

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แบบประเมินความเข้าใจเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ (Force and Motion Conceptual Evaluation: FMCE)

ในงานวิจัย PER การตรวจสอบความเข้าใจแนวคิดหลัก (concept) ในเนื้อหาฟิสิกส์ของผู้เรียน จะอาศัยเครื่องมือมาตรฐานที่ได้จากงานวิจัย (research-based instruments) สำหรับเนื้อหากลศาสตร์ มีการสร้างเครื่องมือประเภทนี้ขึ้นมาครั้งแรกในปี ค.ศ. 1985 โดย Halloun และ Hestenes เรียกว่า Mechanics Diagnostic test (MD) แต่ด้วยข้อความที่ใช้ไม่กระชับชัดเจนบางข้อจึงได้มีการพัฒนาเป็น Force Concept Inventory (FCI) (Hestenes et al., 1992) ทั้งนี้พบว่าตัวเลือกคำตอบของ FCI ไม่ครอบคลุมแนวคิดทั้งหมดที่เป็นไปได้ ต่อมาในปี ค.ศ. 1998 จึงมีการนำข้อมูลผลงานวิจัยจากข้อสอบ FCI มาปรับสร้างข้อสอบชุดใหม่ เรียกว่า แบบประเมินความเข้าใจเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ (Force and Motion Conceptual Evaluation: FMCE) โดย Ron Thornton และ David Sokoloff ซึ่งแบบประเมินนี้มีลักษณะเป็นคำถามแบบ 5-7 ตัวเลือก จำนวน 47 ข้อ โดยตัวเลือกเหล่านี้สร้างมาจากกลุ่มคำตอบส่วนใหญ่ของผู้เรียนจากการใช้คำถามนี้เป็นคำถามแบบปลายเปิด อีกทั้ง FMCE ยังมีตัวเลือก j ไว้สำหรับกรณีที่ผู้ตอบคิดว่าไม่มีตัวเลือกใดตรงกับที่ตนเองคิด โดยทั่วไปจะใช้เวลาประมาณ 30 นาทีในการทำ FMCE (Thornton and Sokoloff, 1998; Thornton et al., 2009) ซึ่ง FMCE สามารถแบ่งตามกลุ่มเนื้อหา (content cluster) ได้ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 คำถามของ FMCE แบ่งตามกลุ่มเนื้อหา (content cluster) (Smith and Wittmann, 2008)

กลุ่มเนื้อหา (content cluster)	คำถามข้อที่
แรง (กฎนิวตันข้อที่ 1 และ 2)	1-4, 7-14, 16-21
ความเร่ง	22-29
กฎนิวตันข้อที่ 3	3, 30-32, 34, 36, 38
ความเร็ว	40-43
พลังงาน*	44-47

*หมายเหตุ ในงานวิจัยนี้ไม่พิจารณาเรื่องพลังงาน จึงใช้คำถามเพียง 43 ข้อ (คำถามข้อที่ 1-43)

แบบประเมิน FMCE มีการนำมาใช้อย่างแพร่หลายในงาน PER (Thornton and Sokoloff, 1998; McDermott and Redish, 1999; Thornton, Cummings and Marx, 2009) ในปี 2008 ได้มีการประเมิน FMCE ทั้งความเที่ยงตรง (validity) จากผู้เชี่ยวชาญซึ่งพบว่ามีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (content validity) ระดับดีมากและความน่าเชื่อถือ (reliability) จากการทดสอบโดยใช้สถิติ Cronbach alpha พบว่ามีค่าสูงถึง 0.91 จากผลทดสอบหลังเรียน (Ramlo, 2008) สำหรับในประเทศไทย ตัวอย่างงานวิจัยที่นำ FMCE มาใช้ เช่น ในปี 2008 พรรตน์ วัฒนกลสิวิชัย ใช้แบบประเมิน FMCE เก็บข้อมูลกับนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ชั้นปีที่ 1 เพื่อใช้ประเมินสถานะทางความคิดเรื่องกลศาสตร์ด้วยเทคนิค model analysis, ปี 2010 เดชา ศุภพิทยาพรณ์ และคณะ ใช้ FMCE ประเมินความเข้าใจเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เปรียบเทียบระหว่างวิธีการสอนแบบ Peer instruction ที่ผสมวิธีแบบสืบสวน (inquiry method) และวิธีการสอนแบบบรรยายปกติ (traditional instruction) ด้วย normalized gain, และงานวิจัยของ อัมพร วัจนะและนฤมล เอมะรัตต์ ในปี 2011 ใช้ FMCE ประเมินความเข้าใจของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 เปรียบเทียบกับการใช้แบบประเมิน MPEX (Maryland Physics Expectations) เพื่อประเมินความคาดหวังในการเรียนฟิสิกส์ เป็นต้น

