



## สรุป อภิปรายผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

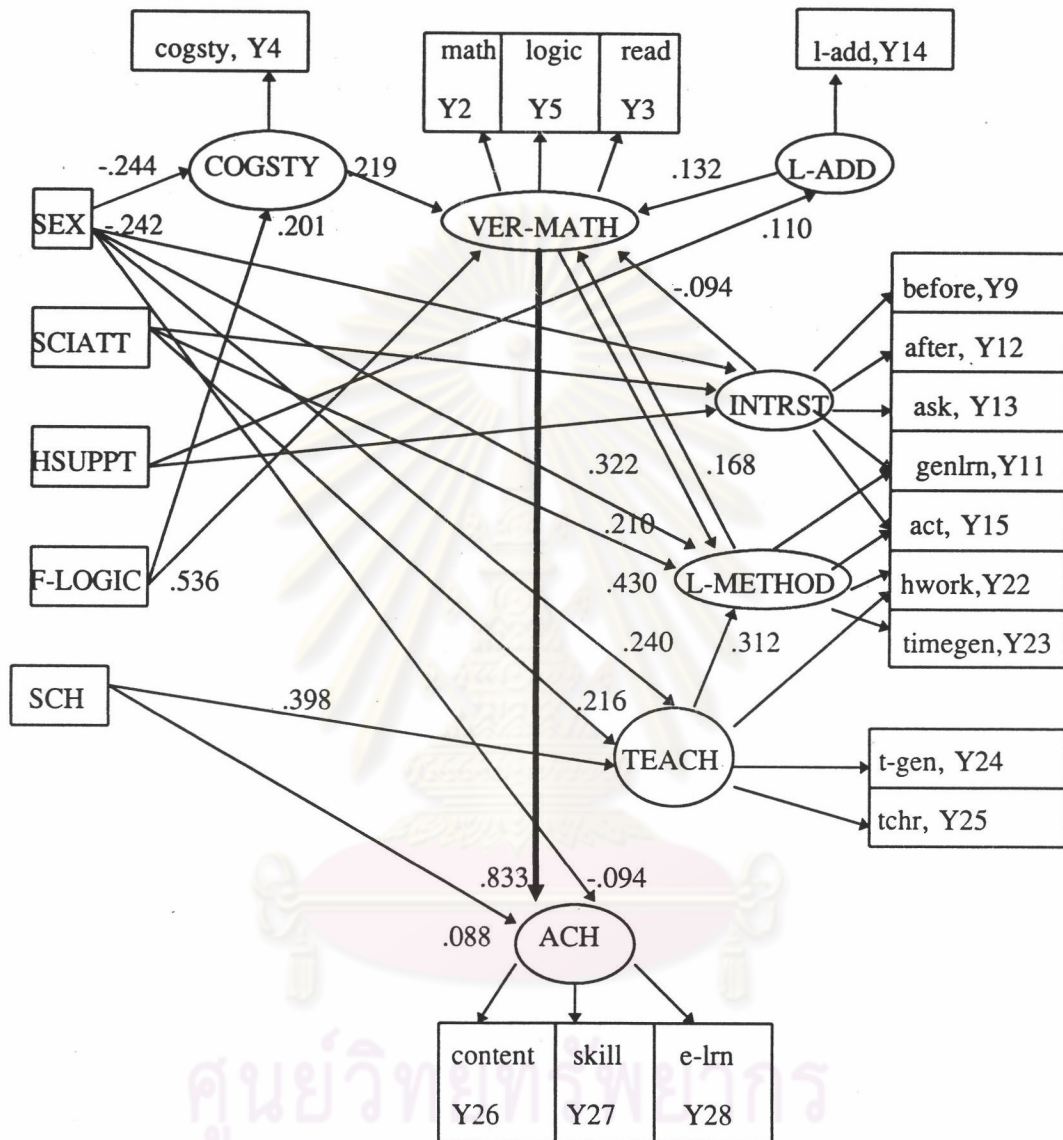
การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ 2 ประการ คือ 1) เพื่อพัฒนา โมเดลความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้น ของ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยอาศัยแนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับโมเดลการเรียนรู้ในโรงเรียนของ นักคิด นักทฤษฎีหลาย ๆ ท่าน ผนวกกับ ข้อมูลเชิงประจักษ์ ที่ได้จาก การวิเคราะห์เมตต้า และ 2) เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลที่พัฒนาขึ้นกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ผลการศึกษา พบว่า

1. โมเดลความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้น ของ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่พัฒนาขึ้นในครั้งแรก โดยอาศัยแนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับโมเดลการเรียนรู้ในโรงเรียนของนักคิด นักทฤษฎีหลาย ๆ ท่านผนวกกับข้อมูลเชิงประจักษ์ที่ได้จากการวิเคราะห์เมตต้า มีลักษณะดังแผนภาพที่ 11 ในบทที่ 2 ซึ่งผลการตรวจสอบข้อมูลเบื้องต้นพบว่า จำเป็นต้องปรับแต่งโมเดลให้เหมาะสมขึ้น ทำให้ได้โมเดลตามสมมติฐานโมเดลใหม่ ดังแผนภาพ 13

2. ผลตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลตามสมมติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์ พบว่า โมเดลใหม่นี้ยังไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ จำเป็นต้องปรับแต่งโมเดล โดยยอมให้ความคลาดเคลื่อนในการวัดตัวแปรต่าง ๆ มีความสัมพันธ์กันได้ ผลการปรับแต่งโมเดล ทำให้ได้โมเดลความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้นที่สอดคล้องกับ ข้อมูลเชิงประจักษ์เป็นอย่างดี กล่าวคือ ค่าสถิติทดสอบทุกตัว ได้แก่ ค่าไค-สแควร์ และ ค่า RMR มีค่าต่ำ ค่า GFI และ AGFI มีค่าเข้าใกล้ 1

โมเดลที่ปรับแต่งเรียบร้อยแล้วรวมทั้งค่าสัมประสิทธิ์ขนาดอิทธิพลแสดงไว้ในแผนภาพที่ 15 ผลการศึกษาโมเดลที่ปรับแต่งเรียบร้อยแล้ว พบว่า ตัวแปรทั้งหมดในโมเดล สามารถอธิบายความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ได้ร้อยละ 69.4

แผนภาพที่ 15 โมเดลความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้นของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
วิชาฟิสิกส์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และสัมประสิทธิ์อิทธิพลมาตรฐาน



(หมายเหตุ SCIATT =เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์เดิม; HSUPPT =กิจกรรมที่บ้านที่เอื้อต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์ ; F-LOGIC =พัฒนาการทางสติปัญญาของกลุ่มเพื่อนสนิทจำนวน 3 คน ; SCH =บรรยากาศทางวิชาการในโรงเรียน; Y4 = แบบการคิด; Y2 =ความรู้พื้นฐานสำหรับวิชาฟิสิกส์; Y5 = พัฒนาการทางสติปัญญา; Y3 = การอ่านฟิสิกส์; Y14 =เวลาเรียนพิเศษ; Y9 =เวลาเตรียมก่อนเรียน; Y12 = เวลาทบทวน; Y13 = เวลาอภิปรายซักถาม; Y11 = พฤติกรรมการเรียน; Y15 = กิจกรรมเสริม; Y22 = โจทย์ตัวอย่าง การบ้าน; Y23 = เวลาเหมาะสม; Y24 = ยอมรับความสามารถครู; Y25 = บุคลิกครู; Y26 = เนื้อหาฟิสิกส์; Y27 = ทักษะ; Y28 = ใฝ่รู้ใฝ่เรียนฟิสิกส์)

ตัวแปรแฝงที่มีอิทธิพลทางตรงสูงสุด ต่อ ตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา ฟิสิกส์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 คือ ตัวแปรแฝงความสามารถทางภาษาและคณิตศาสตร์โดย สัมประสิทธิ์อิทธิพลมาตรฐานรวม มีค่า 0.833 ทั้งนี้ ความสามารถทางภาษา เป็นความสามารถที่ จะเข้าใจเนื้อหาฟิสิกส์ที่น่าเสนอในโมเดลต่าง ๆ ส่วนความสามารถทางคณิตศาสตร์เป็นความรู้ ความสามารถคณิตศาสตร์พื้นฐานสำหรับวิชาฟิสิกส์ และ ความสามารถเชิงเหตุผล ซึ่งถือเป็นตัว ี่ระดับพัฒนาการทางสติปัญญาได้ด้วย

ตัวแปรแฝงในโมเดลที่พัฒนาขึ้น มีอิทธิพลทางอ้อมต่อ ตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาฟิสิกส์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทุกตัวแปร ขนาดอิทธิ พลทางอ้อมมาตรฐานจากตัวแปรแฝง แบบการคิด วิธีการเรียน การเรียนพิเศษ และ การรับรู้เกี่ยว กับการสอนของครู เป็น 0.193, 0.148, 0.116 และ 0.046 ตามลำดับ

ข้อสรุปที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ คือ

1. โมเดลความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้นของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ มีลักษณะดังแผนภาพที่ 15 ซึ่งเป็นโมเดลที่มีคุณภาพสูง มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ดี มาก และสามารถอธิบายความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้ถึงร้อยละ 69.4
2. ตัวแปรแฝงภายในทุกตัวในโมเดลที่พัฒนาขึ้น มีอิทธิพลทางอ้อมอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ตัวแปรแฝงภายในที่มีอิทธิพลทางอ้อม สูงสุด คือ ตัวแปรแฝงแบบการคิด (.193) รองลงมาคือ ตัวแปรแฝงวิธีเรียน (.148) และ ตัวแปร แฝงเวลาที่ใช้ในการเรียนพิเศษ (.116) ตามลำดับ
3. เพศ และบรรยากาศทางวิชาการในโรงเรียน มีอิทธิพลโดยตรงอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ .05ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ แต่มีอิทธิพลน้อย ตัวแปรที่มีอิทธิพลทาง ตรงสูงสุดต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ คือ ตัวแปรแฝงภายใน ความสามารถเชิงภาษาและ คณิตศาสตร์(.833)
4. ตัวแปรภายนอกทุกตัว ยกเว้นตัวแปรเกี่ยวกับบ้าน มีอิทธิพลทางอ้อมอย่างมีนัย สำคัญทางสถิติที่ระดับ .05ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ตัวแปรภายนอกที่มีอิทธิพลทาง อ้อมสูงสุด คือ ตัวแปรลักษณะเพื่อน (.510)

## อภิปรายผลการวิจัย

1. โมเดลที่พัฒนาขึ้น สามารถอธิบายความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้ค่อนข้างสูงถึงร้อยละ 69.4 แสดงว่า ตัวแปรแฝงที่เกี่ยวข้องที่สำคัญ ๆ ได้ถูกเลือกเข้ามาไว้ในโมเดลแล้ว และหากสามารถนำตัวแปรเกี่ยวกับการทดลองเข้ามาวิเคราะห์ร่วมได้ อาจทำให้สามารถอธิบายความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์เพิ่มขึ้นได้อีก

2. โมเดลความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้นที่ใช้ในการตรวจสอบความสอดคล้อง กับ ข้อมูลเชิงประจักษ์ (ตามแผนภาพที่ 13 ในบทที่ 4) กำหนดสมมติฐานการวิจัยเกี่ยวกับเส้นทางอิทธิพลของตัวแปรต่าง ๆ ไว้ 26 ข้อ ผลการศึกษา (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ข.) ได้ข้อสรุปที่สอดคล้องกับสมมติฐาน 17 ข้อ และได้ผลการวิจัยที่ไม่สอดคล้องกับสมมติฐาน 9 ข้อ ผลการวิจัยที่ไม่สอดคล้องกับสมมติฐาน ได้แก่

1). สมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3 กำหนดว่า ตัวแปรภายนอกเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์เดิมของ นักเรียน มีอิทธิพลโดยตรงต่อ ตัวแปรแฝงภายใน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ผลการวิจัย พบว่า ตัวแปรภายนอก เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์เดิมของ นักเรียน ไม่มีอิทธิพลโดยตรงต่อ ตัวแปรแฝงภายใน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ แต่มีอิทธิพลทางอ้อม (ขนาดอิทธิพลมาตรฐานทั้งหมดเป็น 0.059) ผ่านตัวแปรความสนใจหรือการให้เวลากับฟิสิกส์ (INTRST) ผ่านตัวแปรความสามารถเชิงภาษาและคณิตศาสตร์ (VER-MATH) และอิทธิพลทางอ้อมผ่านตัวแปรวิธีการเรียน (L-METHD) ผ่านตัวแปรความสามารถเชิงภาษาและคณิตศาสตร์ และอิทธิพลทางอ้อมผ่านตัวแปรการรับรู้เกี่ยวกับการสอน (TEACH) ผ่านตัวแปรความสามารถเชิงภาษาและคณิตศาสตร์ นั่นคือ เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์เดิมของนักเรียน มีอิทธิพลต่อตัวแปรต่าง ๆ ซึ่งคั่นกลาง ระหว่างตัวแปรเจตคติทางวิทยาศาสตร์และตัวแปรผลสัมฤทธิ์อีกทีหนึ่ง

2). สมมติฐานการวิจัย ข้อที่ 9 กำหนดว่า ตัวแปรภายนอกลักษณะครอบครัวที่เอื้อต่อการ เรียนวิชาฟิสิกส์ มีอิทธิพลโดยตรง ต่อ ตัวแปรแฝงภายในผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ผลการวิจัย พบว่า ตัวแปรภายนอกลักษณะครอบครัวที่เอื้อต่อการ เรียนวิชาฟิสิกส์ ไม่มีอิทธิพลโดยตรง ต่อ ตัวแปรแฝงภายในผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากคำถามส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับการช่วยนักเรียนทำการบ้าน ซึ่งพบว่า ครอบครัวส่วนใหญ่ไม่สามารถช่วยได้โดยตรง ดังนั้นคะแนนในส่วนนี้จึงไม่อาจมีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้โดยตรง

ลักษณะเชิงปัญญา โดยเฉลี่ยของกลุ่มเพื่อนสนิท 3 คน ไม่มีอิทธิพลโดยตรงต่อตัวแปรแฝงภายใน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ แต่มีอิทธิพลทางอ้อมมาตรฐาน ขนาด 0.510 ผ่านตัวแปรแฝง แบบการคิดและตัวแปรแฝงความสามารถเชิงภาษาและคณิตศาสตร์ แสดงว่าการอยู่ในกลุ่มเพื่อนที่มีระดับสติปัญญาสูง ยังไม่อาจทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์สูงขึ้นได้ แต่ต้องมีตัวแปรอื่นคั่นกลางเช่นการปรึกษาและทบทวนวิชาด้วยกันซึ่งมีผลทำให้แบบการคิดและความสามารถเชิงภาษาและคณิตศาสตร์สูงขึ้น จึงจะเป็นผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ สูงขึ้นได้

4). สมมติฐานการวิจัย ข้อที่ 20 กำหนดว่า ตัวแปรแฝงภายในการรับรู้ลักษณะการสอนของครู มีอิทธิพลโดยตรง ต่อ ตัวแปรแฝงภายใน ความสนใจหรือการให้เวลากับวิชาฟิสิกส์ ผลการวิจัย พบว่า ตัวแปรแฝงภายในการรับรู้ลักษณะการสอนของครู ไม่มีอิทธิพลโดยตรง ต่อ ตัวแปรแฝงภายใน ความสนใจหรือการให้เวลากับวิชาฟิสิกส์ ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่ต้องไปเรียนพิเศษทำให้ นักเรียนรายงานว่าไม่ได้มีเวลาอ่านหนังสือล่วงหน้าหรือทบทวนบทเรียนเลย ซึ่งทำให้คะแนนในส่วนนี้ต่ำ จึงทำให้ยังไม่สามารถให้ข้อสรุปเกี่ยวกับตัวแปรการใช้เวลานี้ได้ชัดเจน

5). สมมติฐานการวิจัย ข้อที่ 21 กำหนดว่า ตัวแปรแฝงภายในแบบการคิด มีอิทธิพลโดยตรง ต่อ ตัวแปรแฝงภายในผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ผลการวิจัย พบว่า ตัวแปรแฝงภายในแบบการคิด ไม่มีอิทธิพลโดยตรง ต่อ ตัวแปรแฝงภายในผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ แต่มีอิทธิพลทางอ้อม ขนาด 0.193 นั่นคือ การมีแบบการคิดแบบfield independence ซึ่งเป็นแบบการคิดส่วนใหญ่ของกลุ่มคนที่เรียนทางด้านฟิสิกส์นั้น จะทำให้บุคคลนั้นมีความสามารถเชิงภาษาและคณิตศาสตร์สูงขึ้น ซึ่งจะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ในที่สุด

6). สมมติฐานการวิจัย ข้อที่ 23 กำหนดว่า ตัวแปรแฝงภายใน เวลาที่ใช้ในการเรียนพิเศษ มีอิทธิพลโดยตรงต่อตัวแปรแฝงภายใน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ผลการวิจัยพบว่า ตัวแปรแฝงภายใน เวลาที่ใช้ในการเรียนพิเศษ ไม่มีอิทธิพลโดยตรง ต่อตัวแปรแฝงภายใน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ แต่มีอิทธิพลทางอ้อม ขนาดอิทธิพลมาตรฐานเป็น 0.116 กล่าวคือ การใช้เวลาในการเรียนพิเศษมาก จะทำให้บุคคลนั้นมีความสามารถเชิงภาษาและคณิตศาสตร์สูงขึ้น ซึ่งจะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ในที่สุด

7). สมมติฐานการวิจัย ข้อที่ 24 กำหนดว่า ตัวแปรแฝงภายใน ความสนใจหรือเวลาที่ให้กับการเตรียม การทบทวน การซักถาม การทำกิจกรรมเสริมต่าง ๆ มีอิทธิพลโดยตรงต่อตัวแปรแฝงภายในผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ผลการวิจัย พบว่า เวลาที่ให้กับการเตรียม การทบทวน การซักถาม การทำกิจกรรมเสริมต่าง ๆ เหล่านี้ ไม่มีอิทธิพลโดยตรง ต่อตัวแปรแฝงภายในผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ แต่มีอิทธิพลทางอ้อม ขนาด -0.082 ซึ่งดังที่ได้อภิปรายแล้วว่า นักเรียนส่วนใหญ่ใช้เวลาในการเรียนพิเศษแทนที่จะทบทวนเอง จึงทำให้ขนาด

อิทธิพลทางตรงไม่มีนัยสำคัญ แต่มีอิทธิพลทางอ้อมผ่านตัวแปรความสามารถเชิงภาษาและคณิตศาสตร์ขนาดเล็กน้อย ซึ่ง ความจริงแล้วอาจถือว่า ไม่มีอิทธิพลทางอ้อมเลยก็ได้เพราะเส้นอิทธิพลระหว่างความสามารถเชิงภาษาและคณิตศาสตร์กับความสนใจเนื้อหาฟิสิกส์นี้ เป็นเส้นที่ลากเพิ่มเติมหลังจากได้โมเดลที่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์แล้ว เพียงแต่ลากเพิ่มเติมเพื่อปรับ ค่าเศษเหลือมาตรฐานให้น้อย กว่า 2 เท่านั้น

