

การออกแบบแอนิเมชันสองมิติ เกี่ยวกับดาราศาสตร์



ศิลปนิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

หลักสูตรปริญญาศิลปกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาการออกแบบสื่อวัฒนธรรม

พฤษภาคม 2560

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

2D ANIMATION DESIGN ABOUT ASTRONOMY



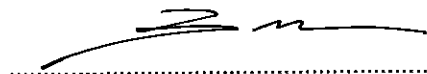
A Thesis Submitted to the Graduate School of Naresuan University  
in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Bachelor of Fine and Applied Arts in Innovative Media Design

May 2017

Copyright 2017 by Naresuan University

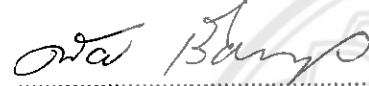
ศิลปนิพนธ์ เรื่อง “การออกแบบแอนิเมชันสองมิติ เกี่ยวกับดาราศาสตร์”  
ของ นางสาวณัฐนิช อิ่มทอง  
ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ศิลปกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาการออกแบบสื่ออนิเมชัน

คณะกรรมการสอบศิลปนิพนธ์



.....ประธานกรรมการสอบศิลปนิพนธ์  
(อาจารย์ลินดา อินทรลักษณ์)

.....ที่ปรึกษาศิลปนิพนธ์  
(อาจารย์ชวลิต ดวงอูหา)



.....กรรมการ  
(ดร.दनัย เรียบสกุล)



.....กรรมการ  
(อาจารย์ชฎานิศ ชิงช่วง)



อนุมัติ



.....  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรชาติ เกษประสิทธิ์)  
หัวหน้าภาควิชาศิลปะและการออกแบบ

## ประกาศคุณูปการ

ศิลปินพันธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณา ช่วยเหลือ แนะนำ และให้คำปรึกษาอย่าง  
ดียิ่ง จาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรชาติ เกษประสิทธิ์ หัวหน้าภาควิชาศิลปะและการออกแบบ ที่อนุมัติ  
ให้ทำการวิจัย อาจารย์ชวลิต ดวงอุทา อาจารย์ที่ปรึกษา สาขาการออกแบบสื่อวัฒนธรรม ชั้นปีที่ 5  
ที่สนับสนุนและให้คำแนะนำตลอดการทำวิจัย และขอขอบพระคุณ อาจารย์วิสิฐ จันมา อาจารย์  
เสกสรร ญาณปัญญานนท์ อาจารย์วิสิฐ อรุณรัตน์นันท อาจารย์ประจำสาขาวิชาการออกแบบ  
แอนิเมชัน ที่ได้กรุณาถ่ายทอดความรู้ ทฤษฎี แนวคิด วิธีการสร้างสรรค์ผลงานให้คำแนะนำและ  
ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่ยิ่ง ผู้วิจัยกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน และบุคลากรคณะสถาปัตยกรรม  
ศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวรที่ให้คำแนะนำติชม ความเห็น ข้อเสนอแนะต่างๆ และขอขอบคุณ  
แหล่งค้นคว้าข้อมูลที่มีคุณภาพ สำนักหอสมุดมหาวิทยาลัยนเรศวรเป็นอย่างยิ่ง ที่ทำให้ผู้วิจัยได้รับ  
ความสะดวกแก่การค้นคว้าสืบค้นข้อมูลต่างๆ ตลอดทำการวิจัย

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว ที่ให้การสนับสนุนและกำลังใจ ผู้วิจัย  
ตลอดจนวิจัยประสบความสำเร็จ

คุณค่าและคุณประโยชน์อันพึงจะมีจากศิลปินพันธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบและอุทิศแด่ผู้มี  
พระคุณทุกๆ ท่าน ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อสังคม ประเทศชาติ และผู้  
ที่สนใจไม่มากนักน้อย หากศิลปินพันธ์ฉบับนี้มีความผิดพลาดประการใด ผู้วิจัยต้องขออภัยไว้ ณ  
ด้วย

ณัฐนิช อิ่มทอง

ชื่อเรื่อง	การออกแบบแอนิเมชันสองมิติ เกี่ยวกับดาราศาสตร์
ผู้วิจัย	ณัฐณิชา อิ่มทอง
ที่ปรึกษา	อาจารย์ชวลิต ดวงอุทา
ประเภทสารนิพนธ์	ศิลปนิพนธ์ ศป.บ สาขาวิชาการออกแบบสื่ออนิเมชัน มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2560
คำสำคัญ	ดาราศาสตร์ แอนิเมชันสองมิติ แอนิเมชัน

### บทคัดย่อ

ดาราศาสตร์ เป็นหนึ่งในสาขาที่อยู่ในวิชาวิทยาศาสตร์ นับเป็นสาขาวิชาที่เก่าแก่ที่สุดมีมาตั้งแต่สมัยโบราณ ดาราศาสตร์ศึกษาเกี่ยวกับวัตถุท้องฟ้า ดวงดาวต่างๆ อาทิ ดาวฤกษ์ ดาวเคราะห์ ดาวหาง และดาราจักร รวมทั้ง ปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้นภายนอกโลก เป็นศาสตร์ที่มีความสำคัญ ทำให้เราได้รู้ถึงต้นกำเนิดของโลก ดาวต่างๆ ในแกแลคซี่ แกแลคซี่ทางช้างเผือกเป็นแกแลคซี่รูปกังหัน มีดวงดาวนับแสนล้านดวงประกอบอยู่ มีระบบสุริยะที่มีดาวเคราะห์ ทั้งแก๊สดวงโคจรอยู่รอบดวงอาทิตย์ ซึ่งประกอบด้วยโลกของเรา รวมถึงดวงจันทร์บริวารของดาวเคราะห์ทั้งหลายในแกแลคซี่ด้วย

ปัจจุบันอาจมีผู้ที่สนใจเกี่ยวกับดาราศาสตร์ลดลงไป หากเทียบกับวิทยาศาสตร์แขนงอื่นๆ หากเราไม่ได้ให้ความสำคัญในเรื่องดาราศาสตร์ อาจทำให้เราไม่มีความรู้ความเข้าใจ เกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้น หรือจะเกิดขึ้นในอนาคตได้ รวมไปถึงเรื่องราวของดาวเคราะห์ต่างๆ ในแกแลคซี่ การกำเนิดของดาว การโคจร และลักษณะต่างๆ ของดาวได้ เหตุนี้จึงทำให้เราทุกคนควรหันมาสนใจศึกษาเรื่องดาราศาสตร์มากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการอ่านทำความเข้าใจจากหนังสือ รับชมจากสารคดี หรือสืบค้นจากอินเทอร์เน็ต ทั้งหมดนี้สามารถช่วยให้เราได้รับความรู้ความเข้าใจเพิ่มเติมได้อย่างมาก

จากการศึกษาค้นคว้าและทำวิจัย เรื่องของดาราศาสตร์จึงเกิดเป็นการออกแบบแอนิเมชันสองมิติ เกี่ยวกับดาราศาสตร์ เป็นการนำเสนอเรื่องราวของเด็กชายคนหนึ่งที่ได้ไปดาวอังคาร เพื่อทำภารกิจปกป้องชาติ และพบเรื่องราวอันน่าตื่นตะลึง เพื่อให้เกร็ดความดูเกี่ยวกับดาราศาสตร์และความสนุกสนานเพลิดเพลิน

## สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
1. ความเป็นมาและความสำคัญขอปัญหา.....	1
2. วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	1
3. ขอบเขตของงานวิจัย.....	1
4. วิธีการศึกษาและขั้นตอนการดำเนินงาน.....	2
5. ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	2
6. นิยามศัพท์เฉพาะ.....	2
7. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
1. ความหมายดาราศาสตร์.....	4
2. ประวัติวิชาดาราศาสตร์โดยย่อ.....	4
2.1. ดาราศาสตร์ยุคเริ่มแรก.....	5
2.2. ดาราศาสตร์ยุคกลาง.....	8
2.3. ดาราศาสตร์ยุคปัจจุบัน.....	18
3. เอกภพ.....	10
3.1. ทฤษฎีบิกแบง.....	10
3.2. ทฤษฎีแห่งการดำรงอยู่.....	11
4. กาแลคซี่.....	11
5. ระบบสุริยะ.....	12
5.1. กำเนิดระบบสุริยะ.....	12
5.2. ดวงอาทิตย์.....	13
5.3. ดาวเคราะห์.....	14
5.3.1. ดาวพุธ.....	14
5.3.2. ดาวศุกร์.....	15
5.3.3. โลก.....	16

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
5.3.4. ดาวอังคาร.....	18
5.3.5. ดาวพฤหัสบดี.....	19
5.3.6. ดาวเสาร์.....	21
5.3.7. ดาวยูเรนัส.....	22
5.3.8. ดาวเนปจูน.....	25
6. ความหมายของการออกแบบ.....	25
7. แอนิเมชัน.....	26
8. ประวัติความเป็นมาของแอนิเมชัน.....	27
9. พฤติกรรมของวัยรุ่น.....	31
9.1. ความหมายของวัยรุ่น.....	32
9.2. การแบ่งระยะของวัยรุ่น.....	33
9.3. ลักษณะโดยทั่วไปของวัยรุ่น.....	34
9.4. พัฒนาการของวัยรุ่น.....	35
3 การวิเคราะห์ข้อมูลและแนวความคิดในการออกแบบ.....	36
1. การวิเคราะห์กลุ่มเป้าหมาย.....	36
2. การรวบรวมข้อมูล.....	36
3. การวิเคราะห์ข้อมูล.....	36
4. สรุปแนวความคิดการออกแบบ.....	38
4 การออกแบบและสร้างสรรค์ผลงาน.....	41
1. Pre Production.....	41
2. Production.....	45
3. Post Production.....	49
5 บทสรุป.....	51
สรุปผลการวิจัย.....	51
อภิปรายผล.....	51
ข้อเสนอแนะ.....	51

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บรรณานุกรม.....	53
ภาคผนวก.....	54
ประวัติผู้วิจัย.....	59



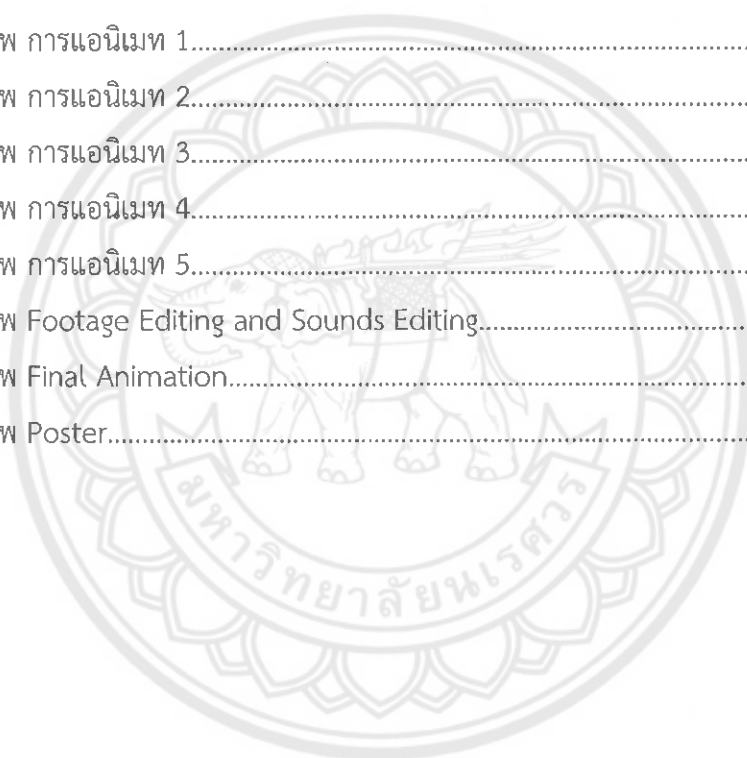


## สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1 ภาพ แกลเลซี่ทางช้างเผือก.....	11
2 ภาพ ระบบสุริยะ.....	12
3 ภาพ ดวงอาทิตย์.....	14
4 ภาพ ดาวพุธ.....	15
5 ภาพ ดาวศุกร์.....	16
6 ภาพ โลก.....	18
7 ภาพ ดาวอังคาร.....	19
8 ภาพ ดาวพฤหัสบดี.....	21
9 ภาพ ดาวเสาร์.....	22
10 ภาพ ดาวยูเรนัส.....	23
11 ภาพ ดาวเนปจูน.....	25
12 ภาพ Animation.....	27
13 ภาพ Animation 3D.....	28
14 ภาพ Adolescence.....	32
15 ภาพ โทนสีฟ้าสเทล.....	38
16 ภาพ แอนิเมชันเรื่อง Laundry Day.....	39
17 ภาพ แอนิเมชันเรื่อง The Astronomer .....	39
18 ภาพ แอนิเมชันเรื่อง The Solar System Song.....	40
19 ภาพ การออกแบบตัวละคร 1.....	41
20 ภาพ การออกแบบตัวละคร 2.....	42
21 ภาพ การออกแบบตัวละคร 3.....	42
22 ภาพ การออกแบบตัวละคร 4.....	43
23 ภาพ การเขียนสตอรี่บอร์ด 1.....	43
24 ภาพ การเขียนสตอรี่บอร์ด 2.....	44
25 ภาพ การเขียนสตอรี่บอร์ด 3.....	44
26 ภาพ การเขียนสตอรี่บอร์ด 3.....	44
27 ภาพ การเขียนฉาก 1.....	45

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
28 ภาพ การเขียนฉาก 2.....	45
29 ภาพ การเขียนฉาก 3.....	46
30 ภาพ การเขียนฉาก 4.....	46
31 ภาพ การแอนิเมท 1.....	47
32 ภาพ การแอนิเมท 2.....	47
33 ภาพ การแอนิเมท 3.....	48
34 ภาพ การแอนิเมท 4.....	48
35 ภาพ การแอนิเมท 5.....	49
36 ภาพ Footage Editing and Sounds Editing.....	49
37 ภาพ Final Animation.....	50
38 ภาพ Poster.....	50



สารบัญตาราง

ตาราง

หน้า

1 ตาราง ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	2
----------------------------------	---



## บทที่ 1

### บทนำ

#### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ดาราศาสตร์เป็นหนึ่งในสาขาที่อยู่ในวิชาวิทยาศาสตร์ และเป็นสาขาวิชาที่เก่าแก่ที่สุดมาตั้งแต่สมัยโบราณ ดาราศาสตร์ศึกษาเกี่ยวกับวัตถุท้องฟ้า ดาวฤกษ์ ดาวเคราะห์ ดาวหาง และดาราจักร รวมทั้งปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้นภายนอกโลก เป็นศาสตร์ที่มีความสำคัญ ทำให้เราได้รู้ถึงต้นกำเนิดของ โลก ดาวต่างๆในแกแลคซี่ และปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นทั้งในและนอกโลก

ปัจจุบันอาจมีผู้ที่สนใจเกี่ยวกับดาราศาสตร์ลดลงไป หากเทียบกับวิทยาศาสตร์แขนงอื่นๆ แกแลคซี่ทางช้างเผือกเป็นแกแลคซี่รูปกังหัน มีดวงดาวนับแสนล้านดวงประกอบอยู่ มีระบบสุริยะที่มีดาวเคราะห์ ทั้งแก๊วดวงโคจรอยู่รอบดวงอาทิตย์ ซึ่งประกอบด้วยโลกของเรา ดิฉันจึงมีความสนใจที่จะนำเรื่องดาราศาสตร์นี้มานำเสนอในรูปแบบแอนิเมชันสองมิติ สอดแทรกความรู้เกี่ยวกับดาราศาสตร์เข้าไปในแอนิเมชัน

ปัจจุบันแอนิเมชันนั้น กำลังเป็นที่นิยมอย่างแพร่หลาย สามารถนำมาใช้เป็นสื่อการสอนที่ให้ความรู้สำหรับเด็ก สามารถนำมาใช้งานด้านโฆษณาประชาสัมพันธ์สินค้าและบริการต่างๆได้ เนื่องจากแอนิเมชันมีการนำเสนอที่น่าสนใจ สื่อความหมายเข้าใจง่าย ดึงดูดความสนใจและ เข้าถึงกลุ่มเป้าหมายได้ดี

ดังนั้นการออกแบบภาพยนตร์แอนิเมชันสองมิติ เป็นการศึกษาการออกแบบแอนิเมชันเกี่ยวกับ ดาราศาสตร์ สำหรับเด็ก อายุ 13-18 ปี เพื่อให้ได้มีความรู้ความเข้าใจเรื่องดาราศาสตร์

#### วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อการศึกษาการออกแบบแอนิเมชันสองมิติ
2. เพื่อศึกษากระบวนการออกแบบแอนิเมชันสองมิติ
3. เพื่อพัฒนาแอนิเมชันสองมิติ

#### ขอบเขตของงานวิจัย

1. ขอบเขตของประชากรกลุ่มเป้าหมาย
  - 1.1. เด็ก อายุ 13-18 ปี
2. ขอบเขตของผลงานออกแบบสร้างสรรค์
  - 2.1. ออกแบบแอนิเมชันสองมิติ จำนวน 1 เรื่อง ความยาว 5 นาที
  - 2.2. ออกแบบโปสเตอร์ประชาสัมพันธ์ ขนาด A2 จำนวน 1 แผ่น
  - 2.3. ออกแบบบรรจุภัณฑ์ CD จำนวน 1 กล่อง

### วิธีการศึกษาและขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ค้นคว้าข้อมูลวิจัยและกลุ่มเป้าหมาย
2. วิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูล
3. สรุปแนวคิด
4. ออกแบบชิ้นงาน
5. พัฒนาแบบร่าง
6. สรุปแบบวิจัย
7. ผลิตชิ้นงาน
8. แก้ปัญหาและตรวจสอบข้อมูล
9. แสดงงาน

### ขั้นตอนการดำเนินงาน

กิจกรรม	เดือน										
	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน
1. ค้นคว้าข้อมูลวิจัยและกลุ่มเป้าหมาย	X										
2. วิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูล	X										
3. สรุปแนวคิด		X									
4. ออกแบบชิ้นงาน		X	X								
5. พัฒนาแบบร่าง			X	X							
6. สรุปแบบวิจัย			X								
7. ผลิตชิ้นงาน			X	X	X	X	X	X	X		
8. แก้ปัญหาและตรวจสอบข้อมูล				X	X			X	X		
9. แสดงงาน					X				X		

### นิยามศัพท์เฉพาะ

1. Animation หมายความว่า ความมีชีวิต ชีวา ภาพการ์ตูนเคลื่อนไหวได้
2. 2D ย่อมาจาก 2 Dimension หมายความว่า สองมิติ

### 3. ดาราศาสตร์

- 3.1. ดารา หมายความว่า ดาว ดวงดาว
- 3.2. ศาสตร์ หมายความว่า ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริงและกฎที่จัดไว้อย่างมีระบบ

#### ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้รับความรู้ทางด้านการออกแบบแอนิเมชัน ให้ตรงตามกลุ่มเป้าหมาย
2. ได้รับความรู้ทางด้านกระบวนการออกแบบแอนิเมชันสองมิติ
3. ได้รับความรู้ความเข้าใจเรื่องดาราศาสตร์



## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัยเรื่องการออกแบบแอนิเมชันสองมิติเกี่ยวกับดาราศาสตร์ สำหรับเด็ก อายุ 13-18 ปี ได้ศึกษาแบ่งข้อมูลเป็นส่วนต่างๆ ดังนี้

1. ความหมายของดาราศาสตร์
2. ประวัติศาสตร์วิชาดาราศาสตร์โดยย่อ
3. เอกภพ
4. แกลแลคซี
5. ระบบสุริยะ
6. ความหมายของการออกแบบ
7. แอนิเมชัน
8. ประวัติความเป็นมาของแอนิเมชัน
9. พฤติกรรมของวัยรุ่น

#### 1. ความหมายของดาราศาสตร์

ดาราศาสตร์ คือ ศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับท้องฟ้า ดวงดาว วัตถุท้องฟ้าต่างๆ และรวมไปถึงปรากฏการณ์ธรรมชาติต่างๆที่เกิดขึ้นในเอกภพหรือท้องฟ้า ท้องฟ้า คือ ภาพปรากฏของเอกภพที่สามารถมองเห็นได้จากตำแหน่งสังเกตบนพื้นโลก ลักษณะการมองเห็นจะเหมือนกลับผิวด้านในของทรงกลมกลวงขนาดใหญ่ที่มีห้าที่อยู่แสนไกล และมักมีปรากฏการณ์ธรรมชาติต่างๆ เกิดขึ้นให้เห็นอยู่เสมอเป็นจุดเล็กๆ เป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติอย่างหนึ่งของวัตถุอนุภาคและมวลสารในเอกภพ แสดงถึงลักษณะกฎเกณฑ์ การเปลี่ยนแปลงทางธรรมชาติ

#### 2. ประวัติศาสตร์วิชาดาราศาสตร์โดยย่อ

มีคำกล่าวว่า “วิชาดาราศาสตร์เกิดขึ้นเมื่อมนุษย์คนแรกแหงนหน้าขึ้นมองท้องฟ้า” คำ กล่าวนี จึ่งเป็นความจริงอย่างแน่นอน เพราะความสวยงามของท้องฟ้านั้น ทำให้มนุษย์ลุ่มหลงมาตั้งแต่โบราณกาลแล้วมีคนจำนวนมากเสียสละเวลา สละความสุขส่วนตัวมาเฝ้ามองท้องฟ้า เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลจนกระทั่งกลายเป็นผู้มีชื่อเสียง แม้ไม่ได้ร่ำเรียนมาจากที่ใดก็ตาม มนุษย์ทุกยุคตั้งแต่ยุคก่อนประวัติศาสตร์ ได้ทำการศึกษาท้องฟ้าตลอดมา วิชาดาราศาสตร์จึงเป็นศาสตร์ที่เก่าแก่ที่สุดเกิดมาพร้อมกับมนุษย์

## 2.1. ดาราศาสตร์ยุคเริ่มแรก

### 2.1.1. ดาราศาสตร์จีน

กว่า 5,000 ปีมาแล้ว ประชาชาติที่เก่าแก่ที่สุดที่เริ่มศึกษาวิชาดาราศาสตร์ นั้น ก็คือ จีน ชาวจีนนั้นใช้วิธีศึกษาท้องฟ้าโดยการสังเกตด้วยตาเปล่า ทำให้ชาวจีนทราบเรื่องราวต่างๆ มากมาย และนอกจากนี้ยังมีข้อมูลที่บ้านทึบเกี่ยวกับดาวหาง โนวา ดาวตก อุกบาต ฯลฯ

ผลการสังเกตที่ได้ คือ

- 1) สามารถกำหนดปฏิทินได้อย่างใกล้เคียงปัจจุบัน โดยกำหนดให้ 1 ปี มี 365 วัน แต่ไม่ทราบว่าโลกนั้นหมุนรอบดวงอาทิตย์ หรือ ดวงอาทิตย์หมุนรอบโลก
- 2) สามารถทำนายการเกิดอุปราคาได้ โดยที่ยังไม่ทราบสาเหตุการเกิด และคลาดเคลื่อนบ้างเล็กน้อย
- 3) ทราบว่าการเคลื่อนที่ครบรอบของดวงจันทร์มี 28 วัน
- 4) สามารถแบ่งดาวบนท้องฟ้าเป็น 2 ชนิด คือ ดาวที่หยุดนิ่ง (ดาวฤกษ์) และดาวที่เคลื่อนที่ (ดาวเคราะห์)

### 2.1.2. ดาราศาสตร์อินเดีย

ชาวอินให้ความสนใจและสังเกตท้องฟ้ามาเป็นเวลานาน แต่อินเดียมักให้คำอธิบายด้วยรากฐานที่มาจากจินตนาการและความเชื่อทางศาสนา มากกว่าเหตุผลความเป็นจริง โดยแบ่งเป็น 2 ความเชื่อหลักๆ ตามศาสนาของอินเดีย คือ ศาสนาพุทธ เชื่อว่าโลกเป็นวัฏฏกลมที่ตกลงจากท้องฟ้าอย่างต่อเนื่อง แต่ก็ไม่มีภารกิจพิสูจน์ได้ ศาสนาฮินดูเชื่อว่าโลกถูกพยุงด้วยช้างสี่เชือก ซึ่งข้ายืนอยู่บนเต้ายักษ์ตัวใหญ่ตัวหนึ่ง ส่วนเต้านั้นอยู่บนหลังงูใหญ่ที่นอนขดอยู่ ชาวฮินดูเชื่อว่าสัตว์เหล่านี้ช่วยค้ำจุนโลกไม่ให้คว่ำลง สัตว์เหล่านี้จึงถือเป็นสัตว์ศักดิ์สิทธิ์ของชาวฮินดู

