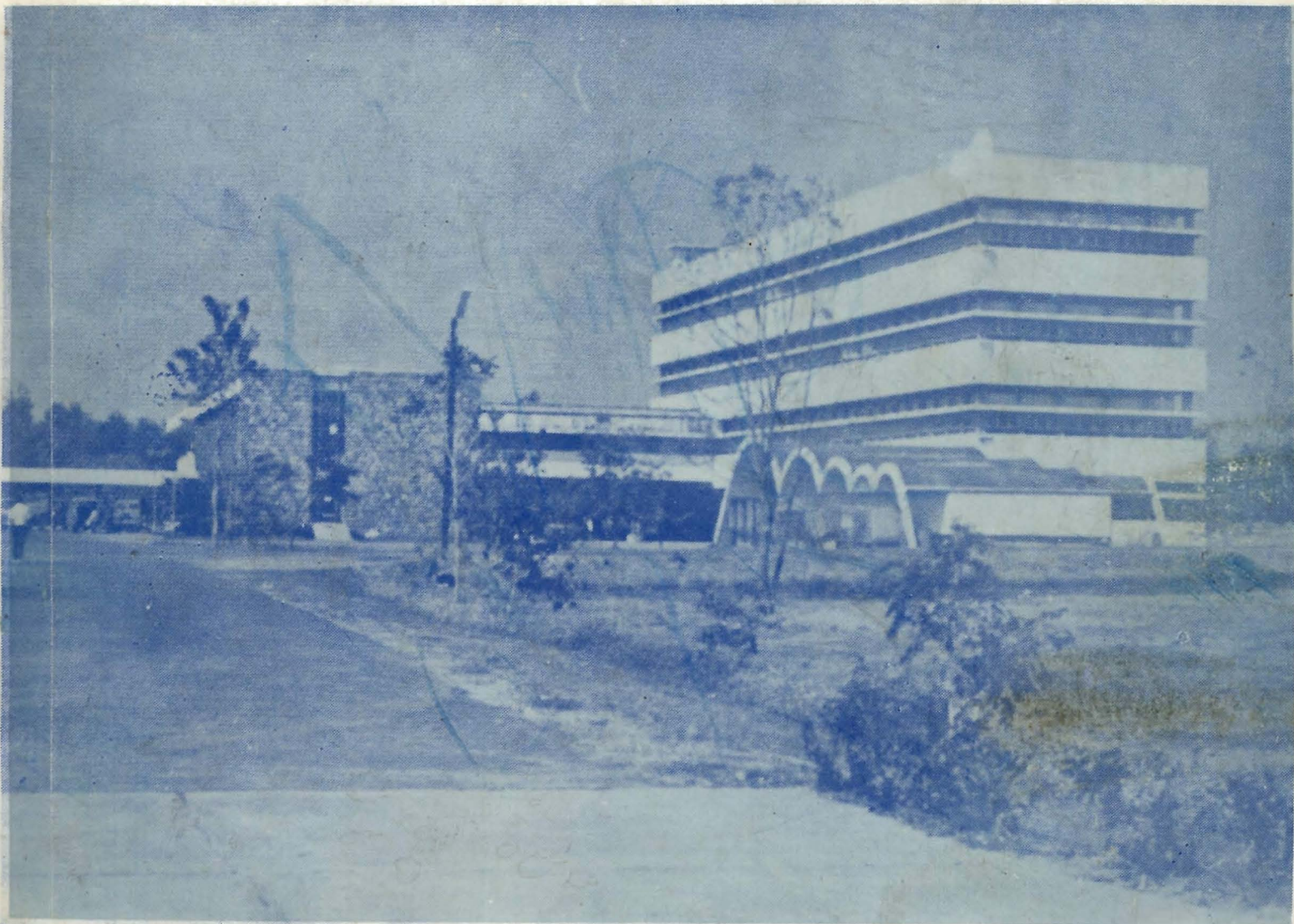




# วิทยาศาสตร์ มน.

SCIENCE-ARTS K K U JOURNAL



ปีที่ 3 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม-สิงหาคม 2518  
VOLUME 3. NUMBER 2. MAY - AUGUST 1975



# วิทยาศาสตร์ มข.

## วัตถุประสงค์

1. เพื่อส่งเสริมและเผยแพร่วิชาการทางวิทยาศาสตร์ สาขา ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา คณิตศาสตร์ ธรณีวิทยา ภาษาศาสตร์ บรรณารักษศาสตร์ และสาขาวิชาวิชาอื่นที่เกี่ยวข้อง
2. เพื่อเผยแพร่ผลงานด้านวิจัย และวิชาการ อาจารย์ นักศึกษา และ วิชาการอื่น ๆ
3. เพื่อเป็นสื่อสารแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างสถาบันต่าง ๆ

## เจ้าของ ที่ปรึกษา

คณะวิทยาศาสตร์ – อักษรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น  
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์–อักษรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

## กองบรรณาธิการ

ยุทธนา จิตตะกวี  
วิชัย ธีรตันพันธ์  
พิพัฒน์ โชคสุวัฒน์สกุล  
กิตติ เอกอำพน

## บรรณาธิการ

สุพล บริพันธ์

## ฝ่ายศิลป์และภาพ

เฉลิม กิตชัย  
บุญส่ง วัฒนกิจ

## ฝ่ายจัดการ

ณัฐฐา เกษะรัฐ

## ระเบียบการ

กำหนดออกปีละ 3 ฉบับ ( ราย 4 เดือน )

# สารบัญ

## CONTENTS

หน้า

|                                                               |                       |    |
|---------------------------------------------------------------|-----------------------|----|
| เทคนิคในห้องมืด . . . . .                                     | เฉลิม คิตชัย          | 1  |
| Darkroom Techniques . . . . .                                 | Chalerm Kidchai       |    |
| ลักษณะการจัดตัวของพืชบริเวณฝั่งทะเล . . . . .                 | วิชัย ณรัตน์พันธ์     | 5  |
| Plant of The Seashores and The Mangrove Forest . .            | Wichai Neeratanaphan  |    |
| ทำอย่างไรจึงจะมีการเรียนรู้และมีชีวิตอยู่รอดจากหัวใจวาย . . . | สุภาพ จันทหาร         | 13 |
| How To Recognize and Survive a Heart Attack . . . .           | Suparp Chantaharn     |    |
| ต้นไม้ ไม้ดอก และต้นไม้ใกล้มือที่ควรทราบชื่อทางพฤกษศาสตร์     | วระพงษ์ โพธิ์เมือง    | 17 |
| Scientific Name of Some Economic Plants . . . . .             | Verapong Poimaung     |    |
| ชีวิตและดวงดาว . . . . .                                      | ขาว เหมือนวงศ์        | 19 |
| Lifes and Stars . . . . .                                     | Khao Muanwong         |    |
| การหมุนของดาวเคราะห์ . . . . .                                | พหล จิตติยศรา         | 25 |
| Rotation of The Planets . . . . .                             | Pahol Jittiyasara     |    |
| หอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยขอนแก่น . . . . .                       | เฉลียว พันธุ์สิดา     | 29 |
| Central Library of Khon Kaen University . . . . .             | Chaleo Pansida        |    |
| การค้นพบดาวเคราะห์โดยอาศัยการคำนวณ . . . . .                  | ชัยวัฒน์ คุประตกุล    | 40 |
| Finding The Planets by Calculation . . . . .                  | Shaiwatana Kupratakul |    |
| การเกิดขึ้นของระบบสุริยะ . . . . .                            | สุพล บริพันธ์         | 46 |
| Origin of Solar System . . . . .                              | Supon Boriphan        |    |



เนื่องจากในรอบปีที่ผ่านมา มีการเปลี่ยนแปลงหลายอย่างในมหาวิทยาลัยทั้งที่รู้ ๆ กันอยู่ทั่วไปตามข่าวหนังสือพิมพ์ ผลย่อมมีผลกระทบกระเทือนมาถึงการออกหนังสือวารสารนี้ด้วย กองบรรณาธิการต้องขอยกอย่างยิ่งต่อท่านผู้อ่านที่ทำให้ได้รับหนังสือวารสารนี้เข้าไปมากทีเดียว แต่อย่างไรก็ตามกองบรรณาธิการจะพยายามเร่งรัดออกมาให้ทันกำหนดโดยเร็วที่สุด เพื่อมิให้ความล่าช้าเกิดต่อเนื่องกันออกไปอีก

ฉบับนี้เป็นฉบับแรกที่กองบรรณาธิการชุดใหม่ คือชุดปัจจุบันนี้เข้ามาดำเนินงาน หากมีข้อบกพร่องอย่างใดก็ตาม กองบรรณาธิการก็ต้องขอยกไว้ ณ ที่นี้ด้วย และเรายินดีอย่างยิ่งถ้าหากว่าท่านจะแสดงข้อคิดเห็นต่าง ๆ ไปยังกองบรรณาธิการ เพื่อประโยชน์ในการออกหนังสือเล่มต่อไปอีก.

### กองบรรณาธิการ

น เว อนุตตกุลเสณ อดุลจรียา สุขาวหา หาเปติ อดุล ทุมเมโธ กปี  
อารามโก ยดา

การบำเพ็ญประโยชน์โดยไม่ฉลาดในประโยชน์ ก็นำความสุขมาให้ไม่ได้เลย ผู้  
ทราบบุญญาย่อมพล่าประโยชน์ ดุจลิงเฝ้าสวนจะนน



# เทคนิคในห้องมืด

## Darkroom Techniques

เฉลิม คิตชัย  
Chalerm Kidchai

ในการเขียนเรื่องเทคนิคในห้องมืดนี้ ผู้เขียนมีจุดประสงค์ที่จะส่งเสริมทักษะของผู้ที่สนใจในเรื่องการอัด การขยายรูปในห้องมืด และผู้ที่มีพื้นฐานความรู้ในการอัดรูป ขยายรูปอยู่บ้างแล้ว ทั้งนี้เพราะเนื้อหาในเรื่องนี้จะกล่าวถึงกระบวนการอัดรูป-ขยายรูป โดยใช้เทคนิคการทำเพิ่มจากการอัดรูป-ขยายรูปตามธรรมดาทั่วไป เพื่อที่จะได้ภาพที่สวยงาม และเป็นไปตามจุดประสงค์ของผู้ทำ นอกจากนี้ยังเป็นแนวทางที่นำหลักเบื้องต้นนี้ไปประยุกต์ใช้กับเนกาตีฟของท่านที่มีอยู่แล้ว เพื่อท่านจะได้อัดรูป-ขยายรูปที่ได้ภาพแปลกๆ ออกไป เนื้อหาส่วนใหญ่จะกล่าวเฉพาะเรื่องที่ท่านผู้อ่านพอจะทำได้โดยใช้เครื่องอุปกรณ์ต่างๆ เท่าที่ท่านมีอยู่ในห้องมืด

I. การเพิ่มแสง (PRINTING IN) ในการอัดขยายรูปเมื่อเราใส่เนกาตีฟเข้าไปในที่ใส่ฟิล์มในเครื่องขยายรูปแล้ว จะได้ภาพออกมาไม่ค่อยดี เช่น บางส่วนของภาพเมื่อเราดูจากแสงที่ตกลงบนกระดาษขยายรูปดำเกินไป ถ้าเราอัดภาพออกมาจะได้ส่วนนั้นขาวเกินไปทำให้ไม่เห็นรายละเอียดของภาพ วิธีการแก้ไขในขณะที่ยังขยายรูปทำได้โดยให้แสงเพิ่มมากขึ้นในบริเวณเหล่านั้น ซึ่งมีหลายวิธีถ้าบริเวณเหล่านั้นกว้าง เราอาจจะใช้กระดาษแข็งทึบแสงกั้นบริเวณที่ได้ภาพพอดี คงปล่อยบริเวณที่ต้องการแสงเพิ่มให้ได้รับแสงนานขึ้น เช่นภาพทิวทัศน์ต่างๆ บริเวณที่เป็นท้องฟ้าจะขาวเกินไปในการถ่ายรูปบางครั้ง เราอาจนำวิธีการนี้ไปใช้เพิ่มความเข้มของแสงในบริเวณที่เป็นท้องฟ้าได้

ในกรณีที่ภาพนั้นมีบริเวณที่ต้องการเพิ่มแสงบางส่วนก็อาจทำได้ โดยใช้ไฟฉายเล็กๆ (Pen-Type Flashlight) โดยใช้กระดาษทึบแสงทำเป็นรูปกรวยสวมหน้าไฟฉาย กั้นกรวยกระดาษทำเป็นรูเล็กใหญ่ตามต้องการ เวลานำไปใช้ฉายแสงก็จะออกมามีขนาดเล็กใหญ่ตามขนาดของ

---

\* อาจารย์เฉลิม คิตชัย ก.ศ.บ., พ.ม., ค.ม. (โสตทัศนศึกษา) อาจารย์ประจำแผนกโสตทัศนศึกษา  
คณะวิทยาศาสตร์-อักษรศาสตร์ ม.ขอนแก่น



รูก้นกรวยกระดาษ แล้วนำไปฉายลงบนกระดาษขยายรูปตรงบริเวณต้องการแสงเพิ่มในขณะที่ทำการขยายภาพ เมื่อนำกระดาษไปล้างในน้ำยาสร้างภาพตามกระบวนการล้างกระดาษ ก็จะได้ภาพที่ดีขึ้น

ในบางครั้งเราอาจจะใช้มือเป็นอุปกรณ์ที่ใช้บังแสงบางส่วนโดยใช้มือทั้งสองกำทำให้เกิดช่องให้แสงลอดลงไปสู่กระดาษที่ใช้อัดขยายได้ ในการบังแสงไม่ควรให้วัตถุที่บังแสงอยู่ใกล้กระดาษจนเกินไปจะทำให้เกิดเงาของวัตถุที่บัง ซึ่งอาจจะไปปรากฏบนภาพก็ได้ ควรห่างประมาณ  $\frac{1}{2}-1$  ฟุต และวัตถุที่ใช้บังควรมีการเคลื่อนไหวไปมาไม่ควรยึดไว้นิ่ง ๆ

**2. การลดแสง (Dodging)** เป็นวิธีตรงกันข้ามกับการเพิ่มแสง แสงอาจจะตกลงบนกระดาษบางส่วนมากเกินไปในเวลาที่ยขยายภาพ ทำให้รูปบริเวณนั้นมีมืดเกินไป ทำให้มองไม่เห็นรายละเอียด เราสามารถลดแสงตรงบริเวณเหล่านั้นได้ โดยใช้กระดาษแข็ง หรือพลาสติกสีแดงตัดเป็นรูปกลมเล็กใหญ่ตามความต้องการ ยึดติดกับลวดสำหรับเป็นที่จับถือ การบังแบบนี้จะต้องมีการเคลื่อนที่ในขณะที่ขยายภาพและควรอยู่ห่างจากกระดาษพอสมควร เพื่อให้เงาที่เกิดขึ้นจากสิ่งที่ใช้บังเป็นเงามัว (Blur)

นอกจากวิธีที่กล่าวแล้ววิธีลดแสงยังมีวิธีอื่นอีกคือ

**2.1** โดยใช้แผ่นอะซิเตตใสผิวเรียบ (Matte Acetate) ใช้แผ่น Acetate ทาบลงบนกระดาษขยายรูป แล้วใช้ดินสออ่อนระบายตรงบริเวณที่ต้องการลดแสง ทำให้บริเวณของภาพส่วนนั้นมีแสงผ่านไปถึงกระดาษน้อยลง

**2.2** การลดแสงจากการใช้แก้วใส่ฟิล์มในเครื่องขยายรูป (Glass negative Carrier) ใช้ลิปสติก (Lipstick) สีแดง หรือดินสอเขียนแก้วเขียนบนแก้วของที่ใส่ฟิล์มเนกาตีฟ ตรงบริเวณที่จะลดแสง แล้วใช้นิ้วมือถูสีที่เขียนเพื่อให้ความหนาบางตามความต้องการ เมื่อเขียนเสร็จ ใส่ Negative Carrier เข้าเครื่องขยายรูปต่อไป

นอกจากนี้ยังมีวิธีการลดแสงวิธีอื่นอีก เช่น ลดแสงโดยใช้สี Dye และใช้ Filters ซึ่งไม่ขอกล่าว ณ ที่นี้



3. การลดความเข้ม (Reducing) วิธีการ Reduce ไม่ว่าจะเป็น เนกาตีฟ หรือรูป  
ภาพก็สามารถทำได้ ในขั้นแรกจะกล่าวถึงวิธีการลดความเข้มของฟิล์มก่อน

3.1 เนกาตีฟสำหรับฟิล์มขาวดำ เมื่อล้างแล้วมีความเข้มมากเกินไป ฟิล์มดำเกินไป  
ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ เวลาถ่ายให้แสงมากเกินไป หรือล้างฟิล์มใช้เวลานานเกินไป (Over  
developed) ก็อาจจะเป็นได้ มีวิธีการแก้ไขทำให้ฟิล์มขาวลงได้ดังนี้

3.1.1 จุ่มฟิล์มเนกาตีฟในถาดน้ำประมาณ 10 นาที

3.1.2 นำฟิล์มลงแช่น้ำยาลดความเข้ม เช่น Farmer's Reducer โดยไม่ผสมน้ำเลย  
หรือต้องการลดความเข้มบางส่วนอาจทำได้โดยใช้สำลีชุบน้ำยาเช็ดบริเวณที่ต้องการนั้น

3.1.3 ลงในอ่างน้ำที่มีการถ่ายเทตลอดเวลา 1 นาที

3.1.4 ถ้าต้องการให้ฟิล์มขาวมากขึ้นก็ให้กลับไปทำในขั้น 3.1.2. และ 3.1.3

3.1.5 ลงในน้ำยาคงสภาพ (Rapid Fixer)

3.1.6 ล้างฟิล์มในอ่างน้ำที่มีการถ่ายเทตลอดเวลา 20 นาที

3.1.7 ก่อนนำไปตากให้แห้ง ลงแช่ในน้ำยา PHOTO-FLO

3.2 ในการล้างรูปออกมาในบางครั้งได้ภาพที่ดำเข้มเกินไป เพื่อให้ได้ภาพที่สวยงาม  
เราอาจจะลดความเข้มของรูปภาพ (Prints) ตามขั้นดังนี้

3.2.1 จุ่มภาพถ่ายในอ่างน้ำ 10 นาทีก่อนลงน้ำยาลดความเข้ม

3.2.2 ผสมน้ำยาลดความเข้ม Farmer's Reducer ของส่วน A และส่วน B อย่าง  
ละเท่ากันแล้วทำให้เจือจางลงโดยเติมน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1 : 4

3.2.3 จุ่มภาพถ่ายลงในน้ำยา Reducer ที่เจือจางประมาณ 5-10 วินาที โดยการขยับ  
ภาพไปมาอยู่ตลอดเวลา

3.2.4 นำภาพถ่ายล้างน้ำเพื่อเช็ดความเข้มของภาพ

3.2.5 ถ้าต้องการลดความเข้มอีก ให้ดำเนินการกลับไปตามข้อ 3.2.3 และข้อ 3.2.4

3.2.6 นำภาพถ่ายลงในอ่างน้ำยาคงสภาพ (Fixer)



3.2.6 นำภาพถ่ายลงล้างในอ่างน้ำที่มีการถ่ายเทตลอดเวลาประมาณ 1 ชั่วโมง

**4. การสกัดจากภาพถ่าย (Photo Sketching)** การทำภาพสกัดจากภาพถ่ายเป็นวิธีการอันหนึ่งที่จะทำให้ได้ภาพเหมือน รวดเร็วและสวยงาม ภาพบางชนิดให้ความละเอียดไม่ชัดเจน เราอาจจะใช้การสกัดจากภาพถ่าย เช่น ภาพเกี่ยวกับโครงสร้างของเครื่องจักร หรืออาจจะใช้ภาพสกัดเพื่อประโยชน์บางอย่าง

**วิธีทำ** นำภาพถ่ายที่ต้องการสกัดมาสกัดโดยใช้ปากกาปลายแหลม จุ่มหมึกกินเทียนอิงค์ สกัดตามรูปถ่ายนั้น เมื่อทำเสร็จทิ้งไว้ให้หมึกแห้งสนิท

เตรียมน้ำยาเคมี 2 ถาด ถาดหนึ่งเป็นส่วนผสมของทิงเจอร์ไอโอดีน (โปตัสเซียมเปอร์แมงกาเนต) กับน้ำในอัตราส่วน 1:3 ถาดที่ 2 เป็นถาดน้ำยาคงสภาพ (Fixer) หรือน้ำยาไฮโป

นำภาพที่สกัดแล้วลงแช่ในน้ำยาทิงเจอร์ไอโอดีนทำหน้าที่เป็น Reducer แล้วนำน้ำยาไปล้างน้ำสะอาด รูปขณะยังเป็นสีน้ำตาลอยู่ แล้วนำภาพนั้นลงอ่างไฮโป ประมาณ 10 นาที รูปจะขาวขึ้น ตรงที่เราเขียนด้วยหมึกก็ยังคงปรากฏอยู่ ห้ามใช้มือลูบเส้นต่างๆ ที่เราสกัด อาจจะทำให้หลุดขาดออกได้ แล้วนำรูปไปล้างน้ำเพื่อล้างไฮโปออกให้หมด อย่างน้อยควรใช้เวลา 30 นาที แล้วนำไปตากให้แห้ง ก็จะได้ภาพสกัดเหมือนรูปถ่ายต้นฉบับ.



