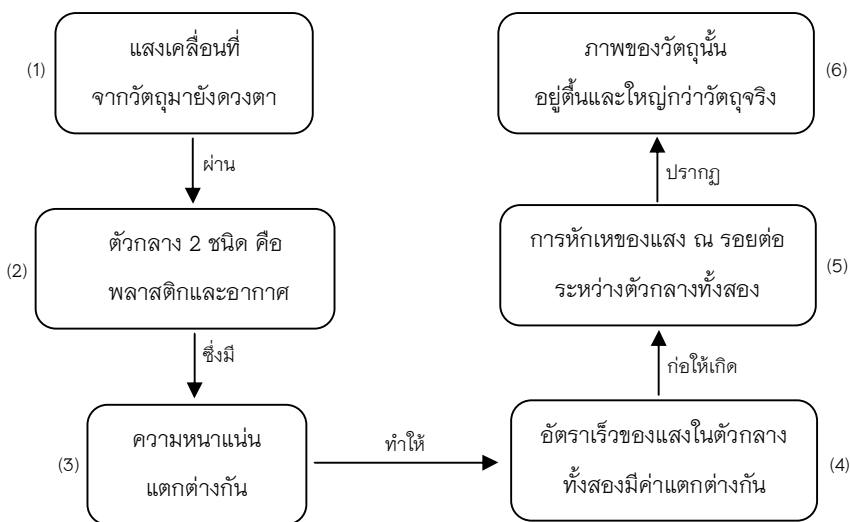


ภาพที่ 2 ขนาดของตัวอักษร (A) เมื่อ “มี” และ “ไม่มี” แ่างพลาสติกวางทับอยู่ด้านบน ตามลำดับจากซ้ายไปขวา

ในการสัมภาษณ์นักเรียนแบบกึ่งโครงสร้างรายบุคคล ผู้วิจัยใช้คำถามหลัก 3 ข้อ ตามลำดับ ดังนี้

1. อะไรคือความแตกต่างระหว่างภาพตัวอักษร (A) ที่นักเรียนเห็น เมื่อ “มี” และ “ไม่มี” แ่างพลาสติกวางทับตัวอักษรนั้น
2. ความแตกต่างนั้นเกิดขึ้นได้อย่างไร
3. แสงเกี่ยวข้องกับความแตกต่างนั้นหรือไม่ และอย่างไร

การสัมภาษณ์นักเรียนแต่ละคนเกิดขึ้นในช่วงเวลาว่าง เช่น ช่วงพักกลางวัน คาบว่าง หรือช่วงเวลาเย็นหลังเลิกเรียน การสัมภาษณ์แต่ละครั้งใช้เวลาประมาณ 4 – 7 นาที โดยผู้วิจัยได้แจ้งให้นักเรียนทุกคนทราบก่อนล่วงหน้าว่า ผู้วิจัยจะบันทึกเสียงของนักเรียน เพื่อนำข้อมูลมาตีความและวิเคราะห์อย่างละเอียดในภายหลัง โดยข้อมูลส่วนตัวของนักเรียนจะถูกเก็บเป็นความลับ และการตอบคำถามของนักเรียนจะไม่มีผลใดๆ ต่อผลการเรียนในทุกวิชาที่ผู้วิจัยสอน นักเรียนทุกคนรับทราบและไม่มีนักเรียนคนใดปฏิเสธการให้ข้อมูล



