

บทความวิจัย

## การเรียนรู้ของผู้เข้าชมคนไทยในพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์<sup>†</sup>

พิมพ์สิริ อรุณศรี

อาจารย์, ดร., ภาควิชารัฐประศาสนศาสตร์ คณะรัฐศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อีเมล pimsiri.a@chula.ac.th



วันที่รับ: 30 เมษายน 2567

วันที่แก้ไข: 14 สิงหาคม 2567

วันที่ตอบรับ: 20 กันยายน 2567

บรรณาธิการ: ธนพันธ์ ไส้ประกอบ  
ทรัพย์ คณะรัฐศาสตร์ จุฬาลงกรณ์  
มหาวิทยาลัย

สิทธิ์: สัญญาอนุญาตแบบครีเอทีฟ  
คอมมอนส์ - แจกจ่ายได้ ต้องอ้างอิง  
ไม่แก้ไขดัดแปลง ไม่ใช่เพื่อการค้า

ลิขสิทธิ์: บทความนี้เป็นลิขสิทธิ์ของ  
คณะรัฐศาสตร์ จุฬาลงกรณ์  
มหาวิทยาลัย

การอ้างอิง: พิมพ์สิริ อรุณศรี. 2567.  
“การเรียนรู้ของผู้เข้าชมคนไทยใน  
พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์”. *วารสาร  
สังคมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์  
มหาวิทยาลัย* 54 (2): 231-58.  
<https://doi.org/10.61462/cujss.v54i2.3335>

ข้อความที่ปรากฏทั้งหมดในบทความ  
เป็นความคิดเห็นของผู้เขียน มิใช่  
ความเห็นของหน่วยงานวารสารผู้  
จัดพิมพ์

### บทคัดย่อ

พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์เป็นแหล่งเรียนรู้ที่มีศักยภาพในการเป็นสถานที่บ่มเพาะความรู้และแรงบันดาลใจทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมที่สนับสนุนยุทธศาสตร์การขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศด้วยนวัตกรรมที่ช่วยเพิ่มมูลค่าสินค้า การดำเนินการภายใต้ยุทธศาสตร์นี้จำเป็นต้องให้ความสำคัญกับการพัฒนาแหล่งเรียนรู้ตลอดชีวิตทางวิทยาศาสตร์ให้มีลักษณะรูปแบบและเนื้อหาของนิทรรศการให้สนองต่อการเรียนรู้และความต้องการของประชาชนผู้เข้าชม งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์ในการศึกษาระดับการมีปฏิสัมพันธ์กับนิทรรศการวิทยาศาสตร์ของผู้เข้าชมชาวไทย พร้อมทั้งปัจจัยบริบทที่มีผลต่อการมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อการเรียนรู้ในนิทรรศการวิทยาศาสตร์ จากผู้เข้าชมกลุ่มครอบครัวจำนวน 25 คู่ (50 คน) ภายใต้บริบทของพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ ทั้งนี้เพื่อกำหนดขอบเขตความรู้ความเข้าใจในปัจจุบันเกี่ยวกับพฤติกรรม การเข้าชมที่บ่งชี้ระดับความลึกของการเรียนรู้ในเรื่องที่เกี่ยวกับนิทรรศการ ตลอดจนปัจจัยที่ผู้เข้าชมระบุว่าส่งผลต่อการมีปฏิสัมพันธ์กับนิทรรศการ ผลการวิจัยพบว่าผู้เข้าชมกลุ่มผู้ปกครอง และกลุ่มบุตรหลานร้อยละ 80 ขึ้นไปมีระดับการปฏิสัมพันธ์ต่อนิทรรศการอยู่ที่ระดับเปลี่ยนผ่านไปสู่ปฏิสัมพันธ์ที่ลึกซึ้ง (Transitioning behavior) ถึงระดับปฏิสัมพันธ์ขั้นลึก (Breakthrough behavior) นอกจากนี้ผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการมีปฏิสัมพันธ์กับนิทรรศการชี้ให้เห็นว่านิทรรศการวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันต้องเพิ่มเติมเรื่องสื่อสารวิทยาศาสตร์ให้ผู้เข้าชมเข้าใจการประยุกต์ใช้วิทยาศาสตร์และความเกี่ยวข้องของวิทยาศาสตร์กับชีวิตประจำวันของตน รวมไปถึงการรักษาสมดุลการมอบความรู้และความบันเทิงในการออกแบบนิทรรศการ

**คำสำคัญ:** พิพิธภัณฑ์ศึกษา, การสื่อสารทางวิทยาศาสตร์, การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์, การเรียนรู้ตลอดชีวิต, การเรียนรู้จากการชมพิพิธภัณฑ์

<sup>†</sup> งานวิจัยฉบับนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากสำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม สำนักงาน

คณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม และจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปี 2565

RESEARCH ARTICLE

## A Study of Thai Visitors' Learning and Engagement Behaviors in Science Museum<sup>†</sup>



Pimsiri Aroonsri<sup>\*</sup>

Lecturer, Ph.D., of Department of Public Administration, Faculty of Political Science,  
Chulalongkorn University

Author email: pimsiri.a@chula.ac.th

Received: April 30, 2024  
Revised: August 14, 2024  
Accepted: September 20,  
2024

Editor: Thanapan  
Laiprakobsup,  
Faculty of Political Science,  
Chulalongkorn University

License: [Creative Commons  
License: Attribution-  
NonCommercial-NoDerivatives;  
\(CC-BY-NC-ND 4.0\)](#)

Copyright: ©2024 Faculty of  
Political Science,  
Chulalongkorn University

Citation: Aroonsri, Pimsiri.  
2024. "A Study of Thai Visitors'  
Learning and Engagement  
Behaviors in Science  
Museum". *Chulalongkorn  
University Journal of Social  
Sciences* 54 (2): 231-58.  
[https://doi.org/10.61462/cujss.  
v54i2.3335](https://doi.org/10.61462/cujss.v54i2.3335)

*All statements in this article  
are the opinions of the  
authors. It is not the opinion  
of the publisher of the journal.*

### Abstract

One of the goals for informal educational institutions, science museums included, is to provide a space for learning and inspiration. For science museums to achieve this goal, they must take into consideration a learning conducive exhibition design and visitors' learning needs. Realizing that the current knowledge regarding Thai visitor's learning and engagement behaviors is limited, this qualitative study attempts to investigate levels of visitor interaction with a science exhibition and contextual factors contributing to visitor interaction. Findings reveal 80 percent of participants showed engagement at a transitioning level according to Barriault and Pearson's visitor engagement framework. In addition, interview results point to several engagement enabling factors related to an exhibition's ability to attract visitors' attention and aid visitors' comprehension of exhibition's takeaways. Overall, the findings of this study point to the need for better science communication and finding the right balance between entertainment and learning when designing an exhibition.

**Keywords:** *Museum studies, Science communication, Human Resource Development, Lifelong learning, Visitor engagement*

<sup>†</sup> This work (Grant No. RGNS 65-016) was supported by Office of the Permanent Secretary, Ministry of Higher Education, Science, Research and Innovation (OPS MHESI), Thailand Science Research and Innovation (TSRI) and Chulalongkorn University.

## บทนำ

การสนับสนุนการเรียนรู้ตลอดชีวิตในพลเมืองของประเทศเป็นยุทธศาสตร์ที่สำคัญที่จะขับเคลื่อนการพัฒนาของประเทศตามการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างกะทันหันที่ตามมาด้วยความไม่แน่นอนของทิศทางการเปลี่ยนแปลง การเปลี่ยนแปลงหลักๆที่เกิดขึ้นในช่วงที่ผ่านมา ได้แก่ การระบาดของโรคโควิด-19 การเติบโตอย่างรวดเร็วของการตลาดบนแพลตฟอร์มอิเล็กทรอนิกส์ การผกผันของสถานการณ์สงครามและการเมืองโลก แนวโน้มการจ้างงานผู้มีทักษะการวิเคราะห์และใช้ประโยชน์ข้อมูลชุดใหญ่ แนวโน้มการสนับสนุนการสร้างนวัตกรรมจากผู้ประกอบการขนาดเล็กถึงกลางเพื่อเพิ่มมูลค่าสินค้าไทยและส่งออกสินค้ามูลค่าสูง เป็นต้น ความเปลี่ยนแปลงดังกล่าวนี้สื่อให้เห็นถึงความจำเป็นของพลเมืองที่จะต้องเพิ่มพูนความรู้ทักษะของตนเองให้ทันสมัยอยู่เสมอเพื่อให้สามารถปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงและโจทย์การพัฒนาประเทศที่เปลี่ยนไป (National Strategy Secretariat Office 2018) ดังนั้น แล้วการส่งเสริมการเรียนรู้อย่างไม่เป็นทางการให้กับพลเมืองของประเทศในเรื่องสอดคล้องกับยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศและหัวข้อความรู้รอบตัวที่เป็นสากล เช่น การส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมเพื่อเพิ่มผลิตภาพของประเทศ การจัดการกับสภาวะโลกร้อน การขับเคลื่อนการพัฒนาที่ยั่งยืนในมิติต่าง ๆ เป็นต้น จึงมิใช่เพียงทางเลือกในการพัฒนา กำลังคนในการขับเคลื่อนประเทศ หากแต่เป็นความจำเป็นในการพัฒนาประเทศที่สำคัญเป็นอันดับต้นในการรักษาความสามารถในการแข่งขันของตนเองและประเทศชาติในเวทีโลก (National Strategy Secretariat Office 2018; Office of the National Economic and Social Development Council 2017)

ในปี 2560 ประเทศไทยประสบปัญหาภัยกับดักรายได้ปานกลางซึ่งส่งผลต่อการเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศ (Jitsuchon 2012) จึงประกาศนโยบายการสร้างกำลังคนในประเทศไทยให้มีความรู้ความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ หรือสะเต็มศึกษา (STEM: Science, Technology, Engineering, and Math) และการส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมขึ้นเป็นยุทธศาสตร์สำคัญในการพัฒนาประเทศ (Office of the Education Council 2017) ทั้งนี้นโยบายดังกล่าวมุ่งหวังที่จะสร้างนักวิจัยและพัฒนาหลากหลายสาขาที่จะมาผลิตและต่อยอดนวัตกรรมเพื่อเพิ่มมูลค่าสินค้าให้กับประเทศไทย ทำให้ประเทศมีรายได้มวลรวมของประเทศสูงยิ่งขึ้นและก้าวสู่การเป็นประเทศพัฒนาแล้วที่มีศักยภาพแข่งขันทางเศรษฐกิจด้วยเทคโนโลยี การวิจัยและนวัตกรรม การขับเคลื่อนนโยบายนี้ไม่เพียงแต่ให้ความสำคัญกับการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาในห้องเรียน แต่ยังให้การสนับสนุนการเรียนรู้จากพิพิธภัณฑ์ วิทยาศาสตร์ของหลักสูตรและประชาชนทั่วไปอีกด้วย อย่างไรก็ตามการศึกษาวิจัยด้านการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จากการเยี่ยมชมพิพิธภัณฑ์ของไทยยังไม่มีข้อมูลเพียงพอเกี่ยวกับพฤติกรรมการมีปฏิสัมพันธ์ของผู้เข้าชมต่อการเรียนรู้ภายในพิพิธภัณฑ์ซึ่งจะเป็นองค์ความรู้ที่บ่งชี้ระดับความสำเร็จของพิพิธภัณฑ์ในการสร้างแรงบันดาลใจ ความชื่นชอบและการเพิ่มพูนความรู้ในศาสตร์สะเต็มศึกษาอันจะพัฒนาไปสู่การสร้างสินค้ามูลค่าเพิ่มและรายได้ของประเทศจากเทคโนโลยีนวัตกรรมตามความหวังของนโยบายดังกล่าว ความจำกัดขององค์ความรู้นี้ทำให้ประเทศไทยขาดความรู้ความเข้าใจในการพัฒนาการออกแบบนิทรรศการให้สอดคล้องกับ

พฤติกรรมและความต้องการในการเรียนรู้ของผู้เข้าชม ทำให้การขับเคลื่อนการสร้างผู้มีความรู้ และทักษะเพิ่มเติมศึกษาตามนโยบายเป็นไปอย่างไม่เต็มที่

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์ที่จะศึกษาการเรียนรู้ของผู้เข้าชมในแหล่งเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ นอกห้องเรียน โดยเน้นไปที่การทำความเข้าใจพฤติกรรมผู้เข้าชมคนไทยที่บ่งชี้ความสนใจเรียนรู้ วิทยาศาสตร์จากนิทรรศการ 3 ระดับ ได้แก่ ระดับการแสดงอารมณ์เชิงบวกและความสนใจ เบื้องต้นจากการมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อการเรียนรู้ของนิทรรศการ (ปฏิสัมพันธ์ระดับเริ่มต้น) ระดับ ความสนใจเรียนรู้ทดลองและสังเกตผลของการทดลองที่มากขึ้นผสมผสานกับการแสดงอารมณ์ เชิงบวกเมื่อมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อการเรียนรู้ของนิทรรศการ (ปฏิสัมพันธ์ระดับเปลี่ยนผ่านไปสู่ ปฏิสัมพันธ์ที่ลึกซึ้ง) และระดับขั้นสูงสุดของปฏิสัมพันธ์อันได้แก่การแสดงความสนใจทาง วิทยาศาสตร์เรื่องที่กำลังเยี่ยมชมจากนิทรรศการอย่างจริงจัง มีการสนทนาหรือตั้งคำถามถึง กลไกทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง (ปฏิสัมพันธ์ขั้นลึก) ทั้งนี้เพื่อให้ทราบถึงสถานะปัจจุบันของ ความสนใจเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เป็นผลมาจากการออกแบบเนื้อหาและกิจกรรมของนิทรรศการ และปัจจัยที่มีผลต่อการเรียนรู้ของผู้เข้าชมคนไทยในพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์อันเป็นแนวทางใน การพัฒนาสื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้ตอบโจทย์การเรียนรู้ของคนไทยมากยิ่งขึ้น การวิจัยนี้จะ เป็นประโยชน์ต่อวงวิชาการในการขยายองค์ความรู้เกี่ยวกับปฏิสัมพันธ์ของผู้เข้าชมกับสื่อการ เรียนรู้และการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ในแหล่งเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างไม่เป็นทางการ นอกจากนี้ข้อค้นพบจากการวิจัยจะนำไปสู่การพัฒนาและต่อยอดการออกแบบสื่อการเรียนรู้ใน นิทรรศการวิทยาศาสตร์ ตลอดจนทิศทางการขับเคลื่อนนโยบายการสร้างบุคลากรระดม ศึกษาผ่านการพัฒนาศักยภาพของพิพิธภัณฑ์ต่อไป

### **ขอบเขตการวิจัย**

การวิจัยนี้มุ่งศึกษาสถานะปัจจุบัน (พ.ศ. 2565-2566) ของระดับพฤติกรรมการณ์ ปฏิสัมพันธ์กับนิทรรศการตามตามกรอบการประเมินพฤติกรรมการณ์เรียนรู้ของผู้เข้าชมงานแสดง ของ Barriault and Pearson (2010, 90-106) ซึ่งแบ่งระดับปฏิสัมพันธ์ออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับเริ่มต้น (Initiation behavior) ระดับเปลี่ยนผ่านไปสู่ปฏิสัมพันธ์ที่ลึกซึ้ง (Transitioning behavior) และระดับปฏิสัมพันธ์ขั้นลึก (Breakthrough behavior) โดยบริบทที่ใช้ในการศึกษา คือ องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ อาคารพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์มหาราชินี (อาคาร ลูกเต๋า) ชั้น 3 นิทรรศการวิทยาศาสตร์พื้นฐาน เรื่องกังหันน้ำสร้างพลังงาน บริเวณอุโมงค์ พลังงาน ผู้วิจัยเลือกนิทรรศการดังกล่าวสำหรับการศึกษาเนื่องจากเป็นนิทรรศการถาวรที่มีสื่อ การเรียนรู้ทั้งแบบการเรียนรู้ทางเดียวที่ผู้เข้าชมเรียนรู้จากการอ่านคำบรรยายหลักการ วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับนิทรรศการ และแบบการเรียนรู้ผ่านการมีปฏิสัมพันธ์กับนิทรรศการ เช่น การกดปุ่ม การหมุนแป้นเพื่อทำการทดลอง การกดหน้าจอเพื่อตอบคำถามเกี่ยวกับ นิทรรศการ เป็นต้น นอกจากนี้นิทรรศการดังกล่าวยังมีเนื้อหาเป็นวิทยาศาสตร์ประยุกต์ที่ผู้เข้า ชมคุ้นเคยในชีวิตประจำวัน ผู้เข้าชมกลุ่มเป้าหมายของการศึกษานี้ได้แก่ ผู้เข้าชมกลุ่มครอบครัว ซึ่งเป็นกลุ่มผู้เข้าชมหลักของพิพิธภัณฑ์แห่งนี้

