

ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของนักศึกษามหาวิทยาลัยภาคเหนือตอนบน: กรณีศึกษา นักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏและมหาวิทยาลัยอื่น

Factors Affecting on the Science and Technology Competencies: Case Study of Undergraduate Student in the Northern Universities

เกศินี บุญญานันต์¹, สุชาติ ลัตระกุล²
Kasinee Boonyanant¹, Suchart Leetragoon²



บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ประกอบและปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักศึกษามหาวิทยาลัยภาคเหนือตอนบน กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา ได้แก่ นักศึกษาชั้นปีที่ 3, 4 และ 5 ที่กำลังศึกษาในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏ 4 แห่ง และมหาวิทยาลัยอื่น 4 แห่ง รวม 678 คน เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสอบถาม สถิติที่ใช้ คือ สถิติเชิงพรรณนาและสถิติอ้างอิง วิเคราะห์สหสัมพันธ์พหุคูณ และวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ผลการวิจัยพบว่า องค์ประกอบความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประกอบด้วย 18 องค์ประกอบ เมื่อพิจารณาจากค่าไคสแควร์ เท่ากับ 78.85 ที่องศาอิสระเท่ากับ 66 ค่า p เท่ากับ 0.13 ดัชนี GFI เท่ากับ 0.99 ค่า RMSEA เท่ากับ 0.016 และค่า AGFI เท่ากับ 0.97 ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักศึกษา มหาวิทยาลัยภาคเหนือตอนบน โดยภาพรวมมีระดับความน่าเชื่อถือ (R^2) เท่ากับ .74 ได้แก่ ความเชื่ออำนาจในตน (.26) รูปแบบการเรียนการสอน (.19) เจตคติต่อการเรียน (.19) ความฉลาดทางอารมณ์ (.15) พฤติกรรมผู้สอน (.11) บรรยายากการเรียนรู้ (.08) และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ (.02)

คำสำคัญ: ปัจจัยที่ส่งผลความสามารถบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือตอนบน, องค์ประกอบความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

¹ ดร., นักวิจัยอิสระ

¹ Dr., Independent researcher

* Corresponding author. Tel. 084-7111066 E-mail: kasinee.b@gmail.com

² ผศ.ดร., สาขาการศึกษาและการพัฒนาสังคม มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

² Assist. Prof. Dr., Education and Social Development, Chiangrai Rajabhat University



Abstract

The purpose of this research is to: (1) study factors influencing on the science and technology (S&T) of undergraduate students; (2) study factors affecting on the S&T competencies of undergraduate students. The procedure of this research was comprised of quantitative and qualitative research method. The sample size that used in this dissertation was 678 students in the faculties of S&T, upper northern universities. The statistic methods used in data analysis were Descriptive Statistics Multiple Regression and Confirmatory Factor Analysis: CFA by AMOS.

According to the research result, It is found that analysis model employed was congruence with empirical data at a high degree with chi-square = 78.85, df = 66 p -value = 0.13, GFI = 0.99, RMSEA = 0.016, and AGFI = 0.97 successively. The factors that affect to the S&T competencies at the level of reliability (R^2) equal .74 are teaching style (.19), teaching behaviors (.11), teaching atmosphere (.08), self-confident (.26), achievement motivation (.13), self-attitude (.19) and emotional intelligence (.02).

Keywords: S&T competencies, the upper northern universities, Factors Affecting on the Science and Technology Competencies.