ภาพที่ 3 กรอบการวิเคราะห์คำอธิบายของนักเรียน
เกี่ยวกับความลึกจริงและความลึกปรากฏ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลทันทีหลังการสัมภาษณ์นักเรียนทุกคนเสร็จสิ้น ผู้วิจัยเริ่มต้นโดยการถอดคำพูดของนักเรียนทุกคนแบบคำต่อคำ จากนั้น ผู้วิจัยอ่านคำพูดของนักเรียนแต่ละคน ในการนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยอิงจากคำอธิบายปรากฏการณ์ “ความลึกจริงและความลึกปรากฏ” ตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 6 องค์ประกอบ ดังภาพที่ 3 แม้ว่าปรากฏการณ์นี้เกี่ยวข้องกับสิ่งที่แสงจากแหล่งกำเนิดเคลื่อนที่มากระทบตัวอักษร แล้วสะท้อนจากตัวอักษรผ่านตัวกลาง 2 ชนิด มายังดวงตา แต่ผู้วิจัยเลือกพิจารณาเพียงส่วนที่เกี่ยวข้องกับการเกิดปรากฏการณ์ “ความลึกจริงและความลึกปรากฏ” โดยตรงเท่านั้น กล่าวคือ ผู้วิจัยเลือกพิจารณาเฉพาะส่วนที่แสงเคลื่อนที่จากตัวอักษรมายังดวงตาของผู้สังเกต แต่ไม่พิจารณาส่วนที่แสงเคลื่อนที่จากแหล่งกำเนิดมายังตัวอักษร ในการนี้ ผู้วิจัยพิจารณาว่า คำอธิบายของนักเรียนแต่ละคนประกอบด้วยองค์ประกอบใดบ้าง แต่ละองค์ประกอบมีการเชื่อมโยงกันหรือไม่ และการเชื่อมโยงเหล่านั้นเป็นอย่างไร

ผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์นักเรียนแต่ละคน ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนทุกคนสังเกตและระบุได้ว่า เมื่อมีแท่งพลาสติกอยู่ด้านบนตัวอักษร ภาพของตัวอักษรนั้นปรากฏอยู่ตื้นและใหญ่กว่าปกติ (เมื่อเทียบกับกรณีที่ไม่มีแท่งพลาสติกอยู่ด้านบนตัวอักษร) อย่างไรก็ตาม นักเรียนแต่ละคนอาจอธิบายปรากฏการณ์นี้แตกต่างกันไป โดยไม่มีคำอธิบายของนักเรียนคนใดเลยที่มีครบทั้ง 6 องค์ประกอบ คำอธิบายที่สมบูรณ์ที่สุดมีทั้งสิ้น 4 องค์ประกอบ ในขณะที่คำอธิบายที่สมบูรณ์น้อยที่สุดมีเพียงองค์ประกอบเดียว ดังตารางที่ 1

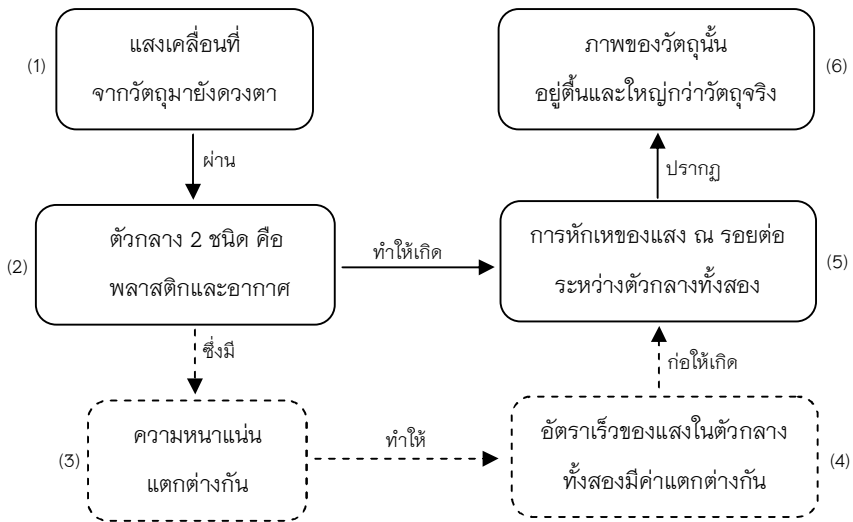
ตารางที่ 1 องค์ประกอบของคำอธิบายของนักเรียนเกี่ยวกับความลึกจริงและความลึกปรากฏ

นักเรียน	องค์ประกอบของคำอธิบาย						รวม
	1	2	3	4	5	6	
S1	✓	-	-	-	-	✓	2
S2	-	-	-	-	-	✓	1
S3	-	-	-	-	-	✓	1
S4	-	-	-	-	-	✓	1
S5	-	-	-	-	-	✓	1
S6	✓	✓	-	-	✓	✓	4
S7	-	-	-	-	-	✓	1
S8	-	-	-	-	-	✓	1
S9	-	-	-	-	-	✓	1
S10	-	-	-	-	-	✓	1
รวม	2	1	0	0	1	10	14

