

การศึกษากระจุกดาวเปิดด้วยกล้องโทรทรรศน์ขนาดเล็ก

The Study of Open Cluster by Small Telescope

วิระภรณ์ ไหมทอง^{1*}, นววรรณ บางโป่ง², เบญจภรณ์ ตุ่นภักดี² และสุวนิตย์ วุฒิสั่งข์³

Wiraporn Maithong^{1*}, Nawawan Bangpong², Benjaporn Thunpakdee² and Suwanit Wutsang³

บทคัดย่อ

การศึกษากระจุกดาวเปิดด้วยกล้องโทรทรรศน์ขนาดเล็กในครั้งนี้ ได้ทำการคำนวณระยะทาง และอายุของกระจุกดาวเปิด M35 โดยใช้ภาพจากกล้องดิจิทัล DSLR ผ่านกล้องโทรทรรศน์ขนาดเล็กเส้นผ่านศูนย์กลาง 150 มิลลิเมตร ซึ่งทำการสังเกตการณ์ ในวันที่ 19 มกราคม พ.ศ. 2560 ณ หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบพระชนมพรรษา จังหวัดฉะเชิงเทรา จากนั้นหาค่าความสว่างของดาวในกระจุกดาวเปิด M35 เพื่อสร้าง H-R Diagram แล้ววิเคราะห์อายุและระยะทาง พบว่ามีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า 10%

คำสำคัญ: M35 กระจุกดาวเปิด ระยะทาง อายุ กล้องดิจิทัล DSLR

Abstract

The study of open cluster by small telescope in the work is the calculation of the distance and the age of an open cluster M35. It was observed by the digital DSLR via the 150 millimeters' diameter telescope at Regional Observatory for the Public, Cha Cheong Sao on 19th January 2017 and was analyzed the intensity to constructed an H-R Diagram. The distance and the age analysis show that the errors are less than 10%.

คำสำคัญ: M35, Open Cluster, Distance, Age, DSLR Camera

¹ อ.ดร., ภาควิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50300

² นักศึกษา สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50300

³ สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบพระชนมพรรษา ฉะเชิงเทรา 24190

¹ Lecturer, Dr., Department of Physics and General Science, Faculty of Science and Technology, Chiang Mai Rajabhat University, Chiang Mai, 50300

² Physics, Faculty of Education, Chiang Mai Rajabhat University, Chiang Mai, 50300

³ National Research Institute of Thailand (Public Organization), Regional Observatory for the Public Chachoengsao, 24190

*Corresponding author: Tel. 053-885632. E-mail address: wiraporn.m@gmail.com

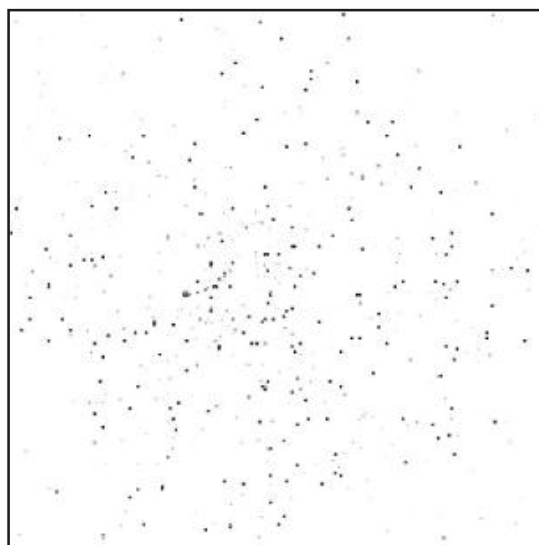
บทนำ

กระจุกดาวเปิด คือ กลุ่มดาวจำนวนมากที่รวมกลุ่มกันอยู่ในเมฆโมเลกุลชนิดเดียวกัน มีแรงโน้มถ่วงดึงดูดกันและกันอย่างหลวมๆ ไม่แน่นเท่ากับกระจุกดาวทรงกลม กระจุกดาวเปิดเป็นกระจุกดาวที่ส่วนใหญ่เป็นกระจุกดาวเกิดใหม่กว่าร้อยล้านปี ดาวฤกษ์ในกระจุกดาวเดียวกันจะมีอายุใกล้เคียงกันและมีลักษณะทางเคมีคล้ายคลึงกัน มีความสัมพันธ์กันในทางกายภาพ และด้วยเหตุนี้ระยะทางจึงสมควรให้เท่ากันทั้งกระจุกดาว [1]

ในงานนี้ได้ทำการศึกษาเพื่อหาระยะทางและอายุของกระจุกดาวเปิด M35 (หรือเรียกว่า NGC2168) มีค่าความสว่างปรากฏเท่ากับ 5.3 มีตำแหน่งอยู่ที่ RA= 6h 08.9m และ Dec= +24° 20' ในงานนี้ได้ทำการศึกษาเพื่อหาอายุและระยะทางของกระจุกดาวเปิด M35 จากภาพถ่ายด้วยกล้องดิจิทัล DSLR และ CCD โดยวิเคราะห์ H-R Diagram เทียบกับ H-R Diagram มาตรฐาน ซึ่งเป็นแผนภาพที่บอกความสัมพันธ์ระหว่าง ไซโตมาตรหรืออันดับความสว่าง และดัชนีสีมาตรฐาน และสามารถนำค่าที่ได้มาคำนวณระยะทางและอายุของกระจุกดาวได้

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แบ่งการวิเคราะห์เป็น 2 ตอน โดยตอนที่ 1 วิเคราะห์ภาพถ่ายดาวจากกล้องดิจิทัล DSLR และตอนที่ 2 วิเคราะห์ภาพถ่ายดาวจาก CCD ซึ่งทำการเก็บข้อมูลในวันที่ 30 เดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2559 ณ หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบพระชนมพรรษา ฉะเชิงเทรา ได้ตัวอย่างภาพถ่ายของกระจุกดาวเปิดดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กระจุกดาวเปิด M35 ในช่วงความยาวคลื่นสีแดง

จากภาพถ่ายกระจุกดาว ทำการวิเคราะห์หาค่า Intensity ด้วยโปรแกรม IRIS เพื่อนำไปคำนวณหาค่าไซโตมาตรปรากฏ แล้วนำมาสร้าง H-R Diagram และวิเคราะห์หาค่าไซโตมาตรสัมบูรณ์ โดยใช้วิธี Main Sequence Fitting หรือการเปรียบเทียบลำดับหลัก จาก H-R Diagram ที่ได้ เทียบกับ H-R diagram มาตรฐาน [2] โดยคำนวณหาระยะทางของกระจุกดาวได้ดังสมการ [3]

$$m - M = -2.5 \log(10 \text{ pc} / d)^2 \quad (1)$$

เมื่อพิจารณาระยะทางของกระจุกดาว จะได้

$$d = 10^{\left(\frac{m-M+5}{5}\right)} \quad (2)$$

เมื่อ	d	คือ ระยะทางในหน่วยพาร์เซก
	m	คือ โชติมาตรปรากฏของดาว
	M	คือ โชติมาตรสัมบูรณ์มาตรฐาน

การหาอายุของกระจุกดาวสามารถหาได้จากสมการ [4]

$$t = 10^{10} \text{ years} \left[\frac{m}{m_{\text{sun}}} \right]^{-2.5} \quad (3)$$

เนื่องจากค่าที่ได้จากการเปรียบเทียบลำดับหลักคือค่าโชติมาตรปรากฏ จึงต้องทำการแปลงค่าดังกล่าวเป็นมวลของดาวฤกษ์ โดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับกำลังส่องสว่าง เพื่อใช้ในการคำนวณหาอายุในสมการที่ (3) การคำนวณหาอัตราส่วนกำลังส่องสว่างของดาวกับดวงอาทิตย์ ดังสมการ

$$m - m_{\text{sun}} = -2.5 \log \left[\left(\frac{L}{L_{\text{sun}}} \right) \left(\frac{d_{\text{sun}}}{d} \right)^2 \right] \quad (4)$$

เมื่อ	m	คือ โชติมาตรปรากฏของกระจุกดาวที่จุดพ้นลำดับหลัก
	m_{sun}	คือ โชติมาตรปรากฏของดวงอาทิตย์ ประมาณ -26.5*
	L	คือ กำลังส่องสว่างของดาว
	L_{sun}	คือ กำลังส่องสว่างของดวงอาทิตย์
	d	คือ ระยะทางของดาว
	d_{sun}	คือ ระยะทางของดวงอาทิตย์ 4.848132 x 10 ⁻⁶ พาร์เซก

จากความสัมพันธ์ระหว่างกำลังส่องสว่างของดาวกับดวงอาทิตย์ พบว่ามวลของดาวแปรผันตามกำลังส่องสว่างของดาว ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับกำลังส่องสว่างของดาวได้ดังนี้

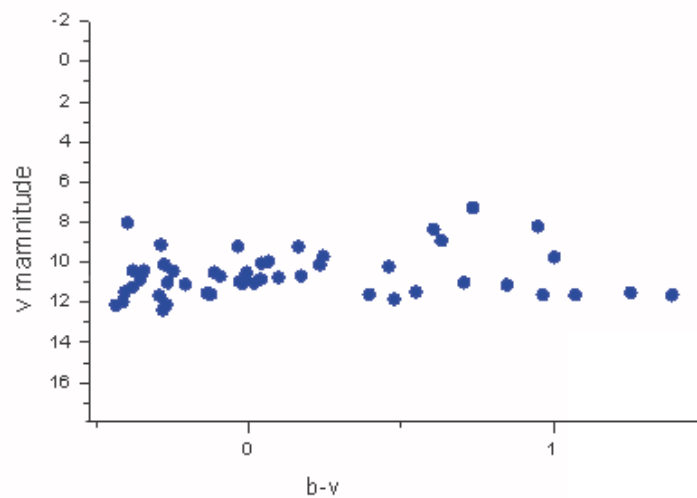
$$\log \left(\frac{L}{L_{\text{sun}}} \right) = 3.5 \log \left(\frac{M_s}{M_{\text{sun}}} \right) \quad (5)$$

เมื่อ	M_s	คือ มวลของดาว
	M_{sun}	คือ มวลของดวงอาทิตย์

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

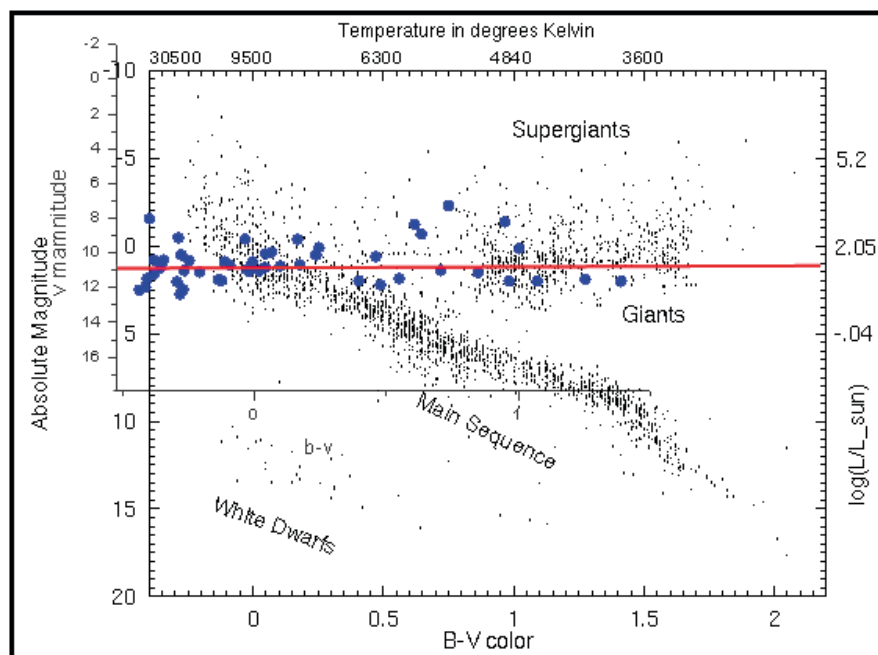
ตอนที่ 1 วิเคราะห์ภาพถ่ายดาวจากกล้องดิจิทัล DSLR

จากการวิเคราะห์หาค่า Intensity ของกระจุกดาวจากข้อมูลภาพถ่ายที่ได้จากการสังเกตการณ์ กระจุกดาวเปิด M35 ด้วยโปรแกรม IRIS จะได้กราฟ ดังภาพที่ 2



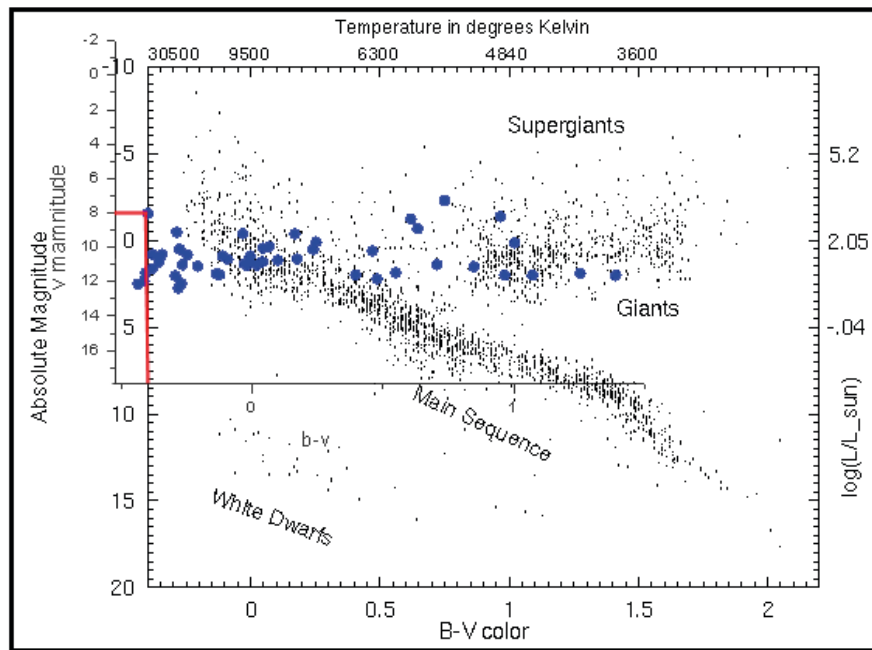
ภาพที่ 2 H-R Diagram ของกระจุกดาวเปิด M35 เมื่อวิเคราะห์โดยใช้ภาพถ่ายดาวจากกล้องดิจิทัล DSLR

จากภาพที่ 2 สามารถนำมาคำนวณหาระยะทางของกระจุกดาวโดยใช้วิธีการช้อนลำดับหลัก ด้วยการนำข้อมูลในภาพที่ 2 มาเทียบลำดับหลักของกระจุกดาวกับลำดับหลักของ H-R Diagram มาตรฐาน เพื่อหาค่าโชติมาตรสัมบูรณ์ (Absolute Magnitude) ซึ่งจะได้อีกข้อมูลดังแสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การเทียบ H-R Diagram ของกระจุกดาวเปิด M35 กับ H-R Diagram มาตรฐาน
เมื่อวิเคราะห์โดยใช้ภาพถ่ายดาวจากกล้องดิจิทัล DSLR

จากภาพที่ 3 แสดงผลการช้อนลำดับหลักของโชติมาตรปรากฏของกระจุกดาวเปิด M35 กับค่าโชติมาตรสัมบูรณ์มาตรฐาน แสดงให้เห็นผลการช้อนทับจะได้โชติมาตรปรากฏของดาว (m) มีค่าประมาณ 11 และ ค่าโชติมาตรสัมบูรณ์มาตรฐาน (M) มีค่าประมาณ 1.3 เมื่อคำนวณหาระยะทางของกระจุกดาวเปิด M35 ตามสมการที่ (2) พบว่าระยะทางของกระจุกดาวเปิด M35 มีค่าประมาณ 871 พาร์เซก หรือประมาณ 2,839 ปีแสง



ภาพที่ 4 จุดเบนออกจากแถบกระบวนหลักของกระจุกดาวเปิด M35
เมื่อวิเคราะห์โดยใช้ภาพถ่ายดาวจากกล้องดิจิทัล DSLR

จากภาพที่ 4 แสดงให้เห็นตำแหน่งที่ค่าโชติมาตรปรากฏของดาวที่จุดเบนออกจากแถบกระบวนหลัก (m) มีค่าประมาณ 8 เนื่องจากค่าที่ได้ คือค่าโชติมาตรปรากฏจึงต้องเปลี่ยนค่าโชติมาตรปรากฏ เป็นค่ากำลังส่องสว่างของดาวกับดวงอาทิตย์ดังสมการที่ (4) จะได้

$$8 - (-26.5) = -2.5 \log \left[\left(\frac{L}{L_{\text{sun}}} \right) \left(\frac{4.848132 \times 10^{-6}}{871} \right)^2 \right]$$

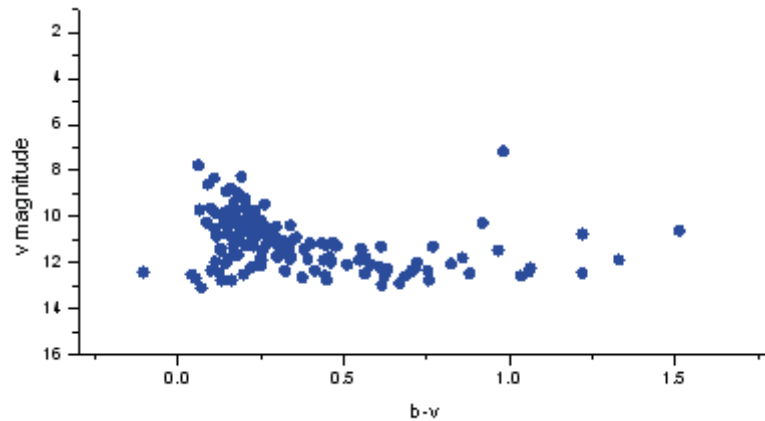
เมื่อนำค่ากำลังส่องสว่างของดาวกับดวงอาทิตย์มาคำนวณหามวลของดาวฤกษ์ ต่อมวลดวงอาทิตย์ จากสมการที่ (5) จะได้มวลของดาวฤกษ์ต่อมวลดวงอาทิตย์ของกระจุกดาวเปิด M35 (M/M_{sun}) = 5.94232697 จากนั้นคำนวณหาอายุของกระจุกดาวโดยแทนค่ามวลของดาวฤกษ์ต่อมวลดวงอาทิตย์ ลงในสมการที่ (3) จะได้

$$\begin{aligned} t &= 10^{10} \text{ years} \left[\frac{m}{m_{\text{sun}}} \right]^{-2.5} \\ t &= 10^{10} \text{ years} [5.94232697]^{-2.5} \\ t &= 0.0116173918 \times 10^{10} \\ t &= 116 \text{ ล้านปี} \end{aligned}$$

นั่นคือ กระจุกดาวเปิด M35 มีอายุ 116 ล้านปี

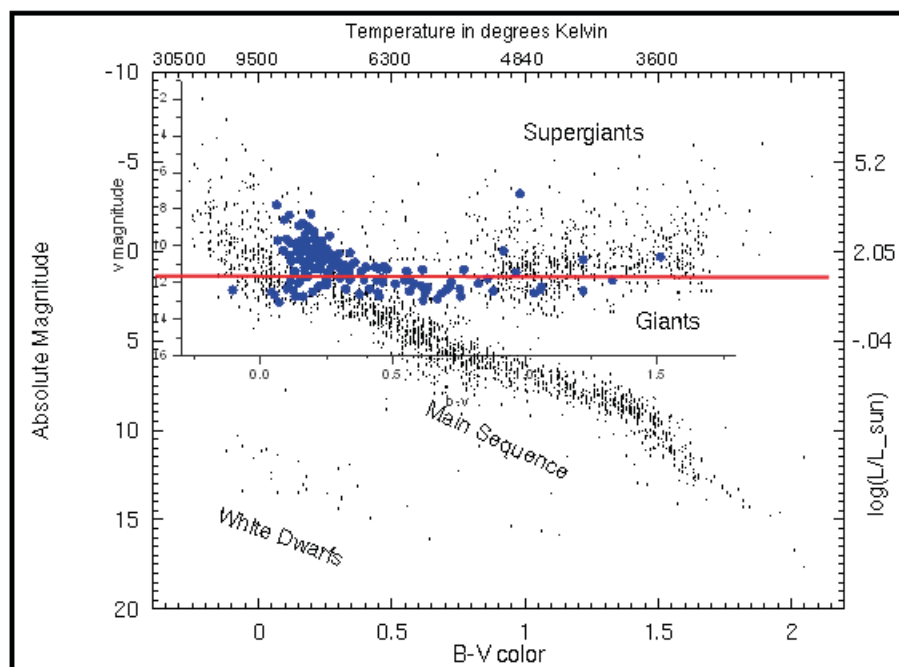
ตอนที่ 2 วิเคราะห์ภาพถ่ายดาวจากกล้อง CCD

จากการวิเคราะห์หาค่า Intensity ของกระจุกดาวจากข้อมูลภาพถ่ายที่ได้จากการสังเกตการณ์ กระจุกดาวเปิด M35 ด้วยโปรแกรม IRIS จะได้กราฟ ดังภาพที่ 5



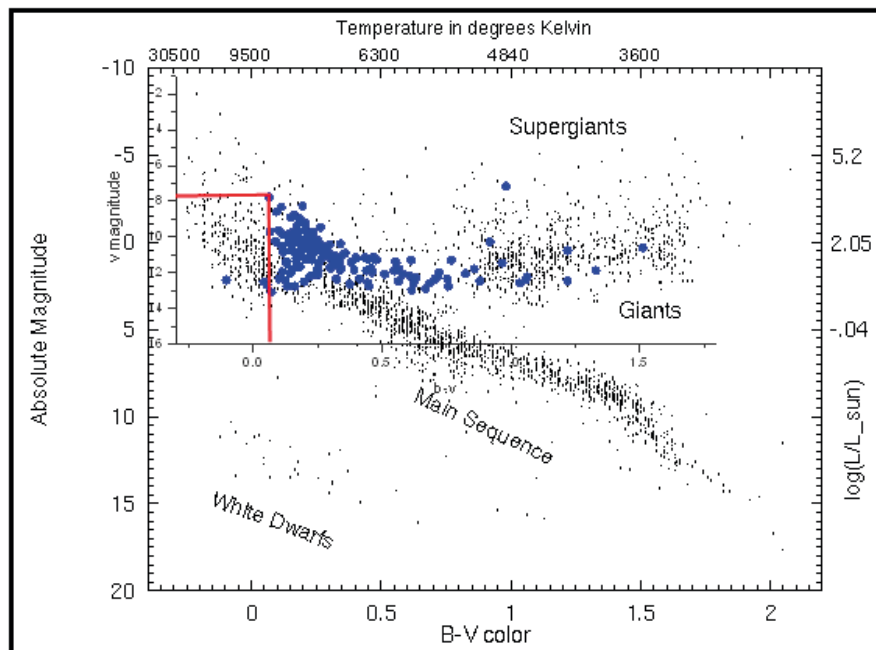
ภาพที่ 5 H-R Diagram ของกระจุกดาวเปิด M35 เมื่อวิเคราะห์โดยใช้ภาพถ่ายดาวจาก CCD

จากภาพที่ 5 สามารถนำมาคำนวณหาระยะทางของกระจุกดาวโดยใช้วิธีการช้อนลำดับ ซึ่งจะได้อัตราการลดลงของโชติมาตรปรากฏของกระจุกดาวเปิด M35 กับค่าโชติมาตรสัมบูรณ์มาตรฐาน แสดงให้เห็นผลการช้อนทับจะได้โชติมาตรปรากฏของดาว (m) มีค่าประมาณ 11.4 และ ค่าโชติมาตรสัมบูรณ์มาตรฐาน (M) มีค่าประมาณ 1.5



ภาพที่ 6 การเทียบ H-R Diagram ของกระจุกดาวเปิด M35 กับ H-R Diagramมาตรฐาน
เมื่อวิเคราะห์โดยใช้ภาพถ่ายดาวจาก CCD

เมื่อกำหนดหาระยะทางของกระจุกดาวเปิด M35 ตามสมการที่ (2) ซึ่งผลการคำนวณพบว่าระยะทางของกระจุกดาวเปิด M35 มีค่าประมาณ 871 พาร์เซก หรือประมาณ 2,839 ปีแสง



ภาพที่ 7 จุดเบนออกจากแถบกระบวนหลักของกระจุกดาวเปิด M35

เมื่อวิเคราะห์โดยใช้ภาพถ่ายดาวจาก CCD

จากภาพที่ 7 แสดงให้เห็นตำแหน่งที่ค่าโชติมาตรปรากฏของดาวที่จุดเบนออกจากแถบกระบวนหลัก (m) มีค่าประมาณ 7.8 เนื่องจากค่าที่ได้ คือค่าโชติมาตรปรากฏจึงต้องเปลี่ยนค่าโชติมาตรปรากฏ เป็นค่ากำลังส่องสว่างของดาวกับดวงอาทิตย์ดังสมการที่ (4) จะได้

$$7.8 - (-26.5) = -2.5 \log \left[\left(\frac{L}{L_{\text{sun}}} \right) \left(\frac{4.848132 \times 10^{-6}}{871} \right)^2 \right]$$

เมื่อนำค่ากำลังส่องสว่างของดาวกับดวงอาทิตย์มาคำนวณหามวลของดาวฤกษ์ ต่อมวลดวงอาทิตย์ จากสมการที่ (5) จะได้มวลของดาวฤกษ์ต่อมวลดวงอาทิตย์ของกระจุกดาวเปิด M35 (M/M_{sun}) = 6.263615423 จากนั้นคำนวณหาอายุของกระจุกดาวโดยแทนค่ามวลของดาวฤกษ์ต่อมวลดวงอาทิตย์ ลงในสมการที่ (3) จะคำนวณอายุของกระจุกดาวเปิด M35 นี้ได้ 102 ล้านปี

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาเพื่อกำหนดหาระยะทางและอายุของกระจุกดาวเปิด M35 โดยใช้ภาพจากกล้องดิจิทัล DSLR สามารถสรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลได้ดังนี้ ผลการวิเคราะห์อายุของกระจุกดาวเปิด M35 พบว่า มีอายุประมาณ 116 ล้านปี มีระยะทางประมาณ 871 พาร์เซก หรือ 2,839 ปีแสง กำหนดหาระยะทางและอายุของกระจุกดาวเปิด M35 โดยใช้ภาพจาก CCD สามารถสรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลได้ดังนี้ ผลการวิเคราะห์อายุของกระจุกดาวเปิด M35 พบว่า มีอายุประมาณ 102 ล้านปี มีระยะทางประมาณ 871 พาร์เซก หรือ 2,839 ปีแสง

จากงานวิจัยอื่นที่ได้วิเคราะห์หาอายุของกระจุกดาวเปิด M35 มีอายุประมาณ 100 - 110 ล้านปี มีระยะทาง คือ 2,800 ปีแสง [4] จากผลการวิเคราะห์หาระยะทางและอายุของกระจุกดาวเปิด M35 โดยใช้ภาพจากกล้องดิจิทัล DSLR มีค่าความคลาดเคลื่อน 1.4% และ 5.45% ตามลำดับ และภาพจากกล้อง CCD มีค่าความคลาดเคลื่อน 1.4% และ 2% ตามลำดับ จากผลที่วิเคราะห์ได้จากภาพถ่ายทั้งจากกล้องดิจิทัล DSLR และ CCD ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนไม่ถึง 10% จึงอาจสรุปได้ว่าภาพถ่ายกระจุกดาวจากกล้อง ดิจิทัล DSLR และ CCD สามารถนำมาวิเคราะห์และให้ผลใกล้เคียงกัน

คำขอบคุณ

ขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ที่สนับสนุนทุนวิจัยประจำปีงบประมาณ 2559 และขอขอบคุณหอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบ พระชนมพรรษา จังหวัดพะเยา สำหรับสถานที่และอุปกรณ์ในการเก็บข้อมูล

เอกสารอ้างอิง

- [1] สุทธิดา เชื้อนแก้ว. (2557). การศึกษา **Initial Mass Function** ของกระจุกดาวเปิด. THE 1st THAI ASTRONOMICAL CONFERENCE (STUDENT SESSION).
- [2] Gigerich, O. (1990). **Exercises in Practical Astronomy Using Photograph with Solution**. Great Britain: The Bath Press.
- [3] Karttunen, H., Kroger, K., Oja, H., Poutanen, M. and Donner, K.J. (1987). **Fundamental Astronomy**: Germany: Springer – Verlag Berlin Heidelberg.
- [4] Carrol, B.W. and Ostle, D.A. (1996). **An Introduction to Modern Astrophysics**. United State of America: Addison - Wesley Publishing Company.
- [5] ไพโรบลย์ ทองเชื้อ. (2549). การสร้างและวิเคราะห์แผนภาพเฮช-อาร์ของกระจุกดาวเปิด M35. รายงานวิจัย. มหาวิทยาลัยรามคำแหง.