บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การวัดทางการศึกษาและจิตวิทยาเป็นการวัดคุณลักษณะภายในของมนุษย์ ซึ่งเป็นสิ่งที่สังเกตไม่ได้โดยตรง เนื่องจากคุณลักษณะภายในส่งผลหรือมีอิทธิพลต่อการแสดงออกทางพฤติกรรมภายนอกของบุคคล ที่สามารถสังเกตได้ ดังนั้นจึงต้องวัดคุณลักษณะภายในโดยอ้อม (Indirect Measurement) คือ การวัดพฤติกรรมภายนอก แล้วเชื่อมโยงกับพฤติกรรมภายใน ทำให้รู้และเข้าใจถึงสาเหตุแห่งการเกิดพฤติกรรมของบุคคล การวัดคุณลักษณะภายในของบุคคลจำเป็นต้องอาศัยทฤษฎีการทดสอบ เพื่อทำความเข้าใจคุณลักษณะของสิ่งที่มุ่งวัด ทฤษฎีการวัดหรือทฤษฎีการทดสอบสามารถนำมาช่วยอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะภายในที่ต้องการวัดกับพฤติกรรมที่แสดงออก แล้วสังเกตรวบรวมข้อมูลจากตัวอย่างพฤติกรรมที่สังเกตได้ นำไปสรุปอ้างอิงเป็นค่าของคุณลักษณะภายในที่ไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2552, หน้า 25-26)

การวัดทางตรง (Direct Measurement) เป็นความสามารถในการวัดสิ่งนั้น ๆ ได้โดยตรงจริง ๆ สิ่งที่วัดได้ต้องมีรูปธรรม ปัจจุบันความรู้ ความเข้าใจในการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาการขององค์ประกอบโครงสร้างและสรีระการทำงานของสมอง ความรู้ทางประสาทวิทยาที่ได้มาจากการสังเกตพฤติกรรม ทำให้ได้ข้อมูลทางพฤติกรรมที่สะท้อน การทำงานของสมอง การบันทึกการเปลี่ยนแปลงตามลำดับเวลานำไปสู่การเชื่อมโยงถึงสาเหตุและผลที่เกิดเป็นพฤติกรรมต่าง ๆ ในที่สุดความรู้เหล่านั้นก็ได้นำมาเชื่อมโยงเป็นทฤษฎี อธิบายการทำงานของสมองและจิตใจ (อัครภูมิ จารุภากร และพรพิไล เลิศวิชา, 2551, หน้า 234) ซึ่งการตรวจคลื่นไฟฟ้าสมองเป็นการตรวจการทำงานของสมอง โดยดูจากการเปลี่ยนแปลงทางไฟฟ้า เพื่อให้เกิดความเข้าใจในแหล่งที่มาของคลื่นไฟฟ้าสมอง (กนกวรรณ บุญญพิสิฏฐ์, 2549, หน้า 1) เริ่มจากร่างกายได้สัมผัสกับสิ่งเร้า สมองจะส่งคลื่นไฟฟ้าออกมามากมาย สมองมีหน้าที่ตั้งแต่รับข้อมูล ประมวลผลข้อมูล คิด และตอบสนองต่อข้อมูลนั้น ๆ ทำให้มนุษย์สามารถคิดค้นหาคำตอบสำหรับคำถามที่ซับซ้อนได้ นอกจากนี้สมองยังทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ (Perception) อารมณ์ (Emotion) ความจำ (Memory) การเรียนรู้การเคลื่อนไหว (Motor Learning) และความสามารถอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ของมนุษย์ด้วย เมื่อสิ่งเร้ามากระตุ้นอวัยวะรับสัมผัส อวัยวะรับสัมผัสนั้นจะแปลงข้อมูลเป็นกระแสไฟฟ้ามายังเซลล์ประสาท เกิดเป็นสัญญาณกระแสไฟฟ้าวิ่งไปตามเส้นใยของเซลล์ประสาท (Axon) ที่ต่อกับเซลล์สมองอีกตัวหนึ่ง ผ่านจุดประสานประสาท (Synapse) ที่จะสร้างสารสื่อประสาท (Neurotransmitter) เข้าไปในเซลล์ประสาทตัวที่สอง สารสื่อประสาทนี้จะกระตุ้นให้เซลล์ประสาทตัวที่สองส่งสัญญาณกระแสไฟฟ้าในเซลล์ตัวมันเอง แล้วส่งไป

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ยังเซลล์ประสาทตัวต่อไป จนกว่าจะมีการตอบสนองสิ่งเร้า หรือจดจำเป็นความจำ และระลึกความจำได้เมื่อต้องการ (สำเริง บุญเรืองรัตน์, 2540, หน้า 41-42)