หมายเหตุ: ✓ หมายถึง มีองค์ประกอบ; - หมายถึง ไม่มีองค์ประกอบ

คำอธิบายแบบที่ 1

นักเรียนคนที่ 6 (S6) ให้คำอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ “ความลึกจริงและความลึกปรากฏ” ที่มีองค์ประกอบทั้งหมด 4 องค์ประกอบ ดังภาพที่ 4 กล่าวคือ นักเรียนคนนี้อธิบายว่า ภาพของตัวอักษรปรากฏอยู่ตื้นและใหญ่กว่าวัตถุจริง (6) ซึ่งเกี่ยวข้องกับการหักเหของแสงระหว่างตัวกลาง 2 ชนิด (5) นักเรียนคนนี้อธิบายด้วยว่า การมองเห็นภาพของตัวอักษรนั้นได้เป็นเพราะแสงเคลื่อนที่จากตัวอักษรนั้นมายังดวงตา (1) ซึ่งผ่านตัวกลาง 2 ชนิด คือ พลาสติกและอากาศ (2) นอกจากนี้ นักเรียนคนนี้สามารถเชื่อมโยงระหว่างองค์ประกอบที่ 1 และ 2 ได้อีกด้วย



ภาพที่ 4 คำอธิบายของนักเรียนคนที่ 6
เกี่ยวกับความลึกจริงและความลึกปรากฏ

หมายเหตุ: เส้นทึบ (—) หมายถึง องค์ประกอบที่ปรากฏในคำอธิบาย

เส้นประ (- -) หมายถึง องค์ประกอบที่ไม่ปรากฏในคำอธิบาย

ต่อไปนี้เป็นคำอธิบายและภาพประกอบคำอธิบายของนักเรียนคนที่ 6 ตามลำดับ (ในระหว่างสัมภาษณ์ นักเรียนทุกคนเข้าใจว่า แท่งพลาสติกคือแท่งแก้ว)

T ให้นักเรียนสังเกตตัว A ...

S6 มันจะใหญ่กว่านิดหนึ่ง แล้วมันเหมือนจะสูงขึ้นมา [องค์ประกอบที่ 6]

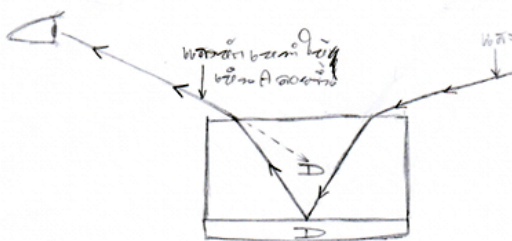
T ทำไมมันจึงสูงขึ้นมา...

S6 เป็นเพราะแท่งแก้ว

T แท่งแก้วทำให้ตัวอักษร A (ปรากฏ) ลอยขึ้นได้ยังไง

[...]

- S6 มัน(แสง)เคลื่อนที่จากข้างล่างมาหาคา [องค์ประกอบที่ 1] ... มันต้องผ่านแท่งแก้ว ผ่านอากาศ [องค์ประกอบที่ 2] ... (แล้ว)จะมีการหักเหต่อระหว่างแท่งแก้วนี้กับอากาศ ... (ปรากฏการณ์นี้)น่าจะเป็นเพราะการหักเหของแสงระหว่างแท่งแก้วกับอากาศ [องค์ประกอบที่ 5]



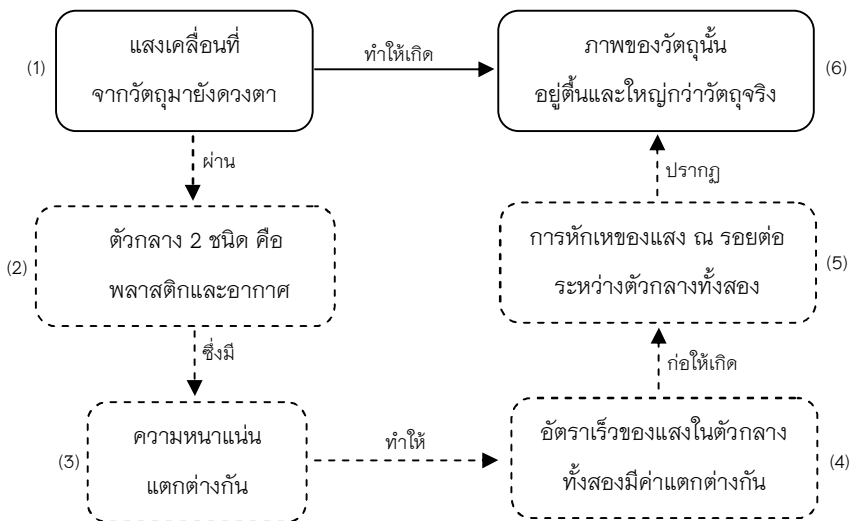
ภาพที่ 5 ภาพประกอบคำอธิบายของนักเรียนคนที่ 6

