บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial Ability) เป็นกระบวนการทางสมองเฉพาะประเภทหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุกับพื้นที่ว่าง เป็นการรับรู้ภาพทางสายตา ที่ใช้จินตนาการทางประสาทสัมผัสสัมพันธ์กับวัตถุต่าง ๆ รอบตัว ทำให้เกิดการแยกแยะสี รูปทรง ลักษณะพื้นผิว มิติความลึก มิติความกว้าง ยาว หนา และสูง ความสามารถด้านนี้จะส่งผลให้มนุษย์เข้าใจถึงมิติต่าง ๆ และการมองเห็นรูปทรงต่าง ๆ ที่เคลื่อนไหว ซ้อนทับกัน หรือการซ่อนอยู่ภายในการแยกภาพ การประกอบภาพ รวมถึงความสามารถในการจำแนกตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุ และระยะทางใกล้หรือไกลด้วย (Olkun, Altun, & Smith, 2005; Piburn et al., 2005; Trindade, Fiolhais, & Almeida, 2002; Wanzel, Hamstra, Caminiti, Anastakis, Grober, & Reznick, 2003) ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เป็นองค์ประกอบหนึ่งของความสามารถทางคณิตศาสตร์ (Mathematic ability) ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 องค์ประกอบ ได้แก่ (1) ความสามารถเชิงปริมาณ (Quantitative Ability) (2) ความสามารถการให้เหตุผล (Causal Ability) (3) ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial Ability) (4) ความสามารถเชิงคุณภาพ (Qualitative Ability) และ (5) ความสามารถการอุปนัยและการนิรนัย (Inductive and Deductive Ability) (Kattou, Kontoyianni, Pitta-Pantazi, & Christou, 2011, pp. 1056-1065)

ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์มีผลต่อการรับรู้ ความจำ การแปลงรูปทรงทางเรขาคณิต ได้แก่ การหมุน การสะท้อนกลับ และการประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ ของวัตถุ (Rauscher & Zupan, 2000) และยังเป็นเครื่องมือสำคัญในการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ยังเป็นปัจจัยที่สำคัญของการเรียนรู้วิชาอื่น ๆ และเป็นความสามารถพื้นฐานของความสามารถด้านอื่น ๆ อีกด้วย (Wai, Lubinski, & Benbow, 2009)

ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เป็นความสามารถพื้นฐานต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์และช่วยในการประกอบอาชีพต่าง ๆ เช่น นักดนตรีต้องใช้ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ในการลำดับเหตุการณ์ (Spatial-Temporal Reasoning) และจังหวะที่มีความซับซ้อนในขณะเล่นดนตรี (Hegarty & Kozhevnikov, 1999; Van Garderen, 2006) นักเล่นกอล์ฟจำเป็นต้องมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ในการคำนวณระยะทางจากลูกกอล์ฟไปยังปากหลุม นักบินต้องมีความเข้าใจทิศทางการบังคับเครื่องบินขึ้นหรือนำเครื่องบินลงจอด นักคณิตศาสตร์ต้องมีความสามารถมองความสัมพันธ์ของสัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่นำมารวมเป็นสมการได้ นอกจากนี้ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ยังมี

ความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ เช่น การขับรถยนต์ ถ้าขาดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์จะทำให้หลงทางบ่อย ๆ เพราะจำทิศทางไม่ได้ (อุดม เพชรสังหาร, 2549, หน้า 164-165)

จากการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ประจำปีการศึกษา 2555 ปรากฏว่า กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม สุขศึกษาและพลศึกษา ศิลปะ การงานอาชีพและเทคโนโลยี และภาษาต่างประเทศ มีคะแนนเฉลี่ยทั้งประเทศเป็น 47.19, 22.73, 33.10, 36.27, 53.70, 32.73, 45.76 และ 22.13 ตามลำดับ จากคะแนนเต็มกลุ่มสาระวิชาละ 100 คะแนน (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, ม.ป.ป.) ซึ่งทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้มีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ 50 ยกเว้นกลุ่มสาระการเรียนรู้สุขศึกษาและพลศึกษา แสดงให้เห็นว่า เด็กไทยมีผลการทางการเรียนรู้อยู่ในระดับต่ำ ดังนั้นการหาวิธีการและแนวทางการยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ดีขึ้นจึงเป็นที่ควรกระทำเป็นอย่างยิ่ง ปัจจัยหนึ่งที่ช่วยยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ดีขึ้นคือ การพัฒนาความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนให้สูงขึ้น เพราะความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ทั้งวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (Uttal, O'Doherty, Newland, Hand, & DeLoache, 2009)

