บทที่ 2
งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้เกี่ยวกับทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาในครั้งนี้ ได้แก่

2.1 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน

ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนหรือในบางครั้งอาจจะใช้คำว่า ความเข้าใจที่ไม่ถูกต้อง ล้วนมาจากภาษาอังกฤษ Misconceptions ที่นักวิจัยทางด้านฟิสิกส์ศึกษาส่วนใหญ่ให้ความสำคัญในการค้นหาความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนและนักศึกษาในวิชาฟิสิกส์ เพื่อนำผลที่ได้เกี่ยวกับความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนไปปรับปรุงและพัฒนาการเรียนการสอนในหัวข้อนั้นๆ

ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ใช้บรรยายมุมมองของนักเรียนและนักศึกษาที่มีต่อโลก มักนิยมใช้คำว่า ความเข้าใจ, ความเข้าใจก่อนเรียน, ความเข้าใจทางเลือก และความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ในที่นี้จะใช้คำนิยามที่ Hammer [4] อธิบายคำเหล่านี้ว่ามีหลักการหรือแนวคิดที่เหมือนกัน ได้แก่

1) ผู้เรียนจะมีความเข้าใจเหล่านี้อย่างคงทนและมีโครงสร้างทางจิตวิทยาที่ค่อนข้างเสถียร
2) ความเข้าใจนี้จะแตกต่างจากความเข้าใจของผู้เชี่ยวชาญ
3) ส่งผลต่อความเข้าใจของผู้เรียนต่อปรากฏการณ์ธรรมชาติและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์
4) จำเป็นที่จะต้องแก้ไข หลีกเลี่ยง หรือลบล้างความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนเพื่อที่จะให้ผู้เรียนสร้างความเข้าใจในแนวทางของผู้เชี่ยวชาญได้ ในงานวิจัยนี้จะใช้คำนิยามความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนที่กล่าวไว้ข้างต้นของ Hammer [4]

2.2 งานวิจัยทางด้านไฟฟ้าและแม่เหล็ก

งานวิจัยทางด้านฟิสิกส์ศึกษาเริ่มมีการวิจัยอย่างต่อเนื่องและแพร่หลายมากว่า 30 ปีและงานวิจัยโดยส่วนใหญ่ล้วนมีที่มาจากปัญหาในการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ไม่ว่าจะเป็นปัญหาที่นักเรียนขาดความเข้าใจในเนื้อหาฟิสิกส์ อย่างถ่องแท้ตลอดจนปัญหาเกี่ยวกับความเข้าใจที่ผิดพลาดโดยเฉพาะในหัวข้อแม่เหล็กไฟฟ้าพบว่ามีงานวิจัยหลายงานวิจัยเกี่ยวกับด้านฟิสิกส์ศึกษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนี้ แต่เพื่อสะดวกต่อการนำไปใช้เก็บข้อมูลกับนักเรียนในประเทศลาว ผู้วิจัยจึงสนใจงานวิจัยที่พัฒนาแบบทดสอบแบบปรนัย เพื่อนำไปประเมินความเข้าใจในเรื่องไฟฟ้าและแม่เหล็กได้อย่างสะดวก โดยแบบประเมินที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย คือ Conceptual Survey of Electricity and Magnetism (CSEM) ที่พัฒนามาจากการสำรวจความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับไฟฟ้าและแม่เหล็กของนักเรียนของ Maloney และคณะ [3] งานวิจัยนี้ได้พัฒนาแบบทดสอบความเข้าใจในหัวข้อไฟฟ้าและแม่เหล็กขึ้นมา CSEM เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 32 ข้อที่ครอบคลุมหัวข้อไฟฟ้าและแม่เหล็กดังแสดงในตาราง 2.1

