

# การคิดเชิงระบบ และ ความคิดสร้างสรรค์ Systematic and Creative Thinking

รองศาสตราจารย์ ดร.ประจักษ์ ปญฺ์ทัศน์



# **การคิดเชิงระบบ และความคิดสร้างสรรค์**

รองศาสตราจารย์ ดร.ประจักษ์ ปฏิทัศน์

## การคิดเชิงระบบและความคิดสร้างสรรค์

ประจักษ์ ปฏิทัศน์

### ข้อมูลทางบรรณานุกรมของสำนักหอสมุดแห่งชาติ

National Library of Thailand Cataloging in Publication Data

ประจักษ์ ปฏิทัศน์.

การคิดเชิงระบบและความคิดสร้างสรรค์.-- กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2565.

312 หน้า.

1. ความคิดและการคิด. 2. ความคิดสร้างสรรค์. I. ชื่อเรื่อง.

153.42

ISBN 978-616-485-918-0

### สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์

(ฉบับเพิ่มเติม) พ.ศ. 2558

พิมพ์ครั้งที่ 1 พฤษภาคม 2562 จำนวนพิมพ์ 1,000 เล่ม

พิมพ์ครั้งที่ 2 มิถุนายน 2565 จำนวนพิมพ์ 1,000 เล่ม

ราคา 250 บาท

จัดพิมพ์โดย ประจักษ์ ปฏิทัศน์

จัดจำหน่ายโดย ศูนย์หนังสือแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ

โทรศัพท์ 0-2218-9872 โทรสาร 0-2254-9495

Call Center (จัดส่งทั่วประเทศ) โทร. 0-2255-4433

<http://www.chulabook.com>

ร้านค้าติดต่อ แผนกขายส่ง สาขาหัวหมาก

โทรศัพท์ 0-2374-1375-6 โทรสาร 0-2374-1374

พิมพ์ที่ สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย [CUP6508-101]

ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

โทรศัพท์ 0-2218-3550

[www.cupress.chula.ac.th](http://www.cupress.chula.ac.th)



# คำนำ

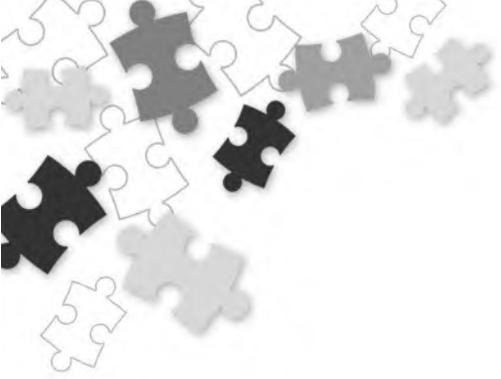
การคิดเชิงระบบและความคิดสร้างสรรค์เป็นเครื่องมือสำคัญต่อการบรรลุเป้าหมายความสำเร็จในการทำงานและการดำเนินชีวิตของประชาชนทุกคนในโลกยุคดิจิทัลของศตวรรษที่ 21 ยุคที่เทคโนโลยีดิจิทัลกลายเป็นหนึ่งเดียวกับการทำงานและการดำเนินชีวิตของประชาชนอย่างแยกกันออกได้ยาก และเทคโนโลยีดิจิทัลได้ปรับเปลี่ยนรูปแบบพฤติกรรมการทำงานและการดำเนินชีวิตของประชาชนไปจนแตกต่างจากรูปแบบพฤติกรรมการทำงานและการดำเนินชีวิตของประชาชนในยุคศตวรรษที่ 20 จนยากจะพยากรณ์ได้อย่างถูกต้อง

การคิดเชิงระบบทำให้บุคคลสามารถกำหนดขอบเขตของปรากฏการณ์และเห็นภาพรวมทั้งหมดได้อย่างเหมาะสม จึงสามารถวิเคราะห์ทำความเข้าใจองค์ประกอบภายในขอบเขตดังกล่าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ บุคคลจึงสามารถแก้ปัญหาของปรากฏการณ์หรือควบคุมหรือปรับปรุงระบบให้เกิดผลลัพธ์ (Output) ได้ตามที่ตนปรารถนา ส่วนความคิดสร้างสรรค์ทำให้บุคคลสามารถคิดหาทางแก้ปัญหาด้วยวิธีการใหม่ ๆ มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาสูงกว่าวิธีการแก้ปัญหาแบบเดิม ๆ ดังนั้น เมื่อบุคคลสามารถประยุกต์ใช้การคิดเชิงระบบและมีความคิดสร้างสรรค์ในการทำงานและการดำเนินชีวิตของตน บุคคลจะมีสมรรถนะความพร้อมที่จะเผชิญปัญหาในทุกรูปแบบอย่างรู้เท่าทัน

หนังสือการคิดเชิงระบบและความคิดสร้างสรรค์เล่มนี้ พยายามนำเสนอเนื้อหาที่ผู้เขียนเชื่อว่า มีความสำคัญต่อการเรียนรู้เกี่ยวกับการคิดเชิงระบบและความคิดสร้างสรรค์แต่ก็อาจจะยังขาดตกบกพร่องในหลาย ๆ เรื่อง ที่ผู้อ่านอยากรู้แต่ผู้เขียนยังไม่ได้เขียนไว้ หากท่านผู้อ่านท่านใดต้องการให้ข้อเสนอแนะที่มีประโยชน์เพื่อการปรับปรุงหนังสือ “การคิดเชิงระบบและความคิดสร้างสรรค์” ในครั้งต่อไป ผู้เขียนยินดีน้อมรับข้อเสนอแนะจากผู้อ่านทุกท่าน โดยท่านสามารถส่งข้อเสนอแนะของท่านมาที่ E-mail: prajak1@gmail.com ผู้เขียนจะขอบคุณอย่างยิ่งต่อข้อเสนอแนะที่มีประโยชน์ต่อการปรับปรุงหนังสือจากทุก ๆ ท่าน

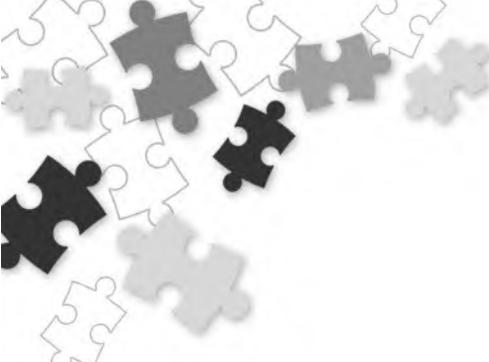
ประจักษ์ ปฏิทัศน์





# สารบัญ

	หน้า
<b>บทที่ 1 ทฤษฎีระบบ</b>	1
<b>ความนำ</b>	1
<b>นิยามศัพท์</b>	2
ความแตกต่างของระบบกับกล่อง	3
<b>ความเป็นมาของการศึกษาระบบ</b>	4
<b>ทฤษฎีระบบ (System theory)</b>	5
<b>ลักษณะของระบบตามแนวคิดทฤษฎีระบบ</b>	6
กระบวนการพื้นฐานของระบบ	6
กระบวนการนำเข้า (Input)	6
กระบวนการ (Process)	7
ผลลัพธ์ (Output)	7
การย้อนกลับข้อมูล (Feedback)	7
ขอบเขตของระบบ (Boundary)	7
สิ่งแวดล้อม (Environment)	7
เป้าหมาย (Goal)	8
หน้าที่ของระบบ (Function)	8
ตำแหน่งขององค์ประกอบต่าง ๆ	9
จุดสมดุลของระบบ (Equilibrium)	9
องค์ประกอบต่าง ๆ ถูกคัดเลือกให้เป็นองค์ประกอบของระบบ	10
องค์รวมทั้งหมดของระบบทำให้เกิดการผนึกพลัง (Synergy)	10
ระบบย่อย (Subsystem)	10
พฤติกรรมที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์และส่งผลซึ่งกันและกัน	11
<b>การจำแนกประเภทของระบบ</b>	11
ระบบปิด (Closed system)	11
ระบบเปิด (Open system)	13
ระบบเปิดที่ซับซ้อน	15
ระบบที่ซับซ้อนอย่างไม่มีแบบแผน (Disorganized complexity)	15
ระบบที่ซับซ้อนอย่างมีแบบแผน (Organized complexity)	15
ระบบโกลาหล (Chaotic systems)	15



	หน้า
ระบบซับซ้อนที่ปรับตัวได้	16
(Complex adaptive systems หรือ CAS)	
ระบบที่ไม่เป็นเส้นตรง (Nonlinear system)	16
คุณสมบัติของระบบที่ซับซ้อน	16
<b>การคิดอย่างเป็นระบบ</b>	19
การคิดอย่างเป็นระบบ (Systematic thinking)	19
ลักษณะการคิดอย่างเป็นระบบ	21
การคิดเป็นระบบ (Systems thinking)	23
ลักษณะการคิดเป็นระบบ	24
ทักษะของการคิดเป็นระบบ	25
ทักษะการคิดอย่างเป็นพลวัต (Dynamic thinking)	25
ทักษะการคิดวงวนปิด (Closed-loop thinking)	25
ทักษะการคิดด้วยหลักการทั่ว ๆ ไป (Generic thinking)	26
ทักษะการคิดอย่างมีโครงสร้าง (Structural thinking)	26
ทักษะการคิดเพื่อทำความเข้าใจกระบวนการทำงานของระบบ	26
(operational thinking)	
ทักษะการคิดต่อเนื่อง (Continuum thinking)	26
ทักษะการคิดเป็นวิทยาศาสตร์ (Scientific thinking)	27
กระบวนการของการคิดเป็นระบบ	27
Systemic thinking	29
แนวทางการประยุกต์การคิดอย่างเป็นระบบเพื่อแก้ปัญหา	29
<b>การคิดอย่างเป็นระบบในมุมมองด้านจิตวิทยา</b>	33
<b>สรุปท้ายบท</b>	36
<b>แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 1</b>	38
<b>เอกสารอ้างอิงประจำบทที่ 1</b>	39
<b>บทที่ 2 ระบบร่างกาย สมอ และ การรับรู้</b>	43
ความนำ	43
<b>ระบบร่างกาย</b>	43
<b>ระบบอวัยวะในร่างกายมนุษย์</b>	44
<b>การปรับตัวในระบบร่างกายมนุษย์</b>	45
การปรับตัวเพื่อรักษาเสถียรภาพความสมดุลภายในระบบร่างกาย	45
(Physical homeostasis)	

