

การหาความหนาแน่นของจำนวนดาวฤกษ์ และการประเมินค่า Interstellar Extinction ในกาแล็กซีทางช้างเผือก

รัชชานนท์ บัวรอด

hanon.18@hotmail.com

ชูชาติ เพ็ญน้อย

โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์

บทคัดย่อ

โครงการงานวิจัยดาราศาสตร์นี้จัดทำขึ้นศึกษาเกี่ยวกับกาแล็กซีทางช้างเผือก เริ่มศึกษาตั้งแต่วันที่ 1 กรกฎาคม ถึง 15 ธันวาคม พ.ศ.2556 มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาและหาค่าความหนาแน่นของจำนวนดาวฤกษ์ต่อ 1 ตารางอาร์คนาที (1 อาร์คนาที คือ 1 ลิปดา หรือ 1 ส่วน 60 องศา) โดยศึกษาบริเวณใจกลางของกาแล็กซี แนวลองจิจูดที่ 0 และประเมินค่า Interstellar Extinction โดยได้รับความร่วมมือจากสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การ-มหาชน) และ University of North Carolina ในการส่งถ่ายภาพข้อมูล โดยกล้องที่ใช้ถ่ายคือกล้อง PROMPT telescopes ในประเทศชิลี

จากการศึกษาสรุปได้ว่าบริเวณที่มีความหนาแน่นของจำนวนดาวฤกษ์มากที่สุดโดยการเปิดหน้ากล้องปกติ ตามแนวลองจิจูดที่ 0 คือ ละติจูดที่ 10 มีความหนาแน่นของจำนวนดาวฤกษ์เฉลี่ย 6.99 ดวงต่อ 1 ตารางอาร์คนาที จากการศึกษาดังนั้นสรุปได้ว่าบริเวณที่มีความหนาแน่นเฉลี่ยของจำนวนดาวฤกษ์มากที่สุด คือ ลองจิจูดที่ 0 ละติจูดที่ 0 มีความหนาแน่นของจำนวนดาวฤกษ์เฉลี่ย 43.38 ดวงต่อ 1 ตารางอาร์คนาที ถ้าเปิดหน้ากล้องปกติจะมีความหนาแน่นของจำนวนดาวฤกษ์เฉลี่ย 4.82 ดวงต่อ 1 ตารางอาร์คนาที โดยค่า Interstellar Extinction คิดเป็น 88.89% ของดาวฤกษ์ทั้งหมดในตำแหน่งนั้น ซึ่งถือว่ามีค่ามากที่สุดในตำแหน่งที่กำหนดในใจกลางกาแล็กซี และจากการศึกษาดังนั้นตำแหน่งลองจิจูดที่ละติจูดที่ 0 ซึ่งเป็นใจกลางกาแล็กซีทางช้างเผือก cutoff magnitude ที่ได้คือลำดับความสว่างของดาวฤกษ์ที่ 16.2 และทำให้ทราบว่าบริเวณใจกลางของกาแล็กซี จำนวนของดาวฤกษ์ที่มีมากที่สุดอยู่ในช่วงลำดับความสว่างที่ 15.5-16.5

คำสำคัญ อาร์คนาที, Interstellar Extinction

บทนำ

กาแล็กซีทางช้างเผือก (Milky Way Galaxy) เป็นดาราจักรที่มีระบบสุริยะของเราอยู่ เราสามารถมองเห็นกาแล็กซีทางช้างเผือกได้บนท้องฟ้าจะปรากฏเป็นแถบคล้ายนมของแสง กาแล็กซีทางช้างเผือกประกอบด้วย ดาวฤกษ์จำนวนมากนับพันล้านดวง และระบบสุริยะของเราก็เป็นสมาชิกหนึ่งในนั้น ดาราจักรที่มีรูปร่างเป็นแผ่นจานเนื่องจากความหนาแน่นของกลุ่มดาวฤกษ์ในกาแล็กซีแตกต่างกันไปตามพื้นที่ หากมองทางช้างเผือกด้วยตาเปล่า จะเห็นทางช้างเผือกเป็นแถบสว่างสองแถบขนาดกัน โดยมีแถบสีดำนั่นระหว่างกลาง บริเวณนั้นเป็นแนวระนาบของกาแล็กซี ซึ่งมีฝุ่นและแก๊สซึ่งมีอุณหภูมิที่ต่ำอยู่อย่างหนาแน่น (Dust lane) ทำให้บังแสงสว่างจากดาวฤกษ์ เนื่องจากผู้จัดทำมีความสนใจในเรื่องกาแล็กซีทางช้างเผือก จึงศึกษาความหนาแน่นบริเวณส่วน โป่งหรือบริเวณใจกลางกาแล็กซีที่ลองจิจูดที่ 0 โดยได้รับความร่วมมือจาก สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การ-มหาชน) และ University of North Carolina ในการส่ง