8). สมมติฐานการวิจัย ข้อที่ 25 กำหนดว่า ตัวแปรแฝงภายในวิธีการเรียนวิชาฟิสิกส์ มีอิทธิพลโดยตรง ต่อตัวแปรแฝงภายในผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ผลการวิจัยพบว่า ตัวแปรแฝงภายในวิธีการเรียนวิชาฟิสิกส์ ไม่มีอิทธิพลโดยตรง ต่อตัวแปรแฝงภายในผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ แต่มีอิทธิพลทางอ้อมขนาด 0.148 นั่นคือ วิธีการเรียนที่มีคุณภาพนั้น ต้องสามารถทำให้ความสามารถเชิงภาษาและคณิตศาสตร์ ของนักเรียนสูงขึ้นก่อน จึงจะมีผลต่อผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์

9). สมมติฐานการวิจัย ข้อที่ 26 กำหนดว่า ตัวแปรแฝงภายในการรับรู้ลักษณะการสอนของครู มีอิทธิพลโดยตรงต่อ ตัวแปรแฝงภายใน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ผลการวิจัย พบว่า ไม่เป็นไปตามสมมติฐาน แต่มีอิทธิพลทางอ้อม 0.046 นั่นคือ แม้จะรับรู้ว่าคุณครูสอนดี มีความสามารถ จะทำให้นักเรียนพัฒนาความสามารถเชิงภาษาและคณิตศาสตร์ของตนให้สูงขึ้นได้ ซึ่งจะมีผลต่อผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ในที่สุด

กล่าวโดยสรุป ผลการวิจัยส่วนใหญ่สอดคล้องกับสมมติฐาน ผลที่ไม่สอดคล้องเป็นไปในลักษณะที่ตัวแปรอิทธิพลทางอ้อมผ่านความสามารถเชิงภาษาและคณิตศาสตร์แทนที่จะมีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ โดยตรง

3. ในการวิจัยครั้งนี้ จำเป็นต้องตัดตัวแปรเกี่ยวกับการทดลองออก เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ไม่เคยได้เรียนวิชาฟิสิกส์โดยมีการทดลองอย่างจริงจัง ทำให้ผลการวิจัยยังไม่อาจสรุปเกี่ยวกับตัวแปรที่เกี่ยวกับการทดลองได้

## ข้อเสนอแนะ

### 1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ผลการวิจัยพบว่า ตัวแปรแฝงที่สำคัญที่สุดที่มีอิทธิพลทางตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ คือ ตัวแปรแฝงความสามารถเชิงภาษาและคณิตศาสตร์ โดยความสามารถเชิงภาษาเป็นความสามารถที่จะเข้าใจเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ที่นำเสนอในโมเดลต่าง ๆ ส่วนความสามารถทางคณิตศาสตร์เป็นความรู้และทักษะคณิตศาสตร์พื้นฐานและความสามารถเชิงเหตุผล เนื่องจากนักเรียนเพิ่งเริ่มเรียนวิชาฟิสิกส์เป็นปีแรก อาจยังไม่คุ้นเคยกับภาษาฟิสิกส์และโมเดลการนำเสนอเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ ประกอบกับเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ส่วนใหญ่เป็นเรื่องนามธรรมที่ต้องอาศัยเวลาในการทำความเข้าใจ หรือต้องอาศัยผู้ชี้แนะว่า ประเด็นสำคัญในเรื่องอยู่ที่ใด ดังนั้นครูฟิสิกส์ควรให้เวลากับการเตรียมความพร้อมให้นักเรียนก่อนที่จะเริ่มเรียนเนื้อหาจริง ๆ ที่ยุ่งยากและซับซ้อนในบทเรียน ทั้งความพร้อมในด้านความรู้คณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่นักเรียนอาจหลงลืมไปแล้ว ความพร้อมในด้านระดับพัฒนาการทางปัญญา และความพร้อมในการอ่านการทำความเข้าใจข้อความหรือเนื้อหาทางฟิสิกส์ในโมเดลต่าง ๆ

1.2 แม้ว่า ตัวแปรอื่น ๆ จะไม่มีอิทธิพลทางตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ แต่ก็มีอิทธิพลทางอ้อมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น การส่งเสริมคุณภาพของตัวแปรต่าง ๆ เหล่านี้ จึงเป็นสิ่งที่พึงทำเนื่องจากจะมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ในที่สุดเช่นกัน กล่าวคือ

1.2.1 โรงเรียนควรเสริมสร้าง บรรยากาศทางวิชาการในโรงเรียน ควรมีกิจกรรมให้รุ่นน้องสามารถขอความช่วยเหลือทางวิชาการจากรุ่นพี่ได้ ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถขอคำแนะนำจากอาจารย์ท่านอื่นที่ไม่ได้สอนนักเรียนโดยตรงได้ และควรจัดหาตำราหรือแหล่งความรู้ที่ทันสมัยให้นักเรียนได้มีโอกาสค้นคว้า

1.2.2 นักเรียน ควรใช้เวลาปรึกษาค้นคว้าร่วมกับเพื่อนสนิทเนื่องจากการอ่านเนื้อหาฟิสิกส์เองคนเดียวอาจตีความหมายผิดได้ การพูดคุยปรึกษากันจะทำให้เข้าใจดียิ่งขึ้น

1.2.3 ครู ควรแสดงพฤติกรรมให้นักเรียนรับรู้ว่ามีครูมีความรู้ความสามารถในเรื่องที่จะสอนเป็นอย่างดี และควรแสดงพฤติกรรมให้นักเรียนรับรู้ว่ายินดีที่จะรับฟังคำถามของนักเรียน เพราะผลการศึกษาค้นคว้า พบว่า นักเรียนเกือบร้อยละ 40 รายงานว่า ตนไม่กล้าถามครูในเรื่องที่ไม่เข้าใจ นอกจากนี้ ควรแนะนำ และฝึกให้นักเรียนใช้วิธีการเรียนอย่างมีคุณภาพ เช่น การฝึกสรุปประเด็น การทำสรุปย่อ การเรียนอย่างมีสมาธิ เป็นต้น

1.2.4 หากเชื่อว่า การเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ที่สมบูรณ์จะต้องให้นักเรียน ได้เรียนรู้โดยผ่านกระบวนการทดลอง ควรมีการ รมรงค์ ส่งเสริม ควบคุม ตรวจสอบ หรือการจัด การใด ๆ ที่จะช่วยให้ ครูมีเจตคติที่ดีต่อการสอนแบบทดลอง จนถึง ขึ้นแสดงพฤติกรรม การสอนชนิดที่ให้โอกาสนักเรียนทำการทดลองให้มากที่สุด เพราะข้อค้นพบจากการศึกษาครั้งนี้ พบ ว่า ในขณะที่ครูคิด(คำตอบที่ผู้วิจัย ได้จากการพูดคุยอย่างไม่เป็นทางการกับครูผู้สอน) ว่า “การสอน ... ก็มีการทดลองบ้าง แต่ไม่ค่อยเน้นเท่าไร” นั้น นักเรียนเกือบทั้งหมด ตอบแบบสอบถามว่า “ไม่เคยได้ทำการทดลองด้วยตนเองเลย”

## 2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยต่อไป

2.1 ควรมีการวิจัยเพื่อหาโมเดลการเตรียมความพร้อมสำหรับนักเรียนก่อนเริ่ม เรียนวิชาฟิสิกส์ โดยเฉพาะความพร้อมเชิงภาษา เนื่องจากยังไม่เคยมีใครให้ความสนใจมาก่อน ใน ขณะที่ความพร้อมทางคณิตศาสตร์นั้นมีการกล่าวถึงอยู่บ่อย ๆ และมีความพยายามพัฒนาหลักสูตร คณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์อยู่บ้าง

2.2 ควรมีการวิจัยเพื่อหาคำตอบว่า อิทธิพลเนื่องจาก ตัวแปร เพศ นั้น เป็น อิทธิพลในเชิงชีวภาพหรือ เป็นอิทธิพลเนื่องจากความคาดหวังของครูและผู้ใกล้ชิด เนื่องจาก เมื่อผู้วิจัยทดลองศึกษาเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ระหว่างเพศโดย ใช้ t-test พบว่า เพศไม่มีอิทธิพลต่อตัวแปร ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านเนื้อหา Y26 และ ผลสัมฤทธิ์ทักษะการทดลอง Y27 แต่มีอิทธิพลต่อตัวแปร ผลสัมฤทธิ์ด้านการใฝ่รู้ใฝ่เรียน Y28 แต่การศึกษาโดยใช้โปรแกรมลิสเรล พบว่า เพศ มีอิทธิพลทั้งทางตรงและทางอ้อม ต่อผลสัมฤทธิ์ ทาง การเรียนวิชาฟิสิกส์ ซึ่งยังไม่สามารถอธิบายได้ว่า ทำไมเพศจึงมีอิทธิพล แต่จากการเก็บ ข้อมูล พบว่า อาจารย์ผู้สอนวิชาฟิสิกส์ของกลุ่มตัวอย่าง ส่วนใหญ่เป็นชาย และจากการพูดคุยกับ อาจารย์ผู้สอน มีข้อสังเกตว่า อาจารย์มีความคาดหวังต่อบทบาททางเพศของนักเรียน กล่าวคือ อาจารย์ 2 ท่าน พูดว่า “นักเรียนเป็นผู้หญิง ... ก็ไม่ค่อยสนใจฟิสิกส์กันนัก” และ “ส่วนใหญ่ เป็นนักเรียนหญิง ก็เรียนกันไม่ค่อยจะไหว ... จะให้ทำ lab ก็คงไม่ยอมทำ” ฯลฯ จึงอาจเป็น ไปได้ที่สาเหตุที่ตัวแปร เพศ มีอิทธิพลต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ นั้น เป็นผลเนื่องมา จากความคาดหวังที่ครูมีต่อ บทบาททางเพศ ของนักเรียน ในทำนองเดียวกับที่ อฮินเดโร (Ehinder, 1986) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ กับ ความคาดหวังในบทบาททางเพศ มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



2.3 ควรมีการวิจัยเพื่อหารูปแบบวิธีการเรียนฟิสิกส์ที่มีคุณภาพสำหรับนักเรียนที่มีแบบการคิดแตกต่างกัน