	หน้า
การปรับตัวเพื่อรักษาเสถียรภาพความสมดุลภายในระบบของจิต (Psychological homeostasis)	46
<b>สมอง (Brain)</b>	48
<b>เซลล์ประสาท</b>	48
เทรลไฮล	48
ความต่างศักย์ในเยื่อหุ้มเซลล์ประสาท	49
การถ่ายทอดสัญญาณประสาท	49
<b>ส่วนประกอบของเซลล์ประสาท</b>	50
ตัวเซลล์ โซมา หรือเพอริคาร์ยอน (Cell body, Soma, หรือ Perikaryon)	50
เดนไดรต์ (Dendrites)	50
แอกซอน (Axon)	50
<b>การจำแนกประเภทของเซลล์ประสาท</b>	50
การจำแนกตามจำนวนแขนง	50
เซลล์ประสาทที่มีแขนงเดียว (Pseudounipolar neurons)	50
เซลล์ประสาทสองขั้ว (Bipolar neuron)	50
เซลล์ประสาทหลายขั้ว (Multipolar neuron)	51
การจำแนกประเภทเซลล์ประสาทตามหน้าที่	51
เซลล์ประสาทรับความรู้สึก (Sensory neuron)	51
เซลล์ประสาทยนต์ (Motor neuron)	51
เซลล์ประสาทเชื่อมต่อ (Internuncial neurons หรือ Interneurons)	51
<b>ระบบประสาท</b>	51
<b>ระบบประสาทส่วนกลาง</b>	52
สมอง (Brain)	52
สมองส่วนหน้า (Forebrain)	53
ซีรีบรัม (Cerebrum)	53
ฟรอนทาล ลูบ (Frontal lobe)	54
พาเรียทาล ลูบ (Parietal lobe)	54
เท็มโปราล ลูบ (Temporal lobe)	54
ออกซิพิทาล ลูบ (Occipital lobe)	54
ทาลามัส (Thalamus)	54
ไฮโปทาลามัส (Hypothalamus)	54
ลิมบิก ซีสเต็ม (Limbic system)	55
<b>สมองส่วนกลาง (Midbrain หรือ Mesencephalon)</b>	55



	หน้า
พอนส์ (Pons)	55
เมดูลลาออบลองกาตา (Medulla oblongata)	55
<b>สมองส่วนหลัง (Hindbrain หรือ Rhombencephalon)</b>	55
ไขสันหลัง	56
<b>ระบบประสาทส่วนปลาย</b>	56
ระบบรับ (Afferent system)	56
ระบบส่ง (Efferent system)	56
ระบบประสาทควบคุมกล้ามเนื้อ (Somatic nervous system หรือ SNS)	57
ระบบประสาทอัตโนมัติ (Automatic nervous system หรือ ANS)	57
ระบบประสาทซิมพาเทติก (Sympathetic nervous system)	57
ระบบประสาทพาราซิมพาเทติก (Parasympathetic)	58
<b>การทำงานของสมองซีกซ้ายและซีกขวา</b>	58
ซีกซ้าย (Right cerebrum)	59
ซีกซ้าย (Left cerebrum)	59
<b>การรับรู้</b>	60
<b>จิตวิทยาการรับรู้</b>	60
กฎของความใกล้ชิด (Law of proximity)	61
กฎของความคล้ายคลึง (Law of similarity)	61
กฎของความต่อเนื่อง (Law of continuity)	61
กฎของการต่อเติมให้สมบูรณ์ (Law of closure)	62
กฎการรับรู้ภาพและพื้น (Law of figure and ground)	62
กฎของปรากฏการณ์ฟี (Law of Phi-Phenomenon)	63
กฎการลวงตา (Law of Illusion)	63
กฎความคงที่ (Law of constancy)	64
<b>กระบวนการทางจิตวิทยาการรับรู้ (Perception)</b>	64
<b>อวัยวะรับรู้ความรู้สึก</b>	66
การได้ยิน	66
การมองเห็น	66
การเกิดทัศนียภาพขนาด (Size perspective)	67
การเกิดทัศนียภาพของเส้น (Linear perspective)	67
ระดับที่ต่างกันบนแนวระนาบ (Height in plane)	67
สิ่งเร้าที่ถูกจัดวางทับซ้อนกัน (Overlap)	67
การไล่ระดับพื้นผิว (Texture gradient)	67

ทัศนมิติเชิงบรรยากาศ (Atmospheric perspective)	67
การได้กลิ่น	67
การรับรส	68
การรับรู้สัมผัส	68
การรับรู้พิเศษ	68
<b>การรับรู้เนื่องจากประสบการณ์</b>	68
<b>การเตรียมการรับรู้</b>	69
<b>ความคงที่ในการรับรู้</b>	69
การรับรู้การเคลื่อนที่	70
การรับรู้การเคลื่อนที่เชิงกายภาพ (Physical movement)	70
การรับรู้การเคลื่อนที่จากภาพที่ปรากฏต่อเนื่องกัน (Apparent movement)	70
<b>การเลือกรับรู้</b>	70
สิ่งเร้าที่มีความเปลี่ยนแปลงกะทันหัน	71
สิ่งเร้าที่มีความแปลกไปจากเดิม	71
สิ่งเร้าที่มีความเข้มข้น	71
สิ่งเร้าที่มีความซ้ำหลาย ๆ ครั้ง (Repetition of stimulus)	71
สิ่งเร้าที่มีความซับซ้อน	71
<b>สรุปท้ายบท</b>	71
<b>แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 2</b>	72
<b>เอกสารอ้างอิงประจำบทที่ 2</b>	74
<b>บทที่ 3 ระบบการเรียนรู้ (Learning system)</b>	81
<b>ความน่า</b>	81
<b>การเรียนรู้</b>	81
<b>ประวัติของการศึกษาการเรียนรู้</b>	82
ปรัชญาเหตุผลนิยม (Rationalism)	82
ปรัชญาประสบการณ์นิยม (Empiricism)	82
ปรัชญาสัจนิยม (Realism)	83
ปรัชญาจิตนิยม (Idealism)	83
จิตนิยมแบบเบิร์กเลียย์ (Berkeley)	83
จิตนิยมแบบคานต์ (Kant)	83
จิตนิยมแบบเฮเกิล (Hegel)	84
จิตนิยมแบบเพลโต (Platonic idealism)	84



กลุ่มปฏิบัตินิยม (Pragmatism หรือ Pragmatic theory of truth)	84
กลุ่มวัตถวิสัยหรือปรวิสัยหรือปรนัยวิสัย (Objectivism)	84
กลุ่มที่ใช้การตีความตามหลักเหตุผล (Interpretivism)	85
<b>การจัดระดับขั้นของเป้าหมายการเรียนรู้</b>	85
<b>การพัฒนาการรู้คิด (Cognitive domain)</b>	85
ขั้นที่ 1 การจำ (Remember)	86
ขั้นที่ 2 ความเข้าใจ (Understanding)	86
ขั้นที่ 3 การประยุกต์ใช้ (Apply)	87
ขั้นที่ 4 การวิเคราะห์ (Analyze)	88
ขั้นที่ 5 การประเมิน (Evaluate)	88
ขั้นที่ 6 การคิดสร้างสรรค์ (Create)	89
<b>ด้านเจตพิสัย (Affective domain)</b>	89
<b>ด้านทักษะพิสัย (Psychomotor domain)</b>	90
<b>องค์ประกอบทางจิตวิทยาของพฤติกรรมการเรียนรู้</b>	90
<b>แรงขับ (Drive)</b>	90
<b>สิ่งเร้า (Stimulus)</b>	90
<b>ปฏิกิริยาตอบสนอง (Response)</b>	90
<b>สิ่งเสริมแรง (Reinforcement)</b>	90
สิ่งเสริมแรงบวก (Positive reinforcement)	91
สิ่งเสริมแรงลบ (Negative reinforcement)	91
<b>กระบวนการเรียนรู้</b>	91
<b>มีสิ่งเร้ามากกระตุ้นอินทรีย์ (Organism)</b>	92
<b>เกิดการรับสัมผัสโดยอวัยวะรับสัมผัส (Sensation)</b>	92
<b>เกิดการรับรู้ (Perception)</b>	92
<b>เกิดความคิดรวบยอด (Conception)</b>	92
<b>แสดงปฏิกิริยาตอบสนอง (Response)</b>	92
<b>ทฤษฎีการเรียนรู้</b>	92
<b>ทฤษฎีความสัมพันธ์ต่อเนื่อง (Associative theories)</b>	93
การค้นพบหลักการเรียนรู้การเชื่อมโยง (Connectionism Theory)	93
หลักการเรียนรู้การวางเงื่อนไขแบบคลาสสิก (Classic conditioning)	94
ปฏิกิริยาสะท้อนตามสัญชาตญาณธรรมชาติ (Innate reflex)	94
ปฏิกิริยาสะท้อนที่เกิดจากถูกวางเงื่อนไขการเรียนรู้ (Conditioned reflex)	95
การเรียนรู้การวางเงื่อนไขแบบการกระทำ (Operant conditioning)	97

	หน้า
ทฤษฎีการเรียนรู้การรู้คิด (Cognitive learning)	99
การเรียนรู้โดยการหยั่งรู้ (Insight learning)	99
การเรียนรู้โดยเครื่องหมาย (Sign Learning)	99
การเรียนรู้แฝง (Latent learning)	99
ทฤษฎีการเรียนรู้โดยสังเกต (Observation learning)	100
<b>อุปสรรคของการเรียนรู้</b>	100
<b>การถ่ายโยงและลักษณะของถ่ายโยงการเรียนรู้</b>	101
<b>สรุปท้ายบท</b>	101
<b>แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 3</b>	103
<b>เอกสารอ้างอิงประจำบทที่ 3</b>	106
<b>บทที่ 4 ระบบความจำ</b>	111
<b>ความจำ</b>	111
<b>ความหมายของความจำ</b>	111
<b>ระบบความจำ</b>	113
<b>การจำแนกประเภทของระบบความจำ</b>	115
ความจำในช่วงการรับสัมผัส (Sensory memory: SM)	116
ความจำระยะสั้น (Short-term memory: StM)	117
ระบบความจำระยะยาว (Long-term memory: LtM)	118
การจำความหมาย (Semantic memory)	118
การจำเหตุการณ์ (Episodic memory)	118
ความจำลำดับขั้นตอน (Procedural memory)	119
ความจำโดยอัตโนมัติ (Reflexive memory)	119
<b>การทดสอบความสามารถในการจำ</b>	119
การทดสอบการจำแบบผสมผสาน	120
ทดสอบการจำแบบจำได้หรือรู้จักมาก่อน (Recognition)	120
ทดสอบการจำแบบระลึกได้ (Recall)	120
ทดสอบการจำแบบเรียนซ้ำ (Relearning)	120
<b>กระบวนการและกลไกของการจำ</b>	121
กระบวนการเข้ารหัส (Encoding)	121
กระบวนการเก็บรักษา (Retention)	121
กระบวนการกู้กลับคืน (Retrieve)	121
กระบวนการถอดรหัส (Decoding)	122