ถ่ายภาพข้อมูล โดยกล้องที่ใช้ถ่ายคือกล้อง PROMPT telescopes ในประเทศชิลี จุดมุ่งหมายของการศึกษา คือเพื่อศึกษาความหนาแน่นของจำนวนดาวฤกษ์ในกาแล็กซีทางช้างเผือกต่อ 1 หน่วยพื้นที่ และเพื่อประเมินค่า Interstellar Extinction ในกาแล็กซีทางช้างเผือก สมมติฐานของโครงการ คือ ความหนาแน่นของจำนวนดาวฤกษ์มีแนวโน้มลดลงจากศูนย์กลางกาแล็กซีในแนวลองจิจูดที่ 0 และ ค่า Interstellar Extinction ในกาแล็กซีมีค่าที่แตกต่างกันเนื่องจากแนวการวางตัวของแถบฝุ่นและแก๊สบริเวณระนาบกาแล็กซี ขอบเขตการศึกษาโครงการ ศึกษาความหนาแน่นของดาวฤกษ์ในลองจิจูดที่ 0 และศึกษาค่า Interstellar Extinction ในกาแล็กซีตามแนวระนาบกาแล็กซีลองจิจูดที่ 0, 10, 20, 30, 330, 340 และ 350 ระหว่างละติจูดที่ 30 ถึง -30 ตั้งแต่วันที่ 1 กรกฎาคม พ.ศ. 2556 – 15 ธันวาคม พ.ศ. 2556 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ คือให้ทราบถึงความหนาแน่นของจำนวนดาวฤกษ์ในกาแล็กซีทางช้างเผือกต่อ 1 หน่วยพื้นที่ และให้ทราบถึงค่า Interstellar Extinction ในกาแล็กซีทางช้างเผือก

วิธีการศึกษา

จากการสังเกตกาแล็กซีทางช้างเผือก เพื่อหาความหนาแน่นของจำนวนดาวฤกษ์ และประเมินค่า Interstellar Extinction ซึ่งทำการสังเกตการณ์ในวันที่ 13 กรกฎาคม 2556 และทำการเก็บข้อมูลในวันที่ 5 สิงหาคม 2556 จากกล้องโทรทรรศน์ Panchromatic Robotic Optical Monitoring and Polarimetry Telescopes (PROMPT) ซึ่งตั้งอยู่ที่หอดูดาว Cerro Tololo Inter-American Observatory (CTIO) ประเทศชิลี ซึ่งอยู่ ณ ละติจูดที่ $30^{\circ}10'10.78''S$ ลองจิจูดที่ $70^{\circ}48'23.49''W$ สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 2,207 เมตร

ขั้นตอนในการดำเนินงาน

1. การเลือกตำแหน่งที่ต้องการศึกษา

1.1 กำหนดลองจิจูดที่จะศึกษาโดยแบ่งเป็นลองจิจูดที่ 0 ทุกๆ 10 ละติจูด ระหว่างละติจูดที่ 90 ถึง -90 และลองจิจูด 10 ถึง 30, 330 ถึง 350 รอบกาแล็กซี ทุกๆ 10 ละติจูด ระหว่างละติจูดที่ 30 ถึง -30

1.2 เปลี่ยนจากระบบพิกัด Galactic (Latitude, Longitude) เป็นระบบพิกัด Equatorial (RA, DEC) จาก <http://ned.ipac.caltech.edu/forms/calculator.html>

2. การถ่ายภาพดาว

2.1 ตรวจสอบสภาพอากาศก่อนถ่ายจริง

2.2 ถ่ายภาพด้วยกล้องที่ชิลี (CTIO : Cerro Tololo Inter-American Observatory) ขนาดของความกว้างหน้ากล้อง (Field of view) 10 อาร์คนาที ใช้เวลาเปิดหน้ากล้อง 120 วินาที

