

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยนำเสนอตามลำดับหัวข้อดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
2. เส้นขนาน
3. มโนทัศน์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
4. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
5. แนวคิดเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์
6. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต
7. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
8. แบบทดสอบอัตนัย
9. การสัมภาษณ์
10. การหาคุนภาพเครื่องมือ
11. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

**หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์**

กระทรวงศึกษาธิการ (2551 : 2) คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิด มนุษย์ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบมีแบบแผนสามารถ วิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์วางแผนตัดสินใจ แก้ปัญหาและนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็น เครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมี

ประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้นและสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

### 1. วิสัยทัศน์การเรียนรู้คณิตศาสตร์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคนซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลโลกยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้ และทักษะพื้นฐานรวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษต่อ การประกอบอาชีพ และการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้ และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ

### 2. เรียนรู้อะไรในคณิตศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เปิด โอกาสให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องตามศักยภาพ โดยกำหนดสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนดังนี้

2.1 จำนวนและการดำเนินการความคิดรวบยอดและความรู้ลึกเชิงจำนวนระบบจำนวนจริงสมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริงการดำเนินการของจำนวนอัตราส่วน ร้อยละ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

2.2 การวัดความยาวระยะทางน้ำหนักระดับพื้นที่ปริมาตรและความจุเงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดและการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

2.3 เรขาคณิตรูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิตหนึ่งมิติสองมิติและสามมิติ การนี้ภาพแบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิต (Geometric Transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (Translation) การสะท้อน (Reflection) และการหมุน (Rotation)

2.4 พีชคณิตแบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ฟังก์ชันเซตและการดำเนินการของเซตการให้เหตุผล นิพจน์สมการระบบสมการ อสมการกราฟลำดับเลขคณิตลำดับเรขาคณิตอนุกรมเลขคณิตและอนุกรมเรขาคณิต

2.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็นการกำหนดประเด็น การเขียนข้อคำถาม การกำหนดวิธีการศึกษาการเก็บรวบรวมข้อมูลการจัดระบบข้อมูลการนำเสนอข้อมูล ค่ากลางและการกระจายของข้อมูลการวิเคราะห์และการแปลความข้อมูลการสำรวจความคิดเห็น ความ

น่าจะเป็นการใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจในการดำเนินชีวิตประจำวัน

2.6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : การแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลายการให้เหตุผลการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

### 3. มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำเสนอบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัดวัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนิกภาพ (Visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (Spatial Reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (Geometric Model) ในการแก้ปัญหา

สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมาย และนำไปใช้แก้ปัญหา

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการ  
คาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจ  
และแก้ปัญหา

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การ  
สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์  
และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

#### 4. คุณภาพผู้เรียน

มาตรฐานหลักสูตรคณิตศาสตร์ได้กำหนดคุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่  
3 ไว้ดังนี้

4.1 มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับจำนวนจริง มีความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน  
สัดส่วน ร้อยละ เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม รากที่สองและรากที่สามของจำนวน  
จริง สามารถดำเนินการเกี่ยวกับจำนวนเต็ม เศษส่วน ทศนิยม เลขยกกำลัง รากที่สองและรากที่  
สามของจำนวนจริง ใช้การประมาณค่าในการดำเนินการและแก้ปัญหา และนำความรู้เกี่ยวกับ  
จำนวนไปใช้ในชีวิตจริงได้

4.2 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นที่ผิวของปริซึม ทรงกระบอก และปริมาตรของ  
ปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลม เลือกรูปหน่วยการวัดในระบบต่าง ๆ เกี่ยวกับ  
ความยาวพื้นที่ และปริมาตรได้อย่างเหมาะสม พร้อมทั้งสามารถนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้  
ในชีวิตจริงได้

4.3 สามารถสร้างและอธิบายขั้นตอนการสร้างรูปเรขาคณิตสองมิติโดยใช้วงเวียน  
และสันตรง

4.4 อธิบายลักษณะและสมบัติของรูปเรขาคณิตสามมิติซึ่งได้แก่ ปริซึม พีระมิด  
ทรงกระบอก กรวย และทรงกลม ได้

4.5 มีความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของความเท่ากันทุกประการและความคล้ายของรูป  
สามเหลี่ยม เส้นขนาน ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ และสามารถนำสมบัติเหล่านั้นไปใช้

ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาได้มีความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิต (Geometric Transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (Translation) การสะท้อน (Reflection) และการหมุน (Rotation) และนำไปใช้ได้

4.6 สามารถนึกภาพและอธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

4.7 สามารถวิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ของแบบรูป สถานการณ์หรือปัญหา และสามารถใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และกราฟในการแก้ปัญหาได้

4.8 สามารถกำหนดประเด็น เขียนข้อความเกี่ยวกับปัญหาหรือสถานการณ์ กำหนดวิธีการศึกษา เก็บรวบรวมข้อมูลและนำเสนอข้อมูล โดยใช้แผนภูมิรูปร่างกลม หรือรูปแบบอื่นที่เหมาะสมได้

4.9 เข้าใจค่ากลางของข้อมูลในเรื่องค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน และฐานนิยมของข้อมูลที่ยังไม่ได้แจกแจงความถี่ และเลือกใช้ได้เหมาะสม รวมทั้งใช้ความรู้ในการพิจารณาข้อมูลข่าวสารทางสถิติ

4.10 เข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่ม เหตุการณ์ และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์และประกอบการตัดสินใจในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

4.11 ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและชัดเจน เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ตารางที่ 1 โครงสร้างหลักสูตร 2551 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนหนองโพธิ์วิทยาคม  
จังหวัดมหาสารคาม

ภาคเรียนที่ 1			ภาคเรียนที่ 2		
รหัสวิชา	ชื่อวิชา	นก.	รหัสวิชา	ชื่อวิชา	นก.
	<u>สาระพื้นฐาน</u>			<u>สาระพื้นฐาน</u>	
ท 22101	ภาษาไทย 3	1.5	ท 22102	ภาษาไทย 4	1.5
ค 22101	คณิตศาสตร์ 3	1.5	ค 22102	คณิตศาสตร์ 4	1.5
ว 22101	วิทยาศาสตร์ 3	1.5	ว 22102	วิทยาศาสตร์ 4	1.5
ส 22101	สังคมศึกษา ศาสนา และ วัฒนธรรม 3+ประวัติศาสตร์	1.5 0.5	ส 22102	สังคมศึกษา ศาสนา และ วัฒนธรรม 4+ประวัติศาสตร์	1.5 0.5
พ 22101	สุขศึกษา และพลศึกษา 3	1.0	พ 22102	สุขศึกษา และพลศึกษา 4	1.0
ศ 22101	ศิลปะ 3	1.0	ศ 22102	ศิลปะ 4	1.0
ง 22101	การงานอาชีพ และเทคโนโลยี 3	1.0	ง 22102	การงานอาชีพ และเทคโนโลยี 4	1.0
อ 21101	ภาษาอังกฤษ 3	1.5	อ 22102	ภาษาอังกฤษ 4	1.5
	<u>สาระเพิ่มเติม</u>			<u>สาระเพิ่มเติม</u>	
ค 22201	คณิตศาสตร์เพิ่มเติม 3	1.0	ค 22202	คณิตศาสตร์เพิ่มเติม 4	1.0
ว 22201	โครงการวิทยาศาสตร์	0.5	ว 22202	โครงการวิทยาศาสตร์	0.5
ท 22201	ภาษาไทย อ่าน-เขียน 3	0.5	ท 22202	ภาษาไทย อ่าน-เขียน 4	0.5
อ 22201	ภาษาอังกฤษฟัง – พูด 1	0.5	อ 22202	ภาษาอังกฤษฟัง – พูด 2	0.5
	<u>กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน</u>			<u>กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน</u>	
	กิจกรรมแนะแนว			กิจกรรมแนะแนว	
	กิจกรรมลูกเสือ, เนตรนารี	60		กิจกรรมลูกเสือ, เนตรนารี	60
	กิจกรรมชุมนุม			กิจกรรมชุมนุม	
	รวม	13.5		รวม	13.5
รวมเวลาเรียน 1200 ชั่วโมง/ปี					
กิจกรรม	ประชุม	0.5		ประชุม	0.5
นอก	กิจกรรมสาธารณะประโยชน์	1.0		กิจกรรมสาธารณะประโยชน์	1.0
หลักสูตร	คั่นคว้ออิสระ	1.0		คั่นคว้ออิสระ	1.0
	รวม	2.5		รวม	2.5

## คำอธิบายรายวิชาพื้นฐาน

คณิตศาสตร์พื้นฐาน 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ภาคเรียนที่ 2

เวลา 60 ชั่วโมง

จำนวน 1.5 หน่วยกิต

ศึกษาและฝึกทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อันได้แก่ การแก้ปัญหาการให้เหตุผล การสื่อสารการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในสาระต่อไปนี้

**ทฤษฎีบทพีทาโกรัส** ทฤษฎีบทพีทาโกรัสบทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัสการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์โดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ

**ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง** จำนวนตรรกยะจำนวนอตรรกยะรากที่สองรากที่สาม

**การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว** การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวการแก้โจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

**เส้นขนาน** สมบัติของเส้นขนานรูปสามเหลี่ยมสองรูปที่สัมพันธ์กันแบบมุม – มุม – ด้าน การให้เหตุผลและแก้ปัญหาโดยใช้สมบัติของเส้นขนานและความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยม

โดยจัดประสบการณ์หรือสร้างสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้า โดยการปฏิบัติจริงทดลองสรุปรายงาน เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการในการคิดคำนวณการแก้ปัญหาการให้เหตุผลการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำเสนอประสบการณ์ด้านความรู้ความคิดทักษะและกระบวนการที่ได้ไปใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และใช้ในชีวิตประจำวันอย่างสร้างสรรค์ รวมทั้งเห็นคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์สามารถทำงานอย่างเป็นระบบระเบียบ มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ และมีความเชื่อมั่นในตนเอง

การวัดและประเมินผลใช้วิธีการที่หลากหลายตามสภาพความเป็นจริงให้สอดคล้องกับเนื้อหาและทักษะที่ต้องการวัด

ตารางที่ 2 โครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ลำดับ	มาตรฐาน/ตัวชี้วัด	ชื่อหน่วยการเรียนรู้/สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)
1	ค 1.1 ม 2/1	1. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง	16
	ค 1.1 ม 2/2	1.1 จำนวนตรรกยะ	3
	ค 1.1 ม 2/3	1.2 จำนวนอตรรกยะ	4
	ค 1.1 ม 2/4	1.3 รากที่สอง	4
	ค 1.2 ม 2/1	1.4 รากที่สาม	5
	ค 1.2 ม 2/2		
	ค 1.2 ม 2/3		
2	ค 3.2 ม 2/1	2. ทฤษฎีบทพีทาโกรัส	13
	ค 3.2 ม 2/2	2.1 ทฤษฎีบทพีทาโกรัส	4
	ค 3.2 ม 2/3	2.2 บทกลับของพีทาโกรัส	4
		2.3 การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์หรือสถานการณ์ โดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ	5
สอบกลางภาค			2
ลำดับ	มาตรฐาน/ตัวชี้วัด	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
3	ค 4.2 ม 2/1	3. การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	14
		3.1 การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	7
		3.1 การแก้โจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปร	7
4	ค 3.2 ม 2/3	4. เส้นขนาน	15
	ค 3.2 ม 2/4	4.1 เส้นขนานและมุมภายใน	3
	ค 4.2 ม 2/2	4.2 เส้นขนานและมุมแย้ง	4
		4.3 เส้นขนานและมุมภายนอกกับมุมภายใน	5
		4.4 เส้นขนานและรูปสามเหลี่ยม	3
สอบปลายภาค			2
รวม			60



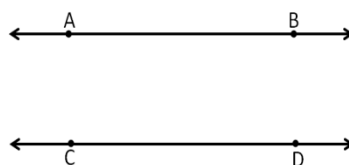
## เส้นขนาน

เส้นขนานมีความสำคัญในวิชาคณิตศาสตร์เพราะเป็นที่ฐานที่สำคัญสำหรับการเรียนเรขาคณิตในระดับที่สูงขึ้น การเรียนรู้เกี่ยวกับเส้นขนานจะฝึกให้นักเรียนเป็นคนมีเหตุผล มีผล มีความสามารถด้านนิรนัย สามารถยกตัวอย่างค้านสำหรับข้อความที่เป็นเท็จ สามารถให้นิยามที่ชัดเจนและรัดกุมและรู้จักเงื่อนไขที่จำเป็นและเงื่อนไขที่เพียงพอ (วัฒนา เถาว์ทิพย์, 2553 : 2) เส้นขนานยังมีบทบาทสำคัญในประจำวันชีวิตของเรา เช่น การทำเครื่องหมายออกจากถนนคนเดินเท้าที่จราจรดี สนามบิน เส้นขนานยังมีความสำคัญในการสร้างสนามบาสเกตบอลสนามเทนนิส สนามวอลเลย์บอล เป็นต้น นอกจากนี้เส้นขนานยังมีความสำคัญในการออกแบบภูมิทัศน์ป่าไม้ งานคาดฟ้าและการทำงานอิฐ การสร้างอาคารซึ่งมีโครงสร้างที่สม่ำเสมอและรากฐานที่แข็งแรง ถ้าขอบทั้งหมดไม่ขนานกันแล้วงานก่อสร้างก็จะขาดคุณภาพ เราสามารถใช้สมบัติของเส้นขนานไปใช้ในการแก้ปัญหาเรขาคณิต หลายโครงสร้างทางเรขาคณิตที่สำคัญต้องใช้สมบัติของเส้นขนานในการตรวจสอบว่าขอบทั้งสองขนานกันหรือไม่ ซึ่งหากผู้เรียนมีโมโนทัศน์ที่ถูกต้องเกี่ยวกับเส้นขนานก็จะสามารถนำความรู้เกี่ยวกับเส้นขนานไปใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ (Passy, 2012 : 1)

จากความสำคัญของเส้นขนาน หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จึงกำหนดเนื้อหาเกี่ยวกับเส้นขนาน ไว้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สาระที่ 3 เรขาคณิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งแบ่งเนื้อหาออกเป็นสี่ส่วน คือ เส้นขนานและมุมภายในเส้นขนานและมุมแย้งเส้นขนานและมุมภายนอกกับมุมภายในและเส้นขนานและรูปสามเหลี่ยม ซึ่งมีสาระสำคัญดังนี้ (สสวท. 2557 : 119-153)

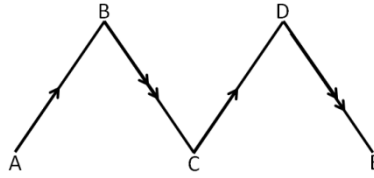
### 1. การขนานกันของเส้นตรง

บทนิยาม เส้นตรงสองเส้นที่อยู่บนระนาบเดียวกัน ขนานกันก็ต่อเมื่อ เส้นตรงทั้งสองเส้นนั้นไม่ตัดกัน



เมื่อ  $\overline{AB}$  และ  $\overline{CD}$  ขนานกันอาจจะกล่าวว่า  $\overline{AB}$  ขนานกับ  $\overline{CD}$  หรือ  $\overline{CD}$  ขนานกับ  $\overline{AB}$  เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์  $\overline{AB} \parallel \overline{CD}$  หรือ  $\overline{CD} \parallel \overline{AB}$

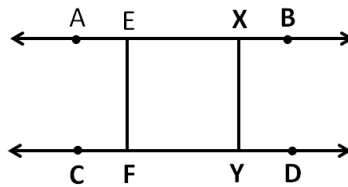
ในการเขียนรูปเส้นตรง ส่วนของเส้นตรง หรือ รังสีที่ขนานกัน อาจใช้ลูกศรแสดงเส้นที่ขนานกัน เช่น



แสดงว่า  $\overline{AB} \parallel \overline{CD}$  และ  $\overline{BC} \parallel \overline{DE}$

## 2. ระยะห่างระหว่างเส้นขนาน

พิจารณารูปต่อไปนี้

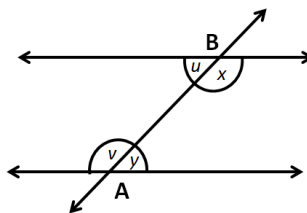


จากรูป จะได้ว่า  $\overline{EF} \perp \overline{CD}$  ที่จุด F และ  $\overline{XY} \perp \overline{CD}$  ที่จุด Y  
เรียก EF ว่า ระยะห่างระหว่าง  $\overline{AB}$  และ  $\overline{CD}$  ที่จุด E และ  
เรียก XY ว่า ระยะห่างระหว่าง  $\overline{AB}$  และ  $\overline{CD}$  ที่จุด X

ในกรณีทั่วไป ถ้าเส้นตรงสองเส้นขนานแล้วระยะห่างระหว่างเส้นตรงคู่นั้นจะเท่ากันเสมอและในทางกลับกัน ถ้าเส้นตรงสองเส้นมีระยะห่างระหว่างเส้นตรงเท่ากันเสมอแล้วเส้นตรงคู่นั้นจะขนาน

ในการตรวจสอบว่าเส้นตรงคู่ใดขนานกันหรือไม่ นอกจากการใช้ทฤษฎีบทของเส้นขนานโดยตรงและพิจารณาจากระยะห่างระหว่างเส้นตรงสองเส้นแล้วยังมีวิธีการอื่นที่จะตรวจสอบโดยพิจารณาจากขนาดของมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัด ดังต่อไปนี้

## 3. เส้นขนานและมุมภายใน



จากรูป  $\overleftrightarrow{AB}$  เรียกว่า เส้นตัด AB

เรียก  $\hat{x}$  และ  $\hat{y}$  ว่า มุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัด AB

เรียก  $\hat{u}$  และ  $\hat{v}$  ว่า มุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัด AB

ในการเขียนรูปเส้นตัด AB อาจใช้  $\overleftrightarrow{AB}$  หรือ  $\overleftrightarrow{AB}$  แทน  $\overleftrightarrow{AB}$  ก็ได้

### 3.1 สมบัติของเส้นขนาน

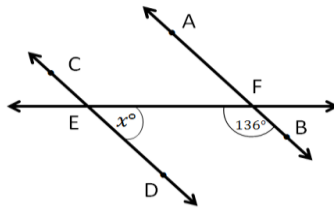
3.1.1 ถ้าเส้นตรงสองเส้นขนานกันและมีเส้นตัด แล้วขนาดของมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดรวมกันเท่ากับ 180 องศา

3.1.2 ถ้าเส้นตรงเส้นหนึ่งตัดเส้นตรงอีกเส้นหนึ่ง ทำให้ขนาดของมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดรวมกันเท่ากับ 180 องศา แล้วเส้นตรงคู่นั้นจะขนานกัน

จากสมบัติข้อ 1 และข้อ 2 เมื่อนำมาเขียนใหม่โดยใช้ “ก็ต่อเมื่อ” จะได้ดังนี้

“เส้นตรงสองเส้นตัดเส้นตรงคู่หนึ่งเส้นตรงคู่นั้นขนานกันก็ต่อเมื่อ ขนาดของมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดรวมกันเท่ากับ 180 องศา”

ตัวอย่าง จงพิจารณาว่า  $\overleftrightarrow{AB} \parallel \overleftrightarrow{CD}$  จงหาค่า  $x$



วิธีทำ เนื่องจาก  $\overleftrightarrow{AB} \parallel \overleftrightarrow{CD}$

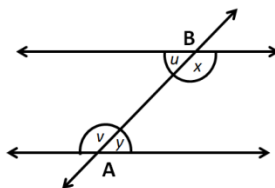
จะได้  $x + 136 = 180$  (ขนาดของมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันขนานรวมกันเท่ากับ  $180^\circ$ )

$$x = 180 - 136$$

ดังนั้น  $x = 44$

### 4. เส้นขนานและมุมแย้ง

พิจารณารูปต่อไปนี้

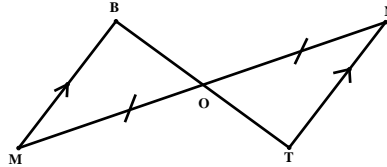


จากรูปเรียก  $\hat{x}$  และ  $\hat{y}$  ว่าเป็นมุมแย้ง และ

เรียก  $\hat{u}$  และ  $\hat{v}$  ว่าเป็นมุมแย้ง

ทฤษฎีบท ถ้าเส้นตรงสองเส้นขนานกันและมีเส้นตัด แล้วมุมแย้งมีขนาดเท่ากัน

ตัวอย่าง จากรูป กำหนดให้  $\overline{MB} \parallel \overline{TN}$  และ  $MO = NO$  จงพิสูจน์ว่า  $MB = NT$



กำหนดให้  $\overline{MB} \parallel \overline{TN}$  และ  $MO = NO$

ต้องการพิสูจน์ว่า  $MB = NT$

พิสูจน์  $\overline{MB} \parallel \overline{TN}$  และมี  $\overline{MN}$  เป็นเส้นตัด

$\hat{BMO} = \hat{TNO}$  (ถ้าเส้นตรงสองเส้นขนานกันและแย้งมีขนาดเท่ากัน)

$MO = NO$  (กำหนดให้)

$\hat{MOB} = \hat{NOT}$  (ถ้าเส้นตรงสองเส้นตัดกัน แล้วมุมตรงเท่ากัน)

ดังนั้น  $\triangle MOB = \triangle NOT$  (ม.ค.ม)

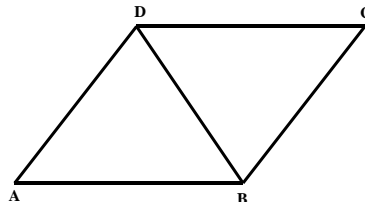
จะได้  $MB = NT$  (ด้านคู่ที่สมนัยกันของรูปสามเหลี่ยมที่ประกาย จะยาวเท่ากัน)

ทฤษฎีบท ถ้าเส้นตรงเส้นหนึ่งตัด เส้นตรงคู่หนึ่ง ทำให้มุมแย้งมีขนาดเท่ากันแล้วเส้นตรงคู่นั้นขนานกัน

ทฤษฎีบท เมื่อเส้นตรงคู่หนึ่งตัดเส้นตรงคู่หนึ่ง เส้นตรงคู่นั้นขนานกัน ก็ต่อเมื่อมุมแย้งมีขนาดเท่ากัน

ตัวอย่าง จากรูป กำหนดให้  $\square ABCD$  มี  $AB = CD$  และ  $AD = CB$  จงพิสูจน์ว่า

$\overline{AB} \parallel \overline{CD}$



กำหนดให้  $\square ABCD$  มี  $AB = CD$  และ  $AD = CB$

ต้องการพิสูจน์ว่า  $\overline{AB} \parallel \overline{CD}$

พิสูจน์ลาก  $BD$

พิจารณา  $\triangle ABD$  และ  $\triangle CDB$

$$AB = CD \quad (\text{กำหนดให้})$$

$$AD = CB \quad (\text{กำหนดให้})$$

$$BD = DB \quad (BD \text{ เป็นด้านร่วม})$$

$$\triangle ABD \cong \triangle CDB \quad (\text{ค.ค.ค})$$

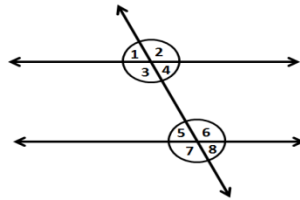
จะได้  $\hat{A}BD = \hat{C}BD$  (มุมคู่ที่สมนัยกันของรูปสามเหลี่ยมสองรูป  
ที่เท่ากันทุกขนาดเท่ากัน)

เนื่องจาก  $\hat{A}BD$  และ  $\hat{C}BD$  เป็นมุมแย้ง

ดังนั้น  $\overline{AB} \parallel \overline{CD}$  (ถ้าเส้นตรงเส้นหนึ่งตัด เส้นตรงคู่หนึ่งทำให้มุม  
แย้งมีขนาดเท่ากันนั้นขนานกัน)

### 5. เส้นขนานและมุมภายนอกกับมุมภายใน

พิจารณารูปต่อไปนี้



จากรูปเรียก  $\hat{1}$ ,  $\hat{2}$ ,  $\hat{7}$  และ  $\hat{8}$  ว่า มุมภายนอก

เรียก  $\hat{3}$ ,  $\hat{4}$ ,  $\hat{5}$  และ  $\hat{6}$  ว่า มุมภายใน

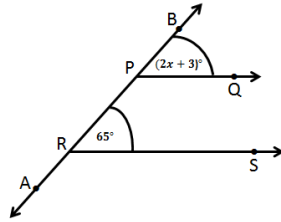
เรียก  $\hat{1}$  และ  $\hat{5}$  ว่าเป็นมุมภายนอกและมุมภายในที่ตรงตรงข้ามบนข้างเดียวกัน

ของเส้นตัด

ในทำนองเดียวกัน จะเรียก  $\hat{2}$  และ  $\hat{6}$ ,  $\hat{7}$  และ  $\hat{3}$ ,  $\hat{8}$  และ  $\hat{4}$  แต่ละคู่ว่าเป็นมุม  
ภายนอกและมุมภายในที่ตรงตรงข้ามบนข้างเดียวกันของเส้นตัด

ทฤษฎีบท ถ้าเส้นตรงสองเส้นขนานกัน และมีเส้นตัด แล้วมุมภายนอกและ มุม  
ภายในที่อยู่ตรงข้ามบนข้างเดียวกันของเส้นตัดมีขนาดเท่ากัน

ตัวอย่าง กำหนดให้  $\overline{PQ} \parallel \overline{RS}$  และมี  $\overline{AB}$  เป็นเส้นตัด ดังรูป จงหาค่า  $x$



วิธีทำ เนื่องจาก  $\overrightarrow{PQ} \parallel \overrightarrow{RS}$  และมี  $\overrightarrow{AB}$  เป็นเส้นตัด

จะได้  $\widehat{BPQ} = \widehat{PRS}$  (ถ้าเส้นตรงสองเส้นขนานกัน และมีเส้นตัด แล้วมุม

ภายนอกแล้วมุมภายนอกและมุมภายในที่อยู่ตรง

ข้ามบนข้างเดียวกันของเส้นตัดมีขนาดเท่ากัน)

ดังนั้น  $2x + 3 = 65$  (แทน  $\widehat{BPQ}$  ด้วย  $2x + 3$  และ

แทน  $\widehat{PRS}$  ด้วย 65)

$$2x = 62$$

นั่นคือ  $x = 31$

ในการตรวจสอบว่าเส้นตรงคู่หนึ่งขนานกันหรือไม่ สามารถพิจารณาจากขนาดของมุมภายนอกและมุมภายในที่อยู่ตรงข้ามบนข้างเดียวกันของเส้นตัด ดังทฤษฎีบทต่อไปนี้

ทฤษฎีบท ถ้าเส้นตรงเส้นหนึ่งตัดเส้นตรงคู่หนึ่ง ทำให้มุมภายนอกและมุมที่อยู่ตรงข้ามบนข้างเดียวกันของเส้นตัดมีขนาดเท่ากัน แล้วเส้นตรงคู่นั้นขนานกัน

ทฤษฎีบทข้างต้น เป็นบทกลับของ ทฤษฎีบทที่ว่า “ถ้าเส้นตรงสองเส้นขนานกัน และมีเส้นตัด แล้วมุมภายนอกและมุมภายในที่อยู่ตรงข้ามบนข้างเดียวกันของเส้นตัดมีขนาดเท่ากัน”

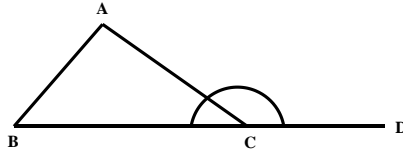
เมื่อนำทฤษฎีบททั้งสองนี้มาเขียนใหม่โดยใช้ “ก็ต่อเมื่อ” จะได้ทฤษฎีบทดังนี้

ทฤษฎีบท เมื่อเส้นตรงคู่หนึ่งตัดเส้นตรงคู่หนึ่ง เส้นตรงคู่นั้นขนานกัน ก็ต่อเมื่อมุมภายนอกและมุมภายในที่อยู่ตรงข้ามบนข้างเดียวกันของเส้นตัดมีขนาดเท่ากัน

## 6. เส้นขนานและรูปสามเหลี่ยม

ทฤษฎีบท ขนาดของมุมภายในทั้งสามมุมของรูปสามเหลี่ยมรวมกันเท่ากับ  $180^\circ$

ทฤษฎีบทข้างต้น สามารถนำมาใช้พิสูจน์ทฤษฎีบทเกี่ยวกับขนาดของมุมภายนอกและมุมภายในของรูปสามเหลี่ยมได้ดังต่อไปนี้



จากรูป กำหนด  $\triangle ABC$  และต่อ  $\overline{BC}$  ออกไปทางจุด C ถึงจุด D เรียก  $\widehat{ACD}$  ว่ามุมภายนอก ของ  $\triangle ABC$  เรียก  $\widehat{ACB}$  และ  $\widehat{ACD}$  ว่าเป็นมุมประชิด หรืออาจกล่าวได้ว่า  $\widehat{ACB}$  เป็นมุมประชิดของ  $\widehat{ACD}$

ทฤษฎีบท ถ้าต่อด้านใดด้านหนึ่งของรูปสามเหลี่ยมออกไป มุมภายนอกที่เกิดขึ้น จะมีขนาดเท่ากับผลบวกของมุมภายในที่ไม่ใช่มุมประชิด ของมุมภายนอกนั้น

นอกจากทฤษฎีบทดังกล่าวแล้ว ยังมีการนำทฤษฎีบทเกี่ยวกับผลบวกของขนาดของมุมภายในของรูปสามเหลี่ยม ไปพิสูจน์เกี่ยวกับสมบัติของความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยมดังต่อไปนี้

ทฤษฎีบท ถ้ารูปสามเหลี่ยมสองรูปมีมุมที่มีขนาดเท่ากันสองคู่ และด้านคู่ที่อยู่ตรงข้ามกับมุมคู่ที่มีขนาดเท่ากัน ยาวเท่ากัน 1 คู่แล้ว รูปสามเหลี่ยมสองรูปนั้นยาวเท่ากันทุกประการ

## มโนทัศน์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

### 1. มโนทัศน์

มโนทัศน์เป็นพื้นฐานทางความคิดที่สำคัญของการคิดลักษณะต่าง ๆ และการจัดการเรียนการสอน ควรสอนให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์เป็นอันดับแรก เพราะถ้าผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ที่ถูกต้องย่อมสามารถเข้าใจและเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ได้ง่ายรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ สามารถบรรลุจุดประสงค์และจุดมุ่งหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้ การที่ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ในเนื้อหาใด ๆ ย่อมมีความสำคัญต่อการเรียนรู้มโนทัศน์ใหม่ที่มีลักษณะเชื่อมโยงกัน ดังนั้นมโนทัศน์จึงมีความสำคัญและจำเป็นต่อการเรียนรู้

#### 1.1 ความหมายมโนทัศน์

มโนทัศน์ มาจากคำในภาษาอังกฤษว่า Concept มาจากภาษาละตินว่า Conceptus หรือ Concipere ซึ่งนักการศึกษาหลายท่านได้กำหนดชื่ออื่น ๆ ขึ้นมาใช้แตกต่างกัน เช่น มโนภาพ มโนคติ มโนคติ มโนทัศน์ ความคิดรวบยอด ซึ่งนักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้หลายท่านดังนี้

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546 : 2) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์เป็นภาพในความคิดที่เปรียบเสมือน ภาพตัวแทน หมวดหมู่ของวัตถุ สิ่งของ แนวคิด หรือปรากฏการณ์ ซึ่งมีลักษณะทั่ว ๆ ไปคล้ายกัน

Guildford (1967 : 1-3) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์เป็น สัญลักษณ์อย่างหนึ่งที่ได้มาจากประสบการณ์ของการพบเห็นสิ่งต่าง ๆ โดยรู้จัก แยกแยะสิ่งเหล่านั้นออกเป็นจำพวก และในจำพวกหนึ่ง ๆ จะมีลักษณะร่วมกันอยู่ เช่น เมื่อเราเห็นแมวหลาย ๆ ตัว เราจะมีลักษณะร่วมของแมว นั่นหมายความว่าเรามีมโนทัศน์เกี่ยวกับแมว เกิดขึ้น

Mc Donald (1967 : 184) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์ คือ ความเข้าใจและความคิดขั้นสุดท้ายของคนคนหนึ่งที่มีต่อสิ่งหนึ่ง ความคิดและความเข้าใจนั้น เป็นนามธรรมและเป็นข้อสรุปเกี่ยวกับเรื่องนั้นในระยะหนึ่งหรือตลอดไปก็ได้

De Cecco (1985 : 275) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง กลุ่มของสิ่งเร้าที่มีลักษณะร่วมกัน อาจแยกออกเป็นประเภทของสิ่งของ การกระทำหรือ ความคิด

Klausmeier (1985 : 275) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง สิ่งที่จะทำให้เราทราบคุณลักษณะของสิ่งต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นวัตถุ เหตุการณ์ หรือ กระบวนการ ซึ่งทำให้เราแยกสิ่งต่าง ๆ ออกจากสิ่งอื่นได้ ในขณะที่เดียวกันก็สามารถโยงเข้ากับ กลุ่มหรือประเภทเดียวกันได้

Mc Cown and Roup (1992 : 338) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง ความคิดของบุคคลที่เกิดจากการเรียนรู้หรือการสังเกตวัตถุ เหตุการณ์หรือ ความสัมพันธ์ที่มีลักษณะแตกต่างกันหรือเหมือน ๆ กัน โดยสามารถสรุปรวมสิ่งต่าง ๆ เข้าด้วยกัน และสามารถแยกแยะความแตกต่างออกจากกันได้

Arends (1994 : 299) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง ความเข้าใจ ความคิดของบุคคลที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ รอบตัวเรา และสามารถบอกความเหมือนและความแตกต่างของสิ่งนั้นๆ

Goodwin and Klausmeier (1995 : 303) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง สิ่งที่ทำให้เราทราบถึงลักษณะของสิ่งต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นวัตถุ เหตุการณ์ หรือกระบวนการซึ่งทำให้เราแยกสิ่งต่าง ๆ นั้นออกจากสิ่งอื่น ๆ ได้ และในขณะที่เดียวกันก็สามารถเชื่อมโยงเข้ากับกลุ่มของสิ่งของประเภทเดียวกันได้ เราสามารถพูดถึงได้สองลักษณะคือ Mental Construct เป็นมโนทัศน์ที่ขึ้นอยู่กับประสบการณ์การเรียนรู้โดยเฉพาะของแต่ละ



บุคคล ซึ่งจะมีอิทธิพลต่อการที่คนจะคิดเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ รอบ ๆ ตัว และ Public Entity ได้แก่ ความหมายของคำต่าง ๆ ที่จะพบในพจนานุกรม สารานุกรม และตามหนังสือต่าง ๆ ซึ่ง ความหมายเหล่านี้จะเป็นที่รับรู้ร่วมกันในกลุ่มคนที่พูดภาษาเดียวกัน

Beeth and Hennessey (1996 : 5) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง สิ่งที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจ ความมีเหตุผล และความคิดของบุคคลที่เกิดจากการ เรียนรู้

