

อุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย



นางสาววิลาวัลย์ วิษณุเวคิน

สถาบันวิทยบริการ  
วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอักษรศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาภาษาไทย ภาควิชาภาษาไทย  
คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ปีการศึกษา 2550  
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

METAPHORS IN THAI SCIENCE TEXTBOOKS



Miss Wilawun Wisanuvekin

สถาบันวิทยบริการ  
A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
for the Degree of Master of Arts Program in Thai

Department of Thai

Faculty of Arts

Chulalongkorn University


Academic Year 2007

Copyright of Chulalongkorn University

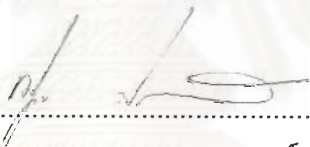
หัวข้อวิทยานิพนธ์                      อุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย  
โดย                                              นางสาววิลาวัลย์ วิษณุเวคิน  
สาขาวิชา                                      ภาษาไทย  
อาจารย์ที่ปรึกษา                              อาจารย์ ดร.ศิริพร ภัคดีผาสุข

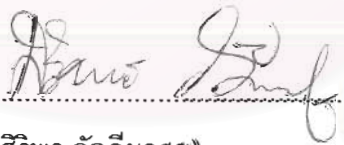
---


คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัย  
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

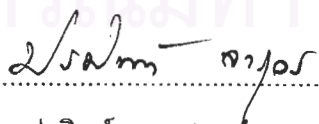
  
..... คณบดีคณะอักษรศาสตร์  
(ศาสตราจารย์ ดร.ธีระพันธ์ เหลืองทองคำ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
..... ประธานกรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพร พานโพธิ์ทอง)

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษา  
(อาจารย์ ดร.ศิริพร ภัคดีผาสุข)

  
..... กรรมการ  
(อาจารย์ ดร.เทพี จรัสจรวงเกียรติ)

  
..... กรรมการ  
(อาจารย์ ดร.ปรามินทร์ จารุวรรณ)

วิลาวัลย์ วิษณุเวทิน : อุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย. (METAPHORS IN THAI SCIENCE TEXTBOOKS) อ.ที่ปรึกษา: อ.ดร.ศิริพร ภักดีผาสุข, 204 หน้า.

งานวิจัยเรื่องอุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยมีวัตถุประสงค์ในการศึกษา 2 ประเด็น คือ เพื่อศึกษาลักษณะของอุปลักษณะที่ปรากฏในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย และเพื่อศึกษาหน้าที่ของอุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย โดยใช้ข้อมูลจากหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายและหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ในระดับอุดมศึกษา จำนวนทั้งหมด 37 เล่ม

การวิเคราะห์ลักษณะของอุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยครอบคลุมลักษณะของรูปภาษาแสดงอุปลักษณะ และลักษณะทางมโนทัศน์ของอุปลักษณะ ผลการวิจัยพบว่า ลักษณะของรูปภาษาแสดงอุปลักษณะนั้นมี 2 รูปแบบด้วยกัน คือ รูปภาษาแสดงอุปลักษณะในลักษณะการเปรียบเทียบที่ปรากฏคำเชื่อม กับ รูปภาษาแสดงอุปลักษณะในรูปคำศัพท์ ลักษณะทางมโนทัศน์ของอุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย แบ่งได้เป็น 3 ประเภท ตามแนวคิดที่เสนอโดยเลคอฟและจอห์นสัน (1980) คือ มโนอุปลักษณะเชิงโครงสร้าง มโนอุปลักษณะเชิงทิศทางและการเคลื่อนที่ และมโนอุปลักษณะเชิงรูปธรรม มโนอุปลักษณะเชิงโครงสร้างเป็นสิ่งที่พบมากที่สุด มโนทัศน์ที่พบในแวดวงความหมายปลายทางหรือสิ่งที่ถูกเปรียบของอุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย ได้แก่ มโนทัศน์เกี่ยวกับแนวคิดต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีความเป็นรูปธรรมน้อยกว่า ชับซ้อน และเข้าใจยาก ส่วนมโนทัศน์ในแวดวงความหมายต้นทางหรือแบบเปรียบประกอบด้วยแนวคิดที่ไม่ใช่วิทยาศาสตร์ ซึ่งมีลักษณะเป็นรูปธรรม มีความเกี่ยวข้องกับประสบการณ์ทางกายและเข้าใจได้ง่ายกว่า มโนทัศน์เหล่านี้ใช้เพื่ออธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในแวดวงความหมายปลายทางหรือสิ่งที่ถูกเปรียบ

ผู้วิจัยใช้แนวคิดเรื่องชาติพันธุ์วรรณนาแห่งการพูดในการวิเคราะห์องค์ประกอบในการสื่อสารที่เกี่ยวข้องกับการใช้หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย และใช้มุมมองทางด้านวจนปฏิบัติศาสตร์ในการวิเคราะห์หน้าที่ของอุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย ผลการวิจัยพบว่าอุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยมีหน้าที่ 2 ประการ คือ หน้าที่ด้านการถ่ายทอดความคิด และหน้าที่ด้านการเรียบเรียงความ ส่วนหน้าที่ด้านบุคคลสัมพันธ์นั้นไม่ปรากฏในอุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย เนื่องจากเป็นการสื่อสารทางเดียว หน้าที่ที่เป็นลักษณะเด่นของอุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยคือหน้าที่ด้านการถ่ายทอดความคิด เนื่องจากมุ่งเน้นการสร้าง ความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายและระดับอุดมศึกษา ซึ่งเป็นผู้ที่ยังไม่มีความรู้ความเชี่ยวชาญทางวิทยาศาสตร์ อุปลักษณะดังกล่าวจึงมุ่งเน้นการสื่อความที่ชัดเจน ไม่กำกวม และเข้าใจได้ง่าย อีกทั้งยังมีการนำระบบมโนทัศน์ที่อยู่ในสังคมไทยมาใช้เพื่อช่วยสร้างความเข้าใจที่เหมาะสมกับผู้เรียนที่เป็นคนไทยอีกด้วย

ภาควิชา ภาษาไทย  
สาขาวิชา ภาษาไทย  
ปีการศึกษา 2550

ลายมือชื่อนิติ..... วิลาวัลย์ วิษณุเวทิน  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... ศิริพร ภักดีผาสุข

## 4780203022 : MAJOR THAI

KEY WORDS: METAPHOR/ CONCEPTUAL METAPHOR/ FUNCTIONS OF METAPHOR/ THAI SCIENCE TEXTBOOKS

WILAWUN WISANUVEKIN: METAPHORS IN THAI SCIENCE TEXTBOOKS.

THESIS ADVISOR: SIRIPORN PHAKDEEPHASOOK, Ph.D., 204 pp.

This study on metaphors in Thai science textbooks aims to examine the characteristics of metaphors in Thai science textbooks and to analyze their functions. The data used in this study was drawn from 37 Thai science textbooks for high school students and for undergraduate students.

As for the characteristics of the metaphors in Thai science textbooks, both linguistic metaphorical expression and metaphorical concepts were taken into account. The findings indicate that, in terms of linguistic metaphorical expressions, metaphors appear in two patterns – an analogy with a conjunctive term and a metaphorical lexicon. Next, in accordance with Lakoff and Johnson (1980), the metaphorical concepts presented in Thai science textbooks can be categorized into three groups, namely structural metaphors, orientational metaphors, and ontological metaphors. Structural metaphors are most found. The target domain of science metaphors in the textbooks includes various scientific concepts which are less concrete, more complicated and difficult to understand. The source domain includes different non-scientific concepts which are more concrete, related to bodily experience, and easier to understand. These different concepts in the source domain are used for construing the scientific concepts in the target domain.

The Ethnography of SPEAKING framework was adopted for investigating the communicative components involving the use of Thai science textbooks and the pragmatic approach was applied for analyzing the functions of metaphors in the science textbooks. The two main functions of metaphors in the science textbooks are ideational function and textual function. The interpersonal function is of less significance since the textbooks are one-way communication. The most significant function of these metaphors is ideational. Since the target readers of the textbooks are students who are novices, metaphors in these textbooks were used as the tool for clearly conveying scientific concepts to these beginners. Hence, the metaphors in science textbooks are intended to be explicit, unambiguous and easy to understand. Moreover, in some examples, the concepts already shared in Thai culture were adopted as ideational device to convey scientific knowledge to Thai learners.

Department: Thai

Field of study: Thai

Academic year: 2007

Student's signature: Wilawun Wisanuyekin

Advisor's signature: Siriporn Phakdeephassook

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาของอาจารย์ ดร.ศิริพร ภักดีผาสุข อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่คอยให้คำปรึกษา คำแนะนำ รวมถึงข้อคิดเห็นที่มีคุณค่า ให้ความอนุเคราะห์หนังสือประกอบการวิจัย และตรวจทานแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ด้วยความเอาใจใส่ ใกล้ชิดโดยไม่เห็นแก่เหน็ดเหนื่อย รวมทั้งยังเป็นผู้ให้กำลังใจในทุก ๆ เรื่องด้วยความรักความเอื้ออาทรเสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในพระคุณของอาจารย์จนยากที่จะหาคำใดมากล่าวได้ จึงขอกราบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพร พานโพธิ์ทอง ประธานกรรมการวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.เทพี จรัสจรุงเกียรติ และอาจารย์ ดร.ปรมินทร์ จารุวร ขอบพระคุณคณะกรรมการทุกท่านที่กรุณาให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะที่มีประโยชน์ ทั้งในเรื่องของแนวคิดทฤษฎี และข้อสังเกตที่น่าสนใจหลายประการ อีกทั้งยังได้ตรวจแก้ไขข้อบกพร่องในวิทยานิพนธ์ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ขึ้น

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สุจิตรา จงสถิตย์วัฒนา ที่ได้ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณครูอาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชา ทำให้ผู้วิจัยมีทุนความรู้ทางการศึกษา โดยเฉพาะคุณครูเพ็ญพรรณน นิษย์วัฒนากุล ครูประจำหมวดวิชาภาษาไทย โรงเรียนนารีรัตน์ จังหวัดแพร่ ครูผู้เป็นต้นแบบให้ผู้วิจัยได้ดำเนินรอยตาม ผู้วิจัยรู้สึกสำนึกในความเมตตากรุณา รวมถึงกำลังใจที่ครูมีให้เสมอมา

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณพี่ชณิษญา กลิ่นน้ำหอม ผู้เป็นมิ่งมิตรที่คอยแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ให้คำปรึกษาและคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ รวมถึงกำลังใจที่ดีตลอดการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ท้ายสุดผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อคุณแม่ ที่ให้ความรัก ความปรารถนาดี และความห่วงใย ขอบพระคุณที่ให้การสนับสนุนด้านการศึกษา การทำกิจกรรม และการทำงานที่ผู้วิจัยรักตลอดช่วงชีวิตของผู้วิจัย

# สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ.....	ญ

บทที่

1	<b>บทนำ.....</b>	1
	1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
	1.2 วัตถุประสงค์ในการวิจัย.....	4
	1.3 สมมติฐานการวิจัย.....	4
	1.4 ขอบเขตการวิจัย.....	4
	1.5 วิธีดำเนินการวิจัย.....	6
	1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	6
	1.7 นิยามศัพท์.....	6
2	<b>แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....</b>	8
	2.1 แนวคิดทฤษฎีที่ใช้ในการวิจัย.....	8
	2.1.1 แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวกับอุปลักษณะ.....	8
	2.1.2 แนวคิดทฤษฎีที่ศึกษาบริบทการสื่อสาร.....	17
	2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	18
	2.2.1 งานวิจัยที่ศึกษาอุปลักษณะที่อยู่ในรูปคำศัพท์ต่าง ๆ.....	18
	2.2.2 งานวิจัยที่ศึกษาอุปลักษณะในบริจเฉทเฉพาะประเภท.....	24

<b>3</b>	<b>ลักษณะของอุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย.....</b>	<b>31</b>
3.1	ลักษณะของอุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย.....	32
3.1.1	ลักษณะทางรูปแบบของอุปลักษณะ ในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย.....	32
3.1.2	ลักษณะทางมโนทัศน์ของอุปลักษณะ ในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย.....	37
3.2	สรุป.....	137
<b>4</b>	<b>หน้าที่ของอุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์.....</b>	<b>138</b>
4.1	การศึกษาหน้าที่ของอุปลักษณะที่ปรากฏในบริจเฉตต่างประเภท.....	138
4.2	ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยที่นำมาศึกษา.....	140
4.3	องค์ประกอบในการสื่อสารของการใช้หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย.....	143
4.4	หน้าที่ของอุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย.....	164
4.4.1	อุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยทำหน้าที่ ในการถ่ายทอดความคิด.....	165
4.4.2	อุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยทำหน้าที่ ในการเรียบเรียงความ.....	175
4.5	ลักษณะเด่นทางหน้าที่ของอุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย เปรียบเทียบกับหน้าที่ของอุปลักษณะในบริจเฉตต่างประเภท.....	177
4.6	สรุป.....	180
<b>5</b>	<b>สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....</b>	<b>182</b>
5.1	สรุปผลการวิจัย.....	182
5.2	อภิปรายผล.....	189
5.3	ข้อเสนอแนะ.....	190
	<b>รายการอ้างอิง.....</b>	<b>191</b>
	<b>ภาคผนวก.....</b>	<b>200</b>
	<b>ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....</b>	<b>204</b>



สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงมโนทัศน์ต่าง ๆ ที่มโนชนนำมาใช้อธิบายความคิดทางวิทยาศาสตร์.....	117
2 แสดงหน้าที่ของอุปลักษณในปริจเฉทประเภทต่าง ๆ .....	139
3 องค์ประกอบในการสื่อสารของการใช้หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย.....	163



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญภาพ

รูปภาพที่		หน้า
1	ปฏิกิริยาเรื้อนกระจก.....	44
2	แสดงการเปรียบเทียบการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีกับการเดินทางข้ามภูเขา.....	55
3	กราฟเส้นแสดงการเปรียบเทียบการเกิดพลังงานก่อกัมมันต์ที่มีและไม่มีตัวเร่งปฏิกิริยา.....	56
4	ภาพจำลองของอะตอมที่อยู่รอบนิวเคลียส.....	69
5	แสดงส่วนต่าง ๆ ของไนยน์ตามมนุษย์.....	71
6	อวัยวะสืบพันธุ์เพศหญิง.....	82
7	เซลล์ sperm.....	89
8	เนื้อสีเทาของไขสันหลัง.....	89
9	เซลล์ Adipocyte.....	95
10	ต่อมหมวกไต.....	96
11	Hinge joint.....	97
12	กระดูกสะบัก.....	98
13	กระดูกต้นแขน.....	99
14	อวัยวะภายในหู.....	100
15	กระเพาะอาหารของวัว.....	101
16	ทิศทางการเคลื่อนที่ของแมงกระพุน.....	102
17	กระดูกสันหลัง.....	103
18	กระเพาะอาหารและเซลล์บุผิว.....	104
19	การแตกตัวของนิวเคลียสยูเรเนียมในปฏิกิริยาลูกโซ่.....	105
20	กลุ่มหมอกอิเล็กทรอนิกส์รูปโดนัท.....	108
21	ขนาดของนิวเคลียสและอิเล็กตรอน.....	110
22	แกลวานิกเซลล์ซึ่งประกอบด้วยสองครึ่งเซลล์.....	113

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อุปลักษณ์ (metaphor) หมายถึง การเปรียบเทียบสิ่งหนึ่งเป็นอีกสิ่งหนึ่ง เรียกสิ่งก็นำมาใช้เพื่อเปรียบเทียบว่า “แบบเปรียบเทียบ” (source domain) และเรียกสิ่งที่ถูกนำไปเปรียบเทียบด้วยว่า “สิ่งที่ถูกเปรียบเทียบ” (target domain)\* ทั้งแบบเปรียบเทียบและสิ่งที่ถูกเปรียบเทียบนั้นมาจากกลุ่มความหมายที่แตกต่างกัน โดยที่ทั้งสองสิ่งนั้นมีการถ่ายโอนคุณสมบัติบางประการของแนวคิดหนึ่งไปยังอีกแนวคิดหนึ่ง (Saeed 1997: 302-303) ตัวอย่างเช่น

“ความรักคือยาพิษ”

จากตัวอย่างดังกล่าวนั้นเป็นการกล่าวถึงอารมณ์ความรู้สึกที่ทุกข์ทนจากความรัก ซึ่งอาจจะไม่สามารถเข้าใจได้ง่ายนัก เมื่อมีการเปรียบเทียบโดยผลที่เกิดจาก “ยาพิษ” ซึ่งเป็นสิ่งที่เข้าใจได้ง่ายกว่ามาใช้ จึงสามารถสื่อความหมายบางอย่างที่มนุษย์สามารถเข้าใจได้ทันที กล่าวคือ ความรักใน ความหมายนี้แสดงถึงอันตราย หรือการสร้างความเจ็บปวดให้แก่ผู้ที่มีความรัก เหมือนกับความรุนแรงของยาพิษที่ทำให้คนที่ดื่มกินนั้นเจ็บปวดทรมานถึงแก่ความตายได้

ในการตีความอุปลักษณ์นั้น Thomas S. Kuhn (1979) ได้อธิบายไว้ว่าจะต้องหาลักษณะร่วมกันของสิ่งที่ถูกเปรียบเทียบกับสิ่งที่นำมาเปรียบเทียบ เช่น

“War is a game”

“Professional football is war”

(Thomas S. Kuhn, 1979: 413)

ตัวอย่างดังกล่าวเป็นการเปรียบเทียบสงครามกับเกมกีฬา โดยผิวเผินแล้วทั้งสองสิ่งนี้ไม่น่าจะมาใช้เปรียบเทียบกันได้ แต่เราต้องหาลักษณะร่วมกันของ “สงคราม” และ “เกมกีฬา” ให้ได้ว่าทั้งสองมีส่วนที่เหมือนกันอย่างไร ซึ่งถือว่าเป็นลักษณะร่วมที่จะทำให้ทั้งสองสิ่งมาเปรียบเทียบกันได้และเป็นที่น่าสนใจสำหรับคนโดยทั่วไป ทั้งสงครามและกีฬานั้นมีส่วนที่เหมือนกันก็คือมีการแบ่งฝ่ายและยอมมีฝ่ายแพ้ชนะในที่สุด

เมื่อกกล่าวถึงอุปลักษณ์ คนทั่วไปมักจะนึกถึงการใช้อุปลักษณ์ในงานวรรณกรรมเพื่อจุดมุ่งหมายทางด้านสุนทรียศาสตร์ กล่าวคือการใช้อุปลักษณ์เพื่อสร้างภาพพจน์ และอารมณ์

---

\* คำว่า source domain มีนักวิจัยทางภาษาศาสตร์บางท่านใช้คำว่า “แควดวงความหมายต้นทาง” และเรียก target domain ว่า “แควดวงความหมายปลายทาง”

สะท้อนใจ การใช้อุปสรรคณ์ในลักษณะทั่วไปที่คนมักจะทำนี่ถึงคือการใช้อุปสรรคณ์ในฐานะเครื่องมือทางวาทศิลป์ เพื่อช่วยการโน้มน้าวใจ ดังเช่นในสุนทรพจน์ของนักการเมือง เป็นต้น

งานเขียนด้านวิทยาศาสตร์อาจจะเป็นสิ่งที่คนทั่วไปนึกถึงเป็นลำดับท้าย ๆ เมื่อกล่าวถึงการศึกษาการใช้อุปสรรคณ์ อย่างไรก็ตามการสำรวจข้อมูลและการวิจัยเบื้องต้นพบว่าการใช้อุปสรรคณ์ในงานเขียนทางวิทยาศาสตร์นั้นมีเป็นจำนวนมากและน่าสนใจไม่น้อยไปกว่าการใช้อุปสรรคณ์ในข้อมูลประเภทอื่น ๆ

การใช้อุปสรรคณ์ในงานเขียนด้านวิทยาศาสตร์นั้นใช้เพื่ออธิบายปรากฏการณ์หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการอธิบายให้ผู้ที่ได้ศึกษาได้เข้าใจมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องมาจากความรู้ในสาขาวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่เป็นความรู้ใหม่สำหรับผู้เรียน นอกจากนี้ยังเป็นความรู้ที่เป็นนามธรรมหรือเป็นสิ่งที่ไม่สามารถที่จะมองเห็นหรือสัมผัสได้โดยตรง ดังนั้นผู้ที่คิดค้นทฤษฎีหรือนักวิทยาศาสตร์ทั้งหลายจึงต้องหาสิ่งที่คนทั่วไปรู้จักหรือพบเห็นกันคืออยู่แล้วในชีวิตประจำวันที่มีลักษณะเหมือนหรือคล้ายคลึงกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาเปรียบเทียบกับทฤษฎีที่ต้องการอธิบาย กิบส์ (Gibbs, 1994) กล่าวว่าอุปสรรคณ์ในงานวิทยาศาสตร์เหมือนกับการผสมกันของน้ำกับน้ำมัน โดยธรรมชาติแล้วน้ำมันจะเบาหรือน้ำ และลอยตัวอยู่เหนือน้ำเสมอ การไม่ปะปนกันของน้ำกับน้ำมันเหมือนกับการแสดงลักษณะของอุปสรรคณ์ที่ดีที่นำมาใช้ในการอธิบายความคิดทางวิทยาศาสตร์ กล่าวคือมีความชัดเจนในเรื่องของลักษณะร่วมที่จะนำมาใช้และสามารถสื่อแนวคิดที่ตรงกันได้ ไม่ก่อให้เกิดความสับสนเข้าใจผิด และปราศจากความคลุมเครือ เนื่องจากการวิจัยทางวิทยาศาสตร์นั้นจำเป็นที่จะต้องหาคำอธิบายที่ผ่านการสังเกตความหมายและนำเสนอออกมาทางภาษาที่สะท้อนถึงความคิดเหล่านั้นได้ครบถ้วนที่สุด

ด้วยคุณลักษณะและหน้าที่ที่โดดเด่นดังกล่าวทำให้มีนักวิชาการตะวันตกสนใจศึกษาวิจัยอุปสรรคณ์ในงานเขียนวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การศึกษาลักษณะของการเปรียบเทียบในงานเขียนด้านวิทยาศาสตร์ (Kuhn, 1979 และ Gibbs, 1994) พบว่ามีลักษณะที่ต่างจากการใช้อุปสรรคณ์ในงานทั่วไปในแง่ของความชัดเจนในการตีความ คือ แบบเปรียบเทียบที่นำมาใช้อธิบายนั้นต้องเป็นสิ่งที่คนทั่วไปสามารถเข้าใจได้ง่าย มีลักษณะร่วมระหว่างแบบเปรียบกับสิ่งที่ถูกเปรียบอย่างชัดเจน ตัวอุปสรรคณ์เองไม่ก่อให้เกิดการตีความที่หลากหลาย อีกทั้งยังจะต้องสามารถเชื่อมโยงกับสิ่งใกล้เคียงในสังคมมนุษย์ได้ด้วย ในบางกรณีการใช้อุปสรรคณ์ในเรื่องเดียวกันแต่เลือกใช้สิ่งนำมาเปรียบเทียบต่างกัน ก็สามารถทำให้เข้าใจในเรื่องนั้นแตกต่างกันออกไปได้ (Gentner and Gentner, 1982) เช่น การยกตัวอย่างการอธิบายเรื่องวงจรไฟฟ้า (Electric circuit) กับระบบท่อส่งน้ำ หรือการไหลของฝูงชน

Knudsen (2003) ศึกษาการใช้อุปลักษณณ์โดยนำเสนอแนวคิดทางวิทยาศาสตร์สองแนวคิดเกี่ยวกับรหัสทางพันธุกรรม และโปรตีนสังเคราะห์ จากประเภทของข้อมูลที่แตกต่างกันจากปริเฉทสองประเภทโดยแบ่งตามวัตถุประสงค์ คือ ปริเฉททางวิทยาศาสตร์ที่ใช้สำหรับผู้เชี่ยวชาญ ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษา กับปริเฉททางวิทยาศาสตร์สำหรับคนทั่วไป ผลการวิจัยพบว่าอุปลักษณณ์ที่ปรากฏในงานทั้งสองชิ้นนั้นมีลักษณะที่ต่างกันคือ มีลักษณะของการประยุกต์ใช้ตามความเข้าใจของผู้สอนแต่ละคน (pedagogical / exegetical metaphors) กล่าวคือ มีจุดประสงค์เพื่ออธิบายความเพิ่มเติมเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละเรื่องทีนอกเหนือจากการอธิบายที่ปรากฏอย่างเป็นแบบแผน หรือเป็นอุปลักษณณ์ที่ใช้อธิบายตามทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ และใช้กันเป็นแบบแผนเดียวกัน (theory-constructive metaphors) เช่น การใช้คำศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์ หรือการอธิบายเรื่องพฤติกรรมของอิเล็กทรอนิกส์ในอะตอมว่าเหมือนกับดาวเคราะห์ที่หมุนวนรอบดวงอาทิตย์

สำหรับงานวิจัยด้านอุปลักษณณ์ในภาษาไทยนั้น ได้มีผู้สนใจศึกษาอุปลักษณณ์ไว้อย่างหลากหลาย โดยสามารถแบ่งกลุ่มการศึกษาออกเป็น 2 กลุ่ม คือ งานวิจัยที่ศึกษาอุปลักษณณ์ที่อยู่ในรูปคำศัพท์ต่าง ๆ และงานวิจัยที่ศึกษาอุปลักษณณ์ในปริเฉทเฉพาะประเภท

งานวิจัยในกลุ่มแรกนั้นเป็นการศึกษาอุปลักษณณ์ในรูปของการศึกษาคำศัพท์แสดงอุปลักษณณ์ต่าง ๆ ในภาษาไทย เช่น คำศัพท์เกี่ยวกับร่างกายของมนุษย์ คำกริยา เวลา (โสภณวรรณแสงชัย, 2537; ชัชวดี ศรลัมพ์, 2538; อุทุมพร มีเจริญ, 2542; มากาเร็ด อุโฆษกุล, 2542; เดลควาลไฮม์, 2543; สุกัญญา รุ่งแจ้ง, 2548) ผลจากการวิเคราะห์รูปภาษาต่าง ๆ เหล่านี้ได้สะท้อนความคิดของคนในสังคมไทยที่มีลักษณะของการเชื่อมโยงมโนทัศน์ของคำในลักษณะที่สัมพันธ์กับประสบการณ์ของมนุษย์ตามแนวคิดของเลคอฟและจอห์นสัน (Lakoff and Johnson, 1980)

งานวิจัยในกลุ่มที่สองเป็นการศึกษาอุปลักษณณ์ในปริเฉทเฉพาะประเภท พบว่ามีการศึกษาปริเฉทการพูดในภาษาไทย (ณัฐพร พานโพธิ์ทอง, 2542) ที่ได้ศึกษาประเด็นทางหน้าที่ของอุปลักษณณ์ไว้ นอกจากนี้ยังมีการศึกษาอุปลักษณณ์จากข่าวกีฬา ข่าวการเมือง ตามแนวคิดทางปริธานเพื่อแสดงให้เห็นระบบคิดของมนุษย์ที่มีต่อเรื่องต่าง ๆ เหล่านี้ว่ามีลักษณะเป็นเช่นไร (จิตติมา จารยะพันธ์, 2539; อุษา พฤตชัยวิบูลย์, 2544)

แม้จะมีผู้สนใจศึกษาอุปลักษณณ์ในภาษาไทยด้วยมุมมองต่าง ๆ และจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย แต่ผู้วิจัยพบว่ายังไม่มีผู้ใดศึกษาการใช้อุปลักษณณ์ในงานเขียนทางวิทยาศาสตร์ของไทย ทั้งในด้านของลักษณะทางมโนทัศน์ที่ปรากฏ และลักษณะทางด้านหน้าที่ของอุปลักษณณ์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาอุปลักษณณ์ในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยในฐานะที่เป็นปริเฉทเฉพาะทาง เพื่อตอบคำถามต่อไปนี้

1. ลักษณะของอุปลักษณะที่พบในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยมีลักษณะเด่นอย่างไรบ้าง

2. หน้าที่ของอุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยมีอะไรบ้าง

การศึกษาอุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยตามแนวทางดังกล่าวนอกจากจะช่วยให้การศึกษาอุปลักษณะขยายออกไปในวงกว้างมากขึ้นแล้ว ยังจะช่วยให้ทราบถึงวิธีคิดในลักษณะการเปรียบเทียบของคนที่ศึกษาวิทยาศาสตร์ในสังคมไทยว่ามีลักษณะเด่นอย่างไร และอุปลักษณะที่ปรากฏในบริบทประเภทนี้มีหน้าที่ที่แตกต่างจากอุปลักษณะที่ปรากฏในบริบทอื่น ๆ หรือไม่อย่างไร คำตอบที่ได้จากงานวิจัยนี้จะช่วยให้เข้าใจระบบความคิดของมนุษย์ที่มีความลึกซึ้งหลากหลาย และนำไปสู่ประเด็นทางการศึกษาบริบทเฉพาะประเภทที่มีการนำอุปลักษณะมาใช้เพื่อวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกันมากขึ้น

## 1.2 วัตถุประสงค์ในการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาลักษณะของอุปลักษณะที่พบในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย

1.2.2 เพื่อศึกษาหน้าที่ของอุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย

## 1.3 สมมติฐานการวิจัย

อุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยมีหน้าที่ในการถ่ายทอดความคิดทางวิทยาศาสตร์ เพื่อมุ่งให้เกิดความเข้าใจที่ชัดเจนตรงกัน ไม่นำไปสู่การตีความที่หลากหลาย

## 1.4 ขอบเขตการวิจัย

ข้อมูลการใช้อุปลักษณะที่จะนำมาใช้วิเคราะห์นั้น จะใช้ข้อมูลจากหนังสือเรียนที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์พื้นฐาน และวิทยาศาสตร์เฉพาะทาง จำนวนทั้งหมด 37 เล่ม โดยใช้เกณฑ์ในการเลือกข้อมูลที่จะนำมาวิเคราะห์จากการจัดแบ่งประเภทของเนื้อหาวิชาที่ชัดเจน ดังนี้

1.4.1 หนังสือเรียนที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์พื้นฐาน มีทั้งหมด 31 เล่ม แบ่งตามที่มาและระดับชั้นได้ ดังนี้

1.4.1.1 หนังสือเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย 14 เล่ม ที่ผลิตตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ของกระทรวงศึกษาธิการ ประกอบด้วย วิชาชีววิทยา จำนวน 6 เล่ม วิชาเคมี จำนวน 5 เล่ม และวิชาฟิสิกส์ จำนวน 3 เล่ม

1.4.1.2 หนังสือเรียนระดับอุดมศึกษาจำนวน 17 เล่ม แบ่งเป็นหนังสือเรียนที่ผลิตโดยโครงการตำราวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มูลนิธิส่งเสริมโอลิมปิกวิชาการ และพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 10 เล่ม ดังนี้

- หนังสือเรียนวิชาชีววิทยา จำนวน 6 เล่ม หนังสือเรียนวิชาเคมี จำนวน 1 เล่ม และหนังสือเรียนในสาขาวิชาฟิสิกส์จำนวน 3 เล่ม
- หนังสือเรียนระดับอุดมศึกษาที่ผลิตโดยสำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 7 เล่ม ดังนี้
- หนังสือเรียนวิชาชีววิทยา จำนวน 2 เล่ม หนังสือเรียนวิชาเคมี จำนวน 3 เล่ม หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์จำนวน 2 เล่ม

1.4.2 หนังสือเรียนที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เฉพาะทาง ซึ่งเป็นหนังสือเรียนที่ใช้เพื่อประกอบการศึกษาเฉพาะสาขาวิชาชีพทางด้านวิทยาศาสตร์ จำนวน 6 เล่ม จากคณะวิทยาศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ และคณะแพทยศาสตร์ โดยใช้หนังสือเรียนที่ผลิตโดยสำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยทั้งหมด

สาเหตุที่เลือกหนังสือเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่ผลิตโดยกระทรวงศึกษาธิการเนื่องจาก หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ชุดดังกล่าวนี้ได้รับการปรับปรุงเนื้อหาตามหลักสูตรใหม่ และใช้กันทั่วไปในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา

ส่วนหนังสือที่ผลิตโดยโครงการตำราวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มูลนิธิโอลิมปิกวิชาการเป็นหนังสือที่มีมาตรฐานทางด้านเนื้อหาวิชาการเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ในระดับสากล ผู้วิจัยพิจารณาแล้วว่าเนื้อหาส่วนหนึ่งตรงกับหนังสือเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายและสามารถใช้ต่อเนื่องจนถึงระดับอุดมศึกษาในชั้นสูง และหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์จำนวน 6 เล่มในระดับอุดมศึกษาที่ผลิตโดยสำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยเป็นหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์เฉพาะทาง ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ศึกษาในแนวทางสาขาอาชีพทางวิทยาศาสตร์ ในสาขาแพทยศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ เนื้อหาที่ปรากฏในหนังสือเรียนประเภทนี้จึงเป็นการประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับสาขาวิชาชีพของผู้เรียนเพื่อการทำงานเฉพาะด้านที่ให้รายละเอียดที่จำเป็นต่อการประกอบอาชีพทางด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งแตกต่างจากวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานที่มีเนื้อหาเน้นหนักไปทางด้านการให้ข้อมูลความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ แนวคิดทฤษฎี และการทดลองเพื่อพิสูจน์ทฤษฎี เนื้อหาพื้นฐานเหล่านี้จึงมีประโยชน์เพียงเพื่อใช้เป็นความรู้ที่จะพัฒนาต่อไปในสาขาวิชาชีพเฉพาะทาง ดังนั้นเนื้อหาวิชาหรือองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยใช้เป็นข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้จึงมีความครอบคลุมมากขึ้น

## 1.5 วิธีดำเนินการวิจัย

- 1.5.1 สํารวจทฤษฎี งานวิจัย และบทความที่เกี่ยวข้องกับอุปลักษณและอุปลักษณในวิทยาศาสตร์
- 1.5.2 เก็บตัวอย่างข้อมูลจากหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ โดยเลือกข้อมูลที่ปรากฏการใช้อุปลักษณในการอธิบายทฤษฎีหรือความคิดในทางวิทยาศาสตร์
- 1.5.3 วิเคราะห์ลักษณะของอุปลักษณที่พบในข้อมูลหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ เพื่อหาลักษณะรวมของสิ่งที่ถูกเปรียบและสิ่งทีนำมาเปรียบ
- 1.5.4 วิเคราะห์หน้าที่ของอุปลักษณที่ใช้ในข้อมูลหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์
- 1.5.5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

## 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.6.1 ทราบลักษณะของอุปลักษณในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์
- 1.6.2 ทราบหน้าที่การใช้อุปลักษณในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์
- 1.6.3 เป็นแนวทางในการศึกษาการใช้อุปลักษณในงานเขียนประเภทอื่น

## 1.7 นิยามศัพท์

1.7.1 อุปลักษณ (metaphor) หมายถึง การเปรียบเทียบสิ่งหนึ่งเป็นอีกสิ่งหนึ่ง เรียกสิ่งทีนำมาใช้เพื่อเปรียบเทียบว่า “แบบเปรียบเทียบ” (source domain) และเรียกสิ่งทีถูกนำไปเปรียบเทียบด้วยว่า “สิ่งทีถูกเปรียบเทียบ” (target domain) ทั้งแบบเปรียบเทียบและสิ่งทีถูกเปรียบเทียบนั้นมาจากกลุ่มความหมายทีแตกต่างกัน โดยทีทั้งสองสิ่งนั้นมีการถ่ายโอนคุณสมบัติบางประการของแนวคิดหนึ่งไปยังอีกแนวคิดหนึ่ง (Saeed 1997: 302-303)

1.7.2 รูปภาษาแสดงอุปลักษณ (linguistic expression) หมายถึง รูปภาษาทีสะท้อนให้เห็นถึงระบบความคิดของมนุษย์ทีมีลักษณะเป็นอุปลักษณหรือมโนอุปลักษณ

1.7.3 มโนอุปลักษณ (conceptual metaphor) หมายถึง อุปลักษณหรือการเปรียบเทียบทีอยู่ในความคิดหรือมโนทัศน์ของมนุษย์ เป็นระบบทีทำความเข้าใจแนวคิดหนึ่ง โดยพิจารณาการเปรียบเทียบกับอีกแนวคิดหนึ่ง (Lakoff and Johnson 1980: 5)

1.7.4 อุปลักษณในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ (metaphor in science textbook) หมายถึง อุปลักษณทีใช้เพื่อสื่อแนวคิดทฤษฎีหรือองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์



1.7.5 นามธรรม (abstract) ในงานวิจัย หมายถึง สิ่งที่ไม่สามารถรับรู้ด้วยประสาทสัมผัสทางกาย เช่น พลังงานในรูปคลื่น คลื่นแสง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ประจุไฟฟ้า เป็นต้น

1.7.6 รูปธรรม (concrete) ในงานวิจัยนี้จะใช้หมายถึง สิ่งที่สามารถรับรู้ได้ด้วยประสาทสัมผัสทางกาย



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทที่ 2

### แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้ศึกษาลักษณะและหน้าที่ของอุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย กรอบทฤษฎีสำคัญที่ใช้ในการวิเคราะห์คืออุปลักษณะ แนวการศึกษาอุปลักษณะที่ใช้ในครั้งนี้ คือ การศึกษาอุปลักษณะตามแนวปริชาน และการศึกษาตามแนววิจนปฏิบัติศาสตร์ การศึกษาอุปลักษณะตามแนวปริชานที่ผู้วิจัยนำมาใช้ในการวิเคราะห์ลักษณะของอุปลักษณะ จะทำให้เข้าใจ การตีความความหมายและความสัมพันธ์ทางความหมายของรูปภาพแสดงอุปลักษณะที่ปรากฏ ในหนังสือเรียนทางวิทยาศาสตร์ว่ามีความสัมพันธ์กับระบบความคิดของมนุษย์อย่างไร การศึกษาอุปลักษณะตามแนววิจนปฏิบัติศาสตร์มองอุปลักษณะในฐานะเครื่องมือทางภาษาทำหน้าที่ บางอย่าง que การสื่อความตรงนั้นไม่สามารถทำได้ ทฤษฎีสุดท้ายที่นำมาใช้ประกอบการวิเคราะห์ หน้าที่ของอุปลักษณะ คือ ทฤษฎีชาติพันธุ์วรรณนาแห่งการสื่อสาร เพื่อศึกษาองค์ประกอบของ หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยที่ใช้เป็นข้อมูลในการวิจัย และจะช่วยให้เข้าใจบริบททางการสื่อสาร ที่สัมพันธ์กับหน้าที่ของอุปลักษณะในครั้งนี้ได้ชัดเจนขึ้น

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้รวบรวมแนวคิดทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมถึงงานวิจัยที่ได้ศึกษา เกี่ยวกับอุปลักษณะตามแนวทฤษฎีต่าง ๆ ทั้งที่เป็นงานวิจัยของไทย และงานวิจัยของต่างประเทศ ซึ่งจะได้ใช้เป็นแนวทางในการวิเคราะห์อุปลักษณะที่ปรากฏในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย ดังนี้

#### 2.1 แนวคิดทฤษฎีที่ใช้ในการวิจัย

##### 2.1.1 แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับอุปลักษณะ

แนวการศึกษาที่จะกล่าวถึงในที่นี้คือ การศึกษาอุปลักษณะตามแนวคิดแบบคลาสสิก ซึ่งเป็นแนวคิดดั้งเดิมที่ใช้ศึกษาอุปลักษณะ การศึกษาอุปลักษณะตามแนวปริชาน และการศึกษาอุปลักษณะตามแนววิจนปฏิบัติศาสตร์ ผู้วิจัยได้แบ่งประเภทของการศึกษาอุปลักษณะออกเป็น 2 กลุ่มตามแนวทางการวิจัย คือ กลุ่มแรกเป็นแนวคิดทฤษฎีที่ศึกษาลักษณะของอุปลักษณะ กลุ่มที่สองเป็นแนวคิดทฤษฎีที่ศึกษาหน้าที่ของอุปลักษณะ

### 2.1.1.1 แนวคิดทฤษฎีที่ศึกษาลักษณะของอุปลักษณ์

การศึกษาอุปลักษณ์เริ่มมีตั้งแต่สมัยกรีกโบราณ โดยอริสโตเติลเป็นผู้ริเริ่มการศึกษาอุปลักษณ์ตามแนวคิดแบบคลาสสิก (Classical view) ซึ่งมองว่าอุปลักษณ์ถูกใช้เป็นเครื่องมือทางวาทศิลป์และวรรณศิลป์ เพื่อประดับตกแต่งภาษาให้เกิดความงดงาม อลังการ และมีพลังในการโน้มน้าวใจ ดังนั้นอุปลักษณ์จึงแตกต่างจากภาษาที่ใช้กันโดยปกติในชีวิตประจำวัน ทำให้ได้รูปแบบได้การตีความหมายที่หลากหลาย ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของผู้ฟังแต่ละคน (Saeed, 1997)

Ullmann (1962) กล่าวว่าการศึกษาตามแนวคิดแบบคลาสสิกมุ่งพิจารณาอุปลักษณ์ในฐานะกลวิธีหนึ่งในการสร้างสุนทรียภาพและจินตภาพ โดยนิยาม อุปลักษณ์ (metaphor) ว่าหมายถึง การเปรียบเทียบด้วยการกล่าวว่สิ่งหนึ่งเป็นอีกสิ่งหนึ่ง มีคำที่แสดงการเปรียบเทียบ เช่น เป็น คือ เหมือน ราวกับ ปรากฏร่วมกับคำที่ต้องการเปรียบเทียบ

นอกจากมุมมองการศึกษาอุปลักษณ์แบบคลาสสิกแล้ว ยังมีนักวิชาการสาขาต่าง ๆ หันมาสนใจศึกษาอุปลักษณ์เป็นจำนวนมาก อาทิ สาขาวิชาวาทศิลป์ (I.A. Richard, 1936; Black, 1979) สาขาวรรณกรรม (Stambovsky, 1988; Steen, 1999) สาขาคติชน (Seitel, 1969; Fernandez, 1986) สาขาการศึกษา (Patrie, 1979; Sticht, 1979) สาขาภาษาศาสตร์มานุษยวิทยา (Foley, 1997) และ สาขาภาษาศาสตร์จิตวิทยาและปริชาน (Gibbs, 1994) เป็นต้น สำหรับการศึกษอุปลักษณ์ที่เกี่ยวกับงานวิจัยนี้ ได้แก่ การศึกษาอุปลักษณ์ตามแนวปริชาน และการศึกษาอุปลักษณ์ตามแนววจนปฏิบัติศาสตร์

#### 2.1.1.1.1 การศึกษาอุปลักษณ์ตามแนวคิดแบบปริชาน (Cognitive view)

แนวคิดดังกล่าวเป็นการศึกษาตามทฤษฎีทางภาษาศาสตร์ เรียกว่า ทฤษฎีภาษาศาสตร์ปริชาน (Cognitive Linguistics) ทฤษฎีนี้มีแนวคิดพื้นฐานที่ว่า ภาษาเป็นภาพสะท้อนของความคิด (Cognition) และการประมวลผลความคิดของมนุษย์ (Conceptual Process) อย่างชัดเจน การอธิบายปรากฏการณ์ที่สำคัญในภาษาจะทำให้สามารถอธิบายความคิดและการประมวลผลความคิดของมนุษย์ได้

การศึกษาคำความหมายตามแนวทางของภาษาศาสตร์ปริชานนั้นมุ่งอธิบายถึงการให้ภาษาที่เป็นผลมาจากกระบวนการคิด ซึ่งได้รับอิทธิพลจากประสบการณ์ในการรับรู้เกี่ยวกับโลก ประสบการณ์การใช้ภาษา อุปลักษณ์ซึ่งเป็นลักษณะของการใช้ภาษาเปรียบเทียบ จะเป็นตัวแทนของการอธิบายเรื่องระบบความคิดหรือระบบมโนทัศน์ของผู้ใช้ภาษาได้เป็นอย่างดี

การศึกษาอุปลักษณ์ตามแนวทางของภาษาศาสตร์ปริชานนั้น ริเริ่มโดย George Lakoff และ Mark Johnson นักภาษาศาสตร์ปริชานได้เสนอแนวคิดเรื่อง “มโนอุปลักษณ์” (conceptual metaphor) ไว้ในหนังสือ *Metaphors We Live By* (1980) ว่า การใช้ภาษาในชีวิตประจำวันของเรานั้นสะท้อนให้เห็นว่าระบบความคิดของมนุษย์เราส่วนหนึ่งมีลักษณะเป็นอุปลักษณ์ ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าอุปลักษณ์ไม่ใช่เพียงเรื่องของการใช้ภาษาเท่านั้น แต่เป็นเรื่องที่เกี่ยวกับกระบวนการคิดของมนุษย์ที่สะท้อนออกมาในรูปของภาษา การศึกษาการใช้ภาษาของคนในแต่ละสังคมสามารถสะท้อนระบบความคิดของคนในสังคมเหล่านั้นได้ Lakoff และ Johnson เรียกระบบความคิดของมนุษย์ที่มีลักษณะเป็นอุปลักษณ์ว่า “มโนอุปลักษณ์” (conceptual metaphor) การวิเคราะห์รูปภาษาที่ใช้ทำให้เห็นว่ามนุษย์ทำความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ หรือเรียนรู้ประสบการณ์ใหม่ ๆ ผ่านการคิดในลักษณะที่เป็นอุปลักษณ์หรือการเปรียบเทียบ โดยนำสิ่งที่เป็นนามธรรมมาเปรียบเทียบกับสิ่งที่เป็นรูปธรรมซึ่งสามารถสัมผัสได้และเข้าใจได้ง่ายกว่า

ตามแนวคิดของ Lakoff & Johnson มโนอุปลักษณ์สามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่

#### 1. Structural metaphor

หมายถึงมโนอุปลักษณ์ที่เป็นการเปรียบเทียบความในเชิงโครงสร้างระหว่างแนวคิดสองแนวคิด เช่น [ARGUMENT IS WAR] ดังจะสังเกตได้จากคำศัพท์ที่ใช้บรรยายเกี่ยวกับการโต้แย้งหรือแสดงความคิดเห็นนั้นเป็นการนำคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับการศึกสงครามมาใช้ดังในตัวอย่างต่อไปนี้

Your claims are *indefensible*.

He *attacked every weak point* in my argument.

His criticisms were *right on target*.

I *demolished* his argument.

I've never *won* an argument with him.

You disagree? Okay, *shoot!*

If you use that *strategy*, he'll *wipe you out*.

He *shot down* all of my argument.

(Lakoff and Johnson, 1980: 4)

จากตัวอย่างดังกล่าวจะเห็นได้ว่าผู้พูดภาษาอังกฤษมีความคิดเปรียบเทียบระหว่างสงครามกับการแสดงความคิดเห็นโต้แย้ง เนื่องจากเรามีประสบการณ์และความเข้าใจเกี่ยวกับสงคราม และสิ่งที่เรากระทำในขั้นตอนของการแสดงความคิดเห็นนั้นก็มีการสร้างในลักษณะเดียวกับ

รูปแบบของสงคราม คือ ในขณะที่สงครามมีการแบ่งฝ่าย การวางแผน การใช้กลยุทธ์ เพื่อโจมตีหรือป้องกันอีกฝ่ายหนึ่งด้วยการใช้กำลังหรืออาวุธนั้น รูปแบบของการแสดงความคิดเห็นนั้นก็มีลักษณะแบบเดียวกัน คือบุคคลที่เราได้แสดงความคิดเห็นโต้แย้งด้วยก็เหมือนกับเป็นปรปักษ์ เป็นบุคคลที่มีความคิดเห็นตรงข้ามกับเรา ฉะนั้นเพื่อเป็นการปกป้องผลงานหรือความคิดเห็นของตน จึงต้องมีการวางแผน การใช้กลยุทธ์ต่าง ๆ ทางภาษาและความคิด และผลของการแสดงความคิดเห็นนั้นจำต้องมีฝ่ายหนึ่งฝ่ายใดที่เป็นฝ่ายชนะเช่นเดียวกับการทำสงครามที่ต้องเห็นผลแพ้ชนะด้วย

ดังนั้นจึงสามารถเปรียบเทียบโครงสร้างของ [ARGUMENT] และ [WAR] ได้ดังนี้

Source: [WAR]	→	Target: [ARGUMENT]
The opponent	→	the person we are arguing with
Plan or strategies in war	→	plan or strategies in argument
Attack the opponent	→	attack other position
Defend our land	→	defend our position
Gain and lose ground	→	gain and lose position
Win or lose war	→	win or lose argument

(Lakoff and Johnson, 1980: 4)

กระบวนการทางความหมายของอุปลักษณ์ ได้แก่ กระบวนการถ่ายโยงความหมายระหว่างสองวงความหมาย (Conceptual domains) เป็นการถ่ายโยงความหมายจากวงความหมายต้นทาง (Source domain) ซึ่งเป็นวงความหมายเดิม ถ่ายโยงไปยังวงความหมายปลายทาง (Target domain) ซึ่งจะเป็นความหมายใหม่ที่ผู้ใช้ภาษาต้องการเปรียบเทียบ ตัวอย่างกระบวนการถ่ายโยงความหมายเช่น [LOVE IS JOURNEY] วงความหมายต้นทางคือการเดินทาง ส่วนวงความหมายปลายทางคือความรัก ดังนี้

Source: [JOURNEY]	→	Target: [LOVE]
the travelers	→	the lovers
the vehicle	→	the lover relationship itself
the journey	→	events in the relationship
the distance encountered	→	the progress made
the obstacles encountered	→	the difficulties experienced
the decisions about which way to go	→	choices about what to do
the destination of the journey	→	the goal(s) of the relationship

(Lakoff and Johnson, 1980: 45)

จะเห็นได้ว่า ในวงความหมายต้นทางเป็นกลุ่มความหมายของคำที่เกี่ยวข้องกับการเดินทาง อาจจะเป็นตัวผู้เดินทาง เป็นพาหนะที่ใช้ในการเดินทาง เป็นระยะทาง ฯลฯ ถูกนำไปใช้เปรียบเทียบกับความรัก ความรักเป็นความคิดที่ผู้ใช้ภาษาต้องการสื่อ จึงเป็นวงความหมายปลายทาง ความสัมพันธ์ที่เกิดจากการเปรียบเทียบทั้งสองแนวคิดเป็นอุปลักษณะเชิงมโนทัศน์

## 2. Orientation metaphor (spatial orientation)

หมายถึงมโนอุปลักษณะที่เกิดจากการทำความเข้าใจสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยนำมาเปรียบเทียบกับประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ และการเคลื่อนที่ไปในทิศทางต่าง ๆ เช่น ขึ้น-ลง, เข้า - ออก, หน้า - หลัง, ตื้น - ลึก กลาง - ริม ดังปรากฏในถ้อยคำอุปลักษณะต่อไปนี้

[HAPPY IS UP, SAD IS DOWN]

I'm feeling *up*.

My spirits *rose*.

Thinking about her always give me *lift*.

I'm feeling *down*. I'm depressed.

I *fell* into a depression .

(Lakoff and Johnson, 1980: 15)

คำดังกล่าวทำให้เราทราบถึงมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องสุขและเรื่องทุกข์ ซึ่งมีความเกี่ยวเนื่องกับประสบการณ์ทางกายภาพด้วย เมื่อเวลาที่มีความสุข เราจะนำมาเปรียบเทียบกับประสบการณ์ทางกายภาพที่ร่างกายเคลื่อนที่ในลักษณะ “ขึ้น” เมื่อเวลาที่เราก่อเกิดความทุกข์ เศร้าใจ ร่างกายของเราก็จะมีทิศทางที่ไปในทางลง ดังนั้น คำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องของทุกข์นั้น จึงเป็นคำศัพท์ที่เป็นคำบอกทิศทาง “ลง”

## 3. Ontological metaphor

หมายถึงมโนอุปลักษณะที่เปรียบสิ่งที่เป็นนามธรรมว่าเป็นเสมือนสิ่งที่เป็นรูปธรรม สามารถจับต้องได้ อุปลักษณะประเภทนี้มักมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับวัฒนธรรม เช่น ในสังคมอังกฤษจะมีอุปลักษณะที่เกี่ยวข้องกับจิตใจที่ค่อนข้างละเอียด ดังตัวอย่าง

[THE MIND IS A BRITTLE OBJECT]

Her ego is very *fragile*.

You have to *handle him with care* since his wife's death.

He *broke* under cross-examination.

She is *easily crushed*.

The experience *shattered* him.

I'm *going to pieces*.

His mind *snapped*.

(Lakoff and Johnson, 1980: 28)

จากตัวอย่างอุปลักษณ์ [THE MIND IS A BRITTLE OBJECT] ทำให้เห็นถึงระบบความคิดของคนในสังคมอังกฤษที่มองว่าใจนั้นเป็นวัตถุอย่างหนึ่งที่มีคุณสมบัติที่เปราะบาง จึงมีคำศัพท์ที่พูดถึงลักษณะที่แตกหัก หรือบอบบางมาใช้เมื่อพูดถึงจิตใจ

การศึกษาอุปลักษณ์ในแนวทางปริชานนี้ จะช่วยให้เข้าใจว่าอุปลักษณ์ต่าง ๆ นั้นได้แสดงระบบความคิดหรือมโนทัศน์ของมนุษย์เกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ อย่งไรบ้าง ซึ่งจะสอดคล้องกับการศึกษาอุปลักษณ์ในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยในส่วนของลักษณะทางมโนทัศน์ เพื่อเป็นการทำความเข้าใจว่าอุปลักษณ์ได้ถ่ายทอดลักษณะบางประการไปสู่แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในลักษณะใด

### 2.1.1.2 แนวคิดทฤษฎีที่ศึกษาหน้าที่ของอุปลักษณ์

#### 2.1.1.2.1 การศึกษาอุปลักษณ์ตามแนวคิดแบบวจนปฏิบัติศาสตร์

(Pragmatic view)

การศึกษาอุปลักษณ์ตามแนววจนปฏิบัติศาสตร์ พิจารณาอุปลักษณ์ (metaphor) ในฐานะถ้อยคำที่สื่อความไม่ตรงตามรูป (Figurative language) การจะเข้าใจความหมายของอุปลักษณ์ได้นั้นต้องอาศัยการอนุมานจากบริบทการสนทนา โดยอาศัยกฎการร่วมมือในการสนทนา (The Cooperative Principle) (Grice, 1975 อ้างถึงใน ณัฐพร พานโพธิ์ทอง, 2542: 252) ในการสนทนานั้นผู้ฟังต้องหาความหมายที่สอดคล้องกับบริบทดังกล่าว จึงจะสามารถตีความอุปลักษณ์นั้น ๆ ได้ อุปลักษณ์ยังทำหน้าที่บางอย่างที่ถ้อยคำที่สื่อตรงตามรูปไม่สามารถทำได้ดังในตัวอย่างนี้

“Robert is a steamroller.”

- a. The speaker is speaking literally or metaphorically.
- b. Robert is not literally a steamroller.

Thus

- c. The speaker is saying metaphorically that Robert is a steamroller.
- d. Speaking metaphorically involves drawing similarities and analogies.

Thus

- e. The speaker is drawing similarities and analogies between Robert and a steamroller.
- f. Steamrollers are difficult to stop.
- g. Steamrollers are not easily deflected.
- h. Steamrollers crush objects.
- i. Robert is difficult to stop.
- j. Robert is difficult to deflect.
- k. Robert crushes people's feelings.

Thus

- l. The speaker is drawing the similarities between Robert and the steamrollers that they both difficult to stop and deflect, and drawing the analogy between Robert crushing people's feelings and steamrollers crushing objects.

(Goatly, 1998: 142, อ้างถึงใน ธีรพร พานโพธิ์ทอง 2542: 252-253)

ตัวอย่างดังกล่าวเป็นขั้นตอนการตีความของการเปรียบเทียบ ซึ่งได้เปรียบเทียบว่าคนที่กำลังพูดถึงนั้นเป็นรถบดถนน ผู้ฟังนั้นต้องเริ่มจากการตีความความหมายของคำ steamroller ที่ผู้พูดได้พูดถึงว่าเป็นการกล่าวปกติหรือใช้เปรียบเทียบ ในกรณีดังกล่าวสิ่งที่กล่าวถึงนั้นเป็นคน จึงตีความได้ว่าลักษณะดังกล่าวเป็นการใช้คำเปรียบเทียบ



นอกจากการตีความอุปลักษณณ์แล้ว หน้าที่ของอุปลักษณณ์เป็นอีกสิ่งหนึ่งที่นักวิจัยปฏิบัติ ศาสตร์สนใจศึกษา Goatly (1998 อ้างถึงใน ณัฐพร พานโพธิ์ทอง 2542: 256-257) เป็นผู้ที่ได้ รวบรวมแนวคิดเรื่องหน้าที่ของอุปลักษณณ์ไว้มากที่สุด ได้แก่

1. เติมช่องว่างในคลังคำ ในกรณีที่ไม่มีคำเพื่อสื่อความใน ภาษานั้นๆ และกรณีที่มีคำอยู่แต่อุปลักษณณ์สามารถสื่อได้ดีกว่า เช่น ในภาษาอังกฤษมีการใช้อุปลักษณณ์ light year เพื่อสื่อความมากกว่า ระบุระยะทาง 94,630,000,000,000 กิโลเมตร

2. อธิบายความคิดที่เป็นนามธรรมโดยใช้แบบหรือแนว เที่ยบ เช่น เปรียบ electricity กับ waterflow

3. ทำให้เกิดมุมมองใหม่ เช่น เปรียบเทียบเรือไวคิงว่าเป็น the horse of the sea ทำให้ผู้ฟังมองเห็นลักษณะของเรือที่ คล้ายคลึงกับม้าซึ่งผู้ฟังอาจไม่เคยสังเกต

4. เป็นเหตุผลสนับสนุนให้ผู้ฟังทำหรือไม่ทำบางอย่าง เพราะเมื่อเลือกใช้อุปลักษณณ์ได้เหมาะสมกับบริบท ก็จะมีผลในการ จูงใจผู้ฟัง

5. กำหนดความคิด Goatly ยกตัวอย่างการใช้อุปลักษณณ์ เป็นเครื่องมือในการกำหนดความสัมพันธ์ในสังคม ในภาษาญี่ปุ่นมี อุปลักษณณ์ woman=commodity ซึ่งเป็นการสร้างและกำหนดระบบ ความสัมพันธ์ในสังคมที่ผู้หญิงถูกมองว่าด้อยกว่า ถูกใช้ และ ครอบครองโดยผู้ชาย

6. แสดงอารมณ์ความรู้สึก Goatly เชื่อว่าการที่เราพบ อุปลักษณณ์ในโคลงกลอนบ่อยๆ เป็นเพราะอุปลักษณณ์มีผลในการ สร้างอารมณ์สะเทือนใจ

7. หลีกเลี่ยงคำที่ให้ผลในทางลบต่อความรู้สึก เช่น อุปลักษณณ์ climbed the golden stair หรือ called to the eternal sleep ที่ชี้แทน to die

8. เสริมสร้างความสนิทสนม Goatly อ้างถึงแนวคิดของ Cohen (1979) ที่ว่า เมื่อผู้พูดเลือกสื่อความโดยอุปลักษณณ์และผู้ฟัง สามารถเข้าใจสิ่งที่ผู้พูดสื่อโดยอ้อมได้เมื่อทั้งคู่มีความคิด ความรู้

และภูมิหลังร่วมกัน ทั้งคู่ก็จะรู้สึกว่าคุณสนิทสนมหรือเป็นกลุ่มเดียวกันมากขึ้น

9. เป็นการละเล่น ใช้หยอกล้อ และสร้างอารมณ์ขัน เช่น การใช้อุปลักษณณ์ในการทนายปริศนา

10. ลำดับความในปริศนา/สร้างสัมพันธ์ภาพในปริศนา Goatly ยกตัวอย่างปริศนาประเภทอธิบายความที่ใช้เรื่องของมดเป็นแบบเปรียบเทียบให้เข้าใจเกี่ยวกับระบบทหารของโรมัน โดยกล่าวถึงเรื่องของมดที่ละประเด็นเป็นลำดับในปริศนา

11. นิทานปริศนาในฐานะอุปลักษณณ์ประเภทหนึ่งซึ่งช่วยสร้างโลกจินตนาการ

12. ช่วยความจำ เรียกร้องความสนใจและเป็นการใช้ค่าน้อยแต่สื่อความได้มาก เพราะอุปลักษณณ์มักเป็นการกล่าวเกินจริงและผู้ฟังต้องใช้ความพยายามในการตีความมากกว่าการกล่าวตรงๆ

Goatly ได้นำแนวคิดเรื่องหน้าที่ของภาษาที่ Halliday (1994) เสนอไว้มาจำแนกกลุ่มหน้าที่ของอุปลักษณณ์ที่เขาเสนอไว้ทั้ง 12 หน้าที่เป็น 3 กลุ่มใหญ่ ดังนี้

1. หน้าที่ด้านการถ่ายทอดความคิด (Ideational) ได้แก่ เติมช่องว่างในคลังคำอธิบายความคิดที่เป็นนามธรรมโดยใช้แบบหรือแนวเทียบ ทำให้เกิดมุมมองใหม่

2. หน้าที่ด้านบุคคลสัมพันธ์ (Interpersonal) ได้แก่ แสดงอารมณ์ความรู้สึก หลีกเลียงคำที่ให้ผลในทางลบต่อความรู้สึก เสริมสร้างความสนิทสนม เป็นการละเล่น ใช้หยอกล้อ และสร้างอารมณ์ขัน

3. หน้าที่ด้านการเรียบเรียงความ (Textual) ได้แก่ ลำดับความในปริศนา/สร้างสัมพันธ์ภาพในปริศนา นิทานปริศนาในฐานะอุปลักษณณ์ประเภทหนึ่งซึ่งช่วยสร้างโลกจินตนาการ ช่วยความจำ เรียกร้องความสนใจและเป็นการใช้ค่าน้อยแต่สื่อความได้มาก

หน้าที่ที่เป็นเหตุผลสนับสนุนให้ผู้ฟังทำหรือไม่ทำบางอย่าง และหน้าที่ในการกำหนดความคิด สามารถจัดอยู่ในกลุ่มของหน้าที่ด้านการถ่ายทอดความคิดและหน้าที่ด้านบุคคลสัมพันธ์ได้

แนวคิดด้านหน้าที่ของอุปลักษณณ์ที่ Goatly ได้อธิบายไว้ข้างต้นนั้น ญัฐพร พานโพธิ์ทอง (2542) ได้นำแนวคิดนี้ไปใช้ศึกษาอุปลักษณณ์ในภาษาไทย ซึ่งจะได้กล่าวถึงต่อไปในส่วนของ การทบทวนงานวิจัย

การศึกษาอุปลักษณะตามแนววจนปฏิบัติศาสตร์เป็นการพิจารณาหน้าที่ของอุปลักษณะตามบริบททางการสื่อสารนั้น จะช่วยให้เข้าใจหน้าที่ของอุปลักษณะเมื่อปรากฏในสถานการณ์การสื่อสารที่แตกต่างกัน ในงานวิจัยนี้การศึกษาอุปลักษณะตามแนวทางดังกล่าวจะช่วยให้เข้าใจบทบาทและหน้าที่ของอุปลักษณะที่ปรากฏในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจนขึ้น นอกเหนือจากการเข้าใจความหมายของอุปลักษณะตามแนวทางการศึกษาทางด้านปริชานดังที่ได้กล่าวมาแล้ว

## 2.1.2 แนวคิดทฤษฎีที่ศึกษาบริบทการสื่อสาร

### 2.1.2.2 ทฤษฎีชาติพันธุ์วรรณาแห่งการสื่อสาร

แนวคิดเรื่องชาติพันธุ์วรรณาแห่งการสื่อสาร (Ethnography of communication) เป็นแนวคิดของ Dell Hymes แต่เดิมเรียกว่า ชาติพันธุ์วรรณาแห่งการพูด (Ethnography of speaking) แนวคิดดังกล่าววิเคราะห์ภาษาในฐานะที่เป็นส่วนหนึ่งของวัฒนธรรม การใช้ภาษาที่ต่างหน้าที่ ต่างเหตุการณ์ ต่างสังคมย่อมมีความแตกต่างกัน เพราะการใช้ภาษาแปรไปตามบริบทแวดล้อม การจะเข้าใจการสื่อสารได้ต้องเกิดจากความเข้าใจพฤติกรรมโดยรวมของการสื่อสารนั้นด้วย หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือจำเป็นที่จะต้องพิจารณาองค์ประกอบอื่น ๆ ที่เป็นบริบทแวดล้อมของการสื่อสารนั้น

เดลล์ ไฮม์ส์ (Dell Hymes, 1974, อ้างใน อมรา ประสิทธิ์รัฐสินธุ์: 2541) ได้เสนอกรอบวิเคราะห์บริบทแวดล้อมภาษาตามแนวชาติพันธุ์วรรณาแห่งการสื่อสารไว้ โดยสรุปย่อเป็นคำว่า SPEAKING ดังนี้

S ย่อมาจาก Setting/ Scene (กาลเทศะ หรือฉาก) หมายถึงสถานที่และเวลาที่เกิดเหตุการณ์การสื่อสารนั้น ซึ่งถือเป็นสภาวะแวดล้อมทางกายภาพเหตุการณ์การสื่อสารนั้น

P ย่อมาจาก Participants (ผู้ร่วมเหตุการณ์) หมายถึงผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการสื่อสารนั้น ได้แก่ ผู้พูด – ผู้ฟัง ผู้ส่งสาร – ผู้รับสาร โดยอาจนับรวมผู้อื่นที่อยู่ในสถานที่ที่เกิดเหตุการณ์นั้น หากบุคคลนั้นมีอิทธิพลต่อสถานการณ์ไม่ว่าทางตรงหรือทางอ้อม

E ย่อมาจาก Ends (จุดมุ่งหมาย) หมายถึง วัตถุประสงค์ในการสื่อสารแต่ละครั้ง

A ย่อมาจาก Act sequence (การลำดับวัจนกรรม) หมายถึง การลำดับวัจนกรรมในการสื่อสารว่าใช้วัจนกรรมใดในการขึ้นต้น การดำเนินการสื่อสาร และการปิดท้ายการสื่อสารนั้น

K ย่อมาจาก Key (น้ำเสียง) หมายถึง น้ำเสียงหรือท่วงทำนองในการสื่อสารอันเป็นกุญแจไขไปสู่ความเข้าใจความหมายที่ชัดเจนยิ่งขึ้นของสารที่ผู้ส่งสารต้องการสื่อ น้ำเสียงหรือท่วงทำนองอาจเป็นแบบจริงจัง แบบกึ่งเอง หรือแบบเสียดสีเหน็บแนม

I ย่อมาจาก Instrumentalities (เครื่องมือ) หมายถึง วิธีในการสื่อสาร เช่น การพูด ปากเปล่า การเลือกเครื่องมือในการสื่อสารแบบต่าง ๆ เช่น โทรศัพท์ โทรเลข นอกจากนี้ยังรวมไปถึงลักษณะภาษาที่ใช้หรือการใช้ข้อความภาษาเพื่อสื่อความหมายในลักษณะต่าง ๆ ด้วย

N ย่อมาจาก Norm of Interaction & Interpretation (บรรทัดฐานของปฏิสัมพันธ์และการตีความ) หมายถึง ข้อตกลงอันเป็นที่ยอมรับเกี่ยวกับการปฏิบัติตนของผู้ร่วมเหตุการณ์ระหว่างการสื่อสารและการตีความหมายของสารที่สื่อในเหตุการณ์แบบต่าง ๆ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับแต่ละเหตุการณ์สื่อสารและวัฒนธรรมด้วย

G ย่อมาจาก Genre (ประเภทการสื่อสาร) หมายถึง ประเภทของปริจเฉท เช่น การแสดงความคิดเห็น การบรรยาย หรือการสัมภาษณ์ เป็นต้น

องค์ประกอบในการสื่อสารนั้นล้วนมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน และสามารถทำให้เราเข้าใจบริบททางการสื่อสารต่าง ๆ ได้มากขึ้น การศึกษาบริบททางการสื่อสารตามแนวทฤษฎีดังกล่าวจึงนำมาใช้ในงานวิจัยนี้ เพื่อให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับองค์ประกอบของการสื่อสารในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย และนำไปสู่การวิเคราะห์หน้าที่ของอุปลักษณะซึ่งเป็นเครื่องมือทางภาษารูปแบบหนึ่งที่น่ามาใช้ประกอบการอธิบายในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยว่าสัมพันธ์กับองค์ประกอบย่อยอื่น ๆ อย่างไร

## 2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในส่วนของงานวิจัยที่เกี่ยวข้องนี้ผู้วิจัยได้รวบรวมงานวิจัยทั้งที่เป็นงานวิจัยไทยและงานวิจัยของต่างประเทศ โดยแบ่งประเภทเป็นงานวิจัยที่ศึกษาอุปลักษณะที่อยู่ในรูปคำศัพท์ต่าง ๆ และงานวิจัยที่ศึกษาอุปลักษณะในปริจเฉทเฉพาะประเภท

### 2.2.1 งานวิจัยที่ศึกษาอุปลักษณะที่อยู่ในรูปคำศัพท์ต่าง ๆ

อุทุมพร มีเจริญ (2542) ได้ศึกษาความหมายเปรียบของคำศัพท์อวัยวะในร่างกายในภาษาไทย โดยมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาคือ เพื่อศึกษาความหมายเปรียบของคำศัพท์อวัยวะในร่างกายในภาษาไทย และเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่ทราบได้จากความหมายเปรียบเทียบของคำศัพท์อวัยวะในร่างกายในภาษาไทย โดยใช้ข้อมูลที่เป็นคำศัพท์เฉพาะส่วนภายนอกของมนุษย์เท่านั้น

ผลการศึกษารูปได้ว่า คำศัพท์อวัยวะร่างกายจำนวน 19 คำ ได้แก่ หัว หน้า ตา ปาก คอ หู ไหล่ ออก นม แขน มือ นิ้ว เนื้อ ผิว ท้อง หลัง ก้น ขา ตีน ปรากฏความหมายเปรียบเทียบและสามารถจำแนกออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. คำศัพท์เกี่ยวกับอวัยวะในร่างกายที่เป็นอุปลักษณตาย (Dead metaphor) เป็นความหมายที่ไม่สามารถโยงหาความสัมพันธ์ของความหมายของคำที่เกิดขึ้นใหม่กับความหมายเดิมของคำที่หมายถึงอวัยวะร่างกายได้ คำศัพท์อวัยวะร่างกายที่ปรากฏในความหมายเปรียบเทียบมี 2 คำ คือ หน้า และเนื้อ

2. คำศัพท์เกี่ยวกับอวัยวะในร่างกายที่เป็นอุปลักษณคงที่ (Inactive metaphor) ความหมายนี้เป็นความหมายที่สามารถโยงหาความสัมพันธ์ของความหมายที่เกิดขึ้นใหม่กับความหมายเดิมของคำศัพท์เกี่ยวกับอวัยวะในร่างกายได้ คำศัพท์อวัยวะร่างกายที่ปรากฏในความหมายนี้ได้แก่ หัว หน้า ตา ปาก คอ หู ไหล่ ออก นม แขน มือ นิ้ว ผิว ท้อง ก้น ขา ตีน

อุปลักษณคงที่มีลักษณะสำคัญทางความหมายคือแม้ว่าจะยังนำคำเกี่ยวกับร่างกายมาใช้ แต่ก็ยังมีความหมายบางประการที่ยังสามารถเชื่อมโยงถึงลักษณะของอวัยวะต่าง ๆ เหล่านั้นได้ เช่น “หัวเรือ” หมายถึงส่วนที่อยู่ต้นสุดของเรือ ความหมายเดิมของ “หัว” หมายถึงอวัยวะที่อยู่ส่วนบนสุดของร่างกาย จะเห็นได้ว่าทั้งสองคำนั้นยังสามารถโยงหาความหมายที่หมายถึงการระบุตำแหน่งได้เช่นเดียวกันกับตำแหน่งของอวัยวะที่อยู่บนร่างกายของมนุษย์ ขณะที่อุปลักษณตายนั้น ไม่สามารถโยงหาความหมายที่จะสามารถเชื่อมโยงกันได้กับคำเดิม ตัวอย่างเช่น “หน้าที่” คำว่าหน้าที่ปรากฏในคำนี้ ไม่สามารถโยงหาความสัมพันธ์ที่เกี่ยวกับ “หน้า” ที่หมายถึงส่วนใบหน้าของมนุษย์ได้

ความหมายเปรียบเทียบของคำศัพท์เกี่ยวกับอวัยวะในร่างกายที่เป็นอุปลักษณคงที่ทำให้ทราบมโนทัศน์เกี่ยวกับอวัยวะร่างกายของคนไทย 3 เรื่อง ได้แก่

1. ร่างกายเป็นพื้นที่ เช่น ปิดไฟคอมบนโต๊ะหัวเตียง
2. ร่างกายเป็นเวลา เช่น เอาไว้วันหลังจะพามาแนะนำให้รู้จัก
3. ร่างกายเป็นคน และเรื่องที่เกี่ยวข้องกับคน เช่น หล่อนเห็นพวงทองดวงหนุ่มไม่เลือก

### หน้า

งานวิจัยของอุทุมพร มีเจริญ ศึกษาเกี่ยวกับอุปลักษณที่นำคำเกี่ยวกับอวัยวะร่างกายมาใช้ นั่น ช่วยให้เข้าใจว่าประสบการณ์เกี่ยวกับร่างกายของมนุษย์นั้นมีผลต่อการทำความเข้าใจในเรื่องต่าง ๆ ได้อย่างไร ซึ่งจะช่วยให้ผู้วิจัยเข้าใจเรื่องมโนทัศน์ที่ปรากฏในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย ในส่วนที่เกี่ยวกับการนำประสบการณ์ทางกายของมนุษย์มาใช้สื่อความคิดทางวิทยาศาสตร์ได้มากยิ่งขึ้น

มาร์กาเรต อูโซเมกุล (2542) ได้ศึกษามโนทัศน์ของคำว่า “หน้า” ในภาษาไทยตามแนวทางการศึกษาอุปลักษณ์ของ เลคอฟและจอห์นสัน (Lakoff and Johnson, 1980) พบว่า “หน้า” ในสำนวนไทยมีความหมายแสดงถึงความอายมากที่สุด และอธิบายขั้นตอนที่บุคคลจะประสบความอายด้วยกัน 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. เหตุการณ์ที่เป็นสาเหตุให้บุคคลเกิดความรู้สึกอาย ทั้งจากการกระทำของผู้อื่นหรือจากการกระทำของตนเอง เช่น ขำหน้าขำตา ฉีกหน้า ขายหน้า
2. ปฏิกริยาที่เกิดขึ้นหลังจากเกิดเหตุการณ์ที่ทำให้เกิดความรู้สึกอาย เช่น หน้าจืด หน้าแตก หน้าหงาย เป็นต้น
3. การโต้ตอบเมื่อเกิดความรู้สึกอายเช่น มองหน้ากันไม่ติด ตีหน้าตาย เป็นต้น
4. การเรียกเอาเกียรติยศ ศักดิ์ศรี กลับคืนมา เช่น แก้มหน้า กู้หน้า เป็นต้น
5. การทำให้เกียรติ ศักดิ์ศรี หรือการได้รับการยอมรับจากผู้อื่นดำรงอยู่หรือมีมากขึ้น เช่น ได้หน้าได้ตา เขีดหน้าขูดตา เป็นต้น

มาร์กาเรตเปรียบเทียบ “หน้า” เป็นดังภาชนะ ได้บรรจุเกียรติและศักดิ์ศรี และได้รับการยอมรับจากผู้อื่น ดังนั้นเมื่อภาชนะ (หน้า) ได้รับความเสียหาย หรือเกิดการแตกหักขึ้นมา ก็จะมีผลกระทบต่อสิ่งที่บรรจุอยู่ในภาชนะ ทำให้ผู้เป็นเจ้าของภาชนะเกิดความอาย แต่เมื่อภาชนะได้รับการซ่อมแซม ผู้เป็นเจ้าของภาชนะก็จะได้สิ่งที่บรรจุอยู่ในภาชนะกลับคืนมาด้วย

เช่นเดียวกับการศึกษาในงานวิจัยที่ผ่านมา การอธิบายมโนทัศน์ที่เกี่ยวกับร่างกายของมนุษย์ จะช่วยให้เข้าใจว่ามนุษย์นำลักษณะเด่นด้านใดมาใช้เพื่อสื่อความคิดที่ตนต้องการได้อย่างชัดเจน

สุกัญญา รุ่งแจ้ง (2548) ได้ศึกษาอุปลักษณ์เชิงมโนทัศน์ของการใช้คำว่า “ใจ” ในภาษาไทย โดยศึกษาคำที่ประกอบด้วยคำประสม 2 ส่วน ที่ประกอบด้วยคำว่า “ใจ” จากข้อมูล 3 แหล่ง ได้แก่ พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน 2542 หนังสือคลังคำ และ Heart talk ผู้วิจัยได้ใช้ทฤษฎีอรรถศาสตร์ปริชานและแนวคิดการจำแนกประเภทของทฤษฎีต้นแบบมาใช้ในการวิเคราะห์ความหมายของคำต่าง ๆ ที่เกิดจากการปรากฏของอุปลักษณ์ “ใจ”

ผลการวิจัยพบว่า ความหมายของคำต่าง ๆ ที่เกิดจากการปรากฏของอุปลักษณ์ใจ ล้วนแต่มีความหมายเกี่ยวข้องกับมนุษย์ทั้งสิ้น สามารถจัดกลุ่มความหมายได้ 5 ประเภท โดยการใช้เกณฑ์ทางความหมาย ได้แก่ ความหมายแสดงถึงคน เช่น คูใจ หวานใจ เป็นต้น ความหมายแสดงการกระทำ เช่น เอาใจ ห้ามใจ เป็นต้น ความหมายแสดงสภาพ เช่น เข้าใจ สนใจ เป็นต้น ความหมายแสดงความรู้สึก เช่น เสียใจ ดีใจ และความหมายแสดงลักษณะนิสัย เช่น ใจร้าย ใจบุญ เป็นต้น การที่ความหมายของคำต่าง ๆ ที่เกิดจากการปรากฏร่วมของอุปลักษณ์ใจ ล้วนแต่

มีความหมายเกี่ยวข้องกับมนุษย์ เนื่องจาก คำว่า “ใจ” เดิมนั้นมีความหมายประจำรูปหมายถึง สิ่งที่ทำหน้าที่รู้ รู้สึก นึกและคิด ซึ่งเป็นคุณสมบัติของมนุษย์เท่านั้นที่มีความรู้สึก นึกและคิดได้ ดังนั้นเมื่อนำคำว่า “ใจ” มาใช้เป็นอุปลักษณ์ ความหมายของคำเหล่านั้นที่ประกอบด้วยคำว่า “ใจ” จึงมีความหมายถึงสิ่งที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์ทั้งสิ้น เช่น แสดงถึงคน แสดงการกระทำ แสดงสภาพ แสดงความรู้สึก หรือแสดงลักษณะนิสัย

นอกจากนี้ยังพบว่า การใช้อุปลักษณ์ของคำว่า “ใจ” ยังสามารถสะท้อนให้เห็นถึง มโนทัศน์ของผู้ใช้ภาษา เช่น คนไทยมองว่า “ใจ” เป็นมนุษย์และคุณสมบัติของมนุษย์ เพราะความหมายของคำว่า “ใจ” นั้นมีความหมายแสดงถึงคนและคุณสมบัติต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับคน

งานวิจัยนี้เป็นกรอธิบายความหมายของ “ใจ” ที่มีลักษณะเป็นรูปธรรม จากสำนวนเกี่ยวกับใจที่ปรากฏในภาษาไทย ทำให้เข้าใจว่ามนุษย์มีวิถีคิดเกี่ยวกับสิ่งที่เป็นนามธรรมโดยเปลี่ยนให้มีลักษณะเป็นรูปธรรม ลักษณะดังกล่าวทำให้เข้าใจว่าในสังคมไทยมีมโนทัศน์เกี่ยวกับใจอย่างไรบ้าง แนวการศึกษาตามงานวิจัยนี้จะช่วยให้เข้าใจอุปลักษณ์ที่ปรากฏในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ใช้อธิบายความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่มีความเป็นนามธรรมมากโดยใช้สิ่งที่เป็นรูปธรรมมาช่วยในการทำความเข้าใจอย่างไร

โสภารวรรณ แสงชัย (2537) ได้ศึกษาอุปลักษณ์ที่มีความหมายบ่งบอกทิศทาง (orientational metaphor) ในภาษาไทย โดยศึกษาความหมายและความสัมพันธ์ทางความหมายของกริยารอง “ขึ้น” และ “ลง” ในภาษาไทย นอกจากนี้ยังจำแนกประเภทของกริยานำที่เกิดร่วมกับกริยารอง “ขึ้น” และ “ลง” โดยใช้เกณฑ์ทางความหมาย เพื่อพิสูจน์ว่าความหมายของกริยารองขึ้นอยู่กับความหมายของกริยานำ

ผลการศึกษารูปว่า กริยารอง “ขึ้น” และ “ลง” มีความหมาย 3 นัย คือ ความหมายตรง ความหมายอุปมา และความหมายโดยนัย ในส่วนของความหมายอุปมา พบว่า ความหมายอุปมาของกริยารอง “ขึ้น” และ “ลง” เป็นไปในลักษณะเดียวกับแนวคิดของเลคอฟ และจอห์นสัน (Lakoff and Johnson, 1980) ซึ่งแสดงให้เห็นระบบความคิดของผู้ใช้ภาษาไทยจากคำว่า “ขึ้น” และ “ลง” ดังนี้

1. “ขึ้น” ใช้กับปริมาณมากกว่า “ลง” ใช้กับปริมาณที่น้อยกว่า
2. “ขึ้น” ใช้กับสิ่งที่ดี “ลง” บอกสิ่งไม่ดี
3. “ขึ้น” ใช้กับความสุข “ลง” ใช้กับความทุกข์
4. “ขึ้น” ใช้กับการรู้สึกตัว “ลง” ใช้กับการไม่รู้สึกตัว
5. “ขึ้น” บอกสุขภาพดี “ลง” บอกการเจ็บป่วยและความตาย

ความหมายของคำว่า “ขึ้น” และ “ลง” จากเดิมที่มีลักษณะเป็นรูปธรรม เมื่อนำมาใช้ในความหมายอุปมาจะเปลี่ยนไปมีลักษณะที่เป็นนามธรรมมากขึ้น

ชัชวดี ศรลัมพ์ (2538) ได้ศึกษามโนทัศน์ของคำว่า “เข้า” ตามแนวทฤษฎีอรรถศาสตร์ปริชาน โดยผลการศึกษาพบว่า “เข้า” มีความหมาย 11 ความหมาย ซึ่งแตกต่างไปตามบริบทของคำว่า “เข้า” ที่ไปปรากฏร่วม ความหมายทั้ง 11 ความหมายนี้สามารถสะท้อนให้เห็นถึงมโนทัศน์ได้ 10 ประเภท ได้แก่

1. “เข้า” เป็น การเคลื่อนที่ไปอยู่ในสถานที่ที่เป็นที่หมายของการเคลื่อนที่
2. “เข้า” เป็น การรับรู้ทางประสาทสัมผัส
3. “เข้า” เป็น การเข้ากลุ่มเพื่อทำกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่ง
4. “เข้า” เป็น ความนานโดยประมาณการ
5. “เข้า” เป็น ความสัมพันธ์กับเรื่องราวที่เกิดขึ้น
6. “เข้า” เป็น การเคลื่อนที่ไปอยู่ในที่หมายโดยมีวัตถุประสงค์ที่จะกระทำการอย่างใดอย่างหนึ่ง
7. “เข้า” เป็น การเคลื่อนที่เข้าไปในที่หมายและแสดงทิศทางของการเคลื่อนที่ในมุมมองที่ต่างกัน
8. “เข้า” เป็น ทิศทางของการเคลื่อนที่เข้าไปอยู่ในที่หมาย
9. “เข้า” เป็น การเปลี่ยนแปลงสภาพจากสภาพหนึ่งไปเป็นอีกสภาพหนึ่ง
10. “เข้า” เป็น การเพิ่มมากขึ้นของสภาพใดสภาพหนึ่ง
11. “เข้า” เป็น ผลสำเร็จของการกระทำที่แสดงโดยกริยาหน่วยแรก

นอกจากนี้ความหมายตามบริบทของคำว่า “เข้า” ยังสามารถโยงหาความสัมพันธ์ได้ โดยจะแสดงความหมายมโนทัศน์ของคำว่า “เข้า” 3 ประการ ได้แก่

1. การเคลื่อนที่ (motion) มีทั้งการเคลื่อนที่ที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม เช่น จิลดา **เข้า**ห้องน้ำ (การเคลื่อนที่ที่เป็นรูปธรรม)
2. สิ่งที่เคลื่อนที่ (trajector) มีทั้งสามารถมองเห็นได้ชัดเจนและไม่ชัดเจน สามารถเข้าใจได้เพราะมีความรู้เกี่ยวกับโลก เช่น ความทุกข์**เข้า**มาแปลงให้เป็นความสุขไปเสียได้ (สิ่งที่เคลื่อนที่ที่มองไม่เห็นชัดเจน)
3. ที่หมาย (landmark) มีทั้งที่หมายที่สามารถมองเห็นการปิดล้อมและการแบ่งกันที่ชัดเจนและมองเห็นการปิดล้อมและแนวแบ่งกันที่ไม่ชัดเจน



งานวิจัยดังกล่าวจะมีส่วนช่วยในการวิจัยที่เกี่ยวกับอุปลักษณะในหนังสือเรียน  
วิทยาศาสตร์ ที่มีการปรากฏคำที่แสดงมโนทัศน์เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ในรูปภาพแสดงอุปลักษณะ

เดล ควาลไฮม์ (2543) ศึกษาเกี่ยวกับเรื่องมโนทัศน์เรื่องเวลาในภาษาไทยและ  
ภาษาอังกฤษ โดยเก็บข้อมูลจากนวนิยายภาษาอังกฤษที่ได้รับการแปลเป็นภาษาไทยเรื่อง 3001 :  
A space odyssey พบว่ามโนทัศน์เกี่ยวกับเรื่องเวลาในภาษาไทย มีดังนี้

1. เวลาเป็นสิ่งที่เคลื่อนที่ [TIME IS MOVING OBJECT] เช่น  
ไม่เคยปล่อยให้เวลาล่วงเลยไป
2. เวลาเป็นทรัพยากร [TIME IS RESOURCE] เช่น  
ใช้เวลามากกว่าที่คาดไว้
3. เวลาเป็นพื้นที่ [TIME IS SPACE] เช่น  
มาถึงยุคนี้
4. เวลาเป็นภาชนะ [TIME IS CONTAINMENT] เช่น  
ภายในเวลาเพียงหนึ่งชั่วโมง
5. เวลาเป็นผู้ครอบครอง [TIME IS POSSESSOR] เช่น  
บนที่กอมตะของยุคอวกาศ

และมโนทัศน์เกี่ยวกับเรื่องเวลาในภาษาอังกฤษ มีดังนี้

1. เวลาเป็นสิ่งที่เคลื่อนที่ [TIME IS MOVING OBJECT] เช่น  
When the time *came*.
2. เวลาเป็นทรัพยากร [TIME IS RESOURCE] เช่น  
He *needed* only ten minutes.
3. เวลาเป็นพื้นที่ [TIME IS SPACE] เช่น  
*On* time
4. เวลาเป็นภาชนะ [TIME IS CONTAINER] เช่น  
*within* a few days
5. เวลาเป็นผู้ครอบครอง [TIME IS POSSESSOR] เช่น  
some ladies *of* the era
6. เวลาเป็นเงินเป็นทอง [TIME IS MONEY] เช่น  
How do I *spend* my time?