2.2 แบบทดสอบความคาดหวังต่อการเรียนฟิสิกส์ (Maryland Physics Expectations: MPEX)

แบบทดสอบความคาดหวังของนักเรียนในการเรียนฟิสิกส์ได้ถูกพัฒนาขึ้นครั้งแรกที่ University of Washington โดยกลุ่มวิจัยฟิสิกส์ศึกษาในปี 1992 (Redish et al., 1998) เรียกชื่อแบบสำรวจนี้ว่า Maryland Physics Expectations (MPEX) การสร้างแบบสำรวจนี้เริ่มจากการสนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับความเข้าใจของนักเรียนต่อกระบวนการการเรียนรู้ฟิสิกส์ ธรรมชาติของวิชาฟิสิกส์และสิ่งที่นักเรียนต้องทำเพื่อที่จะประสบความสำเร็จในการเรียนรู้ฟิสิกส์ โดยความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวจะนำมาจัดเป็นข้อความในลักษณะของแบบสอบถามความคิดเห็นว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยจากนั้นวิเคราะห์ และอภิปรายโดยผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ในการสอนฟิสิกส์

จากการทดลองใช้และพัฒนาแบบสำรวจกับมหาวิทยาลัยกว่า 15 แห่ง จึงได้แบบสำรวจ MPEX ที่ประกอบด้วยข้อความ 34 ข้อความ ให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยใน 5 ระดับ ตั้งแต่เห็นด้วยที่สุดจนกระทั่งไม่เห็นด้วยที่สุด ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 15-20 นาที โดยแบบทดสอบ MPEX ได้ผ่านการทดสอบความถูกต้อง (validity) โดยการสัมภาษณ์นักเรียน ทั้งรายบุคคลและรายกลุ่มว่านักเรียนแปลความหมายแต่ละข้อความว่าอย่างไร และเพราะเหตุใดพวกเขาจึงเลือกคำตอบนั้นๆ แม้ว่าความคาดหวังจะเป็นเรื่องที่มีความซับซ้อนและมีหลายปัจจัยเข้ามาเกี่ยวข้อง แต่อย่างไรก็ตามแบบสำรวจ MPEX ซึ่งมีทั้งหมด 34 ข้อความ ได้แบ่งกลุ่มของความคาดหวังดังกล่าวออกเป็น 6 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1. Independence เป็นกลุ่มความคาดหวังเกี่ยวกับการเรียนรู้ฟิสิกส์ ว่าเป็นการเรียนรู้โดยการได้รับข้อมูลจากการอ่านหนังสือหรือจากผู้รู้ หรือเป็นการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสร้างความเข้าใจด้วยตัวเอง

กลุ่มที่ 2. Coherence เป็นกลุ่มความคาดหวังเกี่ยวกับโครงสร้างของความรู้ทางฟิสิกส์ หลักการทางฟิสิกส์ในเรื่องต่างๆ เช่น แสงและเสียง เป็นต้น ว่าเป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องเชื่อมโยงกันหรือเป็นสิ่งที่ไม่ขึ้นต่อกัน

กลุ่มที่ 3. Concepts เป็นกลุ่มความคาดหวังเกี่ยวกับเนื้อหาความรู้ทางฟิสิกส์ ว่าเป็นเรื่องของสูตรหรือหลักการที่ซ่อนอยู่ภายในสูตร

กลุ่มที่ 4. Reality Link เป็นกลุ่มความคาดหวังเกี่ยวกับการเชื่อมโยงระหว่างฟิสิกส์และโลกของความเป็นจริง

กลุ่มที่ 5. Math Link เป็นกลุ่มความคาดหวังเกี่ยวกับบทบาทของคณิตศาสตร์ในการเรียนฟิสิกส์ ว่าคณิตศาสตร์เป็นเพียงเครื่องมือที่ใช้ในการคำนวณเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบหรือคณิตศาสตร์ถูกใช้เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์

กลุ่มที่ 6. Effort เป็นกลุ่มความคาดหวังเกี่ยวกับพฤติกรรมที่จำเป็นต่อการเรียนรู้และเข้าใจฟิสิกส์ว่านักเรียนคาดหวังที่จะคิดหรือพิจารณาอย่างละเอียดเกี่ยวกับสิ่งที่ทำหรือผลลัพธ์ที่ได้กลับมาหรือไม่โดยความคาดหวังในแต่ละกลุ่มเหล่านี้จะกระจายอยู่ในแบบสำรวจ MPEX แต่ละข้อความ (อัมพร วาณะ และคณะ, 2548)

ซึ่งแต่ละกลุ่มของความคาดหวังไม่อาจแยกจากกันได้อย่างชัดเจน คือยังคงมีส่วนที่ซ้อนทับหรือเกี่ยวเนื่องกันอยู่ และความคาดหวังของนักเรียนในแต่ละข้อความดังกล่าวจะถูกพิจารณาร่วมกับความคาดหวังของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งประกอบด้วยความคาดหวังที่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญ (favorable) และความคาดหวังที่ไม่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญ (unfavorable) โดยแต่ละกลุ่มความคาดหวังประกอบด้วยแบบสำรวจ MPEX แต่ละข้อดังนี้

ตารางที่ 2.2 แสดงการจัดกลุ่มความคาดหวังของแบบสำรวจ MPEX

กลุ่มความคาดหวัง	ข้อที่
C1 : การเรียนรู้ฟิสิกส์	8,13,14,17, 27
C2 : โครงสร้างของความรู้ทางฟิสิกส์	12,15,16, 21, 29
C3 : เนื้อหาความรู้ทางฟิสิกส์	4,14,19, 23, 26, 27
C4 : การเชื่อมโยงความรู้ฟิสิกส์และ และโลกความเป็นจริง	10, 18, 22, 25
C5 : บทบาทคณิตศาสตร์ในการเรียนฟิสิกส์	2, 8, 15, 16, 17, 20
C6 : พฤติกรรมที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ และเข้าใจฟิสิกส์	3, 6, 7, 24, 31

ความคาดหวังของผู้เชี่ยวชาญ

จากผลการนำแบบสำรวจ MPEX ไปสำรวจความคาดหวังของผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ด้านการสอนฟิสิกส์และมีความคุ้นเคยกับนักเรียนนักศึกษาเป็นอย่างดี โดยความคาดหวังที่ได้เป็นความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อความคาดหวังหรือความคิดเห็นของนักเรียนนักศึกษา

ตารางที่ 2.3 แสดงความคาดหวังของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 34 ข้อความ โดย A แสดงความคาดหวังที่เห็นด้วยที่สุด/เห็นด้วย และ D แสดงความคาดหวังที่ไม่เห็นด้วยที่สุด/ไม่เห็นด้วย

1	D	8	D	15	A	22	D	29	D
2	D	9	D	16	A	23	D	30	D
3	A	10	A	17	A	24	D	31	D
4	D	11	D	18	A	25	D	32	D
5	A	12	A	19	A	26	D	33	D
6	A	13	A	20	A	27	D	34	D
7	A	14	A	21	A	28	D		

ความคาดหวังของผู้เชี่ยวชาญที่ใช้สำหรับเปรียบเทียบกับผู้เรียนในงานวิจัย ในที่นี้หมายถึง ความคาดหวังของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 101 ท่าน ที่มีประสบการณ์ด้านการสอนฟิสิกส์และมีความคุ้นเคยกับนักเรียนนักศึกษาเป็นอย่างดีจากสถาบันการศึกษาหลายแห่งในประเทศสหรัฐอเมริกา โดยค่าความคาดหวังของผู้เชี่ยวชาญนำมาจากงานวิจัยของ Redish *et al.* (1998) ซึ่งงานวิจัยด้านฟิสิกส์ศึกษาที่ศึกษาเกี่ยวกับการสำรวจความคาดหวังในการเรียนฟิสิกส์ทั้งในประเทศไทย(กาญจนา, 2551, 2553; อัมพรและคณะ, 2548, 2550; พิสิษฐ์, 2554; Suvarnaphaet, 2011; Wutchana *et al.*, 2007) และในต่างประเทศ(Örnek *et al.*, 2008; Redish *et al.*, 1998; Şahin, 2009) จะใช้การอ้างอิงค่าความคาดหวังผู้เชี่ยวชาญในการสอนฟิสิกส์จากประเทศ สหรัฐอเมริกาดังกล่าวสำหรับเปรียบเทียบกับผู้เรียนซึ่งค่าความคาดหวังของผู้เชี่ยวชาญในงานวิจัยที่อ้างอิงได้แสดงดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2. 4 แสดงค่าร้อยละของความคาดหวัง เห็นด้วย/ไม่เห็นด้วย ของผู้เชี่ยวชาญ
ที่ใช้ในงานวิจัยโดยอ้างอิงจาก Redish et al. (1998)

	Overall	Ind.	Coh.	Con.	Reality link	Math link	Effort
ผู้เชี่ยวชาญ	87/6	93/3	85/12	89/6	93/3	92/4	85/4

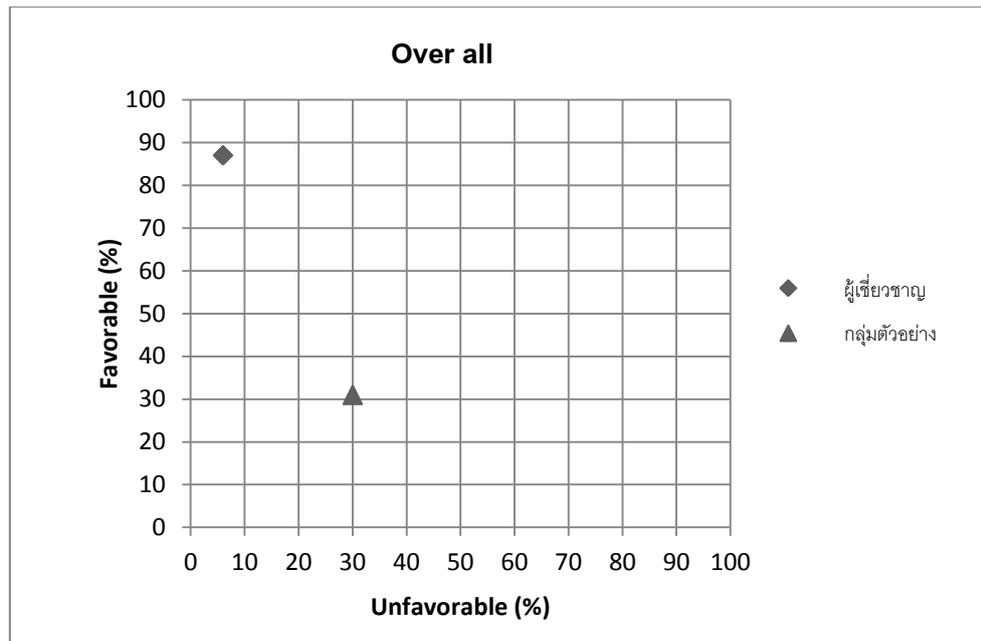
การวิเคราะห์ความคาดหวังจากแบบสำรวจ MPEX

เมื่อนำแบบสำรวจ MPEX ไปสำรวจความคาดหวังในการเรียนฟิสิกส์กับกลุ่มเป้าหมาย
แล้วนำผลของความคาดหวังดังกล่าวไปเทียบกับความคาดหวังของผู้เชี่ยวชาญในประเทศ
สหรัฐอเมริกา ดังตัวอย่างจะแสดงในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 แสดงตัวอย่างความคาดหวังของกลุ่มตัวอย่างที่มีความคาดหวังการเรียนรู้
ฟิสิกส์ ตรงหรือสอดคล้องกับผู้เชี่ยวชาญ (%) / ไม่ตรงหรือไม่สอดคล้องกับผู้เชี่ยวชาญ (%)

	Overall	Ind.	Coh.	Con.	Reality link	Math link	Effort
ผู้เชี่ยวชาญ	87/6	93/3	85/12	89/6	93/3	92/4	85/4
กลุ่มตัวอย่าง	31/30	20/49	19/37	24/37	36/13	29/29	47/10

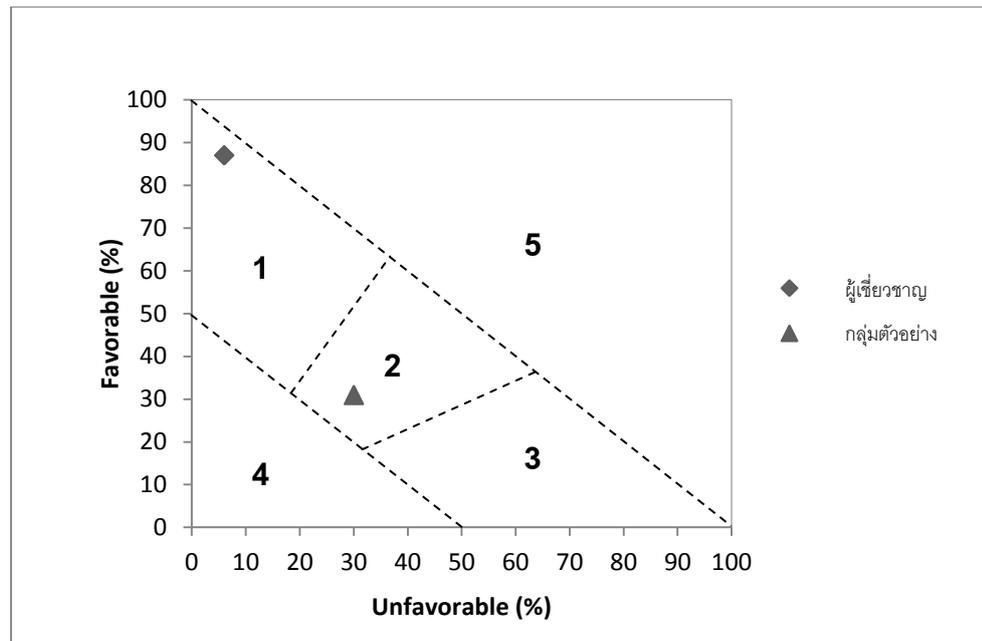
จากผลความคาดหวังของกลุ่มตัวอย่างที่แสดงในตารางที่ 2.5 สามารถแสดงเป็นกราฟ
ด้านล่างโดยแกนตั้งแสดงสัดส่วนความคาดหวังที่ตรงหรือสอดคล้องกับผู้เชี่ยวชาญ และแกน
นอนแสดงสัดส่วนความคาดหวังของกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ตรงหรือไม่สอดคล้องกับผู้เชี่ยวชาญ จาก
กราฟจะเห็นว่าสัญลักษณ์รูปสี่เหลี่ยมขาวหลามตัดคือความคาดหวังของผู้เชี่ยวชาญ และ
สัญลักษณ์รูปสามเหลี่ยมคือความคาดหวังต่อการเรียนรู้ฟิสิกส์ ของกลุ่มตัวอย่าง



ภาพที่ 2.1 แสดงร้อยละความคาดหวังทั้งหมด(Over all) ของกลุ่มตัวอย่าง เปรียบเทียบกับร้อยละความคาดหวังของผู้เชี่ยวชาญ

ซึ่งผลการสำรวจดังกล่าวจะเห็นได้ว่าความคาดหวังของกลุ่มตัวอย่างมีความแตกต่างเป็นอย่างมากกับความคาดหวังของผู้เชี่ยวชาญในทุก ๆ กลุ่มความคาดหวัง โดยเฉพาะในกลุ่มความคาดหวังเกี่ยวกับความเชื่อมโยงของความรู้ทางฟิสิกส์ ซึ่งอาจกล่าวได้ว่ากลุ่มตัวอย่างอาจมีพฤติกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ที่แตกต่างจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ

ในการนำเสนอการวิเคราะห์ข้อมูลให้เห็นถึงความชัดเจนมากขึ้น จากกราฟในภาพที่ 2.1 ผู้วิจัยจะนำเสนอด้วยกราฟซึ่งเป็นกราฟ 2 มิติ โดยแบ่งพื้นที่ที่กราฟออกเป็น 5 ส่วน ตามขอบเขตของเส้นทแยง 2 เส้นที่ตัดแกนแนวตั้งและแนวนอนที่ $[(0,50)$ กับ $(50, 0)]$ และ $[(0,100)$ กับ $(100, 0)]$ และขอบเขตของเส้นความชัน 2 เส้นที่ความชันเป็น 0.58 และ 1.73 ดังแสดงในภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 แสดงการแบ่งขอบเขตของการพิจารณาความคาดหวังการเรียนพีสิกส์ของผู้เรียนที่มีแนวโน้มสอดคล้องและไม่สอดคล้องกับผู้เชี่ยวชาญ

สำหรับการแบ่งความชันนั้น อาศัยความสัมพันธ์เชิงมุมและเชิงเส้นของกราฟ 2 มิติ ที่มีลักษณะ 2 รูปแบบที่ตั้งฉากกัน ได้แก่ความคาดหวังที่สอดคล้องกับผู้เชี่ยวชาญแสดงในแนวแกนตั้ง (แกน Y) และความคาดหวังที่ไม่สอดคล้องกับผู้เชี่ยวชาญแสดงในแนวระนาบ (แกน X) ดังแสดงในภาพที่ 2.2 และมุมที่เกิดขึ้นในระนาบระหว่างแกนแนวนอนและแกนแนวตั้ง เรียกว่า model projection angle (ϕ) สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ (A)

$$\phi = \arctan\left(\frac{q_E}{q_U}\right) \dots\dots\dots(A)$$

- โดยที่ ϕ คือ model projection angle
- q_E คือ ความคาดหวังของผู้เรียนที่สอดคล้องกับผู้เชี่ยวชาญ
- q_U คือ ความคาดหวังของผู้เรียนที่ไม่สอดคล้องกับผู้เชี่ยวชาญ

หรือสามารถจัดรูปใหม่ได้ดังแสดงในสมการที่ (B)

$$\tan(\phi) = \frac{q_E}{q_U} \dots\dots\dots(B)$$

และเนื่องจากมีการแบ่งมุมในระนาบเป็น 3 ส่วนเท่าๆ กัน เพื่อแสดงถึงขอบเขตของความคาดหวังที่มีแนวโน้มสอดคล้องกับผู้เชี่ยวชาญ (ข้อมูลตกอยู่ในขอบเขตที่ 1) ความคาดหวังที่มีแนวโน้มไม่สอดคล้องกับผู้เชี่ยวชาญ (ข้อมูลตกอยู่ในขอบเขตที่ 3) และความคาดหวังที่ผสมกันระหว่างความคาดหวังที่ตรงและไม่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญ (ข้อมูลตกอยู่ในขอบเขตที่ 2) ดังแสดงในภาพที่ 2.2 เมื่อแกน x เป็น q_U และแกน y เป็น q_E ดังนั้น ถ้า $\emptyset = \frac{\pi}{6}$ จะเขียนในรูปความสัมพันธ์เชิงเส้นเป็นเส้นตรงที่มีความชัน 0.58 ทำให้พื้นที่ของความคาดหวังที่ไม่สอดคล้องกับผู้เชี่ยวชาญ (ข้อมูลตกอยู่ในขอบเขตที่ 3) จึงอยู่ภายใต้เส้นตรงความชัน 0.58 และในลักษณะเดียวกันถ้า $\emptyset = \frac{\pi}{3}$ จะได้เส้นตรงที่มีความชัน 1.73 นั่นเอง (Bao, 1999)

จากการแบ่งพื้นที่ออกเป็น 5 ส่วน ดังแสดงในภาพที่ 2.2 ผู้วิจัยขอตั้งคำถามจำกัดความของแต่ละส่วนซึ่งการแบ่งพื้นที่ดังกล่าวนี้ได้พัฒนามาบนพื้นฐานของงานวิจัยของ Redish *et al.* (1998) ดังนี้

พื้นที่ส่วนที่ 1: เป็นบริเวณที่ข้อมูล(ความคาดหวังของกลุ่มตัวอย่าง) จากแบบสำรวจ MPEX มีแนวโน้มเห็นด้วยหรือสอดคล้องกับความคาดหวังของผู้เชี่ยวชาญ

พื้นที่ส่วนที่ 2: เป็นบริเวณที่ข้อมูล(ความคาดหวังของกลุ่มตัวอย่าง) จากแบบสำรวจ MPEX มีแนวโน้มก้ำกึ่งระหว่างเห็นด้วยกับไม่เห็นด้วยกับความคาดหวังของผู้เชี่ยวชาญ

พื้นที่ส่วนที่ 3: เป็นบริเวณที่ข้อมูล(ความคาดหวังของกลุ่มตัวอย่าง) จากแบบสำรวจ MPEX มีแนวโน้มไม่เห็นด้วยหรือไม่สอดคล้องกับความคาดหวังของผู้เชี่ยวชาญ

พื้นที่ส่วนที่ 4: เป็นบริเวณที่ข้อมูล(ความคาดหวังของกลุ่มตัวอย่าง) จากแบบสำรวจ MPEX มีแนวโน้มที่ให้คำตอบในระดับปานกลาง มากกว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย

พื้นที่ส่วนที่ 5: เป็นบริเวณที่จะไม่ปรากฏข้อมูล(ความคาดหวังของกลุ่มตัวอย่าง) จากแบบสำรวจ MPEX

2.3 การศึกษาสหสัมพันธ์ (Correlation Analysis)

สหสัมพันธ์ (Correlation) เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป ในการพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรว่ามีมากน้อยเพียงใดนั้นจะใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient) เป็นค่าที่วัดความสัมพันธ์ ซึ่งโดยทางวิธีการทางสถิติมีอยู่หลายวิธี การใช้สถิติตัวใดขึ้นอยู่กับลักษณะของตัวแปรหรือระดับของการวัดในตัวแปรนั้นๆ ในการวัดความสัมพันธ์แต่ละแบบจะต้องมีการทดสอบนัยสำคัญก่อน จึงจะสรุปได้ว่าตัวแปรคู่ใดมีความสัมพันธ์กันจริงหรือไม่ มากน้อยเพียงใด

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ จะใช้สัญลักษณ์ r แทนสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของกลุ่มตัวอย่าง และใช้ ρ แทนสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของประชากร ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ที่ใช้วัดของขนาดความสัมพันธ์กันระหว่างตัวแปรมี 2 ลักษณะ คือ $-1 \leq r \leq 1$ และ $0 \leq r \leq 1$

การบอกระดับหรือขนาดของความสัมพันธ์ จะใช้ตัวเลขของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์หากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าเข้าใกล้ -1 หรือ 1 แสดงถึงการมีความสัมพันธ์กันในระดับสูงแต่หากมีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงถึงการมีความสัมพันธ์กันในระดับน้อย หรือไม่มีเลย สำหรับการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์โดยทั่วไปอาจใช้เกณฑ์ดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 แสดงความสัมพันธ์ของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (ค่า r) ในระดับต่าง

ค่า r	ระดับของความสัมพันธ์
.90 - 1.00	มีความสัมพันธ์กันสูงมาก
.70 - .90	มีความสัมพันธ์กันในระดับสูง
.50 - .70	มีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง
.30 - .50	มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำ
.00 - .30	มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำมาก

เครื่องหมาย +,- หน้าตัวเลขสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จะบอกถึงทิศทางของความสัมพันธ์โดยที่ถ้า

r มีเครื่องหมาย + หมายถึง การมีความสัมพันธ์กันไปในทิศทางเดียวกัน (ตัวแปรหนึ่งมีค่าสูง อีกตัวหนึ่งจะมีค่าสูงไปด้วย)

r มีเครื่องหมาย - หมายถึง การมีความสัมพันธ์กันไปในทิศทางตรงกันข้าม (ตัวแปรหนึ่งมีค่าสูง ตัวแปรอีกตัวหนึ่งจะมีค่าต่ำ)

ยกเว้นค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์บางชนิดที่มีลักษณะ $0 \leq r \leq 1$ ซึ่งจะบอกได้เพียงขนาดหรือระดับของความสัมพันธ์เท่านั้น ไม่สามารถบอกทิศทางของความสัมพันธ์ได้

งานวิจัยครั้งนี้จะใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson product-moment correlation coefficient) ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้วัดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร หรือข้อมูล 2 ชุด โดยที่ตัวแปร หรือข้อมูล 2 ชุดนั้นจะต้องอยู่ในรูปของข้อมูลในมาตราอันตรภาคหรืออัตราส่วน (Interval of Ratio scale) โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน คำนวณได้จากสูตร

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

- เมื่อ r_{xy} เป็น ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน
- $\sum X$ เป็น ผลรวมของข้อมูลที่วัดได้จากตัวแปรตัวที่ 1 (X)
- $\sum Y$ เป็น ผลรวมของข้อมูลที่วัดได้จากตัวแปรตัวที่ 2 (Y)
- $\sum XY$ เป็น ผลรวมของผลคูณระหว่างข้อมูลตัวแปรตัวที่ 1 และ 2
- $\sum X^2$ เป็น ผลรวมของกำลังสองข้อมูลที่วัดได้จากตัวแปรตัวที่ 1
- $\sum Y^2$ เป็น ผลรวมของกำลังสองข้อมูลที่วัดได้จากตัวแปรตัวที่ 2
- N เป็น ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

2.4 การทดสอบสมมติฐาน (Hypothesis Testing)

การทดสอบสมมติฐานทางสถิติเป็นการทดสอบที่เกี่ยวข้องกับค่าพารามิเตอร์ค่าใดค่าหนึ่งหรือมากกว่า 1 ค่าในประชากร ในรายละเอียดสมมติฐานทางสถิตินั้น ยังสามารถแยกออกได้เป็น 2 ประเภทย่อย คือ

1. สมมติฐานศูนย์ (Null Hypothesis สัญลักษณ์ H_0) จะเป็นสมมติฐานที่เกี่ยวข้องกับค่าพารามิเตอร์ค่าใดค่าหนึ่ง หรือมากกว่า 1 ค่าในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง
2. สมมติฐานทางเลือก (Alternative Hypothesis สัญลักษณ์ H_1) จะเป็นสมมติฐานที่ระบุในลักษณะหนึ่งต่อไปนี้ เช่น ค่าพารามิเตอร์ต่างไปจากค่าที่กำหนด มีค่าไม่เท่ากัน มีค่าไม่เป็นศูนย์ หรือการกระทำใดๆ ทางสถิติที่เกี่ยวข้องมีผลอย่างไรอย่างหนึ่งเกิดขึ้น

สมมติฐานของการทดสอบ

$$H_0: \rho = 0 \text{ (ตัวแปร X และ Y ไม่มีความสัมพันธ์กัน)}$$

$$H_1: \rho \neq 0 \text{ (ตัวแปร X และ Y มีความสัมพันธ์กัน)}$$

ข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติทดสอบกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม ที่สัมพันธ์กัน (Two Related-Samples)

1. ข้อมูล 2 ชุดได้มาจากกลุ่มตัวอย่างเดียวกัน หรือมาจากกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม สัมพันธ์กัน
2. ค่าของตัวแปรตามแต่ละหน่วยเป็นอิสระต่อกัน
3. กลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติ
4. ไม่ทราบความแปรปรวนของประชากร

(ศิริชัย กาญจนวาสี, ทวีวัฒน์ ปิตยานนท์ และดิเรก ศรีสุโข (2551, หน้า 56-57)

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์(2549 : 381) สรุปไว้ว่า สถิติที่ใช้เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยกลุ่มเดียว มี 2 ตัว คือ Z-test กับ t-test แสดงได้ดังสมการต่อไปนี้

$$t = \frac{r\sqrt{N-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าการแจกแจงของ t
	r	แทน	ค่าสหสัมพันธ์ของ X กับ Y
	N	แทน	จำนวนข้อมูลทั้งหมด

Z-test ใช้ในกรณีที่ ทราบความแปรปรวนของประชากร(μ) ถ้าไม่ทราบจะใช้ t-test แต่มีตำราหรือนักสถิติหลายท่าน เสนอว่า หากไม่ทราบความแปรปรวนของประชากรถ้ามีตัวอย่างขนาดเล็ก น้อยกว่า 30 ให้ใช้ t-test แต่ถ้ามีขนาดใหญ่ คือ มากกว่า 30 จะใช้ Z-test ก็ได้เป็นการใช้เพื่ออนุโลมกัน มิใช่ว่าจะใช้แทนกันได้เลย เพราะว่า ค่าวิกฤติของ t-test ขึ้นอยู่กับชั้นความเป็นอิสระ ส่วนของ Z-test ไม่ขึ้นอยู่กับชั้นความเป็นอิสระ จากตารางการแจกแจงแบบ t จะเห็นว่า เมื่อชั้นของความเป็นอิสระเพิ่มขึ้น ค่า t จะใกล้เคียงกับค่า Z และเกือบจะเท่ากัน เมื่อชั้นของความเป็นอิสระเท่ากับ 120 เป็นต้นไป ฉะนั้น ถ้าไม่ทราบความแปรปรวนของประชากร จะใช้ Z-test แทน t-test สิทธิ์ ชีรสรณ์ (2552, หน้า 152-153) สรุปไว้ว่า ในกรณีที่เป็นสถิติอิงพารามิเตอร์ ถ้าเป็นการเปรียบเทียบคนสองกลุ่ม ก็ใช้ t-test ซึ่งแบ่งเป็น t-test for Independent Means สำหรับการเปรียบเทียบสองกลุ่ม ส่วนถ้าเป็นการเปรียบเทียบคนกลุ่มเดียวกัน ก็ใช้ t-test for Dependent Means ส่วนถ้าเป็นการเปรียบเทียบคนมากกว่าสองกลุ่ม ก็ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance หรือ ANOVA)