หน้าที่ของสมองเกี่ยวข้องกับการจัดการและประมวลผลข้อมูล เริ่มต้นจากสิ่งเร้าที่เกิดจากสิ่งแวดล้อมอันเป็นที่มาของข้อมูล และการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อม เรียกว่าปฏิกิริยาโต้ตอบต่อสิ่งแวดล้อม การทำงานของสมองเป็นกระบวนการชีวเคมี การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของเซลล์สมองทำให้เกิดการไหลเวียนของพลังงาน การไหลเวียนของพลังงานที่เกิดขึ้นบนร่างแหวงจรสมอง คลื่นไฟฟ้าบนร่างแหวงจรของเซลล์สมองต่าง ๆ เกิดเป็นการรับรู้ การคิด การจำ การเรียนรู้ ความคิด ความจำ ความรู้สึก ความต้องการ ความตั้งใจ การตัดสินใจ เป็นต้น (อัครภูมิ จารุภากร และพรพิไล เลิศวิชา, 2551, หน้า 96) ซึ่งในช่วงอายุ 12-20 ปี เป็นช่วงอายุที่เกิดการเปลี่ยนแปลงพัฒนาการในทุกด้าน ไม่ว่าทางร่างกาย อารมณ์ สังคม และพัฒนาการทางสติปัญญา (Intellectual Development) ที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและมีความก้าวหน้าจนใกล้เคียงผู้ใหญ่ แต่มีข้อแตกต่างกันคือความสุขุมรอบคอบและประสบการณ์ โดยวัยรุ่นจะสามารถคิดแก้ปัญหาได้อย่างมีระบบ สามารถแสวงหาเทคนิคในการจำต่าง ๆ ด้วยตนเอง รู้จักใช้เหตุผลในการตั้งสมมติฐานแบบวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาที่ประสบได้อย่างมีประสิทธิภาพ (เติมศักดิ์ คทวณิช, 2550, หน้า 82-85)

ดีเฮน และคณะ (Dehaene et al., 2004, p. 218) ได้ศึกษาเรื่องความสามารถด้านเลขคณิตกับสมองมนุษย์ พบว่า ความสามารถด้านเลขคณิตของมนุษย์มีต้นกำเนิดจากสมองอย่างเห็นได้ชัดในบริเวณเซลล์สมองที่อยู่ด้านหน้ากลีบกลางของสมอง (Precentral) และเซลล์สมองที่อยู่ด้านล่างของสมองส่วนหน้ากลีบหน้า (Inferior Prefrontal Cortex) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ซามาเรียน และคณะ (Zamarian et al., 2009) ที่พบว่า ความสามารถด้านเลขคณิตสะท้อนให้เห็นได้ในการเปลี่ยนจากการกระตุ้นบริเวณสมองกลีบหน้า (Frontal) และสมองกลีบข้าง (Parietal) ที่เกี่ยวข้องกับการประมวลผลทางด้านเลขคณิต (Arithmetic Processing) และยังศึกษาเปรียบเทียบระหว่างคนปกติกับคนที่มีความสามารถด้านเลขคณิตพบว่า คนที่มีความสามารถด้านเลขคณิตมีการกระตุ้นการขยายเครือข่ายในสมอง (Extended Activation Network) มากกว่าคนปกติ และงานวิจัยของอิกูชิ และฮาชิโมโตะ (Iguchi & Hashimoto, 2000, p. 204) ยังพบว่า คลื่น P300 มีความสูง (Amplitude) ของคลื่นเพิ่มขึ้นในบริเวณสมองกลีบหน้า (Frontal) และสมองกลีบขมับ (Temporal) ระหว่างการบวกและนับเลข จากการศึกษาวิธีการประมวลผลข้อมูลแบบเรียงลำดับทางคณิตศาสตร์สามารถแสดงให้เห็นได้ด้วยวิธีวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้าสมองที่สัมพันธ์กับเหตุการณ์