จากการศึกษาสมองของอัลเบิร์ต ไอน์สไตน์ (Albert Einstein) เปรียบเทียบกับสมองของคนทั่ว ๆ ไป ปรากฏว่า สมองของอัลเบิร์ต ไอน์สไตน์ ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเรื่องความสามารถด้านมิติสัมพันธ์มีขนาดโตกว่าสมองของคนทั่ว ๆ ไป เมื่อนำเอานิสัยการเป็นคนที่ชอบคิดสิ่งต่าง ๆ ให้เป็นภาพที่เชื่อมโยงกันเหมือนภาพยนตร์ของเขา ก่อนที่จะใช้ความสามารถทางคณิตศาสตร์มาอธิบายสิ่งที่เขาคิดมาประกอบการศึกษาด้วยแล้ว ก็สรุปได้ว่าเป็นบุคคลที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูง อัลเบิร์ต ไอน์สไตน์สามารถคิดค้นสิ่งที่ก่อประโยชน์อย่างมหาศาลให้แก่มนุษยชาติ และเป็นผู้ที่มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ดี ช่วยให้มองความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ เข้าด้วยกันอย่างเชื่อมโยงกัน เกิดการเรียนรู้เร็ว รู้จักคิดวางแผนและมีจินตนาการกว้างไกล สามารถจัดกลุ่มรูปแบบต่าง ๆ ในสมองได้ดี (อุดม เพชรสังหาร, 2550, หน้า 78-81) ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สามารถพัฒนาได้ตั้งแต่ระดับปฐมวัย โดยการจัดกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้เด็กได้ใช้วัตถุสิ่งของต่าง ๆ อย่างชำนาญจากพื้นที่ที่เด็กอาศัยอยู่ แนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับการเลื่อนและการหมุนวัตถุ เป็นพื้นฐานของการสำรวจมิติสัมพันธ์ของเด็ก ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ เริ่มด้วยการที่ประสาทสัมผัสรับแสงสะท้อนภาพจากสิ่งที่อยู่รอบ ๆ ตัว ให้คมชัดยิ่งขึ้น ดวงตาจะทำหน้าที่แยกแยะสี รูปร่าง พื้นผิว ความลึก มิติ และความสัมพันธ์ ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปแล้วว่า ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เป็นความสามารถของสมองซีกขวา เมื่อความสามารถด้านนี้เริ่มพัฒนา การประสานการทำงานระหว่างตากับมือก็ดีขึ้นด้วย

การออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอเป็นสิ่งจำเป็นต่ออวัยวะต่าง ๆ ของร่างกาย เพื่อช่วยให้มีสุขภาพร่างกายที่แข็งแรงและอวัยวะต่าง ๆ ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ การฝึกสมองหรือ

การบริหารสมองก็เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับสมอง เพราะเป็นการกระตุ้นให้สมองทำงานได้อย่างดี วิธีการฝึกสมองมีหลากหลายวิธี เช่น การออกกำลังกายที่ถูกวิธี ช่วยลดความเสื่อมของเซลล์ประสาท (Brain Tissue Loss) ช่วยเพิ่มปริมาตรเลือดในสมอง (Cerebral Blood Volume) ช่วยเพิ่มสารสื่อประสาท ได้แก่ โดปามีน (Dopamine) และนอร์อิพิเนฟฟิน (Norepinephrine) ซึ่งเป็นสารสื่อประสาทที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการส่งข้อมูลสมอง (Ploughman, McCarthy, Boosse, Sullivan, & Corbett, 2008)

การฝึกสมองโดยการใช้เกมปริศนาซุโดะกุเป็นอีกวิธีการหนึ่งที่ได้รับความนิยมเล่นกันอย่างแพร่หลายทั่วโลก เป็นเกมปริศนาที่ช่วยทำให้เกิดการกระตุ้นการทำงานของสมอง เกิดความท้าทายและการจดจ่อในการถอดรหัสตัวเลขทีละตัวเพื่อให้สามารถระบุตัวเลขให้เต็มทุกช่อง เกิดความสนุกสนานในการเล่น ทำให้เกิดความสามารถในหลาย ๆ ด้าน เช่น ด้านตรรกะ และการแก้ปัญหา เนื่องจากการเล่นเกมปริศนานี้ผู้เล่นต้องใช้ความเป็นเหตุเป็นผลสูง ผู้ที่เล่นเกมปริศนาซุโดะกุบ่อย ๆ ช่วยให้เกิดการวางแผนอย่างเป็นระบบและรวดเร็ว มีเหตุมีผล ทำให้ความจำขณะทำงานดีขึ้น เนื่องจากต้องจดจำการพิจารณาตัวเลขทีละช่องโดยอาศัยเหตุผลหลากหลายเหตุผล เพื่อให้การเล่นเกมปริศนาดำเนินไปอย่างรวดเร็วขึ้น (Alloway, 2011, pp. 183-185)