ความสำคัญของปัญหา

การจัดการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ก็มีจุดมุ่งหมายให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการคิด อภิปราย และจิตวิทยาศาสตร์ ตามคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของหลักสูตร (สาขาประเมินมาตรฐาน. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555: 107-151) ปรีชา วงศ์ชูศิริ (2546: 246) ได้กล่าวถึงความหมายของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ พฤติกรรมที่ผู้เรียนแสวงหาความรู้และแก้ปัญหา ซึ่งการดำเนินการต้องอาศัย (1) วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) (2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills) และ (3) เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitude) กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของแต่ละคนจะมีขั้นตอนที่ใช้ในการแสวงหาความรู้แตกต่างกัน แต่อย่างไรก็ตาม ก็มีลักษณะร่วมกันที่สามารถจัดเป็นระบบได้ ขั้นตอนนั้นเรียกว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้การดำเนินการแก้ปัญหาเป็นไปอย่างมีระบบ สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาต่างๆ ในชีวิตประจำวันของบุคคลได้ ทั้งนี้โดยใช้ขั้นตอนต่างๆ ของวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นแนวทางในการดำเนินการแก้ปัญหานั้น แต่การแก้ปัญหาก็ได้ผลสัมฤทธิ์มากน้อยเพียงใด จะต้องขึ้นอยู่กับผู้ดำเนินการมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความรู้เดิมทางวิทยาศาสตร์มากน้อยเพียงใด นอกจากการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษาหาความรู้ตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ยังมีส่วนเกี่ยวข้องกับการคิดและการกระทำของผู้ดำเนินการ ซึ่งอาจถือเป็นอุปนิสัยของผู้ดำเนินการ ความรู้สึกนึกคิดที่พึงปรารถนาและเชื่อต่อผลของการศึกษาดังกล่าว จัดเป็นเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (สมจิต สวณไพบูลย์, 2535: 122) แต่จากการศึกษาของสำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ สำนักงานคณะกรรมการพัฒนา

การเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ พบว่า ความสามารถในการแข่งขันของประเทศไทยยังมีข้อจำกัดต่อการนำเอาองค์ความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้สนับสนุนการเพิ่มศักยภาพการแข่งขันของประเทศโดยรวม ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแข่งขันของประเทศไทยจากการจัดอันดับของสถาบันสำหรับการพัฒนาการจัดการ (Institute for Management Development: IMD) และเวิลด์อีโคโนมิก ฟอรัม (World Economic Forum: WEF) ได้ข้อสรุปตรงกันว่า หากประเทศไทยเพิ่มความสามารถในการแข่งขันด้านการศึกษา จะส่งผลให้ประเทศไทยมีอันดับความสามารถในการแข่งขันเพิ่มขึ้นอย่างก้าวกระโดด (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศไทย สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2554) ผลจากการสำรวจแนวโน้มจำนวนผู้สนใจเข้าศึกษาต่อในสาขาวิทยาศาสตร์ลดลง ในขณะที่เป้าหมายการพัฒนาบัณฑิตสาขาวิทยาศาสตร์ต่อสาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพต่อสายสังคมศาสตร์ ในปี 2559 อยู่ที่สัดส่วน 50:20:30 (กลุ่มพัฒนานโยบายอุดมศึกษา สำนักงานนโยบายและแผนการอุดมศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา, 2554) ด้วยเหตุดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักศึกษา มหาวิทยาลัยภาคเหนือตอนบน โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบ 2 กลุ่มมหาวิทยาลัย ได้แก่ กลุ่มมหาวิทยาลัยราชภัฏ ประกอบด้วย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง และมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ และกลุ่มมหาวิทยาลัยอื่น ประกอบด้วย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ มหาวิทยาลัยพะเยา และมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง



วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาองค์ประกอบความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักศึกษา มหาวิทยาลัยภาคเหนือตอนบน
2. เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักศึกษา มหาวิทยาลัยภาคเหนือตอนบน



วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาชั้นปีที่ 3, 4 และ 5 ที่กำลังศึกษาในสาขาฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา คณิตศาสตร์ วิทยาการคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ มหาวิทยาลัยพะเยา มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง และมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ ภาคเหนือตอนบน 1,974 คน (ข้อมูลจากสำนักทะเบียนของแต่ละมหาวิทยาลัย, 2557) วิธีการเลือกตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามเป็นการกำหนดโดยการเลือกตัวอย่างโดยไม่อาศัยความน่าจะเป็น (Non-probability Sampling) โดยใช้การเลือกตัวอย่างตามความสะดวกแต่จะเลือกจากภายในกลุ่มเป้าหมายที่ต้องการ (Purposive Sampling) รวมทั้งสิ้น 678 ชุด