การวัดการเปลี่ยนแปลงศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ประสาทที่บริเวณเปลือกสมองหรือคอร์เท็กซ์ (Cortex) และบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองที่เกิดขึ้นบริเวณหนังศรีษะเรียกว่า การตรวจคลื่นไฟฟ้าสมอง (Electroencephalogram: EEG) การศึกษาคลื่นไฟฟ้าสมองมีด้วยกันหลายวิธี แต่มีวิธีหนึ่งที่ศึกษาคลื่นไฟฟ้าสมองขณะที่ทำกิจกรรมในช่วงเวลาที่กำหนดเป็นช่วงเวลาสั้น ๆ เรียกว่า ศักย์ไฟฟ้าสมอง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สัมพันธ์กับเหตุการณ์ (Event-Related Potentials: ERP) การศึกษาคลื่นไฟฟ้าสมองด้วยวิธีนี้สามารถศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการที่เกิดขึ้นในสมองกับพฤติกรรมที่ต้องการศึกษา (Kotchoubey, 2006; Fabiani, Gratton & Federmeier, 2007) ในการศึกษาคลื่นไฟฟ้าสมองนั้นจะศึกษาองค์ประกอบของคลื่นไฟฟ้าสมอง 2 โดเมน ได้แก่ โดเมนเวลา (Time Domain) และโดเมนความถี่ (Frequency Domain) แต่การวิจัยครั้งนี้จะใช้ โดเมนเวลา (Time Domain) เนื่องจากการคิดคำนวณเลขคณิตจะขึ้นอยู่กับความสามารถและความรู้สึกนึกคิดทางคณิตศาสตร์ของแต่ละบุคคล โดยจะแสดงออกมาในรูปแบบคลื่นไฟฟ้าสมองในแกนเวลาที่แตกต่างกัน ดังจะเห็นได้จากการตอบสนองของคลื่นไฟฟ้าสมองหลังจากกลุ่มทดลองได้เห็นโจทย์ปัญหา โดยใช้วิธีศักย์ไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ (Event-Related Potentials: ERP) นอกจากนี้ยังมีวิธี โดเมนความถี่ (Frequency Domain) ซึ่งวิธีการนี้จะไม่ได้คลื่นไฟฟ้าสมองในขณะที่กลุ่มทดลองทำการแก้ไขโจทย์ปัญหา แต่เป็นเพียงการหาผลรวมของขนาดความถี่ในแต่ละช่วงความถี่ของคลื่นไฟฟ้าสมอง ดังที่ ยู และซาง (Yu & Zhang, 2012, p. 305) ได้ศึกษาการประมาณค่าการทำงานของเปลือกสมองและระบบประสาทอัตโนมัติขณะทำกิจกรรมด้านเลขคณิต พบว่า ความถี่ของคลื่นไฟฟ้าในช่วง แอฟฟ่า (α) และเบต้า (β) เพิ่มขึ้น ในบริเวณส่วนกลางของสมอง (Central Area) ไปยังสมองส่วนด้านข้างสมอง (Parietal) และสมองส่วนหลัง (Occipital) แต่ผลการศึกษาก็ไม่สามารถบอกได้ว่าการเปลี่ยนแปลงคลื่นไฟฟ้าสมองนี้เกิดขึ้น ณ ช่วงเวลาใด แตกต่างกันอย่างไร ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยต้องการเปรียบเทียบความสูง (Amplitude) และความกว้าง (Latency) ของคลื่นไฟฟ้าสมอง โดยบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองของผู้ถูกทดสอบตั้งแต่เริ่มปรากฏสิ่งเร้าจนถึงเวลาที่ผู้ถูกทดสอบแสดงพฤติกรรมตอบสนองต่อสิ่งเร้า คลื่นไฟฟ้าสมองที่บันทึกได้จะมีทั้งคลื่นลบ (Negative) และคลื่นบวก (Positive) ซึ่งจะใช้สัญลักษณ์เป็น N แทนคลื่นลบ และ P แทนคลื่นบวก

คลื่น P3 หรือ P300 เป็นส่วนประกอบของศักย์ไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ (ERP) ที่เป็นบวก เกิดขึ้นในช่วงเวลาประมาณ 250 - 600 มิลลิวินาที (ms) หลังจากการนำเสนอสิ่งเร้า (Onset) ความสูงของคลื่น P300 เป็นการวัดระดับความต่างศักย์ไฟฟ้าสูงสุดในช่วงเวลาประมาณ 250 - 600 มิลลิวินาที เทียบกับระยะพัก (Baseline) ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงจำนวนเซลประสาทที่ถูกกระตุ้นขณะทำกิจกรรมในช่วงเวลานั้น ๆ ความแตกต่างของความสูงของคลื่นสามารถเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ภายใต้ความยากง่ายของกิจกรรมทางสมอง ซึ่งความแตกต่างในความสูงของคลื่นสะท้อนให้เห็นความแตกต่างของระดับการทำงานของเซลล์ประสาท และยังสัมพันธ์กับกระบวนการทางปัญญาขั้นสูง (Handy, 2005, pp. 11-12; Donchin & Coles, 1988; Johnson, 1986) ความกว้างของคลื่น P300 การวัดช่วงเวลาตั้งแต่ปรากฏสิ่งเร้าจนถึงเวลาที่ระดับความต่างศักย์ไฟฟ้าสูงสุด การวัดความกว้างของคลื่นเป็นวิธีแสดงปริมาณความแตกต่างในเรื่องของเวลาในองค์ประกอบของศักย์ไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ (ERP) และความเร็วของการส่งสัญญาณไฟฟ้าในสมอง (Handy, 2005, p. 41)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ความสูงของคลื่น P300 สะท้อนให้เห็นการเปลี่ยนแปลงถึงการคาดการณ์คำตอบเมื่อสิ่งเร้ามีความยากและซับซ้อน โดยพบว่า ความสูงของคลื่น P3 มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความยากและความซับซ้อนของสิ่งเร้า (Bajric et al., 1999; Wilson et al., 1998) มีการศึกษาพบว่า โจทย์ปัญหาเรื่องการบวกและการลบมีความแตกต่างของแรงดันไฟฟ้าที่คลื่น P3 ในช่วงเวลา 500 ถึง 700 มิลลิวินาที แรงดันไฟฟ้าของคลื่น P300 ในโจทย์ปัญหาเรื่องการลบจะสูงกว่าโจทย์ปัญหาการบวก เพราะว่าการบวกง่ายกว่าการลบ ความแตกต่างระหว่างความสูงของคลื่นของการบวกกับการลบเป็นดัชนีที่บ่งบอกถึง ความยากของโจทย์ปัญหา โดยเกี่ยวข้องกับบริเวณเปลือกสมองกลีบข้าง (Parietal Cortex) ในขณะทำกิจกรรมการประมวลผลทางเลขคณิตทั่วไป (Menon et al., 2000; Zago & Tzourio-Mazoyer, 2002) ดังนั้นกิจกรรมที่ต้องอาศัยความสนใจและซับซ้อนมาก ต้องใช้การทำงานของเซลล์ประสาทอย่างมาก ความสูงของคลื่นจึงมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความยากและความซับซ้อนของกิจกรรมที่ทำ (Kotchoubey, 2006) นอกจากนี้ นูเนส-พีนา และคณะ (Nunez-Pena et al., 2005) ได้ศึกษารูปแบบของศักย์ไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ (ERP) มีอยู่ 2 ระยะ คือ ระยะแรกสะท้อนให้เห็นถึงการประมวลผลแบบอัตโนมัติที่เกี่ยวข้องกับสิ่งเร้า และคลื่นช้าบวกที่เชื่อว่าเป็นตัวบ่งชี้การคิดคำนวณของการคิดที่ตามมา ความสูงของคลื่นช้าบวกจะถูกปรับเปลี่ยนตามความยากของโจทย์ปัญหา (โจทย์ปัญหามีความยากเพิ่มขึ้น ความสูงของคลื่นก็จะสูงขึ้น) ซึ่งชี้ให้เห็นว่าความสูงของคลื่นช้าแสดงถึงการกระตุ้นของเครือข่ายสมองมีผลต่อความยากของโจทย์ปัญหา