มีการศึกษาที่ให้ผู้รับการทดลองทำกิจกรรมที่เป็นเกมปริศนาซุโดะกุขนาด 4 x 4 ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมสองชุด ชุดหนึ่งเป็นเกมปริศนาซุโดะกุที่มีระดับง่าย (Simple Task) และอีกชุดหนึ่งเป็นเกมปริศนาซุโดะกุที่มีระดับยาก (Complex Task) พร้อมกับบันทึกด้วยเครื่องตรวจการทำงานของสมองด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (functional Magnetic Resonance Imaging: fMRI) ปรากฏว่า มีการไหลเวียนของระดับออกซิเจนในเลือด (Blood Oxygen Level Dependent: BOLD) ไปบริเวณส่วนต่าง ๆ ของสมองอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะกลีบสมองส่วนท้ายทอย (Occipital Lobe) ทางด้านหลังของกลีบสมองส่วนด้านข้างศีรษะ (Posterior Parietal Lobe) ในชุดที่มีระดับยากจะมีระดับการใช้ออกซิเจนในเลือดมากกว่าชุดที่มีระดับง่าย (Jin et al., 2012) การทดลองดังกล่าวมีความสัมพันธ์กับเส้นทาง (Path Way) ของกระบวนการเกิดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ โดยเส้นทางของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ เริ่มจากการรับรู้สิ่งเร้าจากภายนอกเข้ามายังตาส่งสัญญาณต่อไปยังกลีบสมองส่วนท้ายทอย ต่อไปยังบริเวณทางด้านหลังของกลีบสมองส่วนด้านข้างศีรษะและส่งไปยังสมองส่วนประมวลผลที่เกี่ยวข้องกับสถานที่ (Location) การเคลื่อนที่ การแปลงของวัตถุและมิติสัมพันธ์ (Motes, Malach, & Kozhevnikov, 2008) ดังนั้นการออกแบบโปรแกรมการฝึกสมองโดยใช้เกมปริศนาซุโดะกุ จึงเป็นวิธีการหนึ่งที่ทำให้สมองบริเวณที่เกี่ยวข้องกับความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ทำงานดีขึ้น ส่งผลให้ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ดีขึ้นด้วย

การวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์โดยใช้แบบทดสอบมาตรฐานซึ่งเป็นการวัดทางอ้อมมีอยู่หลายฉบับ เช่น แบบทดสอบ The Surface Development Test (SDT) (Ekstrom et al.,

1976, p. 117) และ Mental Rotation Test (MRT) (Vandenberg & Kuse, 1978, pp. 599-604) จนกระทั่งวิวัฒนาการทางการศึกษาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ที่เกี่ยวกับการทำงานของสมอง เริ่มมีการศึกษาโดยใช้วิธีการวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง (Electroencephalography: EEG) ซึ่งเป็นการศึกษาโดยการวัดการทำงานของการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาที่สัมพันธ์กับการทำหน้าที่ของกลุ่มเซลล์ในระบบประสาท คลื่นไฟฟ้าที่บันทึกได้นำมาใช้ประโยชน์ในทางการแพทย์ ช่วยในการวินิจฉัยโรคทางระบบประสาท ความผิดปกติที่เกี่ยวกับการนอนหลับ วินิจฉัยสมองเสื่อม นอกจากนี้ยังนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาวิจัยทางด้านจิตวิทยาระบบประสาทและวิทยาการปัญญา คลื่นไฟฟ้าสมองที่ได้เป็นข้อมูลบ่งชี้ถึงการทำงานของสมองโดยตรง ช่วยอธิบายกระบวนการทำงานของสมองได้อย่างสมเหตุสมผล และมีความเที่ยงและความตรงสูงกว่าการวัดทางอ้อมหรือวัดด้วยแบบทดสอบต่าง ๆ