อย่างไรก็ตาม สิ่งที่ขาดหายไปในการอธิบายของนักเรียนคนนี้คือการเคลื่อนที่ของแสงผ่านตัวกลาง 2 ชนิดทำให้เกิดการหักเหของแสงได้อย่างไร นั่นคือนักเรียนคนนี้ยังไม่เข้าใจว่า แสงเคลื่อนที่ในตัวกลางแต่ละชนิดด้วยอัตราเร็วที่แตกต่างกัน (องค์ประกอบที่ 4) ทั้งนี้เพราะตัวกลางแต่ละชนิดมีความหนาแน่นที่แตกต่างกัน (องค์ประกอบที่ 3)

คำอธิบายแบบที่ 2

นักเรียนคนที่ 1 (S1) ให้คำอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ “ความลึกจริงและความลึกปรากฏ” ที่มีองค์ประกอบทั้งหมด 2 องค์ประกอบ ดังภาพที่ 6 กล่าวคือนักเรียนคนนี้อธิบายว่า ภาพของตัวอักษรปรากฏอยู่ตื้นและใหญ่กว่าวัตถุจริง (6) ซึ่งการมองเห็นภาพของตัวอักษรได้นั้นเกิดจากการที่แสงเคลื่อนที่จากตัวอักษรนั้นมายังดวงตา (1) อย่างไรก็ตาม แม้ว่านักเรียนคนนี้เคยขึ้นมาคำหนึ่งว่า “การหักเหของแสง” แต่ด้วยความไม่ตระหนักถึงอากาศ ซึ่งเป็นอีกตัวกลางหนึ่งที่แสงเคลื่อนที่ผ่าน นักเรียน

คนนี้จึงไม่สามารถอธิบายต่อไปได้ว่า การหักเหของแสงเกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์นี้
อย่างไร



ภาพที่ 6 คำอธิบายของนักเรียนคนที่ 1
เกี่ยวกับความลึกจริงและความลึกปรากฏ

ต่อไปนี้เป็นคำอธิบายของนักเรียนคนที่ 1

T อักษร A ที่(นักเรียน)เห็นเป็นอย่างไรคะ

S1 มันอยู่ในแท่งแก้ว ... มันสูงขึ้นมา [องค์ประกอบที่ 6]

T ทำไมมันจึงสูงขึ้นมา ... อธิบายให้ครูฟังได้ไหม

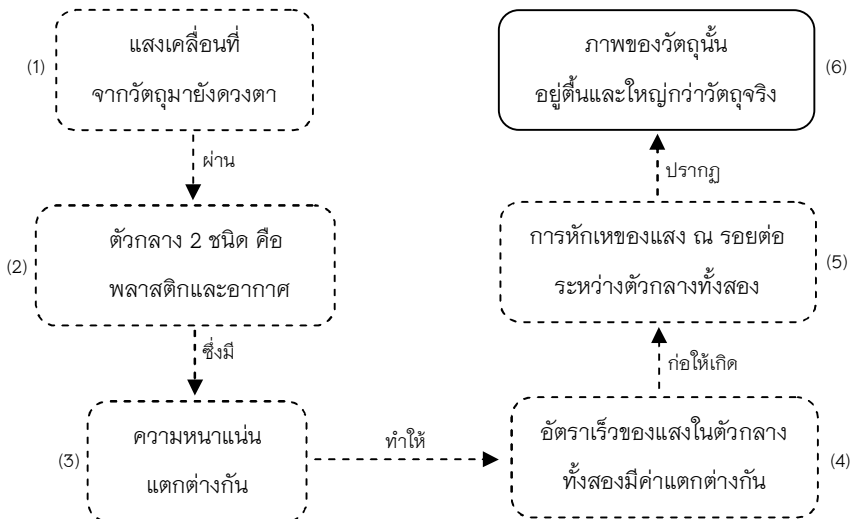
S1 แสง [เจียบ 10 วินาที] การหักเหของแสง

T ... อธิบาย(เพิ่มเติม)ได้ไหม

S1 แสงเดินทางผ่านแก้ว (จาก)ตัว A แล้วผ่านแก้ว แล้วมาที่ตา
[องค์ประกอบที่ 1]