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง ความคิดความเข้าใจ ของบุคคล อันเกิดจากการสังเกต หรือการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้น หรือเรื่องนั้น หลาย ๆ แบบ แล้วสามารถสรุปและแยกประเภทความสัมพันธ์ของสิ่งเหล่านั้นออกเป็น หมวดหมู่ได้ ในขณะที่เดียวกันก็สามารถนำความรู้ความเข้าใจที่ได้รับนั้นไปใช้แก้ปัญหาตาม สถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง

## 1.2 ความสำคัญของมโนทัศน์

มโนทัศน์เป็นพื้นฐานสำคัญในการเรียนรู้และการดำรงชีวิตของคน คนต้อง สร้างมโนทัศน์อยู่เสมอตราบเท่าที่มีสิ่งเร้ามาปะทะประสาทสัมผัส ทำให้เกิดการรับรู้ และเกิด การเรียนรู้ ซึ่งมีนักการศึกษาได้กล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์ไว้หลายท่าน ดังต่อไปนี้

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546 : 58-59) ได้กล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์ ไว้ว่า มโนทัศน์มีความสำคัญมากในการกำหนดความเป็นมนุษย์ เพราะมโนทัศน์มีหน้าที่ในการ ทำความเข้าใจและใช้เหตุผล โดยทำหน้าที่สำคัญดังนี้ สมองจะกำหนดมโนทัศน์ที่มีเกี่ยวกับ เรื่องต่าง ๆ เป็นกรอบต้นแบบหรือ โครงสร้างคร่าว ๆ ของสิ่งนั้น เพื่อให้เกิดความเข้าใจว่าสิ่ง นั้นคืออะไร ประกอบด้วยอะไร กรอบความคิดต่าง ๆ จะกลายเป็นสิ่งที่เรียกว่าข้อสมมติหรือ การคาดเดาว่าน่าจะเป็นสิ่งนั้น สิ่งนี้ เรื่องนั้น เรื่องนี้ ในสิ่งที่มองไม่เห็นแต่พอจะเข้าใจเพราะมี มโนทัศน์เกี่ยวกับเรื่องนั้นอยู่

สุรางค์ ไคว์ตระกูล (2553 : 32) ได้กล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์ไว้ว่า มโน ทัศน์เป็นรากฐานของความคิด มนุษย์จะคิดไม่ได้ถ้าไม่มีมโนทัศน์เป็นพื้นฐาน เพราะมโนทัศน์ จะช่วยในการตั้งกฎเกณฑ์ หลักการต่าง ๆ และสามารถที่จะแก้ปัญหาที่จะเผชิญได้นอกจากนี้ มโนทัศน์ยังเป็นเครื่องมือที่จะช่วยในการสื่อความหมายที่จะทำให้คนเรามีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกัน และกัน

Cooney et al (1975 : 89-90) ได้กล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ไว้ 3 ประการ ได้แก่ ประการแรก การให้เหตุผลโดยการใช้มโนทัศน์ เช่น นักเรียน

ที่มีมโนทัศน์เรื่อง จำนวนตรรกยะก็จะสามารถบอกได้ว่าจำนวน ๆ หนึ่งเป็นจำนวนตรรกยะหรือไม่ เพราะเหตุใด เป็นต้น ประการที่สอง มโนทัศน์ช่วยให้วางหลักการทั่วไปได้ และพบสมบัติบางประการอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากที่ได้ให้ความหมายไว้ และประการที่สาม มโนทัศน์จะทำให้เราค้นพบความรู้ใหม่

Cockburn and Littler (2010 : 3-6) ได้กล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์เป็นสิ่งสำคัญในการจัดการเรียนรู้ เนื่องจากมโนทัศน์ช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาการเรียนรู้ในเรื่องนั้น ๆ ได้ถึงระดับสูงสุด และยังช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้สิ่งที่เกี่ยวข้องได้อย่างรวดเร็วยิ่งขึ้น มโนทัศน์เป็นรากฐานของความคิด มนุษย์จะคิดไม่ได้ถ้าไม่มีมโนทัศน์พื้นฐาน เพราะมโนทัศน์จะช่วยในการตั้งกฎเกณฑ์ หลักการต่าง ๆ และยังช่วยให้สามารถแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ได้ ในการเริ่มต้นเรียนรู้เรื่องต่าง ๆ การสร้างมโนทัศน์ที่ถูกต้องให้กับนักเรียนจึงเป็นเรื่องที่สำคัญที่สุด

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า มโนทัศน์มีความสำคัญต่อบุคคลในการเรียนรู้ ช่วยในการทำความเข้าใจการใช้เหตุผลช่วยให้บุคคลสามารถเรียนรู้สิ่งต่างๆ ได้อย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดระบบการคิดที่เป็นระเบียบไม่เกิดความซับซ้อนเป็นรากฐานของความคิดช่วยให้สามารถแก้ปัญหา และสามารถพัฒนาการเรียนรู้ในเรื่องต่างๆ ได้ถึงระดับสูงสุด

### 1.3 ประเภทของมโนทัศน์ทางการเรียน

ได้มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงประเภทของมโนทัศน์ ไว้ดังต่อไปนี้

ประยูร อาษานาม (2537 : 21) ได้กล่าวถึงประเภทของมโนทัศน์ไว้ว่ามโนทัศน์จำแนกได้ 2 ประเภท คือ

1. มโนทัศน์เกี่ยวกับสมบัติ (Qualitative Concepts) เป็นการจำแนกสิ่งต่าง ๆ ตามขนาด รูปร่าง และสี เป็นต้น ซึ่งสามารถรับรู้และสัมผัสได้

2. มโนทัศน์เกี่ยวกับปริมาณ (Quantitative Concepts) เป็นเรื่องของนามธรรม เช่น จำนวนและการนับ

Russell (1961 : 124-155) ได้กล่าวถึงประเภทของมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์แบ่งออกเป็น 8 ลักษณะ คือ

1. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Concept) คือ มโนทัศน์ที่เกี่ยวกับจำนวนการวัด

2. มโนทัศน์ในเรื่องเวลา (Concept of Time) เป็นมโนทัศน์ที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวกับเวลา

3. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Concept) คือ มโนทัศน์ที่เกี่ยวกับเวลาและการวัด เพราะวิทยาศาสตร์ขึ้นอยู่กับเวลาที่แน่นอน เวลา น้ำหนัก และปรากฏการณ์อื่นๆ

4. มโนทัศน์เกี่ยวกับตนเอง (Self Concept) คือ การที่บุคคลมีความรู้สึกรู้ว่าตัวเองคือใครเป็นอะไร และเป็นอย่างไร

5. มโนทัศน์ทางสังคม (Social Concept) เป็นมโนทัศน์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล ชุมชน ประชาธิปไตย ศิลปกรรม

6. มโนทัศน์ทางสุนทรียภาพ (Aesthetic Concept) เป็นมโนทัศน์ซึ่งสัมพันธ์กับมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับความสวยงาม และขึ้นอยู่กับมโนทัศน์ทางสังคม

7. มโนทัศน์เกี่ยวกับความขบขัน (Humour Concept) เป็นมโนทัศน์ที่อยู่ในขอบข่ายของสังคมนั้น เช่น อาจเป็นสิ่งขบขันในสังคมหนึ่งแต่ไม่อาจขบขันในอีกสังคมหนึ่ง

8. มโนทัศน์เกี่ยวกับเกี่ยวกับเรื่องอื่น ๆ (Miscellaneous Concept) เช่น เกี่ยวกับความตาย เพศ สังคม เป็นต้น

Gibson (1980 : 276) ได้กล่าวถึงประเภทของมโนทัศน์ไว้ว่ามโนทัศน์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ประเภทแรกมโนทัศน์เชิงรูปธรรม (Concrete Concept) เป็นความคิดที่สามารถเชื่อมโยงไปสู่กลุ่มของวัตถุที่สามารถสังเกตได้ เช่น บ้าน หนังสือ สุนัข หรือ คุณภาพของวัตถุ เช่น สี ขนาด รูปร่าง เป็นต้น และประเภทที่สองมโนทัศน์เชิงนามธรรม (Abstract Concept) เป็นความคิดที่ไม่สามารถเชื่อมโยงไปสู่วัตถุที่สังเกตได้หรือคุณภาพของวัตถุได้โดยตรง มีลักษณะเป็นนามธรรม

Klausmeier (1985 : 276) ได้กล่าวถึงประเภทของมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์จำแนกเป็น 2 ลักษณะ คือ Mental Construct เป็นมโนทัศน์ที่ขึ้นกับกระบวนการการเรียนรู้ โดยเฉพาะของแต่ละคน อันมีอิทธิพลต่อการคิดรอบ ๆ ตัว และ Public Entity เป็นมโนทัศน์เกี่ยวกับความหมายของคำต่าง ๆ ซึ่งอาจจะพบในพจนานุกรม สารานุกรม ความหมายเหล่านี้เป็นที่รับรู้ร่วมกันในกลุ่มที่ใช้ภาษาเดียวกัน

นอกจากนี้ มีนักการศึกษาหลายท่านที่จำแนกประเภทของมโนทัศน์ในลักษณะที่คล้ายคลึงกัน เช่น Travers Robert (1967 : 137-138) Ausubel (1968 : 520) De Cecco (1968 : 390-392) Morganet al. (1984 : 181-182) Arends (1994 : 298) ซึ่งพอสรุปออกเป็น 3 ประเภทได้ดังต่อไปนี้

1. มโนทัศน์ที่มีลักษณะร่วมกัน (Conjunction Concepts) หมายถึง มโนทัศน์ที่

เกิดจากการมีส่วนร่วมกันของลักษณะเฉพาะ ตั้งแต่สองลักษณะขึ้นไป เช่น สมุดสีเขียว ดอกไม้สีแดง สุนัขขนยาวสีขาว หรือ สิ่งเร้าที่เราพบเห็นโดยทั่วไปมีลักษณะร่วมกันได้แก่ รูปร่าง ขนาด สี เป็นต้น มโนทัศน์ต่างๆที่เราคุ้นเคยในชีวิตประจำวัน มักเป็นมโนทัศน์ที่มีลักษณะร่วมกัน

2. มโนทัศน์แยกลักษณะ (Disjunctive Concepts) หมายถึง มโนทัศน์ที่เป็นโอกาสให้ตัดสินใจเลือกเอาอย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งสองอย่างรวมกัน เช่น คำว่า “กา” อาจเป็นนกหรือกาดม่น้ำ หรือเครื่องหมายกากบาท สัญลักษณ์ “0” อาจเป็นจำนวนศูนย์ (Zero) ; วงกลมตัวโอในภาษาอังกฤษ หรือไข่ฟองหนึ่งก็ได้

3. มโนทัศน์เชิงสัมพันธ์ (Relation Concepts) หมายถึง มโนทัศน์ที่เปิดโอกาสให้ตัดสินใจเลือกเอาอย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งสองอย่างรวมกัน เช่น การทำไม้ขีดไฟไปสัมพันธ์กับบุหรี่ เพราะว่าเราใช้ไม้ขีดไฟจุดบุหรี่ หรือภาษีเงินได้สัมพันธ์กับรายได้

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่ามโนทัศน์สามารถจำแนกออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ มโนทัศน์ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ประกอบด้วย มโนทัศน์เชิงรูปธรรม มโนทัศน์เชิงนามธรรม และมโนทัศน์ที่มนุษย์กำหนดหรือประดิษฐ์ขึ้นประกอบด้วยมโนทัศน์ที่ขึ้นกับกระบวนการการเรียนรู้ของแต่ละบุคคล มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ มโนทัศน์ในเรื่องเวลา มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ มโนทัศน์ทางสังคม มโนทัศน์ทางสุนทรียภาพ มโนทัศน์เกี่ยวกับความซับซ้อน มโนทัศน์เกี่ยวกับความหมายของคำต่าง ๆ มโนทัศน์ที่มีลักษณะร่วมกัน มโนทัศน์แยกลักษณะ และมโนทัศน์เชิงสัมพันธ์

## 2. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ถือว่าเป็นพื้นฐานที่สำคัญสำหรับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เพราะความสำเร็จทางการเรียนคณิตศาสตร์นั้น ขึ้นอยู่กับความเข้าใจในมโนทัศน์ที่ถูกต้องในสิ่งที่ได้เรียนรู้ หากว่านักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ดีและถูกต้องแล้ว ก็จะสามารถเรียนรู้และแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดีด้วยเช่นกัน ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จึงต้องสอนให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในความหมาย เข้าใจในโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ สามารถคิดได้อย่างมีเหตุผล มีหลักเกณฑ์

### 2.1 ความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ดังต่อไปนี้

อัมพร ม้าคนอง (2557 : 15) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นความคิดรวบยอดเกี่ยวกับลักษณะสำคัญ ความหมายที่มา หรือ การขยายความ ทฤษฎีบทกฎ สูตร บทนิยาม เป็นความคิดนามธรรมที่ทำให้ผู้เรียนสามารถ จำแนกสิ่งที่มีลักษณะตามความคิดนามธรรมนั้น ๆ ได้ และสามารถระบุได้ว่าสิ่งที่กำหนดให้ เป็นตัวอย่างหรือไม่ใช่ตัวอย่างของความคิดนามธรรมนั้นๆ

Good (1959 : 118) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นความคิดสำคัญ ความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ ในด้านการคำนวณ ความสัมพันธ์จำนวน และการให้ เหตุผลอย่างมีระบบ รวมถึงคุณลักษณะภายนอกของสิ่งของ อันเกิดจากการสังเกตหรือ ได้รับ ประสบการณ์แล้วนำลักษณะนั้นมาประมวลเข้าด้วยกันเป็นข้อสรุปทางคณิตศาสตร์

Donovan and Gerald (1972 : 168) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นความคิดของบุคคล ซึ่งเป็นนามธรรมเกี่ยวกับ ความรู้ทางคณิตศาสตร์ เช่น สมบัติของวัตถุ หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ โดยสามารถบอกลักษณะร่วม และลักษณะที่แตกต่างของแต่ละมโนทัศน์ได้ เช่น มโนทัศน์ สาม เป็นมโนทัศน์ที่เป็น นามธรรมที่ใช้แทนความหมายของสิ่งของสามสิ่ง

Cooney et al (1975 : 85) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นความเข้าใจเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้ โดยนักเรียน สามารถสรุปความเข้าใจที่ได้ออกมาในรูปของนิยามหรือความหมายของเรื่องนั้น เช่น การมี มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน คือนักเรียนสามารถบอกนิยามของฟังก์ชันได้

Bell (1981 : 108) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นความคิดนามธรรมในการจัดกลุ่มสิ่งของหรือเหตุการณ์ใด ๆ ที่เป็นตัวอย่าง และไม่ใช่ว่าตัวอย่าง เช่น คำว่า เซต สับเซต การเท่ากัน การไม่เท่ากัน รูปสามเหลี่ยม ลูกบาศก์ รัศมีและเลขยกกำลัง เป็นมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ นั่นคือคนที่จะเรียนรู้มโนทัศน์ของรูป สามเหลี่ยมจะต้องสามารถจำแนกเซตของรูปต่างๆเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่เป็นสามเหลี่ยมกับกลุ่มที่ไม่ใช่รูปสามเหลี่ยม

Toumasis (1995 : 98) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นความคิดขั้นสุดท้ายเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่เกิดจากการเรียนรู้ของ นักเรียนที่มีต่อสิ่งเร้า โดยนักเรียนสามารถแยกประเภทของสิ่งเร้าที่มีความสัมพันธ์กันและไม่ สัมพันธ์กัน ได้

Eggen and Kauchak (1996 : 108) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นความคิด ความเข้าใจของบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้า ซึ่งบุคคลสามารถจัดประเภทหรือจัดกลุ่มของสิ่งเร้าที่มีคุณสมบัติบางประการร่วมกัน โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้ เช่น มโนทัศน์ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า คือ รูปสี่เหลี่ยมที่มีขนาดของมุมทั้งสี่เท่ากันและเท่ากับ 90 องศา มีด้านตรงข้ามยาวเท่ากันและขนานกัน เป็นต้น

Schwarz and Hershkowitz (1999 : 363) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นความเข้าใจของบุคคลที่เป็นผลมาจากกระบวนการเรียนรู้มโนทัศน์ ซึ่งสามารถสรุปออกมาเป็นบทนิยามทางคณิตศาสตร์

Cockburn and Littler (2010 : 3-6) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นความคิดสำคัญในการทำความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์เฉพาะเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณ ความสัมพันธ์กับจำนวนรวมถึงการให้เหตุผลอย่างเป็นระบบ หรือความคิดสำคัญเกี่ยวกับลักษณะภายนอกของสิ่งของที่เกิดจากการสังเกต หรือการได้รับประสบการณ์

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นความคิดของบุคคลซึ่งเป็นนามธรรมเกี่ยวกับความรู้ทางคณิตศาสตร์ในด้านการคำนวณ ความสัมพันธ์จำนวน และการให้เหตุผลอย่างมีระบบ ทำให้มนุษย์สามารถแยกแยะวัตถุ จำแนกประเภทของสิ่งต่างๆ และสรุปความเข้าใจที่ได้ออกมาในรูปของนิยาม โดยอาศัยประสบการณ์ที่มีแล้วนำมาประมวลเป็นข้อสรุปทางคณิตศาสตร์

## 2.2 มโนทัศน์ทางเรขาคณิต

ได้มีนักการศึกษาหลายท่านให้ความหมายมโนทัศน์ทางเรขาคณิตไว้ดังนี้ บรรพต สุวรรณประเสริฐ (2544 : 90) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางเรขาคณิตไว้ว่า มโนทัศน์ทางเรขาคณิต หมายถึง ความเข้าใจเกี่ยวกับรูปทรงต่าง ๆ และความสัมพันธ์ในการให้เหตุผลที่เป็นไปตามหลักการพิสูจน์แบบอนุมาน คุณสมบัติของสิ่งที่มีการเปลี่ยนแปลงรูปทรงในเซตหนึ่ง การสืบสวนสอบสวนกฎต่าง ๆ ที่สามารถวัดได้จริงของสิ่งของในโลกกายภาพ เป็นการศึกษาของสิ่งของในโลกกายภาพที่ขึ้นอยู่กับกติกาหรือสัจพจน์ (Postulate) ความสัมพันธ์ของรูปทรงต่าง ๆ ของโลกกายภาพที่ไม่มีการทดแทนค่าในเชิงพีชคณิต

Good (1959 : 118) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางเรขาคณิตไว้ว่า มโนทัศน์ทางเรขาคณิต หมายถึง ความเข้าใจเกี่ยวกับเรขาคณิตในด้านการคำนวณความสัมพันธ์ กับ

จำนวน การให้เหตุผลอย่างมีระบบและคุณลักษณะภายนอกของสิ่งของ อันเกิดจากการสังเกต หรือการได้รับประสบการณ์ แล้วนำลักษณะนั้นมาประมวลเข้าด้วยกันให้เป็นข้อสรุปทาง เรขาคณิต

Cooney et al (1975 : 85) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางเรขาคณิตไว้ว่า มโนทัศน์ทางเรขาคณิต หมายถึง ความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับเรขาคณิตที่ได้เรียน โดย สามารถสรุปความเข้าใจที่ได้ออกมาในรูปของนิยามหรือความหมายทางเรขาคณิต

Bell (1981 : 124) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางเรขาคณิตไว้ว่า มโนทัศน์ ทางเรขาคณิต หมายถึง ความเข้าใจโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ เกี่ยวกับเรขาคณิต มี 3 แบบ คือ

1. การจัดประเภทของความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน และการใช้สัญลักษณ์
2. ข้อตกลงเกี่ยวกับการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์
3. การใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์บริสุทธิ์กับมโนทัศน์ทางสัญกรณ์ไป

แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และใช้ในสาขาที่เกี่ยวข้อง เช่น ความยาวพื้นที่ และปริมาตร เป็นต้น

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า มโนทัศน์ทางเรขาคณิต หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเรขาคณิตในด้าน สัญลักษณ์ ความสัมพันธ์ หรือการประยุกต์ใช้ที่เกิดจาก การได้รับประสบการณ์ในการเรียนรู้เรขาคณิต แล้วสรุปรวมให้อยู่ในรูปนิยาม ทฤษฎีบท และ สมบัติต่าง ๆ ทำให้สามารถอธิบายลักษณะ บอกความแตกต่าง จัดหมวดหมู่ สรุปลักษณะ ทั่วไปได้

### มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (Misconceptions) คือ ความเชื่อและความเข้าใจที่ได้มาจาก แนวคิดหรือความรู้ที่ไม่ถูกต้อง ความรู้ที่ไม่สมบูรณ์ คลุมเครือ มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจึงเป็น แนวคิดหรือความรู้ที่แตกต่างไปจากข้อตกลงที่เป็นที่ยอมรับทั่วไป

#### 1. ความหมายของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

ได้มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงความหมายของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ไว้ดังต่อไปนี้

Dykstra et al (1992 : 615) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไว้ว่า มโน ทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นคำตอบที่เข้าใจผิดของผู้เรียน เมื่อผู้เรียน ได้เผชิญกับสถานการณ์ที่ เฉพาะเจาะจงหนึ่ง ๆ เป็นความเชื่อพื้นฐานต่าง ๆ ที่ผู้เรียนมีเกี่ยวกับเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น

บนโลก ซึ่งผู้เรียนนำมาใช้อย่างหลากหลายในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่แตกต่างกัน และเป็นสิ่งที่ผู้เรียนยึดถือในการที่จะอธิบายความหมายของการเกิดเหตุการณ์เหล่านั้น

Chinn and Brewster (1993 : 5) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไว้ว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นความเชื่อบางอย่างที่ไม่ถูกต้อง นักเรียนจะเชื่ออย่างรวดเร็วและฝังรากลึกในใจของนักเรียนและนักเรียนจะไม่เปลี่ยนความเชื่อนี้อย่างง่ายดาย

Lawson (2002 : 165) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไว้ว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นความรู้ของตนเองที่ไม่สอดคล้องกับทฤษฎี ซึ่งเกิดจากประสบการณ์ของตนเอง โดยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนนี้ถ้าเกิดขึ้นกับนักเรียนแล้วจะฝังแน่นยากที่จะเปลี่ยนแปลงแก้ไขได้

Chi and Roscoe (2002 : 165) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไว้ว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หมายถึง ความรู้ที่ไม่ถูกต้องและยากต่อการเปลี่ยนแปลง

Drews (2005 : 11-17) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไว้ว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นความเชื่อและความเข้าใจที่ได้มาจากแนวคิดหรือความรู้ที่ไม่ถูกต้อง ความรู้ที่ไม่สมบูรณ์ คลุมเครือ มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจึงเป็นแนวคิดและความรู้ที่แตกต่างไปจากข้อตกลงที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอาจเกิดขึ้นก่อนการเรียนรู้หรือระหว่างการเรียนรู้ โดยนักเรียนมักจะไม่ว่าตนเองมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอย่างไร

Ashlock (2006 : 311-314) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไว้ว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นความเข้าใจผิดที่อาจจะเกิดจากความคลาดเคลื่อนของกฎ หรือความคลาดเคลื่อนตามลักษณะทั่วไป หรือผลของการตีความของนักเรียนที่ยังมีบางสิ่งยังไม่ได้เข้าใจอย่างชัดเจน

Cockburn and Littler (2010 : 6-10) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไว้ว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอาจเกิดจากการใช้สูตรหรือกฎผิด การสรุปที่เกินความเป็นจริง หรือน้อยกว่าความเป็นจริง การแปลความคิดที่คลาดเคลื่อนหรือนักเรียนมีความเข้าใจในสิ่งที่นักเรียนคิดยังไม่ชัดเจน

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หมายถึง ความเข้าใจที่ไม่ถูกต้อง คลุมเครือ เกี่ยวกับทฤษฎีบท กฎ สูตร และความคิดรวบยอดต่างๆที่ได้รับจากการเรียนรู้ เป็นแนวคิดและความรู้ที่แตกต่างไปจากข้อตกลงที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป โดยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอาจเกิดขึ้นก่อนหรือระหว่างการเรียนรู้ก็ได้และจะฝังแน่นยากที่จะเปลี่ยนแปลงแก้ไข



## 2. ลักษณะของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงลักษณะของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไว้ดังต่อไปนี้

Pipping (1975 : 623-628) ได้กล่าวถึงลักษณะของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไว้ว่า ลักษณะของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจำแนกได้ดังนี้

1. ความคลาดเคลื่อนจากการทำซ้ำ (Errors of Perseveration) ซึ่งมีหนึ่งองค์ประกอบ ตัวอย่างเช่น

$$9 \times 60 = 5605 \quad 6 \times 60000 = 36000 \quad 41 \times 7 = 47$$

2. ความคลาดเคลื่อนจากความสัมพันธ์ (Errors of Association) ที่เกี่ยวข้องกับกรณีปฏิสัมพันธ์ที่ไม่ถูกต้องระหว่างหนึ่งองค์ประกอบ ตัวอย่างเช่น

$$66 \quad 12 = 77 \quad 3 \times 9 = 36 \quad 56 + 15 = 67$$

3. ความคลาดเคลื่อนจากการแทรกแซง (Errors of Interference) มีการดำเนินงานที่แตกต่างกันหรือมีแนวคิดของผู้อื่นมาแทรกแซง ตัวอย่างต่อไปนี้แสดงให้เห็นถึงการแทรกแซงระหว่างขั้นตอนวิธีการสำหรับการบวกและการลบ

$$\begin{array}{r} 6845 \\ + \quad 372 \\ + \quad 35437 \\ + \quad \underline{561} \\ \hline \underline{30375} \end{array}$$

คำตอบที่ได้ นักเรียนจะเพิ่มเลขโดดในหลักหน่วยได้ 15 การบวกเลขโดดในหลักสิบและหลักร้อยจะได้ 17 และ 13 ตามลำดับ และลบออกจากส่วนที่เหลืออีกสองหลักในคำตอบ ความคลาดเคลื่อนจากการแทรกแซง ที่เกิดขึ้นก่อนหน้าที่นักเรียนจะได้เรียนรู้ทักษะหรือขั้นตอนวิธี เพราะกระบวนการที่คล้ายคลึงกันทำให้การเรียนรู้เกี่ยวกับทักษะใหม่หรือขั้นตอนวิธีจะทำได้ยาก

4. ความคลาดเคลื่อนจากการดูซึม ซึ่งนักเรียนจะได้ยินสิ่งที่ไม่ถูกต้องทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการอ่านหรือการเขียนและการเกิดความคลาดเคลื่อนด้านอื่น ๆ

ความคลาดเคลื่อนดังกล่าวมักจะเป็นความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการขาดความสนใจและขาดความเอาใจใส่ (ความคลาดเคลื่อนที่เกิดแบบสุ่มหรือเกิดจากความประมาท)

5. ความคลาดเคลื่อนจากการถ่ายโยงการเรียนรู้ทางลบ สามารถระบุผลของความคลาดเคลื่อนที่ได้จากชุดของแบบฝึกหัดหรือปัญหาคำ

Pines and West (1983 : 47-48) ได้กล่าวถึงลักษณะของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไว้ว่า ลักษณะของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน แบ่งประเภทของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนออกเป็น 3 ประเภท ตามสถานการณ์การเรียนรู้ที่แตกต่างกัน 3 รูปแบบ ดังนี้

1. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอันเกิดจากสถานการณ์ที่ขัดแย้งกัน (Misconception Derived from Conflict Learning Situation) แบ่งตามขั้นตอนของการเกิดได้ 3 ระยะคือ

1.1 ระยะของการรับรู้ (Awareness Phase) ครูจะต้องจัดเตรียมกิจกรรมต่าง ๆ อันเป็นการชักนำสิ่งที่มีอยู่ในตัวนักเรียนให้ปรากฏออกมา ครูต้องทุ่มเวลาให้กับช่วงนี้ เนื่องจากนักเรียนจะเสาะหาทำความเข้าใจกับความรู้ใหม่ ๆ ภายในขอบเขตของตนเอง และเมื่อไม่พบสิ่งที่พอใจสำหรับนักเรียนอาจก่อให้เกิดแนวความคิดที่ผิดพลาดขึ้นได้ ครูจะต้องหาทางแก้ไขความคิดผิด ๆ นี้

1.2 ระยะของการไม่สมดุล (Disequilibrium Phase) เมื่อนักเรียนได้ทำกิจกรรมต่าง ๆ นักเรียนจะเกิดการเรียนรู้ซึ่งจะเป็นความรู้ที่นักเรียนค้นพบจากการตีความสิ่งที่รับรู้ใหม่ตามประสบการณ์เดิมของแต่ละบุคคล ซึ่งความรู้เดิมและความรู้ใหม่อาจจะไม่สอดคล้องกันทำให้ผู้เรียนเกิดความไม่สมดุล

1.3 ระยะจัดระบบใหม่ (Reformulation Phase) เมื่อนักเรียนได้เผชิญกับปัญหาทางคณิตศาสตร์นักเรียนจะจัดระบบความรู้ใหม่ว่ามโนทัศน์ที่ถูกต้องคืออะไร ซึ่งครูเป็นผู้คอยชี้แนะและช่วยเหลือนักเรียน

2. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอันเกิดจากสถานการณ์ที่สอดคล้องกัน (Misconception Derived from Congruent Learning Situation) เช่น การขยาย ความหมายของคำแบบการหยั่งรู้ (Intuitive Meaning) ตูความหมายใหม่ (New Meaning) หรือการละทิ้งบางแง่มุมของความหมายของการหยั่งรู้เพื่อคงไว้ซึ่งแง่มุมใหม่ ๆ ที่ตนพอใจ ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความหมายของคำอันกลายเป็นปรากฏการณ์ธรรมดาของเด็ก ๆ เช่น มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์แสงและอาหารของพืช ซึ่งนักเรียนจะนำความหมายของคำว่าอาหารโดยทั่วไปเชื่อมโยงกับความหมายของคำว่าแหล่งอาหารของพืช ทำให้เกิดความสับสนและเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนว่าอาหารของพืชมาจากการที่พืชดูดอาหารจากดิน

3. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอันเกิดจากสถานการณ์ที่ให้ความรู้ โดยใช้  
 สัญลักษณ์ (Misconception Derived from a Symbolic Learning Situation) ความรู้จาก  
 สัญลักษณ์ต่าง ๆ คือนักเรียนไม่สามารถนำความรู้จากสัญลักษณ์ (Symbolic Knowledge) ให้มา  
 สัมพันธ์กับความรู้จริง (Real Knowledge) ได้

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่าลักษณะของการเกิดมโนทัศน์ที่  
 คลาดเคลื่อน เป็นความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากสถานการณ์ที่ขัดแย้งกัน จากการแทรกแซง การ  
 ถ่ายโยงความรู้ทางลบ จากการดูซึม ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากสถานการณ์ที่สอดคล้องกัน  
 จากการทำซ้ำ จากความสัมพันธ์ และความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากสถานการณ์ที่ให้ความรู้โดยใช้  
 สัญลักษณ์ จากการทำซ้ำ

### 3. สาเหตุของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

มีนักการศึกษาหลายท่านกล่าวถึงสาเหตุของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ไว้ดังต่อไปนี้  
 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2554 : 56- 82) ได้  
 กล่าวถึงสาเหตุของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไว้ว่า สาเหตุของการเกิดมโนทัศน์ที่  
 คลาดเคลื่อนอาจเกิดจากการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอที่ครูใช้ บางครั้งทำ  
 ให้นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อน ทั้งที่ครูอาจมีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง แต่การสื่อสารกับ  
 นักเรียนไม่ชัดเจนพอ ทำให้เข้าใจผิด หรือไม่มีการสื่อความหมายที่ลึกซึ้งในทางคณิตศาสตร์  
 มากพอ ทำให้นักเรียนเข้าใจไม่ชัดเจน จนอาจกลายเป็นความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในบางครั้ง

อัมพร ม้าคนอง (2557 : 98) ได้กล่าวถึงสาเหตุของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน  
 ไว้ว่า สาเหตุของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกิดจากการขาดความเข้าใจที่แท้จริงเกี่ยวกับ  
 ความหมายและลักษณะของมโนทัศน์การละเลยเงื่อนไขของทฤษฎีบท กฎ สูตร หรือบทนิยาม  
 ทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอีกมากมายที่ส่งผลต่อความคลาดเคลื่อนของมโนทัศน์  
 เช่น ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ความสามารถทางการคิด ระดับสติปัญญา และ  
 ประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน รวมทั้งบริบทและกระบวนการจัดการเรียนรู้

Pines and West (1983 : 47) Fishcr (1985 : 53-54) Halloun and Hestenes (1985 :  
 1056) Simson and Marek (1988 : 362) สรุปสาเหตุของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไว้ว่า อาจเกิด  
 จากคำอธิบายของผู้ใหญ่ที่ขาดความเข้าใจในมโนทัศน์เรื่องนั้น จากจินตนาการ จากคำอธิบายที่  
 เป็นนามธรรม การแปลความหมายจากความเข้าใจผิด ความขัดแย้งระหว่างประสบการณ์ใน  
 ชีวิตจริงกับประสบการณ์ในโรงเรียน และการใช้วิธีการแก้ปัญหาที่เคยใช้ได้ผลในบาง  
 สถานการณ์มาเป็นข้อสรุปในวิธีการแก้ปัญหาของตนต่อสถานการณ์ทั่วไป

Halloun and Hestenes (1985 : 1056) ได้กล่าวถึงสาเหตุของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไว้ว่า สาเหตุของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในบางครั้งการแปลความหมายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติตามความเชื่อของนักปราชญ์ในอดีต ก็เป็นผลให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในเรื่องนั้น ๆ ได้ชัดเจน อริสโตเติล เชื่อว่า ดินคืออาหารของพืชเป็นต้น

Osborne and Freyberg (1985 : 27) ได้กล่าวถึงสาเหตุของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไว้ว่า มโนทัศน์ที่เกิดขึ้นจริงในตัวนักเรียนจะแตกต่างจากมโนทัศน์ที่ครูต้องการให้นักเรียนมี เป็นสาเหตุให้นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกิดขึ้น ซึ่งมโนทัศน์ที่นักเรียนมีมักจะเข้าใจคลาดเคลื่อนจากที่ครูต้องการได้แก่ มโนทัศน์ที่ได้จากตำราเรียน มโนทัศน์ที่เกิดจากการทำกิจกรรม และมโนทัศน์ที่ได้จากการสรุปความรู้ต่างๆ

Simson and Marek (1988 : 362) ได้กล่าวถึงสาเหตุของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไว้ว่า สาเหตุของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ไม่ใช่มาจากประสบการณ์ในโรงเรียนเพียงสาเหตุเดียว แต่อาจเกิดจากคำอธิบายของผู้ใหญ่ที่ยังไม่เข้าใจมโนทัศน์นั้น ๆ ดีพอ จึงทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจผิดโดยรู้เท่าไม่ถึงการณ์

Renner et al (1990 : 3) ได้กล่าวถึงสาเหตุของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไว้ว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกิดจากตำราเรียน วิธีการสอน โดยครู และข้อสรุปของนักเรียนมีอยู่ก่อน หรือแนวคิดที่ไม่สอดคล้องกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

Swan (2001 : 148-150) ได้กล่าวถึงสาเหตุของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไว้ว่า การที่นักเรียนจะเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอาจเนื่องมาจากสาเหตุหลาย ๆ ประการ เช่น การได้รับความรู้จากครูที่มีความเข้าใจไม่เพียงพอในมโนทัศน์ที่สอน หรืออาจจะเกิดจากที่นักเรียนศึกษาจากตำราเรียนที่ให้ความรู้ไม่ชัดเจน ข้ามขั้นตอนวิธีทำ ทำให้นักเรียนสร้างมโนทัศน์ของตนเอง