### 2.1.3. ดาราศาสตร์ชาวบาบิโลน

ชาวบาบิโลน หรือ บาบิโลเนีย เป็นชนชาติที่อาศัยและตั้งถิ่นฐานอยู่บริเวณแถบลุ่มน้ำไทกริส-ยูเฟรติส แคว้นเมโสโปเตเมีย ปัจจุบัน คือ ประเทศอิรัก ชาวบาบิโลเนียสังเกตท้องฟ้าและดาวได้อย่างละเอียดพร้อมระบบข้อมูลที่ดี บาบิโลนเชื่อว่าโลกถูกปิดล้อมอยู่ในกำแพงใหญ่ซึ่งค้ำโคมท้องฟ้าไว้ ส่วนโลกวางอยู่ในขาม่อขนาดใหญ่ และวัตถุท้องฟ้าต่างๆ ประดับอยู่ในโคม



### ผลงานของชาวบาบิโลน คือ

- 1) การแบ่งกลุ่มดาวบนท้องฟ้า เพื่อช่วยจดจำลักษณะดวงดาว
- 2) กำหนดปฏิทิน ให้ 1 ปี มี 360 วัน แบ่งเป็น 12 เดือนๆ ละ 30 วัน บางปีเติมเดือนที่ 13 ลงไปเพื่อแก้ความคลาดเคลื่อน
- 3) การแบ่งวันเป็น 2 ช่วงเวลา คือ กลางวัน กลางคืน โดยใช้นาฬิกาทรายและนาฬิกาแดด
- 4) การเคลื่อนที่ของดาว 5 ดวง ได้แก่ ดาวพุธ ดาวศุกร์ ดาวอังคาร ดาวพฤหัสบดีและดาวเสาร์
- 5) คำนวณการเกิดอุปราคา โดยใช้การสังเกตรอบที่เกิดซ้ำทุกๆ 18 ปี

#### 2.1.4. ดาราศาสตร์ของอียิปต์โบราณ

ชาวอียิปต์โบราณเป็นชาติที่มีความเจริญทางวิทยาการเป็นอย่างมาก ในยุคนั้นวิชาดาราศาสตร์มีความสำคัญมาก ชาวอียิปต์มีความสามารถในการบันทึกเหตุการณ์ทางท้องฟ้าได้เป็นอย่างดี ตั้งชื่อดาวฤกษ์และแบ่งกลุ่มดาวจำนวนมาก แสดงถึงความชำนาญในการสังเกตท้องฟ้า ชาวอียิปต์ถึงแม้จะมีความสามารถทางดาราศาสตร์สูง แต่ก็ขาดเหตุผลมักนำวิทยาการ ความเชื่อและศาสนาเข้ามาพัวพัน ดังนั้นประวัติและนิยายปรัมปราทางดาราศาสตร์มักมีชื่อเทพเจ้ามาเกี่ยวข้องเสมอๆ

### ผลงานของชาวอียิปต์ ได้แก่

- 1) การแบ่งฤดูกาลการสังเกตตำแหน่งของดาวบนท้องฟ้า
- 2) การแบ่งวัน การแบ่งชั่วโมง โดยสังเกตการเคลื่อนของดาวฤกษ์ผ่านปिरามิด
- 3) การแบ่งปี เรียกว่า ปีอียิปต์ โดยแบ่งเป็น 12 เดือนๆ 1 มี 30 วัน เดือนสุดท้าย มี 35 วันและบวกเพิ่ม 1 วัน ทุกๆ 4 ปี

#### 2.1.5. ดาราศาสตร์ชาวกรีกโบราณ

ชาวกรีกชนชาติที่ได้ชื่อว่าเป็นนักดาราศาสตร์อย่างแท้จริง ชาวกรีกเริ่มต้นดาราศาสตร์ภาคทฤษฎี ด้วยแนวคิดที่ว่าสิ่งที่เกิดบนท้องฟ้าไม่ใช่เรื่องบังเอิญ จะต้องมีความสัมพันธ์ที่สามารถอธิบายได้ นักดาราศาสตร์ของกรีกจึงใช้เวลาส่วนใหญ่ของชีวิตหาทฤษฎีนั้น โดยมีรายชื่อ ดังนี้

#### 2.1.5.1. อริสโตเติล (884-322 ปีก่อน ค.ศ.)

ได้วิเคราะห์ความคิดทั้งหมด และ สรุปได้ว่าโลกมีทรงประกอบด้วยธาตุ ทั้ง 4 คือ ดิน น้ำ ลม ไฟ ส่วนวัตถุท้องฟ้ามีธาตุที่ 5 เพิ่มขึ้นทำให้รูปร่างสมบูรณ์ และไม่เปลี่ยนแปลง

#### 2.1.5.2. ทาลีส (640 ปี ก่อน ค.ศ.)

ได้ชื่อว่าเป็นนักดาราศาสตร์คนแรกของโลก ผลงานสร้างชื่อ คือ การคำนวณสุริยุปราคาเต็มดวงได้อย่างแม่นยำ และแนวคิดที่ว่า น้ำ คือ ส่วนประกอบพื้นฐานของเอกภพ

#### 2.1.5.3. อนาซีมานเดอร์

ผู้ให้แนวคิดเรื่อง อฟิลอน วัตถุขนาดเล็กที่เป็นอนุภาคพื้นฐานของเอกภพ และเป็นสานุศิษย์ของทาลีส

#### 2.1.5.4. บีทาโกรัส (572 ปี ก่อน ค.ศ.)

ผู้คิดทฤษฎีบทที่ 29 ของเรขาคณิต เขาพยายามพิสูจน์ว่าวัตถุท้องฟ้าต้องมีรูปร่างเป็นทรงกลมและหมุนรอบจุดศูนย์กลางที่มีดวงไฟขนาดใหญ่อยู่ ซึ่งคนทั่วไปนั้นไม่เชื่อ เพราะขัดกับความคิดเดิม

#### 2.1.5.5. อาร์คีมีดีส (287 ปี ก่อน ค.ศ.)

เป็นผู้ผลิตทรงกลมท้องฟ้า แสดงการหมุนรอบตัวเองของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์และดาวเคราะห์ 5 ดวง ที่รู้จักกันในสมัยนั้น

#### 2.1.5.6. อีแรทอสซีเนียส (275 ปีก่อน ค.ศ.)

หาเส้นรอบโลกได้สำเร็จ

#### 2.1.5.7. อริสตาร์คัส (300-250 ปี ก่อน ค.ศ.)

พยายามหาขนาดและระยะทางของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ โดยใช้เรขาคณิตช่วยและให้แนวคิดที่แปลก คือ ดวงอาทิตย์เป็นจุดศูนย์กลางของเอกภพซึ่งอยู่กับที่ โดยโลกและดาวเคราะห์อื่นๆ โคจรรอบดวงอาทิตย์เคลื่อนที่ได้ แต่ไม่มีใครเชื่อเพราะไม่สามารถพิสูจน์ได้

#### 2.1.5.8. ฮิปปาร์คัส (160-125 ปี ก่อน ค.ศ.)

สร้างหอดูดาวขึ้นที่เกาะไอร์แลนด์ มีผลงานมากมาย คือ ค้นพบวิชาตรีโกณมิติ วัดระยะห่างระหว่างดวงดาวบนท้องฟ้า อธิบายการเคลื่อนของดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ อย่างมีระบบ คำนวณ ความยาวของฤดูกาลอย่างแม่นยำ การสายของแกนหมุนโลก ทำแคตตาล็อกดาว การใช้เส้นรุ้งเส้นแวงกำหนดตำแหน่งบนโลก เครื่องมือแบ่งวงกลมเป็นองศา

#### 2.1.5.9. ปโตเลมี (ค.ศ.150)

รวบรวมความรู้ทั้งหมดตั้งแต่ต้นเป็นหนังสือ ทั้งหมด 13 เล่ม ชื่อ อัลมาเจสต์ มีข้อสรุป 2 ประการที่ทำให้คนทั่วโลกเชื่อ คือ

- 1) โลกเป็นศูนย์กลางของเอกภพที่มีดาวเคราะห์ ดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ หมุนรอบแบบวงกลมย่อย เรียกว่า เอพิไซเคิล
- 2) ดวงดาวอื่นๆ ติดอยู่บนทรงกลมท้องฟ้าที่หมุนรอบโลกจากทิศ ตะวันตกไปออก จึงทำให้มองเห็นดาวทั้งหลายเคลื่อนที่ไปทิศตะวันตก

## 2.2. ดาราศาสตร์ยุคกลาง

หลังจากสิ้นยุคปโตเลมี เป็นต้น ถือว่าเป็นยุคมืดของวิชาดาราศาสตร์ มีการค้นพบปรากฏการณ์ต่างๆ อยู่อีกมากมาย แต่ก็ยังไม่สามารถลบล้างความเชื่อเดิมของคนอื่นได้ ที่ว่าโลกเป็นศูนย์กลางของเอกภพจนกระทั่งเวลาล่วงเลย มาถึง 1400 ปี

### 2.2.1.ดาราศาสตร์ของชาวอาหรับ

ในปี ค.ศ.640 กองทัพอาหรับได้บุกยึด นครอเล็กซานเดรีย และ ทำลายห้องสมุดที่ใหญ่ที่สุดของโลก แต่หนังสืออัลมาเจสต์ของปโตเลมีนั้น ได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก ได้มีการแปลเป็นภาษาอาหรับ ต่อมานครแบกแดดจึงกลายเป็นมหานครแห่งวิชาดาราศาสตร์ของยุโรป ชาวอาหรับมีความสามารถในการคำนวณขั้นสูง จึงได้มีการสังเกต ศึกษา แก้วไข ผลงานของกรีกอย่างละเอียดและถูกต้องมากขึ้น

### 2.2.2. ดาราศาสตร์ยุโรป

หลังจากอาณาจักรอาหรับสลายลงความสนใจในวิชาดาราศาสตร์นั้น ก็มีกระจาย อยุ่ทั่วไปในทวีปยุโรป มีการสร้างหอดูดาว เครื่องมือต่างๆ ในการวัดมุมหรือวัดค่าอื่นๆ ได้ละเอียดมากขึ้น แหล่งวิทยาการของสมัยนั้น คือ เยอรมัน อิตาลี ออสเตรีย ฯลฯ นักวิทยาศาสตร์ที่มีชื่อเสียงในสมัยนั้น คือ

### 2.2.2.1. นิโคลาส โคเปอร์นิคัส (ค.ศ.1473-1543)

นักบวชผู้มีความเชื่อว่าดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลางของเอกภพ ขัดกับความเชื่อศาสนาแบบเดิมของปโตเลมี ที่ว่าโลกเป็นศูนย์กลางของเอกภพและเป็นผู้เขียนหนังสือ การปฏิบัติของวัตถุท้องฟ้า

### 2.2.2.2. ไทโค บราส (ค.ศ.1546-1601)

สร้างหอดูดาวขนาดใหญ่ที่เกาะเฮเวน ชื่อ ป้อมแห่งเวหาและผลิตเครื่องมือวัดตำแหน่งดาว

### 2.2.2.3. กิออตานโน บุโน

เป็นผู้สนับสนุนทฤษฎีของโคเปอร์นิคัสและให้ทัศนะอันกว้างไกลว่า อวกาศนั้นกว้างไร้ขอบเขต วัตถุท้องฟ้าเคลื่อนที่ได้อย่างเสรี ให้ข้อแตกต่างระหว่างดาวฤกษ์และดาวเคราะห์ คือ ดาวเคราะห์เป็นเทหวัตถุเย็น อาจมีสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ได้ดาวฤกษ์เป็นเทหวัตถุร้อน เพราะความคิดเหล่านี้ทำให้เขาถูกเผาทั้งเป็นในปี ค.ศ.1600

### 2.2.2.4. กาลิเลโอ กาลิเลโอ (ค.ศ.1564-1642)

เป็นคนแรกที่แหงนกล้องมองท้องฟ้า ด้วยการใช้แว่นขยายธรรมดา ใช้เลนส์นูน 1 เลนส์เว้า 1 เลนส์ เขาได้สังเกตและบันทึกผลงานมากมายและผลงานเหล่านี้ทำให้เขาเชื่อทฤษฎีของโคเปอร์นิคัสมากขึ้น เช่น

- 1) ผิวดวงจันทร์ขรุขระ เต็มไปด้วยหลุมบ่อ
- 2) ดวงจันทร์ของดาวพฤหัสบดี
- 3) เลี้ยวแหงนเว้าของดาวศุกร์
- 4) ปุ่มที่ยึดมาจากดาวเสาร์ (วงแหวน)
- 5) จุดต่างของดวงอาทิตย์
- 6) จุดสว่างของดาวฤกษ์ที่มองเห็นจากกล้อง

### 2.2.3. ดาราศาสตร์ยุคปัจจุบัน

ยุคดาราศาสตร์ปัจจุบัน เริ่มต้นเมื่อมีความเข้าใจเรื่องระบบสุริยะอย่างถูกต้องและวางรากฐานของวิชาดาราศาสตร์ต่อมา นักวิทยาศาสตร์ที่มีชื่อเสียงสมัยนี้ คือ

### 2.2.3.1. โจฮัน เคปเลอร์ (ค.ศ.1571-1630)

ผู้ตั้งกฎ 3 ข้อ แสดงการเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์ได้สำเร็จมีชื่อ เรียกว่า “ท่านเคปเลอร์ผู้ยิ่งใหญ่”

### 2.2.3.2. เซอร์ไอแซค นิวตัน (ค.ศ.1642-1727)

เป็นผู้ค้นพบสเปกตรัมของดวงอาทิตย์ คิดค้นคณิตศาสตร์ชั้นสูง เรียกว่า “แคลคูลัส” นิวตันเป็นคนแรกที่ผลิตกล้องโทรทรรศน์สะท้อนแสงขึ้น นิวตันเสนอ กฎสำคัญสองกฎของเอกภพ 2 กฎ คือ กฎการเคลื่อนที่ของวัตถุ 8 ข้อ และกฎแห่งแรงโน้มถ่วงสากลในหนังสือ Principia ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของวิชาดาราศาสตร์ และเป็นแนวทางการอธิบาย ปรัชญาการณ์ต่างๆ บนโลกและท้องฟ้า ทำให้เขามีชื่อเสียงมาก

### 2.2.3.3. โจฮัน เฮลลด์ โบด (ค.ศ.1717-1826)

เป็นผู้ตั้งกฎการหาระยะทางจากดวงอาทิตย์ถึงดาวเคราะห์ต่างๆ โดยการ ใช้สูตรหาระยะทางของเขา ทำให้ค้นพบดาวเคราะห์น้อยและดาวยูเรนัส

### 2.2.3.4. วิลเลียม ฮักกินส์ (ค.ศ.1824-1710)

นำเครื่องแยกแสง หรือ สเปกโตรสโคป มาใช้ศึกษาดวงดาวเป็นครั้งแรก

### 2.2.3.5. ยอร์จ เอลเลอร์ (ค.ศ.1868-1938)

ผู้สร้างกล้องโทรทรรศน์ที่ใหญ่ที่สุดในโลก 3 ตัว คือ กล้องหักเหแสง ที่หอดูดาวเยกส์ กล้องชนิดสะท้อนแสงที่ภูเขาวิลสัน กล้องชนิดสะท้อนแสงที่ภูเขาพาโลมาร์

## 3. เอกภพ

การให้ความหมายของคำว่า “เอกภพ” เป็นเรื่องที่ยากมาก เพราะไม่สามารถที่จะหาความหมายที่เหมาะสมกับความหมายที่แท้จริงของมันได้ อาจกล่าวได้ว่าทุกสิ่งทุกอย่างอยู่ในเอกภพทั้งสิ้น

เอกภพ คือ ระบบรวมของแกแลคซี ซึ่งเหมือนกับว่าเอกภพเป็นที่รวมของทุกสิ่งทุกอย่าง ทฤษฎีการกำเนิดของเอกภพที่ใช้อธิบายการกำเนิดในปัจจุบัน มีอยู่ 2 ทฤษฎี

### 3.1. ทฤษฎีบิกแบง

บิกแบง (Big bang) การระเบิดครั้งใหญ่ ผู้ตั้งทฤษฎีนี้ คือ เลอแมตร์ กล่าวว่า “เอกภพเริ่มต้นจากปริมาณแรกเริ่ม ที่มีลักษณะเป็นทรงกลมมีมวลสารอัดแน่น มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 4,000 ไมล์” ต่อมา ยอร์จ กาโมว์ ได้ค้นคว้าเกี่ยวกับทฤษฎีนี้ แล้วได้ขยายความให้เห็นการระเบิดของเอกภพ หรือ ปริมาณแรกเริ่ม ได้ดังนี้

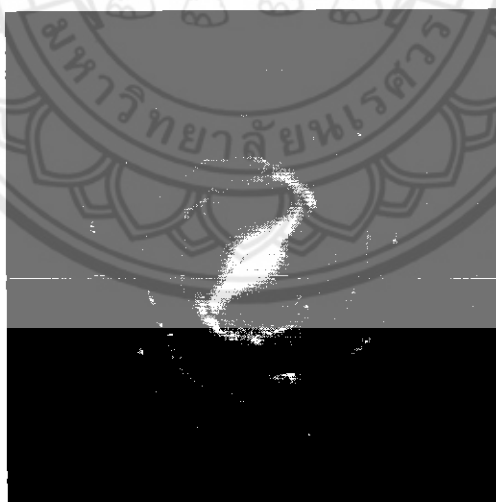
ในขณะระเบิด ปริมาณแรกเริ่มมีอุณหภูมิประมาณ 25,000 ล้านองศาเอฟ มีลักษณะเป็นลูกไฟสว่าง จากนั้นอุณหภูมิลดลงอย่างรวดเร็ว มวลสารของเอกภพแตกเป็นอนุ เล็กๆ ของไฮโดรเจน ฟุ้งกระจายออกไปทุกทิศทาง เอกภพยังมีดสนิทอยู่ต่อมา เมื่อเกิดการรวมตัวเป็นโปรโตสตาร์แล้ว จึงกลายเป็นดาวแต่ละดวง หรือ รวมกันเป็นโบโตแกแลคซี่ ด้วยการเผาไหม้ ตัวเองของมวลดาว เอกภพ จึงสวยงามเช่นทุกวันนี้

### 3.1.2. ทฤษฎีแห่งการดำรงค้อยู่

นักดาราศาสตร์ชาวอังกฤษ ชื่อ ฮอลซ์, แอนดี, โกลด์ เป็นผู้ตั้ง เมื่อปี ค.ศ.1951 โดย กล่าวว่า “เอกภพไม่มีเริ่มต้น ไม่มีวสาน ห้วงอวกาศและห้วงเวลาไม่มีที่สิ้นสุด” ความหมายของ ทฤษฎีนี้ คือ เอกภพจะคงสภาพเหมือนสมัยก่อน สมัยนี้และต่อไปในอนาคต

## 4. แกแลคซี่

แกแลคซี่ เป็นระบบที่ประกอบด้วยดวงดาวกว่าพันล้านดวง หรือ อาจมีมากถึงแสนล้านดวง แกแลคซี่ที่เราอยู่นั้น เรียกว่า “แกแลคซี่ทางช้างเผือก” (Milky Way) ส่วนแกแลคซี่อื่นๆ นอกแกแลคซี่ของเรา เราเรียกว่า “ระบบเนบิวลาออกแกแลคซี่”



ภาพที่ 1 แกแลคซี่ทางช้างเผือก

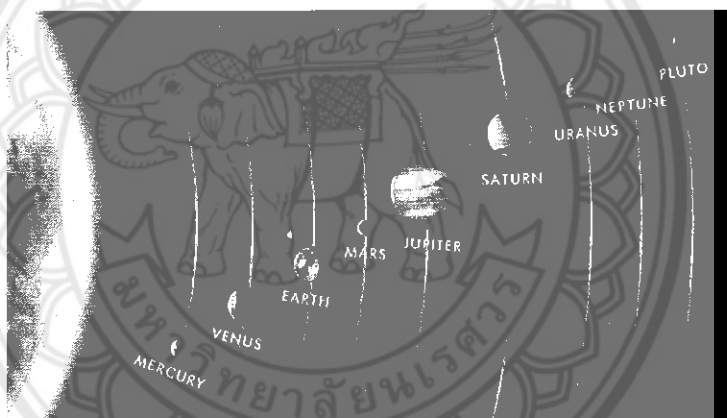
ที่มา : [http://www.nasa.gov/mission\\_pages/GLAST/science/milky\\_way\\_galaxy.html](http://www.nasa.gov/mission_pages/GLAST/science/milky_way_galaxy.html)

แกแลคซี่ทางช้างเผือกทางช้างเผือกมีลักษณะคล้ายกับจาน 2 ใบ วางคว่ำประกบกัน ตรงกลางแบน และแผ่ออกไปรอบๆ คล้ายไข่ดาว ส่วนที่แผ่ออกมาจากตรงกลางลักษณะจะโค้งวนเหมือนกังหัน ในแกแลคซี่ ส่วนกลางจะเห็นได้ว่ามีความหนาแน่นของดาวมาก ส่วนที่แผ่ออกจะมีความเบาบางกว่า ดาวทั้งหมดนี้เรา

สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า แกแลคซีทางช้างเผือก มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 100,000 ปีแสง หนา 1,000 ปีแสง ซึ่งประกอบด้วย ดาว แก๊สและฝุ่นเป็นจำนวนมาก รวมถึงระบบสุริยะ ส่วนตรงกลาง เรียกว่า นิวเคลียสเป็นส่วนที่มีดาวหนาแน่นมาก มีความหนาประมาณ 6,000 ปีแสง กว้าง 10,000 ปีแสง ระบบสุริยะของเรานั้น จะอยู่ที่ส่วนแขนของแกแลคซี โดยห่างจากนิวเคลียสประมาณ 50,000 ปีแสง

## 5. ระบบสุริยะ

ระบบสุริยะประกอบด้วย ดวงอาทิตย์เป็นดาวฤกษ์อยู่ตรงศูนย์กลางของระบบ มีดาวเคราะห์และวัตถุขนาดเล็ก เช่น ดาวเคราะห์แคระ ดาวเคราะห์น้อย ดาวหาง เป็นบริวารโคจรรอบดาวเคราะห์ บางดวงมีดวงจันทร์บริวารโคจรรอบ



ภาพที่ 2 ระบบสุริยะ

ที่มา : <http://www.sciseek.com/search/web/pictures%20of%20the%20planets%20in%20our%20solar%20system>

### 5.1. กำเนิดระบบสุริยะ

ในจำนวนปัญหาที่ยังไม่มีคำตอบขณะนี้ เรื่องความสอดคล้องที่ดูคล้ายกับว่าเป็นระบบ ที่มีระเบียบอย่างมากของระบบสุริยะนี้ก็เป็นปัญหาที่ติดค้างอยู่ในความคิดของมนุษย์มาช้านาน ซึ่งในแต่ละยุคสมัยก็จะมีนักดาราศาสตร์กลุ่มหนึ่งพยายามศึกษาโครงสร้างและความเป็นไปในระบบนี้ เพื่อที่จะได้ทราบกำเนิดของมัน พยายามขยายขอบเขตการศึกษาและอธิบายโครงสร้างของเอกภพโดยส่วนรวม เพราะคิดว่าเป็นแนวทางหนึ่งที่ทำให้ทราบถึงระบบย่อยเล็กๆ ระบบหนึ่ง ที่ชื่อว่า “ระบบสุริยะ”

#### สมมติฐานของการกำเนิดระบบสุริยะ

### 1) สมมุติฐานการจัดการแบบสุ่ม (The random-capture hypothesis)

สมมุติฐานนี้อธิบายต้นกำเนิดของระบบสุริยะว่า มีกลุ่มดาวเคราะห์ที่เคลื่อนที่ไปในอวกาศ ซึ่งเป็นที่ว่างระหว่างดวงดาวทั้งหลาย อาจจะมีโอกาสที่ดวงอาทิตย์นั้นเคลื่อนที่เข้าและจับดาวเคราะห์เหล่านี้ได้ สมมุติฐานนี้มีคนเชื่อถือน้อย เพราะมีข้อขัดแย้งมากมาย

### 2) สมมุติฐานของค้ำหนัก-ลาปลาซ

ในปี ค.ศ.1755 อิมมานูเอล ค้ำหนัก นักปราชญ์ ชาวเยอรมันได้กล่าวถึงเนบิวลาขนาดใหญ่ที่มีลักษณะคล้ายล้อเกวียน อันเป็นกำเนิดของระบบสุริยะเป็นครั้งแรกแล้วก็เงียบหายไป เพราะไม่ได้รับความสนใจ ต่อมา ทฤษฎีนี้เข้าเชื่อถือมากขึ้น เมื่อนักคณิตศาสตร์ชาวฝรั่งเศส ชื่อ ลาปลาซ ได้เสนอสมมุติฐานเนบิวลาเพื่ออธิบายกำเนิดของระบบสุริยะ

### 3) สมมุติฐานการชน

เดิมชื่อ Theplanetesimal eypothesis ตั้งขึ้นโดยนักดาราศาสตร์ชื่อ เมาดัน และ นักธรณีวิทยา ชื่อ แซมเบอร์ลิน แห่งมหาวิทยาลัยชิคาโก เมื่อปี ค.ศ.1900 ต่อมาได้รับการปรับปรุงแก้ไขโดยจิ้นส์และเจฟฟรีส์ กล่าวว่า “ดวงอาทิตย์เป็นดาวฤกษ์ธรรมดาดวงหนึ่งที่ยังไม่มีบริวาร ต่อมาเกิดเหตุการณ์มีดาวฤกษ์ดวงหนึ่งเคลื่อนที่เข้ามาใกล้ดวงอาทิตย์ มีผลทำให้มวลบางส่วนที่เป็นก๊าซของดวงอาทิตย์หลุดออกไป ดาวฤกษ์ดังกล่าวเคลื่อนถอยห่างด้วยความเร็วสูง มวลที่ถูกดูดจิ้งจิงออกตามไม่ทัน ส่วนที่หลุดออกมาจากดาวฤกษ์ดวงนั้นจึงถูกดวงอาทิตย์ดูดเอาไว้ บางชั้นโคจรที่ความเร็วรอบดวงอาทิตย์ในขณะที่เย็นลงจะกลายเป็นอนุภาคแข็งเล็กๆ เรียกว่า “มวลของดาวเคราะห์ จากการกระทบกระแทกและยึดติดกันรวมกับชิ้นส่วนที่อยู่ในแนวการเคลื่อนที่กลายเป็นดาวเคราะห์ในที่สุด” อย่างไรก็ตามสมมุติฐานนี้ก็ยังมีข้อขัดแย้งอยู่

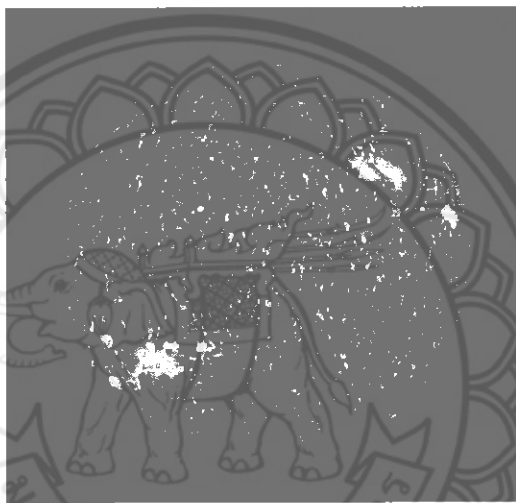
## 5.2. ดวงอาทิตย์

ดวงอาทิตย์ เป็นดาวฤกษ์ดวงหนึ่งที่มีขนาดใหญ่มีมา มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1,391,079 กิโลเมตร โดยประกอบด้วยกลุ่มก๊าซที่มีความหนาแน่นเฉลี่ย 1.4 ลูกบาศก์เซนติเมตร บนดวงอาทิตย์กำลังเกิดปฏิกิริยาเทอร์โมนิวเคลียร์ เช่นเดียวกับดาวดวงอื่น ใจกลางของดวง



อาทิตย์นั้นมีอุณหภูมิสูงถึง 11,000,000 เคลวิน และบริเวณถัดออกมาจะค่อยๆ ลดลงมาเรื่อยๆ พื้นผิวของดวงอาทิตย์มีอุณหภูมิอยู่ที่ 5,750 เคลวิน ดวงอาทิตย์มีมวลเป็น 385,000 เท่า ของโลก

ดวงอาทิตย์ทำหน้าที่เป็นแกนหมุนของดาวบริวารทั้งหลาย แต่ไม่ได้อยู่ที่ตำแหน่งศูนย์กลางพอดี ดาวเคราะห์และดวงจันทร์ของดาวเคราะห์โคจรรอบดวงอาทิตย์ในทิศทางเช่นนาฬิกา ถ้ามองจากทางขั้วฟ้าเหนือในระนาบใกล้เคียงกับระนาบอีคลิปติก ยกเว้นดวงจันทร์ขนาดเล็กของดาวเคราะห์บางดวงเท่านั้นที่โคจรในทิศทางกลับกัน นอกจากนี้ดวงอาทิตย์ยังหมุนรอบตัวเองและพาดาวบริวารทั้งหลายโคจรไปรอบๆ แกแลคซีทางช้างเผือกของเราในเวลาเดียวกัน



ภาพที่ 3 ดวงอาทิตย์

ที่มา : <https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%94%E0%B8%A7%E0%B8%87%E0%B8%AD%E0%B8%B2%E0%B8%97%E0%B8%B4%E0%B8%95%E0%B8%A2%E0%B9%8C>

### 5.3. ดาวเคราะห์

ระบบสุริยะ มีดาวเคราะห์เป็นบริวารโคจรรอบดวงอาทิตย์ 8 ดวง ดาวเคราะห์ชั้นใน 4 ดวง ดวงแรกมีขนาดเล็กและมีพื้นผิวเป็นของแข็ง เนื่องจากอยู่ใกล้ดวงอาทิตย์มาก บรรยากาศจึงถูกทำลาย ดาวเคราะห์ชั้นนอก 4 ดวง ถัดไปเป็นดาวแก๊สขนาดใหญ่ เนื่องจากอยู่ห่างไกลจากดวงอาทิตย์ บรรยากาศจึงไม่ถูกทำลาย ดาวมีมวลมากทำให้แรงโน้มถ่วงมากตามไปด้วย จึงมีวงแหวนและดวงจันทร์บริวารหลายดวง

#### 5.3.1. ดาวพุธ

ดาวพุธ (Mercury) ดาวเคราะห์ที่อยู่ใกล้ดวงอาทิตย์มากที่สุด และเป็นดาวเคราะห์ที่เล็กที่สุดในระบบสุริยะ ชื่อละตินของดาวพุธ คือ Mercury มาจากคำเต็มว่า Mercurius เทพนำสารของพระเจ้า ดาวพุธมักปรากฏใกล้ หรือ อยู่ภายใต้แสงจ้าของดวงอาทิตย์ ทำให้

สังเกตเห็นได้ยาก ใช้เวลาโคจรรอบดวงอาทิตย์ 87.969 วัน ยานอวกาศเพียงลำเดียวที่เคยสำรวจดาวพุธในระยะใกล้ คือ ยานมาริเนอร์ 10 เมื่อปี ค.ศ.1974-1975

สภาพพื้นผิวของดาวพุธลักษณะขรุขระ เนื่องจากการพุ่งชนของอุกกาบาต ไม่มีดวงจันทร์เป็นบริวารและไม่มีแรงโน้มถ่วงมากพอที่จะสร้างชั้นบรรยากาศ ดาวพุธมีแกนกลางเป็นเหล็กขนาดใหญ่ทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก ความเข้มประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ ของสนามแม่เหล็กโลกล้อมรอบดาวพุธไว้



ภาพที่ 4 ดาวพุธ

ที่มา : <http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-2071099/Is-alien-spacecraft-parked-Mercury.html>

### 5.3.2. ดาวศุกร์

ดาวศุกร์ (Venus) ดาวเคราะห์ที่อยู่ใกล้ดวงอาทิตย์มากกว่าโลก เป็นดาวที่มีขนาดและมวลที่ใกล้เคียงกับโลกมากที่สุด และเป็นดาวเคราะห์ที่สว่างสุกใสที่สุดดวงหนึ่งบนท้องฟ้า ทั้งยามใกล้รุ่งและพลบค่ำ ตั้งแต่อดีตจนปัจจุบันยังไม่สามารถทราบได้ว่าลักษณะภูมิประเทศ

ของดาวศุกร์เป็นอย่างไร เนื่องจากมีชั้นบรรยากาศหนาที่บดบังอยู่ พื้นผิวของดาวศุกร์ มีอุณหภูมิสูงมาก และดาวศุกร์ไม่มีดาวบริวาร



ภาพที่ 5 ดาวศุกร์

ที่มา : <http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-2071099/Is-alien-spacecraft-parked-Mercury.html>

### 5.3.3. โลก

โลก (Earth) ที่อยู่อาศัยของมนุษย์เรานั้น เป็นดาวเคราะห์ลำดับที่ 3 ในระบบสุริยะ โลกเป็นดาวเคราะห์ที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในบรรดาดาวเคราะห์หินทั้ง 4 ในระบบสุริยะ ได้แก่ ดาวพุธ ดาวศุกร์ โลก และดาวอังคาร โลกนั้นถือกำเนิดเมื่อ 4.54 พันล้านปีมาแล้ว โดยในปัจจุบันโลกถือว่าเป็นดาวเคราะห์เพียงดวงเดียวที่มีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ เนื่องจากโลกมีชั้นบรรยากาศที่มีออกซิเจนและมีน้ำที่มีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิต อีกทั้งยังมีสนามแม่เหล็กโลกที่ป้องกันการแผ่รังสีต่างๆ ที่เป็นอันตรายจากอวกาศอีกด้วย นอกจากโลกของเราที่โคจรรอบดวงอาทิตย์แล้ว โลกยังมีดวงจันทร์ที่โคจรรอบโลกอยู่ด้วย

โลกมีรูปร่างเป็นทรงกลมไม่สมบูรณ์โดยแป้นเล็กน้อยตามแนวแกนหมุนจากขั้วหนึ่งไปยังอีกขั้วหนึ่ง เกิดเป็นลักษณะที่ป่องออกตรงกลางในแถบศูนย์สูตร การป่องนี้เป็นผลมาจากการหมุนรอบตัวเองของโลก และเป็นสาเหตุให้เส้นผ่านศูนย์กลางในแนวศูนย์สูตรยาว

กว่าเส้นผ่านศูนย์กลางในแนวขั้วเหนือ ภูมิประเทศของโลกมีความผันแปรอย่างหลากหลาย จากที่หนึ่งสู่อีกที่หนึ่ง พื้นที่กว่าร้อยละ 70.8 ถูกปกคลุมด้วยน้ำ โดยจำนวนมากเป็นส่วน ของทวีปที่ต่ำกว่าระดับน้ำทะเล คิดเป็นพื้นที่เท่ากับ 361,132 ล้านตารางกิโลเมตร

### ชั้นบรรยากาศของโลกแบ่งได้เป็น 5 ชั้น ดังนี้

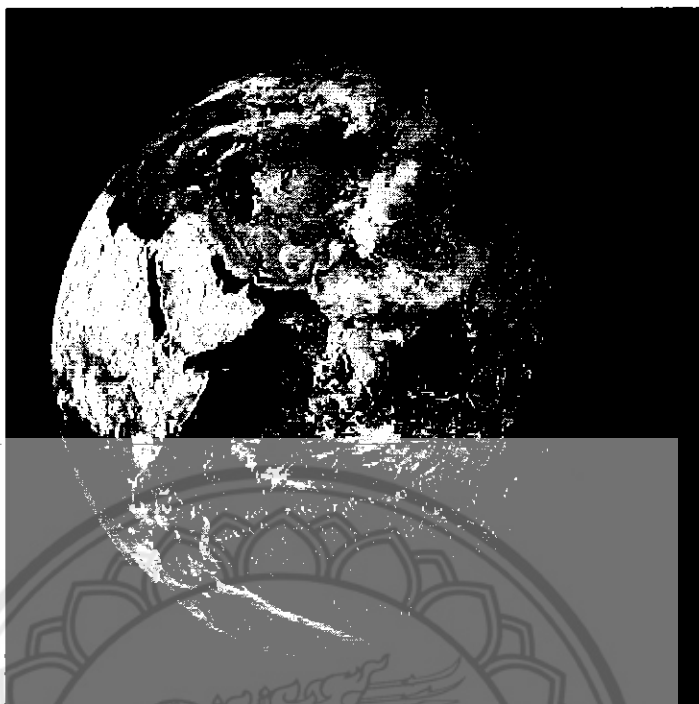
1) โทรโพสเฟียร์ (Troposphere) เป็นชั้นบรรยากาศล่างสุดตั้งแต่ผิวโลก ไปถึงความ สูง 8 กิโลเมตร บริเวณขั้วโลก หรือ ความสูง 15 กิโลเมตร บริเวณเส้น ศูนย์สูตรชั้นบรรยากาศนี้จะมีมวลของอากาศถึง 75 เปอร์เซ็นต์ โดยมวลของมวล อากาศทั้งหมดที่ห่อหุ้มโลกไว้ อุณหภูมิของบรรยากาศชั้นนี้บริเวณขั้วโลกจะมี อุณหภูมิต่ำกว่าบริเวณเส้น ศูนย์สูตรเนื่องจากผิวโลกบริเวณต่างๆ ได้รับความร้อน จากดวงอาทิตย์ที่ต่างกันทำให้เกิด สภาวะอากาศต่างๆขึ้น เกิดลมพัดจากบริเวณที่ อุณหภูมิแตกต่างกันไปทั่วพื้นผิวโลก และลมดังกล่าวก็ทำให้เกิดการไหลของ กระแสน้ำด้วย บริเวณบนสุดของชั้นโทรโพสเฟียร์นี้ อาจมีอุณหภูมิลดลงถึงประ-มาณ -52 องศาเซลเซียส

2) สตราโตสเฟียร์ (Stratosphere) เป็นบริเวณถัดจากชั้นโทรโพสเฟียร์ ไปจนถึง ความสูง 50 กิโลเมตร เหนือระดับน้ำทะเล บริเวณบนสุดของชั้นสตราโตส เฟียร์นี้ อาจมีอุณหภูมิต่ำประมาณ -3 องศาเซลเซียส

3) เมสโซสเฟียร์ (Mesosphere) เป็นบริเวณถัดจากชั้นสตราโตสเฟียร์ ไปจนถึง ความสูง 80-85 กิโลเมตร เหนือระดับน้ำทะเล บริเวณที่เชื่อมต่อระหว่าง ชั้นเมสโซสเฟียร์ และชั้นเทอร์โมสเฟียร์นี้ จัดว่าเป็นบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำสุดบน โลกคือประมาณ -100 องศาเซลเซียส ชั้นเมสโซสเฟียร์นี้เป็นชั้นที่ฝนดาวตกส่วนใหญ่เผาไหม้หมดเมื่อเข้าสู่ชั้นบรรยากาศของโลก

4) เทอร์โมสเฟียร์ (Thermosphere) เป็นบริเวณถัดจากชั้นเมสโซสเฟียร์ ไปจนถึงความสูงประมาณ 600 กิโลเมตรเหนือระดับน้ำทะเล บริเวณบนสุดของชั้น เทอร์โมสเฟียร์นี้อาจมีอุณหภูมิสูงถึง 1700 องศาเซลเซียส ชั้นนี้เป็นชั้นสถานี อวกาศนานาชาติ (ISS) โคจรรอบโลกอยู่ที่ความสูง 320-380 กิโลเมตร

5) เอ็กโซสเฟียร์ (Exosphere) เป็นบรรยากาศชั้นนอกสุดของโลก ซึ่ง เป็นรอยต่อระหว่างชั้นบรรยากาศของโลกและอวกาศ ซึ่งมีขอบเขตแบ่งระหว่างชั้น บรรยากาศและอวกาศที่ไม่ชัดเจนบรรยากาศชั้นนี้ ประกอบไปด้วยแก๊สไฮโดรเจน และฮีเลียมเป็นหลัก



ภาพที่ 6 โลก

ที่มา : [https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B9%82%E0%B8%A5%E0%B8%81\\_\(%E0%B8%94%E0%B8%B2%E0%B8%A7%E0%B9%80%E0%B8%84%E0%B8%A3%E0%B8%B2%E0%B8%B0%E0%B8%AB%E0%B9%8C\)#.E0.B8.A3.E0.B8.B9.E0.B8.9B.E0.B8.A3.E0.B9.88.E0.B8.B2.E0.B8.87](https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B9%82%E0%B8%A5%E0%B8%81_(%E0%B8%94%E0%B8%B2%E0%B8%A7%E0%B9%80%E0%B8%84%E0%B8%A3%E0%B8%B2%E0%B8%B0%E0%B8%AB%E0%B9%8C)#.E0.B8.A3.E0.B8.B9.E0.B8.9B.E0.B8.A3.E0.B9.88.E0.B8.B2.E0.B8.87)

#### 5.3.4. ดาวอังคาร

ดาวอังคาร (Mars) เป็นดาวเคราะห์ในลำดับที่ 4 จากดวงอาทิตย์และเป็นดาวเคราะห์ลำดับสุดท้ายของดาวเคราะห์หิน บางครั้งเรามักเรียกดาวอังคารว่า "ดาวแดง" (Red Planet) เนื่องจากดาวอังคารปรากฏเป็นสีแดงคล้ายสีโลหิต พื้นผิวของดาวอังคารจะมีความแตกต่างระหว่างหุบเหวที่ลึกมาก และภูเขาไฟที่สูงมากที่สุด เมื่อเทียบกับดาวเคราะห์อื่นในระบบสุริยะ พื้นผิวของดาวอังคารในปัจจุบันมีความแห้งแล้งแต่ก็มีหลักฐานที่เชื่อได้ว่าดาวอังคารเคยมีน้ำมาก่อน

ดาวอังคารมีดาวบริวาร หรือ ดวงจันทร์ขนาดเล็ก 2 ดวง คือ โฟบอส (Phobos) และดีมอส (Deimos) โดยทั้งสองดวงมีรูปร่างบิดเบี้ยวไม่เป็นรูปกลม ซึ่งคาดกันว่าอาจเป็นดาวเคราะห์น้อยที่หลงเข้ามาแล้วดาวอังคารคว้าดึงเอาไว้ให้อยู่ในเขตแรงดึงดูดของตน วงโคจรวงโคจรของดาวอังคารเป็นวงโคจรที่เป็นวงรี ห่างจากดวงอาทิตย์ 207 ล้านกิโลเมตร และจุดไกลดวงอาทิตย์ที่สุด 249 ล้านกิโลเมตร จึงทำให้อุณหภูมิในช่วงฤดูร้อนและฤดูหนาวมีความแตกต่างกันมาก แกนของดาวอังคารมีความเอียงเช่นเดียวกับโลก โดยมีความ

เอียงประมาณ 25.19 องศา ดาวอังคารมีฤดูกาลเช่นเดียวกับบนโลก แต่ว่าในแต่ละฤดูกาลจะมีความยาวนานกว่า เนื่องจากเวลาที่ใช้ในการโคจรรอบดวงอาทิตย์มีความยาวนานกว่าโลกนั่นเอง

ดาวอังคารมีขนาดรัศมีประมาณครึ่งหนึ่งของโลก และมีระยะห่างจากดวงอาทิตย์มากกว่าโลก ซึ่งหมายความว่าดาวอังคารน่าจะเย็นตัวเร็วกว่าโลก แกนกลางที่เป็นโลหะของดาวอังคารจึงน่าที่จะเป็นของแข็ง แต่เนื่องด้วยความหนาแน่นของดาวอังคาร ค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับดาวเคราะห์หินอื่นๆ จึงเชื่อได้ว่าแกนของดาวอังคารน่าจะมีส่วนผสมของซิลิเฟอรรู้อยู่ในรูปของไอออนซิลไฟด์ ครอบๆ แกนของดาวอังคารจะเป็นชั้นแมนเทิลที่มีความหนามากเมื่อเทียบกับแกน โดยประกอบด้วยหินซิลิเกตเป็นหลัก ส่วนเปลือกที่เป็นหินชั้นนอกสุดของดาวอังคารจะมีความหนาประมาณ 80 กิโลเมตร ในซีกใต้ แต่จะมีความหนาเพียง 35 กิโลเมตรในซีกเหนือ

ชั้นบรรยากาศของดาวอังคารค่อนข้างเบาบางมาก คือมีความดันบรรยากาศเฉลี่ยที่พื้นผิวเพียง 0.6 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับโลกชั้นบรรยากาศจะประกอบด้วยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นหลักประมาณ 95.3 เปอร์เซ็นต์ มีแก๊สไนโตรเจนและอาร์กอนประมาณ 2.7 และ 1.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นอกนั้นจะเป็นแก๊สอื่นๆ การที่เราเห็นดาวอังคารมีสีแดงเนื่องจากมีฝุ่นของไอออนออกไซด์ หรือ ที่เรารู้จักกันว่าเป็นสนิมเหล็ก



ภาพที่ 7 ดาวอังคาร

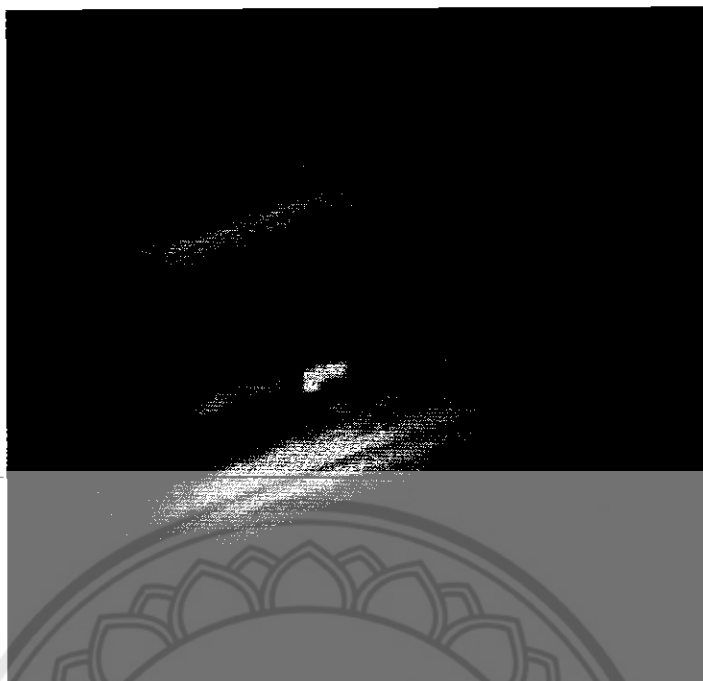
ที่มา : <https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%94%E0%B8%B2%E0%B8%A7%E0%B8%AD%E0%B8%B1%E0%B8%87%E0%B8%84%E0%B8%B2%E0%B8%A3>

### 5.3.5. ดาวพฤหัสบดี

ดาวพฤหัสบดี (Jupiter) เป็นดาวเคราะห์ดวงที่ใหญ่ที่สุดในระบบสุริยะ มีน้ำหนักประมาณ 2.5 เท่าของน้ำหนักของดาวเคราะห์ ดวงที่เหลือในระบบสุริยะรวมกัน และมีจำนวนดาวบริวารที่มากที่สุดอีกด้วย เมื่อมองจากโลกแล้วดาวพฤหัสบดีจะมีความสว่างมากที่สุดเป็นอันดับที่ 4 รองจากดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และดาวศุกร์ ดาวพฤหัสบดีมีบริวาร 63 ดวง โดยมี 4 ดวงใหญ่เรียงกันอยู่ในแนวเส้นศูนย์สูตร กาลิเลโอเป็นนักดาราศาสตร์คนแรกที่ใช้กล้องส่องพบบริวาร 4 ดวงใหญ่นี้ เมื่อ ค.ศ. 1610 จึงได้รับเกียรติว่าเป็นดวงจันทร์ของกาลิเลโอ ซึ่งได้แก่ Callisto Io Europa และ Ganymede สิ่งหนึ่งที่คนส่วนใหญ่รู้จักเกี่ยวกับดาวพฤหัสบดี คือ จุดแดงใหญ่บนดาวพฤหัสบดี (great red spot) ซึ่งอยู่ที่บริเวณใต้เส้นศูนย์สูตรลงไป 22 องศา ซึ่งเกิดจากลมพายุกินบริเวณกว้าง จนสามารถสังเกตเห็นได้โดยกล้องโทรทรรศน์จากโลก โดยมีขนาดใหญ่กว่าโลกถึง 2-3 เท่า

ดาวพฤหัสบดีเป็นดาวเคราะห์ที่มีการโคจรรอบตัวเองเร็วที่สุดในระบบสุริยะ โดยใช้เวลาเพียง 9.93 ชั่วโมง จึงทำให้ลักษณะของดาวพฤหัสบดีเป็นทรงกลมแป้น คือ มีการโป่งออกบริเวณเส้นศูนย์สูตร โดยเส้นผ่านศูนย์กลางในแนวเส้นศูนย์สูตรมีขนาดยาวกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางในแนวขั้วเหนือ-ใต้ถึง 9275 กิโลเมตร แกนการหมุนของดาวพฤหัสบดีมีความเอียงเพียง 3.1 องศา ซึ่งส่งผลให้ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลบนดาวพฤหัสบดี

ดาวพฤหัสบดีมีองค์ประกอบที่คล้ายกับดวงอาทิตย์มากที่สุด เมื่อเทียบกับดาวเคราะห์ดวงอื่นๆ ในระบบสุริยะ โดยส่วนนอกสุดประกอบไปด้วยแก๊สไฮโดรเจนและฮีเลียม ซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ -110 องศาเซลเซียส เมื่อลึกเข้าไปในแกนกลางที่มีอุณหภูมิและความดันเพิ่มขึ้นสถานะของไฮโดรเจนและฮีเลียมจะเปลี่ยนแปลงไป โดยที่ความลึกประมาณ 7,000 กิโลเมตร จะมีอุณหภูมิประมาณ 2,000 องศาเซลเซียส ไฮโดรเจนจะค่อยๆ เปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว ส่วนที่ความลึกประมาณ 14,000 กิโลเมตร จะมีอุณหภูมิประมาณ 5,000 องศาเซลเซียส ไฮโดรเจนจะกลายเป็นเมทัลลิกไฮโดรเจน (metallic hydrogen) ซึ่งทำหน้าที่คล้ายเป็นโลหะเหลว ส่วนแกนกลางของดาวพฤหัสบดีที่ความลึกประมาณ 60,000 กิโลเมตร จะเป็นแกนแข็งที่ประกอบด้วย หิน โลหะ และสารประกอบไฮโดรเจน ชั้นบรรยากาศของดาวพฤหัสบดีประกอบด้วยแก๊สไฮโดรเจนเป็นหลัก ประมาณ 89.8 เปอร์เซ็นต์ ส่วนอีก 10.2 เปอร์เซ็นต์ ที่เหลือประกอบไปด้วยแก๊สอื่นๆ เช่น ฮีเลียม แอมโมเนีย มีเทน อีเทน องค์ประกอบต่างๆ เหล่านี้จะอยู่รวมกันอย่างหนาแน่นทำให้ดาวพฤหัสบดีปรากฏเป็นแถบสีสามารถสังเกตเห็นได้อย่างชัดเจน



ภาพที่ 8 ดาวพฤหัสบดี

ที่มา : <http://www.rojn-info.com/index.php?lay=show&ac=article&id=377173>

### 5.3.6. ดาวเสาร์

ดาวเสาร์ (Saturn) เป็นดาวเคราะห์ลำดับที่ 6 ในระบบสุริยะซึ่งมีขนาดใหญ่เป็นอันดับที่ 2 รองจากดาวพฤหัสบดี โดยเป็นดาวเคราะห์ที่อยู่ห่างไกลจากโลกมากที่สุดที่สามารถมองเห็นจากโลกได้ด้วยตาเปล่า องค์ประกอบหลักของดาวเสาร์จะเป็นแก๊สและของเหลว ดาวเสาร์มีลักษณะเป็นทรงกลมแป้นสูงกว่าดาวเคราะห์ดวงอื่นๆ กล่าวคือ มีเส้นผ่านศูนย์กลางในแนวเส้นศูนย์สูตร 60,268 กิโลเมตร มากกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางในแนวขั้ว 54,364 กิโลเมตร เกือบ 10 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เนื่องมาจากดาวเสาร์มีการหมุนโคจรรอบตัวเองที่เร็วมาก ประมาณ 10.66 ชั่วโมง ดาวเสาร์ใช้เวลา 29.46 ปี ของโลก ในการโคจรรอบดวงอาทิตย์ โดยแกนของดาวเสาร์มีความเอียง 26.7 องศา เมื่อดาวเสาร์โคจรรอบดวงอาทิตย์จะมีบางเวลาที่ขั้วเหนือชี้ไปยังดวงอาทิตย์และบางครั้งที่ขั้วใต้ชี้ไปยังดวงอาทิตย์ เช่นเดียวกับโลก

โครงสร้างของดาวเสาร์ ดาวเสาร์เป็นดาวเคราะห์ที่มีความสวยงามเมื่อมองผ่านกล้องโทรทรรศน์เนื่องจากจะมองเห็นวงแหวนที่ล้อมรอบดาวเสาร์ โดยวงแหวนของดาวเสาร์นั้นจะประกอบไปด้วย ก้อนหินและก้อนน้ำแข็งซึ่งสามารถสะท้อนแสงได้ดี จึงสามารถสังเกตเห็นวงแหวนได้โดยง่าย ดาวเสาร์เป็นดาวเคราะห์ที่มีดวงจันทร์บริวารจำนวนมาก โดยดาวบริวารที่มีขนาดใหญ่ที่สุดคือ ไททัน (Titan) ไททันถูกค้นพบในปี ค.ศ. 1655 และไททันยังเป็นดาวบริวารเพียงดวงเดียวในระบบสุริยะที่ตรวจพบชั้นบรรยากาศ



บรรยากาศชั้นนอกของดาวเสาร์ประกอบด้วยไฮโดรเจน 96.3 เปอร์เซ็นต์ และฮีเลียม 3.25 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนั้นจะเป็นแก๊สอื่นๆ เช่น แอมโมเนีย อีเทน และมีเทน บรรยากาศชั้นนอกสุดนั้นมีอุณหภูมิประมาณ -140 องศาเซลเซียส เราเชื่อว่ากลุ่มของหมอกบนดาวเสาร์ แบ่งออกเป็น 3 ชั้น โดยชั้นในสุดประกอบด้วยน้ำแข็งหนาประมาณ 10 กิโลเมตร ชั้นถัดมาประกอบด้วย แอมโมเนียไฮโดรซัลไฟด์หนาประมาณ 50 กิโลเมตร ส่วนชั้นบนสุดเป็นกลุ่มหมอกของแอมโมเนียแข็งนอกจากนี้ ดาวเสาร์จัดว่าเป็นดาวเคราะห์ที่มีลมพายุพัดแรงที่สุดในระบบสุริยะ โดยยานสำรวจวอยเอจเจอร์ สามารถวัดความเร็วของพายุได้ถึง 1,800 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



ภาพที่ 9 ดาวเสาร์

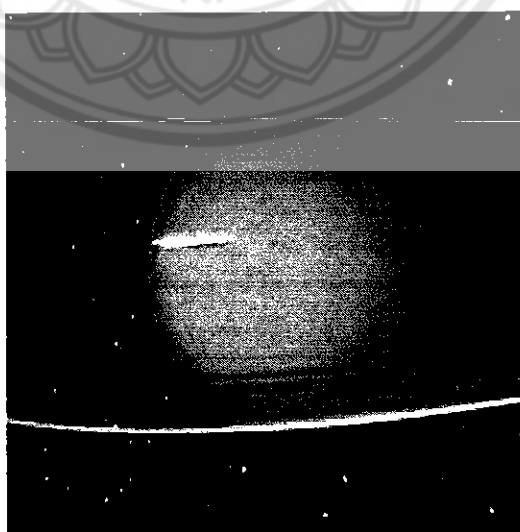
ที่มา : <https://www.gotoknow.org/posts/503976>

### 5.3.7. ดาวยูเรนัส

ดาวยูเรนัส หรือที่คนไทยเรียกดาวมฤตยู เป็นดาวเคราะห์ลำดับที่ 7 ในระบบสุริยะที่มีขนาดใหญ่เป็นอันดับที่ 3 รองจากดาวพฤหัสบดีและดาวเสาร์ ดาวยูเรนัสถูกค้นพบโดย เซอร์วิลเลียม เฮอร์เชล (Sir William Herschel) ในเดือนมีนาคม ค.ศ.1781 ต่อมาในเดือนมีนาคม ค.ศ.1977 นักดาราศาสตร์ที่หอดูดาวไคเปอร์ แอร์บอร์น (Kuiper Airborne Observatory) ได้ค้นพบว่าดาวยูเรนัสมีวงแหวนในระหว่างการศึกษาดาวยูเรนัส โดยพบว่าดาวยูเรนัสหายไปเป็นจำนวน 5 ครั้ง ซึ่งพวกเขาได้สรุปว่า ดาวยูเรนัสน่าจะมีวงแหวนล้อมรอบอยู่ โดยวงแหวนดังกล่าวได้บังแสงจากดาวยูเรนัสไว้ ทำให้มองไม่เห็นดาวยูเรนัสเป็นบางช่วงเวลา ในปีค.ศ.1986 เมื่อยานสำรวจวอยเอจเจอร์ 2 โคจรผ่าน

ดาวยูเรนัส ได้ถ่ายภาพดาวยูเรนัสพร้อมวงแหวนและดาวบริวาร ส่งกลับมายังโลกเป็นครั้งแรก อย่างไรก็ตามวงแหวนของดาวยูเรนัสมีความมืดมาก เมื่อเทียบกับวงแหวนของดาวเสาร์ เราจึงสังเกตเห็นวงแหวนของดาวยูเรนัสได้ยาก วงโคจรดาวยูเรนัสใช้เวลา 84 ปีของโลก ในการโคจรรอบดวงอาทิตย์ ดาวยูเรนัสมีการโคจรรอบตัวเองในทิศทางที่ตรงข้ามกับดาวเคราะห์ในระบบสุริยะดวงอื่นๆ โดยมีแกนการโคจรรอบตัวเองทำมุม 98 องศา กับระนาบการโคจร ส่งผลให้ขั้วเหนือและขั้วใต้ของ ดาวยูเรนัสหันเข้าหาดวงอาทิตย์ต่อเนื่องเป็นเวลาดัง 21 ปี เช่น เมื่อขั้วเหนือหันเข้าหาดวงอาทิตย์เป็นเวลา 21 ปี ขั้วใต้จะไม่ถูกแสงอาทิตย์เลย

โครงสร้างของดาวยูเรนัส แกนกลางของดาวยูเรนัส ประกอบด้วยหินและน้ำแข็ง มีรัศมีประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ ของรัศมีของดาว มีน้ำหนักประมาณ 0.55 เท่าของโลก ส่วนแมนเทิลที่ล้อมรอบแกนกลางอยู่มีน้ำหนักประมาณ 13.4 เท่าของโลก ประกอบไปด้วย น้ำ มีเทน และ แอมโมเนียแข็ง ส่วนรอบนอกสุดของดาวยูเรนัสประกอบไปด้วยแก๊สไฮโดรเจนและฮีเลียม ซึ่งมีมวลประมาณ 0.5 เท่าของโลก โครงสร้างภายในดาวยูเรนัสที่เป็น ของเหลว นั้นหมายถึงว่าดาวยูเรนัสไม่มีพื้นผิวที่เป็นของแข็ง ชั้นบรรยากาศที่เป็น แก๊สจะแทรกซ้อนอยู่กับพื้นผิวที่เป็นของเหลว ดังนั้นบริเวณที่กำหนดให้เป็นพื้นผิวของดาว ยูเรนัส จึงนิยามให้เป็นบริเวณที่มีความดันบรรยากาศเป็น 1 บาร์ ชั้นบรรยากาศของดาวยูเรนัสประกอบด้วยไฮโดรเจน 82.5 เปอร์เซ็นต์ ฮีเลียม 15.2 เปอร์เซ็นต์ มีเทน 2.3 เปอร์เซ็นต์ โดยกลุ่มแก๊สมีเทนดูดกลืนแสงสีแดงจากดวงอาทิตย์ทำให้เรามองเห็นดาวยูเรนัสมีสีฟ้า



ภาพที่ 10 ดาวยูเรนัส

ที่มา : <https://ef70655a0065741dc44f93df96d2290747f9ab>

13.googledrive.com/host/0BwwsjayJ5mnQU3d3REgya09wRm8/uranus.html

### 5.3.8. ดาวเนปจูน

ดาวเนปจูน หรือที่คนไทยเรียกดาวเกตุ เป็นดาวเคราะห์สุดท้าย คือลำดับที่ 8 ในระบบสุริยะ ที่มีขนาดเล็กที่สุดและหนาวเย็นที่สุดในบรรดาดาวเคราะห์แก๊สยักษ์ทั้ง 4 ดาวเนปจูนถูกค้นพบในปี ค.ศ.1846 ซึ่งถือว่าดาวเนปจูนเป็นดาวดวงแรก ที่ถูกค้นพบได้ ด้วยการคำนวณทางคณิตศาสตร์ ต่างกับดาวเคราะห์ดวงอื่นที่ถูกค้นพบด้วยการสังเกตการณ์

เนื่องจากนักดาราศาสตร์ได้พบว่าวงโคจรของดาวยูเรนัสมีการเปลี่ยนแปลง เนื่องจากอิทธิพลของแรงดึงดูดจากดาวเคราะห์ดวงหนึ่ง ซึ่งในขณะนั้นยังไม่ทราบว่าเป็นดาวเคราะห์ดวงใด ดาวเนปจูนจึงถูกค้นพบหลังจากนั้นในตำแหน่งที่ใกล้เคียงกับที่นักดาราศาสตร์ได้คำนวณไว้ ยานอวกาศเพียงลำเดียวที่เคยเดินทางไปสำรวจดาวเนปจูน คือ ยานวอยเอเจอร์ 2 ซึ่งได้เดินทางไปถึงดาวเนปจูนในปี ค.ศ.1989 พร้อมทั้งถ่ายภาพดาวเนปจูนในระยะใกล้เป็นภาพแรกกลับมายังโลก นอกจากนั้นยังได้ถ่ายภาพยืนยันว่า ดาวเนปจูนมีวงแหวนอีกด้วย หลังจากวงแหวนของดาวเนปจูนถูกค้นพบมาแล้วก่อนหน้านี้ ทั้งนี้ยานวอยเอเจอร์ 2 ยังได้ค้นพบดวงจันทร์ของดาวเนปจูนเพิ่มเติมจากเดิมอีก 6 ดวงด้วย

วงโคจรของดาวเนปจูนมีความรีน้อยมาก เมื่อเทียบกับดาวเคราะห์ดวงอื่นๆ นั่นคือมีความกลมค่อนข้างมาก โดยมีจุดไกลดวงอาทิตย์มากที่สุด 4.54 พันล้านกิโลเมตร และจุดใกล้ดวงอาทิตย์มากที่สุด 4.44 พันล้านกิโลเมตร คือมีความแตกต่างกันเพียงประมาณ 100 ล้านกิโลเมตร แกนหมุนของดาวเนปจูนมีความเอียง 28.3 องศา เมื่อเทียบกับระนาบการโคจรรอบดวงอาทิตย์ ซึ่งหมายความว่าบนดาวเนปจูนจะมีฤดูกาลเกิดขึ้น เช่นเดียวกับกับโลก แต่เนื่องจากดาวเนปจูนมีคาบเวลาการโคจรรอบดวงอาทิตย์ยาวนาน ถึง 164.8 ปี ฤดูกาลแต่ละฤดูกาลจึงยาวนานถึงประมาณ 40 ปี และเนื่องจากคาบเวลาการโคจรรอบดวงอาทิตย์ 164.8

โครงสร้างของดาวเนปจูนดาวเนปจูนมีขนาดและโครงสร้างที่ใกล้เคียงกับดาวยูเรนัส โดยมีแกนกลางเป็นหินและน้ำแข็ง ซึ่งมีมวลประมาณ 1.2 เท่าของแกนของโลก มีความดันประมาณ 7 ล้านบาร์ ซึ่งมากกว่าความดันบรรยากาศบนพื้นโลกกว่าล้านเท่า และคาดว่ามีความหนาแน่นสูงกว่า 5400 เคลวิน ชั้นแมนเทิลของดาวเนปจูนประกอบด้วยน้ำ แอมโมเนีย และมีเทนที่มีอุณหภูมิ 2000 ถึง 5000 เคลวินและมีมวลประมาณ 10 ถึง 15 เท่าของมวลของโลก โดยชั้นของแมนเทิลสร้างสนามแม่เหล็กครอบๆ ดาวเนปจูน ส่วน ชั้นนอกสุดของดาวเนปจูนเป็นชั้นบรรยากาศที่ประกอบไปด้วยแก๊สไฮโดรเจน ฮีเลียม และมีเทน

เนื่องจากดาวเนปจูนมีการโคจรรอบตัวเองที่รวดเร็วมากคือประมาณ 16.11 ชั่วโมง จึงทำให้ดาวเนปจูนมีลักษณะโป่งออกที่เส้นศูนย์สูตร โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณเส้นศูนย์สูตรมากกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางในแนวขั้วเหนือ-ใต้ประมาณ 848

กิโลเมตร ชั้นบรรยากาศของดาวเนปจูนประกอบด้วยแก๊สไฮโดรเจน 79 เปอร์เซ็นต์ ฮีเลียม 18 เปอร์เซ็นต์ แก๊สมีเทนและแก๊สอื่นๆอีก 3 เปอร์เซ็นต์ และแก๊สมีเทนในชั้นบรรยากาศเป็นตัวดูดกลืนแสงสีแดงพร้อมทั้งสะท้อนแสงสีน้ำเงิน ทำให้เราสังเกตเห็นดาวเนปจูนปรากฏเป็นสีน้ำเงิน



ภาพที่ 11 ดาวเนปจูน

ที่มา : <https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%94%E0%B8%B2%E0%B8%A7%E0%B9%80%E0%B8%99%E0%B8%9B%E0%B8%88%E0%B8%B9%E0%B8%99>

## 6. ความหมายของการออกแบบ

การออกแบบ นั้นถูกให้คำนิยาม หรือคำจำกัดความไว้หลายรูปแบบมากมาย ตามความเข้าใจ การตีความหมาย และการสื่อสารออกมาด้วยตัวอักษรของแต่ละคน ตัวอย่างความหมายของการออกแบบ เช่น

การออกแบบ หมายถึง การรู้จักวางแผนจัดตั้งขั้นตอน และรู้จักเลือกใช้วัสดุวิธีการเพื่อทำตามที่ต้องการนั้น โดยให้สอดคล้องกับลักษณะรูปแบบ และคุณสมบัติของวัสดุแต่ละชนิด ตามความคิดสร้างสรรค์ และการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ขึ้นมา

การออกแบบ หมายถึง การปรับปรุงแบบ ผลงานหรือสิ่งต่างๆ ที่มีอยู่แล้วให้เหมาะสม และดูมีความแปลกใหม่ขึ้น

การออกแบบ หมายถึง การรวบรวมหรือการจัดองค์ประกอบทั้งที่เป็น 2 มิติ และ 3 มิติ เข้าด้วยกัน

อย่างมีหลักเกณฑ์ การนำองค์ประกอบของการออกแบบมาจัดรวมกันนั้น ผู้ออกแบบจะต้องคำนึงถึงประโยชน์ในการใช้สอยและความสวยงาม อันเป็นคุณลักษณะสำคัญของการออกแบบเป็นศิลปะของมนุษย์ เนื่องจากเป็นการสร้างค่านิยมทางความงาม และสนองคุณประโยชน์ทางกายภาพให้แก่มนุษย์ด้วย

การออกแบบ หมายถึง กระบวนการที่สนองความต้องการในสิ่งใหม่ๆ ของมนุษย์ ซึ่งส่วนใหญ่เพื่อการดำรงชีวิตให้อยู่รอดและสร้างความสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น

การออกแบบ คือ ศาสตร์แห่งความคิด และต้องใช้ศิลปะร่วมด้วย เป็นการสร้างสรรค์ และการแก้ไขปัญหาที่มีอยู่ เพื่อสนองต่อจุดมุ่งหมาย และนำกลับมาใช้งานได้อย่างน่าพอใจ ความน่าพอใจนั้น แบ่งออกเป็น 3 ข้อหลักๆ ได้ดังนี้

1) ความสวยงาม เป็นสิ่งแรกที่เราได้สัมผัสก่อนคนเราแต่ละคนต่างมีความรับรู้ เรื่องความสวยงามกับความพอใจ ในทั้ง 2 เรื่องนี้ไม่เท่ากัน จึงเป็นสิ่งที่ถกเถียงกันอย่างมา และไม่มีเกณฑ์ในการตัดสินใดๆ เป็นตัวที่กำหนดอย่างชัดเจน ดังนั้นงานที่เราได้มีการจัดองค์ประกอบที่เหมาะสมนั้นก็จะมีมองว่าสวยงามได้เหมือนกัน

2) มีประโยชน์ใช้สอยที่ดี เป็นเรื่องที่สำคัญมากในงานออกแบบทุกประเภท เช่น ถ้าเป็นการออกแบบสิ่งของ เช่น เก้าอี้ โซฟา นั้นจะต้องออกแบบมาให้นั่งสบาย ไม่ปวดเมื่อย ถ้าเป็นงานกราฟิก เช่น งานสื่อสิ่งพิมพ์นั้น ตัวหนังสือจะต้องอ่านง่าย เข้าใจง่าย ถึงจะได้ชื่อว่าเป็นงานออกแบบที่มีประโยชน์ใช้สอยที่ดีได้

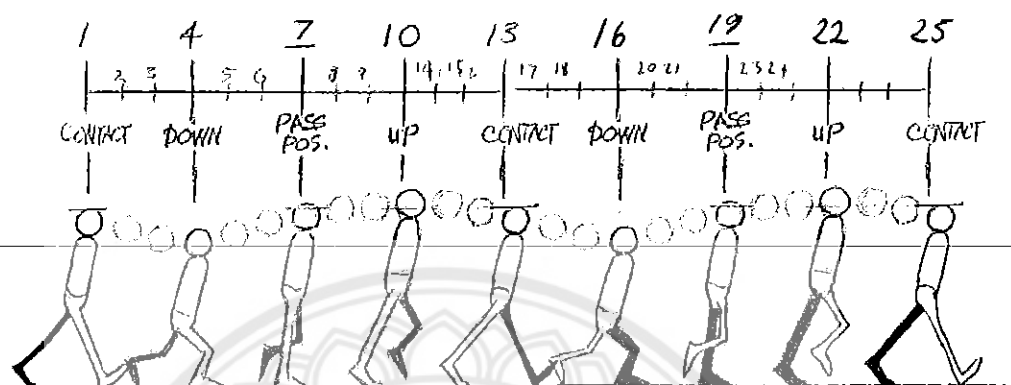
3) มีแนวความคิดในการออกแบบที่ดี เป็นหนทางความคิดที่ทำให้งานออกแบบสามารถตอบสนองต่อความรู้สึกพอใจ ชื่นชม มีคุณค่า บางคนอาจให้ความสำคัญมากหรือน้อย หรือ อาจไม่ให้ความสำคัญเลยก็ได้ ดังนั้นบางครั้งในการออกแบบ โดยใช้แนวความคิดที่ดี อาจจะทำให้ผลงานหรือสิ่งที่ออกแบบมีคุณค่ามากขึ้นก็ได้

## 7. แอนิเมชัน

แอนิเมชัน (Animation) หมายถึง การสร้างภาพเคลื่อนไหวโดยการฉายภาพนิ่งหลาย ๆ ภาพต่อเนื่องกันด้วยความเร็วสูง

แอนิเมชัน (Animation) หมายถึง กระบวนการที่เฟรมแต่ละเฟรมของภาพยนตร์ ถูกผลิตขึ้นต่างหากจากกันทีละเฟรม แล้วนำมาร้อยเรียงเข้าด้วยกัน โดยการฉายต่อเนื่องกัน ไม่ว่าจะจากวิธีการใช้คอมพิวเตอร์กราฟิก ถ่ายภาพรูปรูวาท หรือรูปถ่ายแต่ละขณะของหุ่นจำลองที่ค่อย ๆ ขยับเมื่อนำภาพดังกล่าวมาฉาย ด้วยความเร็ว ตั้งแต่ 16 เฟรมต่อวินาทีขึ้นไป เราจะเห็นเหมือนว่าภาพดังกล่าวเคลื่อนไหวได้ต่อเนื่องกัน ทั้งนี้เนื่องจากการเห็นภาพติดตาในทางคอมพิวเตอร์ การจัดเก็บภาพแบบอนิเมชันที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในอินเทอร์เน็ต ได้แก่เก็บในรูปแบบ GIF PNG SVG และแฟลช คำว่า แอนิเมชัน (animation) รวมทั้งคำว่า animate และ animator มาจากรากศัพท์ละติน "animare" ซึ่งมีความหมายว่า ทำให้มี

ชีวิต ภาพยนตร์แอนิเมชันจึงหมายถึงการสร้างสรรคัลายเส้นและรูปทรงที่ไม่มีชีวิตให้เคลื่อนไหวเกิดมีชีวิตขึ้นมาได้



THE IN BETWEENS ARE GOING TO BE ON THIRDS.

ภาพที่ 12 Animation

ที่มา : The Animator's Survival Kit A Manual of Methods ,Principles and Formulas For Classical ,Computer Games ,Stop Motion and Internet Animator Book By Richard Williams

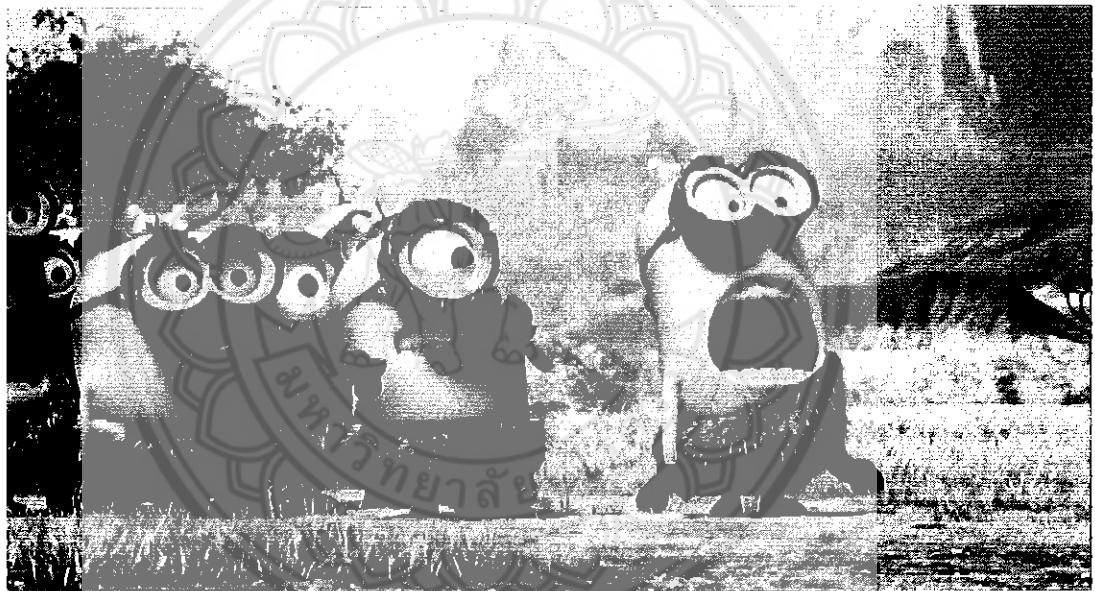
แอนิเมชัน (Animation) หมายถึง การสร้างภาพเคลื่อนไหว ด้วยการนำภาพนิ่งมาเรียงลำดับกัน และแสดงผลอย่างต่อเนื่องทำให้ดวงตาเห็นภาพที่มีการเคลื่อนไหวในลักษณะภาพติดตา (Persistence of Vision) เมื่อตามนุษย์มองเห็นภาพที่ฉายอย่างต่อเนื่อง เรตินารักษาภาพนี้ไว้ในระยะสั้นๆ ประมาณ 1/3 วินาที หากมีภาพอื่นแทรกเข้ามาในระยะเวลาดังกล่าวสมองของมนุษย์จะเชื่อมโยงภาพทั้งสองเข้าด้วยกัน ทำให้เห็นเป็นภาพเคลื่อนไหวที่มีความต่อเนื่องกัน แม้ว่าแอนิเมชันจะใช้หลักการเดียวกับวิดีโอ แต่แอนิเมชันสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานต่างๆ ได้มากมาย เช่น งานภาพยนตร์ งานโทรทัศน์ งานพัฒนาเกม งานสถาปัตยกรรมงานก่อสร้าง งานด้านวิทยาศาสตร์ หรืองานพัฒนาเว็บไซต์ เป็นต้น

## 8. ประวัติความเป็นมาของแอนิเมชัน

แอนิเมชันเป็นศาสตร์แห่งศิลปะที่มนุษย์คิดสร้างสรรค์ขึ้นซึ่งปรากฏเป็นหลักฐานมานับพันปีแล้ว และยังคงมีพัฒนาการสร้างศิลปะแอนิเมชันมาอย่างต่อเนื่องจนปัจจุบันแอนิเมชัน (Animation) หมายถึง การสร้างภาพเคลื่อนไหวโดยการฉายภาพนิ่งหลายๆ ภาพด้วยความเร็วสูง คำว่า Animation สะกดเป็นภาษาไทยคือแอนิเมชัน (ตามหลักการใช้คำทับศัพท์ตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน ที่ไม่ใช่วรรณยุกต์ในการสะกด) แอนิเมชันเป็นกระบวนการสร้างภาพนิ่งให้เกิดเป็นภาพเคลื่อนไหวได้อย่างมีชีวิตชีวาซึ่งสามารถทำได้หลายเทคนิคไม่จำกัดว่าต้องทำด้วยคอมพิวเตอร์เสมอไป ซึ่งผู้เชี่ยวชาญด้านวิชาชีพแอนิเมชันส่วนใหญ่ ได้จำแนกเทคนิคการทำงานของแอนิเมชันแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1) แอนิเมชันแบบดั้งเดิม (Traditional Animation) เป็นกระบวนการสร้างสรรค์แอนิเมชันในยุคเริ่มแรก โดยที่ไม่มีการใช้คอมพิวเตอร์เข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น การวาดเส้น (Drawing) การระบายสีจริงบนกระดาษ (Painting) แอนิเมชันแบบเซลลูลอยด์ หรือ แผ่นใส (Cels Animation) การปั้นดินน้ำมัน (Clay Animation) การตัดกระดาษ (Paper Cut-Joint Cut) ฯลฯ

2) ดิจิทัลแอนิเมชัน ,คอมพิวเตอร์แอนิเมชัน (Digital Animation, Computer Animation) เป็นกระบวนการผลิตงานภาพเคลื่อนไหวด้วยระบบดิจิทัล โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์หลักในการทำงาน ตั้งแต่การวาด การระบายสี การปั้นโมเดล การแอนิเมทสร้างภาพเคลื่อนไหว ตลอดจนการตัดต่อออกมาเป็นไฟล์ภาพยนตร์ที่สมบูรณ์—โดยมีทั้งแอนิเมชันแบบ 2-มิติ และ 3-มิติ—ที่มีความสมจริงมากที่สุด



ภาพที่ 13 Animation 3D

ที่มา : Minion Movie

แอนิเมชันถือกำเนิดขึ้นมาจากหลักการเรื่องภาพติดตา โดยเมื่อเห็นภาพนิ่งภาพหนึ่งก็จะเกิดการจดจำและเข้าใจว่าภาพนั้นๆ คืออะไรแล้วเมื่อลองนำเอาภาพนิ่งหลายๆ ภาพมาเล่นติดต่อกันด้วยความเร็วอย่างเช่น 25 ภาพต่อ 1 วินาที จะรู้สึกได้ว่ากำลังเห็นภาพเคลื่อนไหว แอนิเมชันจึงถือกำเนิดมาจากจุดนี้

โดยผู้ที่ทำการทดลองเพื่อพิสูจน์ให้เห็นกัน ก็คือ นายแพทย์ชาวอังกฤษ ชื่อ John Ayrton Paris ในศตวรรษที่ 19 นับเป็นยุคบุกเบิกวงการภาพยนตร์ โดยเขาได้ทำสิ่งประดิษฐ์ง่ายๆ เป็นแผ่นวงกลมแบนๆ เหมือนกระดาษ ด้านหนึ่งวาดรูปนก อีกด้านวาดรูปกรงนกเปล่าๆ แล้วติดกับแกนไม้หรือเชือก เมื่อหมุนด้วยความเร็วก็จะเกิดเป็นภาพนกอยู่ในกรง เรียกว่า “Thaumatrope” หลักฐานการเขียนภาพเคลื่อนไหว

ของมนุษย์อีกขึ้น พบว่าเป็นภาพจิตรกรรมฝาผนังอียิปต์โบราณในห้องฝังพระศพฟาโรห์ ซึ่งมีอายุราวนับ 4 พันปี เป็นการเขียนภาพนักมวยปล้ำที่กำลังแสดงท่าเคลื่อนไหวแบบภาพต่อภาพ เพื่อเล่าลำดับเหตุการณ์ในเรื่อง งานแอนิเมชันได้ถือกำเนิดขึ้นอย่างจริงจังเมื่อนักวิทยาศาสตร์ ชื่อ โทมัส อัลวา เอดิสัน (Thomas Alva Edison) ประดิษฐ์กล้องถ่ายภาพยนตร์และเครื่องฉายได้พร้อมๆ กับ บริษัทอีสต์แมนได้ปรับปรุงคุณภาพของฟิล์มภาพยนตร์ จึงถือกำเนิดขึ้นมาจนถึงศตวรรษที่ 20 การพัฒนาเทคนิคทางภาพยนตร์ได้แบ่งการถ่ายทำออกเป็น 2 แนวทาง คือ

1) การสร้างภาพยนตร์ที่อาศัยตัวแสดง ฉาก และกล้องบันทึกภาพที่เคลื่อนที่ไปได้ จนพัฒนาการกลายเป็นการแสดงที่เป็นไปตามธรรมชาติ และใช้กล้องบันทึกภาพไปอย่างต่อเนื่อง หรือเรียกว่า ไลฟ์แอคชัน ซีเนม่า (Life Action Cinema)

2) การสร้างภาพยนตร์อีกแนวทางหนึ่งจะอาศัยการวาด ฉาก และกล้องที่ตั้งอยู่กับที่ เพื่อบันทึกภาพทีละภาพ จนกลายเป็นการพัฒนาของภาพยนตร์แอนิเมชันในปัจจุบันหลังจากนั้นการสร้างแอนิเมชันก็ได้มีวิวัฒนาการมาโดยตลอด โดยแบ่งตามวิธีการสร้างผลงานเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

(1) แอนิเมชันแบบดั้งเดิม (Traditional Animation) ได้แก่ แอนิเมชัน 2 มิติ ที่วาดด้วยมือ และระบายสีลงในแผ่นเซลลูลอยด์ (Cels Animation) คัท-เอาท์ แอนิเมชัน (cutout animation) ที่เป็นการตัดกระดาษให้เป็นรูปร่างต่างๆ หรือ สต๊อปโมชัน (Stop Motion) ที่สร้างจากวัสดุต่างๆ ที่อยู่รอบตัวเรา

(2) คอมพิวเตอร์แอนิเมชัน (Computer Animation) ที่เกิดจากการสร้างด้วยระบบดิจิทัลทั้ง 2 มิติ และ 3 มิติ คอมพิวเตอร์แอนิเมชัน เป็นการสร้างภาพเคลื่อนไหวด้วยคอมพิวเตอร์โดยอาศัยเครื่องมือที่สร้างจากซอฟต์แวร์ในคอมพิวเตอร์กราฟิกช่วยในการสร้าง ตัดแปลง และให้แสงเงาภาพ ตลอดจนการบันทึกประมวลผลการเคลื่อนไหวต่างๆ โดยเครื่องมือที่ว่าประกอบด้วยฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ ที่สร้างขึ้นจากระเบียบวิธี ขั้นตอนวิธี หลักการ หรือ การคำนวณต่างๆ

สรุปได้ว่า ที่มาของภาพเคลื่อนไหว (Animation) คือ การแสดงภาพนิ่ง 2 มิติ 3 มิติ หลายๆ ภาพเรียงต่อเนื่องกัน และฉายภาพอย่างรวดเร็ว เพื่อสร้างภาพเคลื่อนไหวแบบลวงตา เรียกอีกอย่างว่า ปรากฏการณ์ภาพติดตา (Persistent of Eyes หรือ Persistent of vision) คือ โดยปกติความสามารถในการมองเห็นของมนุษย์ เมื่อมีการเพ่งมองเห็นภาพใดภาพหนึ่งเป็นเวลาชั่วครู่ แต่หากภาพนั้นเกิดหายไปทันที สายตาของมนุษย์จะยังเก็บภาพไว้ที่เรตินา เป็นช่วงเวลาสั้นๆ ราว 1/15 วินาที ปรากฏการณ์นี้จะทำให้คนเรามองภาพนิ่งกลายเป็นภาพเคลื่อนไหวได้ ภาพยนตร์หรือ ภาพวีดีโอก็ใช้หลักการนี้ในกระบวนการผลิตเช่นเดียวกัน หลักการของสมุดกริด คือ การนำทฤษฎีภาพติดตามาใช้ ซึ่งสามารถเรียนรู้หลักการนี้ได้จากการ



ทำสมุดกริด เป็นการวาดภาพเคลื่อนไหวอย่างง่าย ลงในกระดาษแผ่นเล็กๆ ประมาณ 4x6 นิ้ว แล้วนำภาพที่วาดทั้งหมดมาเรียงต่อกันเป็นเล่ม การสร้างสมุดกริดนี้เป็นการศึกษาทดลองการสร้างภาพเคลื่อนไหวในขั้นพื้นฐานก่อนที่จะนำไปประยุกต์ เช่น การศึกษาการเคลื่อนไหวของสิ่งมีชีวิต เช่น คน สัตว์เมื่อเปิดภาพด้วยความเร็วโดยการกริดสมุด จะทำให้เห็นว่า ภาพนิ่งทุกภาพที่วาดนั้น เกิดเป็นภาพเคลื่อนไหวได้ โดยส่วนใหญ่กระดาษที่ใช้ทำสมุดกริดควรเป็นกระดาษ 100 ปอนด์ เพื่อความคงทนในการเก็บรักษา

J. Stuart Blackton เป็นนักสร้างภาพยนตร์ชาวอเมริกันคนแรกที่ใช้เทคนิคถ่ายภาพและหยุดแบบใช้มือวาด เขาเป็นผู้บุกเบิกแนวคิดนี้ในศตวรรษที่ 20 โดยได้เปิดเผยลิขสิทธิ์งานแรกในปี 1900 และสร้างภาพยนตร์ *Enchanted Drawing* (1900) และ *Funny faces* (1906) ด้วยเทคนิคคือถ่ายภาพและหยุด Blackton ได้รับการอ้างอิงอย่างสม่ำเสมอว่าเป็นแอนิเมเตอร์คนแรก ต่อมาศิลปินอื่นๆ อีกจำนวนมากเริ่มทดลองสร้างภาพเคลื่อนไหว ศิลปินคนสำคัญ ได้แก่ Winsor McCay นักเขียนการ์ตูนในหนังสือพิมพ์ประสบความสำเร็จ ได้สร้างภาพเคลื่อนไหวที่มีรายละเอียดที่มากขึ้นและใช้ทีมงานศิลปินที่มีความอดุสาหะใส่ใจในรายละเอียด แต่ละครอบจะถูกวาดบนกระดาษที่ต้องใช้ความแม่นยำแบบแผ่นต่อแผ่นโดยเฉพาะพื้นหลังและตัวอักษร ที่จะวาดซ้ำเป็นภาพเคลื่อนไหว แอนิเมชันในช่วงนั้นส่วนใหญ่เป็นของ McCay เช่น *Little Nemo* (1911), *Gertie Dinosaur* (1914) และ *Lusitania* (1918)

ต่อมาภาพเคลื่อนไหวแบบมือวาดเป็นกระบวนการที่ใช้ในการสร้างภาพเคลื่อนไหวมากที่สุดของศตวรรษที่ 20 แต่ละเฟรมของภาพยนตร์เคลื่อนไหวแบบดั้งเดิม เป็นภาพวาดที่วาดบนกระดาษก่อนเพื่อสร้างภาพลวงตาของแอนิเมชัน โดยแต่ละภาพจะมีการเปลี่ยนแปลงจากภาพที่วาดไปก่อนหน้านี้ แอนิเมเตอร์จะทำการวาดเส้นลงบนแผ่นใสที่เรียกว่า เซลลูลอยด์ หรือเรียกสั้นๆว่า แผ่นเซลล์ (Cels) และระบายสีลงไปเพื่อนำไปประกอบกับฉากหลังที่ลงสีไว้เรียบร้อยแล้ว จากนั้นก็จะถ่ายทำแบบภาพต่อภาพด้วยเครื่องถ่ายภาพที่เรียกว่า *Rostrum camera*

*Rostrum camera* คือเครื่องมือที่ใช้ถ่ายทำแอนิเมชันแบบภาพต่อภาพ คือ ติดกล้องบันทึกภาพไว้ด้านบนและวางกระดาษหรือแผ่นใสไว้ที่ฐานด้านล่าง ทำการถ่ายทีละภาพ โดยเปลี่ยนภาพไปเรื่อยๆ การวาดระบายสีบนแผ่นเซลล์ลอยด์ หรือ แผ่นใส ใช้วิธีวาดเส้นด้านหน้าและพลิกแผ่นใสกลับเพื่อระบายสีด้านหลัง สีที่ใช้ระบายจะเป็นสีเฉพาะสำหรับระบายลงแผ่นเซลล์ แต่สามารถใช้สีอะครีลิคทดแทนได้ การวาดบนแผ่นเซลล์วางซ้อนบนภาพวาดฉากที่เตรียมไว้ และทำการถ่ายภาพทีละภาพโดยจะเปลี่ยนเฉพาะตัวละครที่อยู่บนแผ่นเซลล์ ตัวละครมีการเคลื่อนไหว จึงเปลี่ยนภาพไปเรื่อยๆ โดยฉากอยู่กับที่ ซึ่งอย่างไรก็ตาม การทำงานแบบ *Cels Animation* ใช้ต้นทุนการผลิตที่สูงกว่าระบบดิจิทัล และใช้เวลาการทำที่ยาวนานกว่า

## 9. พฤติกรรมของวัยรุ่น

สังคมทุกแห่งในปัจจุบันนี้ ยอมรับกันทั่วไปว่าวัยรุ่น (Adolescence) เป็นช่วงระยะที่สำคัญที่สุด เป็นวัยที่เชื่อมต่อระหว่างเด็กกับผู้ใหญ่ เป็นระยะที่เป็นหัวเลี้ยวหัวต่อของชีวิต ซึ่งชีวิตนั้นปลายจะราบรื่นหรือไม่เพียงใดนั้น ย่อมขึ้นอยู่กับกระบวนทัศน์ของชีวิตของวัยรุ่นนี้ เพราะเหตุว่าเด็กวัยรุ่นจะต้องประสบความยุ่งยาก มีปัญหาต่างๆ นานาประการ และต้องกับความลำบากในการปรับตัวจึงมักมีผู้กล่าวว่า “เป็นวัยวิกฤติ” (Critical Period) บ้าง หรือ “วัยแห่งพายุบูแคม” (Storm & Stress) บ้างทั้งนี้เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงจากวัยเด็กเข้าสู่วัยรุ่นนั้นเป็นไปทีละน้อยๆ ยากที่จะสังเกตเห็นได้ จนไม่ระลึกถึง วัน เดือน ปีใดที่ได้เปลี่ยนแปลงจนกระทั่งมาถึงวัยรุ่นได้

โดยที่พ่อแม่ที่อยู่กับลูกตลอดเวลาที่มักจะไม่ได้ออกไปมองไม่เห็นความเปลี่ยนแปลงที่ขึ้นในรูปของตัวเอง ตรงกันข้ามกับการที่คนอื่นๆ ที่นานๆ จะได้พบเห็นสักครั้ง มักจะมองเห็นความแตกต่างที่ผิดหู ผิดตาไปมาก วัยรุ่นมีสิ่งใหม่ๆ ที่เกิดขึ้นได้แก่การเปลี่ยนแปลงทางด้านร่างกาย และสรีระ เช่น โครงสร้างทางร่างกาย อวัยวะต่างๆ เกี่ยวกับเพศ รวมทั้งระบบการทำงานต่างๆ ของร่างกาย ซึ่งเจริญเติบโตและพัฒนาการไปตามกระบวนการของมันจนถึงขั้นวุฒิภาวะ (Maturity) หรือเข้าสู่ผู้ใหญ่ มีความสามารถในการทำงานได้ เด็กทุกคนจะต้องระยะแห่งความเปลี่ยนแปลงในวัยนี้ อาจช้าหรือเร็วย่อมแตกต่างกันไปในแต่ละบุคคล นับตั้งแต่โบราณกาลจนถึงปัจจุบันได้มีผู้สังเกตเห็นความละเอียดอ่อนความสับสนทางจิตใจของเด็กวัยรุ่น จึงหาทางช่วยเหลือแก้ไขประคับประคองเขาให้ผ่านพ้นช่วงวัยนี้ได้ดี ให้เข้าสู่ผู้ใหญ่ที่มีคุณภาพ สามารถรับผิดชอบ ต่อตนเอง ต่อครอบครัว และต่อสังคมได้ จึงมีตัวอย่างในอดีตกาลได้ทำพิธีฝังผดุงศพเด็กวัยรุ่นให้แข็งแรง ของชนเผ่าหนึ่งในทวีปแอฟริกาเป็นชาวปากกล้าแข็ง มีธรรมเนียมให้ขับเด็กชายวัยรุ่นไปอยู่ป่าอย่างโดดเดี่ยว ต่อสู้ชีวิตกับภัยอันตรายด้วยตนเองเป็นเวลาหลายปี เมื่อถึงกำหนดเวลาเขาเอาตัวรอดกลับคืนมาสู่เรือนหย้าได้ ก็จัดพิธีต้อนรับเป็นเกียรติยศ ในบางสังคมไทยสมัยก่อนมีการประกาศการย่างเข้าสู่วัยรุ่นของเด็กหญิงชายด้วยพิธีโกนจุก และพิธีอื่นๆ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของวัยรุ่น และมีผลต่อทางด้านจิตวิทยาอย่างลึกซึ้ง ในแง่การปรับตัวการดำเนินชีวิต การเตรียมตัวเป็นผู้ใหญ่ที่มั่นคง รวมทั้งเป็นการเชื่อมโยงระหว่างวัยรุ่นกับผู้ใหญ่ได้อย่างต่อเนื่อง กลมกลืน จากการที่มีการยอมรับความเป็นวัยรุ่นของผู้ใหญ่มักกล่าวถึงช่วยสร้างความสัมพันธ์ที่ดีต่อกันในครอบครัวและสังคมนั้นๆ เป็นอย่างดี และหลังจากต้นศตวรรษที่ 20 เป็นต้นมา นักวิชาการหลายสาขาเช่น จิตวิทยา ศึกษาศาสตร์ อาชีววิทยา สังคมวิทยา ฯลฯ ได้เห็นความสำคัญของระยะวัยรุ่นเป็นอย่างยิ่ง จึงได้ทำการศึกษาเรื่องชีวิตจิตใจของวัยรุ่นอย่างเป็นวิทยาศาสตร์หลายแง่มุม โดยมุ่งมั่นค้นให้พบสภาพธรรมชาติตามวัย เพื่อนำความรู้มาช่วยให้เด็กวัยรุ่นเข้าใจตัวของเขาเอง สามารถปรับตัวให้ทันกับวิวัฒนาการทางสังคม เศรษฐกิจ และวัฒนธรรม รวมทั้งผู้ที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องในด้านเสริมสร้างพัฒนาการวัยรุ่นได้มีความรู้ ความเข้าใจ และสามารถช่วยเหลือวัยรุ่นได้อย่างถูกต้องเหมาะสม



ภาพที่ 14 Adolescence

ที่มา : <http://www.newkidscenter.com/Adolescence.html>

### 9.1. ความหมายของวัยรุ่น

ตามทีมนักจิตวิทยาการศึกษา และนักการศึกษาต่าง ๆ ได้ให้คำจำกัดความของวัยรุ่น

ดังนี้ วัยรุ่น (Adolescence) มาจากภาษาละติน คือ Adolescere ซึ่งแปลว่า การเจริญเติบโตไปสู่วุฒิภาวะ นั่นคือเป็นวัยย่างเข้าสู่ความเป็นผู้ใหญ่ โดยถือเอาจากความพร้อมทางร่างกาย หรือภาวะสูงสุดของร่างกายเป็นเครื่องตัดสิน ซึ่งในขณะนี้ เป็นระยะที่ร่างกายมีการเจริญเติบโตของระบบอวัยวะเพศ สามารถทำงานได้เต็มที่ คือ เพศหญิงมีประจำเดือนครั้งแรก และเพศชายจะมีการผลิตเซลล์สืบพันธุ์ได้

วัยรุ่น หมายถึง วัยที่อยู่ระหว่างความเป็นเด็กและความเป็นผู้ใหญ่ เป็นระยะที่มีการเปลี่ยนแปลงทางด้านร่างกายและจิตใจเป็นอย่างมาก

วัยรุ่น หมายถึง วัยที่มีการพัฒนาการจากความเป็นเด็กค่อยๆ สู่วิทยุติภาวะทางจิตใจและอารมณ์ ร่างกาย และสังคม

วัยรุ่น หมายถึง วัยที่เข้าสู่วุฒิภาวะทางเพศอย่างสมบูรณ์ สามารถเป็นพ่อคนแม่คนได้ มีอารมณ์รุนแรง แสดงความรู้สึกอย่างเปิดเผยและตรงไปตรงมา

จากความหมายดังกล่าว สามารถสรุปได้ว่า วัยรุ่นมีการพัฒนาการจากความเป็นเด็กไปสู่วัยผู้ใหญ่เป็นวัยที่เข้าสู่วุฒิภาวะทางเพศอย่างสมบูรณ์ รวมทั้งมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านร่างกาย จิตใจ อารมณ์ และสังคมเป็นอย่างมาก

## 9.2. การแบ่งระยะของวัยรุ่น

นักจิตวิทยาการศึกษา ได้แบ่งช่วงเวลาของวัยรุ่นไว้ ดังลักษณะต่อไปนี้ ศรีเรือน แก้วกั้ววาน ได้กล่าวเกี่ยวกับการแบ่งช่วงของวัยรุ่นออกเป็น 3 ระยะ โดยใช้เกณฑ์ความเป็นเด็ก กับผู้ใหญ่ตัดสิน คือ ช่วงอายุประมาณ 12-15 ปี เป็นช่วงวัยแรกรุ่น ซึ่งยังมีพฤติกรรมค่อนข้างเด็กอยู่มาก ช่วงอายุประมาณ 16-17 ปี เป็นช่วงระยะรุ่นตอนกลาง จะมีพฤติกรรมก้าวร้าวกึ่งระหว่างความเป็นเด็กกับผู้ใหญ่ ช่วงอายุประมาณ 18-25 ปี เป็นระยะวัยรุ่นตอนปลายกระบวนการพฤติกรรมค่อนข้างเป็นผู้ใหญ่ ช่วงระยะเวลาความสำคัญของวัยรุ่นดังกล่าวนี้ วัยแรกรุ่น แปลจากศัพท์อังกฤษ คือ Puberty มาจากภาษาลาติน คือ Puberta ซึ่งแปลว่าการเติบโตเป็นหนุ่มสาวเปลี่ยนสภาวะทางร่างกายจากความเป็นเด็กชายเด็กหญิง ร่างกายเติบโตเป็นผู้ใหญ่เกือบเต็มทีทุกส่วน

ลักษณะพฤติกรรมทางเพศยังไม่โตเต็มที่ผ่านมาก็เจริญสมบูรณ์และทำหน้าที่ของมันได้ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป จึงกล่าวได้ว่าลักษณะเช่นนี้ เป็นช่วงเปลี่ยนวัยของชีวิตทางด้านร่างกาย การเปลี่ยนแปลงทางกายของเด็กวัยรุ่นเป็นต้นเหตุ ให้มีการเปลี่ยนแปลงทางด้านอื่นๆ ตามมา เช่น ด้านอารมณ์ ลักษณะสัมพันธ์ภาพกับผู้อื่นสมรรถภาพทางสมอง ค่านิยม ทัศนคติ ความนึกคิดเกี่ยวกับตนเอง ฯลฯ เป็นต้น ส่วนในช่วงวัยรุ่นที่แท้จริง อายุประมาณ 15-18, 19-25 ปี นั้น เด็กเจริญเติบโตเป็นผู้ใหญ่ทางร่างกายเต็มที่เป็นช่วงเปลี่ยนทางด้านสังคม อารมณ์ จิตใจ ค่านิยม อุดมคติ ฯลฯ เด็กกำลังเลียนแบบและทดสอบบทบาทเพื่อจะเป็นผู้ใหญ่ในแง่ต่างๆ เช่น อารมณ์ สังคม จิตใจ ความใฝ่ฝัน พรารถนา ฯลฯ ความเปลี่ยนแปลงและความเป็นไปต่างๆ ในลักษณะนี้ล้วนเป็นรากฐานของความสนใจ ความมุ่งหมายในชีวิต อาชีพ ลักษณะของเพื่อน ลักษณะของคูครอง ฯลฯ ในวัยผู้ใหญ่ต่อไป

อุบลรัตน์ เฟ็งสถิต ได้กล่าวถึงการศึกษารื่องราวของวัยรุ่นนั้น เพื่อการศึกษาอย่างละเอียดลึกซึ้งแล้วได้แบ่งระยะวัยรุ่นออกเป็น 3 ช่วงวัย ดังต่อไปนี้

- 1) วัยแรกรุ่น เป็นช่วงที่คาบเกี่ยวระหว่างวัยเด็กตอนปลายและวัยรุ่นตอนต้น

ลักษณะของวัยนี้ก็มีลักษณะของวัยที่แตกต่างกับวัยอื่น

- 2) วัยรุ่นตอนต้น เป็นช่วงที่รวมเอาวัยแรกรุ่นเข้าไว้ด้วยกันจนถึงอายุได้ประมาณ 17 ปี

- 3) วัยรุ่นตอนปลาย จะมีอายุโดยประมาณ 17-21 ปี

สุภัททา ปิณฑะแพทย์ ได้แบ่งวัยรุ่นตามความเปลี่ยนแปลงของร่างกาย โดยแบ่งออกเป็น 2 ระยะ

- 1) ระยะวัยรุ่นตอนต้น เริ่มตั้งแต่อายุ 13 หรือ 14 ปี จนถึงอายุ 17 ปี
- 2) ระยะวัยรุ่นตอนปลาย ตั้งแต่อายุ 17 ปี จนถึง 21 ปี

### 9.3. ลักษณะโดยทั่วไปของวัยแรกรุ่น

ลักษณะต่าง ๆ ของการเริ่มเข้าสู่วัยรุ่นแต่ละช่วง สุชา จันทน์เอม ได้กล่าวถึง ลักษณะต่างๆ ที่แสดงถึงการเข้าสู่วัยรุ่นและระยะของวัยรุ่น ดังนี้

**วัยแรกรุ่น (Puberty)** หญิงอายุ 11-13 ปี และชาย 13-15 ปี เป็นระยะที่ร่างกายเริ่มการเจริญเติบโตทางเพศอย่างสมบูรณ์ทั้งในเด็กหญิงและเด็กชาย สำหรับเด็กหญิงนั้นสิ่งที่แสดงให้เห็นถึงความเจริญของร่างกายเต็มที่ ก็คือการมีประจำเดือนครั้งแรก ส่วนเด็กชายนั้นไม่มีลักษณะแบ่งแน่ชัดเช่นเด็กหญิง แต่เราอาจจะสังเกตได้จากสิ่งเหล่านี้

คือ การหลั่งสุจิในครั้งแรก การมีขนตามอวัยวะเพศ นอกจากนี้ น้ำเสียงที่พูดยังเปลี่ยนไปจากเดิม คือ ห้าวขึ้นและมีลักษณะที่ เรียกว่า แดกพาน เด็กหญิงนอกจากมีประจำเดือนครั้งแรกแล้ว ปรากฏว่าสัดส่วนต่างๆ ของร่างกายยังเปลี่ยนแปลงไป โดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงทางด้านอวัยวะเพศ และการเจริญเติบโตของทรวงอก เนื่องจากผลของฮอร์โมนไปบำรุงมากขึ้น ในระยะเริ่มเข้าสู่วัยรุ่นนี้ เป็นระยะที่เดือน ให้เราเห็นว่าระยะของวัยรุ่นได้ใกล้เข้ามาแล้ว

**วัยรุ่นตอนต้น (Early Adolescence)** จะเป็นช่วงเวลาพอสมควร โดยมีการเปลี่ยนแปลงทั้งในด้านร่างกาย จิตใจและความนึกคิด การเจริญเติบโตในระยะวัยรุ่นนี้ ปรากฏว่ามีลักษณะค่อยเป็นค่อยไป ในด้านร่างกายนั้นมีการเปลี่ยนแปลงมากมาย และสิ้นสุดลงเมื่อได้ถึง “วุฒิภาวะของวัยรุ่น” ส่วนในด้านจิตใจนั้นส่วนใหญ่เป็นผลพลอยได้มาจากการเปลี่ยนแปลงทางร่างกาย แม้ว่าลักษณะการเปลี่ยนแปลงทางร่างกายจะเป็นสิ่ง ผิดปกติของเด็กทุกคนเมื่อเข้าสู่ วัยรุ่นก็ตาม แต่ลักษณะการเปลี่ยนแปลงทางจิตใจของเด็กแต่ละคนมักไม่เหมือนกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม

**วัยรุ่นตอนกลาง (Middle Adolescence)** เป็นระยะที่มีการเปลี่ยนแปลงหลายอย่าง เช่น สภาพแวดล้อมใหม่และมีผลต่อการพัฒนาการทางสังคมของเด็ก โดยทั่วไปเด็กใหญ่จะคบเพื่อนที่มีรสนิยมคล้ายคลึงกันหรือคนที่ถูกใจกัน เด็กเริ่มรู้จักปรับปรุงบุคลิกภาพ เลียนแบบผู้ที่ตนยกย่อง ชอบทำอะไรแปลกๆ ใหม่ๆ เด็กที่ขาดความเชื่อมั่นในตนเองจะเป็นเด็กไวต่อความรู้สึก มีความกระวนกระวายใจต่อคำพูดที่กล่าวออกไป ซึ่งครู หรือ ผู้ปกครองควรร่วมมือกันช่วยเหลือแนะนำอย่างใกล้ชิด

**วัยรุ่นตอนปลาย (Late Adolescence)** การพัฒนาการของวัยรุ่นเริ่มเข้าสู่วุฒิภาวะอย่างสมบูรณ์แบบในช่วงระยะวัยรุ่นตอนปลาย โดยในระยะนี้มักมีการพัฒนาทางด้านจิตใจมากกว่าร่างกาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางด้านเกี่ยวกับความรู้สึกนึกคิด และส่วนปรัชญาชีวิต

#### 9.4. พัฒนาการของวัยรุ่น

พัฒนาการของวัยรุ่น เป็นเรื่องสำคัญแก่การศึกษา เพราะจะทำให้ ครู อาจารย์ ผู้ปกครอง และผู้ที่รับผิดชอบเด็กสามารถเข้าใจพฤติกรรมเด็กได้ดียิ่งขึ้น ซึ่ง พัฒนาการด้านต่างๆ ของเด็กวัยนี้ มีความสำคัญและอิทธิพลต่อกันและกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง วัยนี้เป็นวัยที่มีการเปลี่ยนแปลงบางอย่างกะทันหันรวดเร็วไม่แน่นอน ยากที่จะทำความเข้าใจ และมีความละเอียดซับซ้อน จึงควรให้ความสนใจเป็นพิเศษ เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง หรือ พัฒนาการของวัยรุ่น

พัฒนาการทางกาย เป็นไปทางด้านการเจริญเติบโตของงามเพื่อทำหน้าที่อย่างเหมาะสม ทั้งการเจริญเติบโตทางภายนอกได้แก่ ส่วนสูง น้ำหนัก รูปร่าง สัดส่วน ลักษณะเส้นผม ฯลฯ และการเจริญเติบโตภายใน เช่น การทำงานของต่อมบางชนิด โครงกระดูกแข็งแรงขึ้น การผลิตเซลล์สืบพันธุ์ในเด็กชาย การมีประจำเดือนของเด็กหญิง พบว่าช่วงวัยรุ่นมีการเปลี่ยนแปลงด้านร่างกายอย่างรวดเร็ว ความสูงของเด็กในต้นปี และปลายปีมีความแตกต่างกันมาก การสะสมไขมันมีมากขึ้นโดยเฉพาะเด็กหญิง รูปร่างจะอ้วนขึ้นกว่าเดิม ระบบการย่อยอาหารพัฒนาขึ้น ทำให้สามารถไปใช้ประโยชน์ได้อย่างดีรวดเร็ว และมากกว่าเดิมเนื่องจากร่างกายเจริญเติบโต ทำให้เด็กวัยนี้หิวบ่อย รับประทานอาหารได้มาก และไม่เลือกอาหารรวมทั้ง อีกมักง่วงง่าย จึงเป็นระยะที่ เรียกว่า “กำลังกินกำลังนอน” กล้ามเนื้อของเด็กชายเจริญมากขึ้น อวัยวะเพศเริ่มทำงาน เสียงของเด็กชายจะแตกห้าวขึ้นระยะต้นๆ ของช่วงวัยรุ่นร่างกายของเด็ก ยังไม่ได้ สัดส่วน เด็กรู้สึกอึดอัดแก้งก้าง รู้สึกอ่อนไหวง่าย เกี่ยวกับสัดส่วนและอวัยวะต่างๆ ของร่างกาย

## บทที่ 3

### การวิเคราะห์ข้อมูลและแนวความคิดในการออกแบบ

การศึกษาวิจัยการออกแบบแอนิเมชันสองมิติเกี่ยวกับดาราศาสตร์ สำหรับเด็ก อายุ 13-18 ปี เป็นการศึกษาวิจัยที่มีจุดมุ่งหมายในการส่งเสริมความรู้ด้านดาราศาสตร์ โดยนำเสนอในรูปแบบของสื่อแอนิเมชันสองมิติ เพื่อเป็นการเพิ่มความน่าสนใจให้แก่การเรียนรู้เกี่ยวกับดาราศาสตร์ ซึ่งมี รายละเอียดในการวิจัยดังนี้

#### 1. การวิเคราะห์กลุ่มเป้าหมาย

##### 3.1.1. ประชากรและกลุ่มเป้าหมาย

เด็ก อายุ 13-18 ปี

#### 2. การรวบรวมข้อมูล

ดำเนินการเก็บข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับดาราศาสตร์และกลุ่มเป้าหมาย โดย สืบค้นจากหนังสือและอินเทอร์เน็ต ข้อมูลวิจัยที่เกี่ยวข้องแบ่งหัวข้อได้ดังนี้

##### 2.1. ข้อมูลดาราศาสตร์ สามารถแบ่งได้ดังต่อไปนี้

- ความหมายของดาราศาสตร์
- ประวัติศาสตร์วิชาดาราศาสตร์โดยย่อ
- เอกภพ
- แกลแลคซี
- ระบบสุริยะ

##### 2.2. ข้อมูลทฤษฎีการออกแบบ แบ่งได้ดังนี้

- ความหมายของการออกแบบ
- แอนิเมชัน
- ประวัติความเป็นมาของแอนิเมชัน

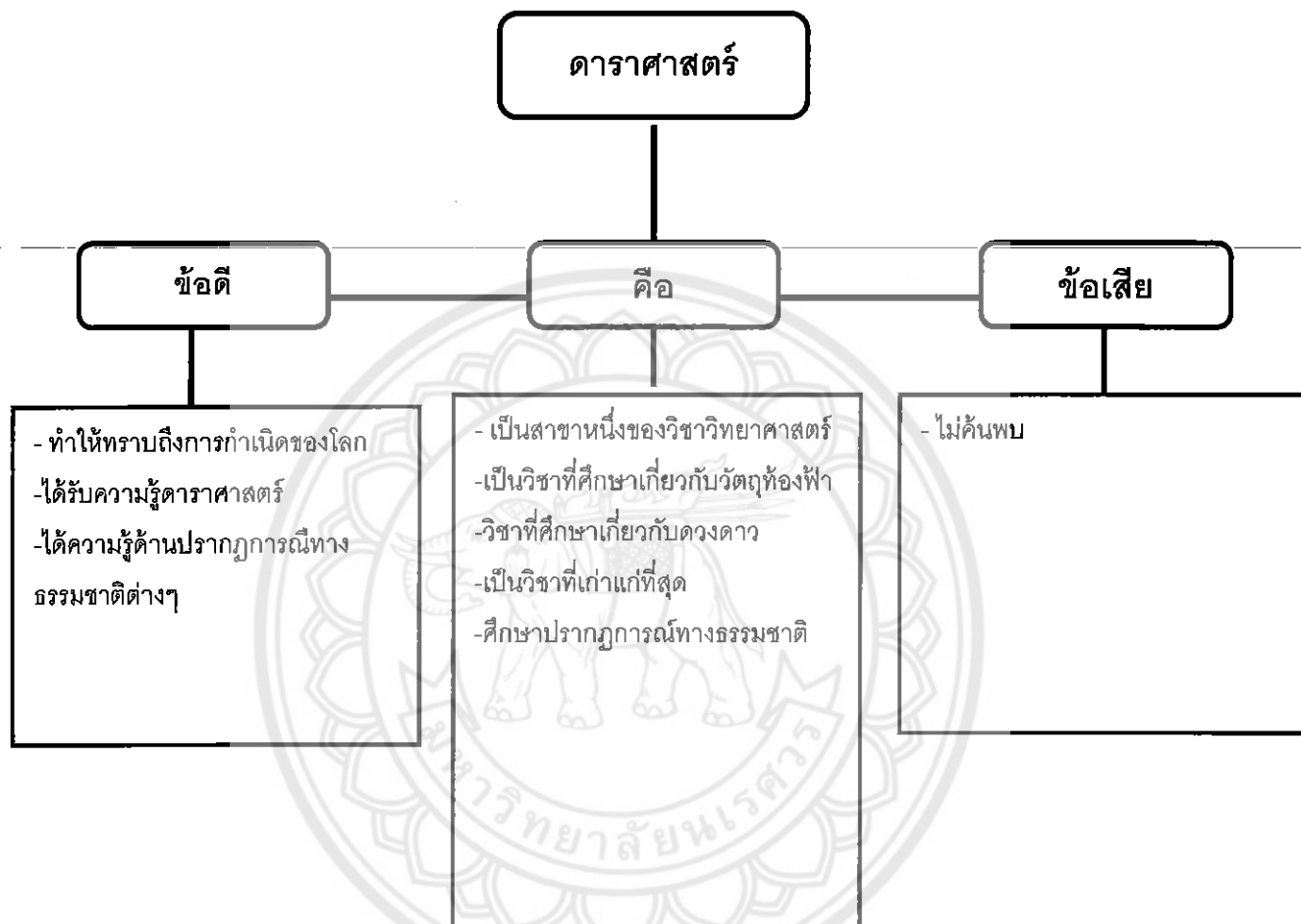
##### 2.3. ข้อมูลพฤติกรรมกลุ่มเป้าหมาย แบ่งได้ดังนี้

- พฤติกรรมของวัยรุ่น

#### 3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1. จากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับดาราศาสตร์ พบว่า ดาราศาสตร์เป็นศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับกับวัตถุท้องฟ้า เป็นสาขาหนึ่งของวิชาวิทยาศาสตร์ ศาสตร์ที่เก่าแก่ที่สุดในโลก มีมาตั้งแต่สมัยโบราณ เรียกว่าเกิดขึ้นมาพร้อมกับมนุษย์ ศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติต่างๆ ที่เกิดขึ้นในเอกภพ โดยสามารถสรุปได้ดังนี้

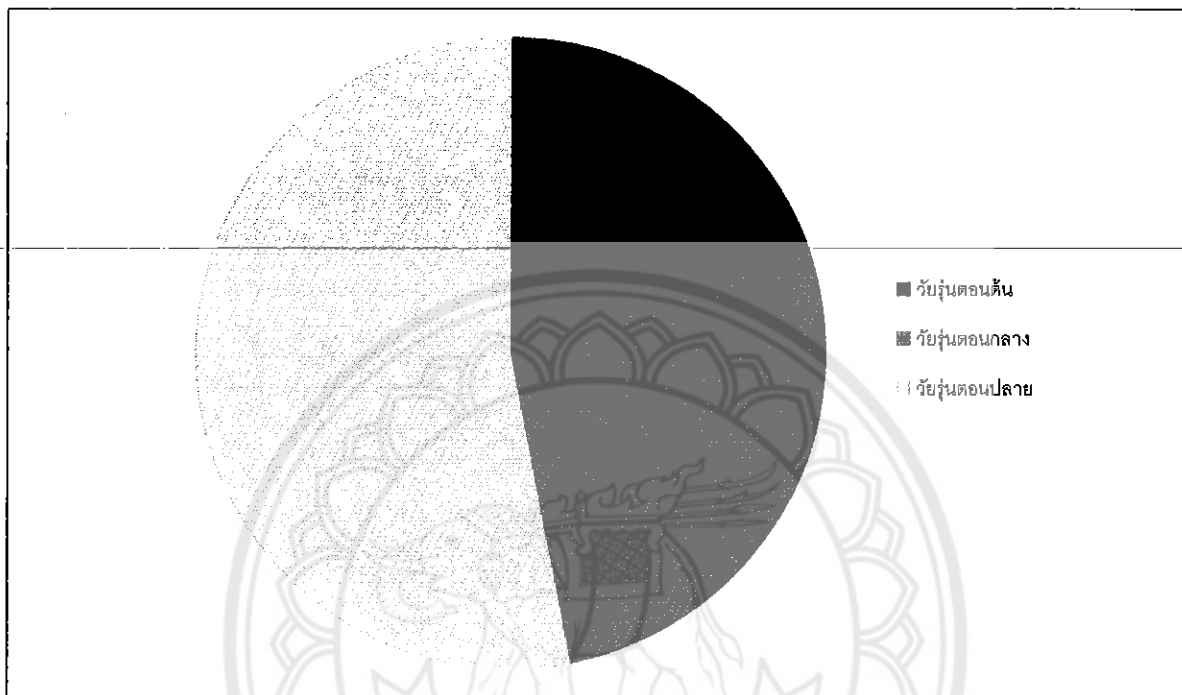
### แผนภาพแสดงข้อมูลเกี่ยวกับปัญหางานวิจัย



3.2. การศึกษาพัฒนาการของวัยรุ่นทางด้านอารมณ์และลักษณะของวัยรุ่น สามารถแบ่งวัยรุ่น เป็น 3 ช่วง ได้แก่ วัยรุ่นตอนต้น อายุ 13-15 ปี วัยรุ่นตอนกลาง อายุ 16-17 ปี วัยรุ่นตอนปลาย อายุ 18-19 ปี จากการศึกษาข้อมูลพัฒนาการของวัยรุ่น พบว่ามีความมั่นคงทางอารมณ์ ความรู้สึก ความมีสตินึกคิด ในวัยรุ่นตอนต้นอยู่ในระดับต่ำ ขาดความมีสติ การไตร่ตรอง เนื่องจากยังไม่มีวุฒิภาวะ ร่างกายกำลังเริ่มที่จะเจริญเติบโต วัยรุ่นตอนกลางอยู่ในระดับปานกลาง ร่างกายเจริญเติบโตตามลำดับ และในระดับดีที่สุดในตอนปลาย จึงทำให้มีพัฒนาการด้านความคิดที่เติบโตตามวัยและร่างกาย เจริญเติบโตเต็มที่ เพราะกำลังก้าวสู่วัยผู้ใหญ่



### แผนภูมิแสดงพัฒนาการของวัยรุ่น



#### 4.สรุปแนวความคิดการออกแบบ

Concept : จินตนาการ คือ การจินตนาการของตัวละคร ที่ได้ไปท่องอวกาศ

Amation type : แฟนตาซี

จุดเด่น : การท่องอวกาศตามจินตนาการของเด็กชาย

Concept art : Pastal tone



ภาพที่ 15 โทนสีพาสเทล

## Reference

1. แอนิเมชัน เรื่อง Laundry Day เนื้อหาของเรื่องเกี่ยวกับคู่รักคู่หนึ่ง ที่ฝ่ายชายพยายามปกปิดความลับบางอย่างกับแฟนสาว แล้วกลายร่างเป็นสาว น้อยมหัศจรรย์ นำมาศึกษาเกี่ยวกับการลงสีฉากและตัวเคลื่อนไหวของตัวละคร



ภาพที่ 16 แอนิเมชันเรื่อง Laundry Day

ที่มา : [www.youtube.com](http://www.youtube.com)

2. แอนิเมชันเรื่อง The Astronomer เนื้อหาของเรื่องเกี่ยวกับนักดาราศาสตร์คนหนึ่งที่กำลังส่องกล้องสำรวจดวงดาว และสุดท้ายเขาได้แรงบันดาลใจในการตั้งชื่อดาวจากการดูนกอพยพที่ชื่นชอบ นำมาศึกษาเกี่ยวกับการเล่าเรื่องและการเคลื่อนไหวของตัวละคร



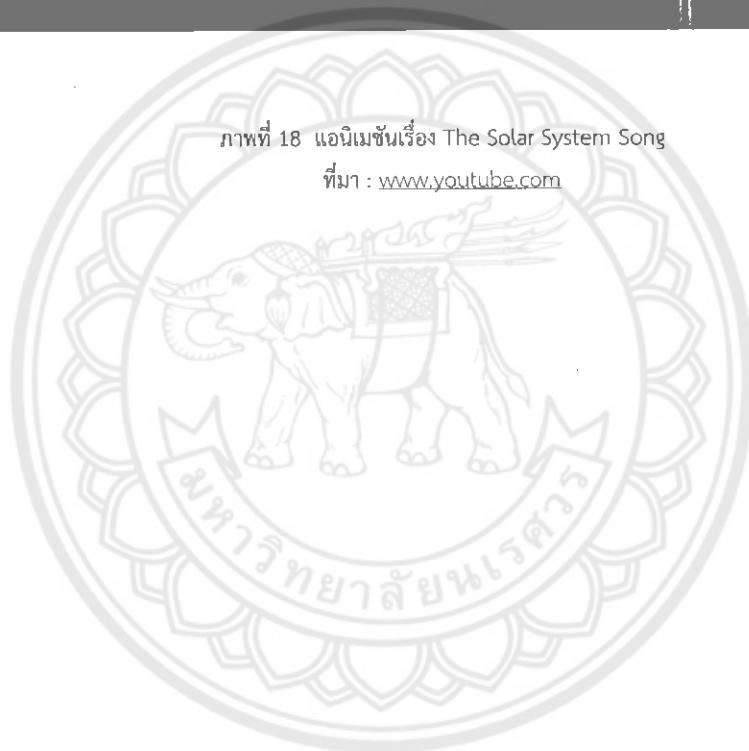
ภาพที่ 17 แอนิเมชันเรื่อง The Astronomer

ที่มา : [www.youtube.com](http://www.youtube.com)

3. แอนิเมชันเรื่อง The Solar System Song เป็นแอนิเมชันประกอบเพลง  
นำมาศึกษาเรื่องการเคลื่อนไหว การลงสี การออกแบบ



ภาพที่ 18 แอนิเมชันเรื่อง The Solar System Song  
ที่มา : [www.youtube.com](http://www.youtube.com)



## บทที่ 4

### การวิเคราะห์ข้อมูลและแนวความคิดในการออกแบบ

จากการค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลขั้นตอนการออกแบบและขั้นตอนการทำแอนิเมชันสองมิติ จึงได้สรุปมาเป็นขั้นตอนดังต่อไปนี้

#### 1. Pre Production

##### 1.1. การคิดโครงเรื่องและกำหนดกลุ่มเป้าหมาย

ในขั้นตอนแรกนั้นจะต้องกำหนดกลุ่มเป้าหมาย และคิดโครงเรื่องสำหรับการออกแบบแอนิเมชันสองมิติ สร้างเนื้อเรื่องให้มีความดึงดูด น่าสนใจ เหมาะสมตามกลุ่มเป้าหมายที่กำหนด ด้วยกระบวนการขั้นตอนนี้จะนำไปสู่ กระบวนการคิดในการออกแบบสร้างตัวละครและฉากที่เหมาะสมกับเนื้อเรื่องของแอนิเมชันต่อไป

##### 1.2. แนวความคิดในการออกแบบ

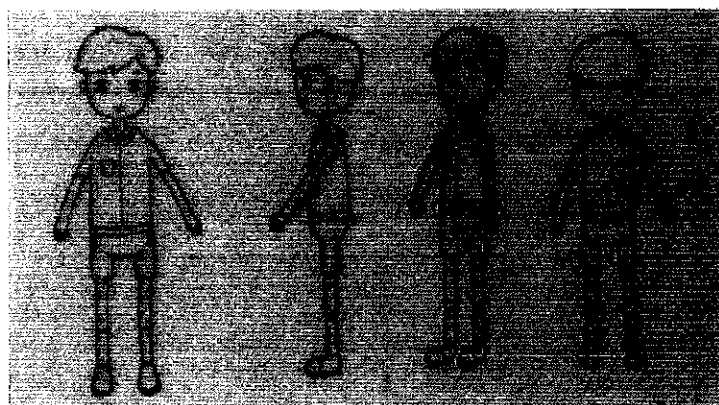
จากการศึกษาและรวบรวมข้อมูลของกลุ่มเป้าหมาย จึงสามารถคิดออกแบบตัวละคร โดยใช้การตัดทอนรายละเอียดของตัวละคร ให้มีความเป็นการ์ตูน ไม่ซับซ้อน สีสัน ฉาก สามารถกำหนดโทนสีอารมณ์ของชิ้นงานได้ เพื่อที่จะดึงดูดความสนใจของกลุ่มเป้าหมาย ทำให้กลุ่มเป้าหมายรับรู้เข้าใจผลงานยิ่งขึ้น

##### 1.3. การออกแบบตัวละคร

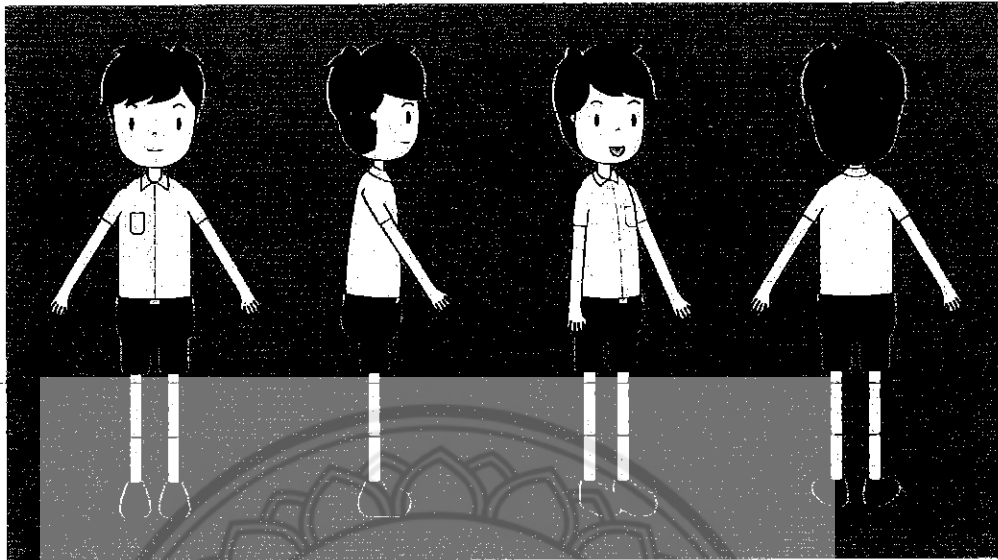
ตัวละครที่ใช้ในการดำเนินเรื่อง มีตัวละครหลัก 2 ตัว คือ

- 1) เด็กนักเรียนชาย ชั้นมัธยมปลาย เด็กนักเรียนชาย ในเรื่อง จะมีการเปลี่ยนแปลง

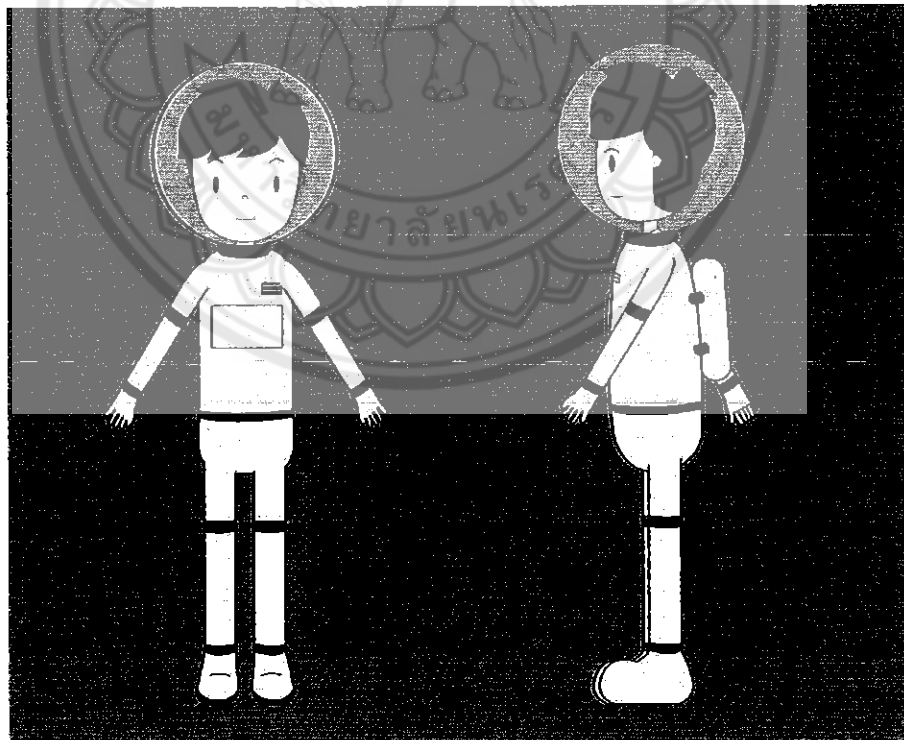
ชุดนักเรียนเป็นชุดอวกาศ



ภาพที่ 19 การออกแบบตัวละคร 1

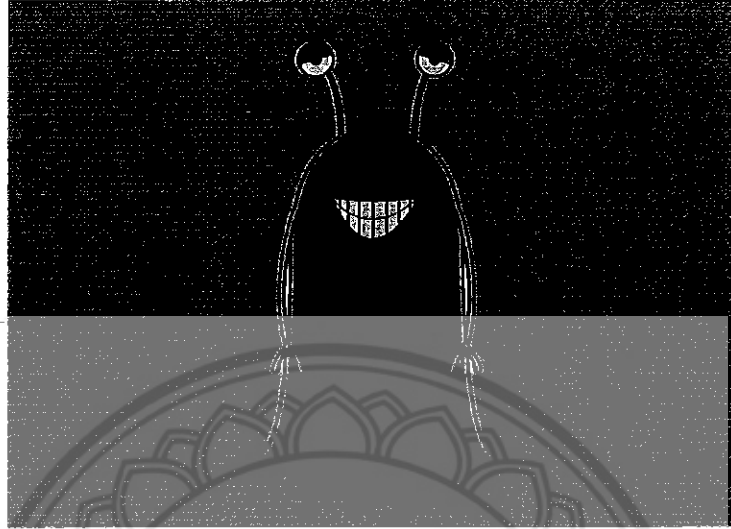


ภาพที่ 20 การออกแบบตัวละคร 2



ภาพที่ 21 การออกแบบตัวละคร 3

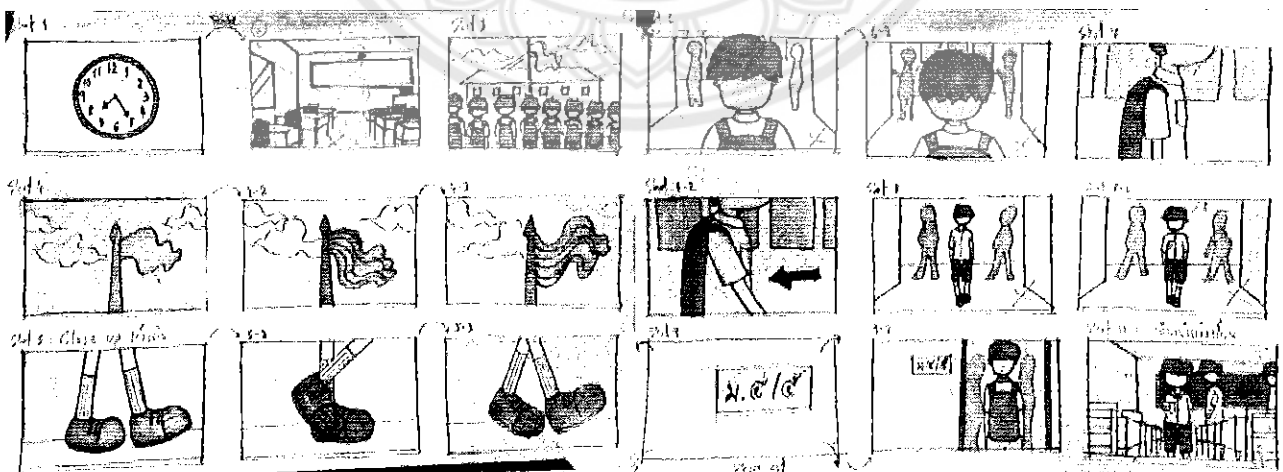
## 2) เอเลียน เป็นตัวละครตัวที่สอง ที่จะสร้างอุปสรรคของเรื่อง



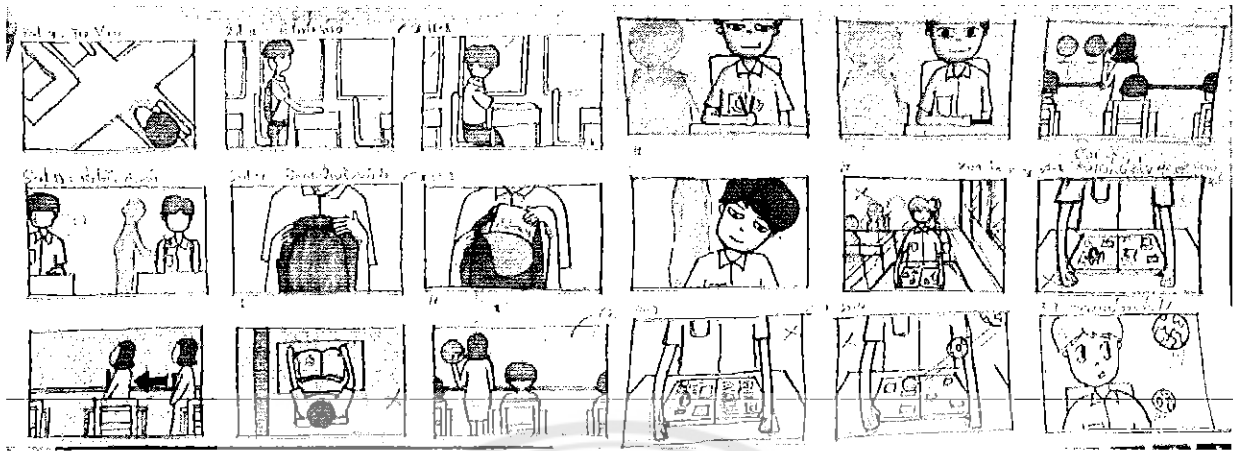
ภาพที่ 22 การออกแบบตัวละคร 4

### 1.4. การเขียนสตอรี่บอร์ด (Storyboard)

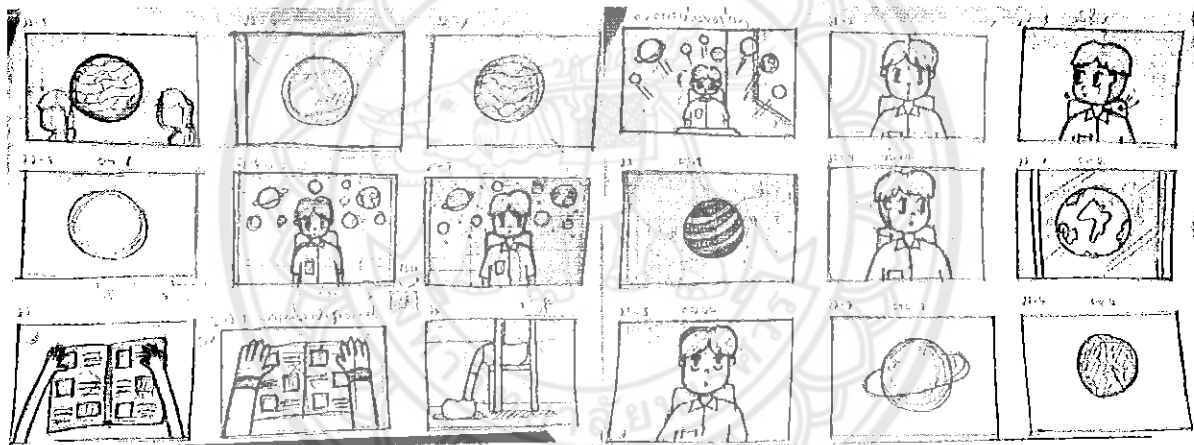
เขียนสตอรี่บอร์ดให้เห็นภาพรวมการเล่าเรื่องของแอนิเมชัน และเผื่อที่จะกำหนดมุมกล้องต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม



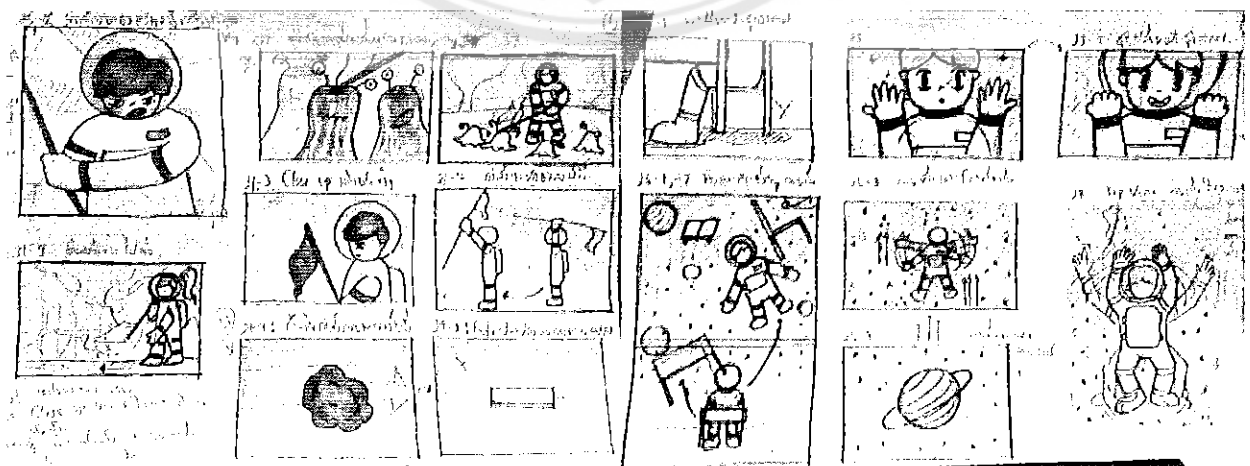
ภาพที่ 23 การเขียนสตอรี่บอร์ด 1



ภาพที่ 24 การเขียนสตอรี่บอร์ด 2



ภาพที่ 25 การเขียนสตอรี่บอร์ด 3



ภาพที่ 26 การเขียนสตอรี่บอร์ด 4

## 2. Production

### 2.1. การเขียนฉาก

จัดเตรียมฉากและ Shot ต่างๆ แยกเป็น Layer เพื่อที่จะนำไปแอนิเมทรวมกับกับตัวละคร  
ในโปรแกรม Adobe After Effects

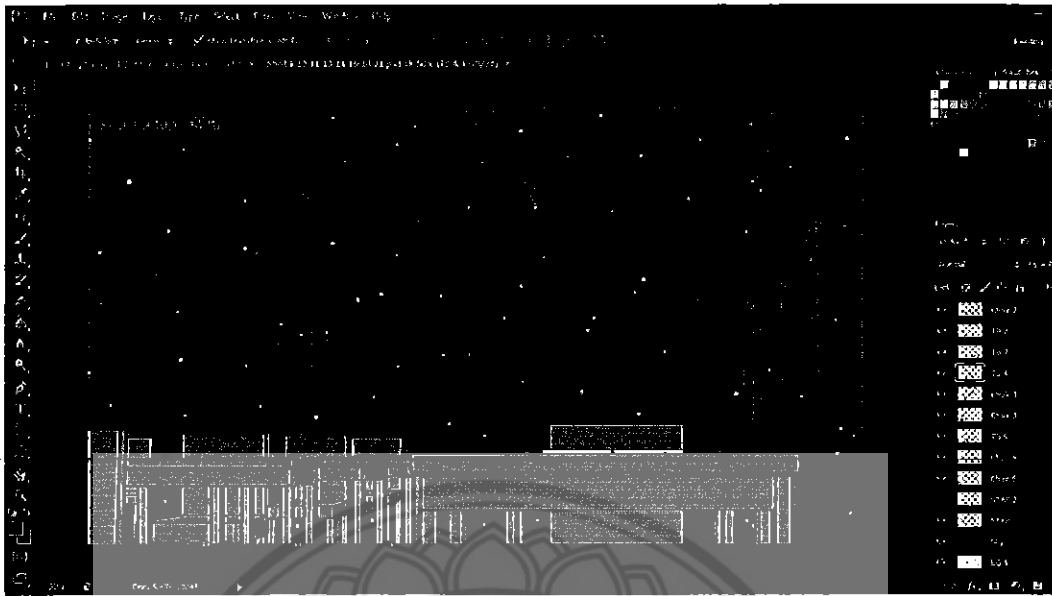


ภาพที่ 27 การเขียนฉาก 1

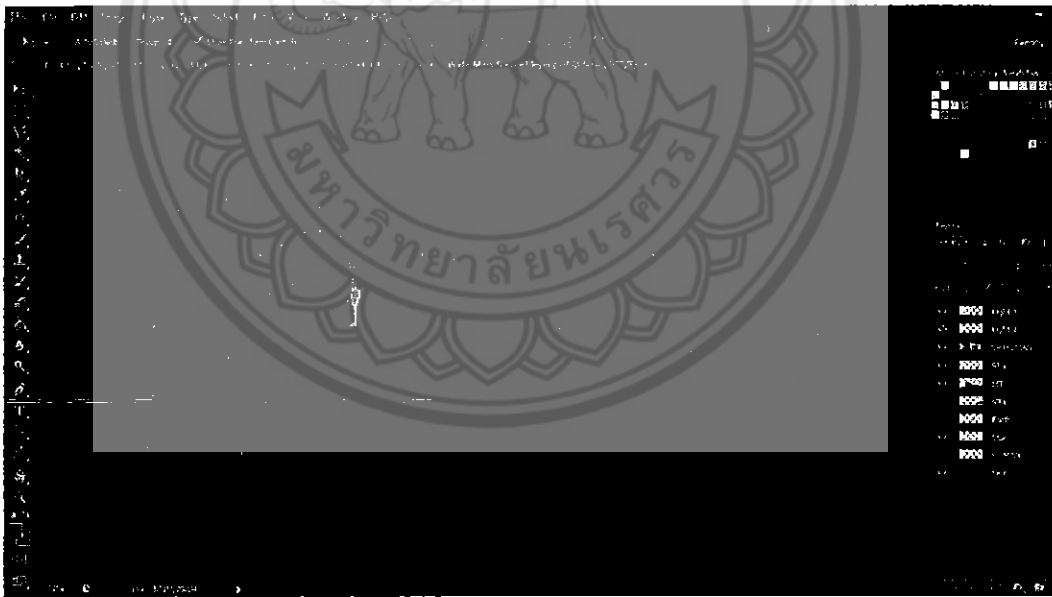


ภาพที่ 28 การเขียนฉาก 2





ภาพที่ 29 การเขียนฉาก 3



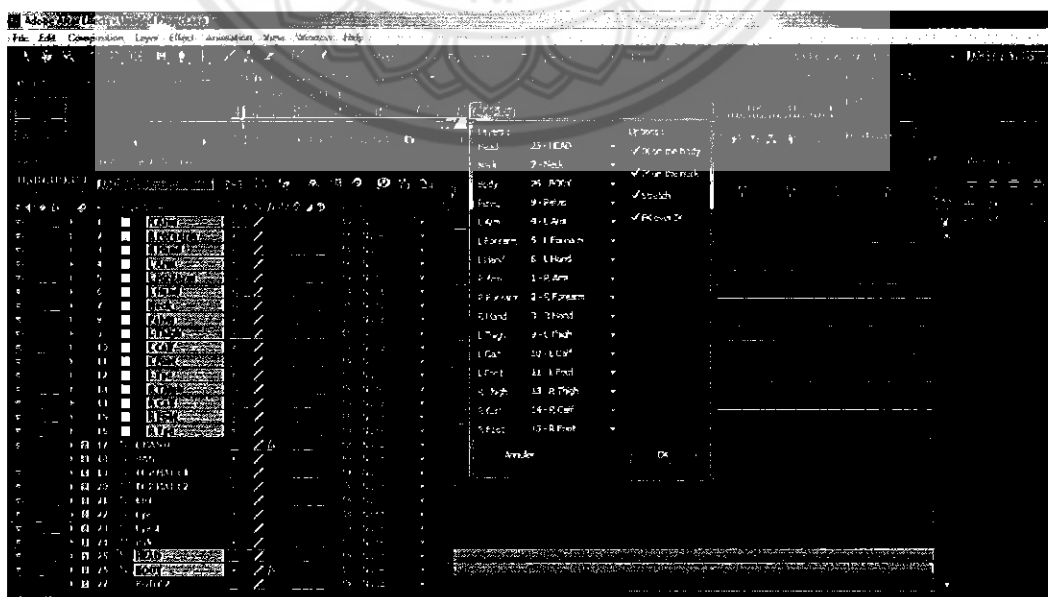
ภาพที่ 30 การเขียนฉาก 4

## 2.2. การแอนิเมท (Animate)

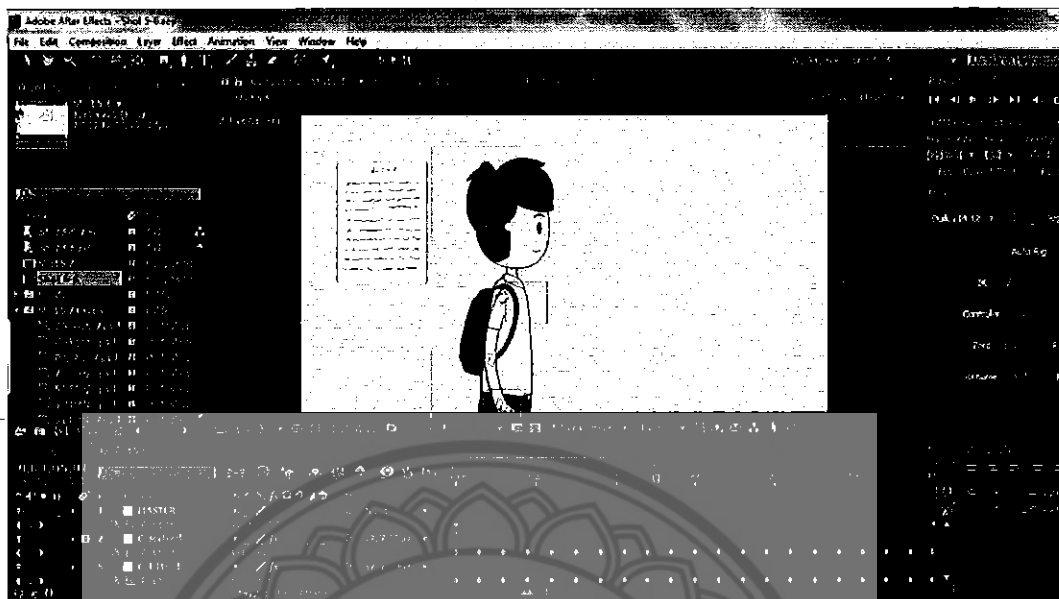
ขั้นตอนนี้เป็นกรนำฉากที่เตรียมไว้เป็น Layer มาแอนิเมทในโปรแกรม Adobe After Effects ร่วมกับตัวละครต่างๆ ตัวละครนั้นจะแอนิเมทโดยการใช้ Plug in DUIK IK ในการใส่ Bone ,Controler ,IK เพื่อให้ตัวละครขยับได้



ภาพที่ 31 การแอนิเมท 1



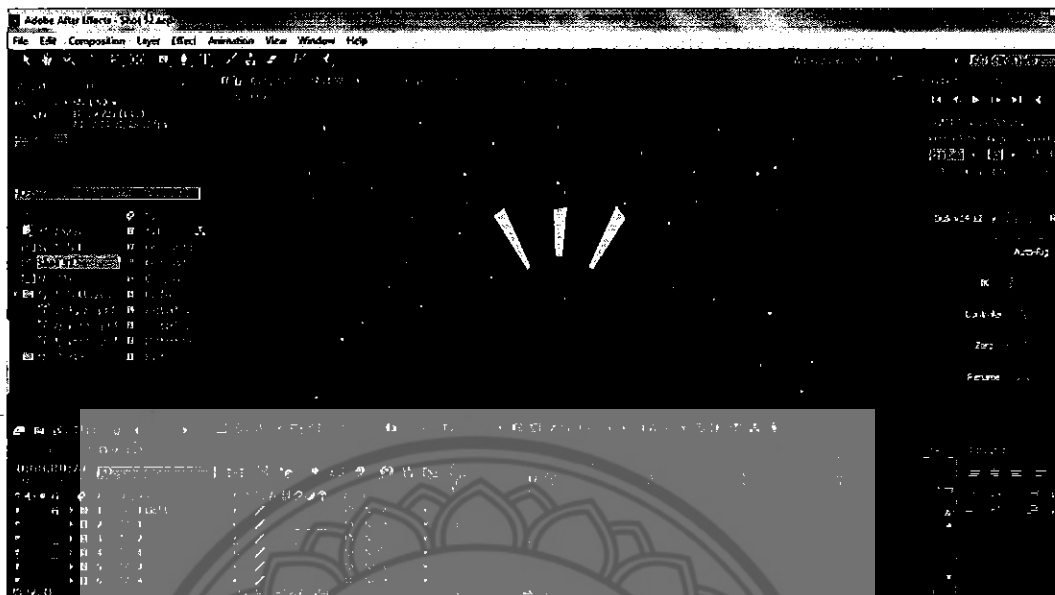
ภาพที่ 31 การแอนิเมท 2



ภาพที่ 32 การแอนิเมท 3



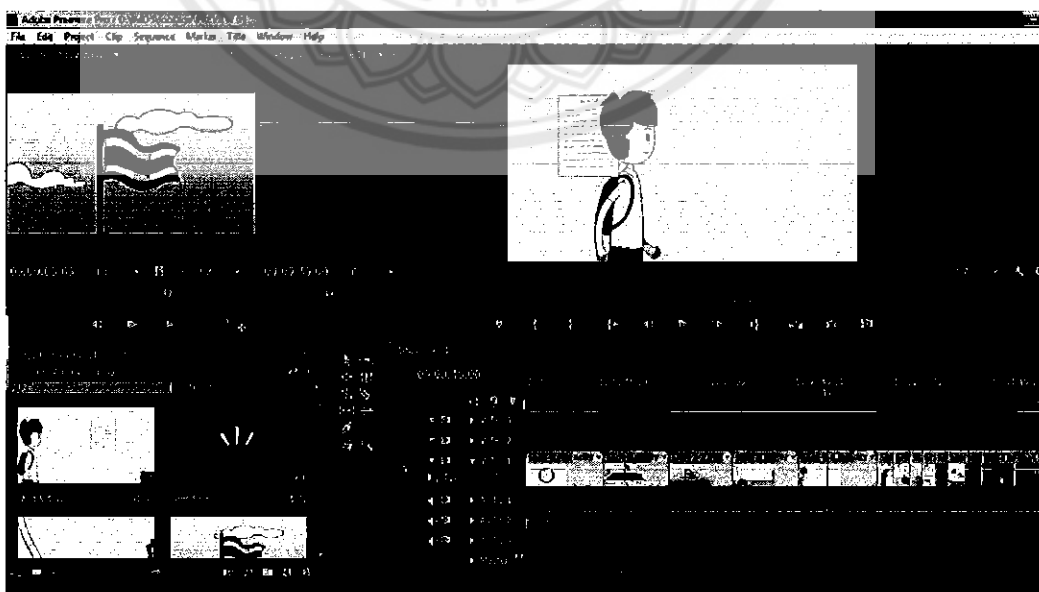
ภาพที่ 33 การแอนิเมท 4



ภาพที่ 34 การแอนิเมท 5

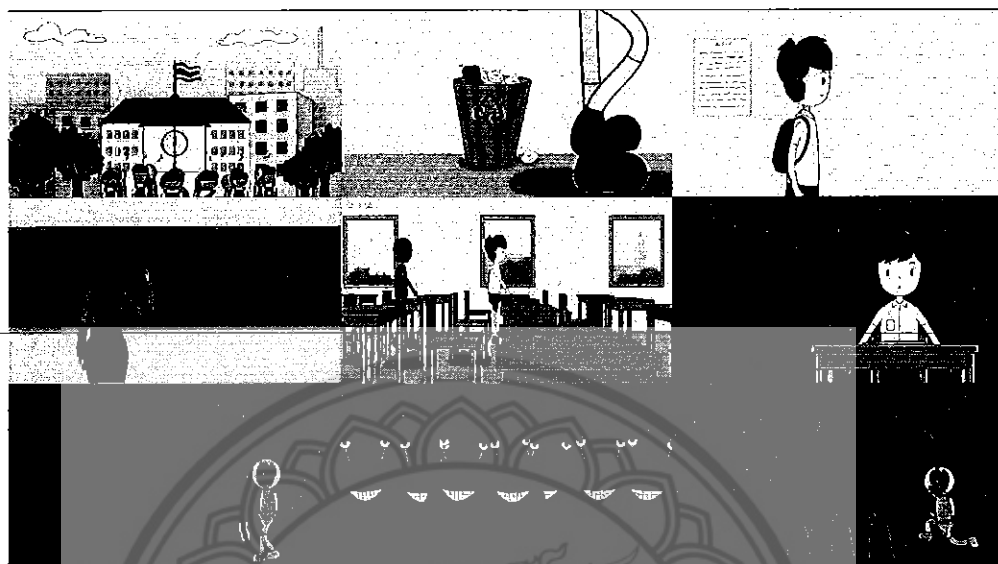
### 3. Post Production

เมื่อแอนิเมทครบทุก Shot แล้ว ต่อมาจึงนำ Footage ทั้งหมด มาตัดต่อ เพิ่มเสียงดนตรีประกอบ และ Sound Effect ในโปรแกรม Adobe Premiere Pro จะเป็นขั้นตอนที่ทำให้งานสมบูรณ์ ถือเป็นขั้นสุดท้ายสำหรับการออกแบบทำแอนิเมชัน



ภาพที่ 35 Footage Editing and Sounds Editing

### 3.1. Final



ภาพที่ 36 Final Animation

### 4.2.2.1. Poster



ภาพที่ 37 Poster

## บทที่ 5

### บทสรุป

#### สรุปผลการวิจัย

การออกแบบภาพยนตร์แอนิเมชัน สองมิติ เกี่ยวกับดาราศาสตร์ ผู้วิจัยจัดทำให้มีความน่าสนใจ ให้ความรู้ ความเพลิดเพลิน ตรงตามความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย นอกจากกลุ่มเป้าหมายแล้ว ผู้ที่สนใจท่านอื่นสามารถรับชมการสื่อสารเรื่องราวของแอนิเมชันได้เช่นกัน

การสร้างแอนิเมชันชิ้นหนึ่งเป็นงานที่ต้องใช้ระยะเวลามาก ทั้งในการศึกษากระบวนการผลิตและขั้นตอนการผลิต ผู้วิจัยต้องใช้จินตนาการ ความคิดสร้างสรรค์ ความฝักใฝ่ในการเรียนรู้และการฝึกฝน ทักษะในการทำงานแอนิเมชันอย่างมาก เพื่อที่จะสร้างสรรค์ชิ้นงานที่มีความสมบูรณ์ และแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในระหว่างการผลิตแอนิเมชัน ทำให้ช่วยพัฒนาทักษะในการทำแอนิเมชันสองมิติของผู้วิจัยเป็นอย่างมาก

#### อภิปรายผล

จากการวิจัยการออกแบบแอนิเมชันสองมิติ เกี่ยวกับดาราศาสตร์ เป็นที่พอใจแก่ผู้วิจัยอย่างยิ่ง ผู้วิจัยได้เห็นการพัฒนาทักษะของตนเอง และแอนิเมชันสองมิติ เกี่ยวกับดาราศาสตร์นี้ ยังเป็นที่น่าสนใจสำหรับกลุ่มเป้าหมาย รวมถึงผู้สนใจท่านอื่นๆ ซึ่งอยู่นอกเหนือจากกลุ่มเป้าหมายที่ตั้งไว้ในกลุ่มเป้าหมายหลัก คือ เด็กช่วงอายุ 13 – 18 ปี สามารถเข้าใจและรับรู้ได้ว่าแอนิเมชันเรื่องนี้ เป็นแอนิเมชันที่สื่อสารเรื่องราวเกี่ยวกับดาราศาสตร์

#### ข้อเสนอแนะ

1) ในการออกแบบแอนิเมชันสองมิติ การวางโครงเรื่องและการออกแบบควรคำนึงถึงกลุ่มเป้าหมายเป็นหลัก ว่ากลุ่มเป้าหมายนั้นๆ ต้องการอะไร การรับรู้สื่อที่มีความมีความเข้าใจยากหรือง่ายต่อสื่อแอนิเมชันเพียงใด

2) การทำงานควรวางแผนการทำงานให้ชัดเจน เพื่อลำดับขั้นตอนในการทำงานแอนิเมชันได้อย่างมีประสิทธิภาพถูกต้องตามขั้นตอน เพื่อเป็นการช่วยลดความผิดพลาดและระยะเวลาในการทำงานให้น้อยลง

3) ควรมีการศึกษาเทคนิคการทำแอนิเมชันต่างๆ ก่อนจะเริ่มทำงาน เพื่อลดระยะเวลาในการทำงานและความผิดพลาดที่จะเกิด

4) ในการทำงานควรแยกทุกอย่างออกเป็น Layer และ ตั้งชื่อ Layer ทุกครั้ง เพื่อความสะดวกและรวดเร็วในการแอนิเมท รวมถึงเก็บไฟล์งานให้เป็นระเบียบ

5) งานแอนิเมชันที่ไม่มีบทสนทนา การใช้เสียงดนตรีประกอบและ Sound Effect นั้น มีความสำคัญที่จะทำให้การสื่อสารของแอนิเมชันน่าสนใจยิ่งขึ้น



## บรรณานุกรม

ผศ.ไพเสริฐุ ธรรมมานุธรรม .(2528) . ดาราศาสตร์ทั่วไป .มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

วิเชียร ฝอยพิกุล .(2534) .ดาราศาสตร์และอวกาศ .สถาบันราชภัฏสุรินทร์.

ครูชัย .ประเภทแอนิเมชั่น สืบค้นเมื่อ .20 มีนาคม 2558, จาก <http://sites.google.com/site/ch888as/prapheth-khxng-xae-ni-me-chan>

ทวีศักดิ์ กาญจนสุวรรณ (2552). ความหมายของแอนิเมชั่น .สืบค้นเมื่อ 18 มีนาคม 2558 จาก ,<http://www.kanlayanee.ac.th/animation/web/animation.htm>

ธนวรรณ ชุมแวงวาปี .พัฒนาการวัยรุ่น (Adolescence Development) สืบค้นเมื่อ .18 มีนาคม 2558, จาก <https://www.gotoknow.org/posts/109896>.

ประวัติศาสตร์แอนิเมชั่น สืบค้นเมื่อ .18 มีนาคม 2558, จาก <http://webcache.googleusercontent.com/searchMq=cache:kRB87OTbud8J:www.mitmedia.com/uploadimage/d22d19c2-4d44-4ebb-9745-cc0aff70eb9d.pdf+&cd=4&hl=th&ct=clnk&gl=th>



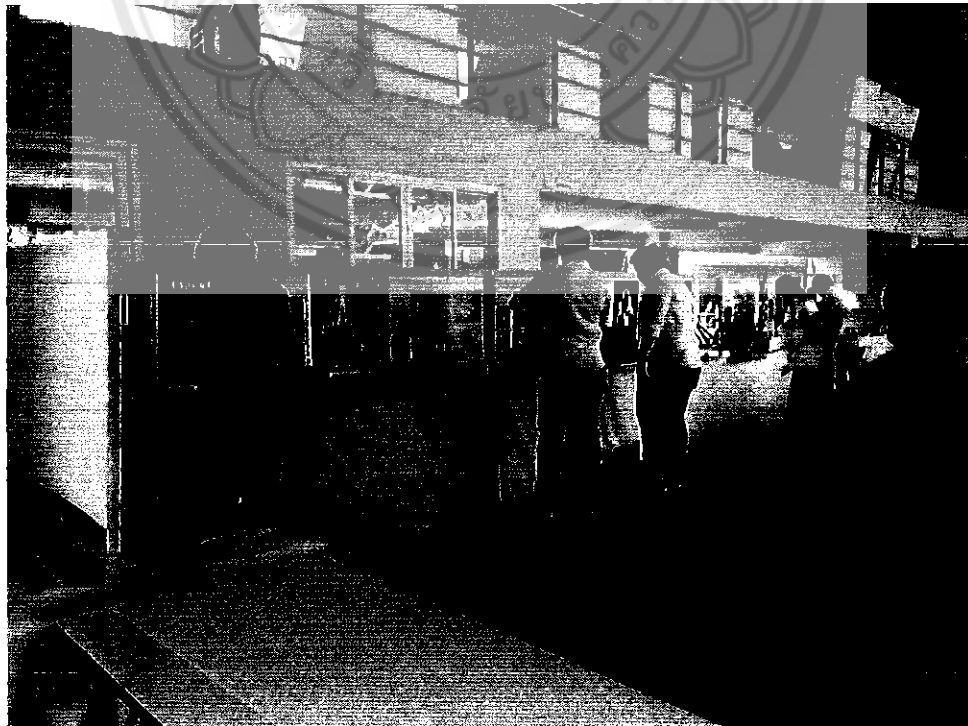




ภาพการจัดนิทรรศการแสดงผลงาน ณ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรัตนนคร  
วันที่ 25 เมษายน พ.ศ. 2560

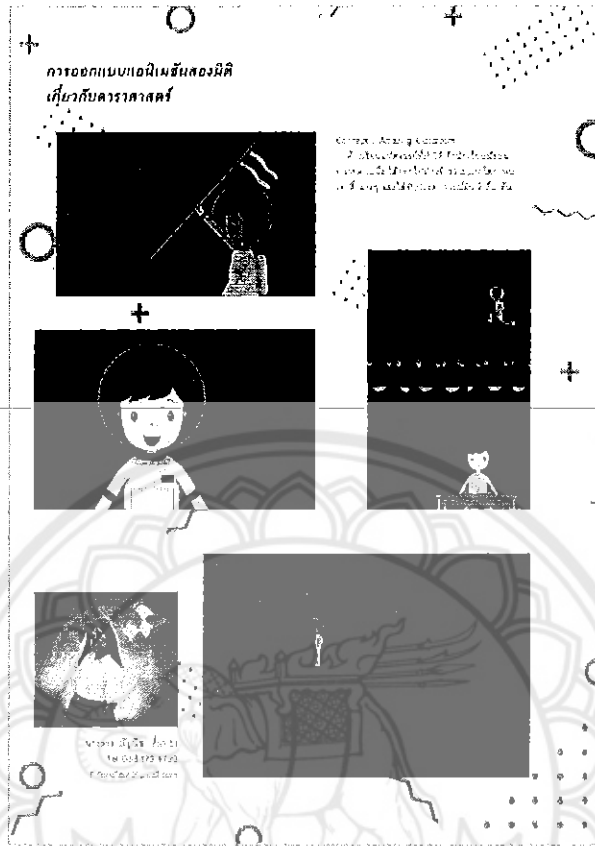


บูธจัดแสดงผลงาน



บรรยากาศการจัดแสดงผลงาน

# ภาพแสดงผลงานในหนังสือสูจิบัตร

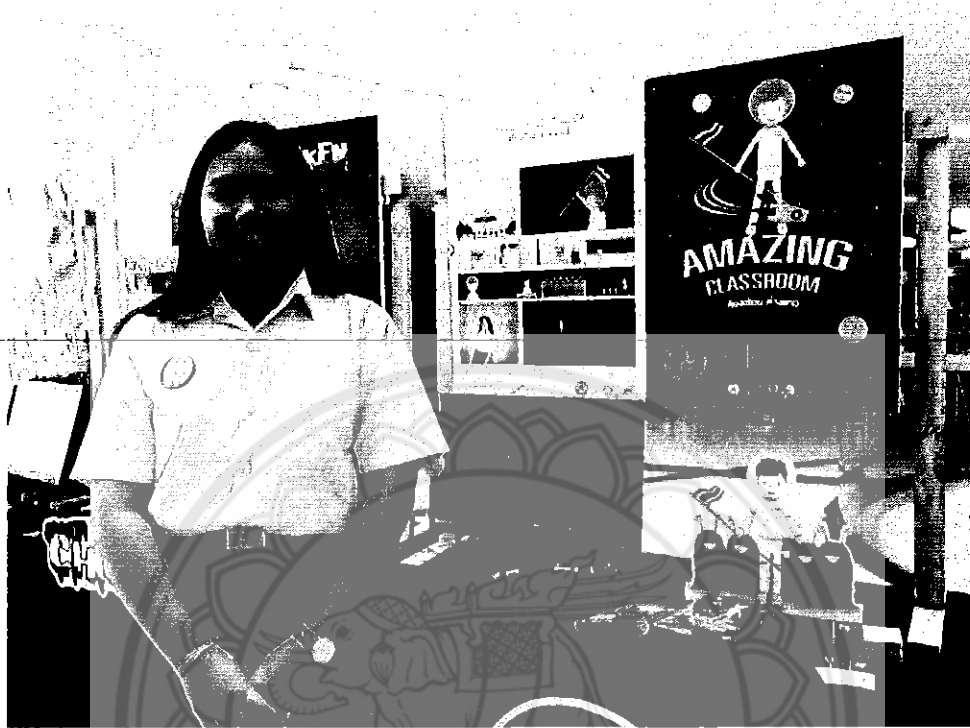


ภาพสูจิบัตร



เล่มสูจิบัตร

ภาพการจัดนิทรรศการแสดงผลงาน ณ หอศิลป์วัฒนธรรมแห่งกรุงเทพมหานคร  
วันที่ 16-21 พฤษภาคม พ.ศ. 2560



บูธจัดแสดงผลงาน



บรรยากาศบูธจัดแสดงผลงานและผู้เยี่ยมชม



บรรยากาศบูธจัดแสดงผลงานและผู้เยี่ยมชม