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบสอบถามความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักศึกษา และแบบสอบถามปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักศึกษา ใช้มาตรวัดแบบ Likert Scale โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน 5 ระดับ ผลการตรวจสอบเครื่องมือที่สร้างขึ้น โดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านการวัดและประเมินผลด้านจิตวิทยาและด้านเนื้อหา 5 ท่าน พิจารณาความครอบคลุมของเนื้อหา ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาในประเด็นย่อยๆ กับหัวข้อใหญ่ และความสอดคล้องระหว่างเนื้อหา ค่าความสอดคล้องที่ได้อยู่ระหว่าง 0.6–1.0 แต่พิจารณาข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า 0.8 ได้จำนวนข้อคำถามรวม 75 ข้อ

การวิเคราะห์ข้อมูล

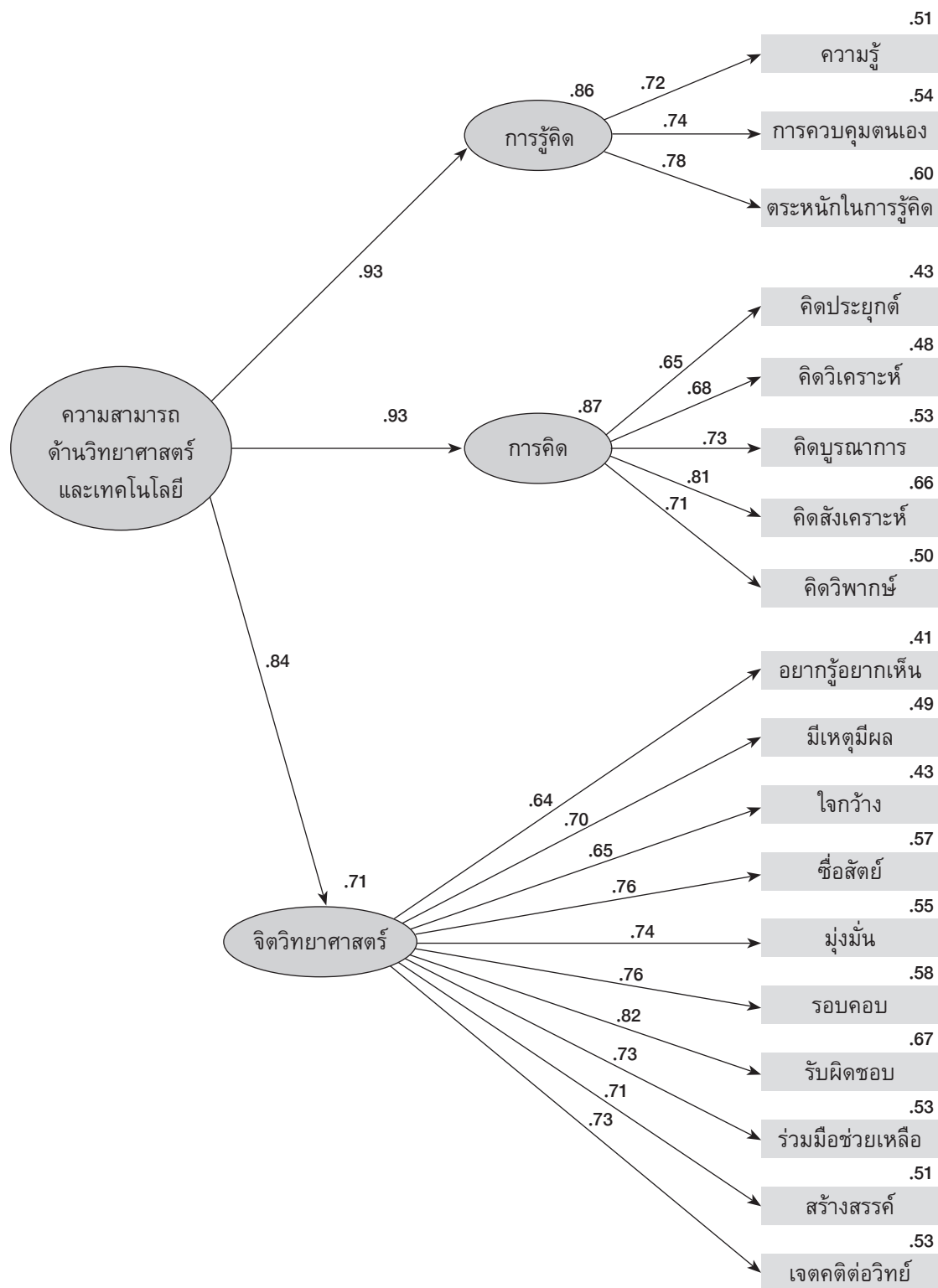
1. วิเคราะห์องค์ประกอบความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยใช้สถิติวิเคราะห์ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วนำเสนอในรูปแบบตารางประกอบคำบรรยาย และการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis) เพื่อตรวจสอบหรือยืนยันโมเดลที่ได้จากการวิเคราะห์เชิงสำรวจกับข้อมูลเชิงประจักษ์ว่ามีความสอดคล้องกลมกลืนหรือไม่
2. วิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยใช้สถิติวิเคราะห์สัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณแบบตัวแปรตามหลายตัว (Multiple Regression Analysis)



ผลการวิจัย

ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนใหญ่เป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ร้อยละ 19.6 ศึกษาอยู่ในสาขาวิชาชีววิทยามากที่สุด ร้อยละ 24.6 เป็นเพศหญิง ร้อยละ 67.1 กำลังศึกษาชั้นปีที่ 4 เป็นส่วนใหญ่ ร้อยละ 51.2 และส่วนใหญ่มีเกรดเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 2.01–2.50 ร้อยละ 38.9

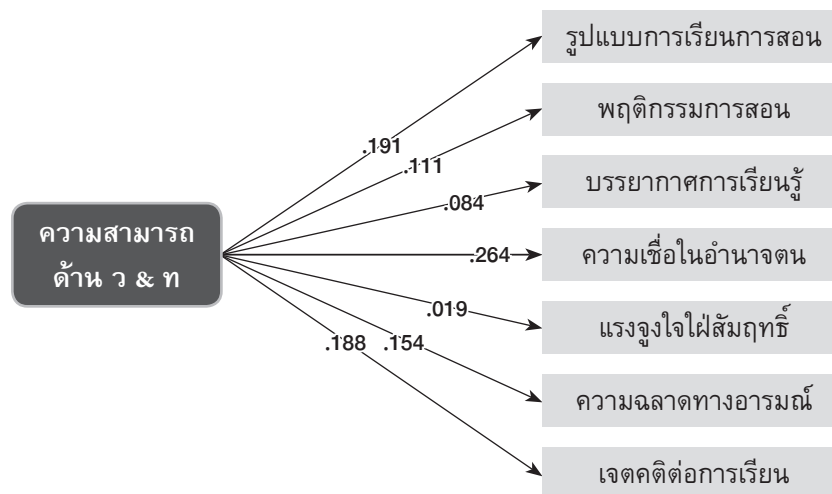
ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักศึกษา มหาวิทยาลัยภาคเหนือตอนบน ใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน โดยหลังจากการปรับโมเดล พบว่ามีค่าวัดระดับความกลมกลืนระหว่างโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ได้แก่ ค่าไคสแควร์ เท่ากับ 78.85 ที่องศาอิสระเท่ากับ 66 ค่า p เท่ากับ 0.133 ดัชนี GFI เท่ากับ 0.99 ค่า RMSEA เท่ากับ 0.016 และค่า AGFI เท่ากับ 0.97 ซึ่งอธิบายได้ว่า องค์ประกอบทั้ง 18 ตัว มีความเหมาะสมที่จะใช้เป็นตัวแทนความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักศึกษา มหาวิทยาลัยภาคเหนือตอนบน โดยองค์ประกอบที่มีน้ำหนักอิทธิพลมากที่สุด คือ ความสามารถในการคิด น้ำหนักอิทธิพลรวมเท่ากับ 0.931 รองลงมา คือ การรู้จัก และจิตวิทยาศาสตร์ มีน้ำหนักอิทธิพลเท่ากับ 0.926 และ 0.841 ตามลำดับ (ภาพที่ 1)



Chi-square = 78.851, df = 66
 Chi-square/df = 1.195, $p = .133$, GFI = .988
 RMSEA = .016, AGFI = .969

ภาพที่ 1: โมเดลองค์ประกอบความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักศึกษามหาวิทยาลัยภาคเหนือตอนบน ที่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

ผลการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักศึกษามหาวิทยาลัยภาคเหนือตอนบน พบว่าปัจจัยทั้ง 7 ปัจจัย ส่งผลต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักศึกษาที่ระดับความน่าเชื่อถือ (R^2) เท่ากับ 0.74 และมีสัมประสิทธิ์ปัจจัยเรียงลำดับน้ำหนักปัจจัย ดังนี้ ความเชื่ออำนาจในตน (.26) รูปแบบการเรียนการสอน (.19) เจตคติต่อการเรียน (.19) ความฉลาดทางอารมณ์ (.15) แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ (.13) พฤติกรรมผู้สอน (.11) และบรรยากาศการเรียนรู้ (.08) ดังภาพที่ 2



R	R-Square	Adjusted R-Square	Sig. F Change	Durbin-Watson
.861	.742	.715	.003	1.6

ภาพที่ 2: ผลการทดสอบปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักศึกษามหาวิทยาลัยภาคเหนือตอนบน (n = 678)

ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยระหว่างปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักศึกษาระหว่างกลุ่มมหาวิทยาลัย พบว่ามีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักศึกษาระหว่างกลุ่มมหาวิทยาลัยอย่างมีนัยสำคัญที่ .01 ดังนั้นจึงทำการแยกทดสอบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณในแต่ละกลุ่มมหาวิทยาลัย ผลการทดสอบปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักศึกษา จำแนกตามกลุ่มมหาวิทยาลัย สามารถแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักศึกษา
จำแนกตามกลุ่มมหาวิทยาลัย

รายการ	รวม	กลุ่ม มรภ.	กลุ่มอื่น
N	678	254	424
R	0.861	0.843	0.861
R-Square	0.742	0.711	0.741
Adjusted R-Square	0.715	0.704	0.738
Sig. F Change	0.003	0.006	0.004
Durbin-Watson	1.600	1.717	1.554
ความเชื่ออำนาจในตน	0.264	0.308	0.253
รูปแบบการเรียนการสอน	0.191	0.212	0.223
เจตคติต่อการเรียน	0.188	0.130	0.231
ความฉลาดทางอารมณ์	0.154	0.162	0.129
พฤติกรรมผู้สอน	0.111	0.162	0.148
บรรยากาศการเรียนรู้	0.084	0.169	ไม่ส่งผล
แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์	0.019	0.169	0.117

จากตารางที่ 1 พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักศึกษากลุ่มมหาวิทยาลัยราชภัฏ ระดับความน่าเชื่อถือ (R^2) เท่ากับ 0.84 และมีสัมประสิทธิ์ปัจจัยเรียงลำดับน้ำหนักปัจจัย ดังนี้ ความเชื่ออำนาจในตน (.31) รูปแบบการเรียนการสอน (.21) แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ (0.17) บรรยากาศการเรียนรู้ (0.17) ความฉลาดทางอารมณ์ (.16) พฤติกรรมผู้สอน (.16) เจตคติต่อการเรียน (.13) ซึ่งแตกต่างจากกลุ่มมหาวิทยาลัยอื่น ดังนี้ ระดับความน่าเชื่อถือ (R^2) เท่ากับ 0.86 และมีสัมประสิทธิ์ปัจจัยเรียงลำดับน้ำหนักปัจจัย ดังนี้ ความเชื่ออำนาจในตน (.25) เจตคติต่อการเรียน (.23) รูปแบบการเรียนการสอน (.22) พฤติกรรมผู้สอน (.15) ความฉลาดทางอารมณ์ (.13) และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ (0.12) โดยปัจจัยด้านบรรยากาศการเรียนรู้ไม่ส่งผลต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักศึกษากลุ่มมหาวิทยาลัยอื่น



สรุป อภิปรายผล

1. **ความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักศึกษา** ประกอบด้วย ความสามารถหลักในสามส่วน คือ ความสามารถด้านการคิด การรู้จัก และจิตวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาความสามารถของบุคคลของ McClelland (Spencer & Spencer, 1993: 11) ที่กล่าวว่า ความสามารถ คือ องค์ประกอบ (Cluster) ของความรู้ (Knowledge) ทักษะ (Skill) และทัศนคติ (Attitudes) ของปัจเจกบุคคล และสอดคล้องกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ มีจุดมุ่งหมายให้ผู้เรียนเกิดความสามารถใน 3 กลุ่ม คือ ความสามารถในการคิด ความสามารถในการเรียนรู้ และพฤติกรรมที่เอื้อต่อการคิดและการเรียนรู้ โดยความสามารถในการคิดและการรู้จัก เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกถึงกระบวนการทางสมองในการเชื่อมโยงความรู้กับประสบการณ์เดิมที่สัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมทางกายภาพและทางจิตใจของนักศึกษา เมื่อได้รับสิ่งเร้า หรือการกระตุ้นอย่างเหมาะสมจนเกิดการตอบสนองอย่างเป็นขั้นเป็นตอน (Krathwohl, 2002: 213; ทิศนา ขัมมณี, 2554: 188) นอกจากความสามารถในการคิดและการรู้จักแล้ว บุคคลจะต้องมีคุณลักษณะที่เอื้อต่อการคิดเพื่อเป็นการเสริมลักษณะของนักคิดดังกล่าว ประกอบด้วย ช่างสังเกต ใฝ่รู้ รอบคอบ มีอิสระในการคิด กล้าเผชิญความเสี่ยง มีทัศนคติเชิงบวก มีวุฒิภาวะทางอารมณ์ และช่างจินตนาการ ซึ่งคุณลักษณะดังกล่าว สอดคล้องกับคุณลักษณะหรือบุคลิกภาพของนักวิทยาศาสตร์ ตามที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 107-151) ได้กำหนดแนวทางในการวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับผู้สอนและผู้เรียนที่ครอบคลุมความสามารถใน 3 ด้าน คือ ด้านการคิด ด้านอภิปัญญา และด้านจิตวิทยาศาสตร์

2. **ความสามารถด้านการคิด ประกอบด้วย การคิดสองกลุ่ม** คือ การคิดพื้นฐาน ได้แก่ การคิดประยุกต์ และการคิดขั้นสูง ได้แก่ การคิดวิเคราะห์ การคิดบูรณาการ การคิดสังเคราะห์ และการคิดวิพากษ์ ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีระดับขั้นการเรียนรู้ของบุคคลของบลูม หรือ Bloom's Taxonomy (Krathwohl, 2002: 213) ที่ประกอบด้วย ขั้นการเรียนรู้ (จำ, เข้าใจ) ขั้นการนำความรู้ไปใช้ (ประยุกต์) ขั้นการคิดวิเคราะห์ ขั้นการคิดบูรณาการ ขั้นการวิพากษ์ และขั้นการคิดสังเคราะห์ ซึ่งกระบวนการคิดแต่ละแบบมีลำดับขั้นความซับซ้อนและจะต้องได้รับการพัฒนาตามลำดับ และทิศนา ขัมมณี (2544: 109-111) พบว่า ลักษณะการคิดเป็นหัวใจของการคิด คือ ต้องมีเป้าหมายของการคิดไม่ว่าจะคิดเกี่ยวกับสิ่งใด การตั้งเป้าหมายของการคิดเป็นสิ่งที่สำคัญมาก เพราะการคิดนั้นอาจก่อให้เกิดคุณประโยชน์หรือความเสียหายและความเดือดร้อนก็ได้ ดังนั้น หากไม่มีทิศทางที่ถูกต้องคอยกำกับควบคุมแล้ว การคิดนั้นก็ไร้ประโยชน์ ดังนั้น การพัฒนาความสามารถด้านการคิด จำเป็นจะต้องพัฒนาความสามารถด้านการรู้จักและคุณสมบัติที่เอื้อต่อการคิดไปพร้อมกัน เช่นเดียวกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 107-109) ซึ่งความสามารถในการคิด ประกอบด้วย การแก้ปัญหา การวิเคราะห์วิจารณ์ การตัดสินใจ และการคิดสร้างสรรค์

3. **ความสามารถในการรู้จัก** ประกอบด้วย ความรู้ การควบคุมตนเอง และความตระหนักในการคิด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของทิศนา ขัมมณี (2544: 155-157) เรื่องเมตาคอกนิชัน พบว่า ผู้คิดจะสามารถใช้กระบวนการคิดได้ดีนั้น ต้องรู้จักควบคุมการคิดและประเมินการคิดของตนเอง ซึ่งการรู้จักเป็นองค์ประกอบสำคัญของการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ เนื่องจากเป็นสิ่งที่ช่วยให้แต่ละคนควบคุมกำกับกระบวนการทางปัญญาของตนเอง โดยในวัยผู้ใหญ่มีแนวโน้มจะมีความรู้ทางปัญญาของตนมากกว่าในวัยเด็ก และมีความสามารถในการอธิบายความรู้ที่ได้ดีกว่า การเรียนรู้ที่ดีสามารถส่งผลต่อการเกิดการเรียนรู้ที่เหมาะสม พฤติกรรมเรียนรู้

ที่ดีเกิดจากการสอนที่เหมาะสม สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 120-122) ได้กำหนดแนวทางการวัดผลประเมินผลความสามารถด้านอภิปัญญาหรือการรู้คิด ประกอบด้วย ความรู้ (ความรู้ด้านเนื้อหาสาระ ความรู้ในวิธีการ ความรู้ที่ใช้เพื่อตัดสินใจเลือกวิธีการ) การควบคุมตนเอง (การวางแผน การกำกับควบคุม และการประเมิน) ความตระหนักต่อกระบวนการคิด (การสนับสนุนความคิดหรือวิธีการที่ถูกต้องของตนเอง การยอมรับความคิดหรือวิธีการอื่นที่ถูกต้อง และการยอมรับว่าความคิดหรือวิธีการของตนเองผิดพลาด)

4. ความสามารถด้านจิตวิทยาาสตร์จากผลการศึกษา ประกอบด้วย ความอยากรู้อยากเห็น ความมีเหตุมีผล ความใจกว้าง ความซื่อสัตย์ ความพยายามมุ่งมั่น ความรอบคอบ ความรับผิดชอบ ความร่วมมือช่วยเหลือ ความสร้างสรรค์ และเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 147-151) ได้กำหนดแนวทางการวัดผลประเมินผลความสามารถด้านจิตวิทยาาสตร์หรือจิตพิสัย โดยประเมินคุณลักษณะที่ผู้เรียนสามารถนำผลการเรียนรู้ทั้งในด้านพุทธิพิสัยและจิตพิสัยที่ได้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์และมีคุณค่าต่อการดำรงชีวิตของผู้เรียนอย่างแท้จริง และเป็นส่วนสำคัญที่จะต้องพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ได้แก่ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (ความอยากรู้อยากเห็น ความมีเหตุมีผล ความใจกว้าง ความซื่อสัตย์ ความพยายามมุ่งมั่น ความรอบคอบ ความรับผิดชอบ ความร่วมมือช่วยเหลือ ความสร้างสรรค์) และเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ (ความสนใจในวิทยาศาสตร์ การเห็นคุณค่าทางวิทยาศาสตร์ ความเชื่อและค่านิยมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และคุณธรรมและจริยธรรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์) และใกล้เคียงกับคุณลักษณะที่เอื้อต่อการคิดของทีศนา แชมมณี (2544: 113-114) ซึ่งคุณลักษณะนิสัยใจกว้างและเป็นธรรมชาติ กระตือรือร้น ขอบวิเคราะห์และผสมผสาน ขยัน ต่อสู้ และอดทน มั่นใจในตัวเอง และน่ารัก น่าคบ เป็นปัจจัยภายในตัวบุคคลที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับปัจจัยภายนอก อันได้แก่ ข้อมูลที่ใช้ในการคิด และทักษะการคิด

5. ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักศึกษา มหาวิทยาลัยภาคเหนือตอนบน ที่ระดับความน่าเชื่อถือ (R^2) เท่ากับร้อยละ 74.2 ได้แก่ ปัจจัยด้านผู้เรียน (ความเชื่ออำนาจในตน ความฉลาดทางอารมณ์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และเจตคติต่อการเรียน) และปัจจัยด้านผู้สอน (รูปแบบการเรียนการสอน พฤติกรรมผู้สอน และบรรยากาศการเรียนรู้) ซึ่งแตกต่างจากผลการศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในช่วงชั้นอื่น กล่าวคือ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความสามารถด้านการคิดของผู้เรียนในช่วงชั้นที่ 1-3 ได้แก่ ปัจจัยด้านครอบครัว (การอบรมเลี้ยงดูแบบประชาธิปไตย) ปัจจัยด้านผู้เรียน (ความฉลาดทางอารมณ์ นิสัยรักการเรียนรู้ และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์) ปัจจัยด้านผู้สอน (การเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม) สำหรับผู้เรียนช่วงชั้นที่ 4 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความสามารถด้านการคิด ได้แก่ ปัจจัยด้านผู้เรียน (ความเชื่ออำนาจในตน และเจตคติต่อการเรียน) และปัจจัยด้านผู้สอน (พฤติกรรมการสอน) จะเห็นได้ว่าปัจจัยด้านครอบครัวส่งผลต่อการพัฒนาความสามารถด้านการคิดของผู้เรียนช่วงชั้นที่ 1-3 (ประถมศึกษา-มัธยมศึกษาตอนต้น) ในขณะที่ปัจจัยด้านครอบครัว ไม่ได้ส่งผลต่อความสามารถด้านการคิดของผู้เรียนช่วงชั้นที่ 4 (มัธยมศึกษาตอนปลาย) และระดับอุดมศึกษา (ปริญญาตรีขึ้นไป) เป็นวัยที่เข้าสู่วัยผู้ใหญ่ ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียร์เจต์ ที่กล่าวว่า การพัฒนาการเรียนรู้ของเด็กเป็นไปตามวัยต่างๆ เป็นลำดับขั้น และบรูเนอร์ ที่กล่าวว่า มนุษย์เลือกจะรับรู้สิ่งที่ตนเองสนใจ และการเรียนรู้ที่ดีที่สุด คือ การให้ผู้เรียนค้นพบการเรียนรู้ด้วยตนเอง (ทีศนา แชมมณี, 2548: 64-67)



ข้อเสนอแนะ

ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักศึกษาแต่ละกลุ่มมหาวิทยาลัย มีปัจจัยที่แตกต่างกัน ดังนั้น แนวทางในการพัฒนาความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักศึกษา ในแต่ละมหาวิทยาลัยจึงต้องมีการออกแบบการจัดการเรียนให้สอดคล้องกับกลุ่มนักศึกษาในแต่ละสถาบัน โดยในการศึกษาวิจัยต่อไป ควรศึกษาความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักศึกษาให้ครอบคลุม ทุกสาขาวิชา เพื่อการจัดการศึกษาที่เหมาะสมต่อไป



เอกสารอ้างอิง

- ทิตนา แคมมณี. (2544). “บทที่ 1 ทฤษฎี หลักการ และแนวคิดที่เป็นสากลเกี่ยวกับการคิด ในช่วงศตวรรษที่ 20” ใน *วิทยาการด้านการคิด*. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.
- _____. (2548). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- _____. (2554). “ทักษะการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ สร้างสรรค์ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ: การบูรณาการในการจัดการเรียนรู้”, *The Journal of the Royal Institute of Thailand*, 36 (2), 188-204.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. สาขาประเมินมาตรฐาน. (2555). *การวัดผลประเมินผล วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สาขาประเมินมาตรฐาน. สถาบันฯ.
- สมจิต สวณไพบูลย์. (2535). *ธรรมชาติวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา. สำนักนโยบายและแผนการอุดมศึกษา. กลุ่มพัฒนานโยบายอุดมศึกษา. (2554). *แผนพัฒนาการศึกษาระดับอุดมศึกษา ฉบับที่ 11 (พ.ศ. 2555-2559)*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). *นโยบายและแผนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ ฉบับที่ 1 (พ.ศ. 2555-2564)*. กรุงเทพฯ: กระทรวงฯ.
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี. (2554). *แผนพัฒนา เศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 พ.ศ. 2555-2559*. กรุงเทพฯ: สำนักฯ.
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการ เศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2554). *ผลการวิเคราะห์ตัวชี้วัดและแนวทางการจัดการจุดอ่อนของ ประเทศไทยจากการจัดอันดับความสามารถในการแข่งขัน โดย WEF และ IMD*. กรุงเทพฯ: สำนักงานฯ.
- Krathwohl, D. R. (2002). “A revision of Bloom’s taxonomy: An overview”, *Theory into practice*, 41 (4), 212-218.
- Spencer, L. M., & Spencer, S. M. (1993). *Competence at work: models for superior performance*. New York: Wiley.