คำอธิบายแบบที่ 3

นักเรียน 8 คน (S2 S3 S4 S5 S7 S8 S9 และ S10) ซึ่งเป็นนักเรียนส่วนใหญ่ให้คำอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ “ความลึกจริงและความลึกปรากฏ” ที่มีเพียงองค์ประกอบเดียวเท่านั้น ดังภาพที่ 7 กล่าวคือ นักเรียนกลุ่มนี้ระบุได้เพียงว่า ภาพของตัวอักษรปรากฏอยู่ตื้นและใหญ่กว่าวัตถุจริง (6)



ภาพที่ 7 คำอธิบายของนักเรียนคนที่ 2 3 4 5 7 8 9 และ 10
เกี่ยวกับความลึกจริงและความลึกปรากฏ

ต่อไปนี้เป็นตัวอย่างคำอธิบายของนักเรียนในกลุ่มนี้

- T นักเรียนเห็นตัวอักษร A อยู่ที่เดิมไหม (เมื่อเทียบกับกรณีที่ไม่มีแท่งพลาสติก)
- S9 ไม่อยู่(ที่เดิม) (ตัวอักษร)จะขยับขึ้นข้างบน [องค์ประกอบที่ 6]

- T ผมคิดว่า ทำไมมันจึงเป็นแบบนี้ล่ะ
- S9 แท่งแก้วมันต้องมีอะไรสักอย่าง แท่งแก้วต้องมีความสามารถพิเศษที่แบบ ... มันเหมือนที่เขาทำ(ภาพ) 3 มิติ อะไรแบบนั้น
- [...]
- T มันเกี่ยวอะไรกับแสงไหม
- S9 เกี่ยว ถ้าไม่มีแสง มันก็ไม่เห็นแบบนี้
- T แล้วมันเป็นอย่างไร มันถึงเห็นแบบนี้ได้ล่ะ
- S9 ผมไม่รู้นะ
- T นักเรียนเห็นตัวอักษร A เปลี่ยนไปไหม (เมื่อเทียบกับกรณีที่ไม่มีแท่งพลาสติก)
- S10 มันใหญ่ขึ้นรีเปล่า ... เหมือนมันใกล้ตา(มาก)ขึ้น ... เหมือนมันสูงขึ้น [องค์ประกอบที่ 6]
- T หนูคิดว่า เพราะอะไรมันจึงสูงขึ้นกว่าเดิม
- S10 ความหนาของวัตถุ(แท่งพลาสติก)ใหม่คะ
- T ความหนาของวัตถุเกี่ยวอะไรกับการทำให้ตัว A ลอยขึ้น
- S10 คือ ถ้ามันยิ่งหนา มันก็ ... ภาพมันก็ยิ่งใหญ่ขึ้น มันจะขยายขึ้นรีเปล่า
- [...]
- T (ปรากฏการณ์นี้)เกี่ยวข้องกับแสงไหม
- S10 หนูไม่แน่ใจ หนูว่า มันมีวัตถุ(แท่งพลาสติก)มาวาง แล้วมัน(ภาพตัวอักษร)ก็เลยกำลังขยายขึ้น

แม้นักเรียนกลุ่มนี้ตระหนักดีว่า แท่งพลาสติกเป็นสิ่งที่ทำให้ภาพตัวอักษรปรากฏอยู่ต้น และใหญ่กว่าปกติ แต่นักเรียนกลุ่มนี้มีแนวโน้มที่จะละเลยเกี่ยวกับ “บทบาทของแสงที่มีต่อการมองเห็น” ซึ่งเกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์นี้โดยตรง

บทสรุป การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

จากการวิเคราะห์คำอธิบายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 10 คน เกี่ยวกับการเกิดปรากฏการณ์ที่ซึ่ง เมื่อนักเรียนมองตัวอักษรที่อยู่ใต้แท่งพลาสติกใส จากด้านบน ตัวอักษรนั้นจะปรากฏอยู่ตื้นและใหญ่กว่าปกติเล็กน้อย (เมื่อเทียบกับกรณีที่ไม่มีแท่งพลาสติกวางทับอยู่บนตัวอักษรนั้น) ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนทุกคนไม่เข้าใจและไม่สามารถให้คำอธิบายปรากฏการณ์นี้ได้อย่างสมบูรณ์ โดยในมุมมองของผู้วิจัย คำอธิบายที่สมบูรณ์ควรมีองค์ประกอบอย่างน้อย 6 องค์ประกอบ ดังนี้

1. แสงเคลื่อนที่จากตัวอักษรมายังดวงตาของผู้สังเกต
2. แสงเคลื่อนที่ผ่านตัวกลาง 2 ชนิด คือ พลาสติกและอากาศ ตามลำดับ
3. ตัวกลางทั้งสองชนิดมีความหนาแน่นแตกต่างกัน
4. ความหนาแน่นที่ต่างกันทำให้แสงเคลื่อนที่ในตัวกลางทั้งสองชนิด ด้วยอัตราเร็วที่ต่างกัน
5. อัตราเร็วของแสงที่ต่างกันทำให้แสงเกิดการหักเห ณ รอยต่อระหว่างตัวกลางสองชนิด
6. การหักเหของแสงทำให้ผู้สังเกตเห็นตัวอักษรปรากฏอยู่ตื้นและใหญ่กว่าปกติ

โดยคำอธิบายของนักเรียนทั้งหมดมี 3 แบบ ดังนี้

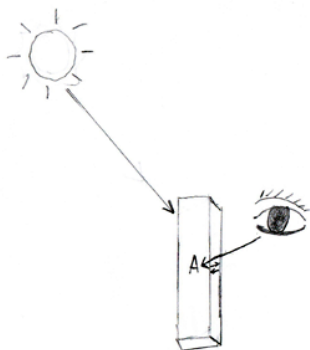
1. คำอธิบายแบบที่ 1 ซึ่งมี 4 องค์ประกอบ (องค์ประกอบที่ 1 2 5 และ 6) นั่นคือ แสงเคลื่อนที่จากตัวอักษรมายังดวงตาของผู้สังเกต ซึ่งผ่านตัวกลาง 2 ชนิด นั่นคือ พลาสติกและอากาศ ทำให้เกิดการหักเหของแสง ผู้สังเกตจึงเห็นภาพของตัวอักษรปรากฏอยู่ตื้นและใหญ่กว่าปกติ
2. คำอธิบายแบบที่ 2 ซึ่งมี 2 องค์ประกอบ (องค์ประกอบที่ 1 และ 6) นั่นคือ แสงเคลื่อนที่จากตัวอักษรมายังดวงตาของผู้สังเกต ทำให้ผู้สังเกตเห็นภาพของตัวอักษรปรากฏอยู่ตื้นและใหญ่กว่าปกติ

3. คำอธิบายแบบที่ 3 ซึ่งมีเพียงองค์ประกอบที่ 6 เท่านั้น นั่นคือ ผู้สังเกตเห็นภาพของตัวอักษรปรากฏอยู่ตื้นและใหญ่กว่าปกติ (ซึ่งเป็นเพราะแท่งพลาสติก)