สาเหตุที่ไม่พบมโนทัศน์ว่าเวลาเป็นเงินเป็นทองในภาษาไทย เนื่องจากผู้แปลชาวไทย ได้แปล คำที่ใช้เป็นบริบททางภาษาแสดงถึงมโนทัศน์ในเรื่องเวลาเป็นเงินเป็นทองในภาษาอังกฤษ เช่น คำว่า “use” และ “spend” เป็นต้น เป็นคำว่า “ใช้” ควาลไฮม์ ได้จัดให้คำว่า “ใช้” เป็นบริบททางภาษาแสดงถึงมโนทัศน์เรื่องเวลาเป็นทรัพยากรไปแล้ว

อย่างไรก็ตาม จากข้อมูลที่รวบรวมได้ ควาลไฮม์พบว่ามโนทัศน์เกี่ยวกับเรื่องเวลาที่พบมากที่สุดในภาษาไทยคือ เวลาเป็นภาชนะ และที่พบมากที่สุดในภาษาอังกฤษคือ เวลาเป็นสิ่งที่เคลื่อนที่ แสดงให้เห็นว่าในสังคมของผู้ใช้ภาษาไทยกับสังคมของผู้ใช้ภาษาอังกฤษมีความคิดเกี่ยวกับเรื่องเวลาไม่เหมือนกัน

งานวิจัยของควาลไฮม์ซึ่งเป็นการศึกษาอุปลักษณะโดยเน้นที่การเปรียบเทียบมโนทัศน์ในเรื่องเดียวกันระหว่างภาษาไทยและภาษาอังกฤษ แสดงให้เห็นระบบความคิดที่เหมือนและแตกต่างระหว่างมโนทัศน์ในสังคมที่ต่างภาษาได้ สำหรับอุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ นั้นคำศัพท์แสดงอุปลักษณะทางวิทยาศาสตร์บางส่วนนั้นสามารถแสดงการเปรียบเทียบระหว่างมโนทัศน์ของสังคมภาษาไทยและสังคมภาษาอังกฤษได้ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการทำ ความเข้าใจว่าคนไทยมีวิธีคิดอย่างไรเมื่อมีการรับเอาวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นความรู้ที่มาจากตะวันตกมาใช้ในการถ่ายทอดให้แก่ผู้เรียนในสังคมไทย

## 2.2.2 งานวิจัยที่ศึกษาอุปลักษณะในปริจเฉทเฉพาะประเภท

### 2.2.2.1 งานวิจัยที่ศึกษาอุปลักษณะในข่าว

จิตติมา จารยะพันธ์ (2539) ได้ศึกษาอุปลักษณะสงครามในข่าวกีฬาในหนังสือพิมพ์ภาษาไทย โดยพิจารณารูปภาพที่แสดงอุปลักษณะสงคราม จากประเภทของกีฬาหลายชนิด เช่น มวย บาสเกตบอล ฟุตบอล ฟันดาบ รักบี้ ตะกร้อ เป็นต้น รูปภาพแสดงอุปลักษณะที่ปรากฏได้สะท้อนให้เห็นทัศนะของคนไทยที่มีต่อกีฬาคือว่าเป็นสงคราม เช่น

ไทยชนะมาเลย์ 1 – 0 ได้เหรียญทองให้**กองทัพ**นักกีฬาไทย  
เวียดนามถึงจะได้เปรียบหลายมุมแต่ไม่สามารถ**เมตต์จติก**ได้

ฟุตบอลมีการชิงเหรียญทองคืนนี้ไทย**ประจัญบาน**กับเวียดนามด้วยสภาพที่ไม่สมบูรณ์นัก

ผลการวิจัยสรุปได้ว่า คนไทยมองว่ากีฬาเป็นการทำสงคราม โดยความรุนแรงของสงครามนั้นแบ่งระดับจากประเภทของกีฬาว่ามีการแข่งขันกันเป็นทีมหรือแข่งขันเป็นคู่ และการกระทบกระทั่งกันระหว่างที่มีการแข่งขัน

อุษา พฤตชัยวิบูลย์ (2544) ได้ศึกษาอุปลักษณะในข่าวการเมืองไทย โดยใช้ทฤษฎี อรรถศาสตร์ปริชานมาวิเคราะห์ ผู้วิจัยได้ศึกษารูปภาษาจากอุปลักษณะที่มีความหมายเกี่ยวข้องกับการเมือง ซึ่งอุปลักษณะที่นำมาศึกษานั้นจะต้องเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบทางการเมือง ได้แก่ บุคคลที่เกี่ยวข้องกับการเมือง องค์กรหรือสถาบันทางการเมือง และกิจกรรมหรือกระบวนการทางการเมือง โดยใช้ข้อมูลจากหนังสือพิมพ์รายสัปดาห์จำนวน 5 ฉบับ ได้แก่ สุวันสัปดาห์วิจารณ์ ผู้จัดการรายสัปดาห์ เนชั่นสุดสัปดาห์ มติชนรายสัปดาห์ และสยามรัฐสัปดาห์วิจารณ์

ผลการศึกษาอุปลักษณะในข่าวการเมืองไทยพบอุปลักษณะ 10 ประเภท ได้แก่

1. อุปลักษณะสงคราม
2. อุปลักษณะการแข่งขัน
3. อุปลักษณะการพนัน
4. อุปลักษณะธุรกิจ
5. อุปลักษณะการแสดง
6. อุปลักษณะการศึกษา
7. อุปลักษณะการเดินทาง
8. อุปลักษณะการโจรกรรม
9. อุปลักษณะเครื่องเรือน
10. อุปลักษณะสิ่งมีชีวิต

อุปลักษณะทั้ง 10 ประเภทนี้ พบในข่าวการเมืองที่เป็นเรื่องต่าง ๆ กัน ตัวอย่างเช่น อุปลักษณะสงครามมักปรากฏในบริบทข่าวการเมืองที่เป็นเรื่องเกี่ยวข้องกับความขัดแย้งระหว่างนักการเมืองหรือพรรคการเมือง เช่น การอภิปรายไม่ไว้วางใจ การปราศรัยหาเสียง การเลือกตั้ง อุปลักษณะการแข่งขัน มักจะปรากฏในบริบทข่าวการเมืองที่เป็นเรื่องเกี่ยวกับการแข่งขัน เช่น การเลือกตั้ง การอภิปรายไม่ไว้วางใจ การวางแผนทางการเมือง เป็นต้น อุปลักษณะบางประเภทมักจะปรากฏในบริบทข่าวการเมืองที่เป็นเรื่องเกี่ยวกับการทำงานทางการเมือง โดยไม่ได้เฉพาะเจาะจงว่าเป็นกิจกรรมทางการเมืองกิจกรรมใด เช่น อุปลักษณะการศึกษา อุปลักษณะการเดินทาง ส่วนอุปลักษณะที่ปรากฏในบริบทข่าวการเมืองที่เป็นเรื่องเฉพาะ ได้แก่ อุปลักษณะธุรกิจมักปรากฏในข่าวการเมืองที่เป็นเรื่องเกี่ยวกับการเลือกตั้ง อุปลักษณะการแสดง มักปรากฏในบริบทข่าวการเมืองที่เป็นเรื่องเกี่ยวกับการอภิปรายไม่ไว้วางใจ และอุปลักษณะโจรกรรม ปรากฏในบริบทข่าวการเมืองที่เป็นเรื่องเกี่ยวกับการขู่ราษฎรบังหลวงหรือเรื่องเกี่ยวกับการทุจริตของนักการเมือง เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีอุปลักษณะสิ่งของและอุปลักษณะสิ่งมีชีวิต เป็นอุปลักษณะที่มีการนำมาใช้

แตกต่างจากอุปลักษณประเภทอื่น ๆ กล่าวคือ อุปลักษณสิ่งของ นั้นเป็นผลมาจากการเชื่อมโยงสิ่งที่เป็นรูปธรรมกับนามธรรม เช่น การนำคำว่า “เก้าอี้” มาใช้กับตำแหน่งทางการเมือง ส่วนอุปลักษณสิ่งมีชีวิต เป็นผลมาจากการนำพฤติกรรมของสิ่งมีชีวิตมาใช้กับสิ่งไม่มีชีวิต เนื่องจากพฤติกรรมของสิ่งมีชีวิตนั้นเห็นได้ชัดเจนและเข้าใจได้ง่ายกว่า

เป็นที่น่าสังเกตว่าอุปลักษณที่มีการนำมาใช้ในบริบททางการเมืองมากเป็นลำดับที่สอง คือ อุปลักษณการแข่งขัน ซึ่งการแข่งขันที่นำมาใช้เป็นอุปลักษณ ได้แก่ กีฬามวย ฟุตบอล หมากรุก และ เกม ส่วนอุปลักษณที่พบในข้อมูลน้อยที่สุด คือ อุปลักษณสิ่งของ พบว่ามีเพียงสองคำเท่านั้น คือคำว่า “เก้าอี้” และ “ที่นั่ง”

การจัดกลุ่มประเภทของอุปลักษณตามแวดวงความหมายต้นทางที่ปรากฏในงานของอุษา พุทธิชัยวิบูลย์ จะช่วยให้ผู้วิจัยสามารถใช้เป็นแนวทางในการจัดกลุ่มประเภทของอุปลักษณในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยตามแวดวงความหมายต้นทางที่พบจากข้อมูลได้อย่างชัดเจนยิ่งขึ้น

#### 2.2.2.2 งานวิจัยที่ศึกษาอุปลักษณในภาษาพูด

ณัฐพร พานโพธิ์ทอง(2542) ได้ศึกษาหน้าที่ของอุปลักษณจากมุมมองของผู้พูดภาษาไทย โดยเก็บข้อมูลจากแบบสอบถามโดยให้ผู้บอกภาษา บอกว่าเคยใช้อุปลักษณในการสนทนาในชีวิตประจำวันหรือไม่ มีความหมายอย่างไร ใช้ในสถานการณ์ใดและคู่สนทนาเป็นใคร จากข้อมูลที่ได้ทั้งหมดนั้นสามารถสรุปเหตุผลที่ผู้บอกภาษาเลือกใช้อุปลักษณในสถานการณ์ต่าง ๆ ว่าอุปลักษณทำให้ผู้ฟังเห็นภาพที่ต้องการสื่อได้ชัดเจนและสื่อสิ่งที่เป็นนามธรรม เช่น อารมณ์ความรู้สึกได้ดี ส่วนเหตุผลรองได้แก่การใช้อุปลักษณยังช่วยให้การตำหนิหรือการวิจารณ์ในทางลบดูรุนแรงน้อยลง เช่น วิจารณ์รูปร่างเพื่อนว่า “หุ่นเป็นข้างไซโยเอเขียนเกมส์” จะฟังดูไม่รุนแรงเท่ากับการพูดว่า “อ้วนมาก” ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับกรเลือกใช้ถ้อยคำที่นำมาเปรียบด้วย

งานวิจัยดังกล่าวจะเป็นแนวทางในการศึกษาด้านหน้าที่ของอุปลักษณในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นอุปลักษณที่ปรากฏในบริบทและสถานการณ์ที่ต่างออกไปจากสถานการณ์การพูดว่ามีลักษณะสำคัญอย่างไร และเหตุใดจึงต้องใช้อุปลักษณแทนการอธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์โดยตรง

### 2.2.2.3 งานวิจัยที่ศึกษาอุปลักษณในปริจเจตทางวิทยาศาสตร์

ในส่วนที่เป็นงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับอุปลักษณในวิทยาศาสตร์นี้จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง พบว่าไม่ปรากฏงานวิจัยในภาษาไทยที่ได้ศึกษาอุปลักษณในวิทยาศาสตร์ จึงมีเพียงเฉพาะงานวิจัยในส่วนที่นักวิชาการต่างชาติได้ศึกษาเอาไว้แล้วเท่านั้น ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

Thomas S. Kuhn (1979) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง *Metaphor in Science* พบว่ามีการใช้อุปลักษณในงานเขียนด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งนำอุปลักษณมาใช้อธิบายปรากฏการณ์หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการอธิบายให้ผู้ศึกษาเข้าใจมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องมาจากความรู้ในสาขาวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่นั้นเป็นความรู้ใหม่สำหรับผู้เรียน นอกจากนี้ยังเป็นความรู้ที่เป็นนามธรรมหรือเป็นสิ่งที่ไม่สามารถที่จะมองเห็นหรือสัมผัสได้โดยตรง ดังนั้นผู้ที่คิดค้นทฤษฎีหรือนักวิทยาศาสตร์ทั้งหลายจึงต้องหาสิ่งที่คนทั่วไปรู้จักหรือพบเห็นกันคืออยู่แล้วในชีวิตประจำวันที่มีลักษณะเหมือนหรือคล้ายคลึงกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาเปรียบเทียบกับทฤษฎีที่ต้องการอธิบาย

นอกจากนี้ Thomas S. Kuhn ได้เสนอความคิดเรื่องความแตกต่างของอุปลักษณที่ใช้ในงานวิทยาศาสตร์กับอุปลักษณที่พบในวรรณกรรมไว้ว่า อุปลักษณในวิทยาศาสตร์นั้นจะมีลักษณะที่เป็นสมบัติของสังคมทางวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ อุปลักษณที่ใช้นั้นต้องมีการวิเคราะห์และตรวจสอบมาอย่างดีแล้วว่ามีความคล้ายคลึงกับสิ่งที่ถูกเปรียบหรือไม่อย่างไร อุปลักษณดังกล่าวจะต้องเป็นที่รู้จักกันทั่วไปในวงกว้าง และการใช้อุปลักษณทางวิทยาศาสตร์จะประสบความสำเร็จเมื่อการเปรียบนั้นเป็นส่วนหนึ่งของพื้นความรู้ของคนทั่วไป

เนื่องจากอุปลักษณที่ใช้เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์นั้นเป็นสิ่งที่ค่อนข้างเป็นนามธรรม เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงการใช้อุปลักษณเพื่ออธิบายในเรื่องเดียวกันก็อาจทำให้ระบบความคิดของคนในสังคมเปลี่ยนไปได้ ตัวอย่างเช่น เรื่องเกี่ยวกับระบบสุริยจักรวาล ซึ่งในสมัยหนึ่งนั้นมีความคิดว่าโลกเป็นศูนย์กลางของจักรวาลทั้งหมดและดาวที่เราเห็นว่าหมุนรอบโลกเป็นเพียงดาวบริวารของโลก ต่อมาเมื่อได้มีการค้นพบความจริงทางดาราศาสตร์ว่าดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลางของระบบสุริยะ ทำให้ความคิดเกี่ยวกับโลกเปลี่ยนไปเป็นเพียงดาวบริวารที่หมุนรอบดวงอาทิตย์

งานวิจัยดังกล่าวจะช่วยเสริมความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของอุปลักษณในวิทยาศาสตร์ ในฐานะที่เป็นการใช้อุปลักษณเพื่อทำความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียน และแสดงให้เห็นว่าอุปลักษณที่นำมาใช้นั้นเป็นสิ่งที่มนุษย์เคยมีประสบการณ์อยู่ก่อนแล้ว ซึ่งอุปลักษณในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยมีการนำแบบเปรียบเทียบที่มีอยู่ในสังคมและผู้เรียนมีประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ เหล่านั้นมาใช้ ด้วยเหตุนี้จะทำให้สามารถอธิบายได้ว่าเพราะเหตุ

ไดนักวิทยาศาสตร์หรือผู้เขียนหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์จึงต้องนำสิ่งที่อยู่ใกล้ตัวในสังคมมาใช้ อธิบายความคิดทางวิทยาศาสตร์

การศึกษาของ Gentner and Gentner ในบทความเรื่อง "Flowing Waters or Teeming Crowds: Mental Models of Electricity" (1982) ได้ศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎีของ กระแสไฟฟ้าสองทฤษฎี ทฤษฎีที่หนึ่งนั้นเปรียบวงจรไฟฟ้าเป็นเหมือนระบบพลังงานน้ำ อีกทฤษฎี หนึ่งเปรียบเทียบว่าวงจรไฟฟ้านั้นเหมือนกับการหลั่งไหลของฝูงชนออกจากสนามกีฬา Gentner and Gentner ได้อธิบายโครงสร้างการเปรียบเทียบทั้งสองแบบไว้ดังนี้

<b>Hydraulic system</b>	<b>Electric circuit</b>
Pipe	wire
Pump	battery
Narrow pipe	resistor
Water pressure	voltage
Narrowness of pipe	resistance
Flow rate of water	current
<b>Moving crowd</b>	<b>Electric circuit</b>
Course/passageway	wire
Crowd	battery
People	electrons
Pushing of people	voltage
Gates	resistance
Passage rate of people	current

อุปลักษณะที่ใช้เพื่ออธิบายหลักการของวงจรไฟฟ้าทั้งสองแบบนี้ทำให้เราเข้าใจสิ่งที่ เราไม่สามารถมองเห็นได้ และเข้าใจคุณสมบัติของสิ่งนั้นได้ดียิ่งขึ้น แต่อย่างไรก็ตามอาจจะทำให้ เปลี่ยนมุมมองของผู้ฟังได้ เนื่องจากผู้ฟังอาจจะคุ้นเคยกับแบบเปรียบเทียบในลักษณะหนึ่งมาก่อนแล้ว ต่อมาเมื่อมีการรับรู้แบบเปรียบเทียบที่ปรากฏในเรื่องเดียวกันแต่มีการยกการเปรียบเทียบที่ต่างกัน ออกไป ก็สามารถทำให้เกิดความเข้าใจใหม่เกี่ยวกับสิ่งนั้นได้

งานวิจัยดังกล่าวช่วยให้เข้าใจว่าอุปลักษณะนอกจากจะใช้เพื่อเปรียบเทียบสิ่งหนึ่งกับ อีกสิ่งหนึ่งแล้ว อุปลักษณะยังมีส่วนช่วยให้เข้าใจสิ่งที่เป็นนามธรรมมากขึ้น โดยการสร้างภาพ

จำลองทางความคิด ที่มีลักษณะเป็นรูปธรรม ลักษณะดังกล่าวนี้ปรากฏอยู่ในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยส่วนหนึ่งด้วย

Boyd (1979) ใน *Metaphor and Theory Change: What is “Metaphor” and Metaphor for?* ได้แยกลักษณะของอุปลักษณ์ออกเป็น 2 แบบคือ อุปลักษณ์ที่ใช้ในการสอน (pedagogical metaphors) กับอุปลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอทฤษฎีต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ (theory constitutive metaphors)

อุปลักษณ์ที่ใช้เพื่อการสอนจะใช้ประยุกต์เพื่อทำให้จดจำรายละเอียดได้ดีกว่า และเข้าใจมากขึ้น อุปลักษณ์ประเภทดังกล่าวจะนำมาใช้กับแนวคิดหรือทฤษฎีที่มีอยู่เดิม ซึ่งขึ้นอยู่กับวิธีการดัดแปลงการใช้อุปลักษณ์ของผู้สอนหรือผู้ใช้ภาษาแต่ละคน ส่วนอุปลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอทฤษฎีต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์นั้น จะเป็นส่วนสำคัญที่เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์จะต้องมี และผู้สอนจะต้องใช้อุปลักษณ์ดังกล่าวในแบบเดียวกันเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกัน

Knudsen (2003) ได้นำแนวคิดของ Boyd (1979) มาวิเคราะห์การใช้อุปลักษณ์ที่ปรากฏในแนวคิดที่เกี่ยวกับรหัสทางพันธุกรรม และโปรตีนสังเคราะห์ ในบทความเรื่อง *Scientific metaphors going to public* ผลการศึกษาพบว่าสามารถแบ่งประเภทของอุปลักษณ์ที่ปรากฏได้ตามแนวคิดของ Boyd (1979) และยังพบว่าการเลือกใช้อุปลักษณ์ในลักษณะใดนั้นจะขึ้นอยู่กับรูปแบบหรือวัตถุประสงค์ของผู้เขียนว่าต้องการสื่อให้ผู้อ่านที่มีความรู้ระดับใดเข้าใจ และขึ้นอยู่กับ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในโลกด้วย อย่างเช่นแบบของการใช้อุปลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์แบบหนึ่งที่ใช้กันมานานหลายร้อยปีนั้น อาจต้องมีการเปลี่ยนแปลงไปใช้อุปลักษณ์แบบใหม่ที่สามารถถ่ายโยงความคิดให้เข้ากับยุคสมัยที่เปลี่ยนไปด้วย

ผลจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับอุปลักษณ์ในวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยพบว่าแนว การศึกษานั้นจะมุ่งเน้นในการอธิบายลักษณะของอุปลักษณ์ในวิทยาศาสตร์เปรียบเทียบกับ อุปลักษณ์ทั่วไป และการจำแนกลักษณะของอุปลักษณ์ออกเป็น 2 ประเภทจากวัตถุประสงค์ของ ผู้สอนตามแนวคิดของ Boyd (1979) ส่วนงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับอุปลักษณ์ในภาษาไทยนั้น เป็น งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับอุปลักษณ์ในรูปคำศัพท์ต่าง ๆ และอุปลักษณ์ในบริเฉทเฉพาะประเภท โดยได้ศึกษาในเรื่องของมโนอุปลักษณ์ที่มีอยู่ในภาษาไทย ที่ได้สะท้อนให้เห็นระบบความคิดของ คนในสังคมไทยเกี่ยวกับอุปลักษณ์เหล่านั้น แม้จะมีงานที่ได้วิเคราะห์อุปลักษณ์ระหว่างภาษาใน ที่นี้คือมโนทัศน์เรื่องเวลาในภาษาไทยและภาษาอังกฤษก็พบว่าเน้นการวิเคราะห์ในเรื่องของ มโนทัศน์เปรียบเทียบกันระหว่างคนในสังคมไทยและสังคมของผู้ใช้ภาษาอังกฤษ สำหรับงานวิจัย ที่ได้ศึกษาเรื่องหน้าที่ของอุปลักษณ์ในภาษาไทยนั้น เป็นการศึกษาอุปลักษณ์จากภาษาพูดที่ใช้ใน ชีวิตประจำวันว่ามีหน้าที่อย่างไร

จะเห็นได้ว่าจากการศึกษาอุปลักษณะในภาษาไทยนั้น ยังไม่มีการศึกษาลักษณะการใช้อุปลักษณะที่ปรากฏในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์โดยละเอียด ทั้งในเรื่องของการศึกษาลักษณะทางโมทัศน์ที่แสดงความเชื่อมโยงระหว่างแบบเปรียบเทียบ (source domain) กับสิ่งที่ถูกเปรียบเทียบ (target domain) เพื่อให้เห็นระบบความคิดของกลุ่มผู้ศึกษาวิทยาศาสตร์ในสังคมไทย รวมถึงหน้าที่ของอุปลักษณะที่มีบทบาทสำคัญในการอธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องการที่จะศึกษาอุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย จากประเด็นคำถามทั้งสองข้อที่ตั้งไว้ในกรวิจัยครั้งนี้ว่าอุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยมีลักษณะอย่างไร และทำหน้าที่ด้านใดเมื่ออยู่ในบริบทประเภทนี้



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



### ลักษณะของอุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย

ในบทนี้ผู้วิจัยจะวิเคราะห์ลักษณะและประเภทของอุปลักษณะที่ปรากฏในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย ในเบื้องต้นผู้วิจัยวิเคราะห์ลักษณะของอุปลักษณะ โดยแยกวิเคราะห์เป็น 2 ลักษณะ คือ ลักษณะของรูปภาพแสดงอุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย และลักษณะทางมโนทัศน์ในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย

ลักษณะของรูปภาพแสดงอุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยนั้นพบรูปภาพในลักษณะการเปรียบเทียบ มีการใช้คำเชื่อม เช่น คล้าย เหมือน เพื่อเปรียบเทียบคำที่อยู่ต่างแควดวงความหมายกัน นอกจากนี้ยังพบอุปลักษณะที่ไม่ปรากฏคำเชื่อมแสดงการเปรียบเทียบอุปลักษณะในลักษณะนี้มักจะเป็นการใช้คำศัพท์ต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์

ลักษณะทางมโนทัศน์ของอุปลักษณะที่พบในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย ผู้วิจัยได้จำแนกประเภทของอุปลักษณะออกเป็น 3 ประเภท ตามแนวคิดของ เลคอฟและจอนสัน (Lakoff and Johnson, 1980) ที่เน้นการศึกษาเกี่ยวกับระบบความคิด ความเข้าใจของมนุษย์ต่อสิ่งต่าง ๆ ในลักษณะของการเปรียบเทียบ และพบว่ามโนทัศน์ที่นำมาใช้เพื่อสื่อแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ปรากฏในข้อมูลที่เป็นอุปลักษณะ มีการนำลักษณะเด่นของมโนทัศน์ที่อยู่ต้นทางซึ่งตรงกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการอธิบายมาใช้ในหลายลักษณะด้วยกัน ผู้วิจัยจึงนำลักษณะทางมโนทัศน์ที่พบในข้อมูลเหล่านั้นมาจัดกลุ่มตามประเภทและจำนวนการปรากฏ เพื่อแสดงให้เห็นว่ามนุษย์ทำความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ อย่างไร

แม้ว่าเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์จะเป็นการรับความรู้มาจากทางตะวันตกก็ตาม แต่จากลักษณะทางมโนทัศน์ที่ปรากฏในอุปลักษณะในลักษณะต่าง ๆ ผู้วิจัยพบว่าอุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยบางส่วนนั้นมีการนำมโนทัศน์ที่มีอยู่ในสังคมของผู้เรียนไทยมาใช้เพื่อสื่อความคิดทางวิทยาศาสตร์บางประการได้อย่างสอดคล้องและเหมาะสมกับพื้นฐานทางประสบการณ์ของผู้เรียนในสังคมไทย โดยมีมโนทัศน์ดังกล่าวได้สะท้อนผ่านรูปภาพแสดงอุปลักษณะบางคำที่ปรากฏในข้อมูล

ลักษณะทางด้านลักษณะรูปแบบของอุปลักษณะ และลักษณะทางมโนทัศน์ของอุปลักษณะที่ปรากฏในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย ที่จะได้อธิบายต่อไปนี้ ช่วยให้ผู้วิจัยเข้าใจว่าเพราะเหตุใดจึงต้องมีการนำอุปลักษณะมาใช้เพื่ออธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และช่วยให้เข้าใจลักษณะการเชื่อมโยงแนวคิดที่ปรากฏอยู่ในแบบเปรียบเทียบและสิ่งที่ถูกเปรียบเทียบได้ชัดเจนขึ้น

การวิเคราะห์ในส่วนนี้จะ เป็นพื้นฐานสำคัญที่จะช่วยให้เข้าใจหน้าที่ของอุปลักษณในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยที่จะได้วิเคราะห์ในบทต่อไปด้วย

### 3.1 ลักษณะของอุปลักษณในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย

การวิเคราะห์ลักษณะของอุปลักษณในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย สามารถวิเคราะห์ได้ 2 ประเด็น คือ ลักษณะทางรูปแบบของอุปลักษณ และลักษณะทางมโนทัศน์ของอุปลักษณ ดังนี้

#### 3.1.1 ลักษณะทางรูปแบบของอุปลักษณในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย

ลักษณะรูปภาพแสดงอุปลักษณในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย มี 2 ลักษณะ คือ อุปลักษณในรูปแบบการเปรียบเทียบและมีคำเชื่อมปรากฏรวม กับอุปลักษณในลักษณะของคำศัพท์ โดยไม่ปรากฏแบบเปรียบเทียบให้เห็นอย่างเด่นชัด

##### 3.1.1.1 รูปภาพแสดงอุปลักษณในลักษณะการเปรียบเทียบที่ปรากฏ

###### คำเชื่อม

รูปภาพแสดงอุปลักษณที่พบในกลุ่มนี้จะ เป็นกลุ่มที่ปรากฏการใช้คำเชื่อมเพื่อการเปรียบเทียบอย่างชัดเจน คำเชื่อมที่ใช้ได้แก่ เป็น เหมือน คล้าย คล้ายกับ เท่ากับ เสมือน เปรียบเสมือน เช่นเดียวกับ เปรียบเทียบ...กับ

ตัวอย่างของรูปภาพแสดงอุปลักษณที่พบในข้อมูล เช่น

###### ตัวอย่างที่ 1

“หัวใจเป็นเครื่องสูบฉีด (pump) ที่ทำหน้าที่สูบฉีดเลือดให้ไหลเวียนไปทั่วร่างกาย ซึ่งโดยความจริงแล้วในหัวใจจะมีเครื่องสูบฉีด 2 เครื่อง คือ ที่ด้านซ้ายของหัวใจจะสูบฉีดเลือดจากปอดไปยังเนื้อเยื่อ และที่ด้านขวาจะสูบฉีดเลือด ซึ่งกลับมาจากเนื้อเยื่อไปยังปอด”

(สรุปรวทยาคลินิกขั้นพื้นฐาน: 4)

จากตัวอย่างดังกล่าวเป็นการเปรียบเทียบหน้าที่การทำงานของหัวใจ สิ่งที่ถูกเปรียบเทียบคือ “หัวใจ” ปรากฏคำเชื่อมที่แสดงการเปรียบเทียบคือคำว่า “เป็น” และสิ่งที่นำมาเปรียบเทียบคือ “เครื่องสูบน้ำ”

### ตัวอย่างที่ 2

“เมื่อมาถึงระดับนี้มีนักวิทยาศาสตร์อยู่ 2 ประเภท คือนักวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์เป็นผู้นำความรู้ต่าง ๆ มาอธิบาย หรือหาเหตุผลมาอธิบาย แต่ยังไม่สามารถนำไปใช้ได้ต้องรอนักวิทยาศาสตร์ประยุกต์นำไปใช้ให้เป็นประโยชน์ ดังตัวอย่างนักวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์คิดถึงใบพัดของกังหันลมว่าต้องใช้ก็แฉกถึงจะต้องลมดี และแต่ละใบต้องบิดเป็นมุมกึ่งองศา ต้องใช้วัสดุชนิดใดจึงทนทานได้นานปี และไม่หนัก เมื่อคิดได้มีรายงานออกมาประชาชนทั่วไปยังไม่เห็นประโยชน์ จึงต้องมีนักวิทยาศาสตร์อีกกลุ่มนำผลงานนี้ไปดัดแปลงเป็นเครื่องปั่นไฟ เครื่องสูบน้ำ เครื่องจุดระเบิด เป็นต้น

**ถ้าจะเปรียบเทียบ นักวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ เหมือนคนหา  
หอยมาเก็บไว้ที่บ้าน แต่ผิดไม่เป็น ต้มยำไม่เป็น ต้องรอแม่ครัว  
คือ นักวิทยาศาสตร์ประยุกต์นำไปใช้ต่อไป”**

(ชีววิทยา 1: 3)

จากตัวอย่างดังกล่าวมีการเปรียบเทียบนักวิทยาศาสตร์สองประเภทที่ทำหน้าที่แตกต่างกัน สิ่งที่ถูกเปรียบเทียบในที่นี้คือ “นักวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์” ปรากฏคำเชื่อมที่ใช้ในการเปรียบเทียบคือคำว่า “เหมือน” สิ่งที่นำมาเปรียบเทียบคือ “คนหาหอย ที่ไม่รู้จักรีปรุงอาหาร” และนักวิทยาศาสตร์ประยุกต์ถูกนำมาเปรียบเทียบเป็น “แม่ครัว” ปรากฏคำเชื่อมที่ใช้แสดงการเปรียบเทียบคือคำว่า “คือ” ในตัวอย่างพบว่าการกลับลำดับโดยกล่าวถึงสิ่งที่เป็นแบบเปรียบเทียบก่อนสิ่งที่ถูกเปรียบเทียบ ลักษณะดังกล่าวนี้อาจจะปรากฏในการเปรียบเทียบที่เป็นชุด และมีการเปรียบเทียบอื่นที่สัมพันธ์กันนำมาก่อน

### ตัวอย่างที่ 3

“ความดันออสโมติก (Osmotic pressure) ความดันเต่งหรือความดันเทอร์เกอร์ (Turgor pressure) ต่างกันอย่างไร

ขณะที่เซลล์พืชดูดน้ำเข้าสู่เซลล์ ทำให้เซลล์พองขึ้นหรือเต่งขึ้นเพราะน้ำที่เข้าไปทำให้เกิดแรงดันบนผนังเซลล์ แรงดันของน้ำที่ดูดเข้าไปทำให้เซลล์เต่งนี้เรียกว่า ความดันเต่ง หรือความดันเทอร์เกอร์ ส่วนความดันออสโมติกนั้นเป็นความดันสูงสุดที่จะเกิดในเซลล์ต่อเมื่อเซลล์แช่อยู่ในน้ำบริสุทธิ์ หากผนังเซลล์แข็งไม่มีการยืดหยุ่น แรงดันเต่ง จะมีค่าต่ำกว่าแรงดันออสโมซิสเสมอ ทำให้น้ำสามารถซึมเข้าเซลล์ได้เรื่อย ๆ ถ้าน้ำไม่ซึมผ่านเซลล์อื่น ๆ แรงดันเต่งจะค่อย ๆ สูงขึ้นเรื่อย ๆ จนใกล้เคียงกับแรงดันออสโมติก *เราอาจเปรียบเทียบให้เห็นชัดเจนง่าย ๆ จากตัวอย่างของรถยนต์ โฆษณายายความเร็วเต็มที่เร่งได้ 220 กิโลเมตรต่อชั่วโมง แต่เวลาเราวิ่งจริง ๆ ไม่มีถนนวางให้วิ่งได้ถึง 220 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ดังนั้น 220 กิโลเมตรต่อชั่วโมงเปรียบเป็นแรงดันออสโมติก แต่จริง ๆ รถวิ่งเฉลี่ย 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมงเป็นแรงดันเต่ง...*”

(ชีววิทยา 1: 235)

จากตัวอย่างดังกล่าวเป็นการอธิบายเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างความดันสองชนิดที่เรียกว่า ความดันออสโมติก และความดันเทอร์เกอร์หรือความดันเต่ง

แบบเปรียบเทียบ คือ “ความเร็วเต็มที่ของรถยนต์ 220 กิโลเมตรต่อชั่วโมง” มีค่าเชื่อมแสดงการเปรียบเทียบ คือคำว่า “เปรียบเทียบ” และสิ่งที่ถูกเปรียบเทียบคือ “แรงดันออสโมติก”

แบบเปรียบเทียบคือ “ความเร็วเฉลี่ยของรถยนต์ 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมง” มีค่าเชื่อมแสดงการเปรียบเทียบคือคำว่า “เป็น” และสิ่งที่ถูกเปรียบเทียบคือ “แรงดันเต่ง”

#### 3.1.1.2 รูปภาพแสดงอุปลักษณะที่ปรากฏในรูปคำศัพท์

รูปภาพแสดงอุปลักษณะในรูปคำศัพท์จะไม่ปรากฏการเปรียบเทียบโดยตรงอย่างเช่นในลักษณะที่กล่าวมาในข้อที่แล้ว ลักษณะของรูปภาพแสดงอุปลักษณะในรูปคำศัพท์นี้เป็นการนำคำศัพท์จากแวดวงอื่น ๆ มาใช้เพื่ออธิบายแนวคิดทางทฤษฎีวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ เราสามารถเข้าใจความหมายของแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ผ่านความหมายของสิ่งที่นำมาขยายความ

เทียบเคียงได้ รูปภาพแสดงอุปลักษณะที่ปรากฏในรูปคำศัพท์มีลักษณะที่เป็นศัพท์ที่พบใช้ทั่วไปในชีวิตประจำวัน และศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์

ตัวอย่างของรูปภาพแสดงอุปลักษณะในลักษณะดังกล่าว เช่น

#### ตัวอย่างที่ 4

“...ในพืชกอลจิบอดีทำหน้าที่สร้างเมือกบริเวณ **หมวกราก** (root cap) เพื่อให้รากซอนไซไปในดินได้สะดวกยิ่งขึ้น ส่วนในสัตว์ เนื้อเยื่อผนังลำไส้บุกระเพาะอาหารสร้างเยื่อเมือกฉาบบริเวณผิว เพื่อป้องกันการย่อยของเอนไซม์ในกระเพาะอาหารและลำไส้ย่อยตัวกระเพาะหรือลำไส้เอง”

(ชีววิทยา 1: 196)

จากตัวอย่างดังกล่าวปรากฏคำศัพท์ที่แสดงอุปลักษณะเรียกส่วนปลายของรากพืชว่า “หมวกราก” คำว่า “หมวก” จากความหมายตามพจนานุกรม หมายถึง เครื่องสวมศีรษะมีรูปร่างต่าง ๆ เพื่อเป็นเครื่องประดับหรือกันแดดกันฝน เป็นต้น (ราชบัณฑิตยสถาน, 2546: 1253) ในที่นี้นำมาใช้ในบริบท เพื่อโยงความหมายเกี่ยวกับพืชและมิได้หมายถึงเครื่องนุ่งห่มของมนุษย์ แต่เป็นการใช้คำเพื่อเปรียบเทียบลักษณะของรากพืชส่วนปลายที่มีหน้าที่ในการป้องกันส่วนรากที่อยู่ภายใต้ “หมวกราก” เช่นเดียวกับหน้าที่ของหมวกซึ่งเป็นเครื่องแต่งกายของมนุษย์ที่ทำหน้าที่ป้องกันศีรษะ

#### ตัวอย่างที่ 5

“กระดูกสันหลังทำหน้าที่ช่วยค้ำจุน และรองรับน้ำหนักของร่างกาย ประกอบด้วยกระดูกที่มีลักษณะเป็นข้อๆ ต่อกัน ระหว่างกระดูกสันหลังแต่ละข้อจะมีแผ่นกระดูกอ่อน (cartilage) หรือที่เรียกกันว่า **หมอนรองกระดูก** ทำหน้าที่รองและเชื่อมกระดูกสันหลังแต่ละข้อเพื่อป้องกันการเสียดสี ถ้าหมอนรองกระดูกนี้เสื่อม จะไม่สามารถเอี้ยวหรือบิดตัวได้...”

(หนังสือสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 3: 15)

จากตัวอย่างดังกล่าวปรากฏรูปภาพแสดงอุปลักษณะคือ “หมอนรองกระดูก” ซึ่งความหมายเดิมของคำว่า “หมอน” หมายถึง เครื่องสำหรับหนุนศีรษะหรือหนุนสิ่งต่าง ๆ

(ราชบัณฑิตยสถาน, 2546: 1256) จากส่วนของแผ่นกระดูกอ่อนที่อยู่ระหว่างข้อต่อกระดูกทำหน้าทีคล้ายคลึงกับหน้าที่ของหมอนคือเป็นสิ่งรองรับข้อต่อกระดูก จึงทำให้เกิดการนำคำศัพท์ว่า “หมอน” มาใช้ในบริบทใหม่เพื่อเรียกอวัยวะในร่างกายโดยประกอบกับคำว่า “กระดูก” เป็นคำศัพท์ว่า “หมอนรองกระดูก” เพื่อให้เข้าใจลักษณะและหน้าที่ของอวัยวะดังกล่าว

#### ตัวอย่างที่ 6

“อุตสาหกรรมสิ่งทอนับได้ว่าเป็นอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพของ ความต่อเนื่องอย่างเป็นระบบ โดยอาจแยกออกได้เป็นส่วน ๆ ผลผลิตของส่วนหนึ่งถูกส่งต่อไปเป็นวัตถุดิบของอีกส่วนหนึ่งคล้าย ระบบลูกโซ่ต่อกันไป จากรูปที่ 2.1 **อุตสาหกรรมต้นน้ำ** เริ่มจาก อุตสาหกรรมการผลิตเส้นใยทั้งเส้นใยประดิษฐ์และธรรมชาติซึ่งเป็น ผลิตผลทางเกษตรกรรม จะเป็นวัตถุดิบสำหรับอุตสาหกรรมการปั่น ด้าย เส้นด้ายที่ถูกนำไปใช้ในการทอผ้าหรือถักผ้า จากนั้นเส้นด้าย และผ้าผืนเข้าสู่กระบวนการของการฟอก ย้อม พิมพ์ และตกแต่ง สำเร็จ ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์สิ่งทอสำเร็จรูปพร้อมจะนำไปเป็น วัตถุดิบให้กับ **อุตสาหกรรมปลายน้ำ** คือ อุตสาหกรรมเสื้อผ้า สำเร็จรูป เครื่องนุ่งห่ม และผลิตภัณฑ์สิ่งทออื่น ๆ...”

(วิทยาศาสตร์เส้นใย: 5)

จากตัวอย่างดังกล่าวปรากฏคำศัพท์ที่แสดงอุปลักษณะ คือ “อุตสาหกรรมต้นน้ำ” และ “อุตสาหกรรมปลายน้ำ” เนื่องจากคำว่า ต้นน้ำ และปลายน้ำ นั้นเป็นคำศัพท์ที่โดยปกติแล้วใช้เกี่ยวกับเส้นทางการไหลของสายน้ำ ในที่นี้คำศัพท์ดังกล่าวถูกนำมาใช้เป็นศัพท์ในวงการ อุตสาหกรรมเพื่อให้เข้าใจสายการผลิตในกระบวนการทางอุตสาหกรรมสิ่งทอ โดยเปรียบเทียบ “สายการผลิตในวงการอุตสาหกรรมสิ่งทอ” ว่าเป็นเหมือน “เส้นทางการไหลของสายน้ำ” มี อุตสาหกรรมที่ถือเป็นจุดเริ่มต้นของขั้นตอนการผลิตทั้งหมด ที่เรียกว่า “อุตสาหกรรมต้นน้ำ” และมี อุตสาหกรรมที่อยู่ในขั้นตอนสุดท้ายของการผลิตในสายอุตสาหกรรมนั้น ๆ ว่า “อุตสาหกรรมปลายน้ำ”

คำศัพท์ที่ปรากฏในตัวอย่างข้างต้น เป็นรูปภาพแสดงอุปลักษณะที่ไม่ได้แสดงการ เปรียบเทียบโดยตรง แต่มีการนำคำศัพท์เดิมที่ใช้ในบริบทหนึ่งมาใช้ในบริบทหนึ่ง ทำให้เกิดการ เชื่อมโยงทางความคิด และเข้าใจเกี่ยวกับแนวความคิดใหม่ที่มีลักษณะเป็นนามธรรมมากขึ้น

### ตัวอย่างที่ 7

“กลุ่มฝุ่นและก๊าซนี้เองที่เป็นที่เกิดแห่งดาว ฝุ่น ก๊าซ และดาวที่มีอายุน้อย จะอยู่ในแขนกังหันของดาราจักร ส่วนดาวที่มีอายุมาก และกระจุกดาวทรงกลม มักจะจัดตัวกันเป็นรูปทรงกลมรอบจุดศูนย์กลาง ความแตกต่างของดาวแก่และดาวอ่อนในลักษณะต่าง ๆ ทำให้บาดี (W. Baade) เสนอให้แบ่งดาวในดาราจักรเป็นประชากร 2 กลุ่มคือ **กลุ่มประชากรอ่อน และกลุ่มประชากรแก่**”

(ดาราศาสตร์และดาราศาสตร์: 3)

จะเห็นได้ว่าในตัวอย่างมีการนำคำกริยาและคำวิเศษณ์ “อ่อน” และ “แก่” ซึ่งเป็นคำที่ใช้ในแวดวงความหมายอื่นมาใช้ร่วมกับ คำว่า “ดาว” เพื่อใช้อธิบายแนวคิดทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ว่าดาวนั้นมีอายุของดาวที่แตกต่างกัน ดาวที่เกิดมาก่อนจึงถูกเรียกว่า “ดาวแก่” และดาวที่เกิดทีหลังจะเรียกว่า “ดาวอ่อน”

ส่วนการเรียกกลุ่มดาวตามอายุว่า “กลุ่มประชากรอ่อน” และ “กลุ่มประชากรแก่” ลักษณะดังกล่าวเป็นการแบ่งแยกกลุ่มดาวโดยใช้ศัพท์ที่ใช้กับมนุษย์ คือ คำว่า “ประชากร” และมีการใช้คำวิเศษณ์ “อ่อน” “แก่” เป็นการนำคำที่ใช้กับลักษณะของสิ่งมีชีวิตมาใช้

จะเห็นได้ว่าสิ่งที่ถูกเปรียบในตัวอย่างนี้อยู่ในวงความหมายจำพวกเดียวกัน คือ เป็นความรู้ทางดาราศาสตร์ แต่แบบเปรียบเทียบนั้นมาจากวงความหมายที่แตกต่างกันไปตามแต่ลักษณะเด่นที่จะนำมาใช้

### 3.1.2 ลักษณะทางมโนทัศน์ของอุปลักษณณ์ในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย

ลักษณะทางมโนทัศน์ของอุปลักษณณ์ในที่นี้ หมายถึง ลักษณะการเชื่อมโยงกันทางความหมายของแบบเปรียบเทียบหรือแวดวงความหมายต้นทาง (Source domain) และสิ่งที่ถูกเปรียบหรือแวดวงความหมายปลายทาง (Target domain) ที่ปรากฏในข้อมูล โดยจำแนกตามลักษณะของมโนทัศน์ต้นทางที่ปรากฏ

#### 3.1.2.1 ประเภทของอุปลักษณณ์ในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้แบ่งประเภทของอุปลักษณณ์ที่พบในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยตามแนวคิดของเลคอฟและจอห์นสัน (Lakoff and Johnson, 1980) ออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. มโนอุปลักษณ์เชิงโครงสร้าง (Structural Metaphor)
2. มโนอุปลักษณ์เชิงทิศทางและการเคลื่อนที่ (Orientation Metaphor)
3. มโนอุปลักษณ์เชิงรูปธรรม (Ontological Metaphor)

### 3.1.2.1.1 มโนอุปลักษณ์เชิงโครงสร้าง (Structural Metaphor)

มโนอุปลักษณ์ประเภทนี้ คือ การนำมโนทัศน์ซึ่งเป็นแวดวงความหมายต้นทางหรือแบบเปรียบเทียบมาใช้ เพื่ออธิบายลักษณะของมโนทัศน์ที่เป็นความหมายปลายทางหรือสิ่งที่ถูกเปรียบเทียบ โดยในมโนทัศน์หนึ่ง ๆ จะมีมโนทัศน์ย่อยที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันอย่างเป็นระบบ จากข้อมูลหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยพบมโนอุปลักษณ์แบบมีโครงสร้างที่สามารถแสดงลักษณะของ มโนทัศน์ย่อย ๆ อย่างเป็นระบบ 5 กลุ่ม โดยแบ่งตามมโนทัศน์ที่เป็นความหมายต้นทางหรือแบบเปรียบเทียบ และจัดเรียงลำดับของจำนวนตัวอย่างจากมากไปหาน้อย ดังนี้

1. มโนอุปลักษณ์มนุษย์
2. มโนอุปลักษณ์สถานที่
3. มโนอุปลักษณ์ธรรมชาติ
4. มโนอุปลักษณ์สิ่งของ
5. มโนอุปลักษณ์พืช

#### 3.1.2.1.1.1 มโนอุปลักษณ์มนุษย์

มโนอุปลักษณ์มนุษย์ คือ การนำมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับลักษณะของมนุษย์ และกิจกรรมของมนุษย์ในลักษณะต่าง ๆ มาใช้เป็นแบบเปรียบเทียบหรือแวดวงความหมายต้นทางเพื่ออธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นแวดวงความหมายปลายทาง โดยมีการถ่ายโอนลักษณะบางประการของ [มนุษย์] ไปยังแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เข้าใจลักษณะของแนวคิดวิทยาศาสตร์นั้น ๆ

##### 3.1.2.1.1.1.1 มโนอุปลักษณ์ที่เกี่ยวกับมนุษย์

มโนอุปลักษณ์ที่เกี่ยวกับมนุษย์ เป็นการนำมโนทัศน์ที่เกี่ยวกับมนุษย์มาใช้ โดยมีลักษณะตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต กิริยาอาการต่าง ๆ ที่มนุษย์เป็นผู้กระทำ และประสบการณ์ของมนุษย์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งต่าง ๆ บนโลก



## [เซลล์เป็นมนุษย์]

## ตัวอย่างที่ 8

“เมื่อโตขึ้นเซลล์จะเป็นอะไร?”

นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่ามียังน้อยสองกลไกที่กำหนดว่าเซลล์จะเจริญเติบโตเป็นเซลล์อะไรและมีหน้าที่อย่างไร 1) **เซลล์แม่** กำหนดว่า**เซลล์ลูก**จะเจริญเติบโตเป็นอะไรจากข้อมูลและองค์ประกอบต่าง ๆ ที่เซลล์ลูกได้รับมาจากเซลล์แม่ การแบ่งเซลล์แบบไม่สมมาตรทำให้เซลล์ลูกทั้งสองได้รับองค์ประกอบแตกต่างกัน จึงเจริญเติบโตเป็นเซลล์ที่มีหน้าที่ต่างกัน และ 2) เซลล์ลูกรับสัญญาณว่าขณะนี้อยู่ในตำแหน่งใดและตอบสนองต่อสัญญาณนั้น โดยกลไกเหล่านี้จำเป็นต้องมีการส่งสัญญาณระหว่างเซลล์”

(ชีววิทยา 2 : 212)

จากตัวอย่างดังกล่าวเป็นการอธิบายเซลล์ที่มีลักษณะแตกต่างกัน โดยปรากฏรูปภาพแสดงอุปลักษณะเกี่ยวกับมนุษย์ว่า “แม่” และ “ลูก” มาใช้เพื่อจำแนกประเภทของเซลล์ที่แตกต่างกัน กล่าวคือ เซลล์แม่จะเป็นเซลล์ต้นกำเนิด ที่สามารถสร้างเซลล์ลูกคือเซลล์ที่แบ่งตัวออกมาจากเซลล์แม่ได้ เซลล์ลูกจะได้รับลักษณะบางประการมาจากเซลล์แม่ เช่นเดียวกับลักษณะของมนุษย์ซึ่งมนุษย์ทุกคนล้วนเกิดมาจากแม่ของตน พร้อมกับมีการถ่ายทอดลักษณะบางประการที่เหมือนกับแม่ของตนมาด้วย เช่น หน้าตา สีผิว เป็นต้น ในขณะที่มนุษย์มีการเจริญเติบโต เซลล์ลูกเองก็มีการเจริญเติบโตด้วยเช่นกัน มนุษย์มีการติดต่อสื่อสารกับบุคคลอื่น เซลล์ก็มีการติดต่อสื่อสารกันระหว่างเซลล์โดยใช้การส่งสัญญาณต่อ ๆ กัน มโนทัศน์มนุษย์ที่นำมาใช้ทำความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องของเซลล์ สามารถเชื่อมโยงเป็นระบบมโนทัศน์ได้ดังนี้

## แฉวดวงความหมายต้นทาง

[มนุษย์]

แม่(ผู้ให้กำเนิด)

ลูก(ได้รับการถ่ายทอด)

ลักษณะบาง

ประการจากแม่)

มีการเจริญเติบโต

## แฉวดวงความหมายปลายทาง

[เซลล์]

→ เซลล์แม่

→ เซลล์ลูก

→ มีการเจริญเติบโต

**แฉวงควมหมยต้งทง**

[มฤษฎ]

มการตดตอสื่อสร  
กบบุคคลอ่น

**แฉวงควมหมยปลยทง**

[เชลล์]

→ มการตดตอสื่อสรระหว่งเชลล์

**[ประจุไฟฟ้เป็นมฤษฎ]**

ตัวอย่างที่ 9

“จกการศีกษาพบว้ประจุไฟฟ้มีสองชนิด กล่าวคือ ชนิดบวก และ ชนิดลบ รูป (13.1) ข้างบนแสดงควมจริงที่ว้ **ประจุไฟฟ้ชนิดเดียวกันผลักกัน ประจุไฟฟ้ต่างชนิดกันดูดกัน** และแนวอยู่ในเส้นตรงซึ่งเชื่อมระหว่งประจุไฟฟ้ทั้งสอง...”

(ฟิสิกส์ 2: 2)

จกตัวอย่างนี้เป็นการอธิบายพฤติกรรมของประจุไฟฟ้ซึ่งมี 2 ชนิด คือ ชนิดบวก และชนิดลบ โดยที่ประจุไฟฟ้ชนิดเดียวกันเมื่ออยู่ใกล้กันจะออกห่างจกกัน ในที่นี้มการนำรูปภษาแสดงอุปลักษณ์เกี่ยวกับกรียาอาการของมฤษฎมาใช้ คือ “ผลัก” และ “ดูด” จึงเท่ากับว้เป็นการแสดงการเปรียบเทียบว้ประจุไฟฟ้ันั้นเป็นเหมือนกบมฤษฎ นอกจากนี้งแสดงมโนทัศน์เกี่ยวกับการเคลื่อนที่และทิศทงตรงกันข้ามกันด้วย กล่าวคือ ประจุไฟฟ้ชนิดเดียวกันมการเคลื่อนที่เข้าหากัน โดยมีกรนำรูปภษาเกี่ยวกับมฤษฎมาใช้ คือ “ดูด” แสดงมโนทัศน์เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุสองสิ่งทีเคลื่อนที่เข้าหากัน ในขณะที่ “ผลัก” แสดงมโนทัศน์การเคลื่อนที่ของวัตถุออกห่างจกกันและเคลื่อนที่ไปในทิศทงตรงกันข้าม

ตัวอย่างที่ 10

“...ถ้าจะให้อเล็กตรอนกระโดดจกระดับพลังงานหนึ่งไปยังอีกระดับพลังงานหนึ่งทีไกลออกไปจกนิวเคลียส ( $n$  ต่ำ ไป  $n$  สูง) ต้องใส่พลังงานเข้าไป แต่ถ้าอเล็กตรอนกระโดดจกระดับพลังงานทีไกลจกนิวเคลียสมายังระดับพลังงานใกล้นิวเคลียส ( $n$  สูง มา  $n$  ต่ำ) พลังงานจะถูกปล่อยออกมา”

(หลักเคมีทั่วไป เล่ม 1: 39)

ตัวอย่างนี้เป็นการอธิบายเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงระดับพลังงานของอิเล็กตรอนที่อยู่ภายในอะตอม ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงระดับพลังงานขึ้นเมื่ออิเล็กตรอนเคลื่อนที่ โดยขึ้นอยู่กับระยะห่างระหว่างอิเล็กตรอนกับนิวเคลียส จะเห็นได้ว่าการอธิบายเรื่องการเปลี่ยนแปลงนี้มีการนำทฤษฎีของมนุษย์มาใช้ คือคำว่า “กระโดด”

#### ตัวอย่างที่ 11

“**อิเล็กตรอนที่วิ่งรอบนิวเคลียสจะวิ่งเป็นวง** มีโคจรพิเศษบางวงที่อิเล็กตรอนวิ่งได้โดยไม่มีการสูญเสียพลังงานหรือแผ่รังสีออกมา เมื่ออิเล็กตรอนอยู่ในวงโคจรพิเศษเหล่านั้น เรียกว่าอิเล็กตรอนอยู่ในสถานะนิ่ง (stationary state)”

(ฟิสิกส์ 2: 388)

ตัวอย่างนี้เป็นการอธิบายเกี่ยวกับพฤติกรรมของอิเล็กตรอนซึ่งเป็นประจุไฟฟ้าชนิดหนึ่ง คือการเคลื่อนที่รอบนิวเคลียส มีการนำคำว่า “วิ่ง” ที่เป็นทฤษฎีของมนุษย์มาใช้เพื่อแสดงการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนในลักษณะคงที่

ตัวอย่างที่ 8-9 เป็นการอธิบายพฤติกรรมของประจุไฟฟ้า ว่าเหมือนกับพฤติกรรมของมนุษย์ โดยสังเกตจากรูปภาพแสดงอุปลักษณะที่เป็นทฤษฎีของมนุษย์ที่ปรากฏ และจากตัวอย่างที่ 10-11 ได้อธิบายพฤติกรรมของอิเล็กตรอนซึ่งมีลักษณะเป็นนามธรรมว่าเหมือนกับมนุษย์ โดยใช้รูปภาพแสดงอุปลักษณะ “กระโดด” และ “วิ่ง” ซึ่งเป็นพฤติกรรมของมนุษย์แสดงการเคลื่อนที่ไปในทิศทางตรงข้ามกัน กล่าวคือ “วิ่ง” เป็นการเคลื่อนที่ในแนวระนาบ ส่วน “กระโดด” เป็นการเคลื่อนที่แนวตั้ง การเคลื่อนที่ที่มีทิศทางตรงกันข้ามเช่นนี้สัมพันธ์กับเรื่องของทิศทางและระยะทางด้วย กล่าวคือ การเคลื่อนที่โดยการกระโดดนั้นเป็นการเคลื่อนที่ในแนวตั้ง มีทิศทางการเคลื่อนที่ขึ้นลงและเปลี่ยนแปลงระดับความสูง ขณะที่การวิ่งนั้นเป็นการเคลื่อนที่ไปในแนวระนาบ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงระดับความสูง ดังคำอธิบายว่าอิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่โดยการวิ่งรอบนิวเคลียสจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงระดับพลังงาน แต่อิเล็กตรอนที่มีพฤติกรรมกระโดดนั้น แสดงให้เห็นว่ามีการเปลี่ยนแปลงเรื่องระดับพลังงาน สามารถเชื่อมโยงระบบโมเดลระหว่างดวงความหมายทั้งสอง ได้ดังนี้

แฉววงความหมายต้นทาง		แฉววงความหมายปลายทาง
[มนุษย์]		[ประจุไฟฟ้า]
มนุษย์	→	ประจุไฟฟ้า
ผลึก	→	เคลื่อนที่ออกจากกัน
ดูด	→	เคลื่อนที่เข้าหากัน
กระโดด (ขึ้น-ลง)	→	ระดับของพลังงาน (ขึ้น-ลง)
วิ่ง	→	ระดับพลังงานคงที่

### [ปฏิกิริยาทางเคมีเป็นมนุษย์]

#### ตัวอย่างที่ 12

“การจุดไฮโดรเจนในบรรยากาศที่กล่าวมาแล้วจะเห็นว่าการรวมตัวกันระหว่างโมเลกุลของไฮโดรเจนและออกซิเจนจะต้องมีการนำเอาพลังงานจากการจุดไฟไปกระตุ้นเพื่อสลายพันธะเคมีระหว่างอะตอมของไฮโดรเจน และระหว่างอะตอมของออกซิเจน แล้วจึงมีการสร้างพันธะเคมีขึ้นมาใหม่ ระหว่างอะตอมของไฮโดรเจนกับอะตอมของออกซิเจนกลายเป็นน้ำ ในการนี้พลังงานจำนวนหนึ่งจะถูกคายออกมา ซึ่งจะทำให้โมเลกุลของน้ำมีพลังงานลดลง โมเลกุลของน้ำจึงเสถียรสูงกว่าโมเลกุลไฮโดรเจนและออกซิเจน จากปฏิกิริยานี้พลังงานที่ปล่อยออกมาจะมีค่ามากกว่าพลังงานกระตุ้น จึงเรียกปฏิกิริยานี้ว่า **ปฏิกิริยาคายพลังงาน**

ในปฏิกิริยาเคมีใด หากพลังงานพันธะของสารตั้งต้นต่ำกว่าพลังงานพันธะของสารผลิตภัณฑ์ นั่นก็คือ พลังงานกระตุ้นที่ใช้ในปฏิกิริยามากกว่าพลังงานที่ปล่อยออก เราเรียกปฏิกิริยาแบบนี้ว่า **ปฏิกิริยาดูดพลังงาน** (endergonic reaction)”

(หนังสือสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 1: 62)

จากตัวอย่างดังกล่าวเป็นการอธิบายถึงลักษณะของปฏิกิริยาคายพลังงาน และปฏิกิริยาดูดพลังงาน จากการใช้รูปภาพแสดงอุปลักษณณ์ “คาย” และ “ดูด” เพื่อเรียกปฏิกิริยาทั้งสองแบบ ซึ่งแสดงมโนทัศน์เกี่ยวข้องกับอาการของมนุษย์มาใช้

ตามคำอธิบายในตัวอย่างนั้นได้เน้นค่าพลังงานที่ออกมาเมื่อเกิดปฏิกิริยาทางเคมีมากกว่าพลังงานกระตุ้น จึงได้บัญญัติศัพท์ขึ้นมาเพื่อใช้เรียกตามค่าปฏิกิริยาของพลังงานว่า **ปฏิกิริยาคายพลังงาน** เมื่อพลังงานที่ปล่อยออกมามีค่ามากกว่าพลังงานกระตุ้น และเรียก **ปฏิกิริยาดูดพลังงาน** เมื่อพลังงานที่ปล่อยออกมามีค่าน้อยกว่าพลังงานที่กระตุ้น

รูปภาพแสดงอุปลักษณดังกล่าว ได้สะท้อนมโนทัศน์เกี่ยวกับมนุษย์ มนุษย์จะทำการกิริยา “คาย” หรือ “ดูด” ก็ต่อเมื่อเกี่ยวข้องกับกระบวนการรับประทานอาหารเหลว ดังนั้นจึงสะท้อนภาพมโนทัศน์ย่อยเกี่ยวกับพลังงานในที่นี่ได้ว่าเป็นเหมือน “อาหารเหลว” ขณะเดียวกันก็แสดงมโนทัศน์เกี่ยวกับพื้นที่ด้วย กล่าวคือ ร่างกายของมนุษย์นั้นถูกเปรียบเหมือนกับภาชนะบรรจุ ที่มีการเพิ่มหรือลดระดับของสิ่งที่อยู่ภายใน เปรียบได้กับการเปลี่ยนแปลงของระดับพลังงานในเรื่องปฏิกิริยาเคมี สามารถแสดงระบบมโนทัศน์ระหว่างแวดวงความหมายต้นทาง และแวดวงความหมายปลายทางได้ดังนี้

แวดวงความหมายต้นทาง		แวดวงความหมายปลายทาง
[มนุษย์]		[ปฏิกิริยาทางเคมี]
อาหารเหลว	→	พลังงาน
ดูดอาหารเหลว	→	ดูดพลังงาน
คายอาหารเหลว	→	คายพลังงาน

### ตัวอย่างที่ 13

“เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ระบบทั้งหมดย่อมมีการเปลี่ยนแปลงพลังงานควบคู่กันไป ความแตกต่างระหว่างพลังงานของผลปฏิกิริยากับตัวทำปฏิกิริยา พลังงานรูปแบบที่กล่าวถึงนี้ คือพลังงานความร้อน บางปฏิกิริยาเมื่อเกิดขึ้นแล้วก็ให้ความร้อนจำนวนหนึ่งออกมา ปฏิกิริยาเช่นนี้เรียกว่า **ปฏิกิริยาแบบคายความร้อน** ปฏิกิริยาบางชนิดดูดกลืนความร้อนเข้าไปขณะเกิดปฏิกิริยา เรียกว่า **ปฏิกิริยาแบบดูดกลืนความร้อน** ความร้อนที่คายออกมา หรือดูดกลืนเข้าไปนี้เป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงของความร้อนภายในของระบบซึ่งเรียกว่า เอนทัลปี ...”

