

บทที่ 7

กาแล็กซีและเอกภพ

1. เอกภพ

นักปราชญ์ในสมัยก่อนมีความคิดเกี่ยวกับเอกภพที่แตกต่างจากปัจจุบันมากซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับศาสนา จึงสร้างแบบจำลองของเอกภพออกเป็นสองส่วน โดยจินตนาการด้วยการใช้โดมแบ่งเอกภพออกเป็นด้านนอกเป็นโลกของเทพและด้านในก็เป็นโลกของมนุษย์ และหลังจาก คริสต์ศตวรรษที่ 17 เป็นต้นมา ความรู้ของวิชาดาราศาสตร์ได้พัฒนาขึ้นจากการสังเกตการณ์ การเก็บข้อมูลของนักดาราศาสตร์ อุปกรณ์ที่ใช้ในการสังเกตการณ์ทางดาราศาสตร์ ซึ่งจากเดิมที่แนวคิดส่วนใหญ่ที่มาจากจินตนาการและการคาดเดาล้วน ๆ ก็ปรากฏชัดขึ้นโดยอยู่บนพื้นฐานของดาราศาสตร์และวิทยาศาสตร์ และจนถึงปัจจุบันนี้ทฤษฎีที่ไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่ฮับเบิลสังเกตได้ย่อมไม่น่าเชื่อถือ

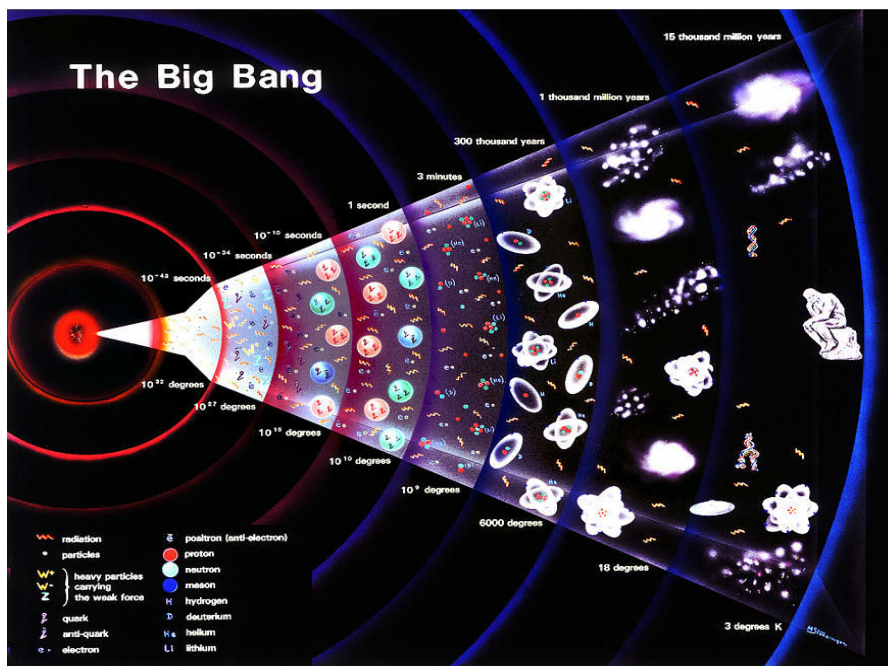
ในศตวรรษที่ 20 ทฤษฎีที่ใช้อธิบายกำเนิดหรือความเป็นมาของเอกภพก็มีความชัดเจนมากขึ้นและน่าเชื่อถือมากขึ้น มีอยู่สองทฤษฎีที่สำคัญ คือ ทฤษฎีการระเบิดครั้งใหญ่ หรือบิกแบง (Big Bang) และทฤษฎีสภาวะคงที่ (Steady State Theory) นักดาราศาสตร์ และพระชาวเบลเยียม ชื่อ อับเบ จอร์จ เลเมตเทอ (Abbe Georges Lemaitre) เป็นผู้ตั้งทฤษฎีการระเบิดครั้งยิ่งใหญ่ขึ้นเมื่อปี ค.ศ. 1927 ส่วนทฤษฎีสภาวะคงที่เป็นทฤษฎีตั้งขึ้นมาโดยคณะนักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษสามคน คือ เฟรด ฮอยล์ (Fred Hoyle) เฮอร์แมน บอนได (Herman Bondi) และ โทมัส โกลด์ (Thomas Gold) เมื่อปี ค.ศ. 1948 ตามทฤษฎีการระเบิดครั้งใหญ่นี้เชื่อว่าเอกภพมีกำเนิดมาจากการระเบิดของมวลสารและพลังงานที่อัดกันแน่น ณ จุดเดียว ซึ่งจุดนั้นมีความหนาแน่นเป็นอนันต์ ส่วนทฤษฎีสภาวะคงที่นั้น เอกภพไม่มีจุดกำเนิด และไม่มีวาระสุดท้าย ดวงดาวมีการเกิด และตายได้ แต่โดยภาพรวมแล้ว เอกภพมีสภาพดังที่เป็นอยู่ในปัจจุบันมานานแล้ว และจะมีสภาพเป็นดั่งนี้ตลอดไป

