

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแบบอเนกนัยของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ต่างกัน เปรียบเทียบความสามารถในการเอาชนะความไม่ยืดหยุ่นของการคิดของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ต่างกัน และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดแบบอเนกนัย ความสามารถในการเอาชนะความไม่ยืดหยุ่นของการคิด และผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์

ประชากรเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอนุบาลเชียงใหม่ในปีการศึกษา 2546 กลุ่มตัวอย่างในการรวบรวมข้อมูลมีทั้งหมด 127 คน ตัวแปรที่ศึกษาได้แก่ความสามารถในการคิดแบบอเนกนัย ความสามารถในการเอาชนะความไม่ยืดหยุ่นของการคิด และผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ เครื่องมือในการวิจัยคือแบบสอบถามประเมินความสามารถในการคิดแบบอเนกนัย แบบสอบถามประเมินความสามารถในการเอาชนะความไม่ยืดหยุ่นของการคิด และแบบสอบถามประเมินผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างถูกจำแนกตามระดับผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 4 กลุ่มความสามารถ (สูงมาก สูง ปานกลาง ต่ำ) การวิเคราะห์ข้อมูลจัดกระทำโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว และการหาค่าสหสัมพันธ์เพียร์สันและค่าสหสัมพันธ์บางส่วน โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows version 10.0

สรุปผลการวิจัย

1. นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ต่างกันมีความสามารถในการคิดแบบอเนกนัยต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ยกเว้นนักเรียนกลุ่มสูงมากกับกลุ่มสูงที่แตกต่างแต่ไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

2. นักเรียนกลุ่มสูงมากสามารถเอาชนะความไม่ยืดหยุ่นของการคิดได้ดีกว่านักเรียนกลุ่มต่ำและกลุ่มปานกลางอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ส่วนการเปรียบเทียบของอีกสี่คู่ที่เหลือพบว่าแตกต่างแต่ไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

3. ความสามารถในการคิดแบบอเนกนัยมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญ ($r=.68, p<.01$)

4. ความสามารถในการเอาชนะความไม่ยืดหยุ่นของการคิดสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทาง คณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญ ($r=.39, p<.01$)

5. ความสามารถในการคิดแบบอเนกนัยสัมพันธ์กับการเอาชนะความไม่ยืดหยุ่นของ การคิดอย่างมีนัยสำคัญ ($r=.30, p<.01$)

6. ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดแบบอเนกนัยกับการเอาชนะความไม่ ยืดหยุ่นของการคิดเป็นความสัมพันธ์แบบไม่แท้ โดยมีผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์เป็นสาเหตุร่วม

อภิปรายผล

ประเด็นสำคัญที่นำมาอภิปรายแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ การอภิปรายผลการวิจัย และการ อภิปรายผลทั่วไป แต่ละส่วนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การอภิปรายผลการวิจัย

1. การที่พบว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ต่างกันมีความสามารถในการคิด แบบอเนกนัยต่างกันไม่ใช่ข้อค้นพบใหม่และสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมาของ Haylock (1987a, 1997) การที่พบว่าความสามารถในการคิดแบบอเนกนัยมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทาง คณิตศาสตร์ก็เป็นไปในแนวทางเดียวกันกับผลการวิจัยของ วิเชียร กลิ่นมาลัย (2543) คำอธิบายที่ ดีน่าจะต้องอ้างถึง ยุพิน พิพิธกุล (2539, หน้า 294-295) ที่กล่าวถึงลักษณะของนักเรียนเก่ง คณิตศาสตร์ไว้ว่า นักเรียนเก่งมักเป็นคนที่มีความจำดี เรียนรู้ได้เร็ว อยากรู้อยากเห็นและ กระตือรือร้น มองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ใหม่และความรู้ซึ่งมีอยู่แล้ว มองเห็นส่วนต่าง ๆ ที่แตกต่างกัน รู้จักเปรียบเทียบ แยกแยะ สังเกตแบบรูป หาข้อสรุปได้ และแสดงออกได้ดีทั้งการ ตอบปากเปล่าและข้อเขียน ดังนั้น จากลักษณะของนักเรียนเก่งคณิตศาสตร์ดังกล่าว จึงเป็นเรื่อง ปกติที่ผลการวิจัยแสดงว่านักเรียนเก่งมีความสามารถในการคิดแบบอเนกนัยสูงกว่านักเรียนที่เก่ง น้อยกว่า ในประเด็นนี้ Haylock (1987a, 1997) ก็ให้คำอธิบายไว้ในทำนองเดียวกันว่าโดยทั่วไป นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ต่ำมักเป็นนักเรียนที่มีความรู้และทักษะด้านคณิตศาสตร์ น้อยซึ่งไม่เพียงพอที่จะช่วยทำให้คุณลักษณะของการคิดแบบอเนกนัยด้านคณิตศาสตร์แสดงออก มาได้ดีเทียบเท่ากับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์สูง