# ลักษณะและการจัดตัวของพืชบริเวณชายฝั่งทะเล

## Plant of The Seashores and The Mangrove Forest

วิชัย ธีรรัตนพันธุ์\*

Wichai Neeratanaphan

พืชที่ขึ้นบริเวณชายฝั่งทะเลมีทั้ง Herb, grass, woody vine, shrub จนกระทั่งถึง Large tree ซึ่งก็มีอยู่หลาย family พืชแต่ละชนิดจะมีการจัดตัวของมันห่างจากฝั่งทะเลขึ้นกับแฟกเตอร์ต่าง ๆ ที่มันต้องการ ซึ่งเป็น environmental factor เป็นส่วนใหญ่เช่น ปริมาณของเกลือที่อยู่ในดิน ความสามารถในการที่จะทนทานของต้นไม้ที่จะถูกน้ำทะเลท่วม ความทนทานของพืชต่อการถูกลมหอบเอาทรายมากระทบ ซึ่งพืชต่างชนิดกันย่อมมีแฟกเตอร์ต่าง ๆ กันออกไป ซึ่งเป็นผลทำให้สามารถแบ่งพืชออกได้เป็นโซน ๆ

### IPOMOEA PESCA-PRAE ZONE

โซนนี้อยู่ห่างจากทะเลประมาณ 100 เมตร มีเปอร์เซ็นต์ของเกลือในน้ำในดินประมาณ 1.8 และในทรายประมาณ 0.48% บริเวณนี้ Dominant species คือผักบุ้งทะเล (Ipomoea pesca-prae) และยังมีพวกอื่น ๆ อยู่ด้วย เช่น ผักเบญจทะเล (Sesuvium portulacastrum) หนวดปลาดิบ (Spinifex spp.) รักทะเล (Scaevola frutescens) พืชที่กล่าวมานี้มีตั้งแต่พวก Herb, Grass และ Small shrub ตามลำดับ

### COCCOLOBA ZONE

อยู่ห่างจากทะเลประมาณ 150 เมตร ปริมาณของเกลือที่อยู่ในน้ำในดินประมาณ 0.4% ปริมาณของน้ำในทรายประมาณ 1.65% ถ้าเป็นป่าที่ไม่ได้ถูกทำลายก็จะมีพวก Barringtonia spp. ขึ้นอยู่เป็น dominant species แต่ก็อาจไม่พบ อาจพบพวกหูกระจง (Terminalia catappa) ซึ่งเป็นไม้ชายฝั่งทะเลแต่ได้มีผู้นำไปปลูกเป็นไม้ให้ร่มเงา ในแผ่นดินเข้าไปก็พบว่าเจริญดี พวกโพธิ์ทะเลซึ่งชาวบ้านมักจะเรียกเหมือนกัน แต่ความจริงแยกออกเป็น 2 genus

\* อาจารย์วิชัย ธีรรัตนพันธุ์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์-อักษรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น



คือ (*Hibiscus tiliaceus*) และ (*Thespesia populnea*) บางแห่งก็อาจจะพบ (*Pandanus tectorius*) ลำเจียก สนทะเล (*Casuarina equisetifolia*) ลำโรง (*Sterculia foetida*) พวก สนทะเลมักจะเจริญออกดอก ออกผลดีกว่าพวกที่นำเข้าไปปลูกเป็นไม้ประดับในเมือง เนื่องจาก ได้รับแพคเตอร์ต่างๆ ที่มันต้องการครบถ้วน พืชที่อยู่ในโซนนี้ส่วนใหญ่จะเป็นพวก shrub และ tree ซึ่งเป็นต้นไม้มีประโยชน์ในทางเศรษฐกิจมีการนำเอามาทำพื้น หรือทำเฟอร์นิเจอร์ มันอาจจะอยู่รวมแน่นเป็นกระจุกหรือกระจายกันออกไป ป่าชายฝั่งทะเลที่อยู่ตัวแล้ว มักจะไม่ไคร่ทึบมากอย่างป่า mangrove ซึ่งอยู่กันแน่นมาก

### ลักษณะ ประเภท และการจัดตัวของพืชในป่า Mangrove

คำว่า Mangrove นั้นหมายความถึงกลุ่มของพืชทางนิเวศวิทยา ที่เจริญได้ดีใน บริเวณที่มีน้ำทะเลท่วมถึง และน้ำกร่อยขึ้นถึง หรือตอนปากของแม่น้ำที่น้ำเค็มกับน้ำจืดพบกัน จะพบมากในเขต Tropic ของทั้ง 2 ซีกโลก และจะพบมากในเขตมาเลเซีย ในประเทศไทย เราป่า Mangrove มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ มีผู้ปลูกสำหรับเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งส่วนมากก็เป็นพวกโกงกาง ซึ่งมีข้อสังเกตอีกอย่างหนึ่งว่าต้นไม้ที่ปลูกเพื่อทำเชื้อเพลิงเหล่านี้ ต้องใช้เวลา นานเป็นสิบๆ ปี ขึ้นไปจึงจะใช้ได้ สาเหตุที่เจริญช้ามีข้อที่น่าสังเกตคือ การที่มันขึ้นเบียดเสียด เยียดอัดกันแน่นมาก มีการแก่งแย่งกันในเรื่องอาหารในดิน อากาศหายใจ เป็นต้น ทำให้ อาจจะเป็นสาเหตุของเรื่องนี้ ต้นไม้ที่เบียดเสียดใกล้ชิดกันเหล่านี้ เมื่อโตเต็มที่จะมีขนาดสูงไล่เลี่ย สม่ำเสมอกัน มองทางด้านบนจะเห็นใบเขียวช่อเป็นมันตลอดปี

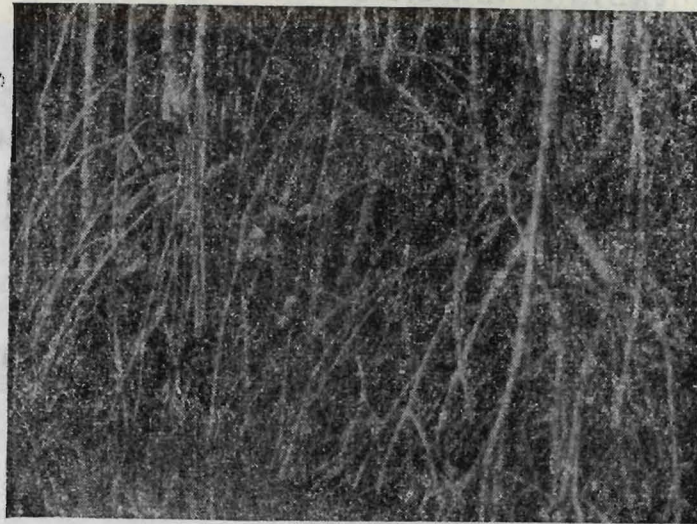
ป่า Mangrove ที่ที่บึงจริงๆ จะมีต ยกว้นแต่บริเวณตอนนอกไม่มีสัตว์มากนัก มีเพียงนก 2-3 ชนิด แมลง 2-3 ชนิด ที่นับว่ามีมากก็ได้แก่ยุง ถ้วยเหตุนี้ในป่า Mangrove จะมีแต่ความเงียบสงัด นานๆ ที่จะได้ยินเสียงหอยประคบฝาเข้าหากัน เสียงที่เกิดจากการยัดตัว เองเข้ากับรากของต้นไม้ของพวก หอย บู่ เสียงปลากระบอกกระโดดในร่องน้ำที่ไหล ชีวิตของ สัตว์ทะเลเหล่านี้ผูกพันอยู่กับป่า Mangrove อย่างแยกกันไม่ออก

ต้นไม้ที่เป็น Dominant species ในป่า Mangrove ได้แก่ โกงกาง ซึ่งมีอยู่หลาย



**species** ลักษณะสำคัญของพวกนี้ก็คือ จะมีรากที่พุ่งลำต้นที่เรียกว่า **Prop root** ซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนแต่ไกล เนื่องจากการเจริญอย่างกว้างขวางของ **Prop root** ป่า **Mangrove** จึงเป็นที่ยากลำบากในการศึกษา เวลาเราเดินไปมาต้องก้าวจากรากหนึ่งไปยังอีกรากหนึ่ง บ่อยครั้งที่ตกลงไปในโคลน และมีอันตรายเนื่องจากรากโผล่พ้นโคลนซึ่งมีปลายแหลม ซึ่งเรียกว่า **Pneumatophore** แปลว่ารากที่ใช้หายใจ

พวก **Dominant species** ได้แก่ไม้ใน **Family Rhizophoraceae** คำว่า **Rhizophora** แปลว่าทำให้เกิดราก



ภาพแสดง **Prop root** ของพวก **Rhizophora spp.**



ภาพแสดง **Pneumatophores** ของต้นแสมดำ



พวก *Rhizophora* นี้ยังแยกออกได้อีกหลาย species แต่เท่าที่พบก็มี โกงกางใบใหญ่ fruit ใหญ่ยาว ชาวบ้านเรียก “โคงเตง” ซึ่งก็คือ (*Rhizophora mucronata*) “โคงกางใบเล็ก” หรือ “โคงกาง” (*Rhizophora apiculata*) นอกจากนี้ก็มีพวกโปรง (*Ceriops* spp.) ลุ่ม (*Bruguiera cylindrica*)

นอกเหนือไปจากพืชใน Family *Rhizophoraceae* ซึ่งไม่ใช่เป็น “Mangrove tree” ที่แท้จริง แต่มันก็สามารถปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมที่มันอยู่ ได้รับอิทธิพลทั้งจากน้ำเค็มและน้ำกร่อย พืชพวกนี้บางชนิดก็เป็น brackish-marshes ต้นไม้พวกนี้เป็นพวกไม้ยืนต้น เช่นตะบูน ลำพู แสม

การจัดตัวของพืชในป่า Mangrove เท่าที่ได้ทำการสำรวจจะเห็นได้ว่าบางที่บริเวณที่ติดกับทะเลแทนที่จะเป็นพวก “True Mangrove” อยู่ซึ่งก็ได้แก่พวก โกงกาง แต่กลับพบ ลำพู ขึ้นอยู่เป็นดงที่บ มีต้นแสมแซมบ้างประปราย และยังมีพวกเหียงอกปลาหม้อ (ทั้งดอกขาว และดอกน้ำเงิน) ขึ้นอยู่ได้ต้น ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากป่า Mangrove ที่เราสำรวจนี้เป็นบริเวณที่เรียกว่า Secondary Mangrove forest คือมีการบุกร้างถางพงมาแล้ว



ภาพแสดงป่าลำพู ซึ่งอยู่ติดกับทะเลและดงเหียงอกปลาหม้อที่สว่างคนิวด



ป่า Mangrove บางที่ก็ไม่ได้ขึ้นบริเวณที่น้ำท่วมถึงอย่างเดียว แต่ขึ้นอยู่บริเวณที่น้ำท่วมไม่ถึง ก็มี บริเวณที่ถัดจากป่า Mangrove จริง ๆ เข้ามาบนบกเรียกว่า Semi-Mangrove จะมีพวก จากขึ้นอยู่มาก ถัดเข้ามาอีกก็เป็นพวกค่อนข้างจะมีน้ำในดินน้อยลง เช่น ถอบแถบ ชลู่ ทานตะ-  
วันน้ำ ปรงทอง ซึ่งพวกหลังนี้ในเมืองที่ห่างจากฝั่งทะเลก็พบมีขึ้นอยู่ทั่วไป แต่ถ้าสังเกตให้ดีก็ จะเห็นว่าพวกที่อยู่ใกล้ป่า Mangrove นั้นจะเจริญงอกงามดีกว่า

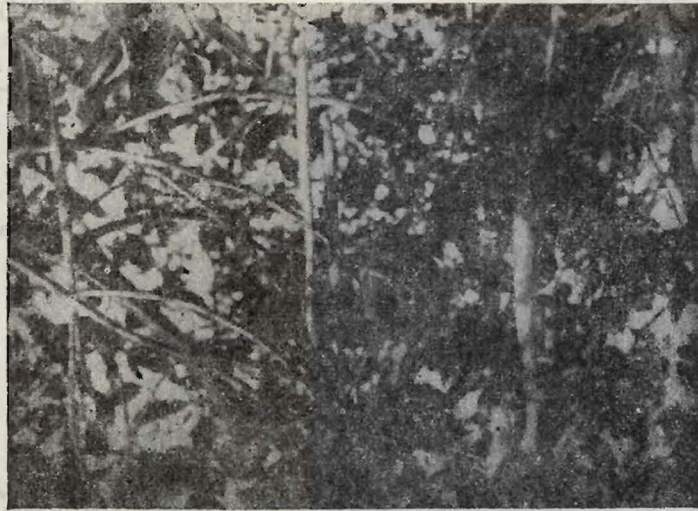
#### การแพร่พันธุ์ ของพืชบริเวณชายฝั่งและพืชในป่า Mangrove

พืชที่ขึ้นในพืชน้ำต่างกัน 2 บริเวณนี้มีชื่อเหมือนกันอย่างหนึ่งคือ ความสามารถในการแพร่กระจายพันธุ์ เราจะพบว่าพืชแบบเดียวกันจาก East Africa Madagascar, South East Asia, Micronesia, Polynesia ตลอดจน Fiji, Samoa และ Hawaii

โดยที่ Fruits และ Seeds ของพวกนี้อาศัยน้ำเป็นสื่อในการแพร่พันธุ์ บ่อยครั้งที่ จะพบอยู่ห่างจากตำแหน่งต้นของมัน โดยลอยไปตามน้ำเกยฝั่งก็จะงอก เมื่อได้รับความชื้นจากดิน และน้ำจืด Seed จะงอกอย่างรวดเร็ว แม้แต่ผลที่มีขนาดใหญ่ เช่น มะพร้าว ลำเจียก โกงกาง และ Seed ขนาดใหญ่ เช่น Seed ของตะบูน ถั่วพลู ก็จะสามารถลอยไปตามกระแสน้ำ กินเวลาแรมเดือน ก็ยังสามารถงอกได้เมื่อเกยฝั่ง

ในพวก Family Rhizophoraceae Seed ใดๆ ที่อยู่ภายในผลจะงอกในขณะที่ผลยัง ติดกับต้นอยู่ จะงอก primary root ออกมายาวหนา มีบาง species ของ Rhizophora อาจยาวกว่า 1 ฟุต ใน Bruguiera บาง species ก็เช่นกัน อาจยาวกว่า 2 ฟุต และในบาง genus เช่น ในโปรง (Ceriops tagal) จะมีความยาวเพียง 5-6 นิ้ว บ่อยครั้งที่พบ Seed ลอยน้ำเป็นระยะทางไกลเมื่อตกจากต้นแล้ว Seed เมื่อตกจากต้นแล้ว radicle ตอนที่หนาหนัก จะปักลงโคลน จะเกิด Young seedling ขึ้น มีผู้คำนวณว่าในพื้นที่ 100 ตารางฟุตมี Young seedling ขึ้นประมาณ 20-30 ต้น นี่เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ป่า Mangrove มีพวก Rhizophora ขึ้นหนาที่





ภาพแสดงการติดของผลโกงกาง



ภาพแสดง Young Seedling ของRhizophora

จากการออกสำรวจป่า Mangrove บริเวณใกล้ ๆ เช่น สว่างคณิवास บางปู คลองด่าน โดยทางรถยนต์ และนั่งเรือออกไปศึกษาพืช บริเวณชายฝั่งทะเลที่เป็นบริเวณเขตสงวนของทหารเรือ ที่เกาะคราม สัตหีบ ชลบุรี และที่เกาะเสม็ด ซึ่งอยู่ที่จังหวัดระยอง ได้เก็บรวบรวมพืชในบริเวณชายฝั่งทะเล และบริเวณป่า Mangrove ได้พืชจำนวน 25 families, 32 genera, 36 species ซึ่งมีชื่อ Family, genus, และ species ดังต่อไปนี้



1. Family Pandanaceae : Pandanus tectorius ลำเจียก
2. Family Meliaceae : Xylocarpus moluccensis ตะบัน กะบัน  
Xylocarpus granatum ตะบัน
3. Family Myrtaceae : Melaleuca leucadendron เสม็ดขาว
4. Family Goodeniaceae : Scaevola frutescens รักทะเล
5. Family Rubiaceae : Guettarda speciosa
6. Family Sterculiaceae : Sterculia foetida สำโรง
7. Family Aizoaceae : Sesuvium portulacastrum ผักเบี้ยทะเล
8. Family Casuarinaceae : Casuarina equisetifolia สนทะเล
9. Family Gramineae : Spinifex littorius หญ้าล่อยลม
10. Family Convolvulaceae : Ipomoea pes-caprae ผักบั้งทะเล
11. Family Verbenaceae : Vitex trifolia  
Avicenia officinalis แสม  
Clerodendron innerme ส้มวง
12. Family Leguminosae : Canavalia gladiata ถั่วพลู  
Derris trifoliata ถอบแถบ
13. Family Lythraceae : Pemphis acidula ยี่เข่งทะเล
14. Family Malvaceae : Thespesia populnea โพธิ์ทะเล  
Hibiscus tiliaceae โพธิ์ทะเล
15. Family Boraginaceae : Cordia subcordata ปอหมัน
16. Family Combretaceae : Terminalia catappa หูกวาง
17. Family Rhizophoraceae : Rhizophora apiculata โกงกาง  
Rhizophora mucronata โกงเตง  
Bruguiera cylindrica ลู่  
Ceriops tagal โปรง, ปรง



18. Family Sonneratiaceae : Sonneratia caseolaris ลำพู  
Sonneratia griffithii ลำแพน
19. Family Palomae : Nipa fruticans จาก
20. Family Acanthaceae : Acanthus ebraeteotus เหงือกปลาหมอ  
(ดอกขาว)  
Acanthus ilicifolius เหงือกปลาหมอ  
(ดอกม่วง)
21. Family Chenopodiaceae : Suaeda maritima ชะคราม
22. Family Compositae : Pluchia indica ชล<sup>ู</sup>  
Wedelia biflora ทานตะวันน้ำ
23. Family Euphorbiaceae : Excoecaria agallocha ตาคู่
24. Family Apocyanaceae : Cerbera odollam คีนป๊<sup>ั</sup>คิน<sup>ั</sup>
25. Family Parkeriaceae : Acrostichum aureum ปรังทอง



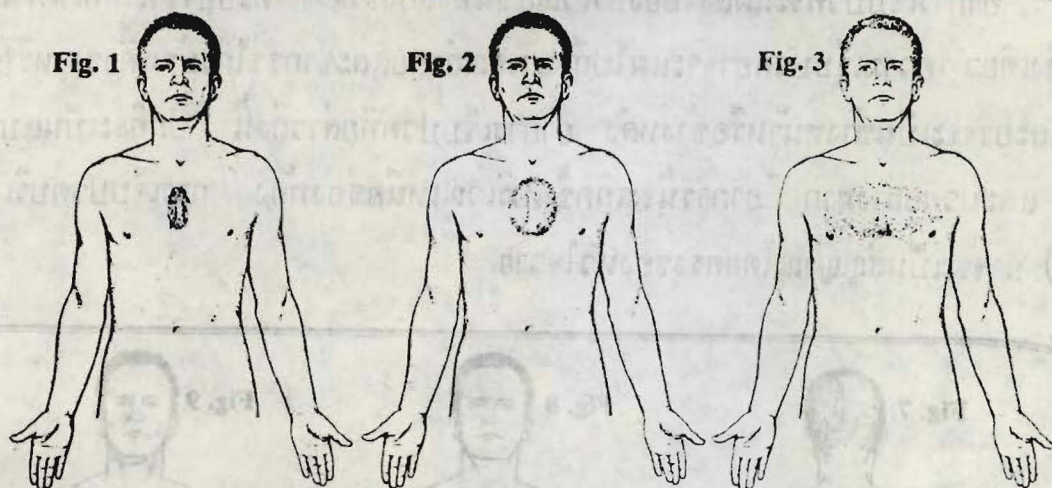
# ทำอย่างไรเราจึงจะมีการเรียนรู้ และมีชีวิตอยู่รอดจากโรคหัวใจวาย\*

## How To Recognize and Survive a Heart Attack

สุภาพ จันทหาร\*\*  
Suparp Chantaharn

บทความนี้จะได้อธิบายเกี่ยวกับ การทำงานของหัวใจ หรือเกี่ยวกับชนิดต่างๆ ของโรคหัวใจ และวิธีการรักษา แต่จะบอกเราเกี่ยวกับว่า อาการของหัวใจวายเป็นอย่างไร และเราจะมีวิธีเรียนรู้เพื่อที่จะมีชีวิตอยู่ต่อไปได้อย่างไร

วิธีการที่เราจะรู้ได้ โดยที่เราต้องรู้เกี่ยวกับสัญญาณการเตือนแต่เนิ่นๆ (Early Warning Signs = EWS) ของหัวใจวาย (ดังรูป)



### *The Early Warning Signs of Heart Attack*

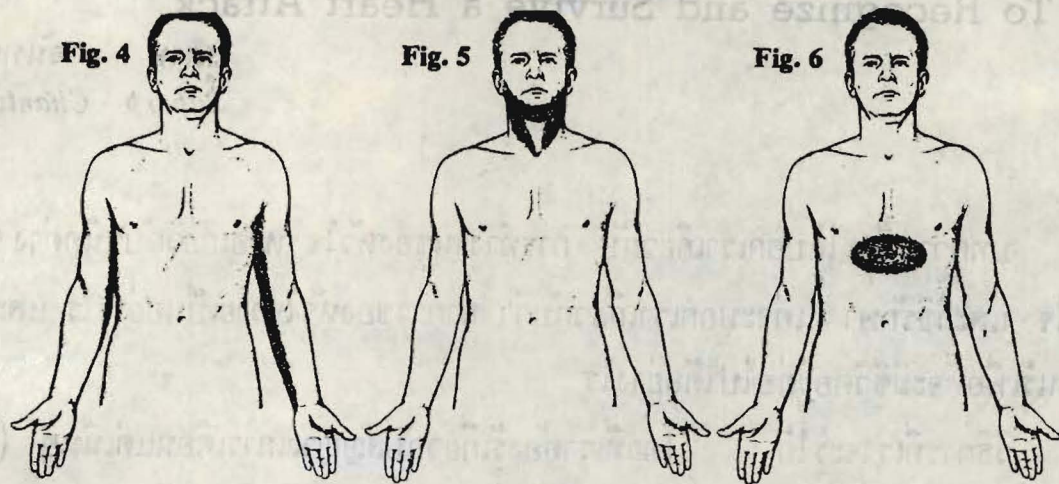
รูปที่ 1,2,3 แสดงถึงสัญญาณการเตือนแต่เนิ่นๆ ของหัวใจวาย อาการที่ดูง่ายที่สุดของหัวใจวายก็คือ จะรู้สึกเจ็บปวดบริเวณตรงกลางทรวงอก (ตรงบริเวณสีดำในรูป) อาการนี้จะไม่ใช่เจ็บปวดแบบเสียดแทง แต่จะรู้สึกวูบวาบ ถูกกด ถูกบีบและมีอาการปวด สาเหตุก็เนื่องจาก

\*\* อาจารย์สุภาพ จันทหาร วท.บ. (จุฬาฯ), MSc., อาจารย์ประจำภาควิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยขอนแก่น

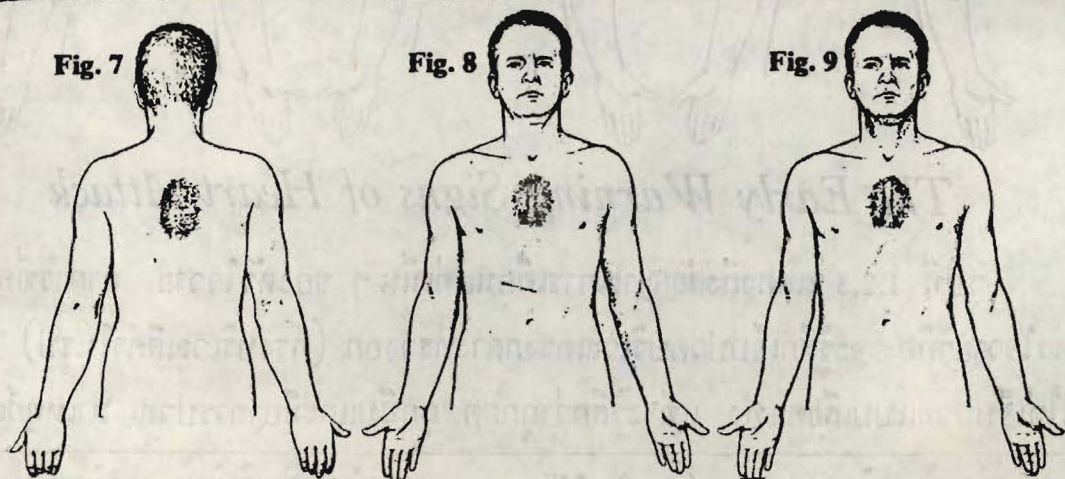
\* เรียบเรียงจาก Reader's Digest ฉบับธันวาคม 2516



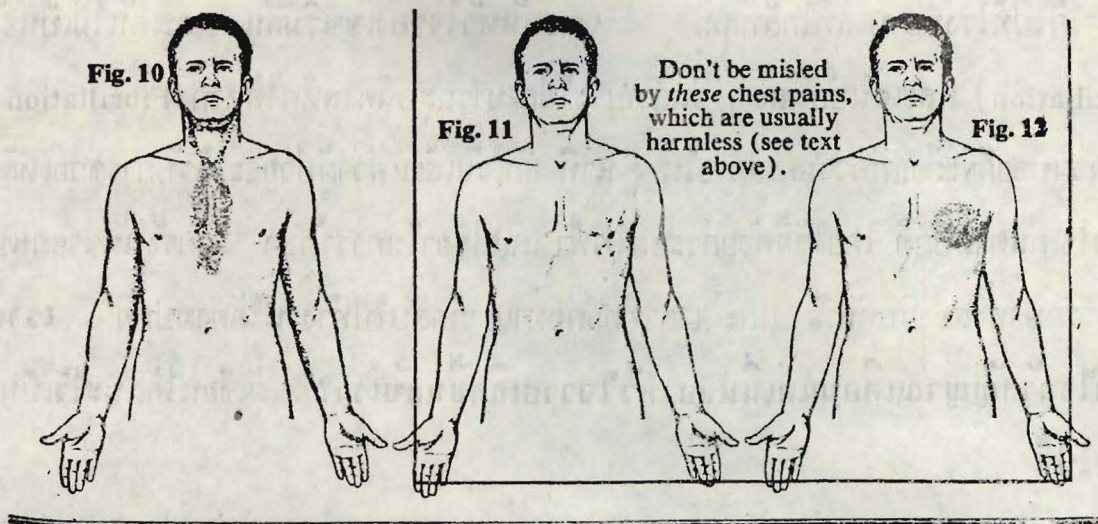
กล้ามเนื้อหัวใจขาดออกซิเจน ความไม่สบายอาจจะเกิดขึ้นเฉพาะตรงกลางทรวงอก หรืออาจจะแผ่ไปทั่วบริเวณทรวงอก อาการนี้อาจจะหายภายใน 2-3 นาที หรือ 2-3 ชั่วโมง แต่จะเกิดขึ้นได้อีกภายในชั่วโมง, วัน หรือสัปดาห์ต่อมา จงอย่าชะล่าใจว่า เกี่ยวก็หายปวด เพราะผู้ป่วยบางคนมีอาการแบบนี้หลาย ๆ ครั้ง และเขาก็ชะล่าใจจนกระทั่งถึงเขตอันตราย (ดังรูปที่ 4,5,6)