(หลักเคมีทั่วไป เล่ม 1: 162 – 163)

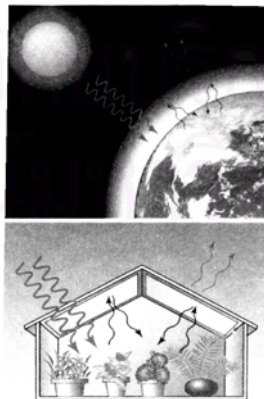
ตัวอย่างนี้แสดงมโนทัศน์เช่นเดียวกับตัวอย่างที่ผ่านมากล่าวคือมองปฏิกิริยาทางเคมีว่าเป็นมนุษย์ ในตัวอย่างนี้อาหารเหลวได้เปลี่ยนเป็นความร้อนแทน โดยมีรูปภาพแสดงอุปลักษณะที่ใช้คำเดียวกัน คือ “คาย” และ “ดูด” ทั้งสองตัวอย่างนี้ได้แสดงมโนทัศน์เกี่ยวกับมนุษย์ในลักษณะเดียวกัน คือร่างกายมนุษย์เป็นเหมือนภาชนะบรรจุ ระบบมโนทัศน์ที่เชื่อมโยงกันระหว่างแวดวงความหมายทั้งสองมีดังนี้

แวดวงความหมายต้นทาง		แวดวงความหมายปลายทาง
[มนุษย์]		[ปฏิกิริยาทางเคมี]
อาหารเหลว	→	ความร้อน
ดูดอาหารเหลว	→	ดูดความร้อน
คายอาหารเหลว	→	คายความร้อน
[โลกเป็นมนุษย์]		

#### ตัวอย่างที่ 14

“CO<sub>2</sub> จะทำหน้าที่คล้ายกับผ้าห่มที่ห่อหุ้มโลกและกักเก็บความร้อนเอาไว้ ทำให้อุณหภูมิของโลกสูงขึ้นที่เรียกว่าเกิดภาวะเรือนกระจก ดังรูป 12.23 ซึ่งส่งผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมอย่างมาก CO<sub>2</sub> ในบรรยากาศสามารถอยู่ได้นานเป็นสิบหรือร้อยปีโดยไม่สูญเสียเลย ถ้าการเผาไหม้เกิดขึ้นมาก CO<sub>2</sub> ก็จะไปสะสมอยู่ในบรรยากาศมากขึ้น”

(หนังสือสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม เคมี เล่ม 5: 153)



รูปที่ 1 ปฏิกิริยาเรือนกระจก

จากตัวอย่างข้างต้นแสดงให้เห็นหน้าที่ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่อยู่ในชั้นบรรยากาศของโลกในปฏิกิริยาเรือนกระจกว่าทำหน้าที่เก็บกักความร้อนของโลกเอาไว้ คล้ายกับผ้าห่มที่ทำหน้าที่ให้ร่างกายของคนที่อยู่ใต้ผ้าห่มอบอุ่นขึ้น เนื่องจากหลักการของผ้าห่มนั้นจะทำให้หน้าที่กักเก็บความร้อนที่อยู่ในตัวคนเอาไว้ เราจึงรู้สึกอบอุ่นเมื่ออยู่ใต้ผ้าห่ม ดังนั้นโลกในตัวอย่างนี้จึงเป็นเหมือนกับมนุษย์ มโนทัศน์ที่ปรากฏในคำอธิบายนี้เป็นการนำประสบการณ์ใกล้ตัวของมนุษย์มาใช้เกี่ยวกับประสาทสัมผัสทางกาย เรื่องความร้อนหนาว สามารถเชื่อมโยงระบบมโนทัศน์ได้ดังนี้

#### แฉวงความหมายต้นทาง

[มนุษย์]

ร่างกายมนุษย์

ผ้าห่ม

รู้สึกอุ่น(เมื่ออยู่ใต้ผ้าห่ม)

#### แฉวงความหมายปลายทาง

[โลก]

→ โลก

→ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

→ อุณหภูมิของโลกสูงขึ้น (เมื่อถูกก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศห่อหุ้มไว้)

[ดาวเป็นมนุษย์]

#### ตัวอย่างที่ 15

“กลุ่มฝุ่นและก๊าซนี้เองที่เป็นที่**เกิดแห่งดาว** ฝุ่น ก๊าซ และ**ดาวที่มี**

**อายุน้อย** จะอยู่ในแกนกัณฑ์ของดาราจักร ส่วน**ดาวที่มีอายุมาก**

และกระจุกดาวทรงกลม มักจะจัดตัวกันเป็นรูปทรงกลมล้อมรอบจุด

ศูนย์กลาง ความแตกต่างของ**ดาวแก่**และ**ดาวอ่อน**ในลักษณะต่าง ๆ

ทำให้บาดี (W.Baade) ให้เสนอแบ่งดาวในดาราจักรออกเป็นประชากร

2 กลุ่ม คือ **กลุ่มประชากรอ่อน** และ**กลุ่มประชากรแก่**”

(ดาราศาสตร์และดาราศาสตร์เบื้องต้น : 3)

จากข้อมูลตัวอย่างมีการบอกที่มาของการเกิดดาวคือคำว่า “ที่เกิดแห่งดาว” และมีการแบ่งอายุของดาว โดยการนำรูปภาพที่เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิตหรือมนุษย์มาใช้เพื่อบอกอายุน้อยกว่า “อ่อน” “แก่” และจำแนกดาวตามลักษณะดังกล่าวโดยอาศัยจำนวนของดาวเป็นหลักว่า “กลุ่มประชากร” ซึ่งเป็นรูปภาพที่แสดงลักษณะของมนุษย์มาใช้

### ตัวอย่างที่ 16

“เส้นทางวิวัฒนาการของดาว

เมื่อปฏิกิริยานิวเคลียร์เริ่มต้นทำงานเป็นแหล่งกำเนิดพลังงาน ความดันภายในดาวจะขึ้นสูงจนเกิดสมดุลอุทกสถิตศาสตร์ คือดาวจะไม่ยุบหรือหดตัวอีกต่อไป แต่จะเสถียร เราถือว่าขณะนี้ดาวได้เกิดเป็นดาวอย่างสมบูรณ์แล้วโดยการเกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์เป็นหลัก ดาวที่ยังไม่มีปฏิกิริยานิวเคลียร์ขึ้นยังเป็น *ดาวในครรภ์* (propostar) และเราจะเริ่มนับอายุของดาวเป็นศูนย์ เมื่อ “ฟิวชันนิวเคลียร์” เริ่มติดขึ้นเป็นครั้งแรก”

(ดาราศาสตร์และดาราศาสตร์เบื้องต้น : 176)

ตัวอย่างดังกล่าวเป็นการอธิบายลักษณะการเกิดของดาว โดยมีการใช้รูปภาพแสดงอุปลักษณะ “ในครรภ์” รูปภาพดังกล่าวแสดงลักษณะของสิ่งมีชีวิตก่อนที่จะเกิดมา คือสิ่งมีชีวิตจะมีการเจริญเติบโตพัฒนาร่างกายภายในครรภ์ จนกระทั่งขนาดของครรภ์ไม่สามารถรองรับกับขนาดของทารกได้อีก จึงจะถือกำเนิดมาจากครรภ์มารดา วิวัฒนาการของดาวนั้นจะมีช่วงยืดหรือหดตัว เช่นเดียวกับช่วงที่สิ่งมีชีวิตอยู่ภายในครรภ์ ขนาดของดาวจะคงที่เมื่อเกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์ ซึ่งลักษณะดังกล่าวนั้นจะถือว่าเป็นการเกิดของดาวอย่างสมบูรณ์

### ตัวอย่างที่ 17

“ดาวแต่ละดวงในระบบดาวคู่หรือหลายดวงจะมีความสว่างไม่เท่ากัน

ดาวที่สว่างกว่าเรียกว่า *ดาวปฐมภูมิ* (primary) ดาวที่สลัวกว่า

เรียกว่า *ดาวสหาย* (companion)”

(ดาราศาสตร์และดาราศาสตร์เบื้องต้น : 147)

ตัวอย่างนี้กล่าวถึงระบบดาวคู่ ที่เป็นดาวที่อยู่ใกล้กันสองดวง ปรากฏรูปภาพแสดงอุปลักษณะเกี่ยวกับมนุษย์ว่า “สหาย” ซึ่งแสดงมโนทัศน์เกี่ยวกับมนุษย์ว่าสหายนั้นมักจะอยู่เคียงข้างกัน อย่างไรก็ตามจากการอธิบายที่ปรากฏตัวอย่างนั้นทำให้ทราบลักษณะของดาวคู่ทั้งสองว่ามีลักษณะที่แตกต่างกันเรื่องความสว่างของดาว โดยดาวดวงหนึ่งมีแสงสว่างน้อยกว่าดาวอีกดวงหนึ่งที่อยู่คู่กัน ดังนั้นการเลือกใช้รูปภาพแสดงอุปลักษณะ “สหาย” ตามที่ปรากฏในข้อมูลนั้นอาจสื่อถึงบางประการเกี่ยวกับระดับของความสัมพันธ์ที่ต้องพึ่งพากัน ในกรณีนี้ดาวสหายมีความสว่างน้อยกว่าต้องพึ่งพาดาวปฐมภูมิที่มีความสว่างมากกว่า



### ตัวอย่างที่ 18

“ดาวสว่างและกระจุกดาวจะสามารถปรากฏให้เห็นได้ที่ระยะทางไกล ๆ เช่น ถ้าเราจะสำรวจดาวที่สว่างกว่าแมกนิจูดปรากฏ 15.0 ดาว B มีแมกนิจูดสัมบูรณ์  $M = -5.0$  จะเห็นไปได้ไกลถึง 100 kpc ดาว O และดาว B เป็นดาวที่มีอายุน้อย และมักเกิดในกระจุกดาวหลวม ๆ เล็ก ๆ ที่เรียกว่า **สมาคมดาว** (association)”

(ดาราศาสตร์และดาราศาสตร์เบื้องต้น: 197)

ตัวอย่างนี้เป็นการอธิบายลักษณะการรวมกลุ่มของดาวที่มีขนาดไม่ใหญ่มาก โดยปรากฏรูปภาพแสดงอุปลักษณะ คือ “สมาคม” เป็นคำที่แสดงมโนทัศน์การรวมกลุ่มของมนุษย์จำนวนหนึ่งในระดับเล็ก

### ตัวอย่างที่ 19

“ (ค) หลุมดำ ดาวที่มีมวลตั้งแต่ 1 ถึง  $10^{10} M_{\odot}$  จะไม่สามารถเป็นดาวแคระขาวหรือดาวนิวตรอนได้ แต่มันจะยุบตัวลงอย่างสมบูรณ์จนความหนาแน่นมีค่าอนันต์ ทำให้ความโน้มถ่วงของมันมีอิทธิพลสูงมากจนแสงไม่สามารถหนีหลุดออกมาได้ เราจึงเห็นมันมีสีดำ และวัตถุใดก็ตามที่เข้าไปใกล้ดาวนี้มากเกินไป จะถูกมันจับไว้ไม่มีทางออกมาได้ เหมือนกับตกลงไปในหลุม เราจึงเรียก **(ศพ) ดาว** ประเภทนี้ว่า หลุมดำ”

(ดาราศาสตร์และดาราศาสตร์เบื้องต้น: 181)

ตัวอย่างนี้เป็นการอธิบายลักษณะดาวที่อยู่ในช่วงสุดท้ายของวิวัฒนาการของดาว โดยใช้รูปภาพแสดงอุปลักษณะว่า “ศพ” ซึ่งเป็นคำที่แสดงมโนทัศน์เกี่ยวกับมนุษย์โดยเฉพาะ เพราะคำนี้ไม่สามารถใช้กับพืชหรือสัตว์ที่ตายแล้วได้ คำที่ใช้กับสัตว์หรือพืชจะใช้คำว่า “ซาก” แทนคำว่า “ศพดาว” จึงแสดงมโนทัศน์เกี่ยวกับภาวะสิ้นสุดของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

จากตัวอย่างที่ 15-19 ปรากฏรูปภาพที่นำไปสู่มโนอุปลักษณะที่ใช้เกี่ยวกับมนุษย์ เพื่อแสดงมโนทัศน์เกี่ยวกับดาวในลักษณะที่ต่างกัน จะเห็นได้ว่าปรากฏมโนทัศน์ว่าดาวเป็นมนุษย์

สรุปได้ว่ามนุษย์นั้นเกิดมาจากการปฏิสนธิของไข่และอสุจิ และเจริญเติบโตอยู่ในครรภ์มารดาช่วงหนึ่งก่อนที่จะคลอดออกมาและเจริญเติบโตตามวัยต่อไป มนุษย์เป็นสัตว์สังคมจึง

ต้องการมีเพื่อนหรือรู้จักกลุ่มคนต่าง ๆ แล้วจัดตั้งสมาคมด้วยคนจำนวนหนึ่ง เมื่อมนุษย์มีจำนวนมากในพื้นที่หนึ่ง ๆ ก็จะเรียกกลุ่มของมนุษย์ว่าประชากร หรือกลุ่มประชากร ทำยสุดเมื่อมนุษย์ตายเราก็จะเรียกร่างกายที่หมดลมหายใจนั้นว่าศพ คำหรือมโนทัศน์เกี่ยวกับตัวมนุษย์ถูกนำมาใช้เพื่อทำความเข้าใจดวงดาวซึ่งเป็นสิ่งที่อยู่ไกล และผู้เรียนยังไม่มีความรู้ความเข้าใจดีนัก จึงมีการนำมโนทัศน์มนุษย์มาใช้ในการอธิบายการเกิด พัฒนาการ การรวมตัวของดาว รวมถึงลักษณะอื่น ๆ ความเชื่อมโยงของระบบมโนทัศน์ระหว่างแวดวงความหมายทั้งสอง มีดังนี้

แวดวงความหมายต้นทาง		แวดวงความหมายปลายทาง
[มนุษย์]		[ดาว]
ไขและอสุจิ	→	กลุ่มฝุ่นและก๊าซ
ทารกในครรภ์	→	ดาวในครรภ์
อายุของมนุษย์	→	อายุของดาว
ผู้เยาว์	→	ดาวอ่อน
ผู้ใหญ่	→	ดาวแก่
เพื่อน	→	ดาวสหาย
กลุ่มสังคม	→	สมาคมดาว
ประชากรมนุษย์	→	ประชากรดาว
ศพ	→	ศพดาว

### 3.1.2.1.1.1.2 มโนอุปลักษณะกิจกรรมของมนุษย์

มโนอุปลักษณะกิจกรรมของมนุษย์ คือ การนำมโนทัศน์เกี่ยวกับสิ่งที่เป็นกิจกรรมของมนุษย์มาใช้อธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นแวดวงความหมายปลายทาง โดยมีการถ่ายโอนลักษณะบางประการที่เกี่ยวกับกิจกรรมของมนุษย์ไปยังแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เพื่อช่วยให้เข้าใจลักษณะของแนวคิดวิทยาศาสตร์นั้น ๆ มโนทัศน์ที่เกี่ยวกับกิจกรรมของมนุษย์ที่ใช้อธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การหุงหาอาหาร การขนส่งนม การเดินทาง และการใช้ภาษาของมนุษย์

## [วิทยาศาสตร์เป็นการหุงหาอาหาร]

### ตัวอย่างที่ 20

“เมื่อมาถึงระดับนี้มีนักวิทยาศาสตร์อยู่ 2 ประเภทคือ นักวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์เป็นผู้นำความรู้ต่าง ๆ มาอธิบาย หรือหาเหตุผลมาอธิบาย แต่ยังไม่สามารถนำไปใช้ได้ต้องรอ นักวิทยาศาสตร์ประยุกต์นำไปใช้ให้เป็นประโยชน์ ดังตัวอย่าง นักวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์คิดถึงใบพัดของกังหันลมว่าต้องใช้ที่แฉกถึง จะต้องลมดี และแต่ละใบต้องบิดเป็นมุมกึ่งองศา ต้องใช้วัสดุชนิดใด จึงทนทานได้นานปี และไม่หนัก เมื่อคิดได้มีรายงานออกมา ประชาชนทั่วไปยังไม่เห็นประโยชน์ จึงต้องมีนักวิทยาศาสตร์อีกกลุ่ม นำผลงานนี้ไปดัดแปลงเป็นเครื่องปั่นไฟ เครื่องสูบน้ำ เครื่องดูดระหัด เป็นต้น

**ถ้าจะเปรียบเทียบนักวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ เหมือนคนหา หอยมาเก็บไว้ที่บ้าน แต่ผิดไม่เป็น ต้มยำไม่เป็น ต้องรอแม่ครัว คือ นักวิทยาศาสตร์ประยุกต์นำไปใช้ต่อไป”**

(ชีววิทยา เล่ม1: 3)

ตัวอย่างดังกล่าวเป็นการอธิบายความแตกต่างระหว่างนักวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์กับ นักวิทยาศาสตร์ประยุกต์ซึ่งมีความเชี่ยวชาญและหน้าที่ที่แตกต่างกัน โดยที่นักวิทยาศาสตร์ บริสุทธิ์เป็นผู้ที่มีความรู้สามารถอธิบายสิ่งต่าง ๆ ได้ เปรียบเหมือนกับคนที่ทำหน้าที่เตรียมหา วัตถุดิบที่จะนำมาปรุงเป็นอาหาร ส่วนนักวิทยาศาสตร์ประยุกต์เป็นคนที่ทำหน้าที่นำสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ บริสุทธิ์คิดค้นมาดัดแปลงเป็นสิ่งประดิษฐ์ต่าง ๆ เปรียบได้กับแม่ครัวที่ทำหน้าที่นำวัตถุดิบไปปรุง เป็นอาหารต่อไป

ฉะนั้นวัตถุดิบในที่นี้ก็คือ องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในสาขาต่าง ๆ เมื่อนำมา รวมกันก็จะได้ผลเป็นสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ที่คนในสังคมสามารถนำไปใช้ได้จริงต่อไป มโนอุปลักษณวิทยาศาสตร์เป็นการหุงหาอาหารจึงสามารถแสดงระบบมโนทัศน์ย่อยที่ปรากฏได้ ดังนี้

แฉวงควมหมยต่นทง [การหุงหออหาร]	แฉวงควมหมยปลยทง [วิทยาศาสตร์]
คนหวตถดบ	→ นักวิทยาศาสตร์บรสฤษฏ
แม่คร้ว	→ นักวิทยาศาสตร์ประกฤต
วตถดบ	→ ควมรู่ทงวิทยาศาสตร์
การปรุงออหาร	→ การประกฤษฐฐฐฐฐต่าง ๆ โดยอศย ควมรู่ทงวิทยาศาสตร์
ออหารที่ปรุงสร้จแล้ว	→ สฐประกฤษฐฐฐทงวิทยาศาสตร์

[ระบบการส่งออกซิเจนไปยังเซลล์ต่าง ๆ ของร่างกายเป็นการขนส่งนม]

### ตัวอย่างที่ 21

“ Anoxia หรือ Hypoxia

การขาดออกซิเจนแต่เพียงอย่างเดียวโดยไม่ขาดคาร์บอนไดออกไซด์ร่วมด้วยเรียกว่า anoxia หรือถ้าขาดออกซิเจนเพียงเล็กน้อยเรียก hypoxia

ถึงแม้ anoxia ที่เกิดขึ้นในระยะแรก จะทำให้เกิดการกระตุ้นการหายใจโดยผ่านเครื่องรับสารเคมี แต่ถ้าเกิดอย่างรุนแรงแล้วการหายใจจะหยุด

anoxia จะทำให้เกิดการกดทุกส่วนของสมอง โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ศูนย์ชั้นสูงในสมองที่เกี่ยวกับการระมัดระวังอันตราย คนไข้ที่เกิดอาการ anoxia จะไม่สามารถจดจำสถานที่ จะสูญเสียความสำนึกต่อภัยอันตราย และจะเข้าสู่อาการโคม่าอย่างรวดเร็ว และมักจะไม่เกิดการกระตุ้นการหายใจเลย การเกิด anoxia เป็นภาวะที่เป็นอันตรายมากเนื่องจากคนไข้ที่มีอาการนี้จะสูญเสียความต้องการที่จะป้องกันตนเอง

anoxia สามารถแบ่งได้เป็น 4 ชนิด คือ

anoxic anoxia หรือ hypoxic hypoxia เป็น anoxia ที่เกิดจากการขาดออกซิเจนในอากาศที่หายใจเข้า หรือเนื่องจากโรคปอดที่ทำให้ให้ออกซิเจนไม่สามารถเข้าสู่เลือดได้ จะเกิดร่วมกับ การมีควมตึงของออกซิเจนในเลือดแดงต่ำ ภาวะดังกล่าวสามารถแสดง

ให้เห็นได้โดยการหายใจอากาศที่มีออกซิเจนน้อยและอาจเกิดขึ้นได้ในที่ที่มีความดันของส่วนออกซิเจนน้อย เช่น ในที่สูง ๆ การเกิด anoxic anoxia อย่างรุนแรงจะเกิดขึ้นเมื่อเข้าไปอยู่ในบรรยากาศโดยไม่มีออกซิเจน ซึ่งจะไม่มีอาการล่วงหน้าและจะเกิดอาการโดยไม่มีสัญญาณเตือนใด ๆ การหายใจจะหยุดและระยะสั้น ๆ หลังจากนั้นหัวใจจะหยุดเต้นด้วย ควรระวังด้วยว่าถ้ามีการสะสมคาร์บอนไดออกไซด์ด้วยจะเกิดภาวะ asphyxia และในภาวะนี้คนไข้จะพยายามที่จะหายใจโดยใช้กล้ามเนื้อทุก ๆ ส่วนของร่างกายช่วย แต่ถ้าหากเกิด anoxia เพียงอย่างเดียว การกระตุ้นการหายใจด้วยวิธีดังกล่าวจะไม่เกิดขึ้น

anoxia ชนิดที่สองคือ anaemic anoxia ซึ่งเกิดเนื่องจากการขาดแคลนฮีโมโกลบิน ในเลือด ความตึงของออกซิเจนจะเป็นปกติ จะเกิดการขาดแคลนออกซิเจนที่ขนส่งไปในเลือด เนื่องจากการขาดแคลนฮีโมโกลบิน นอกจากสาเหตุของการเกิดจะเนื่องจากโลหิตจาง (anaemia) แล้ว anoxia ชนิดนี้ยังเกิดขึ้นจาก การเป็นพิษโดยคาร์บอนมอนอกไซด์ (carbonmonoxide poisoning) คาร์บอนมอนอกไซด์เป็นแก๊สที่รวมกับฮีโมโกลบินได้เป็นอย่างดี โดยจะรวมเป็น carboxyhaemoglobin ทำให้ไม่มีฮีโมโกลบินเหลืออยู่สำหรับการขนส่งออกซิเจนอีกต่อไป คาร์บอนมอนอกไซด์พบได้ในแก๊สถ่านหิน หรือไนโอไซด์รยอนด์

carboxyhaemoglobin มีสีชมพูคล้ายลูกเชอร์รี่ และคนที่เกิดอาการของ anoxia ชนิดนี้จะมีและลักษณะของผิวและไบหน้าเป็นสีชมพู

ด้วยที่คาร์บอนมอนอกไซด์เกิดการรวมกับฮีโมโกลบินได้ดีมาก หากต้องการกำจัดคาร์บอนมอนอกไซด์ออกจากร่างกายไปอย่างรวดเร็วมีความจำเป็นต้องให้คนไข้ได้รับออกซิเจนซึ่งมีความกดดันมากกว่าความดันบรรยากาศหลายเท่า (hyperbaric oxygen) ในรายที่เป็นรุนแรงจะต้องทำการถ่ายเลือด ด้วยเลือดซึ่งไม่มีคาร์บอนมอนอกไซด์อยู่เลย

anoxia ชนิดที่สามคือ การขาดออกซิเจนเนื่องจากเลือดคั่ง (stagnant anoxia) ซึ่งสาเหตุเนื่องจาก การไหลของเลือดไปใน

วงจรเลือดเกิดขึ้นอย่างเชื่องช้า ดังนั้นแม้ความตึงและปริมาณของ ออกซิเจนที่ออกมาจากปอดจะปกติก็ตาม การไหลอย่างเชื่องช้า ของเลือดทำให้การถ่ายเทออกซิเจนในเนื้อเยื่อเวลาหนึ่ง ๆ เป็นไป อย่างไม่เพียงพอ

anoxia ชนิดที่สี่คือ *histotoxic anoxia* มีสาเหตุเกิดจากความ ล้มเหลวของเซลล์ที่จะสกัดออกซิเจนออกมาจากเลือด ซึ่งจะเกิดได้ ในกรณี การเป็นพิษจากไซยาไนด์ (cyanide poisoning)

*J.Barrcroft (Lancet, 1920) ได้เปรียบเทียบการเกิด anoxia ชนิดต่าง ๆ เหมือนกับการขนส่งนมจากโรงรีดนม* ซึ่ง อาจเกิดความขาดแคลนนมที่จะส่งไปยังบ้านหลังใด จากสาเหตุ หลายประการกล่าวคือ

อาจเกิดจากความขาดแคลนนมที่โรงรีดนม (กรณีนี้ตรงกับ ความขาดแคลนออกซิเจน, anoxic anoxia)

อาจเกิดจากความขาดแคลนคนส่งนมที่จะขนส่งนม (กรณีนี้ ตรงกับความขาดแคลนฮีโมโกลบินในภาวะ anaemia anoxia)

ที่โรงรีดนมมีน้ำนมอยู่เพียงพอ และอาจมีคนส่งน้ำนมเพียงพอ ด้วย แต่คนส่งน้ำนมอาจเดินทางไปอย่างช้า ๆ ดังนั้น การส่งน้ำนม จุดหนึ่งไปยังจุดหนึ่งจะใช้เวลานาน ทำให้เกิดการขาดแคลนนม ขึ้นในช่วงเวลาดังกล่าว (กรณีนี้ตรงกับ stagnant anoxia ซึ่งมี การไหลของเลือดอย่างเชื่องช้าเกิดกว่าจะรักษาระดับการนำออกซิเจน ไปให้ร่างกายได้อย่างเพียงพอ)

ความขาดแคลนนมในกรณีสุดท้าย อาจเนื่องมาจากไม่ สามารถเปิดประตูหน้าบ้านได้ ดังนั้นที่โรงรีดนมจะมีน้ำนมเป็น จำนวนมาก มีคนส่งนมมาก และถึงที่ตามเวลา แต่ยังคงมีความ ขาดแคลนนม เนื่องจากไม่สามารถรับนมเข้าไปในบ้านได้ ซึ่งตรง กับ *histotoxic anoxia* ซึ่ง anoxia ชนิดสุดท้ายนี้เนื้อเยื่อจะไม่ สามารถนำออกซิเจนออกมาจากเลือดได้ และเลือดจะไหลกลับไป ปอด โดยมีความตึงและปริมาณออกซิเจนสูง ซึ่งแม้แต่เลือดดำก็ ยังคงมีสีแดงสดอยู่”

(สรีรวิทยาคลินิกขั้นพื้นฐาน: 161-164)

จากตัวอย่างดังกล่าวเป็นการอธิบายยกตัวอย่างโรคที่เกี่ยวกับความผิดปกติของเลือดชนิดหนึ่งที่เกิดจากการขาดแคลนออกซิเจนในเลือด เรียกว่า anoxia โรคดังกล่าวยังแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อย ๆ ตามความผิดปกติที่แตกต่างกัน เป็นสี่ประเภท คือ

1. anoxic anoxia เป็นภาวะการขาดออกซิเจนในอากาศที่หายใจเข้า หรือเกิดจากโรคปอดที่ทำให้ออกซิเจนไม่สามารถเข้าสู่เลือดได้

2. anaemic anoxia เกิดจากการขาดฮีโมโกลบินในเลือดหรือที่เรียกว่าโรคโลหิตจาง ฮีโมโกลบินเป็นสารที่ทำหน้าที่ขนส่งออกซิเจนไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย หรืออาจเกิดจากการที่คาร์บอนมอนนอกไซด์รวมตัวกับฮีโมโกลบินเกิดการเป็นพิษขึ้น ทำให้ไม่มีฮีโมโกลบินที่จะลำเลียงออกซิเจนเหลืออยู่

3. stagnant anoxia เกิดจากการที่เลือดไหลเวียนช้า ทำให้การถ่ายเทออกซิเจนให้เนื้อเยื่อในเวลาหนึ่ง ๆ ไม่เพียงพอ

4. histotoxic anoxia เกิดจากความผิดปกติของเซลล์ที่ไม่สามารถรับออกซิเจนจากเลือดได้

เพื่อให้เข้าใจและเห็นถึงความแตกต่างของภาวะขาดออกซิเจนในเลือดได้มากขึ้น จึงมีการเปรียบเทียบกระบวนการที่แตกต่างกันไปของโรค กับการขนส่งนมจากโรงรีดนมสู่บ้านเรือน โดยมีการเชื่อมโยงในลักษณะดังนี้

ออกซิเจน เปรียบเหมือนกับ นำนม

การขาดแคลนฮีโมโกลบินในเลือด เปรียบเหมือนกับ การขาดแคลนคนส่งนม

การขนส่งออกซิเจนในร่างกายช้า เปรียบเหมือนกับ มีการขนส่งนมไปตามบ้านต่าง ๆ

ช้า

การที่เซลล์ในร่างกายไม่สามารถรับออกซิเจนเข้าไปได้ เปรียบเหมือนกับ การที่เราไม่สามารถเปิดประตูบ้านออกมาเพื่อรับนมได้

การใช้วิธีการอธิบายเรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างเป็นระบบเช่นนี้ ทำให้เราสามารถเปรียบเทียบลำดับความคิดของเรื่องที่ต้องการให้ความเข้าใจและจดจำได้ดีเป็นอย่างมาก เนื่องจากเรื่องที่ยกขึ้นมาดังกล่าวเป็นประสบการณ์ที่ใกล้ตัวของมนุษย์ ตัวอย่างนี้สามารถแสดงระบบมโนทัศน์ได้ดังนี้

**แหวดวงความหมายต้นทาง**  
[การขนส่งนม]

**แหวดวงความหมายปลายทาง**  
[การขนส่งออกซิเจนไปยัง  
เซลล์ต่าง ๆ ในร่างกาย]

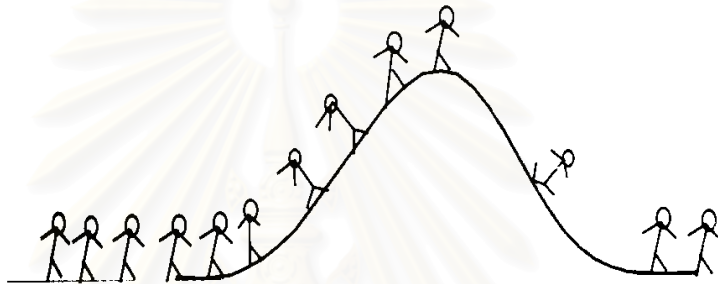
น้ำนม	→	ออกซิเจน
โรงรีดนม	→	แหล่งผลิตออกซิเจน
คนส่งนม	→	ฮีโมโกลบิน
บ้าน	→	เซลล์ในร่างกาย
การเปิดประตูบ้าน	→	การที่เซลล์ในร่างกายรับออกซิเจน
รับนม		
การมีนมดื่ม	→	การรับออกซิเจนไปฟอกเลือด
ภาวะขาดแคลนนม	→	การที่เซลล์ขาดออกซิเจน
ภาวะขาดแคลนนม ที่เกิดจากโรงรีดนม	→	Anoxia ที่เกิดจากการขาดออกซิเจน (Anoxic Anoxia)
ไม่มีนมสำหรับส่งให้		
บ้านต่าง ๆ		
ภาวะขาดแคลนนม	→	Anoxia ที่เกิดจากการขาดฮีโมโกลบิน
ที่เกิดจากไม่มีคน		(Anaemia Anoxia)
ส่งนม		
ภาวะขาดแคลนนม	→	Anoxia ที่เกิดจากการไหลเวียนโลหิต
ที่เกิดจากคนส่งนม		ที่เชื่องช้า ทำให้ขนส่งออกซิเจนให้
ล่าช้า		เซลล์ได้ไม่ทันเวลา (Stagnant Anoxia)
ภาวะขาดแคลนนม	→	Anoxia ที่เกิดจากเนื้อเยื่อไม่สามารถ
เนื่องจากไม่สามารถ		นำออกซิเจนออกมาจากเลือดได้
เปิดประตูบ้านเพื่อรับ		(Histotoxic Anoxia)
นมได้		



[การเกิดปฏิกิริยาเคมีเป็นการเดินทางข้ามภูเขา]

ตัวอย่างที่ 22

“พลังงานก่อกัมมันต์เป็นค่าที่คำนวณผลจากการทดลอง ซึ่งในแต่ละปฏิกิริยาจะมีค่าพลังงานก่อกัมมันต์ไม่เท่ากัน โดยปกติโมเลกุลที่มีพลังงานเท่ากับหรือมากกว่าพลังงานก่อกัมมันต์มีจำนวนน้อยมาก เพื่อให้เข้าใจดีขึ้นจึงอาจ**เปรียบเทียบการเกิดปฏิกิริยาเคมีกับการเดินทางข้ามภูเขา** ดังรูป 2



รูปที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีกับการเดินทางข้ามภูเขา

จากรูป 2 คนที่จะเดินข้ามภูเขาได้ต้องแข็งแรงมากหรือมีพลังงานมาก ดังนั้นจำนวนคนที่จะเดินข้ามภูเขาได้ภายในเวลาที่กำหนด จึงขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่สำคัญ 2 ประการ คือ (1) จำนวนคนที่แข็งแรงหรือมีพลังงานมาก และ (2) ความสูงของภูเขา

ถ้าอุปมาอุปไมยจำนวนคนที่แข็งแรงหรือมีพลังงานสูงกับจำนวนอนุภาคที่มีพลังงานสูง และความสูงของภูเขากับค่าพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยานั้น ช่วยให้อธิบายได้ว่าการที่บางปฏิกิริยาเกิดขึ้นช้ามาก เพราะปฏิกิริยานั้นมีค่าพลังงานก่อกัมมันต์สูงมาก และอนุภาคที่มีพลังงานสูงมีจำนวนน้อย โอกาสที่จะชนกันเพื่อให้ได้พลังงานสูงเท่ากับพลังงานก่อกัมมันต์จึงมีน้อยด้วย ในกรณีของปฏิกิริยาที่เกิดได้เร็วก็อธิบายได้ในทำนองเดียวกัน”

(หนังสือสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม เคมี เล่ม 3: 21)

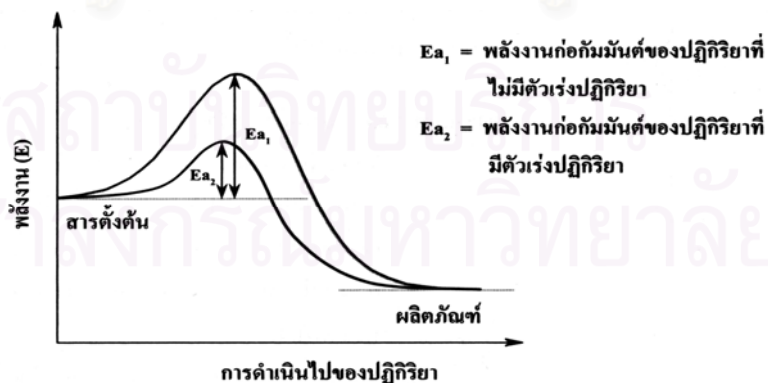
จากตัวอย่างนี้เป็นกรอธิบายการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่เรียกว่าพลังงานก่อกัมมันต์ตามปกติการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะเกิดขึ้นเร็วหรือช้านั้น จำต้องมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับค่าพลังงานก่อกัมมันต์ด้วย หากค่าพลังงานก่อกัมมันต์มีค่าสูงจะทำให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีช้า ในทางกลับกันถ้าหากค่าพลังงานก่อกัมมันต์มีค่าน้อยจะทำให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีเร็วขึ้น

จากคำอธิบายในตัวอย่างนั้นได้เปรียบเทียบการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีกับการเดินทางข้ามภูเขา อนุภาคเคมีคือจำนวนคนที่แข็งแรง และพลังงานก่อกัมมันต์คือความสูงของภูเขา ถ้าหากภูเขาสูงชันมากโอกาสที่จำนวนคนที่จะไปถึงที่หมายก็จะมีน้อยและช้าลง เมื่อเทียบกับปฏิกิริยาทางเคมีแล้วการไปถึงที่หมายช้าก็เหมือนกับการเกิดปฏิกิริยาที่ช้าด้วย

### ตัวอย่างที่ 23

“จากการศึกษาที่ผ่านมาได้เปรียบเทียบการเกิดปฏิกิริยาเคมีกับการเดินทางข้ามภูเขา และพลังงานก่อกัมมันต์เปรียบได้กับความสูงของภูเขา ถ้าภูเขาสูงมากคนที่มีกำลังมากพอเท่านั้นจึงจะผ่านไปได้ แต่เมื่อมีการใช้**ตัวเร่งปฏิกิริยาซึ่งเปรียบเสมือนกับการเดินทางสายใหม่**ที่ไปถึงจุดหมายปลายทางได้ **อีกทั้งข้ามภูเขาไม่สูงมาก**หรือกล่าวได้ว่ามีพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยานั้นลดต่ำลง (ดังรูป 6.11) ทำให้คนที่จะเดินทางไปถึงจุดหมายปลายทางมีจำนวนมากกว่าเมื่อไม่มีตัวเร่งปฏิกิริยา จึงเป็นผลให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาสูงขึ้น”

(หนังสือสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม เคมี เล่ม 3 : 39)



รูปที่ 3 กราฟเส้นแสดงการเปรียบเทียบการเกิดพลังงานก่อกัมมันต์ที่มี และไม่มีตัวเร่งปฏิกิริยา

จากตัวอย่างนี้เป็นการอธิบายวิธีการที่ทำให้ปฏิกิริยาก่อกัมมันต์มีค่าลดลง โดยการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา ซึ่งเปรียบเสมือนกับการเดินทางสายใหม่ที่ทำให้เดินทางได้เร็วขึ้น ดังนั้นการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีจึงเป็นไปได้เร็วมากขึ้น

ตัวอย่างที่ 22 และ 23 เป็นตัวอย่างที่แสดงถึงโมโนอุปลักษณะการเดินทางข้ามภูเขาเหมือนกัน สามารถแสดงระบบโนทัศน์ที่เชื่อมโยงกันระหว่างแควดวงความหมายทั้งสองได้ดังนี้

แควดวงความหมายต้นทาง [การเดินทางข้ามภูเขา]		แควดวงความหมายปลายทาง [การเกิดปฏิกิริยาทางเคมี]
จำนวนคนแข็งแรง	→	จำนวนอนุภาคที่มีพลังงานสูง
ความสูงของภูเขา	→	ค่าพลังงานก่อกัมมันต์
การเดินข้ามภูเขา	→	การเกิดปฏิกิริยาเคมี
ถึงจุดหมายปลายทาง		
การเดินทางสายใหม่ (ทางลัด)	→	ตัวเร่งปฏิกิริยา

### [การตกตะกอนเป็นการเคลื่อนที่ของรถยนต์]

#### ตัวอย่างที่ 24

“10.3.3 อัตราเร็วของการตกตะกอนแบบมีอุปสรรค

เมื่อตะกอนแขวนลอย มีความเข้มข้นสูงถึงระดับหนึ่งแล้วการตกตะกอนจะเกิดขึ้นช้าลงเนื่องจากการจมตัวของตะกอนจะไปแทนที่น้ำ ทำให้น้ำถูกดันขึ้นมาข้างบน จึงต้านทานการตกตะกอนของอนุภาคให้มีความเร็วลดน้อยลง ลักษณะการตกตะกอนเช่นนี้เรียกว่า Hindered Settling อนุภาคที่ตกตะกอนได้ช้ากว่าความสามารถที่แท้จริงของมัน อาจ**เปรียบได้กับรถที่กำลังติดแน่นอยู่ในกลางถนน** (เพราะมีการจราจรหนาแน่น) ไม่สามารถเคลื่อนที่ไปได้ ทั้ง ๆ ที่สามารถกระทำได้อัถนนวน่าง ในทางทฤษฎีความต้านทานต่อการตกตะกอนในลักษณะดังกล่าว อาจลดความเร็วแบบตกตะกอนแบบโคตได้ถึง 99% ถ้ามีความเข้มข้นของอนุภาคดินและเลนสูงถึง 6,000 มก./ล. ปัญหาเช่นนี้ มักไม่เกิดขึ้นกับระบบผลิตประปา เพราะน้ำดิบสำหรับประปามักไม่มีความ

เข้มข้นสูงถึงระดับดังกล่าว ดังได้กล่าวแล้วว่า การตกตะกอนแบบแบ่งชั้นนั้น เกิดขึ้นเมื่อน้ำมีความเข้มข้นของความขุ่นสูง จึงเป็นการตกตะกอนแบบมีอุปสรรค ซึ่งมีอัตราเร็วช้ากว่าอัตราเร็วของการตกตะกอนแบบโคต...”

(วิศวกรรมการประปา เล่ม 1: 222)

จากตัวอย่างดังกล่าวเป็นการอธิบายลักษณะของการตกตะกอนแบบมีอุปสรรคที่มีความเร็วในการตกตะกอนช้ากว่าการตกตะกอนแบบโคต หรือความสามารถที่แท้จริงของการตกตะกอน การตกตะกอนแบบมีอุปสรรคจะเกิดขึ้นได้เมื่อน้ำมีความขุ่นสูง ทำให้ด้านทานความเร็วของการตกตะกอน เปรียบได้กับรถที่กำลังติดอยู่บนถนนที่ไม่สามารถวิ่งบนถนนตามความเร็วปกติได้เนื่องจากมีปัจจัยเข้ามาเกี่ยวข้องทำให้รถต้องเคลื่อนที่ไปอย่างช้า ๆ ปัจจัยดังกล่าวคือการจราจรที่หนาแน่นบนท้องถนน การอธิบายในตัวอย่างข้างต้นเป็นการนำมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับประสบการณ์ของมนุษย์มาใช้ คือมโนทัศน์เรื่องการเดินทางที่สัมพันธ์กับเรื่องของความเร็วของรถยนต์ในสถานการณ์ที่แตกต่างกัน สามารถแสดงเป็นระบบมโนทัศน์ได้ดังนี้

แฉวงความหมายต้นทาง [ความเร็วของรถยนต์]		แฉวงความหมายปลายทาง [ความเร็วของการตกตะกอน]
รถยนต์	→	ตะกอน
รถยนต์ที่กำลังเคลื่อนที่	→	การตกตะกอน
ถนนที่มีการจราจร	→	น้ำที่มีความขุ่นสูง
หนาแน่น		
รถยนต์ที่ติดอยู่บนถนน ที่มีการจราจรหนาแน่น	→	การตกตะกอนในน้ำที่มีความขุ่นสูง

[การรวมตัวของอะตอมชนิดต่าง ๆ เป็นการประกอบคำในภาษาไทย]

#### ตัวอย่างที่ 25

“จักรวาลประกอบด้วยอะตอมของธาตุต่าง ๆ ร้อยกว่าชนิด  
อะตอมของธาตุเพียงร้อยกว่าชนิดนี้สามารถรวมกันเป็น  
สสารทุกชนิดรอบตัวเรา เช่นเดียวกับในภาษาไทย ซึ่งมี

**พยัญชนะ 44 ตัว และสระ 21 รูป แต่สามารถทำให้เกิดคำ  
เป็นล้าน ๆ คำ...”**

(เคมี: 129)

ตัวอย่างดังกล่าวอธิบายถึงการรวมตัวกันของอะตอมของธาตุที่มีจำนวนจำกัด ซึ่งเมื่อรวมตัวกันแล้วสามารถเกิดเป็นสสารต่าง ๆ ขึ้นได้อีกเป็นจำนวนมาก เปรียบได้กับการประสมสระและพยัญชนะในภาษาไทยที่มีจำนวนจำกัด แต่สามารถทำให้เกิดคำขึ้นได้อีกเป็นจำนวนมาก เป็นการนำมโนทัศน์ในเรื่องของการรวมตัวกันมาใช้ สามารถแสดงเป็นระบบมโนทัศน์ได้ดังนี้

แฉวงควมหมยต้นทง [คำ]	→	แฉวงควมหมยปลยทง [สสร]
หน่วยในภษษ ด้แก	→	อะตอมของธษษตู่ต่ง ๆ
พยัญชนะไทย 44 ตัว		
สระไทย 21 รูป		
การประสมสระและพยัญชนะ	→	การประกอบกันของอะตอม
คำ	→	สสร

### 3.1.2.1.1.2 มโนอุปลักษณस्थณที่

มโนอุปลักษณस्थณที่ คื การนำมโนทัศน์ที่เกยวข้องกับस्थณที่มำใช้เป็นแบบเปรียบในแฉวงควมหมยปลยทง เช่น บ้ำน หองสมุด ธนศกร เป็นต้น स्थณที่ที่มีมนุษย์คุ่นเคยบงแห่งนำมำใช้เพื่ออธิบายควมคิดทงวิทยศษตรซึ่งเป็นแฉวงควมหมยปลยทง โดยมีการถ่ยโอนควมหมยบงประกรของ [स्थณที่] ไปยังแฉวงควมหมยปลยทง เพื่อช่วยให้เข้ำใจลักษณะของแฉวงควมหมยปลยทงนั้น ๆ

#### 3.1.2.1.1.2.1 มโนอุปลักษณस्थณที่บ้ำน

มโนอุปลักษณस्थณที่บ้ำน คื การนำมโนทัศน์ที่เกยวข้องกับบ้ำนมำใช้เพื่ออธิบายแฉวงควมหมยปลยทงวิทยศษตร ในที่นี้ประกอบด้วยมโนทัศน์ย่อยที่เป็นองค์ประกอบย่อยของบ้ำนซึ่งเป็นแฉวงควมหมยต้นทง มำใช้เพื่ออธิบายแฉวงควมหมยปลยทงวิทยศษตรซึ่งเป็นแฉวงควมหมยปลยทงจกข้อมูลหนังสือเรียนวิทยศษตรไทยปรกฏอุปลักษณที่แสดงมโนทัศน์เกยวกับบ้ำน ดังนี้

## [หูเป็นบ้าน]

## ตัวอย่างที่ 26

“**ผนัง**ของหูส่วนกลางนี้มีอยู่ 2 ช่อง คือ **หน้าต่างรูปกลม** เรียกว่า ฟีนestra โรทันดา (Fenestra rotunda) และ**หน้าต่างรูปไข่**ฟีนestra ตรา โอวาเล (Fenestra ovale) ทั้งสองช่องมีเยื่อบาง ๆ ปิดอยู่”  
(ชีววิทยา เล่ม 2 :767)

จากตัวอย่างดังกล่าวเป็นการอธิบายเกี่ยวกับส่วนประกอบต่าง ๆ ภายในหูส่วนกลางของมนุษย์ โดยมีการพูดถึงช่อง 2 ช่อง ภายในหูที่มีรูปร่างต่างกัน และมีการใช้รูปภาษาที่แสดงอุปลักษณะเกี่ยวกับบ้าน คือ “ผนังของหู” และ “หน้าต่าง” พร้อมทั้งแสดงมโนทัศน์ว่าหูเป็นบ้านด้วย สามารถแสดงความเชื่อมโยงระบบมโนทัศน์ในเรื่องนี้ได้ดังนี้

## แฉวงความหมายต้นทาง

[บ้าน]

ตัวบ้าน



ผนังบ้าน



หน้าต่าง



## แฉวงความหมายปลายทาง

[หู]

หู

ผนังหู

ช่องในผนังหู

[ตาเป็นบ้าน]

## ตัวอย่างที่ 27

“...lesser wings เป็นปีกเล็ก ประกอบเป็นข้อต่อกับ temporal bone เป็น**หลังคาของเบ้าตา**”

(กายวิภาคศาสตร์ของมนุษย์: 61)

ตัวอย่างนี้เป็นส่วนหนึ่งของการอธิบายส่วนต่าง ๆ ของกะโหลกศีรษะของมนุษย์ ซึ่งแสดงส่วนของกระดูกที่อยู่บริเวณเบ้าตาที่มีลักษณะกลวง และกระดูกที่อยู่ส่วนบนของเบ้าตานั้นปรากฏรูปภาษาแสดงอุปลักษณะ “หลังคา” เป็นการเปรียบเทียบกระดูกส่วนบนของเบ้าตาว่าเหมือนกับหลังคาบ้าน

### ตัวอย่างที่ 28

“...นอกจากนี้ต่ายยังมี**ม่านตา**เพื่อทำหน้าที่ปรับความเข้มของแสงบนเรตินาให้พอเหมาะโดยปรับขนาดของพิวพิล ม่านตาจึงทำหน้าที่คล้ายไดอะแฟรมของกล้องถ่ายรูป”

(หนังสือสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 2: 274)

ตัวอย่างนี้เป็นการอธิบายเกี่ยวกับส่วนของนัยน์ตามนุษย์ที่เรียกว่า “ม่านตา” ซึ่งเป็นรูปภาพแสดงอุปลักษณะ โดยมีการเปรียบเทียบการทำงานของส่วนของนัยน์ตามนุษย์ที่ทำหน้าที่กรองแสงที่จะเข้ามาภายในดวงตาว่าเป็นเสมือนกับม่านที่มีหลักการทำงานเหมือนกัน ม่านทำหน้าที่กรองแสงที่จะเข้ามาในบ้านไม่ให้สว่างจนเกินไปในตอนกลางวัน หรือเปิดรับแสงจากภายนอก เมื่อเวลาที่แสงภายในบ้านไม่เพียงพอ จะเห็นได้ว่านัยน์ตาของมนุษย์ที่มีองค์ประกอบย่อยมากมายสามารถเปรียบได้กับส่วนประกอบต่าง ๆ ที่อยู่ภายในบ้านหลังหนึ่ง สามารถแสดงระบบโมเดลที่เชื่อมโยงแฉดวงความหมายทั้งสอง ได้ดังนี้

#### แฉดวงความหมายต้นทาง

[บ้าน]

ตัวบ้าน →

หลังคาบ้าน →

ผนังบ้าน →

หน้าต่าง →

ม่าน →

#### แฉดวงความหมายปลายทาง

[ตา]

ลูกตา

กระดุกที่อยู่ส่วนบนของเบ้าตา

ผนังลูกตา

ตาดำ

รูม่านตา

#### [โลกเป็นบ้าน]

### ตัวอย่างที่ 29

“คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีขนาดตั้งแต่ความยาวคลื่นสั้นมาก คือรังสีแกมมาไปจนถึงขนาดความยาวคลื่นยาวมาก คือ คลื่นวิทยุ คลื่นส่วนใหญ่จะถูกดูดกลืนไปโดยบรรยากาศของโลก ยกเว้น “หน้าต่าง” 2 บาน ที่ยอมให้คลื่นผ่านเข้ามาถึงพื้นโลกได้ คือ **“หน้าต่างแสง”** ซึ่งเปิดรับคลื่นตั้งแต่ รังสีเหนือม่วง ขนาดความยาวคลื่น 3500 อังสตรอม และแสงสว่าง ตลอดจนถึงรังสีได้แดงที่มี

ความยาวคลื่น 0.03 มิลลิเมตร อีกหน้าต่างหนึ่ง คือ “หน้าต่างวิทยุ”  
ซึ่งเปิดรับคลื่นตั้งแต่ความยาวคลื่น 1 มิลลิเมตร ไปจนถึง 20 เมตร”

(ดาราศาสตร์และดาราศาสตร์เบื้องต้น :38)

จากตัวอย่างดังกล่าวเป็นการอธิบายเรื่องของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่เข้ามาถึงพื้นโลก โดยปรากฏรูปภาพแสดงการเปรียบเทียบคำว่า “หน้าต่าง” ซึ่งเป็นส่วนประกอบของอาคาร บ้านเรือนมาใช้ เพื่อสื่อมโนทัศน์เกี่ยวกับช่องว่าง ตามความเป็นจริงแล้วเราไม่สามารถมองเห็น คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ และการจำแนก “หน้าต่าง” ออกเป็น “หน้าต่างแสง” กับ “หน้าต่างวิทยุ” ช่วยให้สามารถเข้าใจและจดจำลักษณะที่ต่างกันได้ง่ายขึ้น สามารถแสดงระบบมโนทัศน์ได้ดังนี้

แฉวงความหมายต้นทาง		แฉวงความหมายปลายทาง
[บ้าน]		[โลก]
อาคาร	→	โลก
ผนัง	→	ชั้นบรรยากาศ
หน้าต่าง	→	ช่องทางที่ให้แสง และคลื่นวิทยุที่ผ่าน เข้ามาในโลก

### 3.1.2.1.1.2.2 มโนอุปลักษณเรื่อนกระจก

มโนอุปลักษณเรื่อนกระจก คือ การนำมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่อนกระจกมาใช้เพื่ออธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ในที่นี้ประกอบด้วยมโนทัศน์ย่อยที่เป็นองค์ประกอบย่อยของเรื่อนกระจกซึ่งเป็นแฉวงความหมายต้นทาง มาใช้เพื่ออธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นแฉวงความหมายปลายทาง จากข้อมูลหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยปรากฏอุปลักษณที่แสดงมโนทัศน์เกี่ยวกับเรื่อนกระจก ดังนี้

[ชั้นบรรยากาศที่ห่อหุ้มโลกเป็นเรื่อนกระจก]

#### ตัวอย่างที่ 30

“...เหตุการณ์ที่บรรยากาศใกล้ผิวโลกร้อนกว่าปกติด้วยวิธีการดังกล่าวข้างต้น เรียกว่า **ปรากฏการณ์เรื่อนกระจก** (Greenhouse Effect) เหตุที่เรียกเช่นนี้ เพราะคล้ายสาเหตุที่ทำให้เกิดมีลักษณะ



เหตุการณ์ที่เกิดในเรือนกระจก ซึ่งใช้เพาะปลูกพืช กล่าวคือ กระจกที่ใช้ทำเรือนกระจกยอมให้แสงอาทิตย์ที่ตามองเห็นผ่านเข้าไป แต่ไม่ยอมให้รังสีอินฟราเรดที่เกิดภายในเรือนกระจกผ่านออกมา ดังนั้นกระจกจะทำหน้าที่กักเก็บรังสีอินฟราเรดไว้ไม่ให้เล็ดลอดออกไปและกักกันไม่ให้อากาศร้อนถูกถ่ายเทออก อากาศภายในเรือนกระจกจึงร้อนกว่าปกติ รถยนต์ที่ปิดกระจกมีติดเวลาจอดไว้กลางแจ้ง ก็จะมีเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจกได้เช่นกัน”

(หนังสือสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 2 : 216)

### ตัวอย่างที่ 31

“สภาวะเรือนกระจก

หลังคาเรือนกระจกที่ใช้ปลูกพืชปล่อยให้แสงผ่านได้มากเพื่อให้พืชเจริญเติบโตได้ดี พืชและสิ่งของต่าง ๆ ในเรือนกระจกดูดซับพลังงานแสงไว้และเปลี่ยนสภาพเป็นพลังงานความร้อน และปล่อยพลังงานบางส่วนออกมาด้วยการเปล่งรังสีความยาวคลื่นยาว แต่เนื่องจากกระจกที่ใช้ทำหลังคาไม่ปล่อยให้รังสีความยาวคลื่นยาวส่องผ่านออกไปได้มากนัก ดังนั้นพลังงานส่วนนี้จึงยังคงอยู่ในเรือนกระจกและทำให้ภายในกระจกร้อนขึ้น แก๊สบางชนิดในบรรยากาศโลกเช่น CO<sub>2</sub> และมีเทน มีคุณสมบัติที่ทำให้มีบทบาทคล้ายกับกระจกในโรงเรือน นักวิทยาศาสตร์จึงเรียกแก๊สเหล่านี้เป็น **แก๊สเรือนกระจก** (greenhouse gas) ซึ่งมีบทบาทสำคัญทำให้โลกร้อนขึ้น”

(ชีววิทยา 2 โอลิมปิก: 114-115)

จากตัวอย่างที่ 30 และ 31 เป็นการเลือกใช้คำศัพท์เพื่อใช้อธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในชั้นบรรยากาศของโลกว่าเหมือนกับกระบวนการกักความร้อนที่เกิดขึ้นในเรือนกระจก ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศจะทำหน้าที่เป็นเหมือนกระจกในชั้นบรรยากาศ ทำให้ความร้อนที่สะสมอยู่บนพื้นโลกไม่สามารถผ่านออกไปเหนือชั้นบรรยากาศได้ จึงเกิดความร้อนสะสมและทำให้โลกมีอุณหภูมิสูงขึ้นในที่สุด

ดังนั้นชั้นบรรยากาศที่ห่อหุ้มโลกในตัวอย่างนี้จึงเปรียบได้กับเรือนกระจก และโลกเปรียบได้กับพืชที่อยู่ในโรงเรือน การนำมโนทัศน์เกี่ยวกับเรือนกระจกมาใช้เพื่อเรียกปรากฏการณ์

ดังกล่าวทำให้เข้าใจหลักการของปรากฏการณ์ที่ทำให้อุณหภูมิจึงโลกสูงขึ้นได้ง่ายขึ้น สามารถแสดงความเชื่อมโยงเป็นระบบมโนทัศน์ ได้ดังนี้

แวงวงความหมายต้นทาง [เรือนกระจก]	→	แวงวงความหมายปลายทาง [ชั้นบรรยากาศที่ห่อหุ้มโลก]
เรือนกระจก	→	ชั้นบรรยากาศ
ต้นไม้	→	โลก
กระจก	→	ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
อุณหภูมิที่ร้อนขึ้นใน เรือนกระจก	→	อุณหภูมิภายในโลกสูงขึ้น

### 3.1.2.1.1.2.3 มโนอุปลักษณะห้องสมุดหรือธนาคาร

มโนอุปลักษณะห้องสมุดหรือธนาคาร คือ การนำมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับห้องสมุดหรือธนาคารมาใช้เพื่ออธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ จากข้อมูลหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยปรากฏอุปลักษณะที่แสดงมโนทัศน์เกี่ยวกับห้องสมุดหรือธนาคาร ดังนี้

#### [ตีเอ็นเอเป็นหนังสือในห้องสมุดหรือธนาคาร]

##### ตัวอย่างที่ 32

“ในกรณีของดีเอ็นเอที่สกัดมาจากเนื้อเยื่อ เช่น จากตับของหนู เมื่อนำมาตัดให้เป็นชิ้นพอเหมาะโดยเอนไซม์ตัดจำเพาะจะได้ชิ้นดีเอ็นเอจำนวนมากมาย หนูมีจีโนมประมาณ 3 พันล้านคู่เบส ประมาณเท่ากับคน (จีโนมหมายถึงจำนวนโครโมโซมหรือปริมาณดีเอ็นเอทั้งหมดที่มีในชุดหนึ่งของเซลล์สิ่งมีชีวิต เช่น จีโนมของคนประกอบด้วยดีเอ็นเอทั้งหมดจากโครโมโซม 23 แท่ง รวมประมาณ 3 พันล้านคู่เบส) ถ้านำมาตัดให้ได้ชิ้นขนาดประมาณ 3 พันคู่เบสจะได้ 1 ล้านชิ้น เมื่อนำมาเชื่อมต่อกับพลาสมิดจะได้พลาสมิดสายผสม 1 ล้านโมเลกุล แล้วนำมาถ่ายลงในเซลล์แบคทีเรียอีโคไลเซลล์ละ 1 โมเลกุลจะได้ประชากรของเซลล์ 1 ล้านแบบหรือ 1 ล้านโคลน ซึ่งมีชิ้นส่วนต่าง ๆ จากดีเอ็นเอของหนูอยู่ครบทั้งจีโนม สามารถเก็บรักษาไว้หรือเลือกนำมาใช้ได้ตามต้องการเรียกว่าเป็นห้องสมุดหรือ

**ธนาคารดีเอ็นเอ** (DNA library หรือ DNA bank) ถ้าแยกดีเอ็นเอมาจากเนื้อเยื่อจะเรียกว่า จีโนมิกไลบรารี (genomic library) แต่ถ้าเป็นดีเอ็นเอที่สร้างจากเอ็มอาร์เอ็นเอ เรียกว่า (cDNA library) หรือ **ห้องสมุดซีดีเอ็นเอ** ซึ่งจะมีจำนวนน้อยกว่า **ห้องสมุดจีโนม** เช่นกรณีที่ต้องการยีนสร้างฮอร์โมนเร่งการเจริญเติบโตต้องสร้างห้องสมุดซีดีเอ็นเอที่มาจากยีนที่มีการแสดงออกในต่อมใต้สมองของหนู ซึ่งประกอบด้วยยีนที่กำหนดการสร้างฮอร์โมนเร่งการเจริญเติบโตรวมอยู่กับยีนอื่น ๆ อีกจำนวนหนึ่ง แล้วจึงคัดเลือกโคลนที่มียีนที่ต้องการอีกครั้งหนึ่ง”

(ชีววิทยา 3 โอลิมปิก : 131)

ตัวอย่างดังกล่าวเป็นการอธิบายเกี่ยวกับการเพาะดีเอ็นเอของสิ่งมีชีวิต เพื่อเก็บรักษาหรือนำไปใช้ในการทดลอง ในการเพาะดีเอ็นเอแต่ละครั้งนั้นจะได้จำนวนดีเอ็นเอเป็นจำนวนมาก จากข้อมูลจะเห็นได้ว่าการใช้รูปภาพแสดงอุปลักษณะ “ห้องสมุด” หรือ “ธนาคาร” เพื่อแสดงมโนทัศน์เกี่ยวกับการเก็บรักษาดีเอ็นเอ ในลักษณะเดียวกับการเก็บรักษาหนังสือที่อยู่ในห้องสมุด หรือเงินที่อยู่ในธนาคาร และยังสามารถนำดีเอ็นเอเหล่านั้นออกไปใช้ได้เมื่อต้องการ ตัวอย่างนี้สามารถแสดงระบบมโนทัศน์ย่อยได้ดังนี้

#### [ดีเอ็นเอเป็นห้องสมุด]

##### แฉวงความหมายต้นทาง

[ห้องสมุด]

หนังสือในห้องสมุด →

ห้องสมุด →

การยืมหนังสือ →

##### แฉวงความหมายปลายทาง

[ดีเอ็นเอ]

ดีเอ็นเอ

ดีเอ็นเอจำนวนมากที่อยู่ในที่เดียวกัน

การนำดีเอ็นเอออกไปใช้

#### [ดีเอ็นเอเป็นธนาคาร]

##### แฉวงความหมายต้นทาง

[ธนาคาร]

เงินฝากในธนาคาร →

ธนาคาร →

การถอนเงิน →

##### แฉวงความหมายปลายทาง

[ดีเอ็นเอ]

ดีเอ็นเอ

ดีเอ็นเอจำนวนมากที่อยู่ในที่เดียวกัน

การนำดีเอ็นเอที่ออกไปใช้

### 3.1.2.1.1.3 มโนอุปลักษณะธรรมชาติ

มโนอุปลักษณะธรรมชาติ คือ การนำมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ ในธรรมชาติที่เป็นแวดวงความหมายต้นทางมาใช้เพื่ออธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นแวดวงความหมายปลายทาง จากข้อมูลหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยปรากฏอุปลักษณะที่แสดงมโนทัศน์เกี่ยวกับธรรมชาติ ดังนี้

#### 3.1.2.1.1.3.1 มโนอุปลักษณะการไหลของน้ำ

##### [การไหลของกระแสไฟฟ้าเป็นการไหลของการไหลของกระแส]

##### ตัวอย่างที่ 33

“...ประจุบวกจะเคลื่อนที่จากตำแหน่งที่ศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังที่ศักย์ไฟฟ้าต่ำกว่าถ้าปล่อยมันจากหยุดนิ่ง การเลือกเช่นนี้คล้องจองกับเรื่องการไหลของน้ำและการไหลของความร้อน ซึ่งในเรื่องเหล่านี้ น้ำไหลจากที่สูงไประดับที่ต่ำกว่า ความร้อนไหลจากที่อุณหภูมิสูงไปที่อุณหภูมิต่ำกว่า ดังนั้น**ศักย์ไฟฟ้าในเรื่องไฟฟ้าจึงเปรียบบทบาทได้กับระดับน้ำในเรื่องการไหล** และเปรียบได้กับของอุณหภูมิต่ำในเรื่องการไหลของความร้อน และเปรียบได้ด้วยกับของความดันในเรื่องการไหลของแก๊ส”

(ฟิสิกส์ แม่เหล็กไฟฟ้า : 57)

ตัวอย่างดังกล่าวเป็นการอธิบายเรื่องการไหลของไฟฟ้า โดยนำมโนทัศน์เกี่ยวกับการไหลของน้ำซึ่งมีลักษณะเป็นรูปธรรมมากกว่ามาใช้อธิบายเปรียบเทียบ กล่าวคือ ประจุไฟฟ้าหรือศักย์ไฟฟ้าเป็นสิ่งที่เรามองไม่เห็น ดังนั้นเราจึงต้องอาศัยการอธิบายโดยการเทียบเคียงกับสิ่งที่เข้าใจได้ง่ายกว่า เป็นรูปธรรมมากกว่า และมีลักษณะเป็นแบบให้เทียบได้อย่างเห็นได้ชัด ในที่นี้ตัวอย่างของการไหลที่นำมาเทียบได้ดีที่สุดก็คือเรื่องการไหลของน้ำ เพราะเป็นสิ่งที่มนุษย์สามารถสังเกตเห็นได้ ต่างจากลักษณะของการไหลของความร้อน หรือการไหลของแก๊สซึ่งตาของมนุษย์ไม่สามารถสังเกตเห็นได้ ความเชื่อมโยงทางมโนทัศน์ระหว่างแวดวงความหมายทั้งสองเป็นดังนี้

แนวคิดความหมายต้นทาง [การไหลของกระแสน้ำ]		แนวคิดความหมายปลายทาง [การไหลของกระแสไฟฟ้า]
น้ำ	→	ประจุไฟฟ้า
ระดับน้ำ	→	ศักย์ไฟฟ้า
น้ำไหลจากที่สูง	→	ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่จากศักย์
ไปยังที่ต่ำกว่า		ไฟฟ้าสูงไปยังศักย์ไฟฟ้าต่ำ
กระแสน้ำ	→	กระแสไฟฟ้า

### 3.1.2.1.1.3.2 มโนอุปลักษณ์แม่น้ำ

#### [อุตสาหกรรมการผลิตสิ่งทอเป็นแม่น้ำ]

##### ตัวอย่างที่ 34

“อุตสาหกรรมการผลิตสิ่งทอ นับได้ว่าเป็นอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพของ ความต่อเนื่องอย่างเป็นระบบ โดยอาจแยกออกได้เป็นส่วนๆ ผลผลิตของส่วนหนึ่งถูกส่งต่อไปเป็นวัตถุดิบของอีกส่วนหนึ่งคล้าย ระบบลูกโซ่ต่อกันไป จากรูปที่ 2.1 **อุตสาหกรรมการต้นน้ำ** เริ่มจาก อุตสาหกรรมการผลิตเส้นใยทั้งเส้นใยประดิษฐ์และธรรมชาติซึ่งเป็น ผลิตผลทางเกษตรกรรมจะเป็นวัตถุดิบสำหรับอุตสาหกรรมการปั่น ด้าย เส้นด้ายที่ถูกนำไปใช้ในการทอผ้าหรือถักผ้า จากนั้นเส้นด้าย และผ้าผืนเข้าสู่กระบวนการของการฟอก ย้อม พิมพ์ และตกแต่ง สำเร็จ ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์สิ่งทอสำเร็จรูปพร้อมจะนำไปเป็น วัตถุดิบให้กับ**อุตสาหกรรมปลายน้ำ** คือ อุตสาหกรรมเสื้อผ้า สำเร็จรูป เครื่องนุ่งห่ม และผลิตภัณฑ์สิ่งทออื่น ๆ...”

(วิทยาศาสตร์เส้นใย: 5)

ตัวอย่างดังกล่าวเป็นการอธิบายเกี่ยวกับอุตสาหกรรมการผลิตสิ่งทอ โดยมีการนำมาในทัศน์ เกี่ยวกับสายน้ำหรือแม่น้ำมาใช้อธิบายลักษณะของอุตสาหกรรมการผลิตประเภทนี้ รูปภาพฯ แสดงอุปลักษณ์ในตัวอย่างนี้ปรากฏอยู่สองคำคือ “ต้นน้ำ” กับ “ปลายน้ำ” แสดงมโนทัศน์ เกี่ยวกับตำแหน่งที่ต่างกันของบริเวณแม่น้ำ ทั้งสองคำนี้ถูกนำมาใช้เพื่ออธิบายแนวคิดของ อุตสาหกรรมที่เป็นจุดเริ่มต้นของการผลิตสิ่งทอว่า “อุตสาหกรรมการต้นน้ำ” ในขณะที่อีกคำหนึ่งแสดง

มโนทัศน์ปลายทางของอุตสาหกรรมการผลิตสิ่งทอว่า “อุตสาหกรรมปลายน้ำ” มโนอุปลักษณะดังกล่าวสามารถแสดงความเชื่อมโยงทางมโนทัศน์ได้ดังนี้

แนวคิดความหมายต้นทาง		แนวคิดความหมายปลายทาง
[แม่น้ำ]		[อุตสาหกรรมสิ่งทอ]
แม่น้ำ	→	อุตสาหกรรมสิ่งทอทั้งระบบ
ต้นน้ำ	→	อุตสาหกรรมที่เป็นจุดเริ่มต้นของการผลิตสิ่งทอ
ปลายน้ำ	→	อุตสาหกรรมที่อยู่ในส่วนสุดท้ายของกระบวนการผลิตสิ่งทอ

### 3.1.2.1.1.3.3 มโนอุปลักษณะระบบสุริยจักรวาล

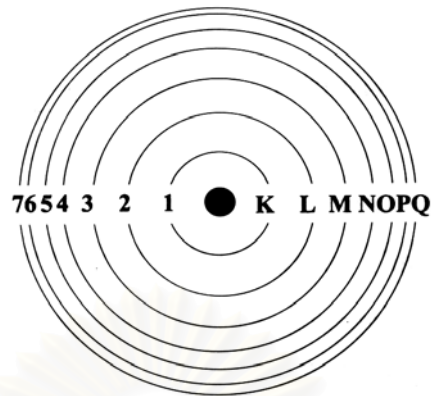
#### [อะตอมเป็นระบบสุริยจักรวาล]

#### ตัวอย่างที่ 35

“ จากความรู้เรื่องการเปลี่ยนแปลงระดับพลังงานของอิเล็กตรอน และการเกิดสเปกตรัม ช่วยให้นีลส์ โบลร์ นักวิทยาศาสตร์ชาวเดนมาร์ก สร้างแบบจำลองอะตอมเพื่อใช้อธิบายพฤติกรรมของอิเล็กตรอนได้ โดยกล่าวว่า **อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่เป็นวงคล้ายกับวงโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์** แต่ละวงจะมีระดับพลังงานเฉพาะตัว ระดับพลังงานของอะตอมอยู่ใกล้นิวเคลียสที่สุดซึ่งมีพลังงานต่ำที่สุดเรียกว่าระดับ K และระดับพลังงานที่อยู่ถัดออกมาเรียกเป็น L M N ...ตามลำดับ ดูรูป 1.17

(หนังสือสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม เคมี เล่ม 1 : 29)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4 ภาพจำลองลักษณะของอิเล็คตรอนที่อยู่รอบนิวเคลียส

ตัวอย่างนี้เป็นการอธิบายถึงลักษณะการเคลื่อนที่ของอิเล็คตรอนในอะตอมที่เคลื่อนที่รอบ ๆ นิวเคลียสว่าเหมือนกับวงโคจรของดาวเคราะห์ที่วนรอบดวงอาทิตย์ โดยอิเล็คตรอนเปรียบได้กับดาวเคราะห์ และนิวเคลียสนั้นเปรียบได้กับดวงอาทิตย์ การเปรียบในตัวอย่างนี้เป็นการเชื่อมโยงความรู้ในเรื่องดาราศาสตร์เกี่ยวกับระบบสุริยะจักรวาลที่มีดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลาง และมีดาวเคราะห์บริวารโคจรอยู่รอบ ๆ ดวงอาทิตย์ เพื่อให้เข้าใจลักษณะของอะตอมได้ดียิ่งขึ้น

มโนอุปลักษณ์ในตัวอย่างนี้สามารถแสดงอย่างเป็นระบบได้ดังนี้

#### แฉวงความหมายต้นทาง

[ระบบสุริยะจักรวาล]

ดวงอาทิตย์

ดาวเคราะห์

การโคจรของดาวเคราะห์

รอบดวงอาทิตย์

#### แฉวงความหมายปลายทาง

[อะตอม]

นิวเคลียส

→ อิเล็คตรอน

→ การเคลื่อนที่ของอิเล็คตรอนรอบ

นิวเคลียส

#### 3.1.2.1.1.4 มโนอุปลักษณ์สิ่งของ

มโนอุปลักษณ์สิ่งของ คือ การนำมโนทัศน์ที่เกี่ยวกับสิ่งของที่เป็นแฉวงความหมายต้นทางมาใช้ เพื่ออธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นแฉวงความหมายปลายทาง เพื่อช่วยให้เข้าใจลักษณะของแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ จากข้อมูลหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยปรากฏอุปลักษณ์ที่แสดงมโนทัศน์เกี่ยวกับสิ่งของ ดังนี้

3.1.2.1.1.4.1 มโนอุปลักษณะภาษาชนะ**[อุปกรณ์เก็บประจุไฟฟ้าเป็นภาษาชนะ]**ตัวอย่างที่ 36

“ในยุคที่การศึกษาเรื่องไฟฟ้าสถิตย์ยังดำเนินอยู่เข้มข้นนั้น นักฟิสิกส์ได้ประดิษฐ์อุปกรณ์ง่าย ๆ แต่สำคัญมากขึ้นมาอีกสองชนิดเพื่อช่วยในการศึกษาค้นคว้าของเขา คือ อิเล็กโตรสโคป (electroscopes) กับตัว (ถ้วย) เก็บประจุลีเดน (Lyden jar) อิเล็กโตรสโคปใช้สำหรับตรวจสอบว่าวัตถุมีไฟฟ้าหรือไม่ ประดิษฐ์ขึ้นเมื่อปี ค.ศ.1705 โดย ฮอกสบี (Francis Hauksbee, 1670-1713) นักฟิสิกส์ลูกศิษย์ของ รอเบิร์ต บอยล์ (Robert Boyle, 1627-1691) ส่วนถ้วยเก็บประจุลีเดนนั้นสร้างขึ้นครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ.1745 โดยนักฟิสิกส์กลุ่มหนึ่งที่มหาวิทยาลัยลีเดน (The University of Leyden, The Netherlands) ใช้สำหรับเก็บประจุจากเครื่องกำเนิดประจุเอาไว้ และปล่อยออกมาเมื่อต้องการใช้”

(ฟิสิกส์ แม่เหล็กไฟฟ้า: 1)

ตัวอย่างดังกล่าวเป็นการอธิบายเกี่ยวกับหลักการทำงานของอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่ทำหน้าที่เก็บประจุไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยเรียกว่า “ถ้วยเก็บประจุ” ซึ่งคำว่า “ถ้วย” แสดงมโนทัศน์เกี่ยวกับภาษาชนะ สามารถเปรียบเทียบโครงสร้างมโนทัศน์ของทั้งสองสิ่งได้ดังนี้

**แฉวงความหมายต้นทาง**

[ภาษาชนะ]

ถ้วย

→

สิ่งที่อยู่ภายในถ้วย

→

**แฉวงความหมายปลายทาง**

[อุปกรณ์เก็บประจุไฟฟ้า]

อุปกรณ์เก็บประจุไฟฟ้า

ประจุไฟฟ้า



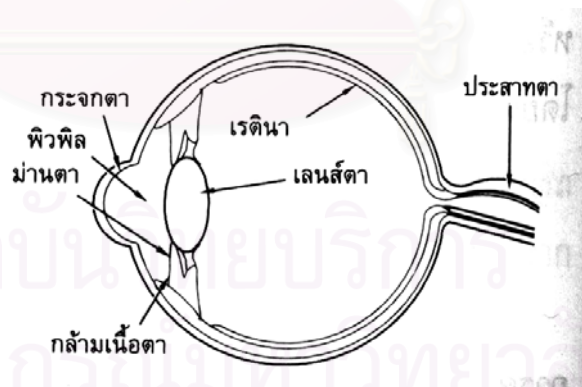
3.1.2.1.1.4.2 มโนอุปลักษณะกล้องถ่ายรูป

[การทำงานของตาเป็นการทำงานของกล้องถ่ายรูป]

ตัวอย่างที่ 37

“**ตาคนและกล้องถ่ายรูปมีส่วนประกอบที่ทำหน้าที่คล้ายกันมาก ตาประกอบด้วยเลนส์ตา เป็นเลนส์รับแสง เรตินาทำหน้าที่คล้ายฟิล์มถ่ายรูป** ถัดจากเรตินาเป็นใยประสาทซึ่งติดต่อกับประสาทตา ผ่านไปยังสมอง เวลาที่มีแสงจากวัตถุตกกระทบบนเลนส์ตาจะเกิดภาพชัดที่เรตินา ตาจะเห็นวัตถุในลักษณะเดียวกับกล้องถ่ายรูป นอกจากนี้**ตายังมีม่านตาเพื่อทำหน้าที่ปรับความเข้มของแสงบนเรตินาให้พอเหมาะโดยปรับขนาดของพิวพิล** ม่านตาจึงทำหน้าที่คล้ายไดอะแฟรมของกล้องถ่ายรูป นอกจากนี้ตายังมีกล้ามเนื้อยึดเลนส์ตาทำหน้าที่บังคับเลนส์ตาให้หนาขึ้นหรือบางลง เพื่อให้เกิดภาพชัดบนเรตินา ส่วนนี้แตกต่างจากกล้องถ่ายรูป เพราะกล้องถ่ายรูปใช้วิธีเลื่อนตำแหน่งเลนส์เพื่อให้เกิดภาพชัดบนฟิล์ม”

(หนังสือสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 2: 274)



รูปที่ 5 แสดงส่วนต่าง ๆ ของนัยน์ตามนุษย์

ตัวอย่างดังกล่าวเป็นการเปรียบเทียบการทำงานของดวงตามนุษย์กับการทำงานของกล้องถ่ายรูป ซึ่งมีระบบในการทำงานเช่นเดียวกับดวงตาของมนุษย์ โดยเปรียบเทียบหน้าที่ของอวัยวะภายในของดวงตากับอุปกรณ์ภายในของกล้องถ่ายรูปตามลำดับ ดังนี้

เลนส์ตา ทำหน้าที่เหมือนกับเลนส์ของกล้องถ่ายรูปที่ทำหน้าที่รับแสง เรตินา ทำหน้าที่เหมือนกับฟิล์มในกล้องถ่ายรูป คือรับภาพที่ผ่านทางเลนส์เข้ามา ส่วนใยประสาทในดวงตานั้นทำหน้าที่ส่งผ่านข้อมูลไปยังสมอง เนื่องจากภาพที่ตาเห็นนั้นแท้จริงแล้วเป็นภาพจริงหัวกลับ สมองจึงต้องทำหน้าที่สั่งการว่าภาพที่เห็นนั้นเป็นภาพปกติ ม่านตาทำหน้าที่เหมือนกับไดอะแฟรมของกล้องถ่ายรูป พิวพิลในดวงตาคือช่องเปิดรับแสงในกล้องถ่ายรูป ซึ่งม่านตาจะทำหน้าที่ปรับขนาดของพิวพิลในดวงตาให้เหมาะสมกับสภาพแสงอีกทีหนึ่ง ถ้ามีแสงมากม่านตาจะหดตัว ทำให้ขนาดของพิวพิลเล็กลง และเมื่อมีแสงน้อยเช่นในเวลากลางคืนม่านตาจะมีการขยายกว้างออกเพื่อให้แสงเข้ามามากขึ้น ส่วนกล้ามเนื้อเลนส์ตาทำหน้าที่ปรับเลนส์ตาให้หนาหรือบางเทียบได้กับการเลื่อนตำแหน่งของเลนส์ในกล้องถ่ายรูปเพื่อทำหน้าที่ปรับโฟกัสตามระยะของวัตถุให้ภาพที่ได้มีความคมชัด ตัวอย่างนี้เป็นเรื่องของกรณำมโนทัศน์เกี่ยวกับการทำงานของกล้องถ่ายรูปมาใช้เพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการการทำงานของส่วนต่าง ๆ ภายในดวงตา สามารถแสดงระบบมโนทัศน์ได้ดังนี้

แฉวงความหมายต้นทาง		แฉวงความหมายปลายทาง
[กล้องถ่ายรูป]		[ตาคน]
เลนส์กล้อง	→	เลนส์ตา
ฟิล์ม	→	เรตินา
ไดอะแฟรม	→	ม่านตา
ช่องเปิดรับแสง	→	พิวพิล
ที่ปรับเลนส์	→	กล้ามเนื้อตา
การเลื่อนตำแหน่งเลนส์	→	ความนูนของเลนส์ตา

### 3.1.2.1.1.5 มโนอุปลักษณพีช

มโนอุปลักษณพีช คือ การนำมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับพีชซึ่งเป็นแฉวงความหมายต้นทางมาใช้ เพื่ออธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นแฉวงความหมายปลายทาง เพื่อช่วยให้เข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางประการมากขึ้น

3.1.2.1.1.5.1 มโนอุปลักษณะผลไม้**[โลกเป็นผลไม้]**ตัวอย่างที่ 38

“ในการสำรวจแหล่งแร่ด้วยวิธีการวิเคราะห์ชั้นหินต่าง ๆ นักธรณีวิทยาใช้วิธีการส่งคลื่นเสียงที่มีพลังงานสูงซึ่งได้จากการระเบิดของลูกระเบิดขนาดเล็กที่บริเวณผิวโลก คลื่นเสียงที่เกิดจากการระเบิดนี้จะทะลุผ่านชั้นต่าง ๆ ของ**เปลือกโลก**ลงไป เพราะเปลือกโลกประกอบด้วยชั้นหินที่มีลักษณะและความหนาแน่นแตกต่างกัน ทำให้คลื่นที่สะท้อนแต่ละชั้นของเปลือกโลกมีลักษณะแตกต่างกัน”

(หนังสือสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 2 : 184)

ตัวอย่างดังกล่าวปรากฏรูปภาพแสดงอุปลักษณะคำว่า “เปลือกโลก” หมายถึง ชั้นหินบริเวณผิวโลก คำว่า “เปลือก” แสดงมโนทัศน์เกี่ยวกับผลไม้ มโนทัศน์นี้เชื่อมโยงกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องรูปทรงพื้นฐานของโลกเปรียบเทียบกับลักษณะของผลส้ม ทำให้รูปภาพแสดงอุปลักษณะที่ปรากฏนั้นสื่อความคิดว่าโลกเป็นเหมือนกับผลไม้

**แฉวงความหมายต้นทาง****[ผลไม้]**

ส้ม

→

ซ้ผลไม้

→

เปลือก

→

**แฉวงความหมายปลายทาง****[โลก]**

ทรงกลม

บริเวณที่อยู่ส่วนเหนือสุดและ

ส่วนใต้สุดของโลก (ขั้วโลก)

ผิวโลก

ข้อมูลมโนอุปลักษณะที่ปรากฏในการอธิบายประเภทของอุปลักษณะข้อนี้ พบว่าโดยมากการทำความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ มักมีการนำประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับประสบการณ์ทางกายของมนุษย์มาใช้ เช่น ลักษณะของดาวในแบบต่าง ๆ ประสบการณ์จากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การเดินทางโดยรถยนต์ การยืมเงินในธนาคาร แต่จากข้อมูลบางส่วนได้แสดงให้เห็นว่าเมื่อมนุษย์พยายามเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องภายในร่างกายของมนุษย์เอง ซึ่งเป็นสิ่งที่มองไม่เห็น หรือต้องอาศัยเครื่องมือบางอย่างมาช่วยให้มองเห็นนั้น มักจะมีการนำเอาสิ่งของอย่าง

อื่นที่มีลักษณะการทำงานอย่างเดียวกันมาใช้ในการเปรียบเทียบ เช่น การเปรียบเทียบการทำงานของดวงตากับการทำงานของกล้องถ่ายรูป แสดงให้เห็นว่าสิ่งที่ถูกเปรียบเทียบที่มีลักษณะเป็นรูปธรรม แต่ไม่สามารถมองเห็นได้นั้น ถูกนำมาเปรียบเทียบกับสิ่งที่ เป็นรูปธรรมมากกว่า โดยมากมักเป็น สิ่งของที่มนุษย์สามารถสังเกตเห็นได้อย่างชัดเจนมาใช้ อย่างไรก็ตามการเปรียบเทียบในลักษณะ ดังกล่าวนั้นได้แสดงให้เห็นว่ามนุษย์พยายามนำเอาประสบการณ์ที่มีต่อการสังเกตลักษณะของสิ่ง ต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวมาใช้ เพื่อทำความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางเรื่องที่มีลักษณะใกล้เคียง กัน

### 3.1.2.1.2 มโนอุปลักษณ์เชิงทิศทางการเคลื่อนที่ (Orientational Metaphor)

มโนอุปลักษณ์ในประเภทนี้เป็นการนำประสบการณ์เกี่ยวกับทิศทาง หรือการเคลื่อนที่ มาใช้ทำความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ โดยที่มีความสัมพันธ์กับประสบการณ์เกี่ยวกับพื้นที่

#### ตัวอย่างที่ 39

“ **หม้อแปลง** (transformer) เป็นเครื่องมือทางไฟฟ้าที่ใช้สำหรับ เปลี่ยนความต่างศักย์ไฟฟ้ากระแสสลับให้สูงขึ้นหรือต่ำกว่าเดิม โดยใช้หลักการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า เครื่องมือชนิดนี้ประกอบด้วย ขดลวดสองขด พันอยู่บนแกนเหล็กอันเดียวกัน...”