จากการศึกษาศักย์ไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ (Event-Related Potentials: ERP) ขณะทำกิจกรรมทางด้านเลขคณิต จะเห็นได้ว่าคลื่น P300 ที่เป็นองค์ประกอบของศักย์ไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะความสูง (Amplitude) และความกว้าง (Latency) ของคลื่นตามความยากของโจทย์ปัญหา ซึ่งแสดงให้เห็นว่าความยากของโจทย์ปัญหาส่งผลต่อความสูงและความกว้างของคลื่นไฟฟ้าสมองขณะทำกิจกรรมด้านเลขคณิต นอกจากนี้ยังเห็นว่าความแตกต่างทางสติปัญญาหรือสมองคน (Mental) มีโง่ฉลาดต่างกัน มีความสามารถในการแก้ปัญหาและปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ต่างกัน ความแตกต่างทางสติปัญญา คือ ความแตกต่างของบุคคลในความสามารถที่เกี่ยวกับการคิดและความสามารถในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ (กันยา สุวรรณแสง, 2546, หน้า 75) ดังนั้น สติปัญญาและความสามารถของแต่ละบุคคล จึงเป็นปัจจัยสำคัญที่มีความจำเป็นต่อการสอบ ถ้านักเรียนมีระดับสติปัญญาสูงจะมีความสามารถในการเรียนสิ่งต่าง ๆ ที่ยากและซับซ้อนได้ดี การแก้ปัญหาก็สามารถแก้ไขได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ (อุษณีย์ จิตตะปาโล, 2541, หน้า 81-82) ซึ่งนูเนส-พีนา และคณะ (Nunez-Pena et al., 2011, p. 143) ได้ศึกษาความแตกต่างระหว่างบุคคลในทักษะทางด้านเลขคณิตสะท้อนให้เห็นในศักย์ไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ ได้นำวิธีการศักย์ไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ไปศึกษาถึงผลกระทบของขนาดโจทย์ปัญหาต่อบุคคลที่มีทักษะทางด้านเลขคณิตสูงและต่ำ ผลปรากฏว่าบุคคลที่มีทักษะทางด้านเลขคณิตสูง จะมีคลื่นช้าบวกขณะ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

กำลังแก้โจทย์ปัญหายากและรูปแบบคลื่นไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ (ERP) ไม่มีความแตกต่างกัน ในขณะกำลังแก้โจทย์ปัญหายากง่ายปานกลางและโจทย์ปัญหาง่าย ในทางตรงกันข้ามบุคคลที่มีทักษะทางด้านเลขคณิตต่ำ จะมีคลื่นช้าบวกขณะกำลังแก้โจทย์ปัญหายากง่ายปานกลางและโจทย์ปัญหายาก ซึ่งความแตกต่างระหว่างบุคคลที่มีทักษะทางด้านเลขคณิตสูงและต่ำมีความแตกต่างในเรื่องกลยุทธ์ของการคิดคำนวณ (Calculation Strategies) ผลการวิจัยได้สนับสนุนให้เห็นถึงประโยชน์ของการศึกษาศักย์ไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ และแสดงถึงกลยุทธ์ทางด้านเลขคณิต

