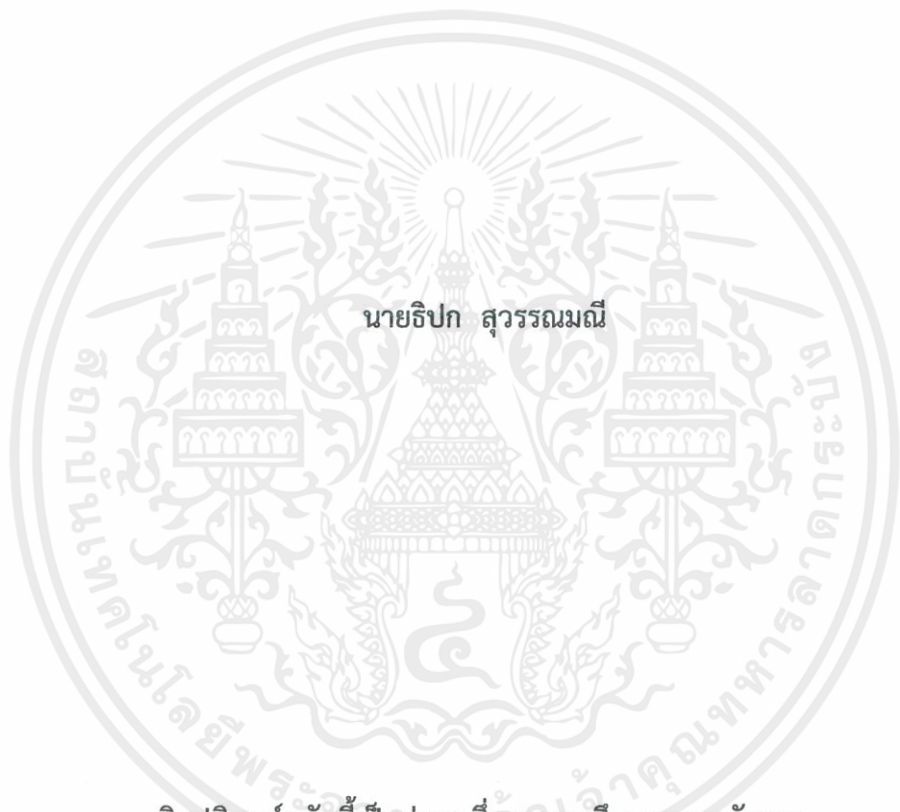


การออกแบบหนังสือทฤษฎีความน่าจะเป็นในชีวิตประจำวัน  
A BOOK OF PROBABILITY THEORY IN EVERYDAY LIFE



นายธิปก สุวรรณมณี

ศิลปนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ศิลปกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชานิตศศิลป์  
ภาควิชานิตศศิลป์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ใบอนุญาตศิลปนิพนธ์

การออกแบบหนังสือทฤษฎีความน่าจะเป็นในชีวิตประจำวัน  
A BOOK OF PROBABILITY THEORY IN EVERYDAY LIFE



นางสาวพรรณศรี ชูอารยะประทีป  
Miss PANNASRI CHUARAYAPRATIB

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
อนุมัติให้ศิลปนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศิลปกรรมศาสตร์บัณฑิต  
สาขาวิชาเนเทศศิลป์

อาจารย์ที่ปรึกษาศิลปนิพนธ์

*พรรณศรี ชูอารยะประทีป* วันที่ *12/6/2560*  
(อาจารย์พรรณศรี ชูอารยะประทีป)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อศิลปนิพนธ์ การออกแบบหนังสือทฤษฎีความน่าจะเป็นในชีวิตประจำวัน  
A BOOK OF PROBABILITY THEORY IN EVERYDAY LIFE  
ชื่อ นายธิปกร สุวรรณมณี  
สาขาวิชา นิเทศศิลป์  
ภาควิชา นิเทศศิลป์  
คณะ สถาปัตยกรรมศาสตร์  
ปีการศึกษา 2559  
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์พรรณศรี ชูอารยะประทีป

### บทคัดย่อ

โครงการนี้เป็นการศึกษา วิเคราะห์ และสรุปข้อมูลเกี่ยวกับทฤษฎีความน่าจะเป็นในชีวิตประจำวันเพื่อใช้ในการออกแบบกราฟิกสำหรับหนังสือเชิงทดลอง เพื่อให้กลุ่มเป้าหมายได้มีความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎีความน่าจะเป็นในชีวิตประจำวัน

ได้มีศึกษาการออกแบบหนังสือเชิงทดลอง เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบตามขอบเขตงานที่ตั้งเอาไว้ ได้แก่ หนังสือเชิงทดลองและสื่อสิ่งพิมพ์ขนาดเล็ก โดยการออกแบบได้สื่อสารข้อมูลและภาพประกอบให้สะท้อนถึงทฤษฎีความน่าจะเป็นในชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นที่มาหรือแรงบันดาลใจของการออกแบบ อีกทั้งได้ออกแบบส่วนต่างๆ ให้เป็นไปในทิศทางเดียวกัน ตามที่ได้ตั้งภาพลักษณ์ของหนังสือเอาไว้

## กิตติกรรมประกาศ

ขอบคุณครูทุกท่านที่ให้คำแนะนำดีๆ เสมอ โดยเฉพาะครูแดง ที่ปรึกษาโครงการที่แสนใจดี ที่คอยให้คำแนะนำและกำลังใจดีๆ รวมถึงเป็นที่ปรึกษาในหลายๆ เรื่อง

ขอบคุณพ่อแม่สำหรับทุนในการทำศิลปนิพนธ์

ขอบคุณน้องสาวที่พยายามเข้าใจในหลายเรื่องที่เกิดขึ้น

ขอบคุณไข่มุกที่คอยเป็นที่ปรึกษาในทุกๆ เรื่อง

ขอบคุณ Tnop Design ที่คอยสอนหลายๆ เรื่องในตอนช่วงเวลาฝึกงาน

ขอบคุณความผิดพลาดหลายๆ อย่างที่เกิดขึ้น แล้วก็ต้องผ่านมาให้ได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและตั้งอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ.....	ก
กิตติกรรมประกาศ.....	ข
สารบัญ.....	ค
สารบัญภาพ.....	จ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาของโครงการ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ.....	1
1.4 แนวทางการบรรลุเป้าหมาย.....	1-2
2 ทฤษฎีความน่าจะเป็น.....	3
2.1 ทฤษฎีความน่าจะเป็น.....	3-1
2.2 ขนบบังคับแบบหล่นพื้นหน้าว่าเสมอจริงหรือ.....	11-13
2.3 แนวตักจากตึกสูงก็ชั้นถึงจะตาย.....	14-19
2.4 โคมโสม.....	19-2
2.5 ลายนิ้วมือ.....	24-25
2.6 โรคติดต่อ.....	25-26
2.7 พี่น้องตระกูลไรต์.....	27-29
3 การออกแบบหนังสือเชิงทดลอง.....	30
3.1 ความหมายของหนังสือเชิงทดลอง.....	30
3.2 องค์ประกอบของหนังสือเชิงทดลอง.....	30
3.3 การสร้างหนังสือเชิงทดลอง.....	30-31
3.4 หนังสือเชิงทดลอง.....	31
3.5 กรณีศึกษาการออกแบบหนังสือเชิงทดลองที่เคยมีมา.....	31-33
4 การวิเคราะห์และสรุปข้อมูลเบื้องต้น.....	34
4.1 หนังสือทฤษฎีความน่าจะเป็นในชีวิตประจำวัน uncertainty.....	34
4.2 ลักษณะเด่น แรงบันดาลใจในการออกแบบ.....	34
4.3 กลุ่มเป้าหมาย.....	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	หน้า
4.4 แนวคิดในการออกแบบหนังสือ.....	34
บทที่	
5 การออกแบบ.....	35
5.1 แนวทางการออกแบบ.....	35
5.2 แบบร่างสัญลักษณ์และกราฟิกประกอบ.....	35-48
5.3 สรุบบนร่าง.....	35-48
6 ผลงานสำเร็จ.....	49
6.1 สัญลักษณ์ของแบรนด์.....	49-66
7 บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....	67
7.1 บทสรุป.....	67
7.2 ปัญหาและข้อจำกัดในการศึกษา.....	67
7.3 ข้อเสนอแนะ.....	67-68
7.4 ประโยชน์ที่ได้รับ.....	68
บรรณานุกรม.....	69
ประวัติผู้วิจัย.....	69

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 Intersection.....	5
2.2 Complement.....	5
2.3 Mutually Exclusive.....	5
2.4 ตัวอย่างการ Counting Theory.....	6
2.5 การคำนวณ Intersection ของ 2 เหตุการณ์.....	7
2.6 การคำนวณ Intersection ของ 2 เหตุการณ์.....	8
2.7 ตัวอย่างการ condition.....	9
2.8 โลโก้ของการแข่งขัน Tumbling Toast Test จัดโดยหนังสือพิมพ์ The sum และ บริษัทผลิตเนย Lurpak.....	12
2.9 ตารางการคำนวณการคว่ำ หงายของขนมปังเมื่อตกจากที่สูง.....	13
2.10 ตารางการคำนวณแนวตักจากตักสูงที่ขึ้นถึงจะตาย 1.....	14
2.12 ตารางการคำนวณแนวตักจากตักสูงที่ขึ้นถึงจะตาย 2.....	16
2.13 ภาพจำลองการกลับตัวของแมวเมื่อตกจากที่สูง.....	17
2.14 ภาพจำลองโคโมโซม.....	19
2.15 ภาพจำลองลายนิ้วมือของมนุษย์แบบต่างๆ.....	20
2.16 ภาพเชื้อไข่ทรพิษจากกล้องจุลทรรศน์.....	25
2.17 ภาพเชื้อโปลิโอจากกล้องจุลทรรศน์.....	25
2.18 ภาพเชื้อคอตีบจากกล้องจุลทรรศน์.....	25
2.19 ฟีน้องไรต์.....	27
2.20 การทดสอบการบินครั้งแรก.....	29
3.1 The Comet.....	31
3.2 amra.....	32
3.3 Shangri L'Affaires.....	32
3.4 The biggest.....	33
3.5 Australian Science-Fiction Review.....	33
5.1 การเก็บข้อมูล รวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูลครั้งที่ 1.....	35
5.2 การเก็บข้อมูล รวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูลครั้งที่ 1.....	36
5.3 การเก็บข้อมูล รวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูลครั้งที่ 1.....	36
5.4 การสร้างเนื้อหาและการลำดับข้อมูลครั้งที่ 1.....	37
5.5 การสร้างเนื้อหาและการลำดับข้อมูลครั้งที่ 1.....	37
5.6 การสร้างเนื้อหาและการลำดับข้อมูลครั้งที่ 2.....	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่	หน้า
5.7 การสร้างเนื้อหาและการลำดับข้อมูลครั้งที่ 3.....	38
5.8 การสร้างเนื้อหาและการลำดับข้อมูลครั้งที่ 4 ครั้งสุดท้าย.....	39
5.9 การสร้างแบบ logo ครั้งที่ 1.....	39
5.10 การสร้างแบบ logo ครั้งที่ 2.....	40
5.11 การสร้างแบบ logo ครั้งที่ 3.....	40
5.12 การสร้างแบบ logo ครั้งที่ 4.....	41
5.13 การสร้างแบบตัวอักษรจาก logo ครั้งที่ 1.....	41
5.14 การสร้างแบบตัวอักษรจาก logo ครั้งที่ 2.....	42
5.15 การสร้างแบบตัวอักษรจาก logo ครั้งที่ 3.....	42
5.16 การสร้างแบบตัวอักษรจาก logo ครั้งที่ 3.....	43
5.17 การสร้างแบบร่างภาพถ่าย ครั้งที่ 1.....	44
5.18 การสร้างแบบร่างภาพถ่าย ครั้งที่ 1.....	44
5.19 การสร้างแบบร่างภาพถ่าย ครั้งที่ 1.....	45
5.20 การสร้างแบบร่างภาพถ่าย ครั้งที่ 1.....	45
5.21 การสร้างแบบร่างภาพถ่าย ครั้งที่ 1.....	46
5.22 การสร้างแบบร่างภาพถ่าย ครั้งที่ 1.....	46
5.23 การสร้างแบบร่างภาพถ่าย ครั้งที่ 1.....	47
5.24 การถ่ายภาพเพื่อประกอบข้อมูล ครั้งที่ 1.....	47
5.25 การถ่ายภาพเพื่อประกอบข้อมูล ครั้งที่ 1.....	48
6.1 Logo.....	49
6.2 ตัวอักษรพิมพ์เล็กภาษาอังกฤษ.....	50
6.3 layout inside cover .....	51
6.4 layout page 2.....	51
6.5 layout page 3.....	52
6.6 layout page 4.....	52
6.7 layout page 4.1.....	53
6.8 layout page 4.1.1.....	53
6.9 layout page 5-6.....	54
6.10 layout page 7.....	54
6.11 layout page 8.....	55
6.12 layout page 7.2.....	55
6.13 layout page 7.3.....	56
6.14 layout page 9-10.....	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและดัดแปลงอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่	หน้า
6.15 layout page 9.1.....	57
6.16 layout page 9.1.1.....	57
6.17 layout page 11-12.....	58
6.18 layout page 11.1.....	58
6.19 layout page 11.1.2.....	59
6.20 layout page 13.....	59
6.21 layout page 14.....	60
6.22 layout page 15.....	60
6.23 layout page 16.....	61
6.24 layout page 17.....	61
6.25 layout page 18.....	62
6.26 layout page 19.....	62
6.27 layout page 20.....	63
6.28 layout page 20.1.....	63
6.29 layout page 20.2.....	64
6.30 layout page 20.3.....	64
6.31 layout page 20.4.....	65
6.32 layout page 20.5.....	65
6.33 layout page 20.6.....	66
6.34 layout page 20.7.....	66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### ทฤษฎีความน่าจะเป็น

#### 1.1 ทฤษฎีความน่าจะเป็น

ทฤษฎีความน่าจะเป็น คือการศึกษาความน่าจะเป็นแบบคณิตศาสตร์นักคณิตศาสตร์จะมองความน่าจะเป็นว่าเป็นตัวเลขระหว่างศูนย์กับหนึ่ง ที่กำหนดให้กับ “เหตุการณ์” (ความน่าจะเป็นที่เท่ากับ 0 ก็คือไม่มีโอกาสที่เหตุการณ์นั้นจะเกิดขึ้น แต่ถ้าความน่าจะเป็นเท่ากับ 1 แสดงว่าเหตุการณ์เหล่านั้นเกิดขึ้นได้อย่างแน่นอน) ที่เกิดขึ้นแบบสุ่ม ความน่าจะเป็น  $P(E)$  ถูกกำหนดให้กับเหตุการณ์  $E$  ตามสัจพจน์ของความน่าจะเป็นความน่าจะเป็นที่เหตุการณ์  $E$  จะเกิดขึ้น เมื่อกำหนดให้อีกเหตุการณ์  $F$  เกิดขึ้น เรียกว่าความน่าจะเป็นมีเงื่อนไข ของ  $E$  เมื่อให้  $F$  โดยค่าความน่าจะเป็นคือ (เมื่อ  $P(F)$  ไม่เป็นศูนย์) ถ้าความน่าจะเป็นมีเงื่อนไขของ  $E$  เมื่อให้  $F$  มีค่าเช่นเดียวกับความน่าจะเป็น (แบบไม่มีเงื่อนไข) ของ  $E$  เราจะกล่าวว่าเหตุการณ์  $E$  และ  $F$  เป็นเหตุการณ์ที่เป็นอิสระต่อกันเชิงสถิติ เราจะสังเกตได้ว่าความสัมพันธ์นี้เป็นความสัมพันธ์สมมาตร ทั้งนี้เนื่องจากการเป็นอิสระต่อกันนี้เขียนแทนได้เป็น แนวคิดหลักของทฤษฎีความน่าจะเป็นคือตัวแปรสุ่มและการแจกแจงความน่าจะเป็น โปรดดูบทความหลักสำหรับข้อมูลเพิ่มเติม ทฤษฎีความน่าจะเป็นมีหลายแนวคิด แนวคิดหนึ่งที่มีความนิยมมากในสาขาปัญญาประดิษฐ์ และเศรษฐศาสตร์คือ ทฤษฎีความน่าจะเป็นแบบเบย์

ในทางคณิตศาสตร์ เราหา “ค่าของความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ซึ่ง ไม่ทราบแน่ชัดว่าจะเกิดหรือไม่” ได้โดยพิจารณา “น้ำหนัก” ที่เหตุการณ์นั้นๆ จะเกิด ถ้ากำหนดให้น้ำหนักของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นไม่ได้มีค่าเป็น 0 น้ำหนัก ของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นนั้นมีค่าเป็น 1 และน้ำหนักของเหตุการณ์ใด ๆ ที่อาจ เกิดขึ้นมีค่าเป็นจำนวนเลขที่อยู่ระหว่าง 0 กับ 1 เราจะมีตัวเลขมากมายนับ ไม่ถ้วน แสดงค่าของน้ำหนัก หรือโอกาสที่เหตุการณ์ต่าง ๆ จะเกิดขึ้นได้ และเรียกค่าของน้ำหนักนี้ว่า “ค่าของความน่าจะเป็น” พิจารณาการโยนเหรียญบาทหนึ่งเหรียญ ถ้าเหรียญนั้นไม่ได้มีการถ่วง ให้นำได้ง่ายกว่าหน้าอื่นก็เชื่อว่า “น้ำหนัก” ของการที่เหรียญจะ หายหน้าใดหน้าหนึ่งย่อมเท่ากัน ผลที่เป็นไปได้ทั้งหมดมี 2 อย่าง คือเหรียญหงายหัวหรือเหรียญ หายก้อยซึ่งอาจเกิดอย่างใดอย่างหนึ่งได้เท่าๆ กัน โอกาสที่เหรียญจะหงายหัว=โอกาสที่เหรียญจะหายก้อย

$$\text{โอกาสที่เหรียญจะหงายหัว} = 1/2$$

$$\text{โอกาสที่เหรียญจะหายก้อย} = 1/2$$

เรากล่าวว่า ความน่าจะเป็นที่เหรียญหงายหัวมีค่า  $1/2$

และความน่าจะเป็นที่เหรียญหายก้อยมีค่า  $1/2$

ในการทอดลูกเต๋าลูกหนึ่ง เมื่อลูกเต๋านั้น ๆ มีหน้าใหญ่เท่า ๆ กัน และไม่มีกรถ่วงให้หน้าใด

หาง่ายกว่าหน้าอื่น ก็เชื่อได้ว่า “น้ำหนัก” ของการที่ลูกเต๋าจะหงายหน้าใดหน้าหนึ่งย่อมเท่ากัน ผลที่ลูกเต๋าคือขึ้นหน้าต่าง ๆ ทั้งหมดมี 6 อย่าง คือ อาจขึ้นหน้า หนึ่ง สอง สาม สี่ ห้า หรือ หก ด้วยความน่าจะเป็นเท่า ๆ กัน คือ  $1/6$  พิจารณาการโยนเหรียญบาทหนึ่งเหรียญ และเหรียญห้าบาทหนึ่งเหรียญ พร้อม ๆ กัน เหรียญย่อมหงายได้ 4 อย่าง

ความน่าจะเป็นที่เหรียญใดจะหงายหัวหรือก้อยมีเท่า ๆ กัน คือ  $1/2$  สำหรับ แต่ละเหรียญ เราใช้ทฤษฎีของความน่าจะเป็นคำนวณค่าของความน่าจะเป็น ได้ดังนี้

ความน่าจะเป็นที่เหรียญทั้งสองจะหงายหัว =  $1/4$

ความน่าจะเป็นที่เหรียญทั้งสองจะหงายก้อย =  $1/4$

ความน่าจะเป็นที่เหรียญหนึ่งหงายหัวกับอีก

เหรียญหนึ่งหงายก้อย =  $1/2$

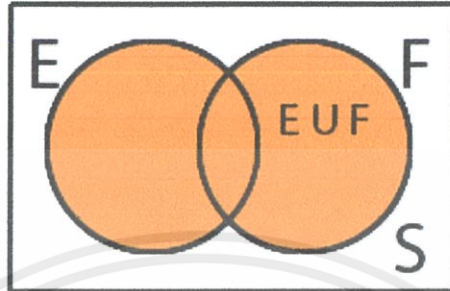
นอกจากเรื่องโยนลูกเต๋า โยนเหรียญ จับสลาก แจกไฟแล้ว ยังมีเรื่องอื่น ๆ อีกมาก ที่มีผลการเกิดซึ่งบอกล่วงหน้าไม่ได้ว่าจะให้ผลอย่างไร ทางคณิตศาสตร์จึงต้องใช้สัญลักษณ์มาช่วยจำลองเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นเฉพาะเรื่องและอาศัยกฎเกณฑ์ของคณิตศาสตร์ในแขนงอื่น ๆ ทำให้ เกิดทฤษฎีต่าง ๆ ที่สามารถนำไปหาค่าความน่าจะเป็นของเรื่องที่เกี่ยวข้อง กับความไม่แน่นอนทั้งหลายได้ และสามารถใช้ค่าเหล่านี้คำนวณหาค่าอื่น ๆ ที่จะเป็นประโยชน์ในการนำไปใช้ประกอบการตัดสินใจ เช่น ใช้ค่าของความน่าจะเป็นที่จะมีลูกค้าเข้ามาซื้อของในร้าน เพื่อหาว่าโดยเฉลี่ยจะมีลูกค้าเข้ามาซื้อของกี่คนนักคณิตศาสตร์ชาวฝรั่งเศส เป็นผู้ให้กำเนิดเรื่องของความน่าจะเป็น เมื่อประมาณ 300 ปีมาแล้วแต่เพิ่งจะได้มีการศึกษาโดยละเอียดและนำไปใช้เมื่อประมาณ 40 ปีมานี้เอง ปัจจุบัน เรื่องราวของความน่าจะเป็น มีความสำคัญอย่างมาก การค้นคว้า การวิจัย และการปฏิบัติงานใด ๆ ที่ เกี่ยวข้องกับการคาดคะเน จะต้องอาศัยเรื่องของความน่าจะเป็นทั้งสิ้น

Trial = การทดลอง หรือ การสังเกตการณ์ ซึ่งมักจะเป็นเหตุการณ์ที่เราไม่รู้แน่ชัดถึงผลลัพธ์ เช่น Trial คือการโยนเหรียญ การทอยลูกเต๋า การการดิ่งไฟ เป็นต้น ซึ่งความน่าจะเป็นนั้นจะให้ความสนใจถึงผลลัพธ์ของ Trial นั้นๆ

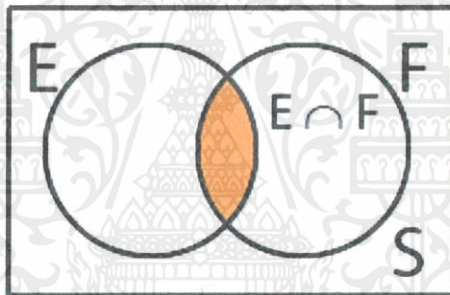
Sample Space (S) = ผลลัพธ์ทั้งหมดที่เป็นไปได้ของ Trail เช่น ถ้า Trial เป็นการโยนเหรียญ 1 ครั้ง  $S = \{h, t\}$  นั่นคือหน้าของเหรียญที่เป็นไปได้ 2 แบบ h=หัว, t= ก้อย หรือถ้า Trail เป็นการโยนเหรียญ 2 ครั้ง  $S = \{(h, h), (h, t), (t, h), (t, t)\}$  ซึ่งจะมีทั้งหมด 4 แบบ

Events (E) = เหตุการณ์ใน Sample Space ที่เราสนใจ เช่น เหตุการณ์ที่เหรียญออกหัวอย่างน้อย 1 ครั้ง ในการเล่นเหรียญ 2 ครั้ง คือ  $E = \{(h, h), (h, t), (t, h)\}$  ซึ่งเป็นไปได้ 3 แบบ