3. วิเคราะห์ความหนาแน่นของดาวฤกษ์

3.1 ใช้โปรแกรม Aperture Photometry Tool ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.2 นับจำนวนดาวฤกษ์เพื่อหาความหนาแน่นเฉลี่ยของดาวฤกษ์ต่อ 1 ตารางอาร์คนาที

3.3 วิเคราะห์และอภิปรายผล พร้อมแสดงข้อมูลในรูปแบบแผนภูมิ

4. วิเคราะห์ค่า Interstellar Extinction ในใจกลางกาแล็กซี

4.1 ใช้โปรแกรม SAO Image ds9 เพื่อใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูล

4.2 นำข้อมูลของดาวฤกษ์มาหาค่าเฉลี่ยของดาวฤกษ์ที่หายไปต่อ 1 ตารางอาร์คนาที

- 4.3 นำข้อมูลที่ได้เปรียบเทียบกับกับความหนาแน่นดาวฤกษ์เฉลี่ยในการเปิดหน้ากล้องปกติ
- 4.4 วิเคราะห์และอภิปรายผล พร้อมแสดงข้อมูลในรูปแบบแผนภูมิ 11

5. การทำกราฟแสง (Histogram)

- 5.1 เลือกตำแหน่งในการทำกราฟแสง (ตำแหน่งลองจิจูดที่ 0 ละติจูดที่ 0 ซึ่งเป็นใจกลางกาแล็กซี)
- 5.1 เลือกตำแหน่งในการทำกราฟแสง (ตำแหน่งลองจิจูดที่ 0 ละติจูดที่ 0 ซึ่งเป็นใจกลางกาแล็กซี)
- 5.2 ใช้โปรแกรม SAO Image ds9 เพื่อใช้ข้อมูลลำดับความสว่างของดาวอ้างอิง
- 5.3 หาฟลักซ์ของดาวนั้น โดยดูจากช่อง Value หลังจากนั้น นำไปเข้าสมการ

$$m_1 - m_2 = -2.5 \log 10 \frac{F_1}{F_2}$$

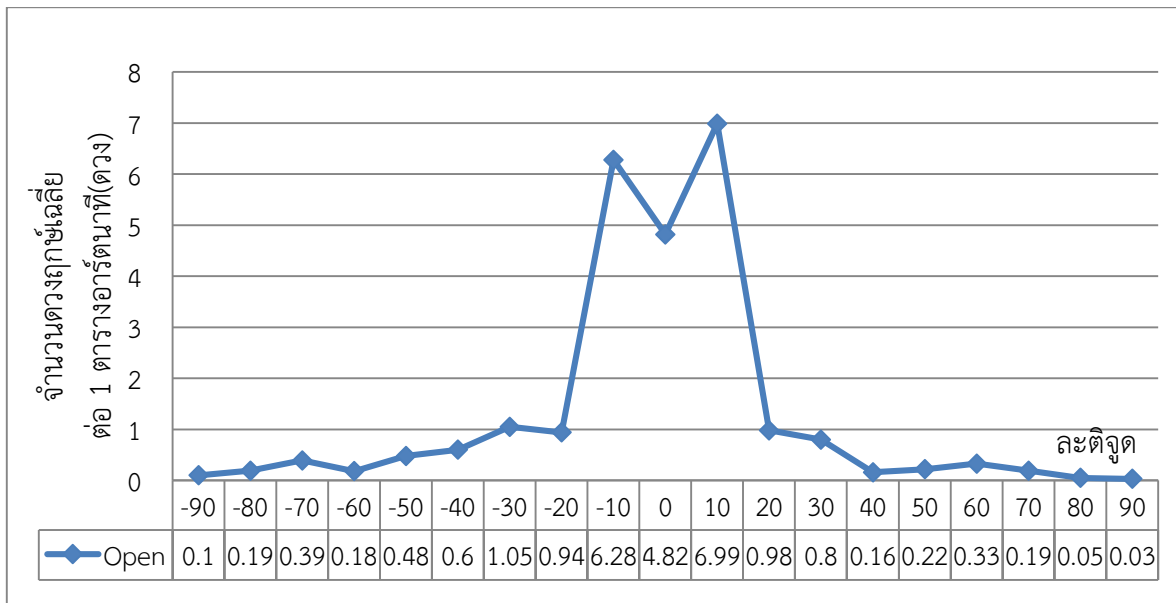
เมื่อ m_1 คือ ลำดับความสว่างปรากฏของดาวที่ต้องการหา, m_2 คือ ลำดับความสว่างปรากฏของดาวอ้างอิง, F_1 คือ ฟลักซ์ ของดาวที่ต้องการหา, F_2 คือ ฟลักซ์ของดาวอ้างอิง บันทึกผล

