

การออกแบบหนังสือการเรียนรู้ด้านดาราศาสตร์เรื่อง "ข้างนอกโลก"  
สำหรับเยาวชนอายุ 16 – 22 ปี



วิทยานิพนธ์เสนอเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาระดับปริญญาศิลปกรรมศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชาการออกแบบสื่อวัฒนธรรม  
พฤษภาคม 2559  
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

---

**THE BOOK DESIGN OF ASTRONOMY LEARNING:  
WHAT'S GOING ON OUT THERE? FOR YOUTH AGED 16 – 22**



**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Bachelor of Fine and Applied Arts in Innovative Media Design**

**May 2016**

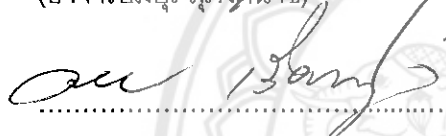
**Copyright 2016 by Naresuan University**


วิทยานิพนธ์ เรื่อง การออกแบบหนังสือการเรียนรู้ด้านดาราศาสตร์ เรื่อง "ข้างนอกโลก"  
สำหรับเยาวชนอายุ 16-22 ปี ของนายกานต์พิศุทธิ ไชยบุตรดา  
ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ศิลปกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาการออกแบบสื่อวัฒนธรรม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

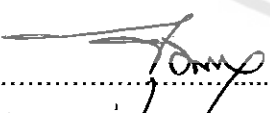
  
.....ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์  
(อาจารย์ลินดา อินทรลักษณ์)

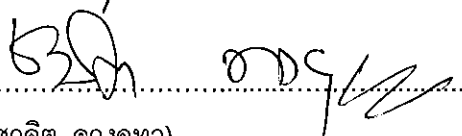
  
.....ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์  
(อาจารย์มยุรี สุกังดนาช)

  
.....กรรมการ  
(ดร.दनัย เรียบสกุล)

  
.....กรรมการ  
(อาจารย์วิสิฐ จันณา)

.....กรรมการ  
(อาจารย์เสกสรรค์ ญาณปัญญานนท์)

  
.....กรรมการ  
(อาจารย์จุมพล เพิ่มแสงสุวรรณ)

  
.....กรรมการ  
(อาจารย์ชวลิต ดวงอุทา)

กรรมการ

(อาจารย์วิสิฐ อรุณรัตน์นันท)

อนันต์

(รองศาสตราจารย์ ดร. นิรัช สูดสังข์)

หัวหน้าภาควิชาศิลปะและการออกแบบ





## ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาช่วยเหลือ แนะนำ และให้คำปรึกษาอย่างดียิ่งจาก อาจารย์ มยุรี สุภังคนาท ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาถ่ายทอดความรู้ แนวคิดวิธีการคำแนะนำและตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่ยิ่ง ผู้วิจัยกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน ที่กรุณาตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และได้กรุณาปรับปรุง แก้ไขข้อบกพร่อง และให้คำแนะนำในการสร้างเครื่องมือให้ถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น รวมทั้งบุคคลที่ผู้วิจัยได้อ้างอิงทางวิชาการตามที่ปรากฏในบรรณานุกรม

ขอขอบพระคุณโรงพิมพ์พลอยการพิมพ์และร้านไฟกัสที่ให้คำแนะนำ เกี่ยวกับระบบการพิมพ์ทั้งหมด คอยให้คำปรึกษาและช่วยแก้ไขด้านงานพิมพ์ ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างมากแก่ผู้วิจัย

ขอขอบพระคุณนางกานต์ชนา เหลือศรีจันทร์ (คุณแม่) และญาติพี่น้องทุกท่านที่คอยช่วยเหลือสนับสนุนทั้งด้านกำลังใจและกำลังทรัพย์ด้วยดีตลอดมา

ขอขอบคุณเพื่อนนิสิตสาขาการออกแบบสื่อวัฒนธรรมทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำและส่งเสริมกำลังใจตลอดมา นอกจากนี้ยังมีผู้ให้ความร่วมมือช่วยเหลืออีกหลายท่าน ซึ่งผู้วิจัยไม่สามารถกล่าวนามในที่นี้ได้หมด จึงขอขอบคุณทุกท่านเหล่านั้นไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

คุณค่าทั้งหลายที่ได้รับจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูตเวทีแด่บิดามารดา และบูรพาจารย์ที่เคยอบรมสั่งสอน ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน

กานต์พิศุทธิ ไชยบุตรดา

ชื่อเรื่อง	การออกแบบหนังสือการเรียนรู้ด้านดาราศาสตร์ เรื่อง "ข้างนอกโลก."
ผู้วิจัย	กานต์พิศุทธิ ไชยบุตรดา
ที่ปรึกษา	มยุรี สุวังคนาช
ประเภทสารนิพนธ์	วิทยานิพนธ์ ศป.บ สาขาวิชาการออกแบบสื่อนวัตกรรม มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2559
คำสำคัญ	การออกแบบหนังสือ

### บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้เพื่อศึกษาการออกแบบหนังสือการเรียนรู้ด้านดาราศาสตร์ ซึ่งนำเสนอในรูปแบบของอินโฟกราฟิก เพื่อให้ผู้อ่านสามารถเข้าใจได้ง่ายและมีความน่าสนใจ สนุกกับการอ่านอยู่เสมอ ตั้งแต่หน้าแรกจนถึงหน้าสุดท้าย เนื่องจากหนังสือดาราศาสตร์มักมีเนื้อหาที่เยอะและเต็มไปด้วยตัวอักษร ที่เห็นแล้วชวนง่วง โดยเฉพาะกับกลุ่มเป้าหมาย(วัยรุ่น) ที่มีอารมณ์ที่เปลี่ยนแปลงได้ง่าย ชอบอะไรที่แปลกใหม่อยู่เสมอ ไม่สามารถอยู่กับข้อมูลยาวๆเหล่านั้นได้ตลอด

การออกแบบหนังสือ ข้างนอกโลก จึงจัดทำขึ้นเพื่อแก้ไขปัญหาต่างๆเหล่านี้ โดยการนำการออกแบบที่ทันสมัยเข้ากับวัยของกลุ่มเป้าหมายมาใช้กับงานวิจัย ทำให้ข้อมูลมีความกระชับและเนื้อหาที่ยังคงอยู่ไว้ซึ่งใจความสำคัญ และการใช้ภาพประกอบมาใช้เพื่อให้ผู้อ่านได้เข้าใจมากยิ่งขึ้นกว่าการอ่านเพียงตัวอักษร

ปัจจุบันมีคนสนใจเรื่องดาราศาสตร์มากยิ่งขึ้น เนื่องจากมีสื่อหลายอย่างที่เข้าถึงได้ง่ายกว่าเมื่อก่อน รวมถึงการออกแบบที่ปัจจุบันนิยมการใช้อินโฟกราฟิกมาใช้กันอย่างแพร่หลาย จึงได้ทำการออกแบบเนื้อหาด้านดาราศาสตร์ ออกมาในรูปแบบของอินโฟกราฟิก โดยหวังว่าจะเป็นประโยชน์ต่อผู้อ่าน ทั้งผู้ที่ศึกษาด้านดาราศาสตร์เอง รวมถึงผู้ที่ศึกษาด้านการออกแบบอินโฟกราฟิกหรือสื่อสิ่งพิมพ์ด้วย

## สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย .....	2
1.4 วิธีการศึกษาและขั้นตอนการดำเนินงาน.....	3
1.5 ขั้นตอนการดำเนินการ.....	3
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ.....	3
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 ข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาการวิจัย.....	5
2.1.1 ข้อมูลเทคโนโลยีอวกาศ.....	5
2.1.2 ข้อมูลระบบสุริยะและดาวเคราะห์.....	9
2.1.3 ข้อมูลกาแล็กซี.....	13
2.1.4 เกร็ดความรู้ด้านดาราศาสตร์.....	16
2.2 ข้อมูลเกี่ยวกับทฤษฎีการออกแบบ ในเรื่องที่ทำกรวิจัย.....	19
2.2.1 องค์ประกอบงานกราฟิก.....	19
2.2.2 การออกแบบหนังสือ.....	37
2.3 ข้อมูลพฤติกรรมกลุ่มเป้าหมายของงานวิจัย.....	43
2.3.1 ลักษณะทางกายภาพ.....	43
2.3.2 ลักษณะทางจิตภาพ.....	45
2.4 กรณีศึกษา.....	47
3 การวิเคราะห์ข้อมูลและแนวคิดในการออกแบบ.....	52
3.1 วิเคราะห์กลุ่มเป้าหมาย.....	52
3.2 วิเคราะห์ข้อมูล.....	53
3.3 แนวคิดในการออกแบบ.....	54

4	การออกแบบบลการสร้างสรรค์ผลงาน.....	57
4.1	แบบร่าง.....	57
4.2	การพัฒนาแบบ.....	63
4.3	ผลงานขั้นสมบูรณ์.....	67
4.4	การแสดงผลงาน.....	68
5	บทสรุป.....	83
5.1	สรุปผลการวิจัย.....	83
5.2	อภิปรายผล.....	83
5.3	ข้อเสนอแนะ.....	84
6.	บรรณานุกรม.....	86
7.	ประวัติผู้วิจัย.....	87



## สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1 องค์ประกอบกราฟิก.....	19
2 เส้น.....	19
3 รูปร่าง รูปทรง น้ำหนัก.....	21
4 พื้นผิว.....	22
5 พื้นที่ว่าง.....	23
6 วงจรสี.....	23
7 ตัวอักษร.....	25
8 สี RGB.....	24
9 สี CMYK.....	25
10 ชั้นของสี.....	27
11 ตัวอย่างภาพที่ออกแบบโดยการเลือกใช้สีต่าง ๆ.....	29
12 ภาพตัวอย่างงานออกแบบสีโทนเย็น และสีโทนร้อน.....	30
13 Mono หรือเอกรงค์.....	31
14 Complement (สีที่ตัดกันหรือสีตรงกันข้าม).....	32
15 Triad.....	32
16 Analogic หรือสีข้างเคียงกัน.....	33
17 Body & Proportion.....	34
18 Proportion.....	35
19 ลักษณะตัวอักษร.....	35
20 ภาพตัวอย่างการใช้ตัวอักษร.....	36
21 ภาพตัวอย่างการใช้ตัวอักษร.....	36
22 ระบบกริด.....	42
23 PERNYATAAN MASALAH.....	47
24 ไปดาวอังคารไกลกว่าไปดวงจันทร์แค่ไหน.....	48
25 คนไทยดื่มเหล้ามากกว่านม 3 เท่า.....	49
26 Evolution of space suit.....	50
27 วิเคราะห์กลุ่มเป้าหมายทางกายภาพ.....	52

28	วิเคราะห์กลุ่มเป้าหมายทางจิตภาพ.....	53
29	วิเคราะห์ข้อมูลดาราศาสตร์.....	53
30	Mood and Tone ของงานวิจัย.....	54
31	ชุดแบบอักษร kittithada.....	55
32	แบบร่าง.....	56
33	แบบร่าง.....	57
34	แบบร่าง.....	58
35	แบบร่าง.....	59
36	แบบร่าง.....	60
37	แบบร่าง.....	61
38	การพัฒนาแบบ.....	62
39	การพัฒนาแบบ.....	63
40	การพัฒนาแบบ.....	64
41	การพัฒนาแบบ.....	65
42	ผลงานชั้นสมบูรณ์.....	67
43	ผลงานชั้นสมบูรณ์.....	68
44	ผลงานชั้นสมบูรณ์.....	69
45	ผลงานชั้นสมบูรณ์.....	70
46	ผลงานชั้นสมบูรณ์.....	71
47	ผลงานชั้นสมบูรณ์.....	72
48	ผลงานชั้นสมบูรณ์.....	73
49	ผลงานชั้นสมบูรณ์.....	74
50	ผลงานชั้นสมบูรณ์.....	75
51	ผลงานชั้นสมบูรณ์.....	76
52	ผลงานชั้นสมบูรณ์.....	77
53	ผลงานชั้นสมบูรณ์.....	78
54	ผลงานชั้นสมบูรณ์.....	79
55	ผลงานชั้นสมบูรณ์.....	80
56	ผลงานชั้นสมบูรณ์.....	81

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ถ้าพูดถึงอวกาศแล้ว หลายคนคงรู้จักเป็นอย่างดีก็คือ สิ่งที่อยู่นอกโลก รู้ว่ามีดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์และระบบสุริยะ ดาวดาว กาแลคซีต่างๆ แต่ความจริงแล้วอวกาศเป็นสิ่งที่กว้างใหญ่ และมีเรื่องราวที่น่ารู้ น่าสนใจเป็นอย่างมาก ซึ่งหลายคนยังไม่ทราบมาก่อนว่าแท้จริงแล้วอวกาศคืออะไร และข้างนอกโลกของเรานั้น มีสิ่งใดกันแน่ เรื่องราวต่างๆนอกโลกเหล่านี้ที่หลายคนอยากจะรู้ แต่ว่า ข้อมูลที่อ่านแล้วเข้าใจได้ง่ายนั้นมีน้อย ส่วนใหญ่แล้วจะเป็นการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้ที่ไม่ได้มีความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ อ่านแล้วอาจจะไม่เข้าใจ เพื่อแก้ไขปัญหานี้และเป็นการอธิบายเรื่องอวกาศนั้น จึงได้จัดทำเป็นหนังสือ ที่นำเสนอในรูปแบบของ infographic ซึ่งจะทำให้กลุ่มเป้าหมาย อ่านแล้วเข้าใจง่าย เนื่องจากมีทั้งภาพประกอบ เนื้อหา ที่ออกแบบมาอย่างกระชับ และเข้าถึงได้ง่าย

อินโฟกราฟิกถือเป็นสื่อที่นิยมอย่างมากในปัจจุบัน เนื่องจากการอธิบายด้วยรูปภาพ ประกอบกับตัวหนังสือเพียงเล็กน้อย ที่ผ่านการกรองข้อมูลมาแล้ว ให้กระชับเพื่อความสะดวกต่อการอ่านและรวดเร็วต่อการรับรู้ข้อมูล ด้วยเหตุนี้หนังสือเล่มนี้ จึงเลือกที่จะนำเสนอข้อมูลในรูปแบบของอินโฟกราฟิก เพื่อเป็นสื่อการเรียนรู้ ในเรื่องราวของอวกาศและดาราศาสตร์ ที่มีความน่าสนใจ แต่หาศึกษาข้อมูลที่มีความกระชับได้ยาก โดยหนังสือ "ข้างนอกโลก" จะหยิบยกเรื่องอวกาศ อย่าง การกำเนิดจักรวาล ทฤษฎีบิกแบง ระบบสุริยะ ระยะเวลาในอวกาศ ดาวดาวต่างๆ สิ่งมีชีวิตข้างนอกโลก เทคโนโลยีอวกาศ รวมถึงเรื่องที่น่าสนใจและหลายคนยังไม่ทราบมาก่อน เช่น อุณหภูมิในอวกาศคืออะไร? ทำไมเราเห็นดวงจันทร์ด้านเดิมตลอดเวลา เป็นต้น โดยเนื้อหาเหล่านี้เป็นที่ น่าสนใจ ซึ่งจะนำมาอธิบายในรูปแบบของอินโฟกราฟิก ซึ่งเป็นที่นิยมอย่างมากในปัจจุบันเพราะมีความสะดวก สวยงามและที่สำคัญเข้าใจง่าย ได้รับข้อมูลอย่างครบถ้วน สำหรับกลุ่มเป้าหมายนั้น จะเป็นกลุ่มอายุระหว่าง 16-22 ปีเพราะว่าเนื้อหาค่อนข้างไปในเชิงวิทยาศาสตร์ จึงต้องมีวุฒิภาวะพอสมควร อย่างในวัยมัธยมปลายจนถึงช่วงจบปริญญาตรี และสามารถเข้าใจในงานออกแบบได้

ดังนั้นหนังสือ เรื่อง ข้างนอกโลก สำหรับกลุ่มบุคคลอายุระหว่าง 16-22 ปี จะสามารถเป็นสื่อการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี และสามารถนำไปใช้เป็นการสอนได้ เพื่ออธิบายถึงสาระความรู้เกี่ยวกับอวกาศ รวมถึงผลกระทบของโลก ที่ได้รับจาก ภายนอกของโลก และเพื่อนำใช้เป็นแนวทางการศึกษาการออกแบบหนังสือและ infographic ได้อีกด้วย

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาการออกแบบหนังสือ
2. เพื่อศึกษาการออกแบบอินโฟกราฟิก
3. เพื่อศึกษา ความรู้เกี่ยวกับอวกาศและดวงดาว
4. เพื่อศึกษาและออกแบบภาพประกอบในเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับกลุ่มเยาวชนอายุ 16-22

## 1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

- 1 ขอบเขตของประชากรกลุ่มเป้าหมาย กลุ่มเป้าหมาย คือ บุคคล อายุ 16-22 ปี
- 2 ขอบเขตของผลงานออกแบบสร้างสรรค์
  - หนังสือขนาด 23 x 20 เซนติเมตร
  - จำนวน 96 หน้า
  - ไปสเตอร์ประชาสัมพันธ์ขนาด a2 จำนวน 1 แผ่น
  - นำเสนอในรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

## 1.4 วิธีการศึกษาและขั้นตอนการดำเนินงาน

1. สืบค้นและทบทวนงานวิจัยที่ผ่านมา เกี่ยวกับโลกดาราศาสตร์
2. วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสืบค้น
3. สร้างแนวคิดเรื่อง "ข้างนอกโลก"
4. ดำเนินการขั้นตอน pre-production
5. ดำเนินการขั้นตอน production
6. ดำเนินการขั้นตอน post-production
7. ตรวจสอบและแก้ไขผลงานให้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น
8. นำเสนอผลงาน



### ขั้นตอนการดำเนินงาน

กิจกรรม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม
1. ศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้อง	←→				
2. สอบโครงร่างครั้งที่1	↔				
3. สอบโครงร่างครั้งที่2		↔			
4. ดำเนินงานการศึกษาอิสระเข้าพบอาจารย์ที่ปรึกษา	←→				
5. สอบประเมินผลงานครั้งที่1 17/09/58 concept design Mood & Tone Sketch design		←→			
6. พัฒนางานออกแบบ		←→			
7. สอบประเมินผลงานครั้งที่2 22/10/58 ผลงานออกแบบ70%			←→		
8. พัฒนางานออกแบบ				←→	
9. สอบประเมินผลงานครั้งที่3 26/11/58 สรุปการออกแบบและ ข้อมูลทั้งหมด					←→

#### 1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

Infographic หรือ Information Graphic คือ ภาพหรือกราฟิกที่บ่งชี้ถึงข้อมูล ไม่ว่าจะ เป็นสถิติ ความรู้ ตัวเลข เป็นการย่อข้อมูลเพื่อให้ประมวลผลได้ง่าย

#### 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ทราบถึงการออกแบบหนังสือและอินโฟกราฟิก
2. ทำให้ได้รับข้อมูลความรู้เกี่ยวกับอวกาศและดวงดาว
3. ทำให้เยาวชนอายุ 16-22 ปีสนใจด้านดาราศาสตร์มากขึ้น

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัยเรื่อง การออกแบบหนังสือการเรียนรู้ด้านดาราศาสตร์เรื่อง ช้างนอกโลก สำหรับ  
เยาวชนอายุ 16 – 22 ปี ได้ศึกษาแบ่งข้อมูลเป็นส่วนต่างๆดังนี้

#### ข้อมูลในการศึกษาค้นคว้า

##### 2.1 ข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาการวิจัย

- 2.1.1 ข้อมูลเทคโนโลยีอวกาศ
- 2.1.2 ข้อมูลระบบสุริยะและดาวเคราะห์
- 2.1.3 ข้อมูลกาแลคซี
- 2.1.4 เกร็ดความรู้ด้านดาราศาสตร์

##### 2.2 ข้อมูลเกี่ยวกับทฤษฎีการออกแบบ ในเรื่องที่ทำกรวิจัย

- 2.2.1 องค์ประกอบงานกราฟิก
- 2.2.1 ข้อมูลการออกแบบหนังสือ

##### 2.3 ข้อมูลพฤติกรรมกลุ่มเป้าหมายของงานวิจัย

- 2.3.1 ลักษณะทางกายภาพ
- 2.3.2 ลักษณะทางจิตภาพ

##### 2.4 กรณีศึกษา

### 2.1.1 ข้อมูลเทคโนโลยีอวกาศ

**กระสวยอวกาศ** คือ เครื่องบินอวกาศ มันทะยานขึ้นเหมือนจรวดและไปโคจรรอบโลก มันมีปีกและตอนกลับสู่โลกมันจะร่อนลงตามรันเวย์ กระสวยอวกาศสามารถนำมาใช้ได้หลาย ๆ ครั้ง ส่วนสำคัญของกระสวยอวกาศ เรียกว่า ออร์บิเตอร์ (orbiter) มันจะพาลูกเรือและสัมภาระไปยังอวกาศ ในขณะที่จะส่งกระสวยอวกาศขึ้นไป กระสวยจะอยู่ที่ฐานส่งโดยจะตั้งขึ้นไปคล้ายจรวดข้าง ๆ ออร์บิเตอร์จะมีแท็งก์น้ำมันขนาดใหญ่ ซึ่งเรียกว่า แท็งก์ด้านนอก (External Tank) ซึ่งมันจะเก็บออกซิเจนและไฮโดรเจนในขณะที่มันขึ้นเชื้อเพลิงเหล่านี้จะถูกสูบเข้าไปยังเครื่องยนต์หลัก 3 เครื่อง ของออร์บิเตอร์ นอกจากนี้ยังมีแท็งก์ขนาดเล็กที่อยู่ข้าง ๆ ออร์บิเตอร์บนฐานส่งเพื่อให้แรงผลักดันพิเศษในขณะที่ส่งกระสวยขึ้น ซึ่งเรียกว่า Solid Fuel Rocket Booster หรือ SRB มันทำงานคล้ายกับจรวดดอกไม้ไฟขนาดใหญ่

**การส่งกระสวยอวกาศ** เมื่อกระสวยอวกาศทะยานขึ้น หลังจากนั้นประมาณ 2 นาที เชื้อเพลิงในแท็งก์เชื้อเพลิง SRB ก็หมด และตกลงในทะเลกับร่มชูชีพ อัตราความเร็วของกระสวยค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจนถึงความเร็วประมาณ 72 ไมล์ จากนั้นเครื่องยนต์หลักก็หยุด และถึงเชื้อเพลิงภายนอกซึ่งว่างเปล่าก็ตกลงทะเล เครื่องยนต์ของจรวดสองลำก็รับภาระต่อไป ซึ่งเรียกว่า ระบบการยกย้ายการโคจร ในระหว่างการโคจร โดยระหว่างการโคจรนี้ เครื่องยนต์เหล่านี้ให้การผลักดันขั้นสุดท้ายแก่กระสวยอวกาศ และภายหลังการส่งกระสวยขึ้นไป 45 นาที การเผาไหม้ครั้งที่สองของเครื่องยนต์ระบบการยกย้ายการโคจร ทำให้ออร์บิเตอร์โคจรรอบ ๆ เหนือโลกเป็นระยะทาง 168 ไมล์ มันจะอยู่ในความสูงระดับนี้ในระหว่างการบินและบินในอัตรา 16,680 ไมล์ต่อชั่วโมง

**การกลับสู่โลก** เมื่อถึงเวลากลับสู่โลก เครื่องยนต์ระบบการยกย้ายการโคจรจะถูกยิงคล้ายกับตอนล่างของจรวด และมันก็จะออกจากการโคจรของมัน มันจะกลับลงมาสู่บรรยากาศโลกในอัตราความเร็ว 15,900 ไมล์ต่อชั่วโมง แผ่นก้ำบังความร้อนข้างใต้กระสวยอวกาศจะเปล่งแสงสีแดงจัดพร้อมกับความร้อนในการกลับเข้ามาสู่โลก แผ่นกระเบื้องพิเศษบนกระสวยอวกาศจะป้องกันลูกเรือและยานอวกาศออร์บิเตอร์จะช้าลงเมื่อมันเข้ามาถึงบริเวณส่วนล่างของบรรยากาศ มันจะร่อนลงบนพื้นดิน มันร่อนลงบนรันเวย์ด้วยความเร็วประมาณ 210 ไมล์แล้วหยุด การบินของกระสวยอวกาศก็จบลง

**ชุดนักบินอวกาศ** ทำไมมนุษย์อวกาศจำเป็นต้องสวมใส่ชุดอวกาศ? เพื่อป้องกันตัวเองจากฝุ่นละออง รังสีอันตรายในอวกาศ และช่วยควบคุมความดันภายในร่างกายให้คงที่ขณะเคลื่อนที่ นอกจากนี้ชุดอวกาศยังช่วยป้องกันตัวนักบินจากสภาพบรรยากาศและอุณหภูมิสูงถึง 121 องศาเซลเซียส หรืออุณหภูมิต่ำกว่า -156 องศาเซลเซียส

ประเภทของชุดอวกาศ?

ชุดอวกาศมี 2 แบบ คือ

- ชุดอวกาศสำหรับใช้สวมใส่ขณะเดินทางออกหรือเข้าสู่โลก
- ชุดอวกาศสำหรับใช้สวมใส่ขณะปฏิบัติการในอวกาศ

**ส่วนประกอบของชุดอวกาศ** ชุดอวกาศ ประกอบด้วย ถุงมือ รองเท้าบูท หมวกเล็ก ซึ่งมีอุปกรณ์ดำรงชีพ ออกซิเจน สำหรับหายใจ น้ำดื่ม อุปกรณ์ควบคุมความดัน เฮดโฟน ไมโครโฟน เพื่อติดต่อสื่อสารกับเพื่อนๆ นักบิน หากไม่สวมชุดอวกาศขณะเคลื่อนที่ในอวกาศ จะเป็นอย่างไร? มนุษย์อวกาศจะสลบภายใน 15 วินาที ของเหลวในร่างกายจะเกิดฟองและแข็งตัวถึงจุดเยือกแข็ง "ชุดอวกาศ เปรียบเสมือน เกราะชีวิตของนักบินอวกาศ"

**กล้องโทรทรรศน์** คืออุปกรณ์ที่ใช้ขยายวัตถุท้องฟ้าโดยอาศัยหลักการรวมแสง เพื่อให้สามารถมองเห็นวัตถุท้องฟ้าที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า หรือทำให้มองเห็นได้ชัดขึ้น และมีขนาดใหญ่ขึ้น กล้องโทรทรรศน์ได้ถูกคิดค้นขึ้นครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ. 1608 โดยฮานส์ ช่างทำแว่นคนหนึ่งซึ่งต่อมาค้นพบว่าหากนำเลนส์มาวางเรียงกันให้ได้ระยะที่ถูกต้องเลนส์สามารถขยายภาพที่อยู่ไกลๆ ได้ใกล้ขึ้น และ 1 ปีต่อมา กาลิเลโอ กาลิเลอี ก็ได้ นำมาสำรวจท้องฟ้าเป็นครั้งแรกซึ่งในตอนนั้นเป็นกล้องหักเหแสงที่มีกำลังขยายไม่ถึง 30 เท่า เท่านั้นแต่ก็ทำให้เห็นรายละเอียดต่างๆ มากมายของดวงดาวต่างๆ ที่ยังไม่เคยเห็นมาก่อนทำให้เป็นจุดเริ่มต้นของการเริ่มมาสำรวจท้องฟ้าโดยใช้กล้องโทรทรรศน์ในที่สุด

**กล้องโทรทรรศน์ชนิดหักเหแสง** กล้องโทรทรรศน์ชนิดหักเหแสงเป็นกล้องที่ถูกสร้างขึ้นเป็นครั้งแรกโดยฮานส์ ช่างทำแว่นคนหนึ่ง ซึ่งต่อมาค้นพบว่าหากนำเลนส์มาวางเรียงกันให้ได้ระยะที่ถูกต้องเลนส์สามารถขยายภาพที่อยู่ไกลๆ ได้ใกล้ขึ้น และ 1 ปีต่อมา กาลิเลโอ กาลิเลอี ก็ได้ นำมาสำรวจท้องฟ้าเป็นครั้งแรกโดยตัวกล้องจะมีเลนส์ 2 ตัวขึ้นไปคือ เลนส์วัตถุ และเลนส์ตา โดยเลนส์วัตถุจะทำหน้าที่รับภาพจากวัตถุ แล้วหักเหแสงไปยังเลนส์ใกล้ตา ซึ่งเลนส์ใกล้ตาจะทำ

หน้าที่ขยายภาพจากเลนส์วัตถุอีกทีหนึ่ง โดยลักษณะการวางเลนส์จะใช้เลนส์วัตถุที่มีความยาวโฟกัส ยาว และเลนส์ใกล้ตาที่มีความยาวโฟกัสสั้น โดยในการวางเลนส์ จะวางเลนส์วัตถุ (ความยาวโฟกัสยาว) ไว้ด้านหน้า และเลนส์ใกล้ตา (ความยาวโฟกัสสั้น) ไว้ด้านหลัง โดยระยะห่างของเลนส์ 2 ตัวนี้คือ ความยาวโฟกัสเลนส์วัตถุ + ความยาวโฟกัสเลนส์ตา เป็นต้น

สำหรับกล้องโทรทรรศน์หักเหแสงของกาลิเลโอนั้น เลนส์วัตถุจะเป็นเลนส์นูน และเลนส์ตาจะเป็นจากเลนส์เว้า ซึ่งข้อดีของการใช้ระบบเลนส์แบบนี้คือภาพที่ได้จะเป็นภาพหัวตั้งโดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์อื่นมาช่วย แต่ข้อเสียของการใช้เลนส์เว้าเป็นเลนส์ตาคือระบบกล้องจะมีมุมมองภาพที่แคบมาก ต่อมา โยฮันเนส เคปเลอร์ได้ใช้เลนส์นูนเป็นเลนส์ตาของกล้องโทรทรรศน์แทน ซึ่งทำให้ระบบกล้องโทรทรรศน์ให้ภาพกลับหัว และมีมุมมองภาพกว้างขึ้น ระบบเลนส์แบบนี้ได้ถูกพัฒนาอย่างต่อเนื่อง และใช้งานมาจนถึงปัจจุบัน

กล้องโทรทรรศน์ชนิดสะท้อนแสง หากว่าเราใช้ปริซึมมาส่งกับแสงแดดจะพบว่า ปริซึมจะแตกแสงออก 7 สีด้วยกันเพราะปริซึมจะหักเหแสงเหล่านั้น และถ้าสังเกตให้ดีเข้าไปอีกจะเห็นว่าสีที่หักเหมานั้นแต่ละสีจะยาวออกมาจากแท่งแก้วปริซึมไม่เท่ากันและเราจะเรียกปรากฏการณ์เหล่านี้ว่าดัชนีความหักเหของสีไม่เท่ากันและถ้าหากมาใช้กับเลนส์เราจะเรียกว่า ความคลาดสีหรือ ความคลาดรงค์ นั่นเอง

