



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 6
The 6th STOU National Research Conference

การคำนวณหาระยะทางและอายุของกระจุกดาว M67

The Calculations of Distance and Age of the M67 Cluster

จิรุตติกานต์ ธัญญาหาร (Jirattikarn Thanyaharn)¹ วนิดา จันทรชีวา (Wanida Janchiva)¹

ศุทธิณี มาลา (Sutthini Mala)¹ รมณฤต รัตนมาลา (Ronnakrit Rattanamala)²

ลัดดา ดีสวน (Ladda Deesuan)³

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อคำนวณหาระยะทางและอายุของกระจุกดาว M67 การวิจัยในครั้งนี้ภาพที่ได้ถูกนำมาวิเคราะห์และคำนวณหาค่าระยะทางและอายุของกระจุกดาว M67 ได้ทำการเก็บข้อมูลกระจุกดาว M67 ณ หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบพระชนมพรรษา นครราชสีมา สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยทำการถ่ายภาพด้วยกล้องซีซีดี โฟโตมิเตอร์ ที่ต่อเข้ากับกล้องโทรทรรศน์สะท้อนแสงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เมตร ผ่านแผ่นกรองแสงสีน้ำเงิน(B) และสีเหลือง(V)โดยใช้เวลาในการถ่ายภาพ 60 วินาที และ 18 วินาที ต่อหนึ่งภาพ หลังจากนั้นนำภาพถ่ายกระจุกดาว M67 ที่ได้ไปผ่านกระบวนการกำจัดสัญญาณรบกวน (Reduction Images) ด้วยโปรแกรม IRIS แล้วนำภาพไปวิเคราะห์ค่าโชติมาตรปรากฏด้วยโปรแกรม Aperture Photometry Tool (APT)ซึ่งข้อมูลที่ได้ถูกนำมาปรับให้เป็นค่ามาตรฐานและนำมาสร้างแผนภาพ HR Diagram ของกระจุกดาว M67 โดยสามารถวัดค่าโชติมาตรปรากฏของดาวฤกษ์จำนวนทั้งหมด 523 ดวงการศึกษาข้อมูลในครั้งนี้ได้นำข้อมูลจากการเก็บข้อมูลทำการวิเคราะห์หา ระยะทางและอายุ จากนั้นนำข้อมูลที่วิเคราะห์มาสร้างเป็นแผนภาพ แฮร์ตสปรัง-รัสเซลล์ (H-R Diagram) ทำการหาจุดวกกลับเพื่อนำมาหาค่าระยะทางแล้วคำนวณหาระยะทางได้เท่ากับ 758.6 พาร์เซก และอายุได้เท่ากับ 5.37×10^9 ปี จากข้อมูล การศึกษาระยะทางและอายุของกระจุกดาว M67 ทำให้สามารถทราบถึงวิวัฒนาการของกระจุกดาว

คำสำคัญ: กระจุกดาวเปิด กระจุกดาว M67 แผนภาพ HR Diagram

¹นักศึกษา โปรแกรมวิทยาศาตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา E-mail :

teddy_balmbie@hotmail.com

²ผู้ช่วยศาสตราจารย์ โปรแกรมวิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

³สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ(องค์การมหาชน) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

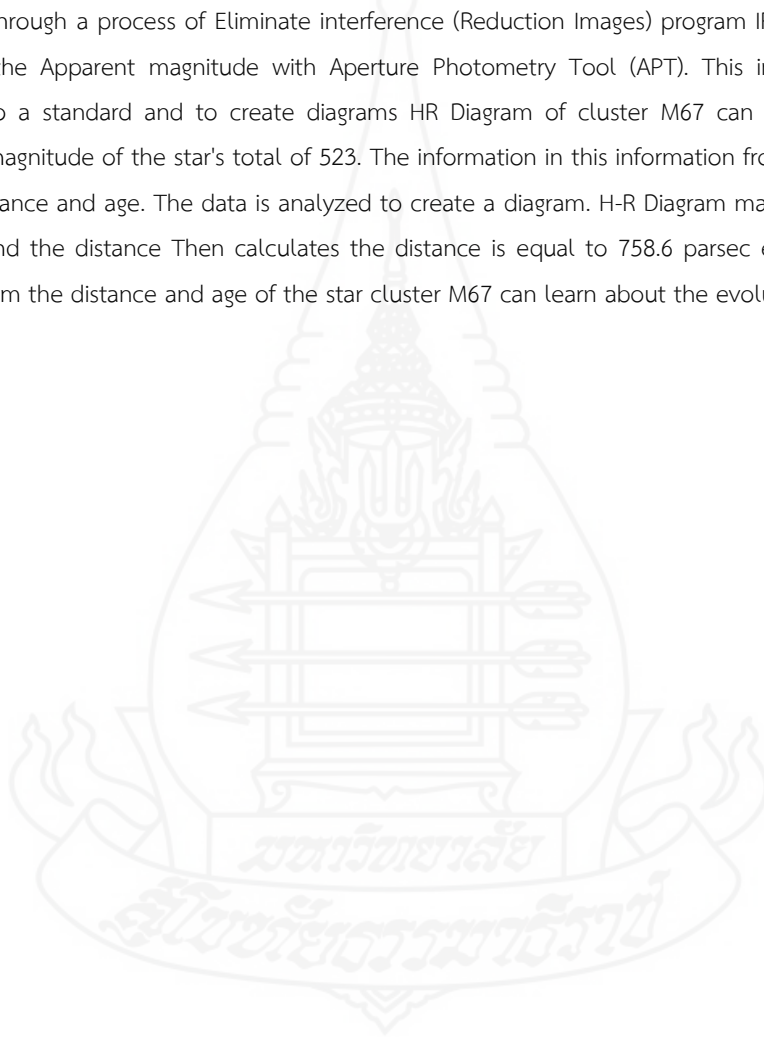


การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 6

The 6th STOU National Research Conference

Abstract

This research aimed to calculate of the distance and age of the M67 cluster. The data were analyzed and calculated The image data of the M67 cluster were observed at Regional Observatory for the Public Nakhon Ratchasima, National Astronomical Research Institute of Thailand (Public Organization) of the Ministry of Science and Technology. via CCD photometer in B and V filters connected to a 0.5 m reflecting telescope. Takes to shoot 60 seconds and 18 seconds per photo after photo taken cluster M67 has gone through a process of Eliminate interference (Reduction Images) program IRIS then analyzes the image to the Apparent magnitude with Aperture Photometry Tool (APT). This information has been adjusted to a standard and to create diagrams HR Diagram of cluster M67 can be measured by the apparent magnitude of the star's total of 523. The information in this information from the data analyzed for the distance and age. The data is analyzed to create a diagram. H-R Diagram made a turn off point In order to find the distance Then calculates the distance is equal to 758.6 parsec equals 5.37×10^9 years old and from the distance and age of the star cluster M67 can learn about the evolution of star clusters.



Keywords: Open clusters, M67 Star clusters, HR Diagram



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 6

The 6th STOU National Research Conference

บทนำ

ดาราศาสตร์เป็นสาขาวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับวัตถุท้องฟ้าที่เห็นบนท้องฟ้าในยามค่ำคืนส่วนใหญ่เป็นดาวฤกษ์ ซึ่งการศึกษาดาวฤกษ์ส่วนใหญ่จะศึกษาจากกระจุกดาวกระจุกดาวเป็นแหล่งรวมดาวฤกษ์หลายร้อยดวงกระจุกดาวแบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ กระจุกดาวทรงกลม(globular cluster) และกระจุกดาวเปิด(open cluster) โดยดาวฤกษ์ในกระจุกดาวจะมีการเคลื่อนที่ และระยะห่างเท่ากันทุกดวงตลอดจนการก่อกำเนิดดาวฤกษ์ที่ก่อกำเนิดขึ้นมาพร้อมๆ กัน

กระจุกดาวเปิด คือ การรวมตัวกันของดาวฤกษ์ที่เกิดขึ้นใหม่ โดยดาวฤกษ์แต่ละดวงมีแรงดึงดูดกัน ทำให้ดาวอยู่รวมกันเป็นกระจุก ส่วนใหญ่เราจะพบกระจุกดาวเปิดในกาแล็กซีกังหัน (Spiral Galaxy) และชนิดไร้รูปร่างเท่านั้นซึ่งจะอยู่บริเวณแขนของกังหัน กระจุกดาวเปิดจะมีสมาชิกอยู่หลายร้อยดวงถึงหลายพันดวง ปกติแล้วกระจุกดาวเปิดจะมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 30 ปีแสง หรือ 10 พาร์เซกซึ่งเป็นดาราจักรที่ยังมีการก่อตัวของดาวฤกษ์ดำเนินอยู่ โดยทั่วไปมีอายุน้อยกว่าร้อยล้านปี และมักถูกรบกวนจากกระจุกดาวอื่นหรือกลุ่มเมฆที่มันโคจรรอบอยู่ใกล้ๆ ทำให้สูญเสียสมาชิกในกระจุกดาวไปบ้างในการประจันหน้ากับดาราจักรสนใจที่จะศึกษากระจุกดาวเปิด เพราะดาวทุกดวงในกระจุกดาวเปิดอยู่ห่างจากโลกด้วยระยะทางที่เท่ากัน ดาวทุกดวงมีองค์ประกอบทางเคมีที่คล้ายกัน และดาวทุกดวงเกิดในช่วงเวลาเดียวกันการศึกษาลักษณะต่อตัวแปรอันละเอียดอ่อนต่างๆ ของคุณลักษณะของดวงดาวจึงทำได้ง่ายกว่าการศึกษาดาวฤกษ์เดี่ยวๆ นักดาราศาสตร์จึงสามารถใช้กระจุกดาวเปิดเป็นห้องทดลองสำหรับเปรียบเทียบสมบัติของดาว ใช้วัดระยะห่างในเอกภพ และใช้หาอายุของกาแล็กซีทางช้างเผือกได้ กระจุกดาวเปิดในฐานะข้อมูลเมสสิเยร์มีทั้งหมด 26 กระจุก

M67 เป็นกระจุกดาวกลุ่มดาวปูยังมีความสว่างน้อยกว่ากระจุกดาวรวงผึ้ง (M44) กระจุกดาว M67 เกิดจากเมฆก๊าซและฝุ่นในจานราบของกาแล็กซีทางช้างเผือก และยังมีความแตกต่างจากกระจุกดาวอื่น ๆ โดยกระจุกดาว M67 ตั้งอยู่สูงกว่าระนาบกาแล็กซี 2800 ปีแสงจากโลกกระจุกดาว M67 ยังคงสภาพสมบูรณ์ และมีอายุนานกว่า 4 พันล้านปี ซึ่งเป็นอายุที่ยาวนานเป็นพิเศษสำหรับกระจุกดาว (กระจุกดาวทั่วไปจะมีอายุเพียงแค่ประมาณ 10 ล้านปี) สาเหตุเนื่องมาจากว่ากระจุกดาวนี้อยู่ห่างไกลจากความโกลาหลภายในจานของกาแล็กซีทางช้างเผือกอายุของกระจุกดาว และโครงสร้างทางเคมีของดาวฤกษ์ภายในกระจุกดาวมีลักษณะคล้ายกับที่ดวงอาทิตย์ของเรา ซึ่งดวงอาทิตย์ของเรามีอายุประมาณ 4 พันล้านปี

นักดาราศาสตร์ยังพบดาวแฝดที่มีลักษณะคล้ายกับดวงอาทิตย์ภายในกระจุกดาว และยังคงคาดเดาจากความคล้ายคลึงกันของดาว ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าดวงอาทิตย์ของเราอาจเคยเป็นดาวฤกษ์ที่อยู่ภายในกระจุกดาว M67 มาก่อน และพลัดหลงออกมาจากกระจุกดาวเมื่อกลายเป็นดาวเดี่ยวที่อยู่ในบริเวณจาน และโคจรรอบๆใจกลางกาแล็กซีทางช้างเผือกในขณะนี้ที่นักดาราศาสตร์ส่วนใหญ่คิดว่า มีโอกาสที่ดวงอาทิตย์ของเรามีต้นกำเนิดมาจาก M67

ดังนั้น M67 (NGC 2682) เป็นกระจุกดาวเปิด(Open Cluster) อยู่ตำแหน่ง RA(2000) $8^{\text{h}} 51^{\text{m}} 18^{\text{s}}$ และ Dec(2000) $11^{\circ} 48'$ เป็นกระจุกดาวตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเกี่ยวกับวิวัฒนาการของดาวฤกษ์ โดยการศึกษาในครั้งนี้คณะผู้ทำวิจัยทำการศึกษาหาอายุของกระจุกดาว M67 ของ Laugaly ในปี ค.ศ.2004 ได้ทำการศึกษาระดับกระจุกดาว M67 โดยมีค่าระยะทางเท่ากับ 770 พาร์เซก ต่อมาในปี ค.ศ.2009 Ata Sarajedini, Aaron Dotter และ Allison Kirkpatrick พบว่ากระจุกดาว M67 มีอายุระหว่าง 3.5×10^9 ถึง 4.0×10^9 ปี จากนั้น A. Önehağ และคณะได้ทำการศึกษาระดับกระจุกดาว M67 และได้รายงานอายุของกระจุกดาว M67 ไว้ในปี ค.ศ.2011 โดยประมาณว่ากระจุก



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 6 The 6th STOU National Research Conference

ดาว M67 มีอายุเท่ากับ $4.2 \pm 1.6 \times 10^9$ ปี (4.2 ± 1.6 Gyr) แต่ค่าระยะทางเท่ากับ 900 พาร์เซก จากข้อมูลการศึกษา ระยะทางและอายุของกระจุกดาว M67 ทำให้คณะผู้วิจัยมีความประสงค์ที่จะศึกษาเพื่อตรวจสอบในการคำนวณ คำนวณระยะทางและอายุของกระจุกดาว M67 เพื่อให้ทราบถึงวิวัฒนาการของกระจุกดาว

วัตถุประสงค์การวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อคำนวณหาระยะทางและอายุของกระจุกดาว M67

ระเบียบวิธีวิจัย

การศึกษาหาระยะทางและอายุของดาวฤกษ์ในกระจุกดาว M67 ในครั้งนี้ ได้ทำการเก็บข้อมูลภาพถ่าย กระจุกดาว ในวันที่ 6 เมษายน พ.ศ.2559 ณ หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบ พระชนมพรรษา นครราชสีมา สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยทำการถ่ายภาพด้วย กล้องซีซีดีโฟโตมิเตอร์ (CCD Photometer) ที่เชื่อมต่อกับกล้องโทรทรรศน์สะท้อนแสงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เมตร ผ่านแผ่นกรองแสงในช่วงความยาวคลื่นสีน้ำเงิน (B) และสีเหลือง (V) โดยใช้เวลาในการถ่ายภาพ 60 วินาที และ 18 วินาทีต่อหนึ่งภาพ หลังจากนั้นนำภาพถ่ายกระจุกดาว M67 ที่ได้ไปผ่านกระบวนการกำจัดสัญญาณรบกวน (Reduction Images) ด้วยโปรแกรม IRIS แล้วนำภาพไปวิเคราะห์ค่าโชติมาตรปรากฏด้วยโปรแกรม Aperture Photometry Tool (APT) ซึ่งข้อมูลที่ได้ถูกนำมาปรับให้เป็นค่ามาตรฐานและนำมาสร้างแผนภาพ HR Diagram

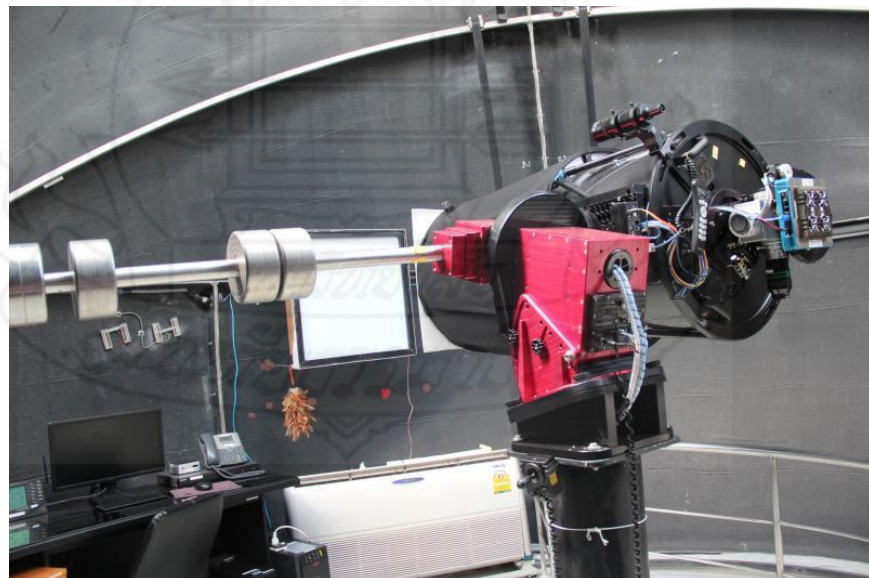


Figure 1 CCD Photometer Reflecting Telescope

ผลการวิจัย



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 6
The 6th STOU National Research Conference

จากการเก็บข้อมูลภาพถ่ายกระจุกดาว M67 (Figure 1) ด้วยกล้องซีซีดี โฟโตมิเตอร์ แล้วทำการวัดค่าโชติมาตรปรากฏด้วยโปรแกรม APT ซึ่งข้อมูลทั้งหมดจะถูกนำมาปรับค่าโชติมาตรปรากฏ โดยจะใช้ข้อมูลของดาวฤกษ์ CI* NGC 2682 ES 2022 ($RA(2000) 8^h 51^m 29.351^s$ $DEC(2000) +11^\circ 45' 27.56''$ $B=13.86$ $V=12.93$ และ $B-V=0.93$) ที่ใช้เป็นดาวเปรียบเทียบ โดยนำค่าโชติมาตรปรากฏและดัชนีสีของดาวฤกษ์ที่ทำการศึกษา นำข้อมูลทั้งหมดสร้างแผนภาพ HR Diagram ของกระจุกดาว M67 (Figure 2) โดยสามารถวัดค่าโชติมาตรปรากฏของดาวฤกษ์จำนวน 523 ดวง

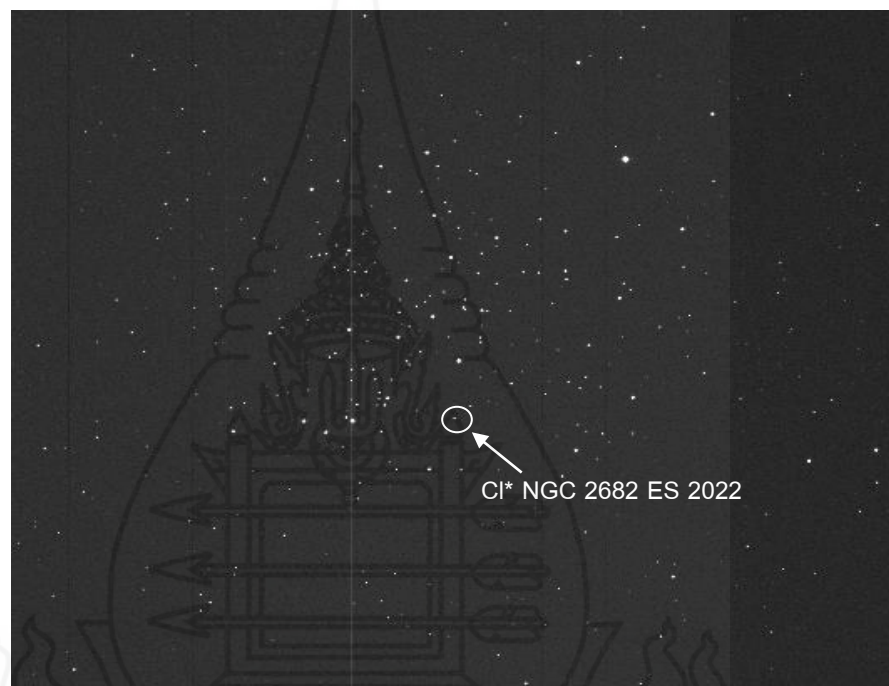


Figure 2 The M67 cluster image



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 6
The 6th STOU National Research Conference

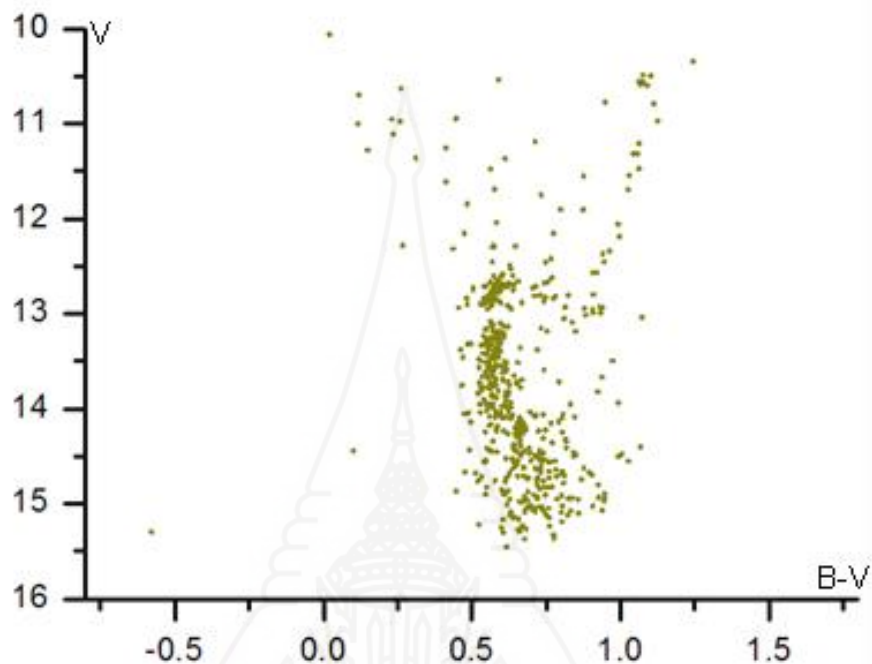


Figure3 HR diagram of M67 cluster.

จากข้อมูลและแผนภาพ HR Diagram ของกระจุกดาว M67 พบว่าดาวฤกษ์ในกระจุกดาว M67 มีค่าดัชนีสีอยู่ระหว่าง -0.579 ถึง 1.3505 และค่าอุณหภูมิยังผลของดาวฤกษ์ในกระจุกดาว M67 ได้อยู่ระหว่าง 3,647เคลวิน ถึง 53,995 เคลวินและจัดจำแนกชนิดสเปกตรัมของดาวฤกษ์ในกระจุกดาว M67 ได้อยู่ระหว่างชนิดสเปกตรัม (Spectral class) O (สีน้ำเงิน) ถึง M (สีแดง) และเมื่อนำแผนภาพ HR Diagram ของดาวฤกษ์ในกระจุกดาว M67 ไปเทียบกับแผนภาพ HR Diagram มาตรฐาน (Figure3) สามารถวิเคราะห์ค่าโชติมาตรปรากฏในช่วงความยาวคลื่นแสงสีเหลือง เท่ากับ +13.3 และโชติมาตรสัมบูรณ์ในช่วงความยาวคลื่นสีเหลือง เท่ากับ +3.9 แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงค่าคุณลักษณะทางกายภาพและประเภทของดาวฤกษ์ที่พิจารณา

Star	T_{eff} (K)	V	M_v	type
M67	3,647-53,995	13.3	3.9	O-M



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 6

The 6th STOU National Research Conference

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

$$\frac{L}{L_\odot} = 10^{\frac{V-M_V}{-2.5}} \left(\frac{d}{d_\odot} \right)^2 = \left(\frac{M}{M_\odot} \right)^{3.5} \quad (2)$$

$$\frac{t}{t_\odot} = \left(\frac{M}{M_\odot} \right)^{-2.5} \quad (3)$$

โดย

V คือ โชติมาตรปรากฏในช่วงความยาวคลื่นสีเหลือง

M_V คือ โชติมาตรสัมบูรณ์ในช่วงความยาวคลื่นสีเหลือง

d คือ ระยะทาง ในหน่วย พาร์เซก (pc)

L คือ กำลังส่องสว่างของกระจุกดาว M67

$L_\odot$ คือ กำลังส่องสว่างของดวงอาทิตย์

$d_\odot$ คือ ระยะทางของกระจุกดาว M67

$d_\odot$ คือ ระยะทางของดวงอาทิตย์

M คือ มวลของกระจุกดาว M67

$M_\odot$ คือ มวลของดวงอาทิตย์

t คือ อายุของกระจุกดาว M67

$t_\odot$ คือ อายุของดวงอาทิตย์

จากสมการมอดูลัสระยะทาง (Distance modulus, $V-M_V$) สมการ (1) คำนวณได้เท่ากับ +9.4 และคำนวณระยะทางได้ 758.6 พาร์เซก และจากสมการ (2) และสมการ (3) คำนวณอายุของกระจุกดาว M67 ได้ 5.37×10^9 ปี (5.37 Gyr) แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงค่าระยะทางและอายุของกระจุกดาว M67

Star	$V-M_V$	d	$t(\text{Gyr})$
M67	9.4	758.6	5.37

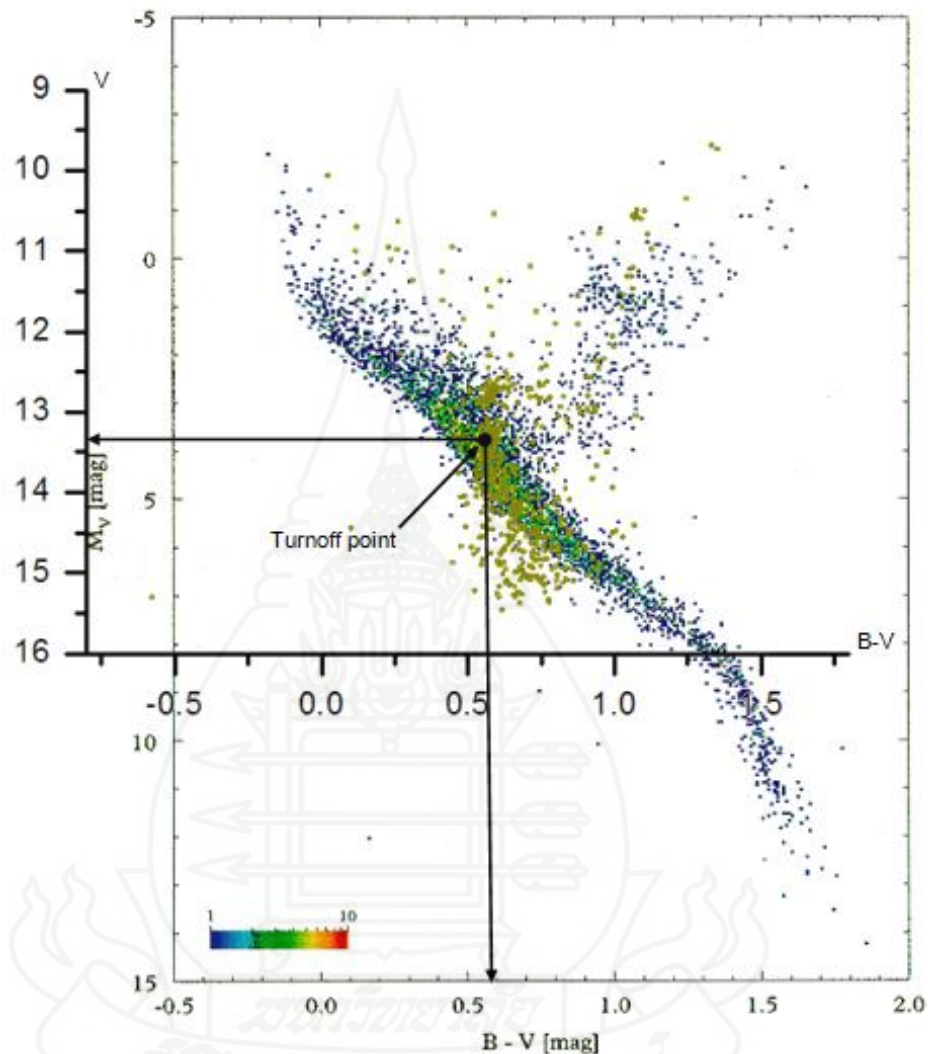


Figure3 the comparison of M67 with the standHR diagram.

เมื่อนำข้อมูลที่วิเคราะห์มาสร้างเป็นแผนภาพ HR Diagram ของกระจุกดาว M67 ไปเทียบกับแผนภาพ HR Diagram มาตรฐาน (Figure3) ซึ่งแสดงข้อมูลดาวฤกษ์ในแถบลำดับหลัก เมื่อทำการหาจุดวกกลับ (Turn-off point) เพื่อนำมาหาค่าระยะทาง แล้วคำนวณหาระยะทางแล้ว ได้ค่าระยะทางเท่ากับ 758.6 พาร์เซก และอายุได้เท่ากับ 5.37×10^9 ปี ซึ่งเมื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบแล้วพบว่าดาวฤกษ์ที่พิจารณามีตำแหน่งใกล้เคียงกับฐานข้อมูลดาวฤกษ์ที่พิจารณาจากฐานข้อมูล simbad มาก โดยการจัดจำแนกชนิดสเปกตรัมของดาวฤกษ์ในกระจุกดาว M67 ได้อยู่ระหว่างชนิดสเปกตรัม (Spectral class) O (สีน้ำเงิน) ถึง M (สีแดง) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าดาวฤกษ์นั้นยังไม่มีวิวัฒนาการ และยังเป็นดาวฤกษ์ในแถบลำดับหลักสีเหลืองอีกด้วย



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 6

The 6th STOU National Research Conference

อภิปรายผลการวิจัย

จากการคำนวณหาระยะทางและอายุของกระจุกดาว M67 จากแผนภาพ HR Diagram สามารถคำนวณระยะทางได้ 758.6 พาร์เซก และคำนวณอายุได้ 5.37×10^9 ปี (5.37 Gyr) ซึ่งผลจากการคำนวณอายุของกระจุกดาว M67 ที่ได้มีค่าต่างจาก Ata Sarajedini และคณะเพราะวิธีการที่ใช้ในการคำนวณ เครื่องที่ใช้ในการเก็บข้อมูลและจุดวงกลับที่ทำการเลือกนั้นต่างกันแต่อยู่ในช่วงเดียวกันกับของ A. Önehag และคณะในปี ค.ศ.2011 คือ 3.5 และ 4.0 Gyr แต่ในปี ค.ศ.2004 Laugalys ได้ทำการศึกษาระดับกระจุกดาว M67 ระยะทางที่ได้มีค่าเท่ากับ 770 พาร์เซก ซึ่งค่าที่ได้จากการคำนวณและงานวิจัยที่ได้ทำการศึกษามีค่าที่ใกล้เคียง เนื่องจากใช้วิธีการคล้ายกัน โดยการใช้ HR Diagram และวิจัยที่ทำการศึกษาใช้การหาค่าจาก Colour Magnitude Diagram (CMD) จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องผลการคำนวณระยะทางมีความใกล้เคียงกันจึงมีความเชื่อมั่นในงานวิจัยนี้

ข้อเสนอแนะ

1. สำหรับช่วงการเก็บข้อมูลควรเก็บในช่วงฤดูหนาว เพราะเป็นช่วงท้องฟ้าเปิด
2. ควรเก็บข้อมูลในที่ที่ห่างไกลจากบริเวณที่มีแสงรบกวนจากภายนอก เช่น แสงจากตึก แสงจากเสาไฟ เป็นต้น เพื่อให้ได้ภาพถ่ายที่ชัดเจน

เอกสารอ้างอิง

- กรกมล ศรีบุญเรือง.(2557).กระจุกดาว M67.สืบค้นเมื่อ 25 มกราคม 2559, จาก <http://www.narit.or.th/index.php/astro-corner2/1124-2014-03>.
- บุญรักษา สุนทรธรรม.(2532). *ดาราศาสตร์ทั่วไป เล่ม 1*. ภาควิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- _____. (2550). *ดาราศาสตร์ฟิสิกส์*. ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 2550.
- ลลิตวดี กวินณชกิจ. (2550). ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกและดาราศาสตร์.สืบค้นเมื่อ 20 มกราคม 2559, จาก http://portal.edu.chula.ac.th/lesa_cd/assets/document/LESA212/messier_object/html/link_index/oc.html
- อารียา มณี สม.(2553).ดาราศาสตร์กระจุกดาว.สืบค้นเมื่อ 20 มกราคม 2559, จาก <https://www.l3nr.org/posts/456265>
- Ata Sarajedini, Aaron Dotter and Allison Kirkpatrick. (2009) Deep 2Mass Photometry of M67 and Calibration of the Main-Sequence J-K_s Color Different as an Age Indicator. The Astrophysical Journal, 698: 18721878.
- A. Önehag et al.(2011) M67-1194, an unusually sun-like solar twin in M67. Astronomy and Astrophysics, 528: A85.
- Laugalys et al.(2004) CCD Photometry of the M 67 Cluster in the Vilnius System. II. New Photometry of High Accuracy.Retrieved 30 Jan 2016 from



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 6

The 6th STOU National Research Conference

<http://articles.adsabs.harvard.edu//full/2004BaltA..13....1L/0000001.000.html>.

Richard Pogge.(2016) Introduction to Stars, Galaxies, &the Universe.Retrieved 30 Jan 2016 from
<http://www.astronomy.ohiostate.edu/~pogge/Ast162/Unit1/Images/hrhipp.gif>

Shim'on Naim and Evgeny Griv. (2012). Examining the M67 Classification as an Open Cluster.
International Journal of Astronomy and Astrophysics, Scientific Research. 2: 167-173.

Simbad Astronomical Data Base. Retrieved 30 Jan 2016 from <http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/>~.