จากการศึกษาแนวคิด และทบทวนงานวิจัยที่ศึกษาองค์ประกอบของคลื่นไฟฟ้าสัมพันธ์กับเหตุการณ์ (ERP) กับความสามารถด้านเลขคณิตเป็นการศึกษาในแง่มุมที่เกี่ยวกับวิธีการบวก การลบ และการคูณเลขหลักเดียว (จำนวนเต็ม) เลขสองหลัก แบบจำกัดจำนวนตัวเลข ความยากของโจทย์ปัญหา แต่ยังไม่พบการศึกษาในแง่มุมที่เกี่ยวกับการหาร และโจทย์ที่เป็นเลขทศนิยม อีกทั้งงานวิจัยที่ผ่านมาเป็นการศึกษาตามกลุ่มอายุ โดยไม่ได้พิจารณาในเรื่องระดับความสามารถของผู้สอบ นอกจากนี้ยังเป็นการศึกษาในบริบทของต่างประเทศ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาว่า รูปแบบคลื่นไฟฟ้าสมองที่เป็นองค์ประกอบของคลื่นไฟฟ้าสัมพันธ์กับเหตุการณ์ ขณะที่ทำโจทย์ปัญหาทางด้านเลขคณิตในเรื่องการบวก การลบ การคูณ และการหาร ที่มีระดับความยากของข้อสอบแตกต่างกัน และระดับความสามารถของผู้สอบที่แตกต่างกัน จะเกิดรูปแบบคลื่นไฟฟ้าสมองที่มีลักษณะความสูง (Amplitude) และความกว้างของคลื่น (Latency) แตกต่างกันอย่างไร โดยศึกษาเปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้าสมองในขณะทำกิจกรรมทดสอบด้านเลขคณิตจำแนกตามระดับความยากของข้อสอบ และระดับความสามารถของผู้สอบ และศึกษาผลปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างความยากของข้อสอบกับความสามารถของผู้สอบที่มีต่อคลื่นไฟฟ้าสมองในขณะทำกิจกรรมทดสอบด้านเลขคณิต ผลที่ได้จะทำให้วงการศึกษาทราบข้อมูลและมีความรู้ความเข้าใจใน การเปลี่ยนแปลงและพัฒนาการของสรีระการทำงานของสมองที่ได้มาจากการสังเกตพฤติกรรม นอกจากนี้ยังจะทำให้ได้รูปแบบ (Pattern) คลื่นไฟฟ้าสัมพันธ์กับเหตุการณ์ (ERP) ที่อธิบายกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาด้านเลขคณิตของเด็กไทยที่มีระดับความยากของข้อสอบแตกต่างกัน และระดับความสามารถของผู้สอบที่แตกต่างกันด้วย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสูงและความกว้างของคลื่น P300 ของผู้สอบขณะทดสอบด้านเลขคณิต จำแนกตามความยากของข้อสอบ

2. เพื่อเปรียบเทียบความสูงและความกว้างของคลื่น P300 ของผู้สอบขณะทดสอบด้านเลขคณิต จำแนกตามความสามารถของผู้สอบ

3. เพื่อศึกษาผลปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างความยากของข้อสอบกับความสามารถของผู้สอบที่มีต่อความสูงและความกว้างของคลื่น P300 ขณะทดสอบด้านเลขคณิต

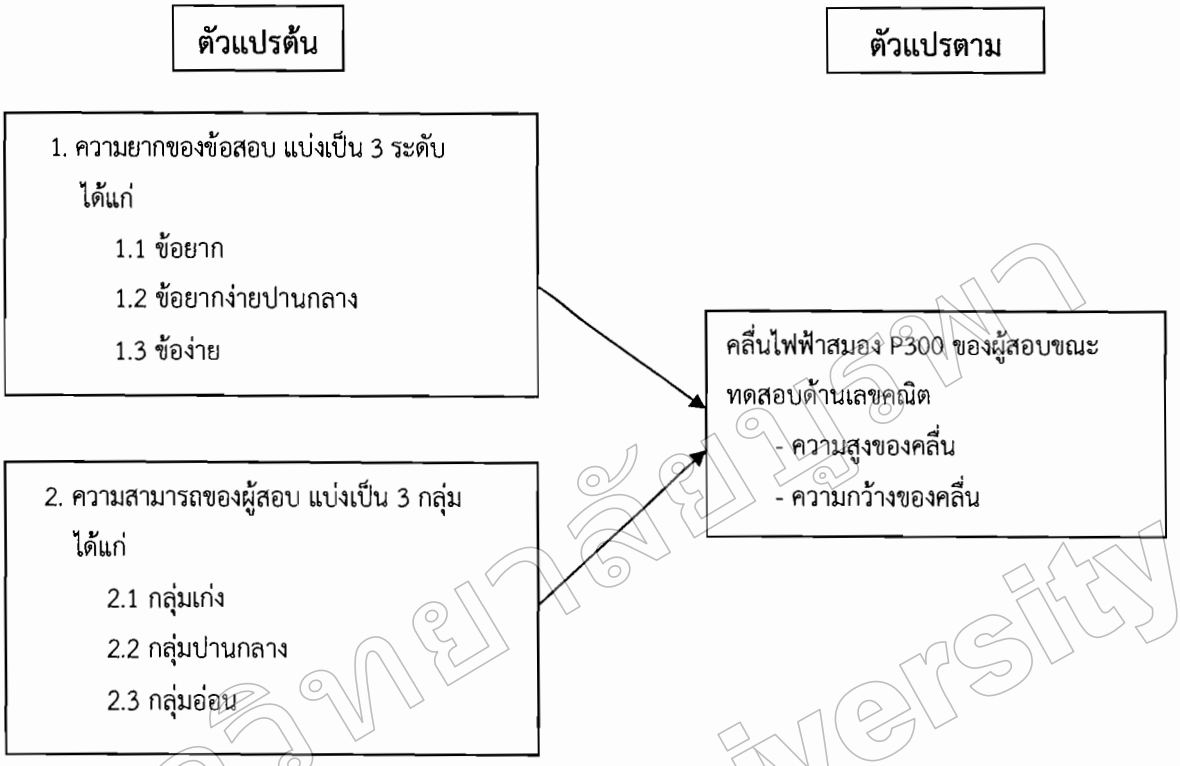
มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การศึกษาผลของความยากของข้อสอบและความสามารถของผู้สอบที่มีต่อคลื่นไฟฟ้าสมอง: การศึกษาศักย์ไฟฟ้าสัมพันธ์กับเหตุการณ์ขณะทดสอบด้านเลขคณิต โดยศึกษากระบวนการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างง่าย (เช่น 8+5 เป็นต้น) มี 3 ขั้นตอน คือ การเข้ารหัสโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การดึงคืนข้อมูลหรือการคำนวณคำตอบ และการรายงานคำตอบ (Campbell & Epp, 2005) โดยที่ความยากของโจทย์ปัญหาและความสามารถของผู้สอบมีผลต่อกระบวนการดึงคืนข้อมูลหรือการคำนวณคำตอบ ดังที่ คอง และคณะ (Kong et al., 1999, p. 169) ได้ศึกษาคลื่นไฟฟ้าสมองระหว่างการคิดคำนวณเลขในใจของโจทย์ปัญหาที่ยาก ด้วยการศึกษาศักย์ไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ พบว่า คลื่น P3 มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความยากและความซับซ้อนของสิ่งเร้า (Bajric et al., 1999; Wilson et al., 1998) นอกจากนี้ นูเนส-พีนา และคณะ (Nunez-Pena et al., 2010, p. 300) ได้ศึกษาความแตกต่างระหว่างบุคคลของความสามารถทางด้านเลขคณิตสะท้อนในรูปแบบศักย์ไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ พบว่า ผลลัพธ์ทางพฤติกรรมแสดงให้เห็นถึงความยากของโจทย์ปัญหาส่งผลต่อกลุ่มความสามารถด้านคณิตศาสตร์สูงและต่ำ คือ เวลาปฏิกิริยาการตอบสนองยาวกว่าและข้อผิดพลาดก็มากขึ้น เมื่อมีการเพิ่มระดับความยากของโจทย์ปัญหา สำหรับข้อมูลศักย์ไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์มีความแตกต่างระหว่างทั้งสองกลุ่ม โดยกลุ่มผู้ที่มีความสามารถด้านเลขคณิตสูง (HA) แสดงคลื่นช้า (Slow Wave) บวก เมื่อมีการแก้โจทย์ปัญหายากและรูปแบบคลื่นศักย์ไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ไม่แตกต่างกันเมื่อแก้โจทย์ปัญหายากง่ายปานกลางและง่าย ส่วนกลุ่มผู้ที่มีความสามารถด้านเลขคณิตต่ำ (LA) แสดงคลื่นช้าบวก เมื่อมีการแก้โจทย์ปัญหายากง่ายปานกลางและยาก

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาในส่วนของขั้นตอนการคำนวณคำตอบที่สามารถประเมินกระบวนการทำงานของสมองได้จากคลื่นไฟฟ้าสมองขณะทดสอบด้านเลขคณิต จากการทบทวนวรรณกรรมชี้ให้เห็นว่าการคำนวณคำตอบสัมพันธ์กับคลื่นองค์ประกอบของศักย์ไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ (ERP) ที่ช่วงเวลาประมาณ 250 - 600 มิลลิวินาที (P300) (Zhou et al., 2010, p. 3609) จึงกำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังภาพที่ 1

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการศึกษาผลของความยากของข้อสอบและความสามารถของผู้สอบที่มีต่อคลื่นไฟฟ้าสมอง: การศึกษาศักย์ไฟฟ้าสัมพันธ์กับเหตุการณ์ขณะทดสอบด้านเลขคณิต

