# ความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย: การให้ความหมายและอิทธิพลเชิงสาเหตุ

# Qualified Physicist of Physics Students in Thailand: Defining and Causal influencing


สถาพร เรืองรุ่ง

Sathaphorn Ruengrung


วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการวิจัยและประเมินผลการศึกษา
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of
Master of Education in Educational Research and Evaluation
Prince of Songkla University
2564


ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

# ความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย: การให้ความหมายและอิทธิพลเชิงสาเหตุ

# Qualified Physicist of Physics Students in Thailand: Defining and Causal influencing

สถาพร เรืองรุ่ง

Sathaphorn Ruengrung

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการวิจัยและประเมินผลการศึกษา
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of
Master of Education in Educational Research and Evaluation
Prince of Songkla University
2564

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

**ชื่อวิทยานิพนธ์** ความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย: การให้ความหมายและอิทธิพลเชิงสาเหตุ

**ผู้เขียน** นายสถาพร เรืองรุ่ง

**สาขาวิชา** การวิจัยและประเมินผลการศึกษา

---

**อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก**

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.อาฟีฟี ลาเต๊ะ)

**อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม**

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พวงทิพย์ แก้วทับทิม)

**คณะกรรมการสอบ**

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ประสพชัย พสุนนท์)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อาฟีฟี ลาเต๊ะ)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พวงทิพย์ แก้วทับทิม)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศักรินทร์ ชนประชา)

.....กรรมการ

(ดร.ณรงค์ศักดิ์ รอบคอบ)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและประเมินผลการศึกษา

.....

(ศาสตราจารย์ ดร.ดำรงศักดิ์ ฟ้ารุ่งสาง)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้มาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเอง และได้แสดงความขอบคุณบุคคลที่มีส่วนช่วยเหลือแล้ว

ลงชื่อ .....
(รองศาสตราจารย์ ดร.อาฟีฟี ลาเต๊ะ)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลงชื่อ .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พวงทิพย์ แก้วทับทิม)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ลงชื่อ .....
(นายสถาพร เรืองรุ่ง)
นักศึกษา

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน และไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ.....

(นายสถาพร เรืองรุ่ง)

นักศึกษา

**ชื่อวิทยานิพนธ์** ความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย: การให้ความหมายและอิทธิพลเชิงสาเหตุ
**ผู้เขียน** นายสถาพร เรืองรุ่ง
**สาขาวิชา** การวิจัยและประเมินผลการศึกษา
**ปีการศึกษา** 2563

## บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์การให้ความหมายความเป็นนักฟิสิกส์ และศึกษาอิทธิพลเชิงสาเหตุต่อความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย ดำเนินการวิจัยด้วยวิธีการวิจัยแบบผสมวิธี โดยในระยะแรกใช้การศึกษาด้วยวิธีการวิจัยเชิงคุณภาพเพื่อทำความเข้าใจความเป็นนักฟิสิกส์ และปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักฟิสิกส์ โดยใช้วิธีสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ ซึ่งใช้แนวคำถามแบบกึ่งโครงสร้างเป็นเครื่องมือ ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ ได้แก่ อาจารย์ผู้สอนในสาขาฟิสิกส์ จำนวน 7 คน นักฟิสิกส์หรือนักวิจัยด้านฟิสิกส์ จำนวน 6 คน ครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์ 7 คน และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ 4 คน รวมจำนวน 24 คน ผลการศึกษาพบว่า ความเป็นนักฟิสิกส์ คือ คุณลักษณะที่แสดงออกถึงพฤติกรรมในการศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ทางฟิสิกส์ได้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างมีคุณธรรม จริยธรรม ภายใต้ตัวตนของบุคคลที่มีเจตคติที่ดีต่อศาสตร์ทางฟิสิกส์ตามรูปแบบนักฟิสิกส์ทั้งนักฟิสิกส์ทฤษฎี และนักฟิสิกส์ปฏิบัติ และปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ แบ่งออกเป็น 2 ปัจจัย คือ 1) ปัจจัยภายในบุคคล ประกอบด้วย 2 ด้าน คือ (1) เจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ (2) ประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ 2) ปัจจัยภายนอกบุคคล ประกอบด้วย 5 ด้าน คือ (1) การสนับสนุนของครูฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (2) บทบาทหน้าที่อาจารย์ฟิสิกส์ระดับมหาวิทยาลัย (3) รูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ (4) โอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์ และ (5) ลักษณะของบุคคลต้นแบบด้านฟิสิกส์ ระยะที่สองใช้วิธีการศึกษาเชิงปริมาณเพื่อศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย โดยกลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาสาขาฟิสิกส์ทั้งหลักสูตรด้านศึกษาศาสตร์ และด้านวิทยาศาสตร์ ที่กำลังศึกษาในระดับชั้นปีที่ 3-4 จำนวน 700 คน ซึ่งการวิจัยครั้งนี้มีผู้ตอบแบบสอบถามออนไลน์มาทั้งหมด 837 คน แบ่งเป็นด้านศึกษาศาสตร์ 417 คน และด้านวิทยาศาสตร์ 420 คน รวบรวมข้อมูลด้วยแบบสอบถามที่มี 3 ส่วน ได้แก่ ข้อมูลทั่วไป ความคิดเห็นเกี่ยวกับความเป็นนักฟิสิกส์ ความคิดเห็นเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักฟิสิกส์ ผลการวิเคราะห์เส้นทางอิทธิพลของโมเดลสมการโครงสร้างด้วยวิธี PLS-SEM พบว่าสนับสนุนเส้นทางอิทธิพลที่กำหนด 11 เส้นทาง ซึ่งมี 5 ปัจจัยที่มีอิทธิพลเชิงบวกต่อความเป็นนักฟิสิกส์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ได้แก่ ปัจจัยด้านเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์

ด้านประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ด้านโอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์ ด้านรูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ และด้านลักษณะของบุคคลต้นแบบทางฟิสิกส์ ผลการวิเคราะห์ระดับความสำคัญ และระดับประสิทธิภาพพบว่ามีค่ามากกว่า .15 และมากกว่าร้อยละ 70 ทั้งหมด 6 ปัจจัย ยกเว้นปัจจัยลักษณะของบุคคลต้นแบบทางฟิสิกส์

**Thesis Title** Qualified Physicist of Physics Students in Thailand: Defining and Causal influencing

**Province Auther** Mr. Sathaphorn Ruengrung

**Major Program** Educational Research and Evaluation

**Academy Year** 2020

## ABSTRACT

The research aimed; to analyzing the meanings given of a qualified physicist and causal influencing qualified physicist of physics students in Thailand. Conduct research using a mixed research method. In the first phase use a qualitative study to understand a physicist and the factors enhancing towards qualified physicist. using key informant interview with the semi-structured questions. The key informants were 24 persons: 7 physics lecturers, 6 physicists, 7 physics teachers, and 4 physics laboratory personnel. The study revealed that qualified physicist is attribute appeared study behavior natural phenomena, and ability create knowledge in physics through scientific processes morally and ethically under the identity of a person with a good attitude towards physics according models of physicists, both theoretical physicists and experimental physicists. The factors enhancing towards qualified physicist are classified into 2 factors 1) the internal factors including (1) good attitude towards physics and (2) experiences in Sciences and Mathematics; and 2) the external factors including (1) high school physics teacher support, (2) Physics lecturers' role, (3) model in teaching and learning physics, (4) opportunities in Physics academic, and (5) the characteristics of a role model in physics. The second phase of the quantitative study was purpose of this study was to causal factor affecting of Qualified Physicist of physics students in Thailand. The samples were 700 junior-senior, physics students. In this research, there were a total of 837 online respondents, divided into 417 education and 420 science students. Data was collected using an questionnaire which consisted of 3 parts: general information, Qualified Physicist, and the factors that influenced Qualified Physicist. Path analysis of the structural equation model using PLS-SEM. The results show that 11 paths were statistically significant. There are 5 factors has a positive influence on

the Qualified Physicist statistically significant at the level of .01 were: Good attitude towards physics, Experiences in Sciences and Mathematics, Opportunities in Physics academic, Model in teaching and learning physics. and the characteristics of a role model in physics. The results of the Importance-performance matrix analysis has found that > .15 and > 70% for all 6 factors, except the characteristics of a role model in physics.

# กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับความกรุณาช่วยเหลือและให้คำปรึกษาอย่างดียิ่ง จากรองศาสตราจารย์ ดร.อาฟีฟี ลาเต๊ะ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พวงทิพย์ แก้วทับทิม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม จากและประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ประสพชัย พสุนนท์ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศักรินทร์ ชนประชา และ ดร.ณรงค์ศักดิ์ รอบคอบ ตลอดจนอาจารย์ผู้สอนในสาขาการวิจัยและประเมินผลการศึกษา และสาขาวิชาฟิสิกส์ทุกท่านที่คอยให้คำปรึกษา และชี้แนะรวมทั้งแนวทางในการทำวิจัย และการแก้ไข ข้อบกพร่องต่างๆ ตลอดจนให้ความรู้ความเข้าใจในการทำวิจัยอย่างดีตลอดมาผู้วิจัยขอขอบคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอขอบพระคุณอาจารย์และบุคลากรด้านฟิสิกส์ในประเทศไทยทุกท่านที่เป็นผู้ให้ข้อมูลสำคัญในการสัมภาษณ์ และตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย และขอบคุณนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทยทุกท่านที่ให้ความร่วมมือตอบแบบสอบถามการวิจัยในครั้งนี้

ขอบคุณแผนกฟิสิกส์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ที่อนุญาตให้ใช้ห้องเรียนในการทดลองใช้เครื่องมือวิจัย และห้องพักนักศึกษาในการเก็บรวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูล และขอขอบพระคุณคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ที่สนับสนุนทุนการศึกษาระดับปริญญาตรี-โท รุ่นที่ 3 ปีการศึกษา 2561 และเข้าศึกษาระดับปริญญาโท ปีการศึกษา 2563

ขอขอบคุณพี่ ๆ เพื่อน ๆ และน้อง ๆ สาขาวิชาการวิจัยและประเมินผลการศึกษา และสาขาวิชาฟิสิกส์ทุกท่าน ที่คอยให้คำปรึกษา คอยช่วยเหลือในการทดลองใช้เครื่องมือ และการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขอขอบพระคุณแม่ครูอรนุช ศิริกุล ที่คอยสนับสนุนด้านการศึกษามาตลอด ขอบพระคุณยาย พ่อ แม่ และญาติพี่น้องทุกท่านที่คอยเป็นกำลังใจในการทำวิจัยให้สำเร็จตามวัตถุประสงค์

สถาพร เรืองรุ่ง

# สารบัญ

**หน้า**

บทคัดย่อ.....(5)
ABSTRACT.....(7)
กิตติกรรมประกาศ.....(9)
สารบัญ.....(10)
สารบัญตาราง.....(11)
สารบัญภาพ.....(14)
รายการผลงานที่ตีพิมพ์.....(15)
สำเนาต้นฉบับที่ได้รับการยินยอมจากผู้พิมพ์ผลงาน.....(16)
เนื้อหา.....1
บทนำ.....1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....5
การพิทักษ์สิทธิ์ผู้ให้ข้อมูล.....6
ผลและการวิเคราะห์.....7
สรุปผลการวิจัย.....75
บรรณานุกรมและเอกสารอ้างอิง.....85
ภาคผนวก.....91
ภาคผนวก ก บทความวิจัย.....92
ภาคผนวก ข รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ และรายชื่อผู้ประเมิน.....
ความเหมาะสมของเส้นทางอิทธิพล.....131
ภาคผนวก ค คุณภาพของเครื่องมือการวิจัย .....134
ภาคผนวก ง เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....147
ประวัติผู้เขียน.....163

# สารบัญตาราง

**หน้า**

ตารางที่ 1 จำนวนผู้ให้ข้อมูลสำคัญ....8
ตารางที่ 2 บันทึกพรรณนาความหมายความเป็นนักฟิสิกส์....12
ตารางที่ 3 บันทึกพรรณนาด้านเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์....13
ตารางที่ 4 บันทึกพรรณนาด้านประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ....15
ตารางที่ 5 บันทึกพรรณนาด้านการสนับสนุนของครูฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย...16
ตารางที่ 6 บันทึกพรรณนาด้านบทบาทหน้าที่อาจารย์ฟิสิกส์ระดับมหาวิทยาลัย....19
ตารางที่ 7 บันทึกพรรณนาด้านรูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ ....21
ตารางที่ 8 บันทึกพรรณนาด้านโอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์....23
ตารางที่ 9 บันทึกพรรณนาด้านลักษณะของบุคคลต้นแบบทางฟิสิกส์....25
ตารางที่ 10 คะแนนจากการประเมินความเหมาะสมของเส้นทางอิทธิพล
ของผู้ให้ข้อมูลสำคัญ....27
ตารางที่ 11 ความถี่ และร้อยละของกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาสาขาฟิสิกส์
ในประเทศไทย จำแนกตามเพศ....34
ตารางที่ 12 ความถี่ และร้อยละของกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาสาขาฟิสิกส์
ในประเทศไทย จำแนกตามชั้นปีที่กำลังศึกษา....34
ตารางที่ 13 ความถี่ และร้อยละของกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาสาขาฟิสิกส์
ในประเทศไทย จำแนกตามหลักสูตรที่ศึกษา....34
ตารางที่ 14 ความถี่ และร้อยละของกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาสาขาฟิสิกส์
ในประเทศไทย จำแนกตามอันดับที่เลือกศึกษาต่อในสาขาฟิสิกส์....35
ตารางที่ 15 ความถี่ และร้อยละของกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาสาขาฟิสิกส์
ในประเทศไทย จำแนกตามเหตุผลที่เลือกศึกษาต่อในสาขาฟิสิกส์....35
ตารางที่ 16 ความถี่ และร้อยละของกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาสาขาฟิสิกส์
ในประเทศไทย จำแนกตามอาชีพในอนาคต....36
ตารางที่ 17 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการแปลผลของตัวแปรตาม
ความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย
ด้านพฤติกรรมในการศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ....37

**สารบัญตาราง**

**หน้า**

ตารางที่ 18 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการแปลผลของตัวแปรตาม
ความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย
ด้านความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ทางฟิสิกส์
ได้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างมีคุณธรรม จริยธรรม.....38
ตารางที่ 19 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการแปลผลของตัวแปรตาม
ความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย
ด้านลักษณะของบุคคลที่มีเจตคติที่ดีต่อศาสตร์ทางฟิสิกส์.....40
ตารางที่ 20 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการแปลผลของตัวแปรต้น
ปัจจัยด้านเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์.....41
ตารางที่ 21 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการแปลผลของตัวแปรต้น
ปัจจัยด้านประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์.....42
ตารางที่ 22 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการแปลผลของตัวแปรต้น
ปัจจัยด้านการสนับสนุนของครูผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย.43
ตารางที่ 23 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการแปลผลของตัวแปรต้น
ปัจจัยด้านบทบาทหน้าที่ของอาจารย์ผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมหาวิทยาลัย.....44
ตารางที่ 24 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการแปลผลของตัวแปรต้น
ปัจจัยด้านรูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์.....45
ตารางที่ 25 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการแปลผลของตัวแปรต้น
ปัจจัยด้านโอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์.....46
ตารางที่ 26 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการแปลผลของตัวแปรต้น
ปัจจัยด้านลักษณะของบุคคลต้นแบบทางฟิสิกส์.....47
ตารางที่ 27 การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความเป็นนักฟิสิกส์
ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย จำแนกตามข้อมูลทั่วไป.....48
ตารางที่ 28 ผลการวิเคราะห์แอลฟ่าครอนบาค ความเชื่อมั่นขององค์ประกอบ
และค่าความแปรปรวนเฉลี่ยขององค์ประกอบที่สกัดได้
(Construct Reliability and Validity).....50

**สารบัญตาราง (ต่อ)**

**หน้า**

ตารางที่ 29 ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงจำแนก (Discriminant Validity) ด้วยเกณฑ์ของ Fornell- Larcker.....51
ตารางที่ 30 ผลการวิเคราะห์อัตราส่วน HTMT (Heterotrait-Monotrait).....52
ตารางที่ 31 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยการขยายตัวของความแปรปรวนของตัวแปรแฝงที่มีโมเดลแบบสะท้อน (Inner VIF).....53
ตารางที่ 32 ผลการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักอิทธิพลของตัวแปรสังเกตได้.....54
ตารางที่ 33 ผลการวิเคราะห์เส้นทางอิทธิพลขององค์ประกอบ (n=837).....61
ตารางที่ 34 ผลการวิเคราะห์ค่าอิทธิพลทางอ้อม (Indirect Effect) ของปัจจัยที่มีผลต่อตัวแปรตาม.....63
ตารางที่ 35 ผลการวิเคราะห์ระดับความสำคัญและระดับประสิทธิภาพ.....64
ตารางที่ 36 ผลการวิเคราะห์เส้นทางอิทธิพลขององค์ประกอบ (หลักสูตรด้านวิทยาศาสตร์ n=420).....66
ตารางที่ 37 ผลการวิเคราะห์เส้นทางอิทธิพลขององค์ประกอบ (หลักสูตรด้านศึกษาศาสตร์ n=417).....70

# สารบัญภาพ

**หน้า**

ภาพที่ 1 ภาพรวมเกี่ยวกับความเป็นนักฟิสิกส์ และปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักฟิสิกส์
ตามทัศนะของอาจารย์และบุคลากรด้านฟิสิกส์ในประเทศไทย.....28
ภาพที่ 2 โมเดลสมการโครงสร้างกำลังสองน้อยสุดบางส่วนของตัวแปรแฝง
ที่มีต่อความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย.....60
ภาพที่ 3 ระดับความสำคัญ และระดับประสิทธิภาพของตัวแปรแฝงที่มีต่อ
ความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย.....65
ภาพที่ 4 โมเดลสมการโครงสร้างกำลังสองน้อยสุดบางส่วนของตัวแปรแฝง
ที่มีต่อความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์
(หลักสูตรด้านวิทยาศาสตร์) ในประเทศไทย.....69
ภาพที่ 5 โมเดลสมการโครงสร้างกำลังสองน้อยสุดบางส่วนของตัวแปรแฝง
ที่มีต่อความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์
(หลักสูตรด้านศึกษาศาสตร์) ในประเทศไทย .....73

**รายการผลงานที่ตีพิมพ์**

1. สถาพร เรืองรุ่ง, อาฟีฟี ลาเต๊ะ, และพวงทิพย์ แก้วทับทิม. (2565). การศึกษาความเป็นนักฟิสิกส์และปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักฟิสิกส์ตามทัศนะของอาจารย์และบุคลากรด้านฟิสิกส์ในประเทศไทย. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม*, ปีที่ 16 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม-ธันวาคม 2565. (รอการตีพิมพ์).

2. สถาพร เรืองรุ่ง, อาฟีฟี ลาเต๊ะ, และพวงทิพย์ แก้วทับทิม. ปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย, *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.* (กำลังดำเนินการ).

**สำเนาต้นฉบับที่ได้รับการยินยอมจากผู้พิมพ์ผลงาน**

ที่ อว 0617.8/4

สถาบันวิจัยและพัฒนา
มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
อำเภอเมืองฯ จังหวัดพิษณุโลก 65000

5 มกราคม 2564

เรื่อง ตอบรับบทความวิจัยลงตีพิมพ์วารสาร

เรียน นายสถาพร เรืองรุ่ง

ตามที่ผู้วิจัยได้ส่งบทความวิจัย เรื่อง “การศึกษาความเป็นนักฟิสิกส์ และปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักฟิสิกส์ตามทัศนะของอาจารย์และบุคลากรด้านฟิสิกส์ในประเทศไทย” เพื่อตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (Humanities and Social Sciences Journal of Pibulsongkram Rajabhat University) E-ISSN : 2465-5392, Print ISSN : 2408-1256 เว็บไซต์ https://so01.tci-thaijo.org/index.php/GraduatePSRU ซึ่งได้รับการรับรองมาตรฐานจากศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย (TCI) กลุ่มที่ 1 นั้น

สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จึงขอแจ้งให้ผู้วิจัยทราบว่า บทความวิจัยดังกล่าว ได้ผ่านขั้นตอนการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิ ตามกระบวนการเป็นที่เรียบร้อยแล้ว และเห็นสมควรให้ตีพิมพ์ในวารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ปีที่ 16 ฉบับที่ 2 รายเดือนกรกฎาคม – ธันวาคม พุทธศักราช 2565 ซึ่งในขณะนี้อยู่ระหว่างการดำเนินการตามขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ธันวดี ศรีธาวิรัตน์)
ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

สถาบันวิจัยและพัฒนา
โทรศัพท์. 0 5526 7038
โทรสาร 0 5526 7038
ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ journalhss@psru.ac.th

## บทนำ

ฟิสิกส์คือปรัชญาธรรมชาติเป็นวิทยาศาสตร์อีกแขนงหนึ่งที่ศึกษาเกี่ยวกับความจริงในธรรมชาติของสิ่งไม่มีชีวิต ไม่ว่าจะเป็นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในเอกภพการแสวงหาความรู้ทางฟิสิกส์ จากการสังเกต ทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อสรุปเป็นหลักการทฤษฎีหรือกฎต่าง ๆ ความรู้ดังกล่าวสามารถนำไปอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติหรือทำนายสิ่งที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต สามารถนำไปใช้เป็นพื้นฐานในการแสวงหาองค์ความรู้ใหม่และพัฒนาการทางเทคโนโลยี ดังนั้นฟิสิกส์คือวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ เช่น ทำไมผลไม้จึงหล่นลงมาบนพื้นโลก น้ำจึงเปลี่ยนได้หลายสถานะ ทำไมแสงจากดวงอาทิตย์ผ่านละอองน้ำแล้วเห็นเป็นหลายสี เป็นต้น ซึ่งแนวคิด ทฤษฎี หลักการหรือกฎทางฟิสิกส์ มีการพัฒนามาหลายศตวรรษ มีสาขาต่าง ๆ เช่น กลศาสตร์ คลื่น เสียง แสง ไฟฟ้าและแม่เหล็ก ความร้อน ฟิสิกส์อะตอม ฟิสิกส์นิวเคลียร์ และฟิสิกส์อนุภาค ความรู้ทางฟิสิกส์ทำให้มนุษย์มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับสสาร พลังงาน อันตรกิริยา ระหว่างสสารกับพลังงานและแรงพื้นฐานในธรรมชาติ นำไปสู่การพัฒนาวิถีชีวิตที่เจริญก้าวหน้า (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561)

ความสำคัญของวิชาฟิสิกส์เริ่มจากเรื่องรอบตัวเรา ตั้งแต่ลม ฟ้า อากาศ ดาวบนท้องฟ้า รวมไปถึงเทคโนโลยีอำนวยความสะดวกในบ้านเรือน เช่น เครื่องใช้ไฟฟ้า อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ตลอดจนถึงการสื่อสาร และการคมนาคมขนส่ง ตั้งแต่วิทยุ โทรศัพท์ ดาวเทียม ยานพาหนะต่าง ๆ หรือแม้กระทั่งด้านการศึกษา อุตสาหกรรม การแพทย์ การทหาร และวงการบันเทิง ได้แก่ แสง เสียง สี คอมพิวเตอร์ ล้วนมาจากความรู้ฟิสิกส์ โดยเริ่มตั้งแต่ความรู้พื้นฐานด้านกลศาสตร์ ความร้อน คลื่น แสง เสียง แม่เหล็กไฟฟ้า จนถึงฟิสิกส์ยุคใหม่ และฟิสิกส์ก้าวหน้า ซึ่งศึกษาในระดับอนุภาค ในระดับนาโนซึ่งมีการบูรณาการกับศาสตร์วิชาอื่น ๆ จึงเกิดฟิสิกส์สาขาอื่น ๆ ขึ้น เช่น โสตศาสตร์ ดาราศาสตร์ ชีวฟิสิกส์ ฟิสิกส์เชิงคำนวณ อิเล็กทรอนิกส์ วิศวกรรม ธรณีฟิสิกส์ วิทยาศาสตร์วัสดุ คณิตศาสตร์ฟิสิกส์ ฟิสิกส์การแพทย์ เคมีฟิสิกส์ ฟิสิกส์ของคอมพิวเตอร์ ควอนตัมเคมี เทคโนโลยีสารสนเทศควอนตัม และพลศาสตร์ของพาหนะ รวมถึงวัสดุศาสตร์ ซึ่งล้วนแต่เป็นแหล่งกำเนิดเทคโนโลยีใหม่ ๆ ทั้งในปัจจุบันและในอนาคต (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2560)

ความเจริญก้าวหน้าทางด้านฟิสิกส์ในปัจจุบันมีผลกระทบต่อชีวิตความเป็นอยู่ของคนเราทั้งในด้านเศรษฐกิจสังคม และวัฒนธรรมเป็นอย่างยิ่ง ชีวิตของคนเราในปัจจุบันสัมพันธ์กับความเจริญความก้าวหน้าทางฟิสิกส์ ไม่เฉพาะทำให้เรารู้จักธรรมชาติมากขึ้นยังส่งผลให้เราหลุดพ้นจากความลี้ลับหวาดกลัวของธรรมชาติ ทำให้ชีวิตของคนเราดำรงชีวิตได้อย่างปลอดภัยมากขึ้น รอดพ้นจากความเจ็บป่วย ชีวิตได้รับความสะดวกสบายในการติดต่อสื่อสารที่รวดเร็ว ซึ่งจะเห็นได้ว่าฟิสิกส์

ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสังคม และระบบความคิดหรืออาจกล่าวได้ว่า เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านฟิสิกส์ วิถีชีวิตของคนเราย่อมเปลี่ยนแปลงตาม ดังนั้นการเรียนวิชาฟิสิกส์จึงมีการจัดการเรียนการสอนตั้งแต่มัธยมศึกษาตอนปลายขึ้นไป

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีจุดเน้นในการพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ ความสามารถที่เท่าเทียมกับนานาชาติได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาที่หลากหลาย มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติ เพื่อให้นักเรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 เมื่อนักเรียนเรียนในวิชาฟิสิกส์แล้วจะทำให้นักเรียน มีกระบวนการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหาเชื่อมโยงความรู้สู่การนำไปใช้ในชีวิตจริง มีพื้นฐานที่สำคัญสำหรับการศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาในด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งการศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาในสาขาฟิสิกส์ มีหลักสูตร 2 ด้าน คือด้านวิทยาศาสตร์ และด้านศึกษาศาสตร์ เช่น วิทยาศาสตรบัณฑิต วิทยาศาสตรบัณฑิต(ศึกษาศาสตร์) การศึกษาบัณฑิต ศึกษาศาสตรบัณฑิต และครุศาสตรบัณฑิต เป็นต้น ซึ่งหลักสูตรมีจุดเน้นในการพัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์ และกำลังคนด้านการศึกษา ดังหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต (ศึกษาศาสตร์) ที่มุ่งผลิตบัณฑิตที่มีความรู้ ความสามารถด้านวิทยาศาสตร์หรือฟิสิกส์ และด้านวิชาชีพครู มีทักษะในการจัดการ และสามารถบูรณาการการเรียนรู้ให้เกิดการพัฒนาได้ตามศักยภาพ มีดุลยภาพของความรู้ ความคิด ความสามารถ คุณธรรม จริยธรรม เจตคติที่ดีต่อวิชาชีพ และความรับผิดชอบต่อสังคม อีกทั้งสามารถดำรงชีวิตได้อย่างมีคุณภาพ สอดคล้องกับบริบทของสังคม และสามารถพัฒนามนุษย์ให้เกิดประโยชน์แก่สังคม และประเทศชาติ (มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2560) หรือเน้นการพัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์ด้านเดียวดังหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต มุ่งเน้นการผลิตบุคลากรที่มีความรู้ ความสามารถ ทั้งทางทฤษฎี และประสบการณ์เชิงวิทยาศาสตร์และเชิงวิศวกรรมศาสตร์ จากห้องปฏิบัติการและการฝึกงานในภาค อุตสาหกรรม โดยประยุกต์กับเทคโนโลยีสมัยใหม่ บัณฑิตฟิสิกส์สามารถนำความรู้ทางฟิสิกส์ไปประกอบวิชาชีพทั้งในภาคอุตสาหกรรม และทำวิจัยกับองค์กรภาครัฐ โดยมี คุณธรรม จริยธรรม ระเบียบวินัย และความสำนึกในการรับผิดชอบต่อหน้าที่การงาน (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2560) จะเห็นได้ว่าการเรียนต่อในระดับอุดมศึกษาในด้านฟิสิกส์จะมีการเปิดสอนทั้งในคณะวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะศึกษาศาสตร์ และคณะครุศาสตร์ ซึ่งมีทั้งหลักสูตรที่พัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และด้านการศึกษาหรือพัฒนาเฉพาะด้านใดด้านหนึ่ง และมีจุดเน้นสำคัญร่วมกันคือคุณธรรมจริยธรรมในวิชาชีพ และนอกจากอาชีพนักวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์) และครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์แล้วยังมีอาชีพที่ใช้ความรู้ฟิสิกส์เป็นฐานอยู่มากมาย เช่น อาชีพแพทย์ ทันตแพทย์ สัตวแพทย์ เทคโนโลยีชีวภาพ เทคนิคการแพทย์ วิศวกรรม สถาปัตยกรรม วัสดุศาสตร์ อุตุนิยมวิทยา ธรณีวิทยา ฯลฯ

นักฟิสิกส์ คือ นักวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาปรัชญาธรรมชาติหรือปฏิบัติงานด้านฟิสิกส์ ศึกษาปรากฏการณ์ทางกายภาพอย่างกว้างขวางในทุกขนาด ตั้งแต่ฟิสิกส์ของอนุภาคไปจนถึงพฤติกรรมของวัตถุในเอกภพ เพื่อแก้ปัญหา และเผยแพร่ความรู้เพื่อประโยชน์ต่อมนุษยชาติ (Whewell, 2014) บุคคลที่จะสามารถประสบความสำเร็จในอาชีพนักฟิสิกส์ได้นั้นผู้วิจัยมองว่าบุคคลนั้นต้องมีความเป็นนักฟิสิกส์ด้วย ซึ่งความเป็นนักฟิสิกส์ คืออะไร แตกต่างจากความเป็นครู ความเป็นหมอ หรือความเป็นนักวิทยาศาสตร์ทั่วไปอย่างไร แล้วมีปัจจัยใดบ้างที่ส่งผลต่อความเป็นนักฟิสิกส์ จากศึกษาความเป็นนักฟิสิกส์ของโกวิทย์ เวชชศาสตร์ (2547) ความเป็นนักฟิสิกส์ คือ พฤติกรรมทางปัญญาของบุคคลที่สนใจศึกษาปรากฏการณ์ธรรมชาติ ภายใต้ความเชื่อที่ว่าปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในเอกภาพจะปรากฏขึ้นอย่างมีกฎเกณฑ์ มีอยู่จริง สามารถศึกษาได้ เพื่อสร้างเป็นองค์ความรู้ทางฟิสิกส์ได้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ภายใต้แรงบันดาลใจซึ่งเกิดจากการกระตุ้นของเจตคติทางวิทยาศาสตร์และ/หรือคุณลักษณะ เฉพาะหรือบุคลิกภาพของนักวิทยาศาสตร์ จากการศึกษาเกี่ยวกับคุณสมบัติของผู้ประกอบอาชีพนักฟิสิกส์ โดยกองส่งเสริมการมีงานทำ (2556) ระบุว่าผู้ประกอบอาชีพนักฟิสิกส์ต้องจบการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาฟิสิกส์ มีความคิดสร้างสรรค์ ชอบประดิษฐ์ คิดค้น มีความรับผิดชอบในหน้าที่ ที่ได้รับมอบหมาย มีบุคลิกดี มนุษยสัมพันธ์ดี รักความก้าวหน้า มีความขยันและอดทน มีความคิดกว้างไกล เพราะอาชีพนี้จะทำงานที่ต่อเนื่อง เพื่อให้การปฏิบัติงานทางฟิสิกส์สำเร็จตามที่ตั้งใจในชิ้นนั้น ๆ และจากการศึกษาบทความ What Makes an Employable Physicist ของ Sickafus (1996) พบว่า คุณลักษณะของนักฟิสิกส์ประกอบด้วย การมีความคล่องตัว สนใจที่จะเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ เต็มใจที่จะยอมรับความท้าทายใหม่ ๆ เรียนรู้ที่จะยอมรับความรู้ความชำนาญของวิศวกร มีความสามารถและประสบการณ์ในการออกแบบการทดลอง มีศักยภาพในการสื่อสาร และสามารถทำงานร่วมกับสาขาอื่น ๆ ได้

การเปลี่ยนแปลงในยุคปัจจุบัน ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ดังนั้นการพัฒนาบุคลากรและโครงสร้างพื้นฐานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อสร้างความสามารถในการแข่งขันของประเทศจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง จากคำกล่าวของพินิติ รตะนานุกูล (2555) เกี่ยวกับทิศทางการพัฒนาบุคลากรและโครงสร้างพื้นฐานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อสร้างความสามารถในการแข่งขันของประเทศ พบว่า ปัจจัยแวดล้อมและความสามารถในการแข่งขันของไทย โดยสถาบันการจัดอันดับความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจที่สำคัญของโลกทั้งสถาบันการจัดการนานาชาติ (IMD) และการประชุมเวทีเศรษฐกิจโลก มีข้อสรุปตรงกันว่า ประเทศไทยยังมีความอ่อนแอด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งหนึ่งในนั้นก็คือ จำนวนบุคลากรทางการวิจัยและพัฒนา ทำให้ไม่สามารถนำความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้สนับสนุนการเพิ่มศักยภาพการแข่งขันของประเทศโดยรวม และไม่สามารถนำผลงานวิจัยไปประยุกต์ใช้ในเชิงพาณิชย์ได้เท่าที่ควร ประกอบกับการศึกษาข้อมูลจากรายงานประจำปี

ของศูนย์ความเป็นเลิศด้านฟิสิกส์ (2563) พบว่า ประเทศไทยมีความเข้าใจและการยอมรับในบทบาทและความสำคัญของวิทยาศาสตร์พื้นฐานต่อการพัฒนาเทคโนโลยีระดับต่าง ๆ ยังคงอยู่ในระดับที่ไม่เอื้อต่อการดำเนินงานขององค์กรทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่าง ๆ ของประเทศ ประเทศที่มีความเจริญทางเทคโนโลยีนั้นต้องมีความเข้มแข็งทางด้านวิทยาศาสตร์พื้นฐาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งคือฟิสิกส์ ความอ่อนแอทางด้านเทคโนโลยีในประเทศไทย มีสาเหตุหลักเนื่องมาจากความอ่อนแอทางด้านวิทยาศาสตร์พื้นฐาน และจะทำให้ประเทศไทยไม่สามารถแข่งขันกับต่างประเทศได้ ดังนั้นการสร้างความเข้าใจและการยอมรับในบทบาทและความสำคัญของวิทยาศาสตร์ต้องเริ่มจากการพัฒนานักเรียน นักศึกษาที่มีความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์พื้นฐานโดยเฉพาะสาขาฟิสิกส์ ซึ่งนอกจากจะพัฒนาความรู้ทางด้านฟิสิกส์แล้ว ต้องพัฒนานักฟิสิกส์ที่มีความเป็นนักฟิสิกส์ที่สามารถคิดค้นประดิษฐ์ หรือสร้างองค์ความรู้ใหม่ ๆ ที่เป็นที่ยอมรับ ทั้งในและต่างประเทศ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะศึกษาความเป็นนักฟิสิกส์ และปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดความเป็นนักฟิสิกส์ในยุคปัจจุบันของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ ตามทัศนะของอาจารย์และบุคลากรด้านฟิสิกส์ในประเทศไทย เพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์ และด้านการศึกษาฟิสิกส์

การพิจารณาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความเป็นนักฟิสิกส์ยังไม่ปรากฏมีเพียงการศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ จิตวิทยาศาสตร์ ความตั้งใจเป็นนักวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น งานวิจัยของกุลริสา นาคนวลและคณะ (2560) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ พบว่ามีปัจจัยความรู้พื้นฐานเดิม สภาพแวดล้อมทางบ้าน แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความฉลาดทางเชาวน์ปัญญา ความฉลาดทางอารมณ์ อัตมโนทัศน์ และเวลาที่ใช้ในการศึกษาเพิ่มเติมที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ งานวิจัยของสุทธินี แร่นาคและคณะ (2557) ศึกษาจิตวิทยาศาสตร์ พบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลทางตรงมากที่สุดคือ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ รองลงมาคือ มโนภาพแห่งตนด้านวิทยาศาสตร์ และการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ปัจจัยที่มีอิทธิพลทางอ้อมมากที่สุดคือ การอบรมเลี้ยงดูแบบประชาธิปไตย รองลงมาคือ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ และปฏิสัมพันธ์ในกลุ่มเพื่อน งานวิจัยของอนุ เจริญวงศ์ระยับ (2549) ศึกษาความตั้งใจเป็นนักวิทยาศาสตร์ พบว่า การใฝ่รู้ทางวิทยาศาสตร์มีอิทธิพลต่อความตั้งใจเป็นนักวิทยาศาสตร์ สภาพแวดล้อมภายในครอบครัวมีอิทธิพลต่อการใฝ่รู้ทางวิทยาศาสตร์ และสภาพแวดล้อมทางการเรียนวิทยาศาสตร์ตามแนวปฏิรูปการศึกษามีอิทธิพลต่อการใฝ่รู้ทางวิทยาศาสตร์ งานวิจัยของศิริพรรณ นาคจุ้ย (2558) ศึกษาความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ พบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ เพศ รายได้ผู้ปกครอง นิสัยรักการเรียนวิทยาศาสตร์ การสนับสนุนด้านการเรียนของครอบครัว สภาพแวดล้อมห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ และสัมพันธภาพระหว่างนักเรียนกับครู และงานวิจัยของสุมาลี เซ็ม

และคณะ (2562) ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย การกำกับตนเองในการเรียน แรงจูงใจ ความตั้งใจ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

จากความสำคัญของอาชีพนักฟิสิกส์ ความรู้ทางด้านฟิสิกส์ ปัญหาการขาดแคลนบุคลากรทางด้านฟิสิกส์ความเข้าใจและการยอมรับในบทบาทและความสำคัญของวิทยาศาสตร์พื้นฐานต่อการพัฒนาเทคโนโลยีระดับต่าง ๆ ยังคงอยู่ในระดับที่ไม่เอื้อต่อการดำเนินงานขององค์กรทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่าง ๆ ของประเทศ และปัจจัยที่จะนำไปสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจในการศึกษาถึงความเป็นนักฟิสิกส์ โดยมองว่าวิชาชีพอื่น ๆ เช่น วิชาชีพครูที่ครูต้องมีความเป็นครู ดังนั้นอาชีพนักฟิสิกส์ย่อมมีความเป็นนักฟิสิกส์ที่มีบุคลิกภาพ พฤติกรรม ระบบความคิด ที่สะท้อนออกมาให้เห็น สิ่งสำคัญคือมีปัจจัยใดบ้างที่ส่งผลต่อความเป็นนักฟิสิกส์ ในมุมมองของนักวิชาการหรือนักฟิสิกส์ไทยให้ความหมายคำคำนี้ว่าอย่างไร ดังนั้นนอกจากการพัฒนาด้านความรู้ทางฟิสิกส์แล้ว สิ่งที่สำคัญคือการพัฒนาทางด้านทักษะ และพฤติกรรมทางปัญญาของบุคคลที่สนใจศึกษาในวิชาฟิสิกส์ ตลอดจนสามารถรับรู้วิธีการหรือปัจจัยที่ส่งเสริมในการพัฒนาตัวตนเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ได้ ผลที่ได้อาจเป็นแนวทางในการพัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์ด้านการจัดการเรียนการสอนสาขาฟิสิกส์ หรือกระตุ้นให้ผู้ที่เกี่ยวข้อง อาจารย์ผู้สอนในสาขาฟิสิกส์นำปัจจัยข้างต้นไปพิจารณาในการพัฒนาหลักสูตรสาขาฟิสิกส์ ตลอดจนจัดกิจกรรมการเรียนการสอนกิจกรรมที่สนับสนุน ส่งเสริมให้นักศึกษาได้พัฒนาความเป็นนักฟิสิกส์ จนสามารถเป็นนักฟิสิกส์ที่ดีต่อไป

## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อวิเคราะห์การให้ความหมาย และปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักฟิสิกส์ตามทัศนะของอาจารย์ และบุคลากรด้านฟิสิกส์ในประเทศไทย

2. เพื่อศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย

## การพิทักษ์สิทธิ์ผู้ให้ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ผ่านการอบรมจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์"Human Research Participant Protection Course ซึ่งจัดโดยมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี และได้ดำเนินการการยื่นพิจารณาการขอรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ โดยยื่นหนังสืออนุมัติโครงร่างวิจัยจากคณะศึกษาศาสตร์ และเอกสารแนบดังนี้ โครงร่างวิจัย แบบเสนอเพื่อขอรับการพิจารณาด้านจริยธรรมของการวิจัยในมนุษย์ แบบประเมินจริยธรรมสำหรับประเมินตนเอง แบบชี้แจงข้อมูลสำหรับอาสาสมัครโครงการวิจัย เอกสารแสดงความยินยอมอาสาสมัครวิจัยโดยได้รับการบอกกล่าว แบบเสนอขอรับการยกเว้นการขอความยินยอมจากอาสาสมัคร ประวัติและความรู้ความชำนาญของผู้วิจัยและผู้ร่วมวิจัย และเครื่องมือวิจัยต่อคณะกรรมการพิจารณาการขอรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี และได้รับใบรับรองการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ประเภทโครงการแบบ แบบเร่งรัด (เลขที่โครงการ REC Number: psu.pn.2-077/63) ผู้วิจัยมีการปกปิดข้อมูลส่วนตัวของผู้ให้ข้อมูล โดยก่อนการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ ผู้วิจัยขออนุญาตผู้ให้ข้อมูลแต่ละคนทุกครั้ง รวมถึงแจ้งการพิทักษ์สิทธิ์ผู้ให้ข้อมูลสำคัญได้รับทราบ และภายหลังการเก็บข้อมูล ผู้วิจัยได้ให้ผู้ให้ข้อมูลสำคัญตรวจสอบสิ่งที่ผู้วิจัยบันทึกทุกครั้ง โดยผู้วิจัยมีการนำเสนอผลการวิจัยให้ผู้ให้ข้อมูลสำคัญอ่าน และให้ความเห็นเพื่อพิจารณาว่าข้อสรุปและการตีความของผู้วิจัยถูกต้องหรือไม่นอกจากนี้ผู้วิจัยได้จัดทำหนังสือขอความร่วมมือ ในการเก็บรวบรวมข้อมูล จากคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ไปยังหน่วยงานต้นสังกัดของผู้ให้ข้อมูลสำคัญเพื่อขออนุญาตในการเก็บข้อมูล

**ผลและการวิเคราะห์**

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยวิธีการวิจัยแบบผสมวิธี (Mixed Methods Research) โดยใช้รูปแบบการวิจัย แบบขั้นตอนเชิงสำรวจ (Exploratory Sequential Design) (Creswell & Plano Clark, 2018) โดยให้ความสำคัญกับการวิจัยเชิงปริมาณ ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยแบ่งการวิจัยออกเป็น 2 ระยะ คือ ระยะที่ 1 เริ่มต้นด้วยการวิจัยเชิงคุณภาพ เพื่อศึกษาทำความเข้าใจความเป็นนักฟิสิกส์ และปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักฟิสิกส์อย่างชัดเจน การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลสำคัญจำนวน 24 คน โดยใช้แนวคำถามแบบกึ่งโครงสร้างเป็นเครื่องมือ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการจำแนกข้อมูลที่ได้ออกเป็นประเภทย่อย และประเภทหลัก จัดกลุ่มตามความสัมพันธ์ และความสอดคล้องกันของข้อมูล จากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้มาพัฒนากรอบแนวคิดการวิจัย และพัฒนาแบบสอบถามเพื่อการวิจัยเชิงปริมาณ ในระยะที่ 2 เพื่อตรวจสอบผลการสำรวจที่ได้จากการวิจัยเชิงคุณภาพด้วยการทำการวิจัยเชิงปริมาณกับกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ (n=837) วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามด้วยการใช้สถิติพรรณนาและวิเคราะห์เส้นทางอิทธิพลของโมเดลสมการโครงสร้างด้วยวิธี PLS-SEM การสรุปผลการวิจัยจะสรุปตามระยะการวิจัย เริ่มจากผลการวิจัยเชิงคุณภาพเกี่ยวกับใจความเป็นนักฟิสิกส์ และปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักฟิสิกส์ ต่อด้วยผลการวิจัยเชิงปริมาณโมเดลความสัมพันธ์ ปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย โดยผู้วิจัยได้นำเสนอผล และการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ระยะ ตามวัตถุประสงค์ดังนี้

ระยะที่ 1 วิเคราะห์การให้ความหมาย และปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักฟิสิกส์ตามทัศนะของอาจารย์ และบุคลากรด้านฟิสิกส์ในประเทศไทย

ระยะที่ 2 ศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย

**ระยะที่ 1 วิเคราะห์การให้ความหมาย และปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักฟิสิกส์ตามทัศนะของอาจารย์ และบุคลากรด้านฟิสิกส์ในประเทศไทย**

**วิธีดำเนินการวิจัย**

**รูปแบบการวิจัย** การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ โดยวิธีสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ เป็นการสัมภาษณ์บุคคลที่เลือกมาโดยเฉพาะเจาะจงเป็นผู้ที่มีความรู้ ทักษะความสามารถในการสื่อสารพูดคุยกับผู้วิจัย ในเรื่องความเป็นนักฟิสิกส์ ผู้วิจัยได้เลือกศึกษาทั่วทั้งประเทศไทยและใช้ 4 ภูมิภาคเป็นพื้นที่ในการวิจัย ได้แก่ ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคใต้ เนื่องจาก 4 ภูมิภาค มีสถาบันอุดมศึกษาที่เปิดการเรียนการสอนในสาขาวิชาฟิสิกส์ โดยสัมภาษณ์อาจารย์ฟิสิกส์ นักฟิสิกส์/นักวิจัย ครูฟิสิกส์ และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ โดยทั้งหมดต้องมีประสบการณ์ทำงานในตำแหน่งอย่างน้อย 5 ปี จำนวน 32 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ดังตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** จำนวนผู้ให้ข้อมูลสำคัญ

| ที่ | ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ | จำนวนผู้ให้ข้อมูลสำคัญ | | | | รวม |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ภาคใต้ | ภาคกลาง | ภาคเหนือ | ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ | |
| 1 | อาจารย์ฟิสิกส์ | 2 | 2 | 2 | 2 | 8 |
| 2 | นักฟิสิกส์/นักวิจัย | 2 | 2 | 2 | 2 | 8 |
| 3 | ครูฟิสิกส์ | 2 | 2 | 2 | 2 | 8 |
| 4 | เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ | 2 | 2 | 2 | 2 | 8 |
| | **รวม** | **8** | **8** | **8** | **8** | **32** |

อย่างไรก็ตามการเลือกผู้ให้ข้อมูลสำคัญจะสิ้นสุดลงเมื่อผู้วิจัยมีความมั่นใจแล้วว่าจะไม่ได้ข้อมูลใหม่ๆ เมื่อถึงจุดอิ่มตัวของข้อมูล

**คุณสมบัติของผู้ให้ข้อมูลสำคัญ**

1. อาจารย์ผู้สอนในสาขาฟิสิกส์ คือ อาจารย์ที่จบปริญญาโท-เอก ด้านฟิสิกส์ มีประสบการณ์ การทำวิจัยทางฟิสิกส์ชั้นสูง และสอนนักศึกษาสาขาฟิสิกส์

2. นักฟิสิกส์/นักวิจัย คือ นักวิจัยหลังปริญญาเอกที่กำลังทำวิจัยด้านฟิสิกส์ในมหาวิทยาลัยต่าง ๆ และนักวิจัยอิสระหรือนักฟิสิกส์/นักวิจัยทางด้านฟิสิกส์ในหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชน

3. ครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์ คือ ครูที่จบการศึกษาในระดับปริญญาตรี-เอก ด้านฟิสิกส์ที่มีประสบการณ์ การทำวิจัยทางด้านฟิสิกส์ สอนทฤษฎีและปฏิบัติชั้นต้นในระดับโรงเรียน

4. เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ คือ บุคลากรทางวิทยาศาสตร์ที่ทำงานในห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ทั้งในโรงเรียนและมหาวิทยาลัย จบการศึกษาทางด้านฟิสิกส์มีประสบการณ์ในการเตรียมหรือสร้างเครื่องมือด้านการทดลองทางฟิสิกส์

**เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย** เนื่องจากเป็นงานวิจัยเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยจึงเป็นเครื่องมือที่สำคัญที่สุด และใช้แบบสัมภาษณ์ประกอบการเก็บข้อมูลการวิจัยในครั้งนี้ คือ แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ โดยใช้แนวคำถามหลักดังนี้

1. แนวคำถามหลัก คือ ประเด็นคำถามที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้จากการทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้องเพื่อเข้าถึงข้อมูล โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

1.1 คำถามเกี่ยวกับความสนใจ และแรงบันดาลใจในการเรียนสาขาฟิสิกส์

1.2 คำถามเกี่ยวกับการเรียน และการทำโปรเจกต์หรือวิจัยต่าง ๆ ในอดีต

1.3 คำถามเกี่ยวกับความเป็นนักฟิสิกส์ และปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักฟิสิกส์

**การตรวจสอบเครื่องมือการวิจัยเชิงคุณภาพ** โดยผู้วิจัยนำแบบสัมภาษณ์ดังกล่าวให้อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้ทรงคุณวุฒิที่เชี่ยวชาญในสาขาฟิสิกส์ และสาขาการวิจัยทางการศึกษาในการวิพากษ์วิจารณ์ แสดงข้อคิดเห็น ตรวจสอบแก้ไข และปรับปรุงแบบสัมภาษณ์ให้มีความสมบูรณ์มากขึ้นและนำแบบสัมภาษณ์ไปทดลองสัมภาษณ์กับอาจารย์สาขาฟิสิกส์ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งผลจากการตรวจสอบเครื่องมือการวิจัยเชิงคุณภาพ พบว่า แบบสัมภาษณ์สามารถสื่อความหมายได้อย่างชัดเจน และได้ข้อมูลที่ตรงประเด็นตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย

**การเก็บรวบรวมข้อมูล** ผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลด้วยวิธีการสัมภาษณ์แบบรายบุคคลโดยสัมภาษณ์โดยตรง และสัมภาษณ์ทางโทรศัพท์ โดยกำหนดเวลาคนละ 20 นาที ในเดือน มีนาคม พ.ศ. 2563 ซึ่งขณะสัมภาษณ์จะมีการบันทึกเทปเสียงสัมภาษณ์ตั้งแต่ต้นจนจบการสนทนาและผู้วิจัยได้บันทึกประเด็นที่น่าสนใจพร้อมกับเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นลงในสมุดบันทึก

**การวิเคราะห์ข้อมูล** ผู้วิจัยแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ทำการถอดเทปข้อมูลที่ได้ทำการบันทึกลงในคอมพิวเตอร์แบบคำต่อคำ ทำการตรวจสอบข้อมูล และอ่านข้อมูลที่ได้ถอดเทปเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้ บันทึกหลาย ๆ รอบ เพื่อพิจารณาประเด็นเบื้องต้น

2. ทำความเข้าใจความหมายที่ได้จากการถอดเทปอย่างรอบคอบ ทบทวนซ้ำหลาย ๆ รอบผู้วิจัยใช้วิธีการวิเคราะห์เนื้อหาด้วยการพิจารณาประเด็นที่มีความสำคัญและเกี่ยวข้องโดยตรงกับข้อมูลที่ต้องการ และทำการตัดทอนในส่วนของข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องออก ให้เหลือเฉพาะเนื้อหาหลักที่สำคัญ

3. ทำการวิเคราะห์เนื้อหาด้วยการจำแนกข้อมูลที่ได้ออกเป็นประเภทย่อย และประเภทหลัก จัดกลุ่มตามความสัมพันธ์ และความสอดคล้องกันของข้อมูล

4. พิจารณาแต่ละประเด็นและความหมายของแต่ละคำ

5. การจำแนกข้อมูลที่ได้ตามความหมาย ที่อธิบายพฤติกรรมต่าง ๆ ที่เป็นลักษณะเฉพาะให้สมบูรณ์ ทำให้เกิดความเข้าใจบริบทที่ศึกษา

**การตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูล** ผู้วิจัยทำการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูล (Credibility) โดยการนำเสนอขั้นตอนและระเบียบวิธีวิจัยที่ชัดเจนโดยมีการนำเสนอวิธีการขั้นตอนของการทำงานในกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลไว้อย่างชัดเจน โปร่งใส สามารถตรวจสอบได้ สำหรับข้อมูลที่ได้วิเคราะห์แล้วได้ให้ผู้ให้ข้อมูล ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล รวมทั้งตรวจสอบแบบสามเส้าด้านวิธีการรวบรวมข้อมูล (Methodological Triangulation) คือ การที่ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลเรื่องเดียวกันโดยการสัมภาษณ์กับผู้ให้ข้อมูลสำคัญที่หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นอาจารย์ผู้สอนในสาขาฟิสิกส์ นักฟิสิกส์หรือนักวิจัยด้านฟิสิกส์ ครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์ และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 2 ท่าน ซึ่งเป็นอาจารย์ในสาขาฟิสิกส์และอาจารย์สาขาการวิจัยทางการศึกษา ร่วมกับนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในการวิพากษ์วิจารณ์ แสดงข้อคิดเห็น และตั้งข้อสังเกตเกี่ยวกับข้อมูล เพื่อตรวจสอบข้อมูลที่ได้วิเคราะห์ว่ามีความถูกต้องเหมาะสม และสอดคล้องกับความเป็นจริงของความเป็นนักฟิสิกส์

**การวิเคราะห์ความเหมาะสมของเส้นทางอิทธิพล** ผู้วิจัยสร้างแบบสอบถามเกี่ยวกับปัจจัยที่ได้จากการสัมภาษณ์ เพื่อให้ผู้ให้ข้อมูลสำคัญจำนวน 7 ท่าน ยืนยันความถูกต้องเกี่ยวกับปัจจัยต่าง ๆ ยืนยันปัจจัยที่ส่งผลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อความเป็นนักฟิสิกส์ และความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้วยกัน ตรวจสอบคุณภาพโดยการประเมินความเหมาะสมของเส้นทางอิทธิพลเป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ซึ่งผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้

**ผลการวิจัย** จากการวิจัยเชิงคุณภาพ โดยใช้วิธีสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ ซึ่งใช้แนวคำถามแบบกึ่งโครงสร้างเป็นเครื่องมือ โดยได้สัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ ได้แก่ อาจารย์ผู้สอนในสาขาฟิสิกส์ จำนวน 7 คน นักฟิสิกส์หรือนักวิจัยด้านฟิสิกส์ จำนวน 6 คน ครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์ 7 คน และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ 4 คน รวมจำนวน 24 คน เนื่องจากผู้วิจัยทำการสัมภาษณ์และถอดเทปถึงผู้ให้ข้อมูลสำคัญคนที่ 24 พบว่าข้อมูลเข้าสู่จุดอิ่มตัว และผู้วิจัยมีความมั่นใจแล้วว่าจะไม่ได้ข้อมูลใหม่ๆ เพิ่มเติม จึงทำการยุติการสัมภาษณ์ และทำการวิเคราะห์ความหมาย และปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักฟิสิกส์ตามทัศนะของอาจารย์ และบุคลากรด้านฟิสิกส์ในประเทศไทย จาก 24 คน ดังกล่าว จึงสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังต่อไปนี้

1. ความหมายความเป็นนักฟิสิกส์ ตามทัศนะของอาจารย์และบุคลากรด้านฟิสิกส์ในประเทศไทย

ความเป็นนักฟิสิกส์ตามทัศนะของอาจารย์และบุคลากรด้านฟิสิกส์ ซึ่งเสนอมุมมองที่เป็นความสามารถ ทักษะต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องจำเป็นต่อการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ที่แสดงออกทางบุคลิกภาพ พฤติกรรมทั้งที่สามารถมองเห็นได้ และมีอยู่ภายในตัวบุคคล ดังตารางที่ 2 บันทึกพรรณนาความหมายความเป็นนักฟิสิกส์ต่อไปนี้

**ตารางที่ 2** บันทึกพรรณนาความหมายความเป็นนักฟิสิกส์

| คำหลัก | บันทึกพรรณนา |
|---|---|
| **ศึกษา หาความสัมพันธ์ อธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ** | **อาจารย์ฟิสิกส์ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คนที่ 1** *.....ความเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ แล้วก็หาความสัมพันธ์ อธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ เน้นศึกษาเกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพ ไม่เน้นลักษณะทางชีวภาพนักฟิสิกส์จะทำแบบนั้น.....* |
| **ความคิดที่เป็นเหตุเป็นผล ความซื่อสัตย์ในการแก้ปัญหา** | **ครูฟิสิกส์ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คนที่ 2** *.....ความคิดที่เป็นเหตุเป็นผล สามารถหาเหตุหาผลด้วยโดยวิธีการที่ถูกต้อง แล้วเป็นกลางยุติธรรม ในการหาคำตอบนั้น หรือมีความซื่อสัตย์ในการแก้ปัญหา.....* |
| **พฤติกรรมของนักวิทยาศาสตร์ อธิบายคุณสมบัติทางฟิสิกส์** | **นักฟิสิกส์ทางภาคกลาง คนที่ 2** *.....พฤติกรรมของนักวิทยาศาสตร์ที่มีมุมมองหรือวิธีการอธิบายธรรมชาติต่าง ๆ อธิบายคุณสมบัติทางฟิสิกส์ลักษณะทางกายภาพ ยกตัวอย่างการศึกษาเกี่ยวกับรังสีคอสมิกเราก็สนใจพลังงานของมัน มีพลังงานเท่าไหร่มีปริมาณเท่าไหร่ มีลักษณะการเคลื่อนที่ยังไง.....* |
| **สามารถใช้วิทยาศาสตร์อธิบายได้** | **นักฟิสิกส์ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คนที่ 2** *..... ฟิสิกส์สามารถอธิบายอะไรได้หลาย ๆ อย่าง ทำให้เรามีความคิดเกี่ยวกับเรื่องที่เหนือธรรมชาติที่สามารถใช้วิทยาศาสตร์ในการอธิบายได้.....* |
| **บุคลิกภาพของนักแก้ปัญหา ความสามารถในการแก้ปัญหา** | **เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการฟิสิกส์ทางภาคเหนือ คนที่ 1** *.....บุคลิกภาพของนักแก้ปัญหา สามารถมองปัญหาแล้วแก้ได้ด้วยความรู้ทางฟิสิกส์ อาจจะสร้างเครื่องมือหรือนวัตกรรมมาช่วยลดปัญหาที่เกิดขึ้น.....* |
| **สามารถพิสูจน์ อธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติได้** | **เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการฟิสิกส์ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คนที่ 1** *.....สมการฟิสิกส์สามารถพิสูจน์และอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติได้.....* |

**บันทึกสรุป**

จากความหมายความเป็นนักฟิสิกส์ของ โกวิทย์ เวชชศาสตร์ (2547) และบันทึกพรรณนาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ความเป็นนักฟิสิกส์ คือ คุณลักษณะที่แสดงออกถึงพฤติกรรมในการศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ทางฟิสิกส์ได้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างมีคุณธรรม จริยธรรม ภายใต้ตัวตนของบุคคลที่มีเจตคติที่ดีต่อศาสตร์ทางฟิสิกส์ตามรูปแบบนักฟิสิกส์ทั้งนักฟิสิกส์ทฤษฎี และนักฟิสิกส์ปฏิบัติ

2. ปัจจัยที่ส่งเสริมต่อความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์

2.1 ปัจจัยภายในบุคคล ประกอบด้วย 2 ด้าน คือ 1) เจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ และ 2) ประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

2.1.1 ด้านเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ การมีเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ เป็นจุดเริ่มต้นของแรงบันดาลใจที่ส่งเสริมให้พัฒนาตัวตนให้มีความรู้ ความเข้าใจในธรรมชาติของวิชาฟิสิกส์ ซึ่งตามทัศนะของอาจารย์ และบุคลากรด้านฟิสิกส์ ให้ข้อมูลที่เกี่ยวกับเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ดังตารางที่ 3 บันทึกพรรณนาด้านเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ต่อไปนี้

**ตารางที่ 3** บันทึกพรรณนาด้านเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์

| คำหลัก | บันทึกพรรณนา |
|---|---|
| **เป็นศาสตร์ที่มีความสำคัญ**<br>**เชื่อมั่น** | **อาจารย์ฟิสิกส์ทางภาคกลาง คนที่ 1**<br>***.....****ฟิสิกส์เป็นศาสตร์ที่มีความสำคัญมาก กับการเปลี่ยนแปลงทางวิทยาศาสตร์ประเทศชาติจะเปลี่ยนแปลงแต่ต้องเป็นวิทยาศาสตร์ที่มีการเปลี่ยนแปลงกับบุคคลมาก ๆ เลยก็คือศาสตร์ของฟิสิกส์ เชื่อมั่นว่าฟิสิกส์เป็นศาสตร์ที่ฆ่าไม่ตายและแปรเปลี่ยนได้ตามยุคตามสมัย.....* |
| **เชื่อ**<br>**สามารถช่วยเหลือเพื่อนมนุษย์** | **อาจารย์ฟิสิกส์ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คนที่ 1**<br>*.....ผมเชื่อว่าฟิสิกส์สามารถช่วยเหลือเพื่อนมนุษย์ได้ สร้างเทคโนโลยี สร้างความรู้ในธรรมชาติให้คนเข้าใจได้.....* |
| **ชอบ**<br>**มีประโยชน์ต่อผู้อื่น** | **อาจารย์ฟิสิกส์ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คนที่ 2**<br>*.....ชอบฟิสิกส์ที่สุดแล้ว ฟิสิกส์มีอะไรให้ทำเยอะแล้วก็มีอะไรที่สนุกมากมาย และมีประโยชน์ต่อผู้อื่น.....* |

**ตารางที่ 3** บันทึกพรรณนาด้านเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ (ต่อ)

| คำหลัก | บันทึกพรรณนา |
|---|---|
| **มีความน่าสนใจน่าค้นหา** | **ครูฟิสิกส์ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คนที่ 2** |
| **ชอบ** | *.....ฟิสิกส์ทำให้เรารู้สึกว่าเป็นวิชาที่มีความน่าสนใจน่าค้นหา นอกจากนี้ยังใช้คณิตศาสตร์มาอธิบายหลักการต่าง ๆ ก็เลยทำให้เราสนใจในวิชาฟิสิกส์ก็เลยทำให้เราชอบมากขึ้น.....* |
| **ท้าทาย** | **นักฟิสิกส์ทางภาคใต้ คนที่ 1** |
| **สนใจ** | *.....ฟิสิกส์เป็นวิชาที่ท้าทาย เป็นวิชาที่ใครก็กลัวก็เลยมีความ* |
| **ความชอบ** | *สนใจ พอเราสนใจเราก็จะมีความพยายาม แล้วก็เกิดความชอบในที่สุด.....* |

**บันทึกสรุป**

จากบันทึกพรรณนาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า เจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ หมายถึง ความสนใจ ความชื่นชอบ ธรรมชาติของวิชาฟิสิกส์ และความเชื่อมั่นในคุณค่าของวิชาฟิสิกส์ที่มีความจำเป็นสามารถช่วยเหลือเพื่อนมนุษย์และพัฒนาประเทศชาติได้

2.1.2 ด้านประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ เป็นประสบการณ์แรกเริ่มสู่การตัดสินใจและการเลือกที่จะพัฒนาตัวเองในด้านฟิสิกส์ ซึ่งตามทัศนะของอาจารย์ และบุคลากรด้านฟิสิกส์ ให้ข้อมูลที่เกี่ยวกับประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 4 บันทึกพรรณนาด้านประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ต่อไปนี้

**ตารางที่ 4** บันทึกพรรณนาด้านประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

| คำหลัก | บันทึกพรรณนา |
|---|---|
| **เข้าค่าย**<br>**ถนัด**<br>**ชอบ** | **อาจารย์ฟิสิกส์ทางภาคใต้ คนที่ 1**<br>*..... ในช่วง ม.ปลาย ได้มีโอกาสไป**เข้าค่าย** สอวน. ทั้งค่ายเคมีและฟิสิกส์ซึ่งการเข้าค่ายมีส่วนมากในการทำความเข้าใจเบื้องต้นว่าเราถนัดและชอบวิชาไหนมากที่สุดจึงได้ตัดสินใจเรียนในสาขาฟิสิกส์เนื่องจากความชอบ และถนัด.....* |
| **เข้าค่ายด้านวิทยาศาสตร์**<br>**มีความชอบ**<br>**มีแรงบันดาลใจ** | **นักฟิสิกส์ทางภาคกลาง คนที่ 1**<br>*.....มีโอกาสได้เข้าค่ายของบริษัท ปตท. ที่ได้เข้ามาแนะนำเกี่ยวกับโครงการที่สนับสนุนทางด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งตอนนั้นก็จะมีการแนะนำเกี่ยวกับนักธรณีฟิสิกส์ เหตุการณ์ตอนนั้นทำให้เรามีความชอบหรือมีแรงบันดาลใจในการเรียนในสาขาฟิสิกส์เพิ่มมากขึ้น.....* |
| **ประสบการณ์พื้นฐานด้านคณิตศาสตร์เป็นทุนเดิม** | **นักฟิสิกส์ทางภาคใต้ คนที่ 1**<br>*.....ในฟิสิกส์ได้ใช้คณิตศาสตร์อย่างเต็มที่ ยิ่งถ้ามีประสบการณ์พื้นฐานด้านคณิตศาสตร์เป็นทุนเดิม ยิ่งทำให้เรามีความเข้าใจ และสนุกกับวิชาฟิสิกส์มากขึ้น.....* |
| **ตอนเด็ก ๆ**<br>**ชอบทดลอง** | **เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการฟิสิกส์ทางภาคเหนือ คนที่ 1**<br>*.....ตอนเด็ก ๆ เอาลวดไปพันตะปูแล้วทำให้เกิดแม่เหล็กแล้วรู้สึกว่าสนุกดี และได้ทดลองเรื่องของเลนส์ที่รวมแสงต่าง ๆ ชอบทำชอบเล่น ชอบอ่านหนังสือชอบดูการ์ตูนวิทยาศาสตร์.....* |

**บันทึกสรุป**

จากบันทึกพรรณนาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ หมายถึง การรับรู้ความสามารถตนเอง แสวงหาความรู้ และประสบการณ์จากการเข้าร่วมกิจกรรม การเลือกเรียนในแผนการเรียนที่ส่งเสริมทักษะความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ในอดีตตั้งแต่ระดับประถมศึกษาจนถึงก่อนเข้ามหาวิทยาลัย

2.2 ปัจจัยภายนอกบุคคล ประกอบด้วย 5 ด้าน คือ 1) ด้านครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย 2) ด้านบทบาทหน้าที่อาจารย์ผู้สอนฟิสิกส์ระดับมหาวิทยาลัย 3) ด้านรูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ 4) ด้านโอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์ และ 5) ด้านลักษณะของบุคคลต้นแบบทางฟิสิกส์

2.2.1 ด้านการสนับสนุนของครูฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย การสอนของครูในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นจุดเริ่มต้นให้นักเรียนได้รู้จักวิชาฟิสิกส์ เป็นจุดเริ่มต้นของความสนใจในธรรมชาติของวิชาฟิสิกส์ ซึ่งตามทัศนะของอาจารย์ และบุคลากรด้านฟิสิกส์ให้ข้อมูลที่เกี่ยวกับครูผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ดังตารางที่ 5 บันทึกพรรณนาด้านการสนับสนุนของครูฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายต่อไปนี้

**ตารางที่ 5** บันทึกพรรณนาด้านการสนับสนุนของครูฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

| คำหลัก | บันทึกพรรณนา |
|---|---|
| **ทำให้ชอบ** | **อาจารย์ฟิสิกส์ทางภาคใต้ คนที่ 1**<br>*..... มองว่าปัจจัยแรกที่จะทำให้คนชอบหรือไม่ชอบฟิสิกส์ ก็คือครูผู้สอนในระดับมัธยม เพราะว่าก่อนที่เขาจะเลือกเรียนในสายนั้นได้นั้นเขาต้องมีความชอบส่วนตัวก่อนแล้ว.....* |
| **มีความสำคัญ** | **อาจารย์ฟิสิกส์ทางภาคใต้ คนที่ 2**<br>*.....ครูผู้สอนระดับมัธยมศึกษามีความสำคัญที่จะช่วยให้นักเรียนสั่งสมความชอบที่จะเลือกเรียนในสาขาฟิสิกส์ หรือจะเป็นนักฟิสิกส์ ต้องชี้ให้เห็นด้วยว่าเรียนฟิสิกส์ไปเพื่ออะไร...* |

**ตารางที่ 5** บันทึกพรรณนาด้านการสนับสนุนของครูฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (ต่อ)

| คำหลัก | บันทึกพรรณนา |
|---|---|
| **หน้าที่ส่งเสริม**<br>**สร้างความอยากรู้อยากเห็น** | **อาจารย์ฟิสิกส์ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คนที่ 1**<br>*.....เป็นหน้าที่ของครูที่ต้องส่งเสริมสร้างความอยากรู้อยากเห็น และสอนความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์.....* |
| **แนะนำแนวทางในการประกอบอาชีพ**<br>**ทำให้ผู้เรียนมีความมั่นใจ** | **ครูฟิสิกส์ทางภาคกลาง คนที่ 2**<br>*..... คนที่เรียนฟิสิกส์ต้องมีแรงบันดาลใจแล้วก็มีเป้าหมาย ครูผู้สอนต้องแนะนำแนวทางในการประกอบอาชีพทำให้ผู้เรียนมีความมั่นใจในการทำงานในอนาคต.....* |
| **กระบวนการสอนของครู**<br>**กระตุ้น**<br>**สร้างแรงบันดาลใจ** | **ครูฟิสิกส์ทางภาคเหนือ คนที่ 1**<br>*.....อยู่ที่กระบวนการสอนของครู ที่จะไม่ทำให้นักเรียนมีทัศนคติไม่ดีกับวิชาฟิสิกส์ ไม่ยัดเยียดเนื้อหา แต่ต้องกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้ อยากเห็น และสร้างแรงบันดาลใจให้นักเรียน.....* |
| **เล่าประสบการณ์**<br>**ทำให้ชอบ**<br>**สอนเข้าใจ**<br>**ถ่ายทอด**<br>**ปลูกฝัง**<br>**สนับสนุน** | **ครูฟิสิกส์ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คนที่ 1**<br>*.....ความชอบนี้เกิดจากครูผู้สอนและมีครูท่านหนึ่งที่รู้ว่าเราชอบในวิชาฟิสิกส์ท่านก็เลยแนะนำว่าให้เรียนในสาขาฟิสิกส์โดยเล่าประสบการณ์ของตัวเองให้เราฟัง.....ครูผู้สอนทำให้เด็กชอบและเข้าใจในวิชาฟิสิกส์อย่างถ่องแท้ก่อน .....คิดว่าตัวเองมาถึงจุดนี้ได้ก็เพราะครูมีที่ถ่ายทอด ปลูกฝังความรู้ สนับสนุนมาจนถึงทุกวันนี้.....* |
| **ส่งเสริม**<br>**แนะนำ**<br>**ชักจูง** | **ครูฟิสิกส์ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คนที่ 2**<br>*.....คนที่ส่งเสริมให้มีความเป็นเหตุเป็นผลหรือกลั่นกรองข้อมูลสามารถเลือกข้อมูลที่ถูกต้อง คงต้องเป็นครูผู้สอนที่คอยเข้าไปแนะนำ คอยชักจูงผู้เรียน.....* |

**ตารางที่ 5** บันทึกพรรณนาด้านการสนับสนุนของครูฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (ต่อ)

| คำหลัก | บันทึกพรรณนา |
|---|---|
| **สอนดี**<br>**อธิบายเข้าใจ**<br>**เปลี่ยนความคิด**<br>**ทำให้อยากเรียน**<br>**แนะนำแนวทาง** | **ครูฟิสิกส์ทางภาคใต้ คนที่ 1**<br>*.....ครูสอนดีมาก อธิบายจนเข้าใจ ครูคนนี้แหละทำให้อยากเรียนฟิสิกส์ ..... ครูผู้สอนที่สามารถแนะนำแนวทางหรือสอนให้นักเรียนมองเรื่องยากเป็นเรื่องง่ายและทำให้นักเรียนอยากที่จะเรียนฟิสิกส์ และเป็นนักฟิสิกส์มากขึ้น.....* |
| **มีความรู้ความเข้าใจ**<br>**ถ่ายทอดความรู้ได้อย่างน่าสนใจ**<br>**สร้างแรงบันดาลใจ**<br>**มอบประสบการณ์ที่ดีทางด้านฟิสิกส์** | **นักฟิสิกส์ทางภาคใต้ คนที่ 1**<br>*..... ครูผู้สอนที่มีความรู้ความเข้าใจ สามารถถ่ายทอดความรู้ได้อย่างน่าสนใจ สร้างแรงบันดาลใจให้ผู้เรียน มอบประสบการณ์ที่ดีทางด้านฟิสิกส์ให้กับนักเรียน.....* |

**บันทึกสรุป**

จากบันทึกพรรณนาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การสนับสนุนของครูฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย หมายถึง การส่งเสริมให้นักเรียนมีความชื่นชอบในธรรมชาติของวิชาฟิสิกส์ สร้างทัศนคติที่ดีด้านฟิสิกส์ให้กับนักเรียน และสนับสนุนจนประสบความสำเร็จในด้านฟิสิกส์

2.2.2 ด้านบทบาทหน้าที่อาจารย์ฟิสิกส์ระดับมหาวิทยาลัย การแสดงออกด้านบทบาทหน้าที่ของอาจารย์ผู้สอนฟิสิกส์ระดับมหาวิทยาลัย เป็นปัจจัยสำคัญที่นักศึกษาจะซึมซับ และถือไปปฏิบัติตามในการทำงานด้านฟิสิกส์ ซึ่งตามทัศนะของอาจารย์ และบุคลากรด้านฟิสิกส์ให้ข้อมูลที่เกี่ยวกับบทบาทหน้าที่อาจารย์ฟิสิกส์ระดับมหาวิทยาลัย ดังตารางที่ 6 บันทึกพรรณนาด้านบทบาทหน้าที่อาจารย์ฟิสิกส์ระดับมหาวิทยาลัยต่อไปนี้

**ตารางที่ 6** บันทึกพรรณนาด้านบทบาทหน้าที่อาจารย์ฟิสิกส์ระดับมหาวิทยาลัย

| คำหลัก | บันทึกพรรณนา |
|---|---|
| **ส่งเสริม** | **อาจารย์ฟิสิกส์ทางภาคกลาง คนที่ 1**<br>*.....ในฐานะที่เราเป็นอาจารย์ผู้สอนฟิสิกส์ต้องส่งเสริมให้เด็กมีความเชื่อและเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์นี่คือสิ่งสำคัญมาก ๆ .....* |
| **กระตุ้น** | **อาจารย์ฟิสิกส์ทางภาคใต้ คนที่ 2**<br>*.....ถ้าเรามีความเป็นฟิสิกส์ภายในตัวตนเรา มีความรัก มีความชอบ มีจิตวิทยาศาสตร์ เราจะสามารถกระตุ้นเด็กรุ่นใหม่ให้เขารักและชอบในวิชาฟิสิกส์ได้.....* |
| **การสร้างแรงบันดาลใจ**<br>**สามารถสร้างชิ้นงาน**<br>**เห็นความสำคัญของฟิสิกส์** | **อาจารย์ฟิสิกส์ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คนที่ 2**<br>*.....ส่วนตัวคิดว่าการสร้างแรงบันดาลใจให้กับผู้เรียนว่าฟิสิกส์สามารถสร้างชิ้นงานที่มีความแปลกและอัศจรรย์แสดงให้เห็นว่าความแปลกนี้มันก็มีประโยชน์สร้างแรงบันดาลใจให้กับนักเรียนนักศึกษาได้ดีขึ้นไปอีก ทำให้คนเห็นความสำคัญของฟิสิกส์.....* |
| **ถ่ายทอด**<br>**การทำงานวิจัย**<br>**ใช้ความเป็นนักฟิสิกส์ได้อย่างเต็มที่** | **อาจารย์ฟิสิกส์ทางภาคใต้ คนที่ 1**<br>*.....ความเป็นนักฟิสิกส์จะถ่ายทอดผ่านอาจารย์ในตอนที่นักศึกษาได้ทำงานวิจัย การทำวิจัยได้ประพฤติปฏิบัติตัวเหมือนนักฟิสิกส์จริง ๆ และใช้ความเป็นนักฟิสิกส์ได้อย่างเต็มที่ .....* |
| **การนำเสนอความรู้**<br>**มุมมอง**<br>**สร้างแรงบันดาลใจ**<br>**ต้นแบบในการคิดค้น**<br>**พัฒนาการเรียนการสอน**<br>**สามารถสร้างหรือพัฒนาชุดทดลอง** | **ครูฟิสิกส์ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คนที่ 1**<br>*.....อาจารย์มีการสอนการนำเสนอความรู้ทางด้านฟิสิกส์ มีมุมมองทางวิทยาศาสตร์ของอาจารย์ทำให้เรานำมาปรับใช้แล้วก็สร้างแรงบันดาลใจให้กับตัวเองว่าเราอยากเป็นครูหรือเป็นนักฟิสิกส์เหมือนอาจารย์ ..... อาจารย์เป็นต้นแบบในการคิดค้นประดิษฐ์ชุดทดลองเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนในชั้นเรียน ทำให้เราสามารถสร้างหรือพัฒนาชุดทดลองเพื่อใช้ในห้องเรียนได้.....* |

**ตารางที่ 6** บันทึกพรรณนาด้านบทบาทหน้าที่อาจารย์ฟิสิกส์ระดับมหาวิทยาลัย (ต่อ)

| คำหลัก | บันทึกพรรณนา |
|---|---|
| **สามารถอธิบาย**<br>**สอนเรื่องยากให้เป็นเรื่องง่าย**<br>**เป็นไอดอล**<br>**จุดประกาย** | **ครูฟิสิกส์ทางภาคใต้ คนที่ 1**<br>*.....อาจารย์สามารถอธิบายให้เราเข้าใจในเนื้อหาได้ง่ายขึ้น สอนเรื่องยากให้เป็นเรื่องง่าย ทำให้เราก้าวผ่านความท้าทายที่เป็นความยุ่งยากตรงนั้นได้.....ในตอนระดับมหาลัยก็มีอาจารย์เป็นไอดอลที่จุดประกายทำให้เราอยากเป็นครูฟิสิกส์.....* |
| **สอนกระบวนการวิทยาศาสตร์**<br>**ทำให้เกิดความชอบ** | **นักฟิสิกส์ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คนที่ 1**<br>*.....อาจารย์สามารถสอนให้เรารู้ถึงกระบวนการวิทยาศาสตร์ ได้ความรู้หรือเนื้อหาที่ถูกต้อง ทำให้เกิดความชอบ สามารถนำความรู้ที่ท่านสอนไปถ่ายทอดต่อได้อย่างถูกต้อง.....* |
| **ให้คำปรึกษาที่ดี**<br>**ปูพื้นฐาน** | **เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการฟิสิกส์ทางภาคกลาง คนที่ 1**<br>*.....มาเจออาจารย์ในสาขาที่ได้ให้คำปรึกษาที่ดีมาก ๆ อาจารย์ให้ทำการทดลองพื้นฐานเยอะมาก เมื่อทำวิจัยของตัวเองถึงรู้เลยว่า อาจารย์ต้องการปูพื้นฐานให้เรามีความเชี่ยวชาญจนสามารถทำงานวิจัยได้อย่างถูกต้อง และสมบูรณ์ที่สุด.....* |

**บันทึกสรุป**

จากบันทึกพรรณนาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า บทบาทหน้าที่อาจารย์ฟิสิกส์ระดับมหาวิทยาลัย หมายถึง การดูแลติดตาม การสอน การฝึกทักษะกระบวนการ การแสวงหาความรู้ทางฟิสิกส์ และการนำความรู้ทางฟิสิกส์มาประยุกต์ในชีวิตประจำวันให้กับนักศึกษาของอาจารย์ผู้สอนในสาขาฟิสิกส์

2.2.3 ด้านรูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ เป็นการเรียนการสอนที่ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งตามทัศนะของอาจารย์และบุคลากรด้านฟิสิกส์ให้ข้อมูลที่เกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ ดังตารางที่ 7 บันทึกพรรณนาด้านรูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ต่อไปนี้

**ตารางที่ 7** บันทึกพรรณนาด้านรูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์

| คำหลัก | บันทึกพรรณนา |
|---|---|
| **ประยุกต์ด้วยตนเอง**<br>**ทำให้กลายเป็นนักทดลอง**<br>**มีการเถียงกันระหว่างกลุ่ม**<br>**มีส่วนร่วมมากที่สุด** | **อาจารย์ฟิสิกส์ทางภาคเหนือ คนที่ 1**<br>*.....การเรียนสอนแบบที่ฝึกให้นักศึกษานำบทเรียนไปประยุกต์ด้วยตนเอง ทำให้กลายเป็นนักทดลอง มีการเถียงกันระหว่างกลุ่ม..... การเรียนการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเป็นนักฟิสิกส์ ต้องให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมมากที่สุด ในการคิดในการพัฒนาทฤษฎี ในการประยุกต์ด้วยตัวเขาเอง.....* |
| **การเรียนการสอนแบบสืบเสาะแสวงหา**<br>**การออกแบบการทดลอง**<br>**การทำโครงงาน**<br>**การสร้างแบบจำลอง**<br>**การสร้างสถานการณ์จำลอง**<br>**สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง** | **อาจารย์ฟิสิกส์ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คนที่ 1**<br>*.....การจัดการเรียนการสอน อันดับแรกก็คือการเรียนการสอนแบบสืบเสาะแสวงหา ประการที่สองก็คือการออกแบบการทดลองให้ดึงดูดที่ท้าทาย และตามมาด้วยการทำโครงงาน การสร้างแบบจำลอง การสร้างสถานการณ์จำลองที่ท้าทายด้วยปัญหา คือ การเรียนการสอนที่เด็กสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง .....* |
| **ออกแบบการทดลองด้วยตนเอง**<br>**แสดงบทบาทนักฟิสิกส์**<br>**การโต้เถียง**<br>**การอภิปรายความรู้** | **อาจารย์ฟิสิกส์ทางภาคใต้ คนที่ 1**<br>*.....การเรียนการสอนที่นักศึกษาออกแบบการทดลองด้วยตนเอง และวิชาสัมมนาสำคัญมากเป็นเวทีให้รุ่นพี่ที่นำเสนอและได้แสดงความรู้ทางฟิสิกส์ในรูปแบบของนักฟิสิกส์ที่มาถ่ายทอดความรู้ แล้วมีอาจารย์แสดงความคิดเห็นแสดงบทบาทนักฟิสิกส์ พฤติกรรมต่าง ๆ มีการโต้เถียง การอภิปรายความรู้กันทำให้ผู้สัมมนาเกิดกระบวนการเรียนรู้ว่าการทำงานทางด้านฟิสิกส์เป็นอย่างไรบ้าง.....* |

**ตารางที่ 7** บันทึกพรรณนาด้านรูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ (ต่อ)

| คำหลัก | บันทึกพรรณนา |
|---|---|
| **การเน้นทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์ การตั้งคำถาม มีแนวคิดมีความสนใจ หาคำตอบด้วยกระบวนการวิทยาศาสตร์** | **ครูฟิสิกส์ทางภาคกลาง คนที่ 1** *.....การเน้นทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์ ทักษะการตั้งคำถามกับสิ่งที่ผ่านเข้ามาหรือปัญหาที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ จะทำให้เรามีแนวคิด มีความสนใจมากขึ้น พอเราเกิดข้อสงสัยก็จะทำให้เราหาคำตอบด้วยกระบวนการวิทยาศาสตร์.....* |
| **ห้องเรียนที่รู้สึกท้าทาย การอภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้ การทดลอง การแสดงความคิดเห็น** | **นักฟิสิกส์ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คนที่ 2** *.....สภาพแวดล้อมต้องเป็นห้องเรียนที่รู้สึกท้าทายไม่น่าเบื่อ ไม่ใช่แค่การสอนแบบบรรยายเพียงอย่างเดียวต้องมีการอภิปราย การแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน แล้วก็มีการทดลองจะทำให้ผู้เรียนไม่น่าเบื่อสามารถสร้างเจตคติที่ดีได้.....* |
| **การบรรยายทฤษฎี ปฏิบัติการทดลอง การออกแบบการทดลอง การนำเสนอผลการทดลอง การอธิบายเพิ่มเติมจากผู้สอน** | **เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการฟิสิกส์ทางภาคใต้ คนที่ 1** *.....การจัดการเรียนการสอนก็ต้องใช้ทั้งการบรรยายทฤษฎีและปฏิบัติการทดลองควบคู่กันไป ซึ่งก็คือการออกแบบการทดลอง การนำเสนอผลการทดลอง และการอธิบายเพิ่มเติมทฤษฎีและการค้นคว้า และจากผู้สอนเป็นการส่งเสริมทักษะความสามารถทางวิทยาศาสตร์และฝึกการทำงานที่คล้ายคลึงกับการทำงานของนักฟิสิกส์.....* |

**บันทึกสรุป**

จากบันทึกพรรณนาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า รูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ หมายถึง การเรียนการสอนที่ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เน้นทั้งการปฏิบัติ และทฤษฎี ควบคู่กันไปตามประเภทของนักฟิสิกส์ที่มีทั้งนักฟิสิกส์ทดลองและนักฟิสิกส์ทฤษฎีที่สอดคล้องกับการค้นคว้าหาความรู้ทางฟิสิกส์

2.2.4 ด้านโอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์ เป็นโอกาสในการแสดงบทบาทนักฟิสิกส์และสร้างแนวคิดในการทำงานด้านฟิสิกส์ ซึ่งตามทัศนะของอาจารย์ และบุคลากรด้านฟิสิกส์ให้ข้อมูลที่เกี่ยวกับโอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์ ดังตารางที่ 8 บันทึกพรรณนาด้านโอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์ต่อไปนี้

**ตารางที่ 8** บันทึกพรรณนาด้านโอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์

| คำหลัก | บันทึกพรรณนา |
|---|---|
| **โอกาสทำโปรเจกต์ตรงกับที่ตัวเองรัก** | **อาจารย์ฟิสิกส์ทางภาคกลาง คนที่ 2**<br>*..... ได้มีโอกาสทำโปรเจกต์เกี่ยวกับพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นอะไรที่ตรงกับที่ตัวเองรัก อยากเรียนอยากรู้ ก็เลยทำโปรเจกต์เกี่ยวกับรังสีที่มาจากดวงอาทิตย์.....* |
| **โอกาสทางการศึกษาเพิ่มสีสันทางวิชาการ** | **อาจารย์ฟิสิกส์ทางภาคเหนือ คนที่ 1**<br>*.....โอกาสทางการศึกษามีมากขึ้นโอกาสที่คนที่ชอบฟิสิกส์ก็เป็นไปได้ง่ายขึ้น หากจะมีทางเร่งให้เร็วขึ้น คือ เพิ่มสีสันทางวิชาการให้ปรากฏในข่าว ในสื่อมวลชน ในภาพยนตร์ไทย ให้มากขึ้นเพิ่มความสนใจใส่สปอร์ตไลท์ที่เกี่ยวกับฟิสิกส์ เทคโนโลยีให้มากขึ้น.....* |
| **การทำวิจัยแสดงให้เห็นว่าฟิสิกส์มีหลายสาขามีประสบการณ์ในการทำวิจัย** | **ครูฟิสิกส์ทางภาคกลาง คนที่ 1**<br>*.....การทำวิจัยทำให้เราเห็นว่าฟิสิกส์มีหลายสาขา ก็เลยทำให้เรายิ่งสนใจฟิสิกส์มากยิ่งขึ้น ตอนนั้นทำงานวิจัยเกี่ยวกับเทอร์โมฟิสิกส์ก็ทำให้เรารู้สึกว่ามีความสนุกแล้วก็มีความสุขกับสิ่งที่ทำ และมีประสบการณ์ในการทำวิจัยมีผลงานตีพิมพ์.....* |
| **การเพิ่มโอกาสทางวิชาการการประชุมวิชาการการจัดค่ายการจัดนิทรรศการเผยแพร่ความรู้** | **นักฟิสิกส์ทางภาคกลาง คนที่ 1**<br>*.....การเพิ่มโอกาสทางวิชาการที่เกี่ยวกับฟิสิกส์ทางโลกออนไลน์ การประชุมวิชาการ การจัดค่ายที่เกี่ยวกับฟิสิกส์หรือการจัดนิทรรศการเผยแพร่ความรู้ทางฟิสิกส์ มีส่วนทำให้เราได้เรียนรู้ และพัฒนาตัวเองจากการศึกษางานของคนอื่น ๆ.....* |

**ตารางที่ 8** บันทึกพรรณนาด้านโอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์ (ต่อ)

| คำหลัก | บันทึกพรรณนา |
|---|---|
| **โอกาสในการทำวิจัย**<br>**พัฒนาบุคลากรทางด้านวิทยาศาสตร์**<br>**สร้างทักษะกระบวนการ** | **นักฟิสิกส์ทางภาคกลาง คนที่ 2**<br>*.....โอกาสในการทำวิจัยเป็นการพัฒนาบุคลากรด้านฟิสิกส์ นอกจากองค์ความรู้ที่ได้แล้ว การทำวิจัยยังสร้างทักษะกระบวนการวิธีคิดแบบนักวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการใช้เครื่องมือ และสามารถพัฒนาตัวเองทำวิจัยใหม่ๆขึ้นมาเรื่อย ๆ มีความรอบคอบหรือทักษะต่าง ๆ เพิ่มมากขึ้น.....* |
| **โอกาสที่ได้ศึกษาปัญหา**<br>**แก้ปัญหา**<br>**ทำโปรเจกต์หรือทำวิจัย** | **นักฟิสิกส์ทางภาคใต้ คนที่ 1**<br>*.....โอกาสที่นักศึกษาจะได้ศึกษาปัญหาแล้วก็ได้ทำการทดลองเพื่อแก้ปัญหา ซึ่งนักศึกษาที่ทำโปรเจกต์หรือทำวิจัย จะเห็นได้ว่าเริ่มมีความเป็นนักฟิสิกส์แสดงออกมาเป็นพฤติกรรมที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแก้ปัญหา.....* |
| **การทำวิจัย**<br>**ใช้ทักษะกระบวนการอย่างเต็มที่** | **เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการฟิสิกส์ทางภาคกลาง คนที่ 1**<br>*.....พอได้มาทำวิจัยในด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีการวางแผนว่าจะทำเรื่องอะไร วางแผนไปเก็บตัวอย่าง นำตัวอย่างมาวัด ล้วนมีความท้าทายทั้งหมดเลย ทำให้เราได้ใช้ทักษะกระบวนการความรู้ที่เรียนมาอย่างเต็มที่.....* |
| **การติดตามข่าวสารด้านฟิสิกส์**<br>**งานสัมมนาความรู้ทางฟิสิกส์**<br>**การแสดงผลงานด้านฟิสิกส์** | **เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการฟิสิกส์ทางภาคใต้ คนที่ 1**<br>*.....การพัฒนาตนเองเรียนรู้สิ่งใหม่ๆก็เป็นปัจจัยส่งเสริมการติดตามข่าวสารที่เกี่ยวกับทางด้านฟิสิกส์บ่อย ๆ ไม่ว่าจะเป็นงานสัมมนาความรู้ทางฟิสิกส์หรือการแสดงผลงานเกี่ยวกับฟิสิกส์ไปรวมดูว่าปัจจุบัน เขาทำอะไรกันบ้าง จะช่วยเพิ่มความสนใจให้เรามากขึ้น.....* |

**บันทึกสรุป**

จากบันทึกพรรณนาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า โอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์ หมายถึง โอกาสที่นักศึกษาสาขาฟิสิกส์ได้แสดงบทบาทนักฟิสิกส์ และใช้ทักษะกระบวนการอย่างเต็มที่ในการสร้างแนวคิด การศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้านฟิสิกส์ ไม่ว่าจะเป็นโอกาสในการทำงานการทำวิจัยหรือการเข้าร่วมกิจกรรมต่าง ๆ ด้านฟิสิกส์ที่เกิดขึ้น

2.2.5 ด้านลักษณะของบุคคลต้นแบบทางฟิสิกส์ นักวิทยาศาสตร์และนักฟิสิกส์ทั้งในและต่างประเทศ เป็นบุคคลต้นแบบที่แสดงออกถึงความสนใจ และเห็นคุณค่าในธรรมชาติของวิชาฟิสิกส์ ซึ่งตามทัศนะของอาจารย์ และบุคลากรด้านฟิสิกส์ให้ข้อมูลที่เกี่ยวกับลักษณะของบุคคลต้นแบบทางฟิสิกส์ ดังตารางที่ 9 บันทึกพรรณนาด้านลักษณะของบุคคลต้นแบบทางฟิสิกส์ต่อไปนี้

**ตารางที่ 9** บันทึกพรรณนาด้านลักษณะของบุคคลต้นแบบทางฟิสิกส์

| คำหลัก | บันทึกพรรณนา |
|---|---|
| **ประทับใจมาก**<br>**วิธีการอธิบาย**<br>**วิธีการมอง**<br>**ทำให้เห็นฟิสิกส์เป็นองค์รวม**<br>**มีรูปแบบการทำงานที่คล้ายคลึง** | **อาจารย์ฟิสิกส์ทางภาคเหนือ คนที่ 1**<br>*.....ได้อ่านหนังสือ "The Feynman's Lecture in Physics" 3 เล่มจบ ทำให้ประทับใจวิธีการอธิบาย วิธีการมอง เห็นฟิสิกส์เป็นองค์รวมทั้งหมดเป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติที่สมบูรณ์ จากนั้นมาก็อ่านงานของเขาทุก ๆ เล่ม แม้กระทั่งรูปแบบงานเขียนของตัวเองก็จะมีความคล้ายคลึงสไตล์เขาอยู่มากทีเดียว..... |
| **ชอบ**<br>**สอนเก่ง หัวดี**<br>**อธิบายในรูปแบบที่ง่ายๆ**<br>**มีความรู้ทางด้านปฏิบัติ**<br>**เอาความรู้มาประยุกต์ใช้เป็น**<br>**นำลักษณะมาประยุกต์ใช้** | **อาจารย์ฟิสิกส์ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คนที่ 1**<br>*.....ชื่นชอบ Richard Feynman เป็นนักฟิสิกส์ที่สอนเก่ง หัวดี อธิบายฟิสิกส์ธรรมดาให้กับคนที่ไม่เรียนหนังสือเข้าใจฟิสิกส์ในรูปแบบที่ง่ายๆ และเป็นนักทฤษฎีที่มีความรู้ทางด้านปฏิบัติ เขาสามารถซ่อมอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ได้ คือเรียนมาแล้วเอาความรู้มาประยุกต์ใช้เป็น ก็ได้นำลักษณะดังกล่าวมาประยุกต์ใช้..... |

**ตารางที่ 9** บันทึกพรรณนาด้านลักษณะของบุคคลต้นแบบทางฟิสิกส์ (ต่อ)

| คำหลัก | บันทึกพรรณนา |
|---|---|
| **ชื่นชอบนักฟิสิกส์ติดดินเป็นกันเอง**<br>**สามารถสร้างชิ้นงาน**<br>**สามารถกระตุ้นสร้างแรงบันดาลใจ**<br>**นับถือการทำงานสร้างความร่วมมือ** | **อาจารย์ฟิสิกส์ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คนที่ 2**<br>*.....ชื่นชอบนักฟิสิกส์ที่ติดดินเป็นกันเอง สามารถสร้างชิ้นงานขึ้นมาแล้วมีคนชื่นชม แล้วเขาสามารถกระตุ้นหรือสร้างแรงบันดาลใจให้กับหลายๆคน และนับถือการทำงานของศาสตราจารย์ท่านหนึ่งเป็นคนที่สร้างความร่วมมือระหว่างกันในการทำงานวิจัย ซึ่งงานวิจัยของอาจารย์ได้วางรูปแบบที่สร้างความร่วมมือในการทำงานวิจัยสามารถทำให้งานวิจัยมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น.....* |
| **การมีต้นแบบ**<br>**การสร้างนักฟิสิกส์ใหม่ๆ**<br>**การศึกษา**<br>**การทำงาน**<br>**ผลงานและทฤษฎี**<br>**สร้างแรงบันดาลใจ** | **อาจารย์ฟิสิกส์ทางภาคใต้ คนที่ 2**<br>*.....การมีต้นแบบที่น่าสนใจทางด้านฟิสิกส์ เป็นหนึ่งปัจจัยที่ส่งเสริมต่อความเป็นนักฟิสิกส์ได้ ดังนั้นถ้าเรามีนักฟิสิกส์ที่สร้างผลงานมีชื่อเสียง และเป็นที่ยอมรับได้ในระดับโลกเยอะๆ ก็เป็นสิ่งหนึ่งในการเพาะต้นกล้าต้นใหม่ๆ ตามมาได้อีกเช่นกัน.....แรงบันดาลใจในการศึกษา การทำงานด้านฟิสิกส์มากกว่า ก็มีไอสไตน์กับไฟแมนที่มีผลงาน ทฤษฎีมากมาย และการทำงานที่สร้างแรงบันดาลใจให้.....* |
| **อยากเก่งเหมือนเขา**<br>**ถือเป็นไอดอล**<br>**พยายามอ่านหนังสือ**<br>**พยายามพัฒนาตัวเอง** | **นักฟิสิกส์ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คนที่ 1**<br>*.....ในการเรียนถ้าได้เจอคนที่เก่งๆในด้านนั้น ๆ ก็จะพยายามหรืออยากเก่งเหมือนเขา หรือยึดถือคนเหล่านั้นเป็นไอดอล ก็จะพยายามอ่านหนังสือตามเขา พยายามพัฒนาตัวเองให้ได้เหมือนเขา .....* |
| **ชอบติดตามนักฟิสิกส์**<br>**มีนักฟิสิกส์เป็นไอดอล**<br>**ทำให้สนใจในฟิสิกส์** | **เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการฟิสิกส์ทางภาคใต้ คนที่ 1**<br>*.....ชอบติดตามเรื่องราวเกี่ยวกับนักฟิสิกส์ แล้วมีนักฟิสิกส์ประจำตัวเรียกได้ว่าเป็นไอดอล ก็คือ ไอน์สไตน์ ยิ่งพอเราได้รู้ได้ทราบถึงประวัติของเขา และผลงานของเขายิ่งทำให้เราสนใจในฟิสิกส์มากยิ่งขึ้น.....* |

**บันทึกสรุป**

จากบันทึกพรรณนาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางฟิสิกส์ หมายถึง บุคลิกภาพ และพฤติกรรมในการทำงานที่มีแบบแผน โดยยึดหลักการที่มีเหตุมีผลสร้างความร่วมมือ และการประยุกต์ใช้ความรู้ทางฟิสิกส์ของนักวิทยาศาสตร์หรือนักฟิสิกส์ทั้งใน และต่างประเทศ

**3. ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของเส้นทางอิทธิพล**

ผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบถามเกี่ยวกับปัจจัยที่ได้จากการสัมภาษณ์ เพื่อให้ผู้ให้ข้อมูลสำคัญจำนวน 7 ท่าน ยืนยันความถูกต้องเกี่ยวกับปัจจัยต่าง ๆ ยืนยันปัจจัยที่ส่งผลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อความเป็นนักฟิสิกส์ และความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้วยกันจำนวน 16 เส้นทาง ตรวจสอบคุณภาพโดยการประเมินความเหมาะสมของเส้นทางอิทธิพลเป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ผลที่ได้สรุปเป็นคะแนนแต่ละเส้นทางดังตารางที่ 10 ดังนี้

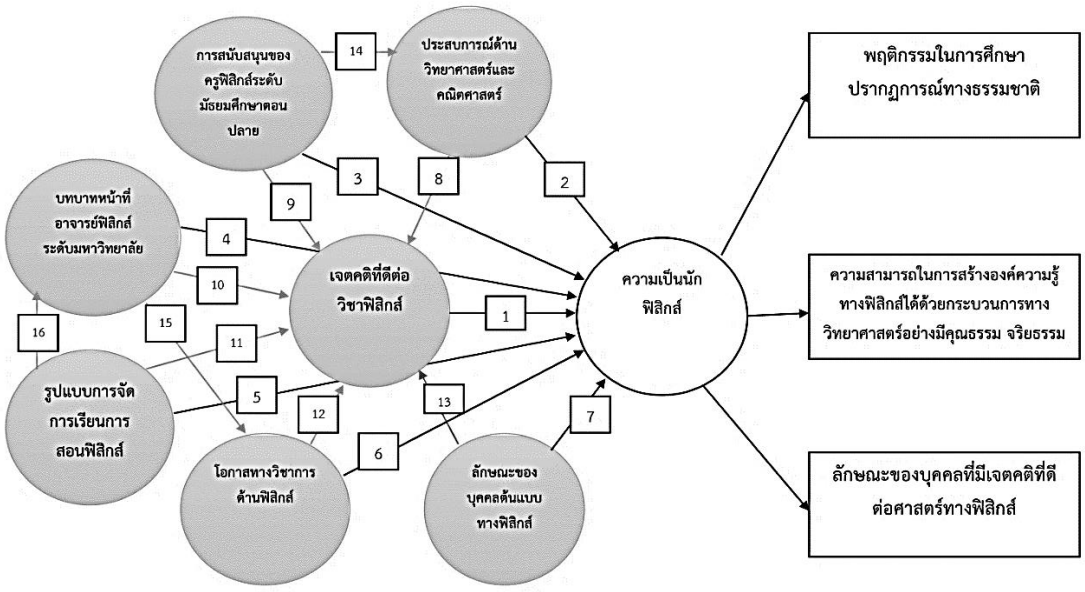
**ตารางที่ 10** คะแนนจากการประเมินความเหมาะสมของเส้นทางอิทธิพลของผู้ให้ข้อมูลสำคัญ

| **ผู้ให้ข้อมูลสำคัญคนที่** | **เส้นทางอิทธิพลที่** | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** |
| **1** | 5 | 5 | 4 | 4 | 3 | 4 | 5 | 5 |
| **2** | 5 | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | 5 | 3 |
| **3** | 4 | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 |
| **4** | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| **5** | 5 | 4 | 3 | 4 | 3 | 2 | 3 | 3 |
| **6** | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 4 |
| **7** | 5 | 5 | 5 | 3 | 5 | 4 | 3 | 5 |
| **คะแนนเฉลี่ย** | **4.86** | **4.57** | **4.14** | **4.14** | **4.00** | **4.14** | **4.43** | **4.14** |
| **ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน** | **.38** | **.53** | **.90** | **.69** | **1.00** | **1.07** | **.98** | **.90** |

**ตารางที่ 10** คะแนนจากการประเมินความเหมาะสมของเส้นทางอิทธิพลของผู้ให้ข้อมูลสำคัญ (ต่อ)

| ผู้ให้ข้อมูลสำคัญคนที่ | เส้นทางอิทธิพลที่ | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 1 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 5 | 5 | 3 |
| 2 | 5 | 5 | 5 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 |
| 3 | 5 | 3 | 5 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4 |
| 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 |
| 6 | 4 | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 |
| 7 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 |
| **คะแนนเฉลี่ย** | **4.43** | **4.29** | **4.57** | **4.14** | **4.29** | **4.43** | **4.29** | **4.14** |
| **ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน** | **.79** | **.76** | **.79** | **.38** | **.76** | **.79** | **.76** | **.89** |

จากผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของเส้นทางอิทธิพล สามารถสรุปเป็นภาพรวมเกี่ยวกับความเป็นนักฟิสิกส์ และปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักฟิสิกส์ตามทัศนะของอาจารย์และบุคลากรด้านฟิสิกส์ในประเทศไทย และพบว่าทั้ง 16 เส้นทางสามารถนำมาเป็นสมมุติฐานได้ดังภาพที่ 1 กรอบแนวคิดเบื้องต้นดังนี้




ภาพที่ 1 ภาพรวมเกี่ยวกับความเป็นนักฟิสิกส์ และปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักฟิสิกส์ตามทัศนะของอาจารย์และบุคลากรด้านฟิสิกส์ในประเทศไทย

**ระยะที่ 2 ศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย**

**วิธีดำเนินการวิจัย**

**ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง** คือ นักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ วิทยาลัยการศึกษา วิทยาลัยการฝึกหัดครู คณะวิทยาศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ และคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาฟิสิกส์ และฟิสิกส์ประยุกต์ รวม 56 มหาวิทยาลัย เป็นนักศึกษาในหลักสูตรด้านศึกษาศาสตร์จำนวน 2,912 คน และด้านวิทยาศาสตร์ จำนวน 4,690 คนรวมทั้งสิ้น 7,602 คน (ข้อมูลสืบค้นเมื่อ ธันวาคม 2562, นักศึกษาปีการศึกษา 2559-2562)

**กลุ่มตัวอย่าง** คือ นักศึกษาสาขาฟิสิกส์ ทั้งหลักสูตรด้านศึกษาศาสตร์ และด้านวิทยาศาสตร์ ที่กำลังศึกษาในระดับชั้นปีที่ 3-4 (เนื่องจากนักศึกษาชั้นปีดังกล่าวได้เรียนผ่านรายวิชาตามหลักสูตรเกินร้อยละ 50 ของรายวิชาทั้งหมดแล้ว และมีประสบการณ์ในการทำโครงการ และการวิจัย มากกว่านักศึกษาชั้นปีที่ 1-2) สำหรับการวิจัยครั้งนี้ใช้การกำหนดกลุ่มตัวอย่างตามหลักการวิเคราะห์ความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้นตามกฎความเพียงพอในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งกำหนดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้อัตราส่วนตัวอย่างต่อข้อคำถาม 1: 10 (Schumacker; & Lomax, 1996: 20) จากแบบสอบถามมีจำนวนข้อคำถามทั้งหมด 65 ข้อ กำหนดกลุ่มตัวอย่างได้ 650 คน (ผู้วิจัยจึงกำหนดการเก็บข้อมูลจำนวนตัวอย่างเป็น 700 คน เพื่อป้องกันข้อมูลสูญหาย) โดยแบ่งกลุ่มหลักสูตรที่ศึกษาออกเป็นด้านศึกษาศาสตร์ และด้านวิทยาศาสตร์ กลุ่มละ 350 คน และสุ่มอย่างง่ายกลุ่มละ 16 มหาวิทยาลัย พร้อมทั้งแบ่งตามสัดส่วนในแต่ละหลักสูตร สำหรับการเลือกตัวอย่างในแต่ละหลักสูตรใช้วิธีการเลือกตัวอย่างตามสะดวกด้วยการนำ QR-Code และลิงก์แบบสอบถามออนไลน์แนบไปพร้อมกับหนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูลวิจัยไปยังคณบดีคณะต่าง ๆ ที่นักศึกษาสาขาฟิสิกส์สังกัดอยู่ ซึ่งการวิจัยครั้งนี้มีผู้ตอบแบบสอบถามออนไลน์มาทั้งหมด 837 คน (เกินมา 137 คน) จำแนกตามหลักสูตรด้านศึกษาศาสตร์ 417 คน และด้านวิทยาศาสตร์ 420 คน

**เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย** คือ แบบสอบถามออนไลน์ ประกอบด้วยชุดคำถาม 3 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามได้แก่ เพศ ชั้นปี หลักสูตร อันดับที่เลือกเรียน เหตุผลในเลือกเรียน และอาชีพในอนาคต

ตอนที่ 2 ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย เป็นแบบมาตรวัดประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 19 ข้อคำถาม โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตอนที่ 2.1 พฤติกรรมในการศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ จำนวน 5 ข้อคำถาม ให้คะแนนการปฏิบัติเท่ากับ 5 ทุกครั้งเป็นประจำ และคะแนนเท่ากับ 1 แทน ไม่เคยเลย

ตอนที่ 2.2 ความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ทางฟิสิกส์ได้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างมีคุณธรรม จริยธรรม จำนวน 9 ข้อคำถาม ให้คะแนนเท่ากับ 5 ดีเยี่ยม และคะแนนเท่ากับ 1 แทน ไม่ดี

ตอนที่ 2.3 ลักษณะของบุคคลที่มีเจตคติที่ดีต่อศาสตร์ทางฟิสิกส์ จำนวน 5 ข้อคำถาม โดยให้คะแนนเท่ากับ 5 แทน เห็นด้วยอย่างยิ่ง และคะแนนเท่ากับ 1 แทน ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ตอนที่ 3 ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย เป็นแบบมาตรวัดประมาณค่า 5 ระดับ โดยให้คะแนนเท่ากับ 5 แทน เห็นด้วยอย่างยิ่ง และคะแนนเท่ากับ 1 แทน ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง จำนวน 46 ข้อคำถาม

โดยเครื่องมือข้างต้นได้ผ่านการหาค่าดัชนีความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content Validity Index : CVI) จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 คน โดยมีค่าดัชนี CVI ระหว่าง .86-1.00 และค่าความเชื่อมั่นจากการทดลองใช้กับนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ ชั้นปี 3-4 คณะศึกษาศาสตร์ และคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี (ไม่ใช่กลุ่มที่ใช้เก็บข้อมูลจริง) จำนวน 30 คน มีค่าแอลฟ่าครอนบาคระหว่าง .72-.91 ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับ เท่ากับ .97 และวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกโดยใช้ t-test มีค่าตั้งแต่ 2.368-7.778 พิจารณาคัดเลือกเฉพาะข้อคำถามที่จำแนกได้ โดยมีค่า p-value น้อยกว่า .05

**การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ**

**การวิเคราะห์สถิติพื้นฐาน** การวิเคราะห์ข้อมูลได้ใช้ร้อยละแสดงรายละเอียดของข้อมูลทั่วไป และค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแสดงความเป็นนักฟิสิกส์ อิทธิพลเชิงสาเหตุต่อความเป็นนักฟิสิกส์ พร้อมทั้งการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของความเป็นนักฟิสิกส์กับข้อมูลทั่วไป

**การตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลการวัด** เพื่อยืนยันว่าเครื่องมือที่สร้างขึ้นมีโครงสร้างตามองค์ประกอบที่ได้กำหนดไว้ และเชื่อมั่นได้ว่าตัวแปรสังเกตได้แต่ละกลุ่มนั้นเป็นตัวบ่งชี้ที่เหมาะสมสำหรับตัวแปรแฝงที่กำหนดไว้ วิเคราะห์อิทธิพลเชิงสาเหตุต่อความเป็นนักฟิสิกส์ด้วยโปรแกรม Smart PLS 3.0 (Ringle et al., 2015)

**การตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างโมเดลตามสมมติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยใช้ค่าไคสแควร์ (Chi-Square)** ถ้าค่าไคสแควร์ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติหรือมีค่าความน่าจะเป็น (p-value) สูงกว่า 0.05 แสดงว่า มีความสอดคล้องระหว่างสมมติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์ และถ้าค่าไคสแควร์ มีนัยสำคัญทางสถิติหรือมีค่าความน่าจะเป็น (p) น้อยกว่า 0.05 แสดงว่า โมเดลตามสมมติฐานไม่มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (พูลพงศ์ สุขสว่า, 2556)

**ค่าความแปรปรวนที่สกัดได้เฉลี่ย (Average Variance Extract) หรือ AVE** โดยค่าสถิติ AVE จะต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 แสดงว่าตัวแปรแฝง สามารถอธิบายความแปรปรวนของตัวบ่งชี้หรือปัจจัย ได้มากกว่าร้อยละ 50 (Hair et al., 2013)

**ค่าความเชื่อมั่นขององค์ประกอบ (Composite Reliability) หรือ CR** ในการทดสอบคุณภาพ และความน่าเชื่อถือของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (Hair et al., 2014) โดยที่ค่าความเชื่อมั่นขององค์ประกอบ (Composite Reliability) จะต้องมีค่ามากกว่า 0.7 ซึ่งถือว่าเป็นระดับที่ยอมรับได้

**ค่าความเชื่อมั่นด้วยค่าแอลฟ่าของครอนบาค (Cronbach's Alpha: $\alpha$)** สำหรับการประเมินโมเดลการวัดจึงมีการทดสอบความเที่ยง และความตรงของเครื่องมือวัด โดยเกณฑ์การทดสอบความเที่ยงของตัวแปรแฝงในโมเดลการวัดแบบสะท้อน คือ ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟ่าของครอนบาค (Cronbach's Alpha) ตามแนวคิดของ Cronbach โดยใช้เกณฑ์มากกว่า 0.7 ซึ่งถือว่าเป็นระดับที่ยอมรับได้ในการทดสอบความเชื่อมั่น (Hair et al., 2014)

**ค่าอัตราส่วน Heterotrait - Monotrait Correlation Ratio (HTMT)** ใช้วัดความเที่ยงตรงเชิงจำแนก โดยเปรียบเทียบเป็นคู่ ๆ ระหว่างคู่ตัวแปรแฝง ค่านี้ต้องน้อยกว่า 1 ถ้ามากกว่า 1 แสดงว่าขาดความเที่ยงตรงเชิงจำแนก เกณฑ์ตัดสินใจคือ HTMT < 1.0 (Jörg Henseler & Christian M.Ringle & Marko Sarstedt, 2015)

**ค่าการทำนายความแม่นยำของรูปแบบเส้นทางด้วยค่า $R^2$ เรียกว่า overall effect size** เกณฑ์ คือ $R^2$ = 0.19, 0.33, 0.67 แสดงว่า อิทธิพลเชิงสาเหตุมีอิทธิพลร่วมกันต่อปัจจัยผลลัพธ์ ต่ำ ปานกลาง และสูง ตามลำดับ (Chin, 1998 ;Hock and Ringle, 2006)

**ค่าสัมประสิทธิ์การทำนายด้วยค่า $Q^2$** เป็นการประเมินอิทธิพลเชิงสาเหตุตัวใดมีผลในทางช่วยพยากรณ์ค่าตัวชี้วัดของตัวแปรผลลัพธ์ (Predictive relevance) มากน้อยเพียงใด ซึ่งเกณฑ์การตัดสินใจ คือ $Q^2$ = 0.02 0.15 และ 0.35 แสดงว่า ตัวแปรแฝงสามารถช่วยในการพยากรณ์ค่าของตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรตามได้ในระดับต่ำ ปานกลาง และสูง ตามลำดับ (Cohen, 1988)

**ค่าความสามารถในการพยากรณ์ของตัวแปร Goodness of Fit: GoF = $R^2$ com (Tenenhaus et al., 2005)** โดยที่ com = AVE เป็น global criteria และ $R^2$ คือ global effect size ช่วยในการพยากรณ์ค่าของตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรตามเกณฑ์การพิจารณา GoF = 0.308 0.406 และ 0.578 แสดงว่าสามารถคาดคะเนความผันแปรของตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรตามได้ในระดับต่ำ ปานกลาง และสูง ตามลำดับ (Henseler & Sarstedt, 2013)

**การทดสอบสมมติฐาน (Path Coefficients and Significance Levels)** การคำนวณสัมประสิทธิ์เส้นทาง PLS-SEM จะใช้การทดสอบการมีนัยสำคัญทางสถิติของพารามิเตอร์ด้วยกระบวนการ Bootstrapping ซึ่งกระบวนการ Bootstrapping จะใช้ในการหาช่วงความเชื่อมั่นของการประมาณค่าพารามิเตอร์หาค่าเฉลี่ยและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของแต่ละพารามิเตอร์เพื่อใช้วิเคราะห์ผลทางสถิติ (Helm et al., 2010; Henseler & Sarstedt, 2013; Hair et al., 2014) และใช้เทคนิคการสุ่มซ้ำข้อมูลที่เก็บได้เพิ่มเติมเพื่อสร้างเป็นชุดข้อมูลใหม่ โดยจำนวนชุดที่ได้จากการสุ่มซ้ำ โดยทั่วไปจะกำหนดจำนวน 5,000 ชุด (Hair et al., 2011; Wong, 2013) การทดสอบสมมติฐานด้วยกระบวนการ Bootstrapping นั้น จะใช้การทดสอบ สมมติฐานที่มีเขตการปฏิเสธทางเดียว (one-tailed) โดยสัมประสิทธิ์เส้นทางของ Inner Model มีระดับ นัยสำคัญ .01 หรือ .05

จากการวิจัยเชิงคุณภาพในระยะที่ 1 โดยใช้แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง เป็นเครื่องมือในการสัมภาษณ์ได้วิเคราะห์ข้อมูลและนิยามให้ความหมายความเป็นนักฟิสิกส์ดังนี้

“ความเป็นนักฟิสิกส์ คือ คุณลักษณะที่แสดงออกถึงพฤติกรรมในการศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ทางฟิสิกส์ได้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างมีคุณธรรม จริยธรรม ภายใต้ตัวตนของบุคคลที่มีเจตคติที่ดีต่อศาสตร์ทางฟิสิกส์ ตามรูปแบบนักฟิสิกส์ทั้งนักฟิสิกส์ทฤษฎี และนักฟิสิกส์ปฏิบัติ”

และได้วิเคราะห์ข้อมูลปัจจัยได้ทั้งหมด 7 ปัจจัย ดังนี้

1) ปัจจัยด้านเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์
2) ปัจจัยด้านประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
3) ปัจจัยด้านการสนับสนุนของครูผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
4) ปัจจัยด้านบทบาทหน้าที่ของอาจารย์ผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมหาวิทยาลัย
5) ปัจจัยด้านรูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์
6) ปัจจัยด้านโอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์
7) ปัจจัยด้านลักษณะของบุคคลต้นแบบทางฟิสิกส์

ผู้วิจัยนำผลการวิจัยเชิงคุณภาพในระยะที่ 1 มาพัฒนากรอบแนวคิดการวิจัย และข้อคำถามในแบบสอบถามเพื่อการวิจัยเชิงปริมาณ วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามด้วยการใช้สถิติพรรณนาและวิเคราะห์เส้นทางอิทธิพลของโมเดลสมการโครงสร้างด้วยวิธี PLS-SEM และได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 4 ตอน ดังนี้

**ตอนที่ 1** วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของข้อมูลทั่วไป โดยนำเสนอค่าสถิติการแจกแจงความถี่ และร้อยละ

**ตอนที่ 2** วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรที่ใช้ในวิเคราะห์อิทธิพลเชิงสาเหตุต่อความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

**ตอนที่ 3** ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย จำแนกตามข้อมูลทั่วไป

**ตอนที่ 4** ผลการวิเคราะห์โมเดลการวัด และโมเดลความสัมพันธ์ของปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย

**ตอนที่ 1 วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของข้อมูลทั่วไป**

**ตารางที่ 11** ความถี่ และร้อยละของกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย จำแนกตามเพศ

| เพศ | จำนวน | ร้อยละ |
|---|---|---|
| ชาย | 225 | 26.88 |
| หญิง | 612 | 73.12 |
| **รวม** | **837** | **100.00** |

จากตารางที่ 11 พบว่า กลุ่มตัวอย่างนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย เป็นเพศชาย จำนวน 225 คน คิดเป็นร้อยละ 26.88 เป็นเพศหญิง จำนวน 612 คน คิดเป็นร้อยละ 73.12

**ตารางที่ 12** ความถี่ และร้อยละของกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย จำแนกตามชั้นปีที่กำลังศึกษา

| ชั้นปีที่กำลังศึกษา | จำนวน | ร้อยละ |
|---|---|---|
| ชั้นปีที่ 3 | 450 | 53.76 |
| ชั้นปีที่ 4 | 387 | 46.24 |
| **รวม** | **837** | **100.00** |

จากตารางที่ 12 พบว่า กลุ่มตัวอย่างนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 3 จำนวน 450 คน คิดเป็นร้อยละ 53.76 และเป็นชั้นปีที่ 4 จำนวน 387 คน คิดเป็นร้อยละ 46.24

**ตารางที่ 13** ความถี่ และร้อยละของกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย จำแนกตามหลักสูตรที่ศึกษา

| หลักสูตรที่ศึกษา | จำนวน | ร้อยละ |
|---|---|---|
| ด้านศึกษาศาสตร์ | 417 | 49.82 |
| ด้านวิทยาศาสตร์ | 420 | 50.18 |
| **รวม** | **837** | **100.00** |

จากตารางที่ 13 พบว่า กลุ่มตัวอย่างนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย ศึกษาในหลักสูตรด้านศึกษาศาสตร์ จำนวน 417 คน คิดเป็นร้อยละ 49.82 ด้านวิทยาศาสตร์ จำนวน 420 คน คิดเป็นร้อยละ 50.18

**ตารางที่ 14** ความถี่ และร้อยละของกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย จำแนกตามอันดับที่เลือกศึกษาต่อในสาขาฟิสิกส์

| อันดับที่เลือกศึกษาต่อ | จำนวน | ร้อยละ |
|---|---|---|
| อันดับที่ 1 | 492 | 58.78 |
| อันดับที่ 2 | 205 | 24.49 |
| อันดับที่ 3 | 95 | 11.35 |
| อันดับที่ 4 | 45 | 5.38 |
| **รวม** | **837** | **100.00** |

จากตารางที่ 14 พบว่า กลุ่มตัวอย่างนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย เลือกศึกษาต่อในสาขาฟิสิกส์ อันดับที่ 1 จำนวน 492 คน คิดเป็นร้อยละ 58.78 อันดับที่ 2 จำนวน 205 คน คิดเป็นร้อยละ 24.49 อันดับที่ 3 จำนวน 95 คน คิดเป็นร้อยละ 11.35 และอันดับที่ 4 จำนวน 45 คน คิดเป็นร้อยละ 5.38

**ตารางที่ 15** ความถี่ และร้อยละของกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย จำแนกตามเหตุผลที่เลือกศึกษาต่อในสาขาฟิสิกส์

| เหตุผลที่เลือกศึกษาต่อ | จำนวน | ร้อยละ |
|---|---|---|
| ตนเอง | 668 | 79.81 |
| ผู้ปกครอง | 112 | 13.38 |
| ครู/อาจารย์ | 33 | 3.94 |
| เพื่อน/รุ่นพี่ | 24 | 2.87 |
| **รวม** | **837** | **100.00** |

จากตารางที่ 15 พบว่า กลุ่มตัวอย่างนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย เลือกศึกษาต่อในสาขาฟิสิกส์ด้วยตนเอง จำนวน 668 คน คิดเป็นร้อยละ 79.81 ด้วยผู้ปกครอง จำนวน 112 คน คิดเป็นร้อยละ 13.38 ด้วยครู/อาจารย์ จำนวน 33 คน คิดเป็นร้อยละ 3.94 และด้วยเพื่อน/รุ่นพี่ จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 2.87

**ตารางที่ 16** ความถี่ และร้อยละของกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย จำแนกตามอาชีพในอนาคต

| อาชีพในอนาคต | จำนวน | ร้อยละ |
|---|---|---|
| นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการในหน่วยงานต่างๆ | 184 | 21.98 |
| นักวิจัยในหน่วยงานต่าง ๆ | 75 | 8.96 |
| ครูผู้สอนในหน่วยงานต่าง ๆ | 578 | 69.06 |
| **รวม** | **837** | **100.00** |

จากตารางที่ 16 พบว่า กลุ่มตัวอย่างนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย เลือกอาชีพในอนาคตเป็นอาชีพนักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการตามหน่วยงานต่างๆ จำนวน 184 คน คิดเป็นร้อยละ 21.98 นักวิจัยในหน่วยงานต่าง ๆ จำนวน 75 คน คิดเป็นร้อยละ 8.96 และครูผู้สอนในหน่วยงานต่างๆ จำนวน 578 คน คิดเป็นร้อยละ 69.06

**ตอนที่ 2 วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรที่ใช้ในวิเคราะห์อิทธิพลเชิงสาเหตุต่อความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน**

ผลวิเคราะห์อิทธิพลเชิงสาเหตุต่อความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย ทั้ง 7 ปัจจัย ดังนี้ คือ 1) ปัจจัยด้านเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ 2) ปัจจัยด้านประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ 3) ปัจจัยด้านการสนับสนุนของครูผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย 4) ปัจจัยด้านบทบาทหน้าที่ของอาจารย์ผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมหาวิทยาลัย 5) ปัจจัยด้านรูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ 6) ปัจจัยด้านโอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์ และ 7) ปัจจัยด้านลักษณะของบุคคลต้นแบบทางฟิสิกส์ จากกลุ่มตัวอย่าง 837 คน ดังตารางที่ต่อไปนี้

**ตารางที่ 17** ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการแปลผลของตัวแปรตาม ความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย **ด้านพฤติกรรมในการศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ** โดยมีคะแนนเต็ม 5 คะแนน

| ตัวแปรสังเกตได้ | ค่าเฉลี่ย | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | แปลผล |
|---|---|---|---|
| BV1 ฉันศึกษาลักษณะทางกายภาพของวัตถุ และอนุภาค | 3.15 | .84 | บางครั้ง |
| BV2 ฉันศึกษาค้นคว้าหรือทดลองให้เกิดความแม่นยำและน่าเชื่อถือก่อนอธิบายให้คนอื่นฟัง | 3.63 | .87 | บ่อยครั้ง |
| BV3 ฉันศึกษาเกี่ยวกับแรงในธรรมชาติ และพลังงาน | 3.53 | .85 | บ่อยครั้ง |
| BV4 ฉันมักมีข้อสงสัยเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติรอบตัว | 3.96 | .89 | บ่อยครั้ง |
| BV5 ฉันใช้หลักการหรือทฤษฎีทางฟิสิกส์ในการศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ | 3.74 | .85 | บ่อยครั้ง |
| **รวม** | **3.60** | **.86** | **บ่อยครั้ง** |

จากตารางที่ 17 สำหรับตัวแปรแฝงความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย ด้านพฤติกรรมในการศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ โดยภาพรวมมีพฤติกรรมอยู่ในระดับปฏิบัติบ่อยครั้ง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.60 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .86 ซึ่งมีตัวแปรสังเกตได้ BV4 “ฉันมักมีข้อสงสัยเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติรอบตัว” ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 3.96 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .89 มีพฤติกรรมอยู่ในระดับปฏิบัติบ่อยครั้ง รองลงมาคือ BV5 “ฉันใช้

หลักการหรือทฤษฎีทางฟิสิกส์ในการศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ” มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.74 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .85 มีพฤติกรรมอยู่ในระดับปฏิบัติบ่อยครั้ง และต่ำสุดคือ BV1 “ฉันศึกษาลักษณะทางกายภาพของวัตถุและอนุภาค” ให้ค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 3.15 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .84 มีพฤติกรรมอยู่ในระดับปฏิบัติบางครั้ง

**ตารางที่ 18** ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการแปลผลของตัวแปรตาม ความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย **ด้านความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ทางฟิสิกส์ได้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างมีคุณธรรม จริยธรรม** โดยมีคะแนนเต็ม 5 คะแนน

| ตัวแปรสังเกตได้ | ค่าเฉลี่ย | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | แปลผล |
|---|---|---|---|
| AT1 ฉันสามารถอธิบายประเด็นทางฟิสิกส์ที่ยากให้เข้าใจได้อย่างง่ายได้ | 3.16 | 78. | ไม่แน่ใจ |
| AT2 ฉันสามารถสร้างสิ่งประดิษฐ์ที่ใช้หลักการทางฟิสิกส์ขึ้นมาใช้เองได้ | 3.13 | .88 | ไม่แน่ใจ |
| AT3 ฉันสามารถใช้ความรู้ และกระบวนการทางฟิสิกส์แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน | 3.55 | .79 | ดี |
| AT4 ฉันสามารถใช้เหตุผลที่เป็นองค์ความรู้ทางฟิสิกส์อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติให้กับผู้ที่มีข้อสงสัยได้ | 3.59 | .76 | ดี |
| AT5 ฉันสามารถใช้เครื่องมือวัดทางฟิสิกส์ วัดค่าต่าง ๆ ได้ละเอียดที่สุด ตามความสามารถของเครื่องมือ | 3.68 | .84 | ดี |
| AT6 ฉันสามารถใช้ความรู้ทางฟิสิกส์ที่หลากหลายเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของปัญหาที่เกี่ยวข้องกับฟิสิกส์ที่เกิดขึ้นในสังคม | 3.40 | .80 | ไม่แน่ใจ |
| AT7 ฉันสามารถอธิบายลักษณะทางกายภาพของวัตถุและอนุภาคด้วยหลักการทางฟิสิกส์ | 3.32 | .79 | ไม่แน่ใจ |
| AT8 ฉันสามารถคำนวณปริมาณต่าง ๆ โดยอาศัยหลักการทางฟิสิกส์ได้อย่างแม่นยำ | 3.41 | .80 | ไม่แน่ใจ |

**ตารางที่ 18** ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการแปลผลของตัวแปรตาม ความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย **ด้านความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ทางฟิสิกส์ได้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างมีคุณธรรม จริยธรรม** โดยมีคะแนนเต็ม 5 คะแนน (ต่อ)

| ตัวแปรสังเกตได้ | ค่าเฉลี่ย | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | แปลผล |
|---|---|---|---|
| AT9 ฉันสามารถวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวกับปริมาณทางฟิสิกส์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้ | 3.45 | .80 | ไม่แน่ใจ |
| **รวม** | **3.41** | **.80** | **ไม่แน่ใจ** |

จากตารางที่ 18 สำหรับตัวแปรแฝงความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย ด้านความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ทางฟิสิกส์ได้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างมีคุณธรรม จริยธรรม โดยภาพรวมมีความสามารถอยู่ในระดับไม่แน่ใจ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.41 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .80 ซึ่งมีตัวแปรสังเกตได้ AT5 “ฉันสามารถใช้เครื่องมือวัดทางฟิสิกส์วัดค่าต่าง ๆ ได้ละเอียดที่สุด ตามความสามารถของเครื่องมือ” มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 3.68 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .84 มีความสามารถอยู่ในระดับดี รองลงมาคือ AT4 “ฉันสามารถใช้เหตุผลที่เป็นองค์ความรู้ทางฟิสิกส์อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติให้กับผู้ที่มีข้อสงสัยได้” มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.59 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .76 มีความสามารถอยู่ในระดับดี และต่ำสุดคือ AT2 “ฉันสามารถสร้างสิ่งประดิษฐ์ที่ใช้หลักการทางฟิสิกส์ขึ้นมาใช้เองได้” ให้ค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 3.13 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .88 มีความสามารถอยู่ในระดับไม่แน่ใจ

**ตารางที่ 19** ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการแปลผลของตัวแปรตาม ความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย **ด้านลักษณะของบุคคลที่มีเจตคติที่ดีต่อศาสตร์ทางฟิสิกส์** โดยมีคะแนนเต็ม 5 คะแนน

| ตัวแปรสังเกตได้ | ค่าเฉลี่ย | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | แปลผล |
|---|---|---|---|
| CT1 ฉันสนใจศึกษาสิ่งไม่มีชีวิตเพื่อสิ่งมีชีวิต | 3.71 | .88 | เห็นด้วย |
| CT2 ฉันรู้สึกภูมิใจที่ได้อธิบายความรู้ทางฟิสิกส์ให้คนอื่น ๆ ฟัง | 4.05 | .87 | เห็นด้วย |
| CT3 ฉันตั้งใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์เพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับวิชาฟิสิกส์ | 3.87 | .85 | เห็นด้วย |
| CT4 ฉันทำการศึกษา ค้นคว้า ทดลอง และวิจัยด้านฟิสิกส์ด้วยความเต็มใจเสมอ | 3.87 | .85 | เห็นด้วย |
| CT5 ฉันมีความสุขทุกครั้งที่สามารถใช้เครื่องมือวัดทางฟิสิกส์<br>วัดค่าต่าง ๆ ได้อย่างละเอียดที่สุดตามที่ต้องการ | 4.02 | .87 | เห็นด้วย |
| **รวม** | **3.90** | **.86** | **เห็นด้วย** |

จากตารางที่ 19 สำหรับตัวแปรแฝงความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย ด้านลักษณะของบุคคลที่มีเจตคติที่ดีต่อศาสตร์ทางฟิสิกส์ โดยภาพรวมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.90 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .86 ซึ่งมีตัวแปรสังเกตได้ CT2 “ฉันรู้สึกภูมิใจที่ได้อธิบายความรู้ทางฟิสิกส์ให้คนอื่น ๆ ฟัง” ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.05 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .87 มีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วย รองลงมาคือ CT5 “ฉันมีความสุขทุกครั้งที่สามารถใช้เครื่องมือวัดทางฟิสิกส์ วัดค่าต่าง ๆ ได้อย่างละเอียดที่สุดตามที่ต้องการ” มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.02 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .87 มีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วย และต่ำสุดคือ CT1 “ฉันสนใจศึกษาสิ่งไม่มีชีวิตเพื่อสิ่งมีชีวิต” ให้ค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 3.71 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .88 มีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วย

**ตารางที่ 20** ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการแปลผลของตัวแปรต้น ปัจจัยด้านเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ โดยมีคะแนนเต็ม 5 คะแนน

| ตัวแปรสังเกตได้ | ค่าเฉลี่ย | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | แปลผล |
|---|---|---|---|
| ATP1 องค์ความรู้ทางฟิสิกส์ทำให้ฉันสามารถนำความรู้มาใช้พัฒนาตนเองด้านการทำงานได้ | 3.98 | .77 | เห็นด้วย |
| ATP2 ฟิสิกส์ทำให้ฉันไม่กลัวปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้น | 3.80 | .89 | เห็นด้วย |
| ATP3 ฟิสิกส์ทำให้ฉันสนใจศึกษาสิ่งไม่มีชีวิตเพื่อสิ่งมีชีวิต | 3.83 | .85 | เห็นด้วย |
| ATP4 ฟิสิกส์ทำให้ฉันเป็นคนมีเหตุมีผลในศึกษา ค้นคว้า ทดลอง และวิจัยเพื่อพัฒนาความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี | 4.02 | .80 | เห็นด้วย |
| ATP5 ฟิสิกส์เป็นวิชาที่ยาก แต่ถ้าเรามีความตั้งใจที่จะศึกษาอย่างจริงจัง ฉันเชื่อมั่นว่าฉันจะประสบความสำเร็จในการเรียนฟิสิกส์อย่างแน่นอน | 4.11 | .87 | เห็นด้วย |
| ATP6 ฟิสิกส์ทำให้ฉันมีความเชื่อมั่นว่าฉันมีพื้นฐานที่จะใช้ในการประยุกต์ด้านวิศวกรรม และเทคโนโลยีได้ | 3.94 | .84 | เห็นด้วย |
| **รวม** | **3.95** | **.84** | **เห็นด้วย** |

จากตารางที่ 20 สำหรับตัวแปรแฝงปัจจัยด้านเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ โดยภาพรวมมีความคิดเห็นในระดับ เห็นด้วย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.95 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .84 ซึ่งมีตัวแปรสังเกตได้ ATP5 “ฟิสิกส์เป็นวิชาที่ยาก แต่ถ้าเรามีความตั้งใจที่จะศึกษาอย่างจริงจัง ฉันเชื่อมั่นว่าฉันจะประสบความสำเร็จในการเรียนฟิสิกส์อย่างแน่นอน” ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.11 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .87 มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยรองลงมาคือ ATP4 “ฟิสิกส์ทำให้ฉันเป็นคนมีเหตุมีผลในศึกษา ค้นคว้า ทดลอง และวิจัยเพื่อพัฒนาความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี” มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.02 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .80 มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วย และต่ำสุดคือ ATP2 “ฟิสิกส์ทำให้ฉันไม่กลัวปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้น” ให้ค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 3.80 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .89 มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วย

**ตารางที่ 21** ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการแปลผลของตัวแปรต้น ปัจจัยด้านประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมีคะแนนเต็ม 5 คะแนน

| ตัวแปรสังเกตได้ | ค่าเฉลี่ย | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | แปลผล |
|---|---|---|---|
| SME1 ฉันภูมิใจที่ได้เรียนในด้านวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ | 4.19 | .82 | เห็นด้วย |
| SME2 ฉันคิดว่าการทำโครงงานด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้ฉัน มีทักษะความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ | 4.00 | .80 | เห็นด้วย |
| SME3 ทักษะทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนมา มีความสำคัญกับการเรียนฟิสิกส์ | 4.19 | .83 | เห็นด้วย |
| SME4 ฉันใช้ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ในการเรียนฟิสิกส์ | 4.11 | .83 | เห็นด้วย |
| SME5 ฉันนำประสบการณ์จากการทำกิจกรรมนักเรียนหรือนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ของฉันมาใช้ในการเรียนฟิสิกส์ได้ | 3.99 | .83 | เห็นด้วย |
| **รวม** | **4.10** | **.82** | **เห็นด้วย** |

จากตารางที่ 21 สำหรับตัวแปรแฝงปัจจัยด้านประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยภาพรวมมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.10 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .82 ซึ่งมีตัวแปรสังเกตได้ SME1 “ฉันภูมิใจที่ได้เรียนในด้านวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์” และ SME3 “ทักษะทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนมา มีความสำคัญกับการเรียนฟิสิกส์” ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากันเท่ากับ 4.19 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .82 และ .83 ตามลำดับ มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วย รองลงมาคือ SME4 “ฉันใช้ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ในการเรียนฟิสิกส์” มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.11 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .83 มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วย และต่ำสุดคือ SME5 “ฉันนำประสบการณ์จากการทำกิจกรรมนักเรียนหรือนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของฉันมาใช้ในการเรียนฟิสิกส์ได้” ให้ค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 3.99 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .83 มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วย

**ตารางที่ 22** ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการแปลผลของตัวแปรต้น ปัจจัยด้านการสนับสนุนของครูผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีคะแนนเต็ม 5 คะแนน

| ตัวแปรสังเกตได้ | ค่าเฉลี่ย | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | แปลผล |
|---|---|---|---|
| TPT1 ครูฟิสิกส์มีกิจกรรมการเรียนการสอนที่น่าสนใจ | 3.87 | .88 | เห็นด้วย |
| TPT2 ครูฟิสิกส์สอนให้ฉันเข้าใจปรากฏการณ์ทางธรรมชาติอย่างมีหลักการ | 3.92 | .84 | เห็นด้วย |
| TPT3 ครูฟิสิกส์สอนให้ฉันเป็นคนมีเหตุมีผล | 3.98 | .86 | เห็นด้วย |
| TPT4 ฉันเข้าใจฟิสิกส์เพราะครูมีกระบวนการสอนที่ดี | 3.87 | .90 | เห็นด้วย |
| TPT5 ครูฟิสิกส์กระตุ้นฉันให้มีความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับฟิสิกส์ | 3.86 | .94 | เห็นด้วย |
| TPT6 ฉันชื่นชอบวิชาฟิสิกส์เพราะมีครูฟิสิกส์ที่ให้คำแนะนำที่ดีในการเรียนวิชาฟิสิกส์ | 3.87 | .98 | เห็นด้วย |
| **รวม** | **3.90** | **.90** | **เห็นด้วย** |

จากตารางที่ 22 สำหรับตัวแปรแฝงปัจจัยด้านการสนับสนุนของครูผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยภาพรวมมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.90 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .90 ซึ่งมีตัวแปรสังเกตได้ TPT3 “ครูฟิสิกส์สอนให้ฉันเป็นคนมีเหตุมีผล” ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 3.98 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .86 มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วย รองลงมาคือ TPT2 “ครูฟิสิกส์สอนให้ฉันเข้าใจปรากฏการณ์ทางธรรมชาติอย่างมีหลักการ” มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.92 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .84 มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วย และต่ำสุดคือ TPT5 “ครูฟิสิกส์กระตุ้นฉันให้มีความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับฟิสิกส์” ให้ค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 3.86 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .94 มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วย

**ตารางที่ 23** ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการแปลผลของตัวแปรต้น ปัจจัยด้านบทบาทหน้าที่ของอาจารย์ผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมหาวิทยาลัย โดยมีคะแนนเต็ม 5 คะแนน

| ตัวแปรสังเกตได้ | ค่าเฉลี่ย | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | แปลผล |
|---|---|---|---|
| UPL1 อาจารย์ฟิสิกส์สร้างชิ้นงานที่แปลกใหม่ให้ฉันเห็นอยู่เสมอ | 3.78 | .89 | เห็นด้วย |
| UPL2 อาจารย์ฟิสิกส์ทำให้ฉันมีความมั่นใจในการเรียนสาขาฟิสิกส์ | 3.77 | .90 | เห็นด้วย |
| UPL3 อาจารย์ฟิสิกส์แสดงบทบาทการเป็นนักฟิสิกส์ที่ดีให้ฉันเห็นอยู่เสมอ | 3.88 | .88 | เห็นด้วย |
| UPL4 อาจารย์เป็นผู้ชี้แนะแนวทางที่ดีในการทำงานด้านฟิสิกส์ให้สำเร็จ | 3.98 | .88 | เห็นด้วย |
| UPL5 ฉันเรียนรู้การทำงานของนักฟิสิกส์ผ่านงานที่อาจารย์มอบหมายให้ทำ | 3.86 | .90 | เห็นด้วย |
| UPL6 ฉันสามารถนำเทคนิคการทำงานด้านฟิสิกส์ของอาจารย์มาปรับใช้ได้ | 3.85 | .85 | เห็นด้วย |
| UPL7 อาจารย์ฟิสิกส์คือตัวอย่างในการคิดค้น ประดิษฐ์นวัตกรรมต่าง ๆ ของฉัน | 3.82 | .90 | เห็นด้วย |
| **รวม** | **3.85** | **.89** | **เห็นด้วย** |

จากตารางที่ 23 สำหรับตัวแปรแฝงปัจจัยด้านบทบาทหน้าที่ของอาจารย์ผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมหาวิทยาลัยโดยภาพรวมมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.85 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .89 ซึ่งมีตัวแปรสังเกตได้ UPL4 “อาจารย์เป็นผู้ชี้แนะแนวทางที่ดีในการทำงานด้านฟิสิกส์ให้สำเร็จ” ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 3.98 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .88 มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วย รองลงมาคือ UPL3 “อาจารย์ฟิสิกส์แสดงบทบาทการเป็นนักฟิสิกส์ที่ดีให้ฉันเห็นอยู่เสมอ” มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.88 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .88 มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วย และต่ำสุดคือ UPL2 “อาจารย์ฟิสิกส์ทำให้ฉันมีความมั่นใจในการเรียนสาขาฟิสิกส์” ให้ค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 3.77 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .90 มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วย

**ตารางที่ 24** ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการแปลผลของตัวแปรต้น ปัจจัยด้านรูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ โดยมีคะแนนเต็ม 5 คะแนน

| ตัวแปรสังเกตได้ | ค่าเฉลี่ย | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | แปลผล |
|---|---|---|---|
| MPL1 ฉันสนุกกับการเรียนที่ได้ลองผิดลองถูกด้วยตนเอง | 4.10 | .85 | เห็นด้วย |
| MPL2 ฉันรู้สึกท้าทายในการสืบเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง | 4.02 | .83 | เห็นด้วย |
| MPL3 สถานการณ์จำลองที่ท้าทายด้วยปัญหาทำให้ฉันแก้ปัญหาเป็น | 3.99 | .83 | เห็นด้วย |
| MPL4 ฉันได้แสดงบทบาทนักฟิสิกส์ที่ดีในการนำเสนองานด้านฟิสิกส์ | 3.75 | .85 | เห็นด้วย |
| MPL5 คำถามที่เกิดจากการทดลองกระตุ้นให้ฉันมีความอยากรู้อยากเห็น | 4.02 | .80 | เห็นด้วย |
| MPL6 ความรู้ทางทฤษฎีทำให้ฉันอยากพิสูจน์ด้วยการทดลอง | 3.95 | .84 | เห็นด้วย |
| MPL7 ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติทำให้ฉันมีความอยากรู้อยากเห็น | 4.11 | .82 | เห็นด้วย |
| **รวม** | **3.99** | **.83** | **เห็นด้วย** |

จากตารางที่ 24 สำหรับตัวแปรแฝงปัจจัยด้านรูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ โดยภาพรวมมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.99 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .83 ซึ่งมีตัวแปรสังเกตได้ MPL7 “ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติทำให้ฉันมีความอยากรู้อยากเห็น” ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.11 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .82 มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วย รองลงมาคือ MPL1 “ฉันสนุกกับการเรียนที่ได้ลองผิดลองถูกด้วยตนเอง” มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.10 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .85 มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วย และต่ำสุดคือ MPL4 “ฉันได้แสดงบทบาทนักฟิสิกส์ที่ดีในการนำเสนองานด้านฟิสิกส์” ให้ค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 3.75 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .85 มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วย

**ตารางที่ 25** ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการแปลผลของตัวแปรต้น ปัจจัยด้านโอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์ โดยมีคะแนนเต็ม 5 คะแนน

| ตัวแปรสังเกตได้ | ค่าเฉลี่ย | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | แปลผล |
|---|---|---|---|
| AOP1 ฉันมีความสุขในการทำโปรเจกต์ด้านฟิสิกส์ | 3.71 | .87 | เห็นด้วย |
| AOP2 การทำงานด้านฟิสิกส์ทำให้ฉันเป็นคนมีเหตุผล | 3.97 | .79 | เห็นด้วย |
| AOP3 ถ้าฉันได้ทำโปรเจกต์/ทำวิจัยจะทำให้ฉันได้ใช้ทักษะกระบวนการด้านฟิสิกส์ได้อย่างเต็มที่ | 3.90 | .82 | เห็นด้วย |
| AOP4 ถ้าฉันมีโอกาสเข้าชมผลงานด้านฟิสิกส์ น่าจะทำให้ฉันสามารถนำความรู้มาใช้ในการเรียนได้ | 4.00 | .83 | เห็นด้วย |
| AOP5 ฉันคิดว่าโอกาสในการร่วมงานประชุมวิชาการด้านฟิสิกส์ น่าจะทำให้ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้มากขึ้น | 3.99 | .84 | เห็นด้วย |
| AOP6 ฉันคิดว่าค่ายวิชาการด้านฟิสิกส์ น่าจะทำให้ฉันถ่ายทอดหรือได้รับความรู้ได้อย่างเต็มที่ | 3.99 | .84 | เห็นด้วย |
| AOP7 ถ้าฉันมีโอกาสเข้าชมนิทรรศการความรู้ด้านฟิสิกส์ ฉันจะมีแนวคิดใหม่ๆ ในการสร้างผลงาน | 3.92 | .84 | เห็นด้วย |
| AOP8 ฉันตื่นตัวตลอดเวลาในการค้นคว้าหาความรู้จากข่าวสารด้านฟิสิกส์ | 3.79 | .82 | เห็นด้วย |
| AOP9 ฉันชอบติดตามเพจเกี่ยวกับฟิสิกส์บนโลกออนไลน์ | 3.85 | .90 | เห็นด้วย |
| AOP10 ฉันชอบศึกษา ค้นคว้า แชร์หรือแบ่งปันความรู้ทางฟิสิกส์บนโลกออนไลน์ | 3.76 | .94 | เห็นด้วย |
| **รวม** | **3.89** | **.85** | **เห็นด้วย** |

จากตารางที่ 25 สำหรับตัวแปรแฝงปัจจัยด้านโอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์ โดยภาพรวมมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.89 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .85 ซึ่งมีตัวแปรสังเกตได้ AOP4 “ถ้าฉันมีโอกาสเข้าชมผลงานด้านฟิสิกส์ น่าจะทำให้ฉันสามารถนำความรู้มาใช้ในการเรียนได้” ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.00 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .83 มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วย รองลงมาคือ AOP5 “ฉันคิดว่าโอกาสในการร่วมงานประชุมวิชาการด้านฟิสิกส์ น่าจะทำให้ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้มากขึ้น” และ AOP6 “ฉันคิดว่าค่ายวิชาการด้านฟิสิกส์ น่าจะทำให้

ฉันถ่ายทอดหรือได้รับความรู้ได้อย่างเต็มที่” มีค่าเฉลี่ยเท่ากันเท่ากับ 3.99 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากันเท่ากับ .84 มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วย และต่ำสุดคือ AOP1 “ฉันมีความสุขในการทำโปรเจกต์ด้านฟิสิกส์” ให้ค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 3.71 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .87 มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วย

**ตารางที่ 26** ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการแปลผลของตัวแปรต้น ปัจจัยด้านลักษณะของบุคคลต้นแบบทางฟิสิกส์ โดยมีคะแนนเต็ม 5 คะแนน

| ตัวแปรสังเกตได้ | ค่าเฉลี่ย | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | แปลผล |
|---|---|---|---|
| RMP1 ฉันจะเป็นนักฟิสิกส์ที่ดีตามนักฟิสิกส์ที่ฉันชื่นชอบให้ได้ | 3.72 | .91 | เห็นด้วย |
| RMP2 ฉันสร้างแรงบันดาลใจจากการศึกษาชีวประวัติของนักฟิสิกส์ที่ชื่นชอบ | 3.61 | .96 | เห็นด้วย |
| RMP3 ฉันนำรูปแบบการทำงานของนักฟิสิกส์ที่ชื่นชอบมาปรับใช้การทำงานของตนเอง | 3.62 | .91 | เห็นด้วย |
| RMP4 ฉันนับถือการทำงานของนักฟิสิกส์ที่สามารถสร้างความร่วมมือระหว่างกันในการทำงาน | 3.72 | .89 | เห็นด้วย |
| RMP5 ฉันมีความคิดที่จะประสบความสำเร็จเหมือนนักฟิสิกส์ที่ชื่นชอบ | 3.75 | .95 | เห็นด้วย |
| **รวม** | **3.68** | **.92** | **เห็นด้วย** |

จากตารางที่ 26 สำหรับตัวแปรแฝงปัจจัยด้านลักษณะของบุคคลต้นแบบทางฟิสิกส์ โดยภาพรวมมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.68 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .92 ซึ่งมีตัวแปรสังเกตได้ RMP5 “ฉันมีความคิดที่จะประสบความสำเร็จเหมือนนักฟิสิกส์ที่ชื่นชอบ” ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 3.75 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .95 มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วย รองลงมาคือ RMP1 “ฉันจะเป็นนักฟิสิกส์ที่ดีตามนักฟิสิกส์ที่ฉันชื่นชอบให้ได้” และ RMP4 “ฉันนับถือการทำงานของนักฟิสิกส์ที่สามารถสร้างความร่วมมือระหว่างกันในการทำงาน” มีค่าเฉลี่ยเท่ากันเท่ากับ 3.72 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .91 และ .89 ตามลำดับ มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วย

และต่ำสุดคือ RMP2 “ฉันสร้างแรงบันดาลใจจากการศึกษาชีวประวัติของนักฟิสิกส์ที่ชื่นชอบ” ให้ค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 3.61 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .96 มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วย

**ตอนที่ 3 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย จำแนกตามข้อมูลทั่วไป**

ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่มีความเป็นอิสระต่อกัน (Independent samples test) และวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One – way ANOVA) มีรายละเอียดดังตารางที่ 27

**ตารางที่ 27** การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย จำแนกตามข้อมูลทั่วไป

| รายการ | ค่าเฉลี่ย | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | t (F) | p-value |
|---|---|---|---|---|
| **เพศ** | | | | |
| ชาย (225 คน) | 3.71 | .60 | 3.84 | .00** |
| หญิง (612 คน) | 3.54 | .54 | | |
| **หลักสูตร** | | | | |
| ด้านศึกษาศาสตร์ (417 คน) | 3.62 | .56 | 1.87 | .03* |
| ด้านวิทยาศาสตร์ (420 คน) | 3.55 | .55 | | |
| **ชั้นปี** | | | | |
| ปี 3 (450 คน) | 3.58 | .55 | .31 | .37 |
| ปี 4 (387 คน) | 3.59 | .57 | | |
| **อันดับที่เลือกศึกษาต่อในสาขาฟิสิกส์** | | | | |
| อันดับที่ 1 (492 คน) | 3.65 | .53 | | |
| อันดับที่ 2 (205 คน) | 3.56 | .54 | (8.34) | .00** |
| อันดับที่ 3 (95 คน) | 3.38 | .61 | | |
| อันดับที่ 4 (45 คน) | 3.42 | .71 | | |

**ตารางที่ 27** การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย จำแนกตามข้อมูลทั่วไป (ต่อ)

| รายการ | ค่าเฉลี่ย | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | t (F) | p-value |
|---|---|---|---|---|
| **เหตุผลที่เลือกศึกษาต่อในสาขาฟิสิกส์** | | | | |
| ตนเอง (668 คน) | 3.59 | .56 | | |
| ผู้ปกครอง (112 คน) | 3.55 | .58 | (.55) | .64 |
| ครู/อาจารย์ (33 คน) | 3.51 | .51 | | |
| เพื่อน/รุ่นพี่ (24 คน) | 3.65 | .53 | | |
| **อาชีพในอนาคต** | | | | |
| นักวิทยาศาสตร์ (184 คน) | 3.53 | .59 | | |
| นักวิจัย (75 คน) | 3.60 | .57 | (1.09) | .33 |
| ครูผู้สอน (578 คน) | 3.60 | .54 | | |

*p<.05, **p<.01

จากตารางที่ 27 พบว่า ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่มีความเป็นอิสระต่อกัน (Independent samples test) การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย จำแนกตามข้อมูลทั่วไป เพศ หลักสูตร และชั้นปี พบว่า เพศชายมีค่าเฉลี่ยของความเป็นนักฟิสิกส์ สูงกว่าเพศหญิง นักศึกษาหลักสูตรด้านศึกษาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยความเป็นนักฟิสิกส์ที่สูงกว่าหลักสูตรด้านวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักศึกษาชั้นปีที่ 3 และ 4 มีค่าเฉลี่ยของความเป็นนักฟิสิกส์ไม่แตกต่างกัน และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One – way ANOVA) การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย จำแนกตามข้อมูลทั่วไป อันดับที่เลือกศึกษาต่อในสาขาฟิสิกส์ เหตุผลที่เลือกศึกษาต่อในสาขาฟิสิกส์ และอาชีพในอนาคต พบว่า อันดับที่เลือกเรียนก่อนเข้าศึกษาต่อมีค่าเฉลี่ยของความเป็นนักฟิสิกส์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยข้างคู่ด้วยสถิติ LSD พบว่าแตกต่างกันทั้งหมด 4 คู่ ดังนี้ อันดับที่ 1 กับอันดับที่ 2, อันดับที่ 1 กับ อันดับที่ 3, อันดับที่ 1 กับ อันดับที่ 4, และอันดับที่ 2 กับ อันดับที่ 3 ส่วนเหตุผลที่เลือกศึกษาต่อในสาขาฟิสิกส์ และอาชีพในอนาคต ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยข้างต้นให้ผลที่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

**ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์โมเดลการวัด และโมเดลความสัมพันธ์ของปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย**

**ตารางที่ 28** ผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นแบบแอลฟ่าครอนบาค ความเชื่อมั่นขององค์ประกอบ และค่าความแปรปรวนเฉลี่ยขององค์ประกอบที่สกัดได้ (Construct Reliability and Validity)

| ตัวแปรแฝง | แอลฟ่าครอนบาค (α) | ความเชื่อมั่นขององค์ประกอบ (CR) | ค่าความแปรปรวนเฉลี่ยขององค์ประกอบที่สกัดได้ (AVE) |
|---|---|---|---|
| เจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ | .886 | .913 | .639 |
| ประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ | .904 | .928 | .722 |
| การสนับสนุนของครูผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย | .930 | .945 | .740 |
| บทบาทหน้าที่ของอาจารย์ผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมหาวิทยาลัย | .942 | .953 | .744 |
| รูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ | .935 | .947 | .719 |
| โอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์ | .939 | .948 | .648 |
| ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางฟิสิกส์ | .896 | .924 | .711 |
| ความเป็นนักฟิสิกส์ | .920 | .930 | .508 |

จากตารางที่ 28 ผลการประเมินความสอดคล้องภายในของตัวแปรสังเกตได้ที่เป็นโมเดลแบบสะท้อน (Reflective Model) ด้วยค่าความเชื่อมั่นขององค์ประกอบ (Composite Reliability) มีค่าระหว่าง .913-.953 ซึ่งมีค่ามากกว่า .80 การประเมินความเที่ยงตรงเชิงเหมือนด้วยค่าความแปรปรวนเฉลี่ยขององค์ประกอบที่สกัดได้ (Average Variance Extracted: AVE) มีค่าระหว่าง .508-.744 ซึ่งมีค่ามากกว่า .50 และการประเมินความเชื่อมั่นด้วยค่าแอลฟ่าของครอนบาค (Cronbach’s

Alpha) มีค่าระหว่าง .886-.942 ซึ่งมีค่ามากกว่า .80 แสดงให้เห็นว่าตัวแปรสังเกตได้ในแต่ละองค์ประกอบมีความสัมพันธ์กันภายใน และสามารถร่วมกันอธิบายองค์ประกอบที่สกัดได้เป็นอย่างดี

**ตารางที่ 29** ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงจำแนก (Discriminant Validity) ด้วยเกณฑ์ของ Fornell- Larcker

| ตัวแปรแฝง | ประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ | เจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ | การสนับสนุนของครูผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย | รูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ | โอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์ | บทบาทหน้าที่ของอาจารย์ผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมหาวิทยาลัย | ความเป็นนักฟิสิกส์ | ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางฟิสิกส์ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ | .850 | | | | | | | |
| เจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ | .792 | .799 | | | | | | |
| การสนับสนุนของครูผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย | .615 | .583 | .860 | | | | | |
| รูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ | .739 | .735 | .621 | .848 | | | | |
| โอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์ | .732 | .726 | .614 | .827 | .805 | | | |
| บทบาทหน้าที่ของอาจารย์ผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมหาวิทยาลัย | .626 | .619 | .695 | .713 | .686 | .862 | | |
| ความเป็นนักฟิสิกส์ | .712 | .761 | .549 | .718 | .728 | .590 | .713 | |
| ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางฟิสิกส์ | .544 | .551 | .564 | .662 | .704 | .618 | .590 | .843 |

จากตารางที่ 29 ผลการประเมินความเที่ยงตรงเชิงจำแนก (Discriminant Validity) ด้วยเกณฑ์ของ Fornell-Larcker มีค่าในแนวทแยงระหว่าง .713-.862 ซึ่งมีค่ามากกว่าค่านอกแนวทแยงของเมทริกซ์ซึ่งมีค่าระหว่าง .544-.827 แสดงว่าตัวแปรแฝงนั้นมีความแปรปรวนร่วมกันกับตัวบ่งชี้ในองค์ประกอบเดียวกันมากกว่าตัวแปรอื่นในโมเดลที่มาจากตัวบ่งชี้ต่างองค์ประกอบกัน

**ตารางที่ 30** ผลการวิเคราะห์อัตราส่วน HTMT (Heterotrait-Monotrait)

| ตัวแปรแฝง | ประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ | เจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ | การสนับสนุนของครูผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย | รูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ | โอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์ | บทบาทหน้าที่ของอาจารย์ผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมหาวิทยาลัย | ความเป็นนักฟิสิกส์ | ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางฟิสิกส์ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ | | | | | | | | |
| เจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ | .879 | | | | | | | |
| การสนับสนุนของครูผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย | .670 | .638 | | | | | | |
| รูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ | .804 | .802 | .667 | | | | | |
| โอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์ | .792 | .788 | .654 | .881 | | | | |
| บทบาทหน้าที่ของอาจารย์ผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมหาวิทยาลัย | .673 | .672 | .742 | .757 | .724 | | | |
| ความเป็นนักฟิสิกส์ | .756 | .820 | .579 | .756 | .767 | .617 | | |
| ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางฟิสิกส์ | .600 | .612 | .615 | .720 | .763 | .665 | .635 | |

จากตารางที่ 30 ผลการวิเคราะห์อัตราส่วน HTMT (Heterotrait- Monotrait) มีค่าระหว่าง .635-.881 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า .90 แสดงว่าตัวแปรสังเกตได้ในแต่ละโมเดลการวัดสามารถวัดองค์ประกอบได้เฉพาะโมเดลนั้นๆ เป็นอย่างดี

**ตารางที่ 31** ผลการวิเคราะห์ปัจจัยการขยายตัวของความแปรปรวนของตัวแปรแฝงที่มีโมเดลแบบสะท้อน (Inner VIF)

| ตัวแปรแฝง | ประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ | เจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ | การสนับสนุนของครูผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย | รูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ | โอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์ | บทบาทหน้าที่ของอาจารย์ผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมหาวิทยาลัย | ความเป็นนักฟิสิกส์ | ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางฟิสิกส์ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ | | 2.625 | | | | | 3.366 | |
| เจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ | | | | | | | 3.204 | |
| การสนับสนุนของครูผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย | 1.000 | 2.225 | | | | | 2.230 | |
| รูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ | | 4.013 | | | | 1.000 | 4.128 | |
| โอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์ | | 4.089 | | | | | 4.173 | |
| บทบาทหน้าที่ของอาจารย์ผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมหาวิทยาลัย | | 2.706 | | | 1.000 | | 2.713 | |
| ความเป็นนักฟิสิกส์ | | | | | | | | |
| ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางฟิสิกส์ | | 2.201 | | | | | 2.201 | |

จากตารางที่ 31 ผลการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างโดยการพิจารณาภาวะร่วมเชิงเส้น (Multicollinearity) ของตัวแปรสังเกตได้ด้วยค่าปัจจัยการขยายตัวของความแปรปรวนของตัวแปรแฝงที่มีโมเดลแบบสะท้อน (Inner VIF) มีค่าระหว่าง 1.000–4.173 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 5 แสดงว่าไม่เกิดปัญหาภาวะร่วมเชิงเส้นของตัวแปรสังเกตได้

**ตารางที่ 32** ผลการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักอิทธิพลของตัวแปรสังเกตได้

| ตัวแปรแฝง / ตัวแปรสังเกตได้ | ประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ | เจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ | การสนับสนุนของครูผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย | รูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ | โอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์ | บทบาทหน้าที่ของอาจารย์ผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมหาวิทยาลัย | ความเป็นนักฟิสิกส์ | ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางฟิสิกส์ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| AOP1 | | | | | .741 | | | |
| AOP10 | | | | | .745 | | | |
| AOP2 | | | | | .814 | | | |
| AOP3 | | | | | .833 | | | |
| AOP4 | | | | | .844 | | | |
| AOP5 | | | | | .841 | | | |
| AOP6 | | | | | .824 | | | |
| AOP7 | | | | | .817 | | | |
| AOP8 | | | | | .826 | | | |
| AOP9 | | | | | .758 | | | |
| AT1 | | | | | | | .638 | |
| AT2 | | | | | | | .577 | |
| AT3 | | | | | | | .718 | |
| AT4 | | | | | | | .730 | |
| AT5 | | | | | | | .705 | |
| AT6 | | | | | | | .717 | |
| AT7 | | | | | | | .698 | |
| AT8 | | | | | | | .668 | |
| AT9 | | | | | | | .757 | |
| ATP1 | | .848 | | | | | | |
| ATP2 | | .682 | | | | | | |
| ATP3 | | .767 | | | | | | |

**ตารางที่ 32** ผลการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักอิทธิพลของตัวแปรสังเกตได้ (ต่อ)

| ตัวแปรแฝง / ตัวแปรสังเกตได้ | ประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ | เจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ | การสนับสนุนของครูผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย | รูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ | โอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์ | บทบาทหน้าที่ของอาจารย์ผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมหาวิทยาลัย | ความเป็นนักฟิสิกส์ | ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางฟิสิกส์ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ATP4 | | .863 | | | | | | |
| ATP5 | | .796 | | | | | | |
| ATP6 | | .826 | | | | | | |
| BV1 | | | | | | | .528 | |
| BV2 | | | | | | | .604 | |
| BV3 | | | | | | | .640 | |
| BV4 | | | | | | | .587 | |
| BV5 | | | | | | | .647 | |
| CT1 | | | | | | | .614 | |
| CT2 | | | | | | | .724 | |
| CT3 | | | | | | | .741 | |
| CT4 | | | | | | | .765 | |
| CT5 | | | | | | | .741 | |
| HPT1 | | | .828 | | | | | |
| HPT2 | | | .867 | | | | | |
| HPT3 | | | .845 | | | | | |
| HPT4 | | | .884 | | | | | |
| HPT5 | | | .881 | | | | | |
| HPT6 | | | .854 | | | | | |
| MPL1 | | | | .858 | | | | |
| MPL2 | | | | .859 | | | | |
| MPL3 | | | | .864 | | | | |

**ตารางที่ 32** ผลการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักอิทธิพลของตัวแปรสังเกตได้ (ต่อ)

| ตัวแปรแฝง / ตัวแปรสังเกตได้ | ประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ | เจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ | การสนับสนุนของครูผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย | รูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ | โอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์ | บทบาทหน้าที่ของอาจารย์ผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมหาวิทยาลัย | ความเป็นนักฟิสิกส์ | ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางฟิสิกส์ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| MPL4 | | | | .787 | | | | |
| MPL5 | | | | .864 | | | | |
| MPL6 | | | | .868 | | | | |
| MPL7 | | | | .831 | | | | |
| RMP1 | | | | | | | | .860 |
| RMP2 | | | | | | | | .885 |
| RMP3 | | | | | | | | .892 |
| RMP4 | | | | | | | | .865 |
| RMP5 | | | | | | | | .698 |
| SME1 | .854 | | | | | | | |
| SME2 | .846 | | | | | | | |
| SME3 | .873 | | | | | | | |
| SME4 | .844 | | | | | | | |
| SME5 | .830 | | | | | | | |
| UPL1 | | | | | | .795 | | |
| UPL2 | | | | | | .850 | | |
| UPL3 | | | | | | .872 | | |
| UPL4 | | | | | | .886 | | |
| UPL5 | | | | | | .889 | | |
| UPL6 | | | | | | .856 | | |
| UPL7 | | | | | | .884 | | |

จากตารางที่ 32 ผลการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักอิทธิพลของตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรตามแต่ละตัวด้วยค่า loading พบว่า CT4 “ฉันทำการศึกษา ค้นคว้า ทดลอง และวิจัยด้านฟิสิกส์ด้วยความเต็มใจเสมอ” ให้ค่าน้ำหนักสูงสุดเท่ากับ .765 รองลงมาคือ AT9 “ฉันสามารถวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวกับปริมาณทางฟิสิกส์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้” ให้ค่าน้ำหนักเท่ากับ .757 และ BV1 “ฉันศึกษาลักษณะทางกายภาพของวัตถุ และอนุภาค ” ให้ค่าน้ำหนักต่ำสุดเท่ากับ .528 และค่าน้ำหนักอิทธิพลของตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรอิสระโดยส่วนใหญ่มีค่าสูงกว่า .7 ดังนี้ ตัวแปรด้านประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มีค่าน้ำหนักระหว่าง .830 - .873 ตัวแปรด้านเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์มีค่าน้ำหนักอิทธิพลระหว่าง .682 - .863 ตัวแปรด้านการสนับสนุนของครูผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายมีค่าน้ำหนักอิทธิพลระหว่าง .828 - .884 ตัวแปรด้านรูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์มีค่าน้ำหนักอิทธิพลระหว่าง .787 - .868 ตัวแปรด้านโอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์มีค่าน้ำหนักอิทธิพลระหว่าง .741 - .844 และตัวแปรด้านลักษณะของบุคคลต้นแบบทางฟิสิกส์มีค่าน้ำหนักอิทธิพลระหว่าง .698 - .892

ผลการวิเคราะห์โมเดลการวัดได้ตัดตัวแปรสังเกตได้ AT1, AT2, BV1, BV2, BV4 และ CT1 เนื่องจากน้ำหนักองค์ประกอบ (Main Loading) น้อยกว่า .70 แต่ตัวแปรสังเกตได้ BV3, BV5, ATP2 และ RMP5 แม้ว่ามีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Main Loading) น้อยกว่า .70 ก็ไม่สามารถตัดออกจากโมเดลนั้นๆ ได้ เพราะโมเดลการวัดนั้นสามารถตัดตัวแปรสังเกตได้ไม่เกินร้อยละ 10 ของตัวแปรสังเกตได้ทั้งหมด และจากการตัดตัวแปรสังเกตได้ดังกล่าวทำให้ค่า AVE ของตัวแปรตามมีค่ามากกว่า .50 ดังตารางที่ 27 และภาพที่ 2

ผลการวิเคราะห์โมเดลความสัมพันธ์ของปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย พบว่า

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การทำนายด้วยค่า $R^2$ แสดงว่าตัวแปรแฝงทั้ง 5 ตัวสามารถอธิบายความผันแปรของตัวแปรตามได้ร้อยละ 66.3 และการพิจารณาการทำนายความแม่นยำของรูปแบบเส้นทางด้วยค่า $Q^2$ เท่ากับ .322 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0 และใกล้เคียง .35 แสดงว่าตัวแปรแฝงทั้ง 7 ตัวสามารถช่วยในการพยากรณ์ค่าของตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรตามได้ในระดับสูงสอดคล้องกับค่า Goodness of Fit (GOF) เท่ากับ .593 ซึ่งมีค่าใกล้เคียง .578 แสดงว่าตัวแปรแฝงทั้ง 7 ตัวสามารถคาดคะเนความผันแปรของตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรตามได้ในระดับสูง ดังภาพที่ 2

สำหรับผลการทดสอบเส้นทางอิทธิพลโมเดลสมการโครงสร้างด้วยวิธี PLS-SEM ใช้ขั้นตอนวิธี Bootstrap เพื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางจากทั้งหมด 16 เส้นทางอิทธิพลปรากฏว่าสนับสนุนเส้นทางอิทธิพลที่กำหนด 11 เส้นทางอิทธิพลได้แก่

1) เส้นทางอิทธิพลที่ 1 เจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์มีอิทธิพลเชิงบวกต่อความเป็นนักฟิสิกส์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .375 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 8.239

2) เส้นทางอิทธิพลที่ 2 ประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มีอิทธิพลเชิงบวกต่อความเป็นนักฟิสิกส์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .131 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 3.134

3) เส้นทางอิทธิพลที่ 5 รูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์มีอิทธิพลเชิงบวกต่อความเป็นนักฟิสิกส์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .128 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 2.633

4) เส้นทางอิทธิพลที่ 6 โอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์มีอิทธิพลเชิงบวกต่อความเป็นนักฟิสิกส์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .189 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 4.020

5) เส้นทางอิทธิพลที่ 7 ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางฟิสิกส์มีอิทธิพลเชิงบวกต่อความเป็นนักฟิสิกส์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 0.095 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 2.750

6) เส้นทางอิทธิพลที่ 8 ประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มีอิทธิพลเชิงบวกต่อเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .481 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 12.486

7) เส้นทางอิทธิพลที่ 11 รูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์มีอิทธิพลเชิงบวกต่อเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .190 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 3.870

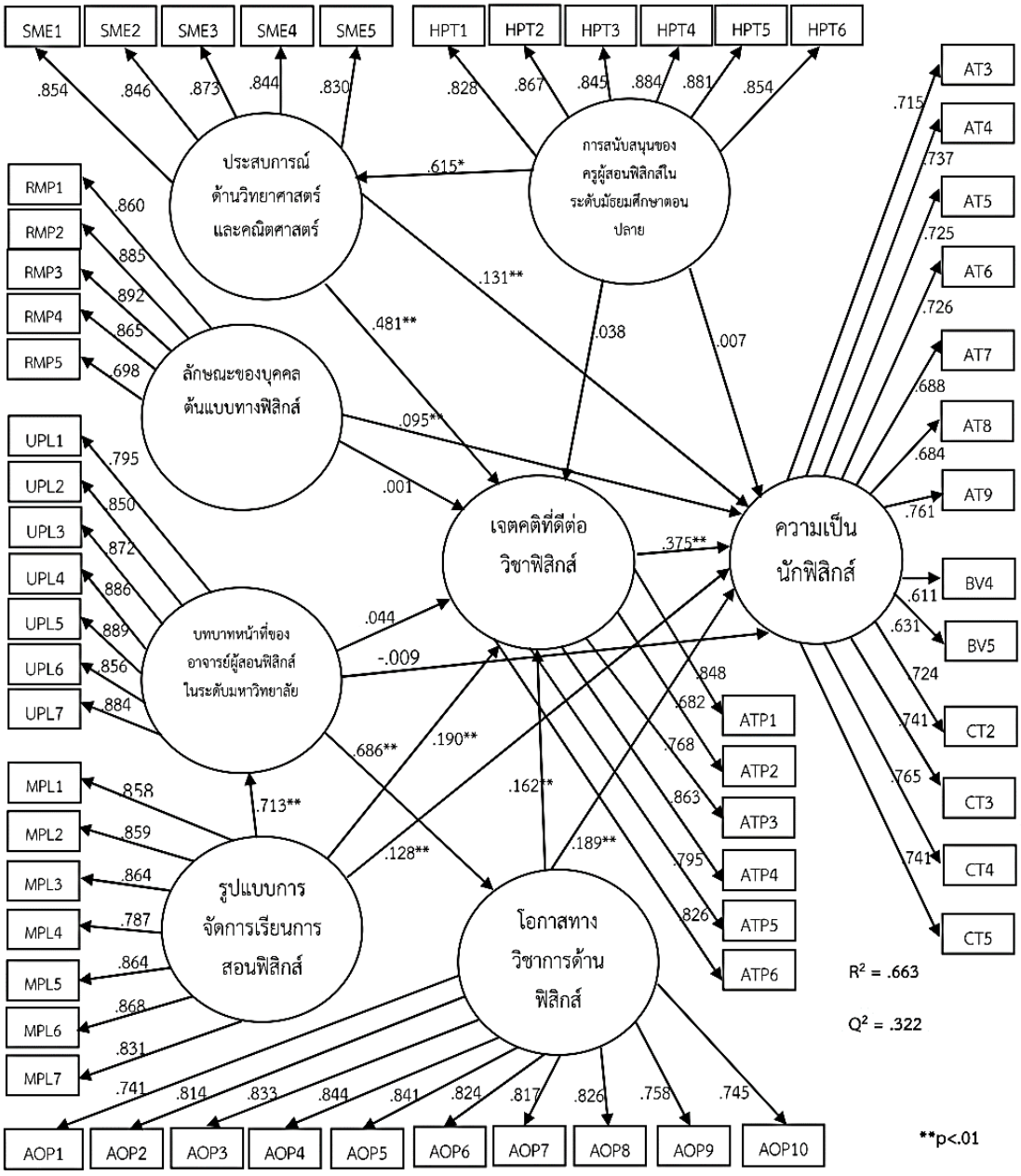
8) เส้นทางอิทธิพลที่ 12 โอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์มีอิทธิพลเชิงบวกต่อเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .162 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 3.575

9) เส้นทางอิทธิพลที่ 14 การสนับสนุนของครูผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายมีอิทธิพลเชิงบวกต่อประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .615 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 18.951

10) เส้นทางอิทธิพลที่ 15 รูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ มีอิทธิพลเชิงบวกต่อบทบาทหน้าที่ของอาจารย์ผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมหาวิทยาลัย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .713 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 26.675

11) เส้นทางอิทธิพลที่ 16 บทบาทหน้าที่ของอาจารย์ผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมหาวิทยาลัยมีอิทธิพลเชิงบวกต่อโอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .686 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 26.184

ส่วนอีก 5 เส้นทางอิทธิพลปรากฏผลการมีอิทธิพลระหว่างตัวแปรแฝงทั้ง 2 ตัวอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือ ไม่สามารถสนับสนุนเส้นทางอิทธิพลที่กำหนดไว้ ผลแสดงดังภาพที่ 2 และตารางที่ 33




**ภาพที่ 2** โมเดลสมการโครงสร้างกำลังสองน้อยสุดบางส่วนของตัวแปรแฝงที่มีต่อความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ ในประเทศไทย

**ตารางที่ 33** ผลการวิเคราะห์เส้นทางอิทธิพลขององค์ประกอบ (n=837)

| เส้นทางอิทธิพล | ค่าสัมประสิทธิ์ | ค่า SE | ค่าสถิติทดสอบ t | ค่า p-value |
|---|---|---|---|---|
| เจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ -> ความเป็นนักฟิสิกส์ | .375 | .046 | 8.239 | .000** |
| ประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ -> ความเป็นนักฟิสิกส์ | .131 | .042 | 3.134 | .002** |
| การสนับสนุนของครูผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย-> ความเป็นนักฟิสิกส์ | .007 | .031 | .210 | .833 |
| บทบาทหน้าที่ของอาจารย์ผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมหาวิทยาลัย-> ความเป็นนักฟิสิกส์ | -.009 | .034 | .265 | .791 |
| รูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์-> ความเป็นนักฟิสิกส์ | .128 | .049 | 2.633 | .008** |
| โอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์ -> ความเป็นนักฟิสิกส์ | .189 | .047 | 4.020 | .000* |
| ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางฟิสิกส์ -> ความเป็นนักฟิสิกส์ | .095 | .034 | 2.750 | .006** |
| ประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ -> เจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ | .418 | .039 | 12.486 | .000** |
| การสนับสนุนของครูผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย -> เจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ | .038 | .034 | 1.138 | .255 |
| บทบาทหน้าที่ของอาจารย์ผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมหาวิทยาลัย -> เจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ | .044 | .039 | 1.135 | .256 |
| รูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ -> เจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ | .190 | .049 | 3.870 | .000** |
| โอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์ -> เจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ | .162 | .045 | 3.575 | .000** |

**ตารางที่ 33** ผลการวิเคราะห์เส้นทางอิทธิพลขององค์ประกอบ (n=837) (ต่อ)

| เส้นทางอิทธิพล | ค่าสัมประสิทธิ์ | ค่า SE | ค่าสถิติทดสอบ t | ค่า p-value |
|---|---|---|---|---|
| ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางฟิสิกส์ -> เจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ | .001 | .035 | .027 | .979 |
| การสนับสนุนของครูผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย -> ประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ | .615 | .032 | 18.951 | .000** |
| รูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ -> บทบาทหน้าที่ของอาจารย์ผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมหาวิทยาลัย | .713 | .027 | 26.675 | .000** |
| บทบาทหน้าที่ของอาจารย์ผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมหาวิทยาลัย-> โอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์ | .686 | .026 | 26.184 | .000** |

**p<.01, SE: Standard Error (ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน)

**ตารางที่ 34** ผลการวิเคราะห์ค่าอิทธิพลทางอ้อม (Indirect Effect) ของปัจจัยที่มีผลต่อตัวแปรตาม

| เส้นทางอิทธิพล | ค่า สัมประสิทธิ์ | ค่าสถิติ ทดสอบ t | ค่า p-value |
|---|---|---|---|
| การสนับสนุนของครูผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย -> เจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์-> ความเป็นนักฟิสิกส์ | .296 | 10.479 | .000** |
| รูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ -> เจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์-> ความเป็นนักฟิสิกส์ | .111 | 3.202 | .001** |
| รูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ -> โอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์-> ความเป็นนักฟิสิกส์ | .490 | 14.705 | .000** |
| บทบาทหน้าที่ของอาจารย์ผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมหาวิทยาลัย-> เจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์-> ความเป็นนักฟิสิกส์ | .111 | 3.444 | .001** |

**p< .01

จากตารางที่ 34 พบว่า ค่าอิทธิพลทางอ้อมของปัจจัยที่มีผลต่อตัวแปรตามในโมเดล โดยใช้วิธี PLS - SEM ด้วยขั้นตอนวิธี Bootstrap สามารถพิจารณาตามตัวแปร ได้ดังนี้

1) การสนับสนุนของครูผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายมีอิทธิพลทางอ้อมส่งผ่านเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .296 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 10.479

2) รูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์มีอิทธิพลทางอ้อมส่งผ่านเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .111 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 3.202

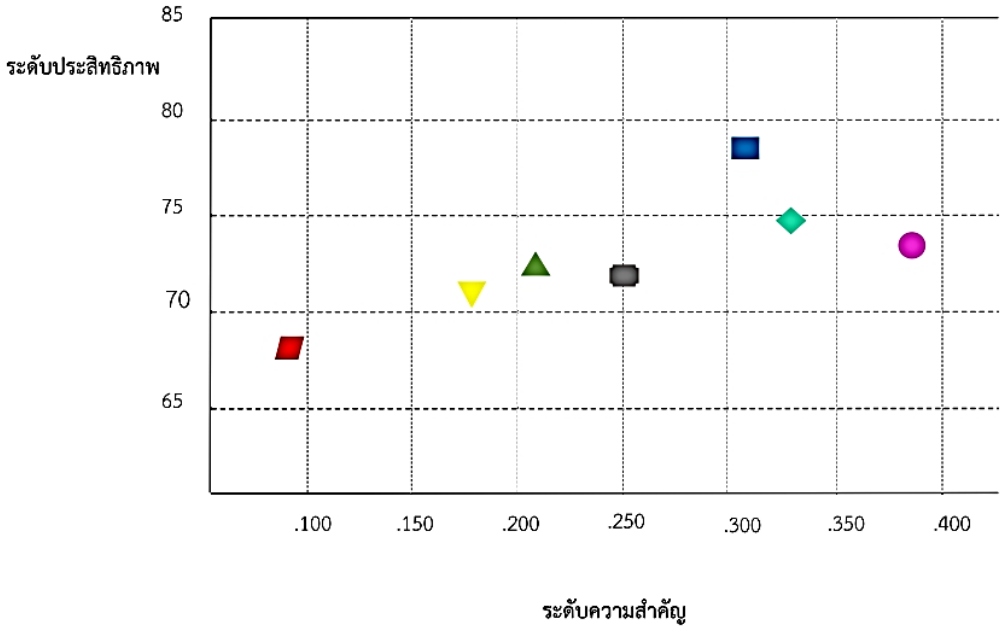
3) รูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์มีอิทธิพลทางอ้อมส่งผ่านโอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .490 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 14.705

4) บทบาทหน้าที่ของอาจารย์ผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมหาวิทยาลัยมีอิทธิพลทางอ้อมส่งผ่านเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .111 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 3.444

ผลการวิเคราะห์ระดับความสำคัญและระดับประสิทธิภาพ (Importance-performance Matrix Analysis) ปรากฏว่า เจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ มีระดับความสำคัญต่อความเป็นนักฟิสิกส์ในระดับที่สูงสุดมีค่าเท่ากับ .375 รองลงมาเป็นรูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ และประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมีระดับความสำคัญเท่ากับ .328 และ .311 ตามลำดับ ส่วนประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มีระดับประสิทธิภาพที่เกี่ยวเนื่องกับความเป็นนักฟิสิกส์สูงสุด โดยมีค่าคะแนนเท่ากับ 77.406 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน รองลงมาเป็นรูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ และเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ โดยมีระดับประสิทธิภาพเท่ากับ 74.779 และ 73.956 ตามลำดับ ผลดังตารางที่ 35 และภาพที่ 3

**ตารางที่ 35** ผลการวิเคราะห์ระดับความสำคัญและระดับประสิทธิภาพ

| สัญลักษณ์ | ตัวแปรแฝง | ความเป็นนักฟิสิกส์ | |
|---|---|---|---|
| | | ระดับความสำคัญ | ระดับประสิทธิภาพ |
| ● | เจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ | .375 | 73.956 |
| ■ | ประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ | .311 | 77.406 |
| ▲ | การสนับสนุนของครูผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย | .212 | 72.461 |
| ▼ | บทบาทหน้าที่ของอาจารย์ผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมหาวิทยาลัย | .179 | 71.288 |
| ◆ | รูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ | .328 | 74.779 |
| ⬬ | โอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์ | .250 | 72.415 |
| ▰ | ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางฟิสิกส์ | .095 | 67.037 |




**ภาพที่ 3** ระดับความสำคัญ และระดับประสิทธิภาพของตัวแปรแฝงที่มีต่อต่อความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์เส้นทางอิทธิพลของโมเดลสมการโครงสร้างด้วยวิธี PLS-SEM โดยแยกวิเคราะห์เป็นหลักสูตรด้านวิทยาศาสตร์ และศึกษาศาสตร์ ซึ่งสามารถแสดงผลการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

**ตารางที่ 36** ผลการวิเคราะห์เส้นทางอิทธิพลขององค์ประกอบ (หลักสูตรด้านวิทยาศาสตร์ n=420)

| **เส้นทางอิทธิพล** | **ค่าสัมประสิทธิ์** | **ค่า SE** | **ค่าสถิติทดสอบ t** | **ค่า p-value** |
|---|---|---|---|---|
| เจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ -> ความเป็นนักฟิสิกส์ | .397 | .060 | 6.645 | .000** |
| ประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ -> ความเป็นนักฟิสิกส์ | .111 | .054 | 2.067 | .039 |
| การสนับสนุนของครูผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย-> ความเป็นนักฟิสิกส์ | .001 | .044 | .026 | .979 |
| บทบาทหน้าที่ของอาจารย์ผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมหาวิทยาลัย-> ความเป็นนักฟิสิกส์ | -.075 | .055 | 1.374 | .169 |
| รูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์-> ความเป็นนักฟิสิกส์ | .134 | .066 | 2.036 | .042 |
| โอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์ -> ความเป็นนักฟิสิกส์ | .205 | .057 | 3.579 | .000** |
| ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางฟิสิกส์ -> ความเป็นนักฟิสิกส์ | .154 | .043 | 3.576 | .000** |
| ประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ -> เจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ | .519 | .055 | 9.521 | .000** |
| การสนับสนุนของครูผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย -> เจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ | -.013 | .043 | .302 | .763 |
| บทบาทหน้าที่ของอาจารย์ผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมหาวิทยาลัย -> เจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ | .069 | .058 | 1.203 | .229 |

**ตารางที่ 36** ผลการวิเคราะห์เส้นทางอิทธิพลขององค์ประกอบ (หลักสูตรด้านวิทยาศาสตร์ n=420) (ต่อ)

| เส้นทางอิทธิพล | ค่าสัมประสิทธิ์ | ค่า SE | ค่าสถิติทดสอบ t | ค่า p-value |
|---|---|---|---|---|
| รูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ -> เจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ | .252 | .063 | 4.003 | .000** |
| โอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์ -> เจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ | .065 | .069 | .941 | .347 |
| ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางฟิสิกส์ -> เจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ | -.004 | .052 | .082 | .935 |
| การสนับสนุนของครูผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย -> ประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ | .529 | .053 | 9.964 | .000** |
| รูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ -> บทบาทหน้าที่ของอาจารย์ผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมหาวิทยาลัย | .732 | .036 | 20.453 | .000** |
| บทบาทหน้าที่ของอาจารย์ผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมหาวิทยาลัย-> โอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์ | .687 | .042 | 16.412 | .000** |

**p<.01, SE: Standard Error (ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน)

สำหรับผลการทดสอบเส้นทางอิทธิพลโมเดลสมการโครงสร้างด้วยวิธี PLS-SEM ใช้ขั้นตอนวิธี Bootstrap เพื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางจากทั้งหมด 16 เส้นทางอิทธิพลปรากฏว่าสนับสนุนเส้นทางอิทธิพลที่กำหนด 8 เส้นทางอิทธิพลได้แก่

1) เส้นทางอิทธิพลที่ 1 เจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์มีอิทธิพลเชิงบวกต่อความเป็นนักฟิสิกส์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .397 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 6.645

2) เส้นทางอิทธิพลที่ 6 โอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์มีอิทธิพลเชิงบวกต่อความเป็นนักฟิสิกส์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .205 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 3.579

3) เส้นทางอิทธิพลที่ 7 ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางฟิสิกส์มีอิทธิพลเชิงบวกต่อความเป็นนักฟิสิกส์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .154 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 3.576

4) เส้นทางอิทธิพลที่ 8 ประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มีอิทธิพลเชิงบวกต่อเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .519 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 9.521

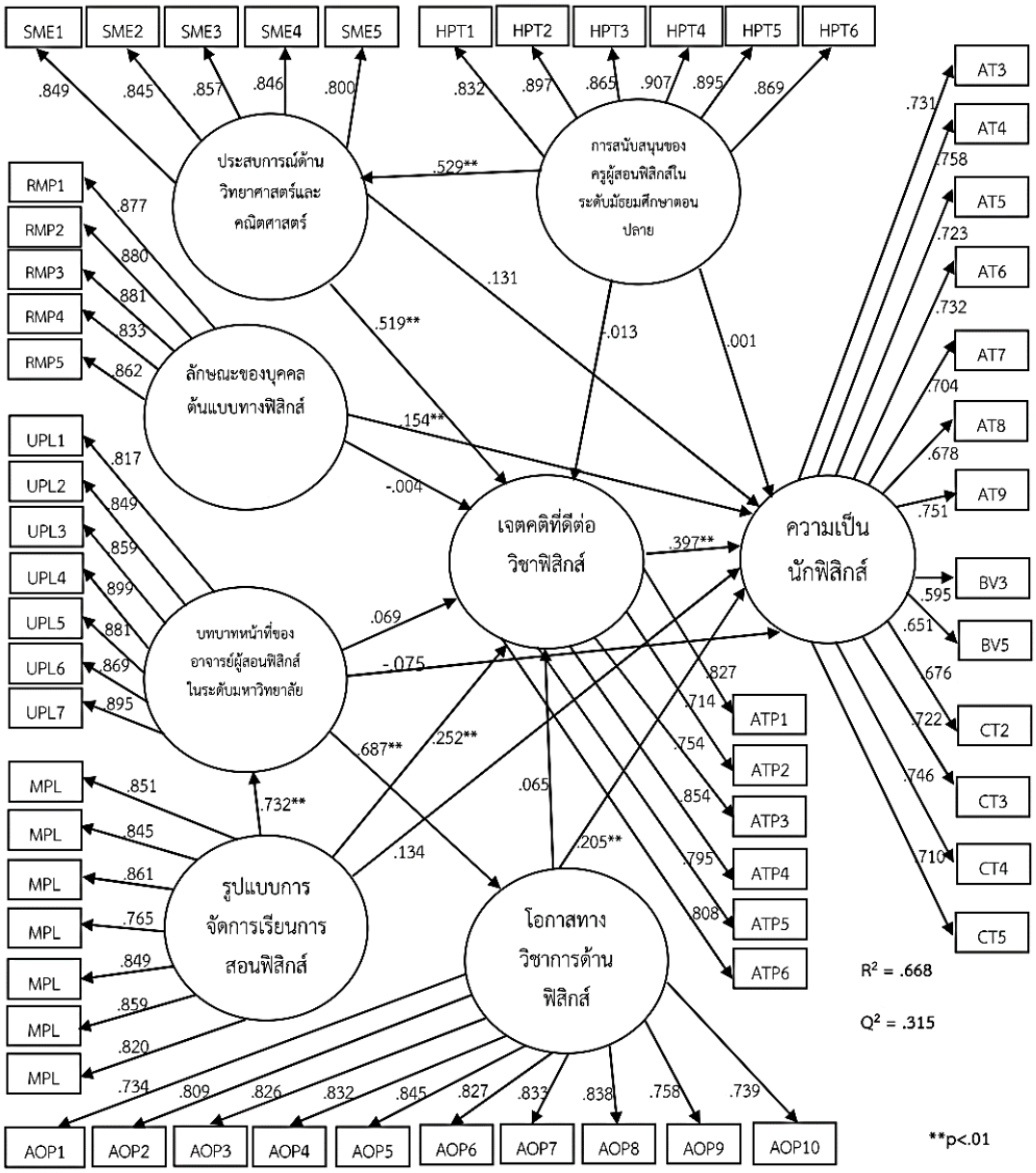
5) เส้นทางอิทธิพลที่ 11 รูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์มีอิทธิพลเชิงบวกต่อเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .252 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 4.003

6) เส้นทางอิทธิพลที่ 14 การสนับสนุนของครูผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายมีอิทธิพลเชิงบวกต่อประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .529 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 9.964

7) เส้นทางอิทธิพลที่ 15 รูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ มีอิทธิพลเชิงบวกต่อบทบาทหน้าที่ของอาจารย์ผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมหาวิทยาลัย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .732 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 20.453

8) เส้นทางอิทธิพลที่ 16 บทบาทหน้าที่ของอาจารย์ผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมหาวิทยาลัยมีอิทธิพลเชิงบวกต่อโอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .687ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 16.412

ส่วนอีก 8 เส้นทางอิทธิพลปรากฏผลการมีอิทธิพลระหว่างตัวแปรแฝงทั้ง 2 ตัวอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือ ไม่สามารถสนับสนุนเส้นทางอิทธิพลที่กำหนดไว้ ผลแสดงดังภาพที่ 4 และตารางที่ 36




**ภาพที่ 4** โมเดลสมการโครงสร้างกำลังสองน้อยสุดบางส่วนของตัวแปรแฝงที่มีต่อความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ (หลักสูตรด้านวิทยาศาสตร์) ในประเทศไทย

**ตารางที่ 37** ผลการวิเคราะห์เส้นทางอิทธิพลขององค์ประกอบ (หลักสูตรด้านศึกษาศาสตร์ n=417)

| เส้นทางอิทธิพล | ค่าสัมประสิทธิ์ | ค่า SE | ค่าสถิติทดสอบ t | ค่า p-value |
|---|---|---|---|---|
| เจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ -> ความเป็นนักฟิสิกส์ | .354 | .065 | 5.453 | .000** |
| ประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ -> ความเป็นนักฟิสิกส์ | .121 | .064 | 1.871 | .061 |
| การสนับสนุนของครูผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย-> ความเป็นนักฟิสิกส์ | -.011 | .053 | .202 | .840 |
| บทบาทหน้าที่ของอาจารย์ผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมหาวิทยาลัย-> ความเป็นนักฟิสิกส์ | .068 | .046 | 1.491 | .136 |
| รูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์-> ความเป็นนักฟิสิกส์ | .128 | .071 | 1.814 | .070 |
| โอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์ -> ความเป็นนักฟิสิกส์ | .207 | .073 | 2.831 | .005** |
| ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางฟิสิกส์ -> ความเป็นนักฟิสิกส์ | .051 | .049 | 1.046 | .296 |
| ประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ -> เจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ | .402 | .055 | 7.365 | .000** |
| การสนับสนุนของครูผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย -> เจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ | .116 | .055 | 2.094 | .036 |
| บทบาทหน้าที่ของอาจารย์ผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมหาวิทยาลัย -> เจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ | .030 | .054 | .562 | .574 |
| รูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ -> เจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ | .114 | .074 | 1.544 | .123 |
| โอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์ -> เจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ | .258 | .058 | 4.468 | .000** |

**ตารางที่ 37** ผลการวิเคราะห์เส้นทางอิทธิพลขององค์ประกอบ (หลักสูตรด้านศึกษาศาสตร์ n=417) (ต่อ)

| เส้นทางอิทธิพล | ค่าสัมประสิทธิ์ | ค่า SE | ค่าสถิติทดสอบ t | ค่า p-value |
|---|---|---|---|---|
| ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางฟิสิกส์ -> เจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ | .018 | .043 | .423 | .672 |
| การสนับสนุนของครูผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย -> ประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ | .708 | .031 | 23.014 | .000** |
| รูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ -> บทบาทหน้าที่ของอาจารย์ผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมหาวิทยาลัย | .698 | .038 | 18.133 | .000** |
| บทบาทหน้าที่ของอาจารย์ผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมหาวิทยาลัย-> โอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์ | .682 | .033 | 20.464 | .000** |

**p<.01, SE: Standard Error (ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน)

สำหรับผลการทดสอบเส้นทางอิทธิพลโมเดลสมการโครงสร้างด้วยวิธี PLS-SEM ใช้ขั้นตอนวิธี Bootstrap เพื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางจากทั้งหมด 16 เส้นทางอิทธิพลปรากฏว่าสนับสนุนเส้นทางอิทธิพลที่กำหนด 7 เส้นทางอิทธิพลได้แก่

1) เส้นทางอิทธิพลที่ 1 เจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์มีอิทธิพลเชิงบวกต่อความเป็นนักฟิสิกส์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .354 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 5.453

2) เส้นทางอิทธิพลที่ 6 โอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์มีอิทธิพลเชิงบวกต่อความเป็นนักฟิสิกส์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .207 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 2.831

3) เส้นทางอิทธิพลที่ 8 ประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มีอิทธิพลเชิงบวกต่อเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .402 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 7.365

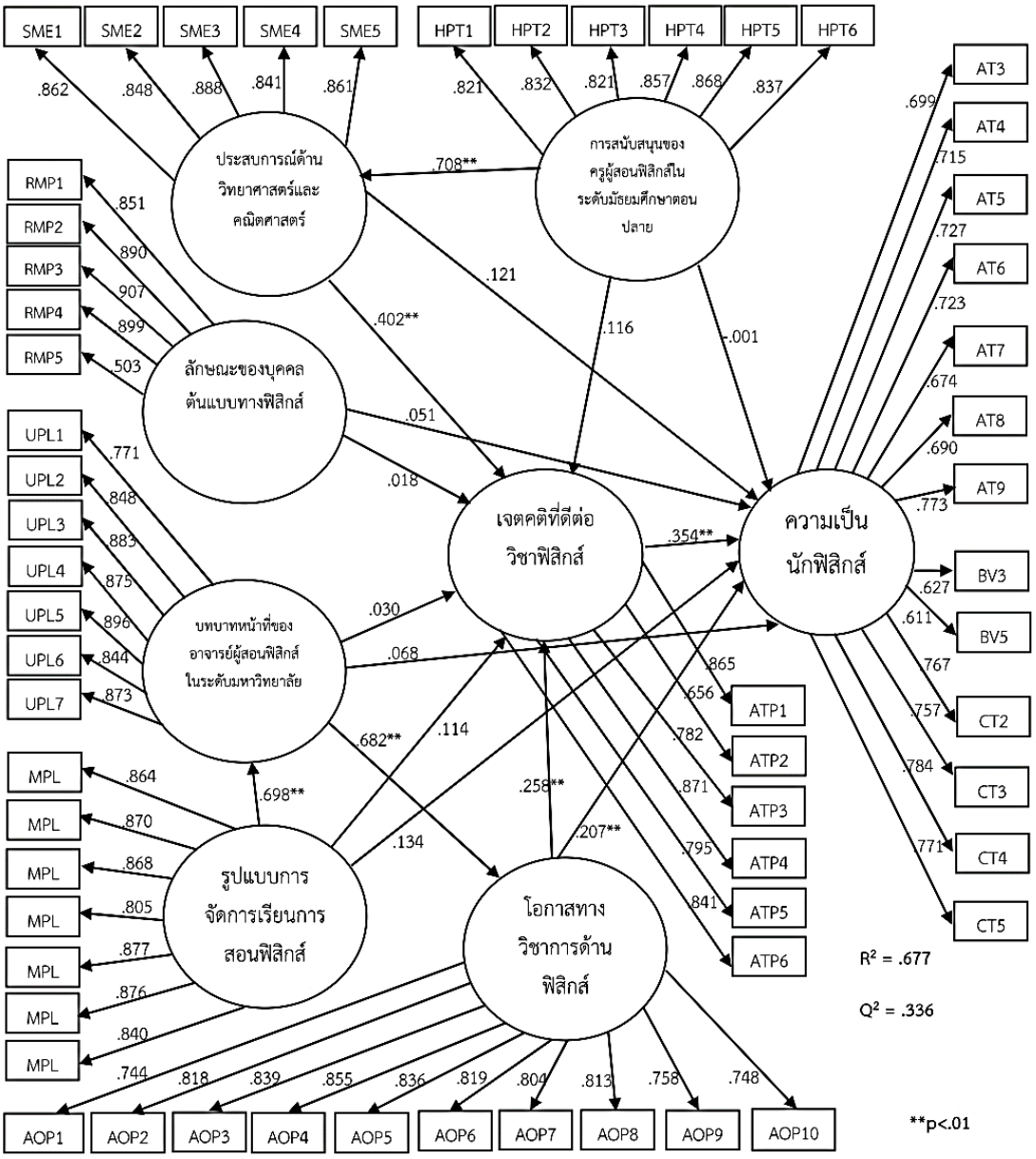
4) เส้นทางอิทธิพลที่ 12 โอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์มีอิทธิพลเชิงบวกต่อเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .258 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 4.468

5) เส้นทางอิทธิพลที่ 14 การสนับสนุนของครูผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายมีอิทธิพลเชิงบวกต่อประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .708 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 23.014

6) เส้นทางอิทธิพลที่ 15 รูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ มีอิทธิพลเชิงบวกต่อบทบาทหน้าที่ของอาจารย์ผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมหาวิทยาลัย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .698 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 18.133

7) เส้นทางอิทธิพลที่ 16 บทบาทหน้าที่ของอาจารย์ผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมหาวิทยาลัยมีอิทธิพลเชิงบวกต่อโอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .682 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 20.464

ส่วนอีก 9 เส้นทางอิทธิพลปรากฏผลการมีอิทธิพลระหว่างตัวแปรแฝงทั้ง 2 ตัวอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือ ไม่สามารถสนับสนุนเส้นทางอิทธิพลที่กำหนดไว้ ผลแสดงดังภาพที่ 5 และตารางที่ 37




**ภาพที่ 5** โมเดลสมการโครงสร้างกำลังสองน้อยสุดบางส่วนของตัวแปรแฝงที่มีต่อความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ (หลักสูตรด้านศึกษาศาสตร์) ในประเทศไทย

จากการวิเคราะห์เส้นทางอิทธิพลของโมเดลสมการโครงสร้างด้วยวิธี PLS-SEM โดยแยกวิเคราะห์เป็นหลักสูตรด้านวิทยาศาสตร์ และด้านศึกษาศาสตร์ พบว่า เมื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางจากทั้งหมด 16 เส้นทางอิทธิพล หลักสูตรด้านวิทยาศาสตร์ สนับสนุนเส้นทางอิทธิพล 8 เส้นทางอิทธิพล หลักสูตรด้านศึกษาศาสตร์ สนับสนุนเส้นทางอิทธิพล 7 เส้นทางอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีเส้นทางที่สนับสนุนเส้นทางอิทธิพลเหมือนกันทั้งหลักสูตรด้านวิทยาศาสตร์ และด้านศึกษาศาสตร์ 6 เส้นทางอิทธิพล ได้แก่ เส้นทางอิทธิพลที่ 1 เจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์มีอิทธิพลเชิงบวกต่อความเป็นนักฟิสิกส์ เส้นทางอิทธิพลที่ 6 โอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์มีอิทธิพลเชิงบวกต่อความเป็นนักฟิสิกส์ เส้นทางอิทธิพลที่ 8 ประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มีอิทธิพลเชิงบวกต่อเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ เส้นทางอิทธิพลที่ 14 การสนับสนุนของครูผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายมีอิทธิพลเชิงบวกต่อประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ เส้นทางอิทธิพลที่ 15 รูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ มีอิทธิพลเชิงบวกต่อบทบาทหน้าที่ของอาจารย์ผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมหาวิทยาลัย และเส้นทางอิทธิพลที่ 16 บทบาทหน้าที่ของอาจารย์ผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมหาวิทยาลัยมีอิทธิพลเชิงบวกต่อโอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์ นอกจากนี้ยังพบข้อแตกต่างกันระหว่างหลักสูตรด้านวิทยาศาสตร์ และด้านศึกษาศาสตร์ โดยพบว่าหลักสูตรด้านวิทยาศาสตร์มีเส้นทางที่สนับสนุนเส้นทางอิทธิพลเพิ่มเติม 2 เส้นทาง คือ เส้นทางอิทธิพลที่ 7 ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางฟิสิกส์มีอิทธิพลเชิงบวกต่อความเป็นนักฟิสิกส์ และเส้นทางอิทธิพลที่ 11 รูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์มีอิทธิพลเชิงบวกต่อเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ ส่วนหลักสูตรด้านศึกษาศาสตร์มีเส้นทางที่สนับสนุนเส้นทางอิทธิพลเพิ่มเติมอีก 1 เส้นทาง คือ เส้นทางอิทธิพลที่ 12 โอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์มีอิทธิพลเชิงบวกต่อเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์

## สรุปผลการวิจัย

จากวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อวิเคราะห์การให้ความหมายความเป็นนักฟิสิกส์ตามทัศนะของอาจารย์และบุคลากรทางด้านฟิสิกส์ ในประเทศไทย 2) เพื่อศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย ผู้วิจัยจึงสรุปผลการวิจัยออกเป็น 2 ระยะ ดังนี้

**ผลการวิจัยระยะที่ 1 การวิจัยเชิงคุณภาพ**

จากการศึกษาความเป็นนักฟิสิกส์ตามทัศนะของอาจารย์และบุคลากรด้านฟิสิกส์ ซึ่งได้เสนอมุมมองในลักษณะที่เป็นทักษะ และความสามารถทางวิทยาศาสตร์ การแสดงออกทางบุคลิกภาพ พฤติกรรมทั้งที่สามารถมองเห็นได้หรือมีอยู่ภายในตัวบุคคล ผลการศึกษาข้างต้นผู้ให้ข้อมูลสำคัญได้ให้ความหมายที่ตรงกัน และสามารถสรุปได้ว่า ความเป็นนักฟิสิกส์ คือ คุณลักษณะที่แสดงออกถึงพฤติกรรมในการศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ทางฟิสิกส์ได้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างมีคุณธรรม จริยธรรม ภายใต้ตัวตนของบุคคลที่มีเจตคติที่ดีต่อศาสตร์ทางฟิสิกส์ ตามรูปแบบนักฟิสิกส์ทั้งนักฟิสิกส์ทฤษฎี และนักฟิสิกส์ปฏิบัติ และปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ แบ่งออกเป็น 2 ปัจจัย คือ 1) ปัจจัยภายในบุคคล ประกอบด้วย 2 ด้าน คือ (1) เจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ (2) ประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ 2) ปัจจัยภายนอกบุคคล ประกอบด้วย 5 ด้าน คือ (1) การสนับสนุนของครูฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (2) บทบาทหน้าที่อาจารย์ฟิสิกส์ระดับมหาวิทยาลัย (3) รูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ (4) โอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์ และ (5) ลักษณะของบุคคลต้นแบบด้านฟิสิกส์

**ผลการวิจัยระยะที่ 2 การวิจัยเชิงปริมาณ**

ผลการทดสอบสมมติฐานโมเดลสมการโครงสร้างด้วยวิธี PLS-SEM ใช้ขั้นตอนวิธี Bootstrap เพื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางจากทั้งหมด 16 เส้นทางอิทธิพลปรากฏว่าสนับสนุนเส้นทางอิทธิพลที่กำหนด 11 เส้นทางอิทธิพลได้แก่

1) เส้นทางอิทธิพลที่ 1 เจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์มีอิทธิพลเชิงบวกต่อความเป็นนักฟิสิกส์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .375 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 8.239

2) เส้นทางอิทธิพลที่ 2 ประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มีอิทธิพลเชิงบวกต่อความเป็นนักฟิสิกส์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .131 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 3.134

3) เส้นทางอิทธิพลที่ 5 รูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์มีอิทธิพลเชิงบวกต่อความเป็นนักฟิสิกส์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .128 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 2.633

4) เส้นทางอิทธิพลที่ 6 โอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์มีอิทธิพลเชิงบวกต่อความเป็นนักฟิสิกส์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .189 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 4.020

5) เส้นทางอิทธิพลที่ 7 ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางฟิสิกส์มีอิทธิพลเชิงบวกต่อความเป็นนักฟิสิกส์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 0.095 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 2.750

6) เส้นทางอิทธิพลที่ 8 ประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มีอิทธิพลเชิงบวกต่อเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .481 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 12.486

7) เส้นทางอิทธิพลที่ 11 รูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์มีอิทธิพลเชิงบวกต่อเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .190 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 3.870

8) เส้นทางอิทธิพลที่ 12 โอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์มีอิทธิพลเชิงบวกต่อเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .162 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 3.575

9) เส้นทางอิทธิพลที่ 14 การสนับสนุนของครูผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายมีอิทธิพลเชิงบวกต่อประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .615 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 18.951

10) เส้นทางอิทธิพลที่ 15 รูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ มีอิทธิพลเชิงบวกต่อบทบาทหน้าที่ของอาจารย์ผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมหาวิทยาลัย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .713 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 26.675

11) เส้นทางอิทธิพลที่ 16 บทบาทหน้าที่ของอาจารย์ผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมหาวิทยาลัยมีอิทธิพลเชิงบวกต่อโอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ .686 ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 26.184

ส่วนอีก 5 เส้นทางอิทธิพลปรากฏผลการมีอิทธิพลระหว่างตัวแปรแฝงทั้ง 2 ตัวอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือ ไม่สามารถสนับสนุนเส้นทางอิทธิพลที่กำหนดไว้

ผลจากการวิเคราะห์เส้นทางอิทธิพลของโมเดลสมการโครงสร้างด้วยวิธี PLS-SEM โดยแยกวิเคราะห์เป็นหลักสูตรด้านวิทยาศาสตร์ และด้านศึกษาศาสตร์ พบว่า เมื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์

เส้นทางจากทั้งหมด 16 เส้นทางอิทธิพล หลักสูตรด้านวิทยาศาสตร์ สนับสนุนเส้นทางอิทธิพล 8 เส้นทางอิทธิพล หลักสูตรด้านศึกษาศาสตร์ สนับสนุนเส้นทางอิทธิพล 7 เส้นทางอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีเส้นทางที่สนับสนุนเส้นทางอิทธิพลเหมือนกันทั้งหลักสูตรด้านวิทยาศาสตร์ และด้านศึกษาศาสตร์ 6 เส้นทางอิทธิพล และพบข้อแตกต่างกันระหว่างหลักสูตรด้านวิทยาศาสตร์ และด้านศึกษาศาสตร์ โดยพบว่าหลักสูตรด้านวิทยาศาสตร์มีเส้นทางที่สนับสนุนเส้นทางอิทธิพลเพิ่มเติม 2 เส้นทาง คือ เส้นทางอิทธิพลที่ 7 ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางฟิสิกส์มีอิทธิพลเชิงบวกต่อความเป็นนักฟิสิกส์ และเส้นทางอิทธิพลที่ 11 รูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์มีอิทธิพลเชิงบวกต่อเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ ส่วนหลักสูตรด้านศึกษาศาสตร์มีเส้นทางที่สนับสนุนเส้นทางอิทธิพลเพิ่มเติมอีก 1 เส้นทาง คือ เส้นทางอิทธิพลที่ 12 โอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์มีอิทธิพลเชิงบวกต่อเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์

**ผู้วิจัยนำเสนอการอภิปรายผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้**

1. การวิเคราะห์การให้ความหมาย และปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ ตามทัศนะของอาจารย์และบุคลากรทางด้านฟิสิกส์ในประเทศไทย ซึ่งผลการศึกษาพบว่า ความเป็นนักฟิสิกส์ หมายถึง คุณลักษณะที่แสดงออกถึงพฤติกรรมในการศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ทางฟิสิกส์ได้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างมีคุณธรรม จริยธรรม ภายใต้ตัวตนของบุคคลที่มีเจตคติที่ดีต่อศาสตร์ทางฟิสิกส์ตามรูปแบบนักฟิสิกส์ทั้งนักฟิสิกส์ทฤษฎี และนักฟิสิกส์ปฏิบัติ และปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ แบ่งออกเป็น 2 ปัจจัย คือ 1) ปัจจัยภายในบุคคล ประกอบด้วย 2 ด้าน คือ (1) เจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ (2) ประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ 2) ปัจจัยภายนอกบุคคล ประกอบด้วย 5 ด้าน คือ (1) การสนับสนุนของครูฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (2) บทบาทหน้าที่อาจารย์ฟิสิกส์ระดับมหาวิทยาลัย (3) รูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ (4) โอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์ และ (5) ลักษณะของบุคคลต้นแบบด้านฟิสิกส์ ซึ่งมีความคล้ายคลึงกับปรัชญาโครงการสถานีฟิสิกส์ศึกษา (2557) ที่ว่า “ความเป็นเลิศเกิดจากเสรีภาพและการศึกษาวิทยาศาสตร์ ไม่ได้มีไว้เพื่อมุ่งหาประโยชน์จากธรรมชาติ หากแต่เพื่อเข้าใจกับความงามของธรรมชาติ วิทยาศาสตร์เป็นการศึกษาเพื่อปล่อยมนุษย์สู่เสรี และอยู่ร่วมกับธรรมชาติอย่างอ่อนน้อมถ่อมตน” จะเห็นได้ว่านักฟิสิกส์ศึกษาวิทยาศาสตร์เพื่ออยู่กับธรรมชาติ บุคคลที่จะมีความเป็นนักฟิสิกส์ต้องเห็นความงามของฟิสิกส์มีแรงบันดาลใจมีความรักในการศึกษาฟิสิกส์อย่างจริงจัง มีจิตวิญญาณของความเป็นนักฟิสิกส์ที่ดีและเอื้อเฟื้อแก่เพื่อนมนุษย์ นอกจากนี้ความเป็นนักฟิสิกส์ข้างต้นยังสอดคล้องกับการศึกษาของภิญญาพันธ์ ร่วมชาติ และขวัญ เพียซ้าย (2552) ที่ให้ความหมายเกี่ยวกับนักเรียนวิทยาศาสตร์ คือ “บุคคลที่ศึกษาความรู้ในเนื้อหาสาระด้านวิทยาศาสตร์ แสวงหาความรู้ด้วยวิธีการ

ทางวิทยาศาสตร์ มีความเข้าใจบทบาทของตนเองในการแสดงออกเพื่อสร้างมนุษยสัมพันธ์กับบุคคลอื่น ๆ ในสังคม” และสอดคล้องกับการค้นคว้าหาความรู้ทางฟิสิกส์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2562) ที่ระบุถึงแนวทางการค้นคว้าหาความรู้ทางฟิสิกส์ที่ได้มาจากการสังเกต การทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์หรือจากการสร้างแบบจำลองทางความคิดเพื่อสรุปเป็นทฤษฎี หลักการหรือกฎ ซึ่งสามารถระบุได้ว่านักฟิสิกส์แบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ คือ นักฟิสิกส์ทฤษฎี (Theoretical physicists) และนักฟิสิกส์ปฏิบัติ (Experimental physicists)

2. ศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย ซึ่งผลการศึกษาพบว่ามีประเด็นสำคัญที่สามารถนำมาอภิปราย ดังนี้

2.1 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความเป็นนักฟิสิกส์ จำแนกตามข้อมูลทั่วไป พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยความเป็นนักฟิสิกส์ในภาพรวมคิดเป็นร้อยละ 71.82

เพศชายมีค่าเฉลี่ยความเป็นนักฟิสิกส์สูงกว่าเพศหญิง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงให้เห็นว่าเพศชายมีพฤติกรรมในการศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ มีความสามารถสร้างองค์ความรู้ทางฟิสิกส์ได้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างมีคุณธรรม จริยธรรม และมีเจตคติที่ดีต่อศาสตร์ทางฟิสิกส์สูงกว่าเพศหญิง สอดคล้องกับข้อมูลของ PISA THAILAND (2019) ที่กล่าวว่านักเรียนชายมีผลการประเมินวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนหญิง มีจุดแข็งด้านวิทยาศาสตร์มากกว่าด้านการอ่านและคณิตศาสตร์ มีความสนใจหัวข้อเรื่องต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ และความมั่นใจเมื่อเรียนวิทยาศาสตร์มากกว่านักเรียนหญิง จึงมีความสัมพันธ์ถึงการประกอบอาชีพด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ หรือ STEM ที่มากกว่านักเรียนหญิงด้วย (OECD, 2019)

นักศึกษาหลักสูตรด้านศึกษาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยความเป็นนักฟิสิกส์ที่สูงกว่าหลักสูตรด้านวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงเห็นว่านักศึกษาครูฟิสิกส์มีพฤติกรรม ความสามารถ และเจตคติที่แสดงออกถึงความเป็นนักฟิสิกส์สูงกว่านักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ฟิสิกส์ ซึ่งอาจเกิดจากกระบวนการผลิตครูฟิสิกส์ในปัจจุบันที่มีเป้าหมายเพื่อผลิตครูฟิสิกส์มีคุณลักษณะสำคัญ คือ มีคุณธรรม จริยธรรม มีความรู้ในวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ และฟิสิกส์ รู้เท่าทันวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มีความสามารถคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ สามารถนำความรู้ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ วิจัยเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเป็นระบบ มีความรับผิดชอบต่อตนเอง สังคม ชุมชน และสิ่งแวดล้อม (มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2560)

นักศึกษาชั้นปีที่ 3 และ 4 มีค่าเฉลี่ยความเป็นนักฟิสิกส์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ โดยนักศึกษาชั้นปีที่ 4 มีค่าเฉลี่ยความเป็นนักฟิสิกส์มากกว่านักศึกษาชั้นปีที่ 3 อาจเนื่องมาจากเจตคติ และประสบการณ์ด้านฟิสิกส์ที่มากกว่า ทั้งด้านการเรียน การทำโปรเจกต์

การทำวิจัยที่ผ่านมาของนักศึกษาชั้นปีที่ 4 จึงเห็นได้ว่าชั้นปีที่สูงขึ้นมีความเป็นนักฟิสิกส์เพิ่มขึ้น ใกล้เคียงกับงานวิจัยของกมลรัตน์ เทอร์เนอร์ และคณะ (2558) ที่ศึกษาเกี่ยวกับทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ของนักศึกษาพยาบาล พบว่า ทักษะของนักศึกษาในแต่ละชั้นปีมีความแตกต่างกัน โดยนักศึกษาชั้นปีที่ 4 มีทักษะสูงกว่าชั้นปีที่ 3, 2, และ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อันดับที่เลือกเรียนก่อนเข้าศึกษาต่อมีค่าเฉลี่ยของความเป็นนักฟิสิกส์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 การเลือกเรียนในสาขาฟิสิกส์อันดับที่ 1 มีค่าเฉลี่ยความเป็นนักฟิสิกส์มากกว่าอันดับที่ 2, 3 และ 4 หรือกล่าวได้ว่าการเลือกเรียนในสาขาฟิสิกส์ในอันดับต้น ๆ จะมีค่าเฉลี่ยความเป็นนักฟิสิกส์มากกว่าการเลือกเรียนในสาขาฟิสิกส์ในอันดับท้าย ๆ ส่วนอาชีพในอนาคต และเหตุผลที่เลือกเรียนมีค่าเฉลี่ยความเป็นนักฟิสิกส์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ แต่อย่างไรก็ตามนักศึกษาที่เลือกเรียนสาขาฟิสิกส์ด้วยตนเอง มีค่าเฉลี่ยความเป็นนักฟิสิกส์สูงกว่านักศึกษาที่เลือกเรียนสาขาฟิสิกส์ด้วยผู้ปกครอง, ครู/อาจารย์ และเพื่อน/รุ่นพี่ แสดงให้เห็นถึงความตั้งใจหรือแรงบันดาลใจที่จะเรียนในสาขาฟิสิกส์ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดแรงบันดาลใจจากเป้าหมาย (Inspiration by Goal) คือ แรงบันดาลใจคอยกระตุ้นไม่ให้เกิดความท้อแท้แรงบันดาลใจจากเป้าหมายจึงนำไปสู่ความสำเร็จ (พจน์ ใจชาญสุขกิจ, 2553) และสอดคล้องกับการศึกษาของมนัสดา ลูกอินทร์ และและอมรา เขียวรักษา (2563) พบว่า แรงบันดาลใจสามารถทำให้นักเรียนเกิดความสนใจอยากเรียน ส่งผลต่อการรับรู้ความสามารถในการเรียนเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ส่งผลต่อเป้าหมายความสำเร็จในการเรียน

2.2 ผลการทดสอบสมมติฐานโมเดลสมการโครงสร้างพบว่ามี 5 ปัจจัยที่มีอิทธิพลเชิงบวกต่อความเป็นนักฟิสิกส์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ได้แก่ ปัจจัยด้านเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ ด้านประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ด้านโอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์ ด้านรูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ และด้านลักษณะของบุคคลต้นแบบทางฟิสิกส์ ซึ่งผลการศึกษาดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการที่บุคคลจะมีคุณลักษณะที่แสดงออกถึงพฤติกรรมในการศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ทางฟิสิกส์ได้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างมีคุณธรรม จริยธรรม ภายใต้ตัวตนของบุคคลที่มีเจตคติที่ดีต่อศาสตร์ทางฟิสิกส์ มีอิทธิพลจากตัวแปรทั้งภายใน และภายนอกตัวบุคคล (Ajzen, 2002) ซึ่งคล้ายคลึงกับการวิจัยของ Gijsbert Stoet และ David Geary (OECD, 2019) ชี้แนะว่าในการเลือกอาชีพทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอาจได้รับอิทธิพลจากความเข้าใจในจุดแข็งทางวิชาการที่ตนมีเมื่อเทียบกับวิชาอื่น ๆ และความมั่นใจกับความสนใจในวิทยาศาสตร์ว่าตนมีความสามารถทางวิทยาศาสตร์มากพอ นักเรียนหญิงที่มีความสามารถสูงมักจะแตกต่างจากนักเรียนชายที่มีความสามารถสูงตรงที่นักเรียนหญิงอาจจะไม่เลือกอาชีพทางวิทยาศาสตร์ แม้ว่าจะมีความสามารถพอ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะในวิชาอื่น ๆ นักเรียนหญิงก็มีความสามารถสูงด้วย ดังนั้นการส่งเสริมให้นักเรียนหญิงมีเจตคติที่ดีต่อ

วิทยาศาสตร์มากขึ้น จะเป็นการส่งเสริมให้ผู้หญิงทำอาชีพทางวิทยาศาสตร์มากขึ้นด้วย แต่ทั้งนี้ต้องไม่ลืมที่จะพัฒนานักเรียนชายที่มีจุดอ่อนด้านทักษะการอ่านควบคู่กันไป

กรณีการพบข้อแตกต่างกันระหว่างหลักสูตรด้านวิทยาศาสตร์ และด้านศึกษาศาสตร์ ที่พบว่าหลักสูตรด้านวิทยาศาสตร์มีเส้นทางที่สนับสนุนเส้นทางอิทธิพลเพิ่มเติม 2 เส้นทาง คือ เส้นทางอิทธิพลที่ 7 ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางฟิสิกส์มีอิทธิพลเชิงบวกต่อความเป็นนักฟิสิกส์ และเส้นทางอิทธิพลที่ 11 รูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์มีอิทธิพลเชิงบวกต่อเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ ซึ่งผู้วิจัยมีข้อสังเกตว่าที่นักศึกษาหลักสูตรด้านวิทยาศาสตร์ ให้ความสำคัญกับลักษณะของบุคคลต้นแบบทางฟิสิกส์ที่ส่งเสริมความเป็นนักฟิสิกส์ เนื่องจากนักศึกษาหลักสูตรด้านวิทยาศาสตร์มีการสร้างแรงบันดาลใจจากการศึกษาชีวประวัติ รูปแบบการทำงาน ติดตามผลงานนักฟิสิกส์ที่ชื่นชอบ และให้ความสำคัญกับรูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ที่ส่งเสริมเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ เนื่องจากนักศึกษาหลักสูตรด้านวิทยาศาสตร์มีความเชื่อมั่นว่าวิธีสอนของอาจารย์ทำให้เกิดความชอบ และสนใจในการเรียนฟิสิกส์มากยิ่งขึ้น ส่วนหลักสูตรด้านศึกษาศาสตร์มีเส้นทางที่สนับสนุนเส้นทางอิทธิพลเพิ่มเติมอีก 1 เส้นทาง คือ เส้นทางอิทธิพลที่ 12 โอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์มีอิทธิพลเชิงบวกต่อเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ ซึ่งผู้วิจัยมีข้อสังเกตว่าที่นักศึกษาหลักสูตรด้านศึกษาศาสตร์ให้ความสำคัญกับโอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์ส่งเสริมเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ เนื่องจากนักศึกษาหลักสูตรด้านศึกษาศาสตร์มีความเชื่อมั่นว่าการแสดงบทบาทนักฟิสิกส์ การศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้านฟิสิกส์ การทำงานวิจัย และการเข้าร่วมกิจกรรมด้านฟิสิกส์ ทำให้เกิดความชอบและสนใจในการเรียนฟิสิกส์มากยิ่งขึ้น

**ด้านเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์** มีอิทธิพลเชิงบวกต่อความเป็นนักฟิสิกส์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งผู้วิจัยมีข้อสังเกตว่าเจตคติ คือ ความสนใจ ความชื่นชอบธรรมชาติของวิชาฟิสิกส์ และความเชื่อมั่นในคุณค่าของวิชาฟิสิกส์ที่มีความจำเป็น สามารถช่วยเหลือเพื่อนมนุษย์และพัฒนาประเทศชาติได้ ส่งผลให้นักศึกษาสาขาฟิสิกส์มีความเป็นนักฟิสิกส์ สอดคล้องกับการศึกษาของภิญญาพันธ์ ร่วมชาติ (2554) และวรภัทร เมฆขจร (2563) พบว่า ทัศนคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์หรือวิชาที่เรียน ทำให้เกิดความพยายามเชื่อว่าสิ่งที่ตัดสินใจมีประโยชน์ ซึ่งสิ่งเหล่านี้สามารถส่งเสริมพฤติกรรมแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ หรือพฤติกรรมของนักวิทยาศาสตร์ขึ้นได้ และสอดคล้องกับการศึกษาของฐายิกา ชูสุวรรณ (2561) พบว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นคุณลักษณะที่ดีของนักวิทยาศาสตร์ เป็นความรู้สึกที่แสดงออกทางพฤติกรรมที่ส่งเสริมให้บุคคลแสวงหาความรู้ด้านวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่อง โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหา พัฒนาความคิด และการตัดสินใจในเรื่องต่าง ๆ ให้ได้ผลดียิ่งขึ้น

**ด้านประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์** มีอิทธิพลเชิงบวกต่อความเป็นนักฟิสิกส์ และมีอิทธิพลเชิงบวกต่อเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งผู้วิจัยมีข้อสังเกตว่าเป็นการรับรู้ความสามารถตนเอง แสวงหาความรู้และประสบการณ์จากการเข้าร่วมกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในอดีตตั้งแต่ระดับประถมศึกษาจนถึงก่อนเข้ามหาวิทยาลัยส่งผลให้นักศึกษาสาขาฟิสิกส์มีความเป็นนักฟิสิกส์ และเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ สอดคล้องกับการศึกษาของพุทธชาด อังณะกูร (2563) พบว่า การวางแผนด้านการเรียนในรายวิชาที่เกี่ยวข้องเพื่อนำความรู้ไปพัฒนาตนเอง เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการเลือกอาชีพ การทำงาน และความสำเร็จของงานที่ทำในอนาคต และสอดคล้องกับคำกล่าวของสินีนาฎ ทาบึงกาฬ (2561) ที่กล่าวถึงโครงการพัฒนา และส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์ เป็นการส่งเสริมสนับสนุนให้นักเรียนได้รับการพัฒนาศักยภาพในหลายด้าน ทั้งการเรียนในหลักสูตรที่เน้นทักษะการปฏิบัติ และการแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนมีความชัดเจนในตัวตนด้านความถนัดมีประสบการณ์ที่ดีด้านวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ และใฝ่ฝันที่จะเป็นนักวิทยาศาสตร์ และผู้วิจัยยังมีข้อสังเกตว่าประสบการณ์การเรียนรู้ที่ผ่านมาทำให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาเจตคติ และทักษะหรือความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ผ่านการทำกิจกรรม การลงมือปฏิบัติ การทดลองทางวิทยาศาสตร์ การทำโครงงาน เป็นต้น ทำให้นักศึกษามีประสบการณ์ที่ดี และสามารถส่งผลต่อเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ สอดคล้องกับแนวทางการจัดประสบการณ์การเรียนรู้บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ ในระดับปฐมวัยของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) ที่มีแนวทางในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้เพื่อให้เด็กได้รับ การพัฒนาเจตคติและทักษะหรือความสามารถตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ได้ กำหนดไว้ ผ่านการเล่น และการลงมือปฏิบัติทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์อย่างง่ายโดยไม่เน้นการท่องจำเนื้อหา เป็นต้น และคล้ายคลึงกับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้บูรณาการตามแนวสะเต็มศึกษาของชลาธิป สมาหิโต (2558) ซึ่งพบว่าการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามแนวสะเต็มไม่เพียงแต่เป็นการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 แต่ยังเป็นการส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ซึ่งถือว่าเป็นระดับสติปัญญาขั้นสูงสุดตามแนวคิดทฤษฎีของบลูมที่ได้มีการปรับใหม่อีกด้วย

**ด้านโอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์** มีอิทธิพลเชิงบวกต่อความเป็นนักฟิสิกส์ และมีอิทธิพลเชิงบวกต่อเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งผู้วิจัยมีข้อสังเกตว่าโอกาสที่นักศึกษาสาขาฟิสิกส์ได้แสดงบทบาทนักฟิสิกส์ และใช้ทักษะกระบวนการอย่างเต็มที่ในการสร้างแนวคิด การศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้านฟิสิกส์ ไม่ว่าจะเป็นโอกาสในการทำงานการทำวิจัย หรือการเข้าร่วมกิจกรรมต่าง ๆ ด้านฟิสิกส์ที่เกิดขึ้น ส่งผลให้นักศึกษาสาขาฟิสิกส์มีความเป็นนักฟิสิกส์ และเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ สอดคล้องกับคำกล่าวของนวรัตน์ อินทุวงศ์ และอรทัย เรืองสมบัติ (2556) และกาญจนา ภัทราวิวัฒน์ (2559) กล่าวว่า การจัดการศึกษาสำหรับผู้มี

ความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีมุมมองที่กว้างขึ้น ลักษณะการจัดกิจกรรมแบบเพิ่มพูนประสบการณ์เน้นกระบวนการคิด ลงมือปฏิบัติ ค้นคว้าอย่างเป็นระบบ ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนตามความสนใจของตนเอง เช่น การจัดกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ การทำโครงงาน โครงการส่งเสริมการเรียนรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ กิจกรรมการประชุมวิชาการเป็นโอกาสดีที่ผู้เข้าร่วมได้แสดงความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ได้แลกเปลี่ยนมุมมอง และความคิดเห็นในการแก้ปัญหาสังคมกับเพื่อน ๆ ได้ใช้ความรู้สร้างสรรค์ชิ้นงานที่มีคุณค่า เหมือนกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ เป็นเวทีสำหรับแสดงความสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนสนใจ และศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ รัก และเลือกอาชีพนักวิทยาศาสตร์มากขึ้น

**ด้านรูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์** มีอิทธิพลเชิงบวกต่อความเป็นนักฟิสิกส์และมีอิทธิพลเชิงบวกต่อเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งผู้วิจัยมีข้อสังเกตว่าการเรียนการสอนที่ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เน้นทั้งการปฏิบัติและทฤษฎีควบคู่กันไปตามประเภทของนักฟิสิกส์ที่มีทั้ง นักฟิสิกส์ทดลอง และนักฟิสิกส์ทฤษฎี ที่สอดคล้องกับการค้นคว้าหาความรู้ทางฟิสิกส์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2562) ส่งผลให้นักศึกษาสาขาฟิสิกส์มีความเป็นนักฟิสิกส์ สอดคล้องกับการศึกษาของมีชัย เทพนุรัตน์ (2560) พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบ Thai-Active Physics ตอบสนองการเปลี่ยนแปลงของสังคมที่รวดเร็วและไม่แน่นอน เป็นการเรียนรู้ฟิสิกส์ด้วยตนเองผ่านการปฏิบัติหรือทดลองในสิ่งที่ตนสนใจ ซึ่งเป็นกระบวนการหนึ่งที่จะนำไปสู่การบูรณาการแบบ STEM ที่สามารถส่งเสริมการสร้างแรงบันดาลใจในการเรียนรู้และเจตคติที่ดีในการเรียนวิชาฟิสิกส์ ทำให้ผู้เรียนเข้าใจธรรมชาติอย่างลึกซึ้ง สามารถสร้างสรรค์นวัตกรรมในวงการฟิสิกส์ในระดับชาติและระดับนานาชาติได้ในอนาคต และผู้วิจัยมีข้อสังเกตอีกว่ารูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ทำให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาเจตคติ และทักษะหรือความสามารถด้านฟิสิกส์ ผ่านการเรียนการสอนที่เน้นการค้นคว้าหาความรู้ทางฟิสิกส์ทั้งการปฏิบัติ และทฤษฎีควบคู่กันไปตามประเภทของนักฟิสิกส์ที่มีทั้งนักฟิสิกส์ทดลอง และนักฟิสิกส์ทฤษฎี ทำให้นักศึกษามีเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ สอดคล้องกับการศึกษาของศิรินภา นามโน และคณะ (2561) พบว่า การเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานเข้ามาร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชัน สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และส่งเสริมเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ สอดคล้องกับการศึกษาของชนินาถ ธงชัย (2561) พบว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ทำให้นักเรียนได้ค้นคว้าหาความรู้และแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง สามารถเชื่อมโยงความรู้และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้รวมถึงมีเจตคติที่ดีในการเรียน มีความสนใจ และพึงพอใจในการเรียนการสอนมากขึ้น และนอกจากนี้ยังสอดคล้องกับการศึกษาของนราภรณ์ ชัยบัวแดง (2561) พบว่า การเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในรายวิชาฟิสิกส์ เป็นการเรียนการสอนที่มีปัญหาเป็นฐาน ท้าทายให้นักเรียนได้แก้ปัญหา ออกแบบและ

ประดิษฐ์ชิ้นงานตามโจทย์วางเงื่อนไขไว้ ได้ทำงานเป็นกลุ่มจนสำเร็จภาระกิจ จะเกิดความภูมิใจ และได้เห็นว่าความรู้ที่มีสามารถนำมาใช้ได้จริง

**ด้านลักษณะของบุคคลต้นแบบทางฟิสิกส์** มีอิทธิพลเชิงบวกต่อความเป็นนักฟิสิกส์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งผู้วิจัยมีข้อสังเกตว่าบุคลิกภาพและพฤติกรรมในการทำงานที่มีแบบแผน โดยยึดหลักการที่มีเหตุมีผล สร้างความร่วมมือและการประยุกต์ใช้ความรู้ทางฟิสิกส์ของนักวิทยาศาสตร์ หรือนักฟิสิกส์ทั้งใน และต่างประเทศเป็นแบบอย่างที่ส่งผลให้นักศึกษาสาขาฟิสิกส์มีความเป็นนักฟิสิกส์ สอดคล้องกับการศึกษาของกาญจนา ภัทราวิวัฒน์ (2559) และพุทธชาด อังณะกูร (2563) พบว่า การนำเสนอเรื่องราวของบุคคลต้นแบบด้านวิทยาศาสตร์ส่งเสริมให้ผู้ที่มีความสามารถพิเศษด้านวิทยาศาสตร์ได้เรียนรู้วิธีการทำงานจริง เกิดการพัฒนาทักษะ สร้างแรงบันดาลใจในการเรียน และมีโอกาสประสบความสำเร็จในการประกอบอาชีพมากขึ้น ซึ่งปัจจุบันมีพี่เลี้ยงวิชาการทางออนไลน์ เช่น Ask an Expert International ,Telementor Program และ MadSci Network เป็นต้น และเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการประกอบอาชีพของเยาวชนไทย ตัวอย่างบุคคลต้นแบบด้านวิทยาศาสตร์ เช่น ทูตสะเต็ม” (STEM Ambassador) เป็นบุคคลต้นแบบอาชีพด้านการบูรณาการวิทยาศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ที่ทำหน้าถ่ายทอดความรู้ ให้คำแนะนำ แลกเปลี่ยนประสบการณ์การทำงาน และสร้างแรงบันดาลใจให้แก่ผู้ที่สนใจ ให้เห็นประโยชน์ของการบูรณาการวิทยาศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ไปใช้ในบริบทของชีวิตจริง (สินีนาฎ ทาบึงกาฬ, 2559)

อย่างไรก็ตามถึงปัจจัยด้านการสนับสนุนของครูผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และปัจจัยด้านบทบาทหน้าที่ของอาจารย์ผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมหาวิทยาลัย มีอิทธิพลเชิงบวกต่อความเป็นนักฟิสิกส์ และมีอิทธิพลเชิงบวกต่อเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ปัจจัยด้านการสนับสนุนของครูผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีอิทธิพลเชิงบวกต่อประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ และปัจจัยด้านบทบาทหน้าที่ของอาจารย์ผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมหาวิทยาลัยมีอิทธิพลเชิงบวกต่อโอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งผู้วิจัยมีข้อสังเกตว่าครูและอาจารย์เป็นบุคคลสำคัญในการเปิดโอกาสให้นักเรียนมีประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ หรือโอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์ อาจจะใช่หรือไม่ใช่ตัวครูเองเป็นคนมอบประสบการณ์เหล่านั้นให้กับนักเรียน แต่ครูอาจมีส่วนในการสนับสนุน ส่งเสริมให้นักเรียนได้เข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ที่จัดขึ้นโดยหน่วยงานต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ มีความชื่นชอบ และทัศนคติที่ดีในด้านวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ซึ่งมีความคล้ายคลึงกับการศึกษาของภิญญาพันธ์ ร่วมชาติ และขวัญเพียซ้าย (2554) พบว่า ครูสอนวิทยาศาสตร์ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนากรอบความคิดแบบเติบโตในการเรียนวิทยาศาสตร์ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความพยายามในการเรียนรู้ ครูมีการสร้างความสัมพันธ์อันดีกับผู้เรียน เป็นแบบอย่างนักวิทยาศาสตร์ที่ดี เปิดโอกาสในการแสดงความคิดเห็นของผู้เรียน จัดกิจกรรม

ที่ให้นักเรียนวิทยาศาสตร์เห็นคุณค่าของกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ซึ่งสิ่งเหล่านี้ส่งเสริมให้นักเรียนมีพฤติกรรมตามบทบาทของนักเรียนวิทยาศาสตร์ ทั้งการแสวงหาความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ การศึกษาต่อในสาขาวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ นำไปสู่ความสำเร็จในการเรียนวิทยาศาสตร์และใช้ชีวิตในฐานะนักวิทยาศาสตร์ในที่สุด และนอกจากนี้ผู้วิจัยมีข้อสังเกตว่าบทบาทหน้าที่ของอาจารย์ผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมหาวิทยาลัยอาจเป็นการส่งเสริมทางอ้อมผ่านการเป็นแบบอย่างในการแสวงหาความรู้ทางฟิสิกส์ การนำความรู้ทางฟิสิกส์มาประยุกต์ในชีวิตประจำวันให้นักศึกษาได้เห็น ตลอดจนส่งเสริมโอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์ให้นักศึกษาได้เข้าร่วมงานประชุมวิชาการด้านฟิสิกส์ ค่ายวิชาการด้านฟิสิกส์ และเข้าชมนิทรรศการความรู้ด้านฟิสิกส์ เป็นต้น สอดคล้องกับการศึกษาของภิญญาพันธ์ ร่วมชาติ (2554) พบว่าอาจารย์ผู้สอนวิทยาศาสตร์ที่มีความสัมพันธ์ที่ดี ดูแลช่วยเหลือให้กำลังใจ และเปิดโอกาสในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น โอกาสในการปฏิบัติงาน การทำกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ร่วมกัน ตลอดจนเป็นแบบอย่างที่ดีในการประสบความสำเร็จด้านวิทยาศาสตร์ซึ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความชัดเจนในบทบาทของผู้เรียนวิทยาศาสตร์ได้

นอกจากนี้ยังพบว่าปัจจัยด้านรูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์มีอิทธิพลเชิงบวกต่อบทบาทหน้าที่ของอาจารย์ผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมหาวิทยาลัย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งผู้วิจัยมองว่ารูปแบบการจัดการเรียนการสอน เป็นสิ่งที่กำหนดบทบาทหน้าที่ของอาจารย์ผู้สอน ซึ่งถ้ามีรูปแบบการสอนที่หลากหลายหรือแตกต่างกัน ลักษณะหรือพฤติกรรมบทบาทหน้าที่ของอาจารย์ผู้สอนก็หลากหลาย และแตกต่างกันไปด้วยสอดคล้องกับ Pachina (2019) ที่กล่าวว่า เมื่ออาจารย์อยู่ในบทบาทอาจารย์ การจัดการเรียนการสอนในแต่ละบทบาทมีผลต่อบรรยากาศในการเรียนรู้ ไม่ว่าจะเป็นความตื่นเต้น ความสนุกที่อยากจะเรียนรู้ การมีส่วนร่วมและปฏิสัมพันธ์ระหว่างอาจารย์กับผู้เรียน และท้ายที่สุดคือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนนั้นมีความแตกต่างกันตามไปด้วย เช่น บทบาทของผู้สอนในฐานะผู้อำนวยความสะดวกที่เป็นรูปแบบที่กำลังได้รับความนิยม และถูกยกย่องว่าเป็นรูปแบบที่เป็นผลดีต่อการศึกษายุคใหม่ เพราะเป็นบทบาทที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดองค์ความรู้ด้วยตัวเอง และเพื่อให้การสอนมีประสิทธิภาพสูงสุด และใช้เทคนิคนี้ในกลุ่มย่อย เพราะการที่ผู้สอนปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนเป็นรายบุคคลจะทำให้เขาเรียนรู้และมีความมั่นใจมากขึ้น หรือบทบาทครูผู้สอนในฐานะตัวแทน เป็นบทบาทที่ผู้สอนจะเป็นส่วนหนึ่งในทีมที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนในกิจกรรมต่าง ๆ และคอยสังเกตการณ์ ซึ่งเหมาะสมอย่างมากกับการทำงานกลุ่ม โดยข้อดีของกลยุทธ์การสอนนี้ คือ นักเรียนจะรู้สึกว่าเป็นอิสระ มีอิสระในการเลือกด้วยตัวเองโดยไม่โดนบังคับ แต่อย่างไรก็ดีบทบาทนี้อิทธิพลและอำนาจของผู้สอนจะไม่สำคัญ และถูกลดทอนลง

**บรรณานุกรม และเอกสารอ้างอิง**

กองส่งเสริมการมีงานทำ. (2556). ข้อมูลอาชีพนักฟิสิกส์ทั่วไป. สืบค้นเมื่อ 8 กุมภาพันธ์ 2563 เข้าถึงได้จาก https://www.doe.go.th/prd/assets/upload/files/vgnew_th/48b05131ddb027544cc63ccdb57500ba.pdf.

กาญจนา ภัทราวิวัฒน์. (2559). การพัฒนาแนวทางการจัดการศึกษาที่มีคุณภาพสำหรับผู้ที่มีความสามารถพิเศษด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ประยุกต์ใช้เทคนิคการวิจัยอนาคต. *วารสารพฤติกรรมศาสตร์เพื่อการพัฒนา, 8*(2), 151-168.

กุลริสา นาคนวล .(2560). โมเดลเชิงสาเหตุของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 18. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 19*(4), 39-50.

โกวิทย์ เวชชศาสตร์. (2547). *กระบวนการเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ : กรณีศึกษานักเรียนในแผนการเรียนคณิตศาสตร์–วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย.* (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพมหานคร.

ชนินาถ ธงชัย. (2561). *ผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์, นครสวรรค์.

ชลาธิป สมาหิโต. (2558). การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาในระดับการศึกษาปฐมวัย. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์, 30*(2), 102-111.

ฐายิกา ชูสุวรรณ. (2561). การสอนวิชาฟิสิกส์โดยใช้แนวการจัดการศึกษาแบบสะเต็ม เรื่อง แสงที่มีผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมขนาดกลาง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา. *รายงานสืบเนื่องการประชุมวิชาการ ระดับชาติและนานาชาติครั้งที่ 3 มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์, 3*(1), 561-576.

นราภรณ์ ชัยบัวแดง. (2561). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการเรียนรู้สะเต็มศึกษา. (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต) มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, อุบลราชธานี.

นวรัตน์ อินทุวงศ์ และอรทัย เรืองสมบัติ. (2556). เรื่องเด่นประจำฉบับ ทุนโอลิมปิกวิชาการสมเด็จพระเจ้าพี่นางเธอ เจ้าฟ้ากัลยาณิวัฒนา กรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์ สำหรับผู้แทนประเทศไทยไปแข่งขันคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์โอลิมปิกระหว่างประเทศ. *นิตยสาร สสวท., 41*(184), 24- 28.

พจน์ ใจชาญสุขกิจ. (2553). The Power of Inspiration การสื่อสารเพื่อสร้างพลังแห่งแรงบันดาลใจ. สืบค้นเมื่อวันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2563 เข้าถึงได้จาก http://www.drphot.com/images/journal/2553/ceo_tips/Article_inspiration_communicate20%20Jan%202010.pdf

พินิติ รตะนานุกูล. (2555). *ทิศทางการพัฒนาบุคลากรและโครงสร้างพื้นฐานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อสร้างความสามารถในการแข่งขันของประเทศ.* สืบค้นเมื่อวันที่ 9 ตุลาคม 2563 เข้าถึงได้จาก https://www.parliament.go.th/ewtcommittee/ewt/technology/download/article/article_20120229190725.ppt.

พุทธชาด อังณะกูร. (2563). การวิเคราะห์ความสนใจและเจตคติต่อเนื้อหาและอาชีพด้านสะเต็มของนักเรียน ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล.*วารสารบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์, 14*(2), 105-125.

พูลพงศ์ สุขสว่าง. (2556). *โมเดลสมการโครงสร้าง: Structural equation modeling*. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์วัฒนาพานิช.

ภิญญาพันธ์ ร่วมชาติ และขวัญ เพียซ้าย. (2554:). เอกลักษณของนักเรียนวิทยาศาสตร์. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้, 2*(2), 165-175.

ภิญญาพันธ์ ร่วมชาติ. (2554). ปัจจัยเชิงสาเหตุของความผูกพันต่อบทบาทเอกลักษณ์ของนักเรียนวิทยาศาสตร์แรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ และความคลุมเครือในบทบาทที่มีผลต่อพฤติกรรมตามบทบาทของนักเรียนวิทยาศาสตร์ที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์. *วารสารพฤติกรรมศาสตร์, 17*(1), 55-78.

มนัสดา ลูกอินทร์, และอมรา เขียวรักษา. (2563). ผลการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อสร้างแรงบันดาลใจในการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา, 3*(1), 41-51.

มลรัตน์ เทอร์เนอร์, ลัดดา เหลืองรัตนมาศ, สราญ นิรันรัตน์, จิราภรณ์ จันทร์อารักษ์, บุญเตือน วัฒนกุล, และทุติยรัตน์ รื่นเริง. (2558). ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ของนักศึกษาพยาบาลในวิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี ชลบุรี. *วารสารพยาบาลกระทรวงสาธารณสุข, 25*(2), 178-193.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี .(2558). *หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ประยุกต์.* สืบค้นเมื่อ 8 กุมภาพันธ์ 2563 เข้าถึงได้จาก http://www.physics.kmutt.ac.th/version2558/cirriculum2558/bsc_applied_.html.

มหาวิทยาลัยนเรศวร. (2560). หลักสูตรการศึกษาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ (หลักสูตร 5 ปี) หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2560. สืบค้นเมื่อวันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2563 เข้าถึงได้จาก https://www.acad.nu.ac.th/acad_v2.1/ACAD_AcademicDevelop/acadcd/StdManual_2560/files/cluster/soc/edu/60/.pdf.

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. (2560). *รายงานการประเมินตนเอง (Self-Assessment Report).* คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, ปัตตานี.

มีชัย เทพนุรัตน์. (2560). การสอนฟิสิกส์แบบ Thai-Active Physics ระดับมัธยมศึกษา. *วารสารฟิสิกส์สมาคมฟิสิกส์ไทย, 35*(2), 56-60.

วรภัทร เมฆขจร. (2563). ปัจจัยทางจิตสังคมที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการตัดสินใจในการเรียนด้วยตนเองของนักศึกษาปริญญาตรี. *วารสารพฤติกรรมศาสตร์เพื่อการพัฒนา, 12*(1), 74-91.

ศิรินภา นามโน และสมทรง สิทธิ. (2561). การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชัน. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 12*(2), 144-155.

ศิริพรรณ นาคจุ้ย. (2558). *ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากาญจนบุรี*. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี, กาญจนบุรี.

ศูนย์ความเป็นเลิศด้านฟิสิกส์. (2563). *รายงานประจำปี 2563.ศูนย์ความเป็นเลิศด้านฟิสิกส์.* มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. สืบค้นเมื่อวันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2563 เข้าถึงได้จาก http://thep-center.org/upload02/ThEP_Annual_Report_2020/ThEP_annual_report_2020.pdf.

สถานีฟิสิกส์ศึกษา. (2557). *สถานีฟิสิกส์ศึกษา.*[แผ่นพับ]. มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี .(2562). *หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม. 4 เล่ม 1*. กรุงเทพ ฯ. ศึกษาภัณฑ์พาณิชย์ลาดพร้าว กระทรวงศึกษาธิการ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). กรอบการเรียนรู้และแนวทางการจัดประสบการณ์การเรียนรู้บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ในระดับปฐมวัย ตามหลักสูตรการศึกษาปฐมวัย พุทธศักราช 2560. สืบค้นเมื่อวันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2564 เข้าถึงได้จาก https://www.scimath.org/ebook-science/download/1535/11322/88.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). *คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติม วิทยาศาสตร์ วิชาฟิสิกส์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. สืบค้นเมื่อวันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2563 เข้าถึงได้จาก http://www.scimath.org/e-books/8437/flippingbook/2/index.html.

สินีนาฏ ทาบึงกาฬ. (2561). นานาสาระและข่าวสาร ทุน พสวท. และโอลิมปิกวิชาการ “ปั้นฝันเด็กไทย เติบใหญ่สู่นักวิทย์แถวหน้า”. *นิตยสาร สสวท., 46*(211), 50-52.

สินีนาฏ ทาบึงกาฬ. (2559). สานฝันเยาวชนเปิดประตูสู่อาชีพด้านสะเต็มกับทูตสะเต็ม. *นิตยสาร สสวท., 44*(201), 3-5.

สุทธินี แร่นาค, ภัทราพร เกษสังข์, และนฤมล ศักดิ์ปกรณ์กานต์. (2557). ปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 19 (จังหวัดเลย). *วารสารวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย, 9*(29), 15-25.

สุมาลี เซ็ม. (2562). ปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก. *วารสารครุศาสตร์ปริทรรศน์ฯ , 6*(3), 78-88.

อนุ เจริญวงศ์ระยับ. (2549). ปัจจัยเชิงสาเหตุและผลของการใฝ่รู้ทางวิทยาศาสตร์ในนักเรียนช่วงชั้นที่ 4. *วารสารวิธีวิทยาวิจัย, 19*(1), 13-39.

Ajzen, I. (2002). Perceived behavioral control, self-efficacy, locus of control, and the theory of planned behavior 1. *Journal of Applied Social Psychology, 32*(4), 665-683.

Bloom, B.S. (Ed.). Engelhart, M.D., Furst, E.J., Hill, W.H., Krathwohl, D.R. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives, Handbook I: The Cognitive Domain*. New York: David McKay Co Inc.

Chin, W. W. (1998). The partial least squares approach for structural equation modeling. Pp. 295-336 in Macoulides, G. A., ed. Modern methods for business research. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Cohen, J. (1988), Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences. 2nd ed. New York: Psychology Press.

Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). Designing and conducting Mixed Methods Research. 3nd ed. Los Angeles.

Hair , J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C., & Sarstedt, M. (2013). A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM): Sage Publications.

Hair, J. F., Sarstedt, M., Hopkins, L., & G. Kuppelwieser, V. (2014). Partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM) An emerging tool in business research, *European Business Review, 26*(2), 106-121.

Henseler, J. and Ringle C. M. and Sarstedt, M. (2015). A new criterion for assessing discriminant validity in variance-based structural equation modeling, Journal of the Academy of Maketing Science, 43(1), 115–135.

Henseler, Jörg & Sarstedt, Marko (2013). Goodness of fit indices for partial least squares path modeling, *Computational Statistics 28*(2): 565-580.

OECD (2019), Why don't more girls choose to pursue a science career?, PISA in Focus, No. 93, OECD Publishing, Paris, Retrieved from. https://doi.org/10.1787/02bd2b68-en, Retrieved March 18, 2021.

Pachina, E. (2019). The 5 Main Types of Teaching Styles. Retrieved from. https://www.teflcourse.net/blog/main-types-of-teaching-styles/, Retrieved March 18, 2021.

Ringle, Christian M., Wende, Sven, & Becker, Jan-Michael. (2015). *SmartPLS 3. Bönningstedt: SmartPLS*. Retrieved from http://www.smartpls.com (December 20, 2020).

Schumacher, R. E.; & Lomax, R. G. (1996). *A Beginner's Guide to Structural Equation Modeling*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.

Sickafus, E. (1996). What Makes an Employable Physicist? *The Industrial Physics*, (June – July), 22-24.

Tenenhaus M., Esposito Vinzi V., Chatelin Y.M., Lauro N.C. (2005): PLS Path Modeling. *Computational Statistics and Data Analysis, 48*, 159-205.

Whewell, W. (2014). *The Philosophy of the Inductive Sciences: Founded Upon Their History*. (Volume 1), Cambridge Library Collection – Philosophy.

# ภาคผนวก

# ภาคผนวก ก
# บทความวิจัย

**บทความที่ 1**

วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม | 1
ปีที่ 16 ฉบับที่ 2 xxxxxx–xxxxxx 0000

**บทความวิจัย (Research Article)**

# การศึกษาความเป็นนักฟิสิกส์ และปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักฟิสิกส์ตามทัศนะของอาจารย์และบุคลากรด้านฟิสิกส์ในประเทศไทย

# The Studying on Qualified Physicist and the Factors Enhancing towards Qualified Physicist as Perceived by Lecturers and Physics Personnel in Thailand

สถาพร เรืองรุ่ง[1*] อาฟีฟี ลาเต๊ะ[2] และพวงทิพย์ แก้วทับทิม[3]
Sathaphorn Ruengrung [1*], Afifi Lateh [2], and Pungtip Kaewtubtim [3]

**บทคัดย่อ**

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) วิเคราะห์การให้ความหมายความเป็นนักฟิสิกส์ 2) วิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งเสริมต่อความเป็นนักฟิสิกส์ ตามทัศนะของอาจารย์และบุคลากรด้านฟิสิกส์ การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ โดยใช้วิธีสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ ซึ่งใช้แนวคำถามแบบกึ่งโครงสร้างเป็นเครื่องมือ ผู้ให้ข้อมูลสำคัญได้แก่ อาจารย์ผู้สอนในสาขาฟิสิกส์ จำนวน 7 คน นักฟิสิกส์หรือนักวิจัยด้านฟิสิกส์ จำนวน 6 คน ครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์ 7 คน และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ 4 คน รวมจำนวน 24 คน จากสถาบันอุดมศึกษาและโรงเรียนทั่วประเทศ ซึ่งทำการคัดเลือกแบบเจาะจงโดยมีเกณฑ์ในการคัดเลือก จากการศึกษาพบว่า ความเป็นนักฟิสิกส์ คือ คุณลักษณะที่แสดงออกถึงพฤติกรรมในการศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ทางฟิสิกส์ได้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างมีคุณธรรม จริยธรรม ภายใต้ตัวตนของบุคคลที่มีเจตคติที่ดีต่อศาสตร์ทางฟิสิกส์ ตามรูปแบบนักฟิสิกส์ทั้งนักฟิสิกส์ทฤษฎี และนักฟิสิกส์ปฏิบัติ และปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ แบ่งออกเป็น 2 ปัจจัย คือ 1) ปัจจัยภายในบุคคล ประกอบด้วย 2 ด้าน คือ (1) เจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ (2) ประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ 2) ปัจจัยภายนอกบุคคล ประกอบด้วย 5 ด้าน คือ (1) การสนับสนุนของครูฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

[1] หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
Graduate Student, Master Degree in Educational Research and Evaluation, Faculty of Education, Prince of Songkla University
[2] คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
Faculty of Education, Prince of Songkla University
[3] คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
Faculty of Science and Technology, Prince of Songkla University,
*Corresponding author; email: 5820114047@psu.ac.th
(**Received**: 0 xxxxxx 0000; **Revised**: 0 xxxxxx 0000; **Accepted**: 0 xxxxxx 0000)

2 | Humanities and Social Sciences Journal of Graduate School, Pibulsongkram Rajabhat University
Volume 16 No.2 xxxxxx-xxxxxx 0000

(2) บทบาทหน้าที่อาจารย์ฟิสิกส์ระดับมหาวิทยาลัย (3) รูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ (4) โอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์ และ (5) ลักษณะของบุคคลต้นแบบด้านฟิสิกส์

**คำสำคัญ**: ความเป็นนักฟิสิกส์ ปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักฟิสิกส์

## Abstract

The research aimed; to 1) analyzing the meanings given of a qualified physicist, and 2) analyzing the factors enhancing towards qualified physicist as perceived by lecturers and physic personnel. The research methodology was conducted based on the qualitative research using key informant interview with the semi-structured questions. The key informants were 24 persons: 7 physics lecturers, 6 physicists, 7 physics teachers, and 4 physics laboratory personnel. The samples were selected by the purposive sampling technique with the criteria from higher education institutions and schools throughout Thailand. The study revealed that qualified physicist is attribute appeared study behavior natural phenomena, and ability create knowledge in physics through scientific processes morally and ethically under the identity of a person with a good attitude towards physics according models of physicists, both theoretical physicists and experimental physicists. The factors enhancing towards qualified physicist are classified into 2 factors 1) the internal factors including (1) good attitude towards physics and (2) experiences in Sciences and Mathematics; and 2) the external factors including (1) high school physics teacher support, (2) Physics lecturers' role, (3) model in teaching and learning physics, (4) opportunities in Physics academic, and (5) the characteristics of a role model in physics.

**Keywords**: Qualified Physicist The factors enhancing towards Qualified Physicist

## บทนำ

ฟิสิกส์เป็นวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาความจริงในธรรมชาติของสิ่งไม่มีชีวิต ทั้งการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและปรากฏการณ์ต่าง ๆ เพื่อสร้างเป็นกฎหรือทฤษฎีที่นำไปสู่การอธิบายและทำนาย สิ่งที่เกิดขึ้นทั้งในปัจจุบันและอนาคต (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2562) ความรู้ทางฟิสิกส์ที่ทำให้คนเราเลิกกลัวปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เนื่องจากมีแนวทางป้องกันที่มีประสิทธิภาพ มีความเชื่อที่ถูกต้องต่อความลี้ลับของธรรมชาติ ดำรงชีวิตด้วยปราศจากความหวาดระแวง รอดพ้นจากโรคภัยไข้เจ็บมากขึ้น มีความสะดวกสบายในการดำเนินชีวิตมากขึ้น (โกวิทย์ เวชชศาสตร์, 2547) ดังนั้นความรู้ด้านฟิสิกส์จึงมีความสำคัญและถูกจัดให้มีการเรียนการสอนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายขึ้นไป มีจุดเน้นในการพัฒนาให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เมื่อผู้เรียนได้เรียนในวิชาฟิสิกส์แล้วผู้เรียนมีกระบวนการคิดวิเคราะห์ ทักษะ

วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม | 3
ปีที่ 16 ฉบับที่ 2 xxxxxx–xxxxxx 0000

การคิดระดับสูง เชื่อมโยงความรู้ไปสู่ชีวิตจริง และอาชีพได้ ตลอดจนมีพื้นฐานที่สำคัญในการศึกษาต่อด้านวิทยาศาสตร์ในระดับอุดมศึกษา (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561) การศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ สาขาฟิสิกส์ มีหลักสูตร 2 รูปแบบ คือ วิทยาศาสตร์และศึกษาศาสตร์ ซึ่งหลักสูตรมีจุดเน้นในการพัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์ และกำลังคนด้านการศึกษา ดังหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต (ศึกษาศาสตร์) ที่มุ่งผลิตบัณฑิต ที่มีความรู้ ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ฟิสิกส์ และวิชาชีพครู ที่สามารถบูรณาการการเรียนรู้ให้เกิดการพัฒนาได้ตามศักยภาพ (มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2560) หรือหลักสูตรที่เน้นพัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์ด้านเดียว ดังหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต ที่มุ่งผลิตบุคลากรที่มีความรู้ ความสามารถ ทั้งทางทฤษฎี และประสบการณ์เชิงวิทยาศาสตร์และเชิงวิศวกรรมศาสตร์ สามารถนำความรู้ทางฟิสิกส์ไปประกอบวิชาชีพในภาคอุตสาหกรรม ทำวิจัยกับองค์กรภาครัฐอย่างมีคุณธรรม จริยธรรม (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2558) จะเห็นได้ว่าการศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาด้านฟิสิกส์มีการเปิดสอนทั้งในคณะวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะศึกษาศาสตร์ และคณะครุศาสตร์ ซึ่งมีทั้งหลักสูตรที่พัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และด้านการศึกษาหรือพัฒนาเฉพาะด้านใดด้านหนึ่ง และมีจุดเน้นสำคัญร่วมกัน คือ คุณธรรม จริยธรรมในวิชาชีพ และนอกจากอาชีพนักวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์) และครูผู้สอนฟิสิกส์แล้วยังมีอาชีพที่ใช้ความรู้ฟิสิกส์เป็นฐานอยู่มากมาย เช่น อาชีพแพทย์ ทันตแพทย์ สัตวแพทย์ เทคโนโลยีชีวภาพ เทคนิคการแพทย์ วิศวกรรม สถาปัตยกรรม วัสดุศาสตร์ อุตุนิยมวิทยา ธรณีวิทยา เป็นต้น

นักฟิสิกส์ คือ นักวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาปรัชญาธรรมชาติหรือปฏิบัติงานด้านฟิสิกส์ศึกษาปรากฏการณ์ทางกายภาพอย่างกว้างขวาง ตั้งแต่ระดับอนุภาคไปจนถึงพฤติกรรมของวัตถุในเอกภพ เพื่อแก้ปัญหาและเผยแพร่ความรู้เพื่อประโยชน์ต่อมนุษยชาติ (Whewell, 2014) ซึ่งบุคคลที่ประสบความสำเร็จในอาชีพนักฟิสิกส์ได้นั้นผู้วิจัยมองว่าบุคคลนั้นต้องมีความเป็นนักฟิสิกส์ ซึ่งความเป็นนักฟิสิกส์คืออะไร แตกต่างจากความเป็นครู ความเป็นหมอ หรือความเป็นนักวิทยาศาสตร์ทั่วไปอย่างไร แล้วมีปัจจัยใดบ้างที่ส่งผลต่อความเป็นนักฟิสิกส์ จากศึกษาความเป็นนักฟิสิกส์ของโกวิทย์ เวชชศาสตร์ (2547) เสนอว่าเป็น “พฤติกรรมทางปัญญาของบุคคลที่สนใจศึกษาปรากฏการณ์ธรรมชาติ ภายใต้ความเชื่อที่ว่าปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในเอกภาพจะปรากฏขึ้นอย่างมีกฎเกณฑ์ มีอยู่จริง สามารถศึกษาได้ เพื่อสร้างเป็นองค์ความรู้ทางฟิสิกส์ได้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ภายใต้แรงบันดาลใจซึ่งเกิดจากการกระตุ้นของเจตคติทางวิทยาศาสตร์และ/หรือคุณลักษณะเฉพาะหรือบุคลิกภาพของนักวิทยาศาสตร์” และมีปัจจัยที่ส่งเสริมต่อความเป็นนักฟิสิกส์ ได้แก่ การสร้างตนเองให้เป็นนักเรียนเรียนดี การฝึกฝนจนเป็นผู้มีความรู้ความสามารถหรือประสบการณ์ทางด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ การสร้างเจตคติต่อฟิสิกส์ และอุดมการณ์ที่เกี่ยวกับความมุ่งมั่นต่อความสำเร็จหรือการสร้างสรรค์ผลงาน เชื่อมั่นและศรัทธาต่อการเรียนรู้ ความชอบคณิตศาสตร์ และยึดมั่นต่อแนวคิดเชิงตรรกะที่เป็นเหตุเป็นผลเป็นความจริงแท้ โดยมีบริบทแวดล้อมที่เป็นครอบครัว โรงเรียน และกลุ่มเพื่อน เป็นเงื่อนไขสำคัญ ซึ่งผู้วิจัยเห็นถึงการเปลี่ยนแปลงในยุคปัจจุบัน ที่มีความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างรวดเร็ว ประกอบกับการศึกษาข้อมูลจากรายงานประจำปีของศูนย์ความเป็นเลิศด้านฟิสิกส์ (ศูนย์ความเป็นเลิศด้านฟิสิกส์, 2560) พบว่า ประเทศไทยมีความเข้าใจและการยอมรับในบทบาทและความสำคัญของวิทยาศาสตร์พื้นฐานต่อการพัฒนาเทคโนโลยีระดับต่าง ๆ ยังคงอยู่ในระดับที่ไม่เอื้อต่อการดำเนินงานขององค์กรทางด้านวิทยาศาสตร์และ

4 | Humanities and Social Sciences Journal of Graduate School, Pibulsongkram Rajabhat University
Volume 16 No.2 xxxxxx-xxxxxx 0000

เทคโนโลยี มีสาเหตุหลักมาจากความอ่อนแอทางด้านวิทยาศาสตร์พื้นฐานทำให้ประเทศไทยไม่สามารถแข่งขันกับต่างประเทศได้ ดังนั้นการสร้างความเข้าใจและการยอมรับในบทบาทและความสำคัญของวิทยาศาสตร์ต้องต้องเริ่มจากการพัฒนานักศึกษาที่มีความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์พื้นฐานโดยเฉพาะวิชาฟิสิกส์ ซึ่งนอกจากจะพัฒนาความรู้ทางด้านฟิสิกส์แล้ว ต้องพัฒนานักศึกษาสาขาฟิสิกส์ให้มีความเป็นนักฟิสิกส์ สามารถคิดค้นประดิษฐ์หรือสร้างองค์ความรู้ใหม่ ๆ ที่เป็นที่ยอมรับ ทั้งในและต่างประเทศ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะศึกษาความเป็นนักฟิสิกส์ และปัจจัยที่ส่งเสริมให้เกิดความเป็นนักฟิสิกส์ในยุคปัจจุบันของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ ตามทัศนะของอาจารย์และบุคลากรด้านฟิสิกส์ในประเทศไทยเพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์ และด้านการศึกษาฟิสิกส์

## วัตถุประสงค์

1. เพื่อวิเคราะห์การให้ความหมายความเป็นนักฟิสิกส์ตามทัศนะของอาจารย์และบุคลากรด้านฟิสิกส์
2. เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักฟิสิกส์ตามทัศนะของอาจารย์และบุคลากรด้านฟิสิกส์

## วิธีดำเนินการวิจัย

**รูปแบบการวิจัย** การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ โดยวิธีสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ เป็นการสัมภาษณ์บุคคลที่เลือกมาโดยเฉพาะเจาะจงเป็นผู้ที่มีความรู้ ทักษะความสามารถในการสื่อสารพูดคุยกับผู้วิจัยในเรื่องความเป็นนักฟิสิกส์ ผู้วิจัยได้เลือกศึกษาทั่วทั้งประเทศไทยและใช้ 4 ภูมิภาคเป็นพื้นที่ในการวิจัย ได้แก่ ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคใต้ เนื่องจาก 4 ภูมิภาค มีสถาบันอุดมศึกษาที่เปิดการเรียนการสอนในสาขาวิชาฟิสิกส์ โดยสัมภาษณ์ อาจารย์ฟิสิกส์ นักฟิสิกส์/นักวิจัย ครูฟิสิกส์ และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ รวม 24 คน โดยทั้งหมดต้องมีประสบการณ์ทำงานในตำแหน่งอย่างน้อย 5 ปี ดังตาราง 1

**ตาราง 1** แสดงจำนวนผู้ให้ข้อมูลสำคัญ

| ที่ | ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ | จำนวนผู้ให้ข้อมูลสำคัญ | | | | รวม |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ภาคใต้ | ภาคกลาง | ภาคเหนือ | ภาคอีสาน | |
| 1 | อาจารย์ฟิสิกส์ | 2 | 2 | 1 | 2 | 7 |
| 2 | นักฟิสิกส์/นักวิจัย | 1 | 2 | 1 | 2 | 6 |
| 3 | ครูฟิสิกส์ | 2 | 2 | 1 | 2 | 7 |
| 4 | เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| | รวม | 6 | 7 | 4 | 7 | 24 |

วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม | 5
ปีที่ 16 ฉบับที่ 2 xxxxxx–xxxxxx 0000

**คุณสมบัติของผู้ให้ข้อมูลสำคัญ**

1. อาจารย์ผู้สอนในสาขาฟิสิกส์ คือ อาจารย์ที่จบปริญญาโท-เอก ด้านฟิสิกส์มีประสบการณ์การทำวิจัยทางฟิสิกส์ชั้นสูง และสอนนักศึกษาสาขาฟิสิกส์

2. นักฟิสิกส์/นักวิจัย คือ นักวิจัยหลังปริญญาเอกที่กำลังทำวิจัยด้านฟิสิกส์ในมหาวิทยาลัยต่าง ๆ และนักวิจัยอิสระหรือนักฟิสิกส์/นักวิจัยทางด้านฟิสิกส์ในหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชน

3. ครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์ คือ ครูที่จบการศึกษาในระดับปริญญาตรี-เอก ด้านฟิสิกส์ที่มีประสบการณ์ การทำวิจัยทางด้านฟิสิกส์ สอนทฤษฎีและปฏิบัติชั้นต้นในระดับโรงเรียน

4. เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ คือ บุคลากรทางวิทยาศาสตร์ที่ทำงานในห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ทั้งในโรงเรียนและมหาวิทยาลัย จบการศึกษาทางด้านฟิสิกส์มีประสบการณ์ในการเตรียมหรือสร้างเครื่องมือด้านการทดลองทางฟิสิกส์

**เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย** เนื่องจากเป็นงานวิจัยเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยจึงเป็นเครื่องมือที่สำคัญที่สุด และใช้แบบสัมภาษณ์ประกอบการเก็บข้อมูลการวิจัยในครั้งนี้ คือ แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ โดยใช้แนวคำถามหลักดังนี้

1. แนวคำถามหลัก คือ ประเด็นคำถามที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้จากการทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้องเพื่อเข้าถึงข้อมูล โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

   1.1 คำถามเกี่ยวกับความสนใจ และแรงบันดาลใจในการเรียนสาขาฟิสิกส์

   1.2 คำถามเกี่ยวกับการเรียน และการทำโปรเจกต์หรือวิจัยต่าง ๆ ในอดีต

   1.3 คำถามเกี่ยวกับความเป็นนักฟิสิกส์ และปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักฟิสิกส์

**การตรวจสอบเครื่องมือการวิจัยเชิงคุณภาพ** โดยผู้วิจัยนำแบบสัมภาษณ์ดังกล่าวให้อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้ทรงคุณวุฒิที่เชี่ยวชาญในสาขาฟิสิกส์ และสาขาการวิจัยทางการศึกษาในการวิพากษ์วิจารณ์ แสดงข้อคิดเห็น ตรวจสอบแก้ไข และปรับปรุงแบบสัมภาษณ์ให้มีความสมบูรณ์มากขึ้น และนำแบบสัมภาษณ์ไปทดลองสัมภาษณ์กับอาจารย์สาขาฟิสิกส์ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อให้แบบสัมภาษณ์สามารถสื่อความหมายได้อย่างชัดเจน และได้ข้อมูลที่ตรงประเด็นตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย

**การเก็บรวบรวมข้อมูล** ผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลด้วยวิธีการสัมภาษณ์แบบรายบุคคลโดยสัมภาษณ์โดยตรง และสัมภาษณ์ทางโทรศัพท์ โดยกำหนดเวลาคนละ 20 นาที ในเดือน มีนาคม พ.ศ. 2563 ซึ่งขณะสัมภาษณ์จะมีการบันทึกเทปเสียงสัมภาษณ์ตั้งแต่ต้นจนจบการสนทนาและผู้วิจัยได้บันทึกประเด็นที่น่าสนใจพร้อมกับเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นลงในสมุดบันทึก

**6** | Humanities and Social Sciences Journal of Graduate School, Pibulsongkram Rajabhat University
Volume 16 No.2 xxxxxx-xxxxxx 0000

**การวิเคราะห์ข้อมูล** ผู้วิจัยแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

1.ทำการถอดเทปข้อมูลที่ได้ทำการบันทึกลงในคอมพิวเตอร์แบบคำต่อคำ ทำการตรวจสอบข้อมูล และอ่านข้อมูลที่ได้ถอดเทปเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้ บันทึกหลาย ๆ รอบ เพื่อพิจารณาประเด็นเบื้องต้น

2. ทำความเข้าใจความหมายที่ได้จาการถอดเทปอย่างรอบคอบ ทบทวนซ้ำหลาย ๆ รอบผู้วิจัยใช้วิธีการวิเคราะห์เนื้อหาด้วยการพิจารณาประเด็นที่มีความสำคัญและเกี่ยวข้องโดย ตรงกับข้อมูลที่ต้องการและทำการตัดทอนในส่วนของข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องออก ให้เหลือเฉพาะเนื้อหาหลักที่สำคัญ

3. ทำการวิเคราะห์เนื้อหาด้วยการจำแนกข้อมูลที่ได้ออกเป็นประเภทย่อย และประเภทหลัก จัดกลุ่มตามความสัมพันธ์ และความสอดคล้องกันของข้อมูล

4. พิจารณาแต่ละประเด็นและความหมายของแต่ละคำ

5. การจำแนกข้อมูลที่ได้ตามความหมาย ที่อธิบายพฤติกรรมต่าง ๆ ที่เป็นลักษณะเฉพาะให้สมบูรณ์ ทำให้เกิดความเข้าใจบริบทที่ศึกษา

**การตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูล** ผู้วิจัยทำการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูล โดยการนำเสนอขั้นตอนและระเบียบวิธีวิจัยที่ชัดเจนโดยมีการนำเสนอวิธีการขั้นตอนของการทำงานในกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลไว้อย่างชัดเจน โปร่งใส สามารถตรวจสอบได้ สำหรับข้อมูลที่ได้วิเคราะห์แล้วได้ให้ผู้ให้ข้อมูลสำคัญตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล โดยผู้วิจัยสร้างแบบสอบถามเกี่ยวกับปัจจัยที่ได้จากการสัมภาษณ์เพื่อให้ผู้ให้ข้อมูลสำคัญจำนวน 7 ท่าน ยืนยันความถูกต้องเกี่ยวกับนิยามและปัจจัยต่าง ๆ ตรวจสอบคุณภาพโดยการประเมินความเหมาะสมแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale)

รวมทั้งตรวจสอบแบบสามเส้าด้านวิธีการรวบรวมข้อมูล คือ การที่ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลเรื่องเดียวกันโดยการสัมภาษณ์กับผู้ให้ข้อมูลสำคัญที่หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นอาจารย์ฟิสิกส์ นักฟิสิกส์/นักวิจัย ครูฟิสิกส์ และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 2 ท่าน ซึ่งเป็นอาจารย์ในสาขาฟิสิกส์ และอาจารย์สาขาการวิจัยทางการศึกษา ร่วมกับนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในการวิพากษ์วิจารณ์ แสดงข้อคิดเห็น และตั้งข้อสังเกตเกี่ยวกับข้อมูล เพื่อตรวจสอบข้อมูลที่ได้วิเคราะห์ว่ามีความถูกต้องเหมาะสม และสอดคล้องกับความเป็นจริงของความเป็นนักฟิสิกส์

วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม | 7
ปีที่ 16 ฉบับที่ 2 xxxxxx–xxxxxx 0000

## ผลการวิจัย

จากการศึกษาความเป็นนักฟิสิกส์ตามทัศนะของอาจารย์และบุคลากรด้านฟิสิกส์ ซึ่งได้เสนอมุมมองในลักษณะที่เป็นทักษะและความสามารถทางวิทยาศาสตร์ การแสดงออกทางบุคลิกภาพ พฤติกรรมทั้งที่สามารถมองเห็นได้หรือมีอยู่ภายในตัวบุคคล โดยมีผู้กล่าวถึงเรื่องดังกล่าวจำนวน 23 ท่าน และปัจจัยส่งเสริมต่อความเป็นนักฟิสิกส์ ที่เป็นปัจจัยเกี่ยวข้องจำเป็นต่อการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ โดยด้านรูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ มีผู้กล่าวถึงจำนวน 20 ท่าน ด้านเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ มีผู้กล่าวถึงจำนวน 19 ท่าน ด้านการสนับสนุนของครูฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีผู้กล่าวถึงจำนวน 16 ท่าน ด้านโอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์ มีผู้กล่าวถึงจำนวน 13 ท่าน ด้านลักษณะของบุคคลต้นแบบทางฟิสิกส์ 12 ท่าน ด้านบทบาทหน้าที่อาจารย์ฟิสิกส์ระดับมหาวิทยาลัย มีผู้กล่าวถึงจำนวน 10 ท่าน และด้านประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มีผู้กล่าวถึงจำนวน 8 ท่าน จึงสามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

**1. ความหมายความเป็นนักฟิสิกส์ตามทัศนะของอาจารย์และบุคลากรด้านฟิสิกส์**

ความเป็นนักฟิสิกส์ตามทัศนะของอาจารย์และบุคลากรด้านฟิสิกส์ ซึ่งเสนอมุมมองที่เป็นความสามารถ ทักษะต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องจำเป็นต่อการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ที่แสดงออกทางบุคลิกภาพ พฤติกรรมทั้งที่สามารถมองเห็นได้และมีอยู่ภายในตัวบุคคล ดังคำกล่าวที่ว่า *“ความเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ แล้วก็หาความสัมพันธ์ อธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ เน้นศึกษาเกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพ ไม่เน้นลักษณะทางชีวภาพนักฟิสิกส์จะทำแบบนั้น”* (อาจารย์ฟิสิกส์ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คนที่ 1) *“ความคิดที่เป็นเหตุเป็นผล สามารถหาเหตุหาผลด้วยโดยวิธีการที่ถูกต้อง แล้วเป็นกลางยุติธรรม ในการหาคำตอบนั้น หรือมีความซื่อสัตย์ในการแก้ปัญหา”* (ครูฟิสิกส์ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คนที่ 2) *“พฤติกรรมของนักวิทยาศาสตร์ที่มีมุมมองหรือวิธีการอธิบายธรรมชาติต่าง ๆ และลักษณะทางกายภาพ”* (นักฟิสิกส์ทางภาคกลาง คนที่ 2) *“พฤติกรรมของนักแก้ปัญหา สามารถมองปัญหาแล้วแก้ได้ด้วยความรู้ทางฟิสิกส์”* (เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการฟิสิกส์ทางภาคเหนือ คนที่ 1) *“บุคคลที่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ สร้างความรู้ และประยุกต์ใช้เป็นซึ่งนักฟิสิกส์มีทั้งคนที่ชอบเรียนเฉพาะทฤษฎีและคนที่ชอบเรียนทางด้านปฏิบัติทดลอง”* (เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการฟิสิกส์ทางภาคใต้ คนที่ 1)

จากนิยามความเป็นนักฟิสิกส์ของ โกวิทย์ เวชชศาสตร์ (2547) และจากผลการศึกษาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ความเป็นนักฟิสิกส์ คือ คุณลักษณะที่แสดงออกถึงพฤติกรรมในการศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ทางฟิสิกส์ได้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างมีคุณธรรม จริยธรรม ภายใต้ตัวตนของบุคคลที่มีเจตคติที่ดีต่อศาสตร์ทางฟิสิกส์ ตามรูปแบบนักฟิสิกส์ทั้งนักฟิสิกส์ทฤษฎี และนักฟิสิกส์ปฏิบัติ

8 | Humanities and Social Sciences Journal of Graduate School, Pibulsongkram Rajabhat University
Volume 16 No.2 xxxxxx-xxxxxx 0000

**2. ปัจจัยที่ส่งเสริมต่อความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์**

**2.1 ปัจจัยภายในบุคคล ประกอบด้วย 2 ด้าน คือ**

**2.1.1 เจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์** การมีเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ เป็นจุดเริ่มต้นของแรงบันดาลใจที่ส่งเสริมให้พัฒนาตัวตนให้มีความความรู้ ความเข้าใจในธรรมชาติของวิชาฟิสิกส์ซึ่งตามทัศนะของอาจารย์และบุคลากรด้านฟิสิกส์ ให้ข้อมูลที่เกี่ยวกับเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ดังคำกล่าวที่ว่า *"ฟิสิกส์เป็นศาสตร์ที่มีความสำคัญมาก กับการเปลี่ยนแปลงทางวิทยาศาสตร์ เชื่อมั่นว่าฟิสิกส์เป็นศาสตร์ที่ฆ่าไม่ตาย"* (อาจารย์ฟิสิกส์ทางภาคกลาง คนที่ 1) และ *"ผมเชื่อว่าฟิสิกส์สามารถช่วยเหลือเพื่อนมนุษย์ได้ สร้างเทคโนโลยี สร้างความรู้ในธรรมชาติให้คนเข้าใจได้"* (อาจารย์ฟิสิกส์ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คนที่ 1)

จากผลการศึกษาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า เจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ หมายถึง ความสนใจ ความชื่นชอบ ธรรมชาติของวิชาฟิสิกส์ และความเชื่อมั่นในคุณค่าของวิชาฟิสิกส์ที่มีความจำเป็น สามารถช่วยเหลือเพื่อนมนุษย์และพัฒนาประเทศชาติได้

**2.1.2 ประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์** เป็นประสบการณ์แรกเริ่มสู่การตัดสินใจและการเลือกที่จะพัฒนาตัวเองในด้านฟิสิกส์ ซึ่งตามทัศนะของอาจารย์และบุคลากรด้านฟิสิกส์ ให้ข้อมูลที่เกี่ยวกับประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ดังคำกล่าวที่ว่า *"ในช่วง ม.ปลาย ได้มีโอกาสไปเข้าค่าย สอวน. ทั้งค่ายเคมีและฟิสิกส์ซึ่งการเข้าค่ายทำให้มีความเข้าใจเบื้องต้นว่าเราถนัดและชอบวิชาไหนมากที่สุด จึงได้ตัดสินใจเรียนในสาขาฟิสิกส์เนื่องจากความชอบและความถนัด"* (อาจารย์ฟิสิกส์ทางภาคใต้ คนที่ 1) และ *" ตอนเด็ก ๆ เอาลวดไปพันตะปูแล้วทำให้เกิดแม่เหล็กแล้วรู้สึกว่าสนุกดี และได้ทดลองเรื่องของเลนส์ที่รวมแสงต่าง ๆ ชอบทำชอบเล่น ชอบอ่านหนังสือชอบดูการ์ตูนวิทยาศาสตร์"* (เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการฟิสิกส์ทางภาคเหนือ คนที่ 1)

จากผลการศึกษาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ หมายถึง การรับรู้ความสามารถตนเอง แสวงหาความรู้และประสบการณ์จากการเข้าร่วมกิจกรรม การเลือกเรียนในแผนการเรียนที่ส่งเสริมทักษะความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ในอดีตตั้งแต่ระดับประถมศึกษาจนถึงก่อนเข้ามหาวิทยาลัย

**2.2 ปัจจัยภายนอกบุคคล ประกอบด้วย 5 ด้าน คือ**

**2.2.1 ด้านการสนับสนุนของครูฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย** การสอนของครูในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นจุดเริ่มต้นให้นักเรียนได้รู้จักวิชาฟิสิกส์ เป็นจุดเริ่มต้นของความสนใจในธรรมชาติของวิชาฟิสิกส์ ซึ่งตามทัศนะของอาจารย์และบุคลากรด้านฟิสิกส์ให้ข้อมูลที่เกี่ยวกับครูผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ดังคำกล่าวที่ว่า *"ครูมีความสำคัญที่จะช่วยให้นักเรียนสั่งสมความชอบที่จะเลือกเรียนในสาขาฟิสิกส์ ต้องชี้ให้เห็นด้วยว่าเรียนฟิสิกส์ไปเพื่ออะไร"* (อาจารย์ฟิสิกส์ทางภาคใต้ คนที่ 2) *"เป็นหน้าที่ของครูที่ต้องส่งเสริมสร้างความอยากรู้ อยากเห็น และสอนความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์"* (อาจารย์ฟิสิกส์ทางภาค

วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม | 9
ปีที่ 16 ฉบับที่ 2 xxxxxx–xxxxxx 0000

ตะวันออกเฉียงเหนือ คนที่ 1) *"อยู่ที่กระบวนการสอนของครู ที่จะไม่ทำให้นักเรียนมีทัศนคติไม่ดีกับวิชาฟิสิกส์ แต่ต้องกระตุ้น ให้นักเรียนเกิดความอยากรู้ สร้างแรงบันดาลใจให้นักเรียน"*(ครูฟิสิกส์ทางภาคเหนือ คนที่ 1)

จากผลการศึกษาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การสนับสนุนของครูฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย หมายถึง การส่งเสริมให้นักเรียนมีความชื่นชอบในธรรมชาติของวิชาฟิสิกส์ สร้างทัศนคติที่ดีด้านฟิสิกส์ให้กับนักเรียน และสนับสนุนจนประสบความสำเร็จในด้านฟิสิกส์

**2.2.2 ด้านบทบาทหน้าที่อาจารย์ฟิสิกส์ระดับมหาวิทยาลัย** การแสดงออกด้านบทบาทหน้าที่ของอาจารย์ผู้สอนฟิสิกส์ระดับมหาวิทยาลัย เป็นปัจจัยสำคัญที่นักศึกษาจะซึมซับ และถือไปปฏิบัติตามในการทำงานด้านฟิสิกส์ ซึ่งตามทัศนะของอาจารย์และบุคลากรด้านฟิสิกส์ให้ข้อมูลที่เกี่ยวกับบทบาทหน้าที่อาจารย์ฟิสิกส์ระดับมหาวิทยาลัย ดังคำกล่าวที่ว่า *"ความเป็นนักฟิสิกส์จะถ่ายทอดผ่านอาจารย์ในตอนที่นักศึกษาได้ทำงานวิจัยร่วมกับอาจารย์ การทำวิจัยได้ประพฤติปฏิบัติตัวเหมือนนักฟิสิกส์จริง ๆ และใช้ความเป็นนักฟิสิกส์ได้อย่างเต็มที่"* (อาจารย์ฟิสิกส์ทางภาคใต้ คนที่ 1)

จากผลการศึกษาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า บทบาทหน้าที่อาจารย์ฟิสิกส์ระดับมหาวิทยาลัย หมายถึง การดูแลติดตาม การสอน การฝึกทักษะกระบวนการ การแสวงหาความรู้ทางฟิสิกส์ และการนำความรู้ทางฟิสิกส์มาประยุกต์ในชีวิตประจำวันให้กับนักศึกษาของอาจารย์ผู้สอนในสาขาฟิสิกส์

**2.2.3 ด้านรูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์** เป็นการเรียนการสอนที่ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งตามทัศนะของอาจารย์และบุคลากรด้านฟิสิกส์ให้ข้อมูลที่เกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ ดังคำกล่าวที่ว่า *"การเรียนการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเป็นนักฟิสิกส์ ต้องฝึกให้นำบทเรียนไปประยุกต์ด้วยตนเอง เป็นนักทดลอง มีการคิดค้น การพัฒนาทฤษฎี และการโต้แย้งกันระหว่างกลุ่ม"* (อาจารย์ฟิสิกส์ทางภาคเหนือ คนที่ 1) และ*"การเรียนการสอนก็ต้องใช้ทั้งการบรรยายทฤษฎีและปฏิบัติการทดลองควบคู่กันไป ซึ่งก็คือการออกแบบการทดลองและทดลองเอง และมีการอธิบายทฤษฎีเพิ่มเติมจากผู้สอน"* (เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการฟิสิกส์ทางภาคใต้ คนที่ 1)

จากผลการศึกษาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า รูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ หมายถึง การเรียนการสอนที่ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เน้นทั้งการปฏิบัติและทฤษฎีควบคู่กันไปตามประเภทของนักฟิสิกส์ที่มีทั้งนักฟิสิกส์ทดลองและนักฟิสิกส์ทฤษฎีที่สอดคล้องกับการค้นคว้าหาความรู้ทางฟิสิกส์

**2.2.4 ด้านโอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์** เป็นโอกาสในการแสดงบทบาทนักฟิสิกส์และสร้างแนวคิดในการทำงานด้านฟิสิกส์ ซึ่งตามทัศนะของอาจารย์และบุคลากรด้านฟิสิกส์ให้ข้อมูลที่เกี่ยวกับโอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์ ดังคำกล่าวที่ว่า *"โอกาสทางการศึกษามีมากขึ้นโอกาสที่คนขอบฟิสิกส์ก็เป็นไปได้ง่ายขึ้น คือเพิ่มสีสันทางวิชาการให้ปรากฏในข่าว ในสื่อมวลชน ในภาพยนตร์ไทยให้มากขึ้น"* (อาจารย์ฟิสิกส์ทางภาคเหนือ คนที่ 1) *"โอกาสในการทำวิจัยเป็นการพัฒนาบุคลากรด้านฟิสิกส์ นอกจากองค์ความรู้และได้ใช้ทักษะกระบวนการอย่างเต็มที่แล้ว การทำวิจัยยังสร้างทักษะกระบวนการวิธีคิดแบบนักวิทยาศาสตร์ ความสามารถใน*

**10** | Humanities and Social Sciences Journal of Graduate School, Pibulsongkram Rajabhat University
Volume 16 No.2 xxxxxx-xxxxxx 0000

*การใช้เครื่องมือ และสามารถพัฒนาตัวเองทำวิจัยใหม่ ๆ ขึ้นมาเรื่อย ๆ มีความรอบคอบหรือทักษะต่าง ๆ เพิ่มมากขึ้น"* (นักฟิสิกส์ทางภาคกลาง คนที่ 2)

จากผลการศึกษาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า โอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์ หมายถึง โอกาสที่นักศึกษาสาขาฟิสิกส์ได้แสดงบทบาทนักฟิสิกส์ และใช้ทักษะกระบวนการอย่างเต็มที่ในการสร้างแนวคิดการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้านฟิสิกส์ ไม่ว่าจะเป็นโอกาสในการทำงานการทำวิจัยหรือการเข้าร่วมกิจกรรมต่าง ๆ ด้านฟิสิกส์ที่เกิดขึ้น

**2.2.5 ด้านลักษณะของบุคคลต้นแบบทางฟิสิกส์** นักวิทยาศาสตร์และนักฟิสิกส์ทั้งในและต่างประเทศ เป็นบุคคลต้นแบบที่แสดงออกถึงความสนใจ และเห็นคุณค่าในธรรมชาติของวิชาฟิสิกส์ ซึ่งตามทัศนะของอาจารย์และบุคลากรด้านฟิสิกส์ให้ข้อมูลที่เกี่ยวกับลักษณะของบุคคลต้นแบบทางฟิสิกส์ ดังคำกล่าวที่ว่า *"ชื่นชอบ Richard Feynman เป็นนักฟิสิกส์ที่สอนเก่ง หัวดี อธิบายฟิสิกส์ธรรมดาให้กับคนที่ไม่เรียนฟิสิกส์เข้าใจฟิสิกส์ในรูปแบบที่ง่าย ๆ และเป็นนักทฤษฎีที่มีความรู้ทางด้านปฏิบัติด้วย คือเรียนมาแล้วเอาความรู้มาประยุกต์ใช้เป็น ก็ได้นำลักษณะดังกล่าวมาประยุกต์ใช้"* (อาจารย์ฟิสิกส์ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คนที่ 1) *"การมีต้นแบบที่น่าสนใจทางด้านฟิสิกส์ เป็นหนึ่งปัจจัยที่ส่งเสริมต่อความเป็นนักฟิสิกส์ได้ ดังนั้นถ้าเรามีนักฟิสิกส์ที่สร้างผลงานมีชื่อเสียง และเป็นที่ยอมรับได้ในระดับโลกเยอะ ๆ ก็เป็นสิ่งหนึ่งในการเพาะต้นกล้าต้นใหม่ ๆ ตามมาได้อีกเช่นกัน"* (อาจารย์ฟิสิกส์ทางภาคใต้ คนที่ 2)

จากผลการศึกษาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางฟิสิกส์ หมายถึง บุคลิกภาพ และพฤติกรรมในการทำงานที่มีแบบแผน โดยยึดหลักการที่มีเหตุมีผลสร้างความร่วมมือและการประยุกต์ใช้ความรู้ทางฟิสิกส์ของนักวิทยาศาสตร์หรือนักฟิสิกส์ทั้งในและต่างประเทศ

## สรุปและอภิปรายผล

**1. การวิเคราะห์ให้ความหมายความเป็นนักฟิสิกส์ ตามทัศนะของอาจารย์และบุคลากรด้านฟิสิกส์** พบว่า ความเป็นนักฟิสิกส์ หมายถึง คุณลักษณะที่แสดงออกถึงพฤติกรรมในการศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ทางฟิสิกส์ได้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างมีคุณธรรม จริยธรรม ภายใต้ตัวตนของบุคคลที่มีเจตคติที่ดีต่อศาสตร์ทางฟิสิกส์ ตามรูปแบบนักฟิสิกส์ทั้งนักฟิสิกส์ทฤษฎี และนักฟิสิกส์ปฏิบัติ ซึ่งมีความคล้ายคลึงกับปรัชญาโครงการสถานีฟิสิกส์ศึกษา (2557) ที่ว่า "ความเป็นเลิศเกิดจากเสรีภาพและการศึกษาวิทยาศาสตร์ ไม่ได้มีไว้เพื่อมุ่งหาประโยชน์จากธรรมชาติ หากแต่เพื่อเข้าใจกับความงามของธรรมชาติ วิทยาศาสตร์เป็นการศึกษาเพื่อปล่อยมนุษย์สู่เสรี และอยู่ร่วมกับธรรมชาติอย่างอ่อนน้อมถ่อมตน" จะเห็นได้ว่านักฟิสิกส์ศึกษาวิทยาศาสตร์เพื่ออยู่กับธรรมชาติ บุคคลที่จะมีความเป็นนักฟิสิกส์ต้องเห็นความงามของฟิสิกส์มีแรงบันดาลใจมีความรักในการศึกษาฟิสิกส์อย่างจริงจัง มีจิตวิญญาณของความเป็นนักฟิสิกส์ที่ดีและเอื้อเฟื้อแก่เพื่อนมนุษย์ นอกจากนี้ความเป็นนักฟิสิกส์ข้างต้นยังสอดคล้องกับการศึกษาของภิญญา พันธ์ ร่วมชาติ และขวัญ เพียซ้าย (2552) ที่ให้ความหมายเกี่ยวกับนักเรียนวิทยาศาสตร์ คือ "บุคคลที่ศึกษาความรู้ในเนื้อหาสาระด้านวิทยาศาสตร์ แสวงหาความรู้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีความเข้าใจบทบาทของ

วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม | 11
ปีที่ 16 ฉบับที่ 2 xxxxxx–xxxxxx 0000

ตนเองในการแสดงออกเพื่อสร้างมนุษยสัมพันธ์กับบุคคลอื่น ๆ ในสังคม” และสอดคล้องกับการค้นคว้าหาความรู้ทางฟิสิกส์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2562) ที่ระบุถึง แนวทางการค้นคว้าหาความรู้ทางฟิสิกส์ที่ได้มาจากการสังเกต การทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์หรือจากการสร้างแบบจำลองทางความคิดเพื่อสรุปเป็นทฤษฎี หลักการหรือกฎ ซึ่งสามารถระบุได้ว่านักฟิสิกส์แบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ คือ นักฟิสิกส์ทฤษฎี (Theoretical physicists) และนักฟิสิกส์ปฏิบัติ (Experimental physicists)

**2. การศึกษาปัจจัยที่ส่งเสริมต่อความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์**

จากการพิจารณาเกี่ยวกับจำนวนครั้งที่ผู้ให้ข้อมูลสำคัญกล่าวถึงปัจจัยด้านต่าง ๆ ที่ปัจจัยส่งเสริมต่อความเป็นนักฟิสิกส์ สามารถลำดับความสำคัญ สรุปและอภิปรายผลได้ดังนี้

**2.1 ปัจจัยด้านรูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์** เป็นการเรียนการสอนที่ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เน้นทั้งการปฏิบัติและทฤษฎีควบคู่กันไปตามประเภทของนักฟิสิกส์ที่มีทั้งนักฟิสิกส์ทดลองและนักฟิสิกส์ทฤษฎีที่สอดคล้องกับการค้นคว้าหาความรู้ทางฟิสิกส์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.,2562) สอดคล้องกับการศึกษาของมีชัย เทพนุรัตน์ (2560) พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบThai-Active Physics ตอบสนองการเปลี่ยนแปลงของสังคมที่รวดเร็วและไม่แน่นอน เป็นการเรียนรู้ฟิสิกส์ด้วยตนเองผ่านการปฏิบัติหรือทดลองในสิ่งที่ตนสนใจ ซึ่งเป็นกระบวนการหนึ่งที่จะนำไปสู่การบูรณาการแบบ STEM ที่สามารถส่งเสริมการสร้างแรงบันดาลใจในการเรียนรู้และเจตคติที่ดีในการเรียนวิชาฟิสิกส์ ทำให้ผู้เรียนเข้าใจธรรมชาติอย่างลึกซึ้ง สามารถสร้างสรรค์นวัตกรรมในวงการฟิสิกส์ในระดับชาติและระดับนานาชาติได้ในอนาคต

**2.2 ปัจจัยด้านเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์** เป็นความสนใจ ความชื่นชอบ ธรรมชาติของวิชาฟิสิกส์และความเชื่อมั่นในคุณค่าของวิชาฟิสิกส์ที่มีความจำเป็น สามารถช่วยเหลือเพื่อนมนุษย์และพัฒนาประเทศชาติได้ สอดคล้องกับการศึกษาของภิญญาพันธ์ ร่วมชาติ (2554) และวรภัทร เมฆขจร (2563) พบว่า ทัศนคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์หรือวิชาที่เรียน ทำให้เกิดความพยายามเชื่อว่าสิ่งที่ตัดสินใจมีประโยชน์ ซึ่งสิ่งเหล่านี้สามารถส่งเสริมพฤติกรรมแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ หรือพฤติกรรมของนักวิทยาศาสตร์ขึ้นได้ และสอดคล้องกับการศึกษาของฐายิกา ชูสุวรรณ (2561) พบว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นคุณลักษณะที่ดีของนักวิทยาศาสตร์ เป็นความรู้สึกที่แสดงออกทางพฤติกรรมที่ส่งเสริมให้บุคคลแสวงหาความรู้ด้านวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่อง โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหา พัฒนาความคิดและการตัดสินใจในเรื่องต่าง ๆ ให้ได้ผลดียิ่งขึ้น

**2.3 ปัจจัยด้านการสนับสนุนของครูฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย** เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนมีความชื่นชอบในธรรมชาติของวิชาฟิสิกส์ สร้างทัศนคติที่ดีด้านฟิสิกส์ให้กับนักเรียนและสนับสนุนจนประสบความสำเร็จในด้านฟิสิกส์ของครูฟิสิกส์ สอดคล้องกับการศึกษาของภิญญาพันธ์ ร่วมชาติ และขวัญเพียซ้าย (2552) พบว่า ครูสอนวิทยาศาสตร์ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนากรอบความคิดแบบเติบโตในการเรียนวิทยาศาสตร์ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความพยายามในการเรียนรู้ ครูมีการสร้างความสัมพันธ์อันดีกับผู้เรียน เป็นแบบอย่างนักวิทยาศาสตร์ที่ดี เปิดโอกาสในการแสดงความคิดเห็นของผู้เรียน จัดกิจกรรมที่ให้นักเรียน

12 | Humanities and Social Sciences Journal of Graduate School, Pibulsongkram Rajabhat University
Volume 16 No.2 xxxxx-xxxxx 0000

วิทยาศาสตร์เห็นคุณค่าของกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ซึ่งสิ่งเหล่านี้ส่งเสริมให้นักเรียนมีพฤติกรรมตามบทบาทของนักเรียนวิทยาศาสตร์ ทั้งการแสวงหาความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ การศึกษาต่อในสาขาวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ นำไปสู่ความสำเร็จในการเรียนวิทยาศาสตร์และใช้ชีวิตในฐานะนักวิทยาศาสตร์ในที่สุด

**2.4 ปัจจัยด้านโอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์** เป็นโอกาสที่นักศึกษาสาขาฟิสิกส์ได้แสดงบทบาทนักฟิสิกส์ และใช้ทักษะกระบวนการอย่างเต็มที่ในการสร้างแนวคิด การศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้านฟิสิกส์ ไม่ว่าจะเป็นโอกาสในการทำงาน การทำวิจัย หรือการเข้าร่วมกิจกรรมต่าง ๆ ด้านฟิสิกส์ที่เกิดขึ้น สอดคล้องกับคำกล่าวของนวรัตน์ อินทุวงศ์ และอรทัย เรืองสมบัติ (2556) และกาญจนา ภัทราวิวัฒน์ (2559) กล่าวว่า การจัดการศึกษาสำหรับผู้มีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีมุมมองที่กว้างขึ้น ลักษณะการจัดกิจกรรมแบบเพิ่มพูนประสบการณ์เน้นกระบวนการคิด ลงมือปฏิบัติ ค้นคว้าอย่างเป็นระบบ ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนตามความสนใจของตนเอง เช่น การจัดกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ การทำโครงงาน โครงการส่งเสริมการเรียนรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ กิจกรรมการประชุมวิชาการเป็นโอกาสดีที่ผู้เข้าร่วมได้แสดงความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ได้แลกเปลี่ยนมุมมองและความคิดเห็นในการแก้ปัญหาสังคมกับเพื่อน ๆ ได้ใช้ความรู้สร้างสรรค์ชิ้นงานที่มีคุณค่า เหมือนกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ เป็นเวทีสำหรับแสดงความสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนสนใจและศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์รักและเลือกอาชีพนักวิทยาศาสตร์มากขึ้น

**2.5 ปัจจัยด้านลักษณะของบุคคลต้นแบบทางฟิสิกส์** เป็นบุคลิกภาพ และพฤติกรรมในการทำงานที่มีแบบแผน โดยยึดหลักการที่มีเหตุมีผล สร้างความร่วมมือและการประยุกต์ใช้ความรู้ทางฟิสิกส์ของนักวิทยาศาสตร์หรือนักฟิสิกส์ทั้งในและต่างประเทศ สอดคล้องกับการศึกษาของกาญจนา ภัทราวิวัฒน์ (2559) และพุทธชาด อังณะกูร (2563) พบว่า การนำเสนอเรื่องราวของบุคคลต้นแบบด้านวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมให้ผู้ที่มีความสามารถพิเศษด้านวิทยาศาสตร์ได้เรียนรู้วิธีการทำงานจริง เกิดการพัฒนาทักษะ สร้างแรงบันดาลใจในการเรียน และมีโอกาสประสบความสำเร็จในการประกอบอาชีพมากขึ้น ซึ่งปัจจุบันมีพี่เลี้ยงวิชาการทางออนไลน์ เช่น Ask an Expert International ,Telementor Program และ MadSci Network เป็นต้น และเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการประกอบอาชีพของเยาวชนไทย ตัวอย่างบุคคลต้นแบบด้านวิทยาศาสตร์ เช่น ทูตสะเต็ม” (STEM Ambassador) เป็นบุคคลต้นแบบอาชีพด้านการบูรณาการวิทยาศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ที่ทำหน้าถ่ายทอดความรู้ ให้คำแนะนำแลกเปลี่ยนประสบการณ์การทำงาน และสร้างแรงบันดาลใจให้แก่ผู้ที่สนใจ ให้เห็นประโยชน์ของการบูรณาการวิทยาศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ไปใช้ในบริบทของชีวิตจริง (สินีนาฎ ทาบึงกาฬ, 2559)

**2.6 ปัจจัยด้านบทบาทหน้าที่อาจารย์ฟิสิกส์ระดับมหาวิทยาลัย** เป็นการดูแลติดตาม การสอน การฝึกทักษะกระบวนการ การแสวงหาความรู้ทางฟิสิกส์ และการนำความรู้ทางฟิสิกส์มาประยุกต์ในชีวิตประจำวันให้กับนักศึกษาของอาจารย์ผู้สอนในสาขาฟิสิกส์ สอดคล้องกับการศึกษาของภิญญาพันธ์ ร่วมชาติ (2554) พบว่าอาจารย์ผู้สอนวิทยาศาสตร์ที่มีความสัมพันธ์ที่ดี ดูแลช่วยเหลือให้กำลังใจ และเปิดโอกาสในการ

แลกเปลี่ยนความคิดเห็น โอกาสในการปฏิบัติงาน การทำกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ร่วมกัน ตลอดจนเป็นแบบอย่างที่ดีในการประสบความสำเร็จด้านวิทยาศาสตร์ซึ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความชัดเจนในบทบาทของผู้เรียนวิทยาศาสตร์ได้

**2.7 ปัจจัยด้านประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์** เป็นการรับรู้ความสามารถตนเอง แสวงหาความรู้และประสบการณ์จากการเข้าร่วมกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในอดีตตั้งแต่ระดับประถมศึกษาจนถึงก่อนเข้ามหาวิทยาลัย สอดคล้องกับการศึกษาของพุทธชาด อังณะกูร (2563) พบว่า การวางแผนด้านการเรียนในรายวิชาที่เกี่ยวข้องเพื่อนำความรู้ไปพัฒนาตนเองเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการเลือกอาชีพ การทำงาน และความสำเร็จของงานที่ทำในอนาคต และสอดคล้องกับคำกล่าวของสินีนาฎ ทาบึงกาฬ (2561) ได้กล่าวถึงโครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์ เป็นการส่งเสริมสนับสนุนให้นักเรียนได้รับการพัฒนาศักยภาพในหลายด้าน ทั้งการเรียนในหลักสูตรที่เน้นทักษะการปฏิบัติและการแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนมีความชัดเจนในตัวตนด้านความถนัดมีประสบการณ์ที่ดีด้านวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ และใฝ่ฝันที่จะเป็นนักวิทยาศาสตร์

จากการพิจารณาเกี่ยวกับผู้ให้ข้อมูลสำคัญ 4 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ อาจารย์ฟิสิกส์ นักฟิสิกส์/นักวิจัย ครูฟิสิกส์ และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ ซึ่งเป็นนักฟิสิกส์ในสายงานฟิสิกส์ที่แตกต่างกัน พบว่า มี 5 ด้าน ที่กลุ่มผู้ให้ข้อมูลสำคัญทั้ง 4 กลุ่มตัวอย่างกล่าวถึงเหมือนกัน คือ ด้านปัจจัยด้านรูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ ปัจจัยด้านเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ ปัจจัยด้านการสนับสนุนของครูฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ปัจจัยด้านโอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์ และปัจจัยด้านบทบาทหน้าที่อาจารย์ฟิสิกส์ระดับมหาวิทยาลัย ส่วนปัจจัยด้านลักษณะของบุคคลต้นแบบทางฟิสิกส์มีกลุ่มผู้ให้ข้อมูลสำคัญ 3 กลุ่มตัวอย่างกล่าวถึง ได้แก่ อาจารย์ฟิสิกส์ นักฟิสิกส์/นักวิจัย และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ และปัจจัยด้านประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มีกลุ่มผู้ให้ข้อมูลสำคัญ 3 กลุ่มตัวอย่างกล่าวถึง ได้แก่ อาจารย์ฟิสิกส์ นักฟิสิกส์/นักวิจัย และครูฟิสิกส์

## ข้อเสนอแนะ

### ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.สำหรับอาจารย์ผู้สอนฟิสิกส์ควรจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ที่สอดคล้องกับการค้นคว้าหาความรู้ทางฟิสิกส์ ควรสร้างความสัมพันธ์อันดีกับนักศึกษาแสดงออกถึงความห่วงใย ให้กำลังใจในด้านการเรียนและการทำงาน เปิดโอกาสนักศึกษาได้ทำงานด้านฟิสิกส์ร่วมกัน เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันซึ่งกันและกัน เรียนรู้พฤติกรรมการทำงาน พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความเป็นนักฟิสิกส์ ตลอดจนเป็นแบบอย่างนักฟิสิกส์ที่ดีให้กับนักศึกษา

**14** | Humanities and Social Sciences Journal of Graduate School, Pibulsongkram Rajabhat University
Volume 16 No.2 xxxxxx-xxxxxx 0000

2. สำหรับนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ ควรมีความสัมพันธ์อันดีกับผู้ประสบความสำเร็จด้านฟิสิกส์ ไม่ว่าจะเป็นการทำความรู้จักมักคุ้น ติดต่อแลกเปลี่ยนความรู้จากอาจารย์ฟิสิกส์ทั้งในและต่างสถาบัน แสวงหาความรู้หาโอกาสในการเป็นผู้เข้าร่วม ผู้วิจัย หรือผู้นำเสนอผลงานวิจัยในงานวิชาการด้านฟิสิกส์หรือโอกาสด้านวิชาการทางฟิสิกส์อื่น ๆ อย่างสม่ำเสมอ และศึกษาชีวประวัติ แนวทางการทำงาน ติดตามผลงานของนักฟิสิกส์ทั้งในและต่างประเทศ ตลอดจนฝึกฝนพัฒนาตนเองเพื่อเป็นแบบอย่างที่ดีของผู้ประสบความสำเร็จด้านฟิสิกส์

**ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป**

การศึกษาเพิ่มเติมในการนิยามความเป็นนักฟิสิกส์โดยการสังเกตพฤติกรรมหรือการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากผู้ที่ใกล้ชิดหรือคนในครอบครัวของนักฟิสิกส์เพื่อให้ได้ข้อมูลหรือมุมมองจากคนรอบข้างที่ไม่ใช่เจ้าของพฤติกรรม

## เอกสารอ้างอิง

กาญจนา ภัทราวิวัฒน์. (2559). การพัฒนาแนวทางการจัดการศึกษาที่มีคุณภาพสำหรับผู้ที่มีความสามารถพิเศษด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ประยุกต์ใช้เทคนิคการวิจัยอนาคต. *วารสารพฤติกรรมศาสตร์เพื่อการพัฒนา, 8*(2), 151-168.

โกวิทย์ เวชชศาสตร์. (2547). *กระบวนการเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ : กรณีศึกษานักเรียนในแผนการเรียนคณิตศาสตร์–วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย* (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

ฐายิกา ชูสุวรรณ. (2561). การสอนวิชาฟิสิกส์โดยใช้แนวการจัดการศึกษาแบบสะเต็ม เรื่อง แสงที่มีผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมขนาดกลาง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา. *รายงานสืบเนื่องการประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติครั้งที่ 3 มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์, 3*(1), 561-576.

นวรัตน์ อินทุวงศ์ และอรทัย เรืองสมบัติ. (2556). เรื่องเด่นประจำฉบับ ทุนโอลิมปิกวิชาการสมเด็จพระเจ้าพี่นางเธอ เจ้าฟ้ากัลยาณิวัฒนา กรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์ สำหรับผู้แทนประเทศไทยไปแข่งขันคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์โอลิมปิกระหว่างประเทศ. *นิตยสาร สสวท., 41*(184), 24-28.

พุทธชาด อังณะกูร. (2563). การวิเคราะห์ความสนใจและเจตคติต่อเนื้อหาและอาชีพด้านสะเต็มของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล.*วารสารบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์, 14*(2), 105-125.

ภิญญาพันธ์ ร่วมชาติ. (2554). ปัจจัยเชิงสาเหตุของความผูกผันต่อบทบาทเอกลักษณ์ของนักเรียนวิทยาศาสตร์แรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ และความคลุมเคลือในบทบาทที่มีผลต่อพฤติกรรมตามบทบาทของนักเรียนวิทยาศาสตร์ที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์. *วารสารพฤติกรรมศาสตร์, 17*(1), 55-78.

ภิญญาพันธ์ ร่วมชาติ และขวัญ เพียซ้าย. (2552). เอกลักษณ์ของนักเรียนวิทยาศาสตร์.*วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้, 2*(2), 165-175.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี .(2558). *หลักสูตรวิทยาศาลตรบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ประยุกต์.* สืบค้นเมื่อวันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2563 เข้าถึงได้จาก http://www.physics.kmutt.ac.th/version2558/cirriculum2558/bsc_applied_physics.html

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. (2560). *รายงานการประเมินตนเอง (Self-Assessment Report).* คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, ปัตตานี.

มีชัย เทพนุรัตน์. (2560). การสอนฟิสิกส์แบบ Thai-Active Physics ระดับมัธยมศึกษา. *วารสารฟิสิกส์สมาคมฟิสิกส์ไทย, 35*(2), 56-60.

วรภัทร เมฆขจร.(2563). ปัจจัยทางจิตสังคมที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการตัดสินใจในการเรียนด้วยตนเองของนักศึกษาปริญญาตรี. *วารสารพฤติกรรมศาลตร์เพื่อการพัฒนา, 12*(1), 74-91.

ศูนย์ความเป็นเลิศด้านฟิสิกส์. (2560). *รายงานประจำปี 2560.ศูนย์ความเป็นเลิศด้านฟิสิกส์.* มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. สืบค้นเมื่อวันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2563 เข้าถึงได้จาก http://thepcenter.org/upload02/ThEP_Annual_Report_2017/ThEP_annual_report_2017.pdf.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี .(2562). *หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ ม.4 เล่ม 1.* กรุงเทพ ฯ. ศึกษาภัณฑ์พาณิชย์ลาดพร้าว กระทรวงศึกษาธิการ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). *คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ วิชาฟิสิกส์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาลตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. สืบค้นเมื่อวันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2563 เข้าถึงได้จาก http://www.scimath.org/e-books/8437/flippingbook/2/index.html

สถานีฟิสิกส์ศึกษา. (2557). *สถานีฟิสิกส์ศึกษา.*[แผ่นพับ]. มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

สินีนาฎ ทาบึงกาฬ. (2561). นานาสาระและข่าวสาร ทุน พสวท. และโอลิมปิกวิชาการ “ปั้นฝันเด็กไทย เติบใหญ่สู่นักวิทย์แถวหน้า”. *นิตยสาร สสวท., 46*(211), 50-52.

สินีนาฎ ทาบึงกาฬ. (2559). สานฝันเยาวชนเปิดประตูสู่อาชีพด้านสะเต็มกับทูตสะเต็ม. *นิตยสาร สสวท., 44*(201), 3-5.

Whewell, W. (2014). *The Philosophy of the Inductive Sciences: Founded Upon Their History*. Cambridge Library Collection – Philosophy.

## บทความที่ 2

# ปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย

**สถาพร เรืองรุ่ง***
ศษ.ม. (การวิจัยและประเมินผลการศึกษา), นักศึกษาปริญญาโท
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี
**อาฟีฟี ลาเต๊ะ**
ปร.ด. (การวิจัยและสถิติทางการวิทยาการปัญญา), รองศาสตราจารย์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี
**พวงทิพย์ แก้วทับทิม**
ปร.ด. (ฟิสิกส์), ผู้ช่วยศาสตราจารย์
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี
*ผู้ประสานงาน: 5820114047@psu.ac.th

**บทคัดย่อ**

ความเป็นนักฟิสิกส์ คือ คุณลักษณะที่แสดงออกถึงพฤติกรรมในการศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ทางฟิสิกส์ได้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างมีคุณธรรม จริยธรรม ภายใต้ตัวตนของบุคคลที่มีเจตคติที่ดีต่อศาสตร์ทางฟิสิกส์ ซึ่งมีความน่าสนใจอย่างยิ่งว่ามีปัจจัยใดบ้างที่จะมีอิทธิพลต่อความเป็นนักฟิสิกส์ข้างต้น การวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ ในประเทศไทย โดยกลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาสาขาฟิสิกส์ทั้งหลักสูตรด้านศึกษาศาสตร์ และด้านวิทยาศาสตร์ ที่กำลังศึกษาในระดับชั้นปีที่ 3-4 จำนวน 700 คน ซึ่งการวิจัยครั้งนี้มีผู้ตอบแบบสอบถามออนไลน์มาทั้งหมด 837 คน (เกินมา 137 คน) แบ่งเป็นด้านศึกษาศาสตร์ 417 คน และด้านวิทยาศาสตร์ 420 คน รวบรวมข้อมูลด้วยแบบสอบถามออนไลน์ที่มี 3 ส่วน ได้แก่ ข้อมูลทั่วไป ความคิดเห็นเกี่ยวกับความเป็นนักฟิสิกส์ ความคิดเห็นเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักฟิสิกส์ และผลการวิเคราะห์เส้นทางอิทธิพลของโมเดลสมการโครงสร้างด้วยวิธี PLS-SEM พบว่าสนับสนุนเส้นทางอิทธิพลที่กำหนด 11 เส้นทาง ซึ่งมี 5 ตัวแปรปัจจัยที่มีอิทธิพลเชิงบวกต่อความเป็นนักฟิสิกส์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ได้แก่ ตัวแปรปัจจัยด้านเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ ด้านประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ด้านโอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์ ด้านรูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ และด้านลักษณะของบุคคลต้นแบบทางฟิสิกส์ ผลการวิเคราะห์ระดับความสำคัญ และระดับประสิทธิภาพยังพบว่าตัวแปรแฝงทั้ง 7 ตัวให้ผลของระดับประสิทธิภาพที่เกี่ยวเนื่องกับความเป็นนักฟิสิกส์ที่สูงกว่าร้อยละ 65

**คำสำคัญ:** ความเป็นนักฟิสิกส์, ปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพล, นักศึกษาสาขาฟิสิกส์

# Causal Factor Affecting of Qualified Physicist of Physics Students in Thailand

**Sathaphorn Ruengrung***

M.Ed. (Educational Research and Evaluation), Graduate Student

Faculty of Education, Prince of Songkla University, Pattani Campus

**Afifi Lateh**

Ph.D. (Research and Statistics in Cognitive Science), Associate Professor

Faculty of Education, Prince of Songkla University, Pattani Campus

**Pungtip Kaewtubtim**

Ph.D. (Physics), Assistant Professor

Department of Science, Faculty of Science and Technology

Prince of Songkla University, Pattani Campus

*Corresponding Author: 5820114047@psu.ac.th

## Abstract

Qualified Physicist is the attributes which appeared on study behaviour natural phenomena, and the ability creates knowledge in physics through scientific processes morally and ethically under the identity of a person with a good attitude towards physics. It was interesting to see what factors will influence the above Qualified Physicist. The purpose of this study was to causal factor affecting of Qualified Physicist of physics students in Thailand. The samples were 700 junior-senior, physics students. In this research, there were a total of 837 online respondents (over 137 people), divided into 417 education and 420 science students. Data was collected using an online questionnaire which consisted of 3 parts: general information, Qualified Physicist, and the factors that influenced Qualified Physicist. Path analysis of the structural equation model using PLS-SEM. The results show that 11 paths were statistically significant. There are 5 factor has a positive influence on the Qualified Physicist statistically significant at the level of .01 were: Good attitude towards physics, Experiences in Sciences and Mathematics, Opportunities in Physics academic, Model in teaching and learning physics. and the characteristics of a role model in physics. The results of the analysis of the Importance-Performance Matrix also showed that all 7 latent variables resulted in the efficiency level related to qualified physicist higher than 65 per cent.

**Keywords:** Qualified Physicist, Causal Factor Affecting, Physics Students

**บทนำ**

การศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาในสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย มีหลักสูตร 2 ด้าน คือ ด้านวิทยาศาสตร์ และด้านศึกษาศาสตร์ เช่น วิทยาศาสตรบัณฑิต วิทยาศาสตรบัณฑิต (ศึกษาศาสตร์) การศึกษาบัณฑิต ศึกษาศาสตรบัณฑิต และครุศาสตรบัณฑิต เป็นต้น ซึ่งหลักสูตรมีจุดเน้นในการพัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์ และกำลังคนด้านการศึกษา ดังหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต (ศึกษาศาสตร์) ที่มุ่งผลิตบัณฑิตที่มีความรู้ ความสามารถด้านวิทยาศาสตร์หรือฟิสิกส์ และด้านวิชาชีพครู มีทักษะในการจัดการเรียนการสอน และสามารถบูรณาการการเรียนรู้ให้เกิดการพัฒนาได้ตามศักยภาพ มีดุลยภาพของความรู้ ความคิด ความสามารถ คุณธรรม จริยธรรม เจตคติที่ดีต่อวิชาชีพ และความรับผิดชอบต่อสังคม อีกทั้งสามารถดำรงชีวิตได้อย่างมีคุณภาพ สอดคล้องกับบริบทของสังคม และสามารถพัฒนามนุษย์ให้เกิดประโยชน์แก่สังคมและประเทศชาติ (มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2560) หรือเน้นการพัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์ด้านเดียว ดังหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต มุ่งเน้นการผลิตบุคลากรที่มีความรู้ ความสามารถ ทั้งทางทฤษฎี และประสบการณ์เชิงวิทยาศาสตร์และเชิงวิศวกรรมศาสตร์ จากห้องปฏิบัติการและการฝึกงานในภาคอุตสาหกรรม โดยประยุกต์กับเทคโนโลยีสมัยใหม่ บัณฑิตฟิสิกส์สามารถนำความรู้ทางฟิสิกส์ไป ประกอบวิชาชีพทั้งในภาคอุตสาหกรรม และทำวิจัยกับองค์กรภาครัฐ โดยมีคุณธรรม จริยธรรม ระเบียบวินัย และความสำนึกในการรับผิดชอบต่อหน้าที่การงาน (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2560) จะเห็นได้ว่าการเรียนต่อในระดับอุดมศึกษาในด้านฟิสิกส์จะมีการเปิดสอนทั้งในคณะวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะศึกษาศาสตร์ และคณะครุศาสตร์ ซึ่งมีทั้งหลักสูตรที่พัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และด้านการศึกษาหรือพัฒนาเฉพาะด้านใดด้านหนึ่ง และมีจุดเน้นสำคัญร่วมกันคือคุณธรรม จริยธรรมในวิชาชีพ และนอกจากอาชีพนักวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์) และครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์แล้วยังมีอาชีพที่ใช้ความรู้ฟิสิกส์เป็นฐานอยู่มากมาย เช่น อาชีพแพทย์ ทันตแพทย์ สัตวแพทย์ เทคโนโลยีชีวภาพ เทคนิคการแพทย์ วิศวกรรม สถาปัตยกรรม วัสดุศาสตร์ อุตุนิยมวิทยา ธรณีวิทยา ฯลฯ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าจุดเน้นในการพัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์ และจุดเน้นในการพัฒนานักศึกษาสาขาฟิสิกส์ ทั้งหลักสูตรด้านศึกษาศาสตร์ และด้านวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับความเป็นนักฟิสิกส์

ตามนิยามความเป็นนักฟิสิกส์ ของโกวิทย์ เวชชศาสตร์ (2547) ได้นิยามไว้ว่า “ ความเป็นนักฟิสิกส์ เป็นพฤติกรรมทางปัญญาของบุคคลที่สนใจศึกษาปรากฏการณ์ธรรมชาติ ภายใต้ความเชื่อที่ว่า ปรากฏการณ์ต่างๆ ในเอกภพจะปรากฏขึ้นอย่างมีกฎเกณฑ์ และเป็นสิ่งที่มีอยู่จริง สามารถศึกษาทำความเข้าใจได้ เพื่อสร้างสรรค์เป็นผลผลิตหรือองค์ความรู้ทางฟิสิกส์ได้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ภายใต้แรงบันดาลใจ และความมุ่งมั่น ซึ่งเกิดจากการกระตุ้นของเจตคติทางวิทยาศาสตร์และ/หรือคุณลักษณะเฉพาะหรือบุคลิกภาพของนักวิทยาศาสตร์” (น. 30) และจากผลการวิจัยของสถาพร เรืองรุ่ง, อาฟีฟี ลาเต๊ะ และพวงทิพย์ แก้วทับทิม (in press) โดยใช้วิธี

สัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ ได้แก่ อาจารย์ผู้สอนในสาขาฟิสิกส์ นักฟิสิกส์หรือนักวิจัยด้านฟิสิกส์ ครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์ และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ รวมจำนวน 24 คน จากสถาบันอุดมศึกษาและโรงเรียนทั่วประเทศ ซึ่งได้วิเคราะห์การให้ความหมายความเป็นนักฟิสิกส์ไว้ว่า “ความเป็นนักฟิสิกส์ คือ คุณลักษณะที่แสดงออกถึงพฤติกรรมในการศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ทางฟิสิกส์ได้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างมีคุณธรรม จริยธรรม ภายใต้ตัวตนของบุคคลที่มีเจตคติที่ดีต่อศาสตร์ทางฟิสิกส์ตามรูปแบบนักฟิสิกส์ทั้งนักฟิสิกส์ทฤษฎี และนักฟิสิกส์ปฏิบัติ”

การพิจารณาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความเป็นนักฟิสิกส์ยังไม่ปรากฏมีเพียงการศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ จิตวิทยาศาสตร์ ความตั้งใจเป็นนักวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น งานวิจัยของกุลริสา นาคนวลและคณะ (2560) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ พบว่ามีปัจจัยความรู้พื้นฐานเดิม สภาพแวดล้อมทางบ้าน แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความฉลาดทางเชาว์ปัญญา ความฉลาดทางอารมณ์ อัตมโนทัศน์ และเวลาที่ใช้ในการศึกษาเพิ่มเติมที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ งานวิจัยของสุทธินี แร่นาคและคณะ (2557) ศึกษาจิตวิทยาศาสตร์ พบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลทางตรงมากที่สุดคือ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ รองลงมาคือ มโนภาพแห่งตนด้านวิทยาศาสตร์ และการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ปัจจัยที่มีอิทธิพลทางอ้อมมากที่สุดคือ การอบรมเลี้ยงดูแบบประชาธิปไตย รองลงมาคือ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ และปฏิสัมพันธ์ในกลุ่มเพื่อน งานวิจัยของอนุ เจริญวงศ์ระยับ (2549) ศึกษาความตั้งใจเป็นนักวิทยาศาสตร์ พบว่า การใฝ่รู้ทางวิทยาศาสตร์มีอิทธิพลต่อความตั้งใจเป็นนักวิทยาศาสตร์ สภาพแวดล้อมภายในครอบครัวมีอิทธิพลต่อการใฝ่รู้ทางวิทยาศาสตร์ และสภาพแวดล้อมทางการเรียนวิทยาศาสตร์ตามแนวปฏิรูปการศึกษามีอิทธิพลต่อการใฝ่รู้ทางวิทยาศาสตร์ งานวิจัยของศิริพรรณ นาคจุ้ย (2558) ศึกษาความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ เพศ รายได้ผู้ปกครอง นิสัยรักการเรียนวิทยาศาสตร์ การสนับสนุนด้านการเรียนของครอบครัว สภาพแวดล้อมห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ และสัมพันธภาพระหว่างนักเรียนกับครู และงานวิจัยของสุมาลี เซ็มและคณะ (2562) ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย การกำกับตนเองในการเรียน แรงจูงใจ ความตั้งใจ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

จากข้อมูลข้างต้นคณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ ในประเทศไทย และปัจจัยเหล่านั้นส่งผลในทิศทางใดต่อความเป็นนักฟิสิกส์ จากการศึกษาปัจจัยที่ส่งเสริมจากผู้ให้ข้อมูลสำคัญสามารถแบ่งออกเป็น 2 ปัจจัย คือ 1) ปัจจัยภายในบุคคล ประกอบด้วย 2 ด้าน คือ (1) เจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ (2) ประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ 2) ปัจจัยภายนอกบุคคล ประกอบด้วย 5 ด้าน คือ (1) การสนับสนุนของครูฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (2) บทบาทหน้าที่อาจารย์ฟิสิกส์ระดับมหาวิทยาลัย (3) รูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ (4) โอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์ และ (5) ลักษณะของ

บุคคลต้นแบบด้านฟิสิกส์ ซึ่งผลที่ได้อาจเป็นแนวทางในการพัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์ ด้านการจัดการเรียนการสอนสาขาฟิสิกส์ หรือกระตุ้นให้ผู้ที่เกี่ยวข้อง อาจารย์ผู้สอนในสาขาฟิสิกส์นำปัจจัยข้างต้นไปพิจารณาในการพัฒนาหลักสูตรสาขาฟิสิกส์ ตลอดจนจัดกิจการเรียนการสอน กิจกรรมที่สนับสนุน ส่งเสริมให้นักศึกษาได้พัฒนาความเป็นนักฟิสิกส์ จนสามารถเป็นนักฟิสิกส์ที่ดีต่อไป

**วัตถุประสงค์ของการวิจัย**

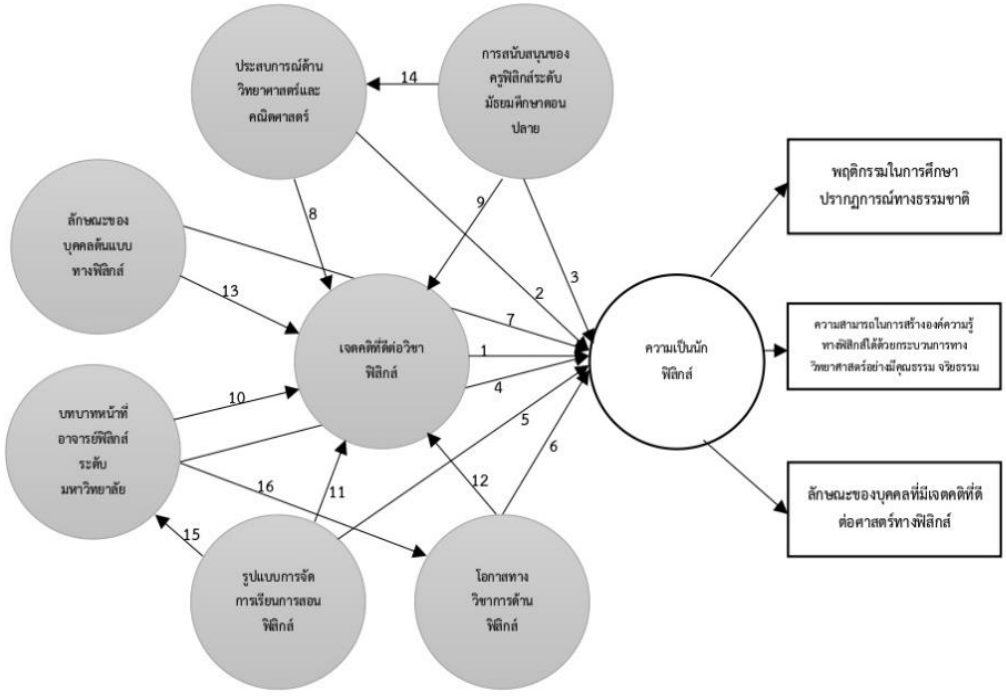
เพื่อศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ ในประเทศไทย

**กรอบแนวคิดการวิจัย**

จากผลการวิจัยโดยใช้วิธีสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ และจากการประเมินเส้นทางอิทธิพลของผู้ให้ข้อมูลสำคัญโดยการประเมินความเหมาะสมของเส้นทางอิทธิพลเป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ของสถาพร เรืองรุ่ง, อาฟีฟี ลาเต๊ะ และพวงทิพย์ แก้วทับทิม (in press) สามารถสรุปเป็นกรอบแนวคิดการวิจัยได้ดังภาพประกอบ 1

**ภาพประกอบ 1**

*กรอบแนวคิดการวิจัยจากผลการวิจัย และการประเมินเส้นทางอิทธิพลของผู้ให้ข้อมูลสำคัญ*



**นิยามศัพท์เฉพาะ**

ความเป็นนักฟิสิกส์ หมายถึง คุณลักษณะที่แสดงออกถึงพฤติกรรมในการศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ทางฟิสิกส์ได้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างมีคุณธรรม จริยธรรม ภายใต้ตัวตนของบุคคลที่มีเจตคติที่ดีต่อศาสตร์ทางฟิสิกส์ ตามรูปแบบนักฟิสิกส์ทั้งนักฟิสิกส์ทฤษฎี และนักฟิสิกส์ปฏิบัติ

เจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ หมายถึง ความสนใจ ความชื่นชอบ ธรรมชาติของวิชาฟิสิกส์ และความเชื่อมั่นในคุณค่าของวิชาฟิสิกส์ที่มีความจำเป็น สามารถช่วยเหลือเพื่อนมนุษย์และพัฒนาประเทศชาติได้

ประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ หมายถึง การรับรู้ความสามารถตนเอง แสวงหาความรู้และประสบการณ์จากการเข้าร่วมกิจกรรม การเลือกเรียนในแผนการเรียนที่ส่งเสริมทักษะความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ในอดีตตั้งแต่ระดับประถมศึกษาจนถึงก่อนเข้ามหาวิทยาลัย

การสนับสนุนของครูฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย หมายถึง การส่งเสริมให้นักเรียนมีความชื่นชอบในธรรมชาติของวิชาฟิสิกส์ สร้างทัศนคติที่ดีด้านฟิสิกส์ให้กับนักเรียน และสนับสนุนจนประสบความสำเร็จในด้านฟิสิกส์

บทบาทหน้าที่อาจารย์ฟิสิกส์ระดับมหาวิทยาลัย หมายถึง การดูแลติดตาม การสอน การฝึกทักษะกระบวนการ การแสวงหาความรู้ทางฟิสิกส์ และการนำความรู้ทางฟิสิกส์มาประยุกต์ในชีวิตประจำวันให้กับนักศึกษาของอาจารย์ผู้สอนในสาขาฟิสิกส์

รูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ หมายถึง การเรียนการสอนที่ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เน้นทั้งการปฏิบัติและทฤษฎีควบคู่กันไปตามประเภทของนักฟิสิกส์ที่มีทั้งนักฟิสิกส์ทดลองและนักฟิสิกส์ทฤษฎีที่สอดคล้องกับการค้นคว้าหาความรู้ทางฟิสิกส์

โอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์ หมายถึง โอกาสที่นักศึกษาสาขาฟิสิกส์ได้แสดงบทบาทนักฟิสิกส์ และใช้ทักษะกระบวนการอย่างเต็มที่ในการสร้างแนวคิด การศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้านฟิสิกส์ ไม่ว่าจะเป็นโอกาสในการทำงานการทำวิจัยหรือการเข้าร่วมกิจกรรมต่าง ๆ ด้านฟิสิกส์ที่เกิดขึ้น

ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางฟิสิกส์ หมายถึง บุคลิกภาพ และพฤติกรรมในการทำงานที่มีแบบแผน โดยยึดหลักการที่มีเหตุมีผลสร้างความร่วมมือและการประยุกต์ใช้ความรู้ทางฟิสิกส์ของนักวิทยาศาสตร์หรือนักฟิสิกส์ทั้งในและต่างประเทศ

**วิธีดำเนินการวิจัย**

*ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง*

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ คณะคุรุศาสตร์ วิทยาลัยการศึกษา วิทยาลัยการฝึกหัดครู คณะวิทยาศาสตร์ คณะศิลปะศาสตร์และวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ และคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาฟิสิกส์ และฟิสิกส์ประยุกต์ รวม 56 มหาวิทยาลัย เป็นนักศึกษาในหลักสูตรด้านศึกษาศาสตร์ จำนวน 2912 คน และด้านวิทยาศาสตร์ จำนวน 4690 คนรวมทั้งสิ้น 7602 คน (ข้อมูลสืบค้นเมื่อ ธันวาคม 2562, นักศึกษาปีการศึกษา 2559-2562)

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาสาขาฟิสิกส์ ทั้งหลักสูตรด้านศึกษาศาสตร์ และด้านวิทยาศาสตร์ ที่กำลังศึกษาในระดับชั้นปีที่ 3-4 (เนื่องจากนักศึกษาชั้นปีดังกล่าวได้เรียนผ่านรายวิชาตามหลักสูตรเกินร้อยละ 50 ของรายวิชาทั้งหมดแล้ว และมีประสบการณ์ในการทำโครงการ และการวิจัย มากกว่านักศึกษาชั้นปีที่ 1-2) สำหรับการวิจัยครั้งนี้ใช้การกำหนดกลุ่มตัวอย่างตามหลักการวิเคราะห์ความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้นตามกฎความเพียงพอในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งกำหนดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้อัตราส่วนตัวอย่างต่อข้อคำถาม 1:10 (Schumacker; & Lomax, 1996: 20) จากแบบสอบถามมีจำนวนข้อคำถามทั้งหมด 65 ข้อ กำหนดกลุ่มตัวอย่างได้ 650 คน (ผู้วิจัยจึงกำหนดการเก็บข้อมูลจำนวนตัวอย่างเป็น 700 คน เพื่อป้องกันข้อมูลสูญหาย) โดยแบ่งกลุ่มหลักสูตรที่ศึกษาออกเป็นด้านศึกษาศาสตร์ และด้านวิทยาศาสตร์ กลุ่มละ 350 คน และสุ่มอย่างง่ายกลุ่มละ 16 มหาวิทยาลัย พร้อมทั้งแบ่งตามสัดส่วนในแต่ละหลักสูตร สำหรับการเลือกตัวอย่างในแต่ละหลักสูตรใช้วิธีการเลือกตัวอย่างตามสะดวกด้วยการนำ QR-Code และลิงค์แบบสอบถามออนไลน์ แนบไปพร้อมกับหนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูลวิจัยไปยังคณบดีคณะต่าง ๆ ที่นักศึกษาสาขาฟิสิกส์สังกัดอยู่ ซึ่งการวิจัยครั้งนี้มีผู้ตอบแบบสอบถามออนไลน์มาทั้งหมด 837 คน (เกินมา 137 คน) จำแนกตามหลักสูตรด้านศึกษาศาสตร์ 417 คน และด้านวิทยาศาสตร์ 420 คน

**เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย** คือ แบบสอบถามออนไลน์ ประกอบด้วยชุดคำถาม 3 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามได้แก่ เพศ ชั้นปี หลักสูตร อันดับที่เลือกเรียน เหตุผลในเลือกเรียน และอาชีพในอนาคต

ตอนที่ 2 ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย เป็นแบบมาตรวัดประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 19 ข้อคำถาม โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตอนที่ 2.1 พฤติกรรมในการศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ จำนวน 5 ข้อคำถาม ให้คะแนนการปฏิบัติเท่ากับ 5 ทุกครั้งเป็นประจำ และคะแนนเท่ากับ 1 แทน ไม่เคยเลย

ตอนที่ 2.2 ความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ทางฟิสิกส์ได้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างมีคุณธรรม จริยธรรม จำนวน 9 ข้อคำถาม ให้คะแนนเท่ากับ 5 ดีเยี่ยม และคะแนนเท่ากับ 1 แทน ไม่ดี

ตอนที่ 2.3 ลักษณะของบุคคลที่มีเจตคติที่ดีต่อศาสตร์ทางฟิสิกส์ จำนวน 5 ข้อคำถาม โดยให้คะแนนเท่ากับ 5 แทน เห็นด้วยอย่างยิ่ง และคะแนนเท่ากับ 1 แทน ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ตอนที่ 3 ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย เป็นแบบมาตรวัดประมาณค่า 5 ระดับ โดยให้คะแนนเท่ากับ 5 แทน เห็นด้วยอย่างยิ่ง และคะแนนเท่ากับ 1 แทน ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง จำนวน 46 ข้อคำถาม

โดยเครื่องมือข้างต้นได้ผ่านการหาค่าดัชนีความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content Validity Index : CVI) จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 คน โดยมีค่าดัชนี CVI ระหว่าง .86-1.00 และค่าความเชื่อมั่นจากการทดลองใช้กับนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ ชั้นปี 3-4 คณะศึกษาศาสตร์ และคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี (ไม่ใช่กลุ่มที่ใช้เก็บข้อมูลจริง) จำนวน 30 คน มีค่าแอลฟ่าครอนบาคระหว่าง .72-.91 ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับ เท่ากับ .97 และวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกโดยใช้ t-test มีค่าตั้งแต่ 2.368-7.778 พิจารณาคัดเลือกเฉพาะข้อคำถามที่จำแนกได้ โดยมีค่า p-value น้อยกว่า .05

**การวิเคราะห์ข้อมูล** วิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเป็นนักฟิสิกส์ด้วยโปรแกรม SmartPLS 3.0 (Ringle *et al.*, 2015) ในรูปแบบโมเดลการวัดแบบสะท้อนซึ่งมีตัวชี้วัดที่เกิดจากบางตัว หรือทุกตัวของตัวแปรสังเกตได้เพื่อประกอบเป็นตัวแปรแฝงนั้นๆ หรือเรียกว่า Reflective Indicator ซึ่งมีลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างข้อคำถามหรือตัวแปรสังเกตหรือตัวแปรบ่งชี้จะต้องมีความสัมพันธ์กันสูงและเป็นไปในทิศทางเดียวกันหรือวัดในสิ่งเดียวกัน (Hair et al., 2006; Hair et al., 2014) ความสัมพันธ์นี้จะใช้เป็นตัววัดความสอดคล้องภายใน (Internal Consistency) ระหว่างตัวแปรสังเกตได้หรือตัวแปรบ่งชี้ (Indicator Variables) และเมื่อตัวแปรบ่งชี้มีลักษณะที่มีความสัมพันธ์กันและเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ตัวแปรสังเกตได้ หรือตัวแปรบ่งชี้ของตัวแปรแฝงจึงแทนกันได้ (Interchangeable) ดังนั้นเมื่อตัดตัวแปรบ่งชี้บางตัวที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Loading) ที่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดจะไม่ส่งผลต่อความเที่ยงตรงทางเนื้อหา (Christophersen & Konradt, 2006) ความสัมพันธ์นี้ลูกศรชี้ออกจากตัวแปรแฝงสู่ตัวแปรบ่งชี้ ซึ่ง PLS-SEM เรียกสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรว่าค่าน้ำหนักองค์ประกอบภายนอก (Outer Loading)

**ผลการวิจัย**

กลุ่มตัวอย่างตอบกลับแบบสอบถามเป็นเพศชายร้อยละ 26.9 เพศหญิงร้อยละ 73.1 เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 3 ร้อยละ 53.8 ชั้นปีที่ 4 ร้อยละ 46.2 ศึกษาในหลักสูตรด้านศึกษาศาสตร์ ร้อยละ 49.8 ด้านวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 50.2 อันดับที่เลือกเรียนก่อนเข้าศึกษาต่อในสาขาฟิสิกส์ อันดับที่ 1 ร้อยละ 58.9 อันดับที่ 2 ร้อยละ 24.3 อันดับที่ 3 ร้อยละ 11.4 และอันดับที่ 4 ร้อยละ 5.4 เหตุผลในเลือกเรียนด้วยตนเอง ร้อยละ 79.8 ด้วยผู้ปกครอง ร้อยละ 13.4 ด้วยครู/อาจารย์ร้อยละ 3.9 และด้วยเพื่อน/รุ่นพี่ ร้อยละ 2.9 และอาชีพในอนาคต นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการตามหน่วยงานต่างๆ ร้อยละ 21.9 นักวิจัยในหน่วยงานต่าง ๆ ร้อยละ 9.0 และครูผู้สอนในหน่วยงานต่าง ๆ ร้อยละ 69.1

โดยค่าเฉลี่ยของความเป็นนักฟิสิกส์ในภาพรวมเท่ากับ 3.59 (คิดเป็นร้อยละ 71.82) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .84 แบ่งเป็นด้านพฤติกรรมในการศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติโดยภาพรวมอยู่ในระดับบ่อยครั้งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.60 (คิดเป็นร้อยละ 72.04) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .86 ด้านความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ทางฟิสิกส์ได้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างมีคุณธรรม จริยธรรม โดยภาพรวมอยู่ในระดับไม่แน่ใจมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.41 (คิดเป็นร้อยละ 68.21) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .80 ส่วนด้านลักษณะของบุคคลที่มีเจตคติที่ดีต่อศาสตร์ทางฟิสิกส์โดยภาพรวมอยู่ในระดับเห็นด้วย 3.90 (คิดเป็นร้อยละ 78.08) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .86 ดังตารางที่ 1

**ตาราง 1**

*ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรสังเกตได้ โดยมีคะแนนเต็ม 5 คะแนน*

| ตัวแปรแฝง | ตัวแปรสังเกตได้ | ค่าเฉลี่ย | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | แปลผล |
|---|---|---|---|---|
| เจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ | ATP1 องค์ความรู้ทางฟิสิกส์ทำให้ฉันสามารถนำความรู้มาใช้พัฒนาตนเองด้านการทำงานได้ | 3.98 | .77 | เห็นด้วย |
| | ATP2 ฟิสิกส์ทำให้ฉันไม่กลัวปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้น | 3.80 | .89 | เห็นด้วย |
| | ATP3 ฟิสิกส์ทำให้ฉันสนใจศึกษาสิ่งไม่มีชีวิตเพื่อสิ่งมีชีวิต | 3.83 | .85 | เห็นด้วย |
| | ATP4 ฟิสิกส์ทำให้ฉันเป็นคนมีเหตุมีผลในการศึกษา ค้นคว้า ทดลอง และวิจัยเพื่อพัฒนาความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี | 4.02 | .80 | เห็นด้วย |
| | ATP5 ฟิสิกส์เป็นวิชาที่ยาก แต่ถ้าเรามีความตั้งใจที่จะศึกษาอย่างจริงจัง ฉันเชื่อมั่นว่าฉันจะประสบความสำเร็จในการเรียนฟิสิกส์อย่างแน่นอน | 4.11 | .87 | เห็นด้วย |
| | ATP6 ฟิสิกส์ทำให้ฉันมีความเชื่อมั่นว่าฉันมีพื้นฐานที่จะใช้ในการประยุกต์ด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยีได้ | 3.94 | .84 | เห็นด้วย |
| ประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ | SME1 ฉันภูมิใจที่ได้เรียนในด้านวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ | 4.19 | .82 | เห็นด้วย |
| | SME2 ฉันคิดว่าการทำโครงงานด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้ฉัน มีทักษะความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ | 4.00 | .80 | เห็นด้วย |
| | SME3 ทักษะทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนมา มีความสำคัญกับการเรียนฟิสิกส์ | 4.19 | .83 | เห็นด้วย |
| | SME4 ฉันใช้ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ในการเรียนฟิสิกส์ | 4.11 | .83 | เห็นด้วย |
| | SME5 ฉันนำประสบการณ์จากการทำกิจกรรมนักเรียนหรือนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของฉันมาใช้ในการเรียนฟิสิกส์ได้ | 3.99 | .83 | เห็นด้วย |
| การสนับสนุนของครูผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย | TPT1 ครูฟิสิกส์มีกิจกรรมการเรียนการสอนที่น่าสนใจ | 3.87 | .88 | เห็นด้วย |
| | TPT2 ครูฟิสิกส์สอนให้ฉันเข้าใจปรากฏการณ์ทางธรรมชาติอย่างมีหลักการ | 3.92 | .84 | เห็นด้วย |
| | TPT3 ครูฟิสิกส์สอนให้ฉันเป็นคนมีเหตุมีผล | 3.98 | .86 | เห็นด้วย |
| | TPT4 ฉันเข้าใจฟิสิกส์เพราะครูมีกระบวนการสอนที่ดี | 3.87 | .90 | เห็นด้วย |
| | TPT5 ครูฟิสิกส์กระตุ้นฉันให้มีความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับฟิสิกส์ | 3.86 | .94 | เห็นด้วย |
| | TPT6 ฉันชื่นชอบวิชาฟิสิกส์เพราะมีครูฟิสิกส์ที่ให้คำแนะนำที่ดีในการเรียนวิชาฟิสิกส์ | 3.87 | .98 | เห็นด้วย |
| | UPL1 อาจารย์ฟิสิกส์สร้างชิ้นงานที่แปลกใหม่ให้ฉันเห็นอยู่เสมอ | 3.78 | .89 | เห็นด้วย |

| ตัวแปรแฝง | ตัวแปรสังเกตได้ | ค่าเฉลี่ย | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | แปลผล |
|---|---|---|---|---|
| บทบาทหน้าที่ของอาจารย์ผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมหาวิทยาลัย | UPL2 อาจารย์ฟิสิกส์ทำให้ฉันมีความมั่นใจในการเรียนสาขาฟิสิกส์ | 3.77 | .90 | เห็นด้วย |
| | UPL3 อาจารย์ฟิสิกส์แสดงบทบาทการเป็นนักฟิสิกส์ที่ดีให้ฉันเห็นอยู่เสมอ | 3.88 | .88 | เห็นด้วย |
| | UPL4 อาจารย์เป็นผู้ชี้แนะแนวทางที่ดีในการทำงานด้านฟิสิกส์ให้สำเร็จ | 3.98 | .88 | เห็นด้วย |
| | UPL5 ฉันเรียนรู้การทำงานของนักฟิสิกส์ผ่านงานที่อาจารย์มอบหมายให้ทำ | 3.86 | .90 | เห็นด้วย |
| | UPL6 ฉันสามารถนำเทคนิคการทำงานด้านฟิสิกส์ของอาจารย์มาปรับใช้ได้ | 3.85 | .85 | เห็นด้วย |
| | UPL7 อาจารย์ฟิสิกส์คือตัวอย่างในการคิดค้น ประดิษฐ์นวัตกรรมต่าง ๆ ของฉัน | 3.82 | .90 | เห็นด้วย |
| รูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ | MPL1 ฉันสนุกกับการเรียนที่ได้ลองผิดลองถูกด้วยตนเอง | 4.10 | .85 | เห็นด้วย |
| | MPL2 ฉันรู้สึกท้าทายในการสืบเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง | 4.02 | .83 | เห็นด้วย |
| | MPL3 สถานการณ์จำลองที่ท้าทายด้วยปัญหาทำให้ฉันแก้ปัญหาเป็น | 3.99 | .83 | เห็นด้วย |
| | MPL4 ฉันได้แสดงบทบาทนักฟิสิกส์ที่ดีในการนำเสนองานด้านฟิสิกส์ | 3.75 | .85 | เห็นด้วย |
| | MPL5 คำถามที่เกิดจากการทดลองกระตุ้นให้ฉันมีความอยากรู้อยากเห็น | 4.02 | .80 | เห็นด้วย |
| | MPL6 ความรู้ทางทฤษฎีทำให้ฉันอยากพิสูจน์ด้วยการทดลอง | 3.95 | .84 | เห็นด้วย |
| | MPL7 ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติทำให้ฉันมีความอยากรู้อยากเห็น | 4.11 | .82 | เห็นด้วย |
| โอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์ | AOP1 ฉันมีความสุขในการทำโปรเจกต์ด้านฟิสิกส์ | 3.71 | .87 | เห็นด้วย |
| | AOP2 การทำงานด้านฟิสิกส์ทำให้ฉันเป็นคนมีเหตุผล | 3.97 | .79 | เห็นด้วย |
| | AOP3 ถ้าฉันได้ทำโปรเจกต์/ทำวิจัยจะทำให้ฉันได้ใช้ทักษะกระบวนการด้านฟิสิกส์ได้อย่างเต็มที่ | 3.90 | .82 | เห็นด้วย |
| | AOP4 ถ้าฉันมีโอกาสเข้าชมผลงานด้านฟิสิกส์ น่าจะทำให้ฉันสามารถนำความรู้มาใช้ในการเรียนได้ | 4.00 | .83 | เห็นด้วย |
| | AOP5 ฉันคิดว่าโอกาสในการร่วมงานประชุมวิชาการด้านฟิสิกส์ น่าจะทำให้ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้มากขึ้น | 3.99 | .84 | เห็นด้วย |
| | AOP6 ฉันคิดว่าค่ายวิชาการด้านฟิสิกส์ น่าจะทำให้ฉันถ่ายทอดหรือได้รับความรู้ได้อย่างเต็มที่ | 3.99 | .84 | เห็นด้วย |
| | AOP7 ถ้าฉันมีโอกาสเข้าชมนิทรรศการความรู้ด้านฟิสิกส์ ฉันจะมีแนวคิดใหม่ๆ ในการสร้างผลงาน | 3.92 | .84 | เห็นด้วย |
| | AOP8 ฉันตื่นตัวตลอดเวลาในการค้นคว้าหาความรู้จากข่าวสารด้านฟิสิกส์ | 3.79 | .82 | เห็นด้วย |
| | AOP9 ฉันชอบติดตามเพจเกี่ยวกับฟิสิกส์บนโลกออนไลน์ | 3.85 | .90 | เห็นด้วย |
| | AOP10 ฉันชอบศึกษา ค้นคว้า แชร์หรือแบ่งปันความรู้ทางฟิสิกส์บนโลกออนไลน์ | 3.76 | .94 | เห็นด้วย |
| ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางฟิสิกส์ | RMP1 ฉันจะเป็นนักฟิสิกส์ที่ดีตามนักฟิสิกส์ที่ฉันชื่นชอบให้ได้ | 3.72 | .91 | เห็นด้วย |
| | RMP2 ฉันสร้างแรงบันดาลใจจากการศึกษาชีวประวัติของนักฟิสิกส์ที่ชื่นชอบ | 3.61 | .96 | เห็นด้วย |
| | RMP3 ฉันนำรูปแบบการทำงานของนักฟิสิกส์ที่ชื่นชอบมาปรับใช้การทำงานของตนเอง | 3.62 | .91 | เห็นด้วย |
| | RMP4 ฉันนับถือการทำงานของนักฟิสิกส์ที่สามารถสร้างความร่วมมือระหว่างกันในการทำงาน | 3.72 | .89 | เห็นด้วย |

| ตัวแปรแฝง | ตัวแปรสังเกตได้ | ค่าเฉลี่ย | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | แปลผล |
|---|---|---|---|---|
| | RMP5 ฉันมีความคิดที่จะประสบความสำเร็จเหมือนนักฟิสิกส์ที่ชื่นชอบ | 3.75 | .95 | เห็นด้วย |
| **ความเป็นนักฟิสิกส์** : พฤติกรรมในการศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ | BV1 ฉันศึกษาลักษณะทางกายภาพของวัตถุ และอนุภาค | 3.15 | .84 | บางครั้ง |
| | BV2 ฉันศึกษาค้นคว้าหรือทดลองให้เกิดความแม่นยำและน่าเชื่อถือก่อนอธิบายให้คนอื่นฟัง | 3.63 | .87 | บ่อยครั้ง |
| | BV3 ฉันศึกษาเกี่ยวกับแรงในธรรมชาติ และพลังงาน | 3.53 | .85 | บ่อยครั้ง |
| | BV4 ฉันมักมีข้อสงสัยเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติรอบตัว | 3.96 | .89 | บ่อยครั้ง |
| | BV5 ฉันใช้หลักการหรือทฤษฎีทางฟิสิกส์ในการศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ | 3.74 | .85 | บ่อยครั้ง |
| **ความเป็นนักฟิสิกส์** : ความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ทางฟิสิกส์ได้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างมีคุณธรรมจริยธรรม | AT1 ฉันสามารถอธิบายประเด็นทางฟิสิกส์ที่ยากให้เข้าใจได้อย่างง่ายได้ | 3.16 | .78 | ไม่แน่ใจ |
| | AT2 ฉันสามารถสร้างสิ่งประดิษฐ์ที่ใช้หลักการทางฟิสิกส์ขึ้นมาใช้เองได้ | 3.13 | .88 | ไม่แน่ใจ |
| | AT3 ฉันสามารถใช้ความรู้และกระบวนการทางฟิสิกส์แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน | 3.55 | .79 | ดี |
| | AT4 ฉันสามารถใช้เหตุผลที่เป็นองค์ความรู้ทางฟิสิกส์อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติให้กับผู้ที่มีข้อสงสัยได้ | 3.59 | .76 | ดี |
| | AT5 ฉันสามารถใช้เครื่องมือวัดทางฟิสิกส์ วัดค่าต่าง ๆ ได้ละเอียดที่สุด ตามความสามารถของเครื่องมือ | 3.68 | .84 | ดี |
| | AT6 ฉันสามารถใช้ความรู้ทางฟิสิกส์ที่หลากหลายเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของปัญหาที่เกี่ยวข้องกับฟิสิกส์ที่เกิดขึ้นในสังคม | 3.40 | .80 | ไม่แน่ใจ |
| | AT7 ฉันสามารถอธิบายลักษณะทางกายภาพของวัตถุและอนุภาคด้วยหลักการทางฟิสิกส์ | 3.32 | .79 | ไม่แน่ใจ |
| | AT8 ฉันสามารถคำนวณปริมาณต่าง ๆ โดยอาศัยหลักการทางฟิสิกส์ได้อย่างแม่นยำ | 3.41 | .80 | ไม่แน่ใจ |
| | AT9 ฉันสามารถวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวกับปริมาณทางฟิสิกส์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้ | 3.45 | .80 | ไม่แน่ใจ |
| **ความเป็นนักฟิสิกส์** : ลักษณะของบุคคลที่มีเจตคติที่ดีต่อศาสตร์ทางฟิสิกส์ | CT1 ฉันสนใจศึกษาสิ่งไม่มีชีวิตเพื่อสิ่งมีชีวิต | 3.71 | .88 | เห็นด้วย |
| | CT2 ฉันรู้สึกภูมิใจที่ได้อธิบายความรู้ทางฟิสิกส์ให้คนอื่น ๆ ฟัง | 4.05 | .87 | เห็นด้วย |
| | CT3 ฉันตั้งใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์เพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับวิชาฟิสิกส์ | 3.87 | .85 | เห็นด้วย |
| | CT4 ฉันทำการศึกษา ค้นคว้า ทดลอง และวิจัยด้านฟิสิกส์ด้วยความเต็มใจเสมอ | 3.87 | .85 | เห็นด้วย |
| | CT5 ฉันมีความสุขทุกครั้งที่สามารถใช้เครื่องมือวัดทางฟิสิกส์ วัดค่าต่าง ๆ ได้อย่างละเอียดที่สุดตามที่ต้องการ | 4.02 | .87 | เห็นด้วย |

สำหรับตัวแปรแฝงด้านที่ 1 เจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์โดยภาพรวมอยู่ในระดับเห็นด้วยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.95 (คิดเป็นร้อยละ 78.96) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .84 ซึ่งมีข้อคำถาม ATP5 “ฟิสิกส์เป็นวิชาที่ยาก แต่ถ้าเรามีความตั้งใจที่จะศึกษาอย่างจริงจัง ฉันเชื่อมั่นว่าฉันจะประสบความสำเร็จในการเรียนฟิสิกส์อย่างแน่นอน”

ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด ด้านที่ 2 ประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์โดยภาพรวมอยู่ในระดับเห็นด้วยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.10 (คิดเป็นร้อยละ 81.94) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .82 ซึ่งมีข้อคำถาม 2 ข้อคำถาม SME1 “ฉันภูมิใจที่ได้เรียนในด้านวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์” และ SME3 “ทักษะทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนมามีความสำคัญกับการเรียนฟิสิกส์” ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด ด้านที่ 3 การสนับสนุนของครูผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายโดยภาพรวมอยู่ในระดับเห็นด้วยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.90 (คิดเป็นร้อยละ 77.92) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .90 ซึ่งมีข้อคำถาม TPT3 “ครูฟิสิกส์สอนให้ฉันเป็นคนมีเหตุมีผล” ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด ด้านที่ 4 บทบาทหน้าที่ของอาจารย์ผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมหาวิทยาลัยโดยภาพรวมอยู่ในระดับเห็นด้วยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.85 (คิดเป็นร้อยละ 76.95) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .89 ซึ่งมีข้อคำถาม UPL4 “อาจารย์เป็นผู้ชี้แนะแนวทางที่ดีในการทำงานด้านฟิสิกส์ให้สำเร็จ” ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด ด้านที่ 5 รูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์โดยภาพรวมอยู่ในระดับเห็นด้วยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.99 (คิดเป็นร้อยละ 79.77) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .83 ซึ่งมีข้อคำถาม MPL7 “ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติทำให้ฉันมีความอยากรู้อยากเห็น” ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด ด้านที่ 6 โอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์โดยภาพรวมอยู่ในระดับเห็นด้วยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.89 (คิดเป็นร้อยละ 77.79) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .85 ซึ่งมีข้อคำถาม AOP4 “ถ้าฉันมีโอกาสเข้าชมผลงานด้านฟิสิกส์ น่าจะทำให้ฉันสามารถนำความรู้มาใช้ในการเรียนได้” ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด และด้านที่ 7 ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางฟิสิกส์โดยภาพรวมอยู่ในระดับเห็นด้วยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.68 (คิดเป็นร้อยละ73.64) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .92 ซึ่งมีข้อคำถาม RMP5 “ฉันมีความคิดที่จะประสบความสำเร็จเหมือนนักฟิสิกส์ที่ชื่นชอบ” ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด ดังตารางที่ 1

**ตาราง 2**

*การทดสอบเส้นทางอิทธิพลขององค์ประกอบ (n=837)*

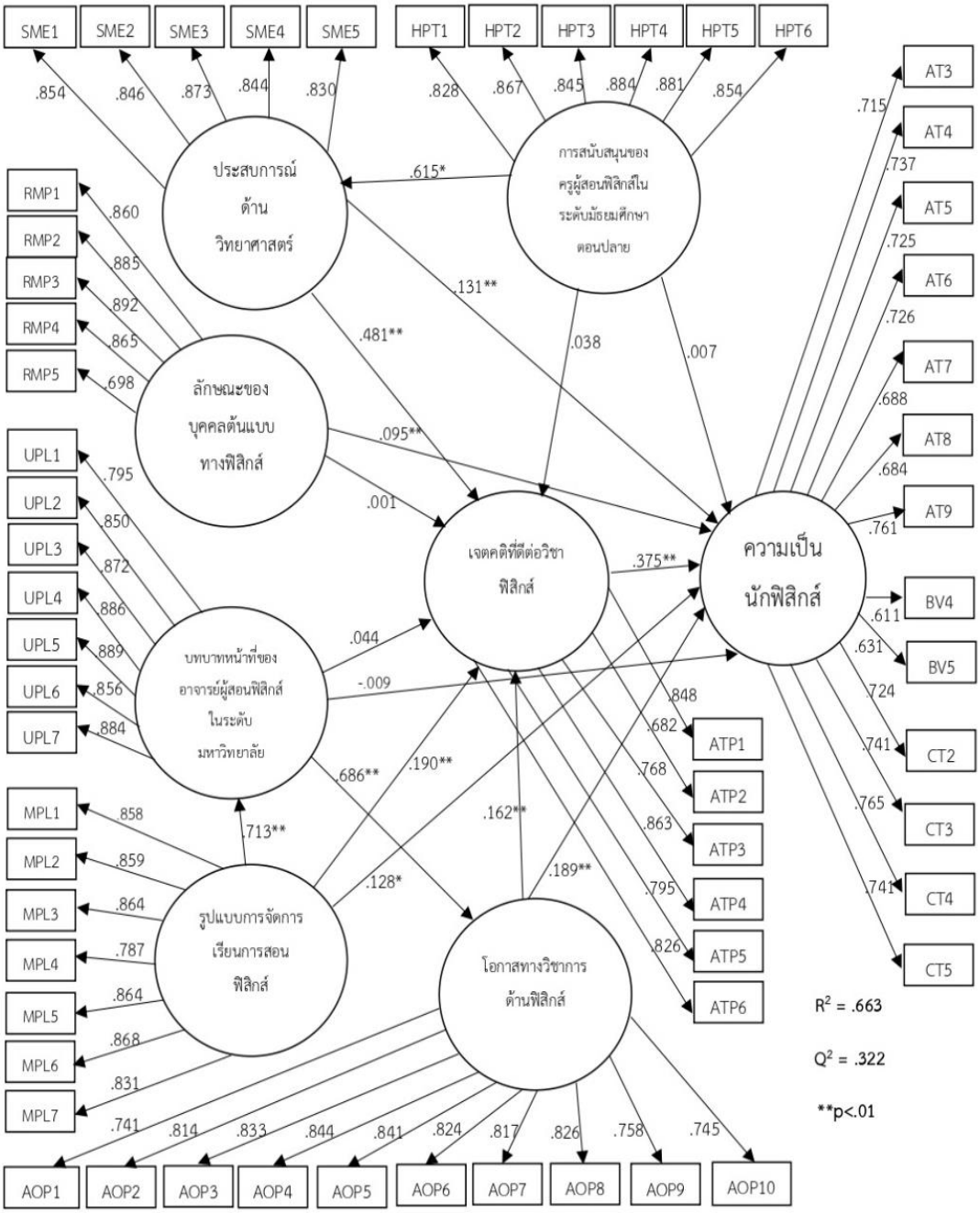
| เส้นทางอิทธิพล | ค่าสัมประสิทธิ์ | ค่า SE | ค่าสถิติทดสอบ t | ค่า p-value |
|---|---|---|---|---|
| เจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ -> ความเป็นนักฟิสิกส์ | .375 | .046 | 8.239 | .000** |
| ประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ -> ความเป็นนักฟิสิกส์ | .131 | .042 | 3.134 | .002** |
| การสนับสนุนของครูผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย-> ความเป็นนักฟิสิกส์ | .007 | .031 | .210 | .833 |
| บทบาทหน้าที่ของอาจารย์ผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมหาวิทยาลัย -> ความเป็นนักฟิสิกส์ | -.009 | .034 | .265 | .791 |
| รูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์-> ความเป็นนักฟิสิกส์ | .128 | .049 | 2.633 | .008** |
| โอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์ -> ความเป็นนักฟิสิกส์ | .189 | .047 | 4.020 | .000* |

| เส้นทางอิทธิพล | ค่าสัมประสิทธิ์ | ค่า SE | ค่าสถิติทดสอบ t | ค่า p-value |
|---|---|---|---|---|
| ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางฟิสิกส์ -> ความเป็นนักฟิสิกส์ | .095 | .034 | 2.750 | .006** |
| ประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ -> เจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ | .418 | .039 | 12.486 | .000** |
| การสนับสนุนของครูผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย -> เจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ | .038 | .034 | 1.138 | .255 |
| บทบาทหน้าที่ของอาจารย์ผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมหาวิทยาลัย -> เจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ | .044 | .039 | 1.135 | .256 |
| รูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ ->เจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ | .190 | .049 | 3.870 | .000** |
| โอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์ -> เจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ | .162 | .045 | 3.575 | .000** |
| ลักษณะของบุคคลต้นแบบทางฟิสิกส์ -> เจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ | .001 | .035 | .027 | .979 |
| การสนับสนุนของครูผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย -> ประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ | .615 | .032 | 18.951 | .000** |
| รูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ ->บทบาทหน้าที่ของอาจารย์ผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมหาวิทยาลัย | .713 | .027 | 26.675 | .000** |
| บทบาทหน้าที่ของอาจารย์ผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมหาวิทยาลัย -> โอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์ | .686 | .026 | 26.184 | .000** |

**p<0.01, SE: Standard Error (ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน)

**ภาพประกอบ 2**

*โมเดลสมการโครงสร้างกำลังสองน้อยสุดบางส่วนของตัวแปรแฝงที่มีต่อความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ ในประเทศไทย*



ผลการวิเคราะห์โมเดลการวัดได้ตัดตัวแปรสังเกตได้ AT1, AT2, BV1, BV2, BV4 และ CT1 เนื่องจากน้ำหนักองค์ประกอบ (Main Loading) น้อยกว่า .70 แต่ตัวแปรสังเกตได้ BV3, BV5, ATP2 และ RMP5 แม้ว่ามีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Main Loading) น้อยกว่า .70 น้อยก็ไม่สามารถตัดออกจากโมเดลนั้นๆ ได้ เพราะโมเดลการวัดนั้นสามารถตัดตัวแปรสังเกตได้ไม่เกินร้อยละ 10 ของตัวแปรสังเกตได้ทั้งหมด และจากการตัดตัวแปรสังเกตได้ดังกล่าวทำให้ค่า AVE ของตัวแปรตามมีค่ามากกว่า .50 ผลการประเมินความสอดคล้องภายในของตัวแปรสังเกตได้ที่เป็นโมเดลแบบสะท้อน (Reflective Model) ด้วยค่าความเชื่อมั่นขององค์ประกอบ (Composite Reliability) มีค่าระหว่าง .913-.953 ซึ่งมีค่ามากกว่า .80 การประเมินความเที่ยงตรงเชิงเหมือนด้วยค่าความแปรปรวนเฉลี่ยขององค์ประกอบที่สกัดได้ (Average Variance Extracted: AVE) มีค่าระหว่าง .508-.744 ซึ่งมีค่ามากกว่า .50 และการประเมินความเชื่อมั่นด้วยค่าแอลฟ่าของครอนบาค (Cronbach's Alpha) มีค่าระหว่าง .886-.942 ซึ่งมีค่ามากกว่า .80 แสดงให้เห็นว่าตัวแปรสังเกตได้ในแต่ละองค์ประกอบมีความสัมพันธ์กันภายในและสามารถร่วมกันอธิบายองค์ประกอบที่สกัดได้เป็นอย่างดี และการประเมินความเที่ยงตรงเชิงจำแนก (Discriminant Validity) ด้วยเกณฑ์ของ Fornell-Larcker มีค่าในแนวทแยงระหว่าง .713-.862 ซึ่งมีค่ามากกว่าค่านอกแนวทแยงของเมทริกซ์ซึ่งมีค่าระหว่าง .544-.827 และอัตราส่วน HTMT (Heterotrait-Monotrait) มีค่าระหว่าง .617-.881 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า .90 แสดงว่าตัวแปรสังเกตได้ในแต่ละโมเดลการวัดสามารถวัดองค์ประกอบได้เฉพาะโมเดลนั้นๆ เป็นอย่างดี

ผลการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างโดยการพิจารณาภาวะร่วมเชิงเส้น (Multicollinearity) ของตัวแปรสังเกตได้ด้วยค่าปัจจัยการขยายตัวของความแปรปรวนของตัวแปรแฝงที่มีโมเดลแบบสะท้อน (Inner VIF) มีค่าระหว่าง 1.000–4.173 และตัวแปรแฝงที่มีโมเดลแบบรวม (Outer VIF) มีค่าระหว่าง 1.526–3.500 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 5 แสดงว่าไม่เกิดปัญหาภาวะร่วมเชิงเส้นของตัวแปรสังเกตได้ สำหรับผลการทดสอบเส้นทางอิทธิพลโมเดลสมการโครงสร้างด้วยวิธี PLS-SEM ใช้ขั้นตอนวิธี Bootstrap เพื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางจากทั้ง 16 เส้นทางอิทธิพลปรากฏว่าสนับสนุนเส้นทางอิทธิพลที่กำหนด 11 เส้นทาง ส่วนอีก 5 เส้นทางอิทธิพลปรากฏผลการมีอิทธิพลระหว่างตัวแปรแฝงทั้ง 2 ตัวอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือ ไม่สามารถสนับสนุนเส้นทางอิทธิพลที่กำหนดไว้ผลแสดงดังตารางที่ 2 และภาพที่ 2

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การทำนายด้วยค่า $R^2$ แสดงว่าตัวแปรแฝงทั้ง 5 ตัวสามารถอธิบายความผันแปรของตัวแปรตามได้ร้อยละ 66.3 และการพิจารณาการทำนายความแม่นยำของรูปแบบเส้นทางด้วยค่า $Q^2$ เท่ากับ .322 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0 และใกล้เคียง .35 แสดงว่าตัวแปรแฝงทั้ง 7 ตัวสามารถช่วยในการพยากรณ์ค่าของตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรตามได้ในระดับสูงสอดคล้องกับค่า Goodness of Fit (GOF) เท่ากับ .593 ซึ่งมีค่าใกล้เคียง .578 แสดงว่าตัวแปรแฝงทั้ง 7 ตัวสามารถคาดคะเนความผันแปรของตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรตามได้ในระดับสูง

ผลการวิเคราะห์ระดับความสำคัญและระดับประสิทธิภาพ (Importance-performance Matrix Analysis) ปรากฏว่า เจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ มีระดับความสำคัญต่อความเป็นนักฟิสิกส์ในระดับที่สูงสุดมีค่าเท่ากับ .375 รองลงมาเป็นรูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ และประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมีระดับความสำคัญเท่ากับ .328 และ .311 ตามลำดับ ส่วนประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มีระดับประสิทธิภาพที่เกี่ยวเนื่องกับความเป็นนักฟิสิกส์สูงสุด โดยมีค่าคะแนนเท่ากับ 77.406 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน รองลงมาเป็นรูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ และเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ โดยมีระดับประสิทธิภาพเท่ากับ 74.779 และ 73.956 ตามลำดับ

**อภิปรายผล**

ผลการทดสอบเส้นทางอิทธิพลของโมเดลสมการโครงสร้างพบว่ามี 5 ตัวแปรปัจจัยที่มีอิทธิพลเชิงบวกต่อความเป็นนักฟิสิกส์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ได้แก่ ตัวแปรปัจจัยด้านเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ ด้านประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ด้านโอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์ ด้านรูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ และด้านลักษณะของบุคคลต้นแบบทางฟิสิกส์ ซึ่งผลการศึกษาดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการที่บุคคลจะมีคุณลักษณะที่แสดงออกถึงพฤติกรรมในการศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ทางฟิสิกส์ได้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างมีคุณธรรม จริยธรรม ภายใต้ตัวตนของบุคคลที่มีเจตคติที่ดีต่อศาสตร์ทางฟิสิกส์ มีอิทธิพลจากตัวแปรทั้งภายใน และภายนอกตัวบุคคล (Ajzen, 2002) สามารถนำมาอภิปรายได้ดังนี้

**ด้านเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์** มีอิทธิพลเชิงบวกต่อความเป็นนักฟิสิกส์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเจตคติ คือ ความสนใจ ความชื่นชอบ ธรรมชาติของวิชาฟิสิกส์ และความเชื่อมั่นในคุณค่าของวิชาฟิสิกส์ที่มีความจำเป็น สามารถช่วยเหลือเพื่อนมนุษย์และพัฒนาประเทศชาติได้ การมีเจตคติที่ดีน่าจะส่งผลให้นักศึกษาสาขาฟิสิกส์มีความเป็นนักฟิสิกส์ สอดคล้องกับการศึกษาของภิญญาพันธ์ ร่วมชาติและคณะ (2554) และวรภัทร เมฆขจรและคณะ (2563) พบว่า ทัศนคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์หรือวิชาที่เรียน ทำให้เกิดความพยายามเชื่อว่าสิ่งที่ตัดสินใจมีประโยชน์ ซึ่งสิ่งเหล่านี้สามารถส่งเสริมพฤติกรรมแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ หรือพฤติกรรมของนักวิทยาศาสตร์ขึ้นได้ และสอดคล้องกับการศึกษาของฐายิกา ชูสุวรรณ (2559) พบว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นคุณลักษณะที่ดีของนักวิทยาศาสตร์ เป็นความรู้สึกที่แสดงออกทางพฤติกรรมที่ส่งเสริมให้บุคคลแสวงหาความรู้ด้านวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่อง โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหา พัฒนาความคิดและการตัดสินใจในเรื่องต่าง ๆ ให้ได้ผลดียิ่งขึ้น

**ด้านประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์** มีอิทธิพลเชิงบวกต่อความเป็นนักฟิสิกส์ และมีอิทธิพลเชิงบวกต่อเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งผู้วิจัยมีข้อสังเกตว่าการรับรู้ความสามารถตนเอง แสวงหาความรู้และประสบการณ์จากการเข้าร่วมกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะความสามารถด้าน

วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในอดีตตั้งแต่ระดับประถมศึกษาจนถึงก่อนเข้ามหาวิทยาลัยส่งผลให้นักศึกษาสาขาฟิสิกส์มีความเป็นนักฟิสิกส์ และเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ สอดคล้องกับแนวทางการจัดประสบการณ์การเรียนรู้บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ ในระดับปฐมวัย ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) ที่มีแนวทางในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้เพื่อให้เด็กได้รับ การพัฒนาเจตคติและทักษะหรือความสามารถตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวังผ่านการเล่น และการลงมือปฏิบัติ ทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์อย่างง่ายโดยไม่เน้นการท่องจำเนื้อหา เป็นต้น

**ด้านโอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์** มีอิทธิพลเชิงบวกต่อความเป็นนักฟิสิกส์ และมีอิทธิพลเชิงบวกต่อเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งผู้วิจัยมีข้อสังเกตว่าโอกาสที่นักศึกษาสาขาฟิสิกส์ได้แสดงบทบาทนักฟิสิกส์ และใช้ทักษะกระบวนการอย่างเต็มที่ในการสร้างแนวคิด การศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้านฟิสิกส์ ไม่ว่าจะเป็นโอกาสในการทำงาน การทำวิจัย หรือการเข้าร่วมกิจกรรมต่าง ๆ ด้านฟิสิกส์ที่เกิดขึ้น ส่งผลให้นักศึกษาสาขาฟิสิกส์มีความเป็นนักฟิสิกส์ และเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ สอดคล้องกับคำกล่าวของนวรัตน์ อินทุวงศ์และอรทัย เรืองสมบัติ (2556) และกาญจนา ภัทราวิวัฒน์และคณะ (2559) กล่าวว่า การจัดการศึกษาสำหรับผู้มีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีมุมมองที่กว้างขึ้น ลักษณะการจัดกิจกรรมแบบเพิ่มพูนประสบการณ์เน้นกระบวนการคิด ลงมือปฏิบัติ ค้นคว้าอย่างเป็นระบบ ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนตามความสนใจของตนเอง เป็นโอกาสดีที่ผู้เข้าร่วมได้แสดงความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ได้แลกเปลี่ยนมุมมองและความคิดเห็นในการแก้ปัญหาสังคมกับเพื่อน ๆ ได้ใช้ความรู้สร้างสรรค์ชิ้นงานที่มีคุณค่า เหมือนกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ เป็นเวทีสำหรับแสดงความสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนสนใจและศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์รักและเลือกอาชีพนักวิทยาศาสตร์มากขึ้น

**ด้านรูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์** มีอิทธิพลเชิงบวกต่อความเป็นนักฟิสิกส์และมีอิทธิพลเชิงบวกต่อเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งผู้วิจัยมีข้อสังเกตว่าการเรียนการสอนที่ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เน้นทั้งการปฏิบัติและทฤษฎีควบคู่กันไปตามประเภทของนักฟิสิกส์ที่มีทั้งนักฟิสิกส์ทดลองและนักฟิสิกส์ทฤษฎีที่สอดคล้องกับการค้นคว้าหาความรู้ทางฟิสิกส์ส่งผลให้นักศึกษาสาขาฟิสิกส์มีความเป็นนักฟิสิกส์ และผู้วิจัยยังมีข้อสังเกตอีกว่ารูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ทำให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาเจตคติ และทักษะหรือความสามารถด้านฟิสิกส์ ผ่านการเรียนการสอนที่เน้นการค้นคว้าหาความรู้ทางฟิสิกส์ทั้งการปฏิบัติและทฤษฎีควบคู่กันไปตามประเภทของนักฟิสิกส์ที่มีทั้งนักฟิสิกส์ทดลอง และนักฟิสิกส์ทฤษฎีทำให้นักศึกษามีเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ สอดคล้องกับการศึกษาของศิรินภา นามโนและคณะ (2561), ชนินาถ ธงชัย (2561) และนราภรณ์ ชัยบัวแดง (2561) พบว่า การเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานเข้ามาร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชัน การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ และการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในรายวิชาฟิสิกส์ ตามลำดับสามารถพัฒนาทักษะความสามารถ ทำให้นักเรียนได้ค้นคว้าหาความรู้ และแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง สามารถ

เชื่อมโยงความรู้ และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้รวมถึงมีเจตคติที่ดีในการเรียน มีความสนใจ และพึงพอใจในการเรียนการสอนมากขึ้น

**ตัวแปรปัจจัยลักษณะของบุคคลต้นแบบทางฟิสิกส์** มีอิทธิพลเชิงบวกต่อความเป็นนักฟิสิกส์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งผู้วิจัยมีข้อสังเกตว่าบุคลิกภาพและพฤติกรรมในการทำงานที่มีแบบแผน โดยยึดหลักการที่มีเหตุมีผล สร้างความร่วมมือและการประยุกต์ใช้ความรู้ทางฟิสิกส์ของนักวิทยาศาสตร์ หรือนักฟิสิกส์ทั้งในและต่างประเทศเป็นแบบอย่างที่ส่งผลให้นักศึกษาสาขาฟิสิกส์มีความเป็นนักฟิสิกส์ สอดคล้องกับการศึกษาของกาญจนา ภัทราวิวัฒน์และคณะ (2559) และพุทธชาด อังณะกูรและคณะ (2563) พบว่า การนำเสนอเรื่องราวของบุคคลต้นแบบด้านวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมให้ผู้ที่มีความสามารถพิเศษด้านวิทยาศาสตร์ได้เรียนรู้วิธีการทำงานจริง เกิดการพัฒนาทักษะ สร้างแรงบันดาลใจในการเรียน และมีโอกาสประสบความสำเร็จในการประกอบอาชีพมากขึ้น ซึ่งปัจจุบันมีพี่เลี้ยงวิชาการทางออนไลน์ เช่น Ask an Expert International ,Telementor Program และ MadSci Network เป็นต้น และเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการประกอบอาชีพของเยาวชนไทย

**ข้อเสนอแนะ**

**1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์**

1.1 สำหรับอาจารย์ผู้สอน หรืออาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรด้านศึกษาศาสตร์ และด้านวิทยาศาสตร์ สาขาฟิสิกส์ ควรมีการส่งเสริมปัจจัยด้านเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ ด้านโอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์ และด้านรูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ เพื่อส่งเสริมให้นักศึกษาสาขาฟิสิกส์มีความเป็นนักฟิสิกส์ที่ดี และประสบความสำเร็จในด้านฟิสิกส์ต่อไป

1.2 สำหรับครูผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายควรมีการส่งเสริมปัจจัยด้านประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ส่งเสริมสนับสนุนให้นักเรียนได้รับการพัฒนาศักยภาพด้านวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ที่ดี มีความชัดเจนในตัวตนด้านความถนัด และใฝ่ฝันที่จะเป็นนักวิทยาศาสตร์ หรือนักฟิสิกส์ในอนาคต

**2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป**

2.1 การศึกษาในต่อไปอาจจะเปลี่ยนกลุ่มตัวอย่างที่คาดว่าจะมีความเป็นนักฟิสิกส์ที่ดียิ่งขึ้น เช่น นักศึกษาระดับปริญญาโท – เอก สาขาฟิสิกส์

2.2 เนื่องจากตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรตามความเป็นนักฟิสิกส์มีน้ำหนักองค์ประกอบ (Main Loading) น้อยกว่า .70 อยู่ ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไปควรปรับเพิ่มข้อคำถามหรือตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรตามให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของโมเดลการวัดที่ดียิ่งขึ้น

**กิตติกรรมประกาศ**

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ที่สนับสนุนทุนการศึกษาในระดับบัณฑิตศึกษา ทุนตรี-โท สาขาการวิจัยและประเมินผลการศึกษา ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นในการทำวิจัยเรื่องนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

**เอกสารอ้างอิง**

Ajzen, I. (2002). Perceived behavioral control, self-efficacy, locus of control, and the theory of planned behavior 1. *Journal of Applied Social Psychology, 32*(4), 665-683.

Angnakoon, P., Tubpun, T., & Sophonhiranrak, S. (2020). Investigating STEM career Interest and Attitude among 9th grade students in Thailand (Bangkok metropolitan region). *Journal of Graduate Studies Valaya Alongkorn Rajabhat University, 14*(2), 105-125. [in Thai]

พุทธชาด อังณะกูร, ธิดา ทับพันธ์, และเสมอกาญจน์ โสภณหิรัญรักษณ์. (2563). การวิเคราะห์ความสนใจและเจตคติต่อเนื้อหาและอาชีพด้านสะเต็มของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล. *วารสารบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์, 14*(2), 105-125.

Chaibuadang, N. (2018). *The study of learning achievement and attitude towards physics learning for grade 11 students using STEM education*. [Master dissertation, Ubon Ratchathani University]. The Office of Academic Resources Ubon Ratchathani University. [in Thai]

นราภรณ์ ชัยบัวแดง. (2561). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการเรียนรู้สะเต็มศึกษา*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี]. สำนักวิทยบริการมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

Chusuwan, T. (2016). *The Effects of Teaching Physics by STEM Approach in the Topic of Light on Science Process Skills and Scientific Attitudes of Mathayom Suksa V Students of Middle-Sized Secondary Schools in Phra Nakhon Si Ayutthaya Province*. [Master dissertation, Sukhothai Thammathirat Open University]. Digital Research Information Center. [in Thai]

ฐายิกา ชูสุวรรณ. (2559). *ผลการสอนวิชาฟิสิกส์โดยใช้แนวการจัดการศึกษาแบบสะเต็มเรื่อง แสงที่มีผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมขนาดกลาง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา.* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช]. ศูนย์ข้อมูลการวิจัย Digital "วช.".

Inthuwong, N., & Ruengsombat, O. (2013). Highlight of the issue of the academic olympic scholarship Galyani Vadhana, Princess of Naradhiwas for representatives of Thailand to the International Mathematics Science Olympiad. *IPST Magazine*, *41*(184), 24-28. [in Thai]

นวรัตน์ อินทุวงศ์, และอรทัย เรืองสมบัติ. (2556). เรื่องเด่นประจำฉบับทุนโอลิมปิกวิชาการสมเด็จพระเจ้าพี่นางเธอ เจ้าฟ้ากัลยาณิวัฒนา กรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์ สำหรับผู้แทนประเทศไทยไปแข่งขันคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์โอลิมปิกระหว่างประเทศ. *นิตยสาร สสวท., 41*(184), 24-28.

Jarernvongrayab, A. (2006). Antecedents and consequences concerning scientific inquiry of 4th level students. *Journal of Research Methodology: JRM, 19*(1), 13-39. [in Thai]

อนุ เจริญวงศ์ระยับ. (2549). ปัจจัยเชิงสาเหตุและผลของการใฝ่รู้ทางวิทยาศาสตร์ในนักเรียนช่วงชั้นที่ 4. *วารสารวิธีวิทยาวิจัย,* 19(1), 13-39.

King Mongkut's University of Technology Thonburi. (2015). *Bachelor of Science Program Applied Physics*. Retrieved from http://www.physics.kmutt.ac.th/version2558/cirriculum2558/bsc_applied_physics.html. [in Thai]

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี .(2558). *หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ประยุกต์.* เข้าถึงได้จาก http://www.physics.kmutt.ac.th/version2558/cirriculum2558/bsc_applied_physics.html

Mekkhachorn, W., Bhanthumnavin, D., Bhanthumnavin, D., Meekun, K., Sitsira-at, S., & Pimthong, S. (2020). Psychosocial Factors Related to Self-Determination Behavior in Learning of Undergraduate Students. *Journal of Behavioral Science for Development (JBSD), 12*(1), 74-91. [in Thai]

วรภัทร เมฆขจร, ดุจเดือน พันธุมนาวิน, ดวงเดือน พันธุมนาวิน, โกศล มีคุณ, ฉัฐวีณ์ สิทธิ์ศิรอรรถ, และศรัณย์ พิมพ์ทอง. (2563). ปัจจัยทางจิตสังคมที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการตัดสินใจในการเรียนด้วยตนเองของนักศึกษาปริญญาตรี. *วารสารพฤติกรรมศาสตร์เพื่อการพัฒนา, 12*(1), 74-91.

Nakjui, S. (2015). The factors affecting scientific inquiry ability of matthayomsuksa 1 students Under the educational service area office Kanchanaburi [Master dissertation, Kanchanaburi Rajabhat University]. E-Thesis Kanchanaburi Rajabhat University. [in Thai]

ศิริพรรณ นาคจุ้ย. (2558). *ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากาญจนบุรี*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี]. ฐานข้อมูลงานวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี.

Naknuan, K., Wongnam, P., & Panhoon, S. (2017). Causal Model of Physics achievement of Mathayomsuksa 4 students in the secondary educational service area office 18. *Journal of Education Naresuan University, 19*(4), 39-50. [in Thai]

กุลริสา นาคนวล, ไพรัตน์ วงษ์นาม, และสมพงษ์ ปั้นหุ่น. (2560). โมเดลเชิงสาเหตุของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 18. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร,19*(4), 39-50.

Namno, S., & Sitti, S. (2018). Development of the Ability in Physics Problem - Solving and Attitude toward Physics of Matthayomsueksa 5 Students Learned by using Problem-based Learning with Concept of Metacognition. *Journal of Education, Mahasarakham University, 12*(2), 144-155. [in Thai]

ศิรินภา นามโน, และสมทรง สิทธิ. (2561). การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชัน. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 12*(2), 144-155.

Pattrawiwat, K., Langka, W., Anuruthwong, U., & Poolpatarachewin, C. (2016). Guideline Development of Quality Gifted Education in Science, Mathematics, and Technology by Using the Application of Futures Research. *Journal of Behavioral Science for Development*, *8*(2), 151-168. [in Thai]

กาญจนา ภัทราวิวัฒน์, วิไลลักษณ์ ลังกา, อุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์, และจุมพล พูลภัทรชีวิน (2559). การพัฒนาแนวทางการจัดการศึกษาที่มีคุณภาพสำหรับผู้ที่มีความสามารถพิเศษด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ประยุกต์ใช้เทคนิคการวิจัยอนาคต. *วารสารพฤติกรรมศาสตร์เพื่อการพัฒนา, 8*(2), 151-168.

Prince of Songkla University. (2017). *Self-Assessment Report. Faculty of Education, Prince of Songkla University, Pattani Campus.* [in Thai]

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. (2560). *รายงานการประเมินตนเอง (Self-Assessment Report).* คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.

Raenak, S., Kessung, P., & Sakpakornkan, N. (2014). The causal factor sinfluencing scientific mind of Mathayomsuksa 1 students under the office of secondary educational service area 19 (Loei). *Research and Development Journal, Loei Rajabhat University (LRUJ)*, *9*(29), 15-25. [in Thai]

สุทธินี แร่นาค, ภัทราพร เกษสังข์, และนฤมล ศักดิ์ปกรณ์กานต์. (2557). ปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 19 (จังหวัดเลย). *วารสารวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย, 9*(29), 15-25.

Roamchart, P., Yoelao, D., Seedagulrit S., Boonprakob, M. (2011). Antecedents of Role Commitment, Identity, Learning Motivation, and Role Ambiguity concerning Role Performance of Gifted Students in Science and Mathematics. *Journal of Behavioral Science, 17*(1), 55-78. [in Thai]

ภิญญาพันธ์ ร่วมชาติ, ดุษฎี โยเหลา, สมศักดิ์ สีดากุลฤทธิ์, และมนัส บุญประกอบ (2554). ปัจจัยเชิงสาเหตุของความผูกผันต่อบทบาทเอกลักษณ์ของนักเรียนวิทยาศาสตร์แรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ และความคลุมเคลือในบทบาทที่มีผลต่อพฤติกรรมตามบทบาทของนักเรียนวิทยาศาสตร์ที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์.*วารสารพฤติกรรมศาสตร์, 17*(1), 55-78.

Ruengrung, S., Lateh, A., 2, & Kaewtubtim, P. (in press). The Studying on Qualified Physicist and the Factors Enhancing towards Qualified Physicist as Perceived by Lecturers and Physics Personnel in Thailand. *Humanities and Social Sciences Journal of Graduate School, Pibulsongkram Rajabhat University, 16*(2). [in Thai]

สถาพร เรืองรุ่ง, อาฟีฟี ลาเต๊ะ, และพวงทิพย์ แก้วทับทิม. (in press). การศึกษาความเป็นนักฟิสิกส์และปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักฟิสิกส์ตามทัศนะของอาจารย์และบุคลากรด้านฟิสิกส์ในประเทศไทย. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม*, *16*(2).

Sem, S., Wongnam, P., & Ngammeerith, N. (2019). The Causal Factors Affect Science Process Skills of Prathom Suksa VI Students under the Jurisdiction of the Area Service Office Nakhon Nayok Province. *Journal of Educational Review Faculty of Education in MCU, 6*(3), 78-88. [in Thai]

สุมาลี เซ็ม, ไพรัตน์ วงษ์นาม, และณัฐกฤตา งามมีฤทธิ์. (2562). ปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก. *วารสารครุศาสตร์ปริทรรศน์ฯ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย, 6*(3), 78-88.

The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2017). *Learning Framework and Guidelines for Organizing an Integrated Learning Experience of Science, Technology and Mathematics at the Early Childhood Level According to the Early Childhood Education Curriculum 2017*. Retrieved from https://www.scimath.org/ebook-science/download/1535/11322/88. [in Thai]

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *กรอบการเรียนรู้และแนวทางการจัดประสบการณ์การเรียนรู้บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ในระดับปฐมวัยตามหลักสูตรการศึกษาปฐมวัย พุทธศักราช 2560*. เข้าถึงได้จาก https://www.scimath.org/ebook-science/download/1535/11322/88

Thongchai, C. (2018). *The effects of inquiry method on physics learning achievement and attitude toward physics of Mathayomsuksa five students*. [Master dissertation, Nakhon Sawan Rajabhat University]. NSRU KNOWLEDGE SHARING. [in Thai]

ชนินาถ ธงชัย. (2561). *ผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์]. คลังความรู้เพื่อการแบ่งปันมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.

Wejchasart, G. (2004). *The process of becoming physicists: a case study of the upper secondary students in Mathematics and science program*. [Master dissertation, Srinakharinwirot University]. INTEGRATED THESIS & RESEARCH MANAGEMENT SYSTEM Graduate School, Srinakharinwirot University. [in Thai]

โกวิทย์ เวชชศาสตร์. (2547). *กระบวนการเข้าสู่ความเป็นนักฟิสิกส์ : กรณีศึกษานักเรียนในแผนการเรียนคณิตศาสตร์–วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย.* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ]. INTEGRATED THESIS & RESEARCH MANAGEMENT SYSTEM บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

# ภาคผนวก ข
# รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ
# และรายชื่อผู้ประเมินความเหมาะสมของเส้นทางอิทธิพล

**รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ**

| ลำดับ | ชื่อ-สกุล | ตำแหน่ง | การศึกษาสูงสุด |
|---|---|---|---|
| 1. | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัทริณี ไวท์ | อาจารย์ประจำ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ | ปร.ด. ฟิสิกส์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี |
| 2. | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ มัลลิกา หล้าพันธ์ | อาจารย์ประจำ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย | วท.ม. ฟิสิกส์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น |
| 3. | ดร.ฮามีด๊ะ มูสอ | อาจารย์ประจำคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ | Doctor (Science Program in Science Education.), Universiti Sains Malaysia |
| 4. | ดร.ศักดิ์ชัย ราชนิยม | ครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์ โรงเรียนมหรรณพาราม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร | ปร.ด.วิทยาศาสตรศึกษา (ฟิสิกส์), มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี |
| 5. | นายอาซิ ดราแม | ศึกษานิเทศก์ชำนาญการ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษานราธิวาส | ศษ.ม.หลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ |
| 6. | นายนนทวัฒน์ ศรีชัยวรรณ | ครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์ โรงเรียนบุญวาทย์วิทยาลัย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาลำปาง | กศม. ฟิสิกส์ศึกษา, มหาวิทยาลัยนเรศวร |
| 7. | นายวชิรวิทย์ เวณุโกเศศ | ครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์ โรงเรียนโคกคอนวิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาหนองคาย | ศษ.ม.การวัดและประเมินผลการศึกษา, มหาวิทยาลัยขอนแก่น |

**รายชื่อผู้ประเมินความเหมาะสมของเส้นทางอิทธิพล**

| ลำดับ | ชื่อ-สกุล | ตำแหน่ง | การศึกษาสูงสุด |
|---|---|---|---|
| 1. | รองศาสตราจารย์ ดร.วรวัฒน์ มีวาสนา | อาจารย์ประจำสำนักวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี | Ph.D. in Physics, Stanford University, Stanford, CA, USA |
| 2. | รองศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์ สังวาระนที | อาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา | ปร.ด. (ฟิสิกส์ประยุกต์), สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง |
| 3. | รองศาสตราจารย์ ดร.พงษ์พิชิต จันทร์นุ้ย | อาจารย์ประจำสำนักวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ | Ph.D. in Physics, University of Southern Denmark |
| 4. | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุดม ทิพราช | อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี | Ph.D. (Physics) University of North Dakotaสหรัฐอเมริกา |
| 5. | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรนุศย์ ทองพูล | อาจารย์ประจำสาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี | ปร.ด. (ฟิสิกส์) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี |
| 6. | ดร.ปุรินทร จันทร์เลิศ | อาจารย์ประจำสาขาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา | Ph.D. (Condensed Matter Physics), Tokyo Institute of Technology, Japan |
| 7. | ดร.ทีปานิส ชาชิโย | อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร | Ph.D. in Physics, Purdue University, USA |

# ภาคผนวก ค
# คุณภาพของเครื่องมือการวิจัย

**ภาคผนวก ค คุณภาพของเครื่องมือชุดที่ 1 ค่าดัชนีความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content Validity Index : CVI) ของแบบสอบถามเพื่อการวิจัย เรื่อง ความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย : การให้ความหมายและอิทธิพลเชิงสาเหตุ**

**ตารางที่ ค.1** ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถามเพื่อการวิจัย เรื่อง ความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย: การให้ความหมายและอิทธิพลเชิงสาเหตุ

| ข้อที่ | คะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญคนที่ | | | | | | | I-CVI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 1. ความเป็นนักฟิสิกส์ | | | | | | | | |
| 1.1 พฤติกรรมในการศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ | | | | | | | | |
| 1 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 1.00 |
| 2 | 3 | 4 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 0.71* |
| 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 | 1.00 |
| 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 1.00 |
| 5 | 3 | 4 | 2 | 3 | 4 | 3 | 1 | 0.71* |
| 6 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 1.00 |
| 7 | 4 | 3 | 4 | 2 | 4 | 4 | 3 | 0.86 |
| 8 | 4 | 3 | 3 | 4 | 3 | 2 | 2 | 0.71* |
| 9 | 4 | 3 | 2 | 4 | 3 | 4 | 4 | 0.86 |
| 10 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 1.00 |

**ตารางที่ ค.1** ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถามเพื่อการวิจัย เรื่อง ความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย: การให้ความหมายและอิทธิพลเชิงสาเหตุ (ต่อ)

| ข้อที่ | คะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญคนที่ | | | | | | | I-CVI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 1.2 ความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ทางฟิสิกส์ได้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างมีคุณธรรม จริยธรรม | | | | | | | | |
| 1 | 4 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 1 | 0.86 |
| 2 | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | 4 | 2 | 0.71* |
| 3 | 4 | 3 | 3 | 2 | 4 | 3 | 3 | 1.00 |
| 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 1.00 |
| 5 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 2 | 0.86 |
| 6 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 0.86 |
| 7 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 2 | 4 | 0.86 |
| 8 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 | 1.00 |
| 9 | 4 | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 1.00 |
| 10 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 | 1.00 |
| 1.3 ลักษณะของบุคคลที่มีเจตคติที่ดีต่อศาสตร์ทางฟิสิกส์ | | | | | | | | |
| 1 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 1.00 |
| 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 1.00 |
| 3 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 1.00 |
| 4 | 3 | 3 | 4 | 2 | 4 | 3 | 2 | 0.71* |
| 5 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 2 | 2 | 0.71* |
| 6 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 1.00 |
| 7 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 1.00 |
| 8 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 1.00 |
| 9 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 1.00 |
| 10 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 2 | 2 | 0.71* |

**ตารางที่ ค.1** ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถามเพื่อการวิจัย เรื่อง ความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย: การให้ความหมายและอิทธิพลเชิงสาเหตุ (ต่อ)

| ข้อที่ | คะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญคนที่ | | | | | | | I-CVI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 2.ปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักฟิสิกส์ | | | | | | | | |
| 2.1 ปัจจัยที่เกี่ยวกับเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ | | | | | | | | |
| 1 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 1.00 |
| 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 1.00 |
| 3 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 2 | 0.86 |
| 4 | 3 | 3 | 4 | 2 | 4 | 3 | 2 | 0.71* |
| 5 | 4 | 3 | 2 | 4 | 4 | 2 | 3 | 0.71* |
| 6 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 1.00 |
| 7 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 1.00 |
| 8 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 1.00 |
| 9 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 1.00 |
| 10 | 4 | 4 | 2 | 4 | 4 | 3 | 2 | 0.71* |
| 2.2 ปัจจัยที่เกี่ยวกับประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ | | | | | | | | |
| 1 | 4 | 3 | 4 | 2 | 4 | 4 | 3 | 0.86 |
| 2 | 4 | 3 | 4 | 2 | 4 | 4 | 3 | 0.86 |
| 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 1.00 |
| 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 1.00 |
| 5 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 1.00 |
| 6 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 1.00 |
| 7 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 1.00 |
| 8 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 1.00 |
| 9 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 1.00 |
| 10 | 4 | 3 | 3 | 2 | 4 | 3 | 3 | 0.86 |

**ตารางที่ ค.1** ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถามเพื่อการวิจัย เรื่อง ความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย: การให้ความหมายและอิทธิพลเชิงสาเหตุ (ต่อ)

| ข้อที่ | คะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญคนที่ | | | | | | | I-CVI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 2.3 ปัจจัยที่เกี่ยวกับการสนับสนุนของครูผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย | | | | | | | | |
| 1 | 4 | 3 | 3 | 4 | 2 | 4 | 4 | 0.86 |
| 2 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 1 | 0.86 |
| 3 | 4 | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 1.00 |
| 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 1 | 0.86 |
| 5 | 4 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 0.43* |
| 6 | 4 | 3 | 4 | 3 | 2 | 4 | 4 | 0.86 |
| 7 | 2 | 3 | 3 | 4 | 2 | 4 | 1 | 0.57* |
| 8 | 4 | 2 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 0.86 |
| 9 | 4 | 3 | 3 | 4 | 2 | 4 | 4 | 0.86 |
| 10 | 4 | 2 | 3 | 4 | 2 | 3 | 2 | 0.57* |
| 2.4 ปัจจัยที่เกี่ยวกับบทบาทหน้าที่ของอาจารย์ผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมหาวิทยาลัย | | | | | | | | |
| 1 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 1.00 |
| 2 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 1.00 |
| 3 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 1.00 |
| 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 1.00 |
| 5 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 1.00 |
| 6 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 1.00 |
| 7 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 1.00 |
| 8 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 1.00 |
| 9 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | 0.86 |
| 10 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 2 | 0.86 |

**ตารางที่ ค.1** ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถามเพื่อการวิจัย เรื่อง ความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย: การให้ความหมายและอิทธิพลเชิงสาเหตุ (ต่อ)

| ข้อที่ | คะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญคนที่ | | | | | | | I-CVI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 2.5 ปัจจัยที่เกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ | | | | | | | | |
| 1 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 1.00 |
| 2 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 1.00 |
| 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 1.00 |
| 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 1.00 |
| 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 1.00 |
| 6 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 1.00 |
| 7 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 1.00 |
| 8 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 2 | 0.86 |
| 9 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 2 | 0.86 |
| 10 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 1 | 0.86 |
| 2.6 ปัจจัยที่เกี่ยวกับโอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์ | | | | | | | | |
| 1 | 4 | 3 | 4 | 1 | 4 | 4 | 3 | 0.86 |
| 2 | 4 | 3 | 3 | 2 | 4 | 4 | 4 | 0.86 |
| 3 | 4 | 3 | 3 | 2 | 4 | 4 | 4 | 0.86 |
| 4 | 4 | 3 | 4 | 2 | 4 | 3 | 3 | 0.86 |
| 5 | 4 | 3 | 4 | 2 | 4 | 3 | 4 | 0.86 |
| 6 | 4 | 3 | 3 | 2 | 4 | 3 | 3 | 0.86 |
| 7 | 4 | 3 | 3 | 2 | 4 | 3 | 3 | 0.86 |
| 8 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 1.00 |
| 9 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 1.00 |
| 10 | 4 | 3 | 3 | 1 | 4 | 3 | 3 | 0.86 |

**ตารางที่ ค.1** ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถามเพื่อการวิจัย เรื่อง ความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย: การให้ความหมายและอิทธิพลเชิงสาเหตุ (ต่อ)

| ข้อที่ | คะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญคนที่ | | | | | | | I-CVI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 2.7 ปัจจัยที่เกี่ยวกับลักษณะของบุคคลต้นแบบทางฟิสิกส์ | | | | | | | | |
| 1 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 1 | 0.86 |
| 2 | 4 | 3 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 0.86 |
| 3 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 3 | 1 | 0.57* |
| 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 1.00 |
| 5 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 1.00 |
| 6 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 1.00 |
| 7 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 1.00 |
| 8 | 4 | 2 | 3 | 2 | 4 | 4 | 2 | 0.57* |
| 9 | 4 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 0.86 |
| 10 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 1.00 |
| S-CVI/AVE | | | | | | | | 0.95 |

**หมายเหตุ** * ข้อนี้ถูกตัดทิ้งเนื่องจากไม่เป็นไปตามเกณฑ์ของ Lynn (1986) ซึ่งกำหนดว่าถ้าผู้เชี่ยวชาญ 5-7 คน ควรมีค่า I-CVI ตั้งแต่ 0.80 ขึ้นไป

## ภาคผนวก ค คุณภาพเครื่องมือชุดที่ 2
## หาอำนาจจำแนกโดยใช t-test ของแบบสอบถามเพื่อการวิจัย
## เรื่อง ความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย :
## การให้ความหมายและอิทธิพลเชิงสาเหตุ

**ตารางที่ ค.2** การวิเคราะห์หาอำนาจจำแนกโดยใช t-test ของแต่ละข้อคำถามในแบบสอบถามเพื่อการวิจัย เรื่อง ความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย: การให้ความหมายและอิทธิพลเชิงสาเหตุ

| ข้อคำถาม | t-test | p-value | แปลผล |
|---|---|---|---|
| 1. ความเป็นนักฟิสิกส์ | | | |
| 1.1 พฤติกรรมในการศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ | | | |
| 1.1.1 | 1.796 | 0.096 | จำแนกไม่ได้ |
| 1.1.2 | 4.216 | 0.001 | จำแนกได้ |
| 1.1.3 | 2.905 | 0.012 | จำแนกได้ |
| 1.1.4 | 3.221 | 0.007 | จำแนกได้ |
| 1.1.5 | 2.032 | 0.063 | จำแนกไม่ได้ |
| 1.1.6 | 4.051 | 0.001 | จำแนกได้ |
| 1.1.7 | 4.861 | 0.000 | จำแนกได้ |
| 1.2 ความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ทางฟิสิกส์ได้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างมีคุณธรรมจริยธรรม | | | |
| 1.2.1 | 4.163 | 0.001 | จำแนกได้ |
| 1.2.2 | 4.065 | 0.001 | จำแนกได้ |
| 1.2.3 | 2.931 | 0.015 | จำแนกได้ |
| 1.2.4 | 6.000 | 0.001 | จำแนกได้ |
| 1.2.5 | 2.955 | 0.011 | จำแนกได้ |
| 1.2.6 | 3.713 | 0.003 | จำแนกได้ |
| 1.2.7 | 3.671 | 0.003 | จำแนกได้ |

**ตารางที่ ค.2** การวิเคราะห์หาอำนาจจำแนกโดยใช t-test ของแต่ละข้อคำถามในแบบสอบถามเพื่อการวิจัย เรื่อง ความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย: การให้ความหมายและอิทธิพลเชิงสาเหตุ (ต่อ)

| ข้อคำถาม | t-test | p-value | แปลผล |
|---|---|---|---|
| 1.2 ความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ทางฟิสิกส์ได้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างมีคุณธรรม จริยธรรม | | | |
| 1.2.8 | 3.357 | 0.005 | จำแนกได้ |
| 1.2.9 | 6.711 | 0.000 | จำแนกได้ |
| 1.3 ลักษณะของบุคคลที่มีเจตคติที่ดีต่อศาสตร์ทางฟิสิกส์ | | | |
| 1.3.1 | 2.032 | 0.063 | จำแนกไม่ได้ |
| 1.3.2 | 3.874 | 0.002 | จำแนกได้ |
| 1.3.3 | 2.705 | 0.018 | จำแนกได้ |
| 1.3.4 | 3.033 | 0.010 | จำแนกได้ |
| 1.3.5 | 3.873 | 0.002 | จำแนกได้ |
| 1.3.6 | 2.032 | 0.063 | จำแนกไม่ได้ |
| 1.3.7 | 2.980 | 0.011 | จำแนกได้ |
| 2. ปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักฟิสิกส์ | | | |
| 2.1 ปัจจัยที่เกี่ยวกับเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ | 2.793 | 0.015 | จำแนกได้ |
| 2.1.1 | 2.552 | 0.024 | จำแนกได้ |
| 2.1.2 | 3.596 | 0.003 | จำแนกได้ |
| 2.1.3 | 4.051 | 0.001 | จำแนกได้ |
| 2.1.4 | 2.640 | 0.020 | จำแนกได้ |
| 2.1.5 | 2.026 | 0.064 | จำแนกไม่ได้ |
| 2.1.6 | 3.236 | 0.006 | จำแนกได้ |
| 2.1.7 | 2.793 | 0.015 | จำแนกได้ |

**ตารางที่ ค.2** การวิเคราะห์หาอำนาจจำแนกโดยใช t-test ของแต่ละข้อคำถามในแบบสอบถามเพื่อการวิจัย เรื่อง ความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย: การให้ความหมายและอิทธิพลเชิงสาเหตุ (ต่อ)

| ข้อคำถาม | t-test | p-value | แปลผล |
|---|---|---|---|
| 2. ปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักฟิสิกส์ | | | |
| 2.2 ปัจจัยที่เกี่ยวกับประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ | | | |
| 2.2.1 | 0.966 | 0.352 | จำแนกไม่ได้ |
| 2.2.2 | 3.236 | 0.006 | จำแนกได้ |
| 2.2.3 | 2.664 | 0.019 | จำแนกได้ |
| 2.2.4 | 1.390 | 0.188 | จำแนกไม่ได้ |
| 2.2.5 | 1.278 | 0.230 | จำแนกไม่ได้ |
| 2.2.6 | 2.640 | 0.020 | จำแนกได้ |
| 2.2.7 | 2.705 | 0.018 | จำแนกได้ |
| 2.2.8 | 1.295 | 0.218 | จำแนกไม่ได้ |
| 2.2.9 | 2.956 | 0.011 | จำแนกได้ |
| 2.2.10 | 2.212 | 0.055 | จำแนกไม่ได้ |
| 2.3 ปัจจัยที่เกี่ยวกับการสนับสนุนของครูผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย | | | |
| 2.3.1 | 3.026 | 0.010 | จำแนกได้ |
| 2.3.2 | 3.357 | 0.005 | จำแนกได้ |
| 2.3.3 | 4.399 | 0.001 | จำแนกได้ |
| 2.3.4 | 2.955 | 0.011 | จำแนกได้ |
| 2.3.5 | 3.236 | 0.006 | จำแนกได้ |
| 2.3.6 | 2.755 | 0.016 | จำแนกได้ |
| 2.3.7 | 1.335 | 0.205 | จำแนกไม่ได้ |

**ตารางที่ ค.2** การวิเคราะห์หาอำนาจจำแนกโดยใช t-test ของแต่ละข้อคำถามในแบบสอบถามเพื่อการวิจัย เรื่อง ความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย: การให้ความหมายและอิทธิพลเชิงสาเหตุ (ต่อ)

| ข้อคำถาม | t-test | p-value | แปลผล |
|---|---|---|---|
| 2. ปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักฟิสิกส์ | | | |
| 2.4 ปัจจัยที่เกี่ยวกับบทบาทหน้าที่ของอาจารย์ผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมหาวิทยาลัย | | | |
| 2.4.1 | 2.026 | 0.064 | จำแนกไม่ได้ |
| 2.4.2 | 2.026 | 0.064 | จำแนกไม่ได้ |
| 2.4.3 | 3.105 | 0.008 | จำแนกได้ |
| 2.4.4 | 4.595 | 0.001 | จำแนกได้ |
| 2.4.5 | 3.596 | 0.003 | จำแนกได้ |
| 2.4.6 | 3.452 | 0.004 | จำแนกได้ |
| 2.4.7 | 3.874 | 0.002 | จำแนกได้ |
| 2.4.8 | 1.703 | 0.112 | จำแนกไม่ได้ |
| 2.4.9 | 2.623 | 0.035 | จำแนกได้ |
| 2.4.10 | 3.874 | 0.002 | จำแนกได้ |
| 2.5 ปัจจัยที่เกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ | | | |
| 2.5.1 | 1.890 | 0.081 | จำแนกไม่ได้ |
| 2.5.2 | 1.249 | 0.234 | จำแนกไม่ได้ |
| 2.5.3 | 2.793 | 0.015 | จำแนกได้ |
| 2.5.4 | 1.300 | 0.216 | จำแนกไม่ได้ |
| 2.5.5 | 4.399 | 0.001 | จำแนกได้ |
| 2.5.6 | 4.595 | 0.001 | จำแนกได้ |
| 2.5.7 | 5.225 | 0.000 | จำแนกได้ |
| 2.5.8 | 5.135 | 0.000 | จำแนกได้ |
| 2.5.9 | 2.368 | 0.034 | จำแนกได้ |
| 2.5.10 | 2.793 | 0.015 | จำแนกได้ |

**ตารางที่ ค.2** การวิเคราะห์หาอำนาจจำแนกโดยใช t-test ของแต่ละข้อคำถามในแบบสอบถามเพื่อการวิจัย เรื่อง ความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย: การให้ความหมายและอิทธิพลเชิงสาเหตุ (ต่อ)

| ข้อคำถาม | t-test | p-value | แปลผล |
|---|---|---|---|
| 2. ปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักฟิสิกส์ | | | |
| 2.6 ปัจจัยที่เกี่ยวกับโอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์ | | | |
| 2.6.1 | 3.413 | 0.005 | จำแนกได้ |
| 2.6.2 | 3.480 | 0.004 | จำแนกได้ |
| 2.6.3 | 3.526 | 0.004 | จำแนกได้ |
| 2.6.4 | 3.357 | 0.005 | จำแนกได้ |
| 2.6.5 | 3.059 | 0.009 | จำแนกได้ |
| 2.6.6 | 5.135 | 0.000 | จำแนกได้ |
| 2.6.7 | 5.096 | 0.001 | จำแนกได้ |
| 2.6.8 | 6.088 | 0.000 | จำแนกได้ |
| 2.6.9 | 7.778 | 0.000 | จำแนกได้ |
| 2.6.10 | 3.122 | 0.008 | จำแนกได้ |
| 2.7 ปัจจัยที่เกี่ยวกับลักษณะของบุคคลต้นแบบทางฟิสิกส์ | | | |
| 2.7.1 | 3.695 | 0.003 | จำแนกได้ |
| 2.7.2 | 3.026 | 0.010 | จำแนกได้ |
| 2.7.3 | 2.502 | 0.026 | จำแนกได้ |
| 2.7.4 | 2.021 | 0.080 | จำแนกไม่ได้ |
| 2.7.5 | 2.295 | 0.052 | จำแนกไม่ได้ |
| 2.7.6 | 2.395 | 0.032 | จำแนกได้ |
| 2.7.7 | 2.062 | 0.060 | จำแนกไม่ได้ |
| 2.7.8 | 3.086 | 0.009 | จำแนกได้ |

## ภาคผนวก ค คุณภาพเครื่องมือชุดที่ 3
## ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามเพื่อการวิจัย
## เรื่อง ความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย: การให้ความหมายและอิทธิพลเชิงสาเหตุ

**ตารางที่ ค.3** ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามเพื่อการวิจัย เรื่อง ความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย: การให้ความหมายและอิทธิพลเชิงสาเหตุ

| แบบสอบถาม | ค่าความเชื่อมั่น |
|---|---|
| แบบสอบถามทั้งฉบับ | 0.975 |
| 1. ความเป็นนักฟิสิกส์ | 0.929 |
| 1.1 พฤติกรรมในการศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ | 0.764 |
| 1.2 ความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ทางฟิสิกส์ได้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างมีคุณธรรม จริยธรรม | 0.888 |
| 1.3 ลักษณะของบุคคลที่มีเจตคติที่ดีต่อศาสตร์ทางฟิสิกส์ | 0.814 |
| 2. ปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักฟิสิกส์ | 0.966 |
| 2.1 ปัจจัยที่เกี่ยวกับเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ | 0.771 |
| 2.2 ปัจจัยที่เกี่ยวกับประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ | 0.721 |
| 2.3 ปัจจัยที่เกี่ยวกับการสนับสนุนของครูผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย | 0.885 |
| 2.4 ปัจจัยที่เกี่ยวกับบทบาทหน้าที่ของอาจารย์ผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมหาวิทยาลัย | 0.908 |
| 2.5 ปัจจัยที่เกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ | 0.869 |
| 2.6 ปัจจัยที่เกี่ยวกับโอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์ | 0.911 |
| 2.7 ปัจจัยที่เกี่ยวกับลักษณะของบุคคลต้นแบบทางฟิสิกส์ | 0.915 |

**หมายเหตุ** ค่าวิเคราะห์ตามจำนวนข้อคำถาม 65 ข้อ ที่เหลือจากการตัดจากอำนาจจำแนก

# ภาคผนวก ง
# เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

**แบบสัมภาษณ์การวิจัย**

**เรื่อง**

**ความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย:**

**การให้ความหมายและอิทธิพลเชิงสาเหตุ**

**คำชี้แจง**

การสัมภาษณ์ครั้งนี้โดยใช้แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง พร้อมทั้งบันทึกเสียงขณะสัมภาษณ์ ซึ่งใช้เวลาประมาณ 20 นาที เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์การให้ความหมายความเป็นนักฟิสิกส์ตามทัศนะของอาจารย์และบุคลากรด้านฟิสิกส์ในประเทศไทย

หลังจากนั้นผู้วิจัยจะทำลายเทปบันทึกเสียงการสัมภาษณ์ ภายในระยะเวลา 1 ปี โดยผู้วิจัยจะนำเสนอเฉพาะในภาพรวมของผลการวิจัยและใช้ประโยชน์ทางวิชาการเท่านั้น

**ผู้วิจัย**

นายสถาพร เรืองรุ่ง

นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการวิจัยและประเมินผลการศึกษา

คณะศึกษาศาสตร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

**บทสัมภาษณ์ข้อมูลเกี่ยวกับความเป็นนักฟิสิกส์**

**1. คำถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไป**

ก่อนอื่นก็ขอรบกวนอาจารย์แนะนำตัวเองหน่อยครับ เรียนจบในระดับปริญญา ตรี โท และเอกจากที่ไหนครับ สาขาอะไร และปัจจุบันทำงานอะไร

1.1 ชื่อ..... ตำแหน่ง.....

1.2 จบระดับมัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียน.....

1.3 จบปริญญาตรีสาขา.....มหาวิทยาลัย.....

1.4 จบปริญญาโทสาขา.....มหาวิทยาลัย.....

1.5 จบปริญญาเอกสาขา.....มหาวิทยาลัย.....

1.6 ปัจจุบันทำงานเป็น.....ที่.....

**2. คำถามเกี่ยวกับความสนใจ และแรงบันดาลใจในการเรียนสาขาฟิสิกส์**

2.1 เล่าสั้นๆ หน่อยครับ ว่าอาจารย์เริ่มสนใจในสาขาฟิสิกส์เมื่อใด หรือเริ่มอยากเป็นนักฟิสิกส์ตั้งแต่ตอนไหน

2.2 อะไรเป็นแรงบันดาลใจที่ทำให้อาจารย์มีความสนใจในการศึกษาและทำงานในสาขาฟิสิกส์ หรือทำไมถึงตัดสินใจเป็นอาจารย์ด้านฟิสิกส์ครับ

2.3 ไม่คิดว่าเป็นนักคณิตศาสตร์ ชีวะ เคมี หรืออื่น ๆ ท้าทายกว่าหรือครับ

**3. คำถามเกี่ยวกับการเรียน และการทำโปรเจกต์หรือวิจัยต่าง ๆ ในอดีต**

3.1 เล่าเรื่องสมัยเรียนหน่อยครับ ตอนเรียนทำงานวิจัยเรื่องอะไรครับ

3.2 แล้วตอนนี้ทำงานวิจัยอะไรอยู่บ้างครับ ขอให้อาจารย์ช่วยเล่าถึงขอบเขตและความสำคัญของงานวิจัยที่อาจารย์ทำอยู่ หรือที่ผ่านมาตอนเรียน

3.3 ข้อคำถามยอดฮิตหน่อยครับ คิดว่างานวิจัยที่กำลังทำหรือที่ผ่านมาตอนเรียนของอาจารย์มีประโยชน์อะไรกับประเทศไทยครับ

3.4 คิดว่าการทำงานวิจัยทั้งทางด้านการศึกษาและด้านฟิสิกส์ในเมืองไทย ยังขาดหรือต้องพัฒนาในด้านใดบ้างครับ

**4. คำถามเกี่ยวกับความเป็นนักฟิสิกส์ และปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักฟิสิกส์**

4.1 อาจารย์มีนักฟิสิกส์หรือบุคคลที่ทำงานเกี่ยวกับทางด้านฟิสิกส์ที่ถือเป็นบุคคลต้นแบบไหมครับ

4.2 ถ้าจะให้นิยามคำว่า ความเป็นนักฟิสิกส์ ในมุมมองของอาจารย์ให้ความหมายคำคำนี้ว่าอย่างไรบ้างครับ

4.3 แล้วมีปัจจัยใดบ้างครับ ที่สามารถส่งเสริมให้นักศึกษา/นักเรียน หรือบุคคลากรทางด้านฟิสิกส์มีความเป็นนักฟิสิกส์

4.4 อาจารย์คิดว่าการจัดการเรียนการสอนทางด้านฟิสิกส์ การเรียนการสอนแบบไหนที่สามารถสร้างความเป็นนักฟิสิกส์ให้กับนักศึกษา/นักเรียน ครับ

**5. คำถามทิ้งทวน**

5.1 สิ่งที่ท้าทายที่สำคัญในสาขาฟิสิกส์นี้มีอะไรบ้างครับ

5.2 ถ้าอาจารย์มีลูก หรือมีแล้วอยากให้ลูกเป็นนักฟิสิกส์ไหมครับ

5.3 เป้าหมายต่อไปของชีวิตคืออะไรครับ

5.4 ความฝันสูงสุดในชีวิตคืออะไรครับ

5.5 อยากฝากอะไรถึงนักศึกษา/นักเรียน หรือคนอื่น ๆ ที่มีความฝัน หรือกำลังจะเป็นนักฟิสิกส์บ้างครับ

# แบบสอบถามเพื่อการวิจัย
# เรื่อง ความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย: การให้ความหมายและอิทธิพลเชิงสาเหตุ

**คำชี้แจง**

1. แบบสอบถามชุดนี้มีลักษณะเป็นแบบสอบถามชนิดตอบด้วยตนเองโดยใช้กับนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย

2. ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามใช้เพื่อวิเคราะห์อิทธิพลเชิงสาเหตุต่อความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย

3. แบบสอบถามแบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย

ตอนที่ 3 ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย

ในการตอบแบบสอบถามครั้งนี้ จะไม่ส่งผลกระทบใด ๆ ต่อตัวท่าน ผู้วิจัยจะนำมาประมวลผลในภาพรวม โปรดตอบคำถามตามความเป็นจริงและตอบให้ครบทุกข้อคำถาม เพื่อให้การเก็บขอมูลครั้งนี้เป็นไปอย่างสมบูรณ์ และสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการศึกษาได้ต่อไป

ผู้วิจัยขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือ และเสียสละเวลาในการตอบแบบสอบถามในครั้งนี้

**ผู้วิจัย**

นายสถาพร เรืองรุ่ง

นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการวิจัยและประเมินผลการศึกษา

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

**ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป**

**คำชี้แจง** โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ☐

**1.1 เพศ** ☐ ชาย ☐ หญิง

**1.2 ชั้นปี** ☐ ปีที่ 3 ☐ ปีที่ 4

**1.3 คณะ**
☐ ศึกษาศาสตร์/ครุศาสตร์
☐ วิทยาศาสตร์/วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
☐ อื่น ๆ โปรดระบุ.....

**1.4 มหาวิทยาลัย** ☐ โปรดระบุ.....

**1.5 อันดับที่เลือกเรียน**
☐ อันดับที่ 1 ☐ อันดับที่ 2
☐ อันดับที่ 3 ☐ อันดับที่ 4

**1.6 เหตุผลในเลือกเรียน**
☐ ตนเอง ☐ ผู้ปกครอง
☐ ครู/อาจารย์ ☐ เพื่อน/รุ่นพี่

**1.7 อาชีพในอนาคต**
☐ นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการตามหน่วยงานต่าง ๆ
☐ นักวิจัยในหน่วยงานต่าง ๆ
☐ ครูผู้สอนในหน่วยงานต่าง ๆ

**ตอนที่ 2 ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย**

**คำชี้แจง** โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงช่องที่อธิบายตัวท่านในขณะนี้ได้ตรงกับความเป็นจริงมากที่สุด

ด้านที่ 2.1 พฤติกรรมในการศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ

| ข้อ | รายการพฤติกรรม | ทุกครั้งเป็นประจำ | บ่อยครั้ง | บางครั้ง | น้อยครั้ง | ไม่เคยเลย |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | ฉันศึกษาลักษณะทางกายภาพของวัตถุและอนุภาค | | | | | |
| 2. | ฉันศึกษาค้นคว้าหรือทดลองให้เกิดความแม่นยำและน่าเชื่อถือก่อนอธิบายให้คนอื่นฟัง | | | | | |
| 3. | ฉันศึกษาเกี่ยวกับแรงในธรรมชาติและพลังงาน | | | | | |
| 4. | ฉันมักมีข้อสงสัยเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติรอบตัว | | | | | |
| 5. | ฉันใช้หลักการหรือทฤษฎีทางฟิสิกส์ในการศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ | | | | | |

ด้านที่ 2.2 ความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ทางฟิสิกส์ได้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างมีคุณธรรม จริยธรรม

| ข้อ | รายการความสามารถ | ดีเยี่ยม | ดี | ไม่แน่ใจ | ไม่ค่อยดี | ไม่ดี |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | ฉันสามารถอธิบายประเด็นทางฟิสิกส์ที่ยากให้เข้าใจได้อย่างง่ายได้ | | | | | |
| 2. | ฉันสามารถสร้างสิ่งประดิษฐ์ที่ใช้หลักการทางฟิสิกส์ขึ้นมาใช้เองได้ | | | | | |
| 3. | ฉันสามารถใช้ความรู้และกระบวนการทางฟิสิกส์แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน | | | | | |
| 4. | ฉันสามารถใช้เหตุผลที่เป็นองค์ความรู้ทางฟิสิกส์อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติให้กับผู้ที่มีข้อสงสัยได้ | | | | | |
| 5. | ฉันสามารถใช้เครื่องมือวัดทางฟิสิกส์วัดค่าต่าง ๆ ได้ละเอียดที่สุดตามความสามารถของเครื่องมือ | | | | | |
| 6. | ฉันสามารถใช้ความรู้ทางฟิสิกส์ที่หลากหลายเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของปัญหาที่เกี่ยวข้องกับฟิสิกส์ที่เกิดขึ้นในสังคม | | | | | |
| 7. | ฉันสามารถอธิบายลักษณะทางกายภาพของวัตถุและอนุภาคด้วยหลักการทางฟิสิกส์ | | | | | |
| 8. | ฉันสามารถคำนวณปริมาณต่าง ๆ โดยอาศัยหลักการทางฟิสิกส์ได้อย่างแม่นยำ | | | | | |
| 9. | ฉันสามารถวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวกับปริมาณทางฟิสิกส์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้ | | | | | |

ด้าน 2.3 ลักษณะของบุคคลที่มีเจตคติที่ดีต่อศาสตร์ทางฟิสิกส์

| ข้อ | รายการ | เห็นด้วยอย่างยิ่ง | เห็นด้วย | ไม่แน่ใจ | ไม่เห็นด้วย | ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | ฉันสนใจศึกษาสิ่งไม่มีชีวิตเพื่อสิ่งมีชีวิต | | | | | |
| 2. | ฉันรู้สึกภูมิใจที่ได้อธิบายความรู้ทางฟิสิกส์ให้คนอื่น ๆ ฟัง | | | | | |
| 3. | ฉันตั้งใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับวิชาฟิสิกส์ | | | | | |
| 4. | ฉันทำการศึกษา ค้นคว้า ทดลองและวิจัยด้านฟิสิกส์ด้วยความเต็มใจเสมอ | | | | | |
| 5. | ฉันมีความสุขทุกครั้งที่สามารถใช้เครื่องมือวัดทางฟิสิกส์ วัดค่าต่าง ๆ ได้อย่างละเอียดที่สุดตามที่ต้องการ | | | | | |

**ตอนที่ 3 ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย**

ด้านที่ 3.1 ปัจจัยที่เกี่ยวกับเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์

| ข้อ | รายการ | เห็นด้วยอย่างยิ่ง | เห็นด้วย | ไม่แน่ใจ | ไม่เห็นด้วย | ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | องค์ความรู้ทางฟิสิกส์ทำให้ฉันสามารถนำความรู้มาใช้พัฒนาตนเองด้านการทำงานได้ | | | | | |
| 2. | ฟิสิกส์ทำให้ฉันไม่กลัวปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้น | | | | | |
| 3. | ฟิสิกส์ทำให้ฉันสนใจศึกษาสิ่งไม่มีชีวิตเพื่อสิ่งมีชีวิต | | | | | |
| 4. | ฟิสิกส์ทำให้ฉันเป็นคนมีเหตุมีผลในศึกษา ค้นคว้า ทดลอง และวิจัยเพื่อพัฒนาความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี | | | | | |
| 5. | ฟิสิกส์เป็นวิชาที่ยาก แต่ถ้าเรามีความตั้งใจที่จะศึกษาอย่างจริงจัง ฉันเชื่อมั่นว่าฉันจะประสบความสำเร็จในการเรียนฟิสิกส์อย่างแน่นอน | | | | | |
| 6. | ฟิสิกส์ทำให้ฉันมีความเชื่อมั่นว่าฉันมีพื้นฐานที่จะใช้ในการประยุกต์ด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยีได้ | | | | | |

ด้านที่ 3.2 ปัจจัยที่เกี่ยวกับประสบการณ์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

| ข้อ | รายการ | เห็นด้วยอย่างยิ่ง | เห็นด้วย | ไม่แน่ใจ | ไม่เห็นด้วย | ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | ฉันภูมิใจที่ได้เรียนในด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ | | | | | |
| 2. | ฉันคิดว่าการทำโครงงานด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้ฉันมีทักษะความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ | | | | | |
| 3. | ทักษะทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนมามีความสำคัญกับการเรียนฟิสิกส์ | | | | | |
| 4. | ฉันใช้ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ในการเรียนฟิสิกส์ | | | | | |
| 5. | ฉันนำประสบการณ์จากการทำกิจกรรมนักเรียนหรือนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของฉันมาใช้ในการเรียนฟิสิกส์ได้ | | | | | |

ด้านที่ 3.3 ปัจจัยที่เกี่ยวกับการสนับสนุนของครูผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

| ข้อ | รายการ | เห็นด้วยอย่างยิ่ง | เห็นด้วย | ไม่แน่ใจ | ไม่เห็นด้วย | ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | ครูฟิสิกส์มีกิจกรรมการเรียนการสอนที่น่าสนใจ | | | | | |
| 2. | ครูฟิสิกส์สอนให้ฉันเข้าใจปรากฏการณ์ทางธรรมชาติอย่างมีหลักการ | | | | | |
| 3. | ครูฟิสิกส์สอนให้ฉันเป็นคนมีเหตุมีผล | | | | | |
| 4. | ฉันเข้าใจฟิสิกส์เพราะครูมีกระบวนการสอนที่ดี | | | | | |
| 5. | ครูฟิสิกส์กระตุ้นฉันให้มีความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับฟิสิกส์ | | | | | |
| 6. | ฉันชื่นชอบวิชาฟิสิกส์เพราะมีครูฟิสิกส์ที่ให้คำแนะนำที่ดีในการเรียนวิชาฟิสิกส์ | | | | | |

ด้านที่ 3.4 ปัจจัยที่เกี่ยวกับบทบาทหน้าที่ของอาจารย์ผู้สอนฟิสิกส์ในระดับมหาวิทยาลัย

| ข้อ | รายการ | เห็นด้วยอย่างยิ่ง | เห็นด้วย | ไม่แน่ใจ | ไม่เห็นด้วย | ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | อาจารย์ฟิสิกส์สร้างชิ้นงานที่แปลกใหม่ให้ฉันเห็นอยู่เสมอ | | | | | |
| 2. | อาจารย์ฟิสิกส์ทำให้ฉันมีความมั่นใจในการเรียนสาขาฟิสิกส์ | | | | | |
| 3. | อาจารย์ฟิสิกส์แสดงบทบาทการเป็นนักฟิสิกส์ที่ดีให้ฉันเห็นอยู่เสมอ | | | | | |
| 4. | อาจารย์เป็นผู้ชี้แนะแนวทางที่ดีในการทำงานด้านฟิสิกส์ให้สำเร็จ | | | | | |
| 5. | ฉันเรียนรู้การทำงานของนักฟิสิกส์ผ่านงานที่อาจารย์มอบหมายให้ทำ | | | | | |
| 6. | ฉันสามารถนำเทคนิคการทำงานด้านฟิสิกส์ของอาจารย์มาปรับใช้ได้ | | | | | |
| 7. | อาจารย์ฟิสิกส์คือตัวอย่างในการคิดค้น ประดิษฐ์นวัตกรรมต่าง ๆ ของฉัน | | | | | |

ด้านที่ 3.5 ปัจจัยที่เกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์

| ข้อ | รายการ | เห็นด้วยอย่างยิ่ง | เห็นด้วย | ไม่แน่ใจ | ไม่เห็นด้วย | ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | ฉันสนุกกับการเรียนที่ได้ลองผิดลองถูกด้วยตนเอง | | | | | |
| 2. | ฉันรู้สึกท้าทายในการสืบเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง | | | | | |
| 3. | สถานการณ์จำลองที่ท้าทายด้วยปัญหาทำให้ฉันแก้ปัญหาเป็น | | | | | |
| 4. | ฉันได้แสดงบทบาทนักฟิสิกส์ที่ดีในการนำเสนองานด้านฟิสิกส์ | | | | | |
| 5. | คำถามที่เกิดจากการทดลองกระตุ้นให้ฉันมีความอยากรู้อยากเห็น | | | | | |
| 6. | ความรู้ทางทฤษฎีทำให้ฉันอยากพิสูจน์ด้วยการทดลอง | | | | | |
| 7. | ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติทำให้ฉันมีความอยากรู้อยากเห็น | | | | | |

ด้านที่ 3.6 ปัจจัยที่เกี่ยวกับโอกาสทางวิชาการด้านฟิสิกส์

| ข้อ | รายการ | เห็นด้วยอย่างยิ่ง | เห็นด้วย | ไม่แน่ใจ | ไม่เห็นด้วย | ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | ฉันมีความสุขในการทำโปรเจกต์ด้านฟิสิกส์ | | | | | |
| 2. | การทำงานด้านฟิสิกส์ทำให้ฉันเป็นคนมีเหตุผล | | | | | |
| 3. | ถ้าฉันได้ทำโปรเจกต์/ทำวิจัยจะทำให้ฉันได้ใช้ทักษะกระบวนการด้านฟิสิกส์ได้อย่างเต็มที่ | | | | | |
| 4. | ถ้าฉันมีโอกาสเข้าชมผลงานด้านฟิสิกส์ น่าจะทำให้ฉันสามารถนำความรู้มาใช้ในการเรียนได้ | | | | | |
| 5. | ฉันคิดว่าโอกาสในการร่วมงานประชุมวิชาการด้านฟิสิกส์ น่าจะทำให้ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้มากขึ้น | | | | | |
| 6. | ฉันคิดว่าค่ายวิชาการด้านฟิสิกส์น่าจะทำให้ฉันถ่ายทอดหรือได้รับความรู้ได้อย่างเต็มที่ | | | | | |
| 7. | ถ้าฉันมีโอกาสเข้าชมนิทรรศการความรู้ด้านฟิสิกส์ ฉันจะมีแนวคิดใหม่ๆ ในการสร้างผลงาน | | | | | |
| 8. | ฉันตื่นตัวตลอดเวลาในการค้นคว้าหาความรู้จากข่าวสารด้านฟิสิกส์ | | | | | |
| 9. | ฉันชอบติดตามเพจเกี่ยวกับฟิสิกส์บนโลกออนไลน์ | | | | | |
| 10. | ฉันชอบศึกษา ค้นคว้า แชร์หรือแบ่งปันความรู้ทางฟิสิกส์บนโลกออนไลน์ | | | | | |

ด้านที่ 3.7 ปัจจัยที่เกี่ยวกับลักษณะของบุคคลต้นแบบทางฟิสิกส์

| ข้อ | รายการ | เห็นด้วยอย่างยิ่ง | เห็นด้วย | ไม่แน่ใจ | ไม่เห็นด้วย | ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | ฉันจะเป็นนักฟิสิกส์ที่ดีตามนักฟิสิกส์ที่ฉันชื่นชอบให้ได้ | | | | | |
| 2. | ฉันสร้างแรงบันดาลใจจากการศึกษาชีวประวัติของนักฟิสิกส์ที่ชื่นชอบ | | | | | |
| 3. | ฉันนำรูปแบบการทำงานของนักฟิสิกส์ที่ชื่นชอบมาปรับใช้การทำงานของตนเอง | | | | | |
| 4. | ฉันนับถือการทำงานของนักฟิสิกส์ที่สามารถสร้างความร่วมมือระหว่างกันในการทำงาน | | | | | |
| 5. | ฉันมีความคิดที่จะประสบความสำเร็จเหมือนนักฟิสิกส์ที่ชื่นชอบ | | | | | |

# ประวัติผู้เขียน

**ชื่อ สกุล** สถาพร เรืองรุ่ง

**รหัสนักศึกษา** 6320120256

**วุฒิการศึกษา**

| วุฒิ | ชื่อสถาบัน | ปีที่สำเร็จการศึกษา |
|---|---|---|
| วิทยาศาสตรบัณฑิต (ศึกษาศาสตร์) สาขาฟิสิกส์ | มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ | 2563 |

**ทุนการศึกษา**

ทุนสนับสนุนการศึกษาระดับปริญญาตรี-โท คณะศึกษาศาสตร์ รุ่นที่ 3 ปีการศึกษา 2561 และเข้าศึกษาระดับปริญญาโท ปีการศึกษา 2563

**การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน**

สถาพร เรืองรุ่ง อาฟีฟี ลาเต๊ะ และพวงทิพย์ แก้วทับทิม. (2565). การศึกษาความเป็นนักฟิสิกส์และปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นนักฟิสิกส์ตามทัศนะของอาจารย์และบุคลากรด้านฟิสิกส์ในประเทศไทย. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม*, ปีที่ 16 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม-ธันวาคม 2565. (รอการตีพิมพ์).

สถาพร เรืองรุ่ง, อาฟีฟี ลาเต๊ะ, และพวงทิพย์ แก้วทับทิม. (กำลังดำเนินการ). ปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความเป็นนักฟิสิกส์ของนักศึกษาสาขาฟิสิกส์ในประเทศไทย, *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.*