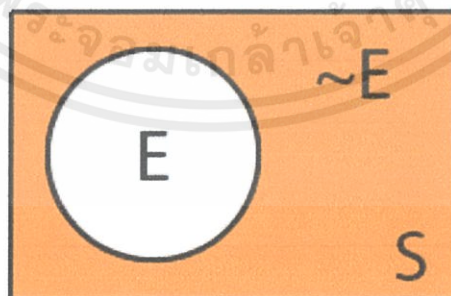
Union = การรวมเหตุการณ์หลายๆ อันเข้าด้วยกัน เช่น  $E \cup F$  คือ เหตุการณ์ E หรือ F หรือ ทั้ง 2 อย่างเกิดขึ้น



ภาพที่ 2.1 Intersection = เหตุการณ์ที่ซ้ำกัน  $E \cap F$  คือ เหตุการณ์ที่ต้องเกิดทั้งเหตุการณ์ E และ F



ภาพที่ 2.2 Complement =  $\sim E$  คือ เหตุการณ์ที่ไม่ใช่เหตุการณ์ E



ภาพที่ 2.3 Mutually Exclusive หมายถึง เหตุการณ์ ทั้งสองไม่มีทางเกิดพร้อมกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Independence คือ ผลลัพธ์ของเหตุการณ์หนึ่งไม่มีความเกี่ยวข้องกับอีกเหตุการณ์หนึ่ง (ไม่สามารถทำนายผลลัพธ์ของเหตุการณ์หนึ่งจากอีกอันหนึ่งได้)

Counting Theory กฎการนับ การที่จะคำนวณความน่าจะเป็นได้ เราจะต้องนับ Event และ Sample Space ให้ถูกต้องเสียก่อน ซึ่งมีวิธีช่วยในการนับดังนี้ครับ

กฎพื้นฐาน คือ ถ้าทำงานอย่างหนึ่งให้เสร็จ ประกอบด้วย  $k$  ขั้นตอน

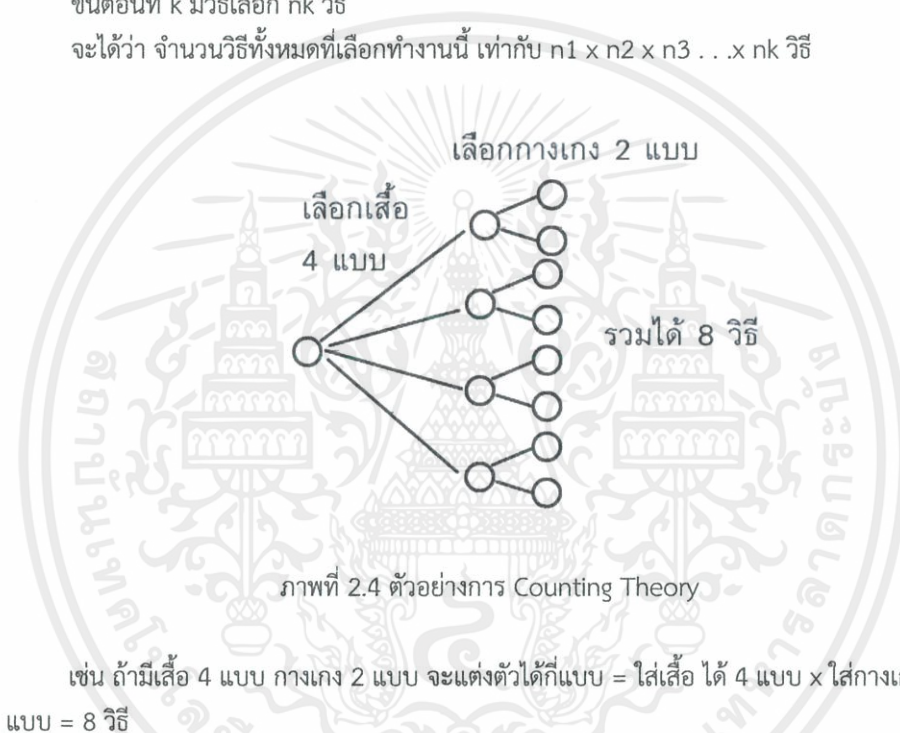
ขั้นตอนที่ 1 มีวิธีเลือก  $n_1$  วิธี

ขั้นตอนที่ 2 มีวิธีเลือก  $n_2$  วิธี

...

ขั้นตอนที่  $k$  มีวิธีเลือก  $n_k$  วิธี

จะได้ว่า จำนวนวิธีทั้งหมดที่เลือกทำงานนี้ เท่ากับ  $n_1 \times n_2 \times n_3 \dots \times n_k$  วิธี



ภาพที่ 2.4 ตัวอย่างการ Counting Theory

เช่น ถ้ามีเส้น 4 แบบ กางเกง 2 แบบ จะแต่งตัวได้กี่แบบ = ใส่เส้น ได้ 4 แบบ  $\times$  ใส่กางเกงได้ 2 แบบ = 8 วิธี

Permutation คือ วิธีทั้งหมดในการจัดเรียงสมาชิกในเซต โดยที่ลำดับมีความสำคัญ เช่น ในเซตมี  $(a, b, c)$  เราสามารถจับมาเรียงได้ทั้งหมดโดยไม่ซ้ำกันได้ดังนี้  $(a, b, c), (a, c, b), (b, a, c), (b, c, a), (c, a, b), (c, b, a) = 6$  แบบซึ่งเราจะใช้ Factorial ในการคำนวณโดยที่  $n!$  อ่านว่า “ $n$  แฟคตอเรียล” หมายถึง เอาตัวมันเองคูณด้วยตัวมันเองลบ 1 ไปเรื่อยๆ จนถึง 1 เช่น  $3! = 3 \times 2 \times 1 = 6$  แบบ เป็นต้นการที่มีของอยู่  $n$  สิ่ง แต่เลือกมาจัดเรียงแค่  $k$  สิ่ง เราจะได้ว่า มี Permutation ทั้งหมด  $= nPk = n! / (n-k)!$  แบบเช่น มีของกิน 5 อย่าง เลือกกิน 2 อย่าง จะเลือกได้กี่แบบ โดยที่ลำดับมีความสำคัญ

จะได้ว่า  $5P2 = 5! / (5-2)! = 5! / 3! = 5 \times 4 = 20$  แบบ

ถ้ามองด้วยกฎการนับ ตอนแรกมีของ 5 อย่างให้เลือก คือ 5วิธี เมื่อเลือกไปแล้ว 1 อย่าง ทำให้

เหลือให้เลือกในขั้นตอนต่อไปเพียง 4 วิธี ทำให้เป็น  $5 \times 4 = 20$  แบบ นั่นเอง

Combination นั้นจะเหมือนกับ Permutation แต่ว่าการเรียงลำดับไม่มีความหมาย ดังนั้นจำนวนวิธีในการจัดเรียงจึงต้องน้อยกว่า Permutation นั่นเอง ทำให้ต้องการ Permutation ทั้งด้วย  $k!$  จึงได้ว่า  $nCk = nPk / k! = n! / (n-k)!k!$  นั่นเองเช่น ถ้าในตัวอย่างที่แล้วลำดับไม่สำคัญ เราจะได้ว่า  $5C2 = 5!/(5-2)!2! = 10$  แบบ

Probability คือ ความน่าจะเป็นที่สิ่งที่เราสนใจจะเกิดขึ้น คำนวณได้จากความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ E ซึ่งเขียนได้ว่า  $P(E) = \text{จำนวน Event E} / \text{จำนวน Sample Space} = E/S$  มีค่าตั้งแต่ 0 (ไม่มีทางเกิดขึ้น) ถึง 1 (เกิดขึ้นแน่นอน) หรือจะเป็น 0% – 100% ก็ได้ (เพราะ % คือหาร 100)

$P(E) = 0.4$  แปลว่า ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ E คือ 40%

$P(E) + P(\sim E) = P(S) = 1$  เสมอ

Conditional Probability บ่อยครั้งที่เราต้องการจะรู้ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์หนึ่ง เมื่ออีกเหตุการณ์หนึ่งได้เกิดขึ้น เราจะเขียนว่า  $P(E|F)$  อ่านว่า “Probability of E given F” คือ ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ E เมื่อเหตุการณ์ F ได้เกิดขึ้นแล้วแต่ถ้า ถ้าหาก E และ F มีความไม่ขึ้นต่อกัน (independent) เราจะได้ว่า  $P(E|F) = P(E)$  ซึ่งตีความได้ว่า ไม่ว่า F จะเกิดขึ้น ความน่าจะเป็นของ  $P(E)$  ก็ยังเหมือนเดิมนั่นเอง

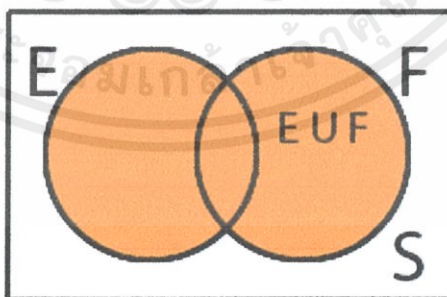
การคำนวณ Union ของ 2 เหตุการณ์

กรณี Mutually Exclusive :  $P(E \cup F) = P(E) + P(F)$

กรณี Not Mutually Exclusive :  $P(E \cup F) = P(E) + P(F) - P(E \cap F)$

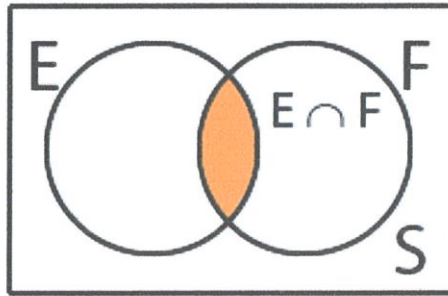
เพราะ E และ F มีส่วนซ้ำกัน ทำให้เรานับเบิ้ล น้องเอาส่วนที่ซ้ำกันออกไป 1 ที นั่นเอง

ซึ่งจะเห็นว่า ถ้าเป็น Mutually Exclusive แล้ว  $P(E \cap F)$  จะเท่ากับ 0 ทำให้ได้สูตรข้างบน



ภาพที่ 2.5 การคำนวณ Intersection ของ 2 เหตุการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.6 การคำนวณ Intersection ของ 2 เหตุการณ์

กรณี Independent :  $P(E \cap F) = P(E) \times P(F)$

เช่น หากความน่าจะเป็นของการโยนเหรียญ 2 ครั้งแล้วออกหัวทั้ง 2 ครั้ง จะได้ว่า

$P(E) =$  ความน่าจะเป็นของการโยนเหรียญครั้งแรกแล้วออกหัว  $= 0.5$

$P(F) =$  ความน่าจะเป็นของการโยนเหรียญครั้งที่สองแล้วออกหัว  $= 0.5$

$P(E \cap F) =$  ความน่าจะเป็นที่ครั้งแรกและครั้งที่สองออกหัว  $= P(E) \times P(F) = 0.5 \times 0.5$   
 $= 0.25$

กรณี Nonindependent :  $P(E \cap F) = P(E) \times P(F|E)$  หรือ  $= P(F \cap E) = P(F) \times P(E|F)$

เพราะสลับที่กันได้ เช่น หากความน่าจะเป็นที่จะจั่วไพ่ได้สีดำ 2 ครั้งติดกัน ถ้าไม่ได้ไพ่ดำครั้งแรกมีผลต่อครั้งที่สองแน่นอน) จะได้ว่า

$P(E) =$  ความน่าจะเป็นของการจั่วไพ่ครั้งแรกได้สีดำ  $= 26/52 = 0.5$  (มีไพ่ดำ 26 ใบ จากไฟ 52 ใบ)

$P(F|E) =$  ความน่าจะเป็นของการจั่วไพ่ครั้งที่สองได้สีดำ หลังจากจั่วไพ่ครั้งแรกได้สีดำ  $= 25/51 = 0.49$  (เหลือไพ่ดำ 25 ใบ จากไฟ 51 ใบ เพราะดึงไพ่ดำไปแล้วใบหนึ่ง)

$P(E \cap F) =$  ความน่าจะเป็นที่จะจั่วไพ่ได้สีดำ 2 ครั้งติดกัน  $= P(E) \times P(F) = 0.5 \times 0.49 = 0.245$

Bayes's Theorem

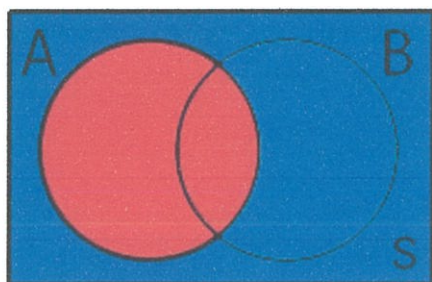
เป็นทฤษฎีที่ใช้คำนวณหา Conditional Probability โดยที่

$$P(A | B) = P(A \cap B) / P(B)$$

ซึ่ง  $P(A \cap B) = P(A) * P(B|A)$

$$\text{และ } P(B) = P(A \cap B) + P(\sim A \cap B) = P(A) * P(B|A) + P(\sim A) * P(B|\sim A)$$

ลองพิจารณาจาก Venn Diagrams จะเข้าใจง่ายมาก ว่าทำไม  $P(A | B) = P(A \cap B) / P(B)$



S ตอนแรก = สีเหลี่ยม  
E แรก = วง A  
 $P(A) = A / S$



S ตอนหลัง = วงกลม B  
E หลัง = ส่วน  $A \cap B$   
 $P(A|B) = (A \cap B) / B$

ภาพที่ 2.7 ตัวอย่างการ condition

ซึ่งจะทำให้รู้ได้อีกว่า  $P(A \cap B) = P(A | B) * P(B)$  และเมื่อ  $P(A \cap B) = P(B \cap A)$   
ทำให้ได้ว่า  $P(A | B) * P(B) = P(B | A) * P(A)$  ไปด้วยนั่นเองครับ  
นั่นคือ  $P(A | B) = P(B | A) * P(A) / P(B)$

ตัวอย่างเรื่องความน่าจะเป็น

ในตัวอย่างหลายๆ อันในนี้จะมีการพูดถึงไพ่ โดยไพมาตรฐานจะมีลักษณะดังนี้ (คนที่เขียนไพ่คงรู้อยู่แล้ว )

ไพ่ 1 สำรับมี 52 ใบ

ประกอบด้วย 4 ชุด คือ ข้าวหลามตัด (diamonds), โพธิ์แดง (hearts), ดอกจิก (clubs), โพธิ์ดำ (spades) โดยที่ 2 ชุดแรกสีแดง, 2 ชุดหลังสีดำ  
แต่ละชุดมีไพ่ 13 ใบ คือ เลข 2-10, และอีก 3 หน้า แจค (jack), แหม่ม (queen), คิง (king)  
การคำนวณเรื่องความน่าจะเป็นมีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนด trail/experiment
2. นิยาม sample space
3. นิยาม event
4. หาคความน่าจะเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Certain (100)

สถานการณ์หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่สามารถเกิดขึ้นในอนาคตได้แน่นอน มีโอกาสเป็นไปได้อย่างแน่นอน

## Chance (50 / 50)

สถานการณ์หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่สามารถเกิดขึ้นในอนาคตมีความไม่แน่นอน อาจเกิดขึ้นหรือไม่เกิดขึ้นก็ได้

## Impossible (0)

สถานการณ์หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ไม่สามารถเกิดขึ้นในอนาคตแน่นอน ไม่มีโอกาสเกิดขึ้นอย่างแน่นอนเป็นไปได้

## unlikely (0.01 – 49.99)

สถานการณ์หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่สามารถเกิดขึ้นในอนาคต มีโอกาสน้อยกว่าเหตุการณ์อื่น เหตุการณ์หนึ่ง อาจเกิดขึ้นหรือไม่เกิดขึ้นก็ได้

## likely ( 50.01 – 99.99)

สถานการณ์หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่สามารถเกิดขึ้นในอนาคต มีโอกาสมากกว่าเหตุการณ์อื่น เหตุการณ์หนึ่ง อาจเกิดขึ้นหรือไม่เกิดขึ้นก็ได้

## MIRACLE

ปาฏิหาริย์ หรือ อัจฉริยะ คือ สิ่งที่ไม่ธรรมดา ปกติจะไม่เกิดขึ้นหรือพบเห็นได้เป็นประจำ เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริง ทั้ง ๆ ที่ไม่ควรจะเกิดเป็นอย่างยิ่ง ไม่สามารถอธิบายได้ด้วยผลทางวิทยาศาสตร์ สถิติปัญญาของมนุษย์ไม่อาจเข้าใจได้

มักจะถูกนำมาใช้เพื่ออธิบายลักษณะสถานการณ์หรือเหตุการณ์ใด ๆ ที่ไม่น่าเป็นสถิติ แต่ไม่ขัดกับกฎของธรรมชาติ

## 2.2 ขนมปังทาแยมหล่นพื้นหน้าคว่าเสมอจริงหรือ ?

Edward Murphy records another slice of toast landing butter side down...

คงมีคนจำนวนไม่น้อย (โดยเฉพาะพวกฝรั่ง) เคยซุ่มซำทำขนมปังแผ่นทาแยม (หรือทาเนย) ตกจากโต๊ะอาหาร และมักจะ พบว่าขนมปังที่ล่นแหมะอยู่บนพื้นนั้นมักเอาหน้าที่ทาแยม (หรือเนย) คว่ำลงพื้นเสมอ ว่ากันว่านี่เองเป็นส่วนหนึ่งของกฎของเมอร์ฟี (Murphy's law) ที่ว่าถ้าอะไรสามารถเกิดความผิดพลาดได้ละก็ มันจะต้องเกิดขึ้นแน่ สำหรับกรณีขนมปังทาแยมนี้ จะพูดว่า ถ้าขนมปังทาแยมหล่นพื้น มันจะคว่ำหน้าทาแยมลงพื้นเสมอ และเชื่อกันว่า เป็นเพราะแยม (หรือเนย) นั้นแหละที่ทำให้ขนมปังเอียงไปด้านนั้นจนหมุนคว่ำลงพื้น ข้อสังเกตนี้ฝรั่งก็เถียงกันมานานแล้วว่า เป็น "กฎ" (คือต้องเป็นเช่นนั้น) จริง ๆ หรือเพียงแค่ความรู้สึกกันไปเอง เพราะแม้ขนมปังหล่นลงพื้นอาจมีโอกาสคว่ำหรือหงายได้เท่า ๆ กัน คือ 50 : 50 ก็ตามแต่หากมันหงายเอาหน้าแยมขึ้น เราจะรู้สึกเฉย ๆ แต่พอมันคว่ำเอาหน้าแยมลง เราจะตบโพตีพายว่า "เสียของ" (แถมจำเหตุการณ์ได้แม่น) ทั้งที่จริง ๆ แล้วของที่ตกพื้นย่อมสกปรก และไม่ควรกินทั้งนั้น ประเด็นนี้ร้อนแรงถึงขนาดว่า รายการวิทยศาสตร์ของสถานีโทรทัศน์ BBC ในประเทศอังกฤษ ในราวปี ค.ศ. 1991-1993 ได้ทำการทดลองเพื่อตรวจสอบกฎข้อนี้ โดยให้คนโยนขนมปังแผ่นทาเนยขึ้นไปแล้วปล่อยให้หล่นลงพื้นนับร้อยครั้ง ผลปรากฏว่าขนมปังที่หงายหน้าเนยขึ้นกับที่คว่ำหน้าเนยลงมีพอ ๆ กัน จึงสรุปว่า กฎของเมอร์ฟีสำหรับขนมปังที่ว่าเป็นเพียงความเชื่อผิด ๆ เพียง ๆ

อย่างไรก็ตามการทดลองโยนขนมปังของ BBC ก็โดนกระหน่ำจากผู้เชื่อมั่นในกฎของเมอร์ฟีว่า ไม่สะท้อนสภาพความเป็นจริง เพราะกฎนี้มักแผลงฤทธิ์บนโต๊ะอาหารเข้า โดยขนมปังมักจะเลื่อนหล่นจากจานรองลงไปเหมาะที่พื้น

ราวปลายปี ค.ศ. 2000 ถึงต้นปี ค.ศ. 2001 หนังสือพิมพ์ The Sun กับบริษัทผู้ผลิตเนย Lurpak จึงร่วมกันจัดการแข่งขันเรียกว่า Tumbling Toast Test (การทดสอบปล่อยให้ขนมปังร่วงหล่นลงพื้น) เพื่อทดสอบกฎของเมอร์ฟีข้อนี้ งานนี้หัวเรือใหญ่เป็นนักฟิสิกส์จากมหาวิทยาลัยแอสตัน (Aston University) ซึ่งตั้งอยู่ที่เมืองเบอร์มิงแฮม ชื่อ โรเบิร์ต แมตทิวส์ (Robert Matthews) เป็นผู้วางกติกาและแนวทางการแข่งขัน การแข่งขันครั้งนั้นได้รับการตอบรับเป็นอย่างดี เพราะมีเด็กนักเรียนเข้าร่วมกิจกรรมรวมถึง 1,005 คน โดยในการแข่งขันจะแบ่งเป็นทีมจากโรงเรียนต่าง ๆ



ภาพที่ 2.8 โลโก้ของการแข่งขัน Tumbling Toast Test จัดโดยหนังสือพิมพ์ The sum และบริษัทผลิตเนย Lurpak

ผลจากการแข่งครั้งนี้ ทำให้เด็กนักเรียนฝรั่งสรุปได้สามประเด็นใหญ่ ๆ ได้แก่

- 1) ขนมปังที่หล่นลงพื้นจากที่สูงระดับโต๊ะอาหารปกติ มีแนวโน้มจะพลิกคว่ำหน้าซึ่งเดิมหงายขึ้น ลงสู่พื้น
- 2) สิ่งที่ทำบนขนมปัง ไม่ว่าจะเป็นเนย แยม หรืออะไรก็ตามไม่เกี่ยวข้องกับการพลิกคว่ำของแผ่นขนมปัง
- 3) ตัวแปรที่สำคัญน่าจะเป็นระดับความสูง เพราะหากปล่อยขนมปังให้หล่นจากที่สูงราว 2.5 เมตร พบว่า ขนมปังมีแนวโน้มจะหงายหน้าหงายขึ้นมากกว่า

เห็นฝรั่งสนุกง่าย ๆ กับขนมปังแบบนี้ ผมก็เลยลองดูบ้าง โดยจะให้เข้าใจจริง ๆ ก็ต้องลองทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ มาดูภาคปฏิบัติกันก่อน เพราะเห็นภาพชัดเจนดี

ผมใช้ขนมปังแผ่นขนาด 9.5 X 10.5 เซนติเมตร และหนา 0.8 เซนติเมตร ทำด้านหน้าให้สมมติว่า “ทาแยม” ใส่ช่องพลาสติก (เพื่อไม่ให้เศษขนมปังทำให้พื้นเลอะเทอะ) แล้วค่อย ๆ ดันให้แผ่นขนมปังตกจากที่สูง ซึ่งมีความสูงต่าง ๆ กัน ตั้งแต่ 3 จน ถึง 200 เซนติเมตร โดยที่แต่ละความสูงจะทำการทดลองซ้ำ 10 ครั้ง

ก่อนจะร่วงหล่น ขนมปังจะเอียงจากแนวระนาบเล็กน้อย โดยมีขอบโต๊ะ (หรืออะไรก็ตาม) เป็นจุดหมุน หากความสูงไม่มากนัก (เช่น 3 เซนติเมตร) ขนมปังก็จะหล่นโดยหงายหน้าขึ้น แต่พอตกจากที่สูงขึ้นระดับหนึ่ง ขนมปังจะเอาขอบลงพื้นก่อน จากนั้นก็อาจจะพลิกหงายหรือคว่ำก็ได้ (น่าจะคิดว่า ถ้ามีแยมทาไว้จริงมีผลอะไรไหม)