ผู้วิจัยพบว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ระดับเดียวกันอาจมีความสามารถในการคิดแบบอเนกนัยสูง ปานกลาง หรือต่ำก็ได้ ซึ่งในประเด็นนี้อาจอธิบายได้ว่า ความสามารถในการคิดแบบอเนกนัยด้านคณิตศาสตร์ไม่สามารถกำหนดได้ทั้งหมดจากผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ แต่ผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ต่างหากจะเป็นตัวจำกัดความสามารถในการคิดแบบอเนกนัยด้านคณิตศาสตร์ (Haylock, 1997) กล่าวคือ แม้ไม่สามารถบอกได้อย่างมั่นใจว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์สูงจะมีความสามารถในการคิดแบบอเนกนัยอยู่ในระดับใด แต่น่าจะมั่นใจได้มากกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ต่ำจะมีความสามารถในการคิดแบบอเนกนัยต่ำด้วย นอกจากนี้แล้วยังพบว่ายังมีนักเรียนบางคนที่ได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์สูงแต่ได้คะแนนการคิดแบบอเนกนัยค่อนข้างต่ำ ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะนักเรียนกลุ่มดังกล่าวนี้มีความวิตกกังวลสูงเกี่ยวกับคณิตศาสตร์จึงทำให้รู้สึกตื่นเต้นเกินไปขณะทำข้อสอบ มีอัตมโนทัศน์ต่ำจนทำให้ไม่มีแรงจูงใจในการทำข้อสอบ มีวิสัยทัศน์แคบหรือพอใจอยู่ภายในกรอบอย่างเคร่งครัด และมักไม่ค่อยกล้าเผชิญความเสี่ยง จึงไม่กล้าที่จะทดลองคิดสิ่งที่แปลกแตกต่างจากเดิม ไม่กล้าเดา ไม่กล้าคิดคาดคะเนและไม่กล้าทดสอบความสามารถของตนเอง (Haylock, 1997)

ส่วนการที่ผลการวิเคราะห์ทางสถิติไม่ยืนยันว่านักเรียนกลุ่มสูงมากสามารถคิดแบบอเนกนัยได้ดีกว่านักเรียนกลุ่มสูงนั้นนี้อาจอธิบายได้ว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มทำข้อสอบได้ดีใกล้เคียงกันมาก หรืออาจไม่มีความแตกต่างกันจริง ๆ ก็ได้

