Received: October 17, 2024 Revised: November 25, 2024
Accepted: December 9, 2024 Published: December 25, 2024

การคำนวณระยะทางของกระจุกดาวเปิด M67 ด้วยดาวแปรแสง δ Scuti EX Cnc

Distance calculation of M67 open cluster by using a δ Scuti variable star EX Cnc

ณัฐชยา อุปพงษ์[1] นิภาวรรณ กอกกระโทก[1] นันทนา เกยพุดซา[1*] วันธนา ศิลปวิลาวัณย์[2]
และ อุษานาฎ เอื้ออภิสิทธิ์วงศ์[2]
Natchaya Auppapong[1] Nipawan Kokkrathok[1] Nantana Koeypudsa[1*] Wanthana Silpawilawan[2]
and Usanad Ua-Apisitwong[2]

[1]หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
[2]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
[1]Bachelor of Education Program in Physics, Faculty of Education, Nakhon Ratchasima Rajabhat University
[2]Faculty of Science and Technology, Nakhon Ratchasima Rajabhat University
[*] puipui011146@gmail.com

บทคัดย่อ

การหาระยะทางของกระจุกดาว M67 ด้วยดาวแปรแสง EX Cnc ในครั้งนี้ใช้ข้อมูลที่สังเกตการณ์ที่หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบ พระชนมพรรษา นครราชสีมา และข้อมูลจากกล้องโทรทรรศน์อวกาศ TESS ผลการวิเคราะห์พบว่าดาวแปรแสง EX Cnc มีคาบการแปรแสง 0.051 ± 0.002 วัน (ความถี่ 19.608 รอบ/วัน) สำหรับข้อมูลจากหอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบ พระชนมพรรษา นครราชสีมา และมีคาบการแปรแสง 0.052 ± 0.008 วัน (ความถี่ 19.121 รอบ/วัน) สำหรับข้อมูลจากกล้องโทรทรรศน์อวกาศ TESS เมื่อคำนวณหาระยะทางได้ 886 พาร์เซก และ 858 พาร์เซก ตามลำดับ

คำสำคัญ: กระจุกดาว M67, ดาวแปรแสง EX Cnc, โมดูลัสระยะทาง

Abstract

The distance calculation of M67 cluster using the EX Cnc variable star. The data was obtained at the Regional Observatory for Public, Nakhon Ratchasima (ROP-NMA) and Transiting Exoplanet Survey Satellite (TESS) in Sector 44. The period of EX Cnc were 0.051 ± 0.002 days (f = 19.601 cycle/day) and 0.052 ± 0.008 days (f = 19.121 cycle/day) for ROP-NMA and TESS respectively. The distance computed for M67 cluster were 886 pc from ROP-NMA data and 858 pc from TESS data.

Keywords: M67 Cluster, EX Cnc variable star, Distance modulus

บทนำ

การหาระยะทางของวัตถุท้องฟ้าเป็นสิ่งสำคัญต่อการศึกษาธรรมชาติของเอกภพ เพราะจะทำให้เข้าใจโครงสร้างและรูปร่างของเอกภพ การหาระยะทางของวัตถุท้องฟ้าสามารถหาได้หลากหลายวิธี เช่น การวัดมุมแพรัลแลกซ์ (Parallax), การวัดค่าการเคลื่อนที่เฉพาะ (Proper motion) หรือจากค่าโมดูลัสระยะทาง (Distance modulus) ของวัตถุท้องฟ้า

กระจุกดาว M67 (NGC 2682) เป็นกระจุกดาวเปิด (Open Cluster) ในกาแล็กซีทางช้างเผือก มีรายงานระยะทางของกระจุกดาว M67 โดย McClure et al. (1974) มีระยะทาง 420 พาร์เซก ซึ่งใช้วิธีจากค่าโมดูลัสระยะทางของดาวฤกษ์ในกระจุกดาว เหมือนกับกระจุกดาว NGC2420 (McClure et al., 1974) จนกระทั่ง Laugalys et al. (2004) ได้ทำการศึกษากระจุกดาว M67 โดยเทคนิคโฟโตเมทรีวัดความสว่างของ 37 ดวง และใช้วิธีการหาระยะทางจากค่าโมดูลัสระยะทางคำนวณระยะทางได้ 766 พาร์เซก (Laugalys et al., 2004) ต่อมา Yakut et al. (2009) ใช้ระบบดาวคู่แบบใกล้ชิด EX Cnc บอกระยะทางของกระจุกดาว M67 เท่ากับ 857±33 พาร์เซก จากนั้น Önehag et al. (2011) ได้ทำการศึกษากระจุกดาว M67 ด้วยเทคนิคสเปกโทรสโกปีคำนวณระยะทางของกระจุกดาวได้เท่ากับ 900 พาร์เซก ในปี พ.ศ.2559 จิรัฐิติกานต์ ธัญญาหาร และคณะ (2559) ได้คำนวณระยะทางกระจุกดาว M67 จากการเปรียบเทียบแผนภาพ H-R diagram คำนวณระยะทางของกระจุกดาว M67 เท่ากับ 758.6 พาร์เซก ล่าสุด Gao (2018) ทำการศึกษากระจุกดาว M67 และพบว่ามีระยะทาง 883±1 พาร์เซก จากการคำนวณด้วยวิธีวัดค่าการเคลื่อนที่เฉพาะ อย่างไรก็ตามการหาระยะทางของกระจุกดาวยังสามารถวิเคราะห์ได้จากดาวแปรแสงที่เป็นสมาชิกในกระจุกดาวได้ โดยจากการศึกษาของ Peña et al. (2018) ได้หาระยะทางของกระจุกดาว M14 ด้วยดาวแปรแสงในกระจุกดาว จากสมการโมดูลัสระยะทาง และความสัมพันธ์ระหว่างคาบ – กำลังส่องสว่าง พบว่ากระจุกดาว M14 มีระยะทางระหว่าง 9 ถึง 10.2 กิโลพาร์เซก

จากข้อมูลข้างต้นคณะผู้ศึกษาจะดำเนินการคำนวณหาระยะทางของกระจุกดาว M67 ด้วยดาวแปรแสง EX Cnc ซึ่งเป็นดาวแปรแสงชนิด δ Scuti (ดาวแปรแสงชนิด δ Scuti คือ ดาวแปรแสงภายในมีชนิดสเปกตรัมอยู่ระหว่าง A5 ถึง F2 มีการเผาไหม้ไฮโดรเจนบริเวณแกนกลาง มีมวลระหว่าง 1.6-2.6 เท่าของมวลดวงอาทิตย์ และคาบการแปรแสงอยู่ระหว่าง 0.5-6 ชั่วโมง (บุญรักษา สุนทรธรรม, 2550)) ที่อยู่ภายในกระจุกดาว M67 เพื่อยืนยันระยะทางที่ได้ด้วยวิธีการที่แตกต่างจากเดิม

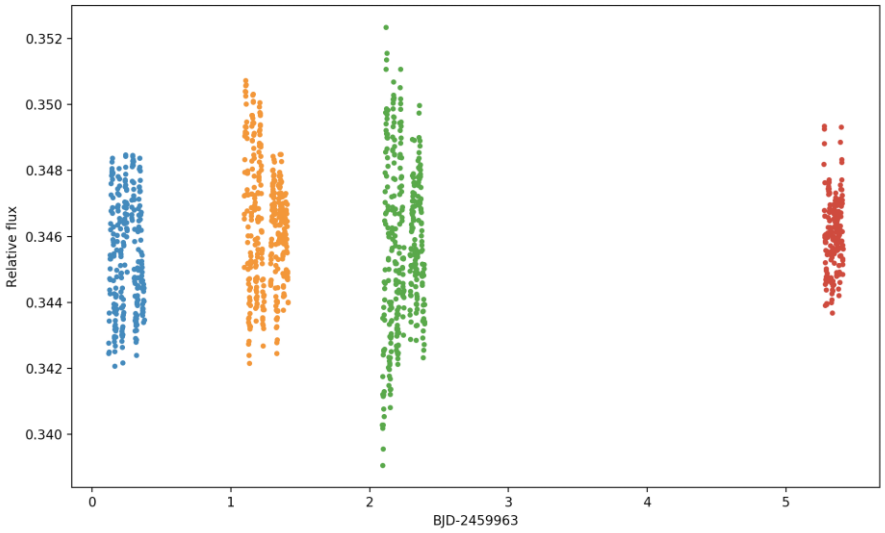
วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อคำนวณหาระยะทางของกระจุกดาว M67 ด้วยดาวแปรแสง EX Cnc