เมื่อสูงถึงช่วงหนึ่ง (เช่น ระหว่าง 37 และ 76 เซนติเมตร) ขนมปังแผ่นจะพลิกหมุนกลางอากาศราวครึ่งรอบ (ซึ่งหมายความว่าหน้าที่หงายอยู่เดิมจะคว่ำลง สลับกับหน้าที่คว่ำอยู่เดิมจะหงายขึ้น) ทำให้มันเอาหน้าซึ่งทาแยมพลิกคว่ำลงเสมอ

แต่หากขนมปังตกจากที่สูงมากขึ้นถึงระดับหนึ่ง ก็จะพลิกหมุนอากาศประมาณหนึ่งรอบ ทำให้ตอนจบหงายหน้าทาแยมขึ้น (เป็นส่วนใหญ่) แต่มีเหมือนกันที่ขนมปังกระเด็นหน้าแยมคว่ำลง

ฟิลิกส์เบื้องหลังกฎของเมอร์ฟี

ครูฟิลิกส์ฝรั่งเศสชื่อ รอน เอดจ์ (Ron Edge) ได้ใช้กลศาสตร์วิเคราะห์ไว้ว่า สำหรับขนมปังแผ่นรูปร่างสี่เหลี่ยมจัตุรัสกว้าง  $L$  ซึ่งค่อย ๆ ตก จากขอบโต๊ะสูง  $H$  จะพลิกหมุนเป็นจำนวน  $R$  รอบเมื่อตกลงพื้น โดย

$$R = 0.215 \sqrt{\frac{H}{L}} + 0.083 \text{ รอบ}$$

โดยเทอมแรก (ที่มีรากที่ 2 ของความสูง  $H$ หารด้วยความกว้าง  $L$ ) มาจากการหมุนระหว่างที่ขนมปังกำลังร่วงหล่นอยู่ในอากาศส่วนเทอมที่ 2 (0.083 รอบ) มาจากข้อสังเกตที่ว่า ขนมปังจะเอียงประมาณ 30 องศา (เทียบเท่ากับการหมุนของแผ่นขนมปัง 0.083 รอบ โดยคำนวณจาก 30 องศา หารด้วย 360 องศา) ก่อนหล่นจากขอบโต๊ะ ลองคำนวณกรณีปกติกันหน่อย ตั้งค่าว่าขนมปังกว้าง  $L = 10$  เซนติเมตร หล่นจากโต๊ะสูง  $H = 76$  เซนติเมตร สูตรนี้จะทำนายว่า แผ่นขนมปังจะหมุนไปได้เท่า

$$R = 0.215 \sqrt{\frac{0.76}{0.10}} + 0.083 = 0.676 \text{ รอบ}$$

นั่นคือ ขนมปังกำลังเอาหน้าคว่ำลงสู่พื้น ตามกฎของเมอร์ฟีนั่นเอง โดยสรุปก็คือ สำหรับขนมปังขนาดธรรมดา และความสูงของโต๊ะอาหารปกติ ขนมปังซึ่งหล่นจากขอบโต๊ะจะหมุนไปเกินครึ่งรอบเล็กน้อย ทำให้หน้าเดิมที่หงายขึ้นพลิกคว่ำลงเสมอ โดยไม่เกี่ยวกับแยมหรือเนยที่ทาไว้หรือไม่ นี่ก็มาจากกฎของเมอร์ฟีเวอร์ชันขนมปังนั่นเอง

ผู้อ่านที่นึกสนุก อาจดัดแปลงการทดลองนี้ไปได้หลากหลาย เช่น ลองตัดแผ่นขนมปังให้พุ่ง “ร้อน” ลงสู่พื้น ซึ่งผมพบว่าแผ่นขนมปังไม่ค่อยมีเวลาหมุนพลิกมากนัก ผลก็คือ ขนมปังส่วนใหญ่จะหงายหน้าเดิมขึ้น อาจลองเปลี่ยนขนาดขนมปัง (เช่น ใช้ชิ้นเล็ก ๆ หรือใช้ชิ้นหนา ๆ) ลองเปลี่ยนรูปร่างขนมปัง (เช่น ตัดเป็นแผ่นกลม) ลองปล่อยให้ขนมปังหล่นจากพื้นเอียง ลองใช้วัสดุอื่นแทนขนมปัง ฯลฯ ตามแต่จินตนาการจะพาไป

สภาพสุดท้าย	ความสูง (เซนติเมตร)					
	3	10	37	76	174	200
คว่ำ	0	7	10	10	7	3
หงาย	10	3	0	0	3	7

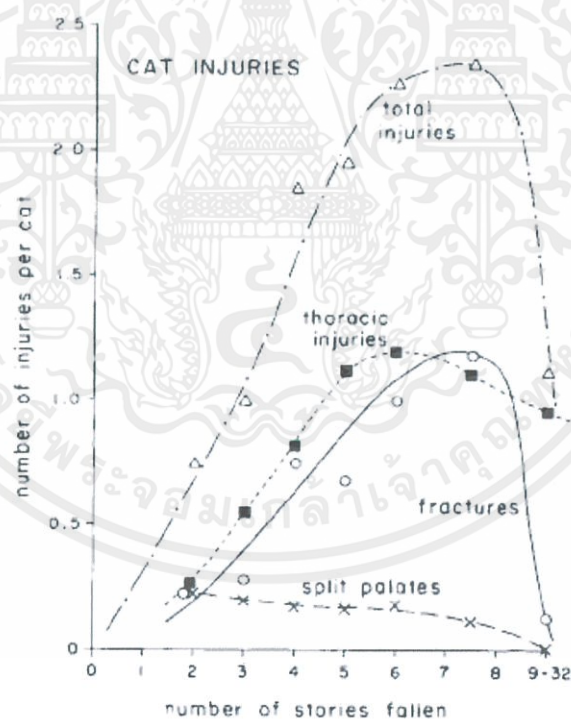
ภาพที่ 2.9 ตารางการคำนวณการคว่ำ หงายของขนมปังเมื่อตกจากที่สูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3 แมวตกจากตึกสูงกี่ชั้นถึงจะตาย?

คนโบราณเชื่อว่าแมวมี 9 ชีวิต ส่วนหนึ่งคงเป็นเพราะเห็นแมวตกจากตึกสูงแล้วไม่ตาย แล้วทำไมแมวตกจากตึกสูงแล้วถึงไม่ตาย? ถ้าตอบตามสามัญสำนึกก็คงตอบว่า เพราะแมวสามารถพลิกตัวแล้วเอาขาหลังขึ้นได้ทุกครั้ง ไม่เหมือนเวลาคนตกจากสูงที่มักจะเอาหัวลงก่อนทุกที แล้วถ้าเราเพิ่มความสูงขึ้นล่ะ? อย่างเช่นปล่อยแมวลงมาจากตึกใบหยกแมวจะยังมีชีวิตรอดรีเปล่า? ความคิดนี้ดูโหดร้ายขึ้นมาทันที แต่นักวิทยาศาสตร์เองก็เคยสงสัยเรื่องนี้เช่นเดียวกัน

“แมวตกจากตึกสูงแค่ไหนถึงจะตาย?” ในปี 2532 นักวิทยาศาสตร์ชื่อ Jared Diamond ได้ตีพิมพ์ผลการศึกษาเรื่องนี้ในวารสาร Nature โดยใช้ชื่อเรื่องว่า Why cats have nine lives (ทำไมแมวถึงมี 9 ชีวิต) เป็นผลการศึกษาจากแมว 115 ตัว ซึ่งตกจากตึกความสูงต่างๆ ตั้งแต่ 2 ชั้น จนถึง 32 ชั้น! พบว่าแมว 104 ตัว (90%) มีชีวิตรอด และได้รับบาดเจ็บไม่มากนัก หลายคนคงเดาว่าแมวที่ตายนั้น คงเป็นตัวที่ตกมาจากตึกชั้น 31-32 แต่เปล่าเลย แมวที่ตายส่วนใหญ่ตกลงมาจากชั้น 7 ! และที่ได้รับบาดเจ็บค่อนข้างมาก ส่วนใหญ่ตกลงมาจากชั้น 4-9! ในขณะที่แมวที่ตกมาจากชั้นสูงๆ (20-32) กลับได้รับบาดเจ็บน้อยกว่า เป็นผลการศึกษาที่ขัดแย้งกับความรู้สึกทั่วไปอย่างมาก



ภาพที่ 2.10 ตารางการคำนวณการคว่ำ หางของขนมปังเมื่อตกจากตึกสูง แมวตกจากตึกสูงกี่ชั้นถึงจะตาย 1

ทำไมแมวที่ตกจากตึกชั้นที่ไม่สูงนักกลับได้รับบาดเจ็บมากกว่าแมวที่ตกจากตึกชั้นที่สูงมากๆ? เพื่อเข้าใจการตกของแมว ก่อนอื่นเราต้องกลับไปทำความเข้าใจฟิสิกส์พื้นฐานสักเล็กน้อย เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ไปชนกับสิ่งกีดขวาง ความเสียหายที่วัตถุนั้นได้รับขึ้นอยู่กับ “โมเมนตัม” ของวัตถุนั้น โมเมนตัมหมายถึงความสามารถในการเคลื่อนที่ของวัตถุ ซึ่งเกิดจากมวล คูณกับ ความเร็วของวัตถุ เขียนเป็นสมการได้ว่า

$$\text{โมเมนตัม} = \text{มวล} \times \text{ความเร็ว}$$

$$\text{หรือ } p = mv$$

เห็นสมการก็อย่าเป็นหน้าหนีนะครับ สมการนี้ช่วยให้เข้าใจได้ว่า แรงกระแทกที่ได้รับจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ 1. มวลน้ำหนักของวัตถุหรือที่เราเรียกกันว่าน้ำหนัก และ 2. ความเร็วของวัตถุขณะที่ปะทะ หากสมมติให้สัตว์ทุกชนิดทนแรงกระแทกได้เท่ากัน (ถ้าได้รับแรงกระแทกมากกว่านี้ก็จะตาย) สัตว์ที่มีน้ำหนักน้อยๆ เช่น มด แม้จะพุ่งชนกำแพงด้วยความเร็วสูงก็ไม่ใช่อันตราย ในขณะที่สัตว์ที่มีน้ำหนักมากๆ อย่างช้าง การวิ่งช้าๆ ชนกำแพงก็อาจบาดเจ็บสาหัสได้

ที่นี่เปลี่ยนจากการวิ่งชนกำแพงเป็นการตกจากที่สูงบ้าง ลองจินตนาการเป็นภาพสโลว์โมชั่นว่าเรากระโดดจากตึก 20 ชั้น พริบตาแรกที่เท้าพ้นขอบตึกออกมา เราจะหยุดนิ่งลอยอยู่กลางอากาศ (ความเร็วเป็น 0) จากนั้นจึงร่วงลงสู่เบื้องล่างอย่างช้าๆ ด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก ยิ่งเข้าใกล้พื้นดินเท่าไรการตกจะมีความเร็วเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ และจะมีความเร็วสูงสุดในพริบตาที่กระทบกับพื้น จากนั้นเราก็จะหยุดนิ่งอยู่ที่พื้น เหตุการณ์ทั้งหมดเกิดขึ้นในเวลาไม่ถึง 10 วินาที ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้ว่า

$$v^2 = 2gs$$

เมื่อ  $v$  คือ ความเร็วตอนที่ตกถึงพื้น

$g$  คือ ความเร่งจากแรงโน้มถ่วงของโลก มีค่าประมาณ 9.8 เมตร/วินาที<sup>2</sup>

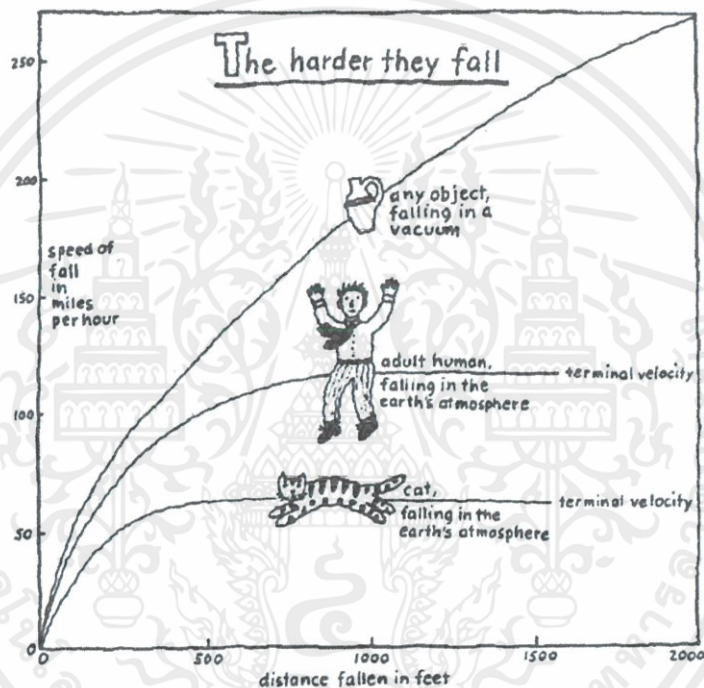
และ  $s$  คือ ระยะทางหรือความสูงที่ตกลงมา

สมการนี้บอกเราว่ายิ่งตกจากที่สูงเท่าไรก็ยิ่งทำให้ความเร็วตอนกระทบพื้นสูงขึ้นเท่านั้น ความเร็วตอนที่ตกถึงพื้นนี้เองที่เมื่อคูณกับน้ำหนักของวัตถุจะได้เป็นโมเมนตัมที่เกิดจากการตก ซึ่งทำให้บาดเจ็บหรือตายได้

สำหรับแมวซึ่งถือว่ามีน้ำหนักค่อนข้างน้อยจึงสามารถตกจากที่สูงได้มากกว่าคนโดยไม่ตาย แต่หากปล่อยแมวจากที่สูงมากๆ จนทำให้ความเร็วตอนที่กระทบพื้นสูงมากพอก็อาจจะทำให้เกิดแรงกระแทกที่ฆ่าแมวได้ แต่จากผลการศึกษาของ Jared Diamond แมวยิ่งตกจากที่สูงกลับมีโอกาสดายน้อยลง ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น?

ที่จริงแล้วสมการ  $v^2 = 2gs$  ใช้อธิบายถึงการตกในสภาพที่เป็นสุญญากาศเท่านั้น

การที่วัตถุตกในสภาวะปกติจะมีสิ่งที่เรียกว่าแรงต้านอากาศอยู่ ขณะที่วัตถุตกแรงต้านอากาศจะผลักวัตถุขึ้นสู่ด้านบนจึงชะลอการตกให้ช้าลง แรงต้านอากาศขึ้นอยู่กับพื้นที่หน้าตัดของวัตถุ ยิ่งมีพื้นที่มากก็ยิ่งชะลอการตกได้มาก ตัวอย่างเช่น เมื่อปล่อยกระดาษที่เป็นแผ่นจะตกลงสู่พื้นช้ากว่ากระดาษที่ขยำเป็นก้อน ทั้งนี้เพราะกระดาษที่เป็นแผ่นมีพื้นที่มากกว่ากระดาษขยำจึงเกิดแรงต้านอากาศมากกว่าช่วยชะลอการตกให้ช้าลง ยิ่งวัตถุมีพื้นที่มากๆ ก็จะสามารถสร้างแรงต้านอากาศจนสามารถหักล้างกับความความเร่งจากแรงโน้มถ่วงโลกได้ แต่ไม่ได้หมายความว่าวัตถุจะหยุดค้างอยู่กลางอากาศหรือลอยกลับไปได้ด้านบนนะครับ วัตถุยังคงตกลงสู่ด้านล่างเหมือนเดิมแต่ความเร็วจะไม่เพิ่มขึ้นแล้ว เรียกความเร็วที่สมดุลนี้ว่าความเร็วปลาย (terminal velocity) ๑



ภาพที่ 2.11 ตารางการคำนวณการคว่ำ หางของชนมบั๋งเมื่อตกจากที่สูง แนวตกจากตึกสูงกี่ชั้นถึงจะตาย 2

ในขณะที่ตกจากที่สูงแนวจะกางขาออกเมื่อรวมกับขนที่ฟูนุ่มช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวอย่างมาก ทำให้มีความเร็วปลายอยู่ที่ประมาณ 100 กิโลเมตร/ชั่วโมง หมายความว่า ไม่ว่าจะปล่อยแนวจากความสูงเท่าใดก็ตามความเร็วสูงสุดที่แนวจะตกลงมากระทบพื้น คือ 100 กิโลเมตร/ชั่วโมง เนื่องจากแนวมีน้ำหนักค่อนข้างน้อย ด้วยความเร็วเพียงเท่านี้จึงไม่ทำให้แนวตาย แล้วคนล่ะ มีความเร็วปลายเช่นเดียวกับแนวหรือไม่? คำตอบคือ มี ครับ หากกางแขนขาขณะตกจากที่สูงในลักษณะเดียวกับนักโดดร่มคนจะมีความเร็วปลายอยู่ที่ประมาณ 210 กิโลเมตร/ชั่วโมง แต่สำหรับคนที่คิดจะลองกระโดดมาจาก

ยอดตึกล่ะก็ ขอบอกไว้ก่อนเลยว่า อย่าเลียนแบบแฉวนะครับ เพราะด้วยน้ำหนักของคนมากกว่า แฉว ถ้าตกลงมาความเร็ว 210 กิโลเมตร/ชั่วโมง ตายนั่นนอน

เพราะฉะนั้นสำหรับคำถามที่ว่า แฉวตกจากที่สูงแค่ไหนถึงจะตาย? คำตอบคือ ไม่ว่าจะตกจากที่สูงขนาดไหนแฉวก็ไม่ตาย ตราบใดที่ยังมีอากาศให้แฉวหายใจและเป็นการปล่อยให้ตกอย่างอิสระ (ไม่ใช่จับทุ่มลงมา) แต่อาจจะมีคนแย้งว่า “ก็มีแฉวตกจากชั้น 7 ตายไง เพราะฉะนั้นก็เป็นความสูงของตึก 7 ชั้น ที่แฉวตกลงมาตายสิ” จริงอยู่ครับที่อัตราการตายของแฉวสูงที่สุดเมื่อตกจากตึก 7 ชั้น แต่การแฉวตายและบาดเจ็บนี้ไม่ได้เกิดจากความสูงเป็นหลัก แต่เป็นเพราะปัจจัยอื่นต่างหาก



ภาพที่ 2.12 ภาพจำลองการกลับตัวของแฉวเมื่อตกจากที่สูง

ถ้าเราตกจากระเบียงตึกชั้น 2 ความสูงเท่านี้คงไม่ทำให้เราบาดเจ็บสาหัสสัก แต่ถ้าเราเอาหน้าผากลงพื้นแทนที่จะเป็นขา ไม่น่าก็อาจจะถึงตายเหมือนกัน เช่นเดียวกับกับแฉวครับ ปัจจัยที่มีผลอย่างมากต่อการบาดเจ็บและการตายของแฉวเมื่อตกจากที่สูงคือ ทำทางของแฉวขณะที่อยู่กลางอากาศ และขณะลงพื้น หรือที่ในวงการยิมนาสติกเรียกกันว่า “การจัดระเบียบร่างกาย” ด้วยสัญชาตญาณของแฉวทำให้สามารถจัดระเบียบร่างกายตัวเองขณะอยู่กลางอากาศได้อย่างดีเยี่ยม สร้างแรงต้านอากาศ ทำให้ตกลงสู่พื้นด้วยความเร็วปลายต่ำ แฉวจึงไม่ได้รับบาดเจ็บมากนักอย่างที่ใคร่กล่าวไว้ข้างต้น อย่างไรก็ตามแฉวเองก็ต้องใช้เวลาจัดระเบียบร่างกายเช่นกัน ดังนั้นการตกจากตึกที่ไม่สูงมากนัก แฉวจึงพลิกตัวให้อยู่ในท่าที่ถูกต้องไม่ทัน ทำให้ไม่สามารถชะลอความเร็วในการตกได้ รวมทั้งมีโอกาสลงผิดท่าจนได้รับบาดเจ็บเพิ่มขึ้น

สรุปได้ว่า เมื่อแฉวตกจากตึกสูงมากๆ จะไม่บาดเจ็บมากนักเพราะมีเวลาเหลือเพื่อในการจัดระเบียบร่างกาย เช่นเดียวกับเมื่อตกจากที่ที่ไม่สูงมากนัก (ชั้น 2-3) ความเร็วขณะตกถึงพื้นนั้นยังต่ำกว่าความเร็วปลายค่อนข้างมาก แม้จะพลิกตัวไม่ทัน หรือจัดระเบียบร่างกายได้ไม่สมบูรณ์ ก็ยังไม่บาดเจ็บมากนัก ในขณะที่ความสูงระดับกลางๆ (ชั้น 4 - 9) ความเร็วในการตกอยู่ในระดับที่ทำให้แฉวบาดเจ็บรุนแรงได้หากลงด้วยท่าทางที่ไม่ถูกต้อง แต่ระยะเวลาที่ตกจากระดับความสูงนี้

(ชั้น 4 - 9) ก็สั้นเกินกว่าที่แมวจะจัดทำทางให้สมบูรณ์ได้ทัน แมวจึงมีอัตราการตายและบาดเจ็บสูงสุดในช่วงความสูงกลางๆ

กุญแจสำคัญที่ทำให้แมวรอดตายหรือไม่ หรือจะบาดเจ็บมากหรือน้อยเมื่อตกจากที่สูง คือ การที่แมวสามารถกลับตัวมาอยู่ในตำแหน่งที่ดีที่สุดได้ทัน ซึ่งจะช่วยเหลือความเร็วจนไม่ทำให้ถึงตาย ความสามารถนี้เป็นสิ่งที่น่าอัศจรรย์อย่างมาก เพราะไม่ว่าแมวจะตกจากตึกด้วยท่าทางแบบไหน สุดท้ายก็จะสามารถจัดทำทางให้เหมาะสมได้หากมีเวลาพอสมควร นักวิทยาศาสตร์ทั้งในความสามารถในการกลับตัวของแมวถึงขนาดศึกษาเรื่องนี้กันอย่างจริงจัง จนมีวิชาที่เรียกว่า “feline pesematology” (feline = แมว, pesema = ตก) ถ้าแปลเป็นไทยก็น่าจะเป็น แมวตกวิทยา หรือ แมวตั้งพสุธาวิทยา แต่คิดว่าอย่าแปลจะดีกว่า

นักเล่นพิฆาตโทโลจีค้นพบว่าแมวมีระบบประสาทที่รับรู้การทรงตัวที่ดีกว่าคนมาก คนมีอวัยวะซึ่งอยู่ในหูชั้นในที่ทำหน้าที่รับรู้การทรงตัวของร่างกาย อวัยวะนี้คอยบอกว่าเรยืนตัวตรงอยู่หรือเรานอนราบอยู่ สำหรับแมวแม้จะหมุนติลิ่งกาอยู่กลางอากาศก็ยังสามารถแยกแยะว่าด้านบนและด้านล่างอยู่ทางไหนได้อย่างถูกต้อง แมวจะเริ่มหมุนส่วนหัวให้ถูกทิศก่อน ตามด้วยขาหน้าและขาหลัง โครงสร้างของกระดูกและกล้ามเนื้อที่ยืดหยุ่นช่วยให้แมวสามารถสามารถบิดตัวในลักษณะที่มนุษย์ไม่สามารถเลียนแบบได้ นอกจากนี้ยังพบกลไกที่น่าทึ่งอีกอย่าง ซึ่งมีส่วนช่วยให้แมวรอดชีวิตจากการตกตึก