(ฟิลิกส์ 2: 205)

#### ตัวอย่างที่ 40

“ถ้า  $N_2$  มากกว่า  $N_1$  ค่าของ  $E_2$  มากกว่า  $E_1$  ได้แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ออกมา ทางขดลวดทุติยภูมิมากกว่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าทางขดลวดปฐมภูมิ แบบนี้เรียกว่า **หม้อแปลงขึ้น** (step up transformer)

ถ้า  $N_2$  น้อยกว่า  $N_1$  ค่าของ  $E_2$  น้อยกว่า  $E_1$  ได้แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ ออกมาทางขดลวดทุติยภูมิ น้อยกว่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าทางขดลวด ปฐมภูมิ แบบนี้เรียกว่า **หม้อแปลงลง** (step down transformer)”

(ฟิลิกส์ 2: 206)

ตัวอย่างที่ 39 และ 40 เป็นการนำรูปภาพแสดงอุปลักษณ์ “หม้อ” มาใช้ เพื่อแสดง มโนทัศน์ว่าอุปกรณ์ดังกล่าวเป็นเสมือนกับภาชนะบรรจุที่มีกระแสไฟฟ้าบรรจุอยู่ภายใน ซึ่งแบ่ง

ออกเป็น 2 ชนิด คือ หม้อแปลงขึ้น และหม้อแปลงลง จะเห็นได้ว่ามีรูปภาพที่แสดงมโนทัศน์เรื่อง ของทิศทาง “ขึ้น” “ลง” ปรากฏใช้เพื่อสื่อความคิดถึงการเพิ่มหรือลดปริมาณ ลักษณะดังกล่าว สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงเรื่องของระดับน้ำในภาชนะที่มีการเพิ่มขึ้นหรือลดลง สามารถแสดง การเปรียบเทียบระดับมโนทัศน์ ได้ดังนี้

แฉวงควมหมยต่นทง [ภษณะ]	แฉวงควมหมยปลยทง [อุปรณ้แปลงค้ควมต่งค้ยก้ไฟฟ้]
หม้อ	→ ต้วอุปรณ้
น้ำ	→ ไฟฟ้
น้ำในหม้อเพิ่มขึ้น	→ ควมต่งค้ยก้ไฟฟ้สูงขึ้น
น้ำในหม้อลดลง	→ ควมต่งค้ยก้ไฟฟ้ต่ำลง

นอกจากนี้ยังปรากฏรูปภาพแสดงอุปลักษณะที่เป็นคำกริยามาใช้ เพื่อแสดงการ เคลื่อนที่หรือทิศทางตรงข้ามกัน

ตัวอย่างที่ 12-13 เป็นการนำคำว่า “คาย” และ “ดูด” มาใช้เพื่อแสดงมโนทัศน์เกี่ยวกับการ เพิ่มหรือลดจำนวน เทียบได้กับการเพิ่มหรือลดจำนวนของสิ่งของที่อยู่ในภาชนะ

ตัวอย่างที่ 10-11 เป็นการนำคำกริยาที่แสดงการเคลื่อนที่ในทิศทางตรงกันข้าม คือ “กระโดด” เป็นการเคลื่อนที่ในแนวตั้ง ขณะที่ “วิ่ง” เป็นการเคลื่อนที่ในแนวระนาบ ซึ่งการเคลื่อนที่ ในสองลักษณะนี้แตกต่างกันในเรื่องของระดับความสูง โดยประสบการณ์การเคลื่อนที่ดังกล่าวมี ความสัมพันธ์กับเรื่องของประสบการณ์ทางร่างกายของมนุษย์

ตัวอย่างที่ 9 เป็นการนำคำกริยา “ผลัก” และ “ดูด” มาใช้อธิบายพฤติกรรมของประจุ ไฟฟ้า เพื่อแสดงเรื่องของการเคลื่อนที่ที่ประจุไฟฟ้าต่างชนิดกันกระทำต่อกัน โดยที่ “ผลัก” เป็นการเคลื่อนที่ออกจากกัน ในขณะที่ “ดูด” เป็นการเคลื่อนที่เข้าหากัน มโนทัศน์ในเรื่องทิศ ทิศทางการเคลื่อนที่ดังกล่าวเป็นมโนทัศน์ที่สัมพันธ์กับร่างกายของมนุษย์โดยตรง

จะเห็นได้ว่ามโนอุปลักษณะที่อยู่ในประเภทนี้มักเป็นการนำกริยาอาการต่าง ๆ ของ มนุษย์มาใช้ กริยาต่าง ๆ ที่ปรากฏในข้อมูลนั้นสัมพันธ์กับประสบการณ์เกี่ยวกับพื้นที่หรือภาชนะ ทั้งในลักษณะของการแทนที่ภาชนะบรรจุที่เป็นร่างกายมนุษย์ หรือพื้นที่ที่เป็นวัตถุสิ่งของ นอกจากนี้ยังแสดงลักษณะของการเคลื่อนที่หรือการเปลี่ยนแปลงของลักษณะต่าง ๆ ที่นำมาใช้ เป็นแนวความคิดทางวิทยาศาสตร์ด้วย เช่น การเปลี่ยนแปลงเรื่องระดับพลังงานที่ปรากฏในเรื่องของ ปฏิกริยาทางเคมี การเปลี่ยนแปลงเรื่องทิศทางที่ประจุไฟฟ้ากระทำต่อกัน

### 3.1.2.1.3 มโนอุปลักษณ์เชิงรูปธรรม (Ontological Metaphor)

มโนอุปลักษณ์ในประเภทนี้เป็นการแสดงการเปรียบเทียบสิ่งที่เป็นนามธรรม หรือสิ่งที่เป็นรูปธรรมน้อยกว่า โดยใช้มีโนทัศน์ที่มีลักษณะเป็นรูปธรรมมากกว่ามาใช้ในการอธิบาย เพื่อให้เข้าใจความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ค่อนข้างเข้าใจได้ยากและมีความซับซ้อนได้ง่ายยิ่งขึ้น

#### [การเคลื่อนที่ของประจุเป็นการเคลื่อนที่ของรถยนต์]

##### ตัวอย่างที่ 41

“ประจุทดสอบเล็ก ๆ ที่เคลื่อนที่ช้า ๆ มาก ๆ จะเคลื่อนที่ตามแนวเส้นแรง แต่ถ้าประจุทดสอบเคลื่อนที่เร็วล่ะก็มันไม่จำเป็นต้องเคลื่อนที่ตามแนวเส้นแรง ทั้งนี้เพราะว่าความเฉื่อยของประจุ (ซึ่งมีมวล) จะมีผลให้มันคลาดหรือหลุดจากแนวเส้นแรงทำนองเดียวกับ “รถยนต์วิ่งแหกโค้ง” หลุดออกไปจากถนนซึ่งเปรียบเสมือนกับเส้นแรง”

(ฟิสิกส์ แม่เหล็กไฟฟ้า: 73)

ตัวอย่างนี้เป็นการอธิบายเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของประจุทดสอบที่สัมพันธ์กับเรื่องของความเร็ว ถ้าหากประจุทดสอบมีการเคลื่อนที่เร็วก็อาจจะหลุดออกจากแนวเส้นแรง เส้นแรงดังกล่าวเปรียบได้กับถนน ประจุที่หลุดออกไปก็เหมือนกับรถยนต์ที่วิ่งแหกโค้ง เพราะไม่สามารถบังคับควบคุมให้วิ่งไปตามแนวถนนได้ เนื่องจากวิ่งมาด้วยความเร็วสูง ตัวอย่างดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการอธิบายสิ่งที่เข้าใจยากและไม่สามารถมองเห็นได้ ต้องอาศัยสิ่งที่มนุษย์เคยประสบพบเห็นมาช่วยทำความเข้าใจ ในที่นี้เป็นการยกตัวอย่างเรื่องรถยนต์วิ่งแหกโค้งเข้ามาช่วยในการอธิบายเรื่องดังกล่าว

ตัวอย่างที่แสดงให้เห็นว่ามีแนวคิดที่เกี่ยวกับสิ่งที่เป็นนามธรรมมากในทางวิทยาศาสตร์ และสิ่งที่เป็นนามธรรมเหล่านั้นถูกแปรเปลี่ยนไปเป็นลักษณะที่เป็นรูปธรรมมากขึ้น แนวคิดที่มีลักษณะเป็นนามธรรมเหล่านั้น เช่น “ความร้อน” หรือ “พลังงาน” ดังที่ปรากฏในตัวอย่างเกี่ยวกับการอธิบายปฏิกิริยาทางเคมีที่มีรูปภาพแสดงอุปลักษณ์ว่า “ปฏิกิริยาคายพลังงาน” และ “ปฏิกิริยาคูดพลังงาน” คำศัพท์ดังกล่าวได้สะท้อนมโนทัศน์ของมนุษย์ที่มีต่อพลังงานที่มองไม่เห็น และมีความเป็นนามธรรมมากนั้น เหมือนกับเป็นวัตถุหรือสิ่งที่สามารถจับต้องได้ หรือในการอธิบายเรื่องกฎของความร้อน ต่อไปนี้

### ตัวอย่างที่ 42

#### “กฎของความร้อน

ความร้อน คือ พลังงานที่สามารถถ่ายโอนจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งได้ เพราะที่ทั้งสองมีความแตกต่างของอุณหภูมิ **ถ้านำวัตถุ 2 ก้อน ที่มีอุณหภูมิแตกต่างกันมาสัมผัสกัน จะมีการถ่ายโอนของความร้อนจากวัตถุที่มีอุณหภูมิสูงไปยังวัตถุที่มีอุณหภูมิต่ำ** การไหลนี้เกิดเมื่อมีความแตกต่างของอุณหภูมิ หาได้เกิดจากความแตกต่างของพลังงานภายในไม่ วัตถุจะถ่ายโอนพลังงานความร้อนกันจนกระทั่งมีอุณหภูมิเท่ากันนี้ เรียกว่า วัตถุทั้งสองอยู่ในสภาพสมดุลทางความร้อน”

(หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 2: 75)

ตัวอย่างนี้อธิบายเรื่องคุณสมบัติของความร้อนที่สามารถถ่ายโอนจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งได้ จากรูปประโยค “ถ้านำวัตถุ 2 ก้อนที่มีอุณหภูมิแตกต่างกันมาสัมผัสกัน จะมีการถ่ายโอนของความร้อนจากวัตถุที่มีอุณหภูมิสูงไปยังวัตถุที่มีอุณหภูมิต่ำ” แสดงให้เห็นว่า ความร้อน ที่มีลักษณะเป็นนามธรรมมองไม่เห็น สัมผัสไม่ได้นั้น แสดงลักษณะที่เหมือนกับเป็น “สิ่ง” หรือ “วัตถุ” ที่สามารถจับต้องเคลื่อนย้ายได้ จากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง ลักษณะดังกล่าวเป็นการมองสิ่งที่เป็นนามธรรม ให้เป็นรูปธรรมมากขึ้น

### ตัวอย่างที่ 43

“แมนอมิเตอร์ (manometer) เป็นเครื่องมือวัดความดันของของไหลชนิดหนึ่ง ประกอบด้วยหลอดแก้วรูปตัวยูมีของเหลวบรรจุไว้ภายใน ดังรูป 9.6 ปลายหนึ่งอาจเปิดสู่บรรยากาศ ถ้าต้องการวัดความดันเทียบกับความดันบรรยากาศ แต่อาจใช้วัดเทียบกับความดันอื่นก็ได้ และการรู้ความต่างระดับของเหลวในหลอดทั้งสองข้างจะทำให้สามารถหาความดันที่แตกต่างได้ เมื่อทราบความหนาแน่นของของเหลว”

(หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 2: 7)

ตัวอย่างดังกล่าวเป็นการอธิบายหลักการทำงานของเครื่องมือที่ใช้วัดค่าความดันของไหล จะเห็นได้ว่า “ความดัน” ซึ่งเป็นสิ่งที่เป็นนามธรรมนั้น เราสามารถทำการวัดค่าได้ เหมือนกับว่าความดันนั้นเป็นวัตถุที่เราจับต้องได้

หรือในตัวอย่างที่ 33 อธิบายเกี่ยวกับการไหลของกระแสไฟฟ้าที่เป็นเรื่องที่เป็นนามธรรมมาก เพราะไม่สามารถแสดงให้เห็นเป็นภาพได้ การอธิบายจึงต้องนำสิ่งที่จัดเป็นของไหลทางวิทยาศาสตร์มาอธิบายประกอบพร้อมกัน ของไหลที่สามารถแสดงแนวคิดได้ดีที่สุด คือ กระแสน้ำ ซึ่งเป็นสิ่งที่มนุษย์เห็นและสัมผัสได้โดยตรง เพราะมนุษย์สามารถเข้าใจธรรมชาติการไหลของน้ำจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำได้ จึงนำไปสู่ความเข้าใจเรื่องของการไหลของกระแสไฟฟ้าที่ไหลจากศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังศักย์ไฟฟ้าต่ำได้ง่าย

นอกจากนี้ยังมีการแทนที่สิ่งที่มีลักษณะเป็นนามธรรม โดยการนำพฤติกรรมของมนุษย์หรือสิ่งมีชีวิตมาใช้อธิบาย เช่น ปฏิกริยาทางเคมีเป็นมนุษย์ หรืออิเล็กทรอนิกส์เป็นมนุษย์ พฤติกรรมเหล่านี้เป็นสิ่งที่มนุษย์เข้าใจได้ง่ายกว่า เพราะเป็นสิ่งที่เกิดกับร่างกายของมนุษย์โดยตรง



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



### 3.1.2.2 กลุ่มของมโนทัศน์ที่นำมาใช้อธิบายความคิดทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้จำแนกประเภทของมโนทัศน์แบบเปรียบเทียบหรือแวดวงความหมายต้นทางที่นำมาใช้อธิบายความคิดทางวิทยาศาสตร์ จากข้อมูลที่ปรากฏในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย ออกเป็นกลุ่มต่าง ๆ ดังนี้

1. มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิต
2. มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งไม่มีชีวิต
3. มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติ
4. มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับสถานที่

#### 3.1.2.2.1 มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิต

มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิต เป็นการนำมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตมาใช้เพื่ออธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งปรากฏลักษณะทางมโนทัศน์ที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับรูปภาพแสดงอุปลักษณะที่นำมาใช้ มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิตที่ปรากฏในข้อมูลหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย ได้แก่ มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์ มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับสัตว์ และมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับพืช

##### 3.1.2.2.1.1 มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์

มโนทัศน์ที่เกี่ยวกับมนุษย์ เป็นการนำรูปภาพที่สื่อแนวคิดด้านต่าง ๆ ที่อยู่ในแวดวงความหมายต้นทางเกี่ยวกับมนุษย์มาใช้เพื่ออธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นแวดวงความหมายปลายทาง รูปภาพแสดงอุปลักษณะที่เกี่ยวกับมนุษย์ที่ปรากฏในข้อมูลหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย ได้แก่ อวัยวะร่างกายของมนุษย์ การเจริญเติบโต กิริยาอาการของมนุษย์ สถานภาพ และอาชีพ

###### 3.1.2.2.1.1.1 อวัยวะร่างกายของมนุษย์

รูปภาพที่ใช้สื่อแนวคิดเกี่ยวกับอวัยวะร่างกายที่ปรากฏในข้อมูล มีดังนี้ *ตา หู ปาก ลิ้น ฟัน เขี้ยว ไหล่ ท้อง นิ้วมือ ฝ่ามือ มือ ขา ไต ก้น นม* ซึ่งรูปภาพที่กล่าวถึงอวัยวะแต่ละอย่าง ล้วนแล้วแต่แสดงมโนทัศน์ที่แตกต่างกันไป มโนทัศน์ที่พบในอวัยวะร่างกายของมนุษย์

ประกอบด้วย มโนทัศน์แสดงตำแหน่ง มโนทัศน์แสดงรูปลักษณะ และมโนทัศน์แสดงหน้าที่ สามารถอธิบายได้ดังนี้

### 3.1.2.2.1.1.1.1 มโนทัศน์แสดงรูปลักษณะ

มโนทัศน์รูปลักษณะ เป็นการนำรูปร่างของวัตถุสองสิ่ง<sup>1</sup>ที่เหมือนกันมาเปรียบเทียบกัน โดยตรง โคเวคเซส (Kövecses, 2002: 38) เรียกว่า image metaphors โดยยกตัวอย่างคำที่ใช้เป็นสำนวนในภาษาอังกฤษ ดังนี้

A: What 'you doin'?

B: Watering the plants.

คำในตัวอย่างที่ B พุคนั้นเป็นสำนวนในภาษาอังกฤษ หมายถึง การขับปัสสาวะ (เพศชาย) ซึ่งเป็นการเชื่อมโยงเกี่ยวกับรายละเอียดของภาพการรดน้ำต้นไม้ กับการขับปัสสาวะ ในประโยคที่สอง คนที่กำลังรดน้ำก็คือคนที่กำลังขับปัสสาวะ น้ำก็คือปัสสาวะ สายยางคือองคชาติ และทิศทางของน้ำที่พุ่งจากสายยางลงสู่พื้นดินก็เหมือนกับทิศทางของน้ำปัสสาวะที่ตกลงสู่พื้นดิน

คำศัพท์อวัยวะร่างกายที่พบ ได้แก่ ตา เขี้ยว มือ เด็บมือ ฝ่ามือ นิ้วมือ นม ไต ขา ใหญ่ ตัวอย่างของอุปมาอุปไมยที่ปรากฏในข้อมูล เช่น

#### ตัวอย่างที่ 44

“การขึ้นลงของระดับน้ำทะเลเมื่อครั้งบรรพกาล

ระดับน้ำทะเลมีการขึ้นลงหลายครั้ง เมื่อ 550 ล้านปีที่ผ่านมามีน้ำลงอย่างรวดเร็ว สลับกับน้ำขึ้น ซึ่งดูเหมือนว่ามีความสัมพันธ์ไปกับการสูญพันธุ์ครั้งใหญ่ 5 ครั้งที่ผ่านมา เมื่อระดับน้ำทะเลมีการเปลี่ยนแปลง จะมีผลกระทบโดยตรงต่อสปีชีส์ที่อยู่ในน้ำทะเลตื้นหรือบนที่ราบ เนื่องจากมีการสูญเสียดินที่อยู่อาศัยหรือเกิดการเปลี่ยนแปลง น้ำทะเลจะขึ้นอย่างรวดเร็วหลังจากที่น้ำลงได้ระดับที่เคยลงมาต่ำในครั้งก่อนหน้า<sup>1</sup> ทำให้น้ำท่วมใหญ่ทวีป...”

(ชีววิทยา สัตววิทยา 3: 16)

ตัวอย่างนี้แสดงรูปภาพแสดงอุปลักษณะที่ใช้กับมนุษย์ว่า “ไหล่” เป็นอวัยวะส่วนลำตัวด้านบนที่ต่อมาจากบ่าและอยู่ติดกับต้นแขน แสดงลักษณะลาดเอียงลง ซึ่งเหมือนกับลักษณะของทวีปที่มีส่วนลาดเทลงทะเล

แฉวงความหมายต้นทาง		แฉวงความหมายปลายทาง
[มนุษย์]		[ทวีป]
ร่างกายมนุษย์	→	แผ่นดินขนาดใหญ่
ไหล่	→	ที่ลาดชันลงสู่ทะเล

“ตา” เป็นรูปภาพที่ใช้สื่อแนวคิดเกี่ยวกับอวัยวะที่ใช้ในการมอง ปรากฏในข้อมูลทีกล่าวถึงส่วนของต้นไม้ที่ตามบริเวณต่าง ๆ เช่น “ตาใบ” “ตาดอก” มีลักษณะเป็นบปุ่มนูนและมีรอยแยกเล็ก ๆ ซึ่งรูปทรงของตามีลักษณะคล้ายกับตาใบ ตาดอกของต้นไม้

“เขี้ยว” เป็นรูปภาพที่ใช้สื่อแนวคิดเกี่ยวกับรูปร่างของฟันหน้าที่มีลักษณะเรียวยแหลม ปรากฏในข้อมูลทีกล่าวถึงส่วนหนึ่งของใบไม้ คือ “เขี้ยวใบ” มีลักษณะเป็นหนามเล็ก ๆ อยู่บริเวณใบ ลักษณะของใบดังกล่าวสามารถพบได้ในใบกุหลาบ ซึ่งมีรูปทรงคล้ายฟันแหลมยื่นออกมาได้ใบ นอกจากนี้เขี้ยวใบยังทำหน้าที่ป้องกันส่วนของพืชไม่ให้แมลงหรือศัตรูพืชทำลายได้ง่ายอีกด้วย เช่นเดียวกับเขี้ยวเล็บในสัตว์ที่ใช้เป็นอาวุธเพื่อใช้ต่อสู้ หรือเพื่อป้องกันตนเอง

“มือ” เป็นรูปภาพที่ใช้สื่อแนวคิดเกี่ยวกับอวัยวะที่ใช้ในการหยิบจับ ปรากฏในข้อมูลแสดงการเปรียบเทียบระหว่างรูปทรงของใบไม้กับรูปร่างของมือหรือฝ่ามือที่มีการแผ่ออกในลักษณะเดียวกัน

“นิ้วมือ” เป็นรูปภาพที่ใช้สื่อแนวคิดเกี่ยวกับส่วนประกอบของมือที่ช่วยในการหยิบจับ มีลักษณะเรียวยเล็ก ปรากฏในข้อมูลทีแสดงการเปรียบเทียบรูปร่างของอวัยวะภายในลำไส้ทีมีลักษณะเรียวยเล็กคล้ายนิ้วมือ ทีเรียกว่า วิลไล (villi)

“นม” เป็นรูปภาพที่ใช้สื่อแนวคิดเกี่ยวกับเนินเนื้อบริเวณหน้าอก จากข้อมูลพบว่ามี การเรียกส่วนของเนื้อเยื่อสีขาวที่อยู่บริเวณลำต้นของผักกระเฉดว่า “นมผักกระเฉด” ความหมายของนมในคำศัพท์ดังกล่าวไม่ได้มีความหมายถึงชื่ออวัยวะนั้นโดยตรง แต่เป็นสิ่งที่มีความสัมพันธ์กับนมก็คือ นำนม ซึ่งมีสีขาว เช่นเดียวกับ สีของเนื้อเยื่อสีขาวของผักกระเฉด

“ไต” เป็นรูปภาพที่ใช้สื่อแนวคิดเกี่ยวกับอวัยวะภายในของคนทีมีรูปร่างคล้ายเม็ดถั่ว ปรากฏในข้อมูลทีเปรียบเทียบเซลล์พืชบริเวณปากใบของพืชว่าประกอบด้วยเซลล์สองชั้นทีมีรูปร่างคล้ายไตประกบกันอยู่

### 3.1.2.2.1.1.1.2 มโนทัศน์แสดงหน้าที่

หน้าที่ หมายถึง กระบวนการ การทำงานของสิ่งต่าง ๆ รูปภาษาที่ใช้สื่อแนวคิดเกี่ยวกับอวัยวะร่างกายที่แสดงเรื่องหน้าที่ที่พบ ได้แก่ *มือ*

“มือ” เป็นรูปภาษาที่ใช้สื่อถึงอวัยวะที่ใช้ในการหยิบจับ จากข้อมูลปรากฏคำว่า “มือเกาะ” ซึ่งใช้เรียกส่วนของต้นไม้ประเภทไม้เลื้อยที่ทำหน้าที่เกาะเกี่ยวกับสิ่งที่อยู่ใกล้ลำต้นเพื่อช่วยในการพยุงลำต้น ดังนั้นคำว่า “มือ” ที่ปรากฏในคำว่ามือเกาะจึงแสดงมโนทัศน์ในเรื่องการทำงานของสิ่งของสองสิ่งที่เหมือนกัน

### 3.1.2.2.1.1.1.3 มโนทัศน์แสดงตำแหน่ง

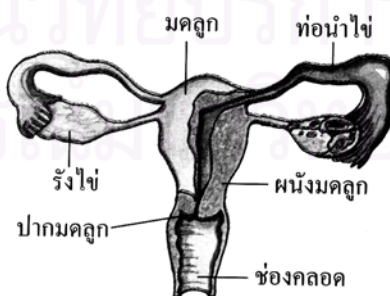
ตำแหน่ง หมายถึง บริเวณที่สามารถระบุได้ชัด รูปภาษาที่ใช้สื่อแนวคิดเกี่ยวกับตำแหน่งที่เกี่ยวกับอวัยวะร่างกายที่พบ ได้แก่ *ปาก ก้น*

#### ตัวอย่างที่ 45

#### “โครงสร้างระบบสืบพันธุ์เพศหญิง

ระบบสืบพันธุ์เพศหญิงประกอบด้วย รังไข่อยู่ทางด้านล่างของช่องท้องลึกเข้าไปในอุ้งเชิงกรานอยู่ 2 ข้างของมดลูก รังไข่ทำหน้าที่ผลิตเซลล์ไข่และฮอร์โมนเพศหญิง มดลูกอยู่ด้านหลังของกระเพาะปัสสาวะ มดลูกตอนล่างติดต่อกับช่องคลอดจะแคบเข้าหากันเป็น *ปากมดลูก (cervix)*

(หนังสือสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 3: 126)



รูปที่ 6 อวัยวะสืบพันธุ์เพศหญิง

“ปาก” พบในข้อมูลว่าปรากฏกับคำหลายคำด้วยกัน ได้แก่ ปากมดลูก ปากแม่น้ำ ปากใบ ปากแตร ปากทางน้ำเข้า คำว่า “ปาก” เป็นคำที่แสดงมโนทัศน์เกี่ยวกับตำแหน่งโดยอ้างอิงกับตำแหน่งของอวัยวะที่อยู่บนร่างกายของมนุษย์ นอกจากนี้ยังแสดงมโนทัศน์ในเรื่องของลักษณะทางกายภาพที่สามารถเปิดปิด หรือเป็นทางเข้าของอาหารสู่ร่างกายได้ เมื่อประกอบกับคำอื่นก็จะเกิดการสื่อแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับ “ปาก” ในลักษณะการเปรียบเทียบขึ้น เช่น “ปากมดลูก” เป็นอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับระบบสืบพันธุ์ของเพศหญิง มีความเชื่อมโยงในลักษณะการทำงาน กล่าวคือ ปากของมนุษย์นั้นเป็นอวัยวะที่เปิดปิดได้ เพื่อใช้เป็นทางรับอาหารเข้าสู่ร่างกาย ส่วนปากมดลูกนั้นก็ยังสามารถเปิดปิดได้เช่นเดียวกัน ทั้งนี้เพื่อปิดกั้นเชื้อโรคไม่ให้เข้าสู่อวัยวะภายใน หรือเพื่อใช้เป็นช่องทางในกระบวนการสืบพันธุ์ของมนุษย์ อีกทั้งยังแสดงตำแหน่งต้นทางของมดลูกด้วย

อุทุมพร มีเจริญ (2542) ได้อธิบายความหมายของคำว่า “ปาก” ว่าหมายถึงทางเข้าของอาหาร เมื่อประกอบกับคำว่า “ถุง” หรือ “โหล” ก็จะทำให้เกิดความหมายเปรียบเทียบระหว่างความหมายของปากคน ที่เป็นทางเข้าของอาหารกับปากถุงหรือปากโหล คำว่า “ปาก” มีความหมายเปรียบแสดงตำแหน่งตอนต้นของถุงและตำแหน่งตอนต้นของโหลตามลำดับ ซึ่งเป็นตำแหน่งทางเข้าก่อนถึงตัวถุงและโหล เช่นเดียวกับ “ปาก” ที่เป็นต้นทางที่ให้อาหารเข้าสู่ร่างกาย

“ก้น” ซึ่งเป็นส่วนล่างของลำตัวมนุษย์นั้น ปรากฏในข้อมูลที่กล่าวถึงจุดพิภักดสมมติในท้องฟ้าว่า “จุดก้นฟ้า” เป็นจุดที่อยู่ด้านล่างของผู้สังเกต โดยที่สมมติให้ท้องฟ้าเป็นวัตถุทรงกลม ดังนั้นจุดก้นฟ้าจึงหมายถึงจุดที่อยู่ต่ำสุด

ในงานวิจัยของ อุทุมพร มีเจริญ (2542) ศึกษาความหมายเปรียบเทียบคำศัพท์อวัยวะร่างกายในภาษาไทย ได้อธิบายคำว่า “ก้น” ในคำว่า “ก้นคลอง” ว่า คำว่า “ก้น” ปรากฏหน้าคำว่าคลอง ซึ่งเป็นคำนามประเภทสถานที่ จากความหมายของคำว่า คลอง และองค์ประกอบทางความหมายของคำว่า “ก้น” คือ [ ส่วนล่างของลำตัว ] ทำให้ คำว่า “ก้น” มีความหมายเปรียบแสดง ตำแหน่งที่อยู่ส่วนล่างของคลอง ตำแหน่งนี้เปรียบเสมือนกับ “ก้น” ที่เป็นอวัยวะที่อยู่ส่วนล่างของลำตัว

### 3.1.2.2.1.1.2 การเจริญเติบโต

จากข้อมูลในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย พบรูปภาพที่ใช้สื่อแนวคิดเกี่ยวกับการเจริญเติบโตที่ปรากฏในข้อมูลดังนี้ *อ่อน แก่ ครึ่งชีวิต*

### 3.1.2.2.1.1.2.1 มโนทัศน์แสดงความต่อเนื่อง

“อ่อน” และ “แก่” ที่ปรากฏในตัวอย่างทีกล่าวถึงกลุ่มดวงดาวตามลักษณะช่วงอายุว่า “กลุ่มประชากรอ่อน” และ “กลุ่มประชากรแก่” ในที่นี้ดวงดาวไม่ได้เป็นสิ่งมีชีวิต แต่มีลักษณะของสิ่งมีชีวิตคือมีช่วงการเจริญเติบโตเช่นเดียวกัน ดวงดาวต่าง ๆ ในจักรวาลอันกว้างใหญ่ไพศาลนี้มีการเกิดใหม่ การเปลี่ยนแปลง และการแตกดับของดวงดาว เช่นเดียวกับช่วงอายุขัยของสิ่งมีชีวิตทั่วไป การนำมโนทัศน์เกี่ยวกับการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตมาใช้ จึงช่วยทำความเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงลักษณะของดวงดาวในลักษณะต่าง ๆ กัน ตามอายุของดาวแต่ละดวงด้วย

“ครึ่งชีวิต” เป็นรูปภาษาที่ใช้สื่อแนวคิดเกี่ยวกับการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตเช่นเดียวกับตัวอย่างที่ผ่านมา แต่คำว่า “ครึ่งชีวิต” มีความหมายโดยนัย หมายถึงระยะเวลาครึ่งหนึ่งของอายุขัยของสิ่งมีชีวิต ปรากฏในคำอธิบายที่เรียกช่วงเวลาที่จำนวนนิวเคลียสของกัมมันตรังสีลดลงเหลือครึ่งหนึ่งของจำนวนเริ่มต้นของธาตุกัมมันตรังสี ดังตัวอย่างต่อไปนี้

#### ตัวอย่างที่ 46

##### “ครึ่งชีวิตของสารกัมมันตรังสี (Half life)

การสลายตัวของสารกัมมันตรังสีนั้นไม่ได้เกิดในคราวเดียวทันที แต่อัตราการสลายตัวเกิดขึ้นอย่างคงที่ถ้าการสลายตัวเกิดขึ้นอย่างไม่เป็นระบบระเบียบ (random) เวลาที่ทำให้ปริมาณสารกัมมันตรังสีเกิดการสลายตัวไปครึ่งหนึ่งเรียกว่า **ครึ่งชีวิต** (half life) ของสารกัมมันตรังสีนั้น ครึ่งชีวิตของสารกัมมันตรังสีแต่ละชนิดเป็นสมบัติของสารนั้น เช่นปริมาณของยูเรเนียม -238 ลดลงไปครึ่งหนึ่งต้องใช้เวลาราว 4.5 พันล้านปี ครึ่งชีวิตของพลูโตเนียม -239 มีค่า 24,000 ปี แต่ครึ่งชีวิตของไอโอดีน -131 เพียงแค่ 8 วันเท่านั้น”

(เคมี โอลิมปิก: 78-79)

### 3.1.2.2.1.1.3 กิริยาอาการของมนุษย์

จากข้อมูลในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย พบรูปภาษาที่ใช้สื่อแนวคิดเกี่ยวกับกิริยาอาการของมนุษย์ ดังนี้ *กาย ดูด วิ่ง กระโดด ผลัก*

## 3.1.2.2.1.1.3.1 มโนทัศน์แสดงพื้นที่และ

## ปริมาณ

“คาย” และ “ดูด” เป็นกิริยาที่เกี่ยวข้องกับการกิน มีทิศทางที่ตรงข้ามกัน คือคายเป็น การทำให้อาหารออกมาจากปาก ส่วนดูดเป็นการนำอาหารเข้าสู่ปากหรือร่างกาย คำทั้งสอง ปรากฏร่วมกับคำว่าปฏิกริยา คือ “ปฏิกริยาคายพลังงาน” และ “ปฏิกริยาดูดพลังงาน” อาจ เชื่อมโยงกับความหมายของคำทางอ้อมว่าเป็นการแทนที่ปฏิกริยาทางเคมี ซึ่งมีลักษณะเป็น นามธรรม โดยให้ปฏิกริยาเหล่านั้นเป็นมนุษย์ และทำกริยาอาการเช่นเดียวกันกับมนุษย์ เปรียบได้ ว่าร่างกายของมนุษย์เป็นภาชนะบรรจุ ภายในภาชนะบรรจุประกอบด้วยของเหลวเมื่อมีการนำ ของเหลวเข้าไปก็จะทำให้เพิ่มปริมาณภายในภาชนะมากขึ้น และเมื่อมีการนำออกมาก็จะเป็นการ ลดปริมาณของเหลวภายใน พลังงานในตัวอย่างสามารถเทียบได้ว่าเป็นของเหลวหรืออาหาร

## 3.1.2.2.1.1.3.2 มโนทัศน์แสดงการเคลื่อนที่

## และปริมาณ

“วิ่ง” และ “กระโดด” เป็นกิริยาที่แสดงการเคลื่อนที่ แสดงมโนทัศน์การเคลื่อนที่ไปใน ทิศทางตรงกันข้ามกัน กล่าวคือ “วิ่ง” เป็นการเคลื่อนที่ในแนวนอน ส่วน “กระโดด” เป็นการ เคลื่อนที่ในแนวตั้ง การเคลื่อนที่ในแนวนอนไม่มีการเปลี่ยนแปลงระดับความสูง ส่วนกระโดดเป็น การเคลื่อนที่ที่อยู่ ณ จุดเดิม แต่มีการเปลี่ยนแปลงระดับความสูง

ตัวอย่างของข้อมูลที่พบ ได้แก่ “อิเล็กทรอนิกส์ที่วิ่งรอบนิวเคลียสจะวิ่งวนเป็นวง” “อิเล็กทรอนิกส์กระโดดจากระดับพลังงานหนึ่งไปอีกระดับพลังงานหนึ่ง” จะเห็นได้ว่าคำว่าวิ่งใน ข้อความดังกล่าวแสดงความหมายเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ ส่วนคำว่ากระโดดในข้อความนี้หมายถึง การเปลี่ยนแปลงปริมาณหรือระดับพลังงาน

## 3.1.2.2.1.1.3.3 มโนทัศน์แสดงทิศทางและการ

## เคลื่อนที่

“ผลัก” และ “ดูด” เป็นกิริยาที่แสดงทิศทางที่ตรงกันข้ามกัน “ผลัก” เป็นรูปภาษาที่ใช้ สื่อแนวคิดเกี่ยวกับการทำให้ออกห่างจากตัว ส่วน “ดูด” เป็นรูปภาษาที่ใช้สื่อแนวคิดเกี่ยวกับการ ดึงเข้ามาหาตัว จากข้อมูลพบปรากฏในข้อความที่ว่า “ประจุไฟฟ้าชนิดเดียวกันผลักกัน ประจุ ไฟฟ้าต่างชนิดกันดูดกัน” มีการแสดงมโนทัศน์ที่สัมพันธ์กันกับพฤติกรรมของประจุไฟฟ้า

### 3.1.2.2.1.1.4 สถานภาพ

จากข้อมูลในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย พบรูปภาพที่ใช้สื่อแนวคิดเกี่ยวกับสถานภาพของมนุษย์ ได้แก่ แม่ ลูก

#### 3.1.2.2.1.1.4.1 มโนทัศน์แสดงหน้าที่

“แม่” และ “ลูก” เป็นรูปภาพที่ใช้สื่อแนวคิดที่มีการแสดงความสัมพันธ์ที่เชื่อมโยงกัน คือ แม่เป็นผู้ให้กำเนิดลูก จากข้อมูลพบคำว่า “เซลล์แม่” และ “เซลล์ลูก” เซลล์แม่จะเป็นตัวสร้างเซลล์ที่มีการถ่ายทอดลักษณะบางอย่างที่เหมือนกับตัวเซลล์แม่ เรียกว่า เซลล์ลูก

### 3.1.2.2.1.1.5 อาชีพ

จากข้อมูลในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย พบรูปภาพที่ใช้สื่อแนวคิดเกี่ยวกับอาชีพ ได้แก่ แม่ครัว มีการแสดงมโนทัศน์เกี่ยวกับหน้าที่

#### 3.1.2.2.1.1.5.1 มโนทัศน์แสดงหน้าที่

อุปลักษณะที่นำรูปภาพที่เกี่ยวข้องกับอาชีพมาใช้เพื่อเปรียบเทียบลักษณะการทำงาน ได้แก่ “แม่ครัว” ปรากฏในตัวอย่างที่อธิบายถึงหน้าที่และบทบาทที่แตกต่างกันของนักวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ และนักวิทยาศาสตร์ประยุกต์ จากตัวอย่างได้เปรียบเทียบลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ประยุกต์ว่าเหมือนกับแม่ครัว คือสามารถประดิษฐ์สิ่งต่าง ๆ ขึ้นมาจากวัตถุดิบที่มีอยู่ได้ และทำให้เกิดเป็นสิ่งใหม่ขึ้น

จากตัวอย่างนี้ประกอบด้วยมโนทัศน์ย่อย ความคิดคืออาหาร [IDEAS ARE FOOD] ร่วมอยู่ด้วย เนื่องจากมีการเปรียบเทียบว่าความรู้หรือทฤษฎีที่นักวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์มีอยู่นั้นเป็นเพียงวัตถุดิบขั้นต้นที่จะนำมาประกอบอาหาร และการที่จะรับประทานอาหารเหล่านั้นได้ก็ต้องผ่านแม่ครัวก็คือนักวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์เสียก่อน



### 3.1.2.2.1.1.6 กิจกรรมของมนุษย์

มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับการเดินทาง เป็นการนำรูปภาพที่สื่อแนวคิดเกี่ยวกับการเดินทางมาใช้เพื่ออธิบายเปรียบเทียบกับอีกสิ่งหนึ่ง โดยอาศัยคุณสมบัติของสิ่งนั้นเป็นองค์ประกอบสำคัญเพื่อให้เข้าใจความหมายมากขึ้น

ประสบการณ์การเดินทางจากการใช้พาหนะที่มีความเร็ว โดยเฉพาะการเดินทางโดยรถยนต์ ลักษณะดังกล่าวนำมาใช้อธิบายความคิดทางวิทยาศาสตร์เมื่อต้องการเปรียบเทียบกับสิ่งที่เกี่ยวข้องกับอัตราเร็วของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เช่น

ความเร็วของอนุภาคของการตกตะกอนที่เคลื่อนที่ได้ช้า นำมาเปรียบเทียบกับความเร็วของรถที่เคลื่อนที่อยู่บนถนน คือไม่สามารถเร่งความเร็วสูงสุดได้ เพราะมีปัจจัยเข้ามาเกี่ยวข้องทำให้ความเร็วช้าลง การเปรียบเทียบความคิดที่มีลักษณะเป็นนามธรรม คือเรื่องเกี่ยวกับความเร็วนั้น ได้รับการขยายความให้เข้าใจมากขึ้นจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันของมนุษย์

หรือการอธิบายเปรียบเทียบระหว่างค่าพลังงานก่อกัมมันต์ กับการเดินทางข้ามภูเขา ซึ่งมีปัจจัยที่สัมพันธ์กันอย่างเป็นระบบ โดยการอธิบายผ่านการเชื่อมโยงเป็นคู่ เช่น การเปรียบเทียบจำนวนอนุภาคที่มีพลังงานสูงกับคนที่แข็งแรง ค่าพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยากับความสูงของภูเขา ตัวเร่งปฏิกิริยากับการเดินทางสายใหม่ การเปรียบเทียบสิ่งต่าง ๆ เข้าด้วยกันอย่างเป็นระบบนี้ ทำให้เราเข้าใจเกี่ยวกับหลักการทำงานของปฏิกิริยาดังกล่าวได้ง่ายขึ้น อีกทั้งสิ่งที่นำมาเปรียบเทียบยังเป็นประสบการณ์ที่เข้าใจได้ง่ายสำหรับทุกสังคมอีกด้วย

จากตัวอย่างอุปสรรคของการเดินทางที่ยกมานั้น จะปรากฏอยู่ในตัวอย่างของการอธิบายที่ซับซ้อนและมีขั้นตอนหรือปัจจัยเข้ามาเกี่ยวข้องในทางวิทยาศาสตร์ กรณีของตัวอย่างแต่ละตัวอย่างจะเห็นได้ว่ามนุษย์ทุกคนล้วนเคยประสบกับตัวเองมาก่อนและทำให้เข้าใจสิ่งที่เป็นความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่มีความซับซ้อนได้ง่าย แต่มีบางตัวอย่างอย่างเช่น ตัวอย่างที่เปรียบเทียบการเกิด anoxia ประเภทต่าง ๆ กับการขนส่งนม ไม่ได้เป็นตัวอย่างที่อยู่ในสังคมไทย แต่เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นจริงในสังคมตะวันตก เมื่ออ่านคำอธิบายที่เป็นลำดับขั้นตอนจากตัวอย่างแล้วเราก็สามารถเข้าใจได้ เพราะในตัวอย่างได้กำหนดปัจจัยของการเกิดโรคที่แตกต่างกัน ตามปัจจัยในการขนส่งนม และการเชื่อมโยงทั้งสองสิ่งเข้าด้วยกันนั้นทำให้เราเข้าใจและจดจำได้ง่ายขึ้นอีกด้วย

ดังนั้นในบางกรณีการใช้อุปสรรคเพื่อการอธิบายความคิดทางวิทยาศาสตร์จึงไม่จำเป็นที่จะต้องเป็นสถานการณ์ที่ผู้เรียนคุ้นเคยเสมอไป

### 3.1.2.2.1.2 มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับสัตว์

มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับสัตว์ เป็นการนำรูปภาพที่ใช้สื่อแนวคิดเกี่ยวกับสัตว์มาใช้ประกอบกับคำอื่น หรือใช้อธิบายลักษณะของสิ่งอื่น โดยที่เชื่อมโยงกับแนวคิดของรูปภาพที่นำมาใช้อธิบายความคิดทางวิทยาศาสตร์ คำที่มีความหมายเกี่ยวข้องกับสัตว์ที่ปรากฏในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย ได้แก่ การเจริญเติบโตของสัตว์ อวัยวะของสัตว์ และที่อยู่อาศัยของสัตว์

#### 3.1.2.2.1.2.1 อวัยวะร่างกายของสัตว์

จากข้อมูลในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย พบรูปภาพที่ใช้สื่อแนวคิดเกี่ยวกับอวัยวะของสัตว์ ได้แก่ ลูกอ๊อด ลิ่นไก่ ปีกผีเสื้อ เกล็ดปลา ท้อง โดยคำที่เกี่ยวข้องกับอวัยวะร่างกายของสัตว์ดังกล่าวมีการแสดงมโนทัศน์รูปลักษณะ และมโนทัศน์พื้นที่ ตัวอย่างเช่น

##### 3.1.2.2.1.2.1.1 มโนทัศน์แสดงรูปลักษณะ

“ลูกอ๊อด” หมายถึง ระยะเวลาเจริญเติบโตของกบในช่วงต้น ที่อาศัยอยู่ในน้ำ มีระบบหายใจทางเหงือก ใช้หางในการเคลื่อนที่ แต่ยังไม่มียางอกออกมา คำว่า “ลูกอ๊อด” พบในข้อมูลที่อธิบายเกี่ยวกับลักษณะเซลล์สืบพันธุ์เพศชายของมนุษย์ที่เรียกว่า “เสปิร์ม” มีส่วนลำตัวและต่อด้วยส่วนหางที่ยาว ทั้งลูกอ๊อดและเสปิร์ม มีรูปร่างที่คล้ายคลึงกัน สามารถนำมาเปรียบเทียบลักษณะได้โดยตรง ดังนั้นความหมายของคำดังกล่าวจึงเน้นไปที่รูปร่างของวัตถุสองสิ่งที่คล้ายคลึงกัน

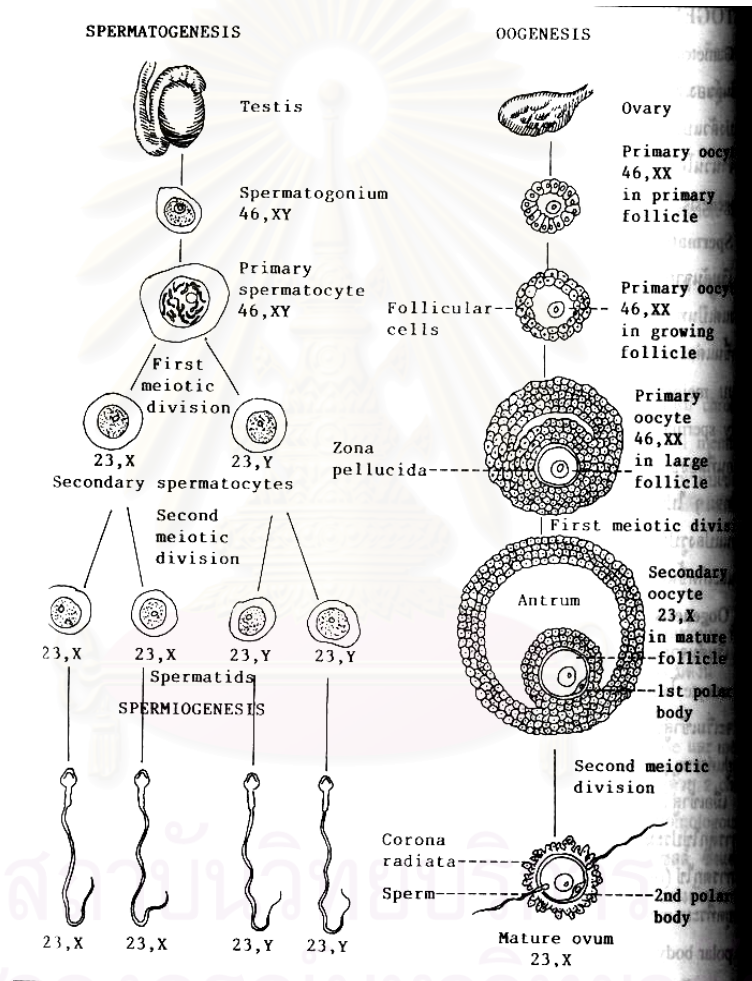
#### ตัวอย่างที่ 47

“Spermatogenesis

เริ่มต้นจากเซลล์ต้นกำเนิดที่เรียกว่า spermatogonia ซึ่งอยู่ใน seminiferous tubules ของ testes ตั้งแต่เป็นทารก เมื่อเข้าสู่วัยหนุ่มสาว spermatogonia จะมีการแบ่งตัวแบบ mitosis เพิ่มจำนวนเซลล์มากขึ้น แต่ละเซลล์ที่ได้จะเจริญเติบโตและเปลี่ยนแปลงไปเป็น primary spermatocyte ซึ่งจะมีการแบ่งตัวแบบ meiosis เมื่อผ่านขั้นตอนแรกของการแบ่งตัวแบบ meiosis แล้วจะได้เซลล์ใหม่เรียกว่า secondary spermatocyte ซึ่งมีจำนวนโครโมโซมลดลงครึ่งหนึ่ง จากนั้น secondary

spermatocyte จะผ่านขั้นตอนที่สองของการแบ่งตัวแบบ meiosis ทำให้ได้ spermatids ซึ่งจะค่อย ๆ เปลี่ยนแปลงรูปร่างจากเซลล์กลม ๆ ไปเป็นเซลล์ที่มีรูปร่างเหมือนลูกอ๊อดเรียกว่า sperm กระบวนการที่ spermatid มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างไปเป็น sperm นี้เรียกว่า spermiogenesis, spermatogenesis ใช้เวลาประมาณ 2 เดือน และเกิดขึ้นตลอดไปจนถึงวัยชรา”

(กายวิภาคศาสตร์ของมนุษย์: 19)



รูปที่ 7 เซลล์ Sperm

จากตัวอย่างดังกล่าวเป็นการอธิบายพัฒนาการการเปลี่ยนแปลงของเซลล์สืบพันธุ์เพศชาย เมื่อถึงระยะหนึ่งจะเปลี่ยนรูปร่างจากเซลล์รูปร่างกลมเป็นเซลล์ที่มีหาง มีรูปร่างเหมือนกับตัวอ่อนของกบในระยะที่เพิ่งออกจากไข่หรือที่เรียกว่าลูกอ๊อด หางของเซลล์สืบพันธุ์เพศชายนั้นยังทำหน้าที่เช่นเดียวกับหางของลูกอ๊อดคือใช้ในการเคลื่อนที่ กรณีนี้เป็นการเชื่อมโยงลักษณะรูปร่าง

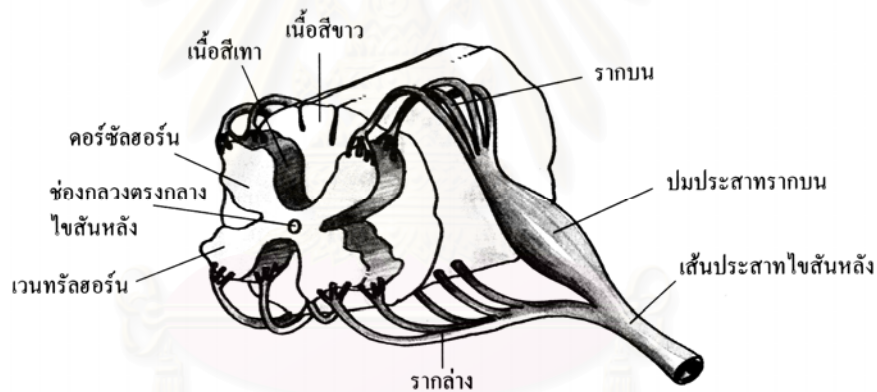
ของเซลล์สืบพันธุ์ของมนุษย์ที่มีขนาดเล็กมากกับสิ่งมีชีวิตตามธรรมชาติที่มีรูปร่างลักษณะคล้ายคลึงกัน

#### ตัวอย่างที่ 48

“เมื่อพิจารณาถึงเนื้อสีเทาของไขสันหลัง ซึ่งมี**ลักษณะคล้ายตัวอักษรตัว H หรือปีกผีเสื้อ**ซึ่งมีด้วยกัน 4 ปีก 2 ปีกบนเรียกว่า คอร์ซัลฮอร์น (dorsal horn) 2 ปีกล่างเรียกว่า เวนทรัลฮอร์น (ventral horn) เส้นประสาทที่แยกออกมาจากไขสันหลังเรียกว่า เส้นประสาทไขสันหลัง

เส้นประสาทไขสันหลังส่วนที่อยู่ใกล้กับไขสันหลัง จะแยกเป็น **รากบน** (dorsal root) ซึ่งมีปมประสาทอยู่ด้วย ส่วน**รากล่าง** (ventral root) ไม่มีปมประสาทอยู่ต่อกับเวนทรัลฮอร์น”

(หนังสือสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 3: 46)



รูปที่ 8 เนื้อสีเทาของไขสันหลัง

ตัวอย่างดังกล่าวเป็นการอธิบายลักษณะของเนื้อสีเทาบริเวณไขสันหลังที่มีรูปร่างลักษณะคล้ายตัวอักษร H หรือ ปีกผีเสื้อ คือมีลักษณะเป็น 4 ส่วนแยกจากกัน ประกอบด้วย ส่วนบน 2 ส่วน ส่วนล่าง 2 ส่วน และมีจุดที่เชื่อมต่อกันตรงส่วนกลาง

สำหรับเส้นประสาทที่เชื่อมต่อออกมาจากบริเวณส่วนกลางของกระดูกไขสันหลัง มีลักษณะคล้ายกับรากของต้นไม้ที่มีอยู่เป็นจำนวนมาก จะทำหน้าที่ในการส่งผ่านข้อมูลจากส่วนกลางของไขสันหลังไปยังกล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ ตามร่างกายที่มีประสาทส่วนไขสันหลังเป็นต้นควบคุม และมีหน้าที่คล้ายกับรากของต้นไม้ที่ส่วนรากนั้นจะทำหน้าที่ลำเลียงน้ำและธาตุอาหารจากดินไปยังส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้ด้วย

### 3.1.2.2.1.2.1.2 มโนทัศน์แสดงพื้นที่

จากข้อมูลในหนังสือไทยพบคำศัพท์อวัยวะร่างกายสัตว์ที่ใช้เพื่อสื่อแนวคิดเรื่องพื้นที่เพียงคำเดียว คือ **ท้อง**

#### ตัวอย่างที่ 49

“บริเวณน้ำชั้นล่าง (profundal zone) เป็นบริเวณของชั้นน้ำที่อยู่ระดับต่ำกว่าผิวน้ำลงไปจนถึง**พื้นที่ท้องน้ำ** (benthic zone) และเป็นบริเวณที่แสงอาทิตย์ส่องลงไปไม่ถึง”

(หนังสือสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 6: 22)

ตัวอย่างนี้ปรากฏคำว่า “พื้นที่ท้องน้ำ” แสดงตำแหน่งที่อยู่บริเวณต่ำสุดของพื้นดินที่อยู่ลึกลงไปจากผิวน้ำ ขณะเดียวกันคำศัพท์ดังกล่าวก็ยังสามารถมโนทัศน์ที่เกี่ยวกับสัตว์ด้วยคือ มีการนำรูปภาพแสดงอุปลักษณะ “ท้อง” มาใช้ โดยสัมพันธ์กับมโนทัศน์เรื่องตำแหน่งร่างกายซึ่งสัตว์จะมีลำตัวขนานกับพื้นดิน และมโนทัศน์พื้นที่ร่างกายของสัตว์ที่เป็นเสมือนกับภาชนะบรรจุ สามารถแสดงลักษณะเชื่อมโยงทางมโนทัศน์ได้ดังนี้

แฉວວງຄວາມໝາຍຕົ້ນທາງ [ภาชนะ]	แฉວວງຄວາມໝາຍປ່າຍທາງ [ร่างกายของสัตว์]
ภาชนะ	→ ท้อง
ของเหลวในภาชนะ	→ น้ำ

### 3.1.2.2.1.2.2 ที่อยู่อาศัยของสัตว์

จากข้อมูลในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย พบรูปภาพที่ใช้สื่อแนวคิดเกี่ยวกับที่อยู่อาศัยของสัตว์ ได้แก่ **รัง** ซึ่งแสดงมโนทัศน์เรื่องพื้นที่

### 3.1.2.2.1.2.2.1 มโนทัศน์แสดงพื้นที่

พื้นที่ หมายถึง อาณาเขต อาณาบริเวณ ลาน หรือที่ว่าง

ในตัวอย่างของคำว่า “รัง” ใน “รังไข่” สื่อแนวคิดเกี่ยวกับภาชนะ ในที่นี้เป็นเสมือนกับที่ผลิตและพักตัวของไข่ ซึ่งเป็นเซลล์สืบพันธุ์เพศหญิง และไข่จะมีการเคลื่อนที่ออกจากรังไข่เมื่อถึงระยะเวลาตามวงจรของระบบสืบพันธุ์เพศหญิง

### 3.1.2.2.1.3 มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับพืช

มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับพืช เป็นการนำรูปภาพภาษาที่สื่อแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับพืช เพื่ออธิบายและสื่อความหมายที่เกี่ยวข้องกับบริบททางวิทยาศาสตร์

คำที่ปรากฏในข้อมูล ได้แก่ *ซัว ต้นไม้ เม็ดถั่ว เห็ด ราก เปลือก กิ่ง กลีบดอกไม้* โดยที่คำศัพท์ที่นำมาใช้ในข้อมูลนั้นมีการแสดงมโนทัศน์รูปลักษณะ และมโนทัศน์แสดงตำแหน่ง ตัวอย่างเช่น

#### 3.1.2.2.1.3.1 มโนทัศน์แสดงรูปลักษณะ

##### ตัวอย่างที่ 50

“หลอดลมจะแยกเป็น bronchus ซ้ายขวา เรียกว่า primary bronchus ซึ่งจะแตกเป็น secondary bronchus แยกไปตามกลีบของปอด และแยกต่อไปเป็น segment ต่าง ๆ ของปอด จากนั้นจะแยกต่ออีกเป็นท่อเล็ก ๆ เรียกว่า bronchioles และในที่สุดเป็น terminal bronchioles **ลักษณะคล้ายต้นไม้** เรียกว่า “respiratory tree”

(กายวิภาคศาสตร์ของมนุษย์:120)

ตัวอย่างดังกล่าวอธิบายการแตกแขนงของหลอดลม จากส่วนที่ใหญ่ไปจนถึงส่วนที่เล็กลง ลักษณะดังกล่าวนั้นคล้ายกับการแตกกิ่งก้านสาขาของต้นไม้ คือ จากลำต้น เป็นกิ่ง ก้าน เพื่อลำเลียงอาหารไปยังส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้ได้อย่างทั่วถึง เช่นเดียวกับหลอดลมที่มีสาขาน้อยใหญ่กระจายทั่วไปตามปอด ซึ่งจะทำหน้าที่ลำเลียงก๊าซออกซิเจนจากปอดไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย และนำก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กลับมาที่ปอดอีกครั้ง

### ตัวอย่างที่ 51

“ต่อมน้ำเหลือง (LYMPH NODE)

เป็น lymphatic organ ที่พบตามทางเดินน้ำเหลืองทั่วร่างกาย **มีรูปร่างคล้ายเม็ดถั่ว**มีส่วนที่เว้าเข้าไปเรียกว่า hilum เป็นทางเข้าออกของเลือดที่มาเลี้ยงต่อมน้ำเหลือง และเป็นทางออกของน้ำเหลืองที่กรองแล้ว ต่อมน้ำเหลืองเป็นอวัยวะที่มีเปลือกหุ้มชัดเจน เปลือกเป็นเนื้อเยื่อติดต่อนิตที่มีเส้นใยหนาแน่น (dense fibrous connective tissue) และมีส่วนยื่นลงไปเนื้อต่อมเรียกว่า trabeculae”

(กายวิภาคศาสตร์ของมนุษย์:151)

ตัวอย่างดังกล่าวเป็นการเปรียบเทียบรูปร่างของต่อมน้ำเหลืองที่มีอยู่ทั่วร่างกายของมนุษย์ว่ามีรูปร่างคล้ายกับเมล็ดถั่ว ที่จะมีส่วนเว้าด้านหนึ่งใช้เป็นทางเข้าออกของน้ำเหลือง และมีเปลือกหุ้ม เมื่อเราพิจารณาจากลักษณะที่บรรยายมานั้นจะเห็นได้ว่ามีลักษณะที่คล้ายกับเมล็ดถั่ว กล่าวคือเมล็ดถั่วจะมีส่วนที่เป็นเปลือกหุ้มอยู่ ถ้าเรานึกถึงเมล็ดถั่วเขียวก็คงพอจะนึกออก และส่วนที่เว้าเข้าไปของเมล็ดถั่วจะเห็นได้ว่ามีสีคล้ำเล็ก ๆ อยู่ตรงกลาง บริเวณนั้นเองจะเป็นส่วนที่รากของถั่วจะงอกออกมาเมื่อเรานำไปเพาะ บริเวณที่รากงอกนั้นเป็นบริเวณที่เมล็ดสามารถดูดซับสารอาหารภายนอกเข้ามาและทำให้เมล็ดถั่วเจริญเติบโตเป็นต้นถั่วต่อไปได้

#### 3.1.2.2.1.3.2 มโนทัศน์แสดงตำแหน่ง

คำที่ปรากฏมโนทัศน์แสดงตำแหน่ง ได้แก่ “ชั่ว” ซึ่งพบในตัวอย่างที่อธิบายถึง “ชั่วโลก” เป็นการอ้างอิงตำแหน่งบนพื้นโลก โดยยึดที่บริเวณที่เป็นส่วนยอดของโลกทั้งสองด้าน คือ ด้านทิศเหนือและทิศใต้ หรือที่เรียกว่า “ชั่วโลกเหนือ” และ “ชั่วโลกใต้”

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

### 3.1.2.2.2 มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งไม่มีชีวิต

มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งไม่มีชีวิต เป็นการนำรูปภาพภาษาที่สื่อแนวคิดเกี่ยวกับสิ่งไม่มีชีวิตมาประกอบการอธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ร่วมกันกับคำอื่น ๆ เพื่อสื่อลักษณะทางมโนทัศน์บางประการที่มีร่วมกัน โดยมากการนำมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งไม่มีชีวิตมาใช้มักจะใช้เพื่อเปรียบเทียบระหว่างสิ่งที่ตามปกติมองไม่เห็น เช่น อวัยวะภายในร่างกายของมนุษย์ กับรูปร่างลักษณะของสิ่งที่มีชีวิตที่มีความคล้ายคลึงกัน จากข้อมูลในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย ประกอบด้วยกลุ่มของรูปภาพที่เกี่ยวข้องกับสิ่งไม่มีชีวิตแบ่งได้เป็นสองประเภท คือ มโนทัศน์เกี่ยวกับสิ่งของ และมโนทัศน์เกี่ยวกับอาหาร

#### 3.1.2.2.2.1 มโนทัศน์เกี่ยวกับสิ่งของ

จากข้อมูลในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย พบรูปภาพที่ใช้สื่อแนวคิดเกี่ยวกับสิ่งของที่ปรากฏในข้อมูล ได้แก่ ไซ้ ลูกไซ้ แท่งแม่เหล็ก ผ้าห่ม ขนแปรงสีฟัน แหวน กล้องถ่ายรูป ฟิล์มถ่ายรูป ไดอะแฟรม หมวก หลอดไฟ ฟองน้ำ ลูกโป่ง หลอดด้าย อานม้า ตะขอ รอก หมอน ค้อน ทั่ง โกลน ผ้าขี้ริ้ว ตุ๊ก กระจัง เครื่องสูบน้ำ ทุรูด คนโท กรวย แตร กระเป่า ตะไบ จานเพาะอุ่น กระบอง กระดาษทราย เส้นลูกบิด พัด หวี จานเสียง ใบพาย แม่พิมพ์ ลูกกัญแจ แม่กัญแจ ถ้วย ขวด แล่ แปรงล้างขวด ตะเกียง กลอง ขนแปรงสีฟัน ล้อเกวียน หลอด หม้อ รับบิ้น กาว ซีเมนต์ บาร์บีคิวเสียบไม้ย่าง

จากคำศัพท์ที่ปรากฏในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ สามารถจำแนกตามลักษณะทางมโนทัศน์ของคำได้ดังนี้ มโนทัศน์แสดงรูปลักษณ์ มโนทัศน์แสดงพื้นที่ มโนทัศน์แสดงหน้าที่ มโนทัศน์แสดงความต่อเนื่อง และมโนทัศน์แสดงเส้นทาง

##### 3.1.2.2.2.1.1 มโนทัศน์แสดงรูปลักษณ์

มโนทัศน์แสดงรูปลักษณ์ หมายถึง การนำมโนทัศน์เรื่องลักษณะรูปทรง หรือรูปร่างของวัตถุที่มีความคล้ายคลึงกัน มาใช้แสดงแนวคิดบางประการที่มีลักษณะร่วมกัน คำศัพท์ที่พบในข้อมูล ได้แก่ แท่งแม่เหล็ก ขนแปรงสีฟัน แหวน กล้องถ่ายรูป ฟิล์มถ่ายรูป ไดอะแฟรม หมวก หลอดไฟ ฟองน้ำ ลูกโป่ง หลอดด้าย อานม้า ตะขอ รอก หมอน ค้อน ทั่ง โกลน ผ้าขี้ริ้ว ตุ๊ก กระจัง คนโท กรวย แตร กระเป่า ตะไบ จานเพาะอุ่น กระบอง กระดาษทราย เส้นลูกบิด พัด หวี จานเสียง ใบพาย แล่ แปรงล้างขวด ตะเกียง กลอง ขนแปรงสีฟัน ล้อเกวียน รับบิ้น บาร์บีคิวเสียบไม้ย่าง ตัวอย่างเช่น



ตัวอย่างที่ 52

“4. Adipocytes เป็นเซลล์ที่ทำหน้าที่สะสมไขมัน ภายในเซลล์บรรจุ  
หยดไขมันขนาดใหญ่ทำให้ nucleus ของเซลล์ถูกดันไปอยู่ด้านข้าง  
**เซลล์จึงมีลักษณะคล้ายแหวน (signet ring)”**

(กายวิภาคศาสตร์ของมนุษย์: 32)



รูปที่ 9 เซลล์ Adipocyte

ตัวอย่างดังกล่าวได้กล่าวถึงเซลล์ชนิดหนึ่งที่ทำหน้าที่สะสมไขมัน มีรูปร่างคล้ายกับ  
แหวน ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากภายในเซลล์จะบรรจุไขมันเอาไว้จำนวนมาก ทำให้นิวเคลียสของเซลล์  
ถูกดันออกมาด้านข้าง ตำแหน่งของนิวเคลียสจึงคล้ายกับหัวแหวน และตัวแหวนเองก็คือผนังเซลล์  
ที่ล้อมรอบเซลล์เอาไว้

ตัวอย่างที่ 53

“นอกจากนี้ร่างกายยังมีการหลั่งฮอร์โมนบางชนิด เพื่อควบคุมสมดุล  
ของน้ำและแร่ธาตุ เช่น ฮอร์โมนแอลโดสเตอโรน (aldosterone) จาก  
**ต่อมหมวกไต**จะควบคุมสมดุลของโซเดียม โพแทสเซียม และ  
ฟอสเฟต โดยกระตุ้นให้มีการดูดสารดังกล่าวกลับเข้าสู่กระแส  
เลือด ...”

(หนังสือสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 2: 65)



รูปที่ 10 ต่อมหมวกไต

จากตัวอย่างได้กล่าวถึงต่อมที่อยู่เหนืออวัยวะไตในร่างกายของมนุษย์ ซึ่งเราเรียกต่อมนี้ว่าต่อมหมวกไต เนื่องจากรูปร่างของต่อมดังกล่าวมีลักษณะคล้ายหมวกที่ครอบอยู่เหนือไตทั้งสองข้าง

#### ตัวอย่างที่ 54

**“ปอดมีลักษณะหย่น ๆ คล้ายฟองน้ำ** โดยปกติปอดข้างขวาของคนจะใหญ่กว่าข้างซ้ายแต่ช่วงสั้นกว่าเล็กน้อย ใต้ปอดมีแผ่นกระบังลม (Diaphragm) เป็นแผ่นกล้ามเนื้อแยกช่องอก ซึ่งประกอบด้วยหัวใจและปอดออกจากช่องท้อง ในสภาวะปกติปอดขยายเต็มช่องอก และอากาศจะเข้าปอดไม่ได้ และภายในมีความดันต่ำกว่าความดันบรรยากาศภายนอก ปอดอาจแฟบได้ถ้ามีอากาศเข้าไปในช่องระหว่างเยื่อหุ้มปอด และเยื่อหุ้มปอด (intrapleural space) เช่นเกิดอุบัติเหตุ”

(ชีววิทยา 1: 360)

ตัวอย่างดังกล่าวอธิบายลักษณะของปอดโดยเปรียบเทียบว่ามีลักษณะคล้ายกับฟองน้ำคือ มีคุณสมบัติในการหดตัวและคลายตัวได้ดี การหดตัวของปอดนั้นก็เหมือนกับเวลาที่ฟองน้ำเป็ยกน้ำ ส่วนการคลายตัวนั้นก็เหมือนกับฟองน้ำแห้ง

### ตัวอย่างที่ 55

#### “3.2 Hinge joint

บริเวณผิวสัมผัสของกระดูกด้านหนึ่ง**มีลักษณะโค้งนูน**  
**รูปร่างเหมือนหลอดด้าย**รับกับผิวสัมผัสอีกด้านที่มีลักษณะเป็น  
แฉ่งเว้า พบที่ ข้อศอก (elbow joint) ข้อเข่า (knee joint) การ  
เคลื่อนไหวของข้อต่อชนิดนี้เป็นลักษณะ flexion-extension  
เท่านั้น”

(กายวิภาคศาสตร์ของมนุษย์: 56)



รูปที่ 11 Hinge joint

ตัวอย่างดังกล่าวอธิบายลักษณะของข้อต่อที่พบในข้อศอก และข้อเข่า ประกอบด้วย  
กระดูก 2 ชิ้น ชิ้นหนึ่งนั้นมีรูปร่างเป็นทรงกระบอกกลม วางตามแนวขวาง มีลักษณะคล้ายกับ  
หลอดด้าย ส่วนชิ้นที่สองเป็นแฉ่งเว้า เพื่อให้ข้อต่อสามารถเคลื่อนไหวได้

### ตัวอย่างที่ 56

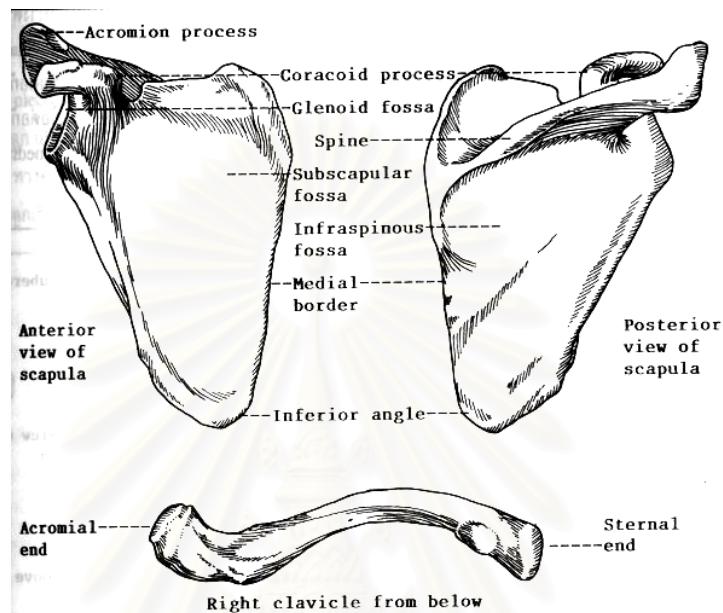
#### “กระดูกสะบัก (SCAPULA)

เป็นกระดูกแบน รูปร่างสามเหลี่ยม วางอยู่ทางด้านหลังของทรวงอก  
ตรงระดับกระดูกซี่โครงคู่ที่ 2-7 ถูกยึดให้อยู่ตามตำแหน่งโดย  
อาศัยการเกาะของกล้ามเนื้อที่ซับซ้อน

ผิวด้านหลังของกระดูก scapula มีเส้นนูนตามขวางที่เรียกว่า  
spine ตรงส่วนปลายของ spine จะเป็นตุ่มแบนใหญ่เรียกว่า  
acromion ซึ่งเป็นส่วนที่ประกอบเป็นข้อต่อกับกระดูก clavicle แฉ่ง  
ที่อยู่เหนือและใต้ต่อ spine เรียกว่า supraspinous และ  
infraspinous fossa ตามลำดับ ขอบด้านนอกต่ำกว่าระดับของ  
acromion เล็กน้อยมีแฉ่งกลมเรียกว่า glenoid cavity สำหรับ  
ประกอบเป็นข้อไหล่ ขอบด้านบนมีปุ่มยื่นไปทางด้านหน้า**ลักษณะ**

คล้ายตะขอเรียกว่า coranoid process เป็นที่เกาะของกล้ามเนื้อ ส่วนแอ่งทางด้านหน้าทั้งหมด เรียกว่า subscapular fossa”

(กายวิภาคศาสตร์ของมนุษย์: 72)



รูปที่ 12 กระดูกสะบัก

ตัวอย่างดังกล่าวอธิบายลักษณะรูปร่างของกระดูกสะบักที่อยู่ส่วนบน เป็นบริเวณที่มีกระดูกส่วนที่ยื่นออกมารูปร่างคล้ายตะขอที่มีความโค้ง และยังเป็นที่ยึดเกาะของกล้ามเนื้ออีกด้วย

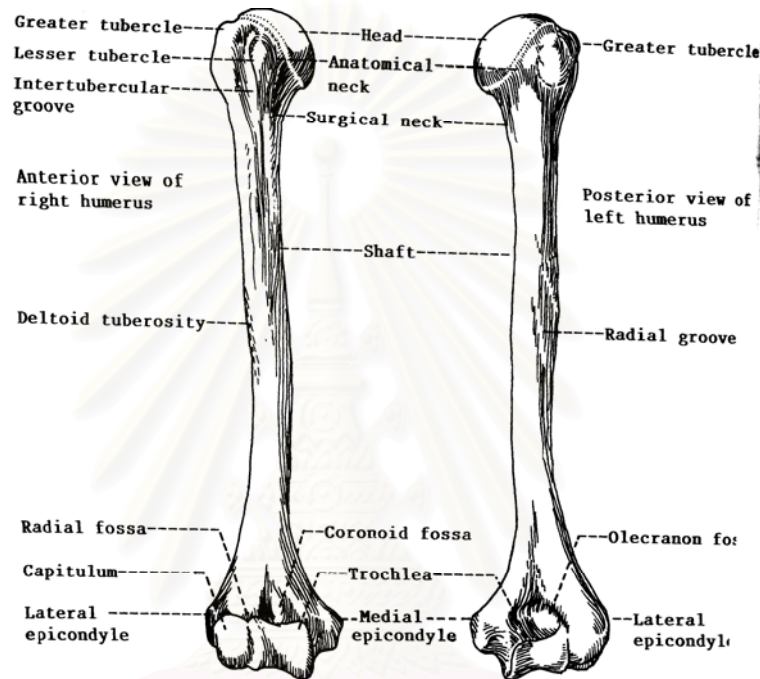
ตัวอย่างที่ 57

“HUMERUS

เป็นกระดูกของต้นแขน มีรูปร่างยาว ปลายบนมีลักษณะกลม เรียกว่า head ไปประกอบเป็นข้อไหล่กับ glenoid cavity ของกระดูก scapula ได้ต่อ head มีส่วนคอดเรียกว่า anatomical neck ถัดลงมามีปุ่มนูน 2 อัน ปุ่มที่ยื่นไปทางด้านข้างมีขนาดใหญ่เรียกว่า greater tubercle อีกปุ่มยื่นมาทางด้านหน้ามีขนาดเล็กกว่าเรียกว่า lesser tubercle ส่วนของแท่งกระดูกที่มีรูปร่างเป็นทรงกระบอก เรียกว่า capitulum ประกอบเป็นข้อต่อกับ head ของกระดูก radius ส่วนปุ่มที่อยู่ทางด้านใน **รูปร่างคล้ายรอก**เรียกว่า

trochlea ประกอบเป็นข้อต่อกับกระดูก ulna ด้านข้างของปลายกระดูกมีสันนูนขรุขระเป็นที่เกาะของกล้ามเนื้อปลายแขนเรียกว่า medial และ lateral epicondyle ซึ่งอยู่ทางด้านในและด้านนอกตามลำดับ”

(กายวิภาคศาสตร์ของมนุษย์: 73-74)



รูปที่ 13 กระดูกต้นแขน

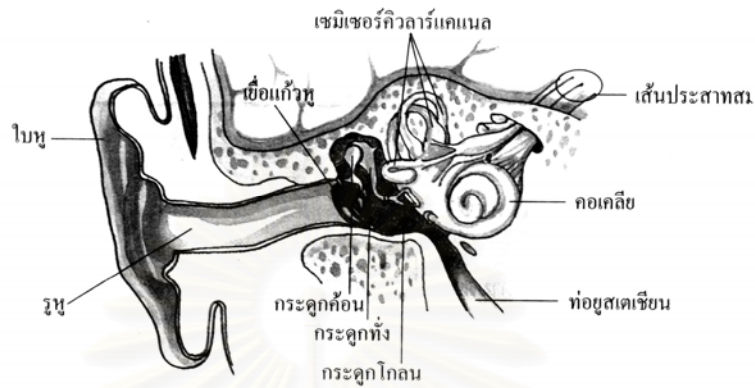
ตัวอย่างดังกล่าวอธิบายลักษณะกระดูกต้นแขน ซึ่งปลายด้านในข้างหนึ่งมีรูปร่างคล้ายกับรอกที่เป็นเครื่องทุ่นแรงของมนุษย์ คือมีลักษณะเป็นทรงกระบอก ส่วนปลายสองข้างกว้างกว่าส่วนที่อยู่ตรงกลางเล็กน้อย

#### ตัวอย่างที่ 58

“ภายในหูส่วนกลางประกอบด้วยกระดูก 3 ชิ้น ได้แก่ **กระดูกค้อน** (malleus) **กระดูกทั่ง** (incus) และ**กระดูกโกลน** (stapes) ยึดกันอยู่ เมื่อมีการสั่นสะเทือนเกิดขึ้นที่เยื่อแก้วหูจะถ่ายทอดมายังกระดูกค้อน และกระดูกทั่ง ทำให้กระดูกหู 2 ชิ้นนี้เคลื่อนและเพิ่มแรงสั่นสะเทือนนี้ต่อไปยังกระดูกโกลนเพื่อเข้าสู่หูส่วนในต่อไป คลื่น

เสียงที่ผ่านเข้ามาถึงหูส่วนในจะขยายแอมพลิจูดของคลื่นเสียงเพิ่ม จากหูส่วนนอกประมาณ 22 เท่า”

(หนังสือสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 3: 61)



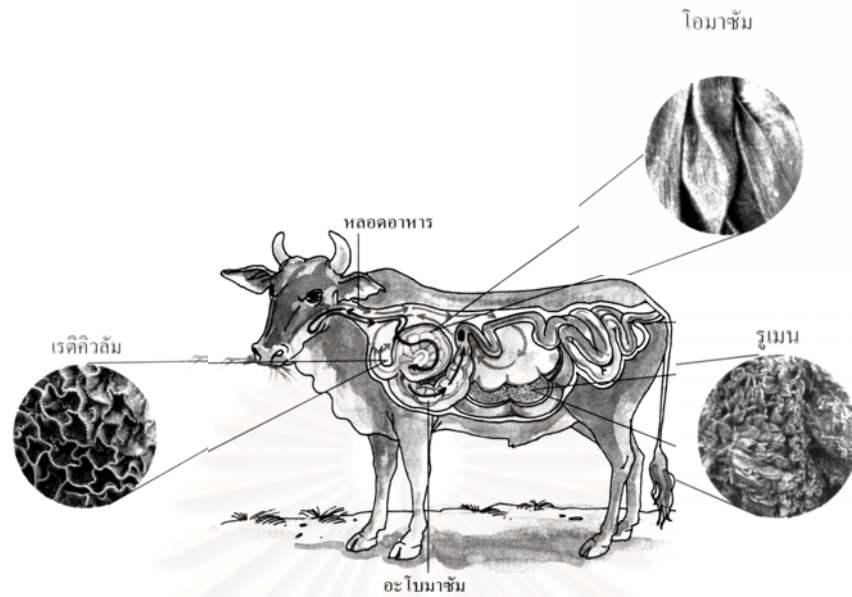
รูปที่ 14 อวัยวะภายในหู

ตัวอย่างดังกล่าวบรรยายถึงส่วนประกอบของอวัยวะภายในหู ที่น่าสนใจคือการเรียกชื่อของกระดูกชั้นเล็ก ๆ ทั้งสามชั้นที่อยู่ภายในหูว่า กระดูกค้อน กระดูกทั่ง และกระดูกโกลน เหตุที่มีชื่อเช่นนั้นก็เพราะว่ามีรูปร่างลักษณะที่คล้ายคลึงกับวัตถุที่มนุษย์พบเห็น กระดูกค้อนมีลักษณะเช่นเดียวกับค้อนที่ใช้ตอกตะปู กระดูกทั่ง มีรูปร่างคล้ายกับแท่งเหล็กที่เราใช้ตีโลหะ ส่วนกระดูกโกลนนั้น ก็มีรูปร่างเหมือนกับโกลนซึ่งเป็นห่วงที่ห้อยลงมา 2 ข้างจากอานม้า ใช้เป็นที่สอดเท้าเหยียบขึ้นบนหลังม้า

#### ตัวอย่างที่ 59

“กระเพาะอาหาร 3 ส่วนแรกของวัว แท้จริงแล้วเป็นส่วนของหลอดอาหารที่ขยายขนาดขึ้น เพราะไม่มีการสร้างเอนไซม์มาย่อยอาหาร ในบริเวณนี้ แต่ละส่วนจะมีชื่อเรียกต่างกันไปคือ **รูเมนหรือเรียกว่าผ้าชีรี้ว โอมาซัมหรือเรียกว่าสามสิบกลีบ เรติคิวลัมหรือเรียกว่ารังผึ้ง** ส่วนที่เป็นกระเพาะอาหาร คือส่วนที่เรียกว่า อะโบมาซัม”

(หนังสือสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 2: 10)



รูปที่ 15 กระเพาะอาหารของวัว

จากภาพตัวอย่างของอวัยวะในส่วนที่ทำหน้าที่ย่อยอาหารของวัว เราจะเห็นรูปร่างลักษณะของอวัยวะเหล่านั้น กับสิ่งที่นำมาเปรียบ ที่เรียกรูเมนว่าผ้าชีวรี่เนื่องจากมีลักษณะเปื่อยยุ่ยและมีสีคล้ายเหมือนกับผ้าชีวรี่ โอม่าซั่มถูกเรียกว่าสามสิบกลีบ เนื่องจากมีลักษณะคล้ายกลีบดอกไม้หลาย ๆ กลีบอยู่ด้วยกันเป็นจำนวนมาก และเรติคิวลั่มถูกเรียกว่ารังผึ้ง เนื่องจากมีลักษณะคล้ายรังผึ้งที่มีอยู่ตามธรรมชาติ

#### ตัวอย่างที่ 60

“สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหลายชนิด เช่น แมงกะพรุนมีของเหลวเรียกว่า มีโซเกลีย (mesoglea) แทรกอยู่ระหว่างเนื้อเยื่อชั้นนอกและเนื้อเยื่อชั้นใน การเคลื่อนที่ของแมงกะพรุนเกิดจากการหดตัวของเนื้อเยื่อบริเวณ**ขอบกระดิ่ง**และที่ผนังลำตัวสลับกันทำให้เกิดแรงดันของน้ำผลักดันแมงกะพรุนให้พุ่งไปในทิศทางตรงข้ามกับน้ำที่พุ่งออกมา....”

(หนังสือสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม3: 6)



รูปที่ 16 ทิศทางการเคลื่อนที่ของแมงกะพรุน

ตัวอย่างดังกล่าวอธิบายลักษณะของแมงกะพรุน โดยมีการเปรียบเทียบส่วนหัวของแมงกะพรุนว่าเหมือนกับกระดิ่ง คือมีรูปร่างเป็นโดมเหมือนกัน

การเปรียบเทียบรูปร่างลักษณะของสองสิ่งที่มีความคล้ายคลึงกันนั้น นับเป็นส่วนหนึ่งจากการนำประสบการณ์ในชีวิตประจำวันมาใช้ เนื่องจากมนุษย์สามารถที่จะจดจำรายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ ในลักษณะของการจำเป็นภาพได้เป็นจำนวนมาก เมื่อเห็นสิ่งใหม่ที่มีลักษณะคุ้นเคยหรือใกล้เคียงกับสิ่งที่เคยพบเห็นมากก็จะนำมาเปรียบเทียบกับสิ่งต่าง ๆ ที่มีอยู่ในความคิดของตน

### 3.1.2.2.1.2 มโนทัศน์แสดงหน้าที่

มโนทัศน์แสดงหน้าที่ หมายถึง กระบวนการ หรือหลักการทำงานของสิ่งนั้น ๆ รูปภาพที่ใช้สื่อแนวคิดเกี่ยวกับหน้าที่ที่พบในข้อมูล ได้แก่ ผ้าห่ม แม่พิมพ์ ลูกกัญญาแจ แม่กัญญาแจ กาวซีเมนต์ เครื่องสูบน้ำ นูรู๊ด หมอน ตัวอย่างเช่น

#### ตัวอย่างที่ 61

“กระดูกสันหลังทำหน้าที่ช่วยค้ำจุน และรองรับน้ำหนักของร่างกาย ประกอบด้วยกระดูกที่มีลักษณะเป็นข้อๆ ต่อกัน ระหว่างกระดูกสันหลังแต่ละข้อจะมีแผ่นกระดูกอ่อน (cartilage) หรือที่เรียกกันว่า **หมอนรองกระดูก** ทำหน้าที่รองและเชื่อมกระดูกสันหลังแต่ละข้อ



เพื่อป้องกันการเสียดสี ถ้าหมอนรองกระดูกนี้เสื่อมจะไม่สามารถ  
เอี้ยวหรือบิดตัวได้...”

(หนังสือสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 3: 15)



รูปที่ 17 กระดูกสันหลัง

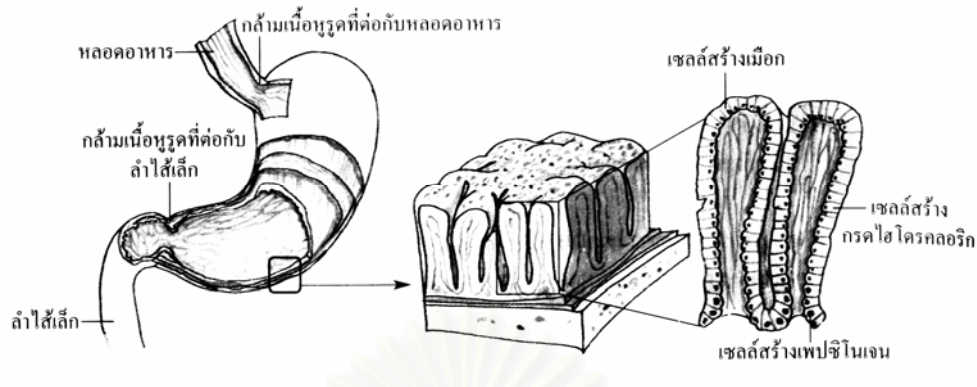
ตัวอย่างดังกล่าวอธิบายหน้าที่ของแผ่นกระดูกอ่อนที่แทรกอยู่ในกระดูกสันหลังแต่ละ  
ข้อ ซึ่งเราเรียกว่า “หมอนรองกระดูก” เมื่อพิจารณาจากคำว่าหมอน ทำให้เข้าใจลักษณะที่อ่อนนุ่ม  
และเป็นสิ่งที่สามารถรองรับแรงกระแทกได้ ซึ่งในส่วนนี้มีความคล้ายคลึงกับหมอนรองกระดูกที่  
เป็นกระดูกอ่อนซึ่งมีความหยุ่นต่างจากกระดูกธรรมดา จึงสามารถรับหรือลดแรงเสียดสีระหว่าง  
กระดูกแต่ละข้อได้

จะเห็นได้ว่าตัวอย่างในเรื่อง “หมอนรองกระดูก” เป็นการนำมโนทัศน์ที่เกี่ยวกับ  
ลักษณะและหน้าที่ของสิ่งของมาใช้เพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะและหน้าที่ของแผ่นกระดูก  
อ่อนที่แทรกอยู่ในกระดูกสันหลังแต่ละข้อ

#### ตัวอย่างที่ 62

“กระเพาะอาหาร (stomach) อยู่ภายในช่องท้องด้านซ้ายได้  
กะบังลม ผนังของกระเพาะอาหารมีกล้ามเนื้อหนา แข็งแรงมาก  
และยืดหยุ่นได้ดี สามารถขยายความจุได้ถึง 500-2,000 ลูกบาศก์  
เซนติเมตร มีกล้ามเนื้อหูรูด 2 แห่ง คือ กล้ามเนื้อหูรูดที่ต่อกับ  
หลอดอาหาร และกล้ามเนื้อหูรูดที่ต่อกับลำไส้เล็ก...”

(หนังสือสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 2: 15)



รูปที่ 18 กระเพาะอาหารและเซลล์ในผิว

จากตัวอย่างดังกล่าวเราจะเห็นศัพท์คำหนึ่งที่ใช้เรียกอวัยวะภายในส่วนหนึ่งว่า “หูรูด” ซึ่งทำหน้าที่ปล่อยอาหารที่มาจากหลอดอาหารเข้าสู่กระเพาะอาหารและผ่านเข้าสู่ลำไส้เล็ก ทำให้ปริมาณอาหารที่ผ่านเข้าออกมีปริมาณที่เหมาะสมและไม่ทำให้กระเพาะทำงานหนักเกินไป จากลักษณะและการทำงานของกล้ามเนื้อบริเวณดังกล่าวที่คล้ายคลึงกับลักษณะของหูรูดที่อยู่ติดกับกระเพาะเราจึงเรียกอวัยวะดังกล่าวว่ากล้ามเนื้อหูรูด เป็นการนำมโนทัศน์ในเรื่องของหลักการทำงานของสิ่งหนึ่งมาทำความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดของอีกสิ่งหนึ่งที่มีความเชื่อมโยงกัน

ตัวอย่างที่ 37 การอธิบายหลักการการทำงานของดวงตา เปรียบเทียบกับกลไกการทำงานของกล้องถ่ายรูป โดยใช้การเปรียบเทียบการทำงานในอวัยวะย่อย ๆ ที่อยู่ในดวงตา ว่ามีการทำงานตรงกับการทำงานของกล้องถ่ายรูปในส่วนใด ซึ่งการอธิบายในลักษณะดังกล่าวช่วยให้ผู้เรียนเรื่องการทำงานของดวงตาสามารถจดจำและเข้าใจรายละเอียดได้มากขึ้น

ตัวอย่างที่ 30 การอธิบายหน้าที่ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศของโลก เมื่อเกิดปรากฏการณ์ที่ทำให้โลกเกิดความร้อนสูงขึ้น หรือที่เรียกว่าปรากฏการณ์เรือนกระจก ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะทำหน้าที่คล้ายผ้าห่มที่ห่อหุ้มโลกและกักเก็บความร้อนเอาไว้ ทำให้อุณหภูมิของโลกสูงขึ้น

### 3.1.2.2.1.3 มโนทัศน์แสดงพื้นที่

พื้นที่ หมายถึง อาณาเขต อาณาบริเวณ ลาน หรือที่ว่าง รูปภาษาที่ใช้สื่อแนวคิดเกี่ยวกับพื้นที่ที่พบในข้อมูล ได้แก่ ถ้วย ขวด หม้อ

“ถ้วย” หมายถึงภาชนะก้นลึกสำหรับใช้บรรจุอาหาร ปรากฏในข้อมูลคำว่า “ถ้วยเก็บประจุ” เมื่อประกอบกับคำดังกล่าวทำให้เกิดมโนทัศน์ของคำที่หมายถึง ภาชนะบรรจุ

“ขวด” หมายถึง ภาชนะทรงสูง มีส่วนปลายคอด ปรากฏในคำว่า “ขวดแม่เหล็ก” ที่หมายถึงอุปกรณ์กักเก็บพลาสมาคำว่า “ขวด” เมื่อรวมกับคำดังกล่าวเกิดมโนทัศน์ของคำเปรียบเทียบกับเป็นที่กักเก็บหรือบรรจุ เนื่องจากลักษณะของขวดแม่เหล็กนั้นไม่ได้มีรูปร่างแบบขวด เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ทดลองทางวิทยาศาสตร์ขนาดใหญ่ แต่ทำหน้าที่เช่นเดียวกับขวดที่เป็นภาชนะ คือ ทำหน้าที่เป็นภาชนะบรรจุคลื่นแม่เหล็ก

“หม้อ” หมายถึง ภาชนะสำหรับใช้หุงต้มอาหาร เมื่อนำมาใช้ปรากฏร่วมกับคำว่า “หม้อแปลง” “หม้อแปลงขึ้น” “หม้อแปลงลง” ซึ่งเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ทำหน้าที่แปลงค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าให้มีค่าสูงหรือต่ำ หม้อในความหมายของคำดังกล่าวจึงเป็นการแสดงมโนทัศน์เกี่ยวกับภาชนะบรรจุ และมีความสัมพันธ์กับมโนทัศน์เรื่อง MORE IS UP , LESS IS DOWN ซึ่ง Lakoff (1980) ได้จำแนกประเภทของอุปลักษณะที่ใช้คำบอกทิศทางว่า Orientation Metaphors มีคำศัพท์แสดงอุปลักษณะ เช่น ขึ้น-ลง เข้า-ออก หน้า-หลัง ตื่น-ลึก เป็นต้น คำต่าง ๆ เหล่านี้มีความสัมพันธ์กับเรื่องของพื้นที่

#### 3.1.2.2.1.4 มโนทัศน์แสดงความต่อเนื่อง

มโนทัศน์แสดงความต่อเนื่อง หมายถึง การเกิดเหตุการณ์ขึ้นซ้ำ กันในคราวเดียว คำศัพท์ที่พบได้แก่ *โซ่ ลูกโซ่*

“ลูกโซ่” เป็นรูปภาษาที่ใช้สื่อแนวคิดเกี่ยวกับความต่อเนื่อง ปรากฏร่วมกับคำอื่นในข้อมูลเมื่อใช้เรียกปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องว่า “ปฏิกิริยาลูกโซ่” จากลักษณะของ “โซ่” ตามปกติแล้วโซ่มีเส้นยาวเหมือนกับเชือก ทำจากเหล็กลูกโซ่ต่อร้อยเข้าด้วยกัน มีไว้เพื่อใช้ล่ามสัตว์ ได้แสดงมโนทัศน์ในแง่ของความต่อเนื่อง เพื่อใช้อธิบายความต่อเนื่องของการเกิดปฏิกิริยาทางเคมี

#### ตัวอย่างที่ 63

“ความเข้าใจในการจัดเรียงตัวของโครงสร้างและการประกอบกันทางเคมี จำเป็นต้องมีความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์เป็นอย่างมาก การต่อเรียงกันของหน่วยพื้นฐานทางเคมี หรือที่เรียกว่า มอนอเมอร์ (monomer) ก่อให้เกิดโครงสร้างโมเลกุลที่ยาวต่อเนื่องเป็น *ลูกโซ่* ปริมาณการต่อกันของมอนอเมอร์อาจเป็นพัน ๆ หน่วยทำให้กลายเป็นโมเลกุลยาว น้ำหนักโมเลกุลสูง ซึ่งบ่งบอกจากค่าที่เรียกกันว่าระดับขั้นของการเกิดพอลิเมอร์ (degree of polymerisation) เช่น หากพิจารณา

มอนอเมอร์ให้แทนด้วย A จะได้โมเลกุลลูกโซ่ยาวเป็นพอลิเมอร์ที่เกิดจากการต่อกันของมอนอเมอร์ A ดังนี้”

-A-A-A-A-A-A-

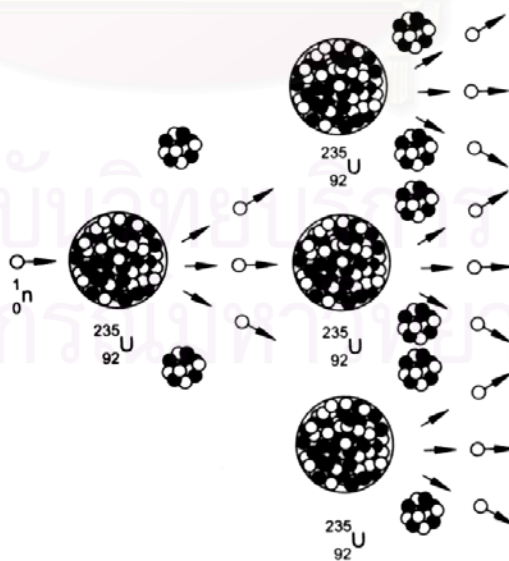
(วิทยาศาสตร์เส้นใย: 20-21)

ตัวอย่างดังกล่าวอธิบายการเรียงต่อกันของโมเลกุลมอนอเมอร์ ที่เหมือนกับการเรียงต่อกันของลูกโซ่ในโซ่เส้นหนึ่ง ๆ

#### ตัวอย่างที่ 64

“รูป 20.17 แสดงว่า มีนิวตรอนเกิดขึ้นอีก 3 ตัว ถ้านิวตรอนเหล่านี้ถูกทำให้พลังงานน้อยลงจนถึงในระดับที่เหมาะสม แล้วให้ฟองนิวเคลียสของยูเรเนียม-235 ที่อยู่ใกล้เคียง ปฏิกริยาฟิชชันก็จะเกิดต่อไปได้ และถ้านิวตรอนจากฟิชชันที่หนึ่งไปทำให้เกิดฟิชชันที่สอง และนิวตรอนจากฟิชชันที่สองไปทำให้เกิดฟิชชันที่สาม เป็นเช่นนี้เรื่อยไปจะเป็นผลให้นิวเคลียสของยูเรเนียมแตกตัวอย่างต่อเนื่อง เรียกว่า **ปฏิกิริยาลูกโซ่** เนื่องจากปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น ในช่วงเวลาสั้นมากพลังงานที่ได้จากปฏิกิริยานิวเคลียสจึงมีค่ามหาศาล”

(หนังสือสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 3: 310)



รูปที่ 19 การแตกตัวของนิวเคลียสยูเรเนียมในปฏิกิริยาลูกโซ่

ตัวอย่างดังกล่าวอธิบายปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องกันไป เหมือนกับสายโซ่ที่มีลูกโซ่เกาะเกี่ยวกันไว้เป็นสายยาว จากโซ่ลูกหนึ่งไปยังโซ่ลูกหนึ่ง

#### 3.1.2.2.1.5 มโนทัศน์แสดงเส้นทาง

มโนทัศน์แสดงเส้นทาง หมายถึง การเคลื่อนที่ไปตามเส้นทางที่กำหนดไว้ รูปภาพที่ใช้เพื่อสื่อความคิดดังกล่าวได้แก่คำว่า *หลอด*

“หลอด” หมายถึง ท่อกลวงขนาดเล็ก จากข้อมูลพบว่า “หลอดการไหล” ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องของไหลในอุดมคติ ซึ่งเป็นแนวคิดทางด้านฟิสิกส์ว่า อนุภาคของของไหลจะเคลื่อนที่ไปตามเส้นทางเดินเส้นหนึ่ง ที่เรียกว่าเส้นกระแส เส้นกระแสของอนุภาคแต่ละตัวจะไม่ติดกัน ถ้าให้เส้นกระแสจำนวนหนึ่งอยู่เรียงกันเป็นมัด จะเรียกมัดของเส้นกระแสนี้ว่า หลอดการไหล (tube of flow) หลอดการไหลนี้จึงเปรียบเสมือนท่อที่มีของไหลเข้าทางปลายข้างหนึ่งและไหลออกทางปลายข้างหนึ่ง “หลอด” ในกรณีนี้จึงเป็นการนำมโนทัศน์เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ที่อยู่ในเส้นทางที่กำหนดมาใช้เพื่อให้เข้าใจเรื่องการไหลของสิ่งที่เราไม่สามารถมองเห็นได้

#### 3.1.2.2.2 มโนทัศน์เกี่ยวกับอาหาร

มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับอาหาร เป็นการรูปภาพที่ใช้สื่อแนวคิดเกี่ยวกับอาหารในลักษณะต่าง ๆ มาใช้ จากข้อมูลพบว่ามีคนนำมาใช้เพื่อสื่อมโนทัศน์ในเรื่องของรูปลักษณะเพียงประการเดียว

##### 3.1.2.2.2.1 มโนทัศน์แสดงรูปลักษณะ

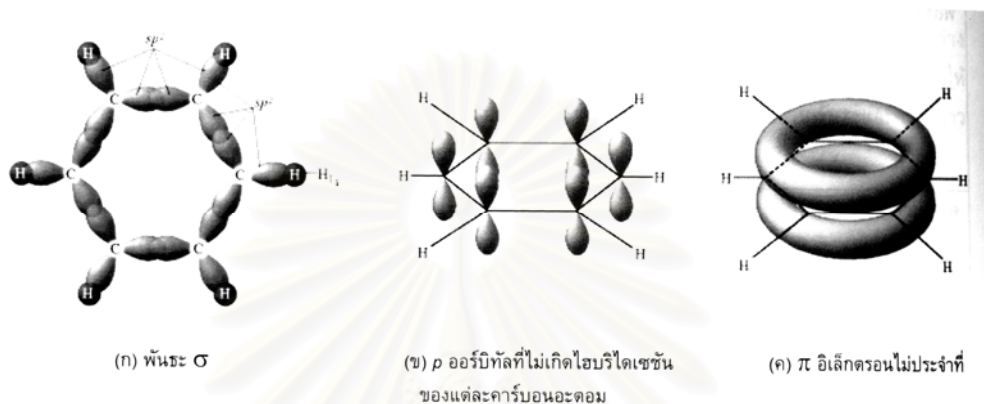
มโนทัศน์แสดงรูปลักษณะ หมายถึง การนำมโนทัศน์เกี่ยวกับลักษณะรูปทรง หรือรูปร่างของวัตถุที่มีความคล้ายคลึงกันมาใช้เปรียบเทียบกัน รูปภาพที่ใช้สื่อแนวคิดที่พบ ได้แก่ *โดนัท*

จากข้อมูลพบตัวอย่างเพียงหนึ่งตัวอย่างที่นำรูปภาพเกี่ยวกับอาหารมาใช้ในการเปรียบเทียบรูปร่างลักษณะ โดยทำการเปรียบเทียบลักษณะของกลุ่มหมอกอเล็กตรอนที่มีลักษณะเป็นรูปโดนัท 2 อัน ซ้อนกัน จากรูปร่างของโดนัทที่เป็นวงกลมและมีรูอยู่ตรงกลาง ทำให้ผู้เรียนเกิดมโนภาพอย่างชัดเจนถึงรูปร่างลักษณะของอเล็กตรอนในกรณีดังกล่าว

## ตัวอย่างที่ 65

“กลุ่มหมอก  $\pi$  อิเล็กตรอนไม่ประจำที่ในเบนซีนจะมีรูปร่างคล้ายโดนัทสองอันเหนือและใต้ระนาบของโมเลกุลซึ่งจะเกิดพันธะ  $\sigma$  ...”

(เคมี: 148)



รูปที่ 20 กลุ่มหมอกอิเล็กตรอนรูปโดนัท

ตัวอย่างดังกล่าวอธิบายรูปร่างของอิเล็กตรอนในเบนซีน ที่มีรูปร่างคล้ายโดนัทสองอันอยู่ซ้อนกัน ลักษณะของโดนัทนั้นเป็นวงกลมมีรูกลวงตรงกลาง และที่สำคัญได้มีการนำสิ่งที่อยู่ในชีวิตประจำวันมาเปรียบให้เห็นภาพได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

### 3.1.2.2.3 มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติ

มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติ เป็นการรูปภาพที่ใช้สื่อแนวคิดเกี่ยวกับธรรมชาติ มาใช้เพื่ออธิบายความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น มโนทัศน์ที่เกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ มาใช้ประกอบกับคำอื่นหรือบริบทอื่น เพื่อสื่อแนวคิดใหม่ที่สอดคล้องกับลักษณะทางแนวคิดของคำเดิม

#### 3.1.2.2.3.1 มโนทัศน์เกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ

รูปภาพที่ใช้สื่อแนวคิดเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่พบในข้อมูล ได้แก่ ต้นน้ำ ปลายน้ำ หมอก ทะเล วงโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ ฝน คลื่น มีการแสดงมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้อง ดังนี้ มโนทัศน์แสดงรูปลักษณะ และมโนทัศน์แสดงตำแหน่ง

### 3.1.2.2.3.1.1 มโนทัศน์แสดงรูปลักษณ์

มโนทัศน์แสดงรูปลักษณ์ หมายถึง ลักษณะรูปร่างหรือรูปทรงของวัตถุ รูปภาษาที่นำมาใช้เพื่อสื่อแนวคิดดังกล่าว ได้แก่ หมอก ทะเล วงโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ ฟันคลื่น ตัวอย่างเช่น

#### ตัวอย่างที่ 66

“...สำหรับคลื่นวิทยุความถี่ตั้งแต่ 530-1600 กิโลเฮิร์ตซ์ ที่สถานีวิทยุส่งออกอากาศในระบบเอเอ็ม เป็นการสื่อสารโดยการผสม (modulate) **คลื่นเสียง** เข้ากับคลื่นวิทยุ ซึ่งเรียกว่า **คลื่นพาหะ** และสัญญาณเสียงจะบังคับให้แอมพลิจูดของคลื่นพาหะเปลี่ยนแปลงไป”

(หนังสือสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 3 : 188)

ในตัวอย่างได้กล่าวถึงพลังงานในรูปของคลื่น ที่มาจากพื้นฐานความคิดเกี่ยวกับการกระเพื่อมของผิวน้ำที่เกิดต่อเนื่องกัน อย่างเช่นคลื่นในทะเล หรือคลื่นในแม่น้ำ ซึ่งการเคลื่อนตัวของผิวน้ำจะมีลักษณะขึ้นลงต่อเนื่องกันไป

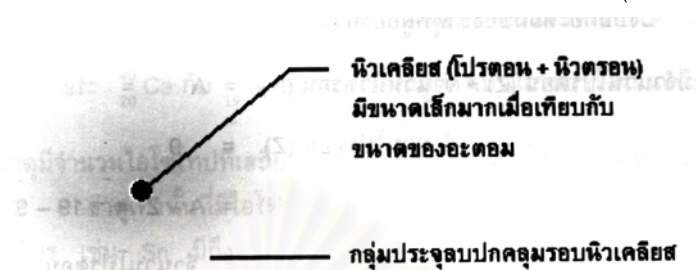
ส่วนคลื่นพาหะในตัวอย่างเป็นการรวมตัวของคลื่นเสียงและคลื่นวิทยุ ซึ่งคลื่นวิทยุอาจเปรียบเหมือนกับพาหะที่นำคลื่นเสียงบรรทุกไปยังจุดหมายปลายทางด้วย

#### ตัวอย่างที่ 67

“จากการศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างของอะตอมโดยมีข้อมูลต่าง ๆ จากการทดลองสนับสนุนมากมาย สรุปได้ว่า อะตอมประกอบด้วยอนุภาคพื้นฐานที่สำคัญ 3 ชนิด คือ อิเล็กตรอน (electron) โปรตรอน (proton) และนิวตรอน (neutron) ซึ่งสมบัติเหล่านี้แสดงในตารางที่ 2-1 โดยที่อนุภาคโปรตรอน (มีประจุ +1) กับอนุภาคนิวตรอน (ไม่มีประจุ) อยู่กันอย่างหนาแน่นในบริเวณเล็ก ๆ ตรงใจกลางของอะตอม เรียกบริเวณนี้ว่า นิวเคลียส (nucleus) และมีอิเล็กตรอน (มีประจุ -1) เคลื่อนที่รอบนิวเคลียสด้วยความเร็วสูงจึง

มีลักษณะคล้ายกับมีกลุ่มหมอกของประจุลบปกคลุมอยู่  
โดยรอบ ...”

(เคมี:45)



รูปที่ 21 ขนาดของนิวเคลียสและอิเล็กตรอน

ตัวอย่างนี้อธิบายลักษณะของอิเล็กตรอนและการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนในนิวเคลียส ซึ่งอิเล็กตรอนในนิวเคลียสมีอยู่เป็นจำนวนมาก มีขนาดเล็ก และเคลื่อนที่วนรอบนิวเคลียสของอะตอมด้วยความเร็วสูง ทำให้เมื่อสังเกตดูแล้วเหมือนกับมีหมอกคลุมอยู่รอบ ๆ นิวเคลียส เช่นเดียวกับลักษณะการเกิดหมอกตามธรรมชาติ ที่เมื่อมีละอองน้ำจำนวนมากรวมตัวอยู่ในอากาศที่มีอุณหภูมิต่ำจะทำให้เกิดหมอกขึ้นมา

“การโคจรของดาวเคราะห์หรือบดวงอาทิตย์” แสดงการเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์ในระบบสุริยจักรวาลที่มีดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลาง ลักษณะการเคลื่อนที่ดังกล่าวถูกนำมาเปรียบเทียบกับลักษณะการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนรอบนิวเคลียสในอะตอม ทำให้เกิดภาพที่ชัดเจนขึ้น

“ฝน” ที่หมายถึง ละอองน้ำขนาดใหญ่ที่ตกลงมาจากท้องฟ้า ปรากฏในข้อมูลคำว่า “ฝนอุกกาบาต” แสดงมโนทัศน์เกี่ยวกับทิศทางของอุกกาบาตจำนวนมากที่ตกลงมาบนโลก เหมือนกับฝนตก

### 3.1.2.2.3.1.2 มโนทัศน์แสดงตำแหน่ง

มโนทัศน์แสดงตำแหน่ง หมายถึง ส่วนของพื้นที่ที่สามารถระบุได้ชัด รูปภาษาที่ใช้สื่อแนวคิดดังกล่าว ได้แก่ **ต้นน้ำ** **ปลายน้ำ**

“ต้นน้ำ” และ “ปลายน้ำ” จากตัวอย่างที่กล่าวถึงลำดับของอุตสาหกรรมที่เรียกว่า “อุตสาหกรรมต้นน้ำ” และ “อุตสาหกรรมปลายน้ำ” ซึ่งมีพื้นฐานความคิดมาจากการเดินทางของน้ำ หรือแม่น้ำ ที่มีต้นน้ำ และปลายน้ำ ต้นน้ำ คือ จุดเริ่มต้นของแหล่งน้ำซึ่งจะขยายใหญ่ออกจนกลายเป็นแม่น้ำ และสายน้ำไหลเรื่อยลงมาสู่จุดสิ้นสุดหรือส่วนปลายของแม่น้ำ โดยการ



เปรียบเทียบที่ปรากฏในตัวอย่างดังกล่าวนั้น อาจเชื่อมโยงถึงสายการผลิตหรือขั้นตอนของการผลิตว่าจะต้องมีจุดเริ่มต้นของอุตสาหกรรม และจุดสิ้นสุดของอุตสาหกรรมนั้น ๆ ก่อนที่จะได้เป็นผลิตภัณฑ์ออกมา

### 3.1.2.2.3.2 มโนทัศน์เกี่ยวกับสิ่งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ

รูปภาพที่ใช้สื่อแนวคิดเกี่ยวกับสิ่งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติที่พบในข้อมูล ได้แก่ ดาว มีลักษณะมโนทัศน์เพียงประการเดียว คือมโนทัศน์แสดงรูปลักษณ์

#### 3.1.2.2.3.2.1 มโนทัศน์แสดงรูปลักษณ์

มโนทัศน์แสดงรูปลักษณ์ หมายถึง ลักษณะรูปร่างหรือรูปทรงของวัตถุที่คล้ายคลึงกันนำมาใช้เปรียบเทียบกัน

#### ตัวอย่างที่ 68

“การพัฒนาาระบบสื่อสารผ่านดาวเทียมเริ่มแรกอย่างจริงจังเมื่อประเทศสหภาพโซเวียต ประสบความสำเร็จในการส่งดาวเทียมดวงแรกที่ชื่อว่า Sputnik เข้าสู่โคจรของโลกเป็นครั้งแรกเมื่อวันที่ 4 ตุลาคม 1957 ที่ระยะทางประมาณ 900 กิโลเมตรจากผิวโลก...”

(วิศวกรรมโทรคมนาคม: 20)

ตัวอย่างดังกล่าวเรียกวัดูลอยอยู่บนฟ้าที่เราใช้ในการรับส่งสัญญาณเหนือชั้นบรรยากาศของโลกว่า “ดาวเทียม” เนื่องจากเป็นที่สามารถลอยอยู่บนท้องฟ้าได้เหมือนกับดวงดาวจริงและสะท้อนแสงยามกลางคืนเหมือนกับดวงดาวจริงที่อยู่บนท้องฟ้า ในตัวอย่างนี้มโนทัศน์เกี่ยวกับดาวซึ่งเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติมาใช้เพื่อให้เข้าใจการลอยตัวอยู่บนฟ้าของอุปกรณ์สื่อสารที่เรียกว่าดาวเทียม

### 3.1.2.2.4 มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับสถานที่

มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับสถานที่ เป็นการรูปภาพาษาที่สื่อแนวคิดเกี่ยวกับสถานที่ อาคาร สิ่งปลูกสร้าง หรือส่วนประกอบต่าง ๆ ของสิ่งปลูกสร้างมาใช้เพื่อสื่อแนวคิดที่เชื่อมโยงกับสิ่งที่ต้องการอธิบาย รูปภาพาษาที่แสดงมโนทัศน์เกี่ยวข้องกับสถานที่ที่ปรากฏในข้อมูลหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ มโนทัศน์สถานที่ และมโนทัศน์สิ่งปลูกสร้าง

#### 3.1.2.2.4.1 มโนทัศน์สถานที่

รูปภาพาษาที่ใช้สื่อแนวคิดเกี่ยวกับสถานที่ที่พบในข้อมูลมีดังนี้ *เรือนกระจก ธนาคาร ห้องสมุด สนาม สะพาน* คำศัพท์เหล่านี้แสดงมโนทัศน์ที่แตกต่างกันไป ประกอบด้วย มโนทัศน์แสดงพื้นที่ และมโนทัศน์แสดงหน้าที่

##### 3.1.2.2.4.1.1 มโนทัศน์แสดงหน้าที่

มโนทัศน์แสดงหน้าที่ หมายถึง กระบวนการ หรือหลักการทำงานของสิ่งนั้น ๆ รูปภาพาษาที่ใช้สื่อแนวคิดเกี่ยวกับหน้าที่ คือ *เรือนกระจก ห้องสมุด ธนาคาร สะพาน*

จากข้อมูลพบว่ามีการใช้มโนทัศน์สถานที่ “เรือนกระจก” ในตัวอย่างที่กล่าวถึงภาวะที่ทำให้โลกร้อนขึ้นขึ้นว่าเป็น “ภาวะเรือนกระจก” และก๊าซที่ส่งผลให้อุณหภูมิของโลกเพิ่มขึ้น เรียกว่า “ก๊าซเรือนกระจก” ความหมายของเรือนกระจกเป็นโรงเรือนสร้างจากกระจกโดยรอบ ใช้เพาะปลูกต้นไม้ที่เจริญเติบโตในสภาพอากาศที่อบอุ่นกว่าภายนอกโรงเรือน การที่อุณหภูมิภายในโรงเรือนสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกเกิดจากกระจกครอบโรงเรือนนั้นทำหน้าที่ยอมให้แสงและความร้อนผ่านเข้าสู่อาคารได้มาก แต่ปล่อยความร้อนให้ออกไปได้น้อย ซึ่งมีหลักการเช่นเดียวกับที่ทำให้อุณหภูมิบนผิวโลกร้อนขึ้นเนื่องจากความร้อนภายในไม่สามารถออกไปได้นั่นเอง

“ธนาคาร” และ “ห้องสมุด” พบในตัวอย่างที่เกี่ยวกับการอธิบายเรื่อง ดีเอ็นเอที่มนุษย์นำดีเอ็นเอของหนูมาปลูกถ่ายไว้ สามารถเก็บรักษาหรือเลือกนำดีเอ็นเอเหล่านั้นมาใช้ได้ตามต้องการ เรียกว่า “ห้องสมุดหรือธนาคารดีเอ็นเอ (DNA library หรือ DNA bank)” ดีเอ็นเอเหล่านี้มีที่มาที่ต่างกันสองทาง คือ ดีเอ็นเอที่ได้มาจากเนื้อเยื่อ จะเรียกว่า จีโนมิกไลบรารี (genomic library) แต่ถ้าเป็นดีเอ็นเอที่สร้างจากเอ็มอาร์เอ็นเอ เรียกว่า ซีเอ็นเอไลบรารี (cDNA library) หรือห้องสมุดซีดีเอ็นเอ ซึ่งจะมีจำนวนประชากรน้อยกว่าห้องสมุดจีโนม

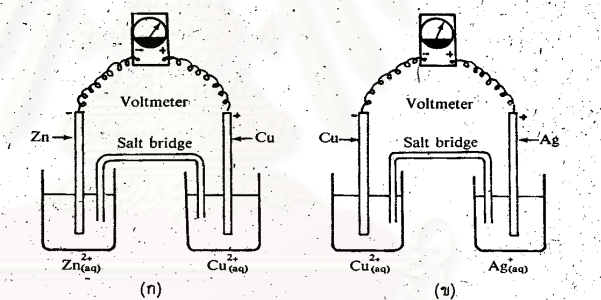
ทั้ง “ธนาคาร” และ “ห้องสมุด” มีมโนทัศน์ร่วมกันที่เกี่ยวกับสถานที่ที่ใช้เก็บรักษาและรวบรวมสิ่งของหรือข้อมูล สามารถเลือกนำสิ่งของที่เก็บไว้ออกมาใช้ได้ เมื่อคำว่า “ธนาคาร” และ

“ห้องสมุด” ปรากฏร่วมกับคำว่าดีเอ็นเอ หรือประเภทย่อยของดีเอ็นเอ ตามตัวอย่างข้างต้น ทำให้เกิดการสื่อแนวคิดร่วมกัน คือ การเก็บรวบรวมของที่มีจำนวนมากไว้ในที่เดียวกัน

### ตัวอย่างที่ 69

“จากปฏิกิริยาตามสมการที่ (8.4) เราสร้างสองครึ่งเซลล์ได้ คือครึ่งเซลล์ทองแดง และครึ่งเซลล์สังกะสี แล้วนำครึ่งเซลล์ทั้งสองมาต่อกันให้ครบวงจรด้วยลวดสายไฟต่อกับโวลต์มิเตอร์ และมีสะพานเกลือ ( salt bridge) ต่อระหว่างครึ่งเซลล์ทั้งสอง ดังรูปที่ 8.2 ก. สะพานเกลือเป็นหลอดแก้วบรรจุุนที่มีอิเล็กโทรไลต์ ซึ่งโดยทั่วไปมักเป็น KCl หรือ  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  อิเล็กตรอนจะถูกถ่ายทอดจากแท่งสังกะสีไปสู่แท่งทองแดง ทำให้เกิดศักย์ไฟฟ้าระหว่างแท่งโลหะทั้งสอง ซึ่งแสดงโดยโวลต์มิเตอร์”

(เคมีทั่วไป เล่ม 1: 263)



รูปที่ 22 แกลวานิกเซลล์ ซึ่งประกอบด้วยสองครึ่งเซลล์

- ก. ครึ่งเซลล์ของสังกะสีกับของทองแดง
- ข. ครึ่งเซลล์ของทองแดงกับของเงิน

จากตัวอย่างดังกล่าวปรากฏคำศัพท์ที่ใช้เรียกอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองชนิดหนึ่งว่า “สะพานเกลือ” เนื่องจากสะพานเกลือจะทำหน้าที่ส่งผ่านอิเล็กตรอนจากบิกเกอร์หนึ่งไปยังบิกเกอร์หนึ่ง ซึ่งมีหน้าที่เช่นเดียวกับสะพานที่ข้ามไปมาระหว่างสองฝั่งได้

มนทัศน์เกี่ยวกับสะพานที่มีประโยชน์สำหรับการเดินทางของมนุษย์ เพื่อข้ามไปมาระหว่างสองฝั่งของปลายสะพาน นำมาใช้เพื่อเปรียบเทียบและสื่อความคิดในลักษณะการทำงานหรือหน้าที่ของอุปกรณ์ทดลองทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าวว่าเป็นตัวกลาง เพื่อให้อิเล็กตรอนมีการถ่ายโอนไปยังพื้นที่ฝั่งตรงข้ามได้

“สะพานไฟ” คำว่า สะพาน ที่ปรากฏกับคำดังกล่าวมีแสดงมโนทัศน์เกี่ยวกับ สื่อ เชื่อมโยง สะพานไฟนั้นเป็นอุปกรณ์ที่อยู่ในวงจรไฟฟ้าขนาดใหญ่ ทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมให้ไฟฟ้า ผ่านไปได้ ดังนั้นคำว่า “สะพาน” ที่ปรากฏในคำทั้งสองจึงเป็นคำที่มีความหมายแสดงหน้าที่ของสิ่ง ว่าทำหน้าที่เป็นสื่อเชื่อมโยง

#### 3.1.2.2.4.1.2 มโนทัศน์แสดงพื้นที่

พื้นที่ หมายถึง อาณาเขต อาณาบริเวณ ลาน หรือที่ว่าง รูปลักษณ์ที่สื่อแนวคิดเกี่ยวกับ พื้นที่ คือ *สนาม*

“สนาม” พบประกอบกับคำว่า สนามไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก สนามแม่เหล็กไฟฟ้า โดย คำว่า “สนาม” เป็นคำที่แสดงบริเวณหรือพื้นที่ เมื่อประกอบกับคำอื่นก็จะเกิดแนวคิดเปรียบเทียบ ขึ้น ในทางวิทยาศาสตร์ไฟฟ้า และแม่เหล็ก เป็นพลังงานที่วัดค่าได้ มีการกระจายตัวออกโดยรอบ แต่อยู่ในวงจำกัด ดังนั้นส่วนที่แสดงถึงพลังงานโดยรอบของไฟฟ้า หรือแม่เหล็ก จึงแสดงมโนทัศน์ ในลักษณะเดียวกับ “สนาม” ซึ่งแสดงอาณาเขตโดยรอบเช่นเดียวกัน

#### 3.1.2.2.4.2 มโนทัศน์ส่วนประกอบของอาคาร

รูปลักษณ์ที่ใช้สื่อแนวคิดเกี่ยวกับส่วนประกอบของอาคารที่พบในข้อมูล มีดังนี้ ห้อง หน้าต่าง ผนัง ราวบันได บันได บันไดเวียน คำศัพท์ดังกล่าวแสดงลักษณะทางมโนทัศน์ที่แตกต่างกันไป ประกอบด้วย มโนทัศน์แสดงหน้าที่ มโนทัศน์แสดงพื้นที่ และมโนทัศน์แสดงรูปลักษณ์

##### 3.1.2.2.4.2.1 มโนทัศน์แสดงรูปลักษณ์

มโนทัศน์แสดงรูปลักษณ์ หมายถึง รูปร่างลักษณะภายนอกของวัตถุที่มีความเหมือน หรือคล้ายคลึงกัน รูปลักษณ์ที่สื่อแนวคิดเกี่ยวกับรูปร่าง ได้แก่ (ชั้น)บันได ราวบันได บันไดเวียน หน้าต่าง

จากตัวอย่างที่พบในข้อมูลนั้น แสดงคำอธิบายเปรียบเทียบที่อยู่ในชุดเดียวกันที่ เกี่ยวข้องกับส่วนต่าง ๆ ของบันได กับลักษณะโครงสร้างของ DNA คือ “รูปร่างของดีเอ็นเอ นั้นจะมี โครงสร้างเป็นเกลียวคู่ ทำให้โครงสร้างของ DNA มีลักษณะคล้าย *บันไดเวียน* โดยมีน้ำตาลดีออกซีไรโบสจับกับหมู่ฟอสเฟตเป็น *ราวบันได* (backbones) และ *บันได* แต่ละคู่คือคู่เบส 1 คู่”

บันไดนั้นประกอบด้วย 2 ส่วน คือราวบันได และชั้นบันได ส่วนลักษณะของบันไดนั้นมี ลักษณะเป็นแบบตรง หรือเป็นแบบเกลียวบิดขึ้นไปก็ได้ ลักษณะของ DNA ที่ปรากฏในตัวอย่างนั้น

มีโครงสร้างแบบเดียวกัน และสามารถเทียบเคียงลักษณะกับบันไดเกลียวได้ การนำภาพวัตถุสองสิ่งที่มีความคล้ายคลึงกันมาเปรียบเทียบเข้าด้วยกัน ทำให้เกิดประโยชน์ในการจดจำลักษณะของวัตถุนั้น ๆ ได้มากขึ้นด้วย

“หน้าต่าง” หมายถึง ช่องที่อยู่บนผนังบ้านสำหรับให้แสงและลมผ่านเข้ามาในบ้านได้ แสดงความหมายที่เกี่ยวกับรูปร่างลักษณะ ปรากฏในตัวอย่างคำว่า “หน้าต่างรูปกลม” และ “หน้าต่างรูปไข่” ที่เป็นช่องที่อยู่บริเวณผนังของหุ้ส่วนกลาง เป็นการนำลักษณะเด่นเกี่ยวกับช่องว่าง มาอธิบาย

#### 3.1.2.2.4.2.2 มโนทัศน์แสดงหน้าที่

มโนทัศน์แสดงหน้าที่ หมายถึง กระบวนการทำงาน หรือหลักการทำงานของสิ่งนั้น รูปภาษาที่พบว่าแสดงแนวคิดเกี่ยวกับหน้าที่ ได้แก่ *ผนัง หน้าต่าง*

“ผนัง” หมายถึง พื้นที่ที่ก่อกั้นมาในแนวตั้ง ทำหน้าที่แบ่งกั้นบริเวณ คำว่า “ผนัง” จากข้อมูลพบว่าปรากฏร่วมกับ คำว่า “ผนังเซลล์” และ “ผนังหัวใจ” ทำให้เกิดมโนทัศน์ร่วมในเชิงเปรียบเทียบว่าเป็นที่กั้น ผนังเซลล์ทำหน้าที่ห่อหุ้มเซลล์ไว้โดยรอบเพื่อป้องกันส่วนที่อยู่ภายในเซลล์ ส่วนผนังหัวใจทำหน้าที่แบ่งหัวใจห้องต่าง ๆ ออกจากกัน และป้องกันไม่ให้เลือดที่อยู่ในห้องหัวใจส่วนต่าง ๆ เข้ามาปนกันด้วย

“หน้าต่าง” หมายถึง ช่องที่อยู่บนผนังบ้านสำหรับให้แสงและลมผ่านเข้ามาในบ้านได้ จากข้อมูลพบการอธิบายในเรื่องเกี่ยวกับการรับรังสีที่ผ่านเข้ามาในชั้นบรรยากาศของโลก โดยมี “หน้าต่าง” 2 บาน ที่ยอมให้คลื่นผ่านเข้ามาในโลกได้ คือ “หน้าต่างแสง” และ “หน้าต่างวิทยุ” เกิดมโนทัศน์ที่ใช้สื่อความเข้าใจว่าเป็น ช่องว่างที่ยอมให้วัตถุผ่านเข้ามาได้ ในขณะเดียวกันก็แสดงลักษณะทางมโนทัศน์ว่าโลกเปรียบเสมือน “บ้าน” อยู่ด้วย เพราะหน้าต่างเป็นองค์ประกอบหนึ่งของบ้าน

#### 3.1.2.2.4.2.3 มโนทัศน์แสดงพื้นที่

มโนทัศน์แสดงพื้นที่ หมายถึง บริเวณ หรืออาณาเขต รูปภาษาที่ใช้สื่อแนวคิดแสดงพื้นที่ ได้แก่ *ห้อง*

ตัวอย่างของการปรากฏคำว่า “ห้อง” ใน “หัวใจห้องต่าง ๆ” นั้น คล้ายคลึงกับ ตัวอย่างของ “ห้อง” ใน “พื้นที่ห้องน้ำ” เนื่องจากมีความคิดเกี่ยวกับ container หรือภาชนะบรรจุรวมอยู่ด้วย หัวใจเป็นอวัยวะที่คอยสูบฉีดเลือดจากอวัยวะส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย และเลือดจำนวนมากต้อง

ไหลผ่านหัวใจห้องต่าง ๆ หัวใจจึงเปรียบเสมือนกับภาชนะบรรจุของเลือดเพื่อส่งผ่านไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกายอีกทอดหนึ่ง ดังตัวอย่างต่อไปนี้

#### ตัวอย่างที่ 70

“เลือดจากเนื้อเยื่อทั่วร่างกายจะไหลย้อนกลับเข้ามาตามหลอดเลือดดำอย่างสม่ำเสมอ (รูปที่ 11 เข้าสู่หัวใจห้องบนขวา ในขณะที่เกิดแอสโทลีส ลึ้น atrioventricular กำลังเปิดอยู่นั้นเลือดที่ไหลกลับมานี้จะไหลลงสู่หัวใจห้องล่างขวาโดยตรง และสะสมอยู่ในนั้น ในระหว่างซิสโตลิสหัวใจห้องล่าง ลึ้น atrioventricular จะปิด ทำให้เลือดที่ไหลย้อนกลับหัวใจ ไม่สามารถเข้าสู่หัวใจห้องล่างได้ แต่จะสะสมอยู่ในหัวใจห้องบนขวา จึงอาจเปรียบได้ว่า**หัวใจห้องบนเป็น “ห้องพัก” ของเลือด** ซึ่งจะเก็บสะสมเลือดที่ไหลกลับหัวใจ ในขณะที่เกิดการหดตัวของหัวใจห้องล่าง”

(สรีรวิทยาคลินิกขั้นพื้นฐาน: 16)

#### ตัวอย่างที่ 71

“บริเวณระหว่าง**หัวใจห้องบนและห้องล่าง** จะแยกกันด้วย**ฝาผนังเนื้อเยื่อเส้นใย (fibrous septum)** ซึ่งฝาผนังนี้ประกอบด้วยเนื้อเยื่อเส้นใย และมี**ลิ้นหัวใจ**อยู่ด้วย...”

(สรีรวิทยาคลินิกขั้นพื้นฐาน: 20)

จากการจำแนกประเภทของกลุ่มมโนทัศน์แบบเปรียบเทียบที่นำมาใช้อธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย ทำให้ผู้วิจัยพบว่ามนุษย์เลือกนำลักษณะเด่นของแต่ละสิ่งมาใช้เพื่อถ่ายโอนความหมายของสิ่งนั้น ไปยังแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ค่อนข้างซับซ้อนและเข้าใจยาก ลักษณะเด่นทางมโนทัศน์ดังกล่าวสามารถสรุปเป็นตารางแสดงการปรากฏได้ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 1 แสดงมโนทัศน์ต่าง ๆ ที่มนุษย์นำมาใช้อธิบายความคิดทางวิทยาศาสตร์

ลักษณะทางมโนทัศน์			มโนทัศน์แสดงรูปลักษณะ	มโนทัศน์แสดงหน้าที่	มโนทัศน์แสดงพื้นที่	มโนทัศน์แสดงตำแหน่ง	มโนทัศน์แสดงเส้นทาง	มโนทัศน์แสดงความต่อเนื่อง	มโนทัศน์แสดงพื้นที่และปริมาณ	มโนทัศน์แสดงการเคลื่อนที่และปริมาณ	มโนทัศน์แสดงทิศทางและการเคลื่อนที่
สิ่งมีชีวิต	มนุษย์	อวัยวะร่างกาย	●	●		●					
		การเจริญเติบโต						●			
		กิริยาอาการ								●	●
		สถานภาพ		●							
		อาชีพ		●							
		กิจกรรมของมนุษย์		●				●	●		●
	สัตว์	อวัยวะร่างกาย	●		●						
		ที่อยู่อาศัยของสัตว์		●							
		พืช	●			●					
สิ่งไม่มีชีวิต	สิ่งของ	●	●	●		●	●				
	อาหาร	●									
ธรรมชาติ	ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ	●			●						
	สิ่งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ	●									
สถานที่	สถานที่		●	●							
	ส่วนประกอบของอาคาร	●	●	●							

จากตารางข้อมูลดังกล่าวพบว่ากลุ่มของมโนทัศน์ที่นำมาใช้อธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่พบมากที่สุด คือ กลุ่มมโนทัศน์ที่เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต โดยมีการแสดงลักษณะต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์ซึ่งเป็นกลุ่มมโนทัศน์ที่พบจำนวนมากที่สุด และยังได้แสดงลักษณะทางมโนทัศน์ย่อย ๆ ไว้แทบทุกลักษณะ รองลงมาคือมโนทัศน์สัตว์และพืช กลุ่มของมโนทัศน์ที่แสดงมโนทัศน์มากเป็นอันดับสอง คือกลุ่มมโนทัศน์เกี่ยวกับสิ่งไม่มีชีวิต ได้แสดงมโนทัศน์ย่อยถึงห้าลักษณะด้วยกัน อันดับที่สาม คือ กลุ่มของมโนทัศน์เกี่ยวกับสถานที่ และลำดับสุดท้ายคือกลุ่มของมโนทัศน์ธรรมชาติ ข้อมูลทางมโนทัศน์ทั้งหมดที่กล่าวมาได้แสดงให้เห็นว่ามโนทัศน์ที่มีส่วน

สำคัญในการทำความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มากที่สุดก็คือมโนทัศน์ที่เชื่อมโยงกับตัวของมนุษย์เอง

สำหรับมโนทัศน์ย่อยที่พบใช้มากที่สุดได้แก่ มโนทัศน์แสดงรูปลักษณะ อันดับที่สองคือมโนทัศน์แสดงหน้าที่ อันดับที่สามคือมโนทัศน์แสดงพื้นที่ อันดับสี่คือมโนทัศน์แสดงตำแหน่งและมโนทัศน์แสดงความต่อเนื่อง อันดับห้าคือมโนทัศน์แสดงเส้นทาง และมโนทัศน์แสดงทิศทางและการเคลื่อนที่ ส่วนมโนทัศน์ที่ปรากฏเป็นลำดับสุดท้ายได้แก่ มโนทัศน์แสดงการเคลื่อนที่และปริมาณ กับมโนทัศน์แสดงพื้นที่และปริมาณ มโนทัศน์ที่พบในข้อมูลเหล่านี้ได้แสดงให้เห็นลักษณะการเชื่อมโยงทางแนวคิดโดยนำลักษณะเด่นร่วมกันบางประการมาใช้เพื่อถ่ายทอดแนวคิดที่ตรงกันกับสิ่งที่ต้องการอธิบาย แม้ว่าแนวคิดบางอย่างนั้นอาจเป็นเรื่องของคนที่อยู่ต่างสังคม หรือมีพื้นฐานจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในระดับพื้นฐาน แนวคิดเหล่านี้ก็ยังสามารถถ่ายทอดความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ให้แก่คนที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันได้ ในที่นี้ก็คือกลุ่มคนที่ศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ในสังคมไทย

จากตารางดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่ามนุษย์มักนำสิ่งที่อยู่ใกล้ตัวมาใช้เพื่อทำความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ และสิ่งที่ใกล้ตัวมนุษย์ที่สุดก็คือประสบการณ์ที่เกิดขึ้นกับมนุษย์เองซึ่งมีทั้งประสบการณ์ที่เกี่ยวกับร่างกาย และประสบการณ์ที่มนุษย์มีต่อสิ่งอื่นในโลก จากนั้นจึงทำความเข้าใจจากสิ่งที่อยู่ใกล้ตัวมนุษย์ออกไป ในขณะเดียวกันมนุษย์ได้ทำความเข้าใจต่อสิ่งที่อยู่ภายในตัวของมนุษย์ผ่านการสังเกตลักษณะของวัตถุต่าง ๆ รอบตัวซึ่งมองเห็นได้ง่ายกว่า สำหรับในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยนั้นมโนทัศน์ของแบบเปรียบเทียบที่นำมาใช้อธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ล้วนเป็นสิ่งที่โยงกับประสบการณ์ที่มนุษย์มีทั้งทางตรงและทางอ้อม ส่วนต่อไปที่ผู้วิจัยจะกล่าวถึงนั้นจะเกี่ยวข้องกับลักษณะทางมโนทัศน์ของสิ่งที่ถูกเปรียบเทียบ ในที่นี้คือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และลักษณะทางมโนทัศน์ของแบบเปรียบเทียบที่ใช้ในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ที่ได้จากข้อมูลว่ามีลักษณะเด่นและมีความเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่ถูกเปรียบเทียบ (target domain) และแบบเปรียบเทียบ (source domain) อย่างไร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



### 3.1.2.3 ลักษณะเด่นทางมโนทัศน์ของอุปลักษณในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย

หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญในการถ่ายทอดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปสู่ผู้เรียน ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ถ่ายทอดในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์เป็นความรู้ใหม่สำหรับผู้เรียน และที่สำคัญเป็นความรู้ที่อาจจะเข้าใจยากเพราะมีความซับซ้อน หรือบางครั้งเป็นเรื่องที่เป็นนามธรรมและอยู่ไกลตัวผู้เรียน ผู้เขียนแบบเรียนวิทยาศาสตร์จึงต้องหาเครื่องมือในการอธิบายองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้ผู้เรียนเข้าใจ อุปลักษณเป็นวิธีหนึ่งที่น่าสนใจเพื่ออธิบายความรู้เหล่านั้น เพื่อวัตถุประสงค์ในการทำความเข้าใจ และจดจำรายละเอียดได้ดีขึ้น โดยอาศัยความรู้ที่สัมพันธ์กับประสบการณ์ในชีวิตประจำวันมาใช้ในการอธิบายให้เข้าใจองค์ความรู้ต่าง ๆ เหล่านี้ได้ง่ายขึ้น การทำความเข้าใจลักษณะของแวดวงความหมายต้นทาง (source domain) และแวดวงความหมายปลายทาง (target domain) ที่ปรากฏในอุปลักษณในหนังสือเรียนจะช่วยให้เห็นลักษณะสำคัญที่น่าสนใจในการอธิบายความคิดที่มีความเชื่อมโยงสัมพันธ์กันระหว่างแวดวงความหมายทั้งสองดังกล่าว

#### 3.1.2.3.1 ลักษณะเด่นทางมโนทัศน์ของสิ่งที่ถูกเปรียบเทียบ

สิ่งที่ถูกเปรียบเทียบหรือ target domain ของอุปลักษณวิทยาศาสตร์นั้นก็คือ ความรู้แนวคิดทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ อาทิเช่น ปฏิกริยาทางเคมี ความรู้ทางดาราศาสตร์ ความรู้เกี่ยวกับระบบอวัยวะต่าง ๆ เป็นต้น จากการวิเคราะห์พบลักษณะเด่นของสิ่งที่ถูกเปรียบเทียบ ดังนี้

##### 3.1.2.3.1.1 สิ่งที่ถูกเปรียบเทียบมีความเป็นรูปธรรมน้อยกว่า

##### แบบเปรียบเทียบ

โดยมากความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่มองไม่เห็น ไม่สามารถจับต้องได้ เช่น ปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์ที่อธิบายเรื่องโลกร้อนว่า อุณหภูมิบริเวณผิวโลกเพิ่มสูงขึ้น เนื่องมาจากปริมาณของก๊าซที่มีคุณสมบัติทำหน้าที่กักเก็บความร้อนไม่ให้ออกนอกบรรยากาศของโลกมีเพิ่มมากขึ้น จะเห็นได้ว่าองค์ประกอบหรือสาเหตุที่ทำให้โลกร้อนนั้นมีด้วยกันหลายประการ แต่มนุษย์ไม่สามารถมองเห็นสิ่งเหล่านั้นได้ ดังที่ได้อธิบายความสัมพันธ์ของปรากฏการณ์นี้ไว้ในตัวอย่างที่ 14 คือ [โลกเป็นมนุษย์]

“CO<sub>2</sub> จะทำหน้าที่คล้ายกับผ้าห่มที่ห่อหุ้มโลกและกักเก็บความร้อนเอาไว้ ทำให้อุณหภูมิของโลกสูงขึ้นที่เรียกว่าเกิดภาวะเรือนกระจก ดังรูป 12.23 ซึ่งส่งผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมอย่างมาก CO<sub>2</sub> ในบรรยากาศสามารถอยู่ได้นานเป็นสิบหรือร้อยปีโดยไม่สูญสลาย ถ้าการเผาไหม้เกิดขึ้นมาก CO<sub>2</sub> ก็จะไปสะสมอยู่ในบรรยากาศมากขึ้น”

(หนังสือสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม เคมี เล่ม 5: 153)

ตัวอย่างข้างล่างนี้มุ่งอธิบายการไหลของกระแสไฟฟ้า การไหลของกระแสไฟฟ้ามีลักษณะที่มองไม่เห็นและไม่สามารถจับต้องได้ จึงเกิดการอธิบายเปรียบเทียบกับการไหลของสิ่งอื่น ๆ การไหลของกระแสไฟฟ้าจะเกิดขึ้นได้ในลักษณะที่ใกล้เคียงกับแบบเปรียบเทียบมาที่มีลักษณะเป็นรูปธรรมมากกว่า ดังในตัวอย่างนี้

“ประจวบที่จะเคลื่อนที่จากตำแหน่งที่ศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังศักย์ไฟฟ้าต่ำกว่าถ้าปล่อยมันจากหยุดนิ่ง การเลือกเช่นนี้คล้ายจงกับการไหลของน้ำและการไหลของความร้อน ซึ่งในเรื่องเหล่านี้ น้ำไหลจากที่ระดับสูงไปที่ระดับต่ำกว่า ความร้อนไหลจากที่อุณหภูมิสูงไปที่อุณหภูมิต่ำกว่า ดังนั้นศักย์ไฟฟ้าเรื่องไฟฟ้าจึงเปรียบบทบาทได้กับระดับน้ำในเรื่องการไหล และเปรียบได้กับของอุณหภูมิในเรื่องการไหลของความร้อน และเปรียบได้ด้วยกับของความดันในเรื่องของการไหลของแก๊ส...”

(ฟิสิกส์ แม่เหล็กไฟฟ้า : 57)

จากตัวอย่างนี้แบบเปรียบเทียบคือ [การไหลของน้ำ] และสิ่งที่ถูกเปรียบเทียบคือ [การไหลของกระแสไฟฟ้า] กระแสไฟฟ้าเป็นสิ่งที่มนุษย์มองไม่เห็นจึงต้องหาแบบเปรียบเทียบที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันและมนุษย์สามารถมองเห็นเข้าใจได้ เพื่อเทียบเคียงลักษณะร่วมกันของทั้งสองสิ่งมาใช้อธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นรูปธรรมน้อยกว่าดังกล่าว

### 3.1.2.3.1.2 สิ่งที่ถูกเปรียบเป็นความคิดใหม่ที่มีความ

#### ซับซ้อน

ความรู้บางอย่างทางวิทยาศาสตร์มีความซับซ้อน และโดยมากเป็นความรู้ใหม่สำหรับผู้เรียน การอธิบายเรื่องเดียวกันนั้นอาจมีปัจจัยหลายอย่างที่เกี่ยวข้อง ทำให้ยากแก่การจดจำ เช่น

การเปรียบเทียบสาเหตุของการเกิดโรค anoxia ในลักษณะต่าง ๆ กับการขนส่งนม ซึ่งมีการเชื่อมโยงปัจจัยหลาย ๆ อย่างเข้าไว้ด้วยกัน เป็นชุดโครงสร้างที่มีความต่อเนื่อง และสามารถทำความเข้าใจได้อย่างชัดเจนและเป็นระบบ

โรคที่เกี่ยวกับความผิดปกติของเลือดชนิดหนึ่งที่เกิดจากการขาดแคลนออกซิเจนในเลือด เรียกว่า anoxia ซึ่งโรคดังกล่าวยังแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อย ๆ ตามความผิดปกติที่แตกต่างกัน เป็นสี่ประเภท คือ

anoxic anoxia เป็นภาวะการขาดออกซิเจนในอากาศที่หายใจเข้า หรือเกิดจากโรคปอดที่ทำให้ให้ออกซิเจนไม่สามารถเข้าสู่เลือดได้

anaemic anoxia เกิดจากการขาดฮีโมโกลบินในเลือดหรือที่เรียกว่าโรคโลหิตจาง ซึ่งฮีโมโกลบินเป็นสารที่ทำหน้าที่ขนส่งออกซิเจนไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย หรืออาจเกิดจากการที่คาร์บอนมอนนอกไซด์รวมตัวกับฮีโมโกลบินเกิดการเป็นพิษขึ้น ทำให้ไม่มีฮีโมโกลบินที่จะลำเลียงออกซิเจนเหลืออยู่

stagnant anoxia เกิดจากการที่เลือดไหลเวียนช้า ทำให้การถ่ายเทออกซิเจนให้เนื้อเยื่อในเวลาหนึ่ง ๆ ไม่เพียงพอ

histotoxic anoxia เกิดจากความผิดปกติของเซลล์ที่ไม่สามารถรับออกซิเจนจากเลือดได้

เพื่อให้เข้าใจและเห็นถึงความแตกต่างของภาวะขาดออกซิเจนในเลือดได้มากขึ้น จึงมีการเปรียบเทียบกระบวนการที่แตกต่างกันไปของโรค กับการขนส่งนมจากโรงรีดนมสู่บ้านเรือน โดยมีการเชื่อมโยงในลักษณะดังนี้

ออกซิเจน เปรียบเหมือนกับ น้านม

การขาดแคลนฮีโมโกลบินในเลือด เปรียบเหมือนกับ การขาดแคลนคนส่งนม

การขนส่งออกซิเจนในร่างกายช้า เปรียบเหมือนกับมีการขนส่งนมไปตามบ้านต่าง ๆ

ช้า

การที่เซลล์ในร่างกายไม่สามารถรับออกซิเจนเข้าไปได้ เปรียบเหมือนกับ การที่เราไม่สามารถเปิดประตูบ้านออกมาเพื่อรับนมได้

หากไม่มีการนำอุปลักษณมาใช้เพื่ออธิบายการเกิดโรคในประเภทย่อย ๆ ดังกล่าว แล้วผู้เรียนก็จะเข้าใจได้ยาก เพราะเห็นได้ว่าปัจจัยทุกอย่างล้วนมีความสัมพันธ์กันอย่างเป็นระบบ จึงต้องอาศัยการเปรียบเทียบที่เข้าใจได้ง่ายกว่ามาใช้โดยมีการนำสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง มาเปรียบ และกล่าวเป็นลำดับไป เพื่อให้เรื่องที่มีความซับซ้อนดังกล่าวนั้นเข้าใจได้ง่ายขึ้น

### 3.1.2.3.1.3 สิ่งที่ถูกเปรียบสังเกตเห็นได้ยาก

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์บางอย่างที่พบนั้นสามารถพิสูจน์ได้โดยอาศัยเครื่องมือในการตรวจสอบและทดลอง อย่างเช่นวิทยาศาสตร์สาขาชีววิทยาซึ่งเป็นการศึกษาเรื่องต่าง ๆ เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต และมีการศึกษาลงไปถึงระดับย่อยของสิ่งมีชีวิตนั้น ๆ เช่น อวัยวะของสัตว์ อวัยวะของมนุษย์ ว่ามีลักษณะอย่างไร เพื่อให้เห็นภาพของสิ่งเหล่านั้นได้จำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือบางอย่างมาช่วย แต่ในความเป็นจริงเราไม่สามารถทำเช่นนั้นได้ในทุก ๆ เรื่อง เช่น ตามปกติเราไม่ผ่าร่างกายของมนุษย์เพื่อที่จะดูรูปร่างของอวัยวะภายใน หรือในวิชาฟิสิกส์เราไม่สามารถมองเห็นคลื่นแสงในระดับความเข้มของสีที่แตกต่างกันได้หากไม่มีปริซึมเพื่อช่วยกระจายแสง เราไม่สามารถมองเห็นการแตกตัวของสารกัมมันตรังสีที่เกิดในปฏิกิริยาทางนิวเคลียร์ได้ ดังนั้น ในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ทั่วไปจึงมักนำรูปของสิ่งต่าง ๆ เหล่านั้นมาใช้เพื่อประกอบการอธิบาย หรือนำคำที่แสดงความหมายเกี่ยวกับวัตถุที่มีรูปร่างคล้ายคลึงกันกับสิ่งนั้น ๆ มาประกอบด้วย เพื่อช่วยให้จดจำรายละเอียดได้ง่าย เช่น [ต่อมน้ำเหลืองคือเม็ดถั่ว] หรือ [โบว์แมนส์แคพซูลคือหลอดไฟ]

### 3.1.2.3.2 ลักษณะเด่นทางมโนทัศน์ของแบบเปรียบเทียบ

แบบเปรียบเทียบ หรือ source domain ของอุปลักษณในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยมีลักษณะเด่นทางมโนทัศน์หลายประการที่นำมาใช้สื่อแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ลักษณะเด่นดังกล่าวเป็นประโยชน์ในการช่วยอธิบายความคิดทางวิทยาศาสตร์บางประการที่มีลักษณะเป็นรูปธรรมน้อยกว่าแบบเปรียบเทียบ ลักษณะของแบบเปรียบเทียบที่ปรากฏในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยมีลักษณะเด่นที่เห็นได้ชัด ดังนี้

#### 3.1.2.3.2.1 แบบเปรียบเทียบเป็นรูปธรรมชัดเจน

ไฮน์ คลอดิ และฮุนเนอร์เมเยอร์ (Hiene, Claudi and Hünemeyer, 1991: 32) อธิบายลักษณะของแบบเปรียบเทียบและสิ่งที่ถูกเปรียบไว้ว่า แบบเปรียบเทียบที่นำมาใช้มักเป็นความหมายที่

เป็นรูปธรรม เห็นได้ชัดเจน ส่วนสิ่งที่ถูกเปรียบมักเป็นเรื่องที่เป็นนามธรรม แต่ในบางครั้งแบบเปรียบเทียบก็มีลักษณะเป็นนามธรรมและเป็นแนวคิดให้กับสิ่งที่ถูกเปรียบเทียบที่มีความเป็นนามธรรมมากกว่า ตัวอย่างของอุปสรรคในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์หลาย ๆ ตัวอย่างได้แสดงลักษณะการนำความคิดหรือสิ่งที่ป็นรูปธรรมมาใช้ในการอธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์อย่างหลากหลาย เช่น

[การไหลของน้ำ] กับ [การไหลของกระแสไฟฟ้า] ดังที่ได้ยกตัวอย่างไว้ในลักษณะของสิ่งที่ถูกเปรียบเทียบที่มีลักษณะเป็นรูปธรรมน้อยกว่า จึงต้องนำสิ่งที่มีความคล้ายคลึงกันและเป็นรูปธรรมมากกว่ามาใช้อธิบายเพื่อให้เห็นเป็นแนวเทียบได้อย่างเด่นชัด ในกรณีนี้น้ำเป็นสิ่งที่เห็นได้ด้วยตาเปล่า การไหลของน้ำจึงเป็นรูปธรรมชัดเจนกว่าการไหลของกระแสไฟฟ้า

### 3.1.2.3.2.2 แบบเปรียบเทียบมีลักษณะไม่ซับซ้อน เข้าใจง่าย

แบบเปรียบเทียบที่ใช้ในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ส่วนมากมีลักษณะที่เข้าใจได้ง่าย สื่อความคิดได้ชัดเจน ตัวอย่างเช่น การเปรียบเทียบรูปร่างของกลุ่มหมอกอเล็กตรอนว่าเหมือนกับรูปร่างของโดนัท การเปรียบเทียบลักษณะของเซลล์ที่สะสมไขมันว่ามีรูปร่างเหมือนกับแหวน จะเห็นได้ว่าแบบเปรียบเทียบที่นำมาใช้เป็นที่มนุษย์สามารถพบเห็นได้ทั่วไปในชีวิตประจำวัน เพราะเป็นภาพวัตถุจริง ส่วนสิ่งที่ถูกเปรียบนั้นเป็นสิ่งที่ไม่สามารถมองเห็นได้ต้องอาศัยเครื่องมือมาช่วยในการตรวจสอบ หรือทดสอบ

ในตัวอย่างการอธิบายความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่มีลักษณะที่ค่อนข้างซับซ้อนและเข้าใจได้ยาก และไม่สามารถสังเกตเห็นได้ เช่น การอธิบายเรื่องการเกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิชชันที่ก่อให้เกิดพลังงานมหาศาล โดยจะมีการแตกตัวของพลังงานจากนิวตรอนที่อยู่ภายในปฏิกิริยาฟงไปชนนิวตรอนที่อยู่ใกล้เคียง เรียกเป็นฟิชชันแรก และฟิชชันแรกสามารถก่อให้เกิดฟิชชันที่สองที่สาม ต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ ไม่รู้จบ ถ้าหากมีการอธิบายตามลักษณะดังกล่าวจะทำให้เข้าใจยากมากขึ้น ดังนั้นจึงต้องมีการเปรียบเทียบลักษณะการเกิดปฏิกิริยาที่ต่อเนื่องกันไปเช่นนี้ว่า ปฏิกิริยาลูกโซ่ ซึ่งมีความเป็นรูปธรรมมากกว่า และเข้าใจได้ง่ายกว่ามาใช้ เพื่อสื่อถึงแนวคิดเกี่ยวกับความต่อเนื่องของปฏิกิริยาทางเคมี

อีกตัวอย่างหนึ่งคือการอธิบายเรื่อง “ธนาคาร DNA” ที่มีการเพาะเลี้ยงดีเอ็นเอไว้จำนวนหนึ่ง เมื่อนักวิทยาศาสตร์ต้องการนำดีเอ็นเอไปใช้ก็สามารถเลือก และนำออกไปใช้ได้เมื่อต้องการ เหมือนกับการถอนเงินในธนาคาร กรณีนี้เป็นกรนำประสบการณ์ใกล้ตัวของมนุษย์มาใช้ ซึ่งการไปธนาคารนั้นเป็นเรื่องปกติที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันของคนทั่วไป การเลือกแบบเปรียบเทียบที่

เกี่ยวข้องกับประสบการณ์ตรงของมนุษย์เช่นนี้ทำให้เกิดประโยชน์ในการทำความเข้าใจเรื่องที่ยากได้ง่ายขึ้น

### 3.1.2.3.2.3 แบบเปรียบเทียบข้องกับประสบการณ์ของ

#### มนุษย์

ประสบการณ์ของมนุษย์ถูกนำมาใช้เพื่อสื่อมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ โดยมีทั้งประสบการณ์เกี่ยวกับร่างกาย เช่น อวัยวะส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย กิริยาอาการของมนุษย์ที่กระทำต่อสิ่งต่าง ๆ ประสบการณ์ที่มนุษย์มีต่อสิ่งต่าง ๆ รอบตัว เช่น ประสบการณ์การเดินทาง บางตัวอย่างที่ได้ยกไปตอนต้นนั้นได้แสดงความสัมพันธ์เรื่องการตกตะกอน โดยแสดงการเปรียบเทียบจากการนำเรื่องของรถติดบนถนนมาใช้ ซึ่งเป็นประสบการณ์ที่มนุษย์ประสบเมื่อเดินทางบนท้องถนนที่มีการจราจรหนาแน่นและทำให้รถเคลื่อนตัวได้ช้า หรือหยุดอยู่กับที่ชั่วระยะเวลาหนึ่ง ทำให้การทำความเข้าใจเรื่องการตกตะกอนที่ต้องอาศัยการสังเกตนั้นเป็นเรื่องที่สามารถเข้าใจได้ง่ายขึ้น

ประสบการณ์ตรงของมนุษย์ที่เกี่ยวข้องกับการหุงหาอาหารเป็นอีกประสบการณ์หนึ่งที่น่านำมาใช้เพื่ออธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ [วิทยาศาสตร์เป็นการหุงหาอาหาร] ซึ่งอธิบายเปรียบเทียบบทบาทของนักวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ที่เป็นผู้คิดค้นการวิจัยต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นเหมือนคนหาหอย ที่ปรุงอาหารไม่เป็น ต้องรอนักวิทยาศาสตร์ประยุกต์ที่ทำหน้าที่นำความรู้เหล่านั้นไปดัดแปลงเป็นสิ่งประดิษฐ์ให้คนได้ใช้ เหมือนกับแม่ครัวที่นำอาหารมาปรุงจนได้เป็นอาหารจานใหม่ อาหารจานใหม่ก็คือสิ่งประดิษฐ์ที่ได้จากความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง จะเห็นได้ว่าประสบการณ์ในการทำอาหารนั้นเป็นเรื่องที่มนุษย์กระทำอยู่ในชีวิตประจำวัน เมื่อมีการนำความคิดดังกล่าวมาใช้อธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ทำให้มนุษย์สามารถเข้าใจเรื่องที่ซับซ้อนเหล่านั้นได้

นอกจากประสบการณ์ที่สัมพันธ์กับอวัยวะต่าง ๆ แล้ว ยังมีการนำกิริยาอาการของมนุษย์ที่กระทำต่อวัตถุต่าง ๆ บนโลกมาใช้เพื่อแสดงมโนทัศน์เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ ปริมาณ และทิศทาง เช่น คาย ดูด ผลัก เป็นต้น เนื่องจากเป็นประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับร่างกายของมนุษย์โดยตรง มนุษย์จึงสามารถทำความเข้าใจลักษณะบางประการทางวิทยาศาสตร์ได้ง่ายขึ้น