อาการเจ็บปวดจะแผ่ลงไปยังบริเวณแขนทั้งสองข้าง หรืออาจจะเกิดเฉพาะบริเวณแขนข้างเดียว ความเจ็บปวดอาจจะแผ่ไปถึงบริเวณลำคอและขากรรไกรข้างเดียว หรือทั้งสองข้าง และอาจจะเป็นข้างหน้าหรือข้างหลัง อาการเจ็บปวดที่กล่าวถึงนี้ ปกติจะเป็นแบบถูกกด ถูกบีบ และปวดอย่างมาก อาการนี้จะเกิดขึ้นบริเวณเหนือช่องท้อง การเจ็บปวดบริเวณหลัง (รูป 7) อาจจะเป็นสัญญาณโดยตรงของหัวใจวาย







รูปที่ 8,9,10 อาการเจ็บปวดมักจะเกิดรวม ๆ กัน ที่ปรากฏมากที่สุดคือ ปวดบริเวณ  
 ทรวงอกและแขน ทรวงอกและลำคอ และขากรรไกร หรือเจ็บปวดบริเวณนี้ทั้งหมด อาการ  
 เจ็บปวดบริเวณลำคอ ขากรรไกร ช่องท้อง แขนและหลังอาจจะไม่มากเท่ากับบริเวณทรวงอก  
 อาการเจ็บปวดที่เกิดขึ้นแบบรวม ๆ นี้ อาจจะทำให้เกิดอาการคลื่นเหียน อาเจียน และเหงื่อ  
 ไตรม ถ้าหากมีอาการเหงื่อไตรม โดยเฉพาะเกิดพร้อม ๆ กับการเจ็บปวดบริเวณต่างๆ ที่อธิบาย  
 ไปแล้วนั้น ควรจะเป็นสัญญาณของหัวใจวายที่จะเกิดขึ้นได้ สำหรับการเจ็บบริเวณทรวง  
 ออก (ดังรูป 11,12,) นั้น ไม่มีอันตรายเกี่ยวกับหัวใจวายแต่อย่างใดเลย

ผู้เขียนได้ยกตัวอย่างของชายคนหนึ่ง ซึ่งทำงานอยู่ที่ซูเปอร์มาร์เก็ตแห่งหนึ่ง ในสปริง  
 ฟیلด์ (Springfield) สหรัฐอเมริกา ชายคนนี้ได้มีโอกาสเรียนรู้เกี่ยวกับ EWS จากทาง  
 หนังสือพิมพ์และทางโทรทัศน์ วันหนึ่ง ขณะที่เขากำลังซื้อของอยู่นั้น เขารู้สึกว่า บริเวณกระ  
 ตับทรวงอกถูกกด ภายใน 5 นาที เขารู้สึกไม่สบายมากยิ่งขึ้น และรู้สึกเจ็บปวดบริเวณขากรร  
 ไกร และแขนข้างซ้าย เขาหยุดพักสักครู่ แต่การหยุดพักก็ช่วยอะไรไม่ได้เลย เขารู้สึกเจ็บปวด  
 บริเวณเหนือช่องท้องมากยิ่งขึ้น เขาเริ่มหายใจติดขัด และรู้สึกกลัวว่า มีก้อนน้ำหนักขนาด  
 ใหญ่กดลงบนตรงกลางทรวงอก ทันใดนั้นเอง เขาก็ได้ถึงคำว่า "heart attack" พร้อมนั้น  
 เห็นภาพของชายคนหนึ่งที่มีอาการเจ็บปวดบริเวณทรวงอก และอาการเจ็บปวดกระจายลงไปที่  
 แขนด้านในของแขนทั้งสองข้าง เขารีบโทรศัพท์เรียกรถพยาบาลทันที ชั่วครู่ต่อมา เขาและ



ภรรยาได้ไปที่โรงพยาบาลที่ใกล้ที่สุด ขณะนั้นหัวใจของเขาเริ่มสั่น และเต้นไม่เป็นจังหวะ (Fibrillation) และเต้นอ่อนลงๆ จนแทบจะไม่สามารถสูบน้ำโลหิตได้หาก Fibrillation เกิดขึ้นแล้วผู้ป่วยก็จะถึงแก่ความตายภายใน 4 นาที ยกเว้นเสียแต่ว่าผู้ป่วยจะได้รับการช่วยเหลือเพื่อให้หัวใจเต้นตามปกติ โดยใช้ขั้วช่วยกระแสไฟฟ้า และใช้ยาในการรักษา ในครั้งนั้นชายคนนั้นได้รับการรักษาทั้งสองวิธีทันที และ 4 อาทิตย์ต่อมาเขาก็กลับไปทำงานได้ตามปกติ **เราจะทำอย่างไรถ้าสัญญาณเตือนแต่เนิ่นของหัวใจวายเกิดขึ้นกับเรา?** ผู้เขียนได้แนะไว้เป็นข้อๆ ดังต่อไปนี้

1. เรียกหมอประจำตัวท่านทันที หากหมอมายังไม่ได้ให้ไปที่โรงพยาบาลที่ใกล้ที่สุด ควรจะโทรศัพท์ไปก่อนเพื่อทันท่วงเวลา เพราะหมออาจจะช่วยวินิจฉัยทางโทรศัพท์ได้ว่า ท่านกำลังจะมีอาการของหัวใจวายหรือเปล่า
2. เมื่อถึงโรงพยาบาลแล้ว ต้องพยายามให้ได้รับการดูแลอย่างดีที่สุด
3. ต้องจัดหาพาหนะที่เร็วที่สุด ที่เราจะสามารถหาได้ การล่าช้าอาจจะเป็นเหตุให้ถึงตายได้
4. ในขณะที่เดินทางไปโรงพยาบาล ต้องนั่งตัวตรง เพราะหากนอนลง ท่านจะรู้สึกเจ็บปวดมากยิ่งขึ้น
5. ถ้ารู้สึกเจ็บปวดมาก ให้ใช้ยาชนิดไนโตรกลีเซอรีน บรรเทาอาการปวด
6. ในระหว่างไปโรงพยาบาล จะต้องมีคนดูแลผู้ป่วยไปด้วย หากผู้ดูแลใช้หูแนบกับทรวงอกของผู้ป่วยแล้ว ไม่ได้ยินเสียงหัวใจเต้น ให้หยุดรถทันที และนำเอาผู้ป่วยออกนอกรถ และรีบทำการนวดหัวใจ เพื่อช่วยให้โลหิตเดินไปสู่ปอดได้สะดวก
7. ในการเลือกโรงพยาบาล ท่านต้องคิดว่าอยู่ใกล้ไหม? มีเครื่องมือพอที่จะรักษาเกี่ยวกับ หัวใจได้หรือไม่? เพราะจำเป็นเหลือเกินที่จะต้องให้คนไข้ไปถึงโรงพยาบาลที่ดีภายในเวลา 1 ชั่วโมง เมื่อมีอาการเกิดขึ้น.



# ต้นไม้มงคล และพืชใกล้มือ ที่ควรทราบชื่อทางพฤกษศาสตร์

## Scientific Name of Some Economic Plants

วีระพงษ์ โพธิ์เมือง

Verapong Podimaung

มีต้นไม้มงคล และพืชหลายชนิดที่คุ้นเคยกันมากในบ้านเรา หรือในสวนของเรา และพบว่ามีประโยชน์ในชีวิตประจำวันอย่างมาก เนื่องจากใกล้มือเราเลยเห็นว่าไม่ใคร่สำคัญ ถ้าวินิจฉัยชาวต่างชาติบอกกับเราว่าต้นไม้นั้น พืชชนิดนี้มีประโยชน์ในทางอุตสาหกรรมจะเป็นพืชเศรษฐกิจของประเทศได้ เราก็ฮือฮากันทีหนึ่งแล้วก็เซ้งไป ถ้าพวกนักวิทยาศาสตร์ไทยได้ช่วยกันค้นคว้าอย่างจริงจัง เชื่อแน่ว่าต้นไม้ไทยๆ หลายชนิดจะกลายเป็นพืชเศรษฐกิจของชาติได้ ขอแนะนำให้ท่านได้รู้จักชื่อภาษาไทยและชื่อทางพฤกษศาสตร์ ดังนี้.—

|              |                                 |
|--------------|---------------------------------|
| 1. โหระพา    | Horapha (Ocimum basilicum)      |
| 2. มะกรูด    | Makrut (Citrus hystrix)         |
| 3. กะเพรา    | Kaphrao (Ocimum sanctum)        |
| 4. แมงลัก    | Maenglak (Ocimum basilicum)     |
| 5. อบเชย     | Opchoei (Cinnamomum)            |
| 6. มะลิ      | Mali (Jasminum sambac)          |
| 7. ตะไคร้    | Takhrai (Cymbopogon citratus)   |
| 8. มะพร้าว   | Maphrao (Cocos nucifera)        |
| 9. ตะไคร้หอม | Takhrai-hom (Cymbopogon nardus) |
| 10. ขิง      | Khing (Zingibor officinale)     |
| 11. ข่า      | Kha (Alpinia galanga)           |



|                    |                                               |
|--------------------|-----------------------------------------------|
| 12. กระชาย         | Krachai ( <i>Kaempferia pandurata</i> )       |
| 13. ไพล            | Phlai ( <i>Zingiber casamunar</i> )           |
| 14. ยูคาลิปตัส     | Eucalyptus ( <i>Eucalyptus soligna</i> )      |
| 15. กระดังงา       | Kadang-nga ( <i>Cananga odorata</i> )         |
| 16. กระพังงาหอม    | Kraphanghom ( <i>Paedaria foetida</i> , Linn) |
| 17. จำปา           | Champa ( <i>Michelia champaca</i> )           |
| 18. ลั่นทม         | Lanthom ( <i>Plumeria acutifolia</i> )        |
| 19. ตะไคร้ต้น      | Takhrai-ton ( <i>Cinnamomum siamensae</i> )   |
| 20. ไม้หอม         | Maihom ( <i>Altingia excelsa</i> )            |
| 21. จันทนา         | Chanthana ( <i>Tarennia hoensis</i> )         |
| 22. กะเพราป่า      | Kaphrao-pa ( <i>Ocimum gratissimum</i> )      |
| 23. ช่อนกลิ่น      | Son-Klin ( <i>Polianthes tuberosa</i> )       |
| 24. ขมิ้นขาว       | Khamin-Khao ( <i>Curcuma longa</i> )          |
| 25. ผักชี          | Phakchi ( <i>Coriandrum sativum</i> )         |
| 26. กำลังเสือโคร่ง | Kamlangsuakhrong ( <i>Betula alnoides</i> )   |
| 27. พิกุล          | Pikun ( <i>Minusops elengi</i> )              |
| 28. สายหยุด        | Saiyut ( <i>Demos chinensis</i> )             |
| 29. เตยหอม         | Toei-hom ( <i>Pandanus odoratus</i> )         |
| 30. ใบสบ           | Bai-Sob ( <i>Altingia excelsa</i> )           |
| 31. สะระแหน่       | Saranae ( <i>Mentha viridis</i> )             |
| 32. ใบเนียม        | Niam ( <i>Pogostemon</i> )                    |
| 33. กานพลู         | Kanphlu ( <i>Eugenia carpaphyllata</i> )      |

ต้นไม้อะและพืชต่าง ๆ ที่กล่าวมา 33 ชนิด ล้วนแต่เป็นพืชหรือต้นไม้ที่เราจักได้ บางชนิดมีกลิ่นหอม บางชนิดใช้เป็นสมุนไพร บางชนิดใช้ในการประกอบอาหาร และเชื่อว่าหลายชนิดจะเป็นพืชเศรษฐกิจได้ถ้ามีการวิจัย ส่งเสริมการเพาะปลูก และมีการวิจัยตลาดโลกอย่างจริงจัง.



# ชีวิตและดวงดาว

## Lifes and Stars

ชาว เหมือนวงศ์

Khao Muanwong

เป็นที่เชื่อแน่ว่าสิ่งมีชีวิตทั้งหลายในปัจจุบันนี้ เป็นผลลัพธ์จากการวิวัฒนาการผ่านยุคสมัยต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตในอดีตกาล มนุษย์เป็นผลลัพธ์สุดท้ายที่ได้เจริญแยกสายออกมาจากสัตว์มีกระดูกสันหลังยุคแรกซึ่งปรากฏขึ้นเมื่อประมาณหกร้อยล้านปีมานี้ หลักฐานทางธรณีวิทยาระบุว่ามนุษย์ต้องใช้เวลาประมาณหนึ่งล้านปีในการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาจากสภาพของมนุษย์ดึกดำบรรพ์มาจนกระทั่งมีสภาพในปัจจุบันนี้ ปัญหาจึงมีว่าทำไมสิ่งมีชีวิตในอดีตจึงต้องมีวิวัฒนาการ

โลกและดวงอาทิตย์มีกำเนิดร่วมกันมาจากกาซกลุ่มหนึ่ง ซึ่งอยู่ในระนาบของจักรวาลเมื่อประมาณห้าพันล้านปีมาแล้ว ระนาบของจักรวาลนั้นสามารถจะมองเห็นได้ในเวลากลางคืนเป็นทางขาวพาดตัวในแนวเหนือใต้ของท้องฟ้าซึ่งเรียกกันว่าทางช้างเผือก จากสภาพเริ่มต้นของกลุ่มกาซที่รวมตัวกันโลกจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพเป็นโลกในปัจจุบัน นั่นหมายความว่า ในช่วงเวลาที่ผ่านมาสภาวะแวดล้อมในโลกจะต้องผันแปรตามความเปลี่ยนแปลงนั้นด้วย และโดยเหตุนี้สิ่งมีชีวิตในยุคแรกของโลก จึงต้องได้รับผลกระทบกระเทือนในการดำรงชีพภายใต้สภาวะแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงตามกาลเวลา เนื่องจากสิ่งมีชีวิตมีคุณสมบัติพิเศษอย่างหนึ่ง คือความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ และในการนี้ การเปลี่ยนแปลงมีลักษณะค่อยเป็นค่อยไป ดังนั้น สิ่งมีชีวิตนอกเหนือจากการปรับตัวเองแล้ว เมื่อเวลาผ่านไป ยังมีการเปลี่ยนสภาพทางสรีรวิทยาด้วย และนั่นก็คือการวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตในอดีตซึ่งทำให้สัตว์ชั้นต่ำค่อย ๆ เจริญขึ้นเป็นสัตว์ชั้นสูงตามลำดับขั้นจนเป็นมนุษย์ ควบคู่กับการเปลี่ยนแปลงของโลก ปัญหาที่น่าคิดติดตามมาก็คือ ในเมื่อมนุษย์เป็นผลแห่งกระบวนการวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตเช่นนี้ มนุษย์จะยังมีวิวัฒนาการต่อไปเป็นมนุษย์ที่ผิดแปลกไปจากสภาพในปัจจุบันนี้หรือไม่



สิ่งมีชีวิตและโลกมิใช่แต่เพียงสองสิ่งที่มีการเปลี่ยนแปลง สรรพสิ่งในจักรวาลของ  
 เรากลับแล้วแต่มีวิวัฒนาการตามกระบวนการแห่งกฎเกณฑ์ทางวิชากายภาพด้วยกันทั้งสิ้น จักร  
 วาลของเราเป็นจักรวาลหนึ่งในจำนวนนับไม่ถ้วนที่รวมกันเป็นเอกภพ เมื่อเอกภพเกิดขึ้นมา  
 โดยการระเบิดตัวเองของมวลสารจำนวนมหาศาล เมื่อประมาณหนึ่งหมื่นสองพันล้านปีมานี้  
 ทำให้เกิดกาซไฮโดรเจนจำนวนร้อยละเจ็ดสิบโดยน้ำหนัก ส่วนที่เหลือมีฮีเลียมเป็นส่วนใหญ่และ  
 มีธาตุเบาๆ อื่นๆ อีกเพียงเล็กน้อย เอกภพมิได้สร้างสารหรือแร่ธาตุเตรียมไว้เพื่อที่จะใช้ในการสัง  
 เคราะห์สารอินทรีย์เคมีและแร่ธาตุต่าง ๆ ซึ่งเป็นส่วนประกอบของสิ่งมีชีวิต จักรวาลของเราซึ่ง  
 เกิดจากการรวมตัวของกลุ่มกาซส่วนหนึ่งในเอกภพนั้น จึงไม่อยู่ในฐานะจะก่อให้เกิดมีชีวิตขึ้นได้  
 แต่ทว่า เมื่อเกิดการระเบิดครั้งใหญ่ขึ้นนั้น จักรวาลของเรามีได้รับมาแต่เฉพาะมวลสารเท่านั้น  
 หากจักรวาลยังได้รับเอากระแสสื่อนอนอันเป็นผลจากการระเบิดนั้นมาด้วยในลักษณะที่ทำให้จักร  
 วาลต้องมีการหมุนรอบตัวเอง และนี่คือหนทางที่จะทำให้เกิดมีสารและแร่ธาตุต่าง ๆ อันเป็น  
 องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตต่อไปได้ กล่าวคือเมื่อกาซจำนวนมากมารวมตัวกันเพราะถูกแรงโน้ม  
 ถ่วงของกันและกันดึงดูดเข้าหาศูนย์กลาง และขณะเดียวกันก็ต้องหมุนรอบแกนกลางด้วยนั้นก็จะ  
 ทำให้เกิดกระแสสื่อนอนขนาดย่อมเป็นกลุ่มๆ อยู่ทั่วไปภายในจักรวาลกลุ่มแห่งกระแสสื่อนอนนั้นจึง  
 เป็นแหล่งที่จะจับเอากาซภายในอาณาบริเวณนั้นๆ เข้าไว้แล้วอัดตัวเองด้วยแรงดึงดูดภายในกลุ่ม  
 จนกระทั่งกาซเหล่านั้นมีความหนาแน่นสูงขึ้น มีอุณหภูมิสูงขึ้นและหมุนรอบตัวเองเร็วขึ้น จนกระ  
 ทั่งแยกกันออกเป็นดวงดาวจำนวนมาก ประมาณว่า ในแต่ละกลุ่มจะมีดาวที่เกิดขึ้นตั้งแต่สองร้อย  
 ดวงจนถึงหนึ่งแสนดวง ดาวดวงหนึ่งๆ มีมวลสารมากน้อยแตกต่างกันไปนับตั้งแต่สิบห้าเท่าลง  
 มาจนถึงครึ่งหนึ่งของดวงอาทิตย์ในปัจจุบัน ดาวเหล่านี้จะทำหน้าที่สร้างแร่ธาตุต่างๆ ให้แก่จักร  
 วาลเพื่อใช้สังเคราะห์สิ่งมีชีวิตต่อไปโดยกระบวนการที่เรียกว่าวิวัฒนาการแห่งดวงดาว นั่นก็คือ  
 ก่อนจะมีวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตได้นั้นจะต้องมีวิวัฒนาการของดาวรุ่นแรกๆ เกิดขึ้นก่อน การ  
 เปลี่ยนแปลงของดวงดาวนั้นสามารถจะแบ่งออกได้เป็นยุคต่าง ๆ ตามลำดับขั้นของการสัง  
 เคราะห์ธาตุโดยปฏิกิริยานิวเคลียร์ดังนี้คือ ยุคที่หนึ่ง ดาวจะหลอมไฮโดรเจน -1 ให้เป็นฮีเลียม  
 -4 ซึ่งจะได้พลังงานความร้อนออกมาจำนวนมากโดยใช้ไฮโดรเจน-1 จำนวนสี่อนุภาคเพื่อการ



สังเคราะห์สี่เหลี่ยม -4 จำนวนหนึ่งอนุภาคต่อหนึ่งปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น ยุคที่สอง สร้างคาร์บอน-12 โดยการหลอมสามอนุภาคของฮีเลียม-4 เข้าด้วยกัน ซึ่งก็จะให้พลังงานความร้อนออกมาเหมือนกัน ยุคที่สาม ดาวจะหลอมฮีเลียม-4 เข้ากับคาร์บอน-12 ให้เป็นออกซิเจน-16 จากออกซิเจน-16 ให้เป็นนีออน-20 จากนั้นนีออน-20 ให้เป็นแมกนีเซียม-24 เช่นนี้เรื่อย ๆ ไปโดยให้ธาตุใหม่ที่เกิดขึ้นมีจำนวนอนุภาคเพิ่มขึ้นจากอนุภาคหลักเดิมจำนวนสี่อนุภาค จนกระทั่งถึงเหล็ก-56 ปฏิกิริยาบวกลบเช่นนี้จะหยุด เพราะธาตุใด ๆ ตั้งแต่เหล็กขึ้นไปเมื่อถูกหลอมให้เกิดธาตุใหม่ทีหนึ่งจะดูดกลืนพลังงานเข้าไว้แทนที่จะคายออกมาให้เหมือนธาตุอื่นที่เบากว่าเหล็ก อนึ่ง ในช่วงเวลาจากยุคที่หนึ่งจนถึงยุคที่สามนี้จะมีปฏิกิริยาข้างเคียงเกิดขึ้นด้วยโดยธาตุหลักใด ๆ รวมตัวเข้ากับธาตุไฮโดรเจนเพื่อให้เกิดธาตุใหม่ที่สูงขึ้นหนึ่งอันดับ หรือไม่กี่อาจจะทำให้เกิดไอโซโทปของธาตุต่าง ๆ ได้เช่น การเกิดในโตรเจน-14 หรือคาร์บอน-13 เป็นต้น ปฏิกิริยาให้เกิดไอโซโทปของธาตุนี้มีความสำคัญไม่น้อยไปกว่าปฏิกิริยาสร้างธาตุใหม่ เพราะไอโซโทปเหล่านี้ส่วนใหญ่เมื่อรวมกับฮีเลียมแล้วจะให้อนุภาคนิวตรอนออกมาเป็นอิสระ และในยุคที่สามนี้ได้มีนิวตรอนเกิดขึ้นเป็นจำนวนมากซึ่งสามารถจะเข้าร่วมกับธาตุหนัก ๆ นับตั้งแต่เหล็ก-56 ขึ้นไปเพื่อเกิดธาตุใหม่ที่สูงขึ้นหนึ่งอันดับโดยการคายอิเล็กตรอนออกมาเป็นปฏิกิริยาต่อเนื่องกันเป็นอนุกรมจนสามารถสร้างได้ถึงบิสมัท-209 การที่ดาวจำเป็นต้องสร้างธาตุหนักโดยการจับนิวตรอนเช่นนี้เพราะพลังงานที่จะเสียไปในการเกิดปฏิกิริยานี้น้อยกว่าปฏิกิริยาอื่น เพราะนิวตรอนเป็นอนุภาคไม่มีประจุไฟฟ้าสามารถจะวิ่งเข้าชนนิวเคลียสของธาตุหนัก ๆ ได้ง่ายขึ้นอย่างไรก็ดี จำนวนนิวตรอนที่ดาวผลิตได้โดยวิธีดังกล่าวนี้มีจำนวนจำกัด ไม่เป็นการเพียงพอแก่การที่จะสร้างธาตุอื่นใดที่หนักกว่าบิสมัท-209 ได้ ยุคที่สี่นี้เป็นยุคอวสานต์ของดวงดาว ดาวอยู่ในสภาพซึ่งไม่สามารถจะผลิตพลังงานนิวเคลียร์ออกมาได้จึงหดตัวลงเพราะแรงดึงดูดที่ส่งออกมากระทำต่อมวลสารภายนอกมีค่าสูงกว่าความดันภายในอันเนื่องมาจากการต้องสูญเสียพลังงานไปในการสร้างธาตุหนักด้วย จึงปรากฏว่าดาวจะบีบตัวเองจนถึงจุดหนึ่งมวลสารส่วนในไม่สามารถจะรับน้ำหนักของมวลสารส่วนนอกได้จึงเกิดการระเบิดขึ้น เรียกว่าโนวาร์หรือซูเปอร์โนวาร์ ผลแห่งการนี้ทำให้มีพลังงานความร้อนและแสงสว่างอย่างมากจนสามารถทำให้เกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟission ต่าง ๆ ได้



ในเวลาเดียวกัน ปฏิกริยาที่สำคัญคือการเกิดนิวตรอนอิสระจำนวนมาก นิวตรอนเหล่านี้จะวิ่งเข้าชนธาตุหนักต่าง ๆ เพื่อให้เกิดธาตุที่หนักกว่าบิสมัท-209 จนกระทั่งถึงธาตุอันดับสุดท้าย การสร้างธาตุหนักในยุคนี้เป็นไปได้อย่างรวดเร็วสามารถจะกระทำอย่างครบบริบูรณ์ได้ ภายในเวลาหนึ่งร้อยวินาที ธาตุสำคัญธาตุหนึ่งที่ถูกสร้างขึ้นมาเป็นส่วนใหญ่จากการระเบิดของดวงดาวคือ แคลิฟอร์เนียม-254 ซึ่งเราจะสังเกตเห็นได้ว่าเมื่อมีการเกิดซูเปอร์โนวาครั้งนั้น แสงสว่างของการระเบิดจะลดลงครึ่งหนึ่งในเวลา 55 วัน ซึ่งตรงกับเวลาครึ่งชีวิตของแคลิฟอร์เนียม-254

การสังเคราะห์แร่ธาตุต่าง ๆ ของจักรวาลโดยการสร้างดาวแล้วทำลายดาวเช่นนี้ดำเนินอยู่ตลอดเวลา นับตั้งแต่จักรวาลเกิดขึ้นมา ดังนั้น เมื่อเวลาผ่านไปนานขึ้น ภายในห้วงอวกาศของจักรวาลจึงได้สะสมแร่ธาตุต่าง ๆ มากยิ่งขึ้นนอกเหนือจากไฮโดรเจนและฮีเลียมแล้ว ดังนั้น ดาวที่เกิดขึ้นมาในยุคหลังจึงได้รับแร่ธาตุต่าง ๆ ไว้มากขึ้น และโดยเหตุนี้เมื่อระบบสุริยะของเราอุบัติขึ้นมาเมื่อห้าพันล้านปีก่อนนั้นจึงมีแร่ธาตุต่าง ๆ อย่างพร้อมมูลสำหรับที่จะนำมาใช้ในระบบอันประกอบด้วยดวงอาทิตย์เป็นประธานและดาวเคราะห์น้อยใหญ่เป็นบริวาร ดาวเคราะห์เหล่านี้แท้จริงคือดาวฤกษ์ดวงเล็ก ๆ นั่นเอง แต่โดยเหตุที่มีมวลสารน้อยเกินไปจึงไม่สามารถสร้างความร้อนเพื่อใช้ในการเผาไหม้ไฮโดรเจนให้เป็นฮีเลียมได้พอ แต่ถึงกระนั้นก็ดีโลกของเราก็คงสามารถจะให้พลังงานในการที่จะรวมไฮโดรเจนเข้ากับออกซิเจนทางเคมีเพื่อให้เกิดเป็นน้ำสำหรับเป็นบ่อเกิดและแหล่งหล่อเลี้ยงชีวิตบนพื้นพิภพได้

และ ณ บัดนี้เราได้มีชีวิตอยู่ร่วมกันในโลกนี้ โลกซึ่งถูกสร้างให้เป็นกลางวันและกลางคืน ด้วยการหมุนรอบตัวเองเพื่อเฉลี่ยอุณหภูมิบนพื้นโลก คงจะไม่เกินความจริงหากจะกล่าวว่าเราทั้งหลายต่างก็เคยเป็นดวงดาวด้วยกันมาและเราได้มาจุติเป็นมนุษย์ด้วยกันในกาลบัดนี้ และนั่นหมายความว่าควรมีพี่น้องของเราที่เคยเป็นดวงดาวด้วยกันมาในอดีตชาติ ได้ ไป จุติ ในระบบอื่นซึ่งมีดาวฤกษ์ดวงหนึ่ง ๆ เป็นประธาน และดาวฤกษ์ทั้งหลายนั้นประกอบกันเข้าเป็นจักรวาลของเรา จึงใคร่ขอย้อนกลับไปหาปัญหาที่ได้ตั้งไว้ว่ามนุษย์บนโลกนี้จะต้องมีวิวัฒนาการต่อไปหรือไม่



เรายอมรับกันแล้วว่ามนุษย์และสิ่งมีชีวิตทั้งหลายต่างมีคุณสมบัติในการปรับตัวเองให้เข้ากับสภาพแวดล้อมได้ และถ้าสิ่งแวดล้อมมีการเปลี่ยนแปลงก็สามารถจะเปลี่ยนแปลงตามตัวได้ จนกระทั่งกลายเป็นเผ่าพันธุ์ใหม่ทันทีได้เวลาพอ มนุษย์มีชีวิตอยู่ได้ทุกวันนี้ก็ด้วยความการดูแลแห่งดวงอาทิตย์ ระยะห่างระหว่างโลกและดวงอาทิตย์ทำให้มนุษย์มีชีวิตอยู่ได้อย่างสุขสบายสำหรับสภาวะการณ์ในดวงอาทิตย์ขณะนี้ แต่ดวงอาทิตย์ใช้ว่าจะคงสภาพเช่นนั้นตลอดไปก็หาไม่ได้ หากว่าจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้าง และนั่นหมายความว่ามนุษย์ก็จะต้องได้รับผลแห่งการเปลี่ยนแปลงนั้น การซึ่งจะพยากรณ์อนาคตของมนุษยชาติได้อย่างแม่นยำเพียงไรจึงขึ้นอยู่กับความแน่นอนถูกต้องในความรู้ของดวงดาวที่เราที่อยู่เพราะดวงดาวและดวงอาทิตย์มีความสัมพันธ์ต่อกันโดยตรงเราจึงมีเหตุผลอย่างเพียงพอในการที่จะทุ่มเทสติปัญญาและทุนทรัพย์เพื่อการศึกษาค้นคว้าความเป็นไปในห้วงอากาศ ตลอดเวลานี้ดาวแต่ละดวงต่างก็อยู่ในชั้นตอนต่างๆ กัน ในกระบวนการแห่งวิวัฒนาการของดวงดาว ถ้าหากเราสามารถทำความเข้าใจชั้นตอนเหล่านี้ได้ โดยต้องแท้ ก็สามารถจะทราบความเปลี่ยนแปลงตามลำดับชั้นของดวงอาทิตย์ในอนาคตได้ ซึ่งจะนำไปสู่ความเข้าใจอย่างถูกต้องในการวิวัฒนาการแห่งมนุษย์ในภพหน้าซึ่งจะต้องดำรงชีพ อยู่กับดวงอาทิตย์ที่สภาพผิดไปจากปัจจุบัน

ความรู้ทางวิชาดาราศาสตร์ของเราในขณะนี้พอจะ วาด ภาพ อนาคต ของ ดวง อาทิตย์ อย่างกว้าง ๆ ได้ว่า ดวงอาทิตย์จะค่อย ๆ ขยายตัวออกพร้อม ๆ กับเพิ่มปริมาณการแผ่รังสีความร้อนออกมา เป็นที่เชื่อกันว่า การเปลี่ยนแปลงของดวงอาทิตย์ในขั้นแรกจะมีแต่การเพิ่มปริมาณความร้อนออกมายิ่งขึ้นจากสภาพภายในปัจจุบันดวงอาทิตย์จะค่อย ๆ เพิ่มพลังงานความร้อนได้จนถึงพื้นเท่าของอัตราขณะนั้นและจะขยายตัวออกคลุมถึงวงโคจรของดาวพุธถูกกลืนดาวพุธ ไว้ภายใน ต่อจากนั้นจะหดตัวให้มีขนาดเล็กลง ๆ จนมีขนาดเล็กกว่าขนาดในปัจจุบันอย่างมากเพราะการที่ดวงอาทิตย์ต้องสูญเสียพลังงานในการสร้างธาตุที่หนักกว่าเหล็กดังกล่ามาแล้ว และ ณ จุดหนึ่งความกดดันภายในไม่สามารถจะรับน้ำหนักของมวลสารภายนอกที่ถูกบีบตัวลงไปดวงอาทิตย์ก็จะระเบิดขึ้นเช่นเดียวกับดวงดาวอื่น และเมื่อเวลานั้นมาถึงระบบสุริยะก็จะถึงกาลอวสานต์ อย่างไรก็ดี ก่อนที่จะถึงเวลานั้น มนุษย์และสรรพสิ่งมีชีวิตจะต้องประสบกับสภาพการเปลี่ยนแปลงที่มีลักษณะค่อยเป็นค่อยไปของดวงอาทิตย์ก่อน กล่าวคือดวงอาทิตย์จะค่อย ๆ เพิ่มปริมาณความร้อนที่ส่งมายังโลก ในปัจจุบันนี้สิ่งมีชีวิตสามารถจะดำรงชีพอยู่ได้อย่างสบายสำหรับ อุณหภูมิ



ภูมิเฉลี่ยในรอบปีขณะนี้ซึ่งสามารถสร้างภูมิให้มนุษย์สามารถทนอยู่ได้ในบรรยากาศที่มีอุณหภูมิสูงถึง 45 องศาเซลเซียส แต่ต่อไปภายหน้าอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกค่อย ๆ สูงขึ้น และสิ่งมีชีวิตทั้งหลายจะต้องปรับตัวให้ดำรงชีพอยู่ได้โดยการวิวัฒนาการเป็นเผ่าพันธุ์ใหม่ อาจเป็นไปได้ว่ามนุษย์ในอนาคตต้องมีรูปร่างใหญ่โตกว่านี้เพราะ จะต้องมีความหนักหน่วงขึ้นเนื่องจาก ระบบระบายความร้อนทางผิวหนังจะต้องทำงานซับซ้อนกว่า ระบบหมุนเวียนโลหิตก็ต้องเปลี่ยนแปลงไปจากสภาพของการเป็นสัตว์เลือดอุ่นในปัจจุบัน อย่างไรก็ตามวิวัฒนาการของสิ่งที่มีชีวิตจะไม่สามารถช่วยให้มนุษย์อยู่ได้ถึงวินาทีสุดท้ายของระบบสุริยะ เพราะเมื่อดวงอาทิตย์เพิ่มอัตราการแผ่รังสีเพียงแค่น้อยเท่าของอัตราในปัจจุบัน อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกก็จะถึงจุดน้ำเดือด และโดยเหตุนี้ในมหาสมุทรก็จะเหือดแห้งไปสิ้น และนั่นหมายถึงอวสานแห่งมนุษยชาติก่อนกาลอวสานของดวงอาทิตย์เป็นเวลานาน และไม่ว่ามนุษย์จะมีความเจริญทางวิชาการสักเพียงใดในกาลภายหน้าอนาคตของมนุษย์ก็ยังคงถูกตัดสินกันด้วยจุดน้ำเดือดอยู่นั่นเอง และกฎแห่งวิชาเคมีฟิสิกส์ได้กำหนดไว้ให้เพียงแค่น้อยองศาเซลเซียสเท่านั้น

ณ บัดนี้ท่านทั้งหลายคงจะได้เห็นแล้วว่าวิชาดาราศาสตร์มีความสำคัญต่อมนุษยชาติเพียงไรเรามีได้ศึกษาวิชาดาราศาสตร์เพื่อความอยู่ดีกินดี หรืออำนาจของกลุ่มชนกลุ่มหนึ่งให้เหนือกว่าชนกลุ่มอื่นเราศึกษาดาราศาสตร์เพื่อมนุษยชาติเป็นส่วนรวม ยังมีเวลาอีกนานที่จะถึงวินาทีสุดท้ายของมนุษยชาติสำหรับที่จะให้เราได้ทำการศึกษาคำตอบอันถูกต้องของมนุษย์ที่เกี่ยวข้องกับดวงดาว อย่างน้อยที่สุดก็ในฐานะที่เราเป็นสมาชิกส่วนหนึ่งในจักรวาลของเรา มนุษย์ศึกษาวิชาดาราศาสตร์เพราะความบังเอิญใจในความงาม อันมี มนต์ อาถรรพ์ของกลุ่มดาว และสามารถนำเอาความรู้นั้นมาใช้ในการเดินเรือเป็นประโยชน์ได้ บัดนี้การศึกษาทางดาราศาสตร์ได้เจริญก้าวหน้าถึงขั้นซึ่งสามารถบอกความสัมพันธ์ระหว่างชีวิตและดวงดาวได้ ทำให้เราได้รู้ถึงการอุบัติ การวิบัติแห่งดวงดาว และระบบสุริยะ ยังมีงานอีกมากที่เหลืออยู่สำหรับให้เราได้ช่วยกันทำเพื่อค้นคว้าสิ่งเร้นลับซึ่งส่วนตัวมากับแสงกระพริบของดวงดาวจากเบื้องบน เพื่อที่เราจะได้สร้างความต่อเนื่องของเหตุการณ์แห่งวัฏจักรของการอุบัติ การเปลี่ยนแปลงและการวิบัติ ดังพุทธวจนะได้สรุปธรรมชาติของสรรพสิ่งไว้ว่า.

ทุกฺขํ อนิจฺจํ อนตฺตา.



# การหมุนของดาวเคราะห์

## Rotation of The Planets

พหล จิตติยศรา\*

Pahol Jittiyasara

ดาวเคราะห์ทั้งหลายต่างก็มีการหมุนรอบแกนของมัน โดยใช้เวลาของการหมุนครบรอบที่แตกต่างกัน สำหรับวิธีที่จะทราบอัตราการหมุนครบรอบตัวเองของดาวเคราะห์นั้น วิธีที่ง่ายที่สุดก็คือสังเกตการณ์ดาวเคราะห์ที่ต้องการศึกษาผ่านกล้องโทรทรรศน์ จากนั้นตรวจดูว่าภาพของตัวดวงที่ปรากฏให้เห็นนั้น มีร่องรอยหรือเครื่องหมายใดปรากฏให้เห็นอยู่ถาวรบ้าง จากการจับเวลาการเคลื่อนที่ครบรอบของเครื่องหมายใด ๆ ที่ถาวรดังกล่าว ย่อมทราบอัตราการหมุนครบรอบตัวเองของดาวเคราะห์ได้ สำหรับตัวอย่างในกรณีนี้ได้แก่ดาวพุธและดาวอังคาร ในบางครั้งร่องรอยที่ปรากฏให้เห็นบนตัวดวงเป็นการเกิดของกลุ่มเมฆในบรรยากาศของดาวเคราะห์ ถ้ากลุ่มเมฆที่เกิดขึ้นดังกล่าวนี้มีการเปลี่ยนแปลงซึ่งใช้เวลาที่ยาวนาน ย่อมสามารถใช้จับเวลาการหมุนครบรอบตัวเองของดาวเคราะห์ได้เช่นกัน ตัวอย่างในกรณีหลังนี้ได้แก่ดาวพฤหัสบดีและดาวเสาร์ สำหรับกรณีของดาวเคราะห์ที่มีขนาดตามมุมใหญ่พอสมควร อาจจะทราบเวลาการหมุนครบรอบตัวเองของมันได้ จากการศึกษา Doppler frequency shift ของ spectral lines ที่มาจากขอบทั้งสองของดาวเคราะห์ซึ่งอยู่ตรงกันข้ามกัน ซึ่งวิธีการนี้คล้ายกับการหาอัตราการหมุนครบรอบตัวเองของดวงอาทิตย์ สำหรับกรณีที่ขนาดตามมุม มีค่าน้อยดังเช่นกรณีของดาวพลูโต (อยู่ไกลจากโลกมาก) หรือกรณี ของดาวเคราะห์น้อย (มีขนาดเล็ก) การหาอัตราการหมุนครบรอบตัวเองของมันด้วยวิธีหลังนี้ ย่อมทำได้เพียงหยاب ๆ เท่านั้น ซึ่งแตกต่างจากดาวอังคารและดาวพฤหัสบดีซึ่งมีขนาดตามมุมโตพอสมควร การหาอัตราการหมุนครบรอบตัวเองด้วยวิธีศึกษาบาสเปคตรัมย่อมมีความถูกต้องกว่า

จากการหาอัตราการหมุนครบรอบตัวเองของดาวเคราะห์ทั้งหลายของระบบสุริยะ ด้วยวิธีการต่าง ๆ ดังกล่าวมาข้างต้น สามารถหาอัตราการหมุนครบรอบตัวเอง และทิศทางของแกนหมุนของดาวเคราะห์ทั้ง 9 ได้ ดังแสดงให้เห็นด้วยตารางต่อไปนี้

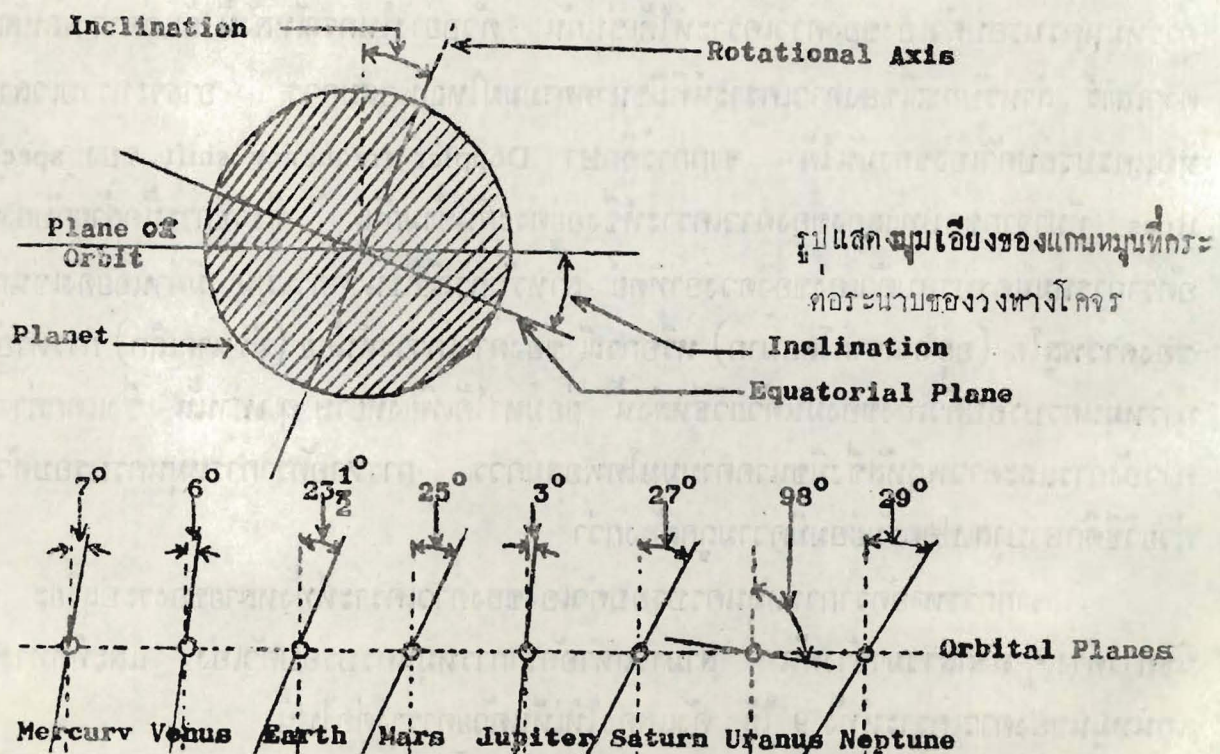
\* อ. พหล จิตติยศรา วท.บ., วท.ม. (ดาราศาสตร์ จุฬาฯ) อาจารย์ประจำในภาควิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น



**Rotational Parameters of The Planets**

| Planet  | Rotation Period    | Rotation Velocity at Equator |           | Direction of Axis (degrees) |
|---------|--------------------|------------------------------|-----------|-----------------------------|
|         |                    | kilom/sec                    | miles/sec |                             |
| Mercury | 88 days            | 0.0020                       | 0.0012    | 7 (approx)                  |
| Venus   | 247 days (approx)  | 0.0018                       | 0.0011    | 6 (approx)                  |
| Earth   | 23 hours 56.70 min | 0.47                         | 0.29      | 23.45                       |
| Mars    | 24 hours 37.4 min  | 0.26                         | 0.16      | 25.0                        |
| Jupiter | 9 hours 55 min     | 12                           | 7.3       | 3.01                        |
| Saturn  | 10 hours 30 min    | 9.5                          | 5.8       | 26.7                        |
| Uranus  | 10 hours 50 min    | 3.8                          | 2.5       | 98.0                        |
| Neptune | 16 hours           | 2.5                          | 1.5       | 28.8                        |
| Pluto   | 6.4 days           | 0.032 (?)                    | 0.019 (?) | (?)                         |

ถ้าสมมติว่าเส้นศูนย์สูตรของดาวเคราะห์ทั้งหลายเป็นวงกลมซึ่งมีรัศมี  $r$  ความเร็วของการหมุนที่บริเวณเส้นศูนย์สูตรของดาวเคราะห์ ย่อมสามารถหาได้ซึ่งมีค่าเท่ากับ  $2\pi r/p$  ในเมื่อ  $p$  เป็นอัตราการหมุนรอบตัวเองของดาวเคราะห์ที่บริเวณเส้นศูนย์สูตร ดังนั้นข้อที่ 3 และ 4 ในตารางจึงบอกถึงความเร็วของการหมุนที่บริเวณเส้นศูนย์สูตรของดาวเคราะห์ทั้ง 9 หน่วย เป็น กม./วินาที และ ไมล์/วินาที ตามลำดับ สำหรับข้อสุดท้ายในตารางบอกถึงมุมซึ่งแกนหมุนทำกับเส้นที่ตั้งฉากกับระนาบวงทางโคจรของดาวเคราะห์

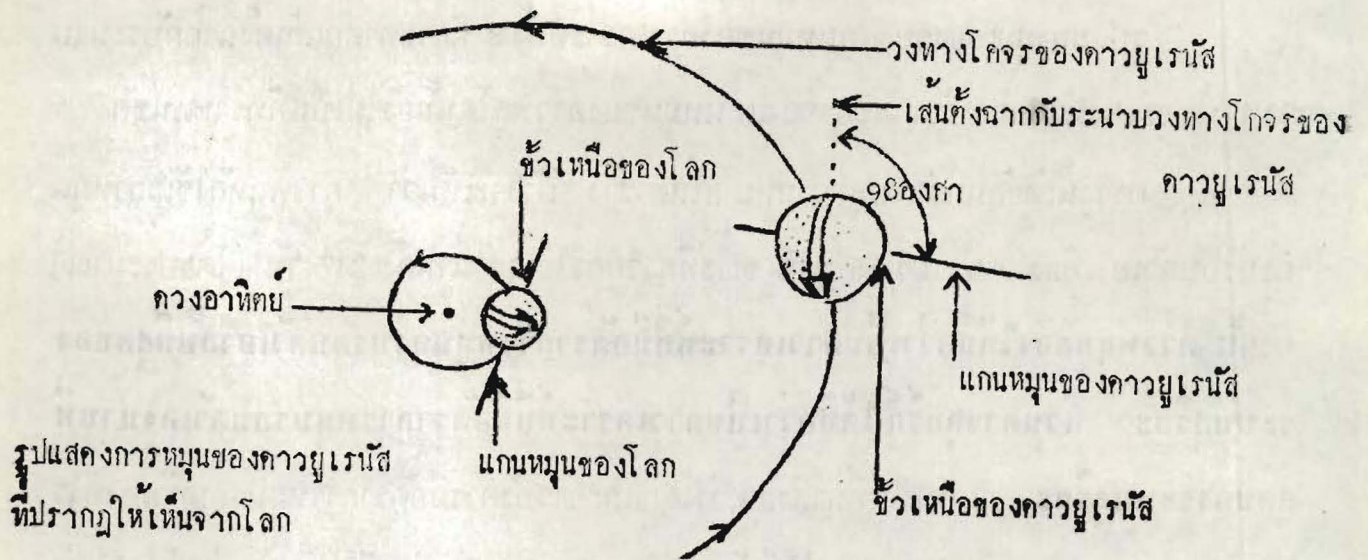




รูปแสดงมุมเอียงของแกนหมุนของดาวเคราะห์ทั้ง 8 ที่กระทำต่อเส้นตั้งฉากกับระนาบ  
วงทางโคจรของมัน สำหรับมุมเอียงของแกนหมุนของดาวพลูโตนั้นยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด

คราวนี้ถ้าย้อนกลับไปดูความหมายในตาราง บ้างจะเห็นว่า ดาวพฤหัสบดีใช้เวลาหมุน  
ครบรอบตัวเองเพียง 9 ชั่วโมง 55 นาที ขณะที่ดาวศุกร์ใช้เวลาจนถึง 247 วัน (โดยประมาณ)  
ดังนั้น ดาวพฤหัสบดีได้ชื่อว่า <sup>๖๕</sup>เป็นดาวเคราะห์ที่มีอัตราการหมุนครบรอบตัวเองสั้นที่สุดของ  
ระบบสุริยะ ส่วนดาวศุกร์ <sup>๖๔</sup>ได้ชื่อว่า <sup>๖๔</sup>เป็นดาวเคราะห์ที่มีอัตราการหมุนรอบตัวเองนานที่  
สุดของระบบสุริยะ และเป็นที่น่าสนใจว่าโลกและดาวอังคารมีอัตราการหมุนรอบตัวเองที่ไร  
เรียกกัน ส่วนดาวยูเรนัสและดาวเสาร์ก็มีอัตราการหมุนครบรอบตัวเองที่ไรเรียกกันเช่นกัน ถ้า  
พิจารณาดาวพุธบ้างจะเห็นว่าดาวพุธมีอัตราการหมุนครบรอบตัวเองเท่ากับ 88 วัน แต่โดย  
เหตุที่ดาวพุธเคลื่อนที่ไปรอบดวงอาทิตย์ใช้เวลาครบรอบเท่ากับ 88 วัน เช่นกัน ดังนั้นดาวพุธ  
ย่อมเคลื่อนที่ไปรอบดวงอาทิตย์ขณะเดียวกันที่หมุนรอบตัวเองไปด้วย และหันหน้าด้านหนึ่งเข้า  
หาดวงอาทิตย์เสมอ ดังเช่นดวงจันทร์ของโลกเรา สำหรับทิศทางการหมุนรอบตัวเองของดาวเคราะห์  
ทั้งหลายนี้ เป็นแบบทวนเข็มนาฬิกา (ซึ่งเหมือนกับทิศทางการเคลื่อนที่ของมันรอบดวง  
อาทิตย์) ยกเว้นดาวศุกร์เพียงดวงเดียวเท่านั้นที่มีทิศการหมุนตามเข็มนาฬิกา ซึ่งผิดแปลกไป  
จากดาวเคราะห์ดวงอื่น ๆ โดยเหตุที่แกนหมุนของดาวยูเรนัสเอียงทำมุมประมาณ 98 องศา กับ  
เส้นตั้งฉากกับระนาบวงทางโคจร ดังแสดงในรูปข้างล่าง แม้ตัวมันจะมีการหมุนในทิศทวนเข็  
มนาก็ตาม ลักษณะที่ปรากฏให้เห็นจากโลกนั้นจึงคล้ายกับว่าดาวยูเรนัสมีการหมุนในทิศ  
ตามเข็มนาฬิกา ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าดาวเคราะห์ทุกดวงของระบบสุริยะมีการหมุนรอบตัวเองในทิศ  
ทวนเข็มนาฬิกาหรือที่ภาษาอังกฤษเรียกว่า Direct Rotation ยกเว้นดาวศุกร์เพียงดวงเดียว  
เท่านั้นที่มีการหมุนรอบตัวเองในทิศตามเข็มนาฬิกา (Retrograde Rotation) สำหรับดาวยูเร  
นัสปรากฏให้เห็นจากโลก ว่าหมุนตามเข็มนาฬิกา แต่จริง ๆ นั้นมันหมุนรอบตัวเองในทิศทวน  
เข็มนาฬิกาดังเช่นดาวเคราะห์ดวงอื่น ๆ ทั้งหมด





**Reference:-**

1. Motz & Duven. Essentials of Astronomy (Belmont, California : Wadsworth Publishing Company, Inc., 1968), P. 224.
2. Glasstone, Sourcebook On The Space Sciences (Princeton, New Jersey: D. Van Nostrand Company, Inc., 1965), P. 389-392.
3. Pananides, Introductory Astronomy (Addison-Wesley Publishing Company, Inc., 1973), P. 162-164.



# หอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยขอนแก่น Central Library of Khon Kaen University

เจลีว พันธุ์สีดา\*  
Chaleo Pansida

## ประวัติความเป็นมา

พร้อมกับการก่อตั้งมหาวิทยาลัยขอนแก่น ในปีพุทธศักราช 2507<sup>1</sup> ได้มีการจัดตั้งห้องสมุดขึ้นด้วย ในระยะแรกนั้นห้องสมุดยังคงอาศัยสถานที่ของคณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ ณ ตึกคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ในปัจจุบันเป็นที่ทำการชั่วคราว

ในระยะเริ่มก่อตั้งนี้ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ได้รับความช่วยเหลือจากรัฐบาลแคนาดา โดยทางมหาวิทยาลัยแมนิโทบาแห่งแคนาดาได้จัดส่งอาจารย์มาช่วยทำการสอน ตามข้อตกลงที่มีอยู่ (Khon Kaen / Manitoba Universities Cooperative Agreement) ระหว่างมหาวิทยาลัยทั้งสอง สำหรับด้านการจัดตั้งห้องสมุดนั้น มหาวิทยาลัยแมนิโทบา ได้ส่งบรรณารักษ์ชาวแคนาดาเข้ามาช่วยดำเนินการ คือ นายดีเร็ก อาร์ ฟรานซิส (Mr. Derek R. Francis)<sup>2</sup>

นายดีเร็ก อาร์ ฟรานซิส ในฐานะที่ปรึกษาของห้องสมุดมหาวิทยาลัยขอนแก่น ได้เดินทางเข้ามาช่วยเหลือกิจการห้องสมุดมหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยโครงการความช่วยเหลือแผนการโคลัมโบ (Colombo plan Project Canada/Thailand) ระหว่างเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2508 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2509 รวมระยะเวลา 1 ปี 4 เดือน<sup>3</sup>

ในเดือนมิถุนายนปีพุทธศักราช 2509 มหาวิทยาลัยขอนแก่น ได้ย้ายมาทำการสอนที่จังหวัดขอนแก่น<sup>4</sup> ต่อมาวันที่ 23 ตุลาคม 2509 ห้องสมุดก็ย้ายมาเปิดบริการอยู่ที่อาคารชั้นสอง ตึกคณะวิศวกรรมศาสตร์ เป็นห้องมีเครื่องปรับอากาศ ปัจจุบันเป็นห้องสมุดของคณะวิศวกรรมศาสตร์ การย้ายห้องสมุดจากกรุงเทพฯครั้งนี้ นายดีเร็ก อาร์ ฟรานซิส ได้ร่วมมือกับบรรณารักษ์ชาวไทยซึ่งจบการศึกษาวิชาบรรณารักษศาสตร์มาจากมหาวิทยาลัยโคลัมเบีย คือ ม.ร.ว. จีรวัดน์ จักรพันธ์<sup>6</sup>

\* นายเจลีว พันธุ์สีดา พ.ม., กศ.บ., อนุ.บร., อ.ม. วิชาบรรณารักษศาสตร์ (จุฬา) บรรณารักษ์โท หัวหน้าแผนกบริการ กองห้องสมุด มหาวิทยาลัยขอนแก่น



นายตีเร็กอาร์ ฟรานซิส ได้เคยเสนอรายละเอียดเกี่ยวกับการสร้างหอสมุดกลางไว้ว่าหอสมุดกลางควรครอบคลุมถึงการขยายตัวในระยะเวลา 10 ปีด้วย อาคารที่สร้างควรติดตั้งเครื่องปรับอากาศ เพื่อป้องกันความร้อนและความชื้นซึ่งจะทำลายหนังสือ และจะกระตุ้นให้มีผู้มาใช้ห้องสมุดมากขึ้นด้วย<sup>6</sup>

ต่อมามหาวิทยาลัยขอนแก่น ได้สร้างหอสมุดกลางขึ้น ด้วยเงินงบประมาณแผ่นดินจำนวน 2,500,000.00 บาท หอสมุดสร้างเสร็จเรียบร้อยเมื่อวันที่ 10 พฤษภาคม 2511<sup>7</sup> แต่หอสมุดหลังนี้ไม่ได้ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ เมื่อหอสมุดกลางสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วนั้น ครุภัณฑ์ต่าง ๆ ยังสร้างไม่เสร็จ ทางคณะศึกษาศาสตร์ ต้องการสถานที่เรียนชั่วคราวสำหรับนักเรียนสาธิต คณะศึกษาศาสตร์ได้ขอใช้หอสมุดกลาง อธิการบดีอนุมัติ หอสมุดกลางจึงเป็นสถานที่เรียนของนักเรียนสาธิตเรื่อยมาเป็นเวลาถึง 3 ปีเศษ ต่อมาเดือนเมษายน 2515 หอสมุดมหาวิทยาลัยขอนแก่น ได้ย้ายจากคณะศึกษาศาสตร์ มาอยู่ที่หอสมุดกลางปัจจุบัน<sup>8</sup>

### สภาพภาพของหอสมุดกลาง

หอสมุดกลางในปัจจุบันมีฐานะเป็นกอง เรียกว่ากองห้องสมุด<sup>9</sup> ขึ้นตรงต่อสำนักงานอธิการบดีมหาวิทยาลัยขอนแก่น มีเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานรวมทั้งสิ้น 37 คน เป็นเจ้าหน้าที่ที่มีคุณวุฒิทางบรรณารักษศาสตร์ระดับปริญญาโท 4 คน ปริญญาตรี 8 คน ที่ไม่มีคุณวุฒิทางบรรณารักษศาสตร์ 20 คน และนักการ 5 คน ขณะนี้หัวหน้ากองห้องสมุด คืออาจารย์อภัย ประกอบผล ได้จัดทำโครงการหอสมุดกลางขึ้นเป็นสำนักหอสมุด เสนอต่อที่ประชุมคณะกรรมการห้องสมุดเพื่อพิจารณาในหลักการ และจะเสนอต่อผู้บริหารมหาวิทยาลัยในระดับสูงต่อไป บัดนี้โครงการสำนักหอสมุดนั้น คณะกรรมการห้องสมุดได้ประชุมปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้ว และหัวหน้ากองสมุดได้เสนอต่อรองอธิการบดีฝ่ายวิชาการของมหาวิทยาลัยขอนแก่นไปแล้ว<sup>10</sup>

เมื่อวันที่ 16 เดือนมกราคม พ.ศ. 2518 ศาสตราจารย์พิมล กลกิจ อธิการบดีมหาวิทยาลัยขอนแก่น ได้ออกสั่งแต่งตั้งคณะกรรมการขึ้นชุดหนึ่ง ทำหน้าที่ร่างแปลนหอสมุดกลาง



หลังใหม่ โดยมีนายอภัย ประกอบผล บรรณารักษ์หอสมุดกลาง เป็นประธาน นายนิติ เสง  
รัมย์ สถาปนิก เป็นกรรมการ และ ดร.ธีระพงษ์ อรรถจารุสิทธิ์ วิศวกร เป็นกรรมการ<sup>11</sup>  
บัดนี้คณะกรรมการได้ร่างแปลนหอสมุดกลางหลังใหม่เสนอ ต่อ อธิการบดี เรียบร้อยแล้ว ตั้งแต่  
วันที่ 9 เดือนกรกฎาคม 2518 หอสมุดกลางหลังใหม่เป็นอาคาร 6 ชั้น พร้อมเครื่องปรับอากาศ  
ค่าก่อสร้างและครุภัณฑ์รวมทั้งสิ้น 29 ล้านบาท คือเป็นค่าอาคาร 25 ล้านบาท และค่าครุภัณฑ์  
4 ล้านบาท หอสมุดกลางหลังใหม่จะจุหนังสือได้ประมาณ 5 แสนเล่ม<sup>12</sup>

### ลักษณะและสภาพทั่วไปของหอสมุดกลางในปัจจุบัน

เป็นอาคารเอกเทศ 2 ชั้น ดังนี้

ชั้นล่าง เป็นที่ทำงานของหัวหน้ากอง และที่ทำงานเทคนิคของบรรณา-  
รักษ์แผนกต่าง ๆ ซึ่งแบ่งออกเป็นห้องต่าง ๆ ดังนี้

1. ห้องหัวหน้ากอง
2. ห้องแผนกวารสาร
5. ห้องแผนกจัดหาหนังสือและวัสดุอุปกรณ์ ขณะนี้แผนกโสตทัศนศึกษา  
ขออาศัยอยู่ด้วย
4. ห้องแผนกจัดหมู่และทำบัตรรายการหนังสือ
5. ห้องเก็บหนังสือเข้า
6. ห้องซ่อมหนังสือ
7. ห้องโถงตรงกลาง เป็นที่ทำงานสารบรรณ ที่พิมพ์บัตรรายการ ที่แกะ  
หีบห่อหนังสือและวารสารใหม่ ที่ลงทะเบียนหนังสือ ที่ทำการเงินและ  
พัสดุ เป็นต้น<sup>13</sup>

ชั้นล่าง สถาปนิกได้เว้นที่โล่งไว้เพื่อการขยายตัวในอนาคต ในปีพุทธศักราช 2517  
แผนกโสตทัศนศึกษา ได้รับงบประมาณจำนวน 650,000.00 บาท ต่อเติมชั้นล่างขึ้นเป็นห้องทำ  
งานของแผนกโสตทัศนศึกษา ห้องจัดนิทรรศการ และห้องโสตทัศนศึกษา<sup>14</sup> จะเริ่มดำเนินการ  
ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2518 นี้เป็นต้นไป



<sup>๕</sup> **ชั้นบน** เป็นที่โล่งคล้ายศาลาว่าง มีพื้นที่ประมาณ 2,000 ตารางเมตร<sup>15</sup>

จุคนอ่านได้ประมาณ 250 ที่นั่ง แบ่งเป็นที่สำหรับอ่านหนังสือ เคาน์เตอร์ (Counter) บริการ  
จ่าย-รับหนังสือ ตั๋วรายการหนังสือ ที่วางชั้นหนังสือทั่วไป หนังสืออ้างอิง วารสาร สิ่งพิมพ์  
รัฐบาล และห้องภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นอกจากนี้ชั้นบนยังเป็นที่ทำงานของบรรณารักษ์อีก  
3 แผนก คือ

1. แผนกบริการ
2. แผนกวารสาร และ
3. แผนกสิ่งพิมพ์รัฐบาล<sup>16</sup>

### **การดำเนินงานของหอสมุดกลาง**

หอสมุดกลาง ได้จัดแบ่งสายดำเนินงานเป็นแผนกต่าง ๆ ดังนี้

1. แผนกจัดหาหนังสือและวัสดุอุปกรณ์
2. แผนกจัดหมู่และทำบัตรรายการหนังสือภาษาอังกฤษ
3. แผนกจัดหมู่และทำบัตรรายการหนังสือภาษาไทย
4. แผนกวารสาร
5. แผนกบริการ
6. แผนกสิ่งพิมพ์รัฐบาล
7. แผนกโสตทัศนศึกษา

ในด้านการดำเนินงานของหอสมุดกลางนั้น จัดในรูปสหบัตร (Union Catalog)  
ด้วย โดยหอสมุดกลางให้ความช่วยเหลือจัดทำงานด้วยเทคนิคให้แก่ห้องสมุดคณะต่าง ๆ ทุกคณะ  
และเก็บบัตรรายการหนังสือของคณะนั้น ๆ ไว้ที่หอสมุดกลาง 1 ชุด ส่งให้ห้องสมุดคณะซึ่งเป็น  
เจ้าของหนังสือ 1 ชุด นอกจากนี้หอสมุดกลาง ยังให้ความช่วยเหลือในด้านการจัดห้องสมุด  
คณะต่าง ๆ อีกด้วย

### **การจัดหมวดหมู่หนังสือ**

เมื่อเริ่มตั้งห้องสมุดนั้น นายตีเร็กอาร์ ฟรานซิส ได้นำระบบการจัดหมู่หนังสือแบบ  
ทศนิยมของคิวอี้ (Dewey Decimal Classification) มาเป็นหลักในการจัดหนังสือ<sup>17</sup> คิวอี้



แบ่งวิชาความรู้หรือหนังสือต่าง ๆ ออกเป็น 10 หมวดหมู่ใหญ่ ใช้ตัวเลขหลัก 100 แทน ความหมายของประเภทหนังสือดังนี้

- 000 เปิดเตล็ด
- 100 ปรัชญา
- 200 ศาสนา
- 300 สังคมศาสตร์
- 400 ภาษาศาสตร์
- 500 วิทยาศาสตร์
- 600 วิทยาศาสตร์ประยุกต์
- 700 ศิลปกรรมและการบันเทิง
- 800 วรรณคดี
- 900 ประวัติศาสตร์<sup>18</sup>

ในแต่ละหมวดวิชาแยกเป็นรายย่อยอีก ตัวเลขอาจเป็นทศนิยมที่ละเอียดหลายหลัก ระบบการจัดหมู่หนังสือแบบทศนิยมของคิวอี้ ใช้เรื่อยมาจนถึงปี พ.ศ. 2513 ดร. วิทยา เพียรวิจิตร รองอธิการบดี และประธานกรรมการห้องสมุดมหาวิทยาลัยขอนแก่นในขณะนั้น ได้เสนอต่อที่ประชุมคณะกรรมการห้องสมุดว่า การจัดหมู่หนังสือในห้องสมุดมหาวิทยาลัยนั้น ประเทศเพื่อนบ้านของเรา ได้แก่ออสเตรเลีย ฟิลิปปินส์ เป็นต้น ได้ใช้ระบบรัฐสภาอเมริกัน (Library of Congress Classification System) กันหมดแล้ว ขณะนี้ห้องสมุดของเรามีหนังสือไม่มากนัก อนาคตห้องสมุดมหาวิทยาลัยขอนแก่น จะมีหนังสือเป็นจำนวนแสนจำนวนล้านเล่ม ถ้าเราจะเปลี่ยนกันเสียเดี๋ยวนี้ก็จะไม่สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมากนัก ที่ประชุมคณะกรรมการห้องสมุดเห็นด้วย แต่ต้องการทราบรายละเอียดของระบบใหม่ว่าคืออะไร ดังนั้น ดร. วิทยา เพียรวิจิตร จึงเชิญ ดร. ฮาวายลี (Dr. Hwa-Wa iLee) ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญมาชี้แจงถึงข้อดีและข้อเสีย ระหว่างการจัดหมู่หนังสือของทั้งสองระบบ คือระบบของคิวอี้และระบบรัฐ



สภาอเมริกันให้แก่คณะกรรมการห้องสมุดทราบ ในที่สุดที่ประชุมคณะกรรมการห้องสมุดชุดนั้น เห็นสมควรเปลี่ยนระบบการจัดหมู่หนังสือจากระบบของคิวอี้ มาเป็นระบบรัฐสภาอเมริกัน โดยที่ประชุมคณะกรรมการ ห้องสมุดขอร้องให้ ดร. ฮาวาย ลี เป็นผู้ให้คำแนะนำในขั้นแรก ดร. ฮาวาย ลี ยินดีให้ความช่วยเหลืออย่างเต็มที่ ดร. วิทยา เพียรวิจิตร จึงส่งบรรณารักษ์ 4 คน คือ นายเฉลียว พันธุ์สีดา, น.ส. นิตยา นพมงคล, มิสซิสฮาสซี (Mrs. Haassy) และ มิสซูซาน คลาร์กสัน (Miss Susan Clarkson) ไปเข้ารับการอบรมการจัดหมู่หนังสือระบบรัฐสภาอเมริกัน ที่สถาบัน A.I.T. (Asian Institute of Technology) เมื่อเดือนตุลาคม 2513 เป็นเวลา 1 สัปดาห์ เมื่อบรรณารักษ์ทั้ง 4 คน กลับมาจากการอบรมแล้ว จึงเริ่มเปลี่ยนระบบการจัดหมู่หนังสือแบบทศนิยมของคิวอี้ มาเป็นระบบรัฐสภาอเมริกันตั้งแต่ปลายเดือนตุลาคม 2513 และใช้ระบบนี้เรื่อยมาจนถึงปัจจุบัน

## การบริการ

หอสมุดกลางมหาวิทยาลัยขอนแก่น นอกจากจะให้บริการแก่นักศึกษา อาจารย์ และ ข้าราชการ ของมหาวิทยาลัยขอนแก่นแล้ว มหาวิทยาลัยยังได้อนุญาตให้บุคคลภายนอก เช่น อาจารย์ นักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคขอนแก่น ข้าราชการศูนย์วิจัยเกษตรภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ครู-อาจารย์ นักเรียนในจังหวัดขอนแก่น ตลอดจนสุภาพชนทั่วไปทั้งชาวไทยและชาวต่างประเทศที่อยู่ในละแวกใกล้เคียงเข้าใช้ด้วย

ในด้านบริการนักศึกษา เพื่อให้ให้นักศึกษาค้นเคยและรู้จักใช้ห้องสมุด ในวันปฐมนิเทศน์นักศึกษาใหม่ หัวหน้ากองห้องสมุดจะบรรยายแนะนำเกี่ยวกับการใช้หอสมุดให้แก่ นักศึกษาปีทีหนึ่งเป็นประจำทุกปี พร้อมทั้งแนะนำบรรณารักษ์หัวหน้าแผนกต่าง ๆ แก่นักศึกษาใหม่ ตลอดจนแจกคู่มือการใช้ห้องสมุดให้แก่ นักศึกษาทุกคนด้วย นอกจากนี้ภาควิชาบรรณารักษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์-อักษรศาสตร์ ให้เปิดสอนวิชาการใช้หนังสือและห้องสมุดเป็นวิชาบังคับสำหรับนักศึกษามัธยมศึกษาปีที่หนึ่งที่เลือกวิชาบรรณารักษศาสตร์เป็นวิชาเอก และเปิดเป็นวิชาเลือกเสรีสำหรับนักษাত্রตั้งแต่ชั้นปีที่ 1-4 ของคณะอื่น ๆ



## เวลาทำการของหอสมุด

วันจันทร์-ศุกร์ 08.30 — 16.30 น.

16.30 — 19.30 น.

วันเสาร์-อาทิตย์ 09.30 — 16.00 น.

หอสมุดปิดในวันหยุดราชการอื่น ๆ และในกรณีที่วันหยุดราชการนั้น ๆ ตรงกับวันเสาร์-อาทิตย์ด้วย

## สถิติผู้เข้ารับบริการ

ในปีการศึกษา 2517-2518 ตั้งแต่เดือนมิถุนายน-เดือนสิงหาคม มีผู้เข้าใช้หอสมุดรวมทั้งสิ้น 92, 561 คน และจำนวนหนังสือที่ยืมออกไปจากหอสมุด 71, 505 เล่ม<sup>19</sup> ปัจจุบันมีผู้เข้าใช้หอสมุดประมาณวันละ 220 คน หนังสือยืมออกหมุนเวียนวันละประมาณ 170 เล่ม

หนังสือที่จัดบริการให้ยืมออกไปจากหอสมุดกลาง มีกำหนดเวลาให้ยืมต่าง ๆ กัน คือ 15 วัน 7 วัน 3 วัน และ 1 คืน หนังสืออ้างอิงไม่ให้ยืมออกจากห้องสมุด วารสารฉบับเก่าเล่มปลีกยืมได้ 5 เล่ม ถ้าเป็นฉบับที่เย็บเล่มแล้วยืมได้เพียง 1 เล่ม ส่งคืนภายในเวลา 7 วัน

## วัสดุอุปกรณ์ที่มีในหอสมุด

1. หนังสือ จำนวนหนังสือทั้งหมดในปัจจุบันทั้งภาษาไทยและภาษาต่างประเทศ 50, 109 เล่ม<sup>20</sup>

2. วารสาร

2.1 วารสารภาษาอังกฤษ 450 ชื่อเรื่อง

2.2 วารสารภาษาไทย 236 ชื่อเรื่อง<sup>21</sup>

3. หนังสือเช่า

4. เครื่องถ่ายเอกสารยี่ห้อ SCM

5. จุลสารและกฤตภาค 275 เรื่อง

6. แผนที่ 75 แผ่น



|                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|
| 7. แผ่นภาพ            | 120 แผ่น              |
| 8. ฟิล์มสตริป         | 35 ม้วน               |
| 9. เทปบันทึกเสียงตลับ | 150 ตลับ              |
| 10. เทปม้วน           | 50 ม้วน               |
| 11. แผ่นเสียง         | 150 แผ่น              |
| 12. ไมโครฟิล์ม        | 25 ม้วน <sup>22</sup> |

## งบประมาณ

ในปีการศึกษา 2518 หอสมุดกลางได้รับงบประมาณ 300,000.00 บาท งบประมาณจำนวนนี้ใช้เป็นค่าวารสาร 200,000.00 บาท ค่าหนังสือเพียง 100,000.00 บาท ขณะนั้นมหาวิทยาลัยขอนแก่นเปิดสอนอยู่ 6 คณะ และในอนาคตอันใกล้จะเปิดขึ้นอีก 1 คณะคือคณะเทคโนโลยี<sup>23</sup> และตั้งแต่ปีการศึกษา 2519 เป็นต้นไปคณะศึกษาศาสตร์จะเปิดสอนในระดับปริญญาโท<sup>24</sup> คณะเกษตรศาสตร์ และคณะอื่นๆ ก็จะเปิดในโอกาสต่อไป งบประมาณเพียงปีละ 300,000.00 บาท จึงนับว่าน้อยมาก น้อยจนไม่น่าจะเปิดสอนในระดับปริญญาได้ถึง 6 คณะตั้งแต่เริ่มตั้งมหาวิทยาลัยขอนแก่น เป็นต้นมา มหาวิทยาลัยขอนแก่น ไม่เคยเก็บเงินค่าบำรุงห้องสมุดจากนักศึกษาเลย เพิ่งจะมาเริ่มเก็บเงินค่าบำรุงห้องสมุดจากนักศึกษาปีที่ 1 ในปีการศึกษา 2518 นี้เป็นปีแรกโดยเก็บคนละ 100 บาท<sup>25</sup> ได้เงินรวมทั้งสิ้น 37,000.00 บาท เงินจำนวนนี้คณะกรรมการห้องสมุด ได้ประชุมกันเมื่อเดือนสิงหาคม 2518 แบ่งให้แก่หอสมุดกลาง 50% อีก 50% ให้แก่ห้องสมุดคณะ<sup>26</sup>

## ปัญหาและข้อเสนอแนะ

### ปัญหา

ปัญหาส่วนใหญ่ของหอสมุดกลางในขณะนี้ คือ ขาดเงินงบประมาณ เมื่อขาดเงินผลที่เกิดตามมาก็มีมากมาย กล่าวคือหอสมุดไม่สามารถจัดซื้อหนังสือและวารสารได้เพียงพอที่จะให้บริการแก่ อาจารย์ ข้าราชการ และนักศึกษา ขาดอุปกรณ์และเครื่องมือและเครื่องใช้ต่างๆ



ขาดกำลังคน เป็นต้น ปัญหาอื่นๆ ได้แก่อาจารย์ยืมหนังสือแล้วไม่ส่งคืนตามกำหนด นักศึกษาส่วนใหญ่ใช้ห้องสมุดไม่เป็น เพราะมหาวิทยาลัยไม่บังคับสอนวิชาการใช้หนังสือ และห้องสมุดในชั้นปีที่ 1 ทุกคณะเหมือนกับมหาวิทยาลัยอื่นๆ หอสมุดกลางไม่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ ทำให้หนังสือไม่คงทนถาวร โดยเฉพาะหน้าร้อนอากาศภูมิภาคร้อนจัดมาก หอสมุดกลางจึงไม่เหมาะที่จะเป็นสถานที่สำหรับค้นคว้า

### ข้อเสนอแนะ

1. ผู้บริหารมหาวิทยาลัยควรเห็นความสำคัญของห้องสมุด และจะต้องจัดสรรงบประมาณให้เพียงพอที่จะจัดซื้อหนังสือวารสาร ได้ตามความต้องการของคณะต่างๆ ที่เปิดสอนอยู่ในปัจจุบันและถ้าจะเปิดคณะใหม่ขึ้นอีก ก็จะต้องเพิ่มงบประมาณให้ได้สัดส่วนตามที่หนดไว้ในมาตรฐานห้องสมุดมหาวิทยาลัย คือเฉลี่ยแล้วสำหรับนักศึกษาคนละ 100 บาท และสำหรับอาจารย์คนละ 1,000 บาท (หรืออย่างน้อยก็พยายามให้ใกล้เคียงที่สุด)
2. มหาวิทยาลัยควรจัดสอนวิชาการใช้หนังสือและห้องสมุด ให้เป็นวิชาบังคับแก่นักศึกษาชั้นปีที่ 1 ทุกคณะ
3. หอสมุดกลางควรสร้างใหม่ ให้มีสภาพสมบูรณ์ สมเป็นห้องสมุดค้นคว้าระดับอุดมศึกษาและควรสร้างในที่ที่เป็นศูนย์กลางของการใช้
4. ควรเพิ่มจำนวนเจ้าหน้าที่ให้ได้สัดส่วนกับงาน ผู้ที่ทำการสอนไม่ควรมีหน้าที่อื่นๆ มากมาย
5. ควรร่วมมือกันกับหอสมุดมหาวิทยาลัยอื่นๆ ที่มีหลักสูตร และนโยบายคล้ายคลึงกัน เพื่อยืมหรือแลกเปลี่ยนวัสดุอุปกรณ์กันใช้ อันจะเป็นการบรรเทาความขาดแคลนในบางสิ่งบางอย่างได้บ้าง



## เอกสารอ้างอิง

1. ประวัติการจัดตั้งมหาวิทยาลัยขอนแก่น พ.ศ. 2505-2507 หน้า 42
2. ประภาวดี พจนา บทบาทของบรรณารักษ์ชาวต่างประเทศ ต่อพัฒนาการ  
ด้านห้องสมุดและบรรณารักษศาสตร์ในประเทศไทย. พระนคร, แผนกวิชาบรรณารักษ  
ศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2516 หน้า 252.
3. เรื่องเดียวกัน, หน้า 253.
4. “ลำดับเหตุการณ์ความเป็นมาของมหาวิทยาลัยขอนแก่น,” ที่ระลึกในการเสด็จ  
พระราชดำเนินทรงประกอบพิธีเปิดมหาวิทยาลัยขอนแก่น 20 ธันวาคม พุทธศักราช  
2510. พระนคร, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2510. หน้า 91.
5. สัมภาษณ์ ม.ร.ว. จีรวัดน์ จักรพันธ์ อดีตหัวหน้ากองห้องสมุด มหาวิทยาลัย  
ขอนแก่น 4 กันยายน 2518.
6. ประภาวดี พจนา บทบาทของบรรณารักษ์.... หน้า 255.
7. จารึกหอสมุดกลางมหาวิทยาลัยขอนแก่น.
8. ศรีทอง สีหาพงศ์. ชี้แจงในที่ประชุมคณะกรรมการห้องสมุด ครั้งที่ 3/2518  
วันที่ 5 สิงหาคม 2518.
9. กองห้องสมุด มหาวิทยาลัยขอนแก่น ในขณะนั้น เป็นกองที่ผู้บริหารคิดจั  
ตั้งขึ้นบริหารเป็นการภายใน ซึ่งขณะนั้นทางสภามหาวิทยาลัยยังไม่อนุมัติในหลักการ.
10. สัมภาษณ์ น.ส. ศรีทอง สีหาพงศ์ หัวหน้ากองห้องสมุดมหาวิทยาลัยขอนแก่น  
4 กันยายน 2518. ประกอบผลรายงานการประชุมคณะกรรมการห้องสมุด ครั้งที่ 5/2518  
วันที่ 28 สิงหาคม 2518. หน้า 3.
11. พิมล กลกิจ คำสั่งมหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ 8/2518 เรื่องแต่งตั้งคณะกรรมการ  
เตรียมแบบแปลนก่อสร้างหอสมุดกลาง ลงวันที่ 16 มกราคม 2518 (อัครสำเนา)
12. สัมภาษณ์ นายอภัย ประกอบผล บรรณารักษ์โท กองห้องสมุดมหาวิทยาลัย  
ขอนแก่น 10 กันยายน 2518
13. หอสมุดกลาง กองห้องสมุด. คู่มือการใช้ห้องสมุด ขอนแก่น, มหาวิทยา  
ลัยขอนแก่น, 2517 (หน้าไม่ปรากฏ)



14. สำนักงบประมาณ. **งบประมาณรายจ่ายงบประมาณประจำปี 2519 เอกสารงบประมาณ ฉบับที่ 3.** เล่มที่ 2. พระนคร, ทบวงมหาวิทยาลัยของรัฐ, หน้า 166.
15. สัมภาษณ์ นายธีรกุล ศรีจันทพงศ์. สถาปนิกหอสมุดกลางหลังนี้.
16. หอสมุดกลาง กองห้องสมุด. **คู่มือการใช้ห้องสมุด** (หน้าไม่ปรากฏ)
17. ประภาวดี พจนา. **บทบาทของบรรณารักษ์ชาวต่างประเทศ....** หน้า 253.
18. Melvil Dewey. **Dewey Decimal Classification and Relative Index.** (18th ed.; New York : Forest Press Inc., 1971), I, p. 449.
19. สรุปรายงานประจำเดือนมิถุนายน 2517 – สิงหาคม 2518 แผนกบริการหอสมุดกลางมหาวิทยาลัยขอนแก่น หน้า 1-2. (อัครสำเนา)
20. สมุดทะเบียนหนังสือหอสมุดกลางมหาวิทยาลัยขอนแก่น เล่มที่ 17, 4 กันยายน 2518.
21. สัมภาษณ์ น.ส. ยุพิน เตชมณี หัวหน้าแผนกวารสารหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยขอนแก่น 4 กันยายน 2518.
22. ตารางแสดงกิจกรรมของหอสมุดกลาง ที่ทำไปแล้วในรอบ 3 ปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2516-2517 หน้า 2 (อัครสำเนา)
23. ธีรกุล ศรีจันทพงศ์. "สัมภาษณ์อธิการบดี," **ข่าวมหาวิทยาลัยขอนแก่น**, 7 (กันยายน, 2518), 12.
24. สัมภาษณ์ ดร. ปรีชา วงศ์ชูศิริ อาจารย์โทคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 25 มิถุนายน 2518.
25. สัมภาษณ์ น.ส. ศรีทอง สีหาพงศ์ หัวหน้ากองห้องสมุด มหาวิทยาลัยขอนแก่น 4 กันยายน 2518.
26. อภัย ประกอบผล. รายงานการประชุมคณะกรรมการห้องสมุดมหาวิทยาลัยขอนแก่น ครั้งที่ 4/2518 วันที่ 28 สิงหาคม 2518. หน้า 3. (อัครสำเนา)



# การค้นพบดาวพระเคราะห์ โดยอาศัยการคำนวณ

## Finding The Planets by Calculation

ชัยวัฒน์ คุประตกุล  
Shaiwatana Kupratakuln

บัทมา : สวัสดีค่ะ คุณราตรี

ราตรี : สวัสดีครับ คุณบัทมา

บัทมา : คุณราตรีคะ วันนี้บัทมาอ่านนายแดง....น้องของบัทมา....มาขอให้คุณราตรีช่วยอธิบายเรื่องบางอย่างอีกทีค่ะ

ราตรี : ยินดีครับ ถ้าผมอธิบายได้....เอ้อ....เกี่ยวกับเรื่องอะไรครับ ?

บัทมา : เกี่ยวกับ ดาว ค่ะ

ราตรี : คุณบัทมาหมายถึงดาวบนดินหรือดาวบนท้องฟ้าครับ ถ้าเป็นเรื่องของดาวบนดินนี้ผมคงจะหมกบ่ปัญญา แต่ถ้าเป็นเรื่องของดาวบนฟ้าละก็ ผมอาจจะอธิบายได้ครับ

บัทมา : เรื่องของดาวในท้องฟ้าค่ะ

ราตรี : ถ้าอย่างนั้น เชิญเลยครับ คุณบัทมาอยากจะทราบอะไรเกี่ยวกับดาวล่ะครับ

บัทมา : คืออย่างนี้ค่ะ....น้องของบัทมาไปอ่านหนังสือเกี่ยวกับการดาราศาสตร์เข้าเล่มหนึ่ง ซึ่งพูดถึงการค้นพบดาวพระเคราะห์ต่าง ๆ ของระบบสุริยะของเรา และในหนังสือนั้นได้กล่าวถึงการค้นพบดาวพระเคราะห์ 2 ดวงคือ ดาวเกตุและดาวยมว่า ไม่เหมือนกับ การค้นพบดาวเคราะห์ดวงอื่น ๆ เช่น ใช้การคำนวณช่วย อะไรทำนองนี้แหละค่ะ ซึ่งน้องของบัทมาอ่านแล้วยังไม่เข้าใจ และนำมาถามบัทมา บัทมาเองก็ไม่สามารถให้คำตอบได้ จึงรับมาถามคุณราตรีต่อ คุณราตรีจะช่วยอธิบายให้บัทมาฟังได้ไหมคะว่า นักดาราศาสตร์ค้นพบดาวเกตุและดาวยมได้อย่างไร ?



ชาตรี : ยินดีครับ....เป็นความจริงครับที่ว่า การค้นพบดาวเกตุหรือเนปจูน (NEPTUNE) และดาวยมหรือพลูโต (PLUTO) นั้นไม่เหมือนกับการค้นพบดาวพระเคราะห์ดวงอื่น ๆ ของระบบสุริยะที่มีโลกเราเป็นบริวาร แต่ก่อนจะกล่าวถึงการค้นพบดาวพระเคราะห์ 2 ดวงนี้ เราลองมาคุยกันถึงวิธีการค้นพบดาวพระเคราะห์โดยทั่ว ๆ ไปเสียก่อน นั่นคือ เรามีหลักเกณฑ์อะไรบ้าง ที่จะบอกให้เราทราบว่าดาวดวงที่เรากำลังดูอยู่ในคืนเดือนมืด และท้องฟ้าไม่มีเมฆบังนั้น เป็นดาวฤกษ์หรือดาวเคราะห์ คุณบัทมาบอกได้ไหมครับ

บัทมา : เท่าที่บัทมาจำได้ตั้งแต่สมัยที่เรียนอยู่ชั้นมัธยมนั้น คุณครูเคยบอกให้เราสังเกตจากลักษณะการส่องแสงของดาวนั้นเอง กล่าวคือ ดาวพระเคราะห์จะมีแสงสว่างฉวบล ส่วนดาวฤกษ์จะมีแสงกระพริบเป็นประกายระยิบระยับอยู่ตลอดเวลา ใช่ไหมคะ ?

ชาตรี : ถูกต้องครับ แต่นั่นยังไม่หมดครับ

บัทมา : เราจะต้องดูอะไรอีกคะ ?

ชาตรี : เราจะต้องดูลักษณะการโคจรของดาวดวงที่เรากำลังศึกษาอยู่ด้วยครับ นั่นคือ สำหรับดาวพระเคราะห์ของระบบสุริยะของเราแล้ว จะเปลี่ยนตำแหน่งรวดเร็วกว่าดาวอื่น ๆ ในท้องฟ้า

บัทมา : เอ๊ะ! หมายความว่าเราต้องนั่งดูนาน ๆ เป็นชั่วโมง หรือหลาย ๆ ชั่วโมงเลยหรือคะ

ชาตรี : ถ้าคุณบัทมานั่งดูได้นาน ๆ ก็เป็นการดี แต่วิธีที่นักดาราศาสตร์ใช้กันก็คือ อาศัยการถ่ายรูปดวงดาวในท้องฟ้าเป็นระยะ ๆ ไป แล้วจึงเปรียบเทียบตำแหน่งของดาวที่เรา กำลังศึกษากับตำแหน่งของดาวอื่น ๆ โดยทั่ว ๆ ไป ถ้าเป็นดาวพระเคราะห์ของระบบสุริยะของเราจริงก็จะเปลี่ยนตำแหน่งรวดเร็วกว่าดาวดวงอื่น ๆ ครับ ?

บัทมา : ทำไมดาวพระเคราะห์ในระบบสุริยะของเราจึงเปลี่ยนตำแหน่งรวดเร็วกว่าดาวอื่น ๆ ในท้องฟ้าคะ

ชาตรี : ชื่อนั้นง่ายครับ.... ก็เพราะว่าดาวอื่น ๆ ที่เรามองเห็นนั้นอยู่ไกลจากเรามากกว่าดาวพระเคราะห์ของระบบสุริยะมากเหลือเกินนั่นเองครับ



บัทมา : คราวนี้บัทมาอยากให้คุณชาตรีหันเข้าหาเรื่องของดาวเกตุและดาวยมเลยนะคะ ว่าถูกค้นพบอย่างไร จึงเป็นการแตกต่างจากการค้นพบดาวพระเคราะห์ดวงอื่น ๆ

ชาตรี : ครับ.....ลักษณะการค้นพบดาวเกตุและดาวยมถ้าจะเรียกได้ว่าเป็นแบบ **คำนวณก่อนค้นพบทีหลัง** ก็ได้ครับ

บัทมา : มันเป็นอย่างไรระ ที่ว่า **คำนวณก่อน ค้นพบทีหลัง** ของคุณชาตรีนี้

ชาตรี : มันเป็นอย่างนี้ครับ ก่อนที่ดาวทั้ง 2 ที่เรากำลังพูดถึงนี้ จะถูกค้นพบนั้น นักวิทยาศาสตร์ได้อาศัยการคำนวณช่วยเสียก่อน คือ คำนวณหาลักษณะของดาวว่า ควรจะมีมวลเท่าใด มีขนาดเท่าใด และที่สำคัญยิ่งก็คือ มีตำแหน่งอยู่ที่ไหน ในท้องฟ้าเพื่อช่วยในการค้นหา เพราะถ้าเราไม่ทราบตำแหน่งในท้องฟ้าที่เราจะค้นหาแล้วเราอาจจะหาผิดตำแหน่งหรืออาจจะพบโดยบังเอิญ แต่ไม่ทราบว่าเป็นดาวพระเคราะห์ของระบบสุริยะก็ได้เพราะต้องอาศัยการสังเกตเป็นเวลานาน นี่เป็นหลักการโดยทั่วๆ ไปครับ

บัทมา : บัทมาก็ยังไม่สู้จะเข้าใจนักเลยคะ คุณชาตรีกรุณาเล่าถึงการค้นพบดาวเกตุโดยเฉพาะให้ชัดเจนด้วยนะคะว่า ใครเป็นคนคำนวณ คำนวณได้อย่างไร และใครเป็นคนค้นพบในที่สุด

ชาตรี : ยินดีครับ ดาวเกตุเป็นดาวพระเคราะห์ดวงแรกที่ถูกละการค้นพบ โดยอาศัยการคำนวณเป็นเครื่องมือช่วยในการค้นหา ก่อนที่นักดาราศาสตร์จะค้นพบดาวเกตุ ดาวมฤตยู หรือยูเรนัส ซึ่งเป็นดาวพระเคราะห์ดวงสุดท้ายที่ถูกละการค้นพบโดยนักดาราศาสตร์ ชื่อวิลเลียม เฮอร์เชล (WILLIAM HERSCHEL) ในปี พ.ศ. 2324 เมื่อค้นพบดาวมฤตยูแล้ว นักดาราศาสตร์ก็ติดตามดูความเคลื่อนไหว และอาศัยทฤษฎีทางฟิสิกส์โดยเฉพาะอย่างยิ่ง กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน และทฤษฎีของเคปเลอร์ (KEPLER'S LAW) เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของดวงดาวและใช้ข้อมูลเกี่ยวกับดวงอาทิตย์และดาวพระเคราะห์ที่ค้นพบแล้วทั้ง 7 ดวง คำนวณเส้นทางโคจรของดาวมฤตยูไว้ล่วงหน้า



บัทมา : แล้วเป็นอย่างไรคะ ? ความมฤตยูโคจรไปตามเส้นทางที่นักดาราศาสตร์ได้คำนวณไว้ หรือเปล่าคะ ?

ชาตรี : คราวนี้เกิดเรื่องยุ่งซิคครับ เพราะเส้นทางโคจรของความมฤตยูผิดไปจากที่คำนวณไว้ มากทีเดียวครับ

บัทมา : นักดาราศาสตร์เลยทะเลาะกันใหญ่ซิคะ ?

ชาตรี : ครับ นักดาราศาสตร์ทั้งหลายต่างก็พยายามจะหาเหตุผลอธิบายว่า ทำไมความมฤตยู จึงไม่โคจรไปตามเส้นทางที่คำนวณไว้ บ้างก็ว่า ความมฤตยูอาจจะไปชนกับวัตถุบางอย่างในท้องฟ้า เช่น ดาวหางทำให้ทางโคจรเปลี่ยนไป บ้างก็ว่า ที่เส้นทางโคจรของความมฤตยูเปลี่ยนไปนั้น เป็นเพราะอิทธิพลแรงดึงดูดของดวงจันทร์ของความมฤตยู ที่นักดาราศาสตร์ยังค้นไม่พบ

บัทมา : ความมฤตยู มีดวงจันทร์กี่ดวงคะ ?

ชาตรี : ที่ค้นพบแล้ว 5 ดวงครับ

บัทมา : นักดาราศาสตร์ได้พยายามหาเหตุผลอธิบายการที่ความมฤตยูไม่โคจรไปตามเส้นทางที่คำนวณไว้อย่างไรอีกบ้างคะ ?

ชาตรี : นักดาราศาสตร์ หลายคนมีความคิดรุนแรงขนาดกล่าวว่า ทฤษฎีของเคปเลอร์ที่ใช้ในการคำนวณนั้นแหละเป็นตัวการละ พยายาม ๆ ก็คือ กล่าวว่าทฤษฎีทั้งสองนี้ ผิด ซึ่งนับเป็นข้อกล่าวหาที่รุนแรงและกระทบกระเทือนวงการวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางด้านวิชาฟิสิกส์มาก เพราะทฤษฎีทั้งสองนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ทฤษฎีของนิวตันนั้น เป็นทฤษฎีหลักของวิชาฟิสิกส์ทีเดียว ครับ

บัทมา : ซึ่งหมายความว่า ถ้าทฤษฎีของนิวตันผิดจริง ๆ แล้วละก็ วิชาฟิสิกส์ที่เรียนกันอยู่ในสมัยนี้ก็จะผิดเป็นส่วนมากไปด้วย ใช่ไหมคะ ?

ชาตรี : คุณบัทมาเข้าใจถูกต้องแล้วครับ

บัทมา : แล้วเป็นอย่างไรคะ ? เหตุผลต่าง ๆ ที่กล่าวมานั้นมีข้อไหนถูกต้องบ้างคะ ?



ชาตรี : ไม่มีเลยครับ

ปัทมา : ใครล่ะคะที่เป็นผู้ให้คำตอบอันถูกต้อง

ชาตรี : มีอยู่ 2 ครับ คนหนึ่งเป็นนักดาราศาสตร์ชาวอังกฤษชื่อ จอห์น เกาซ์ อาดัมส์ (JOHN COUCH ADAMS) ส่วนอีกคนหนึ่งเป็นนักดาราศาสตร์ชาวฝรั่งเศสชื่อ เออเบิน เจ.เจ. เลอเวรีเออร์ (URBAN J.J. LEVERLIER) ทั้งสองคนอยู่คนละประเทศ แต่ได้ศึกษาปัญหาเดียวกันคือ พยายามจะอธิบายว่าทำไมความถ่วงจึงไม่โคจรไปตามเส้นทางที่คำนวณไว้ โดยที่ทั้งสองคนนั้นไม่ทราบกันมาก่อนเลย และไม่ได้ปรึกษาหารือกันเลย แต่ทั้งสองคนนี้อธิบายเส้นทางโคจรของความถ่วงด้วยเหตุผล หรือความเชื่อเดียวกันว่า เป็นเพราะมีดาวพระเคราะห์อีกดวงหนึ่งที่มนุษย์ยังไม่พบ และอยู่ไกลออกไปจากดวงอาทิตย์มากกว่าความถ่วง นั่นคือมีดาวพระเคราะห์ดวงที่ 8 ถัดจากความถ่วง ซึ่งเป็นดวงที่ 7 ของระบบสุริยะนั่นเอง

ปัทมา : เมื่อนักดาราศาสตร์ทั้ง 2 คนนี้มีความเชื่อเช่นนั้นแล้ว เขาทำอย่างไรต่อไปคะ ?

ชาตรี : ทั้งอาดัมส์และเลอเวรีเออร์ก็ใช้หลักเกณฑ์คล้ายคลึงกัน ทำการคำนวณหาตำแหน่งของดาวพระเคราะห์ดวงที่ 8 โดยที่ต่างคนต่างทำนะครับ

ปัทมา : นักดาราศาสตร์ทั้ง 2 คนนี้ คำนวณหาตำแหน่งของดาวพระเคราะห์ดวงใหม่ โดยอาศัยหลักเกณฑ์อย่างไรคะ

ชาตรี : หลักเกณฑ์ที่ทั้ง 2 คนใช้คือ เริ่มต้นโดยการสมมุติว่าดาวพระเคราะห์ดวงที่ 8 มีจริง แล้วคำนวณหาตำแหน่งของดาวพระเคราะห์ดวงที่ 8 นี้ โดยอาศัยข้อมูลของดวงอาทิตย์และดาวพระเคราะห์ทั้ง 7 ดวงที่ค้นพบอยู่ก่อนแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งเขาได้คำนวณหาตำแหน่งของดาวพระเคราะห์ดวงที่ 8 ที่จะทำให้ความถ่วงโคจรไปตามเส้นทางที่เป็นจริง ในที่สุดอาดัมส์ ซึ่งเริ่มการคำนวณก่อนเลอเวรีเออร์ก็ได้ตัวเลข แสดงตำแหน่งในท้องฟ้าของดาวพระเคราะห์ดวงที่ 8 ที่ควรจะอยู่ แต่เพราะอคติของนักดาราศาสตร์คนสำคัญบางคนทำให้ผลการคำนวณของอาดัมส์ เกือบไร้



ประโยชน์ไป ผิดกับผลการคำนวณที่คล้ายคลึงกันของเลอเวรีแอร์ ที่ได้ออกมาภายหลังผลของอาคัมส์ แต่ประสบผลสำเร็จทันตาเห็น.....เสียตายเหลือเกินครับ คุณปัทมา ผมจะต้องไปธุระเสียแล้ว เอาไว้คราวหน้า ผมจะเล่าต่อหน้าครับว่า ผลการคำนวณหาตำแหน่งของดาวพระเคราะห์ดวงที่ 8 ของอาคัมส์ และเลอเวรีแอร์ ได้ช่วยในการค้นพบดาวเกตุอย่างไร และคราวหน้าผมก็จะเล่าให้ฟังด้วย ว่าการคำนวณมีส่วนช่วยในการค้นพบดาวมฤตอย่างไร ด้วยครับ วันนี้ผมลาก่อนละครับ สวัสดีครับ

ปัทมา : ขอบคุณค่ะ สวัสดีค่ะ..



# การเกิดขึ้นของระบบสุริยะ

## Origin of Solar System

สุพล บริพันธ์  
Supon Boriphan

การกำหนดของระบบสุริยะและประวัติศาสตร์ต่าง ๆ ของระบบนี้ เกี่ยวข้องอย่างมากกับปัญหาในทางปรัชญาเกี่ยวกับธรรมชาติ เปรียบเทียบได้คล้าย ๆ กับเรื่องที่เราจะหากำหนดของชีวิตกับการพัฒนาการจนมาเป็นมนุษย์นั่นเอง และการที่จะศึกษาเพื่อค้นหาของกำหนดของชีวิต และการเป็นมนุษย์ต่อมานั้นไม่อาจแยกออกเป็นเรื่องต่างหากไปจากการค้นคว้าเกี่ยวกับจักรวาลได้ การที่เราเข้าใจถึงประวัติความเป็นมาของดวงอาทิตย์, ของโลก และดาวอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ก็เพื่อจะหาจุดหลักที่เป็นภาวะจำเป็นสำหรับชีวิตที่แรกเริ่มที่สุด และเมื่อภาวะการณ์เปลี่ยนแปลงไป ก็จะเป็นสิ่งที่กระตุ้นให้ชีวิตมีการวิวัฒนาการเป็นรูปแบบต่าง ๆ ที่เราเห็นๆ กันอยู่

ทุกวันนี้เราทราบกันว่า ระบบสุริยะประกอบด้วยดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลาง มีดาวเคราะห์บริวาร 9 ดวง นอกจากนั้นยังมีดวงจันทร์ และดาวเคราะห์น้อย ดาวหาง รวมทั้งก๊าซและฝุ่นธุลีในห้วงอวกาศที่อยู่ระหว่างดาวบริวารของดวงอาทิตย์ การศึกษาถึงระบบนี้แตกต่างจากการศึกษาเรื่องของดาวฤกษ์ ดาวฤกษ์หลายล้านดวงที่เป็นที่รู้จักในวงการดาราศาสตร์ ดาวแต่ละดวงอาจอยู่ในระยะต่าง ๆ กันของการวิวัฒนาการของดวงดาว เช่น อาจจะเป็นดาวที่เพิ่งจะเริ่มจัดตัวเป็นดาวฤกษ์ หรือเป็นดาวฤกษ์ที่จวนจะดับแล้ว ดังนั้นเราอาจศึกษาประวัติดวงดาวจากการสังเกตการณ์เอาในปัจจุบันนี้ก็ได้ ถึงแม้ว่าดาวฤกษ์แต่ละดวงอาจมีอายุนับพันล้านปีมาแล้ว ลองเปรียบเทียบดูกับดาวฤกษ์นับล้านดวงกับระบบสุริยะที่มีเพียงระบบเดียวที่เราจะศึกษาได้ ดาวฤกษ์ที่มีบริวารเหมือนดวงอาทิตย์นั้นมีได้ปรากฏให้เห็นและศึกษาได้ชัดเจน เช่นดาวฤกษ์ ถึงแม้ว่ามีหลักฐานให้เชื่อได้ว่ามีระบบเช่นระบบสุริยะนี้อีกมากมายในห้วงอวกาศเพียงแต่แสงที่เดินทางมาในอวกาศมาถึงเรานั้นจางมากเกินไปกว่าที่เราจะสามารถเก็บ รวบรวมเอา มาศึกษาได้เท่านั้นเอง



การศึกษาเกี่ยวกับดาวฤกษ์ในระบบทางช้างเผือกของเรา<sup>๕</sup> ส่วนใหญ่มุ่งเกี่ยวข้องกับ การกำหนดทิศทางดาว อนุภาคต่าง ๆ เช่น โมเลกุลของก๊าซและฝุ่นธุลีต่าง ๆ ที่อยู่ในอวกาศ ระหว่างดวงดาวล้วนแต่มีการเคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลา อนุภาคเหล่านี้ได้รับแรงกระทำจากแหล่ง ต่าง ๆ และแรงเหล่านี้อยู่ในภาวะสมดุลย์ แรงที่สำคัญก็คือแรงเนื่องจากความโน้มถ่วงเนื่องจาก มวลของอนุภาคเอง และแรงหนีศูนย์กลางที่เกิดขึ้นเนื่องจากการที่อนุภาคเหล่านี้หมุนรอบ ๆ จุด ไตจุดหนึ่งในอวกาศ อาจจะในภาวะใดภาวะหนึ่งที่แรงต่าง ๆ เหล่านี้เสียสมดุลย์ไป แรงดึงดูด เนื่องจากความโน้มถ่วงระหว่างมวลของอนุภาคเอง ก็จะทำให้มวลของอนุภาคเหล่านี้เข้าไป ไกลลึซิดกัน โดยที่อนุภาคของฝุ่นและก๊าซต่าง ๆ นั้นต่างก็พุ่งเข้าไปสู่จุดศูนย์กลางตอนนั้น ก็คือจุด เริ่มต้นของการกำเนิดดวงดาว แต่ถึงแม้ว่าทฤษฎีการกำเนิดดวงดาว<sup>๕</sup>จะเป็นที่ยอมรับกันในหมู่ นักวิทยาศาสตร์ แต่ก็ยังไม่มีอะไรที่จะอธิบายให้เป็นที่ยอมรับกันได้ดีเกี่ยวกับการกำเนิดของ ระบบดาวเคราะห์เช่นระบบสุริยะของเรา

ในอดีตการถกเถียงกันเกี่ยวกับการกำเนิดของระบบสุริยะอาศัย พื้นฐาน จากการสัง- เกตการณ์ทางดาราศาสตร์ถึงการเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์ แต่ในปัจจุบันนี้ เราอาจจะรวบรวมผล การค้นคว้าใหม่ ๆ เข้าด้วยกันกับทฤษฎีกำเนิดระบบสุริยะตามทศนะสมัยก่อน มนุษย์เราเป็น<sup>๕</sup> ห่อสมองอันปราดเปรื่องของเราเองอย่างมากในเรื่องนี้ ซึ่งความจริงแล้วดูเหมือนว่ายิ่งเรารู้จัก คิดหาคำตอบในสิ่งที่เราอยากรู้มากเท่าไร ดูเหมือนจะพบกับปัญหาที่ชวนงงงวมมากขึ้นเท่านั้นอัน แรกสุดก็ในการมองเห็น จากการสังเกตการณ์บนพื้นดิน และการวิเคราะห์สเปกตรัมของบรร- ยากาศของดาวเคราะห์ จากผลของอันแรกนั่นเองทำให้เกิดแฟคเตอร์ที่สองขึ้น คือทำให้ต้องมึ ความสามารถในการพิชิตอากาศ ซึ่งผลที่ได้รับจะได้พูดต่อไป แฟคเตอร์หรือองค์ประกอบที่ สามประกอบด้วยความเข้าใจอย่างกว้างขวางใหม่ ๆ เกี่ยวกับโลกและวัตถุจากภายนอกโลกที่ตก ลงมาสู่พื้นโลก ความก้าวหน้าในข้อที่สามนี้เป็นผลมาจากการก้าวหน้าอย่างรวดเร็วของวิทยา ศาสตร์แขนงที่ศึกษาเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวของเปลือกโลก (Seismology) และการทดลองใน ห้องปฏิบัติการเกี่ยวกับคุณสมบัติของแร่ ภายใต้ความกดดันสูง ๆ ซึ่งเป็นภาวะเดียวกับภายใน



ของโลกและดาวเคราะห์ดวงอื่น ๆ ซึ่งความก้าวหน้านี้ก็เกิดเป็นผลมาจากการปรับปรุงทางทฤษฎีให้สอดคล้องกับการที่จะศึกษาสภาวะภายในของโลกและดาวเคราะห์ ซึ่งเราไม่อาจที่จะเข้าศึกษาโดยตรงได้เลย และจากเครื่องมือใหม่ ๆ ที่เราไม่เพียงแต่จะศึกษาองค์ประกอบทางเคมีธรรมดาเพียงอย่างเดียวเท่านั้นแต่ยังสามารถหาอัตราส่วนของไอโซโทปของสารได้ด้วย

ในขณะที่เรารู้วาระยะแรก ๆ นั้นระบบสุริยะเกิดขึ้นได้อย่างไรเพียงนิดหน่อยก็ตาม เราก็ยังสามารรู้ได้ว่ากระบวนการกำหนดขึ้นเกิดขึ้นเมื่อไรค่อนข้างจะแน่นอนทีเดียว เวลาเริ่มต้นของระบบสุริยะสามารถที่จะหาได้จากการเปรียบเทียบปริมาณไอโซโทปของสาร แก๊สมันตาภาพรังสี เช่น ยูเรเนียม, ทอเรียม และโปตัสเซียม เป็นต้น ซึ่งการสลายตัวของสารแก๊สมันตาภาพรังสีเหล่านี้มีอัตราที่คงที่ การศึกษาสารแก๊สมันตาภาพรังสีพวกนี้กระทำกับหินที่มีบนพื้นโลกและอุกกาบาต ซึ่งเป็นวัตถุท้องฟ้าที่ผ่านเข้ามาในสนามความโน้มถ่วงของโลกและถูกโลกดึงดูดเข้ามาตกลงสู่พื้นโลก ผลที่ได้จากอุกกาบาตนั้นคำนวณอายุได้ประมาณ 4 ถึง 4.5 พันล้านปี สำหรับหินเปลือกโลกที่เก่าแก่ที่สุดที่เราหาได้คำนวณอายุของโลกได้เพียง 3 พันล้านปี แต่ถ้าเราศึกษาถึงปริมาณไอโซโทปของตะกั่วซึ่งอาจจะเป็นการคาดคะเนอายุของโลกได้ตั้งแต่สมัยเริ่มกำหนดโลกใหม่ ๆ ที่เดียวซึ่งไม่คำนึงถึงกระบวนการทางความร้อน การรวมตัว และการสูญเสียมวลสารซึ่งอาจจะเกิดขึ้นได้ในช่วงนั้น ถ้าหากเราใช้หลักการนี้ โลกของเราจะมีอายุประมาณ 4.5 พันล้านปี จากหลักฐานและข้อมูลต่าง ๆ ก็พอจะชี้ได้ว่าโลกเรามีอายุระหว่าง 4.5 ถึง 5 พันล้านปีมาแล้ว แต่ถึงแม้ว่าเราจะรู้ถึงเวลากำหนดค่อนข้างจะถูกต้องแล้วก็ตาม เรายังต้องการข้อมูลต่าง ๆ อีกเพื่อที่จะรู้ว่าช่วงต่าง ๆ ของกระบวนการกินเวลานานเท่าไร เราลองหันมามองดูข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากการสำรวจทางดาราศาสตร์ดู ซึ่งภาวะการณ์ต่าง ๆ ที่ระบบสุริยะกำหนดขึ้นมานั้น และความจะเป็นไปได้ต่าง ๆ ก็สามารถรู้ได้จากการสังเกตการณ์

อันแรกสุดที่ได้รับจากการสังเกตการณ์ทางดาราศาสตร์ก็คือพบว่า ระบบสุริยะนี้มีการจัดตัวกันอย่างเป็นระเบียบดียิ่ง ดาวเคราะห์แต่ละดวงโคจรรอบ ๆ ดวงอาทิตย์ในวงโคจรที่แน่นอนและคงที่ โดยเฉพาะดาวเคราะห์ที่อยู่วงในสุด ก็คือดาวพุธ และดาวเคราะห์ที่อยู่วงนอก



สุดท้ายดาวพลูโต วงโคจรของดาวเคราะห์ทั้งสองดวงนี้เกือบเป็นวงกลมที่สมบูรณ์ทีเดียว และดาวเคราะห์ทั้งหมดโคจรรอบอยู่แทบจะอยู่ในระนาบเดียวกันทุกดวง แต่มีข้อยกเว้น คือ ความเป็นระเบียบของระบบนี้จะขึ้นอยู่กับสมมติฐานหรือไม่? ทางโคจรในปัจจุบันจะเป็นทางโคจรเดียวกันกับสมัย 5 พันล้านปีก่อนหรือเปล่า? เป็นไปได้หรือไม่ที่ภาวะการณที่เป็นอยู่ของดาวเคราะห์ทั้งหลายนั้นในปัจจุบันมีร่องรอยการเปลี่ยนแปลงไปเมื่อกาลเวลาล่วงเลยไปนาน ๆ เข้าหรือไม่? คำตอบก็ยังติดขัดอยู่ที่เราไม่สามารถสืบหาร่องรอยความเป็นมาได้ ถึงแม้ว่าจะพยายามศึกษาค้นคว้ากันอย่างละเอียดรอบครอบแล้วก็ตาม สรุปลก็คือเรายังไม่อาจรู้ได้ว่าทำไมระบบสุริยะจึงเป็นอยู่อย่างที่เห็นกันอยู่ในปัจจุบัน

อันดับที่สองก็คือจากการอาศัยทฤษฎีดาราศาสตร์แบบเก่า ที่เชื่อกันว่ามวลส่วนใหญ่ของระบบสุริยะนี้อยู่ที่ดวงอาทิตย์ และค่าโมเมนตัมเชิงมุมของระบบอยู่ที่ดาวเคราะห์ทั้งหลาย การที่ดวงอาทิตย์และดาวเคราะห์มีการหมุนรอบตัวเองจะให้ผลรวมของค่าโมเมนตัมเชิงมุมน้อยมากเมื่อเทียบกับค่าโมเมนตัมเชิงมุมทั้งหมดของระบบ และจากการคำนวณก็เป็นอย่างนั้นจริง ๆ คือโมเมนตัมเชิงมุมในการโคจรรอบดวงอาทิตย์ของดาวเคราะห์ทั้ง 9 ดวง มีประมาณ 100,000 เท่าของโมเมนตัมเชิงมุมของการหมุนรอบตัวเองของดวงอาทิตย์ การแลกเปลี่ยนกันโดยให้ดวงอาทิตย์มีมวลมาก และดาวเคราะห์ทั้ง 9 ดวง มีมวลน้อยแต่มีโมเมนตัมเชิงมุมที่มีค่ามากนั้นเป็นอุปสรรคอย่างสำคัญแก่ทุก ๆ ทฤษฎีที่จะพยายามอธิบายถึงการกำเนิดของระบบและการวิวัฒนาการครั้งแรก ๆ ที่สุดของระบบสุริยะ ปัญหาไม่ใช่เนิ่นนานที่ว่าทำไมมวลส่วนใหญ่จึงอยู่ที่ดวงอาทิตย์ แต่เป็นที่ทำไมโมเมนตัมเชิงมุมส่วนใหญ่จึงอยู่ที่ดาวบริวาร

ถ้าหากว่าการเกิดดาวฤกษ์ หรือดวงอาทิตย์เกิดจากการที่มวลของก๊าซ และธาตุในอวกาศมารวมตัวอัดแน่นกันเข้า เป็นไปได้อย่างไรที่การรวมตัวกันนี้ทำให้มวลส่วนใหญ่พุ่งเข้าสู่ศูนย์กลาง แต่ทั้งค่าโมเมนตัมเชิงมุมไว้กับมวลที่เจือจางหรือน้อยกว่าทางด้านหลังที่ยังคงอยู่ที่เดิม ความลึกกลับอีกชั้นก็คือการกระจายค่าโมเมนตัมเชิงมุมนี้ เป็นไปอย่างสม่ำเสมอไปยังดาวเคราะห์ดวงต่าง ๆ ในการศึกษาเรื่องดาวฤกษ์ต่าง ๆ พบว่า ดาวฤกษ์ชนิดที่เกิดใหม่ ๆ นั้นมีค่า



โมเมนต์ัมเปรียบเทียบกับมวลของมันแล้ว ก็เหมือนกับค่าโมเมนต์ัมเชิงมุมของดาวเคราะห์ทั้งหลายเปรียบเทียบกับมวลของดาวเคราะห์นั้น แต่ดาวฤกษ์เก่า ๆ เช่นดวงอาทิตย์ก็กลับมีค่าน้อยกว่ามาก ๆ ทั้งความสุกสว่างและขนาดของมวลก็น้อยกว่าดาวฤกษ์ใหม่ ๆ ด้วย

ความสัมพันธ์เรื่องมวลกับค่าโมเมนต์ัมเชิงมุม และข้อที่ผิดปกติเรื่องนี้ของดวงอาทิตย์คือแทนที่จะค่อยตามความที่ควรจะเป็นไป กลับขัดแย้งธรรมชาติ<sup>๕๕</sup> ทำให้เกิดคำถามต่าง ๆ ขึ้นมากมาย และมีปรากฏการณ์ให้เห็นคือ มวลที่มีค่าโมเมนต์ัมเชิงมุมลักษณะเดียวกับดาวเคราะห์นั้น และรวมทั้งดาวฤกษ์เป็นจำนวนมากด้วย ต้องมีมวลน้อยกว่าดวงอาทิตย์ 3 ถึง 4 เท่าหรือมากกว่าดวงอาทิตย์ถึง 0.1–0.001 เท่า เนื่องจากดาวฤกษ์ส่วนใหญ่ไม่มีรูปร่างเป็นเอกลักษณ์ (คือไม่ได้มีส่วนประกอบที่เหมือนกันตลอดทั้งดวง) ดังนั้นจึงปรากฏว่า มีช่วงหนึ่งของปริมาณของมวลที่ดาวฤกษ์ไม่เป็นเอกลักษณ์ และดำรงค่าโมเมนต์ัมเชิงมุมไว้ได้ ถ้าดาวฤกษ์มีมวลอยู่ระหว่างค่า<sup>๕๖</sup> ตัวดาวฤกษ์จะแบ่งแยกออกเป็นสองส่วน คือใจกลางจะเป็นส่วนที่มีความหนาแน่นสูงมาก และมีมวลมาก อีกส่วนหนึ่ง<sup>๕๗</sup> อยู่รอบนอกมีมวลน้อย ความหนาแน่นต่ำ แต่มีค่าโมเมนต์ัมเชิงมุมสูง เหตุผลที่ว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้นยังคลุมเครืออยู่ และยังไม่พบรายละเอียดใดๆ ที่จะให้เห็นว่า การที่ดาวฤกษ์มีการแบ่งมวลของมันออกเป็น 2 ส่วนเช่นที่<sup>๕๘</sup> เกิดขึ้นได้อย่างไร

ข้อเฉลยปัญหานี้อยู่อันหนึ่งเกี่ยวกับปัญหาเรื่องโมเมนต์ัมเชิงมุม ก็คือ วัตถุที่มีมวลขนาดดวงอาทิตย์ของเรา มีการควบแน่น หรือรวมตัวกันเข้าตอนที่ยังเป็นอนุภาคอยู่นั้น มวลของอนุภาคเหล่านี้มีการหมุนรอบจุดศูนย์กลางจุดใดจุดหนึ่ง จะมีแนวโน้มที่จะแผ่แบนออกเป็นลักษณะจานตามหลักกลศาสตร์ เมื่อการควบแน่นมีมากเข้าจนกระทั่งอำนาจแรงดึงดูดเนื่องจากความโน้มถ่วงระหว่างมวลมีมากกว่าแรงหนีศูนย์กลาง มวลที่หมุนอยู่รอบ ๆ ก็จะยุบตัวเข้ารวมกันที่จุดศูนย์กลาง แต่ยังมีมวลบางส่วนที่ไม่ได้ยุบตัวเข้าไปก็ต้องหมุนไปรอบ ๆ จุดศูนย์กลางด้วยความเร็วสูง<sup>๕๙</sup> เพื่อที่จะให้แรงหนีศูนย์กลางสมดุลกับแรงดึงดูดเนื่องจากความโน้มถ่วง ตอนนั้น<sup>๖๐</sup> พอจะมองเห็นแล้วว่า ทำไมมวลบางส่วนหรือมวลส่วนที่อยู่ใจกลางจึงมีปริมาณและความหนาแน่นสูง ส่วนรอบ ๆ นอกมีปริมาณน้อย และความหนาแน่นต่ำ ตามที่<sup>๖๑</sup> จะเห็นว่าในสมัยแรกเริ่มกำเนิดระบบสุริยะขึ้นมานั้นมีแรง 2 แรงที่มีบทบาทสำคัญคือ แรงดึงดูดเนื่องจาก



ความโน้มถ่วงของมวลและแรงที่เกิดขึ้นจากการหมุนของมวลหรือแรงหนีศูนย์กลาง

คำเฉลยปัญหาเรื่องโมเมนต์เชิงมุมที่น่าจะเป็นไปได้อีกอันหนึ่ง และยังครอบคลุมไปถึงแรงทางแม่เหล็กด้วย ความคิดนี้ได้จากกระบวนการที่เรียกว่า กระบวนการพลศาสตร์ของไหลของแม่เหล็ก (**Magnetohydrodynamic process**) ซึ่งสามารถนำมาศึกษาหาเหตุผลในการกระจายของมวลและโมเมนต์เชิงมุมในระบบสุริยะนี้ได้ ตามทฤษฎีนี้กล่าวว่า ก๊าซที่เป็นประจุไฟฟ้า หรือ **Ionized gas** จะถูกส่งพุ่งออกมาจากภายในมวลที่กำลังมีการหดตัวอยู่เรื่อย ๆ ของดวงอาทิตย์ ผลการอันนี้จะทำให้ดวงอาทิตย์หมุนรอบตัวเองช้าลง และขณะเดียวกันก็เป็นการเคลื่อนย้ายปริมาณก๊าซออกไปจากระบบด้วย ดวงอาทิตย์จะยุบตัวลงอย่างรวดเร็วจนเหลือขนาดเท่ากับวงโคจรของดาวพุธในปัจจุบันก็ได้ ในตอนนั้นเนื่องจากการยุบตัวอย่างรวดเร็วนั้นเองจะทำให้ดวงอาทิตย์หมุนเร็วขึ้น และอุณหภูมิก็สูงขึ้นด้วย จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กที่มีความเข้มสูงมากที่บริเวณผิว สนามแม่เหล็กนี้สามารถบิดไปได้ในกลุ่มก๊าซที่เป็นประจุ (**ionized gas**) ซึ่งจะเป็นสาเหตุให้ก๊าซที่อยู่ชั้นนอก ๆ ของดวงอาทิตย์ถูกดึงไปอย่างช้า ๆ ตามแนวเส้นแรงแม่เหล็กวนไปรอบ ๆ ดวงอาทิตย์ ค่าโมเมนต์เชิงมุมของดวงอาทิตย์ ก็จะถ่ายทอดให้กับพวกก๊าซที่หมุนวนรอบ ๆ ดวงอาทิตย์เหล่านี้ทางเส้นแรงแม่เหล็กนั่นเอง ตลอดเวลานี้ก๊าซเหล่านี้ก็รวมตัวควบแน่นกันเข้าซึ่งต่อมา ก็กลายเป็นดาวเคราะห์ต่าง ๆ ไป แต่ก็มีคามยุ่งยากและอะไรหลายอย่างที่ไม่เป็นไปตามทฤษฎี ข้อท้วงติงมีมากมายจนไม่อาจอธิบายได้ง่าย ๆ ถึงกรณีเกี่ยวกับโมเมนต์เชิงมุมของระบบสุริยะนี้ หรืออาจเป็นไปได้ว่ามีแรงอื่นจากภายนอกมากระทำ ในระหว่างช่วงเวลาวิวัฒนาการของระบบก็ได้

ถ้าหากว่าโมเมนต์เชิงมุมถูกส่งไปยังดาวเคราะห์ ตอนแรกกำหนดโดยทางเส้นแรงแม่เหล็กตามทฤษฎีพลศาสตร์ของไหลของแม่เหล็ก (**Magnetohydrodynamics**) จริง ๆ แล้วก็เป็นอันว่าจากที่เรามองเห็นอยู่ และจากการศึกษาสเปกตรัม ที่พบว่าดาวเคราะห์แบ่งเป็น 2 พวกคือ พวกขนาดใหญ่และพวกที่มีขนาดเล็ก ก็สามารถให้คำตอบได้ชัดเจน ว่าทำไมถึงเป็นอย่างนั้น พวกดาวเคราะห์ที่มีขนาดใหญ่เช่น ดาวพฤหัสบดี ดาวเสาร์ ดาวยูเรนัส ดาวเนปจูนเป็นต้น จะมีความหนาแน่นน้อย และอยู่ไกลดวงอาทิตย์ แต่อีกพวกหนึ่ง เช่น ดาวพุธ ดาวศุกร์ โลก





และดาวอังคาร เป็นต้น จะมีความหนาแน่นสูง และอยู่ใกล้ดวงอาทิตย์ ส่วนดาวพลูโตนั้นมีข้อยกเว้น เราไม่รู้รายละเอียดอะไรเกี่ยวกับดาวดวงนี้มากนัก บางทีดาวพลูโตนี้อาจเป็นเพียงบริวารดวงหนึ่งของดาวอรุณ (Neptune) ก็ได้ ดาวเคราะห์ที่มีขนาดใหญ่จะมีระบบดาวบริวารของตัวเองซับซ้อนขึ้น หมายถึงมีดาวบริวารหลายดวงในขณะที่ดาวเคราะห์ขนาดเล็กเช่น ดาวพุธหรือโลก ไม่มีบริวารเลยหรือมีบริวารเพียงดวงเดียว หรือในกรณีดาวอังคารมีบริวาร 2 ดวงเท่านั้น<sup>๕</sup>

การที่มีการรวมตัวของก๊าซที่โคจรรู้อยู่รอบ ๆ ดวงอาทิตย์สมัยแรกเกิดแยกไปเป็นกลุ่มๆ และกลายเป็นดาวเคราะห์ไปนั้น เป็นที่แจ่มแจ้งแล้วว่า ในระยะนั้นปฏิกิริยาเคมีใดๆ ไม่ได้เกิดขึ้นเลยตลอดช่วงเวลาระหว่างที่กำลังก่อกำเนิดดาวเคราะห์ ดาวเคราะห์ขนาดใหญ่เหล่านี้ประกอบไปด้วยก๊าซต่าง ๆ เช่น แอมโมเนีย, มีเทน, ไฮโดรเจน และฮีเลียม ซึ่งมีปริมาณเล็กน้อยบนพื้นผิวดาวเคราะห์ และจะสังเกตเห็นว่าองค์ประกอบต่างๆ ของดาวเคราะห์ขนาดใหญ่เช่น ดาวพฤหัสบดี จะมีลักษณะคล้ายกันมากกับองค์ประกอบของดวงอาทิตย์ จนบางคนเชื่อว่า ดาว



พฤษภเป็นดาวเคราะห์นั้น เพราะว่ามีมวลไม่มากพอที่จะทำให้ความกดดันภายในมีมากพอที่จะทำให้อุณหภูมิภายในสูงพอที่จะเกิดปฏิกิริยาเทอร์โมนิวเคลียร์ ซึ่งเป็นแหล่งที่ให้พลังงานเช่นในดาวฤกษ์ทั่วไปได้เท่านั้นเอง

ในสมัยก่อนการถกปัญหาเกี่ยวกับกำเนิดของระบบสุริยะนั้น เน้นถึงความคล้ายคลึงกันของระบบที่ดวงจันทร์โคจรรอบดาวเคราะห์กับระบบสุริยะเอง ความคล้ายกันนี้เป็นไปได้จริงเพียงบางส่วนเท่านั้น เช่น ในการกำเนิดระบบสุริยะนี้มีเพียงแรง เนื่องจากความโน้มถ่วงของมวลของตัวเองแต่เพียงอย่างเดียว แต่ในระบบดวงจันทร์โคจรรอบดาวเคราะห์นั้นมีอิทธิพลของแรงจากภายนอกเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น ผลจากแรงดึงดูดเนื่องจากความโน้มถ่วงซึ่งยอร์ช คาร์วิน (George Darwin) เรียกว่า Tidal Friction หรือความฝืดที่เป็นผลของแรงชนิดเดียวกับที่ทำให้เกิดกระแสน้ำขึ้นน้ำลง ซึ่งขึ้นอยู่กับว่าทั้งดาวเคราะห์ และดวงจันทร์นั้นมีสภาพยืดหดได้ ถ้าหากว่าในระบบดวงจันทร์โคจรรอบดาวเคราะห์นั้นไม่มีความฝืดหรือแรงใดๆ เกิดขึ้นเลย ผลของ Tidal Friction นี้ก็จะไม่มีอิทธิพลใดๆ ต่อการโคจรรอบดาวเคราะห์ของดวงจันทร์ และการหมุนรอบตัวเองของดาวเคราะห์ด้วย แต่ในความเป็นจริง Tidal Friction นี้จะทำให้การหมุนรอบตัวเองของดาวเคราะห์ช้าลง ซึ่งหมายความว่าวันคืนจะยาวขึ้น และดวงจันทร์ก็จะลอยห่างไกลจากดาวเคราะห์ไปเรื่อย ๆ และในทางตรงกันข้ามเช่นกรณีของดาวอังคาร Tidal Friction กลับทำให้ดาวอังคารหมุนเร็วขึ้นและดวงจันทร์ของดาวอังคาร แทนที่จะหนีห่างไปจากดาวอังคารกลับเคลื่อนที่เข้าหาดาวอังคาร ขนาดของแรง Tidal นี้ขึ้นอยู่กับระยะห่างระหว่างดาวเคราะห์กับดวงจันทร์บริวาร ในขณะที่ดวงจันทร์เคลื่อนที่ห่างออกไปขนาดของแรงนี้จะลดลงอย่างรวดเร็ว

ดวงอาทิตย์ก็ส่งแรง Tidal นี้มายังดาวเคราะห์บริวารด้วยเช่นเดียวกัน และดาวเคราะห์เองก็ส่งแรงชนิดนี้ไปยังตัวดวงอาทิตย์ด้วยเหมือนกัน แต่เป็นเพราะระยะห่างระหว่างดวงอาทิตย์กับดาวเคราะห์ มีมากกว่าระยะห่างระหว่างดาวเคราะห์กับดวงจันทร์หลายเท่าขนาดของแรง Tidal เนื่องจากดวงอาทิตย์จึงมีค่าน้อยเมื่อเทียบกับ ดังนั้นเมื่อดูในระบบสุริยะ ผลของแรง Tidal ที่ดวงอาทิตย์กับดาวเคราะห์บริวารกระทำต่อกันถือว่าไม่มีผลใดๆ ทั้งสิ้น ดังนั้น



การโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ก็ยังคงเดิมเสมอ แม้ว่าดาวพุธซึ่งอยู่ใกล้ดวงอาทิตย์มากที่สุดในการโคจรแต่ละรอบดวงอาทิตย์นั้น มีผลเพียงทำให้เวลาเปลี่ยนแปลงไปเป็นนาทีเท่านั้น และในทางตรงกันข้ามจากผลของแรงชนิดนี้ จากดวงอาทิตย์ที่มีต่อดาวพุธมีผลต่อการหมุนรอบตัวเองของดาวพุธเป็นพิเศษ จากการศึกษาเรื่องผลของแรง Tidal ของดวงอาทิตย์ที่มีต่อดาวเคราะห์บริวารนี้เราก็สรุปได้ว่า การจัดตัวของดาวเคราะห์ในปัจจุบันไม่เปลี่ยนแปลงไปจากสมัยเดิมเพราะผลของแรงชนิดนี้เลย

ข้อสรุปนี้ไม่ได้ครอบคลุมไปถึงในกรณีที่เราจะพิจารณาเฉพาะผลของดวงอาทิตย์กับดาวเคราะห์ ในขณะที่วงโคจรของดาวเคราะห์คงที่เมื่อเทียบกับผลของแรง Tidal แต่ในระบบดวงจันทร์โคจรรอบดาวเคราะห์ผลของแรงนี้ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างสำคัญ การวิเคราะห์ปัญหา ทำให้ได้ความเข้าใจเกี่ยวกับกำเนิดระบบสุริยะขึ้นอย่างมาก

ตัวอย่างเช่น ในปัจจุบันเราทราบว่าดวงจันทร์กำลังลอยห่างออกไปจากโลกทุกขณะ ซึ่งก็เป็นผลจาก Tidal Friction ค่าโมเมนตัมเชิงมุมก็ถูกส่งผ่านจากโลกไปยังดวงจันทร์ ซึ่งทำให้ดวงจันทร์ต้องโคจรรอบโลกในวงโคจรที่มีรัศมีมากขึ้น แต่กับโลกของอัตราการหมุนรอบตัวเองจะช้าลง ช่วงเวลาวันคืนจะยาวขึ้นไปกว่าเดิมทุกที

แต่ถ้าเราก็ค้นย้อนกลับไปสู่อดีต สมมุติอัตราการเปลี่ยนรัศมีวงโคจรของดวงจันทร์รอบโลกนี้คงที่อยู่ตลอดเวลา และถ้าหากว่าโครงสร้างของโลกเหมือนในปัจจุบันทุกอย่าง ปัญหาก็คือ เราสามารถคำนวณย้อนหลังไปได้เพียง 1.5 ถึง 2 พันล้านปีเท่านั้น โลกกับดวงจันทร์จะอยู่กันใกล้ชิดมากเหลือเกิน ซึ่งผลนี้จะขัดแย้งกับที่เราคำนวณหาอายุโลกมาได้ว่า 4.5-5 พันล้านปี ผลของเรื่องแรง Tidal นี้เป็นปัญหาใหญ่ในวิชาว่าด้วยจักรวาล (Cosmology) เป็นไปได้หรือไม่ที่ระบบดวงจันทร์-โลกนี้จะเกิดขึ้นภายหลัง ไม่ได้เกิดขึ้นพร้อมๆ กับการเกิดโลก? เป็นไปได้หรือไม่ที่ดวงจันทร์เข้ามาสู่ระบบนี้ในภายหลัง หรือมีระบบดวงจันทร์ที่แตกต่างไปจากในปัจจุบัน? จากการวิเคราะห์ปัญหาเรื่องแรง Tidal นี้มีช่องทางชี้ให้เห็นว่า ดวงจันทร์อาจจะเป็นมวลที่ลอยผ่านมาและถูกแรงดึงดูดของโลกจับไว้ ภายหลังจากกำเนิดโลกแล้ว หรืออาจบางที่เป็นพวกอนุภาคสุริยกาซต่าง ๆ ที่อยู่ใกล้ๆ โลก รวมตัวกันเข้าเป็นดวงจันทร์ ซึ่งทั้งสองกรณีเป็นไปได้กว่าที่จะกล่าวว่า ดวงจันทร์เป็นส่วนหนึ่งของมวลของโลกที่หลุดออกไป



แล้วในระบบดวงจันทร์บริวารของดาวเคราะห์ดวงอื่นๆ ละจะเป็นอย่างไร? ในระบบเหล่านี้เสถียรภาพดีกว่ากรณีของโลกหรืออย่างไร? เช่นระบบดวงจันทร์ของดาวพฤหัสบดีและดาวเสาร์ ซึ่งยุ่งยากซับซ้อน ดวงจันทร์บริวารที่อยู่ชั้นในของวงโคจรรอบดาวเหล่านี้มีมวลมาก ซึ่งจะให้เห็นว่าย่อมจะให้ผลของแรง Tidal ต่อระบบของดาวดวงนั้นอย่างมาก และมากกว่ากรณีของโลกหลายเท่า และถ้าหากว่าผลที่เกิดขึ้นคล้ายกับกรณีของโลก ดวงจันทร์เหล่านี้แตกต่างไปจากภายในของโลก ดาวเหล่านี้จะต้องมีสภาพยืดหยุ่นของผิวดาวดีกว่าของโลกอย่างแน่นอน มันจึงกระจายค่าโมเมนตัมเชิงมุม และพลังงานไปยังบริวารของมันได้เพียง 0.01 หรือ 0.001 เท่าของโลกเท่านั้นเอง แต่ถึงแม้จะมีการถ่ายเทพลังงานในอัตราที่ต่ำมากเช่นนั้นก็ตาม ก็ยังมีส่วนที่ช่วยให้เห็นความเปลี่ยนแปลงเช่นกัน เช่นเห็นชัดในกรณีดวงจันทร์ทริตัน (Triton) บริวารของดาววูรณ (Neptune)

เช่นเดียวกันกับกรณีการถ่ายเทโมเมนตัมเชิงมุม จากดาวเคราะห์ไปให้ดวงจันทร์บริวารนั้นเอง การอธิบายการถ่ายเทโมเมนตัมเชิงมุม จากดวงอาทิตย์ไปยังดาวเคราะห์บริวาร ก็พอจะอธิบายกันได้

ผลนี้เองที่ทำให้เรารู้ว่าทำไม ดาวพุธ และดาวศุกร์ จึงมีอัตราการหมุนรอบตัวเองน้อยกว่าดาวดวงอื่นๆ และทำไมโลกจึงมีค่าโมเมนตัมเชิงมุมต่อมวลน้อยกว่าที่ควรจะเป็น เพราะถ้าหากโลกไม่มีการถ่ายเทค่าโมเมนตัมเชิงมุมให้กับดวงจันทร์แล้ว การหมุนรอบตัวเองของโลกรอบหนึ่งจะกินเวลาเพียง 12 ชั่วโมงเท่านั้นเอง ส่วนดวงจันทร์นั้นถูกแรงดึงดูดจากโลกยึดไว้ ทำให้การหมุนรอบตัวเองของดวงจันทร์ต้องหันหน้าด้านเดียวเข้าหาโลกตลอดเวลา 1 รอบ กินเวลาเท่ากันกับการหมุนรอบตัวเอง 1 รอบ แต่กรณีนี้ไม่เหมือนกันกับกรณีของดาวพุธ

ในช่วงเวลาที่ยานมาริเนอร์ 4 เดินทางไปสำรวจดาวพุธนั้น สถานีเรดาร์ดาราศาสตร์บนพื้นโลกก็สามารถเก็บข้อมูลที่แสดงให้เห็นว่า การหมุนรอบตัวเองดาวพุธ 1 รอบกินเวลาถึง 59 วันไม่ใช่ 88 วันอย่างที่เคยเชื่อกันมา ซึ่งการโคจรรอบดวงอาทิตย์ 1 รอบ ของดาวพุธกินเวลา 88 วัน ในตอนนั้นเราพบว่าวงโคจรของดาวพุธรอบดวงอาทิตย์นั้นไม่ได้เป็นวงกลม แต่เป็นวงรีอย่างชัดเจน ด้วยเหตุนี้เราจึงพบว่าความเร็วเชิงมุมในวงโคจร มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เมื่อดาวพุธโคจรเข้าใกล้ดวงอาทิตย์มากที่สุดจะมีแรงดึงดูดต่อกันสูงเป็น 4 เท่าของค่า



แรงดึงดูดในระยะเฉลี่ยของวงโคจร และมีดาวพุธอยู่ห่างจากดวงอาทิตย์มากที่สุด ค่าความแรงของแรงดึงดูดมีเพียง  $\frac{1}{3}$  เท่าของระยะเฉลี่ย และผลจากแรง Tidal นั้นก็จะเปลี่ยนแปลงไปไม่ได้คงที่เช่นกัน ซึ่งอาจเป็นผลเนื่องมาจากว่าเนื้อของดาวพุธไม่ได้เป็นเอกลักษณ์เหมือนกันตลอดทั้งดวง และไม่สมมาตรรอบแกนหมุนของตัวเอง ถ้าหากว่าเป็นอย่างนั้นจริงๆ จะมีแนวโน้มให้เห็นว่าบริเวณศูนย์สูตร ควรจะเป็นตำแหน่งที่ถูกตึงเมื่อเทียบกับวงโคจร และก็เป็นเช่นนั้นจริงๆ คือในการหมุนรอบตัวเองของดาวพุธนั้นก็คล้ายกับการหมุนรอบดวงอาทิตย์ คือไม่สมมาตร 1 ปีของดาวพุธยาวนาน 1.5 วันของดาวพุธเอง อันนี้เป็นการค้นพบที่สำคัญยิ่ง ที่ชี้ให้เห็นว่า ดาวพุธหันหน้าด้านอื่นเข้าหาดวงอาทิตย์อยู่ตลอดเวลา ไม่ได้หันเพียงด้านเดียวเช่นกรณีดวงจันทร์หันเพียงด้านเดียวเข้าสู่โลกอย่างที่เคยเชื่อกันมา แล้วก็กรณีดาวศุกร์ก็ไม่เหมือนกับกรณีของดาวพุธ

จากการศึกษาโดยอาศัยเรขาคณิตศาสตร์เช่นกันพบว่า การหมุนรอบตัวเองของดาวศุกร์นั้นไม่เหมือนดาวเคราะห์ดวงอื่น ๆ คือแทนที่จะหมุนไปทางเดียวกันกับการหมุนรอบดวงอาทิตย์ ดาวศุกร์กลับหมุนสวนทิศกันกับการหมุนรอบดวงอาทิตย์ของตัวเอง อัตราเร็วในการหมุนรอบตัวเองนี้ใกล้เคียงกันมากกับถ้าเราจะคิดเช่นกรณีดาวพุธ แต่คิดเป็นว่าดาวศุกร์นั้นไม่สมมาตรและได้รับ Tidal force จากโลกแทน ดังนั้นจึงปรากฏเหมือนกับว่าโลกมีอิทธิพลต่อการโคจรและการหมุนรอบตัวเองของดาวศุกร์อย่างมาก ถึงแม้ว่าโลกกับดาวศุกร์จะอยู่ห่างกันอย่างมากมายก็ตาม

ถึงจุดนี้ก็ได้ย้อนให้เห็นถึงปัญหาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการค้นคว้าเรื่องการกำเนิดของระบบสุริยะ ปัญหาต่าง ๆ ยังคงพบเห็นอยู่เสมอ แต่ก็เชื่อได้ว่า ประสิทธิภาพของเครื่องมืออุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้สำรวจระบบสุริยะของนี้จะช่วยให้เราหาหลักฐานคำตอบคำถามหรือข้อสงสัยต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้นอีกในอนาคตด้วย

ในการศึกษาเรื่องดาวเคราะห์แต่ละดวงนี้ จะเป็นทางนำไปสู่คำตอบเกี่ยวกับการกำเนิดของระบบสุริยะได้ ประวัติของความเป็นมาของดาวเคราะห์แต่ละดวงจะชี้ให้เห็นไปถึงความเป็นมาของระบบสุริยะด้วย โดยวิธีนี้อย่างเดียวเท่านั้นที่เราจะรู้ว่าการก่อเกิดดวงอาทิตย์โลก และดาวเคราะห์ดวงอื่นๆ รวมทั้งทุกสิ่งทุกอย่างที่อยู่ในระบบสุริยะด้วย.



# ใบสมัครสมาชิก วิทยาสาร มข.

สถานที่.....

วันที่.....

เรียนบรรณาธิการวารสารวิทยาสาร มข.

ข้าพเจ้า.....ตำแหน่ง.....

ที่ทำงาน.....

ที่อยู่.....

มีความประสงค์จะรับวารสารวิทยาสาร มข. ตั้งแต่ฉบับที่.....ปีที่.....จนถึง ฉบับที่.....ปีที่.....รวม  
3 ฉบับ พร้อมนี้ได้ส่งเงินจำนวน 10 บาทถ้วน มาทาง.....

ขอแสดงความนับถือ

.....  
(.....)

(ค่าบำรุงปีละ 10 บาท จำนวน 3 เล่ม)

หมายเหตุ โปรดส่งธนาคติ หรือตัวแลกเงินของไปรษณีย์ และของธนาคารออมสิน ในนาม  
น.ส.ณัฐรา เกษะรัฐ ฝ่ายจัดการ คณะวิทยาศาสตร์-อักษรศาสตร์ มหาวิทยาลัย  
ขอนแก่น ทางคณะวิทยาศาสตร์-อักษรศาสตร์ คณะผู้จัดทำใคร่ขอเชิญชวนท่าน  
ผู้สนใจสมัครเป็นสมาชิกและร่วมส่งบทความของท่านไปยังบรรณาธิการ สำหรับลง  
พิมพ์ในวิทยาสาร มข. ทั้งนี้เพื่อเป็นการปรับปรุงในค่านสารประโยชน์และกระ  
ดาษพิมพ์.



СВЯТЫЙ

ДВУХЪ

СВЯТЫХЪ

СВЯТЫХЪ

СВЯТЫХЪ

СВЯТЫХЪ

СВЯТЫХЪ

СВЯТЫХЪ

СВЯТЫХЪ

СВЯТЫХЪ

СВЯТЫХЪ