นักดาราศาสตร์พบหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ที่สนับสนุนกับการกำเนิดเอกภพและวิวัฒนาการของเอกภพตามทฤษฎีบิกแบงจนได้รับการตั้งชื่อว่าเป็นแบบจำลองมาตรฐาน ซึ่งอยู่บนพื้นฐานของการค้นพบเชิงการทดลองและความก้าวหน้าเชิงทฤษฎีของฟิสิกส์พลังงานสูง

2. กำเนิดเอกภพ

ตามทฤษฎีการกำเนิดแบบบิกแบง จุดที่มีความหนาแน่นเป็นอนันต์ได้เกิดระเบิดขึ้น เหตุการณ์ต่าง ๆ เป็นไปดังนี้ จากสมมุติฐานว่าเอกภพมีอายุ 20,000 ล้านปี

เวลา	เหตุการณ์สำคัญ
10^{-44} วินาที	เกิดอนุภาคพื้นฐานขึ้น
10^{-6} วินาที	ควาร์ก (quark) ถูกกลูออน (gluon) รั้งไว้ภายในฮาร์ดตอน (hardron)
1 วินาที	นิวตริโน (neutrino) กระจายไปอย่างอิสระ
3 นาที	เกิดธาตุ H และ He เป็นระยะแผ่รังสีเป็นหลัก
10,000 ปี	มีมวลสารกระจัดกระจายไปทั่วเอกภพ เป็นระยะที่มีมวลสารเป็นหลัก
100,000 ปี	เกิดไฮโดรเจนอะตอม เอกภพชัดเจนขึ้น
1,000 – 2,000 ล้านปี	กาแล็กซีเริ่มก่อตัว
3,000 ล้านปี	กระจุกกาแล็กซีเริ่มก่อตัว
4,000 ล้านปี	ดาวฤกษ์รุ่นแรกเริ่มก่อตัว
5,000 ล้านปี	ดาวฤกษ์ในดาวฤกษ์ประชากร II เริ่มก่อตัว
10,000 ล้านปี	ดาวฤกษ์ในดาวฤกษ์ประชากร I เริ่มก่อตัว
15,000 ล้านปี	เนบิวลาดั้งเดิมของดวงอาทิตย์ก่อตัว
15,500 ล้านปี	ดาวเคราะห์ก่อตัวขึ้น เริ่มเกิดหินแร่
17,000 ล้านปี	เกิดสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กบนโลก
18,000 ล้านปี	เกิดขึ้นบรรยากาศห่อหุ้มโลก
19,600 ล้านปี	เกิดสัตว์ประเภทปลา
19,900 ล้านปี	เกิดสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม
20,000 ล้านปี	เกิดมนุษย์



รูปที่ 1 การเกิดเอกภพจากทฤษฎีการระเบิดครั้งใหญ่
(ที่มาจาก <http://physics.uoregon.edu>)

จากการกำเนิดเอกภพตามทฤษฎีบิกแบงนี้มีหลักฐานที่สำคัญอยู่ 2 ข้อด้วยกันคือ

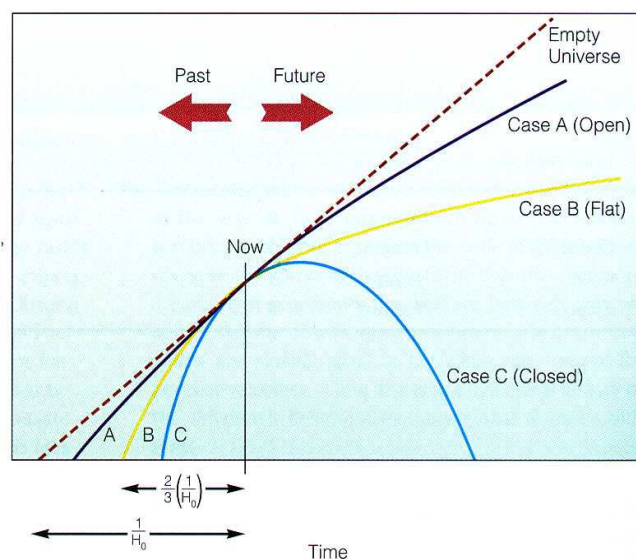
1. การค้นพบของฮับเบิลว่ากาแล็กซีกำลังเคลื่อนที่หนีห่างออกจากกันด้วยความเร็วที่เพิ่มขึ้นตามระยะทาง กาแล็กซีที่อยู่ไกลยิ่งเคลื่อนที่ห่างออกไปเร็วกว่ากาแล็กซีที่อยู่ใกล้ นั่นคือ เอกภพกำลังขยายตัวจากความเข้าใจในเรื่องนี้ทำให้นักดาราศาสตร์สามารถคำนวณอายุของเอกภพได้ การขยายตัวของเอกภพ ซึ่งตามทฤษฎีกำเนิดเอกภพจากการระเบิดครั้งยิ่งใหญ่ อธิบายว่าเป็นผลจากการระเบิดครั้งยิ่งใหญ่ในอดีตนั่นเอง ส่งผลให้ทุกสิ่งทุกอย่างในเอกภพเคลื่อนที่หนีออกจากกัน จนกระทั่งทุกวันนี้สำหรับทฤษฎีสภาวะคงที่ ก็อธิบายการขยายตัวของเอกภพได้เช่นกันว่าเป็นผลจากการเกิดของอนุภาคใหม่ ซึ่งอาจเกิดจากการสลายตัวของพลังงานแล้วเปลี่ยนไปเป็นสสาร ตามสมการ $E = mc^2$ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสสารกับพลังงานของไอน์สไตน์ เมื่อมีอนุภาคใหม่เกิดขึ้น ก็ดันพื้นที่ของอวกาศรอบตัวอนุภาค ทำให้อนุภาคอื่นๆ ชยับเคลื่อนที่ห่างออกไป ผลคือทำให้เอกภพขยายตัว แต่คำอธิบายนี้ไม่ชัดเจนเท่าคำอธิบายการขยายตัวของเอกภพตามทฤษฎีการระเบิดครั้งยิ่งใหญ่

2. การค้นพบคลื่นรังสีความร้อนระดับไมโครเวฟ มีอุณหภูมิประมาณ 3 เคลวิน กระจายอยู่ทั่วไปในเอกภพอย่างสม่ำเสมอโดยนักวิทยาศาสตร์สองคน คือ โรเบิร์ต วิลสัน (Robert Wilson) และ อาร์โน เพนเซียส (Arno Penzias) เมื่อปี ค.ศ. 1965 ซึ่งทำให้เอกภพมีสภาพคล้ายจมอยู่ในทะเลพลังงานความร้อน คลื่นรังสีความร้อนที่กระจายอยู่ทั่วไปในเอกภพนี้ สอดคล้องกับทฤษฎีกำเนิดเอกภพจากการระเบิดครั้งยิ่งใหญ่ได้อย่างดีว่า เป็นพลังงานของการระเบิดที่ยังหลงเหลืออยู่ถึงปัจจุบัน เพราะเมื่อคำนวณจากขนาดของพลังงานความร้อนที่เหลืออยู่ในปัจจุบัน ย้อนหลังไปสู่จุดกำเนิดที่มา ก็จะลงตัวได้อย่างค่อนข้างดี จนกระทั่งคลื่นรังสีความร้อนประมาณ 3 เคลวินนี้ ถูกเปรียบเทียบเรียกเป็นเสียงจากการระเบิดครั้งยิ่งใหญ่ที่ยังเหลืออยู่ให้ได้ยินกันในปัจจุบัน

เมื่อมวลสารได้เกิดขึ้นแล้ว เอกภพถือกำเนิดและมีอายุ สิ่งที่นักดาราศาสตร์สงสัยต่อไปก็คือ เอกภพของเราเป็นแบบใด นักดาราศาสตร์ได้ทำการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผลที่ได้ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ได้สมมติฐานเกี่ยวกับแบบจำลองของเอกภพดังนี้

1. เอกภพมีความสม่ำเสมอในทุกแห่ง และทุกทิศทาง
2. เอกภพประกอบด้วยฝุ่นอย่างสม่ำเสมอ ฝุ่นแต่ละเม็ดก็คือกาแล็กซี 1 กาแล็กซี

จากข้อสมมติฐานทั้ง 2 ข้อ และทฤษฎีสัมพัทธภาพทั่วไป ทำให้ได้แบบจำลองของเอกภพขึ้นมา 3 แบบที่กำลังมีการขยายตัว เรียกว่า เอกภพปิด (Closed) เอกภพแบน (Flat) และเอกภพเปิด (Open)



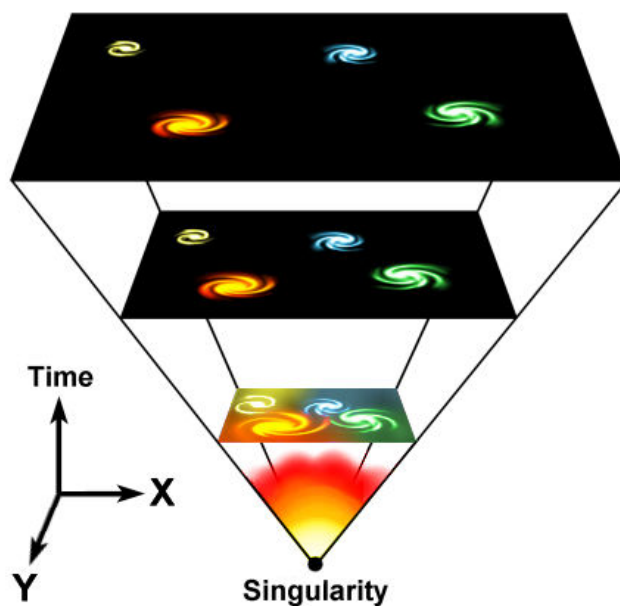
รูปที่ 2 แบบจำลองการขยายตัวของเอกภพที่เขียนระหว่างรัศมี R และเวลา t
แบบจำลองทั้ง 3 ต่างก็กำลังขยายตัวตามที่ฮับเบิลสังเกตได้

(เอกสารอบรมครูดาราศาสตร์,2544)

1. เอกภพปิด(Closed Universe) : นั่นคือเอกภพมีความหนาแน่นของมวลสารและ พลังงาน มากเพียงพอ จนแรงโน้มถ่วงสามารถเอาชนะแรงดันออกหลังจากการระเบิด ครั้งใหญ่ได้ ในที่สุดเอกภพจะหดตัวกลับ และถึงจุดจบที่เรียกว่า บิ๊กครันช์ (Big Crunch)
2. เอกภพแบน (Flat Universe) : นั่นคือ เอกภพมีความหนาแน่นของมวลสารและพลังงาน ในระดับที่แรงโน้มถ่วงสมดุลกับแรงดันออกหลังจากการระเบิดครั้งใหญ่ ในที่สุดเอกภพจะขยายตัว แต่ด้วยอัตราที่ช้าลงเรื่อยๆ
3. เอกภพเปิด (Open Universe): นั่นคือ เอกภพมีความหนาแน่นของมวลสารและ พลังงาน ต่ำเกินไป ทำให้แรงโน้มถ่วง ไม่สามารถเอาชนะแรงดันออกหลังจากการระเบิดครั้งใหญ่ได้ เอกภพจะขยายตัวอย่างต่อเนื่องไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งอุณหภูมิของ เอกภพเข้าใกล้ศูนย์องศาสัมบูรณ์ เมื่อถึงเวลานั้น จะไม่มีพลังงานหลงเหลืออยู่อีก อะตอม และโมเลกุลต่างๆ จะหยุดนิ่งไม่มีการเคลื่อนที่ใดๆ เรียกว่า บิ๊กชิลล์ (Big Chill)

3. กำเนิดและวิวัฒนาการของกาแล็กซี

กาแล็กซีมีกำเนิดมาอย่างไร แนวคิดที่มีการเสนอกันมากซึ่งได้รับความสนใจอย่างยิ่ง ก็คือ มีจุดหรือเมล็ดพันธุ์แห่งดวงดาว หรือกาแล็กซี ที่เป็นเสมือนหนึ่งคลื่นเล็กๆ ท่ามกลางทะเลอนุภาค แห่งเอกภพ ก่อกำเนิดขึ้นหลังบิกแบง ทำให้เกิดการเสียดสีของแรงดึงดูดโน้มถ่วงในเอกภพ ผล ต่อมา จึงเป็นการรวมตัวกันมากขึ้นของก๊าซและฝุ่นผง รอบเมล็ดพันธุ์แห่งดวงดาว หรือกาแล็กซี จนกระทั่งเกิดเป็นกลุ่มดวงดาว และก๊าซที่เป็นตัวตนชัดเจน คือ กาแล็กซี ความคิดเรื่องเมล็ดพันธุ์ แห่งดวงดาว หรือกาแล็กซีนี ถึงแม้จะมีหลักฐานที่มีการค้นพบบ้างแล้วดังที่ปรากฏเป็นข่าวใหญ่ของ วงการดาราศาสตร์เมื่อต้นทศวรรษที่ 90 แต่ก็ยังเป็นความคิด ทฤษฎี และหลักฐาน ที่จะต้องมีการ ตรวจสอบให้แน่ชัดต่อไปอีก อย่างไรก็ตามถึงแม้กำเนิดหรือวิวัฒนาการที่แท้จริงของกาแล็กซี จะยังเป็นประเด็นปัญหาท้าทายนักวิทยาศาสตร์ปัจจุบันอยู่ แต่ความเข้าใจในการกำเนิดของกาแล็กซีใน ปัจจุบันก็คือ หลังกำเนิดบิกแบงไปแล้วประมาณสามแสนปีจึงเริ่มมีการรวมตัวกันของก๊าซและฝุ่นผง ที่กระจายกันอยู่ทั่วไปในเอกภพ เป็นสภาพการก่อดักรวมเพื่อกำเนิดเป็นดาวฤกษ์ และสิ่งอื่นๆ ต่อไป สภาพของเอกภพในช่วงนี้จึงมีกลุ่มก๊าซ และฝุ่นผง ที่พยายามรวมตัวกันเกิดเป็นสภาพก่อนเป็น กาแล็กซี หรือ Protogalaxy กระจายกันอยู่เป็นแห่งๆ ต่อมาจึงเปลี่ยนแปลงเกิดเป็นดาวฤกษ์เต็มตัว และส่วนประกอบอื่นๆในเอกภพเป็นกาแล็กซีเต็มตัว

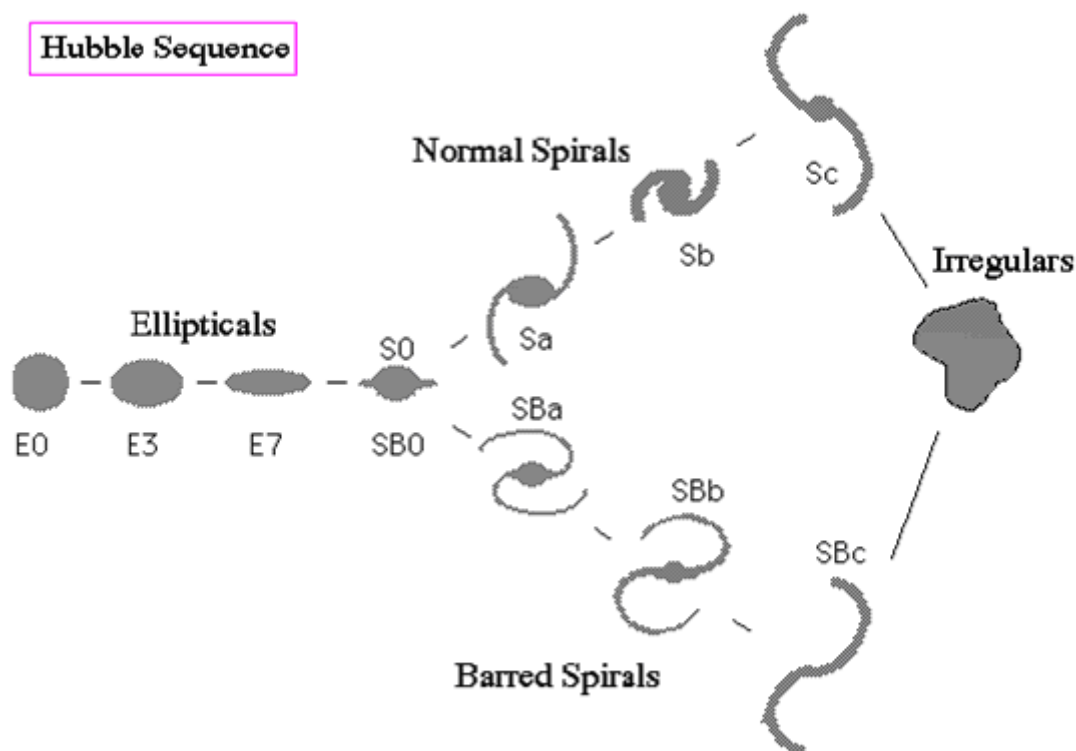


รูปที่ 3 จุดกำเนิดเอกภพ วิวัฒนาการเป็นกาแล็กซี และการเคลื่อนที่
ห่างออกจากกันของกาแล็กซี
(ที่มาจาก <http://th.wikipedia.org/wiki>)

4. การจำแนกชนิดของกาแล็กซี

นักดาราศาสตร์พบว่ากาแล็กซีมีรูปร่างแตกต่างกันไป บ้างก็มีรูปร่างเป็นทรงรี บ้างก็มีรูปร่างเป็นก้างหมี บ้างก็มีรูปร่างไม่แน่นอน เป็นต้น ในปี ค.ศ.1920 ฮับเบิล(Hubble) นักดาราศาสตร์แห่งหอสังเกตการณ์เมาท์วิลสัน (Mount Wilson Observatory) ได้ศึกษา และจำแนกออก เป็น 3 ประเภทคือ

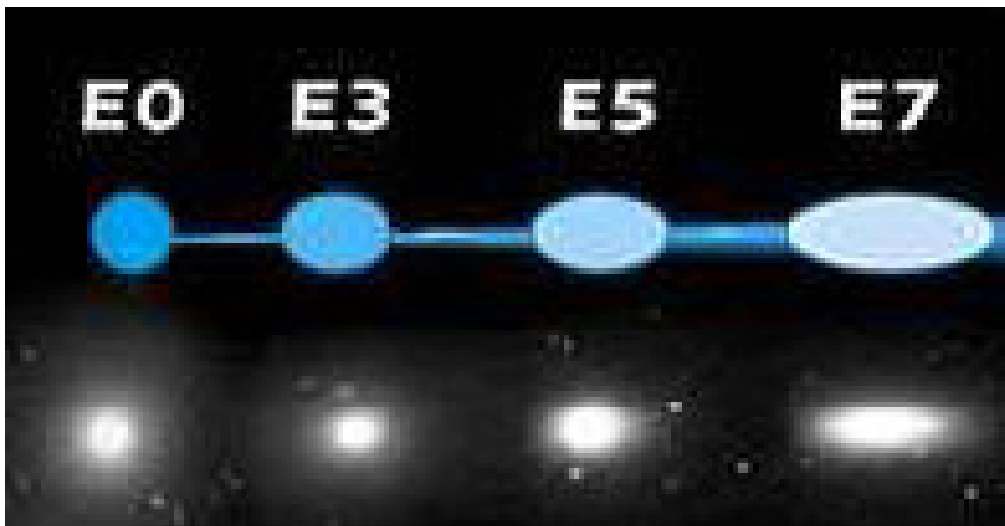
1. กาแล็กซีแบบทรงรี (Elliptical Galaxy)
2. กาแล็กซีแบบก้างหมี (Spiral Galaxy)
3. กาแล็กซีแบบรูปร่างไม่ปกติ (Irregular Galaxy)



รูปที่ 4 ลักษณะของกาแล็กซีแบบต่าง ๆ
(มูลนิธิส่งเสริมโอลิมปิกวิชาการ, 2547)

กาแล็กซีแบบทรงรี (Elliptical Galaxy)

กาแล็กซีที่พบจำนวนมากนั้น นักดาราศาสตร์พบว่ามีรูปร่างแบบทรงรี ซึ่งมีขนาดใหญ่ที่สุด มีมวลประมาณ 10^{13} เท่าของมวลของดวงอาทิตย์ และมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 105 พาร์เซก กาแล็กซีแบบทรงรีขนาดยักษ์ (Giant Elliptical) ดังกล่าวนี้อ่อนขางจะหายาก แต่ที่พบมากที่สุดได้แก่ กาแล็กซีขนาดเล็ก (Dwarf Elliptical) ซึ่งมีมวลประมาณ 2.3 ล้านเท่าของดวงของดวงอาทิตย์ และมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2000 พาร์เซก (parsec, pc). เท่านั้น กาแล็กซีขนาดเล็ก ดังกล่าวนี้อาจเกิดการณ์ได้โดยใช้กล้องดูดาวขนาดใหญ่มาก ซึ่งต้องประกอบด้วยอุปกรณ์วัดสัญญาณทางอิเล็กทรอนิกส์ และคอมพิวเตอร์ที่มีความไวสูง เช่น เครื่องคู่ควบประจุ (Charge Coupled Device, CCD) เครื่องขยายความเข้มของภาพ (Image Intensifier) เป็นต้น



รูปที่ 5 กาแล็กซี่แบบรี รูปร่างของกาแล็กซี่ประเภทนี้ มีตั้งแต่เกือบเป็นทรงกลม (Circular) ซึ่ง ฮับเบิลกำหนดว่าเป็นชนิด E0 จนถึงรูปร่างค่อนข้างรีมากเป็นชนิด E7”
(เอกสารอบรมครูดาราศาสตร์,2544)

กาแล็กซี่แบบกังหัน (Spiral Galaxy)

กาแล็กซี่แบบนี้ พบว่าประกอบด้วย บริเวณใจกลางที่มีดาวอยู่รวมกันหนาแน่น เรียกว่า” นิวเคลียส (Nucleus)” และมีแขนยื่นม้วนออกไปในลักษณะกังหัน (Spiral) ทั้งนิวเคลียสและแขนกังหัน ประกอบขึ้นจากดาวฤกษ์ ฝุ่นและก๊าซ ระหว่างดาวจำนวนมากในเอกภพเมื่อเทียบกาแล็กซี่ดังกล่าวนี้กับกาแล็กซี่แบบทรงรี พบว่ามีจำนวนไม่มากนักอย่างไรก็ตาม กาแล็กซี่แบบกังหันนี้มีขนาดใหญ่และมีความสว่างมาก จึงพบเห็นได้ง่ายกว่ากาแล็กซี่แบบทรงรี กาแล็กซี่แบบกังหันนี้ จำแนกประเภทออกตามลักษณะของแขนกังหันและนิวเคลียสออกได้ 3 ประเภท คือ

1. ชนิด Sa แขนกังหันรอบนิวเคลียสค่อนข้างกระชับมากและมีนิวเคลียสขนาดใหญ่
2. ชนิด Sb แขนกังหันเริ่มคลายออกบ้าง และนิวเคลียสมีขนาดเล็กลง กาแล็กซี่ทางช้างเผือก และกาแล็กซี่แอนโดรเมดา จัดอยู่ในประเภทนี้
3. ชนิด Sc แขนกังหันกางออกมาและมีนิวเคลียสขนาดเล็ก

กาแล็กซี่แบบกังหันเหล่านี้อาจมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 10,000 ถึง 80,000 pc และมีมวลระหว่าง 10^9 ถึง 10^{12} เท่าของมวลดวงอาทิตย์ คาดว่ากาแล็กซี่ทางช้างเผือกของเรามีมวลประมาณ 10^{11} เท่าของมวลดวงอาทิตย์ ซึ่งโดยเฉลี่ยแล้วน่าจะประกอบด้วยดาวฤกษ์ประมาณหนึ่งแสนล้านดวงที่เดียวจากการศึกษาและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะของกาแล็กซี่แบบกังหันโดยละเอียด พบว่ากาแล็กซี่เหล่านี้ประมาณหนึ่งในสามมีลักษณะเป็นแท่งตรง(Bar) ยื่น

ออกมาจากนิวเคลียสก่อน แล้วจึงมีลักษณะม้วนรอบนิวเคลียสต่อจากแขนตรงออกมา ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คล้ายกาแล็กซีแบบกังหันปกติ คือ SBa SBb และ SBc

กาแล็กซีรูปร่างไม่ปกติ (Irregular Galaxy)

กาแล็กซีที่ค้นพบทั้งหมด พบว่ามีจำนวนประมาณ 2.3 % ที่มีรูปร่างไม่แน่นอน ซึ่งไม่อาจจัดได้ว่าเป็นแบบทรงรีหรือแบบกังหันปกติได้ ตัวอย่างของกาแล็กซีประเภทนี้ ได้แก่ กาแล็กซีแมกเจลแลน (Magellanic Cloud) ซึ่งเป็นกาแล็กซีแบบรูปร่างไม่ปกติ และอยู่ใกล้กาแล็กซีทางช้างเผือกมากที่สุด สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าเป็นแถบฝ้าขนาดใหญ่บนท้องฟ้า กาแล็กซีแบบรูปร่างไม่ปกตินี้ บางกาแล็กซีมีโครงสร้างของแขนตรง (Bar) ประกอบอยู่ด้วยฮับเบิล แยกประเภทของกาแล็กซีเหล่านี้ออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. Irregular I หรือ Irr I เป็นกาแล็กซีแบบรูปร่างไม่ปกติ ที่สามารถสังเกตเห็นดาวฤกษ์ ชนิด O และ B ตลอดจนบริเวณของกลุ่มไฮโดรเจนที่ไอออไนซ์ได้อย่างเด่นชัด ตัวอย่าง เช่น กาแล็กซีแมกเจลแลนใหญ่ (Large Magellanic Cloud) เป็นต้น
2. Irregular II หรือ Irr II เป็นกาแล็กซีแบบรูปร่างไม่ปกติ ที่ไม่สามารถมองเห็นดาวหรือกลุ่มก๊าซต่างๆ ได้เลย แสดงว่ากาแล็กซีชนิดนี้ประกอบด้วย ดาวที่มีความสว่างน้อยและมีฝุ่น และก๊าซกระจัดกระจาย การสังเกตการณ์ทางสเปกโตรสโคปีพบว่าก๊าซจำนวนมากไหลพุ่งออกมาด้วยอัตราเร็วสูงในบางบริเวณ บางครั้งเรียกกาแล็กซีประเภทนี้ว่า "กาแล็กซีระเบิด (Exploding Galaxy)" ตัวอย่างเช่น กาแล็กซี NGC 3034 เป็นต้น



รูปที่ 4.6 กาแล็กซีแมกเจลแลน
(มูลนิธิส่งเสริมโอลิมปิกวิชาการ, 2547)

เอกสารอ้างอิง