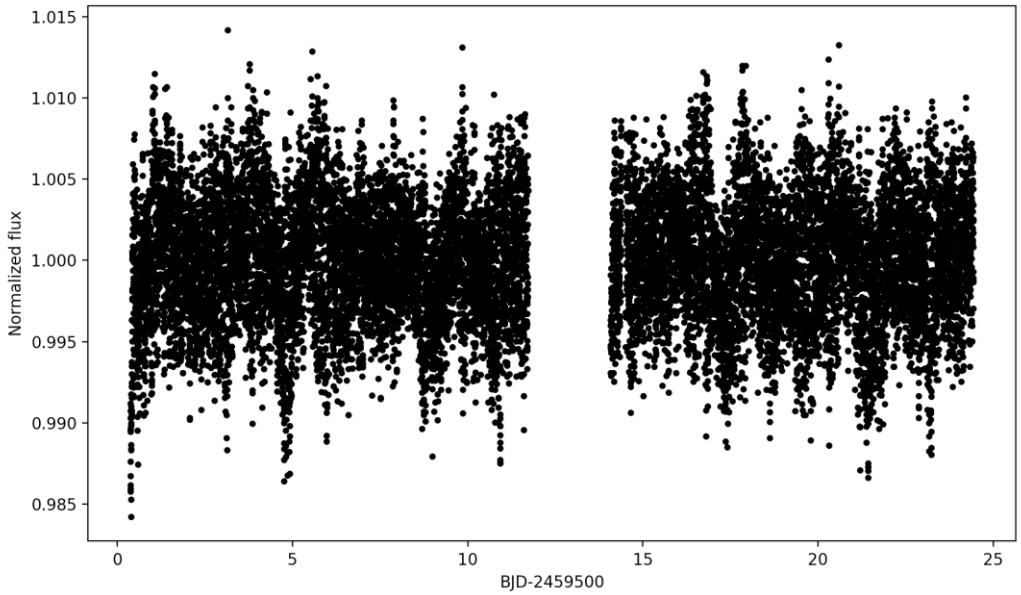
วิธีดำเนินการวิจัย

การคำนวณหาระยะทางของกระจุกดาว M67 ด้วยดาวแปรแสง EX Cnc ได้ดำเนินการสังเกตการณ์ที่หอดูเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบ พระชนมพรรษา นครราชสีมา (ROP-NMA) ในระหว่างวันที่ 18,19,20 และ 23 มกราคม พ.ศ.2566 ในช่วงความยาวคลื่นแสงที่ตามองเห็น (V) จากนั้นนำภาพถ่ายที่ได้ไปทำการกำจัดสัญญาณรบกวน และวัดแสงด้วยโปรแกรม AstroImageJ (AIJ) (Collins et al., 2017) ซึ่งใช้ดาว NGC2682-155 และ

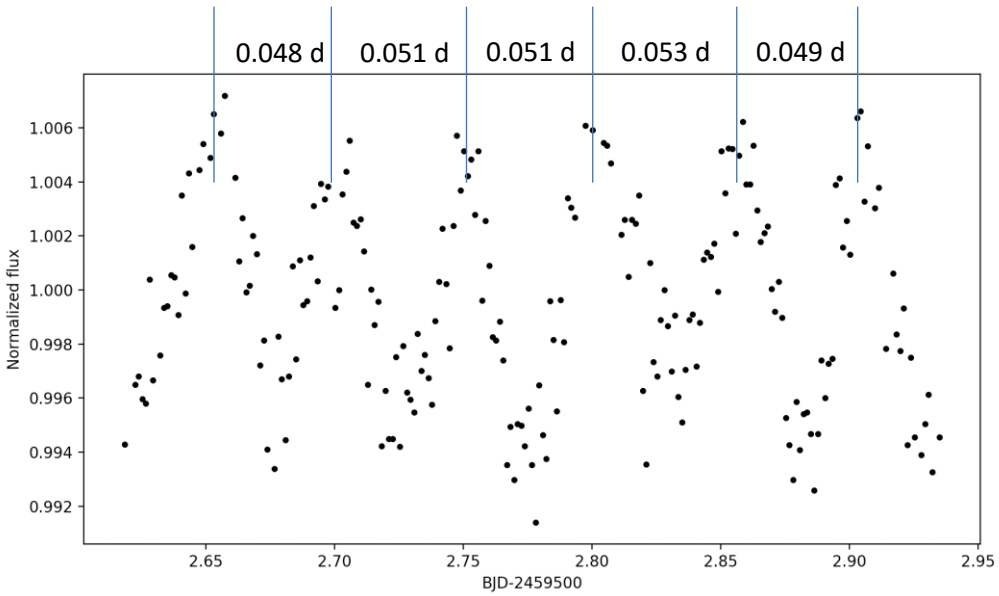
ดาว NGC6282-261 เป็นดาวเปรียบเทียบ นอกจากนั้นได้รวบรวมข้อมูลจากกล้องโทรทรรศน์อวกาศ TESS (Transiting Exoplanet Survey Satellite, TESS) ใน sector ที่ 44 ซึ่งเป็นข้อมูลที่สังเกตการณ์ระหว่างวันที่ 12 ตุลาคม ถึง 6 พฤศจิกายน พ.ศ.2564 ใช้เวลาเปิดหน้ากล้อง 120 วินาที เข้ามาวิเคราะห์ร่วมด้วย โดยกราฟแสงข้อมูลทั้งหมดแสดงดังภาพที่ดังรูปที่ 1 และรูปที่ 2



รูปที่ 1 กราฟแสงของดาวแปรแสงภายใน EX Cnc จากการสังเกตการณ์ที่หอดูเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบ พระชนมพรรษา นครราชสีมา ในวันที่ 18 (สีฟ้า), 19 (สีส้ม), 20 (สีเขียว) และ 23 (สีแดง) มกราคม พ.ศ.2566 โดยข้อมูลกราฟแสงได้แสดงข้อมูลฟลักซ์สัมพัทธ์ (Relative flux) แกนตั้งและเวลาวันจูเลียนแบบแบริเซนทริก (BJD) แกนนอน



รูปที่ 2 กราฟแสงของดาวแปรแสงภายใน EX Cnc จากการสังเกตการณ์ของกล้องโทรทรรศน์อวกาศ TESS



รูปที่ 3 ตัวอย่างการหาคาบการแปรแสงของดาวแปรแสงภายใน EX Cnc จากข้อมูลการสังเกตการณ์ของกล้องโทรทรรศน์อวกาศ TESS

เมื่อได้กราฟแสงจากการสังเกตการณ์แล้วจะนำมาวิเคราะห์หาคาบการแปรแสง โดยหาค่าเวลาที่แสงมากที่สุด ซึ่งเป็นระยะห่างติดต่อกันของเวลาที่ตำแหน่งแสงมากที่สุด เพื่อคำนวณหาคาบการแปรแสงจากสมการที่ 1 (Poro et al., 2021) และคำนวณหาระยะทางจากสมการที่ 2 (บุญรักษา สุนทรธรรม, 2550)

$$M = -2.885\log(P) - 2.445 \quad (1)$$

$$\boldsymbol{m - M = 5\log(d) - 5} \quad (2)$$

เมื่อ M = โชติมาตรสัมบูรณ์
m = โชติมาตรปรากฏ
P = คาบการแปรแสง (วัน)
d = ระยะทาง (พาร์เซก)

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากข้อมูลกราฟแสงที่ได้จากการสังเกตการณ์และข้อมูลจากกล้องโทรทรรศน์อวกาศ TESS สามารถคำนวณหาค่าเวลาที่แสงมากที่สุดแสดงดังตารางที่ 1 และคาบการแปรแสงจากตัวอย่างรูปที่ 3 และคำนวณหาคาบการแปรแสงได้เท่ากับ 0.051 ± 0.002 วัน (ความถี่ 19.608 รอบ/วัน) สำหรับข้อมูลจากกล้องโทรทรรศน์อวกาศ TESS ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับความถี่ลำดับที่สองจากการรายงานของ Zhou (2001) ที่ 19.5674 รอบ/วัน ผลการคำนวณโชติมาตรสัมบูรณ์ของดาวแปรแสง EX Cnc เท่ากับ 1.28 และระยะทาง เท่ากับ 886 พาร์เซก ในทางเดียวกันจากฐานข้อมูลดาวแปรแสงภายใน EX Cnc มีค่าโชติมาตรปรากฏ 10.92 และค่าคาบการแปร

แสงเฉลี่ย (± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) จากข้อมูลที่สังเกตการณ์ได้ จากหอดูเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบ พระชนมพรรษา นครราชสีมา คือ 0.052 ± 0.008 วัน (ความถี่ 19.1205 รอบ/วัน) คำนวณโชติมาตรสัมบูรณ์ของดาวแปรแสงภายใน EX Cnc เท่ากับ 1.25 และระยะทาง เท่ากับ 858 พาร์เซก

ตารางที่ 1 ข้อมูลค่าเวลาที่แสงมากที่สุดจากการสังเกตการณ์ในครั้งนี้

ค่าเวลาที่แสงมากที่สุด (BJD)	แหล่งข้อมูลสังเกตการณ์
2459502.65270	TESS
2459502.70070	TESS
2459502.75150	TESS
2459502.80290	TESS
2459502.85630	TESS
2459502.90580	TESS
2459963.14242	ROP-NMA
2459963.19102	ROP-NMA
2459963.24022	ROP-NMA
2459963.29373	ROP-NMA
2459963.34343	ROP-NMA
2459964.10714	ROP-NMA
2459964.15865	ROP-NMA
2459964.20805	ROP-NMA
2459964.30525	ROP-NMA
2459964.35665	ROP-NMA
2459964.39365	ROP-NMA
2459965.12127	ROP-NMA
2459965.17197	ROP-NMA
2459965.22267	ROP-NMA
2459965.31607	ROP-NMA

สรุปผลการวิจัย

การคำนวณระยะทางของกระจุกดาว M67 ด้วยดาวแปรแสงภายใน EX Cnc พบว่าคาบการแปรแสงของดาวแปรแสง เท่ากับ 0.051 ± 0.002 วัน (ความถี่ 19.608 รอบ/วัน) สำหรับข้อมูลจากกล้องโทรทรรศน์อวกาศ TESS และ 0.052 ± 0.008 วัน (ความถี่ 19.121 รอบ/วัน) สำหรับข้อมูลที่สังเกตการณ์ได้ จากหอดู

เฉลิมพระเกียรติ 7 รอบ พระชนมพรรษา นครราชสีมา ซึ่งนำมาใช้คำนวณหาระยะทางของกระจุกดาว M67 ได้ เท่ากับ 886 พาร์เซก และ 858 พาร์เซก ตามลำดับ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบข้อมูลพบว่ามีความใกล้เคียงกับผลการคำนวณของ Gao (2018) ที่คำนวณได้ 883 ± 1 พาร์เซก ดังนั้นจากผลการคำนวณที่ได้จะสามารถยืนยันระยะทางของกระจุกดาว M67 ได้เป็นอย่างดี

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณหอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบ พระชนมพรรษา นครราชสีมา ที่อำนวยความสะดวกในการใช้สถานที่ และอุปกรณ์ในการสังเกตการณ์ และขอขอบคุณข้อมูลจากกล้องโทรทรรศน์อวกาศ TESS เป็นอย่างสูง

เอกสารอ้างอิง

จิรัฐิติกานต์ ธัญญาหาร, วนิดา จันทร์ชีวา, ศุทธินี มาลา, รณกฤต รัตนมาลา, และลัดดา ดีสวน. (2559). การคำนวณหาระยะทางและอายุของกระจุกดาว M67. *การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 6* (น. 1-10). นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

บุญรักษา สุนทรธรรม. (2550). *ดาราศาสตร์ฟิสิกส์*. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Collins, K. A., Kielkopf, J. F., Stassun, K. G., & Hessman, F. V. (2017). AstroImageJ: Image Processing and Photometric Extraction for Ultra-precise Astronomical Light Curves. *The Astronomical Journal, 153*(77), 1-13.

Gao, X. (2018). A Machine-learning-based Investigation of the Open Cluster M67. *The Astronomical Journal, 869*(1), 1-12.

McClure, R. D., Forrester, W. T. & Gibson, J. (1974). The old open cluster NGC 2420. *The Astronomical* Journal*, 189*, 409-421.

Önehag, A., Korn, A., Gustafsson, B. Stempels, E., & VandenBerg, D. A. (2011). M67-1194, an unusually sun-like solar twin in M67. *Astronomy and Astrophysics*, *528*(A85), 1-11.

Poro, A., Paki, E., Mazhari, G., Sarabi, S., Kahraman A. F., Ahangarani F. F., ... Ghalee, A. (2021). Observational and Theoretical Studies of 27 δ Scuti Stars with Investigation of the Period–Luminosity Relation. *Publications of the Astronomical Society of the Pacific. 133*(084201), 1-17.

Peña C. C., Catelan M., Grundahl F., Stephens A. W., & Smith H. A. (2018). The Globular Cluster NGC 6402 (M14). II. Variable Stars. *The Astronomical Journal*, *155*(3), 116-135.

Yakut, K., Zima, W., Kalomeni, B., Van Winckel, H., Waelkens, C., De Cat, P., ... Aerts, C. (2009). Close binary and other variable stars in the solar-age Galactic open cluster M 67. *Astronomy and Astrophysics*, *503*(1), 165-176.

Zhou, A. Y. (2001). CCD photometry of the field of EX Cancri. *Information bullentin on variable stars*, *5096*, 1-4.