### บททวนวรรณกรรม

วรรณกรรมหลักที่เป็นพื้นฐานของงานวิจัยนี้มี 3 เรื่องได้แก่ การเรียนรู้จากพิพิธภัณฑ์ การสื่อสารวิทยาศาสตร์ และกรอบการประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เข้าชมงานแสดง ดังนี้

#### 1. การเรียนรู้จากพิพิธภัณฑ์

การเรียนรู้จากการเที่ยวชมพิพิธภัณฑ์มีลักษณะเป็นการเรียนรู้อย่างเสรี (Free-choice learning) กล่าวคือเป็นการเรียนรู้นอกบริบทสถานศึกษาและเป็นการเรียนรู้ที่ผลักดันโดยความสนใจ โดยแรงจูงใจภายในมาจากความอยากรู้ ความสงสัยของผู้เรียนเป็นหลัก ผู้เรียนเป็นผู้ควบคุมสิ่งที่ตนเองเลือกเรียนรู้และการเรียนรู้ของตนเองได้อย่างเต็มที่โดยไม่ต้องคำนึงถึงลำดับก่อนหลังของหัวข้อการเรียนรู้และปริมาณการเรียนรู้ในแต่ละครั้ง (Falk, Dierking, and Adams 2006; Falk and Dierking 2019) ดังนั้นการเรียนรู้ที่เสรีนั้นจึงเป็นการเรียนรู้ทุกอย่างจากกิจกรรมต่างๆในชีวิต เป็นการเรียนรู้ที่ไม่จำกัดอยู่กับสถานที่ใดสถานที่หนึ่ง รูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง โอกาสใดโอกาสหนึ่ง การเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในสถานที่นอกสถานศึกษานับเป็นการเรียนรู้ที่เสรีทั้งสิ้น

องค์ความรู้เรื่องการจัดการเรียนรู้จากการเข้าชมพิพิธภัณฑ์ตั้งอยู่บนพื้นฐานของสองทฤษฎี ได้แก่ (1) ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ของเพียร์เจตต์ (Piaget) ที่เชื่อว่าการเรียนรู้ของมนุษย์เกิดจากกระบวนการภายในตัวปัจเจกบุคคลที่ให้ความหมายประสบการณ์เรียนรู้อย่างต่อเนื่องตามพัฒนาการการเติบโต และ (2) ทฤษฎีสรรรคนิยม (Social constructivism) ของไวก็อตสกี (Vygotsky) ที่เชื่อว่าการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่นเป็นรากฐานสำคัญของการเรียนรู้ในปัจเจกบุคคล ดังนั้นการเรียนรู้ในพิพิธภัณฑ์ตามความเชื่อสองทฤษฎีนี้จะเกิดขึ้นเมื่อผู้เข้าชมพิพิธภัณฑ์เป็นผู้ผลักดันการเรียนรู้ของตนเองผ่านประสบการณ์การลงมือทำด้วยตนเอง (Hein 1991) การเรียนรู้จากการเสริมต่อความรู้ (Andre, Durksen, and Volman 2017, 47-76) และสังเกตผู้อื่น (Archer et al. 2016, 917-939; Jakobsson & Davidsson 2012, 3-21) และให้ความหมายกับประสบการณ์เรียนรู้ต่างๆ จนเกิดเป็นโครงสร้างทางปัญญา (Schema) เกี่ยวกับความรู้ที่ได้ การเรียนรู้ตามทฤษฎีนี้จะเกิดขึ้นแบบสะสมไปเรื่อยๆและผู้เรียนจะมีการปรับปรุงโครงสร้างความรู้เรื่อยๆ (Falk and Adelman 2003, 163-176; Falk and Storksdieck 2005, 744-778; Hein, 1998) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ การแลกเปลี่ยนกับผู้อื่นและประสบการณ์ใหม่ๆที่เพิ่มเข้ามา

ปัจจัยบริบทที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ (Contextual model of learning) ในพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์มีอยู่ 3 กลุ่มปัจจัย (Falk and Dierking 2000; Falk and Storksdieck 2005, 744-778) ได้แก่ (1) กลุ่มปัจจัยส่วนตัวของผู้เข้าชม ได้แก่ แรงจูงใจในการเยี่ยมชม 5 แบบของ Falk (2016, 357-370) ความคาดหวังจากการเยี่ยมชม ความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่เดิมเกี่ยวกับเนื้อหาพิพิธภัณฑ์ ความสนใจในสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ รวมไปถึงเหตุผลในการเลือกชมในพิพิธภัณฑ์ที่แตกต่างกัน ซึ่งความแตกต่างเหล่านี้จะส่งผลถึงการเรียนรู้ของบุคคลที่แตกต่างตามไปด้วย (2) กลุ่มปัจจัยทางสังคมวัฒนธรรม ได้แก่ การเรียนรู้ผ่านกระบวนการมีส่วนร่วมเช่นการสังเกตพฤติกรรม ทดลอง สนทนา ตั้งคำถาม อภิปรายร่วมกันใน

กลุ่มผู้เข้าชมด้วยกัน รวมไปถึงการนำการเรียนรู้โดยกระบวนการที่มีหน้าที่กระตุ้นให้ผู้เข้าชมคิด ตั้งคำถามกับเนื้อหาของนิทรรศการที่ตนกำลังเยี่ยมชม (Sjøberg 2007, 485-490) และ (3) กลุ่มปัจจัยทางกายภาพ ได้แก่ รายละเอียดการออกแบบประสบการณ์การเยี่ยมชมพิพิธภัณฑ์ยังมีผลต่อการเรียนรู้ของผู้เข้าชมอีกด้วย ปัจจัยกายภาพนี้ได้แก่ สื่อการเรียนรู้ที่ช่วยจัดมโนติ ล่วงหน้า (Sperling, Grünke, and Cöppicus 2019, 57-66) กล่าวอย่างง่าย ๆ คือสื่อการเรียนรู้ ที่จะช่วยให้ผู้เข้าชมเข้าใจข้อมูลภาพรวมของนิทรรศการที่กำลังจะชมเพื่อให้สามารถเรียนรู้ เนื้อหานิทรรศการได้อย่างเป็นระบบมากขึ้น ความชัดเจนของแผนที่พิพิธภัณฑ์และการวางแผน เยี่ยมชมนิทรรศการของผู้เข้าชม ความหนาแน่นของผู้เข้าชม เทคโนโลยีสื่อการเรียนรู้ และการ ออกแบบแสง เสียง เนื้อหา ป้าย สิ่งของที่จัดวางในนิทรรศการ ตลอดจนกิจกรรมภายใน นิทรรศการเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้อย่างมีส่วนร่วมของผู้เข้าชม

**ตารางที่ 1** ปัจจัยบริบทที่ส่งผลต่อการเรียนรู้อย่างเสรีในพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ (Falk and Storksdieck 2005, 744-778)

กลุ่มปัจจัยส่วนบุคคล ของผู้เข้าชม	กลุ่มปัจจัยทางสังคม วัฒนธรรม	กลุ่มปัจจัยกายภาพ
1. แรงจูงใจและความ คาดหวังที่มีต่อการเข้า ชม	1. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เข้า ชมในกลุ่มเดียวกันเอง	1. สื่อการเรียนรู้ที่ช่วยจัดมโน ติล่วงหน้า (Advance organizer)
2. ความรู้ที่ผู้เข้าชมมีอยู่ เดิม	2. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เข้า ชมกับผู้เข้าชมคนอื่นที่ ไม่ได้มาด้วยกัน	2. การจัดวางนิทรรศการใน พื้นที่พิพิธภัณฑ์
3. ประสบการณ์ที่ ผู้เข้า ชมมีอยู่เดิม		3. สถาปัตยกรรมและภูมิ ทัศน์ของ
4. ความสนใจและความ เชื่อของผู้เข้าชม		3. พิพิธภัณฑ์
5. ตัวเลือกและการ ควบคุมการเรียนรู้ของ ผู้เข้าชม		4. การออกแบบนิทรรศการ และป้ายคำอธิบาย
		5. การจัดโครงการส่งเสริม การเยี่ยมชมพิพิธภัณฑ์ และประสบการณ์ ภายนอกพิพิธภัณฑ์

## 2. การสื่อสารวิทยาศาสตร์

การสื่อสารวิทยาศาสตร์ (Science communication) เป็นศาสตร์ที่มีความแพร่หลายใน วงการสะเต็มศึกษาและพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ ตามความหมายแล้วการสื่อสารวิทยาศาสตร์ หมายถึงการถ่ายทอดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยภาษาที่เข้าใจง่ายให้ประชาชนทั่วไปที่ไม่ได้อยู่ ในแวดวงวิทยาศาสตร์สามารถเข้าถึงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้แม้ไม่มีพื้นฐาน ทั้งนี้เป้าหมาย ของการสื่อสารวิทยาศาสตร์มีเพื่อให้สังคมใกล้ชิดและมีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับ

วิทยาศาสตร์สาขาต่างๆ (Utz et al. 2007, 1-4) มีวิจารณ์งานในการรับรู้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ มีเจตคติเชิงบวกและความเชื่อมั่นในวิทยาศาสตร์ (Aurentz et al. 2011, 12) สามารถนำความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีไปใช้ในการตัดสินใจที่ผลต่อนโยบายสาธารณะ (American Association for the Advancement of Science (AAAS) 2013) การสื่อสารวิทยาศาสตร์ในยุคใหม่ปรับเปลี่ยนจากการถ่ายทอดทางเดียวจากผู้มีความรู้ความสามารถด้านวิทยาศาสตร์มาเป็นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันระหว่างนักวิทยาศาสตร์และประชาชนทั่วไป ทำให้การสื่อสารวิทยาศาสตร์เป็นไปอย่างมีส่วนร่วมมากขึ้น (Bruyas and Riccio 2013) ในปัจจุบันการสื่อสารวิทยาศาสตร์ในพิพิธภัณฑ์อยู่ในหลากหลายรูปแบบ เช่น ป้ายนิทรรศการ เสียงนำชมจากเครื่องโสตทัศนศึกษา เทคโนโลยีสื่อการเรียนรู้อื่นๆ เช่น วิดีโอ โลกเสมือนจริง เป็นต้น นอกจากนี้ยังรวมไปถึงการเปิดให้ประชาชนมีส่วนร่วมในงานวิจัยที่ด้านวิทยาศาสตร์โดยมีจุดมุ่งหมายในการร่วมกันใช้วิทยาศาสตร์และกระบวนการคิดวิเคราะห์อย่างเป็นวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมและการพัฒนาเมือง (Citizen science) อีกด้วย

### 3. กรอบการประเมินพฤติกรรมที่มีปฏิสัมพันธ์กับนิทรรศการของผู้เข้าชม

กรอบการประเมินพฤติกรรมที่มีปฏิสัมพันธ์กับนิทรรศการของผู้เข้าชมของ Barriault และ Pearson ในปี 2010 ได้แบ่งระดับขั้นความลึกของการมีปฏิสัมพันธ์กับนิทรรศการในพิพิธภัณฑ์ และสถานที่เรียนรู้อย่างเสรีอื่น ๆ ไว้ 3 ระดับ ดังนี้

#### 3.1 พฤติกรรมที่มีปฏิสัมพันธ์กับนิทรรศการในระดับเริ่มต้น (Initiation behaviors)

พฤติกรรมในระดับนี้เป็นปฏิสัมพันธ์กับนิทรรศการขั้นพื้นฐานของการเรียนรู้ในพิพิธภัณฑ์ เกณฑ์บ่งชี้พฤติกรรมที่มีปฏิสัมพันธ์กับนิทรรศการระดับเริ่มต้น ได้แก่

##### 3.1.1 การลงมือทำกิจกรรม

ในขั้นนี้ผู้เข้าชมมีประสบการณ์ในการลงมือทดลอง ทำกิจกรรมในนิทรรศการบ้างแต่ยังไม่เต็มที่พฤติกรรมการเรียนรู้ในขั้นนี้เป็นไปได้สองกรณีคือ ผู้เข้าชมลงมือเรียนรู้จากนิทรรศการบ้างเล็กน้อย ไม่ครบหนึ่งวงรอบกิจกรรม หรือผู้เข้าชมลงมือเรียนรู้ครบหนึ่งวงรอบกิจกรรมแล้วไม่ได้แสดงความสนใจทดลองเพิ่มเติม

##### 3.1.2 การสังเกตนิทรรศการหรือผู้เข้าชมที่กำลังชมนิทรรศการ

ผู้ที่มีพฤติกรรมการเรียนรู้ในระดับเริ่มต้นจะสังเกตการเรียนรู้ของผู้เข้าชมคนอื่น ๆ จากนั้นแสดงออกทางสีหน้าท่าทางและคำพูดที่บ่งบอกถึงความสนใจที่จะเข้าไปเรียนรู้นิทรรศการนั้นบ้าง หรือตัดสินใจเข้าไปเรียนรู้จากนิทรรศการด้วยตนเองหลังจากการสังเกต

#### 3.2 พฤติกรรมที่มีปฏิสัมพันธ์กับนิทรรศการในระดับเปลี่ยนผ่านไปสู่ปฏิสัมพันธ์ที่ลึกซึ้ง (transitional behaviors)

การเรียนรู้ในระดับนี้เป็นการเรียนรู้ที่แสดงถึงความสนใจจดจ่อในการเรียนรู้และปฏิสัมพันธ์ต่อการเรียนรู้ในนิทรรศการที่มากขึ้นอย่างชัดเจนจากพฤติกรรมการเรียนรู้ในระดับเริ่มต้น เกณฑ์บ่งชี้พฤติกรรมที่มีปฏิสัมพันธ์กับนิทรรศการระดับเปลี่ยนผ่านไปสู่ปฏิสัมพันธ์ที่ลึกซึ้ง ได้แก่

### 3.2.1 การลงมือทำกิจกรรมเดิมซ้ำ ๆ

พฤติกรรมที่บ่งชี้การเรียนรู้ระดับเปลี่ยนผ่านไปสู่ปฏิสัมพันธ์ที่ลึกซึ้ง ได้แก่ การลงมือทำกิจกรรมซ้ำ ๆ ของผู้เข้าชม 2-3 รอบ แสดงความสุขผ่านสีหน้าท่าทางเมื่อเห็นผลลัพธ์จากกิจกรรม และเปลี่ยนวิธีการทดลองเพื่อหาผลลัพธ์ที่แตกต่างออกไป

### 3.2.2 การแสดงออกอารมณ์เชิงบวก

ผู้เข้าชมนิทรรศการที่อยู่ระดับเปลี่ยนผ่านไปสู่ปฏิสัมพันธ์ขั้นลึกแสดงออกทางสีหน้า คำพูด ท่าทางที่แสดงออกถึงอารมณ์เชิงบวกจากการทำกิจกรรมในนิทรรศการ เช่น การยิ้ม การหัวเราะ การแสดงความตั้งใจ การพูด ความสนุก ความสุขที่ได้จากการทำกิจกรรม เป็นต้น

## 3.3 พฤติกรรมการมีปฏิสัมพันธ์กับนิทรรศการในระดับลึก (breakthrough behaviors)

การเรียนรู้ของผู้เข้าชมในขั้นสูงสุดนี้จะเป็นการแสดงออกอย่างชัดเจนถึงความสนใจเรียนรู้ อย่างลึกซึ้งเกี่ยวกับนิทรรศการ โดยกลไกและคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่อยู่เบื้องหลังกิจกรรมทดลองของนิทรรศการ เกณฑ์บ่งชี้พฤติกรรมการเรียนรู้ระดับลึกมีดังนี้

### 3.3.1 การอ้างอิงถึงประสบการณ์เดิมระหว่างที่ทำกิจกรรมในนิทรรศการ

ผู้เข้าชมที่มีพฤติกรรมการมีปฏิสัมพันธ์กับนิทรรศการในระดับลึกจะพูดประสบการณ์การเยี่ยมชมพิพิธภัณฑ์ครั้งก่อนหรือการเชื่อมโยงประสบการณ์การเรียนรู้จากนิทรรศการเข้ากับประสบการณ์เดิมของตนด้วยการพูดถึงประสบการณ์ชีวิตที่เกี่ยวข้อง พร้อมทั้งเปรียบเทียบความเหมือน ความต่างของนิทรรศการที่กำลังชมกับประสบการณ์ชีวิตที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน

### 3.3.2 การเพิ่มพูนและแลกเปลี่ยนความรู้

นอกจากนี้ผู้เข้าชมมีพฤติกรรมการเรียนรู้ในระดับลึกยังมีความกระตือรือร้นในการทำ ความเข้าใจกับนิทรรศการโดยแสดงออกมาด้วยการถามคำถามเกี่ยวกับนิทรรศการ อ่าน คำอธิบายนิทรรศการตามด้วยการพูดคุยกับวิทยากรหรือสมาชิกครอบครัวที่มาด้วยกันเกี่ยวกับ นิทรรศการการอธิบายนิทรรศการให้ผู้เข้าชมคนอื่นฟัง ตลอดจนการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้เข้าชมคนอื่น ๆ

### 3.3.3 การให้ความสนใจจดจ่อกับการเรียนรู้อย่างเต็มที่

พฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงความสนใจจดจ่อกับการเรียนรู้อย่างเต็มที่ ได้แก่ การอ่านป้าย นิทรรศการ การใช้เวลาลองผิดลองถูกกับการเรียนรู้จากกิจกรรมภายในนิทรรศการ การลองผิดลองถูกนี้เกิดขึ้นจากทำกิจกรรมเดียวกันซ้ำหลายรอบด้วยวิธีที่ต่างออกไป เช่น การหมุนแป้น ด้วยความเร็วที่ต่างกันในแต่ละครั้งเพื่อเติมน้ำในแทงค์น้ำเพื่อเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการเติมน้ำ ให้เต็มแทงค์ เป็นต้น มีการเปรียบเทียบความเหมือนความต่างของผลที่ได้จากการลองผิดลองถูก ตั้งคำถามเกี่ยวกับกิจกรรม ผลของกิจกรรม หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง มีการอภิปรายถึงผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองทำกิจกรรมกับเจ้าหน้าที่พิพิธภัณฑ์และ/หรือผู้เข้าชมด้วยกันเอง นอกจากนี้แสดงความตั้งใจจดจ่ออยู่กับสิ่งที่ทำโดยมีระยะเวลาตั้งแต่ 2-5 นาทีหรือมากกว่านั้น กรณีที่การจดจ่อมีระยะเวลา 5 นาทีหรือมากกว่าจะถือว่าผู้เข้าชมได้เข้าสู่ภาวะไหล (Flow state)

### วิธีการศึกษา

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงคุณภาพที่มุ่งทำความเข้าใจประสบการณ์ชีวิต (Lived experiences) ของผู้เข้าชมนิทรรศการโดยเฉพาะบริบทที่เกี่ยวข้องกับการมีปฏิสัมพันธ์กับเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ในงานแสดงในระดับเริ่มต้น (Initiation behavior) ระดับเปลี่ยนผ่านไปสู่ปฏิสัมพันธ์ที่ลึกซึ้ง (Transitioning behavior) และระดับปฏิสัมพันธ์ขั้นลึก (Breakthrough behavior) ตามกรอบการประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เข้าชมงานแสดงของ Barriault and Pearson (2010, 90-106) โดยงานแสดงในที่นี้หมายถึงบริบทของพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ (อพวช.) ผู้วิจัยจะเก็บข้อมูล 2 ส่วนประกอบไปด้วย ข้อมูลการสังเกตการณ์และข้อมูลสัมภาษณ์ จากผู้เข้าชมกลุ่มครอบครัวครอบครัวละ 1 คู่ประกอบด้วยผู้ใหญ่ 1 คนและบุตรหลาน 1 คนที่ผ่านเกณฑ์คัดเข้าและคัดออก งานวิจัยนี้เก็บข้อมูลที่พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ อพวช. ในวันเสาร์อาทิตย์และนักชัตตฤกษ์ ระหว่างเดือนมีนาคมถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2566 ระหว่างเวลา 11.00 – 16.00 น. ทั้งหมด 5 ครั้งได้แก่เดือนมีนาคม 1 ครั้ง เดือนเมษายน 2 ครั้ง เดือนพฤษภาคม 1 ครั้ง และเดือนสิงหาคม 1 ครั้ง ช่วงเวลาเก็บข้อมูลดังกล่าวมีใบรับรองจริยธรรมการวิจัยจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบันชุดที่ 2 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และได้รับการยินยอมทางวาจาและลายลักษณ์อักษรก่อนเข้าร่วมโครงการวิจัยจากผู้ให้ข้อมูลสำคัญทุกท่าน

ผู้วิจัยเลือกศึกษาพฤติกรรมผู้เข้าชมนิทรรศการ “กังหันน้ำสร้างพลังงาน” ตั้งอยู่ชั้น 3 ของอาคารพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ อพวช. ด้านในอุโมงค์พลังงาน นิทรรศการนี้มีเนื้อหาเกี่ยวกับหลักการการทำงานของเขื่อนไฟฟ้าพลังน้ำเบื้องต้น ผู้เข้าชมสามารถเรียนรู้เนื้อหาจากการอ่านป้ายนิทรรศการและทำการทดลองด้วยตนเอง ตัวนิทรรศการมีลักษณะเป็นตู้กระจกใสมองเห็นกระจกคั่นแนวขวางเป็นสองส่วน คือส่วนทางด้านน้ำและส่วนที่น้ำจะตกลงมาหมุนกังหันพลังงานฐานของตู้นิทรรศการจะทึบ ด้านซ้ายของฐานตู้มีหลอดไฟที่เชื่อมต่อวงจรไฟฟ้าไว้ มีแป้นหมุนตรงกลางเพื่อเติมน้ำเข้าในตู้ด้านบน ถัดมาทางขวาเป็นปุ่มกดที่มีหน้าที่สองอย่าง ได้แก่ การปล่อยน้ำจากด้านบนสู่กังหันน้ำและการทำหน้าที่เป็นไฟสัญญาณสีเขียวข้างขวาของแป้นหมุน เพื่อให้สัญญาณว่าผู้เข้าชมได้เติมปริมาณน้ำเพียงพอที่จะทำการทดลองแล้ว และทางขวาสุดจะเป็นคำอธิบายวิธีการทดลองและคำอธิบายหลักการสร้างกระแสไฟฟ้าจากพลังงานน้ำในเขื่อน คำศัพท์ด้านพลังงานที่เกี่ยวข้อง

ข้อความในป้ายนิทรรศการแบ่งออกเป็นสามส่วนหลัก ได้แก่ (1) ส่วนคำอธิบายวิธีการทดลอง “กังหันน้ำสร้างพลังงาน (Power from Water Turbines) ทำดังนี้ หมุนแป้นสีดำเพื่อปั้มน้ำจากด้านล่างไปสู่ด้านบน จนกระทั่งไฟปุ่มสีเขียวสว่าง จากนั้นกดปุ่มไฟสีเขียว สังเกตสิ่งที่เกิดขึ้น” (2) ส่วนคำอธิบายนิทรรศการ “ไฟฟ้าจากพลังงานน้ำ (Electricity from Water Power) เขื่อนผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานน้ำได้ โดยการกักเก็บน้ำในที่สูง ก่อนที่จะปล่อยลงมาจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำตามแรงโน้มถ่วงของโลก น้ำที่ตกลงมาผ่านกังหันขนาดใหญ่ที่เชื่อมต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า” และ (3) ส่วนคำอธิบายนิทรรศการเชื่อมโยงกับกิจกรรมการทดลอง “ทำไมน้ำที่ตกจากที่สูงจึงผลิตกระแสไฟฟ้าได้ (How does falling water produce electricity?) เมื่อเรากดปุ่มปล่อยน้ำ น้ำจะตกลงมาผ่านกังหันซึ่งเชื่อมติดกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

เมื่อกังหันหมุนจึงทำให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำงานผลิตกระแสไฟฟ้า และจ่ายไฟไปที่หลอดไฟ ไฟจึงสว่าง น้ำเมื่ออยู่ที่สูงจะมีพลังงานศักย์สะสม เมื่อตกลงมาตามแรงโน้มถ่วงของโลกจะเปลี่ยนเป็น พลังงานจลน์ ขับเคลื่อนให้กังหันหมุนอันเป็นหลักการเดียวกันกับการใช้พลังงานน้ำในเขื่อนเก็บน้ำ เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า”

วิธีการทดลองสร้างกระแสไฟฟ้าจากพลังน้ำสามารถทำตามขั้นตอนดังต่อไปนี้ ในขั้นแรกผู้เข้าชมจะต้องหมุนแป้นด้านล่างเพื่อเติมน้ำในแท็งก์ด้านบนตามปริมาณน้ำที่กำหนดโดยเส้นสีแดง เมื่อปริมาณน้ำถึงเส้นสีแดงไฟสีเขียวข้างๆแป้นหมุนจะสว่างขึ้นเป็นสัญญาณให้ผู้เข้าชมกดปุ่มเพื่อปล่อยน้ำลงมาสู่กังหันพลังน้ำที่อยู่ด้านล่างแล้วสังเกตผลที่เกิดขึ้นกับหลอดไฟที่ติดตั้งอยู่ด้านซ้ายของแป้นหมุน โดนาโมจะเหนี่ยวนำจนเกิดพลังงานไฟฟ้าทำให้หลอดไฟฟ้าสว่างขึ้น ผู้เข้าชมสามารถสังเกตและเรียนรู้การเปลี่ยนรูปของพลังงานจากน้ำเป็นไฟฟ้าได้จากการหมุนแป้นเติมน้ำ สังเกตผลของการกดปุ่มปล่อยน้ำลงสู่กังหัน และสังเกตผลที่เกิดขึ้นกับหลอดไฟฟ้าโดยอนุমানความเข้าใจเรื่องการเปลี่ยนรูปของพลังงานจากสิ่งที่สังเกต ผู้เข้าชมจะใช้เวลากับนิทรรศการนี้เฉลี่ยประมาณ 5 นาทีต่อหนึ่งรอบกิจกรรม (โปรดดูภาพจริงของนิทรรศการในรูปที่ 1)



รูปที่ 1 นิทรรศการกังหันน้ำสร้างพลังงาน (ถ่ายโดยผู้วิจัย)

### ผู้เข้าร่วมการวิจัย

ผู้วิจัยเลือกศึกษาผู้เข้าชมกลุ่มครอบครัวเนื่องจากเป็นกลุ่มผู้เข้าชมอันดับต้นๆของพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ อีกทั้งเป็นกลุ่มสำคัญที่จะส่งเสริมและปลูกฝังความสนใจทางวิทยาศาสตร์อย่างยั่งยืนเพื่อตอบโจทย์การพัฒนาประเทศด้านวิทยาศาสตร์วิจัยและนวัตกรรม ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยกำหนดให้แต่ละครอบครัวมีตัวแทนในการให้สัมภาษณ์ครอบครัวละ 2 คน โดยจะต้องประกอบไปด้วยผู้ใหญ่ 1 คนและบุตรหลาน 1 คน การเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพดังกล่าวไม่ได้เจาะจงจำนวนผู้ให้ข้อมูลไว้แต่ต้นเนื่องจากการวิจัยเชิงคุณภาพจะให้ความสำคัญ

กับความอึดตัวของข้อมูลที่ได้ กล่าวคือการไม่พบรูปแบบข้อมูลใหม่ที่ส่งผลต่อการทำความเข้าใจข้อมูล ผู้วิจัยจะหยุดการเก็บข้อมูลเมื่อพบว่าข้อมูลที่ได้ลักษณะอึดตัวดังที่กล่าวมา สำหรับกรณีของงานวิจัยนี้มีผู้ให้ข้อมูลสำคัญ จำนวน 25 คู่ รวม 50 คน เกณฑ์ในการคัดเลือกได้แก่อายุของผู้เข้าชมผู้ใหญ่อย่างน้อย 20 ปีบริบูรณ์ จะต้องเป็นคนไทย มีสัญชาติไทย อ่านและพูดสื่อสารภาษาไทยได้ ในส่วนของเยาวชนจะต้องมีอายุ 8 ปีบริบูรณ์ขึ้นไปแต่ไม่เกิน 18 ปีบริบูรณ์ มีสัญชาติไทย อ่านและพูดสื่อสารภาษาไทยได้ เรียนหลักสูตรภาษาไทย ภาษาอังกฤษ หรือนานาชาติก็ได้ เกณฑ์ในการคัดออกได้แก่ 1. มีความบกพร่องทางสมองและประสาทรับรู้ที่จำเป็นต่อการเข้าชมนิทรรศการ เช่น มีความบกพร่องทางสมอง การได้ยิน การมองเห็น และการอ่าน อย่างไม่อย่างหนึ่งหรือมีความบกพร่องซ้ำซ้อน 2. ไม่สามารถอ่านทำความเข้าใจภาษาไทย เช่น คำอธิบายนิทรรศการ 3. ไม่สามารถพูดภาษาไทยได้ 4. ผู้ไม่มีสัญชาติไทย

### กระบวนการเก็บข้อมูล

ในวันที่มีการเก็บข้อมูล พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์จะติดตั้งป้ายมีข้อความที่แจ้งให้ผู้เข้าชมทราบว่าในวันนี้จะมีการเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัยในอาคารพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์มหาราชินี (อาคารลูกเต่า) บริเวณชั้น 3 ป้ายแจ้งนี้จะอยู่ตรงจุดซื้อบัตรเข้าชมชั้นล่างด้านหน้าทางเข้าพิพิธภัณฑ์ เมื่อผู้เข้าชมขึ้นมาถึงชั้น 3 ผู้วิจัยและทีมงานผู้ช่วยวิจัยเก็บข้อมูล 3 คนจะปล่อยให้การเลือกชมนิทรรศการของผู้เข้าชมเป็นไปโดยธรรมชาติโดยไม่มีการแจ้งให้ทราบว่ามีการวิจัยอยู่บริเวณใดของชั้น 3 และไม่ได้เชิญชวนให้ร่วมการวิจัย เมื่อผู้เข้าชมกลุ่มครอบครัวเข้าอุโมงค์พลังงานมาแล้วจะมีผู้ช่วยวิจัยฟังการสนทนาอยู่ห่างๆและประเมินอายุเยาวชนโดยประมาณเพื่อคัดกรองผู้ให้ข้อมูลสำคัญตามเกณฑ์คัดเข้าเบื้องต้น และเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการสังเกตการณ์มีอคติจากการเลือกเฉพาะผู้เข้าชมที่มีปฏิสัมพันธ์กับนิทรรศการระดับใดระดับหนึ่ง ผู้ช่วยวิจัยจะทำการสังเกตการณ์พฤติกรรมผู้เข้าชมที่ผ่านเข้ามาที่นิทรรศการกั้นน้ำสร้างพลังงานสังเกตการณ์ทุก ๆสองกลุ่ม จากนั้นผู้วิจัยยืนยันคุณสมบัติตามเกณฑ์ หากเข้าเกณฑ์ทั้งหมดผู้ช่วยวิจัยจะขอความยินยอมในการให้เก็บข้อมูลและดำเนินการสัมภาษณ์กับผู้วิจัยต่อไป

ด้านคำถามสัมภาษณ์มีทั้งหมดสองส่วน ส่วนแรกเป็นข้อมูลทางประชากรและข้อมูลทั่วไป อันได้แก่ อายุ เพศ วุฒิการศึกษา สาขาที่ศึกษา ความคาดหวังจากการมาเข้าชมครั้งนี้ ความถี่ในการเยี่ยมชมพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ ประสบการณ์การเยี่ยมชมพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ที่อื่นในประเทศและต่างประเทศ ส่วนที่สองจะเป็นคำถามเกี่ยวกับการรับรู้ของผู้เข้าชมเกี่ยวกับปัจจัยที่จะทำให้ผู้เข้าชมมีปฏิสัมพันธ์กับเนื้อหาและกิจกรรมของนิทรรศการและคำแนะนำเพื่อปรับปรุงพัฒนานิทรรศการให้กระตุ้นการมีปฏิสัมพันธ์กับนิทรรศการ หลังจากจบการสัมภาษณ์ผู้วิจัยจะแจ้งระดับการเรียนรู้จากนิทรรศการตามกรอบการประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เข้าชมงานแสดงของ Barriault and Pearson (2010, 90-106) ให้ผู้ให้ข้อมูลสำคัญแต่ละคนทราบและตอบคำถามเกี่ยวกับโครงการวิจัยในกรณีให้ผู้ให้ข้อมูลต้องการทราบข้อมูลโครงการวิจัยเพิ่มเติมหรือมีความกังวลเกี่ยวกับการวิจัยนี้ ผู้วิจัยซึ่งเป็นหัวหน้าโครงการวิจัยได้อบรมหลักการเบื้องต้นการบันทึกข้อมูลสังเกตการณ์และการสัมภาษณ์ให้กับทีมงานผู้ช่วยวิจัยเป็นเวลา 6 ชั่วโมง และฝึกให้ทีมงานผู้ช่วยวิจัยได้ลองเก็บข้อมูลในสถานที่จริง ข้อมูลจากการทดลองเก็บ