การศึกษาด้วยคลื่นไฟฟ้าสมองที่นิยมกันมี 2 วิธี คือ การศึกษาทางแกนเวลา (Time Domain) และแกนความถี่ (Frequency Domain) โดยเฉพาะเทคนิคการวัดคลื่นไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ (Event-Related Brain Potentials: ERPs) มีการใช้กันอย่างแพร่หลาย เช่น การศึกษาของ Nunez-Pena et al. (2010) ได้ศึกษาความแตกต่างระหว่างบุคคลในด้านความสามารถทางด้านตัวเลข แสดงในรูปแบบคลื่นไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ (ERPs) นอกจากนี้ Sutthiwat (2008) ได้ศึกษาการเปลี่ยนของคลื่นไฟฟ้าสมองขณะทำกิจกรรมการจินตภาพเชิงมิติสัมพันธ์ กับอาสาสมัครผู้ที่ไม่ได้รับการฝึกดนตรี และอาสาสมัครนักดนตรี กลุ่มอาสาสมัครได้ทำการจินตนาการตามคำบอกและตัดสินใจว่าภาพในจินตนาการกับภาพที่แสดงบนจอภาพเหมือนหรือแตกต่างกัน ด้วยการกดปุ่มเลือกคำตอบ ปรากฏว่า กลุ่มนักดนตรีมีค่าเฉลี่ยแอมปริจูดของ LPC (Late Positive Component) สูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับการฝึกดนตรี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และแผนที่ความต่างศักย์ไฟฟ้าสมองแบบสองมิติยังแสดงว่า อาสาสมัครนักดนตรีมีการกระจายตัวของความต่างศักย์ไฟฟ้าสมองแตกต่างจากอาสาสมัครที่ไม่ได้รับการฝึกดนตรี ซึ่งค่าเฉลี่ยแอมปริจูดที่สูงกว่าในอาสาสมัครนักดนตรีแสดงว่านักดนตรีมีสมาธิและความสามารถที่สูงกว่าผู้ที่ไม่ได้รับการฝึกดนตรี นอกจากนี้ Corsi-Cabrera, Arce, Ramos, and Guevara (1997) ได้ศึกษาผลของความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ กับเพศ และซีกสมองกับการทำงานของคลื่นไฟฟ้าสมอง กลุ่มตัวอย่างเป็นหญิงและชายที่มีอายุ 17 ถึง 21 ปี ปรากฏว่า กลุ่มตัวอย่างที่มีเพศต่างกันมีผลทำให้การเกิดคลื่นไฟฟ้าสมองลักษณะแตกต่างกันโดยเพศชายมีคลื่นไฟฟ้าสมองช่วงความถี่แอลฟาต่ำกว่าเพศหญิง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแสดงว่าเพศชายมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แตกต่างกับเพศหญิง

จากที่กล่าวมาข้างต้นชี้ให้เห็นว่า ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สามารถพัฒนาได้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะออกแบบชุดฝึกสมองโดยใช้เกมปริศนาซุโดะกุเป็นสิ่งเร้า ทำให้เกิดความใส่ใจ (Attention) และความจำขณะทำงาน (Working Memory) ดีขึ้น ส่งผลให้การไหลเวียนของระดับออกซิเจนในเลือดสูง สมองทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่ช่วย

พัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ให้ดีขึ้น สามารถวัดได้จากอัตราการตอบข้อสอบถูกที่เพิ่มขึ้นและใช้ระยะเวลาในการตอบข้อสอบถูกน้อยลง นอกจากนี้ยังวัดได้จากการวัดคลื่นไฟฟ้าสมองขณะทำแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ข้อมูลที่ได้สามารถนำไปใช้สนับสนุนการใช้เกมปริศนาซุโดะกุในการพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียน และแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเชิงพฤติกรรมกับข้อมูลการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของบุคคล

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

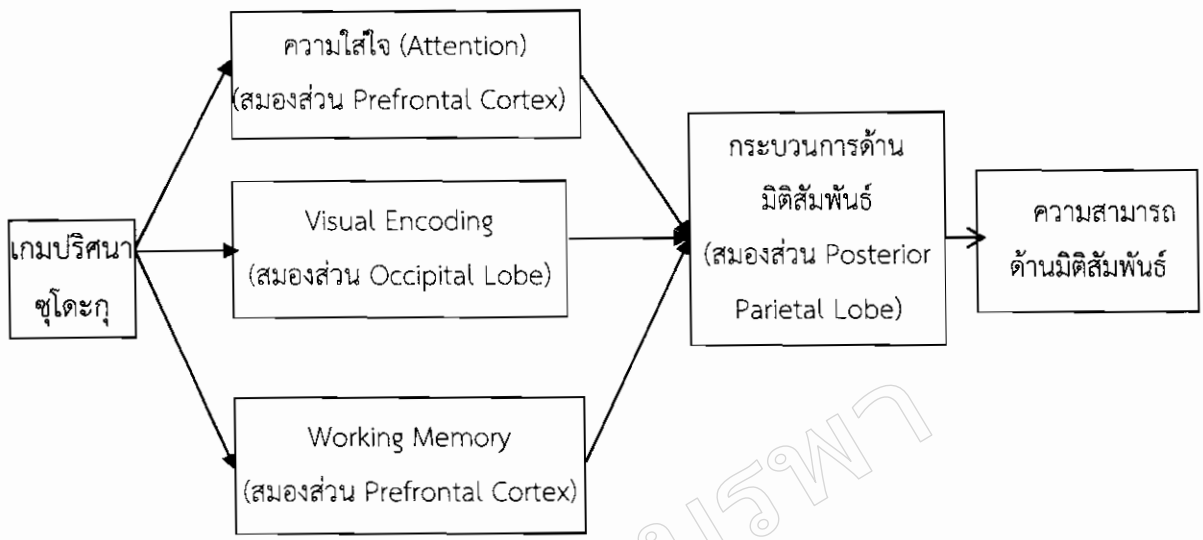
1. เพื่อพัฒนาชุดการฝึกสมองด้วยเกมปริศนาซุโดะกุสำหรับเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. เพื่อเปรียบเทียบอัตราการตอบข้อสอบถูกจากการทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนระหว่างก่อนกับหลังการฝึกสมองด้วยเกมปริศนาซุโดะกุ
3. เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ในการตอบข้อสอบถูกจากการทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนระหว่างก่อนกับหลังการฝึกสมองด้วยเกมปริศนาซุโดะกุ
4. เพื่อเปรียบเทียบพลังงานสัมพัทธ์ของคลื่นไฟฟ้าสมองของนักเรียนขณะทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ระหว่างก่อนกับหลังการฝึกสมองด้วยเกมปริศนาซุโดะกุ

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การฝึกสมองเป็นการทำให้สมองทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งมีหลากหลายวิธี ทั้งการออกกำลังกาย การเล่นเกม และการฝึกสมาธิ โดยใช้แนวคิดของการสร้างเสริมความแข็งแรงของโครงสร้างสมอง (Brain Structure) และการเพิ่มสมรรถนะในการทำหน้าที่ของสมองอย่างเต็มประสิทธิภาพ (Brain Function) ทำให้ส่วนต่าง ๆ ของสมองเกิดการไหลเวียนเลือดได้ดีขึ้น (Uttal et al., 2012, pp. 352-402) การเล่นเกมปริศนาซุโดะกุอย่างต่อเนื่องจะส่งผลทำให้เลือดไปเลี้ยงสมองในส่วนกลีบสมองส่วนท้ายทอย ทางด้านหลังของกลีบสมองส่วนด้านข้างศีรษะ และถ้าได้รับกิจกรรมชุดที่ยากปริมาณการใช้เลือดจะมากกว่ากิจกรรมชุดที่ง่าย (Jin et al., 2012) นอกจากนี้ยังทำให้เกิดความใส่ใจ และความจำขณะทำงานดีขึ้น ส่งผลให้ผู้เข้าร่วมทดลองมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ดีขึ้น เพราะความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต้องอาศัยกระบวนการทำงานของหน่วยความจำตำแหน่งของวัตถุต่าง ๆ การฝึกที่ช่วยเพิ่มความใส่ใจและความจำขณะทำงาน จึงมีแนวโน้มที่จะเพิ่มจำนวนข้อมูลที่ผู้เข้าร่วมกับความคิดและการปฏิบัติงาน สามารถพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ได้ การเล่นเกมปริศนาซุโดะกุมีผลต่อสมองบริเวณที่เกี่ยวข้องกับเส้นทางของกระบวนการเกิดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ซึ่งเริ่มจากการรับรู้สิ่งเร้าจากภายนอกเข้ามายังตาส่งสัญญาณต่อไปยังสมองส่วนท้ายทอย

ต่อไปยังบริเวณทางด้านหลังของกลีบสมองส่วนด้านข้างศีรษะ และส่งไปยังสมองส่วนประมวลผลที่เกี่ยวข้องกับสถานที่ (Location) การเคลื่อนที่ การแปลงของวัตถุ และมิติสัมพันธ์ (Motes, Malach, & Kozhevnikov, 2008) ดังนั้นการฝึกสมองด้วยเกมปริศนาซุโดะกุทำให้สมองบริเวณที่เกี่ยวข้องกับความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ทำงานดีขึ้น ซึ่งวัดได้จากการใช้เวลาในการตอบข้อสอบถูก (Reaction Time) น้อยลง และต้องมีอัตราการตอบข้อสอบถูกต้องสูงขึ้น (Arce, Ramos, Guevara, & corsi-Cabrera, 1995) ซึ่งเป็นการวัดข้อมูลเชิงพฤติกรรม

การศึกษาครั้งนี้ใช้วิธีการวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง (EEG) ซึ่งเป็นการวัดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของบุคคลที่สัมพันธ์กับการทำหน้าที่ของกลุ่มเซลล์ในระบบประสาท สมองประกอบด้วยเซลล์ประสาทเป็นพัน ๆ ล้านเซลล์ แต่ละเซลล์มีการติดต่อถึงกัน (Synapse) โดยอาศัยสารสื่อประสาท (Neurotransmitter) ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของไอออน (Ions) จากภายนอกเซลล์เข้าไปภายในเซลล์ ส่งผลให้คลื่นไฟฟ้าที่เยื่อหุ้มเซลล์ขณะพัก (Resting Membrane Potential) ซึ่งมีค่าเป็นลบ เป็นคลื่นไฟฟ้าขณะทำงาน (Action Potential) ซึ่งมีค่าเป็นบวก ดังนั้นคลื่นไฟฟ้าสมองที่บันทึกได้จึงเกิดจากผลรวมของศักย์ไฟฟ้าที่บริเวณจุดประสานประสาท (Synaptic Potential) เดนไดรต์ (Dendrite) มากมายที่อยู่ใกล้ผิวของเปลือกสมองใต้ขั้วไฟฟ้าที่บันทึก เซลล์ประสาทที่มีการเชื่อมต่อจะมีการเปลี่ยนแปลงคลื่นไฟฟ้าที่บริเวณจุดประสานประสาท การส่งสัญญาณจากเซลล์หนึ่งไปยังอีกเซลล์หนึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงขึ้น ๆ ลง ๆ ของคลื่นไฟฟ้าสมอง เกิดจากการไหลของกระแสไฟฟ้าระหว่างขั้วไฟฟ้าสองขั้ว (Dipole) ที่มีการเปลี่ยนแปลงความต่างศักย์อยู่เสมอ เนื่องจากมีการนำเข้าตัวกระตุ้น (Input) ที่เปลี่ยนแปลงไป ขั้วไฟฟ้าสองขั้วที่กล่าวนี้ ขั้วหนึ่งอยู่ที่บริเวณเดนไดรต์ในเปลือกสมองชั้นตื้น ๆ ส่วนอีกขั้วหนึ่งอยู่บริเวณตัวเซลล์ที่อยู่ลึกลงไป (Pyramidal Cell) นอกจากนี้การขึ้นลงของคลื่นไฟฟ้าสมองยังขึ้นอยู่กับการส่งสัญญาณประสาทระหว่างเปลือกสมอง (Cortex) กับธาลามัส (Thalamus) ซึ่งบริเวณทั้งสองนี้สามารถให้กำเนิดสัญญาณไฟฟ้าที่เป็นจังหวะได้ โดยสัญญาไฟฟ้าที่เกิดขึ้นบริเวณร่างแหระหว่างสมองส่วนทาลามัสกับส่วนเปลือกสมอง ซึ่งสามารถบันทึกได้บริเวณหนังศีรษะ (Niedermeyer & Lopes da Silva, 1999, pp. 32-34) การวัดคลื่นไฟฟ้าสมองสามารถจำแนกความแตกต่างระหว่างบุคคลได้มากกว่าการใช้คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบเพียงอย่างเดียว (Barcelo, 2003) จากแนวคิดข้างต้นผู้วิจัยจึงนำมากำหนดเป็นกรอบแนวคิดสำหรับการศึกษา ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดของการวิจัย

สมมติฐานของการวิจัย

1. อัตราการตอบข้อสอบถูกจากการทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนหลังฝึกสมองด้วยเกมปริศนาซุโดะกุสูงกว่าก่อนการฝึกสมองด้วยเกมปริศนาซุโดะกุ

2. ค่าเฉลี่ยเวลาในการตอบข้อสอบถูกจากการทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนหลังฝึกสมองด้วยเกมปริศนาซุโดะกุน้อยกว่าก่อนการฝึกสมองด้วยเกมปริศนาซุโดะกุ

3. พลังงานสัมพัทธ์ของคลื่นไฟฟ้าสมองของนักเรียนขณะทำแบบทดสอบด้านมิติสัมพันธ์ช่วงความถี่แอลฟา 1 หลังการฝึกสมองด้วยเกมปริศนาซุโดะกุต่ำกว่าก่อนการฝึกสมองด้วยเกมปริศนาซุโดะกุ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ผู้ที่เกี่ยวข้องใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยการจัดกิจกรรมการฝึกสมองด้วยเกมปริศนาซุโดะกุ

2. ครู อาจารย์ และบุคลากรทางการศึกษา สามารถนำชุดฝึกสมองด้วยเกมปริศนาซุโดะกุไปใช้จัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนเพื่อใช้ฝึกสมองให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

3. กระทรวงศึกษาธิการใช้เป็นข้อมูลในการกำหนดนโยบาย เพื่อส่งเสริมให้ครู อาจารย์ และบุคลากรทางการศึกษา ได้ใช้เกมปริศนาซุโดะกุจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรและประกอบการจัดการเรียนรู้สำหรับพัฒนาผู้เรียนให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนจำปาโมงวิทยาคาร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 20 จำนวน 45 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนจำปาโมงวิทยาคาร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 20 จำนวน 16 คน

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรทดลอง ชุดการฝึกสมองด้วยเกมปริศนาซุโดะกุ (Sudoku Puzzles)

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

2.2.1 ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial Ability) จำแนกเป็นอัตราการตอบข้อสอบถูก และค่าเฉลี่ยเวลาในการตอบข้อสอบถูก

2.2.2 พลังงานสัมพัทธ์ของคลื่นไฟฟ้าสมอง (Relative Power) จำแนกเป็น 5 ช่วงความถี่ คือ เธต้า (Theta; 3.60-7.21 Hz) แอลฟา 1 (Alpha 1; 7.41-9.42 Hz) แอลฟา 2 (Alpha 2; 9.61-12.41 Hz) เบต้า 1 (Beta 1; 12.62-17.43 Hz) และเบต้า 2 (Beta 2; 17.63-25.04 Hz)

3. รูปแบบการวิจัย

เป็นการวิจัยเชิงทดลองแบบ Single-Group Pretest-Posttest Design (McMillian & Schumacher, 2010, p. 268) เพื่อศึกษาผลของการฝึกสมองด้วยเกมปริศนาซุโดะกุต่อการเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้วิธีการวัดคลื่นไฟฟ้าสมองขณะทำแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ ระยะเวลาในการทดลองระหว่าง วันที่ 1 สิงหาคม ถึง วันที่ 25 ธันวาคม พ.ศ. 2555

นิยามศัพท์เฉพาะ

เกมปริศนาซุโดะกุ (Sudoku Puzzles) หมายถึง แผ่นกระดาษรูปตารางสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 9x9 ช่อง ซึ่งประกอบด้วยตารางย่อย 9 ตาราง ในแต่ละตารางย่อยมีขนาด 3x3 ช่อง มีเส้นหนาทึบแบ่งตารางย่อย ภายในตารางซุโดะกุมีตัวเลขโดดบางส่วนให้มาเป็นคำใบ้และช่องว่างสำหรับให้ผู้เล่นต้องเลือกใส่ตัวเลขโดด 1 ถึง 9 โดยมีเงื่อนไขว่าในแต่แถวและแต่ละสดมภ์ตัวเลขต้องไม่ซ้ำกัน ผู้เล่นเกมปริศนาซุโดะกุต้องพิจารณาหาเลขโดดตั้งแต่ 1 ถึง 9 เลือกใส่ทุกช่องที่เหลือให้ครบ และมี

เงื่อนไขว่าตัวเลขแต่ละตัวที่ใส่ในแถวและสดมภ์นั้น ๆ รวมทั้งภายในแต่ละตารางย่อยด้วยใช้ได้เพียงครั้งเดียว

ชุดการฝึกสมองด้วยเกมปริศนาซุโดะกุ (Brain Training with Sudoku Puzzles) หมายถึง ชุดฝึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสำหรับพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งประกอบด้วย เกมปริศนาซุโดะกุจำนวน 30 เกม โดยให้ผู้รับการฝึกต้องเล่นเกมปริศนาซุโดะกุ วันละหนึ่งเกมใช้เวลาเล่นเกมละ 30 นาที เป็นเวลา 30 วัน

ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial Ability) หมายถึง คะแนนจากการทดสอบด้วยแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ในการรับรู้ การเข้าใจภาพที่มองเห็นในระนาบเดียวกันและหลายระนาบในมุมมองต่าง ๆ และความเข้าใจถึงความสัมพันธ์ของภาพที่เคลื่อนไหวซับซ้อนกันหรือซ่อนอยู่ภายในภาพ การแยกภาพ และการประกอบภาพ ซึ่งวัดได้จากอัตราการตอบข้อสอบถูกและมีค่าเฉลี่ยเวลาในการตอบข้อสอบถูกน้อยลง ทำให้ค่าพลังงานสัมพัทธ์ในช่วงความถี่แอลฟ่าลดลง

การวัดคลื่นไฟฟ้าสมองขณะทำแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (Brain Potentials Study Spatial Ability Tests) หมายถึง การติดหมวกขั้วไฟฟ้าบนหนังศีรษะของผู้รับการทดสอบขณะทำแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ ผู้รับการทดลองตอบสนองด้วยการเลือกคำตอบ โดยการกดปุ่ม A B C หรือ D บนแป้นพิมพ์ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงจำนวนคลื่นไฟฟ้าที่เกิดขึ้นขณะทำกิจกรรมในช่วงเวลานั้น ๆ จากการได้รับสิ่งเร้า มีหน่วยเป็นไมโครโวลต์ (μV)