แน่นอนว่าถ้าเราตกลงบนพื้นปูนย่อมได้รับบาดเจ็บมากกว่าการตกลงบนพุกนุ่มๆ แต่ไม่ได้เป็นเพราะแรงกระแทกจากการตกลงบนพื้นปูนมีมากกว่าบนพุก แรงกระแทก (หรือโมเมนตัม) มีเท่ากัน เพียงแต่การตกลงบนพื้นปูน ร่างกายที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง จะหยุดในพริบตาที่กระทบพื้น ร่างกายจึงได้รับแรงกระแทกทั้งหมดในเสี้ยววินาทีจึงบาดเจ็บรุนแรง แต่การตกลงบนพุก เมื่อร่างกายสัมผัสพุกความเร็วจะลดลงพร้อมกับพุกยุบลงเรื่อยๆ จนร่างกายหยุดนิ่งในที่สุดซึ่งอาจเป็นเวลา 1-2 วินาที หมายความว่าแรงที่กระทบร่างกายจะถูกกระจายออกตามช่วงเวลาที่ใช้หยุดการตก ร่างกายจึงบาดเจ็บน้อยกว่า ดังนั้นหากยืดช่วงเวลาที่ใช้หยุดการตกให้นานขึ้นก็จะกระจายแรงกระแทกทำให้ได้รับบาดเจ็บน้อยลง

แมวมีโครงสร้างร่างกายที่ช่วยกระจายแรงได้ดีมาก จากวิดีโอที่ถ่ายด้วยกล้องความเร็วสูงเผยให้เห็นว่า หลังจากที่แมวกางขาเพื่อด้านลมแล้ว แมวจะเหยียดขาจนสุดไปที่พื้น พร้อมกับโก่งตัวสุดขีดเพื่อเตรียมรับแรงกระแทก ด้วยท่าทางเช่นนี้เมื่อขาแมวสัมผัสพื้นแรงกระแทกที่ได้รับจะส่งไปยังข้อต่อต่างๆ พร้อมกับการย่อตัวลง ตามด้วยการยืดกระดูกสันหลังที่โก่งตัวอยู่ การเคลื่อนไหวที่คล้ายสปริงเหล่านี้ช่วยยืดเวลาที่ใช้หยุดการตกและกระจายแรงออก สรีระของแมวที่ยืดหยุ่นนี้จึงช่วยให้แมวได้รับบาดเจ็บน้อยลงอย่างมาก

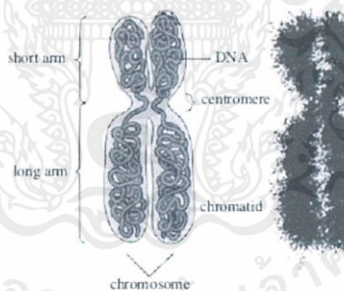
แม้จะทราบว่าแมวตกจากที่สูงมากๆ ก็ยังไม่ตาย แต่นั่นก็เป็นแค่ข้อมูลในเชิงทฤษฎี ในชีวิตจริง การตกจากสูงนั้นแมวต้องอาศัยหลายปัจจัยในการผ่อนแรงกระแทกเพื่อให้ถึงพื้นอย่างปลอดภัย ทั้งการพลิกตัวให้ทิศทางถูกต้อง ชะลอความเร็ว และลงพื้นด้วยท่าที่เหมาะสม ทุกอย่างต้องสมบูรณ์พร้อม ความบกพร่องบางอย่าง เช่น การที่แมวตกใจอาจทำให้แมวพลิกตัวได้ช้าลง แมวที่อ้วนอาจมี

น้ำหนักมากจนทำให้เสียสมดุลจนมีความเร็วปลายทางสูงขึ้น แนวทางด้านนี้อาจจะทำให้มีแรงส่งในการพลิกตัวน้อยลง รวมทั้ง ประสบการณ์ในการตกจากที่สูงของแมวก็น่าจะมีผลต่อการจัดระเบียบร่างกายที่ละเอียดอ่อนซึ่งเรายังไม่เข้าใจก็เป็นได้ ดังนั้นแม้จะรู้ว่าตกลงมาแมวก็น่าจะไม่ตาย ก็ไม่ควรแก้งแมวหรือลองทำดูที่บ้านนะครับ แทนที่จะใช้แก้งแมว ความรู้เรื่องการตกของแมวควรนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์และสร้างสรรค์จะดีกว่า ตัวอย่างเช่น หากคุณเป็นเจ้าของแมวและจำเป็นต้องอยู่ในทาว์นเฮาส์ก็ให้เลือกชั้นสูงๆ ชั้น 15-20 แทนที่จะเป็น ชั้น 4-9 หรือ หากเห็นคนใจร้ายกำลังจะโยนแมวจากตึกชั้น 5 ห้ามยังงี้แค้ก็ไม่หยุด เราอาจช่วยชีวิตแมวได้โดยบอกให้โยนจากชั้นที่ 15 แทน เป็นต้น

แม้การศึกษาการตกของแมวจะไม่ได้ยิ่งใหญ่ขนาดควรได้รางวัลโนเบล แต่การศึกษาเรื่องนี้ก็มีคุณค่า อย่างน้อยก็สำหรับกลุ่มคนรักแมว และยังช่วยไขข้อข้องใจให้หลายคน แล้ววันหนึ่งความรู้เรื่องนี้อาจนำไปสร้างเทคโนโลยีที่ช่วยชีวิตคนบ้างก็ได้ ใครจะรู้?

หมายเหตุ: สำหรับคนรักแมวอ่านเรื่องนี้แล้วอาจจะสะท้อนใจที่เห็นแมวโดนทารุณ ถูกโยนจากตึกชั้นที่ 32 แต่กรุณาสบายใจได้ เพราะการทดลองข้างต้นไม่ได้มีการจับแมวโยนลงมาจากตึกแต่อย่างใด งานวิจัยของ Jared อาศัยข้อมูลจากสถิติแมวที่ได้รับอุบัติเหตุตกจากตึกแล้วมารักษาที่โรงพยาบาลสัตว์ แมวทั้งหมดถูกเลี้ยงไว้ตามห้องบนตึกสูงในนิวยอร์กแล้วพลัดตกลงมา

#### 2.4 โครโมโซม



ภาพที่ 2.13 ภาพจำลองโครโมโซม

โครโมโซม (อังกฤษ: chromosome) เป็นที่อยู่ของหน่วยพันธุกรรม ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมและถ่ายทอดข้อมูล เกี่ยวกับ ลักษณะทางพันธุกรรมต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต เช่น ลักษณะของเส้นผม ลักษณะดวงตา เพศ และสีผิว

หน่วยพันธุกรรม หรือ ยีน (gene) ปรากฏอยู่บนโครโมโซม ประกอบด้วยดีเอ็นเอ ทำหน้าที่กำหนดลักษณะ ทางพันธุกรรมต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต หน่วยพันธุกรรมจะถูกถ่ายทอดจากสิ่งมีชีวิตรุ่นก่อนหน้าสู่ลูกหลาน เช่น ควบคุมกระบวนการเกี่ยวกับกิจกรรมทั่วไปทางชีวเคมีภายในเซลล์สิ่งมีชีวิต ไปจนถึงลักษณะปรากฏที่พบเห็นหรือสังเกตได้ด้วยตา เช่น รูปร่างหน้าตาของเด็กที่คล้ายพ่อแม่, สีเส้นของดอกไม้, รสชาติของอาหารนานาชาติ ล้วนแล้วแต่เป็นลักษณะที่บันทึกอยู่ในหน่วยพันธุกรรมทั้งสิ้น

โครโมโซมของมนุษย์อาจแบ่งออกได้เป็นสองกลุ่ม คือออโตโซม และโครโมโซมเพศ ลักษณะทางพันธุกรรมบางอย่างนั้นมีความเชื่อมโยงกับเพศ และถ่ายทอดไปทางโครโมโซมเพศ ส่วนลักษณะอื่น ๆ ที่เหลือ ถูกเก็บไว้บนออโตโซม โครโมโซมทั้งสองประเภทมีกระบวนการเปลี่ยนแปลงขณะแบ่งเซลล์ในลักษณะเดียวกัน เซลล์มนุษย์มีโครโมโซมรวมแล้ว 23 คู่ เป็นออโตโซม 22 คู่ และโครโมโซมเพศอีก 1 คู่ รวมเป็นมีโครโมโซม 46 แห่ง ต่อหนึ่งเซลล์ นอกจากนี้ยังมีไมโทคอนเดรียลดีเอ็นเอ หรือ ข้อมูลพันธุกรรมในไมโทคอนเดรีย อีกหลายร้อยชุดต่อเซลล์ ข้อมูลที่ได้จากการหาลำดับดีเอ็นเอ (DNA sequencing) ของจีโนมมนุษย์ทำให้ได้ข้อมูลของโครโมโซมแต่ละแห่งมากขึ้น ตารางข้างล่างแสดงข้อมูลทางสถิติของโครโมโซมแต่ละแห่ง ข้อมูลนี้มาจากข้อมูลจีโนมมนุษย์ใน VEGA database ของสถาบัน Sanger[2] จำนวนยีนบนโครโมโซมแต่ละแห่งเป็นค่าประมาณจากการทำนายยีน ความยาวทั้งหมดของโครโมโซมเป็นค่าประมาณเช่นกัน รวมถึงการประมาณขนาดของบริเวณเฮเทอโรโครมาติน ซึ่งไม่ได้รับการถอดลำดับ



ภาพที่ 2.14 ภาพจำลองโครโมโซมของร่างกายมนุษย์

สำหรับในมนุษย์มีจำนวนโครโมโซม 46 โครโมโซม หากนำมาจัดเป็นคู่จะได้ 23 คู่ซึ่งจะมี 22 คู่ที่เหมือนกันในเพศชายและเพศหญิงเราจะเรียกคู่โครโมโซมเหล่านี้ว่า โครโมโซมร่างกาย (autosome) ซึ่งจะมิบทบาทในการกำหนดลักษณะทางพันธุกรรมต่าง ๆ ในร่างกาย

สำหรับโครโมโซมที่เหลืออีก 1 คู่จากทั้งหมด 23 คู่ จะเป็นโครโมโซมที่ทำหน้าที่กำหนดเพศ เรียกว่า โครโมโซมเพศ (Sex chromosome) โดยโครโมโซมจะเป็นการจับคู่กันของโครโมโซม 2 ตัว

ที่มีลักษณะต่างกันคือ โครโมโซม X เป็นตัวกำหนดเพศหญิง และโครโมโซม Y เป็นตัวกำหนดเพศชาย ซึ่งมีขนาดเล็กกว่าโครโมโซม X

เซลล์เพศที่ถูกสร้างขึ้นมาแต่ละเซลล์จะมีโครโมโซมเพศเพียงชุดเดียวโดยที่เซลล์สืบพันธุ์เพศชาย (สเปิร์ม) จะมีเซลล์สืบพันธุ์ ซึ่งมีโครโมโซม 2 ชนิด คือ  $22+X$  หรือ  $22+Y$  ส่วนเซลล์สืบพันธุ์ของเพศหญิงจะมีโครโมโซมได้เพียงชนิดเดียว คือ  $22+X$  ดังนั้นโอกาสในการเกิดทารกเพศหญิง (โครโมโซม  $44+XX$ ) หรือทารกเพศชาย (โครโมโซม  $44+XY$ ) จึงเท่ากัน ขึ้นอยู่กับสเปิร์มที่เข้าผสมกับไข่จะเป็น สเปิร์มชนิดใด

โครโมโซมในร่างกายมนุษย์มีทั้งหมด 46 แท่ง แบ่งเป็น

โครโมโซมร่างกาย (autosome) จำนวน 44 แท่ง

โครโมโซมเพศ (sex chromosome) จำนวน 2 แท่ง มีรูปแบบเป็น XX หรือ XY

มนุษย์ผู้หญิงมีโครโมโซม  $44+XX$  แท่ง

มนุษย์ผู้ชายมีโครโมโซม  $44+XY$  แท่ง

เซลล์ไข่มีโครโมโซม  $22+X$  แท่ง

เซลล์อสุจิมีโครโมโซม  $22+X$  แท่ง หรือ  $22+Y$  แท่ง

เมื่อเทียบกับอัตราของประชากรโลก จาก 100 เพอร์เซ็นต์ พบว่า 52 เพอร์เซ็นต์ เป็นผู้หญิง และอีก 48 เพอร์เซ็นต์เป็นผู้ชาย ซึ่งหมายความว่าเรามีโอกาสเกิดมามีเพศสรีระเป็นเพศหญิงมากกว่าเพศชายแม้จะในอัตราส่วนที่ไม่มากก็ตาม

อย่างที่ทราบกันดีว่าประเทศจีนประสบปัญหาการควบคุม จำนวนประชากรเป็นอย่างมาก รัฐบาลจีนจึงประกาศนโยบายลูกคนเดียวเพื่อจัดการกับปัญหานี้ ด้วยค่านิยมผู้ชายเป็นใหญ่ ทุกรอบครอบครัวอยากได้ลูกชายไว้สืบสายตระกูล แน่แน่นอนว่าถ้าเลือกได้ทุกคนย่อมอยากได้ลูกชายไว้ก่อน เมื่อรู้ว่าท้องนี้เป็นลูกสาวก็จะเลือกการทำแท้ง เพื่อหวังว่าครั้งต่อไปจะได้ลูกชาย เมื่อเทียบกับมาตรฐานสากล สัดส่วนระหว่างเพศชายและเพศหญิงไม่สมดุลเป็นอย่างมากถึง 56.52 : 43.48 เพอร์เซ็นต์

จีนประกาศนโยบายลูกคนเดียวตั้งแต่พ.ศ.2523 เพื่อควบคุมจำนวนประชากรไม่ให้ขยายตัวจนเร็วเกินไป และได้ผลในระดับหนึ่ง แต่กระนั้นผ่านมาเป็นเวลากว่า สามสิบปี จนถึงขณะนี้จีนก็มีประชากรมากกว่า 1,300 ล้านคน เกือบถึง 1,400 ล้านคน

สถานการณ์อีกด้านที่จีนและประเทศต่างๆทั่วโลกกำลังเผชิญอยู่ก็คือ การก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ เนื่องจากวิทยาการด้านการแพทย์เจริญก้าวหน้า ทำให้ผู้คนมีอายุเฉลี่ยยืนยาวขึ้นกว่าเดิม สำหรับเมืองจีน ผลกระทบเรื่องนี้ยิ่งหนักมากกว่าประเทศอื่นๆ ซึ่งเชื่อมโยงมากจากนโยบายลูกคนเดียว

เนื่องจาก คนหนุ่มสาว ต้องแบกรับภาระหนักในการดูแลสมาชิกในครอบครัวเพิ่มขึ้น คิดง่าย ๆ คนหนึ่งคน ต้องดูแลตัวเอง ดูแลพ่อแม่ รวมแล้วคือ อย่างน้อย 4 คน แต่ถ้าแต่งงานแล้ว ผู้ชายในฐานะผู้นำครอบครัวก็อาจต้องเพิ่มความรับผิดชอบมากขึ้น คือดูแล ภรรยา และอาจพ่วงไปถึงพ่อแม่ของภรรยาด้วย แล้วถ้าปู่ย่า ตายาย ของทั้งสองฝ่าย ยังมีอายุยืนยาว นั้นหมายความว่า คู่สามีภรรยาหนึ่งคู่ ต้องรับผิดชอบต่อคนอีกจำนวนไม่น้อยกว่า 8 คน โดยลำพัง ไม่มีพี่น้องคนอื่น ๆ ที่จะมาเฉลี่ยภาระอันหนักอึ้งนี้

ยิ่งในภาวะเศรษฐกิจขณะนี้ ราคาข้าวของเครื่องใช้แพงขึ้น ที่ดินบ้านอยู่อาศัยโดยเฉพาะในเมืองใหญ่ก็แพงมากจนคนรุ่นใหม่ทำงานหาเช้ากินค่ำ แทบจะไม่สามารถมีกำลังในการซื้อมาเป็นทรัพย์สินสมบัติส่วนตัวได้เลย ลำพังตัวเองคนเดียวจะให้รอดก็ยากแล้ว ยังมีภาระต้องดูแลคนอีกหลายคนด้วยแล้ว จึงไม่ใช่เรื่องง่ายในการประกอบชีวิตให้อยู่รอดได้

คาดการณ์กันว่า สัดส่วนผู้สูงอายุ วัย เกิน 65 ปี ของจีนจะมีมากถึงร้อยละ 30 ภายในปีพ.ศ. 2593 ส่วนตัวเลขของกลุ่มประชากรวัยทำงาน ก็มีจำนวนลดลง ปีที่แล้ว 2555 เป็นครั้งแรกในรอบหลายสิบปี

ตัวอย่างในเชิงไฮ้ อัตราการเกิดลดลงอย่างมาก ประเมินว่าภายในปี 2573 จะมีประชากรอายุมากกว่า 60 ปี ถึงร้อยละ 40 นั่นคือสัดส่วนมากกว่า หนึ่งในสามเป็นคนสูงวัย

ปัญหาใหญ่ที่ซ่อนอยู่ภายในเรื่องของจำนวนประชากรอีกประเด็นที่สังคมจีนกำลังเผชิญอยู่ในขณะนี้ คือ สัดส่วนระหว่างเพศหญิงกับเพศชายไม่สมดุล คนจีนมีค่านิยมที่ตกทอดกันมายาวนานเรื่อง การให้ความสำคัญกับลูกชายและผู้ชายเป็นใหญ่ ทุกครอบครัวอยากได้ลูกชาย หลานชายไว้สืบสายตระกูล และเชื่อว่า เมื่อแก่ตัวไป ลูกชายก็จะเป็นที่พึ่งในการกลับมาดูแลพ่อแม่ให้สุขสบายได้

ในหลายๆ ยุคการไม่มีบุตรชาย เป็นทั้งความอับอายและน่าผิดหวัง คนจีนถือว่า ลูกสาว แต่งออก (ไปจากบ้าน) แต่งงานแล้วก็ไปเป็นคนของบ้านอื่น ไม่ใช่สมบัติหรือคนของครอบครัวเดิมอีกต่อไป ส่วนลูกชายแต่งงานแล้วก็เอาสะใภ้เข้า (บ้าน) นั้นย่อมต้องเป็นเรื่องที่ดีกว่า

ในชนบทของจีน เรื่องนี้สำคัญมากสำหรับครอบครัวถึงขนาดว่า หากบ้านไหนไม่มีลูกชาย จะถูกเพื่อนบ้านดูถูกดูหมิ่นเหยียดหยามให้ได้รับความอับอาย สังคมแวดล้อม ก็มีส่วนอย่างมากในการสร้างแรงกดดันให้กับคู่สามีภรรยา บ้างถึงกับต้องมีภรรยาใหม่ และมีภรรยาหลายคน เพื่อทำให้มีลูกชายให้ได้

ดังนั้น เมื่อรัฐบาลอนุญาตให้แต่ละครอบครัวสามารถมีลูกได้คนเดียว แน่แน่นอนว่า ถ้าเลือกได้ทุกคนย่อมอยากได้ลูกชายไว้ก่อน แต่เนื่องจากไม่สามารถกำหนดได้ ก่อนเด็กจะปฏิสนธิ ดังนั้นเมื่อรู้ว่าภรรยาท้อง สิ่งทีพ่อแม่จะทำได้คือ การทำให้รู้เพศลูกล่วงหน้าเพื่อตัดสินใจว่า จะเก็บเด็กไว้หรือไม่

หลายครอบครัว เมื่อรู้ว่า ท้องนี้เป็นลูกสาว ก็จะเลือกการทำแท้ง เพื่อหวังว่า ครั้งต่อไปจะได้ลูกชาย หากยังเป็นลูกสาวอีก ก็ใช้วิธีการเดิม เพื่อจะรอจนกว่าจะได้ลูกชาย สมความปรารถนา

การทำแท้งในเมืองจีน ไม่ได้เป็นเรื่องผิดกฎหมาย เพราะยังมีเงื่อนไขที่เป็นเหตุผลให้ไม่ต้องเก็บทารกในครรภ์ไว้ได้ เช่น การตรวจพบว่า เด็กพิการ ไม่สมประกอบ หรือมีความผิดปกติซึ่งหากปล่อยให้คลอดออกมาก็จะเป็นภาระของพ่อแม่ในการเลี้ยงดูและรักษาพยาบาล

ด้วยเหตุนี้ ทำให้ทางการจีน ต้องปิดจุดอ่อนในเรื่องดังกล่าว โดยกำหนดให้เป็นส่วนหนึ่งของ จรรยาบรรณแพทย์ ที่จะไม่ยินยอมเปิดเผยเพศของลูกให้พ่อแม่เมื่อใหม่ทั้งหลายได้รู้ จนกว่าจะถึงวันคลอด เพื่อป้องกันและลดจำนวนการเลือกเพศลูกด้วยวิธีทำแท้ง ข้อมูลที่จะบอกให้พ่อแม่รู้ได้ มีเพียงเรื่องสุขภาพโดยรวมทั่วๆไปของลูกเท่านั้น ถ้าแพทย์คนใดบอก ก็มีความผิดตามกฎหมายจีนด้วย

การทำแท้งในเมืองจีนเป็นเรื่องเปิดเผย คนต่างชาติอย่าได้แปลกใจหากเดินทางมาถึงเมืองจีน แล้วพบโฆษณาเชิญชวนและบอกว่า หากไปทำแท้งที่สถานพยาบาลแห่งนั้นๆ แล้วจะได้รับบริการที่ดี สะดวก รวดเร็ว ปลอดภัย วันรุ่งขึ้นสามารถไปทำงานได้ และอื่นๆ อีกสารพัด

นโยบายเรื่องนี้ สวนทางกับหลายๆ ประเทศ หรือในเมืองไทย ที่กำหนดให้การทำแท้งผิดกฎหมายแต่พ่อแม่ สามารถรู้เพศของลูกล่วงหน้าได้

ด้วยเหตุนี้ ทำให้มีคนจีนกลุ่มหนึ่งที่พอจะมีฐานะทางการเงิน เดินทางไปฮ่องกงหรือต่างประเทศ เพื่อตรวจว่า ลูกในท้องเป็นผู้ชายหรือผู้หญิง ก่อนตัดสินใจว่าจะเก็บเด็กไว้หรือไม่

ระยะเวลากว่า 30 ปี นานเพียงพอที่จะทำให้ช่องว่างของสัดส่วนเพศชายและหญิง ถ่างกว้างออกจากกันมากเรื่อยๆ จนทำให้ขณะนี้ จีนเป็นประเทศที่มีอัตราส่วนเพศของประชากรแรกเกิดไม่สมดุลมากที่สุดในโลก ติดต่อกัน ยาวนานที่สุดในโลก เช่น ในกรุงปักกิ่ง มีสัดส่วนเด็กชายต่อเด็กหญิงแรกเกิด สูงถึง 130:100 สูงกว่ามาตรฐานสากลมาก

ตั้งแต่ทศวรรษ 1980 เป็นต้นมา อัตราส่วนเพศของประชากรแรกเกิดของจีน เริ่มสูงขึ้น และเป็นแนวโน้มที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่องมาจนถึงปัจจุบัน ผลกระทบที่ติดตามมาอีกเรื่องคือ ทำให้ปัจจุบันนี้ หนุ่มจีน หาสาวจีนแต่งงานด้วยยากขึ้น เพราะสาวเจ้าจะมีสิทธิ์เลือกได้มากขึ้น ส่วนใหญ่แล้วผู้หญิงทุกคนก็ต้องเลือกเจ้าบ่าวโดยมองเรื่องความมั่นคงด้านฐานะการเงินและเศรษฐกิจเป็นเงื่อนไขสำคัญ จนพูดกันว่า ถ้าหนุ่มไม่มีบ้านเป็นของตัวเอง อย่าหวังว่าสาวจะมองหรือรับไว้พิจารณา หนุ่มโสดในสังคมจีนก็เพิ่มจำนวนมากขึ้นเรื่อยๆ ด้วยเช่นกัน (ส่วนหนุ่มที่โชคดี พ่อแม่มีทรัพย์สินสมบัติและมีบ้านไว้ให้แล้วก็สบายไป)

รัฐบาลจีน เห็นปัญหาดังกล่าวจึงพยายามออกหลายมาตรการมาเพื่อป้องกัน แก้ไข นอกเหนือ

ไปจากการควบคุมและดูแลป้องกันการทำแท้งแล้ว ยังมีโครงการในเชิงรณรงค์ให้สังคมจีน เห็นคุณค่าและความสำคัญของเด็ก ๆ มากขึ้น โดยเฉพาะเด็กยากจนในชนบท ผ่านโครงการให้ความช่วยเหลือและอุปการะเด็ก แต่ก็ยังไม่วายเกิดปัญหาภายใต้โครงการดังกล่าว เพราะผู้ที่จ้ะรับเป็นผู้อุปถัมภ์ ช่วยเหลือด้านการเงินเด็กยากไร้ ก็มักจะตั้งเงื่อนไขและเลือกเด็กผู้ชายก่อนเด็กผู้หญิงเป็นส่วนใหญ่ จึงทำให้เด็กผู้หญิงกลายเป็นส่วนที่เหลือ และถูกทอดทิ้งจำนวนมาก หลังๆ จึงเกิดโครงการที่จัดขึ้นเพื่อช่วยเหลือเด็กผู้หญิงเป็นการเฉพาะเช่น โครงการอาสาสมัครสานฝันเด็กหญิงให้เป็นจริง และโครงการดอกไม้แห่งเด็กหญิง ซึ่งก็บรรเทาปัญหาไปได้ระดับหนึ่ง

แต่ยุคหลัง ค่านิยมและทัศนคติของสังคมจีน เปลี่ยนแปลงไปมากเกี่ยวกับลูกสาว พ่อแม่ชาวจีน ยอมรับลูกสาวได้มากขึ้น เพราะเมื่อแก่ตัวไปกลายเป็นว่า หลากครอบครัว คนที่กลับมาดูแลเอาใจใส่อย่างใกล้ชิดคือลูกสาวมากกว่าลูกชาย ซึ่งโดยธรรมชาติแล้ว ผู้หญิงจะมีความละเอียดอ่อนและเอาใจใส่ได้มากกว่า

## 2.5 ลายนิ้วมือ

“ลายนิ้วมือ” ที่ขีดไปขดมาบนนิ้วมีประโยชน์อะไร นอกจากจะทำให้นิ้วมือนาขึ้น ยึดหยุ่นขึ้น เพื่อป้องกันปลายนิ้วมือจากการบาดเจ็บ ฉีกขาด รวมถึงใช้เก็บความชื้นและดูดซึมได้ดีแล้ว ในทางนิติวิทยาศาสตร์ ลายนิ้วมือเหล่านี้ช่วยในการจับหาคนผิดได้ด้วย หลายคนคงสงสัยว่าแค่ลายนิ้วมืออย่างเดียวถึงกับจับคนผิดมาลงโทษได้ยังไง ก็เพราะลายนิ้วมือของแต่ละคนไม่เหมือนกันเลยนั่นเอง ดังนั้นถ้าตรวจสอบลายนิ้วมือได้ก็หาตัวคนร้ายได้ไม่ยากเหมือนกัน

เชื่อหรือไม่!! บนโลกนี้ไม่มีคนลายนิ้วมือซ้ำกัน แม้แต่แฝดก็ไม่เหมือน มาถึงตรงนี้ สิ่งหนึ่งที่น้องๆ คงอยากรู้แล้วละว่าจะเป็นไปได้จริงหรือเปล่าที่ลายนิ้วมือคนทั้งโลกจะไม่เหมือนกันเลย อย่างนี้ก็แสดงว่าคนทั้งโลกมี 7,000 พันกว่าล้านคน นิ้วมือคนละ 10 นิ้ว ก็จะมีลายนิ้วมือ 70,000 กว่าล้านลายเลย หรือ อ๊ะๆ เรื่องนี้ เป็นยังไงลองมาดูกันเลยค่า

หากแบมือออกก็จะเห็นว่าบนมือของเราเต็มไปด้วยเส้น และที่ปลายนิ้วของเราก็จะมีเส้นเล็กๆ นูนๆ พาดผ่านอยู่ทุกนิ้ว ส่วนนี้แหละค่ะคือลายนิ้วมือ ลายนิ้วมือเกิดขึ้นตั้งแต่ตอนเป็นทารกในท้องแม่เลย และจะเป็นแบบนั้นไม่เปลี่ยนแปลงไปจนกว่าเราจะตาย มีสิ่งเดียวที่อาจจะเปลี่ยนได้คือ ขนาดที่จะเปลี่ยนตามขนาดร่างกายของเรานั้นเอง



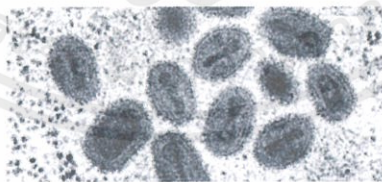
ภาพที่ 2.15 ภาพจำลองลายนิ้วมือของมนุษย์แบบต่างๆ

ลายนิ้วมือของคนเราแบ่งเป็น 4 แบบหลักๆ คือ แบบพับหยาวย แบบก้นหอย แบบโค้ง และแบบผสม โดยแบบพับหยาวยจะพบมากที่สุด คือ ประชากรประมาณ 60-70% ที่เดียวค่ะ และคุณสมบัติอีกข้อที่น่ายกย่องคือ แต่ละคนจะมีลายนิ้วมือที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว แต่ละคนจะมีลายนิ้วมือต่างกันแม้กระทั่งจะเป็นฝาแฝด หรือ พ่อแม่ญาติพี่น้องก็ตาม หลายประเทศจึงมีการบันทึกลายนิ้วมือของประชาชนเอาไว้เพื่อเป็นประวัติส่วนตัวด้วย อย่างเช่นประเทศเกาหลี อายุครบ 18 ปีเมื่อไหร่ต้องทำบัตรประชาชนและถูกเก็บลายนิ้วมือทั้ง 10 นิ้วไว้ในแฟ้มข้อมูล

สาเหตุที่ทุกคนมีลายนิ้วมือต่างกัน เป็นผลมาจาการที่สพันธุกรรมที่ซับซ้อนจึงทำให้โอกาสที่จะมีลายนิ้วมือตรงกันน้อยมากหรือแทบไม่มีเลย จากที่เคยมีการศึกษาพบว่าเกิดขึ้นซ้ำกันประมาณ 1 ใน 6 หมื่นล้านคน ซึ่งมากกว่าจำนวนประชากรของโลกอีกนะ ดังนั้นโอกาสที่พบคนลายนิ้วมือเหมือนกันเรียกได้ว่าต้องเกิดแล้วตายประมาณ 8 รอบถึงจะเจอคนที่ลายนิ้วมือตรงกันได้

บนโลกนี้ไม่มีคนลายนิ้วมือซ้ำกัน แม้แต่แฝดก็ไม่เหมือน ด้วยเหตุผลนี้เองกระบวนการหาลายนิ้วมือในพื้นที่เกิดเหตุทั้งจากสิ่งของ ผนังกำแพงต่างๆ จึงเป็นวิธีสำคัญของการพิสูจน์หลักฐานหาคนร้าย เพราะปกตินิ้วมือของเราจะมีทั้งเหงื่อ ฝุ่น สะสมอยู่ เวลาเอานิ้วไปจับสิ่งของก็จะปรากฏลายนิ้วขึ้นมา เช่น จับแก้ว บนแก้วใบนั้นก็จะมียลายนิ้วมือแฝงที่บอกได้ว่าใครเป็นคนจับ ดังนั้นถ้าเอาไปเทียบในแฟ้มประวัติก็จะจับคนร้ายได้อย่างไม่ผิดพลาด

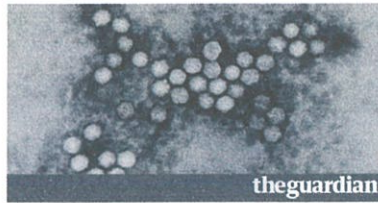
## 2.6 โรคติดต่อ



ภาพที่ 2.16 ภาพเชื้อไข้ทรพิษจากกล้องจุลทรรศน์

ไข้ทรพิษ (Smallpox) เป็นโรคติดต่อร้ายแรงที่เกิดจากโรคติดต่อเชื้อไวรัส มีลักษณะเฉพาะคือมีผื่นขึ้นตามตัวและมีอาการทั่วไปรุนแรง เชื้อไวรัสฝีดาษ สามารถแพร่กระจายไปในอากาศ จากละอองสิ่งคัดหลั่งจากคนที่ป่วยเป็นโรค เช่น น้ำมูก, น้ำลาย หรือจากการสัมผัสกับผิวหนังที่มีแผลฝีดาษ เชื้อนี้มี

ความคงทนต่อสภาพอากาศ สามารถแพร่ได้ไม่ว่าจะอากาศร้อนหรือหนาว และสามารถติดต่อกับคน ไปสู่คนได้อย่างง่ายดาย



ภาพที่ 2.17 ภาพเชื้อโปลิโอจากกล้องจุลทรรศน์

โรคโปลิโอ (poliomyelitis, polio, infantile paralysis) โรคติดเชื้อไวรัสเฉียบพลันซึ่งติดต่อกับคนสู่คนทางอุจจาระและทางปาก การติดเชื้อโปลิโอกว่า 90 เปอร์เซ็นต์จะไม่ทำให้เกิดอาการใดๆ โดยผู้ติดเชื้ออาจมีอาการได้หลายอย่างหากได้รับไวรัสเข้ากระแสเลือด ผู้ป่วย 1 เปอร์เซ็นต์จะมีการติดเชื้อไวรัสเข้าสู่ระบบประสาทกลาง ทำให้เซลล์ประสาทสั่งการถูกทำลายเกิดอาการกล้ามเนื้ออ่อนแรงและอัมพาต

ภาพที่ 2.18 ภาพเชื้อคอตีบจากกล้องจุลทรรศน์

คอตีบ (diphtheria) เป็นโรกระบบหายใจอย่างหนึ่งเกิดจากเชื้อแบคทีเรีย ผู้ป่วยจะมีอาการเจ็บคอ ไข้ต่ำ และมีเยื่อขาวอยู่บนทอนซิล คอหอย และโพรงจมูก ผู้ป่วยบางรายมีอาการเฉพาะระบบผิวหนัง ส่วนน้อยมีภาวะแทรกซ้อน เช่น กล้ามเนื้อหัวใจอักเสบหรือมีพยาธิสภาพของเส้นประสาทส่วนปลาย คอตีบเป็นโรคติดต่อที่แพร่กระจายผ่านการสัมผัสโดยตรงหรือการหายใจนำสารคัดหลั่งของผู้ป่วยเข้าไป แต่เดิมนั้นเป็นโรคที่พบได้บ่อย ทว่าปัจจุบันหลังจากมีการให้วัคซีนอย่างแพร่หลายจึงพบได้น้อยลงมาก

## 2.7 พี่น้องไรต์



ภาพที่ 2.19 พี่น้องไรต์

พี่น้องไรต์ (อังกฤษ: Wright brothers) ได้แก่ ออวิลล์ ไรต์ (19 สิงหาคม พ.ศ. 2414 (ค.ศ. 1871) - 30 มกราคม พ.ศ. 2491 (ค.ศ. 1948)) และ วิลเบอร์ ไรต์ (16 เมษายน พ.ศ. 2410 (ค.ศ. 1867) - 30 พฤษภาคม พ.ศ. 2455 (ค.ศ. 1912)) เป็นผู้ที่ยกย่องให้เป็นสองคนแรกที่ได้ออกแบบและสร้าง เครื่องบิน ที่มีเครื่องยนต์กับต้นแบบของเครื่องบินที่ใช้ได้จริง

การบินอยู่บนท้องฟ้าถือว่าเป็นความใฝ่ฝันอันยิ่งใหญ่ของมนุษย์ และเป็นเวลาหลายศตวรรษที่มนุษย์หาวิธีที่จะบินให้ได้ ในปี ค.ศ. 1483 จิตรกรและนักวิทยาศาสตร์เอกของโลกเลโอนาร์โด ได้ริเริ่มการบินขึ้นเป็นครั้งแรก โดยการใช้ปีกนกขนาดใหญ่ที่เขาประดิษฐ์ขึ้น ติดเข้ากับแขน และร่อนลงมา จากที่สูง ซึ่งทำให้ลูกศิษย์ของเขา ผู้ที่ทำการทดลองบินต้องตกลงมาขาหัก

แต่นั้นก็เป็นเพียงก้าวแรกเท่านั้น ต่อมาในปี ค.ศ. 1903 สองพี่น้องตระกูลไรต์ได้สร้างเครื่องบินลำแรกของโลกได้เป็นผลสำเร็จ ตั้งแต่นั้นมา กิจกรรมบินก็มีความเจริญก้าวหน้ามากขึ้น จนกระทั่งทุกวันนี้

สองพี่น้องตระกูลไรต์ประกอบไปด้วย วิลเบอร์ ไรต์ เกิดเมื่อวันที่ 16 เมษายน ค.ศ. 1867 ที่เมืองมิลล์ วิลลี่ รัฐอินเดียนา ประเทศสหรัฐอเมริกา และออวิลล์ ไรต์ เกิดเมื่อวันที่ 19 สิงหาคม ค.ศ. 1871 ที่เมืองเดย์ตัน รัฐโอไฮโอ ประเทศสหรัฐอเมริกา เช่นเดียวกัน บิดาของเขาเป็นนักบวชชื่อว่า มิลตัน ไรท์ (Milton Writhe) ส่วนมารดาชื่อว่า ซูซาน ไรท์ (Susan Writhe) ทั้งสองได้รับการศึกษาเพียงแค่อันดับมัธยมเท่านั้น หลังจากออกจากโรงเรียนแล้ววิลเบอร์ได้เปิดโรงพิมพ์ และร้านซ่อมจักรยานขึ้นที่เมืองเดย์ตัน รัฐโอไฮโอ และเมื่อออวิลล์เรียนจบก็ได้มาทำงานในร้านซ่อมจักรยานของวิลเบอร์ ทั้งสองมีความใฝ่ฝันที่จะบินอยู่ตลอดเวลา ต่อมาเมื่อข่าวการทดลองเครื่องร่อนในเยอรมนี ของลีเลียนธาล แต่การบินครั้งนั้นไม่ประสบความสำเร็จ และทำให้ลีเลียนธาล ต้องเสียชีวิต แต่ถึงอย่างนั้นทั้งสองก็ยังคงมีความสนใจเรื่องการบินต่อไป

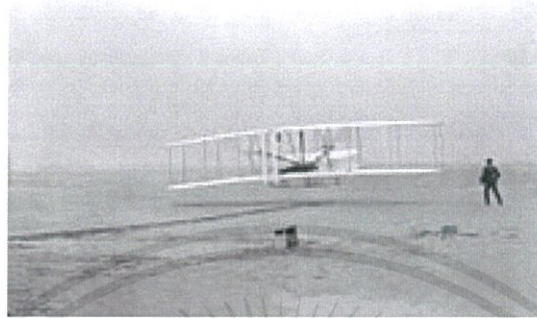
ทั้งสองได้เขียนจดหมายไปยังสถาบันสมิทโซเนียนเพื่อขอข้อมูลเกี่ยวกับการบิน ก่อนที่ทั้งสองจะตัดสินใจสร้างเครื่องบิน เขาได้ร่วมมือกันประดิษฐ์รถจักรยานที่มีปีกขนาดใหญ่ รวมถึงเครื่องยนต์ขึ้น

เพื่อทดสอบการบินขั้นแรกจากการศึกษาเรื่องการบิน มาพอสมควร ในปี ค.ศ. 1900 ทั้งสองจึงตัดสินใจสร้างเครื่องบินลำแรกขึ้น โดยเครื่องบินของเขามีลักษณะคล้ายกับเครื่องร่อน ทำด้วยโครงเหล็ก ส่วนปีกทำด้วยผ้า และใช้เครื่องยนต์ขนาด 12 แรงม้า ทั้งสองได้นำเครื่องบินทดลองบินระยะสั้น ๆ เพียง 1-2 นาที เท่านั้น อีกทั้งยังไม่สามารถควบคุมทิศทางการบินได้ ต่อมาทั้งสองได้เดินทางกลับไปเมืองเคย์ตัน เพื่อสร้างเครื่องบิน ลำที่ 2 ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าเดิม และมีรูปร่างที่เปลี่ยนไป เมื่อสำเร็จ เขาได้นำไปทดลองบินเช่นเคย แต่ก็ยังมีข้อบกพร่องอีกหลายอย่าง คือ เครื่องบินมีขนาดใหญ่ไป ทำให้มีน้ำหนักมากไม่สามารถขึ้นบินได้ ทั้งสองพยายามปรับปรุงข้อบกพร่องทั้งหลายที่มีอยู่ เขาสร้างเครื่องบินขึ้นอีกหลายลำ แต่ก็ยังไม่ประสบความสำเร็จ จนกระทั่งเขาเริ่มรู้สึกท้อแท้ แต่ก็ยังทำการค้นคว้าต่อไปในปี ค.ศ. 1902 ทั้งสองได้สร้างอุโมงค์ลมขึ้นตามคำแนะนำของออกตาฟ ซานูท ซึ่งเป็นผู้ให้ความรู้เกี่ยวกับความกดอากาศ ทั้งสองได้นำ การทดลองภายในอุโมงค์ลมมาปรับปรุงเครื่องบิน ทั้งสองได้เพิ่มหางเสือเข้าทางด้านหน้า และด้านหลังของตัวเครื่อง เพื่อควบคุม ทิศทางการบิน ปีกของเครื่องบินเป็นปีก 2 ชั้น ขนาดประมาณ 32 ฟุต สามารถขยับขึ้นลงได้ เขาบินเครื่องบินลำที่ 3 ทดลองขึ้นบิน ที่คิลล์ เดฟวิลล์ ฮิลล์ ทั้งสองได้ทดลองบินอยู่นานถึง 39 วัน และทดลองบินกว่า 1,000 ครั้ง ซึ่งก็ประสบความสำเร็จเป็นอย่างดี ในการควบคุมทิศทางการบิน และระยะเวลาที่เครื่องบินอยู่บนอากาศ ต่อมาทั้งสองได้ปรับปรุงเครื่องยนต์ให้มีน้ำหนักเบาขึ้น เพื่อให้บินอยู่ในอากาศได้นาน และสูงขึ้น ทั้งสองได้ติดต่อบริษัทผลิตเครื่องยนต์ที่มีขนาด 8 แรงม้า และมีน้ำหนักประมาณ 160 ปอนด์ แต่ไม่มีบริษัทใดสนใจเลย ดังนั้นทั้งสองจึงลงมือประดิษฐ์เครื่องยนต์ขึ้นด้วยตนเอง เครื่องยนต์ที่ทั้งสองทำขึ้นมีขนาด 12 - 16 แรงม้า น้ำหนัก 170 ปอนด์ ต่อมาในเดือนพฤศจิกายน ค.ศ. 1903 ทั้งสองได้นำเครื่องบินทดลองที่มีขนาดลำตัวยาว 21 ฟุต สูง 10 ฟุต ส่วนปีกมีความยาว 40 ฟุต 4 นิ้ว น้ำหนักรวมประมาณ 605 ปอนด์ แต่ก็ต้องประสบปัญหาเพราะสภาพอากาศไม่ดี ทำให้ทั้งสองมีความคิดว่า เครื่องบินของเขาต้องมีล้อเพื่อขึ้นบินได้โดยไม่ต้องอาศัยลมฟ้าอากาศ นอกจากนี้ทั้งสองยังได้สร้างทาง วิ่งขึ้นของเครื่องบิน (Run Way) ความยาว 600 เมตร ขึ้น และทำการทดลองบินในวันที่ 28 พฤศจิกายน ค.ศ. 1903 แม้ว่าจะมีล้อ แต่ก็ยังต้องใช้คนผลักอยู่ดี ดังนั้นเครื่องบินของทั้งสองจึงต้องปรับปรุงอีกครั้ง โดยครั้งนี้เครื่องบินของพวกเขาไม่มีล้อของรถ บรรทุก ที่เชื่อมต่อกับโซ่เข้ากับเฟืองของเครื่องยนต์ ทำให้สามารถวิ่งขึ้นได้เองโดยไม่ต้องอาศัยแรงลมหรือแรงคนผลัก เขาได้ ทดลองขึ้นบินวันที่ 14 ธันวาคมปีเดียวกันที่รัฐนอร์ท คาโรไลนา (North Carolina)

โดยมีวิลเบอร์เป็นคนขับเครื่องบินแต่ไม่ประสบความสำเร็จ ทั้งสองจึงทำการทดลองขึ้นบินอีกครั้งหนึ่งในวันที่ 17 ธันวาคม ค.ศ. 1903 โดยมีออร์วิลเป็นผู้ขับเครื่องบิน ซึ่งครั้งนี้ประสบความสำเร็จไปได้ด้วยดีสามารถบินอยู่ในอากาศได้นานถึง 15 วินาที และบินได้ไกลถึง 200 ฟุต สูงจากพื้นดิน 850 ฟุต เขาได้พัฒนาเครื่องบินจนสามารถบินได้ 59 วินาที และไกล 852 ฟุต ความเร็ว ในการบิน 31 ไมล์ ทั้งสองได้นำเครื่องบินไปจดสิทธิบัตร และได้พัฒนาเครื่องบินให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ในปี ค.ศ. 1908 ทั้งสองได้สร้างเครื่องบินที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นสำเร็จ โดยเครื่องบินลำนี้มีความยาว 28 ฟุต ความยาวปีก 40 ฟุต น้ำหนัก 322 ปอนด์ ใช้เครื่องยนต์ 20 แรงม้า สามารถบินได้เร็ว 56 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และมีที่นั่งสำหรับผู้โดยสารอีก 1 ที่นั่ง นับว่า กิจการบินมีความเจริญก้าวหน้าไปอีกก้าวหนึ่ง ในปีเดียวกันนี้วิลเบอร์ได้ทดลองบินข้ามทวีปไปยังประเทศฝรั่งเศสได้สำเร็จ และในปี ค.ศ. 1909 ออร์

วิลได้บินข้ามช่องแคบอังกฤษได้สำเร็จ[1]

วิลเบอร์เสียวีตในวันที่ 30 พฤษภาคม ค.ศ. 1912 ด้วยโรคไทฟอยด์ ส่วนออร์วิลเสียวีตในวันที่ 30 มกราคม ค.ศ. 1948 ทั้งสองเสียชีวิตที่เมืองเคย์ตัน รัฐโอไฮโอ ประเทศสหรัฐอเมริกา



ภาพที่ 2.20 การทดสอบการบินครั้งแรก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

### การออกหนังสือเชิงทดลอง

#### 3.1 ความหมายของหนังสือเชิงทดลอง

หนังสือเชิงทดลอง หรือ zine ย่อมาจาก fanzine คือสิ่งพิมพ์ที่ทำขึ้นมาเอง จะทำคนเดียวหรือทำเป็นกลุ่มเล็กๆ ก็ได้ พอทำเองพิมพ์เอง จำนวนพิมพ์เลยไม่ค่อยมาก ไม่เกิน 1,000 เล่มโดยประมาณ เนื้อหาข้างในเป็นเรื่องอะไรก็ได้แล้วแต่สิ่งที่คนทำสนใจ ส่วนใหญ่ทำสำเนาด้วยการถ่ายเอกสาร มีรากมาจากวัฒนธรรมเพลงพังค์ที่มากับแนวคิด DIY (Do it Yourself) หรือการทำอะไรด้วยตัวเอง ไม่พึ่งใคร

#### 3.2 องค์ประกอบของหนังสือเชิงทดลอง

1. การสร้างเนื้อหา เป็นการลำดับข้อมูล เลื่อนำข้อมูลดิบทั้งหมดมาย่อสลายเพื่อให้ได้รับข้อมูลที่ที่น่าสนใจ
2. การสื่อสาร เป็นการนำข้อมูลที่ผ่านการย่อข้อมูลแล้วมานำเสนอเป็นภาพ เพื่อให้ข้อมูลน่าสนใจยิ่งขึ้น การใช้ภาพเล่าเนื้อหาในที่นี้อาจจะหมายถึงการนำภาพถ่าย ภาพวาด หรือการจัดองค์ประกอบของตัวอักษรก็ได้
3. รูปเล่ม เป็นการนำข้อมูลทั้งหมดเพื่อที่จะให้ผู้รับสารสามารถเข้าถึงข้อมูลได้มากยิ่งขึ้น ในที่นี้อาจถูกคิดค้นมาเพื่อความสวยงามหรือประโยชน์ก็ได้

#### 3.3 การสร้างหนังสือเชิงทดลอง

กระบวนการสร้างหนังสือเชิงทดลองสามารถทำได้ ดังนี้

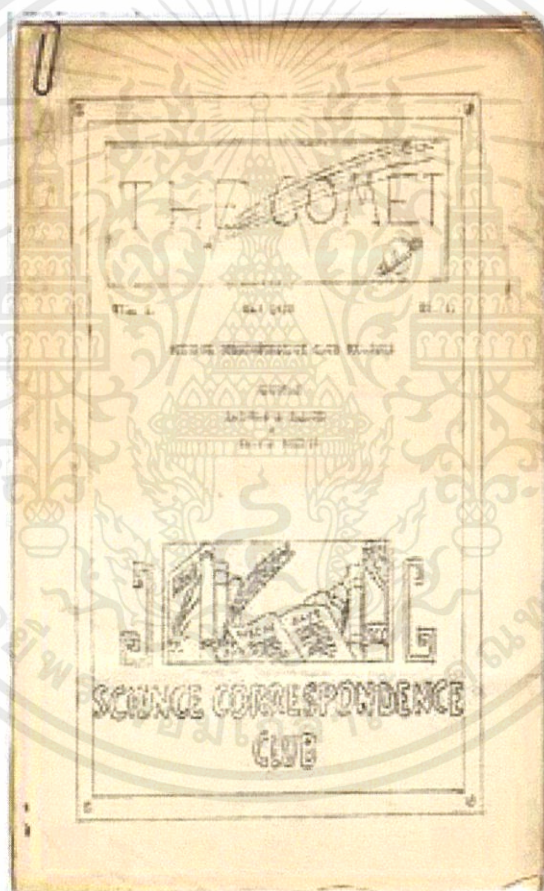
1. ดำเนินการเก็บข้อมูล เพื่อให้เกิดความชัดเจนของข้อมูลที่ต้องการสื่อ อาจได้จากการสังเกต การสัมภาษณ์เพื่อให้ได้ข้อเท็จจริง
2. การสร้างเนื้อหา เป็นการลำดับข้อมูล เลื่อนำข้อมูลดิบทั้งหมดมาย่อสลายเพื่อให้ได้รับข้อมูลที่ที่น่าสนใจ
3. การออกแบบการสื่อสาร เป็นการนำข้อมูลที่ผ่านการย่อข้อมูลแล้วมานำเสนอเป็นภาพ เพื่อให้ข้อมูลน่าสนใจยิ่งขึ้น การใช้ภาพเล่าเนื้อหาในที่นี้อาจจะหมายถึงการนำภาพถ่าย ภาพวาด หรือการจัดองค์ประกอบของตัวอักษรก็ได้
4. การกำหนดรูปเล่ม เป็นการนำข้อมูลทั้งหมดเพื่อที่จะให้ผู้รับสารสามารถเข้าถึงข้อมูลได้มากยิ่งขึ้น ในที่นี้อาจถูกคิดค้นมาเพื่อความสวยงามหรือประโยชน์ก็ได้
5. การพิสูจน์อักษร ในที่นี้ทำเพื่อพิสูจน์ความถูกต้องของภาพ เนื้อหา คำที่สะกดผิด สระลอย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สระจม และขนาดของตัวอักษร

6. การเตรียมไฟล์งานทั้งหมดและตัวอย่างหนังสือ เพื่อให้สะดวกในการสื่อสารกับโรงพิมพ์
7. ทดลองการพิมพ์ เป็นการพิมพ์เพื่อพิสูจน์ความถูกต้องอีกครั้งก่อนพิมพ์หนังสือจริงเพื่อนไม่ให้เกิดข้อผิดพลาด
8. การพิมพ์จริง เป็นการพิมพ์หลังการทดลองการพิมพ์ ถือเป็นการสิ้นสุดกระบวนการทำหนังสือเชิงทดลอง

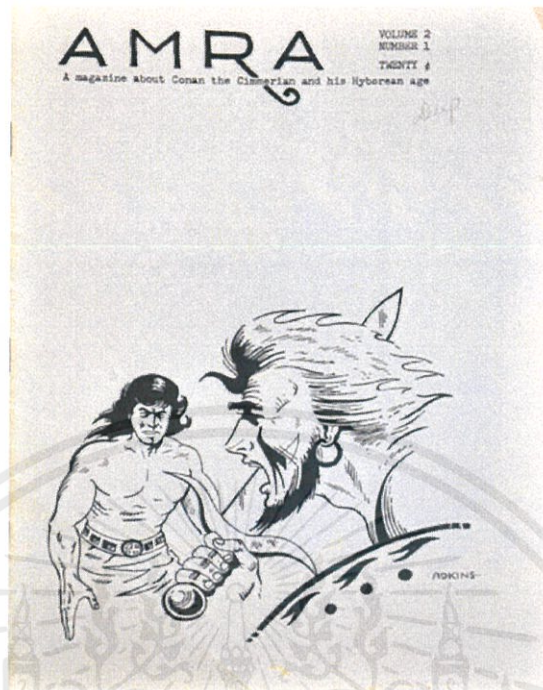
### 3.4 กรณีศึกษาการออกแบบหนังสือเชิงทดลองที่เคยมีมา



ภาพที่ 3.1 The Comet

ที่มา : [http://zinewiki.com/The\\_Comet](http://zinewiki.com/The_Comet)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.2 amra

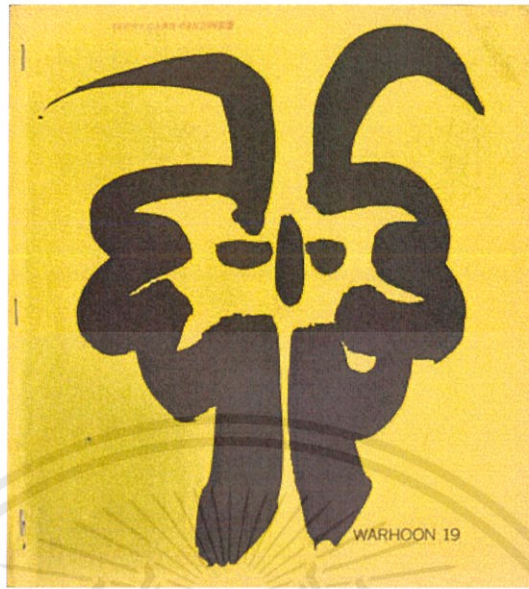
ที่มา : <http://myuctv.tv/tag/fanzine/>



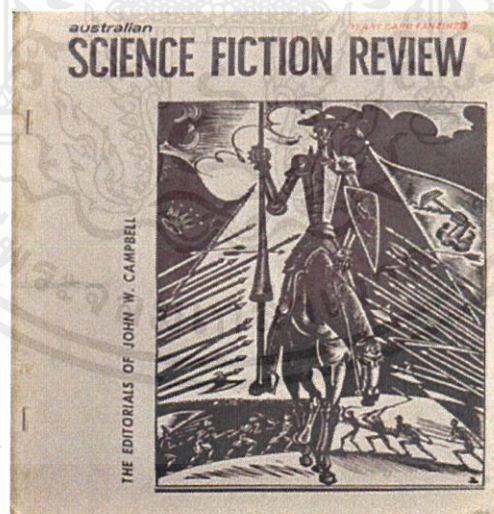
ภาพที่ 3.3 Shangri L'Affaires

ที่มา : <http://myuctv.tv/tag/fanzine/>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.4 The biggest  
ที่มา : <http://myuctv.tv/tag/fanzine/>



ภาพที่ 3.4 Australian Science-Fiction Review  
ที่มา : <http://myuctv.tv/tag/fanzine/>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### การวิเคราะห์และสรุปข้อมูลเบื้องต้น

#### 4.1 หนังสือทฤษฎีความน่าจะเป็นในชีวิตประจำวัน uncertainty

หนังสือที่เลือกนำมาเอาข้อมูลเชิงสถิติทางคณิตศาสตร์ มานำเสนอเป็นข้อมูลภาพเพื่อให้เข้าถึงความเข้าใจ และมีความน่าสนใจยิ่งขึ้น โดยใช้ชื่อว่า uncertainty โดยนำมาจากทฤษฎีความน่าจะเป็นในชีวิตประจำวัน ถ้าลองคาดคะเนดูเหตุการณ์ต่างๆ ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต เราจะพบว่าเหตุการณ์น้อยมาก หรือแทบไม่มีเลยที่มี ความแน่นอน 100 เปอร์เซ็นต์ แต่เหตุการณ์บางอย่างมักจะมี “แน่นอน” หรือมีโอกาสเกิดขึ้นได้สูงกว่า อีกเหตุการณ์หนึ่ง ความน่าจะเป็นจึงมีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเกี่ยวกับเหตุการณ์ต่างๆ จากข้อมูลเบื้องต้นเป็นอย่างมาก จึงใช้ชื่อ uncertainty เพื่อให้สื่อถึงตัวข้อมูลของหนังสือ

แนวทางการออกแบบหนังสือ จึงเป็นการดึงเอาเรียบง่าย ร่วมกับข้อมูลเชิงภาพถ่ายให้สื่อสารภาพของหนังสือออกมาได้ และตรงตามกลุ่มเป้าหมายที่ต้องการ

#### 4.2 ลักษณะเด่น แรงบันดาลใจในการออกแบบ

1. การคาดคะเนดูเหตุการณ์ต่างๆ ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต เราจะพบว่าเหตุการณ์น้อยมาก หรือแทบไม่มีเลยที่มี ความแน่นอน 100 เปอร์เซ็นต์ แต่เหตุการณ์บางอย่างมักจะมี “แน่นอน” หรือมีโอกาสเกิดขึ้นได้สูงกว่า อีกเหตุการณ์หนึ่ง ความน่าจะเป็นจึงมีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเกี่ยวกับเหตุการณ์ต่างๆ จากข้อมูลเบื้องต้นเป็นอย่างมาก

2. สภาพแวดล้อมและสังคมมีผลอย่างมากที่จะทำให้เราพบโอกาสหรือความน่าจะเป็นที่แตกต่างกันออกไป สภาพแวดล้อมที่เราอยู่ อาจจะพบเจอกับเหตุการณ์หนึ่งได้มากกว่าอีกเหตุการณ์หนึ่ง แต่ในทางกลับกันเราอาจจะพบเจอกับอีกเหตุการณ์หนึ่งได้น้อยกว่า

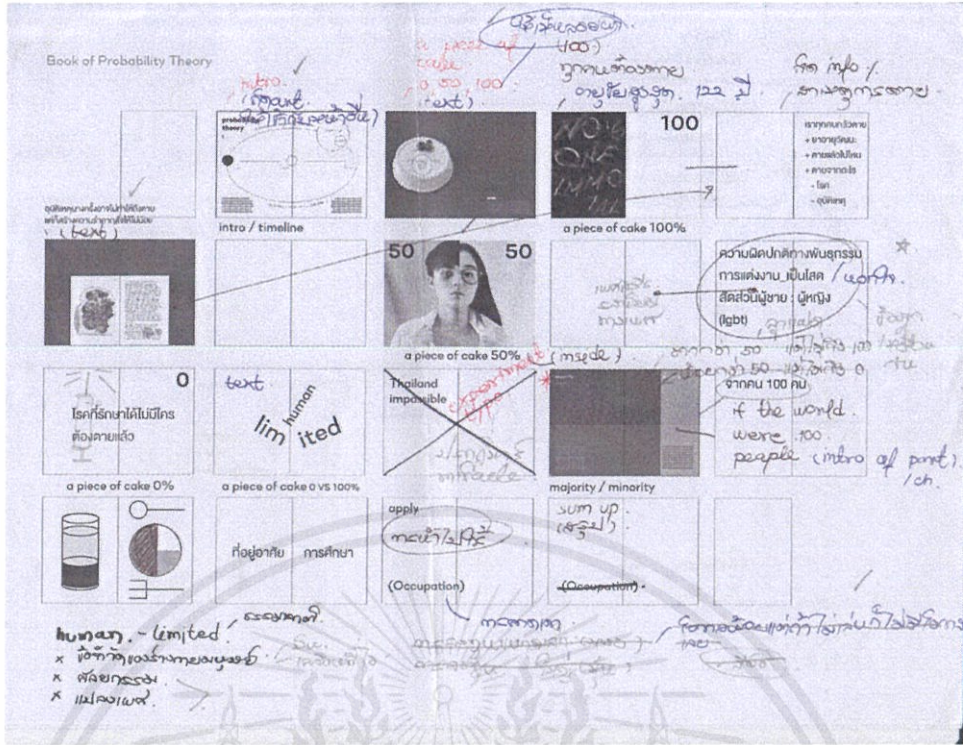
#### 4.4 แนวคิดในการออกแบบหนังสือ

ผู้ออกแบบหนังสือได้ออกแบบหนังสือให้มีความร่วมสมัย โดยผสมผสานระหว่างข้อมูลเชิงสถิติทางคณิตศาสตร์ มานำเสนอเป็นข้อมูลภาพ โดยผู้ออกแบบได้ออกแบบให้หนังสือมีความร่วมสมัยและง่ายต่อความเข้าใจ และมีความน่าสนใจยิ่งขึ้น

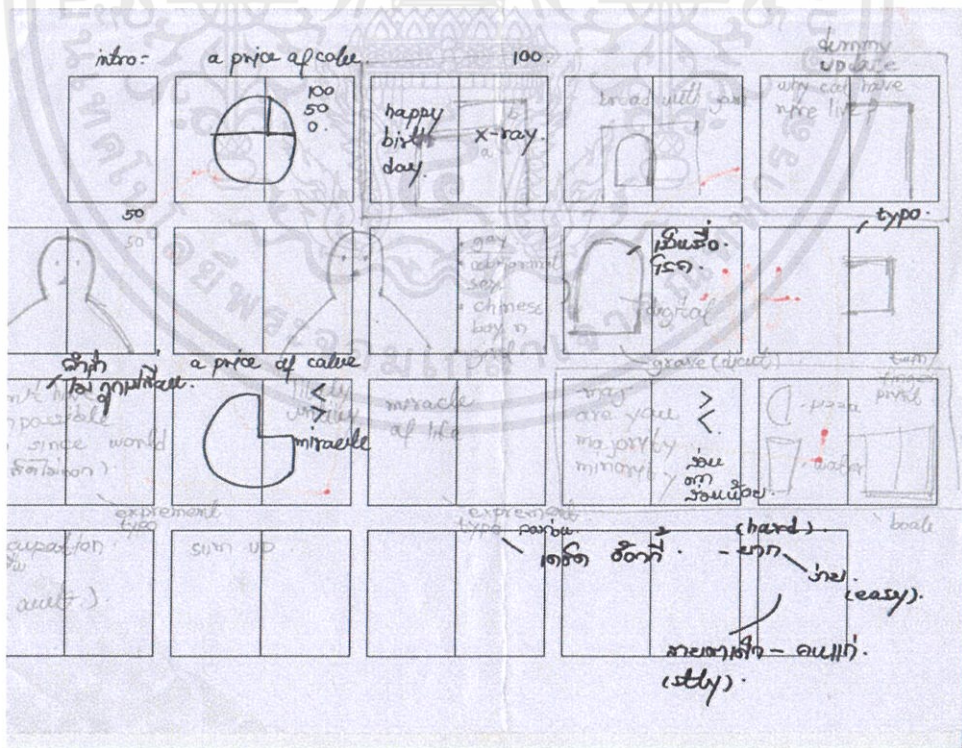






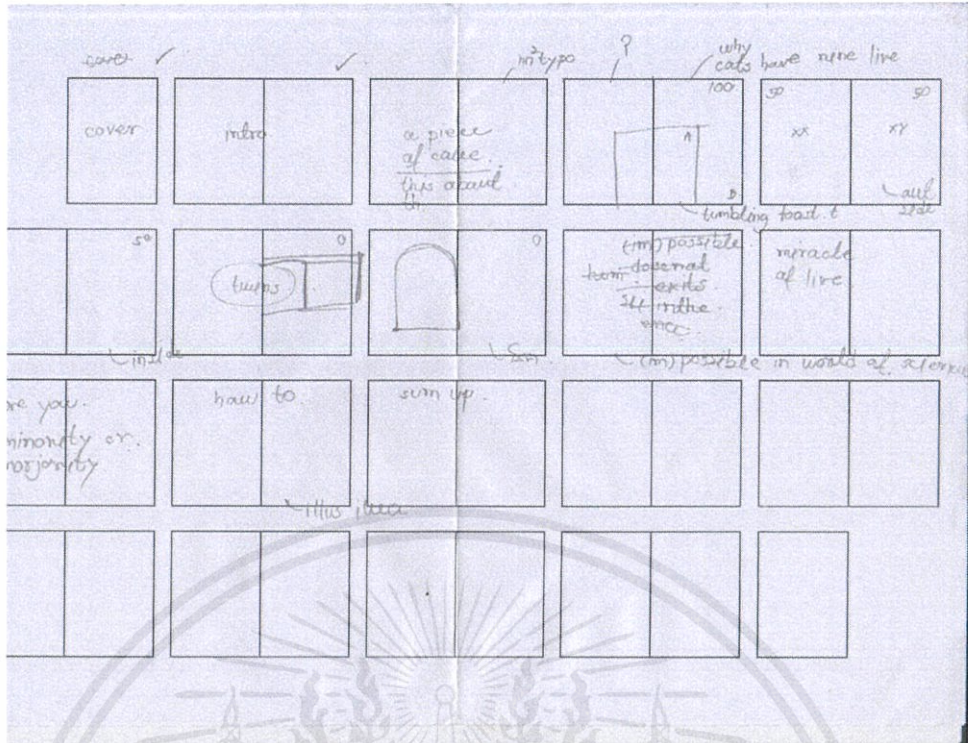


ภาพที่ 5.6 การสร้างเนื้อหาและการลำดับข้อมูลครั้งที่ 2  
 จากการลำดับข้อมูลครั้งที่ 2 พบว่าเนื้อหาหนังสือเชิงทดลองยังมีความน่าสนใจมากขึ้นจากการนำ  
 ข้อมูลจากการลำดับข้อมูลครั้งที่ 1 มาพัฒนาต่อ



ภาพที่ 5.7 การสร้างเนื้อหาและการลำดับข้อมูลครั้งที่ 3  
 ข้อมูลและเนื้อหาทั้งหมดเริ่มมีความลงตัว แต่ยังมีบางเทคนิคที่จะนำมาเล่าเรื่อง ยังเหมาะสมกับเนื้อหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.8 การสร้างเนื้อหาและการลำดับข้อมูลครั้งที่ 4 ครั้งสุดท้าย ข้อมูลมีความลงตัวกระชับขึ้น และมีความน่าสนใจมากกว่าครั้งก่อนๆ ด้วยเทคนิคต่างๆ

pro-loability  
 pro-loalility  
 pro-loalility

ภาพที่ 5.9 การสร้างแบบ logo ครั้งที่ 1

logo ขึ้นนี้ได้รับแรงบันดาลใจมาจาก 1-100 แต่เนื่องจากความไม่ลงตัวของคอนเซ็ปต์และชื่อหนังสือ

ที่ยังไม่น่าสนใจ จึงไม่ได้เลือกใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

probability th in everyday life.  
%  
uncertainty

ภาพที่ 5.10 การสร้างแบบ logo ครั้งที่ 2  
ตัวโลโก้มีความลงตัวแต่ design ยังธรรมดาเกินไป ยังไม่เป็นที่น่าจดจำ จึงไม่ได้เลือกใช้

ab / oeb 6ab b8g

ภาพที่ 5.11 การสร้างแบบ logo ครั้งที่ 3  
ตัวโลโก้มีความลงตัวแต่ design เริ่มชัดเจนเป็นที่น่าจดจำ แต่ยังมีปัญหาเรื่อง space จึงไม่ได้เลือกใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.12 การสร้างแบบ logo ครั้งที่ 4  
ตัวโลโก้มีความลงตัว design เริ่มชัดเจนเป็นที่น่าจดจำ space ลงตัว



ภาพที่ 5.13 การสร้างแบบตัวอักษรจาก logo ครั้งที่ 1  
แบบร่างครั้งที่ 1 มีปัญหาเรื่อง space และระบบของตัวอักษร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.14 การสร้างแบบตัวอักษรจาก logo ครั้งที่ 2  
แบบร่างครั้งที่ 2 มีปัญหาเรื่อง space และระบบของตัวอักษร เริ่มมีความลงตัวขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



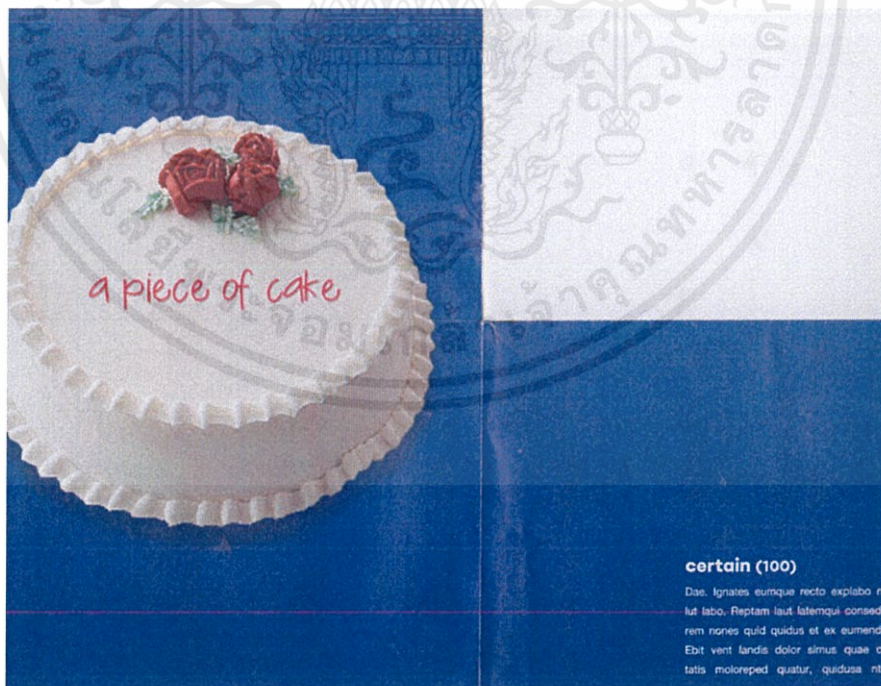
ภาพที่ 5.15 การสร้างแบบตัวอักษรจาก logo ครั้งที่ 3

แบบร่างครั้งที่ 3 มีปัญหาเรื่อง space และระบบของตัวอักษร มีความลงตัวและสมบูรณ์ จึงเลือกไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

๑ ๒ ๓ ๔ ๕ ๖ ๗ ๘ ๙ ๑๐ ๑๑ ๑๒ ๑๓ ๑๔ ๑๕ ๑๖ ๑๗ ๑๘ ๑๙ ๒๐ ๒๑ ๒๒ ๒๓ ๒๔ ๒๕ ๒๖ ๒๗ ๒๘ ๒๙ ๓๐ ๓๑ ๓๒ ๓๓ ๓๔ ๓๕ ๓๖ ๓๗ ๓๘ ๓๙ ๔๐ ๔๑ ๔๒ ๔๓ ๔๔ ๔๕ ๔๖ ๔๗ ๔๘ ๔๙ ๕๐ ๕๑ ๕๒ ๕๓ ๕๔ ๕๕ ๕๖ ๕๗ ๕๘ ๕๙ ๖๐ ๖๑ ๖๒ ๖๓ ๖๔ ๖๕ ๖๖ ๖๗ ๖๘ ๖๙ ๗๐ ๗๑ ๗๒ ๗๓ ๗๔ ๗๕ ๗๖ ๗๗ ๗๘ ๗๙ ๘๐ ๘๑ ๘๒ ๘๓ ๘๔ ๘๕ ๘๖ ๘๗ ๘๘ ๘๙ ๙๐ ๙๑ ๙๒ ๙๓ ๙๔ ๙๕ ๙๖ ๙๗ ๙๘ ๙๙ ๑๐๐

ภาพที่ 5.16 การสร้างแบบตัวอักษรจาก logo ครั้งที่ 3  
แบบร่างครั้งที่ 3 มีปัญหาเรื่อง space และระบบของตัวอักษร มีความลงตัวและสมบูรณ์ เมื่อลองทำ  
ให้นำหนังสือของตัวอักษรบางลง พบว่าตัวอักษรอ่านยากขึ้น และยากในการนำไปใช้จึงไม่ได้นำมาใช้



ภาพที่ 5.17 การสร้างแบบร่างภาพถ่าย ครั้งที่ 1  
ภาพและการนำเสนอน่าสนใจ แต่มีปัญหาเรื่องคูสีที่ทำให้ภาพไม่น่าสนใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.18 การสร้างแบบร่างภาพถ่าย ครั้งที่ 1  
ภาพและการนำเสนอที่น่าสนใจ แต่มีปัญหาเรื่องคูสีที่ทำให้ภาพไม่น่าสนใจ  
จึงนำแบบร่างนี้ไปพัฒนาต่อ



ภาพที่ 5.19 การสร้างแบบร่างภาพถ่าย ครั้งที่ 1  
ภาพและการนำเสนอที่น่าสนใจ แต่มีปัญหาเรื่องคูสีที่ทำให้ภาพไม่น่าสนใจ รวมถึงยังเหลือพื้นที่ในการ  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ว่าตัวอักษรที่มากจนเกินไป จึงนำแบบร่างนี้ไปพัฒนาต่อใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.20 การสร้างแบบร่างภาพถ่าย ครั้งที่ 1  
ภาพและการนำเสนอที่น่าสนใจ แต่มีปัญหาเรื่องคู่สีที่ทำให้ภาพไม่น่าสนใจ รวมถึงยังเหลือพื้นที่ในการ  
ว่าตัวอักษรที่มากจนเกินไป จึงนำแบบร่างนี้ไปพัฒนาต่อ



ภาพที่ 5.21 การสร้างแบบร่างภาพถ่าย ครั้งที่ 1  
ภาพและการนำเสนอที่น่าสนใจ แต่มีปัญหาเรื่องคู่สีที่ทำให้ภาพไม่น่าสนใจ รวมถึงยังเหลือพื้นที่ในการ  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ว่าตัวอักษรที่มากจนเกินไป จึงนำแบบร่างนี้ไปพัฒนาต่อ  
ใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.22 การสร้างแบบร่างภาพถ่าย ครั้งที่ 1  
ภาพและการนำเสนอที่น่าสนใจ แต่มีปัญหาเรื่องพื้นที่ในการว่าตัวอักษรที่น้อยจนเกินไป  
จึงนำแบบร่างนี้ไปพัฒนาต่อ



ภาพที่ 5.23 การสร้างแบบร่างภาพถ่าย ครั้งที่ 1  
ภาพและการนำเสนอที่น่าสนใจ แต่มีปัญหาเรื่องพื้นที่ในการว่าตัวอักษรที่น้อยจนเกินไป  
เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่บนช่องทางการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้  
จึงนำแบบร่างนี้ไปพัฒนาต่อ



ภาพที่ 5.24 การถ่ายภาพเพื่อประกอบข้อมูล ครั้งที่ 1  
แบบร่างครั้งที่ 1 มีปัญหาเรื่องแสงของภาพ เนื่องจากถ่ายภาพนอกสตูดิโอโดยแสงธรรมชาติทำให้ยาก  
ที่ควบคุมปริมาณของแสง



ภาพที่ 5.25 การถ่ายภาพเพื่อประกอบข้อมูล ครั้งที่ 1  
แบบร่างครั้งที่ 1 มีปัญหาเรื่องแสงของภาพ เนื่องจากถ่ายภาพนอกสตูดิโอโดยแสงธรรมชาติทำให้ยาก  
ที่ควบคุมปริมาณของแสง ในส่วนของการถ่ายภาพสัตว์ยากในการควบคุม เนื่องจากแมวมีความตื่นกลัว  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปเผยแพร่บนช่องทางต่าง ๆ  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 6

### ผลงานสำเร็จ

การออกแบบหนังสือทฤษฎีความน่าจะเป็นในชีวิตประจำวัน สำเร็จและบรรลุเป้าหมายตามขอบเขตงาน ดังนี้

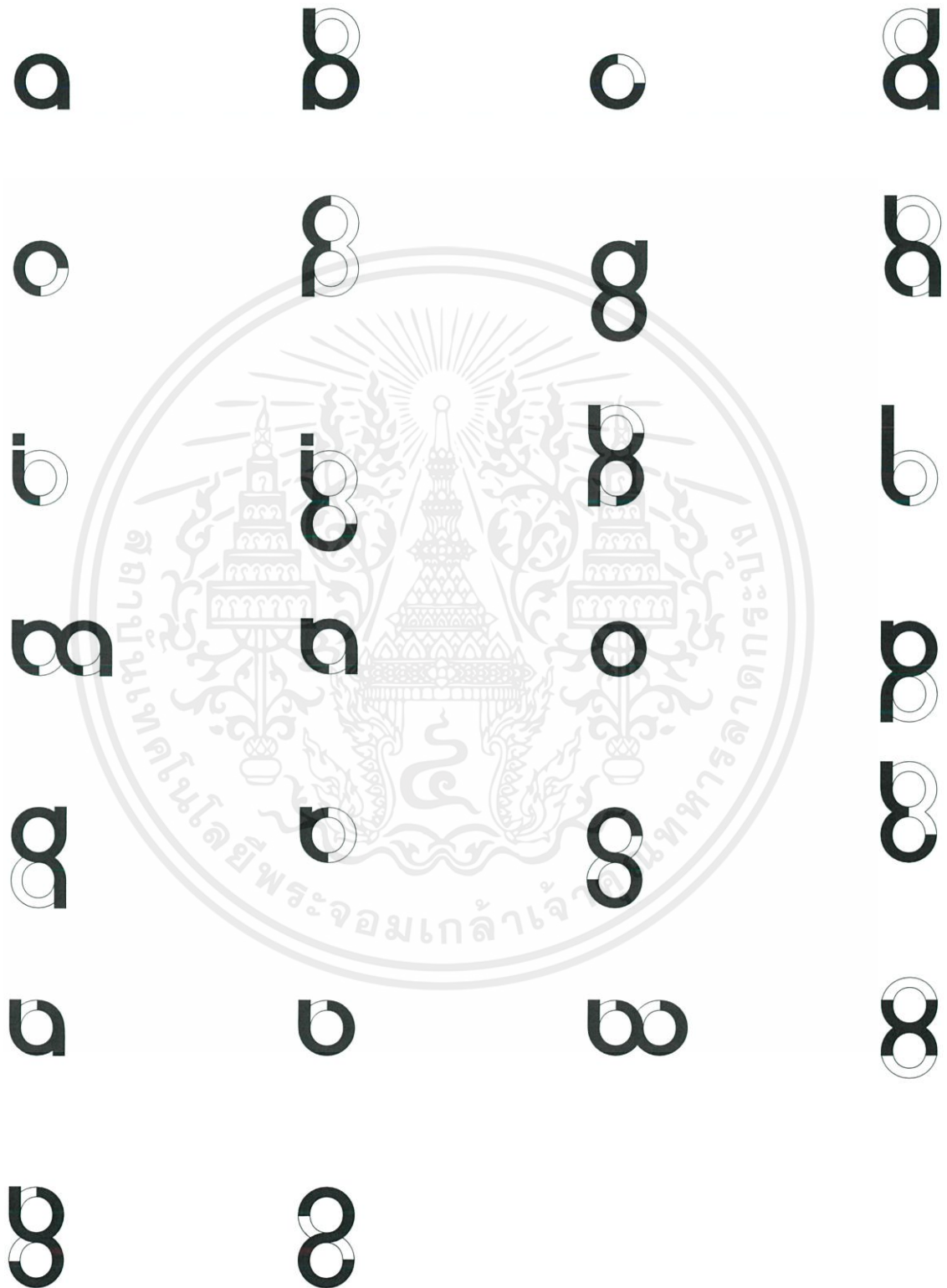
#### 6.1 สัญลักษณ์ของหนังสือ



ภาพที่ 6.1 Logo

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

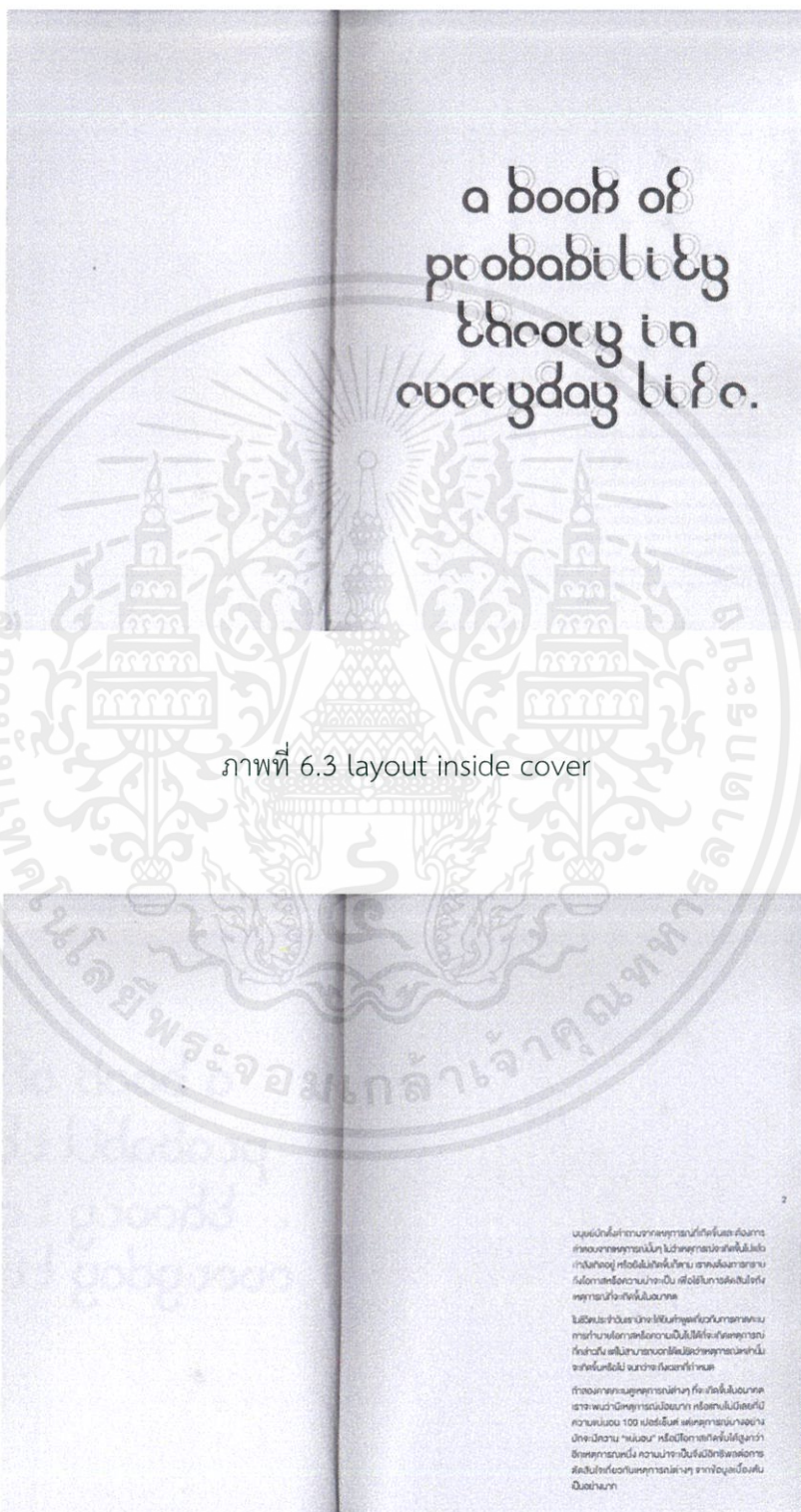
## 6.2 ชุดอักษรพิมพ์เล็กภาษาอังกฤษ



ภาพที่ 6.2 ตัวอักษรพิมพ์เล็กภาษาอังกฤษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

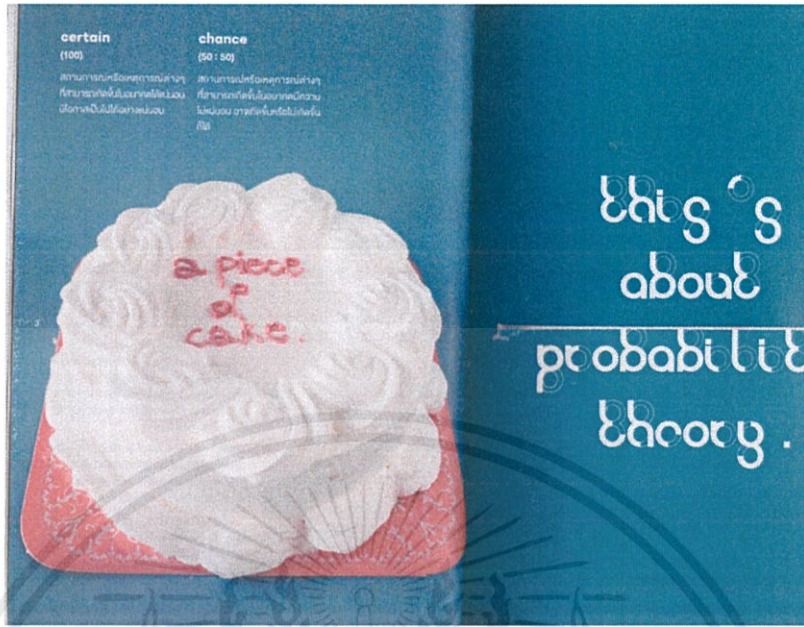
### 6.3 รูปเล่มและlayout



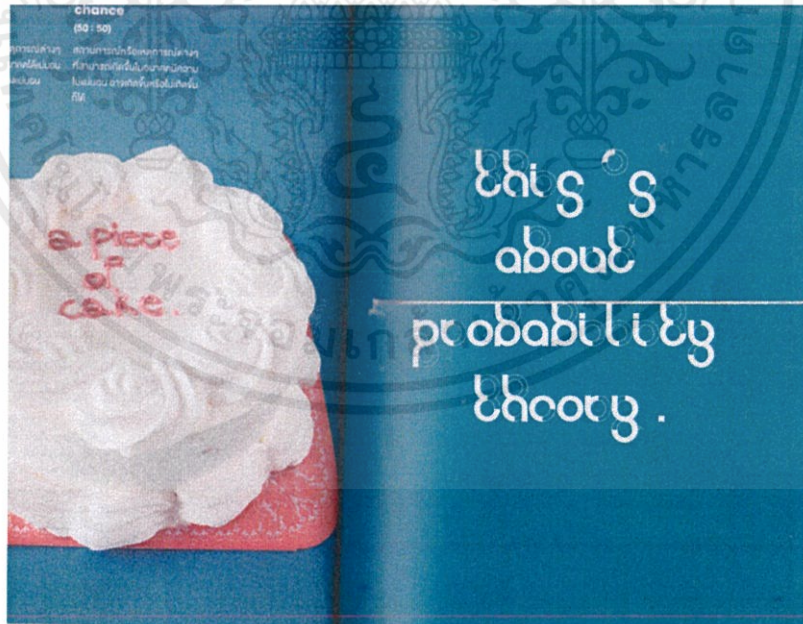
ภาพที่ 6.3 layout inside cover

ภาพที่ 6.4 layout page 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6.5 layout page 3



ภาพที่ 6.6 layout page 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6.7 layout page 4.1

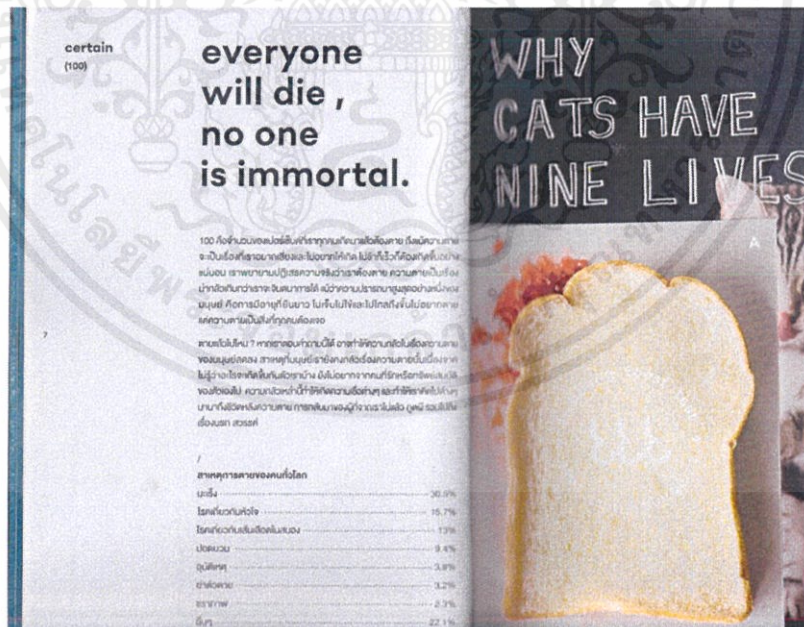


ภาพที่ 6.8 layout page 4.1.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



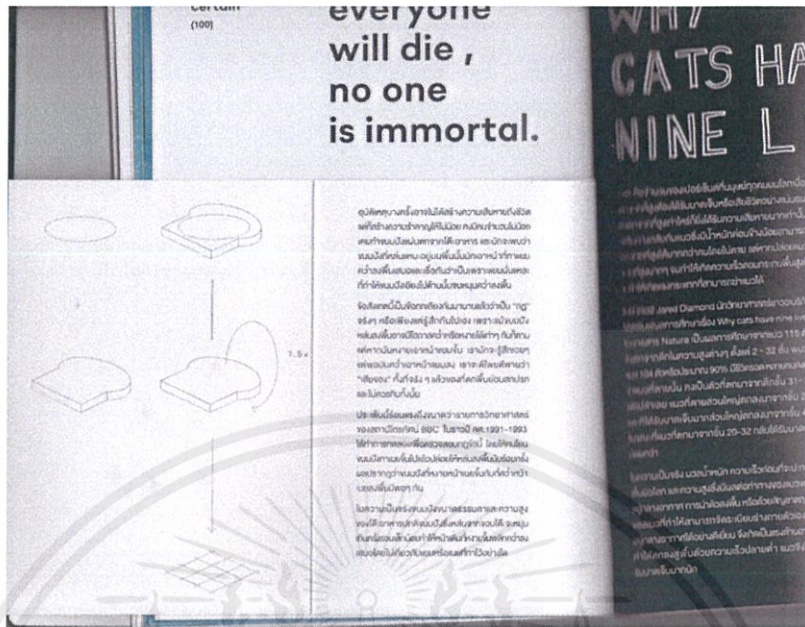
ภาพที่ 6.9 layout page 5-6



ภาพที่ 6.10 layout page 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



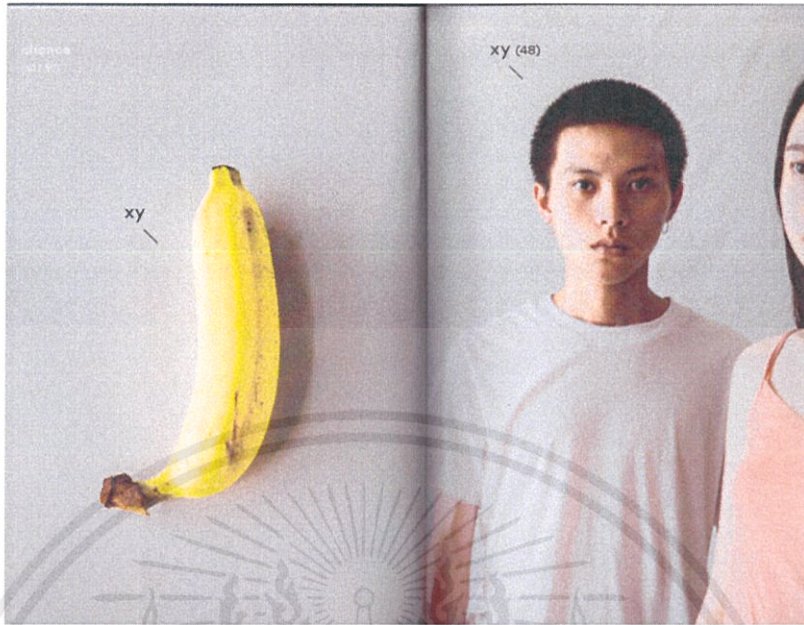


ภาพที่ 6.13 layout page 7.3



ภาพที่ 6.14 layout page 9-10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6.15 layout page 9.1



ภาพที่ 6.16 layout page 9.1.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



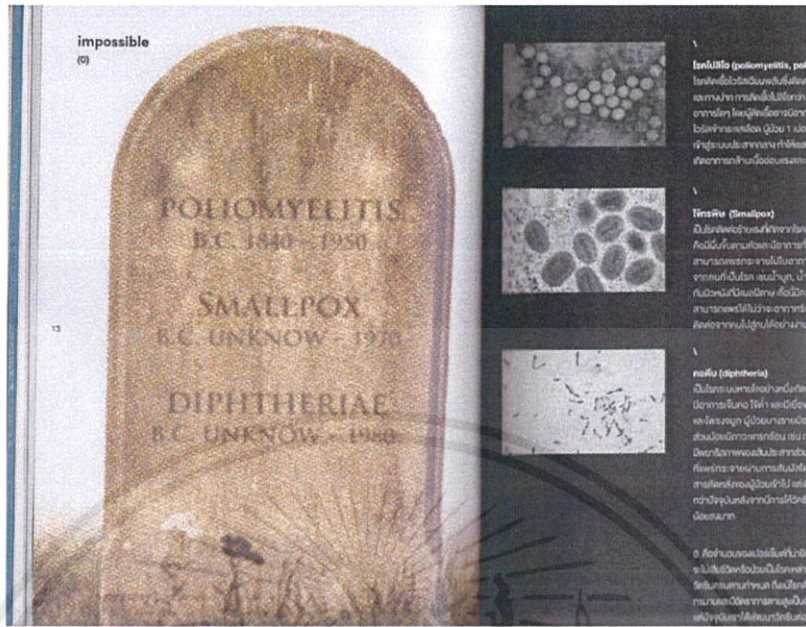
ภาพที่ 6.17 layout page 11-12



ภาพที่ 6.18 layout page 11.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



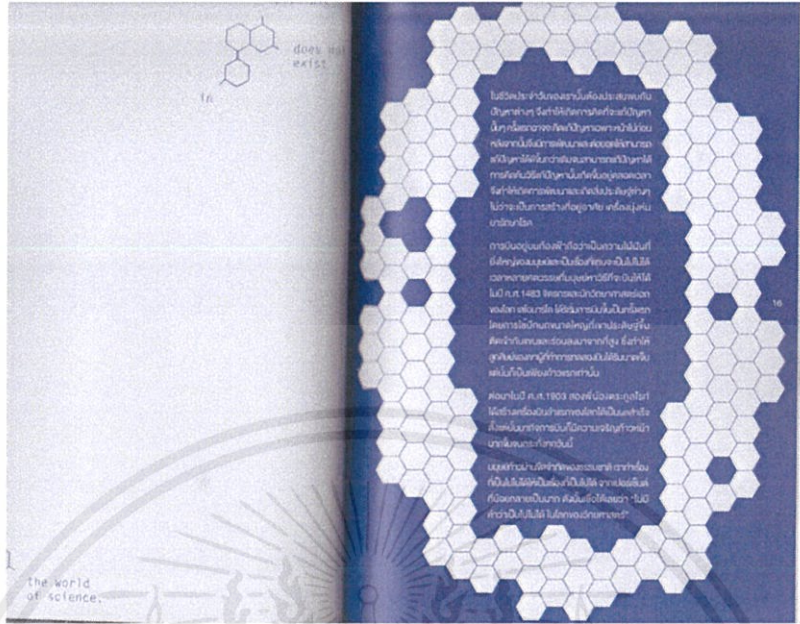


ภาพที่ 6.21 layout page 14

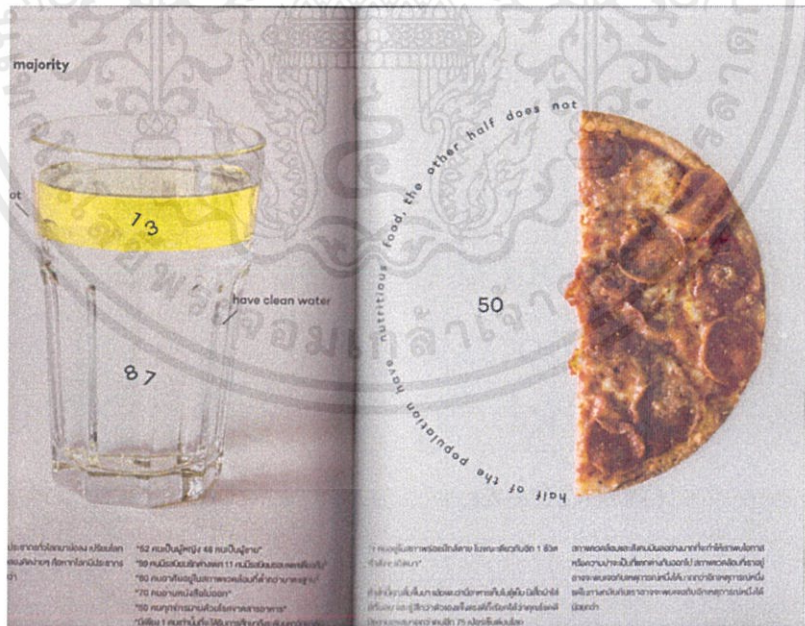


ภาพที่ 6.22 layout page 15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



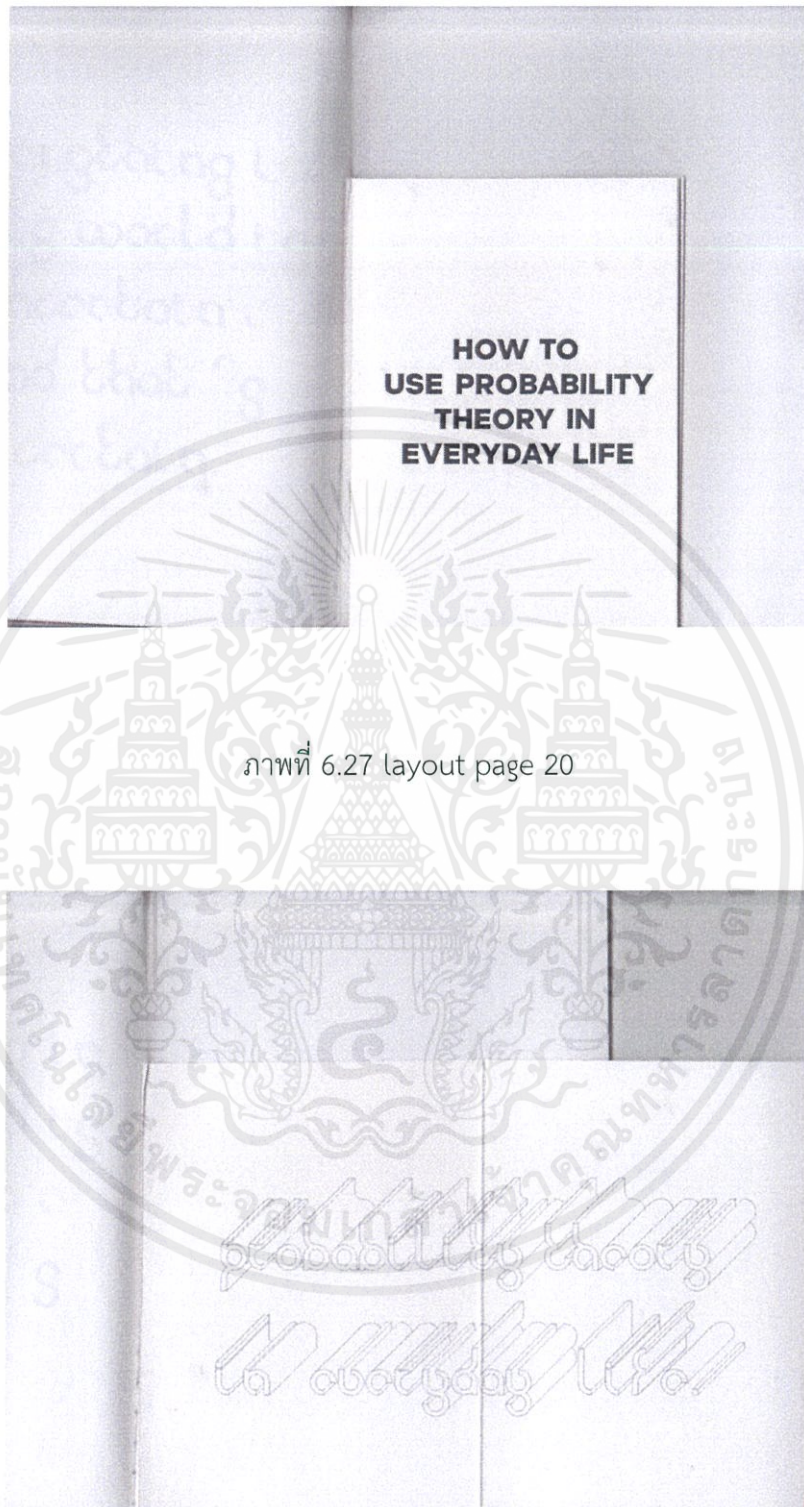
ภาพที่ 6.23 layout page 16



ภาพที่ 6.24 layout page 17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

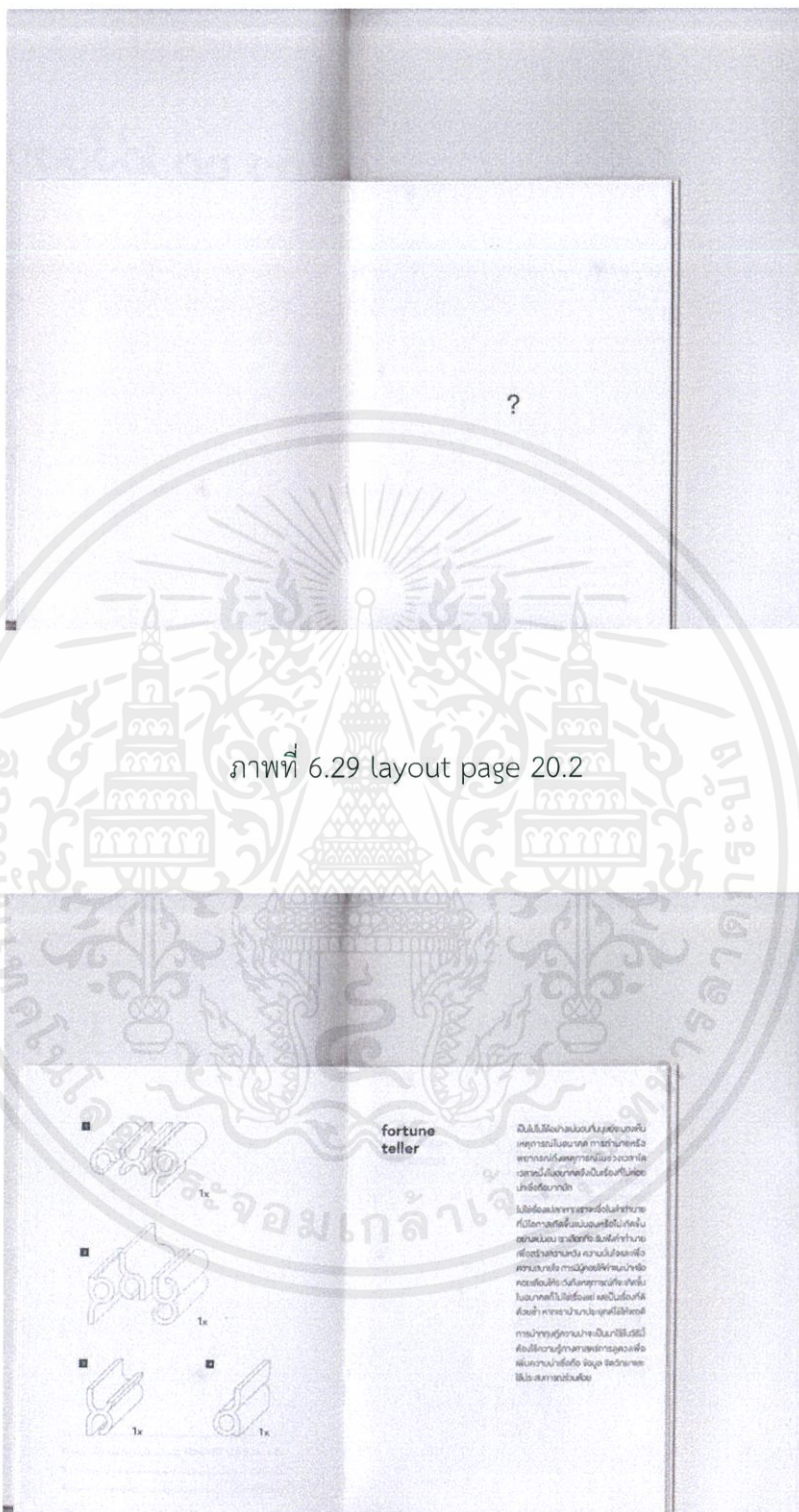




ภาพที่ 6.27 layout page 20

ภาพที่ 6.28 layout page 20.1

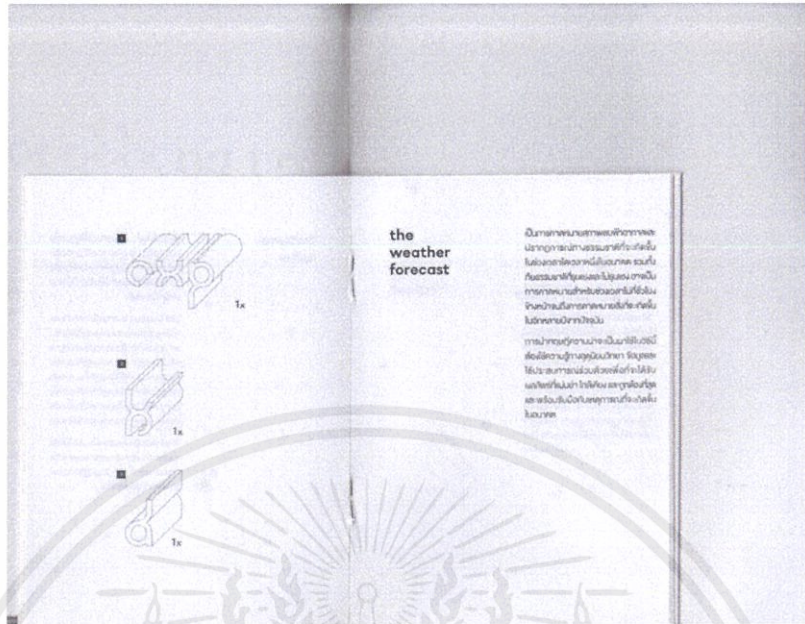
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



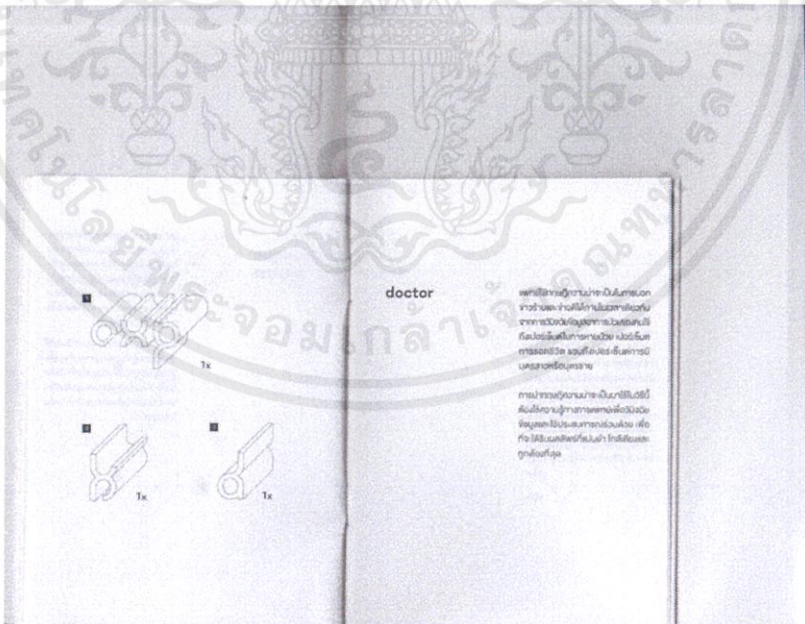
ภาพที่ 6.29 layout page 20.2

ภาพที่ 6.30 layout page 20.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

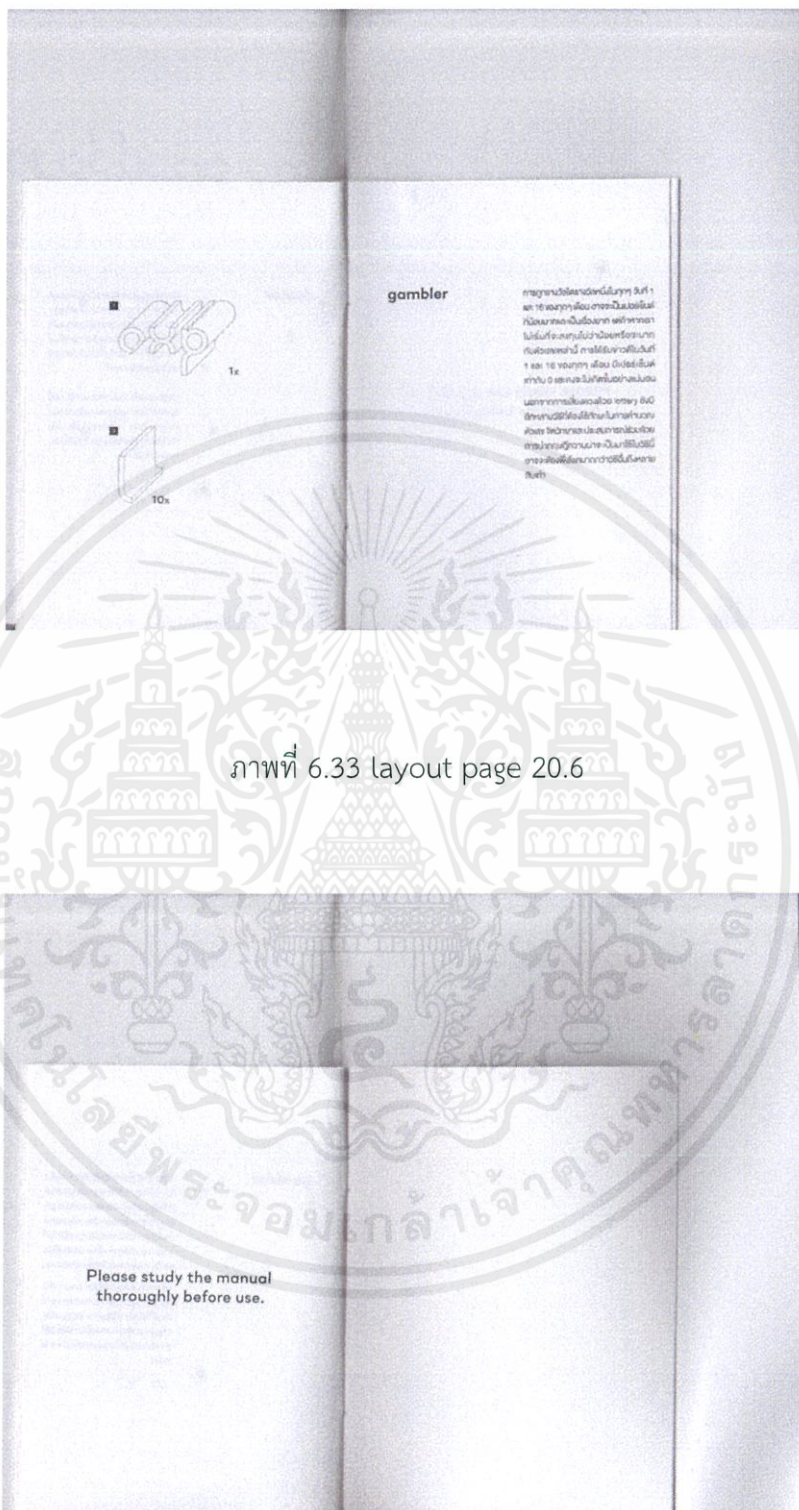


ภาพที่ 6.31 layout page 20.4



ภาพที่ 6.32 layout page 20.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6.33 layout page 20.6

ภาพที่ 6.34 layout page 20.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 7

### บทสรุปและข้อเสนอแนะ

#### 7.1 บทสรุป

การออกแบบกราฟิกสำหรับหนังสือทฤษฎีความน่าจะเป็นในชีวิตประจำวัน สำเร็จและบรรลุเป้าหมายตอบสนองการใช้งานที่ได้ตั้งเอาไว้ ไม่ว่าจะเป็นเรื่อง ภาพลักษณ์ หรือกลุ่มเป้าหมายก็ตาม แม้ในบางส่วนของงานจะยังบกพร่อง ไม่ได้แก้ไขมากเท่าที่ควร แต่โดยรวมแล้วก็สามารถแสดงภาพเนื้อหาข้อมูล และภาพรวมที่น่าสนใจออกมาได้

#### 7.2 ปัญหาและข้อจำกัดในการศึกษา

ในการทำกราฟิกให้หนังสือทฤษฎีความน่าจะเป็นในชีวิตประจำวัน เกิดปัญหาและพบข้อจำกัดในการศึกษา ดังนี้

1. ในตอนเริ่มต้นงานยังมีความสับสนว่าควรจะเริ่มต้นจับส่วนที่โดดเด่นใดของเนื้อหาทั้งหมด ออกมาอย่างไรดี เพราะในส่วนของเนื้อหาทั้งหมดนั้นค่อนข้างที่จะกว้างและยากที่จะรวบรวมข้อมูลให้กระชับและน่าสนใจ จนกระทั่งได้ศึกษาข้อมูลทั้งหมดอย่างละเอียด ซึ่งได้ข้อมูลออกมาว่าส่วนใดของข้อมูลที่กลุ่มเป้าหมายจดจำและน่าสนใจได้ และกราฟิกแบบใดในการเล่าเรื่องที่กลุ่มเป้าหมายชื่นชอบมากที่สุด จึงได้นำข้อมูลนี้มาเป็นแนวทางในการออกแบบได้

การทำแบบสำรวจกลุ่มเป้าหมายจึงถือเป็นสิ่งที่ถือได้ว่ามีความสำคัญ ช่วยให้สามารถกำหนดแนวทางการออกแบบได้ง่ายขึ้น และชัดเจน

2. การสร้างความลงตัวให้งานกราฟิกภาพรวมออกมาให้สื่อสารภาพลักษณ์ที่เหมาะสมได้ เป็นอีกปัญหาหนึ่ง พบว่าการลองทำแบบร่างให้หลายๆ สามารถช่วยได้ในระดับหนึ่ง ทำให้ได้ทดลองหลายๆ แนวทาง แนวทางใดยังใช้ไม่ได้ก็แก้ไขทำแบบร่างใหม่ จนสามารถทำงานได้สำเร็จ

3. ในขั้นตอนการผลิตจริง เช่น หน้าปกของหนังสือที่จะต้องพิมพ์แบบพิเศษ (UV Spot) นั้นมีราคาสูงมาก จึงต้องหาวิธีการอื่นมาทดแทน ไม่ได้เป็นไปตามต้องการที่ตั้งใจไว้ในตอนแรก

#### 7.3 ข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการทำงานอย่างละเอียด และทำความเข้าใจให้ถ่องแท้ก่อนออกแบบ

2. การวางแผนกำหนดขั้นตอน รวมไปถึงระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาข้อมูล ทำแบบร่าง และทำงานจริง ควรทำอย่างละเอียด หากเป็นไปได้ให้กำหนดว่าในแต่ละสัปดาห์งานต้องเสร็จจุลวงเท่าไร เพื่อจะได้เผื่อเวลาเอาไว้แก้ไขงาน หรือปัญหาที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการทำงานได้ทันเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ขั้นตอน กระบวนการ หรือวิธีการผลิต เป็นสิ่งที่ต้องศึกษาอย่างถี่ถ้วน ตั้งแต่การเตรียมไฟล์ ไปจนถึงการพิมพ์ผลิตผลงานจริง เป็นส่วนที่ต้องระมัดระวังอย่างมาก

#### 7.4 ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ได้พบปัญหาในการทำงาน และรู้จักตัวเองมากขึ้น ทำให้เกิดการพัฒนาเรื่องการทำงานอย่างเป็นระบบ มีการวางแผนงาน

2. ประเด็นในการศึกษา หรือโครงการที่ศึกษาที่จะต้องหาข้อมูลมากมาย ทำให้มีความรู้เรื่องที่ศึกษามากขึ้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม

- โชติรส โกวิทวัฒนพงศ์. (2538). *เข้าใจโบสถ์ฝรั่ง ศาสนศิลป์ยุคกลางในยุโรป*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ทองเจือ เขียดทอง. (2548). *การออกแบบสัญลักษณ์ Logo trade mark symbol* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: สิปประภา.
- วิจิตร เจริญภักตร์. (2548). *ประวัติศาสตร์สถาปัตยกรรมตะวันตก History of Western architecture คริสเตียนตอนต้นถึงสมัยใหม่* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เศรษฐมนันต์ กาญจนกุล. (2538). *เส้นสายลายไทย*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ ดีแอลเอส. (ชุด ลวดลาย 2 ในงานสถาปัตยกรรมไทย).
- สมิตา ศรีวิบูลย์. (2554). *ออกแบบ ออกแบรนต์ ระบบมาตรฐานอัตลักษณ์เพื่อสร้างอัตลักษณ์ที่ยั่งยืน*. กรุงเทพฯ: ดิสเพลย์.
- อิสสรียา สีอ่อน. (2558). *การออกแบบเครื่องประดับร่วมสมัยที่ได้รับแรงบันดาลใจจากเอกลักษณ์สถาปัตยกรรมโกธิค*. ปริญญาานิพนธ์ศิลปศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาการออกแบบเครื่องประดับ คณะอัญมณี มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตจันทบุรี.
- ColdStream, N. (2002). *Medieval architecture*. Oxford: Oxford University Press.
- Grodecki, L., Prache, A., & Recht, R. (1986). *Gothic architecture* (2<sup>nd</sup> ed.). London: Faber and Faber.

## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ - สกุล	ธิปก สุวรรณมณี
ที่อยู่	3/311 หมู่ 1 ตำบลท่าข้าม อำเภอพุนพิน จังหวัดสุราษฎร์ธานี รหัสไปรษณีย์ 84130
การติดต่อ	E - mail : thipok.suwanmanee@gmail.com Tel. : 089-7290335

## ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2550 (ปีการศึกษา 2549)	ประถมศึกษา โรงเรียนอนุบาลสุราษฎร์ธานี
พ.ศ.2556 (ปีการศึกษา 2555)	มัธยมศึกษา โรงเรียนสุราษฎร์พิทยา
พ.ศ.2560 (ปีการศึกษา 2559)	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้