ข้อมูลนั้นไม่ได้นำมารวมในการศึกษาครั้งนี้ ข้อมูลที่ได้มาจากการลงพื้นที่เก็บแต่ละวันทั้งข้อมูลสังเกตการณ์ ไฟล์เสียงจากการสัมภาษณ์ ข้อมูลสัมภาษณ์ และใบยินยอมให้ข้อมูลถูกเก็บรักษาไว้ในโทรศัพท์พกพาส่วนตัวของผู้วิจัยที่มีการใส่พาสเวิร์ดล็อกไว้และเข้าถึงได้เพียงผู้เดียว

### การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลจากงานวิจัยนี้ประกอบไปด้วยสองส่วน ส่วนที่หนึ่งได้แก่ ข้อมูลการสังเกตการณ์ พฤติกรรมผู้เข้าชมรายวันที่จะถูกสรุปออกมาเป็นระดับพฤติกรรมการมีปฏิสัมพันธ์กับนิทรรศการ และส่วนที่สองได้แก่ ข้อมูลจากผู้ให้ข้อมูลสำคัญที่ผ่านการถอดเทปการสัมภาษณ์ซึ่งผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนนี้ด้วยวิธีการวิเคราะห์แก่นสาระ (Thematic Analysis) ซึ่งเหมาะสมในการใช้วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ การวิเคราะห์ด้วยวิธีดังกล่าวเป็นการหารูปแบบข้อมูลจากคำสัมภาษณ์และรายงานรูปแบบของข้อมูลนั้นออกมาจากการตีความหมายที่อยู่ในคำสัมภาษณ์ (Braun and Clarke 2006; Liebenberg, Jamal, and Ikeda 2020) หลังจากนี้ผู้วิจัยตรวจสอบความถูกต้องของการถอดเทปสัมภาษณ์ ผู้วิจัยได้ทำความเข้าใจกับข้อมูลและกำหนดรหัส (Open coding) เพื่อตั้งกลุ่มคำที่น่าสนใจ จากนั้นจับกลุ่มของรหัสออกมา (Axial coding) เพื่อสร้างเป็นประเด็นพร้อมทั้งกำหนดคำอธิบายประเด็นและขอบเขตของประเด็นข้อความจากการสัมภาษณ์ที่มีสาระสำคัญเหมือนกันจะถูกรวมประเด็นเพื่อความกระชับ จากนั้นการหาแก่นสาระจากกลุ่มรหัสที่ได้เพื่อนำมาสร้างกรอบแนวคิดในการทำความเข้าใจปัจจัยที่ส่งผลต่อการมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อการเรียนรู้ในนิทรรศการของผู้เข้าชมนิทรรศการวิทยาศาสตร์ชาวไทย หลังจากนั้นตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลด้วยวิธีการตรวจสอบสามเส้าจากเสียงที่บันทึกขณะสัมภาษณ์และข้อมูลการจดบันทึกภาคสนามถึงพฤติกรรมการมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อการเรียนรู้ในนิทรรศการกึ่งหุ่นน้ำสร้างพลังงาน และนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ศึกษาอย่างละเอียดลุ่มลึก (Thick description) เพื่อให้ผู้อ่านงานวิจัยเห็นภาพตามและทำความเข้าใจกับแก่นสาระผ่านประสบการณ์ของผู้ให้ข้อมูลสำคัญ

### ผลการศึกษา

ผลจากการวิจัยนี้แบ่งออกเป็นสามส่วน ได้แก่ (1) ข้อมูลทางประชากรและข้อมูลทั่วไปของผู้ให้ข้อมูลสำคัญ (2) ข้อมูลผลการสังเกตการณ์พฤติกรรมการมีปฏิสัมพันธ์กับนิทรรศการ และ (3) ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ถึงโครงสร้าง โดยจะได้อธิบายตามลำดับดังนี้

งานวิจัยนี้ได้รับข้อมูลจากผู้ให้ข้อมูลสำคัญที่เป็นผู้เข้าชมกลุ่มครอบครัวที่เยี่ยมชมพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ อพวช. (ตึกลูกเต๋า) ระหว่างช่วงเวลา 11.00 น. ถึง 16.00 น. วันเสาร์-อาทิตย์และวันนักขัตฤกษ์ ระหว่างเดือนมีนาคมถึงสิงหาคม พ.ศ. 2566 จำนวนทั้งหมด 50 ท่าน (25 คู่ผู้ปกครองและบุตรหลาน) โดยร้อยละ 72 ของผู้ปกครองจบการศึกษาระดับปริญญาตรีเป็นอย่างน้อย โดยจบสาขาความเชี่ยวชาญที่หลากหลาย อาทิเช่น บริหารธุรกิจ วิศวกรรม คอมพิวเตอร์ วิศวกรรมอุตสาหกรรม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางอาหาร การตลาด การโรงแรม เป็นต้น ผู้ปกครองเป็นเพศชาย 9 คน เพศหญิง 16 คน ครั้งหนึ่งของจำนวนผู้ให้ข้อมูลสำคัญเป็นผู้ที่มีพื้นฐานการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์หรือมีความสนใจเกี่ยวกับเครื่องยนตร์ ไฟฟ้า

ทำให้สามารถอธิบายหลักการวิทยาศาสตร์ระหว่างการชมนิทรรศการให้ครอบครัวเข้าใจได้ บุตรหลานที่เป็นผู้ให้ข้อมูลสำคัญมีอายุเฉลี่ย 9.4 ปี เป็นเพศชายจำนวน 16 คน และหญิงจำนวน 9 คน ในจำนวนทั้งหมด 25 ท่านนี้เรียนหลักสูตรภาษาอังกฤษและนานาชาติ 8 ท่าน (คิดเป็น 32%) และเรียนหลักสูตรภาษาไทยอีก 17 ท่าน (คิดเป็น 68%) ในด้านของความคาดหวังจากการเยี่ยมชม ผู้ให้ข้อมูลสำคัญที่เป็นผู้ใหญ่ร้อยละ 100 ให้ข้อมูลว่าต้องการสร้างประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ให้บุตรหลาน ประกอบกับคาดหวังการพักผ่อนหย่อนใจจากใช้เวลาเที่ยวชมร่วมกัน นอกจากนี้ผู้ให้ข้อมูลสำคัญกว่าร้อยละ 80 ไม่ได้มีจุดมุ่งหมายมาดูนิทรรศการประเภทใด เรื่องใดเป็นพิเศษ และประสบการณ์ในการเข้าชมพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ อพวช. จากมากไปน้อยมีจำนวนดังต่อไปนี้ เข้าชมครั้งแรกจำนวน 10 ครอบครัว (คิดเป็นร้อยละ 40) เข้าชมครั้งที่สองหรือสาม 10 ครอบครัว (คิดเป็นร้อยละ 40) เข้าชมมากกว่า 3 ครั้งขึ้นไปจำนวน 5 ครอบครัว (คิดเป็นร้อยละ 20)

ในด้านผลการสังเกตการณ์พฤติกรรมการณ์การมีปฏิสัมพันธ์กับนิทรรศการพบว่าผู้ปกครองและบุตรหลานที่เข้าร่วมการวิจัยนี้แสดงพฤติกรรมการณ์การมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อการเรียนรู้ในนิทรรศการในชั้นลึกที่ร้อยละ 48 และร้อยละ 40 ตามลำดับ ซึ่งสัดส่วนดังกล่าวมากกว่าพฤติกรรมระดับเปลี่ยนผ่านไปสู่ปฏิสัมพันธ์ที่ลึกขึ้น ในผู้ปกครองเพียงเล็กน้อย (ส่วนต่างร้อยละ 8) ในขณะที่บุตรหลานมีพฤติกรรมระดับเปลี่ยนผ่านไปสู่ปฏิสัมพันธ์ที่ลึกขึ้นถึงร้อยละ 56 คน สัดส่วนของพฤติกรรมทั้งสองระดับรวมกันคิดเป็นร้อยละ 88 และร้อยละ 96 ของแต่ละกลุ่ม ผู้เข้าชมที่มีระดับการมีปฏิสัมพันธ์กับนิทรรศการอยู่ในระดับลึกจะทำกิจกรรมทดลองสร้างกระแสไฟฟ้าจากพลังงานน้ำมากกว่า 1 ครั้ง จดจ่ออยู่กับการทดลองการสังเกตผลการทดลอง รวมถึงอ้างอิงถึงประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องเหมือน สื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับกลไกสร้างพลังงานไฟฟ้าของเขื่อนนิทรรศการเกี่ยวข้องข้องกับพลังงานน้ำ พลังงานไฟฟ้าที่ตนมีกับครอบครัว ผลระดับการมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อการเรียนรู้ในนิทรรศการเป็นดังที่แสดงในตารางที่ 2 นี้

ตารางที่ 2 ระดับการมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อการเรียนรู้ในนิทรรศการของผู้เข้าชมที่ให้ข้อมูลสำคัญจำนวน 50 คน

	ระดับการมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อการเรียนรู้ในนิทรรศการ		
	ระดับลึก	ระดับเปลี่ยนผ่านไปสู่ปฏิสัมพันธ์ที่ลึกขึ้น	ระดับเริ่มต้น
ผู้ปกครอง (25 คน)	12 (48%)	10 (40%)	3 (12%)
บุตรหลาน (25 คน)	10 (40%)	14 (56%)	1 (4%)

ในด้านผลการวิเคราะห์แก่นสาระจากคำสัมภาษณ์ของผู้ให้ข้อมูลสำคัญพบประเด็นหลักที่อธิบายปัจจัยที่ส่งผลต่อการมีปฏิสัมพันธ์กับนิทรรศการทั้งหมดแบ่งตามกลุ่มผู้ให้ข้อมูลสำคัญกลุ่มบุตรหลานพบ 3 ประเด็น และกลุ่มผู้ปกครองพบ 6 ประเด็น โดยสามารถอธิบายได้ดังนี้

1. ผู้ให้ข้อมูลสำคัญกลุ่มบุตรหลาน

เมื่อผู้วิจัยถามถึงปัจจัยที่ทำให้ผู้ให้ข้อมูลสำคัญกลุ่มบุตรหลานเดินเข้าหาพิพิธภัณฑ์หรือทำกิจกรรมในพิพิธภัณฑ์ คำสัมภาษณ์ของเยาวชนในกลุ่มนี้กล่าวถึงลักษณะนิทรรศการเชิงการตลาดที่ทำให้ได้พวกเขาเหล่านี้เรียนรู้วิทยาศาสตร์จากประสบการณ์ตรงของตนเองมากที่สุด และความรู้สึกของตนว่านิทรรศการมอบความสนุกเบิกบานใจจากการมีปฏิสัมพันธ์ได้เป็นสองปัจจัยที่สำคัญต่อการมีปฏิสัมพันธ์กับนิทรรศการ ส่วนประเด็นสำคัญที่ถูกกล่าวถึงถัดมาได้แก่ ปัจจัยเรื่องสีสันของนิทรรศการ

ตัวอย่างคำสัมภาษณ์ที่แสดงถึงการให้ความสำคัญกับประเด็นเหล่านี้มีดังต่อไปนี้

“[ชอบ]อะไรที่ได้เล่น ได้ลงมือทำ” (บุตรหลาน รหัส V18)

“[ชอบนิทรรศการที่] สนุก แบบข้างล่างที่เป็นรถแล้วมันก็พุ่ง [ผู้พูดกล่าวถึงนิทรรศการเชิงทดลอง ชั้น 1 ของอาคารเดียวกัน]” (บุตรหลาน รหัส V58)

2. ผู้ให้ข้อมูลสำคัญกลุ่มผู้ปกครอง

ปัจจัยที่ส่งผลต่อการมีปฏิสัมพันธ์กับนิทรรศการตามการรับรู้ของกลุ่มผู้ปกครองได้แก่ การมีกิจกรรมการตลาดเป็นองค์ประกอบของนิทรรศการ ความเข้าใจที่ผู้เข้าชมได้รับจากการทำกิจกรรม การมีเจ้าหน้าที่หรือเสียงที่อธิบายขั้นตอนการทำกิจกรรมของนิทรรศการ การดึงดูดความสนใจด้วยภาพขั้นตอนและการทำให้เข้าใจกระบวนการเป็นภาพ การดึงดูดความสนใจด้วยแสงและสีสัน และความรวดเร็วของปฏิกิริยาตอบสนองจากกระบวนการ/กิจกรรมการตลาด ผู้วิจัยจะอธิบายปัจจัยดังกล่าวที่ละปัจจัยพร้อมข้อมูลสนับสนุนจากการสัมภาษณ์

2.1 การมีกิจกรรมการตลาดเป็นองค์ประกอบของนิทรรศการ

ผู้ปกครองทั้งหมดในกลุ่มผู้ให้ข้อมูลสำคัญ (25 จาก 25 ท่าน) มีความคิดเห็นไปในทางเดียวกันว่ากิจกรรมการตลาดในพิพิธภัณฑ์จะดึงดูดใจให้ผู้เข้ามาเยี่ยมชมโดยเฉพาะกลุ่มบุตรหลานได้สัมผัส ทำการตลาดทางวิทยาศาสตร์ แล้วจะจดจำอยู่กับการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้นาน ทำให้การเรียนรู้หลักวิทยาศาสตร์เรื่องต่าง ๆ ไม่น่าเบื่อ นอกจากนี้ผู้ปกครองเหล่านี้จำนวนกว่าครึ่งยังกล่าวถึงความท้าทายของนิทรรศการที่เน้นปฏิสัมพันธ์ไปที่การอ่านอย่างเดียวเพราะหากกลุ่มผู้เข้าชมเป็นวัยเด็กจะไม่ค่อยอ่านหรืออ่านยังไม่เก่ง ทำให้ไม่มีสิ่งดึงดูดให้สนใจอยากเรียนรู้ บางครั้งถ้าเด็กไม่สนใจหรือไม่เข้าใจก็จะเดินผ่านไปเลยทำให้เสียโอกาสในการเรียนรู้จากนิทรรศการ ในกรณีนี้คุณพ่อคุณแม่หรือผู้ปกครองจะต้องชวนอ่านขั้นตอนการตลาด มีส่วนร่วมทดลองด้วยกัน รวมไปถึงการอธิบายหลักทางวิทยาศาสตร์ที่นิทรรศการให้บุตรหลานฟัง ด้วยเหตุนี้ผู้ปกครองเหล่านี้จึงคิดว่ากิจกรรมการตลาดเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งเสริมให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เข้าชมและนิทรรศการ

ผู้ให้ข้อมูลสำคัญรหัส V3 และ V15 ได้อธิบายเหตุผลของการมองว่ากิจกรรมการตลาดเป็นปัจจัยส่งเสริมให้ผู้เข้าชมมีปฏิสัมพันธ์กับนิทรรศการไว้ดังนี้

“...นี่เองก็คือได้มี activities [กิจกรรม/การทดลองที่เสริมจากป้ายบรรยายในนิทรรศการ] **พอมิ activities กับอุปกรณ์ใ้จึงมันก็พอเห็นภาพ** แต่ถ้าเกิดว่าให้ข้อมูลอย่างเดียว เค้าน่าอ่านหรือถ้าแบบมีอะไรให้เล่นก็จะสนใจ” (ผู้ปกครอง V3)

“ถ้าถามผมก็คือจะมีเรื่องสื่อที่เป็นภาพแล้วอธิบายให้เด็กเข้าใจ แล้วก็**ทดลองอะไรแบบนี้**” (ผู้ปกครอง V15)

## 2.2 ความเข้าใจที่ได้รับการทำกิจกรรม

นอกเหนือไปความคิดเห็นอันเป็นเอกฉันท์ว่าการมีกิจกรรมทดลองเป็นปัจจัยที่ดึงดูดให้ผู้เข้าชมอยากปฏิสัมพันธ์กับนิทรรศการแล้วนั้น ผู้ปกครองร้อยละ 100 ยังมองว่านิทรรศการที่ดีและมีความสนใจจำเป็นจะต้องทำให้ผู้เข้าชมได้รับความรู้ความเข้าใจครบถ้วนจากตัวนิทรรศการนั้น เนื่องจากความเข้าใจจะทำให้การคิดต่อ การถามคำถาม นำมาซึ่งความสนใจจดจ่ออยู่กับการเรียนรู้มากขึ้น ในบริบทของการวิจัยนี้ผู้ปกครองกลุ่มนี้มองว่าโดยภาพรวมแล้วกิจกรรมและป้ายนิทรรศการกั้นน้ำสร้างพลังงานยังสามารถพัฒนาให้เข้าใจได้ดีมากขึ้นอีกด้วย การ (1) ทำให้ผู้เข้าชมเห็นกลไกการเปลี่ยนรูปพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า เช่น เปลี่ยนฐานของนิทรรศการจากทึบให้กลายเป็นใสเพื่อให้ผู้ชมเห็นไดนาโมเพื่อให้ผู้ชมเชื่อมโยงได้ว่าน้ำที่ตกลงมาสู่ก้นแล้วไปทำให้เกิดไฟฟ้าขึ้นได้อย่างไร (2) การทำให้ผู้เข้าชมเข้าใจวิธีการทำกิจกรรมและจุดสังเกตเพื่อเรียนรู้จากกิจกรรมโดยง่ายโดยอาจจะใช้แสงสีหรือลูกบอลเพื่อช่วยให้ผู้ชมเห็นว่าเมื่อกดปุ่มปล่อยน้ำแล้วจะต้องจับตาจุดตรงไหนและเคลื่อนสายตามเพื่อสังเกตกระบวนการได้อย่างตรงจุด และ (3) การเพิ่มการอธิบายกลไกวิทยาศาสตร์ของนิทรรศการด้วยภาพเพื่อให้ผู้เข้าชมเข้าใจง่ายขึ้น เพื่อให้ผู้เข้าชมที่มีพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ไม่มากหรือไม่พื้นฐานเลยเข้าใจตามได้ชัดเจนขึ้นจากการอ่านคำอธิบายพร้อมภาพประกอบที่กระบวนการทดลอง เช่น ภาพของการเติมน้ำ ยกระดับน้ำให้สูงจากก้นเพื่อให้เกิดพลังงานศักย์ ภาพของการปล่อยน้ำตกลงมาถึงก้นเกิดเป็นพลังงานจลน์ ภาพการทำงานของก้นที่หมุนและเกิดเป็นพลังงานกล ภาพไดนาโมที่ปั่นกระแสไฟฟ้า และภาพสุดท้ายของหลอดไฟที่เชื่อมต่อกับไดนาโม เป็นต้น ผู้วิจัยได้รวบรวมคำสัมภาษณ์ถึงความสำคัญของการสร้างความเข้าใจกิจกรรมนิทรรศการไว้ดังต่อไปนี้

“...ก็คือทำให้เด็ก ๆ เห็นภาพได้ชัด เช่นอย่างตามปกติเวลาเขาไปที่เขื่อนเขาก็จะไม่เห็นข้างในว่ามันทำยังไง แต่**[นิทรรศการนี้ยังขาดอีก]นิดหนึ่ง คือเขาจะไม่เข้าใจว่ามันเป็นพลังงานกล ก็คือตัวไดนาโม มันจะเปลี่ยนตัวน้ำมาเป็นไฟฟ้าได้อย่างไร [ซึ่งไม่ได้แสดงให้เห็นในนิทรรศการ]**” (ผู้ปกครอง V1)

“เฉพาะตัวนี้ ก็ดีนะครับ เพราะว่าทำให้เห็นภาพจริงแล้วก็เด็กได้เห็นว่ามันทำงานอย่างไร เพียงแต่ว่าถ้าดูแล้วมันอาจจะเหมือนกับว่า คือเห็นว่าก้นหมุนแล้วไฟติด แต่ไม่เห็นกระบวนการว่าทำไมหมุนแล้ว ถึงไฟถึงติด แต่ต้องไปเชื่อมโยงกับอันอื่นที่มันมีการหมุน ไม่รู้ว่ามันสามารถนำมารวมได้ไหม **สิ่งที่ยังขาดก็คือ อย่างที่บอกคือตอนนี้มันไม่เห็นว่าการกระบวนการอย่างนี้บางที่มันมีกระบวนการหลายอย่าง เช่น การหมุนของก้นจะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า**

ได้อย่างไร เขาน่าจะเอามาผสมกันให้มันอยู่ในตัวเดียวเลย” (ผู้ปกครอง V5)

“ฐานไฟฟ้าข้างล่างอะ พอหมุนแล้วไปทำให้ไฟติดอะ เค้าจะรู้สึกว่ายี่นั่นผลัพท์ออกมา  
อย่างนั้นะพลังงานของเค้า ตรงนี้คือหมุนเฉยๆ แล้วน้ำตกลงมาก็จับละ มองไม่เห็นผลัพท์  
เห็นแค่ว่ากังหันหมุนแล้วมันไปไหนต่อละ เอ้ามันไปไหนอะไรอย่างนี้ เค้าก็ไม่มีคำถามต่อ”  
(ผู้ปกครอง V81)

“...อันนี้เด็กอาจจะยังบางทีแบบว่า เอ๊ะมันจะไป generate power [กำเนิดไฟฟ้า] ได้  
ยังไง เราต้องมาอธิบายต่อ ถ้าให้มันน่าสนใจนะ คุณต้องมีอะไรที่เป็นล่อ พอมาปั๊บแล้วดูขึ้นไป  
มันจะเห็นภาพ อันนี้เด็กก็มองเราปิดน้ำ อย่างดูน้ำไหลแล้วไฟติดแต่ไม่รู้ว่ายี่นั่นอะไรต่อ แต่ถ้ามีปั๊  
บจะเห็นท่อของ[การเดินทางของ]น้ำถ้ามีตุ๊กตาหรือมีบอล มันจะรู้ว่าจากตรงไหนไปตรงไหน วึ่ง  
ผ่านตรงนี้ปั๊บ จุดนี้แหละที่จะทำให้ไฟติดอย่างนี้ ...เพราะอย่างนี้เด็กคงจะไม่รู้ ต้องใช้วิธีดูน้ำ  
ก็จะมองว่าเออน้ำ ถ้าเกิดเด็กโต 10 กว่าขวบเนี่ยเข้าใจ แต่ถ้าอย่างนี้ดูก็เข้าใจ แต่ถ้าเป็นท่อเข้าดู  
เลยไหลตรงนี้ ๆ ทำให้ตรงนี้ลง วงล่อตรงนี้ทำให้ปั่นไฟปั๊บบขึ้นไปใหม่เริ่มอย่างงี้ เด็กเล็กจะเข้าใจ  
ง่ายกว่า...” (ผู้ปกครอง V100)

### 2.3 มีเจ้าหน้าที่หรือเสียงที่อธิบายกิจกรรมของนิทรรศการ

ในประเด็นนี้ ผู้ปกครองกว่าร้อยละ 50 (14 จาก 25 ท่าน) ให้ความสำคัญกับการมี  
เจ้าหน้าที่ประจำนิทรรศการเป็นปัจจัยที่ส่งเสริมให้เกิดปฏิสัมพันธ์กับนิทรรศการ โดยทั้ง 14  
ท่านมองว่าบทบาทเจ้าหน้าที่ในการชี้ชวนให้สังเกต อธิบายเกร็ดความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ  
นิทรรศการ หรือแม้แต่การแนะนำวิธีการทำกิจกรรมจะช่วยเรียกความสนใจ กระตุ้นความอดทน  
พยายามในการทำกิจกรรมให้สำเร็จและการเรียนรู้จากนิทรรศการได้เป็นอย่างดี ดังจะเห็นได้  
จากคำสัมภาษณ์ดังต่อไปนี้

“คือมันเข้าใจง่ายนะคะถ้าเกิดว่าอ่าน คือเรามีความรู้สึกว่าถ้าสมมุติว่าแบบเด็กมาอย่าง  
เดียวอย่างลูกอย่างนี้ 8 ขวบไซ้ใหม่คะ จะไม่ค่อยอ่าน เค้าจะไม่อ่าน พอไม่อ่านเสร็จปั๊บเนี่ยคือ  
ถ้ามันไม่มีคนอธิบายแบบคุณแม่เค้าก็จะแบบทำอะไร? คือเค้าก็เห็นแล้วละว่ากละมีน้ำไหล  
แต่เค้าก็จะแบบ อ้อ มีน้ำไหลมันก็จะหมุนแล้วไฟติด แต่ว่าคือเค้าจะปะติดปะต่อไม่ได้”  
(ผู้ปกครอง V3)

“สมมติผมนี้ภาพตอนนั้นก็อย่างเช่น เราเดินมาก็อาจจะมึที่ๆคอยแนะนำแต่แบบนี้ยังไม่  
เยอะ อาจจะไม่ต้องทุกบูธ แต่หมายถึงว่าพอเราเดินมาอาจจะมึที่ๆมาพูดคุยอะไรแบบนี้  
อย่างบริเวณเดียวกันอาจจะมึสัก 1 คน อย่างแนะนำเล่นอันนั้นอันนี้อะไรแบบนี้ แบบอย่างนี้  
[นิทรรศการกังหันน้ำสร้างพลังงาน] หมุนๆไปก็ไม่รู้มันคืออะไร” (ผู้ปกครอง V77)

“ใช่ค่ะ คือถ้าเป็นตัวหนังสือแม่คิดว่าส่วนใหญ่เค้าจะไม่อ่านให้ครบ เค้าก็จะมาแค่กด ๆๆ  
ละเค้าก็จะจากไป แต่ถ้ามันมีอะไรที่แบบต้องมีคนอธิบาย มีพอมมีแม่มาก็อธิบายให้ลูกได้ แต่

ถ้าลูกมาเล่นคนเดียว ...เหมือนมันผ่านไปเลยมันตื่นเต้นสำหรับเค้าแปบเดียวแต่ถ้ามันมีอะไรให้เค้าได้หยุดฟังซักนิดอะไรอย่างนี้มีแสงสีอะไรขึ้นมาอีกนิดนึง...” (ผู้ปกครอง V83)

“ถ้าเราเดินๆ มาถ้าเราไม่ได้ตั้งใจจะเข้าไปดู ภาพมันไม่ได้ดึงดูด [แต่สิ่งที่กระตุ้นให้เด็กอยากเข้าไปหาพิพิธภัณฑ์] คืออะไรเอ๊ะ [ความสงสัยอยากรู้] ขึ้นอยากดู อารมณ์เด็กอะ สีสัน การดึงดูดอะไรการเข้าไปอะ แล้วอีกอย่างเมื่อก็น้องอะ ถ้าน้องทำเองโดยที่ไม่มีพี่ๆ อย่างนี้ บางทีพอมันข้ามมันก็ไปไม่ถึง พอมันไปไม่ถึง เด็กก็จะดูเหมือนกับไม่เห็นมีอะไรเกิดอะไรขึ้นเลย เออแล้วก็จากไปแบบงๆ ถ้าเกิดว่าไม่มีใครอย่างนี้ ถ้าเกิดเป็นเด็กคิดนะ มันจะไม่มีคนยืนเฝ้าเราตลอดเวลาแล้วเด็กๆ จะมาเมื่อไหร่เราก็ไม่รู้ คือเราอยาก让孩子สนุกไปกับมันเองแล้วแบบเล่นแล้วเล่นอีกๆ ได้อย่างนี้ เพราะการที่เด็กเล่นมากกว่าหนึ่งครั้งแสดงว่าเด็กสนใจ แต่การที่เด็กเล่นน้อยกว่าหนึ่งครั้งหรือไม่ถึงครั้งแล้วมันไม่ประสบความสำเร็จแล้วเด็กก็จากไปแบบที่ไม่รู้อะไรเลย” (ผู้ปกครอง V57)

#### 2.4 ดึงดูดด้วยภาพขั้นตอนและการทำให้เข้าใจกระบวนการเป็นภาพ

เมื่อสอบถามถึงความเห็นที่มีต่อคำอธิบายนิทรรศการ ผู้ปกครองถึง 12 ท่าน (48%) มีความเห็นว่าคำอธิบายชี้ให้เห็นถึงหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เชื่อมโยงพลังงานในการผลิตกระแสไฟฟ้าได้ดี คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ เช่น พลังงานศักย์ พลังงานจลน์ เป็นคำศัพท์ที่ไม่ได้ยากจนเกินไป สามารถใช้ในป้ายคำอธิบายนิทรรศการได้ ส่วนภาษาที่ใช้ อาจมีความเป็นวิชาการค่อนข้างสูงที่ทำให้ต้องเป็นผู้มีความรู้พื้นฐานสายวิทยาศาสตร์อยู่แล้วหรือเยาวชนที่เรียนระดับมัธยมขึ้นไป ถึงจะเข้าใจนิทรรศการได้อย่างลึกซึ้งขึ้น ในมุมมองของผู้ปกครองมองว่าการใช้ภาษาวิชาการและการอธิบายนิทรรศการด้วยภาษาเขียนนี้ไม่สามารถดึงดูดความสนใจจากบุตรหลานที่อายุน้อยๆ ได้เท่าที่ควร โดยให้ตัวอย่างจากประสบการณ์ตรงในการสังเกตการเรียนรู้ของบุตรหลานผู้ว่ามักจะทำบ่นต่อการกระตุ้นการเรียนรู้ผ่านสื่อที่เป็นภาพและกิจกรรมได้ดีกว่าตัวอักษร โอกาสที่ผู้เข้าชมวัยเด็กจะมีปฏิสัมพันธ์และได้รับความรู้จากนิทรรศการจึงไม่มีสูงนักหากผู้ปกครองไม่ชวนอ่านป้ายนิทรรศการเพื่อทำความเข้าใจไปพร้อมๆ กัน การกระตุ้นการเรียนรู้ผ่านสื่อที่เป็นภาพยังเป็นประโยชน์อย่างมากในกรณีที่ผู้ปกครองไม่มีพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และความเข้าใจในนิทรรศการที่เพียงพอจะอธิบายให้บุตรหลานฟังด้วย ผู้ปกครองกลุ่มนี้เสนอว่า ถ้าหากทำให้คำอธิบายนิทรรศการในส่วนของหลักการทางวิทยาศาสตร์ของการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานมีภาพประกอบตามขั้นตอนจะทำให้คำอธิบายมีความเป็นรูปธรรมมากขึ้น ส่งเสริมให้ผู้ชมกลุ่มเยาวชนสนใจอยากเรียนรู้มากขึ้น

“จริง ๆ อันนี้ ข้อมูลอันนี้มันก็ที่อยู่แล้วแหละ แต่โดยปกติเด็กเขาไม่ค่อยอ่านหรอก เขาก็เหมือนกับเล่นเพื่อความสนุก แต่ว่าถ้าเกิดเขาสนใจจริง ๆ เขาก็ต้องอ่าน ก็เมื่อกี้พยายามบอกก่อนว่าต้องอ่านก่อน คืออ่านก่อนจะได้เข้าใจ เพราะว่าจริง ๆ เด็ก ผมว่า ร้อยทั้งร้อย ไม่น่าจะได้อ่านหรอก เขาก็เล่น คือเหมือนกับผู้ปกครอง[จะต้องอ่านก่อน] ว่าต้องเล่นอย่างไร (ผู้ปกครอง V9)

“อ่าใช่ ๆ เป็นขั้นตอนชี้ว่าตรงนี้เกิดอะไรขึ้น ขั้นตอนที่ 1 เป็นแบบนี้ เกิดขั้นตอน 2 3 4 อาจจะเป็นรูปภาพ ชี้เป็นขั้นตอน เด็กจะไม่อ่าน จะชอบดูภาพมากกว่า ...อ่าถ้าสมมติมีจอเนอะ ก็อยากมีขึ้นวิธีการเล่นที่จอด้วยเพราะบางคนเขาจะไม่อ่านวิธีเพราะขนาดเด็กที่เราพา มาเขาก็ไม่อ่านเราก็ต้องชี้บอกเขาว่าดูตรงนี้นัก่อนนะ ถ้าสมมติว่ามีจอโปรเจกเตอร์หรือจอให้ขึ้นดูก่อนเล่นให้เขาอ่านวิธีการเล่นที่จอก่อน น่าจะประมาณนั้น” (ผู้ปกครอง V75)

“...อย่างอาจจะเห็นภาพ อนิเมชัน [ที่อธิบายว่า]หลักการการทำงานของมัน[การใช้พลังงานน้ำจากเขื่อนไปสร้างกระแสไฟฟ้า]คืออะไร แต่อันนี้ก็เห็นของจริงอยู่แล้วแต่ถ้าเพิ่มการบรรยายมาก็ดี” (ผู้ปกครอง V77)

“คำบรรยาย[ถึงวิธีการทดลอง]ถ้าควรเป็นลูกศร ไม่ใช่การใช้แบบตรงนี้ อันนี้คำอธิบายหลักการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังน้ำ] ปู๊ปคือเป็นคำอธิบายภาพ คือน้ำไหลจากตรงนี้มา หนึ่ง สอง สาม สี่ ห้า ถ้าถามพินะ เอาแบบดูรู้เรื่องนะ เวลาอธิบายลูกจะได้อธิบายถูก เพราะนี่ก็เข้าใจว่าคงประมาณนี้แหละ แต่ถ้าเกิดมีภาพและมีคำกำกับ อย่างน้อยเราก็ใช้คำที่ถูกต้องกับที่ต้องใช้ศัพท์กับตำแหน่งตรงนี้ว่าต้องเรียกว่าอะไร ...ศัพท์ technical [คำศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์] มีได้ แต่น่าจะมีคำขยายความนิดหน่อย เพราะว่าเราก็ไม่รู้เหมือนกัน อะไรกับจลน์” (ผู้ปกครอง V102)

## 2.5 ดึงดูดด้วยแสงและสีสั่น

ผู้ปกครอง 10 ท่านจาก 25 ท่าน (40%) ยังให้ความเห็นว่าการใช้แสงและสีสั่นเพื่อดึงดูดให้ผู้เข้าชมสนใจเป็นอีกช่องทางที่จะนำไปสู่การส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์กับนิทรรศการ วิธีหนึ่งที่ผู้ปกครองเสนอแนะคือการใช้แสงและสีสั่นสร้างจุดสนใจในนิทรรศการเพื่อให้ผู้เข้าชมสังเกตเห็นและกระบวนกรของกลไกการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังน้ำ โดยอาจจะมีการบรรยายหลักการและเกร็ดความรู้ด้านคำศัพท์ที่สำคัญเกี่ยวข้องไปด้วย ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เข้าชมที่ไม่ทราบลำดับก่อนหลังในการความสนใจกับนิทรรศการลดความสับสนในการชมนิทรรศการ สามารถพุ่งความจดจ่อสนใจตามขั้นตอนการทดลองและสังเกตการเปลี่ยนแปลงในจุดต่าง ๆ ที่กำหนดให้มีเอฟเฟ็คแสงสีได้

“ในเรื่องความดึงดูด แต่ถ้าความเข้าใจก็เข้าใจนะ ก็สิบ ก็เราเป็นผู้ใหญ่อะ เรามองเราเข้าใจ แต่เด็กถ้าเขาเล็ก ๆ อาจต้องให้เขาเห็นภาพกว่านี้ อยากให้มีเสียงอธิบาย เพราะบางทีคนมา อะ เล่นยังไง แล้วพอต้องอ่านก็จะขี้เกียจอ่าน แต่พอมมีเสียงอธิบาย เป็นเรื่องเล่าว่าต้องทำอย่างนี้ จะเกิดกระบวนการอะไรอย่างนี้ เราก็จะเข้าใจได้เร็วขึ้น เพราะบางทีนิทรรศการมันเยอะ บางคนดูไม่หมด พอมมีเสียงเข้ามาเขาก็จะอารมณ์เป็นอย่างนี้ จะเข้าใจง่ายกว่า อะไรเกิดก่อน เกิดหลัง หรืออาจจะเป็นจอ LED อธิบายว่าหมุนแล้วมีแสง บอกว่าหมุนเพราะอะไร แล้วน้ำหล่นลงมา ไม่รู้จะเข้าใจหรือเปล่านะ คือมันต้องดึงดูดเด็กอะ สังเกตเด็กเห็นใหม่ว่าเขาจะมาเขาจะไม่อ่าน เขามาหมุนก่อน หมุนแล้วก็ไป ไม่รู้หรือกว่ายังไงแต่รู้ว่าต้อง

หมุนก่อน แม่ก็เลยมองว่าถ้าอย่างนั้นมันต้องมีอะไรที่แบบอธิบายเขา” (ในระหว่างที่สัมภาษณ์มี จังหวะเด็กผู้หญิงคนหนึ่งมามองชิ้นงาน โดยมองน้ำในกล่องด้านบนประมาณ 5 วินาที แล้วเดิน ออกไป ผู้ปกครองท่านนี้สังเกตและพูดถึง) “เนี่ยอย่างเด็กคนนี้ เขาไม่หมุน เขาก็มองไปข้างบน แล้วก็เดินไป เพราะมันไม่มีใครบอกตลอดใจว่าต้องจับอะไรยังไง ถ้าเกิดน้อง ๆ ไม่ได้ยืนอยู่ตรงนี้ พี่ก็อาจจะเหมือนแบบ หมุนทำไมอะไรอย่างนี้” (ผู้ปกครอง V100)

“มันดูอิมคริมคริมมิต ๆ น่าจะต้องมีแสงอะไรให้มันดูตื่นเต้น มีไฟฟลูออเรสเซนต์ขึ้น ตอนนี้นั้นยังดู เจ็บๆ อาจจะดูแล้วมีเสียงหรือแสงแฉกขึ้นขึ้นมา” (ผู้ปกครอง V57)

“...ในเรื่องสีก็สำหรับผมก็โอเคนะก็สดใสนี้ แต่วิธีการใช้เนี่ยอย่างพวกสลิบชวบนี้ก็อาจจะ ไม่อยากอ่านเหมือนกัน อย่างตรงทำไมน้ำที่ตกลงมาถึงผลิตไฟได้เนี่ย พ่อก็ต้องอธิบายว่า มัน เป็นอย่างนี้นะ แต่ถ้าเออมีกกราฟฟิก เออแต่มันก็อธิบายหลักการอยู่นะ น้ำตกลงมาแล้วมันก็ หมุน น้ำตกลงมา หมุนละก็ผลิตไฟได้ มัน[คำอธิบายนิทรรศการที่เห็น]ก็เข้าใจอยู่เหมือนกัน อิม...อาจจะ[เพิ่มเติม] สีมันละเป็นรูปโพลวี่น้ำลงมา พวกคำศัพท์พลังงานศักย์ พลังงานจลน์ ก็โอเค ใช้ได้นะ” (ผู้ปกครอง V83)

“ผมมองว่าสี สีตัวอักษรถ้าเป็นครึ่งบนเนี่ยคำตัดพื้นสีอ่อน พอเป็นตัวสีอ่อนตัดพื้นสี เข้มมันจะดูไม่ยากอ่าน ไม่อยากอ่านด้านล่างผมอยากอ่านด้านบน ความรู้สึกส่วนตัวนะครับ ...พอมาดูอีกทีมันเป็นตัวอักษรสีอ่อนบนพื้นสีเข้มมันก็เลยแบบไม่ได้ตั้งใจดูให้อ่าน ส่วนตัวนะเป็น เรื่องของสี การเลือกสีของตัวอักษร การวางผัง ...อันนี้มันดูเข้มน่าอ่านดูแบบว่าอ่านง่าย กวาดสายตาไปก็เห็น อันนี้มันต้องเพ่งหน่อยนึงอาจจะด้วยอายุที่มากขึ้น” (ผู้ปกครอง V69)

## 2.6 ความรวดเร็วของปฏิกริยาตอบสนองจากกระบวนการ/กิจกรรมการทดลอง

นอกจากนี้ผู้ปกครองยังชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นในการทำให้กิจกรรมทดลองมีกระบวนการ ที่กระชับและเห็นผลไวเพื่อดึงดูดความสนใจของผู้เข้าชม โดยเฉพาะผู้เข้าชมอายุน้อย ทั้งนี้ เนื่องจากผู้เข้าชมคาดหวังปฏิกริยาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในกรอบเวลาที่คาดหวัง เมื่อไม่ เห็น การเปลี่ยนแปลงอาจทำให้ความอดทนในการทดลองต่อลดลงจนอาจหมดความสนใจและเดิน จากไปสู่นิทรรศการอื่นได้ ในบริบทของนิทรรศการกั้นน้ำสร้างพลังงานนั้น ผู้ชมนิทรรศการ จะรอคอยปฏิกริยาตอบสนอง 2 ส่วนด้วยกัน ได้แก่ (1) ระยะเวลาที่ใช้ในการสูบน้ำใส่แท็งก์น้ำ จนนิทรรศการพร้อมต่อการทดลอง (2) ระยะเวลาที่ใช้ในการทำให้กั้นน้ำหมุนจนสร้าง หลอดไฟสว่าง

ผู้ปกครองได้กล่าวถึงปัจจัยความกระชับของปฏิกริยาการทดลองของนิทรรศการไว้ดังนี้

“เพราะว่าถ้าน้องจะหมุนให้มันติด ไฟติดหรืออะไรอย่างนั้นได้จะต้องใช้เวลาานาน ถ้า ก็จะไม่ทนละที่สกรีนอะไรแบบนี้เดี๋ยวกว่าจะสั่งปั๊ปกดปุ่มนี้ละสั่ง แต่[การหมุนแป้นของ นิทรรศการนี้]ก็ช่วยให้เด็กช่วยมือช่วยกล้ำเนื้ออะไรครับ แล้วแต่ยุคสมัย สมัยนี้น่าจะยากนิดนึง [เด็ก]ไม่ค่อยรอ [หมายถึงไม่ค่อยมีความอดทนในการรอคอยผลลัพธ์] ...ความอดทนน้องจะต่ำ

อย่างอันนี้ [กล่าวถึงนิทรรศการข้างเคียง] กดยังไม่ทันครบ 3 ปุ่มเลยไปละ” (ผู้ปกครอง V83)

“เพิ่มเติมหอคณะ แม้วามันอาจจะเป็นที่เครื่องม้นทำงานซ้ำ [ไฟสีเขียวขึ้นซ้ำ ลูกต้องใช้  
เวลาหมุนแป้นเติมน้ำในแทงค์อยู่นาน] หรือว่า[ออกแบบนิทรรศการด้วย]อะไรที่มันดึงดูดเด็ก  
มากกว่านี้ (ผู้ปกครอง V25)

ตารางที่ 3 สรุปรวมปัจจัยที่ส่งผลต่อการมีปฏิสัมพันธ์กับนิทรรศการจากการสัมภาษณ์

ปัจจัยที่ส่งผลต่อการมีปฏิสัมพันธ์กับนิทรรศการ	
บุตรหลาน	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ นิทรรศการที่มีกิจกรรมให้ได้ลงมือปฏิบัติ ทดลอง (25)</li> <li>■ นิทรรศการที่สนุก (20)</li> <li>■ สีสนของนิทรรศการ (2)</li> </ul>
ผู้ปกครอง	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ กิจกรรมการทดลอง (25 คน)</li> <li>■ ความเข้าใจที่ได้รับการทำกิจกรรม (25 คน)</li> <li>■ มีเจ้าหน้าที่หรือเสียงที่อธิบายกิจกรรมของนิทรรศการ (14 คน)</li> <li>■ ดึงดูดด้วยภาพขั้นตอนและการทำให้เข้าใจกระบวนการเป็นภาพ (12 คน)</li> <li>■ ดึงดูดด้วยแสงและสีสน (10 คน)</li> <li>■ ความรวดเร็วของปฏิกิริยาตอบสนองจากกระบวนการ/กิจกรรมการทดลอง (7 คน)</li> </ul>

หมายเหตุ: ตัวเลขที่อยู่ในวงเล็บคือจำนวนผู้ให้ข้อมูลสำคัญที่กล่าวถึงประเด็นนี้

### อภิปรายผลการศึกษา

การวิจัยเพื่อทำการศึกษาพฤติกรรมการมีปฏิสัมพันธ์กับนิทรรศการ รวมไปถึงปัจจัยที่ส่งเสริมให้ผู้เข้าชมมีปฏิสัมพันธ์กับนิทรรศการพบจุดสังเกตที่น่าสนใจจากผลการศึกษาหลายประการ ประการแรกได้แก่ สัดส่วนผู้ที่มีพฤติกรรมการมีปฏิสัมพันธ์กับนิทรรศการอยู่ในระดับเปลี่ยนผ่านไปสู่ปฏิสัมพันธ์ที่ลึกซึ้ง (Transitioning behavior) และระดับลึก (Breakthrough) มีความใกล้เคียงกันทั้งในกลุ่มผู้ปกครองและบุตรหลาน นอกจากนี้สัดส่วนผู้ที่มีพฤติกรรมระดับดังกล่าวสูงมากกว่าผู้มีปฏิสัมพันธ์กับนิทรรศการในระดับเริ่มต้นของทั้งสองกลุ่มอย่างมาก ยกตัวอย่างเช่น ในกลุ่มผู้ปกครอง ผู้เข้าชมที่มีพฤติกรรมระดับเปลี่ยนผ่านไปสู่ปฏิสัมพันธ์ที่ลึกซึ้ง มีจำนวนมากกว่าผู้ที่มีพฤติกรรมระดับเริ่มต้นถึง 3 เท่า และในกลุ่มบุตรหลาน ผู้เข้าชมที่มีพฤติกรรมระดับเปลี่ยนผ่านไปสู่ปฏิสัมพันธ์ที่ลึกซึ้งมีจำนวนมากกว่าผู้ที่มีพฤติกรรมระดับเริ่มต้นถึง 14 เท่า ข้อค้นพบเกี่ยวกับระดับพฤติกรรมการมีปฏิสัมพันธ์กับนิทรรศการที่สูงกว่าระดับเริ่มต้นอย่างมากในกลุ่มคนไทยที่ร่วมการวิจัยนี้อาจอธิบายได้ว่าเป็นผลมาจากการที่นิทรรศการมีกิจกรรมการทดลองเป็นส่วนประกอบทำให้ดึงดูดความสนใจจากผู้เข้าชมมากกว่านิทรรศการที่มีแต่ป้ายคำอธิบายเพียงอย่างเดียว นอกจากนี้เนื้อหาของนิทรรศการยังเป็นเรื่องที่ไม่ไกลตัวจากผู้

เข้าชม โดยเฉพาะกลุ่มผู้ปกครองทำให้ผู้เข้าชมกลุ่มผู้ปกครองที่เข้าใจความที่นิทรรศการพยายามจะสื่อซึ่งชวนบุตรหลานของตนมาเรียนรู้จากนิทรรศการนี้ การสังเกตการณ์ในงานวิจัยชิ้นนี้ได้เจาะจงเลือกสังเกตการณ์แต่ผู้เข้าชมที่มีพฤติกรรมการมีปฏิสัมพันธ์ระดับเปลี่ยนผ่านไปสู่ปฏิสัมพันธ์ที่ลึกซึ้งและระดับลึก ผลการสังเกตการณ์ที่พบจึงเป็นที่น่าสนใจอย่างยิ่งว่าผู้เข้าชมกลุ่มครอบครัวชาวไทยส่วนใหญ่ที่พบในช่วงเวลาของการเก็บข้อมูลมีพฤติกรรมการมีปฏิสัมพันธ์กับนิทรรศการที่น่าพึงพอใจ สื่อถึงความสนใจเรียนรู้จากนิทรรศการและอดทนกับการทำกิจกรรมทดลองจนครบกระบวนการ ผลจากการสังเกตการณ์จึงเป็นสิ่งบ่งชี้ที่ต้ออย่างยิ่งว่าผู้เข้าชมกลุ่มครอบครัวมาเยี่ยมชมด้วยความคาดหวังด้านความรู้ความเข้าใจจากนิทรรศการกลับไปไม่น้อยไปกว่าความเพลิดเพลินใจ ผู้วิจัยมีข้อสังเกตที่น่าสนใจ 2 ประการเกี่ยวกับผลการสังเกตการณ์นี้ กล่าวคือ ในประการแรกนั้นปฏิสัมพันธ์กับนิทรรศการเริ่มต้นที่ผู้ปกครองในกลุ่มผู้เข้าชมแบบครอบครัว จากการสังเกตการณ์ผู้ปกครองร้อยละ 80 จะเป็นคนเดินมาที่นิทรรศการก่อนหรือเป็นผู้นำการเรียนรู้ของบุตรหลานโดยการชวนให้ชมนิทรรศการนี้ด้วยกัน โดยผู้ปกครองมักจะมีความรู้เกี่ยวกับหลักการทำงานของชิ้นในการผลิตกระแสไฟฟ้าทำให้สามารถอธิบาย ชวนบุตรหลานทดลองและคิดตามถึงสิ่งที่สังเกตจากกิจกรรมการทดลองได้ ส่งผลให้การเข้าชมของครอบครัวส่วนใหญ่แสดงการมีปฏิสัมพันธ์ต่อนิทรรศการในระดับเปลี่ยนผ่านเป็นต้นไป ผู้ปกครองเหล่านี้มีพื้นฐานความรู้ระดับปริญญาตรีเป็นส่วนใหญ่

ข้อสังเกตประการที่สอง ได้แก่ ผู้เข้าชมที่เป็นบุตรหลานมักจะแสดงพฤติกรรมปฏิสัมพันธ์ระดับเปลี่ยนผ่านไปสู่ปฏิสัมพันธ์ที่ลึกซึ้งระหว่างเยี่ยมชมนิทรรศการเป็นทุนเดิมอยู่แล้วและมีศักยภาพในการมีการปฏิสัมพันธ์กับนิทรรศการในขั้นลึกหากมีเจ้าหน้าที่ วิทยากรหรือผู้ปกครองคอยอธิบายความรู้ ชวนทดลองและตั้งคำถามชวนคิดชวนสังเกต จากข้อสังเกตนี้จะเห็นได้ว่าการสื่อสารวิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ บุตรหลานเหล่านี้จะมีการถามคำถามเกี่ยวกับข้อสังเกตของตน อ้างอิงถึงประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง รวมถึงประสบการณ์ที่เข้าชมแหล่งเรียนรู้เกี่ยวกับพลังงานน้ำ พลังงานไฟฟ้าที่เคยไป พฤติกรรมดังกล่าวของผู้เข้าชมกลุ่มบุตรหลานนี้นับเป็นพฤติกรรมบ่งชี้การปฏิสัมพันธ์กับนิทรรศการในขั้นลึก จึงเป็นที่น่าสังเกตว่ากลุ่มบุตรหลานส่วนใหญ่มีศักยภาพที่จะเป็นผู้มีปฏิสัมพันธ์กับนิทรรศการในขั้นลึก พร้อมเรียนรู้เนื้อหาเชิงลึกที่มีการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น หากมีผู้มีความรู้เช่น ผู้ปกครองหรือวิทยากรประจำบริเวณนิทรรศการแนะนำวิธีการทดลอง ตลอดจนให้ความรู้ให้กำลังใจในการทดลองทำให้บุตรหลานนี้ได้ทั้งประโยชน์อย่างเต็มที่จากการเยี่ยมชมทั้งมิติความรู้และความเพลิดเพลินใจ ข้อสังเกตนี้สอดคล้องกับแนวคิดการเรียนรู้แบบการสร้างสรรค์ความรู้ด้วยตนเอง (Falk & Adelman, 2003; Falk & Storksdieck, 2005; Hein, 1998) ที่ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ลึกซึ้งซึ่งมากยิ่งขึ้น แตกโครงสร้างทางปัญญามากขึ้นจากการลงมือทำกิจกรรมเรียนรู้ด้วยตัวเองและการมีปฏิสัมพันธ์แลกเปลี่ยนเรียนรู้จากผู้อื่น

ในส่วนของผลการศึกษารับรู้เกี่ยวกับปัจจัยบริบทที่มีผลต่อการมีปฏิสัมพันธ์กับนิทรรศการ พบว่าปัจจัย 2 ใน 6 ประการที่ผู้ปกครองให้ความสำคัญสูงสุด ได้แก่ การมีองค์ประกอบของกิจกรรมการทดลองเป็นส่วนหนึ่งของนิทรรศการ การได้รับความรู้ความเข้าใจที่ครบถ้วนตั้งแต่วิธีการทดลองไปจนถึงคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เบื้องหลังของการทดลองใน

นิทรรศการ สองสิ่งนี้แสดงให้เห็นของเป้าประสงค์หลักของผู้ปกครองที่พาครอบครัวมาเยี่ยมชม นิทรรศการวิทยาศาสตร์ว่าจะได้รับความเพลิดเพลินร่วมกันเป็นครอบครัวจากการลงมือทำการ ทดลอง ทำกิจกรรม รวมไปถึงความรู้จากการอธิบายวิธีการทำกิจกรรมและหลักการทาง วิทยาศาสตร์จากวิทยากรของพิพิธภัณฑ์ ซึ่งเป็นลักษณะที่สำคัญของการเรียนรู้อย่างอิสระ (Free-choice learning) ผู้ปกครองส่วนใหญ่มองว่านิทรรศการกั้นน้ำสร้างพลังงานทำได้ดีใน ภาพรวม หากแต่ยังขาดสิ่งสำคัญที่จะขมวดให้ผู้เข้าชมเข้าใจหัวใจสำคัญของนิทรรศการ นั่นคือ กระบวนการเปลี่ยนพลังงานน้ำเป็นพลังงานไฟฟ้าในขั้นตอนสุดท้ายที่ทำให้ผู้เข้าชมสามารถ เชื่อมโยงกระบวนการเกิดพลังงานไฟฟ้าจากพลังน้ำตามกลไกการทำงานของเขื่อนได้อย่างครบ สมบูรณ์ มิเช่นนั้นผู้เข้าชมเห็นแต่เพียงการแสดงพลังงานของน้ำและผลลัพธ์ที่ของการเกิดไฟฟ้า ที่ทำให้หลอดไฟติด ผู้เข้าชมจะเดินออกมาจากนิทรรศการด้วยความไม่เข้าใจ เกิดคำถามต่อว่า “หลอดไฟสว่างแล้วอย่างไรต่อ (So what?)” และ “นิทรรศการว่าดีแต่มันเกี่ยวกับชีวิตเขา อย่างไร” ทำให้ความคาดหวังที่จะได้รับความรู้จากการเยี่ยมชมพิพิธภัณฑ์ไม่บรรลุเป้าประสงค์

นอกจากนี้ผู้ปกครองยังมองว่าพิพิธภัณฑ์สามารถพัฒนาการออกแบบคำอธิบายของ นิทรรศการให้เข้าถึงผู้เข้าชมที่พื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลายได้ดียิ่งขึ้น ด้วยการ เพิ่มการบรรยายขั้นตอนการทดลองและประเด็นต่าง ๆ ที่ผู้เข้าชมควรจะเรียนรู้จากการทดลอง นิทรรศการนี้เป็นภาพ สี เสียง เพื่อให้การเรียนรู้จากนิทรรศการน่าสนใจและมีลูกเล่นมากขึ้น ตอบโจทย์ผู้เข้าชมที่เป็นเด็กและเยาวชนซึ่งเป็นกลุ่มลูกค้าหลักของพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งนี้ ที่มีความสามารถในการมีสมาธิจดจ่อกับนิทรรศการจำกัดตามธรรมชาติของวัยพวกเขา อีก ปัจจัยหนึ่งที่เป็นรายละเอียดที่ผู้ออกแบบนิทรรศการวิทยาศาสตร์ควรให้ความสำคัญคือ ระยะเวลาในการตอบสนองของกิจกรรมการทดลองขั้นตอนต่าง ๆ ในความเห็นของผู้วิจัยแล้ว ปัจจัยข้อนี้เป็นปัจจัยสำคัญส่งผลอย่างมากต่อการมีปฏิสัมพันธ์ของผู้เข้าชมต่อนิทรรศการกั้นน้ำ เนื่องจากผู้เข้าชมจำนวนมากมาจากต่างจังหวัดทำให้มีเวลาในการเยี่ยมชมนิทรรศการ วิทยาศาสตร์ที่จัดแสดงอยู่ถึง 4 อาคารเป็นไปอย่างจำกัด ทำให้รับชมนิทรรศการแต่ละอาคาร อย่างรวดเร็ว เมื่อเลือกให้ความสนใจกับนิทรรศการแล้วแต่กลไกการทดลองไม่ตอบสนองเห็น ผลลัพธ์ในรอบเวลาที่คาดหวังก็จะทำให้ผู้เข้าชมเดินจากไปจากนิทรรศการกั้นน้ำสร้าง พลังงานอย่างน่าเสียดาย ปัญหาด้านระยะเวลาในการตอบสนองของกิจกรรมการทดลองสำหรับ นิทรรศการกั้นน้ำสร้างพลังงานนั้นพบมากในช่วงการทดลองเก็บข้อมูลที่ผู้เข้าชมต้องใช้เวลา หมุนแป้นเติมน้ำในแทงก์น้ำนาน 2-3 นาทีเพื่อเติมน้ำทั้งแทงค์จนถึงขีดแดง ทำให้ผู้เข้าชมที่ไม่ แน่ใจว่าต้องหมุนเติมน้ำอีกนานไหมและไม่ได้อ่านวิธีการทำกิจกรรมการทดลองเบนความสนใจ ไปหานิทรรศการที่ตอบสนองเร็วกว่า ผลการศึกษาดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดเรื่อง ความสัมพันธ์ของความสนใจจดจ่อที่มีต่อการให้คุณค่าสิ่งที่จะเรียนรู้ของ Bitgood (2013a; 2014, 6-11) ที่ว่ากุญแจสำคัญของการออกแบบนิทรรศการที่มีประสิทธิภาพอยู่ที่ความสามารถ ในการบริหารความสนใจจดจ่อและสัดส่วนคุณค่าที่ผู้เข้าชมได้จากการสนใจจดจ่อนั้นการสื่อสาร ถ่ายทอดความรู้จากนิทรรศการสู่ความเข้าใจของผู้เข้าชมเป็นหัวใจหลักขององค์ประกอบ นิทรรศการ (Bitgood, 2013a) ที่ตอบโจทย์การมีอยู่ของพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ในการเป็น

สถานที่ที่บ่มเพาะความรู้ แรงแบนตาลใจแก่ประชาชน การสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ (Science communication) ในปัจจุบันผ่านการปรับเปลี่ยนมุมมองจากอดีตว่าประชาชนเป็นผู้รับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในขณะที่พิพิธภัณฑ์เป็นผู้ให้ ผู้เติมความรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้กับสังคม (Deficit model) เป็นการมองการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องของการแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างนักวิทยาศาสตร์กับสาธารณะ (Dialogue model) การแลกเปลี่ยนเรียนรู้แบบสองทางดังกล่าวนี้ Besley and Tanner (2011, 239-263) เชื่อว่าจะสามารถกระตุ้นการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้เป็นไปมากกว่าการแสดงความเข้าใจหลักการวิทยาศาสตร์เพียงอย่างเดียว แต่ยังรวมไปถึงการไปสู่การแลกเปลี่ยนเรียนรู้เพื่อใช้วิทยาศาสตร์มาพัฒนาหรือแก้ไขปัญหาในสังคม (Public engagement with science) ดังนั้นแล้วนิทรรศการวิทยาศาสตร์ตามกระบวนการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันควรมีรูปแบบเนื้อหาที่ไม่เพียงง่ายต่อการทำความเข้าใจ คำอธิบายที่ไม่เน้นเชิงวิชาการมากนัก ใช้คำทั่ว ๆ ไปที่ผู้เข้าชมสามารถเข้าใจได้แม้ไม่มีพื้นฐานความรู้วิทยาศาสตร์ด้านนั้น ๆ มาก่อนเพื่อเปิดกว้างให้การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่เข้าถึงได้ง่ายในเชิงพื้นฐานความเข้าใจและไม่ได้เป็นเรื่องของคนเฉพาะกลุ่มที่อาจมีความพร้อมในการเรียนรู้มากกว่าเท่านั้น นอกจากนี้ยังต้องเชื่อมโยงตัวอย่างวิทยาศาสตร์เรื่องต่างๆ ในชีวิตประจำวันเพื่อทำให้ผู้เข้าชมเข้าใจวิทยาศาสตร์จากตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมมากขึ้น อาทิ การนำเสนอเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับประเด็นวิกฤตการณ์โลกร้อนที่ส่งผลต่อชีวิตในทะเลและความมั่นคงทางอาหาร ประเด็นการรุกรานของพืชและสัตว์ต่างถิ่นที่ส่งผลต่อความหลากหลายทางชีวภาพ ประเด็นเชิงจริยธรรมเกี่ยวกับการตัดต่อพันธุกรรม การนำเอาเทคโนโลยีชีวภาพมาใช้ประโยชน์ด้านการแพทย์ อาหารและการเกษตร นวัตกรรมเนื้อสัตว์จากห้องแล็บเพื่อลดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่ชั้นบรรยากาศ เป็นต้น นิทรรศการวิทยาศาสตร์ที่มีเนื้อหาเชิงประยุกต์ให้เกี่ยวพันกับการใช้ประโยชน์และผลกระทบต่อชีวิตมนุษย์นั้นนอกจากจะกระตุ้นการทดลองร่วมกัน การแลกเปลี่ยนความคิดระหว่างผู้คนหลายกลุ่มหลายพื้นฐานความรู้ที่นำไปสู่การอภิปรายด้วยความรู้เชิงลึกในมิติต่าง ๆ ที่อาจมีผลในการเปลี่ยนแปลงความยั่งยืนของประเทศระดับนโยบายและการปฏิบัติแล้ว ยังเป็นการสร้างบรรยากาศความตื่นรู้ในการมีส่วนร่วมทางสังคม การตั้งคำถาม ความช่างสงสัยอันจะนำไปสู่การเรียนรู้ร่วมกันซึ่งเป็นบรรยากาศที่สำคัญของการเรียนรู้ตลอดชีวิตอีกด้วย

การผลักดันนโยบายใด ๆ ก็ตามเพื่อให้บรรลุยุทธศาสตร์จำเป็นจะต้องได้รับความร่วมมือจากประชาชนทั้งประเทศในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมให้สอดคล้องกับนโยบาย การขับเคลื่อนแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 ของประเทศไทยก็เช่นเดียวกัน รัฐบาลมียุทธศาสตร์ที่โดดเด่นในการพัฒนาทรัพยากรบุคคล สะเต็มศึกษาทุกระดับและการเรียนรู้ตลอดชีวิตควบคู่กันเพื่อให้แรงงานของประเทศมีความพร้อมในการเพิ่มสมรรถนะการแข่งขันทางเศรษฐกิจของประเทศ การดำเนินยุทธศาสตร์นี้จะสำเร็จได้ถ้าประชาชนให้ความสนใจอย่างจริงจังในการเข้าสู่สายการศึกษาและเส้นทางอาชีพสะเต็มศึกษา อย่างไรก็ตามความสำเร็จของยุทธศาสตร์นี้จะต้องเริ่มที่ทัศนคติที่ดีและความสนใจเรียนรู้ศาสตร์สะเต็มศึกษาของประชาชนทุกภาคส่วนซึ่งมักจะเกิดจากการบ่มเพาะประสบการณ์ในแหล่งเรียนรู้ที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการ การสื่อสารวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบสำคัญของประสบการณ์เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่

ดี กล่าวคือการสื่อสารวิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพจะทำให้ผู้รับสารรู้สึกว่าการสื่อสารวิทยาศาสตร์และ  
ศาสตร์สะเต็มศึกษาเป็นเรื่องสนุก เข้าใจได้ง่าย นำไปสู่การเปิดใจและความสนใจเรียนรู้  
วิทยาศาสตร์มากขึ้น เมื่อใช้ผลงานวิจัยนี้ร่วมพิจารณาความสำเร็จในการสื่อสารวิทยาศาสตร์  
จากนิทรรศการพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์เพื่อขับเคลื่อนนโยบายของรัฐบาลไปสู่การเพิ่มผลิตภาพ  
แล้วจะพบว่า การสื่อสารวิทยาศาสตร์มีความน่าสนใจแต่ยังไม่สามารถดึงดูดให้ผู้เข้าชมสนใจ  
เรียนรู้ในเชิงลึกตามลักษณะระดับการมีปฏิสัมพันธ์กับนิทรรศการขั้นลึกได้ ซึ่งถึงแม้ว่าปัจจัยที่  
ทำให้ผู้เข้าชมมีปฏิสัมพันธ์ขั้นลึกอาจเกี่ยวพันกับหลายสาเหตุแต่ผู้ให้ข้อมูลสำคัญในงานวิจัยได้ชี้  
ประเด็นหนึ่งไว้อย่างชัดเจน กล่าวคือการพัฒนาขั้นต่อไปของพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ที่จะต้องทำ  
ให้วิทยาศาสตร์ที่สื่อสารออกมาจากนิทรรศการเป็นมากกว่าเรื่องของหลักวิทยาศาสตร์ โดย  
จะต้องจูงใจให้ผู้เข้าชมเห็นและคิดถึงการเชื่อมโยงของวิทยาศาสตร์ที่เรียนรู้จาก  
นิทรรศการและความเกี่ยวข้องของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อชีวิตผู้เข้าชมทั้งทางตรงและทางอ้อม เมื่อ  
ความเข้าใจที่ผู้เข้าชมได้หลุดออกจากกรอบวิชาการของหลักวิทยาศาสตร์แล้วโอกาสที่ผู้เข้าชม  
จะได้รับแรงบันดาลใจไปสู่การทดลองคิดค้นนวัตกรรมก็จะมากขึ้นตามไปได้ โอกาสที่ประเทศ  
ไทยจะมีประชาชนที่ทำอาชีพสายสะเต็มและนำความรู้ทักษะสะเต็มไปประยุกต์ใช้เพื่อสร้างผลิต  
ภาพให้ประเทศตามเป้าหมายของนโยบายก็จะมีมากยิ่งขึ้น การจัดการเรียนรู้ในพิพิธภัณฑ์  
ดังกล่าวจะเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ประชาชนไทยก้าวข้ามการตระหนักรู้ในนโยบายและ  
ความสำคัญของสะเต็มศึกษามาสู่ความรู้สึกรับผิดชอบกับการขับเคลื่อนนโยบายของประเทศ  
จนกระทั่งแสดงพฤติกรรมสนใจวิชาการ อาชีพสายสะเต็มศึกษาและใช้ความรู้สะเต็มศึกษาเพิ่ม  
ผลิตภาพให้กับประเทศ ตามแนวคิดขั้นตอนการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม 6 ขั้นตอน  
(DiClemente & Prochaska 1982, 133-142) ทั้งนี้การให้ความร่วมมือของประชาชนสนับสนุน  
สะเต็มศึกษาและการเรียนรู้ตลอดชีวิตจะเป็นแรงกระตุ้นที่ขาดไม่ได้ในการขับเคลื่อน  
ความสำเร็จของนโยบายดังกล่าว

### ข้อเสนอแนะ

ความรู้ที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้นำไปสู่ข้อเสนอแนะเชิงทฤษฎีและปฏิบัติอย่างน้อย 2  
ประการ ประการแรกผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อการมีปฏิสัมพันธ์กับนิทรรศการ  
ในมุมมองการรับรู้ของผู้เข้าชมเกือบทั้งหมดที่พบในงานวิจัยนี้เป็นปัจจัยที่ดึงดูดความสนใจและ  
ช่วยเพิ่มโอกาสให้ผู้เข้าชมจดจำต่อการเรียนรู้จากนิทรรศการมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นอธิบายความรู้  
จากนิทรรศการด้วยเสียง สี ภาพ สื่อการเรียนรู้ กิจกรรม และการสร้างสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ใน  
นิทรรศการให้ผู้เข้าชมเรียนรู้จากการนำชมของบุคคลากร สิ่งนี้แสดงให้เห็นถึงความคาดหวังจาก  
การเยี่ยมชมนิทรรศการของผู้เข้าชมกลุ่มครอบครัว ดังนั้นนักปฏิบัติด้านงานพิพิธภัณฑ์ศึกษา  
อาจใช้ผลการศึกษาดังกล่าวเป็นแนวทางในการปรับปรุงพัฒนานิทรรศการให้มีฟังก์ชันที่ตอบ  
โจทย์ผู้เข้าชมกลุ่มนี้ที่เป็นหนึ่งในกลุ่มลูกค้าหลักมากขึ้น สิ่งที่พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์อาจ  
พิจารณาทำได้ อาจเป็นการพัฒนานักกระบวนกรที่สามารถเชิญชวนชมนิทรรศการ อธิบายข้อมูล  
ทางวิทยาศาสตร์ของนิทรรศการและมีทักษะในการกระตุ้นการคิด การเสริมต่อความเข้าใจของ  
ผู้เข้าชมได้อย่างพอดี หากมีข้อจำกัดด้านบุคลากรหรืองบประมาณอาจพิจารณาการจัดทำเสียง

บรรยายตามจุดนิทรรศการใส่ไว้ในคิวอาร์โค้ด (QR code) ประจํานิทรรศการ โดยผู้เข้าชมสามารถ แสกนคิวอาร์โค้ดนี้เพื่อฟังขั้นตอนการทำกิจกรรมทดลอง ประกอบกับคำบรรยายผ่านโทรศัพท์ของตนเอง เสียงและเนื้อหาของคำบรรยายจะต้องเสียงชัดเจน เสียงมีลูกเล่นเช่นเสียงการพากย์การ์ตูนเพื่อทำให้เสียงบรรยายมีความน่าสนใจ พิพิธภัณฑ์อาจสร้างเสียงให้มาสอดคล้องของพิพิธภัณฑ์ในการใช้บรรยาย ที่สำคัญที่สุดจะต้องเน้นให้คำบรรยายเข้าใจได้ง่าย ไม่เป็นนามธรรมจนเกินไปและมีความเชื่อมโยงกับการนำวิทยาศาสตร์เรื่องนั้นๆ ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันของผู้เข้าชม อธิบายอย่างไม่เป็นทางการและชี้ให้เห็นถึงกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างครบถ้วนสมบูรณ์ เนื้อหาในคลิปอาจสอดแทรกคำแนะนำในการตั้งคำถามชวนบุตรหลานคุยเพื่อเรียนรู้หลักการนี้ด้วยก็ได้ การพัฒนานิทรรศการด้วยวิธีการดังกล่าวมีข้อดีที่ใช้งบประมาณต่ำ การเตรียมการที่ไม่ยุ่งยาก เพิ่มความสามารถในการเข้าถึงเข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์โดยไม่จำเป็นต้องมีพื้นฐานมากมาก่อน อีกทั้งยังช่วยสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่ให้ผู้ปกครองและบุตรหลานได้ใกล้ชิดจากการมีประสบการณ์เรียนรู้ร่วมกัน นอกจากนี้พิพิธภัณฑ์ยังอาจพิจารณาปรับวิธีการอธิบายในป้ายคำบรรยายนิทรรศการให้เหมาะกับกลุ่มเป้าหมายซึ่งเป็นเด็กและเยาวชนมากขึ้นด้วยการอธิบายเป็นภาพ ตามขั้นตอนการทำกิจกรรมและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการให้ผู้เข้าชมเรียนรู้โดยภาพบรรยายอาจเป็นการใช้ตัวการ์ตูนที่มีสีสันสดใสเพื่อดึงดูดความสนใจของผู้เข้าชมในเชิงการต่อยอดความรู้ทางวิชาการเพื่อออกแบบนิทรรศการให้ผู้เข้าชมได้รับทั้งความรู้และความเพลิดเพลิน นักวิชาการด้านพิพิธภัณฑ์ศึกษาอาจศึกษาความสัมพันธ์ของทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีต่อความรู้สึกดึงดูดใจให้มีปฏิสัมพันธ์กับนิทรรศการ และอาจเชื่อมโยงไปศึกษาผลของความสัมพันธ์ที่มีต่อประสิทธิภาพของการเรียนรู้จากนิทรรศการในที่สุด ผู้ที่สนใจต่อยอดงานวิจัยชิ้นนี้อาจพิจารณาเปลี่ยนบริบทนิทรรศการในการวิจัยเป็นนิทรรศการแบบวิทยาศาสตร์เรื่องอื่น ๆ พิพิธภัณฑ์ด้านอื่น ๆ สวนสัตว์ ศูนย์แสดงพันธุ์สัตว์น้ำ หรืองานมหกรรมในหัวข้อที่มีศักยภาพในการให้ความรู้ประชาชนและการผลักดันยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศที่สำคัญ เป็นต้น เพื่อศึกษาพฤติกรรมการณ์มีปฏิสัมพันธ์กับนิทรรศการ ตลอดจนปัจจัยที่ส่งผลต่อการมีปฏิสัมพันธ์กับนิทรรศการว่ามีความแตกต่างกันไปตามบริบทหรือไม่อย่างไร

### สรุป

พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติเป็นแหล่งการเรียนรู้ตลอดชีวิตที่จำเป็นต่อการพัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม คณิตศาสตร์ (สะเต็มศึกษา: STEM) ซึ่งเป็นยุทธศาสตร์หนึ่งของชาติในการพัฒนาประเทศไปสู่การขับเคลื่อนเศรษฐกิจด้วยเทคโนโลยีและนวัตกรรมในการเพิ่มมูลค่าสินค้า พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์นั้นนอกจากจะมีบทบาทในการเป็นสถานที่มอบความรู้ในห้องเรียนแล้วยังมีบทบาทในการมอบแรงบันดาลใจให้กับผู้เข้าชม ดังนั้นการทำให้พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์เป็นแหล่งการเรียนรู้ที่มีคุณภาพจึงจำเป็นอย่างมากในการปูพื้นฐานความสนใจความชอบในศาสตร์สะเต็มศึกษา งานวิจัยนี้ศึกษาพฤติกรรมการณ์มีปฏิสัมพันธ์กับนิทรรศการของผู้เข้าชมกลุ่มครอบครัวชาวไทยรวมไปถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อการมีปฏิสัมพันธ์กับนิทรรศการ ผลการวิจัยนี้ชี้ให้เห็นความจำเป็นของพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ที่จะต้องให้

ความสำคัญมากยิ่งขึ้นกับการสื่อสารวิทยาศาสตร์ที่นำไปสู่การตระหนักรู้และมีส่วนร่วมของประชาชน รวมทั้งสร้างสมดุลของการมอบความรู้และการมอบประสบการณ์ความสนุกเพลิดเพลินใจในนิทรรศการที่จัดแสดงให้เหมาะสมเพื่อประโยชน์สูงสุดของผู้เข้าชม

กิตติกรรมประกาศ งานวิจัยฉบับนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากสำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม และจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปี 2565

**Acknowledgement:** This work (Grant No. RGNS 65-016) was supported by Office of the Permanent Secretary, Ministry of Higher Education, Science, Research and Innovation (OPS MHESI), Thailand Science Research and Innovation (TSRI) and Chulalongkorn University.

## References

- Andre, Lucija, Tracy Durksen, and Monique Volman. 2017. "Museums as Avenues of Learning for Children: A Decade of Research." *Learning Environments Research* 20: 47–76. <https://doi.org/10.1007/s10984-016-9222-9>.
- American Association for the Advancement of Science. 2013. *Communicating Science to Policy Makers*. Accessed August 10, 2024. <http://www.aaas.org/pes/communicating-science-policy-makers>.
- Archer, Louise, Emily Dawson, Amy Seakins, และ Billy Wong. 2016. "Disorientating, Fun or Meaningful? Disadvantaged Families' Experiences of a Science Museum Visit". *Cultural Studies of Science Education* 11 (4): 917–39. <https://doi.org/10.1007/s11422-015-9667-7>.
- Aurentz, David J., Stefanie L. Kerns, และ Lisa R. Shibley. 2011. "Improving Student Perceptions of Science through the Use of State-of-the-Art Instrumentation in General Chemistry Laboratory". *Journal of College Science Teaching* 40 (6): 12–17. [https://doi.org/10.2505/3/jcst11\\_040\\_06](https://doi.org/10.2505/3/jcst11_040_06).
- Barriault, Chantal, and David Pearson. 2010. "Assessing Exhibits for Learning in Science Centers: A Practical Tool." *Visitor Studies* 13 (1): 90–106. <https://doi.org/10.1080/10645571003618824>.
- Besley, John C., and Andrea H. Tanner. 2011. "What Science Communication Scholars Think About Training Scientists to Communicate." *Science Communication* 33 (2): 239–63. <https://doi.org/10.1177/1075547010386972>.
- Bitgood, Stephen. 2013. *Attention and Value: Keys to Understanding Museum Visitors*. Walnut Creek, CA: Left Coast Press. <https://doi.org/10.4324/9781315433455>.
- Bitgood, Stephen. 2014. "Exhibition Design That Provides High Value and Engages Visitor Attention." *Exhibitionist*, no. spring'14, 6–11.

- Braun, Virginia, and Victoria Clarke. 2006. "Using Thematic Analysis in Psychology." *Qualitative Research in Psychology* 3 (2): 77–101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp0630a>.
- Bruyas, Anne-Marie, and Michaela Riccio, eds. 2013. *Science Centres and Science Events: A Science Communication Handbook*. Milano: Springer Milan. <https://doi.org/10.1007/978-88-470-2556-1>.
- DiClemente, Carlo C., and James O. Prochaska. 1982. "Self-Change and Therapy Change of Smoking Behavior: A Comparison of Processes of Change in Cessation and Maintenance." *Addictive Behaviors* 7 (2): 133–42. [https://doi.org/10.1016/0306-4603\(82\)90038-7](https://doi.org/10.1016/0306-4603(82)90038-7).
- Falk, John. 2016. "Museum Audiences: A Visitor-Centered Perspective." *Loisir et Société / Society and Leisure* 39 (3): 357–70. <https://doi.org/10.1080/07053436.2016.1243830>.
- Falk, John H., and Leslie M. Adelman. 2003. "Investigating the Impact of Prior Knowledge and Interest on Aquarium Visitor Learning." *Journal of Research in Science Teaching* 40 (2): 163–76. <https://doi.org/10.1002/tea.10070>.
- Falk, John H., and Lynn D. Dierking. 2000. *Learning from Museums: Visitor Experiences and the Making of Meaning*. California: AltaMira Press.
- Falk, John H., Lynn D. Dierking, and Marianna Adams. 2006. "Living in a Learning Society." In *A Companion to Museum Studies*, edited by Sharon Macdonald, 323–39. Malden, MA, USA: Blackwell Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1002/9780470996836.ch19>.
- Falk, John H., and Lynn D. Dierking. 2019. "Reimagining Public Science Education: The Role of Lifelong Free-Choice Learning." *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research* 1 (1): 10. <https://doi.org/10.1186/s43031-019-0013-x>.
- Falk, John, and Martin Storksdiack. 2005. "Using the Contextual Model of Learning to Understand Visitor Learning from a Science Center Exhibition." *Science Education* 89 (5): 744–78. <https://doi.org/10.1002/sce.20078>.
- Hein, George. 1991. Constructivist Learning Theory. *Institute for Inquiry*. Accessed July 9, 2024. [http://beta.edtechpolicy.org/AAASGW/Session2/const\\_inquiry\\_paper.pdf](http://beta.edtechpolicy.org/AAASGW/Session2/const_inquiry_paper.pdf)
- Hein, George E. 1998. *Learning in the Museum*. London: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203028322>.
- Liebenberg, Linda, Aliya Jamal, and Janice Ikeda. 2020. "Extending Youth Voices in a Participatory Thematic Analysis Approach." *International Journal of Qualitative Methods* 19 (January):1609406920934614. <https://doi.org/10.1177/1609406920934614>.
- Jitsuchon, Somchai. 2012. "Thailand in a Middle-income Trap". *TDRI Quarterly Review* 27 (2): 13–21. <https://tdri.or.th/wp-content/uploads/2012/12/t5j2012-somchai.pdf>
- Jakobsson, Anders, and Eva Davidsson. 2012. "Using Sociocultural Frameworks to Understand the Significance of Interactions at Science and Technology

- Centers and Museums.” In *Understanding Interactions at Science Centers and Museums: Approaching Sociocultural Perspectives*, edited by Eva Davidsson and Anders Jakobsson, 3–21. Rotterdam: SensePublishers. [https://doi.org/10.1007/978-94-6091-725-7\\_2](https://doi.org/10.1007/978-94-6091-725-7_2).
- National Strategy Secretariat Office. 2018. “Thailand National Strategy 2018-2037.” Accessed July 8, 2024. [https://alro.go.th/uploads/org/admin\\_sys/download/article/article\\_20181029101644.pdf](https://alro.go.th/uploads/org/admin_sys/download/article/article_20181029101644.pdf) (in Thai)
- Office of the National Economic and Social Development Council. 2017. “The Thirteenth National Economic and Social Development Plan (2023-2027).” Accessed July 5, 2024. [https://www.nesdc.go.th/ewt\\_dl\\_link.php?nid=6422](https://www.nesdc.go.th/ewt_dl_link.php?nid=6422). (In Thai)
- Office of the Education Council. 2017. “Thailand Education Scheme in Brief (2017-2036).” Accessed July 8, 2024. <http://www.onec.go.th/index.php/book/BookView/1540>. (In Thai)
- Sjøberg, Svein. 2010. “Constructivism and Learning.” In *International Encyclopedia of Education*, 485–90. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-044894-7.00467-X>.
- Sperling, Marko, Matthias Grünke, and Christin Coeppicus. 2019. “Graphic Organizer: An Efficient Tool for Learning-Disabled Students in a Museum.” *The International Journal of the Inclusive Museum* 12 (4): 57–66. <https://doi.org/10.18848/1835-2014/CGP/v12i04/57-66>.
- Utz, Jenifer C., Candice M. Rausch, Laurie Fruth, Megan E. Thomas, and Frank van Breukelen. 2007. “Desert Survivors: The Design and Implementation of a Television Program to Enhance Local Scientific Literacy.” *Advances in Physiology Education* 31 (1): 1–4. <https://doi.org/10.1152/advan.00030.2006>.
- Wertsch, James V. 1988. *Vygotsky and the Social Formation of Mind*. Cambridge, Mass: Harvard University Press.