

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ใช้ระเบียบวิธีเชิงบรรยาย มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสอดคล้องของโมเดลการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างมาตรวัดแบบสอบถามเลือกตอบ และมาตรวัดตามการรับรู้ คำตอบจากการวิจัยที่ได้ นอกจากจะเป็นการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นไปตามทฤษฎีหรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้องหรือไม่แล้วนั้น ข้อความรู้เพิ่มเติมที่ได้ซึ่งเป็นจุดประสงค์หลัก คือทราบว่ามีผลการวัดมาตรวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชนิดใดให้ผลสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์มากที่สุด

การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ แบบสอบถามเลือกตอบ และแบบวัดภาคปฏิบัติซึ่งแบบวัดภาคปฏิบัติที่สร้างขึ้นมีจำนวนน้อยและนิยมใช้วัดกับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากต้องมีการเตรียม อุปกรณ์ สถานที่ ใช้งบประมาณสูง และใช้เวลาในการทดสอบนานกว่าแบบวัดประเภทอื่น จึงไม่สะดวกในการวัดกับกลุ่มนักเรียนจำนวนมาก เพื่อนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบ ประกอบกับข้อความรู้จากงานวิจัยที่ผ่านมาระบุว่า แบบวัดทั้งสองประเภทมีความสัมพันธ์กันสูงอย่างมีนัยสำคัญ (Krieger, 1982; Adam, C.M. and Callahan, C. M., 1995; ศรีลักษณ์ มาโกมล, 2530) ผู้วิจัยจึงกำหนดขอบเขตชนิดของมาตรวัดในการศึกษาความสอดคล้องของโมเดลการวัดเพียง มาตรวัดแบบสอบถามเลือกตอบ และมาตรวัดตามการรับรู้ ซึ่งมีรูปแบบโครงสร้างข้อคำถามในเลือกตอบ จากแนวคิดการสร้างแบบรายงานตนเองชนิดใหม่ของ Harter (1982) ที่สามารถวัดสมรรถภาพตามการรับรู้ของเด็กทางสติปัญญาได้ โดยผ่านการตรวจสอบความตรงโครงสร้างด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบ

สำหรับกรอบแนวคิดในการสร้างโมเดลการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้จากผลการวิจัยของ Tobin, K.G. and Capie, W. (1982), Padilla, M.J. and Okey, J.R. (1983), และ Baird, W.E. and Borich, G.D. (1987) ในการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ประเภทแบบสอบถามเลือกตอบที่สร้างขึ้น

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบ พบว่า มีองค์ประกอบร่วมเพียงองค์ประกอบเดียว ดังนั้น โมเดลการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้ จึงอยู่ในรูปของโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน และเป็นโมเดลเอกมิติ โดยมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบ หรือตัวแปรแฝงเพียงตัวเดียว ซึ่งประกอบด้วยตัวแปรสังเกตได้ 5 ทักษะ คือ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร, ทักษะการตั้งสมมติฐาน, ทักษะการให้นิยามเชิงปฏิบัติการ, ทักษะการทดลอง และทักษะการแปลผลข้อมูลและการลงข้อสรุป

กลุ่มตัวอย่างพลวิจัยในการวิจัยครั้งนี้ คือนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 จาก 7 โรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา เขตกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2539 จำนวน 869 คน โดยการสุ่มเลือกแบบหลายขั้นตอน เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลมีจำนวน 2 ชุด คือ ชุดที่ 1 เป็นมาตรวัดตามการรับรู้ แบบเป็น 2 ตอนคือ ตอนที่ 1 เป็นการถามถึงข้อมูลทั่วไป และตอนที่ 2 เป็นมาตรวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามการรับรู้จำนวน 40 ข้อ แบบวัดชุดที่ 2 คือแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เลือกตอบ ซึ่งสร้างและพัฒนาโดยพรทิพย์ ไชยโส (2533) จำนวน 40 ข้อ ภายหลังจากเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยคัดเลือกข้อมูลจากนักเรียนที่มีแบบแผนการตอบตรงตามคำชี้แจงของแบบวัดทั้งสองประเภท จำนวนทั้งสิ้น 764 คน คิดเป็นร้อยละ 87.92 เพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปด้วยสถิติเชิงบรรยาย, วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรในโมเดล โดยใช้โปรแกรม SPSS และวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory factor analysis) ด้วยโปรแกรม LISREL

สรุปผลการวิจัย

ผลการการเปรียบเทียบความสอดคล้องของโมเดลการวัดตามกรอบแนวคิดของการวิจัยวิเคราะห์แยกเป็นโมเดลการวัดด้วยแบบสอบถามเลือกตอบ และโมเดลการวัดที่วัดด้วยมาตรวัดตามการรับรู้ ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ที่วัดด้วยแบบสอบถามเลือกตอบมีค่าอยู่ในช่วง 0.02 ถึง 0.19 ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำกว่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่วัดด้วยมาตรวัดตามการรับรู้ มีค่าตั้งแต่ 0.44 ถึง 0.60 และค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรจากมาตรวัดทั้งสองประเภท มีค่าสูงเพียงพอที่จะวิเคราะห์องค์ประกอบได้

เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความกลมกลืนระหว่างโมเดลการวัดตามกรอบแนวคิดที่กำหนดให้ความคลาดเคลื่อนของตัวแปรสังเกตได้ในโมเดลไม่สัมพันธ์กัน พบว่า ไค-สแควร์ของ

โมเดลการวัดด้วยแบบสอบถามเลือกตอบ และมาตรวัดตามการรับรู้มีค่าเท่ากับ 2.27 และ 19.30 ที่องศาอิสระ 5 และความน่าจะเป็น 0.81 และ 0.00 ตามลำดับ แสดงว่าโมเดลการวัดด้วยแบบสอบถามเลือกตอบตามสมมติฐานวิจัยสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ แต่โมเดลการวัดด้วยมาตรวัดตามการรับรู้ไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เมื่อพิจารณาค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืน GFI และ คำนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว AGFI พบว่า โมเดลการวัดด้วยแบบสอบถามเลือกตอบมีค่าความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์สูงสุดเท่ากับ 1 และยังเป็นค่าที่สูงกว่าโมเดลการวัดด้วยมาตรวัดตามการรับรู้ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.99 และ 0.97 ตามลำดับ

ภายหลังจากการปรับโมเดลการวัดทั้งสอง โดยยอมให้ค่าความคลาดเคลื่อนของทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร มีความสัมพันธ์กับ ทักษะการตั้งสมมติฐาน และทักษะการให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการ ซึ่งถือเป็นจุดเด่นของการวิเคราะห์ห้วงองค์ประกอบเชิงยืนยันด้วยโปรแกรม LISREL ที่ช่วยผ่อนคลายข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ห้วงองค์ประกอบให้สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริง ผลจากการปรับโมเดล พบว่า ค่าไค-สแควร์ของโมเดลการวัดด้วยแบบสอบถามเลือกตอบมีค่าเข้าใกล้ศูนย์มากกว่าโมเดลการวัดตามการรับรู้ คือ 2.02 และ 6.74 ที่องศาอิสระ 3 ค่าความน่าจะเป็น 0.57 และ 0.08 ตามลำดับ แสดงว่า โมเดลทั้งสองมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ค่าดัชนี GFI ทั้งสองโมเดลมีค่าเท่ากับ 1 ส่วนดัชนี AGFI ของแบบสอบถามเลือกตอบมีค่า 0.99 ซึ่งมีค่าเข้าใกล้ 1 มากกว่ามาตรวัดตามการรับรู้ที่มีค่าใกล้เคียงกัน คือ 0.98

เมื่อพิจารณาคำนีความกลมกลืนที่อยู่ในรูปของค่า ไค-สแควร์ คำนี GFI และ AGFI ของโมเดลทั้งก่อนปรับและหลังปรับโมเดล จึงสรุปได้ว่า โมเดลการวัดด้วยแบบสอบถามเลือกตอบมีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์มากกว่า โมเดลการวัดตามการรับรู้

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์พยากรณ์ (R-square) พบว่า ตัวแปรในโมเดลการวัดด้วยมาตรวัดตามการรับรู้อธิบายความแปรปรวนในตัวแปรแฝงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ร้อยละ 81.1 แต่โมเดลการวัดด้วยแบบสอบถามเลือกตอบอธิบายได้เพียง 37.4 และค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรทั้งสองโมเดลมีค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการการศึกษาความสอดคล้องของโมเดลการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนปรับโมเดล พบว่า โมเดลการวัดด้วยมาตรแบบสอบถามเลือกตอบมีความสอดคล้อง

คล่องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ แต่โมเดลการวัดด้วยมาตรวัดตามการรับรู้ไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ แสดงให้เห็นว่า โมเดลการวัดด้วยแบบสอบถามเลือกตอบมีความตรงเชิงโครงสร้าง แต่ทั้งนี้ไม่ได้หมายความว่าโมเดลการวัดด้วยมาตรวัดตามการรับรู้ไม่มีความตรงตามโครงสร้างเสียทีเดียว เพราะเมื่อปรับโมเดลโดยยอมให้ความคลาดเคลื่อนของตัวแปรสังเกตได้ในโมเดลการวัดมีความสัมพันธ์กัน พิจารณาจากดัชนีคัดแปรโมเดล (Model Modification Indices) จากโมเดลการวัดด้วยมาตรวัดตามการรับรู้เป็นเกณฑ์การปรับโมเดล เพื่อให้โมเดลการวัดทั้งสองมีโครงสร้างของโมเดลเหมือนกัน และองศาอิสระเท่ากัน พบว่า โมเดลการวัดทั้งสองมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ แสดงว่าโมเดลการวัดด้วยมาตรแบบสอบถามเลือกตอบ และมาตรวัดตามการรับรู้มีความตรงเชิงโครงสร้างตามกรอบแนวคิดโมเดลสมมติฐานที่สร้างขึ้น ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 และ 2 ที่ตั้งไว้จากผลการวิจัยของ Tobin, K.G. and Capie, W. (1982), Padilla, M.J. and Okey, J.R. (1983), Baird, W.E. and Borich, G.D. (1987) และ Harter (1982)

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบความสอดคล้องของโมเดลการวัดที่มีโครงสร้างการวัด และค่าองศาอิสระเท่ากัน พบว่า โมเดลการวัดด้วยมาตรวัดแบบสอบถามเลือกตอบมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์มากกว่าโมเดลการวัดด้วยมาตรวัดตามการรับรู้ ทั้งก่อนและหลังปรับโมเดล โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความกลมกลืนในรูปของ ค่าไค-สแควร์ (เข้าใกล้ 0) ดัชนี GFI และ AGFI (เข้าใกล้ 1) ข้อค้นพบที่ได้ จึงยืนยันได้ว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่วัดด้วยมาตรแบบสอบถามเลือกตอบซึ่งเป็นการวัดความสามารถของนักเรียนโดยตรงมีความตรงเชิงโครงสร้างที่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์มากกว่าการวัดด้วยมาตรวัดตามการรับรู้ซึ่งเป็นการวัดโดยอ้อม ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากข้อคำถามในแบบสอบถามเลือกตอบมีลักษณะเป็นการกำหนดสถานการณ์เฉพาะที่จำลองจากสภาพความเป็นจริง เพื่อให้ให้นักเรียนพิจารณาและตอบปัญหาในแต่ละสถานการณ์นั้น ๆ ตามความคิดและความสามารถของนักเรียน ซึ่งแตกต่างจากการตอบข้อกระทงในมาตรวัดตามการรับรู้ที่นักเรียนต้องพิจารณาเปรียบเทียบความสามารถของตนเองโดยทั่วไปว่ามีลักษณะใกล้เคียงหรือตรงกับกลุ่มนักเรียนที่มีทักษะความสามารถต่าง ๆ กัน และอาจทำให้นักเรียนบางคนรับรู้ว่าคุณลักษณะความสามารถที่สูงหรือต่ำกว่าความสามารถที่วัดจากแบบสอบถามเลือกตอบได้ โมเดลการวัดด้วยมาตรวัดตามการรับรู้จึงมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์น้อยกว่าการวัดด้วยมาตรแบบสอบถามเลือกตอบ ซึ่งอาจพิจารณาได้จากค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากแบบสอบถามเลือกตอบและมาตรวัดตามการรับรู้ที่มีค่าเท่ากับ 0.17 ($p < .00$) ซึ่งนับว่ามีความสัมพันธ์กันค่อนข้างน้อย โดยค่ามัธยฐานเลขคณิตของการวัดด้วยมาตรวัดตามการรับรู้ (5.20-

5.33) จะมีค่าสูงกว่ามาตรฐานแบบสอบเลือกตอบ (2.08-2.54) ในทุก ๆ ทักษะ แม้จะมีข้อตกลงเบื้องต้นของการประเมินตนเอง 2 ประการ คือ ประการแรก บุคคลแต่ละคนจะเป็นผู้สังเกตอธิบาย และประเมินพฤติกรรมของตนเองในทุก ๆ สถานการณ์ได้ดีที่สุดไม่ว่าจะเป็นการแสดงออกทางด้านความคิดเห็น ทักษะ หรืออื่น ๆ ประการที่สอง บุคคลย่อมประเมินตนเองอย่างตรงไปตรงมา ปราศจากอคติ (Brown F. G. , 1983; เขาวดี วิบูลย์ศรี, 2524) ซึ่งเป็นข้อตกลงที่ยังเป็นข้ออ่อนของการประเมินตนเอง หรือการรายงานตนเอง เนื่องจากผลการวิจัยเกี่ยวกับการประเมินตนเองส่วนหนึ่งที่พบว่า บุคคลค่อนข้างจะลำเอียงในการประเมินตนเอง Centra J. A. (1973) รายงานว่าผลการศึกษาค่าความสัมพันธ์ระหว่างการประเมินตนเองของครูกับการให้นักเรียนประเมินครูเท่ากับ 0.21 และมีความแตกต่างกัน โดยครูมีแนวโน้มในการประเมินตนเองคือนักเรียนประเมินครู

ข้อค้นพบที่น่าพิจารณาอีกประเด็น คือ ตัวแปรในโมเดลการวัดด้วยมาตรวัดตามการรับรู้สามารถอธิบายความแปรปรวนในตัวแปรแฝงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ร้อยละ 81.1 มากกว่าการวัดมาตรฐานแบบสอบเลือกตอบซึ่งอธิบายได้เพียงร้อยละ 37.4 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก เมทริกซ์ความสัมพันธ์ของตัวแปรสังเกตได้ที่วัดด้วยมาตรวัดตามการรับรู้มีค่าอยู่ในช่วง 0.44 ถึง 0.60 สูงกว่า เมทริกซ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่วัดด้วยมาตรแบบสอบเลือกตอบ ที่มีค่า 0.02 ถึง 0.19 และเมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงของตัวแปรสังเกตได้ที่วัดด้วยมาตรวัดตามการรับรู้มีค่า (0.03-0.25) สูงกว่ามาตรฐานแบบสอบเลือกตอบในทุกทักษะ (0.43-0.54) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก ค่ามัชฌิมเลขคณิตของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่วัดด้วยมาตรแบบสอบเลือกตอบมีค่าเพียง 12.20 ต่ำกว่าการวัดด้วยมาตรวัดตามการรับรู้ซึ่งมีค่า 26.28 และค่ามัชฌิมที่วัดจากกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยของ พรทิพย์ ไชยโส (2533) ซึ่งมีค่า 23.23 การแจกแจงของคะแนนที่วัดด้วยมาตรแบบสอบเลือกตอบมีลักษณะเบ้บวก นักเรียนส่วนใหญ่มีคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ย ข้อคำถามส่วนใหญ่ค่อนข้างยากและจำแนกได้น้อย ความเที่ยงจึงมีค่าต่ำเมื่อเทียบกับคุณภาพของเครื่องมือที่ศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยของพรทิพย์ ไชยโส (2530) นอกจากนี้สาเหตุอีกประการหนึ่งที่น่าจะทำให้ตัวแปรในโมเดลการวัดด้วยมาตรวัดตามการรับรู้อธิบายความแปรปรวนในตัวแปรทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้มากกว่าการวัดด้วยมาตรแบบสอบเลือกตอบ คือ รูปแบบการให้คะแนนของแบบสอบเลือกตอบ มีลักษณะเป็นการตอบถูกได้ 1 คะแนน และตอบผิดได้ ศูนย์ การแสดงออกซึ่งความรู้ของผู้ตอบมีเพียง 2 กรณีคือ รู้คำตอบ และไม่รู้คำตอบ แต่การให้คะแนนของมาตรวัดตามการรับรู้มีลักษณะการตอบได้ถึง 4 กรณี คือ มีลักษณะตรงกับกลุ่มผู้มีความสามารถสูงได้ 1 คะแนน ลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มผู้มีความสามารถสูง

ได้ 0.75 คะแนน ลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มผู้มีความสามารถต่ำได้ 0.50 คะแนน และลักษณะตรงกับกลุ่มผู้มีความสามารถต่ำได้ 0.25 คะแนน ดังนั้นลักษณะการให้คะแนนของมาตรวัดตามการรับรู้จึงสามารถอธิบายความสามารถของผู้ตอบได้ครอบคลุมถึงผู้ที่มีความรู้ในแต่ละทักษะบางส่วน แต่ไม่สามารถตอบแบบสอบถามเลือกตอบได้ถูกต้อง ทำให้อธิบายความแปรปรวนในตัวแปรทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้มากกว่ามาตรแบบสอบถามเลือกตอบ และถึงแม้โมเดลการวัดด้วยมาตรแบบสอบถามเลือกตอบจะอธิบายความแปรปรวนในองค์ประกอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้น้อยกว่าการวัดด้วยมาตรวัดตามการรับรู้ แต่ร้อยละของการอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรสังเกตได้ทั้ง 5 ทักษะ 37.4 ก็ถือว่าเป็นค่าที่ใกล้เคียงกับผลการอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรสังเกตได้ที่วัดจากแบบวัด TIPS I ซึ่งเป็นต้นแบบของข้อคำถามในมาตรแบบสอบถามเลือกตอบในการวิจัยครั้งนี้ จากงานวิจัยของ Padilla, M.J. and Okey, J.R. (1983) และ Baird, W.E. and Borich, G.D. (1987) ซึ่งมีค่าร้อยละ 37.4 และ 48.5 ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1. ข้อเสนอแนะในการนำมาตรแบบสอบถามเลือกตอบและมาตรวัดตามการรับรู้ไปใช้ในการวิเคราะห์ เนื่องจากแบบสอบถามเลือกตอบมีความตรงเชิงโครงสร้าง แม้ความคลาดเคลื่อนของตัวแปรสังเกตได้จะไม่สัมพันธ์กัน ดังนั้นเมื่อนำผลจากการวัดด้วยมาตรแบบสอบถามเลือกตอบไปวิเคราะห์การถดถอย ก็ไม่เป็นการฝ่าฝืนข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ในข้อที่ว่าด้วยของความเป็นอิสระของความคลาดเคลื่อนของตัวแปรที่สังเกตได้แต่ประการใด แต่มาตรวัดตามการรับรู้มีความตรงเชิงโครงสร้างเมื่อยอมให้ความคลาดเคลื่อนของตัวแปรสังเกตได้สัมพันธ์กันซึ่งเป็นการฝ่าฝืนข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์การถดถอยดั้งเดิม ดังนั้นหากจะนำมาตรวัดการรับรู้ไปใช้ในการวิเคราะห์การถดถอยเพื่อหาคำตอบในการวิจัยต่อไป จึงควรวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม LISREL

2. ข้อเสนอแนะในการนำมาตรวัดตามการรับรู้ที่ไปใช้นั้น ถึงแม้มาตรวัดดังกล่าวจะมีความตรงเชิงโครงสร้าง และให้ผลการวัดตัวแปรในโมเดลที่ความสามารถในการอธิบายความแปรปรวนในตัวแปรทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้สูง แต่ควรคำนึงว่า มาตรวัดตามการรับรู้มีความสัมพันธ์ค่อนข้างต่ำกับความสามารถที่วัดจากแบบสอบถามเลือกตอบ ซึ่งอาจมีนักเรียนบางส่วนที่รับรู้ความสามารถของตนเองสูงหรือต่ำกว่าความสามารถที่วัดได้

จากแบบสอบเลือกตอบได้เมื่อจำแนกนักเรียนที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงหรือต่ำโดยใช้คะแนนที่ได้เป็นเกณฑ์การตัดสินความสามารถของนักเรียนเพียงอย่างเดียว ทั้งนี้ควรคำนึงถึงคะแนนของนักเรียนเมื่ออิงกลุ่มประกอบไปด้วย และเมื่อพิจารณาจากกลุ่มนักเรียนที่มีคะแนนจากแบบสอบเลือกตอบและมาตรวัดตามการรับรู้ในกลุ่มที่ต่ำสอดคล้องกันมีจำนวนมากเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่น ๆ ดังนั้นนักเรียนกลุ่มอ่อน จึงเป็นกลุ่มที่มีความเหมาะสมในการใช้มาตรวัดตามการรับรู้ไปแทนมาตรแบบสอบเลือกตอบซึ่งจะให้ผลการวัดที่สอดคล้องตรงตามกันมากที่สุด นอกจากนี้ควรใช้มาตรวัดตามการรับรู้เพื่อช่วยในการปรับปรุงการเรียนการสอนมากกว่าการตัดสินความสามารถ ซึ่งจะทำให้นักเรียนประเมินตนเองใกล้เคียงกับความสามารถของนักเรียนตามสภาพความเป็นจริง โดยต้องไม่กังวลว่าตนเองจะได้คะแนนมากน้อยเท่าใด

3. ข้อเสนอแนะในการนำมาตราแบบสอบเลือกตอบไปใช้นั้น ถึงแม้มาตรวัดดังกล่าวจะมีความตรงเชิงโครงสร้างมาก แต่ก็ถือว่ามีค่าความเที่ยงที่ต่ำกว่ามาตรวัดตามการรับรู้และแบบสอบเลือกตอบจากงานวิจัยของ พรทิพย์ ไชยโส (2533) เมื่อนำไปใช้วัดกับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ดังนั้นเมื่อนำแบบสอบเลือกตอบไปใช้กับกลุ่มนักเรียนมัธยมศึกษาที่สังกัดกรมสามัญศึกษาในการวิจัยต่อไป ควรวิเคราะห์คุณภาพของการเครื่องมือ เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่มีความเหมาะสมกับระดับกลุ่มความสามารถของนักเรียน ตามแนวทางของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) ทั้งนี้เพื่อให้ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก เปลี่ยนแปลงไปไม่ว่าจะประมาณค่าจากผู้สอบกลุ่มใด

4. จากแนวทางการปฏิรูปการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการที่มีเป้าหมายสำคัญในการปรับเปลี่ยนกระบวนการเรียนการสอนโดยยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง นักเรียนมีโอกาสได้คิดวิเคราะห์ แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ผ่านการฝึกปฏิบัติจริง ซึ่งถือเป็นการเรียนรู้จากสภาพการณ์จริงสอดคล้องกับการดำเนินชีวิตในสังคมหรือภูมิภาคของเขา (คณะกรรมการปฏิรูปหลักสูตรและกระบวนการเรียนการสอน, 2540; อมรวิชัย นาคทรพรพ, 2539) การประเมินตามสภาพจริง (Authentic Assessment) ในการปฏิบัติงานโดยมีการบันทึกพัฒนาการของผู้เรียนในระยะเบี่ยนสะสม (Portfolio) ถือเป็นแนวทางการประเมินการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับหลักสูตรที่มีความหลากหลาย จุดเด่นข้อหนึ่งของการประเมินวิธีดังกล่าว คือนักเรียนได้มีส่วนร่วมในประเมินและคัดเลือกผลงานที่ดีที่สุดด้วยตัวเอง ซึ่งเป็นสิ่งหนึ่งที่ทำให้ครูและนักเรียนได้ทราบถึงความสนใจและความสามารถที่แท้จริงของเขาจากผลงานชิ้นที่ดีที่สุดในระยะเบี่ยนสะสมงาน หากผลงานชิ้นใดมีข้อด้อยก็จะทำให้นักเรียนและครูได้ทราบและร่วมกันปรับปรุงพัฒนางานนั้นให้ดียิ่งขึ้นต่อไป หลักการดังกล่าวสอดคล้องกับ

รูปแบบการประเมินผลระหว่างเรียน (Formative Evaluation) เพื่อปรับปรุงและพัฒนาผู้เรียนให้สอดคล้องกับความสามารถของนักเรียน โดยครูผู้สอนสามารถนำเอาแบบการสร้างมาตรวัดตามการรับรู้ไปใช้ประเมินกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนในชั้นนี้ได้ เนื่องจากมาตรวัดตามการรับรู้นี้สร้างขึ้นตามแนวทางการประเมินที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการประเมินตนเอง และผลที่ได้ถือเป็นข้อมูลที่จะนำไปสู่การปรับปรุงและพัฒนาการเรียนการสอนและตัวผู้เรียนต่อไป และหากครูผู้สอนต้องการประเมินผลสุดท้าย (Summative Evaluation) เพื่อตัดสินความสามารถของนักเรียนให้แน่ชัด มาตรฐานแบบสอบถามก็เป็นที่ทางเลือกที่เหมาะสมในการประเมินความสามารถนักเรียนในชั้นนี้ด้วยเช่นเดียวกัน

ข้อเสนอแนะในการวิจัยต่อไป

1. จากผลการศึกษา มาตรวัดตามการรับรู้ที่สร้างขึ้นตามแนวคิดของ Harter ให้ผลการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างที่สอดคล้องกับมาตรฐานแบบสอบถาม ดังนั้นการนำเอาแบบการสร้างข้อคำถามตามแนวทางของการรายงานตนเองชนิดอื่น ๆ เช่น มาตรฐานค่าที่พัฒนาโดย Likert มาเปรียบเทียบคุณภาพของมาตรวัดทั้งความตรงและความเที่ยงเพื่อวัดคุณลักษณะของบุคคล จึงเป็นประเด็นที่น่าสนใจในการศึกษาต่อไป
2. ควรนำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ภาคปฏิบัติ มาศึกษาเปรียบเทียบความสอดคล้องของโมเดลการวัดร่วมกับ แบบสอบถาม และมาตรวัดตามการรับรู้เพื่อทำให้ทราบว่าแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีใช้ในปัจุบันแบบใดให้ผลการวัดที่ตรงตามความเป็นจริงมากที่สุด
3. จากการศึกษาชนิดของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านมา พบว่าแบบสอบถามย่อยประเภท MEQ ซึ่งมีความเหมาะสมในการวัดทักษะในการแก้ปัญหา โดยผู้ตอบมีอิสระในการตอบมากกว่าแบบสอบถามที่จำกัดขอบเขตการตอบเฉพาะข้อมูลที่กำหนดให้ จึงควรสร้างแบบสอบถามดังกล่าว เพื่อเป็นแนวทางในการค้นหาเครื่องมือที่เป็นทางเลือกใหม่ในการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ให้ผลตรงตามความเป็นจริงและมีประสิทธิภาพในการวัดได้สูงสุด