ความคลาดสีจะพบได้กับเลนส์ที่มีคุณภาพต่ำโดยเกิดจากการที่สีของแสงต่างมีดัชนีความหักเหของแสงไม่เท่ากันทำให้สีแต่ละสีไม่สามารถมารวมกันที่จุดรวมภาพจุดเดียวกันได้และทำให้เกิดรุ้งที่ขอบภาพ และในที่สุดภาพที่ได้มีแสงสีไม่ครบในภาพ และแสงที่หายไปจะเกินออกตรงขอบภาพ ปัจจุบัน เราแก้ปัญหาความคลาดสีของกล้องโทรทรรศน์หักเหแสงได้โดยการใช้เลนส์เว้าและเลนส์นูน ที่มีดัชนีหักเหแสงแตกต่างกันมาประกอบ เป็นเลนส์ 2 ชั้นที่สามารถแก้ไขแสงสีเขียวและแดงมีจุดโฟกัสใกล้กันมากขึ้นได้ เรียกว่าเลนส์ Doublet Achromatic และมีการใช้เลนส์ถึง 3 ชั้น (Triplet Achromatic) หรือมากกว่าได้ และอาจมีการใช้ชั้นเลนส์พิเศษเช่นเลนส์ ED (Extra-Low Dispersion) หรือเลนส์ Fluorite เพื่อให้ภาพที่มีความคลาดสีน้อยที่สุด แต่การใช้เลนส์จำนวนมาก หรือชั้นเลนส์พิเศษเหล่านี้ ทำให้กล้องโทรทรรศน์มีราคาสูงขึ้นมากเช่นกัน

ในอดีตได้มีการพยายามแก้ความคลาดสีด้วยการเพิ่มความยาวโฟกัสของเลนส์วัตถุขึ้นแต่จะทำให้กล้องยาวมากหลายสิบเมตรทำให้การที่จะขยายกล้องหันทอดาวที่ต้องการศึกษาเป็นไปด้วยความยุ่งยากและคุณภาพที่ได้ก็ไม่ดีเท่าที่ควร

**ดาวเทียม** คือ สิ่งประดิษฐ์ที่มนุษย์คิดค้นขึ้น ที่สามารถโคจรรอบโลก โดยอาศัยแรงดึงดูดของโลก ส่งผลให้สามารถโคจรรอบโลกได้ในลักษณะเดียวกันกับที่ดวงจันทร์โคจรรอบโลก และโลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ วัตถุประสงค์ของสิ่งประดิษฐ์นี้เพื่อใช้ ทางทหาร การสื่อสาร การรายงานสภาพอากาศ การวิจัยทางวิทยาศาสตร์เช่นการสำรวจทางธรณีวิทยาสังเกตการณ์สภาพของอวกาศ โลก ดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และดาวอื่นๆ รวมถึงการสังเกตวัตถุ และดวงดาว

**วงโคจรของดาวเทียม** วงโคจรดาวเทียม เมื่อแบ่งตามระยะความสูง (Altitude) จากพื้นโลกแบ่งเป็น 3 ระยะคือ

1. **วงโคจรต่ำของโลก (Low Earth Orbit "LEO")** คือระยะสูงจากพื้นโลกไม่เกิน 2,000 กม. ใช้ในการสังเกตการณ์ สำรวจสภาวะแวดล้อม, ถ่ายภาพ ไม่สามารถใช้งานครอบคลุมบริเวณใดบริเวณหนึ่งได้ตลอดเวลา เพราะมีความเร็วในการเคลื่อนที่สูง แต่จะสามารถบันทึกภาพคลุมพื้นที่ตามเส้นทางวงโคจรที่ผ่านไป ตามที่สถานีภาคพื้นดินจะกำหนดเส้นทางโคจรอยู่ในแนวขั้วโลก (Polar Orbit) ดาวเทียมวงโคจรระยะต่ำขนาดใหญ่บางดวงสามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าในเวลาค่ำ หรือก่อนสว่าง เพราะดาวเทียมจะสว่างเป็นจุดเล็ก ๆ เคลื่อนที่ผ่านในแนวนอนอย่างรวดเร็ว

2. **วงโคจรระยะปานกลาง (Medium Earth Orbit "MEO")** อยู่ที่ระยะความสูงตั้งแต่ 5000-15,000 กม. ขึ้นไป ส่วนใหญ่ใช้ในด้านการอุทุนิยมวิทยา และสามารถใช้ในการติดต่อสื่อสารเฉพาะพื้นที่ได้ แต่หากจะติดต่อให้ครอบคลุมทั่วโลกจะต้องใช้ดาวเทียมหลายดวงในการส่งผ่าน

3. **วงโคจรประจำที่ (Geosynchronous Earth Orbit "GEO")** เป็นดาวเทียมเพื่อการสื่อสารเป็นส่วนใหญ่ อยู่สูงจากพื้นโลก 35,786 กม. เส้นทางโคจรอยู่ในแนวเส้นศูนย์สูตร (Equatorial Orbit) ดาวเทียมจะหมุนรอบโลกด้วยความเร็วเชิงมุมเท่ากับโลกหมุนรอบตัวเองทำให้ดูเหมือนลอยนิ่งอยู่เหนือ จุดจุดหนึ่งบนโลกตลอดเวลา (เรียกทั่ว ๆ ไปว่า "ดาวเทียมค้างฟ้า")

ดาวเทียมจะอยู่กับที่เมื่อเทียบกับโลกมีวงโคจรอยู่ในระนาบเดียวกันกับเส้นศูนย์สูตร อยู่สูงจากพื้นโลกประมาณ 35,768 กม. วงโคจรพิเศษนี้เรียกว่า "วงโคจรค้างฟ้า" หรือ "วงโคจรคลาร์ก" (Clarke Belt) เพื่อเป็นเกียรติแก่นาย อาร์เทอร์ ซี. คลาร์ก ผู้นำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับวงโคจรนี้ เมื่อเดือนตุลาคม ค.ศ. 1945

วงโคจรคลาร์ก เป็นวงโคจรในระนาบเส้นศูนย์สูตร (EQUATOR) ที่มีความสูงเป็นระยะที่ทำให้ดาวเทียมที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วเชิงมุมเท่ากันกับการหมุนของโลก แล้วทำให้เกิดแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางมีค่าพอดีกับค่าแรงดึงดูดของโลกพอดีเป็นผลให้ดาวเทียมดูเหมือนคงอยู่กับที่ ณ ระดับ

ความสูงนี้ ดาวเทียมค้างฟ้าส่วนใหญ่ใช้ในการสื่อสารระหว่างประเทศและภายในประเทศ เช่น ดาวเทียมอนุกรม ฯลฯ

**การทำงานของดาวเทียม** ดาวเทียมจะถูกส่งขึ้นไปลอยอยู่ในตำแหน่ง วงโคจรค้างฟ้า ซึ่งมีระยะห่างจากพื้นโลกประมาณ 36000 - 38000 กิโลเมตร และโคจรตามการหมุนของโลก เมื่อเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นโลกจะเสมือนว่าดาวเทียมลอยนิ่งอยู่บนท้องฟ้า และดาวเทียมจะมีระบบเชื้อเพลิงเพื่อควบคุมตำแหน่งให้อยู่ในตำแหน่งองศาที่ได้สับทานเอาไว้ กับหน่วยงานที่ดูแลเรื่องตำแหน่งวงโคจรของดาวเทียมคือ IFRB (International Frequency Registration Board) ดาวเทียมที่ลอยอยู่บนท้องฟ้า จะทำหน้าที่เหมือนสถานีทวนสัญญาณ คือจะรับสัญญาณที่ยิงขึ้นมาจากสถานีภาคพื้นดิน เรียกสัญญาณนี้ว่าสัญญาณขาขึ้นหรือ (Uplink) รับและขยายสัญญาณพร้อมทั้งแปลงสัญญาณให้มีความถี่ต่ำลงเพื่อป้องกันการรบกวนกันระหว่างสัญญาณขาขึ้นและส่งลงมา โดยมีจานสายอากาศทำหน้าที่รับและส่งสัญญาณ

#### 2.1.2 ข้อมูลระบบสุริยะและดาวเคราะห์

**การกำเนิดระบบสุริยะ** ระบบสุริยะเกิดจากกลุ่มฝุ่นและแก๊สในอวกาศซึ่งเรียกว่า "โซลาร์เนบิวลา" (Solar Nebula) รวมตัวกันเมื่อประมาณ 4,600 ล้านปีมาแล้ว (นักวิทยาศาสตร์คำนวณจากอัตราการหลอมรวมไฮโดรเจนเป็นฮีเลียมภายในดวงอาทิตย์) เมื่อสสารมากขึ้นแรงโน้มถ่วงระหว่างมวลสารมากขึ้นตามไปด้วย กลุ่มฝุ่นและแก๊สยุบตัวหมุนเป็นรูปจานตามหลักอนุรักษ์โมเมนตัมเชิงมุม ดังภาพที่ 1 แรงโน้มถ่วงที่เพิ่มขึ้นสร้างแรงกดดันที่ใจกลางจนอุณหภูมิสูงถึง 15 ล้านเคลวิน จุดปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชัน หลอมรวมอะตอมของไฮโดรเจนให้เป็นฮีเลียม ดวงอาทิตย์กำเนิดเป็นดาวฤกษ์

วัสดุรอบๆ ดวงอาทิตย์ (Planetesimal) ยังคงหมุนวนและโคจรรอบดวงอาทิตย์ด้วยโมเมนตัมที่มีอยู่เดิม มวลสารในวงโคจรแต่ละชั้นรวมตัวกันเป็นดาวเคราะห์ อิทธิพลจากแรงโน้มถ่วงทำให้วัสดุที่อยู่รอบๆ พุ่งเข้าหาดาวเคราะห์จากทุกทิศทาง ถ้าทิศทางของการเคลื่อนที่มีมุมเล็กก็พุ่งชนดาวเคราะห์ ทำให้ดาวเคราะห์นั้นมีขนาดใหญ่และมีมวลเพิ่มขึ้น แต่ถ้ามุมของการพุ่งชนตั้งเกินไปก็อาจจะทำให้แฉลบเข้าสู่วงโคจร และเกิดการรวมตัวกลายเป็นดวงจันทร์บริวาร ดังจะเห็นว่า ดาวเคราะห์ขนาดใหญ่ เช่น ดาวพฤหัสบดีและดาวเสาร์มีดวงจันทร์บริวารหลายดวง เนื่องจากเป็นดาวเคราะห์ขนาดใหญ่มีมวลมากจึงมีแรงโน้มถ่วงมาก ต่างกับดาวพุธซึ่งเป็นดาวเคราะห์ขนาดเล็กมีมวลน้อยจึงมีแรงโน้มถ่วงน้อยจึงไม่มีดวงจันทร์บริวารเลย ส่วนดาวเคราะห์น้อย

และดาวหางนั้นมีรูปร่างเหมือนลูกกาบาศ เพราะเป็นดาวขนาดเล็กมีมวลน้อย แรงโน้มถ่วงจึงไม่สามารถเอาชนะแรงยึดเหนี่ยวระหว่างสสารให้ยุบรวมเป็นทรงกลมได้

หลักฐานที่ยืนยันทฤษฎีกำเนิดระบบสุริยะก็คือ ถ้ามองจากด้านบนของระบบสุริยะ (Top view) จะสังเกตเห็นว่า ทั้งดวงอาทิตย์ ดาวเคราะห์ และดวงจันทร์บริวารเกือบทุกดวง หมุนรอบตัวเองในทิศทวนเข็มนาฬิกา และโคจรรอบดวงอาทิตย์ในทิศทวนเข็มนาฬิกา และหากมองจากด้านข้างของระบบสุริยะ (Side view) ก็จะสังเกตเห็นว่า ดาวเคราะห์และดวงจันทร์บริวารเกือบทุกดวง มีระนาบวงโคจรใกล้เคียงกับระนาบสุริยวิถี (Ecliptic plane) ทั้งนี้ก็เนื่องมาจากระบบสุริยะทั้งระบบกำเนิดขึ้นพร้อมๆ กัน จากการยุบรวมและหมุนตัวของจานฝุ่นใน Solar nebula ดังที่กล่าวมา

ดวงอาทิตย์ คือดาวฤกษ์ที่อยู่ตรงศูนย์กลางของระบบสุริยะ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.4 ล้านกิโลเมตร หรือ 109 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางโลก โดยอยู่ห่างจากโลก 149,600,000 กิโลเมตร หรือ 1 หน่วยดาราศาสตร์ (AU) ดวงอาทิตย์มีมวลมากกว่าโลก 333,000 เท่า แต่มีความหนาแน่นเพียง 0.25 เท่าของโลก เนื่องจากมีองค์ประกอบเป็นไฮโดรเจน 74% ฮีเลียม 25% และธาตุชนิดอื่น 1%

#### โครงสร้างภายในของดวงอาทิตย์

1. แก่นปฏิกิริยานิวเคลียร์ (Fusion core) อยู่ที่ใจกลางของดวงอาทิตย์ถึงระยะ 25% ของรัศมี แรงโน้มถ่วงของดวงอาทิตย์ทำให้มวลสารของดาวกดทับกันจนอุณหภูมิที่ใจกลางสูงถึง 15 ล้านเคลวิน จุดปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชันหลอมอะตอมของไฮโดรเจนให้กลายเป็นฮีเลียม และปลดปล่อยพลังงานออกมา
2. โซนการแผ่รังสี (Radiative zone) อยู่ที่ระยะ 25 - 70% ของรัศมี พลังงานที่เกิดขึ้นจากแก่นปฏิกิริยานิวเคลียร์ถูกนำขึ้นสู่ชั้นบนโดยการแผ่รังสีด้วยอนุภาคโฟตอน
3. โซนการพาความร้อน (Convection zone) อยู่ที่ระยะ 70 - 100% ของรัศมี พลังงานที่เกิดขึ้นไม่สามารถแผ่สู่อวกาศได้โดยตรง เนื่องจากมวลของดวงอาทิตย์เต็มไปด้วยแก๊สไฮโดรเจนซึ่งเคลื่อนที่หมุนวนด้วยกระบวนการพาความร้อน พลังงานจากภายในจึงถูกพาออกสู่พื้นผิวด้วยการหมุนวนของแก๊สร้อนดังภาพที่ 2



**ดาวเคราะห์** คือวัตถุขนาดใหญ่ที่โคจรรอบดาวฤกษ์ ก่อนคริสต์ทศวรรษ 1990 มีดาวเคราะห์ที่เรารู้จักเพียง 8 ดวง (ทั้งหมดอยู่ในระบบสุริยะ) ปัจจุบันเรารู้จักดาวเคราะห์ใหม่อีกมากกว่า 100 ดวง ซึ่งเป็นดาวเคราะห์นอกระบบ คือ โคจรรอบดาวฤกษ์ดวงอื่นที่ไม่ใช่ดวงอาทิตย์

ทฤษฎีที่เป็นที่ยอมรับกันมากที่สุดในปัจจุบันกล่าวว่าดาวเคราะห์ก่อตัวขึ้นจากการยุบตัวของกลุ่มฝุ่นและแก๊ส พร้อมกับกับการก่อกำเนิดดวงอาทิตย์ที่ใจกลาง ดาวเคราะห์ไม่มีแสงสว่างในตัวเอง สามารถมองเห็นได้เนื่องจากพื้นผิวสะท้อนแสงจากดวงอาทิตย์ ดาวเคราะห์ส่วนใหญ่ในระบบสุริยะมีดาวบริวารโคจรรอบ ยกเว้นดาวพุธและดาวศุกร์ และสามารถพบระบบวงแหวนได้ในดาวเคราะห์ขนาดใหญ่อย่างดาวพฤหัสบดี ดาวเสาร์ ดาวยูเรนัส และดาวเนปจูน มีเพียงดาวเสาร์เท่านั้นที่สามารถมองเห็นวงแหวนได้ชัดเจนด้วยกล้องโทรทรรศน์

**ดาวพุธ** ดาวพุธเป็นดาวเคราะห์ที่อยู่ใกล้ดวงอาทิตย์ที่สุดดังนั้นดาวพุธจึงร้อนจัดในเวลากลางวันและเย็นจัดในเวลากลางคืนดาวพุธเป็นดาวเคราะห์ดวงเล็กโตกว่าดวงจันทร์ของเราเพียงเล็กน้อย ภาพถ่ายทั้งหลายที่เกี่ยวกับดาวพุธได้จากยานอวกาศที่ส่งขึ้นไปขณะเข้าไปใกล้ดาวพุธที่สุดก็จะถ่ายภาพส่งมายังโลก ทำให้รู้ว่าพื้นผิวดาวพุธคล้ายกับผิวดวงจันทร์ ผิวดาวพุธส่วนใหญ่เป็นฝุ่นและหิน มีหลุมลึกมากมาย ไม่มีอากาศ ไม่มีน้ำ ดาวพุธจึงเป็นดาวแห้งแล้ง ดาวแห่งความตายเป็นโลกแห่งทะเลทราย

**ดาวศุกร์** ดาวศุกร์เป็นดาวเคราะห์ที่ร้อนที่สุดในระบบสุริยะ บนดาวศุกร์ร้อนถึง 480 องศาเซลเซียส ความร้อนขนาดนี้มากจนทำให้ของทุกอย่างลุกแดงดาวศุกร์มีไอหมอกของกรดกำมะถันปกคลุมอย่างหนาแน่น ไอหมอกนี้ไม่มีวันจางหายแม้ว่าแสงอาทิตย์จะจัดจ้าเพียงไร จึงเป็นไปไม่ได้ที่มนุษย์จะไปเยี่ยมดาวศุกร์ เพราะพอไปถึงเขาจะถูกย่างจนสุกด้วยความร้อนและถูกผลิตภัณฑ์ด้วยแรงลม เขาจะหายใจไม่ออกเพราะอากาศหนาหนักที่กดทับตัวนั้นเป็นอากาศพิษจากหมอกควันของกรดอากาศบนดาวศุกร์ประกอบด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งมีมากกว่าคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศโลกกว่า 60 เท่าผิวดาวศุกร์แห้งแล้ง เป็นหินและร้อนจัดนอกจากนี้ก็มีรอยแยกลึกและภูเขาไฟดับ

**โลก** โลกหมุนรอบดวงอาทิตย์เป็นวงโคจรซึ่งใช้เวลา 365.25 วัน เพื่อให้ครบ 1 รอบ ปฏิทินแต่ละปีมี 365 วัน ซึ่งหมายความว่า จะมี 1/4 ของวันที่เหลือในแต่ละปี ซึ่งทุกๆปีสี่ปีจะมีวันพิเศษ คือจะมี 366 วัน กล่าวคือเดือนกุมภาพันธ์จะมี 29 วัน แทนที่จะมี 28 วันเหมือนปกติ ตามที่เคปเลอร์ค้นพบวงโคจรของโลกไม่เป็นวงกลม ในเดือนธันวาคมมันจะอยู่ใกล้ดวงอาทิตย์มากกว่าเดือนมิถุนายน ซึ่งมันจะอยู่ห่างไกลจากดวงอาทิตย์มากที่สุด โลกจะเอียงไปตามเส้นแกน ในเดือน

มิถุนายน ซีกโลกเหนือจะเอียงไปทางดวงอาทิตย์ดังนั้น ซีกโลกเหนือจะเป็นฤดูร้อนและซีกโลกใต้จะเป็นฤดูหนาว ในเดือนธันวาคมจะเอียงจากดวงอาทิตย์ ทำให้ซีกโลกเหนือเป็นฤดูหนาวและซีกโลกใต้เป็นฤดูร้อน ในเดือนมีนาคมและกันยายน ซีกโลกทั้งสองไม่เอียงไปยังดวงอาทิตย์ กลางวันและกลางคืนจึงมีความยาวเท่ากัน ในเดือนมีนาคม ซีกโลกเหนือจะเป็นฤดูใบไม้ผลิ และซีกโลกใต้เป็นฤดูใบไม้ร่วง ในเดือนกันยายน สถานการณ์จะกลับกัน โลกมีอายุประมาณ 4,700 ปี โลกไม่ได้มีรูปร่างกลมโดยสิ้นเชิง เส้นรอบวงที่เส้นศูนย์สูตรยาว 40,077 กิโลเมตร (24,903 ไมล์) และที่ขั้วโลกยาว 40,009 กิโลเมตร (24,861 ไมล์)

**ดาวอังคาร** ดาวอังคารบางทีก็เรียกกันว่าดาวแดงเพราะผิวพื้นเป็นหินสีแดง หินบนดาวอังคารที่มีสีแดงก็เพราะเกิดสนิมของเหล็กของดาวอังคารเป็นสีชมพูเพราะฝุ่นจากหินแดงที่ว่อนนี้ ผิวของดาวอังคารเหมือนกับทะเลหินแดง มีก้อนหินใหญ่และหลุมลึก ภูเขาสูง หุบ เหว และเนินมากมาย หนึ่งในดาวอังคารเกือบเท่าสองของโลก แต่หนึ่งวันบนดาวอังคารจะนานกว่าครึ่งซึ่งโมงโลกเพียงเล็กน้อยดาวอังคารมีอากาศห่อหุ้มอยู่ไม่มากและเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ลมพัดแรงจัดทำให้ฝุ่นฟุ้ง ไปทั้งดวงดาว ดาวอังคารมีขนาดโตประมาณครึ่งหนึ่งของโลก ดาวอังคารอยู่ไกลดวงอาทิตย์มากกว่าโลกจึงทำให้มีบรรยากาศหนาวเย็น คุณหมอบินดาวดวงนี้จะต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง

**ดาวพฤหัสบดี** ดาวพฤหัสบดีเป็นดาวเคราะห์ยักษ์ เพราะมีขนาดใหญ่ที่สุดในระบบสุริยะ มีเส้นผ่านศูนย์กลางยาวกว่าโลก 11.2 เท่า นอกจากนี้ยังได้ชื่อว่าเป็นดาวเคราะห์ก๊าซ เพราะมีองค์ประกอบเป็นก๊าซไฮโดรเจนและฮีเลียมคล้ายในดวงอาทิตย์ ความหนาแน่นของดาวพฤหัสบดีจึงต่ำ (1.33 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) เมื่อดูในกล้องโทรทรรศน์ จะเห็นเป็นดวงกลมโตกว่าดาวเคราะห์ดวงอื่นๆ พร้อมสังเกตเห็นบริวาร 4 ดวงใหญ่เรียงกันอยู่ในแนวเส้นศูนย์สูตรด้วย กาลิเลโอเป็นนักดาราศาสตร์คนแรกที่ใช้กล้องส่องพบบริวารสี่ดวงใหญ่นี้ จึงได้รับเกียรติว่าเป็นดวงจันทร์ของกาลิเลโอ

**ดาวเสาร์** ดาวเสาร์เป็นดาวเคราะห์ที่มีความสวยงาม จากวงแหวนที่ล้อมรอบ เมื่อดูในกล้องโทรทรรศน์จะเห็นวงแหวน ซึ่งทำให้ดาวเสาร์มีลักษณะแปลกกว่าดาวดวงอื่นๆ ดาวเสาร์มีองค์ประกอบคล้ายดาวพฤหัสบดี เป็นดาวเคราะห์ก๊าซที่มีลมพายุพัดแรงความเร็วถึง 1,125 ไมล์ต่อชั่วโมง มีขนาดใหญ่รองจากดาวพฤหัสบดี ถ้านับวงแหวนเข้าไปด้วย จะมีขนาดเท่าดาวพฤหัสบดี ดาวเสาร์เป็นดาวเคราะห์ที่มีความหนาแน่นน้อยที่สุด กล่าวคือมีความหนาแน่นเพียง 0.7 กรัมต่อลูกบาศก์ เซนติเมตร ซึ่งน้อยกว่าความหนาแน่นของน้ำ ดังนั้นหากมีน้ำจำนวนมากรองรับ ดาวเสาร์ก็จะลอยน้ำได้ เนื่องจากดาวเสาร์อยู่ห่างจากดวงอาทิตย์ประมาณ 2 เท่าของระยะดาวพฤหัสบดี

จากดวงอาทิตย์ จึงใช้เวลานานเกือบ 30 ปีในการโคจรรอบดวงอาทิตย์ 1 รอบ แต่ดาวเสาร์ หมุนรอบตัวเองเร็วมาก จึงทำให้โป่งออกทางด้านข้างมากกว่าดาวเคราะห์ดวงอื่น สามารถสังเกตเห็นได้แม้ในภาพถ่ายขนาดเล็ก

**ยูเรนัส** ดาวยูเรนัสเป็นดาวเคราะห์ที่ใหญ่เป็นที่สามในระบบสุริยะ มันมีลักษณะเลือนลาง จะต้องมองดูด้วยกล้องโทรทรรศน์เท่านั้นจึงสามารถมองเห็น เราเคยคิดว่ามันเป็นดาวฤกษ์ ในปี 1781 William Herschel ได้ใช้กล้องโทรทรรศน์ค้นพบว่า ดาวยูเรนัสเป็นดาวเคราะห์ เขาเห็นแผ่นกลมสีเขียวที่ไม่มีรอย ต่อมา นักดาราศาสตร์ได้พบดาวบริวารห้าดวง ในปี 1977 ได้มีการพบวงแหวนของดาวยูเรนัส ถึงแม้ว่านักดาราศาสตร์จะใช้กล้องโทรทรรศน์ขนาดใหญ่ที่สุด แต่เขาก็ยังไม่สามารถค้นหาอะไรได้มากมายนักเกี่ยวกับดาวยูเรนัสเอง ในปี 1986 ยานอวกาศวояเจอร์ 2 ได้บินผ่านดาวยูเรนัสและได้ส่งภาพที่ชัดเจนของดาวยูเรนัส และวงแหวนตลอดจนดาวบริวารของมัน กลับมายังพื้นโลก

**เนปจูน** ดาวเคราะห์ดวงใหม่มีสีน้ำเงินมีชื่อว่าดาวเนปจูนตามชื่อเทพเจ้าแห่งทะเลโรมัน ดาวเนปจูนโตเกือบเท่าดาวยูเรนัส มันเป็นดาวเคราะห์ที่ใหญ่เป็นอันดับสี่ในระบบสุริยะ มันอยู่ห่างไกลจากโลกมาก จึงทำให้มองเห็นสลัวมาก ดาวเนปจูนสามารถมองเห็นได้ด้วยกล้องสองตา มันดูคล้ายกับดาวฤกษ์ ยังไม่มียานอวกาศที่เคยไปยังดาวเนปจูน สิ่งที่เราารู้ทั้งหมดก็คือ ดาวเคราะห์ดวงนี้มองเห็นจากโลก

### 2.1.3 ข้อมูลกาแล็กซี

**กาแล็กซี** คือ อาณาจักรหรือระบบของดาวฤกษ์จำนวนนับแสนล้านดวง อยู่รวมกันด้วยแรงโน้มถ่วงระหว่างดวงดาวกับ หลุมดำ ที่มีมวลมหาศาล ซึ่งอยู่ ณ ศูนย์กลางของกาแล็กซี โดยมีเนบิวลาซึ่งเป็นกลุ่มแก๊สและฝุ่นละอองที่เกาะกลุ่มอยู่ในที่ว่างบางแห่งระหว่างดาวฤกษ์ (หลุมดำ คือ บริเวณในอวกาศที่มีแรงโน้มถ่วงสูง ไม่มีอะไรออกจากบริเวณนี้ได้แม้แต่แสงสว่างที่เคลื่อนที่เร็ว 300,000 กิโลเมตรต่อวินาที ก็ออกจากหลุมดำไม่ได้ เมื่อไม่มีแสงออกมาหลุมดำจึงมืด)

กาแล็กซีต่างๆไม่ได้กระจายอยู่อย่างสม่ำเสมอในเอกภพ แต่ส่วนใหญ่จะอยู่เป็นแผ่นกว้าง หรือเรียงเป็นเส้นสายหรือเป็นกลุ่มๆ แต่ละกลุ่มก่อกำเนิดเป็นดาวฤกษ์จำนวนมาก แต่ละกาแล็กซีจะอยู่ห่างกันมาก อวกาศหรือความว่างเปล่าซึ่งคั่นอยู่ระหว่างแต่ละกาแล็กซีมีเพียงแก๊สบางๆที่มองไม่เห็น

### จุดกำเนิดของกาแล็กซี

ทฤษฎีของนักดาราศาสตร์เรื่องจุดกำเนิดของกาแล็กซีกล่าวว่า กลุ่มแก๊สไฮโดรเจนและฮีเลียมซึ่งถูกเหวี่ยงออกมาจากการระเบิดครั้งใหญ่ (Big Bang) เมื่อครั้งเริ่มต้นของการเกิดเอกภพ จะแตกออกมาเป็นกลุ่มๆ ภายหลังจากที่กลุ่มแก๊สเหล่านี้ถูกเหวี่ยงออกมาจากการระเบิดครั้งใหญ่แล้ว กลุ่มแก๊สเหล่านี้แต่ละกลุ่มจึงรวมตัวกัน เพราะแรงดึงดูดระหว่างละอองแก๊สด้วยกัน การรวมตัวกันของกลุ่มแก๊สจึงทำให้เกิดดวงดาวดวงแรกขึ้นมาในกลุ่มแก๊ส แก๊สและฝุ่นละอองที่ยังมีได้รวมตัวกันเป็นดวงดาวจะแผ่คลุมอยู่รอบๆ เป็นวงแหวนโค้งอยู่ห่างออกมาจากใจกลางของกาแล็กซี ต่อมาสสารของกลุ่มฝุ่นละอองแก๊สเหล่านี้จึงได้รวมตัวกันเป็นดวงดาวที่มีอายุน้อยกว่าดวงดาวที่อยู่ในบริเวณศูนย์กลางของกาแล็กซีดวงอาทิตย์ของเราเป็นดวงดาวที่มีอายุน้อยกว่าดวงดาวที่อยู่ในบริเวณจุดศูนย์กลางของกาแล็กซีทางช้างเผือก

### ชนิดของกาแล็กซี

1. กาแล็กซีรูปไข่ (Elliptical Galaxy) มีพื้นฐานเป็นทรงรี แบ่งย่อยได้ 8 แบบ ตั้งแต่ E0 - E7 โดย E0 มีความรีน้อยที่สุด และ E7 มีความรีมากที่สุด
2. กาแล็กซีกังหัน (Spiral Galaxy) แบ่งย่อยเป็น 3 แบบ กาแล็กซีกังหัน Sa มีส่วนป่องหนาแน่น แขนไม่ชัดเจน, กาแล็กซีกังหัน Sb มีส่วนป่องใหญ่ แขนยาวปานกลาง, กาแล็กซีกังหัน Sc มีส่วนป่องเล็ก แขนยาวหนาแน่น
3. กาแล็กซีกังหันแบบมีคาน (Barred Spiral Galaxy) แบ่งย่อยเป็น 3 แบบ กาแล็กซีกังหันบาร์ SBa มีส่วนป่องใหญ่ไม่เห็นคานไม่ชัดเจน, กาแล็กซีกังหันบาร์ SBb มีส่วนป่องขนาดกลางเห็นคานได้ชัดเจน, กาแล็กซีกังหันบาร์ SBc มีส่วนป่องเล็กมองเห็นคานยาวชัดเจน
4. กาแล็กซีเลนส์ (Lenticular Galaxy) เป็นกาแล็กซีที่ไม่มีลักษณะก้ำกึ่งระหว่างกาแล็กซีรีและกาแล็กซีกังหัน กล่าวคือ ส่วนป่องขนาดใหญ่และไม่มีแขนกังหัน (แบบ S0 หรือ SB0)