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า สาเหตุของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกิดจากความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียน เช่น วุฒิภาวะ พัฒนาการด้านสติปัญญาเป็นต้น เกิดจากการทำความเข้าใจเนื้อหาที่คลาดเคลื่อน เกิดจากการอธิบายของครูผู้สอนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับมโนทัศน์นั้น ๆ แล้วถ่ายทอดให้นักเรียนอีกทอดหนึ่งเกิดจากเอกสารหรือตำราเรียน

#### 4. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนกับการเรียนการสอน

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนกับการเรียนการสอนไว้ดังต่อไปนี้

อัมพร ม้าคนอง (2557 : 98-99) ได้กล่าวถึงมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนกับการเรียนการสอนไว้ว่า เมื่อเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจะมีผลต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมาก โดยอาจจะทำให้นำความรู้ไปใช้อย่างไม่ถูกต้อง หรือไม่สามารถนำความรู้ไปใช้ได้ รวมทั้งอาจทำให้ความรู้พื้นฐาน ไม่ดีพอที่จะเรียนรู้มโนทัศน์อื่น แม้มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจะมีหลายลักษณะ แต่ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจริงในชั้นเรียน มักมีความคลาดเคลื่อนหลายลักษณะผสมกันอยู่ เช่น ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์หนึ่งปัญหา ผู้เรียนอาจมีความคลาดเคลื่อนในเรื่องของ ตัวแปร การแก้สมการ การดำเนินการ การคิดคำนวณ และการตรวจสอบการแก้ปัญหา การจะได้ ข้อมูลเกี่ยวกับความคลาดเคลื่อนลักษณะต่างๆ ผู้สอนจะต้องทำการวิเคราะห์หามโนทัศน์ของ ผู้เรียน โดยอาจจำแนกออกเป็นด้านต่างๆ ตามลักษณะของความคลาดเคลื่อน

Fisher (1985 : 53-54) ได้กล่าวถึงมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนกับการเรียนการสอนไว้ว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจะขยายวงจากเรื่องง่ายไปเรื่องยาก แม้เพียงเรื่องเดียวก็จะสามารถ ขยายออกไปได้เนื่องจากคนเรามีการพบปะสังสรรค์กัน และมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนบางเรื่อง เกี่ยวข้องกับความเชื่ออื่น ๆ ซึ่งเกี่ยวข้องกันอย่างมีระบบทำให้นักเรียนมีแนวโน้มที่จะนำไปใช้ ในชีวิตของเขาด้วย

Chi and Rosecoe (2002 : 3) ได้กล่าวถึงมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนกับการเรียนการสอนไว้ว่า การที่นักเรียนเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน จะเป็นอุปสรรคในการเรียนเนื้อหาใหม่ และเป็นอุปสรรคในการทบทวนความรู้เดิม

Suping (2003 : 9) ได้กล่าวถึงมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนกับการเรียนการสอนไว้ว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการเรียนการสอนจะเกิดขึ้นได้ง่าย และผู้เรียนไม่ทราบว่าได้เกิด มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนขึ้นแล้ว ทำให้เป็นอุปสรรคในการเรียนรู้เรื่องต่อไปและยากต่อการ เปลี่ยนแปลง

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนกับการเรียนการสอน จะเกิดขึ้นได้ง่ายและมีผลต่อการรับรู้เรื่องราวต่าง ๆ และเมื่อเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน แล้วทำให้ยากต่อการเปลี่ยนแปลงซึ่งจะเป็นอุปสรรคในการเรียนเนื้อหาใหม่เป็นอุปสรรคใน การทบทวนความรู้เดิม และทำให้นำความรู้ไปใช้อย่างไม่ถูกต้อง หรือไม่สามารถนำความรู้ไป ใช้ได้

## แนวคิดเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์

มีนักคณิตศาสตร์ศึกษาหลายท่านได้นำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

Radatz (1979 : 163-172) ได้กล่าวถึงแนวคิดเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า ความคลาดเคลื่อนในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรดสี่ ในประเทศเยอรมนี สรุปเป็นแนวคิด ได้ดังนี้

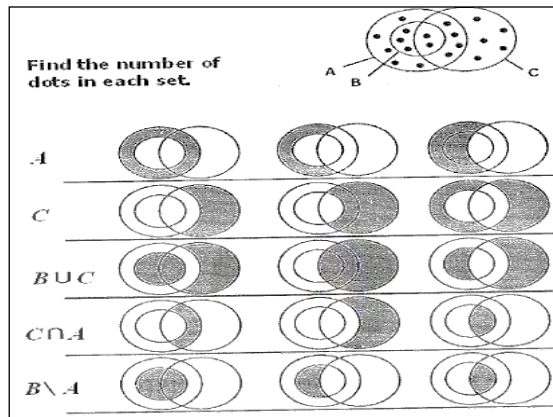
1. ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากความยากลำบากด้านภาษา (Errors Due to Language Difficulties) ภาษาทางคณิตศาสตร์เป็นภาษาสากล สำหรับนักเรียนที่ต้องรู้และเข้าใจแนวคิด สัญลักษณ์และคำศัพท์ทางคณิตศาสตร์ ความเข้าใจผิดเกี่ยวกับความหมายภาษาทางคณิตศาสตร์ อาจก่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนที่จุดเริ่มต้นของการแก้ปัญหา

2. ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากความยากลำบากในการรับข้อมูลเชิงพื้นที่ (Errors Due to Difficulties on Obtaining spatial Information) ตำราคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาในโรงเรียน ได้แสดงให้เห็นแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นในเนื้อหาการประมวลผลแทนสัญลักษณ์และการนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์ การตีความทางการศึกษาของบรูเนอร์เกี่ยวข้องกับการพัฒนาแนวคิด (Concept) ที่เกิดขึ้นให้มีความหลากหลาย มีคำแนะนำที่เป็นสัญลักษณ์ไออะแกรมและการสร้างของเงื่อนไขโดยใช้ภาพในการทำงานทางคณิตศาสตร์ สิ่งเหล่านี้ทำให้เกิดความต้องการ ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์และความสามารถในการแยกแยะภาพ แม้ว่าความต้องการดังกล่าวจะน้อยกว่าความต้องการให้นักเรียนรู้เรื่องเนื้อหาที่เฉพาะเจาะจงจากตัวอย่างที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนเรขาคณิต และการเรียนรู้ของนักเรียนจะเป็นตัวแทนที่เฉพาะเจาะจงสำหรับเนื้อหาคณิตศาสตร์ทั้งหมดที่เรียนในโรงเรียน จำนวนความคลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์จะแตกต่างกันระหว่างบุคคลอย่างมีนัยสำคัญในภาพเชิงพื้นที่และความคิดเชิงพื้นที่ (Spatial Imagery and spatial Thinking) และมีความยากลำบากที่เกิดขึ้นสำหรับเด็กบางคนในการได้รับข้อมูลเชิงพื้นที่หรือข้อมูลที่เป็นภาพหรือในการปฏิบัติงานทางคณิตศาสตร์

จากตัวอย่าง แผนภาพที่ 1 แสดงให้เห็นเซตห้าเซต ซึ่งเป็นความคลาดเคลื่อนที่พบบ่อยที่สุดเมื่อนักเรียนอ่านแผนภาพเวนน ส่วนที่แรเงาตรงกับจำนวนที่กำหนดให้ ซึ่งนักเรียนใช้ในการตอบคำถาม งานทางคณิตศาสตร์ใช้เป็นหนึ่งในการตรวจสอบการตอบสนองของนักเรียนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่คล้ายกันแต่มีการนำเสนอในบริบทที่แตกต่างกัน นักเรียนแก้ปัญหาโดยเกิดความคลาดเคลื่อนที่น้อยลงและเกิดความคลาดเคลื่อนที่แตกต่างกัน ซึ่งพบว่าปัญหาเกิดจากนักเรียนไม่มีความเข้าใจในการอ่านแผนภาพเวนน ไม่มีความเข้าใจใน

สัญลักษณ์หรือไม่มีความเข้าใจในสถานการณ์บริบทที่แตกต่างกัน นักเรียนจำนวนมากมีความยากลำบากในการอ่านแผนภาพเวนนี เพราะวาดแผนภาพไม่ถูกต้องและละเลยการวาดเส้นที่ไม่เกี่ยวข้อง

จากการตรวจสอบได้แสดงให้เห็นว่าการประมวลผลแทนสัญลักษณ์และการนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์ นักเรียนมีความยากลำบากมากในการประมวลผลข้อมูลและการวิเคราะห์ถึงการรับรู้



แผนภาพที่ 1 แสดงความคลาดเคลื่อนที่พบบ่อยที่สุด (แสดง โดยการแรเงา) เมื่อนักเรียนอ่านแผนภาพเวนนี

3. ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากความบกพร่องในทักษะที่จำเป็น ข้อเท็จจริงและแนวคิด (Errors Due Deficient Mastery of Prerequisite Skill, Fact and Concept) ประเภทของความคลาดเคลื่อนนี้รวมถึงการขาดความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์และการขาดความรู้เกี่ยวกับปัญหาที่เฉพาะเจาะจง การประสบความสำเร็จในการปฏิบัติงานทางคณิตศาสตร์ความรู้คือสิ่งที่จำเป็น แต่นักเรียนยังขาดความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับขั้นตอนวิธีการ นักเรียนยังมีการเรียนรู้ที่ยังไม่เพียงพอ ในเรื่องข้อเท็จจริงพื้นฐานและนักเรียนใช้กระบวนการและเทคนิคทางคณิตศาสตร์ที่ไม่ถูกต้อง และนักเรียนยังมีความไม่เพียงพอในเรื่องแนวคิดที่จำเป็นและสัญลักษณ์

บทบาทสำคัญของตัวแปรที่ใช้เพื่อส่งผลกระทบต่อผลลัพธ์ของการเรียนรู้ ประวัติของนักเรียนในการเรียนรู้ในโรงเรียนเป็นสิ่งที่มีความแตกต่างกันของนักเรียนแต่ละคน เป็นสิ่งที่ใช้เป็นองค์ประกอบเพื่อศึกษาความรู้ที่นักเรียนเคยเรียนมาแล้วก่อนหน้านี้สำหรับการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เฉพาะเจาะจง

ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากการถ่ายโยงการเรียนรู้ทางลบที่รู้จักกันในทางทฤษฎี การวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนในการศึกษาคณิตศาสตร์ เป็นสิ่งสำคัญในการศึกษากระบวนการแก้ปัญหา ความยืดหยุ่นในการถอดรหัสและการเข้ารหัสข้อมูลใหม่ หมายถึงประสบการณ์ของนักเรียนในการแก้ปัญหาที่คล้ายกันที่จะนำไปสู่ความคิดที่ไม่ยืดหยุ่น (Rigidity of Thinking) ในกรณีดังกล่าวนักเรียนจะพัฒนาองค์ความรู้ด้านการดำเนินการ นักเรียนยังคงใช้เงื่อนไขพื้นฐานในการปฏิบัติงานทางคณิตศาสตร์ที่มีการเปลี่ยนแปลงด้านเนื้อหาหรือกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งกระบวนการบางอย่างต้องทำการประมวลผลข้อมูลใหม่

4. การประยุกต์ใช้กฎหรือกลยุทธ์ที่ไม่เกี่ยวข้อง (Errors Due to the Application of Irrelevant Rules of Strategies) ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากการที่นักเรียนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการประยุกต์ใช้กฎหรือกลยุทธ์ที่ไม่เกี่ยวข้อง ทำให้เกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการแก้ปัญหา โดยนักเรียนคิดว่าตนเองได้แก้ปัญหาที่ถูกต้องแล้วและไม่ตระหนักถึงการนำทฤษฎี บทนิยาม กฎ มาประยุกต์ใช้การแก้ปัญหา

Vinneret al (1981 : 555-570) ได้ศึกษาปัจจัยบางปัจจัยด้านพุทธิพิสัยที่เป็นสาเหตุของความผิดพลาด (Mistake) ในการบวกเศษส่วน โดยใช้แบบสอบถาม จำนวน 30 ข้อ โดยศึกษา นักเรียนจำนวน 494 คน อายุระหว่าง 13-15 ปี ในประเทศอิสราเอล วัตถุประสงค์ของการศึกษาคือ การวิเคราะห์คำตอบที่ไม่ถูกต้องและคาดการณ์เกี่ยวกับกลยุทธ์ที่เป็นไปได้ที่นักเรียนจะใช้ในการแก้ปัญหา คำตอบที่ไม่ถูกต้องถูกนำมาวิเคราะห์ในสามขั้นตอน ในเนื้อหาใช้เนื้อหาการบวกและการลบเศษส่วน ดังนี้

1. การค้นหาตัวส่วนร่วม
2. การที่นักเรียนแสดงวิธีทำกรณีเศษส่วนที่มีตัวส่วนร่วม
3. การบวกตัวเศษของเศษส่วน (ว่าตอนนี้มีตัวส่วนร่วม)

และนำมาจัดหมวดหมู่ของความคลาดเคลื่อนได้ 3 หมวดหมู่ คือ

หมวดหมู่ 1 ข้อบ่งชี้ของขั้นตอนวิธีของตัวส่วนร่วม (There is Indication of the Common Denominator Algorithm)

หมวดหมู่ 2 ข้อบ่งชี้ของนักเรียนว่าได้แสดงความคิด (Idea) เกี่ยวกับตัวส่วนร่วม แต่ นักเรียนไม่ได้แสดงความคิด (Idea) ของเศษส่วนที่เท่ากันที่สูญหายไป (There is an Indication That the Student is Activated Somehow by the Idea of the Common Denominator, but Idea of Equivalent Fractions is Missing.)



หมวดหมู่ 3 ข้อบ่งชี้ของทั้งสองความคิดของตัวหารร่วมและความคิดของเศษส่วนที่เท่ากัน

Borasi (1985 : 1-14) ได้ศึกษาการใช้ความคลาดเคลื่อนเป็นจุดเริ่มของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และได้สรุปความคลาดเคลื่อน ไว้ดังนี้

1. นักศึกษาไม่เคยรู้วิธีการแก้ปัญหา
2. นักศึกษาขาดทักษะที่จำเป็นในการเรียนรู้เช่น ข้อเท็จจริงหรือแนวความคิด
3. ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากความสัมพันธ์ที่ไม่ถูกต้องหรือการยึดมั่นในความคิดของตนเอง

4. ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการประยุกต์ใช้กฎหรือยุทธวิธีที่ไม่เกี่ยวข้อง
5. ความคลาดเคลื่อนอันเนื่องมาจากปัญหาด้านภาษา
6. นักศึกษาอาจต้องใช้เวลามากขึ้นเพื่อให้การแก้ปัญหาเสร็จสมบูรณ์
7. ความคลาดเคลื่อนในวิชาพีชคณิต
8. ความคลาดเคลื่อนอันเนื่องมาถึงทางตัน (นักศึกษาคิดไม่ออก)
9. มีข้อมูลที่ขาดหาย
10. ไม่มีความพยายามที่จะแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น

Movshovitz-hadar et al (1987 : 3-14) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์รูปแบบความคลาดเคลื่อนทางการเรียนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา เป็นการวิเคราะห์เชิงการแก้ปัญหาจากงานเขียนของนักเรียนจากการทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ประเทศอิสราเอล พบลักษณะความคลาดเคลื่อน 6 ด้าน คือ

1. ด้านการใช้ข้อมูลผิด (Misused Data) นักเรียนใช้ข้อมูลที่ไม่ได้ระบุในโจทย์และนักเรียนใดเพิ่มข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องเข้ามาไม่ใช้ข้อมูลที่จำเป็นในขั้นตอนการแก้ปัญหา นักเรียนหาคำตอบในสิ่งที่โจทย์ไม่ต้องการ
2. ด้านการตีความด้านภาษา (Misinterpreted Language) นักเรียนตีความจากประโยคภาษามาเป็นประโยคคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง
3. ด้านการอ้างอิงวิธีการคิดหาเหตุผลที่ไม่สมบูรณ์ (Logically Invalid Inference)
4. ด้านการบิดเบือนทฤษฎีบทกฎ สูตร บทนิยาม และสมบัติ (Distorted Theorem or Definition) นักเรียนขาดความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับทฤษฎีบท กฎ สูตร บท นิยาม และสมบัติ และนักเรียนจำทฤษฎีบท กฎ สูตร บทนิยาม และสมบัติผิด

5. ด้านขาดการตรวจสอบในระหว่างการแก้ปัญหา (Unverified Solution) นักเรียนสามารถแสดงวิธีทำถูกต้อง แต่คำตอบผิดจากที่โจทย์กำหนด หรือนักเรียนไม่สามารถหาคำตอบได้ และนักเรียนแสดงวิธีทำผิดแต่คำตอบถูก

6. ด้านข้อผิดพลาดในเทคนิคการทำ (Technical Error) มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน คือ ขาดความระมัดระวังในการคิดคำนวณ

Truran (1987 : 92) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนและเทคนิคการสอนเพื่อแก้ไขความคลาดเคลื่อน ได้วิเคราะห์ถึงสาเหตุของความคลาดเคลื่อน และแบ่งระดับความคลาดเคลื่อนไว้ 9 ด้าน คือ

1. รูปแบบของคำถาม
2. การอ่านคำถาม
3. ความเข้าใจในคำถาม
4. กลยุทธ์ในการเลือกใช้ความรู้
5. ทักษะการเลือกใช้ความรู้
6. ทักษะการประยุกต์ใช้ความรู้
7. การเสนอคำตอบ
8. ความคลาดเคลื่อนซึ่งไม่สามารถระบุสาเหตุที่แน่นอนได้ เช่น การขาดความระมัดระวัง
9. ความคลาดเคลื่อนซึ่งครูจะทราบไปจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน

Colgan (1991 : 91) ได้วิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนเนื้อหาวิชา Finite Mathematics ของนักเรียนระดับวิทยาลัย ประเทศสหรัฐอเมริกา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนใน มหาวิทยาลัยอินเดีย จำนวน 250 คน โดยศึกษาจากการทดสอบย่อย การสอบ และจากแบบทดสอบวัดทักษะทางคณิตศาสตร์พบว่าความคลาดเคลื่อนของนักเรียนนั้นอธิบายได้โดยใช้การแจกแจงลักษณะความคลาดเคลื่อนของ Movshovitz-Hadaret al (1987 : 18) ความคลาดเคลื่อนที่ได้เรียงจากมากไปน้อยได้แก่ความคลาดเคลื่อนด้านการใช้ภาษา การขาดความรับผิดชอบ และเทคนิควิธีการในทุกระดับคะแนน นักศึกษามีเปอร์เซ็นต์ของความคลาดเคลื่อนแต่ละวิชาเท่า ๆ กันและมีนักศึกษาบางส่วนมีความคลาดเคลื่อนด้านทักษะการคิดคำนวณ และบางส่วนมีความคลาดเคลื่อนด้านทักษะการแก้ปัญหา โครแกนสรุปแนวคิดเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ได้ดังนี้

1. ไม่มีคำตอบ
2. ความคลาดเคลื่อนจากข้อมูล เช่น ความคลาดเคลื่อนจากการตัดลอก
- 3 ความคลาดเคลื่อนจากภาษา
4. ความคลาดเคลื่อนจากตรรกะ (Logic)
5. คลาดเคลื่อนจากนิยาม ทฤษฎีบทหรือกฎ
6. วิธีการแก้ปัญหาที่ไม่สมบูรณ์
7. ความคลาดเคลื่อนทางเทคนิค (เช่นขาดทักษะพื้นฐานในการคำนวณ)
8. การขาดความรู้

Wu (2005 : 10-17) ได้ระบุความคลาดเคลื่อนของนักเรียนเกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการเชิงตัวเลข และสมการทางพีชคณิต ไว้ดังนี้

1. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการเชิงตัวเลข คือ นักเรียนไม่ตระหนักถึงความหมายที่แตกต่างกันของเศษส่วน (สัมประสิทธิ์ ค่าคงที่ ความชัน และสัดส่วน ฯลฯ) และนักเรียนมีปัญหาในการทำความเข้าใจค่าของเศษส่วน

2. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับสมการทางพีชคณิต คือ นักเรียนไม่มีความเข้าใจกระบวนการแก้สมการ และเกิดความคลาดเคลื่อนในการคำนวณ(ทศนิยม เศษส่วน และจำนวนเต็ม)

Van de Wallc (2010 : 104-105) ได้ระบุความคลาดเคลื่อนของ นักเรียนเกี่ยวกับฟังก์ชัน ว่านักเรียนไม่มีความเข้าใจในเรื่องความเป็นสัดส่วนและความไม่เป็น สัดส่วนของฟังก์ชัน (Proportionality or Non-Proportionality of Functions) สรุปได้ว่า ลักษณะมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางพีชคณิต ได้แก่

1. การนำเสนอสัญลักษณ์แทนสถานการณ์
2. การใช้วงเล็บเรียงลำดับก่อนหลังของการคำนวณ และการรวมพจน์
3. การเขียนสัญลักษณ์แทนอัตราส่วน
4. มีความเชื่อว่าการหาคำตอบในพีชคณิตไม่สามารถเป็นจำนวนได้
5. การแปลความฟังก์ชันไม่ถูกต้อง ปัญหาในเรื่องสัญลักษณ์ของฟังก์ชัน และความเข้าใจในเรื่องความเป็นสัดส่วนและความไม่เป็นสัดส่วนของฟังก์ชัน
6. ความชันของเส้นตรง เรื่องของกราฟ การแปลความกราฟไม่ถูกต้อง
7. เข้าใจความหมายของเศษส่วนคลาดเคลื่อน และการคำนวณ โดยเฉพาะทศนิยม เศษส่วน และจำนวนเต็ม

8. ไม่เข้าใจกระบวนการแก้สมการ เข้าใจไม่ถูกต้องเกี่ยวกับสมบัติต่างๆที่ใช้ในการแก้สมการ

9. ไม่สามารถทำให้เป็นพจน์อย่างง่ายได้

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า แนวคิดเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางทฤษฎีคณิตศาสตร์มีลักษณะความคลาดเคลื่อนด้านต่าง ๆ ดังนี้ มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านภาษาด้านทฤษฎีบท ด้านสัญลักษณ์ ด้านทักษะและความรู้ ด้านการแก้ปัญหา ด้านการตรวจสอบผลลัพธ์ ด้านการเชื่อมโยงและด้านการให้เหตุผลที่ไม่สมบูรณ์

### มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต

#### 1. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตของนักคณิตศาสตร์ศึกษา

นักคณิตศาสตร์ศึกษาหลายท่าน ได้กล่าวถึงมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตไว้หลายด้าน ดังนี้

Kembitzky and Kimberle (2009 : 330) ได้ระบุลักษณะความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต ไว้ดังนี้

1. เข้าใจผิดเกี่ยวกับเส้นขนานและมุม
2. เข้าใจผิดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของมุมบนเส้นขนาน
3. ความคลาดเคลื่อนในการแก้ปัญหา
4. ความคลาดเคลื่อนในการใช้สมบัติ

Aysen Ozerem (2012 : 724-727) ได้ระบุลักษณะความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตไว้ดังนี้

1. ขาดความเข้าใจในเรื่องของมุม เช่น มุมแย้งจะมีขนาดมุมเท่ากัน สาเหตุเกิดจากนักเรียนไม่ให้ความสำคัญเกี่ยวกับมุมภายในเส้นขนาน
2. การรับรู้เกี่ยวกับสมบัติ เช่น สมบัติของรูปสี่เหลี่ยม สาเหตุเกิดจาก นักเรียนไม่สามารถแยกแยะประเภทของรูปสามเหลี่ยมได้
3. ในเรื่องพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมพบว่านักเรียนสับสนกับพื้นฐานของรูปสามเหลี่ยม ซึ่งเป็นสูตรพื้นที่ สาเหตุเกิดจาก การจำสูตร การให้เหตุผลและการมองเห็นภาพของนักเรียน
4. ความคลาดเคลื่อนของนักเรียนในขณะที่ดำเนินการหาพื้นที่ที่เรงมาจากพื้นที่ทั้งหมด สาเหตุเกิดจาก การคิดเชิงพื้นที่ ความรู้เดิมของผู้เรียน

5. ใช้สูตร ไม่ถูกต้อง เช่น พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานคือความสูงคูณฐาน นักเรียนแบ่งครึ่งฐานความสูงทั้งสอง สาเหตุเกิดจาก นักเรียนขาดการทำความเข้าใจและการฝึกฝนเกี่ยวกับการหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน ไม่เข้าใจคำว่าพื้นที่ไม่เข้าใจการใช้สูตร
6. การเปลี่ยนหน่วยที่ไม่ถูกต้องเกี่ยวกับการวัด สาเหตุเกิดจาก ในชีวิตประจำวันนักเรียนไม่ได้ใช้การเปลี่ยนหน่วย นักเรียนขาดการศึกษาและการฝึกฝนในการเปลี่ยนหน่วย
7. ขาดการตรวจสอบของมุมในรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว สาเหตุเกิดจาก ไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมกับเนื้อหาใหม่ได้ ขาดการให้เหตุผลเชิงพื้นที่
8. ความคลาดเคลื่อนของการดำเนินการ เช่น การคำนวณพื้นที่ การคูณ การบวกลบหรือการหาร สาเหตุเกิดจาก นักเรียนขาดสมาธิ ไม่เห็นถึงความสำคัญของการดำเนินการ
9. ความคลาดเคลื่อนของการดำเนินการเกี่ยวกับมุม ด้าน มุมบนเส้นขนาน และคุณสมบัติของความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยม สาเหตุเกิดจาก นักเรียนขาดการฝึกฝนและการเรียนรู้ไม่สามารถซึมซับคุณสมบัติของเส้นขนานได้
10. ไม่สามารถแยกแยะความแตกต่างของแนวความคิดสมการและการแสดงออกได้ ตัวอย่าง เช่น เมื่อความยาวด้านเป็นการแสดงออกเกี่ยวกับพีชคณิต นักเรียนไม่สามารถที่จะหาพื้นที่ได้
11. ในขณะที่นักเรียนกำลังทำการขยาย พวกเขาไม่ได้เขียนพิกัดของจุดศูนย์กลางของการขยายตัว สาเหตุเกิดจากนักเรียนอ่านคำถามไม่รอบคอบ นักเรียนไม่ได้ทำตามคำแนะนำของคำถามอย่างรอบคอบ
12. นักเรียนเรียกรูปทรงสามมิติไม่ถูกต้อง ตัวอย่างเช่น แทนที่จะเรียกรังสีเหลี่ยมแต่นักเรียนเรียกรูปสี่เหลี่ยม เป็นต้น สาเหตุเกิดจาก นักเรียนเริ่มต้นจากคำศัพท์พื้นฐานที่ผิดพลาด
13. นักเรียนมีความคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับผลบวกของมุมภายใน และขนาดของมุมภายนอกและมุมภายในเส้นขนาน สาเหตุเกิดจากการเรียนขาดการเรียนรู้เกี่ยวกับสูตรและคำจำกัดความของมุม นักเรียนไม่ทราบว่าอย่างไรให้ถูกต้อง
14. ข้อมูลบางส่วนขาดหายไปในส่วนที่เป็นคำอธิบาย ตัวอย่างเช่น เมื่อนักเรียนได้รับคำถามให้อธิบายการแปลง แต่นักเรียนไม่ได้ใช้คำที่เฉพาะเจาะจง เช่น การแปลง การหมุน สาเหตุเกิดจาก นักเรียนขาดความรู้และล้มละลายละเอียดเกี่ยวกับหัวข้อนั้น ๆ

15. นักเรียนมีความคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการขยายและการใช้วัตถุที่ไม่ถูกต้องของพิกัด สาเหตุเกิดจากนักเรียนไม่เข้าใจกระบวนการของการขยายและสับสนพิกัดเมื่อขยายวัตถุ

16. นักเรียนคูณจำนวน 2 แทน 3 เมื่อคำนวณปริมาณของลูกบาศก์ สาเหตุเกิดจากนักเรียนไม่ทราบสูตรและสับสนสูตรของลูกบาศก์ที่มีสูตรของพื้นที่

17. การใช้งานที่ไม่ถูกต้องของคำศัพท์ ตัวอย่างเช่น นักเรียนใช้คำว่า "แปล" แทน "การแปลง" สาเหตุเกิดจาก นักเรียนขาดการรับรู้ของข้อตกลงอย่างเป็นทางการ

Habila Elisha Zuya and Simon Kevin Kwalat (2015 : 108-112) ได้ระบุลักษณะความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต ไว้ดังนี้

1. ความเข้าใจผิดที่เกี่ยวข้องกับมุมในเส้นคู่ขนาน
2. ไม่ทราบวิธีการที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหา
3. แก้ปัญหาไม่สมบูรณ์
4. ความคลาดเคลื่อนในการใช้คุณสมบัติที่เฉพาะเจาะจง
5. นักเรียนไม่ได้ใช้ทฤษฎีบทที่กำหนด
6. เข้าใจผิดเกี่ยวกับการนำทฤษฎีบทมาใช้
7. เสนอคำตอบคลาดเคลื่อน
8. ขาดทักษะพื้นฐานการคำนวณ

2. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตจากศึกษาเอกสาร รายงานการวิจัย วารสาร หนังสือและตำรา

นวลศรี ชำนาญกิจ (2546 : 19-21) ได้ระบุลักษณะความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตไว้ดังนี้

1. ยึดติดกับตำแหน่งหรือทิศทางของรูปในลักษณะตั้งขึ้น
2. คิดว่ามุมที่มีแขนยาวกว่าจะมีขนาดใหญ่กว่าทั้ง ๆ ที่มุมมีขนาดเท่ากัน
3. ยึดติดกับลูกศรที่กำกับแขนของมุม เมื่อกำหนดมุมที่ใช้ส่วนของเส้นตรงเป็นแขนของมุมจะบอกว่าไม่ใช่มุม มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับแขนของมุม โดยคิดว่ามุมจะต้องมีแขนทั้งสองแขนยาวเท่ากัน
4. คิดว่าจุดที่อยู่ภายในมุมต้องอยู่ในบริเวณรูปสามเหลี่ยมที่เกิดจากการลากเส้นตรงเชื่อมปลาย แขนของมุมทั้งสองแขนเท่านั้น จุดที่อยู่นอกบริเวณนั้น ไม่อยู่ภายในมุม

5. เข้าใจว่า รังสี เส้นขนานและมุมตรง อยู่ในแนวนอนเท่านั้น

6. ยึดติดกับสัญลักษณ์ที่ใช้กำกับรูป เช่น สัญลักษณ์มุมฉาก

งามพร้อม อ่อนบัวขาว (2556 : 46-59) ได้ระบุลักษณะความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต ไว้ดังนี้

1. นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัด

2. นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเรื่องเส้นขนานกับมุมแย้ง

3. นักเรียนไม่สามารถบอกลักษณะของเป็นมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันได้

4. ไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ระหว่างมุมแย้งได้ เมื่อเส้นตรงคู่ขนานกัน

5. นักเรียนมีความคลาดเคลื่อนในการแก้ปัญหของสมการ

6. นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในทฤษฎีบทเส้นขนานกับมุมภายใน

7. นักเรียนมีความคลาดเคลื่อนในการนำทฤษฎีบทมาใช้ในการแก้ปัญห

8. นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับมุมภายในกับมุมภายนอก

9. นักเรียนจำทฤษฎีบทสลับกัน

10. นักเรียนมีความเข้าใจในทฤษฎีบทที่ไม่สมบูรณ์

Clements (1982 : 65) ได้กล่าวถึงลักษณะความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตไว้ความเข้าใจผิดของนักเรียนเกี่ยวกับแนวคิดทางเรขาคณิตเกิดจากนักเรียนไม่เข้าใจในวิชาของพวกเขา นักเรียนเหมารวมกฎที่เฉพาะเจาะจงเกี่ยวกับการแสดงออกทางเรขาคณิต ส่วนใหญ่ นักเรียนเรียนรู้ด้วยการท่องจำและนักเรียนไม่สามารถเข้าใจแนวคิดว่า ถ้านักเรียนมีความเข้าใจผิดก่อนที่จะมีการเรียนรู้เรื่องนี้ อาจนำไปสู่ความเข้าใจผิดใหม่

Mdutshekelwa Ndlovu and Andile Mji (2012 : 185-194) ได้ระบุลักษณะความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต ไว้ดังนี้

1. ความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการใช้คำศัพท์

2. ความเข้าใจผิดเกี่ยวกับการอ้างอิงที่ไม่เหมาะสมของ

3. ความคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการให้เหตุผล

4. ความคลาดเคลื่อนในการจัดระเบียบข้อมูลไปสู่ข้อสรุป

Cagri Biber (2013 : 52-58) ได้ระบุลักษณะความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต ไว้ดังนี้

1. เข้าใจผิดเกี่ยวกับการเท่ากันของมุม

2. ความคลาดเคลื่อนในการแก้ปัญห

3. ความล้มเหลวในการเชื่อมโยงคุณสมบัติและความรู้อื่น ๆ ที่จำเป็นมาใช้ในการแก้ปัญหา

4. ความคลาดเคลื่อนในการใช้สมบัติที่เฉพาะเจาะจงในสถานการณ์ที่แตกต่างกัน

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่าลักษณะมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต ได้แก่ ขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเรขาคณิต เข้าใจผิดเกี่ยวกับตำแหน่งและขนาดของมุมยึดติดกับตำแหน่งหรือทิศทางของรูปในลักษณะตั้งขึ้น ยึดติดกับสัญลักษณ์ที่ใช้กำกับรูป ความเข้าใจผิดเกี่ยวกับความรู้พื้นฐานทางเรขาคณิต ความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการใช้คำศัพท์ ความคลาดเคลื่อนในการให้เหตุผล ความคลาดเคลื่อนในการจัดระเบียบข้อมูลไปสู่ข้อสรุปนักเรียนจำทฤษฎีบทผิด นักเรียนขาดความเข้าใจเกี่ยวกับมุมบนเส้นขนาน มีความคลาดเคลื่อนในการนำทฤษฎีบทมาใช้ในการแก้ปัญหา นักเรียนจำทฤษฎีบทสลับกัน เข้าใจในทฤษฎีบทไม่สมบูรณ์ เข้าใจผิดเกี่ยวกับการเท่ากันของมุม ความคลาดเคลื่อนในการแก้ปัญหา ความล้มเหลวในการเชื่อมโยงคุณสมบัติและความรู้อื่น ๆ ที่จำเป็นมาใช้ในการแก้ปัญหา ความคลาดเคลื่อนในการใช้สมบัติที่เฉพาะเจาะจงในสถานการณ์ที่แตกต่างกัน