2. การที่พบว่านักเรียนกลุ่มสูงมากสามารถเอาชนะความไม่ยืดหยุ่นของการคิดได้ดีกว่านักเรียนกลุ่มต่ำและดีกว่านักเรียนกลุ่มปานกลางนั้นก็สามารถอธิบายได้ในลักษณะเดียวกันกับเหตุผลในข้อ 1. กล่าวคือ นักเรียนกลุ่มสูงมากมีความรู้และทักษะด้านคณิตศาสตร์มากกว่า (Haylock, 1997) ส่วนผลการเปรียบเทียบของอีกสี่คู่ (ได้แก่ สูงมาก-สูง, สูง-ปานกลาง, สูง-ต่ำ, ปานกลาง-ต่ำ) ที่พบว่า ถึงแม้ตัวเลขจะแตกต่างกันจริงแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิตินั้นนี้อาจอธิบายได้ว่า กลุ่มนักเรียนแต่ละคู่ที่เปรียบเทียบนั้นทำข้อสอบได้ในระดับใกล้เคียงกันมากซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าความแตกต่างนั้นไม่มีอยู่จริง ๆ อีกเหตุผลหนึ่งที่น่าจะเป็นสาเหตุคือการที่คะแนนของแบบสอบประเมินความสามารถในการเอาชนะความไม่ยืดหยุ่นของการคิดมีค่าสูงสุดได้เพียง 20 คะแนน ทำให้ช่วงความแตกต่างของคะแนนแคบเกินไป ประกอบกับความไม่คุ้นเคยกับลักษณะของคำถามก็น่าจะเป็นอีกสาเหตุที่ทำให้นักเรียนหลายคนในทุกระดับความสามารถโดยเฉพาะกลุ่มต่ำทำข้อสอบได้ไม่ดีนัก นักเรียนคนหนึ่งเขียนบอกผู้วิจัยว่า “ข้อสอบทุกข้อเป็นคำถามชนิดเส้นผมบังภูเขา ต้องคิดนอกกรอบเท่านั้นจึงจะได้คำตอบ” โดยเฉพาะ “เกมดวงน้ำ” นั้น พบว่านักเรียนประมาณร้อยละ 17 ไม่สามารถเข้าใจเงื่อนไขของคำถามได้ ข้อค้นพบดังกล่าวนี้คล้ายคลึงกับงานวิจัยของ

Haylock (1985) ซึ่งพบว่า นักเรียนร้อยละ 8 ไม่สามารถจัดการ (cope) กับข้อสอบในลักษณะคล้ายกันนี้ได้ ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นก็คือนักเรียนทุกระดับความสามารถแสดงให้เห็นว่ามีความไม่ยืดหยุ่นของการคิดทั้งสองลักษณะ จึงทำข้อสอบไม่ได้ดีนัก ส่งผลให้คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่ออกมาไม่แตกต่างกันมากพอที่จะแสดงนัยสำคัญทางสถิติ

3. การที่ค่าสหสัมพันธ์เพียร์สันระหว่างความสามารถในการคิดแบบอเนกนัยกับความสามารถในการเอาชนะความไม่ยืดหยุ่นของการคิดออกมาเป็นบวกนั้นเป็นไปตามที่คาดการณ์ไว้ ข้อค้นพบนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Imai (2000) ที่สรุปไว้ว่าความสามารถในการเอาชนะความไม่ยืดหยุ่นของการคิดมีความเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของการคิดแบบอเนกนัยด้านความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่ม นักเรียนที่สามารถเอาชนะความไม่ยืดหยุ่นของการคิดได้จะสามารถผลิตความคิดและตอบสนองต่อสิ่งเร้าซึ่งเป็นสถานการณ์ปลายเปิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างหลากหลายและแปลกใหม่กว่านักเรียนที่ไม่สามารถเอาชนะความไม่ยืดหยุ่นของการคิด

4. ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดแบบอเนกนัยกับความสามารถในการเอาชนะความไม่ยืดหยุ่นของการคิดน่าจะเป็นความสัมพันธ์แบบไม่แท้โดยมีผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์เป็นสาเหตุร่วม ซึ่งแปลว่าความสามารถในการคิดแบบอเนกนัยและความสามารถในการเอาชนะความไม่ยืดหยุ่นของการคิดแปรผันตรงไปด้วยกันโดยไม่มีผลกระทบต่อกันอย่างแท้จริง ผู้วิจัยคิดว่าข้อสรุปสุดท้ายนี้เป็นข้อค้นพบที่เด่นกว่าข้ออื่น ๆ ทั้งหมด ข้อค้นพบนี้สำคัญเพราะการวิจัยครั้งนี้ดำเนินงานตามกรอบคิดที่ว่า “การคิดแบบอเนกนัย” และ “การเอาชนะความไม่ยืดหยุ่นของการคิด” เป็นตัวชี้วัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้ และหากเป็นจริงว่าคุณลักษณะทั้งสองไม่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน นั่นจะหมายถึงว่า การเพิ่มคุณลักษณะ “การเอาชนะความไม่ยืดหยุ่นของการคิด” เข้าไปในกรอบคิดการประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ตามที่ Haylock (1987b, 1997) เสนอไว้ นั้นมีความใหม่และมีความเป็นเหตุเป็นผลดีแล้ว ข้อค้นพบนี้ช่วยขยายขอบเขตมโนทัศน์ของคำว่าความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ให้กว้างขึ้น กรอบคิดนี้ช่วยสร้างความตระหนักแก่ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ว่าการส่งเสริมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ให้แก่นักเรียนนั้น นอกจากจะมองเรื่องความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่มซึ่งเป็นองค์ประกอบของการคิดแบบอเนกนัยแล้ว ครูผู้สอนยังน่าจะต้องให้ความสำคัญในเรื่องการเอาชนะความไม่ยืดหยุ่นของการคิดด้วย กล่าวคือครูผู้สอนต้องวางแผนป้องกันไม่ให้ความไม่ยืดหยุ่นของการคิดเกิดขึ้นในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ และถ้าพบว่านักเรียนคนใดมีความไม่ยืดหยุ่นของการคิดในเนื้อหาสาระใด ก็ต้องพยายามหาวิธีจัดหรือบรรเทาระดับความไม่ยืดหยุ่นในการคิดนั้นให้ลดลง

การอภิปรายผลทั่วไป

ข้อคิดจากการตรวจให้คะแนน การจัดกระทำกับคำตอบจำนวนมากเป็นเรื่องสำคัญ ผู้วิจัยใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นตัวกำหนดเกณฑ์การจัดกลุ่มคำตอบก่อนนับเป็นคะแนน ความคิดยืดหยุ่น บางมโนทัศน์ประกอบด้วยหลายมโนทัศน์ย่อย ดังนั้น การแยกมโนทัศน์ย่อยออกมาอาจช่วยให้การตีความหมายของข้อมูลทำได้ดีขึ้น ในทางตรงข้าม มโนทัศน์ย่อยซึ่งเกี่ยวข้องกัน ก็อาจมีความเหมาะสมกว่าที่จะจัดรวมกันเป็นกลุ่มมโนทัศน์เดียว ทั้งนี้ทั้งนั้นการจัดประเภทของกลุ่มความคิดของคำตอบขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของการศึกษา มุมมองและประสบการณ์ของผู้ตรวจ แต่ละคนซึ่งอาจแตกต่างกันได้ นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับเนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์เป็นสำคัญด้วย

การตรวจให้คะแนนความสามารถในการคิดแบบอเนกนัยด้านคณิตศาสตร์ตามแนวทางเดียวกับการประเมินคำตอบของคำถามปลายเปิดของ Becker & Shimada (1997) และ Conway (1999) มีอุปสรรคเพียงประการเดียวคือในส่วนของการให้คะแนนความคิดริเริ่ม (originality) ถึงแม้ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะสามารถระบุและแยก “คำตอบที่แตกต่าง” ออกมาได้ส่วนหนึ่ง แต่ก็พบว่าเป็นเรื่องยากมากที่จะบอกว่าคำตอบหนึ่งแปลกใหม่หรือมีความริเริ่มมากกว่าอีกคำตอบหนึ่ง และการนำเกณฑ์การให้คะแนนความคิดริเริ่มตามสัดส่วนของความถี่ของคำตอบ (statistical rarity) มาเป็นตัวช่วยในการประเมินคำตอบให้ออกมาเป็นค่าคะแนนความคิดริเริ่มก็ยังไม่เหมาะสมซึ่งสอดคล้องกับทัศนะของ Nagel (2001) เพราะอาจทำให้ผลการประเมินคลาดเคลื่อนจากสภาพอันแท้จริง สถานการณ์อาจเป็นว่านักเรียนคนหนึ่งให้คำตอบที่ธรรมดาคำตอบหนึ่ง พิจารณาอย่างไรก็ไม่มีทางที่จะเป็นคำตอบที่สร้างสรรค์ได้ แต่ก็บังเอิญว่าในการสอบครั้งนั้นไม่มีนักเรียนคนอื่นใดในกลุ่มเดียวกันนึกถึงคำตอบนั้นเลย (เพราะมุ่งแต่การคิดหาคำตอบอื่นที่แสดงออกถึงความคิดริเริ่มจริง ๆ) ในกรณีนี้คงเป็นการไม่ถูกต้องนักที่ผู้ตรวจจะให้คะแนนความคิดริเริ่มในระดับสูงแก่คำตอบที่ธรรมดานั้น ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้จึงพิจารณาเพียงความคล่องและความยืดหยุ่นในการคิดเท่านั้น ผู้วิจัยพิจารณาแล้วเห็นว่าองค์ประกอบของการคิดแบบอเนกนัยทั้งสองส่วนคือความคิดคล่อง และความคิดยืดหยุ่นเพียงพอสำหรับใช้เป็นตัวบ่งชี้วัดปริมาณของความสามารถในการคิดแบบอเนกนัยของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างได้

สำหรับการตรวจให้คะแนนความสามารถในการเอาชนะความไม่ยืดหยุ่นของการคิด ผู้วิจัยได้ข้อคิดว่าเกณฑ์ที่ใช้ตรวจควรต้องมีความยืดหยุ่นพอสมควร ในครั้งแรกที่เริ่มตรวจ ผู้วิจัยใช้เกณฑ์เพียง 2 สถานะ เช่นเดียวกับ Haylock (1987a) และ Imai (2000) กล่าวคือ 0 หมายถึง “เอาชนะได้” และ 1 หมายถึง “เอาชนะไม่ได้” การให้คะแนนโดยใช้เพียง 2 สถานะเช่นนี้ทำให้ผู้ตรวจลำบากใจมากเพราะพบว่าคำตอบส่วนหนึ่งที่ขาดความชัดเจนและต้องตีความเพื่อตัดสินใจให้

คะแนนทางใดทางหนึ่ง ความคลาดเคลื่อนและความผิดพลาดอาจเกิดขึ้นได้มากจากการตัดสินใจ โดยไม่อยู่ในกฎเกณฑ์ที่กำหนดไว้ล่วงหน้า และเมื่อตัดสินใจไม่ได้ว่าคำตอบควรได้ 0 หรือ 1 จึงส่งผลให้เกิด “การขาดหายของข้อมูล (missing data)” และไม่สามารถนำคะแนนของนักเรียนคนนั้นไปร่วมวิเคราะห์ข้อมูลได้ ผู้วิจัยมองเห็นปัญหานี้และได้ดำเนินการปรับเกณฑ์การให้คะแนนใหม่ โดยทำให้เกณฑ์มีความยืดหยุ่นมากขึ้น โดยเพิ่มสถานะ “เกือบเอาชนะได้” หรือ “เอาชนะได้บางส่วน” และ “ไม่สามารถประเมินได้” เข้าไปด้วย (ดูตาราง 2 หน้า 34) การปรับเกณฑ์การตรวจให้มีความยืดหยุ่นมากขึ้นช่วยให้การตรวจให้คะแนนง่ายขึ้น ผู้วิจัยพึงพอใจกับการตรวจมากขึ้นเพราะมีความรู้สึกว่าการประเมินเป็นไปด้วยความยุติธรรมและผลการประเมินน่าจะใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากขึ้นด้วย

กรอบคิดการประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของ Haylock แม้ว่าโดยปกตินักเรียนมักได้แต่เป็นผู้แก้ปัญหาที่ผู้อื่นกำหนดให้ แต่ผลการตรวจคำตอบของนักเรียนก็แสดงให้เห็นว่าการให้นักเรียนตั้งคำถามเองเป็นสิ่งที่จัดการได้ ในส่วนของการจัดกลุ่มใหม่ก็เช่นกัน ถึงแม้ว่านักเรียนแทบจะไม่เคยมีประสบการณ์กับการคิดลักษณะนี้ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มาก่อน แต่นักเรียนก็เข้าใจและทำในส่วนนี้ได้ ส่วนการแก้ปัญหาที่มีคำตอบหลากหลายจะเข้ากับธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์และเป็นงานที่นักเรียนคุ้นเคยที่สุด การยอมให้มีคำตอบที่ถูกต้องมากกว่าหนึ่งคำตอบก็ไม่ขัดกับความรู้สึกของนักเรียน งานทั้งสามลักษณะมีสถานการณ์สิ่งเร้าที่สามารถกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดที่มีเนื้อหาสาระเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่หลากหลายและริเริ่มแปลกใหม่ออกมาได้ ผู้วิจัยจึงคิดว่างานทั้งสามลักษณะตามกรอบคิดของ Haylock มีประสิทธิภาพและเหมาะสมที่จะใช้ประเมินความสามารถในการคิดแบบอเนกนัยด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างดี

ในส่วนของคุณลักษณะด้านการเอาชนะความไม่ยืดหยุ่นของการคิด การวิจัยครั้งนี้มีข้อจำกัดมากเนื่องจากการสร้างแบบสอบถามที่จะใช้ประเมินคุณลักษณะดังกล่าวทำได้ยาก สาเหตุเป็นเพราะความหลากหลายของความไม่ยืดหยุ่นของการคิดด้านคณิตศาสตร์ปรากฏกระจายอยู่ในหลาย ๆ เนื้อหาสาระ การเลือกข้อสอบเพียง 4 ข้อเพื่อใช้เป็นตัวแทนของคุณลักษณะที่ต้องการประเมินอาจเป็นเรื่องที่ทำได้ สิ่งที่ทำได้คือการประเมินความไม่ยืดหยุ่นของการคิดในบางเนื้อหาสาระเท่านั้น อย่างไรก็ตาม จากการตรวจคำตอบทั้งหมดของนักเรียน ผู้วิจัยยังมีความเห็นว่าการประเมินความสามารถในการเอาชนะความไม่ยืดหยุ่นของการคิดนั้นมาถูกทางแล้ว เพียงแต่อาจต้องปรับเปลี่ยนวิธีการประเมินจากแบบสอบถามไปใช้วิธีการอื่น หรืออาจนำวิธีการอื่นมาใช้ในการประเมินร่วมกับแบบสอบถามด้วย เช่น การสอบสัมภาษณ์หรือการสอบปฏิบัติ เป็นต้น

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับผู้ที่จะนำผลการวิจัยไปใช้

1. ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์สามารถนำคำถามทั้งสามลักษณะจากแบบสอบถามประเมินความสามารถในการคิดแบบอเนกนัยไปใช้เป็นแบบอย่างของกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาและประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้

2. การสร้างข้อสอบการคิดแบบอเนกนัย ควรพิจารณาเลือกใช้สถานการณ์ปัญหาที่มีคำตอบที่หลากหลายจริง ๆ โดยน่าจะมีไม่น้อยกว่า 20 คำตอบที่เป็นคำตอบในเชิงคณิตศาสตร์ นอกจากนี้เพื่อทำความเข้าใจกับข้อสอบผู้ใช้ข้อสอบควรได้ลองทำข้อสอบเองก่อนนักเรียนด้วย ควรทำรายการของคำตอบที่คาดหวังทั้งหมดไว้ล่วงหน้าเพื่อจะได้มองเห็นแนวทางอย่างคร่าว ๆ ว่าการจัดกลุ่มคำตอบจะเป็นไปในทิศทางใด

3. ข้อสอบการคิดแบบอเนกนัยบางข้ออาจจำเป็นต้องมีตัวอย่างคำตอบประกอบด้วย ตัวอย่างที่เลือกใช้ควรเป็นคำตอบธรรมดาที่สุดซึ่งนักเรียนส่วนมากน่าจะคิดได้เป็นอันดับแรก ไม่ควรใช้ตัวอย่างที่เป็นคำตอบที่แสดงความริเริ่มในระดับสูงเพราะเป็นการสูญเสียคุณค่าของคำตอบที่ดี

4. การคิดแบบอเนกนัยทางด้านภาษา ศิลปะหรือทางด้านอื่น ๆ (general creativity) แตกต่างจากการคิดแบบอเนกนัยด้านคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นความสามารถเฉพาะด้าน ดังนั้นจึงควรกำหนดขอบเขตการประเมินให้ชัดเจนว่าจะศึกษาการคิดแบบอเนกนัยด้านใดบ้าง และหากมุ่งที่จะประเมินการคิดแบบอเนกนัยด้านคณิตศาสตร์อย่างเดียวดังเช่นการวิจัยครั้งนี้ ก็ควรพิจารณาเพิ่มคำชี้แจงโดยเน้นย้ำให้นักเรียนเข้าใจว่าคำตอบที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาสาระที่เป็นคณิตศาสตร์จะไม่ได้รับการประเมิน

5. ระหว่างการดำเนินการสอบ ควรพูดคุยถึงเงื่อนไขที่สำคัญในคำถามเพื่อป้องกันความเข้าใจผิดซึ่งนำไปสู่คำตอบที่ไม่ได้คะแนน สำหรับการประเมินการคิดแบบอเนกนัยนั้นก็ควรสร้างแรงจูงใจในการหาคำตอบให้นักเรียนโดยการพูดเชิงกระตุ้นว่าคำตอบที่ไม่ซ้ำใครจะได้คะแนนมาก

6. ควรพิถีพิถันกับขั้นตอนการจัดกลุ่มคำตอบที่จะนับเป็นคะแนนความคิดยืดหยุ่น โดยน่าจะใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นเกณฑ์การจัด และเพื่อให้การตีความข้อมูลทำได้ดีขึ้น อาจพิจารณาแยกมโนทัศน์ย่อยออกจากมโนทัศน์ใหญ่ และอาจจัดรวมมโนทัศน์ย่อยที่เกี่ยวข้องกันเป็นมโนทัศน์เดียวได้

7. เกณฑ์การตรวจให้คะแนนควรมีความยืดหยุ่นได้บ้างตามความเหมาะสม แต่ยังคงยึดหลักว่าคำตอบที่ได้คะแนนต้องเป็นคำตอบที่ถูกต้องเชิงคณิตศาสตร์และไม่ขัดกับเงื่อนไขที่กำหนดในคำถาม

8. ความผิดพลาดหลายรูปแบบและความไม่ยืดหยุ่นของการคิดทั้งสองประเภทที่พบจากคำตอบของนักเรียนเป็นผลจากการเรียนการสอนส่วนหนึ่งอย่างแน่นอน ฉะนั้น จึงเป็นเรื่องสำคัญที่ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องควรนำประเด็นนี้ไปคิดพิจารณาอย่างจริงจัง

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยเรื่องนี้ต่อไป

1. การตีความคำตอบที่นักเรียนเขียนมีอุปสรรคหลายประการ โดยเฉพาะคำตอบที่แสดงเหตุผลไม่ชัดเจน ดังนั้น หากได้มีการสัมภาษณ์นักเรียนประกอบด้วยหลังจากทำแบบสอบถามแล้วก็จะได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการวิเคราะห์ข้อมูลเพิ่มขึ้น

2. การวิจัยครั้งนี้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในเชิงสหสัมพันธ์ ซึ่งไม่อาจบอกถึงความสัมพันธ์เชิงเหตุและผลได้ และถึงแม้การตีความจากการค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์บางส่วนจะชี้ให้เห็นแบบจำลองความสัมพันธ์เชิงสาเหตุและผล (causal model) ที่น่าจะเป็นไปได้ แต่ก็ควรมีการศึกษาในประเด็นนี้ต่อไปเพื่อให้เข้าใจเหตุและผลที่แท้จริง

3. ควรมีการวิจัยสำรวจสภาพและลักษณะของความไม่ยืดหยุ่นของการคิดที่เกิดขึ้นจริงในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ โดยดูว่าขั้นตอนวิธีใดบ้างที่นักเรียนยึดติดมากเกินไปและนักเรียนจำกัดขอบเขตการคิดในเนื้อหาสาระใดบ้าง เพื่อนำมาเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการสร้างแบบประเมินที่ดีขึ้นและหลากหลายต่อไป

4. หากเชื่อว่าแนวการสอนที่เน้นขั้นตอนหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดแบบอเนกนัยและการเอาชนะความไม่ยืดหยุ่นในการคิดของนักเรียน ก็ควรพิจารณานำแนวการสอนนั้นมาเป็นตัวแปรที่ศึกษาร่วมด้วย

5. ควรวิจัยศึกษาต่อไปในเรื่องนี้โดยเน้นที่ข้อมูลเชิงคุณภาพให้มากขึ้น เพิ่มเติมการสอบถามสัมภาษณ์และสอบปฏิบัติแทนการเขียนในบางข้อ เช่น เกมตวงน้ำ อาจให้สอบด้วยการปฏิบัติจริง

6. สำหรับนักวิจัยที่เป็นครูผู้สอนปกติอยู่แล้วน่าจะสามารถใช้วิธีการสังเกตพฤติกรรมสร้างสรรค์และความไม่ยืดหยุ่นของการคิดได้อย่างต่อเนื่องตลอดเทอมหรือปีการศึกษา ซึ่งจะได้ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ได้เช่นกัน