เมื่อเปรียบเทียบคำอธิบายแต่ละแบบแล้ว ผู้วิจัยพบว่า องค์ประกอบที่ 6 เป็นองค์ประกอบที่ได้รับการอ้างอิงโดยนักเรียนทุกคน ทั้งนี้เพราะองค์ประกอบนี้เป็นสิ่งที่นักเรียนทุกคนสามารถสังเกตได้อย่างชัดเจน และเป็นประเด็นหลักของการสัมภาษณ์ อย่างไรก็ตาม มีนักเรียนเพียง 2 คน (S1 และ S6) เท่านั้น ที่ให้คำอธิบายที่มีองค์ประกอบที่ 1 ทั้งๆ ที่องค์ประกอบนี้เป็นสิ่งจำเป็นในการอธิบายการมองเห็นวัตถุต่างๆ (ไม่ว่าปรากฏการณ์ “ความรู้สึกจริงและความลึกปรากฏ” จะเกิดขึ้นหรือไม่ก็ตาม) เมื่อพิจารณาผลการวิจัยของ ชีรพงษ์ แสงประดิษฐ์ & วรณทิพา รอดแรงคำ (2552) ซึ่งจำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการมองเห็น (ร้อยละ 80) มีค่าใกล้เคียงกับจำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับความรู้สึกจริงและความลึกปรากฏ (ร้อยละ 84) ซึ่งอาจบอกเป็นนัยได้ว่า “นักเรียนที่อธิบายการมองเห็นไม่ได้ จะอธิบายความรู้สึกจริงและความลึกปรากฏไม่ได้ด้วย” นั่นคือ การขาดความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการมองเห็นจึงจะเป็นสาเหตุหลักของความไม่เข้าใจเกี่ยวกับความรู้สึกจริงและความลึกปรากฏ ภาพที่ 8 ซึ่งเป็นผลงานของนักเรียนคนที่ 2 ซึ่งให้คำอธิบายแบบที่ 3 สันนิษฐานข้อสรุปนี้

นอกจากนี้ มีนักเรียนเพียงคนเดียว (S6) เท่านั้น ให้คำอธิบายที่มีองค์ประกอบที่ 2 ทั้งๆ ที่องค์ประกอบนี้เป็นสิ่งที่นักเรียนสามารถสังเกตได้ง่ายว่า แสงเคลื่อนที่ผ่านตัวกลาง 2 ชนิด นั่นคือ พลาสติกและอากาศ แต่จากการพิจารณาคำสัมภาษณ์ของนักเรียนแต่ละคน สิ่งที่น่าสนใจคือว่า แม้ว่านักเรียนทุกคนตระหนักดีว่า แสงเคลื่อนที่ผ่านแท่งพลาสติก แต่นักเรียนส่วนใหญ่กลับไม่ตระหนักว่า แสงเคลื่อนที่ผ่านอากาศด้วยเช่นกัน ความไม่ตระหนักนี้เองที่ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถนำองค์ประกอบที่ 2 มาเป็นส่วนหนึ่งของคำอธิบาย กล่าวคือ ความไม่ตระหนักถึง “อากาศ” ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ตระหนักว่า แสงเคลื่อนที่ผ่าน “ตัวกลาง 2 ชนิด” ส่งผลให้นักเรียน

ส่วนใหญ่จะเลยไปว่า การเคลื่อนที่ผ่านตัวกลาง 2 ชนิด ทำให้เกิดการหักเหของแสง ดังนั้น ความตระหนักว่า “(นอกจากพลาสติกแล้ว) อากาศเป็นอีกตัวกลางหนึ่งที่แสงเคลื่อนที่ผ่าน” จึงเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ในการอธิบายความลึกจริงและความลึกปรากฏในการศึกษาครั้งนี้ ดังจะเห็นได้จากคำสัมภาษณ์ของนักเรียนคนที่ 6 ซึ่งเป็นเพียงคนเดียวเท่านั้นที่ระบุถึง “อากาศ” และเชื่อมโยงไปสู่การหักเหของแสงระหว่างแท่งพลาสติกกับอากาศ [นักเรียนคนอื่นๆ อาจระบุถึงอากาศด้วยเช่นกัน แต่ก็ต่อเมื่อผู้วิจัยถามโดยตรงเท่านั้น]



ภาพที่ 8 ผลงานของนักเรียนคนที่ 2

ไม่มีนักเรียนคนใดเลย ที่อ้างถึงองค์ประกอบที่ 3 และ 4 ทั้งๆ ที่สิ่งเหล่านี้เป็นสาเหตุหลักของการเกิดการหักเหของแสง เหตุผลที่เป็นไปได้คือว่า องค์ประกอบที่ 3 และ 4 เป็นสิ่งที่นักเรียนทุกคนไม่สามารถสังเกตเห็นได้โดยตรง ดังนั้น การอ้างถึงองค์ประกอบทั้งสองนี้จึงต้องอาศัยทั้งความรู้และความเข้าใจอย่างลึกซึ้งเกี่ยวกับสมบัติของตัวกลางและสมบัติของแสงในตัวกลางนั้น อย่างไรก็ตาม เมื่อผู้วิจัยถามนักเรียนคนที่ 6 เพิ่มเติมว่า “(ปรากฏการณ์นี้) เกี่ยวข้องกับความเร็วแสงไหม” นักเรียนคนนี้สามารถอธิบายได้ว่า:

“ความเร็วแสงน่าจะเร็วกว่า เพราะว่ามันผ่านอันนี้(แท่งพลาสติก)ที่มีความหนาแน่นมากกว่า (แสง)ต้อง(เคลื่อนที่)ช้ากว่าผ่านอากาศ (ในอากาศ แสง)ต้อง(เคลื่อนที่)ไวกว่า เพราะอากาศไม่ค่อยหนาแน่น”

ซึ่งมีทั้งองค์ประกอบที่ 3 และ 4 นั้นหมายความว่า นักเรียนคนนี้มีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของตัวกลางและสมบัติของแสงในตัวกลางนั้น แต่อาจมีข้อจำกัดบางอย่างในการนำความรู้และความเข้าใจนี้มาใช้ในการอธิบายความลึกจริงและความลึกปรากฏในการศึกษาครั้งนี้

การศึกษานี้ได้ให้ข้อมูลเพิ่มเติมจากงานวิจัยของ อีรพงษ์ แสงประดิษฐ์ & วรณทิพา รอดแรงคำ (2552) ที่ว่า เหตุใดนักเรียนจำนวนหนึ่งจึงไม่เข้าใจและไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ “ความลึกจริงและความลึกปรากฏ” ได้อย่างสอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ นั่นคือ นักเรียนเหล่านี้อาจไม่มีความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการมองเห็นวัตถุใดๆ กล่าวคือ ในสถานการณ์ที่กำหนดให้ นักเรียนเหล่านี้อาจวิเคราะห์ไม่ได้และไม่เข้าใจว่า แสงเคลื่อนที่จากที่ใดไปยังที่ใด (องค์ประกอบที่ 1) แสงเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางอะไรบ้าง (องค์ประกอบที่ 2) ตัวกลางมีสมบัติอะไรบ้างที่ส่งผลต่อการเคลื่อนที่ของแสง (องค์ประกอบที่ 3 และ 4) และผลที่เกิดขึ้นจากสมบัติที่ต่างกักันนั้นคืออะไร (องค์ประกอบที่ 5) ดังนั้น ในการจัดการเรียนการสอนเรื่องแสง ผู้สอนควรเปิดโอกาสและเน้นย้ำให้นักเรียนได้ศึกษาและอภิปรายเกี่ยวกับคำถามเหล่านี้

เอกสารอ้างอิง

ขจรศักดิ์ บั้วระพันธ์. (2554). **วิจัยเชิงคุณภาพไม่ยากอย่างที่คิด**. (พิมพ์ครั้งที่ 3).

กรุงเทพมหานคร: คอมม่าดีไซน์แอนด์พริ้นท์.

ขจรศักดิ์ บั้วระพันธ์, เพ็ญจันทร์ ชิงห์, & วรณทิพา รอดแรงคำ. (2549). การพัฒนาแนวคิดเกี่ยวกับแรงและการเคลื่อนที่ของวัตถุของนักศึกษาครุวิชาเอกฟิสิกส์ ชั้นปีที่ 3 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง. **วารสาร**

สงขลานครินทร์ (ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์), 12(1), 97 – 119.

ธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์ & วรณทิพา รอดแรงคำ. (2552ก). การศึกษาสภาพการเรียนรู้ การสอนแนวคิดเรื่องแสงของครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร. *วารสารวิจัย มข.*, 14(4), 297 – 309.

ธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์ & วรณทิพา รอดแรงคำ. (2552ข). การสำรวจมโนคติเรื่องแสง ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร. *วารสารวิจัย มข.*, 14(4), 310 – 322.

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2553). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

Driver, R., Leach, J., Scott, P., & Wood–Robinson, V. (1994). Young People’s Understanding of Science Concepts: Implications of Cross=Age Studies for Curriculum Planning. *Studies in Science Education*, 24(1), 75 – 100.

Galili, I. (1996). Students’ Conceptual Change in Geometric Optics. *International Journal of Science Education*, 18(7), 847 – 868.