

## บทที่ 15

### ดวงดาว แยกแยะ และเอกภพ

#### 15.1 ดวงดาว (Stars)

ถ้าเรามีโอกาสส่องดูท้องฟ้าเมื่อท้องฟ้าแจ่มใส เราจะเห็นดวงดาวส่องแสงระยิบระยับ กระจัดกระจายอยู่ทั่วไป มีความสว่างและสีแตกต่างกัน สำหรับผู้ที่อยู่ในเมืองหลวงจะเห็นดาวไม่ค่อยมากนัก แต่ผู้ที่อยู่ในเขตชนบทก็จะเห็นจำนวนดาวมากมายสุดคณานับ คนในสมัยโบราณได้พยายามนับจำนวนดาวฤกษ์ที่ปรากฏในท้องฟ้าในคำคืนหนึ่ง และได้กะประมาณว่าทั่วท้องฟ้าคงจะมีดาวราว ๆ หนึ่งหมื่นสองพันดวง ในปัจจุบันเรารู้แล้วว่ายิ่งถ้าเราใช้กล้องโทรทรรศน์ที่มีขนาดใหญ่มากขึ้น เราก็ยิ่งมองเห็นดาวมากขึ้น ๆ จนถึงจำนวนเรือนล้าน

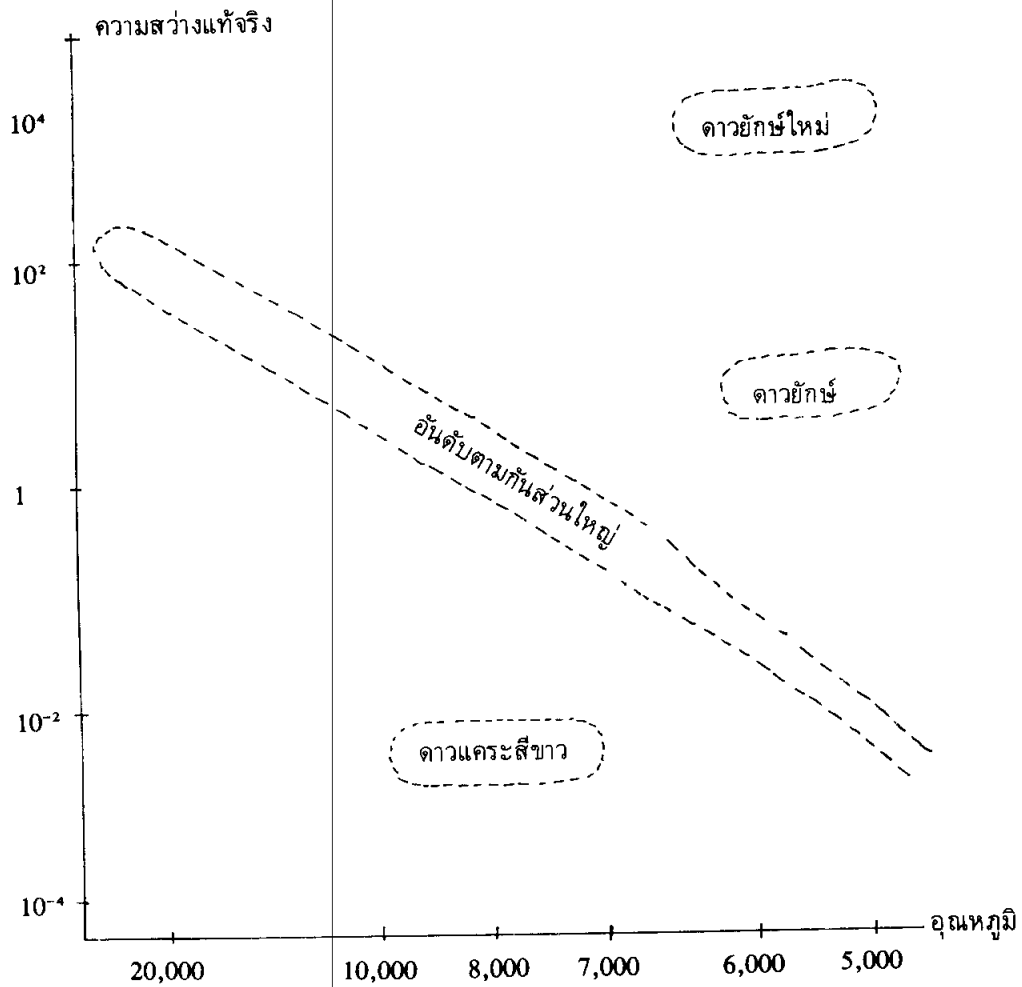
มนุษย์มีความพยายามที่จะแบ่งดาวฤกษ์ที่มองเห็นออกเป็นระดับ ๆ ตามความสว่างที่ปรากฏ โดยเรียกดาวพวกที่เห็นว่าสว่างที่สุดประมาณ 20 ดวงเป็นพวกที่มี *แมกนิจูด* (Magnitude) ที่ 1 ส่วนพวกที่หรี่ที่สุดเป็น *แมกนิจูด* ที่ 6 แล้วแบ่งดาวที่มีความสว่างอยู่ระหว่างดาวแมกนิจูดที่ 1 และที่ 6 ออกเป็นอีก 4 แมกนิจูดลดหลั่นกันตามระดับความสว่าง และพบว่าดาวที่ต่างกัน 1 แมกนิจูดจะมีความสว่างต่างกันประมาณ 2 เท่าครึ่ง ส่วนดาวแมกนิจูดที่ 1 จะสว่างกว่าดาวแมกนิจูดที่ 6 ถึง 100 เท่า แมกนิจูดของดาวที่กล่าวถึงขณะนี้ยึดเอาตามค่าความสว่างที่ปรากฏแก่คนบนโลก จึงเรียกว่า *แมกนิจูดปรากฏ* (The apparent magnitude)

สองพิจารณาดูว่าเมื่อเราเห็นดาวดวงหนึ่งปรากฏสว่างมากกว่าดาวอื่น ๆ ความสว่างของดาวขณะนี้อาจจะเนื่องมาจากดาวสว่างจริงเช่นนั้นก็ได้ หรือไม่ก็อาจจะเป็นเพราะว่าดาวดวงนั้นอยู่ใกล้เรามากกว่าดาวอื่น ๆ มาก ดังนั้นถ้าเราอยากจะทำเปรียบเทียบ *ความสว่างแท้จริง* หรือ *ลูมินอสิตี* (Luminosity) ของดาว เราก็ควรจะเปรียบเทียบในขณะที่ดาวต่าง ๆ อยู่ห่างจากเราเท่ากัน ในทางดาราศาสตร์ได้เลือกเอาว่าให้เปรียบเทียบกันที่ระยะทาง 10 พาร์เซก (Parsec) (โดยที่ 1 พาร์เซกคือระยะทางไกลถึง 206,265 เท่าของระยะทางที่โลกอยู่ห่างจากดวงอาทิตย์) และเรียกแมกนิจูดของดาวในขณะที่ดาวอยู่ห่างจากโลกเท่ากัน (สมมติ) เท่ากับ

10 พาร์เซกนั้นว่า *แมกนิจูดแท้จริง* (The absolute magnitude) ของดาวนั้น และพบว่าดวงดาวต่าง ๆ ที่ปรากฏในท้องฟ้ามีทั้งที่สว่างกว่าดวงอาทิตย์เป็นล้านเท่า และมีทั้งที่หรี่กว่าดวงอาทิตย์ถึงหนึ่งล้านเท่า

นอกจากความสว่างแล้วดาวต่าง ๆ ยังมีสีต่างกัน เช่น แดง เหลือง น้ำเงิน ดาวสีแดงเป็นพวกที่มีอุณหภูมิต่ำ ส่วนดาวที่มีสีไปทางน้ำเงินเป็นพวกที่มีอุณหภูมิสูง สำหรับขนาดและมวลสารก็เป็นอีกสิ่งหนึ่งที่ดวงดาวต่าง ๆ มีความแตกต่างกัน ดาวขนาดใหญ่ก็มีเส้นผ่าศูนย์กลางถึง 3 พันเท่าของดวงอาทิตย์ ส่วนดาวขนาดเล็กก็มีเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงราว ๆ 1 ใน 400 ของดวงอาทิตย์เท่านั้น ดาวที่มีมวลสารมากจะประมาณ 50 เท่าของดวงอาทิตย์ ดาวที่มีมวลสารน้อยก็ราว 4% ของดวงอาทิตย์เท่านั้น ถ้ามองมานึกดู ดวงอาทิตย์ก็จัดว่าเป็นดาวฤกษ์ที่ปานกลางไม่ว่าจะเป็นความสว่าง อุณหภูมิ ขนาด และมวลสาร

นักดาราศาสตร์สองท่านคือ *เฮิร์ตสปริง* (Hertzsprung) และ *รัสเซลล์* (Russell) ได้พยายามหาความสัมพันธ์ระหว่างความสว่างแท้จริง และสีหรืออุณหภูมิของดาว โดยใช้กราฟช่วยจนประสบความสำเร็จเป็นที่ยอมรับกันและรู้จักกันในนาม *ไดอะแกรม เอชอาร์* (H-R diagram) ดังแสดงในรูปที่ 15.1

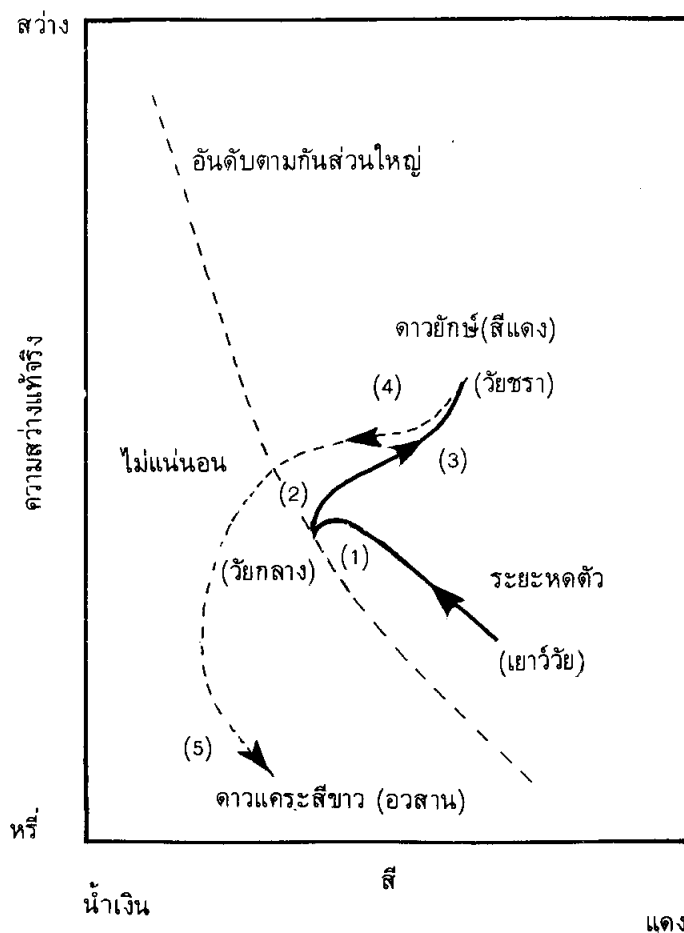


รูปที่ 15.1 ไดอะแกรม เอช-อาร์ ของดาวฤกษ์ที่อยู่ใกล้ดวงอาทิตย์ในแกแลกซีของเรา

จากไดอะแกรม เอช-อาร์ ที่ใช้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสว่างแท้จริงของดาว (คิดเป็นจำนวนเท่าของดวงอาทิตย์) และสีหรืออุณหภูมิเป็นองศาสัมบูรณ์ของดาวนั้น จะเห็นว่า ดาวส่วนมากปรากฏรวมอยู่ในแถบที่พาดจากทางบนซ้าย (บริเวณที่มีความสว่างแท้จริงสูง และมีสีไปทางน้ำเงินหรืออุณหภูมิต่ำ) เอียงลาดไปสู่ทางล่างขวา (ซึ่งเป็นบริเวณที่มีความสว่างแท้จริงต่ำ และมีสีไปทางแดงหรืออุณหภูมิต่ำ) แถบนี้เรียกกันว่า *ลำดับตามกันส่วนใหญ่* (Main sequence) นอกจากนี้ก็มีดาวที่รวมกันเป็นหย่อม ๆ ทางส่วนบนขวามี *ดาวยักษ์* (Giant) และ *ดาวยักษ์ใหญ่* (Supergiant) ส่วนทางล่างซ้ายเป็นบริเวณของพวก *ดาวแคระสีขาว* (White dwarf)

## 15.2 กำเนิดและอวสานของดวงดาว

ดวงดาวเกิดขึ้นจากอะไร คำถามนี้มีผู้ถามกันอยู่บ่อย ๆ และก็ดูเหมือนว่าจะเป็นปัญหาที่ให้นักสมองเอาการทีเดียว ถ้าเราอยากจะลองคิดตอบปัญหานี้ เราก็ควรนึกถึง 2 ทาง คือ ทางหนึ่งอาจจะเกิดจากของที่เป็นกลุ่มก้อนอยู่เก่าแล้ว อยู่มาวันหนึ่ง (เมื่อไรไม่มีใครรู้) เกิดแตกออกกลายเป็นดาว แต่ความคิดเช่นนี้ดูออกจะเลื่อนลอยเต็มทีเพราะลองนึกดูเอาเถอะว่าอะไรหนอจะมีขนาดใหญ่โตมโหฬารถึงขนาดที่แตกออกเป็นดาวด้วยจำนวนนับแสนล้านดวง ยิ่งกว่านั้นเท่าที่ความรู้อำนวยให้ในปัจจุบันนี้ ดวงดาวต่าง ๆ อยู่ในสภาวะของกลุ่มก้อนก๊าซทรงกลม จึงน่าจะลองมาคิดอีกทางหนึ่งที่กล่าวถึงการรวมตัวของก๊าซ ฝุ่น สสาร ที่อยู่ในอวกาศ เมื่อยิ่งรวมกันนานเข้าก็กลายเป็นก้อนโตยิ่งขึ้น ๆ แล้วมีวิวัฒนาการจนกระทั่งกลายเป็นดาวได้



รูปที่ 15.2 แผนภาพแสดงวิวัฒนาการของดวงดาว

เรามาเริ่มต้นคิดกันตรงนี้ เมื่อวันหนึ่งในอดีต ก๊าซ ผุ่น และสสารในอวกาศรวมกันเป็นกลุ่มก้อนด้วยอำนาจแรงดึงดูดเนื่องจากความโน้มถ่วง (ตามทฤษฎีแรงดึงดูดของนิวตัน) ซึ่งแรงนี้ย่อมจะต้องเอาชนะแรงกระทบกระเทือนระหว่างการเคลื่อนที่ของอะตอมที่ทำให้เกิดพลังงานความร้อนขึ้นได้ ด้วยกรรมวิธีดังกล่าว กลุ่มก้อนก๊าซจะมีขนาดโตขึ้น ๆ และแน่นเข้า ๆ แต่ขณะนี้ยังคงมีอุณหภูมิต่ำอยู่ในระยะเริ่มแรกกลุ่มก้อนก๊าซจะหดตัวอย่างรวดเร็ว ขณะเดียวกันก็จะมีควมดันภายในเพิ่มขึ้น และมีผลสะท้อนกลับทำให้ชักจะหดตัวมากขึ้น ดังนั้นระยะนี้การหดตัวจะเป็นไปอย่างช้า ๆ วิวัฒนาการเป็นเช่นนี้อยู่นานไขความดันที่เกิดขึ้นภายในก็ทำให้เกิดแรงดันออกนอกมีค่าสูงขึ้น ๆ เข้าใกล้กับแรงแห่งความโน้มถ่วง จนกระทั่งมาถึงตอนที่แรงทั้งสองมีค่าเท่ากันพอดีและเรียกว่า *อยู่ในสภาวะสมดุลทางไฮโดรสแตติกส์* ตอนนี้เองกลุ่มก้อนก๊าซนั้นจะเริ่มร้อนขึ้น ๆ ถ้ากลุ่มก้อนก๊าซนั้นมีมวลสารไม่มากพอก็จะไม่เกิดปฏิกิริยาและไม่อาจจะเปล่งแสงออกมาได้ จึงหดตัวต่อไปเป็นพวกที่เสื่อมสมรรถภาพซึ่งอาจจะให้พลังงานออกมาอย่างช้า ๆ สำหรับพวกกลุ่มก้อนก๊าซที่มีมวลสารมากพอ (เท่าที่เชื่อกันว่าจะมากกว่าหนึ่งในสิบของมวลสารของดวงอาทิตย์) ตอนนี้จะมีความหนาแน่นภายในมากขึ้น ในขณะที่เดียวกันอุณหภูมิก็สูงขึ้น ๆ ด้วย จนถึงขั้นที่จะเกิดปฏิกิริยาทางนิวเคลียร์ ณ บริเวณใกล้ศูนย์กลางได้ และเมื่อมีพลังงานมากพอก็จะแผ่รังสีออกมาปรากฏให้เห็นเป็นดาวจรัสแสงได้ (ปฏิกิริยานิวเคลียร์เริ่มแรกคือ การรวมกันของไฮโดรเจน 4 ตัวกลายเป็นฮีเลียม 1 ตัว ในการรวมตัวดังกล่าวนี้มีมวลสารส่วนหนึ่งที่เปลี่ยนไปเป็นพลังงานตาม  $E = mc^2$

เมื่อ  $E =$  พลังงานที่เกิดขึ้น

$m =$  มวลสารเปลี่ยนไปเป็นพลังงาน

$c =$  ความเร็วของแสงในสุญญากาศมีค่าประมาณ  $3 \times 10^{10}$  เซนติเมตรต่อวินาที)

ระยะนี้ดาวก็จะอยู่ในส่วนที่เรียกว่า *อันดับตามกันส่วนใหญ่* ซึ่งเป็นตอนที่ไม่มี การหดตัว แต่เป็นตอนที่ปฏิกิริยานิวเคลียร์จากบริเวณใกล้ศูนย์กลางออกสู่ภายนอก เชื่อกันว่า ดาวจะมีชีวิตอยู่ในช่วงนี้นานถึง  $10^7 - 10^{13}$  ปี ทั้งนี้ยอมแล้วแต่มวลสารและองค์ประกอบของดาวนั้น ๆ ตลอดระยะเวลาที่ดาวอยู่ในอันดับตามกันส่วนใหญ่ ก็จะทำให้พลังงานแผ่กระจายออกจากตัวเอง (เท่าที่เห็นได้คือในรูปของแสง) เมื่อระยะเวลาผ่านไป ๆ ไฮโดรเจนบริเวณศูนย์กลางเริ่มหมด ปฏิกิริยานิวเคลียร์ก็จะขยายวงกว้างออกสู่ชั้นผิวในขณะที่เดียวกันส่วนใน

ถนนหรือสะพานที่ทอดไว้เพื่อนำมนุษย์ไปหาพระเจ้า หลังจากทีกาลิเลโอสามารถประดิษฐ์กล้องโทรทรรศน์ได้ เขาก็หันขึ้นสำรวจความลึกกลับของท้องฟ้า เมื่อกาลิเลโอส่องดูทางยาวเรียงในท้องฟ้า เขาก็รู้ว่าทางช้างเผือกนั้นประกอบไปด้วยดวงดาวมากมายนับเป็นพัน ๆ ดวงปรากฏรวมอยู่ใกล้กันอย่างหนาแน่น ครั้นเมื่อเราใช้กล้องโทรทรรศน์ขนาดใหญ่ขึ้น จะเห็นเหมือนกับว่าบริเวณที่ปรากฏเป็นทางช้างเผือกนั้นมีดวงดาวแผ่กระจายกระจายขยายออกไปอย่างไม่สิ้นสุด แต่ในปัจจุบันนี้นักดาราศาสตร์เชื่อว่าถ้ายังอยู่ห่างไกลออกไปจำนวนดวงดาวจะน้อยลง ๆ ทั้งนี้เพราะดวงดาวในแถบทางช้างเผือกนั้นเป็นดวงดาวที่รวมอยู่ด้วยกันในแกแลกซีของเรานั่นเอง

**เฮอร์สเชล (Herschel)** เป็นผู้หนึ่งที่ยากูรูรูปร่างของแกแลกซีของเรา และมีความคิดว่า ถ้าเราศึกษาจำนวนดาวฤกษ์ที่กระจายกระจายอยู่ในแกแลกซี เราก็ควรจะบอกได้ว่าแกแลกซีของเรามีลักษณะคล้ายอะไร (เหมือนกับว่ามีฝั่งตัวหนึ่งที่อยู่กลางวังแล้วอยากจะทำวังที่ตัว

