### **มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2554 : 56- 82) ได้นำเสนอตัวอย่างความคลาดเคลื่อนของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งพบว่ามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในเนื้อหาเรขาคณิตพบว่ายังมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในมโนทัศน์เกี่ยวกับการใช้สัญลักษณ์ของส่วนของเส้นตรงและมุม เมื่อใช้สื่อความหมายของการเรียกชื่อ และในแง่ของขนาด นอกจากนั้นครูยังขาดความเข้าใจเกี่ยวกับการเรียงลำดับของเนื้อหาที่ต้องมีความต่อเนื่องและการให้เหตุผล เช่น มักมีคำถามว่าทำไมจึงไม่สอนสมบัติที่นำไปสู่ความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยมให้ครบทุกความสัมพันธ์ในคราวเดียวกัน คือ ด.ม.ด., ม.ด.ม, ด.ด.ด, ม.ม.ด. และ จ.ด.ด. ในการเรียนการสอนทำโมเดลเรขาคณิตที่เท่ากันทุกประการจึงเน้นรูปสามเหลี่ยมปัญหาเหล่านี้ครูควรศึกษาเพื่อให้เข้าใจถึงขอบเขตเนื้อหา ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้อย่างเป็นระบบมากขึ้น มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนและสับสนน้อยลงลักษณะความคลาดเคลื่อนในประเด็นที่เกี่ยวกับการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอที่ครูใช้ บางครั้งทำให้นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อน ทั้งที่ครูอาจมีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง แต่การสื่อสารกับ



นักเรียนไม่ชัดเจนพอ ทำให้เข้าใจผิด หรือไม่มีการสื่อความหมายที่ลึกซึ้งในทางคณิตศาสตร์ มากพอ ทำให้นักเรียนเข้าใจไม่ชัดเจน จนอาจกลายเป็นความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในบางครั้ง เช่น การใช้สัญลักษณ์  $AB$  แทนความยาวของส่วนของเส้นตรง  $AB$  มีความหมายแตกต่างกันกับ สัญลักษณ์  $\overline{AB}$  ซึ่งใช้แทนส่วนของเส้นตรง  $AB$  นักเรียนมักนำไปใช้อย่างถูกบ้างผิดบ้าง เช่น

$$AB = CD \text{ ใช้ผิดเป็น } \overline{AB} = \overline{CD}$$

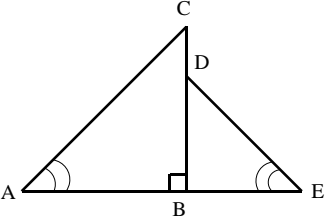
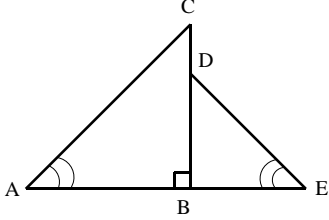
$$\overline{AB} // \overline{CD} \text{ ใช้ผิดเป็น } AB // CD$$

สำหรับลักษณะมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเนื้อหาสาระเรขาคณิต ที่อาจพบบ่อยๆ มีดังนี้

ตารางที่ 3 มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	มโนทัศน์ที่ถูกต้อง
1. สับสนเกี่ยวกับการใช้สัญลักษณ์ $AB, \overline{AB}, m(\overline{AB})$ และ $\overline{AB}$	1. สัญลักษณ์เหล่านี้เกี่ยวข้องกับส่วนของเส้นตรงและเส้นตรง โดยใช้ดังนี้ $\overline{AB}$ แทน เส้นตรง $AB$ (เมื่อต้องการเรียกชื่อเส้นตรงนั้นๆ) $\overline{AB}$ แทนส่วนของเส้นตรง $AB$ หรือใช้แทนด้านของรูปสามเหลี่ยม $m(\overline{AB})$ แทนความยาวของส่วนของเส้นตรง $AB$ $AB$ แทน ความยาวของส่วนของเส้นตรง $AB$ เช่นกัน

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	มโนทัศน์ที่ถูกต้อง
<p>2. ขาดความเข้าใจในข้อตกลงเกี่ยวกับการใช้สัญลักษณ์แทนมุมและขนาดของมุม เช่น <math>\hat{A}BC</math> และ <math>m(\hat{A}BC)</math></p>	<p>2. ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีข้อตกลงใช้สัญลักษณ์ เช่น <math>\hat{A}BC</math> แทนมุม B ที่มี <math>\overline{BA}</math> และ <math>\overline{BC}</math> เป็นแขนของมุม และใช้ <math>m(\hat{A}BC)</math> แทนแขนของ <math>\hat{A}BC</math> แต่เพื่อความสะดวกในการนำไปใช้เกี่ยวกับขนาดของมุม จะใช้ <math>\hat{A}BC</math> แทนการเรียกชื่อ <math>\hat{A}BC</math> และแทนขนาดของ <math>\hat{A}BC</math> ด้วย</p> <p>ดังนั้นในการเรียนการสอนทั้งครูและนักเรียนจะต้องอ่าน เขียน หรือเรียกชื่อของมุมให้ถูกต้องตามสถานการณ์ เช่น เมื่อเขียนว่า <math>\hat{A}BC = \hat{C}DE</math> ต้องอ่านว่าขนาดของมุม ABC เท่ากับขนาดของมุม CDE ซึ่งข้อความ <math>\hat{A}BC = \hat{C}DE</math> มีความหมายอย่างเดียวกันกับ <math>m(\hat{A}BC) = m(\hat{C}DE)</math></p>
<p>3. ในการใช้เครื่องหมาย = และ <math>\cong</math> ลักษณะการใช้ที่ไม่ถูกต้องเช่น เขียน <math>\overline{AB} = \overline{CD}</math> และเขียน <math>\triangle ABC = \triangle DEF</math></p>	<p>3. ในเรขาคณิตเครื่องหมาย = แทนการเท่ากัน ในเชิงปริมาณ หรือต้องการสื่อว่าเป็นรูปเรขาคณิตชนิดเดียวกัน ในขณะที่เครื่องหมาย <math>\cong</math> แทนความเท่ากันทุกประการของรูปเรขาคณิต โดยรูปเรขาคณิตสองรูปเท่ากันทุกประการ ก็ต่อเมื่อเคลื่อนที่รูปหนึ่งไปทับอีกรูปหนึ่งได้สนิท ตัวอย่างเช่น</p> <p>1) เมื่อมีส่วนของเส้นตรง AB และส่วนของเส้นตรง CD ยาวเท่ากันเขียนแสดงแทนได้เป็น <math>AB = CD</math> หรือ <math>\overline{AB} = \overline{CD}</math> ในขณะที่ถ้าเขียนว่า <math>\overline{AB} = \overline{AB}</math> ยังถือว่าถูกต้อง แต่ไม่ค่อยนิยมเขียนกัน และนิยมเขียนเป็น <math>AB = AB</math> หรือ <math>\overline{AB} \cong \overline{AB}</math></p> <p>2) เมื่อมี <math>\hat{A}BC</math> และ <math>\hat{D}EF</math> ที่ขนาดเท่ากัน</p>

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	มโนทัศน์ที่ถูกต้อง
	<p>เขียนแสดงได้เป็น <math>m(\hat{A}BC) = m(\hat{D}EF)</math> หรือ <math>\hat{A}BC \cong \hat{D}EF</math> อย่างไรก็ตามในหนังสือเรียน ได้อธิบายว่า เมื่อนักเรียนได้เรียนเรื่องความเท่ากันทุกประการของมุมแล้วก็ให้เขียน <math>\hat{A}BC = \hat{D}EF</math> ได้โดยต้องระมัดระวังในการอ่านให้ถูกต้องตามสถานการณ์</p> <p>3) เมื่อมี <math>\triangle ABC = \triangle DEF</math> เท่ากันทุกประการ เขียนแสดงได้เป็น <math>\triangle ABC \cong \triangle DEF</math> ในขณะที่ถ้าเขียนว่า <math>\triangle ABC = \triangle ABC</math> ยังถือว่าใช้ถูกต้อง แต่ไม่ค่อยนิยมกัน และนิยมเขียนเป็น <math>\triangle ABC \cong \triangle ABC</math></p>
<p>4. ความคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการเขียนสัญลักษณ์แทนรูปสามเหลี่ยมสองรูปที่คล้ายกัน หรือเท่ากันทุกประการ กล่าวคือไม่ตระหนักถึงความเป็นด้านคู่ที่สมนัยกัน เช่น</p>  <p>เช่น เขียนเป็น <math>\triangle ABC \sim \triangle DBE</math></p>	<p>4. เมื่อกำหนดรูปสามเหลี่ยมสองรูปที่เท่ากันทุกประการ หรือคล้ายกัน จะต้องเขียนสัญลักษณ์แทนรูปสามเหลี่ยมโดยลำดับตัวอักษรด้านคู่ที่สมนัย หรือมุมคู่ที่สมนัยกัน เช่น</p>  <p>โจทย์กำหนดให้ <math>\overline{CB} \perp \overline{AE}</math> ที่จุด B และ <math>\hat{C}AB = \hat{D}EB</math> ซึ่งทำให้ได้ว่า <math>\hat{A}CB = \hat{E}DB</math></p> <p>ในการสรุปเป็นรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน ที่ถูกต้อง จะต้องเขียนแสดงเป็น <math>\triangle ABC \sim \triangle DBE</math> โดยมี <math>\overline{AB}</math> สมนัยกับ <math>\overline{EB}</math></p>

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	มโนทัศน์ที่ถูกต้อง
<p>5. ครูขาดความเข้าใจในเนื้อหา โดยสอนรูปสามเหลี่ยมสองรูปที่เท่ากันทุกประการ ซึ่งมีความสัมพันธ์แบบ ม.ม.ด. ไปพร้อมๆกับความสัมพันธ์ ค.ม.ด. ม.ค.ม. และ ค.ค.ม. ในคราวเดียวกัน</p>	<p><math>\overline{BC}</math> สมัยกับ <math>\overline{BD}</math>  <math>\overline{AC}</math> สมัยกับ <math>\overline{ED}</math></p> <p>5. การสอนรูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ ซึ่งมีความสัมพันธ์แบบ ม.ม.ด. ควรสอนหลังจากที่นักเรียนได้พิสูจน์แล้วว่า “ผลบวกของขนาดของมุมภายในรูปสามเหลี่ยมเท่ากับ 180 องศา” ซึ่งทฤษฎีนี้ ต้องเรียนรู้ผ่าน เรื่อง เส้นขนานก่อน ครูไม่ควรสอนนักเรียนแบบให้จดจำสมบัติทางคณิตศาสตร์โดยปราศจากการให้เหตุผลที่สมเหตุสมผล ตามพื้นฐานความรู้เดิมนักเรียน</p>
<p>6. ไม่สามารถเชื่อมโยงมโนทัศน์เกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยมที่เป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานได้ เช่น ไม่ทราบว่ารูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก และรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน</p>	<p>6. พิจารณาจากสมบัติของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานที่ว่า รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน คือรูปสี่เหลี่ยมที่มีด้านขนานกัน 2 คู่ ดังนั้นจะได้ว่ารูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก และรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานด้วย เพียงแต่ว่ารูปสี่เหลี่ยมด้านขนานที่ด้านทั้งสี่ยาวเท่ากันและมีมุมทุกมุมเป็นมุมฉาก เรียกว่ารูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส สำหรับรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานที่ด้านทั้งสี่ยาวเท่ากันและมุมทุกมุมไม่เป็นมุมฉากเรียกว่าสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนและรูปสี่เหลี่ยมที่มีด้านขนานที่มีด้านตรงข้ามยาวเท่ากันและมีมุมทุกมุมเป็นมุมฉาก เรียกว่ารูปสี่เหลี่ยมมุมฉากในทำนองเดียวกันจากบทนิยามของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก จะได้ว่ารูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสและรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากด้วย</p>

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่าลักษณะมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้แก่สับสนเกี่ยวกับการใช้สัญลักษณ์ขาดความเข้าใจในข้อตกลงเกี่ยวกับการใช้สัญลักษณ์แทนมุมและขนาดของมุม ใช้เครื่องหมาย  $=$  และ  $\cong$  ไม่ถูกต้องความคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการเขียนสัญลักษณ์แทนรูปสามเหลี่ยมสองรูปที่คล้ายกัน หรือเท่ากันทุกประการ ไม่สามารถเชื่อมโยงมโนทัศน์เกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยมที่เป็นรูปสามเหลี่ยมด้านขนานได้

### แบบทดสอบอัตนัย

แบบทดสอบแบบอัตนัยหรือความเรียงเป็นแบบทดสอบที่มีเฉพาะคำถามผู้สอบจะต้องหาคำตอบเองโดยการเขียนบรรยายหรือแสดงความคิดเห็นวิพากษ์วิจารณ์เรื่องราวพฤติกรรมต่างๆ จากความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับมาลักษณะของแบบทดสอบอัตนัยอาจจะเป็นโจทย์หรือคำถามที่กำหนดสถานการณ์หรือปัญหาอย่างกว้าง ๆ หรือเฉพาะเจาะจง ซึ่งโดยทั่วไปจะไม่จำกัดเสรีภาพของผู้ตอบในการเรียบเรียงความคิดหรือข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกับคำตอบการสร้างแบบแบบทดสอบอัตนัยที่มีคุณภาพจะช่วยวัดความสามารถของผู้เรียนในด้านการจัดระเบียบความคิดและการสังเคราะห์ความรู้ต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี

#### 1. ความหมายของแบบทดสอบอัตนัย

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของแบบทดสอบอัตนัย ไว้ดังนี้  
 ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543 : 86) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบอัตนัยไว้ว่า แบบทดสอบแบบอัตนัยเป็นแบบสอบที่เปิดโอกาสให้ผู้ตอบได้สามารถแสดงออกโดยใช้ภาษาของตนเองในการเขียนตอบ แบบทดสอบประเภทนี้ผู้สอบต้องมีความสามารถในการจัดระเบียบของความรู้ แสดงความคิดริเริ่มและรู้จักการสังเคราะห์ข้อความได้อย่างเหมาะสม และสามารถใช้วัดในลักษณะกระบวนการต่าง ๆ ได้อย่างมากมาย ข้อสอบจะให้ผู้ตอบเปรียบเทียบ ให้คำจำกัดความ ตีความ แปลความ ประเมินผลหรืออธิบายความสัมพันธ์ก็ได้ ดังนั้นในการตรวจให้คะแนนข้อสอบนี้จึงต้องสร้างเกณฑ์ไว้ให้ดี มีแนวการตรวจตรงกัน

สมนึก ภัททิยธนี (2546 : 67) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบอัตนัยไว้ว่า แบบทดสอบอัตนัย หมายถึง แบบทดสอบที่มีเฉพาะคำถามผู้เรียนต้องคิดหาคำตอบเอง โดยการเขียนอย่างเสรี ลักษณะของคำตอบจะไม่คงที่แน่นอน ได้แก่ แบบทดสอบอัตนัย หรือความเรียงแบบตอบสั้น ๆ และแบบเติมคำ

ณรงค์ ปั่นนั่ม (2551 : 15-17) ให้ความหมายของแบบทดสอบอัตนัยไว้ว่า แบบทดสอบอัตนัยเป็นแบบทดสอบที่ให้ผู้เรียนเขียนตอบแบบบรรยาย เพื่อวัดผลว่าผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจ ตลอดจนมีความคิดเห็นเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนไปแล้วอย่างไรบ้าง แบบทดสอบอัตนัยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ ความคิด ได้อย่างกว้างขวาง ทั้งนี้ผู้เขียนต้องมีความสามารถในการเรียบเรียง และลำดับความคิดของตนให้เป็นระบบระเบียบ ทั้งยังต้องมีความสามารถในการเขียนถ่ายทอดความรู้ ความคิดเหล่านั้นได้อย่างถูกต้อง ชัดเจนด้วย

ไพศาล วรคำ (2554 : 235) ให้ความหมายของแบบทดสอบอัตนัยไว้ว่า แบบทดสอบอัตนัย หมายถึง แบบทดสอบที่มีการตรวจให้คะแนนมีความเป็นปรนัยค่าหรือคะแนนที่ได้จะขึ้นอยู่กับพิจารณาของผู้ตรวจให้คะแนนแต่ละคน เช่น แบบทดสอบความเรียง แบบทดสอบเติมคำ เป็นต้น

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า แบบทดสอบอัตนัย หมายถึง แบบทดสอบที่มีคำถามให้ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ ความคิด และทัศนคติได้อย่างกว้างขวาง และผู้ตอบมีสิทธิจะเขียนตอบอย่างเสรี อาจจะมีคำตอบถูกหลายๆทาง คะแนนที่ได้จะขึ้นอยู่กับพิจารณาของผู้ตรวจให้คะแนนแต่ละคน

## 2. ประเภทของแบบทดสอบอัตนัย

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงประเภทของแบบทดสอบอัตนัยไว้ดังนี้ บุญธรรม กิจปริดาภิสุทธิ (2542 : 63) ได้กล่าวถึงประเภทของแบบทดสอบอัตนัยไว้ว่าถ้าแบ่งประเภทของแบบทดสอบอัตนัยตามลักษณะของความอิสระในการตอบ จะแบ่งอย่างกว้าง ๆ ได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบจำกัดคำตอบ (Restricted-Response Questions) เป็นคำถามที่จำกัดให้ตอบทั้งเนื้อหา (Content) และรูปแบบ (Form) ของการตอบ โดยจำกัดขอบเขตของเนื้อหาและประเด็นให้ตอบ

2. แบบไม่จำกัดคำตอบ (Extended Response Questions) เป็นแบบคำถามที่เปิดโอกาสให้ผู้ตอบแสดงความสามารถในการความคิด ได้อย่างกว้างขวางไม่มีข้อจำกัด ผู้ตอบมีอิสระในการที่จะเลือกใช้ความรู้หรือข้อเท็จจริงใด ๆ มาตอบก็ได้ ผู้ตอบเป็นผู้ตัดสินใจในการเลือก ประเด็นเอง เน้นเสรีภาพของการแสดงออก ชั่วๆให้ผู้สอบเกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ชาญชัย ยมคิษฐ์ (2548 : 34) ได้กล่าวถึงประเภทของแบบทดสอบอัตนัย ไว้ว่า แบบทดสอบอัตนัยสามารถจำแนกออกเป็น 2 ประเภทดังนี้

1. แบบไม่จำกัดตอบ (Extended Response) ข้อสอบแบบอัตรณ์แบบไม่จำกัด คำตอบนี้ให้อิสระเสรีแก่นักเรียนอย่างเต็มที่ในการอภิปรายแสดงความคิดเห็น และรวบรวม ข้อมูลเท็จจริงต่าง ๆ มาใช้ในการตอบ โดยทั่วไปข้อสอบแบบนี้จะให้นักเรียนแสดง ความสามารถ ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยการสังเคราะห์และการประเมินผล ข้อสอบนี้นับว่ามีคุณค่า อย่างยิ่งในการวัดขบวนการทางสมองที่สูงขึ้น

2. แบบจำกัดตอบ (Restricted Response) ข้อสอบแบบนี้มักจะกำหนดขอบเขต แบบฟอร์มและเนื้อที่เฉพาะให้ นักเรียนไม่มีอิสระเสรีในการตอบมากนัก แบบทดสอบนี้ให้ตอบ สั้นกว่าแบบแรกคำตอบอยู่ภายในขอบเขตที่กำหนดไว้ในวงจำกัด โดยทั่วไปแล้วจะกำหนด ขอบข่ายและความยาวในการตอบไว้ด้วย

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2552 : 62-65) ได้กล่าวถึงประเภทของแบบทดสอบอัตรณ์ ไว้ว่า แบบทดสอบอัตรณ์จำแนกได้ 2 ประเภท ดังนี้

1. แบบทดสอบแบบไม่จำกัดความยาว (Unrestrict Response) เป็นแบบทดสอบ ที่ไม่จำกัดคำตอบแต่ผู้สอบจะต้องจำกัดคำตอบให้เหมาะสมกับคำถามและเวลาโดยจะต้องเรียบ เรียงความรู้ความคิดและจัดลำดับความรู้ที่สำคัญแล้วเรียบเรียงออกมาเป็นคำตอบตามความคิด และเหตุผลของตน โดยให้ความยาวที่เหมาะสมกับหลักและเหตุผลที่คำถามต้องการ

2. แบบทดสอบแบบจำกัดคำตอบหรือตอบแบบสั้น (Restricted Response or Shot Essay Item) เป็นแบบทดสอบที่จำกัดกรอบของเนื้อหาหรือรูปแบบของแนวทางคำตอบ และกำหนดขอบเขตของประเด็นให้ตอบในเนื้อหาที่แคบและสั้นกว่าแบบทดสอบที่ไม่จำกัด ความยาวใช้วัดความรู้ความสามารถที่เฉพาะเจาะจงได้ดีกว่าแบบทดสอบแบบไม่จำกัดความยาว

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า แบบทดสอบอัตรณ์สามารถจำแนกออกได้ 2 ประเภท คือ แบบจำกัดคำตอบ และแบบไม่จำกัดคำตอบ โดยแบบจำกัดคำตอบจะจำกัดกรอบ ของเนื้อหาหรือรูปแบบของแนวทางในการตอบใช้วัดความรู้ความสามารถที่เฉพาะเจาะจงได้ ดีกว่าแบบทดสอบแบบไม่จำกัดความยาวส่วนแบบไม่จำกัดคำตอบเป็นแบบคำถามที่เปิด โอกาสให้ผู้ตอบแสดงความสามารถในความคิดได้อย่างกว้างขวางไม่มีข้อจำกัด ซึ่งข้อสอบ ประเภทนี้นับว่ามีคุณค่าอย่างยิ่งในการวัดขบวนการทางสมองที่สูงขึ้น

### 3. หลักในการสร้างแบบทดสอบอัตรณ์

แบบทดสอบอัตรณ์นั้นต้องใช้เวลาในการเขียนตอบมากกว่าแบบทดสอบปรนัย ซึ่ง มีนักการศึกษาหลายท่าน ได้กล่าวถึงหลักในการสร้างแบบทดสอบอัตรณ์ ดังนี้

บุญธรรม กิจปรีดาวิสุทธิ (2542 : 65-67) ได้กล่าวถึงหลักในการสร้างแบบทดสอบ  
อัตนัย ไว้ดังนี้

1. ใช้ข้อสอบอัตนัยเมื่อต้องการจะวัดผลการเรียนรู้ระดับสูงหรือซับซ้อนได้แก่  
การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมิน โดยต้องการให้ผู้สอบใช้ความ  
คิดเห็น หาสาเหตุมาอธิบาย จัดเรียงเรียงหรือวิจารณ์ต่าง ๆ
2. ควรมีเวลาในการสร้างข้อสอบ อย่างเพียงพอ ถ้าใช้เวลาน้อยอาจสร้าง  
ข้อสอบได้ไม่ดีพอเพราะการสร้างจะต้องใช้เวลาประเมินให้ชัดเจน ว่าผู้สอบจะตีความหมาย  
คำถามได้เพียงอย่างเดียว ปัญหาที่ถามจำเพาะเจาะจงชัดเจน และวัดในสิ่งที่ต้องการวัด
3. ถ้าไม่จำเป็นไม่ควรให้มีการเลือกตอบเป็นบางข้อ โดยเฉพาะข้อสอบวัด  
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพราะข้อสอบแต่ละข้อมีความยากง่ายไม่เท่ากัน เนื้อหาต่างกัน ทำให้  
ผู้สอบได้เปรียบเสียเปรียบกัน ผลการสอบแต่ละคนจึงนำมาเปรียบเทียบกันไม่ได้ เพราะตอบ  
ข้อสอบคนละข้อกัน
4. ควรให้นักเรียนทราบล่วงหน้าว่า จะใช้ข้อสอบประเภทใดเพราะการเตรียม  
ตัวในการสอบข้อสอบอัตนัยและปรนัยนั้นมีลักษณะแตกต่างกัน การที่นักเรียนทราบล่วงหน้า  
จะช่วยให้เตรียมตัวได้ถูกต้อง
5. เขียนคำสั่งให้ชัดเจนว่าข้อสอบนั้น ๆ ต้องการให้ผู้สอบทำอะไรและให้  
คะแนนหรือเกณฑ์อย่างไร เพื่อผู้สอบจะได้วางแผนการตอบได้เหมาะสม
6. พยายามใช้คำถามหลาย ๆ ลักษณะในแบบทดสอบชุดเดียวกัน ทั้งในลักษณะ  
บรรยายวิเคราะห์ วิเคราะห์และประเมิน เพื่อวัดความรู้ความสามารถในหลาย ๆ ด้านพร้อมกัน
7. ควรให้ข้อสอบมีจำนวนมากข้อ เพื่อจะได้ออกให้ครอบคลุมเนื้อหาที่จะ  
วัด ซึ่งจะทำให้ข้อสอบมีความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงสูงขึ้น ถ้ามีเวลาจำกัดเราอาจเพิ่ม  
ข้อสอบให้มากขึ้นโดยจำกัดให้ตอบสั้นๆ
8. ถ้าข้อสอบมีหลายข้อ ควรจะเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก เพื่อช่วยผู้  
กระตุ้นให้อยากตอบยิ่งขึ้น
9. ควรกำหนดเวลาในการตอบให้เพียงพอ เพราะแบบทดสอบอัตนัยไม่ใช่  
แบบทดสอบวัดความเร็ว (Speed Test) แต่ก่อนไปทางแบบทดสอบวัดความสามารถสูงสุด  
(Power Test) ดังนั้นการกำหนดเวลาให้เหมาะสมจึงมีความสำคัญมาก
10. ควรกำหนดจำนวนข้อความยาวในการตอบและความซับซ้อนของข้อสอบ  
ให้พอเหมาะกับความรู้ความสามารถและวัยของผู้สอบ



11. เมื่อเขียนคำถามแล้วควรเขียนคำตอบที่ต้องการไว้ด้วย เพื่อเป็นการตรวจสอบดูว่าคำถามที่ตั้งไว้นั้นชัดเจนดีแล้วหรือไม่ เพราะจะทำให้ผู้สอบทุกคนเข้าใจคำถามได้ชัดเจนตรงกัน

สมบุรณ์ ดันยะ (2545 : 24-29) ได้กล่าวถึงหลักในการสร้างแบบทดสอบอัตนัย ไว้ดังนี้

1. การสร้างข้อสอบควรคำนึงถึงลำดับความสำคัญของจุดมุ่งหมายที่วางไว้ตามที่ปรากฏในตารางการวิเคราะห์หลักสูตร จุดมุ่งหมายหรือพฤติกรรมใดมีน้ำหนักความสำคัญมากก็ออกข้อสอบเพื่อวัดพฤติกรรมนั้นมากให้ได้สัดส่วนตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร เพราะแบบทดสอบแบบนี้ถามได้น้อยข้อ เนื่องจากต้องเสียเวลาตอบนาน

2. พิจารณาให้รอบคอบว่าจะสร้างแบบข้อสอบให้คลุมเนื้อหาอะไรบ้าง เช่น จะสอบเฉพาะเนื้อหาที่ครูบรรยายอย่างเดียว หรือจะครอบคลุมไปถึงส่วนที่นักเรียนร่วมอภิปรายทำรายงานหรืออ่านนอกเวลาด้วย และควรแจ้งให้ผู้สอนทราบล่วงหน้า เพื่อจะได้เตรียมตัวศึกษาค้นคว้าอย่างลึกซึ้ง

3. ไม่ควรให้มีการเลือกตอบเป็นบางข้อ เพราะอาจมีการได้เปรียบ เสียเปรียบกัน อันเนื่องมาจากข้อสอบมีความยากง่ายไม่เท่ากัน คะแนนที่ได้จึงนำมา เปรียบเทียบกันไม่ได้ เพราะตั้งอยู่บนพื้นฐานของการวัดที่ไม่เท่ากัน

4. เขียนคำสั่งให้ชัดเจนว่าข้อสอบนั้น ๆ ต้องการให้ผู้สอบทำอะไรมี เกณฑ์ในการพิจารณาให้คะแนนอย่างไร ควรให้นักเรียนอ่านคำสั่งให้เข้าใจอย่างถ่องแท้เสีย ก่อนที่จะลงมือปฏิบัติ ควรบอกให้ชัดเจนด้วยว่ามีการแบ่งส่วนคะแนนอย่างไร เพื่อผู้สอบจะได้วางแผนการตอบได้เหมาะสม

5. ถามปัญหาที่แสดงว่านักเรียนมีความรู้จริงๆ สามารถตอบปัญหาได้ โดยพยายามนำกฎเกณฑ์หรือความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ ไม่ควรเป็นคำถามที่นักเรียนเคยพบหรือเคยทำมาก่อน เพราะจะกลายเป็นการวัดความจำ

6. พยายามใช้คำถามหลาย ๆ แบบ มิใช่มีแต่คำถามประเภท ใคร อะไร ที่ไหน เมื่อไร เท่านั้น เพราะคำถามประเภทนี้มีลักษณะไปทางวัดความจำมากกว่าวัดสมรรถภาพอื่น คำถามที่ใช้วัดสมรรถภาพที่สูงขึ้นควรจะเป็นคำถามประเภท ทำไม อย่างไร หรือให้บรรยาย อธิบายเปรียบเทียบ หาความสัมพันธ์ ความขัดแย้ง ดีความ วิเคราะห์เหตุผล วิจรณ์และประเมินผล เป็นต้น เขียนคำถามให้ชัดเจนว่าต้องการให้ตอบอย่างไร พยายามเขียนตอบให้เฉพาะเจาะจงลงไป คำถามประเภทนี้แสดงความคิดเห็น เป็นคำถามที่กว้างไป

7. ใช้คำถามที่สามารถบอกได้ว่าคำตอบใดดีกว่าคำตอบใด คำถามนั้น ๆ เมื่อนักเรียนตอบแล้ว คนที่มีความรู้ทั้งหลายควรเห็นพ้องกันว่าเป็นคำตอบที่ดี คำตอบใดเป็นคำตอบที่ไม่ดี

8. เมื่อเขียนคำถามแล้วควรเขียนคำตอบที่ต้องการไว้ด้วยเลย เพื่อเป็นการตรวจสอบดูว่าคำถามนั้นชัดเจนดีแล้วหรือยัง คำถามนั้นเมื่ออ่านแล้วจะต้องตอบตามที่คิดไว้หรือไม่ หากยังไม่ตรงจะได้แก้ไขก่อนนำไปใช้ได้

9. ถ้าเป็นคำถามที่เกี่ยวกับประเด็นขัดแย้งที่ยังหาข้อยุติไม่ได้ ข้อสอบนั้นควรมุ่งให้หาหลักฐานมายืนยัน หรือมาสนับสนุนมากกว่าที่จะทดสอบอย่างอื่น เช่น ข้อความที่ยังหาข้อยุติไม่ได้ ควรหลีกเลี่ยงการถามว่าถูกหรือผิด ใช่หรือไม่ใช่ แต่ควรจะทดสอบการหาสาเหตุมาสนับสนุนประเด็นนั้น ๆ

10. พยายามสร้างข้อคำถามหลาย ๆ ข้อให้พอเหมาะกับเวลาที่สอบ และควรกำหนดความยาวและความซับซ้อนของข้อสอบ ให้เหมาะสมกับความสามารถของผู้สอบ

11. พยายามให้ข้อสอบมีจำนวนมากข้อ เพื่อจะได้ออกให้ครอบคลุมเนื้อหา ซึ่งเกี่ยวข้องกับค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบด้วย

12. ถ้าข้อสอบมีหลายข้อ ควรเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก เพื่อยั่วผู้ให้ยากตอบยิ่งขึ้น

เขาวดี วิบูลย์ศรี (2552 : 66-67) ได้กล่าวถึงหลักในการสร้างแบบทดสอบอัตนัย ไว้ดังนี้

1. เขียนคำชี้แจงเกี่ยวกับวิธีการตอบให้ชัดเจนระบุจำนวนข้อคำถามเวลาที่ใช้สอบและคะแนนเต็มของแต่ละข้อเพื่อให้ผู้ตอบสามารถวางแผนการตอบได้ถูกต้อง
2. ข้อคำถามต้องพิจารณาให้เหมาะสมกับพื้นความรู้ของผู้ตอบ
3. ควรถามเฉพาะเรื่องที่สำคัญและเป็นเรื่องที่แบบทดสอบปรนัย วัดได้ไม่ดีเท่า เนื่องจากไม่สามารถถามได้ทุกเนื้อหาที่เรียน ควรถามเกี่ยวกับการนำไปใช้การวิเคราะห์การสังเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์การแสดงความคิดเห็นการวิพากษ์วิจารณ์ เป็นต้น
4. กำหนดขอบเขตของคำถามเพื่อให้ผู้ตอบทราบถึงจุดมุ่งหมายในการวัดสามารถตอบได้ตรงประเด็น
5. การกำหนดเวลาในการสอบจะต้องสอดคล้องกับความยาวและลักษณะคำตอบที่ต้องการระดับความยากง่ายและจำนวนข้อสอบ

6. ไม่ควรมีข้อสอบไว้ให้เลือกตอบเป็นบางข้อเพราะอาจมีการได้เปรียบเสียเปรียบกัน เนื่องจากแต่ละข้อคำถามจะมีความยากง่ายไม่เท่ากัน และวัดเนื้อหาแตกต่างกัน รวมทั้งจะไม่ยุติธรรมกับผู้ที่สามารถตอบได้ทุกข้อ ซึ่งมีโอกาสได้คะแนนเท่ากับผู้ที่ตอบได้เพียงบางข้อ

7. หลีกเลี่ยงคำถามที่วัดความรู้ความจำหรือถามเรื่องที่อยู่เรียนเคยทำหรือเคยอภิปรายมาก่อนหรือถามเรื่องที่มีคำตอบในหนังสือ เพราะจะเป็นการวัดความจำควรถามในเรื่องที่ผู้เรียนต้องนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่

8. พยายามเขียนคำถามให้มีจำนวนมากขึ้นโดยจำกัดให้ตอบสั้น ๆ เพื่อจะวัดได้ครอบคลุมเนื้อหา ซึ่งจะทำให้แบบทดสอบมีความเชื่อมั่นสูง

9. ควรเตรียมเฉลยคำตอบและกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนตามขั้นตอนและน้ำหนักที่ต้องการเน้นไว้ด้วย

10. ถ้าแบบทดสอบมีหลายข้อควรเรียงลำดับจากข้อง่ายไปหายาก

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า หลักในการสร้างแบบทดสอบอัตนัยนั้น ต้องสร้างแบบทดสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และตัวชี้วัด สร้างให้ครอบคลุมเนื้อหา ควรเขียนคำสั่งให้ชัดเจน ระบุคะแนนและเวลาในการทำแบบทดสอบ ควรหลีกเลี่ยงคำถามที่วัดความรู้ความจำ ควรใช้คำถามเกี่ยวกับการนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ ความคิดสร้างสรรค์ การแสดงความคิดเห็น มีเตรียมเฉลยคำตอบและกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนไว้ล่วงหน้า

#### 4. หลักการตรวจแบบทดสอบอัตนัย

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึง หลักการตรวจแบบทดสอบอัตนัย ดังนี้ พิชิต ฤทธิจรูญ (2552 : 121) ได้กล่าวถึงหลักในการตรวจแบบทดสอบอัตนัยไว้ว่า

1. เขียนแนวเฉลยไว้ก่อนและระบุคะแนนว่าประเด็นใดตอนใดควรได้กี่คะแนน
2. ไม่ควรดูชื่อผู้สอบเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดอคติในการให้คะแนน
3. การตรวจให้คะแนนควรตรวจทีละข้อของทุก ๆ คนจนครบหมดทุกข้อแล้วจึงตรวจข้อใหม่เพื่อจะได้เปรียบเทียบระหว่างคำตอบของแต่ละคน
4. การตรวจให้คะแนนควรยึดในส่วนที่เป็นความรู้ที่ต้องการวัดมาเป็นส่วนสำคัญในการพิจารณาให้คะแนน ไม่ควรให้คะแนนความถูกต้องในการสะกดคำหรือการใช้ไวยากรณ์

5. เกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนควรใช้ทั้งเกณฑ์ด้านเนื้อหา ด้านการจัดลำดับความคิดการเรียบเรียงเรื่องและกระบวนการทางสมอง นอกจากนี้ต้องพิจารณาในเรื่องความถูกต้องตรงประเด็นที่ถามความสมบูรณ์ครบถ้วน ของประเด็นที่ถามความสมเหตุสมผลของคำตอบ

เขาวดี วิบูลย์ศรี (2552 : 132-138) ได้กล่าวถึงหลักในการตรวจแบบทดสอบอัตนัยไว้ว่า การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบอัตนัยปัญหาในขั้นนี้คือ จะตรวจกระดาษคำตอบของนักเรียนด้วยวิธีการอย่างไร จึงจะกำจัดความลำเอียงลงไปให้น้อยที่สุด ซึ่งมีวิธีการดังนี้

1. สนใจแต่เฉพาะคำตอบที่สำคัญและเกี่ยวข้องกับคำถามเท่านั้น
2. ระวังอิทธิพลที่เกิดจากความคิดเห็นส่วนตัวเข้าไปมีส่วนเกี่ยวข้องกับการให้คะแนน
3. นำวิธีการที่เป็นมาตรฐานให้การตรวจเป็นไปอย่างเสมอต้นเสมอปลาย แก่นักเรียนทุกคน สำหรับการตรวจที่จะทำให้เกิดความยุติธรรม เป็นไปอย่างคงเส้นคงวานี้ นับว่าเป็นปัญหาที่สำคัญของการตรวจข้อสอบแบบนี้ ถ้าหากการตรวจขาดความคงเส้นคงวา เราก็ไม่สามารถนำคะแนนมาเปรียบเทียบกันได้

ชวลิต ชูก่าแพง (2556 : 79) กล่าวว่าถึงหลักในการตรวจแบบทดสอบอัตนัยไว้ว่า การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบอัตนัย ประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ 3 ขั้นตอนคือ

1. เฉลยคำตอบไว้ล่วงหน้า โดยให้ครอบคลุมลักษณะที่สำคัญๆซึ่งนักเรียนอาจจะตอบออกมาในแต่ละคำถาม และกำหนดค่าคะแนนรวมของแต่ละข้อคำถามไว้
2. อ่านคำตอบข้อเดียวกันของนักเรียนทุกคนให้หมด จากนั้นจึงให้คะแนนกระดาษคำตอบแต่ละแผ่นตามที่ได้อ่านไปตามความเหมาะสม จากนั้นจึงตรวจข้ออื่น ๆ ในลักษณะเดียวกันจนหมดทุกข้อ ต้องกำหนดเกณฑ์การตรวจให้ครอบคลุมก่อนทำการตรวจ
3. รวมคะแนนทั้งหมดทุกข้อของแต่ละคนแล้วประเมิน

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า หลักในการตรวจแบบทดสอบอัตนัยควรเฉลยคำตอบไว้ล่วงหน้า ก่อนทำการตรวจต้องกำหนดเกณฑ์การตรวจให้ครอบคลุม ในการตรวจไม่ควรดูชื่อผู้ตอบ เพราะจะทำให้เกิดความลำเอียง ควรตรวจทีละข้อของทุกคนจนครบหมดทุกข้อแล้วจึงตรวจข้อใหม่ เกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนควรใช้ทั้งเกณฑ์ด้านเนื้อหาการจัดลำดับความคิดการเรียบเรียงเรื่อง และกระบวนการทางสมอง นอกจากนี้ต้องพิจารณาในเรื่องความถูกต้อง ตรงประเด็นที่ถาม ความสมบูรณ์ครบถ้วนของประเด็นที่ถาม ความสมเหตุสมผลของคำตอบ

## 5. ข้อดีและข้อจำกัดของแบบทดสอบแบบอัตนัย

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงข้อดีของและข้อจำกัดของแบบทดสอบแบบอัตนัย ดังนี้

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2552 : 132-138) ได้กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของแบบทดสอบแบบอัตนัย ไว้ดังนี้

### 1. ข้อดีของข้อสอบแบบอัตนัย มีดังนี้

- 1.1 สามารถวัดพฤติกรรมต่าง ๆ ได้ทุกด้าน โดยเฉพาะพฤติกรรมด้านการสังเคราะห์
- 1.2 ผู้ตอบได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็น หรือเจตนาของตน
- 1.3 โอกาสในการตอบเดาโดยไม่มีความรู้ในเรื่องนั้นแล้วได้คะแนนน้อยมาก
- 1.4 วัดความสามารถในการเขียนและส่งเสริมการใช้ภาษาได้เป็นอย่างดี

### 2. ข้อจำกัดของข้อสอบแบบอัตนัยมีดังนี้

- 2.1 ออกคำถามวัดได้น้อยข้อ เนื่องจากแต่ละข้อจะต้องใช้เวลาตอบนานจึงวัดได้ไม่ครอบคลุมหลักสูตรหรือเนื้อหาสาระที่สำคัญ ๆ
- 2.2 การตรวจให้คะแนนมักจะมีอคติคลาดเคลื่อนมาควบคุมให้เกิดความยุติธรรมได้ยาก
- 2.3 ไม่เหมาะที่จะใช้สอบกับนักเรียนจำนวนมาก ๆ เพราะใช้เวลาในการตรวจลายมือของผู้ตอบและประสิทธิภาพในการเขียนบรรยายอาจจะมีผลต่อคะแนน

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2552 : 126) ได้กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของแบบทดสอบแบบอัตนัย ไว้ดังนี้

### 1. ข้อดีของข้อสอบแบบอัตนัย มีดังนี้

- 1.1 สามารถวัดพฤติกรรมต่าง ๆ ได้ทุกด้าน โดยเฉพาะกระบวนการคิดวิเคราะห์และสังเคราะห์จะวัดได้ดี
- 1.2 ผู้ตอบมีโอกาสใช้ความรู้แสดงความคิดเห็นและความสามารถในการใช้ภาษา
- 1.3 โอกาสในการเดาโดยไม่มีความรู้ในเรื่องนั้นแล้วได้คะแนนมีน้อยมาก
- 1.4 สร้างได้ง่ายและประหยัดค่าใช้จ่าย

## 2. ข้อจำกัดของข้อสอบแบบอัตนัย มีดังนี้

2.1 ออกคำถามไม่สามารถครอบคลุมเนื้อหาที่เรียนเนื่องจากจำนวนข้อมีจำกัด เป็นการยากที่จะสุ่มเนื้อหาให้ครอบคลุมความรู้ที่ต้องการจะวัดได้ครบถ้วน

2.2 การตรวจให้คะแนนไม่คงที่แน่นอน มักมีความคลาดเคลื่อนมาก และควบคุมให้เกิดความยุติธรรมได้ยาก

2.3 ไม่เหมาะที่จะใช้กับผู้สอบจำนวนมาก ๆ เพราะใช้เวลาในการตรวจ

2.4 ลายมือของผู้ตอบและประสิทธิภาพในการเขียนบรรยายอาจจะมีผลต่อคะแนน

2.5 มีความเชื่อมั่นต่ำและมักขาดความเที่ยงธรรม

ชวลิต ชูกำแหง (2556 : 80) ได้กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของแบบทดสอบแบบอัตนัย ไว้ดังนี้

### 1. ข้อดีของข้อสอบแบบอัตนัย มีดังนี้

1.1 วัดกระบวนการความคิด เช่น การจัดระเบียบและโครงสร้าง การคัดเลือกความคิดที่สำคัญ ๆ ที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการเขียนได้ดี

1.2 วัดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ความสามารถประเมินค่าได้ดี

1.3 วัดทัศนคติ ข้อคิดเห็นต่าง ๆ ได้ดี

1.4 ผู้ตอบมีอิสระเขียนแสดงความคิดเห็นได้เต็มที่

### 2. ข้อจำกัดของข้อสอบแบบอัตนัย มีดังนี้

2.1 การให้คะแนนไม่แน่นอน คะแนนที่ได้ขึ้นอยู่กับผู้ตรวจ เช่น อารมณ์ทัศนคติของผู้ตรวจ ลายมือของผู้ตอบด้วย

2.2 ขาดความเที่ยงตรงทางเนื้อหา เพราะออกข้อสอบได้น้อยจึงไม่ครอบคลุม

2.3 ตรวจข้อสอบยากและเสียเวลามาก

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ข้อดีของข้อสอบแบบอัตนัย คือ สามารถวัดพฤติกรรมต่าง ๆ ได้ทุกด้าน ผู้ตอบมีอิสระเขียนแสดงความคิดเห็นได้เต็มที่โอกาสในการเดาโดยไม่มีความรู้ในเรื่องนั้นแล้วได้คะแนนมีน้อยมาก และสร้างได้ง่ายและประหยัดค่าใช้จ่าย ส่วนข้อจำกัดของข้อสอบแบบอัตนัย คือ ออกคำถามวัดได้น้อยข้อ การตรวจให้คะแนนมักมีความคลาดเคลื่อนมีความเชื่อมั่นต่ำและมักขาดความเที่ยงธรรม ตรวจข้อสอบยากและเสียเวลามาก

## 6. การให้คะแนนแบบรูบริก

รูบริกเป็นเครื่องมือการให้คะแนนชนิดหนึ่งใช้ในการประเมินการปฏิบัติงานหรือผลงานของนักเรียน รูบริกประกอบด้วย 2 ส่วน คือ เกณฑ์ที่ใช้ประเมินการปฏิบัติงานของนักเรียน และระดับคุณภาพหรือระดับคะแนน เกณฑ์จะบอกผู้สอนหรือผู้ประเมินว่าการ ปฏิบัติงานหรือผลงานนั้น ๆ จะต้องพิจารณาสิ่งใดบ้าง ระดับคุณภาพหรือระดับคะแนนจะบอกว่าการปฏิบัติหรือผลงานที่สมควรจะได้รับคุณภาพหรือระดับคะแนนนั้น ๆ สำหรับเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกมี 2 รูปแบบ คือ รูบริกแบบภาพรวม และรูบริกแบบแยกส่วน ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวเกี่ยวกับเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก ไว้หลายทัศนะ ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 72-74) ได้กล่าวถึงการให้คะแนนรูบริกไว้ว่า การให้คะแนนแบบรูบริกเป็นนวัตกรรมการประเมินผลการเรียนรู้ที่สำคัญ เนื่องจากมีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนไว้ค่อนข้างชัดเจน ทำให้ผู้ประเมินแต่ละคนสามารถให้คะแนนได้ตรงกันหรือสอดคล้องกันมากจึงมีความเป็นปรนัยสูงในการตรวจให้คะแนน เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกมี 2 แบบ ดังนี้

แบบที่ 1 เกณฑ์การให้คะแนนในภาพรวม (Holistic Rubric) เป็นแนวทางการให้คะแนนโดยพิจารณาจากภาพรวมของชิ้นงาน จะมีคำอธิบายลักษณะของงานในแต่ละระดับไว้อย่างชัดเจน เกณฑ์การให้คะแนนในภาพรวมนี้เหมาะที่จะใช้ในการประเมินความสามารถที่มีความต่อเนื่องมีลักษณะเป็นองค์รวม เช่น ทักษะการเขียนอธิบาย ความคิดสร้างสรรค์ สำหรับเกณฑ์การให้คะแนนแบบรวมของแบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำ ปรากฏดังตาราง ที่ 4

ตารางที่ 4 เกณฑ์การให้คะแนนแบบรวมของแบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำ

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
5	แสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาครบทุกขั้นตอน ถูกต้องสมบูรณ์
4	แสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาครบทุกขั้นตอน ถูกต้องสมบูรณ์ แต่คำตอบไม่ถูกต้อง
3	แสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาถูกบางขั้นตอนและได้คำตอบที่ถูกต้อง
2	แสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาถูกบางขั้นตอนแต่ได้คำตอบที่ไม่ถูกต้อง
1	ตอบเฉพาะคำตอบถูกต้อง
0	คำตอบไม่ถูกต้อง และแสดงวิธีทำไม่ถูก หรือไม่ตอบเลย

แบบที่ 2 เกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกส่วน (Analytic Rubric) คือแนวทางการให้คะแนนโดยพิจารณาจากแต่ละส่วนของงาน ซึ่งแต่ละส่วนต้องกำหนดแนวทางการให้คะแนนโดยมีคำอธิบายลักษณะของงานส่วนนั้น ๆ ในแต่ละระดับไว้อย่างชัดเจน เกณฑ์การให้คะแนนที่สร้างขึ้นทั้งการประเมินในภาพรวมและการประเมินแบบแยกส่วนต้องมีความชัดเจนอย่างพอเพียงถึงขนาดที่ผู้ประเมินอย่างน้อย 2 คนสามารถใช้เกณฑ์การให้คะแนนชุดเดียวกันประเมินชิ้นงานของนักเรียนชิ้นเดียวกันแล้วคะแนนที่ได้ต้องตรงกัน ระดับของความสอดคล้องในการให้คะแนนของผู้ประเมินอย่างน้อย 2 คนที่ประเมินอย่างเป็นอิสระจากกัน

Nitko (2001 : 159) กล่าวถึงการให้คะแนนแบบรูบริกไว้ว่า รูบริกหรือเกณฑ์ระดับความสามารถเป็นสิ่งที่ครูและผู้เรียนตกลงร่วมกันว่าจะใช้ในการประเมินกิจกรรมหรืองานต่างๆที่นักเรียนสร้างขึ้น เป็นข้อตกลงที่ผู้เรียนรู้อยู่แล้วคือเป้าหมายหรือจุดหมายของการปฏิบัติงานนั้น รูบริกเป็นวิธีการให้คะแนนที่ใช้หลักการของมาตรฐานค่าประกอบการพรรณาคูณภาพการให้คะแนนแบบรูบริกมี 2 แบบ ดังนี้

1. รูบริกแบบภาพรวมรูบริกแบบภาพรวมจะเหมาะสมกับการปฏิบัติที่ต้องการให้นักเรียนสร้างสรรค์การตอบสนอง และไม่มีคำตอบที่ถูกต้องชัดเจน จุดเน้นของการรายงานคะแนนที่ใช้รูบริกแบบภาพรวม คือ คุณภาพโดยรวม ความคล่องแคล่ว หรือความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาสาระเฉพาะและทักษะซึ่งเป็นการประเมินระดับมิติ การใช้รูบริกแบบภาพรวมทำให้กระบวนการให้คะแนนเร็วกว่าการใช้รูบริกแบบแยกส่วน ดังนั้น ครูจึงต้องอ่าน พิจารณาและตรวจสอบการปฏิบัติของนักเรียนโดยตลอด เพื่อให้รู้สึกถึงภาพรวมว่านักเรียนทำอะไรได้ และยังใช้เป็นการประเมินสรุป

2. รูบริกแบบแยกส่วนรูบริกแบบแยกส่วนนิยมใช้เมื่อต้องการเน้นชนิดหรือลักษณะเฉพาะของการตอบสนอง นั่นคือ ใช้สำหรับการปฏิบัติงานที่ยอมรับการตอบสนอง 1 หรือ 2 ลักษณะ และความคิดสร้างสรรค์ ไม่ได้เป็นประเด็นสำคัญเกี่ยวกับการตอบสนองของนักเรียนนอกจากนี้ผลลัพธ์ขั้นต้นจะมีคะแนนหลายตัว ตามด้วยคะแนนรวมซึ่งใช้เป็นตัวแทนการประเมินหลายมิติ

Mertler (2001 : 145) ได้กล่าวถึงการให้คะแนนแบบรูบริกไว้ว่า รูบริก คือเครื่องมือในการให้คะแนน ซึ่งประกอบด้วยเกณฑ์ด้านต่าง ๆ ที่ใช้พิจารณาชิ้นงานหรือการปฏิบัติการให้คะแนนแบบรูบริกมี 2 รูปแบบ ดังนี้

1. รูบริกแบบภาพรวม รูบริกแบบภาพรวมทำให้กระบวนการให้คะแนนเร็วกว่าการใช้รูบริกแบบแยกส่วน ดังนั้นครูจึงต้องอ่านพิจารณาและตรวจสอบการปฏิบัติของนักเรียน



โดยตลอด เพื่อให้รู้สึกถึงภาพรวมว่านักเรียน ทำอะไร ได้และยังใช้เป็นการประเมินสรุปได้ด้วย แต่นักเรียนจะได้รับทราบผลสะท้อนกลับน้อยมาก ดังตัวอย่างต่อไปนี้

คะแนน	รายละเอียด
5	แสดงความเข้าใจปัญหาอย่างสมบูรณ์ คำตอบประกอบด้วยทุกประเด็นที่ต้องการ
4	แสดงความเข้าใจปัญหาบางส่วน คำตอบประกอบด้วยประเด็นส่วนใหญ่ที่ต้องการ
3	แสดงความเข้าใจปัญหาบางส่วนคำตอบประกอบด้วยประเด็นที่ต้องการ
2	แสดงความเข้าใจปัญหาเพียงเล็กน้อย
1	แสดงความไม่เข้าใจปัญหา
0	ไม่ตอบ / ไม่ทำงาน

2. รุบริกแบบแยกส่วน การใช้รุบริกแบบแยกส่วนทำให้กระบวนการให้คะแนนซ้ำ เนื่องจากเป็นการประเมินหลายทักษะหรือหลายคุณลักษณะเป็นรายบุคคล ทำให้ครูต้องใช้เวลาตรวจผลงานหลายครั้ง การสร้างและการใช้รุบริกแบบแยกส่วนจึงใช้เวลามาก ซึ่งมีกฎทั่ว ๆ ไปว่าผลงานของแต่ละคนต้องพิจารณาแยกแต่ละด้านในแต่ละครั้งตามเกณฑ์การให้คะแนน ดังนั้นการใช้รุบริกแบบแยกส่วนจึงได้ผลค่อนข้างสมบูรณ์ ผลสะท้อนกลับของการปฏิบัติของตนตามเกณฑ์การให้คะแนน ซึ่งถ้าใช้รุบริกแบบภาพรวมจะไม่ปรากฏรายละเอียดนี้ จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การให้คะแนนแบบรุบริกเป็นเครื่องมือในการให้คะแนนที่ประกอบด้วยประเด็นต่าง ๆ สำหรับใช้ประเมินคุณภาพ การปฏิบัติงานของผู้เรียน กฎเกณฑ์การให้คะแนนมีส่วนสำคัญในการส่งเสริมการเรียนรู้โดยเกณฑ์การให้คะแนนแบบรุบริกมี 2 รูปแบบ คือ เกณฑ์การให้คะแนนรุบริกแบบภาพรวมและเกณฑ์การให้คะแนนรุบริกแบบแยกส่วน ซึ่งในขั้นตอนการพัฒนาคุณภาพเครื่องมือ ผู้วิจัยใช้เกณฑ์การให้คะแนนรุบริกแบบภาพรวมของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบ

### การสัมภาษณ์

การสัมภาษณ์เป็นการสนทนาหรือการคุยโต้ตอบกันอย่างมีจุดมุ่งหมายเพื่อค้นหาความรู้ ความจริง ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดซึ่งนิยมใช้เป็นเครื่องมือวัดผลการศึกษาเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านความรู้สึกเป็นส่วนใหญ่ เช่น เกี่ยวกับบุคลิกภาพ เจตคติ ความสนใจ เป็นต้น

การใช้การสัมภาษณ์เพื่อวัดความสามารถในด้านความรู้ความคิดทางสติปัญญาที่สามารถใช้ได้ แต่ต้องระมัดระวังในกรณีที่ผู้ถูกสัมภาษณ์มีหลายคน และใช้คำถามคนละชนิดคนละเรื่อง

### 1. ความหมายของการสัมภาษณ์

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงความหมายของการสัมภาษณ์ไว้ ดังนี้

วัฒนา พัชรวาณิช (2540 : 127-128) ได้ให้ความหมายของการสัมภาษณ์ไว้ว่า การสัมภาษณ์นั้นเป็นการค้นหาข้อเท็จจริงและทำให้ทราบความต้องการของเด็ก เป็นการช่วยให้เกิดความสนิทสนมและคุ้นเคยกันมากขึ้น ทำให้ผู้มาขอรับคำปรึกษาคลายความวิตกกังวลและกล้าบอกความเป็นจริงโดยไม่มีการปิดบังอำพรางและยังช่วยให้นักเรียนเข้าใจตนเอง สามารถปรับตัวให้อยู่ในสภาพแวดล้อมได้

นิภา เมธาวีชัย (2543 : 32) ได้ให้ความหมายของการสัมภาษณ์ไว้ว่า การสัมภาษณ์เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับวัดความคิดเห็นของบุคคลโดยการสนทนา ซักถามโต้ตอบระหว่างบุคคล ลักษณะตัวต่อตัวการสัมภาษณ์ดีกว่าการสังเกตเพราะผู้สัมภาษณ์สามารถใช้ตาหูและปาก ในขณะที่สัมภาษณ์ได้ ผู้สัมภาษณ์ควรสร้างบรรยากาศที่เป็นกันเองกับผู้ถูกสัมภาษณ์ และบันทึกผลการสัมภาษณ์อย่างตรงไปตรงมา

อริญ ชูขจรเดื่อง (2557 : 43) ได้ให้ความหมายของการสัมภาษณ์ไว้ว่า การสัมภาษณ์ หมายถึง การสนทนาที่มีจุดมุ่งหมายให้ได้ข้อมูลตามที่กำหนดไว้ล่วงหน้า โดยจะมีผู้สัมภาษณ์เป็นผู้ตั้งคำถาม และผู้ถูกสัมภาษณ์เป็นผู้ตอบคำถาม ผู้สัมภาษณ์จะเป็นผู้จดบันทึก ใช้เทปบันทึกเสียงหรือใช้วีดีโอเทปบันทึกคำตอบของคำถามต่าง ๆ

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การสัมภาษณ์เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับวัดความคิดของบุคคลโดยการสนทนา ซักถามโต้ตอบ ระหว่างบุคคลแบบตัวต่อตัว เพื่อค้นหาข้อเท็จจริง ดีกว่าการสังเกตเพราะผู้สัมภาษณ์สามารถใช้ ตา หู และปาก ในการสัมภาษณ์ควรสร้างบรรยากาศที่เป็นกันเองกับผู้ถูกสัมภาษณ์ สร้างความน่าเชื่อถือ รักษาอารมณ์ให้มั่นคง แสดงความสนใจและบันทึกผลการสัมภาษณ์อย่างตรงไปตรงมา

### 2. ประเภทของแบบสัมภาษณ์

มีนักการศึกษาจำแนกประเภทของแบบสัมภาษณ์ไว้หลายทัศนะ ดังนี้

รวีวรรณ ชินะตระกูล (2547 : 119-120) ได้กล่าวถึงประเภทของการสัมภาษณ์ไว้ว่า การสัมภาษณ์ออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (Structured Form) การสัมภาษณ์วิธีนี้ เป็นการสัมภาษณ์ที่มีการกำหนดข้อความไว้อย่างแน่นอนว่าจะสัมภาษณ์อะไรบ้าง วิธีการสัมภาษณ์ตามแบบฟอร์มของข้อคำถามที่กำหนดไว้ ซึ่งผู้ถูกสัมภาษณ์จะตอบข้อคำถามเหมือนกันทุกข้อคำถามที่จะสัมภาษณ์จะต้องสร้างและจัดเตรียมข้อคำถามเป็นอย่างดี ก่อนที่จะทำการสัมภาษณ์ ผู้สัมภาษณ์ควรทำความเข้าใจกับคำถามทุกข้อให้ตรงกันเสียก่อน เพื่อที่จะได้ข้อมูลที่มีความเชื่อถือได้ดียิ่งขึ้น

2. การสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง (Unstructured Form) แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังต่อไปนี้

2.1 การสัมภาษณ์แบบไม่จำกัดคำตอบ (Non-Directive Interview) การสัมภาษณ์วิธีนี้ เป็นแบบไม่ต้องเตรียมคำถาม เป็นการพูดคุยกันอย่างธรรมชาติ ไม่มีกฎเกณฑ์ที่แน่นอนว่าจะเริ่มต้นสิ่งใดก่อน จนกระทั่งจะจบลงด้วยสิ่งใด ผู้สัมภาษณ์จะต้องตั้งคำถามตามสถานการณ์ระหว่าง การสนทนา ผู้สัมภาษณ์จะต้องพยายามให้ผู้ให้ข้อมูล (Informant) สามารถพรรณนาความรู้สึกนึกคิดของตนเองเกี่ยวกับเรื่องต่าง ๆ ออกมาเอง ผู้สัมภาษณ์จะรับฟังและตอบโต้ด้วยความเข้าใจในความรู้สึกนึกคิดที่ผู้ถูกสัมภาษณ์แสดงออกมา ผู้ถูกสัมภาษณ์จะมีความรู้สึกว่ามีอิสระในการแสดงความคิดเห็นในเรื่องต่าง ๆ ในการสัมภาษณ์แบบนี้เป็นการสัมภาษณ์ที่ยืดหยุ่นมาก ผู้สัมภาษณ์มีอิสระในการดัดแปลงแก้ไขให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการสัมภาษณ์ การที่จะได้ข้อมูลจริงเพียงไรขึ้นอยู่กับผู้สัมภาษณ์โดยตรง ซึ่งจะต้องใช้เทคนิคในการสัมภาษณ์ โดยมากการสัมภาษณ์ประเภทนี้มักจะเป็นการสัมภาษณ์เกี่ยวกับสภาพทางอารมณ์ค่านิยมทางการดำเนินงาน การดำเนินชีวิตและอุดมการณ์ ดังนั้นการสัมภาษณ์วิธีนี้จำเป็นและนิยมใช้กันมากในหมู่นักจิตวิทยา นักสังคมสงเคราะห์และแพทย์ ผู้สัมภาษณ์จำเป็นต้องสร้างบรรยากาศที่เป็นกันเองมากที่สุดเพื่อให้ผู้ตอบอยู่ในอารมณ์ที่สบายอกสบายใจ

2.2 การสัมภาษณ์แบบมีจุดสนใจโดยเฉพาะ (Focuses Interview) เป็นวิธีการสัมภาษณ์ที่ผู้สัมภาษณ์มีจุดมุ่งหมายหรือมีความสนใจในบางเรื่องอยู่แล้วจึงพยายามตะล่อมให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ให้แสดงออกอย่างมีอิสระในการแสดงความคิดเห็นในเรื่องนั้น

2.3 การสัมภาษณ์แบบหยั่งลึก (In-Depth Interview) เป็นวิธีการสัมภาษณ์ที่ต้องการล้วงเอาความจริงใจจากผู้ถูกสัมภาษณ์ให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ เป็นการซักถามเพื่อต้องการทราบถึงเหตุผลต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดข้อเท็จจริง ไม่ใช่เป็นการถามเกี่ยวกับคำถาม “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” แต่เป็นคำถามที่ถามว่าเพราะเหตุใดหรือทำไม ฯลฯ การสัมภาษณ์แบบนี้ผู้สัมภาษณ์จะต้องทำความคุ้นเคยและมีความมั่นใจว่าบรรยากาศในการสัมภาษณ์เหมาะสม

กิตติพัฒน์ นนทปัทมะคุลย์ (2547 : 123-129) ได้กล่าวถึงประเภทของแบบสัมภาษณ์ไว้ว่า โดยทั่วไปแบบสัมภาษณ์ในฐานะเครื่องมือหรือวิธีการในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยสามารถจำแนกได้เป็น 3 ประเภท คือ

1. แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างหรือแบบมาตรฐาน (Structured or Standardized Interviews) เป็นแบบสัมภาษณ์ที่มีการกำหนดคำถามเฉพาะเจาะจงและชัดเจน หลักการและเหตุผลของการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง คือ การพยายามทำให้ผู้ถูกสัมภาษณ์แต่ละคนได้รับชุดคำถามชุดเดียวกัน เพื่อว่าจะสามารถเปรียบเทียบคำตอบของแต่ละคนได้สะดวกขึ้น

2. แบบสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้างหรือแบบปลายเปิด Unstructured or Open-Ended Interviews) เป็นวิธีการเก็บข้อมูลที่เหมาะสมที่สุดในการเก็บรวบรวมสาระด้านการรับรู้โลกและประสบการณ์ของผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย การสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้างดูยืดหยุ่นและลื่นไหลไปตามสถานการณ์ เพราะการสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้างไม่ได้ใช้ชุดคำถามที่กำหนดไว้อย่างตายตัว แต่จะมีลักษณะรวบรวมชุดของคำถามที่สำคัญ ๆ ที่มีที่มาจากข้อสันนิษฐานอันหลากหลายกว่าการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง

3. แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (Semi-Structured or Guided Interviews) หรือเรียกอีกอย่างว่าการสัมภาษณ์แบบชี้แนะ โดยปกติเป็นการสัมภาษณ์ที่นักวิจัยจะกำหนดคำถามที่พอจะตัดสินใจได้ว่าคำถามอะไรบ้างหรือใช้คำสำคัญ (Keywords) เป็นเครื่องชี้นำการสัมภาษณ์ซึ่งเน้นการสัมภาษณ์เชิงลึก

มานพ คณะโต (2550 : 32-34) จำแนกตามลักษณะโครงสร้างได้ 3 ประเภท คือ

1. การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (Structured Interview) เป็นการสัมภาษณ์ที่มีการวางแผน จัดเตรียมชุดคำถาม และวิธีการสัมภาษณ์อย่างเป็นระบบและมีขั้นตอนล่วงหน้า มีการดำเนินงานแบบเป็นทางการภายใต้กฎเกณฑ์หรือมาตรฐานเดียวกัน

2. การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (Semi-Structured Interview) เป็นการสัมภาษณ์ที่มีการวางแผนการสัมภาษณ์ไว้ก่อนล่วงหน้าอย่างเป็นขั้นตอน แบบเข้มงวดพอประมาณ และข้อคำถามในการสัมภาษณ์มีโครงสร้างแบบหลวม (Loosely Structure)

3. การสัมภาษณ์เชิงลึก (Indepth Interview) เป็นการสัมภาษณ์ที่ไม่มีการกำหนด กฎเกณฑ์เกี่ยวกับคำถามและลำดับขั้นตอนของการสัมภาษณ์ไว้ล่วงหน้า เป็นการพูดคุยสนทนาตามธรรมชาติ (Naturalistic Inquiry)

บุญชม ศรีสะอาด (2553 : 78-80) ได้กล่าวถึงประเภทของแบบสัมภาษณ์ไว้ว่า แบบสัมภาษณ์อาจแบ่งออกได้หลายแบบ ในที่นี้จะกล่าวถึงประเภทของแบบสัมภาษณ์ที่แบ่งตามเทคนิคการสัมภาษณ์ ซึ่งแบ่งได้ 2 ประเภท คือ

1. แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (Structured Interview) แบบสัมภาษณ์แบบนี้ผู้สัมภาษณ์จะทำการสัมภาษณ์ตามคำถามที่ได้สร้างขึ้นและพิมพ์ไว้ในแบบสัมภาษณ์ ผู้ให้สัมภาษณ์ทุกคนจะตอบคำถามชุดเดียวกัน อย่างเดียวกัน ผู้สัมภาษณ์จะจดบันทึกคำตอบของผู้ให้สัมภาษณ์ลงในแบบสัมภาษณ์นั้น ข้อดีของการสัมภาษณ์แบบนี้คือผู้วิจัยสามารถจัดหมวดหมู่ สรุปได้ง่ายและลดเวลาในการสัมภาษณ์

2. แบบสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง (Unstructured Interview) เป็นแบบสัมภาษณ์ ที่ไม่มีคำถามกำหนดไว้แน่นอน และผู้ให้สัมภาษณ์ตอบได้โดยอิสระ ผู้สัมภาษณ์มีอิสระในการตัดแปลงสถานการณ์ให้เหมาะสมตามวัตถุประสงค์ในขณะที่สัมภาษณ์ได้ ในการสัมภาษณ์แบบนี้ อาจมีแนวการสัมภาษณ์ (Interview Guide) ซึ่งจะมีหัวข้อของข้อมูลที่ต้องการระบุไว้ เพื่อให้ผู้สัมภาษณ์ได้ตั้งคำถามในแต่ละหัวข้อเองผู้สัมภาษณ์จะต้องมีความชำนาญในการสัมภาษณ์

ไพศาล วรคำ (2554 : 253-254) ได้กล่าวถึงประเภทของการสัมภาษณ์ไว้ว่า การสัมภาษณ์เป็นการพูดคุยเพื่อให้ได้ข้อมูลตามที่ต้องการ ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้สัมภาษณ์ ซึ่งแบบสัมภาษณ์มี 2 ประเภท คือ

1. แบบมีโครงสร้าง มีลักษณะคล้ายกับแบบสอบถาม คือ มีการเตรียมคำถามไว้ในแบบฟอร์ม ผลจากการสัมภาษณ์ขึ้นอยู่กับคำถามในแบบฟอร์มที่กำหนด เหมาะสำหรับผู้สัมภาษณ์ที่ไม่ค่อยมีเวลาและยังไม่มี ความชำนาญในการสัมภาษณ์

2. แบบไม่มีโครงสร้าง จะมีเฉพาะหัวข้อหรือแนวทางในการสัมภาษณ์เท่านั้น เป็นการถามแบบเจาะลึกเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ละเอียดลึกซึ้ง เปิดโอกาสให้ผู้ถูกสัมภาษณ์แสดงความคิดเห็นได้อย่างเต็มที่

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่าแบบสัมภาษณ์แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างเป็นแบบสัมภาษณ์ที่มีการกำหนดคำถามไว้แน่นอนว่าจะสัมภาษณ์อะไรบ้างแบบสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้างเป็นการสัมภาษณ์ที่ไม่มีคำถามกำหนดไว้แน่นอน ผู้ให้สัมภาษณ์ตอบได้โดยอิสระและผู้สัมภาษณ์มีอิสระในการตัดแปลงสถานการณ์ให้เหมาะสมตามวัตถุประสงค์ในขณะที่สัมภาษณ์ได้ และแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง เป็นแบบสัมภาษณ์ที่มีการกำหนดคำถามและสามารถเพิ่มคำถามได้ใน

ระหว่างการสัมภาษณ์ ซึ่งเน้นการสัมภาษณ์เชิงลึก

### 3. การสัมภาษณ์เชิงลึก

สร้อย ภู่ง (2545 : 119-120) ได้ให้ความหมายของการสัมภาษณ์แบบเชิงลึกไว้ว่า การสัมภาษณ์เชิงลึกเป็นวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพที่มีชื่อเรียกที่แตกต่างกันออกไป เช่น การสัมภาษณ์เจาะลึก การสัมภาษณ์ลุ่มลึก การสัมภาษณ์แนวลึก เป็นต้น ซึ่งเป็นวิธีการรวบรวมข้อมูล โดยไม่ใช่แบบสอบถามจะมีแนวของข้อคำถามให้ผู้สัมภาษณ์เป็นผู้สอบถาม ผู้ให้สัมภาษณ์ในลักษณะการเจาะลึก และต้องอาศัยความสามารถพิเศษของผู้สัมภาษณ์ในการค้นหารายละเอียดในประเด็นที่ศึกษาอย่างลึกซึ้ง ซึ่งการสัมภาษณ์เชิงลึกมักจะศึกษาในประชากรกลุ่มเล็ก ๆ เช่น ผู้บริหาร นักการเมือง ผู้นำทางวิชาการ ผู้นำท้องถิ่น ประชาชนชาวบ้าน เป็นต้น โดยที่การสัมภาษณ์เชิงลึกนั้นมิได้มุ่งหวังจะให้ผู้ถูกสัมภาษณ์เลือกคำตอบที่นักวิจัยคิดไว้ก่อนหรือสัมภาษณ์เพียงครั้งเดียวแต่ต้องการให้ผู้ถูกสัมภาษณ์แสดงความคิดเห็น ให้คำอธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับความสำคัญของเรื่องและสถานการณ์ ตลอดจนความเชื่อ ความหมายต่างๆ อย่างลึกซึ้งในแง่มุมต่าง ๆ

รวิวรรณ ชินะตระกูล (2547 : 117-119) ได้ให้ความหมายของการสัมภาษณ์เชิงลึกไว้ว่า การสัมภาษณ์แบบเชิงลึก (In-Depth Interview) เป็นวิธีการสัมภาษณ์ที่ต้องการถึงความจริงใจจากผู้ถูกสัมภาษณ์ให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ เป็นการซักถามเพื่อต้องการทราบถึงเหตุผลต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดข้อเท็จจริง ไม่ใช่เป็นการถามเกี่ยวกับคำถาม “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” แต่เป็นคำถามที่ถามว่าเพราะเหตุใดหรือทำไม ฯลฯ การสัมภาษณ์แบบนี้ผู้สัมภาษณ์จะต้องทำ ความสุขเคยและมีความมั่นใจแล้วว่าบรรยากาศที่จะทำการสัมภาษณ์นั้นเหมาะสม

มานพ คณะโต (2550 : 57-59) ได้ให้ความหมายของการสัมภาษณ์เชิงลึกไว้ว่า การสัมภาษณ์เชิงลึก (In-Depth Interview) หมายถึง การสัมภาษณ์ที่ไม่มีการกำหนดกฎเกณฑ์เกี่ยวกับคำถามและลำดับขั้นตอนของการสัมภาษณ์ไว้ล่วงหน้าเป็นการพูดคุยสนทนาตามธรรมชาติ (Naturalistic Inquiry)

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การสัมภาษณ์เชิงลึก (In-Depth Interview) หมายถึง การสัมภาษณ์แบบเจาะลึกรายบุคคล (In-Depth Interview) เป็นการซักถามพูดคุยกันระหว่างผู้สัมภาษณ์และผู้ให้สัมภาษณ์ เพื่อต้องการทราบถึงเหตุผลต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดข้อเท็จจริงเป็นการถามเจาะลึกถึงคำตอบอย่างละเอียดถี่ถ้วน การถามนอกจากจะให้อธิบายแล้วจะต้องถามถึงเหตุผลด้วย การสัมภาษณ์แบบนี้จะมีแนวของข้อคำถามให้ผู้สัมภาษณ์เป็นผู้สอบถาม และผู้สัมภาษณ์จะต้องมีความมั่นใจแล้วว่าบรรยากาศที่จะทำการสัมภาษณ์เหมาะสม

#### 4. ลักษณะของการสัมภาษณ์

รวิวรรณ ชินะตระกูล (2547 : 112-116) ได้กล่าวถึงลักษณะของการสัมภาษณ์ ไว้ว่า การสัมภาษณ์แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1. การสัมภาษณ์เป็นรายบุคคล (Individual Interview) เป็นการสัมภาษณ์ที่นิยมใช้กันมากที่สุด โดยสัมภาษณ์ทีละคน ชักถามกันจนเป็นที่พอใจแล้วจึงสัมภาษณ์คนอื่นต่อไป การสัมภาษณ์แบบนี้ผู้สัมภาษณ์กับผู้ให้สัมภาษณ์จะมีความเป็นอิสระและเป็นส่วนตัวมาก

2. การสัมภาษณ์เป็นกลุ่ม (Group Interview) เป็นการสัมภาษณ์พร้อมกันในเวลาเดียวกันครั้งละหลายๆคน อาจเป็นกลุ่มใหญ่หรือกลุ่มเล็กก็ได้ ทุกคนตอบคำถามเดียวกันหมดฉะนั้นคำตอบของผู้ให้สัมภาษณ์บางคนจึงอาจถูกชักนำจากคำตอบของผู้ให้สัมภาษณ์คนอื่นได้

บุญชม ศรีสะอาด (2553 : 85-87) ได้กล่าวถึงลักษณะของการสัมภาษณ์ ไว้ว่า การสัมภาษณ์แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1. การสัมภาษณ์รายบุคคล หรือการสัมภาษณ์แบบเผชิญหน้ากัน (Face-to-Face) ระหว่างผู้สัมภาษณ์กับผู้ให้ข้อมูลเพื่อรวบรวมข้อมูลที่ต้องการคำตอบที่เจาะลึกในเรื่องใดเรื่องหนึ่งการสัมภาษณ์เป็นรายบุคคลมีข้อดี คือ ผู้สัมภาษณ์สามารถชักถามเป็นการส่วนตัวคำถามที่ใช้ขึ้นอยู่กับผู้สัมภาษณ์ ผู้ให้ข้อมูลสามารถตอบได้อย่างอิสระ อาจมีการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงคำถามให้เหมาะสมกับผู้ให้ข้อมูลแต่ละคน เนื่องจากผู้ให้ข้อมูลแต่ละคนอาจมีวัฒนธรรมที่ต่างกัน จึงจำเป็นต้องมีการสร้างบรรยากาศให้เป็นกันเอง เพื่อที่จะให้ได้ข้อมูลตามที่ต้องการ นอกจากนี้การสัมภาษณ์แบบนี้สามารถบันทึกเทปหรือสังเกตการแสดงออกต่อการตอบสนองคำถามด้วยท่าทาง น้ำเสียง และสภาพแวดล้อมได้อีกด้วย การสัมภาษณ์เป็นรายบุคคล เป็นการลงทุนค่อนข้างสูงและใช้เวลานาน บางครั้งคำถาม ที่ถามอาจทำให้ผู้ตอบไม่ค่อยอยากตอบ เช่น ถามเกี่ยวกับรายได้ หรือคำถามที่ก่อให้เกิดความรู้สึกที่ขัดแย้งต่อบุคลิกภาพของผู้ให้สัมภาษณ์ นอกจากนี้คำตอบที่ได้ อาจมีความลำเอียง

2. การสัมภาษณ์เป็นกลุ่ม (Group Interview) เป็นการสัมภาษณ์แบบหนึ่งที่ผู้สัมภาษณ์ทำการสัมภาษณ์กับผู้ร่วมสนทนาหรือเป็นกลุ่ม เพื่อสนทนาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน โดยผู้สัมภาษณ์ เป็นผู้กำหนดหัวข้อร่วมสนทนาจะไม่มีความรู้สึกว่า ถูกชักถามปัญหา แต่คิดว่าเป็นการเสวนาในเรื่องที่ผู้สัมภาษณ์สนใจอยากรู้เรื่องต่าง ๆ การสัมภาษณ์เป็นกลุ่มช่วยให้ประหยัดเวลา ลงทุนน้อย เหมาะสำหรับการระดมความคิด เพื่อเป็นแนวทางในการ

หาข้อสรุป แต่อาจทำให้บางคนมีความรู้สึกอึดอัดในการตอบ หรือมีความรู้สึกไม่อยากตอบ เนื่องจากผู้ให้ข้อมูลบางคนไม่สามารถเปิดเผยข้อมูลได้อย่างอิสระ

สุภาวศ์ จันทวานิช (2553 : 91) ได้กล่าวถึงลักษณะของการสัมภาษณ์ ไว้ว่าการสัมภาษณ์แบ่งเป็น 2 ลักษณะคือ

1. การสัมภาษณ์รายบุคคล (Individual Depth Interview) เป็นการซักถามพูดคุยกันระหว่างผู้สัมภาษณ์และผู้ให้สัมภาษณ์เป็นการถามเจาะลึกถึงคำตอบอย่างละเอียดถี่ถ้วน การถามนอกจากจะให้อธิบายแล้วจะต้องถามถึงเหตุผลด้วย การสัมภาษณ์แบบนี้จะใช้ได้ดีกับการศึกษาวิจัยในเรื่องที่เกี่ยวกับพฤติกรรมของบุคคล เจตคติความต้องการ ความเชื่อ ค่านิยม บุคลิกภาพในลักษณะต่าง ๆ

2. การสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion) เป็นการสัมภาษณ์และสนทนาแบบเจาะประเด็นด้วยการเชิญผู้ร่วมสนทนาารวมเป็นกลุ่มกลุ่มละประมาณ 5-7 คน แล้วเปิดโอกาสให้ผู้เข้าร่วมสนทนาแลกเปลี่ยนทัศนะกันอย่างกว้างขวางในประเด็นต่าง ๆ ที่เราต้องการ แล้วพยายามหาข้อสรุปการสนทนากลุ่มนี้ เหมาะกับการวิจัยที่ต้องการหารูปแบบโครงสร้างแนวคิดใหม่ ๆ รวมทั้งค้นหาตัวกำหนดพฤติกรรมและบุคลิกภาพของมนุษย์

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่าการสัมภาษณ์แบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ การสัมภาษณ์รายบุคคล เป็นการซักถามพูดคุยกันระหว่างผู้สัมภาษณ์และผู้ให้สัมภาษณ์เพื่อรวบรวมข้อมูลที่ต้องการคำตอบที่เจาะลึกในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง คำถามที่ใช้ขึ้นอยู่กับผู้สัมภาษณ์ ผู้ให้ข้อมูลสามารถตอบได้อย่างอิสระ และการสัมภาษณ์เป็นกลุ่มเป็นการสัมภาษณ์และสนทนา กันครั้งละหลาย ๆ คน เพื่อสนทนาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันในประเด็นต่าง ๆ ที่เราต้องการแล้วพยายามหาข้อสรุป

## 5. การสร้างแบบสัมภาษณ์

ไพศาล วรคำ (2554 : 214) ได้กล่าวถึงการสร้างแบบสัมภาษณ์ไว้ว่า การสร้างแบบสัมภาษณ์มีขั้นตอนน้อยกว่าประเภทอื่น ๆ เพราะมักเป็นคำถามกว้าง ๆ ให้ผู้ตอบตอบโดยอิสระ และได้ข้อมูลที่เป็นความจริงมากที่สุด ซึ่งมี 3 ขั้นตอน คือ

1. ศึกษาทฤษฎี หลักการ ตัวแปร หรือประเด็นสำคัญที่ต้องการทราบข้อมูล
2. สร้างข้อคำถามให้สัมพันธ์กับประเด็นที่ต้องการทราบข้อมูลโดยยึดหลัก

ดังนี้

- 2.1 ไม่ใช่คำถามที่เป็นการชักนำให้เกิดคำตอบที่ต้องการ
- 2.2 ไม่ใช่คำถามที่ทำให้ผู้ตอบรู้สึกต่อต้าน หรือทำให้เกิดอคติในการตอบ



## ข้อมูล

2.3 ไม่ใช่คำถามที่เป็นความขัดแย้งค่านิยมของสังคม เพราะผู้ตอบจะตอบตามค่านิยม ทำให้ไม่ได้รับความจริง

3. นำแบบสัมภาษณ์ที่ออกแบบข้อคำถามไปตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา
4. นำแบบสัมภาษณ์ที่ผ่านการทดสอบความตรงทดลองใช้กับผู้ที่มีลักษณะ

## ใกล้เคียง

เกียรติสุดา ศรีสุข (2552 : 124-128) ได้กล่าวถึงการสร้างแบบสัมภาษณ์ไว้ว่า การสร้างแบบสัมภาษณ์ในงานวิจัย มีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาวัตถุประสงค์ของการวิจัย
2. กำหนดหัวข้อประเด็นที่ต้องการถามตามวัตถุประสงค์
3. รวบรวมข้อคำถามที่ต้องการสัมภาษณ์ตามประเด็นที่กำหนดไว้
4. พิจารณาแต่ละข้อคำถามว่ามีความเป็นปรนัยหรือความชัดเจนทางภาษา

เหมาะกับการถามกลุ่มตัวอย่างหรือไม่

5. พิจารณาข้อคำถามโดยรวมว่าครอบคลุมทุกประเด็นที่ต้องการสอบถามทั้งหมดหรือไม่ หากไม่แน่ใจในขั้นนี้ผู้วิจัยอาจนำข้อคำถามไปขอให้ผู้เชี่ยวชาญในเรื่องนั้นตรวจสอบว่าข้อคำถามแต่ละข้อ วัดได้ตรงและครอบคลุมประเด็นที่ต้องการศึกษาทั้งหมดหรือยัง

6. ปรับปรุงข้อคำถามตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ
7. จัดทำแบบสัมภาษณ์ฉบับชั่วคราว
8. นำแบบสัมภาษณ์ไปทดลองสัมภาษณ์กับกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะใกล้เคียง

กับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้รวบรวมข้อมูลจริง ประมาณ 1- 2 คน ว่ามีความเข้าใจตัวคำถาม และสามารถตอบคำถามตามที่ต้องการได้หรือไม่

9. ปรับปรุงข้อคำถาม
10. จัดพิมพ์แบบสัมภาษณ์ฉบับสมบูรณ์

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การสร้างแบบสัมภาษณ์จะต้องศึกษาวัตถุประสงค์ของการวิจัย แล้วกำหนดหัวข้อประเด็นที่ต้องการถามตามวัตถุประสงค์จัดทำแบบสัมภาษณ์ฉบับชั่วคราว เสร็จแล้วนำแบบสัมภาษณ์ที่ออกแบบข้อคำถามไปตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา และปรับปรุงข้อคำถาม แล้วจัดพิมพ์แบบสัมภาษณ์ฉบับสมบูรณ์

## 6. หลักการสัมภาษณ์

ผ่องพรรณ ตรียมงคลกุล (2549 : 246) ได้กล่าวถึงหลักการสัมภาษณ์ไว้ว่า ในการสัมภาษณ์เพื่อให้ได้ข้อมูลตามที่ต้องการอย่างมีประสิทธิภาพ มีหลักการในการปฏิบัติ ดังนี้

1. แนะนำตนเอง พร้อมกับชี้แจงวัตถุประสงค์ความสำคัญ ขอบเขตและประโยชน์ของการให้ข้อมูล และสนทนาเรื่องทั่ว ๆ ไปเพื่อเป็นการสร้างความคุ้นเคย
2. ใช้คำถามที่ชัดเจน โดยใช้ภาษาพูดหรือภาษาท้องถิ่นที่สุภาพทีละคำถาม และให้คำอธิบายกรณีให้ผู้ให้สัมภาษณ์ไม่เข้าใจ
3. ใช้การสังเกตพฤติกรรมระหว่างการให้ข้อมูลว่าผู้ให้สัมภาษณ์ให้ข้อมูลที่ เป็นจริงหรือไม่ ถ้าพบว่าไม่แน่ใจให้ปรับเปลี่ยนประเด็นคำถามใหม่เพื่อให้ได้ข้อมูลที่แท้จริง
4. ไม่ควรซักถามข้อมูลที่สามารถเก็บรวบรวมได้โดยใช้การสังเกต อาทิ เพศ บ้านเลขที่ ลักษณะของบ้าน เป็นต้น
5. ไม่ควรใช้เวลามากเกินไปในการสัมภาษณ์และควรหยุดพักเมื่อพิจารณา สังเกตเห็นผู้ให้สัมภาษณ์ไม่ค่อยให้คำตอบ และผู้สัมภาษณ์ไม่ควรแสดงอาการเบื่อหน่ายในการ ซักถาม
6. พยายามให้ผู้ให้สัมภาษณ์ให้ข้อมูลมาก ๆ โดยผู้สัมภาษณ์เป็นผู้ฟังที่ดี แต่มีวิธีการกระตุ้นให้ผู้ให้สัมภาษณ์พูดหรือแสดงความคิดเห็นในประเด็นข้อมูลที่ต้องการ
7. ไม่แสดงอาการเบื่อหน่ายในขณะที่ฟังคำให้สัมภาษณ์ที่อาจจะเกี่ยวข้องกับหรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ต้องการ
8. จดบันทึกข้อมูลตามที่ได้รับตามความเป็นจริงโดยไม่ต้องแปลความหรือ ขยายความเพราะมิฉะนั้นจะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อน
9. ถ้าการสัมภาษณ์จำเป็นจะต้องถ่ายรูปหรือบันทึกเสียง ควรจะต้องขออนุญาต และได้รับการอนุญาตจากผู้ให้สัมภาษณ์ก่อน
10. เมื่อจะสิ้นสุดการสัมภาษณ์ผู้สัมภาษณ์ควรแจ้งข้อมูลผลการสัมภาษณ์ให้แก่ ผู้ให้สัมภาษณ์ได้รับทราบ เพื่อเพิ่มเติมหรือแก้ไขข้อมูลประเด็นในการสัมภาษณ์ที่ยังไม่ชัดเจน
11. การปิดการสัมภาษณ์ ควรดำเนินการดังนี้
  - 11.1 กล่าวขอบคุณผู้ให้สัมภาษณ์ที่ให้ความอนุเคราะห์ให้ข้อมูล ก่อให้ผู้ให้ สัมภาษณ์เกิดเจตคติที่ดีในการให้สัมภาษณ์แก่ผู้อื่นต่อไปในอนาคต หรือให้ความร่วมมือใน โอกาสที่ต้องการได้รับข้อมูลเพิ่มเติม

11.2 ทบทวนความถูกต้องและความเชื่อถือได้ของข้อมูลที่ได้รับโดยการ  
แจ้งข้อมูลให้ผู้ให้สัมภาษณ์ได้รับทราบเพื่อความชัดเจน หรือแก้ไขปรับปรุงข้อมูลให้ถูกต้อง  
มากขึ้น

ไพศาล วรคำ (2554 : 212-213) ได้กล่าวถึงหลักของการสัมภาษณ์ไว้ ดังนี้

1. เตรียมการสัมภาษณ์เตรียมหัวข้อที่จะสัมภาษณ์ กำหนดเวลาในการสัมภาษณ์  
เตรียมสถานที่สัมภาษณ์
2. เริ่มต้นสัมภาษณ์เด็กด้วยการสร้างมิตรภาพ ทำให้ผู้รับการสัมภาษณ์รู้สึก  
เป็นกันเองและให้ความไว้วางใจผู้สัมภาษณ์
3. ผู้สัมภาษณ์ต้องแสดงตนเป็นผู้รับฟังที่ดี ไม่แสดงอาการเบื่อหน่าย ต้องแสดง  
ว่ามีความสนใจและตั้งใจฟัง
4. ผู้สัมภาษณ์ต้องใช้คำที่เข้าใจง่าย ภาษาง่าย ๆ และพูดอย่างชัดเจนอย่าพูดคำที่ไม่เป็น  
คำถามรวดเร็วเกินไปจนผู้ตอบงงหรือสับสน
5. ผู้สัมภาษณ์ไม่ควรจะพูดหรือคุยมากเกินไป ต้องคอยเป็นผู้รับฟังให้โอกาส  
เด็กพูดให้มากที่สุด
6. ไม่ควรบันทึกคำพูดของเด็กในระหว่างการสัมภาษณ์ จะทำให้เด็กเกิดความ  
กังวลหวาดระแวง
7. ในกรยุติการสัมภาษณ์ผู้สัมภาษณ์ต้องสร้างบรรยากาศที่ดี ทำให้ผู้รับการ  
สัมภาษณ์พึงพอใจที่จะกลับมาอีกครั้งหนึ่ง
8. การบันทึกการสัมภาษณ์ต้องทำทันทีเมื่อเสร็จสิ้นการสัมภาษณ์ ไม่ควรทิ้งไว้  
นาน ๆ เพราะอาจลืมรายละเอียดได้

Hammill and Bartel (1995 : 30) ได้กล่าวถึงเทคนิคในการสัมภาษณ์นักเรียน  
เกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. ให้เลือกตัวอย่างทีละอย่าง และให้ลำดับก่อนหลัง
2. เริ่มต้นด้วยปัญหาง่าย ๆ ก่อน เพราะจะทำให้เด็กเกิดความเข้าใจ
3. บันทึกการสัมภาษณ์ด้วยเทปเสียงหรือในสมุดบันทึก
4. ให้นักเรียนเขียนวิธีการแก้ปัญหาและอธิบายโดยการพูด
5. ให้นักเรียนแก้ปัญหาอย่างอิสระโดยใช้วิธีการของตนเอง โดยที่ครูไม่  
ต้องให้คำแนะนำหรือเสนอแนะว่านักเรียนกำลังทำผิด

6. หลีกเลียงการเร่งให้นักเรียนทำงานเสร็จเร็วๆ เพราะอาจจะเป็นการสร้าง ความกดดันหรือสกัดกั้นความคิดของนักเรียน การสัมภาษณ์เช่นนี้ควรใช้เวลาประมาณ 15-45 นาที

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า หลักในการสัมภาษณ์ ผู้สัมภาษณ์จะต้องมี การเตรียมการสัมภาษณ์เตรียมหัวข้อที่จะสัมภาษณ์เริ่มต้นสัมภาษณ์ด้วยการสร้างมิตรภาพ ทำ ให้ผู้รับการสัมภาษณ์รู้สึกเป็นกันเองและให้ความไว้วางใจผู้สัมภาษณ์ ควรใช้คำถามที่ชัดเจน โดยใช้ภาษาพูดหรือภาษาท้องถิ่นที่สุภาพผู้สัมภาษณ์ต้องแสดงตนเป็นผู้รับฟังที่ดี ไม่แสดง อาการเบื่อหน่าย ต้องแสดงว่ามีความสนใจและตั้งใจฟังในการยุติการสัมภาษณ์ผู้สัมภาษณ์ต้อง สร้างบรรยากาศที่ดี ทำให้ผู้รับการสัมภาษณ์พึงพอใจที่จะกลับมาอีกครั้งหนึ่งการบันทึกการ สัมภาษณ์ต้องทำทันทีเมื่อเสร็จสิ้นการสัมภาษณ์ ไม่ควรทิ้งไว้นาน ๆ เพราะอาจลืมรายละเอียด ได้

## 7. การบันทึกการสัมภาษณ์

ผ่องพรรณ ตรียมงคลกุล (2549 : 263) ได้กล่าวถึงวิธีการบันทึกการสัมภาษณ์ไว้ว่า ในการจดบันทึกข้อมูลในการสัมภาษณ์ ผู้สัมภาษณ์จะต้องดำเนินการดังนี้

1. จดบันทึกข้อมูลทันทีหลังจากเสร็จสิ้นการสัมภาษณ์ เพื่อป้องกันการลืม สาระสำคัญของข้อมูลระหว่างการสัมภาษณ์
2. จดบันทึกข้อมูลเฉพาะเนื้อหาสาระที่สำคัญเท่านั้น โดยไม่ต้องแสดงความ คิดเห็นผู้สัมภาษณ์ประกอบ เพราะอาจจะทำให้ข้อมูลมีอคติ
3. อย่าเว้นข้อคำถามให้ว่างในแบบฟอร์มการสัมภาษณ์โดยไม่มีการจดบันทึก ถ้าไม่มีคำตอบควรบันทึกสาเหตุว่าเพราะเหตุใด
4. บันทึกผลโดยใช้ภาษาของผู้ให้สัมภาษณ์ แต่ถ้ายาวมากควรบันทึกเนื้อหา สาระที่ต้องการ และใช้ภาษาที่ชัดเจนไม่คลุมเครือ
5. สรุปผลการสัมภาษณ์

ไพศาล วรคำ (2554 : 214) ได้กล่าวถึงวิธีการบันทึกการสัมภาษณ์ไว้ว่าวิธีการ บันทึกการสัมภาษณ์มี 2 วิธี ดังนี้

1. การจดบันทึก วิธีนี้เป็นวิธีที่นิยมเป็นอย่างมาก เพราะเป็นวิธีการที่ ประหยัด แต่ก็ยังมีข้อที่ถกเถียงกันว่าควรจะมีการจดบันทึกในขณะที่สัมภาษณ์หรือหลังสัมภาษณ์ แบบ ไດจะเหมาะสมที่สุด เพราะแต่ละแบบก็จะมีทั้งข้อดีและข้อเสียต่างกันไป ถ้าการสัมภาษณ์เพื่อ หาข้อเท็จจริงที่มีรายละเอียดมากยากแก่การจำก็อาจจะจดบันทึกในขณะที่สัมภาษณ์ แต่ถ้าเป็น

เรื่องที่เป็นประเด็นใหญ่ ๆ หรือเป็นเหตุการณ์ที่ไม่ต้องการรายละเอียดก็อาจจะจดบันทึกหลังการสัมภาษณ์เสร็จสิ้นแล้วก็ได้

2. การบันทึกเทป โดยปกติแล้วจะจัดทำในห้องสัมภาษณ์ที่มีลักษณะพิเศษ และซ่อนเทปไว้โดยไม่ให้ผู้ถูกสัมภาษณ์รู้ตัว แต่ถ้าใช้บันทึกเทปแบบธรรมดาต้องขออนุญาตและชี้แจงเหตุผลหรือจุดมุ่งหมายในการบันทึกเทปการสัมภาษณ์ในครั้งนั้นให้ผู้ถูกสัมภาษณ์เข้าใจ และถ้าผู้ถูกสัมภาษณ์อนุญาตให้บันทึกเทปได้ ผู้สัมภาษณ์จึงจะทำการบันทึกได้

มลิวัลย์ ผิวคราม (2556 : 57) ได้กล่าวถึงการจดบันทึกในแบบสัมภาษณ์ มีแนวปฏิบัติ ดังนี้

1. ต้องจดบันทึกทันทีหลังจากการสัมภาษณ์แล้ว เพื่อกันลืมหรือสับสน
2. รายละเอียดที่จะบันทึก ได้แก่ ชื่อผู้ให้สัมภาษณ์ ที่อยู่ วันที่สัมภาษณ์ผลการสัมภาษณ์ ซึ่งประกอบด้วย เรื่องที่สัมภาษณ์ คำตอบของผู้ให้สัมภาษณ์ ความคิดเห็นของผู้ให้สัมภาษณ์ที่มีต่อปัญหา ข้อสังเกตที่ได้ในขณะที่สัมภาษณ์เกี่ยวกับปัญหานั้น ๆ สรุปข้อเสนอแนะ และสรุปผลการสัมภาษณ์
3. ควรบันทึกแต่เนื้อหาสาระเท่านั้น ไม่ควรใส่ความคิดเห็นของผู้สัมภาษณ์ เพราะอาจก่อให้เกิดความเอนเอียงได้
4. ถ้าไม่ได้คำตอบในการสัมภาษณ์ในคำถามใด ผู้สัมภาษณ์ควรจะบันทึกเหตุผลไว้ด้วย

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การจดบันทึกการสัมภาษณ์มี 2 วิธี คือการจดบันทึก และการบันทึกเทปซึ่งการจดบันทึกต้องจดบันทึกข้อมูลทันทีหลังจากเสร็จสิ้นการสัมภาษณ์ เพื่อป้องกันการลืมสาระสำคัญของข้อมูลระหว่างการสัมภาษณ์ ควรบันทึกแต่เนื้อหาสาระเท่านั้น ไม่ควรใส่ความคิดเห็นของผู้สัมภาษณ์เพราะอาจก่อให้เกิดความเอนเอียงได้ ส่วนการบันทึกเทป ต้องขออนุญาตและชี้แจงเหตุผลหรือจุดมุ่งหมายในการบันทึกเทปการสัมภาษณ์ในครั้งนั้นให้ผู้ถูกสัมภาษณ์เข้าใจ และถ้าผู้ถูกสัมภาษณ์อนุญาตให้บันทึกเทปได้ ผู้สัมภาษณ์จึงจะทำการ บันทึกได้

## 8. เทคนิคการสัมภาษณ์

Clements and Ellerton (1669 : 48-50) ได้กล่าวถึง เทคนิคการสัมภาษณ์นิวแมนไว้ว่า เทคนิคการสัมภาษณ์นิวแมน เป็นวิธีการวิเคราะห์ความผิดพลาด 5 ขั้นตอน ที่เกิดจากการตอบปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังจากนั้นนักเรียนทำแบบทดสอบเสร็จแล้วจะใช้การสัมภาษณ์ขั้นตอนการแก้ปัญหาทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งเป็นวิธีที่ได้ผลดี และเป็น

ประโยชน์ต่อครูผู้สอนในปี ค.ศ. 1997 นิวแมนได้ใช้เทคนิคการสัมภาษณ์ดังกล่าว และได้เผยแพร่ใช้ในวงการศึกษาระดับประเทศออสเตรเลียจนได้ผลดีและมีการวิจัยอย่างต่อเนื่อง โดยวิธีวิเคราะห์ความผิดพลาดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนิวแมน มีทั้งหมด 5 ขั้นตอน มีดังนี้ ขั้นแรกคือความผิดพลาดจากการอ่าน ความผิดพลาดในขั้นนี้พิจารณาได้จากการที่นักเรียนไม่สามารถอ่านคำสำคัญ หรือสัญลักษณ์ที่อยู่ในคำถาม ทำให้นักเรียนถูกจำกัดขอบเขตที่ดำเนินการแก้ปัญหาให้ครบสมบูรณ์ได้ ขั้นที่สองคือ ความผิดพลาดจากการทำความเข้าใจ แม้ว่านักเรียนจะสามารถอ่านคำทุกคำที่อยู่ในคำถามได้ แต่นักเรียนอาจจะไม่เข้าใจความหมายของคำเหล่านั้นได้ทั้งหมด ทำให้นักเรียนก็ไม่สามารถดำเนินการแก้ปัญหาต่อไปได้ ขั้นที่สามคือ ความผิดพลาดจากการเปลี่ยนรูป ในขั้นนี้ ถึงแม้ นักเรียนจะเข้าใจโจทย์แต่นักเรียนไม่สามารถเลือกใช้การกระทำทางคณิตศาสตร์ ในขั้นนี้นักเรียนไม่สามารถนำการกระทำทางคณิตศาสตร์ดังกล่าวไปใช้อย่างถูกต้อง แม่นยำได้ ซึ่งทำให้เกิดการคำนวณที่ผิดพลาดขึ้น และขั้นสุดท้ายคือ ความผิดพลาดจากการสรุปคำตอบ ซึ่งเกิดจากการที่นักเรียนทำตามกระบวนการแก้ปัญหาอย่างถูกต้องแต่ไม่สามารถแสดงคำตอบในรูปแบบที่โจทย์ต้องการ

Newman (1977 : 18) ได้เสนอวิธีการในการสัมภาษณ์นักเรียนหลังจากการทำแบบทดสอบและวิธีการใช้คำถามในการสัมภาษณ์ไว้ว่า วิธีการสัมภาษณ์ นักเรียน ผู้สัมภาษณ์จะต้องทำการสัมภาษณ์หลังจากการทำแบบทดสอบเสร็จแล้วทันที โดยต้องแยกสัมภาษณ์ทีละคน ระหว่างการสัมภาษณ์นั้น ก็ควรมีการบันทึกไว้ด้วย ส่วนสิ่งแวดล้อมรอบข้างควรมีสภาพที่ไม่รบกวนผู้สัมภาษณ์และนักเรียนมากนัก ถ้าสังเกตเห็นว่า นักเรียนเกิดอาการเกร็งหรือไม่มีสมาธิที่จะให้สัมภาษณ์ต่อไปได้ก็ควรหยุดสัมภาษณ์ทันที และนอกจากนี้ผู้สัมภาษณ์ต้องระวังในเรื่องของการพูดด้วย เพราะอาจจะทำให้นักเรียนไขว้เขวหรือเปลี่ยนความคิดได้ ส่วนวิธีการใช้คำถามในการสัมภาษณ์ของนิวแมนแสดงในตารางที่ 5

**ตารางที่ 5** แบบสัมภาษณ์นักเรียนตามแนวทางแนวทางนิวแมน

ขั้นที่	การวิเคราะห์ความผิดพลาด	คำถามที่ใช้
1	ความผิดพลาดจากการอ่าน (Reading Errors)	นักเรียนลองอ่านคำถาม ให้ครูฟัง
2	ความผิดพลาดจากความเข้าใจ (Comprehension Errors)	บอกครูว่าคำถามต้องการ ให้เธอทำอะไร

ขั้นที่	การวิเคราะห์ความผิดพลาด	คำถามที่ใช้
3	ความผิดพลาดจากการเปลี่ยนรูป (Transformation Errors)	บอกครูถึงแนวคิดที่เธอจะใช้ หาคำตอบ
4	ความผิดพลาดจากการใช้ทักษะกระบวนการ (Process skill Errors)	ลองแสดงวิธีที่เธอใช้คำนวณ หาคำตอบพร้อมอธิบายตามไปด้วย
5	ความผิดพลาดจากการสรุปตอบ (Encoding Errors)	ที่นี่ให้เธอเขียนคำตอบ ของคำถาม

วิธีการบันทึกการสัมภาษณ์ลงในแบบบันทึกการสัมภาษณ์ของนิวมาน มีวิธีการบันทึก ดังต่อไปนี้

1. การบันทึกผลการสัมภาษณ์ในขั้นการอ่าน (Reading Recognition) การสัมภาษณ์นักเรียนในขั้นนี้ ผู้ศึกษาจะให้นักเรียนอ่าน โจทย์ปัญหาจากแบบทดสอบ ถ้านักเรียนอ่านได้ถูกต้อง ผู้ศึกษาจะวงกลมล้อมรอบอักษร C (Correct) ในช่องของ Word แต่ถ้านักเรียนอ่านคำใดคำหนึ่งผิดหรืออ่านไม่ได้ ผู้ศึกษาจะวงกลมล้อมรอบอักษร E (Errors) ในส่วนของ Word เช่นกัน พร้อมกับบันทึกรายละเอียดของการอ่านผิดอย่างย่อ ๆ ในส่วนของ การอ่านสัญลักษณ์ที่อยู่ใน โจทย์ปัญหานั้น ถ้านักเรียนอ่านสัญลักษณ์ได้ถูกต้อง ผู้ศึกษาจะวงกลมล้อมรอบอักษร C ในส่วนของ Symbol แต่ถ้านักเรียนอ่านผิดหรืออ่านไม่ได้ ผู้ศึกษาจะวงกลมล้อมรอบอักษร E ในส่วนของ Symbol เช่นกัน พร้อมทั้งบันทึกรายละเอียดของการอ่านสัญลักษณ์ที่ผิดอย่างย่อ ๆ

2. การบันทึกผลการสัมภาษณ์ในขั้นการทำความเข้าใจคำศัพท์เฉพาะ (Comprehension (a)) เมื่อผู้ศึกษาให้นักเรียนบอกความหมายของคำสำคัญ (Key words) หรือสัญลักษณ์ที่อยู่ใน โจทย์ปัญหาแล้ว ผู้ศึกษาจะบันทึกผลลงในส่วนของ Terms ถ้านักเรียนสามารถบอกได้ถูกต้อง ผู้ศึกษาจะวงกลมล้อมรอบอักษร C แต่ถ้านักเรียนบอกผิดหรือบอกไม่ได้ ผู้ศึกษาจะวงกลมล้อมรอบอักษร E และบันทึกรายละเอียดของสิ่งที่ผิดอย่างย่อ ๆ

3. การบันทึกผลการสัมภาษณ์ในขั้นการทำความเข้าใจ โจทย์ (Comprehension (b)) เมื่อผู้ศึกษาให้นักเรียนบอกสิ่งที่ โจทย์ปัญหาต้องการให้นักเรียนทำแล้วผู้ศึกษาจะบันทึกผลลงในส่วนของ General โดยถ้านักเรียนบอกได้ถูกต้อง ผู้ศึกษาจะวงกลมล้อมรอบอักษร C แต่ถ้านักเรียนบอกผิดหรือบอกไม่ได้ ผู้ศึกษาจะวงกลมล้อมรอบอักษร E และบันทึกรายละเอียดของสิ่งที่ ผิดอย่างย่อ ๆ

4. การบันทึกผลการสัมภาษณ์ในขั้นการเปลี่ยนรูป (Transformation) ในขั้นนี้  
 ถ้านักเรียนสามารถบอกแนวคิด หรือวิธีที่จะใช้หาคำตอบ ๆ ได้ถูกต้อง ผู้ศึกษาจะบันทึกผล  
 โดยวงกลมล้อมรอบอักษร C แต่ถ้านักเรียนบอกผิด หรือบอกไม่ได้ ผู้ศึกษาจะวงกลมรอบ  
 อักษร E และบันทึกรายละเอียดของสิ่งที่ผิดอย่างย่อๆ

5. การบันทึกผลการสัมภาษณ์ในขั้นการใช้ทักษะกระบวนการ (Process Skills)  
 ถ้านักเรียนแสดงวิธีคิดคำนวณหาคำตอบได้ถูกต้อง ผู้ศึกษาจะวงกลมล้อมรอบอักษร C แต่ถ้านักเรียนแสดงวิธีคิดคำนวณผิด หรือแสดงวิธีคิดคำนวณไม่ได้ ผู้ศึกษาจะบันทึกสิ่งที่ผิดลงใน  
 ส่วนต่าง ๆ ของขั้น Process Skills ดังนี้

5.1 ถ้านักเรียนแสดงวิธีคิดคำนวณซึ่งเป็นการเดาคำตอบที่ผิด ผู้ศึกษาจะ  
 บันทึกผลลงในส่วนของการเดาคำตอบ โดยวงกลมรอบอักษร E ในแถวของ R (Random  
 Response)

5.2 ถ้าพบว่า นักเรียนเลือกการกระทำทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการคำนวณ  
 ไม่ถูกต้อง ไม่เหมาะสม หรือไม่ตรงกับโจทย์ที่ต้องการ แล้วผู้ศึกษาจะบันทึกผลการวงกลม  
 รอบอักษร E ในแถวของ WO (Wrong Operation)

5.3 ถ้าพบว่า นักเรียนได้นำการกระทำทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องตรงกับที่  
 โจทย์ต้องการให้ทำแล้วมาใช้คำนวณอย่างผิด ๆ ผู้ศึกษาจะวงกลมล้อมรอบ E ในแถวของ FA

5.4 ถ้าพบว่า นักเรียนคิดคำนวณผิด ผู้ศึกษาจะวงกลมรอบอักษร E ในแถว  
 ของ FC (Faulty Computation)

5.5 ถ้าพบว่า นักเรียนไม่แสดงวิธีคิดคำนวณ หรือทำได้เลยผู้ศึกษาจะวงกลม  
 รอบอักษร E ในแถวของ E ในแถวของ NR (No Response) ทั้งนี้ถ้านักเรียนแสดงวิธีคิดคำนวณ  
 ผิดหมดทุกกรณีดังกล่าวข้างต้นแล้ว ผู้ศึกษาจะบันทึกความผิดพลาดโดยวงกลมล้อมรอบอักษร  
 E

6. การบันทึกผลการสัมภาษณ์ในขั้นการสรุปคำตอบ ถ้านักเรียนสรุปคำตอบใน  
 รูปข้อความหรือภาษาได้ถูกต้อง ผู้ศึกษาจะวงกลมล้อมรอบ C ในส่วนของ Words ถ้าสรุปผิด ผู้  
 ศึกษาจะวงกลมรอบอักษร E ในส่วนของ Words เช่นเดียวกัน ถ้านักเรียนสรุปคำตอบในรูป  
 สัญลักษณ์ได้ถูกต้อง ผู้ศึกษาจะวงกลมรอบอักษร C ในส่วนของ Symbols ถ้าสรุปผิด ผู้ศึกษาจะ  
 วงกลมล้อมรอบอักษร E ในส่วนของ Symbols เช่นเดียวกัน

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า เทคนิคการสัมภาษณ์นั้นผู้สัมภาษณ์จะต้อง  
 มีการวางแผนการสัมภาษณ์ ก่อนการสัมภาษณ์ไม่ว่าจะเป็นในส่วนของคำถามเครื่องมือที่ใช้ใน



การบันทึกหรือแม้กระทั่ง สิ่งที่ต้องการจากการสัมภาษณ์ในแต่ละครั้งซึ่งในการสัมภาษณ์ นอกจากผู้สัมภาษณ์ ต้องใช้คำพูดแล้วยังต้องใช้ตาและหูเพื่อดูและฟังประกอบการพิจารณา เพื่อหาข้อเท็จจริงผู้สัมภาษณ์จะต้องทำการสัมภาษณ์หลังจากการทำแบบทดสอบเสร็จแล้วทันที โดยต้องแยกสัมภาษณ์ทีละคน ระหว่างการสัมภาษณ์นั้นก็ควรมีการบันทึกไว้ด้วย ส่วน สิ่งแวดล้อมรอบข้างควรมีสภาพที่ไม่รบกวนผู้สัมภาษณ์และนักเรียนมากนัก

### การหาคุณภาพของเครื่องมือ

นักการศึกษาหลายท่านได้เสนอความคิดเกี่ยวกับคุณภาพของเครื่องมือไว้ดังนี้ สมนึก ภัททิยธนี (2546 : 193) ได้กล่าวเกี่ยวกับคุณภาพของเครื่องมือไว้ว่า การ ประเมินคุณภาพของแบบทดสอบ เป็นการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบที่สร้างขึ้นว่ามี คุณภาพดีเพียงใด ทั้งลักษณะเป็นรายข้อและทั้งฉบับ ถ้าข้อสอบข้อใดหรือฉบับใดมีคุณภาพดี ก็ ควรนำไปใช้ แต่ถ้าบกพร่องก็ควรปรับปรุงแก้ไข

พิชิต ฤทธิจรูญ (2551 : 134) ได้กล่าวเกี่ยวกับคุณภาพของเครื่องมือไว้ว่า เครื่องมือ วัดผลที่ดีจะต้องเป็นเครื่องมือที่มีคุณภาพจึงจะช่วยให้การวัดผลมีความถูกต้องเชื่อถือได้และผล การประเมินที่ได้ย่อมเชื่อถือได้ด้วย ดังนั้นก่อนที่จะนำเครื่องมือไปใช้จริงจึงควรตรวจสอบ คุณภาพของเครื่องมือก่อนทุกครั้ง การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือเป็นการตรวจสอบคุณสมบัติ ของเครื่องมือในเรื่องความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ความยาก ค่าอำนาจจำแนก และความเป็น ปรนัย

บุญชม ศรีสะอาด (2553 : 81) ได้กล่าวเกี่ยวกับคุณภาพของเครื่องมือไว้ว่า เครื่องมือ รวบรวมข้อมูลจะต้องมีคุณภาพหลายประการประกอบกัน ดังนี้

1. ทุกข้อต้องมีคุณภาพเข้าตามเกณฑ์ในด้านระดับความยาก ค่าอำนาจจำแนก ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา
2. เมื่อนำทุกข้อที่มีคุณภาพตามข้อ 1 มารวมกันเป็นฉบับ เครื่องมือทั้งฉบับนั้น จะต้องมีคุณภาพในด้านความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่น

ไพศาล วรคำ (2554 : 254) ได้กล่าวเกี่ยวกับคุณภาพของเครื่องมือไว้ว่า คุณภาพของ เครื่องมือหมายถึงคุณลักษณะที่บ่งบอกถึงความสามารถของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวม ข้อมูลเพื่อการวิจัย เช่น ความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ความยาก และค่าอำนาจจำแนก เป็นต้น คุณสมบัติที่บ่งชี้ถึงคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วยความเที่ยงตรงและความ เชื่อมั่นเป็นหลัก ส่วนอำนาจ จำแนกนั้นจะใช้เฉพาะในกรณีของแบบทดสอบและแบบสอบถาม

และความยากจะใช้ได้เฉพาะกรณีแบบทดสอบเท่านั้น

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปสามารถสรุปได้ว่า เครื่องมือในการวัดผลที่มีจะต้องมีการตรวจสอบคุณภาพ เพื่อช่วยให้การวัดผลมีความถูกต้องเชื่อถือได้และผลการประเมินที่ได้ย่อมมีความน่าเชื่อถือด้วย คุณภาพของเครื่องมือที่เชื่อถือได้จะต้องมีการตรวจสอบคุณภาพรายข้อ ด้านความยาก ค่าอำนาจจำแนก ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา และตรวจสอบคุณภาพทั้งฉบับด้าน ความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรง

### 1. ความเที่ยงตรง

นักการศึกษาได้กล่าวถึงความหมาย ลักษณะ และวิธีการของความเที่ยงตรง (Validity) หรือ ความตรง (Validity) ดังนี้

พิชิต ฤทธิจรูญ (2551 : 134- 135) ได้กล่าวถึงความเที่ยงตรงไว้ว่าความเที่ยงตรงเป็นคุณสมบัติของเครื่องมือที่สามารถวัดได้ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัด ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบนั้นมีสิ่งที่จะต้องพิจารณาดังนี้

1. ความเที่ยงตรงเป็นเรื่องที่อ้างถึงการตีความหมายของผลที่ได้จากเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบหรือการประเมินผล มิใช่เป็นความเที่ยงตรงของเครื่องมือ แต่เป็นความเที่ยงตรงของการตีความหมายที่ได้จากผลของการทดสอบ

2. ความเที่ยงตรงเป็นเรื่องของระดับ (Matter of Degree) มิใช่เป็นเรื่องมีหรือไม่มี การบอกความเที่ยงตรงของแบบทดสอบควรเสนอในรูประดับที่เจาะจง เช่น มีความเที่ยงตรงสูง ปานกลาง หรือต่ำ

3. ความเที่ยงตรงจะเป็นความเที่ยงตรงเฉพาะเรื่องที่ต้องการวัดเสมอ (Specific to Some Particular Use) ไม่มีแบบทดสอบใดที่มีความเที่ยงตรงทุกวัตถุประสงค์ เช่น แบบทดสอบเลขคณิตอาจมีความเที่ยงสูงในการวัดทักษะการคำนวณ แต่มีความเที่ยงตรงต่ำในการวัดเหตุผลเชิงตัวเลข และอาจมีความเที่ยงตรงปานกลางในการคาดคะเนผลการเรียน

4. ความเที่ยงตรงเป็นมโนทัศน์เดี่ยว (Unitary Concept) หมายความว่า ความเที่ยงตรงเป็นค่าตัวเลขเดี่ยวที่ได้มาจากหลักฐานหลายแหล่ง หลักพื้นฐานที่ใช้ยึดในการตีความหมายของความเที่ยงตรงก็คือเนื้อหา เกณฑ์ที่กำหนด และโครงการ

ศิริชัย กาญจนวาสิ (2552 : 99) ได้กล่าวถึงความเที่ยงตรงไว้ว่า ความเที่ยงตรงเป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดของแบบทดสอบ สามารถจำแนกความตรงเป็น 3 ประเภทหลัก ๆ ได้แก่ ความเที่ยงตรงตามเนื้อเรื่อง ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ และความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎี การตรวจสอบความเที่ยงตรงเป็นกระบวนการรวบรวมและวิเคราะห์หลักฐาน เพื่อการ

สนับสนุนความเหมาะสมและความถูกต้องของการนำคะแนนจากเครื่องมือวัดไปสรุป อ้างอิงคุณลักษณะที่มุ่งวัด ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงสามารถจำแนกตามเป้าหมายที่สำคัญได้ 3 ประเภท ได้แก่ การตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อเรื่อง (Content Validation) การตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์และการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎี

ไพศาล วรคำ (2554 : 254) ได้กล่าวถึงความเที่ยงตรงไว้ว่า ความเที่ยงตรง หมายถึง ความถูกต้อง แม่นยำของเครื่องมือในการวัดสิ่งที่ต้องการจะวัด หรือความสอดคล้องเหมาะสมของผลการวัดกับเนื้อเรื่อง หรือเกณฑ์ หรือทฤษฎีเกี่ยวกับลักษณะที่มุ่งวัด ความเที่ยงตรงจึงถือว่าเป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดของเครื่องมือวัดทุกประเภท เพราะเป็นคุณสมบัติเกี่ยวข้องกับคุณภาพ ด้านความถูกต้องของผลที่ได้จากการวัด สำหรับประเภทความเที่ยงตรง ได้แก่

1. ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) เป็นการแสดงหรือหาว่า เครื่องมือวัดนั้น สามารถวัดได้ตรงและครอบคลุมเนื้อหาวิชา การแสดงหลักฐานความเที่ยงตรง มากน้อยเพียงใด โดยการเทียบกับตารางวิเคราะห์หลักสูตร หรือตารางกำหนดข้อสอบ สิ่งกำหนดตัวอย่างหัวข้อเนื้อหาสาระวิชาและพฤติกรรมจากเนื้อหาสาระวิชาทั้งหมด และถือว่าเป็นตัวแทนที่ดีแล้ว การแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือวัด สามารถพิจารณาจากความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ของวิชา โดยคำนวณจากดัชนีความสอดคล้องของระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ ค่า IOC ที่มีค่า 0.05 ขึ้นไปแสดงว่ามีความสอดคล้องหรือเป็นตัวแทนจุดประสงค์ของวิชา

สำหรับสูตรที่ใช้ในการคำนวณดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบ คำนวณจากสูตรของ บุญเชิด ภิญญอนันตพงษ์ (ไพศาล วรคำ, 2554 : 262-263) ดังนี้

$$IOC = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{N}$$

เมื่อ	IOC	แทน	ค่าดัชนีความสอดคล้อง
	$R_i$	แทน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
	$\sum_{i=1}^n R_i$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2. ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ (Criterion-Related Validity) ของค่าที่วัดได้จากเครื่องมือวัดที่ต้องการกับค่าที่วัดได้จากเกณฑ์ ซึ่งสามารถคำนวณได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับค่าที่

วัดได้ ซึ่งอาจใช้สูตร Pear Product Moment หรือ Spearman Rank Order ซึ่งแยกตามเกณฑ์เป็นการแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงตามสภาพและการแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงตามพยากรณ์

3. ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) เป็นการแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงว่าเครื่องมือวัดนั้นสามารถวัดขอบเขตความหมาย หรือคุณลักษณะประจำตามโครงสร้างทฤษฎีที่สมมุติขึ้นได้เพียงใด

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ความเที่ยงตรง หมายถึง ความถูกต้องแม่นยำของเครื่องมือในการวัดสิ่งที่ต้องการจะวัด หรือความสอดคล้องเหมาะสมของผลการวัดกับเนื้อเรื่อง ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงสามารถจำแนกตามเป้าหมายที่สำคัญได้ 3 ประเภท ได้แก่ ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ และความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

## 2. ความยากและค่าอำนาจจำแนก

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2551 : 138) ได้กล่าวถึงความยากและค่าอำนาจจำแนกไว้ว่า ความยาก (Difficulty) เป็นคุณสมบัติของข้อสอบที่บอกให้ทราบว่าข้อสอบข้อนั้นมีคนตอบถูกมากหรือน้อย ถ้ามีคนตอบถูกมากข้อสอบนั้นก็ง่าย ถ้ามีคนตอบถูกน้อย ข้อสอบข้อนั้นก็ยาก ถ้ามีคนตอบถูกบ้างผิดบ้าง หรือมีคนตอบถูกปานกลางข้อสอบข้อนั้นก็มีความยากปานกลาง ข้อสอบที่มีความยากพอเหมาะควรมีคนตอบถูกไม่ต่ำกว่า 20 คน และไม่เกิน 80 คน จากผู้สอบ 100 คน ค่าความยากหาได้โดยการนำจำนวนคนที่ตอบถูกหารด้วยจำนวนคนที่ตอบทั้งหมด ส่วนค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) เป็นคุณสมบัติของข้อสอบที่สามารถจำแนกผู้เรียนตามความแตกต่างของบุคคลว่าใครเก่ง ปานกลาง อ่อน ใครรอบรู้-ไม่รอบรู้โดยยึดหลักการว่าคนเก่งจะต้องตอบข้อสอบข้อนั้นถูก คนไม่เก่งจะต้องตอบผิด ข้อสอบที่ดีจะต้องแยกคนเก่งกับคนไม่เก่งออกจากกันได้

ไพศาล วรรคำ (2554 : 287) ได้กล่าวถึงความยากและค่าอำนาจจำแนกไว้ว่า ความยากของข้อสอบ (Item Difficulty) เป็นคุณลักษณะประจำตัวของข้อสอบแต่ละข้อที่บ่งบอกถึงโอกาสที่กลุ่มตัวอย่างจะตอบข้อนั้นได้ถูก ดังนั้นความยากของข้อสอบจึงพิจารณาได้จากจำนวนผู้ตอบข้อนั้นถูก ถ้ามีจำนวนผู้ตอบถูกมากแสดงว่าข้อสอบนั้นง่ายหรือมีค่าดัชนีความยาก (Item Difficult Index : p) สูง ถ้ามีจำนวนผู้ตอบถูกน้อยแสดงว่าข้อสอบนั้นยากหรือมีค่าดัชนีความยากต่ำ

การหาค่าความยากของข้อสอบ โดยทั่วไปจะนิยมหาเฉพาะในการสอบแบบอิงกลุ่มเพื่อทำการคัดเลือกข้อสอบที่มีความยากเหมาะสมกับกลุ่มผู้สอบ ข้อสอบที่มีความยากเหมาะสม

จะมีดัชนีความยากอยู่ระหว่าง 0.20 - 0.80 ส่วนในการสอบแบบอิงเกณฑ์นั้น ต้องพิจารณาความรอบรู้ (ผ่านเกณฑ์) หรือไม่รอบรู้ (ไม่ผ่านเกณฑ์) จึงไม่ค่อยคำนึงถึงความยากของข้อสอบ สำหรับข้อสอบอัตนัยการหาดัชนีความยากจะมีวิธีการแตกต่างไปจากข้อสอบปรนัยบ้าง เนื่องจากคะแนนที่เป็นไปได้ของข้อสอบอัตนัยแต่ละข้อ ไม่ใช่ 0 หรือ 1 เหมือนกับข้อสอบปรนัย การหาดัชนีความยากของข้อสอบอัตนัยทำได้โดยการแบ่งผู้เข้าสอบออกเป็นสองกลุ่ม ๆ เท่า ๆ กัน คือกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ จากนั้นคำนวณหาดัชนีความยากจากสูตรของ (Whitney and Sabers) ส่วนการแปลผลดัชนีความยากของข้อสอบอัตนัยก็ใช้เกณฑ์เดียวกับดัชนีความยากของข้อสอบปรนัย

สำหรับสูตรการหาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบจะต้องแบ่งกลุ่มเป้าหมายออกเป็นกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อนโดยใช้เทคนิค 25 % ของกลุ่มเป้าหมายนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมดโดยคำนวณจากสูตรของ วิทเนย์ และซาเบอร์ส (ไพศาล วรคำ. 2554 : 292-293)

$$P_E = \frac{S_U + S_L - (2N)(X_{\min})}{2N(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	$P_E$	แทน	ดัชนีค่าความยาก
	$S_U$	แทน	ผลรวมคะแนนกลุ่มเก่งในแต่ละข้อ
	$S_L$	แทน	ผลรวมคะแนนกลุ่มอ่อนในแต่ละข้อ
	$N$	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน
	$X_{\max}$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุดในแต่ละข้อ
	$X_{\min}$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุดในแต่ละข้อ

ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง คุณลักษณะของข้อสอบหรือข้อคำถามที่สามารถแยกปริมาณของคุณลักษณะที่ต้องการวัดที่มีอยู่ในแต่ละบุคคลได้ เช่น ในแบบทดสอบข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกก็คือ ข้อสอบที่สามารถแยกคนเก่งออกจากคนอ่อนได้ เครื่องมือที่นิยมหาค่าอำนาจจำแนกได้แก่ แบบทดสอบและแบบสอบถาม เทคนิคการหาค่าอำนาจจำแนกมีหลายวิธี ตามลักษณะของเครื่องมือ ดังนี้

1. การหาค่าอำนาจจำแนกแบบอิงกลุ่ม มีหลายวิธี
  - 1.1 เทคนิคร้อยละ 50
  - 1.2 เทคนิคร้อยละ 27
  - 1.3 การหาสหพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม

#### 1.4 การหาสหสัมพันธ์แบบ Point Biserial

### 2. การหาค่าอำนาจจำแนกแบบอิงเกณฑ์ หาได้ 2 แบบ ดังนี้

#### 2.1 ดัชนีค่าอำนาจจำแนกของ (Brennan's Index : B-Index)

#### 2.2 ดัชนีความไวของข้อสอบ (Sensitive Index : S)

### 3. การหาค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบอัตนัย

ในกรณีของข้อสอบอัตนัย ค่าคะแนนในแต่ละข้อจะมีได้หลายค่า การหาค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบอัตนัยสามารถหาได้จากสูตร (Whitney and Sabers)

ศิริชัย กาญจนวาที (2552 : 225) ได้กล่าวถึงความยากและค่าอำนาจจำแนกไว้ว่า ความยาก (Difficulty) หรือระดับความยากของข้อสอบ (Level of difficulty of the Items) หมายถึง สัดส่วนของจำนวนคนที่ตอบข้อสอบข้อนั้นถูก เช่น ข้อสอบข้อหนึ่งมีคนตอบ 100 คน ปรากฏว่าตอบถูกเพียง 30 คน แสดงว่าข้อสอบข้อนั้น มีความระดับความยาก (p) เท่ากับ 0.30 หรือ 30 % ดังนั้นระดับความยากของข้อสอบจึงมีค่าตั้งแต่ 0-1.0 ถ้าข้อสอบข้อใดมีคนตอบถูกมาก P จะมีค่าสูง (เข้าใกล้ 1) แสดงว่าข้อนั้นง่าย ในทางตรงกันข้ามถ้าข้อสอบข้อใดมีคนตอบถูกน้อย P จะมีค่าต่ำ (เข้าใกล้ 0) แสดงว่าข้อสอบนั้นยาก โดยทั่วไปข้อสอบที่มีค่า P ระหว่าง 0.20-0.80 ถือว่าเป็นข้อสอบที่มีความยากพอเหมาะ และข้อสอบที่ทั้งฉบับควรมีระดับความยากเฉลี่ยประมาณ 0.50 ส่วนค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) หรือค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ(Discrimination Power of The Items) หมายถึง ความสามารถของข้อสอบในการจำแนก หรือแยกให้เห็นความแตกต่างระหว่างข้อสอบที่มีผลสัมฤทธิ์ต่างกัน เช่น จำแนกคนเก่งกับคนอ่อนออกจากกันได้ โดยถือว่าคนที่เก่งหรือมีความสามารถควรทำข้อสอบนั้นได้ ส่วนผู้ที่อ่อนหรือไม่มีความสามารถไม่ควรทำข้อสอบข้อนั้นได้ ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบจะมีค่าตั้งแต่-1ถึง +1 แต่ค่าอำนาจจำแนกที่ดีจะต้องมีค่าบวก ควรมีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

สำหรับสูตรที่ใช้ในการหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบคำนวณจากสูตรของวิทเนย์ และซาเบอร์ส (ไพศาล วรคำ. 2554 : 282) ดังนี้

$$D = \frac{S_U - S_L}{N(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	D	แทน	ดัชนีค่าอำนาจจำแนก
	$S_U$	แทน	ผลรวมคะแนนกลุ่มเก่งในแต่ละข้อ
	$S_L$	แทน	ผลรวมคะแนนกลุ่มอ่อนในแต่ละข้อ
	N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

$X_{max}$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุดในแต่ละข้อ
$X_{min}$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุดในแต่ละข้อ

เกณฑ์ในการแปลความหมายของค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกเป็น ดังนี้

**ตารางที่ 6** เกณฑ์ในการแปลความหมายของค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก

ความยาก (p)	ความหมาย	ค่าอำนาจจำแนก (D)	ความหมาย
0.80-1.00	ง่ายมาก	0.60-1.00	ดีมาก
0.60-0.79	ค่อนข้างง่าย	0.40-0.59	ดี
0.40-0.59	ปานกลาง	0.20-0.39	พอใช้
0.20-0.39	ค่อนข้างยาก	0.10-0.19	ค่อนข้างต่ำ ควรปรับปรุง
0.00-0.19	ยากมาก	0.00-0.09	ต่ำมาก ต้องปรับปรุง

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ความยากของข้อสอบเป็นคุณลักษณะประจำตัวของข้อสอบแต่ละข้อที่บ่งบอกถึงโอกาสที่กลุ่มตัวอย่างจะตอบข้อนั้น ได้ถูกส่วนค่าอำนาจจำแนก เป็นคุณสมบัติของข้อสอบที่สามารถจำแนกผู้เรียนตามความแตกต่างของบุคคลว่าใครเก่งปานกลาง อ่อน ใครรอบรู้-ไม่รอบรู้ ซึ่งเครื่องมือที่สร้างขึ้นต้องตรวจสอบคุณภาพรายข้อในเรื่องค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก โดยทั่วไปข้อสอบที่มีค่าความยากระหว่าง 0.20-0.80 ถือว่าเป็นข้อสอบที่มีความยากพอเหมาะ และข้อสอบทั้งฉบับควรมีระดับความยากเฉลี่ยประมาณ 0.50 ส่วนค่าอำนาจจำแนกที่ดีต้องมีค่าเป็นบวก และมีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

### 3. ความเชื่อมั่น

เยาเวดี วิบูลย์ศรี (2552 : 88) ได้กล่าวถึงความเชื่อมั่นไว้ว่า ความเชื่อมั่นตรงกับภาษาอังกฤษ “Reliability” ซึ่งหมายถึง “Stability and Consistency” ของคะแนนสอบ จึงเป็นที่เข้าใจของกลุ่มนักวัดผลคนไทยว่า Reliability นั้น หมายถึง ระดับความคงที่หรือความคงเส้นคงวาของคะแนนสอบจากการทดสอบเรื่องเดียวกันในเวลาใดก็ตาม อย่างไรก็ตาม องค์กรที่ดีสำหรับการใช้คำนี้ อาจใช้คำที่ต่างกันไป เช่น ความเชื่อมั่น ความเที่ยง

ศิริชัย กาญจนวาลี (2552 : 59-60) ได้กล่าวถึงความเชื่อมั่นไว้ว่า ความเชื่อมั่น หมายถึง ความคงที่หรือความคงเส้นคงวาของผลที่ได้จากการวัดซ้ำ และได้กล่าวถึงวิธีการ

ประมาณค่าความเชื่อมั่นสามารถจำแนกออกเป็น 4 ประเภทใหญ่ ๆ โดยมีความหมายและวิธีการประมาณค่าดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ประเภทของความเชื่อมั่น ความหมาย และวิธีการประมาณค่า

ประเภท	ความหมาย	วิธีประมาณค่า
1. ความเชื่อมั่นแบบคงที่ (Measure of Stability)	ความคงเส้นคงวาของคะแนนจากการวัดในช่วงเวลาที่ต่างกัน โดยวิธีสอบซ้ำด้วยแบบสอบเดิม (Test-retest Method)	คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหพันธ์ระหว่างคะแนนที่วัดได้จากคนกลุ่มเดียวกันด้วยเครื่องมือเดียวกัน โดยทำการวัดซ้ำสองครั้งในเวลาที่แตกต่างกัน
2. ความเชื่อมั่นแบบความสมมูล (Measure of Equivalent)	ความสอดคล้องกันของคะแนนจากการวัดในช่วงเวลาเดียวกัน โดยใช้แบบสอบที่สมมูลกัน (Equivalent Forms Method)	คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหพันธ์ระหว่างคะแนนที่วัดได้ในเวลาเดียวกันจากคนกลุ่มเดียวกัน โดยใช้เครื่องมือ 2 ฉบับที่ทดสอบกัน
3. ความเชื่อมั่นแบบคงที่และสมมูล (Measure of Stability and Equivalent)	ความสอดคล้องกันของคะแนนจากการวัดในช่วงเวลาที่ต่างกัน โดยวิธีสอบซ้ำด้วยแบบสอบถามที่สมมูลกัน (Test – retest Equivalent Forms)	คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหพันธ์ระหว่างคะแนนที่วัดได้ในเวลาต่างกันจากคนกลุ่มเดียวกัน โดยใช้เครื่องมือ 2 ฉบับที่ทดสอบกัน
4. ความเชื่อมั่นแบบความสอดคล้องภายใน (Measure of Internal Consistency )	ความสอดคล้องกันระหว่างคะแนนรายชื่อหรือความเป็นเอกพันธ์ของเนื้อหารายชื่ออันเป็นตัวแทนของคุณลักษณะเด่นเดียวกันที่ต้องการวัดโดยวิธีต่าง ๆ ดังนี้ 4.1 วิธีแบ่งครึ่งลือสอบ (Spilt-halfMethod)	คำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความเป็นเอกพันธ์ระหว่างคะแนนของกลุ่มข้อสอบ 2 กลุ่ม จากการวัดด้วยแบบสอบเดียวกัน คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหพันธ์ระหว่างคะแนนที่วัดได้



ประเภท	ความหมาย	วิธีประมาณค่า
		จากการ แบ่งครึ่งข้อสอบที่สมมูลกัน เช่น แบ่งเป็นข้อคู่และข้อคี่ จากนั้นจึงใช้สูตรของสเปียร์แมน บราวน์
	4.2 วิธีของ คูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson Method)	คำนวณค่าสถิติของคะแนนรายข้อ (ซึ่งให้คะแนนแบบ 0,1) และคะแนนรวม จากนั้นจึงใช้ สูตรของ คูเดอร์-ริชาร์ดสัน
	4.3 วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Method)	คำนวณค่าสถิติของคะแนนรายข้อ และคะแนนรวม จากนั้นจึงใช้ สูตรคำนวณสัมประสิทธิ์แอลฟาของ ครอนบาค
	4.4 วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนของ ฮอยล์ (Hoyt's Analysis of Variance Method)	วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง จากนั้นจึงใช้สูตรของ ฮอยล์

ในกรณีที่ข้อสอบเป็นแบบความเรียง (Essay Tests) ที่มีคำตอบมากกว่า 1 คำตอบ ผู้ตรวจให้คะแนน (Rater) แต่ละคนอาจให้คะแนนที่แตกต่างกัน ความเชื่อมั่นระหว่างผู้ให้คะแนนจึงสำคัญมากสำหรับเครื่องมือวัดทักษะนี้ วิธีการง่าย ๆ ในการหาความเชื่อมั่น ระหว่างผู้ให้คะแนนก็คือให้ผู้ตรวจให้คะแนนตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป ให้คะแนนในแบบทดสอบเดียวกัน หรือพฤติกรรมเดียวกันแล้วหาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากผู้ตรวจ โดยการหาสัมประสิทธิ์ความพ้องกันหรือดัชนีความสอดคล้องกัน

ไพศาล วรรคำ (2554 : 88) ได้กล่าวถึงความเชื่อมั่นไว้ว่า ความเชื่อมั่นหมายถึง ความคงที่ของผลที่ได้จากการวัดด้วยเครื่องมือชุดใดชุดหนึ่งในการวัดหลาย ๆ ครั้ง การหาความเชื่อมั่นของแบบวัดพัฒนามาจากนิยาม คือความสัมพันธ์กันระหว่างค่าการวัดหลาย ๆ ครั้ง แต่ด้วยเหตุที่คุณลักษณะที่ต้องการวัดของบุคคลนั้นมักจะมีการเปลี่ยนแปลงเสมอเมื่อเวลาผ่านไป จึงได้มีการพัฒนาวิธีการหาความเชื่อมั่นของแบบวัดขึ้นมาอีกหลายวิธี ภายใต้แนวคิดหลัก 3

แนวคิดคือ

1. การวัดความคงที่ ซึ่งจะเป็นการวัดความคงที่ของผลการวัดหลายๆ ครั้ง
2. การวัดความสมมูลกันเป็นการวัดด้วยแบบที่เป็นคู่ขนาน เพื่อหลีกเลี่ยงการวัดซ้ำ
3. การวัดความสอดคล้องภายในซึ่งเป็นการพิจารณาความเชื่อมั่นจากการวัดเพียงครั้งเดียวแล้วหาความสอดคล้องของผลการวัดภายในแบบวัดนั้น

สูตรการหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบคำนวณจากสูตรการหาสัมประสิทธิ์อัลฟา ( $\alpha$  Coefficient) ของ Cronbach ดังนี้ (ไพศาล วรคำ, 2554 : 282)

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left( 1 - \frac{\sum_{i=1}^k s_i^2}{s^2} \right)$$

เมื่อ	$\alpha$	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ
	k	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	$S_i^2$	แทน	ความแปรปรวนของแบบทดสอบในแต่ละข้อ
	$S^2$	แทน	ความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัด (Standard Error of Measurement : SEM) ไพศาล วรคำ (2554:287) กล่าวถึงความคลาดเคลื่อนของการวัดว่าเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความเชื่อมั่นของเครื่องมือ กล่าวคือ ถ้าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัดต่ำ ความเชื่อมั่นจะสูง ในทางกลับกันถ้าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัดสูงความเชื่อมั่นจะต่ำ นั่นหมายความว่าถ้าแบบทดสอบใดมีความเชื่อมั่นอย่างแท้จริง คะแนนที่สอบได้นั้นจะเป็นคะแนนจริง (True Score) ถ้ามีการสอบด้วยแบบทดสอบฉบับเดียวกับกลุ่ม ๆ เดียวหลายครั้ง คะแนนของผู้สอบแต่ละคนที่สอบได้จะแตกต่างกันไป การที่คะแนนแตกต่างกันมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ หรือถ้าแบบทดสอบมีความเชื่อมั่นสูงความแตกต่างของคะแนนจะน้อย ถ้ามีความเชื่อมั่นต่ำความแตกต่างของคะแนนจะมาก การคำนวณหาความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัดจึงเป็นการหาค่าความแตกต่างระหว่างคะแนนที่สอบได้ (Obtained Scores) กับคะแนนจริง (True Scores) สอดคล้องกับ เยาวดี ราชชัยกุล วิบูลย์ศรี (2552 : 97) ที่กล่าวว่า โดยปกติความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัดจะมีค่าน้อยมาก และมีความสัมพันธ์กับค่าความเชื่อมั่น ค่า SEM จึงเป็นดัชนีที่จะชี้ให้เห็นว่า เมื่อคลาดเคลื่อน

มาตรฐานของการวัดมีค่าน้อย ก็ย่อมจะทำให้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบสูงขึ้น

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ความเชื่อมั่น หมายถึง ความคงที่ของผลที่ได้จากการวัดด้วยเครื่องมือชุดใดชุดหนึ่งในการวัดหลาย ๆ ครั้ง ในการหาความเชื่อมั่นระหว่างผู้ให้คะแนนก็คือให้ผู้ตรวจให้คะแนนตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป ให้คะแนนในแบบทดสอบเดียวกัน หรือพฤติกรรมเดียวกัน แล้วหาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากผู้ตรวจ โดยการหาหรือดัชนีความสอดคล้อง