สมมติฐานของการวิจัย

1. ขณะทดสอบด้านเลขคณิต ผู้สอบที่ทำข้อสอบที่มีระดับความยากของข้อสอบแตกต่างกัน ความสูงและความกว้างของคลื่น P300 ของผู้สอบจะแตกต่างกัน

2. ขณะทดสอบด้านเลขคณิต ด้วยผู้สอบที่มีระดับความสามารถแตกต่างกัน ความสูงและความกว้างของคลื่น P300 ของผู้สอบจะแตกต่างกัน

3. มีผลปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างระดับความยากของข้อสอบกับระดับความสามารถของผู้สอบต่อความสูงและความกว้างของคลื่น P300 ของผู้สอบขณะทดสอบด้านเลขคณิต

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ได้ทราบรูปแบบ (Pattern) คลื่นไฟฟ้าสมองขณะทำกิจกรรม (Task) ที่อธิบายกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาด้านเลขคณิตของเด็กไทยที่มีระดับความสามารถ และระดับความยากของข้อสอบแตกต่างกัน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2. ได้ทราบรูปแบบคลื่นไฟฟ้าสมองขณะแก้โจทย์ปัญหาด้านเลขคณิตด้วยวิธีการบวก ลบ คูณ และหารของนักเรียน

3. ทำให้วงการศึกษาได้ทราบข้อมูลและมีความรู้ ความเข้าใจในเรื่องการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาการของสรีระการทำงานของสมองทางประสาทวิทยาที่ได้มาจากการสังเกตพฤติกรรม ซึ่งเป็นข้อมูลทางพฤติกรรมที่สะท้อนการทำงานของสมอง และสามารถนำมาเชื่อมโยงเป็นทฤษฎี เพื่อใช้อธิบายการทำงานของสมองและจิตใจได้อย่างชัดเจนมากขึ้น

4. ได้ข้อมูลเชิงประจักษ์ที่สนับสนุนแนวคิดและหลักการการวัดแบบดั้งเดิม ที่ใช้ค่าความยากของข้อสอบ เพื่อใช้ในการจำแนกกลุ่มนักเรียน

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 โรงเรียนปรีชานุศาสน์ จังหวัดชลบุรี จำนวน 188 คน

2. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 โรงเรียนปรีชานุศาสน์ จังหวัดชลบุรี ได้มาโดยการรับสมัครอาสาสมัคร ประกอบด้วยเพศหญิงและเพศชายอย่างละ 15 คน รวม 30 คน โดยนักเรียนต้องเป็นผู้มีสุขภาพดี มีการมองเห็นปกติ และต้องถนัดมือขวา

3. กิจกรรมการทดสอบด้านเลขคณิตทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ เป็นกิจกรรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถด้านเลขคณิต เป็นเลขทศนิยมมีเนื้อหาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ แบ่งออกเป็นทักษะ 4 ด้าน ได้แก่

3.1 ด้านการบวก (Addition)

3.2 ด้านการลบ (Subtraction)

3.3 ด้านการคูณ (Multiplication)

3.4 ด้านการหาร (Division)

4. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา ประกอบด้วย

4.1 ตัวแปรต้น (Independent Variable) มี 2 ตัวแปร ได้แก่

4.1.1 ความยากของข้อสอบ (Item Difficulty) มี 3 ระดับ ได้แก่

4.1.1.1 ข้อยาก (Difficult Item)

4.1.1.2 ข้อยากปานกลาง (Moderate Item)

4.1.1.3 ข้อง่าย (Easy Item)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

4.1.2.ความสามารถของผู้สอบ (Students' Ability) มี 3 กลุ่ม ได้แก่

4.1.2.1 กลุ่มเก่ง (High Group)

4.1.2.2 กลุ่มปานกลาง (Medium Group)

4.1.2.3 กลุ่มอ่อน (Low Group)

4.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variable) มี 1 ตัวแปร ได้แก่ คลื่นไฟฟ้าสมองของผู้สอบขณะทดสอบด้านเลขคณิต แบ่งเป็น 2 รูปแบบ ได้แก่

4.2.1 ความสูงของคลื่น (Amplitude)

4.2.2 ความกว้างของคลื่น (Latency)

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ศักย์ไฟฟ้าสัมพันธ์กับเหตุการ์ขณะทดสอบด้านเลขคณิต (Event-Related Potentials Study During Arithmetic Testing) หมายถึง การวัดองค์ประกอบของคลื่น P3 ของผู้สอบขณะทดสอบด้านเลขคณิตผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ โดยแบ่งการวัดเป็น 2 รูปแบบ ได้แก่

1.1 ความสูงของคลื่น (Amplitude) หมายถึง การวัดระดับความต่างศักย์ไฟฟ้าสูงสุดในช่วงเวลาประมาณ 250 - 600 มิลลิวินาที เทียบกับระยะพัก (Baseline) ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงจำนวนเซลประสาทที่ถูกกระตุ้นขณะทดสอบด้านเลขคณิตผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ ซึ่งเกิดขึ้นภายหลังจากได้รับสิ่งเร้าจากแบบทดสอบด้านเลขคณิต มีหน่วยเป็น ไมโครโวลต์ (μV)