นักดาราศาสตร์พบว่า กาแล็กซีส่วนใหญ่ที่พบร้อยละ 77 เป็นกาแล็กซีแบบกังหันและกังหันบาร์ มีขนาดใหญ่ องค์ประกอบหลักเป็นประชากรดาวประเภทหนึ่ง (Population I มีธาตุหนักเกิดจากซูเปอร์โนวา สว่างมาก อุณหภูมิสูง) ซึ่งมีอายุน้อย กาแล็กซีจึงมีสีน้ำเงินดั่งภาพที่

2 กาแล็กซีร้อยละ 20 เป็นกาแล็กซีรี มีขนาดใหญ่ องค์ประกอบหลักเป็นประชากรดาวประเภทสอง (Population II ไม่มีธาตุหนัก สว่างน้อย อุณหภูมิต่ำ) ซึ่งมีอายุมากและไม่มีดาวเกิดใหม่

กาแล็กซีจึงมีแดงดังภาพที่ 3 ส่วนที่เหลือร้อยละ 3 เป็นกาแล็กซีที่ไม่มีรูปแบบ มีขนาดเล็กและกำลังส่องสว่างน้อย มีประชากรดาวประเภทหนึ่ง

**ทางช้างเผือก** คือ อาณาจักรของดาว กาแล็กซีหนึ่งๆ ประกอบด้วยแก๊ส ฝุ่น และดาวฤกษ์และดาวเคราะห์หลายแสนล้านดวง กาแล็กซีมีขนาดประมาณหมื่นล้านถึงแสนล้านปีแสง กาแล็กซีของเราชื่อ "ทางช้างเผือก" (The Milky Way Galaxy) ที่มีชื่อเช่นนี้เป็นเพราะ คนไทยถือว่า กษัตริย์เป็นเทวดาซึ่งอวดตารมาจากสวรรค์ ช้างเผือกเป็นสัตว์คู่บุญบารมีของกษัตริย์

ทางช้างเผือกจึงปรากฏอยู่บนท้องฟ้าซึ่งเป็นที่อยู่ของเทวดาและนางฟ้า ส่วนชาวตะวันตกก็มีตำนานเกี่ยวกับเทพเจ้าเช่นกัน จึงมองเห็นเป็นทางน้ำนมไหลพาดผ่านท้องฟ้า ปัจจุบันเราอนุมานว่า กาแล็กซีทางช้างเผือกมีขนาดประมาณหนึ่งแสนปีแสง เนื่องจากโลกของเราอยู่ในทางช้างเผือก จึงมองเห็นทางช้างเผือกเป็นทางสว่างพาดผ่านท้องฟ้าเป็นผ้าสีขาว แต่เดิมนั้น นักดาราศาสตร์คิดว่าดาราจักรทางช้างเผือกมีลักษณะเป็นดาราจักรชนิดก้นหอยธรรมดา แต่หลังจากผ่านการประเมินครั้งใหม่ในปี พ.ศ. 2548 พบว่าทางช้างเผือกน่าจะเป็นดาราจักรชนิดก้นหอยมีแกนเสียมากกว่า เมื่อเทียบกับเส้นศูนย์สูตรฟ้า ทางช้างเผือกขึ้นไปเหนือสุดที่กลุ่มดาวแคสซิโอเปีย และลงไปได้สุดบริเวณกลุ่มดาวกางเขนใต้ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าระนาบศูนย์สูตรของโลก ทำมุมเฉียงกับระนาบดาราจักรอยู่มาก

คนในเมืองใหญ่ไม่มีโอกาสมองเห็นทางช้างเผือกเนื่องจากมลภาวะทางแสงและฝุ่นควันในตัวเมือง แถบชานเมืองและในที่ห่างไกลสามารถมองเห็นทางช้างเผือกได้ แต่บางคนอาจนึกว่าเป็นก้อนเมฆในบรรยากาศโลก

**เนบิวลา** ดาวเกิดจากการรวมตัวของแก๊สและฝุ่นในอวกาศ (Interstellar medium) เมื่อมีมวล มวลมีแรงดึงดูดซึ่งกันและกันตามกฎความโน้มถ่วงแห่งเอกภพ (The Law of Universal) ของนิวตันที่มีสูตรว่า  $F = G (m_1 m_2 / r^2)$  แรงดึงดูดแปรผันตามมวล มวลยิ่งมากแรงดึงดูดยิ่งมาก เราเรียกกลุ่มแก๊สและฝุ่นซึ่งรวมตัวกันในอวกาศว่า "เนบิวลา" (Nebula) หรือ "หมอกเพลิง" เนบิวลาเป็นกลุ่มแก๊สที่ขนาดใหญ่หลายปีแสง แต่เบาบางมีความหนาแน่นต่ำมาก องค์ประกอบหลักของเนบิวลาคือแก๊สไฮโดรเจน เนื่องจากไฮโดรเจนเป็นธาตุที่มีโครงสร้างพื้นฐาน ซึ่งเป็นธาตุตั้งต้นของทุกสรรพสิ่งในจักรวาล

เนบิวลามีอุณหภูมิต่ำ เนื่องจากไม่มีแหล่งกำเนิดความร้อน ในบริเวณที่แก๊สมีความหนาแน่นสูง อะตอมจะยึดติดกันเป็นโมเลกุล ทำให้เกิดแรงโน้มถ่วงดึงดูดแก๊สจากบริเวณโดยรอบมารวมกันอีก ทำให้มีความหนาแน่นและมวลเพิ่มขึ้นอีกจนกระทั่งอุณหภูมิภายในสูงประมาณ 10 เคลวิน มวลที่เพิ่มขึ้นทำให้พลังงานศักย์โน้มถ่วงของแต่ละโมเลกุลที่ตกเข้ามายังศูนย์กลางของกลุ่มแก๊ส เปลี่ยนรูปเป็นพลังงานความร้อน และแผ่รังสีอินฟราเรดออกมา

ต่อมาเมื่อกลุ่มแก๊สมีความหนาแน่นสูงขึ้นจนความร้อนภายในไม่สามารถแผ่ออกมาได้ อุณหภูมิภายในแกนกลางจึงสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว มวลของแก๊สมีแรงโน้มถ่วงสูงจนเอาชนะแรงดันซึ่งเกิดจากการขยายตัวของแก๊สร้อน กลุ่มแก๊สจึงยุบตัวเข้าสู่ศูนย์กลางจนมีอุณหภูมิสูงถึง 10 ล้านเคลวิน จุดปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชันทำให้อะตอมของไฮโดรเจนหลอมรวมกันเป็นธาตุใหม่คือ ฮีเลียม มวลบางส่วนเปลี่ยนรูปเป็นพลังงาน (นิวเคลียร์ฟิวชัน) ตามสมการ  $E = mc^2$  ดาวฤกษ์จึงอุบัติขึ้นมา

ดาวฤกษ์ที่เกิดขึ้นใหม่มีอุณหภูมิสูงประมาณ 25,000 K เป็นดาวสเปกตรัมประเภท O แผ่รังสีเข้มสุดในช่วงอัลตราไวโอเล็ต เนบิวลาที่ห่อหุ้มดาวดูดกลืนพลังงานจากรังสีอัลตราไวโอเล็ต และแผ่รังสีเข้มสุดในช่วง H-alpha ซึ่งมีความยาวคลื่น 656 nm ออกมาทำให้เรามองเห็นเป็น "เนบิวลาสว่าง" (Diffuse Nebula) สีแดง ได้แก่ เนบิวลาสว่างใหญ่ในกลุ่มดาวนายพราน (M 42 Great Orion Nebula)

#### 2.1.4 เกร็ดความรู้ด้านดาราศาสตร์

อุณหภูมิในอวกาศ กี่องศา ? การคำนวณหาค่าอุณหภูมิของอวกาศนั้นเป็นเรื่องที่น่าปวดหัวไม่น้อย เนื่องจากมีผลพวงมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน โดยเฉพาะประเด็นที่มีข้อถกเถียงกันมากในเรื่องว่า อวกาศเริ่มต้น ณ ตรงไหน ทั้งนี้นักวิทยาศาสตร์และนักเทคโนโลยีด้านอวกาศ นักกฎหมายอวกาศ รวมไปถึงหน่วยงานด้านกิจการอวกาศใหญ่ๆ ในต่างประเทศยังไม่สามารถกำหนดหรือหาข้อสรุปร่วมกันจนเป็นที่ยอมรับของทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องได้อย่างชัดเจนว่า อวกาศ เริ่มต้นจากจุดไหน เพราะมีปัจจัยและผลประโยชน์ที่ทับซ้อนกันมากมายเข้ามาเกี่ยวข้อง เมื่อไม่สามารถกำหนดหรือระบุได้ว่าชัดเจนเป็นที่ยอมรับของทุกฝ่ายว่า อวกาศ เริ่มต้นจากจุดใด การนิยามสิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวข้องก็จะมีผลต่อเนื่องตามกันมาอย่างไรก็ตาม ได้มีการทำความเข้าใจระหว่างหลายๆ ฝ่าย หรือหลายๆ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องทางด้านอวกาศว่า จุดเริ่มต้นของอวกาศนั้น พิจารณาจากระดับความสูง 100 กิโลเมตร(จากระดับน้ำทะเล) เป็นต้นไป เมื่อทำความเข้าใจ

ดังกล่าว (ถึงแม้ว่าอาจจะไม่เป็นที่ยอมรับจากหลายฝ่ายก็ตาม) นักวิทยาศาสตร์ด้านอวกาศก็สามารถที่จะระบุค่าอุณหภูมิในอวกาศได้ อาทิ บริเวณอวกาศที่เป็นช่องว่างระหว่างดาวเคราะห์ ดวงดาวและกาแลคซีนั้น อุณหภูมิในบริเวณดังกล่าวโดยทั่วไปจะถูกพิจารณาว่ามีค่าประมาณ 2.75 องศาเคลวิน (หรือ  $-270.4$  องศาเซลเซียส) ซึ่งสูงกว่าค่าศูนย์สัมบูรณ์เพียงเล็กน้อย (อุณหภูมิศูนย์สัมบูรณ์ หรือ absolute zero มีค่า 0 องศาเคลวิน หรือ  $-273.15$  องศาเซลเซียส)

**ทำไมเราเห็นดวงจันทร์ด้านเดิม ตลอดเวลา ?** ดวงจันทร์มีการหมุนรอบตัวเอง โดย 1 รอบใช้เวลาประมาณ 27.32 วัน และในขณะเดียวกันดวงจันทร์ก็โคจรรอบโลกของเราด้วยการโคจรของดวงจันทร์รอบโลกครบ 1 รอบนั้นใช้เวลาประมาณ 27.32 วัน ซึ่งผลจากการที่คาบเวลาการโคจรรอบโลกเท่ากับ (โดยประมาณ) คาบเวลาที่ดวงจันทร์ใช้ในการหมุนรอบตัวเองนี้ จึงทำให้ดวงจันทร์หันด้านหนึ่งเข้าหาโลกตลอดเวลา ทั้งนี้ในอดีตนั้นดวงจันทร์มีการหมุนรอบตัวเองเร็วกว่าที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน แต่หลังจากเวลาผ่านไปหลายล้านปี ผลของแรงโน้มถ่วงโลกที่มีต่อดวงจันทร์ ทำให้อัตราการหมุนรอบตัวเองช้าลง จนกระทั่งในปัจจุบันอัตราการหมุนรอบตัวเองและการโคจรรอบโลกมีค่าเท่ากัน (โดยประมาณ) จึงเป็นสาเหตุว่าทำไมเราจึงมองเห็นดวงจันทร์เพียงด้านเดียวตลอดเวลา

**ดูทางช้างเผือก** คนที่อยู่ทางซีกโลกเหนือและซีกโลกใต้จะมองเห็นทางช้างเผือกชัดเจนในช่วงที่ต่างกัน ถ้าอยู่ในซีกโลกใต้ ควรดูในช่วงเดือนตุลาคม ถึงธันวาคม แต่ถ้าอยู่ในซีกโลกเหนือ ช่วงเวลาที่ที่ดีที่สุดคือช่วงเดือนกรกฎาคม ถึงกันยายน ยิ่งถ้าได้ดูในยามดึกของค่ำคืนฤดูหนาว ทางช้างเผือกจะยิ่งสวยงามและน่าประทับใจ

**ดาวที่ลจจอดไม่ได้** ดาวเคราะห์ในระบบสุริยะมีเพียงบางดวงเท่านั้นที่เป็นพื้นแข็ง ยานอวกาศสามารถลงจอดได้ คือดาวพุธ ดาวศุกร์ ดาวอังคาร ส่วนดาวเคราะห์ที่เหลือคือดาวพฤหัสบดี ดาวเสาร์ ดาวยูเรนัส และดาวเนปจูนเป็นดาวเคราะห์ก๊าซซึ่งมีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นก๊าซ จึงนำยานอวกาศลงจอดไม่ได้

**ดาวผู้อภัพ** ดาวผู้อภัพนี้ก็คือดาวพุธ ซึ่งเป็นดาวที่อยู่ใกล้ดวงอาทิตย์มากที่สุด และมนุษย์ได้ส่งยานอวกาศไปสำรวจดาวพุธเพียงลำเดียวคือ ยานมารีเนอร์ 10 เมื่อปี พ.ศ. 2516

แล้วไม่เคยส่งไปอีกเลย จากการสำรวจพบว่า ดาวพฤหัสบดีไม่มีบรรยากาศและน้ำ จึงเป็นไปไม่ได้ที่จะมีสิ่งมีชีวิตอยู่

**ดาวแห่งก๊าซพิษ** ดาวศุกร์เป็นดาวที่มีบรรยากาศหนาที่มากองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีความหนาแน่นสูง ทำให้บรรยากาศมีความกดดันสูง นอกจากนี้ยังมีละอองของกรดกำมะถันอยู่ด้วย อากาศเป็นพิษอย่างนี้จึงไม่เป็นดาวเป้าหมายที่มนุษย์จะอพยพไปอยู่

**ลมพัดแรงที่สุดในระบบสุริยะ** บนดาวเนปจูนมีเมฆที่อยู่เป็นกระจุกยาวเหยียดพัดผ่านดาวเนปจูนทุกๆ 16 ชั่วโมง มีชื่อเรียกว่า สกุตเตอร์ เพราะเคลื่อนที่เร็ว และมีกระแสลมที่มีความเร็วสูงสุดที่พบในระบบสุริยะ โดยพัดเร็วถึง 2000 กิโลเมตร/ชั่วโมง

**ช่อมกกล่องโทรทรรศน์ในอวกาศ** สหรัฐอเมริกาส่งกล่องโทรทรรศน์อวกาศฮับเบิลขึ้นสู่อวกาศในปี พ.ศ. 2533 หลังจากนั้นเพียงปีเดียวก็ต้องส่งนักบินอวกาศขึ้นไปซ่อมกล่องนี้ ปฏิบัติการครั้งนี้ไม่ธรรมดาที่นักบินอวกาศจะต้องออกไปนอกยานอวกาศเพื่อซ่อมกล่องนี้ แต่เหตุการณ์ก็ผ่านไปด้วยดี

**กล่องโทรทรรศน์ที่ใหญ่ที่สุดในโลก** กล่องนี้มีชื่อว่า วิลเลียม เฮอร์เชล อยู่บนเกาะกาลาปาโกส ในหมู่เกาะคานารี กระจกเงาในตัวกล่องมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 4.2 เมตร กล่องนี้สามารถตรวจจับแสงจากเทียนไข 1 เล่ม ที่อยู่ไกลถึง 160000 กิโลเมตร ได้ ประสิทธิภาพเยี่ยมขนาดนี้จึงใช้ส่องดูควอซาร์(วัตถุแก๊สดาว) ที่อยู่ไกลนับล้านปีแสงได้



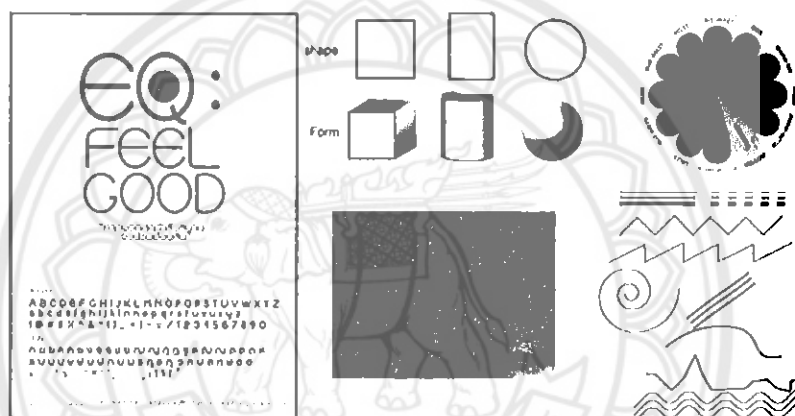
## 2.2 ข้อมูลเกี่ยวกับทฤษฎีการออกแบบ

### 2.2.1 องค์ประกอบงานกราฟิก (Element of Design)

องค์ประกอบหลัก ๆ ในงานกราฟิกจะแบ่งออกเป็น 8 ชนิดคือ เส้น, รูปร่าง, รูปทรง, น้ำหนัก, พื้นผิว, ที่ว่าง, สีและตัวอักษร

### องค์ประกอบงานกราฟิก : Element of Design

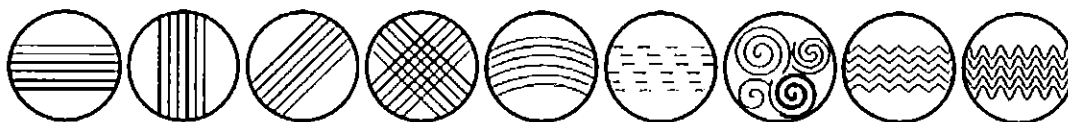
แบ่งออกเป็น 8 ชนิดคือ เส้น, รูปร่าง, รูปทรง, น้ำหนัก, พื้นผิว, ที่ว่าง, สี และตัวอักษร



ภาพที่ 1 องค์ประกอบกราฟิก

ที่มา : [http://www.km-web.rmutt.ac.th/?wpfb\\_dl=2](http://www.km-web.rmutt.ac.th/?wpfb_dl=2)

### เส้น (Line)



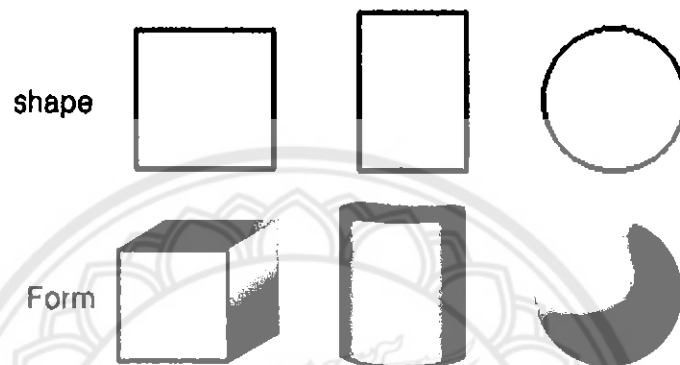
ภาพที่ 2 เส้น

ที่มา : [http://www.km-web.rmutt.ac.th/?wpfb\\_dl=2](http://www.km-web.rmutt.ac.th/?wpfb_dl=2)

ลักษณะของเส้น (Line) แบบต่าง ๆ ตามตารางมาตรฐานแล้วจะพูดถึงเรื่องนี้เป็นเรื่องของ จุด เส้น ระบาย หากเข้าใจง่าย ๆ ก็เพียงแค่เข้าใจว่าความหมายของเส้นก็คือ การที่จุดหลาย ๆ จุด ถูก นำมาวางต่อเนื่องจน กลายเป็นเส้นรูปทรงต่าง ๆ ขึ้นมา รูปทรงของเส้นที่จะสื่อออกมาถึงความรู้สึก ที่แตกต่างกันออกไป

- เส้นแนวนอน ให้ความรู้สึกสงบ ราบเรียบ
- เส้นตรงแนวตั้ง ให้ความรู้สึกมั่นคงแข็งแรง
- เส้นทแยง ให้ความรู้สึกไม่มั่นคง รวดเร็ว แสดงถึงเคลื่อนไหว
- เส้นตัดกัน ให้ความรู้สึกประสาน แข็งแกร่ง หนาแน่น
- เส้นโค้ง ให้ความรู้สึกอ่อนช้อย อ่อนนุ่ม
- เส้นประ ให้ความรู้สึก โปร่ง ไม่สมบูรณ์ หรือในบางกรณีอาจจะใช้เป็นสัญลักษณ์ในการ แสดงถึงส่วนที่ถูก ซ่อน เอาไว้
- เส้นโค้งก้นหอย ให้ความรู้สึกเคลื่อนไหวไม่มีที่สิ้นสุด
- เส้นโค้งแบบคลื่น ให้ความรู้สึกถึงการเคลื่อนไหวอย่างนิ่มนวล
- เส้นทึบแท้ ให้ความรู้สึก น่ากลัว อันตราย ส่วนใหญ่แล้วเส้นจะมีอยู่ทุกๆ งานออกแบบ โดยถูกนำไปใช้ร่วมกับองค์ประกอบ ต่างๆ จนสื่อถึงอารมณ์ของ ผลงานออกมาได้ ในแบบ ที่ต้องการ ดังนั้น การเลือกใช้ เส้นเข้ามาเป็นส่วนประกอบในงานของเราจึงถือว่าเป็นสิ่งที่ ต้อง คำนึงถึงเป็นอันดับ แรก

## รูปร่าง (Shape) รูปทรง (Form) น้ำหนัก (Value)



ภาพที่ 3 รูปร่าง รูปทรง น้ำหนัก

ที่มา : [http://www.km-web.rmutt.ac.th/?wpfb\\_dl=2](http://www.km-web.rmutt.ac.th/?wpfb_dl=2)

**รูปร่าง** : เป็นองค์ประกอบต่อเนื่องมาจากเส้น เกิดจากการนำเส้นแบบต่างๆ มาต่อกันจนได้ รูปร่าง 2 มิติที่มีความ กว้างและความยาว (หรือความสูง) ในทางศิลปะจะแบ่งรูปร่างออกเป็น 2 แบบคือ รูปร่างที่คุ้นตา แบบที่เห็นแล้วรู้เลยว่านั่นคืออะไร เช่นดอกไม้ หรือคน และอีกแบบ หนึ่งจะเป็น รูปร่างแบบฟรีฟอร์ม เป็นแนวที่ใช้รูปร่างสื่อความหมายที่จินตนาการไว้ออกมา ไม่มีรูปทรงที่แน่นอน แต่ดูแล้วเกิดจินตนาการถึงอารมณ์ที่ต้องการสื่อได้

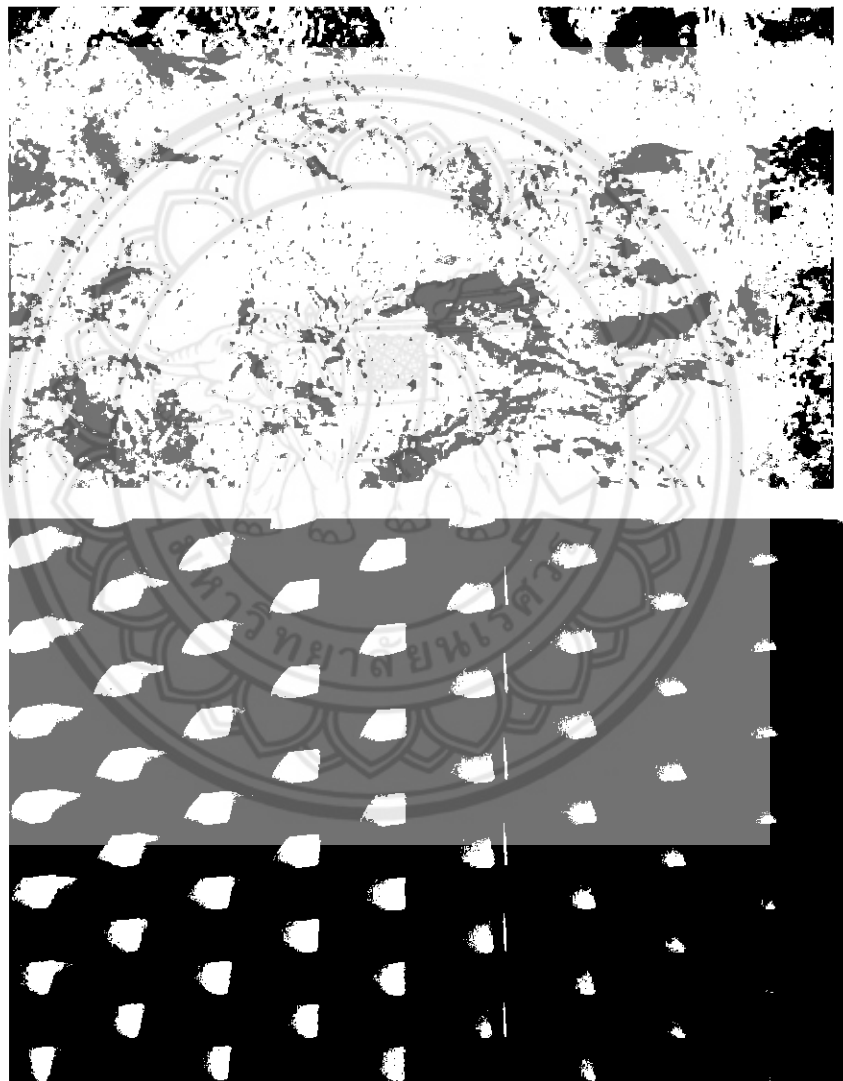
**รูปทรง** : เป็นรูปร่างที่มีมิติเพิ่มขึ้นมากลายเป็นงาน 3 มิติคือ มีความลึกเพิ่มเข้ามาด้วย

**น้ำหนัก** : เป็นส่วนที่มาเสริมให้ดูออกว่ารูปทรงมีน้ำหนักขนาดไหนเบา หรือหนัก ทึบ หรือ โปร่งแสง น้ำหนักจะเกิด จากการเติมสีและแสงแรเงาลงไปในรูปทรงจนได้ผลลัพธ์ออกมา ตามที่ต้องการ

ในการท างานกราฟิกรูปร่างจะมีผลอย่างมากต่ออารมณ์ของงาน เช่น ถ้าต้องการงาน ที่ อารมณ์ผู้หญิงจัด ๆ เพียงแค่ใส่รูปของดอกไม้ลงไปก็จะสามารถแสดงอารมณ์ได้อย่างชัดเจน หรือ

ในงานที่ต้องการให้มีมิติมากขึ้นก็อาจจะ เป็นรูปทรงของดอกไม้ในมุมมองที่แปลกตา ก็จะสามารถ สื่ออารมณ์ที่ต้องการออกไปได้พร้อมกับเป็นการสร้างความ น่าสนใจเพิ่มขึ้นไปอีก ด้วย

### พื้นผิว (Texture)



ภาพที่ 4 พื้นผิว

ที่มา : [http://www.km-web.rmutt.ac.th/?wpfb\\_dl=2](http://www.km-web.rmutt.ac.th/?wpfb_dl=2)

ในงานออกแบบกราฟิก พื้นผิวจะเป็นอีกหนึ่งองค์ประกอบที่ช่วยสื่ออารมณ์ของงานออกมาได้ชัดเจนมากขึ้น เช่น ถ้าเราเลือกพิมพ์งานลงในกระดาษ Glossy ที่เงาและแวววาว งานนั้นจะสื่อออกไป ได้ทันทีว่า “หรู มีระดับ” หรือถ้าเราใส่ลวดลายที่ดูคล้าย ๆ สนิม หรือรอยเปื้อนลงไปในงานก็จะสื่อได้ ทันทีถึง “ความเก่า” ดังนั้นในการทำงาน เลือกสร้างพื้นผิวทั้งในองค์ประกอบต่าง ๆ ที่ใส่ลงไปในภาพ รวมทั้งวัสดุที่ใช้พิมพ์งานดังกล่าวลงไป ก็จะสามารถช่วยสื่อความหมายที่ต้องการได้อย่างเหมาะสม

### พื้นที่ว่าง (Space)

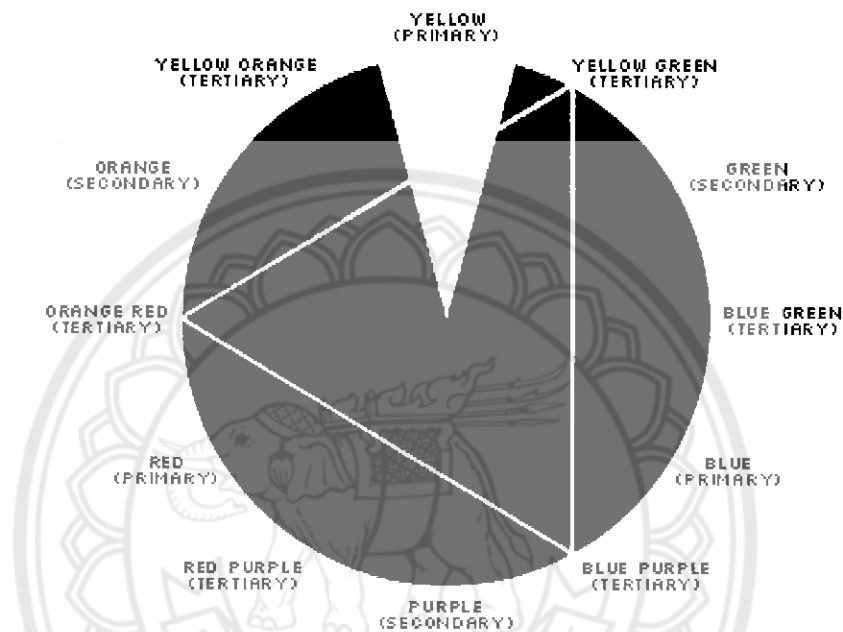


ภาพที่ 5 พื้นที่ว่าง

ที่มา : [http://www.km-web.rmutt.ac.th/?wpfb\\_dl=2](http://www.km-web.rmutt.ac.th/?wpfb_dl=2)

อาจจะเกิดจากความตั้งใจหรือไม่ตั้งใจของนักออกแบบก็ได้ ที่ว่างไม่ได้หมายความว่าพื้นที่ ว่างเปล่าในงาน เพียงอย่างเดียว แต่หมายถึงรวมไปถึงพื้นที่ที่ไม่สำคัญหรือ Background ด้วย ในการ ออกแบบงานกราฟิกที่ว่างจะเป็น ตัวช่วยในงานดูไม่หนักจนเกินไป และถ้าควบคุมพื้นที่ว่างนี้ให้ดี ๆ ที่ ว่างก็จะเป็นตัวที่ช่วยเสริมจุดเด่นให้เห็นได้ชัดเจนมากขึ้น

## สี (Color)



ภาพที่ 6 วงจรสี

ที่มา : [http://www.km-web.rmutt.ac.th/?wpfb\\_dl=2](http://www.km-web.rmutt.ac.th/?wpfb_dl=2)

สีของงานกราฟิก ถือเป็นหัวใจหลักสำคัญเลยก็ว่าได้ เพราะการเลือกใช้สีจะแสดงถึงอารมณ์ ที่ต้องการได้ชัดเจน มากกว่าส่วนประกอบอื่นๆ ทั้งหมด เช่น สีโทนร้อนสำหรับงานที่ต้องการความ ตื่นเต้น ทำทนาย หรือสีโทนเย็นสำหรับงานที่ต้องการให้ดูสุภาพ สบายๆ สำหรับเรื่องสี เป็นเรื่องที่ต้องพูด ถึงละเอียดมากกว่าหัวข้ออื่นๆ ดังนั้นจึงขอยกไป อธิบายไว้เป็นเรื่องใหญ่ๆ ใน หัวข้อต่อไป

## ตัวอักษร (Type)



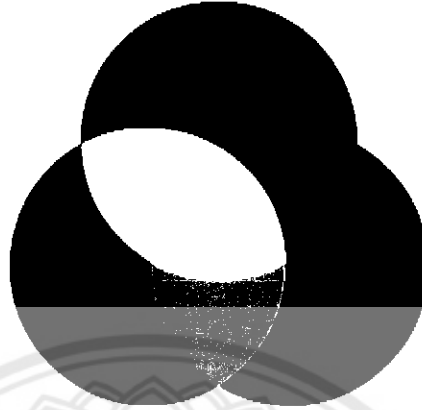
ภาพที่ 7 ตัวอักษร

ที่มา : [http://www.km-web.rmutt.ac.th/?wpfb\\_dl=2](http://www.km-web.rmutt.ac.th/?wpfb_dl=2)

ตัวอักษรเป็นสิ่งสำคัญไม่เป็นรองใคร เมื่อต้องทำงานกราฟิกดีไซน์ ในเรื่องงานกราฟิกที่ดีบาง งาน นักออกแบบ อาจจะใช้เพียงแค่ตัวอักษรและสีเป็นส่วนประกอบเพียงสองอย่าง เพื่อสร้างสรรค์งาน ที่สามารถสื่อความหมายออกมา ได้ในดีไซน์ที่สวยงาม ดังนั้น เรื่องนี้จะต้องยกไปอธิบายให้ละเอียด มากขึ้นในหัวข้อใหญ่ๆ ต่อไปจากเรื่องสี

## สีและการสื่อความหมายในอารมณ์ต่าง ๆ

ถ้าจะรู้จักสีให้ลึกซึ้งถึงขั้นเลือกใช้ได้อารมณ์ที่ต้องการได้ ต้องเข้าใจกับ 3 เรื่องเหล่านี้คือ สี เกิด จากอะไร, แต่ละสีมีความหมายอย่างไร และเทคนิคการนำสีไปใช้ให้ได้ใจต้องการทำอย่างไร กันก่อน สีเกิดจากอะไร? ในปัจจุบันแหล่งกำเนิดสีจะมีอยู่ 3 ชนิดคือ



ภาพที่ 8 สี RGB

ที่มา : [http://www.km-web.rmutt.ac.th/?wpfb\\_dl=2](http://www.km-web.rmutt.ac.th/?wpfb_dl=2)

สีที่เกิดจากแสง เกิดจากการหักเหของแสงผ่านแท่งแก้วปริซึมมี 3 สีคือ สีแดง (Red), สี เขียว (Green) และสีน้ำเงิน (Blue) เรียกรวมกันว่า RGB นำมาผสมกัน จนเกิดเป็นสีอื่นต่าง ๆ มากมาย ตัวอย่างอุปกรณ์ที่ใช้แหล่งกำเนิดสีแบบนี้ เช่น โทรทัศน์หรือจอคอมพิวเตอร์ ของเรานั้นเอง



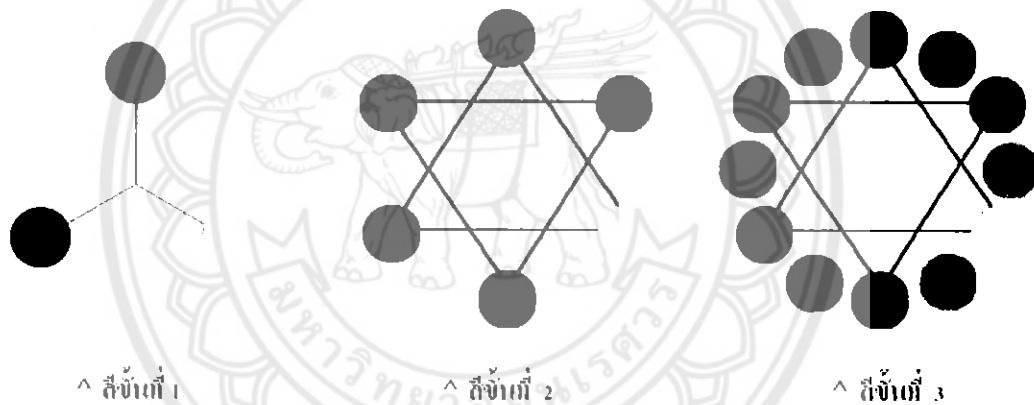
ภาพที่ 9 สี CMYK

ที่มา : [http://www.km-web.rmutt.ac.th/?wpfb\\_dl=2](http://www.km-web.rmutt.ac.th/?wpfb_dl=2)



สีที่เกิดจากหมึกสีในการพิมพ์เกิดจากการผสมหมึกพิมพ์ทั้ง 4 สีในเครื่องพิมพ์คือ สีฟ้า, สี ม่วงแดง, สี เหลือง และสีดำ เรียกรวมกันว่า CMYK จนได้ออกมาเป็นสีอื่นต่างๆ ตามที่ต้องการในการ ทำงาน กราฟิก ถ้าหากว่าเป็นงานที่นำไปพิมพ์ตามแท่นพิมพ์แล้ว นักออกแบบก็ควรจะเลือกใช้โหมดสี แบบนี้ทุกครั้ง เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ออกมาตรงกับที่เห็นในจอคอมฯ ที่ทำงานอยู่

สีที่เกิดจากธรรมชาติเป็นสีที่ได้จากธรรมชาติจากระบบการสังเคราะห์ทางเคมี 3 สีคือ สี แดง สี เหลืองและสีน้ำเงิน หลังจากนั้นจึงนำมาผสมกันจนเกิดเป็นสีอื่นๆ แหล่งกำเนิดสีแบบที่เราเรียน กัน มาในคลาสศิลปะตั้งแต่ เด็กจนโต ที่เรียกกันว่าแม่สีก็คือสีแบบนี้นั่นเองการผสมสีไว้ใช้งานจะใช้ งานจะใช้วิธีผสมจากสีที่เกิดจากสีที่เกิดธรรมชาติ โดยเริ่มผสมจากแม่สี หรือสีขั้นที่หนึ่ง ไปจนเป็นสี ขั้น ที่สองและขั้นที่สามตามลำดับภาพแต่ละสีมีความหมายอย่างไร?



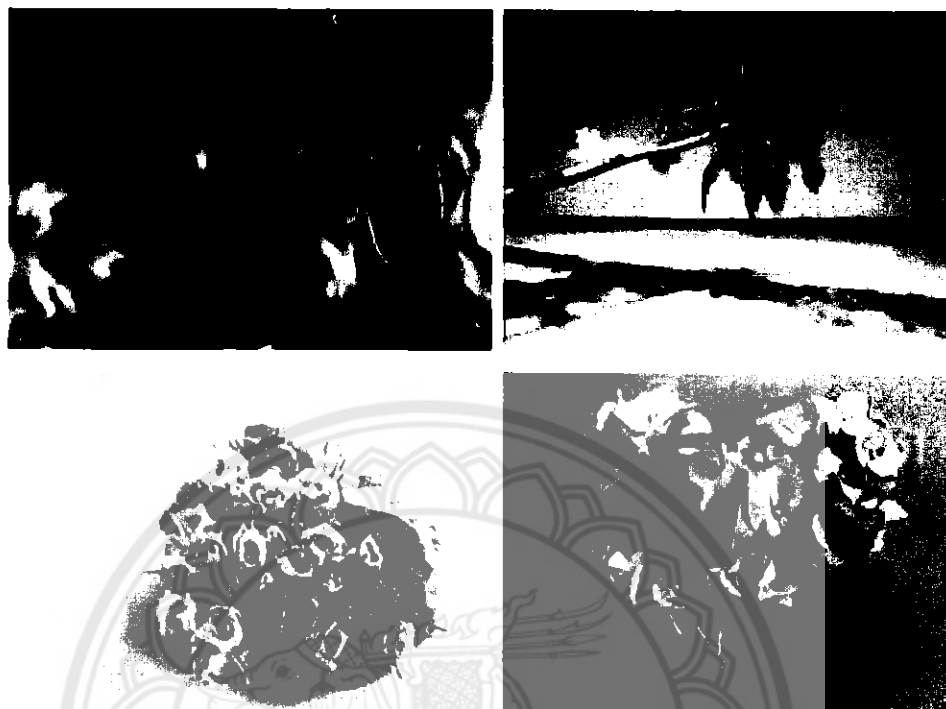
ภาพที่ 10 ชั้นของสี

ที่มา : [http://www.km-web.rmutt.ac.th/?wpfb\\_dl=2](http://www.km-web.rmutt.ac.th/?wpfb_dl=2)

หลังจากรู้จักการผสมสีกันไปแล้ว ต่อไปก็ต้องมารู้จักกับจิตวิทยาของสีที่จะมีผลต่ออารมณ์ ของผู้พบเห็นกันสีอะไร ให้ความรู้สึกอย่างไรบ้าง เราจะมาดูกันตามรายละเอียดต่อไปนี้

- สีแดง ให้ความรู้สึกอันตราย เกรี้ยวกราด รุนแรง มั่นคง อุดมสมบูรณ์
- สีส้ม ให้ความรู้สึกสว่าง เกรี้ยวกราด อุดม
- สีเหลือง ให้ความรู้สึกสว่าง สดใส สดชื่น ระวัง
- สีเขียว ให้ความรู้สึกงอกงาม พักผ่อน สดชื่น
- สีน้ำเงิน ให้ความรู้สึกสงบ ผ่อนคลาย สง่างาม ทึบ
- สีม่วง ให้ความรู้สึกหนัก สงบ มีเสน่ห์
- สีน้ำตาล ให้ความรู้สึกเก่า หนัก สงบเงียบ
- สีขาว ให้ความรู้สึกบริสุทธิ์ สะอาด ใหม่ สดใส
- สีดำ ให้ความรู้สึกหนัก หดหู่ เศร้าใจ ทึบตัน
- สีทองเงินและสีมันวาว แสดงถึงความรู้สึกมีคุณค่า
- สีดำกับสีขาว แสดงถึงความรู้สึกทางอารมณ์ที่ถูกกดดัน
- สีเทาปานกลาง แสดงถึงความนิ่งเฉย สงบ
- สีเขียวแก่ผสมสีเทาแสดงถึงความสลด รันทดใจ ชรา
- สีสดและสีบาง ๆ ทุกชนิด แสดงความรู้สึก กระตือรือร้น แจ่มใส

ความรู้สึกเกี่ยวกับสีที่กล่าวมาจะเป็นความรู้สึกแบบกลางๆ ที่เป็นส่วนใหญ่ในโลก แต่ นอกจากที่กล่าวมาแล้ว ในบางพื้นที่หรือบางวัฒนธรรม อิทธิพลของสีจะแตกต่างกันออกไปตามประเพณี ของแต่ละบุคคล วัฒนธรรม ประเพณี ขนบธรรมเนียม หรือค่านิยมของแต่ละกลุ่มชน

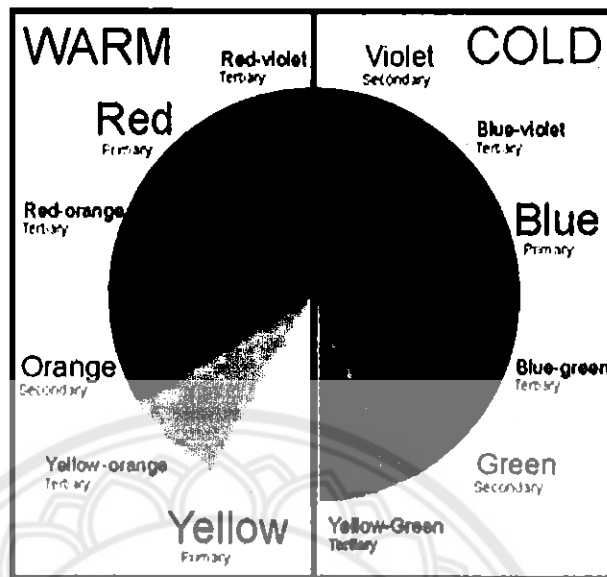


ภาพที่ 11 ตัวอย่างภาพที่ออกแบบโดยการเลือกใช้สีต่าง ๆ

ที่มา : [http://www.km-web.rmutt.ac.th/?wpfb\\_dl=2](http://www.km-web.rmutt.ac.th/?wpfb_dl=2)

นอกจากแต่ละสีจะสร้างความรู้สึกด้วยตนเองแล้ว เมื่อนำมาใช้ร่วมกันเรายังสามารถแบ่งสีออกเป็น 2 วรรณะ เพื่อสร้างอารมณ์ที่แตกต่างกันออกไปเมื่อใช้งานร่วมกันได้อีกคือ

- สีที่อยู่ในวรรณะร้อน (Warm Tone Color) ได้แก่ สีเหลืองส้ม สีส้ม สีแดง และสีม่วงแดง สีกลุ่มนี้เมื่อใช้งานจะรู้สึกอบอุ่น ร้อนแรง สนุกสนาน
- สีที่อยู่ในวรรณะ (Cool Tone Color) ได้แก่ สีเขียว สีฟ้า สีม่วงคราม สีกลุ่มนี้เมื่อใช้งานจะให้ความรู้สึกสดชื่น เย็นสบายการแบ่งสีออกเป็นสีโทนร้อนและสีโทนเย็น

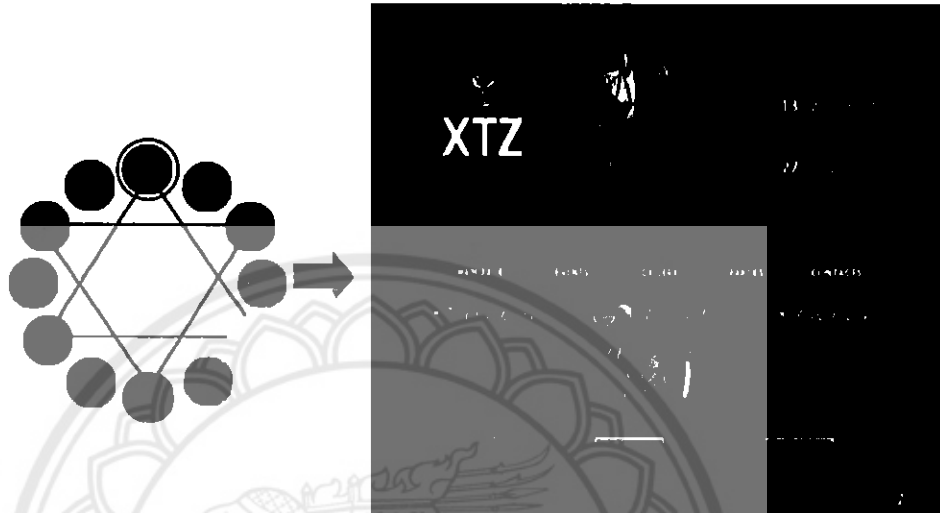


ภาพที่ 12 ภาพตัวอย่างงานออกแบบสีโทนเย็น และสีโทนร้อน

ที่มา : [http://www.km-web.rmutt.ac.th/?wpfb\\_dl=2](http://www.km-web.rmutt.ac.th/?wpfb_dl=2)

เทคนิคการนำสีไปใช้งาน เทคนิคการนำสีไปใช้งานมีอยู่มากมายหลายวิธี แต่ทุกวิธีจะไปที่วัตถุประสงค์เดียวกันคือ ใช้สีเพิ่มความโดดเด่นให้กับจุดเด่นในภาพ และใช้สีตกแต่งส่วนอื่นๆ ของภาพให้ได้ภาพรวม ออกมาในอารมณ์ที่ต้องการ เทคนิคการเลือกสีจะมีสูตรสำเร็จให้เลือกใช้งานอยู่บ้าง คือ วิธีโยง ความสัมพันธ์จากวงล้อสี ก่อนทำงานทุกครั้งและให้เปิดไฟสว่างล้อมีขึ้นมา แล้วเลือกสีหลักๆ สำหรับใช้ ในการทำงานก่อน เทคนิคการเลือกใช้สีแบบสูตรสำเร็จจะมีอยู่หลายรูปแบบ แต่แบบที่นิยมมี 4 รูปแบบ คือ

- Mono หรือเอกรงค์ จะเป็นการใช้สีที่ไปในโทนเดียวกันทั้งหมด เช่น จุดเด่นเป็นสีแดง สีส่วนที่เหลือก็จะเป็นสีที่ใกล้เคียงกับสีแดง โดยใช้วิธีลดน้ำหนักความเข้มของสีแดงลงไป

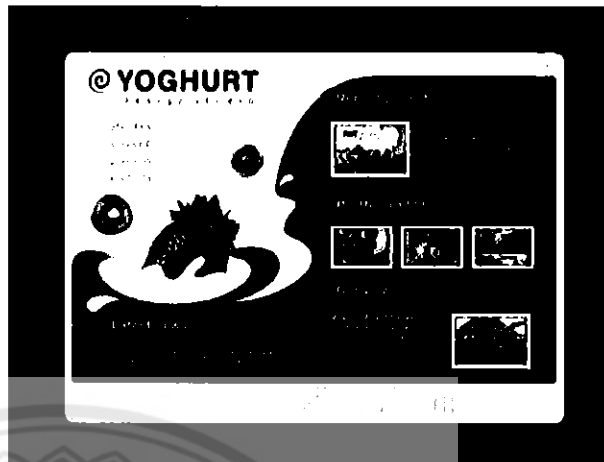
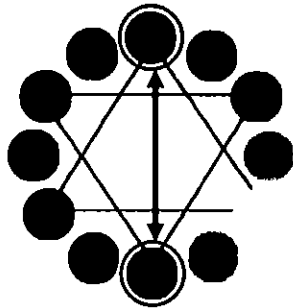


ภาพที่ 13 Mono หรือเอกรงค์

ที่มา : [http://www.km-web.rmutt.ac.th/?wpfb\\_dl=2](http://www.km-web.rmutt.ac.th/?wpfb_dl=2)

- Complement คือ สีที่ตัดกันหรือสีตรงข้าม เป็นสีที่อยู่ตรงข้ามกันในวงจสีเช่น

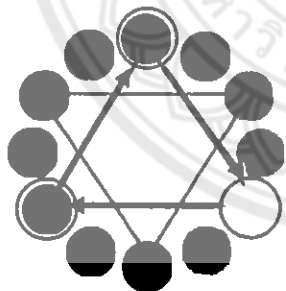
สีฟ้า จะ ตรงข้ามกับสีส้ม หรือสีแดงจะตรงข้ามกับสีเขียว สามารถนำมาใช้งานได้หลายอย่าง และก็ สามารถ ส่งผล ได้ทั้งดีและไม่ดี หากไม่รู้หลักพื้นฐานในการใช้งาน การใช้สีตรงข้ามหรือสีตัดกัน ไม่ควรใช้ใน พื้นที่ปริมาณเท่ากันในงาน ควรใช้สีใดสีหนึ่งจำนวน 80% อีกฝ่ายหนึ่งต้องเป็น 20% หรือ 70-30 โดยประมาณ บนพื้นที่ของงานโดยรวม จะทำให้ความตรงข้ามกันของ พื้นที่น้อย กลายเป็นจุดเด่นของ ภาพ



ภาพที่ 14 Complement (สีที่ตัดกันหรือสีตรงกันข้าม)

ที่มา : [http://www.km-web.rmutt.ac.th/?wpfb\\_dl=2](http://www.km-web.rmutt.ac.th/?wpfb_dl=2)

- Triad คือ การเลือกสีสามสีที่ระยะห่างเท่ากันเป็นสามเหลี่ยมด้านเท่ามาใช้งาน



ภาพที่ 15 Triad

ที่มา : [http://www.km-web.rmutt.ac.th/?wpfb\\_dl=2](http://www.km-web.rmutt.ac.th/?wpfb_dl=2)

- Analogic หรือสีข้างเคียงกัน การเลือกสีใดสีหนึ่งขึ้นมาใช้งานพร้อมกับสีที่อยู่ติดกันอีกข้าง ละสีหรือก็คือสีสาม สีอยู่ติดกันในวงจรสีนั่นเอง



ภาพที่ 16 Analogic หรือสีข้างเคียงกัน

ที่มา : [http://www.km-web.rmutt.ac.th/?wpfb\\_dl=2](http://www.km-web.rmutt.ac.th/?wpfb_dl=2)

### ตัวอักษร (Typography)

#### Body & Proportion Body

หลัก ๆ จะประกอบไปด้วยตัว Body เอง และส่วนแขนขา และที่สำคัญที่สุดที่ จะส่งผลถึงการเลือกใช้งาน Font ก็คือส่วนของ "เชิง" หรือ "Serif" (ในตัว Body ของ Font อาจจะแยกย่อยได้เป็นตา หรือไหลได้อีก และ ในเบื้องต้นให้รู้จักกันไว้ในชื่อของ Body ก่อน)

# Aa Bb Cc

ภาพที่ 17 Body & Proportion

ที่มา : [http://www.km-web.rmutt.ac.th/?wpfb\\_dl=2](http://www.km-web.rmutt.ac.th/?wpfb_dl=2)

ส่วนของ Proportion ของ Font จะหมายถึง ลักษณะการตกแต่งเพื่อนำไปใช้งาน เช่น ตัวหนา หรือตั้งเอียง โดยปกติแล้ว Proportion ของ Font จะมีอยู่ 3 แบบคือ Normal คือ แบบปกติ ไม่ได้กำหนดอะไรเพิ่มเติม Bold คือแบบที่เป็นตัวหนาและ Italic คือ แบบที่เป็นตัวเอียง



**Aa**      *Aa*      **Aa**

Regular      Italic      Bold

ภาพที่ 18 Proportion

ที่มา : [http://www.km-web.rmutt.ac.th/?wpfb\\_dl=2](http://www.km-web.rmutt.ac.th/?wpfb_dl=2)

นอกจากทั้ง 3 แบบที่กล่าวมาแล้ว ในบางครั้งอาจจะเจอแบบที่ย่อยลงไปอีก เช่น Bold Italic ที่เป็นตัวหนาและเอียงหรือ Narrow ที่มีลักษณะแคบๆ ผอมๆ ก็เป็นไปได้



**Aa** *Aa* **Aa**

Regular Italic Bold

ภาพที่ 19 ลักษณะตัวอักษร

ที่มา : [http://www.km-web.rmutt.ac.th/?wpfb\\_dl=2](http://www.km-web.rmutt.ac.th/?wpfb_dl=2)

วิธีเลือก Font ไปใช้ในงานออกแบบ การเลือก Font ไปใช้ในงานออกแบบมีข้อควรคำนึง  
ง่าย ๆ อยู่ 2 ข้อคือ 1. ความหมายต้องเข้ากัน หมายความว่า ความหมายของคำและ Font ที่  
เลือกใช้ควร จะไปด้วยกันได้ เช่น คำว่าน่ารักก็ควรจะใช้ Font ที่ดูน่ารักไปด้วย ไม่ควรใช้ Font ที่ดู  
เป็นทางการดังภาพตัวอย่าง

♥  
น่ารัก น่ารัก

ภาพที่ 20 ภาพตัวอย่างการใช้ตัวอักษร

ที่มา : [http://www.km-web.rmutt.ac.th/?wpfb\\_dl=2](http://www.km-web.rmutt.ac.th/?wpfb_dl=2)

2. อารมณ์ของฟอนต์และอารมณ์ของงานต้องไปในทิศทางเดียวกัน เช่น งานที่ ต้องการ  
ความน่าเชื่อถือก็จะเลือกใช้Font แบบ Serif ที่ดูหนักแน่น น่าเชื่อถือ ส่วนงานที่ ต้องการความ  
ดูตลกขบขันไปสเตอร์ลตราคาก็ควรจะใช้Font ที่เป็นกันเองไม่เป็นทางการมากนักอย่าง Font  
ในกลุ่ม Script เป็นต้น



ภาพที่ 21 ภาพตัวอย่างการใช้ตัวอักษร

ที่มา : [http://www.km-web.rmutt.ac.th/?wpfb\\_dl=2](http://www.km-web.rmutt.ac.th/?wpfb_dl=2)

ภาพตัวอย่าง อารมณ์ของฟอนต์ และอารมณ์ของงานที่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน นอกจากการเลือก Font มาใช้งานแล้ว การวางตำแหน่งตัวอักษรก็เป็นอีกเรื่องหนึ่งที่มีความสำคัญกับการทำงานสำหรับการวางตำแหน่งตัวอักษร มีข้อควรคำนึงถึงไว้ให้อยู่ 3 ข้อ คือ

1. ธรรมชาติการอ่านของคนไทยจะอ่านจากซ้ายไปขวา และบนลงล่าง โดยมีรัศมีการกวาดสายตาตามลำดับดังนั้นถ้าอยากให้อ่านง่าย ควรจะวางเรียงลำดับให้ดีด้วย ไม่เช่นนั้น จะเป็นการอ่านข้ามไปข้ามมาทำให้เสีย ความหมายของข้อความไป
2. จุดเด่นควรจะมีเพียงจุดเดียว หรือพุดง่ายๆ ก็คือ มีตัวอักษรตัวใหญ่ๆ อยู่เพียงชุด เดียว จึงจะเป็นจุดเด่นที่ มองเห็นได้ง่าย ไม่สับสน ส่วนจุดอื่น ๆ ขนาดควรจะเล็กลงมาตามลำดับความสำคัญ
3. ไม่ควรใช้ Font หลากหลายรูปแบบเกินไป จะทำให้กลายเป็นงานที่อ่านยากและ ขวนขวาดสีระมากกว่าชวนอ่านถ้าจำเป็นจริงๆ แนะนำให้ใช้ Font เดิมแต่ไม่ตกแต่งพวกขนาด , ความหนาหรือกำหนดให้เอียงบ้าง เพื่อเพิ่มความน่าสนใจไม่ให้งานดูน่าเบื่อแบบนี้จะดีกว่า

### 2.2.2 ข้อมูลการออกแบบหนังสือ

ก่อนที่จะออกแบบ นักออกแบบจะต้องพยายามหาข้อมูลจากผู้เขียนหรือสำนักพิมพ์ ถึงวัตถุประสงค์ในการเขียนหรือจัดทำหนังสือ และต้องทราบถึงลักษณะของผู้อ่านที่เป็นกลุ่มเป้าหมายว่าเจตนาจะมุ่งที่ใครเป็นหลักและคนกลุ่มนี้มีพฤติกรรมและความชอบไม่ชอบอย่างไร นอกจากนี้ยังต้องทราบให้ชัดเจนว่าผู้เขียนมีความคิดหลักหรือแนวคิดเบื้องหลังของหนังสืออย่างไร รวมทั้งเป็นหนังสือประเภทใดและควร จะมีบุคลิกภาพแบบไหน

#### กำหนดขนาดและรูปแบบของหนังสือ

เมื่อเทียบกับหนังสือพิมพ์และนิตยสารแล้ว หนังสือสามารถจัดทำได้หลายขนาดและหลายรูปแบบมากกว่า ซึ่งในการเลือกขนาดและรูปแบบ ที่เหมาะสมนี้จะต้องดูจากวัตถุประสงค์และประเภทของหนังสือ เป็นหลัก ส่วนใหญ่แล้ว จะต้องพยายามเลือกขนาดที่ตัดกระดาษได้โดยเหลือเศษ น้อยเพื่อเป็นการประหยัดกระดาษเพื่อลดต้นทุนนอกจากในกรณีที่เป็น หนังสือที่ ระลึก ราคาแพงและต้องการ รูปแบบ ที่แปลกแตกต่างไปจาก ปกติ

#### แบบและขนาดตัวอักษร ปกติแล้วตัวอักษรที่ใช้ในหนังสือหนึ่งเล่ม

จะไม่มี ความหลากหลายมากนักแต่อาจมีความแตกต่างกันระหว่างตัวที่เป็นหัวเรื่องหรือพาดหัว กับตัวที่เป็นเนื้อเรื่องเท่านั้น อย่างไรก็ตามในเรื่องขนาดของตัวเนื้อเรื่อง จะต้องพิจารณาใช้ในขนาดที่เหมาะสมกับผู้อ่านที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย หากเป็นผู้มีอายุมากหรือเด็ก อาจจะต้องเลือกตัวอักษรที่มีขนาดใหญ่กว่าตัวอักษรที่ใช้ สำหรับ วันรุ่นหรือผู้ใหญ่ทั่วไป

#### แบบและจำนวนภาพประกอบ

ภาพประกอบเป็นอีกตัวแปรหนึ่งที่ควรนำมาพิจารณา ว่าต้องการจะนำเสนอ ภาพประกอบเป็นสีหรือขาวดำ จำนวนอย่างละกี่รูป ซึ่งแบบและจำนวนภาพประกอบนี้จะไปมีผลต่อการเลือกชนิดกระดาษ ระบบการพิมพ์ และต้นทุนในการผลิต

#### องค์ประกอบและการจัดวางองค์ประกอบในการออกแบบหนังสือ

ที่จริงแล้วการออกแบบหนังสือก็มีหลักการเหมือนกับการออกแบบสื่อสิ่งพิมพ์อื่น ซึ่งได้กล่าวถึงไปแล้ว อย่างไรก็ตามหนังสือมี ส่วนประกอบที่แตกต่างกับจากสื่อสิ่งพิมพ์อื่น ทำให้มีรายละเอียดเพิ่มเติมในการออกแบบส่วนประกอบที่สำคัญ คือ ปกหน้าของหนังสือ ซึ่งเป็นหน้าที่สำคัญที่สุดเช่นเดียวกับหน้าแรกของหนังสือพิมพ์และปกหน้าของนิตยสาร โดยปกหน้าจะต้องทำ

หน้าที่ ดึงดูดความสนใจของผู้พบเห็นให้อยากจะหยิบขึ้นมาดูจากชั้นหนังสือ ในขณะที่เดียวกันปกหน้าของหนังสือก็ต้องทำหน้าที่สื่อสาร ให้เห็นถึงความคิดเบื้องหลังรวมทั้งบุคลิกลักษณะของเนื้อเรื่องภายในหนังสือด้วย เพื่อให้บรรล่วัตถุประสงค์ทั้งสองส่วนนี้นักออกแบบ จะต้องทำการออกแบบส่วนต่างๆ ในปกหน้าของหนังสือดังนี้

1. ตราสัญลักษณ์ของสำนักพิมพ์
2. ชื่อความประกอบปกหน้า
3. ชื่อหนังสือ
4. ชื่อผู้แต่งหรือผู้แปล
5. ภาพประกอบปกหน้า

### เลย์เอ๊าท์ (Layout)

เลย์เอ๊าท์ (Layout) คือการจัดวางภาพ ตัวอักษรตลอดจนถึงประกอบอื่น ๆ เพื่อประกอบกันเป็นหน้าแต่ละหน้าของงานพิมพ์อย่างคร่าว ๆ เพื่อเป็นแนวในการจัดทำต้นฉบับงานพิมพ์ ให้ทดสอบปฏิบัติการต่อการดึงดูดและการนำสายตาของผู้ดูต่อสิ่งพิมพ์ที่จะเตรียมจัดทำขึ้น ไม่มีกฎตายตัวในการจัดทำเลย์เอ๊าท์ สิ่งที่ควรคำนึงถึงคือ เลย์เอ๊าท์ที่ดีจะช่วยให้ผู้ดูผ่านสายตาไปบนงานพิมพ์ได้อย่างง่ายดาย มีความน่าสนใจ น่าติดตาม แต่ถ้าเป็นไปในทางตรงข้ามคือผู้ดูต้องประสบกับความยากลำบากในการดูงานพิมพ์นั้น ก็อาจลงท้ายด้วยการเลิกดูไปเลย ในการทำเลย์เอ๊าท์นั้น ควรจัดลำดับความสำคัญของสิ่งที่จะนำเสนอ ควรทำให้สิ่งที่จะนำเสนอมีความชัดเจนและเรียงตามลำดับความสำคัญ

### ข้อแนะนำในการทำเลย์เอ๊าท์

1. ศึกษาภาพรวมของงาน สิ่งพิมพ์ที่กำลังจัดทำขึ้น อาจเป็นส่วนหนึ่งของงานทั้งหมด เช่น แผ่นพับ โฆษณาสินค้าชิ้นหนึ่งอาจเป็นส่วนหนึ่งของสื่อการโฆษณาอื่น ๆ อาทิเช่น สื่อทีวี หนังสือพิมพ์ วิทยุ ฯลฯ ดังนั้นการออกแบบสิ่งพิมพ์จึงควรดูภาพรวมของงานทั้งหมด เพื่อให้ชิ้นงานพิมพ์ออกมาสอดคล้อง เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับสื่ออื่น ๆ รวมทั้งให้คำนึงถึงภาพลักษณ์ และวัตถุประสงค์ของการจัดทำ

2. จัดหมวดหมู่ของเนื้อหา สิ่งพิมพ์ที่เป็นเล่ม เช่น หนังสือ โบรชัวร์ แคตตาล็อก จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องทำการแบ่งหมวดหมู่ของเนื้อหา แยกเป็นบท ๆ แต่ละบทจัดส่วนต่าง ๆ ของเนื้อหา ภาพประกอบ ให้เป็นหมวดหมู่เป็นกลุ่มเป็นก้อน คำนวณจำนวนหน้าสำหรับแต่ละบท รวมจำนวนหน้าทั้งหมดประกอบกันเป็นเล่ม สำหรับงานพิมพ์ที่เป็นชิ้น เช่น แผ่นพับ โปสเตอร์ โปสการ์ด ก็ต้องจัดกลุ่มเนื้อหา ภาพประกอบ ให้เป็นหมวดหมู่เป็นกลุ่มเป็นก้อนเช่นกัน

3. สร้างโครงแบบหรือกริด (Grid) หนึ่งในวิธีการออกแบบสิ่งพิมพ์ที่นิยมใช้กัน คือใช้กริดช่วยในการออกแบบ เริ่มจากการจัดทำโครงแบบซึ่งประกอบด้วยเส้นในแนวตั้งและแนวนอนเป็นผังสำหรับวางเนื้อหา ภาพประกอบและองค์ประกอบอื่น ๆ ของแบบ (รายละเอียดของกริดจะกล่าวในหัวเรื่องถัดไป)

4. ลงรายละเอียดแต่ละหน้า เมื่อได้โครงแบบ ก็สามารถทำการออกแบบแต่ละหน้า

- จัดทำจุดสนใจหลักให้โดดเด่นโดยขยายขนาดให้ใหญ่ ใช้ภาพประกอบที่น่าสนใจ จำลึกเสมอว่า จะต้องให้ผู้ดูเห็นเป็นสิ่งแรกเมื่อมองมาที่สิ่งพิมพ์หน้านั้น ส่วนสิ่งที่ไม่สำคัญหรือรายละเอียดให้มีขนาดเล็ก

- ตำแหน่งที่เป็นจุดสนใจจุดแรกของหน้าจะอยู่ด้านบนซ้าย จึงเป็นที่ๆเหมาะสมในการวางส่วนสำคัญหลักของข้อมูล

- เลือกใช้สีในการเน้นข้อความที่สำคัญ ทดสอบการใช้สีสด ๆ บนพื้นดำ สีคู่ สีตรงข้าม ฯลฯ

- พิจารณาในการตัดขอบ (Crop) ภาพประกอบให้ภาพนั้นดูน่าสนใจขึ้น ดูดีขึ้น

- ให้เส้นในรูปแบบต่าง ๆ ตลอดจนใส่กรอบให้กับภาพเท่าที่จำเป็น การใช้เส้นสายมากจะทำให้ดูรก และรกจนสายตา ควรมีแนวคิดให้ใช้เส้นสายและกรอบภาพให้น้อยที่สุดแต่สามารถทำให้งานออกมาดูดี

- การดำเนินจัดทำแบบแต่ละหน้าสำหรับงานประเภทหนังสือ นิตยสาร โบรชัวร์ แคตตาล็อก ควรมีการวางแผนให้สอดคล้องกันทั้งเล่ม อาจมีความแตกต่างบ้างเพื่อความไม่จำเจ แต่ไม่ควรมีความต่างกันอย่างสิ้นเชิง และให้วางรูปแบบเป็นหน้าคู่ที่ติดกันแทนที่จะคิดเป็นหน้าเดี่ยว ๆ

- ควรมีความรู้ความเข้าใจในข้อจำกัดต่าง ๆ ของการพิมพ์เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาที่อาจเกิดขึ้น (ศึกษาเพิ่มเติมได้ที่ ข้อคิดในการออกแบบสิ่งพิมพ์)

ทักษะในการจัดทำเลย์เอาต์สามารถฝึกฝนได้ โดยศึกษาจากผลงานที่มีชื่อเสียง เช่น หนังสือรวบรวมผลงานการออกแบบ (โดยส่วนใหญ่เป็นหนังสือที่จัดทำจากต่างประเทศ) นิตยสารต่าง ๆ ที่มีจำหน่ายตามแผงหนังสือซึ่งก็มีนิตยสารหลาย ๆ หัวก็มีการจัดแบบได้ดีโดยเฉพาะหน้าโฆษณา นอกจากนี้ยังสามารถค้นคว้าหรือดูตัวอย่างจากเวปต่าง ๆ ผ่านทางอินเทอร์เน็ต

### กริด (Grid)

กริด (Grid) คือตารางของเส้น (โดยส่วนใหญ่เส้นเหล่านี้จะไม่ปรากฏให้เห็นในชิ้นงานพิมพ์จริง) ที่จัดอย่างเป็นแบบแผนใช้เพื่อเป็นโครงในการกำหนดตำแหน่ง ขอบเขตบริเวณสำหรับบรรจุกฎ เนื้อหา ช่องว่างเปล่าและส่วนประกอบต่าง ๆ ในการจัดรูปแบบแต่ละหน้าของงานพิมพ์ การสร้างกริดเป็นพื้นฐานของสื่อสิ่งพิมพ์แทบทุกรูปแบบเพื่อจัดรูปร่างของเนื้อหาให้อยู่ในสัดส่วนที่สวยงาม แม้ว่าจะมีผู้กล่าวว่าการใช้กริดทำให้จำกัดความอิสระในการออกแบบ แต่การใช้กริดเป็นการวางโครงแบบหลวม ๆ เป็นเครื่องมือในการทำงานโดยเฉพาะงานออกแบบเป็นชุดเป็นเล่มที่ต้องการความต่อเนื่อง ความเป็นเอกภาพ ผู้ใช้สามารถพลิกแพลงแบบได้ตลอดเวลา ไม่มีกฎบังคับให้องค์ประกอบต่าง ๆ อยู่แต่เพียงภายในกรอบที่จัดไว้ แต่ให้ดูผลงานสุดท้ายเป็นหลัก การใช้กริดไม่ใช่สิ่งใหม่ นักออกแบบและศิลปินได้ใช้โครงสร้างกริดกันมานานนับศตวรรษแล้ว

ขอบกระดาษ (margins) มارجิ้นคือช่องว่างที่อยู่ระหว่างขอบของพื้นที่ทำงานซึ่งมีตัวอักษรหรือภาพปรากฏอยู่กับขอบของกระดาษทั้งสี่ด้าน ความกว้างจากขอบกระดาษของช่องว่างนี้ไม่จำเป็นต้องเท่ากันทั้งสี่ด้านแต่ควรเป็นแบบแผนเดียวกันทุก ๆ หน้าในเล่มเพื่อความต่อเนื่อง มارجิ้นเป็นจุดพักสายตา แต่สามารถใช้เป็นที่ใส่เลขหน้า หัวเรื่อง คำอธิบายต่าง ๆ หรือบทความขยายสั้น ๆ และอาจใช้เป็นที่ดึงดูดความสนใจ

โมดูล/หน่วยกริด (Module/Grid Units) โมดูลคือช่องที่เกิดจากการแบ่งหน้าออกแบบด้วยเส้นกริดตามแนวตั้งและแนวนอนออกเป็นส่วน ๆ สำหรับกำหนดใช้เป็นที่ใส่ตัวอักษรหรือภาพ การแบ่งส่วนระหว่างโมดูลจะมีการเว้นช่องว่างไว้ไม่ให้โมดูลติดชิดกัน อนึ่งการใช้พื้นที่ในการวางตัวอักษรหรือภาพไม่จำเป็นต้องถูกจำกัดอยู่ภายในแต่ละโมดูล แต่สามารถกินพื้นที่หลาย ๆ โมดูล อาลีลีย์/ช่องว่างระหว่างโมดูล (Alleys) อาลีลีย์คือช่องว่างระหว่างโมดูลที่ติดกัน ช่องว่างดังกล่าวอาจทอดยาวเป็นแนวตั้ง หรือแนวนอน หรืออาจเป็นทั้งแนวตั้งและแนวนอนก็ได้ ช่องว่างนี้มีผู้เรียกอีกชื่อว่า “กัตเตอร์ (Gutter)” อาลีลีย์แต่ละแนวอาจมีความกว้างที่ต่างกันบนหน้าหนึ่ง ๆ ก็ได้

**อาลีสีย์/ช่องว่างระหว่างโมดูล (Alleys)** อาลีสีย์คือช่องว่างระหว่างโมดูลที่ติดกัน ช่องว่างดังกล่าวอาจทอดยาวเป็นแนวตั้ง หรือแนวนอน หรืออาจเป็นทั้งแนวตั้งและแนวนอนก็ได้ ช่องว่างนี้มีผู้เรียกอีกชื่อว่า "กัตเตอร์ (Gutter)" อาลีสีย์แต่ละแนวอาจมีความกว้างที่ต่างกันในด้านหนึ่ง ๆ ก็ได้แล้วแต่ผู้ออกแบบ

**กัตเตอร์/ช่องว่างระหว่างหน้าตามแนวพับ (Gutters)** กัตเตอร์ คือช่องว่างระหว่างโมดูลของหน้าสองหน้าที่ต่อกันโดยมีแนวพับอยู่ตรงกลาง ในการออกแบบหน้าหนังสือ ให้ระวังอย่าให้ความกว้างของกัตเตอร์แคบเกินไปจนทำให้ข้อความตามแนวสันหนังสือขาดหายหรืออ่านลำบาก

**คอลัมน์/แถวในแนวตั้ง (Columns)** คอลัมน์คือโมดูลที่ต่อ ๆ กันในแนวตั้ง ซึ่งช่องว่างระหว่างคอลัมน์ก็คืออาลีสีย์/กัตเตอร์นั่นเอง ในหน้าออกแบบหนึ่งหน้าสามารถแบ่งคอลัมน์ได้กี่แถวก็ได้ และความกว้างของแต่ละคอลัมน์ก็ไม่จำเป็นต้องเท่ากันแล้วแต่ผู้ออกแบบ

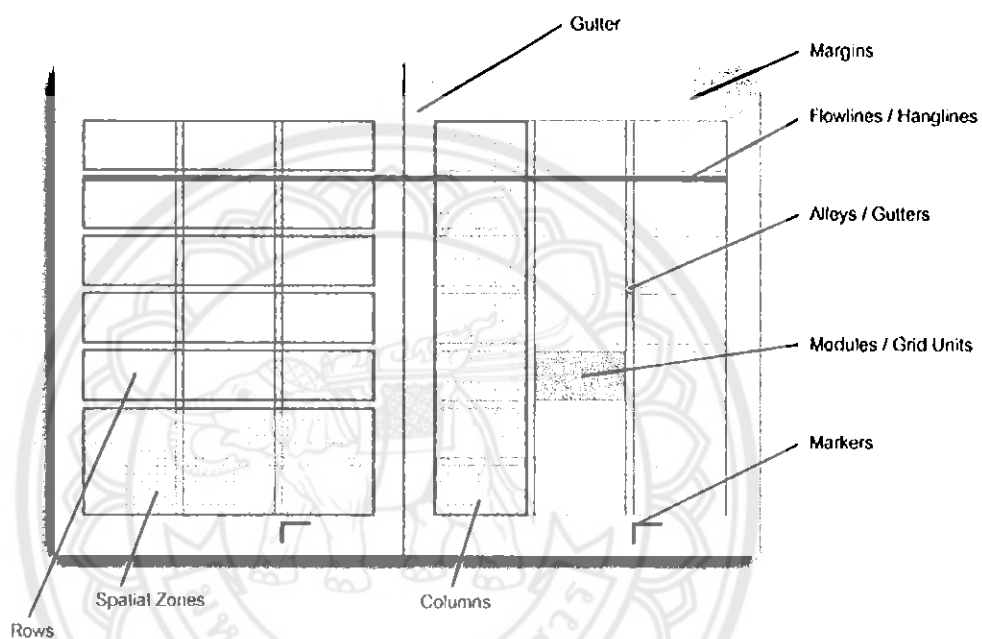
**คอลัมน์/แถวในแนวตั้ง (Columns)** คอลัมน์คือโมดูลที่ต่อ ๆ กันในแนวตั้ง ซึ่งช่องว่างระหว่างคอลัมน์ก็คืออาลีสีย์/กัตเตอร์นั่นเอง ในหน้าออกแบบหนึ่งหน้าสามารถแบ่งคอลัมน์ได้กี่แถวก็ได้ และความกว้างของแต่ละคอลัมน์ก็ไม่จำเป็นต้องเท่ากันแล้วแต่ผู้ออกแบบ

**โรว์/แถวในแนวนอน (Rows)** โรว์คือโมดูลที่ต่อ ๆ กันในแนวนอนซึ่งต่างจากคอลัมน์ที่ต่อกันในแนวตั้ง และถูกแบ่งแยกจากกันด้วยอาลีสีย์/กัตเตอร์เช่นกัน

**สเปซเซอร์โซน/พื้นที่ครอบคลุม (Spatial Zones)** สเปซเซอร์โซนคือกลุ่มของโมดูลที่ติดกันทั้งแนวตั้งและแนวนอนทำให้เกิดพื้นที่ที่ใหญ่ขึ้น ถูกนำไปใช้ในการแสดงข้อมูลโดยใส่เป็นข้อความตัวอักษร หรือภาพก็ได้

**โฟลว์ไลน์/แสงไลน์/เส้นขวาง (Flowlines/Hanglines)** โฟลว์ไลน์คือเส้นแบ่งในแนวนอน ใช้เหนี่ยวนำสายตาจากส่วนหนึ่งไปอีกส่วนหนึ่ง หรือเป็นตัวคั่นเมื่อจบเรื่องราว/ภาพหนึ่งและกำลังขึ้นต้นเรื่องราว/ภาพอีกชุดหนึ่ง

มาร์คเกอร์/ตัวชี้ตำแหน่ง (Markers) มาร์คเกอร์คือเครื่องหมายที่กำหนดตำแหน่งบริเวณไว้สำหรับใส่ข้อความสั้น ๆ ที่ระบุหมวดหมู่ หัวเรื่องที่เกี่ยวข้องไปเรื่อย ๆ มักมีตำแหน่งเดียวในแต่ละหน้า



ภาพที่ 22 ช่องต่างๆ ของกริดในหน้าออกแบบ

ที่มา :

<http://www.supremeprint.net/index.php?lay=show&ac=article&Id=538976617>



## 2.3 ข้อมูลพฤติกรรมกลุ่มเป้าหมายของงานวิจัย

### 2.3.1 ลักษณะทางกายภาพ

พัฒนาการทางด้านร่างกาย Secondary Sex Characteristic (ลักษณะทางเพศหรือลักษณะทุติยภูมิทางเพศ) คือลักษณะที่แบ่งแยกความเป็นชายหนุ่ม ความเป็นหญิงสาวที่เพิ่งเริ่มเจริญเติบโตเต็มที่ในวัยแรกเริ่ม การเจริญเติบโตของลักษณะทางเพศมีพัฒนาการ 3 ขั้นตอน ได้แก่

1. Pre-pubescence เป็นระยะลักษณะทางเพศส่วนต่าง ๆ เริ่มพัฒนา เช่น สะโพกเริ่มขยาย เต้านมของเด็กหญิงเริ่มเจริญ เสียงของเด็กชายเริ่มแตกพรั่ว แต่อวัยวะสืบพันธุ์ (Productive organs) ยังไม่เริ่มทำหน้าที่
2. Pubescence เป็นระยะที่ลักษณะทางเพศส่วนต่าง ๆ ยังคงมีการเจริญต่อไป อวัยวะสืบพันธุ์เริ่มทำหน้าที่แต่ยังไม่สมบูรณ์ เด็กหญิงเริ่มมีประจำเดือน เด็กชายเริ่มสามารถผลิตเซลล์สืบพันธุ์ได้
3. Post-pubescence หรือ Puberty เป็นระยะที่ลักษณะทางเพศทุกส่วนเจริญเติบโตเต็มที่ อวัยวะสืบพันธุ์ทำหน้าที่ได้ มีวุฒิภาวะทางเพศสามารถมีบุตรได้ จึงถือเป็นระยะที่เด็กย่างเข้าสู่วัยรุ่นที่แท้จริง

การเริ่มเข้าสู่ระยะต่าง ๆ ข้างต้น อายุของเด็กแต่ละคนจะไม่เท่ากัน ในบางคนอาจเริ่มเข้าสู่วัยรุ่นในวัย Puberty ค่อนข้างเร็ว ในบางคนมีพัฒนาการค่อนข้างช้าได้

**การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นมีผลมาจากการทำงานของระบบต่อมไร้ท่อซึ่งผลิตฮอร์โมนหลายชนิดที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของร่างกายในวัยรุ่นคือ**

1. Growth hormone หรือ Somatotrophic hormone มีหน้าที่ควบคุมการเจริญเติบโตของร่างกาย
2. Gonadotrophic hormone ประกอบด้วยฮอร์โมนสำคัญ 2 ชนิด
  - Follical stimulating hormone หน้าที่
    - ในเพศหญิง กระตุ้นการเติบโตของ Follical ในรังไข่ เมื่อ Follical เจริญเติบโตมากก็จะสร้าง Estrogen และกระตุ้นให้เกิดการตกไข่
    - ในเพศชาย กระตุ้นการสร้างตัวอสุจิ และกระตุ้นการเจริญเติบโตของหลอดอสุจิ

(Seminiferous tube)

-Lutinizing hormone หน้าที่

- ในเพศหญิง กระตุ้นให้เกิดการตกไข่และสร้าง Copus luteum ในรังไข่ และกระตุ้นให้ Copus luteum สร้างและหลั่ง Estrogen และ Progesterone

- ในเพศชาย กระตุ้นให้ตัวอสุจิเติบโตเต็มที่และกระตุ้น interstitial cells ในอัณฑะให้สร้างและหลั่ง Testosterone

3. Testosterone ทำหน้าที่ควบคุมลักษณะเพศชาย
4. Estrogen ทำหน้าที่ควบคุมลักษณะเพศหญิง
5. Progesterone ทำหน้าที่ร่วมกับ Estrogen เพื่อช่วยสร้างเนื้อเยื่อชั้นในของมดลูกให้หนาขึ้นสำหรับเตรียมรับไข่ที่ถูกผสมมาฝังตัวรวมทั้งกระตุ้นให้ต่อมน้ำนมขยายตัว ถ้าไข่ไม่ผสม Copus luteum จะสลายตัวพร้อมกับหยุดสร้าง Progesterone ทำให้มีประจำเดือน

### ปัญหาการเปลี่ยนแปลงทางด้านร่างกายของวัยรุ่น มี 2 ประการดังนี้

1. การเติบโตทางกายไม่สมวัย เช่น ตัวเล็กกว่าปกติ ตัวสูงใหญ่กว่าปกติ หรืออ้วนเกินไป
2. ความผิดปกติทางพัฒนาการระบบสืบพันธุ์ ได้แก่ วัยรุ่นที่มีพัฒนาการทางเพศช้า (delayed puberty) หรือมีพัฒนาการทางเพศเร็วก่อนวัย (precocious puberty) เช่น ภาวะ premature thelarche หรือ ภาวะ premature pubasche เป็นต้น

สรุปได้ว่าปัญหาความเปลี่ยนแปลงทางด้านร่างกายที่สำคัญคือรูปร่างที่มีลักษณะไม่พึงประสงค์ เช่น รูปร่างอ้วนเกินไป ผอมเกินไป มีพัฒนาการทางเพศไม่เป็นไปตามวัยหรือที่วัยรุ่นคิดว่าตัวเองไม่เหมือนเพื่อน เด็กวัยรุ่นที่มีความคิดวิตกกังวลในเรื่องรูปร่างลักษณะอย่างมากนี้อาจนำไปสู่โรค Anorexia Nervosa หรือ โรค Bulimia Nervosa ได้ ปัญหาความเปลี่ยนแปลงทางด้านร่างกายนี้เป็นปัญหาที่ละเอียดอ่อนมากเป็นพิเศษสำหรับเด็กวัยรุ่น เนื่องจากเป็นระยะเวลาที่เด็กกำลังแสวงหาความภาคภูมิใจในตนเอง ความชื่นชมจากเพื่อน จากสังคม จากเพศตรงข้าม ปัญหาในเรื่องนี้จึงเป็นเรื่องที่ก่อให้เกิดผลกระทบทางอารมณ์และจิตใจของวัยรุ่นอย่างมาก

การช่วยเหลือวัยรุ่นที่มีปัญหาในเรื่องการเปลี่ยนแปลงของร่างกายนี้ ผู้ปกครอง ครู- อาจารย์ ควรให้ความเข้าใจ ให้ความอบอุ่นทางด้านจิตใจ ช่วยส่งเสริมให้เด็กในวัยนี้มีความเข้าใจในการ

เปลี่ยนแปลงของร่างกาย แนะนำการดูแลสุขภาพอนามัยของร่างกาย ส่งเสริมให้เด็กมีกิจกรรมที่ตนเองถนัด เช่น เล่นกีฬาเพื่อเบี่ยงเบนความวิตกกังวลเรื่องรูปร่างหน้าตา ไม่วิพากษ์วิจารณ์ลักษณะด้อยของเด็กต่อหน้าบุคคลอื่น เป็นต้น

### 2.3.2 ลักษณะทางจิตภาพ

#### พัฒนาการทางอารมณ์

ทฤษฎีจิตวิเคราะห์ของฟรอยด์ ระบุว่าอยู่ในขั้นพอใจในการรักเพศตรงข้าม (genital stage) ความพึงพอใจและความสุขต่างๆ เป็นแรงขับมาจากวุฒิภาวะทางเพศ เริ่มสนใจเพศตรงข้าม มีแรงจูงใจที่จะรักผู้อื่น ต้องการอิสระจากพ่อแม่มากขึ้น เด็กชายจะเลียนแบบพ่อ เด็กหญิงจะเลียนแบบแม่ (ทิพย์ภา เศษฐ์เสาวลิต, 2541)

อารมณ์ของวัยรุ่นเป็นอารมณ์ที่เปลี่ยนแปลงง่าย อ่อนไหวง่าย เจ้าอารมณ์ มีอารมณ์รุนแรง การควบคุมอารมณ์ยังไม่สู้ดี บางครั้งเก็บกด บางคราวมั่นใจสูง บางครั้งพลุ่งพล่าน ลักษณะอารมณ์เหล่านี้เรียกกันว่า พายุบุแคม (Storm and stress) (สุชา จันทน์เอม, 2536 ; ศรีเรือน แก้วกังวาล, 2538) เพราะลักษณะอารมณ์แบบนี้จึงมีความคิดเห็นขัดแย้งกับผู้ใหญ่ได้ง่าย ทำให้วัยรุ่นจึงคิดว่าผู้ที่เข้าใจตนเองดีที่สุดคือเพื่อนในวัยเดียวกัน เนื่องจากมีความคิดเห็นที่เป็นไปทางเดียวกัน ยอมรับกันและกัน การเปลี่ยนแปลงทางอารมณ์ที่เกิดขึ้นนี้มีผลมาจากหลายปัจจัยประกอบกัน เช่น การปรับตัวกับการเปลี่ยนแปลงทางด้านร่างกาย การปรับตัวต่อการแสดงออกจากการเป็นเด็ก เข้าสู่การเรียนรู้บทบาทของการเป็นผู้ใหญ่ สังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว เป็นต้น

#### ปัญหาทางอารมณ์

การเปลี่ยนแปลงทางด้านร่างกายมีผลกระทบต่ออารมณ์ของเด็กวัยรุ่นอย่างมาก เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วประกอบกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและภาวะเศรษฐกิจในปัจจุบันทำให้พ่อแม่ผู้ปกครองมีภารกิจอื่นๆค่อนข้างมากจนลืมไปว่าบุตรหลานกำลังเริ่มเข้าสู่วัยรุ่น ทำให้ไม่มีการเตรียมตัวมาก่อนล่วงหน้า เด็กบางคนมีพัฒนาการทางเพศเร็วก่อนวัย หรือบางคนอาจช้ากว่าวัย ความคิดของเด็กเองที่คิดว่าตัวเองมีความแตกต่างจากเพื่อน มีปมด้อยเรื่องรูปร่างหน้าตา ทำให้เด็กยอมรับตัวเองไม่ได้ ส่งผลเกิดปัญหาทางด้านอารมณ์ มีภาวะเครียด เกิดพฤติกรรมซึมเศร้า และอาจก่อให้เกิดปัญหาอื่น ๆ ตามมาได้เช่น ปัญหาการฆ่าตัวตายในวัยรุ่น

การส่งเสริมคุณลักษณะทางอารมณ์ ทำได้โดยที่ผู้ปกครองต้องให้เวลาและมีความอดทนเพื่อที่จะทำ ความเข้าใจวัยรุ่น เป็นตัวอย่างของผู้ที่มีอารมณ์มั่นคง แนะนำและส่งเสริมให้เด็กเรียนรู้การควบคุม อารมณ์ และแนะนำวิธีระบายความเครียดที่เหมาะสม

### พัฒนาการทางความคิดสติปัญญา

เด็กวัยรุ่นมีการเจริญเติบโตของสมองอย่างเต็มที่ พัฒนาการทางด้านความคิดสติปัญญา เป็นไปอย่างรวดเร็วสามารถเข้าใจเรื่องที่เป็นนามธรรมได้ มีความคิดกว้างไกล พยายามแสวงหา ความรู้ใหม่ๆ มีจินตนาการมาก มีความเชื่อมั่นในความคิดของตนเองอย่างมาก

พัฒนาการทางความคิดตามแนวคิดของเพียเจท์ (Piaget, 1958 cited in Lefrancois, 1996) เด็กวัยรุ่นพัฒนาความคิดจากความคิดแบบรูปธรรม (concrete) มาจากวัยเด็กมาสู่ กระบวนการพัฒนาความคิดแบบเป็นเหตุผล เป็นรูปแบบชัดเจน (Cognitive thought phase หรือ Formal operation period) ซึ่งมีลักษณะเด่นคือ สามารถคิดอย่างมีเหตุผลโดยไม่ใช้วัตถุเป็นสื่อ มี การคิดแบบใช้ตรรกะจากเงื่อนไขที่กำหนด การคิดแบบใช้เหตุผลเชิงสัดส่วน การคิดแบบแยกตัวแปร เพื่อสรุปผล การคิดแบบใช้เหตุผลสรุปเป็นองค์รวม คาดการณ์อนาคตได้โดยมองย้อนอดีต (ศิริเรือน แก้วกังวาล, 2538 ; ทิพย์ภา เซษฐ์เซาวลิต, 2541)

ความคิดแบบตัวเองเป็นศูนย์กลางในวัยรุ่น (Adolescent egocentrism) คือจะคิดว่า พฤติกรรมของตนถูกเฝ้ามองจากบุคคลอื่น ให้ความสนใจอย่างมากต่อคำวิพากษ์วิจารณ์ของบุคคล อื่น (The Imagination Audience) โดยเฉพาะในเรื่องการแต่งกาย ทรงผม และรูปร่างของตน วัยรุ่น มักคาดหวังว่าสิ่งที่ตนแสดงออกว่าสนใจ ชอบ บุคคลอื่นจะต้องรู้สึกเช่นนั้นด้วย และวัยรุ่นมี ความคิดฝัน มีจินตนาการว่าตนเป็นคนเก่ง (hero) และมีโลกส่วนตัว (The Personal Fable)

#### 4. กรณีศึกษา

##### ตัวอย่างที่ 1

การออกแบบอินโฟกราฟิก : PERNYATAAN MASALAH

ออกแบบโดย : Yunia



ภาพที่ 23 : PERNYATAAN MASALAH  
ที่มา <http://incode.design/challenges/153>

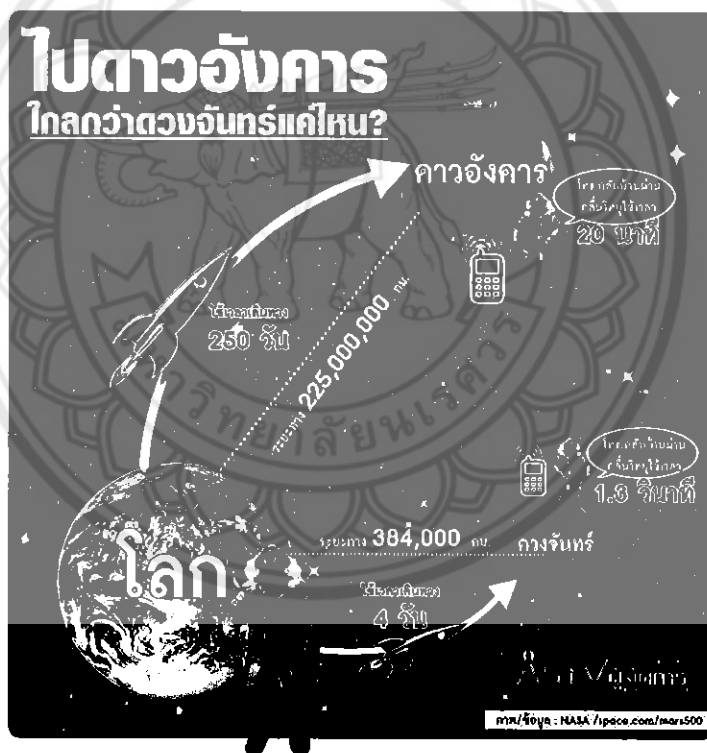
## วิเคราะห์กรณีศึกษา

Infographic ภาพนี้เป็นการอธิบายเรื่องการทำลายธรรมชาติของมนุษย์ การนำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้ และนำมาจัดทำเป็นกราฟิก เพื่ออธิบายได้อย่างน่าสนใจ ด้วยการนำเสนอที่เข้าใจง่าย รูปที่ชัดเจนสื่อความหมายได้อย่างตรงไปตรงมา เนื้อหากระชับ คิดตามได้ทันที โดยรวมถือว่าทำได้ดีมาก อธิบายได้ชัดเจน

### ตัวอย่างที่ 2

การออกแบบอินโฟกราฟิก: ไปดาวอังคารไกลกว่าไปดวงจันทร์แค่ไหน

ออกแบบโดย : ASTV ผู้จัดการ



ภาพที่ 24 : ไปดาวอังคารไกลกว่าไปดวงจันทร์แค่ไหน

ที่มา <http://www.manager.co.th/Science/ViewNews.aspx?NewsID=956000005/416>

## วิเคราะห์กรณีศึกษา

Infographic ภาพนี้เป็นการอธิบายระยะทาง ระหว่างโลก ดวงจันทร์และดาวอังคาร ซึ่งนำข้อมูลในด้านวิทยาศาสตร์มาจากการทดลองของนาซ่า และนำมาจัดทำเป็นกราฟฟิกเพื่ออธิบายได้อย่างน่าสนใจ ด้วยการนำเสนอที่เข้าใจง่าย รูปที่ชัดเจนสื่อความหมายได้อย่างตรงไปตรงมา เนื้อหากระชับ คิดตามได้ทันที แม้ว่าการจัดองค์ประกอบน่าจะทำได้ดีกว่านี้ แต่โดยรวมถือว่าทำได้ดีมาก อธิบายได้ชัดเจน

### ตัวอย่างที่ 3

การออกแบบอินโฟกราฟิก : คนไทยดื่มเหล้ามากกว่านม 3 เท่า

ออกแบบโดย : infographic thailand



ภาพที่ 25 : คนไทยดื่มเหล้ามากกว่านม 3 เท่า

ที่มา <http://infographic.in.th/infographic/>

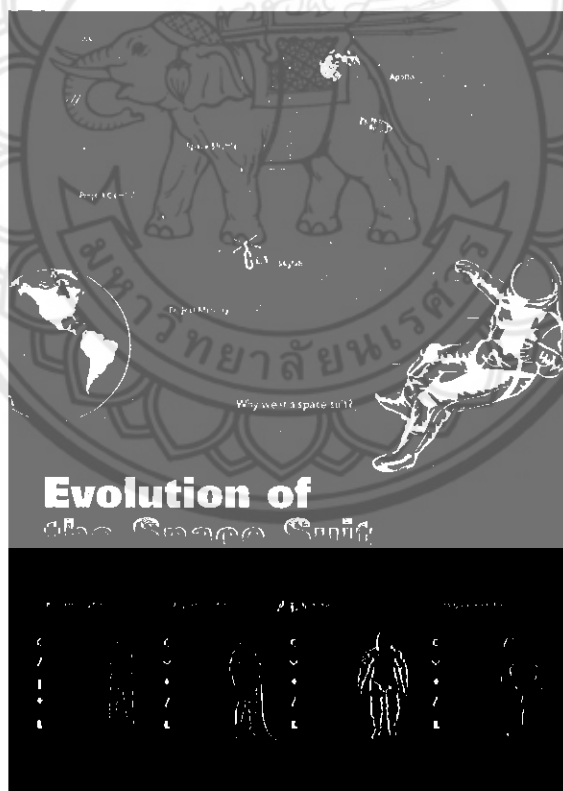
### วิเคราะห์กรณีศึกษา

Infographic ชิ้นนี้เป็นการอธิบายถึงเรื่องที่สะท้อนสังคมไทย อย่างการดื่มเหล้า โดยนำมาเปรียบเทียบกับ การดื่มมม ซึ่งทำออกมาได้อย่างดี การใช้ตัวหนังสือที่กระชับทำให้อ่านด้วยความรวดเร็วแล้วเข้าใจง่าย ประกอบกับการใช้ภาพประกอบที่สวยงาม ถึงแม้จะเป็น infographic ชิ้นเล็กๆ เนื้อหาสั้นๆ แต่ได้สะท้อนถึงเรื่องราวของสังคมออกมาได้อย่างดี และบอกถึงผลกระทบของการดื่มเหล้า ซึ่งเป็นผลงานชิ้นเล็กๆ แต่สิ่งที่ได้นั้น กลับเป็นความรู้และให้ความตระหนักได้อย่างมาก

### ตัวอย่างที่ 4

การออกแบบอินโฟกราฟิก : evolution of space suit

ออกแบบโดย : nasa



ภาพที่ 26 : evolution of space suit

ที่มา <http://www.space.com/25844-spacesuit-evolution-space-tech-photos.html>



## วิเคราะห์กรณีศึกษา

เป็นการนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับวิวัฒนาการของชุดนักบินอวกาศ ตั้งแต่ยุคแรกๆจนถึงปัจจุบัน ว่าแต่ละชุดประกอบด้วยอะไรบ้าง และมีอุปกรณ์อะไรบ้าง รวมถึงข้อมูลเกี่ยวกับยานอวกาศในสมัยก่อนด้วย ด้วยรูปแบบที่ทันสมัยและเนื้อหากระชับทำให้สามารถเข้าใจเนื้อหาได้อย่างง่าย



### บทที่ 3

#### การวิเคราะห์ข้อมูลและแนวความคิดในการออกแบบ

##### 3.1 วิเคราะห์กลุ่มเป้าหมาย

###### กลุ่มบุคคลอายุ 16-22 ปี

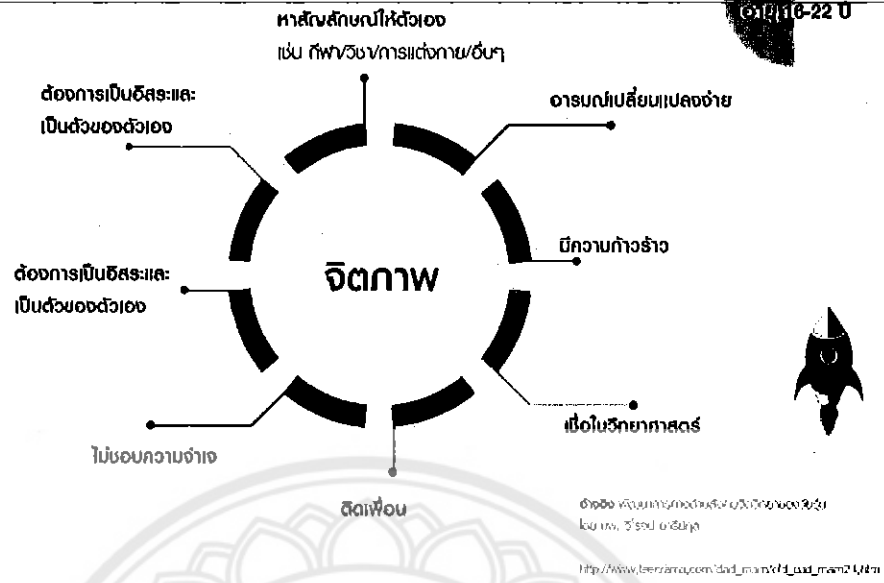
- 1.ลักษณะทางกายภาพ เป็นวัยที่กำลังเจริญเติบโตทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจ มีการเปลี่ยนแปลงทางด้านร่างกายอย่างรวดเร็ว
- 2.ลักษณะทางจิตภาพ เป็นวัยที่มีการเปลี่ยนแปลงทางด้านจิตใจอย่างรวดเร็ว ชอบความแปลกใหม่ กล้าที่จะคิดและแสดงออกในด้านต่างๆ

กลุ่มเป้าหมายของงานวิจัยคือกลุ่มผู้ที่มีอายุ 16-22 นั้น เป็นช่วงวัยเรียน ตั้งแต่ช่วง ม.ปลายจนถึง ช่วง อุดมศึกษา ซึ่งเป็นช่วงวัยรุ่นซึ่งมีความใฝ่รู้ อยากทดลองสิ่งใหม่ๆ อยู่ตลอดเวลา เข้าถึง สื่อ สมัยใหม่ได้ และยอมรับในเรื่องวิทยาศาสตร์ ทำให้งานออกแบบหนังสือเรื่อง ข้างนอกโลก ซึ่งเป็น หนังสือดาราศาสตร์ที่ใช้การอธิ บายเนื้อหาโดยใช้ อินโฟกราฟิก สามารถเข้าถึงกลุ่มเป้าหมาย เหล่านี้ได้ โดยตรง และง่ายต่อการออกแบบออกมาสนุกและมีลูกเล่นต่างๆ ในหนังสือได้

วิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัย



ภาพที่ 27 : วิเคราะห์กลุ่มเป้าหมายทางกายภาพ



ภาพที่ 28 : วิเคราะห์กลุ่มเป้าหมายทางจิตภาพ

3.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

เนื้อหา

เทคโนโลยีอวกาศ

- ยานอวกาศของอวกาศ
  - การสำรวจอวกาศ
  - สถานีอวกาศ
  - อื่นๆ
- ยานอวกาศ
  - ยานอวกาศของอวกาศ
  - การสำรวจอวกาศ
  - เทคโนโลยีอวกาศ
- ดาวเทียม
  - การสำรวจอวกาศ
  - ยานอวกาศ

ระบบสุริยะจักรวาล

- การสำรวจอวกาศ
  - การสำรวจอวกาศ
  - ยานอวกาศ
  - เทคโนโลยีอวกาศ
- ดาวเคราะห์
  - การสำรวจอวกาศ
  - ยานอวกาศ
- อวกาศ
  - การสำรวจอวกาศ
  - ยานอวกาศ

เทคโนโลยีอวกาศ

- การสำรวจอวกาศ
- ยานอวกาศ

อวกาศ

- การสำรวจอวกาศ
- ยานอวกาศ

กลุ่มเป้าหมาย  
อายุ 18-22 ปี

วิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัย

ภาพที่ 29 : วิเคราะห์ข้อมูลดาราศาสตร์

## การสรุปแนวความคิดในการออกแบบ

### แนวคิด : ยานสำรวจ

“ยานที่จะพาออกไปสำรวจอวกาศ ให้คุณได้เพลิดเพลินไปกับสาระความรู้ที่ได้ ที่อ่านแล้ว เหมือนได้ร่วม เดินทางค้นหาอวกาศไปพร้อมๆกัน ”

การเดินทางสำรวจอวกาศ โดยแบ่งออกเป็น 4 ช่วง คือ สำรวจเทคโนโลยี สำรวจระบบ สุริยะ สำรวจกาแลคซี และเกร็ดความรู้ โดยใช้การนำเสนอในรูปแบบของอินโฟกราฟิก เพื่อให้เข้าใจง่ายและน่าสนใจ โดยแต่ละช่วงจะใช้เนื้อกระดาษที่ต่างกันและมี mood&tone ที่ต่างกัน ออกไปในแต่ละบท

#### MOOD&TONE

สีที่ใช้ในแต่ละบทจะแตกต่างกันออกไป โดยบทแรกนั้น(เทคโนโลยีอวกาศ)จะเน้นไปที่โทนสีอ่อน เนื่องจากเป็นการอธิบายเทคโนโลยีของโลก ในบทต่อไปเมื่อยานสำรวจพาออกไปข้างนอก โลกอย่างเรื่องระบบสุริยะ โทนสีก็จะมีดลง ผสมกับสีส้มเล็กน้อย เนื่องจากในระบบสุริยะมีดาวเคราะห์ที่มองเห็นเป็นสีต่างๆ จึงได้โทนสีที่เป็นสีส้มมาผสมกับความมืด ในบทถัดมาเรื่องของกาแลคซี นั้น ได้นำจุดเด่นของภาพกาแลคซี ที่มีความสวยงาม มาใช้เป็นโทนสีหลัก และในบทสุดท้าย เกร็ดความรู้ โทนสีของงานจะเปลี่ยนไปตามเรื่องนั้นๆ

**แบบอักษร :** ใช้ชุดตัวอักษรของ kitithada (กิตติธาดา) เป็นหลัก ทั้ง HEAD และ ใช้สำหรับบรรยายข้อความ

**กิตติธาดา ฮิน 35**

กขคฅฉดชฌฎญฐฑฒณดตถทธนบป 1234567890

**กิตติธาดา ฮิน 35 เอน**

กขคฅฉดชฌฎญฐฑฒณดตถทธนบป 1234567890

**กิตติธาดา ไทท์ 45**

กขคฅฉดชฌฎญฐฑฒณดตถทธนบป 1234567890

**กิตติธาดา ไทท์ 45 เอน**

กขคฅฉดชฌฎญฐฑฒณดตถทธนบป 1234567890

**กิตติธาดา โรมัน 55**

กขคฅฉดชฌฎญฐฑฒณดตถทธนบป 1234567890

**กิตติธาดา โรมัน 55 เอน**

กขคฅฉดชฌฎญฐฑฒณดตถทธนบป 1234567890

**กิตติธาดา มีเดียม 65**

กขคฅฉดชฌฎญฐฑฒณดตถทธนบป 1234567890

**กิตติธาดา มีเดียม 65 เอน**

กขคฅฉดชฌฎญฐฑฒณดตถทธนบป 1234567890

**กิตติธาดา โบลด์ 75**

กขคฅฉดชฌฎญฐฑฒณดตถทธนบป 1234567890

**กิตติธาดา โบลด์ 75 เอน**

กขคฅฉดชฌฎญฐฑฒณดตถทธนบป 1234567890

**ระบบกริด :** ใช้ระบบกริดแบบโมดูลา(ช่อง) เป็นหลัก เพื่อการสื่อสาร  
ที่เข้าใจง่ายและรวดเร็ว และมีความเรียบง่ายเป็นส่วน

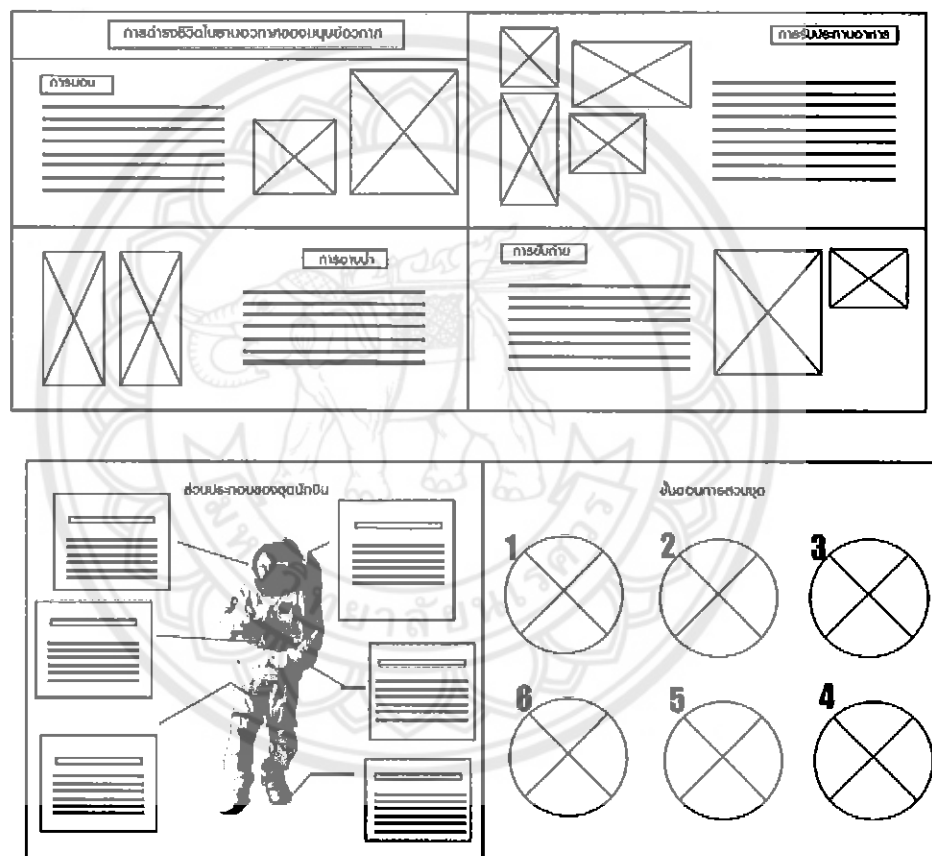
**ระบบการพิมพ์ :** ใช้ระบบพิมพ์แบบ on demand 4 ใช้กระดาษ  
ทั้งหมด 4 ชนิด คือ อาร์ตมัน การ์ดขาว อาร์ตด้าน ลองเดว โดยเข้าเล่มแบบเย็บก  
(1 ก็มี 4 หน้ายก) ปกแข็งเคลือบด้าน หุ้มजूบัง พร้อมพิมพ์ฟอยล์เงินที่ชื่อหนังสือ



## บทที่ 4

### การออกแบบและการสร้างสรรค์ผลงาน







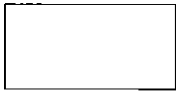
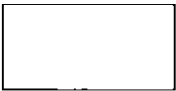

#### 4.1 แบบร่าง



ภาพที่ 32 : แบบร่าง

# HEAD

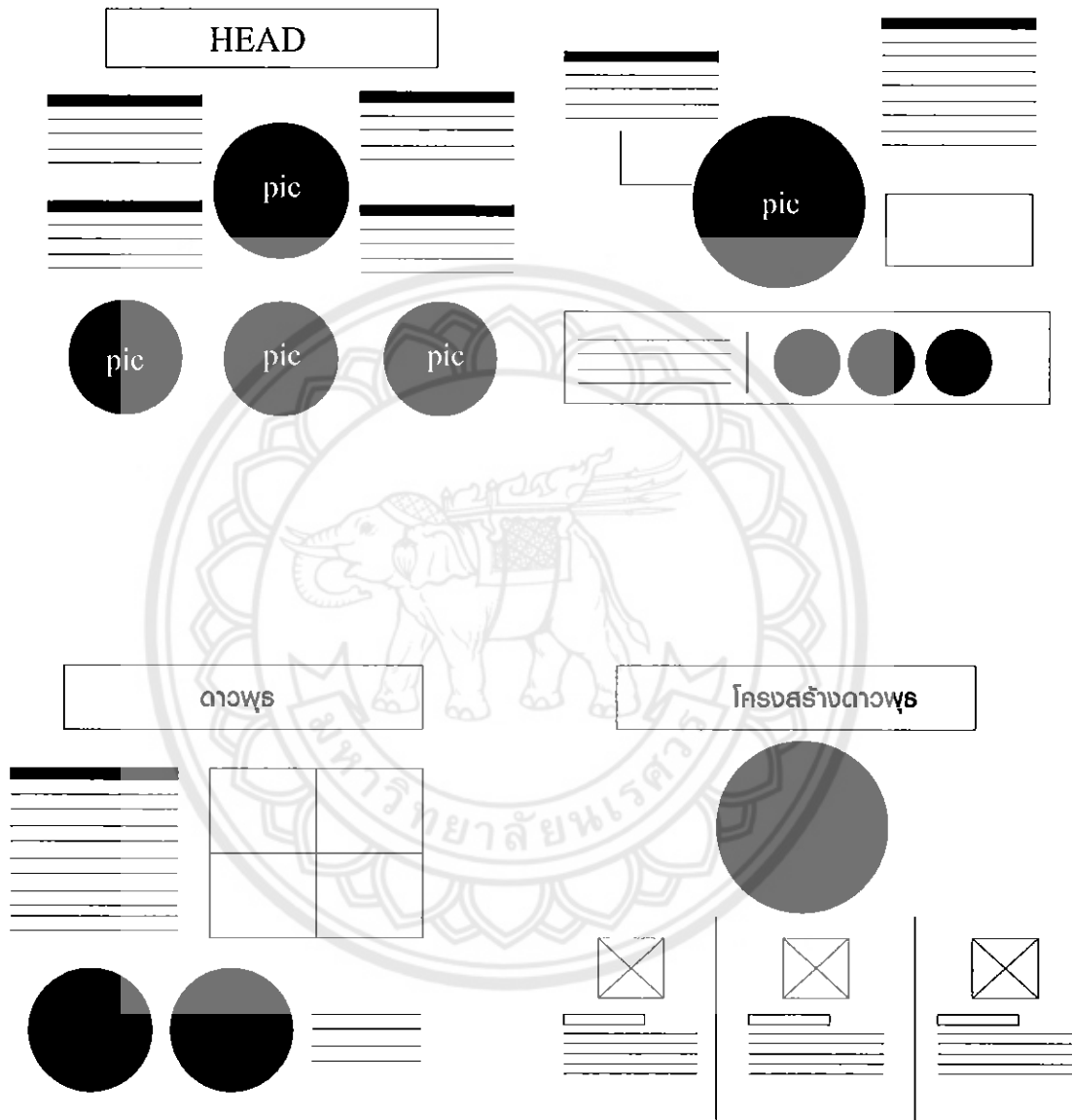
XOXOXOXOXOXOXOXOX

 =====	 =====	 =====	 =====
 =====	 =====	 =====	 =====
		 =====	

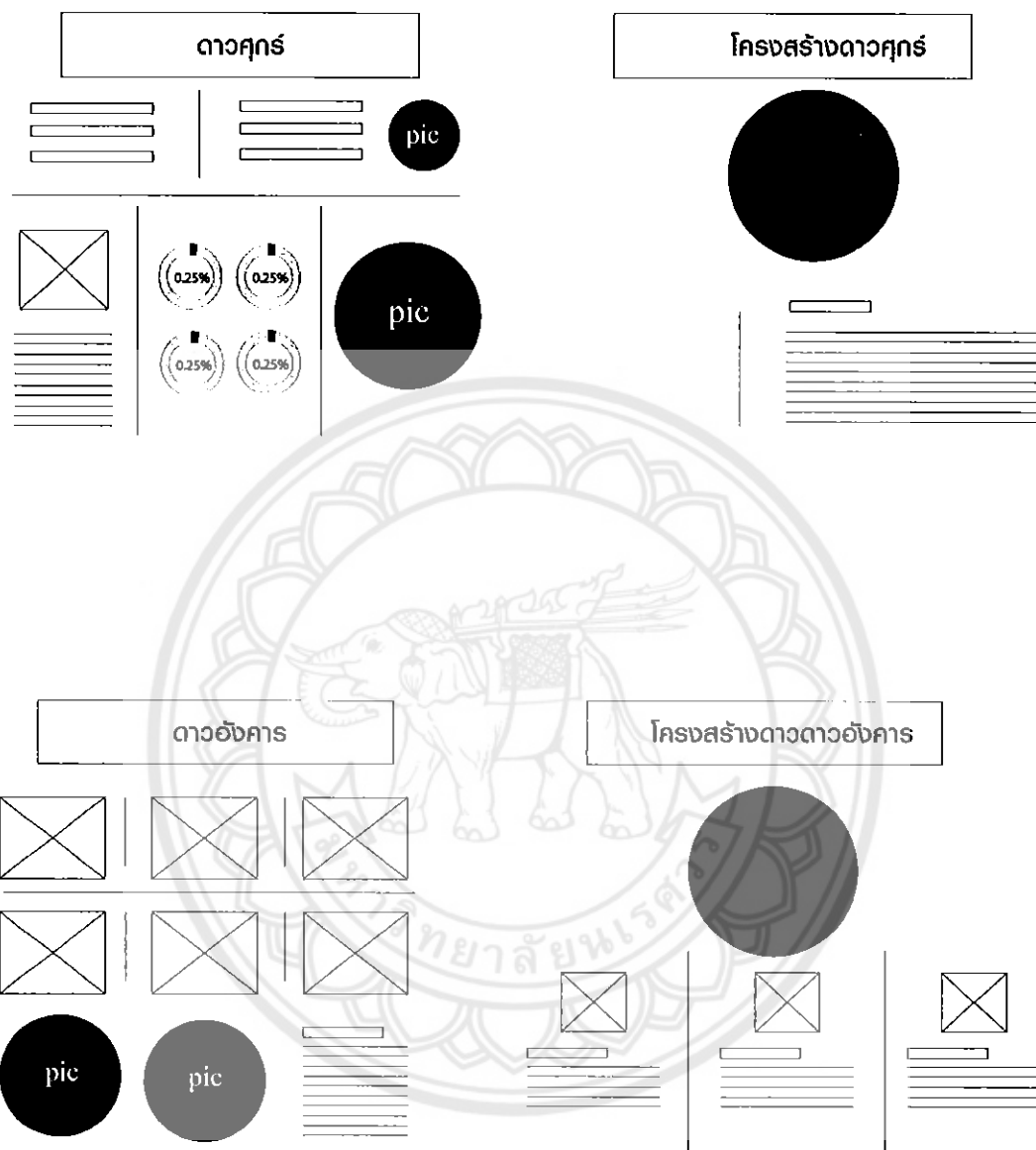


ภาพที่ 33 : แบบร่าง

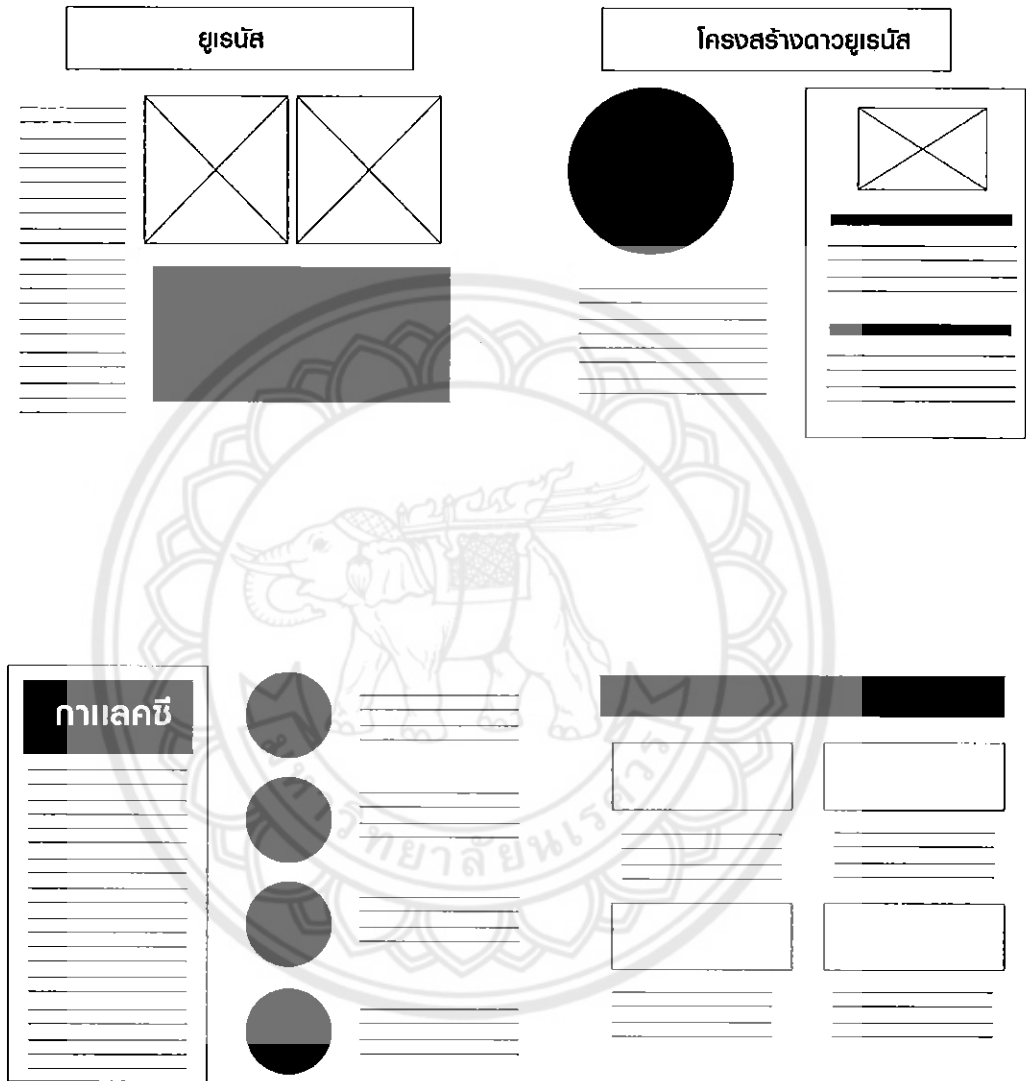




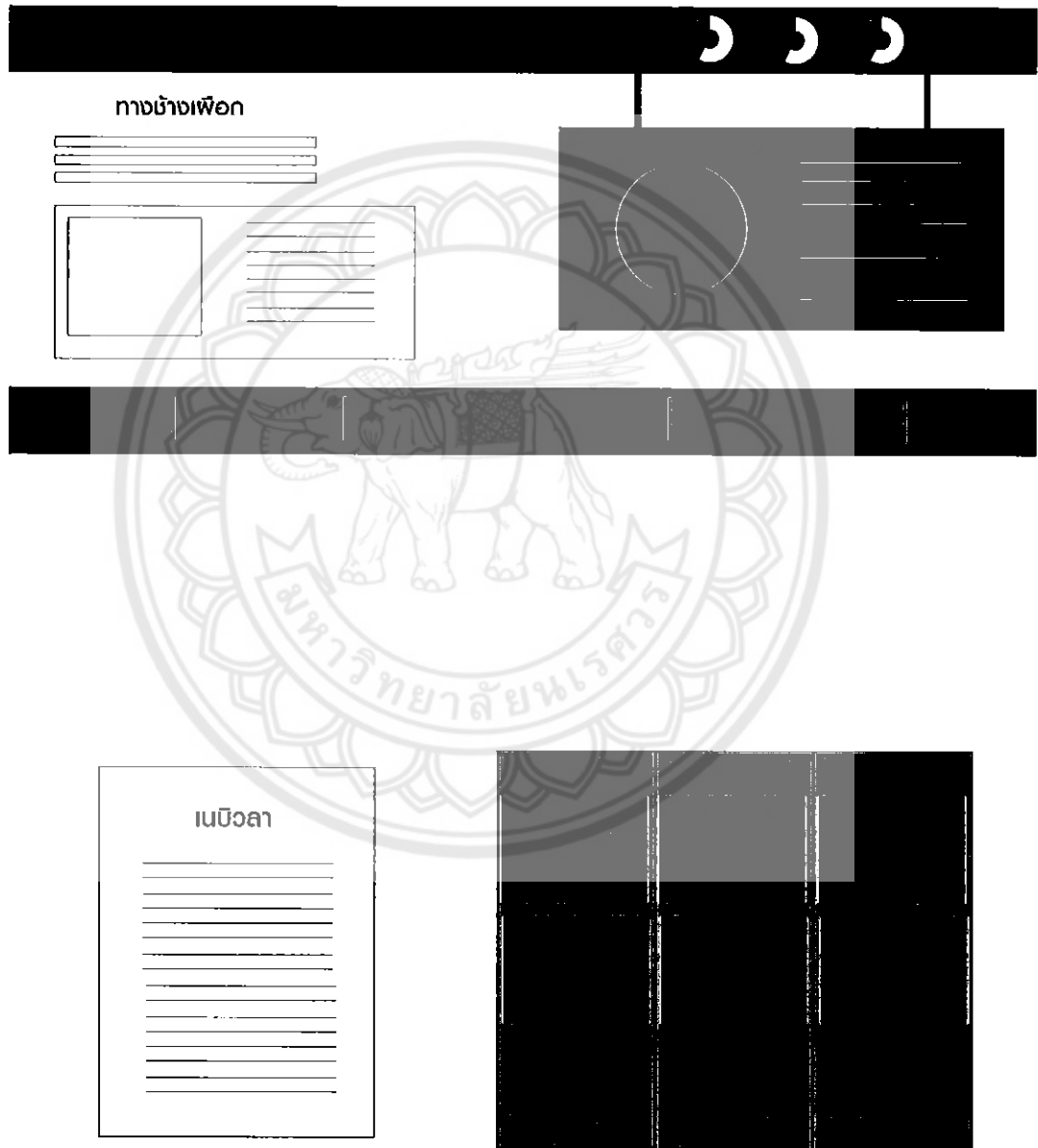
ภาพที่ 34 : แบบร่าง



ภาพที่ 35 : แบบร่าง

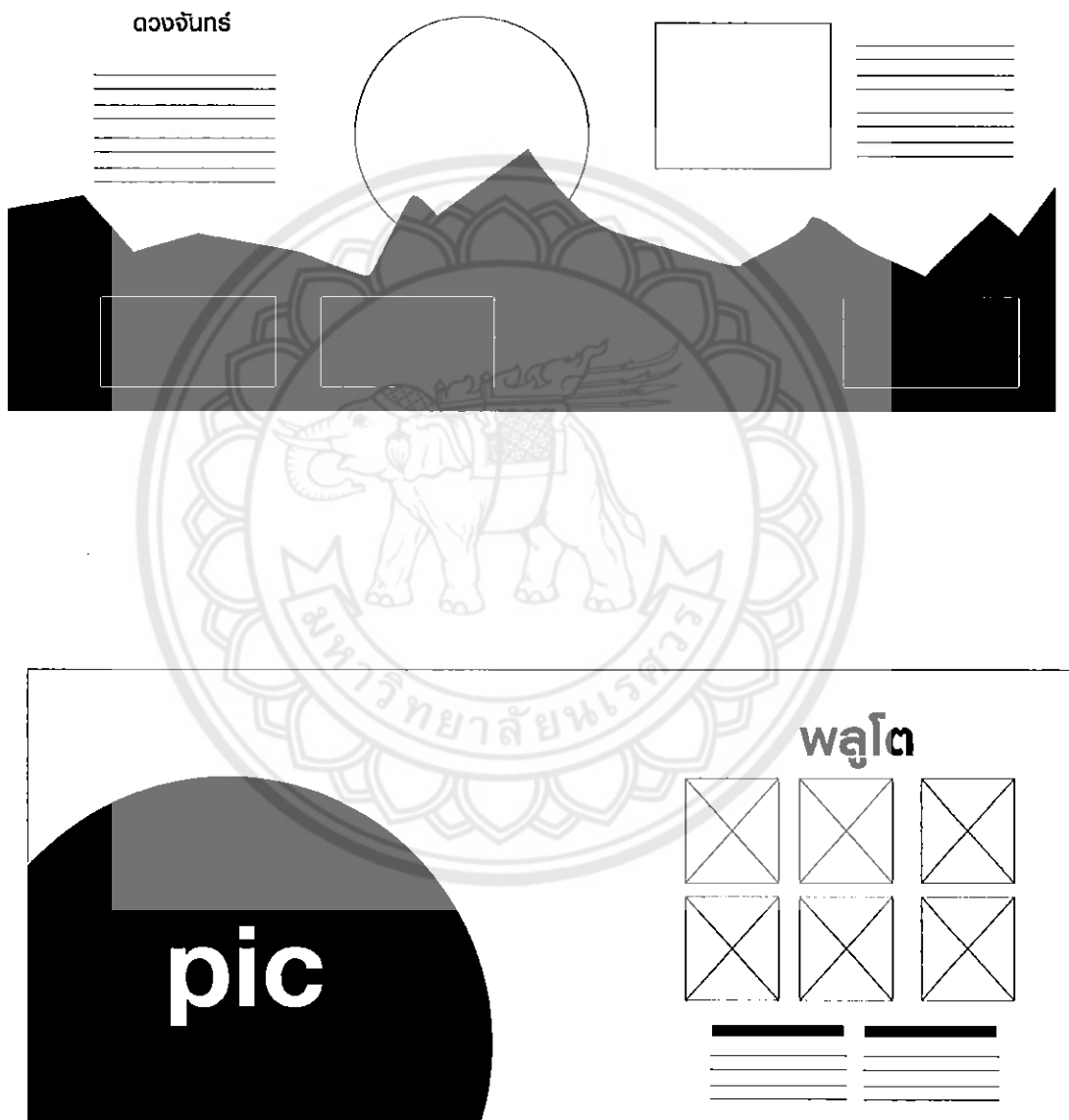


ภาพที่ 36 : แบบร่าง



ภาพที่ 37 :แบบร่าง

## 4.2 การพัฒนาแบบ



ภาพที่ 38 : การพัฒนาแบบ

# NEBULA

## พุ่มพบบทึดจรรยงองจักรวาล

### เนบิวลา

เนบิวลาเป็นพุ่มของแก๊สและฝุ่นในอวกาศที่เปล่งแสงออกมาได้เองหรือเปล่งแสงที่สะท้อนจากดาวฤกษ์ที่อยู่ใกล้เคียง เนบิวลาสามารถพบได้ในอวกาศที่ว่างเปล่าและในอวกาศที่มีดาวฤกษ์อยู่หนาแน่น เช่น ในใจกลางของดาราจักรหรือในอวกาศระหว่างดาวฤกษ์

เนบิวลาสามารถมีสีต่างๆ ได้ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของแก๊สและฝุ่นที่อยู่ในเนบิวลา เช่น เนบิวลาที่มีไฮโดรเจนจะเปล่งแสงสีแดง ในขณะที่เนบิวลาที่มีออกซิเจนจะเปล่งแสงสีน้ำเงิน

### เนบิวลาที่มี 3 ประเภท

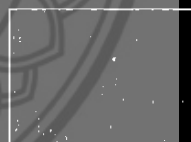
#### ■ เนบิวลาสว่าง



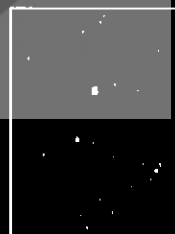
#### ■ เนบิวลาดาวเคราะห์




#### ■ เนบิวลามืด



เนบิวลาที่มีสีต่างๆ



## ดาวพฤหัสบดี




ดาวพฤหัสบดี เป็นดาวเคราะห์ที่อยู่ห่างจากดวงอาทิตย์เป็นอันดับที่ 5 และเป็นดาวเคราะห์ดวงที่ใหญ่ที่สุด ในระบบสุริยะ:

ระยะทางเฉลี่ยจากดวงอาทิตย์ <b>778.41</b> ล้านกิโลเมตร	รัศมีของดาว <b>71,492</b> กิโลเมตร	มีมวลเป็น <b>317.83</b> เท่าของโลก
หมุนรอบตัวเอง <b>9.92</b> ชั่วโมง	อุณหภูมิ <b>-148</b> องศาเซลเซียส	มีความหนาแน่นเพียง <b>1,330</b> กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร

ความยาวเส้นพวงกุดกลาง

### 140,000 KM

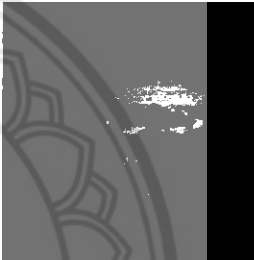


มีรัศมีใหญ่กว่าโลกถึง

### 11.2 เท่า

#### ข้อมูลเบื้องต้น

ดาวพฤหัสบดี มีขนาดใหญ่กว่าโลกมาก แต่หมุนรอบตัวเองหนึ่งรอบใช้เวลาไม่ถึง 10 ชั่วโมง เนื่องจากมีความหนาแน่นน้อย เพราะมีลักษณะเป็นแก๊ส โดยแรงหนีศูนย์กลางของดาวมีลักษณะเป็นทรงกลมแบน ทำให้การหมุนเวียนของชั้นบรรยากาศบนเป็นแถบสีส้มเข้มแทนที่ดาวเป็นเขตรอบพลาสมาร้อน



## EARTH

น้ำหนักของมนุษย์บนโลก

น้ำหนักของมนุษย์บนดาวอังคาร

น้ำหนักของมนุษย์บนดาวพฤหัสบดี


น้ำหนักของมนุษย์บนดาวเสาร์

น้ำหนักของมนุษย์บนดาวศุกร์

น้ำหนักของมนุษย์บนดาวพุธ

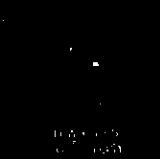
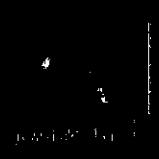

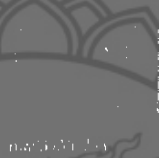
น้ำหนักของมนุษย์บนดาวเนปจูน

น้ำหนักของมนุษย์บนดาวยูเรนัส



ภาพที่ 40 :การพัฒนาแบบ

### ตัวอย่างกาแล็กซี่ที่น่าสนใจ

<b>กาแล็กซี่แอนโดรเมดรา</b> (Andromeda galaxy)	เป็นกาแล็กซี่ แบบก้นหอย	จำนวนดาวฤกษ์ 1 ล้านล้านดวง	ระยะห่างออกไป 2 ล้านปีแสง
			มีค่าความสว่าง สามารถมองเห็นด้วย ตาเปล่าจากโลกได้
<b>กลุ่มเมฆแมเจลแลนใหญ่</b> (Andromeda galaxy)	เป็นกาแล็กซี่ ไม่มีรูปร่าง	อยู่ในกลุ่มดาว ไม่มีรูปร่าง	ระยะห่างออกไป 170,000 ปีแสง
			มีค่าความสว่าง สามารถมองเห็นด้วย ตาเปล่าจากโลกได้

## กาแล็กซี่ GALAXY

### กาแล็กซี่หรือดาวจักร หมายถึงอะไร ?

กาแล็กซี่ (Galaxy) หมายถึงกลุ่มของดาวฤกษ์จำนวนมากที่รวมกันอยู่ภายใต้แรงโน้มถ่วงของตัวเอง กาแล็กซี่สามารถมีรูปร่างและขนาดที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดของกาแล็กซี่และระยะห่างจากโลกของเรา กาแล็กซี่ที่ใกล้ที่สุดคือกาแล็กซี่แอนโดรเมดรา ซึ่งอยู่ห่างจากโลกของเราประมาณ 2.5 ล้านปีแสง



elliptical galaxy



กาแล็กซี่แบบก้นหอย  
spiral galaxy



กาแล็กซี่แบบก้นหอย  
Barred Spiral galaxy



กาแล็กซี่แบบไม่มีรูปร่าง  
Irregular galaxy

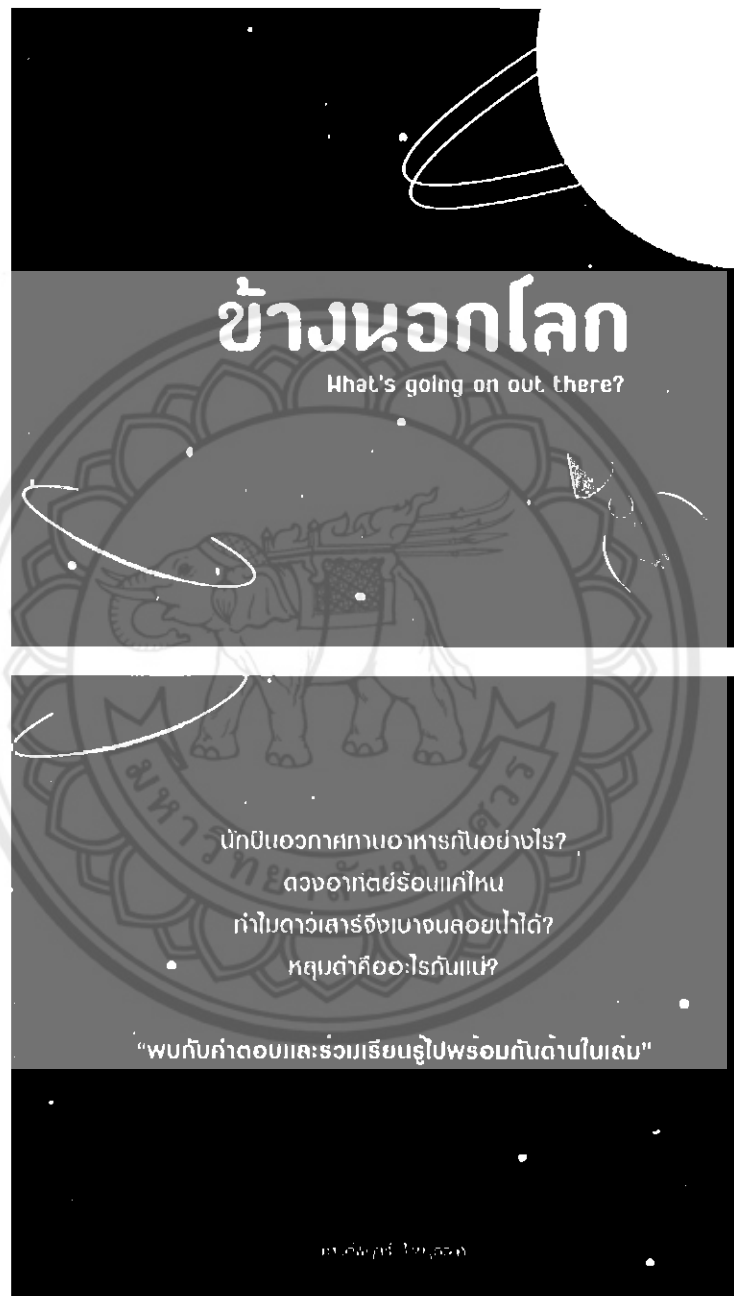
กาแล็กซี่แบบก้นหอย (Spiral galaxy) มีรูปร่างคล้ายจานแบนๆ มีดาวฤกษ์จำนวนมากอยู่รอบๆ แกนกลางที่มีหลุมดำมวลยวดยิ่งอยู่

กาแล็กซี่แบบไม่มีรูปร่าง (Irregular galaxy) ไม่มีรูปร่างที่แน่นอน มีดาวฤกษ์จำนวนมากอยู่กระจายไปทั่วทั้งกาแล็กซี่

ภาพที่ 41 :การพัฒนาแบบ



### 4.3 ผลงานชิ้นสมบูรณ์



ภาพที่ 42 : ผลงานชิ้นสมบูรณ์



ดอกรัตนบุรีศรีสุพรรณ  
กานต์พิศุทธิ์ โยบุญธาดา



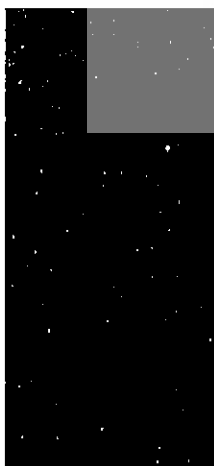
เพราะ

## “ข้างนอกโลก”

มีเรื่องราวมากมายให้เราเรียนรู้



ข้างนอกโลก



### เทคโนโลยีอวกาศ EXPLORE 1

กระสวยอวกาศ	1
การทำงานของกระสวยอวกาศ	3
โกลนัทกรสู	5
ขงนัทอวกาศ	7
อการขงนัทอวกาศ	9
ดาวเทียม	11
กศออัทกรรรมป	13
กศออัทกรรรมปอเนล	15

## สารบัญ

ข้างนอกโลก

กำเนิดระบบสุริยะ	19
ดวงอาทิตย์	21
ดาวพุธ	22
ดาวศุกร์	24
โลก	28
ดาวอังคาร	28
ดาวพฤหัสบดี	30
ดาวเสาร์	32
ดาวยูเรนัส	34
ดาวเนปจูน	38

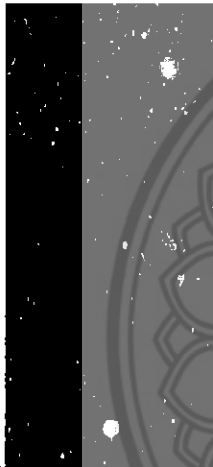
**ระบบสุริยะ:  
EXPLORE 2**

**กาแลคซี  
EXPLORE 3**

กาแลคซี	40
กาแลคซีชนิดก้นหอย	42
ชนิดก้นหอยชนิดก้นหอย	44
เนบิวลา	46
กระจุกดาว	48
ดาวฤกษ์	50

**เกร็ดความรู้  
EXPLORE 4**

ดาวอังคาร	64
ดาวพฤหัสบดี	68
ดอโรธา	68
ปีศาจหอคอย?	60



**คำนำ**

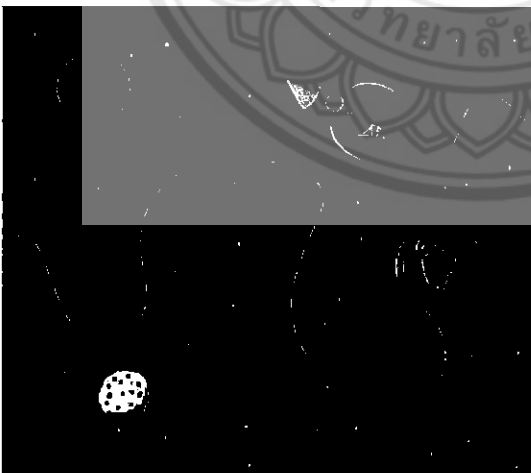
——— ยินดีต้อนรับ ———

มนุษย์ได้สังเกตเห็นสิ่งต่างๆ ที่กำลังเกิดขึ้นในอวกาศนับพันปีมาแล้ว ตั้งแต่ประมาณ 4,000 ปีก่อนคริสตศักราช เมื่อชาวบาบิโลน สังเกตเห็นดาวหางและดาวเคราะห์ที่เคลื่อนที่ผ่านท้องฟ้ากลางคืน การสังเกตการณ์เหล่านี้ได้ช่วยให้นักดาราศาสตร์เข้าใจธรรมชาติของอวกาศและดาวเคราะห์มากขึ้นเรื่อยๆ การสังเกตการณ์เหล่านี้ได้ช่วยให้นักดาราศาสตร์เข้าใจธรรมชาติของอวกาศและดาวเคราะห์มากขึ้นเรื่อยๆ การสังเกตการณ์เหล่านี้ได้ช่วยให้นักดาราศาสตร์เข้าใจธรรมชาติของอวกาศและดาวเคราะห์มากขึ้นเรื่อยๆ

นักดาราศาสตร์หลายคนได้ใช้กล้องโทรทรรศน์เพื่อสังเกตการณ์อวกาศในช่วงหลายปีที่ผ่านมา การสังเกตการณ์เหล่านี้ได้ช่วยให้นักดาราศาสตร์เข้าใจธรรมชาติของอวกาศและดาวเคราะห์มากขึ้นเรื่อยๆ การสังเกตการณ์เหล่านี้ได้ช่วยให้นักดาราศาสตร์เข้าใจธรรมชาติของอวกาศและดาวเคราะห์มากขึ้นเรื่อยๆ

อวกาศเป็นพื้นที่อันกว้างใหญ่ไพศาลที่เราอาศัยอยู่ การสังเกตการณ์เหล่านี้ได้ช่วยให้นักดาราศาสตร์เข้าใจธรรมชาติของอวกาศและดาวเคราะห์มากขึ้นเรื่อยๆ การสังเกตการณ์เหล่านี้ได้ช่วยให้นักดาราศาสตร์เข้าใจธรรมชาติของอวกาศและดาวเคราะห์มากขึ้นเรื่อยๆ

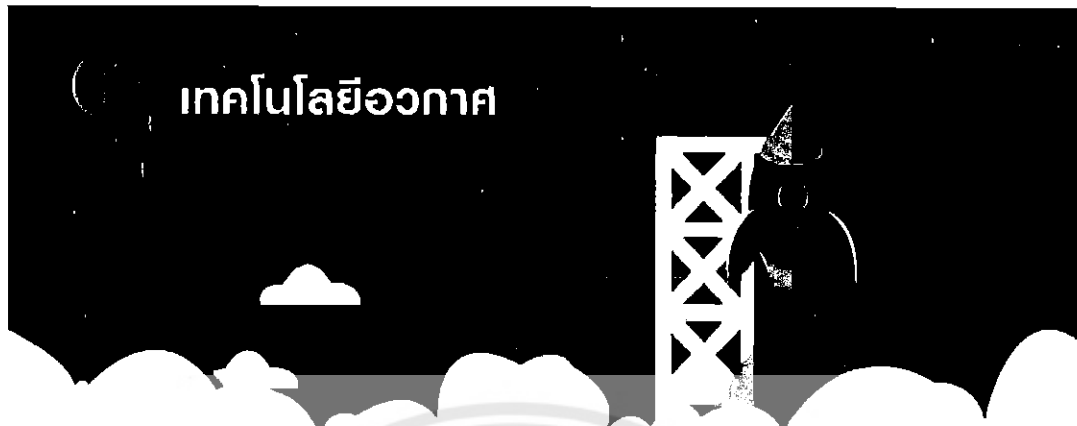
อวกาศเป็นพื้นที่อันกว้างใหญ่ไพศาลที่เราอาศัยอยู่ การสังเกตการณ์เหล่านี้ได้ช่วยให้นักดาราศาสตร์เข้าใจธรรมชาติของอวกาศและดาวเคราะห์มากขึ้นเรื่อยๆ การสังเกตการณ์เหล่านี้ได้ช่วยให้นักดาราศาสตร์เข้าใจธรรมชาติของอวกาศและดาวเคราะห์มากขึ้นเรื่อยๆ



**เราสามารถมองเห็นกาแลคซีแอนโดรเมดา  
ที่อยู่ไกล 2.2 ล้านปีแสงได้ ด้วยตาเปล่า**

——— ยินดีต้อนรับ ———

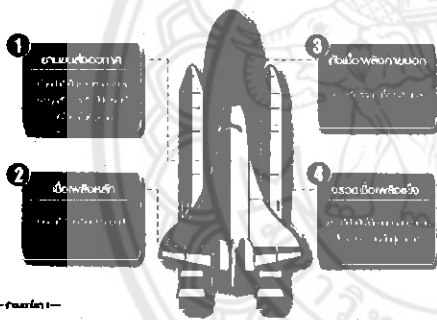
ภาพที่ 44 : ผลงานชิ้นสมบูรณ์



# เทคโนโลยีอวกาศ

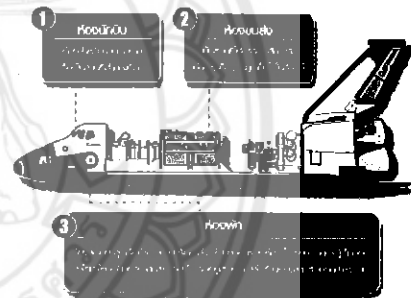
## กระสวยอวกาศ

ทำหน้าที่ขนส่งคนไปจุดประสงค์ในอวกาศ โดยต้องควบคุมทั้งในอวกาศ และเมื่อกลับลงมายังพื้นดิน



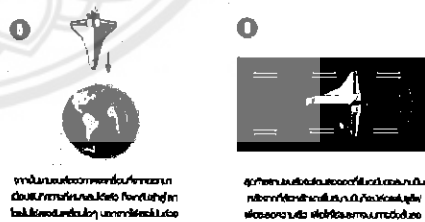
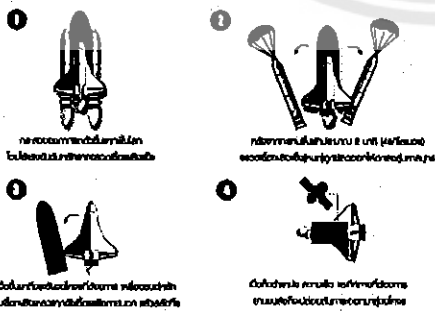
## ยานอวกาศ

Orbit หรือยานอวกาศที่อยู่นิ่งในอวกาศโดยไม่มีพื้นดินอยู่ด้านล่าง และไม่มีแรงต้านทานจากชั้นบรรยากาศ



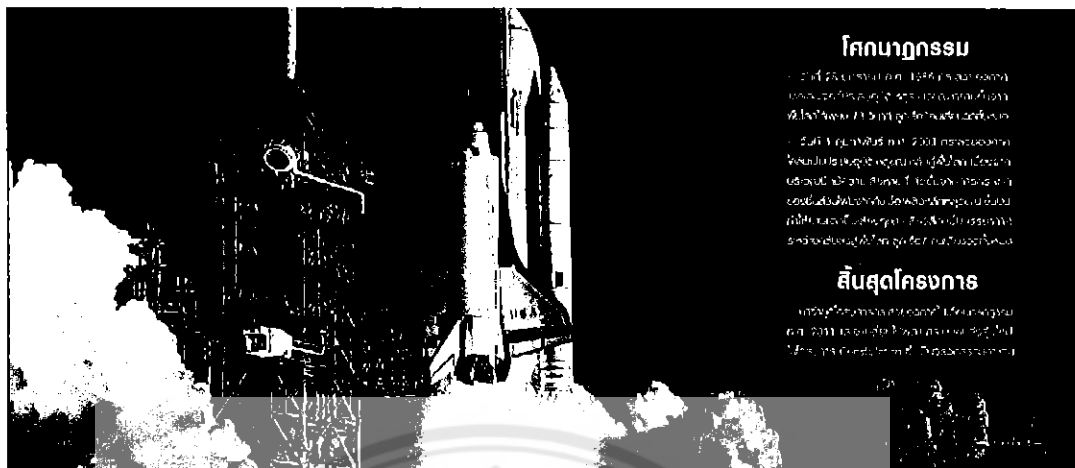
## การทำงานของกระสวยอวกาศ

กระสวยอวกาศเป็นระบบขนส่งที่มีประสิทธิภาพสูง (สามารถบรรทุกน้ำหนักได้ถึง 30,000 กิโลกรัม) และใช้พลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์



“ กระสวยอวกาศที่ปล่อยขึ้นสู่อวกาศมีน้ำหนักประมาณ 1,600 กิโลกรัม และเมื่อกลับลงมายังพื้นดินจะมีน้ำหนักประมาณ 2,000 กิโลกรัม ”

ภาพที่ 45 : ผลงานชิ้นสมบูรณ์



**โกลนาทกรรม**

- ปี 1968 ยานอวกาศ Apollo 11 ถูกส่งขึ้นสู่อวกาศ โดยยานอวกาศ Apollo 11 เป็นยานอวกาศลำแรกที่นำมนุษย์ไปลงจอดบนดวงจันทร์

- ในปี 1969 ยานอวกาศ Apollo 11 ถูกส่งขึ้นสู่อวกาศ โดยยานอวกาศ Apollo 11 เป็นยานอวกาศลำแรกที่นำมนุษย์ไปลงจอดบนดวงจันทร์

**สิ้นสุดโครงการ**

ภารกิจ Apollo 11 ถูกส่งขึ้นสู่อวกาศ โดยยานอวกาศ Apollo 11 เป็นยานอวกาศลำแรกที่นำมนุษย์ไปลงจอดบนดวงจันทร์

**ชุดนักบินอวกาศ**

**ขั้นตอนสวมชุดนักบินอวกาศ**

**ส่วนประกอบของชุดนักบินอวกาศ:**

- หมวกนิรภัย
- ถังออกซิเจน
- ถังสำรองออกซิเจน
- ถังน้ำดื่ม
- ถังน้ำเย็น
- ถังน้ำร้อน
- ถังน้ำแข็ง
- ถังน้ำอุ่น
- ถังน้ำเย็น
- ถังน้ำร้อน
- ถังน้ำแข็ง
- ถังน้ำอุ่น

**ขั้นตอนการสวมชุดนักบินอวกาศ:**

1. สวมหมวกนิรภัย
2. สวมหน้ากาก
3. สวมถุงมือ
4. สวมรองเท้า
5. สวมถุงเท้า
6. สวมเข็มขัด
7. สวมสายรัด
8. สวมสายรัด

**อาหารของนักบินอวกาศ**

**อาหารยอดนิยม**

- 1. อาหารแห้ง**  
อาหารแห้งเป็นอาหารที่ได้รับความนิยมมากที่สุดของนักบินอวกาศ
- 2. ขนมปังกรอบ**  
ขนมปังกรอบเป็นอาหารที่ได้รับความนิยมมากที่สุดของนักบินอวกาศ
- 3. ขนมขบเคี้ยว**  
ขนมขบเคี้ยวเป็นอาหารที่ได้รับความนิยมมากที่สุดของนักบินอวกาศ
- 4. โดทริม**  
โดทริมเป็นอาหารที่ได้รับความนิยมมากที่สุดของนักบินอวกาศ

**แคลกัมโบ:** อาหารที่ได้รับความนิยมมากที่สุดของนักบินอวกาศ

**ซีมีซ ออบ ดู:** อาหารที่ได้รับความนิยมมากที่สุดของนักบินอวกาศ

**โดทริม:** อาหารที่ได้รับความนิยมมากที่สุดของนักบินอวกาศ

ภาพที่ 46 : ผลงานชิ้นสมบูรณ์

### ดาวเทียม

เป็นยานอวกาศที่โคจรรอบโลก โดยที่บนดาวเทียมจะมีอุปกรณ์ที่คอยรับส่งสัญญาณวิทยุกับสถานีภาคพื้นดิน การรับส่งสัญญาณดาวเทียมจะทำงานโดยอาศัยหลักการการสะท้อนของคลื่นวิทยุ โดยสถานีภาคพื้นดินจะส่งสัญญาณไปยังดาวเทียม และดาวเทียมจะส่งสัญญาณนั้นกลับมายังสถานีภาคพื้นดินอีกทอดหนึ่ง

การให้บริการของดาวเทียม

ประเภทดาวเทียม	จำนวนดาวเทียม	ความถี่
ดาวเทียมนำทาง	จำนวนดาวเทียม 800 ที่ใช้งาน	โคจรในวง ความถี่ 27,359 MHz
ดาวเทียมสื่อสาร	จำนวนดาวเทียม 20000 ที่ใช้งาน	เป็นดาวเทียมค้างฟ้า ใช้ความถี่ 3 GHz
ดาวเทียมสำรวจทรัพยากร	จำนวนดาวเทียม 800 ที่ใช้งาน	เป็นดาวเทียมถ่ายภาพด้วยรังสี INFRARED
ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา	จำนวนดาวเทียม 1500 ที่ใช้งาน	เป็นดาวเทียมถ่ายภาพด้วยรังสี INFRARED และ RADAR
ดาวเทียมวิทยาศาสตร์	จำนวนดาวเทียม +20000 ที่ใช้งาน	เป็นดาวเทียมถ่ายภาพด้วยรังสี ULTRA VIOLET

การส่งดาวเทียม

### กล้องโทรทรรศน์

หลักการพื้นฐาน

ประเภท

- กล้องโทรทรรศน์หักเหแสง
- กล้องโทรทรรศน์สะท้อนแสง
- กล้องโทรทรรศน์วิทยุ
- กล้องโทรทรรศน์อวกาศ

ประโยชน์

- ใช้ศึกษาวัตถุท้องฟ้าที่ไกลเกินกว่าที่ตาเปล่าจะมองเห็น
- ใช้ศึกษาวัตถุท้องฟ้าที่ไกลเกินกว่าที่ตาเปล่าจะมองเห็น

กล้องโทรทรรศน์อวกาศ

- ฮับเบิล
- สปิตเซอร์
- เจมส์ เวบบ์
- เคอเพลอร์
- ฮิกส์
- เคอเพลอร์

### เราเห็นอะไรผ่านกล้องโทรทรรศน์

เนบิวลา, ดาวฤกษ์, ดาวหาง, ดาวเคราะห์, กาแล็กซี, กระจุกดาว

หมายเหตุ: กล้องโทรทรรศน์อวกาศสามารถมองเห็นวัตถุที่อยู่ไกลกว่ากล้องโทรทรรศน์ภาคพื้นดินได้

### กล้องโทรทรรศน์ฮับเบิล

การก่อสร้าง

กล้องฮับเบิลสร้างในปี 1983

เริ่มส่งดาวเทียม

1990

การบำรุงรักษา

กล้องฮับเบิลสามารถซ่อมแซมและบำรุงรักษาได้โดยไม่ต้องส่งกลับโลก

ภาพถ่ายฮับเบิล

ฮับเบิล โคจรเหนือโลกที่ความสูง 350 ไมล์

ฮับเบิลมีเลนส์กระจกสะท้อนแสงขนาด 3,000 ตารางนิ้ว

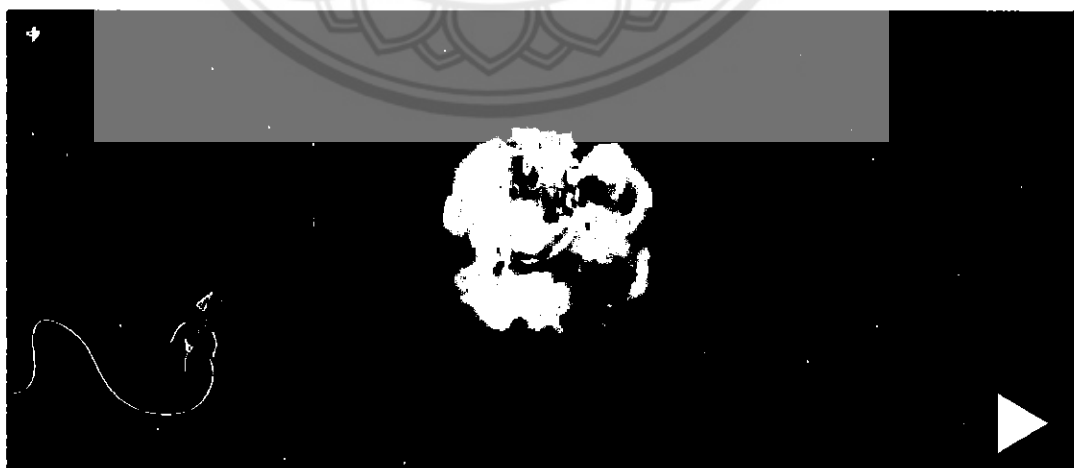
ฮับเบิล โคจรด้วยความเร็ว 17,500 ไมล์ต่อชั่วโมง

ฮับเบิลสามารถถ่ายภาพได้ 10 ภาพต่อวินาที

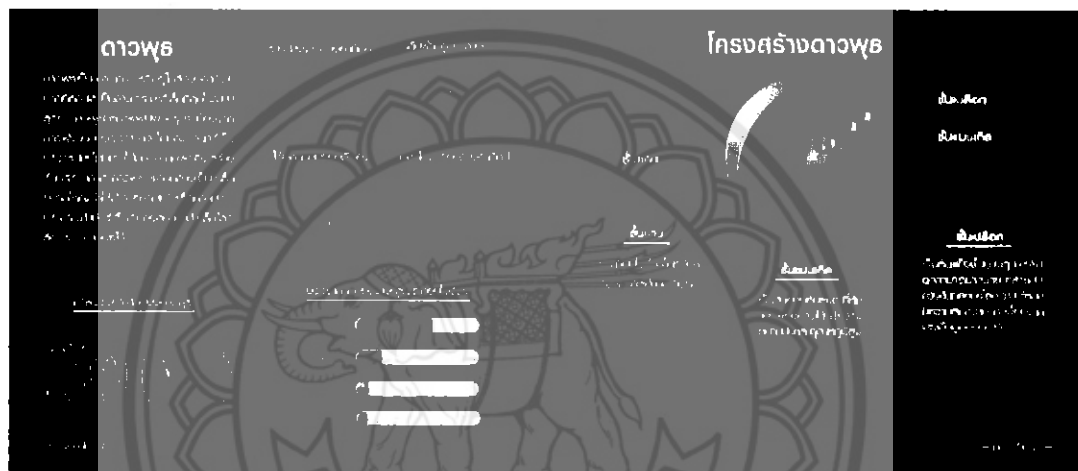
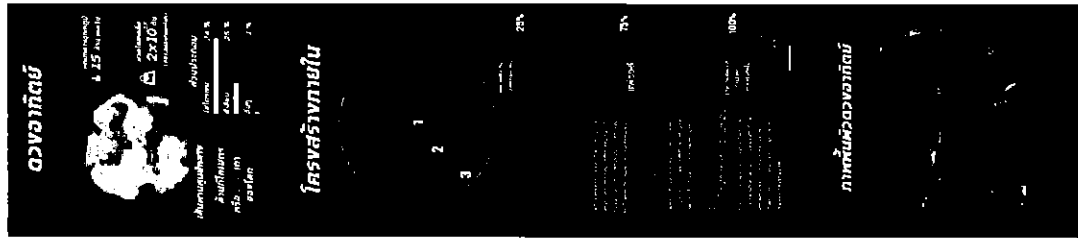
5 ปี

1. กล้องโทรทรรศน์อวกาศฮับเบิลสามารถถ่ายภาพได้โดยไม่ต้องส่งกลับโลก
2. กล้องโทรทรรศน์อวกาศฮับเบิลสามารถถ่ายภาพได้โดยไม่ต้องส่งกลับโลก
3. กล้องโทรทรรศน์อวกาศฮับเบิลสามารถถ่ายภาพได้โดยไม่ต้องส่งกลับโลก

ภาพที่ 47 : ผลงานชิ้นสมบูรณ์



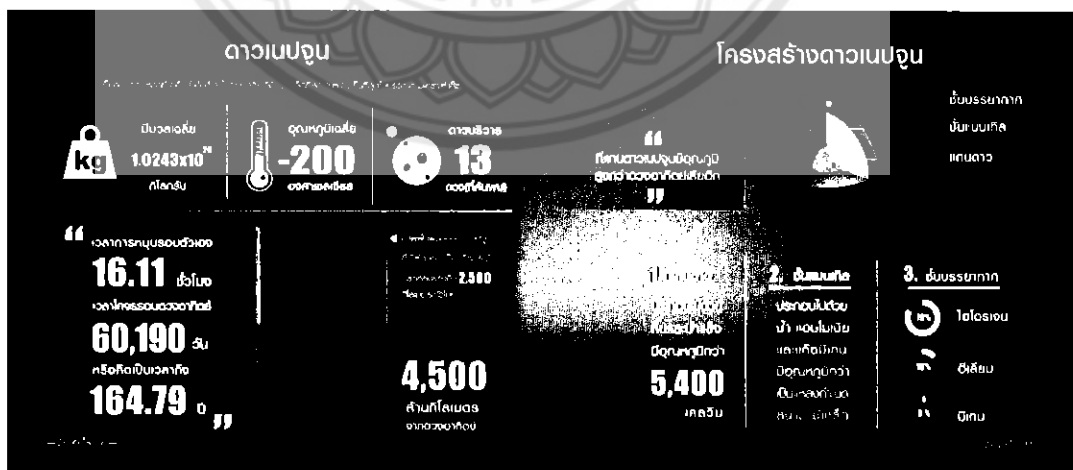
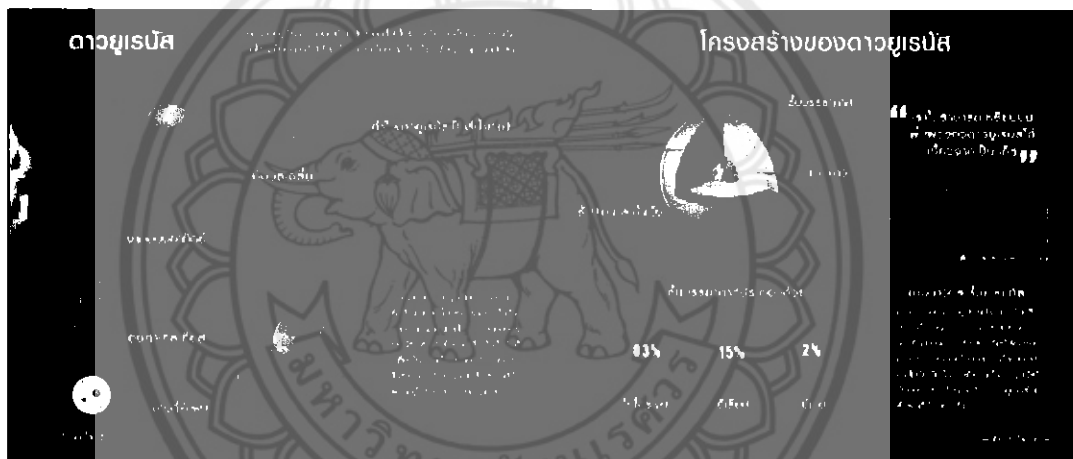
ภาพที่ 48 : ผลงานชั้นสมบูรณ



ภาพที่ 49 : ผลงานชิ้นสมบูรณ์







ภาพที่ 51 : ผลงานชิ้นสมบูรณ์



### กาแลคซี GALAXY

กาแลคซีหรือดาราจักร หมายถึงอะไร ?

กาแลคซีหรือดาราจักร หมายถึงกลุ่มของดาวฤกษ์จำนวนมากที่รวมกันอยู่ด้วยแรงโน้มถ่วง ซึ่งอาจมีขนาดตั้งแต่เพียงไม่กี่พันดาวฤกษ์ไปจนถึงมีดาวฤกษ์นับล้านล้านดวง

#### รูปร่างของกาแลคซี

- กาแลคซีชนิดก้นหอย (Spiral galaxy)
- กาแลคซีชนิดรี (Elliptical galaxy)
- กาแลคซีชนิดกังหัน (Barred Spiral galaxy)
- กาแลคซีชนิดไม่แน่นอน (Irregular galaxy)

#### ตัวอย่างกาแลคซีที่น่าสนใจ

กาแลคซีแอนโดรเมดา (Andromeda galaxy) เป็นกาแลคซี จำนวนดาวฤกษ์ 1 ล้านล้านดวง ระยะห่างออกไป 2 ล้านปีแสง

กลุ่มเมฆแมเจลแลนใหญ่ (Andromeda galaxy) เป็นกาแลคซี อยู่ในกลุ่มดาว ไม่มีรูปร่าง

มีค่าความสว่าง

สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าจากโลกได้

ระยะห่างออกไป 2 ล้านปีแสง

มีค่าความสว่าง

สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าจากโลกได้

### THE MILK WAY GALAXY

#### ดาราจักรทางช้างเผือก

ดาราจักรทางช้างเผือก "ก้นหอย" มีศูนย์กลางอยู่ที่ดวงอาทิตย์แบบธรรมดาในแขนงดาวฤกษ์ 9 หมื่นล้านดวง

จำนวนดาวฤกษ์ 120,000 ล้านดวง

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100,000 ปีแสง

ดาวฤกษ์ที่ใกล้ที่สุดคือ Proxima Centauri A และ B อยู่ห่างจากโลก 4.2 ปีแสง

ดาวฤกษ์ที่ไกลที่สุดคือ NGC 3603 อยู่ห่างจากโลก 236 ปีแสง

- ดาวฤกษ์ : มีดาวฤกษ์ประมาณ 100-400 พันล้านดวง
- ดาวเคราะห์ : มีดาวเคราะห์ประมาณ 100-400 พันล้านดวง
- ดาวเคราะห์น้อย : มีดาวเคราะห์น้อยประมาณ 100-400 พันล้านดวง

- ดาวฤกษ์ที่ใกล้ที่สุดคือ Proxima Centauri A และ B อยู่ห่างจากโลก 4.2 ปีแสง
- ดาวฤกษ์ที่ไกลที่สุดคือ NGC 3603 อยู่ห่างจากโลก 236 ปีแสง
- ดาวฤกษ์ที่สว่างที่สุดคือ Rigel อยู่ห่างจากโลก 860 ปีแสง
- ดาวฤกษ์ที่เย็นที่สุดคือ Proxima Centauri B อยู่ห่างจากโลก 4.2 ปีแสง

ภาพที่ 52 : ผลงานชิ้นสมบูรณ์

### วิธีถ่ายภาพทางช้างเผือก

การถ่ายภาพทางช้างเผือกให้ได้ภาพที่คมชัดและสวยงามนั้น ต้องใช้เทคนิคการถ่ายภาพที่ถูกต้องและเหมาะสม โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเลือกสถานที่และช่วงเวลาในการถ่ายภาพ

### ตั้งค่ากล้อง

ใช้โหมด RAW mode

- ISO: 15-30
- รูรับแสง: f2.8
- ความเร็วชัตเตอร์: 3500
- ความยาวโฟกัส: 3700-4000 mm
- โหมดถ่ายภาพ: 35

### อุปกรณ์

- กล้อง DSLR
- ขาตั้งกล้อง
- สายลั่นชัตเตอร์
- แบตเตอรี่สำรอง
- การ์ดหน่วยความจำ

### ข้อควรคำนึง

ความปลอดภัย

- ควรระวังอันตรายจากสัตว์ป่า
- ควรระวังอันตรายจากน้ำค้างแข็ง

การถ่ายภาพ

- ควรใช้เทคนิคการถ่ายภาพที่ถูกต้อง
- ควรใช้เทคนิคการถ่ายภาพที่สร้างสรรค์

## เนบิวลา

### ฟุ้งของเท็กซัสหรือจรวดเวลา

เนบิวลาฟุ้งของเท็กซัสหรือจรวดเวลา (Texas Star Nebula) เป็นเนบิวลาที่มีรูปร่างคล้ายดาวห้าแฉก ซึ่งเกิดจากการที่ดาวฤกษ์ในเนบิวลาเหล่านี้กำลังใกล้จะสิ้นอายุขัยและกำลังปลดปล่อยแก๊สและฝุ่นออกสู่อวกาศ

เนบิวลาฟุ้งของเท็กซัสหรือจรวดเวลาเป็นเนบิวลาที่มีรูปร่างคล้ายดาวห้าแฉก ซึ่งเกิดจากการที่ดาวฤกษ์ในเนบิวลาเหล่านี้กำลังใกล้จะสิ้นอายุขัยและกำลังปลดปล่อยแก๊สและฝุ่นออกสู่อวกาศ

### เนบิวลา 3 ประเภท

- เนบิวลาสว่าง
- เนบิวลาดาวเคราะห์
- เนบิวลามืด

## หลุมดำ

### ความลึกลับแห่งห้วงอวกาศ

หลุมดำเป็นวัตถุที่มีแรงโน้มถ่วงที่รุนแรงมากจนแม้แต่แสงก็ไม่สามารถหลุดพ้นจากแรงโน้มถ่วงของมันได้

หลุมดำเป็นวัตถุที่มีแรงโน้มถ่วงที่รุนแรงมากจนแม้แต่แสงก็ไม่สามารถหลุดพ้นจากแรงโน้มถ่วงของมันได้

## ควอซาร์

ควอซาร์เป็นวัตถุที่มีพลังงานสูงมากที่สุดในจักรวาล ซึ่งเกิดจากการที่ดาวฤกษ์ในเนบิวลาเหล่านี้กำลังใกล้จะสิ้นอายุขัยและกำลังปลดปล่อยแก๊สและฝุ่นออกสู่อวกาศ

จนถึงปัจจุบันได้พบหลุมดำในจักรวาลแล้วอย่างน้อย 6 แห่ง

1,000,000

หลุมดำ

1,000

ควอซาร์

ภาพที่ 53 : ผลงานชิ้นสมบูรณ์

### ดาวฤกษ์

ดาวฤกษ์เป็นก้อนของแก๊สและฝุ่นที่อัดแน่นกันเป็นก้อนใหญ่ๆ มีอุณหภูมิสูงมากจนทำให้เกิดปฏิกิริยาฟิวชั่นนิวเคลียร์ที่ใจกลางของดาวฤกษ์ ทำให้ดาวฤกษ์เปล่งแสงและให้ความร้อนแก่สิ่งมีชีวิตบนโลก




▲ ดาวฤกษ์เป็นก้อนของแก๊สและฝุ่นที่อัดแน่นกันเป็นก้อนใหญ่ๆ

### การเติบโตและการดับ

- 1 **H** ดาวฤกษ์เกิดจากแก๊สและฝุ่นที่อัดแน่นกันเป็นก้อนใหญ่ๆ
- 2 **H** ดาวฤกษ์เติบโตและเปล่งแสงและให้ความร้อนแก่สิ่งมีชีวิตบนโลก
- 3 **boom** ดาวฤกษ์จะตายในที่สุดและระเบิดเป็นก้อนเล็กๆ





## เกร็ดความรู้

### เรื่องน่ารู้ของดวงจันทร์

ดวงจันทร์เป็นดาวบริวารของโลกและเป็นดาวบริวารเพียงดวงเดียวของโลกที่มีขนาดใหญ่พอที่จะมองเห็นด้วยตาเปล่าได้ตลอดเวลา

ดวงจันทร์มีลักษณะเป็นรูปวงกลมและมีพื้นผิวที่เต็มไปด้วยหลุมอุกกาบาต



ระยะห่างจากโลก

# 384,400

กิโลเมตร

“ ดวงจันทร์มีขนาดเท่ากับโลกเมื่อมองจากโลก ”

เส้นผ่านศูนย์กลาง

3,476 กิโลเมตร

มวลของดวงจันทร์

7.35 x 10<sup>22</sup> กิโลกรัม

โคจรรอบโลก

28 วัน 7 ชั่วโมง 43 นาที

อุณหภูมิที่ขั้วโลกเหนือ

-180 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิที่ขั้วโลกใต้

100 องศาเซลเซียส

ภาพที่ 54 : ผลงานชิ้นสมบูรณ์

## ดาวพลูโต



ระยะไกลจากดวงอาทิตย์ <b>4,900</b> ล้านกิโลเมตร	อุณหภูมิที่พื้นผิวดิน <b>-400</b> องศาเซลเซียส
เส้นผ่านศูนย์กลาง <b>2,390</b> กิโลเมตร	โคจรรอบดวงอาทิตย์ <b>248</b> วัน/ปี

**14** ดวงจันทร์

**2558**

“ ดาวพลูโตเป็นวัตถุที่แปลกประหลาดที่สุดในระบบสุริยะของเรา มันมีลักษณะที่แตกต่างจากดาวเคราะห์และวัตถุอื่น ๆ ในระบบสุริยะ ”

## ปีแสงคืออะไร ?

{ 1 ปีแสง เป็นหน่วยวัดระยะทางเท่ากับระยะทางที่แสงเดินทางใน 1 ปี }

{ ความเร็วแสง **299,793** กิโลเมตร/วินาที }

อัตราส่วนเท่ากับ 1 ปีแสง = 299,793 กิโลเมตร X 24 ชั่วโมง X 60 นาที X 60 วินาที = ระยะทาง 1 ปี แสง

{ ดังนั้น 1 ปีแสงเท่ากับ **9.46X10<sup>12</sup>** กิโลเมตร }

**384,400** กิโลเมตร

**13** วัน/ปีแสง

**150,000,000** กิโลเมตร

**8** นาที/ปีแสง







## ออโรรา

### ออโรรา คืออะไร?

ออโรรา เป็นแสงที่เกิดจากอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าจากดวงอาทิตย์ชนกับโมเลกุลของแก๊สในชั้นบรรยากาศของโลก ทำให้เกิดแสงออโรราที่สวยงาม

### ออโรราเกิดขึ้นได้อย่างไร?

1. ดวงอาทิตย์ปล่อยอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าออกมา

2. อนุภาคเหล่านี้เดินทางมายังโลกและชนกับโมเลกุลของแก๊สในชั้นบรรยากาศ

3. การชนกันทำให้เกิดแสงออโรราที่สวยงาม



“ ออโรราเป็นปรากฏการณ์ที่สวยงามที่เกิดจากอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าจากดวงอาทิตย์ชนกับโมเลกุลของแก๊สในชั้นบรรยากาศของโลก ”

ภาพที่ 55 : ผลงานชิ้นสมบูรณ์

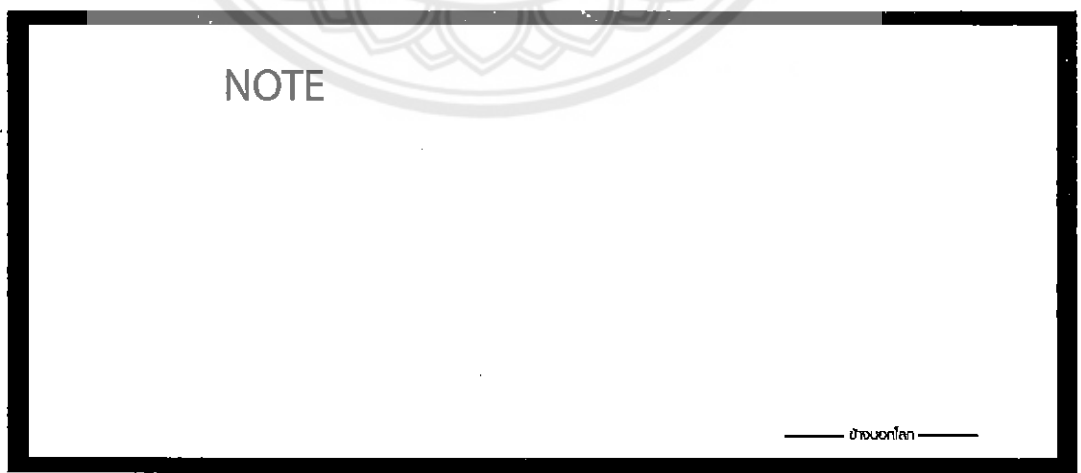


### หมายเหตุ



รูปดวงอาทิตย์เป็นรูปวาดโดยศิลปินชาวอิตาลีชื่อ ราฟาเอล (Raphael) ซึ่งทำเป็นภาพเหมือนดวงอาทิตย์ที่ปรากฏให้เห็นบนดาวอังคาร (Mars) เมื่อทำการถ่ายภาพด้วยกล้องโทรทรรศน์ (Telescope) ที่ www.nasa.gov (ศูนย์สารสนเทศอวกาศนาซา) และ wikipedia ซึ่งเป็นภาพที่ถ่ายโดยยานอวกาศสปิตเซอร์ (Spitzer) ซึ่งถ่ายดวงอาทิตย์ในอวกาศด้วยกล้องโทรทรรศน์ที่ติดตั้งบนยานอวกาศ (ในวันที่ 25/04) หากต้องการข้อมูลเพิ่มเติมหรือมีข้อสงสัย กรุณาติดต่อศูนย์สารสนเทศอวกาศนาซา (NASA) ที่เว็บไซต์ของนาซา (www.nasa.gov) หรือโทรหาศูนย์สารสนเทศอวกาศนาซา (NASA) ที่เบอร์โทร 1-800-NASA-3333

ขอบคุณทุกกรณ

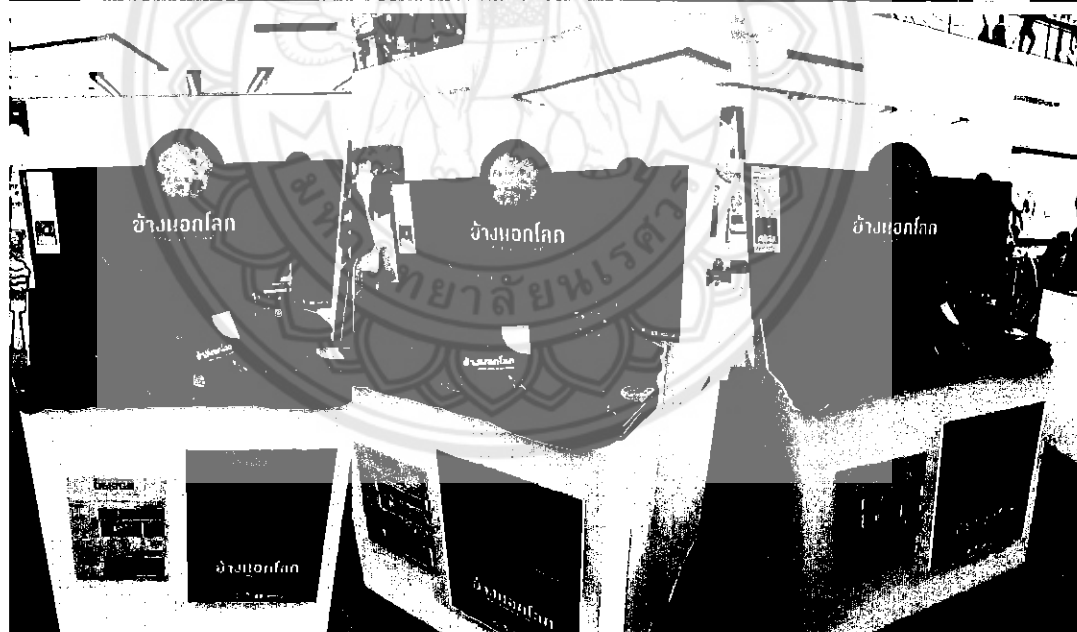


NOTE

อ้างอิงจาก

ภาพที่ 56 : ผลงานชิ้นสมบูรณ์

#### 4.4 การจัดแสดงผลงาน





## บทที่ 5

### บทสรุป

#### สรุปผลการวิจัย

จากการที่ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบหนังสือการเรียนรู้ด้านดาราศาสตร์ เรื่องข้างนอกโลก พบว่า การเรียนรู้ทางด้านดาราศาสตร์นั้นสามารถเข้าใจได้ง่ายขึ้น และน่าสนใจขึ้น ดึงดูดผู้อ่านมากยิ่งขึ้น เนื่องจากการนำความรู้ต่างๆเกี่ยวกับอวกาศ มาทำให้ข้อมูลกระชับและใช้คำที่สามารถเข้าใจได้ง่ายสำหรับบุคคลทั่วไป โดยเฉพาะกลุ่มเป้าหมายซึ่งเป็นวัยรุ่น ด้วยการออกแบบที่เป็นอินโฟกราฟิกจึงตอบโจทย์สำหรับกลุ่มเป้าหมายเป็นอย่างดี เนื่องจากปัจจุบันการใช้อินโฟกราฟิกนั้นกำลังเป็นที่นิยมอย่างมากในหมู่วัยรุ่น เนื่องจากมีความกระชับและสวยงาม ซึ่งทั้งหมดนี้ถูกนำมาใช้ออกแบบกับหนังสือ ข้างนอกโลกเล่มนี้

#### อภิปรายผล

จากผลการวิจัยในการออกแบบหนังสือการเรียนรู้ด้านดาราศาสตร์ ได้พบว่า สามารถอธิบายข้อมูลด้านดาราศาสตร์ ได้ชัดเจนและเข้าใจง่าย ทันตามยุคสมัยในปัจจุบัน ซึ่งเป็นเรื่องที่น่าพึงพอใจ เนื่องจาก จากเดิมเนื้อหาทางด้านวิทยาศาสตร์นั้นอธิบายเป็นตัวหนังสือที่เยอะ และมีศัพท์เฉพาะมากมาย ทำให้วัยรุ่นเกิดความเบื่อหน่ายในการค้นคว้าหาความรู้ ซึ่งการออกแบบหนังสือ ข้างนอกโลก นี้เองที่ปรับเปลี่ยนการอธิบายข้อมูลเหล่านั้น ออกมาในรูปแบบของอินโฟกราฟิก ซึ่งทำให้กลุ่มเป้าหมายหันมาสนใจ ดาราศาสตร์มากขึ้น ด้วยเนื้อหาที่ตรงจุด กระชับ ประกอบกับการออกแบบที่น่าสนใจ สวยงาม และดึงดูดให้หันมาสนใจวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น

### ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการออกแบบหนังสือการเรียนรู้ด้านดาราศาสตร์ต้องคำนึงถึงดังนี้

1. ก่อนดำเนินการออกแบบควรศึกษาและค้นคว้าข้อมูลทางดาราศาสตร์อย่างละเอียด เนื่องจากมีแหล่งข้อมูลมากมาย ควรนำมาวิเคราะห์และใช้ข้อมูลจากแหล่งที่มาที่น่าเชื่อถือ
2. ควรศึกษาเรื่องระบบการพิมพ์เพิ่มเติม เนื่องจากการทำงานกับโรงพิมพ์นั้น ต้องใช้ความละเอียดอย่างมากในกระบวนการการพิมพ์
3. ควรศึกษาการจัดองค์ประกอบและการทำอินโฟกราฟิก เนื่องจากการนำข้อมูลทางวิทยาศาสตร์มาใช้นั้น ต้องใช้ความละเอียดและการจัดองค์ประกอบที่ดีด้วย
4. ผู้วิจัยต้องมีความอดทนมากพอสมควร ในการกระชับข้อมูล และต้องนำมาออกแบบให้นำเสนอใจอีกด้วย รวมถึงการทำงานกับโรงพิมพ์ที่ค่อนข้างยุ่งยากพอสมควรในครั้งแรก





## บรรณานุกรม

### ประเภทหนังสือ

โกวิทย์ ผดุงเรืองกิจ. (2547). ผจญภัยไปในอวกาศ. กรุงเทพมหานคร :

สำนักพิมพ์อัมรินทร์

ศักดิ์ บวร. (2550). มหัศจรรย์น่าทึ่งเกี่ยวกับระบบสุริยะจักรวาล. กรุงเทพมหานคร:

หิ่งห้อย สนพ.

### ประเภทสื่ออิเล็กทรอนิกส์

ศูนย์การเรียนรู้โลกและดาราศาสตร์ .เทคโนโลยีอวกาศ.(ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก :

<http://www.lesa.biz/space-technology> . ( วันที่สืบค้น 20 สิงหาคม 2558)

ศูนย์การเรียนรู้โลกและดาราศาสตร์ .ระบบสุริยะ. (ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก :

<http://www.lesa.biz/astromy/solar-system> . ( วันที่สืบค้น

20 สิงหาคม 2558)

ฟิสิกส์ราชมงคล. ดาราจักร. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก :

[www.rmutphysics.com/charud/naturemystery/sci3](http://www.rmutphysics.com/charud/naturemystery/sci3). ( วันที่สืบค้น

21 สิงหาคม 2558)