### 3.1.2.3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างแบบเปรียบกับสิ่งที่ถูกเปรียบ

อุปลักษณะที่ปรากฏในข้อมูลหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยนั้น เกิดจากการเชื่อมโยงของแวดวงความหมายต้นทางและแวดวงความหมายปลายทาง โดยจะต้องมีลักษณะร่วมกันที่ชัดเจน

เนื่องจากอุปลักษณะที่ปรากฏในบริบทหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์เป็นอุปลักษณะที่มุ่งอธิบายให้เกิดความเข้าใจอย่างชัดเจนเกี่ยวกับความคิดทฤษฎีต่าง ๆ ซึ่งเป็นความรู้ที่เข้าใจได้ยาก นักวิทยาศาสตร์จึงต้องหาแบบเปรียบที่มีลักษณะร่วมที่ตรงกันมาใช้อธิบาย Thomas S. Kuhn (1979) ได้เสนอความคิดเรื่องความแตกต่างของอุปลักษณะที่ใช้ในงานวิทยาศาสตร์กับอุปลักษณะที่พบในวรรณกรรมไว้ว่า อุปลักษณะในวิทยาศาสตร์นั้นจะมีลักษณะที่เป็นสมบัติของสังคมทางวิทยาศาสตร์ คืออุปลักษณะที่ใช้นั้นต้องมีการวิเคราะห์และตรวจสอบมาอย่างดีแล้วว่ามีความคล้ายคลึงกับสิ่งที่ถูกเปรียบหรือไม่อย่างไร อุปลักษณะดังกล่าวจะต้องเป็นที่รู้จักกันทั่วไปในวงกว้าง และการใช้อุปลักษณะทางวิทยาศาสตร์จะประสบความสำเร็จเมื่อการเปรียบนั้นเป็นส่วนหนึ่งของพื้นความรู้ของคนทั่วไป

“Successful scientific metaphors became dead when they become a well-established part of our knowledge” (Gibbs, 1994: 173)

#### 3.1.2.3.3.1 แบบเปรียบและสิ่งที่ถูกเปรียบมีลักษณะร่วมกันทางความหมายและตีความได้อย่างชัดเจนไม่คลุมเครือ

แบบเปรียบที่นำมาใช้นั้นจะต้องมีลักษณะร่วมกันทางความหมายกับสิ่งที่ถูกเปรียบนั้น ๆ อย่างเด่นชัด กิบส์ (Gibbs 1994: 169) ให้เหตุผลเกี่ยวกับการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องหาคำอธิบายที่ผ่านการสังเกตความหมายและนำเสนอออกมาทางภาษาที่สะท้อนถึงความนึกคิดของสิ่งเหล่านั้นได้ครบถ้วนที่สุด อุปลักษณะที่ใช้ในงานวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ จะไม่ปรากฏความหมายแฝงของคำเลยเนื่องจากสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์อ้างนั้นจะต้องมีความชัดเจน อุปลักษณะที่ใช้จึงต้องหมายความว่าถึงสิ่งใดสิ่งหนึ่งเท่านั้นไม่สามารถตีความไปในแง่อื่นได้

อุปลักษณะในบางบริบทอาจทำให้เกิดความไม่ชัดเจนทางความหมายที่ต้องการจะสื่อได้ เช่น สุนทรพจน์ของนักการเมืองที่กล่าวว่า “การเลือกตั้งเทศบาล เป็นแค่ฟุตบอลระดับดิวิชั่น 2 แต่การเลือกตั้ง ส.ส.เป็นฟุตบอลระดับพรีเมียร์ลีก” ถ้อยคำดังกล่าวปรากฏรูปภาพเกี่ยวกับกีฬา อาจทำให้เกิดความเข้าใจผิดได้ ถ้าหากผู้ฟังไม่เข้าใจว่าระดับที่ต่างกันของกีฬาฟุตบอลคืออะไร รวมถึงการตีความความหมายตามวัตถุประสงค์ของผู้พูดอาจผิดพลาดเช่นเดียวกัน เนื่องจากประสบการณ์ร่วมของผู้พูดและผู้ฟังนั้นอาจไม่เหมือนกัน

### 3.1.2.3.3.2 แบบเปรียบเทียบมีลักษณะเป็นรูปธรรมมากกว่าสิ่งที่

#### ถูกเปรียบเทียบ

เนื่องจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ส่วนมากจะเป็นสิ่งที่สังเกตเห็นได้ยาก มีความซับซ้อน และเป็นความรู้ใหม่สำหรับผู้เรียน ดังนั้นการเปรียบเทียบโดยเลือกใช้แนวคิดของความหมายปลายทางที่มีความเป็นรูปธรรมมากกว่าจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเรื่องต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น ตัวอย่างเช่น การอธิบายเกี่ยวกับลักษณะของประจุทดสอบที่เคลื่อนที่ไปตามเส้นทางเหมือนกับรถยนต์ที่เคลื่อนที่ไปตามถนน เมื่อประจุทดสอบมีการเคลื่อนที่ที่เร็วมากก็สามารถหลุดออกไปจากเส้นทางได้ เหมือนกับกรณีของรถยนต์วิ่งแหกโค้ง จะเห็นได้ว่าสิ่งที่ถูกเปรียบเทียบคือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มองไม่เห็นและมีความเป็นนามธรรมมาก เมื่อนำสิ่งที่เป็รูปธรรมมากกว่าในที่นี้ก็คือการวิ่งของรถยนต์มาเป็นแบบเปรียบเทียบก็ช่วยให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น เพราะมนุษย์มีประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งเหล่านี้ ซึ่งเป็นสิ่งที่พบเห็นได้ในชีวิตประจำวันมาก่อน

สิ่งที่ถูกเปรียบเทียบที่มีลักษณะเป็นนามธรรมอย่างมาก เช่น ประจุไฟฟ้า ซึ่งเป็นสิ่งที่มองไม่เห็น ถูกเปลี่ยนให้เป็สิ่งที่เป็รูปธรรมมากขึ้นโดยการใส่คำที่เป็นกริยาอาการของมนุษย์มาใช้ ได้แก่ คำว่า “ผลึก” และ “ดูด” ทำให้ลักษณะเดิมของประจุไฟฟ้าที่มีความเป็นนามธรรมเป็สิ่งที่เป็รูปธรรมขึ้น และทำให้เข้าใจพฤติกรรมของประจุไฟฟ้ามากขึ้นในเรื่องของทิศทางและแรงที่กระทำต่อกัน เนื่องจากพฤติกรรมดังกล่าวเป็พฤติกรรมที่สัมพันธ์กับร่างกายมนุษย์โดยตรง

### 3.1.2.3.3.3 แบบเปรียบเทียบที่นำมาใช้มีพื้นฐานมาจาก

#### ประสบการณ์มนุษย์

ประสบการณ์ของมนุษย์ที่จะกล่าวถึงนี้อาจเป็ประสบการณ์ทางกายภาพ หรือประสบการณ์ของมนุษย์ต่อสิ่งต่าง ๆ ในโลก ตัวอย่างเช่น

การอธิบายถึงความแตกต่างของความดันออสโมติก และความดันเต่ง การเรียกชื่อเฉพาะนั้นอาจทำให้สับสนได้ง่าย ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์จึงได้เลือกการเปรียบเทียบที่มีความเป็นรูปธรรมเข้ามาใช้อธิบายหลักการของความดันทั้งสองประเภทที่มีความสัมพันธ์กัน โดยนำตัวอย่างเรื่องความเร็วของรถยนต์เข้ามาเปรียบเทียบ คือความดันออสโมติก เป็ความเร็วเต็มทีของรถที่สามารถเกิดขึ้นได้ ส่วนความดันเต่งนั้น เป็ความเร็วของรถเมื่ออยู่บนถนน ที่เราไม่สามารถเร่งความเร็วเต็มทีได้เนื่องจากมีขดยานบนท้องถนนหนาแน่น จึงทำให้ความเร็วของรถช้าลง ประสบการณ์ในตัวอย่างนี้เป็ประสบการณ์การเดินทางด้วยยานพาหนะบนท้องถนน ซึ่งคนในสังคมต่าง ๆ ย่อมมีประสบการณ์ตรงในเรื่องเดียวกันนี้ได้



### 3.1.2.3.3.4 แบบเปรียบเทียบซับซ้อนน้อยกว่า เข้าใจง่ายกว่าสิ่งที่

#### ถูกเปรียบเทียบ

จากลักษณะเด่นของสิ่งที่ถูกเปรียบเทียบ และแบบเปรียบเทียบรวมถึงความสัมพันธ์ของแบบเปรียบเทียบและสิ่งที่ถูกเปรียบเทียบที่ได้กล่าวมาทั้งหมดนั้น ได้แสดงลักษณะของแบบเปรียบเทียบว่าแบบเปรียบเทียบที่นำมาใช้เข้าใจได้ง่ายกว่าสิ่งที่ถูกเปรียบเทียบ เนื่องจากมีการนำประสบการณ์ใกล้ตัวของมนุษย์ที่เข้าใจได้ง่ายกว่ามาใช้เพื่อทำความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ซึ่งมีลักษณะที่ซับซ้อน เข้าใจได้ยาก มีลักษณะเป็นรูปธรรมน้อยกว่า หรือบางกรณีความรู้นั้นก็มีความรู้ที่เป็นนามธรรม เป็นความรู้ใหม่สำหรับผู้เรียน ดังนั้นการอาศัยประสบการณ์ใกล้ตัวมาใช้เมื่ออธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์จึงทำให้เข้าใจง่ายขึ้น แทนการอธิบายความรู้ที่เข้าใจยากเหล่านั้นโดยตรง

อุปลักษณะบางส่วนจากหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยที่ผู้วิจัยได้ยกตัวอย่างไว้ในการอธิบายเรื่องความสัมพันธ์ด้านมโนทัศน์แสดงให้เห็นระบบวิธีคิดของมนุษย์ที่มีต่อแนวคิดทางวิทยาศาสตร์อย่างหลากหลาย มีบางตัวอย่างที่เป็นระบบความคิดที่มีอยู่ในสังคมวัฒนธรรมตะวันตก และบางตัวอย่างก็อยู่ในสังคมวัฒนธรรมไทย แต่ก็มีตัวอย่างอีกเป็นจำนวนมากที่ได้แสดงให้เห็นว่าระบบมโนทัศน์บางเรื่องนั้นได้แสดงลักษณะความเป็นสากล ทั้งนี้เนื่องมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นเป็นการรับมาจากตะวันตก รูปศัพท์ที่เกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่จึงเป็นการรับมาหรือแปลมาโดยตรง เท่ากับเป็นการรับเอาระบบมโนทัศน์ที่เป็นระบบใหญ่ของคนที่อยู่ในกลุ่มผู้ที่ศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์มาใช้ ลักษณะดังกล่าวปรากฏอยู่ในรูปภาพแสดงอุปลักษณะบางคำ เช่น ปรากฏการณ์เรือนกระจก การเปรียบเทียบการหมุนวนของอิเล็กตรอนรอบนิวเคลียส เหมือนกับดาวเคราะห์หมุนรอบดวงอาทิตย์ เป็นต้น

เมื่อความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้นำมาถ่ายทอดให้แก่ผู้เรียนที่เป็นคนไทยนั้น มโนทัศน์บางเรื่องที่ได้รับมาโดยตรงจากตะวันตกอาจไม่สามารถสื่อความคิดได้ดีเท่ากับความคิดบางอย่างที่มีอยู่เดิมในสังคมไทย ดังนั้นจึงมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านมโนทัศน์ของคำบางคำเพื่อปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับบริบททางสังคมของผู้เรียนชาวไทยมากขึ้น ลักษณะของความต่างทางด้านมโนทัศน์ที่ปรากฏให้เห็นในคำศัพท์แสดงอุปลักษณะนี้จะเป็นส่วนต่อไปที่ผู้วิจัยจะได้ศึกษาต่อไป

### 3.1.2.5 ความแตกต่างทางด้านมโนทัศน์จากคำศัพท์แสดงอุปลักษณะ วิทยาศาสตร์ในภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาสังคมและประเทศให้เกิดความก้าวหน้าในด้านต่าง ๆ ดังที่เราจะเห็นได้จากการที่รัฐพยายามส่งเสริมการเรียนรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ของเด็กไทย โดยการจัดแหล่งเรียนรู้ที่เหมาะสม เช่น พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ ห้องฟิสิกส์จำลอง เพื่อกระตุ้นให้เด็กหรือเยาวชนสนใจวิชาการทางด้านวิทยาศาสตร์มากขึ้น รวมถึงการส่งเสริมการเรียนรู้ผ่านทางสื่อโทรทัศน์จากรายการที่น่าสนใจต่าง ๆ ตามช่วงเวลาที่เหมาะสม และมีเยาวชนไทยหลายคนที่สามารถสร้างชื่อเสียงในเวทีการแข่งขันโอลิมปิกวิชาการได้ สิ่งเหล่านี้แสดงให้เห็นว่าสังคมไทยมีการปรับตัวและพัฒนาในเรื่องของวิทยาศาสตร์มากขึ้น จากเดิมที่มุมมองเกี่ยวกับเรื่องวิทยาศาสตร์ซึ่งถูกมองว่าเป็นเรื่องที่ไกลตัวและเข้าใจยาก ปัจจุบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทสำคัญและเป็นเรื่องใกล้ตัว เป็นเรื่องที่อยู่ในชีวิตประจำวันมากขึ้น

จากความสำคัญของวิชาวิทยาศาสตร์ที่ได้กล่าวมานั้น สามารถเชื่อมโยงได้กับการเรียนรู้ของนักเรียนไทยในปัจจุบันเกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์ โดยระบบการศึกษาขั้นพื้นฐานในปัจจุบันมีการปรับปรุงหลักสูตรใหม่ในปีพุทธศักราช 2544 และมีการบังคับใช้หนังสือเรียนตามหลักสูตรการศึกษาใหม่ในปีการศึกษา 2546 ซึ่งมุ่งเน้นความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล ดังนั้นเนื้อหาในหนังสือเรียนจึงมีการปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ดังกล่าว ส่วนหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับอุดมศึกษาเองก็มีการพัฒนาความรู้อย่างต่อเนื่องเพื่อใช้ในการประกอบวิชาชีพทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกันออกไป

วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาความรู้ที่รับมาจากตะวันตก ดังนั้นจึงไม่สามารถปฏิเสธได้ว่ามีคำศัพท์แสดงอุปลักษณะเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์อยู่มากมาย สิ่งที่น่าสนใจก็คือเมื่อเรานำวิชาการเหล่านี้เข้ามาใช้เพื่อการเรียนการสอน คนไทยใช้วิธีการอย่างไรในการถ่ายทอดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ผ่านคำศัพท์แสดงอุปลักษณะเพื่อไม่ให้ความเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ของเดิมมีการเปลี่ยนแปลงไป หรือพยายามให้ตรงกับของเดิมให้มากที่สุด การเลือกใช้คำศัพท์เป็นส่วนหนึ่งที่จะสามารถทำหน้าที่คงความคิดหรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เหล่านั้นไว้ได้

การวิเคราะห์ในส่วนนี้จึงเป็นการวิเคราะห์ความเหมือนและความแตกต่างของมโนทัศน์ที่ปรากฏในคำศัพท์วิทยาศาสตร์ภาษาไทย และภาษาอังกฤษ โดยจัดแบ่งตามรูปภาษาที่ปรากฏได้เป็น 3 กลุ่ม คือ คำศัพท์วิทยาศาสตร์ในภาษาไทยที่เหมือนกับภาษาอังกฤษ คำศัพท์วิทยาศาสตร์ในภาษาไทยที่ใช้คำใกล้เคียงกับคำในภาษาอังกฤษ และคำศัพท์วิทยาศาสตร์ในภาษาไทยที่แตกต่างจากภาษาอังกฤษ ซึ่งมีรายละเอียดของแต่ละประเภท ดังนี้

### 3.1.2.5.1 คำศัพท์แสดงอุปลักษณวิทยาศาสตร์ในภาษาไทยที่ เหมือนกับภาษาอังกฤษ

คำศัพท์แสดงอุปลักษณวิทยาศาสตร์ในภาษาไทยที่เหมือนกับภาษาอังกฤษ พบในรูปของการแปลศัพท์ ดังนี้

ธาตุผู้รับ (acceptor element)    ธาตุผู้รับ (doner element)  
เซลล์แม่ (mother cell)        คลื่นแสง (light wave)  
ฝนรังสีคอสมิก (cosmic ray shower)  
ฝนอุกกาบาต (meteor shower)

นอกจากนี้ในส่วนของการนำคำภาษาอังกฤษมาใช้ในภาษาไทยโดยการแปลศัพท์ยังมีการเพิ่มคำเข้ามาเพื่อแสดงลักษณะบางประการเพิ่มเติม เช่น

คลื่นเหนือเสียง (infrasound)  
คลื่นใต้เสียง (ultrasound)

ตัวอย่างนี้เป็นการบอกประเภทของคลื่นเสียงที่หูของมนุษย์สามารถที่จะได้ยินได้ โดย “เสียง” ที่มนุษย์ได้ยินจะมีความถี่ระหว่าง 20 – 20,000 เฮิรตซ์ คลื่นเสียงที่มีความถี่ต่ำกว่า 20 เฮิรตซ์ มนุษย์ไม่สามารถได้ยินได้ จึงถูกเรียกว่า “คลื่นใต้เสียง” ในขณะที่คลื่นเสียงที่สูงกว่า 20,000 เฮิรตซ์ หูของมนุษย์เองก็ไม่สามารถได้ยินเสียงที่มีความถี่สูงมากกว่านี้ได้ จึงเรียกว่า “คลื่นเหนือเสียง” จากคำอธิบายเรื่องคุณสมบัติบางประการของเสียงดังกล่าวทำให้เราเข้าใจได้ว่า มนุษย์กำหนดขอบเขตของเสียงที่หูของมนุษย์ได้ยินไว้ในระดับหนึ่ง ซึ่งย่านความถี่ที่มีลักษณะที่เป็นนามธรรมนั้น ได้ถูกเปลี่ยนให้มีลักษณะที่มีความเป็นรูปธรรมมากขึ้น โดยใช้คำ “เหนือ” และ “ใต้” ที่เป็นคำบุพบทเข้ามา ในขณะที่ “เสียง” ในความคิดของมนุษย์ถูกเปลี่ยนให้กลายเป็นเสมือนกับวัตถุชิ้นหนึ่งที่จับต้องได้ ฉะนั้นสิ่งที่อยู่เหนือขึ้นไป หรือต่ำลงมาจากวัตถุนั้น ก็คือความว่างเปล่า ทำนองเดียวกับเสียงที่หูของมนุษย์ไม่ได้ยิน

ข้อสังเกตของการเพิ่มคำว่า “คลื่น” เข้ามาในคำศัพท์ทั้งสองคำ ทั้ง ๆ ที่คำเดิมในภาษาอังกฤษไม่ปรากฏคำนี้เลย คำที่เพิ่มมาตรงส่วนนี้สามารถอธิบายได้ว่า “คลื่น” ที่เพิ่มเข้ามานั้นแสดงคุณสมบัติของเสียงในฐานะที่เสียงเป็น “พลังงาน” ในรูปของคลื่น คือเราสามารถชี้เครื่องมือในการวัดค่าพลังงานจากค่าความถี่ของ “คลื่นเสียง” ได้ เช่นเดียวกับ “คลื่นแสง” ในความถี่ต่าง ๆ

*ดาวสหาย (companion)*

*สมาคมดาว (association)*

ตัวอย่างคำทั้งสองเป็นการอธิบายลักษณะของดาวที่แตกต่างกัน โดยมีการแปลศัพท์จากภาษาอังกฤษมาเป็นภาษาไทยตรงตัว และไม่มี การเปลี่ยนแปลงเรื่องมโนทัศน์ของคำเหล่านั้น ส่วนคำ “ดาว” ที่เพิ่มเข้ามาในภาษาไทยนั้นเป็นการเพิ่มเข้ามาเพื่อช่วยขยายความของคำให้ชัดเจนยิ่งขึ้นว่า สิ่งที่ถูกกล่าวถึงนั้นคือดาวไม่ใช่การกล่าวถึงลักษณะของมนุษย์

เมื่อคำศัพท์เหล่านี้ปรากฏอยู่ในบริบทหรือในข้อความก็ไม่มีผลในการเปลี่ยนแปลงด้านมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับคำนั้น และยังคงสามารถสื่อความด้านแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้ชัดเจนและตรงกันกับคำเดิมในภาษาอังกฤษ

### 3.1.2.5.2 คำศัพท์แสดงอุปลักษณวิทยาศาสตร์ในภาษาไทยใช้คำใกล้เคียงกับภาษาอังกฤษ

คำศัพท์วิทยาศาสตร์ในภาษาไทยที่ใกล้เคียงกับภาษาอังกฤษในกลุ่มนี้ เป็นการนำคำภาษาไทยที่สื่อมโนทัศน์ที่ใกล้เคียงกับคำในภาษาอังกฤษมาใช้ เช่น

*กลุ่มหมอกประจุอากาศ (space-charge cloud)*

คำเดิมในภาษาอังกฤษใช้คำว่า “เมฆ” แทนความหมายของกลุ่มของประจุไฟฟ้าที่มีความหนาแน่นในบริเวณหนึ่ง ส่วนในภาษาไทยนำคำว่า “หมอก” มาใช้ สังเกตได้ว่าทั้งสองคำนี้มีลักษณะร่วมกัน คือ เป็นการรวมกลุ่มของละอองน้ำเช่นเดียวกัน และการรวมกลุ่มกันอย่างหนาแน่นทำให้เมื่อสังเกตดูจะเห็นภาพที่ไม่ชัดเจน เห็นได้ว่าแม้จะมีการใช้คำที่แตกต่างกันก็สามารถสื่อมโนทัศน์ที่ตรงกันได้ เนื่องจากความหมายเดิมของคำมีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน

*แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก (charge cloud model of atom)*

ตัวอย่างของคำนี้ปรากฏการใช้คำว่า “เมฆ” และ “หมอก” เช่นเดียวกับกลุ่มคำที่ผ่านมา เป็นการนำมโนทัศน์ของสิ่งที่มีลักษณะใกล้เคียงกันมาใช้ จากความรู้ในเรื่องกลุ่มหมอกอิเล็กตรอนที่ผ่านมา ทำให้เราเข้าใจทฤษฎีนี้ได้ว่าอะตอมที่มีนิวเคลียสอยู่ตรงกลาง จะถูกล้อมรอบด้วยอิเล็กตรอนจำนวนมากที่เคลื่อนที่รอบนิวเคลียสด้วยความเร็วสูง เหมือนกับการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ จากการเคลื่อนที่ที่เร็วมากนั้นทำให้มองเห็นภาพที่ไม่ชัดเจนของอิเล็กตรอน อิเล็กตรอนจำนวนมากที่อยู่รอบนิวเคลียสจึงมีลักษณะที่เหมือนกับเมฆหรือหมอกที่ปกคลุมอยู่โดยรอบนิวเคลียสของอะตอม จากตัวอย่างแสดงให้เห็นว่าแม้ทั้งสองภาษาจะมีการเลือกใช้คำที่แตกต่างกันแต่ก็สามารถสื่อความหรือสื่อมโนทัศน์ได้ตรงกัน

### หนอนจักร (wheel animal)

หนอนจักรเป็นเพลงตอนสัตว์ ที่มีแมงชีเลียโบกพัดเหมือนการหมุนของล้อรถที่อยู่ด้านบนรอบ ๆ ส่วนหัว ในภาษาอังกฤษจึงมีการนำคำว่า “Wheel” ซึ่งหมายถึงล้อรถมาใช้ เพื่อสื่อมโนทัศน์ในเรื่องของการเคลื่อนที่หมุนวนเป็นวงกลม เหมือนกับล้อรถที่กำลังเคลื่อนที่ ส่วนในภาษาไทยเลือกนำคำว่า “จักร” มาใช้ เพื่อสื่อมโนทัศน์ในเรื่องของการหมุนเช่นเดียวกับคำศัพท์ในภาษาอังกฤษ

### ปฏิกิริยาดูดพลังงาน (endergonic reaction)

### ปฏิกิริยาคายพลังงาน (exergonic reaction)

### ปฏิกิริยาดูดความร้อน (endothermic reaction)

### ปฏิกิริยาคายความร้อน (exothermic reaction)

คำศัพท์ในกลุ่มนี้เป็นการอธิบายเกี่ยวกับเรื่องปฏิกิริยาของพลังงานที่ตรงข้ามกัน โดยคำในภาษาอังกฤษปรากฏคำว่า *exo-* และ *endo-* ซึ่งเป็นคำที่ใช้ประกอบข้างหน้าคำอื่น หมายถึงภายนอก และภายในตามลำดับ เมื่อมีการนำคำเหล่านี้มาใช้ในภาษาไทยมีการเปลี่ยนแปลงของคำเพียงเล็กน้อย โดยคำในภาษาไทยเลือกนำคำกริยา “คาย” และ “ดูด” มาใช้ เพื่อสื่อมโนทัศน์สำคัญเกี่ยวกับปฏิกิริยาทางเคมี ที่เป็นปฏิกิริยาตรงข้ามกัน และมีการเปลี่ยนแปลงความคิดโดยสังเกตจากคำกริยาที่นำมาใช้ คือมีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะของการกลายเป็นสิ่งที่ป็นรูปธรรมมากขึ้นจากเดิม

ตัวอย่างข้างต้นนอกจากจะมีการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ของคำบางประการตามคำอธิบายที่ผ่านมาแล้ว มโนทัศน์บางอย่างในคำภาษาอังกฤษและคำในภาษาไทยก็ยังคงอยู่ คือมโนทัศน์เกี่ยวกับพื้นที่ หรือภาชนะบรรจุ ตามแนวคิดของปฏิกิริยาดังกล่าวมีการเก็บสะสมและปลดปล่อยความร้อนหรือพลังงานออกมา เช่นเดียวกับภาชนะที่มีของบรรจุอยู่ภายใน สามารถถ่ายเทออกหรือเพิ่มเข้ามาก็ได้

### ปีกบน หรือ ดอร์ซัลฮอร์น (dorsal horn)

### ปีกล่าง หรือ เวนทรัลฮอร์น (ventral horn)

ตัวอย่างนี้เป็นคำที่นำมาจากการอธิบายเรื่องส่วนของกระดูกไขสันหลังที่มีสี่เทา แยกออกจากกันเป็นส่วนเหมือนกับรูปร่างของปีกผีเสื้อ หรือตัว H ในภาษาอังกฤษจะใช้คำว่า “เขา” เพื่อใช้บ่งบอกลักษณะของการแยกออกจากกัน ในขณะที่ภาษาไทยเลือกใช้คำว่า “ปีก” เพื่อบ่งบอกลักษณะแทน คำว่า “ปีก” นี้ในภาษาไทยพบใช้มากเมื่อกล่าวถึงส่วนที่แยกออกจากกัน เช่น ถ้าเป็นส่วนของอาคารจะเรียกว่า “ปีกซ้าย” หรือ “ปีกขวา” หรือใช้ในการจัดกำลังพลของกองทัพ

เป็นต้น สังเกตได้ว่าทั้งคำในภาษาไทยและภาษาอังกฤษแม้จะมีการเลือกใช้คำที่แตกต่างกัน แต่ก็ไม่ได้ทำให้ความหมายหรือมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับส่วนของอวัยวะนั้น ๆ หายไป

### 3.1.2.5.3 คำศัพท์แสดงอุปลักษณวิทยาศาสตร์ในภาษาไทยที่แตกต่างจากภาษาอังกฤษ

คำศัพท์วิทยาศาสตร์ในภาษาไทยในกลุ่มนี้เป็นคำที่พบว่าแตกต่างจากคำศัพท์ภาษาอังกฤษ โดยที่คำศัพท์ดังกล่าวมีลักษณะของการใช้คำในภาษาไทยเข้ามา เพื่อสื่อมโนทัศน์ที่คนในสังคมไทยสามารถเข้าใจได้ นอกจากนี้การเลือกใช้คำเพื่อแสดงมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เหล่านี้ยังส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะของมโนทัศน์บางประการที่ต่างออกไปจากเดิมด้วย คำศัพท์วิทยาศาสตร์ในภาษาไทยที่แตกต่างจากภาษาอังกฤษสามารถจัดได้เป็น 4 กลุ่ม โดยอิงความสัมพันธ์กับมโนทัศน์ของคำ คือ

1. คำในภาษาไทยแสดงมโนทัศน์ได้ชัดเจนกว่าคำในภาษาอังกฤษซึ่งมีลักษณะเป็นคำศัพท์เฉพาะ
2. เมื่อมีการใช้ศัพท์วิทยาศาสตร์ในภาษาไทยทำให้มโนทัศน์บางอย่างของคำเดิมหายไป
3. เมื่อมีการใช้คำศัพท์วิทยาศาสตร์ในภาษาไทยทำให้มโนทัศน์มีการเปลี่ยนแปลง
4. มโนทัศน์ของคำบางคำในภาษาไทยเกิดจากความเข้าใจของคนในสังคม ลักษณะตามที่ได้กล่าวมาข้างต้น สามารถอธิบายจากการยกตัวอย่างคำ ได้ดังนี้

#### 3.1.2.5.3.1 คำศัพท์ในภาษาไทยแสดงมโนทัศน์ได้ชัดเจนกว่าคำในภาษาอังกฤษซึ่งมีลักษณะเป็นคำศัพท์เฉพาะ

คำศัพท์วิทยาศาสตร์ในกลุ่มนี้ไม่มีการเชื่อมโยงในด้านความหมายของคำของทั้งสองภาษา แต่เมื่อปรากฏเป็นคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ในภาษาไทยแล้วสามารถสื่อมโนทัศน์ต่าง ๆ ได้ชัดเจนกว่า มโนทัศน์เหล่านั้น ได้แก่ มโนทัศน์แสดงรูปลักษณ มโนทัศน์แสดงหน้าที่ มโนทัศน์แสดงตำแหน่ง ในขณะที่คำศัพท์ในภาษาอังกฤษไม่สามารถโยงหาความสัมพันธ์ในลักษณะดังกล่าวได้ เหมือนกับอุปลักษณที่ปรากฏเป็นคำศัพท์วิทยาศาสตร์ในภาษาไทย ตัวอย่างคำศัพท์ที่พบในประเภทนี้ เช่น

กรวยไต (pelvis)      ปากแตร (oviducal funnel หรือ fimbrial)  
 ฝ้าขี้รีว (rumen)      รังผึ้ง (reticulum)  
 สามสิบกลีบ (omasum)      เขี้ยวใบ หรือตังใบ (auricle)

คำศัพท์ในภาษาไทยสามารถแสดงความชัดเจนในเรื่องหน้าที่ของสิ่ง ๆ นั้น ได้ดีกว่า คำศัพท์ภาษาอังกฤษ เช่น

*กล่องเสียง (larynx)*

กล่องเสียงเป็นอวัยวะหนึ่งที่ใช้ในการเปล่งเสียง คำว่า “กล่องเสียง” ในภาษาไทย แสดงความสำคัญและมโนทัศน์เกี่ยวกับหน้าที่ของอวัยวะส่วนนี้ได้ว่าเป็นเหมือน “กล่อง” ที่ผลิตเสียงออกมา

*ช่องคลอด (vagina)*

ช่องคลอด เป็นส่วนต่อจากปากมดลูกซึ่งเป็นอวัยวะสืบพันธุ์เพศหญิง “ช่องคลอด” นอกจากจะช่วยให้แสดงลักษณะของอวัยวะส่วนนี้แล้ว ยังแสดงหน้าที่ในฐานะเป็นทางผ่านของทารก ในครรภ์ที่กำลังจะคลอดออกมาอีกด้วย

คำศัพท์ในภาษาไทยนอกจากสื่อรูปร่างลักษณะได้อย่างชัดเจนแล้วยังใช้เพื่อช่วยให้ จดจำตำแหน่งของสิ่งเหล่านั้นได้ดีขึ้น เช่น

*ต่อมหมวกไต (adrenal gland)*

ต่อมหมวกไตเป็นต่อมไร้ท่อที่อยู่บริเวณส่วนบนของไต คำว่า “หมวก” นอกจากจะ แสดงลักษณะของต่อมนี้แล้ว ยังแสดงตำแหน่งด้วย เพราะคำว่า “หมวก” เป็นคำแสดงเครื่องแต่ง กายของมนุษย์ที่ใช้สวมบนศีรษะ เป็นคำที่แสดงตำแหน่งที่สัมพันธ์กับตำแหน่งของร่างกายมนุษย์ ด้วย

### 3.1.2.5.3.2 เมื่อมีการใช้ศัพท์วิทยาศาสตร์ในภาษาไทยทำ ให้มโนทัศน์บางอย่างของคำเดิมหายไป

คำศัพท์ในกลุ่มนี้ เมื่อมีการนำมาใช้ในภาษาไทยทำให้มโนทัศน์บางอย่างของคำเดิม หายไป อาจจะหายไปเพียงส่วนหนึ่ง หรือหายไปทั้งหมดแล้วเกิดมโนทัศน์ใหม่เกี่ยวกับสิ่งนั้นเข้ามา แทนที่มโนทัศน์เดิมที่มีอยู่ในคำภาษาอังกฤษ เช่น

*เซลล์แม่ (mother cell)*

*เซลล์ลูก (daughter cell)*

เซลล์แม่ และเซลล์ลูกเป็นคำที่แสดงความสัมพันธ์ในเรื่องของการแบ่งเซลล์ของสิ่งมีชีวิตในทางวิทยาศาสตร์ คำที่ยกมาเป็นตัวอย่างที่ปรากฏในการอธิบายในเรื่องพืช ดังนั้นจึงอธิบายได้ว่าเซลล์พืชที่เป็นเซลล์แม่ หรือเซลล์ตั้งต้น ได้แบ่งตัวเป็นเซลล์ลูกโดยสร้างองค์ประกอบของเซลล์เหมือนกับเซลล์แม่ที่ได้แยกตัวออกมา เซลล์ลูกสามารถพัฒนาต่อไปและมีการเจริญเติบโตเต็มที่ เซลล์ลูกนั้นจะสามารถเปลี่ยนเป็นเซลล์แม่ได้และแบ่งตัวออกมาเป็นเซลล์ลูกได้อีก จะเห็นได้จากคำศัพท์ในภาษาอังกฤษว่ามีการกำหนดให้เซลล์ที่ทำหน้าที่ดังกล่าวเป็นคำที่แสดงเพศ “daughter cell” และมีการมองอนาคตว่าเซลล์ลูกนั้นสามารถพัฒนาต่อไปได้อีก ในขณะที่ภาษาไทยคำว่า “เซลล์ลูก” ไม่ได้แสดงเพศ แต่แสดงลักษณะที่รับเอาลักษณะบางอย่างมาจากเซลล์แม่เท่านั้น มโนทัศน์ของคำดังกล่าวในสองภาษาจึงมีการเปลี่ยนแปลงไป โดยในภาษาไทยมโนทัศน์เรื่องเพศและเรื่องการพัฒนาหรือการเจริญเติบโตของเซลล์หายไป

รากแก้ว (*primary root* หรือ *tap root*)

แก้วหู (*tympanum* หรือ *tympanic membrane* หรือ *ear drum*)

กระจกตา (*cornea*) ในภาษาไทยมีคำเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า “แก้วตา”

กลุ่มคำที่ยกมาเป็นตัวอย่างนี้ นำคำว่า “แก้ว” มาใช้ประกอบในภาษาไทย ซึ่งเดิมในภาษาอังกฤษมีการใช้คำอีกอย่างหนึ่ง

คำว่า “รากแก้ว” เดิมในภาษาอังกฤษเรียกว่า *primary root* แสดงลักษณะของรากที่เกิดขึ้นมาเป็นรากแรกจากการงอกของเมล็ดพืช ซึ่งแตกต่างจากคำในภาษาไทยที่ไม่มีการแสดงมโนทัศน์ดังกล่าว คำในภาษาไทยใช้คำว่า “แก้ว” เข้ามาประกอบเพื่อเน้นความสำคัญของรากชนิดนี้ ซึ่งเป็นรากหลักที่จะช่วยให้ลำต้นของต้นไม้พยุงตัวอยู่ได้

คำว่า “แก้วหู” มีลักษณะเช่นเดียวกับตัวอย่างของคำว่า “รากแก้ว” คือเป็นการให้ความสำคัญกับอวัยวะส่วนนี้มากกว่าส่วนอื่น ๆ ภายในหู เมื่อเปรียบเทียบกับคำในภาษาอังกฤษ “ear drum” ซึ่งมีมโนทัศน์การมองว่าหูเหมือนกับกลอง ส่วนที่เป็นแก้วหูก็เหมือนกับหนังหน้ากลองที่ตั้ง เมื่อประกอบกับความถี่ในเรื่องของอวัยวะภายในหูแล้ว มโนทัศน์เรื่องกลองแสดงภาพได้ชัดเจนว่าแก้วหูเมื่อได้รับเสียงแล้วจะเกิดการสั่นสะเทือนเหมือนกับเวลาที่เรตีกลองแล้วเกิดการสั่นสะเทือนของหนังหน้ากลอง

คำว่า “กระจกตา” หรือ “แก้วตา” เป็นคำไทยที่แตกต่างจากคำในภาษาอังกฤษ โดยที่คำภาษาอังกฤษจะเป็นคำศัพท์เฉพาะซึ่งไม่ได้แสดงลักษณะสำคัญของอวัยวะดังกล่าว ในขณะที่



คำในภาษาไทยทำหน้าที่นี้ได้เด่นชัด คือ นอกจากจะแสดงลักษณะของความโปร่งใสของกระจกตาแล้ว ยังแสดงถึงความสำคัญของอวัยวะส่วนนี้ โดยใช้คำว่า “แก้ว” ประกอบเข้าไปในคำ

จากตัวอย่างของคำศัพท์เหล่านี้ เป็นการแสดงให้เห็นว่ามโนทัศน์ของคำในภาษาไทย และอังกฤษที่นอกจากจะมีการเน้นความสำคัญของสิ่งเดียวกันในลักษณะที่แตกต่างกันแล้ว ยังแสดงให้เห็นถึงวิถีคิดของคนในสังคมต่างภาษาที่มองสิ่งเดียวกันในลักษณะที่แตกต่างกันไปด้วย

### **3.1.2.5.3.3 เมื่อมีการใช้คำศัพท์วิทยาศาสตร์ในภาษาไทย ทำให้มโนทัศน์มีการเปลี่ยนแปลง**

คำศัพท์ในกลุ่มนี้เมื่อมีการนำมาใช้ในภาษาไทยจะเกิดการเพิ่มคำ ตามความเข้าใจของคนในสังคม ดังนั้นจึงเกิดการเปลี่ยนแปลงระดับมโนทัศน์ขึ้น เช่น

#### **พื้นที่ท้องทะเล (sea floor)**

ตัวอย่างของคำ **พื้นที่ท้องทะเล** เป็นตัวอย่างหนึ่งของการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์บางอย่าง กล่าวคือ จากคำว่า “ท้อง” ที่เป็นส่วนหนึ่งของร่างกายของมนุษย์ทำหน้าที่เหมือนกับเป็นภาชนะบรรจุที่มีน้ำอยู่ภายใน ลักษณะดังกล่าวจึงเป็นการเพิ่มมโนทัศน์ในเรื่องของปริมาตรของน้ำที่กักเก็บอยู่ในภาชนะมาใช้ ในขณะที่รูปศัพท์เดิมในภาษาอังกฤษใช้คำว่า “floor” เป็นการแสดงมโนทัศน์เรื่องพื้นที่ว่าพื้นที่ท้องทะเลนั้นเหมือนกับพื้นที่ราบเรียบ

#### **พื้นที่ท้องน้ำ (benthic zone)**

คำว่า benthic หมายถึง พืชและสัตว์ที่อาศัยอยู่ใต้น้ำลึก เมื่อมีการใช้คำในภาษาไทย มีการเพิ่มเติมมโนทัศน์เกี่ยวกับภาชนะบรรจุเข้ามาเช่นเดียวกับตัวอย่างของ **พื้นที่ท้องน้ำ**

### **3.1.2.5.3.4 มโนทัศน์ของคำบางคำในภาษาไทยเกิดจากความเข้าใจของคนในสังคม**

มโนทัศน์ของคำศัพท์ในภาษาไทยในกลุ่มนี้ไม่มีความเชื่อมโยงกับคำศัพท์เดิมในภาษาอังกฤษ แต่มีลักษณะของการที่คนในสังคมเข้าใจสิ่งเหล่านั้นอย่างไรและด้วยวิธีใด และมีการอธิบายเพิ่มเติมในลักษณะของเรื่องเล่าเกี่ยวกับสิ่งนั้น เช่น

พ่อดำตีเมีย หรือหญ้ารังไก่ (small club moss)

ปรากฏการณ์ขึ้นปลาวาฬ (red tide)

ตัวอย่างคำว่า “พ่อดำตีเมีย” เป็นพืชชนิดหนึ่ง เมื่อสังเกตจากรูปภาษาดังกล่าวแล้ว ไม่ได้แสดงลักษณะของพืชชนิดนี้เลย พืชดังกล่าวสามารถใช้ประกอบอาหารของคนทางภาคเหนือ โดยนิยมนำมาแกง ลักษณะพิเศษคือเมื่อนำไปต้มแล้วจะไม่มีกลิ่นเปลี่ยนสี หรือเปื่อยยุ่ย เหมือนกับพืชผักชนิดอื่น ๆ จากลักษณะพิเศษดังกล่าวจึงทำให้มีเรื่องเล่าที่เกี่ยวกับพืชชนิดนี้ว่า ครั้งหนึ่งเมียพ่อดำเก็บผักชนิดหนึ่งมาต้มแกงให้พ่อค้ากิน พ่อค้าเห็นว่าผักที่ใส่ในแกงยังไม่สุกและเหนียวจึงเข้าใจว่าเมียแกงให้ตัวเองกินผักดิบ ๆ ใส่น้ำ จึงเกิดความโมโหลุกขึ้นไล่ตีเมียในที่สุด

ตัวอย่าง “ปรากฏการณ์ขึ้นปลาวาฬ” เป็นอีกตัวอย่างหนึ่งที่สามารถอธิบายเกี่ยวกับความเชื่อของคนในสังคม ซึ่งคนที่อาศัยอยู่ในท้องถิ่นใกล้กับทะเลจะเข้าใจได้มากกว่าคนในท้องถิ่นอื่น ในขณะที่เห็นปรากฏการณ์ของน้ำในทะเลเป็นสีแดงอันมีสาเหตุจากการเพิ่มจำนวนของแพลงตอนชนิดหนึ่งที่มีสีแดง มีอันตรายหากคนหรือสัตว์รับประทานเข้าไป เนื่องจากแพลงตอนเป็นสิ่งที่มีขนาดเล็กมากจนตามนุษย์ไม่สามารถมองเห็นได้ มนุษย์จึงพยายามหาวิธีการที่ใช้เรียกหรืออธิบายปรากฏการณ์ที่น้ำทะเลเป็นสีแดงในบริเวณกว้าง โดยเชื่อมโยงกับความคิดของตนว่าสิ่งที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของน้ำทะเลได้น่าจะมาจากสัตว์ขนาดใหญ่ที่อยู่ในทะเลปล่อยของเสียออกมา ทำให้สีของน้ำทะเลเปลี่ยนไป

จากการศึกษาเกี่ยวกับระบบมโนทัศน์จากคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ในภาษาไทยและภาษาอังกฤษผู้วิจัยพบว่า เมื่อมีการสร้างคำขึ้นในภาษาไทยเพื่อใช้สื่อแนวคิดทางวิทยาศาสตร์แทนคำศัพท์ภาษาอังกฤษนั้น มีผลต่อมโนทัศน์ของคำด้วย กล่าวคือ มโนทัศน์บางอย่างในภาษาไทยและภาษาอังกฤษยังเหมือนกันอยู่ มักจะปรากฏในคำทับศัพท์และการแปลศัพท์ ส่วนมโนทัศน์ที่มีการเปลี่ยนแปลงไป หรือหายไปนั้น ปรากฏเมื่อมีการนำคำบางคำในภาษาไทยเข้ามาใช้ ทั้งในการเพิ่มคำ เช่น “พื้นที่องน้ำ” เป็นการเพิ่มมโนทัศน์เกี่ยวกับเรื่องพื้นที่เข้ามาด้วย ส่วนของการเลือกใช้คำศัพท์ เช่น “เซลล์ลูก” นั้นทำให้มโนทัศน์บางอย่างเกี่ยวกับเรื่องของเซลล์หายไป ซึ่งลักษณะนี้แสดงให้เห็นว่าในบางครั้งศัพท์ในภาษาอังกฤษนั้นสามารถสื่อมโนทัศน์ได้ครบถ้วนกว่า นอกจากนี้ลักษณะพิเศษอีกอย่างหนึ่งเมื่อใช้คำศัพท์วิทยาศาสตร์ภาษาไทยก็คือ มีการสร้างความเข้าใจส่วนหนึ่งที่ผูกพันกับประสบการณ์เกี่ยวกับโลก ความเชื่อ หรือเรื่องเล่าของคนในสังคม ทำให้ในบางครั้งอุปลักษณะที่ปรากฏในรูปศัพท์วิทยาศาสตร์ในภาษาไทยสื่อความคิดที่เหมาะสมกับระบบความคิดของคนไทยมากกว่าการนำมโนทัศน์บางอย่างซึ่งเป็นเรื่องของคนในสังคมอื่นมาใช้ถ่ายทอดความคิดเหล่านั้น

### 3.2 สรุป

ลักษณะของอุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยประกอบด้วย ลักษณะทางรูปแบบ และลักษณะทางมโนทัศน์ จากการวิเคราะห์เกี่ยวกับลักษณะทางรูปแบบผู้วิจัยพบว่ามีการใช้รูปภาพแสดงอุปลักษณะสองแบบ คือ รูปภาพแสดงอุปลักษณะแบบที่มีคำเชื่อมแสดงการเปรียบเทียบ และรูปภาพแสดงอุปลักษณะแบบคำศัพท์

ลักษณะทางมโนทัศน์ที่ปรากฏในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยเป็นการนำมโนทัศน์เกี่ยวกับสิ่งที่อยู่ใกล้ตัวของมนุษย์มาใช้ เพื่อเชื่อมโยงลักษณะทางมโนทัศน์บางประการกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ บางครั้งมโนทัศน์เหล่านั้นอาจจะประกอบด้วยมโนทัศน์ย่อย ๆ ที่สามารถสื่อแนวคิดและใช้อธิบายความคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจน แบบเปรียบเทียบนำมาใช้เพื่อสื่อแนวคิดทางวิทยาศาสตร์โดยมากจะใช้เชื่อมโยงในลักษณะของภาพวัตถุสองอย่างที่มีความคล้ายคลึงกัน นอกจากนี้ยังมีการนำมโนทัศน์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดที่ต้องการอธิบายมาใช้ เช่น มโนทัศน์แสดงตำแหน่ง มโนทัศน์แสดงหน้าที่ ซึ่งเป็นมโนทัศน์ที่แสดงลักษณะสำคัญเพียงประการเดียว หรือมีการนำมโนทัศน์ที่แสดงลักษณะสองประการในคราวเดียวกันมาใช้ เช่น มโนทัศน์แสดงพื้นที่และปริมาณ มโนทัศน์แสดงการเคลื่อนที่และปริมาณ มโนทัศน์แสดงทิศทางและการเคลื่อนที่

ลักษณะทางมโนทัศน์ที่ปรากฏจากอุปลักษณะนั้นเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้สามารถถ่ายทอดความคิดทางวิทยาศาสตร์ได้ชัดเจนขึ้น และเข้าใจได้ง่ายขึ้น เนื่องจากแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางประการนั้นเป็นความรู้ใหม่สำหรับผู้เรียน มีลักษณะซับซ้อน ยากแก่การเข้าใจ นอกจากนี้อุปลักษณะบางอย่างที่ปรากฏในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยยังช่วยให้ผู้เรียนชาวไทยเข้าใจความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น เนื่องจากมีลักษณะร่วมทางมโนทัศน์ที่อยู่ในสังคมของผู้เรียน ในขณะที่มโนทัศน์บางอย่างนั้นได้แสดงลักษณะที่เป็นสากลที่กลุ่มคนที่เรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์สามารถเข้าใจได้ แม้ว่าจะอยู่ต่างสังคมต่างวัฒนธรรมก็ตาม จากลักษณะสำคัญทางมโนทัศน์ในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยที่ปรากฏให้เห็นเป็นส่วนใหญ่ในการวิเคราะห์ของบทนี้ จะช่วยให้การมองภาพเรื่องหน้าที่ของอุปลักษณะที่จะได้อธิบายในบทถัดไปชัดเจนยิ่งขึ้น จากการศึกษาอุปลักษณะในทางจิตวิทยา ซึ่งมองว่าการใช้อุปลักษณะนั้นทำหน้าที่บางอย่างที่ถ้อยคำที่ตรงตามรูปไม่สามารถทำได้ และหน้าที่ของอุปลักษณะยังแตกต่างกันไปตามองค์ประกอบทางการสื่อสารที่มีอยู่ในบริบทที่แตกต่างกันออกไปอีกด้วย ซึ่งองค์ประกอบทางการสื่อสารที่มีส่วนสำคัญในการกำหนดหน้าที่ของอุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยมีอะไรบ้าง จะได้แสดงไว้ในส่วนของการวิเคราะห์เรื่องหน้าที่ของอุปลักษณะในบทต่อไป

## หน้าที่ของอุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย

ในบทนี้ผู้วิจัยจะวิเคราะห์หน้าที่ของอุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย ซึ่งเป็นการศึกษาตามแนวคิดทางด้านวจนปฏิบัติศาสตร์ (Pragmatics) ที่มองว่าอุปลักษณะทำหน้าที่บางอย่างที่ถ้อยคำตามรูปไม่สามารถทำได้ (Roberts, 1992) สำหรับผู้ที่รวบรวมเรื่องหน้าที่ของอุปลักษณะในปริจเฉทต่างประเภทกันไว้ถึง 6 ประเภท คือ Goatly (1998) แสดงให้เห็นว่าประเภทที่ต่างกันของปริจเฉทมีผลต่อหน้าที่ของอุปลักษณะด้วย หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยถือเป็นปริจเฉทประเภทหนึ่งที่น่าสนใจ เนื่องจากปรากฏข้อมูลเป็นจำนวนมากเกี่ยวกับการนำอุปลักษณะมาใช้เพื่ออธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้วิเคราะห์องค์ประกอบของการใช้หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยว่าองค์ประกอบใดบ้างที่มีส่วนสัมพันธ์กับหน้าที่ของอุปลักษณะในปริจเฉทประเภทนี้ โดยเลือกนำทฤษฎีชาติพันธุ์วรรณนาแห่งการสื่อสารมาใช้ และส่วนสุดท้ายของบทนี้จะเป็นการเปรียบเทียบหน้าที่ของอุปลักษณะในปริจเฉทหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยกับปริจเฉทเฉพาะอื่น ๆ ว่ามีหน้าที่ที่แตกต่างกันหรือไม่และอย่างไรบ้าง การวิเคราะห์โดยการเปรียบเทียบนั้นจะทำให้เห็นลักษณะเด่นทางด้านหน้าที่อุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยได้อย่างชัดเจนขึ้น

### 4.1 การศึกษาหน้าที่ของอุปลักษณะที่ปรากฏในปริจเฉทต่างประเภท

Goatly (1998) ได้ศึกษาเรื่องหน้าที่ของอุปลักษณะในปริจเฉทที่ต่างกัน 6 ประเภท ได้แก่ บทสนทนา รายงานข่าว เรื่องทางวิทยาศาสตร์ โฆษณาในนิตยสาร นวนิยาย และบทร้อยกรองร่วมสมัย โดยแบ่งประเภทของหน้าที่ที่พบออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. หน้าที่ด้านการถ่ายทอดความคิด (Ideational)
2. หน้าที่ด้านบุคคลสัมพันธ์ (Interpersonal)
3. หน้าที่ด้านการเรียงเรียงความ (Textual)

อุปลักษณะที่ Goatly นำมาศึกษานั้นล้วนมีหน้าที่ที่แตกต่างกันไปโดยขึ้นอยู่กับประเภทของปริจเฉท ปริจเฉทแต่ละประเภทก็มีองค์ประกอบของการสื่อสาร เช่น วัตถุประสงค์ในการสื่อสารซึ่งต้องคำนึงถึงผู้รับสารที่แตกต่างกันไป ประเภทของการสื่อสารว่าเป็นภาษาเขียนหรือภาษาพูด และยังขึ้นกับองค์ประกอบอื่นที่สัมพันธ์กันกับปริจเฉทในแต่ละประเภท Goatly ได้สรุปหน้าที่ของอุปลักษณะในปริจเฉทประเภทต่าง ๆ ที่ศึกษาออกมาเป็นตาราง ดังนี้

ตารางที่ 2 แสดงหน้าที่ของอุปลักษณ์ในปริศนาประเภทต่าง ๆ

FUNCTIONS \ GENRES		Conversation	National News Reports	Popular Science	Magazine Advertising	Modern Novels	Modern English Lyric Poetry
		IDEATIONAL	<i>Ideology</i>	x	x	x	x
<i>Filling Lexicon Gaps</i>	x		x	x		x	x
<i>Explanation/ Modelling</i>				x			
<i>Reconceptualization</i>	?x			x		x	x
<i>Argument by Analogy</i>	?			x	?x		
INTERPERSONAL	<i>Expression Emotion</i>	x	?x		x	x	x
	<i>Decoration/ Disguise</i>	x	x		x	x	x
	<i>Hyperbole</i>	x	x (pop)		x	x	x
	<i>Cultivating Intimacy</i>	x			x	x	x
	<i>Humour and Games</i>	x	x (pop)		x		?x
TEXTUAL	<i>Textual Structuring</i>			?x	x	x	x
	<i>Memory/ Foregrounding/ Informativeness</i>		x (pop)	?x	x	x	x
	<i>Fiction</i>				x	x	x

ที่มา: (Goatly, 1997: 300)

ในที่นี้ผู้วิจัยจะขอกล่าวถึงหน้าที่ของอุปลักษณ์ที่ปรากฏในเรื่องทางวิทยาศาสตร์ ที่ Goatly นำมาศึกษา จากตารางข้างต้นนั้นหน้าที่ของอุปลักษณ์ในปริศนาประเภทนี้มีเพียง 2 ประเภท คือ หน้าที่ด้านการถ่ายทอดความคิด (Ideational) กับหน้าที่ด้านการเรียบเรียงความ (Textual) โดยไม่ปรากฏหน้าที่ด้านบุคคลสัมพันธ์ (Interpersonal) เนื่องจากการสื่อสารดังกล่าวนี้ขึ้นอยู่กับหนังสือหรือนิตยสารทางวิทยาศาสตร์ และมีวัตถุประสงค์ในการให้ความรู้มากกว่าความบันเทิง ซึ่งแตกต่างจากปริศนาการเขียนที่ปรากฏในโฆษณานิตยสาร นวนิยาย หรือบทร้อยกรอง

ร่วมสมัย ที่แม้จะเป็นภาษาเขียนแต่ก็มุ่งที่จะโน้มน้าวจิตใจผู้อ่าน หรือเสริมสร้างอารมณ์และจินตนาการให้ผู้อ่านรู้สึกคล้อยตามมากกว่า

ลักษณะทางด้านหน้าที่ของอุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยจัดอยู่ในประเภทปริจเฉทที่ใกล้เคียงกับข้อมูลที่ Goatly ได้นำมาศึกษา จะปรากฏลักษณะทางด้านหน้าที่ที่เหมือนกันกับแนวทางการวิเคราะห์ตามประเภทของปริจเฉทที่แตกต่างกันดังที่ได้อธิบายมาข้างต้นหรือไม่นั้น ในเบื้องต้นเราจำเป็นต้องเข้าใจบริบทที่ปรากฏในข้อมูลหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยเสียก่อนว่าข้อมูลในแต่ละประเภทที่ผู้วิจัยนำมาใช้วิเคราะห์นั้นมีลักษณะสำคัญอย่างไร จากนั้นจึงเป็นการวิเคราะห์องค์ประกอบของการสื่อสารที่ปรากฏในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยเพื่อนำไปสู่การศึกษาด้านหน้าที่ของอุปลักษณะที่ปรากฏในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยในตอนท้ายบทต่อไป

#### 4.2 ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยที่นำมาศึกษา

หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยที่ผู้วิจัยใช้เป็นกลุ่มข้อมูล สามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มแรกหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ซึ่งประกอบด้วยวิชา เคมี ฟิสิกส์ และชีววิทยา แบ่งออกได้เป็น 2 ระดับชั้น คือ หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ในระดับอุดมศึกษา เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ทั้งสามรายวิชาดังกล่าวเป็นพื้นฐานให้แก่การศึกษาวิทยาศาสตร์ในระดับสูงที่พัฒนาต่อไปเป็นวิทยาศาสตร์เพื่อการทำงานในสาขาวิชาชีพที่แตกต่างกันไป

หนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นหนังสือเรียนของกระทรวงศึกษาธิการ เขียนขึ้นตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้รับมอบหมายจากกระทรวงศึกษาธิการให้เป็นผู้จัดทำเนื้อหาที่ตรงกับสาระการเรียนรู้ ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทั้ง 8 สาระ คือ สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สารและสมบัติของสาร แรงและการเคลื่อนที่ พลังงาน กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับมาตรฐานการเรียนรู้ซึ่งเป็นเป้าหมายที่นักเรียนจะได้รับจากการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ในช่วงชั้นที่ 4 (มัธยมศึกษาปีที่ 4 ถึง 6) คือ ผู้เรียนทุกคนจะได้รับการพัฒนาทั้งด้านความรู้ กระบวนการคิด กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา

ความสามารถในการสื่อสาร การตัดสินใจ การนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ตลอดจนมีจิตวิทยาศาสตร์ คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม โดยมุ่งเน้นความเป็นไทยคู่กับความเป็นสากล (กระทรวงศึกษาธิการ, 2547: ค)

จากสาระการเรียนรู้และวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายดังกล่าว ทำให้การผลิตหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ที่นอกจากจะเป็นคู่มือที่ใช้เพื่อการศึกษาแล้ว เนื้อหาส่วนหนึ่งยังช่วยพัฒนาทักษะในเรื่องของกระบวนการคิด การทดลองที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วย เช่น กิจกรรมการทดลองในแต่ละบทแบบทดสอบท้ายบทเรียน เป็นต้น อีกทั้งยังมีการใช้ภาพประกอบที่มีสีสันช่วยให้หนังสือเรียนมีความน่าสนใจ มีการใช้กรอบข้อความที่เป็นความรู้เพิ่มเติมที่มีเนื้อหาเชื่อมโยงเกี่ยวกับเรื่องที่เรียนมาช่วยเสริมความรู้ของนักเรียนด้วย

หนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นอุดมศึกษา เป็นหนังสือเรียนที่ผลิตโดยสำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ใช้ในคณะต่าง ๆ ในสายวิทยาศาสตร์ ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ประกอบด้วยวิชาเคมี ฟิสิกส์ และชีววิทยา หนังสือเรียนกลุ่มนี้ใช้เป็นวิชาพื้นฐานสำหรับนิสิตในชั้นปีที่ 1-2 เนื้อหาส่วนหนึ่งจึงยังมีความรู้ที่เกี่ยวข้องกับความรู้ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ข้อแตกต่างของหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ วิชาพื้นฐานระหว่างระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และระดับชั้นอุดมศึกษาคือ การสร้างรูปแบบของหนังสือเพื่อดึงดูดความสนใจ กล่าวคือหนังสือเรียนในระดับที่สูงกว่านั้นเป็นหนังสือขาวดำ ให้ข้อมูลความรู้ทางวิทยาศาสตร์มากกว่าการสร้างคำถามหรือการทำแบบทดสอบอย่างในระดับชั้นมัธยมศึกษา แต่ก็ไม่ได้หมายความว่าแบบทดสอบจะไม่มีใช้เลย ในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์บางเล่มในระดับชั้นนี้ก็ยังมีคำถามท้ายบท เพื่อใช้เป็นแบบทดสอบของนิสิต

นอกจากนี้ยังมีหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์จากโครงการตำราวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มูลนิธิ สอวน. (มูลนิธิส่งเสริมโอลิมปิกวิชาการและพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษา ในพระอุปถัมภ์สมเด็จพระเจ้าพี่นางเธอ เจ้าฟ้ากัลยาณิวัฒนา กรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์) ซึ่งมีวัตถุประสงค์ในการผลิตหนังสือคณิตศาสตร์ คอมพิวเตอร์ เคมี ชีววิทยาและฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายถึงระดับชั้นปีที่ 1 ของคณะวิทยาศาสตร์ในมหาวิทยาลัยให้มีคุณภาพเทียบเท่าสากล หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ชุดนี้จึงมีเนื้อหาที่ละเอียดกว่าหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมของกระทรวงศึกษาธิการ มีการอ้างอิงการศึกษาค้นคว้าทดลองของนักวิทยาศาสตร์ในต่างประเทศประกอบไปในเนื้อหา รวมทั้งใช้ภาพประกอบที่มีสีสันสวยงาม เพื่อช่วยเสริมความเข้าใจของผู้เรียน เนื่องจากหนังสือเรียนชุดนี้ใช้เพื่อการเตรียมตัวสอบเข้าแข่งขันโอลิมปิกวิชาการของนักเรียนไทย และสามารถใช้เสริมความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ให้แก่บุคคลทั่วไปได้อีกด้วย หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์จากโครงการตำราวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มูลนิธิ

สอวน. มุ่งเน้นในการให้ข้อมูลทางด้านวิทยาศาสตร์เช่นเดียวกับหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ในระดับอุดมศึกษา ดังนั้นหัวข้อที่เกี่ยวกับกิจกรรม แบบทดสอบ หรือการทดลองที่เป็นของนักเรียนจึงไม่มีปรากฏอยู่ในหนังสือ

กลุ่มที่สองหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เฉพาะทาง เป็นวิทยาศาสตร์ที่ประยุกต์ใช้เพื่อการทำงานในแต่ละสาขาอาชีพทางวิทยาศาสตร์ ข้อมูลที่นำมาใช้มีเนื้อหาเกี่ยวกับ การแพทย์ วิศวกรรม อุตสาหกรรมการผลิตสิ่งทอ ดาราศาสตร์ การประปา การโทรคมนาคม ดังนั้นพื้นฐานทางความรู้ในแต่ละสาขาอาชีพจึงแตกต่างกันออกไป ทางด้านการแพทย์นั้นจะอาศัยพื้นฐานความรู้ทางด้านชีววิทยา อุตสาหกรรมสิ่งทออาศัยพื้นฐานความรู้ทางด้านเคมีและชีววิทยา ดาราศาสตร์อาศัยพื้นฐานความรู้ทางฟิสิกส์และการคำนวณ การโทรคมนาคมอาศัยความรู้ทางฟิสิกส์ที่สัมพันธ์กับความรู้ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ และการประปานั้นอาศัยความรู้ทางเคมีเป็นพื้นฐาน ด้วยเหตุที่พื้นฐานความรู้ที่ใช้ในหนังสือเรียนแต่ละเล่มนั้นแตกต่างกันไป จึงทำให้เนื้อหาของแต่ละเล่มแตกต่างกันไปด้วย สามารถอธิบายได้ดังนี้

หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์เฉพาะทางในสายวิชาชีพทางการแพทย์ ได้แก่ สรีรวิทยาคลินิกขั้นพื้นฐาน และกายวิภาคศาสตร์ของมนุษย์ การศึกษาทางการแพทย์เป็นการศึกษาที่เน้นทางด้านการรักษามนุษย์เป็นสำคัญ เนื้อหาในส่วนนี้จึงเกี่ยวข้องกับชีววิทยา ที่เกี่ยวกับร่างกายของมนุษย์โดยตรง เช่น อวัยวะ ระบบการทำงานต่าง ๆ ของร่างกาย เป็นต้น รวมถึงการศึกษาสาเหตุของโรคชนิดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของร่างกาย ดังนั้นจึงต้องมีภาพประกอบเกี่ยวกับอวัยวะเหล่านั้นอย่างละเอียด หนังสือเรียนที่ใช้จึงมุ่งเน้นการให้รายละเอียด และช่วยให้จดจำลักษณะต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น

หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์เฉพาะทางในสายวิชาชีพวิศวกรรม แบ่งเป็น วิศวกรรมการประปา และวิศวกรรมโทรคมนาคม วิศวกรรมการประปาเป็นการใช้ความรู้พื้นฐานทางด้านเคมีเพื่อใช้ในการผลิตน้ำประปาที่มีคุณภาพ ซึ่งกระบวนการต่าง ๆ นั้นต้องอาศัยการตรวจวัดค่าของแร่ธาตุ หรือสารเคมีต่าง ๆ ที่ปะปนมากับแหล่งน้ำดิบที่จะนำมาใช้ในการผลิตน้ำประปา รวมถึงการเติมสารเข้าไปในน้ำประปา ดังนั้นหนังสือเรียนวิศวกรรมการประปาจึงเป็นหนังสือที่มุ่งเน้นการให้รายละเอียดของข้อมูลทางการผลิตน้ำประปา

วิศวกรรมโทรคมนาคม เป็นการใช้ความรู้ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์เพื่อใช้ในระบบสื่อสารประเภทต่าง ๆ มีลักษณะเป็นการให้ความรู้ที่จำเป็นต่อสาขาวิชาชีพนี้ และมีการให้รายละเอียดในเรื่องของการทำงานของส่วนประกอบทางอิเล็กทรอนิกส์ชนิดต่าง ๆ รวมถึงมีรูปภาพประกอบเพื่อช่วยให้เกิดความเข้าใจมากขึ้น



หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์เฉพาะทางในสายวิชาชีพอุตสาหกรรมการผลิตสิ่งทอ ได้แก่ วิทยาศาสตร์เส้นใย ซึ่งเป็นการศึกษาเกี่ยวกับระบบอุตสาหกรรมสิ่งทอ เส้นใยธรรมชาติ เส้นใยสังเคราะห์ที่นำมาใช้ในการผลิตสิ่งทอ ในหนังสือเรียนเล่มนี้ภาพประกอบมีไม่มากนัก โดยส่วนใหญ่จะเป็นภาพของลักษณะเส้นใยประเภทต่าง ๆ และมีการให้รายละเอียดเกี่ยวกับคุณสมบัติเด่นและด้อยของเส้นใยที่แตกต่างกัน รวมถึงการนำเส้นใยต่าง ๆ ไปให้ให้เกิดประโยชน์และเหมาะสม

หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์เฉพาะทางในสายวิชาชีพทางด้านดาราศาสตร์ ได้แก่ ดาราศาสตร์และดาราศาสตร์เบื้องต้น ให้ความรู้ทางด้านวิชาฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับดาราศาสตร์ ดังนั้นจึงปรากฏสูตรคำนวณค่าต่าง ๆ ทางฟิสิกส์อยู่มาก มีการใช้คำศัพท์เฉพาะวงการ และมีการใช้รูปภาพประกอบการอธิบาย

จะเห็นได้ว่าหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นต่าง ๆ นั้นมุ่งเน้นในการให้ความรู้และสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ในแต่ละสาขาวิชา แต่จะมีองค์ประกอบบางประการที่สัมพันธ์กับระดับของผู้เรียนที่ทำให้เนื้อหาบางส่วนแตกต่างกันออกไป เช่น การเพิ่มส่วนของการทดลอง หรือแบบฝึกหัด ในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อเน้นทักษะกระบวนการคิด มากกว่าการจดจำรายละเอียดของเนื้อหาวิชาเพียงอย่างเดียว ส่วนที่เหมือนกันอีกประการหนึ่งคือมีการใช้รูปภาพประกอบเพื่อเสริมสร้างความเข้าใจในหนังสือเรียนทุกเล่ม

#### 4.3 องค์ประกอบในการสื่อสารของการใช้หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย

ในการวิเคราะห์ด้านภาษานั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องบริบทของการสื่อสารนั้น ๆ ด้วย ซึ่งการศึกษาแนวชาติพันธุ์วรรณาแห่งการสื่อสาร (Ethnography of communication) เป็นแนวคิดทฤษฎีสำคัญที่จะช่วยในการวิเคราะห์บริบทของการสื่อสารที่แตกต่างกันไปตามประเภทของบริบทที่นำมาวิเคราะห์

ผู้วิจัยได้ใช้ทฤษฎีชาติพันธุ์วรรณาแห่งการสื่อสารเป็นแนวทางในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาองค์ประกอบในการสื่อสารของหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์ ดังนี้

#### 4.3.1 ฉาก (setting/scene)

จากวัตถุประสงค์ของการผลิตหนังสือเรียนเพื่อใช้เป็นแบบเรียนสำหรับการเรียนการสอนในโรงเรียนและมหาวิทยาลัย ดังนั้นเหตุการณ์การสื่อสารที่เกี่ยวข้องกับหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยก็คือ การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนและมหาวิทยาลัย

ด้วยเหตุนี้ฉากหรือสถานที่ที่เกิดเหตุการณ์การสื่อสารจึงเป็นห้องเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายและในมหาวิทยาลัย ตามระดับชั้นที่ระบุไว้ในตอนต้น

#### 4.3.2 ผู้ร่วมเหตุการณ์ (participants)

ผู้ร่วมเหตุการณ์ หมายถึง ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการสื่อสารนั้นๆ คือ ผู้สื่อสารและผู้รับสาร โดยในที่นี้ผู้ร่วมเหตุการณ์ ได้แก่ ผู้เขียนหนังสือ ผู้สอน และนักเรียนไทย

**ผู้เขียนหนังสือ** เป็นผู้ที่ทำหน้าที่ในการถ่ายทอดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ออกมาเป็นหนังสือเรียน และเป็นผู้กำหนดขอบเขตของวิชาความรู้ที่นักเรียนไทยในแต่ละระดับชั้นสมควรจะได้รับอย่างน้อยเพียงใด ผู้เขียนเหล่านี้มักเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์ในแต่ละสาขาวิชา ซึ่งการเขียนหนังสือเล่มหนึ่งอาจปรากฏชื่อผู้เขียนเพียงคนเดียว หรืออาจเป็นหมู่คณะก็ได้

**ผู้สอน** เป็นผู้ที่ทำหน้าที่ถ่ายทอดความรู้ อธิบายความรู้ จากหนังสือเรียน และมีบทบาทในการควบคุมการทำกิจกรรม การทดลอง หรือการชี้แนะแนวทางทางการศึกษาให้แก่ นักเรียน รวมทั้งทำหน้าที่ในการตั้งคำถาม และตอบคำถามระหว่างเรียนอีกด้วย

**นักเรียนไทย** คือ ผู้รับสารโดยตรงตามจุดมุ่งหมายในการสื่อสารจากหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ นักเรียนในที่นี้แบ่งออกได้เป็น 2 ระดับชั้น คือ นักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย กับนักศึกษาในระดับมหาวิทยาลัยหรือระดับอุดมศึกษา นักเรียนทั้งสองระดับจัดเป็นผู้รับสารที่ยังไม่มีความรู้ความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับสารที่ถ่ายทอดมาก่อน ระดับชั้นที่ต่างกันของผู้เรียนมีผลต่อการใช้วิธีในการนำเสนอความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ต่างกัน โดยในระดับชั้นที่ต่ำกว่าการนำเสนอบทเรียนหรือลักษณะของหนังสือเรียนจะเน้นการใช้ภาพที่มีสีสันสวยงามประกอบ มีการนำเครื่องมือมาใช้เสริมบทเรียนที่เป็นลักษณะของความรู้นอกตำรามาใช้ ดังจะได้อธิบายเพิ่มเติมในส่วนของเครื่องมือ (instrumentalities) ที่ปรากฏในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย และมีการนำส่วนของกิจกรรมการทดลองเข้ามาใช้ด้วย ในขณะที่ผู้เรียนในระดับชั้นอุดมศึกษานั้น

เนื้อหาที่เรียนมีความละเอียดลึกซึ้งมากขึ้นจึงมีผลต่อการใช้ภาษาเขียนของผู้เขียนในการอธิบายเรื่องต่าง ๆ โดยเปลี่ยนไปมีลักษณะของการใช้คำศัพท์เฉพาะ หรือใช้ภาษาอังกฤษในบริบทเฉพาะมากขึ้น เนื่องจากการเรียนในระดับอุดมศึกษานั้นความรู้ที่ได้รับจะพัฒนาต่อไปเพื่อใช้ในการประกอบอาชีพในสายวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน

#### 4.3.3 จุดมุ่งหมาย (ends)

จุดมุ่งหมาย หมายถึง วัตถุประสงค์ในการสื่อสารแต่ละครั้ง ในที่นี้จุดมุ่งหมายของหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย คือ เพื่อเผยแพร่ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในสาขาต่าง ๆ ซึ่งต้องคำนึงถึงระดับความรู้ที่แตกต่างกันของผู้เรียน

โดยที่ผู้เรียนได้แบ่งออกเป็นสองกลุ่มตามระดับการศึกษา คือนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย กับนิสิตระดับอุดมศึกษา ซึ่งมีผลต่อการใช้ภาษาในการอธิบายที่แตกต่างกัน รวมถึงการใช้เครื่องมือในการสื่อสารที่แตกต่างกันไปด้วย โดยจุดมุ่งหมายทางการศึกษาในระดับชั้นมัศึกษานั้นมุ่งเน้นในเรื่องของการให้ความรู้พื้นฐานที่ถูกต้อง และฝึกในเรื่องของกระบวนการคิดมากกว่า เห็นได้จากการใช้คำถามที่ปรากฏในหนังสือเรียน พร้อมทั้งยังเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อใช้เป็นส่วนหนึ่งของการดำรงชีวิตประจำวันด้วย

สำหรับผู้เรียนในระดับอุดมศึกษาซึ่งมีการศึกษาเพื่อประยุกต์ใช้ในสาขาอาชีพต่าง ๆ เมื่อจบการศึกษา การให้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์จึงแสดงรายละเอียดมากกว่าในส่วนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และมีการแบ่งแยกเนื้อหาวิชาออกไปตามแต่ละสาขาอาชีพอย่างชัดเจน มีผลทำให้รูปแบบภาษาในหนังสือเรียนเปลี่ยนไปในลักษณะที่มีการใช้คำศัพท์เฉพาะมากขึ้น มีการใช้คำศัพท์ภาษาอังกฤษปนไปในการอธิบายมากขึ้น เนื่องมาจากความรู้ส่วนหนึ่งที่ได้มาจากการเรียนในระดับพื้นฐานนั้นทำให้ผู้เรียนเกิดความเชี่ยวชาญและการจำได้ถึงลักษณะต่าง ๆ โดยไม่ต้องมีการอธิบายประกอบมากนัก

#### 4.3.4 การลำดับวัจนกรรม (act sequence)

การลำดับวัจนกรรม เป็นการมุ่งพิจารณาว่าในการสื่อสารนั้น ๆ ใช้วัจนกรรมใดในการขึ้นต้น การดำเนินการสื่อสาร และการปิดท้ายการสื่อสาร จากการศึกษาการลำดับวัจนกรรมของหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยพบว่า มีการใช้การเกริ่นนำเพื่อเริ่มหัวข้อใหม่ การถาม การแนะนำเนื้อหาของบทเรียน เพื่อใช้ในการเปิดเรื่อง ส่วนในขั้นตอนของการดำเนินการสื่อสาร เนื่องจากตามประเภทของปริจเฉทแล้วหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยเป็นปริจเฉทประเภทงานเขียนวิชาการ การดำเนินการสื่อสารจึงเป็นไปตามลำดับของความสำคัญของเนื้อหาในเรื่อง มีการใช้การอธิบายเป็น

หลัก และมีการเสริมด้วยการถาม กับการอ้างอิงในการกล่าวถึงประวัติหรืองานวิจัยที่สำคัญของนักวิทยาศาสตร์ ส่วนการปิดท้ายการสื่อสารนั้น ประกอบด้วยการสรุป หรือการเกริ่นเพื่อนำไปสู่หัวข้อถัดไปได้ หรืออาจจบด้วยการแสดงความคิดเห็น

### การเริ่มการสื่อสาร

การเริ่มการสื่อสารที่ใช้ในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์มักใช้วิธีการเกริ่นนำเพื่อเข้าสู่เนื้อหาในเรื่อง การแนะนำเนื้อหาของบทเรียน หรือใช้วิธีการถามเพื่อโยงเข้าสู่เนื้อหาในบทเรียน ซึ่งแต่ละลักษณะมีรายละเอียด ดังนี้

การเกริ่นนำ การเกริ่นนำเป็นวิธีหนึ่งที่ใช้ในการเริ่มการสื่อสาร ตัวอย่างเช่น

#### ตัวอย่างที่ 72

##### “15.1 ปรัชญาการณัฏฐมชาติของไฟฟ้า

เราเคยเห็นฟ้าแลบ ฟ้าผ่าและฟ้าร้องกันบ่อย ๆ โดยเฉพาะในช่วงฤดูฝน ทำให้มนุษย์เกิดความอยากรู้อยากเห็นว่าเพราะเหตุใดจึงเกิดสิ่งเหล่านี้ ในยุคโบราณเชื่อว่าเกิดจากอำนาจของเทพเจ้า ไทยเราคิดว่า เป็นเพราะรามสูรขว้างขวาน ต่อมาเมื่อมนุษย์มีความรู้วิทยาศาสตร์มากขึ้น ทำให้เราทราบว่าฟ้าแลบ ฟ้าผ่าเกิดจากการถ่ายโอนของประจุไฟฟ้าในบรรยากาศ

ในฤดูหนาวซึ่งมีอากาศแห้งแล้ง เมื่อหิวลมแล้วนำหวีมาใกล้กับกระดาษชิ้นเล็ก ๆ จะพบว่าหวีสามารถดูดกระดาษได้ และถ้านำหวีนั้นมาใกล้กับผิวหนัง จะพบว่าขนบนผิวหนังถูกหวีดูดให้ตั้งขึ้น สำหรับผู้ที่อยู่ในภูมิภาคที่มีอากาศหนาวเย็นจะพบปรากฏการณ์ทำนองนี้ได้บ่อยครั้ง เพราะแม้แต่เดินแทรกเข้าไปในแถวเสื้อขนสัตว์ที่แขวนอยู่เรียงราย จะพบว่าประจุไฟฟ้าเกิดขึ้นระหว่างเสื้อที่เราสวมใส่กับเสื้อที่ขนสัตว์ที่แขวนอยู่

ปรากฏการณ์เช่นนี้ นักปราชญ์ชาวกรีกชื่อ ทาลีส ได้สังเกตพบมาก่อนแล้วตั้งแต่ประมาณ 60 ปีก่อนพุทธศักราช โดยพบว่าเมื่อนำแท่งอำพันมาถูกับผ้าขนสัตว์ แท่งอำพันสามารถดูดของเบา ๆ เช่น ฟาง ขนนก ได้ แสดงว่า มีแรงกระทำต่อกระดาษหรือขนนกนั้น ผู้เรียนจะได้ศึกษาเกี่ยวกับแรงดังกล่าวต่อไป”

(หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 3: 2)

ตัวอย่างนี้เป็นการเปิดด้วยการพูดถึงปรากฏการณ์ฟ้าแลบ ฟ้าร้อง ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกี่ยวกับไฟฟ้า และความเข้าใจเดิมเกี่ยวกับเรื่องของไฟฟ้าในสมัยที่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ยังไม่เจริญเหมือนกับปัจจุบัน ก่อนที่จะมีการพูดถึงเรื่องสมบัติต่าง ๆ ของไฟฟ้าในบทเรียนต่อไป

การแนะนำเนื้อหาของบทเรียน หลังจากที่ได้เขียนได้เกริ่นนำตอนต้นไปบางส่วนแล้ว ก่อนที่จะเข้าสู่เนื้อหาผู้เขียนอาจใช้วิธีการแนะนำเนื้อหาที่มีในบทเรียนดังกล่าวมาพูดถึงอย่างคร่าว ๆ เพื่อบอกให้ผู้อ่านทราบว่าต้องเรียนเกี่ยวกับสิ่งใดบ้างในบทเรียนนั้น ๆ เช่น

### ตัวอย่างที่ 73

“พืชต้องการแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเพื่อเป็นแหล่งที่นำมาใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง แต่ในขณะเดียวกันพืชต้องสูญเสียน้ำเนื่องจากบรรยากาศมีน้ำอยู่น้อยมาก พืชมีวิวัฒนาการที่ทำให้สูญเสียน้ำจากใบและสามารถควบคุมการสูญเสียน้ำได้บางส่วน และมีกลไกการลำเลียงน้ำจากดินเพื่อทดแทนน้ำที่สูญเสียไปสู่บรรยากาศได้อย่างรวดเร็ว

**ในบทนี้จะอธิบายการเคลื่อนของน้ำจากดินเข้าสู่พืช การลำเลียงน้ำในพืช และการสูญเสียน้ำสู่บรรยากาศ...**

(ชีววิทยา 2: 1)

ในตัวอย่างนี้เป็นการพูดถึงการลำเลียงน้ำในพืช ซึ่งผู้เขียนใช้วิธีพูดให้เห็นถึงภาพรวมของระบบการลำเลียงน้ำของพืช จากนั้นก่อนที่จะมีการนำเข้าสู่เนื้อหาผู้เขียนใช้วิธีการแนะนำหัวข้อต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับเรื่องการลำเลียงน้ำของพืช ที่จะต้องเรียนต่อไป

การกระตุ้นความสนใจด้วยการถาม ผู้เขียนใช้วิธีการถามในลักษณะของการถามเพื่อทำให้เกิดข้อสงสัย หรือเป็นการเปิดประเด็นเกี่ยวกับเรื่องที่จะต้องเรียน เพื่อกระตุ้นหรือจูงใจให้นักเรียนเกิดความอยากรู้เกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ เช่น

### ตัวอย่างที่ 74

“ในธรรมชาติหรือในชีวิตประจำวัน จะพบเห็นการเปลี่ยนแปลงจำนวนมากที่เป็นการเกิดปฏิกิริยาเคมีและเกิดขึ้นในเวลาแตกต่างกัน

กัน ปฏิกริยาเคมีหลายปฏิกิริยาเกิดขึ้นภายในเวลารวดเร็ว เช่น การเผาไหม้ของแก๊สหุงต้มหรือน้ำมันเบนซิน การระเบิดของดินปืน ปฏิกริยาระหว่างไอโอไดต์ไอออนกับเลด (II) ไอออน ได้ตะกอนสีเหลืองของเลด (II) แต่บางปฏิกิริยาเกิดขึ้นช้ามาก เช่นการเกิดสนิมเหล็ก การเนาเปื่อยของซากพืชซากสัตว์ หรือการแข็งตัวของสมบรูณ์ของคอนกรีต **ปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นได้อย่างไร เพราะเหตุใดปฏิกิริยาเคมีจึงเกิดได้ช้าหรือเร็วแตกต่างกัน ปัจจัยใดบ้างที่มีผลทำให้ปฏิกิริยาเคมีเกิดได้แตกต่างกัน**

(หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม เคมี เล่ม 3: 1)

ตัวอย่างนี้เป็นการนำเข้าสู่เรื่องของปฏิกิริยาเคมี ซึ่งในตอนต้นจะเห็นว่ามีการเกริ่นนำในลักษณะของการพูดถึงปฏิกิริยาเคมีของสิ่งที่อยู่ในชีวิตประจำวันที่นักเรียนเคยมีประสบการณ์ จากนั้นมีการใช้คำถามเพื่อตั้งข้อสังเกตเบื้องต้น และสร้างแรงจูงใจให้เกิดความอยากรู้เพื่อหาคำตอบในบทเรียนต่อไป

### การดำเนินการสื่อสาร

การดำเนินการสื่อสารอยู่ในเนื้อหาหรือบทเรียนซึ่งถือเป็นส่วนสำคัญของหนังสือเรียน ในหนังสือเรียนจะมีการเรียงลำดับความสำคัญของเรื่องที่เรียนจากเรื่องเล็กไปสู่เรื่องใหญ่ หรือเรื่องที่มีความซับซ้อนน้อยไปสู่เรื่องที่มีความซับซ้อนและเข้าใจยากกว่า การดำเนินเรื่องในหนังสือเรียนมักใช้วิธีที่หลากหลายเพื่อสร้างความเข้าใจให้แก่ผู้เรียน วิธีดังกล่าวได้แก่ การอธิบาย การถาม และการอ้างอิง

**การอธิบาย** การอธิบายเป็นการใช้ภาษาเพื่อมุ่งเน้นการสร้างความรู้ความเข้าใจ และแสดงรายละเอียดของสิ่งที่กำลังพูดถึง มีการยกตัวอย่าง และการเปรียบเทียบ เช่น

### ตัวอย่างที่ 75

#### “ไบโอมทะเลทราย

**ทะเลทราย (desert)** พบได้ทั่วไปในโลก ในพื้นที่ที่มีปริมาณฝนตกเฉลี่ยน้อยกว่า 25 เซนติเมตรต่อปี ทะเลทรายบางแห่งร้อนมาก มีอุณหภูมิเหนือผิวดินสูงถึง 60 องศาเซลเซียสตลอดวัน บางแห่งค่อนข้างหนาวเย็น พืชที่พบในไบโอมทะเลทรายนี้มีการป้องกันการ

สูญเสียน้ำโดยไหลเป็นรูปหนาม ลำต้นอวบเก็บสะสมน้ำ  
ทะเลทรายที่รู้จักกันโดยทั่วไป ได้แก่ ทะเลทรายซาฮารา (Sahara)  
ในทวีปแอฟริกา ทะเลทรายโกบี (Gobi) ในประเทศสาธารณรัฐ  
ประชาชนจีน และทะเลทรายโมฮาวี (Mojave) ในรัฐแคลิฟอร์เนีย  
ประเทศสหรัฐอเมริกา”

(หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 6: 11)

ตัวอย่างนี้เป็นการอธิบายเรื่องของพื้นที่ทะเลทราย ซึ่งมีการอธิบายโดยการแสดง  
ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศ ภูมิประเทศ ความชื้น ลักษณะพืชพันธุ์ที่พบในเขตทะเลทราย  
ที่แตกต่างจากพืชที่ขึ้นในภูมิประเทศแบบอื่น จากนั้นเป็นการยกตัวอย่างชื่อสถานที่ที่เป็น  
ทะเลทรายในแถบต่าง ๆ ของโลก

**การถาม** การถามเป็นวัจนกรรมที่ใช้ในการดำเนินการสื่อสารวิธีหนึ่ง เป้าหมายของ  
การถามบางคำถามนั้นเพื่อเป็นการเปิดประเด็นในสิ่งที่กำลังจะกล่าวถึงต่อไป หรือถามเพื่อ  
ต้องการคำตอบจากผู้เรียน ทั้งจากตัวเนื้อหา และตัวแบบฝึกหัดหรือกิจกรรมที่ปรากฏในเรื่อง การ  
ถามเป็นวิธีที่ช่วยให้ไม่เกิดการสื่อสารทางเดียว กล่าวคือ ผู้เรียนนั้นสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เขียน  
หรือตัวผู้สอนได้จากการตอบคำถาม ทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์ในลักษณะการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น  
เพื่อเป็นการแสดงความเข้าใจ หรือเพื่อทบทวนความเข้าใจของผู้เรียนเอง ลักษณะของการถามมี  
คำถามปรากฏแยกออกมาจากตัวเนื้อหาอย่างชัดเจน

นอกจากนี้การถามยังมีประโยชน์ในการเชื่อมโยงความระหว่างย่อหน้าหนึ่งกับอีกย่อ  
หน้าหนึ่ง หรือโยงจากเรื่องหนึ่งไปสู่อีกเรื่องหนึ่ง โดยไม่ทำเนื้อความขาดตอน ตัวอย่างเช่น

#### ตัวอย่างที่ 76

“นก 2 สปีชีส์นี้มีลักษณะคล้ายคลึงกันมาก แต่มีโครงสร้างทาง  
พันธุกรรมที่แตกต่างกันจึงไม่สามารถผสมพันธุ์และให้กำเนิดลูกได้  
จึงจำแนกได้เป็น 2 สปีชีส์ **นักเรียนคิดว่าสปีชีส์มีความหมาย  
อย่างไร**

ปัจจุบันแนวคิดเกี่ยวกับความหมายของสปีชีส์ ไม่สามารถ  
ประยุกต์ใช้กับสิ่งมีชีวิตได้ทุกชนิด มีนักชีววิทยาหลายคน ได้ให้  
แนวคิดเกี่ยวกับความหมายของสปีชีส์ไว้ดังนี้

1. **สปีชีส์ทางด้านสัณฐานวิทยา** หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่แตกต่างกันในลักษณะทางสัณฐานและโครงสร้างทางกายวิภาคของสิ่งมีชีวิตใช้เป็นแนวคิดในการศึกษาด้านอนุกรมวิธาน

2. **สปีชีส์ทางด้านชีววิทยา** หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่สามารถผสมพันธุ์กันได้ในธรรมชาติ ให้กำเนิดลูกที่ไม่เป็นหมันแต่ถ้าเป็นสิ่งมีชีวิตต่างสปีชีส์กันก็อาจให้กำเนิดลูกได้เช่นกันแต่เป็นหมัน

### ■ การศึกษาเพื่อจำแนกสปีชีส์ของซากดึกดำบรรพ์ควรใช้ความหมายของสปีชีส์ใด เพราะเหตุใด

ในบทเรียนนี้จะกล่าวถึงแนวคิดของสปีชีส์ทางด้านชีววิทยา โดยพิจารณาความสามารถในการผสมพันธุ์และให้กำเนิดลูกหลานที่ไม่เป็นหมัน ในธรรมชาติสิ่งมีชีวิตต่างสปีชีส์กันอยู่ร่วมกันจำนวนมาก **สิ่งมีชีวิตเหล่านี้มีกลไกการป้องกันการผสมพันธุ์ข้ามสปีชีส์ได้อย่างไร**

สิ่งมีชีวิตต่างสปีชีส์กันมีการป้องกันการผสมพันธุ์ระหว่าง สปีชีส์ได้โดยกลไกการแยกกันทางการสืบพันธุ์ ซึ่งแบ่งออกได้ 2 ระดับ คือ กลไกการแยกกันทางการสืบพันธุ์ก่อนระยะไซโกต และกลไกการแยกกันทางการสืบพันธุ์หลังระยะไซโกต..."

(หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 5: 142-143)

ตัวอย่างนี้มีคำถามที่ปรากฏอยู่ในเนื้อหาอยู่ 3 คำถามด้วยกัน โดยที่คำถามที่ 1 และ 3 เป็น คำถามเพื่อใช้เชื่อมโยงกับหัวข้อที่กำลังพูดถึงในย่อหน้าต่อไป ส่วนคำตอบของคำถามดังกล่าวนั้นก็อยู่ในย่อหน้าถัดไปเช่นเดียวกัน สำหรับคำถามที่ 2 ที่แยกออกมาให้เห็นต่างหากระหว่างเนื้อหานั้น เป็นคำถามที่ต้องการคำตอบจากผู้เรียนโดยเป็นการเปิดประเด็นคำถามใหม่เพื่อต้องการให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น

**การอ้างอิง** ในส่วนขั้นตอนการดำเนินการสื่อสาร การอ้างอิงมีส่วนสำคัญในแง่ของการเสริมความรู้ความเข้าใจที่เกี่ยวกับเนื้อหาที่เป็นแกนหลักของเรื่อง โดยมากเป็นการอ้างอิงชื่อนักวิทยาศาสตร์และผลงานของนักวิทยาศาสตร์ที่มีความเกี่ยวข้องกับแนวคิด ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่กำลังอธิบาย เช่น



### ตัวอย่างที่ 77

#### “3.3 แสงผลักดันปฏิกิริยาเคมีของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

นักวิทยาศาสตร์หลายท่านทำงานในช่วงระยะเวลาอันยาวนานหลายสิบปี เพื่อศึกษาธรรมชาติของการสังเคราะห์ด้วยแสงโดยเฉพาะอย่างยิ่ง สมการเคมีโดยรวมของทั้งกระบวนการ ในปี ค.ศ.1771 *Joseph Priestley* ได้สังเกตเห็นว่ากิ่งของต้นมินท์สามารถปรับปรุงคุณภาพอากาศที่เทียนไขดับให้เป็นอากาศที่เทียนไขอีกเล่มหนึ่งสามารถถูกใหม่ได้ ซึ่งเป็นการค้นพบว่าพืชปล่อยแก๊สออกซิเจน ต่อมาในปี ค.ศ.1779 *Jan Ingenhousz* รายงานบทบาทจำเป็นของแสงในการสังเคราะห์ด้วยแสง...”

(ชีววิทยา 2: 68)

จากตัวอย่างดังกล่าวเป็นการอ้างอิงโดยการนำผลงานของนักวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับเรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงมาเอ่ยถึง มีการอ้างอิงปี และชื่อของนักวิทยาศาสตร์เหล่านั้นไว้อย่างชัดเจน

#### การปิดการสื่อสาร

การปิดการสื่อสารเป็นลำดับท้ายสุดของการสื่อสารเมื่อจบบทเรียนหนึ่ง ๆ วัจนกรรมที่ใช้ปิดเรื่องที่พบในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย ได้แก่ การสรุปความ และการแสดงความคิดเห็น ซึ่งมีลักษณะดังนี้

การสรุปความ การปิดท้ายบทเรียนด้วยการสรุปความและมีการเกริ่นนำไปสู่บทเรียนอีกบทหนึ่งที่มีเนื้อหาที่สัมพันธ์กัน เช่น

### ตัวอย่างที่ 78

“จากบทเรียนนี้นักเรียนคงเห็นแล้วว่า การเคลื่อนไหวของสิ่งมีชีวิตจำเป็นต้องอาศัยระบบโครงร่างและระบบกล้ามเนื้อเป็นสำคัญตามความซับซ้อนของโครงสร้างของร่างกายของสิ่งมีชีวิตชนิดนั้นๆ อย่างไรก็ตามสิ่งมีชีวิตบางชนิดอาจมีการปรับเปลี่ยนรูปร่างที่เหมาะสมเพื่อช่วยในการเคลื่อนไหวให้รวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ขึ้น จึงจำเป็นต้องอาศัยการทำงานร่วมกันของระบบต่าง ๆ ในร่างกายดังที่นักเรียนจะได้ศึกษาต่อไป”

(หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 3: 22)

การปิดท้ายเรื่องจากตัวอย่างนี้เป็นการปิดท้ายบทเรียนที่เป็นเรื่องเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต โดยมีการสรุปความเกี่ยวกับระบบที่สำคัญเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหว และมีการกล่าวโยงหรือเกริ่นนำไปยังเนื้อหาในบทต่อไป ที่มีความสัมพันธ์กับเรื่องของการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต

การแสดงความคิดเห็น การปิดท้ายการสื่อสารด้วยการแสดงความคิดเห็นของนักวิทยาศาสตร์ใช้เพื่อเน้นความสำคัญของเรื่องที่กล่าวถึงมาแล้ว มีการแทรกความเห็นของตน และการอ้างอิงหลักฐานที่น่าเชื่อถือมาใช้ประกอบการแสดงความคิดเห็น เช่น

#### ตัวอย่างที่ 79

“อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันมนุษย์ใช้พลังงานประเภทน้ำมันและถ่านหินมากขึ้นทุกวัน การเผาผลาญน้ำมันและถ่านหินจะทำให้เกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเพิ่มมากขึ้น ๆ ปรากฏการณ์เรือนกระจกจึงรุนแรงขึ้น ๆ ซึ่งมีผลให้อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกสูงขึ้น ๆ นี่จึงเป็นการคุกคามที่น่ากลัวมากต่อภูมิอากาศของโลก จนนักสภาวะแวดล้อมทั่วโลกกำลังจับตามอง และจากการวิเคราะห์ได้พบว่า การวัดและการทำนายอุณหภูมิของบรรยากาศโลกที่จะเพิ่มขึ้นในอนาคตเป็นเรื่องยาก ทั้งนี้เพราะโลกมีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและถ้าอุณหภูมิของโลกเพิ่มขึ้นอีก 4°C น้ำแข็งที่ขั้วโลกเหนือและขั้วโลกใต้ก็จะละลายเป็นน้ำมากขึ้น ทำให้ระดับน้ำทะเลสูงขึ้นมาก ท่วมบริเวณที่ราบลุ่มใกล้ทะเลทั่วโลก เช่น บริเวณกรุงเทพฯ เป็นต้น ซึ่งจะทำให้เกิดความเสียหายต่อประชากรโลกเป็นอย่างมากยิ่ง”

(หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 2: 217)

จากตัวอย่างดังกล่าวเป็นส่วนของการปิดการสื่อสารหลังจากที่ได้อธิบายเรื่องปรากฏการณ์เรือนกระจกแล้ว เป็นส่วนที่ผู้เขียนเพิ่มเติมเข้ามาเพื่อเน้นย้ำถึงปัญหาสำคัญที่เกิดขึ้น

จากปรากฏการณ์นี้ ซึ่งแทรกความคิดเห็นในด้านลบลงไปเพื่อให้ผู้อ่านคล้อยตาม เช่น “เป็นการคุกคามที่น่ากลัวมากต่อภูมิภาคของโลก” และมีการอ้างอิงหลักฐานทางวิทยาศาสตร์เข้ามาเพื่อช่วยให้ความเห็นของตนดูมีน้ำหนักมากขึ้น ในตัวอย่างนี้เป็นการอ้างถึง “นักสภาวะแวดล้อม” และ “การวิเคราะห์หุ้ณภูมิโลก” สุดท้ายผู้เขียนใช้วิธีการเน้นย้ำด้วยการเน้นว่าเรื่องดังกล่าวเป็นเรื่องที่ใกล้ตัว เห็นได้จากการนำชื่อเมือง “กรุงเทพฯ” เข้ามาเสริมในความเห็นดังกล่าว

จากการศึกษาลำดับวัจนกรรมของหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ พบว่าผู้เขียนมีการใช้วัจนกรรมที่แตกต่างกันไปทั้งในส่วนของการเปิดการสื่อสาร การดำเนินการสื่อสาร และการปิดการสื่อสาร การลำดับวัจนกรรมในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์มีการลำดับความสำคัญในเรื่องของความคิดและเนื้อหาที่ชัดเจน ช่วยทำให้ผู้รับสารที่เป็นนักเรียนไทยเข้าใจเนื้อหาของหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น

#### 4.3.5 น้ำเสียง (key)

น้ำเสียง หมายถึง ท่าทีหรือท่วงทำนองในการสื่อสารที่มีความสำคัญทำให้ผู้รับสารสามารถเข้าใจความหมายที่ผู้ส่งสารต้องการสื่อมากขึ้น จากการศึกษาพบว่า น้ำเสียงหรือท่วงทำนองในการสื่อสารของนักวิทยาศาสตร์หรือผู้เขียนหนังสือเรียนเป็นไปในลักษณะจริงจัง และเป็นทางการ เนื่องจากมุ่งเน้นการอธิบายเพื่อให้ความรู้และสร้างความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์ ภาษาที่ใช้อธิบายความรู้ในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์จึงเป็นภาษาทางการ

#### 4.3.6 เครื่องมือ (instrumentalities)

เครื่องมือ หมายถึง วิธีการหรือลักษณะภาษาในการสื่อสาร สำหรับหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย วิธีในการสื่อสารคือการใช้สื่อสิ่งพิมพ์เป็นสื่อกลางในการถ่ายทอดสาร ลักษณะภาษาในการสื่อสารคือภาษาเขียนเพื่อให้ผู้อ่านเกิดความเข้าใจ แต่เนื่องจากพื้นฐานความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์มีความซับซ้อน เข้าใจยาก หรือเป็นสิ่งใหม่สำหรับผู้เรียน และบางครั้งก็มีลักษณะที่เป็นนามธรรม การใช้วิธีการสื่อสารด้วยภาษาเขียนโดยการอธิบาย หรือบรรยายบางครั้งก็ไม่เพียงพอต่อการสื่อความเข้าใจแก่ผู้เรียนได้ ดังนั้นหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์จึงมีการนำเครื่องมือหลากหลายชนิดมาประกอบเพื่อช่วยในการสร้างความเข้าใจ เครื่องมือดังกล่าว ได้แก่ การใช้อุปลักษณ์ การใช้สัญลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ รูปภาพประกอบ กรอบข้อความ กิจกรรมประกอบบทเรียน

### การใช้อุปลักษณ

การใช้อุปลักษณหรือการเปรียบเทียบเป็นวิธีหนึ่งที่น่ามาใช้ในการอธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เพื่อช่วยให้เกิดความเข้าใจที่ชัดเจนมากขึ้นเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และช่วยในการจดจำลักษณะบางอย่างได้มากขึ้นด้วย ตัวอย่างเช่น การอธิบายเรื่องการทำงานของเส้นใยแก้วนำแสงที่แพทย์นำมาใช้เพื่อตรวจดูอวัยวะภายในของร่างกายคนไข้ ว่าเหมือนกับการนำภาพมารวมกันเช่นเดียวกันกับการทำงานของตาประกอบของแมลง

#### ตัวอย่างที่ 80

“ปัจจุบันมีการใช้เส้นใยนำแสงในงานต่าง ๆ เช่น แพทย์ใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า ไฟเบอร์สโคปหรือเอนโดสโคปดังรูป 14.41 ซึ่งประกอบด้วยเส้นใยนำแสง 2 มัด สำหรับมาช่วยตรวจอวัยวะภายใน เช่น ในการตรวจดูสภาพภายในกระเพาะอาหาร โดยแพทย์จะสอดมัดเส้นใยนำแสงด้านขวามือลงในกระเพาะของคนไข้ และให้แสงเข้าตามมัดเส้นใยนำแสง ด้านซ้ายมือซึ่งจะผ่านกลุ่มเส้นใยนำแสงรอบนอกของเส้นใยมัดแรก เมื่อแสงตกกระทบที่ผนังอวัยวะภายในตรงบริเวณที่ต้องการตรวจ แสงก็จะสะท้อนกลับออกมาทางกลุ่มเส้นใยนำแสงด้านใน ทำให้แพทย์สามารถเห็นภาพของบริเวณที่ตรวจ ภาพที่เห็นเกิดจากเส้นใยนำแสงแต่ละเส้นนำแสงสะท้อนจากบริเวณเล็ก ๆ ดังนั้นเมื่อรวมกันทั้งกลุ่มจึงได้ภาพที่สมบูรณ์ **กลุ่มเส้นใยนำแสงนี้จึงเปรียบเสมือนตาประกอบของแมลง**นั่นเองและเมื่อต่ออุปกรณ์นี้กับกล้องถ่ายรูปก็สามารถถ่ายภาพบริเวณนั้นได้”

(หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 3: 258)

การเปรียบเทียบหลักการทำงานดังกล่าวช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจมากขึ้น หากมีความรู้เรื่องการทำงานของตาประกอบของแมลง เพราะตาประกอบเป็นการทำงานโดยเชื่อมโยงภาพขนาดเล็กหลาย ๆ ภาพเข้าด้วยกัน ทำให้ได้ภาพของวัตถุขนาดใหญ่โดยรวมทั้งหมด

### การใช้สัญลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

การใช้สัญลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์เช่นสูตรเคมี โครงสร้างทางเคมี เครื่องหมายทางคณิตศาสตร์ หรือสมการต่าง ๆ มาใช้เพื่ออธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนจดจำ

คุณสมบัติบางประการได้ง่ายขึ้นในลักษณะการใช้สัญลักษณ์แทนสิ่งที่ต้องการกล่าวถึง นอกจากนี้สัญลักษณ์ดังกล่าวยังสามารถแสดงลักษณะหรือองค์ประกอบบางประการที่สำคัญอีกด้วย ตัวอย่างเช่น

### ตัวอย่างที่ 81

สูตรการหาค่าของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

$$E = h\nu$$

เมื่อ E คือพลังงาน มีหน่วยเป็นจูล

h คือค่าคงที่ของพลังค์ มีค่า  $6.626 \times 10^{-34}$  จูลวินาที

$\nu$  คือความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า มีหน่วยเป็นเฮิรตซ์

### ตัวอย่างที่ 82

สูตรทางเคมีของสารต่าง ๆ

CO	หมายถึง	คาร์บอนมอนอกไซด์
CO <sub>2</sub>	หมายถึง	คาร์บอนไดออกไซด์
N <sub>2</sub> O	หมายถึง	ไดไนโตรเจนมอนอกไซด์
NO <sub>2</sub>	หมายถึง	ไนโตรเจนไดออกไซด์
N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	หมายถึง	ไดไนโตรเจนเตตระออกไซด์

สูตรทางเคมีเหล่านี้จะมีจำนวนตัวเลขกำกับไว้ ซึ่งหมายถึงจำนวนอะตอมของแต่ละธาตุที่มาประกอบกันว่ามีจำนวนเท่าใด

ในทางวิทยาศาสตร์ซึ่งมีการใช้สัญลักษณ์ หรือหน่วยในการวัดที่มีอยู่อย่างมากมายนั้น ได้มีการกำหนดข้อตกลงร่วมกันในการใช้หน่วยต่าง ๆ อย่างเป็นระบบมาตรฐาน เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกัน หน่วยที่ใช้ในการชั่ง ตวง วัด ที่ตกลงใช้กันอย่างเป็นระบบสากล เรียกว่า **หน่วยเอสไอ** (หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม เคมี เล่ม 1: 241) ซึ่งในปี พ.ศ. 2503 (ค.ศ. 1960) ได้มีการประชุมนานาชาติว่าด้วยการใช้หน่วยสากลในการชั่ง ตวง วัด และที่ประชุมได้ตกลงคัดเลือกหรือดัดแปลงหน่วยในระบบเมตริกมาใช้เป็นมาตรฐานสากล เรียกว่า หน่วยเอสไอ (SI) หน่วยนี้เป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางในวงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในหลาย ๆ ประเทศ

ส่วนการเรียกชื่อสารเคมีจะใช้หลักการตามระบบ IUPAC ซึ่งเป็นข้อตกลงสากล แต่เฉพาะชื่อธาตุจะเรียกชื่อตามราชบัณฑิตยสถานบัญญัติไว้

## ภาพประกอบ

ภาพประกอบเป็นส่วนหนึ่งที่ใช้เสริมเข้ามาในหนังสือเรียน เพื่อใช้ในการแสดงภาพลักษณะของสิ่งต่าง ๆ ทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่กำลังอธิบายได้มากขึ้น เนื่องจากการอธิบายในบางเรื่องนั้นหาตัวอย่างของจริงมาให้ผู้เรียนดูได้ยาก หรือบางตัวอย่างนั้นไม่มีอยู่ในสังคมไทย ภาพประกอบที่ปรากฏในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย พบว่ามีการใช้ในลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

รูปภาพ ในหนังสือเรียนมักใช้ภาพประกอบทั้งที่เป็นภาพวาด ภาพขาวดำ หรือภาพถ่าย เพื่อช่วยในการจดจำและการอธิบายในเรื่องต่าง ๆ ที่ปรากฏอยู่ในเนื้อหา บางภาพก็มีการอ้างอิงถึงแหล่งที่มาด้วย

ตาราง ใช้เพื่อแสดงลักษณะสำคัญ หรือหน่วยในการวัดต่าง ๆ

แผนภูมิ ใช้แสดงผลการทดลอง มีทั้งแผนภูมิเส้น แผนภูมิแท่ง

แผนภาพ ใช้เพื่อสรุปเนื้อหาของเรื่องที่กำลังกล่าวถึง หรืออธิบายไปแล้ว เช่น แผนภาพแสดงสาขาวิชาต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับชีววิทยา แผนภาพการทำงานของกรไพลเวียนของโลหิตในหัวใจ แผนภาพแสดงการทำงานของระบบย่อยอาหาร เป็นต้น

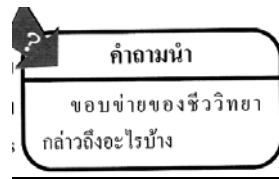
## กรอบข้อความ

กรอบข้อความ คือ ส่วนของข้อความที่เพิ่มเติมจากเนื้อหาที่เรียน มีการแบ่งประเภทของกรอบข้อความต่าง ๆ โดยการใช้สีที่แตกต่างกัน และใช้รูปภาพที่เป็นเครื่องหมายแสดงแทนประเภทของวิชาต่าง ๆ อยู่บนมุมบนซ้ายของกรอบข้อความ ซึ่งการใช้กรอบข้อความนี้พบเฉพาะหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตำแหน่งของกรอบข้อความเหล่านี้จะอยู่บริเวณขอบหน้ากระดาษซ้าย ขวา หรือกลางหน้ากระดาษในหนังสือเรียนวิชาชีววิทยา และอยู่ขอบกระดาษหรือกลางหน้ากระดาษในวิชาเคมีหรือฟิสิกส์แยกออกจากส่วนของเนื้อหาอย่างชัดเจน กรอบข้อความที่พบใช้ ได้แก่

กรอบคำถามนำ เป็นกรอบสี่เหลี่ยมสี่เหลี่ยม พบในหนังสือเรียนวิชาชีววิทยา มักเป็นคำถามสั้น ๆ ที่ช่วยนำเข้าสู่บทเรียน และอยู่ติดกับหัวข้อที่กำลังพูดถึง เช่น

เนื้อหาส่วนที่อธิบายถึงวิชาชีววิทยา และสาขาย่อยของวิชาชีววิทยาที่มีรายละเอียดของการศึกษาแตกต่างกันไป ปรากฏกรอบคำถามนำว่า

## ตัวอย่างที่ 83



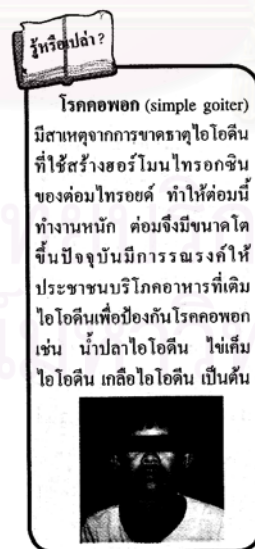
(หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 1: 14)

กรอบคำถามนอกจากจะทำหน้าที่ในการนำเข้าสู่บทเรียนที่กำลังจะพูดถึงแล้ว ยังช่วยผู้เรียนในการสรุปประเด็นความคิดที่สำคัญในหัวข้อนั้น ๆ หลังจากที่ได้เรียนมาอีกด้วย

**กรอบเสริมความรู้** เป็นกรอบข้อความที่มีเนื้อหาเพิ่มเติมจากบทเรียน เป็นความรู้เพิ่มเติมที่ผู้เรียนจะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ กรอบเสริมความรู้บางกรอบมีภาพประกอบ และมีการอ้างอิงแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือประกอบการอธิบาย ตัวอย่างเช่น

กรอบเสริมความรู้ในเรื่องของโรคคอพอก ซึ่งอยู่ในส่วนของเนื้อหาเกี่ยวกับ “แร่ธาตุ” ที่สิ่งมีชีวิตต้องการ กรอบดังกล่าวเป็นการอธิบายเสริมในเรื่องของการเกิดโรคที่มีสาเหตุมาจากภาวะการขาดแร่ธาตุไอโอดีน และความสำคัญของไอโอดีนกับการทำงานของอวัยวะในร่างกาย ในกรอบนี้มีรูปภาพของผู้ที่เป็นโรคดังกล่าวประกอบด้วย

## ตัวอย่างที่ 84



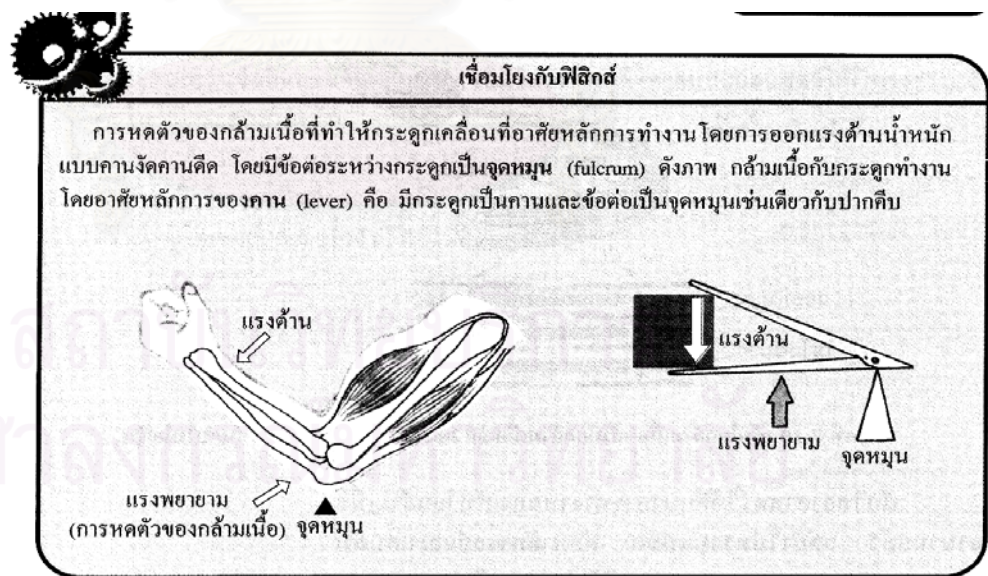
(หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 1: 46)

กรอบเสริมความรู้ที่นำมาใช้ประกอบในบทเรียนนั้นนอกจากจะเป็นการให้ความรู้เพิ่มเติมแก่ผู้เรียนแล้ว ยังส่งผลต่อการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้เรียนบางประการหลังจากที่ได้รับทราบข้อมูลที่จำเป็นต่อชีวิตประจำวันด้วย เช่น การอธิบายเรื่องความสำคัญของการกินยาก่อนอาหารและยาหลังอาหารว่าจะมีผลอันตรายอย่างไรเมื่อกินไม่ถูกเวลา เป็นต้น

กรอบเชื่อมโยงความรู้ เป็นกรอบข้อความที่ใช้อธิบายความรู้เพิ่มเติมที่สัมพันธ์กับความรู้วิทยาศาสตร์ในสาขาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกันกับเนื้อหาที่กำลังกล่าวถึงขณะนั้น กรอบเชื่อมโยงความรู้นี้พบเฉพาะหนังสือเรียนวิชาชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งมีการเชื่อมโยงเนื้อหาความรู้ในสาขาวิชาต่าง ๆ ได้แก่ ดาราศาสตร์ ธรณีวิทยา เคมี ฟิสิกส์ คณิตศาสตร์ และมีการเชื่อมโยงแหล่งค้นคว้าทางอินเทอร์เน็ตที่นักเรียนสามารถใช้ศึกษาหาความรู้ได้ด้วยตนเอง นอกจากนี้ยังมีกรอบเชื่อมโยงความรู้ที่เรียกว่า “บันทึกของนักเรียน” ซึ่งกรอบเชื่อมโยงความรู้ประเภทนี้ใช้เพื่อให้นักเรียนค้นคว้าเพิ่มเติม และพัฒนาทักษะทางการเขียน การคิด อีกด้วย ตัวอย่างกรอบเชื่อมโยงความรู้ที่พบในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย เช่น

-กรอบเชื่อมโยงกับฟิสิกส์ เป็นกรอบที่เพิ่มเติมความรู้ในเรื่องฟิสิกส์ ที่สามารถเชื่อมโยงกับความรู้ทางด้านชีววิทยาได้ เช่น

#### ตัวอย่างที่ 85



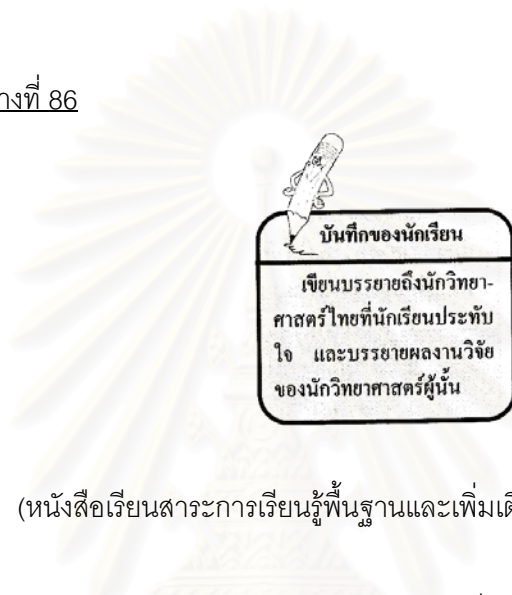
(หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 3: 21)



การทำงานของกล้ามเนื้อยึดกระดูกที่เรียกว่า ไบเซพ (bicep) และ ไตรเซพ (tricep) เมื่อไบเซพหดตัวแขนจะงอเข้า เมื่อไตรเซพหดตัวแขนจะเหยียดออก ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของกระดูก และสามารถนำไปอธิบายประกอบกับความรู้เกี่ยวกับฟิสิกส์ในเรื่องหลักการของคานและข้อต่อได้

-กรอบบันทึกของนักเรียน เป็นกรอบที่มีไว้เพื่อให้นักเรียนหรือผู้อ่านได้ค้นคว้าเพิ่มเติมเกี่ยวกับสิ่งที่ตนเองสนใจ ช่วยเสริมทักษะการค้นคว้า การคิด และการใช้ภาษาของนักเรียน เช่น

### ตัวอย่างที่ 86



(หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 1: 32)

กรอบดังกล่าวช่วยให้นักเรียนค้นคว้าหาข้อมูลเกี่ยวกับนักวิทยาศาสตร์ไทย และผลงานที่เป็นประโยชน์ของนักวิทยาศาสตร์เหล่านั้น การค้นคว้ายังกล่าวจะเป็นประโยชน์ต่อนักเรียนทางอ้อมในการตระหนักถึงความสามารถของนักวิทยาศาสตร์ไทย ได้รู้จักนักวิทยาศาสตร์ไทยในสาขาต่าง ๆ และผลงานวิจัยที่เป็นประโยชน์ต่อสังคม รวมทั้งยังเป็นแรงจูงใจให้นักเรียนไทยหันมาศึกษาชีววิทยาศาสตร์และประกอบอาชีพในสาขาวิทยาศาสตร์มากขึ้น

**กิจกรรมประกอบบทเรียน** คือ กิจกรรมในหนังสือเรียนที่กำหนดให้นักเรียนเป็นผู้ทำกิจกรรมนั้น บางกิจกรรมที่เป็นกิจกรรมเสริมอาจไม่ต้องทำก็ได้ เพราะขึ้นอยู่กับสภาพความพร้อมของโรงเรียนที่แตกต่างกัน กิจกรรมต่าง ๆ เหล่านี้มีประโยชน์ในการทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มเติมนอกเหนือจากเนื้อหาในหนังสือเรียน เป็นการศึกษากจากการทดลองซึ่งเป็นประสบการณ์ตรง มีประโยชน์ในการฝึกการสังเกตและการทำงานเป็นกลุ่ม กิจกรรมประเภทต่าง ๆ ที่พบในหนังสือเรียนมีรายละเอียด ดังนี้

**กิจกรรมทดลอง** จะมีการกำหนดหัวข้อการทดลองในแต่ละบทเรียน วัตถุประสงค์ กำหนดอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง รวมถึงขั้นตอนในการทดลอง ส่วนท้ายของกิจกรรมการทดลองจะเป็นส่วนของคำถาม ซึ่งคำตอบที่ได้มาจากการสังเกตการทดลองที่นักเรียนได้ทำ เช่น

## ตัวอย่างที่ 87

ส่วนที่ 1 ชื่อหัวข้อกิจกรรม  
การทดลอง และ  
วัตถุประสงค์การทดลอง

กิจกรรมที่ 12.3 โครงสร้างภายในของลำต้นพืช  
วัสดุอุปกรณ์

1. ลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่ชนิดต่าง ๆ เช่น ถั่ว จามจุรี หมอนน้อย (หญ้าละออง) และพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เช่น ข้าว ข้าวโพด หรือหญ้า  
ขน

ส่วนที่ 2 วัสดุอุปกรณ์  
ที่ใช้ในการทดลอง

2. ใบมีดโกน
3. สีซาฟรานีน หรือสีผสมอาหารสีแดงความเข้มข้น 1%
4. พู่กัน เข็มเย็บ งานเพาะเชื้อ และหลอดหยด
5. สไลด์ และกระจกปิดสไลด์
6. กล้องจุลทรรศน์

วิธีการทดลอง

นำต้นพืชใบเลี้ยงคู่ คือ ถั่วเขียว หมอนน้อย และพืชใบเลี้ยงเดี่ยวที่  
เพาะไว้ คือ ข้าวโพด ข้าว มาทำตามขั้นตอนเช่นเดียวกับ

ส่วนที่ 3 ขั้นตอนใน  
การทดลอง

การศึกษาโครงสร้างภายในของราก จากกิจกรรมที่ 12.2 เพื่อ  
ศึกษาเปรียบเทียบกัน และศึกษาโครงสร้างภายในที่มีการ  
เจริญเติบโตขั้นแรกจากบริเวณใกล้ยอดหรือบริเวณเหนือแนว  
โค้งเมื่อโน้มปลายยอดให้โค้งลง และการเจริญเติบโตขั้นที่สอง  
จากบริเวณที่อยู่ใต้แนวโค้งหรือบริเวณใกล้โคนต้น

ส่วนที่ 4 คำถาม

● เนื้อเยื่อชั้นต่าง ๆ และการจัดเรียงตัวของมัดท่อลำเลียงในลำ  
ต้นพืชใบเลี้ยงคู่ และพืชใบเลี้ยงเดี่ยวเหมือนหรือแตกต่างกัน  
อย่างไร

● เปรียบเทียบเนื้อเยื่อชั้นต่าง ๆ ของราก และลำต้นว่าเหมือน  
หรือต่างกันอย่างไร

● ทราบได้อย่างไรว่าโครงสร้างตัดตามขวางที่เห็นในกล้อง  
จุลทรรศน์ เป็นส่วนของลำต้นใกล้ยอดหรือใกล้โคนลำต้น

(หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 4: 17)

กิจกรรมเสริมหรือกิจกรรมเสนอแนะ เป็นกิจกรรมที่จะเลือกทำหรือไม่ก็ได้ ซึ่งครูผู้สอนจะเป็นผู้เลือกโดยพิจารณาจากความเหมาะสมของแต่ละโรงเรียน เช่น

#### ตัวอย่างที่ 88

##### **“กิจกรรมเสนอแนะ จำแนกชนิดและหน้าที่ของลำต้นจาก รูปร่างลักษณะภายนอก**

ให้นักเรียนนำลำต้นของพืชชนิดต่าง ๆ ซึ่งทำหน้าที่นอกเหนือจากทำหน้าที่ลำเลียงซูกิ่งก้านและใบ มาศึกษาแล้วจำแนกชนิดหรือหน้าที่ของลำต้น”

(หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 4: 22)

กิจกรรมทำยบทเรียน มีลักษณะเป็นโจทย์คำถามที่เกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนในบทเรียน มีทั้งกิจกรรมเกี่ยวกับการทดลอง และกิจกรรมที่เป็นแบบฝึกหัดให้ค้นคว้า หรือคำนวณ

จากเครื่องมือที่ใช้ในการสื่อสารในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์นั้น จะเห็นได้ว่าเครื่องมือต่าง ๆ เหล่านี้นำมาใช้เพื่อเสริมสร้างการเรียนรู้ของผู้เรียน และช่วยในเรื่องของการทำความเข้าใจเกี่ยวกับวิชาที่เรียนให้นักเรียนสามารถจดจำได้ง่ายขึ้น อีกทั้งยังช่วยในการเพิ่มพูนทักษะกระบวนการคิดได้อย่างเหมาะสมกับระดับชั้นและระดับความรู้ที่ผู้เรียนพึงได้รับอีกด้วย ซึ่งเครื่องมือดังกล่าวนำมาใช้อย่างมีประสิทธิภาพและตรงกับวัตถุประสงค์ในการสื่อสารครั้งนี้ คือ การถ่ายทอดความรู้ให้แก่นักเรียนไทยอย่างถูกต้อง

#### 4.3.7 บรรทัดฐานของปฏิสัมพันธ์และการตีความ (norm of interaction & interpretation)

บรรทัดฐานของปฏิสัมพันธ์และการตีความ หมายถึง ข้อตกลงอันเป็นที่ยอมรับของผู้ร่วมเหตุการณ์ในระหว่างการสื่อสารนั้น ๆ รวมถึงการตีความความหมายของสารที่สื่อในเหตุการณ์ต่าง ๆ ซึ่งขึ้นอยู่กับแต่ละเหตุการณ์การสื่อสารและวัฒนธรรมด้วย จากข้อมูลการสื่อสารในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย ซึ่งเป็นบริบทประเภทหนังสือเรียน มุ่งให้ความรู้แก่ผู้เรียนอย่างถูกต้อง จึงต้องมีวิธีการสื่อสารที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้วิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจน ส่วนหนึ่งในการทำความเข้าใจได้นั้นต้องอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนมีพื้นฐานมาบ้างแล้วในการเรียนในระดับชั้นที่ต่ำกว่า เช่น การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้น

มัธยมศึกษาตอนปลายต้องอาศัยความรู้ที่มีในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นมาช่วยในการปูพื้นฐานความเข้าใจ

ในขณะที่ผู้เขียนหรือนักวิทยาศาสตร์ที่ทำหน้าที่ถ่ายทอดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ออกมาเป็นภาษาเขียนในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยนั้น ต้องคำนึงถึงระดับความรู้ที่เหมาะสมแก่นักเรียนในแต่ละระดับชั้น ซึ่งมีพื้นฐานความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน ดังนั้นการเลือกใช้วิธีการอธิบายจึงต้องมีการพิจารณามาก่อนแล้วว่าสามารถถ่ายทอดความคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้องและชัดเจน สัมพันธ์กับพื้นฐานความรู้ของผู้เรียนที่จะได้รับหรือไม่ จะเห็นได้ว่าทั้งผู้เขียน และผู้อ่านนั้นต้องมีความรู้ความเข้าใจทางด้านวิทยาศาสตร์ส่วนหนึ่งที่จะเป็นบรรทัดฐานในการตีความและการทำความเข้าใจร่วมกัน การสื่อสารของทั้งสองฝ่ายจึงจะสัมฤทธิ์ผล

#### 4.3.8 ประเภทการสื่อสาร (genre)

ประเภทการสื่อสาร หมายถึง ประเภทของบริบทที่ใช้ในการสื่อสาร การสื่อสารในครั้งนี้อัดเป็นบริบทงานเขียนวิชาการประเภทแบบเรียนทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นงานเขียนที่ผู้เขียนมีวัตถุประสงค์ในการถ่ายทอดความรู้ความคิดทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนไทย การสื่อสารในครั้งนี้อาจต้องการความชัดเจนและตรงเป้าหมายของการสื่อสารในครั้งนี้อีกคือนักเรียนไทยในระดับชั้นที่ต่างกัน

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากองค์ประกอบของการสื่อสารในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยทั้ง 8 องค์ประกอบสามารถสรุปเป็นตารางได้ดังนี้

ตารางที่ 3 องค์ประกอบในการสื่อสารของการใช้หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย

SPEAKING	หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย
S	ชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายและในมหาวิทยาลัย
P	ผู้สื่อสาร : นักเขียน, ครู อาจารย์ ผู้รับสาร : นักเรียนไทย
E	เพื่อเผยแพร่ความรู้ความเข้าใจในวิทยาศาสตร์แต่ละสาขาให้แก่คนไทย
A	<p><b>การเริ่มต้นการสื่อสาร :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>การเกริ่นนำ</li> <li>การแนะนำเนื้อหาของบทเรียน</li> <li>การกระตุ้นความสนใจด้วยการถาม</li> </ul> <p><b>การดำเนินสื่อสาร :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>การอธิบาย</li> <li>การถาม</li> <li>การอ้างอิง</li> </ul> <p><b>การปิดสื่อสาร :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>การสรุปความ</li> <li>การแสดงความคิดเห็น</li> </ul>
K	น้ำเสียงจริงจัง เป็นทางการ
I	<ul style="list-style-type: none"> <li>การใช้สัญลักษณ์</li> <li>การใช้สัญลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์</li> <li>การใช้ภาพประกอบ</li> <li>การใช้กรอบข้อความ</li> <li>การใช้กิจกรรมการทดลอง</li> </ul>
N	ถ่ายทอดความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์แก่ผู้เรียนอย่างถูกต้องและชัดเจน
G	ปริเฉทงานเขียนทางวิชาการประเภทหนังสือเรียนทางวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบทางการสื่อสารที่เกี่ยวข้องกับหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยทั้ง 8 องค์ประกอบนั้น ทำให้เข้าใจบริบททางการสื่อสารได้ชัดเจนยิ่งขึ้น องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับหน้าที่อุปถัมภ์ในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย ได้แก่ ผู้ร่วมการสื่อสาร (participants) วัตถุประสงค์ในการสื่อสาร

(ends) เครื่องมือ (instrumentalities) บรรทัดฐานในการปฏิสัมพันธ์และการตีความ (norms of interaction & interpretation) และ ประเภทของการสื่อสาร (genre) กล่าวคือ หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยมีผู้สื่อสารหลัก คือ ผู้เขียน และครูผู้สอน มีวัตถุประสงค์ในการถ่ายทอดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องตรงกันให้แก่ผู้รับสาร ซึ่งก็คือนักเรียนไทยในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และระดับอุดมศึกษา ผู้รับสารเหล่านี้ยังมีพื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่มาก ผู้เขียนได้ใช้วิธีการสื่อสารที่ชัดเจนและใช้เครื่องมือที่หลากหลายเพื่อช่วยในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์ อุปลักษณะนี้เป็นวิธีหนึ่งที่น่ามาใช้เพื่อทำความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนไทย วิธีการถ่ายทอดดังกล่าวนั้นจะได้แสดงต่อไปในส่วนของหน้าที่ของอุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยว่าทำหน้าที่ด้านใดบ้าง นอกจากนี้ประเภทการสื่อสาร (genre) ของหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ที่เป็นแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ยังส่งผลให้การสื่อสารประเภทนี้มีลักษณะที่จริงจัง เนื่องจากผู้เขียนตั้งใจที่จะสื่อความไปยังผู้อ่านอย่างชัดเจน และคลุมเครือน้อยที่สุด ดังนั้นบรรทัดฐานในการปฏิสัมพันธ์และการตีความ (norms of interaction & interpretation) ที่ผู้ร่วมการสื่อสารจะต้องมีร่วมกันก็คือพื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในระดับพื้นฐาน ซึ่งจะช่วยให้สามารถเข้าใจประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่กำลังพูดถึงได้

ก่อนที่จะเข้าสู่การวิเคราะห์เรื่องหน้าที่ของอุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย ผู้วิจัยจะได้อธิบายเกี่ยวกับแนวคิดทฤษฎีที่มีส่วนสำคัญสำหรับการวิเคราะห์ประเด็นดังกล่าวเพื่อเป็นการทำความเข้าใจหน้าที่ของอุปลักษณะในเบื้องต้น

#### 4.4 หน้าที่ของอุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย

การศึกษาอุปลักษณะในฐานะกลวิธีการสื่อสารคือมุมมองทางวัจนปฏิบัติศาสตร์ โดยมองว่าอุปลักษณะเป็นถ้อยคำที่สื่อความหมายไม่ตรงตามรูปและต้องอนุมานจากบริบทแวดล้อมจึงจะสามารถเข้าใจและตีความอุปลักษณะได้ นอกจากการศึกษาการตีความอุปลักษณะแล้วนักวัจนปฏิบัติศาสตร์ยังสนใจศึกษาเรื่องหน้าที่ของอุปลักษณะอีกด้วย ผู้ที่อธิบายเรื่องหน้าที่ของอุปลักษณะไว้อย่างละเอียดคือ โกทลี (Goatly, 1998 อ้างถึงใน ณัฐพร พานโพธิ์ทอง, 2542) ได้อาศัยแนวคิดของ Halliday (1994) ในเรื่องหน้าที่ของภาษามาอธิบาย และได้จำแนกหน้าที่ของอุปลักษณะออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

1. หน้าที่ด้านการถ่ายทอดความคิด (Ideational)
2. หน้าที่ด้านบุคคลสัมพันธ์ (Interpersonal)
3. หน้าที่ด้านการเรียบเรียงความ (Textual)

จากการจำแนกอุปลักษณืออกเป็น 3 กลุ่มดังกล่าว ผู้วิจัยพบว่าอุปลักษณืในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ มีหน้าที่ด้านการถ่ายทอดความคิด และหน้าที่ด้านการเรียบเรียงความ โดยไม่ปรากฏหน้าที่ด้านบุคคลสัมพันธ์ เนื่องจากหนังสือเรียนเป็นการสื่อสารทางเดียวจึงไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ส่งสารและผู้รับสาร หน้าที่ทั้งสองประการที่พบนั้นได้ผลการวิเคราะห์ ดังนี้

#### 4.4.1 อุปลักษณืในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยทำหน้าที่ในการถ่ายทอดความคิด

วัตถุประสงค์ของหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์นั้นมุ่งเน้นที่จะสร้างความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ให้แก่นักเรียนไทยอย่างถูกต้องและชัดเจน ดังนั้นผู้เขียนจึงใช้เครื่องมือในการถ่ายทอดความรู้ในลักษณะต่าง ๆ อุปลักษณืเป็นเครื่องมือหนึ่งที่ใช้เพื่อสื่อแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ จากการวิเคราะห์เรื่องลักษณะของของอุปลักษณืในบทที่ผ่านมานั้น จะเห็นได้ว่าลักษณะเด่นทางโมทัศน์ของแบบเปรียบที่นำมาใช้เพื่ออธิบายความคิดทางวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งที่เข้าใจได้ง่ายกว่า มีลักษณะเป็นรูปธรรมมากกว่า จึงทำให้สื่อความหมายบางประการได้ชัดเจนกว่า คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เพียงอย่างเดียว นอกจากนี้โมทัศน์ของแบบเปรียบส่วนหนึ่งที่สัมพันธ์กับพื้นฐานทางความคิดของกลุ่มเป้าหมายของการถ่ายทอดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในครั้งนี้ ก็คือนักเรียนไทยนั้น ยังช่วยให้การอธิบายเรื่องทางวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่เข้าใจได้ดียิ่งขึ้น ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการถ่ายทอดมโนทัศน์บางประการที่ชัดเจนระหว่างแบบเปรียบและสิ่งที่ถูกเปรียบเทียบให้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นสิ่งใหม่ หรือเข้าใจได้ยากนั้นเข้าใจได้ง่ายขึ้น ลักษณะดังกล่าวจึงสัมพันธ์กับลักษณะทางด้านหน้าที่ของอุปลักษณืในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยประเภทแรกที่จะกล่าวถึง คือ หน้าที่ด้านการถ่ายทอดความคิด

หน้าที่ด้านการถ่ายทอดความคิดของอุปลักษณืในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย มีลักษณะ 4 ประการ ได้แก่

ประการแรกอุปลักษณืมีส่วนช่วยให้เข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น โดยการสื่อมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในรูปคำศัพท์

ประการที่สองอุปลักษณืช่วยสร้างแบบจำลองทางความคิด เพื่อให้ทำความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้ง่าย

ประการที่สามอุปลักษณืทำหน้าที่เปลี่ยนมุมมองของผู้เรียน

ประการที่สี่อุปลักษณืช่วยเสริมความในบริบทเพื่อช่วยสร้างความเข้าใจ

#### 4.4.1.1 อุปลักษณมีส่วนช่วยให้เข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น

อุปลักษณช่วยให้เข้าใจลักษณะหรือความคิดบางประการทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น โดยผ่านทางรูปภาพแสดงอุปลักษณ ที่สามารถสื่อความหมายได้ชัดเจน จากการนำคำที่มีในภาษาไทยมาใช้ เพื่อแสดงลักษณะทางมโนทัศน์เกี่ยวกับสิ่งนั้น ๆ เช่น

##### ตัวอย่างที่ 89

“ในยุคที่การศึกษาเรื่องไฟฟ้าสถิตยังดำเนินอยู่เข้มข้นนั้น นักฟิสิกส์ได้ประดิษฐ์อุปกรณ์ง่าย ๆ แต่สำคัญมากขึ้นมาอีกสองชนิดเพื่อช่วยในการศึกษาค้นคว้าของเขา คือ อิเล็กโตรสโคป (electroscopes) กับ **ตัว (ถ้วย) เก็บประจุไลเดน** (Lyden jar) อิเล็กโตรสโคปใช้สำหรับตรวจสอบว่าวัตถุมีไฟฟ้าหรือไม่ ประดิษฐ์ขึ้นเมื่อปี ค.ศ.1705 โดยฮอกสบี (Francis Hauksbee, 1670-1713) นักฟิสิกส์ลูกศิษย์ของ รอเบิร์ต บอยล์ (Robert Boyle, 1627-1691) ส่วน **ถ้วยเก็บประจุไลเดน** นั้นสร้างขึ้นครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ.1745 โดยนักฟิสิกส์กลุ่มหนึ่งที่มหาวิทยาลัยไลเดน (The University of Lyden, The Netherlands) ใช้สำหรับเก็บประจุจากเครื่องกำเนิดประจุเอาไว้ และปล่อยออกมาเมื่อต้องการใช้”

(ฟิสิกส์ แม่เหล็กไฟฟ้า: 1)

จากตัวอย่างนี้เป็นการกล่าวถึงอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่เรียกว่า “ถ้วยเก็บประจุ” โดยที่ในภาษาอังกฤษใช้คำว่า “Lyden jar” ทั้งคำไทยและคำภาษาอังกฤษนั้นสื่อมโนทัศน์ตรงกันในแง่ของอุปกรณ์ดังกล่าวเป็นเหมือนกับภาชนะบรรจุ แต่ในคำภาษาอังกฤษมีการบอกที่มาของชื่อนี้ด้วยโดยการนำชื่อเฉพาะมาประกอบ ส่วนในภาษาไทยนั้นแสดงมโนทัศน์เกี่ยวกับพื้นที่โดยการนำคำในภาษาไทยมาใช้ และขยายความด้วยคำว่าประจุซึ่งทำให้แสดงความหมายเชิงหน้าที่ได้อย่างชัดเจนว่า อุปกรณ์ไฟฟ้างกล่าวถึงมีหน้าที่เหมือนภาชนะนั้นทำหน้าที่เก็บ “ประจุไฟฟ้า” เอาไว้



### ตัวอย่างที่ 90

#### “ปฏิกิริยาลูกโซ่

กลไกของปฏิกิริยาเท่าที่กล่าวมาแล้วนั้นเป็นกลไกของปฏิกิริยาซึ่งสารอินเทอร์มีเดียต หรือสารเชิงซ้อนกัมมันต์ที่เกิดขึ้นในขั้นย่อยขั้นที่หนึ่งทำปฏิกิริยาหมดไปในขั้นย่อยอีกขั้นหนึ่งก่อนเป็นสารที่ได้ แต่มีบางปฏิกิริยาเกิดรวดเร็วมาก และสารอินเทอร์มีเดียตที่เกิดในขั้นย่อยขั้นแรกเมื่อทำปฏิกิริยาในขั้นถัดไปแล้วมีสารอินเทอร์มีเดียตเกิดขึ้นอีก จึงทำให้เกิดปฏิกิริยาต่อเนื่องไปเรื่อย ปฏิกิริยาประเภทนี้เรียกว่า **ปฏิกิริยาลูกโซ่** (chain reaction) ดังตัวอย่าง เช่น ปฏิกิริยาระหว่างแก๊สไฮโดรเจนกับแก๊สคลอรีนได้แก๊สไฮโดรเจนคลอไรด์”

(เคมีทั่วไป เล่ม 1: 326)

ตัวอย่างดังกล่าวเป็นการอธิบายปฏิกิริยาทางเคมีที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง เหมือนสายโซ่ที่เกาะเกี่ยวกันเป็นเส้น การสร้างคำศัพท์ขึ้นมาเพื่อใช้เรียกแทนปฏิกิริยาดังกล่าวว่า “ปฏิกิริยา ลูกโซ่” เป็นรูปภาพแสดงอุปลักษณะที่สามารถสื่อความคิดเกี่ยวกับลักษณะของปฏิกิริยานี้ โดยไม่ต้องอาศัยคำอธิบายประกอบเมื่อมีการกล่าวถึงปฏิกิริยานี้

#### 4.4.1.2 อุปลักษณะช่วยสร้างแบบจำลองทางความคิด เพื่อให้ทำความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้ง่าย

โดยเหตุที่ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์บางเรื่องนั้นมีความเป็นนามธรรมมาก การอธิบายถึงลักษณะเฉพาะทางวิทยาศาสตร์เพียงประการเดียวไม่สามารถทำให้เกิดความเข้าใจได้อย่างแจ่มชัด ดังนั้นอุปลักษณะจึงเข้ามามีบทบาทในฐานะที่เป็นแบบจำลองทางความคิด (Model of thinking) ที่ทำให้ผู้เรียนสามารถเกิดความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งเหล่านั้นได้มากขึ้น เนื่องจากอุปลักษณะได้ทำหน้าที่สะท้อนภาพบางอย่างที่มนุษย์มีประสบการณ์ในการรับรู้มาก่อน เคยพบเห็นสัมผัสและเข้าใจได้ เช่น

### ตัวอย่างที่ 91

“กลไกซึ่งเอนไซม์ทำปฏิกิริยานั้น ได้พบว่าขึ้นอยู่กับ**ความสามารถของเอนไซม์ที่จะเลือกยึดกับโมเลกุลที่เป็นตัวทำปฏิกิริยาที่เรียกว่า ซับสเตรต (substrate) ของเอนไซม์ นั้น ๆ ได้อย่าง**

**พอเหมาะ ฉะนั้นจึงอุปประหนึ่งว่าเป็น “กุญแจกับลูกกุญแจ” (lock and key) ระหว่างเอนไซม์กับซับสเตรตของเอนไซม์ นั้น ๆ กล่าวคือโมเลกุลของซับสเตรตจะสวมเข้าไปได้อย่าง พอเหมาะพอดีในกลอบูลาร์โปรตีนที่อพบนั้น ๆ มีประจักษ์ พยานว่า เมื่อซับสเตรตเข้าไปจับกับเอนไซม์ทำให้รูปร่างของเอนไซม์ เปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อยเพื่อให้พอเหมาะพอดีในการเร่งการเกิด ปฏิกริยา**

เอนไซม์บางชนิดมีคุณสมบัติที่เฉพาะเจาะจงมาก จะเร่ง ปฏิกริยาของสารเพียงชนิดเดียวเท่านั้นบางชนิดเฉพาะเจาะจงน้อย ลง และเร่งปฏิกริยาเคมีของสารประกอบประเภทที่มีสูตรโครงสร้าง คล้ายคลึงกัน คุณลักษณะเช่นนี้เชื่อว่าเป็นผลโดยตรงกับความพอดี ของ “กุญแจกับลูกกุญแจ” ระหว่างเอนไซม์กับซับสเตรตของเอนไซม์ นั้นเอง”

(เคมีทั่วไป เล่ม 2: 339)

ตัวอย่างนี้เป็นการอธิบายเรื่องการจับคู่กันของเอนไซม์กับซับสเตรต ซึ่งไม่ได้ หมายความว่าเอนไซม์สามารถจับคู่กับซับสเตรตใดก็ได้ การจับคู่กันได้ถือเป็นลักษณะที่ เฉพาะเจาะจง เหมือนกับ “กุญแจกับลูกกุญแจ” กล่าวคือ กุญแจกับลูกกุญแจสามารถเข้ากันได้ อย่างพอเหมาะเพียงคู่เดียวเท่านั้น เราไม่สามารถใช้ลูกกุญแจหลาย ๆ ดอก เพื่อไขแม่กุญแจดอก เดียวได้ การเปรียบเทียบโดยใช้อุปลักษณเช่นนี้ทำให้ผู้อ่านเกิดความเข้าใจกรณีทางวิทยาศาสตร์ ดังกล่าวว่า การจับคู่ที่เกิดขึ้นนั้นไม่ใช่เรื่องง่ายเลยที่จะเกิดขึ้นได้ ต้องมีลักษณะทางเคมีที่เข้ากันได้ เท่านั้น

### ตัวอย่างที่ 92

“การไหลของน้ำบาดาลมีสาเหตุ 3 ประการ คือ **ประการที่หนึ่ง** เนื่องจากระดับน้ำใต้ดิน (Water Table) ไม่ได้ วางตัวอยู่ในแนวระดับ ความลาดเอียงดังกล่าวนี้ก่อให้เกิดความชัน (Gradient) อันเป็นเหตุให้น้ำบาดาลไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำเนื่องจาก แรงดึงดูดของโลก เหมือนที่ปรากฏให้เห็นจากการไหลของแม่น้ำและ ลำธาร

**ประการที่สอง** เนื่องมาจากการวางตัวของชั้นหินอุ้มน้ำซึ่งอยู่ในระหว่างชั้นหินเนื้อแน่น **ปรากฏการณ์ชนิดนี้เปรียบได้กับท่อน้ำซึ่งมีน้ำไหลได้ทางเดียว คือไหลจากปลายท่อสูงลงสู่ปลายท่อด้านต่ำ** ทั้งนี้เพราะความกดดันที่ปลายท่อทั้งสองไม่เท่ากัน ในกรณีที่น้ำบาดาลที่อยู่ในชั้นหินอุ้มน้ำซึ่งวางตัวอยู่ในระหว่างหินเนื้อแน่นนั้น แนวการไหลก็เป็นไปในทำนองเดียวกัน แต่แรงดันอันเป็นเหตุให้เกิดการไหลนั้น เกิดเนื่องจากน้ำหนักของชั้นหินเนื้อแน่นกดทับอยู่ประการหนึ่ง กับน้ำหนักของน้ำในชั้นเดียวกันแต่อยู่ที่ระดับสูงกว่าอีกประการหนึ่ง

**ประการที่สาม** สาเหตุประการที่สามที่ทำให้เกิดการไหลของน้ำบาดาล เกิดจากการดูดบ่อน้ำบาดาลแล้วสูบน้ำออก (Pumpage) จะมีผลให้เกิดความกดดันในชั้นน้ำตรงที่ดูดบ่อดดต่ำลง อย่างหนึ่ง และทำให้ระดับน้ำบาดาลรอบ ๆ บ่อดดลง อีกอย่างหนึ่ง ทั้งหมดนี้ทำให้น้ำบาดาลไหลเข้าบ่อโดยตรง”

(วิศวกรรมการประปา: 27-28)

ตัวอย่างนี้เป็นกรอธิบายเรื่องของการไหลของน้ำบาดาลในระดับชั้นหินที่อยู่ใต้พื้นโลก กรณีการไหลของน้ำบาดาลดังกล่าวเราไม่สามารถมองเห็นได้ และการอธิบายเฉพาะเรื่องของชั้นหินที่แตกต่างหรือระดับความดันที่แตกต่างกันนั้น ไม่เพียงพอต่อความเข้าใจของผู้เรียน ดังนั้นอุปลักษณจึงเข้ามามีบทบาทสำคัญในการสร้างแบบจำลองเกี่ยวกับการไหลของน้ำบาดาล ในที่นี้การไหลดังกล่าวถูกเปรียบกับการไหลของน้ำในท่อซึ่งวางอยู่ในแนวต่างระดับกัน ทำให้น้ำไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ ด้วยสาเหตุที่ความดันของท่อที่อยู่ด้านปลายท่อทั้งสองนั้นไม่เท่ากัน การนำอุปลักษณเข้ามาใช้ในการอธิบายเรื่องนี้นอกจากจะทำให้เข้าใจเรื่องการไหลของน้ำบาดาลแล้ว ยังทำให้เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างความดันที่แตกต่างกันที่มีส่วนทำให้เกิดการไหลของน้ำได้

ตัวอย่างที่ 93

**“การเปลี่ยนแปลงพลังงานของอิเล็กตรอนระหว่างสถานะพื้นกับสถานะกระตุ้น อาจเปรียบเทียบได้กับการขึ้นบันได ดังรูป 1.15 เราทราบแล้วว่าพลังงานศักย์ ณ บันไดแต่ละชั้นมีค่าไม่เท่ากัน ขณะที่ยืนอยู่บนบันไดชั้นต่ำจะมีพลังงานศักย์ต่ำกว่าเมื่อยืนอยู่บนชั้นสูง ผลต่างระหว่างบันไดสองชั้นมีค่าเฉพาะตัวที่**

แน่นอน และผลต่างระหว่างพลังงานของชั้นบันไดที่อยู่ห่างกันมาก ก็จะมีค่ามาก เช่น ผลต่างของพลังงานระหว่างชั้นที่ 1 กับชั้นที่ 3 มีค่ามากกว่าผลต่างของพลังงานระหว่างชั้นที่ 1 กับชั้นที่ 2 หรืออาจกล่าวได้ว่าผลต่างของพลังงานศักย์ระหว่างชั้นบันไดจะมีค่าเฉพาะตัวและขึ้นอยู่กับความสูงของชั้นบันได

สำหรับการขึ้นบันไดนั้นเราจะต้องก้าวขึ้นอย่างน้อยทีละชั้น การก้าวขึ้นทีละครั้งชั้นจะยังทำให้ยังคงอยู่บนชั้นเดิม เนื่องจากไม่มีที่พักเท้าระหว่างชั้นบันได อย่างไรก็ตามเราไม่จำเป็นต้องขึ้นบันไดทีละชั้นเสมอไป บางคนอาจขึ้นจากชั้นที่ 1 ไปชั้นที่ 3 หรือจากชั้นที่ 1 ไปชั้นที่ 4 ก็ได้ ถ้าข้ามชั้นมากพลังงานที่เปลี่ยนแปลงก็จะมีค่ามาก”

(หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม เคมี เล่ม 1: 25 – 26)

ตัวอย่างดังกล่าวเป็นการอธิบายเรื่องการเปลี่ยนแปลงระดับพลังงานของอิเล็กตรอน โดยมีการนำประสบการณ์เกี่ยวกับการเดินขึ้นบันไดของมนุษย์มาใช้อธิบายเปรียบเทียบให้เกิดความเข้าใจ และการสร้างภาพความคิดขึ้น แทนพลังงานซึ่งเป็นสิ่งที่มีลักษณะเป็นนามธรรมมาก และการนำประสบการณ์ที่ทุกคนเคยประสบด้วยตัวเองนี้ทำให้เข้าใจเรื่องดังกล่าวได้ง่าย

#### 4.4.1.3 อุปลักษณำทำหน้าที่เปลี่ยนมุมมองของผู้เรียน

หน้าที่ของอุปลักษณำอีกประการหนึ่งคือ ทำหน้าที่ในการเปลี่ยนวิธีคิด หรือวิธีการมอง สิ่งหนึ่งสิ่งใดให้ต่างออกไปจากเดิม อาจเป็นมุมมองที่เปลี่ยนไปที่เกี่ยวกับหลักการ หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ เช่น สมัยหนึ่งมีความเข้าใจว่าโลกเป็นศูนย์กลางของระบบสุริยะจักรวาล ดวงดาวอื่น ๆ เป็นเพียงดาวบริวารที่โคจรไปรอบโลก ต่อมาเมื่อวิทยาการทางวิทยาศาสตร์เจริญก้าวหน้าขึ้น มนุษย์ก็ได้ค้นพบความจริงเกี่ยวกับระบบสุริยะจักรวาลว่า โลกเป็นเพียงดาวบริวารที่โคจรรอบดวงอาทิตย์เท่านั้น มุมมองที่มนุษย์มีต่อโลกในยุคสมัยที่แตกต่างกันนี้ ทำให้ความเข้าใจต่อสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องนั้นแตกต่างกันออกไปด้วย หรือมุมมองเกี่ยวกับโลกในยุคโบราณที่มองว่าโลกแบนนั้นทำให้คนไม่กล้าเดินเรือออกไปไกลเพราะกลัวว่าจะตกขอบโลก ต่อมาเมื่อมีการทดลองหรือสังเกตเพื่อพิสูจน์เรื่องโลกแบน และได้ผลว่าเรื่องดังกล่าวไม่เป็นความจริง แท้จริงแล้วโลกมีลักษณะกลมมากกว่า มุมมองที่เปลี่ยนไปดังกล่าวจึงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ตามมา โดยเฉพาะการเดินทางเรือ และนำไปสู่การล่าอาณานิคมของจักรวรรดิทางตะวันตกในสมัยหลัง

ตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงมุมมองของผู้เรียน เช่น ในหนังสือเรียนเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลายอธิบายเปรียบเทียบกระบวนการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีกับการเดินทางข้ามภูเขา เมื่อมีตัวเร่งปฏิกิริยาที่มาช่วยให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีเร็วขึ้น ตัวเร่งปฏิกิริยานั้นเปรียบเสมือนเส้นทางสายใหม่ที่ทำให้ไปถึงจุดหมายปลายทางได้เร็วขึ้น ในขณะที่การเปรียบเทียบเรื่องเดียวกันนี้ในระดับมหาวิทยาลัยมีการเปลี่ยนแปลงไป โดยมีการเปรียบเทียบกับการผลัดก้อนหินขึ้นเขา ส่วนตัวเร่งปฏิกิริยานั้นยังคงมีการเปรียบเทียบที่คล้ายคลึงกับการเปรียบเทียบในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย คือ เปรียบเหมือนกับอุโมงค์ที่ทำให้การเดินทางไปได้เร็วขึ้น ดังในตัวอย่าง

#### ตัวอย่างที่ 94

##### “8.8 พลังงานก่อกัมมันต์

ดังที่ได้เสนอไว้ในทฤษฎีของการปะทะว่า การปะทะกันระหว่างอนุภาคจะเป็นผลสำเร็จนั้นต้องประกอบด้วย การหันเหตัวของอนุภาคให้ถูกทิศทางขณะปะทะกัน และพลังงานของอนุภาคก็ต้องสูงพอเพียงด้วย เราเรียกพลังงานจำนวนน้อยที่สุดที่จะทำให้เกิดปฏิกิริยานี้ขึ้นได้ว่า พลังงานก่อกัมมันต์ **ถ้าพลังงานสูงไม่ถึง พลังงานก่อกัมมันต์ ปฏิกิริยาก็ไม่เกิด ทั้งนี้เปรียบเหมือนผลัดก้อนหินขึ้นภูเขา ถ้ามีแรงผลัดมากพอ ก้อนหินก็จะกลิ้งขึ้นไปถึงยอดเขา และกลิ้งตกไปอีกทางข้างหนึ่งของภูเขาได้ แต่ถ้าแรงผลัดไม่มากก้อนหินคงไปได้เพียงครึ่งทางแล้วตกลงมาที่เชิงเขาตามเดิม พลังงานก่อกัมมันต์เป็นประหนึ่งเครื่องกีดขวางที่อนุภาคซึ่งปะทะกันต้องเอาชนะให้ได้ จึงจะเกิดปฏิกิริยาได้สารใหม่แทนที่จะแยกออกจากกันเป็นอย่างเดิม”**

(หลักเคมีทั่วไป เล่ม 1: 226)

#### ตัวอย่างที่ 95

“เราทราบแล้วว่าคุณหุมิสูงช่วยเพิ่มอัตราของปฏิกิริยา แต่ตัวเร่งปฏิกิริยาช่วยเพิ่มอัตราของปฏิกิริยาได้โดยไม่ต้องอาศัยคุณหุมิสูง การเพิ่มคุณหุมิเพื่อเร่งปฏิกิริยาไม่ให้ผลดีเสมอไป สารอาจแยกสลายเป็นสารอื่นที่ไม่ต้องการ และบางครั้งคุณหุมิทำให้ได้ผลปฏิกิริยาน้อยลงไปตามหลักของ เลอ ชาเตอลิเอร์ กลไกของ

การเร่งปฏิกิริยาด้วยตัวเร่งปฏิกิริยายังไม่ทราบรายละเอียดแน่ชัด อาจกล่าวได้ว่าตัวเร่งปฏิกิริยาดำเนินไปในแนวทางใหม่ ซึ่งการไปในแนวทางใหม่นี้พลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยาลดลงจากเดิม (รูป 8.9) สารเชิงซ้อนกัมมันต์เกิดขึ้นที่ระดับพลังงานต่ำกว่าเดิม **ปฏิกิริยาจึงเกิดได้ง่ายและเร็วขึ้นคล้ายกับการเดินทางผ่านภูเขาสูงลูกหนึ่ง ธรรมดาเคยข้ามยอดเขาข้างบน ต่อมาเมื่อมีทางใหม่ทะลุอุโมงค์ได้ทำให้การเดินทางสะดวกเร็วขึ้น** ตัวเร่งปฏิกิริยาไม่ได้เพิ่มพลังงานให้แก่ระบบ เพียงแต่หาทางลัดที่มีพลังงานก่อกัมมันต์ต่ำลง”

(หลักเคมีทั่วไป เล่ม 1: 233-234)

อีกตัวอย่างหนึ่งที่พบในหนังสือเรียนระดับชั้นอุดมศึกษามีการเปรียบเทียบที่ต่างออกไปจากที่ผ่านมาที่เป็นการอธิบายเปรียบเทียบด้วยการเดินทางขึ้นภูเขา ตัวอย่างนี้มีการเปรียบเทียบปฏิกิริยาก่อกัมมันต์เหมือนกับการกระโดดข้ามเครื่องกีดขวางของนักกีฬา ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบที่ต่างออกไป ดังนี้

#### ตัวอย่างที่ 96

“ได้กล่าวแล้วว่าอนุภาคของสารเมื่อชนกันแล้วจะเกิดปฏิกิริยา **ได้ต้องมีพลังงานสูงกว่าพลังงานก่อกัมมันต์ หรืออย่างน้อยที่สุดเท่ากับพลังงานก่อกัมมันต์ ซึ่งเปรียบเสมือนการกระโดดข้ามเครื่องกีดขวาง ถ้าผู้กระโดดมีกำลังไม่มากพอจะไม่สามารถข้ามพ้นเครื่องกีดขวางไปได้** และการเกิดปฏิกิริยานั้นจะมีบางพันธะแตกออกและเกิดพันธะใหม่ขึ้น การชนกันของอนุภาคแต่ละครั้งพลังงานทั้งหมดของอนุภาคที่ชนกันจะยังคงที่ แต่อาจเปลี่ยนจากพลังงานจลน์เป็นพลังงานศักย์ และก่อนที่ตัวทำปฏิกิริยาจะเปลี่ยนเป็นผลิตภัณฑ์นั้น จะมีสารซึ่งมีอายุสั้นมากประมาณ  $10^{-13}$  วินาที และไม่เสถียรเกิดขึ้นระหว่างการเปลี่ยนแปลงนี้ และสารนี้อาจเปลี่ยนกลับไปเป็นสารเดิม หรือกลายเป็นผลิตภัณฑ์ได้ สารนี้เรียกว่าสารเชิงซ้อนกัมมันต์ (activated complex) สารเชิงซ้อนกัมมันต์ มีพลังงานศักย์มากกว่าตัวทำปฏิกิริยาและผลิตภัณฑ์ ดังนั้น การที่โมเลกุลของตัวทำปฏิกิริยาจะเปลี่ยนไปเป็นผลิตภัณฑ์ได้จะต้องมีพลังงานรวมกัน

แล้วอย่างน้อยเท่ากับพลังงานศักย์ของสารเชิงซ้อนกัมมันต์ที่เกิดขึ้นระหว่างปฏิกิริยานี้

ถ้าโมเลกุลของตัวทำปฏิกิริยา A และ B ชนกันด้วยพลังงานที่มากพอ จะเกิดสารเชิงซ้อนกัมมันต์ซึ่งเปลี่ยนไปเป็นผลิตภัณฑ์ C กับ D ได้ เมื่อเขียนกราฟระหว่างพลังงานศักย์ของตัวทำปฏิกิริยาและสารที่ได้กับความคืบหน้าของปฏิกิริยา (reaction coordinate) จะได้กราฟดังในรูปที่ 9.7

เมื่อโมเลกุลของ A และ B ที่มีพลังงานจลน์ชนกันพลังงานจลน์จะเปลี่ยนเป็นพลังงานศักย์ ถ้าพลังงานศักย์เท่ากับหรือมากกว่าพลังงานก่อกัมมันต์ ( $E_a$ ) โมเลกุลของ A และ B จะทำปฏิกิริยากันเป็นสารเชิงซ้อนกัมมันต์ แล้วกลายเป็น C และ D **พลังงานก่อกัมมันต์ ( $E_a$ ) ในที่นี้เปรียบเสมือนความสูงของเครื่องกีดขวาง และพลังงานรวมของ A และ B เปรียบเสมือนกำลังของผู้ที่กระโดดข้ามเครื่องกีดขวาง  $\Delta E$**  คือผลต่างระหว่างพลังงานศักย์ของตัวทำปฏิกิริยากับผลิตภัณฑ์ ถ้าพลังงานศักย์ของผลิตภัณฑ์น้อยกว่าของตัวทำปฏิกิริยา ผลต่างระหว่างพลังงานศักย์ของสารเชิงซ้อนกัมมันต์กับผลิตภัณฑ์จะมากกว่าพลังงานก่อกัมมันต์ ปฏิกิริยาจึงเป็นปฏิกิริยาคายความร้อนดังรูปที่ 9.7 ก ถ้าพลังงานศักย์ของผลิตภัณฑ์สูงกว่าของตัวทำปฏิกิริยา พลังงานที่คายออกมาเมื่อสารเชิงซ้อนกัมมันต์เปลี่ยนไปเป็นผลิตภัณฑ์จะน้อยกว่าพลังงานก่อกัมมันต์และปฏิกิริยาจะเป็นปฏิกิริยาดูดความร้อน ดังรูปที่ 9.7 ข.”

(เคมีทั่วไป เล่ม 1: 333-334)

ตัวอย่างที่ยกมาดังกล่าวทำให้เห็นว่าการอธิบายโดยการเปรียบเทียบประกอบนั้นแม้จะมีเนื้อหาพูดถึงเรื่องเดียวกัน แต่เมื่อผู้เรียนอยู่ต่างระดับชั้นกันนั้น มีผลทำให้การเปรียบเทียบที่นำมาใช้อธิบายนั้นเปลี่ยนไปด้วย และอาจมีผลทำให้ความเข้าใจของผู้เรียนเปลี่ยนไป

#### 4.4.1.4 อุปลักษณะทำหน้าที่เสริมความในปริบทเพื่อช่วยสร้างความเข้าใจ

อุปลักษณะทำหน้าที่เสริมความในปริบทเพิ่มเติม เพื่อช่วยสร้างความเข้าใจ ในกรณีนี้ จะมีการใช้อุปลักษณะเข้ามาในปริบทโดยใช้เพื่อการขยายความเนื้อความที่ปรากฏอยู่ก่อนหน้า ตัวอย่างเช่น

##### ตัวอย่างที่ 97

“พันธะที่เกิดจากการซ้อนกันของ S ออร์บิทัลกับ S ออร์บิทัล หรือ S ออร์บิทัลกับ p ออร์บิทัล ดังรูปที่ 4-17 และ 4-18 นี้เรียกว่าพันธะซิกมา ( $\sigma$  bond) ซึ่งเป็นพันธะโคเวเลนต์ที่มีความหนาแน่นของอิเล็กตรอนสูงในแนวแกนระหว่างนิวเคลียส **อิเล็กตรอนเหล่านี้จะทำหน้าที่เป็น “กาว” ยึดนิวเคลียสทั้งสองไว้ด้วยกัน**”

(เคมี: 158)

จากตัวอย่างดังกล่าวจะเห็นได้ว่าเป็นการอธิบายเกี่ยวกับอิเล็กตรอนที่มีความหนาแน่นอยู่ระหว่างนิวเคลียสของนิวเคลียส ซึ่งไม่มีการแสดงลักษณะการอธิบายหน้าที่ที่สำคัญในการเชื่อมโยงนิวเคลียสนั้น แต่อุปลักษณะที่ตามมาข้างหลังมีการเปรียบเทียบโดยใช้คำว่า “กาว” เพื่อขยายความในการเปรียบเทียบและแสดงมโนทัศน์เรื่องหน้าที่ของอิเล็กตรอนระหว่างนิวเคลียสว่าทำหน้าที่ในการเชื่อมนิวเคลียสทั้งสองไว้ด้วยกัน ซึ่งจะเห็นว่าอุปลักษณะในตัวอย่างนี้เป็นการอธิบายเสริมเข้ามาในการให้ข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับสิ่งที่อยู่ข้างหน้าข้อความที่เป็นอุปลักษณะนั้น

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



#### 4.4.2 อุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยทำหน้าที่ในการเรียบเรียงความ

นอกจากหน้าที่ในการถ่ายทอดความคิดทางวิทยาศาสตร์แล้ว อุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยยังทำหน้าที่ด้านการเรียบเรียงความ ในลักษณะการใช้คำน้อยแต่กินความมาก และช่วยให้เกิดความต่อเนื่องในเนื้อความ

##### 4.4.2.1 อุปลักษณะเป็นการใช้คำน้อยแต่กินความมาก

การใช้อุปลักษณะในบางตัวอย่างนั้นแม้จะมีการใช้คำน้อยแต่ก็สามารถแสดงลักษณะหรือสื่อมโนทัศน์ได้ครอบคลุมกว่าการอธิบายที่ยืดยาว เนื่องจากรูปภาพแสดงอุปลักษณะสามารถสื่อความบางอย่างที่ชัดเจนและตรงความหมายมากกว่า

##### ตัวอย่างที่ 98

“ยูคาริโอที่เป็นเซลล์เพียงเซลล์เดียวจะแบ่งเซลล์เพื่อการขยายพันธุ์หรือแพร่พันธุ์ส่วนสิ่งมีชีวิตที่ประกอบด้วยเซลล์หลายเซลล์นั้นจะแบ่งเซลล์เพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ในการเจริญเติบโตและซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ จากเซลล์ตั้งต้นหรือ**เซลล์แม่ (mother cell)** เซลล์หลังจากแบ่งเซลล์แล้วได้**เซลล์ลูก (daughter cell)** 2 เซลล์ที่มีองค์ประกอบทางพันธุกรรมเหมือนกับเซลล์แม่ ทำให้กลุ่มเซลล์ที่เกิดจากเซลล์ตั้งต้นเซลล์เดียวกันมีคุณสมบัติเหมือนกัน”

(ชีววิทยา 3: 18)

ตัวอย่างนี้เป็นการอธิบายกลไกการแบ่งเซลล์ในสิ่งมีชีวิตที่มีความแตกต่างกัน โดยปรากฏคำศัพท์ที่ใช้ในกรณีดังกล่าวว่า เซลล์แม่ และเซลล์ลูก เป็นการบ่งบอกลักษณะของเซลล์ที่แตกต่างกัน คือ เซลล์แม่ทำหน้าที่เป็นเซลล์ตั้งต้น ที่สร้างเซลล์ลูกที่มีองค์ประกอบเหมือนกับเซลล์แม่ออกมา ลักษณะดังกล่าวก็เหมือนกับการให้กำเนิดลูกของมนุษย์ที่เพศหญิงจะเป็นผู้ให้กำเนิดลูก การใช้คำว่า “แม่” และ “ลูก” จึงเป็นการใช้คำน้อยเพื่อสื่อมโนทัศน์ที่กว้างและกินความได้มากกว่า และยังช่วยให้ข้อความที่อยู่ในบริเวณนั้นสั้นกระชับขึ้นด้วย

#### 4.4.2.2 อุปลักษณช่วยทำให้เกิดความต่อเนื่องในเนื้อความ ในลักษณะของการใช้อุปลักษณในชุดเดียวกัน

ถ้อยคำอุปลักษณหรือรูปภาพแสดงอุปลักษณนั้น สามารถช่วยสร้างความสัมพันธ์ระหว่างส่วนต่าง ๆ ในปริจเจท โดยการใช้อุปลักษณที่อยู่ในชุดเดียวกัน ที่อธิบายถึงเรื่องเดียวกัน ทำให้ปริจเจทนั้นมีเอกภาพมากขึ้น

##### ตัวอย่างที่ 99

“กลุ่มฝุ่นและก๊าซนี้เองที่เป็นที่เกิดแห่งดาว ฝุ่น ก๊าซ และดาวที่มีอายุน้อย จะอยู่ในแกนกังหันของดาราจักร ส่วนดาวที่มีอายุมากและกระจุกดาวทรงกลม มักจะจัดตัวกันเป็นรูปทรงกลมล้อมรอบจุดศูนย์กลาง ความแตกต่างของดาวแก่และดาวอ่อนในลักษณะต่าง ๆ ทำให้บาดี (W.Baade) ให้เสนอแบ่งดาวในดาราจักรออกเป็นประชากร 2 กลุ่ม คือ กลุ่มประชากรอ่อน และกลุ่มประชากรแก่”

(ดาราศาสตร์และดาราศาสตร์เบื้องต้น: 3)

ตัวอย่างดังกล่าวเป็นการอธิบายลักษณะของดาวตามอายุ ซึ่งในข้อความแรกจะใช้คำว่า “ดาวที่มีอายุมาก” กับ “ดาวที่มีอายุน้อย” ต่อมาเมื่อมีการใช้อุปลักษณเดิมซ้ำอีก ก็มีการเปลี่ยนไปใช้คำว่า “ดาวแก่” และ “ดาวอ่อน” แทน ซึ่งมีความหมายในการแสดงลักษณะตามอายุเช่นเดียวกัน การเลือกอุปลักษณมาใช้แทนการกล่าวซ้ำคำเดิมเช่นนี้ช่วยให้เนื้อความสั้นลง แต่ก็ยังคงความหมายของคำเหมือนกับคำเดิมอยู่

##### ตัวอย่างที่ 100

“อุตสาหกรรมสิ่งทอนับได้ว่าเป็นอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพของ ความต่อเนื่องอย่างเป็นระบบ โดยอาจแยกออกได้เป็นส่วน ๆ ผลผลิตของส่วนหนึ่งถูกส่งต่อไปเป็นวัตถุดิบของอีกส่วนหนึ่งคล้ายระบบลูกโซ่ต่อกันไป จากรูปที่ 2.1 อุตสาหกรรมต้นน้ำเริ่มจากอุตสาหกรรมการผลิตเส้นใยทั้งเส้นใยประดิษฐ์และธรรมชาติซึ่ง เป็นผลิตผลทางเกษตรกรรมจะเป็นวัตถุดิบสำหรับอุตสาหกรรมการปั่นด้าย เส้นด้ายที่ถูกลำไปใช้ในการทอผ้าหรือถักผ้า จากนั้นเส้นด้าย

และผ้าฝืนเข้าสู่กระบวนการของการฟอก ย้อม พิมพ์ และตกแต่งสำเร็จ ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์สิ่งทอที่สำเร็จรูปพร้อมจะนำไปเป็นวัตถุดิบให้กับอุตสาหกรรมปลายน้ำ คือ อุตสาหกรรมเสื้อผ้าสำเร็จรูป เครื่องนุ่งห่ม และผลิตภัณฑ์สิ่งทออื่น ๆ...”

(วิทยาศาสตร์เส้นใย: 5)

ในตัวอย่างนี้อุปลักษณะ [ระบบการผลิตอุตสาหกรรมสิ่งทอ] ทำหน้าที่ด้านการเรียบเรียงความ ทำให้การอธิบายองค์ประกอบย่อยของอุตสาหกรรมผลิตสิ่งทอมีความชัดเจนและเป็นไปตามลำดับ โดยเริ่มต้นจากการกล่าวถึงอุตสาหกรรมกลุ่มที่จัดเป็น “อุตสาหกรรมต้นน้ำ” ก่อน จากนั้นจึงอธิบายเกี่ยวกับอุตสาหกรรมกลุ่มที่จัดเป็น “อุตสาหกรรมปลายน้ำ” ต่อไปตามลำดับ

นอกจากนี้ตัวอย่างเรื่องการเปรียบเทียบ โรค Anoxia กับการขนส่งนมจากโรงรีดนมที่เคยยกมาแล้วนั้นก็เป็นตัวอย่งของการใช้ชุดของอุปลักษณะในการอธิบายความและมีกรอธิบายอย่างเป็นลำดับต่อเนื่องกันไป ลักษณะดังกล่าวจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถลำดับความคิดของตนได้อย่างเป็นระบบ และอุปลักษณะยังช่วยให้จดจำลักษณะของสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นสาเหตุของการเกิดโรคชนิดนี้ในประเภทย่อย ๆ ได้ง่ายขึ้น เพราะมีการเปรียบเทียบกับสิ่งที่สามารถโยงกับประสบการณ์ที่ตนเคยรับรู้ได้

#### 4.5 ลักษณะเด่นทางด้านหน้าที่ของอุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยเปรียบเทียบกับหน้าที่ของอุปลักษณะในปริจเจตต่างประเทศ

หน้าที่ของอุปลักษณะนั้นย่อมเปลี่ยนแปลงไปตามวัตถุประสงค์ของการสื่อสารที่แตกต่างกัน ดังนั้นการศึกษาในหัวข้อนี้จึงมุ่งเน้นไปที่การเปรียบเทียบระหว่างปริบทการสื่อสารที่แตกต่างกัน เพื่อดูว่าหน้าที่ของอุปลักษณะในแต่ละบริบทมีหน้าที่อย่างไร และมีความสำคัญอย่างไร เพราะเหตุใดจึงต้องใช้อุปลักษณะเพื่อการสื่อสารแทนที่จะใช้การกล่าวตรง ๆ การศึกษาเรื่องหน้าที่ของอุปลักษณะในฐานะถ้อยคำที่สื่อความหมายไม่ตรงตามรูปนั้น เป็นการศึกษาตามมุมมองวงจรมุมปฏิบัติศาสตร์ ผู้วิจัยจึงขอยกตัวอย่างงานที่เกี่ยวกับการใช้อุปลักษณะบางเรื่องมาใช้ในการอธิบายเปรียบเทียบในเรื่องหน้าที่ของอุปลักษณะ ดังนี้ งานวิจัยเกี่ยวกับอุปลักษณะในการสนทนา ได้แก่ งานของ ณัฐพร พานโพธิ์ทอง (2542) ศึกษาเรื่องหน้าที่ของอุปลักษณะตามมุมมองของผู้พูดภาษาไทย Chateris-Black (2005) ศึกษาหน้าที่ของอุปลักษณะในฐานะที่ใช้เป็นเครื่องมือ

ในการพูดของนักการเมืองอเมริกัน การนำอุปลักษณณ์ไปใช้เรียกเป็นสมญานามนักการเมือง ของ ศิริพร ภักดีผาสุข (2547)

การศึกษาอุปลักษณณ์ในฐานะที่เป็นเครื่องมือในการสร้างอารมณ์ขัน จากงานวิจัยเกี่ยวกับอารมณ์ขันในการ์ตูนการเมืองไทย ของศิริพร ภักดีผาสุข (2549) และ ปริศนาคำทายของไทย ของ สุจิตรา แซ่ลิ่ม (2549)

งานวิจัยที่ศึกษาเรื่องหน้าที่ของอุปลักษณณ์ในภาษาพูด มองว่าอุปลักษณณ์นั้นไม่ได้อาศัยการสื่อความหมายตามรูป ผู้ฟังต้องอาศัยการตีความหลายชั้นตอนที่สอดคล้องกับบริบท และต้องใช้การอนุมานจากบริบทการสนทนา ซึ่งความหมายของอุปลักษณณ์ขึ้นอยู่กับตัวผู้พูดและบริบทในขณะนั้นเป็นสำคัญ ณัฐพร พานโพธิ์ทอง (2542) พบว่าอุปลักษณณ์ทำหน้าที่ในการสื่อภาพให้ผู้ฟังเห็นได้อย่างชัดเจน ส่วนหน้าที่อื่น ๆ ที่พบได้แก่ การสื่อความได้มากโดยใช้คำน้อย การสื่อความรู้สึกที่มีลักษณะเป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมขึ้น การสร้างความขบขัน และมีการใช้อุปลักษณณ์เพื่อลดความรุนแรงในการตำหนิหรือวิจารณ์ให้ดูลดน้อยลง โดยการสร้างความกำกวมจนผู้ฟังไม่แน่ใจว่าสิ่งที่ผู้พูดกล่าวนั้นเป็นการตำหนิหรือไม่

อุปลักษณณ์ที่ปรากฏในการพูดนั้นนอกจากจะปรากฏลักษณะหน้าที่ตามที่ได้กล่าวไปแล้ว ในบางครั้งอุปลักษณณ์ในฐานะกลวิธีทางภาษาวีธีหนึ่งยังนำมาใช้เพื่อการพูดโน้มน้าวใจของนักการเมือง เพื่อให้ประชาชนเห็นว่าสิ่งที่ตนทำเป็นความชอบธรรม เช่น กรณีที่นักการเมืองสร้างความชอบธรรมให้แก่ตนเองกับนโยบายในการบุกโจมตีอิรัก โดยการเปรียบเทียบว่า ชัดดัม เป็นเสมือนปีศาจร้ายที่ทางฝ่ายศาสนาคริสต์ (อเมริกา) จะต้องกำจัด กรณีดังกล่าวสร้างความชอบธรรมเพื่อให้ประชาชนเห็นว่าสงครามอิรักเป็นสิ่งที่ถูกต้อง อุปลักษณณ์ยังช่วยลดความน่าเชื่อถือของนักการเมืองฝ่ายตรงข้าม (Chateris-Black, 2005) นอกจากนี้อุปลักษณณ์ยังมีส่วนในการสร้างอุดมการณ์ (Ideology) สร้างอำนาจ (Power) ให้แก่นักการเมืองอีกด้วย

จะเห็นได้ว่าในงานวิจัยทั้งสองเรื่องนั้นอุปลักษณณ์เป็นเครื่องมือทางภาษาที่สำคัญของผู้พูดที่ใช้เพื่อประโยชน์บางอย่างของตนเอง ซึ่งอุปลักษณณ์จะทำหน้าที่อย่างไรนั้นขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการพูดเป็นสำคัญ

สำหรับอุปลักษณณ์ที่ใช้เป็นเครื่องมือหนึ่งเพื่อเสริมสร้างอารมณ์ขัน จากการศึกษาอารมณ์ขันในการ์ตูนการเมืองไทย (ศิริพร ภักดีผาสุข, 2549) มีลักษณะของการสร้างความกำกวมหรือความไม่เข้าใจให้แก่ผู้อ่าน เนื่องจากลักษณะของการเปรียบเทียบที่อยู่ในการ์ตูนการเมืองเป็นการเปรียบเทียบที่ต่างจากสิ่งที่คนทั่วไปนึกถึง ผู้อ่านต้องอาศัยการตีความโดยการเข้าใจบริบทหรือเหตุการณ์ที่อยู่ในเวลานั้นที่กำลังกล่าวถึงประเด็นที่เกิดขึ้นในสังคมในเรื่องใด จึงจะเข้าใจความหมายที่ตัวการ์ตูนต้องการจะเปรียบเทียบได้ การเปรียบเทียบที่แหวกแนวดังกล่าวสร้างอารมณ์ขันให้ผู้อ่านเมื่อเข้าใจประเด็นตรงกัน

นอกจากนี้ความกำกวมที่เกิดขึ้นจากอุปลักษณะยังถือเป็นเครื่องมือสำคัญในการสร้างอารมณ์ขัน เนื่องจากการใช้อุปลักษณะบางอย่างนั้นใช้ความกำกวมอย่างจงใจ (สุจิตรา แซ่ลิ้ม, 2549) เพื่อให้เกิดการตีความที่หลากหลาย และหนึ่งในความหมายที่สามารถตีความได้นั้นถูกนำมาใช้เพื่อลวง (mislead) ทำให้ผู้ทนายปริศนาเข้าใจผิดและเกิดความงุนงงสงสัย ปริศนาคำทายมักเลือกใช้ความกำกวมมาเป็นเครื่องมือในการสร้างปริศนา โดยเลือกนำความกำกวมทางด้านความหมายมาใช้เปรียบเทียบ ตัวอย่างเช่น

อะไรเอ่ย เมื่อเด็กนุ่งขาว เมื่อสาวนุ่งเขียว เมื่อแก่นุ่งแดง (เฉลย พริก)

ตัวอย่างของปริศนาคำทายดังกล่าวเป็นการนำอุปลักษณะมาใช้ โดยพูดถึงเมล็ดพริก ตั้งแต่ที่เป็นดอกสีขาว พริกอ่อนที่มีสีเขียว และพริกแก่มีสีแดง เปรียบเทียบกับมนุษย์ในช่วงเด็ก ช่วงที่เป็นสาวและช่วงที่แก่ชรา และมีการแทนที่สีของพริกด้วยสีของผ้าที่คนทั้งสามวัยนำมาห่ม ซึ่งผู้ที่ฟังปริศนานั้นคาดเดาจากรูปภาพว่าน่าจะหมายถึงมนุษย์ เมื่อได้ฟังคำเฉลยที่ผิดไปจากการคาดเดาของผู้ทนายปริศนา จึงทำให้เกิดความประหลาดใจและคลี่คลายไปสู่ความขบขันในที่สุด

บางครั้งอุปลักษณะยังนำมาใช้เพื่อประโยชน์ในการวิพากษ์วิจารณ์การเมือง เช่น อุปลักษณะที่ปรากฏในสมญานามนักการเมือง ที่สื่อมวลชนมักตั้งสมญานามให้แก่การเมืองในลักษณะต่าง ๆ สมญานามที่ตั้งขึ้นมานั้นนอกจากที่จะใช้เพื่อประโยชน์ในการวิพากษ์วิจารณ์การเมืองเมื่ออ้างถึงนักการเมืองบางคนแล้ว สมญานามเหล่านั้นยังได้แสดงลักษณะของนักการเมืองและสะท้อนทัศนคติของสื่อมวลชน สะท้อนภาพการทำงานที่มีต่อนักการเมืองเหล่านั้นอีกด้วย (ศิริพร ภักดีผาสุข, 2547: 78) เช่น “ชาลวันสันหลังหวะ” ซึ่งเป็นสมญานามของพลตรีสนั่น ขจรประศาสน์ ในสมัยรัฐบาลของนายชวน หลีกภัย สมญานามดังกล่าวเป็นการนำเอาสำนวน “วัวสันหลังหวะ” มารวมกับ “ชาลวัน” พื้นเพเดิมของพลตรีสนั่น ขจรประศาสน์ เป็นคนจังหวัดพิจิตร ซึ่งเป็นสถานที่ที่เกิดตำนานพื้นบ้านเรื่องนี้ขึ้น แสดงให้เห็นว่าพลตรีสนั่นเป็นคนที่มีปัญหาเยอะ เหมือนกับมีแผลอยู่เต็มตัว สะกิดตรงไหนก็โดนแผลเหมือนกับ “วัวสันหลังหวะ”

จากหน้าที่ของอุปลักษณะในปริศนาต่าง ๆ ที่ยกมานั้นจะเห็นได้ว่าหน้าที่ของอุปลักษณะบางปริศนานั้นก็มุ่งเน้นในเรื่องหน้าที่ด้านบุคคลสัมพันธ์มากกว่าหน้าที่ทางด้านอื่น ๆ เช่น ปริศนาคำทาย ที่ปรากฏเป็นกรอบการเล่นทางภาษา อุปลักษณะบางอย่างเองมีหน้าที่ในการถ่ายทอดความคิดเพื่อสร้างอุดมการณ์บางอย่างที่เป็นประโยชน์สำหรับผู้พูด หรืออุปลักษณะสะท้อนภาพความเข้าใจของมนุษย์ในบางเรื่อง สำหรับอุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย นั้นเน้นหน้าที่ในการถ่ายทอดความคิดเป็นหลัก เนื่องจากวัตถุประสงค์ของปริศนาก็เพื่อเผยแพร่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนไทย จึงต้องเสริมสร้างความเข้าใจด้วยการอาศัยเครื่องมือมาช่วยในการอธิบายความบางอย่าง อุปลักษณะเองก็จัดเป็นเครื่องมือที่นำมาใช้ในการถ่ายทอด

ความคิดได้ดีอีกวิธีหนึ่ง จากการยกตัวอย่างประเภทของปริศนาที่แตกต่างกันนั้นพบว่าอุปลักษณะในบางปริศนานั้นจึงใจให้เกิดการตีความที่หลากหลาย ที่เห็นได้ชัดก็คือ ปริศนาคำทาย ที่ผู้ทายปริศนานั้นอาจคาดเดาคำตอบไปได้หลาย ๆ คำตอบ จากลักษณะของคำทายที่น่าลักษณะบางอย่างของตัวปริศนามาใช้

จากหน้าที่ของอุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย จะเห็นได้ว่ามีหน้าที่ในการถ่ายทอดความคิดเป็นหลัก เนื่องจากอุปลักษณะที่พบจากข้อมูลนั้นจะเลือกนำลักษณะเด่นที่มีร่วมกันของแบบเปรียบเทียบและสิ่งที่ถูกเปรียบเทียบมาใช้ และลักษณะเด่นนี้เองที่จะช่วยให้อุปลักษณะสามารถทำหน้าที่ในการถ่ายทอดความคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจนขึ้น ไม่นำไปสู่การตีความที่หลากหลาย ต่างจากปริศนาบางประเภทที่ได้กล่าวมาข้างต้น นอกจากนี้ถ้อยคำที่อยู่ในแวดล้อมในปริศนาก็มีส่วนช่วยให้เข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่กำลังพูดถึงได้ง่ายขึ้น อย่างไรก็ตามเมื่อหัวข้อเรื่องดังกล่าวนั้นไม่เป็นความรู้ใหม่สำหรับผู้เรียน ก็อาจไม่ต้องมีการให้คำอธิบายแต่จะปรากฏเป็นรูปภาพแสดงอุปลักษณะเพื่อใช้เรียกในครั้งต่อ ๆ ไปแทน

#### 4.5 สรุป

จากการศึกษาหน้าที่ของอุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย ผู้วิจัยพบว่าการประกอบทางการสื่อสารที่มีส่วนสำคัญและเกี่ยวข้องกับสถานการณ์การสื่อสารที่นำมาใช้เป็นข้อมูลมากที่สุดนั้น ประกอบด้วย ผู้ร่วมการสื่อสาร วัตถุประสงค์ในการสื่อสาร เครื่องมือ บรรทัดฐานในการปฏิสัมพันธ์และการตีความ และประเภทของปริศนา คือ หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยนั้นผู้สื่อสารคือผู้แต่งหนังสือเรียนดังกล่าว และครูผู้สอนเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ความคิดทางวิทยาศาสตร์ให้แก่นักเรียนไทยอย่างถูกต้อง ตามวัตถุประสงค์ทางการศึกษา โดยที่ระหว่างผู้สื่อสารและผู้รับสารจะเข้าใจความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้นั้นต้องอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์เบื้องต้นที่เคยเรียนมาบางส่วนมาช่วยในการทำความเข้าใจความรู้ที่ตนได้รับ ซึ่งในกระบวนการของการเรียนรู้นั้นผู้สื่อสารได้ใช้กลวิธีต่าง ๆ มาช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้ดียิ่งขึ้น อุปลักษณะเป็นวิธีหนึ่งที่นำมาใช้เพื่อวัตถุประสงค์ดังกล่าวด้วยเช่นกัน เมื่อวิเคราะห์ในส่วนหน้าที่ของอุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยนั้น ผู้วิจัยพบว่าหน้าที่ของอุปลักษณะมีอยู่ 2 ลักษณะคือหน้าที่ด้านการถ่ายทอดความคิด และหน้าที่ด้านการเรียบเรียงความ หน้าที่ที่เป็นลักษณะเด่นที่ปรากฏในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย คือ หน้าที่ด้านการถ่ายทอดความคิด ซึ่งเป็นหน้าที่ที่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ในตอนต้นของการวิจัยว่าอุปลักษณะมีหน้าที่ในการถ่ายทอดความคิดทางวิทยาศาสตร์

สำหรับความโดดเด่นทางด้านความชัดเจนในแง่ของการตีความความหมายของ อุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยนั้นนอกจากจะสังเกตได้จากถ้อยคำแวดล้อมที่ปรากฏ ในบริเจตนั้น ๆ ในลักษณะของการอธิบายความแล้ว ยังเป็นเรื่องเกี่ยวกับความชัดเจนของ มโนทัศน์ที่นำมาใช้อธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยด้วย ดังจะเห็น ได้จากการเลือกใช้คำศัพท์แสดงอุปลักษณะที่ปรากฏในภาษาไทยว่า บางส่วนมีการใช้คำที่เกี่ยวกับ ระบบความคิดของคนในสังคมไทย จึงทำให้ผู้เรียนซึ่งเป็นคนไทยนั้นสามารถเข้าใจความหมายของ รูปภาษาแสดงอุปลักษณะเหล่านั้นได้ทันที โดยไม่ต้องผ่านการตีความหลายขั้นตอน และอุปลักษณะ ที่อยู่ในระบบมโนทัศน์ของคนไทยยังช่วยสร้างมโนทัศน์ใหม่ที่ชัดเจนเป็นรูปธรรมมากกว่าการยืม ระบบมโนทัศน์ที่อยู่ต่างสังคมภาษาอีกด้วย ซึ่งทั้งสองประเด็นที่ปรากฏในการวิเคราะห์เกี่ยวกับ หน้าทีของอุปลักษณะที่แสดงลักษณะโดดเด่นด้านการถ่ายทอดความคิด และเกิดความชัดเจนใน ระดับมโนทัศน์ของอุปลักษณะที่ทำให้อุปลักษณะสามารถถ่ายทอดความคิดทางวิทยาศาสตร์ได้ อย่างชัดเจน ไม่เกิดการตีความที่หลากหลายเหมือนกับอุปลักษณะที่ปรากฏอยู่ในบริเจตบาง ประเภท เป็นประเด็นที่สอดคล้องกับสมมติฐานในการวิจัยในครั้งนี้ว่า อุปลักษณะในหนังสือเรียน วิทยาศาสตร์ไทยมีหน้าที่ในการถ่ายทอดความคิดทางวิทยาศาสตร์ เพื่อมุ่งให้เกิดความเข้าใจที่ ชัดเจนตรงกัน ไม่นำไปสู่การตีความที่หลากหลาย

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

งานวิจัยเรื่องอุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย มีวัตถุประสงค์ในการศึกษา 2 ประเด็นคือ ศึกษาลักษณะของอุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย และศึกษาหน้าที่ของอุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย โดยเก็บข้อมูลจากหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ในระดับอุดมศึกษา จำนวนทั้งหมด 37 เล่ม

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

##### 5.1.1 ลักษณะของอุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย

ลักษณะของอุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย ประกอบด้วย ลักษณะของรูปภาพแสดงอุปลักษณะ และ ลักษณะทางมนต์ศิลป์ของอุปลักษณะ

##### 5.1.1.1 ลักษณะของรูปภาพแสดงอุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย

ประกอบด้วยสองลักษณะ ได้แก่ รูปภาพแสดงอุปลักษณะแบบมีคำเชื่อม และรูปภาพแสดงอุปลักษณะแบบคำศัพท์

###### 1. รูปภาพแสดงอุปลักษณะแบบมีคำเชื่อม

รูปภาพแสดงอุปลักษณะแบบมีคำเชื่อมจะปรากฏการใช้คำเชื่อมเพื่อแสดงการเปรียบเทียบอย่างชัดเจน คำเชื่อมที่พบ ได้แก่ เป็น เหมือน คล้าย คล้ายกับ เท่ากับ เสมือน เปรียบเสมือน เช่นเดียวกับ เปรียบเทียบ...กับ เช่น

หัวใจเป็นเครื่องสูบฉีด

ปอดเหมือนฟองน้ำ

###### 2. รูปภาพแสดงอุปลักษณะแบบคำศัพท์

รูปภาพแสดงอุปลักษณะแบบคำศัพท์เป็นการนำคำศัพท์จากแวดวงอื่น ๆ มาใช้เพื่ออธิบายความคิดทางวิทยาศาสตร์ เช่น หมอนรองกระดูก หมวกกราก กล้ามเนื้อหูรูด



คำศัพท์ที่เป็นแบบเปรียบเทียบมาใช้อธิบายความคิดทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ จะทำหน้าที่ในการถ่ายทอดมโนทัศน์จากแบบเปรียบไปสู่สิ่งที่ถูกเปรียบ โดยแสดงลักษณะบางประการที่สัมพันธ์กับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการอธิบาย

### 5.1.1.2 ลักษณะทางมโนทัศน์ของอุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์

#### ไทย

ลักษณะทางมโนทัศน์ของอุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย สามารถจัดแบ่งประเภทตามแนวคิดของเลคอฟและจอห์นสัน (Lakoff and Johnson, 1980) ได้เป็น 3 ประเภทคือ

1. **มโนอุปลักษณะเชิงโครงสร้าง (Structural metaphor)** คือการนำมโนทัศน์ซึ่งเป็นแนวคิดความหมายต้นทางหรือแบบเปรียบเทียบมาใช้ เพื่ออธิบายลักษณะของมโนทัศน์ที่เป็นความหมายปลายทางหรือสิ่งที่ถูกเปรียบ โดยในมโนทัศน์หนึ่ง ๆ จะมีมโนทัศน์ย่อยที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันอย่างเป็นระบบ เช่น เราเข้าใจลักษณะต่าง ๆ ของดาวได้จากลักษณะของมนุษย์ โดยสังเกตจากรูปภาษาแสดงอุปลักษณะที่ทำหน้าที่ถ่ายโอนความหมายที่เกี่ยวกับมนุษย์มาใช้เพื่อแสดงลักษณะต่าง ๆ ของดาว สามารถแสดงระบบมโนทัศน์ที่ปรากฏดังนี้

#### แนวคิดความหมายต้นทาง

##### [มนุษย์]

ไขและอสุจิ

→

ทารกในครรภ์

→

อายุของมนุษย์

→

เด็ก

→

ผู้ใหญ่

→

เพื่อน

→

สมาคม

→

ประชากร

→

ศพ

→

#### แนวคิดความหมายปลายทาง

##### [ดาว]

กลุ่มฝุ่นและก๊าซ

ดาวในครรภ์

อายุของดาว

ดาวอ่อน

ดาวแก่

ดาวสหาย

สมาคมดาว

ประชากรดาว

ศพดาว

ในที่นี้แนวคิดความหมายต้นทาง คือ มนุษย์ได้ถ่ายโอนความหมายในลักษณะต่าง ๆ ไปยังแนวคิดความหมายปลายทาง คือ ดาว โดยเราเข้าใจลักษณะดังกล่าวได้ว่า มนุษย์นั้นถือกำเนิดมาจากไขและอสุจิและร่างกายของมนุษย์มีการเจริญเติบโตพัฒนาอยู่ภายในครรภ์มารดา

จนถึงระยะเวลาหนึ่งจึงจะคลอออกมา และเริ่มนับอายุของมนุษย์ตั้งแต่ที่พื้นออกมาจากครรภ์มารดา เมื่อเจริญเติบโตขึ้นเรื่อย ๆ ก็จะใช้เรียกแต่ละช่วงวัยของมนุษย์ที่ต่างกันตามอายุที่มากขึ้นน้อยไม่เท่ากัน และมนุษย์นั้นต้องการการมีเพื่อน มีสังคม และการรวมกลุ่มประชากรในพื้นที่หนึ่ง เมื่อมนุษย์ตายเราก็จะเรียกร่างกายที่หมดลมหายใจนั้นว่าศพ คำหรือมโนทัศน์เกี่ยวกับตัวมนุษย์นำมาใช้เพื่อทำความเข้าใจดวงดาวซึ่งเป็นสิ่งที่อยู่ไกล และผู้เรียนยังไม่มีความรู้ความเข้าใจดีนัก จึงมีการนำมโนทัศน์มนุษย์มาใช้อธิบายการเกิด พัฒนาการ การรวมตัวของดาว รวมถึงลักษณะอื่น ๆ ที่ปรากฏอีกด้วย

**2. มโนอุปลักษณ์เชิงทิศทางการเคลื่อนที่ (Orientation metaphor)** เป็นการนำประสบการณ์เกี่ยวกับทิศทาง หรือการเคลื่อนที่มาใช้ทำความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ โดยมีความสัมพันธ์กับประสบการณ์เกี่ยวกับพื้นที่ เช่น การอธิบายเกี่ยวกับอุปกรณ์แปลงความต่างศักย์ไฟฟ้า ที่เรียกว่า “หม้อแปลง” หม้อแปลงที่แปลงค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าให้สูงขึ้น เรียกว่า “หม้อแปลงขึ้น” หม้อแปลงที่แปลงค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าให้ต่ำลง เรียกว่า “หม้อแปลงลง” คำว่า “ขึ้น” และ “ลง” นั้นสัมพันธ์กับเรื่องของพื้นที่และปริมาณ ในที่นี้เราเข้าใจว่าอุปกรณ์ดังกล่าวเหมือนกับภาชนะบรรจุ ที่มีปริมาตรน้ำอยู่ภายใน ดังจะแสดงความเชื่อมโยงระบบมโนทัศน์ได้ดังนี้

แฉดววงคววมหมวมยต่นทวง [ภวมชนะ]	แฉดววงคววมหมวมยปลวมยทวง [อุปรกรรมแปลงคววมต่งคววมต่งศักยมไฟฟ้าม]
หม้อ	→ ต่วอุปรกรรม
น้ำ	→ ไฟฟ้าม
น้ำในหม้อเพิ่มขึ้น	→ คววมต่งคววมต่งศักยมไฟฟ้ามสูงขึ้น
น้ำในหม้อลดลง	→ คววมต่งคววมต่งศักยมไฟฟ้ามต่ำลง

**3. มโนอุปลักษณ์เชิงรูปธรรม (Ontological Metaphor)** เป็นการเปรียบเทียบสิ่งที่เป็นนามธรรม โดยนำมโนทัศน์ที่มีลักษณะเป็นรูปธรรมมากกว่ามาใช้ เพื่อทำให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ค่อนข้างเข้าใจได้ยากและมีความซับซ้อนได้ง่ายยิ่งขึ้น เช่น [การไหลของกระแสไฟฟ้าเป็นการไหลของกระแสน้ำ] กล่าวคือ เราสามารถเข้าใจลักษณะของการไหลของกระแสไฟฟ้าที่มองไม่เห็นและสัมผัสไม่ได้ โดยอาศัยแนวเทียบจากการไหลของกระแสน้ำที่เราสามารถสังเกตเห็นได้ในชีวิตจริง ทำให้มีลักษณะเป็นรูปธรรมมากขึ้นจากเดิม หรือคุณสมบัติของความร้อนที่สามารถถ่ายโอนจากที่มีอุณหภูมิสูงกว่า ไปยังที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า โดยที่ความร้อนที่มีลักษณะเป็นรูปธรรมนั้น แสดงคุณสมบัติบางอย่างที่เหมือนกับสิ่งที่เป็นรูปธรรม ลักษณะ

ดังกล่าวสามารถสังเกตได้จากรูปคำศัพท์ “ถ่ายโอน” ที่ปรากฏในปริบท ดังนั้นความรู้นี้จึงเป็นเสมือนกับสิ่งของที่สามารรถจับต้องได้

ผู้วิจัยพบว่ามโนทัศน์ต่าง ๆ ที่เป็นความหมายต้นทางหรือแบบเปรียบที่นำมาใช้อธิบายความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ปรากฏในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยนั้น สามารถแบ่งเป็นกลุ่มของมโนทัศน์กลุ่มใหญ่ที่นำมาใช้อธิบายความคิดทางวิทยาศาสตร์ได้ 4 กลุ่ม คือ

**1. มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิต** แสดงลักษณะทางมโนทัศน์ย่อย ๆ 9 ลักษณะ ดังนี้ มโนทัศน์แสดงรูปลักษณ์ มโนทัศน์แสดงหน้าที่ มโนทัศน์แสดงพื้นที่ มโนทัศน์แสดงตำแหน่ง มโนทัศน์แสดงเส้นทาง มโนทัศน์แสดงความต่อเนื่อง มโนทัศน์แสดงพื้นที่และปริมาณ มโนทัศน์แสดงการเคลื่อนที่และปริมาณ และมโนทัศน์แสดงทิศทางและการเคลื่อนที่

**2. มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งไม่มีชีวิต** แสดงลักษณะทางมโนทัศน์ย่อย ๆ 5 ลักษณะ ได้แก่ มโนทัศน์แสดงรูปลักษณ์ มโนทัศน์แสดงหน้าที่ มโนทัศน์แสดงพื้นที่ มโนทัศน์แสดงเส้นทาง และ มโนทัศน์แสดงความต่อเนื่อง

**3. มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติ** แสดงลักษณะทางมโนทัศน์ย่อย 2 ลักษณะ ได้แก่ มโนทัศน์แสดงรูปลักษณ์ และ มโนทัศน์แสดงตำแหน่ง

**4. มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับสถานที่** แสดงลักษณะทางมโนทัศน์ย่อย 3 ลักษณะ ได้แก่ มโนทัศน์แสดงรูปลักษณ์ มโนทัศน์แสดงหน้าที่ และ มโนทัศน์แสดงพื้นที่

จากลักษณะของมโนทัศน์ที่นำมาใช้นั้นอาจสรุปได้ว่ามนุษย์มักนำสิ่งที่อยู่ใกล้ตัวมาใช้เพื่อทำความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ และสิ่งที่ใกล้ตัวมนุษย์ที่สุดก็คือประสบการณ์ที่เกิดขึ้นกับมนุษย์เอง ซึ่งมีทั้งประสบการณ์ที่เกี่ยวกับร่างกาย และประสบการณ์ที่มนุษย์มีต่อสิ่งอื่นในโลก จากนั้นจึงทำความเข้าใจจากสิ่งที่อยู่ไกลตัวมนุษย์ออกไป โดยการสังเกตลักษณะต่าง ๆ ของวัตถุรอบตัวมาใช้สำหรับในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์นั้นมโนทัศน์ของแบบเปรียบที่นำมาใช้อธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ล้วนเป็นสิ่งที่โยงกับประสบการณ์ที่มนุษย์มีทั้งทางตรงและทางอ้อม

ส่วนลักษณะเด่นทางมโนทัศน์ของแบบเปรียบและสิ่งที่ถูกเปรียบที่ปรากฏในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยนั้น มีดังนี้

### **1. ลักษณะเด่นทางมโนทัศน์ของสิ่งที่ถูกเปรียบ**

สิ่งที่ถูกเปรียบหรือ Target domain ของอุปลักษณวิทยาศาสตร์นั้นก็คือ ความรู้แนวคิดทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ อาทิเช่น ปฏิกริยาทางเคมี ความรู้ทางดาราศาสตร์ ความรู้เกี่ยวกับระบบอวัยวะต่าง ๆ เป็นต้น สำหรับลักษณะเด่นของสิ่งที่ถูกเปรียบ มีดังนี้ เป็นสิ่งที่เปราะบางน้อยกว่าแบบเปรียบ เข้าใจยาก และมีความซับซ้อน

## 2. ลักษณะเด่นทางมโนทัศน์ของแบบเปรียบเทียบ

แบบเปรียบเทียบ หรือ source domain ของอุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยมีความหลากหลายของลักษณะทางมโนทัศน์ที่นำมาใช้สื่อแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นประโยชน์ในการช่วยอธิบายความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่มีลักษณะเป็นรูปธรรมน้อยกว่าสังเกตเห็นได้ยาก ซับซ้อน และ เข้าใจยาก ลักษณะเด่นของแบบเปรียบเทียบที่พบในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย มีดังนี้ แบบเปรียบเทียบเป็นรูปธรรมมากกว่าสิ่งที่ถูกเปรียบเทียบ มีลักษณะที่ไม่ซับซ้อน เข้าใจง่าย และเกี่ยวข้องกับประสบการณ์ของมนุษย์

ความสัมพันธ์ของแบบเปรียบเทียบและสิ่งที่ถูกเปรียบเทียบที่ปรากฏในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยมีลักษณะดังนี้ ทั้งแบบเปรียบเทียบและสิ่งที่ถูกเปรียบเทียบมีลักษณะร่วมกันทางความหมายและตีความได้อย่างชัดเจนไม่คลุมเครือ แบบเปรียบเทียบมีลักษณะเป็นรูปธรรมมากกว่าสิ่งที่ถูกเปรียบเทียบซึ่งมีลักษณะเป็นนามธรรม แบบเปรียบเทียบที่ใช้มีพื้นฐานมาจากประสบการณ์ของมนุษย์ และแบบเปรียบเทียบมีลักษณะที่เข้าใจง่ายกว่าสิ่งที่ถูกเปรียบเทียบ

นอกจากนี้รูปภาพแสดงอุปลักษณะที่ปรากฏในรูปคำศัพท์บางคำทั้งในภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ยังได้แสดงให้เห็นระบบมโนทัศน์ที่ปรากฏจากรูปภาพเหล่านั้นในลักษณะที่เหมือนหรือต่างกันอีกด้วย สิ่งที่น่าสนใจคือคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นภาษาไทยบางคำนั้น สามารถสื่อมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ได้เหมาะกับผู้เรียนที่เป็นคนไทยมากกว่า และมีลักษณะที่เป็นรูปธรรมมากกว่าคำศัพท์ในภาษาอังกฤษ เนื่องจากคำศัพท์บางคำเป็นสิ่งที่ปรากฏอยู่ในสังคมวัฒนธรรมของผู้เรียนที่เป็นคนไทย ทำให้สามารถสื่อมโนทัศน์ได้ชัดเจนกว่าการรับเอามโนทัศน์ที่ปรากฏในสังคมตะวันตกมาใช้ อย่างไรก็ตามเมื่อสังเกตจากข้อมูลอุปลักษณะส่วนใหญ่แล้ว พบว่าอุปลักษณะที่ปรากฏใช้ในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์นั้นเป็นการรับระบบมโนทัศน์ที่เป็นระบบใหญ่ของกลุ่มคนที่ศึกษาวิทยาศาสตร์ ระบบมโนทัศน์ดังกล่าวจึงมีลักษณะเป็นสากลในสังคมวิทยาศาสตร์ ในขณะที่อุปลักษณะบางคำได้นำมโนทัศน์ที่คนในสังคมไทยเข้าใจได้ง่ายกว่ามาใช้เพื่อสื่อแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการเลือกใช้รูปภาพที่คำนึงผู้เรียนในที่นี่ก็คือนักเรียนไทย ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น

### 5.1.2 หน้าที่ของอุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย

จากการศึกษาองค์ประกอบทางการสื่อสารที่ปรากฏในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย นั้น พบว่า องค์ประกอบที่มีส่วนสำคัญในการศึกษาด้านหน้าที่ของอุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย ได้แก่ ผู้ร่วมการสื่อสาร (participants) วัตถุประสงค์ในการสื่อสาร (ends) เครื่องมือ

(instrumentalities) บรรทัดฐานในการปฏิสัมพันธ์และการตีความ (norms of interaction & interpretation) และ ประเภทของการสื่อสาร (genre) กล่าวคือ หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยมีผู้สื่อสาร คือ ผู้เขียน และมีครูผู้สอน มีวัตถุประสงค์ในการถ่ายทอดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องตรงกันให้แก่ผู้รับสาร ซึ่งก็คือนักเรียนไทยในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และระดับอุดมศึกษา ผู้รับสารเหล่านี้ยังมีพื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่มาก ผู้เขียนได้ใช้วิธีการสื่อสารที่ชัดเจนและใช้เครื่องมือที่หลากหลายเพื่อช่วยในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์ อุปลักษณะเป็นวิธีหนึ่งที่น่าสนใจเพื่อทำความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ให้แก่นักเรียนไทย และประเภทของการสื่อสารที่เป็นหนังสือเรียนยังส่งผลให้ภาษาและน้ำเสียงที่ใช้เป็นไปในลักษณะที่จริงจังและเป็นทางการ เนื่องจากมุ่งเน้นการถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง ดังนั้นผู้ร่วมสื่อสารทั้งสองฝ่ายจึงต้องมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์บางส่วนร่วมกัน จึงจะช่วยให้สามารถเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการอธิบายได้

หน้าที่ของอุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยนั้น มีหน้าที่ด้านการถ่ายทอดความคิด และหน้าที่ด้านการเรียบเรียงความ โดยไม่ปรากฏหน้าที่ด้านบุคคลสัมพันธ์ ซึ่งลักษณะทางด้านหน้าที่ที่ปรากฏนี้สอดคล้องกับการศึกษาหน้าที่ของอุปลักษณะประเภทเรื่องทางวิทยาศาสตร์ที่ Goatly (1998) ได้ศึกษาเอาไว้ จึงอาจกล่าวได้ว่าปริศนาที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์นั้นจะเน้นในเรื่องของการถ่ายทอดความคิดมากกว่าหน้าที่ทางด้านอื่น ๆ

### 5.1.2.1 หน้าที่ของอุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย

หน้าที่ของอุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทย มี 2 ประการ คือ

#### 1. **อุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยทำหน้าที่ด้านการถ่ายทอดความคิด**

หน้าที่ของอุปลักษณะในด้านนี้ประกอบด้วยลักษณะ 4 ประการ คือ

ประการแรก อุปลักษณะมีส่วนช่วยให้เข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น โดยการสื่อมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในรูปคำศัพท์ เช่น การเรียกปฏิกริยาทางเคมีที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องว่า “ปฏิกริยาลูกโซ่”

ประการที่สอง อุปลักษณะช่วยสร้างแบบจำลองทางความคิด เพื่อให้เข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้ง่าย เช่น สร้างแบบจำลองการไหลของกระแสไฟฟ้าว่าเหมือนกับการไหลของกระแสในน้ำ

ประการที่สาม อุปลักษณะทำหน้าที่เปลี่ยนมุมมองของผู้เรียน โดยเปลี่ยนวิธีคิด หรือ การมองสิ่งต่าง ๆ ให้ต่างออกไปจากเดิม เช่น การมองว่ารูปร่างของมดลูกเหมือนกับรูปร่างของผล ชมพู

ประการที่สี่ อุปลักษณะช่วยเสริมความในบริบทเพื่อช่วยสร้างความเข้าใจ เป็นการ อธิบายเสริมเข้ามาโดยการใช้อุปลักษณะเพื่อให้เข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้ชัดเจนขึ้น

## 2. อุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยทำหน้าที่ด้านการเรียบเรียงความ

มีลักษณะสองประการคือหนึ่งอุปลักษณะเป็นการใช้คำน้อยแต่กินความมาก ซึ่งคล้ายกับการสรุปความของสิ่งที่ต้องการกล่าวถึง แต่สามารถสื่อความได้ชัดเจนกว่า

อุปลักษณะช่วยทำให้เกิดความต่อเนื่องในเนื้อความ ในลักษณะของการใช้อุปลักษณะ ในชุดเดียวกัน เช่น การอธิบายเรื่อง โรค anoxia กับการขนส่งนม การเปรียบเทียบเป็นลำดับ ต่อเนื่องกัน ทำให้เนื้อความที่กล่าวถึงเรื่องนี้มีลักษณะเชื่อมโยงสัมพันธ์กันอย่างเป็นระบบ

### 5.1.2.2 ลักษณะเด่นทางหน้าที่ของอุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยเปรียบเทียบกับหน้าที่ของอุปลักษณะในปริจเฉทต่างประเภท

อุปลักษณะที่ปรากฏในปริจเฉทประเภทที่ต่างกัน ย่อมนำมาใช้เพื่อวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกันไปด้วย อุปลักษณะบางปริจเฉทเน้นหน้าที่ทางด้านบุคคลสัมพันธ์มากกว่าหน้าที่ด้านอื่น เช่น อุปลักษณะที่นักการเมืองเลือกใช้เพื่อประโยชน์ในการโน้มน้าวใจ หรือสร้างภาพพจน์ให้แก่ตนเอง อุปลักษณะในปริศนาคำทายในเชิงของการสร้างเสริมอารมณ์ขัน อีกทั้งยังช่วยเสริมสร้างความสนิทสนมภายในกลุ่มคนที่อยู่ร่วมในบริบทการสื่อสารนั้นอีกด้วย อุปลักษณะบางอย่างยังแสดงลักษณะของการตีความได้อย่างหลากหลาย หรือแสดงลักษณะของความกำกวม ทำให้ผู้รับสารเข้าใจความหมายของอุปลักษณะดังกล่าวได้ไม่ตรงตามกับผู้ส่งสารต้องการจะสื่อ ในขณะที่อุปลักษณะที่ปรากฏอยู่ในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์เน้นหน้าที่ในการถ่ายทอดความคิดเป็นหลัก เนื่องจากอุปลักษณะที่นำมาใช้ได้แสดงลักษณะเด่นที่มีร่วมกันระหว่างแบบเปรียบเทียบและสิ่งที่ถูกเปรียบเทียบ เพื่อใช้อธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ลักษณะดังกล่าวทำให้อุปลักษณะสามารถทำหน้าที่ในการถ่ายทอดความคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจนยิ่งขึ้น ไม่นำไปสู่การตีความที่หลากหลาย นอกจากนี้ถ้อยคำแวดล้อมที่ปรากฏในปริจเฉทยังช่วยให้เข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่พูดถึงได้ง่ายขึ้น อย่างไรก็ตามเมื่อผู้เรียนอยู่ในระดับขั้นที่สูงขึ้นหัวข้อที่พูดถึงนั้นอาจไม่ต้องอาศัยการ

อธิบายความ แต่จะเปลี่ยนเป็นการใช้รูปภาพแสดงอุปลักษณะแทน เนื่องจากผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้เดิมอยู่ก่อนแล้ว เรื่องดังกล่าวจึงไม่ใช่เรื่องใหม่ที่จะต้องอาศัยการอธิบายประกอบอีก

## 5.2 อภิปรายผล

5.2.1 อุปลักษณะที่นำมาใช้อธิบายความทางวิทยาศาสตร์ ล้วนมีความสัมพันธ์กับประสบการณ์ของมนุษย์ ดังจะเห็นได้จากรูปภาพแสดงอุปลักษณะที่ปรากฏในการอธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยที่เป็นการนำคำที่แสดงมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับประสบการณ์ทางกายของมนุษย์ หรือประสบการณ์ของมนุษย์ที่มีต่อสิ่งอื่นในโลกมาใช้เพื่อสื่อความคิดเหล่านั้น นอกจากนี้ยังมีการนำประสบการณ์จากการสังเกตวัตถุที่อยู่รอบ ๆ ตัวมาใช้เพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่ไม่สามารถมองเห็นได้ เช่น อวัยวะภายในร่างกายของมนุษย์อีกด้วย

5.2.2 ประเภทของการสื่อสารมีผลต่อหน้าที่ของอุปลักษณะ จะเห็นได้จากจุดมุ่งหมายของการสื่อสารในแต่ละครั้งว่าผู้สื่อสารต้องการนำเสนอประเด็นอะไรเมื่อใช้อุปลักษณะ และมีการสื่อสารเกิดขึ้นกับใคร เป็นไปด้วยวัตถุประสงค์ใด ในส่วนของหน้าที่อุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยนั้นเราจะเห็นได้อย่างชัดเจนว่าอุปลักษณะที่ใช้ในการสื่อสารครั้งนี้ใช้เป็นเครื่องมือหนึ่งที่ช่วยสร้างความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นเรื่องที่ใหม่หรือเข้าใจยากสำหรับผู้เรียนไทย ดังนั้นการใช้อุปลักษณะดังกล่าวจึงเน้นในการถ่ายทอดความคิดที่ชัดเจนตรงกัน และไม่ปรากฏลักษณะของการตีความไปได้หลายแบบ ซึ่งเป็นข้อแตกต่างของอุปลักษณะในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์กับการใช้อุปลักษณะที่ปรากฏใช้ในการสื่อสารอื่น ๆ

5.2.3 หน้าที่ของอุปลักษณะที่ปรากฏในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ไทยนั้น เป็นไปตามแนวคิดของ Goatly จากการศึกษานำหน้าที่ของอุปลักษณะจากประเภทของปริจเฉทที่แตกต่างกัน เห็นได้ว่าหน้าที่ของอุปลักษณะที่ปรากฏในการวิเคราะห์เกี่ยวกับบทความทางวิทยาศาสตร์ มุ่งเน้นหน้าที่ด้านการถ่ายทอดความคิดมากกว่าหน้าที่ด้านการเรียบเรียงความ เช่นเดียวกับหน้าที่ของอุปลักษณะที่ปรากฏในงานวิจัยเรื่องนี้ อีกทั้งยังไม่ปรากฏหน้าที่ทางด้านบุคคลสัมพันธ์ จึงอาจกล่าวได้ว่าประเภทของปริจเฉทที่จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน คือ ปริจเฉทที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์นั้น จะมุ่งเน้นในการถ่ายทอดความรู้ ความคิดทางวิทยาศาสตร์เป็นหลัก ทำให้อุปลักษณะในฐานะเครื่องมือทางภาษาอย่างหนึ่งนั้นนำมาใช้เพื่อการถ่ายทอดความคิดเป็นสำคัญ

5.2.4 อุปลักษณะบางอย่างที่อยู่ในระบบความคิด ความคุ้นเคยของสังคมไทยสามารถสื่อความได้ดีกว่าการรับภาษาต่างประเทศมาใช้โดยตรง จะเห็นได้จากคำศัพท์ที่เป็นรูปภาพแสดงอุปลักษณะในภาษาไทย ซึ่งเป็นการนำเอาสิ่งต่าง ๆ ที่มีอยู่ในสังคมไทยมาใช้เพื่อสื่อความคิดทางวิทยาศาสตร์ และถือเป็นข้อดีของการนำเอาความคิดที่อยู่ในสังคมไทยมาใช้เพราะสามารถสื่อ

มโนทัศน์บางประการที่ชัดเจนและมีความเป็นรูปธรรมมากกว่า เข้าใจได้ง่ายกว่าการรับเอาระบบมโนทัศน์ที่อยู่ในสังคมต่างภาษาซึ่งเป็นเรื่องที่ไกลตัวของผู้เรียนมาใช้

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ควรมีการศึกษาอุปลักษณะในงานเขียนทางศาสนา ในฐานะที่เป็นการใช้ภาษาในการถ่ายทอดความคิดอย่างหนึ่ง เช่น การศึกษาการอธิบายเกี่ยวกับพระอภิธรรมปิฎกซึ่งเป็นหลักธรรมทางพระพุทธศาสนา ในบริจเจทการเขียนและการพูด และศึกษาเปรียบเทียบระหว่างการอธิบายหลักธรรมที่เป็นภาษาไทยและการอธิบายที่เป็นภาษาอังกฤษว่ามีการใช้อุปลักษณะที่แตกต่างกันอย่างไร

5.3.2 ควรมีการศึกษาอุปลักษณะในภาษาเฉพาะวงการ เช่น ศิลปกรรม สถาปัตยกรรม

5.3.3 การศึกษาอุปลักษณะไม่ได้จำกัดเพียงการศึกษารูปภาษาเท่านั้น แต่อุปลักษณะยังปรากฏในลักษณะอื่น ๆ ด้วย เช่น รูปภาพ เครื่องหมาย สัญลักษณ์ต่าง ๆ ดังนั้นควรมีการศึกษาอุปลักษณะโดยใช้ข้อมูลดังกล่าวในการศึกษา ทำความเข้าใจว่ามนุษย์มีวิธีในการทำ ความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ เหล่านั้นได้อย่างไร

5.3.4 ควรมีการศึกษาอุปลักษณะในงานโฆษณาไทยในฐานะของสื่อสร้างการโน้มน้าวใจ

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## รายการอ้างอิง

### ภาษาไทย

กฤษณา ชูติมา. 2547. **หลักเคมีทั่วไป**. เล่ม 1, พิมพ์ครั้งที่ 16. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กิ่งแก้ว วัฒนเสริมกิจ. 2547. **ชีววิทยา: สัตววิทยา 1**. กรุงเทพฯ: โครงการตำราวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มูลนิธิส่งเสริมโอลิมปิกวิชาการและพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษา.

จิตติมา จารยะพันธุ์. 2539. **อุปลักษณะสงครามในข่าวกีฬาหนังสือพิมพ์ไทย**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาภาษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. คณะวิทยาศาสตร์. ภาควิชาเคมี. 2535. **เคมีทั่วไป**. เล่ม 1, พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. คณะวิทยาศาสตร์. ภาควิชาเคมี. 2542. **เคมีทั่วไป**. เล่ม 2, พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. คณะวิทยาศาสตร์. ภาควิชาฟิสิกส์. 2546. **ฟิสิกส์ 1**. พิมพ์ครั้งที่ 12. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. คณะวิทยาศาสตร์. ภาควิชาฟิสิกส์. 2547. **ฟิสิกส์ 2**. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เจ. เอช. กรีน แปลโดย จีระศักดิ์ นพคุณ. 2527. **สรีรวิทยาคลินิกขั้นพื้นฐาน**. กรุงเทพฯ: คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ชัชวดี ศรลัมพ์. 2538. **การศึกษามโนทัศน์ของคำว่า “เข้า”**. วิทยานิพนธ์ปริญญา  
มหาบัณฑิต, ภาควิชาภาษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชัชวดี ศรลัมพ์. 2548. อุปลักษณะตามแนวคิดของทฤษฎีภาษาศาสตร์ปริชาน. **วารสารศิลป  
ศาสตร์ 1** (มกราคม-มิถุนายน 2548): 1-16.
- ณัฐพร พานโพธิ์ทอง. 2542. หน้าที่อุปลักษณะจากมุมมองผู้พูดภาษาไทย. **วารสารภาษาและ  
วรรณคดีไทย 16** (ธันวาคม 2542) : 249-268.
- เดล ควาลไฮม์. 2543. **อุปลักษณะเกี่ยวกับมโนทัศน์เรื่องเวลาในภาษาไทยและ  
ภาษาอังกฤษ**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาภาษาศาสตร์ บัณฑิต  
วิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ประดิษฐ์ พงศ์ทองคำ. 2547. **ชีววิทยา 3**. กรุงเทพฯ: โครงการตำราวิทยาศาสตร์และ  
คณิตศาสตร์ มูลนิธิส่งเสริมโอลิมปิกวิชาการและพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษา.
- ปรีชา สุวรรณพินิจ และ นางลักษณะ สุวรรณพินิจ. 2546. **ชีววิทยา 2**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ:  
สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปรีชา สุวรรณพินิจ และ นางลักษณะ สุวรรณพินิจ. 2547. **ชีววิทยา 1**. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ:  
สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พรชัย พัชรินทร์ตะกุล. 2528. **ดาราศาสตร์และดาราศาสตร์เบื้องต้น**. กรุงเทพฯ:  
สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พินิติ รตะนานุกูล และคนอื่นๆ. 2547. **เคมี**. กรุงเทพฯ: โครงการตำราวิทยาศาสตร์และ  
คณิตศาสตร์ มูลนิธิส่งเสริมโอลิมปิกวิชาการและพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษา.
- พูนพิภพ เกษมทรัพย์. 2549. **ชีววิทยา 2**. กรุงเทพฯ: โครงการตำราวิทยาศาสตร์และ  
คณิตศาสตร์ มูลนิธิส่งเสริมโอลิมปิกวิชาการและพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษา.

- มันลิน ตันกุลเวศม์. 2542. **วิศวกรรมการประปา เล่ม 1**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มาร์กาเรต อุโฆษกุล. 2542. **มโนอุปลักษณะซึ่งเป็นที่มาของการใช้คำว่า “หน้า” ในภาษาไทย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต, ภาควิชาภาษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยพายัพ.
- มีรินดำ บูรุ่งโรจน์. 2548. **อุปลักษณะเชิงมโนทัศน์เกี่ยวกับผู้หญิงในบทเพลงลูกทุ่งไทย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต, ภาควิชาภาษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- ราชบัณฑิตยสถาน. 2546. **พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ.2542**. กรุงเทพฯ: นานมีบุ๊คส์พับลิเคชั่น.
- ลัญจกร วุฒิสัทติกุลกิจ. 2544. **วิศวกรรมโทรคมนาคม**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิล ไชนธเนศ และคนอื่น ๆ. 2539. **กายวิภาคศาสตร์ของมนุษย์**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ภาควิชากายวิภาคศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชา. 2543. **วิทยาศาสตร์เส้นใย**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วุทธิพันธุ์ ปรัชญพฤทธิ. 2547. **ฟิสิกส์**. กรุงเทพฯ: โครงการตำราวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มูลนิธิส่งเสริมโอลิมปิกวิชาการและพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษา.
- วุทธิพันธุ์ ปรัชญพฤทธิ. 2548. **ฟิสิกส์: แม่เหล็กไฟฟ้า**. กรุงเทพฯ: โครงการตำราวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มูลนิธิส่งเสริมโอลิมปิกวิชาการและพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษา.

- ศิริพร ภัคดีผาสุข. 2547. สมณานามนักการเมือง: การละเล่นทางภาษาเพื่อวิจารณ์การเมืองไทยของสื่อมวลชน. ใน **รู้ทันภาษา รู้ทันการเมือง**, 74-107. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ขอคิดด้วยคน.
- ศิริพร ภัคดีผาสุข. 2549. อารมณ์ขันในการ์ตูนการเมืองไทย. **วารสารภาษาและวรรณคดีไทย 23** (ธันวาคม 2549): 86-143.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2547. **หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานเพิ่มเติม เคมี เล่ม 1**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2547. **หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานเพิ่มเติม เคมี เล่ม 2**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2547. **หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานเพิ่มเติม เคมี เล่ม 3**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2547. **หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานเพิ่มเติม เคมี เล่ม 4**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2548. **หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานเพิ่มเติม เคมี เล่ม 5**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2548. **หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 1**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.



- สีมา ชัยสวัสดิ์. 2548. **ชีววิทยา: สัตววิทยา 2**. กรุงเทพฯ: โครงการตำราวิทยาศาสตร์และ  
คณิตศาสตร์ มูลนิธิส่งเสริมโอลิมปิกวิชาการและพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษา.
- สุกัญญา รุ่งแจ้ง. 2548. **อุปลักษณะเชิงมโนทัศน์ของการใช้คำว่า “ใจ” ในภาษาไทย**.  
วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาภาษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- สุจิตรา แซ่ลิ้ม. 2549. **ความกำกวมอย่างจงใจในปริศนาคำทายร่วมสมัยของไทย**.  
วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาภาษาไทย บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์  
มหาวิทยาลัย.
- โสภาวรรณ แสงไชย. 2537. **กริยารอง “ขึ้น” และ “ลง” ในภาษาไทย**. วิทยานิพนธ์ปริญญา  
มหาบัณฑิต, ภาควิชาภาษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อมรา ประสิทธิ์รัฐสินธุ์. 2541. **ภาษาศาสตร์สังคม**. ตำราภาควิชาภาษาศาสตร์ คณะอักษร  
ศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อนันตสิน เตชะกำพูน และ วุทธิพันธุ์ ปรีชญพฤทธิ. 2548. **อุณหพลศาสตร์**. กรุงเทพฯ:  
โครงการตำราวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มูลนิธิโอลิมปิกวิชาการและพัฒนา  
มาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษา.
- อักษร ศรีเป็ล่ง และคนอื่น ๆ. 2547. **ชีววิทยา 1**. กรุงเทพฯ: โครงการตำราวิทยาศาสตร์และ  
คณิตศาสตร์ มูลนิธิโอลิมปิกวิชาการและพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษา.
- อุทุมพร มีเจริญ. 2542. **การศึกษาความหมายเปรียบเทียบของคำศัพท์อวัยวะร่างกายใน  
ภาษาไทย**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาภาษาศาสตร์ บัณฑิต  
วิทยาลัย มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- อุษา พุฒิชัยวิบูลย์. 2544. **การศึกษาอุปลักษณะเรื่องการเมืองในภาษาไทยตามแนว  
อรรถศาสตร์ปริชาน**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาภาษาศาสตร์  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

อุษณีย์ ยศยิ่งยวด. 2548. **ซีววิทยา: สัตววิทยา 3**. กรุงเทพฯ: โครงการตำราวิทยาศาสตร์และ  
คณิตศาสตร์ มูลนิธิส่งเสริมโอลิมปิกวิชาการและพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษา.

### ภาษาอังกฤษ

Black, M. 1979. More about metaphor. In A. Ortony (ed.), **Metaphor and thought**, pp.  
19-45. Cambridge: Cambridge University Press

Boyd, Richard. 1979. Metaphor and Theory Change: What is "Metaphor" and  
Metaphor for? In A. Ortony (ed.), **Metaphor and thought**, pp. 356-408.  
Cambridge: Cambridge University Press.

Chateris-Black, Jonathan. 2005. **Politicians and Rethoric: The persuasive power of  
metaphor**. United Kingdom: Palgrave Macmillan.

Fernandez, J.W. 1986. **Persuasion and Performances: The play of tropes in culture**.  
Chicago: University of Chicago Press.

Foley, William. 1997. Models and metaphor. In **Antropological Linguistic: An  
introduction**, pp.179-191. Oxford: Blackwell.

Gentner, Dedre and Gentner, Donald. 1983. "Flowing Waters or Teeming Crowds:  
Mental Models of Electricity." In Gentner, Dedre and Stevens, Albert L.  
(eds.), **Mental models**, pp. 99-130. Hillsdale, NJ: Lawrence Earlbaum  
Associates.

- Gibbs, Jr., Raymond W. 1994. **The poetic of mind: Figurative thought, language and understanding**. New York: Cambridge University Press.
- Goatly, A. 1998. **The language of metaphors**. London: Routledge.
- Grice, P. 1975. Logic and conversation. In P. Cole and J. Morgan (eds.), **Syntax and semantics 3**, pp. 41-58. New York: Academic Press.
- Halliday, M.A.K. 1994. **An introduction to functional grammar**. 2<sup>nd</sup> ed. London: Arnold.
- Hiene, Bernd, Ulrike Claudi, and Friederike Hünne Meyer. 1991. **Grammaticalization: A conceptual framework**. Chicago: University of Chicago Press.
- Hymes, Dell. 1974. Toward Ethnographies of Communication. In Dell Hymes (ed.), **Foundations in Sociolinguistics**, pp. 3-27. Philadelphia: University of Pennsylvania.
- Khun, Thomas S. 1979. Metaphor in Science. In A. Ortony (ed.), **Metaphor and thought**, pp. 409-419. Cambridge: Cambridge University Press.
- Knudsen, Susanne. 2003. Scientific metaphors going to public. **Journal of pragmatics 35**: 1247-1263.
- Kövecses, Z. 2002. **Metaphor: A practical introduction**. Oxford: Oxford University Press.
- Lakoff, G., and Johnson, M. 1989. **Metaphors we live by**. Chicago: University of Chicago Press.
- Patrie, H. 1979. Metaphor and learning. In A. Ortony (ed.), **Metaphor and thought**, pp. 438-461. Cambridge: Cambridge University Press.



Richards, I.A. 1936. **The Philosophy of Rhetoric**. Oxford: Oxford University Press.

Roberts, R. 1992. **The production of figurative language: Function and context**.  
Memphis State University Ph.D. Dissertation.

Saeed, John. 1997. **Semantics**. Cambridge, MA: Blackwell.

Seitel, Peter. 1969. Proverbs: A social use of metaphor. In Wolfgang Meger and Alan Dundes (eds.), **The wisdom of many: Essays on the proverbs**, pp. 122-139. Madison: University of Wisconsin Press.

Stambovsky, Phillip. 1988. **The depictive image: Metaphor and literary experience**. Amherst: University of Massachusetts.

Steen, Gerard. 1999. Analyzing metaphor in literature: With examples from William Wordsworth's "I wandered lonely as a cloud". **Poetics today** 20: 499-522.

Sticht, T. 1979. Educational uses of metaphor. In A. Ortony (ed.), **Metaphor and thought**, pp. 474-485. Cambridge: Cambridge University Press.

Ullmann, S. 1962. **Semantics: An introduction to the science of meaning**. Oxford: Basil Blackwell.

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## คำศัพท์วิทยาศาสตร์ในภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

ภาษาไทย	ภาษาอังกฤษ
กรวยไต	pelvis
กระจกตา	cornea
กระดูกโกลน	stapes
กระดูกค้อน	malleus
กระดูกทั่ง	incus
กล่องเสียง	larynx
กลุ่มหมอกประจุอวกาศ	space-charge cloud
การคายน้ำ	transpiration
แก้วหู	tympanum หรือ tympanic membrane หรือ ear drum
ขวดแม่เหล็ก	magnetic bottle หรือ magnetic mirror
ซี่ปอด	bronchi
เขี้ยวใบหรือติ่งใบ	auricle
คลื่นใต้เสียง	infrasound
คลื่นเหนือเสียง	ultrasound
โครโมโซมที่เกิดขึ้นใหม่	daughter cromosome
ช่องคลอด	vagina
เซลล์แม่	mother cell
เซลล์ลูก	daughter cell
ดาวในครรภ	propostar
ดาวสหาย	companion
ต่อมหมวกไต	adrenal gland
ตา (ของต้นไม้)	bud
ถ้วยเก็บประจุลิเดน	Lyden jar
ถุงลม	alveolus
ท่อนำไข่	oviduct
ท่อไปถุงลม	alveolar
ธาตุผู้รับ	acceptor element
ธาตุผู้ให้	doner element

ภาษาไทย	ภาษาอังกฤษ
นิวไคลด์แม่	parent nuclide
นิวไคลด์ลูก	daughter nuclide
แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก	charge cloud model of atom
ปฏิกิริยาคายความร้อน	exothermic reaction
ปฏิกิริยาคายพลังงาน	exergonic reaction
ปฏิกิริยาดูดความร้อน	endothermic reaction
ปฏิกิริยาดูดพลังงาน	endergonic reaction
ปฏิกิริยาลูกโซ่	chain reaction
ประจำเดือน	menstruation
ปรากฏการณ์รีปลาวาฟ	red tide
ปากแตร	oviducal funnel หรือ fimbrial
ปากทางน้ำเข้า	intake area
ปากใบ	stoma
ปีกบน หรือ คอร์ซัลฮอร์น	dorsal horn
ปีกมดลูก	fallopian
ปีกล่าง หรือ เวนทรัลฮอร์น	ventral horn
ผ้าชีรุว	rumen
ฝนรังสีคอสมิก	cosmic ray showers
ฝนอุกกาบาต	meteor shower
ฝาปิดกล่องเสียง	epiglottis
พอค้ำติเมีย, หญ้ารังไก่อ	small club moss
พื้นท้องทะเล	sea floor
พื้นท้องน้ำ	benthic zone
ม่านตา	iris
มือเกาะ	tendrill
รังไข่	ovary
รังผึ้ง	reticulum
รากแก้ว	primary root หรือ tap root
ราวบันได (DNA)	backbones
ลิ้นไก่	uvula

ภาษาไทย	ภาษาอังกฤษ
ลิ้นใบ	ligule
สมาคมดาว	association
สามสิบกลีบ	omasum
สายใยอาหาร	food web
สาหร่ายไฟ	stone wort
แสงขั้วโลก	aurora
แสงใต้	aurora australis
แสงเหนือ	aurora borealis
ไส้ติ่ง	appendix
หนอนจักร	wheel animal
หนังกำพร้า	epidemis
หมอนรองกระดูก	cartilage
หม้อแปลง	transformer
หม้อแปลงขึ้น	step up transformer
หม้อแปลงลง	step down transformer
หลังคาเบ้าตา	temporal bone
ห่วงโซ่อาหาร	food chain
หัวใจห้องบน	atrium
หัวใจห้องล่าง	ventricle
หูใบ	stipule
หูรูด	spinctor

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาววิลาวัลย์ วิษณุเวทิน เกิดเมื่อวันที่ 16 มกราคม พ.ศ.2525 ที่จังหวัดแพร่ สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนนารีรัตน์จังหวัดแพร่ เข้าศึกษาต่อระดับอุดมศึกษาในสาขาวิชาภาษาไทย คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ปีการศึกษา 2543 สำเร็จการศึกษาในปีการศึกษา 2546 ต่อมาได้เข้าศึกษาต่อในสาขาวิชาภาษาไทย คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2547



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย