

รายงานการวิจัย

เรื่อง การศึกษาลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์และขั้นตอนการคิดสร้างสรรค์ :

กรณีนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ นักเรียนวิทยาศาสตร์กลุ่มคัดสรร

ผู้ใหญ่นักประดิษฐ์ และนักเรียนนักประดิษฐ์

28 ก.ค. 2541



ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

พ.ศ. 2541

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณเงินรายได้
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประจำปี 2540

1-15031

รายงานการวิจัย
เรื่อง การศึกษาลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์และขั้นตอนการคิดสร้างสรรค์ :
กรณีนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ นักเรียนวิทยาศาสตร์กลุ่มคัดสรร
ผู้ใหญ่นักประดิษฐ์ และนักเรียนนักประดิษฐ์

28 ก.ค. 2541



ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

พ.ศ. 2541

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณเงินรายได้
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประจำปี 2540

102766

คำนำ

ส่วนหนึ่งของงานทางวิทยาศาสตร์ศึกษาที่เป็นภารกิจของผู้วิจัย คือการสอนวิชาการ พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิตของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ตลอดระยะเวลาประมาณ 10 ปีที่ปฏิบัติภารกิจดังกล่าว ผู้วิจัยมีความรู้สึกว่าองค์ความรู้เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในบริบทของสังคมไทยมีอยู่ไม่มากพอ เจตนาในการทำการวิจัยเรื่องนี้จึงเป็นไปเพื่อขยายองค์ความรู้ในส่วนดังกล่าวเป็นสำคัญ อย่างไรก็ตาม การวิจัยเกี่ยวกับเรื่องความคิดสร้างสรรค์ซึ่งต้องค้นหาข้อมูลจาก “ความเป็นมนุษย์” จำเป็นต้องอาศัยวิธีการที่เหมาะสมและมีความต่อเนื่อง การวิจัยครั้งนี้จึงเป็นส่วนหนึ่งของการเริ่มต้น ซึ่งผู้วิจัยหวังว่าจะได้มีการสืบสานต่อไปตามควรแก่กรณี เพื่อให้ได้มาซึ่งองค์ความรู้ในบริบทของสังคมไทยที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งองค์ความรู้ในลักษณะ “องค์รวม” ระหว่างวิชาการตามแนวตะวันตกและตะวันออก อันเป็นกระแสที่สังคมวิชาการโดยทั่วไป รวมทั้งทางวิทยาศาสตร์กำลังรับรู้ เรียนรู้ และปรับปรนอยู่ในปัจจุบัน

ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์

มกราคม 2541

ประกาศคุณูปการ

งานวิจัยเรื่องนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณเงินรายได้ ประจำปี 2540 ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เงินทุนดังกล่าวแม้ว่าจะไม่เพียงพอแต่ก็เป็นปัจจัยสำคัญส่วนหนึ่งที่ช่วยให้งานวิจัยนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี ผู้วิจัยจึงขอขอบคุณมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒไว้เป็นเบื้องต้น ในฐานะผู้สนับสนุนด้านการเงิน

ตลอดระยะเวลาที่ทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้รับความช่วยเหลือเป็นอย่างดีจากผู้ที่เกี่ยวข้องหลายฝ่าย ที่สำคัญที่สุดคือกลุ่มบุคคล 4 กลุ่มที่เป็นแหล่งข้อมูล ซึ่งประกอบด้วยนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ นักเรียนโครงการ พสวท. รุ่น 2540 ผู้ใหญ่นักประดิษฐ์ และนักเรียนนักประดิษฐ์ รวมทั้งผู้ที่มีส่วนช่วยเหลือในกรณีอื่นๆอีก ที่สมควรกล่าวถึง คือ อาจารย์ ดร.สนอง ทองปาน อาจารย์ ดร.สมปราชญ์ วงศ์บุญหนัก อาจารย์ ดร.ทวีพล จูทะพล อาจารย์ชาติรี เกิดธรรม และอาจารย์ยุพาพันธ์ มินวงษ์ ศิษย์ของผู้วิจัยที่ให้ความช่วยเหลือในการกิจที่เกี่ยวข้อง เช่น มีส่วนร่วมในการทดลองใช้เครื่องมือการวิจัย การเก็บข้อมูล การเข้ารูปเล่ม ฯลฯ เป็นอย่างดี ผู้วิจัยขอขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้

บุคคลที่สมควรกล่าวถึงเป็นพิเศษด้วยได้ให้ความช่วยเหลืออย่างจริงใจและเสียสละอย่างเต็มที่มาโดยตลอด คือ อาจารย์อัจฉรา กุลวัฒน์ แห่งสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยศิลปากร ผู้วิจัยขอขอบคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

หวังว่างานวิจัยเรื่องนี้จะอำนวยประโยชน์แก่ผู้เกี่ยวข้องตามสมควร

ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์

บทคัดย่อ

การวิจัยเรื่องนี้เป็นการศึกษาเชิงสำรวจ มีความมุ่งหมาย 5 ประการ คือ 1) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ภายในระหว่างลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ 2) เพื่อศึกษาบ่อเกิดของลักษณะการ นักคิดสร้างสรรค์ 3) เพื่อศึกษาช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัวของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ 4) เพื่อศึกษาปริมาณลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ และ 5) เพื่อศึกษาขั้นตอนในการคิดสร้างสรรค์

แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ กลุ่มบุคคลคัดสรรที่ประสบความสำเร็จในการทำงานและศึกษาเล่าเรียนทางด้านวิทยาศาสตร์ 4 กลุ่ม คือนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ นักเรียนวิทยาศาสตร์กลุ่มคัดสรร (นักเรียนโครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี / พสวท.) ผู้ใหญ่นักประดิษฐ์และนักเรียนนักประดิษฐ์ ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ที่ศึกษามี 7 ด้าน คือ ความอยากรู้อยากเห็น ความไวต่อปัญหา ความคิดแหวกแนว ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด ชอบการเปลี่ยนแปลง ทำงานเพื่อความพอใจ และมีอารมณ์ขัน และขั้นตอนในการคิดสร้างสรรค์ที่ศึกษา 5 ขั้นตอน คือ I. ขั้นเตรียมการ II. ขั้นบ่มเพาะความคิด III. ขั้นพบทางออก IV. ขั้นปรับปรุงเปลี่ยนแปลงแนวคิดแล้วเริ่มต้นใหม่ และ V. ขั้นการคิดแบบสหัชญาณ

การเก็บข้อมูลกระทำโดยใช้แบบสำรวจที่สร้างขึ้นโดยในส่วนของนักเรียนวิทยาศาสตร์ฯ ได้นำไปให้ตอบและเก็บคืนในระหว่างกิจกรรมเข้าค่ายฤดูร้อนประจำปี 2540 ที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรุงเทพฯ และในส่วนของแหล่งข้อมูลอีก 3 กลุ่มใช้วิธีเก็บข้อมูลทางไปรษณีย์ ได้แบบสำรวจกลับคืนสำหรับกลุ่มนักวิทยาศาสตร์ นักเรียนโครงการ พสวท. ผู้ใหญ่นักประดิษฐ์ และนักเรียนนักประดิษฐ์ จำนวน 15 ชุด (88.24%) 87 ชุด (100%) 19 ชุด (82.61%) และ 10 ชุด (83.33%) ตามลำดับ

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้วิธีการเชิงปริมาณซึ่งประกอบด้วยการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการจัดลำดับที่

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสรุปได้ดังนี้

1. ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์มีความสัมพันธ์แบบคล้อยตามกันทั้ง 21 คู่ในแหล่งข้อมูลทั้ง 4 กลุ่ม
2. โดยภาพรวมบ่อเกิดที่เด่นที่สุดของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์คือ “เกิดขึ้นเอง” บ่อเกิดด้านบุคคลที่เด่นที่สุดคือ “เพื่อนนักเรียน/เพื่อนร่วมงาน” และบ่อเกิดด้านพฤติกรรมที่เด่นที่สุดคือ “การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดี”
3. ช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัวของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ส่วนใหญ่คือ “ระหว่างอายุ 15-20 ปี” รองลงมาคือ “ระหว่างอายุ 10-15 ปี”

4. ปริมาณลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์เรียงลำดับโดยแจกแจงตามแหล่งข้อมูลได้ดังนี้

4.1 กลุ่มนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ 1) ทำงานเพื่อความพอใจ 2) ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด 2) ชอบการเปลี่ยนแปลง 4) ความไวต่อปัญหา 4) ความคิดแหวกแนว 6) ความอยากรู้อยากเห็น 7) มีอารมณ์ขัน

4.2 กลุ่มนักเรียนวิทยาศาสตร์ 1) ชอบการเปลี่ยนแปลง 2) มีอารมณ์ขัน 3) ทำงานเพื่อความพอใจ 4) ความอยากรู้อยากเห็น 5) ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด 6) ความคิดแหวกแนว 7) ความไวต่อปัญหา

4.3 กลุ่มผู้ใหญ่ นักประดิษฐ์ 1) ทำงานเพื่อความพอใจ 2) ความคิดแหวกแนว 3) ความอยากรู้อยากเห็น 3) ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด 5) ความไวต่อปัญหา 6) ชอบการเปลี่ยนแปลง 7) มีอารมณ์ขัน

4.4 กลุ่มนักเรียน นักประดิษฐ์ 1) ความอยากรู้อยากเห็น 1) ทำงานเพื่อความพอใจ 3) ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด 4) ความคิดแหวกแนว 5) ชอบการเปลี่ยนแปลง 6) มีอารมณ์ขัน 7) ความไวต่อปัญหา

5. ในการคิดสร้างสรรค์ นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ นักเรียนวิทยาศาสตร์ ผู้ใหญ่นักประดิษฐ์ และนักเรียนนักประดิษฐ์ ใช้ขั้นตอนหลัก I ถึง IV เป็นส่วนใหญ่ ส่วนการใช้ขั้นตอนหลัก I-V มีจำนวนน้อยมาก

ABSTRACT

The purposes of this survey research were fivefold ; 1. to investigate intrarelationship between seven elements of creativity personality, 2. to investigate influential sources for creative personality, 3. to investigate formation period of creative personality, 4. to investigate amount of creativity personality and 5. to investigate steps applied for achieving creative works.

Informants were four selective groups of science achievers ; the Young Scientists (YS), The Pre-scientist High School Students (PS), the Successful Adult Inventors (AI), and the Young Inventors (YI). The creative personality understudied were Scientific Curiosity (SC), Problematic Sensitivity (PS), Unconventional Thinking (UT), Challengeful Thinking (CT), Change the Course Thinking (CC), Unrewarded Performer (UP) and Humourophil (HU). And the five steps, applied for achieving creative works, to be investigated were : I) preparation, II) incubation, III) illumination, IV) verification and V) intuition.

Data collection was achieved through utilization of a survey inventory. The PS group responded to the survey during their 1997 summer camping at the IPST in Bangkok, whilst the rest informant groups responded through the channel of the post service. Numbers of the inventory returned were 15 (88.24%), 87 (100%), 19 (82.61%) and 10 (83.33%) for the YS, the PS, the AI, and the YI, respectively.

Selected statistics were used for data analysis ; correlation coefficient, percentage, mean, standard deviation, and ranking.

The findings were as follows :

1. All the twenty-one pairs of creative personality had possitive intracorrelation for the four informant groups.

2. For the whole feature, the dominant source of creative personality was the "personal self" ; for the person-based, the source was "peer", and for the behavior-based, the source was "human modeling" .

3. Formation period for majority of creative personality was "between 15-20 years of age, followed by "between 10-15 years of age" .

4. The amount of creativity personality was ranked within each group of the informants ;

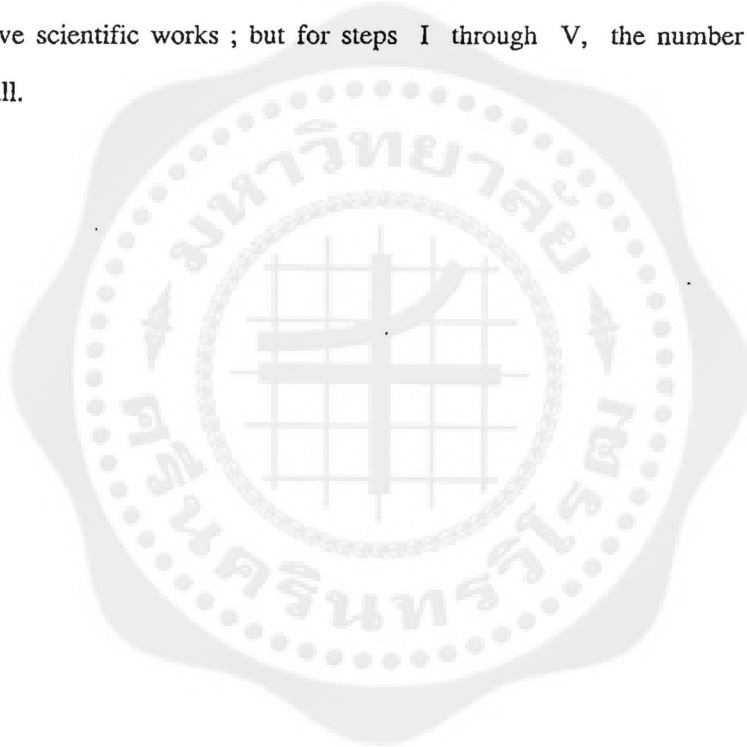
4.1 For the YS, the ranking was ; 1) UP, 2) CT, 2) CC, 4) PS, 4) UT, 6) SC and 6) HU.

4.2 For the PS, the ranking was ; 1) CC, 2) HU, 3) UP, 4) SC, 5) CT, 6) UT and 7) PS.

4.3 For the AI, the ranking was ; 1) UP, 2) UT, 3) SC, 3) CT, 5) PS, 6) CC and 7) HU.

4.4 For the YI, the ranking was ; 1) SC, 1) PS, 3) CT, 4) UT, 4) CC, 6) HU and 7) PS.

5. Majority of the YS, PS, AI and YI utilized principal steps I through IV for their creative scientific works ; but for steps I through V, the number of utilizers was apparently small.



สารบัญ

บทที่

หน้า

คำนำ.....	
ประกาศคุุณูปการ.....	
บทคัดย่อ.....	
ABSTRACT.....	

1 บทนำ	1-7
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย	3
ความสำคัญของการวิจัย	3
ขอบเขตของการวิจัย	3
นิยามศัพท์เฉพาะ	4
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8-86
ความหมายของลักษณะการ	8
แนวคิดเชิงทฤษฎีเกี่ยวกับบุคลิกภาพ	9
ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	10
บ่อเกิดของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ตามแนวการศึกษาคือชีวิต	18
บ่อเกิดของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ตามแนวพุทธธรรม	22
โยนิโสมนสิการตามแนววิทยาศาสตร์ศึกษา.....	23
ปรโตโฆสะตามแนววิทยาศาสตร์ศึกษา.....	28
สรุปขอบเขตของบ่อเกิดของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์.....	39
ลำดับความสำคัญของบ่อเกิดของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์.....	40
ช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัวของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	44
ปริมาณลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์	51
การวิเคราะห์ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์จากประวัติของนักวิทยาศาสตร์.....	51
ขั้นตอนการคิดสร้างสรรค์.....	73
สหัชญาณกับการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์.....	80
สมมติฐานของการวิจัย.....	86

3	วิธีดำเนินการวิจัย	87-93
	การเลือกกลุ่มบุคคลเพื่อใช้เป็นแหล่งข้อมูล	87
	การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	88
	การเก็บรวบรวมข้อมูล	90
	การวิเคราะห์ข้อมูล	91
4)	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	94-161
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการศึกษาความสัมพันธ์ภายใน	
	ระหว่างลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์	94
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการศึกษาบ่อเกิดของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์	105
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการศึกษาช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัว	
	ของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์	138
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการศึกษาปริมาณของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์	147
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการศึกษาขั้นตอนในการคิดสร้างสรรค์	152
5	สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ	162-185
	สรุป	162
	การอภิปรายผลการวิจัย	166
	ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้	184
	ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยต่อไป	185
	บรรณานุกรม	186-191
	ภาคผนวก	192-250

สารบัญตาราง

ตารางที่

หน้า

1	แสดงผลการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นเพื่อศึกษาลำดับความสำคัญของ ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์แจกแจงตามรายกรณีของบ่อเกิด.....	41
2	แสดงผลการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นเพื่อศึกษาลำดับ ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์แจกแจงตามกลุ่มของบ่อเกิด.....	43
3	แสดงพัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์ของบุคคลตั้งแต่แรกเกิดถึงวัยรุ่น.....	46
4	แสดงอายุที่นักเรียนเริ่มสนใจวิทยาศาสตร์เป็นครั้งแรก (จากผลการศึกษา ของโครงการบริการวิทยาศาสตร์ของสหรัฐอเมริกา).....	47
5	แสดงผลการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นเพื่อศึกษาช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัว ของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์.....	49
6	แสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ของ เซอร์ ไอแซค นิวตัน.....	52
7	แสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ของ ชาร์ลส ดาร์วิน	55
8	แสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ของ โทมัส แอลวา เอดิสัน	57
9	แสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ที่เป็นลักษณะร่วมกัน ของพี่น้องตระกูลไรท์.....	60
10	แสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ของ แมรี คูรี.....	62
11	แสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ของ อัลเบิร์ต ไอน์สไตน์.....	64
12	แสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ของ ศาสตราจารย์ ดร.คุณ วัชรโรบล	66
13	แสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ของ ศาสตราจารย์ ระพี สาคริก.....	68
14	แสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ของ ศาสตราจารย์ ดร.อาจอง ชุมสาย ณ อยุธยา.....	69
15	แสดงสรุปผลเป็นภาพรวมของปริมาณลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์จาก การวิเคราะห์ประวัติของนักวิทยาศาสตร์	71
16	แสดงผลการศึกษาค้นคว้าข้อมูลเบื้องต้นเพื่อศึกษาขั้นตอนในการคิดสร้างสรรค์	85
17	แสดงจำนวนแบบสำรวจที่ผู้ตอบและส่งกลับคืนให้แก่ผู้วิจัย	91
18	แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ ของนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่	95

สารบัญตาราง

ตารางที่

หน้า

19	แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนวิทยาศาสตร์กลุ่มคัดสรร.....	96
20	แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ ของผู้ใหญ่นักประดิษฐ์.....	97
21	แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนนักประดิษฐ์.....	98
22	แสดงภาพรวมของสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ ที่มีนัยสำคัญแจกแจงตามแหล่งข้อมูล	99
23	แสดงข้อมูลสรุปความสอดคล้องของลำดับที่ของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายใน ของข้อมูลจากแหล่งข้อมูลทั้ง 4 แหล่ง.....	101
24	แสดงค่าความถี่ ค่าร้อยละ และลำดับที่ของบ่อเกิดของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ ด้าน “ความอยากรู้อยากเห็น” แจกแจงตามแหล่งข้อมูล.....	105
25	แสดงลำดับที่เฉลี่ยของกลุ่มบ่อเกิดของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ ด้าน “ความอยากรู้อยากเห็น”	106
26	แสดงค่าความถี่ ค่าร้อยละ และลำดับที่ของบ่อเกิดของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ ด้าน “ความไวต่อปัญหา” แจกแจงตามแหล่งข้อมูล	109
27	แสดงลำดับที่เฉลี่ยของกลุ่มบ่อเกิดของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ ด้าน “ความไวต่อปัญหา”.....	110
28	แสดงค่าความถี่ ค่าร้อยละ และลำดับที่ของบ่อเกิดของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ ด้าน “ความคิดแหวกแนว” แจกแจงตามแหล่งข้อมูล	113
29	แสดงลำดับที่เฉลี่ยของกลุ่มบ่อเกิดของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ ด้าน “ความคิดแหวกแนว”	114
30	แสดงค่าความถี่ ค่าร้อยละ และลำดับที่ของบ่อเกิดของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ ด้าน “ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด” แจกแจงตามแหล่งข้อมูล.....	118
31	แสดงลำดับที่เฉลี่ยของกลุ่มบ่อเกิดของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ ด้าน “ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด”	119
32	แสดงค่าความถี่ ค่าร้อยละ และลำดับที่ของบ่อเกิดของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ ด้าน “ชอบการเปลี่ยนแปลง” แจกแจงตามแหล่งข้อมูล	123

33	แสดงลำดับที่เฉลี่ยของกลุ่มบ่อเกิดของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ ด้าน “ชอบการเปลี่ยนแปลง”	124
34	แสดงค่าความถี่ ค่าร้อยละ และลำดับที่ของบ่อเกิดของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ ด้าน “ทำงานเพื่อความพอใจ” แจกแจงตามแหล่งข้อมูล	127
35	แสดงลำดับที่เฉลี่ยของกลุ่มบ่อเกิดของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ ด้าน “ทำงานเพื่อความพอใจ”	128
36	แสดงค่าความถี่ ค่าร้อยละ และลำดับที่ของบ่อเกิดของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ ด้าน “มีอารมณ์ขัน” แจกแจงตามแหล่งข้อมูล	131
37	แสดงลำดับที่เฉลี่ยของกลุ่มบ่อเกิดของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ ด้าน “มีอารมณ์ขัน”	132
38	แสดงบ่อเกิดที่เด่นของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์โดยภาพรวม	135
39	แสดงค่าความถี่ ค่าร้อยละ และลำดับที่ของช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัว ของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ด้าน “ความอยากรู้อยากเห็น” แจกแจงตามแหล่งข้อมูล	138
40	แสดงค่าความถี่ ค่าร้อยละ และลำดับที่ของช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัว ของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ด้าน “ความไวต่อปัญหา” แจกแจงตามแหล่งข้อมูล	139
41	แสดงค่าความถี่ ค่าร้อยละ และลำดับที่ของช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัว ของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ด้าน “ความคิดแหวกแนว” แจกแจงตามแหล่งข้อมูล	140
42	แสดงค่าความถี่ ค่าร้อยละ และลำดับที่ของช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัว ของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ด้าน “ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด” แจกแจงตามแหล่งข้อมูล	141
43	แสดงค่าความถี่ ค่าร้อยละ และลำดับที่ของช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัว ของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ด้าน “ชอบการเปลี่ยนแปลง” แจกแจงตามแหล่งข้อมูล	142
44	แสดงค่าความถี่ ค่าร้อยละ และลำดับที่ของช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัว ของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ด้าน “ทำงานเพื่อความพอใจ” แจกแจงตามแหล่งข้อมูล	143

45	แสดงค่าความถี่ ค่าร้อยละ และลำดับที่ของช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัว ของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ด้าน “มีอารมณ์ขัน” แจกแจงตามแหล่งข้อมูล	144
46	แสดงช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัวที่มีค่าความถี่สูงสุด	145
47	แสดงค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานและลำดับที่ของปริมาณลักษณะการ นักคิดสร้างสรรค์แต่ละด้านแจกแจงตามแหล่งข้อมูล	147
48	แสดงความสอดคล้องของปริมาณลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ ระหว่างแหล่งข้อมูลต่างๆในกลุ่มนักวิทยาศาสตร์และในกลุ่มนักประดิษฐ์	150
49	แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับขั้นตอนในการคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่	153
50	แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับขั้นตอนในการคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนวิทยาศาสตร์กลุ่มกวดสรร	155
51	แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับขั้นตอนในการคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์ของผู้ใหญ่นักประดิษฐ์	157
52	แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับขั้นตอนในการคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนนักประดิษฐ์	159
53	แสดงสรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับขั้นตอนการคิดสร้างสรรค์ แจกแจงตามแหล่งข้อมูล	161

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 แสดงกระบวนการเทคโนโลยีของ NISTRO	76
2 แสดงกระบวนการเทคโนโลยีของ APU.....	77
3 แสดงกระบวนการเทคโนโลยีของ GCSE	78
4 แสดงช่วงเวลาเริ่มแรกในการก่อตัวของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์.....	176



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

โดยความเป็น “สัตว์โลก” มนุษย์เหนือกว่าสัตว์อื่นด้วย “ปัญญา” และในบรรดามนุษย์ด้วยกันคุณสมบัติที่ถือว่ามีคุณค่าสูงสุดก็คือ ปัญญา ดังข้อความที่ว่า “ในแง่คุณสมบัติของบุคคลผู้ที่ได้รับยกย่องสูงสุดในพระพุทธศาสนาคือผู้มีปัญญาสูงสุด เช่น พระสารีบุตรอัครสาวก เป็นต้น” (พระราชวรมณี(ประยูร ปยุตโต). 2529 : 648) และ “ถึงแม้เป็นเด็ก ถ้ามีปัญญาก็นับว่าเป็นผู้ใหญ่ แต่ถ้าโง่ ถึงร่างกายจะใหญ่โตก็หาเป็นผู้ใหญ่ไม่” (พระราชวรมณี(ประยูร ปยุตโต). 2529 : 629) เป็นต้น

ด้วยการให้ความสำคัญต่อ “ปัญญา” นักวิชาการของโลกจำนวนไม่น้อยได้ศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับ “ปัญญา” มาโดยลำดับจนมีทฤษฎีเกี่ยวกับสติปัญญาเกิดขึ้นอย่างมากมาย เช่น ทฤษฎีปัญญาแบบคงตัว (The Theory of Fixed Intelligence) ทฤษฎีภาคเชาว์ปัญญา (The Theory of Intelligence Quotient) ทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญา (The Structure of Intellect Model) เป็นต้น

ในบรรดาทฤษฎีเกี่ยวกับสติปัญญาเหล่านั้น กล่าวได้ว่า ทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญา (The Structure of Intellect Model) ของกิลฟอร์ด (Guilford) เป็นทฤษฎีแรกเริ่มที่อธิบายถึงธรรมชาติของความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) กล่าวคือ กิลฟอร์ดอธิบายว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความคิดแบบอเนกนัย (Divergent Thinking) อันหมายถึง ความคิดที่สามารถขบคิดคำตอบได้หลากหลายหรือหลายคำตอบจากข้อปัญหาใดๆซึ่งแตกต่างจากความคิดแบบเอกนัย (Convergent Thinking) ที่หมายถึงความคิดที่มุ่งขบคิดหาคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียวจากข้อปัญหานั้นๆ

นับตั้งแต่มีทฤษฎีของกิลฟอร์ดเกิดขึ้นแล้ว นักวิชาการของโลกก็ได้ศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์กันอย่างกว้างขวาง และมีการแถลงทฤษฎีเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ติดตามมาอีกเป็นจำนวนมาก เช่น ทฤษฎีของทอร์เรนซ์ (Torrance) ทฤษฎีของวอลเลซและโคแกน (Wallach and Kogan) และทฤษฎีของ ดี โบโน (de Bono) เป็นต้น

โดยอาศัยฐานทางทฤษฎีของทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ต่างๆ ได้มีการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมทั้งในทางกว้างและทางลึกเพื่อขยายองค์ความรู้อีกมากมาย อย่างไรก็ตามกล่าวได้ว่า ในการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์นั้นมีประเด็นหลักอยู่เพียง 3 ประเด็นหรือเรียกโดยง่ายว่า “3P’s” ซึ่งประกอบด้วยลักษณะการหรือบุคลิกภาพ (Personality) ขั้นตอนการคิด (Process) และผลของการคิด (Product) (ฮารี รังสินันท์. 2532 : 5)

ต่อการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์นี้ กล่าวได้ว่า ในระยะแรกเป็นการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับงานทางศิลปะและมนุษยศาสตร์เท่านั้น (Csikszentmihalyi and Getzels. 1965 : 18) ต่อมาภายหลังจึงได้มีผู้สนใจกล่าวถึงความคิดสร้างสรรค์ที่สัมพันธ์กับวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนมากยิ่งขึ้น เช่น คำกล่าวที่ว่า “ไม่มีความรู้สาขาใดจะมีผลให้เกิดความคิดสร้างสรรค์มากไปกว่าวิทยาศาสตร์” (Piltz and Sund. 1969 : 1) และ “ความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่เกิดได้ในทางวิทยาศาสตร์ด้วยเช่นกัน” (Yager. 1991 : 32-33) เป็นต้น อย่างไรก็ตาม มีข้อสังเกตว่าแม้จะมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์กันมากแต่มีงานวิจัยน้อยมากที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (Yager. 1993 : 13)

ในส่วนของการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย ปรากฏหลักฐานว่า ทศนีย์ พฤกษชลธาร เป็นบุคคลแรกที่ริเริ่มทำการศึกษาค้นคว้าโดยได้สร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ขึ้นใช้ในประเทศไทยเป็นฉบับแรก (ทศนีย์ พฤกษชลธาร. 2517) ต่อจากนั้นจึงมีผู้ศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมขึ้นอีกเป็นจำนวนมาก อย่างไรก็ตาม ในบรรดาการศึกษาค้นคว้าเหล่านี้เกือบทั้งหมดเป็นการสร้างแบบทดสอบแล้วนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปใช้ทดสอบในงานวิจัยเชิงทดลองและเชิงสำรวจ จึงสรุปได้ว่า งานวิจัยเหล่านั้นมุ่งศึกษาในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับผลของการคิด (Product) เป็นสำคัญ จากข้อเท็จจริงดังกล่าวจึงทำให้องค์ความรู้เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในประเด็นว่าด้วยลักษณะการหรือบุคลิกภาพ (Personality) และขั้นตอนการคิด (Process) มีอยู่น้อยมากหรือเกือบไม่ปรากฏ

ด้วยเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในประเด็นว่าด้วยลักษณะการและขั้นตอนการคิด โดยใช้บุคคลกลุ่มคัดสรรที่ศึกษาหรือปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 4 กลุ่ม ได้แก่ นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ นักเรียนวิทยาศาสตร์กลุ่มคัดสรร(นักเรียนโครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี / พสวท.) ผู้ใหญ่นักประดิษฐ์และนักเรียนนักประดิษฐ์เป็นแหล่งข้อมูล ทั้งนี้เพื่อให้ได้ข้อความรู้ใหม่ที่จะเพิ่มความสมบูรณ์ให้กับวิทยาการด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนได้ข้อมูลที่จะเป็นประโยชน์ในการประยุกต์ใช้เพื่อการจัดประสบการณ์ทางการศึกษาให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้เกิดขึ้นแก่ผู้เรียนต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ภายในระหว่างลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์
2. เพื่อศึกษาบ่อเกิดของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์
3. เพื่อศึกษาช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัวของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์
4. เพื่อศึกษาปริมาณลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์
5. เพื่อศึกษาขั้นตอนในการคิดสร้างสรรค์

ความสำคัญของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้จะได้คำตอบที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในประเด็นหลัก 2 ประเด็นคือ ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ และขั้นตอนการคิดสร้างสรรค์ โดยคำตอบในส่วน of ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์จะครอบคลุมรายละเอียดว่าด้วยความสัมพันธ์ภายในระดับและลำดับ ช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัว บ่อเกิดและปริมาณลักษณะการ คำตอบจากการวิจัยดังกล่าวจะเป็นประโยชน์ในฐานะวิจัยบริสุทธิ์ (Basic Research) และวิจัยประยุกต์ (Applied Research) กล่าวคือในฐานะวิจัยบริสุทธิ์จะทำให้ข้อความรู้เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ส่วนในฐานะวิจัยประยุกต์จะช่วยให้ผู้ที่ปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ศึกษาตลอดจนบุคคลแวดล้อมของเยาวชนที่ศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีแนวทางในการจัดประสบการณ์ชีวิตและประสบการณ์ทางการศึกษาให้แก่เยาวชนอย่างเหมาะสม ในส่วนของคำตอบเกี่ยวกับขั้นตอนการคิดสร้างสรรค์ คำตอบจากการวิจัยจะเป็นแนวทางในการฝึกผู้เรียนทางด้านวิทยาศาสตร์ให้มีทักษะในการคิดและสร้างสรรค์ผลงานทางวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้กระทำในขอบเขตดังต่อไปนี้

1. กลุ่มบุคคลที่ใช้เป็นแหล่งข้อมูลของการศึกษาประกอบด้วย กลุ่มบุคคลที่ปฏิบัติงานหรือศึกษาเล่าเรียนทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และประสบความสำเร็จสูงในการศึกษาหรือปฏิบัติงาน จำนวน 4 กลุ่มคือ
 - 1.1 นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่
 - 1.2 นักเรียนวิทยาศาสตร์กลุ่มคัดสรร
 - 1.3 ผู้ใหญ่นักประดิษฐ์

- 1.4 นักเรียนนักประดิษฐ์
2. ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ที่ศึกษามี 7 ด้านคือ
 - 2.1 ความอยากรู้อยากเห็น
 - 2.2 ความไวต่อปัญหา
 - 2.3 ความคิดแหวกแนว
 - 2.4 ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด
 - 2.5 ชอบการเปลี่ยนแปลง
 - 2.6 ทำงานเพื่อความพอใจ
 - 2.7 มีอารมณ์ขัน
3. ประเด็นเกี่ยวกับลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ที่ศึกษามี 4 ประเด็นคือ
 - 3.1 ความสัมพันธ์ภายในระหว่างลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ (21 คู่)
 - 3.2 บ่อเกิดของลักษณะการฯ
 - 3.3 ช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัวของลักษณะการฯ
 - 3.4 ปริมาณของลักษณะการฯ
4. ขั้นตอนการคิดสร้างสรรค์ที่ศึกษามี 5 ขั้นตอนคือ
 - 4.1 ขั้นเตรียมการ
 - 4.2 ขั้นบ่มเพาะความคิด
 - 4.3 ขั้นพบทางออก
 - 4.4 ขั้นปรับปรุงเปลี่ยนแปลงแนวความคิดแล้วเริ่มต้นใหม่
 - 4.5 ขั้นการคิดแบบสหัญญาณ

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ หมายถึง บุคคลที่ได้รับรางวัลประกาศเกียรติคุณเป็น “นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่” จากสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ ในการวิจัยครั้งนี้ใช้นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ที่ได้รับรางวัลระหว่างปี 2534 - 2540 เป็นตัวแทนของนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่

2. นักเรียนวิทยาศาสตร์กลุ่มคัดสรร หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โครงการพัฒนาและส่งเสริมความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (พสวท.) ในการวิจัยครั้งนี้ใช้นักเรียนที่เข้าค่ายฤดูร้อนปี พ.ศ.2540 เป็นตัวแทนของนักเรียนวิทยาศาสตร์กลุ่มคัดสรร (ในกรณีที่เป็น จะเรียกโดยย่อว่า “นักเรียนวิทยาศาสตร์”)

3. ผู้ใหญ่นักประดิษฐ์ หมายถึง บุคคลที่ได้รับรางวัลผลงานประดิษฐ์คิดค้นประเภททั่วไป จากสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ ในการวิจัยครั้งนี้ใช้ผู้ใหญ่นักประดิษฐ์ ที่ได้รับรางวัลในปี 2540 เป็นตัวแทนของผู้ใหญ่นักประดิษฐ์

4. นักเรียนนักประดิษฐ์ หมายถึง บุคคลที่ได้รับรางวัลผลงานประดิษฐ์คิดค้นประเภทนักเรียนจากสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ ในการวิจัยครั้งนี้ใช้นักเรียนนักประดิษฐ์ที่ได้รับรางวัลในปี 2540 เป็นตัวแทนของนักเรียนนักประดิษฐ์

5. ลักษณะการรักคิดสร้างสรรค์ หมายถึง อาการหรือพฤติกรรมของนักวิทยาศาสตร์หรือนักประดิษฐ์ที่ประสบความสำเร็จสูงในการคิดค้นทางวิทยาศาสตร์หรือการประดิษฐ์สิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างบุคคลที่ประสบความสำเร็จดังกล่าวที่นำมาเป็นต้นแบบในการวิจัยครั้งนี้ เช่น นิวตัน เอดิสัน คูรี ศาสตราจารย์ ระเบิด สาคริก และ ดร.อาจอง ชุมสาย ณ อยุธยา เป็นต้น

6. ความอยากรู้อยากเห็น หมายถึง อาการหรือพฤติกรรมที่แสดงถึงความต้องการเรียนรู้หรือค้นคว้าเพิ่มเติมจากสิ่งที่รู้แล้วหรือยังไม่รู้เพื่อปรับปรุงความรู้เดิมหรือเพื่อให้ได้ความรู้ใหม่ในทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

7. ความไวต่อปัญหา หมายถึง อาการหรือพฤติกรรมที่แสดงถึงการเกิดความคิดอย่างฉับพลันสืบเนื่องจากการรับรู้หรือได้ประสบกับเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

8. ความคิดแหวกแนว หมายถึง อาการหรือพฤติกรรมที่แสดงถึงการมีแนวคิดที่แตกต่างไปจากบุคคลโดยทั่วไปที่มีต่อประเด็นขบคิดอย่างเดียวกันในทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

9. ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด หมายถึง อาการหรือพฤติกรรมที่แสดงถึงชอบคิดหรือทำในสิ่งที่ยากหรือต้องใช้ความพยายามมากกว่าปกติในทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

10. ชอบการเปลี่ยนแปลง หมายถึง อาการหรือพฤติกรรมที่แสดงถึงการชอบคิดชอบทำในสิ่งแปลกใหม่และหลีกเลี่ยงการคิดและทำในสิ่งที่ซ้ำซาก จำเจ ในทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

11. ทำงานเพื่อความพอใจ หมายถึง อาการหรือพฤติกรรมที่แสดงถึงการคิดหรือทำงานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยมีความพอใจ(ที่จะได้ใช้ความรู้ความคิดของตน) เป็นแรงจูงใจมากกว่าการได้รับสินจ้างรางวัลหรือคำชมเชย

12. มีอารมณ์ขัน หมายถึง อาการหรือพฤติกรรมที่แสดงถึงการมีมุมมองที่หลากหลายและใช้มุมมองที่หลากหลายนั้นผ่อนคลายความตึงเครียดในลักษณะของความสนุกสนานหรือบันเทิงใจ

13. ความสัมพันธ์ภายในระหว่างลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสัมพันธ์เป็นรายคู่(ระหว่างลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ 7 ด้าน) มีจำนวน 21 คู่คือ 1) ความอยากรู้อยาก

เห็นกับความไวต่อปัญหา 2) ความอยากรู้อยากเห็นกับความคิดแหวกแนว 3) ความอยากรู้อยากเห็นกับชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด 4) ความอยากรู้อยากเห็นกับชอบการเปลี่ยนแปลง 5) ความอยากรู้อยากเห็นกับทำงานเพื่อความพอใจ 6) ความอยากรู้อยากเห็นกับมีอารมณ์ขัน 7) ความไวต่อปัญหากับความคิดแหวกแนว 8) ความไวต่อปัญหากับชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด 9) ความไวต่อปัญหากับชอบการเปลี่ยนแปลง 10) ความไวต่อปัญหากับทำงานเพื่อความพอใจ 11) ความไวต่อปัญหากับมีอารมณ์ขัน 12) ความคิดแหวกแนวกับชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด 13) ความคิดแหวกแนวกับชอบการเปลี่ยนแปลง 14) ความคิดแหวกแนวกับทำงานเพื่อความพอใจ 15) ความคิดแหวกแนวกับมีอารมณ์ขัน 16) ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิดกับชอบการเปลี่ยนแปลง 17) ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิดกับทำงานเพื่อความพอใจ 18) ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิดกับมีอารมณ์ขัน 19) ชอบการเปลี่ยนแปลงกับทำงานเพื่อความพอใจ 20) ชอบการเปลี่ยนแปลงกับมีอารมณ์ขัน 21) ทำงานเพื่อความพอใจกับมีอารมณ์ขัน

14. บ่อเกิดของลักษณะการฯ หมายถึง แหล่งประสบการณ์ที่เป็นมูลเหตุให้เกิดหรือมีขึ้นซึ่งลักษณะการฯแต่ละลักษณะการ โดยที่ลักษณะการหนึ่งๆอาจเกิดจากบ่อเกิดเพียงบ่อเกิดเดียวหรือหลายบ่อเกิดก็ได้ ในการวิจัยครั้งนี้ศึกษาบ่อเกิดของลักษณะการฯ 12 ประการ คือ 1) การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของพ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่ 2) การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของพี่น้องร่วมวัย 3) การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของเพื่อนนักเรียน/เพื่อนร่วมงาน 4) การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของครู-อาจารย์ 5) การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของบุคคลอื่น 6) การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากพ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่ 7) การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากพี่น้องร่วมวัย 8) การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากเพื่อนนักเรียน/เพื่อนร่วมงาน 9) การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากครู-อาจารย์ 10) การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากบุคคลอื่น 11) เกิดขึ้นเอง (โดยไม่เห็นตัวอย่างหรือการแนะนำอบรมฯ) 12) เกิดขึ้นนอกเหนือจาก 1-11 โดยได้ข้อมูลจากการตอบแบบสำรวจด้วยการบ่งชี้ตัวเลือกหนึ่งหรือหลายตัวเลือกจากตัวเลือกทั้งหมด 12 ตัวเลือก

15. ช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัวของลักษณะการ หมายถึง ช่วงเวลาเริ่มแรกที่บุคคลรับรู้จากประสบการณ์ของตนเองว่าได้มีหรือได้แสดงลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์แต่ละลักษณะการ และภายหลังจากนั้นยังคงมีหรือแสดงลักษณะการนั้นๆสืบเนื่องต่อมา ในการวิจัยครั้งนี้ศึกษาช่วงเวลา 4 ช่วงคือ 1) ก่อนอายุ 10 ปี 2) ระหว่างอายุ 10-15 ปี 3) ระหว่างอายุ 15-20 ปี และ 4) หลังอายุ 20 ปี โดยได้ข้อมูลจากการตอบแบบสำรวจด้วยการบ่งชี้ตัวเลือก 1 ตัวเลือกจาก 4 ตัวเลือก

16. ปริมาณของลักษณะการฯ หมายถึง ระดับความมากน้อยของลักษณะการซึ่งบุคคลรับรู้ว่ามีอยู่ในตนเอง ในการวิจัยครั้งนี้ได้ข้อมูลส่วนนี้จากการตอบแบบสำรวจด้วยการบ่งชี้ค่าใดค่าหนึ่งระหว่าง 1-5

17. ขั้นตอนในการคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ลำดับของการกระทำในการคิดค้นทางวิทยาศาสตร์หรือการประดิษฐ์สิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ในการวิจัยครั้งนี้ได้ข้อมูลจากการตอบแบบสำรวจโดยการบ่งชี้ลำดับที่จากขั้นตอน 10 ขั้นตอน (รวม “อื่นๆ” ด้วย) ที่ระบุไว้ในแบบสำรวจ

18. ขั้นเตรียมการ หมายถึง ขั้นตอนเริ่มแรก ของการคิดสร้างสรรค์ในปัญหาเชิงทฤษฎีหรือเชิงปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ในการวิจัยครั้งนี้แบ่งขั้นเตรียมการเป็น 2 ขั้นย่อยคือ 1) ขั้นทำความเข้าใจความคุ้นเคยกับสถานะแวดล้อมโดยทั่วไปของปัญหา และ 2) ขั้นทำความเข้าใจความคุ้นเคยกับวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

19. ขั้นบ่มเพาะความคิด หมายถึง ขั้นตอนที่ 2 ของการคิดสร้างสรรค์ในปัญหาเชิงทฤษฎีหรือเชิงปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ในการวิจัยครั้งนี้แบ่งขั้นบ่มเพาะความคิดเป็น 2 ขั้นย่อยคือ 1) ขั้นทำความเข้าใจกับประเด็นปัญหา และ 2) ขั้นประมวลความคิดต่างๆที่น่าจะเกี่ยวข้องกับปัญหา

20. ขั้นพบทางออก หมายถึง ขั้นตอนที่ 3 ของการคิดสร้างสรรค์ในปัญหาเชิงทฤษฎีหรือเชิงปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ในการวิจัยครั้งนี้แบ่งขั้นพบทางออกเป็น 2 ขั้นย่อยคือ 1) มองเห็นแนวทางอย่างรวๆในการแก้ปัญหา และ 2) ลงมือทำงานอย่างหนักและทุ่มเท

21. ขั้นปรับปรุงเปลี่ยนแปลงแนวความคิดแล้วเริ่มต้นใหม่ หมายถึง ขั้นตอนที่ 4 ของการคิดสร้างสรรค์ในปัญหาเชิงทฤษฎีหรือเชิงปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ในการวิจัยครั้งนี้แบ่งขั้นปรับปรุงเปลี่ยนแปลงแนวความคิดแล้วเริ่มต้นใหม่เป็นขั้นตอนย่อย

22. ขั้นการคิดแบบสหัชญาณ หมายถึง ขั้นตอนที่ 5 ของการคิดสร้างสรรค์ในปัญหาเชิงทฤษฎีหรือเชิงปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ในการวิจัยครั้งนี้แบ่งขั้นการคิดแบบสหัชญาณเป็น 2 ขั้นย่อยคือ 1) ปลอ่ยวางและพักผอนเมื่อคิดไม่ออก และ 2) คิดได้เองแบบแวบวูบหรือโดยไม่อาศัยการคิดเป็นขั้นตอนตามความสัมพันธ์เชิงเหตุผล

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื่องจากประเด็นหลักที่ต้องการศึกษาในงานวิจัยครั้งนี้มีอยู่ 2 ประเด็น คือ ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ และขั้นตอนการคิดสร้างสรรค์ ดังนั้นในการเสนอเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในบทนี้ จึงนำเสนอให้ครอบคลุมประเด็นดังกล่าวนั้น โดยในประเด็นแรกมีหัวข้อที่นำเสนอ 13 หัวข้อ ได้แก่

1. ความหมายของลักษณะการ
2. แนวคิดเชิงทฤษฎีเกี่ยวกับบุคลิกภาพ
3. ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
4. บ่อเกิดของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ตามแนวการศึกษาคือชีวิต
5. บ่อเกิดของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ตามแนวพุทธธรรม
6. โยนิโสมนสิการตามแนววิทยาศาสตร์ศึกษา
7. ปรัชญาตามแนววิทยาศาสตร์ศึกษา
8. สรุปขอบเขตของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์
9. ลำดับความสำคัญของบ่อเกิดของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์
10. ช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัวของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
11. ปริมาณลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์
12. การวิเคราะห์ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์จากประวัติสังเขปของนักวิทยาศาสตร์

ส่วนในประเด็นที่ 2 มีหัวข้อที่นำเสนอ 3 หัวข้อคือ

1. การคิดสร้างสรรค์ตามขั้นตอนทั่วไป
2. ขั้นตอนการคิดประดิษฐ์สิ่งประดิษฐ์
3. สหัชญาณกับการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ความหมายของลักษณะการ

คำว่า “ลักษณะการ” ซึ่งเป็นคำหลักคำหนึ่งของชื่อเรื่องงานวิจัยครั้งนี้ เป็นคำสนธิของคำว่า “ลักษณะ” และคำว่า “อาการ” คำทั้ง 2 นี้มีความหมายปรากฏในพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525 หน้า 716 และ 914 ตามลำดับดังนี้

ลักษณะ น. เครื่องแสดงสิ่งหนึ่งให้เห็นว่าต่างกับอีกสิ่งหนึ่ง, คุณภาพ ; ประเภท

อาการ น. ความเป็นอยู่, ความเป็นไป, สภาพ ; กิริยาท่าทาง ; ทำนอง ; ส่วนของร่างกาย ซึ่งนิยามว่ามี 32 อย่างเรียกว่า อาการ 32

ในที่นี้คำว่า “ลักษณะ” ใช้ในความหมาย “เครื่องแสดงสิ่งหนึ่งให้เห็นว่าต่างกับอีกสิ่งหนึ่ง” และ คำว่า “อาการ” ใช้ในความหมาย “กิริยาท่าทาง” และ “สภาพ” ดังนั้นคำว่า “ลักษณะการ” จึงมีความหมายถึง “กิริยาท่าทางหรือสภาพที่เป็นเครื่องแสดงให้เห็นว่าสิ่งหนึ่งต่างกับสิ่งหนึ่ง” และเมื่อนำไปใช้ในคำว่า “ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์” จึงหมายความว่า “กิริยาท่าทางหรือสภาพที่เป็นเครื่องแสดงให้เห็นว่าบุคคลหนึ่งต่างกับอีกบุคคลหนึ่ง” โดย “บุคคล” ในที่นี้หมายถึง “นักคิดสร้างสรรค์”

คำว่า “ลักษณะการ” ดังกล่าวข้างต้นมีความหมายคล้ายคลึงกับคำว่า “บุคลิกภาพ” ซึ่งพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525 หน้า 480 ให้ความหมายว่า “สภาพนิสัยจำเพาะของคน” ในขณะที่ในศาสตร์ทางจิตวิทยา “บุคลิกภาพ” มีความหมายครอบคลุมถึงลักษณะทางกายภาพและจิตภาพของบุคคล ซึ่งเป็นความหมายที่กว้างกว่าคำว่า “ลักษณะการ” ที่ผู้วิจัยมีเจตนาเน้นถึง “กิริยาท่าทาง” หรือ “การแสดงออก” ซึ่งเป็นคำที่มีความหมายเชิง “รูปธรรม” อยู่กลางๆ ระหว่างลักษณะทางกายภาพ และลักษณะทางจิตภาพ อย่างไรก็ตาม ในการกล่าวถึงเอกสารทางวิชาการที่เกี่ยวข้องจะนำเอาเอกสารว่าด้วย “บุคลิกภาพ” มากล่าวถึงแทน “ลักษณะการ” โดยอนุโลม

แนวคิดเชิงทฤษฎีเกี่ยวกับบุคลิกภาพ

แนวคิดเชิงทฤษฎีเกี่ยวกับบุคลิกภาพมีอยู่ด้วยกันหลายแนว ซึ่งมีนักวิชาการบางท่าน เช่น โสกา ชูพิกุลชัย (2521 : 100-105) ได้จัดเป็นกลุ่มไว้ดังนี้

1. กลุ่มทฤษฎีแบ่งประเภท (Type Theory) กลุ่มทฤษฎีแบ่งประเภทศึกษามุขลักษณะของบุคคลจากการสังเกตโดยทั่วไป และให้ความสนใจเกี่ยวกับลักษณะภายนอกของบุคคลเป็นพิเศษ ตัวอย่างนักจิตวิทยาในกลุ่มนี้ได้แก่ จุง (Jung) และเชลดอน (Sheldon)
2. กลุ่มทฤษฎีเกี่ยวกับลักษณะนิสัย (Trait Theory) กลุ่มทฤษฎีเกี่ยวกับลักษณะนิสัยให้ความสำคัญกับการอธิบายลักษณะของบุคคลตาม “ตำแหน่ง” ที่ปรากฏในตาราง ซึ่งใช้แทนลักษณะนิสัยอย่างใดอย่างหนึ่ง และนิยมกำหนดชื่อเรียกลักษณะนิสัยนั้นๆ ด้วยชื่อที่กระชับรัดกุม กระบวนการที่ใช้ในการวิเคราะห์ลักษณะนิสัยของบุคคลกระทำโดยการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) ตัวอย่างนักจิตวิทยาในกลุ่มนี้ได้แก่ แคทเทล (Cattell) และแอลพอร์ต (Allport)

3. กลุ่มทฤษฎีการเปลี่ยนแปลง (Dynamic Theory) กลุ่มทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงศึกษาบุคลิกภาพในลักษณะที่เป็นความเชื่อมโยงระหว่างสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ (Physical) และสิ่งแวดล้อมทางสังคม (Social) ประเด็นที่เป็นสาระสำคัญของกลุ่มทฤษฎีนี้คือ การศึกษาลักษณะของบุคลิกภาพที่เป็นผลจากความขัดแย้งในใจของบุคคล ตัวอย่างนักจิตวิทยาในกลุ่มนี้ได้แก่ ฟรอยด์ (Freud)

4. กลุ่มทฤษฎีรวมร่างกายและจิตใจ (Organismic Theory) กลุ่มทฤษฎีรวมร่างกายและจิตใจศึกษาบุคลิกภาพในลักษณะภาพรวมระหว่างร่างกายและจิตใจ และเชื่อว่าบุคคลมีศักยภาพที่จะพัฒนาไปในทางที่ดี ตัวอย่างนักจิตวิทยาในกลุ่มนี้คือ โรเจอร์ (Rogers) และมาสโลว์ (Maslow)

5. กลุ่มทฤษฎีที่เน้นสิ่งแวดล้อมทางสังคม (Social Determinants) กลุ่มทฤษฎีที่เน้นสิ่งแวดล้อมทางสังคมเชื่อว่า ประสบการณ์ที่บุคคลได้รับจากสิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลโดยตรงต่อบุคลิกภาพของบุคคล ตัวอย่างนักจิตวิทยาในกลุ่มนี้คือ แอดเลอร์ (Adler) ฟรอมม์ (Fromm) และสปริงเกอร์ (Spranger)

จากทฤษฎีเกี่ยวกับบุคลิกภาพทั้ง 5 กลุ่มนั้นสรุปได้ว่า ทุกกลุ่มทฤษฎีต่างก็ให้ความสนใจที่จะอธิบายบุคลิกภาพของบุคคลทั้งสิ้น เพียงแต่มีจุดเน้นที่แตกต่างกันอยู่บ้าง อย่างไรก็ตาม โดยเหตุที่ “ลักษณะการ” อันเป็นคำหลักของชื่อเรื่องการวิจัยเรื่องนี้ เป็นบุคลิกภาพในความหมายที่โน้มเอียงไปในทาง “พฤติกรรมหรือกิริยาอาการ” มากกว่าคำว่า “บุคลิกภาพ” โดยทั่วไป (ซึ่งมีความหมายรวมถึงลักษณะทางรูปธรรมและนามธรรม) ดังนั้น กลุ่มทฤษฎีที่สามารถนำไปใช้อธิบาย “บุคลิกภาพ” ในความหมายที่เป็น “ลักษณะการ” ได้อย่างเหมาะสม จึงเป็นกลุ่มทฤษฎีที่มีความโน้มเอียงในการศึกษาลักษณะทาง “พฤติกรรม” ของบุคคลเป็นสำคัญ กลุ่มทฤษฎีดังกล่าวได้แก่ กลุ่มทฤษฎีการเปลี่ยนแปลง กลุ่มทฤษฎีรวมทางร่างกายและจิตใจ และกลุ่มทฤษฎีที่เน้นสิ่งแวดล้อมทางสังคมนั่นเอง

ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ดังได้กล่าวแล้วว่าในการเสนอเอกสารว่าด้วย “ลักษณะการ” นั้นจะนำเอกสารเกี่ยวกับ “บุคลิกภาพ” มานำเสนอแทนโดยอนุโลม อย่างไรก็ตาม จากการสำรวจเอกสารเกี่ยวกับบุคลิกภาพไม่พบว่ามีเอกสารเกี่ยวกับบุคลิกภาพของนักคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยตรง คงพบแต่เอกสารเกี่ยวกับบุคลิกภาพของนักวิทยาศาสตร์และเอกสารเกี่ยวกับบุคลิกภาพของผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ ดังนั้นในหัวข้อ “ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์” นี้จึงนำเอกสารเกี่ยวกับบุคลิกภาพของนักวิทยาศาสตร์และเอกสารเกี่ยวกับบุคลิกภาพของผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์มาเสนอประกอบกัน

ก. บุคลิกภาพของนักวิทยาศาสตร์

ในส่วนของการศึกษาบุคลิกภาพของนักวิทยาศาสตร์ปรากฏว่า มีนักวิชาการและองค์กรทางวิชาการศึกษาไว้มากพอสมควร ดังจะนำมากล่าวถึงโดยสังเขปดังต่อไปนี้

โร (Roe. 1956 : 459) ได้ศึกษาบุคลิกภาพของนักวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่องเป็นเวลาหลายปี โดยศึกษาจากนักวิทยาศาสตร์หลายสาขา และใช้วิธีการหลายอย่าง เช่น การสัมภาษณ์ การวิเคราะห์แบบรอสชัค (Rorschach's Projective Technique) ในที่สุดได้สรุปว่า นักวิทยาศาสตร์มีลักษณะเด่น 6 ประการ คือ

1. ค้นหาหาประสบการณ์และทำกิจกรรมอยู่เสมอ รักความเป็นอิสระ ต้องการมีอำนาจเหนือผู้อื่นสูง มีความเป็นตัวของตัวเองสูง ชอบการเปลี่ยนแปลง ไม่ชอบปฏิบัติตามสังคม และยึดถือตนเองเป็นศูนย์กลางอย่างมาก
2. มีความพอใจในสิ่งที่มีระบบ ช่างซึ่งในความงามที่เป็นระเบียบ มีความอดทนสูง และชอบคิดแก้ปัญหาด้วยวิธีการของตนเองตามลำพัง
3. มีความสามารถสูงในการฝึกฝนตนเอง ไม่มีความรู้สึกอายที่จะคิดและทำแบบแปลกๆ
4. มีมนุษยสัมพันธ์น้อย ไม่ช่างพูด ไม่ค่อยเข้าสังคม ไม่ชอบการวิจารณ์เรื่องเกี่ยวกับตัวบุคคล และมีความรู้สึกไวเป็นพิเศษเมื่อมีการก้าวร้าวระหว่างบุคคล
5. ชอบคิดและทำงานที่เกี่ยวกับวัตถุสิ่งของมากกว่าบุคคล ไม่สนใจเรื่องส่วนตัวและเรื่องที่ไม่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย
6. ชอบคิดคำนวณเกี่ยวกับภาวะเสี่ยงของธรรมชาติ และไม่เชื่อโชคลาง

วูดเบิร์น และโอเบิร์น (Woodburn and Obourn. 1965 : 31-32) ได้ศึกษาลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ สรุปว่านักวิทยาศาสตร์มีลักษณะที่สำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1. มีความอยากรู้อยากเห็นที่ไม่สิ้นสุด ชอบเสาะแสวงหา ชอบเสี่ยงอันตราย ต้องการสืบค้นในประเด็นต่างๆ ที่ตรงกับความรู้ที่อยากรู้อยากเห็น
2. เป็นอิสระในทางความคิด พยายามพิสูจน์ประเด็นข้อสงสัยต่างๆ และพร้อมที่จะละทิ้งสิ่งที่ไม่สามารถพิสูจน์ได้
3. คิดประดิษฐ์สิ่งต่างๆ มีการจินตนาการสูงและมีความคิดสร้างสรรค์
4. มีสติปัญญาสูง มีความรอบรู้ มีการตัดสินใจที่ถูกต้องและมองการณ์ไกล
5. มีความพยายามสูงมาก

เทอร์แมน (Terman. 1965 : 79-87) ได้ศึกษาความแตกต่างของผู้ที่เป็นนักวิทยาศาสตร์ต่างสาขากัน และรายงานผลไว้ 5 ประเด็นดังนี้

1. กลุ่มที่มีพื้นฐานทางครอบครัวดีเป็นแพทย์กับนักวิจัยทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มปานกลางเป็นนักวิทยาศาสตร์สังคม นักกฎหมาย นักมานุษยวิทยา กลุ่มต่ำเป็นนักวิทยาศาสตร์กายภาพ วิศวกร นักชีววิทยา และกลุ่มงานที่ไม่ต้องทำวิจัย

2. ความสามารถที่เด่นและความสนใจทางวิทยาศาสตร์ในวัยเด็กนำไปสู่การเป็นนักวิทยาศาสตร์มากกว่าการประกอบอาชีพอื่น

3. กลุ่มที่ไม่เป็นนักวิทยาศาสตร์มีการปรับตัวทางสังคมต่ำ

4. นักวิทยาศาสตร์มีความสนใจในอาชีพสูงกว่าพวกไม่ใช่ นักวิทยาศาสตร์

5. นักวิทยาศาสตร์ในสาขาที่แตกต่างกันมีความสำเร็จและความพอใจในอาชีพแตกต่างกันและแตกต่างจากกลุ่มที่ไม่ใช่ นักวิทยาศาสตร์

บาร์รอน (Barron, 1969 : 99) สรุปลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ไว้ 8 แบบดังนี้

แบบที่ 1 ผู้มีลักษณะริเริ่ม(The Initiator) บุคคลประเภทนี้มีการเปลี่ยนแปลงความคิดอย่างรวดเร็ว โดยการเริ่มต้นจากความคิดหนึ่งไปสู่หลายๆความคิด มีการกระตุ้นผู้อื่นและให้เวลากับงานมาก ยึดหลักเกณฑ์โดยไม่คำนึงถึงความจริง และเป็นผู้ร่วมงานที่ดีของกลุ่ม มีความทะเยอทะยาน มีความขยันหมั่นเพียรและเป็นหัวหน้าที่ดี

แบบที่ 2 ผู้มีความจริงจังกับงาน(The Zealot) บุคคลประเภทนี้อุทิศตนให้กับกิจกรรมการวิจัย เป็นนักวิจัยที่ไม่รู้จักเหน็ดเหนื่อย เป็นผู้ที่มีความทะเยอทะยานทางคณิตศาสตร์เป็นพิเศษ เพลิดเพลินกับความอยากรู้อยากเห็น มีความอดทน ตั้งใจจริงและซื่อสัตย์ แต่ไม่ค่อยร่วมงานกับผู้อื่น

แบบที่ 3 นักวินิจฉัย(The Diagnostician) บุคคลประเภทนี้เป็นนักประเมินผลที่ดี สามารถวินิจฉัยจุดบกพร่องและจุดเด่นของโครงการได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ หาทางออกได้อย่างทันทีทันใดในจุดที่ยุงยากของการวิจัย ไม่ชอบหลักการที่เป็นระบบ ไม่มีความลำเอียง มักไม่รุนแรงในความผิดพลาดของผู้อื่น เป็นคนเด็ดเดี่ยวและมั่นใจในตนเอง เป็นคนไม่เห็นแก่ตัวและไม่หลงตัวเอง

แบบที่ 4 ผู้รอบรู้(The Scholar) บุคคลประเภทนี้มีความจำดีเป็นพิเศษ มีความสามารถในการมองเห็นรายละเอียด พร้อมทั้งจะขอความช่วยเหลือเมื่อมีอุปสรรค สามารถปรับความคิดของตนเองได้ เป็นคนซื่อสัตย์ ทำงานได้หลายอย่าง เป็นผู้ที่ไว้วางใจได้

แบบที่ 5 ผู้มีกุศโลบายสูงหรือผู้สร้าง(The Artificer) บุคคลประเภทนี้ให้เวลาอย่างมากกับงานที่ทำ และสนุกสนานกับการได้สนทนากับเพื่อนนักวิจัยหลังจากเลิกงานแล้ว ไม่พยายามทำในสิ่งที่ทำไม่ได้ เป็นคนซื่อสัตย์ ตรงไปตรงมา ช่างสังเกต และร่วมงานกับผู้อื่นได้ดี

แบบที่ 6 ผู้มีสุนทรียะ(The Esthetician) บุคคลประเภทนี้ชอบการคิดแบบวิเคราะห์มากกว่าการคิดแบบอื่น มีความสนใจกว้างขวาง มักใจร้อน เป็นคนฉลาดและคล่องตัว แต่ไว้วางใจไม่ได้ ไม่เอาใจใส่ในหน้าที่

แบบที่ 7 ผู้เชี่ยวชาญในหลักและวิธีการ(The Methodologist) บุคคลประเภทนี้จะสนใจในสิ่งที่เป็นวิธีการและในปัญหาเกี่ยวกับการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ เขาจะเปิดเผยเกี่ยวกับแผนงานในการวิจัย สนุกและชื่นชอบในการคุยถึงสิ่งเหล่านั้นกับคนอื่น มีน้ำใจในการแข่งขัน มีวิจารณ์อย่างมีใจกว้าง มีอารมณ์ที่มั่นคง พร้อมทั้งจะเผชิญหน้ากับปัญหาที่มีความยุ่งยากซับซ้อนและพฤติกรรมที่ก่อให้เกิดความไม่พอใจ

แบบที่ 8 ผู้รักอิสระ(The Independent) บุคคลประเภทนี้มักไม่ชอบการทำงานกลุ่ม ไม่กระตือรือร้นในการทำวิจัย มีความมั่นคงในการตัดสินใจ เชื้อมั่นในตนเอง และไม่มีความวิตกกังวล

เจริญ รัชตภักย์ (2510 : 148) ได้กล่าวไว้ว่า นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้สนใจและอยากรู้อยากเห็น ชอบหาความรู้เพื่อความรู้ มีสติปัญญาดี และควรมีความสามารถสูงในเรื่องการคำนวณ การให้เหตุผลเชิงนามธรรม การให้เหตุผลเชิงสัญลักษณ์ มีความเข้าใจความสัมพันธ์ทางตรรกวิทยาและมีความจำดี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2530 : 3-7) ได้สรุปคุณลักษณะบุคลิกภาพของนักวิทยาศาสตร์ไว้ 7 ด้านดังนี้

1. มีความอยากรู้อยากเห็น
2. มีความใจกว้าง
3. มีความเชื่อมั่นในตนเอง
4. มีความมั่นคงทางอารมณ์
5. มีวินัยในตนเอง
6. มีความรับผิดชอบ
7. มีความขยันหมั่นเพียร

สายพิณ ศรีสุพรรณรัตน์ (2540 : 112-114) ได้วิเคราะห์องค์ประกอบบุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า มีองค์ประกอบ 10 ประการคือ

1. ความมีเหตุผล
2. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
3. ความอดทน
4. ความรอบคอบ
5. ความรับผิดชอบ
6. ความอยากรู้อยากเห็น
7. ความเชื่อมั่นในตนเอง
8. สติปัญญา
9. ความเป็นอิสระ

10. ความมั่นคงทางอารมณ์

ข.) บุคลิกภาพของผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์

เช่นเดียวกับในเรื่องบุคลิกภาพของนักวิทยาศาสตร์ นักวิชาการในแขนงจิตวิทยาได้เสนอเอกสารเกี่ยวกับบุคลิกภาพของผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ไว้มากพอสมควร ดังจะนำเอกสารที่สำคัญมาเสนอดังต่อไปนี้

ไรซ์ (Rice. 1970 : 69) ได้กล่าวถึงบุคลิกภาพของคนที่มีความคิดสร้างสรรค์ไว้ 8 ประการ ดังนี้

1. มีสติปัญญา หรือมีไหวพริบ
2. มีความสามารถในการประยุกต์ และมีความคิดที่ยืดหยุ่น
3. มีการตอบสนองที่แสดงถึงความคิดริเริ่ม
4. มีอิสระในการคิดและการกระทำ
5. สนใจในสิ่งต่างๆ และสามารถผสมผสานสิ่งที่พบเข้ากับความรู้สึกลึกภายใน
6. มีความสามารถในการหยั่งรู้
7. มีความรู้และเข้าใจในคุณค่าของความงาม
8. รู้จักตนเอง มีความเชื่อมั่น และรู้จักใช้กระบวนการคิดที่เป็นที่ยอมรับ

ใจได้

เบอร์นาร์ด (Bernard. 1972 : 302) ได้กล่าวถึงบุคลิกภาพของคนที่มีความคิดสร้างสรรค์ไว้ 9 ประการ ดังนี้

1. พุดหรือแสดงแนวคิดต่างๆ ได้อย่างรวดเร็ว
2. ปรับตัวได้ดีในบรรยากาศที่เป็นอิสระ แต่ไม่ชอบบรรยากาศที่ไม่เป็นอิสระ
3. มีความคิดแบบนอกเนก้นมากกว่าการคิดแบบเอกนัย
4. ชอบคิดแบบโยงสัมพันธ์
- ✓ 5. มีอารมณ์ขันและสนุกสนาน
- ✓ 6. มีความคิดแปลกๆ และกว้างไกล
7. ชอบใช้ความคิดหลายๆทาง
8. มีความคิดเห็นเป็นของตนเอง
9. เป็นคนเปิดเผย

นิพนธ์ จิตภักดี (2523 : 16-17) ได้กล่าวถึงลักษณะของคนที่มีความคิดสร้างสรรค์ไว้ 12 ประการ ดังนี้

1. มีความอยากรู้อยากเห็น เป็นคนตื่นตัวที่จะรับรู้อยู่ตลอดเวลา

2. ชอบทำงานแปลกๆใหม่ๆ
3. พอใจที่จะทำงานที่ยุ่งยากและซับซ้อน
4. มีความสนุกกับการแก้ปัญหา
5. อุทิศเวลาและเสียสละเพื่องาน
6. มีความคิดยืดหยุ่น
7. มีความสนใจ และสนใจเมื่อพบเห็นสิ่งใหม่ๆ
8. มีสมาธิ
9. ยอมรับในสิ่งที่ไม่แน่นอนและในเรื่องที่เป็นข้อขัดแย้งได้
10. ไม่ชอบทำอะไรตามระเบียบหรือกฎเกณฑ์
11. มีอารมณ์ขัน
12. ถ่อมตนและยกย่องผู้อื่น

อัญชลี แจ่มเจริญ และสุกัญญา ธารีวรรณ (2523 : 102) กล่าวถึงบุคลิกภาพของผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ไว้ 13 ประการ ดังนี้

1. มีความอยากรู้อยากเห็น ✓
2. ชอบคิดริเริ่ม ✓
3. มีความสามารถในการติดต่ออย่างกว้างขวาง
4. มีความยืดหยุ่นในการคิดและการกระทำ ✓
5. ชอบแก้ไขเปลี่ยนแปลง
6. ช่างคิด ช่างฝัน
7. มีอุดมการณ์
8. มีอารมณ์ขัน ✓
9. มีความเชื่อมั่นในตนเองและชอบตัดสินใจด้วยตนเอง ✓
10. ไม่ชอบคล้อยตามผู้อื่น ✓
11. ชอบเสี่ยงและผจญภัย ✓
12. ชอบเดา ชอบตั้งสมมติฐาน
13. ทำงานเพื่อความสุขโดยไม่หวังผลตอบแทน ✓

วรารักษ์ รักวิชัย (2525 : 26) ได้สรุปลักษณะของคนที่มีความคิดสร้างสรรค์ไว้ 10 ประการ ดังนี้

1. เป็นคนอยากรู้อยากเห็น มีความสังเกตดี มีปฏิกิริยาโต้ตอบรวดเร็ว
2. มีความสนใจและประหลาดใจในเหตุการณ์หรือสิ่งเร้าใหม่ๆ

3. มีความสามารถในการคิดทั้งทางกว้างและทางลึก และสามารถเรียนรู้สิ่งต่างๆ ได้รวดเร็วและมีความรับรู้ไวต่อปัญหา

4. รู้จักคิดริเริ่มและทำในสิ่งที่แปลกใหม่ เป็นคนช่างคิดช่างฝัน มีอารมณ์ขัน ชอบเดาและชอบทำงานที่ท้าทาย

5. เป็นตัวของตัวเอง มีความเชื่อมั่นในตัวเองสูง

6. ชอบแก้ไขดัดแปลง

7. ชอบอิสระในการคิดและการแสดงออก ไม่ชอบกฎเกณฑ์

8. ไม่ชอบแสดงความวิตกกังวลต่อความล้มเหลวหรือความสำเร็จจนมากเกินไปและไม่เคร่งเครียด

9. ชอบวิพากษ์วิจารณ์ เป็นผู้กล้า และมีความสามารถในการจูงใจคน

10. ทำงานด้วยความพอใจโดยไม่หวังผลตอบแทนหรือคำยกย่องจากคนอื่น

ยุพา วีระไวทยะ และเบญจมาศ กาญจนวิโรจน์ (2531 : 27) ได้กล่าวถึงบุคลิกภาพของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ไว้ 10 ประการ ดังนี้

1. เป็นตัวของตัวเอง มีความคิดอิสระ ไม่ชอบหรือไม่คล้อยตามความคิดของผู้อื่นง่ายๆ กล้าแสดงออกทั้งท่าทางและความคิดเห็น ถือตัวเองเป็นศูนย์กลาง

2. รักความก้าวหน้า ตั้งใจทำงาน อุทิศเวลา และมีความบากบั่นต่อความสลับซับซ้อนของงาน และทำงานประสบความสำเร็จ และชอบเสี่ยง

3. มีความอยากรู้อยากเห็น กระตือรือร้น ขยันหมั่นเพียร มีแรงจูงใจสูง

4. ไวต่อปัญหา รับรู้เร็วและง่าย เป็นผู้มองเห็นการณ์ไกล แยกแยะความคิดได้หลายแง่หลายมุม ทำให้สามารถใช้ความคิดในการแก้ปัญหาได้อย่างคล่องแคล่ว มีความคิดยืดหยุ่นพร้อมที่จะเปลี่ยนแปลงความคิดหรือวิธีการใหม่ได้รวดเร็ว

5. ช่างสงสัย และชอบคิดหาคำตอบ ชอบคำถามที่ท้าทายและแปลก

6. มีความสามารถในการใช้สมาธิ มีความสามารถในการพินิจพิเคราะห์อย่างถี่ถ้วน

7. มีความคิดริเริ่ม ชอบเผชิญกับปัญหาใหม่และสลับซับซ้อน

8. ยอมรับในสิ่งที่ไม่แน่นอน และสิ่งที่เป็นข้อขัดแย้ง อดทนต่อสิ่งที่ยังไม่แน่ชัด ไม่ขาดกำลังใจต่อสิ่งที่ยังไม่ทราบ แต่จะรู้สึกพึงพอใจและตื่นเต้นที่จะเผชิญกับสิ่งเหล่านั้น

9. มีความอดทนต่อความไม่เป็นระเบียบ หรือจะแสดงออกว่าไม่ชอบระเบียบกฎเกณฑ์ ไม่มีความสม่ำเสมอ และไม่ชอบถูกบังคับ

10. มีอารมณ์ขัน ชอบคิดเล่นไปเรื่อยๆ มีจินตนาการ

อารี รังสินันท์ (2532 : 61) ได้กล่าวถึงลักษณะของผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ไว้ 11 ประการ ดังนี้

1. อยากรู้ อยากเห็น มีความกระหายใคร่รู้อยู่เป็นนิจ
2. ชอบเสาะแสวงหา สำรวจ ศึกษา ค้นคว้า ทดลอง
3. ช่างสงสัย เป็นเด็กที่มีความรู้สึกแปลกประหลาดใจในสิ่งที่พบเห็นเสมอ
4. ชอบซักถาม และตั้งคำถามแปลกๆ
5. ช่างสังเกต มองเห็นลักษณะที่แปลกผิดปกติ หรือช่องว่างที่ขาดหายไป
6. ชอบแสดงออกมากกว่าจะเก็บกด ถ้าสงสัยสิ่งใดก็จะซักถามหรือพยายาม

หาคำตอบโดยเร็ว

7. มีอารมณ์ขัน มองสิ่งต่างๆ ในแง่มุมที่แปลก และสร้างอารมณ์ขันอยู่เสมอ
8. มีสมาธิในสิ่งที่ตนสนใจ
9. สนุกสนานกับการใช้ความคิด
10. สนใจสิ่งต่างๆ อย่างกว้างขวาง
11. มีความเป็นตัวของตัวเอง

จากเอกสารเกี่ยวกับบุคลิกภาพของนักวิทยาศาสตร์และบุคลิกภาพของผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ดั่งนำเสนอข้างต้น ผู้วิจัยและคณะซึ่งประกอบด้วยนิสิตระดับบัณฑิตศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้ร่วมกันสังเคราะห์ “ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์” ขึ้นโดยเน้นเฉพาะส่วนที่เป็น “กิริยาท่าทางและการแสดงออก” ตามที่นิยามไว้ในความหมายของ “ลักษณะการ” เป็นสำคัญ ผลของการสังเคราะห์สามารถสรุปเป็น “ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์” ได้ 7 ด้านคือ

1. ความอยากรู้อยากเห็น
2. ความไวต่อปัญหา
3. ความคิดแหวกแนว
4. ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด
5. ชอบการเปลี่ยนแปลง
6. ทำงานเพื่อความพอใจ
7. มีอารมณ์ขัน

ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้จะนำลักษณะการทั้ง 7 ด้านนั้นมาศึกษาในประเด็นต่างๆ ตามที่กำหนดไว้ในความมุ่งหมายของการวิจัยต่อไป ทั้งนี้ในประเด็นแรกซึ่งศึกษาความสัมพันธ์ภายในระหว่างลักษณะการต่างๆ ได้ตั้งสมมติฐานไว้ว่า “ลักษณะการแต่ละคู่มีความสัมพันธ์แบบคล้ายตามกัน” ทั้งนี้เพราะ เอกสารที่นำเสนอในตอนต้นล้วนบ่งชี้อย่างสอดคล้องกันว่า ลักษณะการเหล่านั้นเป็นลักษณะการของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกันทั้งสิ้น

บ่อเกิดของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ตามแนวการศึกษาคือชีวิต

โดยอาศัยมโนทัศน์ว่าด้วย “การศึกษาคือชีวิต” เป็นแนวทางในการพิจารณา ย่อมกล่าวได้ว่า “ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์” คือคุณลักษณะและคุณสมบัติบางประการที่เกิดขึ้นในบุคคลสืบเนื่องจากประสบการณ์การเรียนรู้โดยภาพรวมของบุคคลนั้นๆนั่นเอง ประสบการณ์การเรียนรู้โดยนัยดังกล่าวอาจเป็นประสบการณ์ที่ได้รับจากการศึกษาประเภทเป็นแบบแผน (Formal education) ไม่มีแบบแผน (Non-formal education) หรือไม่เป็นแบบแผน (Informal education) ก็ได้* ประสบการณ์การเรียนรู้ดังกล่าวมีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมทางการเรียนซึ่งมีผลต่อการเรียนรู้ของมนุษย์ทั้งโดยทางตรงและทางอ้อม ทั้งที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม สิ่งแวดล้อมที่เป็นรูปธรรม ได้แก่ สภาพต่างๆที่มนุษย์ทำขึ้น ส่วนสิ่งแวดล้อมที่เป็นนามธรรมหรือสิ่งแวดล้อมด้านจิตวิทยา ได้แก่ ระบบคุณค่าที่ยึดถือซึ่งเป็นส่วนสำคัญของวัฒนธรรม สิ่งแวดล้อมดังกล่าวมีความสำคัญต่อการเรียนรู้ของนักเรียนมาก ไม่ว่าจะอยู่ที่บ้านหรือในโรงเรียน พ่อแม่ ครูอาจารย์จึงควรให้ความสนใจเป็นอย่างยิ่ง เพราะสิ่งเหล่านี้จะเป็นตัวกำหนดพฤติกรรมของนักเรียนแต่ละคน ดังนั้น พ่อแม่ ครูอาจารย์ จึงควรทำความเข้าใจและจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียนให้เอื้ออำนวยต่อการเรียนของนักเรียน อันจะมีผลให้การเรียนรู้ของนักเรียนดียิ่งขึ้น (อรพินธุ์ ประสิทธิ์รัตน์. 2533 : 8) อย่างไรก็ตาม ในอรรถาธิบายเรื่อง “การศึกษาเพื่อการดำเนินชีวิต” นักการศึกษาบางท่าน

-
- * 1. การศึกษาประเภทเป็นแบบแผน (Formal education) หมายถึง การศึกษาที่ผู้ใหญ่หรือสังคมได้จัดขึ้นตามหลักการบางอย่าง ซึ่งอาจจะเป็นไปตามระยะเวลา (เช่นจากชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตลอดจนถึงระดับมหาวิทยาลัย) หรือประเภทของประสบการณ์ หรือความรู้ที่จัดเสนอให้แก่ผู้เรียน (เช่นจัดเป็นวิชาประเภทวิชาความรู้หรือวิชาชีพ) และโดยปกติก็ย่อมจะกำหนดเวลา หลักสูตร ประสบการณ์ที่จัดให้ และสถานที่ที่จะให้การศึกษาไว้โดยแนชัดและค่อนข้างจะตายตัว
2. การศึกษาประเภทไม่มีแบบแผน (Non-formal education) หมายถึง กิจกรรมต่างๆที่ได้จัดขึ้นภายนอกขอบข่ายของระบบการศึกษาประเภทมีแบบแผนในโรงเรียนหรือมหาวิทยาลัย ด้วยจุดมุ่งหมายที่จะแพร่ความคิด, ความรู้, ทักษะ, เจตคติ (Attitude) ตลอดจนวิธีการปฏิบัติอย่างหนึ่งอย่างใดที่ได้กำหนดไว้แล้วโดยเฉพาะสิ่งเฉพาะอย่าง
3. การศึกษาประเภทไม่เป็นแบบแผน (Informal education) หมายถึง ขบวนการที่เกิดขึ้นตลอดชีวิตในอันที่มนุษย์จะได้มาซึ่งเจตคติ (Attitude), ค่านิยม, ทักษะ, ตลอดจนทั้งความรู้จากประสบการณ์ที่ได้รับในชีวิต และอิทธิพลทางการศึกษาและแหล่งความรู้จากสิ่งแวดล้อม เช่น จากครอบครัว, จากเพื่อนบ้าน, จากการทำงาน, จากการเล่น หรือสถานที่ทั่วไป รวมทั้งห้วงสมุคและสื่อมวลชนด้วย (พนัส หัสนาสินทร์. 2528 : 5-6)

เช่น พณีส หันนาคินท์ (2528 : 3-6) ได้ให้ความสำคัญแก่ประสบการณ์ที่ได้รับจากการศึกษาประเภทไม่เป็นแบบแผนไว้เป็นพิเศษด้วยคำกล่าวที่ว่า “ตลอดชีวิตของคนเราได้รับการศึกษาแบบนี้เป็นส่วนใหญ่” เสริมด้วยคำอธิบายที่ว่า “การศึกษาประเภทไม่เป็นแบบแผนย่อมจะมีอยู่ทุกระยะของชีวิตมนุษย์ แม้ในปัจจุบันเราอาจจะได้รับการศึกษาโดยการทำตามแบบอย่างผู้ใหญ่หรือเพื่อน ในบางครั้งก็โดยไม่ได้ตั้งใจที่จะรับการศึกษาโดยตรงเช่นนั้น แต่ก็ได้รับความรู้หรือประสบการณ์มาโดยไม่รู้ตัว และจะเกิดขึ้นเรื่อยๆ ไปตลอดชีวิตของเรา” ในเอกสารเดียวกันนักการศึกษาท่านนี้ได้สรุปความสัมพันธ์ระหว่าง “ผู้ใหญ่” กับ “ผู้เยาว์” ในการถ่ายทอดประสบการณ์ชีวิตและประสบการณ์ทางการศึกษาไว้ด้วย ดังข้อความต่อไปนี้

1. ในระยะแรกของชีวิตที่เราเรียกว่าภาวะผู้เยาว์นั้น ผู้ใหญ่มักจะทำหน้าที่เป็นผู้คุ้มครองปกป้องภัยอันตรายต่างๆที่จะมีให้ ทั้งนี้ก็เพื่อให้ผู้เยาว์ได้เจริญเติบโตขึ้น ประกอบกับกำลังกายและความเฉลียวฉลาดของผู้เยาว์ยังอยู่ในระดับต่ำ จึงเป็นภาระหน้าที่ของผู้ใหญ่ที่จะต้องเลี้ยงดูทะนุถนอมและปกป้องรักษาให้ผู้เยาว์เจริญขึ้น เพื่อจะได้สามารถครองตนอยู่ในโลกได้ต่อไป

2. ในระยะต่อมา เมื่อผู้เยาว์สามารถที่จะเรียนรู้เรื่องราวต่างๆได้แล้ว ผู้ใหญ่ก็จะอบรม, ฝึกฝน, และสั่งสอนให้ผู้เยาว์รู้จักวิธีการที่จะปฏิบัติตนเพื่อหลีกเลี่ยงหรือทำลายภัยอันตรายต่างๆที่อาจจะประสบแก่ตัวผู้เยาว์เอง รวมทั้งการอบรมฝึกฝนให้รู้จักการหาแหล่งชีพด้วยตนเองในวาระที่ผู้เยาว์มีความเป็นอิสระแก่ตัวเอง เช่น เมื่อบรรลุถึงความเป็นผู้ใหญ่ หรือเมื่อผู้ใหญ่หมดโอกาสที่จะให้การเลี้ยงดูต่อไปได้ด้วย

3. ประสบการณ์ที่ผู้ใหญ่นำมาใช้อบรม, ฝึกฝน, และสั่งสอนผู้เยาว์นั้น มีทั้งประสบการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตของตนเอง รวมกับประสบการณ์ที่ผู้ใหญ่เคยได้รับการอบรม, ฝึกฝน และสั่งสอนมาจากบรรพบุรุษที่ได้เลือกสรรไว้แต่สิ่งที่มีประโยชน์ มีคุณค่าต่อการดำรงชีวิต แล้วถ่ายทอดกันตลอดมาโดยไม่ขาดสาย

4. ความสามารถของมนุษย์ที่จะเข้าใจและทรงจำเรื่องราวหรือประสบการณ์ที่เคยพบมา รวมทั้งที่ได้รับมาจากบรรพบุรุษแล้วถ่ายทอดให้แก่ผู้เยาว์รุ่นหลังได้นี้ เป็นคุณสมบัติที่สำคัญของมนุษย์ หากมนุษย์ไม่มีคุณสมบัติดังกล่าว การดำรงชีวิตของมนุษย์ย่อมจะต้องอาศัยวิธีการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าอยู่ตลอดไป อาจมีบางกรณี que การแก้ปัญหาต่างๆเป็นไปได้อย่างราบรื่นบ้างเอิญซึ่งอาจจะไม่เกิดขึ้นอีกก็ได้ หรือเกิดจากการลองผิดลองถูกของมนุษย์ ถ้าหากว่ามนุษย์ไม่สามารถถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจให้แก่ผู้เยาว์หรือให้แก่กันได้แล้ว ชีวิตมนุษย์ก็จะต้องเริ่มต้นจากจุดศูนย์อยู่เสมอไป ดังนั้น ความเจริญของมนุษยชาติก็จะมีขึ้นไม่ได้

จากเอกสารที่นำเสนอในส่วนนี้รวมความได้ว่า ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ย่อมมีบ่อเกิดจากประสบการณ์ที่บุคคลได้รับการศึกษา 3 ประเภทประกอบกัน กล่าวคือ จากการศึกษาที่เป็นแบบแผน ที่ไม่มีแบบแผน และที่ไม่เป็นแบบแผน โดยมี “บุคคล” ผู้เป็นผู้เยาว์หรือผู้เรียนเป็น “ฐาน” ของการเรียนรู้ และมี “ผู้ใหญ่” และสภาพการณ์แวดล้อมเป็นปัจจัยส่งเสริม สนับสนุน

สนุน หรือกระตุ้นเร้า อย่างไรก็ตาม ในส่วนการศึกษาทั้งที่เป็นแบบแผน ที่ไม่มีแบบแผน และที่ไม่เป็นแบบแผนนั้น หากพิจารณาในแง่ของสถานที่ที่เป็นเวทีแห่งการเรียนรู้ของผู้เรียน กล่าวได้ว่า บ้านเป็นเวทีสำคัญของการเรียนรู้ที่ไม่มีแบบแผนและไม่เป็นแบบแผน ในขณะที่โรงเรียนเป็นเวทีการเรียนรู้ที่มีแบบแผนเป็นหลักโดยอาจมีการศึกษาที่ไม่มีแบบแผน และไม่เป็นแบบแผนผสมผสานอยู่ด้วย ตามทัศนะที่ใช้เวทีแห่งการเรียนรู้ที่จำแนกเป็นบ้านและโรงเรียนนี้ มีเอกสารที่กล่าวถึงความสำคัญของเวทีแห่งการเรียนรู้ทั้งสองที่มีต่อผู้เรียนอยู่ด้วยเช่นกัน ดังจะได้แยกกล่าวดังต่อไปนี้

1. สิ่งแวดล้อมทางบ้าน

อรพินทร์ ชูชม (2522 : 18-19) กล่าวว่าไว้ว่า สภาพแวดล้อมทางบ้านมีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ของเด็ก เด็กจะพร้อมในการเรียนถ้าบ้านมีบรรยากาศส่งเสริมให้น่าเรียน คือ มีความเข้าใจดีต่อกัน มีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด และไม่สร้างความหวาดวิตกกังวลให้เด็กกับอารมณ์ของเด็ก ในขณะที่บลูม (Bloom. 1976 : 8) กล่าวว่า ชีวิตในวัยเด็กเมื่อแรกเริ่มจะอยู่ในบ้านมากกว่าโรงเรียน พัฒนาการในด้านต่างๆของเด็กจึงขึ้นกับสภาพแวดล้อมในบ้านเป็นสำคัญ นอกจากนี้เฟรเซอร์ (Fraser. 1962) ได้ตั้งข้อสังเกตไว้ว่า การเรียนการสอนในโรงเรียนจะเป็นไปได้ด้วยดีถ้าสิ่งที่สอนนั้นไม่ขัดกับสิ่งที่ทางบ้านได้สอนไว้

ในส่วนของการวิจัยเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมทางบ้านกับผลการเรียนของเด็กได้มีผู้ศึกษาอยู่บ้าง กล่าวคือ เดวี (Dave. 1978 : 41) ได้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบสิ่งแวดล้อมภายในบ้าน 6 ประการกับผลการเรียนของนักเรียน (ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4) พบว่า มีองค์ประกอบ 6 ประการที่มีความสัมพันธ์สูงกับผลการเรียนคือ 1) รูปแบบของภาษา(Language Model) 2) บรรยากาศทางปัญญา (Intellectuallity) 3) การแนะนำในด้านการเรียน (Academic Guidance) 4) แรงกระตุ้นเพื่อความสำเร็จ (Achievement Press) 5) กิจกรรมภายในบ้าน (Activity in the home) และ 6) ลักษณะนิสัยในการทำงาน (Work Habits) ในงานของเดวี (Dave) นั้น ได้ชี้ให้เห็นว่าแม้พ่อแม่จะมีระดับการศึกษาและฐานะทางสังคมต่ำ ก็สามารถจัดสิ่งแวดล้อมในบ้านให้เป็นสิ่งแวดล้อมที่ดีต่อการเรียนรู้ของนักเรียนได้ ซึ่งสอดคล้องกับวูล์ฟ (Wolf. 1964) ที่พบว่า ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมภายในบ้านกับสติปัญญาของนักเรียนสูงกว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะทั่วไปของพ่อแม่กับสติปัญญาของเด็ก นอกจากนี้บลูม (Bloom. 1976 : 22) พบว่า มีตัวแปรเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมทางบ้าน 5 ตัวแปรที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน คือ 1) ลักษณะนิสัยการทำงานภายในบ้าน (Work habits of the family) 2) การแนะแนวและให้ความสนับสนุนทางด้านวิชาการ (Academic guidnace and support) 3) สิ่งเร้าภายใน (Stimulation in the home) 4) พัฒนาการทางด้านภาษา (Language development) และ 5) การเปิดโอกาสและความคาดหวังด้านการศึกษา (Academic aspirations and expectations)

2. สิ่งแวดล้อมทางโรงเรียน

ละเมียด ลิ้มอักษร (2519 : 23-24) กล่าวไว้ว่า โรงเรียนเป็นสิ่งแวดล้อมที่สำคัญที่สุด เพราะเป็นสถานที่ที่เด็กจะได้รับประสบการณ์ต่างๆอย่างหลากหลาย เช่น การติดต่อสมาคมกับครูและเพื่อนนักเรียน การอ่านหนังสือกับห้องสมุด การชมภาพยนตร์ โทรทัศน์และฟังวิทยุที่ครูจัดขึ้นซึ่งล้วนแต่เป็นประโยชน์แก่การศึกษาทั้งสิ้น นอกจากนี้ วิรัช วรรณรัตนา (2523 : 21-23) ได้กล่าวว่า โรงเรียนมีอิทธิพลต่อบุคลิกภาพของนักเรียนเป็นอันดับ 2 รองจากทางบ้าน ในขณะที่อุรี ลิ้มพิสุทธิ์(2526 : 59-65) พบว่า ตัวพยากรณ์ที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรียงตามลำดับได้ดังนี้ 1) ขนาดของโรงเรียน 2) การเข้าแข่งขันตอบปัญหาทางคณิตศาสตร์ 3) การสอนซ่อมวิชาคณิตศาสตร์ 4) เจตคติของนักเรียนต่อวิชาคณิตศาสตร์ 5) การทำอุปกรณ์การเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ในขณะที่เพ็ญ จรูญธรรมพินิจ (2532) ซึ่งศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่า ตัวแปรด้านลักษณะของนักเรียนมีอิทธิพลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มากที่สุด รองลงไป ได้แก่ ลักษณะของครู ส่วนสภาพแวดล้อมภายในครอบครัวไม่มีอิทธิพลทางตรง แต่มีอิทธิพลทางอ้อมเพียงเล็กน้อยต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ทั้งนี้ในบรรดาประสบการณ์ทางการศึกษาทั้ง 3 ประเภท ประสบการณ์จากการศึกษาประเภทไม่เป็นแบบแผนเป็นประสบการณ์ที่มีความสำคัญสูงกว่าประสบการณ์จากการศึกษาประเภทเป็นแบบแผนและประเภทไม่มีแบบแผน

บ่อเกิดของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ตามแนวพุทธธรรม

ตามฐานคติทางพุทธธรรมกล่าวได้ว่า บุคคลจะบรรลุธรรม (หรือมีคุณสมบัติและคุณลักษณะที่พึงประสงค์) ได้ต้องอาศัยองค์ประกอบ 2 ส่วนคือ องค์ประกอบภายใน และองค์ประกอบภายนอก หรือ “โยนิโสมนสิการ” และ “ปรโตโฆสะ”^{*} ตามลำดับ ทั้งนี้ดังพุทธพจน์ที่ว่า “ภิกษุทั้งหลาย ปัจจัยเพื่อความเกิดขึ้นแห่งสัมมาทิฐิผู้มี 2 ประการคือ ปรโตโฆสะ และ โยนิโสมนสิการ” (พระราชนิพนธ์(ประยุทธ์ ปยุตฺโต). 2529 : 621) ตลอดจนคำกล่าวที่ว่า “การศึกษาอาศัยปรโตโฆสะ ซึ่งมีคตินี้ว่า คนเป็นไปตามสภาพแวดล้อมที่ปรุ้งป็น และโยนิโสมนสิการ ซึ่งมีคตินี้ย้อนกลับว่า ถ้าเป็นคนรู้จักคิด แม้แต่ฟังคนบ้าคนเมาพูดก็อาจสำเร็จเป็นพระอรหันต์” (พระราชนิพนธ์(ประยุทธ์ ปยุตฺโต). 2529 : 924) และ “ปรโตโฆสะที่ดีช่วยหนุนเสริมโยนิโสมนสิการ มนุษย์ปุถุชนที่เป็นเวไนยคือไม่ถึงกับเป็นอัจฉริยะที่จะเริ่มโยนิโสมนสิการขึ้นลำพังตนเอง และไม่ใช้พรหมะที่ไม่อาจคิดเองได้ ก็จะสามารถก้าวไปในกระบวนการศึกษาและการปฏิบัติธรรมที่ถูกต้อง” (พระราชนิพนธ์(ประยุทธ์ ปยุตฺโต). 2529 : 645)

ในส่วนของ “โยนิโสมนสิการ” ซึ่งมีขอบเขตครอบคลุมตั้งแต่การคิดนี้อยู่ในแนวทางของศีลธรรม การคิดตามหลักของความจริงและหลักความจริงต่างๆที่ตนได้ศึกษาหรือรับการอบรมสั่งสอนมา มีความรู้ความเข้าใจอยู่แล้ว เช่น คิดในทางที่จะเป็นมิตร คิดรักคิดปรารภณานิคมเมตตา คิดในทางที่จะให้หรือช่วยเหลือเกื้อกูล คิดในทางที่จะเข้มแข็ง ทำการจริงจังไม่ย่อท้อ เป็นต้น ซึ่งไม่ต้องใช้ปัญญาลึกซึ้งอะไร ตลอดจนไปจนถึงการคิดแยกแยะองค์ประกอบและสืบสาวหา

* โยนิโสมนสิการ ประกอบด้วย โยนิโส กับ มนสิการ โยนิโส มาจาก โยนิ แปลว่า เหตุ คืบเค้า แหล่งเกิด ปัญญา อุบาย วิธี ทาง ส่วน มนสิการ แปลว่า การทำในใจ การคิด คำนึง นึกถึง ใส่ใจ พิจารณา เมื่อรวมเข้าเป็นโยนิโสมนสิการ แปลว่า การทำในใจโดยแยบคาย (พระราชนิพนธ์(ประยุทธ์ ปยุตฺโต). 2529 : 669-670) ซึ่งหมายถึง การใช้ความคิดถูกวิธี ความรู้จักคิด คิดเป็น หรือคิดอย่างมีระเบียบ หมายถึง การรู้จักมอง รู้จักพิจารณาสิ่งทั้งหลาย โดยมองตามที่ตั้งนั้นๆหรือปัญหานั้นๆออก ให้เห็นตามสภาวะ และตามความสัมพันธ์สืบทอดแห่งเหตุปัจจัย โดยไม่เอาความรู้สึกด้วยคตินหาอุปาทานของคนเข้าจับ (พระราชนิพนธ์(ประยุทธ์ ปยุตฺโต). 2529 : 621)

ปรโตโฆสะ คือ เสียดจากผู้อื่น การกระตุ้นหรือชักจูงจากภายนอก เช่น การสั่งสอน แนะนำ การถ่ายทอด การโฆษณา คำบอกเล่า ข่าวสาร ข้อเขียน คำชี้แจง อธิบาย การเรียนรู้จากผู้อื่น ในที่นี้หมายถึงเฉพาะส่วนที่ฟังถูกต้อง เฉพาะอย่างยิ่งการรับฟังธรรม ความรู้ หรือคำแนะนำจากบุคคลที่เป็นกัลยาณมิตร (พระราชนิพนธ์(ประยุทธ์ ปยุตฺโต). 2529 : 621)

เหตุปัจจัยที่ต้องใช้ปัญญาละเอียดประณีต (พระราชวรมนี(ประยูรย์ ปยุตโต). 2529 : 673) นั้นสามารถจำแนกตามหน้าที่ได้เป็น 2 ประเภท คือ โยนิโสมนสิการแบบปลูกปัญญา และโยนิโสมนสิการแบบสร้างเสริมคุณภาพจิต โยนิโสมนสิการทั้ง 2 ประเภททำหน้าที่แตกต่างกันคือ

โยนิโสมนสิการแบบปลูกปัญญา มุ่งให้เกิดความรู้แจ้งตามสภาวะ เป็นฝ่ายวิปัสสนา มีลักษณะเป็นการส่องสว่างทำลายความมืด ให้ผลไม่จำกัดกาล ส่วนโยนิโสมนสิการแบบสร้างเสริมคุณภาพจิต มุ่งปลูกเร้ากุศลธรรมอื่นๆ เน้นที่การสกัดหรือข่มค้นหา เป็นฝ่ายสมถะ มีลักษณะเป็นการเสริมสร้างพลังหรือปริมาณฝ่ายดีขึ้นมากดข่มทับหรือบังฝ่ายชั่วไว้ ให้ผลขึ้นกับกาลชั่วคราว (พระราชวรมนี(ประยูรย์ ปยุตโต). 2529 : 726-727)

ในกระบวนการทางการศึกษา โยนิโสมนสิการ ทำหน้าที่เป็น “ต้นเหตุ” มิใช่เป็น “ผล” ข้อความดังกล่าวนี้อนุมานจากคำอธิบายที่ว่า “โยนิโสมนสิการ ไม่ใช่ตัวปัญญาเอง แต่เป็นปัจจัยให้เกิดปัญญา คือให้เกิดสัมมาทิฐิมนสิการมีลักษณะค้ำึงพิจารณา ส่วนปัญญามีลักษณะตัดขาด มนสิการรวบจับความคิดมาเสนอทำให้ปัญญาทำงานกำจัดกิเลสได้ เหมือนมือซ้ายรวบจับเอารวงข้าวไว้ ให้มือขวาที่ถือเกี่ยวเกี่ยวตัดได้สำเร็จ” (พระราชวรมนี(ประยูรย์ ปยุตโต). 2529 : 672)

ด้วยเหตุที่โยนิโสมนสิการเป็นปัจจัยหลัก 1 ใน 2 ปัจจัย จึงนับว่ามีความสำคัญมากต่อกระบวนการทางการศึกษา กล่าวคือ “เป็นฐานหลัก” ของการก่อเกิดลักษณะอันพึงประสงค์ทั้งปวงของมนุษย์ เกี่ยวกับความสำคัญของโยนิโสมนสิการนี้มีพุทธพจน์หลายตอนกล่าวสรรเสริญไว้ เช่น “ ภิกษุทั้งหลาย ธรรมทั้งหลายเหล่านั้นเหล่าใดก็ตาม ที่เป็นกุศลอยู่ในภาคกุศล อยู่ในฝ่ายกุศล ธรรมเหล่านั้นทั้งหมดมีโยนิโสมนสิการเป็นมูลราก ประชุมลงในโยนิโสมนสิการ โยนิโสมนสิการ เรียกว่า เป็นยอดของธรรมเหล่านั้น” “เราไม่เห็นธรรมอื่นแม้สักอย่าง ที่เป็นไปเพื่อประโยชน์ยิ่งใหญ่ ที่เป็นไปเพื่อความดำรงมั่นไม่เสื่อมสูญ ไม่อันตรายแห่งสัทธรรม เหมือนโยนิโสมนสิการเลย” “โดยกำหนดว่าเป็นองค์ประกอบภายใน เราไม่เล็งเห็นองค์ประกอบอื่นแม้สักข้อหนึ่งที่เป็นไปเพื่อประโยชน์ยิ่งใหญ่ เหมือนโยนิโสมนสิการเลย” (พระราชวรมนี (ประยูรย์ ปยุตโต). 2529 : 668)

โยนิโสมนสิการตามแนววิทยาศาสตร์ศึกษา

ตามแนวพุทธธรรม พระราชวรมนี (ประยูรย์ ปยุตโต) ได้กล่าวถึงการนำเอาโยนิโสมนสิการมาใช้ในทางปฏิบัติหรือเรียกได้อีกอย่างหนึ่งว่า โยนิโสมนสิการที่เป็นภาคปฏิบัติการ ไว้ 10 แบบคือ (พระราชวรมนี (ประยูรย์ ปยุตโต). 2529 : 675-708)

1. วิธีคิดแบบสืบสาวเหตุปัจจัย
2. วิธีคิดแบบแยกแยะส่วนประกอบ

3. วิธีคิดแบบสามัญลักษณ์ (รู้เท่าทันธรรมดา)
4. วิธีคิดแบบอริยสัจจ์หรือคิดแบบแก้ปัญหา
5. วิธีคิดแบบอรรถธรรมสัมพันธ์ (หลักการกับความมุ่งหมาย)
6. วิธีคิดแบบคุณโทษและทางออก
7. วิธีคิดแบบคุณค่าแท้-คุณค่าเทียม
8. วิธีคิดแบบอุปายปลูกเร้าคุณธรรม
9. วิธีคิดแบบเป็นอยู่ในขณะปัจจุบัน
10. วิธีคิดแบบวิภาษวาท

ตามทัศนะของผู้วิจัย โยนิโสมนสิการที่เป็นภาคปฏิบัติการ 10 แบบข้างต้น นับเป็นหลักปฏิบัติมูลฐานทั่วไป ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ต่อกรณีเฉพาะต่างๆ ได้โดยไม่มีข้อจำกัดอย่างใดก็ตาม ในทางวิทยาศาสตร์ศึกษาโดยเฉพาะอย่างยิ่งวิทยาศาสตร์ศึกษาในส่วนที่มีเป้าประสงค์เพื่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กล่าวได้ว่า การนำหลักปฏิบัติมูลฐานดังกล่าวไปใช้ประยุกต์อาจไม่ชัดเจนมากนัก แต่ก็อยู่ในวิสัยที่จะอนุมานได้โดยปริวรรต หรือปรับเข้ากับแนวความคิดว่าด้วยบุคลิกภาพของนักวิทยาศาสตร์และของผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ที่นักวิชาการต่างๆ ได้เสนอไว้ ดังได้นำมากล่าวถึงก่อนหน้านี้แล้ว คือ โร (Roe. 1956 : 459) วูดเบิร์น และโอเบิร์น (Woodburn and Obourn. 1965 : 31-32) เทอร์แมน (Terman. 1965 : 79-87) บารอน (Barron. 1969 : 99) เจริญ รัชตภาค (2510 : 148) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2530 : 3-7) สายพิน ศรีสุพรรณรัตน์ (2540 : 112-114) ไรซ์ (Rice. 1970 : 69) นิพนธ์ จิตภักดี (2523 : 16-17) อัญชลี แจ่มเจริญ และสุกัญญา ธารีวรรณ (2523 : 102) วราภรณ์ รักวิจัย (2525 : 26) ยุพา วีระไวยะ และเบญจมาศ กาญจนวิโรจน์ (2531 : 27) และ อารี รังสินันท์ (2532 : 61)

นอกจากจะปริวรรตโยนิโสมนสิการเข้ากับแนวความคิดว่าด้วยบุคลิกภาพของนักวิทยาศาสตร์และของผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์แล้ว ยังอาจปริวรรตเข้ากับ “ลักษณะของนักเรียนที่เป็นนักคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์” ตามทัศนะของนักเรียนโครงการ พสวท. ชายและหญิง (ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ และสรรฤดี หันสนธิยะ. 2539) ดังต่อไปนี้ได้อีกด้วย

ก. ลักษณะของนักเรียนที่เป็นนักคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ตามทัศนะของนักเรียนโครงการ พสวท. เพศชาย

1. มีความเชื่อมั่นในตนเองในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
2. พิจารณาปัญหาที่เกิดขึ้นแล้วแก้ไข
3. ปฏิบัติในสิ่งที่ตนสนใจและพึงพอใจแต่ไม่เกิดโทษต่อผู้อื่น
4. ฝึกการฝึกทักษะในด้านต่างๆ
5. รักการอ่าน ชอบค้นคว้าหาความรู้

6. เมื่อเกิดปัญหาจะปรึกษาผู้ปกครองหรือบุคคลอื่นที่เป็นผู้รู้
7. เข้าร่วมกิจกรรมที่ส่งเสริมเยาวชน
8. แก้ปัญหาอย่างมีหลักการและเหตุผล
9. ชอบทดลอง
10. รู้จักใช้เหตุผลในการพิจารณาเรื่องต่างๆ
11. ฝึกเป็นคนช่างสังเกต รู้จักแก้ปัญหา
12. มีความพยายามไม่ย่อท้อต่ออุปสรรค
13. มีความกระตือรือร้นต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสมัยใหม่
14. ฝึกใช้ความคิดมากกว่าการท่องจำ
15. เป็นคนเพื่องาน
16. ฝึกคิดในการมองปัญหาในหลายแนวทาง
17. เปิดใจกว้าง ยอมรับปัญหาต่างๆ

ข. ลักษณะของนักเรียนที่เป็นนักคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ตามทัศนะของนักเรียน

โครงการ พสวท. เพศหญิง

1. มีความกระตือรือร้นที่จะศึกษาหาความรู้อยู่เสมอ
2. ฝึกฝนการใช้ความคิดของตนเองตลอดเวลา
3. เมื่อสนใจสิ่งที่เป็นประโยชน์จะทำการจริงจังและต่อเนื่อง
4. มีความเชื่อมั่นในตนเองและมีความรับผิดชอบ
5. รู้จักแบ่งเวลาในการเรียน
6. ช่างสังเกต อยากรู้อยากเห็น
7. ทบทวนบทเรียนอยู่เสมอ
8. พยายามแก้ปัญหาด้วยตนเองก่อนจะให้ผู้อื่นช่วย
9. นำแบบอย่างสิ่งที่ดีงามมาปฏิบัติเพื่อพัฒนาตนเองและความคิดสร้างสรรค์
10. ทำกิจกรรมเกี่ยวกับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

สำหรับ “ปรโตโมสะ” อันเป็นปัจจัยภายนอกนั้น นับได้ว่ามีความสำคัญต่อกระบวนการพัฒนาคุณภาพของมนุษย์มากเช่นกัน เพราะการที่มนุษย์โดยทั่วไปจะพัฒนาคุณลักษณะต่างๆ ให้เกิดมีขึ้นและให้ดำรงอยู่ได้นั้นจะอาศัยปัจจัยภายในคือ โยนิโสมนสิการโดยลำพังมิได้ ทั้งนี้ดังคำกล่าวที่ว่า “มองลึกลงไปอีกถึงพัฒนาการของบุคคล จะเห็นได้ว่าถ้าปล่อยให้มนุษย์เจริญเติบโตอย่างเป็นไปเองตามธรรมชาติ ไม่อาศัยปัจจัยทางสังคมเข้าช่วยเหลือเลย ก็จะมีเพียงอัจฉริยมนุษย์ไม่กี่คนที่จะสามารถใช้โยนิโสมนสิการโดยลำพังตัว นำตนเข้าถึงชีวิตที่ดีงามสูงสุด” (พระราชวรานี (ประยูรค์ ปยุตโต). 2529 : 743)

พึงสังเกตว่าปัจจัยด้าน “ปรโตโมสะ” มีขอบเขตที่กว้างขวางมาก กล่าวคือ ประกอบด้วย ปัจจัยด้าน “กัลยาณมิตร” ส่วนหนึ่ง กับปัจจัยด้าน “สิ่งแวดล้อมภายนอก” เช่น ข่าวสาร ข้อเขียน การโฆษณาอีกส่วนหนึ่ง อย่างไรก็ตาม โดยเหตุที่ปัจจัยด้าน “กัลยาณมิตร” มีความหมายที่กว้างขวาง กล่าวคือ “กัลยาณมิตร มิได้หมายถึงเพื่อนที่ดีอย่างในความหมายสามัญเท่านั้น แต่หมายถึง บุคคลผู้เพียบพร้อมด้วยคุณสมบัติที่จะสั่งสอน แนะนำ ชี้แจง ชักจูง ช่วยบอกช่องทางหรือเป็น ตัวอย่างให้ผู้อื่นดำเนินไปในมรรคาแห่งการฝึกฝนอบรมอย่างถูกต้อง เช่น พระพุทธเจ้า พระอรหันตสาวก ครู อาจารย์ และท่านผู้เป็นพหูสูตทางปัญญา สามารถสั่งสอนแนะนำเป็นที่ปรึกษาได้ แม้จะอ่อนวัยกว่า” (พระราชวรมุณี (ประยูรธ ปรยุตโต). 2529 : 623) ประการหนึ่ง กับ “กัลยาณมิตร” นั้นย่อมทำหน้าที่เป็นฝ่าย “ผลิต” สิ่งแวดล้อมภายนอก (อันได้แก่ ข่าวสาร ข้อเขียน การโฆษณา ฯลฯ) ที่มีคุณค่าอีกประการหนึ่ง ทั้งนี้ดังคำกล่าวที่ว่า “ในระบบการศึกษาอบรม กัลยาณมิตร มีความหมายครอบคลุมทั้งตัวบุคคลผู้อบรมสั่งสอน เช่น พ่อแม่ ครู อาจารย์ เป็นต้น ทั้งคุณสมบัติของผู้สอน ทั้งหลักการ วิธีการ อุปกรณ์ อุปบายต่างๆ ในการสอน และการจัดดำเนินการต่างๆทุกอย่างที่ผู้มีหน้าที่ให้การศึกษาจะพึงจัดทำเพื่อให้การศึกษอบรมได้ผลดี ตลอดจน หนังสือ สื่อมวลชน บุคคลตัวอย่าง เช่น มหานุรุษ หรือผู้ประสบความสำเร็จโดยธรรม และสิ่งแวดล้อมทางสังคมทั้งหลายที่ดั่งาม เป็นประโยชน์” (พระราชวรมุณี (ประยูรธ ปรยุตโต). 2529 : 623) ด้วยเหตุดังกล่าว ในการนำเสนอเอกสารว่าด้วย “ปรโตโมสะ” จึงจะนำเสนอสาระเกี่ยวกับ “กัลยาณมิตร” เป็นหลัก

ดังได้กล่าวแล้วในตอนต้นว่า กัลยาณมิตร มีความหมายกว้างขวางกว่า “เพื่อนที่ดี” ในความหมายโดยทั่วไป บุคคลที่จะจัดว่าเป็น “กัลยาณมิตร” ได้นั้น ในทางพุทธธรรมได้กำหนดคุณสมบัติไว้ 7 ประการคือ (พระราชวรมุณี (ประยูรธ ปรยุตโต). 2529 : 632-633)

1. บีโย (นารัก) คือ เข้าถึงจิตใจ สร้างความรู้สึกสนิทสนม เป็นกันเอง
2. ครุ (นาคเรพ) คือ มีความประพฤติดมควรแก่ฐานะ ทำให้เกิดความรู้สึกอบอุ่นใจเป็นที่พึ่งได้
3. ภาวนีโย (นาคเรญใจ) คือ มีความรู้จริง ทรงภูมิปัญญาแท้จริง
4. วัตตา (รู้จักพูดให้ได้ผล) คือ พูดเป็น รู้จักชี้แจงให้เข้าใจ เป็นที่ปรึกษาที่ดี
5. วณักขโม (ทนต่อถ้อยคำ) คือ พร้อมที่จะรับฟังคำปรึกษาซักถามจุกจิก ตลอดจนคำล่วงเกิน อดทนฟังได้ ไม่เบื่อง่าย ไม่เสียอารมณ์
6. คัมภีรญจะ กะถัง กัตตา (แถลงเรื่องเล่าได้) คือ กล่าวชี้แจงเรื่องต่างๆที่ลึกซึ้ง ชับซ้อนให้เข้าใจได้
7. โน จัญฐาเน นิโยชะเย (ไม่ชักนำไปในอฐาน) คือ ไม่ชักจูงไปในทางเสื่อมเสียหรือเหลวไหลไม่สมควร

เมื่อพิจารณาว่าคุณสมบัติของกัลยาณมิตรดังกล่าวข้างต้นจะพบว่า ส่วนหนึ่งเป็นคุณสมบัติที่เกี่ยวข้องกับ “การอบรมแนะนำด้วยวาจา” กับอีกส่วนหนึ่งเป็นคุณสมบัติที่ส่งเสริมให้ “การอบรมแนะนำด้วยวาจา” เป็นไปอย่างมีคุณภาพและประสิทธิภาพ คุณสมบัติเช่นนั้นนับเป็นข้อจำกัดของกัลยาณมิตร กล่าวคือ เป็นเพียง “ผู้รอบรู้ในทางทฤษฎี” แต่ยังไม่รู้จริงถึงขั้นเป็น “ผู้รอบรู้จากการปฏิบัติ” กัลยาณมิตรเช่นนี้ท่านเปรียบเป็น “คนตาบอดถือตะเกียงส่องทางให้ผู้อื่น” ดังความที่ว่า “บุคคลผู้เป็นพหูสูตรทรงความรู้ตามตำราหรือตามที่เล่าเรียนมา บางท่านชี้แจงสั่งสอนทำให้ผู้อื่นปฏิบัติบรรลุลหระได้โดยที่ตัวผู้สอนเองหาบรรลุนั้น พหูสูตรเช่นนี้ ท่านเปรียบเหมือนนายโคบาลผู้เลี้ยงโคของคนอื่น ได้แก่นับจำนวนโค แต่ไม่มีส่วนได้ลิ้มเบญจโครส พหูสูตรเช่นนี้ท่านเปรียบเหมือนคนตาบอดถือตะเกียง คนอื่นที่ตาดีลืมหัดขึ้นแล้วก็มองเห็นสิ่งทั้งหลายได้ คนตาดีที่ว่านี้คือคนมีโยนิโสมนสสิการ” (พระราชวรานี (ประยูร ปยุตโต). 2529 : 638-641)

บุคคลที่จะเป็นกัลยาณมิตรที่สมบูรณ์นั้น นอกจากจะเป็นผู้รอบรู้ รู้จริง รู้จากผลแห่งการปฏิบัติด้วยตนเองแล้ว จะต้องดำรงตนให้เป็นแบบอย่างที่ดีด้วย กัลยาณมิตรเช่นนี้จัดเป็นกัลยาณมิตรชั้นเลิศ คุณลักษณะของกัลยาณมิตรชั้นเลิศนี้ พระราชวรานี (ประยูร ปยุตโต) ได้กล่าวถึงไว้ดังนี้ “กัลยาณมิตรชั้นเลิศ เป็นผู้กระทำได้จริงในสิ่งที่สั่งสอนแก่ผู้อื่น หรือได้บรรลุลผลสำเร็จนั้นๆ ด้วยตนเอง แล้วจึงสอนเรื่องนั้นแก่ผู้อื่นอย่างหนึ่ง และมีความเป็นอิสระเมื่อจะช่วยเหลือผู้อื่น ตนเองไม่ติดนุ่งนังอยู่กับเครื่องผูกพันเดียวกันกับที่เขา กำลังติดอยู่อย่างหนึ่ง ดังพุทธพจน์ที่ว่า “ทำตนนี้แหละให้ตั้งอยู่ในคุณความดีอันสมควรก่อน จากนั้นจึงค่อยพราสอนผู้อื่น บัณฑิตไม่ควรมีข้อมัวหมอง” และ “ถ้าพราสอนผู้อื่นฉันใด ก็ควรทำตนฉันนั้น” ” (พระราชวรานี (ประยูร ปยุตโต). 2529 : 638)

มีข้อน่าสังเกตว่า “อิทธิพล” ของกัลยาณมิตรนี้บางครั้งก็มิได้อยู่ที่ความมีอาวุโสหรือความใกล้ชิดผูกพันกัน ด้วยเหตุดังกล่าวจึงมักพบเสมอว่า “เพื่อนร่วมวัย” มีอิทธิพลสูงกว่า “บิดามารดา หรือ ครู-อาจารย์” และ “มิตรทางสื่อมวลชน” มีอิทธิพลสูงกว่ามิตรที่เป็นบุคคล ต่อกรณีดังกล่าว พระราชวรานี (ประยูร ปยุตโต) อธิบายไว้ว่า อิทธิพลเช่นนั้นเกิดจาก “ศรัทธา” ดังข้อความต่อไปนี้ “การที่มิตรทำกิจต่างๆ ร่วมกันและช่วยเหลือเกื้อกูลกัน สิ่งที่น่าจะสำคัญก็คือความมีอิทธิพลชักจูงกันในด้านความคิดเห็น ทศนคติ ค่านิยม ความรู้ความเข้าใจต่างๆ ที่รวมเรียกว่าทฤษฎี มิตรใดชักนำให้เกิดสัมมาทฤษฎีก็เป็นมิตรดี มิตรแท้ เรียกว่า กัลยาณมิตร มีบ่อยๆ ที่มิตรชนิดนี้ในเรือนคือมารดา บิดา หรือแม้แต่ครูอาจารย์ มีอิทธิพลชักนำทฤษฎีนี้้นน้อยกว่ามิตรชนิดเพื่อนที่คบหาเล่นเที่ยวชุมนุมด้วยกัน แต่บางครั้งปรากฏว่า แม้แต่มิตรชนิดเพื่อนที่คบหานั้น กลับมีอิทธิพลน้อยไปกว่ามิตรชนิดตัวอยู่ห่างแต่มีพลังแรงเข้าถึงใจ ได้แก่ มิตรที่มาทางสื่อมวลชนต่างๆ มาทางสิ่งบันเทิงเริงรมย์ตลอดจนหนังสือ ตัวเชื่อมที่ทำให้มิตรนั้นเขามีอิทธิพลชักจูงได้ ได้แก่ ความเชื่อ ความเลื่อมใส ความนิยมชมชอบ ความซาบซึ้งใจ ที่เรียกว่า ศรัทธา” (พระราชวรานี (ประยูร ปยุตโต). 2529 : 641-642)

ในตอนทีกล่าวถึง “โยนิโสมนสิการ” ได้ยกพุทธพจน์ทีกล่าวสรรเสริญมาแสดงไว้สำหรับกรณีของ “กัลยาณมิตร” นี้ก็มีพุทธพจน์กล่าวสรรเสริญความสำคัญไว้หลายตอนเช่นเดียวกัน ดังจะยกมากล่าวถึงดังต่อไปนี้ “ภิกษุทั้งหลาย เมื่อดวงอาทิตย์อุทัยอยู่ ย่อมมีแสงอรุณขึ้นมา ก่อนเป็นบุพนิมิตฉันใด ความมีกัลยาณมิตรก็เป็นตัวนำ เป็นบุพนิมิตแห่งการเกิดขึ้นของอริยอัษฎางคิกมรรค แก่ภิกษุฉันนั้น ภิกษุผู้มีกัลยาณมิตร พึงหวังสิ่งนี้ได้ คือ จักเจริญ จักทำให้มาก ซึ่งอริยอัษฎางคิกมรรค” “ดูกร อานนท์ ความมีกัลยาณมิตร..... เท่ากับเป็นพรหมจรรย์ทั้งหมดทีเดียว เพราะว่าผู้มีกัลยาณมิตรพึงหวังสิ่งนี้ได้ คือ เขาจักเจริญ จักทำให้มากซึ่งอริยอัษฎางคิกมรรค” “เราไม่เล็งเห็นธรรมอื่นแม้สักอย่างที่เป็นไปเพื่อประโยชน์ยิ่งใหญ่ที่เป็นไปเพื่อความดำรงมั่นไม่เสื่อมสูญ ไม่อันตรธานแห่งสัทธรรม เหมือนความมีกัลยาณมิตรเลย” “โดยกำหนดว่าเป็นองค์ประกอบภายนอก เราไม่เล็งเห็นองค์ประกอบอื่นแม้สักข้อหนึ่งที่เป็นไปเพื่อประโยชน์ยิ่งใหญ่ เหมือนความมีกัลยาณมิตรเลย” (พระราชวรมุนี (ประยูรค์ ปยุตโต). 2529 : 623-624)

ปรโตโฆสะตามแนววิทยาศาสตร์ศึกษา

ได้กล่าวในตอนต้นว่า “ปรโตโฆสะ” มีขอบเขตทีกว้างขวางมาก กล่าวคือ ประกอบด้วยปัจจัยด้าน “กัลยาณมิตร” ส่วนหนึ่ง กับปัจจัยด้าน “สิ่งแวดล้อมภายนอก” เช่นข่าวสาร ข้อเขียน การโฆษณา ฯลฯ อีกส่วนหนึ่ง ดังนั้นในการนำเสนอเอกสารว่าด้วย “ปรโตโฆสะตามแนววิทยาศาสตร์ศึกษา” จะได้เสนอโดยแยกกล่าวเป็นหัวข้อต่างๆคือ พระราชดำรัสพระราชทานแก่ครูอาวุโส คุณลักษณะของอาจารย์วิทยาศาสตร์ คุณสมบัติของครูทีมีความคิดสร้างสรรค์ บทบาทของครู-อาจารย์ บทบาทของบิดา-มารดาหรือผู้ปกครอง และบทบาทของสื่อสารมวลชน (ตามทัศนะของนักเรียนโครงการ พสวท.) แนวทางการสอนวิทยาศาสตร์เพื่ให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ และแนวทางการสอนการประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ดังจะนำเสนอโดยสังเขปดังต่อไปนี้

1. พระราชดำรัสพระราชทานแก่ครูอาวุโสประจำปี 2521

เมื่อวันจันทร์ที่ 29 ตุลาคม 2522 พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวรัชกาลปัจจุบันทรงมีพระราชดำรัสพระราชทานแก่ครูอาวุโสประจำปี 2521 ณ ศาลาดุสิดาลัย มีข้อความทีแสดงถึงความสำคัญของครูในฐานะ “กัลยาณมิตร” อย่างสมบูรณ์ที่สุด ผู้วิจัยจึงขออัญเชิญพระราชดำรัสนั้น มาแสดงไว้ ณ ที่นี้

“.....ความเป็นครูนั้นประกอบขึ้นด้วยสิ่งทีมีคุณค่าสูงหลายอย่าง อย่างหนึ่งได้แก่ปัญญา คือความรู้ทีดีทีประกอบด้วยหลักวิชาอันถูกต้อง ทีแน่นแฟ้นกระจำแจ้งในใจ รวมทั้งความฉลาดทีจะพิจารณาเรื่องต่างๆ ตลอดจนกิจทีจะทำ คำทีจะพูดทุกอย่าง ได้โดยถูกต้องด้วยเหตุผล อย่างหนึ่งได้แก่ความดี คือความสุจริต ความเมตตากรุณา เห็นใจและ

ปรารถนาดีต่อผู้อื่นโดยเสมอหน้า อีกอย่างหนึ่งได้แก่ความสามารถ ที่จะเผื่อแผ่และถ่ายทอดความรู้ความดีของตนเองไปยังผู้อื่นอย่างได้ผล ความเป็นครูมีอยู่แล้ว ย่อมฉายออกให้ผู้อื่นได้รับประโยชน์ด้วย กล่าวคือ ความแจ่มแจ้งแนชัดในใจย่อมส่องแสดงความรู้ ออกมาให้เข้าใจตามได้โดยง่าย และความหวังดีโดยบริสุทธิ์ใจย่อมน้อมนำให้เกิดศรัทธา แจ่มใส มีใจพร้อมที่จะรับความรู้ความดี ด้วยความชื่นบาน ทั้งพร้อมจะร่วมงานด้วยโดยเต็มใจและมั่นใจ โดยนัยนี้ ผู้ที่ได้รับแสงสว่างแห่งความเป็นครูชบช้อมกายใจแล้ว จึงเป็นผู้ใฝ่หาความรู้ ใฝ่หาความดี ทั้งตั้งใจและเต็มใจที่จะช่วยเหลือสนับสนุนผู้อื่นโดยบริสุทธิ์ จะประกอบกิจการใดก็จะทำให้กิจการนั้นดำเนินไปโดยสะดวกราบรื่น และสำเร็จประโยชน์ที่มุ่งหมายได้โดยสมบูรณ์ ผู้ที่มีความเป็นครูสมบูรณ์ในตัว นอกจากจะมีความดีด้วยตนเองแล้ว จึงยังจะช่วยให้ทุกคนที่มีโอกาสเข้ามาสัมผัสเกี่ยวข้องกับบรรลู่ถึงความดีความเจริญไปด้วย.....”

พระราชดำรัสดังอัญเชิญมานี้ แม้ว่าจะเกี่ยวข้องกับโดยตรงกับ “ครู” ซึ่งย่อรวมถึง “ครู วิทยาศาสตร์” และอาจขยายความถึง “นักวิทยาศาสตร์ศึกษา” ได้ด้วยก็ตาม แต่สาระแห่งพระราชดำรัสจะอำนวยประโยชน์ได้อย่างไม่มีข้อจำกัดสำหรับผู้ที่จะเป็น “กัลยาณมิตร” ทั้งปวงของผู้ที่จะได้รับการพัฒนาให้เป็นนักคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่ง “กัลยาณมิตร” ทั้งปวงในที่นี้ ผู้วิจัยหมายถึง บิดา-มารดา ผู้ปกครอง มิตรสหาย และบุคคลผู้เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับเยาวชนหรือนักเรียนด้วยในทุกกรณี

2. คุณลักษณะของอาจารย์วิทยาศาสตร์

นักวิชาการที่เสนอความคิดว่าด้วยคุณลักษณะของอาจารย์วิทยาศาสตร์มีอยู่เป็นจำนวนมาก ส่วนใหญ่มีสาระสอดคล้องกัน ในที่นี้ขอนำคุณลักษณะของอาจารย์วิทยาศาสตร์ 5 ด้าน ซึ่ง ชัชกรียา ใบลี (2534 : 28-29) ได้ศึกษาจากกรณีของอาจารย์วิทยาลัยครูซึ่งถือเป็น “ครูของครู” มาเสนอเพียงกรณีเดียวดังนี้คือ

1) คุณลักษณะทางวิชาการ

มีความรู้ในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์เป็นอย่างดี มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูง มีความสนใจศึกษาและเข้ารับการฝึกอบรมเพื่อพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์อยู่เสมอ มีประสบการณ์กว้างขวางและสนใจใฝ่หาความรู้ใหม่ๆ อยู่เสมอ มีความสนใจในการศึกษาค้นคว้าและวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีวิธีการเรียนรู้โดยการตั้งคำถาม ชักถาม และเสาะแสวงหาความรู้

2) คุณลักษณะด้านการบริการสังคม

มีความสามารถในการคัดเลือกและถ่ายทอดทางเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาท้องถิ่น มีความสามารถในการวิจัยเพื่อช่วยในการวางแผนแก้ปัญหาท้องถิ่น และมีความสามารถในการเผยแพร่ข่าวสารทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นประโยชน์ต่อท้องถิ่น

3) คุณลักษณะด้านบุคลิกภาพ

มีความเป็นผู้นำ มีความสุขุมรอบคอบ ใช้วิจารณญาณในการตัดสินใจ รักความก้าวหน้าและชวนช่วยหาความรู้อยู่เสมอ มีอารมณ์มั่นคง มีอารมณ์ขัน สนุกสนาน รื่นเริง นับถือตนเองและมีความเชื่อมั่นในตนเองสูง และมีความรับผิดชอบสูง

4) คุณลักษณะด้านความคิดสร้างสรรค์

มีความคิดคำนึงหรือจินตนาการสูง มีความสามารถในการคิดพลิกแพลงแก้ปัญหาต่างๆ ให้ลุล่วงด้วยดี มีสมาธิสูงในการที่จะสร้างสรรค์สิ่งต่างๆ โดยคิดไตร่ตรองเป็นเวลานาน มีจิตใจจดจ่อและผูกพันกับงาน มองเห็นการณ์ไกล และมีแรงจูงใจสูง

5) คุณลักษณะด้านเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์

ไม่เชื่อถือโชคลาง มีใจกว้างและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ชอบสังเกต ชอบสงสัย ชอบตรวจตรา ชอบซักถาม มีความอยากรู้อยากเห็น รู้จักใช้ความคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ รู้จักโต้แย้งและหาหลักฐานสนับสนุนความคิดของตนเอง

3. คุณลักษณะของครูที่มีความคิดสร้างสรรค์

ประภาภรณ์ มูลแสง (2538 : 257) ได้ตั้งข้อสังเกตว่า “ครูวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของตนเอง เพราะจะมีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ถ้านักเรียนได้รับประสบการณ์แบบสร้างสรรค์ในการเรียนการสอน จะทำให้ความคิดสร้างสรรค์ในตัวนักเรียนได้รับการพัฒนา” นอกจากนั้นครูจะต้องมีลักษณะเป็นผู้มีความคิดสร้างสรรค์ด้วย และต่อข้อสังเกตดังกล่าว ประภาภรณ์ มูลแสง ได้ประมวลลักษณะของครูที่เหมาะสมในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้แก่ นักเรียนมาเสนอไว้ 7 ประการ (ประภาภรณ์ มูลแสง. 2538 : 257-258) ดังนี้

1) มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คือเป็นผู้มีความคิดแปลกใหม่ คิดในสิ่งที่แตกต่างและไม่ซ้ำกับความคิดเดิมหรือของคนอื่น ไม่ยึดมั่นถือมั่นอยู่กับความคิดหรือติดอยู่รูปแบบใดแบบหนึ่งจนเกินไป

2) เป็นแหล่งความรู้และมีความรอบรู้ ครูที่มีความคิดสร้างสรรค์ควรเป็นผู้ที่สนใจศึกษา ค้นคว้า สำรวจสิ่งต่างๆ อย่างกว้างขวาง ทั้งที่อยู่ในเรื่องหลักสูตร วิธีสอน เอกสาร ตำรา และวัสดุอุปกรณ์การสอนหรือสื่อทางการเรียนในรูปแบบต่างๆ ครูจะไม่ยึดอยู่กับเอกสารการสอน

หรือคู่มือเพียงอย่างเดียว แต่ครูจะมีความรู้และเป็นแหล่งความรู้ด้วย ไม่เพียงแต่ศึกษารวบรวมเท่านั้น ควรคิดและริเริ่มทำขึ้นเองบ้าง

3) มีความสนใจรอบด้าน พัฒนาความสนใจของตนเองอยู่เสมอ และปรับความสนใจให้ทันสมัยต่อเหตุการณ์สภาพแวดล้อมที่กำลังเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ทั้งทางด้านการเมือง เศรษฐกิจ สังคม และการศึกษา

4) มีความสนใจนักเรียนอย่างจริงจัง ชอบสอนและทำงานร่วมกับเด็กด้วยความพอใจและตั้งใจจริง สังเกตนักเรียนของตนอย่างละเอียดถี่ถ้วน และมีความรู้สึกไวต่อปัญหาและสภาพแวดล้อม

๕) มีอารมณ์ขัน หมายถึง มีความรู้สึกมองสิ่งแวดล้อมในแง่มุมที่ตลกขบขัน แปลกใหม่ และขำขัน สามารถมองปัญหาได้ไม่เคร่งเครียด

6) มีสุขภาพอนามัยดี ทั้งทางร่างกายและจิตใจ

7) มีคุณสมบัติส่วนตัว คือมีมนุษยสัมพันธ์ การแต่งกายประณีต สวยงาม เหมาะสมกับวัย โอกาสและสถานที่ มีกิจกรรมยามว่าง มีความสามารถในการใช้ภาษาได้ดีทั้งการพูดและการเขียน พูดจาชัดเจน ถูกต้อง คล่องแคล่ว และสำนวนดี

4. บทบาทของครู-อาจารย์ในการส่งเสริมนักเรียนให้มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ฉัตรพงษ์ เจริญพิทย์ และสรรฤดี หันสันเทียะ (2539) ได้สำรวจทัศนะของนักเรียนโครงการ พสวท. ที่มีต่อบทบาทของครู-อาจารย์ในการพัฒนานักเรียนให้มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แยกเป็นทัศนะของนักเรียนชายและนักเรียนหญิง ซึ่งปรากฏผลการสำรวจดังนี้

ก. ทัศนะของนักเรียนชาย

- 1) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นอย่างกว้างขวาง
- 2) ให้คำแนะนำที่ดีแก่ผู้เรียนเมื่อเกิดปัญหา
- 3) ฝึกให้ผู้เรียนรู้จักคิดมากกว่าการท่องจำ
- 4) เป็นแบบอย่างที่ดีแก่ผู้เรียน
- 5) ดูแลเอาใจใส่ต่อการเรียนและความประพฤติของผู้เรียน
- 6) อบรม สั่งสอน ตักเตือนเกี่ยวกับจริยธรรม
- 7) ให้คำแนะนำและแก้ปัญหาต่างๆ
- 8) ให้เรียนในสิ่งที่ผู้เรียนต้องการ
- 9) สอนให้คิดด้วยตนเอง
- 10) ไม่ลำเอียง ให้ความรักแก่ผู้เรียนเท่าเทียมกัน
- 11) ให้โอกาสผู้เรียนแก้ปัญหาต่างๆด้วยตนเอง

- 12) อบรมสั่งสอนในสิ่งที่จะนำมาใช้ในชีวิตประจำวันไม่ใช่เพียงเพื่อใช้สอบอย่างเดียว
 - 13) ไม่ควรให้การบ้านมากเกินไป ควรให้ผู้เรียนได้ใช้ความสามารถด้านอื่นๆ แทน
 - 14) สนับสนุนให้ทำงานเป็นหมู่คณะ
 - 15) สร้างแรงจูงใจเพื่อให้ผู้เรียนมีกำลังใจที่จะยกระดับตนเอง
 - 16) มีความสนิทสนมคุ้นเคยกับผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความไว้วางใจ
 - 17) ให้กำลังใจ ให้เสรีภาพในการคิด ชมเชยตามโอกาสอันสมควร
 - 18) จริงใจในการถ่ายทอดความรู้
 - 19) ไม่ยึดถือความคิดของตนเป็นใหญ่ ยอมรับฟังความคิดของผู้เรียน
 - 20) ฝึกให้ผู้เรียนใช้ความคิดและอภิปรายปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นโดยใจกว้าง ไม่ตัดสินว่าปัญหาใดถูก-ผิด
 - 21) สอนวิทยาการใหม่ๆ ให้เสมอ
 - 22) ไม่ควรออกข้อสอบตามตำราทั้งหมด ควรออกข้อสอบที่ให้ผู้เรียนใช้ความคิดสร้างสรรค์บ้าง
- ข. ทักษะของนักเรียนหญิง
- 1) รับฟังความคิดเห็นของผู้เรียน ไม่ยึดถือความคิดของตนเป็นหลัก
 - 2) เข้าใจผู้เรียนในทุกๆ เรื่อง
 - 3) ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดเองและปฏิบัติด้วยตนเอง
 - 4) ให้คำแนะนำและแนวทางต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์
 - 5) มีวิธีการสอนที่แปลกใหม่
 - 6) ให้กำลังใจในการสร้างสรรค์ผลงานของผู้เรียน
 - 7) มอบหมายงานที่ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์อยู่เสมอ
 - 8) ให้ความรู้โดยไม่ปิดบัง
 - 9) เป็นตัวอย่างที่ดีแก่ผู้เรียน
 - 10) ปลูกฝังวินัย มารยาท จริยธรรม ซึ่งเป็นพื้นฐานในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์
 - 11) กระตุ้นให้นักเรียนติดตามรับฟังข่าวสารและเทคโนโลยีใหม่ๆ

จากเอกสารในตอนต้นจะเห็นได้ว่า บทบาทของครูอาจารย์ที่เกื้อกูลต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้เกิดแก่ผู้เรียนนั้น มีขอบเขตกว้างขวางกว่าการสอนนักเรียนให้รู้เนื้อหาสาระของวิชาวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ ควรขยายขอบเขตของกิจกรรมการเรียนการสอนให้กว้างขวาง เปิดโอกาสให้ผู้เรียนคิด แสดงความคิดเห็นและปฏิบัติ ฯลฯ โดยภาพรวมกล่าวได้ว่า บทบาทของครู

อาจารย์วิทยาศาสตร์ในทำนองดังกล่าวนั้นสอดคล้องกับคำกล่าวของชาร์มา (Sharma. 1975 : 1) ที่ได้แจกแจงลักษณะการสอนของครูที่มีคุณภาพในระดับต่างๆ ไว้ กล่าวคือ “ครูที่ไม่สู้ฝีมือจะสอนโดยการบอก (A poor teacher tells) ครูที่มีฝีมือปานกลางจะสอนโดยการอธิบายประกอบ (An average teacher explains) ครูที่มีฝีมือดีจะสอนโดยการสาธิตแสดงให้เห็นจริง (A good teacher demonstrates) และครูที่มีฝีมือยอดเยี่ยมจะสอนโดยกระตุ้นและจุดประกายความคิด (And a great teacher inspires)” จากคำกล่าวของชาร์มาจะเห็นได้ว่า ครูที่กระตุ้นและจุดประกายความคิด เป็นลักษณะที่เอื้ออำนวยต่อการพัฒนาผู้เรียนให้มีความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งหมายความว่า ครูที่จะสอนนักเรียนเพื่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์นั้นจะต้องมีความคิดสร้างสรรค์ด้วย

5. บทบาทของบิดา-มารดาหรือผู้ปกครองในการส่งเสริมนักเรียนให้มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ในส่วนที่เกี่ยวกับบทบาทของบิดา-มารดาหรือผู้ปกครองในการส่งเสริมนักเรียนให้มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั้น ฌ็องฌวงษ์ เจริญพิทย์ และสรรฤดี หันสนธิยะ (2539) ได้เสนอผลการสำรวจทัศนคติของนักเรียนโครงการ พสวท. ไว้ดังนี้

ก. ทัศนะของนักเรียนชาย

- 1) ให้การสนับสนุนทางความคิดและการปฏิบัติ
- 2) ให้เสรีภาพทางความคิดแก่บุตรหลาน
- 3) เป็นแบบอย่างที่ดี
- 4) ให้ความรัก ความอบอุ่น และเอาใจใส่ต่อบุตรหลาน
- 5) ให้คำแนะนำที่ดีเมื่อบุตรหลานเกิดปัญหา
- 6) ให้โอกาสบุตรหลานในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง
- 7) ให้กำลังใจเมื่อบุตรหลานเกิดความท้อใจ
- 8) ฝึกให้บุตรหลานได้คิดก่อนที่จะพูดจะเป็นคนบอก
- 9) อบรมสั่งสอนด้วยเหตุและผล ไม่ใช่อารมณ์
- 10) ช่วยแก้ปัญหาและเป็นที่ปรึกษาในเรื่องต่างๆ
- 11) ปลุกฝังจิตสำนึกในทางที่ดี
- 12) สร้างความมั่นใจแก่บุตรหลานในเรื่องการแสดงออกทางความคิด
- 13) ใ้บุตรหลานรู้จักปกครองและรับผิดชอบตนเอง
- 14) ส่งเสริมในสิ่งที่เป็นประโยชน์แก่บุตรหลาน
- 15) ให้ความไว้วางใจแก่บุตรหลาน
- 16) เข้าใจบุตรหลานในทุกๆเรื่อง
- 17) แสดงให้บุตรหลานรับรู้ว่าคุณแม่รักและเข้าใจในตัวเขา
- 18) เปิดโอกาสให้บุตรหลานทำสิ่งต่างๆด้วยตนเอง

- 19) สนใจข่าวคราววิทยาศาสตร์พร้อมกับบุตรหลาน
- 20) ปลุกฝังให้เป็นคนมีความรับผิดชอบ
- 21) ปลุกฝังให้เป็นคนมีความคิดสร้างสรรค์
- 22) เมื่อเกิดปัญหาขึ้น ตั้งประเด็นอภิปรายกับบุตรหลาน ให้บุตรหลาน
ยกแนวทางในการแก้ปัญหา

ข. ทักษะของนักเรียนหญิง

- 1) เปิดโอกาสให้บุตรหลานคิดด้วยตนเอง
- 2) ส่งเสริมในสิ่งที่บุตรหลานสนใจและถนัด
- 3) ให้คำปรึกษา คำแนะนำแก่บุตรหลาน
- 4) ให้กำลังใจบุตรหลานในทุกๆเรื่อง
- 5) ให้ความรักความเข้าใจและเอาใจใส่ต่อบุตรหลาน
- 6) รับฟังความคิดเห็นของบุตรหลาน ไม่ยึดถือความคิดของตนเองเป็นหลัก
- 7) เป็นตัวอย่างที่ดีแก่บุตรหลาน
- 8) ให้การสนับสนุนทางด้านการศึกษา
- 9) เปิดโอกาสให้บุตรหลานได้แสดงความสามารถตามที่เขาค้นพบได้เต็มที่
- 10) ชักชวนและแนะนำให้ดูนิทรรศการทางวิทยาศาสตร์ที่จัดขึ้นในที่ต่างๆ
- 11) หาหนังสือหรือของเล่นที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่น่าสนใจให้บุตรหลาน
- 12) เปิดโอกาสให้บุตรหลานแก้ปัญหาด้วยตนเอง
- 13) เข้าใจบุตรหลานให้มากที่สุด
- 14) อบรมสั่งสอนให้บุตรหลานประพฤติปฏิบัติในทางที่ดีงาม
- 15) ให้ความช่วยเหลือบุตรหลานในทุกๆด้าน
- 16) ปลุกฝังทัศนคติที่ดี เพื่อให้เด็กเกิดความคิดสร้างสรรค์

6. บทบาทของสื่อสารมวลชนในการส่งเสริมเยาวชนให้มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

นอกเหนือจากการสำรวจทักษะของนักเรียนโครงการ พสวท. ที่มีต่อบทบาทของครู-อาจารย์ และของบิดา-มารดา หรือผู้ปกครอง ในการส่งเสริมนักเรียนให้มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แล้ว ญัฐพงษ์ เจริญพิทย์ และสรฤดี หันสนธิยะ(2539) ได้สำรวจทักษะของนักเรียนกลุ่มดังกล่าวที่มีต่อบทบาทของสื่อสารมวลชนในการส่งเสริมเยาวชนให้มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ด้วย ซึ่งปรากฏผลการสำรวจดังนี้

ก. ทักษะของนักเรียนชาย

- 1) เสนอข่าวสารที่เป็นประโยชน์ทางด้านวิทยาศาสตร์ให้มากขึ้น

- 2) เสนอสาระความรู้ สิ่งแปลกๆใหม่ๆตลอดเวลา
 - 3) เสนอสิ่งที่เป็นประโยชน์และเป็นความจริงแต่แฝงด้วยคติธรรม
 - 4) ส่งเสริมให้เยาวชนแสดงออกทางความคิดและการกระทำในทางที่ดี
 - 5) เสนอตัวอย่างของบุคคลที่ประพฤติปฏิบัติตนเป็นคนดีและประสบผลสำเร็จในชีวิต
 - 6) ให้ความรู้ในรูปของความบันเทิง เช่น มีการ์ตูนแนววิทยาศาสตร์ให้มากขึ้น
 - 7) เสนอข่าวสารเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์
 - 8) ส่งเสริมขบวนการศึกษา
 - 9) เสนอข่าวสารที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อให้มีการตื่นตัวทางวิทยาศาสตร์
 - 10) มีสื่อที่จะสร้างสม การพัฒนาทางด้านการใช้อุปกรณ์ไฮเทคต่างๆให้มาก
 - 11) มีวารสารนักคิดนักประดิษฐ์พร้อมทั้งผลงานและประวัติ
 - 12) ส่งเสริมให้มีการประกวดแนวความคิดหรือสิ่งประดิษฐ์แปลกๆใหม่ๆ
 - 13) รับผิดชอบในการเสนอข่าว มีความซื่อตรง
 - 14) ไม่เสนอข่าวหรือข้อมูลที่ก่อให้เกิดโทษแก่เยาวชน เช่น ความรุนแรงในเรื่องต่างๆ หรือลามกอนาจาร เป็นต้น
- ข. ทักษะของนักเรียนหญิง
- 1) ผลิตรายการเกี่ยวกับการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์เพื่อให้เด็กมีส่วนร่วม
 - 2) เสนอข่าวสารที่เป็นประโยชน์ต่อการศึกษาโดยเฉพาะวิทยาศาสตร์
 - 3) เสนอข่าวสารที่แปลกใหม่และมีสาระน่าสนใจ
 - 4) เผยแพร่บุคคลที่มีความรู้ ความสามารถ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ให้บุคคลทั่วไปได้ทราบ
 - 5) สนับสนุนแนวความคิดที่มีประโยชน์ต่อส่วนรวม
 - 6) มีรายการที่นำเสนอสาระความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
 - 7) เปิดโอกาสให้ผู้มีความรู้ ความสามารถทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ได้แสดงออก
 - 8) ไม่ควรเสนอสื่อที่ก่อให้เกิดผลเสียแก่เยาวชน
 - 9) เสนอข่าวสารที่มีทั้งสาระและความบันเทิง
 - 10) ประชาสัมพันธ์ให้บุคคลทั่วไปเห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ต่อความก้าวหน้าของประเทศ
 - 11) ชื่นชมต่อผู้มีความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์
 - 12) รับผิดชอบต่อผลที่เกิดจากสื่อของตน

7. แนวทางการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์

ในส่วนที่เกี่ยวกับแนวทางการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์นี้ ประภาภรณ์ มูลแสง (2538 : 259-260) ได้ประมวลข้อเสนอแนะไว้ 15 รายการดังต่อไปนี้

1) ให้นักเรียนถามคำถามได้ในระหว่างการบรรยาย หรือเมื่อการบรรยายสิ้นสุดลงแล้ว หรือหลังจากการอภิปราย หรือหลังจากการเข้าห้องปฏิบัติการ

2) แนะนำให้นักเรียนอ่านหนังสือหรือสิ่งพิมพ์ให้มาก โดยที่ไม่จำเป็นต้องได้คำตอบที่สมบูรณ์ นักเรียนที่อ่านมาอย่างละเอียดจะแสวงหาคำตอบได้ด้วยตนเอง เพื่อเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีการสำรวจค้นคว้าหาความรู้ใหม่ๆ ด้วยตนเองมากกว่าการที่จะให้นักเรียนตอบคำถามที่เป็นแบบปลายปิด ซึ่งครูเป็นผู้กำหนดให้เมื่อบทเรียนสิ้นสุดลง

3) มีความรู้สึกเป็นอิสระในการที่จะตัดสินใจยอมรับความคิดเห็นหรือกระบวนการต่างๆ ด้วยตนเอง

4) ยอมรับหรือปฏิเสธความคิดแปลกใหม่ของบุคคลอื่นโดยปราศจากความรู้สึกที่ว่าสิ่งนั้นเป็นการกระทำที่ด้อยปัญญา การหัวเราะเยาะของนักเรียนบางคนจะทำให้นักเรียนคนอื่นๆ เกิดความรู้สึกขุ่นข้องใจที่จะยอมรับความคิดใหม่ๆ และนักเรียนที่มีความรู้สึกไม่ชอบการเสนอแนะเนื่องจากกลัวว่าความคิดของตนอาจจะเป็นสิ่งที่ผิด ดังนั้นครูจะต้องช่วยให้บรรยากาศในชั้นเรียนเป็นไปในลักษณะการเรียนรู้แบบลองผิด-ลองถูกด้วย

ครูควรยอมรับว่าในการตอบคำถามต่าง ๆ นั้น ครูไม่มีคำตอบที่ถูกต้องสมบูรณ์ที่สุด ถึงแม้ว่านักวิทยาศาสตร์เองก็ยังไม่สามารถตอบคำถามบางคำถามได้ สิ่งที่ต้องการก็คือความมีเหตุผล ความซื่อสัตย์ ซึ่งทั้งสองสิ่งนี้จะนำไปสู่การแก้ปัญหาและผลที่ติดตามมาก็คือการค้นพบสิ่งใหม่ๆ ขบวนการนี้เองจะเป็นการสร้างเสริมความคิดสร้างสรรค์

5) มีความเป็นอิสระในการที่จะขอความช่วยเหลือหรือคำแนะนำจากผู้อื่นเพื่อพัฒนาศักยภาพด้านความคิดสร้างสรรค์ของตนเอง ในบางโอกาสนักเรียนอาจจะทำงานที่ยุ่งยาก ซับซ้อน อาทิเช่น งานวิจัย การทดลอง ซึ่งอาจจะต้องขอคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ ในกรณีนี้ครูวิทยาศาสตร์จะต้องใจกว้างและยอมรับสิ่งนี้ เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสคิดสร้างสรรค์ตามความแตกต่างของนักเรียนแต่ละคน

6) ในการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อความคิดสร้างสรรค์นั้น ครูวิทยาศาสตร์จะต้องมีปรัชญาเป็นของตนเอง เช่น ในการทดลองในห้องปฏิบัติการนั้นสามารถยืดหยุ่นได้หรือไม่ วิธีสอนควรจะเป็นแบบสืบเสาะ การทดลองแบบเปิดกว้างให้นักเรียนคิดแก้ปัญหา การสรุปเหตุผลแบบอุปมานและอนุมาน โครงการวิจัย ตลอดจนสร้างสถานการณ์การสอนแบบต่างๆ เพื่อพัฒนาความคิดของนักเรียน

7) ครูควรวางแผนการสอนระยะยาวพร้อมทั้งกำหนดจุดประสงค์ให้แน่ชัดว่าจะสอนให้นักเรียนพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ คิดหากิจกรรมที่เหมาะสม ทั้งนี้เนื้อหาของหลักสูตรควรมีความยืดหยุ่น

8) ครูต้องพัฒนาทักษะการตั้งคำถามของครูที่จะนำนักเรียนไปสู่การมีความคิดสร้างสรรค์

9) เน้นความสนใจไปสู่กระบวนการ ให้นักเรียนค้นพบด้วยตนเองมากกว่าการจดจำเนื้อหา

10) ให้คุณค่าในความพยายามที่จะคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน มากกว่าดูที่ผลงานซึ่งสำเร็จรูปแล้ว คือพิจารณาที่กระบวนการคิด

11) ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน เช่น เลือกละเอียดและออกแบบวิธีการเรียนรู้ของตนเอง

12) สร้างเจตคติให้แก่นักเรียนว่า “พยายามแล้วเกิดการผิดพลาด ดีกว่าไม่พยายามเสียเลย”

13) ให้นักเรียนเขียนรายงานถึงตัวอย่างความคิดสร้างสรรค์ที่เคยมีประสบการณ์ได้รับรู้มา

14) แสดงผลงานที่เกิดจากการคิดอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนในห้อง ในโรงเรียน เพื่อชักจูงให้นักเรียนคนอื่นได้พยายามบ้าง

15) ครูควรรหาโอกาสอ่านวารสาร บทความวิทยาศาสตร์ การศึกษาทางวิทยาศาสตร์ เข้าร่วมในการประชุมเชิงปฏิบัติการทางการสอนวิทยาศาสตร์

8. แนวทางการสอนสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

จากการสำรวจเอกสารในส่วนนี้พบว่าส่วนใหญ่เป็นเอกสารที่กล่าวถึงแนวทางการสอนสิ่งประดิษฐ์โดยทั่วไป ส่วนเอกสารที่กล่าวถึงแนวทางการสอนสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะมีเพียงรายการเดียว ดังจะนำเสนอต่อไปนี้

ประกาศ แสงเพชร (2517) ได้กล่าวถึงการสอนงานประดิษฐ์ว่า ความสำเร็จของการสอนงานประดิษฐ์ขึ้นอยู่กับการจัดการสอนตามความสนใจและความต้องการของเด็ก ดังนั้นการจัดครูที่ดี การจัดอุปกรณ์เครื่องมือและวัสดุต่างๆให้เหมาะสมและเพียงพอ จึงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญต่อความสำเร็จของการสอนงานประดิษฐ์อย่างมาก

ศิริลักษณ์ ศรีกมล (2532 : 411) ได้เสนอแนะวิธีสอนงานประดิษฐ์ไว้ 6 วิธี ดังนี้

1) การสาธิต โดยครูแสดงการทำงานเป็นลำดับขั้นตอน พร้อมทั้งอธิบายอย่างละเอียด

2) การกำหนดงาน ครูกำหนดงานให้นักเรียนทำ นักเรียนวางแผนปฏิบัติงาน คิดสร้างสรรค์รูปแบบของงานด้วยตนเอง ซึ่งนักเรียนต้องเรียนรู้พื้นฐานของงานก่อน

3) ศูนย์การเรียนรู้ แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มย่อยๆ เรียนรู้ด้วยตนเองจากบทเรียน ในศูนย์ต่างๆ ครูจัดเตรียมบทเรียนหรืองาน วัสดุ อุปกรณ์ แต่ละศูนย์

4) การศึกษาดูด้วยตนเอง ครูเป็นผู้เตรียมสถานการณ์ให้นักเรียนศึกษาตามแนวทางที่ครูจัดไว้ เช่น ค้นคว้ารายงานตามหัวข้อที่กำหนด

5) การศึกษานอกสถานที่ เหมาะสำหรับการให้ความรู้พื้นฐานทั่วไปเกี่ยวกับงาน เช่น การจัดให้นักเรียนฝึกงานในท้องถิ่น

6) การบรรยายโดยวิทยากร งานประดิษฐ์มีหลายแขนง ครูย่อมไม่ชำนาญทุกงาน การเชิญวิทยากรมาบรรยายจะเปิดโอกาสที่ดีให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ขึ้นได้

ไพบุลย์ เจริญกุล (2532 : 715-716) ได้กล่าวว่า การจัดการสอนงานประดิษฐ์ในโรงเรียนนั้นมุ่งที่การฝึกและส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ความสามารถในเรื่องต่างๆ ดังนี้คือ

1) การนำเอาวัสดุที่มีในท้องถิ่นมาคิดประดิษฐ์ดัดแปลงให้เป็นของเล่น ของใช้ ของประดับตกแต่ง ให้เหมาะสมกับวัยและความสามารถ

2) การใช้เครื่องมือต่างๆ ทำงานได้เหมาะสมถูกวิธีและปลอดภัย ตลอดจนรู้จักเก็บรักษาเมื่อใช้เครื่องมือเสร็จเรียบร้อยแล้ว

3) กระบวนการทำงานของงานต่างๆ จะมีการทำงานที่เป็นขั้นตอนตามลำดับ จากง่ายไปหายาก ได้ถูกต้องและรวดเร็ว มีประสิทธิภาพ ประหยัดเวลา แรงงานและเงินเป็นสำคัญ

4) ทักษะในการทำงาน ได้แก่ การฝึกทักษะเพิ่มเติมในเรื่องการใช้เครื่องมือ ความคล่องแคล่วในการทำงานต่างๆ ตามวัยของนักเรียน

5) การนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

สำหรับการสอน “การประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์” เป็นการเฉพาะนั้น จันทรเพ็ญ พรสีภาค (2538 : 65) กล่าวว่า มีความสำคัญมาก ซึ่งผู้สอนจะต้องรู้จักเลือกใช้กิจกรรมต่างๆ ให้เหมาะสม โดยกิจกรรมเหล่านั้นควรเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมการทำงานตามกระบวนการ เทคโนโลยีและส่งเสริมทักษะการทำงาน จากหลักการดังกล่าว จันทรเพ็ญ พรสีภาค ได้เสนอขั้นตอนการสอน “การประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์” ไว้ดังนี้

1) การจินตนาการ

2) การคิดประดิษฐ์

3) การระดมพลังสมอง

4) การวาดภาพเพื่อสื่อความคิด

5) การเล่นอุปกรณ์สิ่งประดิษฐ์เพื่อศึกษากลไกการทำงานเป็นการเน้นการนำหลักความรู้วิทยาศาสตร์มาใช้

6) การประกอบชิ้นส่วนสิ่งประดิษฐ์ เพื่อฝึกการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือ

7) การสร้างสิ่งประดิษฐ์โดยอาศัยกระบวนการเทคโนโลยีตามความคิดของ

นักเรียน

ทั้งนี้ในการดำเนินการตามขั้นตอนต่างๆข้างต้น ควรกระตุ้นให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมโดยอาศัยหลักการทางวิทยาศาสตร์เชื่อมโยงกับสิ่งใกล้กับหัตถกรรมและภาพลวงตา ตลอดจนให้นักเรียนได้เล่นเครื่องเล่นและใช้อุปกรณ์บางอย่างในชีวิตประจำวันที่ไม่เป็นอันตรายต่อนักเรียนด้วย (จันทร์เพ็ญ พรสีภาค. 2538 : 66)

สรุปขอบเขตของบ่อเกิดของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์

จากเอกสารเกี่ยวกับบ่อเกิดของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ตามแนวการศึกษาคือชีวิตและตามแนวพุทธธรรม (รวมทั้งเอกสารว่าด้วยโยนิโสมนสิการและปรโตโมสะตามแนววิทยาศาสตร์ศึกษา) ที่นำเสนอในตอนต้น สรุปได้ว่า ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์อาจมีบ่อเกิดมาจากประสบการณ์ทางการศึกษา 3 แบบ โดยอาศัยปัจจัยที่เป็นองค์ประกอบภายใน(ของบุคคล)คือ “โยนิโสมนสิการ” และปัจจัยที่เป็นองค์ประกอบภายนอกคือ “ปรโตโมสะ” เป็นปัจจัยรองรับและสนับสนุน

สืบเนื่องจากแนวความคิดดังกล่าวสรุปได้ว่า ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ของบุคคลใดๆอาจเกิดจากบ่อเกิดต่างๆ 11 ประการ แยกเป็นบ่อเกิดจาก “โยนิโสมนสิการ” (คือเกิดขึ้นเอง) 1 ประการ บ่อเกิดจาก “ปรโตโมสะ” 10 ประการ ซึ่งในส่วนของบ่อเกิดจากปรโตโมสะแยกได้เป็นบ่อเกิดจากการเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดี (แยกเป็น 5 ประการตามประเภทของกัลยาณมิตร) และบ่อเกิดจากการได้รับคำแนะนำอบรมด้วยวาจา (แยกเป็น 5 ประการตามประเภทของกัลยาณมิตร) ซึ่งเมื่อรวมกับบ่อเกิดอื่นๆอีก 1 ประการจะได้บ่อเกิดทั้งหมด 12 ประการคือ

1. การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของพ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่
2. การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของพี่น้องร่วมวัย
3. การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของเพื่อนนักเรียน/เพื่อนร่วมงาน
4. การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของครู-อาจารย์
5. การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของบุคคลอื่น
6. การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากพ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่
7. การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากพี่น้องร่วมวัย
8. การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากเพื่อนนักเรียน/เพื่อนร่วมงาน

9. การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากครู-อาจารย์
10. การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากบุคคลอื่น
11. เกิดขึ้นเอง (โดยไม่เห็นตัวอย่างหรือการแนะนำอบรมด้วยวาจา)
12. เกิดขึ้นนอกเหนือจาก 1-11

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้บ่อเกิดทั้ง 12 ประการนั้นเป็นขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

ลำดับความสำคัญของบ่อเกิดของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์

จากเอกสารที่เสนอมา สามารถสรุปได้อย่างกว้างๆว่า บ่อเกิดของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์มีอยู่หลายประการ (ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ได้แจกแจงไว้ 12 ประการ ดังระบุไว้ในหัวข้อ “สรุปขอบเขตของบ่อเกิดของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์”) และบ่อเกิดต่างๆเหล่านั้นน่าจะมีลำดับความสำคัญแตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม จากการตรวจสอบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องยังไม่พบงานวิจัยที่ศึกษาลำดับความสำคัญของบ่อเกิดโดยตรง มีเพียงงานวิจัยของ “โครงการบริการวิทยาศาสตร์ของสหรัฐอเมริกา” ที่ได้สำรวจ “ต้นเหตุ” ที่ทำให้นักเรียนเริ่มสนใจวิทยาศาสตร์เป็นครั้งแรก (โดยสำรวจจากนักเรียนอเมริกันจำนวน 3,249 คน) และรายงานข้อค้นพบไว้ดังนี้ (Piltz and Sund. 1969 : 33)

ลำดับ	1	โรงเรียน	(ร้อยละ 31.60)
	2	ที่บ้าน	(ร้อยละ 25.27)
	3	ความต้องการภายในของแต่ละบุคคล	(ร้อยละ 14.40)
	4	การอ่านหนังสือวิทยาศาสตร์	(ร้อยละ 9.00)
	5	การร่วมกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์	(ร้อยละ 8.40)
	6	เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์	(ร้อยละ 6.30)
	7	อื่นๆ	(ร้อยละ 5.03)

อนึ่ง มีข้อควรสังเกตว่า การสำรวจดังกล่าวกระทำในสังคมอเมริกัน และกระทำในช่วงเวลาย้อนหลังไป (นับจากปัจจุบัน) ไม่น้อยกว่า 20 ปี ดังนั้นข้อค้นพบดังกล่าวอาจไม่สอดคล้องกับข้อค้นพบที่จะได้จากสังคมไทยในช่วงเวลาปัจจุบัน เพราะปัจจัยทางสังคมและปัจจัยทางเทคโนโลยีตลอดจนปัจจัยอื่นๆมีความแตกต่างกันมาก

ด้วยเหตุดังกล่าว เพื่อให้ได้ข้อมูลสำหรับใช้เป็นแนวทางในการกำหนดสมมติฐานการวิจัยในส่วนนี้ ผู้วิจัยจึงได้สำรวจข้อมูลเบื้องต้นโดยใช้แบบสอบถาม สอบถามนักวิทยาศาสตร์ดีเด่น 2 ท่าน* และนักประดิษฐ์(อาจารย์วิทยาศาสตร์ผู้ได้รับรางวัลผลงานประดิษฐ์คิดค้น) 2 ท่าน* ปรากฏผลการสำรวจแสดงได้ดังตาราง 1 และ 2 ดังต่อไปนี้

* เพื่อความเหมาะสมจึงขอสงวนนาม

ตาราง 1 แสดงผลการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นเพื่อศึกษาลำดับความสำคัญของลักษณะการนึกคิด
สร้างสรรค์ แจกแจงตามรายการของบ่อเกิด

ลักษณะการ	ผู้ให้ข้อมูล	บ่อเกิดของลักษณะการ*											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ความอยากรู้ อยากเห็น	นักวิทยาศาสตร์คนที่ 1								/			/	
	นักวิทยาศาสตร์คนที่ 2				/		/			/		/	
	นักประดิษฐ์คนที่ 1											/	
	นักประดิษฐ์คนที่ 2	/					/			/		/	
ความไว ต่อปัญหา	นักวิทยาศาสตร์คนที่ 1								/			/	
	นักวิทยาศาสตร์คนที่ 2				/					/		/	
	นักประดิษฐ์คนที่ 1			/					/		/	/	/
	นักประดิษฐ์คนที่ 2	/				/	/						
ความคิด แหวกแนว	นักวิทยาศาสตร์คนที่ 1				/				/			/	
	นักวิทยาศาสตร์คนที่ 2			/					/			/	/
	นักประดิษฐ์คนที่ 1										/	/	/
	นักประดิษฐ์คนที่ 2	/				/						/	
ชอบทำ ในสิ่งที่ ท้าทาย ความคิด	นักวิทยาศาสตร์คนที่ 1				/				/			/	
	นักวิทยาศาสตร์คนที่ 2											/	
	นักประดิษฐ์คนที่ 1										/	/	
	นักประดิษฐ์คนที่ 2	/				/	/						
ชอบการ เปลี่ยนแปลง	นักวิทยาศาสตร์คนที่ 1				/				/			/	
	นักวิทยาศาสตร์คนที่ 2			/				/				/	
	นักประดิษฐ์คนที่ 1											/	
	นักประดิษฐ์คนที่ 2											/	

* คู่มือหมายเหตุท้ายตาราง (หน้าถัดไป)

ตาราง 1 (ต่อ)

ลักษณะการ	ผู้ให้ข้อมูล	บ่อเกิดของลักษณะการ*											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ทำงานเพื่อ ความพอใจ	นักวิทยาศาสตร์คนที่ 1				/				/			/	
	นักวิทยาศาสตร์คนที่ 2											/	
	นักประดิษฐ์คนที่ 1											/	
	นักประดิษฐ์คนที่ 2	/								/			
มีอารมณ์ขัน	นักวิทยาศาสตร์คนที่ 1								/			/	
	นักวิทยาศาสตร์คนที่ 2	/										/	
	นักประดิษฐ์คนที่ 1											/	
	นักประดิษฐ์คนที่ 2			/							/		
สรุป (ภาพรวม)	ความถี่	6	0	4	6	3	4	1	9	4	4	24	3
	ลำดับที่	3	12	5	3	9	5	11	2	5	5	1	9

หมายเหตุ

* ใช้หมายเลขแทนบ่อเกิดของลักษณะการดังนี้

- 1 = การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของพ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่
- 2 = การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของพี่น้องร่วมวัย
- 3 = การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของเพื่อนนักเรียน / เพื่อนร่วมงาน
- 4 = การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของครู-อาจารย์
- 5 = การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของบุคคลอื่น
- 6 = การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากพ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่
- 7 = การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากพี่น้องร่วมวัย
- 8 = การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากเพื่อนนักเรียน/เพื่อนร่วมงาน
- 9 = การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากครู-อาจารย์
- 10 = การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากบุคคลอื่น
- 11 = เกิดขึ้นเอง
- 12 = อื่นๆ

ตาราง 2 แสดงผลการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นเพื่อศึกษาลำดับความสำคัญของลักษณะการ
นักคิดสร้างสรรค์ แจกแจงตามกลุ่มของบ่อเกิด

ลักษณะการ	บ่อเกิดของลักษณะการฯ						
	บุคคล					พฤติกรรม	
	พ่อแม่	พี่น้อง	เพื่อน	อาจารย์	อื่นๆ	ตัวอย่าง	วาจา
ความอยากรู้อยากเห็น	3	0	1	2	2	6	7
ความไวต่อปัญหา	2	0	3	2	1	6	5
ความคิดแหวกแนว	1	0	3	1	1	5	3
ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายฯ	2	0	1	1	1	4	4
ชอบการเปลี่ยนแปลง	0	1	2	1	0	2	2
ทำงานเพื่อความพอใจ	1	0	1	2	1	3	3
มีอารมณ์ขัน	1	0	1	1	1	4	2
รวม (จำนวนรายการ)	10	1	12	10	7	30	26

จากตาราง 1 สามารถสรุปลำดับความสำคัญของบ่อเกิดของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์
ในเบื้องต้น โดยแจกแจงตามรายการของบ่อเกิดได้ดังนี้

- ลำดับ 1 เกิดขึ้นเอง
- 2 การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากเพื่อนนักเรียน/เพื่อนร่วมงาน
- 3 การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของพ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่
- 3 การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของครู-อาจารย์
- 5 การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของเพื่อนนักเรียน/เพื่อนร่วมงาน
- 5 การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากพ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่
- 5 การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากครู-อาจารย์
- 5 การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากบุคคลอื่น
- 9 การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของบุคคลอื่น
- 9 อื่นๆ
- 11 การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากพี่น้องร่วมวัย
- 12 การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีจากพี่น้องร่วมวัย

จากการรวมบ่อเกิดของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์เข้าเป็นกลุ่ม กล่าวคือ ในกลุ่ม “บุคคล” มี 5 กลุ่ม (คือ พ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่ พี่น้องร่วมวัย เพื่อนนักเรียน/เพื่อนร่วมงาน ครู-อาจารย์ และบุคคลอื่น) และในกลุ่ม “พฤติกรรม” มี 2 กลุ่ม (คือ การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดี และการแนะนำอบรมด้วยวาจา) โดยใช้ข้อมูลจากตาราง 1 (แต่ไม่รวมข้อมูลในสดมภ์ “เกิดขึ้นเอง” และ “อื่นๆ”) แล้วนำมาศึกษาลำดับความสำคัญของลักษณะการจำแนกตามกลุ่มของบ่อเกิดซึ่งแสดงผลไว้ดังตาราง 2 นั้น สรุปความได้ดังนี้

ก. เมื่อจัดกลุ่มตาม “บุคคล” สามารถจัดลำดับความสำคัญได้ดังนี้

- 1 เพื่อนนักเรียน/เพื่อนร่วมงาน
- 2 พ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่
- 2 ครู-อาจารย์
- 4 บุคคลอื่น
- 5 พี่น้องร่วมวัย

ข. เมื่อจัดกลุ่มตาม “พฤติกรรม” สามารถจัดลำดับความสำคัญได้ดังนี้

- 1 การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดี
- 2 การแนะนำอบรมด้วยวาจา

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจะได้ใช้ข้อสรุปจากตาราง 1 และ 2 ดังกล่าวเป็นแนวทางในการกำหนดสมมติฐานวิจัยในส่วนนี้ กล่าวคือ

1. บ่อเกิดของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์(เป็นรายลักษณะการ)ที่เด่นที่สุดคือ “เกิดขึ้นเอง”
2. บ่อเกิดของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ด้านบุคคลที่เด่นที่สุดคือ “เพื่อนนักเรียน/เพื่อนร่วมงาน”
3. บ่อเกิดของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ด้านพฤติกรรมที่เด่นที่สุดคือ “การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดี”

ช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัวของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

จากการตรวจสอบเอกสารที่เกี่ยวข้องพบว่า นักวิชาการในสาขาจิตวิทยาได้ให้ความสนใจศึกษาเกี่ยวกับพัฒนาการทางสติปัญญาหรือความคิดของมนุษย์กันมาก เช่น ทฤษฎีทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piagetian Cognitive Theory) อธิบายพฤติกรรมทางความคิดที่สัมพันธ์กับอายุไว้อย่างชัดเจน กล่าวคือ ได้อธิบายว่า พัฒนาการทางความคิดของมนุษย์แบ่งได้เป็น 4 ขั้นใหญ่ๆ คือ 1) ขั้นแสดงความคิดผ่านการเคลื่อนไหวสัมผัส (Sensory-motor stage) 2) ขั้นก่อนใช้ความคิดแบบรูปธรรม (Pre-operational stage) 3) ขั้นใช้ความคิดแบบรูปธรรม (Concrete Operational

stage) และ 4) ขั้นใช้ความคิดแบบนามธรรม (Formal Operational stage) โดยแต่ละขั้นอยู่ในช่วงอายุ (โดยประมาณ) 0-2 ปี, 2-7 ปี, 7-11 ปี และ 11 ปีขึ้นไปตามลำดับ (Keats. 1985 : 104-108) เป็นต้น

ในส่วนของ “ความคิดสร้างสรรค์” ก็มีนักจิตวิทยาศึกษา “พฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์” ในเชิงพัฒนาการอยู่ด้วยเช่นกัน เช่น ทอร์เรนซ์ (Torrance. 1964 : 160-161) ได้ศึกษาพัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์ของบุคคลตั้งแต่แรกเกิดจนถึงวัยรุ่นไว้ ซึ่งมีข้อค้นพบดังแสดงในตาราง 3 ต่อไปนี้



ตาราง 3 แสดงพัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์ของบุคคลตั้งแต่แรกเกิดถึงวัยรุ่น

อายุ(ปี)	พฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์
0 - 2	เริ่มจินตนาการ (ในช่วงอายุ 1 ขวบ) แสดงความอยากรู้อยากเห็นสิ่งต่างๆด้วยการจับต้อง การชิม และการดู
2 - 4	มีความเป็นอิสระและต้องการทำอะไรต่างๆด้วยตนเอง (เป็นรากฐานของการมีความเชื่อมั่นในตนเอง) มากขึ้น มีความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม (ต่อเนื่องมาจากวัยก่อนหน้านี้นี้) ต่อไปด้วยการค้นหาและซักถาม
4-6	เริ่มพัฒนาทักษะในการคิดการณืล่วงหน้า (การวางแผน) เป็นครั้งแรก ชอบลองหรือทดลองในรูปแบบของการเล่นเชิงจินตนาการ มีความต้องการการเรียนรู้ในลักษณะค้นหา “ความเหมาะสม” และ “ความถูกต้อง”
6-8	การจินตนาการค่อยๆปรับสภาพเข้าสู่โลกแห่งความเป็นจริงมากขึ้น มีความรู้สึกสนุกกับการเรียนในโรงเรียน (ถ้าประสบการณ์ในโรงเรียนมีลักษณะท้าทายและชวนรู้ ชวนเรียน)
8-10	ทำงาน (ที่ต้องอาศัยความสนใจและต้องใช้ความพยายามที่ต่อเนื่องยาวนาน) ได้ สามารถระดมความสามารถต่างๆที่มีอยู่มาใช้ รวมทั้งค้นพบวิธีการที่จะใช้ความสามารถเฉพาะตัวในการทำงานได้อย่างสร้างสรรค์และชอบถามมากขึ้น
10-12	เด็กหญิงชอบการค้นหาคำตอบจากการอ่าน เด็กชายชอบค้นคว้าด้วยการใช้ประสบการณ์ตรง ความสามารถเชิงศิลปะและดนตรีพัฒนาอย่างรวดเร็ว
12-14	เป็นวัยโลดโผนและชอบเสี่ยงภัย เด็กเก่งจะแสดงความสามารถในการจินตนาการ และทำงานเชิงศิลปะและดนตรี (ด้วยอารมณ์ศิลป์) รวมทั้งงานช่างกลได้ดี
14-16	ยังคงโลดโผนและชอบเสี่ยงภัย ใช้จินตนาการในเชิงมองอนาคต มีการพัฒนาความสนใจและความถนัดได้อย่างรวดเร็วแต่ยังไม่แน่นอน
16-18	มีความต้องการในการทำกิจกรรมเชิงสร้างสรรค์อย่างอิสระเสรี ความสนใจและความถนัดมีความแน่นอนมากขึ้น เป็นวัยที่เหมาะสมแก่การแนะแนวอาชีพ สามารถรับรู้และเข้าใจความเป็นไปทางสังคมตามความเป็นจริงได้มากขึ้น สามารถปลดปล่อยอารมณ์สร้างสรรค์ได้อย่างเหมาะสม สามารถแก้ปัญหาและมีส่วนร่วมในกิจกรรมแบบหมู่คณะได้อย่างเอาใจจริงเอาใจ

นอกจากการศึกษาค้นคว้าดังกล่าว ยังปรากฏว่า “โครงการบริการวิทยาศาสตร์ (Science Service) ของสหรัฐอเมริกา” ได้ศึกษา “อายุที่นักเรียนเริ่มสนใจวิทยาศาสตร์เป็นครั้งแรก” โดยศึกษาจากนักเรียนอเมริกัน 3,249 คน พบว่า อายุที่นักเรียนเริ่มสนใจวิทยาศาสตร์เป็นครั้งแรกมีลักษณะกระจายโดยมีพิสัยเป็น 2-18 ปี และมีฐานนิยมเป็น 12 ปี (Piltz and Sund. 1969 : 33) ข้อค้นพบโดยละเอียดของการศึกษาค้นคว้าดังกล่าวแสดงได้ดังตาราง 4

ตาราง 4 แสดงอายุที่นักเรียนเริ่มสนใจวิทยาศาสตร์เป็นครั้งแรก (จากผลการศึกษาของโครงการบริการวิทยาศาสตร์ของสหรัฐอเมริกา)

อายุ (ปี)	จำนวน (คน)	ชั้นเรียน (Grade)
2	27	-
3	64	-
4	106	-
5	159	1
6	179	2
7	169	3
8	270	4
9	223	5
10	435	6
11	302	7
12	485	8
13	335	9
14	282	10
15	145	11
16	44	12
17	11	ปี 1 - มหาวิทยาลัย
18	13	ปี 2 - มหาวิทยาลัย
รวม	3,249	-

จากตารางข้างต้นแสดงว่า อายุที่นักเรียนเริ่มสนใจวิทยาศาสตร์เป็นครั้งแรกมีลักษณะกระจายโดยมีพิสัยจาก 2-18 ปี อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยสรุปได้ว่า อายุที่นักเรียนเริ่มสนใจวิทยาศาสตร์คือ 10.6 ปี (หรือ 10 ปีโดยประมาณ)

จากเอกสารที่นำเสนอ สรุปได้ว่ายังไม่ปรากฏว่ามีการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับ “ช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัวของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์” ซึ่งเป็นประเด็นที่น่าสนใจและควรแก่การศึกษาอีกประเด็นหนึ่ง ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาในประเด็นดังกล่าวโดยแจกแจงผลการศึกษาลักษณะการฯ ทั้ง 7 ด้าน แต่โดยเหตุที่เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องยังมีข้อมูลไม่เพียงพอที่จะใช้กำหนดสมมติฐานการวิจัยในส่วนนี้ได้ ด้วยเหตุดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสำรวจข้อมูลเบื้องต้นโดยใช้แบบสอบถาม สอบถามนักวิทยาศาสตร์ดีเด่น 2 ท่าน* และนักประดิษฐ์ (อาจารย์วิทยาศาสตร์ผู้ได้รับรางวัลผลงานประดิษฐ์คิดค้น) 2 ท่าน* เพื่อประมวลคำตอบไว้เป็นข้อมูลสำหรับกำหนดสมมติฐานการวิจัย ผลการสำรวจแสดงได้ดังตาราง 5 ต่อไปนี้

* คือบุคคลชุดเดียวกันกับการสำรวจบ่อเกิดของลักษณะการฯ

ตาราง 5 แสดงผลการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นเพื่อศึกษาช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัวของ
ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์

ลักษณะการ	ผู้ให้ข้อมูล	ช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัว			
		ก่อนอายุ 10 ปี	ระหว่างอายุ 10-15 ปี	ระหว่างอายุ 15-20 ปี	หลังอายุ 20 ปี
ความอยากรู้ อยากเห็น	นักวิทยาศาสตร์คนที่ 1		*		
	นักวิทยาศาสตร์คนที่ 2		*		
	นักประดิษฐ์คนที่ 1		*		
	นักประดิษฐ์คนที่ 2	*			
ความไว ต่อปัญหา	นักวิทยาศาสตร์คนที่ 1		*		
	นักวิทยาศาสตร์คนที่ 2			*	
	นักประดิษฐ์คนที่ 1		*		
	นักประดิษฐ์คนที่ 2		*		
ความคิด แหวกแนว	นักวิทยาศาสตร์คนที่ 1			*	
	นักวิทยาศาสตร์คนที่ 2			*	
	นักประดิษฐ์คนที่ 1				*
	นักประดิษฐ์คนที่ 2	*			
ชอบทำในสิ่งที่ ท้าทายความคิด	นักวิทยาศาสตร์คนที่ 1			*	
	นักวิทยาศาสตร์คนที่ 2			*	
	นักประดิษฐ์คนที่ 1				*
	นักประดิษฐ์คนที่ 2	*			
ชอบการ เปลี่ยนแปลง	นักวิทยาศาสตร์คนที่ 1			*	
	นักวิทยาศาสตร์คนที่ 2			*	
	นักประดิษฐ์คนที่ 1			*	
	นักประดิษฐ์คนที่ 2		*		

ตาราง 5 (ต่อ)

ลักษณะการ	ผู้ให้ข้อมูล	ช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัวฯ			
		ก่อนอายุ 10 ปี	ระหว่างอายุ 10-15 ปี	ระหว่างอายุ 15-20 ปี	หลังอายุ 20 ปี
ทำงานเพื่อ ความพอใจ	นักวิทยาศาสตร์คนที่ 1				*
	นักวิทยาศาสตร์คนที่ 2			*	
	นักประดิษฐ์คนที่ 1				*
	นักประดิษฐ์คนที่ 2			*	
มีอารมณ์ขัน	นักวิทยาศาสตร์คนที่ 1			*	
	นักวิทยาศาสตร์คนที่ 2		*		
	นักประดิษฐ์คนที่ 1				*
	นักประดิษฐ์คนที่ 2			*	
ภาพรวม	ความถี่	3	8	12	5
	ลำดับที่	4	2	1	3

จากตาราง 5 สรุปลำดับที่ของช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัวของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์(โดยภาพรวม) ได้ดังนี้

ลำดับ 1 ระหว่างอายุ 15-20 ปี

2 ระหว่างอายุ 10-15 ปี

3 หลังอายุ 20 ปี

4 ก่อนอายุ 10 ปี

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจะใช้ข้อสรุปดังกล่าวเป็นแนวทางในการกำหนดสมมติฐานการวิจัยในส่วนของการศึกษาช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัวของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ กล่าวคือ “ช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัวของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ คือ ระหว่างอายุ 15-20 ปี”

ปริมาณลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์

ตามที่ได้กำหนดขอบเขตของ “ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์” ไว้ 7 ด้าน คือ ความอยากรู้อยากเห็น ความไวต่อปัญหา ความคิดแหวกแนว ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด ชอบการเปลี่ยนแปลง ทำงานเพื่อความพอใจ และมีอารมณ์ขันนั้น จากการตรวจสอบเอกสารไม่พบว่า มีงานวิจัยเรื่องใดได้ศึกษา “ปริมาณ” ของลักษณะการฯเหล่านั้นไว้ก่อน ยกเว้นในหนังสือ “ทางเลือกในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ : แนวคิดและแนวปฏิบัติ” ในบทที่ว่าด้วย “บุคลิกภาพเชิงสร้างสรรค์ : ลักษณะการของนักวิทยาศาสตร์” (ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. 2539 : 187-253) ที่ผู้เขียนได้วิเคราะห์ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ของนักวิทยาศาสตร์ไว้ 9 ท่าน ซึ่งผลการวิเคราะห์ส่วนหนึ่งมีข้อมูลที่จะ “อนุมาน” เป็น “ปริมาณ” ของลักษณะการฯได้ในระดับหนึ่ง อย่างไรก็ตาม เนื่องจากผลการวิเคราะห์ที่ปรากฏอยู่ในหนังสือดังกล่าวยังขาดความชัดเจน ผู้วิจัยจึงได้นำผลการวิเคราะห์นั้นมาวิเคราะห์เพิ่มเติม ผลของการวิเคราะห์ปรากฏดังต่อไปนี้

การวิเคราะห์ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์จากประวัติของนักวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้นำลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ทั้ง 7 ด้านไปใช้วิเคราะห์พฤติกรรมนักวิทยาศาสตร์ระดับสากลที่เป็นที่รู้จักโดยทั่วไป 6 ท่านคือ เซอร์ไอแซค นิวตัน (Sir Issac Newton) ชาร์ลส์ ดาร์วิน (Charles Darwin) โทมัส แอลวา เอดิสัน (Thomas Alva Edison) พี่น้องตระกูลไรท์ (Wilbur and Orville Wright) แมรี กูรี (Marie Curie) และอัลเบิร์ต ไอน์สไตน์ (Albert Einstein) รวมทั้งนักวิทยาศาสตร์ชาวไทยอีก 3 ท่านคือ ศาสตราจารย์ ดร.คลุ้ม วัชรโรบล ศาสตราจารย์ ระพี สาคริก และ ดร.อาทอง ชุมสาย ณ อยุธยา การวิเคราะห์ดังกล่าวเป็นเพียงการวิเคราะห์เบื้องต้น โดยใช้ข้อมูลประวัติสังเขปของนักวิทยาศาสตร์เหล่านั้น(ข้อมูลประวัติสังเขปแสดงไว้ในภาคผนวก) ผลการวิเคราะห์ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ของนักวิทยาศาสตร์แต่ละท่านแสดงได้ดังต่อไปนี้ (พึงสังเกตว่าข้อความของแต่ละพฤติกรรมเป็นข้อความที่ตัดตอนมาสั้นๆ โดยขาดข้อความข้างเคียงที่ปรากฏในประวัติฯเดิม แต่ในการวิเคราะห์แยกแยะเป็นลักษณะการต่างๆ(ล1-ล7)ได้พิจารณาจากข้อความข้างเคียงและบริบทที่เกี่ยวข้องด้วย ในกรณีที่ข้อความพฤติกรรมขาดความสมบูรณ์เช่นว่านี้ โปรดอ่านภาคผนวกประกอบ)

1. ผลการวิเคราะห์ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ของ เซอร์ ไอแซค นิวตัน (Sir Issac Newton)

ผลการวิเคราะห์ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ของ เซอร์ ไอแซค นิวตัน (Sir Issac Newton) แสดงได้ดังตาราง 6

ตาราง 6 แสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ของ เซอร์ ไอแซค นิวตัน

พฤติกรรม	ลักษณะการ						
	ล1	ล2	ล3	ล4	ล5	ล6	ล7
1. ถึงจะมีฐานะยากจนก็บากบั่นเรียนจนจบมหาวิทยาลัย	*			*			
2. จ้องมองดวงดาวผ่านกล้องโทรทรรศน์นานนับชั่วโมงเพื่อศึกษาการเคลื่อนที่ของดวงดาว	*					*	
3. อยากรู้ว่าเมื่อแสงผ่านแท่งแก้วปริซึมแล้วจะเป็นอย่างไร ก็ทดลองทำและทดลองอีกว่า เมื่อแสงผ่านแท่งแก้วอีกอันจะเป็น อย่างไร	*				*		
4. เมื่ออยู่ต่างๆจะหมกมุ่นคิดเรื่องคณิตศาสตร์และการคำนวณ	*	*			*		
5. เขาจะไม่คัดค้านการคิดโจททย์คณิตศาสตร์ของอาจารย์ในมหาวิทยาลัยและเมื่อมีโอกาสเขาจะเสนอความคิดในการแก้โจททย์ คณิตศาสตร์แปลก ๆ ของเขา		*	*				
6. จากการทดลองเรื่องแสงผ่านปริซึม 2 อันเขานำความรู้ที่ได้มาสร้างกล้องโทรทรรศน์		*		*			
7. ขณะที่เขาจับมือหญิงคนรักได้จินตนาการไปถึงทฤษฎีใบโนเมียลซึ่งกำลังคิดค้างอยู่		*					

ตาราง 6 (ต่อ)

พฤติกรรม	ลักษณะการ						
	ล1	ล2	ล3	ล4	ล5	ล6	ล7
8. จากการตกของลูกแอปเปิ้ลได้ นามาคิดต่อเป็นกฎแรงดึงดูดระหว่างมวล		*	*				
9. จากกฎแรงดึงดูดระหว่างมวล นามาสรางกฎว่าด้วยการเคลื่อนที่ของดวงดาว			*				
10. เขาสามารถคิดวิธีการแก้โจทย์คณิตศาสตร์ด้วยวิธีแปลกๆ และได้คำตอบถูกต้อง			*		*		
11. เขาเอาหนูผูกกับเฟืองแล้วเอาข้าวโพดเป็นเหยื่อวางเหนือ เฟืองให้หนูจับเหยื่อทำให้เฟืองเคลื่อนที่และเครื่องยนต์สามารถทำงานได้			*	*			
12. สามารถสร้างนาฬิกาที่เดินได้ด้วยแรงหยดของน้ำ		*	*	*			
13. กล้าแสดงวิธีคิดโจทย์แบบแปลกๆให้อาจารย์ในมหาวิทยาลัยดูขณะที่เป็นนักศึกษา			*	*	*		
14. เขาศึกษาการเคลื่อนที่ของดวงดาวจนสามารถคำนวณการเคลื่อนที่ของดวงดาวได้ และประกาศว่าการคำนวณของเขาจะไม่ผิดพลาด				*			
15. คิดโจทย์คณิตศาสตร์วิธีใหม่			*	*	*		
16. เป็นคนไม่อยู่นิ่งคิดและทำสิ่งต่างๆ อยู่เสมอ เช่น ตั้งแต่เด็กๆ ทำโรงสีโดยใช้แรงหนูวิ่ง		*			*		
17. เดินเข้าไปในโรงอาหารโดยไม่สนใจสภาพของตนเอง						*	
18. เขาถือว่าการคิดคำนวณโจทย์ทางคณิตศาสตร์เป็นเกมส์ ที่เขาใช้เวลาไม่ถือว่าจะมีผล ต่อผู้อื่นหรือเป็นประโยชน์อย่างใด				*		*	
19. เขาไม่สนใจเก็บหลักฐาน การค้นคว้าต่างๆ ที่ศึกษาค้นคว้า						*	

ตาราง 6 (ต่อ)

พฤติกรรม	ลักษณะการ						
	ล1	ล2	ล3	ล4	ล5	ล6	ล7
20. เอาหนุมมาผูกกับเฟืองให้วิ่งไล่กินข้าวโพดที่ติดกับเฟืองทำให้เฟืองหมุนเครื่องยนต์ในโรงสี							*
21. ในตอนกลางคืนเขาเอาโคมไฟแขวนกับหางว่าวแล้วชักขึ้น ท้องฟ้าทำให้คนอื่นหลงคิดว่า เป็นดาวหาง			*				*
รวมจำนวนข้อ	4	7	9	8	6	4	2
ลำดับที่	5	3	1	2	4	5	7

หมายเหตุ ล1 = ความอยากรู้อยากเห็น ล2 = ความไวต่อปัญหา ล3 = ความคิดแหวกแนว

ล4 = ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด ล5 = ชอบการเปลี่ยนแปลง

ล6 = ทำงานเพื่อความพอใจ ล7 = มีอารมณ์ขัน

2. ผลการวิเคราะห์ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ของ ชาร์ลส์ ดาร์วิน (Charles Darwin)

ผลการวิเคราะห์ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ของ ชาร์ลส์ ดาร์วิน (Charles Darwin)

แสดงได้ดังตาราง 7

ตาราง 7 แสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ของ ชาร์ลส์ ดาร์วิน

พฤติกรรม							
	ล1	ล2	ล3	ล4	ล5	ล6	ล7
1. เมื่อเขาไม่เข้าใจอะไรจะอ่านหนังสือค้นคว้าจนพบคำตอบที่ต้องการ	*						
2. ติดตามไปกับเรือเพื่อศึกษารธรรมชาติเป็นเวลากว่า 5 ปีโดยไม่ได้รับค่าตอบแทน	*		*	*		*	
3. รู้ว่าพ่อต้องไม่อนุญาตให้เขาเดินทางไปกับเรือแน่ จึงไปขอให้ลุงผู้เป็นบุคคลที่พ่อเชื่อถือมาพุดขอ อนุญาตแทน		*		*			
4. รู้ว่าพ่อต้องการให้เรียนแพทย์แต่เขาไม่ชอบ แต่ก็ไม่อยากร้างใจจึงไปเรียนตามที่พ่อต้องการ ระหว่างเรียนก็ไม่สนใจเท่าที่ควรจนพ่อให้ไปบวช เรียนเป็นพระเขาใช้เวลาดังกล่าวศึกษารธรรมชาติตามที่สนใจ จนกระทั่งสำเร็จปริญญา		*	*	*		*	
5. ระหว่างเดินทางเขาพบเปลือกหอยบนภูเขาจึงคิดว่าเดิมบริเวณนี้คงจะเป็นแผ่นดินเดียวกันที่เกิดการยุบหรือโก่งตัวกลายเป็นภูเขา ดังปัจจุบัน		*	*				
6. จากที่พบเห็นสิ่งมีชีวิตมากมาย ทำให้เกิดความคิดว่าพันธุ์พืชและ สัตว์น่าจะมีวิวัฒนาการมาจากสิ่งที่มีชีวิตชนิดเดียวกันหรือไม่ก็ชนิด ต่อมา มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างเพื่อให้เหมาะสมตามเวลา สถานที่อย่างเหมาะสม			*				

ตาราง 7 (ต่อ)

พฤติกรรม							
	ล1	ล2	ล3	ล4	ล5	ล6	ล7
7. อยากศึกษาเรื่องพืชเมืองร้อนในประเทศอังกฤษ จึงทำเรือนกระจกควบคุมอากาศ	*		*	*	*	*	
8. เขามีความเชื่อในทฤษฎีที่ว่าคนเกิดจากสัตว์และ ธรรมชาติเป็นตัว คัดเลือกสิ่งมีชีวิต จากความคิดนี้ ถูกกลุ่มศาสนาโงมตีมากมายเขาก็ยังคงค้นคว้าและ เขียนหนังสือขึ้นมา				*		*	
9. ก้าวแรกที่ลงในเรื่องเขาก็เกิดอาการเมาเรือแต่ก็ไม่ ยอมแพ้ เขาได้เดินทางไปกับเรือถึง 5 ปี				*			
10. ชอบเดินทางไปเรื่อย ๆ					*		
11. เมื่อสนใจธรรมชาติเขาก็จะทำทุกวิธีที่จะได้เรียนรู้ มัน เช่น ยิงนก สะสมแมลงล่าสัตว์ แม้ว่าการ กระตือรือร้นจะขัดใจบิดาก็ตาม	*			*		*	
12. เขาเขียนหนังสือเกี่ยวกับพืชและสัตว์ต้องใช้เวลา กว่า 20 ปี จึงขอย่นำออกมาเผยแพร่			*			*	
13. เขาไม่ชอบการโต้แย้ง เมื่อรู้ว่าการเข้าร่วมประชุม จะมีการต่อต้านโต้แย้ง เขาจึงเกลียดปวยไม่ยอมไป ประชุม		*				*	
14. ระหว่างเดินทางไปตามเกาะต่างๆเขาพบเต่ายักษ์ ซึ่งมันไม่กลัวคนเลย เขาจึงปีนขึ้นไปนั่งบนหลัง มันต้องพลัดตกหลายครั้งกว่าจะเดินได้ 1 หลา				*			*
รวมจำนวนข้อ	4	4	6	8	2	7	1
ลำดับที่	4	4	3	1	6	2	7

หมายเหตุ ล1 = ความอยากรู้อยากเห็น ล2 = ความไวต่อปัญหา ล3 = ความคิดแหวกแนว

ล4 = ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด ล5 = ชอบการเปลี่ยนแปลง

ล6 = ทำงานเพื่อความพอใจ ล7 = มีอารมณ์ขัน

3. ผลการวิเคราะห์ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ของ โทมัส อัลวา เอดิสัน (Thomas Alva Edison)

ผลการวิเคราะห์ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ของ โทมัส อัลวา เอดิสัน (Thomas Alva Edison) แสดงได้ดังตาราง 8

ตาราง 8 แสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ของ โทมัส อัลวา เอดิสัน

พฤติกรรม	ลักษณะการ						
	ล1	ล2	ล3	ล4	ล5	ล6	ล7
1. เขาพยายามกักไข่ห่านเพื่อ ทดลองว่าจะฟักออกมาเป็นตัว ได้หรือไม่	*		*	*			
2. จุดไฟเผาโรงนาของบิดาเพียงเพื่อต้องการรู้ว่าจะมีอะไรเกิดขึ้น	*			*		*	
3. ตอนเด็กๆชอบทดลองวิทยาศาสตร์ตามตำราที่เขาซื้อมาเอง	*			*			
4. ไม่ยอมเข้านอนเพราะต้อง การคิดค้นเครื่องรับส่งโทรเลขที่เขาทำขึ้นเอง	*					*	
5. นำหนังสือพิมพ์ที่มีข่าวน่า สนใจให้พ่ออ่านจนลืมเวลาเข้านอนของเขา		*					
6. เมื่อต้องการให้พ่อเข้าใจเหตุผลที่เขาต้องอยู่ดึกจึงวางแผนให้เพื่อนใช้โทรเลขส่งข่าวจากหนังสือพิมพ์มาถึงพ่อ		*				*	
7. แก้ปัญหาให้เมืองสองแห่งที่ถูกตัดขาดจากหิมน้ำแข็ง สามารถติดต่อกันได้โดยใช้ หูตุรุดไฟให้สัญญาณตามรหัสโทรเลขของมอร์ส		*	*				
8. เขาไม่ต้องการอยู่เวรกลางคืนจึงประดิษฐ์เครื่องส่งสัญญาณแทนตัวเขาไปยังสำนักงานใหญ่ทุก ๆ ชั่วโมง		*	*	*	*		

ตาราง 8 (ต่อ)

พฤติกรรม	ลักษณะการ						
	ล1	ล2	ล3	ล4	ล5	ล6	ล7
9. ใช้เหรียญเงินเคาะเล็บมือหญิงคนรักตามระบบ โทรเลขแทนการพูดคุย โดยที่มารดาของคนรัก ไม่เข้าใจ		*	*				
10. ประดิษฐ์เครื่องบอกราคาทองคำ	*		*	*			
11. ประดิษฐ์เครื่องโทรศัพท์ที่ให้เสียงชัดเจนโดยใช้ คาร์บอน ทาแผ่นวงกลมในหูเครื่องรับโทรศัพท์	*		*	*		*	
12. ประดิษฐ์หลอดไฟฟ้าสว่างได้นานถึง 40 ชั่วโมง	*		*	*		*	
13. ประดิษฐ์เครื่องบันทึกการ นับคะแนนของที่ ประชุมรัฐสภา	*		*				
14. ประดิษฐ์เครื่องพิมพ์และเครื่องบันทึกราคาหุ้น	*		*	*			
15. ประดิษฐ์เครื่องบันทึกเสียง ซึ่งเป็นต้นฉบับของ เครื่องเล่นแผ่นเสียง	*		*				
16. คิดหลักการถ่ายภาพเคลื่อนไหว	*		*				
17. นำเครื่องบันทึกเสียงและเครื่องฉายมารวมกันเพื่อ ทำภาพยนตร์พูดได้			*		*		
18. ประดิษฐ์รถจักรไฟฟ้า			*			*	
19. ซื้อเครื่องพิมพ์มาออกหนังสือพิมพ์รายสัปดาห์ ของตนเอง				*		*	
20. สร้างรถจักรไฟฟ้าโดยที่มีคนไม่เห็นด้วยเพราะ กลัวอันตราย แต่เอ็ดสันก็เชื่อมั่นว่าต้องทำได้				*	*	*	
21. ตอนเด็กๆ ขวนขวายทำงาน หลายอย่างเพื่อให้ ได้เงินขณะ เดียวกันก็ทดลองสิ่งที่ตนเอง สนใจไปด้วย					*	*	
22. มีผลงานประดิษฐ์มากมาย และงานประดิษฐ์แต่ ละชิ้นก็ปรับปรุงจนกว่าจะเป็นที่พอใจ					*	*	

ตาราง 8 (ต่อ)

พฤติกรรม	ลักษณะการ						
	ล1	ล2	ล3	ล4	ล5	ล6	ล7
23. ใช้ตู้รถไฟเก่าๆเป็นที่ทำงานและขายของแม้ว่า ตอนนั้นจะมีเงินพอที่จะเปิดร้านเป็นของตนเอง ได้แล้ว						*	
24. ทำงานทุกอย่างเพื่อให้ได้ เงินมาซื้ออุปกรณ์การ ทดลองที่ตนเองชอบ						*	
25. งานประดิษฐ์ทุกชิ้นเขาจะแก้ไขปรับปรุงจนกว่า จะเป็นที่พอใจ					*	*	
26. เมื่อถูกกลั่นแกล้งให้จดโทรเลขที่ส่งมาเร็วๆ และ ใช้คำที่สับสน เอดิสันจึงเคาะสัญญาณ กลับไป ว่า “พ่อหนุ่มให้ส่งสัญญาณโทรเลขด้วยเท้าอีก ข้างด้วย”		*					*
27. วันฉลองครบรอบ 50 ปี ของการประดิษฐ์หลอด ไฟมีการจัดห้องปฏิบัติการเลียนแบบห้องเดิมของ เอดิสัน เมื่อเขาได้เห็นจึงพูดติดตลกว่า “ห้องยัง ไม่เหมือนห้องเดิมเพราะพื้นสะอาดเกินไป”							*
รวมจำนวนข้อ	11	6	13	10	6	13	2
ลำดับที่	3	5	1	4	5	1	7

หมายเหตุ ล1 = ความอยากรู้อยากเห็น ล2 = ความไวต่อปัญหา ล3 = ความคิดแหวกแนว

ล4 = ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด ล5 = ชอบการเปลี่ยนแปลง

ล6 = ทำงานเพื่อความพอใจ ล7 = มีอารมณ์ขัน

4. ผลการวิเคราะห์ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ของ พี่น้องตระกูลไรท์ (Wilbur and Orville Wright)

ผลการวิเคราะห์ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ของ พี่น้องตระกูลไรท์ (Wilbur and Orville Wright) แสดงได้ดังตาราง 9

ตาราง 9 แสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ (ที่เป็นลักษณะร่วมกัน) ของ พี่น้องตระกูลไรท์

พฤติกรรม	ลักษณะการ						
	ล1	ล2	ล3	ล4	ล5	ล6	ล7
1. ถึงเขาทั้งสองจะทำงานซ่อมจักรยานแต่สนใจเรื่องการบินได้เหมือนนก	*			*	*		
2. เมื่อเขาไม่เข้าใจเกี่ยวกับเรื่องที่สนใจ แม้จะเป็นคนขี้อายและเก็บตัวก็ยังกล้าสอบถามจากผู้รู้ที่สามารถตอบคำถามของเขา	*				*	*	
3. การที่จะนำเครื่องยนต์ทางบกมาติดกับเครื่องบินนั้นมีน้ำหนักมากเขาจึงดัดแปลงสร้างเครื่องยนต์ที่มีน้ำหนักเบากว่า		*		*			
4. เขาคิดว่าการติดล้อได้เครื่องบินน่าจะทำให้เครื่องบินเคลื่อนที่ได้โดยไม่ต้องอาศัยแรงลม		*		*			
5. เขาคิดว่าการนำเครื่องบินให้ร่อนลงมาจากเนินน่าจะทำให้เครื่องบินพุ่งขึ้นได้เร็วขึ้น		*		*			
6. เขาใช้หลักการบินของนกผสมผสานกับหลักของลิเลียนทาลมา สร้างอุปกรณ์ที่บินได้ในท้องฟ้า			*		*		
7. นำทางเสือโยกกับห้องเครื่อง เพื่อให้เครื่องร่อนเคลื่อนที่ไปตามทิศทางที่ต้องการ	*		*				
8. นอกจากทางเสือจะช่วยในการบังคับทิศทางแล้วเขายังติดหาง เสือไว้ด้านหลังเพื่อให้เกิดความสมดุล	*		*				
9. การทดลองของพวกเขาอาจ ทำให้ได้รับอันตรายถึงแก่ชีวิต แต่พวกเขาก็กล้าทดลอง				*	*	*	
10. เขาจะทดลองสิ่งที่คิดไว้เสมอ เช่น ร่อนเครื่องลงจากเขา ติดหางเสือบังคับทิศทาง				*	*		

ตาราง 9 (ต่อ)

พฤติกรรม	ลักษณะการ						
	ล1	ล2	ล3	ล4	ล5	ล6	ล7
11. ถึงแม้ว่าเขาจะสามารถทำให้เครื่องบินลอยอยู่บนท้องฟ้าได้ เขาก็ยังไม่พอใจคอยปรับปรุงติดตั้งเครื่องยนต์กลไกอยู่เสมอเพื่อให้เครื่องบินมีประสิทธิภาพดีขึ้น			*	*	*	*	
12. เขาไม่สนใจที่จะเรียนต่อ ทั้งที่มีโอกาสแต่หันมาประกอบอาชีพอิสระเปิดร้านซ่อมจักรยาน						*	
13. ถึงจะสามารถสร้างเครื่องบินที่สามารถลอยอยู่บนท้องฟ้าได้เขาก็ไม่สนใจประกาศให้ผู้อื่นรู้						*	
รวมจำนวนข้อ	4	3	4	7	6	5	0
ลำดับที่	4	6	4	1	2	3	7

หมายเหตุ ล1 = ความอยากรู้อยากเห็น ล2 = ความไวต่อปัญหา ล3 = ความคิดแหวกแนว
 ล4 = ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด ล5 = ชอบการเปลี่ยนแปลง
 ล6 = ทำงานเพื่อความพอใจ ล7 = มีอารมณ์ขัน

5. ผลการวิเคราะห์ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ของ แมรี คูรี (Marie Curie)

ผลการวิเคราะห์ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ของ แมรี คูรี (Marie Curie) แสดงได้

ดังตาราง 10

ตาราง 10 แสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ของแมรี คูรี

พฤติกรรม	ลักษณะการ						
	ล1	ล2	ล3	ล4	ล5	ล6	ล7
1. ค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมว่า น่าจะมีธาตุชนิดอื่นอีกที่สามารถแผ่รังสีได้เช่นเดียวกับธาตุยูเรเนียม	*		*				
2. สามารถตอบคำถามสารวัตร ตำรวจที่มาสอบสวนที่โรงเรียนได้		*					
3. ใช้กากแร่พิทเบลนที่ซึ่งราคาถูกกว่า มาแยกธาตุได้เร็วกว่าซึ่งราคาแพงมาก		*			*		
4. คิดว่าต้องเกิดสงครามโลกแน่จึงส่งลูกสาวไปอยู่ในที่ที่ปลอดภัย		*					
5. คิดว่าเมื่อเกิดสงครามแล้วแร่เรเดียมต้องหายากและราคาแพงจึงเอาไปเก็บซ่อนไว้		*					
6. ค้นพบแร่เรเดียมซึ่งสามารถแผ่รังสีเหมือนแร่ยูเรเนียม			*				
7. รับจ้างเป็นครูตามบ้านทำงาน เพื่อส่งให้พี่สาวเรียน เมื่อพี่สาวเรียนจบตนเองก็เปลี่ยนไปเรียนบ้าง				*		*	
8. ขณะเรียนต้องย้ายมาอยู่ห้องพักที่เล็กและอับชื้นซึ่งสงบเงียบและเรียนจนสำเร็จ				*			

ตาราง 10 (ต่อ)

พฤติกรรม	ลักษณะการ						
	ล1	ล2	ล3	ล4	ล5	ล6	ล7
9. แร่เรเดียมมีอันตรายแต่เธอ ก็ไม่กลัวศึกษาค้นคว้าทดลองจนสำเร็จ				*		*	
10. เมื่อเกิดสงคราม เธอได้ช่วยรักษาพยาบาลผู้ได้รับบาดเจ็บ				*		*	
11. ในขณะที่กำลังศึกษาแร่เรเนียมก็หาความรู้ศึกษาหาแร่ธาตุชนิดอื่น	*				*		
12. การอาศัยอยู่กับพี่สาว ถึงจะสบายกายแต่ไม่สบายใจก็ยินดีย้ายไปอยู่ที่อื่นถึงแม้ว่าจะลำบากก็ตาม					*		
13. เธอได้หาห้องทำงานใหม่ซึ่งเป็นโรงไม้ว่างเปล่า หลังมหาวิทยาลัยซึ่งหลังคารั่ว สภาพใช้การไม่ได้ แต่ก็ทำงานอย่างมีความสุข						*	
14. ตอนแต่งงานจึงจักกรยานไปอันนี้มุน							*
รวมจำนวนข้อ	2	4	2	4	3	4	1
ลำดับที่	5	1	5	1	4	1	7

หมายเหตุ ล1 = ความอยากรู้อยากเห็น ล2 = ความไวต่อปัญหา ล3 = ความคิดแหวกแนว

ล4 = ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด ล5 = ชอบการเปลี่ยนแปลง

ล6 = ทำงานเพื่อความพอใจ ล7 = มีอารมณ์ขัน

6. ผลการวิเคราะห์ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ของ อัลเบิร์ต ไอน์สไตน์ (Albert Einstein)

ผลการวิเคราะห์ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ของ อัลเบิร์ต ไอน์สไตน์ (Albert Einstein) แสดงได้ดังตาราง 11

ตาราง 11 แสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ของอัลเบิร์ต ไอน์สไตน์

พฤติกรรม	ลักษณะการ						
	ล1	ล2	ล3	ล4	ล5	ล6	ล7
1. เมื่ออายุ 5 ขวบ บิดาได้นำเข็มทิศมาให้เล่นเขาสนใจ และต้องการรู้ว่าทำไมเข็มทิศจึงเบี่ยงเบนได้ จึงพยายามที่จะหาคำตอบ	*						
2. ใช้เวลาหลังเลิกงานในหน้าที่ ทำงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์และได้พบทฤษฎีทางฟิสิกส์ที่สำคัญ	*					*	
3. เขาสามารถเข้าใจเรื่องยากๆ ในวิชาคณิตศาสตร์ได้รวดเร็ว		*					
4. ขณะเกิดสงครามโลกไอน์สไตน์ ตระหนักถึงอันตรายที่จะเกิดกับ ตัวเขาจึงตัดสินใจไม่กลับเยอรมันและลี้ภัยอยู่ในอังกฤษชั่วคราว		*					
5. เขาเสนอให้สหรัฐอเมริกาสร้างระเบิดปรมาณู ก่อนที่เยอรมันจะคิดสร้างขึ้นมาและประสบผลสำเร็จ ส่งผลให้สงครามโลกครั้งที่2 สิ้นสุดลง		*					
6. ค้นพบทฤษฎีสัมพันธภาพ			*				
7. ค้นพบทฤษฎีควอนตัม			*				
8. ขณะเป็นนักเรียนเขาปฏิเสธ การท่องกฎไวยากรณ์ภาษาละติน และยืนยันกับครูว่า “ไม่ต้องการท่องในสิ่งที่ไม่เข้าใจเพียงเพื่อให้ ได้คะแนนสำหรับสิ่งนั้น”				*		*	
9. ส่งผลงานเรื่องทฤษฎีสัมพันธภาพออกตีพิมพ์ จนเป็นที่รู้จักกันแพร่หลายทั่วโลก				*			

ตาราง 11 (ต่อ)

พฤติกรรม	ลักษณะการ						
	ล1	ล2	ล3	ล4	ล5	ล6	ล7
10. หลังจากจบปริญญาตรี เขาออกหางานทำและเปลี่ยนงานไปเรื่อยๆ					*	*	
11. เขาพอใจที่จะเรียนในวิชาที่ชอบ ไม่ได้เรียนเพื่อหวังคะแนน						*	
12. ชอบอาชีพครูเพราะได้สอนคณิตศาสตร์และฟิสิกส์ ซึ่งเป็นวิชาที่เขารัก						*	
13. มีความเป็นอยู่อย่างง่ายๆ ตามสบาย						*	
14. จากประวัติของไอน์สไตน์มีข้อความบันทึกไว้ว่า “...ไอน์สไตน์ยังคงมีอารมณ์ขันอยู่เสมอแม้จะถูกมรณูมชีวิตกระหน่ำก็ตาม”							*
รวมจำนวนข้อ	2	3	2	2	1	6	1
ลำดับที่	3	2	3	3	6	1	6

หมายเหตุ ล1 = ความอยากรู้อยากเห็น ล2 = ความไวต่อปัญหา ล3 = ความคิดแหวกแนว

ล4 = ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด ล5 = ชอบการเปลี่ยนแปลง

ล6 = ทำงานเพื่อความพอใจ ล7 = มีอารมณ์ขัน

7. ผลการวิเคราะห์ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ของ ศาสตราจารย์ ดร.คลุ้ม วัชรโรบล

ผลการวิเคราะห์ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ของ ศาสตราจารย์ ดร.คลุ้ม วัชรโรบล

แสดงได้ดังตาราง 12

ตาราง 12 แสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ของ ศาสตราจารย์ ดร. คลุ้ม วัชรโรบล

พฤติกรรม	ลักษณะการ						
	ล1	ล2	ล3	ล4	ล5	ล6	ล7
1. ขณะเป็นนักศึกษาแพทย์ชอบค้นคว้าหาความรู้ใหม่ จนอาจารย์ที่สอนยกย่องชมเชยเพราะสามารถรู้เรื่อง บางอย่างได้รวดเร็วกว่าอาจารย์	*	*	*		*		
2. สร้างตำราวิทยาศาสตร์แบบ “คำถาม-คำตอบ” ขึ้น เป็นคนแรก			*	*	*	*	
3. รวบรวมข้อสอบวิทยาศาสตร์ชุดक्रमมัธยมหลายสิบปี มาเฉลย สรุปรวมเป็นหนังสือเล่มใหญ่			*	*		*	
4. แต่งตำราเรียนเกี่ยวกับสัตว์ในเมืองไทยไว้หลายเล่ม			*	*		*	
5. มีผลงานค้นคว้าวิจัยมากมาย	*	*	*	*	*	*	
6. มีวิธีสอนที่ไม่ซ้ำแบบใคร			*	*	*	*	
7. สอบแข่งขันชิงทุนเล่าเรียนหลวงได้ขณะที่เรียนอยู่ ชั้น ม.8			*	*			
8. สอบแข่งขันชิงทุนของสมเด็จพระราชบิดา เจ้าฟ้า กรมหลวงสงขลานครินทร์ไปเรียนที่อังกฤษ			*	*			
9. ศึกษาค้นคว้าเรื่องจิตวิญญาณในส่วนซึ่งยังไม่มีใคร พิสูจน์ได้	*		*	*	*	*	
10. ขณะเรียนหนังสือก็หาทางสมัครสอบแข่งขันชิง ทุนประเภท ต่าง ๆ			*	*	*	*	
11. ระหว่างเป็นนักศึกษาชอบเล่นกีฬาหลายอย่าง จนได้เหรียญทองนักกีฬายอดเยี่ยม					*	*	

ตาราง 12 (ต่อ)

พฤติกรรม	ลักษณะการ						
	ล1	ล2	ล3	ล4	ล5	ล6	ล7
12. แม้จะเรียนหนักแต่ชอบเล่นกีฬาและหาเวลาเล่นอย่างจริงจัง					*	*	
13. มีพลังในการทำงานโดยไม่รู้จักเหน็ดเหนื่อย				*	*	*	
14. จากบทความที่เขียนไว้ในหนังสือบางเล่มแสดงว่าเป็นคนมีอารมณ์ขัน			*				*
15. ในการสอนนิยมนิทรรศการจะเรื่องจำๆ ลงไปในป้าฐกถาด้วยเสมอ			*				*
รวมจำนวนข้อ	3	2	12	10	9	10	2
ลำดับที่	5	6	1	2	4	2	6

หมายเหตุ ล1 = ความอยากรู้อยากเห็น ล2 = ความไวต่อปัญหา ล3 = ความคิดแหวกแนว
 ล4 = ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด ล5 = ชอบการเปลี่ยนแปลง
 ล6 = ทำงานเพื่อความพอใจ ล7 = มีอารมณ์ขัน

8. ผลการวิเคราะห์ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ของ ศาสตราจารย์ ระพี สาคริก

ผลการวิเคราะห์ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ของ ศาสตราจารย์ ระพี สาคริก

แสดงได้ดังตาราง 13

ตาราง 13 แสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ของ ศาสตราจารย์ ระพี สาคริก

พฤติกรรม	ลักษณะการ						
	ล1	ล2	ล3	ล4	ล5	ล6	ล7
1. เมื่อมีเวลาว่างจะสนใจศึกษาเรื่องที่สนใจคือ กล้วยไม้	*						
2. สนใจและคิดว่าในอนาคตกล้วยไม้จะเป็นพืช เศรษฐกิจที่มีบทบาทสำคัญในสังคม จึงศึกษาหา ความรู้เพิ่มเติม		*		*			
3. ผสมพันธุ์แดงโมพันธุ์ใหม่ที่ดีกว่าพันธุ์พื้นเมือง			*	*	*		
4. ผสมพันธุ์กล้วยไม้พันธุ์ใหม่ๆเพื่อให้ได้พันธุ์มากขึ้น			*		*		
5. ในสมัยนั้นไม่มีใครสนใจเรื่องกล้วยไม้คิดว่าเป็น ของฟุ่มเฟือยจึงเขียนตำราออกเผยแพร่และจัดการ อบรมการเลี้ยงกล้วยไม้				*		*	
6. ขออนุมัติรัฐบาลให้ประเทศไทยจัดชุมนุมกล้วยไม้ โลกครั้งที่ 9 เพื่อเผยแพร่ชื่อเสียงของประเทศ ทำให้กล้วยไม้มีบทบาท ทางเศรษฐกิจทำรายได้ให้ แก่ประเทศ				*			
7. แม้จะเขียนตำราแล้วไม่มีใครสนใจ ก็ยังทำต่อไป						*	
8. เปิดอบรมการเลี้ยงกล้วยไม้โดยไม่รับสิ่งตอบแทน						*	
9. เมื่อขอต้นไม้จากญาติแล้วไม่ให้ ก็ไม่ยอมกลับบ้าน นั่งเฝ้าต้นไม้จนเจ้าของใจอ่อน ยอมให้ตามที่ขอ							*
รวมจำนวนข้อ	1	1	2	4	2	3	1
ลำดับที่	5	5	3	1	3	2	5

หมายเหตุ ล1 = ความอยากรู้อยากเห็น ล2 = ความไวต่อปัญหา ล3 = ความคิดแหวกแนว

ล4 = ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด ล5 = ชอบการเปลี่ยนแปลง

ล6 = ทำงานเพื่อความพอใจ ล7 = มีอารมณ์ขัน

9. ผลการวิเคราะห์ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ของ ดร.อาจง ชุมสาย ณ อยุธยา

ผลการวิเคราะห์ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ของ ดร.อาจง ชุมสาย ณ อยุธยา

แสดงได้ดังตาราง 14

ตาราง 14 แสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ของ ดร. อาจง ชุมสาย ณ อยุธยา

พฤติกรรม	ลักษณะการ						
	ล1	ล2	ล3	ล4	ล5	ล6	ล7
1. ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม แม้ว่าจะจบปริญญาเอกแล้ว	*				*	*	
2. เข้าร่วมในโครงการไวกิ้ง 1, 2 ในการสำรวจดาวอังคารโดยทำเครื่องมือวัดความสูงอัลติมิเตอร์	*		*	*		*	
3. คิดว่าวิชาไมโครเวฟที่สอน ในไม่ช้าจะเป็นวิชาที่ล้ำสมัยจึงไปศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมในต่างประเทศ		*	*			*	
4. ใช้วุฒิปริญญาตรีสมัครเป็นพนักงานธรรมดาเมื่อได้งานแล้วผลงานปรากฏชัดเจน จึงได้เลื่อนตำแหน่งและเงินเดือน		*	*	*			
5. เสนอว่าน่าจะใช้พลังงานแสงอาทิตย์ทดแทนพลังงานจากน้ำมันและยูเรเนียมโดยใช้ดาวเทียมไปรับแสงแดดแล้วเปลี่ยนเป็นคลื่นไมโครเวฟส่งมายังโลกเหมือนคลื่นวิทยุแล้วเปลี่ยนคลื่นเป็นกระแสไฟฟ้า		*	*		*		
6. ประยุกต์ใช้คลื่นไมโครเวฟเพื่อ การติดต่อสื่อสารในประเทศไทย			*	*	*		
7. คิดว่าน่าจะสามารถประยุกต์ พลังจิตในการทำสมาธิมาใช้ในงานทางวิทยาศาสตร์ได้		*	*		*		

ตาราง 14 (ต่อ)

พฤติกรรม	ลักษณะการ						
	ล1	ล2	ล3	ล4	ล5	ล6	ล7
8. เมื่อองค์การนำข่าวประกาศให้ผู้สนใจเสนอและออกแบบเครื่องยนต์ในโครงการสำรวจดาวอังคาร ใวกี่ 1, 2 ได้จึงเสนอแบบอัลติเมเตอร์และได้รับคัดเลือก			*	*	*	*	
9. เมื่อกลับเมืองไทยได้ลาออกจากราชการมาประกอบธุรกิจส่วนตัว			*	*	*	*	
รวมจำนวนข้อ	2	4	8	5	6	5	0
ลำดับที่	6	5	1	3	2	3	7

หมายเหตุ ล1 = ความอยากรู้อยากเห็น ล2 = ความไวต่อปัญหา ล3 = ความคิดแหวกแนว

ล4 = ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด ล5 = ชอบการเปลี่ยนแปลง

ล6 = ทำงานเพื่อความพอใจ ล7 = มีอารมณ์ขัน

เมื่อพิจารณาพฤติกรรมและผลงานของนักวิทยาศาสตร์ระดับสากล 6 ท่านและนักวิทยาศาสตร์ชาวไทยอีก 3 ท่านจะพบว่า สามารถแยกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือกลุ่มนักวิทยาศาสตร์และกลุ่มนักประดิษฐ์ (หรือนักวิทยาศาสตร์ที่มีผลงานประดิษฐ์) กลุ่มนักวิทยาศาสตร์ ได้แก่ เซอร์ ไอแซก นิวตัน , ชาร์ลส คาร์วิน , แมรี คูรี , อัลเบิร์ต ไอน์สไตน์ , ศาสตราจารย์ ดร.คลุ้ม วัชโรบล และ ศาสตราจารย์ ระพี สาคริก ส่วนกลุ่มนักประดิษฐ์ได้แก่ โรมัส อัลวา เอดิสัน พี่น้องตระกูลไครท์ และ ดร.อาทอง ชุมสาย ณ อยุธยา การจัดกลุ่มบุคคลเป็น 2 กลุ่มดังกล่าวนี้ขึ้นจนถึงหลักการที่ว่า ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์มีความเป็นสากลเหนือความเป็นเชื้อชาติ และในส่วนนี้นักวิทยาศาสตร์กับนักประดิษฐ์ (หรือนักวิทยาศาสตร์ที่มีผลงานประดิษฐ์) น่าจะมีความแตกต่างในความเด่น-ด้อยของลักษณะการด้านต่างๆอยู่บ้าง

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์จากประวัติสังเขปของนักวิทยาศาสตร์จำนวน 9 ท่านดังนำเสนอข้างต้น เมื่อแยกเป็นกลุ่มนักวิทยาศาสตร์และกลุ่มนักประดิษฐ์(หรือนักวิทยาศาสตร์ที่มีผลงานประดิษฐ์) สามารถสรุปผลเป็นภาพรวมได้ดังตาราง 15 ต่อไปนี้

ตาราง 15 แสดงสรุปผลเป็นภาพรวมของปริมาณลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์จากการวิเคราะห์ประวัติสังเขปของนักวิทยาศาสตร์

กลุ่ม	ชื่อ	ลำดับที่ของลักษณะการ						
		ล1	ล2	ล3	ล4	ล5	ล6	ล7
นักวิทยาศาสตร์	เซอร์ไอแซค นิวตัน	5	3	1	2	4	5	7
	ชาร์ลส์ ดาร์วิน	4	4	3	1	6	2	7
	แมรี คูรี	5	1	5	1	4	1	7
	อัลเบิร์ต ไอน์สไตน์	3	2	3	3	6	1	6
	ศาสตราจารย์ ดร.คลุ้ม วัชรโรบล	5	6	1	2	4	2	6
	ศาสตราจารย์ ระพี สาคริก	5	5	3	1	3	2	5
	ลำดับที่เฉลี่ย	4.5	3.5	2.7	1.7	4.5	2.2	6.3
	ลำดับ(จัดจากลำดับที่เฉลี่ย)	5	4	3	1	5	2	7
นักประดิษฐ์	โรมัส อัลวา เอดิสัน	3	5	1	4	5	1	7
	พี่น้องตระกูลไรท์	4	6	4	1	2	3	7
	ดร.อาจอง ชุมสาย ณ อยุธยา	6	5	1	3	2	3	7
	ลำดับที่เฉลี่ย	4.3	5.3	2.0	2.7	3.0	2.3	7.0
	ลำดับ(จัดจากลำดับที่เฉลี่ย)	5	6	1	3	4	2	7

จากตาราง 15 สรุปลำดับที่ของปริมาณลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์จากมาก(ลำดับที่น้อย)ไปน้อย(ลำดับที่มาก) ได้ดังนี้

ก. กรณีนักวิทยาศาสตร์

ลำดับ 1 ล4 ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด

2 ล6 ทำงานเพื่อความพอใจ

3 ล3 ความคิดแหวกแนว

- ลำดับ 4 ล2 ความไวต่อปัญหา
 5 ล1 ความอยากรู้อยากเห็น
 5 ล5 ชอบการเปลี่ยนแปลง
 7 ล7 มีอารมณ์ขัน

ข. กรณีนักประดิษฐ์

- ลำดับ 1 ล3 ความคิดแหวกแนว
 2 ล6 ทำงานเพื่อความพอใจ
 3 ล4 ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด
 4 ล5 ชอบการเปลี่ยนแปลง
 5 ล1 ความอยากรู้อยากเห็น
 6 ล2 ความไวต่อปัญหา
 7 ล7 มีอารมณ์ขัน

ข้อมูลเกี่ยวกับประวัติของนักวิทยาศาสตร์ที่นำมาเป็นตัวอย่างในการวิเคราะห์นี้ ยังมีข้อมูลที่ครบถ้วนสมบูรณ์ ประกอบกับพฤติกรรมบางพฤติกรรม(ของนักวิทยาศาสตร์บางท่าน)อาจไม่มีความชัดเจนเพียงพอที่จะบ่งชี้ว่าเป็นลักษณะการฯใดโดยตรง รวมทั้งพฤติกรรมบางพฤติกรรม(ของนักวิทยาศาสตร์บางท่าน)อาจเป็นพฤติกรรมร่วมของลักษณะการหลายลักษณะการฯ ในส่วนนี้จึงยังมีใช้ผลการวิเคราะห์ที่ถูกต้องโดยสมบูรณ์ อย่างไรก็ตาม ในการวิจัยครั้งนี้จะได้ใช้ประโยชน์จากผลการวิเคราะห์ดังกล่าวเป็นแนวทางในการกำหนดสมมติฐานการวิจัยในส่วนนี้

อนึ่ง เนื่องจากปริมาณลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์นี้ หากศึกษาแยกกรณีกันระหว่างกลุ่มนักวิทยาศาสตร์กับกลุ่มนักประดิษฐ์ก็จะทำให้ผลการศึกษาไม่มีความชัดเจนยิ่งขึ้น ดังนั้น ในเบื้องต้นของการศึกษาเกี่ยวกับปริมาณลักษณะการฯนี้ ผู้วิจัยจะได้กำหนดสมมติฐานการวิจัยโดยแยกเป็น 2 กรณี คือ กรณีของนักวิทยาศาสตร์ และกรณีของนักประดิษฐ์ ดังต่อไปนี้

1. กรณีนักวิทยาศาสตร์

ปริมาณลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์เรียงลำดับจากมากไปน้อยได้ดังนี้

- 1.1 ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด
- 1.2 ทำงานเพื่อความพอใจ
- 1.3 ความคิดแหวกแนว
- 1.4 ความไวต่อปัญหา
- 1.5 ความอยากรู้อยากเห็น
- 1.5 ชอบการเปลี่ยนแปลง
- 1.7 มีอารมณ์ขัน

2. กรณีนักประดิษฐ์

ปริมาณลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์เรียงลำดับจากมากไปน้อยได้ดังนี้

- 2.1 ความคิดแหวกแนว
- 2.2 ทำงานเพื่อความพอใจ
- 2.3 ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด
- 2.4 ชอบการเปลี่ยนแปลง
- 2.5 ความอยากรู้อยากเห็น
- 2.6 ความไวต่อปัญหา
- 2.7 มีอารมณ์ขัน

ขั้นตอนการคิดสร้างสรรค์

เอกสารที่นำเสนอในหัวข้อนี้มี 3 หัวข้อย่อยๆคือ การคิดสร้างสรรค์ตามขั้นตอนทั่วไป ขั้นตอนการคิดประดิษฐ์สิ่งประดิษฐ์ และสหัชญาณกับการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะได้นำเสนอตามลำดับดังต่อไปนี้

ก. การคิดสร้างสรรค์ตามขั้นตอนทั่วไป

จากการตรวจสอบเอกสารที่เกี่ยวข้องพบว่า นักจิตวิทยาได้สนใจศึกษาเกี่ยวกับขั้นตอนการคิดสร้างสรรค์มานานแล้ว กล่าวคือ ในปี 1935 แคธริน แพทริก(Catharine Patrick) แห่งมหาวิทยาลัยโคลัมเบียได้ศึกษาขั้นตอนการคิดสร้างสรรค์ในการแต่งบทกวี (Creative Thought in Poets) และสรุปว่า ในการแต่งบทกวีนั้น กวีใช้ขั้นตอน 4 ขั้นตอนโดยลำดับคือ 1) ขั้นเตรียมการ (Preparation) 2) ขั้นบ่มเพาะความคิด (Incubation) 3) ขั้นพบทางออก (Illumination) และ 4) ขั้นตรวจสอบความถูกต้อง (Revision or Verification)(Patrick. 1937 : 36) และต่อมาในปี 1937 แคธริน แพทริก ก็ได้ศึกษาขั้นตอนการคิดสร้างสรรค์ของจิตรกร (Creative Thought in Artists) และพบว่าจิตรกรใช้ขั้นตอน 4 ขั้นตอนโดยลำดับในการทำงานสร้างสรรค์เช่นเดียวกับกวี (Patrick. 1937 : 70-72) ซึ่งแพทริกได้กล่าวถึงขั้นตอนแต่ละขั้นไว้ดังนี้

1. ขั้นเตรียมการ เป็นขั้นของการทำความคุ้นเคยกับสภาพการณ์แวดล้อมและวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการทำงาน
2. ขั้นบ่มเพาะความคิด เป็นขั้นของการทำความกระจ่างกับปัญหา ประมวลความคิดที่น่าจะเกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา และมองเห็นแนวทางอย่างรวๆในการแก้ปัญหา
3. ขั้นพบทางออก เป็นขั้นที่มองเห็นลู่ทางในการแก้ปัญหาหรือทำงานและเริ่มลงมือดำเนินการแก้ปัญหาหรือทำงานตามแนวทางนั้น

4. ขั้นตรวจสอบความถูกต้อง เป็นขั้นของการทบทวนและปรับปรุงวิธีการหรือผลงานให้มีความถูกต้องสมบูรณ์และรัดกุมยิ่งขึ้น

ต่อมา กีเซลิน (Ghiselin. 1952) ได้รายงานผลการศึกษา “กระบวนการคิดสร้างสรรค์” ของผู้ประสบความสำเร็จในการคิดสร้างสรรค์ในฐานะกวี นักเขียนนวนิยาย และนักคณิตศาสตร์ โดยใช้ สตีเฟน สเปนเดอร์ (Stephen Spender) ดอโรธี แคนฟิลด์ (Dorothy Canfield) และ อังรี พวงกะเร (Henri Poincaré) เป็นกรณีศึกษาสำหรับแต่ละกรณีตามลำดับ รายงานดังกล่าวระบุขั้นตอนในการคิดสร้างสรรค์ของผู้ที่เป็นกรณีศึกษาแต่ละรายไว้ดังนี้

1. กรณีของ สตีเฟน สเปนเดอร์ (Stephen Spender)

สตีเฟน สเปนเดอร์ ซึ่งประสบความสำเร็จในฐานะกวี ได้รายงานเกี่ยวกับกระบวนการที่ใช้ในการเขียนบทกวีของตน ซึ่งสรุปเป็นขั้นตอนได้ ดังนี้

1.1 ใช้สัทพยางค์ในการเริ่มต้น โดยการนึกเอาเองถึงประเด็นประทับใจที่จะแสดงออกในบทกวีที่จะเขียน

1.2 ร่างบทกวีไว้อย่างคร่าวๆ

1.3 ปรับแก้บทกวีให้เข้ารูปเข้ารอยยิ่งขึ้น (ประมาณ 2-3 ครั้ง)

1.4 ปรับปรุงเสริมแต่งบทกวีให้สมบูรณ์และเป็นที่พอใจ สเปนเดอร์ได้ให้ข้อสังเกตไว้ด้วยว่า การเริ่มต้นแต่งบทกวีนั้น เริ่มจากการมีอารมณ์แวบวูบเกิดขึ้นก่อน ส่วนเทคนิคการเขียนและทักษะทางภาษาศิลป์นั้นเป็นส่วนที่นำมาเสริมในภายหลัง อย่างไรก็ตาม เทคนิคการเขียนและทักษะทางภาษาศิลป์ล้วนเป็นผลพวงของประสบการณ์ที่เกิดจากการฝึกฝนและการทำงานหนักมาก่อนอย่างต่อเนื่องและยาวนาน

2. กรณีของ ดอโรธี แคนฟิลด์ (Dorothy Canfield)

ดอโรธี แคนฟิลด์ ซึ่งประสบความสำเร็จในฐานะนักเขียนนวนิยายได้กล่าวถึงขั้นตอนที่ใช้ในการเขียนนวนิยายของตนไว้ ดังนี้

2.1 เกิดความคิดเริ่มต้นจาก “ความสะอึดใจ” ในใบหน้า อาการกริยา น้ำเสียง และบทสนทนาของผู้คนที่เธอพบเห็นในแต่ละวัน

2.2 นำสิ่งที่สะอึดใจนั้นมาใช้เป็นจุดเริ่มต้นในการวางโครงเรื่อง

2.3 ยกร่างบทประพันธ์ แล้วปรับปรุงขัดเกลามาตามความเหมาะสม

3. กรณีของ อังรี พวงกะเร (Henri Poincaré)

อังรี พวงกะเร ซึ่งประสบความสำเร็จในฐานะนักคณิตศาสตร์ ที่แก้ปัญหาเกี่ยวกับฟังก์ชันฟูชีของ (Fuchsian functions) ได้สำเร็จ ได้สรุปขั้นตอนในการคิดค้นไว้ ดังนี้

3.1 ในระยะแรก ทำงานหนักด้วยการคิดอย่างทุ่มเทและเอาจริงเอาจัง ด้วยระบบจิตสำนึก (conscious work)

3.2 เมื่อคิดไม่ออก ได้ปล่อยวางและพักผ่อนแล้วจึงคิดออก ซึ่งในขั้นตอนที่ 2 นี้ พวาคะเร บันทึกลงไว้ว่า ในตอนเย็นวันหนึ่งภายหลังจากที่ได้คิดกันอย่างหนักมาหลายวัน ได้พักผ่อนแล้วกลับไป เมื่อตื่นขึ้นมาในตอนเช้า เกิดความคิดขึ้นรางๆ จากนั้นจึงขบคิดปัญหาต่อจนอีกประมาณ 2 ชั่วโมงจึงประสบความสำเร็จ

ในปี 1959 ธรอมสัน (Thomson. 1959 : 190) ได้กล่าวไว้ในหนังสือ “The Psychology of Thinking” ว่า ในการคิดสร้างสรรค์นั้นต้องใช้ขั้นตอน 4 ขั้นตอนตามที่แพทริก (Patrick) สรุปไว้ แต่ไม่จำเป็นต้องเป็นไปโดยลำดับเสมอไป และในบางกรณีอาจมีการรวบขั้นตอนเข้าด้วยกันหรืออาจมีการย้อนกลับไปได้ด้วย

ต่อมาในปี 1965 (พ.ศ.2508) วอลเลซและโคแกน (Wallach and Kogan. 1965) ได้อธิบายว่า การคิดสร้างสรรค์เริ่มต้นจากการมีความคิดใหม่ๆ แล้วจึงมีการลองผิดลองถูก (Trial and Error) ซึ่งโดยภาพรวมแล้วกระบวนการเกิดความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วยขั้นตอน 4 ขั้นตอนคือ

1. ขั้นเตรียม (Preparation) หมายถึง ขั้นของการเตรียมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
2. ขั้นฟักตัว (Incubation) หมายถึง ขั้นที่ผู้คิดมีข้อมูลทั้งเก่าและใหม่ในลักษณะที่ยังสะเปะสะปะและยังไม่สามารถขมวดเข้าเป็นความคิดที่เป็นระบบได้ ในขั้นนี้ผู้คิดจึงปล่อยความคิดไว้อย่างเจิบๆ

3. ขั้นความคิดกระจ่าง (Illumination) หมายถึง ขั้นที่มีการเรียบเรียงความคิดและเชื่อมโยงความคิดให้สัมพันธ์กันจนมีความกระจ่างชัดยิ่งขึ้น

4. ขั้นทดสอบความคิดและพิสูจน์ (Verification) หมายถึง ขั้นที่นำความคิดจาก 3 ขั้นข้างต้นมาตรวจพิสูจน์ว่าเป็นจริงและถูกต้อง

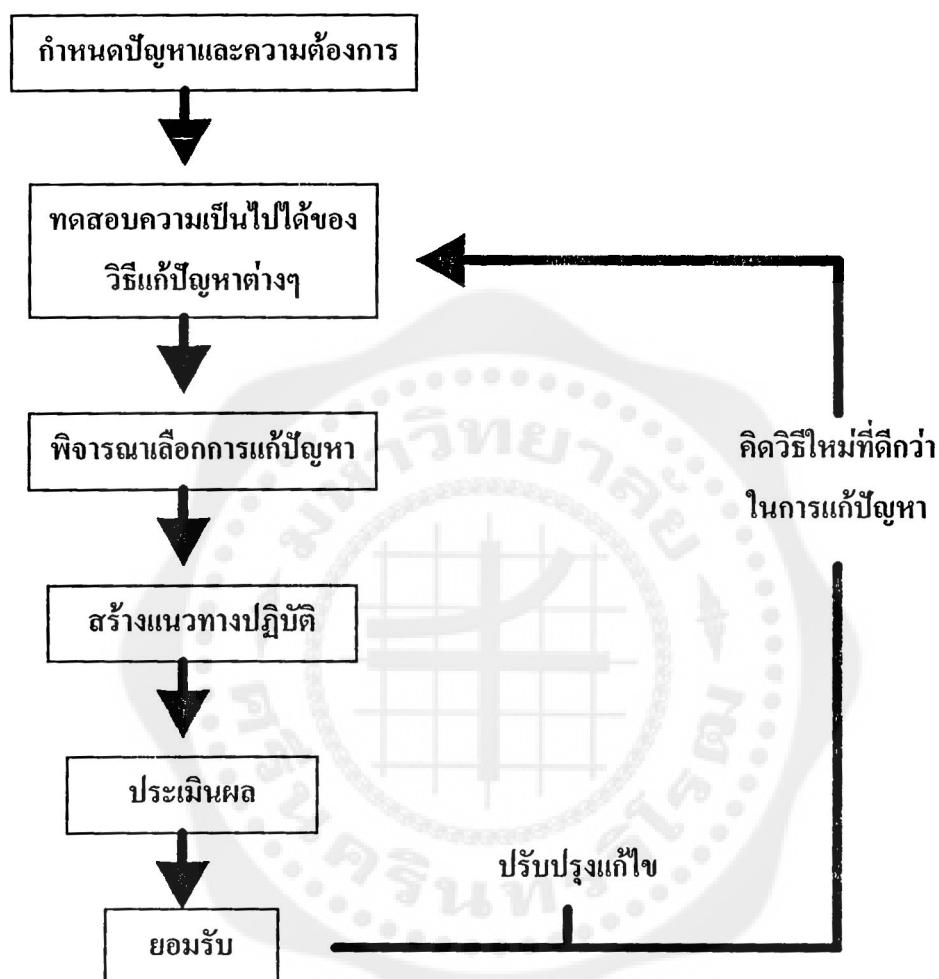
เป็นที่น่าสังเกตว่า ขั้นตอนการคิดสร้างสรรค์ที่วอลเลซและโคแกนนำมากล่าวถึงนี้ เหมือนกับขั้นตอนที่แพทริกได้เสนอไว้ทั้ง 4 ขั้นตอน

ข. ขั้นตอนการคิดประดิษฐ์สิ่งประดิษฐ์

การคิดสิ่งประดิษฐ์ เป็นการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ ซึ่งการประยุกต์ใช้ดังกล่าวต้องดำเนินการอย่างเป็น “กระบวนการ” กระบวนการในลักษณะดังกล่าวมีชื่อเรียกว่า “กระบวนการเทคโนโลยี” (NISTRO. 1987 : 13)

เกี่ยวกับ “กระบวนการเทคโนโลยี” นี้กล่าวได้ว่า มีองค์วิชาชีพที่เกี่ยวข้องเสนอรูปแบบไว้มากพอสมควร ในที่นี้จะนำมากล่าวถึงเป็นตัวอย่าง ดังนี้

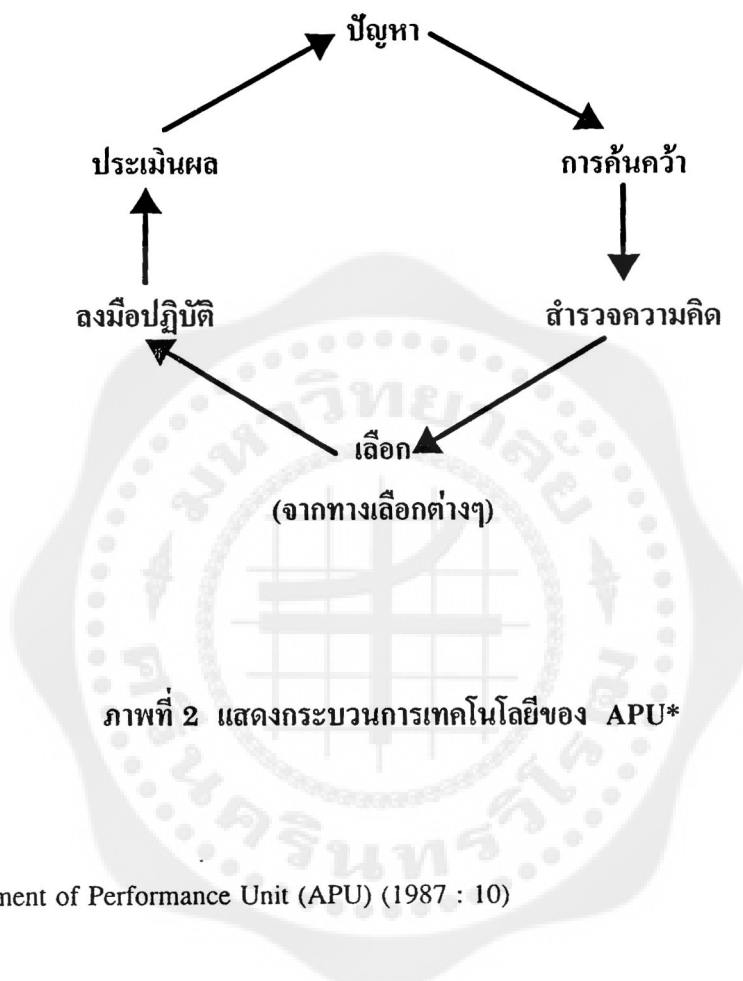
องค์กรแห่งภูมิภาคว่าด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งไอร์แลนด์เหนือ (Northern Ireland Science and Technology Regional Organisation หรือ NISTRO) ได้เสนอแผนภูมิของกระบวนการเทคโนโลยีไว้ ดังนี้



ภาพที่ 1 แสดงกระบวนการเทคโนโลยีของ NISTRO

ที่มา : Northern Ireland Science and Technology Regional Organisation (NISTRO) (1987 : 13)

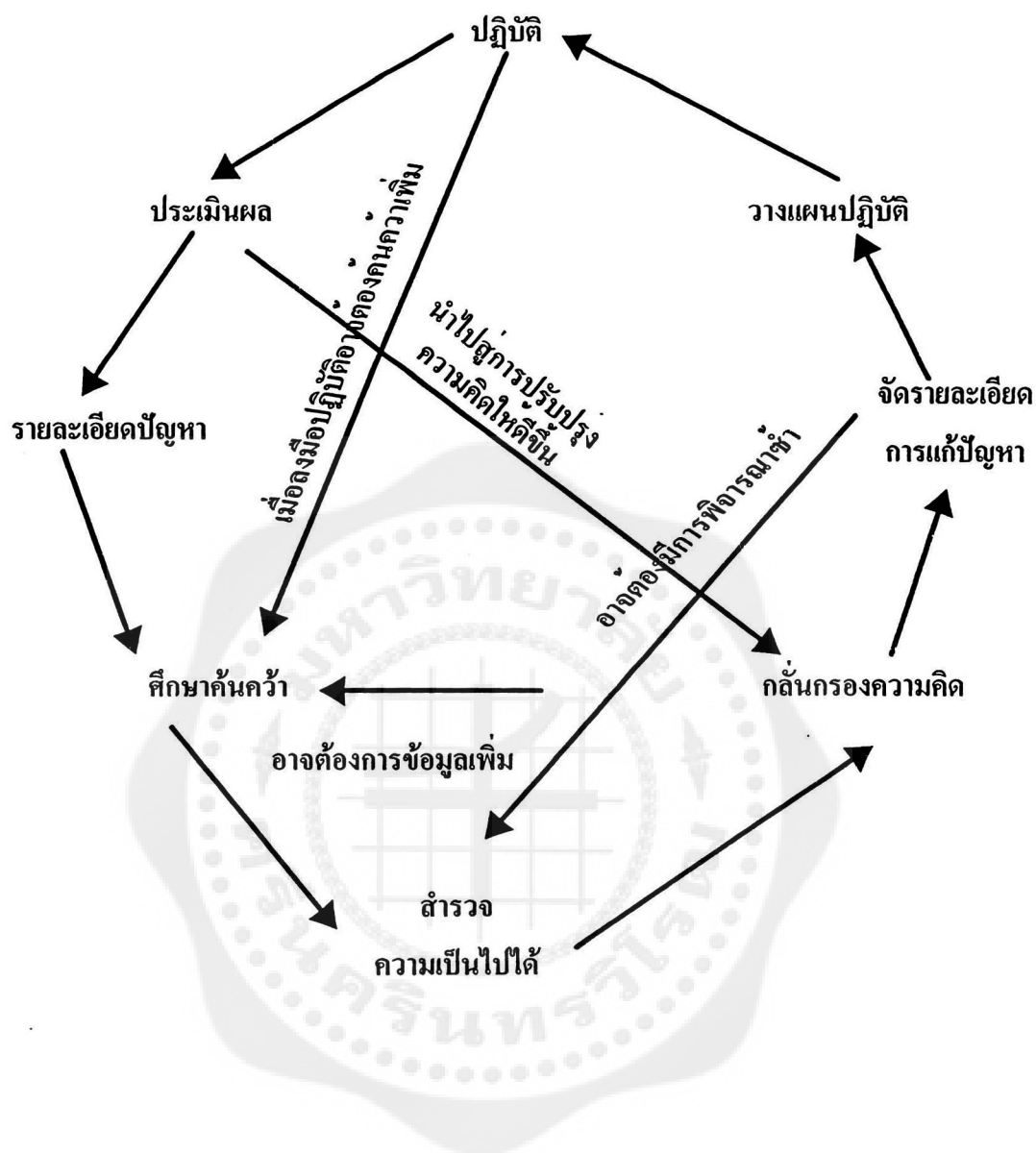
ด้วยมโนทัศน์ที่คล้ายคลึงกับ NISTRO หน่วยประเมินความสามารถเชิงปฏิบัติของ อังกฤษ (The Assessment of Performance Unit หรือ APU) เสนอแผนภูมิของกระบวนการ เทคโนโลยีในลักษณะที่เป็นวงจร โดยเริ่มต้นจาก “ปัญหา” จนถึง “ประเมินผล” ไว้ดังแผนภูมิ ต่อไปนี้



ภาพที่ 2 แสดงกระบวนการเทคโนโลยีของ APU*

ที่มา : Assessment of Performance Unit (APU) (1987 : 10)

นอกจาก NISTRO และ APU แล้ว “การมัธยมศึกษาของอังกฤษ” (The General Certificate of Secondary Education หรือ GCSE) ได้เสนอ “กระบวนการเทคโนโลยี” ไว้เช่นกัน กระบวนการเทคโนโลยีของ GCSE นี้มีขั้นตอนพื้นฐานคล้ายคลึงกับกระบวนการเทคโนโลยีของ NISTRO และ APU แต่มีรายละเอียดที่ซับซ้อนมากขึ้น ดังแผนภูมิต่อไปนี้



ภาพที่ 3 แสดงกระบวนการเทคโนโลยีของ GCSE*

ที่มา : The Assessment of Performance Unit (1987 : 10)

ในส่วนที่เกี่ยวกับ “ขั้นตอนการประดิษฐ์สิ่งประดิษฐ์” นี้ นักวิชาการของไทยคือ โข สาลีฉิน (2532 : 20-21) ได้เสนอขั้นตอนไว้ 5 ขั้นตอนดังนี้คือ

1. ศึกษาหลักการทำงานของอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่จะสร้างชิ้นนั้นเสียก่อนว่าจะให้เครื่องมือชิ้นนั้นทำงานอย่างไร ต้องศึกษาหน้าที่การทำงานทุกชิ้นส่วนของสิ่งที่จะสร้างชิ้นนั้นให้เข้าใจเป็นอย่างดี

2. เลือกวัสดุที่จะใช้สำหรับออกแบบสร้าง โดยควรเลือกวัสดุที่มีอยู่แล้วหรือหาได้ง่ายในท้องถิ่น

3. ดำเนินการออกแบบและสร้าง เมื่อเลือกวัสดุได้แล้วให้นำมาพิจารณาออกแบบเพื่อให้อุปกรณ์หรือเครื่องมือทำงานได้ตามต้องการ ผู้ออกแบบจะต้องรำลึกถึงชิ้นส่วนต่างๆ และหน้าที่การทำงานของชิ้นส่วนต่างๆ เหล่านั้นของขั้นที่ 1 แล้วพิจารณาที่วัสดุที่จะใช้ออกแบบสร้างว่ามีอะไรที่จะสร้างเป็นชิ้นส่วนและมีหน้าที่การทำงานได้เช่นเดิม ต้องพิจารณาไตร่ตรองอย่างละเอียดรอบคอบ การที่จะตัดตรงไหน จะต่อตรงไหน จะต่ออย่างไร จะเจาะแค่ไหน ที่ตำแหน่งใด ฯลฯ และจะอย่างไรอีกต่อไป จะต้องคำนึงอย่างละเอียดรอบคอบเช่นกัน มิฉะนั้นจะทำให้สิ้นเปลืองวัสดุ เมื่อคิดได้ลักษณะที่ค่อนข้างแน่นอนแล้วจึงเขียนรูปอย่างคร่าวๆ ไว้ แล้วนำมาพิจารณาดูใหม่หลายๆ ครั้ง ว่าควรจะดัดแปลงแก้ไขปรับปรุงอะไรอีกบ้าง ถ้ามั่นใจว่าได้แบบที่แน่นอนแล้วจึงเขียนรูปแบบ สัดส่วนและรายละเอียดต่างๆ เอาไว้ จากนั้นก็เริ่มดำเนินการสร้างตามแบบที่เขียนรูปแบบไว้ให้สำเร็จเรียบร้อย

4. ทำการทดลองตรวจสอบอุปกรณ์และเครื่องมือที่สร้างเสร็จแล้ว โดยนำมาทดลองตรวจสอบหน้าที่การทำงานของชิ้นส่วนต่างๆ ว่าทุกชิ้นส่วนทำงานได้ดีและครบถ้วนหรือไม่ บันทึกข้อมูลของการทดลองไว้ เพื่อพิจารณาว่าต้องดัดแปลงปรับปรุงแก้ไขใหม่โดยดำเนินการในขั้นที่ 5 ต่อไป หรือว่าถ้าการออกแบบนั้นดีแล้ว ก็หยุดเพียงแค่นั้นสุดขั้นที่ 4

5. ทำการปรับปรุงแก้ไข โดยหาสาเหตุว่าอะไรบ้างที่อาจจะทำให้การทำงานของสิ่งประดิษฐ์นั้นดีขึ้น เมื่อแก้ไขแต่ละจุดของสาเหตุแล้วต้องนำไปทดลองตรวจสอบตามขั้นที่ 4 ใหม่ จนกว่าจะได้ผลเป็นที่พึงพอใจ

จากเอกสารเกี่ยวกับ “การคิดสร้างสรรค์ตามขั้นตอนทั่วไป” และ “ขั้นตอนการคิดประดิษฐ์สิ่งประดิษฐ์” จะเห็นได้ว่ามีความแตกต่างกันอยู่บ้าง กล่าวคือ “การคิดสร้างสรรค์ตามขั้นตอนทั่วไป” เป็นการกล่าวถึงขั้นตอนอย่างกว้างๆ ส่วน “ขั้นตอนการคิดประดิษฐ์สิ่งประดิษฐ์” กล่าวถึงขั้นตอนที่ค่อนข้างละเอียดและเป็นรูปธรรม ในการวิจัยครั้งนี้จึงได้ใช้ขั้นตอนทั่วไปของการคิดสร้างสรรค์เป็นกรอบความคิดหลักโดยสอดแทรกขั้นตอนการคิดประดิษฐ์สิ่งประดิษฐ์บาง

ขั้นตอนไว้ตามความเหมาะสม และใช้ขั้นตอนผสมผสานนี้เป็นเนื้อหาของแบบสำรวจขั้นตอนการคิดสร้างสรรค์

สหัชญาณกับการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

จากสาระสำคัญของเอกสารในหัวข้อ “การคิดสร้างสรรค์ตามขั้นตอนทั่วไป” และ “ขั้นตอนการคิดประดิษฐ์สิ่งประดิษฐ์” จะเห็นได้ว่า ในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั้นอิงอาศัยขั้นตอนตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวที่ว่า “ความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่แฝงอยู่ในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์” (Piltz and Sund. 1969 : 1) และ “วิทยาศาสตร์กับความคิดสร้างสรรค์(จึงต้อง)ไปด้วยกัน” (สุวัฒน์ นิยมคำ. 2531 : 442) อย่างไรก็ตาม เนื่องจากมีเอกสารอีกส่วนหนึ่งที่ระบุว่าในหลายกรณีการคิดสร้างสรรค์ประสบความสำเร็จได้ในลักษณะ “แวบวูบ” เสมือนหนึ่งไม่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการขบปัญหาได้อย่าง “แวบวูบ” นั้นมีชื่อเรียกโดยทั่วไปว่า “สหัชญาณ” ดังนั้นในหัวข้อนี้จึงนำเสนอด้วยสหัชญาณกับการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มากล่าวถึงโดยสังเขปดังต่อไปนี้

“สหัชญาณ” เป็นคำที่ราชบัณฑิตยสถานแปลมาจากคำว่า “intuition” ในภาษาอังกฤษ โดยให้คำแปลที่เป็นไวพจน์กันไว้ 3 คำคือ สหัชญาณ / ความรู้เอง / และอหัมมัตถิกญาณ (ราชบัณฑิตยสถาน. 2524 : 39) คำว่า “สหัชญาณ” เป็นคำสนธิระหว่าง “สห” แปลว่า “ที่มีมาแต่กำเนิด” (พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน. 2525 : 796) และ “ญาณ” แปลว่า “ปรีชาหยั่งรู้ / กำหนดรู้ / ที่เกิดจากอำนาจสมาธิ / ความสามารถหยั่งรู้เป็นพิเศษ” (พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน. 2525 : 292) คำว่า สหัชญาณ นี้ สุวัฒน์ นิยมคำ (2517 : 3-4) เรียกว่า “การหยั่งรู้เอง” และอธิบายเสริมไว้ดังนี้

“....มีความรู้ที่เป็นความจริงหลายอย่างเกิดจากการมองเห็น (insight) ด้วยตัวของผู้นั้นเอง ไม่ใช่พระเจ้าบอก ไม่ใช่เกิดจากการอ่านตำรา ไม่ใช่จากการไล่เลียงหาเหตุผล ความจริงที่เกิดจากการมองเห็นเองเฉพาะคนนี้ไม่สามารถอธิบายเหตุผลได้ จึงเรียกว่าหยั่งรู้เอง พระพุทธเจ้าเป็นผู้ตรัสรู้เองก็เป็นผู้รู้แจ้งเห็นจริงในอริยสัจสี่ อันเป็นสัจธรรมคำจุนโลก การได้มาซึ่งสัจธรรมนี้เกิดจากพระองค์ได้พัฒนาจิตใจถึงขั้นสูงสุด รวมทั้งประสบการณ์เก่าแล้วก็เกิดการมองเห็นหรือการหยั่งรู้ในความจริงทั้งหลาย

.....เซอร์ ไอแซค นิวตัน (Sir Isacc Newton) นักวิทยาศาสตร์ผู้เรืองนามคนหนึ่ง ขณะไปนั่งอยู่ใต้ต้นแอปเปิล เห็นลูกแอปเปิลหล่นลงมาสู่พื้นดิน ความคิดก็ผุดขึ้นมาทันทีทันใดว่า โลกมีแรงดึงดูดสิ่งต่างๆเข้าสู่ตัวมัน ซึ่งก็เป็นความจริง และอะไรทำให้นิวตันคิดอย่างนั้นก็บอกไม่ถูก

.....อาร์คิมิดีส (Archimedes) นักวิทยาศาสตร์โบราณที่มีชื่อเสียงก็อีกคนหนึ่งที่ค้นพบความจริงอันสำคัญทางวิทยาศาสตร์โดยการสังหรณ์ใจ คราวหนึ่งพระเจ้าแผ่นดินแห่งเมืองซีราคิวส์ได้ใช้ช่างทองสร้างมงกุฎทองให้ แต่พระองค์มีความสงสัยว่าช่างอาจจะเล่นไม่ซื่ออาจจะนำโลหะอย่างอื่นเจือปนลงไปด้วย จึงสั่งให้อาร์คิมิดีสช่วยตรวจสอบ อาร์คิมิดีสคิดเท่าใดก็คิดไม่ออก จนจะหมดปัญญาอยู่แล้ว ต่อมาวันหนึ่งเขาไปอาบน้ำที่อ่างสาธารณะ ในอ่างมีน้ำเต็มอยู่ขณะที่เขาก้าวเข้าไปในอ่าง น้ำก็ล้นออกมาและรู้สึกตัวเบาๆ จึงเกิดความคิดแวบขึ้นในใจ กระโดดออกจากอ่างน้ำวิ่งร้องไปว่า ยูเรกา ! ยูเรกา ! แปลว่า ข้าพบแล้ว ! ข้าพบแล้ว ! ซึ่งแทบหลักการสำคัญทางวิทยาศาสตร์ที่เราเรียกว่าหลักของอาร์คิมิดีส (Archimedes' principle)”

เกี่ยวกับการคิดออกแบบอัตโนมัติด้วยสหัชญาณนี้ คล้าก (Clark. 1986 : 160) ระบุว่า ผู้ประสบความสำเร็จในฐานะ “นักสร้างสรรค์ชั้นยอด” ของมนุษยชาติเกิดการหยั่งรู้แบบสหัชญาณเป็นจำนวนมากด้วยกัน ไม่ว่าจะเป็นกลุ่มนักวิทยาศาสตร์ เช่น พลาโต (Plato) นิวตัน (Newton) คาวินชี (da Vinci) ไอน์สไตน์ (Einstein) กลุ่มศิลปินและนักดนตรี เช่น คีทซ์ (Keats) โมซาร์ท (Mozart) โมเน่ (Monet) กลุ่มนักปรัชญาและนักการศึกษา เช่น ปิธากอรัส (Pythagoras) เทสตา (Testa) จุง (Jung) หรือกลุ่มนักวิชาการยุคใหม่ เช่น โบห์ม (Bohm) พร็อกิจิเน่ (Prigogine) และ ฟรีแบรม (Pribram)

ในกรณีของนักวิทยาศาสตร์ไทย ดร.อาจอง ชุมสาย ณ อยุธยา (ซึ่งมีผลงานดีเด่นในการเข้าร่วมโครงการอวกาศขององค์การนาซ่าเพื่อการสำรวจดาวอังคาร และเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่ได้รับรางวัลผลงานคิดค้นและสิ่งประดิษฐ์จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปี พ.ศ. 2527 ฯลฯ) ได้เขียนเล่าประสบการณ์การค้นพบด้วยสหัชญาณไว้ด้วยเช่นกัน ดังได้คัดตอนมาเสนอต่อไปนี้

ก. กรณีที่เกิดขึ้นเมื่อครั้งศึกษาระดับปริญญาเอก ณ ประเทศอังกฤษ

ดร.อาจอง ชุมสาย ณ อยุธยา เขียนเล่าประสบการณ์การค้นพบด้วย “สหัชญาณ” ไว้ดังนี้

.....การทำปริญญาเอกนั้น เราต้องทำการค้นคว้าวิจัย เราต้องพยายามหาอะไรใหม่ๆซึ่งคนอื่นเขายังไม่เคยคิด ไม่เคยฝัน ไม่เคยทำมาก่อน เราจะต้องเขียนทฤษฎีซึ่งเป็นของใหม่เอี่ยม ตอนนั้นผมยังนึกไม่ออกว่าจะทำอะไรและไม่ได้เข้ามหาวิทยาลัย 2 ปี มัวแต่ไปทำกิจกรรมสารพัดอย่าง จนกระทั่งอาจารย์ที่สอนสมาธิให้ผมท่านเตือนผมว่าทำอย่างนี้ไม่ถูก เธอเป็นนักศึกษา เธอมีหน้าที่ศึกษาให้สำเร็จ ไม่ว่าเธอจะมีหน้าที่อะไร เธอจะต้องเล่าเรียนให้สำเร็จผมนึกขึ้นมาได้ว่าผมเป็นนักศึกษา จากการ

เดือนของอาจารย์ที่สอนสมาธิผมก็เลยกลับไปมหาวิทยาลัย พอเข้าไปในมหาวิทยาลัยก็ไปนั่งอยู่ในห้องทดลอง คือ ยังไม่รู้จะทำอะไรก็นั่งอยู่เฉยๆ หลับตาค่อยๆ ลึกๆ ซ้ำๆ กำหนดลมหายใจไม่คิดอะไร ทำสมาธิ ทำจิตใจให้สงบเสียก่อน เมื่อจิตเป็นสมาธิ จิตสงบนิ่ง ความรู้เกิดขึ้น อยู่ๆ ตอนนั้นไม่ได้คิดว่าจะทำอะไร แต่ปรากฏว่ามีรูปภาพเกิดขึ้นเป็นเครื่องมืออันหนึ่ง เครื่องมือนี้พอเห็นปั๊บก็รู้ทันทีว่าเป็นเครื่องมืออะไร ใช้สำหรับอะไร และก็เข้าใจทฤษฎีของมันหมดเลย แวบเดียวไม่ถึง 1 วินาที ผมก็รู้ว่าเครื่องมืออันนี้ใช้สำหรับการสื่อสารโดยอาศัยไมโครเวฟ ผมดีใจ ทดลองสร้างขึ้นตามที่ได้เห็นและเข้าใจในวันนั้น ปรากฏว่าใช้งานได้ตามที่เข้าใจ จึงทำการทดลองออกมา แล้วเขียนทฤษฎีตามที่เข้าใจในวันนั้นเป็นวิทยานิพนธ์ แล้วเอาไปยื่นให้อาจารย์ที่มหาวิทยาลัย หลังจากผ่านการตรวจวิทยานิพนธ์แล้วก็ได้รับปริญญาเอก (อาจอง ชุมสาย ณ อยุธยา. 2533 : 49-52)

ข. กรณีที่เกิดขึ้นเมื่อครั้งร่วมโครงการอวกาศไวกิ้ง

ดร.อาจอง ชุมสาย ณ อยุธยา ได้เล่าถึงการประสบความสำเร็จในการคิดระบบอัตโนมัติ เพื่อควบคุมการร่อนลงพื้นดินบนดาวอังคารของยานอวกาศไวกิ้งไว้ดังนี้

.....มีอยู่ครั้งหนึ่งผมลาไปดูงานที่อเมริกาปรากฏว่าเขาประกาศเกี่ยวกับโครงการอวกาศไวกิ้งเพื่อไปทำสำรวจดาวอังคาร ผมดีใจเพราะเป็นโครงการที่ดีมาก ถ้าเรามีโอกาสเข้าไปร่วมโครงการนี้ผมคิดว่าเราจะเข้าไปอยู่ในโครงการนี้ได้อย่างไรจะต้องหาอะไรสักอย่างหนึ่งซึ่งทางฝรั่งยังทำไม่สำเร็จ..... ผมสังเกตดูโครงการอวกาศทั้งหลายในอดีตทั้งของรัสเซียและของอเมริกัน พบว่ามีอยู่อย่างหนึ่งซึ่งเขาประสบความสำเร็จล้มเหลวมาตลอด ตอนที่เขาส่งยานอวกาศไปลงดาวพุธ ดาวศุกร์ และดาวอังคาร 3 ดวงนี้เขาให้ยานอวกาศร่อนลงไป ตอนที่ร่อนลงไปปรากฏว่า พอไปถึงพื้นดินสัญญาณก็หายเงียบไปไม่สามารถที่จะถ่ายทอดสัญญาณจากพื้นดินของดวงดาวเหล่านั้นกลับมาถึงโลกของเราได้ จึงสันนิษฐานว่ามันตกลงไปกระแทกพื้นอย่างรุนแรง และเครื่องมือสื่อสารพังหมด ถ้าหากเราเข้าไปแข่งขันในส่วนนี้คือ ระบบที่ควบคุมยานอวกาศให้ร่อนลงไปได้โดยอัตโนมัติสู่พื้นดินของดาวอังคาร คู่แข่งจะน้อย เพราะไม่มีใครทำได้สำเร็จ ผมก็เขียนโครงการเข้าไปแข่งขัน และในที่สุดก็ได้รับเลือก.... เมื่อวิจัยทดลองไปแล้วคิดว่าพอจะใช้ได้ก็สร้างขึ้นมา และเขาได้นำไปประกอบในยานอวกาศ แต่ยังไม่ส่งขึ้นไปทันที เขาตรวจสอบทุกระบบด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ ปรากฏว่าตอนที่เขาทดสอบ เครื่องของเขาพังทันที เขาชี้หน้าผม บอกว่านี่เครื่องของเธอทำให้ยาน

อวกาศเขาพัง ให้กลับไปทำใหม่ ผมกลับมาตั้งใจนั่งวิเคราะห์ออกแบบพยายามทำให้มันดีขึ้น แต่นึกไม่ออกว่าจะสร้างอย่างไร พวกฝรั่งเขาก็นึกไม่ออกแล้วเราคนไทยจะคิดออกได้อย่างไร เราก็พยายามออกแบบถึง 3 ครั้ง และยื่นให้องค์การนาซ่าเขาทดสอบ ได้ผลไม่สำเร็จเสียที ในที่สุดผมนึกขึ้นมาได้ว่า เมื่อเราคิดมากและคิดไม่ออกเลิกคิดเสียก่อน ผมปีนขึ้นไปอยู่บนภูเขาในรัฐแคลิฟอร์เนีย สหรัฐอเมริกา แล้วก็ไปนั่งอยู่เฉยๆคนเดียว ตอนนี้อยากถามป่อย่างทุกอย่าง เรื่องโครงการอวกาศเราไม่สนใจ หันจิตใจเข้ามาในตัวเองพอจิตใจสงบความรู้ก็เกิดขึ้น ในช่วงที่นั่นอยู่เฉยๆไม่คิดเรื่องยานอวกาศ แต่อยู่ๆรู้ขึ้นมาเฉยๆแว็บเข้ามาว่าจะสร้างอย่างไร ผมดีใจมากวิ่งลงมาจากภูเขาวิ่งกลับเข้าไปในห้องทดลองและก็สร้างตามที่เข้าใจบนยอดเขา และนำไปยื่นให้องค์การนาซ่า เมื่อทดสอบแล้วเขาดีใจกันใหญ่ บอกว่าใช้ได้แล้ว เขาให้สร้างให้เขา 3 ชุดด้วยกัน ซึ่งนำเอาไปประกอบในยานอวกาศไวจิง 1 ยานอวกาศไวจิง 2 และไวจิง 3 (อาจอง ชุมสาย ณ อยุธยา. 2533 : 54-58)

นอกจากกรณีของ ดร.อาจอง ชุมสาย ณ อยุธยา แล้ว ผู้วิจัยยังได้รับคำยืนยันจากผู้ที่ประสบความสำเร็จในการประดิษฐ์คิดค้นว่า สามารถคิดได้แบบอัตโนมัติโดยใช้สหัชญาณอยู่เนืองๆ ดังตัวอย่างต่อไปนี้ กล่าวคือ วินัย ชิริเบญจกุล ผู้จบการศึกษาสาขาวิศวกรรมไฟฟ้าและเป็นผู้ได้รับรางวัลจากผลงานการประดิษฐ์ “ระบบคอมพิวเตอร์ควบคุมสถานีไฟฟ้าแรงสูง” ได้ยืนยันว่า การปฏิบัติธรรมนั่งกรรมฐานจะทำให้เกิดอำนาจหยั่งรู้และสามารถแก้ปัญหาได้อย่างอัศจรรย์ ถ้าได้ฉาณ 4* จะดีมาก (ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ และสรรฤติ หันสันเทียะ. 2539)

* ฉาณ 4 ตามปกติหมายถึง รูปฉาณ 4 ฉาณที่มีรูปธรรมเป็นอารมณ์(รูปฉาณ) ท่านนิยามแบ่งออกเป็น 4 ระดับ มีองค์ประกอบที่ใช้กำหนดระดับดังนี้

1. ปฐมฉาณ (ฉาณที่ 1) มีองค์ 5 คือ วิตก วิจาร ปีติ สุข เอกัคคตา
2. ทุติยฉาณ (ฉาณที่ 2) มีองค์ 3 คือ ปีติ สุข เอกัคคตา
3. คติยฉาณ (ฉาณที่ 3) มีองค์ 2 คือ สุข เอกัคคตา
4. จตุตถฉาณ (ฉาณที่ 4) มีองค์ 2 คือ อุเบกขา เอกัคคตา

(พระราชวรมุนี(ประยุทธ์ ปยุตฺโต). 2529 : 302-303)

จากเอกสารเกี่ยวกับ “สหัชญาณกับการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์” สามารถสรุปได้ว่า มีหลายกรณีที่บุคคล เช่น นักวิทยาศาสตร์และนักประดิษฐ์สามารถทำงานสำเร็จด้วยการพบคำตอบแบบอัตโนมัติหรือโดยใช้ “สหัชญาณ” ต่อกรณีการใช้สหัชญาณนี้ ปรากฏในข้อเขียนของ ดร.อาจอง ชุมสาย ณ อยุธยา ว่า เกิดขึ้นภายหลังจากการขบคิดตามกระบวนการปกติ แต่ยังไม่ประสบความสำเร็จ จึงทึ่งค้างประเด็นปัญหานั้นไว้ แล้วปล่อยวางจนกระทั่งเมื่อมีจิตสงบก็สามารถคิดแก้ปัญหานั้นได้แบบอัตโนมัติโดยมิได้ตั้งใจที่จะขบคิดปัญหานั้นในขณะนั้น

อนึ่ง เพื่อให้ได้ข้อมูลเบื้องต้นที่มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นในการกำหนดสมมติฐานการวิจัยว่าด้วย “การศึกษาขั้นตอนในการคิดสร้างสรรค์” ผู้วิจัยได้ใช้แบบสอบถาม* (เสริมด้วยการสัมภาษณ์เพิ่มเติมในบางกรณี) สอบถามนักวิทยาศาสตร์ดีเด่น 2 ท่าน และนักประดิษฐ์ (อาจารย์วิทยาศาสตร์ผู้ได้รับรางวัลผลงานประดิษฐ์คิดค้น) 2 ท่าน เพื่อศึกษาขั้นตอนในการคิดสร้างสรรค์ซึ่งปรากฏผลการศึกษาเบื้องต้นดังตาราง 16 ต่อไปนี้

* เป็นการเก็บข้อมูลครั้งเดียวกับการสำรวจบ่อเกิดของลักษณะการ

ตาราง 16 แสดงผลการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเพื่อศึกษาขั้นตอนในการคิดสร้างสรรค์

ขั้นตอน		ผู้ให้ข้อมูล			
ขั้นตอนหลัก	ขั้นตอนย่อย	นักวิทย1	นักวิทย2	นักประดิษฐ์1	นักประดิษฐ์2
I	1.1 ทำความคุ้นเคยกับสถานะแวดล้อมโดยทั่วไปของปัญหา	5	3	2	1
	1.2 ทำความคุ้นเคยกับวัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ในการศึกษาค้นคว้า	4	4	1	2
II	2.1 ทำความกระจ่างกับประเด็นปัญหา	1	1	3	4
	2.2 ประมวลความคิดต่างๆที่น่าจะเกี่ยวข้องกับปัญหา	2	2	4	3
III	3.1 มองเห็นแนวทางอย่างต่างๆในการแก้ปัญหา	3	5	5	5
	3.2 ลงมือทำงานอย่างหนักและทุ่มเท	6	6	6	6
IV	4. ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงแนวความคิดแล้วเริ่มต้นใหม่	7	7	7	7
V	5.1 ปลดขวางและพักผ่อนเมื่อคิดไม่ออก	8	8	8	8
	5.2 คิดได้เองแบบแวววูบ	9	-	9	-

- หมายเหตุ 1. ขั้นตอนหลักได้แก่ I = ขั้นเตรียมการ II = ขั้นบ่มเพาะความคิด
 III = ขั้นพบทางออก VI = ขั้นปรับปรุงเปลี่ยนแปลงแนวความคิดแล้วเริ่มต้นใหม่
 V = ขั้นการคิดแบบสหัชญาณ
2. ตัวเลขในสดมภ์ “กรณีศึกษา” แต่ละสดมภ์แสดงลำดับที่ของขั้นตอนที่ใช้ในการคิดสร้างสรรค์ของกรณีศึกษานั้นๆ

จากเอกสารว่าด้วยขั้นตอนในการคิดสร้างสรรค์ที่ได้กล่าวถึงในตอนต้นประกอบกับข้อมูลเกี่ยวกับประสบการณ์ในการใช้ “สหัชญาณ” ในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์(ของนักวิทยาศาสตร์และประดิษฐ์บางท่าน) และผลการศึกษาเบื้องต้นจากผู้ให้ข้อมูลที่เป็นนักวิทยาศาสตร์และนักประดิษฐ์(4 ท่าน) สามารถประมวลรวมเพื่อกำหนดเป็นสมมติฐานการวิจัยว่าด้วยขั้นตอนในการคิดสร้างสรรค์ได้ดังนี้ “ขั้นตอนการคิดสร้างสรรค์เป็นไปโดยลำดับของขั้นตอนหลัก คือ 1)

ขั้นเตรียมการ 2) ขั้นบ่มเพาะความคิด 3) ขั้นพบทางออก 4) ขั้นปรับปรุงเปลี่ยนแปลงแนวความคิดแล้วเริ่มต้นใหม่ 5) ขั้นการคิดแบบสหัชญาณ โดยในขั้นตอนย่อยอาจมีการสลับลำดับบ้าง ทั้งนี้ขั้นตอนที่ 5 จะเกิดขึ้นในบางกรณี”

สมมติฐานของการวิจัย

1. ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ทุกคู่มีความสัมพันธ์แบบคล้อยตามกัน
2. บ่อเกิดของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ที่เป็นบ่อเกิดเด่น มีดังนี้
 - 2.1 บ่อเกิดของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์(เป็นรายลักษณะการ)ที่เด่นที่สุดคือ “เกิดขึ้นเอง”
 - 2.2 บ่อเกิดของลักษณะการการนักคิดสร้างสรรค์ด้านบุคคลที่เด่นที่สุดคือ “เพื่อนนักเรียน/เพื่อนร่วมงาน”
 - 2.3 บ่อเกิดของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ด้านพฤติกรรมที่เด่นที่สุดคือ “การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดี”
3. ช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัวของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์คือระหว่าง 15-20 ปี
4. ปริมาณลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรียงลำดับจากมากไปน้อยได้ดังนี้
 - 4.1 สำหรับกลุ่มนักวิทยาศาสตร์ คือ 1) ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด 2) ทำงานเพื่อความพอใจ 3) ความคิดแหวกแนว 4) ความไวต่อปัญหา 5) ความอยากรู้อยากเห็น 5) ชอบการเปลี่ยนแปลง 7) มีอารมณ์ขัน
 - 4.2 สำหรับกลุ่มนักประดิษฐ์ คือ 1) ความคิดแหวกแนว 2) ทำงานเพื่อความพอใจ 3) ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด 4) ชอบการเปลี่ยนแปลง 5) ความอยากรู้อยากเห็น 6) ความไวต่อปัญหา 7) มีอารมณ์ขัน
5. ขั้นตอนการคิดสร้างสรรค์เป็นไปโดยลำดับของขั้นตอนหลัก คือ I. ขั้นเตรียมการ II. ขั้นบ่มเพาะความคิด III. ขั้นพบทางออก IV. ขั้นปรับปรุงเปลี่ยนแปลงแนวความคิดแล้วเริ่มต้นใหม่ V. ขั้นการคิดแบบสหัชญาณ โดยในขั้นตอนย่อยอาจมีการสลับลำดับบ้าง ทั้งนี้ขั้นตอน V จะเกิดขึ้นในบางกรณี

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในบทนี้จะได้กล่าวถึงวิธีการดำเนินการวิจัยตามหัวข้อต่อไปนี้โดยลำดับคือ 1) การเลือกกลุ่มบุคคลเพื่อใช้เป็นแหล่งข้อมูล 2) การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 3) การเก็บรวบรวมข้อมูล และ 4) การวิเคราะห์ข้อมูล

การเลือกกลุ่มบุคคลเพื่อใช้เป็นแหล่งข้อมูล

กลุ่มบุคคลที่เป็นแหล่งข้อมูลของการวิจัยครั้งนี้มี 4 กลุ่มคือ นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ นักเรียนวิทยาศาสตร์กลุ่มคัดสรร (นักเรียนโครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่เข้าค่ายฤดูร้อนปี พ.ศ. 2540) ผู้ใหญ่นักประดิษฐ์และนักเรียนนักประดิษฐ์ กลุ่มบุคคลที่เป็นแหล่งข้อมูลแต่ละกลุ่มได้รับการเลือกมาแบบเจาะจงตามคุณลักษณะแห่งความเป็น “ตัวแทน” ของบุคคลที่ประสบความสำเร็จในการศึกษาและปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กล่าวคือ

1. นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่เป็นกลุ่มบุคคลที่เป็นตัวแทนของนักวิทยาศาสตร์ผู้มีผลงานการวิจัยที่มีประโยชน์และได้รับการยอมรับในประชาคมวิชาการทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มบุคคลกลุ่มนี้คือผู้ที่ได้รับรางวัลประกาศเกียรติคุณเป็น “นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่” จากสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ ซึ่งเริ่มดำเนินการประกาศเกียรติคุณมาตั้งแต่ปี พ.ศ.2534 เป็นต้นมา นับจนถึงปี พ.ศ. 2540 มีบุคคลที่ได้รับการประกาศเกียรติคุณดังกล่าวมีจำนวนทั้งสิ้น 17 คนซึ่งเป็นกลุ่มบุคคลที่ผู้วิจัยเลือกเป็นแหล่งข้อมูลในกลุ่มนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ของการวิจัยครั้งนี้

2. นักเรียนวิทยาศาสตร์กลุ่มคัดสรรเป็นกลุ่มบุคคลที่เป็นตัวแทนของเยาวชนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่กำลังศึกษาอยู่ในแขนงวิชาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กลุ่มบุคคลกลุ่มนี้ได้รับการคัดเลือกจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (เพื่อเข้าโครงการนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย) จากผู้ที่มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้คือ

- 2.1 เป็นผู้กำลังศึกษาอยู่ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สัญชาติไทย
- 2.2 เป็นผู้เลือกเรียนวิชาคณิตศาสตร์ รายวิชา ค 011, ค 021, ค 012 และ ค 022
- 2.3 คะแนนเฉลี่ยรวมทุกวิชาในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-2 รวมกันไม่ต่ำกว่า 3.00
- 2.4 คะแนนเฉลี่ยรวมทุกวิชาวิทยาศาสตร์รวมกับวิชาคณิตศาสตร์ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-2 รวมกันไม่ต่ำกว่า 3.00

2.5 ในกรณีที่ผู้สมัครขาดคุณสมบัติตามข้อ 3 จะต้องเป็นผู้มีคุณสมบัติตามข้อใดข้อหนึ่งดังต่อไปนี้ขณะศึกษาในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

2.5.1 เป็นผู้ได้รับรางวัลจากการประกวดโครงงานวิทยาศาสตร์ระดับประเทศ หรือระดับภาค

2.5.2 เป็นผู้ได้รับรางวัลจากการสอบแข่งขันทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระดับประเทศ หรือระดับเขต

2.5.3 เป็นผู้ได้รับรางวัลจากการสอบแข่งขันคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นของสมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์

สำหรับผู้สมัครตามข้อ 2.5 นี้ จะต้องส่งหลักฐานและ/หรือ คำรับรองจากผู้บริหารโรงเรียนไปแสดงด้วย

2.6 เป็นผู้มีความขยันหมั่นเพียร ความประพฤติดี มีบุคลิกภาพเหมาะสม และไม่มีโรคติดต่อร้ายแรงซึ่งจะเป็นอุปสรรคต่อการศึกษา

นักเรียนโครงการ พสวท. ที่เป็นกลุ่มบุคคลที่ใช้เป็นแหล่งข้อมูลในฐานะเป็นตัวแทนของ “นักเรียนกลุ่มคัดสรร” นี้คือนักเรียนโครงการ พสวท. ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่เข้าร่วมโครงการกิจกรรมค่ายฤดูร้อนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในระหว่างเดือนเมษายน 2540 มีจำนวนทั้งสิ้น 87 คน

3. ผู้ใหญ่นักประดิษฐ์เป็นกลุ่มบุคคลผู้ได้รับรางวัลผลงานประดิษฐ์คิดค้นประเภททั่วไปประจำปี 2540 ตามประกาศของสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ มีจำนวนทั้งสิ้น 23 คน

4. นักเรียนนักประดิษฐ์เป็นกลุ่มบุคคลผู้ได้รับรางวัลผลงานประดิษฐ์คิดค้นประเภทนักเรียนประจำปี 2540 ตามประกาศของสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ มีจำนวนทั้งสิ้น 12 คน

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ “แบบสำรวจทัศนคติและประสบการณ์เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์” ในการสร้างเครื่องมือดังกล่าว ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาตำราและเอกสารที่เกี่ยวข้องเพื่อกำหนดเนื้อหาของแบบสำรวจ ตำราและเอกสารหลักที่ศึกษาประกอบด้วย Guilford (1975) Torrance (1963) Wallach and Kogan (1965) de Bono (1982) อารี รังสินันท์ (2532) และฉวีรัฐพงษ์ เจริญพิทย์ (2539)

2. กำหนดโครงสร้างและรูปแบบของแบบสำรวจให้สอดคล้องกับเนื้อหาดังนี้

2.1 ส่วนที่ศึกษาเกี่ยวกับลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์แยกเป็น 7 ส่วน (ตามลักษณะการฯ) แต่ละส่วนมีลักษณะเป็นตารางประกอบด้วยสมรรถที่เป็น “ตัวเลือก” เพื่อให้ผู้ตอบกาเครื่องหมาย

หมายเหตุ ✓ ลงในสคมภ์ที่เป็นคำตอบ เนื้อหาของสคมภ์ประกอบด้วยระดับของลักษณะการฯ (มี 5 สคมภ์ย่อย แจกแจงจากมากไปน้อยโดยลำดับคือ 5 - 4 - 3 - 2 - 1) ช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัวของลักษณะการฯ (มี 4 สคมภ์ย่อย แจกแจงตามช่วงอายุโดยลำดับคือ ก่อนอายุ 10 ปี, ระหว่างอายุ 10 - 15 ปี, ระหว่างอายุ 15 - 20 ปี และหลังอายุ 20 ปี) บ่อเกิดของลักษณะการฯ (มี 12 สคมภ์ย่อยคือ 1) การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของพ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่ 2) การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของพี่น้องร่วมวัย 3) การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของเพื่อนนักเรียน/เพื่อนร่วมงาน 4) การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของครู-อาจารย์ 5) การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของบุคคลอื่น 6) การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากพ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่ 7) การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากพี่น้องร่วมวัย 8) การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากเพื่อนนักเรียน/เพื่อนร่วมงาน 9) การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากครู-อาจารย์ 10) การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากบุคคลอื่น 11) เกิดขึ้นเอง และ 12) อื่นๆ

2.2 ส่วนที่ศึกษาเกี่ยวกับขั้นตอนการคิดสร้างสรรค์ นำขั้นตอนย่อยของขั้นตอนการคิดสร้างสรรค์ (9 ขั้นตอน) มาสลับลำดับแบบสุ่มละ ผสมด้วย “อื่นๆ (โปรดระบุ)” (เป็น 10 ขั้นตอน) เว้นที่ว่างด้านหน้าของความเป็นขั้นตอนย่อยเหล่านั้นไว้ให้ผู้ตอบเขียนหมายเลขเพื่อจัดลำดับขั้นตอนในการคิดสร้างสรรค์จากประสบการณ์ตรงของตนเอง

3. ร่างแบบสำรวจตามโครงสร้างและรูปแบบที่กำหนด แล้วนำไปทดลองใช้เบื้องต้นกับบุคคลที่มีประสบการณ์แตกต่างกัน ดังนี้

3.1 ศาสตราจารย์ ดร.สุทัศน์ ยกส้าน (นักวิทยาศาสตร์ดีเด่นประจำปี 2530 และอาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร)

3.2 อาจารย์ ดร.สนอง ทองปาน (คณบดีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ผู้ได้รับรางวัลผลงานประดิษฐ์คิดค้นประเภททั่วไปประจำปี 2540 และอาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยสยาม กรุงเทพมหานคร)

3.3 นางสาวสมปรารถนา วงศ์บุญหนัก (นิสิตหลักสูตรคณบดีบัณฑิต สาขาวิชา ศึกษาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ อดีตหัวหน้าฝ่ายวิชาการโรงเรียนเซนต์โยเซฟ บางนา จังหวัดสมุทรปราการ)

3.4 นางสาวศุภลักษณ์ ควรสนอง (นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียน วิทยาศาสตร์ โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา นวมินทรมหาราชินี น้อมเกล้า กรุงเทพมหานคร)

3.5 เด็กชายพญาวุฒิ เจริญพิทย์ (นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนจิตรลดา กรุงเทพมหานคร)

4. นำผลการทดลองใช้ตามข้อ 3 มาเป็นแนวทางปรับปรุงแบบสำรวจ กล่าวคือ จากการทดลองใช้พบว่าในกรณีของบุคคลตามข้อ 3.1 3.2 และ 3.3 สามารถตอบแบบสำรวจได้โดยไม่ต้องมีข้อสงสัย แต่สำหรับกรณีบุคคลตามข้อ 3.4 และ 3.5 ต้องการคำอธิบายประกอบเป็นบางตอนในส่วน of ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ และเสนอแนะว่าให้ยกตัวอย่างพฤติกรรมของนักวิทยาศาสตร์แสดงกำกับไว้ด้วยก่อนให้ตอบแบบสำรวจแต่ละลักษณะการ

จากการทดลองใช้ตามข้อ 3 (ก่อนปรับปรุง) และตามข้อ 4 (หลังปรับปรุง) เมื่อนำมาวิเคราะห์คุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงประจักษ์ (Face Validity) ของแบบสำรวจ ด้วยค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruency หรือ IOC) ปรากฏผลดังแสดงในภาคผนวก

5. ปรับปรุงแบบสำรวจโดยเพิ่มตัวอย่างพฤติกรรมของนักวิทยาศาสตร์ในลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์แต่ละตอน แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนโรงเรียนโคกกระเทียมวิทยาลัย จังหวัดลพบุรี ที่เข้าร่วมกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์จำนวน 30 คน โดยทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มเดียวกัน 2 ครั้ง (เว้นระยะเวลากัน 3 สัปดาห์) เพื่อนำข้อมูลจากการทดลองใช้มาคำนวณค่าความเชื่อมั่นแบบสอบซ้ำ (Test - retest reliability) ซึ่งปรากฏผลดังแสดงในภาคผนวก

6. จัดพิมพ์แบบสำรวจเพื่อใช้เก็บข้อมูลต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บข้อมูลสำหรับการวิจัยครั้งนี้กระทำโดยใช้วิธีการ 2 วิธีคือ 1) การเก็บข้อมูลโดยตรงด้วยตัวผู้วิจัยและคณะ 2) การเก็บข้อมูลทางไปรษณีย์

การเก็บข้อมูลโดยตรงโดยตัวผู้วิจัยและคณะ เป็นการเก็บข้อมูลจากนักเรียนวิทยาศาสตร์กลุ่มคัดสรร (นักเรียนโครงการ พสวท. ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่เข้าค่ายฤดูร้อนปี พ.ศ. 2540) โดยผู้วิจัยและคณะนำแบบสำรวจไปให้นักเรียนกลุ่มดังกล่าวซึ่งอยู่ระหว่างเข้าร่วมกิจกรรมค่ายฤดูร้อนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ตอบพร้อมกันในที่ประชุมเมื่อวันที่ 1 เมษายน 2540 ณ ห้องประชุมของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรุงเทพมหานคร ในการเก็บข้อมูลครั้งนี้ผู้วิจัยและคณะได้อธิบายวิธีการตอบแบบสำรวจและตอบข้อซักถามของนักเรียนบางคนด้วยตนเอง ซึ่งเป็นเหตุให้การเก็บรวบรวมดำเนินไปด้วยความเรียบร้อยและสามารถเก็บแบบสำรวจคืนได้ครบถ้วน โดยใช้เวลาดำเนินการทั้งสิ้นประมาณ 60 นาที

สำหรับการเก็บข้อมูลทางไปรษณีย์เป็นการเก็บข้อมูลจากกลุ่มบุคคลอีก 3 กลุ่มคือ กลุ่มนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ กลุ่มผู้ใหญ่บัณฑิต และกลุ่มนักเรียนนักประดิษฐ์ การเก็บข้อมูลในส่วนนี้ดำเนินการในระหว่างเดือนเมษายนและพฤษภาคม 2540 โดยผู้วิจัยส่งแบบสำรวจไปยังผู้ตอบโดยทางไปรษณีย์ลงทะเบียนและสอดซองที่ผนึกดวงตราไปรษณียากรพร้อมการจำหน่ายซองถึงผู้วิจัยไปด้วยเพื่อการส่งกลับคืนมายังผู้วิจัย ในกรณีที่มิได้รับแบบสำรวจกลับคืนเมื่อครบกำหนด

1 เดือนหลังจากส่งแบบสำรวจไปแล้ว ผู้วิจัยได้ส่งแบบสำรวจซ้ำไปอีกครั้งหนึ่งด้วยวิธีการเดียวกัน จากนั้นรอเวลาเพื่อการส่งกลับอีก 1 เดือนจึงยุติการเก็บรวบรวมข้อมูล ด้วยการดำเนินการดังกล่าว ผู้วิจัยได้รับแบบสอบถามคืนจากกลุ่มนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ ผู้ใหญ่นักประดิษฐ์ และนักเรียนนักประดิษฐ์เป็นจำนวน 15, 19 และ 10 ฉบับจากจำนวนที่ส่งไป 17, 23 และ 12 ฉบับ คิดเป็นร้อยละ 88.24 , 82.61 และ 83.33 ตามลำดับ

ผลการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีดำเนินการโดยตรงและด้วยการส่งทางไปรษณีย์ลงทะเบียน แสดงได้ดังตาราง 17

ตาราง 17 แสดงจำนวนแบบสำรวจที่ผู้ตอบตอบและส่งกลับคืนให้แก่ผู้วิจัย

กลุ่มบุคคล	จำนวนที่ส่งไป	จำนวนที่ได้รับคืน	คิดเป็นร้อยละ
นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่	17	15	88.24
นักเรียนวิทยาศาสตร์กลุ่มคัดสรร	87	87	100.00
ผู้ใหญ่นักประดิษฐ์	23	19	82.61
นักเรียนนักประดิษฐ์	12	10	83.33
รวม	139	131	94.24

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ภายในระหว่างลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ กระทำโดยการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันโปรดักต์-โมเมนต์ (Pearson Product - Moment Correlation) ระหว่างลักษณะการฯแต่ละคู่ซึ่งมีทั้งหมด 21 คู่ การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ดังกล่าวแยกกระทำเป็น 4 ชุดตามกลุ่มของบุคคลที่เป็นแหล่งข้อมูล (คือกลุ่มนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ กลุ่มนักเรียนวิทยาศาสตร์กลุ่มคัดสรร กลุ่มผู้ใหญ่นักประดิษฐ์ และกลุ่มนักเรียนนักประดิษฐ์) นำค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในกลุ่มเดียวกันมาจัดเรียงลำดับที่ (1-21) แล้วคำนวณค่าความสัมพันธ์ของข้อมูลลำดับที่ (rank correlation) ระหว่างข้อมูลของกลุ่มบุคคลทั้ง 4 กลุ่ม (ใช้ค่าความสัมพันธ์ดังกล่าวเป็นดัชนีอธิบายความสอดคล้องระหว่างกลุ่ม) จากนั้นคำนวณอันดับที่เฉลี่ย (ระหว่างข้อมูลทั้ง 4 ชุด) เพื่อจัดเรียงลำดับความสัมพันธ์ภายในเป็นภาพรวมต่อไป

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาบ่อเกิดของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ กระทำโดยการบันทึกค่าความถี่ การคำนวณค่าร้อยละของความถี่ และการจัดลำดับที่(ของความถี่) แล้วแยกวิเคราะห์เพื่อค้นหาบ่อเกิดที่เด่นระหว่าง “เกิดขึ้นเอง” บ่อเกิด “บุคคล” (ประกอบด้วย พ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่ พี่น้องร่วมวัย เพื่อนนักเรียน/เพื่อนร่วมวัย ครู-อาจารย์ และบุคคลอื่น) และบ่อเกิด “พฤติกรรม” (ประกอบด้วย การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดี และการแนะนำอบรมด้วยวาจา) ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาเป็นบ่อเกิดที่เด่นนี้ในกรณี “เกิดขึ้นเอง” ใช้ค่าลำดับที่เดิม ส่วนบ่อเกิด “บุคคล” และบ่อเกิด “พฤติกรรม” ใช้ลำดับที่เฉลี่ย (เพราะมีค่าเฉลี่ยเดิมอยู่หลายค่า) การวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนนี้แยกกระทำเป็นรายลักษณะการ (คือ 1. ความอยากรู้อยากเห็น 2. ความไวต่อปัญหา 3. ความคิดแหวกแนว 4. ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด 5. ชอบการเปลี่ยนแปลง 6. ทำงานเพื่อความพอใจ และ 7. มีอารมณ์ขัน) และในแต่ละลักษณะการแยกกระทำตามกลุ่มของบุคคลที่เป็นแหล่งข้อมูล (คือ 1. นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ 2. นักเรียนวิทยาศาสตร์กลุ่มคัดสรร 3. ผู้ใหญ่นักประดิษฐ์ และ 4. นักเรียนนักประดิษฐ์)

3. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัวของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ กระทำโดยการบันทึกค่าความถี่ การคำนวณค่าร้อยละของความถี่ และการจัดลำดับที่(ของความถี่) การวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนนี้แยกกระทำเป็นรายลักษณะการ (คือ 1. ความอยากรู้อยากเห็น 2. ความไวต่อปัญหา 3. ความคิดแหวกแนว 4. ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด 5. ชอบการเปลี่ยนแปลง 6. ทำงานเพื่อความพอใจ และ 7. มีอารมณ์ขัน) และในแต่ละลักษณะการแยกกระทำตามกลุ่มของบุคคลที่เป็นแหล่งข้อมูล (คือ 1. นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ 2. นักเรียนวิทยาศาสตร์กลุ่มคัดสรร 3. ผู้ใหญ่นักประดิษฐ์ และ 4. นักเรียนนักประดิษฐ์)

4. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาปริมาณลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ กระทำโดยการคำนวณค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการจัดลำดับที่(ของค่าเฉลี่ย) การวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนนี้แยกกระทำเป็นรายลักษณะการ (คือ 1. ความอยากรู้อยากเห็น 2. ความไวต่อปัญหา 3. ความคิดแหวกแนว 4. ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด 5. ชอบการเปลี่ยนแปลง 6. ทำงานเพื่อความพอใจ และ 7. มีอารมณ์ขัน) และในแต่ละลักษณะการแยกกระทำตามกลุ่มของบุคคลที่เป็นแหล่งข้อมูล (คือ 1. นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ 2. นักเรียนวิทยาศาสตร์กลุ่มคัดสรร 3. ผู้ใหญ่นักประดิษฐ์ และ 4. นักเรียนนักประดิษฐ์) จากนั้นวิเคราะห์ความสอดคล้อง (โดยการหาความสัมพันธ์ของข้อมูลลำดับที่) ระหว่างแหล่งข้อมูลทั้ง 4 ชุด และระหว่างแหล่งข้อมูลกับสมมติฐาน (ในส่วนของแหล่งข้อมูลกับสมมติฐานนี้แยกวิเคราะห์ตามกลุ่มนักวิทยาศาสตร์และกลุ่มนักประดิษฐ์)

5. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาขั้นตอนในการคิดสร้างสรรค์ กระทำโดยการบันทึกค่าความถี่และการคำนวณค่าร้อยละของความถี่ การวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนนี้แยกกระทำตาม

ขั้นตอนหลักและขั้นตอนย่อยของการคิดสร้างสรรค์ (คือ 1. ขั้นเตรียมการ : 1.1 ทำความคุ้นเคยกับสถานะแวดล้อมโดยทั่วไปของปัญหา 1.2 ทำความคุ้นเคยกับวัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ในการศึกษาค้นคว้า 2. ขั้นบ่มเพาะความคิด : 2.1 ทำความกระจ่างกับประเด็นปัญหา 2.2 ประมวลความคิดต่างๆที่น่าจะเกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา 3. ขั้นพบทางออก : 3.1 การมองเห็นแนวทางอย่างต่างๆในการแก้ปัญหา 3.2 ลงมือทำงานอย่างหนักและทุ่มเท 4. ขั้นปรับปรุง-เปลี่ยนแปลงแนวความคิดแล้วเริ่มต้นใหม่ 5. ขั้นการคิดแบบสหัชญาณ : 5.1 ปล่อยวางและพักผอนเมื่อคิดไม่ออก 5.2 คิดได้เองแบบแวบวูบ) และแยกกระทำตามกลุ่มของบุคคลที่เป็นแหล่งข้อมูล (คือ 1. นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ 2. นักเรียนวิทยาศาสตร์กลุ่มคิดสรร 3. ผู้ใหญ่นักประดิษฐ์ และ 4. นักเรียนนักประดิษฐ์)

การวิเคราะห์ข้อมูลตามข้อ 1-5 (ยกเว้นในส่วนของการจัดลำดับที่และการคำนวณค่าร้อยละ) ดำเนินการโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลจะกระทำตามลำดับของประเด็นที่ศึกษาดังนี้คือ

1. การศึกษาความสัมพันธ์ภายในระหว่างลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์
2. การศึกษาบ่อเกิดของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์
3. การศึกษาช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัวของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์
4. การศึกษาปริมาณของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์
5. การศึกษาขั้นตอนการคิดสร้างสรรค์

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการศึกษาความสัมพันธ์ภายในระหว่างลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนนี้แยกเสนอตามกลุ่มบุคคลที่ใช้เป็นแหล่งข้อมูลคือ นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ นักเรียนวิทยาศาสตร์กลุ่มคัดสรร ผู้ใหญ่นักประดิษฐ์ และนักเรียนนักประดิษฐ์ ดังต่อไปนี้

1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับกลุ่มนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ภายในระหว่างลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ของนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ แสดงได้ดังตาราง 18

ตาราง 18 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ของนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่

ลักษณะการ	ลักษณะการ						
	1	2	3	4	5	6	7
1. ความอยากรู้อยากเห็น	-	.953 1 *	.938 6 *	.938 6 *	.937 9 *	.929 16 *	.919 20 *
2. ความไวต่อปัญหา	-	-	.944 2 *	.940 5 *	.932 14 *	.922 19 *	.932 14 *
3. ความคิดแหวกแนว	-	-	-	.944 2 *	.941 4 *	.924 18 *	.937 9 *
4. ชอบทำในสิ่งที่ท้าทาย ความคิด	-	-	-	-	.938 6 *	.936 11 *	.917 21 *
5. ชอบการเปลี่ยนแปลง	-	-	-	-	-	.936 11 *	.935 13 *
6. ทำงานเพื่อความพอใจ	-	-	-	-	-	-	.929 16 *
7. มีอารมณ์ขัน	-	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ 1. ในกรณีนี้ ($df = 14$) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และ .01 คือ .497 และ .623 ตามลำดับ

2. ตัวเลข 1-21 คือลำดับที่ของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

จากตาราง 18 สรุปได้ว่าลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ของนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ มีความสัมพันธ์ ($p < .01$) กันครบทั้ง 21 คู่

1.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับกลุ่มนักเรียนวิทยาศาสตร์กลุ่มคัดสรร

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ภายในระหว่างลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนวิทยาศาสตร์กลุ่มคัดสรร แสดงได้ดังตาราง 19

ตาราง 19 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนวิทยาศาสตร์กลุ่มคัดสรร

ลักษณะการ	ลักษณะการ						
	1	2	3	4	5	6	7
1. ความอยากรู้อยากเห็น	-	.564 1 *	.339 9 *	.348 8 *	.368 7 *	.244 17 *	.218 21 *
2. ความไวต่อปัญหา	-	-	.508 2 *	.434 5 *	.261 15 *	.227 19 *	.291 13 *
3. ความคิดแหวกแนว	-	-	-	.472 3 *	.453 4 *	.219 20 *	.294 12 *
4. ชอบทำในสิ่งที่ท้าทาย ความคิด	-	-	-	-	.400 6 *	.309 11 *	.242 18 *
5. ชอบการเปลี่ยนแปลง	-	-	-	-	-	.320 10 *	.275 14 *
6. ทำงานเพื่อความพอใจ	-	-	-	-	-	-	.258 16 *
7. มีอารมณ์ขัน	-	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ 1. ในกรณีนี้ ($df = 86$) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และ .01 คือ .217 และ .283 ตามลำดับ

2. ตัวเลข 1-21 คือลำดับที่ของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

จากตาราง 19 สรุปได้ว่าลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนวิทยาศาสตร์กลุ่มคัดสรรมีความสัมพันธ์ ($p < .01$) กันครบทั้ง 21 คู่

1.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับกลุ่มผู้ใหญ่ที่ประดิษฐ์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ภายในระหว่างลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ของกลุ่มผู้ใหญ่ที่ประดิษฐ์ แสดงได้ดังตาราง 20

ตาราง 20 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ของผู้ใหญ่ที่ประดิษฐ์

ลักษณะการ	ลักษณะการ						
	1	2	3	4	5	6	7
1. ความอยากรู้อยากเห็น	-	.967 1 *	.939 9 *	.936 10 *	.941 8 *	.898 20 *	.878 21 *
2. ความไวต่อปัญหา	-	-	.959 2 *	.945 6 *	.936 10 *	.911 18 *	.925 14 *
3. ความคิดแหวกแนว	-	-	-	.959 2 *	.946 5 *	.913 16 *	.944 7 *
4. ชอบทำในสิ่งที่ท้าทาย ความคิด	-	-	-	-	.956 4 *	.913 16 *	.901 19 *
5. ชอบการเปลี่ยนแปลง	-	-	-	-	-	.946 5 *	.934 13 *
6. ทำงานเพื่อความพอใจ	-	-	-	-	-	-	.924 15 *
7. มีอารมณ์ขัน	-	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ 1. ในกรณีนี้ ($df = 18$) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และ .01 คือ .444 และ .561 ตามลำดับ

2. ตัวเลข 1-21 คือลำดับที่ของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

จากตาราง 20 สรุปได้ว่าลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ของผู้ใหญ่ที่ประดิษฐ์มีความสัมพันธ์ ($p < .01$) กันครบทั้ง 21 คู่

1.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับกลุ่มนักเรียนนักประดิษฐ์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ภายในระหว่างลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนนักประดิษฐ์ แสดงได้ดังตาราง 21

ตาราง 21 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนนักประดิษฐ์

ลักษณะการ	ลักษณะการ						
	1	2	3	4	5	6	7
1. ความอยากรู้อยากเห็น	-	.911 2 *	.764 8 *	.641 14 *	.764 8 *	.558 19 *	.558 19 *
2. ความไวต่อปัญหา	-	-	.941 1 *	.852 4 *	.705 12 *	.611 17 *	.647 13 *
3. ความคิดแหวกแนว	-	-	-	.853 3 *	.852 4 *	.588 18 *	.823 6 *
4. ชอบทำในสิ่งที่ท้าทาย ความคิด	-	-	-	-	.823 6 *	.617 15 *	.540 21 *
5. ชอบการเปลี่ยนแปลง	-	-	-	-	-	.764 8 *	.725 11 *
6. ทำงานเพื่อความพอใจ	-	-	-	-	-	-	.617 15 *
7. มีอารมณ์ขัน	-	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ 1. ในกรณีนี้ ($df = 13$) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และ .01 คือ .514 และ .641 ตามลำดับ

2. ตัวเลข 1-21 คือลำดับที่ของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

จากตาราง 21 สรุปได้ว่าลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนนักประดิษฐ์มีความสัมพันธ์ ($p < .01$) กันครบทั้ง 21 คู่

1.5 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการศึกษาความสัมพันธ์ภายในระหว่างลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ภายในระหว่างลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์จากตาราง 18 - 21 สรุปได้ดังตาราง 22

ตาราง 22 แสดงภาพรวมของสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ที่มีนัยสำคัญ
แจกแจงตามแหล่งข้อมูล

ลักษณะการ	แหล่งข้อมูล*	ลักษณะการ						
		1	2	3	4	5	6	7
1. ความอยากรู้อยากเห็น	ก		* 1	* 6	* 6	* 9	* 16	* 20
	ข		* 1	* 9	* 8	* 7	* 17	* 21
	ค		* 1	* 9	* 10	* 8	* 20	* 21
	ง		* 2	* 8	* 14	* 8	* 19	* 19
2. ความไวต่อปัญหา	ก			* 2	* 5	* 14	* 19	* 14
	ข			* 2	* 5	* 15	* 19	* 13
	ค			* 2	* 6	* 10	* 18	* 14
	ง			* 1	* 4	* 12	* 17	* 13
3. ความคิดแหวกแนว	ก				* 2	* 4	* 18	* 9
	ข				* 3	* 4	* 20	* 12
	ค				* 2	* 5	* 16	* 7
	ง				* 3	* 4	* 18	* 6
4. ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด	ก					* 6	* 11	* 21
	ข					* 6	* 11	* 18
	ค					* 4	* 16	* 19
	ง					* 6	* 15	* 21
5. ชอบการเปลี่ยนแปลง	ก						* 11	* 13
	ข						* 10	* 14
	ค						* 5	* 13
	ง						* 8	* 11
6. ทำงานเพื่อความพอใจ	ก							* 16
	ข							* 16
	ค							* 15
	ง							* 15
7. มีอารมณ์ขัน	ก							
	ข							
	ค							
	ง							

หมายเหตุ 1. ก = นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่, ข = นักเรียนวิทยาศาสตร์, ค = ผู้ใหญ่นักประดิษฐ์, ง = นักเรียนนักประดิษฐ์
2. ตัวเลข 1-21 คือลำดับที่ของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
3. ลำดับที่เฉลี่ย(ที่คำนวณจากลำดับที่ 4 ค่า)ในแต่ละกรอบนำไปแสดงในสมภ “ลำดับที่เฉลี่ย” ของตาราง 23

จากตาราง 22 สรุปได้ว่าลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ของนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่(ก) นักเรียนวิทยาศาสตร์(ข) ผู้ใหญ่นักประดิษฐ์(ค) และนักเรียนนักประดิษฐ์(ง) มีความสัมพันธ์แบบ คล้อยตามกับครบทั้ง 21 คู่ และลำดับที่ระหว่างลักษณะการฯคู่เดียวกันของแหล่งข้อมูลทั้ง 4 แหล่งมีความกลมกลืนกันพอสมควร (ข้อมูลในส่วนนี้ได้นำไปวิเคราะห์เพิ่มเติมในตาราง 23)



ตาราง 23 แสดงข้อมูลสรุปความสอดคล้องของลำดับที่ของคำสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในของ
ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลทั้ง 4 แหล่ง

คู่มือ	ชื่อของลักษณะการ	ลำดับที่ เฉลี่ย	อันดับ	นักวิทย รุ่นใหม่	นักเรียนวิทย	ผู้ใหญ่ นักประดิษฐ์	นักเรียน นักประดิษฐ์
1	ความอยากรู้อยากเห็น - ความไวต่อปัญหา	1.25	1	1	1	1	2
2	ความอยากรู้อยากเห็น - ความคิดแหวกแนว	8.00	7	6	9	9	8
3	ความอยากรู้อยากเห็น - ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด	9.50	11	6	8	10	14
4	ความอยากรู้อยากเห็น - ชอบการเปลี่ยนแปลง	8.00	7	9	7	8	8
5	ความอยากรู้อยากเห็น - ทำงานเพื่อความพอใจ	18.00	17	16	17	20	19
6	ความอยากรู้อยากเห็น - มีอารมณ์ขัน	20.25	21	20	21	21	19
7	ความไวต่อปัญหา - ความคิดแหวกแนว	1.75	2	2	2	2	1
8	ความไวต่อปัญหา - ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด	5.00	5	5	5	6	4
9	ความไวต่อปัญหา - ชอบการเปลี่ยนแปลง	12.75	12	14	15	10	12
10	ความไวต่อปัญหา - ทำงานเพื่อความพอใจ	18.25	19	19	19	18	17
11	ความไวต่อปัญหา - มีอารมณ์ขัน	13.50	15	14	13	14	13
12	ความคิดแหวกแนว - ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด	2.50	3	2	3	2	3
13	ความคิดแหวกแนว - ชอบการเปลี่ยนแปลง	4.25	4	4	4	5	4
14	ความคิดแหวกแนว - ทำงานเพื่อความพอใจ	18.00	17	18	20	16	18
15	ความคิดแหวกแนว - มีอารมณ์ขัน	8.50	9	9	12	7	6

ตาราง 23 (ต่อ)

คู่มือ	คู่มือของลักษณะการ	ลำดับที่ เฉลี่ย	อันดับ	นักวิทย รุ่นใหม่	นักเรียนวิทย	ผู้ใหญ่ นักประดิษฐ์	นักเรียน นักประดิษฐ์
16	ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด - ชอบการเปลี่ยนแปลง	5.50	6	6	6	4	6
17	ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด - ทำงานเพื่อความพอใจ	13.25	14	11	11	16	15
18	ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด - มีอารมณ์ขัน	19.75	20	21	18	19	21
19	ชอบการเปลี่ยนแปลง - ทำงานเพื่อความพอใจ	8.50	9	11	10	5	8
20	ชอบการเปลี่ยนแปลง - มีอารมณ์ขัน	12.75	12	13	14	13	11
21	ทำงานเพื่อความพอใจ - มีอารมณ์ขัน	15.50	15	16	16	15	15
สรุป	นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ - นักเรียนวิทยาศาสตร์			.967 *			
	นักเรียนวิทยาศาสตร์ - ผู้ใหญ่นักประดิษฐ์			.899 *			
	ผู้ใหญ่นักประดิษฐ์ - นักเรียนนักประดิษฐ์			.955 *			
	นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ - ผู้ใหญ่นักประดิษฐ์			.905 *			
	นักเรียนวิทยาศาสตร์ - นักเรียนนักประดิษฐ์			.899 *			
	นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ - นักเรียนนักประดิษฐ์			.906 *			

* ค่าความสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญ (เมื่อ $df = 19$) คือ .433 และ .540 ที่ $p = .05$ และ $p = .01$ ตามลำดับ

จากตาราง 22 -23 สรุปสาระสำคัญของผลการวิจัยว่าด้วยการศึกษาความสัมพันธ์ภายในระหว่างลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ได้ดังนี้

1. ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์มีความสัมพันธ์แบบคล้อยตามกันทุกคู่ในกลุ่มบุคคลที่เป็นแหล่งข้อมูลทั้ง 4 กลุ่ม

2. โดยภาพรวม (ข้อมูลจากกลุ่มบุคคลทั้ง 4 กลุ่มที่เป็นแหล่งข้อมูล) สามารถจัดเรียงลำดับความสัมพันธ์จากมากไปน้อย (พิจารณาจากค่าเฉลี่ยของลำดับที่) ได้ดังนี้

- ลำดับ 1 ความอยากรู้อยากเห็น กับ ความไวต่อปัญหา
- 2 ความไวต่อปัญหา กับ ความคิดแหวกแนว
- 3 ความคิดแหวกแนว กับ ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด
- 4 ความคิดแหวกแนว กับ ชอบการเปลี่ยนแปลง
- 5 ความไวต่อปัญหา กับ ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด
- 6 ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด กับ ชอบการเปลี่ยนแปลง
- 7 ความอยากรู้อยากเห็น กับ ความคิดแหวกแนว
- 7 ความอยากรู้อยากเห็น กับ ชอบการเปลี่ยนแปลง
- 9 ความคิดแหวกแนว กับ มีอารมณ์ขัน
- 9 ชอบการเปลี่ยนแปลง กับ ทำงานเพื่อความพอใจ
- 11 ความอยากรู้อยากเห็น กับ ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด
- 12 ความไวต่อปัญหา กับ ชอบการเปลี่ยนแปลง
- 12 ชอบการเปลี่ยนแปลง กับ มีอารมณ์ขัน
- 14 ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด กับ ทำงานเพื่อความพอใจ
- 15 ความไวต่อปัญหา กับ มีอารมณ์ขัน
- 15 ทำงานเพื่อความพอใจ กับ มีอารมณ์ขัน
- 17 ความอยากรู้อยากเห็น กับ ทำงานเพื่อความพอใจ
- 17 ความคิดแหวกแนว กับ ทำงานเพื่อความพอใจ
- 19 ความไวต่อปัญหา กับ ทำงานเพื่อความพอใจ
- 20 ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด กับ มีอารมณ์ขัน
- 21 ความอยากรู้อยากเห็น กับ มีอารมณ์ขัน

3. ความสอดคล้องระหว่าง “ลำดับที่” ของ “ค่าความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจากแหล่งข้อมูลแต่ละคู่” มีค่า(คือค่าความสัมพันธ์ของข้อมูลลำดับที่หรือ rank correlation) ดังนี้

- 3.1 นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ กับ นักเรียนวิทยาศาสตร์ = .967
- 3.2 ผู้ใหญ่นักประดิษฐ์ กับ นักเรียนนักประดิษฐ์ = .955
- 3.3 นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ กับ ผู้ใหญ่นักประดิษฐ์ = .905

3.4 นักเรียนวิทยาศาสตร์ กับ นักเรียนนักประดิษฐ์ = .899

3.5 นักเรียนวิทยาศาสตร์ กับ ผู้ใหญ่นักประดิษฐ์ = .899

3.6 นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ กับ นักเรียนนักประดิษฐ์ = .906

ค่าความสัมพันธ์ดังกล่าวมีนัยสำคัญ ($p < .01$) ทุกค่า



2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการศึกษาบ่อเกิดของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนนี้แยกเสนอเป็นรายลักษณะการ โดยแจกแจงตามกลุ่มบุคคลที่ใช้เป็นแหล่งข้อมูลคือ นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ นักเรียนวิทยาศาสตร์กลุ่มคัดสรร ผู้ใหญ่นักประดิษฐ์ และนักเรียนนักประดิษฐ์ ดังต่อไปนี้

2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับลักษณะการ “ความอยากรู้อยากเห็น”

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับลักษณะการ “ความอยากรู้อยากเห็น” แสดงได้ดัง

ตาราง 24

ตาราง 24 แสดงค่าความถี่ ค่าร้อยละ และลำดับที่ ของบ่อเกิดของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ด้าน “ความอยากรู้อยากเห็น” แจกแจงตามแหล่งข้อมูล

แหล่งข้อมูล	ความถี่รวม*	ค่าสถิติ	บ่อเกิดของลักษณะการ**											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่	50	ความถี่	0	3	6	6	3	2	3	5	7	5	8	2
	100%	ร้อยละ	0.00	6.00	12.00	12.00	6.00	4.00	6.00	10.00	14.00	10.00	16.00	4.00
		ลำดับที่	12	7	3	3	7	10	7	5	2	5	1	10
นักเรียนวิทยาศาสตร์	251	ความถี่	33	19	37	11	10	41	11	14	33	4	34	4
	100%	ร้อยละ	13.15	7.57	14.74	4.38	3.98	16.33	4.38	5.58	13.15	1.59	13.55	1.59
		ลำดับที่	4	6	2	8	10	1	8	7	4	11	3	11
ผู้ใหญ่ นักประดิษฐ์	58	ความถี่	4	2	8	4	2	6	1	6	6	2	16	1
	100%	ร้อยละ	6.90	3.45	13.79	6.90	3.45	10.34	1.72	10.34	10.34	3.45	3.45	1.72
		ลำดับที่	6	8	2	6	8	3	11	3	3	8	1	11
นักเรียนนักประดิษฐ์	31	ความถี่	4	2	6	1	1	4	1	1	1	8	2	0
	100%	ร้อยละ	12.90	6.45	19.35	3.23	3.23	12.90	3.23	3.23	3.23	25.81	6.45	0.00
		ลำดับที่	3	5	2	7	7	3	7	7	7	1	5	12

หมายเหตุ 1. * ผู้ตอบ 1 คน ตอบได้หลายข้อ ความถี่จึงมีค่าเกินจำนวนคนในแต่ละกรณี

2. ** ใช้หมายเลขแทนบ่อเกิดของลักษณะการดังนี้

- 1 = การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของพ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่
- 2 = การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของพี่น้องร่วมวัย
- 3 = การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของเพื่อนนักเรียน / เพื่อนร่วมงาน
- 4 = การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของครู-อาจารย์
- 5 = การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของบุคคลอื่น
- 6 = การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากพ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่
- 7 = การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากพี่น้องร่วมวัย
- 8 = การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากเพื่อนนักเรียน/เพื่อนร่วมงาน
- 9 = การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากครู-อาจารย์
- 10 = การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากบุคคลอื่น
- 11 = เกิดขึ้นเอง
- 12 = อื่นๆ

ตาราง 25 แสดงลำดับที่เฉลี่ยของกลุ่มบ่อเกิดของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ด้าน “ความอยากรู้อยากเห็น”

แหล่งข้อมูล	การแจกแจงบ่อเกิด		บ่อเกิดของลักษณะการ **										ลำดับที่
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
นักวิทยาศาสตร์ รุ่นใหม่	ลำดับที่เดิมของแต่ละบ่อเกิด		12	7	3	3	7	10	7	5	2	5	-
	บุคคล	พ่อแม่	12					10					11.0
		พี่น้อง		7					7				7.0
		เพื่อน			3					5			4.0
		อาจารย์*				3					2		2.5*
		บุคคลอื่น					7					5	6.0
	พฤติกรรม	ตัวอย่าง	12	7	3	3	7						6.4
		วาจา*						10	7	5	2	5	5.8*
นักเรียน วิทยาศาสตร์	ลำดับที่เดิมของแต่ละบ่อเกิด		4	6	2	8	10	1	8	7	4	11	-
	บุคคล	พ่อแม่*	4					1					2.5*
		พี่น้อง		6					8				7.0
		เพื่อน			2					7			4.5
		อาจารย์				8					4		6.0
		บุคคลอื่น					10					11	10.5
	พฤติกรรม	ตัวอย่าง*	4	6	2	8	10						6.0*
		วาจา						1	8	7	4	11	6.2

หมายเหตุ * คือกลุ่มบ่อเกิดที่เด่นกว่า

** ใช้สัญลักษณ์เหมือนในตารางก่อนหน้านี้

ตาราง 25 (ต่อ)

แหล่งข้อมูล	การแจกแจงบ่อเกิด		บ่อเกิดของลักษณะการ **										ลำดับที่เฉลี่ย
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
ผู้ใหญ่ นักประดิษฐ์	ลำดับที่เดิมของแต่ละบ่อเกิด		6	8	2	6	8	3	11	3	3	8	-
	บุคคล	พ่อแม่	6					3					4.5
		พี่น้อง		8					11				9.5
		เพื่อน*			2					3			2.5*
		อาจารย์				6					3		4.5
		บุคคลอื่น					8					8	8.0
	พฤติกรรม	ตัวอย่าง	6	8	2	6	8						6.0
		วาจา*						3	11	3	3	8	5.6*
นักเรียน นักประดิษฐ์	ลำดับที่เดิมของแต่ละบ่อเกิด		3	5	2	7	7	3	7	7	7	1	-
	บุคคล	พ่อแม่*	3					3					3.0*
		พี่น้อง		5					7				6.0
		เพื่อน			2					7			4.5
		อาจารย์				7					7		7.0
		บุคคลอื่น					7					1	4.0
	พฤติกรรม	ตัวอย่าง*	3	5	2	7	7						4.8*
		วาจา						3	7	7	7	1	5.0

หมายเหตุ * คือกลุ่มบ่อเกิดที่เด่นกว่า

** ใช้สัญลักษณ์เหมือนในตารางก่อนหน้านี้

จากตาราง 25 สรุปสาระสำคัญเกี่ยวกับบ่อเกิดของลักษณะการฯ ด้าน “ความอยากรู้อยากเห็น” แจกแจงตามแหล่งข้อมูลได้ดังนี้ (ในกรณีที่บ่อเกิด “อื่นๆ” มีความถี่เป็น 0 จะตัดออกไปแล้วเลื่อนลำดับต่อไปขึ้นมาแทน)

1. กลุ่มนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่

1.1 บ่อเกิดที่มีความถี่สูงสุดคือ เกิดขึ้นเอง

1.2 กลุ่มบ่อเกิด “บุคคล” มีลำดับที่เฉลี่ยเป็น 11.0 , 7.0 , 4.0 , 2.5* และ 6.0 สำหรับ พ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่ , พี่น้องร่วมวัย , เพื่อน , ครู-อาจารย์* และบุคคลอื่นตามลำดับ (กลุ่มที่มี * มีผลต่อลักษณะการฯนี้มากกว่ากลุ่มอื่น)

1.3 กลุ่มบ่อเกิด “พฤติกรรม” มีลำดับที่เฉลี่ยเป็น 6.4 และ 5.8* สำหรับ การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีและการแนะนำอบรมด้วยวาจา (พฤติกรรมที่มี * มีผลต่อลักษณะการฯนี้มากกว่า)

2. กลุ่มนักเรียนวิทยาศาสตร์

2.1 บ่อเกิดที่มีความถี่สูงสุดคือ การแนะนำอบรมด้วยวาจาจาก พ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่

2.2 กลุ่มบ่อเกิด “บุคคล” มีลำดับที่เฉลี่ยเป็น 2.5* , 7.0 , 4.5 , 6.0 และ 10.5 สำหรับ พ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่* , พี่น้องร่วมวัย , เพื่อน , ครู-อาจารย์ และบุคคลอื่นตามลำดับ (กลุ่มที่มี * มีผลต่อลักษณะการฯนี้มากกว่ากลุ่มอื่น)

2.3 กลุ่มบ่อเกิด “พฤติกรรม” มีลำดับที่เฉลี่ยเป็น 6.0* และ 6.2 สำหรับ การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดี*และการแนะนำอบรมด้วยวาจา (พฤติกรรมที่มี * มีผลต่อลักษณะการฯนี้มากกว่า)

3. กลุ่มผู้ใหญ่ นักประดิษฐ์

3.1 บ่อเกิดที่มีความถี่สูงสุดคือ เกิดขึ้นเอง

3.2 กลุ่มบ่อเกิด “บุคคล” มีลำดับที่เฉลี่ยเป็น 4.5 , 9.5 , 2.5* , 4.5 และ 8.0 สำหรับ พ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่ , พี่น้องร่วมวัย , เพื่อน* , ครู-อาจารย์ และบุคคลอื่นตามลำดับ (กลุ่มที่มี * มีผลต่อลักษณะการฯนี้มากกว่ากลุ่มอื่น)

3.3 กลุ่มบ่อเกิด “พฤติกรรม” มีลำดับที่เฉลี่ยเป็น 6.0 และ 5.6* สำหรับ การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีและการแนะนำอบรมด้วยวาจา* (พฤติกรรมที่มี * มีผลต่อลักษณะการฯนี้มากกว่า)

4. กลุ่มนักเรียน นักประดิษฐ์

4.1 บ่อเกิดที่มีความถี่สูงสุดคือ การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากบุคคลอื่น

4.2 กลุ่มบ่อเกิด “บุคคล” มีลำดับที่เฉลี่ยเป็น 3.0* , 6.0 , 4.5 , 7.0 และ 4.0 สำหรับ พ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่* , พี่น้องร่วมวัย , เพื่อน , ครู-อาจารย์ และบุคคลอื่นตามลำดับ (กลุ่มที่มี * มีผลต่อลักษณะการฯนี้มากกว่ากลุ่มอื่น)

4.3 กลุ่มบ่อเกิด “พฤติกรรม” มีลำดับที่เฉลี่ยเป็น 4.8* และ 5.0 สำหรับ การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดี* และการแนะนำอบรมด้วยวาจา (พฤติกรรมที่มี * มีผลต่อลักษณะการฯนี้มากกว่า)

2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับลักษณะการ “ความไวต่อปัญหา”

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับลักษณะการ “ความไวต่อปัญหา” แสดงได้ดัง

ตาราง 26 แสดงค่าความถี่ ค่าร้อยละ และลำดับที่ ของบ่อเกิดของลักษณะการนึกคิด
สร้างสรรค์ด้าน “ความไวต่อปัญหา” แจกแจงตามแหล่งข้อมูล

แหล่งข้อมูล	ความถี่ รวม*	ค่า สถิติ	บ่อเกิดของลักษณะการ**											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
นักวิทยาศาสตร์ รุ่นใหม่	43 100%	ความถี่	2	2	5	5	2	0	2	5	5	5	7	3
		ร้อยละ	4.65	4.65	11.63	11.63	4.65	0.00	4.65	11.63	11.63	11.63	16.28	6.98
		ลำดับที่	8	8	2	2	8	12	8	2	2	2	1	7
นักเรียน วิทยาศาสตร์	241 100%	ความถี่	36	15	38	15	10	35	8	22	27	5	24	6
		ร้อยละ	14.94	6.22	15.77	6.22	4.15	14.52	3.32	9.13	11.20	2.07	9.96	2.49
		ลำดับที่	2	7	1	7	9	3	10	6	4	12	5	11
ผู้ใหญ่ นักประดิษฐ์	54 100%	ความถี่	6	1	4	6	4	4	1	8	4	6	10	0
		ร้อยละ	11.11	1.85	7.41	11.11	7.41	7.41	1.85	14.81	7.41	11.11	18.52	0.00
		ลำดับที่	3	10	6	3	6	6	10	2	6	3	1	12
นักเรียน นักประดิษฐ์	34 100%	ความถี่	4	1	2	8	1	4	1	1	10	1	1	0
		ร้อยละ	11.76	2.94	5.88	23.53	2.94	11.76	2.94	2.94	29.41	2.94	2.94	0.00
		ลำดับที่	3	6	5	2	6	3	6	6	1	6	6	12

หมายเหตุ 1. * ผู้ตอบ 1 คน ตอบได้หลายข้อ ความถี่จึงมีค่าเกินจำนวนคนในแต่ละกรณี

2. ** ใช้หมายเลขแทนบ่อเกิดของลักษณะการดังนี้

- 1 = การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของพ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่
- 2 = การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของพี่น้องร่วมวัย
- 3 = การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของเพื่อนนักเรียน/เพื่อนร่วมงาน
- 4 = การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของครู-อาจารย์
- 5 = การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของบุคคลอื่น
- 6 = การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากพ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่
- 7 = การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากพี่น้องร่วมวัย
- 8 = การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากเพื่อนนักเรียน/เพื่อนร่วมงาน
- 9 = การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากครู-อาจารย์
- 10 = การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากบุคคลอื่น
- 11 = เกิดขึ้นเอง
- 12 = อื่นๆ

ตาราง 27 แสดงลำดับที่เฉลี่ยของกลุ่มบ่อเกิดของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ด้าน “ความไวต่อปัญหา”

แหล่งข้อมูล	การแจกแจงบ่อเกิด		บ่อเกิดของลักษณะการ **										ลำดับที่เฉลี่ย
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่	ลำดับที่เดิมของแต่ละบ่อเกิด		8	8	2	2	8	12	8	2	2	2	-
	บุคคล	พ่อแม่	8					12					10.0
		พี่น้อง		8					8				8.0
		เพื่อน*			2					2			2.0*
		อาจารย์*				2					2		2.0*
		บุคคลอื่น					8					2	5.0
	พฤติกรรม	ตัวอย่าง*	8	8	2	2	8						5.6*
		วาจา						12	8	2	2	2	7.2
นักเรียนวิทยาศาสตร์	ลำดับที่เดิมของแต่ละบ่อเกิด		2	7	1	7	9	3	10	6	4	12	-
	บุคคล	พ่อแม่*	2					3					2.5*
		พี่น้อง		7					10				8.5
		เพื่อน			1					6			3.5
		อาจารย์				7					4		5.5
		บุคคลอื่น					9					12	10.5
	พฤติกรรม	ตัวอย่าง*	2	7	1	7	9						5.2*
		วาจา						3	10	6	4	12	7.0

หมายเหตุ * คือกลุ่มบ่อเกิดที่เด่นกว่า

** ใช้สัญลักษณ์เหมือนในตารางก่อนหน้านี้

ตาราง 27 (ต่อ)

แหล่งข้อมูล	การแจกแจงบ่อเกิด		บ่อเกิดของลักษณะการ **										ลำดับที่เฉลี่ย
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
ผู้ใหญ่ นักประดิษฐ์	ลำดับที่เดิมของแต่ละบ่อเกิด		3	10	6	3	6	6	10	2	6	3	-
	บุคคล	พ่อแม่	3					6					4.5
		พี่น้อง		10					10				10.0
		เพื่อน*			6					2			4.0*
		อาจารย์				3					6		4.5
		บุคคลอื่น					6					3	4.5
	พฤติกรรม	ตัวอย่าง	3	10	6	3	6						5.6
		วาจา*						6	10	2	6	3	5.4*
นักเรียน นักประดิษฐ์	ลำดับที่เดิมของแต่ละบ่อเกิด		3	6	5	2	6	3	6	6	1	6	-
	บุคคล	พ่อแม่	3					3					3.0
		พี่น้อง		6					6				6.0
		เพื่อน			5					6			5.5
		อาจารย์*				2					1		1.5*
		บุคคลอื่น					6					6	6.0
	พฤติกรรม	ตัวอย่าง*	3	6	5	2	6						4.4*
		วาจา*						3	6	6	1	6	4.4*

หมายเหตุ * คือกลุ่มบ่อเกิดที่เด่นกว่า

** ใช้สัญลักษณ์เหมือนในตารางก่อนหน้านี้

จากตาราง 27 สรุปสาระสำคัญเกี่ยวกับบ่อเกิดของลักษณะการฯ ด้าน “ความไวต่อปัญหา” แจกแจงตามแหล่งข้อมูลได้ดังนี้ (ในกรณีที่บ่อเกิด “อื่นๆ” มีความถี่เป็น 0 จะตัดออกไปแล้วเลื่อนลำดับต่อไปขึ้นมาแทน)

1. กลุ่มนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่

1.1 บ่อเกิดที่มีความถี่สูงสุดคือ เกิดขึ้นเอง

1.2 กลุ่มบ่อเกิด “บุคคล” มีลำดับที่เฉลี่ยเป็น 10.0 , 8.0 , 2.0* , 2.0* และ 5.0

สำหรับ พ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่ , พี่น้องร่วมวัย , เพื่อน* , ครู-อาจารย์* และบุคคลอื่นตามลำดับ (กลุ่มที่มี * มีผลต่อลักษณะการฯนี้มากกว่ากลุ่มอื่น)

1.3 กลุ่มบ่อเกิด “พฤติกรรม” มีลำดับที่เฉลี่ยเป็น 5.6* และ 7.2 สำหรับ การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดี*และการแนะนำอบรมด้วยวาจา (พฤติกรรมที่มี * มีผลต่อลักษณะการฯนี้มากกว่า)

2. กลุ่มนักเรียนวิทยาศาสตร์

2.1 บ่อเกิดที่มีความถี่สูงสุดคือ การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของเพื่อนนักเรียน/เพื่อนร่วมงาน

2.2 กลุ่มบ่อเกิด “บุคคล” มีลำดับที่เฉลี่ยเป็น 2.5* , 8.5 , 3.5 , 5.5 และ 10.5 สำหรับ พ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่* , พี่น้องร่วมวัย , เพื่อน , ครู-อาจารย์ และบุคคลอื่นตามลำดับ (กลุ่มที่มี * มีผลต่อลักษณะการฯนี้มากกว่ากลุ่มอื่น)

2.3 กลุ่มบ่อเกิด “พฤติกรรม” มีลำดับที่เฉลี่ยเป็น 5.2* และ 7.0 สำหรับ การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดี*และการแนะนำอบรมด้วยวาจา (พฤติกรรมที่มี * มีผลต่อลักษณะการฯนี้มากกว่า)

3. กลุ่มผู้ใหญ่ นักประดิษฐ์

3.1 บ่อเกิดที่มีความถี่สูงสุดคือ เกิดขึ้นเอง

3.2 กลุ่มบ่อเกิด “บุคคล” มีลำดับที่เฉลี่ยเป็น 4.5 , 10.0 , 4.0* , 4.5 และ 4.5

สำหรับ พ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่ , พี่น้องร่วมวัย , เพื่อน* , ครู-อาจารย์ และบุคคลอื่นตามลำดับ (กลุ่มที่มี * มีผลต่อลักษณะการฯนี้มากกว่ากลุ่มอื่น)

3.3 กลุ่มบ่อเกิด “พฤติกรรม” มีลำดับที่เฉลี่ยเป็น 5.6 และ 5.4* สำหรับ การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีและการแนะนำอบรมด้วยวาจา* (พฤติกรรมที่มี * มีผลต่อลักษณะการฯนี้มากกว่า)

4. กลุ่มนักเรียนนักประดิษฐ์

4.1 บ่อเกิดที่มีความถี่สูงสุดคือ การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากครู-อาจารย์

4.2 กลุ่มบ่อเกิด “บุคคล” มีลำดับที่เฉลี่ยเป็น 3.0 , 6.0 , 5.5 , 1.5* และ 6.0

สำหรับ พ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่ , พี่น้องร่วมวัย , เพื่อน , ครู-อาจารย์* และบุคคลอื่นตามลำดับ (กลุ่มที่มี * มีผลต่อลักษณะการฯนี้มากกว่ากลุ่มอื่น)

4.3 กลุ่มบ่อเกิด “พฤติกรรม” มีลำดับที่เฉลี่ยเป็น 4.4* และ 4.4* สำหรับ การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดี* และการแนะนำอบรมด้วยวาจา* (ทั้งสองพฤติกรรมมีผลต่อลักษณะการฯนี้เท่ากัน)

2.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับลักษณะการ “ความคิดแหวกแนว”

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับลักษณะการ “ความคิดแหวกแนว” แสดงได้ดัง

ตาราง 28

ตาราง 28 แสดงค่าความถี่ ค่าร้อยละ และลำดับที่ ของบ่อเกิดของลักษณะการนักคิด
สร้างสรรค์ด้าน “ความคิดแหวกแนว” แจกแจงตามแหล่งข้อมูล

แหล่งข้อมูล	ความถี่ รวม*	ค่า สถิติ	บ่อเกิดของลักษณะการ**											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
นักวิทยาศาสตร์ รุ่นใหม่	38	ความถี่	0	2	5	3	3	0	2	5	5	3	5	5
	100%	ร้อยละ	0.00	5.26	13.16	7.89	7.89	0.00	5.26	13.16	13.16	7.89	13.16	13.16
		ลำดับที่	11	9	1	6	6	11	9	1	1	6	1	1
นักเรียน วิทยาศาสตร์	214	ความถี่	20	11	40	16	15	14	8	18	31	9	27	5
	100%	ร้อยละ	9.35	5.14	18.69	7.48	7.01	6.54	3.74	8.41	14.49	4.21	12.62	2.34
		ลำดับที่	4	9	1	6	7	8	11	5	2	10	3	12
ผู้ใหญ่ นักประดิษฐ์	63	ความถี่	6	2	6	6	10	2	1	8	4	6	12	12
	100%	ร้อยละ	9.52	3.17	9.52	9.52	15.87	3.17	1.59	12.70	6.35	9.52	19.05	0.00
		ลำดับที่	4	9	4	4	2	9	11	3	8	4	1	12
นักเรียน นักประดิษฐ์	37	ความถี่	4	1	4	8	1	6	1	2	8	1	1	0
	100%	ร้อยละ	10.81	2.70	10.81	21.62	2.70	16.22	2.70	5.41	21.62	2.70	2.70	0.00
		ลำดับที่	4	7	4	1	7	3	7	6	1	7	7	12

หมายเหตุ 1. * ผู้ตอบ 1 คน ตอบได้หลายข้อ ความถี่จึงมีค่าเกินจำนวนคนในแต่ละกรณี

2. ** ใช้หมายเลขแทนบ่อเกิดของลักษณะการดังนี้

- 1 = การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของพ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่
- 2 = การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของพี่น้องร่วมวัย
- 3 = การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของเพื่อนนักเรียน/เพื่อนร่วมงาน
- 4 = การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของครู-อาจารย์
- 5 = การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของบุคคลอื่น
- 6 = การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากพ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่
- 7 = การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากพี่น้องร่วมวัย
- 8 = การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากเพื่อนนักเรียน/เพื่อนร่วมงาน
- 9 = การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากครู-อาจารย์
- 10 = การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากบุคคลอื่น
- 11 = เกิดขึ้นเอง
- 12 = อื่นๆ

ตาราง 29 แสดงลำดับที่เฉลี่ยของกลุ่มบ่อเกิดของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ด้าน “ความคิดแหวกแนว”

แหล่งข้อมูล	การแจกแจงบ่อเกิด		บ่อเกิดของลักษณะการ **										ลำดับที่เฉลี่ย
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่	ลำดับที่เดิมของแต่ละบ่อเกิด		11	9	1	6	6	11	9	1	1	6	-
	บุคคล	พ่อแม่	11					11					11.0
		พี่น้อง		9					9				9.0
		เพื่อน*			1					1			1.0*
		อาจารย์				6					1		3.5
		บุคคลอื่น					6					6	6.0
	พฤติกรรม	ตัวอย่าง	11	9	1	6	6						6.6
		วาจา*						11	9	1	1	6	5.6*
นักเรียนวิทยาศาสตร์	ลำดับที่เดิมของแต่ละบ่อเกิด		4	9	1	6	7	8	11	5	2	10	-
	บุคคล	พ่อแม่	4					8					6.0
		พี่น้อง		9					11				10.0
		เพื่อน*			1					5			3.0*
		อาจารย์				6					2		4.0
		บุคคลอื่น					7					10	8.5
	พฤติกรรม	ตัวอย่าง*	4	9	1	6	7						5.4*
		วาจา						8	11	5	2	10	7.2

หมายเหตุ * คือกลุ่มบ่อเกิดที่เด่นกว่า

** ใช้สัญลักษณ์เหมือนในตารางก่อนหน้านี้

ตาราง 29 (ต่อ)

แหล่งข้อมูล	การแจกแจงบ่อเกิด		บ่อเกิดของลักษณะการ **										ลำดับที่เฉลี่ย
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
ผู้ใหญ่ นักประดิษฐ์	ลำดับที่เดิมของแต่ละบ่อเกิด		4	9	4	4	2	9	11	3	8	4	-
	บุคคล	พ่อแม่	4					9					6.5
		พี่น้อง		9					11				10.0
		เพื่อน			4					3			3.5
		อาจารย์				4					8		6.0
		บุคคลอื่น*					2					4	3.0*
	พฤติกรรม	ตัวอย่าง*	4	9	4	4	2						4.6*
		วาจา						9	11	3	8	4	7.0
นักเรียน นักประดิษฐ์	ลำดับที่เดิมของแต่ละบ่อเกิด		4	7	4	1	7	3	7	6	1	7	-
	บุคคล	พ่อแม่	4					3					3.5
		พี่น้อง		7					7				7.0
		เพื่อน			4					6			5.0
		อาจารย์*				1					1		1.0*
		บุคคลอื่น					7					7	7.0
	พฤติกรรม	ตัวอย่าง*	4	7	4	1	7						4.6*
		วาจา						3	7	6	1	7	4.8

หมายเหตุ * คือกลุ่มบ่อเกิดที่เด่นกว่า

** ใช้สัญลักษณ์เหมือนในตารางก่อนหน้านี้

จากตาราง 29 สรุปสาระสำคัญเกี่ยวกับบ่อเกิดของลักษณะการฯ ด้าน “ความคิดแหวกแนว” แจกแจงตามแหล่งข้อมูลได้ดังนี้ (ในกรณีที่บ่อเกิด “อื่นๆ” มีความถี่เป็น 0 จะตัดออกไปแล้วเลื่อนลำดับต่อไปขึ้นมาแทน)

1. กลุ่มนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่

1.1 บ่อเกิดที่มีความถี่สูงสุดคือ การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของเพื่อนนักเรียน/เพื่อนร่วมงาน, การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากเพื่อนนักเรียน/เพื่อนร่วมงาน, การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากครู-อาจารย์, เกิดขึ้นเอง, และอื่นๆ (ชมภาพยนต์)

1.2 กลุ่มบ่อเกิด “บุคคล” มีลำดับที่เฉลี่ยเป็น 11.0 , 9.0 , 1.0* , 3.5 และ 6.0 สำหรับ พ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่ , พี่น้องร่วมวัย , เพื่อน* , ครู-อาจารย์ และบุคคลอื่นตามลำดับ (กลุ่มที่มี * มีผลต่อลักษณะการฯนี้มากกว่ากลุ่มอื่น)

1.3 กลุ่มบ่อเกิด “พฤติกรรม” มีลำดับที่เฉลี่ยเป็น 6.6 และ 5.6* สำหรับ การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีและการแนะนำอบรมด้วยวาจา* (พฤติกรรมที่มี * มีผลต่อลักษณะการฯนี้มากกว่า)

2. กลุ่มนักเรียนวิทยาศาสตร์

2.1 บ่อเกิดที่มีความถี่สูงสุดคือ การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของเพื่อนนักเรียน/เพื่อนร่วมงาน

2.2 กลุ่มบ่อเกิด “บุคคล” มีลำดับที่เฉลี่ยเป็น 6.0 , 10.0 , 3.0* , 4.0 และ 8.5 สำหรับ พ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่ , พี่น้องร่วมวัย , เพื่อน* , ครู-อาจารย์ และบุคคลอื่นตามลำดับ (กลุ่มที่มี * มีผลต่อลักษณะการฯนี้มากกว่ากลุ่มอื่น)

2.3 กลุ่มบ่อเกิด “พฤติกรรม” มีลำดับที่เฉลี่ยเป็น 5.4* และ 7.2 สำหรับ การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีและการแนะนำอบรมด้วยวาจา (พฤติกรรมที่มี * มีผลต่อลักษณะการฯนี้มากกว่า)

3. กลุ่มผู้ใหญ่ นักประดิษฐ์

3.1 บ่อเกิดที่มีความถี่สูงสุดคือ เกิดขึ้นเอง

3.2 กลุ่มบ่อเกิด “บุคคล” มีลำดับที่เฉลี่ยเป็น 6.5 , 10.0 , 3.5 , 6.0 และ 3.0* สำหรับ พ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่ , พี่น้องร่วมวัย , เพื่อน , ครู-อาจารย์ และบุคคลอื่น* ตามลำดับ (กลุ่มที่มี * มีผลต่อลักษณะการฯนี้มากกว่ากลุ่มอื่น)

3.3 กลุ่มบ่อเกิด “พฤติกรรม” มีลำดับที่เฉลี่ยเป็น 4.6* และ 7.0 สำหรับ การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีและการแนะนำอบรมด้วยวาจา (พฤติกรรมที่มี * มีผลต่อลักษณะการฯนี้มากกว่า)

4. กลุ่มนักเรียนนักประดิษฐ์

4.1 บ่อเกิดที่มีความถี่สูงสุดคือ การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของครู-อาจารย์ และการแนะนำอบรมด้วยวาจาจากครู-อาจารย์

4.2 กลุ่มบ่อเกิด “บุคคล” มีลำดับที่เฉลี่ยเป็น 3.5 , 7.0 , 5.0 , 1.0* และ 7.0 สำหรับ พ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่ , พี่น้องร่วมวัย , เพื่อน , ครู-อาจารย์* และบุคคลอื่นตามลำดับ (กลุ่มที่มี * มีผลต่อลักษณะการฯนี้มากกว่ากลุ่มอื่น)

4.3 กลุ่มบ่อเกิด “พฤติกรรม” มีลำดับที่เฉลี่ยเป็น 4.6* และ 4.8 สำหรับการเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดี* และการแนะนำอบรมด้วยวาจา (พฤติกรรมที่มี* มีผลต่อลักษณะการฯนี้มากกว่า)



2.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับลักษณะการ “ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด”

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับลักษณะการ “ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด” แสดง

ได้ดังตาราง 30

ตาราง 30 แสดงค่าความถี่ ค่าร้อยละ และลำดับที่ ของบ่งเกิดของลักษณะการนึกคิด

สร้างสรรค์ด้าน “ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด” แจกแจงตามแหล่งข้อมูล

แหล่งข้อมูล	ความถี่ รวม*	ค่า สถิติ	บ่งเกิดของลักษณะการ**											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
นักวิทยาศาสตร์ รุ่นใหม่	44	ความถี่	0	3	3	7	5	0	2	5	7	5	5	2
	100%	ร้อยละ	0.00	6.82	6.82	15.91	11.36	0.00	4.55	11.36	15.91	11.36	11.36	4.55
		ลำดับที่	11	7	7	1	3	11	9	3	1	3	3	10
นักเรียน วิทยาศาสตร์	223	ความถี่	18	16	41	15	13	15	7	24	31	8	32	3
	100%	ร้อยละ	8.07	7.17	18.39	6.73	5.83	6.73	3.14	10.76	13.90	3.59	14.35	1.35
		ลำดับที่	5	6	1	7	9	7	11	4	3	10	2	12
ผู้ใหญ่ นักประดิษฐ์	63	ความถี่	6	2	6	4	8	4	1	6	6	4	16	0
	100%	ร้อยละ	9.52	3.17	9.52	6.35	12.70	6.35	1.58	9.52	9.52	6.35	25.40	0.00
		ลำดับที่	3	10	3	7	2	7	11	3	3	7	1	12
นักเรียน นักประดิษฐ์	33	ความถี่	4	1	2	4	4	4	1	4	4	4	1	0
	100%	ร้อยละ	12.12	3.03	6.06	12.12	12.12	12.12	3.03	12.12	12.12	12.12	3.03	0.00
		ลำดับที่	1	9	8	1	1	1	9	1	1	1	9	12

หมายเหตุ 1. * ผู้ตอบ 1 คน ตอบได้หลายข้อ ความถี่จึงมีค่าเกินจำนวนคนในแต่ละกรณี

2. ** ใช้หมายเลขแทนบ่งเกิดของลักษณะการดังนี้

1 = การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของพ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่

2 = การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของพี่น้องร่วมวัย

3 = การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของเพื่อนนักเรียน/เพื่อนร่วมงาน

4 = การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของครู-อาจารย์

5 = การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของบุคคลอื่น

6 = การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากพ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่

7 = การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากพี่น้องร่วมวัย

8 = การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากเพื่อนนักเรียน/เพื่อนร่วมงาน

9 = การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากครู-อาจารย์

10 = การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากบุคคลอื่น

11 = เกิดขึ้นเอง

12 = อื่นๆ

ตาราง 31 แสดงลำดับที่เฉลี่ยของกลุ่มบ่อเกิดของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ด้าน “ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด”

แหล่งข้อมูล	การแจกแจงบ่อเกิด		บ่อเกิดของลักษณะการ **										ลำดับที่เฉลี่ย
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
นักวิทยาศาสตร์ รุ่นใหม่	ลำดับที่เดิมของแต่ละบ่อเกิด		11	7	7	1	3	11	9	3	1	3	-
	บุคคล	พ่อแม่	11					11					11.0
		พี่น้อง		7					9				8.0
		เพื่อน			7					3			5.0
		อาจารย์*				1					1		1.0*
		บุคคลอื่น					3					3	3.0
	พฤติกรรม	ตัวอย่าง	11	7	7	1	3						5.8
นักเรียน วิทยาศาสตร์	ลำดับที่เดิมของแต่ละบ่อเกิด		5	6	1	7	9	7	11	4	3	10	-
	บุคคล	พ่อแม่	5					7					6.0
		พี่น้อง		6					11				8.5
		เพื่อน*			1					4			2.5*
		อาจารย์				7					3		5.0
		บุคคลอื่น					9					10	9.5
	พฤติกรรม	ตัวอย่าง*	5	6	1	7	9						5.6*
		วาจา						7	11	4	3	10	7.0

หมายเหตุ * คือกลุ่มบ่อเกิดที่เด่นกว่า

** ใช้สัญลักษณ์เหมือนในตารางก่อนหน้านี้

ตาราง 31 (ต่อ)

แหล่งข้อมูล	การแจกแจงบ่อเกิด		บ่อเกิดของลักษณะการ **										ลำดับที่เฉลี่ย
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
ผู้ใหญ่ นักประดิษฐ์	ลำดับที่เดิมของแต่ละบ่อเกิด		3	10	3	7	2	7	11	3	3	7	-
	บุคคล	พ่อแม่	3					7					5.0
		พี่น้อง		10					11				10.5
		เพื่อน*			3					3			3.0*
		อาจารย์				7					3		5.0
		บุคคลอื่น					2					7	4.5
	พฤติกรรม	ตัวอย่าง*	3	10	3	7	2						5.0*
		วาจา						7	11	3	3	7	6.2
นักเรียน นักประดิษฐ์	ลำดับที่เดิมของแต่ละบ่อเกิด		1	9	8	1	1	1	9	1	1	1	-
	บุคคล	พ่อแม่*	1					1					1.0*
		พี่น้อง		9					9				9.0
		เพื่อน			8					1			4.5
		อาจารย์*				1					1		1.0*
		บุคคลอื่น*					1					1	1.0*
	พฤติกรรม	ตัวอย่าง	1	9	8	1	1						4.0
		วาจา*						1	9	1	1	1	2.6*

หมายเหตุ * คือกลุ่มบ่อเกิดที่เด่นกว่า

** ใช้สัญลักษณ์เหมือนในตารางก่อนหน้านี้

จากตาราง 31 สรุปสาระสำคัญเกี่ยวกับบ่อเกิดของลักษณะการฯ ด้าน “ชอบทำในสิ่งที่ทำทลายความคิด” แจกแจงตามแหล่งข้อมูลได้ดังนี้ (ในกรณีที่บ่อเกิด “อื่นๆ” มีความถี่เป็น 0 จะตัดออกไปแล้วเลื่อนลำดับต่อไปขึ้นมาแทน)

1. กลุ่มนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่

1.1 บ่อเกิดที่มีความถี่สูงสุดคือ การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของครู-อาจารย์ และการแนะนำอบรมด้วยวาจาจากครู-อาจารย์

1.2 กลุ่มบ่อเกิด “บุคคล” มีลำดับที่เฉลี่ยเป็น 11.0 , 8.0 , 5.0 , 1.0* และ 3.0 สำหรับ พ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่ , พี่น้องร่วมวัย , เพื่อน , ครู-อาจารย์* และบุคคลอื่นตามลำดับ (กลุ่มที่มี * มีผลต่อลักษณะการฯนี้มากกว่ากลุ่มอื่น)

1.3 กลุ่มบ่อเกิด “พฤติกรรม” มีลำดับที่เฉลี่ยเป็น 5.8 และ 5.4* สำหรับ การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีและการแนะนำอบรมด้วยวาจา* (พฤติกรรมที่มี * มีผลต่อลักษณะการฯนี้มากกว่า)

2. กลุ่มนักเรียนวิทยาศาสตร์

2.1 บ่อเกิดที่มีความถี่สูงสุดคือ การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของเพื่อนนักเรียน/เพื่อนร่วมงาน

2.2 กลุ่มบ่อเกิด “บุคคล” มีลำดับที่เฉลี่ยเป็น 6.0 , 8.5 , 2.5* , 5.0 และ 9.5 สำหรับ พ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่ , พี่น้องร่วมวัย , เพื่อน* , ครู-อาจารย์ และบุคคลอื่นตามลำดับ (กลุ่มที่มี * มีผลต่อลักษณะการฯนี้มากกว่ากลุ่มอื่น)

2.3 กลุ่มบ่อเกิด “พฤติกรรม” มีลำดับที่เฉลี่ยเป็น 5.6* และ 7.0 สำหรับ การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดี*และการแนะนำอบรมด้วยวาจา (พฤติกรรมที่มี * มีผลต่อลักษณะการฯนี้มากกว่า)

3. กลุ่มผู้ใหญ่ นักประดิษฐ์

3.1 บ่อเกิดที่มีความถี่สูงสุดคือ เกิดขึ้นเอง

3.2 กลุ่มบ่อเกิด “บุคคล” มีลำดับที่เฉลี่ยเป็น 5.0 , 10.5 , 3.0* , 5.0 และ 4.5 สำหรับ พ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่ , พี่น้องร่วมวัย , เพื่อน* , ครู-อาจารย์ และบุคคลอื่น ตามลำดับ (กลุ่มที่มี * มีผลต่อลักษณะการฯนี้มากกว่ากลุ่มอื่น)

3.3 กลุ่มบ่อเกิด “พฤติกรรม” มีลำดับที่เฉลี่ยเป็น 5.0* และ 6.2 สำหรับ การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดี*และการแนะนำอบรมด้วยวาจา (พฤติกรรมที่มี * มีผลต่อลักษณะการฯนี้มากกว่า)

4. กลุ่มนักเรียน นักประดิษฐ์

4.1 บ่อเกิดที่มีความถี่สูงสุดคือ การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของพ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่, การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของครู-อาจารย์, การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของบุคคลอื่น, การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากพ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่, การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากเพื่อนนักเรียน/เพื่อนร่วมงาน, การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากครู-อาจารย์ และการแนะนำอบรมด้วยวาจาจากบุคคลอื่น

4.2 กลุ่มบ่อเกิด “บุคคล” มีลำดับที่เฉลี่ยเป็น 1.0* , 9.0 , 4.5 , 1.0* และ 1.0 *
สำหรับ พ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่* , พี่น้องร่วมวัย , เพื่อน , ครู-อาจารย์* และบุคคลอื่น* ตามลำดับ (กลุ่ม
ที่มี * มีผลต่อลักษณะการฯนี้มากกว่ากลุ่มอื่น)

4.3 กลุ่มบ่อเกิด “พฤติกรรม” มีลำดับที่เฉลี่ยเป็น 4.0 และ 2.6* สำหรับ การเห็น
ตัวอย่างการกระทำที่ดีและการแนะนำอบรมด้วยวาจา* (พฤติกรรมที่มี* มีผลต่อลักษณะการฯนี้มากกว่า)



2.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับลักษณะการ “ชอบการเปลี่ยนแปลง”

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับลักษณะการ “ชอบการเปลี่ยนแปลง” แสดงได้ดัง

ตาราง 32

ตาราง 32 แสดงค่าความถี่ ค่าร้อยละ และลำดับที่ ของบ่อเกิดของลักษณะการนึกคิด
สร้างสรรค์ด้าน “ชอบการเปลี่ยนแปลง” แจกแจงตามแหล่งข้อมูล

แหล่งข้อมูล	ความถี่ รวม*	ค่า สถิติ	บ่อเกิดของลักษณะการ**											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
นักวิทยาศาสตร์ รุ่นใหม่	38	ความถี่	0	2	5	6	2	0	2	6	3	3	7	2
	100%	ร้อยละ	0.00	5.26	13.16	15.79	5.26	0.00	5.26	15.79	7.89	7.89	18.42	5.26
		ลำดับที่	11	7	4	2	7	11	7	2	5	5	1	7
นักเรียน วิทยาศาสตร์	177	ความถี่	16	14	33	4	6	13	8	21	12	4	42	4
	100%	ร้อยละ	9.04	7.91	18.64	2.26	3.39	7.34	4.52	11.86	6.78	2.26	23.73	2.26
		ลำดับที่	4	5	2	10	9	6	8	3	7	10	1	10
ผู้ใหญ่ นักประดิษฐ์	46	ความถี่	2	1	6	2	4	2	1	6	2	4	16	0
	100%	ร้อยละ	4.35	2.17	13.04	4.35	8.70	4.35	2.17	13.04	4.35	8.70	34.78	0.00
		ลำดับที่	6	10	2	6	4	6	10	2	6	4	1	12
นักเรียน นักประดิษฐ์	31	ความถี่	2	1	4	6	1	2	1	4	6	2	2	0
	100%	ร้อยละ	6.45	3.23	12.90	19.35	3.23	6.45	3.23	12.90	19.35	6.45	6.45	0.00
		ลำดับที่	5	9	2	1	10	5	10	2	1	5	5	12

หมายเหตุ 1. * ผู้ตอบ 1 คน ตอบได้หลายข้อ ความถี่จึงมีค่าเกินจำนวนคนในแต่ละกรณี

2. ** ใช้หมายเลขแทนบ่อเกิดของลักษณะการดังนี้

- 1 = การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของพ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่
- 2 = การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของพี่น้องร่วมวัย
- 3 = การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของเพื่อนนักเรียน/เพื่อนร่วมงาน
- 4 = การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของครู-อาจารย์
- 5 = การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของบุคคลอื่น
- 6 = การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากพ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่
- 7 = การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากพี่น้องร่วมวัย
- 8 = การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากเพื่อนนักเรียน/เพื่อนร่วมงาน
- 9 = การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากครู-อาจารย์
- 10 = การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากบุคคลอื่น
- 11 = เกิดขึ้นเอง
- 12 = อื่นๆ

ตาราง 33 แสดงลำดับที่เฉลี่ยของกลุ่มบ่อเกิดของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ด้าน “ชอบการเปลี่ยนแปลง”

แหล่งข้อมูล	การแจกแจงบ่อเกิด		บ่อเกิดของลักษณะการ **										ลำดับที่เฉลี่ย
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
นักวิทยาศาสตร์ รุ่นใหม่	ลำดับที่เดิมของแต่ละบ่อเกิด		11	7	4	2	7	11	7	2	5	5	-
	บุคคล	พ่อแม่	11					11					11.0
		พี่น้อง		7					7				7.0
		เพื่อน*			4					2			3.0*
		อาจารย์				2					5		3.5
		บุคคลอื่น					7					5	6.0
	พฤติกรรม	ตัวอย่าง	11	7	4	2	7						6.2
		วาจา*						11	7	2	5	5	6.0*
นักเรียน วิทยาศาสตร์	ลำดับที่เดิมของแต่ละบ่อเกิด		4	5	2	10	9	6	8	3	7	10	-
	บุคคล	พ่อแม่	4					6					5.0
		พี่น้อง		5					8				6.5
		เพื่อน*			2					3			2.5*
		อาจารย์				10					7		8.5
		บุคคลอื่น					9					10	9.5
	พฤติกรรม	ตัวอย่าง*	4	5	2	10	9						6.0*
		วาจา						6	8	3	7	10	6.8

หมายเหตุ * คือกลุ่มบ่อเกิดที่เด่นกว่า

** ใช้สัญลักษณ์เหมือนในตารางก่อนหน้านี้

ตาราง 33 (ต่อ)

แหล่งข้อมูล	การแจกแจงบ่อเกิด		บ่อเกิดของลักษณะการ **										ลำดับที่เฉลี่ย
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
ผู้ใหญ่ นักประดิษฐ์	ลำดับที่เดิมของแต่ละบ่อเกิด		6	10	2	6	4	6	10	2	6	4	-
	บุคคล	พ่อแม่	6					6					6.0
		พี่น้อง		10					10				10.0
		เพื่อน*			2					2			2.0*
		อาจารย์				6					6		6.0
		บุคคลอื่น					4					4	4.0
	พฤติกรรม	ตัวอย่าง*	6	10	2	6	4						5.6*
		วาจา*						6	10	2	6	4	5.6*
นักเรียน นักประดิษฐ์	ลำดับที่เดิมของแต่ละบ่อเกิด		5	9	2	1	10	5	10	2	1	5	-
	บุคคล	พ่อแม่	5					5					5.0
		พี่น้อง		9					10				9.5
		เพื่อน			2					2			2.0
		อาจารย์*				1					1		1.0*
		บุคคลอื่น					10					5	7.5
	พฤติกรรม	ตัวอย่าง	5	9	2	1	10						5.4
		วาจา*						5	10	2	1	5	4.6*

หมายเหตุ * คือกลุ่มบ่อเกิดที่เด่นกว่า

** ใช้สัญลักษณ์เหมือนในตารางก่อนหน้านี้

จากตาราง 33 สรุปสาระสำคัญเกี่ยวกับบ่อเกิดของลักษณะการฯ ด้าน “ชอบการเปลี่ยนแปลง” แจกแจงตามแหล่งข้อมูลได้ดังนี้ (ในกรณีที่บ่อเกิด “อื่นๆ” มีความถี่เป็น 0 จะตัดออกไปแล้วเลื่อนลำดับต่อไปขึ้นมาแทน)

1. กลุ่มนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่

1.1 บ่อเกิดที่มีความถี่สูงสุดคือ เกิดขึ้นเอง

1.2 กลุ่มบ่อเกิด “บุคคล” มีลำดับที่เฉลี่ยเป็น 11.0 , 7.0 , 3.0* , 3.5 และ 6.0

สำหรับ พ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่ , พี่น้องร่วมวัย , เพื่อน* , ครู-อาจารย์ และบุคคลอื่นตามลำดับ (กลุ่มที่มี * มีผลต่อลักษณะการฯนี้มากกว่ากลุ่มอื่น)

1.3 กลุ่มบ่อเกิด “พฤติกรรม” มีลำดับที่เฉลี่ยเป็น 6.2 และ 6.0* สำหรับ การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีและการแนะนำอบรมด้วยวาจา* (พฤติกรรมที่มี * มีผลต่อลักษณะการฯนี้มากกว่า)

2. กลุ่มนักเรียนวิทยาศาสตร์

2.1 บ่อเกิดที่มีความถี่สูงสุดคือ เกิดขึ้นเอง

2.2 กลุ่มบ่อเกิด “บุคคล” มีลำดับที่เฉลี่ยเป็น 5.0 , 6.5 , 2.5* , 8.5 และ 9.5

สำหรับ พ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่ , พี่น้องร่วมวัย , เพื่อน* , ครู-อาจารย์ และบุคคลอื่นตามลำดับ (กลุ่มที่มี * มีผลต่อลักษณะการฯนี้มากกว่ากลุ่มอื่น)

2.3 กลุ่มบ่อเกิด “พฤติกรรม” มีลำดับที่เฉลี่ยเป็น 6.0* และ 6.8 สำหรับ การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดี*และการแนะนำอบรมด้วยวาจา (พฤติกรรมที่มี * มีผลต่อลักษณะการฯนี้มากกว่า)

3. กลุ่มผู้ใหญ่ นักประดิษฐ์

3.1 บ่อเกิดที่มีความถี่สูงสุดคือ เกิดขึ้นเอง

3.2 กลุ่มบ่อเกิด “บุคคล” มีลำดับที่เฉลี่ยเป็น 6.0 , 10.0 , 2.0* , 6.0 และ 4.0

สำหรับ พ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่ , พี่น้องร่วมวัย , เพื่อน* , ครู-อาจารย์ และบุคคลอื่น ตามลำดับ (กลุ่มที่มี * มีผลต่อลักษณะการฯนี้มากกว่ากลุ่มอื่น)

3.3 กลุ่มบ่อเกิด “พฤติกรรม” มีลำดับที่เฉลี่ยเป็น 5.6* และ 5.6* สำหรับ การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดี*และการแนะนำอบรมด้วยวาจา* (ทั้งสองพฤติกรรมมีผลต่อลักษณะการฯนี้เท่ากัน)

4. กลุ่มนักเรียน นักประดิษฐ์

4.1 บ่อเกิดที่มีความถี่สูงสุดคือ การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของครู-อาจารย์ และการแนะนำอบรมด้วยวาจาจากครู-อาจารย์

4.2 กลุ่มบ่อเกิด “บุคคล” มีลำดับที่เฉลี่ยเป็น 5.0 , 9.5 , 2.0 , 1.0* และ 7.5

สำหรับ พ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่ , พี่น้องร่วมวัย , เพื่อน , ครู-อาจารย์* และบุคคลอื่นตามลำดับ (กลุ่มที่มี * มีผลต่อลักษณะการฯนี้มากกว่ากลุ่มอื่น)

4.3 กลุ่มบ่อเกิด “พฤติกรรม” มีลำดับที่เฉลี่ยเป็น 5.4 และ 4.6* สำหรับ การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีและการแนะนำอบรมด้วยวาจา* (พฤติกรรมที่มี * มีผลต่อลักษณะการฯนี้มากกว่า)

2.6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับลักษณะการ “ทำงานเพื่อความพอใจ”

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับลักษณะการ “ทำงานเพื่อความพอใจ” แสดงได้ดัง

ตาราง 34

ตาราง 34 แสดงค่าความถี่ ค่าร้อยละ และลำดับที่ ของบ่งเกิดของลักษณะการนึกคิด
สร้างสรรค์ด้าน “ทำงานเพื่อความพอใจ” แจกแจงตามแหล่งข้อมูล

แหล่งข้อมูล	ความถี่ รวม*	ค่า สถิติ	บ่งเกิดของลักษณะการ**											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
นักวิทยาศาสตร์ รุ่นใหม่	37	ความถี่	3	2	2	5	2	3	0	2	6	2	9	1
	100%	ร้อยละ	8.11	5.41	5.41	13.51	5.41	8.11	0.00	5.41	16.22	5.41	24.32	2.70
		ลำดับที่	4	6	6	3	6	4	12	6	2	6	1	11
นักเรียน วิทยาศาสตร์	231	ความถี่	44	12	28	19	7	46	9	12	22	3	29	0
	100%	ร้อยละ	19.05	5.19	12.12	8.23	3.03	19.91	3.90	5.19	9.52	1.30	12.55	0.00
		ลำดับที่	2	7	4	6	10	1	9	7	5	11	3	12
ผู้ใหญ่ นักประดิษฐ์	67	ความถี่	10	2	4	4	6	8	1	6	4	4	18	0
	100%	ร้อยละ	14.93	2.99	5.97	5.97	8.96	11.94	1.49	8.96	5.97	5.97	26.87	0.00
		ลำดับที่	2	10	6	6	4	3	11	4	6	6	1	12
นักเรียน นักประดิษฐ์	33	ความถี่	8	1	2	2	2	8	1	2	4	1	2	0
	100%	ร้อยละ	24.24	3.03	6.06	6.06	6.06	24.24	3.03	6.06	12.12	3.03	6.06	0.00
		ลำดับที่	1	9	4	4	4	1	11	4	3	10	4	12

หมายเหตุ 1. * ผู้ตอบ 1 คน ตอบได้หลายข้อ ความถี่จึงมีค่าเกินจำนวนคนในแต่ละกรณี

2. ** ใช้หมายเลขแทนบ่งเกิดของลักษณะการดังนี้

1 = การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของพ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่

2 = การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของพี่น้องร่วมวัย

3 = การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของเพื่อนนักเรียน/เพื่อนร่วมงาน

4 = การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของครู-อาจารย์

5 = การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของบุคคลอื่น

6 = การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากพ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่

7 = การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากพี่น้องร่วมวัย

8 = การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากเพื่อนนักเรียน/เพื่อนร่วมงาน

9 = การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากครู-อาจารย์

10 = การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากบุคคลอื่น

11 = เกิดขึ้นเอง

12 = อื่นๆ

ตาราง 35 แสดงลำดับที่เฉลี่ยของกลุ่มบ่อเกิดของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ด้าน “ทำงานเพื่อความพอใจ”

แหล่งข้อมูล	การแจกแจงบ่อเกิด		บ่อเกิดของลักษณะการ **										ลำดับที่เฉลี่ย
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
นักวิทยาศาสตร์ รุ่นใหม่	ลำดับที่เดิมของแต่ละบ่อเกิด		4	6	6	3	6	4	12	6	2	6	-
	บุคคล	พ่อแม่	4					4					4.0
		พี่น้อง		6					12				9.0
		เพื่อน			6					6			6.0
		อาจารย์*				3					2		2.5*
		บุคคลอื่น					6					6	6.0
	พฤติกรรม	ตัวอย่าง*	4	6	6	3	6						5.0*
		วาจา						4	12	6	2	6	6.0
นักเรียน วิทยาศาสตร์	ลำดับที่เดิมของแต่ละบ่อเกิด		2	7	4	6	10	1	9	7	5	11	-
	บุคคล	พ่อแม่*	2					1					1.5*
		พี่น้อง		7					9				8.0
		เพื่อน			4					7			5.5
		อาจารย์				6					5		5.5
		บุคคลอื่น					10					11	10.5
	พฤติกรรม	ตัวอย่าง*	2	7	4	6	10						5.8*
		วาจา						1	9	7	5	11	6.6

หมายเหตุ * คือกลุ่มบ่อเกิดที่เด่นกว่า

** ใช้สัญลักษณ์เหมือนในตารางก่อนหน้านี้

ตาราง 35 (ต่อ)

แหล่งข้อมูล	การแจกแจงบ่อเกิด		บ่อเกิดของลักษณะการ **										ลำดับที่เฉลี่ย
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
ผู้ใหญ่ นักประดิษฐ์	ลำดับที่เดิมของแต่ละบ่อเกิด		2	10	6	6	4	3	11	4	6	6	-
	บุคคล	พ่อแม่*	2					3					2.5*
		พี่น้อง		10					11				10.5
		เพื่อน			6					4			5.0
		อาจารย์				6					6		6.0
		บุคคลอื่น					4					6	5.0
	พฤติกรรม	ตัวอย่าง*	2	10	6	6	4						4.8*
		วาจา						3	11	4	6	6	6.0
นักเรียน นักประดิษฐ์	ลำดับที่เดิมของแต่ละบ่อเกิด		1	9	4	4	4	1	11	4	3	10	-
	บุคคล	พ่อแม่*	1					1					1.0*
		พี่น้อง		9					11				10.0
		เพื่อน			4					4			4.0
		อาจารย์				4					3		3.5
		บุคคลอื่น					4					10	7.0
	พฤติกรรม	ตัวอย่าง*	1	9	4	4	4						4.4*
		วาจา						1	11	4	3	10	5.8

หมายเหตุ * คือกลุ่มบ่อเกิดที่เด่นกว่า

** ใช้สัญลักษณ์เหมือนในตารางก่อนหน้านี้

จากตาราง 35 สรุปสาระสำคัญเกี่ยวกับบ่อเกิดของลักษณะการฯ ด้าน “ทำงานเพื่อความพอใจ” แจกแจงตามแหล่งข้อมูลได้ดังนี้ (ในกรณีที่บ่อเกิด “อื่นๆ” มีความถี่เป็น 0 จะตัดออกไปแล้วเลื่อนลำดับต่อไปขึ้นมาแทน)

1. กลุ่มนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่

1.1 บ่อเกิดที่มีความถี่สูงสุดคือ เกิดขึ้นเอง

1.2 กลุ่มบ่อเกิด “บุคคล” มีลำดับที่เฉลี่ยเป็น 4.0 , 9.0 , 6.0 , 2.5* และ 6.0

สำหรับ พ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่ , พี่น้องร่วมวัย , เพื่อน , ครู-อาจารย์* และบุคคลอื่นตามลำดับ (กลุ่มที่มี * มีผลต่อลักษณะการฯนี้มากกว่ากลุ่มอื่น)

1.3 กลุ่มบ่อเกิด “พฤติกรรม” มีลำดับที่เฉลี่ยเป็น 5.0* และ 6.0 สำหรับ การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดี*และการแนะนำอบรมด้วยวาจา (พฤติกรรมที่มี * มีผลต่อลักษณะการฯนี้มากกว่า)

2. กลุ่มนักเรียนวิทยาศาสตร์

2.1 บ่อเกิดที่มีความถี่สูงสุดคือ การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากพ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่

2.2 กลุ่มบ่อเกิด “บุคคล” มีลำดับที่เฉลี่ยเป็น 1.5* , 8.0 , 5.5 , 5.5 และ 10.5

สำหรับ พ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่* , พี่น้องร่วมวัย , เพื่อน , ครู-อาจารย์ และบุคคลอื่นตามลำดับ (กลุ่มที่มี * มีผลต่อลักษณะการฯนี้มากกว่ากลุ่มอื่น)

2.3 กลุ่มบ่อเกิด “พฤติกรรม” มีลำดับที่เฉลี่ยเป็น 5.8* และ 6.6 สำหรับ การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดี*และการแนะนำอบรมด้วยวาจา (พฤติกรรมที่มี * มีผลต่อลักษณะการฯนี้มากกว่า)

3. กลุ่มผู้ใหญ่บัณฑิต

3.1 บ่อเกิดที่มีความถี่สูงสุดคือ เกิดขึ้นเอง

3.2 กลุ่มบ่อเกิด “บุคคล” มีลำดับที่เฉลี่ยเป็น 2.5* , 10.5 , 5.0 , 6.0 และ 5.0

สำหรับ พ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่* , พี่น้องร่วมวัย , เพื่อน , ครู-อาจารย์ และบุคคลอื่น ตามลำดับ (กลุ่มที่มี * มีผลต่อลักษณะการฯนี้มากกว่ากลุ่มอื่น)

3.3 กลุ่มบ่อเกิด “พฤติกรรม” มีลำดับที่เฉลี่ยเป็น 4.8* และ 6.0 สำหรับ การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดี*และการแนะนำอบรมด้วยวาจา (พฤติกรรมที่มี * มีผลต่อลักษณะการฯนี้มากกว่า)

4. กลุ่มนักเรียนนักประดิษฐ์

4.1 บ่อเกิดที่มีความถี่สูงสุดคือ การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของพ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่ และการแนะนำอบรมด้วยวาจาจากพ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่

4.2 กลุ่มบ่อเกิด “บุคคล” มีลำดับที่เฉลี่ยเป็น 1.0* , 10.0 , 4.0 , 3.5 และ 7.0

สำหรับ พ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่* , พี่น้องร่วมวัย , เพื่อน , ครู-อาจารย์ และบุคคลอื่นตามลำดับ (กลุ่มที่มี * มีผลต่อลักษณะการฯนี้มากกว่ากลุ่มอื่น)

4.3 กลุ่มบ่อเกิด “พฤติกรรม” มีลำดับที่เฉลี่ยเป็น 4.4 * และ 5.8 สำหรับ การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดี* และการแนะนำอบรมด้วยวาจา (พฤติกรรมที่มี* มีผลต่อลักษณะการฯนี้มากกว่า)

2.7 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับลักษณะการ “มีอารมณ์ขัน”

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับลักษณะการ “มีอารมณ์ขัน” แสดงได้ดัง

ตาราง 36

ตาราง 36 แสดงค่าความถี่ ค่าร้อยละ และลำดับที่ ของบ่อเกิดของลักษณะการนึกคิด
สร้างสรรค์ด้าน “มีอารมณ์ขัน” แจกแจงตามแหล่งข้อมูล

แหล่งข้อมูล	ความถี่ รวม*	ค่า สถิติ	บ่อเกิดของลักษณะการ**											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
นักวิทยาศาสตร์ รุ่นใหม่	34	ความถี่	2	2	6	2	2	2	0	3	3	3	3	6
	100%	ร้อยละ	5.88	5.88	17.65	5.88	5.88	5.88	0.00	8.82	8.82	8.82	8.82	17.65
		ลำดับที่	7	7	1	7	7	7	12	3	3	3	3	1
นักเรียน วิทยาศาสตร์	239	ความถี่	27	17	57	11	10	24	12	36	9	4	30	2
	100%	ร้อยละ	11.30	7.11	23.85	4.60	4.18	10.04	5.02	15.06	3.77	1.67	12.55	0.84
		ลำดับที่	4	6	1	8	9	5	7	2	10	11	3	12
ผู้ใหญ่ นักประดิษฐ์	68	ความถี่	2	1	14	4	4	4	2	10	2	6	18	1
	100%	ร้อยละ	2.94	1.47	20.59	5.88	5.88	5.88	2.94	14.71	2.94	8.82	26.47	1.47
		ลำดับที่	8	11	2	5	5	5	8	3	8	4	1	11
นักเรียน นักประดิษฐ์	41	ความถี่	2	1	8	2	1	2	2	6	4	1	12	0
	100%	ร้อยละ	4.88	2.44	19.51	4.88	2.44	4.88	4.88	14.63	9.76	2.44	29.27	0.00
		ลำดับที่	5	9	2	6	9	6	6	3	4	9	1	12

หมายเหตุ 1. * ผู้ตอบ 1 คน ตอบได้หลายข้อ ความถี่จึงมีค่าเกินจำนวนคนในแต่ละกรณี

2. ** ใช้หมายเลขแทนบ่อเกิดของลักษณะการดังนี้

1 = การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของพ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่

2 = การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของพี่น้องร่วมวัย

3 = การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของเพื่อนนักเรียน/เพื่อนร่วมงาน

4 = การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของครู-อาจารย์

5 = การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของบุคคลอื่น

6 = การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากพ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่

7 = การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากพี่น้องร่วมวัย

8 = การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากเพื่อนนักเรียน/เพื่อนร่วมงาน

9 = การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากครู-อาจารย์

10 = การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากบุคคลอื่น

11 = เกิดขึ้นเอง

12 = อื่นๆ

ตาราง 37 แสดงลำดับที่เฉลี่ยของกลุ่มบ่อเกิดของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ด้าน “มีอารมณ์ขัน”

แหล่งข้อมูล	การแจกแจงบ่อเกิด		บ่อเกิดของลักษณะการ **										ลำดับที่เฉลี่ย
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
นักวิทยาศาสตร์ รุ่นใหม่	ลำดับที่เดิมของแต่ละบ่อเกิด		7	7	1	7	7	7	12	3	3	3	-
	บุคคล	พ่อแม่	7					7					7.0
		พี่น้อง		7					12				9.5
		เพื่อน*			1					3			2.0*
		อาจารย์				7					3		5.0
		บุคคลอื่น					7					3	5.0
	พฤติกรรม	ตัวอย่าง	7	7	1	7	7						5.8
		วาจา*						7	12	3	3	3	5.6*
นักเรียน วิทยาศาสตร์	ลำดับที่เดิมของแต่ละบ่อเกิด		4	6	1	8	9	5	7	2	10	11	-
	บุคคล	พ่อแม่	4					5					4.5
		พี่น้อง		6					7				6.5
		เพื่อน*			1					2			1.5*
		อาจารย์				8					10		9.0
		บุคคลอื่น					9					11	10.0
	พฤติกรรม	ตัวอย่าง*	4	6	1	8	9						5.6*
		วาจา						5	7	2	10	11	7.0

หมายเหตุ * คือกลุ่มบ่อเกิดที่เด่นกว่า

** ใช้สัญลักษณ์เหมือนในตารางก่อนหน้านี้

ตาราง 37 (ต่อ)

แหล่งข้อมูล	การแจกแจงบ่อเกิด		บ่อเกิดของลักษณะการ **										ลำดับที่เฉลี่ย
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
ผู้ใหญ่ นักประดิษฐ์	ลำดับที่เดิมของแต่ละบ่อเกิด		8	11	2	5	5	5	8	3	8	4	-
	บุคคล	พ่อแม่	8					5					6.5
		พี่น้อง		11					8				9.5
		เพื่อน*			2					3			2.5*
		อาจารย์				5					8		6.5
		บุคคลอื่น					5					4	4.5
	พฤติกรรม	ตัวอย่าง	8	11	2	5	5						6.2
		วาจา*						5	8	3	8	4	5.6*
นักเรียน นักประดิษฐ์	ลำดับที่เดิมของแต่ละบ่อเกิด		5	9	2	6	9	6	6	3	4	9	-
	บุคคล	พ่อแม่	5					6					5.5
		พี่น้อง		9					6				7.5
		เพื่อน*			2					3			2.5*
		อาจารย์				6					4		5.0
		บุคคลอื่น					9					9	9.0
	พฤติกรรม	ตัวอย่าง	5	9	2	6	9						6.2
		วาจา*						6	6	3	4	9	5.6*

หมายเหตุ * คือกลุ่มบ่อเกิดที่เด่นกว่า

** ใช้สัญลักษณ์เหมือนในตารางก่อนหน้านี้

จากตาราง 37 สรุปสาระสำคัญเกี่ยวกับบ่อเกิดของลักษณะการฯ ด้าน “มีอารมณ์ขัน” แจกแจงตามแหล่งข้อมูลได้ดังนี้ (ในกรณีที่บ่อเกิด “อื่นๆ” มีความถี่เป็น 0 จะตัดออกไปแล้วเลื่อนลำดับต่อไปขึ้นมาแทน)

1. กลุ่มนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่

1.1 บ่อเกิดที่มีความถี่สูงสุดคือ การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของเพื่อนนักเรียน/เพื่อนร่วมงาน และอื่นๆ (อ่านหนังสือการ์ตูน)

1.2 กลุ่มบ่อเกิด “บุคคล” มีลำดับที่เฉลี่ยเป็น 7.0 , 9.5 , 2.0* , 5.0 และ 5.0 สำหรับ พ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่ , พี่น้องร่วมวัย , เพื่อน* , ครู-อาจารย์ และบุคคลอื่นตามลำดับ (กลุ่มที่มี * มีผลต่อลักษณะการฯนี้มากกว่ากลุ่มอื่น)

1.3 กลุ่มบ่อเกิด “พฤติกรรม” มีลำดับที่เฉลี่ยเป็น 5.8 และ 5.6* สำหรับ การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีและการแนะนำอบรมด้วยวาจา* (พฤติกรรมที่มี * มีผลต่อลักษณะการฯนี้มากกว่า)

2. กลุ่มนักเรียนวิทยาศาสตร์

2.1 บ่อเกิดที่มีความถี่สูงสุดคือ การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของเพื่อนนักเรียน/เพื่อนร่วมงาน

2.2 กลุ่มบ่อเกิด “บุคคล” มีลำดับที่เฉลี่ยเป็น 4.5 , 6.5 , 1.5* , 9.0 และ 10.0 สำหรับ พ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่ , พี่น้องร่วมวัย , เพื่อน* , ครู-อาจารย์ และบุคคลอื่นตามลำดับ (กลุ่มที่มี * มีผลต่อลักษณะการฯนี้มากกว่ากลุ่มอื่น)

2.3 กลุ่มบ่อเกิด “พฤติกรรม” มีลำดับที่เฉลี่ยเป็น 5.6* และ 7.0 สำหรับ การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีและการแนะนำอบรมด้วยวาจา (พฤติกรรมที่มี * มีผลต่อลักษณะการฯนี้มากกว่า)

3. กลุ่มผู้ใหญ่ นักประดิษฐ์

3.1 บ่อเกิดที่มีความถี่สูงสุดคือ เกิดขึ้นเอง

3.2 กลุ่มบ่อเกิด “บุคคล” มีลำดับที่เฉลี่ยเป็น 6.5 , 9.5 , 2.5* , 6.5 และ 4.5 สำหรับ พ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่ , พี่น้องร่วมวัย , เพื่อน* , ครู-อาจารย์ และบุคคลอื่น ตามลำดับ (กลุ่มที่มี * มีผลต่อลักษณะการฯนี้มากกว่ากลุ่มอื่น)

3.3 กลุ่มบ่อเกิด “พฤติกรรม” มีลำดับที่เฉลี่ยเป็น 6.2 และ 5.6* สำหรับการเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีและการแนะนำอบรมด้วยวาจา* (พฤติกรรมที่มี * มีผลต่อลักษณะการฯนี้มากกว่า)

4. กลุ่มนักเรียนนักประดิษฐ์

4.1 บ่อเกิดที่มีความถี่สูงสุดคือ เกิดขึ้นเอง

4.2 กลุ่มบ่อเกิด “บุคคล” มีลำดับที่เฉลี่ยเป็น 5.5 , 7.5 , 2.5* , 5.0 และ 9.0 สำหรับ พ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่ , พี่น้องร่วมวัย , เพื่อน* , ครู-อาจารย์ และบุคคลอื่นตามลำดับ (กลุ่มที่มี * มีผลต่อลักษณะการฯนี้มากกว่ากลุ่มอื่น)

4.3 กลุ่มบ่อเกิด “พฤติกรรม” มีลำดับที่เฉลี่ยเป็น 6.2 และ 5.6* สำหรับการเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีและการแนะนำอบรมด้วยวาจา* (พฤติกรรมที่มี * มีผลต่อลักษณะการฯนี้มากกว่า)

ตาราง 38 แสดงบ่อเกิดที่เด่นของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์โดยภาพรวม

ลักษณะการ	แหล่งข้อมูล	บ่อเกิดที่เด่นที่สุด ▲	บุคคล					พฤติกรรม	
			พ่อแม่	พี่น้อง	เพื่อน	ครูฯ	อื่นๆ	ตัวอย่าง	วาจา
ความอยากรู้ อยากเห็น	ก	เกิดขึ้นเอง				*			*
	ข	วาจาพ่อแม่	*					*	
	ค	เกิดขึ้นเอง			*				*
	ง	วาจาบุคคลอื่น	*					*	
ความไว ต่อปัญหา	ก	เกิดขึ้นเอง			*	*		*	
	ข	ตัวอย่างจากเพื่อน	*					*	
	ค	เกิดขึ้นเอง			*				*
	ง	วาจาครู-อาจารย์				*		*	*
ความคิด แหวกแนว	ก	ต.ย.เพื่อน, วาจาเพื่อน วาจาครูฯ, เกิดขึ้นเอง			*				*
	ข	ตัวอย่างจากเพื่อน			*			*	
	ค	เกิดขึ้นเอง					*	*	
	ง	ต.ย.ครูฯ, วาจาครูฯ				*		*	
ชอบทำในสิ่ง ที่ท้าทาย	ก	ต.ย.ครูฯ, วาจาครูฯ				*			*
	ข	ตัวอย่างจากเพื่อน			*			*	
	ค	เกิดขึ้นเอง			*			*	
	ง	ต.ย.พ่อแม่, ครูฯ, บุคคล อื่น, วาจาพ่อแม่, ครู, เพื่อน, บุคคลอื่น	*			*	*		*
ชอบการ เปลี่ยนแปลง	ก	เกิดขึ้นเอง			*				*
	ข	เกิดขึ้นเอง			*			*	
	ค	เกิดขึ้นเอง			*			*	*
	ง	ต.ย.ครูฯ, วาจาครูฯ				*			*

ตาราง 38 (ต่อ)

ลักษณะการ	แหล่งข้อมูล	บ่อเกิดที่เด่นที่สุด ♠	บุคคล					พฤติกรรม	
			พ่อแม่	พี่น้อง	เพื่อน	ครูฯ	อื่นๆ	ตัวอย่าง	วาจา
ทำงานเพื่อความพอใจ	ก	เกิดขึ้นเอง				*		*	
	ข	วาจาพ่อแม่	*					*	
	ค	เกิดขึ้นเอง	*					*	
	ง	ต.ย.พ่อแม่, วาจาพ่อแม่	*					*	
มีอารมณ์ขัน	ก	ต.ย.เพื่อน,อื่นๆ (การ์ตูน)			*				*
	ข	ต.ย.จากเพื่อน			*			*	
	ค	เกิดขึ้นเอง			*				*
	ง	เกิดขึ้นเอง			*				*
ภาพรวม(ทุกลักษณะการ)	ก	เกิดขึ้นเอง (4/7)	0	0	4	4	0	2	4
	ข	ต.ย.จากเพื่อน (4/7)	3	0	4	0	0	7	0
	ค	เกิดขึ้นเอง (7/7)	1	0	5	0	1	4	4
	ง	วาจาครู (3/7)	3	0	1	4	1	4	4
	รวม 4 กลุ่ม	♠ เกิดขึ้นเอง (11/28)	♣ 7	♣ 0	♣ 14	♣ 8	♣ 2	♣ 17	♣ 13

หมายเหตุ ก = นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่

ข = นักเรียนวิทยาศาสตร์

ค = ผู้ใหญ่นักประดิษฐ์

ง = นักเรียนนักประดิษฐ์

♠ = ตัวเลขนี้ได้จากการนับความซ้ำซ้อนในสดมภ์ “บ่อเกิดที่เด่นที่สุด”

♣ = ตัวเลขนี้ได้จากการนับความซ้ำซ้อนในแหล่งข้อมูลเดียวกันที่ปรากฏในสดมภ์ที่เกี่ยวข้อง

จากตาราง 38 สรุปได้ว่า โดยภาพรวม(ทุกลักษณะการ) บ่อเกิดที่เด่นที่สุดของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์คือ “เกิดขึ้นเอง” (มีความซ้ำซ้อน 11 กรณีจาก 28 กรณี) ในส่วนของบ่อเกิดนอกเหนือจาก “เกิดขึ้นเอง” เมื่อนำมาวิเคราะห์รวมเป็น “กลุ่มบ่อเกิด” พบว่าในด้าน “บุคคล” บ่อเกิดฯ “เพื่อนนักเรียน/เพื่อนร่วมงาน” เป็นบ่อเกิดที่เด่นกว่าบ่อเกิดอื่นๆ ส่วนบ่อเกิดในด้าน “พฤติกรรม” พบว่าบ่อเกิด “การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดี” เป็นบ่อเกิดที่เด่นกว่าบ่อเกิด “การได้รับการแนะนำอบรมด้วยวาจา”

เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลเป็นภาพรวมตามกลุ่มของ “แหล่งข้อมูล” พบว่ากลุ่มนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่และกลุ่มผู้ใหญ่นักประดิษฐ์ซึ่งเป็นกลุ่มบุคคลที่จบการศึกษาตามระบบโรงเรียนแล้วและอยู่ในวัยทำงานมีบ่อเกิด “เกิดขึ้นเอง” เป็นบ่อเกิดที่เด่นที่สุด (มีความซ้ำซ้อน 4/7 และ 7/7 กรณีตามลำดับ) ในขณะที่กลุ่มนักเรียนวิทยาศาสตร์และนักเรียนนักประดิษฐ์ ซึ่งเป็นกลุ่มบุคคลที่อยู่ในวัยศึกษาเล่าเรียนมี “การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของเพื่อน” และ “การได้รับการแนะนำอบรมด้วยวาจาจากครู-อาจารย์” เป็นบ่อเกิดที่เด่นที่สุดตามลำดับ ในส่วนของบ่อเกิดด้านบุคคลพบว่า “เพื่อนนักเรียน/เพื่อนร่วมงาน” เป็นบ่อเกิดที่เด่นของกลุ่มนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ นักเรียนวิทยาศาสตร์และผู้ใหญ่นักประดิษฐ์ ในขณะที่ “ครู-อาจารย์” เป็นบ่อเกิดที่เด่นของกลุ่มนักเรียนนักประดิษฐ์ และในส่วนของบ่อเกิดด้านพฤติกรรมพบว่า “การได้รับการแนะนำด้วยวาจา” เป็นบ่อเกิดที่เด่นของกลุ่มนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ ในขณะที่บ่อเกิด “การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดี” เป็นบ่อเกิดที่เด่นของกลุ่มนักเรียนวิทยาศาสตร์และบ่อเกิดด้านพฤติกรรมทั้ง 2 บ่อเกิดเป็นบ่อเกิดที่เด่นหัดเทียมกันสำหรับกลุ่มผู้ใหญ่นักประดิษฐ์และนักเรียนนักประดิษฐ์

3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการศึกษาช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัวของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนนี้แยกเสนอเป็นรายลักษณะการ โดยแจกแจงตามกลุ่มบุคคลที่ใช้เป็นแหล่งข้อมูลคือ นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ นักเรียนวิทยาศาสตร์กลุ่มคัดสรร ผู้ใหญ่นักประดิษฐ์ และนักเรียนประดิษฐ์ ดังต่อไปนี้

3.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับลักษณะการ “ความอยากรู้อยากเห็น”

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับลักษณะการ “ความอยากรู้อยากเห็น” แสดงได้

ดังตาราง 39

ตาราง 39 แสดงค่าความถี่ ค่าร้อยละ และลำดับที่ของช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัวของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ด้าน “ความอยากรู้อยากเห็น” แจกแจงตามแหล่งข้อมูล

แหล่งข้อมูล	จำนวนคนที่ตอบ	ค่าสถิติ	ช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัว			
			ก่อนอายุ 10 ปี	ระหว่างอายุ 10-15 ปี	ระหว่างอายุ 15-20 ปี	หลังอายุ* 20 ปี
นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่	15 (100 %)	ความถี่	3	6	4	2
		ร้อยละ	20.00	40.00	26.67	13.33
		ลำดับที่	3	1	2	4
นักเรียนวิทยาศาสตร์	87 (100 %)	ความถี่	34	44	9	-
		ร้อยละ	39.08	50.57	10.34	-
		ลำดับที่	2	1	3	-
ผู้ใหญ่ นักประดิษฐ์	19 (100 %)	ความถี่	5	8	4	2
		ร้อยละ	26.32	42.11	21.05	10.52
		ลำดับที่	2	1	3	4
นักเรียนนักประดิษฐ์	10 (100 %)	ความถี่	2	5	3	0
		ร้อยละ	20.00	50.00	30.00	0.00
		ลำดับที่	3	1	2	4

หมายเหตุ * สำหรับนักเรียนวิทยาศาสตร์ไม่มีผู้มียุถึง 20 ปี (จึงไม่มีข้อมูลในส่วนนี้)

จากตาราง 39 สรุปได้ว่า ช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัวที่มีความถี่สูงเป็นลำดับแรก ของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ด้าน “ความอยากรู้อยากเห็น” ของนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ นักเรียนวิทยาศาสตร์กลุ่มคัดสรร ผู้ใหญ่นักประดิษฐ์ และนักเรียนนักประดิษฐ์ คือ ระหว่างอายุ 10-15 ปีทั้ง 4 กลุ่ม

3.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับลักษณะการ “ความไวต่อปัญหา”

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับลักษณะการ “ความไวต่อปัญหา” แสดงได้

ดังตาราง 40

ตาราง 40 แสดงค่าความถี่ ค่าร้อยละ และลำดับที่ของช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัวของ
ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ด้าน “ความไวต่อปัญหา” แยกแยะตามแหล่งข้อมูล

แหล่งข้อมูล	จำนวนคนที่ตอบ	ค่าสถิติ	ช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัว			
			ก่อนอายุ 10 ปี	ระหว่าง อายุ 10-15 ปี	ระหว่าง อายุ 15-20 ปี	หลังอายุ* 20 ปี
นักวิทยาศาสตร์ รุ่นใหม่	15 (100 %)	ความถี่	0	7	6	2
		ร้อยละ	0.00	46.67	40.00	13.33
		ลำดับที่	4	1	2	3
นักเรียน วิทยาศาสตร์	87 (100 %)	ความถี่	18	42	27	-
		ร้อยละ	20.70	48.28	31.03	-
		ลำดับที่	3	1	2	-
ผู้ใหญ่ นักประดิษฐ์	19 (100 %)	ความถี่	2	9	6	2
		ร้อยละ	10.53	47.36	31.58	10.53
		ลำดับที่	3	1	2	3
นักเรียน นักประดิษฐ์	10 (100 %)	ความถี่	2	3	4	1
		ร้อยละ	20.00	30.00	40.00	10.00
		ลำดับที่	3	2	1	4

หมายเหตุ * สำหรับนักเรียนวิทยาศาสตร์ไม่มีผู้มียุถึง 20 ปี (จึงไม่มีข้อมูลในส่วนนี้)

จากตาราง 40 สรุปได้ว่า ช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัวที่มีความถี่สูงเป็นลำดับแรก
ของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ด้าน “ความไวต่อปัญหา” ของนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ นักเรียน
วิทยาศาสตร์กลุ่มคัดสรร และผู้ใหญ่ นักประดิษฐ์ คือ ระหว่างอายุ 10-15 ปี ส่วนของนักเรียนนัก
ประดิษฐ์ คือ ระหว่างอายุ 15-20 ปี

3.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับลักษณะการ “ความคิดแหวกแนว”

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับลักษณะการ “ความคิดแหวกแนว” แสดงได้

ดังตาราง 41

ตาราง 41 แสดงค่าความถี่ ค่าร้อยละ และลำดับที่ของช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัวของ
ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ด้าน “ความคิดแหวกแนว” แจกแจงตามแหล่งข้อมูล

แหล่งข้อมูล	จำนวนคนที่ตอบ	ค่าสถิติ	ช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัว			
			ก่อนอายุ 10 ปี	ระหว่าง อายุ 10-15 ปี	ระหว่าง อายุ 15-20 ปี	หลังอายุ* 20 ปี
นักวิทยาศาสตร์ รุ่นใหม่	15 (100 %)	ความถี่	0	5	8	2
		ร้อยละ	0.00	33.33	53.33	13.33
		ลำดับที่	4	2	1	3
นักเรียน วิทยาศาสตร์	87 (100 %)	ความถี่	14	33	40	-
		ร้อยละ	16.09	37.93	45.98	-
		ลำดับที่	3	2	1	-
ผู้ใหญ่ นักประดิษฐ์	19 (100 %)	ความถี่	2	5	10	2
		ร้อยละ	10.52	26.32	52.64	10.52
		ลำดับที่	3	2	1	3
นักเรียน นักประดิษฐ์	10 (100 %)	ความถี่	1	4	3	2
		ร้อยละ	10.00	40.00	30.00	20.00
		ลำดับที่	4	1	2	3

หมายเหตุ * สำหรับนักเรียนวิทยาศาสตร์ไม่มีผู้มียุถึง 20 ปี (จึงไม่มีข้อมูลในส่วนนี้)

จากตาราง 41 สรุปได้ว่า ช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัวที่มีความถี่สูงเป็นลำดับแรก
ของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ด้าน “ความคิดแหวกแนว” ของนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ นักเรียน
วิทยาศาสตร์กลุ่มคิดสรร และผู้ใหญ่ นักประดิษฐ์ คือ ระหว่างอายุ 15-20 ปี ส่วนของนักเรียน
นักประดิษฐ์ คือ อายุระหว่าง 10-15 ปี

3.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับลักษณะการ “ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด”

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับลักษณะการ “ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด” แสดง
ได้ดังตาราง 42

ตาราง 42 แสดงค่าความถี่ ค่าร้อยละ และลำดับที่ของช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัวของ
ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ด้าน “ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด” แจกแจงตามแหล่งข้อมูล

แหล่งข้อมูล	จำนวนคนที่ตอบ	ค่าสถิติ	ช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัว			
			ก่อนอายุ 10 ปี	ระหว่าง อายุ 10-15 ปี	ระหว่าง อายุ 15-20 ปี	หลังอายุ* 20 ปี
นักวิทยาศาสตร์ รุ่นใหม่	15 (100 %)	ความถี่	2	3	7	3
		ร้อยละ	13.33	20.00	46.67	20.00
		ลำดับที่	4	2	1	2
นักเรียน วิทยาศาสตร์	87 (100 %)	ความถี่	17	41	29	-
		ร้อยละ	19.54	47.13	33.33	-
		ลำดับที่	3	1	2	-
ผู้ใหญ่ นักประดิษฐ์	9 (100 %)	ความถี่	3	5	8	3
		ร้อยละ	15.79	26.32	42.10	15.79
		ลำดับที่	3	2	1	3
นักเรียน นักประดิษฐ์	10 (100 %)	ความถี่	1	3	5	1
		ร้อยละ	10.00	30.00	50.00	10.00
		ลำดับที่	3	2	1	3

หมายเหตุ * สำหรับนักเรียนวิทยาศาสตร์ไม่มีผู้มียุถึง 20 ปี (จึงไม่มีข้อมูลในส่วนนี้)

จากตาราง 42 สรุปได้ว่า ช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัวที่มีความถี่สูงเป็นลำดับแรก
ของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ด้าน “ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด” ของนักวิทยาศาสตร์รุ่น
ใหม่ ผู้ใหญ่นักประดิษฐ์ และนักเรียนนักประดิษฐ์ คือ ระหว่างอายุ 15-20 ปี ส่วนของนักเรียน
วิทยาศาสตร์กลุ่มคัดสรร คือ อายุระหว่าง 10-15 ปี

3.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับลักษณะการ “ชอบการเปลี่ยนแปลง”

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับลักษณะการ “ชอบการเปลี่ยนแปลง” แสดงได้

ดังตาราง 43

ตาราง 43 แสดงค่าความถี่ ค่าร้อยละ และลำดับที่ของช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัวของ
ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ด้าน “ชอบการเปลี่ยนแปลง” แจกแจงตามแหล่งข้อมูล

แหล่งข้อมูล	จำนวนคนที่ตอบ	ค่าสถิติ	ช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัว			
			ก่อนอายุ 10 ปี	ระหว่าง อายุ 10-15 ปี	ระหว่าง อายุ 15-20 ปี	หลังอายุ* 20 ปี
นักวิทยาศาสตร์ รุ่นใหม่	15 (100 %)	ความถี่	0	6	8	1
		ร้อยละ	0.00	40.00	53.33	6.67
		ลำดับที่	4	2	1	3
นักเรียน วิทยาศาสตร์	87 (100 %)	ความถี่	24	33	30	-
		ร้อยละ	27.59	37.93	34.48	-
		ลำดับที่	3	1	2	-
ผู้ใหญ่ นักประดิษฐ์	19 (100 %)	ความถี่	3	6	8	2
		ร้อยละ	15.79	31.58	42.11	10.52
		ลำดับที่	3	2	1	4
นักเรียน นักประดิษฐ์	10 (100 %)	ความถี่	1	3	4	2
		ร้อยละ	10.00	30.00	40.00	20.00
		ลำดับที่	4	2	1	3

หมายเหตุ * สำหรับนักเรียนวิทยาศาสตร์ไม่มีผู้ที่มีอายุถึง 20 ปี (จึงไม่มีข้อมูลในส่วนนี้)

จากตาราง 43 สรุปได้ว่า ช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัวที่มีความถี่สูงเป็นลำดับแรก
ของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ด้าน “ชอบการเปลี่ยนแปลง” ของนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่
ผู้ใหญ่ นักประดิษฐ์ และนักเรียนนักประดิษฐ์ คือ ระหว่างอายุ 15-20 ปี ส่วนของนักเรียนวิทยา
ศาสตร์กลุ่มคัดสรร คือ อายุระหว่าง 10-15 ปี

3.6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับลักษณะการ “ทำงานเพื่อความพอใจ”

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับลักษณะการ “ทำงานเพื่อความพอใจ” แสดงได้

ดังตาราง 44

ตาราง 44 แสดงค่าความถี่ ค่าร้อยละ และลำดับที่ของช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัวของ
ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ด้าน “ทำงานเพื่อความพอใจ” แจกแจงตามแหล่งข้อมูล

แหล่งข้อมูล	จำนวนคนที่ตอบ	ค่าสถิติ	ช่วงเวลาเริ่มต้นของการก่อตัว			
			ก่อนอายุ 10 ปี	ระหว่าง อายุ 10-15 ปี	ระหว่าง อายุ 15-20 ปี	หลังอายุ* 20 ปี
นักวิทยาศาสตร์ รุ่นใหม่	15 (100 %)	ความถี่	0	5	7	3
		ร้อยละ	0.00	33.33	46.67	20.00
		ลำดับที่	4	2	1	3
นักเรียน วิทยาศาสตร์	87 (100 %)	ความถี่	27	35	25	-
		ร้อยละ	31.03	40.23	28.74	-
		ลำดับที่	2	1	3	-
ผู้ใหญ่ นักประดิษฐ์	19 (100 %)	ความถี่	2	6	7	4
		ร้อยละ	10.53	31.58	36.84	21.05
		ลำดับที่	4	2	1	3
นักเรียน นักประดิษฐ์	10 (100 %)	ความถี่	1	3	5	1
		ร้อยละ	10.00	30.00	50.00	10.00
		ลำดับที่	3	2	1	3

หมายเหตุ * สำหรับนักเรียนวิทยาศาสตร์ไม่มีผู้มียุถึง 20 ปี (จึงไม่มีข้อมูลในส่วนนี้)

จากตาราง 44 สรุปได้ว่า ช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัวที่มีความถี่สูงเป็นลำดับแรก
ของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ด้าน “ทำงานเพื่อความพอใจ” ของนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่
ผู้ใหญ่ นักประดิษฐ์ และนักเรียนนักประดิษฐ์ คือ ระหว่างอายุ 15-20 ปี ส่วนของนักเรียนวิทยา
ศาสตร์กลุ่มคัดสรร คือ อายุระหว่าง 10-15 ปี

3.7 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับลักษณะการ “มีอารมณ์ขัน”

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับลักษณะการ “มีอารมณ์ขัน” แสดงได้ดังตาราง 45

ตาราง 45 แสดงค่าความถี่ ค่าร้อยละ และลำดับที่ของช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัวของ
ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ด้าน “มีอารมณ์ขัน” แจกแจงตามแหล่งข้อมูล

แหล่งข้อมูล	จำนวนคนที่ตอบ	ค่าสถิติ	ช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัว			
			ก่อนอายุ 10 ปี	ระหว่างอายุ 10-15 ปี	ระหว่างอายุ 15-20 ปี	หลังอายุ* 20 ปี
นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่	15 (100 %)	ความถี่	0	5	7	3
		ร้อยละ	0.00	33.33	46.67	20.00
		ลำดับที่	4	2	1	3
นักเรียนวิทยาศาสตร์	87 (100 %)	ความถี่	29	35	23	-
		ร้อยละ	33.33	40.23	26.44	-
		ลำดับที่	2	1	3	-
ผู้ใหญ่ นักประดิษฐ์	19 (100 %)	ความถี่	3	7	8	1
		ร้อยละ	15.79	36.84	42.11	5.26
		ลำดับที่	3	2	1	4
นักเรียน นักประดิษฐ์	10 (100 %)	ความถี่	2	4	3	1
		ร้อยละ	20.00	40.00	30.00	10.00
		ลำดับที่	3	1	2	4

หมายเหตุ * สำหรับนักเรียนวิทยาศาสตร์ไม่มีผู้มียุถึง 20 ปี (จึงไม่มีข้อมูลในส่วนนี้)

จากตาราง 45สรุปได้ว่า ช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัวที่มีความถี่สูงเป็นลำดับแรกของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ด้าน “มีอารมณ์ขัน” ของนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ และผู้ใหญ่ นักประดิษฐ์ คือ ระหว่างอายุ 15-20 ปี ส่วนของนักเรียนวิทยาศาสตร์กลุ่มคิดสรร และนักเรียนนักประดิษฐ์ คือ อายุระหว่าง 10-15 ปี

3.8 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อแสดงช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัวของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ที่มีความถี่สูงสุด

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อแสดงช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัวของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ที่มีความถี่สูงสุด สรุปได้ดังตาราง 46

ตาราง 46 แสดงช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัวที่มีค่าความถี่สูงสุดของลักษณะการนักคิด

สร้างสรรค์ แจกแจงตามแหล่งข้อมูล

ลักษณะการ	แหล่งข้อมูล	ช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัว			
		ก่อนอายุ 10 ปี	ระหว่างอายุ 10-15 ปี	ระหว่างอายุ 15-20 ปี	หลังอายุ 20 ปี
ความอยากรู้ อยากเห็น	นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่(N=15)		*		
	นักเรียนวิทยาศาสตร์(N=87)		*		
	ผู้ใหญ่ นักประดิษฐ์(N=19)		*		
	นักเรียนนักประดิษฐ์(N=10)		*		
ความไว ต่อปัญหา	นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่(N=15)		*		
	นักเรียนวิทยาศาสตร์(N=87)		*		
	ผู้ใหญ่ นักประดิษฐ์(N=19)		*		
	นักเรียนนักประดิษฐ์(N=10)			*	
ความคิด แหวกแนว	นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่(N=15)			*	
	นักเรียนวิทยาศาสตร์(N=87)			*	
	ผู้ใหญ่ นักประดิษฐ์(N=19)			*	
	นักเรียนนักประดิษฐ์(N=10)		*		
ชอบทำใน สิ่งที่ท้าทาย ความคิด	นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่(N=15)			*	
	นักเรียนวิทยาศาสตร์(N=87)		*		
	ผู้ใหญ่ นักประดิษฐ์(N=19)			*	
	นักเรียนนักประดิษฐ์(N=10)			*	
ชอบการ เปลี่ยนแปลง	นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่(N=15)			*	
	นักเรียนวิทยาศาสตร์(N=87)		*		
	ผู้ใหญ่ นักประดิษฐ์(N=19)			*	
	นักเรียนนักประดิษฐ์(N=10)			*	

ตาราง 46 (ต่อ)

ลักษณะการ	แหล่งข้อมูล	ช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัว			
		ก่อนอายุ 10 ปี	ระหว่างอายุ 10-15 ปี	ระหว่างอายุ 15-20 ปี	หลังอายุ 20 ปี
ทำงานเพื่อ ความพอใจ	นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่(N=15)			*	
	นักเรียนวิทยาศาสตร์(N=87)		*		
	ผู้ใหญ่บัณฑิต(N=19)			*	
	นักเรียนบัณฑิต(N=10)			*	
มีอารมณ์ขัน	นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่(N=15)			*	
	นักเรียนวิทยาศาสตร์(N=87)		*		
	ผู้ใหญ่บัณฑิต(N=19)			*	
	นักเรียนบัณฑิต(N=10)		*		

จากตาราง 46 สรุปได้ว่า ช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัวของลักษณะการส่วนใหญ่คือ “ระหว่างอายุ 15-20 ปี” และเมื่อพิจารณาตามกลุ่มบุคคลที่เป็นแหล่งข้อมูลพบว่า กลุ่มนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่มี “ระหว่างอายุ 15-20 ปี” เป็นช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัวของลักษณะการ 5 ใน 7 ลักษณะการ และมี “ระหว่างอายุ 10-15 ปี” เป็นช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัวของลักษณะการอีก 2 ลักษณะการ กลุ่มนักเรียนวิทยาศาสตร์มี “ระหว่างอายุ 15-20 ปี” เป็นช่วงเวลาก่อตัวของลักษณะการ 1 ลักษณะการและมี “ระหว่างอายุ 10-15 ปี” เป็นช่วงเวลาก่อตัวของลักษณะการ 6 ลักษณะการ กลุ่มผู้ใหญ่บัณฑิตมี “ระหว่างอายุ 15-20 ปี” และ “ระหว่างอายุ 10-15 ปี” เป็นช่วงเวลาก่อตัวของลักษณะการ 5 และ 2 ลักษณะการตามลำดับ ส่วนกลุ่มนักเรียนบัณฑิตมี “ระหว่างอายุ 15-20 ปี” และ “ระหว่างอายุ 10-15 ปี” เป็นช่วงเวลาก่อตัวของลักษณะการ 4 และ 3 ลักษณะการตามลำดับ

เมื่อพิจารณาตาม “ลักษณะการ” พบว่า “ความอยากรู้อยากเห็น” เป็นลักษณะการเดียวที่กลุ่มบุคคลทั้ง 4 กลุ่มมีช่วงเวลา “ระหว่างอายุ 10-15 ปี” ตรงกัน ในขณะที่ “ความไวต่อปัญหา” มีกลุ่มบุคคล 3 ใน 4 กลุ่มมีช่วงเวลา “ระหว่างอายุ 10-15 ปี” ตรงกันเช่นเดียวกับลักษณะการ “ความคิดแหวกแนว” “ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด” “ชอบการเปลี่ยนแปลง” และ “ทำงานเพื่อความพอใจ” ที่มีกลุ่มบุคคล 3 ใน 4 กลุ่มมี “ระหว่างอายุ 15-20 ปี” เป็นช่วงเวลาก่อตัว ส่วน “มีอารมณ์ขัน” เป็นลักษณะการเดียวที่มี “ระหว่างอายุ 10-15 ปี” และ “ระหว่างอายุ 15-20 ปี” เป็นช่วงเวลาก่อตัวของกลุ่มบุคคลอย่างละ 2 กลุ่ม

ผลการวิจัยเกี่ยวกับช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัวนี้กล่าวอย่างกว้างๆ ได้ว่า “ระหว่างอายุ 10-20 ปี” เป็นช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัวของทุกลักษณะการ

4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการศึกษาปริมาณของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณของลักษณะการ ซึ่งแสดงด้วยค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และลำดับ แจกแจงเป็นรายลักษณะการและตามกลุ่มบุคคลที่ใช้เป็นแหล่งข้อมูล รวมทั้งผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อแสดงความสอดคล้องของลักษณะการระหว่างแหล่งข้อมูลต่างๆในกลุ่มนักวิทยาศาสตร์และในกลุ่มนักประดิษฐ์ แสดงได้ดังต่อไปนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาปริมาณของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาปริมาณของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์แจกแจงเป็นรายลักษณะการและตามกลุ่มบุคคลที่ใช้เป็นแหล่งข้อมูล แสดงได้ดังตาราง 47 และ 48

ตาราง 47 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และลำดับที่ของปริมาณลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์แต่ละด้านแจกแจงตามแหล่งข้อมูล

ลักษณะการ	แหล่งข้อมูล											
	นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่			นักเรียนวิทยาลัย			ผู้ใหญ่ นักประดิษฐ์			นักเรียนนักประดิษฐ์		
	$\bar{x}$	SD	ลำดับ	$\bar{x}$	SD	ลำดับ	$\bar{x}$	SD	ลำดับ	$\bar{x}$	SD	ลำดับ
ความอยากรู้อยากเห็น	3.77	0.66	6	3.68	0.82	4	4.00	0.85	3	4.16	0.69	1
ความไวต่อปัญหา	4.00	0.71	4	3.44	0.88	7	3.84	0.86	5	3.33	0.47	7
ความคิดแหวกแนว	4.00	0.87	4	3.47	0.85	6	4.07	1.16	2	3.83	1.07	4
ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด	4.55	0.53	2	3.63	0.97	5	4.00	1.13	3	4.00	1.00	3
ชอบการเปลี่ยนแปลง	4.55	1.01	2	4.11	0.97	1	3.50	0.98	6	3.83	0.89	4
ทำงานเพื่อความพอใจ	5.00	0.00	1	3.90	0.93	3	4.42	0.82	1	4.16	0.89	1
มีอารมณ์ขัน	3.77	0.83	6	4.00	1.01	2	3.14	1.06	7	3.67	0.94	6

ดังนี้

จากตาราง 47 สรุปปริมาณลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ของแหล่งข้อมูลแต่ละแหล่ง ได้

1. กลุ่มนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ ได้แก่

ลำดับที่ 1 ทำงานเพื่อความพอใจ	(ค่าเฉลี่ย 5.00)
ลำดับที่ 2 ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด	(ค่าเฉลี่ย 4.55)
ลำดับที่ 2 ชอบการเปลี่ยนแปลง	(ค่าเฉลี่ย 4.55)
ลำดับที่ 4 ความไวต่อปัญหา	(ค่าเฉลี่ย 4.00)
ลำดับที่ 4 ความคิดแหวกแนว	(ค่าเฉลี่ย 4.00)
ลำดับที่ 6 ความอยากรู้อยากเห็น	(ค่าเฉลี่ย 3.77)
ลำดับที่ 6 มีอารมณ์ขัน	(ค่าเฉลี่ย 3.77)

2. กลุ่มนักเรียนวิทยาศาสตร์ ได้แก่

ลำดับที่ 1 ชอบการเปลี่ยนแปลง	(ค่าเฉลี่ย 4.11)
ลำดับที่ 2 มีอารมณ์ขัน	(ค่าเฉลี่ย 4.00)
ลำดับที่ 3 ทำงานเพื่อความพอใจ	(ค่าเฉลี่ย 3.90)
ลำดับที่ 4 ความอยากรู้อยากเห็น	(ค่าเฉลี่ย 3.68)
ลำดับที่ 5 ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด	(ค่าเฉลี่ย 3.63)
ลำดับที่ 6 ความคิดแหวกแนว	(ค่าเฉลี่ย 3.47)
ลำดับที่ 7 ความไวต่อปัญหา	(ค่าเฉลี่ย 3.44)

3. กลุ่มผู้ใหญ่ นักประดิษฐ์ ได้แก่

ลำดับที่ 1 ทำงานเพื่อความพอใจ	(ค่าเฉลี่ย 4.42)
ลำดับที่ 2 ความคิดแหวกแนว	(ค่าเฉลี่ย 4.07)
ลำดับที่ 3 ความอยากรู้อยากเห็น	(ค่าเฉลี่ย 4.00)
ลำดับที่ 3 ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด	(ค่าเฉลี่ย 4.00)
ลำดับที่ 5 ความไวต่อปัญหา	(ค่าเฉลี่ย 3.84)
ลำดับที่ 6 ชอบการเปลี่ยนแปลง	(ค่าเฉลี่ย 3.50)
ลำดับที่ 7 มีอารมณ์ขัน	(ค่าเฉลี่ย 3.14)

4. กลุ่มนักเรียนนักประดิษฐ์ ได้แก่
- | | |
|--|------------------|
| ลำดับที่ 1 ความอยากรู้อยากเห็น | (ค่าเฉลี่ย 4.16) |
| ลำดับที่ 1 ทำงานเพื่อความพอใจ | (ค่าเฉลี่ย 4.16) |
| ลำดับที่ 3 ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด | (ค่าเฉลี่ย 4.00) |
| ลำดับที่ 4 ชอบการเปลี่ยนแปลง | (ค่าเฉลี่ย 3.83) |
| ลำดับที่ 4 ความคิดแหวกแนว | (ค่าเฉลี่ย 3.83) |
| ลำดับที่ 6 มีอารมณ์ขัน | (ค่าเฉลี่ย 3.67) |
| ลำดับที่ 7 ความไวต่อปัญหา | (ค่าเฉลี่ย 3.33) |



ตาราง 48 แสดงความสอดคล้องของปริมาณลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ระหว่าง
แหล่งข้อมูลต่างๆในกลุ่มนักวิทยาศาสตร์และในกลุ่มนักประดิษฐ์

ลักษณะการ	นักวิทยาศาสตร์			นักประดิษฐ์		
	สมมติฐาน *	นักวิทย รุ่นใหม่ **	นักเรียน วิทย **	สมมติฐาน *	ผู้ใหญ่ นัก ประดิษฐ์ **	นักเรียน นัก ประดิษฐ์ **
ความอยากรู้อยากเห็น	5	6 (3.77)	4 (3.68)	5	3 (4.00)	1 (4.16)
ความไวต่อปัญหา	4	4 (4.00)	7 (3.44)	6	5 (3.84)	7 (3.33)
ความคิดแหวกแนว	3	4 (4.00)	6 (3.47)	1	2 (4.07)	4 (3.83)
ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด	1	2 (4.55)	5 (3.63)	3	3 (4.00)	3 (4.00)
ชอบการเปลี่ยนแปลง	5	2 (4.55)	1 (4.11)	4	6 (3.50)	4 (3.83)
ทำงานเพื่อความพอใจ	2	1 (5.00)	3 (3.90)	2	1 (4.42)	1 (4.16)
มีอารมณ์ขัน	7	6 (3.77)	2 (4.00)	7	7 (3.14)	6 (3.67)
ความสอดคล้อง (rank correlation) กับสมมติฐาน	สมมติฐาน - นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ = .63					
	สมมติฐาน - นักเรียนวิทยาศาสตร์ = .16					
	สมมติฐาน - ผู้ใหญ่นักประดิษฐ์ = .57					
	สมมติฐาน - นักเรียนนักประดิษฐ์ = .50					
ความสอดคล้อง (rank correlation) ระหว่างกลุ่ม	นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ - นักเรียนวิทยาศาสตร์ = .16					
	นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ - ผู้ใหญ่นักประดิษฐ์ = .43					
	นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ - นักเรียนนักประดิษฐ์ = .31					
	นักเรียนวิทยาศาสตร์ - ผู้ใหญ่นักประดิษฐ์ = -.41					
	นักเรียนวิทยาศาสตร์ - นักเรียนนักประดิษฐ์ = .18					
	ผู้ใหญ่นักประดิษฐ์ - นักเรียนนักประดิษฐ์ = .70					

* ข้อมูลส่วนนี้เสนอไว้แล้วในบทที่ 2 (ตาราง 15)

** ตัวเลขนอกวงเล็บคือลำดับที่, ตัวเลขในวงเล็บคือค่าเฉลี่ย(จาก 5.00)

จากตาราง 47 - 48 สามารถสรุปผลการวิจัยในส่วนของการศึกษาปริมาณลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ได้ดังนี้

1. ปริมาณลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ของกลุ่มนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่เรียงลำดับได้ดังนี้ (ตัวเลขในวงเล็บคือค่าเฉลี่ยซึ่งคำนวณจากค่าสูงสุด = 5 และค่าต่ำสุด = 1) 1) ทำงานเพื่อความพอใจ (5.00) 2) ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด (4.55) 3) ชอบการเปลี่ยนแปลง (4.55) 4) ความไวต่อปัญหา (4.00) 5) ความคิดแหวกแนว (4.00) 6) ความอยากรู้อยากเห็น (3.77) และ 6) มีอารมณ์ขัน (3.77)

2. ปริมาณลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ของกลุ่มนักเรียนวิทยาศาสตร์เรียงลำดับได้ดังนี้ 1) ชอบการเปลี่ยนแปลง (4.11) 2) มีอารมณ์ขัน (4.00) 3) ทำงานเพื่อความพอใจ (3.90) 4) ความอยากรู้อยากเห็น (3.68) 5) ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด (3.63) 6) ความคิดแหวกแนว (3.47) และ 7) ความไวต่อปัญหา (3.44)

3. ปริมาณลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ของกลุ่มผู้ใหญ่บัณฑิตยสถานเรียงลำดับได้ดังนี้ 1) ทำงานเพื่อความพอใจ (4.42) 2) ความคิดแหวกแนว (4.07) 3) ความอยากรู้อยากเห็น (4.00) 3) ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด (4.00) 5) ความไวต่อปัญหา (3.84) 6) ชอบการเปลี่ยนแปลง (3.50) และ 7) มีอารมณ์ขัน (3.14)

4. ปริมาณลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ของกลุ่มนักเรียนนักประดิษฐ์เรียงลำดับได้ดังนี้ 1) ความอยากรู้อยากเห็น (4.16) 1) ทำงานเพื่อความพอใจ (4.16) 3) ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด (4.00) 4) ความคิดแหวกแนว (3.83) 4) ชอบการเปลี่ยนแปลง (3.83) 6) มีอารมณ์ขัน (3.67) และ 7) ความไวต่อปัญหา (3.33)

5. ผลการวิจัยดังกล่าวมีความสอดคล้อง(ความสัมพันธ์)กับสมมติฐานการวิจัยดังนี้

5.1 กลุ่มนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่มีดัชนีความสัมพันธ์ = .63

5.2 กลุ่มนักเรียนวิทยาศาสตร์มีดัชนีความสัมพันธ์ = .16

5.3 กลุ่มผู้ใหญ่บัณฑิตยสถานมีดัชนีความสัมพันธ์ = .57

5.4 กลุ่มนักเรียนนักประดิษฐ์มีดัชนีความสัมพันธ์ = .50

6. ความสอดคล้องระหว่างกลุ่มสรุปได้ดังนี้

6.1 กลุ่มนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่กับกลุ่มนักเรียนวิทยาศาสตร์ = .16

6.2 กลุ่มนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่กับกลุ่มผู้ใหญ่บัณฑิตยสถาน = .43

6.3 กลุ่มนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่กับกลุ่มนักเรียนนักประดิษฐ์ = .31

6.4 กลุ่มนักเรียนวิทยาศาสตร์กับกลุ่มผู้ใหญ่บัณฑิตยสถาน = -.41

6.5 กลุ่มนักเรียนวิทยาศาสตร์กับกลุ่มนักเรียนนักประดิษฐ์ = .18

6.6 กลุ่มผู้ใหญ่บัณฑิตยสถานกับกลุ่มนักเรียนนักประดิษฐ์ = .70

5. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการศึกษาขั้นตอนในการคิดสร้างสรรค์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนนี้แยกเสนอตามกลุ่มบุคคลที่ใช้เป็นแหล่งข้อมูลคือ นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ นักเรียนวิทยาศาสตร์กลุ่มกัศสร ผู้ใหญ่นักประดิษฐ์ และนักเรียนนักประดิษฐ์ ดังต่อไปนี้

5.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับกลุ่มนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาขั้นตอนในการคิดสร้างสรรค์ของนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ แสดงได้ดังตาราง 49



ตาราง 49 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับขั้นตอนในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ
นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่

ขั้นตอนหลัก	ขั้นตอนย่อย	กิจกรรม	จำนวนคนที่ตอบ (N=15)									
			ใช้						ไม่ใช้		รวม	
			f	% (ก)	ลำดับตรง		ลำดับไม่ตรง		f	% (ก)	f	% (ก)
					f	% (ข)	f	% (ข)				
I	1.1	ทำความเข้าใจเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อมโดยทั่วไปของปัญหา	15	100.00					0	0.00	15	100
					14	93.33	1	6.67				
	1.2	ทำความเข้าใจเกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ในการศึกษาค้นคว้า	10	66.67					5	33.33	15	100
					7	70.00	3	30.00				
II	2.1	ทำความเข้าใจกับประเด็นปัญหา	15	100.00					0	0.00	15	100
					13	86.67	2	13.33				
	2.2	ประมวลความคิดต่างๆที่น่าจะเกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา	15	100.00					0	0.00	15	100
					15	100.00	0	0.00				
III	3.1	มองเห็นแนวทางอย่างต่างๆในการแก้ปัญหา	12	80.00					3	20.00	15	100
					9	75.00	3	25.00				
	3.2	ลงมือทำงานอย่างหนักและทุ่มเท	13	86.67					2	13.33	15	100
					12	92.31	1	7.69				
IV	4	ปรับปรุง-เปลี่ยนแปลงแนวความคิดแล้วเริ่มต้นใหม่	10	66.67					5	33.33	15	100
					8	80.00	2	20.00				
V	5.1	ปล่อยวางและพัก่อนเมื่อคิดไม่ออก	10	66.67					5	33.33	15	100
					7	70.00	3	30.00				
	5.2	คิดได้เองแบบแวบวูบ	4	26.67					11	73.33	15	100
					4	100.00	0	0.00				
สรุป	ใช้ขั้นตอนหลัก I-IV ตามลำดับแต่มีการสลับขั้นตอนย่อย										12	80.00
	ใช้ขั้นตอนหลัก I-IV ตามลำดับและไม่มีการสลับขั้นตอนย่อย										8	53.33
	ใช้ขั้นตอนหลัก I-V ตามลำดับแต่มีการสลับขั้นตอนย่อย										5	33.33
	ใช้ขั้นตอนหลัก I-V ตามลำดับและไม่มีการสลับขั้นตอนย่อย										3	20.00

หมายเหตุ (ก) ใช้ความถี่ 15 เป็น 100%

(ข) ใช้ความถี่ในสดมภ์ "ใช้" (ซ้ายสุด) ของแต่ละกรณีเป็น 100%

จากตาราง 49 สรุปได้ว่า นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่คิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้วย ขั้นตอน 1.1 , 1.2 , 2.1 , 2.2 , 3.1 , 3.2 , 4 , 5.1 และ 5.2 ในอัตราร้อยละ 100 , 66.67 , 100 , 100 , 80.00 , 86.67 , 66.67 , 66.67 และ 26.67 ตามลำดับ ทั้งนี้มีข้อสังเกตว่า การใช้ขั้นตอนที่ V มีค่า ร้อยละลดลง โดยเฉพาะในขั้นตอนย่อย 5.2 (คิดได้เองแบบแวบวูบ) ซึ่งมีค่าร้อยละ 26.67

5.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับกลุ่มนักเรียนวิทยาศาสตร์กลุ่มคิดสรร

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาขั้นตอนในการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนวิทยาศาสตร์กลุ่มคิดสรร แสดงได้ดังตาราง 50



ตาราง 50 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับขั้นตอนในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียนวิทยาศาสตร์กลุ่มคัดสรร

ขั้นตอนหลัก	ขั้นตอนย่อย	กิจกรรม	จำนวนคนที่ตอบ (N=87)									
			ใช้						ไม่ใช้		รวม	
			f	% (ก)	ลำดับตรง		ลำดับไม่ตรง		f	% (ก)	f	% (ก)
					f	% (ข)	f	% (ข)				
I	1.1	ทำความเข้าใจกับสถานะแวดล้อมโดยทั่วไปของปัญหา	79	90.80					8	9.20	87	100
					43	54.43	36	45.57				
	1.2	ทำความเข้าใจกับวัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ในการศึกษาค้นคว้า	87	100.00					0	0.00	87	100
					49	56.32	38	43.68				
II	2.1	ทำความเข้าใจกับประเด็นปัญหา	87	100.00					0	0.00	87	100
					61	70.11	26	29.89				
	2.2	ประมวลผลความคิดต่างๆที่น่าจะเกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา	86	98.85					1	1.15	87	100
					52	60.47	34	39.53				
III	3.1	มองเห็นแนวทางอย่างต่างๆในการแก้ปัญหา	84	96.55					3	3.45	87	100
					65	77.38	19	22.62				
	3.2	ลงมือทำงานอย่างหนักและทุ่มเท	87	100.00					0	0.00	87	100
					59	67.82	28	32.18				
IV	4	ปรับปรุง-เปลี่ยนแปลงแนวความคิดแล้วเริ่มต้นใหม่	69	79.31					18	20.69	87	100
					47	68.12	22	31.88				
V	5.1	ปล่อยวางและพักผ่อนเมื่อคิดไม่ออก	64	73.56					23	26.44	87	100
					44	68.75	20	31.25				
	5.2	คิดได้เองแบบแวบวูบ	13	14.94					74	85.06	87	100
					7	53.85	6	46.15				
สรุป	ใช้ขั้นตอนหลัก I-IV ตามลำดับแต่มีการสลับขั้นตอนย่อย										43	49.43
	ใช้ขั้นตอนหลัก I-IV ตามลำดับและไม่มีการสลับขั้นตอนย่อย										27	31.03
	ใช้ขั้นตอนหลัก I-V ตามลำดับแต่มีการสลับขั้นตอนย่อย										5	5.75
	ใช้ขั้นตอนหลัก I-V ตามลำดับและไม่มีการสลับขั้นตอนย่อย										1	1.15

หมายเหตุ (ก) ใช้ความถี่ 87 เป็น 100%

(ข) ใช้ความถี่ในสมรรถ "ใช้" (ซ้ายสุด) ของแต่ละกรณีเป็น 100%

จากตาราง 50 สรุปได้ว่า นักเรียนวิทยาศาสตร์กลุ่มคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยขั้นตอน 1.1 , 1.2 , 2.1 , 2.2 , 3.1 , 3.2 , 4 , 5.1 และ 5.2 ในอัตราร้อยละ 90.80 , 100 , 100 , 98.85 , 96.55 , 100 , 79.31 , 73.56 และ 14.94 ตามลำดับ ทั้งนี้มีข้อสังเกตว่า การใช้ขั้นตอนที่ V มีค่าร้อยละลดลง โดยเฉพาะในขั้นตอนย่อย 5.2 (คิดได้เองแบบแวบวูบ) ซึ่งมีค่าร้อยละ 14.94

5.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับกลุ่มผู้ใหญ่นักประดิษฐ์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาขั้นตอนในการคิดสร้างสรรค์ของผู้ใหญ่นักประดิษฐ์ แสดงได้ดังตาราง 51



ตาราง 51 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับขั้นตอนในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ
ผู้ใหญ่นักประดิษฐ์

ขั้นตอนหลัก	ขั้นตอนย่อย	กิจกรรม	จำนวนคนที่ตอบ (N=19)									
			ใช้						ไม่ใช้		รวม	
			f	% (ก)	ลำดับตรง		ลำดับไม่ตรง		f	% (ก)	f	% (ก)
					f	% (ข)	f	% (ข)				
I	1.1	ทำความเข้าใจกับสภาวะแวดล้อมโดยทั่วไปของปัญหา	15	78.95					4	21.05	19	100
					11	73.33	4	26.67				
	1.2	ทำความเข้าใจกับวัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ในการศึกษาค้นคว้า	18	94.74					1	5.26	19	100
					15	83.33	3	16.67				
II	2.1	ทำความเข้าใจกับประเด็นปัญหา	13	68.42					6	31.58	19	100
					10	76.92	3	23.08				
	2.2	ประมวลความคิดต่างๆที่น่าจะเกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา	13	68.42					6	31.58	19	100
					12	92.31	1	7.69				
III	3.1	มองเห็นแนวทางอย่างต่างๆในการแก้ปัญหา	17	89.47					2	10.53	19	100
					16	94.12	1	5.88				
	3.2	ลงมือทำงานอย่างหนักและทุ่มเท	17	89.47					2	10.53	19	100
					14	82.35	3	17.65				
IV	4	ปรับปรุง-เปลี่ยนแปลงแนวความคิดแล้วเริ่มต้นใหม่	11	57.89					8	42.11	19	100
					10	90.91	1	9.09				
V	5.1	ปล่อยวางและพักผ่อนเมื่อคิดไม่ออก	15	78.95					4	21.05	19	100
					13	86.67	2	13.33				
	5.2	คิดได้เองแบบแวบวูบ	5	26.32					14	73.68	19	100
					5	100.00	0	0.00				
สรุป	ใช้ขั้นตอนหลัก I-IV ตามลำดับแต่มีการสลับขั้นตอนย่อย										14	73.68
	ใช้ขั้นตอนหลัก I-IV ตามลำดับและไม่มีการสลับขั้นตอนย่อย										11	57.89
	ใช้ขั้นตอนหลัก I-V ตามลำดับแต่มีการสลับขั้นตอนย่อย										4	21.05
	ใช้ขั้นตอนหลัก I-V ตามลำดับและไม่มีการสลับขั้นตอนย่อย										3	15.79

หมายเหตุ (ก) ใช้ความถี่ 19 เป็น 100%

(ข) ใช้ความถี่ในสคริปต์ "ใช้" (ซ้ายสุด) ของแต่ละกรณีเป็น 100%

จากตาราง 51 สรุปได้ว่า ผู้ใหญ่นักประดิษฐ์คิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยขั้นตอน 1.1 , 1.2 , 2.1 , 2.2 , 3.1 , 3.2 , 4 , 5.1 และ 5.2 ในอัตราร้อยละ 78.95 , 94.74 , 68.42 , 68.42 , 89.47 , 89.47 , 57.89 , 78.95 และ 26.32 ตามลำดับ ทั้งนี้มีข้อสังเกตว่า การใช้ขั้นตอนที่ V มีค่าร้อยละลดลง โดยเฉพาะในขั้นตอนย่อย 5.2 (คิดได้เองแบบแวบวูบ) ซึ่งมีค่าร้อยละ 26.32

5.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับกลุ่มนักเรียนนักประดิษฐ์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาขั้นตอนในการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนนักประดิษฐ์ แสดงได้ดังตาราง 52



ตาราง 52 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับขั้นตอนในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียนนักประดิษฐ์

ขั้นตอนหลัก	ขั้นตอนย่อย	กิจกรรม	จำนวนคนที่ตอบ (N=10)									
			ใช้						ไม่ใช้		รวม	
			f	% (ก)	ลำดับตรง		ลำดับไม่ตรง		f	% (ก)	f	% (ก)
					f	% (ข)	f	% (ข)				
I	1.1	ทำความเข้าใจกับสภาวะแวดล้อมโดยทั่วไปของปัญหา	8	80.00					2	20.00	10	100
					6	75.00	2	25.00				
	1.2	ทำความเข้าใจกับวัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ในการศึกษาค้นคว้า	10	100.00					0	0.00	10	100
					7	70.00	3	30.00				
II	2.1	ทำความเข้าใจกับประเด็นปัญหา	7	70.00					3	30.00	10	100
					4	57.14	3	42.86				
	2.2	ประมวลความคิดต่างๆที่น่าจะเกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา	7	70.00					3	30.00	10	100
					6	85.71	1	14.29				
III	3.1	มองเห็นแนวทางอย่างต่างๆในการแก้ปัญหา	9	90.00					1	10.00	10	100
					8	88.88	1	11.12				
	3.2	ลงมือทำงานอย่างหนักและทุ่มเท	10	100.00					0	0.00	10	100
					7	70.00	3	30.00				
IV	4	ปรับปรุง-เปลี่ยนแปลงแนวความคิดแล้วเริ่มต้นใหม่	9	90.00					1	10.00	10	100
					8	88.88	1	11.12				
V	5.1	ปล่อยวางและพัก่อนเมื่อคิดไม่ออก	7	70.00					3	30.00	10	100
					5	71.43	2	28.57				
	5.2	คิดได้เองแบบแวบวูบ	2	20.00					8	80.00	10	100
					2	100.00	0	0.00				
สรุป	ใช้ขั้นตอนหลัก I-IV ตามลำดับแต่มีการสลับขั้นตอนย่อย										7	70.00
	ใช้ขั้นตอนหลัก I-IV ตามลำดับและไม่มีการสลับขั้นตอนย่อย										5	50.00
	ใช้ขั้นตอนหลัก I-V ตามลำดับแต่มีการสลับขั้นตอนย่อย										2	20.00
	ใช้ขั้นตอนหลัก I-V ตามลำดับและไม่มีการสลับขั้นตอนย่อย										1	10.00

หมายเหตุ (ก) ใช้ความถี่ 10 เป็น 100%

(ข) ใช้ความถี่ในสคริปต์ "ใช้" (ซ้ายสุด) ของแต่ละกรณีเป็น 100%

จากตาราง 52 สรุปได้ว่า นักเรียนนักประดิษฐ์คิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้วย
ขั้นตอน 1.1 , 1.2 , 2.1 , 2.2 , 3.1 , 3.2 , 4 , 5.1 และ 5.2 ในอัตราร้อยละ 80.00 , 100 , 70.00 ,
70.00 , 90.00 , 100 , 90.00 , 70.00 และ 20.00 ตามลำดับ ทั้งนี้มีข้อสังเกตว่า การใช้ขั้นตอนที่ V
มีค่าร้อยละลดลง โดยเฉพาะในขั้นตอนย่อย 5.2 (คิดได้เองแบบแวบวูบ) ซึ่งมีค่าร้อยละ 20.00



5.5 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการศึกษาขั้นตอนการคิดสร้างสรรค์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาขั้นตอนในการคิดสร้างสรรค์จากตาราง 49 - 52 สรุปได้ดังตาราง 53

ตาราง 53 แสดงผลสรุปการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับขั้นตอนการคิดสร้างสรรค์แจกแจงตามแหล่งข้อมูล

ขั้นตอนในการคิดสร้างสรรค์ (โดยสรุป)	นักวิทยาศาสตร์ รุ่นใหม่(N=15)		นักเรียนวิทยาศาสตร์(N=87)		ผู้ใหญ่ นักประดิษฐ์(N=19)		นักเรียน นักประดิษฐ์(N=10)	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ใช้ขั้นตอนที่ I-IV ตามลำดับ	12	80.00	43	49.43	14	73.68	7	70.00
แต่มีการสลับขั้นตอนย่อย	(ลำดับ)	(1)		(4)		(2)		(3)
ใช้ขั้นตอนที่ I-IV ตามลำดับ	8	53.33	27	31.03	11	57.89	5	50.00
แต่ไม่มีการสลับขั้นตอนย่อย	(ลำดับ)	(2)		(4)		(1)		(3)
ใช้ขั้นตอนที่ I-V ตามลำดับ	5	33.33	5	5.75	4	21.05	2	20.00
แต่มีการสลับขั้นตอนย่อย	(ลำดับ)	(1)		(4)		(2)		(3)
ใช้ขั้นตอนที่ I-V ตามลำดับ	3	20.00	1	1.15	3	15.79	1	10.00
แต่ไม่มีการสลับขั้นตอนย่อย	(ลำดับ)	(1)		(4)		(2)		(3)

จากตาราง 53 สรุปได้ว่า นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ นักเรียนวิทยาศาสตร์กลุ่มคิดสร้างสรรค์ ผู้ใหญ่นักประดิษฐ์ และนักเรียนนักประดิษฐ์ใช้ขั้นตอนหลัก I-IV เป็นส่วนใหญ่ซึ่งมีจำนวนผู้ที่ใช้โดยมีการสลับขั้นตอนย่อยคิดเป็นร้อยละ 80.00 , 49.43 , 73.68 และ 70.00 (ตามลำดับ) และโดยไม่มีการสลับขั้นตอนย่อยคิดเป็นร้อยละ 53.33 , 31.03 , 57.89 และ 50.00 (ตามลำดับ) ในขณะที่การใช้ขั้นตอนหลัก I-V มีจำนวนน้อยกว่ามาก กล่าวคือ มีจำนวนผู้ที่ใช้โดยมีการสลับขั้นตอนย่อยคิดเป็นร้อยละ 33.33 , 5.75 , 21.05 และ 20.00 และโดยไม่มีการสลับขั้นตอนย่อยคิดเป็นร้อยละ 20.00 , 1.15 , 15.79 และ 10.00 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาจากลำดับพบว่า ในการใช้ขั้นตอนเดียวกัน นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ ผู้ใหญ่นักประดิษฐ์ นักเรียนนักประดิษฐ์ และนักเรียนวิทยาศาสตร์กลุ่มคิดสร้างสรรค์มีลำดับเป็น 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ (ยกเว้นในกรณีการใช้ขั้นตอนหลัก I-IV โดยไม่มีการสลับขั้นตอนย่อยที่นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่มีลำดับเป็น 2 และ ผู้ใหญ่นักประดิษฐ์มีลำดับเป็น 1)

บทที่ 5

สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ

ในบทที่ 5 ซึ่งมีหัวข้อหลัก 3 หัวข้อคือ สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะนี้ ในส่วนสรุปจะกล่าวถึงสาระสำคัญของบทที่ 1, 2, 3 และ 4 โดยสังเขป ในส่วนอภิปรายผลจะอภิปรายตามลำดับความมุ่งหมายของการวิจัย และในส่วนข้อเสนอแนะจะแยกกล่าวเป็นข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ และข้อเสนอแนะในการทำวิจัยต่อไป

1. สรุป

1.1 ความมุ่งหมาย

- 1.1.1 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ภายในระหว่างลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์
- 1.1.2 เพื่อศึกษาบ่อเกิดของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์
- 1.1.3 เพื่อศึกษาช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัวของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์
- 1.1.4 เพื่อศึกษาปริมาณลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์
- 1.1.5 เพื่อศึกษาขั้นตอนในการคิดสร้างสรรค์

1.2 สมมติฐานของการวิจัย

- 1.2.1 ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ทุกคู่มีความสัมพันธ์แบบคล้อยตามกัน
- 1.2.2 บ่อเกิดของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ที่เป็นบ่อเกิดเด่น มีดังนี้
 - 1.2.2.1 บ่อเกิดของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์(เป็นรายลักษณะการ)ที่เด่นที่สุดคือ “เกิดขึ้นเอง”
 - 1.2.2.2 บ่อเกิดของลักษณะการการนักคิดสร้างสรรค์ด้านบุคคลที่เด่นที่สุดคือ “เพื่อนนักเรียน/เพื่อนร่วมงาน”
 - 1.2.2.3 บ่อเกิดของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ด้านพฤติกรรมที่เด่นที่สุดคือ “การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดี”
- 1.2.3 ช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัวของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์คือระหว่าง 15-20 ปี

1.2.4 ปริมาณลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรียงลำดับจากมากไปน้อยได้ดังนี้

1.2.4.1 สำหรับกลุ่มนักวิทยาศาสตร์ คือ 1) ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด 2) ทำงานเพื่อความพอใจ 3) ความคิดแหวกแนว 4) ความไวต่อปัญหา 5) ความอยากรู้อยากเห็น 5) ชอบการเปลี่ยนแปลง 7) มีอารมณ์ขัน

1.2.4.2 สำหรับกลุ่มนักประดิษฐ์ คือ 1) ความคิดแหวกแนว 2) ทำงานเพื่อความพอใจ 3) ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด 4) ชอบการเปลี่ยนแปลง 5) ความอยากรู้อยากเห็น 6) ความไวต่อปัญหา 7) มีอารมณ์ขัน

1.2.5 ขั้นตอนการคิดสร้างสรรค์เป็นไปโดยลำดับของขั้นตอนหลัก คือ I. ขั้นเตรียมการ II. ขั้นบ่มเพาะความคิด III. ขั้นพบทางออก IV. ขั้นปรับปรุงเปลี่ยนแปลงแนวความคิดแล้วเริ่มต้นใหม่ V. ขั้นการคิดแบบสหัชญาณ โดยในขั้นตอนย่อยอาจมีการสลับลำดับบ้าง ทั้งนี้ขั้นตอน V จะเกิดขึ้นในบางกรณี

1.3 วิธีดำเนินการวิจัย

1.3.1 การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ ใช้กลุ่มบุคคลเป็นแหล่งข้อมูล 4 กลุ่ม คือ นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ นักเรียนวิทยาศาสตร์กลุ่มคัดสรร ผู้ใหญ่นักประดิษฐ์ และนักเรียนนักประดิษฐ์

1.3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลคือ “แบบสำรวจทัศนคติและประสบการณ์เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์” ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยดำเนินการตามขั้นตอนต่างๆ 6 ขั้นตอน และมีการตรวจสอบคุณภาพเกี่ยวกับความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่น ก่อนนำไปใช้เก็บข้อมูล

1.3.3 การเก็บข้อมูลแยกกระทำ 2 วิธีคือ การเก็บข้อมูลจากนักเรียนวิทยาศาสตร์กลุ่มคัดสรร (นักเรียนโครงการ พสวท.) ผู้วิจัยนำแบบสำรวจไปให้นักเรียนตอบพร้อมกันในห้องประชุมของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การเก็บข้อมูลจากนักเรียนกลุ่มนี้ได้แบบสำรวจกลับคืนร้อยละ 100 ส่วนการเก็บข้อมูลจากกลุ่มนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ กลุ่มผู้ใหญ่นักประดิษฐ์ และกลุ่มนักเรียนนักประดิษฐ์ ใช้วิธีส่งแบบสำรวจไปทางไปรษณีย์ลงทะเบียนและส่งกลับด้วยวิธีเดียวกัน ในกรณีที่มิได้รับแบบสำรวจจากการส่งกลับในรอบแรกได้ดำเนินการเช่นเดิมซ้ำอีกเป็นรอบที่ 2 เป็นผลให้ได้แบบสำรวจกลับคืนจากแต่ละกลุ่มร้อยละ 88.24 , 82.21 และ 83.33 ตามลำดับ

1.3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้วิธีการทางสถิติที่สามารถตอบคำถามของการวิจัยตามความมุ่งหมายแต่ละข้อ กล่าวคือ

1.3.4.1 การศึกษาความสัมพันธ์ภายในระหว่างลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ ใช้การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันโปรดักต์โมเมนต์ (โดยพิจารณาความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05)

1.3.4.2 การศึกษาบ่อเกิดของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ ใช้การคำนวณค่าร้อยละ(ของความถี่) และการจัดลำดับที่(ตามความมากน้อยของค่าร้อยละ)

1.3.4.3 การศึกษาช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัวของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ ใช้การคำนวณค่าร้อยละ(ของความถี่) และการจัดลำดับที่(ตามความมากน้อยของค่าร้อยละ)

1.3.4.4 การศึกษาปริมาณลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ ใช้การคำนวณค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการจัดลำดับที่(ตามความมากน้อยของค่าร้อยละ)

1.3.4.5 การศึกษาขั้นตอนการคิดสร้างสรรค์ ใช้การคำนวณค่าร้อยละ(ของความถี่) แจกแจงตามขั้นตอนแต่ละขั้นตอน

1.4 ผลการวิจัย

1.4.1 การศึกษาความสัมพันธ์ภายในระหว่างลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ พบว่า ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์มีความสัมพันธ์แบบคล้อยตามกันทุกคู่ (21 คู่) ในกลุ่มบุคคลที่เป็นแหล่งข้อมูลทั้ง 4 กลุ่ม โดยมีค่าความสอดคล้องของ “ความสัมพันธ์” ระหว่างแหล่งข้อมูลแต่ละคู่ ดังนี้

1.4.1.1 นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่กับนักเรียนวิทยาศาสตร์ = .967

1.4.1.2 ผู้ใหญ่นักประดิษฐ์กับนักเรียนนักประดิษฐ์ = .955

1.4.1.3 นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่กับผู้ใหญ่นักประดิษฐ์ = .905

1.4.1.4 นักเรียนวิทยาศาสตร์กับนักเรียนนักประดิษฐ์ = .899

1.4.1.5 นักเรียนวิทยาศาสตร์กับผู้ใหญ่นักประดิษฐ์ = .899

1.4.1.6 นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่กับนักเรียนนักประดิษฐ์ = .906

1.4.2 การศึกษาบ่อเกิดของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ พบว่า โดยภาพรวม (7 ลักษณะการ) บ่อเกิดที่เด่นที่สุดของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์คือ “เกิดขึ้นเอง” บ่อเกิดด้านบุคคลที่เด่นคือ “เพื่อนนักเรียน/เพื่อนร่วมงาน” และบ่อเกิดด้านพฤติกรรมที่เด่นคือ “การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดี”

1.4.3 การศึกษาช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัวของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ พบว่า ช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัวของลักษณะการฯส่วนใหญ่คือ “ระหว่างอายุ 15-20 ปี” มีข้อยกเว้น (เมื่อพิจารณาจากสัดส่วนของจำนวนกลุ่มของบุคคลที่เป็นแหล่งข้อมูล) สำหรับลักษณะการฯ 3 ลักษณะการคือ “ความอยากรู้อยากเห็น” “ความไวต่อปัญหา” ซึ่งมี “ระหว่างอายุ

10-15 ปี” เป็นช่วงเวลาของก่อดำ (3 ใน 4 กลุ่ม) และ “มีอารมณ์ขัน” ซึ่งมี “ระหว่างอายุ 10-15 ปี” และ “ระหว่างอายุ 15-20 ปี” เป็นช่วงเวลาของการก่อดำ (2 ต่อ 2 กลุ่มเท่ากัน)

1.4.4 การศึกษาปริมาณลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์พบว่า

1.4.4.1 ปริมาณลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ของกลุ่มนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ เรียงลำดับจากมากไปน้อยได้ดังนี้ (ตัวเลขในวงเล็บคือค่าเฉลี่ยที่คำนวณจากกลุ่มสูงสุด = 5 และค่าต่ำสุด = 1)

- | | | | |
|---------|---------------------------|---|------------------------------------|
| ลำดับ 1 | ทำงานเพื่อความพอใจ (5.00) | 2 | ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด (4.55) |
| 2 | ชอบการเปลี่ยนแปลง (4.55) | 4 | ความไวต่อปัญหา (4.00) |
| 4 | ความคิดแหวกแนว (4.00) | 6 | ความอยากรู้อยากเห็น (3.77) |
| 6 | มีอารมณ์ขัน (3.77) | | |

1.4.4.2 ปริมาณลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ของกลุ่มนักเรียนวิทยาศาสตร์ เรียงลำดับได้ดังนี้

- | | | | |
|---------|------------------------------------|---|----------------------------|
| ลำดับ 1 | ชอบการเปลี่ยนแปลง (4.11) | 2 | มีอารมณ์ขัน (4.00) |
| 3 | ทำงานเพื่อความพอใจ (3.90) | 4 | ความอยากรู้อยากเห็น (3.68) |
| 5 | ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด (3.63) | 6 | ความคิดแหวกแนว (3.47) |
| 7 | ความไวต่อปัญหา (3.44) | | |

1.4.4.3 ปริมาณลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ของกลุ่มผู้ใหญ่ นักประดิษฐ์ เรียงลำดับได้ดังนี้

- | | | | |
|---------|----------------------------|---|------------------------------------|
| ลำดับ 1 | ทำงานเพื่อความพอใจ (4.42) | 2 | ความคิดแหวกแนว (4.07) |
| 3 | ความอยากรู้อยากเห็น (4.00) | 3 | ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด (4.00) |
| 5 | ความไวต่อปัญหา (3.84) | 6 | ชอบการเปลี่ยนแปลง (3.50) |
| 7 | มีอารมณ์ขัน (3.14) | | |

1.4.4.4 ปริมาณลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ของกลุ่มนักเรียนนักประดิษฐ์ เรียงลำดับได้ดังนี้

- | | | | |
|---------|------------------------------------|---|---------------------------|
| ลำดับ 1 | ความอยากรู้อยากเห็น (4.16) | 1 | ทำงานเพื่อความพอใจ (4.16) |
| 3 | ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด (4.00) | 4 | ความคิดแหวกแนว (3.83) |
| 4 | ชอบการเปลี่ยนแปลง (3.83) | 6 | มีอารมณ์ขัน (3.67) |
| 7 | ความไวต่อปัญหา (3.33) | | |

1.4.5 การศึกษาขั้นตอนในการคิดสร้างสรรค์พบว่า นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ นักเรียนวิทยาศาสตร์ ผู้ใหญ่นักประดิษฐ์ และนักเรียนนักประดิษฐ์ ใช้ขั้นตอนหลัก I ต่อเนื่องโดยลำดับถึง IV เป็นส่วนใหญ่ ส่วนการใช้ขั้นตอนหลัก I ต่อเนื่องโดยลำดับถึง V มีจำนวนน้อยกว่ามาก

2. การอภิปรายผลการวิจัย

2.1 การอภิปรายผลการวิจัยในประเด็นว่าด้วยการศึกษาความสัมพันธ์ภายในระหว่าง ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์

ผลการวิจัยในประเด็นว่าด้วยการศึกษาความสัมพันธ์แบบคล้ายตามกันทุกคู่ในกลุ่มบุคคลที่เป็นแหล่งข้อมูลทั้ง 4 กลุ่ม โดยมีค่าความสอดคล้องของ “ความสัมพันธ์” ระหว่างแหล่งข้อมูลแต่ละคู่ดังนี้คือ

- 1) นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่นักเรียนวิทยาศาสตร์ (.967)
- 2) ผู้ใหญ่นักประดิษฐ์กับนักเรียนนักประดิษฐ์ (.955)
- 3) นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหมกับผู้ใหญ่นักประดิษฐ์ (.905)
- 4) นักเรียนวิทยาศาสตร์กับนักเรียนนักประดิษฐ์ (.899)
- 5) นักเรียนวิทยาศาสตร์กับผู้ใหญ่นักประดิษฐ์ (.899)
- 6) นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่นักเรียนนักประดิษฐ์ (.906)

ผลการวิจัยดังกล่าวข้างต้นสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้ว่า “ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ทุกคู่มีความสัมพันธ์แบบคล้ายตามกัน”

การปรากฏผลการวิจัยเช่นนั้นในหลักวิชาทางสถิติกล่าวได้ว่า เป็นการสนับสนุนลักษณะของความเป็นเอกพันธ์ (Homogeneity) ของลักษณะการทั้ง 7 ด้าน ซึ่งในทางปฏิบัติก็นับว่ามีความสมจริงเช่นนั้น เพราะลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์เป็นลักษณะการจำเพาะของบุคคลที่มีธรรมชาติ(เชิงความคิด)อยู่ในแนวเดียวกัน ความจำเพาะดังกล่าวอาจอุปมาได้กับ “ความสั้นทัด” อันเป็นลักษณะทางกายภาพของบุคคล เช่น เมื่อกล่าวถึงบุคคลผู้มี “รูปร่างสั้นทัด” ย่อมมองเห็นภาพของบุคคลที่ไม่อ้วนหรือพอมจนเกินไป เป็นต้น ซึ่งสำหรับกลุ่มบุคคลที่จัดว่า “มีรูปร่างสั้นทัด” นั้น หากศึกษาความสัมพันธ์ภายในของลักษณะเชิงกายภาพคู่ต่างๆ เช่น น้ำหนักกับความสูง หรือน้ำหนักกับความยาวรอบเอว ก็ควรได้ค่าความสัมพันธ์แบบตามกัน และมีค่าที่ใกล้เคียงกัน (เนื่องจากบุคคลที่มีรูปร่างสั้นทัดหากสูงมากก็ควรมีน้ำหนักมากและความยาวรอบเอวมก ส่วนผู้ที่เตี้ย(สูงน้อย)ก็ควรมีน้ำหนักน้อย(เบา)และมีความยาวรอบเอวสั้นอย่างได้สัดส่วนกัน) ตัวอย่างความสัมพันธ์ของข้อมูลเชิงกายภาพดังกล่าวอาจอุปมาได้กับลักษณะเชิงจิตภาพได้ เช่น “ความอยากรู้อยากเห็น”(อุปมาเป็นความสูง) “ความไวต่อปัญหา”(อุปมาเป็นน้ำหนัก) และ “ความคิดแหวกแนว”(อุปมาเป็นความยาวรอบเอว)ของบุคคลที่มี “ลักษณะการสร้างสรรค์” (อุปมาเป็น “มีรูปร่างสั้นทัด”) ซึ่งเมื่อมีความเป็นเอกพันธ์ก็จะมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบคล้ายตามกัน ในทางตรงกันข้าม หากศึกษาค่าความสัมพันธ์ของข้อมูลเชิงกายภาพในลักษณะเดิม แต่ใช้ข้อมูลจากกลุ่มบุคคลที่ไม่มีการคัดสรรว่า “มีรูปร่างสั้นทัด” เช่น บุคคลแรกสูงมากพอม(น้ำหนักตัวเบา) เอวเล็ก บุคคลที่สองสูงมาก อ้วน(น้ำหนักตัวมาก) เอวใหญ่ บุคคลที่

สามเตี้ย อ้วนมาก เหวใหญ่มาก ซึ่งเป็นลักษณะของบุคคลที่มีรูปร่างไม่สันทัดเช่นนี้ ค่าความสัมพันธ์ย่อมไม่คล้อยตามกันอย่างกลมกลืน ด้วยการอุปมาดังกล่าวจึงสรุปได้ว่า การพบค่าความสัมพันธ์แบบคล้อยตามกันของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ต่างๆ 21 คู่(จากลักษณะการฯ 7 ด้าน) เป็นการยืนยันยืนยันความเป็น “เอกพันธ์” ของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ทั้ง 7 ด้านอย่างชัดเจน

อย่างไรก็ตาม เนื่องจากขนาดของแหล่งข้อมูล(จำนวนคน) ในแต่ละกลุ่มมีความแตกต่างกัน กล่าวคือ กลุ่มนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ กลุ่มนักเรียนวิทยาศาสตร์ กลุ่มผู้ใหญ่ นักประดิษฐ์และกลุ่มนักเรียนนักประดิษฐ์มีจำนวน 15, 87, 19 และ 10 คน ตามลำดับ ในกรณีเช่นนี้ ไม่สามารถทำการเปรียบเทียบความมากน้อยของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์โดยตรงได้ ทั้งนี้เป็นไปตามหลักวิชาทางสถิติอนุมาน (Inferential Statistics) ที่ว่า เมื่อจำนวนรายการที่นำมาเข้าคู่ในการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีน้อย(หรือ n น้อย) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญ(ที่ระดับใดระดับหนึ่งเช่น .05 หรือ .01) จะมีค่ามาก ในขณะที่เมื่อจำนวนรายการที่นำมาเข้าคู่มีมาก ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญจะมีค่าน้อย ดังเช่นเมื่อ $n = 12$ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญ(ที่ระดับ .05) คือ .532 แต่เมื่อ $n = 24$ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญ(ที่ระดับ .05) คือ .402 (Glass and Stanley, 1970 : 536) เป็นต้น ซึ่งในกรณีดังกล่าวถือว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ .532 (เมื่อ $n = 12$) มีความหมายในเชิง “ระดับความมากน้อย” เท่ากับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ .402 (เมื่อ $n = 24$) ประกอบกับในการวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของกลุ่มลักษณะการคู่เดียวกัน (เช่น ความอยากรู้อยากเห็นกับความไวต่อปัญหา) จากแหล่งข้อมูล 4 กลุ่ม ดังนั้น เพื่อให้สามารถมองเห็นความแตกต่างในเชิง “ปริมาณ” ของความสัมพันธ์ (ระหว่างลักษณะการฯ 21 คู่) ผู้วิจัยจึงคำนวณลำดับที่เฉลี่ย เช่น ในกรณีของความสัมพันธ์ระหว่างความอยากรู้อยากเห็นกับความไวต่อปัญหาได้นำลำดับที่ 1, 1, 1 และ 2 (จากแหล่งข้อมูล 4 กลุ่ม คือ นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ นักเรียนวิทยาศาสตร์ ผู้ใหญ่นักประดิษฐ์ และนักเรียนนักประดิษฐ์) มาหาลำดับที่เฉลี่ยซึ่งได้ค่าเป็น 1.25 โดยวิธีเช่นนี้จึงสามารถจัดเรียงลำดับ “ปริมาณ” ของความสัมพันธ์ได้ 21 ลำดับ (ตามจำนวนคู่ของลักษณะการฯ) ผลการจัดเรียงดังกล่าว(ดูตาราง 23) พบว่า “ปริมาณ” ของความสัมพันธ์ของลักษณะการฯ สูงสุด 3 คู่แรก ได้แก่ ความอยากรู้อยากเห็นกับความไวต่อปัญหา, ความไวต่อปัญหากับความคิดแหวกแนว และความคิดแหวกแนวกับชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด ส่วน “ปริมาณ” ของความสัมพันธ์ของลักษณะการฯ ต่ำสุด 3 คู่หลัง ได้แก่ ความไวต่อปัญหากับทำงานเพื่อความพอใจ, ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิดกับมีอารมณ์ขัน และความอยากรู้อยากเห็นกับมีอารมณ์ขัน โดยการพิจารณาข้อมูลการจัดลำดับ จากค่า “ลำดับที่เฉลี่ย” เช่นนี้มีข้อสังเกตว่า ลักษณะการฯ “มีอารมณ์ขัน” มีความสัมพันธ์ต่ำกับลักษณะการฯ ทั้ง 6 ลักษณะการ และลักษณะการฯ “ทำงานเพื่อความพอใจ” มีความสัมพันธ์ต่ำกับลักษณะการฯ อื่นรองลงมา ที่เป็นเช่นนี้ น่าจะเป็นเพราะ ลักษณะการฯ “มีอารมณ์ขัน” และ “ทำงานเพื่อความพอใจ” มีความโน้มเอียง

ไปในทางพฤติกรรมเชิง “อารมณ์” ของมนุษย์ ส่วนลักษณะการฯที่มี “ลำดับที่เฉลี่ย” ในระดับต้นๆ (มี “ปริมาณ” ความสัมพันธ์สูง) เป็นลักษณะการฯที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมเชิง “ปัญญา” ของมนุษย์

นอกจากนี้ จากการศึกษา “ความสอดคล้อง” (โดยใช้ค่าสหสัมพันธ์ข้อมูลลำดับที่ หรือ rank correlation) ยังพบว่า ข้อมูลจากชุดของบุคคลที่มี “ธรรมชาติ” คล้ายคลึงกัน เช่น “นักวิทยาศาสตร์” (คือ นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่นักเรียนวิทยาศาสตร์) และ “นักประดิษฐ์” (คือ ผู้ใหญ่นักประดิษฐ์กับนักเรียนนักประดิษฐ์) มีความสอดคล้องกันสูงกว่า ข้อมูลจากชุดที่มี ธรรมชาติแตกต่างกัน เช่น “นักวิทยาศาสตร์” กับ “นักประดิษฐ์” (ได้แก่คู่ของนักเรียนวิทยาศาสตร์กับนักเรียนนักประดิษฐ์ กับคู่ของนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่นักเรียนนักประดิษฐ์ - ดูข้อมูลสรุปในตาราง 23) จึงกล่าวได้ว่า ค่าดัชนีดังกล่าวมีแนวโน้มที่จะใช้บ่งชี้ความเป็น “เอกภาพ” ของกลุ่มบุคคลทางวิชาชีพได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อการ “วัดค่า” ของตัวแปรมีความเที่ยง (validity) และความตรง (reliability) สูง ข้ออุปสรรคในส่วนนี้นำไปสู่ข้อเสนอแนะให้มีการสร้าง “เครื่องมือวัด” ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ที่มีคุณภาพสูงขึ้นใช้ในการวิชาการต่อไป

2.2 การอภิปรายผลการวิจัยในประเด็นว่าด้วยการศึกษาบ่อเกิดของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์

ผลการวิจัยในประเด็นนี้พบว่า โดยภาพรวม(ทุกลักษณะการ)บ่อเกิดที่เด่นที่สุดของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์คือ “เกิดขึ้นเอง” ส่วนบ่อเกิดด้านบุคคลพบว่า “เพื่อนนักเรียน/เพื่อนร่วมงาน” เป็นบ่อเกิดที่เด่นกว่าบ่อเกิดอื่นๆ และบ่อเกิดด้านพฤติกรรมพบว่า “การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดี” เป็นบ่อเกิดที่เด่นกว่าบ่อเกิด “การได้รับการแนะนำอบรมด้วยวาจา”

ผลการวิจัยในประเด็นดังกล่าวมีความสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้ กล่าวคือ 1) บ่อเกิดของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์(เป็นรายลักษณะการ)ที่เด่นที่สุดคือ “เกิดขึ้นเอง” 2) บ่อเกิดของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ด้านบุคคลที่เด่นที่สุดคือ “เพื่อนนักเรียน/เพื่อนร่วมงาน” 3) บ่อเกิดของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ด้านพฤติกรรมที่เด่นที่สุดคือ “การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดี”

จากผลการวิจัยเกี่ยวกับบ่อเกิดของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ มีข้ออุปสรรคดังต่อไปนี้

1. จากผลการวิจัยที่พบว่า บ่อเกิดของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์(เป็นรายลักษณะการ)ที่เด่นที่สุดคือ “เกิดขึ้นเอง” ซึ่งได้กล่าวไว้ว่ามีความสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยนั้น ในความหมายที่แท้จริงก็คือ มีความสอดคล้องกับผลการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นที่ศึกษาข้อมูลจากนักวิทยาศาสตร์ดีเด่น 2 ท่านและนักประดิษฐ์(อาจารย์วิทยาศาสตร์ผู้ได้รับผลงานประดิษฐ์คิดค้น) 2 ท่าน (ดูตาราง 1 ประกอบ) ซึ่งพบว่า บ่อเกิด “เกิดขึ้นเอง” เป็นบ่อเกิดที่เด่นที่สุดในบรรดาบ่อเกิด

ย่อยๆ 12 บ่อเกิด ที่เป็นเช่นนี้ก็กล่าวได้ว่า บุคคลที่นำมาศึกษาทั้งในส่วนของการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นและในการวิจัยครั้งนี้โดยตรง ล้วนเป็นกลุ่มบุคคลคัดสรร กล่าวคือ ในการสำรวจข้อมูลเบื้องต้น กลุ่มบุคคลเหล่านี้คือนักวิทยาศาสตร์ดีเด่นและอาจารย์วิทยาศาสตร์ซึ่งได้รับรางวัลผลงานประดิษฐ์คิดค้น ส่วนในการวิจัยครั้งนี้โดยตรงกลุ่มบุคคลที่เป็นแหล่งข้อมูลคือนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ นักเรียนโครงการ พสวท. ผู้ใหญ่นักประดิษฐ์ และนักเรียนนักประดิษฐ์ ดังนั้นจึงมีหลักประกันว่า กลุ่มบุคคลเหล่านี้เป็นผู้มีคุณลักษณะที่ดีงามในด้านการประสบความสำเร็จทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าบุคคลทั่วไป กลุ่มบุคคลเหล่านี้เมื่ออนุมานตามหลักพุทธธรรมย่อมถือได้ว่าเป็นผู้ที่มี “โยนิโสมนสิการ” ซึ่งหมายถึงบุคคลที่รู้จักคิด คิดเป็น คิดหาเหตุผล แยกแยะสิ่งต่างๆ หรือปัญหานั้นๆ ออก ซึ่งเป็นปัจจัยให้เกิดปัญญา โยนิโสมนสิการนี้เป็นปัจจัยหลัก 1 ใน 2 ปัจจัยที่มีความสำคัญมากต่อกระบวนการทางการศึกษา (พระราชวรมนี (ประยุทธ์ ปยุตโต). 2529 : 621) เพราะเป็น “ฐานหลัก” ของการก่อเกิดลักษณะอันพึงประสงค์ทั้งปวงของมนุษย์ตามหลักพุทธธรรม โยนิโสมนสิการเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญมาก สามารถปรับข้อมูลข่าวสารที่ไม่เป็นคุณให้เป็นคุณได้ กล่าวคือ “สำหรับคนที่รู้จักคิด แม้แต่ฟังคนบ้าคนเมาพูดก็อาจสำเร็จเป็นพระอรหันต์” (พระราชวรมนี (ประยุทธ์ ปยุตโต). 2539 : 924) ยิ่งกว่านั้นโยนิโสมนสิการยังมีขอบเขตที่กว้างขวาง มีประโยชน์ทั้งในทางปลูกปัญญาและส่งเสริมคุณภาพจิต (พระราชวรมนี (ประยุทธ์ ปยุตโต). 2539 : 673) ด้วยขอบเขตอันกว้างขวางของโยนิโสมนสิการนี้ จึงเป็นเหตุสำคัญที่ทำให้บ่อเกิด “เกิดขึ้นเอง” ของกลุ่มบุคคลคัดสรร (ที่เป็นแหล่งข้อมูลของการวิจัยครั้งนี้) เป็นบ่อเกิดที่เด่นที่สุดของลักษณะการฯ ทั้ง 7 ลักษณะการ

2. จากผลการวิจัยที่พบว่า ในส่วนของบ่อเกิดด้านบุคคล “เพื่อนนักเรียน/เพื่อนร่วมงาน” เป็นบ่อเกิดที่เด่นที่สุดนั้น กล่าวได้ว่า “เพื่อน” เป็นกลุ่มบุคคลกลุ่มหนึ่งในความหมายของ “กัลยาณมิตร” ซึ่งตามหลักพุทธธรรมหมายถึง “บุคคลผู้เพียบพร้อมด้วยคุณสมบัติที่จะสั่งสอน แนะนำ ชี้แจง ชักจูง ช่วยบอกทางหรือเป็นตัวอย่าง....” (พระเทพเวที (ประยุทธ์ ปยุตโต). 2529 : 623) ซึ่งตามความหมายดังกล่าว “กัลยาณมิตร” อาจรวมถึงบุคคลที่เป็นบิดามารดา ครู-อาจารย์ ฯลฯ อย่างไรก็ตาม สำหรับการวิจัยครั้งนี้ “เพื่อน” หมายถึงเฉพาะ “เพื่อนนักเรียน/เพื่อนร่วมงาน” เท่านั้น ถึงแม้ “เพื่อน” ในการวิจัยครั้งนี้จะมีขอบเขตแคบกว่า “กัลยาณมิตร” ตลอดจน “เพื่อน” ในบางลักษณะอาจไม่จัดเป็น “กัลยาณมิตร” ก็ตาม แต่เมื่อพิจารณาคุณลักษณะของบุคคลที่เป็นแหล่งข้อมูลของการวิจัยครั้งนี้ ซึ่งล้วนเป็นบุคคลคัดสรร ก็ควรอนุมานได้ว่า “เพื่อนนักเรียน/เพื่อนร่วมงาน” ของกลุ่มบุคคลดังกล่าวน่าจะมีคุณสมบัติแห่งการเป็น “กัลยาณมิตร” ตามความหมายที่กล่าวถึงในตอนต้นได้ เพื่อนของกลุ่มบุคคลคัดสรรเหล่านี้จึงมีส่วนสำคัญในการเป็นบ่อเกิดของลักษณะการฯ ต่างๆ ดังคำกล่าวต่างๆ ต่อไปนี้ “มีบ่อยๆ ที่มีตรชนิดในเรือนคือ มารดา บิดา หรือแม้แต่ครู-อาจารย์ มีอิทธิพลชักนำทักเตือนนี้มากกว่ามิตรชนิดเพื่อนที่คบหาเล่นที่เขวหม่นมั่วด้วย

กัน” และ “การที่มีมิตรทำกิจต่างๆร่วมกันและช่วยเหลือเกื้อกูลกัน สิ่งที่น่าจะสำคัญก็คือ ความมีอิทธิพลซึ่งกันในด้านความคิดเห็น ทักษะคิด ค่านิยม ความรู้ความเข้าใจต่างๆที่รวมเรียกว่าทฤษฎี” (พระราชวรมณี (ประยูรย์ ปยุตโต). 2529 : 641-642) นอกจากนี้จากผลการวิจัยเกี่ยวกับช่วงเวลาเริ่มแรกในการก่อตัวของลักษณะการฯ ซึ่งพบว่าโดยภาพรวม ช่วงเวลา “ระหว่างอายุ 10-15 ปี” และ “ระหว่างอายุ 15-20 ปี” เป็นช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัวของลักษณะการฯต่างๆที่ยังจะเห็นได้ว่าในช่วงเวลาดังกล่าวซึ่งเป็นช่วงวัยรุ่นเพื่อนร่วมวัยจึงมีอิทธิพลมากต่อพฤติกรรมต่างๆสูงกว่าบิดา มารดา หรือครู-อาจารย์ (พระราชวรมณี (ประยูรย์ ปยุตโต). 2529 : 638) จึงย่อมเป็นบ่อเกิดด้านบุคคลที่เด่นของการเกิดลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ด้วย

เป็นที่น่าสังเกตว่า การที่กลุ่มบุคคลที่มีความใกล้ชิดและเป็นองค์ประกอบหลักของการศึกษา (ในความหมายของการศึกษาเพื่อชีวิตและสังคม) ในสังคมไทย เช่น บิดา มารดา (จากฐาน “บ้าน”) และครู-อาจารย์ (จากฐาน “โรงเรียน”) มิใช่เป็นบ่อเกิดที่เด่นในด้านบุคคลของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ ในขณะที่ในสังคมอเมริกันพบว่า โรงเรียนและบ้านมีผลในการเสริมสร้างความสนใจเริ่มแรกทางวิทยาศาสตร์เป็นลำดับ 1 และ 2 ในอัตราร้อยละ 31.60 และ 25.27 (Piltz and Sund. 1969 : 33) ซึ่งเป็นเรื่องที่น่าเสียดาย ที่เป็นเช่นนี้น่าจะเป็นเพราะกลุ่มบุคคลที่เป็นองค์ประกอบหลักเหล่านั้นอาจมีข้อจำกัดในการมีคุณลักษณะที่เอื้ออำนวยต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์หรือลักษณะการสร้างสรรค์ให้เกิดแก่ผู้เยาว์หรือผู้เรียน ซึ่งโดยภาพรวมก็คือคุณลักษณะของครูที่ดีตามพระราชดำรัสของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ซึ่งพระราชทานแก่ครูอาวุโสประจำปี 2521 ดังอัญเชิญมากล่าวไว้แล้วในบทที่ 2 และลักษณะของการเป็นครูที่มีฝีมือยอดเยี่ยมคือเป็นผู้กระตุ้นและจุดประกายความคิด (a great teacher inspires) (Sharma. 1975 : 1) (ตามคำกล่าวเหล่านี้คือว่า พ่อ-แม่ เป็น ครู-อาจารย์ โดยอนุโลม) นอกจากนี้ยังมีคุณลักษณะอื่นๆอีกที่ได้นำมากล่าวไว้มากพอสมควรในบทที่ 2 เช่นในทางทฤษฎี ชัชจรียา ไบลี (2534 : 28-29) กล่าวถึงคุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์ที่ดีไว้ 5 ด้านคือ คุณลักษณะทางวิชาการ คุณลักษณะด้านบริการสังคม คุณลักษณะด้านบุคลิกภาพ คุณลักษณะด้านความคิดสร้างสรรค์ และคุณลักษณะด้านเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ และประภาภรณ์ มูลแสง (2538 : 257) ได้กล่าวถึงลักษณะของครูที่มีความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่า “ครูวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของตนเองเพราะจะมีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ถ้านักเรียนได้รับประสบการณ์แบบสร้างสรรค์ในการเรียนการสอนจะทำให้ความคิดสร้างสรรค์ในตัวนักเรียนได้รับการพัฒนา” พร้อมทั้งได้กล่าวถึงลักษณะของครูที่มีความเหมาะสมในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้แก่ผู้เรียนไว้ 7 ประการคือ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เป็นแหล่งความรู้และมีความรอบรู้ มีความสนใจรอบด้าน มีความสนใจนักเรียนอย่างจริงจัง มีอารมณ์ขัน มีสุขภาพอนามัยดี และมีคุณสมบัติส่วนตัวดี เป็นต้น ในส่วนของข้อมูลเชิงปฏิบัติก็ได้แสดงผลการสำรวจของนักเรียนโครงการ พสวท. ว่ามีความต้องการให้ครู-

อาจารย์ตลอดจนบิดา-มารดาปฏิบัติเช่นไรจึงจะเป็นการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ ครู-อาจารย์ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นอย่างกว้างขวาง ให้คำแนะนำที่ดีเมื่อเกิดปัญหา ฝึกให้รู้จักคิดมากกว่าท่องจำ รับฟังความคิดเห็นของผู้เรียน ฯลฯ ส่วนบิดา-มารดาควรให้ความสนับสนุนทางความคิดและการปฏิบัติ ให้เสรีภาพทางความคิดแก่บุตรหลาน เป็นแบบอย่างที่ดี(ทางความคิดสร้างสรรค์) ส่งเสริมในสิ่งที่บุตรหลานสนใจและถนัด ฯลฯ (ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ และสรฤติ หันสนธิยะ. 2539) จึงน่าจะเป็นการสมควรที่บุคคลที่เป็นองค์ประกอบหลักทางการศึกษาจะได้ตรวจสอบและพัฒนาตนเองเพื่อให้สามารถทำหน้าที่เป็น “บ่อเกิด” ที่มีคุณภาพของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ให้แก่ลูกบุตรหลานต่อไป

3. จากผลการวิจัยที่พบว่าในส่วนของบ่อเกิดด้านพฤติกรรม “การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดี” เป็นบ่อเกิดที่เด่นนั้นกล่าวได้ว่า ตามหลักพุทธธรรม “การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดี” เป็นส่วนหนึ่งของปัจจัยด้าน “ปรโตโมสะ” ซึ่งมีความสำคัญต่อกระบวนการพัฒนาคุณภาพมนุษย์ ทั้งในส่วนที่เป็น “กัลยาณมิตร” และ “สิ่งแวดล้อมภายนอก” เช่น ข่าวสาร ข้อเขียน การโฆษณา อย่างไรก็ตาม ในการวิจัยครั้งนี้ปัจจัยด้านปรโตโมสะในส่วนของการเห็นแบบอย่างการกระทำที่ดีนั้นมีความโน้มเอียงที่จะเป็นส่วนที่มาจากการแสดงพฤติกรรมที่ดีของ “กัลยาณมิตร” มากกว่าส่วนที่เป็น “สิ่งแวดล้อมภายนอก” ซึ่งการเป็นแบบอย่างที่ดีนั้น พระธรรมปิฎก (ประยุทธ์ ปยุตฺโต) ได้แสดงทัศนะว่า เป็นส่วนหนึ่งของการสอนและนับเป็นการสอนที่มีประสิทธิภาพกว่าการสอนด้วยวาจา (อาภา จันทรสกุล. 2538 : 3) การเป็นแบบอย่างที่ดีนี้ตามหลักของการศึกษาเพื่อชีวิตและสังคมกล่าวได้ว่า บุคคลมีโอกาสดำเนินได้สัมผัสแบบอย่างต่างๆอยู่ตลอดเวลา เป็นเหตุให้เกิดการซึมซับและหล่อหลอมเป็นพฤติกรรมต่างๆขึ้นในบุคคลนั้น ประเด็นดังกล่าวนี้มีปรากฏในคำกล่าวของพนัส หันนาคินท์ (2528 : 3-6) ที่ว่า “การศึกษาประเภทไม่เป็นแบบแผนย่อมจะมีอยู่ทุกระยะของชีวิตมนุษย์ แม้ในปัจจุบันเราอาจจะได้รับการศึกษาโดยการทำตามแบบอย่างผู้ใหญ่หรือเพื่อน ในบางครั้งก็โดยไม่ได้ตั้งใจที่จะรับการศึกษาโดยตรงเช่นนั้น แต่ก็ได้รับความรู้หรือประสบการณ์มาโดยไม่รู้ตัว และจะเกิดขึ้นเรื่อยๆไปตลอดชีวิตของเรา” นอกจากเอกสารดังกล่าวแล้ว ในส่วนของการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อให้เด็กเกิดความคิดสร้างสรรค์ ประภาภรณ์ มูลแสง (2538 : 257) ได้เสนอไว้ว่า ครูวิทยาศาสตร์จะต้องเป็นแบบอย่างของการมีความคิดสร้างสรรค์ด้วย นอกจากนี้จากการสำรวจทัศนะของนักเรียนโครงการ พสวท. ก็พบว่า ทั้งนักเรียนชายและนักเรียนหญิงต้องการเห็นการเป็นแบบอย่างที่ดีจากครูและผู้ปกครอง(ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ และสรฤติ หันสนธิยะ. 2539)

อย่างไรก็ตาม จากผลการวิจัยในส่วนของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ซึ่งพบว่าบ่อเกิดด้าน “การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดี” เป็นบทบาทที่เด่นกว่าบ่อเกิดด้าน “การได้รับการแนะ

นำอบรมด้วยวาจา" นั้น ความแตกต่างมีไม่มากนัก (ดูตาราง 38) จึงสมควรได้กล่าวถึงบ่อเกิดด้าน "การได้รับการแนะนำอบรมด้วยวาจา" ไว้ในที่นี้ด้วย

บ่อเกิดด้าน "การได้รับการแนะนำอบรมด้วยวาจา" นั้นนับได้ว่า เป็นบ่อเกิดอีกส่วนหนึ่งของปรัโตโมสะ หากแต่เป็นปรัโตโมสะที่เป็นข้อมูลข่าวสารทางวาจาโดยเฉพาะ การให้ข้อมูลข่าวสารทางวาจานี้เป็นกิจกรรมของการสอนที่ปรากฏอยู่ในสังคมไทยโดยทั่วไปมาช้านาน ดังนั้น ในชีวิตจริงของผู้เยาว์กล่าวได้ว่าได้สัมผัสและคุ้นเคยกับการอบรมสั่งสอนด้วยวาจาอยู่โดยสม่ำเสมอ อย่างไรก็ตาม ผลแห่งการอบรมสั่งสอนด้วยวาจานั้นไม่มีหลักประกันว่าจะต้องเกิดผลเต็มที่ตามที่ผู้สอนปรารถนาจะให้เกิด นอกจากนี้ในส่วนของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบด้วย ความอยากรู้อยากเห็น ความไวต่อปัญหา ความคิดแหวกแนว ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด ชอบการเปลี่ยนแปลง ทำงานเพื่อความพอใจ มีอารมณ์ขัน นั้นอาจไม่ใช่สาระที่ "ผู้ใหญ่" ในสังคมไทยจะมุ่งอบรมสั่งสอนแก่ผู้เยาว์เป็นการเฉพาะ เพราะเมื่อกล่าวถึงการสอนมีแนวโน้มว่าพ่อแม่ผู้ปกครองย่อมสั่งสอนอบรมด้วยจรรยาความประพฤติเป็นหลัก ส่วนครู-อาจารย์มักรับหน้าที่สั่งสอนอบรมในทางวิชาการ ด้วยแนวโน้มดังกล่าว การอบรมแนะนำเพื่อให้เกิดลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์จึงไม่ใช่สิ่งที่เกิดขึ้นโดยทั่วไป หากแม้จะเกิดขึ้นจะเกิดต่อเมื่อมีจุดประสงค์เพื่อการอบรมสั่งสอนในการนั้นเป็นการเฉพาะ เช่น ในการสอนวิทยาศาสตร์ ครู-อาจารย์อาจเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดอย่างสร้างสรรค์หรือทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการคิดสร้างสรรค์เป็นครั้งคราว ในกรณีเดียวกันนี้ การอบรมสั่งสอนทางบ้านอาจเกิดขึ้นน้อยมากยกเว้นในกรณีที่ครอบครัวมีการประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับงานคิดค้นหรืองานสร้างสรรค์ ด้วยเหตุดังกล่าว การอบรมสั่งสอนด้วยวาจาแม้จะมีโอกาสเกิดขึ้นได้มาก แต่ก็หาใช่กิจกรรมที่นำไปสู่การบ่มเพาะลักษณะการการคิดสร้างสรรค์เท่าที่ควรไม่ ดังนั้นบ่อเกิดด้าน "พฤติกรรม" ในส่วนที่เป็น "การได้รับการแนะนำอบรมด้วยวาจา" จึงมีความสำคัญลดลงเมื่อเทียบกับ "การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดี"

2.3 การอภิปรายผลการวิจัยในประเด็นว่าด้วยช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัวของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์

ผลการวิจัยในประเด็นนี้พบว่า ช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัวของลักษณะการฯ ส่วนใหญ่คือ "ระหว่างอายุ 15-20 ปี" และเมื่อพิจารณาจากสัดส่วนของจำนวนกลุ่มของบุคคลที่เป็นแหล่งข้อมูลพบว่า มีช้อยกเว้นสำหรับลักษณะการฯ 3 ลักษณะการคือ "ความอยากรู้อยากเห็น", "ความไวต่อปัญหา" (ซึ่ง "ระหว่างอายุ 10-15 ปี" เป็นช่วงเวลาก่อตัวของลักษณะการทั้งสองในสัดส่วน 3 ต่อ 4 กลุ่ม) และ "มีอารมณ์ขัน" (ซึ่ง "ระหว่างอายุ 10-15 ปี" และ "ระหว่างอายุ 15-20 ปี" ต่างได้รับการระบุว่าเป็นช่วงเวลาก่อตัวในสัดส่วน 2 ต่อ 2 กลุ่มเท่ากัน)

ผลการวิจัยในประเด็นนี้กล่าวได้ว่า มีความสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้ว่า “ช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัวของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์คือ ระหว่างอายุ 15-20 ปี” 4 ลักษณะการฯ คือ “ความคิดแหวกแนว” “ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด” “ชอบการเปลี่ยนแปลง” และ “ทำงานเพื่อความพอใจ” มีแนวโน้มว่าจะสอดคล้อง 1 ลักษณะการฯคือ “มีอารมณ์ขัน” และไม่สอดคล้อง 2 ลักษณะการฯคือ “ความอยากรู้อยากเห็น” และ “ความไวต่อปัญหา”

จากผลการวิจัยข้างต้นมีข้อสรุปดังต่อไปนี้

1. ในส่วนของความสอดคล้องกับสมมติฐานของการวิจัย กล่าวได้ว่าข้อสรุปข้างต้นเป็นเพียงข้อสรุปอย่างกว้างๆ กล่าวคือ ในการกำหนดสมมติฐานของการวิจัยนั้นกำหนดขึ้นจากผลการสำรวจเบื้องต้นที่กระทำกับนักวิทยาศาสตร์ดีเด่น 2 ท่าน และนักประดิษฐ์ (นักวิทยาศาสตร์ที่มีผลงานประดิษฐ์คิดค้น) 2 ท่าน ซึ่งเมื่อวิเคราะห์ผลการวิจัยลงสู่รายละเอียดและพิจารณาเปรียบเทียบกันระหว่างกลุ่ม “นักวิทยาศาสตร์” (นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่นักเรียนวิทยาศาสตร์) กับกลุ่ม “นักประดิษฐ์” (ผู้ใหญ่ นักประดิษฐ์กับนักเรียนนักประดิษฐ์) จะได้รายละเอียดของการเปรียบเทียบดังนี้ (ดูตาราง 5 ประกอบ)

1.1 ในลักษณะการ “ความอยากรู้อยากเห็น” ช่วงเวลาก่อตัว “ระหว่างอายุ 10-15 ปี” ของกลุ่ม “นักวิทยาศาสตร์” ตรงกับข้อมูล 2 รายจากการสำรวจเบื้องต้น แต่สำหรับกลุ่ม “นักประดิษฐ์” ช่วงเวลาก่อตัว “ระหว่างอายุ 10-15 ปี” ตรงกับข้อมูล 1 รายจากการสำรวจเบื้องต้น (อีก 1 รายระบุช่วงเวลาก่อตัวเป็น “ก่อนอายุ 10 ปี”)

1.2 ในลักษณะการ “ความไวต่อปัญหา” พบว่า ช่วงเวลาก่อตัว “ระหว่างอายุ 10-15 ปี” ของกลุ่ม “นักวิทยาศาสตร์” ตรงกับข้อมูล 1 รายจากการสำรวจเบื้องต้น (อีก 1 รายระบุช่วงเวลาก่อตัวเป็น “ระหว่างอายุ 15-20 ปี”) ส่วนในกลุ่ม “นักประดิษฐ์” ผลการสำรวจเบื้องต้นทั้ง 2 รายระบุช่วงเวลาก่อตัวตรงกันเป็น “ระหว่างอายุ 10-15 ปี” ซึ่งตรงกับผลการวิจัยในกลุ่มผู้ใหญ่ นักประดิษฐ์ ในขณะที่กลุ่มนักเรียนนักประดิษฐ์พบว่า “ระหว่างอายุ 15-20 ปี” คือช่วงเวลาก่อตัว

1.3 ในลักษณะการ “ความคิดแหวกแนว” ช่วงเวลาก่อตัว “ระหว่างอายุ 10-15 ปี” ของกลุ่ม “นักวิทยาศาสตร์” ตรงกับข้อมูล 2 รายจากการสำรวจเบื้องต้น ส่วนในกลุ่ม “นักประดิษฐ์” ตรงกัน 1 ราย (อีก 1 รายระบุช่วงเวลาก่อตัวเป็น “ก่อนอายุ 10 ปี”)

1.4 ในลักษณะการ “ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด” ช่วงเวลาก่อตัว “ระหว่างอายุ 15-20 ปี” ของกลุ่มนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่มตรงกันกับข้อมูลทั้ง 2 รายจากการสำรวจเบื้องต้น (ในขณะที่ “ระหว่างอายุ 10-15 ปี” คือช่วงเวลาก่อตัวของลักษณะการฯนี้ของกลุ่มนักเรียนวิทยาศาสตร์) แต่ในส่วน “นักประดิษฐ์” ช่วงเวลาก่อตัว “ระหว่างอายุ 15-20 ปี” ไม่ตรง

กับข้อมูลจากการสำรวจเบื้องต้นทั้ง 2 ราย (1 รายระบุ “ก่อนอายุ 10 ปี” และอีก 1 รายระบุ “หลังอายุ 20 ปี” เป็นช่วงเวลาที่ก่อตัว)

1.5 ในลักษณะการ “ชอบการเปลี่ยนแปลง” ช่วงเวลาที่ก่อตัว “ระหว่างอายุ 15-20 ปี” ของกลุ่มนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ตรงกับข้อมูลจากการสำรวจเบื้องต้นทั้ง 2 ราย (ช่วงเวลาที่ก่อตัว “ระหว่างอายุ 10-15 ปี” ของกลุ่มนักเรียนวิทยาศาสตร์ไม่ตรงกับข้อมูลจากการสำรวจเบื้องต้น) ในกลุ่ม “นักประดิษฐ์” ช่วงเวลาที่ก่อตัว “ระหว่างอายุ 15-20 ปี” ตรงกับข้อมูลจากการสำรวจเบื้องต้น 1 ราย (อีก 1 รายระบุ “ระหว่างอายุ 10-15 ปี” เป็นช่วงเวลาที่ก่อตัว)

1.6 ในลักษณะการ “ทำงานเพื่อความพอใจ” ช่วงเวลาที่ก่อตัว “ระหว่างอายุ 15-20 ปี” ของกลุ่มนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ตรงกับข้อมูลจากการสำรวจเบื้องต้น 1 ราย (อีก 1 รายระบุว่า “หลังอายุ 20 ปี” เป็นช่วงเวลาที่ก่อตัว) ส่วนช่วงเวลาที่ก่อตัว “ระหว่างอายุ 10-15 ปี” ของกลุ่มนักเรียนวิทยาศาสตร์ไม่ตรงกับข้อมูลจากการสำรวจเบื้องต้นทั้ง 2 ราย สำหรับกลุ่มนักประดิษฐ์ ช่วงเวลาที่ก่อตัว “ระหว่างอายุ 15-20 ปี” ตรงกับข้อมูลจากการสำรวจเบื้องต้น 1 ราย (อีก 1 รายระบุว่า “หลังอายุ 20 ปี” เป็นช่วงเวลาที่ก่อตัว)

1.7 ในลักษณะการ “มีอารมณ์ขัน” ช่วงเวลาที่ก่อตัว “ระหว่างอายุ 15-20 ปี” ของกลุ่มนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ตรงกับข้อมูลจากการสำรวจเบื้องต้น 1 ราย ส่วนอีก 1 รายระบุว่า “ระหว่างอายุ 10-15 ปี” เป็นช่วงเวลาที่ก่อตัวซึ่งตรงกับผลการวิจัยในกลุ่มนักเรียนวิทยาศาสตร์ ส่วนในกลุ่มผู้ใหญ่ นักประดิษฐ์ช่วงเวลาที่ก่อตัว “ระหว่างอายุ 15-20 ปี” ตรงกับข้อมูลจากการสำรวจเบื้องต้น 1 ราย (อีก 1 รายระบุว่า “หลังอายุ 20 ปี” เป็นช่วงเวลาที่ก่อตัว) สำหรับช่วงเวลาที่ก่อตัว “ระหว่างอายุ 10-15 ปี” ของกลุ่มนักเรียนนักประดิษฐ์ไม่ตรงกับข้อมูลจากการสำรวจเบื้องต้นทั้ง 2 ราย

จากประเด็นการเปรียบเทียบที่แยกแยะไว้ตาม 1.1 - 1.7 ข้างต้นสรุปได้ว่า การศึกษาในประเด็นช่วงเวลาร่วมแรกของการก่อตัวของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์นี้มีข้อค้นพบที่หลากหลายมาก ในกรณีที่ต้องการผลการวิจัยที่เข้าสู่รายละเอียด การศึกษาด้วยวิธีการที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ น่าจะไม่เหมาะสม วิธีการที่เหมาะสมกว่าคือการใช้วิธีการเชิงมานุษยวิทยา (Anthropological Approach) หรือวิธีการเชิงชาติพันธุ์วรรณา (Ethnographic Approach)

2. ในส่วนของผลการวิจัยโดยภาพรวมที่สรุปว่า ช่วงเวลาร่วมแรกของการก่อตัวของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ “ความอยากรู้อยากเห็น” และ “ความไวต่อปัญหา” คือ “ระหว่างอายุ 10-15 ปี” นั้น กล่าวได้ว่าผลการวิจัยในส่วนนี้สอดคล้องกับผลการศึกษาพัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์ของบุคคลตั้งแต่แรกเกิดจนถึงวัยรุ่นของทอร์เรนซ์ ซึ่งได้สรุปพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ของบุคคลที่มีอายุ 10-12 ปี และ 12-14 ปีไว้ว่า “อายุ 10-12 ปี : เด็กหญิงชอบการค้นคว้าหาคำตอบจากการอ่าน เด็กชายชอบค้นคว้าด้วยการใช้ประสบการณ์ตรง

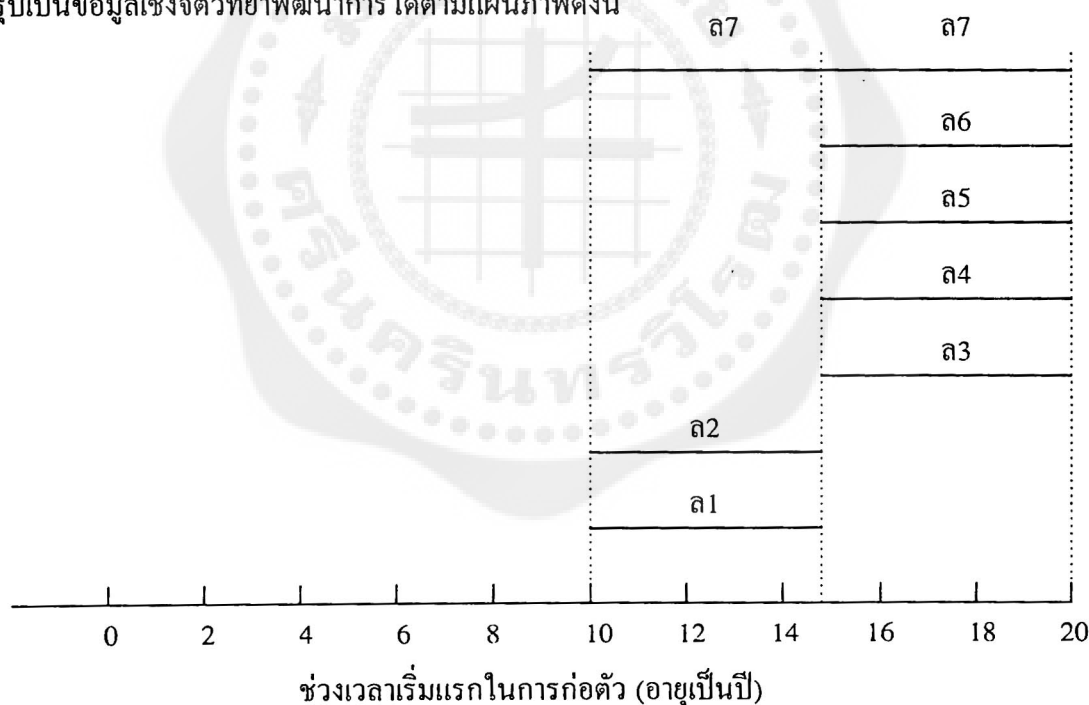
ความสามารถเชิงศิลปะและดนตรีพัฒนาอย่างรวดเร็ว, อายุ 12-14 ปี : เป็นวัยโลดโผนชอบเสี่ยงภัย เด็กเก่งจะแสดงความสามารถในการจินตนาการและทำงานเชิงศิลปะและดนตรีรวมทั้งงานช่างกล ได้อย่างดี” (Torrance. 1985 : 160-161) ซึ่งพฤติกรรมที่ปรากฏในข้อพรรณนาข้างต้นเกือบทั้งหมดเป็นพฤติกรรมที่เอื้ออำนวยต่อความอยากรู้อยากเห็นและความไวต่อปัญหา เช่น “ชอบการค้นคว้า” “ชอบเสี่ยงภัย” และ “ชอบจินตนาการ” เป็นต้น นอกจากนี้หากพิจารณาพฤติกรรมในวัย 14-16 ปี (ซึ่งคาบเกี่ยวกับวัย 15 ปี) ของการศึกษาในเรื่องเดียวกันที่ว่า “อายุ 14-16 ปี : ยังคงโลดโผนและเสี่ยงภัย ใช้จินตนาการในเชิงมองอนาคต มีการพัฒนาความสนใจและความถนัดได้อย่างรวดเร็วแต่ยังไม่แน่นอน” (Torrance. 1985 : 160-161) ก็จะเห็นได้ว่าพฤติกรรมเด่นๆของบุคคลในวัยนี้ ได้แก่ “โลดโผนและชอบเสี่ยงภัย” “จินตนาการอนาคต” “พัฒนาความสนใจและความถนัด” ล้วนเป็นพฤติกรรมที่สัมพันธ์กับลักษณะการ “ความอยากรู้อยากเห็น” และ “ความไวต่อปัญหา” ทั้งสิ้น นอกจากนี้ช่วงอายุดังกล่าวยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ฟิลทซ์และซันด์ ที่พบว่านักเรียน (อเมริกัน) ส่วนใหญ่เริ่มสนใจวิทยาศาสตร์เป็นครั้งแรกเมื่อมีอายุ 12 ปี (Piltz and Sund. 1969 : 33) อีกด้วย

นอกจากนี้ในส่วน of ลักษณะการฯ “ความคิดแหวกแนว” “ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด” “ชอบการเปลี่ยนแปลง” และ “ทำงานเพื่อความพอใจ” ที่พบว่า “ระหว่างอายุ 15-20 ปี” เป็นช่วงเวลาก่อตัวของลักษณะการฯทั้ง 4 ลักษณะการฯนั้น ผลการวิจัยในส่วนนี้นับว่าสอดคล้องกับผลการศึกษาพัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์ของบุคคลตั้งแต่แรกเกิดจนถึงวัยรุ่นของทอร์เรนซ์อีกเช่นกัน กล่าวคือ “อายุ 16-18 ปี : มีความต้องการในการทำกิจกรรมเชิงสร้างสรรค์อย่างอิสระเสรี ความสนใจและความถนัดมีความแน่นอนมากขึ้น - - - สามารถปลดปล่อยอารมณ์สร้างสรรค์ได้อย่างเหมาะสม สามารถแก้ปัญหาและมีส่วนร่วมในกิจกรรมแบบหมู่คณะได้อย่างเอาใจจริงเอาใจ” (Torrance. 1985 ว 160-161) ซึ่งพฤติกรรมหลักของบุคคลอายุ 16-18 ปี (คาบเกี่ยวกับ “15-20 ปี” ที่เป็นข้อค้นพบของการวิจัยในประเด็นนี้) ได้แก่ “การทำกิจกรรมเชิงสร้างสรรค์อย่างเสรี” “ปลดปล่อยอารมณ์สร้างสรรค์” “แก้ปัญหา” “มีส่วนร่วมในกิจกรรมอย่างจริงจัง” ล้วนเป็นพฤติกรรมที่สอดคล้องและส่งเสริมลักษณะการฯ “ความคิดแหวกแนว” “ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด” “ชอบการเปลี่ยนแปลง” และ “ทำงานเพื่อความพอใจ” อย่างค่อนข้างชัดเจน

สำหรับลักษณะการฯ “มีอารมณ์ขัน” ซึ่งพบว่า มีการกระจายของช่วงเวลาก่อตัวเป็น 2 ช่วง คือ “ระหว่างอายุ 10-15 ปี” กับ “ระหว่างอายุ 15-20 ปี” นั้นกล่าวได้ว่า ลักษณะการฯ “มีอารมณ์ขัน” เป็นลักษณะการฯที่มีช่วงเวลาก่อตัวเปิดกว้างมากกว่าลักษณะการฯอื่นๆ นอกจากนี้การ “มีอารมณ์ขัน” เป็นพฤติกรรมที่ต้องอิงอาศัย “สิ่งเร้า” ภายนอกมากระตุ้นมากกว่าที่จะเกิดขึ้นได้เอง ช่วงเวลาของการก่อตัวของลักษณะการฯ “มีอารมณ์ขัน” จึงแปรผันไป

ตามจังหวะเวลาที่ได้รับการกระตุ้นเร้าจาก “ปัจจัยภายนอก” เป็นสำคัญ เมื่อพิจารณาจาก “พฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์” จากผลการศึกษาของทอร์เรนซ์ (Torrance. 1985 : 160-161) ก็พบว่ามีความสัมพันธ์ของบุคคลวัย 10-18 ปีที่สอดคล้องกับการมีอารมณ์ขันอยู่บ้างเช่นกัน เช่น “ความสามารถเชิงศิลปะ” (เกี่ยวข้องกับอารมณ์ศิลป์และความมีลีลายืดหยุ่น) “จินตนาการ” (เกี่ยวข้องกับการรับรู้สิ่งเร้าใดๆได้ในรูปแบบที่ไม่ตายตัว) “ปลดปล่อยอารมณ์สร้างสรรค์” (สอดคล้องกับอารมณ์ขัน) และ “มีส่วนร่วมในกิจกรรมแบบหมู่คณะ” (การร่วมกิจกรรมกับหมู่คณะจะทำให้มีประสบการณ์ที่กว้างขวางและได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ “กรณีข้ามขั้น” จากกลุ่มเพื่อนและหมู่คณะได้มากขึ้น) จึงกล่าวได้ว่าผลการวิจัยที่พบว่า ช่วงเวลาก่อตัวของลักษณะการฯ “มีอารมณ์ขัน” คือ “ระหว่างอายุ 10-15 ปี” และ “ระหว่างอายุ 15-20 ปี” มีความสอดคล้องกับผลการศึกษาของทอร์เรนซ์ (Torrance. 1985 : 160-161) อยู่พอสมควร

จากผลการวิจัยว่าด้วยช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัวของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์นี้ แม้ว่าจะยังไม่ชัดเจนเพียงพอและต้องการการวิจัยเพิ่มเติมอีกมาก แต่ในเบื้องต้นนี้สามารถสรุปเป็นข้อมูลเชิงจิตวิทยาพัฒนาการได้ตามแผนภาพดังนี้



ภาพที่ 4 แสดงช่วงเวลาเริ่มแรกในการก่อตัวของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์

หมายเหตุ ล1 = ความอยากรู้อยากเห็น ล2 = ความไวต่อปัญหา ล3 = ความคิดแหวกแนว

ล4 = ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด ล5 = ชอบการเปลี่ยนแปลง

ล6 = ทำงานเพื่อความพอใจ ล7 = มีอารมณ์ขัน

2.4 การอภิปรายผลการวิจัยในประเด็นว่าด้วยปริมาณลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์
ผลการวิจัยในประเด็นนี้แยกกล่าวตามกลุ่มบุคคลที่เป็นแหล่งข้อมูลของการวิจัย
ได้ดังนี้

1. ปริมาณลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ของกลุ่มนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่เรียง
ลำดับได้ดังนี้ (ตัวเลขในวงเล็บคือค่าเฉลี่ยซึ่งคำนวณจากค่าสูงสุด = 5 และค่าต่ำสุด = 1) 1) ทำ
งานเพื่อความพอใจ(5.00) 2) ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด(4.55) 2) ชอบการเปลี่ยนแปลง
(4.55) 4) ความไวต่อปัญหา(4.00) 4) ความคิดแหวกแนว(4.00) 6) ความอยากรู้อยากเห็น
(3.77) และ 6) มีอารมณ์ขัน(3.77)

2. ปริมาณลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ของกลุ่มนักเรียนวิทยาศาสตร์เรียง
ลำดับได้ดังนี้ 1) ชอบการเปลี่ยนแปลง(4.11) 2) มีอารมณ์ขัน(4.00) 3) ทำงานเพื่อความพอใจ
(3.90) 4) ความอยากรู้อยากเห็น(3.68) 5) ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด(3.63) 6) ความคิด
แหวกแนว(3.47) และ 7) ความไวต่อปัญหา(3.44)

3. ปริมาณลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ของกลุ่มผู้ใหญ่นักประดิษฐ์เรียงลำดับ
ได้ดังนี้ 1) ทำงานเพื่อความพอใจ(4.42) 2) ความคิดแหวกแนว(4.07) 3) ความอยากรู้อยากเห็น
(4.00) 3) ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด(4.00) 5) ความไวต่อปัญหา(3.84) 6) ชอบการ
เปลี่ยนแปลง(3.50) และ 7) มีอารมณ์ขัน(3.14)

4. ปริมาณลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ของกลุ่มนักเรียนนักประดิษฐ์เรียง
ลำดับได้ดังนี้ 1) ความอยากรู้อยากเห็น(4.16) 1) ทำงานเพื่อความพอใจ(4.16) 3) ชอบทำในสิ่ง
ที่ท้าทายความคิด(4.00) 4) ความคิดแหวกแนว(3.83) 4) ชอบการเปลี่ยนแปลง(3.83) 6) มี
อารมณ์ขัน(3.67) และ 7) ความไวต่อปัญหา(3.33)

จากสมมติฐานของการวิจัยซึ่งกำหนดไว้ว่า “ปริมาณลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์
เรียงลำดับจากมากไปน้อยได้ดังนี้”

1. สำหรับกลุ่มนักวิทยาศาสตร์ คือ 1) ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด 2) ทำงาน
เพื่อความพอใจ 3) ความคิดแหวกแนว 4) ความไวต่อปัญหา 5) ความอยากรู้อยากเห็น 5) ชอบ
การเปลี่ยนแปลง และ 7) มีอารมณ์ขัน

2. สำหรับกลุ่มนักประดิษฐ์ คือ 1) ความคิดแหวกแนว 2) ทำงานเพื่อความพอใจ
3) ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด 4) ชอบการเปลี่ยนแปลง 5) ความอยากรู้อยากเห็น 6) ความ
ไวต่อปัญหา และ 7) มีอารมณ์ขัน” นั้น กล่าวได้ว่าผลการวิจัยดังกล่าวข้างต้นมีความสอดคล้อง
กับสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้ กล่าวคือ จากการวิเคราะห์ความสอดคล้อง (โดยใช้ดัชนีความ
สัมพันธ์ของข้อมูลลำดับที่หรือ rank correlation พบว่า ผลการวิจัยกับสมมติฐานการวิจัยมีความ

สัมพันธ์เป็นบวก ซึ่งแปลความว่าผลการวิจัยมีความสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย โดยมีค่าดัชนีความสัมพันธ์ระหว่าง “สมมติฐานการวิจัย” กับผลการวิจัยจากแหล่งข้อมูลแต่ละแหล่งแยกเป็นรายกรณีได้ดังนี้ (ดูตาราง 48 ประกอบ) 1) กลุ่มนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่มีดัชนีความสัมพันธ์ = .63 2) กลุ่มนักเรียนวิทยาศาสตร์มีดัชนีความสัมพันธ์ = .16 3) กลุ่มผู้ใหญ่ นักประดิษฐ์มีดัชนีความสัมพันธ์ = .57 4) กลุ่มนักเรียนนักประดิษฐ์มีดัชนีความสัมพันธ์ = .50

ข้ออภิปรายสืบเนื่องจากผลการวิจัยข้างต้นมีดังต่อไปนี้

ประการแรก เมื่อพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้อง (rank correlation) ระหว่างสมมติฐานของการวิจัยกับข้อมูลจากกลุ่มบุคคลทั้ง 4 กลุ่ม (ที่ใช้เป็นแหล่งข้อมูล) จะพบว่าในกลุ่ม “นักวิทยาศาสตร์” นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่มีความสอดคล้องกับสมมติฐานเป็น .63 ซึ่งสูงกว่านักเรียนวิทยาศาสตร์กับสมมติฐานที่มีความสอดคล้องเป็น .16 ที่เป็นเช่นนี้เป็นเพราะว่าสมมติฐานกำหนดขึ้นจากผลการวิเคราะห์ “ปริมาณ” ลักษณะการของนักวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบด้วย นิวตัน คาร์วิน กูรี ไอน์สไตน์ ศาสตราจารย์ ดร.กลุ่ม วัชรโบล และศาสตราจารย์ ระพี สาคริก นักวิทยาศาสตร์ทั้ง 6 ท่านดังกล่าว เป็นผู้ใหญ่มากซึ่งมีภาพลักษณ์ของการมีวุฒิภาวะสูงและเป็นต้นแบบที่ดี (แม้ว่าจะไม่สมบูรณ์ที่สุด) ในพฤติกรรมความเป็นนักวิทยาศาสตร์ ดังนั้น จากข้อค้นพบข้างต้นซึ่งพบความสอดคล้องเป็น .63 และ .16 สำหรับกลุ่มนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ และนักเรียนวิทยาศาสตร์ตามลำดับ จึงแสดงให้เห็นว่าโดยภาพรวมถึงความสัมพันธ์ของวุฒิภาวะและประสบการณ์ในงานกับปริมาณลักษณะการฯ นอกจากนี้ นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ซึ่งเป็น “ผู้ใหญ่” จึงมีลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์เข้าใกล้ความเป็น “นักวิทยาศาสตร์สากล” มากกว่ากลุ่มนักเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งข้อค้นพบในทำนองเดียวกันนี้ก็ปรากฏในกรณีนักประดิษฐ์ด้วยเช่นกัน กล่าวคือ กลุ่มผู้ใหญ่ นักประดิษฐ์มีความสอดคล้องกับสมมติฐาน = .57 ในขณะที่กลุ่มนักเรียนนักประดิษฐ์มีความสอดคล้องกับสมมติฐาน = .50 ซึ่งในกรณีนักประดิษฐ์นี้สมมติฐานกำหนดขึ้นจากผลการวิเคราะห์ปริมาณลักษณะการฯของ “นักประดิษฐ์สากล” 3 ท่าน คือ เอ็ดสัน ไรท์ และ ดร.อาจง ชุมสาย ณ อยุธยา

ประการที่สอง จากค่าความสอดคล้องระหว่างข้อมูลจากกลุ่มบุคคล (ที่ใช้เป็นแหล่งข้อมูลของการวิจัย) เมื่อนำกลุ่มบุคคลที่มี “ตัวแปร” ร่วมกันมาพิจารณามีข้อค้นพบที่น่าสนใจเกิดขึ้นคือ

1. ตัวแปร “ธรรมชาติของงาน” ระหว่างกลุ่ม “นักวิทยาศาสตร์” (คือนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่กับนักเรียนวิทยาศาสตร์) กับกลุ่ม “นักประดิษฐ์” (คือผู้ใหญ่ นักประดิษฐ์กับนักเรียนนักประดิษฐ์) พบว่า กลุ่มนักประดิษฐ์มีความสอดคล้อง .70 ซึ่งสูงกว่ากลุ่มนักวิทยาศาสตร์ซึ่งมีความสอดคล้อง .16 ข้อค้นพบในส่วนนี้แปลความได้ว่า ลักษณะการฯของนักประดิษฐ์มีความเป็นเอกพันธ์กันชัดเจนกว่าลักษณะการฯของนักวิทยาศาสตร์ ความแตกต่างดังกล่าวน่าจะเป็นผล

สืบเนื่องจากการเกิดประสบการณ์ที่สัมพันธ์กับธรรมชาติของงานที่ต่างกัน กล่าวคือ นักประดิษฐ์ (สิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์) มีความเกี่ยวข้องกับงานที่เป็นรูปธรรมมากกว่างานของนักวิทยาศาสตร์ (ซึ่งมีทั้งงานภาคความคิดและภาคปฏิบัติการ) นอกจากนี้ ในกลุ่ม “นักวิทยาศาสตร์” ในส่วนของ “นักเรียนวิทยาศาสตร์” ก็ไม่สามารถกล่าวได้ว่ามีเอกภาพที่ชัดเจน (ในแง่ของประสบการณ์ในการปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์) เพราะยังอยู่ในช่วงเวลาของการศึกษาเล่าเรียนมากกว่าการปฏิบัติงานจริง (ในทางวิทยาศาสตร์) ความไม่ชัดเจนในความเป็นเอกภาพของกลุ่ม “นักเรียนวิทยาศาสตร์” จึงน่าจะเป็นสาเหตุอีกส่วนหนึ่งที่ทำให้ค่าความสอดคล้องภายในในกลุ่ม “นักวิทยาศาสตร์” มีค่าค่อนข้างต่ำ

2. ตัวแปร “วุฒิภาวะและประสบการณ์” ระหว่างกลุ่ม “ผู้ใหญ่” (ได้แก่ นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่และผู้ใหญ่นักประดิษฐ์) กับกลุ่ม “เยาวชน” (ได้แก่ นักเรียนวิทยาศาสตร์และนักเรียนนักประดิษฐ์) พบว่า กลุ่ม “ผู้ใหญ่” มีค่าความสอดคล้อง .43 ซึ่งสูงกว่ากลุ่ม “เยาวชน” ที่มีค่าความสอดคล้อง .18 ต่อความแตกต่างดังกล่าวอธิบายได้ว่า กลุ่ม “ผู้ใหญ่” แม้จะมีธรรมชาติของงานที่แตกต่างกัน แต่ความมีวุฒิภาวะและประสบการณ์ที่สูงกว่าเป็นเหตุให้เกิดความคงตัวในลักษณะการมากกว่าในกลุ่ม “เยาวชน” ข้ออธิบายนี้แสดงนัยว่า “วุฒิภาวะและประสบการณ์” ของบุคคลน่าจะมีผลต่อการหล่อหลอมกล่อมเกลาให้มีลักษณะการฯที่พึงประสงค์ได้มากกว่าธรรมชาติของงาน ซึ่งอุปมาได้กับกรณีของ “ความอดทน” ที่กล่าวได้ว่า ย่อมเกิดจากการมีประสบการณ์ต่อความยากลำบากในการปฏิบัติงาน โดยไม่จำกัดว่าจะเป็นงานประเภทใด

3. ข้อมูลความสอดคล้องระหว่างกลุ่มนักเรียนวิทยาศาสตร์กับผู้ใหญ่นักประดิษฐ์ซึ่งมีค่า -.41 และนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่นักเรียนนักประดิษฐ์ซึ่งมีค่า .31 ซึ่งชี้ให้เห็นถึงผลที่เกิดจาก “ปฏิสัมพันธ์” ระหว่างตัวแปร “วุฒิภาวะและประสบการณ์” กับ “ธรรมชาติของงาน” ซึ่งในกรณีแรกชี้ให้เห็นว่า ปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งสองนำไปสู่ “ความผกผัน” (มีค่าเป็น -) ของความสอดคล้องฯ ในขณะที่ในกรณีหลังนำไปสู่ “ความคล้อยตามกัน” (มีค่าเป็น +) ของความสอดคล้องฯ ซึ่งข้อสรุปในส่วนนี้ยังไม่สามารถอธิบายได้ชัดเจนในที่นี้ (เนื่องจากหากจะศึกษาในประเด็น “ปฏิสัมพันธ์” โดยตรงจำเป็นต้องได้ข้อมูลที่ชัดเจน เช่น มีการกำหนดโครงสร้างของตัวแปรไว้โดยตรง ฯลฯ เป็นต้น) จึงเสนอแนะให้มีการทำการวิจัยเพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างประสบการณ์และธรรมชาติของงานที่มีต่อปริมาณของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์โดยตรงต่อไป

ประการที่ 3 เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยที่คิดเทียบจาก 5.00 (ซึ่งเป็นค่าสูงสุดที่เป็นไปได้) จะเห็นว่าในภาพรวมของกลุ่มนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่มิมีปริมาณลักษณะการสูงเป็นลำดับ 1 (ค่าเฉลี่ยต่ำสุด-สูงสุดคือ 3.77 - 5.00) ผู้ใหญ่นักประดิษฐ์มีปริมาณลักษณะการสูงเป็นลำดับ 2 (ค่าเฉลี่ยต่ำสุด-สูงสุดคือ 3.14 - 4.42) นักเรียนนักประดิษฐ์มีปริมาณลักษณะการสูงเป็นลำดับ 3

(ค่าเฉลี่ยต่ำสุด-สูงสุดคือ 3.33 - 4.16) และนักเรียนวิทยาศาสตร์มีปริมาณลักษณะการสูงเป็นลำดับ 4 (ค่าเฉลี่ยต่ำสุด-สูงสุดคือ 3.44 - 4.11) ปริมาณลักษณะการโดยภาพรวมของแต่ละกลุ่มดังกล่าว แสดงว่า กลุ่มบุคคลที่จบการศึกษาและทำงานแล้วมีปริมาณลักษณะการสูงกว่ากลุ่มบุคคลที่อยู่ใน วิทยาลัยเก่าเรียน ตัวแปรหลักที่ใช้อธิบายปริมาณความแตกต่างของลักษณะการในกรณีนี้คือ วุฒิ ภาวะและประสบการณ์ กล่าวคือ บุคคลผู้มีวุฒิภาวะและประสบการณ์สูงย่อมได้รับการบ่มเพาะ และพัฒนาคุณลักษณะเกี่ยวกับลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์มามากกว่าบุคคลผู้มีวุฒิภาวะและ ประสบการณ์น้อยกว่า ซึ่งคำอธิบายดังกล่าวนี้เป็นไปตามหลักพัฒนาการโดยทั่วไปของมนุษย์ อย่างไรก็ดีตาม มีข้อสังเกตว่าในกลุ่มนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ลักษณะการ “ทำงานเพื่อความพอใจ” มี ปริมาณโดดเด่นเป็นพิเศษ กล่าวคือ มีค่าเฉลี่ย 5.00 (อันเป็นค่าสูงสุดที่เป็นไปได้จากมาตราส่วน ประมาณค่าที่กำหนดในแบบสำรวจ) ข้อค้นพบในส่วนนี้กล่าวได้ว่าเป็นความสมจริงตามสภาพการ ทำงานของนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ กล่าวคือนักวิทยาศาสตร์กลุ่มนี้ส่วนใหญ่เป็นอาจารย์วิทยา ศาสตร์ของมหาวิทยาลัยต่างๆซึ่งได้รับการประกาศชื่อให้เป็น “นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่” จากผล งานการวิจัยที่ปรากฏอย่างต่อเนื่อง ซึ่งมีใช่เป็นการได้เป็น “นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่” จากการเสนอ ตนเข้าแข่งขัน ดังนั้น จึงกล่าวได้ว่านักวิทยาศาสตร์กลุ่มนี้มีลักษณะการ “ทำงานเพื่อความพอใจ” สูงสุดโดยมีคะแนนเฉลี่ยเป็น 5.00

ข้อสังเกตอีกประการหนึ่งที่สมควรกล่าวถึงก็คือ ลักษณะการ “มีอารมณ์ขัน” ซึ่งโดยภาพรวมพบว่ามีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด (ยกเว้นในกลุ่มนักเรียนวิทยาศาสตร์) ที่เป็นเช่นนี้กล่าวได้ว่าเป็นไปตามสภาพของลักษณะงานเกี่ยวกับการคิดค้นและประดิษฐ์ที่ต้องอาศัยความพากเพียรและ ทุ่มเท อันเป็นลักษณะที่ขัดแย้งกับ “มีอารมณ์ขัน” ซึ่งมีลักษณะเป็น “ความบันเทิง” อย่างไรก็ ตาม การที่ลักษณะการ “มีอารมณ์ขัน” ได้รับการผนวกไว้ในลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ก็ด้วย เหตุที่ลักษณะการ “มีอารมณ์ขัน” เป็นลักษณะการที่มีธรรมชาติสอดคล้องกับการมีความคิดยืดหยุ่น หรือมีมุมมองที่หลากหลาย ไม่มองเพียงแนวใดแนวหนึ่งอย่างตายตัว (เช่น เมื่อกล่าวว่า “ตาไม่ดี” ก็รับรู้คำว่า “ตา” ได้หลายความหมาย กล่าวคือ ดวงตา สามียของยาย ส่วนที่จะงอกเป็นกิ่งและใบ ของต้นไม้ ฯลฯ หรือในวงสนทนาเมื่อกล่าวว่า “เป็นเรื่องของคุณ” ก็อาจตอบได้อย่างมีอารมณ์ ขันว่า “ดีแล้ว ที่ไม่ใช่เรื่องของผม” ฯลฯ) อย่างไรก็ดีตาม เกี่ยวกับลักษณะการ “มีอารมณ์ขัน” ซึ่ง พบว่ามีมากเป็นลำดับ 2 ในกลุ่มนักเรียนวิทยาศาสตร์นั้นอธิบายได้ว่า เป็นไปตามวัยและภาระรับ ผิดชอบ กล่าวคือ นักเรียนกลุ่มนี้เป็นนักเรียนโครงการพัฒนาผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยา ศาสตร์และเทคโนโลยี (พสวท.) ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งอยู่ในวัยสนุกสนานและไม่ มีภาระรับผิดชอบแบบผู้ใหญ่มากนัก ประกอบกับเป็นกลุ่มบุคคลที่ได้รับการยอมรับว่ามีความ เฉลียวฉลาด มีความคิดอ่านปราดเปรียว ลักษณะเหล่านี้เมื่อเข้ามาประกอบกันจึงมีส่วนทำให้ ลักษณะการ “มีอารมณ์ขัน” มีความโดดเด่นขึ้นมา

2.5 การอภิปรายผลการวิจัยในประเด็นว่าด้วยขั้นตอนการคิดสร้างสรรค์

ผลการวิจัยในประเด็นนี้พบว่า นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ นักเรียนวิทยาศาสตร์ ผู้ใหญ่นักประดิษฐ์ และนักเรียนนักประดิษฐ์ ใช้ขั้นตอนหลัก I ถึง IV เป็นส่วนใหญ่ (มีจำนวนผู้ใช้โดยมีการสลับขั้นตอนย่อยคิดเป็นร้อยละ 80.00, 49.43, 73.68 และ 70.00 ตามลำดับ) ส่วนการใช้ขั้นตอนหลัก I ถึง V มีจำนวนน้อยกว่ามาก (จำนวนผู้ใช้โดยมีการสลับขั้นตอนย่อยคิดเป็นร้อยละ 33.33, 5.75, 21.05 และ 20.00 และโดยไม่มีการสลับขั้นตอนย่อยคิดเป็นร้อยละ 20.00, 1.15, 15.79 และ 10.00 ตามลำดับ)

ผลการวิจัยในประเด็นว่าด้วยการศึกษาขั้นตอนการคิดสร้างสรรค์ดังกล่าวข้างต้น กล่าวได้ว่า มีความสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยที่ระบุไว้ว่า “ขั้นตอนการคิดสร้างสรรค์เป็นไปโดยลำดับของขั้นตอนหลักคือ I. ขั้นเตรียมการ II. ขั้นบ่มเพาะความคิด III. ขั้นพบทางออก IV. ขั้นปรับปรุงเปลี่ยนแปลงแนวความคิดแล้วเริ่มต้นใหม่ และ V. ขั้นการคิดแบบสหัชญาณ โดยในขั้นตอนย่อยอาจมีการสลับลำดับบ้าง ทั้งนี้ขั้นตอน V จะเกิดขึ้นในบางกรณี”

ผลการวิจัยในส่วนของขั้นตอนที่ I - IV นับได้ว่ามีความสอดคล้องกับข้อสรุปของทอมสันที่ว่า “ในการคิดสร้างสรรค์ต้องใช้ขั้นตอน 4 ขั้นตอน แต่ไม่จำเป็นต้องเป็นไปโดยลำดับเสมอไป และในบางกรณีอาจมีการรวบขั้นตอนเข้าด้วยกันหรืออาจมีการย้อนกลับไปได้ด้วย” (Thomson. 1959 : 190) ซึ่งการย้อนกลับไปมานี้มีปรากฏชัดเจนในขั้นตอนการคิดประดิษฐ์สิ่งประดิษฐ์ตาม “กระบวนการเทคโนโลยี” ดังแสดงไว้ในภาพที่ 1 (NISTRO. 1987 : 13) และภาพที่ 3 (APU. 1987 : 10)

สำหรับผลการวิจัยที่พบว่า การใช้ขั้นตอนหลักที่ I - V มีน้อยมาก ซึ่งสำหรับขั้นตอนที่ V คือ ขั้นของการคิดออกด้วย “สหัชญาณ” (Intuition) นั้น มีประเด็นที่สมควรกล่าวถึง กล่าวคือ “สหัชญาณ” เป็น “การรู้” ในลักษณะพิเศษที่อาจเกิดขึ้นได้กับบุคคลในบางโอกาส ตัวอย่างการใช้สหัชญาณในการคิดและทำงานสร้างสรรค์ได้สำเร็จนี้ได้รับการกล่าวถึงอยู่บ้าง เช่น กรณีของนิวตัน(Newton) อาร์คิมิดีส(Archimedes) (สุวัฒน์ นิยมคำ. 2517 : 3-4) ดา วินชี(da Vinci) ไอน์สไตน์(Einstein) (Clark. 1986 : 100) รวมทั้งประสบการณ์ของ ดร.อาจอง ชุมสาย ณ อยุธยา (2533 : 49-52, 2533 : 54-58) และวินัย ธีรเบญจกุล (ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ และสรรฤดี หันสนเทียะ. 2539) การใช้ “สหัชญาณ” ในการทำงานสร้างสรรค์ได้สำเร็จนี้มีข้อสังเกตจากกรณีการคิดสูตรคณิตศาสตร์ของ พวาคะเร(Poincaré) ที่ กิเซลิน (Ghiselin. 1952) บันทึกไว้ว่า “ในระยะแรก (พวาคะเร) ทำงานหนักด้วยการคิดอย่างทุ่มเทและเอาจริงเอาจังด้วยการทำงานตามระบบจิตสำนึก (Conscious work) แต่เมื่อคิดไม่ออกจึงได้ปล่อยวางพักผ่อนแล้วจึงคิดออก. . .” และจากกรณีการคิดงานทางวิทยาศาสตร์ที่ ดร.อาจอง ชุมสาย ณ อยุธยา ประสบด้วยตนเอง (อาจอง ชุมสาย ณ อยุธยา. 2533 49-52, 54-58) ว่าเกิดขึ้นภายหลังจากการได้ทำงานคิดค้นอย่าง

หนักและท่วมท้นแต่คิดไม่ออก ต่อเมื่อได้พักผ่อนและเมื่อจิตใจสงบ การคิดออกแบบพิเศษด้วย “สหัชญาณ” ก็เกิดขึ้นโดยมิได้ตั้งใจคิดถึงเรื่องนั้นในขณะนั้น ปรากฏการณ์เช่นนี้สอดคล้องกับข้อสังเกตของเทรเวอร์ส(Travers) ที่ว่า การทดลองเป็นวิถีทางที่ทำให้วิทยาศาสตร์ก้าวหน้า แต่มิได้หมายความว่า การทดลองจะเป็นเพียงหนทางเดียว(ที่ทำให้วิทยาศาสตร์ก้าวหน้า) ... ส่วนใหญ่แล้วการทดลองมักเป็นการพิสูจน์ให้โลกรู้ในสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ได้รู้มาก่อนแล้ว

(Experimentation is the path by which a science advances, this should not taken to mean that it this the only way. - - - Much classic experimentation serve the purpose of demonstration to the world at large what the scientist already knows to be the case.) (Travers. 1978 : 246) ซึ่งต่อข้อสังเกตของเทรเวอร์สมิ่นัยว่า “การรู้มาก่อน” ของนักวิทยาศาสตร์นั้นเป็นการรู้ใน “ลักษณะพิเศษ” ที่มีได้เกิดจากการทำการทดลอง การรู้ใน “ลักษณะพิเศษ” เช่นว่านั้น เทรเวอร์สได้ยกกรณีของ ดาร์วิน(Darwin) ไอน์สไตน์(Einstein) และพริสทลีย์(Pristley) มาเป็นตัวอย่างซึ่งพอสรุปได้ว่าเป็นการใช้ “สหัชญาณ”

อาจกล่าวได้ในที่นี้ว่า การใช้ “สหัชญาณ” ตามตัวอย่างดังกล่าวเป็นวิธีการอย่างหนึ่งในการค้นพบคำตอบหรือคิดค้นงานทางวิทยาศาสตร์ได้สำเร็จ ถึงกระนั้นวิธีการดังกล่าวก็ไม่ได้ได้รับการกล่าวถึงอย่างชัดเจนนักในกลุ่มบุคคลที่นิยมการใช้วิธีการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ตาม มีนักวิทยาศาสตร์บางท่านที่มีประสบการณ์การทำงานโดยอาศัยวิธีการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ควบคู่กับการศึกษาและปฏิบัติจริงในการฝึกจิต เช่น ศาสตราจารย์ นายแพทย์ ประเวศ วะสี ได้กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างระบบการคิดตามแนววิทยาศาสตร์กับแนวที่ไม่ใช่วิทยาศาสตร์ในลักษณะที่ให้ความสำคัญแก่แนวที่ไม่ใช่วิทยาศาสตร์ไว้สูงกว่าแนววิทยาศาสตร์ดังกล่าวที่ว่า “ - - - การเรียนแบบวิเคราะห์(ซึ่งทำให้เกิดปัญญา แต่ก็ไม่พอ ตะวันตก นั้นเขาเรียนวิทยาศาสตร์เป็นการวิเคราะห์ แต่ว่าไม่ลงมือปฏิบัติอย่างที่เราเรียกว่าภาวนาด้วย การภาวนานั้นจะช่วยให้เกิดปัญญาเพิ่มขึ้นและจะเข้าไปในจุดที่มันเข้าใจไม่ถึงด้วยการวิเคราะห์ ซึ่งผมคิดว่า(การภาวนา)ไม่มีในทางตะวันตก และในการเรียนวิทยาศาสตร์ด้วย” (ธนา นิลชัยโกวิทย์. 2539 : 71) ประเด็นการเปรียบเทียบของศาสตราจารย์ นายแพทย์ ประเวศ วะสี ดังกล่าวถึงนอกจากจะสนับสนุนประสบการณ์การคิดได้ด้วย “สหัชญาณ” ของ ดร.อาจอง ชุมสาย ณ อยุธยา และการเห็นคุณค่าของ “สมาธิ” ที่มีต่อการคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ของ วินัย ชีรเบญจกุล (ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ และสรฤดี หันสนธิยะ. 2539) อธิบายให้เห็นโดยปริยายถึงสาเหตุที่พบว่า จำนวนบุคคลที่คิดค้นงานทางวิทยาศาสตร์และงานประดิษฐ์สิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ขั้นตอน I - V (ซึ่งรวมการใช้ “สหัชญาณ” อยู่ด้วย) มีจำนวนไม่มาก (กล่าวคือมีจำนวนร้อยละ 33.33, 5.75, 21.05 และ 20.00 สำหรับกลุ่มนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ นักเรียนวิทยาศาสตร์ ผู้ใหญ่นักประดิษฐ์ และนักเรียนนักประดิษฐ์ ตามลำดับ) อีกด้วย ซึ่งจาก “คำร้อยละ” นั้น จะเห็นได้ว่ากลุ่มนักวิทยาศาสตร์

ศาสตร์รุ่นใหม่มีการใช้ “สหัชญาณ” สูงกว่ากลุ่มอื่นๆ รองลงไปได้แก่กลุ่มผู้ใหญ่ นักประดิษฐ์และนักเรียนนักประดิษฐ์ และลำดับสุดท้ายคือกลุ่มนักเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งผลการวิจัยในส่วนนี้คล้ายคลึงกันอยู่บ้างกับผลการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นจากนักวิทยาศาสตร์ดีเด่น (2 ท่าน) และนักประดิษฐ์ (นักวิทยาศาสตร์ที่มีผลงานประดิษฐ์คิดค้น 2 ท่าน) ที่พบว่ามีการใช้ขั้นตอนของ “สหัชญาณ” กลุ่มละ 1 ท่าน (ดูตาราง 16) ผลการวิจัยในส่วนนี้พอจะสรุปอย่างกว้างๆ ได้ว่า กลุ่มบุคคลที่จบการศึกษาและอยู่ในวัยทำงานมีการใช้ “สหัชญาณ” ในการคิดค้นและปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มบุคคลในวัยเรียน ซึ่งอนุมานได้ว่าน่าจะเกิดจากการมีโอกาสได้ฝึกสมาธิหรือปฏิบัติธรรมนั่นเอง ที่เป็นเช่นนี้อธิบายได้ว่า บุคคลเหล่านั้นหากเป็นพุทธศาสนิกชนอาจเคยได้ฝึกปฏิบัติภาวนาจากที่เคยบวชหรือจากโอกาสอื่นๆ ซึ่งในปัจจุบันนักวิชาการทางวิทยาศาสตร์ให้ความสนใจในเรื่องการปฏิบัติธรรมกันมากขึ้น (ตัวอย่างนักวิชาการเหล่านี้ เช่น นายแพทย์ประสาน ต่างใจ, ศาสตราจารย์ นายแพทย์ เทพนม เมืองแมน, ศาสตราจารย์ นายแพทย์ ประเวศ วะสี, ศาสตราจารย์ ดร.ระวี ภาวิไล, ดร.อาจอง ชุมสาย ณ อยุธยา เป็นต้น) หรือหากเป็นผู้นับถือศาสนาอื่นก็มีโอกาสได้ปฏิบัติภาวนาอยู่แล้วเช่นกัน ดังที่ศาสตราจารย์ นายแพทย์ ประเวศ วะสี กล่าวไว้ว่า “ทุกศาสนามีเรื่องของการภาวนา แต่มากน้อยต่างกัน” (ธนา นิลชัยโกวิทย์, 2539 : 72) ประสบการณ์จากการฝึกปฏิบัติภาวนาจึงน่าจะมีส่วนทำให้สัดส่วนของจำนวนบุคคลที่ใช้ “สหัชญาณ” (ในการคิดค้นหรือปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์) ของกลุ่มบุคคลที่จบการศึกษาและทำงานแล้วสูงกว่ากลุ่มบุคคลที่ยังอยู่ในวัยศึกษาเล่าเรียน ผลการวิจัยในส่วนนี้นำไปสู่ข้อเสนอแนะที่ว่า ควรส่งเสริมให้มีการปฏิบัติภาวนาในหมู่นักวิชาการทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้มากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มบุคคลในวัยเรียน เพราะการปฏิบัติภาวนามีผลดีต่อการพัฒนาบุคคลทั้งในทางวิชาการและจริยธรรมดังที่ศาสตราจารย์ นายแพทย์ ประเวศ วะสี กล่าวสนับสนุนไว้ว่า “...จิตเรานั้นมันต้องการความสงบ ถ้ามันคิดอยู่ตลอดเวลา มันก็เกิดความทุกข์และความสับสนขึ้นได้ ... ตอนที่เกิดความสงบ จิตมันจะมีความสุข ถ้าใครยังไม่เคยภาวนาก็ยังไม่รู้ว่าที่ผมพูดมาแปลว่าอะไร คนจะเจอความสุขที่ไม่เคยเจอมาก่อน และช่วงนั้นสมองจะอยู่ในฐานะที่สามารถเรียนรู้อะไรต่างๆ ได้ง่าย หรือปรับพฤติกรรมได้ง่าย โดยปกติคนจะปรับพฤติกรรมยาก เราไปเรียนรู้อะไรมาก็ได้แต่เพียงรู้เท่านั้น รู้แล้วมันปรับพฤติกรรมไม่ได้ เพราะการเรียนรู้หลังอายุ 6 ขวบแล้วจะปรับพฤติกรรมค่อนข้างยาก ... แต่ถ้ามีเรื่องภาวนาเพื่อเจริญสติ เจริญสมาธิ และเจริญทั้งปัญญา เรื่องการปรับพฤติกรรมก็เป็นเรื่องง่ายหรือว่าเป็นอัตโนมัติไปเลยก็ได้ ...” (ธนา นิลชัยโกวิทย์, 2539 : 72)

อนึ่ง มีข้อสังเกตว่า การเก็บข้อมูลในส่วนของการศึกษาขั้นตอนการคิดสร้างสรรค์นี้มีจุดอ่อนที่สำคัญคือ เป็นการเก็บข้อมูลในลักษณะที่ “กำหนดกรอบ” ให้ผู้ให้ข้อมูลตอบจากขั้นตอนการคิดที่กำหนดไว้ ผู้ตอบเพียงแต่จัดลำดับที่ของขั้นตอนจากประสบการณ์ของตน ดังนั้นคำตอบที่ได้จึงมีข้อจำกัด กล่าวคือ ไม่ได้ข้อมูลเกี่ยวกับขั้นตอนอื่นๆ (ที่อาจมี) ซึ่งหากได้ข้อมูลในส่วนดังกล่าวอาจมีผลต่อการจัดเรียงลำดับขั้นตอนได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนของการ

ใช้ “สหัชญาณ” แม้ผู้ตอบ(ส่วนหนึ่ง)จะระบุว่าใช้เป็นลำดับสุดท้าย แต่ก็ยังไม่ใช่ข้อมูลที่จะสรุปได้โดยชัดเจนว่าเป็นเช่นนั้นจนกว่าจะได้เก็บข้อมูลด้วยวิธีการที่เหมาะสมกว่านี้ เช่น การสังเกตแบบมีส่วนร่วม ฯลฯ ทั้งนี้เพราะมีผลการวิจัยระบุว่า นักคิดสร้างสรรค์บางคน เช่น สตีเฟ่น สเปนเดอร์(Stephen Spender) ซึ่งเป็นกวีได้ใช้ “สหัชญาณ” ในขั้นตอนแรกของการแต่งบทกวี (Ghiselin. 1952) ประเด็นดังกล่าวนี้นำไปสู่ข้อเสนอแนะที่สำคัญอีกประการหนึ่ง กล่าวคือ การศึกษาขั้นตอนการคิดสร้างสรรค์ แม้ว่าจะใช้วิธีการอื่นที่เหมาะสม เช่น การสังเกตแบบมีส่วนร่วม(ดังกล่าวแล้ว) ยังควรทำการศึกษาในเชิงเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มนักวิทยาศาสตร์หรือนักประดิษฐ์ที่มีประสบการณ์ในการปฏิบัติภาวนาแตกต่างกันด้วย

3. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

3.1 ควรนำข้อค้นพบจากการวิจัยครั้งนี้ทั้ง 5 ประเด็น คือ ความสัมพันธ์ภายในระหว่างลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ บ่อเกิดของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ ช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัวของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ ปริมาณลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ และขั้นตอนการคิดสร้างสรรค์ ไปใช้สอนเป็นเนื้อหาเสริมแทรกในรายวิชาทางวิทยาศาสตร์ศึกษาหรือรายวิชาอื่นที่เกี่ยวข้อง

3.2 ควรแนะนำเยาวชนให้รู้จักคบเพื่อนที่เหมาะสมเพื่อเกื้อกูลกันและกันในการพัฒนาลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

3.3 ควรส่งเสริมให้โรงเรียน (เน้นที่ครู-อาจารย์วิทยาศาสตร์) และที่บ้าน (เน้นที่บิดามารดาและผู้ปกครอง) ได้ปรับเปลี่ยนและปรับปรุงแนวทางและพฤติกรรมให้เอื้ออำนวยต่อการพัฒนาลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ให้มากขึ้น

3.4 ควรอบรมเลี้ยงดูและจัดประสบการณ์การเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ทั้งที่บ้านและโรงเรียนเพื่อพัฒนาลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ให้สอดคล้องกับอายุหรือไม่ล่าช้าไปกว่าช่วงอายุต่อไปนี กล่าวคือ ในช่วงอายุประมาณ 10 ปี ควรเน้นการส่งเสริมความอยากรู้อยากเห็น ความไวต่อปัญหาและการมีอารมณ์ขันเป็นพิเศษ และในช่วงอายุประมาณ 15 ปีจึงเน้นความคิดแหวกแนวชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด ชอบการเปลี่ยนแปลงและทำงานเพื่อความพอใจ

3.5 ในเบื้องต้นควรส่งเสริมให้ผู้เรียนทางวิทยาศาสตร์ได้ทำงานคิดค้นและสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ขั้นตอน I - V โดยลำดับ ต่อเมื่อมีประสบการณ์สูงขึ้นจึงเพิ่มโอกาสให้ใช้ขั้นตอนได้อย่างอิสระ

3.6 ควรส่งเสริมให้ผู้เรียนทางวิทยาศาสตร์ได้ปฏิบัติภาวนา (ตามแนวปฏิบัติในลัทธิศาสนาของตน) ให้มากขึ้น เพื่อใช้ประโยชน์จากการนั้นในการคิดค้นและสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์

4. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยต่อไป

สืบเนื่องจากการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยต่อไป ดังนี้

4.1 ควรทำการวิจัยโดยใช้วิทยาการทางด้านการวัดจิตลักษณะ (Psychometrics) เพื่อสร้างเครื่องมือวัด “ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์” ที่มีคุณภาพ

4.2 ควรทำการวิจัยเพื่อศึกษา “ช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัวของลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์” โดยใช้วิทยาการการวิจัยแบบมานุษยวิทยา (Anthropological Approach) หรือแบบชาติพันธุ์วรรณา (Ethnographic Approach) หรือวิธีการวิจัยเชิงคุณภาพอื่นๆที่เหมาะสม

4.3 ควรทำการวิจัยเพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่าง “ประสบการณ์ชีวิต” และ “ธรรมชาติของงาน” ที่มีต่อ ปริมาณลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์

4.4 ควรทำการวิจัยเพื่อศึกษาขั้นตอนการคิดสร้างสรรค์โดยใช้วิธีการสังเกตแบบมีส่วนร่วม (Participative Observation) หรือโดยใช้วิธีการเชิงคุณภาพอื่นๆที่เหมาะสม ในการนี้ควรศึกษาธรรมชาติและปรากฏการณ์ของการเกิด “สหัสญาณ” ที่สัมพันธ์กับการทำงานทางวิทยาศาสตร์เป็นกรณีพิเศษ

4.5 ในแต่ละกรณีตามข้อ 1-4 ควรทำการวิจัยในเชิงเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มนักวิทยาศาสตร์กับกลุ่มนักประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์



บรรณานุกรม

- จันทร์เพ็ญ พรสีกาค. ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับความสามารถในการประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านท่ามะปรางวิทยา อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2538. อัดสำเนา.
- เจริญ รัชตภาคย์. “การพัฒนาวิทยาศาสตร์ของประเทศ,” ใน รัฐสาริรักษ์. 9(1) : 148-150 ; 2510.
- ชัชจรียา ไบลี. คุณลักษณะของอาจารย์วิทยาศาสตร์ในวิทยาลัยครู. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2534. อัดสำเนา.
- โซ สาลิฉัน. เทคโนโลยี การประดิษฐ์ การสร้างอุปกรณ์และเครื่องมือทดลองวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สุวิริยาสาน, 2532.
- ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. ทางเลือกในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ : แนวคิดและแนวปฏิบัติ. กรุงเทพฯ : บริษัทสำนักพิมพ์ดวงกมล จำกัด, 2539.
- ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ และสรฤดี หันสันเทียะ. เอกสารสังเขปความประกอบการประชุมเชิงปฏิบัติการ การอบรมครูวิทยาศาสตร์ของกรุงเทพมหานคร. เมษายน-พฤษภาคม 2539.
- ทัศนีย์ พงกษชลธาร. การสร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2517. อัดสำเนา.
- ธนา นิลชัยโกวิทย์. คู่มือเรื่องความคิดกับ ศ. น.พ. ประเวศ วะสี. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : บริษัท เคล็ดไทย จำกัด, 2539.
- นิพนธ์ จิตภักดี. “การสอนแบบสร้างสรรค์,” สามัญศึกษา. 17 : 16-19 ; มิถุนายน-กรกฎาคม 2523.
- ประกาศ แสงเพชร. “การจัดและสอนงานประดิษฐ์,” ใน คู่มือการสอนวิชาหัตถศึกษา งานประดิษฐ์เศษวัสดุ. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2517.
- ประภาภรณ์ มูลแสง. หลักสูตรและการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2538.
- พนัส หันนาคินทร์. การมัธยมศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์พิมพ์เนศ, 2528.
- พระเทพเวที(ประยุทธ์ ปยุตโต). พุทธธรรม. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : มหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย, 2532.

- พระราชวรมนี(ประยูร ปยุตโต). พุทธธรรม. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : มหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย, 2529.
- เพ็ญ จรุงธรรมพินิจ. ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างสภาพแวดล้อมภายในครอบครัว ลักษณะของนักเรียน และลักษณะของครู กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2532. อัดสำเนา.
- ไพบุณย์ เจริญกุล. “งานประดิษฐ์และงานช่างกับการพัฒนาอาชีพ,” ใน เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนกลุ่มการทำงานและพื้นฐานอาชีพ หน่วยที่.13. พิมพ์ครั้งที่ 6. นนทบุรี : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, 2532.
- ยุพา วีระไวทยะ และเบญจมาศ กาญจนวิโรจน์. เอกสารประกอบการสัมมนา : การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2531.
- ราชบัณฑิตยสถาน. พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : อักษรเจริญทัศน์, 2531.
- _____. ศัพท์บัญญัติอังกฤษ-ไทย ไทย-อังกฤษ. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : บริษัทบพิตรการพิมพ์ จำกัด, 2524.
- ละเมียด ลิมอักษร. “สิ่งแวดล้อมที่ส่งผลทางการศึกษา,” ประชากรศึกษา. 27(2) : 23-28 ; กุมภาพันธ์ 2519.
- วราภรณ์ รักวิจัย. “กิจกรรมสร้างสรรค์สำหรับเด็กก่อนวัยเรียน,” ใน เอกสารประกอบการสอนวิชา กร. 531. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2525.
- วิรัช วรรณรัตน์. “สิ่งแวดล้อมกับการพัฒนาบุคลิกภาพของเด็ก,” ครู. 5(7) : 12-13 ; กรกฎาคม 2523.
- ศิริลักษณ์ ศรีกมล. “การสอนงานประดิษฐ์และงานช่าง,” ใน เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนกลุ่มการทำงานและพื้นฐานอาชีพ หน่วยที่ 8. พิมพ์ครั้งที่ 6. นนทบุรี : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, 2532.
- สมปัญญา ศรีคณานนท์. การศึกษาความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์กับชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์. ปรินูญานิพนธ์ คศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535. อัดสำเนา.
- สายพิณ ศรีสุพรรณรัตน์. การวิเคราะห์องค์ประกอบบุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดปทุมธานี. ปรินูญานิพนธ์ คศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2540. อัดสำเนา.

สุวัฒน์ นิยมคำ. ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เล่ม 2. กรุงเทพฯ : บริษัทเจนเอร์อัลปิกส์ เซ็นเตอร์ จำกัด, 2531.

_____. การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2517.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. การพัฒนาแบบวัดผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์ : แบบวัดบุคลิกภาพของนักวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2530.

โสภา ชูพิกุลชัย. จิตวิทยาทั่วไป. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2521.

อรพินท์ ประสิทธิ์รัตน์. รายงานการวิจัยการศึกษาสภาพแวดล้อมทางการเรียนของนิสิตคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางเขน, 2532.

อรพินท์ ชูชม. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพื้นฐานความรู้เดิม สภาพแวดล้อมที่บ้าน แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2522. อัดสำเนา.

อัญชลี แจ่มเจริญ และสุกัญญา ธารีวรรณ. หลักการสอนและการเตรียมประสบการณ์ภาคปฏิบัติ. กรุงเทพฯ : เฉลิมชัยการพิมพ์, 2523.

อาจอง ชุมสาย ณ อยุธยา. วิทยาศาสตร์ของการฝึกจิต. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : บริษัทอมรินทร์พริ้นติ้งกรุ๊ป จำกัด, 2533.

อาภา จันทรสกุล. ชีวิตประวัติพระธรรมปิฎก (ประยูร ปยุตโต). กรุงเทพฯ : บริษัทสหธรรมิก จำกัด, 2538.

อารี รังสินันท์. ความคิดสร้างสรรค์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : ข้าวฟ่าง, 2532.

อุรี ลิ้มพิสุทธิ. ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบบางประการซึ่งไม่ใช่ความสามารถทางปัญญาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2526.

Assessment of Performance Unit (APU). **Basic Technology Processes**. Trowbridge : Dotesios Ltd., 1987.

Barron, Frank. **Creative Person and Creative Process**. New York : Holt Rinehart and Winston, Inc., 1969.

Bernard, H.W. **Psychology of Learning and Teaching**. New York : McGraw-Hill Book Company, 1972.

Bloom, Benjamin S. "The Search for Methods of Group Interaction as Effective as One-To-One Tutoring," **Educational Leadership**. 41(8) : 4-17 ; May 1984.

_____. **Human Characteristics and School Learning**. New York : McGraw-Hill Book Company, 1976.

- Clark, Babara. **Optimizing Learning : The Integrative Education Model in the Classroom.** New York : Macmillan Publishing Company, 1986.
- Csikzentmihalyi, M. and Getzels, J.W. **Creative Thinking in Art Students : The Process of Discovery.** Chicago : University of Chicago Press, 1965.
- Dave, R. **Foundations of Lifelong Education.** Oxford : Pergamon Press, 1978.
- de Bono, Edward. **Lateral Thinking : A Textbook of Creativity.** Harondsworth : Penquin Books, 1982.
- Fraser, John Munro. **Industrial Psychology.** New York : Macmillan, 1962.
- Ghiselin, B. **The Creative Process.** California : The University of California Press, 1952.
- Glass, G. and Stanley, J. **Statistical Methods in Education and Psychology.** Englewood Cliffs : 1970.
- Guilford, J.P. "Creativity : A Quarter Century of Progress," **Perspectives in Creativity.** Chicago : Adline, 1975.
- Keats, D.M. "Cognitive Development," in **Handbook of Asian Child Development and Child Rearing Practices.** Bangkok : Burapasilpa Press, 1985.
- Northern Ireland Science and Technology Regional Organisation (NISTRO). **Primary Technology Through Problem-solving.** Trowbridge : Dotesios Ltd., 1987.
- Patrick C. "Creative Thought in Artists," in **Journal of Psychology.** 4 : 35-73 ; 1937.
- Piltz Albert and Robert Sund. **Creative Teaching in Science in The Elementary School.** 3rd Print. Boston : Allyn and Bacon, 1969.
- Rice, J.P. **The Gifted Developing total Talent.** Illinois : Charles C. Thomas Publishers, 1970.
- Roe, Anne. **The Psychology of Occupation.** New York : John Willy and Sons, Inc., 1956.
- Sharma, R.C. **Modern Science Teaching.** Delhi : Dhanpat Rai and Sons, 1975.
- Terman, Lewis M. "Gifted Men : Scientists and Non-Scientists," in **Basic Contributions of Psychology.** California : Wedsworth Publishing Co., Inc., 1965.
- Thomson, Robert. **The Psychology of Thinking.** Baltimore : Penquin Books Inc., 1959.
- Torrance, E.P. **Education and The Creative Potential.** Minneapolis : The Lund Press, Inc., 1963.
- _____. **Guiding Creative Talent.** Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice Hall, Inc., 1964.
- Travers, Robert M. **An Introduction to Educational Research.** Fourth Edition. new York : Macmiilan Publishing Co., Inc., 1978.
- Wallach, M. and Kogan N. **Modes of Thinking in Young Children.** New York : Holt, Rinehart and Winston, Inc., 1965.
- Wolf, Ruth. **Modern Issues in Guidance - Personnel Work.** New York : Columbia University, 1964.
- Woodburn, John H. and Ellsworth S. Obourn. **Teaching The Pursuit of Science.** New York : Macmillan Publishing Co., Inc., 1965.

Yager, R.E. "The Case for STS as Reform," in **The National Science Teachers Association Reports**. 9 : 32-33 ; May 1991.

_____. **An Analysis of STS as Reform in Science Education**. Iowa City : The University of Iowa Science Education Center, 1993.





ภาคผนวก ก

แบบสำรวจทักษะและประสบการณ์เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

แบบสำรวจทัศนะและประสบการณ์เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง

1. แบบสำรวจนี้จัดทำขึ้นเพื่อใช้สอบถามทัศนะและประสบการณ์ของบุคคล
คณาจารย์ที่ประสบความสำเร็จอย่างสูงในการศึกษาเล่าเรียน หรือปฏิบัติงานทาง
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. แบบสำรวจมี 3 ตอนคือ

ตอนที่ 1	ข้อมูลทั่วไป
ตอนที่ 2	ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์
ตอนที่ 3	ขั้นตอนในการคิดสร้างสรรค์
3. คำตอบที่ได้จากแบบสำรวจนี้จะนำไปใช้ประโยชน์ในทางวิชาการเท่านั้น
หากมีการนำเสนอต่อสาธารณะจะกระทำโดยไม่ก่อให้เกิดความเสียหายแก่
ผู้ตอบหรือสถาบันที่เกี่ยวข้องแต่ประการใด
4. คำอธิบายโดยละเอียดได้แสดงไว้แล้วในแบบสำรวจแต่ละตอน

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

คำอธิบาย : โปรดระบุข้อมูลเกี่ยวกับตัวของท่านโดยกา ✓ ลงใน [] หรือเขียนข้อความลงในที่ว่างที่เว้นไว้ให้

1. เพศของท่าน [] ชาย
[] หญิง
2. อายุของท่าน (โปรดระบุ) ปี
3. ท่านประสบความสำเร็จ(ในการศึกษาเล่าเรียนหรือปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)ในสถานะใด
[] นักเรียนโครงการ พสวท.
[] นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่
[] ได้รับรางวัลสิ่งประดิษฐ์คิดค้นประเภททั่วไป
[] ได้รับรางวัลสิ่งประดิษฐ์คิดค้นประเภทนักเรียน
4. ในกรณีที่มีความจำเป็นต้องขอทราบข้อมูลเพิ่มเติมสืบเนื่องจากการตอบแบบสำรวจนี้ ท่านจะกรุณาให้ติดต่อท่านโดยช่องทางใด (โปรดให้ข้อมูลตามที่ท่านเห็นสมควร)
 - 4.1 ทางโทรศัพท์.....
 - 4.2 ทางไปรษณีย์.....
.....
.....
 - 4.3 ทางอื่นๆ
.....

ตอนที่ 2 ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์

คำชี้แจง :

1. ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์ที่ปรากฏในแบบสำรวจนี้มี 7 ด้านคือ
 - 1.1 ความอยากรู้อยากเห็น
 - 1.2 ความไวต่อปัญหา
 - 1.3 ความคิดแหวกแนว
 - 1.4 ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด
 - 1.5 ชอบการเปลี่ยนแปลง
 - 1.6 ทำงานเพื่อความพอใจ
 - 1.7 มีอารมณ์ขัน
2. ในแต่ละลักษณะการมีข้อความอธิบายความหมายและตัวอย่างพฤติกรรมของนักวิทยาศาสตร์แสดงไว้เป็นการเฉพาะ โปรดอ่านความหมายและตัวอย่างพฤติกรรมให้เข้าใจก่อนตอบแบบสำรวจ
3. ในแต่ละลักษณะการมีประเด็นที่ขอให้ท่านตอบ 2 ประเด็นคือ
 - 3.1 ระดับหรือปริมาณ (ที่ท่านมีอยู่)
 - 3.2 ช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัว
 - 3.3 บ่อเกิด
4. ข้อมูลประกอบการตอบในแต่ละประเด็นมีดังนี้
 - 4.1 ระดับหรือปริมาณ หมายถึง ระดับหรือปริมาณลักษณะการแต่ละลักษณะการที่ท่านมีอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งในแบบสำรวจนี้กำหนดระดับให้ท่านเลือกตอบเพียง 1 ระดับจากทั้งหมด 5 ระดับคือ

1 หมายถึง	ท่านมีลักษณะการนั้นๆน้อยมากหรือไม่ค่อยได้แสดงออก
2 หมายถึง	ท่านมีลักษณะการนั้นๆน้อยหรือแสดงออกนานๆครั้ง
3 หมายถึง	ท่านมีลักษณะการนั้นๆปานกลางหรือแสดงออกพอประมาณ
4 หมายถึง	ท่านมีลักษณะการนั้นๆมากหรือแสดงออกบ่อยมาก
5 หมายถึง	ท่านมีลักษณะการนั้นๆมากที่สุดหรือแสดงออกเป็นประจำ

4.2 ช่วงเวลาก่อตัว หมายถึง ช่วงเวลาเริ่มแรก (ในชีวิตของท่าน) ที่ลักษณะการนั้นเริ่มก่อตัวชัดเจน และท่านยังคงมีลักษณะการนั้นๆสืบเนื่องต่อมาอีกระยะหนึ่งหรือยังคงมีอยู่เช่นนั้นจนถึงปัจจุบัน ซึ่งในแบบสำรวจนี้กำหนดช่วงเวลาให้ท่านเลือกตอบเพียง 1 ช่วงเวลาจากทั้งหมด 4 ช่วงเวลา คือ

ก = ก่อนอายุ 10 ปี

ข = ระหว่างอายุ 10-15 ปี

ค = ระหว่างอายุ 15-20 ปี

ง = หลังอายุ 20 ปี

4.3 บ่อเกิด หมายถึง บ่อเกิดของลักษณะการแต่ละลักษณะการ ซึ่งในแบบสำรวจนี้กำหนดบ่อเกิดให้ท่านเลือกตอบ 12 แหล่ง โดยที่ท่านสามารถเลือกตอบได้มากกว่า 1 แหล่ง บ่อเกิดทั้ง 12 แหล่ง คือ

a1 = การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของพ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่

a2 = การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของพี่น้องร่วมวัย

a3 = การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของเพื่อนนักเรียน/เพื่อนร่วมงาน

a4 = การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของครู-อาจารย์

a5 = การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของบุคคลอื่น (นอกเหนือจาก a1-a4)

b1 = การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากพ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่

b2 = การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากพี่น้องร่วมวัย

b3 = การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากเพื่อนนักเรียน / เพื่อนร่วมงาน

b4 = การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากครู-อาจารย์

b5 = การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากบุคคลอื่น (นอกเหนือจาก b1-b4)

C = ลักษณะการนั้นเกิดขึ้นเองโดยไม่ต้องอาศัยการเห็นตัวอย่างฯ

หรือการแนะนำอบรมฯ

D = ลักษณะการนั้นเกิดขึ้นนอกเหนือจาก a1-a5 , b1-b5 หรือ C (ในกรณี
ที่ตอบ D กรุณาระบุรายละเอียดด้วย)

ต่อไปนี้เป็นแบบสำรวจสำหรับให้ท่านตอบ

เกี่ยวกับ “ลักษณะการ”

ซึ่งมีด้วยกันทั้งหมด 7 ลักษณะการ

แบบสำรวจสำหรับลักษณะการ “ความอยากรู้อยากเห็น”

ความหมาย : ความอยากรู้อยากเห็น หมายถึง อาการหรือพฤติกรรมที่แสดงถึงความต้องการการเรียนรู้หรือค้นคว้าเพิ่มเติมจากสิ่งที่รู้แล้วหรือยังไม่รู้เพื่อปรับปรุงความรู้เดิมหรือเพื่อให้ได้ความรู้ใหม่ในทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ตัวอย่างพฤติกรรมของนักวิทยาศาสตร์

1. นิวตันจ้องมองดวงดาวผ่านกล้องโทรทรรศน์เป็นเวลานานนับชั่วโมงเพื่อศึกษาความเป็นไปของดวงดาวต่างๆ
2. เมื่อคาร์วินไม่เข้าใจอะไร จะอ่านหนังสือค้นคว้าจนพบคำตอบที่ต้องการ
3. เอดิสันทดลองกักไขห่านเพื่อดูว่าจะฟักออกมาเป็นลูกห่านได้หรือไม่
4. เมื่อพี่น้องตระกูลไรท์ไม่เข้าใจในเรื่องที่สนใจก็กล้าสอบถามจากผู้รู้ที่สามารถให้คำตอบได้
5. กูรีค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมว่าน่าจะมีธาตุชนิดอื่นอีกที่สามารถแผ่รังสีได้เช่นเดียวกับธาตุยูเรเนียม
6. เมื่ออายุ 5 ขวบ ไอน์สไตน์นำเข็มทิศมาทดลองว่าทำไมเข็มจึงเบี่ยงเบนได้

โปรดตอบแบบสำรวจสำหรับลักษณะการ “ความอยากรู้อยากเห็น” ในช่องตารางต่อไปนี้ให้ครบทั้ง 3 ประเด็น

ลักษณะการ	ประเด็นที่ขอให้ท่านตอบ (3 ประเด็น)																				
	ประเด็นที่ 1 *					ประเด็นที่ 2** ช่วง				ประเด็นที่ 3***											
	ระดับหรือปริมาณ					เวลาก่อตัว				บ่อเกิดของลักษณะการ (เฉพาะส่วนของ “บ่อเกิดฯ” นี้ตอบได้หลายข้อ)											
	1	2	3	4	5	ก	ข	ค	ง	A					B					C	D(ถ้าตอบช่องนี้โปรดระบุรายละเอียด)
										a	a	a	a	a	b	b	b	b	b		
										1	2	3	4	5	1	2	3	4	5		
ความอยากรู้อยากเห็น																					
(โปรดตอบโดยกา ✓ ตามแนวบรรทัดนี้																					

หมายเหตุ

- * ตัวเลข แสดงระดับ ดังนี้ 1 = น้อยมาก, 2 = นานๆ ครั้ง, 3 = บ่อยพอประมาณ, 4 = บ่อย, 5 = เป็นประจำ
- ** ตัวอักษร แทนช่วงเวลาฯ ดังนี้ ก = ก่อนอายุ 10 ปี, ข = ระหว่างอายุ 10-15 ปี, ค = ระหว่างอายุ 15-20 ปี, ง = หลังอายุ 20 ปี
- *** ตัวอักษร แทน “บ่อเกิดฯ” ดังนี้
 A แทนการเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของบุคคลที่เกี่ยวข้อง คือ
 a1 = พ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่, a2 = พี่น้องร่วมวัย, a3 = เพื่อนนักเรียน / เพื่อนร่วมงาน,
 a4 = ครู อาจารย์, a5 = บุคคลอื่น(นอกเหนือจาก a1 - a4)
 B แทนการแนะนำอบรมด้วยวาจาจากบุคคลที่เกี่ยวข้อง คือ
 b1 = พ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่, b2 = พี่น้องร่วมวัย, b3 = เพื่อนนักเรียน / เพื่อนร่วมงาน,
 b4 = ครู อาจารย์, b5 = บุคคลอื่น(นอกเหนือจาก b1 - b4)
 C หมายถึง ลักษณะการนั้นเกิดขึ้นเองโดยไม่อาศัยการเห็นตัวอย่างฯ หรือการแนะนำอบรมฯ
 D หมายถึง ลักษณะการนั้นเกิดขึ้นนอกเหนือจาก A, B หรือ C (ในกรณีนี้กรุณาระบุรายละเอียดด้วย)

แบบสำรวจสำหรับลักษณะการ “ความไวต่อปัญหา”

ความหมาย : ความไวต่อปัญหา หมายถึง อาการหรือพฤติกรรมที่แสดงถึงการเกิดความคิดอย่างฉับพลันสืบเนื่องจากการรับรู้หรือการได้ประสบกับเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ตัวอย่างพฤติกรรมของนักวิทยาศาสตร์

1. เมื่อนิวตันสังเกตการตกของลูกแอปเปิ้ลได้นำมาคิดค้นต่อเป็นกฎแรงดึงดูดระหว่างมวล
2. ระหว่างที่เดินทางไปตามหมู่เกาะต่างๆ คาร์วินพบเปลือกหอยบนภูเขา จึงคิดว่าแต่เดิมในบริเวณนั้นคงจะเป็นแผ่นดินเชื่อมต่อกับแผ่นดินใหญ่ แต่เกิดการยุบและโก่งตัวกลายเป็นภูเขาในภายหลัง
3. เอดิสันใช้เหรียญเงินเคาะเล็บมือหญิงคนรักตามรหัสโทรเลขแทนการพูดด้วยวาจา โดยแม่ของคนรักไม่เข้าใจ
4. ฟ็อนตระกูลไรท์คิดว่าการบินได้เครื่องบินน่าจะทำให้เครื่องบินเคลื่อนที่ได้โดยไม่ต้องใช้แรงลม
5. คูรีคิดว่าในไม่ช้าจะต้องเกิดสงครามโลกแน่ จึงส่งลูกสาวไปอยู่ในที่ปลอดภัย
6. ไอน์สไตน์ เสนอให้สหรัฐรีบสร้างระเบิดปรมาณูก่อนที่เยอรมันจะคิดสร้างขึ้น

โปรดตอบแบบสำรวจสำหรับลักษณะการ “ความไวต่อปัญหา” ในช่องตารางต่อไปนี้ให้ครบทั้ง 3 ประเด็น

ลักษณะการ	ประเด็นที่ขอให้ท่านตอบ (3 ประเด็น)																				
	ประเด็นที่ 1 *					ประเด็นที่ 2** ช่วง					ประเด็นที่ 3***										
	ระดับหรือปริมาณ					เวลาก่อตัว					บ่อเกิดของลักษณะการ (เฉพาะส่วนของ “บ่อเกิดฯ” นี้ตอบได้หลายข้อ)										
	1	2	3	4	5	ก	ข	ค	ง	A					B					C	D(ถ้าตอบช่องนี้โปรดระบุรายละเอียด)
										a1	a2	a3	a4	a5	b1	b2	b3	b4	b5		
ความไวต่อปัญหา																					
(โปรดตอบโดยกา ✓ ตามแนวบรรทัดนี้																					

หมายเหตุ

- * ตัวเลข แสดงระดับ ดังนี้ 1 = น้อยมาก, 2 = นานๆครั้ง, 3 = บ่อยพอประมาณ, 4 = บ่อย, 5 = เป็นประจำ
- ** ตัวอักษร แทนช่วงเวลาฯ ดังนี้ ก = ก่อนอายุ 10 ปี, ข = ระหว่างอายุ 10-15 ปี, ค = ระหว่างอายุ 15-20 ปี, ง = หลังอายุ 20 ปี
- *** ตัวอักษร แทน “บ่อเกิดฯ” ดังนี้

A แทนการเห็นตัวอย่างการกระทำที่ผิดของบุคคลที่เกี่ยวข้อง คือ
a1 = พ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่, a2 = พี่น้องร่วมวัย, a3 = เพื่อนนักเรียน / เพื่อนร่วมงาน,
a4 = ครู อาจารย์, a5 = บุคคลอื่น(นอกเหนือจาก a1 - a4)

B แทนการแนะนำอบรมด้วยวาจาจากบุคคลที่เกี่ยวข้อง คือ
b1 = พ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่, b2 = พี่น้องร่วมวัย, b3 = เพื่อนนักเรียน / เพื่อนร่วมงาน,
b4 = ครู อาจารย์, b5 = บุคคลอื่น(นอกเหนือจาก b1 - b4)

C หมายถึง ลักษณะการนั้นเกิดขึ้นเองโดยไม่อาศัยการเห็นตัวอย่างฯ หรือการแนะนำอบรมฯ

D หมายถึง ลักษณะการนั้นเกิดขึ้นนอกเหนือจาก A, B หรือ C (ในกรณีนี้กรุณาระบุรายละเอียดด้วย)

แบบสำรวจสำหรับลักษณะการ “ความคิดแหวกแนว”

ความหมาย : ความคิดแหวกแนว หมายถึง อาการหรือพฤติกรรมที่แสดงถึงการมีแนวคิดที่แตกต่างไปจากบุคคลโดยทั่วไปที่มีต่อประเด็นข้อคิดอย่างเดียวกันในทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ตัวอย่างพฤติกรรมของนักวิทยาศาสตร์

1. นิวตันจับหนูผูกกับพื้นเพื่องแล้วเอาข้าวโพดเป็นเหยื่อวางไว้เหนือเพื่อง เพื่อให้หนูจับเหยื่อ เพื่อที่เพื่องจะได้เคลื่อนที่และเครื่องยนต์สามารถทำงานได้
2. จากการที่ดาร์วินพบเห็นสิ่งมีชีวิตมากมาย ทำให้เกิดความคิดว่าพืชและสัตว์น่าจะมีวิวัฒนาการมาจากสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันหรือไม่ก็ชนิด ต่อมาจึงเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างและลักษณะ
3. เอดิสันคิดประดิษฐ์เครื่องบันทึกการลงคะแนนเสียงของที่ประชุมรัฐสภา
4. พี่น้องตระกูลไรรี่นำทางเสือโยงเข้ากับห้องเครื่อง เพื่อให้เครื่องร้อนเคลื่อนที่ไปตามทิศทางที่ต้องการ
5. คูรีใช้กากแร่พิทเบลนด์ซึ่งมีราคาถูกมาแยกธาตุได้เรเดียมซึ่งมีราคาแพง
6. ไอน์สไตน์ชอบอาชีพครู (เพราะได้สอนวิชาต่างๆ)

โปรดตอบแบบสำรวจสำหรับลักษณะการ “ความคิดเหวกแนว” ในช่องตารางต่อไปนี้ให้ครบทั้ง 3 ประเด็น

ลักษณะการ	ประเด็นที่ขอให้ท่านตอบ (3 ประเด็น)																					
	ประเด็นที่ 1 *					ประเด็นที่ 2** ช่วง					ประเด็นที่ 3***											
	ระดับหรือปริมาณ					เวลาก่อตัว					บ่อเกิดของลักษณะการ (เฉพาะส่วนของ “บ่อเกิดฯ” นี้ตอบได้หลายข้อ)											
	1	2	3	4	5	ก	ข	ค	ง		A					B					C	D(ถ้าตอบข้อนี้โปรดระบุรายละเอียด)
											a1	a2	a3	a4	a5	b1	b2	b3	b4	b5		
ความคิดเหวกแนว																						
(โปรดตอบโดยกา ✓ ตามแนวบรรทัดนี้																						

หมายเหตุ

- * ตัวเลข แสดงระดับ ดังนี้ 1 = น้อยมาก, 2 = นานๆครั้ง, 3 = บ่อยพอประมาณ, 4 = บ่อย, 5 = เป็นประจำ
- ** ตัวอักษร แทนช่วงเวลาฯ ดังนี้ ก = ก่อนอายุ 10 ปี, ข = ระหว่างอายุ 10-15 ปี, ค = ระหว่างอายุ 15-20 ปี, ง = หลังอายุ 20 ปี
- *** ตัวอักษร แทน “บ่อเกิดฯ” ดังนี้
 A แทนการเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของบุคคลที่เกี่ยวข้อง คือ
 a1 = พ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่, a2 = พี่น้องร่วมวัย, a3 = เพื่อนนักเรียน / เพื่อนร่วมงาน,
 a4 = ครู อาจารย์, a5 = บุคคลอื่น(นอกเหนือจาก a1 - a4)
 B แทนการแนะนำอบรมด้วยวาจาจากบุคคลที่เกี่ยวข้อง คือ
 b1 = พ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่, b2 = พี่น้องร่วมวัย, b3 = เพื่อนนักเรียน / เพื่อนร่วมงาน,
 b4 = ครู อาจารย์, b5 = บุคคลอื่น(นอกเหนือจาก b1 - b4)
 C หมายถึง ลักษณะการนั้นเกิดขึ้นเองโดยไม่อาศัยการเห็นตัวอย่างฯ หรือการแนะนำอบรมฯ
 D หมายถึง ลักษณะการนั้นเกิดขึ้นนอกเหนือจาก A, B หรือ C (ในกรณีนี้กรุณาระบุรายละเอียดด้วย)

แบบสำรวจสำหรับลักษณะการ “ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด”

ความหมาย : ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด หมายถึง อาการหรือพฤติกรรมที่แสดงถึงการชอบคิดหรือทำในสิ่งที่ยากหรือต้องใช้ความพยายามมากกว่าปกติในทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ตัวอย่างพฤติกรรมของนักวิทยาศาสตร์

1. เมื่อเป็นนักศึกษา นิวตันแสดงวิธีคิด โทษคณิตศาสตร์แบบแปลกๆให้อาจารย์ในมหาวิทยาลัยดู

2. คาร์วินติดตามไปกับเรือเพื่อศึกษาธรรมชาติเป็นเวลานานกว่า 5 ปี

3. เอดิสันสร้างโรงจักรไฟฟ้าทั้งๆที่มีคนทักท้วงว่าจะเป็นอันตราย

4. ฟิน้องตระกูลไรท์จะทดลองในสิ่งที่คิดไว้เสมอ เช่น ร่อนเครื่องร่อนลงจากภูเขา ฯลฯ

5. แม้คูริจะทราบว่าแร่เรเดียมมีอันตราย แทนที่จะกลัวกลับค้นคว้าทดลองจนประสบ

ความสำเร็จ

6. ไอน์สไตน์ส่งผลงานเรื่องทฤษฎีสัมพัทธภาพตีพิมพ์จนเป็นที่รู้จักแพร่หลายทั่วโลก

โปรดตอบแบบสำรวจสำหรับลักษณะการ “ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด” ในช่องตารางต่อไปนี้ให้ครบทั้ง 3 ประเด็น

ลักษณะการ	ประเด็นที่ขอให้ท่านตอบ (3 ประเด็น)																				
	ประเด็นที่ 1 *					ประเด็นที่ 2** ช่วงเวลาส่วนตัว				ประเด็นที่ 3***											
	ระดับหรือปริมาณ									บ่อเกิดของลักษณะการ (เฉพาะส่วนของ “บ่อเกิดฯ” นี้ตอบได้หลายข้อ)											
	1	2	3	4	5	ก	ข	ค	ง	A					B					C	D(ถ้าตอบช่องนี้โปรดระบุรายละเอียด)
										a1	a2	a3	a4	a5	b1	b2	b3	b4	b5		
ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด																					
(โปรดตอบโดยกา ✓ ตามแนวบรรทัดนี้																					

หมายเหตุ

- * ตัวเลข แสดงระดับ ดังนี้ 1 = น้อยมาก, 2 = นานๆครั้ง, 3 = บ่อยพอประมาณ, 4 = บ่อย, 5 = เป็นประจำ
- ** ตัวอักษร แทนช่วงเวลา ดังนี้ ก = ก่อนอายุ 10 ปี, ข = ระหว่างอายุ 10-15 ปี, ค = ระหว่างอายุ 15-20 ปี, ง = หลังอายุ 20 ปี
- *** ตัวอักษร แทน “บ่อเกิดฯ” ดังนี้
 A แทนการเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของบุคคลที่เกี่ยวข้อง คือ
 a1 = พ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่, a2 = พี่น้องร่วมวัย, a3 = เพื่อนนักเรียน / เพื่อนร่วมงาน,
 a4 = ครู อาจารย์, a5 = บุคคลอื่น(นอกเหนือจาก a1 - a4)
 B แทนการแนะนำอบรมด้วยวาจาจากบุคคลที่เกี่ยวข้อง คือ
 b1 = พ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่, b2 = พี่น้องร่วมวัย, b3 = เพื่อนนักเรียน / เพื่อนร่วมงาน,
 b4 = ครู อาจารย์, b5 = บุคคลอื่น(นอกเหนือจาก b1 - b4)
 C หมายถึง ลักษณะการนั้นเกิดขึ้นเองโดยไม่อาศัยการเห็นตัวอย่างฯ หรือการอบรมสั่งสอนฯ
 D หมายถึง ลักษณะการนั้นเกิดขึ้นนอกเหนือจาก A, B หรือ C (ในกรณีนี้กรุณาระบุรายละเอียดด้วย)

แบบสำรวจสำหรับลักษณะการ “ชอบการเปลี่ยนแปลง”

ความหมาย : ชอบการเปลี่ยนแปลง หมายถึง อาการหรือพฤติกรรมที่แสดงถึงการชอบคิดชอบทำในสิ่งแปลกใหม่และหลีกเลี่ยงการคิดและทำในสิ่งที่ซ้ำซากจำเจในทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ตัวอย่างพฤติกรรมของนักวิทยาศาสตร์

1. นิเวศน์ชอบใช้วิธีใหม่ๆคิดโจทย์คณิตศาสตร์และได้คำตอบที่ถูกต้อง
2. คาร์วินไม่ชอบอยู่กับที่ แต่ชอบเดินทางไปเรื่อยๆเพื่อศึกษาสิ่งแปลกใหม่
3. เอดิสันนำเครื่องบันทึกเสียงกับเครื่องฉายภาพมารวมกันเพื่อทำภาพยนตร์ให้ได้
4. ถึงแม้พื้นห้องตระกูลไรท์จะสามารถทำให้เครื่องบินลอยอยู่บนท้องฟ้าได้ก็ยังไม่พอใจ แต่พยายามปรับปรุงเครื่องยนต์กลไกเพื่อให้เครื่องบินมีประสิทธิภาพดีขึ้น
5. แม้การอาศัยอยู่กับพี่สาวจะสบายกาย แต่เมื่อคูรีไม่สบายใจก็ยินดีย้ายที่อยู่แม้ว่าจะลำบากก็ตาม
6. เมื่ออินส์ไคน์จบปริญญาตรีแล้ว ก็ออกหางานทำและเปลี่ยนงานไปเรื่อยๆ

โปรดตอบแบบสำรวจสำหรับลักษณะการ “ชอบการเปลี่ยนแปลง” ในช่องตารางต่อไปนี้ให้ครบทั้ง 3 ประเด็น

ลักษณะการ	ประเด็นที่ขอให้ท่านตอบ (3 ประเด็น)																				
	ประเด็นที่ 1 *					ประเด็นที่ 2** ช่วง				ประเด็นที่ 3***											
	ระดับหรือปริมาณ					เวลาส่วนตัว				บ่อเกิดของลักษณะการ (เฉพาะส่วนของ “บ่อเกิดฯ” นี้ตอบได้หลายข้อ)											
	1	2	3	4	5	ก	ข	ค	ง	A					B					C	D(ถ้าตอบช่องนี้โปรดระบุรายละเอียด)
										a1	a2	a3	a4	a5	b1	b2	b3	b4	b5		
ชอบการเปลี่ยนแปลง																					
(โปรดตอบโดยกา ✓ ตามแนวบรรทัดนี้																					

หมายเหตุ

- * ตัวเลข แสดงระดับ ดังนี้ 1 = น้อยมาก, 2 = นานๆครั้ง, 3 = บ่อยพอประมาณ, 4 = บ่อย, 5 = เป็นประจำ
- ** ตัวอักษร แทนช่วงเวลาฯ ดังนี้ ก = ก่อนอายุ 10 ปี, ข = ระหว่างอายุ 10-15 ปี, ค = ระหว่างอายุ 15-20 ปี, ง = หลังอายุ 20 ปี
- *** ตัวอักษร แทน “บ่อเกิดฯ” ดังนี้

A แทนการเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของบุคคลที่เกี่ยวข้อง คือ
 a1 = พ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่, a2 = พี่น้องร่วมวัย, a3 = เพื่อนนักเรียน / เพื่อนร่วมงาน,
 a4 = ครู อาจารย์, a5 = บุคคลอื่น(นอกเหนือจาก a1 - a4)

B แทนการแนะนำอบรมด้วยวาจาจากบุคคลที่เกี่ยวข้อง คือ
 b1 = พ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่, b2 = พี่น้องร่วมวัย, b3 = เพื่อนนักเรียน / เพื่อนร่วมงาน,
 b4 = ครู อาจารย์, b5 = บุคคลอื่น(นอกเหนือจาก b1 - b4)

C หมายถึง ลักษณะการนั้นเกิดขึ้นเองโดยไม่อาศัยการเห็นตัวอย่างฯ หรือการแนะนำอบรมฯ

D หมายถึง ลักษณะการนั้นเกิดขึ้นนอกเหนือจาก A, B หรือ C (ในกรณีนี้กรุณาระบุรายละเอียดด้วย)

แบบสำรวจสำหรับลักษณะการ “ทำงานเพื่อความพอใจ”

ความหมาย : ทำงานเพื่อความพอใจ หมายถึง อาการหรือพฤติกรรมที่แสดงถึงการคิดหรือทำงานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยมีความพอใจ (ที่จะได้ใช้ความรู้ ความคิดของตน) เป็นแรงจูงใจมากกว่าการได้รับ薪金รางวัลหรือค่าชมเชย

ตัวอย่างพฤติกรรมของนักวิทยาศาสตร์

1. นิวตันคิดว่าการคิดคำนวณทางคณิตศาสตร์เป็นเกมส์ที่เขาใช้เวลา โดยไม่หวังว่าจะต้องเป็นประโยชน์แก่ใครหรือไม่
2. คาร์วินมีความเชื่อว่าคนมีวิวัฒนาการมาจากสัตว์ แม้จะถูกย้ายสาสนจักรต่อต้าน แต่เขาก็ยังค้นคว้าต่อไปและเขียนหนังสือออกเผยแพร่
3. เอดิสันลงทุนซื้อเครื่องพิมพ์มาออกหนังสือพิมพ์รายสัปดาห์ของตนเอง
4. เมื่อพี่น้องตระกูลไรท์สร้างเครื่องบินที่ลอยอยู่บนท้องฟ้าได้สำเร็จก็ไม่สนใจที่จะประกาศให้ผู้อื่นรู้
5. ในระหว่างเกิดสงคราม คูรีอาสาทำงานรักษาพยาบาลผู้ได้รับบาดเจ็บ
6. ไอน์สไตน์พอใจที่จะเรียนในวิชาที่ชอบโดยไม่ได้เรียนเพื่อหวังคะแนน

โปรดตอบแบบสำรวจสำหรับลักษณะการ “ทำงานเพื่อความพอใจ” ในช่องตารางต่อไปนี้ให้ครบทั้ง 3 ประเด็น

ลักษณะการ	ประเด็นที่ขอให้ท่านตอบ (3 ประเด็น)																				
	ประเด็นที่ 1 *					ประเด็นที่ 2** ช่วงเวลา				ประเด็นที่ 3***											
	ระดับหรือปริมาณ									บ่อเกิดของลักษณะการ (เฉพาะส่วน ของ “บ่อเกิดฯ” นี้ตอบได้หลายข้อ)											
	1	2	3	4	5	ก	ข	ค	ง	A					B					C	D(ถ้าตอบข้อนี้ โปรดระบุรายละเอียด)
										a1	a2	a3	a4	a5	b1	b2	b3	b4	b5		
ทำงานเพื่อ ความพอใจ																					
(โปรดตอบ โดยกา ✓ ตามแนว บรรทัดนี้																					

หมายเหตุ

- * ตัวเลข แสดงระดับ ดังนี้ 1 = น้อยมาก, 2 = นานๆครั้ง, 3 = บ่อยพอประมาณ, 4 = บ่อย, 5 = เป็นประจำ
- ** ตัวอักษร แทนช่วงเวลา ดังนี้ ก = ก่อนอายุ 10 ปี, ข = ระหว่างอายุ 10-15 ปี, ค = ระหว่างอายุ 15-20 ปี, ง = หลังอายุ 20 ปี
- *** ตัวอักษร แทน “บ่อเกิดฯ” ดังนี้
 A แทนการเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของบุคคลที่เกี่ยวข้อง คือ
 a1 = พ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่, a2 = พี่น้องร่วมวัย, a3 = เพื่อนนักเรียน / เพื่อนร่วมงาน,
 a4 = ครู อาจารย์, a5 = บุคคลอื่น(นอกเหนือจาก a1 - a4)
 B แทนการแนะนำอบรมด้วยวาจาจากบุคคลที่เกี่ยวข้อง คือ
 b1 = พ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่, b2 = พี่น้องร่วมวัย, b3 = เพื่อนนักเรียน / เพื่อนร่วมงาน,
 b4 = ครู อาจารย์, b5 = บุคคลอื่น(นอกเหนือจาก b1 - b4)
 C หมายถึง ลักษณะการนั้นเกิดขึ้นเองโดยไม่อาศัยการเห็นตัวอย่างฯ หรือการแนะนำอบรมฯ
 D หมายถึง ลักษณะการนั้นเกิดขึ้นนอกเหนือจาก A, B หรือ C (ในกรณีนี้กรุณาระบุรายละเอียดด้วย)

แบบสำรวจสำหรับลักษณะการ “มีอารมณ์ขัน”

ความหมาย : มีอารมณ์ขัน หมายถึง อาการหรือพฤติกรรมที่แสดงถึงการมีมุมมองที่หลากหลาย และใช้มุมมองที่หลากหลายนั้นผ่อนคลายความตึงเครียดในลักษณะของความสนุกสนานหรือมีอารมณ์ขัน

ตัวอย่างพฤติกรรมของนักวิทยาศาสตร์

1. ในตอนกลางคืน นิวตันเอาโคมไฟไปแขวนไว้กับหางวัว แล้วชักขึ้นไปลอยกลางอากาศ เพื่อให้คนอื่นคิดว่าเป็นดาวหาง
2. เมื่อพบเต่ายักษ์ซึ่งไม่กลัวคน คาร์วินปีนขึ้นไปนั่งบนหลังเต่าและปลัดตกหลายครั้งกว่าเต่ายักษ์จะเดินได้ 1 หลา
3. เมื่อมีผู้จัดห้องปฏิบัติการเลียนแบบในโอกาสครบรอบ 50 ปีของการประดิษฐ์หลอดไฟ เอ็ดสันพูดติดตลกว่า “ห้องนั้นไม่เหมือนเดิม เพราะพื้นห้องสะอาดเกินไป”
4. เมื่อติดหางเสือทางด้านหลังเครื่องร่อนเพื่อบังคับทิศทางแล้ว พี่น้องตระกูลไรท์ก็ติดหางเสือไว้ที่ด้านหน้าเครื่องร่อนด้วยเพื่อให้ดูสมดุล
5. เมื่อแต่งงานใหม่ๆ คูรีเลือกใช้วิธีจี้จักรยานไป “ดื่มน้ำผึ้งพระจันทร์” กับสามี
6. เมื่อยามถูกมรสุมชีวิตกระหน่ำ ไอน์สไตน์ผ่อนคลายด้วยอารมณ์ขัน

โปรดตอบแบบสำรวจสำหรับลักษณะการ “มีอารมณ์ขัน” ในช่องตารางต่อไปนี้ให้ครบทั้ง 3 ประเด็น

ลักษณะการ	ประเด็นที่ขอให้ท่านตอบ (3 ประเด็น)																				
	ประเด็นที่ 1 * ระดับหรือปริมาณ					ประเด็นที่ 2** ช่วง เวลาส่วนตัว				ประเด็นที่ 3*** บ่อเกิดของลักษณะการ (เฉพาะส่วน ของ “บ่อเกิดฯ” นี้ตอบได้หลายข้อ)											
	1	2	3	4	5	ก	ข	ค	ง	A					B					C	D(ถ้าตอบช่องนี้ โปรดระบุรายละเอียด)
										a 1	a 2	a 3	a 4	a 5	b 1	b 2	b 3	b 4	b 5		
มีอารมณ์ ขัน																					
(โปรดตอบ โดยกา ✓ ตามแนว บรรทัดนี้																					

หมายเหตุ

- * ตัวเลข แสดงระดับ ดังนี้ 1 = น้อยมาก, 2 = นานๆครั้ง, 3 = บ่อยพอประมาณ, 4 = บ่อย, 5 = เป็นประจำ
- ** ตัวอักษร แทนช่วงเวลา ดังนี้ ก = ก่อนอายุ 10 ปี, ข = ระหว่างอายุ 10-15 ปี, ค = ระหว่างอายุ 15-20 ปี, ง = หลังอายุ 20 ปี
- *** ตัวอักษร แทน “บ่อเกิดฯ” ดังนี้
 A แทนการเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของบุคคลที่เกี่ยวข้อง คือ
 a1 = พ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่, a2 = พี่น้องร่วมวัย, a3 = เพื่อนนักเรียน / เพื่อนร่วมงาน,
 a4 = ครู อาจารย์, a5 = บุคคลอื่น(นอกเหนือจาก a1 - a4)
 B แทนการแนะนำอบรมด้วยวาจาจากบุคคลที่เกี่ยวข้อง คือ
 b1 = พ่อแม่-ญาติผู้ใหญ่, b2 = พี่น้องร่วมวัย, b3 = เพื่อนนักเรียน / เพื่อนร่วมงาน,
 b4 = ครู อาจารย์, b5 = บุคคลอื่น(นอกเหนือจาก b1 - b4)
 C หมายถึง ลักษณะการนั้นเกิดขึ้นเองโดยไม่อาศัยการเห็นตัวอย่างฯ หรือการแนะนำอบรมฯ
 D หมายถึง ลักษณะการนั้นเกิดขึ้นนอกเหนือจาก A, B หรือ C (ในกรณีนี้กรุณาระบุรายละเอียดด้วย)

ขั้นที่ 3 ขั้นตอนในการคิดสร้างสรรค์

คำชี้แจง : ในแบบสำรวจตอนที่ 3 นี้ได้เขียนข้อความที่เป็น “ขั้นตอน” ต่างๆในการคิดสร้างสรรค์ไว้แบบละกัน ในฐานะที่ท่านเป็นบุคคลที่ประสบความสำเร็จเป็นอย่างสูงในการใช้ความคิดอย่างสร้างสรรค์ ขอความกรุณาท่านจัดลำดับขั้นตอนการคิดโดยเขียนหมายเลขลงในวงเล็บหน้าข้อความที่เป็นขั้นตอนการคิดอย่างสร้างสรรค์ข้างล่างนี้ให้ครบถ้วนทั้ง 9 ลำดับ (หรือ 10 ลำดับเมื่อรวมอื่นๆด้วย)

- () มองเห็นแนวทางอย่างรางๆในการแก้ปัญหา
- () คิดได้เองโดยใช้สัญชาตญาณ (คิดได้เองอย่างแวบแบบนึกไม่ถึงและเป็นที่อัศจรรย์)
- () ทำความคุ้นเคยกับวัสดุ - อุปกรณ์ที่จะใช้ในการค้นคว้า
- () ลงมือค้นคว้าอย่างหนักและทุ่มเท
- () ทำความคุ้นเคยกับสภาวะแวดล้อมโดยทั่วไปของปัญหา
- () ประมวลผลความคิดต่างๆที่น่าจะเกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา
- () ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงแนวทางการคิด แล้วเริ่มต้นใหม่
- () ปล่องวางและพักผ่อนเมื่อคิดไม่ออก
- () ทำความกระจ่างกับประเด็นปัญหา
- () อื่นๆ / ถ้ามี (โปรดระบุ)

❖ ขอขอบคุณที่กรุณาตอบแบบสำรวจจนครบถ้วน ❖

ภาคผนวก ข

ข้อมูลแสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงประจักษ์ของแบบสำรวจ

1.1 ข้อมูลแสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบสำรวจสำหรับลักษณะการ “ความอยากรู้อยากเห็น”

ประเด็น	ข้อมูลเชิงประจักษ์จากผู้ทดลองใช้ *											
	ก่อนปรับปรุง						หลังปรับปรุง					
	ก	ข	ค	ง	จ*	IOC	ก	ข	ค	ง	จ*	IOC
1. ระดับของลักษณะการ	/	/	/	/	/	1.00	/	/	/	/	/	1.00
2. ช่วงเวลาเริ่มแรกของการ ก่อตัว	/	/	/	/	/	1.00	/	/	/	/	/	1.00
3. บ่อเกิดของลักษณะการ												
3.1 การเห็นตัวอย่างการ กระทำที่ดีของบุคคลที่ เกี่ยวข้อง	/	/	/	/	0	0.80	/	/	/	/	/	1.00
3.2 การแนะนำอบรมด้วย วาจาจากบุคคล	/	/	/	/	0	0.80	/	/	/	/	/	1.00
3.3 เกิดขึ้นเอง	/	/	/	0	0	0.60	/	/	/	/	/	1.00
3.4 อื่นๆ	/	/	/	/	0	0.80	/	/	/	/	/	1.00

- หมายเหตุ
1. * ก - ข - ค - ง - จ แทนผู้ทดลองใช้แบบสำรวจ
 2. / แทน ขอมรับ
- 0 แทน เสนอให้ปรับปรุง

1.2 ข้อมูลแสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบสำรวจสำหรับลักษณะการ “ความไวต่อปัญหา”

ประเด็น	ข้อมูลเชิงประจักษ์จากผู้ทดลองใช้ *											
	ก่อนปรับปรุง						หลังปรับปรุง					
	ก	ข	ค	ง	จ*	IOC	ก	ข	ค	ง	จ*	IOC
1. ระดับของลักษณะการ	/	/	/	/	0	0.80	/	/	/	/	/	1.00
2. ช่วงเวลาเริ่มแรกของการ ก่อตัว	/	/	/	/	/	1.00	/	/	/	/	/	1.00
3. บ่อเกิดของลักษณะการ												
3.1 การเห็นตัวอย่างการ กระทำที่ดีของบุคคลที่ เกี่ยวข้อง	/	/	/	/	/	1.00	/	/	/	/	/	1.00
3.2 การแนะนำอบรมด้วย วาจาจากบุคคล	/	/	/	/	/	1.00	/	/	/	/	/	1.00
3.3 เกิดขึ้นเอง	/	/	/	0	0	0.60	/	/	/	/	0	0.80
3.4 อื่นๆ	/	/	/	/	0	0.80	/	/	/	/	0	0.80

- หมายเหตุ
1. * ก - ข - ค - ง - จ แทนผู้ทดลองใช้แบบสำรวจ
 2. / แทน ยอมรับ
- 0 แทน เสนอให้ปรับปรุง

1.3 ข้อมูลแสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบสำรวจสำหรับลักษณะการ “ความคิดแหวกแนว”

ประเด็น	ข้อมูลเชิงประจักษ์จากผู้ทดลองใช้ *											
	ก่อนปรับปรุง						หลังปรับปรุง					
	ก	ข	ค	ง	จ*	IOC	ก	ข	ค	ง	จ*	IOC
1. ระดับของลักษณะการ	/	/	/	/	/	1.00	/	/	/	/	/	1.00
2. ช่วงเวลาเริ่มแรกของการ ก่อตัว	/	/	/	/	/	1.00	/	/	/	/	/	1.00
3. บ่อเกิดของลักษณะการ												
3.1 การเห็นตัวอย่างการ กระทำที่ดีของบุคคลที่ เกี่ยวข้อง	/	/	/	/	/	1.00	/	/	/	/	/	1.00
3.2 การแนะนำอบรมด้วย วาจาจากบุคคล	/	/	/	/	/	1.00	/	/	/	/	/	1.00
3.3 เกิดขึ้นเอง	/	/	/	0	0	0.60	/	/	/	/	0	0.80
3.4 อื่นๆ	/	/	/	/	0	0.80	/	/	/	/	/	1.00

- หมายเหตุ
1. * ก - ข - ค - ง - จ แทนผู้ทดลองใช้แบบสำรวจ
 2. / แทน ยอมรับ
- 0 แทน เสนอให้ปรับปรุง

1.4 ข้อมูลแสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบสำรวจสำหรับลักษณะการ “ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด”

ประเด็น	ข้อมูลเชิงประจักษ์จากผู้ทดลองใช้ *											
	ก่อนปรับปรุง						หลังปรับปรุง					
	ก	ข	ค	ง	จ*	IOC	ก	ข	ค	ง	จ*	IOC
1. ระดับของลักษณะการ	/	/	/	/	0	0.80	/	/	/	/	/	1.00
2. ช่วงเวลาเริ่มแรกของการ ก่อตัว	/	/	/	/	0	0.80	/	/	/	/	/	1.00
3. บ่อเกิดของลักษณะการ												
3.1 การเห็นตัวอย่างการ กระทำที่ดีของบุคคลที่ เกี่ยวข้อง	/	/	/	/	/	1.00	/	/	/	/	/	1.00
3.2 การแนะนำอบรมด้วย วาจาจากบุคคล	/	/	/	/	/	1.00	/	/	/	/	/	1.00
3.3 เกิดขึ้นเอง	/	/	/	0	0	0.60	/	/	/	/	0	0.80
3.4 อื่นๆ	/	/	/	/	0	0.80	/	/	/	/	/	1.00

หมายเหตุ 1. * ก - ข - ค - ง - จ แทนผู้ทดลองใช้แบบสำรวจ

2. / แทน ขอมรับ

0 แทน เสนอให้ปรับปรุง

1.5 ข้อมูลแสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบสำรวจสำหรับลักษณะการ “ชอบการเปลี่ยนแปลง”

ประเด็น	ข้อมูลเชิงประจักษ์จากผู้ทดลองใช้ *											
	ก่อนปรับปรุง						หลังปรับปรุง					
	ก	ข	ค	ง	จ*	IOC	ก	ข	ค	ง	จ*	IOC
1. ระดับของลักษณะการ	/	/	/	/	/	1.00	/	/	/	/	/	1.00
2. ช่วงเวลาเริ่มแรกของการ ก่อตัว	/	/	/	/	/	1.00	/	/	/	/	/	1.00
3. บ่อเกิดของลักษณะการ												
3.1 การเห็นตัวอย่างการ กระทำที่ดีของบุคคลที่ เกี่ยวข้อง	/	/	/	/	/	1.00	/	/	/	/	/	1.00
3.2 การแนะนำอบรมด้วย วาจาจากบุคคล	/	/	/	/	1	1.00	/	/	/	/	/	1.00
3.3 เกิดขึ้นเอง	/	/	/	0	0	0.60	/	/	/	/	0	0.80
3.4 อื่นๆ	/	/	/	/	0	0.80	/	/	/	/	/	1.00

- หมายเหตุ
1. * ก - ข - ค - ง - จ แทนผู้ทดลองใช้แบบสำรวจ
 2. / แทน ยอมรับ
0 แทน เสนอให้ปรับปรุง

1.6 ข้อมูลแสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบสำรวจสำหรับลักษณะการ “ทำงานเพื่อความพอใจ”

ประเด็น	ข้อมูลเชิงประจักษ์จากผู้ทดลองใช้ *											
	ก่อนปรับปรุง						หลังปรับปรุง					
	ก	ข	ค	ง	จ*	IOC	ก	ข	ค	ง	จ*	IOC
1. ระดับของลักษณะการ	/	/	/	/	/	1.00	/	/	/	/	/	1.00
2. ช่วงเวลาเริ่มแรกของการ ก่อตัว	/	/	/	/	/	1.00	/	/	/	/	/	1.00
3. บ่อเกิดของลักษณะการ												
3.1 การเห็นด้วยอย่างการ กระทำที่ดีของบุคคลที่ เกี่ยวข้อง	/	/	/	/	/	1.00	/	/	/	/	/	1.00
3.2 การแนะนำอบรมด้วย วาจาจากบุคคล	/	/	/	/	/	1.00	/	/	/	/	/	1.00
3.3 เกิดขึ้นเอง	/	/	/	0	0	0.60	/	/	/	/	0	0.80
3.4 อื่นๆ	/	/	/	/	0	0.80	/	/	/	/	/	1.00

หมายเหตุ 1. * ก - ข - ค - ง - จ แทนผู้ทดลองใช้แบบสำรวจ
 2. / แทน ยอมรับ
 0 แทน เสนอให้ปรับปรุง

1.7 ข้อมูลแสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบสำรวจสำหรับลักษณะการ “มีอารมณ์ขัน”

ประเด็น	ข้อมูลเชิงประจักษ์จากผู้ทดลองใช้ *											
	ก่อนปรับปรุง						หลังปรับปรุง					
	ก	ข	ค	ง	จ*	IOC	ก	ข	ค	ง	จ*	IOC
1. ระดับของลักษณะการ	/	/	/	0	/	0.80	/	/	/	/	/	1.00
2. ช่วงเวลาเริ่มแรกของการ ก่อตัว	/	/	/	/	0	0.80	/	/	/	/	/	1.00
3. บ่อเกิดของลักษณะการ												
3.1 การเห็นตัวอย่างการ กระทำที่ดีของบุคคลที่ เกี่ยวข้อง	/	/	/	/	1	1.00	/	/	/	/	/	1.00
3.2 การแนะนำอบรมด้วย วาจาจากบุคคล	/	/	/	/	/	1.00	/	/	/	/	/	1.00
3.3 เกิดขึ้นเอง	/	/	/	0	0	0.60	/	/	/	/	0	0.80
3.4 อื่นๆ	/	/	/	/	0	0.80	/	/	/	/	/	1.00

- หมายเหตุ
1. * ก - ข - ค - ง - จ แทนผู้ทดลองใช้แบบสำรวจ
 2. / แทน ขอมรับ
 - 0 แทน เสนอให้ปรับปรุง

2. ข้อมูลแสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบสำรวจสำหรับขั้นตอนการคิดสร้างสรรค์

ขั้นตอน	ข้อมูลเชิงประจักษ์จากผู้ทดลองใช้ *											
	ก่อนปรับปรุง						หลังปรับปรุง					
	ก	ข	ค	ง	จ*	IOC	ก	ข	ค	ง	จ*	IOC
1. ขั้นเตรียมการ	/	/	/	/	/	1.00	/	/	/	/	/	1.00
2. ขั้นบ่มเพาะความคิด	/	/	/	/	0	0.80	/	/	/	/	0	0.80
3. ขั้นพบทางออก	/	/	/	/	0	0.80	/	/	/	/	/	1.00
4. ขั้นปรับปรุงเปลี่ยนแปลง												
แนวความคิดแล้วเริ่มต้นใหม่	/	/	/	/	0	0.80	/	/	/	/	0	0.80
5. ขั้นการคิดแบบสหัญญาณ	/	/	/	0	0	0.60	/	/	/	/	0	0.80

หมายเหตุ

1. * ก - ข - ค - ง - จ แทนผู้ทดลองใช้แบบสำรวจ

2. / แทน ยอมรับ

0 แทน เสนอให้ปรับปรุง

ภาคผนวก ค

ข้อมูลแสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านความเชื่อมั่นแบบสอบถามของแบบสำรวจ

1.1 ข้อมูลแสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบสำรวจสำหรับลักษณะการ “ความอยากรู้อยากเห็น”

ประเด็น	ค่าความเชื่อมั่น (สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์)
1. ระดับของลักษณะการ	0.93
2. ช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัว	1.00
3. บ่อเกิดของลักษณะการ	
3.1 การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของบุคคลที่เกี่ยวข้อง	0.86
3.2 การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากบุคคล	0.88
3.3 เกิดขึ้นเอง	0.92
3.4 อื่นๆ	0.89

1.2 ข้อมูลแสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบสำรวจสำหรับลักษณะการ “ความไวต่อปัญหา”

ประเด็น	ค่าความเชื่อมั่น (สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์)
1. ระดับของลักษณะการ	0.89
2. ช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัว	0.93
3. บ่อเกิดของลักษณะการ	
3.1 การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของบุคคลที่เกี่ยวข้อง	0.84
3.2 การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากบุคคล	0.83
3.3 เกิดขึ้นเอง	0.81
3.4 อื่นๆ	0.86

1.3 ข้อมูลแสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบสำรวจสำหรับลักษณะการ “ความคิดแหวกแนว”

ประเด็น	ค่าความเชื่อมั่น (สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์)
1. ระดับของลักษณะการ	0.84
2. ช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัว	0.96
3. บ่อเกิดของลักษณะการ	
3.1 การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของบุคคลที่เกี่ยวข้อง	0.91
3.2 การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากบุคคล	0.82
3.3 เกิดขึ้นเอง	0.88
3.4 อื่นๆ	0.82

1.4 ข้อมูลแสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบสำรวจสำหรับลักษณะการ “ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด”

ประเด็น	ค่าความเชื่อมั่น (สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์)
1. ระดับของลักษณะการ	0.87
2. ช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัว	0.92
3. บ่อเกิดของลักษณะการ	
3.1 การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของบุคคลที่เกี่ยวข้อง	0.89
3.2 การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากบุคคล	0.86
3.3 เกิดขึ้นเอง	0.84
3.4 อื่นๆ	0.79

1.5 ข้อมูลแสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบสำรวจสำหรับลักษณะการ “ชอบการเปลี่ยนแปลง”

ประเด็น	ค่าความเชื่อมั่น (สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์)
1. ระดับของลักษณะการ	1.00
2. ช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัว	0.88
3. ปόเกิดของลักษณะการ	
3.1 การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของบุคคลที่เกี่ยวข้อง	0.93
3.2 การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากบุคคล	0.95
3.3 เกิดขึ้นเอง	0.86
3.4 อื่นๆ	0.87

1.6 ข้อมูลแสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบสำรวจสำหรับลักษณะการ “ทำงานเพื่อความพอใจ”

ประเด็น	ค่าความเชื่อมั่น (สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์)
1. ระดับของลักษณะการ	1.00
2. ช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัว	0.96
3. ปόเกิดของลักษณะการ	
3.1 การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของบุคคลที่เกี่ยวข้อง	0.88
3.2 การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากบุคคล	0.91
3.3 เกิดขึ้นเอง	0.83
3.4 อื่นๆ	0.86

1.7 ข้อมูลแสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบสำรวจสำหรับลักษณะการ “มีอารมณ์ขัน”

ประเด็น	ค่าความเชื่อมั่น (สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์)
1. ระดับของลักษณะการ	0.91
2. ช่วงเวลาเริ่มแรกของการก่อตัว	0.95
3. บ่อเกิดของลักษณะการ	
3.1 การเห็นตัวอย่างการกระทำที่ดีของบุคคลที่เกี่ยวข้อง	0.82
3.2 การแนะนำอบรมด้วยวาจาจากบุคคล	0.80
3.3 เกิดขึ้นเอง	0.86
3.4 อื่นๆ	0.83

2. ข้อมูลแสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบสำรวจสำหรับขั้นตอนการคิดสร้างสรรค์

ขั้นตอน	ค่าความเชื่อมั่น (สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์)
1. ขั้นเตรียมการ	0.93
2. ขั้นบ่มเพาะความคิด	0.84
3. ขั้นพบทางออก	0.79
4. ขั้นปรับปรุงเปลี่ยนแปลงแนวความคิดแล้วเริ่มต้นใหม่	0.82
5. ขั้นการคิดแบบสหัชญาณ	0.76



ภาคผนวก ง

ประวัติสังเขปของนักวิทยาศาสตร์ที่นำไปใช้วิเคราะห์ลักษณะการนักคิดสร้างสรรค์

ประวัติสังเขปของเซอร์ไอแซค นิวตัน

ไอแซค นิวตัน เกิดเมื่อวันที่ 25 ธันวาคม ค.ศ.1642 (พ.ศ. 2185) ตรงกับวันคริสต์มาส ตระกูลของเขาเป็นชาวนา เขาเป็นนักคณิตศาสตร์และปรัชญาธรรมชาติของอังกฤษ เกิดที่หมู่บ้านวูลสธอร์ป (Woolsthorpe) มณฑลลินคอล์นเชียร์ (Lincolnshire) เข้าศึกษาในมหาวิทยาลัยเคมบริดจ์ ในปี ค.ศ.1661 (พ.ศ. 2204) ผลงานที่มีชื่อเสียงของเขาคือการค้นพบอัตราเร็วของเสียง ตั้งกฎแรงโน้มถ่วงและการเคลื่อนที่

นิวตันเป็นกำพร้าบิดาตั้งแต่เด็ก มารดาของเขาต้องเลี้ยงดูมาแต่ผู้เดียว ในที่สุดมารดาก็แต่งงานใหม่เมื่อเขามีอายุ 12 ขวบนั้นไม่สนใจในการศึกษาเล่าเรียน เขากลับชอบทางเครื่องจักร เครื่องกล และของเล่นเด็กๆ เช่นเมื่อตอนเล็กๆ เขาหาค้อนเลื่อยขนาดต่างๆ แล้วนำมาสร้างเครื่องมือแปลกๆ เช่น ทำโรงสีลมขึ้นเองโดยเอาหนูผูกเข้ากับเฟืองใหญ่และวางเหยื่อทำด้วยข้าวโพดไว้เหนือเพียงพื้นระยะที่หนูหิวตัวนี้จะจับถึง ให้หนูวิ่งจับเหยื่อนี้ไป นอกจากนี้ยังสร้างนาฬิกาขึ้นเครื่องหนึ่งมีเข็มหน้าปัดเดินด้วยอำนาจแรงหยดของน้ำ ซึ่งเขาเทไว้ในอ่างทุกๆ เข้าเป็นปริมาณที่เหมาะสม เมื่อเขาไปอาศัยอยู่กับแพทย์ปรุ้งยาคนหนึ่งเขาเป็นคนไม่อยู่สุขชอบเล่นอะไรที่กวนใจคนเสมอ

เมื่ออายุ 15 ปี เขาเอาใจใส่ต่อการศึกษามากขึ้นสอบไล่ได้ที่ 1 เสมอ เมื่อบิดาถึงแก่กรรมมารดาจึงเรียกตัวเขากลับมาทำนา เขาไม่รักอาชีพการทำนาจึงหันมาสนใจแต่ตำราทำให้มารดาหมดหนทางบังคับจึงส่งเขาไปอยู่กับลุง ขณะที่ลุงไปตลาดมักพบหลานชายนอนเหยียดยกขาบนหน้าต่างคร่ำคร่ำครวญอยู่กับการคิดโจทย์คณิตศาสตร์เสมอ

นิวตันเป็นคนไม่ชอบคบเพื่อน เขาจึงมีเวลาหมกมุ่นอยู่กับตำราเป็นส่วนใหญ่ เขาเริ่มคิดประดิษฐ์สิ่งแปลกๆ ใหม่ๆ ขึ้น เขาได้ศึกษาต่อในมหาวิทยาลัยไทรินิตี้ แห่งเมืองเคมบริดจ์ เขายอมรับวิธีแก้โจทย์คณิตศาสตร์ตามวิธีของมหาวิทยาลัย เขาไม่สนใจดูแลสารูปของตัวเอง เขามักเดินเข้าไปในโรงอาหารของมหาวิทยาลัยต่างๆ ที่ปลอดคอกหอยร่องแร่แชนเสื้อถลกขึ้นมา และเขากางเกงไม่ได้กลัดกระดุมที่หัวเข่า และอาหารที่นำมาให้นิวตันขณะกำลังร้อนๆ เพื่อรับประทานในเวลากลางวันนั้น เขาได้รับประทานต่อเมื่อเย็นแล้ว คือ กินเป็นอาหารเช้าของวันรุ่งขึ้น

เมื่อเรียนสำเร็จเขาก็ได้เข้าทำงานเป็นผู้ช่วยศาสตราจารย์ของมหาวิทยาลัย เขาได้ค้นพบปรากฏการณ์ของรุ้งกินน้ำ ค้นพบแสงสว่างของดวงอาทิตย์ประกอบด้วยสีต่างๆ 7 สี และ ต่อมาเขาก็ได้รับตำแหน่งศาสตราจารย์ทางคณิตศาสตร์ ก่อนหน้านั้นเขาได้แนะนำให้บรรดาเพื่อนนักวิทยาศาสตร์ของเขาวิธีแก้โจทย์ที่ใหม่กว่าและง่ายกว่าวิธีของมหาวิทยาลัย ทำให้เพื่อนอาจารย์ด้วยกันรู้สึกประหลาดใจที่เขาวิธีคิดเลขแปลกๆ และเป็นวิธีที่รวดเร็ว โดยสามารถคำนวณเนื้อที่ของรูปไฮเปอร์โบลาได้ละเอียดถึงสองร้อยห้าสิบตัวเลข

ในปี ค.ศ.1682 (พ.ศ. 2225) เขาได้รับความสำเร็จยิ่งใหญ่ในทฤษฎีแห่งการเคลื่อนที่ของความดึงดูดของโลกซึ่งเขาเป็นผู้ริเริ่มขึ้น กฎแห่งความดึงดูดนี้นับเป็นหลักสำคัญในวิชาฟิสิกส์ ซึ่งต้องศึกษาในเรื่องความโน้มถ่วงของโลกและจุดศูนย์กลางแห่งความโน้มถ่วงด้วย เขาไม่ใช่เพียงนักคิดเท่านั้นแต่ยังเป็นนักฝันด้วย วิธีการของเขาไม่ใช่วิธีของนักสังเกตหัวทื่อๆ แต่เป็นวิธีของนักสร้างสรรค์ที่มีจินตนาการ เขาได้นำจินตนาการเกี่ยวกับการตกของลูกแอปเปิ้ลอย่างง่ายๆ ไปสวมใส่กับการเคลื่อนไหวของดวงดาวได้ เขาบอกว่าเพียงแต่บอกมวล ที่อยู่และการเคลื่อนไหวของระบบแห่งวัตถุในท้องฟ้าขณะใดขณะหนึ่งแก่เขา เขาก็สามารถคำนวณที่อยู่ในอนาคตและการเคลื่อนที่ของดวงดาวได้โดยไม่ผิดพลาด

เมื่อว่างเขาไปเยี่ยมชมมารดาและนั่งอยู่ในสวน ปล่อยให้ใจให้นึกถึงความแปลกประหลาดของโลกอยู่เรื่อยๆ และครั้งหนึ่งที่ถูกแอปเปิ้ลตกลงมาจากต้นที่อยู่ใกล้เคียงเพียงเท่านั้นก็ทำให้ประวัติความคิดของมนุษย์ถึงขั้นเปลี่ยนยุคทันที วิธีที่นิวตันขบปัญหาลูกแอปเปิ้ลตก กฎแห่งเอกภาพคือ การดึงดูดกันระหว่างมวลต่อมวลหรือสิ่งที่มีน้ำหนักต่อสิ่งที่มีน้ำหนัก ..หลักแห่งความถ่วงนี้ใช้ได้ไม่เฉพาะแต่โลก หากใช้ได้ทั่วเอกภพด้วยจากดาวนพเคราะห์ถึงดาวนพเคราะห์ ดาวฤกษ์ถึงดาวฤกษ์ ในที่พัคนิวตันได้เริ่มงานทางทฤษฎีของเขาต่อไป เขาใช้เวลาเป็นชั่วโมงๆ ที่เดียวในการมองเขม็งไปยังดวงดาวในท้องฟ้าผ่านกล้องโทรทรรศน์ เขาได้ทดลองเจาะรูฝาห้องให้แสงดวงอาทิตย์ส่องสอดเข้ามาในห้องมืดของเขาและให้ลำแสงนั้นส่องตรงไปยังฉากที่เขาตั้งไว้ระหว่างลำแสงกับฉากรับนี้เขาวางแก้วปริซึมลงไปและสังเกตเห็นว่าครั้งแรกจุดของแสงเคลื่อนที่ไป ครั้งที่ 2 แทนที่ลำแสงจะเป็นวงกลมสีขาวตามเดิมแต่กลับเปลี่ยนทางเดินของแสงแยกออกไปเป็นสีต่างๆ เป็นแถบๆ มีขนาดใหญ่กว่าลำแสงเดิมถึง 5 เท่า แสงที่เกิดขึ้นรังสีทั้ง 7 นี้ คือ ม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง แสด แดง ซึ่งเรียกว่า แสงสเปกตรัม ถ้าเอาแก้วปริซึมอีกอันวางกลับหัวกับอันแรก รังสีของแสงทั้ง 7 จะกลับเป็นสีขาวตามเดิม แต่รวมแสงเป็นจุดอันเดียวกัน ด้วยหลักการดังกล่าวทำให้นิวตันคิดสร้างกล้องโทรทรรศน์ชนิดสะท้อนแสงได้สำเร็จโดยใช้กระจกโค้งกับเลนส์ซึ่งช่วยในการหักเหของแสง

นิวตันเป็นบุคคลที่มุ่งทำประโยชน์ให้แก่สังคม เขามีความสุขอยู่กับการทดลอง และการคำนวณยิ่งกว่าสิ่งอื่นใด แม้ตอนเขาออกปากฝากรักกับสุภาพสตรีซึ่งเพิ่งรู้จักกัน เขาก็ว่ามือเธอมาบีบไว้อย่างทนุถนอม ..เมื่อถึงเวลาสำคัญจิตใจของเขาก็เลื่อนลอยไปสู่ทฤษฎีบทไบโนเมียล เขาจึงจับนิ้วของนางสอดเข้าไปในรูของกล้องยา และคืนวันหนึ่งนิวตันเรียกเพื่อนเล่นมารวมกัน และบอกเพื่อนว่า “นี่ฉันกำลังทำอะไรเล่นสักอย่าง จะทำให้ชาวบ้านตกใจไปชั่วชีวิต ฉันทำ ตะเกียงไว้อย่างหนึ่งจะเอาผูกเข้ากับหางว่าว แล้วชักว่าวขึ้นเหนือหลังคาบ้าน คนคงจะคิดว่าเป็น ดาวหางกำลังตก”

เขาได้รับพระราชทานบรรดาศักดิ์เป็น “เซอร์” (Sir) เมื่อมีอายุ 60 ปีแล้ว เขาถึงแก่กรรมเมื่อวันที่ 20 มีนาคม ค.ศ.1727 (พ.ศ. 2270) รวมอายุ 85 ปี เขาไม่เคยได้ฝันที่จะมีความตื่นเต้นในข้อที่ว่าวันหนึ่งผลการค้นพบของเขาจะเป็นประโยชน์แก่ประชาชนอย่างไรหรือไม่ คณิตศาสตร์เป็นเพียงกีฬาสำหรับความสนุกสนานส่วนตัวเท่านั้น เขาเคยประกาศกับเพื่อนๆว่า “ผมจะไม่พิมพ์ข้อความอะไรไว้เลย เพราะการทำเช่นนั้นเป็นการทำให้คนรู้จักเท่านั้นเอง และเรื่องนี้ก็เป็นเรื่องที่ผมพยายามหลีกเลี่ยงเป็นที่สุด” จะเห็นว่าการค้นพบของเขาเป็นเพียงผลของการฆ่าเวลาในยามว่างเพื่อทำให้ตนเองสนุกสนานเมื่ออยู่คนเดียวเท่านั้น

ประวัติสังเขปของ ชาร์ลส์ ดาร์วิน

ชาร์ลส์ ดาร์วิน เกิดเมื่อวันที่ 12 กุมภาพันธ์ ค.ศ. 1809 (พ.ศ. 2352) ที่เมือง ชรูซเบอรี (Shrewsbury) ประเทศอังกฤษ ในตระกูลที่มั่งคั่ง ได้รับการศึกษาอย่างดีมีปูเป็นนัก ฟิสิกส์ นักประดิษฐ์ และเป็นนักเขียนที่มีแนวคิดทันสมัย เป็นนักวิทยาศาสตร์ นักปรัชญา และกวี มีตาเป็นนักอุตสาหกรรรม เป็นผู้ผลิตเครื่องปั้นดินเผา กระเบื้องเคลือบ ซึ่งเป็นที่รู้จักกันทั่วโลก มีบิดาเป็นนายแพทย์ที่มีชื่อเสียง ตระกูลของมารดาเป็นกุลสตรี (บุตรสาวของนายช่างที่ทำภาชนะ)

บิดาของชาร์ลส์ต้องการให้เขาเรียนแพทย์จึงส่งเขาไปเรียนหนังสือในโรงเรียนมัธยมชั้นดีแต่เขาไม่สนใจวิชาแพทย์ เขาถูกกล่าวหาว่าเป็นเด็กโง่ไม่สามารถเอาดีเป็นคนมีชื่อเสียงได้ แต่เขาก็ชอบอ่านหนังสือ สามารถอ่านบทประพันธ์และละครของเชกสเปียร์ด้วยความสนใจได้เป็นชั่วโมงๆ โดยไม่เบื่อหน่าย ชอบอยู่กลางแจ้ง ชอบเที่ยวยิงนกตกปลา ชอบสะสมรังนก แมลง และหินสีต่างๆ วิชาที่ชอบคือวิชา ธรรมชาติวิทยา เขาชอบหาความเพลิดเพลินจากป่าเขา และ ทะเล ส่วนวิชาอื่นๆ เขาเรียนเพื่อไม่ให้ถูกลงโทษเท่านั้น ความสนใจของเขามุ่งไปที่งานอดิเรก มากกว่าการตั้งใจเรียน เขาสมัครเป็นสมาชิกกลุ่มนักสัตวศาสตร์รุ่นเยาว์ ออกสำรวจตามชายฝั่ง ทะเลของอังกฤษหลายครั้ง เพื่อศึกษาชีวิตสัตว์ทะเล ชอบสะสมหนังสือเกี่ยวกับการเดินทาง ปรัชญา ธรรมชาติและธรณีวิทยา เขารู้สึกเบื่อหน่ายต่อการเรียนเบื่อตำราเขาไม่สนใจในวิชาแพทย์เลย จนถึงขนาดหนีการบรรยายของอาจารย์ หนีออกจากห้องผ่าตัดที่นิสิตทั้งหลายกำลัง ศึกษาอยู่ ซึ่งเขาถือว่าเป็นการประหัตประหารชีวิต เขาทุ่มเทเวลาให้กับธรรมชาติมากขึ้นและได้เขียนเรื่องเกี่ยวกับ “หนอนทะเล” ซึ่งเป็นเรื่องที่เขาสนใจและมีความรู้เมื่ออายุ 16 ปี แต่ไม่มี ใครสนใจ เขาได้ลาออกจากการเรียนแพทย์เมื่ออายุ 17 ปี บิดาของเขาเสียใจมาก “ถือว่าเป็น แกะดำ ที่ทำให้ตระกูลเสื่อมเสียชื่อเสียง” และยังเขาสนใจในการยิงปืน บิดาของเขาเกรงว่าเขา จะกลายเป็นคนฆ่าสัตว์ตัดชีวิตโดยไม่คำนึงถึงบาปบุญคุณโทษจึงให้เขาบวชเป็นพระ เขาก็ตามใจ บิดาบวชเรียนจนได้รับปริญญา

ถึงแม้เขาจะสนใจในการยิงปืนมากแต่ก็ไม่ทำงานสะสม เขาสนใจธรณีวิทยา และได้ เรียนเพิ่มเติม เขาได้สะสมแมลงและเขียนคำบรรยายประกอบไว้ด้วย ในปี ค.ศ.1831 (พ.ศ. 2374) กองทัพเรืออังกฤษได้จัดเรือลำหนึ่งชื่อ “บีเกิล” (H.M.S. Beagle) ออกทำการสำรวจ มหาสมุทรแปซิฟิกและแอตแลนติก เขาได้มีโอกาสดำเนินเรือในฐานะนักธรรมชาติวิทยา เป็น เวลา 5 ปี โดยได้รับความเห็นชอบจากลุงซึ่งเป็นผู้เกลี้ยกล่อมให้พ่อของเขาอนุญาต

ในการเดินเรือ ซึ่งออกเดินทางตั้งแต่วันที่ 27ธันวาคม ค.ศ.1831 (พ.ศ. 2374) ภายในเรือ เขามีห้องเล็กๆ เป็นมุมอยู่มุมหนึ่งซึ่งใช้เป็นที่หลับนอน อ่านหนังสือ และเป็น ห้องวิจัยควบคู่ไปด้วย ตลอดเวลาของการเดินทางเขาได้สะสมแมลงและสัตว์ต่างๆ และส่งหिनกลับไปเก็บที่บ้านเป็นจำนวนมาก บางอันที่ส่งกลับบ้านไม่ได้เขาก็จะวาดภาพเก็บไว้ เขามีความสุข กับงานนี้มากจนได้สมญาว่า “นักล่าแมลงวัน” เรือลำนี้ได้พาเขาไปแอฟริกา อเมริกาใต้ ออสเตรเลีย นิวซีแลนด์ มหาสมุทรอินเดียเขาได้รับประสบการณ์และความรู้มากมายในการเดินทางครั้งนี้

ชาร์ลส์ไม่เพียงแต่นักสะสม เขายังเป็นนักคิดอีกด้วย ยิ่งสะสมมากเขาก็ยิ่งคิดมากขึ้น เขาสังเกตเห็นว่าสัตว์และพืชในเขตต่างๆของทวีปมีส่วนคล้ายและแตกต่างกัน เขาพบเปลือกหอยทะเลเล็กบนภูเขาสูงซึ่งอยู่ห่างไกลฝั่งทะเลหลายร้อยไมล์ ซึ่งสรุปได้ว่า ผิวของโลกเราคงจะยุบตัวลงหรือมีการงอกออกอย่างช้าๆ พื้นทวีปอาจเป็นผืนเดียวกันจึงมีการกระจายของพืช และสัตว์จากทวีปไปยังเกาะได้

แต่ก่อนมีความเชื่อว่าสัตว์แต่ละชนิดมีพันธุ์แตกต่างกัน เช่น หมีก็มีหมีขาว หมี เทา หมีสีน้ำตาล แมลงและผีเสื้อก็มีหลายสิบพันธุ์ แมงมุมก็มีนับเป็นพันๆชนิด นักวิทยาศาสตร์สมัยนั้นมีความเชื่อว่าสัตว์ชนิดต่างๆ ถูกสร้างมาตั้งแต่ต้นมิได้มีการเปลี่ยนแปลง ตอนแรกชาร์ลสเองก็มีความเชื่อเช่นนั้น แต่จากการสังเกตเขาเริ่มถูกคิดว่าทำไมพระเจ้าจึงสร้างสัตว์หลายพันธุ์ที่เกือบเหมือนกัน ดูเป็นการเปลืองโดยใช่เหตุ น่าจะมีการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นตามกาลเวลาที่ล่วงเลยไป หรือตามสถานที่แวดล้อมที่แตกต่างออกไปมากกว่า แต่เขาก็สงสัยว่าทำไมพันธุ์ต่างๆ เหล่านี้จึงไม่มีการเปลี่ยนแปลงไปอีก

เมื่อมาถึงเกาะแห่งหนึ่งเขาได้เห็นเต่ายักษ์สองตัวซึ่งมองเขาอย่างไม่เกรงกลัว มันไม่สนใจเขาเลย เขาปีนขึ้นไปบนหลังเต่า มันเดินช้ามาก กว่าเดินได้ 1 หลา เขาตกลงมาหลายครั้ง เขาแปลกใจในลักษณะของมันที่คล้ายเต่าในอเมริกา แต่บางลักษณะก็ต่างไปจากเต่า บนเกาะเดียวกัน เช่นเดียวกับพืชที่ขึ้นบนเกาะ เขาอธิบายว่าเดิมที่ดินตระกูลของพืชและสัตว์คง มาจากเกาะแห่งอื่น เมื่อเวลาผ่านไปสถานที่เปลี่ยนไปจึงทำให้พันธุ์ต่างออกไป จึงเป็นไปได้ ว่าสิ่งมีชีวิตทั้งหลายมีต้นกำเนิดมาจากสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันหรือเพียงไม่กี่ต้นกำเนิด เมื่อเรือเดินทางกลับอังกฤษเขาได้บันทึกว่า “ข้าพเจ้าเบื่อมาก เบื่อทะเล เบื่อเรือทุกลำที่แล่นในทะเล” ที่เป็นเช่นนี้เพราะ

ตลอดการเดินทางเขาเมาเรือ เมื่อเดินทางกลับถึงบ้าน เขาคิดว่าเขาจะไม่ยอม ออกจากอังกฤษอีกเลย จนตลอดชีวิต

เขาไม่ได้กลับมาเป็นพระอย่างที่บิดาต้องการ แต่ก็ไม่ได้เป็นนักล่าสัตว์อย่างที่พ่อเกลียด เขาจากไปโดยมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์น้อยมากแต่กลับมากลายเป็นผู้เชี่ยวชาญทางธรรมชาติและธรณีวิทยาที่ปราดเปรื่อง ตัวอย่างที่เขาสะสมพร้อมทั้งบันทึกล้วนเป็นที่สนใจสำหรับนักวิทยาศาสตร์เขาจึงมีชื่อเสียงมาก แต่เนื่องจากสุขภาพไม่ดี เขาจึงย้ายมาใช้ชีวิตอย่างสงบกับ ครอบครัว เขาจะเหนื่อยง่ายปวดศีรษะเวียนและปวดท้อง เขาได้เขียนหนังสือเล่มหนึ่งชื่อ “ต้นกำเนิดแห่งพันธุ์ต่างๆ ของพืชและสัตว์” ซึ่งมีสาระสำคัญว่าพันธุ์ต่างๆ ของสัตว์และพืชนั้น เปลี่ยนแปลงได้ แต่สิ่งที่เขาไม่เข้าใจคืออะไรเป็นตัวควบคุมให้มีการเปลี่ยนแปลงงานของเขาทำให้เกิดการวิพากษ์วิจารณ์อย่างมาก เกิดการโต้แย้ง ซึ่งเขาไม่ชอบอย่างยิ่ง เขาได้เลี้ยงนกพิราบ ไว้คู่หนึ่ง ซึ่งมีลูกหลานออกมาเป็นพันธุ์ต่างๆ 3 พันธุ์ ซึ่งพันธุ์ดังกล่าวสามารถเปลี่ยนแปลงได้อีก โดยการเลือกผสมพันธุ์ แต่ธรรมชาติไม่มีการเลือกเช่นนี้ ดังนั้นคำตอบที่เขาได้ก็คือ..การเลือกของ ธรรมชาติคือการคงอยู่ของสิ่งที่แข็งแรงที่สุด ...เขายังคงเขียนหนังสือต้นกำเนิดแห่งพันธุ์ต่างๆ ของ พืชและสัตว์ต่อไปโดยไม่สนใจที่จะออกพิมพ์จำหน่าย เพราะถือว่าวิชาของเขา เป็นวิชาที่รู้ไม่รูจบ ในบทความของเขาไม่กล่าวถึงมนุษย์เลยและเมื่อถูกชวนให้พิมพ์หนังสือและร่วมประชุมทางวิทยาศาสตร์ใหญ่ ที่ออกฟอร์ดเขาก็ไม่ได้ไปร่วมเนื่องจากป่วย แต่ได้ให้เพื่อนของเขาชื่อ ศาสตราจารย์ ฮักซลีย์ (Huxley) ทำหน้าที่แทนในการประชุมเขาถูก โจมตีว่า..เขาสืบเชื้อสายมาจากลิงหรือการ ประชุมวุ่นวายมากเมื่อศาสตราจารย์ฮักซลีย์ ตอบว่า ..เขาพอใจที่จะสืบเชื้อสายมาจากลิงมากกว่า จากคนที่แทนที่จะสนใจเอาธุระเรื่องของตน แต่กลับวุ่นวายกับเรื่องที่ตนไม่รู้เรื่องเลย.. ความ วุ่นวายของการประชุมครั้งนี้ทำให้เป็นที่สนใจของประชาชนบางกลุ่มที่ยังคงเชื่อตามพระ รวมทั้ง กับต้นเรือที่เป็นเพื่อนเดินทางกับเขาตลอด 5 ปีด้วย

เขาได้แต่งงานกับสตรีที่ร่ำรวยจึงไม่ต้องกังวลกับการประกอบอาชีพ เขาสร้างเรือน กระจก ปลูกพืชเขตร้อน ใช้เวลาอยู่ที่บ้านเพื่อศึกษาพืชพันธุ์ต่างๆ อีก 12 ปีต่อมา เขาได้เขียนหนังสือการสืบสายของมนุษย์และดีพิมพ์ใน ค.ศ.1871 (พ.ศ. 2414) เขาไม่ลังเลอีกต่อไปในการเสนอความคิดเห็นของเขาที่ว่า... มนุษย์มีวิวัฒนาการมาจากสัตว์เขาอธิบายว่า การคัดเลือก โดยธรรมชาติคือ สัตว์ที่มีลักษณะที่เหมาะสมเท่านั้นที่สามารถดำรงอยู่ได้ สิ่งแวดล้อมที่ตนดำรง อยู่จะเป็นตัวจัดลักษณะที่ไม่เหมาะสมออกไป เช่น ไล่ตั้ง เมื่อก่อนมีประโยชน์ในระบบย่อยอาหาร ภายหลังไม่มีประโยชน์จึงหายไป การปรับตัวและการเปลี่ยนแปลงในสิ่งมีชีวิตอาจต้องใช้เวลาหลายปี หรือหลายร้อยปี หรือมากกว่านั้น

ในศตวรรษที่ 19 นักอุตสาหกรรมและนายทุนตลอดจนนักเผด็จการได้อ้างทฤษฎี ของดาร์วิน เพื่อเบียดเบียนเอาเปรียบและกำจัดผู้ที่อ่อนแอโดยอ้างความเหมาะสม แต่ดาร์วิน

ไม่ได้หมายความว่าเช่นนั้น หากเขาหมายถึง “ผู้ที่ปรับตัวได้เหมาะสมที่สุด” เขาไม่ได้เสนอ ทฤษฎีขึ้นเพื่อการต่อสู้ หรือเพื่อขจัดผู้ที่อ่อนแอตามที่ผู้มีอำนาจใช้ เขาเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่มอง ความก้าวหน้า เขากล่าวว่า “คนที่เห็นแก่ตัวคนที่ชอบโต้เถียง จะไม่ก่อให้เกิดความปรองดองและ ถ้าปราศจากการปรองดองแล้วก็จะไม่เกิดผลอะไร” เขาเป็นคนมีเกณฑ์ในการดำรงชีวิตในแต่ละวัน เช่น เมื่อตื่นนอนเขาจะออกไปเดินเล่นแล้วกลับมารับประทานอาหารเช้า ทำงาน 2 - 3 ชั่วโมง แล้วออกไปเดินชมพันธุ์ไม้ในสวนเพื่อศึกษารธรรมชาติวิทยาโดยเฉพาะ กลับมารับประทานอาหารกลางวันเขียนจดหมาย นอนพัก 1 ชั่วโมง แล้วทำงานต่อ ฟังกรรยาเล่นเปียโน หรือฟังลูกอ่านหนังสือในตอนเย็นแล้วจึงเข้านอน...

เขาถึงแก่กรรมเมื่อวันที่ 19 เมษายน ค.ศ.1882 (พ.ศ. 2425) รวมอายุ 74 ปี ศพของนักธรรมชาติผู้ยิ่งใหญ่ผู้นี้ถูกฝังไว้ที่วิหารเวสต์มินสเตอร์ ประเทศอังกฤษ

ประวัติสังเขปของเอ็ดิสัน

เอ็ดิสัน เกิดเมื่อ วันที่ 11 กุมภาพันธ์ ค.ศ. 1847 (พ.ศ. 2390) ที่เมืองมิลาน (Milan) รัฐโอไฮโอ(Ohio) บิดาชื่อแซมมวลเอ็ดิสัน (Samuel Edison) เป็นชาวฮอลแลนด์ มีอาชีพไม้แน่นอน มารดาชื่อแนนซี เอลเลียด (Nancy Elliad) เป็นชาวอิตาเลียนมีอาชีพเป็นครู ครอบครัวยของเอ็ดิสันค่อนข้างยากจน เอ็ดิสันจึงเรียนที่บ้านของตนจากมารดา

เอ็ดิสัน สนใจในวิทยาศาสตร์ ชอบคิดทดลองตามตำรา เมื่อต้องการรู้อะไรจะต้อง ค้นหาความจริง จากสิ่งต่างๆ ให้แน่ชัด แม้จะอายุเพียง 10 กว่าขวบ บางครั้งเขาจะลงมือทดลองด้วยตนเอง เช่น เขาพยายามกักไข่ห่านเหมือนกับที่ได้เห็นแม่ห่านทำ เพื่อทดลองว่าจะกักไข่ ห่านให้ออกมาเป็นตัวได้หรือไม่ และมีครั้งหนึ่งเขาได้จุดไฟเผาโรงนาของบิดาเพียงเพื่อประสงค์จะ ดูว่ามีอะไรเกิดขึ้นบ้าง

พออายุได้ 12 ขวบ เอ็ดิสันเริ่มสะสมเครื่องใช้ในการทดลองวิทยาศาสตร์โดยพยายามหาเงินมาใช้จ่ายซื้อหาทดลองด้วยตนเองเกือบทั้งสิ้น ด้วยวิธีการขายผักในสวน เป็นเด็กขายหนังสือพิมพ์บนรถไฟ จนการค้าของเขาเจริญก้าวหน้าออกไป และสามารถมีร้านขายของเบ็ดเตล็ดเป็นของตนเอง ในระยะนี้เอ็ดิสันเริ่มหันมาสนใจเรื่องการรับส่งโทรเลขด้วย

ขณะที่เอ็ดิสันเป็นคนขายของบนรถไฟ เขาต้องทำงานตั้งแต่เวลา 7.00 ถึง เวลา 19.30 น. และพอบังคับให้เข้านอนเวลา 21.30 น. ทำให้เวลาปรับปรุงเครื่องส่งโทรเลขที่เขาทำเองไม่เต็มที่ เขาจึงนำหนังสือพิมพ์ที่ขายเหลือกลับมาให้พ่ออ่าน โดยให้อ่านข่าวที่ยาวและน่าสนใจ ถึงเวลา 24.00 น. เพื่อให้พ่อลืมนเวลาเข้านอนของเขา

ในวันหนึ่งเขาต้องการทดลองส่งข่าวรหัสมอร์สกับเพื่อนบ้านทางโทรเลข จึงแก้งไม้ เอาหนังสือพิมพ์กลับบ้าน เมื่อพ่อถามหาหนังสือพิมพ์จึงบอกพ่อว่า หนังสือพิมพ์อยู่กับ

เพื่อน และเขาสามารถใช้โทรเลขเพื่อให้เพื่อนเขาส่งข่าวมา เอ็ดสันวางแผนนี้อยู่หลายวันจนกระทั่งพอ เข้าใจและให้อยู่ถึง 23.00 น. เอ็ดสันจึงเอาหนังสือพิมพ์มาให้พ่ออ่านทุก ๆ วัน

เมื่ออายุได้ 15 ปี เขาได้ซื้อเครื่องพิมพ์มาออกหนังสือพิมพ์รายสัปดาห์ของตนเองชื่อว่า “วิกลี เฮราลด์” (The Weekly Herald) ซึ่งจำหน่ายถึงสัปดาห์ละ 800 - 1,000 ฉบับ ทำรายได้ให้เขาเดือนละ 45 ดอลลาร์ อย่างไรก็ตามสำนักพิมพ์ของเขา รวมทั้งที่ทำงานและ ร้านขายของเบ็ดเตล็ดดังกล่าวแทนที่จะเป็นตึกหรูหราเขากลับอาศัยอยู่ในโบสถ์ไฟเก่าๆ ซึ่งจอดทิ้งไว้หลังหนึ่ง ในรถตู้คันนี้มีทั้งเครื่องพิมพ์ปั๊ม รวมทั้งเครื่องทดลองวิทยาศาสตร์ อีกด้วย แล้ววันหนึ่ง ขณะที่เขาทดลองทางเคมีในห้องทำงานเกิดมีเสียงระเบิดขึ้นทำให้ไฟลุกไหม้ พนักงาน ดูแลรถไฟ จึงขับไล่เขาออกไปจากตู้หลังนั้นหลังจากเหตุการณ์วันนั้นเขาก็สูญเสียกิจการทั้งหมด ลงไป

แล้วบังเอิญวันหนึ่ง เขาเสี่ยงชีวิตไปช่วยอุ้มเด็กให้รอดพ้นจากการถูกรถไฟทับ ปรากฏว่าเด็กคนนั้นเป็นบุตรของนายสถานีรถไฟนั่นเอง ด้วยสำนึกบุญคุณของเอ็ดสัน นายสถานีจึงถ่าย ทอดวิธีการรับส่งโทรเลขของสถานีให้เอ็ดสัน จนกระทั่งเอ็ดสันมีความชำนาญพอสมควร แล้ว เอ็ดสันจึงใช้ความรู้นี้เข้าไปสมัครเป็นพนักงาน ที่พอร์ตฮิวรอน (Port Huron) รัฐมิชิแกน (Michigan) และได้งานสมประสงค์ เขาทำงานในหน้าที่รับส่งโทรเลขได้ดีจนเพื่อนร่วมงานอีกคนหนึ่งคิด กลั่นแกล้งเขาโดยส่งข่าวจากนิวยอร์กให้เร็วขึ้นๆ และส่งคำที่ฟังยากและสับสน แต่เอ็ดสันสามารถ จดโทรเลขได้รวดเร็วและเคาะโทรเลขถึงพนักงานส่งที่นิวยอร์กว่า “พ่อหนุ่มให้ส่งสัญญาณโทรเลข ด้วยเท้าอีกข้างด้วย”

ในฤดูหนาวของปี ค.ศ.1864 (พ.ศ. 2407) ขณะที่เอ็ดสันเป็นพนักงานโทรเลขประจำเวรกลางคืนปรากฏว่าหิมะน้ำแข็งในแม่น้ำเซนต์แคลร์ (Saint Clair) ทำให้สายโทรเลขขาดเรือข้ามฟากไม่สามารถแล่นฝ่าหิมะ ทำให้ไม่สามารถติดต่อกันได้ เอ็ดสันจึงให้พนักงานรถไฟ ส่งสัญญาณใกล้แม่น้ำมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ แล้วให้พนักงานรถไฟเป่าสัญญาณหวูดรถไฟสั้นๆ ยาวๆ ตามรหัสของมอร์ส สัญญาณหวูด ทำให้พนักงานโทรเลขในเมือง ซาร์เนีย (Samia) เข้าใจและต่อรถไฟของตนมาที่ท่าทำให้เมืองทั้งสองติดต่อกันได้อีกครั้ง

ต่อมาไม่ช้าเอ็ดสันก็ต้องถูกออกจากการงานในหน้าที่พนักงานโทรเลขอีก เนื่องจากความฉลาดรอบรู้เกินไป เพราะหน้าที่ส่งโทรเลขนั้นต้องส่งสัญญาณไปยังที่ทำงานใหญ่ทุกๆ ชั่วโมงเพื่อแสดงให้รู้ว่า พนักงานจะต้องปฏิบัติงานอยู่ตลอดเวลากลางคืน แต่เอ็ดสันชอบนอนหลับในตอนดึกเสมอ จึงคิดหาวิธีดบตาสำนักงานใหญ่ด้วยการประดิษฐ์เครื่องส่งสัญญาณแทนตัวเขา แต่บังเอิญผู้อำนวยกาจับได้ เอ็ดสันจึงถูกไล่ออก

เขาใช้ชีวิตระหกระเหินอยู่ถึง 4 ปี ในช่วงวัยรุ่นโดยตระเวนหางานทำไปตามเมือง ต่างๆ จนกระทั่งเขาอายุได้ 21 ปี ได้กลับไป พอร์ตฮิวรอน (Port Huron) และมีผู้แนะนำให้เขาไปทำงานที่บริษัทเวสเทอร์นยูเนียน (Western Union) ลักษณะและการแต่งกายของเขา

เวลานั้น ทำให้คนสมเพชและประมาทในความรู้ของเขา แต่เอ็ดสันก็แสดงความสามารถในเรื่องโทรเลขให้คนเหล่านั้นเห็นบริษัทจึงรับเขาเข้าทำงาน

เอ็ดสันแต่งงานกับแมรี (Mary) เมื่อเขาอายุได้ 24 ปี ตอนที่เขาเริ่มรู้จักกับแมรี สมัยนั้นชายหนุ่มกับหญิงสาวจะอยู่ด้วยกันตามลำพังไม่ได้ ต้องมีผู้ใหญ่อยู่ด้วย เขาจึงใช้เหรียญเงินเคาะเล็บมือคนรักตามระบบโทรเลขแทนการกระซิบกระซาบ (เนื่องจากเอ็ดสันเป็นคนหูหนวก) เอ็ดสันและคนรักใช้วิธีนี้พูดคุยกันโดยมารดาของคนรักไม่เข้าใจ

ถึงแม้เอ็ดสันจะแต่งงานแล้ว เขาก็ยังคงคิดถึงงานและบางครั้งก็กลับบ้าน เขาทุ่มเทเวลาให้กับการประดิษฐ์ ค้นคว้าสิ่งของใหม่ๆ ขึ้นหลายอย่าง ในปี ค.ศ.1869 เขาได้ร่วมลงทุนกับวิศวกรคนหนึ่งประดิษฐ์เครื่องบอราคาทองคำชื่อว่า “ยูนิเวอร์แซล ปริ้นเตอร์” (Universal Printer) ปรากฏว่าเครื่องมือนี้ทำรายได้ให้แก่เขาอย่างมหาศาล ด้วยเงินจำนวนนี้เอ็ดสันได้เปิดร้านจำหน่ายเครื่องประดิษฐ์ต่างๆ ที่เขาคิดจัดทำขึ้นที่นิวเจอร์ซีย์ (New Jersey) มีคนงานนับจำนวนร้อยทำงานในร้านของเขา

เอ็ดสันได้คิดเครื่องโทรศัพท์ของเขาขึ้น โดยพยายามหาวัสดุที่สามารถส่งเสียงคนให้ชัดเจนกว่าโทรศัพท์ของเบลล์ เขาพยายามหาวัสดุต่าง ๆ และประดิษฐ์โทรศัพท์แบบต่าง ๆ ถึง 50 แบบ แต่ละแบบให้เสียงชัดเจนดีกว่าเดิม แต่เขายังไม่พอใจ จนกระทั่งใช้คาร์บอนสีดำมาทาแผ่น วงกลมในหูเครื่องรับโทรศัพท์ซึ่งปัจจุบันก็ยังใช้กันอยู่

ผลงานประดิษฐ์ของเอ็ดสัน ที่นับว่าเป็นที่รู้จักกันทั่วโลกคือ “หลอดไฟฟ้า” เขาใช้ความ มุมานะพยายามมากกว่างานชิ้นอื่นๆ เขาพยายามทดลองถึง 3,000 ครั้ง เพื่อหาวัสดุที่เหมาะสม สำหรับใช้เป็นไส้หลอดไฟฟ้าประมาณ 6,000 ชนิด จนได้วัสดุที่ทำไส้หลอดไฟฟ้าซึ่งให้แสงสว่าง ได้นานถึง 40 ชั่วโมง

นอกจากนี้ยังมีผลงานประดิษฐ์อีกมากมาย เช่น

1. ปี ค.ศ.1869 (พ.ศ. 2412)เอ็ดสันประดิษฐ์เครื่องบันทึกการนับคะแนนของ ที่ประชุมรัฐสภาโดยการกดสวิชแทนการยกมือที่ล่าช้าและประดิษฐ์เครื่องพิมพ์ราคาหุ้นและเครื่อง บันทึกราคาหุ้น
2. ปี ค.ศ.1877 (พ.ศ. 2420)ประดิษฐ์เครื่องบันทึกเสียง (phonograph) และเป็นต้นฉบับของระบบเครื่องเล่นแผ่นเสียงในปัจจุบัน
3. ปี ค.ศ.1889 (พ.ศ. 2432) เป็นคนแรก que คิดหลักการถ่ายภาพบนฟิล์ม เป็นคนแรก โดยการดึงฟิล์มให้เคลื่อนที่ผ่านกล้องฉายภาพเร็ว ๆ ทำให้เกิดภาพเคลื่อนไหว ต่อเนื่องหรือภาพยนตร์
4. ปี ค.ศ.1912 (พ.ศ. 2455) สร้างภาพยนตร์พูดได้เป็นครั้งแรก โดย เอ็ดสัน นำเอาเครื่องบันทึกเสียง และเครื่องฉายภาพมารวมกันเพื่อทำภาพยนตร์พูดได้เป็นครั้งแรก

งานประดิษฐ์บางชิ้นแม้บางคนจะไม่เห็นด้วยเพราะกลัวอันตราย เช่น การสร้างรถจักร ไฟฟ้าที่มีห้ามล้อไฟฟ้า (ในสมัยนั้นยังใช้รถม้าและรถไฟไอน้ำอยู่) แต่เอ็ดสันก็ทำเป็นเหตุวนลมและ สร้างรถจักรไฟฟ้าที่สามารถบรรทุกของหนักเหมือนรถจักรไอน้ำได้สำเร็จ

ในวันที่ 21 ตุลาคม ค.ศ.1929 (พ.ศ. 2472) มีการฉลองวันครบรอบ 50 ปี แห่งการประดิษฐ์หลอดไฟฟ้า เฮนรี ฟอร์ด (Henry Ford) ได้จัดสถานที่เพื่อเทิดทูนความบากบั่นของ เอ็ดสัน โดยจัดห้องปฏิบัติการเลียนแบบห้องเดิมของเอ็ดสันที่เมนโลปาร์ก (Menlo Park) เฮนรี ฟอร์ด ถามเอ็ดสันว่า “ห้องปฏิบัติการเป็นอย่างไร” เอ็ดสันตอบว่า “ไม่เหมือนเดิมเพราะพื้นสะอาดเกินไป” เป็นการสร้างความครื้นเครงในงานฉลองวันนั้น

เอ็ดสันเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่ได้ประดิษฐ์สิ่งที่เป็นประโยชน์ออกมาสู่โลกมากมายและ นับได้เป็นพันๆ ชนิด ซึ่งไม่มีนักประดิษฐ์คนใดสามารถลบสถิติได้ เขาถึงแก่กรรมเมื่อวันที่ 18 ตุลาคม ค.ศ.1931 (พ.ศ. 2474) คำนวณอายุได้ 84 ปี

ประวัติสังเขปของพี่น้องตระกูลไรท์

วิลเบอร์ พี่ชายเกิดเมื่อ วันที่ 16 เมษายน ปี ค.ศ.1867 (พ.ศ. 2410) ที่เมืองมิลล์วิลล์ (Millville) รัฐอินเดียนา(Indiana) ออร์วิลน้องชายเกิดเมื่อ วันที่ 19 สิงหาคม ปี ค.ศ. 1871 (พ.ศ. 2414) ที่เมืองเดย์ตัน (Dayton) รัฐโอไฮโอ (Ohio) บิดาของเขาเป็นนักบวชในคริสต์ศาสนานิกายโปรเตสแตนต์ พี่น้องของเขาล้วนเป็นผู้ได้การศึกษาดีโดยจบจากมหาวิทยาลัยทุกคน แต่สำหรับเขาทั้งสองมีพื้นความรู้เพียงระดับมัธยมเมื่อเรียนจบวิลเบอร์ก็ออกหางานอาชีพ โดยเปิดร้านซ่อมจักรยานและน้องชายก็ออกมาช่วยทำ เขาทั้งสองเป็นคนขี้อาย ยึดยาก ชีวิตในวัยเด็กไม่มีการบันทึกไว้มากนัก แต่ก็พอจะกล่าวได้ว่าทั้งคู่เป็นเด็กที่มีความประหยัด ซื่อสัตย์ และทำงานหนักเอาเบาสู้ เป็นคนเก็บตัว สังเกตได้จากพวกเขาจะไม่ประกาศให้ใครรู้ถึงผลงานที่ทำสำเร็จ

เขาทั้งสองมีความสนใจเรื่องการเหาะเหินอย่างฝังใจ (พวกเขาไม่มีคู่รัก จึงรักงาน) ถึงแม้จะทำงานซ่อมจักรยาน แต่ก็ศึกษาค้นคว้าหาตำรามาอ่านเพิ่มเติม หมกมุ่นอยู่กับเรื่องการเหาะเหินแม้ในยามค่ำคืนก็ไม่ว่างเว้น

พวกเขาได้รับแรงบันดาลใจที่คิดจะประดิษฐ์เครื่องบินจากลีเลียนทาล (Lilial thal) ผู้ทดลองเครื่องร่อนในเยอรมัน ซึ่งผลการทดลองจบลงด้วยชีวิต พวกเขาได้ค้นคว้าหาความกระจ่างจากเรื่องนี้จากห้องสมุดและเขียนจดหมายไปถามสถาบันสมิทโซเนียน ขอข้อมูลเพื่อไปประกอบการค้นคว้าเกี่ยวกับการบินในท้องฟ้า รวมทั้งขอข้อมูลจากบุคคลต่างๆ แล้วนำมาศึกษาโดยละเอียด

พวกเขาได้นำความชำนาญด้านจักรยานสองล้อมาประยุกต์ตั้งเป็นมูลฐานแห่งการบังคับเครื่องบิน เงินที่ได้จากการทำงานก็นำมาเป็นทุนในการซื้ออุปกรณ์ต่างๆ สร้างปีกสองชั้นที่ทำด้วยผ้า มีโครงเหล็ก ไม่มีหาง รูปร่างคล้ายเครื่องร่อน ใช้เครื่องยนต์ขนาด 12 แรงม้าซึ่งเขาสร้างขึ้นเอง และได้นำไปทดลองฝึกขับขึ้นเพื่อให้เคยชินและชำนาญในการบังคับในที่สุด และในฤดูร้อนของปี ค.ศ.1900 (พ.ศ. 2443) เครื่องบินเครื่องแรกของสองพี่น้องก็ร่อนขึ้นสู่อากาศ เป็นที่เรียบร้อย ถึงแม้ว่าเครื่องบินลำแรกจะบินอยู่ในอากาศได้ไม่นาน แต่เขาก็สามารถร่อนให้ ขึ้นและลงได้โดยเรียบร้อย

พวกเขายังไม่พอใจนักกับความสำเร็จในครั้งนี้ ได้นำข้อบกพร่องและปัญหาต่างๆ ไป แก้ไขโดยลงมือสร้างเครื่องร่อนลำใหญ่ขึ้นโดยเปลี่ยนแปลงรูปร่างเพื่อให้เครื่องบินบินในอากาศ ได้นานขึ้นแต่ก็ยังมิข้อบกพร่อง เพราะเขาไม่สามารถบังคับเครื่องร่อนลำนี้ได้ดังต้องการ ในระยะ นั้นกิจการซ่อมจักรยานได้รับความสนใจน้อยลง ผู้คนสนใจเครื่องร่อนมากขึ้นความผิดพลาดที่ได้ รับแทบจะทำให้พวกเขาล้มเลิก แต่ถึงแม้จะมีอุปสรรคเขาก็ไม่ท้อแท้ และยังได้รับการแนะนำให้ กำลังใจจากเพื่อนชื่อ ออกเทฟ ชานูท (Octave Chanute) ซึ่งให้ข้อมูลเกี่ยวกับความกดดันอากาศ และจากคำแนะนำนี้ ในปี ค.ศ.1901-1902 (พ.ศ 2444 - 2445) พวกเขาจึงสร้างอุโมงค์ลม ขึ้น ทั้งสามได้ช่วยกันทดลองหาข้อมูลเพิ่มเติม และได้สร้างเครื่องร่อนลำใหม่ที่มีหางเสืออยู่ข้าง ท้ายลำ โยงเข้ากับห้องบังคับเครื่องเพื่อให้สามารถบังคับการเคลื่อนที่ไปตามทิศทางที่ต้องการทางด้านหน้าก็ติดหางเสือเพื่อช่วยให้เกิดการสมดุลทั้งสองข้างการทดลองครั้งนี้ประสบความสำเร็จ แต่ เขาไม่ยอมเปิดเผย เขาทั้งสองปฏิบัติการขับเครื่องบินด้วยตนเองเพื่อให้เกิดความชำนาญ และหา ข้อบกพร่อง แล้วปรับปรุงให้ตรงเป้าหมายด้วยฝีมือของตนเอง

ในปี ค.ศ.1903 (พ.ศ. 2456) พวกเขาจัดทำเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันเชื้อเพลิงไวไฟ ศึกษาการทำงานของใบพัด ถึงแม้ว่าในสมัยนั้นได้มีผู้คิดผลิตเครื่องยนต์สำหรับยานพาหนะทางบกและทางน้ำกันแล้ว แต่เพราะต้องคำนึงถึงน้ำหนักของเครื่องสำหรับถ่วงเขาจึงจัดทำเครื่องยนต์แบบมีใบพัด 2 ใบ มีกำลัง 6 แรงม้าและน้ำหนักไม่น้อยกว่า 160 ปอนด์ เมื่อเขาติดต่อกับบริษัทอื่นมาสร้างเครื่องยนต์ดังกล่าวก็ไม่มีใครสนใจ เขาจึงลงมือสร้างเอง และเมื่อนำไปติดกับเครื่องบินปรากฏว่ามีผู้สนใจเครื่องยนต์นี้มาก แต่ก็ไม่มีใครเชื่อว่ามันจะบินได้ในอากาศ

ในเดือนพฤศจิกายน ค.ศ.1903 (พ.ศ. 2446) สองพี่น้องจึงได้ทำการทดลองที่คิดชื่อ ฮ็อก (Kitty Hawk) แต่สภาพดินฟ้าอากาศไม่อำนวยการวิ่งบนทางวิ่งต้องใช้แรงลมมาก เขาเกิดความคิดว่าถ้าติดล้อใต้ห้องเครื่องบิน ก็จะสามารถบินได้โดยไม่ต้องรودินฟ้าอากาศหรือแรง ลม นอกจากนี้ล้อยังช่วยในการจอดบนพื้นอีกด้วย อย่างไรก็ตาม การที่ต้องนำเครื่องบินขึ้นบิน ก็ยังต้องอาศัยแรงลม เพราะกำลังคน 2 คนไม่สามารถผลักดันเครื่องได้เต็มที่ เขาได้ทดลองอีก เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องโดยนำเครื่องบินไปจอดอยู่บนเนินสูงแล้วปล่อยให้ร่อนลงจากเนินซึ่งเครื่อง บิน

ร้อนเร็วกว่าที่ราบและพุ่งขึ้นสู่เวหาได้รวดเร็ว และนำลงจอดได้อย่างปลอดภัย จากการที่ เครื่องบิน ลอยในอากาศนาน 15 วินาที บินได้ไกล 200 ฟุตในตอนแรก กลายเป็นลอยในอากาศ ได้นาน 59 วินาที บินได้ไกล 852 ฟุต ด้วยความเร็ว 31 ไมล์ต่อชั่วโมง

ความสำเร็จในครั้งนี้ได้สร้างความตื่นเต้นให้กับผู้คนอย่างมาก แต่สื่อมวลชนยังคงตีแผ่ ความคิดสู่มวลชนว่าเป็นความคิดเพ้อฝันที่ว่าคนจะบินเหมือนนก สองพี่น้องตระกูลไรท์หา ได้สนใจ ยินดียินร้ายต่อกาล่าวไม่ว่า พวกเขายังคงทดลองต่อไปจนกระทั่งเมื่อวันที่ 17 ธันวาคม 1903 (พ.ศ. 2446) จึงสามารถนำเครื่องบินขึ้นสู่ท้องฟ้า ลบค่าสปรมาทได้สำเร็จ สองพี่น้องตระกูลไรท์จบชีวิตลงโดยวิลเบอร์ถึงแก่กรรมด้วยโรคไทฟอยด์เมื่อปี ค.ศ.1912 (พ.ศ. 2455) ส่วน ออร์วิลล์ น้องชายถึงแก่กรรมเมื่อปี ค.ศ. 1948 มีอายุ 77 ปี (พ.ศ. 2491) โลกได้จารึกไว้ใน ประวัติศาสตร์ว่าทั้งสองเป็นบุคคลผู้มีความสามารถที่สร้างยานพาหนะอันเป็นแบบฉบับของเครื่องบินที่เกิดขึ้นครั้งแรกในโลก

ประวัติสังเขปของแมรี คูรี

แมรี คูรี (Marie Curie) เป็นชาวโปแลนด์ เกิดที่กรุงวอร์ซอว์เมืองหลวงของโปแลนด์ เมื่อวันที่ 7 พฤศจิกายน 1867 (พ.ศ. 2410) เดิมมีชื่อว่า มารีญา สโกโลดowska (Marja Skłodowska) เป็นบุตรของอาจารย์สอนวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มารดาเป็นครู บิดามักนำมารีญาเข้าไปในห้องทดลองของเขาเสมอจึงเป็นเหตุให้มารีญารักและสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ และหมกมุ่นอยู่กับตำรามาตั้งแต่เล็กๆ

ชีวิตในวัยเยาว์ของมารีญาค่อนข้างอาภัพ ด้วยเหตุที่อาชีพครูของบิดามารดาของเธอ นั้นไม่ค่อยจะรุ่งเรืองมากนัก พอเธอมีอายุ 9 ปี มารดาก็ล้มป่วยลงด้วยโรควัณโรค มารีญาได้เรียนหนังสือร่วมกับพี่สาว ต่อมาพี่สาวของเธอก็ถึงแก่กรรมด้วยไข้รากสาดใหญ่

ในสมัยนั้นประเทศโปแลนด์อยู่ในความครอบครองของรัสเซีย แต่ชาวโปแลนด์เป็นชาติ ทรงนในเกียรติมากไม่ก้มหัวให้รัสเซียง่ายๆ รัสเซียจึงต้องคอยบังคับกดเอาไว้ โดยบังคับให้ชาวโปแลนด์ใช้ภาษารัสเซียและนักเรียนต้องศึกษาแต่ประวัติศาสตร์รัสเซียเท่านั้น ชาวโปแลนด์ถูกตัดรอนสิทธิเสรีภาพซึ่งเคยมีแต่เดิมหมดสิ้น จะไปไหนมาไหนหรือออกนอกประเทศจะต้องแจ้งให้ทางการรัสเซียรู้ รัสเซียจะมีจารบุรุษและกองสืบราชการลับคอยจับพวกโปแลนด์ที่คิดก่อการร้าย ทุกหัวระแหง หากใครถูกจับก็หมายถึงการประหารชีวิต ซึ่งมารีญาพบว่าผู้ที่เธอรู้จักหลายคนถูกประหารชีวิต

โรงเรียนที่มารีญาเรียนก็ถูกบังคับ แม้ในมหาวิทยาลัยที่บิดาของเธอสอนก็เช่นเดียวกัน มารีญามักจะถูกสารวัตรรัสเซียที่มาตรวจสอบโรงเรียนเรียกไปสอบถามเสมอเนื่องจากเธอพูดภาษารัสเซียได้ดี มารีญาต้องแอบร้องไห้เมื่อนึกถึงชาติกำเนิดของเธอที่ถูกรัสเซียเหยียบย่ำ

ทางด้านครอบครัวของมารียา หลังจากที่มารดาและพี่สาวคนโตเสียชีวิตแล้วคงเหลือแต่บิดา โจเซฟ(Joseph) ซึ่งเป็นพี่ชาย บรอนยา(Bronya) ซึ่งเป็นพี่สาว และตัวเธอเอง พี่สาวและพี่ชายของเธอมีผลการเรียนดี โจเซฟได้ไปเรียนวิชาแพทย์ต่อที่มหาวิทยาลัยวอร์ซอว์(Warsaw) พี่สาวก็ไปเรียนแพทย์ที่มหาวิทยาลัยซอร์บอน (Sorbonne) ในกรุงปารีส แต่เนื่องจากครอบครัวมี บิดาเพียงคนเดียวเป็นผู้หาเลี้ยง จึงตกอยู่ในภาวะฝืดเคืองและยากจน เมื่อมารียาเรียนจบจึงไปเป็นครูรับจ้างสอนตามบ้านและส่งเงินไปให้พี่สาวเรียนจนสำเร็จ เมื่อบรอนยาเรียนจบก็ส่งให้มารียาเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สาขาฟิสิกส์และเคมีที่เธอชอบ ด้วยวิธีนี้จึงทำให้ทั้งมารียาและบรอนยาเรียนสำเร็จ บรอนยาได้แต่งงานกับผู้ลี้ภัยในปารีสซึ่งมารียาได้ไปขออาศัยกับพี่สาวและพี่เขยเพื่อเรียนที่มหาวิทยาลัยซอร์บอนในกรุงปารีสฝรั่งเศสในปี ค.ศ.1891 แต่เนื่องจากบ้านของพี่สาวและพี่เขยเปิดเป็นคลินิกจึงไม่สะดวกในการดูหนังสือ มารียาจึงออกไปอยู่บ้านเช่าซึ่งเป็นห้องเล็กๆ ไม่สะดวกสบาย แต่สงบเธอมีความตั้งใจอย่างแรงกล้าที่จะเรียนให้สำเร็จและแล้วภายในเวลา 4 ปี เธอก็ได้ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิตทางวิทยาศาสตร์และมหาบัณฑิตทางคณิตศาสตร์

เธอได้รับมอบหมายให้ทำงานอย่างหนึ่ง ซึ่งทำให้ได้มีโอกาสพบรู้จักและปรึกษางาน กับปีแอร์ คุรี (Pierre Curie) ความใกล้ชิดจึงทำให้ทั้งสองรับหมั้นและแต่งงานกัน ขณะนั้น มารียา อายุ 27 ปี ปีแอร์ คุรี อายุ 35 ปี ทั้งสองไปฮันนีมูนโดยการถีบจักรยานซึ่งเพื่อนๆ ชื้อให้ เป็นของขวัญในวันแต่งงาน และใช้จักรยานนั้นขี่ไปทำงานเสมอ

ภายหลังที่แต่งงานแล้วปีแอร์และมารียาก็มาสอนหนังสืออยู่ที่คณะฟิสิกส์ มหาวิทยาลัย ซอร์บอน เช่าห้องพักในแฟลตเล็กๆห้องหนึ่ง ใช้เวลาว่างจากการสอนกลับมาค้นคว้าทดลอง ก่อนแต่งงานปีแอร์ได้รับยกย่องว่าเป็นผู้ค้นคว้าเรื่องแม่เหล็กเป็นผลสำเร็จ ในประเด็นที่ว่าสาร ทั้งหมดเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติในทางแม่เหล็กได้ที่อุณหภูมิเฉพาะตัว สำหรับมารียาเมื่อจบการศึกษามหาบัณฑิตแล้วตั้งใจจะทำคุชฌ์บัณฑิตต่อ โดยจะต้องเสนอผลงานการค้นคว้าอย่างใดอย่างหนึ่งที่ยังไม่มีใครทำมาก่อน เธอจึงนำผลงานทางวิทยานิพนธ์ของคนอื่นๆมาศึกษา และสนใจกรณีของเบคเคอเรลนักฟิสิกส์ ชาวฝรั่งเศสที่ค้นพบรังสีที่ออกมาจากยูเรเนียม ซึ่งรังสีที่เปล่งออกมาเป็นแสงเหล่านี้ทำให้ภาพถ่ายที่ห่ออยู่ในกระดาษดำมีริ้วรอย แม้ว่ายูเรเนียมอยู่ในมือสมบัตินี้ก็ไม่เปลี่ยน มารียา และปีแอร์ทั้งในแร่ยูเรเนียมมาก ได้ตั้งปัญหาถึงแหล่งเกิด ความแรงของรังสี และสมบัติเป็นอย่างไร ในที่สุดมารียาจึงตกลงใจทำวิทยานิพนธ์เรื่องนี้

ในปี ค.ศ. 1897 (พ.ศ. 2440) ได้คลอดบุตรคนแรกชื่อ ไอรีน (Irene) ในเวลาต่อมา ไอรีนก็ได้เป็นนักฟิสิกส์เจริญรอยตามบิดาและมารดา และได้รับรางวัลโนเบลสาขาเคมีร่วมกับสามีของเธอ เมื่อมารียาคลอดไอรีนแล้ว ต้องทำหน้าที่ภรรยา มารดา และนักวิทยาศาสตร์ เริ่มค้นคว้ารังสียูเรเนียมต่อไป ซึ่งการทดลองค้นคว้าของเธอเป็นไปด้วยความลำบากเนื่องจากห้อง

ทดลองเป็นห้องพัสดุของมหาวิทยาลัย มีอุณหภูมิต่ำ อุปกรณ์การทดลองไม่สมบูรณ์ แต่เธอก็พยายามค้นคว้าและพบว่ารังสีของยูเรเนียมนั้นลึกลับแปลกประหลาดมากกว่าที่คิดไว้

เธอสงสัยว่าอาจมีธาตุอื่นๆ ที่สามารถเปล่งรังสีได้ จึงค้นคว้าต่อไปจนกระทั่งในวันที่ 12 เมษายน ค.ศ.1898 (พ.ศ. 2441) เธอก็ได้พบว่าแร่ชนิดหนึ่งเรียกว่า พิตเบลนด์ (Pitch Blende) มีกำลังรังสีไม่น้อยกว่ายูเรเนียมและมีอำนาจแรงกว่ารังสีใดๆ ที่เธอเคยค้นพบ ซึ่งแร่ชนิดนี้ยังไม่มีใครเคยพบ เธอจึงตกลงใจจะค้นหาธรรมชาติของแร่และจะดำเนินการทดลองต่อไป เธอและสามีได้ทำการทดลองอย่างไม่หยุดยั้ง โดยแยกธาตุออกจากแร่พิตเบลนด์ให้เป็นส่วนย่อยจนกระทั่งพบธาตุใหม่ธาตุหนึ่งในขั้นแรกให้ชื่อว่า “โปโลเนียม” เพื่อเป็นที่ระลึกแก่ประเทศโปแลนด์ ธาตุนี้มีสมบัติทางกัมมันตรังสีอยู่มากต่อมาเรียกธาตุใหม่นี้ว่า “เรเดียม” มีสมบัติสูงกว่ายูเรเนียมถึง 2.5 ล้านเท่า แร่เรเดียมไม่เพียงแต่จะทำให้กระจกถ่ายรูปดำเท่านั้นแต่ยังสามารถแยกก๊าซหรืออากาศออกได้ ทำให้เกิดการเรืองแสง มีพลังงานความร้อน และยังเป็นโลหะที่มีอนุภาพทำลายชีวิตมนุษย์ได้อีกด้วย

การค้นพบครั้งนี้ทำให้มารียาได้รับปริญญาดุษฎีตามที่ตั้งใจ แต่การค้นพบครั้งนี้ไม่ทำให้คณะกรรมการสนใจมากนัก เนื่องจากเห็นว่าไม่สามารถมองเห็นเรเดียมและไม่สามารถชั่งน้ำหนักของมันได้ ด้วยเหตุนี้มารียาจึงต้องการเอาเรเดียมมาปรากฏแก่ชาวโลกให้ได้ สองสามีภรรยามุ่งมั่นที่จะแยกธาตุออกมาให้ได้ จึงวางมือจากภาระต่างๆ แล้วช่วยกันหาแร่พิตเบลนด์มาใช้ในการทดลอง ในออสเตรียแร่ชนิดนี้มีราคาแพงมากมารียาคิดว่าพิตเบลนด์ที่เหลือจากการแยกยูเรเนียมออกไปแล้วน่าจะมีเรเดียมอยู่ในกากแร่ เธอจึงสั่งซื้อกากพิตเบลนด์จากโรงงานในออสเตรีย แต่ด้วยรับความช่วยเหลือจากนักวิทยาศาสตร์ชาวออสเตรียเธอจึงไม่ต้องเสียเงินซื้อ สองสามีภรรยาได้หาห้องทำงานใหม่ซึ่งเป็นโรงไม้ว่างเปล่าหลังมหาวิทยาลัยซึ่งหลังคารั่ว สภาพใช้การไม่ได้ แต่ทั้งสองก็ทำงานอย่างมีความสุข บางครั้งปีแอร์ก็เกิดความท้อแท้ แต่ในที่สุดเมื่อปี ค.ศ.1903 (พ.ศ.2446) ทั้งสองก็สามารถแยกเอาเรเดียม 1 เดซิกรัม (ขนาดครึ่งหนึ่งของเม็ด ถั่วเขียว) ออกจากกากแร่พิตเบลนด์ 8 ตันได้ และพบว่ารังสีของเรเดียมนี้เมื่อกระทบกับผิวหนังครั้งแรกจะมีสีแดงและรู้สึกร้อนคล้ายถูกไฟลวก จึงมั่นใจว่าสมบัติของเรเดียมสามารถจะใช้รักษาโรคมะเร็งได้ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อชาวโลก สองสามีภรรยาได้รับการยกย่องจากชาวโลกในผลสำเร็จครั้งนี้มาก สมาคมวิทยาศาสตร์ได้มอบเหรียญเดวี (อังกฤษ) สมาคมวิทยาศาสตร์สวีเดน ได้มอบเงินรางวัลโนเบลสาขา ฟิสิกส์ร่วมกับเบคเคเรลเป็นเงิน 70,000 ฟรังก์ ซึ่งพอที่จะสร้างห้องทดลองใหม่ได้ ทั้งสองมีโอกาสดูทะเบียนการค้นคว้าแล้วขายจนเป็นเศรษฐีได้แต่ทั้งคู่ก็ไม่ทำเช่นนั้น ในขณะที่ชื่อเสียงของทั้งสองกำลังรุ่งโรจน์ เหตุร้ายก็เกิดขึ้นเมื่อปีแอร์ประสบอุบัติเหตุถูกรถบรรทุกทับตาย ในวันที่ 19 เมษายน 1906 (พ.ศ. 2449) ยังความเศร้าโศกเสียใจแก่เธอเป็นอย่างยิ่งจนเกือบทอดอาลัยในผลงานต่างๆ ที่ทำค้างไว้ แต่ในไม่ช้ามาดามคูรีก็คิดว่าการทำงานและการทดลอง จะทำ

ให้เธอถ่มอะไรๆต่างๆได้บ้าง เธอจึงกลับมาค้นคว้าทดลองต่อและสอนหนังสือในมหาวิทยาลัย ทำหน้าที่เป็นหัวหน้าครอบครัวเป็นแม่ซึ่งมีบุตร 2 คน เธอทำการทดลองแยกธาตุในปี ค.ศ.1911 (พ.ศ.2454) จนได้รับรางวัลโนเบลสาขาเคมีอีกครั้ง นับว่ามาดามคูรีเป็นสตรีคนเดียวในโลกที่ได้ รับรางวัลโนเบลถึง 2 ครั้ง

เธอได้ตั้งสถาบันเรเดียมขึ้นในประเทศโปแลนด์ในปี ค.ศ.1927 (พ.ศ. 2470) ทาง มหาวิทยาลัยในปารีสก็ได้จัดตั้งสถาบันคูรีเพื่อเป็นที่ทดลองของเธอด้วย ในปีนี้เองสงคราม โลก ครั้งที่ 1 ก็เกิดขึ้นในปารีส โปแลนด์ถูกกองทัพเยอรมันบุกกรุกเพื่อยึดครอง งานทุกอย่างเกี่ยว กับ แร่เรเดียมต้องหยุดชะงักลง มาดามคูรีจึงส่งลูกสาวไปยังเมืองที่ไม่มี การสู้รบ ส่วนตัวเธอก็ ออสาสมัครเข้ารับใช้ทางการในด้านการใช้เครื่องมือเกี่ยวกับรังสีเอกซ์ในการรักษาพยาบาลผู้ได้รับ บาดเจ็บ เธอต้องทำงานเองตั้งแต่ขับรถ ช่อมรด และตั้งห้องฉายรังสี และก่อนที่เยอรมันจะยึดเมือง ได้ เธอได้นำเรเดียมที่ได้รับบริจาคจากอเมริกาไปซ่อนในที่ปลอดภัย เพื่อจะได้นำมาทดลองต่อเมื่อ สงครามสงบมาริยาก็ได้ทำการทดลองต่อ เธอได้ไอรินลูกสาวเป็นผู้ช่วย ขณะนี้แร่เรเดียมกลายเป็น สิ่งมีคุณค่ามหาศาลให้ ประโยชน์ทางวิทยาศาสตร์มากมาย แต่กลับเป็นผลร้ายต่อตัวมาริยาเอง เพราะเมื่อมาดามคูรีเข้ามาคลุกคลีกับแร่เรเดียมมากเกินไป ในปี ค.ศ.1934 (พ.ศ. 2477) เธอก็ล้มเจ็บ เมื่อพักผ่อนพอทุเลาเธอก็กลับไปทดลองต่อ แต่ยังคงมีอาการอ่อนเพลียหมดเรี่ยวแรงอย่างรวดเร็ว ในที่สุดเธอได้ถึงแก่กรรมในเช้าวันที่ 4 กรกฎาคม ค.ศ. 1934 (พ.ศ. 2477) แพทย์ได้ตรวจพบภายหลังว่ากระดูกไขสันหลังของเธอถูกทำลายด้วยรังสีของแร่เรเดียม

ประวัติสังเขปของอัลเบิร์ต ไอน์สไตน์

ไอน์สไตน์ เป็นชาวเยอรมัน-อเมริกัน เชื้อสายยิว เกิดเมื่อวันที่ 14 มีนาคม ค.ศ.1879 (พ.ศ. 2422) ที่เมืองอูล์ม (Ulm) ทางตอนใต้ของเยอรมนีแต่มาเติบโตที่เมืองมิวนิก (Munich) เริ่มเข้ารับการศึกษาเบื้องต้นที่เมืองนี้ จากนั้นเข้าเรียนในโรงเรียนประถมศึกษาของ ศาสนาแคธอลิก และต่อมาก็ได้เข้าเรียนระดับมัธยมศึกษาที่โรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในเมือง มิวนิกนั่นเองในวัยเด็กนั้นเขามีได้แสดงวิแวแห่งความเป็นนักปราชญ์เลย เขาเป็นเด็กที่เงียบขรึม พุดช้า และเรียนหนังสือไม่เก่งจึงถูกมองว่าเป็นเด็ก “โง่ทึบ” เขามีลักษณะเป็นเด็กขี้อายชอบอยู่คนเดียวและทำงานคนเดียวโดยอิสระตลอดเวลา

อย่างไรก็ดี ไอน์สไตน์ ได้แสดงให้เห็นว่าเขาเป็นคนช่างคิดและอยากรู้อยาก เห็นมา แต่ยังเด็ก เช่น เมื่อตอนที่เขามีอายุเพียง 5 ขวบ บิดาได้นำเข็มทิศมาให้เล่น เขาสนใจและ ต้อง การรู้เหตุผลที่เข็มทิศเบี่ยงเบนได้จึงพยายามหาคำตอบจากบิดาของเขา แต่ก็ไม่สามารถหาคำตอบได้ยังทำให้เขาคุ่นคิดหนักขึ้นจนนอนไม่หลับ

เมื่ออายุประมาณ 12 ปี ไอน์สไตน์มีความสนใจและชอบวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์เป็นอย่างมาก และก็ปรากฏว่าเขาได้แสดงอัจฉริยภาพทางคณิตศาสตร์มาตั้งแต่ครั้งนั้น เนื่องด้วยเขาสามารถเข้าใจเรื่องยากๆ เช่น อินทิกรัลดิฟเฟอเรนเชียล (Integral Differential) และอินทิกรัลแคลคูลัส (Integral Calculus) ได้อย่างรวดเร็วซึ่งเด็กในวัยเดียวกันกับเขาจะไม่อาจเข้าใจเรื่องเหล่านี้ได้เลย มีอยู่ครั้งหนึ่งในชั่วโมงภาษาละติน ไอน์สไตน์ไม่สามารถเข้าใจกฎไวยากรณ์ชั้นสูงได้จึงปฏิเสธที่จะท่อง แม้ครูจะออกคำสั่งให้เขาปฏิบัติตามเขาก็ยังตอบไปว่าสิ่งที่เขาทำนั้นถูกต้องพร้อมกับยืนยันว่า “ไม่ต้องการท่องในสิ่งที่ไม่เข้าใจเพียงเพื่อให้ได้คะแนนสำหรับสิ่งนั้น”

ต่อมาครอบครัวของไอน์สไตน์ได้ย้ายไปอยู่ที่เมืองมิลาน (Milan) ประเทศอิตาลี (Italy) ซึ่งทำให้เขาตัดสินใจว่าถึงเวลาแล้วที่จะต้องเตรียมตัวเพื่อออกไปประกอบอาชีพ จึงได้ตกลงที่จะไปเข้าศึกษาในวิทยาลัยโพลิเทคนิคที่ซูริก (Zurich) ประเทศสวิตเซอร์แลนด์ (Switzerland) และได้ศึกษาในสถาบันดังกล่าวจนได้รับปริญญาตรีในที่สุด หลังจากนั้นก็ออกมาหางานทำและเปลี่ยนไปเรื่อยๆ นับแต่การสอนพิเศษ พนักงานรับจดทะเบียนสิทธิบัตร และตรวจประดิษฐ์กรรมทางวิทยาศาสตร์ในประเทศสวิตเซอร์แลนด์ ในจำนวนงานเหล่านี้อาชีพครูเป็นอาชีพที่ไอน์สไตน์พึงพอใจมากที่สุดเขาได้สอนวิชาคณิตศาสตร์และฟิสิกส์ซึ่งเป็นวิชาที่ตนเองรักและมีความเชี่ยวชาญ

การทำงานที่เมืองเบิร์น (Berne) นี้ นับเป็นระยะเวลาที่สำคัญมากที่สุดระยะหนึ่งเขาได้ใช้ เวลาส่วนใหญ่ภายหลังการทำงานในหน้าที่เสร็จเรียบร้อยแล้วทำงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์เป็นส่วนตัวอย่างเคร่งครัด ผลงานเรื่องแรกที่ส่งไปตีพิมพ์ใน ค.ศ. 1905 (พ.ศ. 2448) เมื่อครั้งมีอายุ 26 ปีนั้น ต่อมาได้เป็นที่รู้จักและแพร่หลายในหมู่นักฟิสิกส์ทั่วโลก ซึ่งมีชื่อเรียกภาษาไทยว่า “ทฤษฎีสัมพันธภาพ” นั่นเอง หลังจากนั้นชื่อเสียงของไอน์สไตน์ก็โด่งดังและเป็นที่กล่าวขวัญกันทั่วไป ซึ่งทำให้เขาได้รับปริญญาเอกกิตติมศักดิ์จากมหาวิทยาลัยเจนีวา (Geneva) และเป็นศาสตราจารย์สอนคณิตศาสตร์และฟิสิกส์ที่มหาวิทยาลัยซูริก (Zurich) เมื่อ ค.ศ. 1909 (พ.ศ. 2452) อันเป็นระยะเวลาที่ใกล้เคียงกันนั่นเองเขาก็ได้ศึกษาค้นคว้าจนกระทั่งสามารถค้นพบทฤษฎีทางฟิสิกส์ซึ่งมีความสำคัญพอๆกับทฤษฎีสัมพันธภาพคือทฤษฎีควอนตัม ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่า ไอน์สไตน์เป็นนักวิทยาศาสตร์ในสาขาฟิสิกส์ที่ยิ่งใหญ่ที่สุดคนหนึ่งของโลกจากการค้นพบดังกล่าวแม้จะมีอายุเพียง 26 ปี เท่านั้น

หลังจากนั้นไอน์สไตน์ก็ได้ใช้ชีวิตด้วยการเป็นอาจารย์ในมหาวิทยาลัยควบคู่ไปกับการ ทำงานวิจัยเรื่อยมาและได้กลับไปยังเยอรมนีอีกครั้งเมื่อปี ค.ศ. 1913 (พ.ศ. 2456) พร้อมกับรับเชิญให้ดำรงตำแหน่งผู้อำนวยการสถาบันฟิสิกส์แห่งพระเจ้าไกเซอร์ (Kaiser Wilhelm Physical Institute) และดำรงตำแหน่งอยู่ถึง 17 ปี ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่เขามีชื่อเสียงโด่งดังที่สุดในปี ค.ศ. 1922 (พ.ศ. 2465) อัลเบิร์ต ไอน์สไตน์ได้รับรางวัลโนเบล ในสาขาฟิสิกส์ และต่อมาก็ได้

รับเหรียญคอปเลย์ (Copley Medal) จากราชสมาคมแห่งอังกฤษ ในขณะที่วัยกันรัสเชีย ก็ได้เชิญให้เขาเป็นพลเมืองกิตติมศักดิ์ของเยอรมนีและมีการจัดตั้งหอไอน์สไตน์ขึ้นเพื่อเป็นเกียรติแก่เขา
อนึ่ง ในช่วงเวลานี้เขาได้เดินทางไปยังประเทศต่างๆทั้งในยุโรปเอเชียและสหรัฐอเมริกาด้วย

แต่แล้วสงครามก็ได้ทำให้ชีวิตของไอน์สไตน์และชาวยิวคนอื่นๆต้องเปลี่ยนแปลงไป เมื่อฮิตเลอร์ได้ใช้นโยบายกำจัดยิว ไอน์สไตน์ตระหนักถึงอันตรายที่จะเกิดกับตัวเขาเป็น
อย่างดี จึงตัดสินใจไม่กลับเยอรมนีและลี้ภัยอยู่ในอังกฤษชั่วคราว ต่อมาจึงย้ายมาประจำที่สถาบัน
การ ศึกษาชั้นสูงแห่งมหาวิทยาลัยพรินซ์ตัน (Princeton) ในมลรัฐนิวเจอร์ซีย์ (New Jersey) ประเทศ
สหรัฐอเมริกา และในที่สุดก็ได้เปลี่ยนสัญชาติตนเองเป็นอเมริกันชน เมื่อ ค.ศ.1940 (พ.ศ. 2483)

นอกเหนือจากเป็นผู้มีอัจฉริยภาพสูงส่งทางด้านการคิดแล้ว ไอน์สไตน์ยัง
เป็นผู้มีอุปนิสัยใจคอและค่านิยมส่วนตัวที่แตกต่างไปจากบุคคลอื่นๆ เช่นชอบความเป็นอยู่อย่าง
ง่ายๆ มีความจริงใจต่อผู้อื่นอยู่เสมอ เขาเป็นคนไม่ชอบพิธีรีตองและเครื่องประกอบเกียรติยศ
ชอบไปปรากฏตัวอย่างเรียบง่ายและทำตัวตามสบาย ถึงแม้งานในหน้าที่ของไอน์สไตน์จะมีมากมาย
จนแทบไม่มีเวลาเป็นของตัวเอง และในช่วงหลังๆมีปากเสียงกับภรรยาบ่อยครั้ง แต่สิ่งเหล่านี้ก็
ไม่ได้เป็นอุปสรรคต่อการมีอารมณ์ขันของไอน์สไตน์ดังข้อความตอนหนึ่งที่มีผู้กล่าวถึงเขาว่า
“..ไอน์สไตน์ ยังคงมีอารมณ์ขันอยู่เสมอแม้จะโดนมรสุมชีวิตกระหน่ำเขาก็ก็นั่งยิ้ม...” ไอน์สไตน์เป็น
ผู้ที่รักสันติภาพเป็นอย่างยิ่ง เมื่อนาซีเยอรมันรุกรานยุโรปและประหัตประหารเพื่อนมนุษย์ด้วยกัน
อย่างทารุณ ไอน์สไตน์เกิดความคิดว่าการใช้สงครามเพื่อแก้ปัญหาเป็นสิ่งที่ไม่มีเหตุผลโดยเฉพาะ
ในกรณีของนาซีเยอรมัน ด้วยเหตุนี้เขาจึงได้เสนอต่อประธานาธิบดีรูสเวลต์ให้สหรัฐอเมริกา
สร้างระเบิดปรมาณูเสียก่อนที่เยอรมันจะคิดสร้างขึ้นมานั้น ดังนั้นโครงการผลิตปรมาณูซึ่งใช้ทฤษฎี
สัมพันธภาพ ก็อุบัติขึ้นและประสบผลสำเร็จในปี ค.ศ.1942 (พ.ศ. 2485) ต่อมาในเดือนสิงหาคม
ค.ศ.1945 (พ.ศ. 2488) ฝ่ายสัมพันธมิตรก็ได้ตัดสินใจที่จะระเบิดปรมาณูเป็นครั้งแรกที่เมืองฮิโรชิมา
และนางาซากิของญี่ปุ่น ยังผลให้สงครามโลกครั้งที่ 2 สิ้นสุดลง

การทิ้งระเบิดครั้งนั้นเป็นการทำลายชีวิตมนุษย์อย่างมหาศาล แต่ก็ได้ช่วยให้
สงครามอันเหี้ยมโหดทารุณยุติลงได้ ที่สำคัญที่สุดก็คือการใช้ระเบิดปรมาณูครั้งนั้นได้ช่วยให้มนุษย์
ตระหนักถึงคุณค่าและโทษของวิทยาศาสตร์ ด้วยเหตุนี้จึงถือว่า อัลเบิร์ต ไอน์สไตน์ เป็นผู้ให้บทเรียน
อันมีค่าแก่สังคมโลก และทำให้มนุษย์หันมาแสวงหาประโยชน์ จากปรมาณูในทางสันติมากขึ้น
ดังนั้นหลังจากปีค.ศ.1945 (พ.ศ.2488) นักวิทยาศาสตร์ก็ได้ปรับปรุงการสร้างพลังงานปรมาณู ให้
ก้าวหน้าและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นไปอีก มีการนำไปใช้ประโยชน์ทั้งในด้านการทหารและด้าน
สันติมิการใช้ประโยชน์ที่สำคัญในเรื่องต่างๆโดยเฉพาะด้านสันติ เช่น ใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าซึ่งเรียก
ว่าโรงงานไฟฟ้าปรมาณู ตลอดจนการใช้ในทางการแพทย์ เป็นต้น

อัลเบิร์ต ไอน์สไตน์ ถึงแก่กรรมเมื่อวันที่ 18 เมษายน ค.ศ. 1955 (พ.ศ. 2498) มรดกทางปัญญาที่เขาทิ้งไว้ให้แก่ชาวโลกคืองานเขียนมากกว่า 400 เรื่อง อันประกอบด้วย รายงานการวิจัยหนังสือ บทความ คำสัมภาษณ์หนังสือพิมพ์และวิทยุกระจายเสียง คำบรรยาย สุนทรพจน์ และบันทึกความทรงจำที่ตัวเขาเขียนขึ้นเอง เอกสารเหล่านี้เป็นสิ่งที่มีความอย่างยิ่ง ต่อความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาการของโลก

ไอน์สไตน์ถึงแก่กรรมเมื่อวันที่ 18 เมษายน ค.ศ. 1955 (พ.ศ. 2498) ที่เมืองปรีนซ์ตัน รัฐนิวเจอร์ซีย์ มีพิธีศพอย่างเรียบง่ายตามความต้องการของเขา ต่อมารัฐบาลสหรัฐได้สร้างหอคอยไอน์สไตน์ไว้เป็นอนุสรณ์ด้วย

ประวัติสังเขปของศาสตราจารย์ ดร.คลุ้ม วัชรโบล

ศาสตราจารย์ ดร. คลุ้ม เกิดเมื่อวันที่ 17 มิถุนายน พ.ศ.2450 ณ ชุมเจ้าหลวง ในจังหวัดลำปาง บิดาชื่อ ขุนสมานประหาสกิจ (แล้ว วัชรโบล) เป็นชาวเพชรบุรี มารดาชื่อเป็นชาวกรุงเทพฯ เป็นนักร้องประจำสำนักสภามหาวิทยาลัยมหาดม คร.คลุ้ม เริ่มเรียนชั้นประถมศึกษา เมื่อ พ.ศ.2457 ที่โรงเรียนวัดมหาธาตุจังหวัดเพชรบุรี ขณะอยู่ชั้น ป. 2 บิดามารดา หย่าร้างกัน บิดามีภรรยาใหม่ ส่วนมารดาอยู่กรุงเทพฯ ค.ช.คลุ้มอยู่กับบิดา ระยะเวลาหนึ่งก็เข้ามาอยู่กับมารดา ในพ.ศ. 2458 เข้าเรียนชั้น ป.2 ที่สวนกุหลาบวิทยาลัย เรียนอยู่ได้ 3 - 4 เดือน ก็ออกไปเข้าโรงเรียนพรานหลวง (หักโชน 4 วัน เรียนหนังสือ 2 วันต่อสัปดาห์ เรียนอยู่ 4 ปี) จนใน ปีพ.ศ. 2462 ออกมาเข้าโรงเรียนกล่อมพิทยากร วัดพระเชตุพนฯ ชั้น ป.3

ในปลายปี พ.ศ.2462 สอบไล่ได้ที่ 1 จึงได้ข้ามชั้นขึ้น ม.2 และเมื่อสอบไล่ขึ้นชั้นม.3, ม.4 ก็สอบได้ที่ 1 โดยตลอด เมื่ออยู่ชั้น ม.5 สอบไล่ได้ที่ 1 ได้ข้ามชั้น ม.7 ที่โรงเรียน วัดเทพศิรินทร์ พอปลายปีก็สอบไล่ได้ที่ 1 อีก เมื่อขึ้นชั้น ม.8 สอบทุนเล่าเรียนหลวง (King's Scholarship) ได้ พ.ศ. 2468 เข้าเรียนแพทยศาสตร์ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยโดยเป็นนักเรียน ทุนมูลนิธิร็อกกี้เฟลเลอร์ ขณะเรียนอยู่ที่คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สอบไล่ได้ที่ 1 ทั้งสองปี และได้รับรางวัลเรียนดีจากพระองค์เจ้าธานีนิวัติ เสนาบดีกระทรวงธรรมการ พ.ศ. 2470 ไปเรียนคณะแพทยศาสตร์ที่ศิริราชพยาบาล ในปีนี้ 1 และสอบแข่งขันชิงทุนของสมเด็จพระราชบิดา เจ้าฟ้ากรมหลวงสงขลานครินทร์ ไปเรียนที่อังกฤษ เรียนวิชาชีววิทยา จนจบการศึกษาหลักสูตร 4 ปี ได้รับปริญญาเมื่อ พ.ศ. 2475 จากนั้นอยู่เรียนต่อปริญญาเอกจนสำเร็จในปี พ.ศ.2477

เมื่อได้รับปริญญาเอกจากมหาวิทยาลัยลอนดอนแล้วก็ไปทำวิจัยทางชีวเคมีต่อที่มหาวิทยาลัยเคมบริดจ์ อีก 1 ปี ระหว่างเป็นนักศึกษายู่ได้เล่นกีฬาในมหาวิทยาลัยตลอดมา ได้รับเลือกสามารถทางกีฬาหลายอย่าง คือ เทนนิสแบดมินตัน ยิงปืน ฟุตบอล กรีฑา และชกมวย ได้

รับเหรียญทองนักกีฬายอดเยี่ยมของสมาคมศิษย์ครู (2 ปีติดต่อกัน) และได้เหรียญทองเรียนดี ใน พ.ศ. 2477 อีกด้วย

เมื่อกลับจากอังกฤษมาถึงประเทศไทยได้เป็นอาจารย์ในแผนกชีววิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เป็นอาจารย์พิเศษ สอนในมหาวิทยาลัยอื่นและสถาบันการศึกษาชั้นสูงอีกหลายแห่ง จนกระทั่งได้เป็นหัวหน้าแผนกวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปของคณะวิทยาศาสตร์ เป็นพระอาจารย์สอน วิชาวิทยาศาสตร์ถวายพระเจ้าลูกยาเธอฯ พระเจ้าลูกเธอฯ ในโรงเรียนจิตรลดา

ผลงานการค้นคว้าวิจัยและแต่งตำรามีอยู่มาก นอกจากนี้ยังเป็นกรรมการใน คณะ กรรมการและสมาคมต่างๆอีกหลายแห่ง และเพื่อช่วยให้การเรียนวิทยาศาสตร์เป็นที่น่าสนใจ มาก ขึ้น ดร.คลุ้มได้สร้างตำราวิทยาศาสตร์แบบ “คำถาม-คำตอบ” ขึ้นเป็นคนแรก (โดยทำเป็น เล่ม เล็กๆ เล่มละวิชาเช่น กลศาสตร์ แม่เหล็กไฟฟ้า เคมี ฯลฯ ให้อ่านเข้าใจง่าย สนุกสนาน น่าจด จำ) งานชิ้นเอกอีกชิ้นหนึ่งคือการรวบรวมข้อสอบวิทยาศาสตร์ชุดक्रमัธยมหลายสิบปีมาเฉลยและ สรุป แนะนำ (เป็นหนังสือหนาเกือบหนึ่งพันหน้า) ซึ่งเป็นประโยชน์แก่ครู อาจารย์ นิสิต นักศึกษา เป็นอย่างมาก

ดร.คลุ้ม เป็นคนมานะ มัธยัสถ์ มีอุดมคติ ไม่เบียดเบียนใคร เป็นคนพูดตรง พูดจริง ทำจริง มีความละเอียดลออ ไม่ลืมเรื่องเล็กๆ น้อยๆ มีพลังงานอย่างมหาศาลแทบไม่น่าเชื่อ (เช่น ขับรถไป-กลับ ระหว่างกรุงเทพ-บางแสน ในวันเดียวกัน และวันรุ่งขึ้นโดยสารรถไฟไป เชียงใหม่ กลับจากเชียงใหม่ตอนกลางวัน พอตกลงกลางคืนเดินทางไปภาคใต้ ในการเล่นกีฬาที่เช่น กัน กล่าวคือ เมื่อซ้อมฟุตบอลเสร็จก็กลับมาเล่นแบดมินตัน แล่นด้วยการชกมวยต่ออีก)

ในเรื่องของการสอนนับได้ว่า ดร.คลุ้มมีวิธีสอนที่ไม่ซ้ำแบบใคร บรรดานิสิต นักศึกษาจะไม่รู้สึกง่วงหรือเบื่อการเรียนเพราะมีลีลาในการสอนและรู้จักแทรกเรื่องต่างๆลงไปใน การบรรยายด้วยเสมอ

ในส่วนที่เกี่ยวกับความสามารถทางการเรียน กล่าวได้ว่าเมื่อครั้งเป็นนิสิตและมี อาจารย์ชาวต่างประเทศมาสอนนั้น ดร.คลุ้มมีผลการเรียนที่ “น่าทึ่ง” กล่าวคือมีเรื่องเล่าว่าในการ สอบคราวหนึ่งจากคะแนนเต็ม 100 คะแนน นายคลุ้ม (สถานภาพในขณะนั้น) ได้คะแนนถึง 105 คะแนน เมื่อมีนิสิตคนอื่นสงสัยจึงไปถามอาจารย์ผู้สอนก็ได้รับคำตอบว่า “นายคลุ้มตอบถูกโดย ครบถ้วน แต่มีคำตอบตอนหนึ่งที่อาจารย์ไม่ทราบมาก่อน ต่อเมื่อไปอ่านพบคำตอบในนิตยสาร จึงต้องให้คะแนนเพิ่มอีก 5 คะแนน”

ในบั้นปลายชีวิต ศาสตราจารย์ ดร. คลุ้ม วัชรโรบล หันมาได้สนใจในเรื่อง ทางศาสนาและเรื่องจิตวิญญาณเป็นพิเศษด้วย จนกระทั่งถึงแก่กรรมเมื่อวันที่ 7 ธันวาคม พ.ศ. 2530 ที่กรุงเทพฯด้วยโรคหัวใจ รวมอายุได้ 81 ปี

ประวัติสังเขปของศาสตราจารย์ ระพี สาคริก

ศาสตราจารย์ ระพี สาคริก เป็นบุตรของคุณพระมหาเทพกษัตริสมุห (เนื่อง สาคริก) และนางสนธิ (นามสกุลเดิม ภมรสุต) เกิดเมื่อวันที่ 4 ธันวาคม พ.ศ. 2465 เป็นคนกรุงเทพฯ จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนวัดเบญจมบพิตร เมื่อจบแล้วสอบเข้าเรียนทหารฝึกการบินได้ แต่ญาติผู้ใหญ่ไม่ยอมให้เรียนจึงไปเรียนต่อที่โรงเรียนเกษตรกรรมแม่โจ้ เชียงใหม่ และมาศึกษาต่อที่วิทยาลัยเกษตรกรรม (ต่อมาได้รับการสถาปนาเป็นมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์) เมื่อปี พ.ศ. 2486

เมื่อจบการศึกษาได้รับปริญญาด้านกลีกรรมและสัตว์บาล สาขาปฐพี (ดินและปุ๋ย) แล้ว ได้สมรสกับคุณกัลยา มนตรีวัตร หลังจากนั้นได้ทำงานที่กรมเกษตรและถูกส่งตัวไปยังแม่โจ้ในระยะเวลาที่สงครามโลกใหม่ๆ ซึ่งการคมนาคมลำบาก ไม่มีรถไฟ ต้องเช่ารถกระบะกินนอนในรถ ที่แม่โจ้ได้นำวิชาการแผนใหม่มาใช้ในการทดลองและได้ค้นพบแต่งโมพันธุ์ใหม่ (King and Queen) ซึ่งดีกว่าพันธุ์พื้นเมือง ได้แนะนำให้ชาวบ้านปลูกแต่งโมพันธุ์ดังกล่าว ที่แม่โจ้เองได้เริ่มต้นใช้ชีวิตกับกล้วยไม้อย่างจริงจัง (โดยใช้เวลาวางเข้าไปในเมือง ไปหาคนชรา 2-3 คน ที่เลี้ยงกล้วยไม้และถือโอกาสแนะนำให้คนเหล่านั้นรู้จักกับกล้วยไม้ “ฟ้ามุ่ย” ซึ่งปลูกกันมานานแล้ว แต่ไม่มีใครรู้จักชื่อ)

ความรักต้นไม้ของท่านมีมาตั้งแต่เยาว์วัย มีเรื่องเล่าว่าคราวหนึ่งท่านขอต้นไม้ต้นหนึ่งจากญาติผู้ใหญ่ แต่ได้ต้นอื่นแทน ท่านเลยไม่ยอมกลับบ้าน นั่งเฝ้าต้นไม้ต้นนั้นจนญาติใจอ่อน หลังจากทำงานที่แม่โจ้ได้สองปีก็ย้ายกลับมาทำงานวิจัยเรื่องข้าวที่กรุงเทพฯ และเป็นอาจารย์ผู้ช่วยสอนวิชาภาคปฏิบัติในวิชาพฤกษศาสตร์ ต่อมาได้เป็นอาจารย์สอนวิชาสถิติและการวางแผนวิจัยการเกษตรและวิชาข้าว ส่วนเรื่องกล้วยไม้นั้นยังคงศึกษาและเลี้ยงเป็นงานอดิเรก

ในพ.ศ.2496 ได้รับทุน AID ไปดูงานเรื่องข้าวที่สหรัฐอเมริกา เมื่อกลับมาได้ 1 ปี ก็ได้ทุน FAO ไปอบรมวิชา สถิติและการวางแผนวิจัยการเกษตรที่อินเดีย ในเมื่อพ.ศ. 2498 ได้เขียนตำรากล้วยไม้เล่มแรกเรื่อง “หลักการใช้ปุ๋ยสำหรับกล้วยไม้” แต่ไม่ได้รับความสนใจมากนักเพราะการเลี้ยงกล้วยไม้สมัยนั้นถือเป็นของฟุ่มเฟือย นอกจากนี้วิธีเลี้ยงก็ถือเป็นความลับ ด้วยปัญหาต่างๆ เหล่านี้เป็นแรงบันดาลใจให้ท่านทุ่มเทให้กับงานกล้วยไม้ โดยเปิดการอบรมวิชากล้วยไม้แก่ผู้สนใจโดยไม่คิดค่าตอบแทน หลังจากนั้นอีก 4 - 5 เดือนก็เปิดเป็นชมรมขึ้นมา ซึ่งในที่สุดได้พัฒนาเป็นเป็น “สมาคมกล้วยไม้บางเขน” เมื่อ พ.ศ.2500

ใน พ.ศ. 2503 ได้เปิดอบรมกล้วยไม้ภาคคำแก่ประชาชน นำคำเล่าเรียนที่เก็บได้เข้าบำรุงสมาคมกล้วยไม้บางเขนทั้งหมด ใน พ.ศ.2504 แผนกพืชสวนมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ได้ทาบทามให้ท่านเปิดสอนวิชากล้วยไม้เป็นครั้งแรก

ใน พ.ศ. 2506 ท่านได้รับเชิญเป็น องค์ปาฐกในการชุมนุมกล้วยไม้โลกครั้งที่ 4 ที่สิงคโปร์ นับเป็นครั้งแรกของไทยที่มีโอกาสก้าวเข้าสู่วงการกล้วยไม้ในระดับสากลอย่างสมบูรณ์แบบ ในงานนี้ท่านได้รับแต่งตั้งเป็น “คณะกรรมการพิจารณาร่างระเบียบการจดทะเบียนตั้งชื่อกล้วยไม้ลูกผสมของสากล” ซึ่งประกอบด้วยบุคคลมาจากทั่วโลกเพียง 27 คน และยังได้เป็นกรรมการตัดสินการประกวดกล้วยไม้โลกครั้งนั้นด้วย

ใน พ.ศ. 2508 ณ งานชุมนุมกล้วยไม้โลก ครั้งที่ 5 ที่มลรัฐแคลิฟอร์เนีย สหรัฐฯ ท่านได้นำผลงานของประเทศไทยไปเผยแพร่และประสบผลสำเร็จอย่างงาม กล่าวคือ ภายหลังจากต่อมา ท่านได้รับเชิญให้ไปแสดงปาฐกถาตามมลรัฐต่างๆ ถึง 35 สมาคม และที่เมืองดัลลัส รัฐเท็กซัส นายกเทศมนตรีได้มอบประกาศนียบัตรประชาชนกิตติมศักดิ์ของสหรัฐให้กับท่าน

เมื่อกลับเมืองไทย ศาสตราจารย์ระพี สาคริก ได้รับแต่งตั้งให้เป็นอุปนายกกิตติมศักดิ์ของสมาคมกล้วยไม้สหรัฐฯ (American Orchid Society) ซึ่งเป็นสมาคมกล้วยไม้ที่ใหญ่ที่สุดในโลก ผลงานดังกล่าวมีส่วนช่วยให้ตลาดการค้ากล้วยไม้ของประเทศไทยในต่างประเทศได้ขยายตัวมากขึ้น ผู้ปลูกเลี้ยงทวีจำนวนอย่างรวดเร็วกว้างขวาง

ศาสตราจารย์ระพี ได้ร่วมมือกับสมาชิกพัฒนางานของสมาคมกล้วยไม้บางเขนเป็น “สมาคมกล้วยไม้แห่งประเทศไทย” (Orchid Society of Thailand) ในเวลาต่อมา

ใน พ.ศ. 2511 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้ขอพระราชทานเหรียญคุณภีรมาลา เข้มศิลปวิทยา อันเป็นเครื่องราชอิสริยาภรณ์ชั้นสูงสุดทางวิชาการให้กับท่านในฐานะที่ได้อุทิศตนทำงานด้านกล้วยไม้จนประสบความสำเร็จอย่างยอดเยี่ยม นับเป็นเกียรติแก่วงศ์ตระกูลอย่างมาก ใน พ.ศ. 2512 ท่านได้รับเชิญให้ไปแสดงปาฐกถาและเป็นกรรมการตัดสินในงานชุมนุมกล้วยไม้ ครั้งที่ 6 ที่นครซิดนีย์ ประเทศออสเตรเลีย ในงานชุมนุมกล้วยไม้โลกครั้งนี้ท่านได้รับเกียรติพิเศษ กล่าวคือเป็นผู้เดียวในจำนวนกว่า 2,000 คน จากทั่วโลกที่ได้รับเลือกให้แพร่ภาพถ่ายทอดสดทางโทรทัศน์ในระหว่างงาน

ศาสตราจารย์ ระพี ได้ปรารถนาไว้ตั้งแต่เมื่อมีอายุ 50 เศษ ว่าจะขอเขียนตำราเกี่ยวกับกล้วยไม้ให้มากขึ้น เพื่อความรู้จะได้ไม่สูญหาย

ประวัติสังเขปของ ดร.อาจอง ชุมสาย ณ อยุธยา

ดร.อาจอง เป็นบุตรของหม่อมหลวงมานิจ และนางเฉลิมขวัญ ชุมสาย ณ อยุธยา เกิดเมื่อวันที่ 6 พฤศจิกายน 2483 จบปริญญาตรีและโทที่มหาวิทยาลัยเคมบริดจ์ จบปริญญาเอกสาขาวิศวกรรมจากมหาวิทยาลัยลอนดอนในปี พ.ศ. 2508 (เมื่อมีอายุเพียง 25 ปี) มีความสนใจในวิชาคณิตศาสตร์ การศาสนา จิตศาสตร์ ดนตรีและกีฬา ทางจิตศาสตร์ สนใจศึกษา เรื่องพลังจิต และการทำสมาธิ พยายามค้นคว้านำมาประยุกต์ใช้ในทางวิทยาศาสตร์

ดร.อาจอง เคยได้รับมอบหมายให้เป็นหัวหน้าคณะทำงานร่วมกับนักวิทยาศาสตร์สหรัฐฯ อีก 10 คน โดยทำการออกแบบและสร้างเครื่องมือบางส่วนของยานอวกาศ คือ ส่วนที่เรียกว่า อัลติเมเตอร์ ซึ่งเป็นเครื่องมือวัดความสูงอันมีความสำคัญที่สุดที่จะส่งให้ยานอวกาศไวกิงร่อนลงสู่พื้นผิวดาวอังคารได้อย่างปลอดภัย

การออกแบบสร้างอัลติเมเตอร์ จะต้องทำอย่างรอบคอบและมีการทดสอบอย่างละเอียด ในการออกแบบจึงต้องมีการเผื่อไว้ทุกกรณี (ความจริงการออกแบบเครื่องให้ทำงานในห้องทดลอง ใช้เวลาเพียง 3-4 เดือนเท่านั้น แต่ในการทดลองกว่าจะผ่านการทดสอบทุกชนิดได้ ต้องใช้เวลา เกือบ 2 ปี) เนื่องจากเครื่องนี้ต้องผ่านการสั่นสะเทือนอย่างรุนแรง มีการส่งเข้าเครื่องเขย่า หากเครื่องทนแรงสั่นสะเทือนไม่ได้ก็จะแตกนอกรอกนี้เครื่องยังต้องทำงานในอุณหภูมิ -50 องศาเซลเซียส และสูงถึง 120 องศาเซลเซียส (เนื่องจากยานไวกิงจะต้องถูกอบเพื่อฆ่าเชื้อโรคก่อนที่จะเดินทาง)

การที่เครื่องอัลติเมเตอร์ต้องผ่านการทดสอบหลายขั้นตอนและมีการดัดแปลง หากไม่ผ่านการทดสอบทำให้ ดร.อาจอง ต้องเสียเวลาติดต่อกับนักวิทยาศาสตร์คนอื่นๆ เพื่อนำเครื่องไปประกอบกับเครื่องของคนอื่นเพื่อทดสอบร่วมกัน

เมื่อ พ.ศ. 2514 (อันเป็นช่วงที่โครงการไวกิงกำลังเริ่มดำเนินการ) ดร.อาจอง เป็นอาจารย์อยู่ที่คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สอนวิชาไมโครเวฟซึ่งเป็นวิชาที่ล้าสมัยแล้ว จึงเดินทางไปสหรัฐอเมริกา ระยะนั้นพวกวิศวกรกำลังว่างงานโดยเฉพาะผู้ที่จบปริญญาเอก จึงประสบปัญหาไม่มีงานทำ ในระยะแรกๆ ต้องไปทำงานเป็นพนักงานเสริฟอาหาร ได้เงินเดือน 400 ดอลลาร์ เพราะไม่มีใครรับเข้าทำงานในวิชาที่ตรงกับที่เรียนมา ในที่สุดได้ใช้กลเม็ดว่าจบปริญญาตรี ไปสมัครงานในบริษัทแห่งหนึ่ง (เนื่องจากถ้าระบุว่าจบปริญญาเอก บริษัทจะไม่ยอมจ้างเนื่องจากต้องเสียค่าจ้างสูงในครั้งนั้นได้) ทำงานเป็นเพียงช่างธรรมดา ไม่ได้เป็นวิศวกร ต่อมาเมื่อผลงานปรากฏมากขึ้นทางบริษัทจึงรู้ความจริงและเลื่อนให้ทำงานในฐานะวิศวกรในที่สุด ในช่วงนั้นเป็นเวลาที่ต้องการนาซาประกาศสร้างเครื่องประกอบยานไวกิงโดยแยกเป็นส่วนต่างๆ และเปิดโอกาสให้บริษัทต่างๆ ประมูล ซึ่งดร.อาจอง เป็นผู้เสนอโครงการให้พิจารณาด้วย เมื่อคณะกรรมการพิจารณาแล้วเชื่อว่าสร้างได้ จึงอนุมัติให้ทำ

ภายหลังจากที่ไปร่วมงานสร้างยานไวกิง ดร.อาจอง เล่าว่ารู้สึกหวาดเสียววิตกอยู่ตลอดเวลาว่ายานจะลงสำเร็จหรือไม่ แต่เมื่อสำเร็จก็รู้สึกโล่งใจและดีใจมาก สำหรับชื่อเสียงนั้นไม่ได้คิดถึงเพราะเป็นการทำงานเป็นกลุ่ม ไม่ได้มีการประกาศชื่อผู้ทำงานให้ผู้อื่นทราบ แต่ทุกคนก็ภาคภูมิใจ

นอกจากงานดังกล่าวแล้ว เมื่อครั้งเป็นอาจารย์สอนอยู่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ดร.อาจองได้ออกแบบการใช้ระบบไมโครเวฟในด้านการสื่อสาร นอกจากนี้ยังเสนอนักวิทยาศาสตร์

ศาสตร์ทุกประเทศกำลังสนใจการค้นหาลังงานใหม่ๆ มาทดแทนยูเรเนียมและน้ำมัน ในกรณีของประเทศไทยน่าจะใช้วิธีส่งดาวเทียมไปปรับแสงแดด แล้วเปลี่ยนเป็นคลื่นไมโครเวฟเพื่อส่งมายังโลกเหมือนคลื่นวิทยุ เมื่อรับคลื่นแล้วจึงเปลี่ยนเป็นกระแสไฟฟ้า จากดาวเทียมดวงหนึ่งสามารถผลิตไฟฟ้าได้ถึงหนึ่งหมื่นสองพันเมกะวัตต์ และอยู่ในวิสัยที่นักวิทยาศาสตร์ไทยน่าจะทำได้

ภายหลังจากที่ทำงานร่วมกับโครงการสำรวจดาวอังคารขององค์การนาซา ดร.อาจอง ได้ลาออกจากราชการ แต่ยังคงช่วยงานราชการโดยเป็นอาจารย์พิเศษในมหาวิทยาลัย เป็นวิทยากรลูกเสือชาวบ้านรวมทั้งเป็นนักการเมืองด้วย