<b>ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการจำ</b>	122
ปัจจัยด้านอารมณ์ความรู้สึกของบุคคล (Emotion)	122
ปัจจัยด้านพันธุกรรม (Genetic)	122
ปัจจัยด้านแรงจูงใจ (Motivation)	124
ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมและเงื่อนไขในสภาพแวดล้อม	124
ปัจจัยด้านอายุ (Age)	124
ปัจจัยด้านอาหารและสารอาหาร (Food and Nutritious)	124
<b>วิธีการพัฒนาความสามารถในการจำด้วยเทคนิคต่าง ๆ</b>	125
<b>เทคนิคการเพิ่มความจำระยะยาว</b>	125
เทคนิคการสรุปความ (Summarization)	125
เทคนิคการใช้คำสำคัญเพื่อช่วยจำ (The keyword mnemonic)	125
เทคนิคการมโนภาพ (Imagery use for text learning)	126
เทคนิคการฝึกทำข้อสอบ (Practice testing)	126
เทคนิคการกระจาย (Distributed practice)	126
เทคนิคการเรียนรู้ในสิ่งที่ตนเองต้องการจริง ๆ	127
การฝึกหรือฟื้นความจำโดยการตั้งคำถามตนเอง (Retrieval Practice หรือ Self-Quizzing)	127
การหวนกลับไปศึกษาเรื่องที่เคยเรียนมาแล้วซ้ำเป็นระยะ ๆ (Spaced Practice หรือ spaced self-quiz)	127
<b>เทคนิคการเพิ่มประสิทธิภาพความจำระยะยาวแบบอื่นๆ</b>	127
เทคนิคการซักถามอย่างละเอียด (Elaborative interrogation)	127
เทคนิคการให้คำอธิบายด้วยตัวเอง (self-explanation)	127
เทคนิคการใส่ตัวแทรก (Interleaved practice)	128
<b>เทคนิคเพิ่มประสิทธิภาพความจำระยะสั้น</b>	128
เทคนิคการป้ายสีเรื่องแสงหรือขีดเส้นใต้ (Highlighting or underlining)	128
เทคนิคการอ่านซ้ำ (Rereading)	128
<b>เครื่องมือช่วยจำ</b>	128
<b>ศักยภาพของสมองในการจำ</b>	129
<b>การลืม (Forgetting)</b>	130
การไม่ได้ใช้สิ่งที่เคยจำได้ (Decay through disuse)	130
การจงใจจะลืม (Motivated forgetting)	130
ความล้มเหลวของการค้นหา (Retrieval failure theory)	130
เกิดการเสื่อมหรือเลื่อนไปของความจำ	130

	หน้า
ผลของการสอดแทรกของสิ่งที่เรียน (Interference effects)	130
สิ่งที่เรียนใหม่ไปรบกวนความจำเดิมที่มีอยู่ก่อน (Retroactive interference)	130
ความจำเดิมที่มีอยู่ก่อนรบกวนการเรียนรู้และจดจำสิ่งใหม่ (Proactive interference)	131
อิทธิพลของกระบวนการทางจิตแบบเก็บกด (Repression)	131
<b>สรุปท้ายบท</b>	131
<b>แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 4</b>	132
<b>เอกสารอ้างอิงประจำบทที่ 4</b>	135
<b>บทที่ 5 ระบบการคิด (Thinking system)</b>	143
<b>ความน่า</b>	143
<b>การศึกษาการคิดของมนุษย์</b>	144
<b>ความหมายของการคิด</b>	145
<b>พฤติกรรมของการคิด</b>	145
<b>ลักษณะความเป็นระบบของการคิด</b>	148
<b>เครื่องมือทางการคิด</b>	150
สัญลักษณ์ (Symbol)	150
ภาพ (Figure)	150
ภาษา (Language)	150
<b>การเกิดรูปแบบทางการคิด</b>	150
<b>การจำแนกประเภทของการคิด</b>	151
<b>การคิดที่มีจุดมุ่งหมาย (Directed thinking)</b>	151
การคิดแก้ปัญหา (Problem solving)	151
การคิดสร้างสรรค์ (Creative thinking)	153
การระดมสมอง (Brainstorming)	153
<b>การคิดโดยไม่สามารถกำหนดจุดมุ่งหมายที่ชัดเจน (Associative or Indirect Thinking)</b>	153
การคิดเชื่อมโยงอิสระ (Free association)	154
การคิดฝัน (Fantasy)	154
การฝันขณะหลับ (Night dreaming)	154
<b>การคิดรวบยอด</b>	154
กำหนดกฎเกณฑ์ (Applies established rules)	154
พิจารณาให้เห็นรูปแบบความเหมือนและความแตกต่าง	154



	หน้า
ประยุกต์หลักการที่เหมาะสม	155
ระบุรายละเอียด	155
สร้างความคิดรวบยอด	155
<b>ทักษะทางการคิด</b>	155
<b>ทักษะการคิดสร้างสรรค์ (Creative thinking skills)</b>	156
ความคล่องในการคิด (Fluency)	156
ความคิดคล่องแคล่วในด้านถ้อยคำ (Word Fluency)	156
ความคิดคล่องด้านการโยงสัมพันธ์ (Associational Fluency)	156
ความคล่องแคล่วทางด้านการแสดงออก (Expressional Fluency)	156
ความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility)	156
ความคิดยืดที่เกิดขึ้นทันที (Spontaneous Flexibility)	156
ความคิดยืดหยุ่นด้านการปรับตัว (Adaptive Flexibility)	157
การริเริ่มในการคิด (Originality)	157
ความคิดละเอียดลออในการคิด (Elaboration)	157
<b>ทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ (Critical thinking skills)</b>	157
<b>ทักษะการยอมรับความแตกต่างความหลากหลายทางสังคม และวัฒนธรรม (Social and cross-cultural skills)</b>	157
<b>ทักษะความเข้าใจและการใช้เทคโนโลยีดิจิทัล (Digital literacy)</b>	158
ด้านการใช้ (Use)	158
ด้านความเข้าใจ (Understand)	158
ด้านการสร้าง (create)	158
ด้านการเข้าถึง (Access)	158
<b>ทักษะการสื่อสาร (Communication skills)</b>	159
<b>การสร้างรูปแบบทางการคิด</b>	159
การลบทิ้ง (Deletion)	159
การสร้างขึ้น (Construction)	159
การบิดเบือน (Distortion)	160
การอนุมาน (Generalization)	160
<b>สาเหตุของการเกิดรูปแบบทางการคิด</b>	160
พันธุกรรม (Genetic factors)	161
การอบรมเลี้ยงดู (Nurture factors)	161
สิ่งแวดล้อม (Environmental factors)	161
<b>มุมมองทางการคิด</b>	161

	หน้า
มุมมองภาววิสัย (ปรนัย) (Objective view)	161
มุมมองอัตวิสัย (Subjective view)	161
<b>การทำหน้าที่คิดโดยสมองซีกซ้ายและซีกขวา</b>	162
<b>การคิดเชิงวิเคราะห์</b>	163
การใช้สูตร 5W 1H	164
กระบวนการเปรียบเทียบเชิงวิทยาศาสตร์	164
<b>สรุปท้ายบท</b>	164
<b>แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 5</b>	165
<b>เอกสารอ้างอิงประจำบทที่ 5</b>	173
<b>บทที่ 6 ความคิดสร้างสรรค์ (Creativity)</b>	179
<b>ความนำ</b>	179
<b>ความหมายของความคิดสร้างสรรค์</b>	180
<b>การจำแนกประเภทของความคิดสร้างสรรค์</b>	182
<b>ปัจจัยที่ทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์</b>	183
ลักษณะเฉพาะส่วนบุคคลผู้คิดสร้างสรรค์ (Creative person)	183
กระบวนการสร้างสรรค์ (Creative process)	185
ผลผลิตที่เกิดจากการคิดสร้างสรรค์ (Creative product)	186
<b>ความคิดสร้างสรรค์ในทางวิทยาศาสตร์</b>	186
การพัฒนาศักยภาพความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ ในทางวิทยาศาสตร์	187
<b>ประวัติของการศึกษาความคิดสร้างสรรค์</b>	187
<b>การศึกษายขององค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์</b>	190
ความคิดริเริ่ม (Originality)	190
ความคิดคล่อง (Fluency)	190
ความคิดคล่องด้านถ้อยคำ (Word fluency)	190
ความคิดคล่องด้านการเชื่อมโยง (Associational fluency)	190
ความคิดคล่องด้านการแสดงออก (Expressional fluency)	190
ความคิดคล่องทางการสร้างแนวคิด (Ideational fluency)	191
<b>ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility)</b>	191
ความคิดยืดหยุ่นที่เกิดขึ้นทันที (Spontaneous flexibility)	191
ความคิดยืดหยุ่นด้านการดัดแปลง (Adaptive flexibility)	191
ความคิดละเอียดลออ (Elaboration)	192
<b>ปัจจัยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์</b>	192



แนวทางการปฏิบัติทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ (Domains of creativity)	192
ความคิดสร้างสรรค์เฉพาะด้าน (Fields of creativity)	193
บุคคลผู้มีความคิดสร้างสรรค์ (The creative individual)	193
มีกระบวนการรู้คิดที่สร้างสรรค์ (Creative thinking)	193
มีบุคลิกภาพและค่านิยมที่เอื้อต่อการคิดสร้างสรรค์ (Personality and Values)	193
มีแรงจูงใจที่จะคิดอย่างสร้างสรรค์ (Motivation for Creativity)	194
<b>สรุปท้ายบท</b>	194
<b>กิจกรรมท้ายบทที่ 6</b>	195
<b>เอกสารอ้างอิงประจำบทที่ 6</b>	195

**บทที่ 7 จิตวิทยาความคิดสร้างสรรค์** 201

<b>ความนำ</b>	201
<b>จิตวิทยาความคิดสร้างสรรค์</b>	201
การศึกษาความคิดสร้างสรรค์ตามแนวคิดของกลุ่มจิตวิเคราะห์ (Psychoanalysis)	201
การศึกษาความคิดสร้างสรรค์ในมุมมองของทฤษฎีพฤติกรรมนิยม (Behaviorism)	202
การศึกษาความคิดสร้างสรรค์ในมุมมองของทฤษฎีมนุษยนิยม (Humanism)	202
การศึกษาความคิดสร้างสรรค์ในมุมมองของทฤษฎีจิตวิทยาการรู้คิด (Cognitive theory)	203
การคิดแบบแตกแขนง (Divergent thinking)	204
การคิดแบบเอกรัง (Convergent thinking)	204
มิติด้านเนื้อหา (Content)	204
มิติด้านกระบวนการคิด (Operations)	204
รู้และเข้าใจข้อมูลนั้น (Cognition)	204
จำข้อมูล (Memory)	204
การจำข้อมูลนั้นเพียงชั่วขณะ (Memory recording)	205
การจำข้อมูลนั้นอย่างถาวร (Memory retention)	205
ความคิดแบบแตกแขนง (Divergent thinking)	205
ความคิดแบบเอกรัง (Convergent thinking)	206
ประเมินค่าข้อมูลนั้น (Evaluation)	206
มิติด้านผลของการคิด (Products)	206
หน่วย (Units)	206
ประเภทหรือกลุ่ม (Classes)	206
ความสัมพันธ์ (Relations)	206

	หน้า
ระบบ (System)	207
การแปลงรูป (Transformation)	207
การประยุกต์ (Implication)	207
การศึกษาความคิดสร้างสรรค์ตามแนวคิดของนักจิตวิทยา	207
กลุ่มมนุษยนิยม (Humanistic psychology)	
การศึกษาความคิดสร้างสรรค์ตามแนวคิดทฤษฎีการลงทุน	207
ในความคิดสร้างสรรค์ (Investment theory of creativity)	
ความสามารถทางสติปัญญา (Intellectual abilities)	207
ความรู้ (Knowledge)	207
รูปแบบการคิด (Thinking styles)	208
บุคลิกภาพ (Personality)	206
แรงจูงใจ (Motivation)	208
สภาพแวดล้อม (Environment)	208
โรเบิร์ต เจ. สเตอร์นเบิร์ก (Robert J. Sternberg)	208
ทักษะด้านความทรงจำ	208
(Memory Skill: recall fact and information)	
ทักษะด้านการวิเคราะห์	208
(Analytical Skill: determine if a certain idea is good)	
ทักษะด้านความคิดสร้างสรรค์	208
(Creativity Skill: Come up with new idea to answer a need	
or problem)	
ทักษะการนำไปใช้ประยุกต์ใช้	209
(Practical Skill: apply what one had leaned)	
<b>การศึกษาความคิดสร้างสรรค์ในช่วงศตวรรษที่ 20</b>	209
กลุ่มนักจิตวิทยาที่มุ่งศึกษาตัวบุคคลผู้มีความคิดสร้างสรรค์ (Creative person)	209
Paul J. Guilford (1959)	209
Micheal J. Kirton (1976)	211
กลุ่มนักจิตวิทยาที่มุ่งศึกษากระบวนการ	213
กลุ่มนักจิตวิทยาที่มุ่งศึกษาผลผลิตที่ได้จากการคิดสร้างสรรค์	215
<b>การประเมินความคิดสร้างสรรค์</b>	216
ตัวแปรชี้วัดความคิดแบบอเนกนัย (Divergent thinking)	217
ตัวแปรความสอดคล้องทางการคิด (Consensual assessment technique)	217
ตัวแปรชี้วัดความเชื่อมโยงทางความคิด (Remote associates test)	217



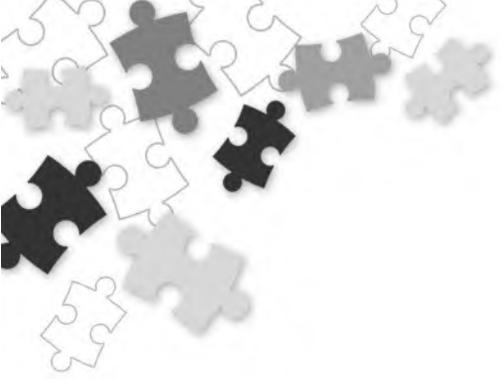
	หน้า
<b>แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์</b>	217
การสังเกต (Observation)	218
การวาดภาพ (Drawing)	218
การจินตนาการจากหยดน้ำหมึก (Inkblots test)	218
การสร้างผลงานทางศิลปะ	218
การสร้างแบบทดสอบ	218
<b>สรุปท้ายบท</b>	218
<b>แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 7</b>	219
<b>เอกสารอ้างอิงประจำบทที่ 7</b>	219
<b>บทที่ 8 พฤติกรรมการสร้างสรรค์นวัตกรรม</b>	223
<b>ความนำ</b>	223
<b>ความหมายของนวัตกรรม</b>	224
<b>พฤติกรรมการสร้างนวัตกรรม</b>	225
<b>ความสำคัญของการคิดสร้างสรรค์นวัตกรรม</b>	225
<b>ตัวแบบกรอบการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Howard Gardner</b>	226
จิตลักษณะความมีวินัย (Disciplined mind)	226
จิตลักษณะการสังเคราะห์ (Synthesizing mind)	227
จิตลักษณะการสร้างสรรค์ (Creating mind)	227
จิตลักษณะความเคารพ (Respectful mind)	227
จิตลักษณะจริยธรรม (Ethical mind)	228
<b>ตัวแบบของเครือข่ายองค์กรความร่วมมือเพื่อทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21</b>	228
รายวิชาแกนหลักและแนวทางการศึกษาสำหรับศตวรรษที่ 21 (Core subjects and 21 <sup>st</sup> Century themes)	229
ทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม (Learning and innovation skills)	230
ทักษะการใช้ข้อมูลสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี (Information, Media and Technology Skills)	231
ทักษะชีวิตและทักษะการประกอบอาชีพ (Life and career skills)	232
ระบบส่งเสริมการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21	233
มาตรฐานการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (21 <sup>st</sup> Century Standards)	233
การประเมินผลทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (Assessments of 21 <sup>st</sup> Century Skills)	233

หลักสูตรและวิธีการสอนในศตวรรษที่ 21 (21 <sup>st</sup> Century curriculum and instruction)	234
การพัฒนาวิชาชีพในศตวรรษที่ 21 (21 <sup>st</sup> Century Professional Development)	234
บรรยากาศการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (21 <sup>st</sup> Century Learning Environments)	234
<b>กรอบการเรียนรู้ของกลุ่มเมทรี (Model of en Gauge 21<sup>st</sup> Century Skills)</b>	234
ทักษะการเรียนรู้ในยุคดิจิทัล (Digital-Age literacy)	234
ทักษะการเรียนรู้ในการคิดใหม่คิดต่าง (Inventive thinking)	234
ทักษะการเรียนรู้ในการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ (Effective communication)	235
ทักษะการเรียนรู้เพื่อเพิ่มผลผลิตระดับสูง (High productivity)	235
<b>สรุปท้ายบท</b>	235
<b>คำถามท้ายบทที่ 8</b>	236
<b>เอกสารอ้างอิงประจำบทที่ 8</b>	236
<b>บทที่ 9 การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์</b>	237
<b>ความนำ</b>	237
<b>จิตวิทยาการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์</b>	237
แนวคิดของนักจิตวิทยากลุ่มจิตวิเคราะห์ (Psychoanalysis)	237
แนวคิดของนักจิตวิทยากลุ่มพฤติกรรมนิยม (Behaviorism)	238
แนวคิดของนักจิตวิทยากลุ่มมนุษยนิยม (Humanism)	238
<b>นักจิตวิทยากลุ่มซินเนคติกส์ (Synectic)</b>	239
สอนให้ผู้เรียนคิดแบบ Paradox	239
สอนให้ผู้เรียนคิดพิจารณา (Attribute)	239
สอนให้ผู้เรียนคิดเปรียบเทียบเชิงอุปมาอุปไมย (Analogies)	239
ฝึกให้ผู้เรียนคิดหาประเด็นที่ขัดแย้ง (Discrepancy)	239
ฝึกให้ผู้เรียนตอบสนองต่อคำถามที่ค่อนข้างก้าวร้าว (Provocative question)	239
ฝึกผู้เรียนให้คิดเปลี่ยนแปลง (Example of change)	240
ฝึกผู้เรียนให้คิดต่างจากสิ่งที่ตนเองเคยเชื่อ (Example of habit)	240
ฝึกให้ผู้เรียนคิดสร้างสิ่งใหม่จากโครงสร้างเดิม (An organized random search)	240
ฝึกผู้เรียนให้มีทักษะการค้นคว้าข้อมูล (the skill of search)	240



มีความอดทนค้นหาคำตอบจากคำถามที่กำกวมไม่ชัดเจน (Tolerance for ambiguity)	240
สามารถรู้ตัวเอง (Intuitive expression)	240
การปรับตัวพัฒนาตนเอง (Adjustment for development)	240
การศึกษาประวัติและกระบวนการคิดสร้างสรรค์ของบุคคลสำคัญ (creative person and process)	241
การประเมินสถานการณ์ (Evaluate situation)	241
ทักษะการสร้างสรรค์ (Creative skill)	241
ทักษะการฟังอย่างสร้างสรรค์ (Creative listening)	241
ทักษะการเขียนอย่างสร้างสรรค์ (Creative writing skill)	241
ทักษะการมอง (Visualization skill)	241
<b>ลักษณะของผู้มีความคิดสร้างสรรค์</b>	241
<b>แนวคิดด้านจิตวิทยาพัฒนาการกับความคิดสร้างสรรค์</b>	242
พัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์ในช่วงวัยแรกเกิด-2 ปี	242
พัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์ในช่วงวัย 2-4 ปี	243
พัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์ในช่วงวัย 4-6 ปี	243
พัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์ในช่วงวัย 6-8 ปี	243
พัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์ในช่วงวัย 8-10 ปี	244
พัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์ในช่วงวัย 10-12 ปี	244
พัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์ในช่วงวัย 12-14 ปี	244
พัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์ในช่วงวัย 14-16 ปี	245
พัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์ในช่วงวัย 16-18 ปี	245
<b>แนวทางการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์</b>	245
การส่งเสริมทางตรง	245
การส่งเสริมทางอ้อม	245
<b>องค์ประกอบของการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์</b>	245
<b>เทคนิควิธีการที่ใช้ในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์</b>	249
เทคนิคการสืบสวนสอบสวน (Inquiry)	249
เทคนิคการเปรียบเทียบ (Analogy)	249
เทคนิควิธีการระดมสมอง (Brainstorming)	249
เทคนิควิธีการบันทึกคุณลักษณะ (Attribution listing)	250
<b>อุปสรรคในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์</b>	251
คุณสมบัติส่วนบุคคลเป็นอุปสรรคขัดขวางการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์	252

	หน้า
อุปสรรคที่เกิดจากการรับรู้ (Perceptual block)	252
อุปสรรคที่เกิดจากอารมณ์ความรู้สึกของบุคคล (Emotion block)	252
อุปสรรคด้านวัฒนธรรม (Cultural block)	252
<b>สรุปท้ายบท</b>	253
<b>แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 9</b>	254
<b>เอกสารอ้างอิงประจำบทที่ 9</b>	254
<b>บทที่ 10 เทคนิคการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์แบบซินเนคติกส์</b>	257
<b>ความนำ</b>	257
<b>ความหมายของคำว่าซินเนคติกส์</b>	257
<b>ประวัติของกลุ่มซินเนคติกส์</b>	258
<b>แนวคิดของกลุ่มซินเนคติกส์</b>	259
<b>ความเชื่อพื้นฐานของแนวคิดแบบซินเนคติกส์</b>	260
<b>เทคนิคการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์แบบซินเนคติกส์</b>	262
เทคนิคการทำปัญหาใหม่ที่แปลกให้คุ้นเคย (Making the strange familiar)	263
เทคนิคการทำปัญหาที่คุ้นเคยให้แปลก (Making the familiar strange)	263
การอุปมาอุปไมยโดยอิงตัวเอง (Personal analogy)	264
การอุปมาอุปไมยโดยตรง (Direct analogy)	264
การอุปมาอุปไมยโดยอิงสัญลักษณ์ (Symbolic analogy)	264
การอุปมาอุปไมยโดยเพื่อฝัน (Fantasy analogy)	264
การอุปมาอุปไมยจับคู่ที่ขัดแย้ง (Compressed conflict analogy)	265
<b>ตัวแบบโมเดลการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์แบบซินเนคติกส์</b>	265
เทคนิคการคิดเพื่อทำให้เกิดสิ่งใหม่ (Creating something new)	266
เทคนิคการคิดเพื่อทำสิ่งแปลกใหม่ให้คุ้นเคย (Making the strange familiar)	267
<b>ข้อดีของเทคนิคการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์แบบซินเนคติกส์</b>	268
<b>ข้อจำกัดของเทคนิคการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์แบบซินเนคติกส์</b>	268
<b>สรุปท้ายบท</b>	269
<b>แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 10</b>	269
<b>เอกสารอ้างอิงประจำบทที่ 10</b>	270
<b>ดัชนีคำภาษาไทย</b>	271
<b>ดัชนีคำภาษาอังกฤษ</b>	282



# บทที่ 1

## ทฤษฎีระบบ



### ความนำ

เมื่อกล่าวถึงคำว่า “ระบบ” หลายคนอาจนึกถึงบางสิ่งบางอย่างที่ถูกประกอบขึ้นจากองค์ประกอบจำนวนมาก ประกอบเข้าด้วยกันอย่างถูกต้อง กลายเป็นระบบที่สามารถทำงานบางอย่างได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น รถยนต์หนึ่งคัน ถูกรักษา ออกแบบ และสร้างขึ้น จากชิ้นส่วนที่เป็นองค์ประกอบจำนวนมาก ประกอบเข้าด้วยกันอย่างถูกต้องตามโครงสร้างที่ถูกรออกแบบไว้ กลายเป็นระบบการทำงานย่อย ๆ เช่น ระบบควบคุม ระบบปรับอากาศ ระบบเชื้อเพลิง ระบบเครื่องยนต์ ระบบหล่อเย็น ระบบหล่อลื่น ระบบไฟฟ้า ระบบเสียง ระบบส่องสว่าง ระบบความปลอดภัย ระบบขับเคลื่อน และประกอบระบบการทำงานย่อย ๆ ดังกล่าวทั้งหมดเข้าด้วยกันเป็นรถยนต์ 1 คัน เป็นระบบที่มีขนาดใหญ่ขึ้น ที่มีศักยภาพการทำงานเหนือกว่าระบบการทำงานย่อย ๆ แต่ละระบบ และเหนือกว่าการทำงานของชิ้นส่วนแต่ละชิ้น มีพลังงานขับเคลื่อน สามารถขนส่งมนุษย์เคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปสู่อีกจุดหนึ่งได้รวดเร็วกว่าการเดินด้วยเท้า ทำให้มนุษย์ได้รับความสะดวกสบายระหว่างการเดินทางจากระบบปรับอากาศ ระบบเสียง ระบบความปลอดภัย ระบบส่องสว่าง ศักยภาพดังกล่าวเกิดขึ้นเพราะชิ้นส่วนทุกชิ้น ถูกประกอบขึ้นเป็นระบบย่อย ๆ จากนั้นจึงประกอบระบบย่อย ๆ ทุกระบบให้สามารถทำงานร่วมกันอย่างสอดคล้องสัมพันธ์ซึ่งกันและกันตามแบบโครงสร้างที่วิศวกรยานยนต์ออกแบบรถยนต์คันดังกล่าวไว้อย่างลงตัว

วิศวกรยานยนต์ออกแบบและสร้างรถยนต์ได้ เพราะมีความรู้ความเข้าใจ จากการศึกษาระบบเครื่องยนต์กลไกยานยนต์ดังกล่าวมาแล้วอย่างลึกซึ้ง จึงสามารถออกแบบสร้าง ควบคุม ปรับปรุง และพัฒนายานยนต์ดังกล่าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ทั้งนี้มิใช่เพียงรถยนต์หรือยานยนต์เท่านั้นที่มีความเป็นระบบ เพราะยังมีระบบรูปแบบอื่น ๆ อีกจำนวนมาก ที่ดำรงอยู่และสร้างประโยชน์ในชีวิตประจำวันให้แก่มนุษย์ อาจเป็นระบบที่มนุษย์สร้างขึ้น หรืออาจเป็นระบบที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เมื่อเราขยายขอบเขตการพิจารณาให้กว้างขึ้น ก็จะพบระบบรูปแบบต่าง ๆ เพิ่มมากขึ้น เริ่มจากระบบภายในร่างกายของเรา ระบบความคิด ระบบสังคมที่เราอาศัยอยู่ ระบบนิเวศน์วิทยาของโลกที่เราอาศัยอยู่



ระบบสุริยจักรวาลที่โลกของเราโคจรอยู่ เป็นต้น สิ่งต่าง ๆ ที่ได้กล่าวถึงข้างต้นนี้ ล้วนมีคุณสมบัติความเป็นระบบที่ซ่อนอยู่ในระบบที่ใหญ่กว่ามากขึ้นไปเรื่อย ๆ และสรรพสิ่ง ล้วนมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ดังนั้น การศึกษาทำความเข้าใจหลักการทางธรรมชาติ ของสิ่งที่เป็นระบบและการพัฒนาตนเองให้สามารถคิดอย่างเป็นระบบ จึงเป็นองค์ความรู้ ขั้นพื้นฐานที่สำคัญต่อนักศึกษาตั้งแต่ระดับปริญญาตรีขึ้นไป ต้องพัฒนาตนเองให้มี สมรรถนะการคิดเชิงระบบ สามารถทำความเข้าใจระบบของสรรพสิ่งต่าง ๆ รอบตัว และสามารถอธิบาย ทำนาย และควบคุมระบบของสรรพสิ่งต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้นให้ได้ จึงจะมีโอกาสประสบความสำเร็จและมีความสุขในการเรียน การทำงานประกอบอาชีพและ การดำเนินชีวิตส่วนตัว ท่ามกลางกระแสการเปลี่ยนแปลงและการไหลบ่าาณของข้อมูล ข่าวสาร ในยุคโลกาภิวัตน์ของศตวรรษที่ 21 (Partnership for 21<sup>st</sup> century skills, 2011) ซึ่งส่งผลกระทบทำให้การคิด การแสดงพฤติกรรม และความคาดหวังของมนุษย์ทั่วโลก ที่เป็น ผู้บริโภคข้อมูลข่าวสารผ่านเครื่องมือสื่อสารประสิทธิภาพสูง เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว

## 1.1 นิยามศัพท์

คำว่า “ระบบ” เป็นคำนามในภาษาไทย หมายถึง กลุ่มของสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งมีลักษณะประสาน เข้าเป็นสิ่งเดียวกันตามหลักแห่งความสัมพันธ์ที่สอดคล้องกัน ด้วยระเบียบของธรรมชาติหรือหลัก เหตุผลทางวิชาการ เช่น ระบบประสาท ระบบทางเดินอาหาร ระบบจักรวาล ระบบสังคม ระบบบริหาร ประเทศ (ราชบัณฑิตยสถาน, 2546) มีความหมายตรงกับภาษาอังกฤษ คำว่า “System” ซึ่งเป็นคำ ที่มีรากศัพท์มาจากภาษาละติน “synislanai” ประกอบด้วย “syn” หมายถึง with, together รวมกับ คำว่า “hislanai” หมายถึง การจัดรวมเข้าด้วยกัน รวมคำทั้งสองแล้วจึงแปลได้ว่า “การใส่รวมกันไว้” (Webster, 1976) ระบบเกิดจากการรวมองค์ประกอบที่มีคุณสมบัติแตกต่างกันตั้งแต่ 2 องค์ประกอบ เข้าด้วยกันกลายเป็นระบบ โดยมีขอบเขตของระบบทำหน้าที่กั้นระบบออกจากสิ่งแวดล้อม (Encyclopedia Britannica, 1974) ในพจนานุกรม Longman dictionary of contemporary English (1992) กล่าวถึงความหมายของคำศัพท์ system ไว้ที่น่าสนใจถึง 6 ความหมาย ประกอบด้วย 1) เป็นคำนามที่นับได้: หมายถึง กลุ่มของส่วนประกอบต่าง ๆ (Parts) ที่สัมพันธ์ และทำงานร่วมกันจนเกิดเป็นองค์รวมทั้งหมด (Whole) ของระบบนั้นขึ้นมา เช่น ระบบเครื่อง ปรับอากาศ ระบบเงินเดือน ระบบคอมพิวเตอร์ และระบบย่อยอาหาร เป็นต้น 2) เป็นคำนามนับได้ เมื่ออยู่ในประโยคต้องตามด้วย of หรือ for: หมายถึง กลุ่มลักษณะของ แนวคิด วิธีการ หรือแนวทางการทำงาน เช่น ความแตกต่างระหว่างระบบราชการแบบอเมริกันกับแบบอังกฤษ 3) เป็นคำนาม ที่นับไม่ได้: หมายถึง การใช้วิธีการที่มีระเบียบแบบแผนชัดเจน เช่น แบบแผนการทำงาน เป็นต้น 4) เป็นคำนามที่นับได้: หมายถึง ร่างหรือส่วนประกอบหลักของสิ่งต่าง ๆ เช่น ส่วนประกอบหลัก

ของความคิดและการทำงาน เป็นต้น 5) เป็นคำนามนับได้: หมายถึง ชุดการทำงานของคอมพิวเตอร์ 6) เมื่อใช้ the นำหน้า system (the system) หมายถึง สิ่งที่มีใช้บุคคล มีใช้บุรุษสรรพนาม แต่เป็นสิ่งที่ไม่มีอิทธิพลสามารถบงการหรือจำกัดเสรีภาพในชีวิตมนุษย์ได้อย่างเป็นทางการ เช่น ระบบสังคมไทย ระบบกฎหมาย ระบบจราจร เป็นต้น

**สรุป** นิยามตามคำศัพท์ของคำว่า “ระบบ” หมายถึง สิ่งที่เกิดจากการประสานองค์ประกอบต่าง ๆ รวมกันเข้าตามหลักแห่งความสัมพันธ์ที่สอดคล้องซึ่งกันและกัน โดยมีระเบียบของธรรมชาติหรือหลักเหตุผลทางวิชาการเป็นพื้นฐานรองรับการประสานองค์ประกอบต่าง ๆ ภายในระบบแต่ละระบบ

### 1.1.1 ความแตกต่างระหว่างระบบกับกอง

สิ่งต่าง ๆ ทั้งหลายทั้งปวง เช่น วัตถุ สิ่งของ สารเคมี เครื่องจักรกล พืช สัตว์ จุลชีพ มนุษย์ ดวงดาว ชั้นบรรยากาศ หรือแม้กระทั่งจักรวาล บางอย่างที่มีคุณสมบัติความเป็นระบบ แม้จะมีองค์ประกอบจำนวนไม่มากนักเราก็สามารถเรียกสิ่งนั้นว่า “ระบบ” ได้ แต่บางอย่างที่ขาดคุณสมบัติของความเป็นระบบ แม้จะมีองค์ประกอบจำนวนมากมาวมหาศาลอยู่รวมกันจำนวนมาก แต่เราจะเรียกสิ่งนี้ว่า “กอง” คุณสมบัติของระบบและกองจึงมีคุณสมบัติที่ตรงกันข้ามกัน

คุณสมบัติของสิ่งที่จัดว่าเป็น “ระบบ” ระบบทุกชนิดต้องมีขอบเขต (Boundary) หากเป็นระบบของสิ่งที่มีกายภาพ (Physical) เราจะสามารถระบุหรือกำหนดได้ว่าขอบเขตของระบบที่เราสนใจอยู่ตรงไหน ส่วนในกรณีที่เราสนใจระบบที่ไม่มีตัวตน เช่น ระบบทางความคิดของมนุษย์ เราจะต้องกำหนดขอบเขตของระบบทางความคิดที่เราสนใจศึกษาขึ้นเอง เช่น ระบบความคิดเกี่ยวกับการศึกษาเล่าเรียน ระบบความคิดเกี่ยวกับการคบเพื่อน ระบบความคิดเกี่ยวกับการประกอบอาชีพ เราจำเป็นต้องกำหนดขอบเขตของระบบที่เราสนใจทุกระบบ เพราะจะช่วยให้เราไม่หลงประเด็น ไม่จัดกระทำต่อระบบเกินขอบเขตที่กำหนดไว้ อีกทั้งองค์ประกอบภายในของเขตของระบบเดียวกัน ทุกองค์ประกอบจะต้องถูกจัดวางในตำแหน่งที่ถูกต้องตายตัว ทุกองค์ประกอบจะต้องเชื่อมโยงการทำงานประสานกันแบบขาดองค์ประกอบใดไปไม่ได้ เพราะถ้าขาดองค์ประกอบใดไปแม้เพียงชิ้นเดียว จะทำให้การทำงานของระบบเสียสมดุลอย่างแน่นอน แต่ระบบจะเสียสมดุลมากหรือน้อย ก็ขึ้นอยู่กับว่าองค์ประกอบที่เสียไปนั้นมีความสำคัญต่อระบบมากเพียงใด และระบบมีศักยภาพในการปรับตัวเพื่อรักษาดุลยภาพ (Homeostasis) ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากเพียงใด ดังนั้น หากเราแบ่งแยกองค์ประกอบของระบบใด ๆ ออกเป็น 2 ส่วน เราจะไม่ได้ระบบ 2 ระบบ แต่ระบบที่ถูกแบ่งแยกดังกล่าวนั้นจะล่มสลายสิ้นชีวิต หรือระบบพังทลายไป ส่วนคุณสมบัติของสิ่งที่จัดว่าเป็น “กอง” อาจจะมีขอบเขตหรือ



ไม่มีขอบเขตก็ได้ ขึ้นอยู่กับเราว่าจะกำหนดหรือไม่กำหนดขอบเขตให้กับ “กอง” ของสิ่งที่เราสนใจ เพราะองค์ประกอบภายในกองไม่มีการเชื่อมโยงการทำงานร่วมกัน ของแต่ละชิ้นจะวางไว้อย่างไร ตำแหน่งไหน ก็ไม่ส่งผลกระทบต่อ ๑ (O’Conner & McDermott, 1997)

## 1.2 ความเป็นมาของการศึกษาระบบ

นักวิทยาศาสตร์ยุคแรก ๆ พยายามสังเกตและอธิบายปรากฏการณ์ (Phenomena) ด้วยกฎการลดทอน (Reductionism) จำแนกปรากฏการณ์ทั้งหมดให้เหลือเพียงหน่วยของปัจจัยต่าง ๆ ที่สังเกตได้ แยกปรากฏการณ์ออกเป็นส่วน ๆ (Parts) และเชื่อว่าหน่วยของปัจจัยแต่ละส่วนล้วนเป็นอิสระจากกันและกัน (Mittelstrass, 2014) ซึ่งทำให้ขาดความเข้าใจถึงความเป็นองค์รวมทั้งหมด (Wholeness) ของปรากฏการณ์ที่กำลังศึกษา และเกิดปัญหาตามมา (Bertalanffy, 1972) เพราะเมื่อนำผลการศึกษาดูด้วยกฎการลดทอนดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ ส่วนใหญ่มักจะ **ไม่สามารถแก้ปัญหา** ที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ของชีวิตจริง ทำให้นักวิทยาศาสตร์ในช่วงศตวรรษที่ 19 หันมาให้ความสำคัญกับการพิจารณาปรากฏการณ์อย่างเป็นองค์รวมทั้งหมด ทดแทนกฎการลดทอนดังที่นักวิทยาศาสตร์รุ่นก่อน ๆ ถู้อปฏิบัติกันมา นักวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยกย่องว่าเป็นผู้บุกเบิกศึกษาระบบ คือ นักฟิสิกส์ชาวฝรั่งเศส Nicolas Leonard Sadi Carnot เมื่อปี ค.ศ. 1824 ศึกษาเรื่อง Thermodynamics การเคลื่อนตัวของไอน้ำในเครื่องจักรไอน้ำ เมื่อน้ำได้รับความร้อนมากพอทำให้เกิดไอน้ำที่มีแรงดันสูง สามารถขับเคลื่อนเครื่องจักรไอน้ำให้ทำงานได้ ผลงานดังกล่าว คือ “Working substance (system)” ทำให้การศึกษาทฤษฎีระบบถูกจุดประกายเกิดขึ้นเป็นครั้งแรกในกลุ่มนักวิทยาศาสตร์ด้าน Quantum Physic เมื่อกระแสความสนใจการศึกษาระบบในรูปแบบ Quantum Physic ได้ถูกเผยแพร่ในวงการศึกษาในระดับสากล ทำให้นักวิทยาศาสตร์สาขาอื่น ๆ ทั้งวิทยาศาสตร์ธรรมชาติและวิทยาศาสตร์ทางสังคม หันมาให้ความสนใจและนำแนวทางการศึกษาระบบในรูปแบบ Quantum Physic ไปประยุกต์ใช้ศึกษาระบบของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในสาขาวิชาของตนกันอย่างแพร่หลาย (Carnot, 1890) แต่การศึกษาระบบตามแนวทางของ Quantum Physic ยังมีข้อด้อยที่มองระบบแบบระบบปิด (Closed system) จึงยังให้ความสำคัญต่อปฏิสัมพันธ์ระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อมค่อนข้างน้อย ต่อมาปี ค.ศ. 1968 นักชีววิทยา (Biologist) ชาวออสเตรีย (Austria) นามว่า Karl Ludwig von Bertalanffy ได้นำเสนอแนวคิดทฤษฎีระบบ (System theory) ในมิติของ Life science ในลักษณะระบบเปิด โดยการเข้าร่วมการประชุมวิชาการต่าง ๆ และได้รับความสนใจเป็นอย่างดี ต่อมาจึงตีพิมพ์หนังสือเรื่อง General system theory foundations, development, applications นำเสนอแนวคิดที่มุ่งเน้นการทำความเข้าใจองค์รวมของปรากฏการณ์ (Science of Wholeness) มองปรากฏการณ์จากองค์รวมทั้งหมดในรูปแบบของระบบเปิด แล้วจึงวิเคราะห์เจาะลึกลงไปทีละส่วนประกอบย่อย ๆ ที่ประสานการทำงานและมีความสัมพันธ์ต่อกันและกัน รวมถึงมีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมด้วย ผลลัพธ์ที่ได้จากการทำงานร่วมกันระหว่างองค์ประกอบ

ทั้งหมดในระบบ ย่อมทำให้เกิดพลังร่วม (Synergistic Effect) ที่มีค่ามากกว่าผลลัพธ์จากการนำองค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบมารวมกันโดยปราศจากการทำงานร่วมกัน (Bertalanffy, 1968) แนวคิดของ Bertalanffy แตกต่างจากแนวคิดการมองระบบตามแนวทางของนักฟิสิกส์กลุ่ม Quantum Physic ที่มองระบบเป็นระบบปิด หนังสือเรื่อง General system theory foundations, development, applications จึงได้รับการยอมรับในระดับสากลว่าเป็นหนังสือที่วางรากฐานความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีระบบไว้ได้อย่างหนักแน่น และทำให้ทฤษฎีระบบกลายเป็นระเบียบวิธีวิทยาใหม่ทางวิทยาศาสตร์ (New scientific discipline) ถูกนำไปใช้ศึกษาปรากฏการณ์ทั้งในวิทยาศาสตร์ธรรมชาติและวิทยาศาสตร์ทางสังคมอย่างแพร่หลายมากยิ่งขึ้นไปทั่วโลก (Boulding, 1956; Jordan & Day, 2015) เกิดการปรับเปลี่ยนกระบวนทัศน์ทางการคิด ละทิ้งการคิดแบบแยกส่วนและลดทอน ไปสู่การพิจารณาองค์รวมทั้งหมดภายในสภาพแวดล้อมตามความเป็นจริง และให้ความสำคัญต่อทั้งผลลัพธ์จากปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างองค์ประกอบทั้งหมดและสภาพแวดล้อมร่วมกัน เพราะเชื่อว่าองค์ประกอบทุกองค์ประกอบสามารถส่งอิทธิพลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในระบบได้ (Ackoff, 1981) จึงนับเป็นจุดเริ่มต้นที่ชัดเจนในการพัฒนาทฤษฎี (Laws) เพื่อศึกษาและอธิบายลักษณะขององค์รวมทั้งหมดของปรากฏการณ์ต่าง ๆ เรียกว่า “ทฤษฎีระบบ” จนถึงปัจจุบัน

### 1.3 ทฤษฎีระบบ (System theory)

ทฤษฎีระบบ หมายถึง แนวคิดหรือทฤษฎีที่เป็นทั้งศาสตร์และศิลป์ในการที่ศึกษาปรากฏการณ์อย่างเป็นองค์รวมทั้งหมด (Wholes and Wholeness) (Ackoff, 1971) ของสิ่งที่เกิดขึ้นและดำรงอยู่ได้เพราะมีองค์ประกอบตั้งแต่ 2 องค์ประกอบขึ้นไปรวมตัวอยู่ร่วมกัน โดยองค์ประกอบทั้งหมดล้วนมีปฏิสัมพันธ์ต่อกันและกัน ผลลัพธ์ของปฏิสัมพันธ์จากองค์รวมทั้งหมดของระบบ มีค่าสูงกว่าผลการรวมระหว่างองค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบ (Bertalanffy, 1972) การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ของระบบดังกล่าวข้างต้น มิได้เกิดขึ้นโดยบังเอิญแบบสุ่ม (Random) แต่เกิดขึ้นอย่างมีระเบียบเป็นแบบแผน (Order) ที่สามารถตรวจสอบได้อย่างชัดเจน (Deterministic) (Bertalanffy, 1965) คุณสมบัติขององค์ประกอบของระบบที่แตกต่างกัน สามารถพิจารณาได้ใน 3 มิติ (Bertalanffy, 1968) ได้แก่ 1) ระบบแตกต่างกันเพราะขึ้นอยู่กับจำนวนขององค์ประกอบ คือระบบที่มีจำนวนขององค์ประกอบมากยิ่งขึ้นเป็นระบบที่ซับซ้อนมาก 2) ความแตกต่างของระบบขึ้นอยู่กับ ชนิด ประเภท หรือสายพันธุ์ขององค์ประกอบ คือ ระบบแตกต่างกันเพราะแต่ละระบบเกิดจากองค์ประกอบต่างชนิด ประเภท หรือสายพันธุ์กัน และ 3) ความแตกต่างของระบบขึ้นอยู่กับปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบทั้งหมดของระบบ คือ รูปแบบ วิธีการ และผลลัพธ์ที่แตกต่างกันของปฏิสัมพันธ์ที่เกิดกับระบบ ย่อมทำให้ระบบแต่ละระบบมีความแตกต่างกัน

สรุปได้ว่า ทฤษฎีระบบ (System theory) หมายถึง แนวคิดหรือทฤษฎีที่เป็นศาสตร์ในการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของปรากฏการณ์ต่าง ๆ อย่างเป็นองค์รวมทั้งหมด (Whole)



โดยเชื่อว่าระบบต่าง ๆ เกิดขึ้นจากองค์ประกอบตั้งแต่ 2 ส่วนขึ้นไป องค์ประกอบแต่ละส่วนมีคุณสมบัติ เป้าหมาย พฤติกรรม และหน้าที่ของตนเอง การมีความสัมพันธ์และการปฏิสัมพันธ์ต่อกันและกัน ระหว่างองค์ประกอบทั้งหมด เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดสภาวะองค์รวมทั้งหมดของระบบ สภาวะองค์รวมทั้งหมดมีคุณสมบัติ มีเป้าหมาย มีพฤติกรรม และมีหน้าที่ที่แตกต่างไปจากคุณสมบัติ เป้าหมาย พฤติกรรมและหน้าที่ขององค์ประกอบแต่ละส่วนที่มีในระบบทั้งหมด ดังนั้น “ระบบ” **ตามแนวคิดของทฤษฎีระบบ** จึงเป็นแนวคิดที่ถูกขยายความให้มีรายละเอียดเพิ่มขึ้นจาก **นิยามตามศัพท์** ของคำว่าระบบดังได้กล่าวถึงในลำดับก่อนหน้านี้ กล่าวคือ **ค่านิยามตามศัพท์** ของ “ระบบ” หมายถึง สิ่งที่เกิดจากการประสานองค์ประกอบต่าง ๆ รวมกันเข้า ตามหลักแห่งความสัมพันธ์ที่สอดคล้องซึ่งกันและกัน โดยมีระเบียบของธรรมชาติหรือหลักเหตุผลทางวิชาการเป็นพื้นฐานรองรับการประสานองค์ประกอบต่าง ๆ ภายในระบบ ซึ่งเป็นนิยามที่เน้นการพิจารณาว่ามีอะไรเป็นองค์ประกอบบ้าง องค์ประกอบเหล่านั้นรวมตัวกันเป็นระบบด้วยหลักการอะไรเพียงเท่านั้น แต่ทฤษฎีระบบเน้นการพิจารณาลึกลงไปถึงการวิเคราะห์องค์รวมแบบแผนการปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบทั้งหมดในระบบ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างระบบกับระบบที่อยู่ติดกันและปฏิสัมพันธ์ระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อม ส่งผลทำให้ทฤษฎีระบบสามารถจำแนกประเภทของระบบจากเกณฑ์ความซับซ้อนของระบบได้ ซึ่งจะกล่าวถึงในลำดับต่อไป

### 1.3.1 ลักษณะของระบบตามแนวคิดทฤษฎีระบบ

แนวคิดทฤษฎีระบบเน้นการพิจารณาให้เห็นองค์รวมทั้งหมดของระบบและการพิจารณารูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ภายในระบบ รวมถึงปฏิสัมพันธ์ระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งแตกต่างจากการพิจารณาระบบตามนิยามศัพท์จากพจนานุกรมหรือสารานุกรมเพียงเท่านั้น ดังนั้น การพิจารณาระบบตามแนวคิดทฤษฎีระบบจะพบลักษณะเฉพาะของระบบตามทฤษฎีระบบ (Bertalanffy, 1968) ดังต่อไปนี้

**1.3.1.1 กระบวนการพื้นฐานของระบบ** หมายถึง ระบบทุกชนิดมีกระบวนการที่มีพลวัต (Process and transformation process) เกิดขึ้นภายในระบบ ได้แก่ การนำเข้าทรัพยากรสู่ระบบ (Input) การจัดการทรัพยากรที่ถูกนำเข้าสู่ระบบ (Process) ผลลัพธ์จากการจัดการทรัพยากรที่ได้นำเข้าสู่ระบบ (Output) และการป้อนกลับข้อมูล (Feedback) (O'Connor and McDermott, 1997)

**1) กระบวนการนำเข้า (Input)** หมายถึง พฤติกรรมการนำทรัพยากรจากสิ่งแวดล้อมเข้าสู่ภายในระบบ การนำเข้าอาจพิจารณาได้ 2 มิติ คือใน **กรณีระบบปิด** กระบวนการนำเข้าอาจหมายถึงการนำทรัพยากรภายในระบบกลับมาใช้ซ้ำ แต่สำหรับ **ระบบเปิด** กระบวนการนำเข้าอาจเกิดได้ทั้งการนำทรัพยากรภายในกลับมาใช้ซ้ำ และ/หรือ ยังสามารถนำทรัพยากรจากสิ่งแวดล้อมเข้าสู่ระบบเพื่อใช้ประโยชน์ได้ด้วย

2) กระบวนการ (Process) หมายถึง พฤติกรรมการจัดกระทำต่อทรัพยากรที่ถูกนำเข้าสู่ระบบ ระบบแต่ละชนิดมีพฤติกรรมการจัดกระทำต่อทรัพยากรที่ถูกนำเข้ามาด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน เป็นไปตามองค์รวม หน้าที่ และวัตถุประสงค์ของระบบ

3) ผลลัพธ์ (Output) หมายถึง ผลลัพธ์ที่ได้รับจากกระบวนการจัดกระทำต่อทรัพยากรที่ถูกนำเข้าสู่ระบบ

4) การป้อนกลับข้อมูล (Feedback) หมายถึง วิธีการควบคุมรักษาความคงที่ (Stability) ปรับปรุง หรือเปลี่ยนแปลงระบบ โดยการส่งข้อมูลสิ่งที่ต้องการควบคุมระบบปรับปรุง หรือเปลี่ยนแปลงเข้าสู่ส่วนประกอบต่าง ๆ ในวงจรกระบวนการทำงานของระบบ เช่น ร่างกายของมนุษย์โดยทั่วไปพยายามย้อนกลับข้อมูลเพื่อรักษาอุณหภูมิร่างกายให้เปลี่ยนแปลงได้ ในช่วงที่คงที่ 36.5–37.5 °C (98–100 °F) ซึ่งถือว่าเป็นช่วงปกติของร่างกายมนุษย์ทั่วไป (Tangpanithandee, Thongchuer, & Charitkuan, 2015) เป็นต้น

1.3.1.2 ขอบเขตของระบบ (Boundary) หมายถึง สิ่งที่อยู่รวมรอบองค์ประกอบของระบบให้อยู่รวมกัน และในเวลาเดียวกันก็ทำหน้าที่แบ่งแยกระบบกับสิ่งแวดล้อม (Ackoff, 1971) การกำหนดขอบเขตของระบบเป็นสิ่งจำเป็นลำดับแรก เพื่อแยกองค์ประกอบของระบบที่ต้องการศึกษาไว้ในขอบเขตของระบบ ทำให้มองเห็นว่าสิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากสิ่งที่ต้องการศึกษาอยู่นอกขอบเขตของระบบ จะถูกเรียกว่าสิ่งแวดล้อม (Environment) ระบบที่มีอิทธิพลมองเห็นขอบเขตของระบบได้ง่าย เช่น ขอบเขตของระบบร่างกาย คือ ผิวหนัง แต่ในบางกรณี ผู้วิเคราะห์ระบบจำเป็นต้องสมมุติขอบเขตให้กับระบบของสิ่งที่ตนต้องการศึกษา เช่น การมองว่าโลกเป็นระบบเปิดที่ซับซ้อน 1 ระบบ โลกอาจเป็นระบบเปิดขนาดใหญ่ ที่วิเคราะห์ได้ยากเกินไป จึงจำเป็นต้องกำหนดจำกัดพื้นที่ของระบบต่าง ๆ ให้แคบลง ครอบคลุมเฉพาะพื้นที่ส่วนที่เราสนใจศึกษา เป้าหมายของการกำหนดขอบเขต (Boundaries) ให้กับระบบต่าง ๆ คือการแบ่งแยกระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อม (Environment) เพื่อให้สามารถแจกแจงได้ว่าภายในขอบเขตของที่กำหนดขึ้นนั้น ระบบมีสิ่งใดเป็นองค์ประกอบของระบบ และสิ่งแวดล้อมที่อยู่ภายนอกขอบเขตของระบบ มีสิ่งใดเป็นองค์ประกอบอยู่ในสิ่งแวดล้อมบ้าง ผู้วิเคราะห์จึงสามารถสร้างโมเดลโครงสร้างและโมเดลพฤติกรรมของระบบได้อย่างถูกต้องชัดเจน สามารถอธิบาย ทำนาย ปรับปรุง และควบคุมระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นต้น

1.3.1.3 สิ่งแวดล้อม (Environment) หมายถึง สิ่งต่าง ๆ ที่อยู่นอกขอบเขตของระบบ สิ่งแวดล้อมถูกแยกให้อยู่นอกเหนือขอบเขตของระบบที่ต้องการศึกษา (Ackoff, 1971) ในกรณี que พิจารณาระบบในรูปแบบระบบปิด (Closed system) จะแยกระบบออกจากสิ่งแวดล้อมโดยสิ้นเชิง จึงไม่ให้ความสำคัญว่าสิ่งแวดล้อมและระบบจะมีอิทธิพลต่อกันและกันหรือไม่ อย่างไร และเพียงใด ตรงข้ามกับการพิจารณาระบบในรูปแบบระบบเปิด (Open system) ที่ให้ความสำคัญว่าสิ่งแวดล้อมและระบบจะมีอิทธิพลต่อกันและกันหรือไม่ อย่างไร และเพียงใด เพราะในธรรมชาติสภาพแวดล้อม



และระบบมีปฏิสัมพันธ์ต่อกันและกันตลอดเวลา การเปลี่ยนแปลงใด ๆ ที่เกิดขึ้นในสภาพแวดล้อมย่อมส่งผลกระทบต่อระบบ และในทำนองเดียวกันการเปลี่ยนแปลงใด ๆ ที่เกิดขึ้นในระบบย่อมส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมเสมอ เราสามารถสังเกตผลกระทบในปฏิสัมพันธ์ระหว่างสภาพแวดล้อมกับระบบได้ชัดเจน จากการพิจารณาระบบที่ขอบเขตขนาดเล็กและองค์ประกอบภายในระบบไม่ซับซ้อน เช่น นำหม้อใส่น้ำตั้งบนเตาไฟที่ร้อนจัดประมาณ 15 นาที จะสังเกตเห็นน้ำในหม้อเดือดอย่างชัดเจน ในทางตรงกันข้ามสำหรับระบบที่ขอบเขตกว้างมากและองค์ประกอบภายในระบบมีความซับซ้อนมาก อาจจะไม่สังเกตเห็นผลกระทบในปฏิสัมพันธ์ระหว่างสภาพแวดล้อมกับระบบได้ยากเนื่องจากมีปัจจัยแทรกซ้อนอื่น ๆ จำนวนมากเข้ามาแสดงอิทธิพลร่วม เช่น โลกของเราได้รับแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ที่มีอุณหภูมิสูงมากติดต่อกันมาเป็นเวลาประมาณ 4.54 พันล้านปี (Stinner, 2002) แต่มีปัจจัยแทรกซ้อน เช่น ชั้นบรรยากาศ การหมุนรอบตัวเองของโลก พืชสีเขียว กระแสลม ร่วมส่งผลขัดขวางความร้อนจากแสงอาทิตย์จึงไม่ทำให้น้ำบนพื้นผิวโลกเดือด เป็นต้น ทั้งนี้ สิ่งแวดล้อมในมิติการศึกษาระบบจึงหมายถึงสิ่งต่าง ๆ ทั้งหมด ที่อยู่นอกขอบเขตของระบบ ขอบเขตของระบบที่มีมวลสารอาจสามารถชี้ชัดขอบเขตของระบบได้ง่าย ส่วนประกอบอื่น ๆ ที่ไม่ได้อยู่ในระบบที่เราสนใจจะถูกเรียกว่า สิ่งแวดล้อมหรือสภาพแวดล้อม (Environment) ซึ่งขอบเขตที่แบ่งระหว่างระบบและสภาพแวดล้อมเรียกว่า ขอบเขตของระบบ (System boundary) การกำหนดขอบเขตของระบบนั้นเป็นเรื่องที่สำคัญในการวิเคราะห์ระบบ และจำเป็นต้องกำหนดให้ชัดเจนมากที่สุดตั้งแต่ก่อนที่จะพิจารณาสิ่งใด ๆ ก็ตาม เพื่อให้ผู้พิจารณาสามารถเข้าใจระบบนั้นได้อย่างถูกต้อง สิ่งสำคัญคือระบบทุกระบบจำเป็นต้องมีขอบเขต (Boundary) ของตัวระบบเอง

**1.3.1.4 เป้าหมาย (Goal)** หมายถึง ระบบแต่ละระบบต้องการบรรลุวัตถุประสงค์ของตนเอง เป้าหมายจึงเป็นอัตลักษณ์ของระบบแต่ละระบบ ความต้องการบรรลุเป้าหมายเป็นเงื่อนไขในการคัดสรรองค์ประกอบต่าง ๆ ให้รวมตัวประสานปฏิสัมพันธ์การทำงานกันเป็นระบบที่สมบูรณ์สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ของระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Checkland, 1981) เช่น เป้าหมายของการสร้างเรือหนึ่งลำ คือ การสร้างระบบเชิงวัตถุที่ลอยน้ำได้ เคลื่อนที่ได้บนผิวน้ำ สามารถบรรทุกสัมภาระต่าง ๆ จำนวนมากบนเรือ และขับเคลื่อนเรือบนผิวน้ำ จากจุดหนึ่งไปสู่อีกจุดหนึ่งได้รวดเร็ว ปลอดภัย และสะดวกสบาย เป็นต้น เป้าหมายของเรือดังกล่าวข้างต้น เป็นทั้งสิ่งที่แสดงอัตลักษณ์ความเป็นเรือ และเป็นเงื่อนไขสำคัญของการคัดสรรวัสดุต่าง ๆ ที่จะนำมาประกอบขึ้นเป็นเรือหนึ่งลำ เมื่อเปลี่ยนเป้าหมายของเรือ จะส่งผลทำให้การออกแบบและการคัดสรรวัสดุในการสร้างเรือ ต้องถูกปรับเปลี่ยน เรือที่ถูกสร้างเพื่อบรรลุเป้าหมายแตกต่างกัน จึงมีอัตลักษณ์และมีองค์ประกอบที่แตกต่างกันตามไปด้วย เช่น เรือรบ เรือหางยาว เรือแคนู เรือเดินสมุทร เรือสำราญ และเรือรบ เป็นต้น

**1.3.1.5 หน้าที่ของระบบ (Function)** หมายถึง หน้าที่การทำงานของระบบทั้งหมด (Whole system) หรือเรียกว่าคุณสมบัติปัจจุบัน (Emergent property) ของระบบ (Cordon, 2013) คุณสมบัติปัจจุบันเป็นผลลัพธ์จากปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบย่อยทั้งหมด (Components)