2.4 ควรมีการวิจัยเพื่อตอบคำถามว่า การใช้เวลาอย่างมีคุณภาพในการเตรียมบทเรียนหรือทบทวนบทเรียนวิชาฟิสิกส์ควรเป็นอย่างไร เพราะการวิจัยครั้งนี้พบว่าการใช้เวลามากไม่ได้ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น อิทธิพลของตัวแปรแฝงความสนใจในเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ ซึ่งวัดได้จากเวลาที่ใช้ในการเตรียมบทเรียนก่อนเรียน และเวลาที่ใช้ในการทบทวนบทเรียน รวมทั้งเวลาที่พูดคุย อภิปราย ชักถาม กับครูและเพื่อน ที่มีต่อความสามารถเชิงภาษาและคณิตศาสตร์มีค่าติดลบ ซึ่งไม่น่าเป็นไปได้ อย่างไรก็ตาม เส้นอิทธิพลนี้ เป็นเส้นที่ลากขึ้นหลังจากโมเดลสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์แล้ว โดยลากขึ้นเพื่อช่วยทำให้ค่าเศษเหลือมาตรฐานมีค่าน้อยกว่า 2 เท่านั้น จึงอาจคิดว่า ตัวแปรนี้ไม่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ซึ่งนำศึกษาต่อว่า เป็นเพราะเหตุใด โดยในการศึกษาครั้งใหม่ ควรวิเคราะห์เปรียบเทียบขนาดอิทธิพลในกลุ่มเฉพาะผู้ที่เรียนพิเศษ และ ผู้ที่ไม่ได้เรียนพิเศษ เพื่อให้เข้าใจตัวแปรนี้ดีขึ้น

2.5 ควรมีการวิจัยเพื่อหาคำตอบว่า พฤติกรรมการสอนแบบใดที่ทำให้นักเรียนยอมรับนับถือในความรู้ความสามารถของครู และ กล้าสนทนาซักถามอภิปรายปัญหาฟิสิกส์ร่วมกับครู

2.6 ควรมีการวิจัยเพื่อหารูปแบบพัฒนาครูให้มีเจตคติที่ดีต่อการทดลองจนถึงขั้นแสดงพฤติกรรมการสอนชนิดที่ให้โอกาสนักเรียนทำการทดลองให้มากที่สุด

2.7 ควรมีการวิจัยยืนยันโมเดลที่พัฒนาขึ้นนี้ซ้ำอีกครั้งหนึ่งหรือหลายครั้ง โดยเจาะจงเลือกกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการเรียนการสอนฟิสิกส์ครบถ้วนตามกระบวนการของสสวท. กล่าวคือ มีการทำการทดลองด้วยตัวเอง

ทั้งนี้ ผู้วิจัย มีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับกระบวนการวิจัย ดังนี้

1) การออกแบบการวิจัยควรพิจารณาในลักษณะที่ยอมให้ความคลาดเคลื่อนในการวัดตัวแปรต่าง ๆ มีความสัมพันธ์กันได้ นั่นคือ ควรใช้วิธีการวิเคราะห์ตามโมเดลลิสเรลแทนที่จะใช้การวิเคราะห์เส้นทางตามแบบเดิม ซึ่งมีข้อจำกัดเกี่ยวกับข้อตกลงเบื้องต้นเรื่องนี้ เนื่องจากผลการศึกษาความสอดคล้องระหว่าง โมเดลตามสมมติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในครั้งแรก (ที่กำหนดให้ความคลาดเคลื่อนในการวัดตัวแปรไม่มีความสัมพันธ์กัน) พบว่า โมเดลไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ แต่เมื่อปรับเปลี่ยนให้ความคลาดเคลื่อนในการวัดตัวแปรมีความสัมพันธ์กันได้ พบว่า โมเดลที่พัฒนาขึ้นสอดคล้องกับข้อมูลดีมาก แสดงว่า ลักษณะความสัมพันธ์ของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นความสัมพันธ์ที่ซับซ้อน ความคลาดเคลื่อนในการวัดตัวแปรต่าง ๆ มีความสัมพันธ์กัน เมื่อตัวแปรหนึ่งเปลี่ยนไปจะมีผลกระทบต่อตัวแปรอื่น ๆ ทั้งหมด

โดยความคลาดเคลื่อนเหล่านี้อาจเกิดจากสาเหตุต่อไปนี้(Saris and Stronkhorst, 1984 : 34) คือ  
 1) ผลจากตัวแปรที่นักวิจัยไม่รู้จัก 2) ผลจากตัวแปรที่นักวิจัยรู้จักแต่ตั้งใจไม่นำเข้ามาในโมเดล  
 3) ลักษณะแบบสุ่มของพฤติกรรมมนุษย์ (the randomness of human behavior) และ 4) ความ  
 คลาดเคลื่อนในการวัด(measurement error) ดังนั้น การศึกษาวิเคราะห์ เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทาง  
 การเรียนจึงควรพิจารณาในลักษณะที่ยอมให้ความคลาดเคลื่อนเหล่านี้สัมพันธ์กันได้ด้วย