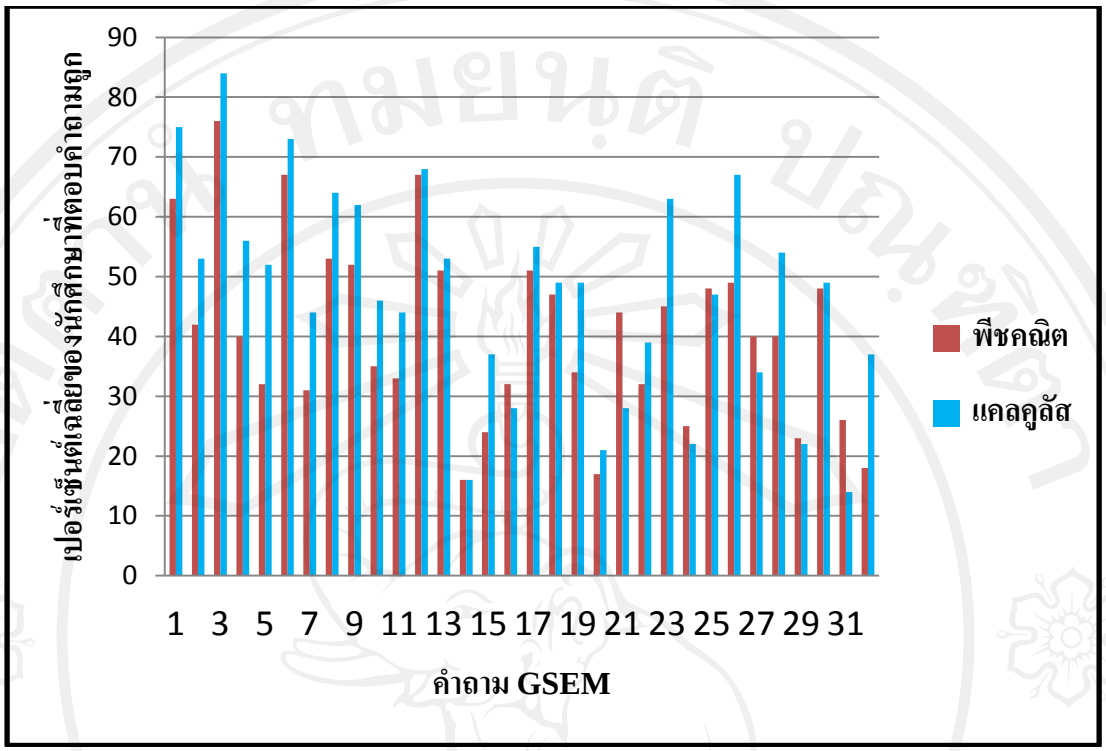
ตาราง 2.1 แสดงเนื้อหาย่อยที่ครอบคลุมใน CSEM และคำถามข้อที่สอดคล้องกับเนื้อหา

ลำดับ	เนื้อหา	คำถามข้อที่
1.	การกระจายของประจุบนตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้า	1, 2, 13
2.	กฎของคูลอมบ์	3, 4, 5
3.	แรงไฟฟ้าและการรวมกันของสนาม	6, 8, 9
4.	แรงเนื่องมาจากสนามไฟฟ้า	10, 11, 12, 15, 19, 20
5.	งาน, ศักย์ไฟฟ้า, สนามและแรง	11, 16, 17, 18, 19, 20
6.	ประจุเหนี่ยวนำและสนามไฟฟ้า	13, 14
7.	แรงแม่เหล็ก	21, 22, 25, 27, 31
8.	สนามไฟฟ้าที่เกิดจากกระแสไฟฟ้า	23, 24, 26, 28
9.	การรวมกันของสนามแม่เหล็ก	23, 28
10.	กฎของฟาราเดย์	29, 30, 31, 32
11.	กฎข้อที่สามของนิวตัน	4, 5, 7, 24

และนำไปทดสอบกับนักศึกษาที่เรียนฟิสิกส์พื้นฐาน

งานวิจัยของ Maloney และคณะ [3] ได้ นำไปทดสอบกับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ที่ลงเรียนกระบวนวิชาฟิสิกส์ก่อนเรียนและหลังเรียน วิชาพีชคณิตและแคลคูลัส ณ สถาบันการศึกษาที่ต่างกันในประเทศอาเมริกัน จำนวนนักศึกษาที่ตอบแบบสอบถามมี 5000 คน ได้นำข้อมูลกับนักศึกษาทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนมาวิเคราะห์ ได้ข้อมูลผลสอบหลังเรียนพีชคณิตและแคลคูลัสดังรูปที่ 2.1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป 2.1 แสดงการเปรียบเทียบผลสอบหลังเรียนวิชาพีชคณิตและแคลคูลัส ของนักศึกษาอเมริกัน [3]

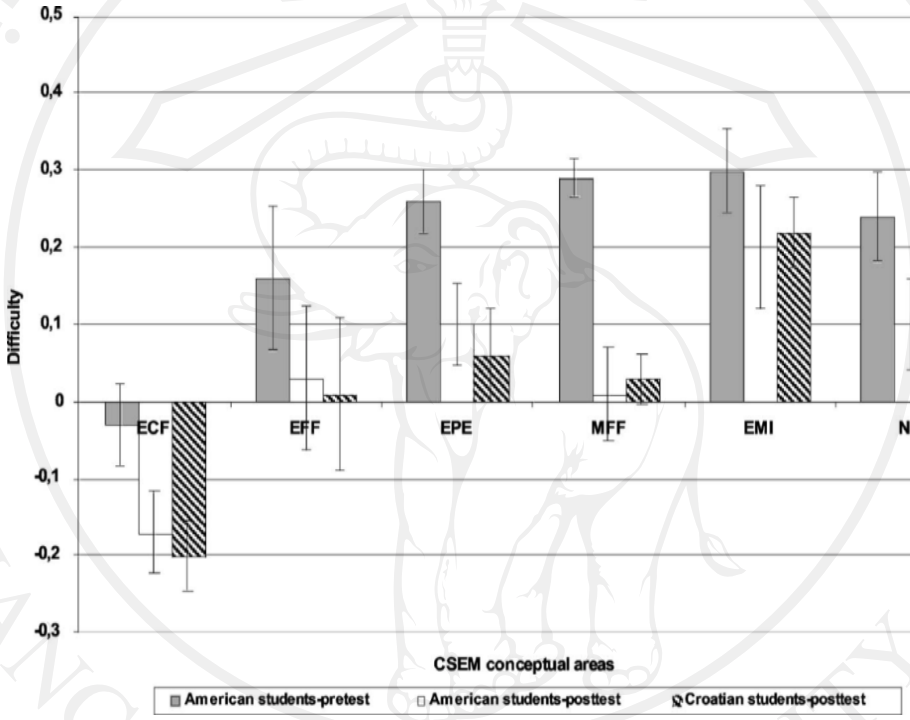
งานวิจัยของ Planinic [5] ได้แปลแบบทดสอบ CSEM จากภาษาอังกฤษไปเป็นภาษาโครเอเชีย นำไปทดสอบกับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ที่ลงเรียนกระบวนวิชาฟิสิกส์ที่ต้องใช้แคลคูลัส จำนวน 84 คน ณ มหาวิทยาลัยซาแกรบ (University of Zagreb) ในการวิเคราะห์ Planinic ได้แบ่งคำถามใน CSEM ออกเป็น 6 หัวข้อหลัก

ตาราง 2.2 แสดงหัวข้อ CSEM ที่จัดเรียงใหม่โดย Planinic

หัวข้อ	เนื้อหา	คำถามข้อที่
1	ประจุไฟฟ้าและแรง (Electric charge and force: ECF)	1-3,5,6,8
2	สนามไฟฟ้าและแรง (Electric field and force: EFF)	9,12-15
3	งาน, ศักย์ไฟฟ้า, สนามและแรง (Electric potential and energy: EPE)	11,16-20
4	สนามแม่เหล็กและแรง (Magnetic field and force: MFF)	21-23,26,28
5	การเหนี่ยวนำ ไฟฟ้า (Electromagnetic induction: EMI)	29-32
6	กฎของนิวตัน (Newton's laws: NL)	4,7,10,24,27

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

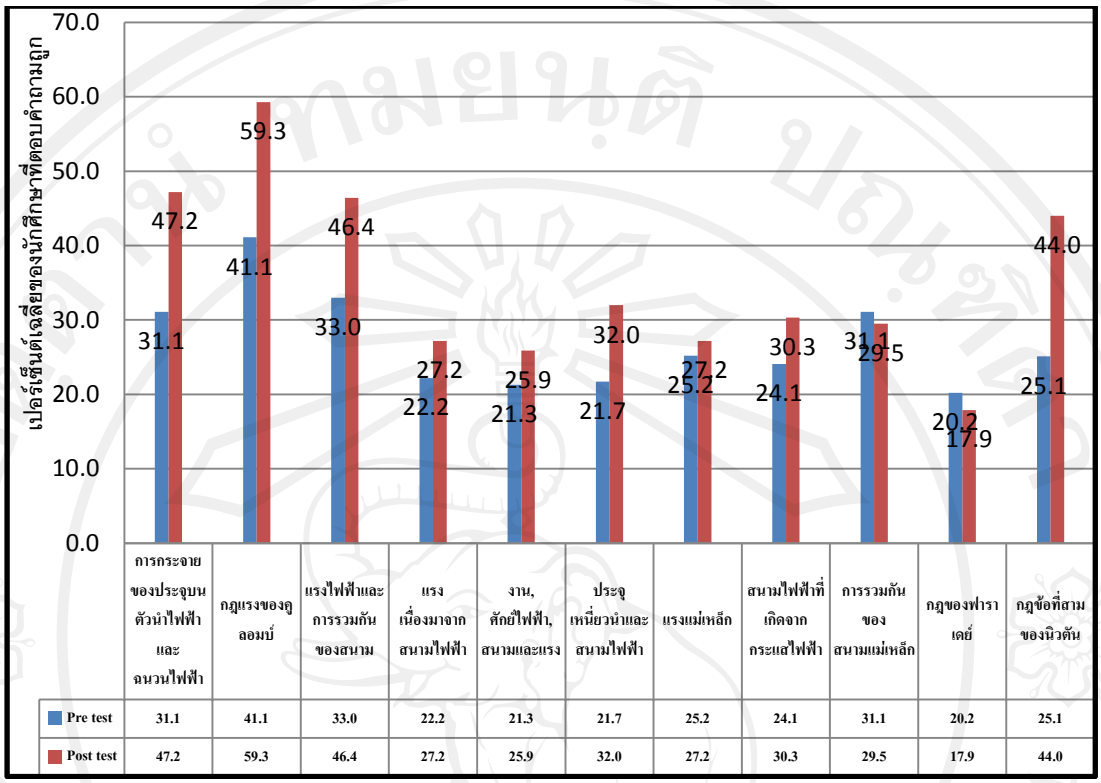
จากการวิเคราะห์ผลของนักศึกษาโครเอเชียหลังจากเรียนฟิสิกส์ เทียบกับผลของนักศึกษาอเมริกันทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า นักศึกษาโครเอเชียมีปัญหาในการทำความเข้าใจหัวข้อการเหนี่ยวนำไฟฟ้าแม่เหล็กกฎของนิวตันในบริบทของไฟฟ้าและแม่เหล็กศักย์ไฟฟ้า และพลังงานศักย์ไฟฟ้า เมื่อเปรียบเทียบผลสอบก่อนและหลังเรียนแสดงว่าการสอนไม่มีประสิทธิภาพพอในการแก้ปัญหาความไม่เข้าใจที่พบในผลสอบก่อนเรียน



รูป 2.2 แสดงการเปรียบเทียบผลสอบก่อนและหลังเรียนของนักศึกษาอเมริกันและนักศึกษาโครเอเชีย [2]

Narjaikaew [6] และกลุ่มวิจัยฟิสิกส์ศึกษา (PENThai) ของมหาวิทยาลัยมหิดลได้นำแบบทดสอบ CSEM มาแปลเป็นภาษาไทย โดยกลุ่มวิจัยของ PENThai มหาวิทยาลัยมหิดลได้นำแบบทดสอบมาเก็บข้อมูลกับนักศึกษาไทยทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน ได้ข้อมูลดังรูปที่ 2.3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป 2.3 แสดงร้อยละของคำตอบที่ถูกต้องในแต่ละหัวข้อย่อยของ CSEM [6]

จะเห็นว่าหัวข้อที่นักศึกษาไทยในชั้นปีที่ 1 มีปัญหาความเข้าใจที่ไม่ถูกต้องมากที่สุด คือ แรงเนื่องมาจากสนามไฟฟ้า งาน ศักย์ไฟฟ้า สนามและแรง ประจุเหนี่ยวนำและสนามไฟฟ้า และกฎของฟาราเดย์

งานวิจัยเรื่อง ผลของการเรียนที่มีพื้นฐานมาจากการเปลี่ยนแปลงแนวความคิดพื้นฐานของนักเรียนเกี่ยวกับไฟฟ้าสถิต ของ Baser และ Geban [7] งานวิจัยนี้ได้ศึกษาประสิทธิภาพของการเรียนที่มีพื้นฐานมาจากการเปลี่ยนแปลงแนวความคิดพื้นฐานกับการเรียนการสอนฟิสิกส์แบบดั้งเดิมของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (เกรด 10) ในเรื่องไฟฟ้าสถิตและทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาฟิสิกส์จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลจากการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนแบบการเปลี่ยนแปลงแนวความคิดพื้นฐานมีความเข้าใจเกี่ยวกับไฟฟ้าสถิตมากกว่านักเรียนที่ได้เรียนรู้แบบธรรมดาอย่างมีนัยสำคัญ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.3 ทฤษฎีการวิเคราะห์เชิงสถิติที่เกี่ยวข้อง

สำหรับการวิเคราะห์แบบทดสอบนั้นต้องอาศัยหลักการของทฤษฎีการวิเคราะห์รายข้อ[8] หา ค่า ดัชนีความยาก (Difficulty Index) ค่าดัชนีจำแนก (Discrimination Index) และค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยหาจากค่า KR-20 ซึ่งจะกล่าวในรายละเอียดต่อไปนี้

2.3.1. การหาค่าความยากของแบบทดสอบ (Difficulty Index)

ความยาก หมายถึง จำนวนร้อยละหรือค่าสัดส่วนของผู้เรียนที่ตอบถูกในข้อนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับผู้เรียนทังหมด ซึ่งในการวิเคราะห์ความยากในการวิจัยครั้งนี้คำนวณได้จากสมการ

$$\mathbf{P} = \frac{\mathbf{N}}{\mathbf{R}} \qquad (2.1)$$

P แทน ดัชนีความยาก (Difficulty Index)

R แทน จำนวนคนที่ทำข้อสอบถูก

N แทน จำนวนคนผู้ที่เข้าสอบทั้งหมด

2.3.2. การหาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination Index)

อำนาจจำแนก หมายถึง ประสิทธิภาพของคำถามในการแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มเก่งและอ่อน โดยขั้นตอนในการวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกในการวิจัยครั้งนี้มีดังนี้

1. ตรวจคะแนนของทุกคนแล้วนำกระดาษคำตอบมาเรียงลำดับคะแนนมากไปหาน้อย

2. แบ่งกลุ่มคะแนนสูงและกลุ่มคะแนนต่ำ โดยใช้เทคนิค 27%

3. ทำการนับจำนวนคนตอบถูกในกลุ่มคะแนนสูงและกลุ่มคะแนนต่ำแล้วแทนลงในสมการดังนี้

$$\mathbf{R} = \frac{\mathbf{H}-\mathbf{L}}{\mathbf{N_H or N_L}} \qquad (2.2)$$

R แทน ดัชนีอำนาจจำแนก (Discrimination Index)

H แทน จำนวนคนในกลุ่มคะแนนสูงที่ตอบถูก

L แทน จำนวนคนในกลุ่มคะแนนต่ำที่ตอบถูก

N_H, N_L แทน จำนวนคนในกลุ่มคะแนนสูง,ในกลุ่มคะแนนต่ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.3.3. การหาค่าค่าความเชื่อมั่น (Reliability)

ความเชื่อมั่น หมายถึง ความคงที่ในการวัดของแบบทดสอบสามารถหาได้จากวิธีของ Kuder-Richardson20 (KR-20) ซึ่งมีสมการที่ใช้คำนวณดังนี้

$$\mathbf{r_{xx}} = \left(\frac{\mathbf{n}}{\mathbf{n-1}}\right)\left(\mathbf{1} - \frac{\mathbf{\sum pq}}{\mathbf{s^2}}\right) \qquad (2.3)$$

r_{xx} แทน ความเที่ยงของแบบทดสอบ
n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ
s^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งฉบับ
p แทน สัดส่วนของคนทำถูกแต่ละข้อ
q แทน สัดส่วนของคนทำผิดแต่ละข้อ ($q = 1 - p$)

ค่าของความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับคือได้จากการยกกำลังสองของค่าเบี่ยงเบียนมาตรฐานที่มีสมการดังนี้

จากสมการการหาค่าเบี่ยงเบียนมาตรฐาน

$$\mathbf{s} = \sqrt{\frac{\mathbf{1}}{\mathbf{n}} \sum_{\mathbf{i=1}}^{\mathbf{n}} (\mathbf{x_i} - \bar{\mathbf{x}})^2} \qquad (2.4)$$

ยกกำลังสอง

$$\mathbf{s^2} = \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{n}} \sum_{\mathbf{i=1}}^{\mathbf{n}} (\mathbf{x_i} - \bar{\mathbf{x}})^2 \qquad (2.5)$$

x_i แทน คะแนนรวมของแต่ละข้อ
$\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนรวมทั้งฉบับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved