การศึกษาทางกายภาพกระจุกดาว M44
The Physical Studies of M44 Cluster

นาถทิวา สุบงกช[1], ณัฐสิทธิ์ หาญนอก[1], สุพัตรา ปินะการัง[1], รณกฤต รัตนมาลา[2] และ ลัดดา ดีสวน[3]
Nattiwa Subongkot[1], Nuthasit Honnok[1], Supattra Pinakarang[1],
Ronnakrit Rattanamala[2] and Ladda Deesuan[3]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระจุกดาว M44 โดยสังเกตการณ์ที่หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบพระชนมพรรษา นครราชสีมา สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์กรมหาชน) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้วยกล้องซีซีดี โฟโตมิเตอร์ ผ่านแผ่นกรองแสงสีน้ำเงิน และแสงสีที่ตามองเห็น ผลที่ได้จากการคำนวณพบว่ากระจุกดาว M44 มีระยะทาง 142.68 พาร์เสก และมีอายุประมาณ 3.8×10^9 ปี (3.8 Gyr) เมื่อพิจารณาดาวฤกษ์ในกระจุกดาวพบว่าดาวฤกษ์มีอุณหภูมิยังผลอยู่ระหว่าง 3,465.99 เคลวิน ถึง 8,718.91 เคลวิน ซึ่งเมื่อพิจารณาชนิดสเปกตรัมจากอุณหภูมิยังผลแล้วพบว่าดาวฤกษ์ในกระจุกดาว M44 มีชนิดสเปกตรัมเป็น A, F, G, K และ M

คำสำคัญ: M44, กระจุกดาว, ซีซีดี โฟโตมิเตอร์

Abstract

This research was aim to study of M44 cluster. The data were observed at Regional Observatory for the Public Nakhon Ratchasima, National Astronomical Research Institute of Thailand (Public Organization) via CCD photometer in blue and vissible filters. The calculations of distance and age were 142.68 parsec and 3.8×10^9 years (3.8 Gyr) respectively. The analysis of stars in M44 cluster has temperature between 3,465.99 K and 8,718.91 K. Its shown that the A, F, G, and M spectrum type of stars in M44 cluster.

Keyword: M44, Star cluster, CCD photometer

[1] นักศึกษา สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
[2] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ โปรแกรมฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
[3] สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
*Corresponding author, E-mail: MangPor_240637@hotmail.com

บทนำ

ดาวที่สังเกตเห็นบนฟ้าส่วนใหญ่เป็นดาวฤกษ์ ดาวฤกษ์เป็นก้อนแก๊สร้อนขนาดใหญ่ มีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็น ธาตุไฮโดรเจน ดาวฤกษ์ทุกดวงมีความเหมือนกัน คือมีพลังงานในตัวเองและเป็นแหล่งกำเนิดธาตุต่างๆ แม้จะมีความเหมือนกัน แต่ดาวฤกษ์ยังมีความแตกต่างกันในเรื่องต่อไปนี้ คือ มวล อุณหภูมิผิวหรือสีผิวหรืออายุ องค์ประกอบทางเคมี ขนาด ระยะห่าง ความสว่างและระบบดาว รวมทั้งวิวัฒนาการ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงการศึกษาธิการ, 2554) ซึ่งดาวฤกษ์ที่อาศัยอยู่ร่วมกัน มีการเคลื่อนที่สอดคล้องกัน และอยู่ห่างจากดวงอาทิตย์เท่ากันจะเรียกว่ากระจุกดาว (Star cluster) (ดำรงศักดิ์ มณีพงษ์สวัสดิ์, 2532)

กระจุกดาวเปิด M44 (NGC2632, Beehive cluster, Praesepe cluster, กระจุกดาวรวงผึ้ง) มีตำแหน่ง R.A. 8^{h} 40^{m} 24^{s} DEC. $+19^{o}$ 40’ (Simbad Astronomical Database, 2559) จากการศึกษาของ E. P. J. Van Den Heuvel (1969) พบว่ากระจุกดาว M44 มีอายุประมาณ $9x10^{8}$ ปี จากนั้น A. R. Upgren, E. W. Weis และ E. E. Deluca (1979) ได้ทำการวัดแสงของกระจุกดาว M44 ในช่วงความยาวคลื่น BVRI และได้คำนวณระยะทางของกระจุกดาว M44 พบว่ากระจุกดาว M44 มีระยะทาง 174±4 พาร์เสก โดยใช้จำนวนดาวฤกษ์ในกระจุกดาว M44 จำนวน 55 ดวง และเมื่อสันติ ผัดวงค์ (2006) ได้ทำการหาระยะทางและอายุของกระจุกดาว M44 โดยวิธีซีซีดี โฟโตเมตรี สามารถคำนวณระยะทางของกระจุกดาว M44 ได้ 177.83 พาร์เสก และมีอายุ $9.81x10^{9}$ ปี โดยใช้ดาว 28 ดวง และจากรายงานของ Benjamin Stahl (2014) ที่ได้ทำการวิเคราะห์อายุของกระจุกดาว M44 พบว่ากระจุกดาว M44 มีอายุประมาณ 550 ล้านปี ($5.5x10^{8}$ ปี) หรือน้อยกว่า จากการศึกษาที่ผ่านมาทำให้คณะผู้วิจัยสนใจที่จะทำการศึกษาหาคุณสมบัติทางกายภาพของกระจุกดาว M44 คือ ระยะทาง และอายุของกระจุกดาว ตลอดจนศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของดาวฤกษ์ในกระจุกดาว M44 โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการณ์เดียวกัน เพื่อยืนยันผลจากการที่ได้ศึกษามาก่อนหน้า

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อคำนวณระยะทาง และอายุของกระจุกดาว M44
2. เพื่อคำนวณและวิเคราะห์อุณหภูมิยังผล และชนิดสเปกตรัมของดาวฤกษ์ในกระจุกดาว M44

ทฤษฎี และกรอบแนวคิด

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้จะมีทฤษฎีและกรอบแนวคิดแบ่งเป็นหัวข้อ ดังนี้

1. ดาวฤกษ์และกระจุกดาว

ดาวฤกษ์ เป็นก้อนสสารขนาดใหญ่มีแสงสว่างในตัวเอง มองจากโลกเห็นเปล่งแสงระยิบระยับ เป็นวัตถุท้องฟ้าที่รวมตัวกันอยู่เป็นก้อนเพราะแรงโน้มถ่วงระหว่างอะตอมของสารนั้น ดาวฤกษ์มีวิวัฒนาการมาจากการยุบตัวของแก๊สและฝุ่นมหึมา ในการยุบตัวนั้นจะเกิดการหมุนวนขึ้น ดาวฤกษ์ส่วนใหญ่จะมีสัณฐานเป็นลูกกลมและหมุนรอบตัว เนื้อสารของดาวฤกษ์ภายในดวงนั้นจะอยู่ในสถานะสมดุล เพราะแรงโน้มถ่วงและแรงดันภายในทำให้ดาวฤกษ์ทรงขนาดคงที่ไว้ได้ การศึกษาดาวฤกษ์จะใช้เครื่องบันทึกสัญญาณ (Detectors) ต่อเข้ากับกล้องโทรทรรศน์เพื่อบันทึกแสงของดาวฤกษ์ที่แผ่ออกมา ซึ่งนำไปสู่การวิเคราะห์คุณสมบัติพื้นฐานของดาวฤกษ์ เช่น ดัชนีสี โชติมาตรปรากฏ โชติมาตรสัมบูรณ์ ระยะทาง อายุ อุณหภูมิยังผล เป็นต้น (บุญรักษา สุนทรธรรม, 2550)

กระจุกดาว เป็นระบบของดาวฤกษ์จำนวนมากที่อยู่ใกล้กัน ดาวสมาชิกต่างๆจะมีการเคลื่อนที่คล้องจองกันด้วยความเร็วเท่ากันหมดและอยู่ห่างจากผู้สังเกตเท่ากันจากการสังเกตกระจุกดาวต่างๆทำให้นักดาราศาสตร์สามารถจัดแบ่งกระจุกดาวออกได้ 2 จำพวก คือ กระจุกดาวเปิด และกระจุกดาวทรงกลม (ดำรงศักดิ์ มณีพงษ์สวัสดิ์, 2532)

2. มอดูลัสระยะทาง (Distance Modulus)

ค่าความแตกต่างระหว่างโชติมาตรปรากฏและโชติมาตรสัมบูรณ์ (m - M) เรียกว่า Distance modulus ถ้าเราทราบโชติมาตรปรากฏและระยะทางของดาว เราก็จะทราบโชติมาตรสัมบูรณ์

$$V - M_V = 5\log d - 5 \qquad (1)$$

เมื่อ V คือ โชติมาตรปรากฏของแสงสีที่ตามองเห็น, M_V คือ โชติมาตรสัมบูรณ์ของแสงสีที่ตามองเห็น และ d คือ ระยะทางของกระจุกดาว M44 มีหน่วยเป็น พาร์เสก (pc) (บุญรักษา สุนทรธรรม, 2550)

3. ความสัมพันธ์ระหว่างโชติมาตรปรากฏ (m) กับกำลังส่องสว่าง (L)

การวิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์ระหว่างโชติมาตรปรากฏกับกำลังส่องสว่าง ของกระจุกดาว M44 สามารถวิเคราะห์ได้ ดังสมการ

$$m = m_{sun} - 2.5\log\left[(\frac{L}{L_{sun}})(\frac{d_{sun}}{d})^2\right] \qquad (2)$$

เมื่อ m คือ โชติมาตรปรากฏของกระจุกดาว M44, L คือ กำลังส่องสว่างของกระจุกดาว M44, d คือ ระยะทางของกระจุกดาว M44, m_{sun} คือ โชติมาตรปรากฏของดวงอาทิตย์ (-26.8), L_{sun} คือ กำลังส่องสว่างของดวงอาทิตย์ และ d_{sun} คือ ระยะทางของดวงอาทิตย์ (4.85×10^{-6} pc)

4. ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังส่องสว่าง (L) กับมวลของกระจุกดาว (M)

การวิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์ระหว่างกำลังส่องสว่าง กับมวลของกระจุกดาว ของกระจุกดาว M44 สามารถวิเคราะห์ได้ ดังสมการ

$$\frac{L}{L_{sun}} = \left(\frac{M}{M_{sun}}\right)^{3.5} \qquad (3)$$

เมื่อ M คือ มวลของกระจุกดาว M44 และ M_{sun} คือ มวลของดวงอาทิตย์ (บุญรักษา สุนทรธรรม, 2550)

5. สเกลเวลานิวเคลียร์

เป็นช่วงเวลาที่ดาวฤกษ์สามารถปลดปล่อยพลังงานออกมา โดยปฏิกิริยานิวเคลียร์ภายในดาวฤกษ์ หาได้ดังสมการความสัมพันธ์ระหว่างมวล-กำลังส่องสว่างของดาว จะได้

$$\frac{t}{t_{sun}} = \left(\frac{M}{M_{sun}}\right)^{-2.5} \qquad (4)$$

เมื่อ t คือ สเกลเวลานิวเคลียร์ของดาวฤกษ์, t_{sun} คือ สเกลเวลานิวเคลียร์ของดวงอาทิตย์ (บุญรักษา สุนทรธรรม, 2550)

6. อุณหภูมิยังผล (Effective Temperature)

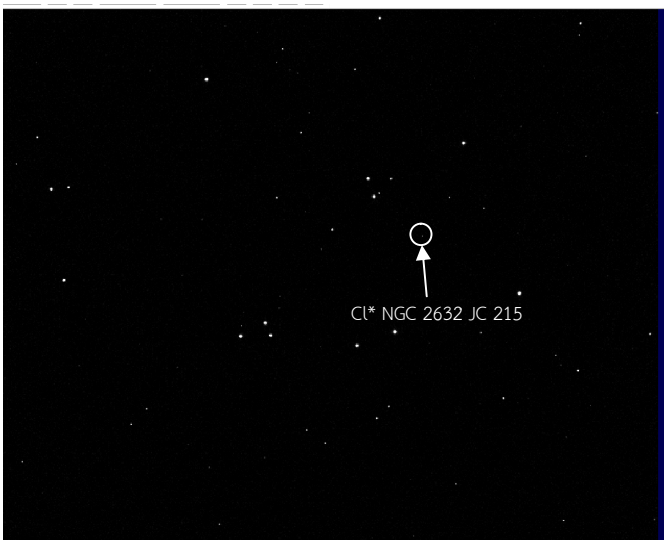
การวัดอุณหภูมิยังผล สามารถทำได้โดยการหาค่าดัชนีสีดาวฤกษ์ ซึ่งเป็นผลต่างของโชติมาตรของดาวในช่วงความยาวคลื่นสีน้ำเงินกับสีที่ตามองเห็น ตามความสัมพันธ์ดังสมการ

$$\frac{1}{T_{eff}} = (9.52307\times10^{-5}) + (1.32488\times10^{-4})(B-V) \qquad (5)$$

เมื่อ T_{eff} คือ อุณหภูมิยังผล หน่วยเคลวิน และ (B-V) คือ ดัชนีสี (บุญรักษา สุนทรธรรม, 2550)

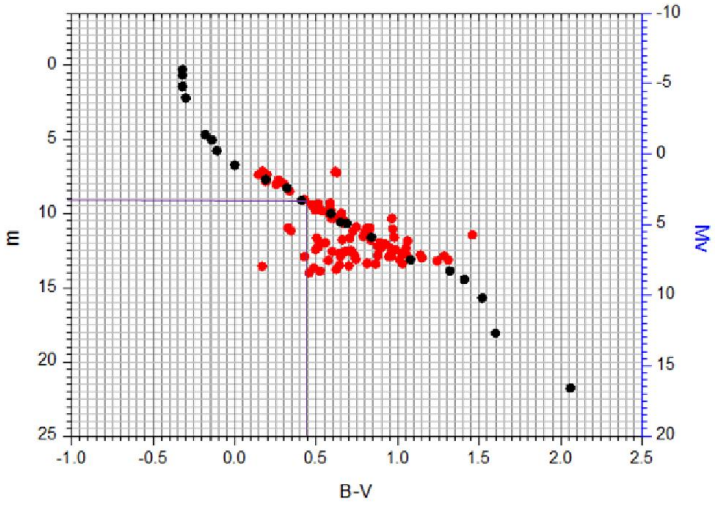
วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษากระจุกดาว M44 จะเก็บข้อมูลที่หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบ พระชนมพรรษา นครราชสีมา สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้วยกล้องซีซีดี โฟโตมิเตอร์ (CCD Photometer) ผ่านแผ่นกรองแสงสีน้ำเงิน (B) และแสงสีที่ตามองเห็น (V) ที่ต่อเข้ากับกล้องโทรทรรศน์สะท้อนแสงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เมตร ที่มีระบบตามดาวอัตโนมัติ ในวันที่ 6 เมษายน พ.ศ. 2559 ซึ่งข้อมูลที่ได้จะเป็นภาพถ่ายกระจุกดาว M44 และใช้ดาวฤกษ์ Cl* NGC 2632 JC 215 (B=13.08, V=12.2) (Simbad Astronomical Database, 2559) เป็นดาวเปรียบเทียบ ดังภาพที่ 1 และภาพที่ได้จะถูกนำมากำจัดสัญญาณรบกวน (Reduction Image) ด้วยโปรแกรม Iris และทำการวัดแสงดาวฤกษ์ด้วยเทคนิคโฟโตเมตรี (Photometry) ด้วยโปรแกรม Aperture Photometry Tool v.2.4.7



ภาพที่ 1 กระจุกดาว M44 และดาวฤกษ์ Cl* NGC 2632 JC 215

จากการวัดแสงดาวฤกษ์ในกระจุกดาว M44 ได้ข้อมูลดาวฤกษ์จำนวน 97 ดวง โดยข้อมูลทั้งหมด จะถูกปรับค่าให้อยู่ในรูปของโชติมาตรปรากฏทั้ง 2 ช่วงความยาวคลื่น และนำมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีสี (B-V) และเขียนกราฟ HR Diagram ของกระจุกดาว M44 พร้อมทั้งนำมาเปรียบเทียบกับ HR Diagram มาตรฐานของดาวฤกษ์ในแถบลำดับหลัก เพื่อหาจุด Turnoff point ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 กราฟ HR Diagram และ จุด Turnoff point

จากภาพที่ 2 สามารถวิเคราะห์ค่าโชติมาตรปรากฏในช่วงความยาวคลื่นแสงสีที่ตามองเห็น ได้เท่ากับ +9.0718 และค่าโชติมาตรสัมบูรณ์ในช่วงความยาวคลื่นแสงสีที่ตามองเห็น ได้เท่ากับ +3.3 คำนวณหาระยะทางจากสมการที่ 1 ได้ 142.68 พาร์เสก คำนวณอายุของกระจุกดาว M44 ได้เท่ากับ 3.8×10^{9} ปี (3.8 Gyr) และเมื่อวิเคราะห์ค่าอุณหภูมิยังผลของดาวฤกษ์ในกระจุกดาว M44 จากสมการที่ 5 พบว่าดาวฤกษ์มีอุณหภูมิยังผลอยู่ระหว่าง 3,465.99 เคลวิน ถึง 8,718.91 เคลวิน ซึ่งเมื่อพิจารณาชนิด สเปกตรัมจากอุณหภูมิยังผลแล้วพบว่าดาวฤกษ์ในกระจุกดาว M44 มีชนิดสเปกตรัมเป็น A, F, G, K และ M

สรุปผลการวิจัย

การศึกษากระจุกดาว M44 ในครั้งนี้พบว่ากระจุกดาว M44 อยู่ห่างจากดวงอาทิตย์ประมาณ 142.68 พาร์เสก และมีอายุประมาณ 3.8×10^{9} ปี (3.8 Gyr) เมื่อพิจารณาดาวฤกษ์ในกระจุกดาวพบว่าดาวฤกษ์มีอุณหภูมิยังผลอยู่ระหว่าง 3,465.99 เคลวิน ถึง 8,718.91 เคลวิน ซึ่งเมื่อพิจารณาชนิดสเปกตรัมจากอุณหภูมิยังผลแล้วพบว่าดาวฤกษ์ในกระจุกดาว M44 มีชนิดสเปกตรัมเป็น A, F, G, K และ M

อภิปรายผลการวิจัย

จากการคำนวณระยะทางของกระจุกดาว M44 พบว่ามีความแตกต่างจากการศึกษาที่ผ่านมา ซึ่งอาจเกิดจากการเคลื่อนที่ของกระจุกดาวเข้าใกล้ดวงอาทิตย์มากขึ้น และเมื่อพิจารณาอายุของกระจุกดาว M44 ก็พบว่าอายุของกระจุกดาว M44 สอดคล้องกับการศึกษาของ สันติ ผัดวงค์ (2006) แต่ก็มีความแตกต่างกับผลการศึกษาอยู่บ้าง ดังนั้นการศึกษาอายุของกระจุกดาว M44 ควรมีการศึกษาเพิ่มเติม

ข้อเสนอแนะและการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

ควรมีการศึกษาด้วยวิธีการวัดสเปกตรัมของกระจุกดาว M44 เพื่อคำนวณหาความเร็วในแนวรัศมี

กิตติกรรมประกาศ

ขอบคุณหอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบ พระชนมพรรษา นครราชสีมา สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่อนุเคราะห์สถานที่ และอุปกรณ์ในการสังเกตการณ์

เอกสารอ้างอิง

ดำรงค์ศักดิ์ มณีพงษ์สวัสดิ์. (2532). **ดาราศาสตร์ฟิสิกส์.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: บริษัท รุ่งศิลป์ การพิมพ์.

บุญรักษา สุนทรธรรม. (2550)**. ดาราศาสตร์ฟิสิกส์**. พิมพ์ครั้งที่ 1. เชียงใหม่: สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตรและเทคโนโลยี กระทรวงการศึกษาธิการ. (2554). **โลก ดาราศาสตร์และอวกาศ.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สันติ ผัดวงค์. (2549). **การหาระยะทางและอายุของกระจุกดาววรวงผึ้งโดยวิธี ซี ซี ดี โฟโตเมตรี.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์. มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

A. R. UPGREN, E. W. WEIS, and E. E. DELUCA. (1979). Photometry of Praesepe in BVRI colors. In **Astronomical Journal. vol. 84.** America : NASA Astrophysics data system,1586-1590.

Benjamin Stahl. (2014). **Measuring the Age of the Beehive Cluster (M44)**. Bachelor's thesis, Department Physics. University of California.

Van Den Heuvel. (1969). The Ages of the hyades, praesepe and coma star clusters. In **the Astronomical Society of the Pacific. Vol. 81.** Santa Cruz : University of California, 815-825.