- 5.4 หลังจากนั้นหาลำดับความสว่างของดาวทุกดวงในภาพ บันทึกผล
- 5.5 เมื่อได้ข้อมูลทั้งหมดแล้ว กำหนด cutoff magnitude (ดาวฤกษ์ที่มีความสว่างน้อยที่สุดที่เราต้องการ)
- 5.6 นำข้อมูลของดาวที่มีลำดับความสว่างมากกว่า cutoff magnitude มาทำเป็นกราฟแสง

ผลการศึกษา

ตอนที่ 1 หาความหนาแน่นเฉลี่ยของจำนวนดาวฤกษ์ต่อ 1 ตารางอาร์คนาที ณ ตำแหน่งลองจิจูดที่ 0

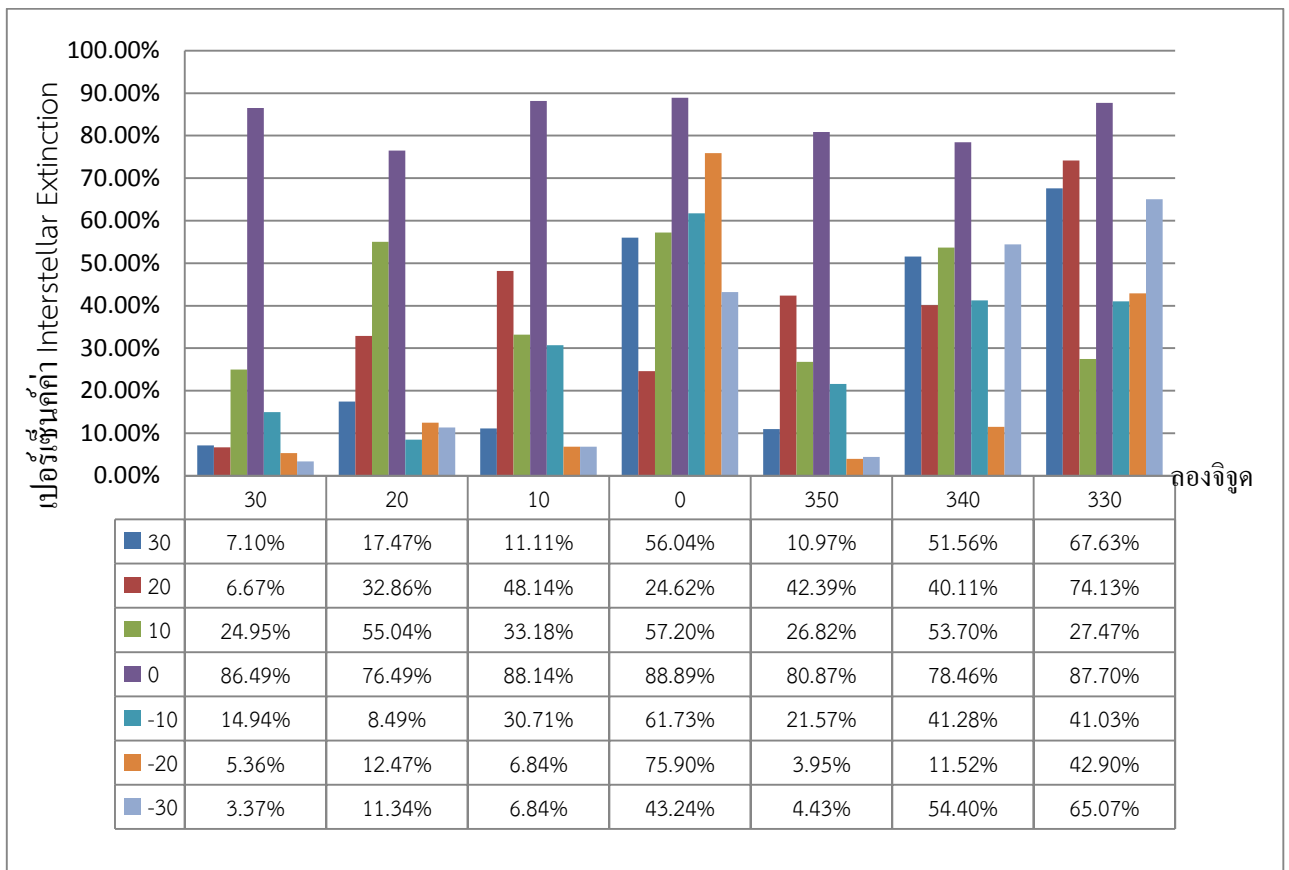
จากข้อมูลได้ข้อสังเกตว่าบริเวณละติจูดที่ 0 ควรมีความหนาแน่นเฉลี่ยของกลุ่มดาวฤกษ์มากที่สุด แต่กลับเป็นบริเวณละติจูดที่ 10 ที่มีความหนาแน่นเฉลี่ยของกลุ่มดาวฤกษ์มากที่สุดถึง 6.99 ดวงต่อตารางอาร์คนาที เนื่องมาจากแถบฝุ่นและก๊าซขนาดใหญ่ที่พาดผ่านใจกลางกาแล็กซีทางช้างเผือก โดยเฉพาะระนาบของกาแล็กซี เมื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาแสดงในรูปแบบแผนภูมิ จะเห็นได้ชัดเจนถึงการลดลงของความหนาแน่นของดาวฤกษ์เฉลี่ยอย่างเฉียบพลัน ซึ่งแสดงในแผนภูมิที่ 1



แผนภูมิที่ 1 แสดงความหนาแน่นเฉลี่ยของจำนวนดาวฤกษ์ต่อ 1 ตารางอาร์คนาที

ตอนที่ 2 ประเมินค่า Interstellar Extinction บริเวณใจกลางกาแล็กซี

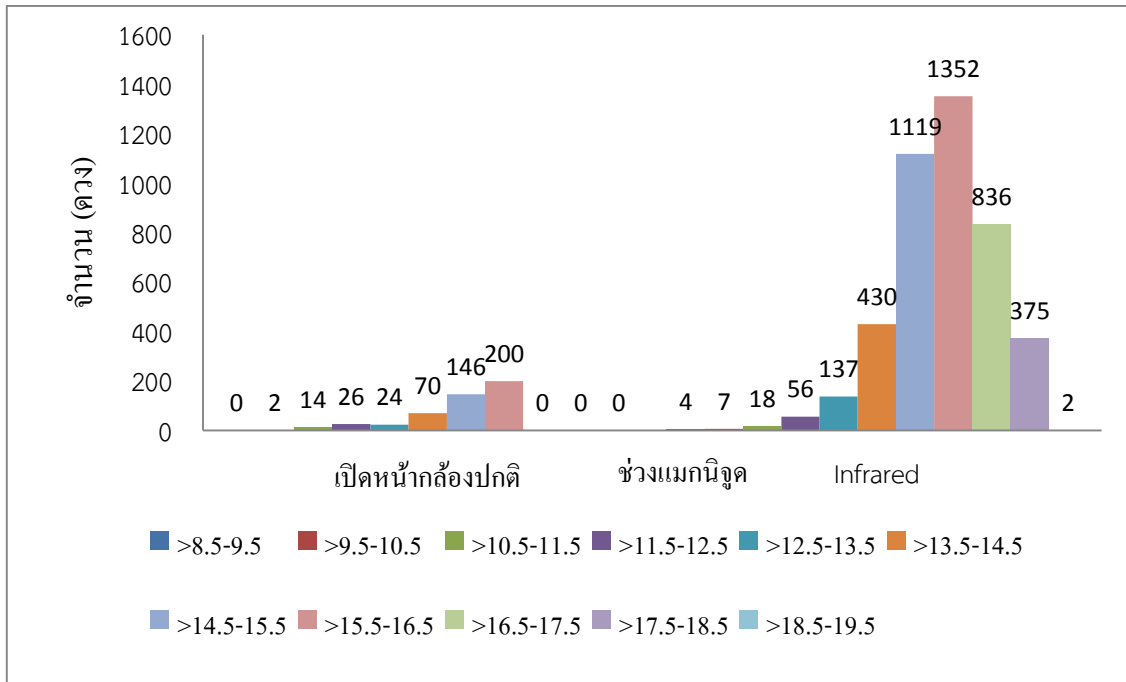
จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลในตอนต้นที่ 1 มีการลดลง และการเพิ่มขึ้นอย่างเฉียบพลันของความหนาแน่นเฉลี่ยของจำนวนดาวฤกษ์ในช่วงละติจูดที่ -30 ถึง 30 เนื่องจากแถบฝุ่นและก๊าซทำให้ความสว่างของดาวฤกษ์ลดลง หรือที่เรียกว่า การลดของแสงดาวเนื่องจากสารระหว่างดาว (Interstellar Extinction) โดยมีการนำความหนาแน่นเฉลี่ยของจำนวนดาวฤกษ์ปกติเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลความหนาแน่นเฉลี่ยของจำนวนดาวฤกษ์ในฟิลด์อินฟราเรด มีการประเมินค่า Interstellar Extinction ออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์



แผนภูมิที่ 2 แสดงการประเมินค่า Interstellar Extinction

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์กราฟแสง (Histogram)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทำกราฟแสงในตำแหน่งละติจูดที่ 0 ละติจูดที่ 0 ซึ่งเป็นใจกลางกาแล็กซีทางช้างเผือก cutoff magnitude ที่ได้คือลำดับความสว่างของดาวฤกษ์ที่ 16.2 และทำให้ทราบว่าบริเวณ ใจกลางของกาแล็กซี จำนวนประชากรของดาวฤกษ์ที่มีมากที่สุดอยู่ในช่วงลำดับความสว่างที่ 15.5-16.5 ดังแสดงในแผนภูมิต่อไป (แผนภูมิที่ 3)



แผนภูมิที่ 3 แสดงกราฟแสง (Histogram) ตำแหน่งล่องจันจุดที่ 0 ละติจูดที่ 0

อภิปราย สรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ

จากการวิเคราะห์แผนภูมิที่ 4.1 ได้ข้อสังเกตว่าบริเวณละติจูดที่ 0 ควรมีความหนาแน่นเฉลี่ยของกลุ่มดาวฤกษ์มากที่สุด แต่กลับเป็นบริเวณละติจูดที่ 10 ที่มีความหนาแน่นเฉลี่ยของกลุ่มดาวฤกษ์มากที่สุดถึง 6.99 ดวงต่อตารางอาร์คนาที เนื่องมาจากแถบฝุ่นและก๊าซขนาดใหญ่ที่พาดผ่านใจกลางกาแล็กซีทางช้างเผือก โดยเฉพาะระนาบของกาแล็กซี ทำให้ความสว่างของดาวฤกษ์ลดลง หรือที่เรียกว่า การลดของแสงดาวเนื่องจากสสารระหว่างดาว (Interstellar Extinction)

จากการวิเคราะห์แผนภูมิที่ 4.9 พบว่าค่าการประเมิน Interstellar Extinction มากที่สุดอยู่ที่แนวละติจูดที่ 0 หรือแนวระนาบกาแล็กซี บริเวณล่องจันจุดที่ 0 มีค่าถึง 88.89% ของดาวฤกษ์ทั้งหมดในตำแหน่งนั้น โดยการกระจายตัวของแถบฝุ่นและก๊าซมีรูปแบบที่ไม่แน่นอน มีการกระจายอยู่ทั่วไปในใจกลางกาแล็กซี จากการวิเคราะห์แผนภูมิที่ 4.10 ตำแหน่งล่องจันจุดที่ 0 ละติจูดที่ 0 ซึ่งเป็นใจกลางกาแล็กซีทางช้างเผือก cutoff magnitude ที่ได้คือลำดับความสว่างของดาวฤกษ์ที่ 16.2 ความหนาแน่นดาวฤกษ์เฉลี่ย เท่ากับ 4.82 ดวงต่อตารางอาร์คนาที และทำให้ทราบว่าบริเวณใจกลางของกาแล็กซี จำนวนประชากรของ ดาวฤกษ์ที่มีมากที่สุดอยู่ในช่วงลำดับความสว่างที่ 15.5-16.5 รองมาคือช่วง 14.5-15.5 และ 13.5-14.5 ตามลำดับ

สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาสรุปได้ว่าบริเวณที่มีความหนาแน่นดาวฤกษ์มากที่สุดโดยการเปิดหน้ากล้องปกติตามแนวล่องจันจุดที่ 0 คือ ละติจูดที่ 10 มีความหนาแน่นดาวฤกษ์เฉลี่ย 6.99 ดวงต่อ 1 ตารางอาร์คนาที จากผลการศึกษาในตอนที่ 2 สรุปได้ว่าบริเวณที่มีความหนาแน่นเฉลี่ยของจำนวนดาวฤกษ์มากที่สุด คือ ล่องจันจุดที่ 0 ละติจูดที่ 0 มีความหนาแน่นดาวฤกษ์เฉลี่ย 43.38 ดวงต่อ 1 ตารางอาร์คนาทีถ้าเปิดหน้ากล้องปกติจะมีความหนาแน่นดาวฤกษ์เฉลี่ย 4.82 ดวงต่อ 1 ตารางอาร์คนาที โดยค่า Interstellar Extinction คิดเป็น 88.89% ของดาวฤกษ์ทั้งหมดในตำแหน่งนั้นซึ่งถือว่ามีค่ามากที่สุดในตำแหน่งที่กำหนดในใจกลางกาแล็กซี

จากผลการศึกษาในตอนที 3 ตำแหน่งลองจิจูดที่ 0 ละติจูดที่ 0 ซึ่งเป็นใจกลางกาแล็กซีทางช้างเผือก cutoff magnitude ที่ได้คือลำดับความสว่างของดาวฤกษ์ที่ 16.2 และทำให้ทราบว่าบริเวณใจกลางของกาแล็กซี จำนวนประชากรของดาวฤกษ์ที่มีมากที่สุดอยู่ในช่วงลำดับความสว่างที่ 15.5-16.5

ข้อเสนอแนะ

การเร่งถ่ายภาพกาแล็กซี เนื่องจากบริเวณที่ต้องการนำข้อมูลมาวิเคราะห์กำลังใกล้ตัดจากขอบฟ้า และการถ่ายภาพละติจูดได้ไม่ทั้งหมด เนื่องจากบริเวณดังกล่าวอยู่ต่ำกว่าขอบฟ้า หรือบางบริเวณอยู่ต่ำกว่า Airmass 3 (ต่ำกว่า 18 องศาจากขอบฟ้า) การทำงานควรวางแผนการทำงานให้มีระบบ ไม่ต้องรอให้ได้ข้อมูลมาทั้งหมด แล้วจึงทำการวิเคราะห์ข้อมูล ควรวิเคราะห์ข้อมูลไปเรื่อยๆ พร้อมทั้งเขียนสรุปเล่มรายงานควบคู่กันไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณผู้ที่สนับสนุนและช่วยเหลือการทำโครงการวิจัยครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยความเรียบร้อยตามวัตถุประสงค์ ดังรายชื่อผู้สนับสนุนต่อไปนี้

- | | | |
|--|-------------|---|
| 1. นายชูชาติ | แพน้อย | ครูที่ปรึกษาโครงการวิจัย |
| 2. นายชาติรี | คุ้มคำ | ครูที่ปรึกษาโครงการวิจัยพิเศษ |
| 3. นายมณฑิพล | ตั้งมติธรรม | นักวิชาการ โครงการอบรมครูเชิงปฏิบัติการด้านดาราศาสตร์
สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) |
| 4. นางสาวรัตนาวดี | ทีชะวงษ์ | ที่ปรึกษาโครงการวิจัย |
| 5. ผู้ปกครองของนายรัชชานนท์ | บัวรอด | |
| 6. สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) | | |
| 7. University of North Carolina, PROMPT telescopes | | ในประเทศไทย |
| 8. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) | | |

เอกสารอ้างอิง

บุญรักษา สุนทรธรรม. 2550.ดาราศาสตร์ฟิสิกส์.500 เล่ม. พิมพ์ครั้งที่ 1. เชียงใหม่: หน่วยพิมพ์เอกสาร

วิชาการ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

มณฑิพล ตั้งมติธรรม. 2556. คู่มือการศึกษาดาราศาสตร์เชิงปฏิบัติการ. พิมพ์ครั้งที่ 1. เชียงใหม่: สถาบันวิจัยดาราศาสตร์
แห่งชาติ (องค์การมหาชน).

LESA โครงการวิจัยโดยหอดูดาวเกิดแก้ว .“กาแล็กซีทางช้างเผือก”. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :

[http:// www.vcharkarn.com/varticle/41239](http://www.vcharkarn.com/varticle/41239). (วันที่ค้นข้อมูล: 5 พฤศจิกายน2556).

Richard Powell. (2006). “An Atlas of the universe” **The galactic plane**, Retrieved November
5, 2013, from <http://www.atlasoftheuniverse.com/index.html>