1.2 ความกว้างของคลื่น (Latency) หมายถึง การวัดช่วงเวลาตั้งแต่ปรากฏสิ่งเร้าจนถึงเวลาที่ระดับความต่างศักย์ไฟฟ้าสูงสุด การวัดความกว้างของคลื่นเป็นวิธีแสดงปริมาณความแตกต่างในเรื่องของเวลาในองค์ประกอบของศักย์ไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ (ERP) และความเร็วของการส่งสัญญาณไฟฟ้าในสมอง ขณะทดสอบด้านเลขคณิตผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ มีหน่วยเป็นมิลลิวินาที (ms)

2. แบบทดสอบด้านเลขคณิต (Arithmetic Test) หมายถึง แบบวัดความสามารถที่นำหลักเกณฑ์และมโนคติ (Concept) ทางคณิตศาสตร์มาใช้แก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างคล่องแคล่ว ว่องไวและแม่นยำ ในเรื่องการบวก ลบ คูณ หาร เลขทศนิยมในเวลาที่จำกัด โดยไม่มีอิทธิพลทางภาษาเข้ามาเกี่ยวข้อง แบ่งออกเป็นทักษะ 4 ด้าน ได้แก่

2.1 ด้านการบวก (Addition) หมายถึง ความสามารถในการคำนวณ การคิดหาคำตอบได้ถูกต้องและรวดเร็วภายในระยะเวลาจำกัด ในเรื่องการบวกเลขทศนิยม

2.2 ด้านการลบ (Subtraction) หมายถึง ความสามารถในการคำนวณ การคิดหาคำตอบได้ถูกต้องและรวดเร็วภายในระยะเวลาจำกัด ในเรื่องการลบเลขทศนิยม

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2.3 ด้านการคูณ (Multiplication) หมายถึง ความสามารถในการคำนวณ การคิดหาคำตอบได้ถูกต้องและรวดเร็วภายในระยะเวลาจำกัด ในเรื่องการคูณเลขทศนิยม

2.4 ด้านการหาร (Division) หมายถึง ความสามารถในการคำนวณ การคิดหาคำตอบได้ถูกต้องและรวดเร็วภายในระยะเวลาจำกัด ในเรื่องการหารเลขทศนิยม

3. ความยากของข้อสอบ (Item Difficulty) หมายถึง คุณภาพของข้อสอบเป็นรายข้อ โดยคำนวณจากสัดส่วนจำนวนผู้ที่ตอบข้อสอบได้ถูกต้องต่อจำนวนผู้ที่ตอบข้อสอบทั้งหมด หรือจำนวนร้อยละของผู้ตอบข้อสอบนั้น ๆ ถูก จำแนกออกเป็น 3 ระดับ ดังนี้

3.1 ข้อยาก (Difficult Item) หมายถึง ข้อสอบที่มีค่าความยาก (p) ระหว่าง 0.20 ถึง 0.39

3.2 ข้อยากง่ายปานกลาง (Moderate Item) หมายถึง ข้อสอบที่มีค่าความยาก (p) ระหว่าง 0.40 ถึง 0.59

3.3 ข้อง่าย (Easy Item) หมายถึง ข้อสอบที่มีค่าความยาก (p) ระหว่าง 0.60 ถึง 0.80

4. ความสามารถของผู้สอบ (Students' Ability) หมายถึง ผู้สอบนำความรู้ ทักษะ และความเข้าใจในหลักการต่าง ๆ ที่ได้เรียนมาแล้วนำมาใช้แก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อคำนวณหาคำตอบ ซึ่งได้จากคะแนนของนักเรียนที่ทำแบบทดสอบกลางภาคและปลายภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 ที่ศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนปรีชานุศาสน์ จังหวัดชลบุรี จำนวน 188 คน แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วแปลงคะแนนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเป็นคะแนนมาตรฐาน (คะแนน Z) แล้ว จัดกลุ่มเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

4.1 กลุ่มเก่ง (High Group) หมายถึง กลุ่มตัวอย่างที่ได้คะแนนมาตรฐานตั้งแต่ $Z \geq \overline{X} + 1.5SD$ ขึ้นไป

4.2 กลุ่มปานกลาง (Medium Group) หมายถึง กลุ่มตัวอย่างที่ได้คะแนนมาตรฐานระหว่าง $\overline{X} - 1.5SD < Z < \overline{X} + 1.5SD$

4.3 กลุ่มอ่อน (Low Group) หมายถึง กลุ่มตัวอย่างที่ได้คะแนนมาตรฐานต่ำกว่าหรือเท่ากับ $Z \leq \overline{X} - 1.5SD$ ลงมา

5. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หมายถึง นักเรียนที่กำลังศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 โรงเรียนปรีชานุศาสน์ จังหวัดชลบุรี

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University