เธต้า (Theta) หมายถึง คลื่นไฟฟ้าสมอง ช่วงความถี่ระหว่าง 3.60-7.21 Hz

แอลฟา 1 (Alpha 1) หมายถึง คลื่นไฟฟ้าสมอง ช่วงความถี่ระหว่าง 7.41-9.42 Hz

แอลฟา 2 (Alpha 2) หมายถึง คลื่นไฟฟ้าสมอง ช่วงความถี่ระหว่าง 9.61-12.41 Hz

เบต้า 1 (Beta 1) หมายถึง คลื่นไฟฟ้าสมอง ช่วงความถี่ระหว่าง 12.62-17.43 Hz

เบต้า 2 (Beta 2) หมายถึง คลื่นไฟฟ้าสมอง ช่วงความถี่ระหว่าง 17.63-25.04 Hz

พลังงานทั้งหมด (Total Power) หมายถึง ผลรวมของค่าพลังงานคลื่นไฟฟ้าสมองที่เกิดขึ้นตั้งแต่ช่วงความถี่ 3.60 ถึง 25.40 Hz

พลังงานสัมพัทธ์ (Relative Power) หมายถึง อัตราส่วนระหว่างค่าพลังงานคลื่นไฟฟ้าสมองเฉลี่ยของแต่ละช่วงความถี่กับค่าพลังงานทั้งหมด โดยนำข้อมูลค่าพลังงานเฉลี่ยแต่ละช่วงความถี่มาคำนวณในโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อคำนวณค่าพลังงานสัมพัทธ์ของช่วงความถี่

ค่าพลังงานเฉลี่ยของช่วงความถี่ (Absolute Power Value) หมายถึง พลังงานเฉลี่ยของแต่ละช่วงความถี่ที่เกิดขึ้นจากการกระตุ้นด้วยสิ่งเร้า ในขณะทำแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

ค่าพลังงานสัมพัทธ์ (Relative Power Value) หมายถึง ค่าพลังงานเฉลี่ยของช่วงความถี่หารด้วยค่าพลังงานทั้งหมด

แบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial Ability Tests) หมายถึง แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 4 ฉบับ ๆ ละ 17 ข้อ แต่ละชุดจำแนกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ การหมุนภาพ การประกอบภาพ การแปลงรูป และการระบุตำแหน่งของวัตถุ โดยผู้วิจัยได้ปรับแบบทดสอบเป็นแบบทดสอบผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SuperLab 4.5 โดยแบบทดสอบย่อย 1 ฉบับ ใช้สำหรับคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง และอีก 3 ฉบับใช้พร้อมกับการวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง

อัตราการตอบข้อสอบถูก (Rate of Correct Response) หมายถึง ผลรวมของคะแนนที่ได้จากการทดสอบด้วยแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ทั้งสามฉบับหารด้วยคะแนนเต็มทั้งหมด (51 คะแนน)

ค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ในการตอบข้อสอบถูก (Average of Correct Response Time) หมายถึง ผลรวมของเวลาที่ใช้ในการตอบข้อสอบจากการทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์หารด้วยจำนวนคะแนนที่ตอบถูกจากแบบทดสอบทั้งสามฉบับ

ขั้วไฟฟ้า (Electrode) หมายถึง ตำแหน่งที่บันทึกการเปลี่ยนแปลงคลื่นไฟฟ้าสมองที่ได้จากส่วนต่าง ๆ ของสมอง โดยวางตำแหน่งตามระบบสากล 10/20 (10/20 International System) จำนวน 16 ตำแหน่ง วางในแนวกลางศีรษะ 3 ตำแหน่ง (Fz, Cz, Pz) และสองข้างศีรษะอีก 10 ตำแหน่ง (Fp1, Fp2, F3, F4, C3, C4, T3, T4, P3 และ P4) ใช้ขั้วไฟฟ้าที่ติ่งหูข้างขวา (A2) เป็นตำแหน่งอ้างอิง 1 ขั้ว ขั้วไฟฟ้าสำหรับบันทึกการเคลื่อนไหวของลูกตา (Electro-Oculogram: EOG) 1 ตำแหน่ง และบริเวณด้านล่างของเบ้าตาขวา (Right Infraorbital Region) พร้อมขั้วไฟฟ้าที่เป็นสายดิน (Ground Electrode: G) จำนวน 1 ตำแหน่ง