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 1. งานวิจัยในประเทศ

ฉัฐไฉโล พรังมาติ (2544 : 5-7) วิจัยเรื่อง การศึกษามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นและศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนานของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 415 คน จากโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดกรมสามัญศึกษา กรุงเทพมหานคร เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องเส้นขนาน และแบบสัมภาษณ์มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเอง แบบทดสอบมีความตรงเชิงเนื้อหา โดยผ่านการตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.80 และค่าค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.24 - 0.57 วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่ามัธยมาเลขคณิต ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่ามัธยมาเลขคณิตร้อยละของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องเส้นขนาน ที่จำแนกตามมโนทัศน์ผลการวิจัยพบว่า

1. ตัวอย่างประชากรมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่องเส้นขนานในระดับต่ำ คือ มีค่ามัธยมาเลขคณิตร้อยละ 54

2. เมื่อพิจารณาจากมโนทัศน์ที่จำแนกเป็น 4 มโนทัศน์ย่อย พบว่า

2.1 ตัวอย่างประชากรมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องเส้นขนาน ในระดับต่ำใน 3 มโนทัศน์ย่อยคือ บทนิยามของเส้นขนาน เส้นขนานและมุมแย้ง และเส้นขนานและมุมภายนอกกับมุมภายใน

2.2 ตัวอย่างประชากรมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ในระดับปานกลาง คือ มโนทัศน์ย่อย เรื่องเส้นขนานและมุมภายใน

2.3 ตัวอย่างประชากรที่มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์เรื่องเส้นขนาน คิดเป็นร้อยละ 27.95 - 39.52 ใน 4 มโนทัศน์ย่อย

นวลศรี ชำนาญกิจ (2546 : 28-30) ได้วิเคราะห์ภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในจังหวัดนครสวรรค์ มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจวิเคราะห์ภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นในโรงเรียนสังกัดสามัญศึกษา จังหวัดนครสวรรค์จำนวน 392 คน ผลการศึกษาพบว่า เมื่อนำภาพลักษณ์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมาเรียงลำดับตามค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนทั้งหมดจากมากไปน้อย 5 อันดับ อันดับแรกปรากฏผลดังนี้ คือ อันดับที่ 1 เมื่อกำหนดรูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่ไม่อยู่ในแนวตั้งขึ้นให้ นักเรียนร้อยละ 97.19 ของนักเรียนทั้งหมดบอกไม่ได้ว่า รูปสามเหลี่ยมใดเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก อันดับที่ 2 เมื่อกำหนดรูปสามเหลี่ยมสองรูปที่มีลักษณะทับซ้อนให้ นักเรียนร้อยละ 76.28 ไม่สามารถพิจารณาว่ารูปนั้นเท่ากันทุกประการหรือไม่ อันดับที่ 3 นักเรียนร้อยละ 75.52 ของนักเรียนทั้งหมดไม่สามารถหาลักษณะของรูปสามเหลี่ยมแบบ ม.ม.ค ได้ อันดับที่ 4 นักเรียนร้อยละ 73.21 ของนักเรียนทั้งหมดคิดว่ารูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่ไม่อยู่ในแนวตั้งขึ้นไม่เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส อันดับที่ 5 นักเรียนร้อยละ 72.45 ของนักเรียนทั้งหมดคิดว่ารูปสามเหลี่ยมที่มีมุมยอดมาบรรจบกันเป็นรูปหลายเหลี่ยม

สุกัญญา สีสมมา (2554 : 97-98) ได้ทำการวิจัยเพื่อวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน และข้อผิดพลาดทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง อสมการ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศรีสมเด็จ พิษณุพัฒนาวิทยา จังหวัดร้อยเอ็ด ปีการศึกษา 2553 จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวนนักศึกษา 87 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบอัตนัย และแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง วิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีพรรณนาวิเคราะห์ ผลการวิจัยพบว่าแบบรูปของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมี 2 แบบรูป คือ การตีความด้านภาษา และด้านการบิดเบือนทฤษฎีบท ทฤษฎีบทพีทาโกรัส และสมบัติ แบบรูปของข้อผิดพลาดมี 2 แบบรูป คือ ขาดการตรวจสอบในระหว่างการแก้ปัญหา และผิดพลาดในเทคนิคการทำ สาเหตุของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ได้แก่ ความคลาดเคลื่อนในมโนทัศน์ เรื่อง อสมการ ความคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการใช้สมบัติของความเท่ากันของการบวก ลบ คูณ หาร และขาดทักษะในการแก้โจทย์ปัญหาในขั้นทำความเข้าใจ โจทย์ปัญหา สาเหตุของการเกิดข้อผิดพลาด ได้แก่ ขาดความระมัดระวังในการคิดคำนวณ ขาดความรอบคอบในการตรวจสอบคำตอบ แนวทางการแก้ไขการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน คือ การ

สอนซ่อมเสริมเกี่ยวกับการแก้สมการ โดยการใช้ออกสารแนะแนวทางเป็นบทเรียนการรู้คุณ บทเรียนแบบโปรแกรม ชุดการเรียนการสอนรายบุคคล เพื่อสร้างความเข้าใจและหลักการแก้ สมการ และการเสริมแรง แนวทางการแก้ไขการเกิดข้อผิดพลาด คือ การสร้างความตระหนัก ฝึกฝนและทบทวนด้วยตนเองสม่ำเสมอ ฝึกฝนการทำงานให้เป็นระบบ มีระเบียบวินัย รอบคอบ มีวิจารณญาณ และมีความเชื่อมั่นในตนเอง

สมพร พลจันทร์ (2555 : 183-184) วิเคราะห์หมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการเรียน คณิตศาสตร์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมี วัตถุประสงค์เฉพาะ คือ เพื่อศึกษาแบบรูป สาเหตุ และแนวทางแก้ไขหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ทางการเรียนคณิตศาสตร์ กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเมืองชัยวิทยาคมจังหวัดกาฬสินธุ์ ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 36 คน ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย คือหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการ เรียนคณิตศาสตร์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ แบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ผลการวิจัยพบว่าแบบรูปของหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนพบ 5 แบบรูป คือ 1) ด้านการบิดเบือน ทฤษฎีบท กฎ สูตร บทนิยาม และสมบัติ 2) ด้านข้อผิดพลาดในเทคนิคการทำ 3) ด้านการใช้ ข้อมูลผิด 4) ด้านการตีความด้านภาษา และ 5) ด้านขาดการตรวจสอบในระหว่างการแก้ปัญหา และสาเหตุของการเกิดหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการเรียนคณิตศาสตร์ คือ นักเรียนขาดความ เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับนิยาม และสมบัติของจำนวนตรรกยะ จำนวนอตรรกยะ หลักการหารากที่ สอง และหลักการหารากที่สาม การขาดความระมัดระวังในการคิดคำนวณ ขาดการไตร่ตรอง ในการให้เหตุผล และขาดความรอบคอบในการทำแบบทดสอบ แล้วจึงทำให้เกิดข้อผิดพลาดที่ เกิดจากการละเลยการใช้ข้อมูลที่จำเป็นในขั้นตอนการแก้ปัญหา หรือว่าทำผิดคำสั่งโดยหา คำตอบในสิ่งที่ไม่ต้องการ และเกิดจากการคัดลอกโจทย์ผิด อีกทั้งยังเกิดจากการแปล ความหมายสัญลักษณ์ สูตร กฎ ทฤษฎี ที่แตกต่างไปจากข้อตกลงที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป หรือ เกิดจากการตีความจากความเข้าใจที่ได้มาจากแนวความคิดหรือความรู้ที่ไม่ถูกต้อง ความรู้ที่ไม่ สมบูรณ์ คลุมเครือ จนทำให้เกิดข้อผิดพลาดขึ้น หรือเกิดจากการแสดงขั้นตอนในการทำ แบบทดสอบถูกต้อง แต่คำตอบที่ได้มาผิด หรือทำแบบทดสอบไม่เสร็จสิ้นสมบูรณ์ หรือ ขั้นตอนในการทำแบบทดสอบผิด แต่คำตอบที่ได้มานั้นถูกต้อง

อรุณ โกวิทไชยประเสริฐ (2555 : 3-4) วิจัยเรื่องการวินิจฉัยหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ในวิชาคณิตศาสตร์เรื่องฟังก์ชันของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนในเครือ คริสตจักรสะพานเหลืองมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยหมโนทัศน์ที่

คลาดเคลื่อนการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในเรื่อง ฟังก์ชัน และ 2) วินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน การเรียนเรื่องฟังก์ชันตามหลักสูตรสถานศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ของนักเรียนช่วงชั้น ที่ 4 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนในเครือข่ายคริสตจักรสะพานเหลืองกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ ในการวิจัยนี้จำนวน 220 คนเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบทดสอบวินิจฉัยเพื่อค้นหา ข้อบกพร่องและสาเหตุของความบกพร่องในการเรียนผลการวิจัยพบว่านักเรียนระดับ มัธยมศึกษาปีที่ 4 นั้นมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในเรื่องฟังก์ชัน มากที่สุด 3 ด้าน คือ 1) มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการบิดเบือนทฤษฎีบทสูตรคูณ ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและสมบัติ ซึ่งโดยมากนักเรียนนั้นไม่เข้าใจถึงนิยามของฟังก์ชันส่วนมากเป็นเพราะ ผู้เรียนขาดการฝึกฝนในการทำโจทย์หรือแบบฝึกหัดขาดการทำความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับ ทฤษฎีบทสูตรคูณทฤษฎีบทพีทาโกรัสและสมบัติในเนื้อหาวิชานั้นๆหรือเป็นเพราะกระบวนการเรียนรู้ที่ เน้นให้นักเรียนท่องจำไม่สอนให้นักเรียนทำความเข้าใจถึงความหมายและหลักการของทฤษฎี บทสูตรคูณทฤษฎีบทพีทาโกรัสและสมบัติ 2) มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการคำนวณหรือขาดทักษะ ในการคำนวณทั้งนี้เพราะนักเรียนไม่มีพื้นฐานการคำนวณที่ถูกต้องตั้งแต่ระดับชั้นมัธยม ดันเข้าใจหลักการคำนวณที่ผิดหรือขาดความรอบคอบซึ่งส่งผลต่อการเรียนรู้ในระดับชั้นที่ สูงขึ้นทำให้นักเรียนขาดความต่อเนื่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และ 3) มโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อนทางการทำผิวด้านบนหรือผิวด้านล่างโดยมากมักเป็นนักเรียนที่ไม่ชอบ แสดงขั้นตอนในการแสดงวิธีทำอย่างละเอียดเป็นขั้นเป็นตอนไม่ชอบที่จะเขียนหรือแสดงให้ ละเอียดมุ่งที่จะหาคำตอบเพียงอย่างเดียวจึงทำให้ขั้นตอนบางขั้นตอนนั้นขาดหายไปซึ่งนักเรียน มักจะลืมแทนค่าตัวแปรที่คำนวณมาได้จึงทำให้นักเรียนสรุปผลไม่ถูกต้อง

เพ็ญศิริ บุตรสาวิเศษ (2556 : 129-130) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การวิเคราะห์มโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์และภาคตัด กรวย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน และข้อผิดพลาด ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์และภาคตัดกรวย ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมีวัตถุประสงค์เฉพาะดังนี้คือเพื่อศึกษาแบบรูปสาเหตุ และหาแนว ทางแก้ไขการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาด กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนร่อนคำที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 120 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบอัตนัย จำนวน 15 ข้อ มีค่าความ ยากอยู่ระหว่าง 0.30-0.65 ค่าค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20-0.47 ค่าความเชื่อมั่น 0.75 และ แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีพรรณนาวิเคราะห์ ผลการวิจัยปรากฏว่า

แบบรูปของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมี 2 แบบรูป คือ การบิดเบือนทฤษฎีบท กฎ สูตร บทนิยาม และสมบัติและการตีความจาก โจทย์ แบบรูปของข้อผิดพลาดมี 2 แบบรูป คือ ผิดพลาดในเทคนิคการทำและขาดการตรวจสอบในระหว่างการแก้ปัญหา ส่วนสาเหตุของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน คือ จำสูตรผิด นำสิ่งที่โจทย์ไม่ได้กำหนดให้มาใช้ในการหาคำตอบ ไม่เข้าใจความรู้พื้นฐานเรขาคณิต ขาดการฝึกทักษะและขาดทักษะการอ่านจับใจความและสาเหตุของการเกิดข้อผิดพลาด คือขาดความระมัดระวัง และความรอบคอบ ในการคิดคำนวณ ขาดความไตร่ตรองในการวิเคราะห์โจทย์มีความเร่งรีบ และขาดการตรวจสอบความถูกต้องของขั้นตอนการแก้ปัญหา

งามพร้อม อ่อนบัวขาว (2556 : 226) ทำวิจัยเรื่อง การศึกษาการเปลี่ยนแปลงมโนคติทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน โดยการจัดกิจกรรมซ่อมเสริม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงมโนคติทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน โดยการจัดกิจกรรมซ่อมเสริม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งกำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนแก่นนครวิทยาลัย 2 ตำบลบ้านเป็ด อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น จำนวน 6 คน ซึ่งคัดเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบทดสอบวัดมโนคติทางคณิตศาสตร์และกิจกรรมซ่อมเสริม เรื่อง เส้นขนาน จากการศึกษาในครั้งนี้ พบว่า

1. ก่อนการดำเนินกิจกรรมซ่อมเสริมนักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีมโนคติทางคณิตศาสตร์เรื่องเส้นขนาน 3 ลักษณะ คือ 1) มโนคติทางคณิตศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ 2) มโนคติทางคณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน และ 3) ไม่มีมโนคติทางคณิตศาสตร์ หลังการดำเนินกิจกรรมซ่อมเสริม พบว่านักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีมโนคติทางคณิตศาสตร์ที่สมบูรณ์
2. หลังจากการดำเนินกิจกรรมซ่อมเสริมนักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีการเปลี่ยนแปลงมโนคติทางคณิตศาสตร์เรื่องเส้นขนาน ตามกรอบทฤษฎีของ Dykstra et al.

สถาปนา บุญมาก (2557 : 21-22) วิจัยเรื่องผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนมโนทัศน์ที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนมโนทัศน์กับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2/10 ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนพนัสพิทยาคาร จังหวัดชลบุรี จำนวน 50 คนซึ่ง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แผนการจัดกิจกรรมการ

เรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนมโนทัศน์ แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องเส้นขนาน มีค่าความเชื่อมั่น 0.72 และแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนานมีค่าความเชื่อมั่น 0.75 และวิเคราะห์ผลด้วยสถิติ t-test แบบ One Sample ซึ่งผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่อง เส้นขนาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนมโนทัศน์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

2. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เรื่อง เส้นขนาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนมโนทัศน์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

จากการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศพบว่า การศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ เป็นการศึกษาความคลาดเคลื่อนทางมโนทัศน์เกี่ยวกับการศึกษาแบบรูปของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน การวินิจฉัยข้อผิดพลาดทางการเรียนคณิตศาสตร์ ศึกษาสาเหตุของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ข้อผิดพลาด และศึกษาแนวทางการแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาด ซึ่งการวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์นั้นมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมักเกิดจากความคลาดเคลื่อนด้านสัญลักษณ์ วิธีถามคำถาม การตีความภาษาเขียน การใช้ทฤษฎีบท กฎ สูตร บทนิยาม และสมบัติที่คลาดเคลื่อน การที่นักเรียนมองไม่เห็นภาพ ทำให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ แต่ไม่มีงานวิจัยใดที่ศึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตเกี่ยวกับเส้นขนาน

## 2. งานวิจัยต่างประเทศ

Hershkowitz, Bruckheimer and Vinner (1987 : 223-227) ได้สำรวจภาพลักษณ์มโนทัศน์ทางเรขาคณิตของนักเรียนระดับประถมศึกษา ครูประจำการและนักศึกษาครูในประเทศอิสราเอล กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 5-8 จำนวน 518 คน และนักศึกษาครูที่จะทำการสอนในโรงเรียนประถมศึกษา จำนวน 142 คน ครูประจำการที่สอนระดับประถมศึกษาจำนวน 25 คน โดยเปรียบเทียบภาพลักษณ์มโนทัศน์ รวมทั้งตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการสร้างมโนทัศน์ของทั้งสามกลุ่มดังกล่าว ผลการวิจัยพบว่า ครู นักศึกษาครูและนักเรียน มีภาพลักษณ์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนลักษณะเดียวกันในเรื่องมุม ความสูงของรูปสามเหลี่ยม เส้นทแยงมุมของรูปหลายเหลี่ยม และผลกระทบจากตำแหน่งของมุมฉาก



Truran (1987 : 58-60) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์หมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยทำการศึกษาอยู่กับกลุ่มนักเรียนที่มีอายุระหว่าง 7-15 ปีที่มีอุปสรรคในการเรียนคณิตศาสตร์ เครื่องมือที่ทำการศึกษาเป็นแบบทดสอบและการสัมภาษณ์ซึ่งมีการบันทึกเสียงไว้แล้วนำมาสรุปผลการหาสาเหตุของข้อผิดพลาดของนักเรียนแต่ละคนตามระดับความผิดพลาดที่เกิดขึ้นซึ่งพิจารณาโดยใช้รูปแบบความผิดพลาด 9 ด้านของ คาเซย์ คือ รูปแบบของคำถาม การอ่านคำถาม ความเข้าใจคำถาม กลยุทธ์ในการเลือกใช้ความรู้ ทักษะการเลือกใช้ความรู้ ทักษะการประยุกต์ใช้ความรู้ การเสนอคำตอบ ความผิดพลาด ซึ่งไม่สามารถระบุสาเหตุที่แน่นอนได้เนื่องมาจากความระมัดระวัง และความผิดพลาดซึ่งครูจะทราบได้จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน ผลการศึกษาพบหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ตามรูปแบบนี้

Barnard (1989 : 3-20) ศึกษา เรื่อง รูปแบบหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนจำนวน 4,635 คน จากทั้งหมด 106 โรงเรียน ในแอฟริกาใต้ เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบทดสอบวินิจฉัย ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนขาดความรู้และความเข้าใจในหมโนทัศน์ทางพีชคณิตและกระบวนการหลาย ๆ ครั้ง พบว่านักเรียนสามารถหาคำตอบได้แต่ไม่เข้าใจเกี่ยวกับหมโนทัศน์และหลักการพื้นฐานที่จำเป็น ไม่เข้าใจขั้นตอนวิธีที่ถูกต้อง และไม่มีความรู้เกี่ยวกับสัญลักษณ์ที่ใช้ทางคณิตศาสตร์

Moore (1990 : 154-158) ได้ทำการศึกษาเรื่อง "College Students' Difficulties in Learning to Do Mathematical Proofs" มีจุดมุ่งหมายเพื่อสำรวจปัญหาการเรียนเรขาคณิตของนักศึกษาเอกคณิตศาสตร์ในการถ่ายทอดระดับการคิดจากระดับต่ำคือเน้นขั้นตอนวิธี (Algorithm) และสัญลักษณ์ไปสู่ระดับสูงที่เน้นการพิสูจน์ เป็นการศึกษาที่ทำต่อเนื่องจากการวิจัยที่ทำมาแล้วในมหาวิทยาลัยจอร์เจีย (Georgia University) ปี 1989 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาจำนวน 1 ห้องเรียนที่เรียนการพิสูจน์จำนวน 16 คน โดยที่เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรีเอกคณิตศาสตร์จำนวน 8 คน เป็นนักศึกษาเอกคณิตศาสตร์ศึกษาจำนวน 6 คน และอีก 2 คนเป็นนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาสาขาคณิตศาสตร์วิธีเก็บรวบรวมข้อมูลใช้การสังเกตแบบไม่มีส่วนร่วมในชั้นเรียน การสัมภาษณ์นักศึกษาและอาจารย์ทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน ปัญหาการพิสูจน์เรขาคณิตของนักศึกษาสามารถแบ่งออกเป็น 3 แบบ คือ 1) ปัญหาความเข้าใจหมโนทัศน์ได้แก่ บทนิยามหมโนทัศน์ภาพลักษณ์หมโนทัศน์ และการใช้หมโนทัศน์ 2) ปัญหาการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ได้แก่ ตรรกศาสตร์และการพิสูจน์ การแก้ปัญหาคำถามซึ่งเกี่ยวกับคณิตศาสตร์และการพิสูจน์และปัญหาเกี่ยวกับการเริ่มการพิสูจน์ ปัญหาเกี่ยวกับหมโนทัศน์ได้แก่

บทนิยามมโนทัศน์ ภาพลักษณ์มโนทัศน์ และการใช้มโนทัศน์ 3) ปัญหาการเริ่มต้นการพิสูจน์ และนอกจากนี้ยังพบตัวแบบที่ระบุตัวแปรหลัก ๆ ที่ทำให้นักศึกษามีปัญหาในการพิสูจน์

Schwartzman (1996 : 164 - 173) ศึกษาโมทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับพีชคณิตโดยแบ่งเป็นเรื่องๆ ดังนี้ 1) กลุ่มของสัญลักษณ์และลำดับการดำเนินการ โดยศึกษากับนักเรียนวิทยาลัยชุมชน จำนวน 21 คน ศึกษาโดยการตั้งคำถามเกี่ยวกับชื่อของวงเล็บและลักษณะการใช้วงเล็บ ผลการศึกษาพบว่านักเรียนบางคนตอบว่า “ไม่แน่ใจทั้งชื่อและสัญลักษณ์การใช้” นักเรียนส่วนใหญ่ตอบว่า “ใช้วงเล็บก่อนเป็นลำดับแรกหรือต้องอยู่ในตำแหน่งในสุด ตามด้วยวงเล็บก้ามปู และวงเล็บปีกกาตามลำดับ” นอกจากนี้ยังได้ศึกษาโดยใช้แบบทดสอบชนิดให้ตอบว่า “ใช่ หรือ ไม่ใช่” เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนอีกครั้งหนึ่ง โดยแบบสอบถามข้อที่ 1-3 จะให้สัญลักษณ์ของวงเล็บทั้งสามแบบได้แก่ ( ) [ ] { } แล้วให้นักเรียนเติมชื่อ ส่วนข้อที่ 4-14 เป็นลักษณะการใช้วงเล็บทั้งสามแบบ ผลการศึกษาพบว่านักเรียนเพียงคนเดียวที่ตอบแบบสอบถามข้อที่ 4 – 14 ถูกทุกข้อ นอกจากนั้นนักเรียนส่วนใหญ่ตอบว่า “ต้องใช้วงเล็บก่อนเป็นลำดับแรก ตามด้วยวงเล็บก้ามปูและวงเล็บปีกกาเป็นลำดับนอกสุด” และนักเรียนแสดงความประหลาดใจเมื่อครูบอกว่า “กลุ่มของสัญลักษณ์เหล่านี้สามารถใช้ลำดับใดก่อนหลังก็ได้ ใช้ซ้อนหรือซ้ำกันก็ได้เช่นเดียวกัน” นอกจากนี้ผู้ศึกษายังกล่าวอีกว่าในตำราหรือหนังสือส่วนใหญ่ นั้น ไม่มีผู้เขียนคนใดบอกไว้ตรง ๆ ว่า จะใช้ลำดับของวงเล็บทั้งสามแบบนี้อย่างไร แต่จะแฝงไว้ด้วยการเสนอตัวอย่าง ซึ่งเป็นลักษณะเดียวกัน คือ วงเล็บเล็กจะอยู่ในสุด ตามด้วยวงเล็บก้ามปู และวงเล็บปีกกาในตำแหน่งนอกสุด ทำให้ผู้เรียนคิดว่านั่นคือสิ่งที่ถูกต้อง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผู้เรียนเรียนรู้จากตัวอย่าง ไม่ใช่เรียนรู้จากรูปแบบการใช้ที่ถูกต้องจริงๆ

Asquith (2007 : 249-272) ศึกษา นักเรียนระดับประถมศึกษา ได้ทำการศึกษาความรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับความเข้าใจแนวคิดพีชคณิต เครื่องหมายเท่ากับและตัวแปร และได้ระบุความคลาดเคลื่อนของนักเรียนเกี่ยวกับภาวะเท่ากัน (Equality) และสัญลักษณ์ที่เกี่ยวกับพีชคณิตและการใช้ตัวอักษร ไว้ดังนี้

1. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับภาวะเท่ากัน (Equality) พบว่า นักเรียนมีปัญหาในเรื่องภาวะการณ์เท่ากัน และการใช้อินเวอร์ส (Inverse Operations)
2. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับสัญลักษณ์ที่เกี่ยวกับพีชคณิตและการใช้ตัวอักษร พบว่า นักเรียนมีปัญหาในการกำหนดค่าตัวแปร มีความเชื่อเกี่ยวกับค่าของตัวแปรที่ไม่ถูกต้อง เช่น มีความเชื่อเกี่ยวกับการคำนวณอักขระวิธี (Alphabet) ที่ไม่ถูกต้อง และไม่มี ความเข้าใจเรื่องตัวแปรเชิงปริมาณและไม่มี ความเข้าใจในเรื่องค่าสูญหาย

Kembitzky and Kimberle (2009 : 330) ได้ศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในรูปทรงเรขาคณิตผ่านการวิเคราะห์ข้อผิดพลาดโดยการเขียนการศึกษาค้นคว้านี้มีการตรวจสอบและพัฒนาความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับแนวความคิดทางเรขาคณิตผ่านการเขียนการวิเคราะห์เกี่ยวกับความเข้าใจผิดของผู้เรียนโดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า ERNIE วัตถุประสงค์ของการศึกษาเพื่อตรวจสอบว่ากระบวนการ ERNIE สามารถนำมาใช้เพื่อแก้ไขความเข้าใจผิดทางเรขาคณิตกับความสามารถในการแก้ไขความเข้าใจผิดของพวกเขาในช่วงเวลาของทั้งหมดตลอดปีการศึกษา ความสัมพันธ์อื่น ๆ มีอิทธิพลต่อการศึกษาระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน และความสามารถเชิงพื้นที่กับรูปแบบของความเข้าใจผิดที่ได้วิเคราะห์ไม่ว่าจะเป็นความเข้าใจผิดซ้ำในการประเมินผลที่ตามมา ผู้เข้าร่วมในการศึกษาค้นคว้านี้เป็นนักเรียนจากโรงเรียนมัธยมขนาดใหญ่ ในซานเมืองที่เรียนเกี่ยวกับรูปทรงเรขาคณิตกลุ่มควบคุม ประกอบด้วยสามส่วนของการเรียนเรขาคณิต กลุ่มเปรียบเทียบประกอบด้วยแปดส่วนของการเรียนเรขาคณิต สอน โดยครู กลุ่มควบคุมที่ใช้ในกระบวนการ ERNIE ในการตอบคำถาม ในขณะที่นักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบใช้กระบวนการ ERNIE ในการทดสอบหน่วยหรือเพียงตอบคำถามเป็นครั้งคราว ในการศึกษาที่ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณและคุณภาพ ผลการศึกษาพบว่า การใช้กระบวนการ ERNIE เป็นประจำทำให้นักเรียนมีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้มันในการทดสอบหน่วยหรือบางครั้ง ในแบบทดสอบตลอดทั้งปี ผู้เข้าร่วมแสดงให้เห็นว่าการใช้กระบวนการ มีผลดังนี้ 1) การปรับปรุงความเข้าใจของเรียนจากแนวคิด 2) การปรับปรุงความสามารถของนักเรียนเกี่ยวกับอภิปัญญาและข้อผิดพลาดของพวกเขา 3) เป็นประกอบกับรูปแบบการเรียนที่แตกต่างกัน 4) ป้องกันไม่ให้เกิดการซ้ำซ้อนของความเข้าใจผิดนั้น และ 5) เป็นเครื่องมือการศึกษาที่ดี

Ada Tuba (2010 : 901-909) ได้ศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดของนักเรียนในการเปลี่ยนแปลงรูปทรงเรขาคณิต การศึกษาค้นคว้านี้วิเคราะห์การแสดงของนักเรียนในการเปลี่ยนแปลงรูปทรงเรขาคณิตสองมิติและสำรวจข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นโดยนักศึกษาคณิตศาสตร์เรขาคณิตวิเคราะห์ที่กำหนดโดยนักวิจัย การตรวจสอบให้กับนักศึกษาคณะการศึกษาที่ได้นำหลักสูตรเรขาคณิตวิเคราะห์ที่ Eskisehir Osmangazi มหาวิทยาลัยในตุรกี กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษาระดับปี 3 จำนวน 126 คน ในภาควิชาคณิตศาสตร์ศึกษา เก็บรวบรวมข้อมูลจากการตอบคำถามเจ็ดคำถาม ผลการศึกษาพบว่านักศึกษาไม่เข้าใจวิธีการแปลงเกี่ยวกับการหมุน ความผิดพลาดที่สังเกตส่วนใหญ่แสดงให้เห็นว่านักเรียนดูเหมือนจะทราบ

ความหมายเกี่ยวกับพีชคณิตของการแปลงและการหมุน แต่นักศึกษาไม่เข้าใจความหมายทางเรขาคณิตเกี่ยวกับการแปลง

Aysen Ozerem (2012 : 720–729) ได้ศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตและแนวทางการแก้ไขของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งจุดมุ่งหมายหลักของการศึกษาค้นคว้านี้เพื่อหาจุดอ่อนของนักเรียนเกี่ยวกับเรขาคณิต ในเรื่อง มุม รูปทรง การแปลง การสร้างรูปเรขาคณิตและรูปทรง 3 มิติ นอกจากนี้การศึกษาค้นคว้านี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาข้อผิดพลาดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในการสอบ 4 ช่วง คือ สอบกลางภาคสองครั้งและการสอบปลายภาคสองครั้ง โดยกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 28 คน เป็นนักเรียนชาย 12 คน และนักเรียนหญิง 16 คน ในประเทศไซปรัส การเก็บรวบรวมข้อมูลนักเรียนได้มีการทดสอบกลางภาคสองครั้งและปลายภาคสองครั้ง โดยใช้คำถามเกี่ยวกับเรขาคณิตในการวิเคราะห์ปัญหาของนักเรียน และทดสอบวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายที่นักเรียนเรียนรู้ในระหว่างปี ตารางความถี่ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เรื่องที่ได้รับการทดสอบในการสอบปลายภาคแรก คือ เรื่อง มุมและรูปทรงการทดสอบในกลางภาคที่สองทดสอบในเรื่องการแปลงและการสร้าง โดยใช้การบรรยายและสัมภาษณ์ในการศึกษาการวิเคราะห์และแปลผล ผลจากการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเรขาคณิต การขาดความรู้พื้นฐานการให้เหตุผลและความผิดพลาดในการดำเนินงานขั้นพื้นฐาน

Cagri Biber (2013 : 50-59) ได้ศึกษาเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดในเรื่องมุมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งวัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้านี้เพื่อตรวจสอบระดับการเรียนรู้ความผิดพลาดและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในเรื่องของมุมในเรขาคณิต กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยประกอบด้วยนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนมัธยมซึ่งตั้งอยู่ในเขตภาคกลางของจังหวัดทางตอนเหนือของตุรกีในปีการศึกษา 2012–2013 จำนวน 30 คน คำถามที่ใช้การศึกษาค้นคว้านี้ประกอบด้วยคำถาม 4 คำถาม ซึ่งคำตอบถูกแบ่งออกเป็นสองส่วน คือ ส่วนที่ถูกต้องและไม่ถูกต้อง และคำตอบที่ไม่ถูกต้องถูกแบ่งออกเป็นหมวดย่อยและจัดทำเป็นตารางตาม ผลของการศึกษา 1) นักเรียนให้ความสนใจกับปรากฏทางกายภาพของรูปทรงเรขาคณิตโดยไม่คำนึงถึงคุณสมบัติทางเรขาคณิต 2) แม้ว่าพวกเขาจะตรวจพบคุณสมบัติทางเรขาคณิตบางประการของตัวเลขที่พวกเขาล้มเหลวในการเชื่อมโยงคุณสมบัติเหล่านี้ มีความรู้อื่น ๆ ที่จำเป็นสำหรับการแก้ปัญหา 3) พวกเขาทั่วไปทรัพยากรที่ถูกต้องเพียงเงื่อนไขที่เฉพาะเจาะจงในช่วงสถานการณ์ที่แตกต่างกัน 4) และพวกเขาไม่เข้าใจแนวคิดของความเท่ากันในเรื่องของมุม ผลการวิจัยพบว่า คำถามข้อที่ 1 และ 2 เป็นคำถามที่คล้ายกันต้องใช้

ความรู้เหมือนกันสำหรับการแก้ปัญหา เหตุผลหลักสำหรับความผิดพลาดในคำถามเหล่านี้เป็นเรื่องเกี่ยวกับการสร้างภาพแทนนักเรียนมุ่งเน้นเฉพาะในสิ่งที่ปรากฏทางกายภาพของรูปทรงเรขาคณิตและรับรู้รูปทรงเรขาคณิตโดยรวม นักเรียนไม่สามารถรับรู้คุณสมบัติทางเรขาคณิตของตัวเลข สำหรับคำถามที่ 3 และ 4 เป็นคำถามที่คล้ายกันที่ต้องใช้ความรู้เหมือนกันสำหรับการแก้ปัญหา เหตุผลหลักสำหรับความผิดพลาดในคำถามเหล่านี้เป็นเรื่องเกี่ยวกับการวิเคราะห์ นักเรียนตรวจสอบคุณสมบัติทางเรขาคณิตของตัวเลข แต่รับรู้คุณสมบัติเหล่านี้เป็นอิสระ พวกเขาไม่สามารถเชื่อมโยงคุณสมบัติดังกล่าวกับอีกสิ่งหนึ่งได้ สำหรับคำถามที่ 4 แสดงให้เห็นว่านักเรียนไม่เข้าใจความเท่ากันของมุมสองมุม

จากการศึกษางานวิจัยต่างประเทศเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตพบว่า มีการศึกษาที่ระบุความคลาดเคลื่อนของนักเรียนเกี่ยวกับการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางเรขาคณิตในเรื่องของ มุม เส้นขนาน รูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ รูปทรงเรขาคณิต ตำแหน่ง การแปลง การหมุน ศึกษาความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดทางเรขาคณิต การหาจุดอ่อนของการเรียนเรขาคณิตและการศึกษาสาเหตุของความผิดพลาดและแนวทางการป้องกันและแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต นักเรียนมีความคลาดเคลื่อนในการดำเนินงาน ไม่เข้าใจความหมายทางเรขาคณิต ขาดความรู้พื้นฐาน ขาดการตรวจสอบสมบัติทางเรขาคณิต ไม่สามารถเชื่อมโยงสมบัติทางเรขาคณิตกับปัญหาที่พบได้ อย่างไรก็ตามยังไม่พบงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตเกี่ยวกับเส้นขนาน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ สรุปได้ว่า ในประเทศไทยและในต่างประเทศได้ให้ความสำคัญกับการวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ และการแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ แต่ยังไม่พบงานวิจัยใดที่ศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตเกี่ยวกับเส้นขนาน ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้เล็งเห็นความสำคัญของมโนทัศน์ทางเรขาคณิต จึงมีความสนใจศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต เพื่อศึกษาลักษณะและสาเหตุของของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน และสามารถถ่ายทอดมโนทัศน์แก่นักเรียนได้อย่างถูกต้อง