2). การวิจัยครั้งนี้ พบว่า ค่า R - square ของตัวแปร Y28 ซึ่งเป็นตัวแปรสังเกตได้  
 ของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีค่าต่ำมาก (0.070)  
 แสดงว่า 2.1) ตัวแปร Y28 ไม่เหมาะที่จะใช้เป็นตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทาง  
 การเรียน สมควรตัดตัวแปรนี้ออกจากโมเดล ดังนั้น ตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์  
 ทางการเรียนจะเหลือเพียง 2 ตัว คือ Y26 และ Y27 หรือ 2.2) ตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการ  
 เรียนไม่ได้มีองค์ประกอบเดียว ตัวแปรแฝงตัวนี้อาจมี 2 องค์ประกอบเป็นอย่างน้อย คือ องค์  
 ประกอบเชิงปัญญา (ตัวแปร Y26 และ Y27) และ องค์ประกอบที่ไม่ใช่เชิงปัญญา (ตัวแปร Y28)  
 ซึ่งเมื่อผู้วิจัยทดลองวิเคราะห์โมเดลความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้นตามแผนภาพที่ 13 ใหม่ ตาม  
 แนวคิดในข้อ 3.1) และ 3.2) ผลการวิเคราะห์ตามแนวคิดในข้อ 3.1) พบว่า เมื่อตัดตัวแปร Y28  
 ออก จะได้โมเดลที่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ดีมาก ตัวแปรทั้งหมดในโมเดลสามารถอธิบาย  
 ความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ได้ร้อยละ 68.9 และ ขนาดอิทธิพลของ  
 ตัวแปรแฝงต่าง ๆ มีค่าใกล้เคียงกับโมเดลเดิม ส่วนการวิเคราะห์ตามแนวคิดในข้อ 3.2) ทำให้ต้อง  
 กำหนดเส้นทางในโมเดลใหม่ เนื่องจากการเพิ่มตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์อีก  
 1 ตัว ผู้วิจัยกำหนดเส้นทางเลียนแบบโมเดลสมมติฐานในครั้งแรก ซึ่งพบว่า โมเดลไม่สอดคล้อง  
 กับข้อมูลเชิงประจักษ์ ต้องมีการปรับเปลี่ยนโมเดล และเมื่อดำเนินการปรับเปลี่ยนแล้ว พบว่า  
 ตัวแปรทั้งหมดในโมเดล สามารถอธิบายความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์  
 ด้านการใฝ่รู้ใฝ่เรียนได้ร้อยละ 29.8 และอธิบายความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา  
 ฟิสิกส์เชิงปัญญาได้ร้อยละ 69.6 อย่างไรก็ตาม ข้อที่น่าสังเกตคือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์  
 ระหว่างตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านการใฝ่รู้ใฝ่เรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการ  
 เรียนวิชาฟิสิกส์เชิงปัญญา มีค่าต่ำ รวมทั้ง ไม่มีเส้นอิทธิพลระหว่างตัวแปรแฝงทั้งสองนี้ ทั้ง ๆ ที่  
 โดยทฤษฎีแล้ว ตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์เป็นตัวแปรใหญ่ที่คลุมทั้งผลสัมฤทธิ์เชิง  
 ปัญญาและไม่ใช่เชิงปัญญา ดังนั้น ผลสัมฤทธิ์ทั้งสองส่วนนี้น่าจะมีอิทธิพลซึ่งกันและกันบ้าง  
 ดังนั้นหากจะทดสอบโมเดลนี้ซ้ำ ควรปรับโมเดลการวัดตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ที่ไม่ใช่เชิงปัญญา  
 ใหม่โดยเพิ่มตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ด้านการใฝ่รู้ใฝ่เรียนให้มากตัวแปรขึ้น

3) ในส่วนของการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมลิสเรลนั้น แม้ว่า การกำหนดตัวแปรสังเกตได้ ของตัวแปรแฝงใด ๆ จะกำหนดให้มีจำนวนน้อยกว่า 3 ตัวได้ แต่การใช้ตัวแปรสังเกตได้เพียง 3 ตัวต่อ 1 ตัวแปรแฝง ทำให้ไม่สามารถวิเคราะห์องค์ประกอบแบบยืนยันของโมเดลการวัดตัวแปรแฝงนั้นได้ เนื่องจากค่าองศาแห่งความเป็นอิสระ (degree of freedom) จะเป็นศูนย์ การไม่สามารถตรวจสอบโมเดลการวัดบางโมเดลได้ก่อนที่จะนำเข้าสู่ศึกษาในโมเดลความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้น อาจทำให้เกิดปัญหาได้หากโมเดลความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้นมีขนาดใหญ่มาก ดังนั้นหากเป็นไปได้ควรกำหนดตัวแปรสังเกตได้มากกว่า 3 ตัวต่อ 1 ตัวแปรแฝง



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย