บทที่ 3
การเตรียมการและสังเกตการณ์

3.1 การเตรียมการ

3.1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

ในการสังเกตการณ์และเก็บข้อมูลของดาวหางเฮล-บอพพ์ และดาวมาตรฐาน โดยใช้เทคนิค ซี ซี ดี โฟโตเมตรี เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์การลดของแสงดาวเนื่องจากผลของบรรยากาศของโลกอันดับที่หนึ่ง และค่าโชติมาตรปรากฏของดาวหาง เพื่อที่จะมาเขียนกราฟแสง (Light Curve) ของดาวหางเฮล-บอพพ์ จากกราฟแสงที่ได้นี้สามารถนำมาวิเคราะห์หาค่าการเปลี่ยนแปลงความสว่างของดาวหาง ณ ตำแหน่งต่างๆ จากดวงอาทิตย์ และยังสามารถนำมาหาค่าโชติมาตรปรากฏรวม ณ ตำแหน่งอื่นๆ ได้ สำหรับอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลมีดังนี้คือ

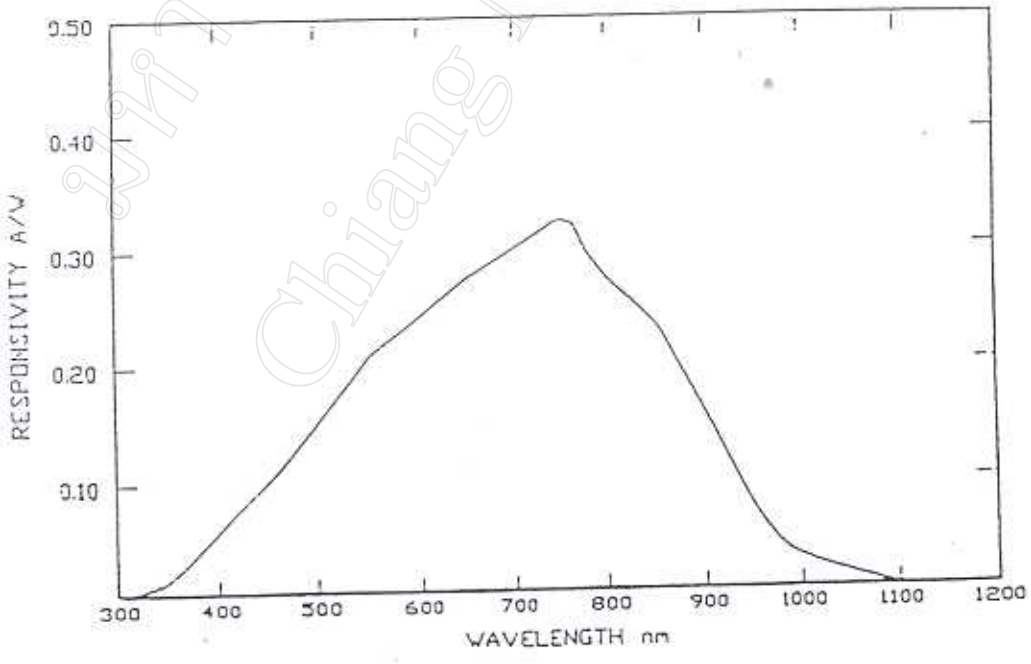
1) กล้องดูดาวแบบหักเหแสง ขนาด 8 นิ้ว

2) ระบบ ซี ซี ดี โฟโตมิเตอร์ ตรงกลางประกอบด้วย CCD Chip เป็นตัวรับแสง เมื่อแสงจากวัตถุท้องฟ้าตกกระทบ CCD Chip ซึ่งทำจากสารกึ่งตัวนำ อะตอมจะถูกไอออไนซ์โดยโฟตอน เกิดเป็นไอออนและอิเลกตอนอิสระ จำนวนไอออนและอิเลกตอนอิสระ จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณโฟตอนที่ตกกระทบ CCD Chip เมื่อให้ความต่างศักย์สูงระหว่างขั้ว จะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้าดังกล่าวอาจถูกขยายโดยวงจรขยาย เพื่อให้มีค่ามากพอในการที่จะเปลี่ยนเป็นสัญญาณภาพออกทางจอคอมพิวเตอร์

3) ระบบแผ่นกรองแสง การวัดความเข้มของแสงที่เปล่งออกมาจากวัตถุท้องฟ้านั้น นิยมวัดเป็นช่วงของความถี่หรือความยาวคลื่นของสเปกตรัม ในการวิจัยนี้ใช้แผ่นกรองแสงมาตรฐานแถบกว้าง ในช่วงความยาวคลื่นสีเหลือง(V) มีความไวสูง ณ ความยาวคลื่น 5500 อังสตรอม

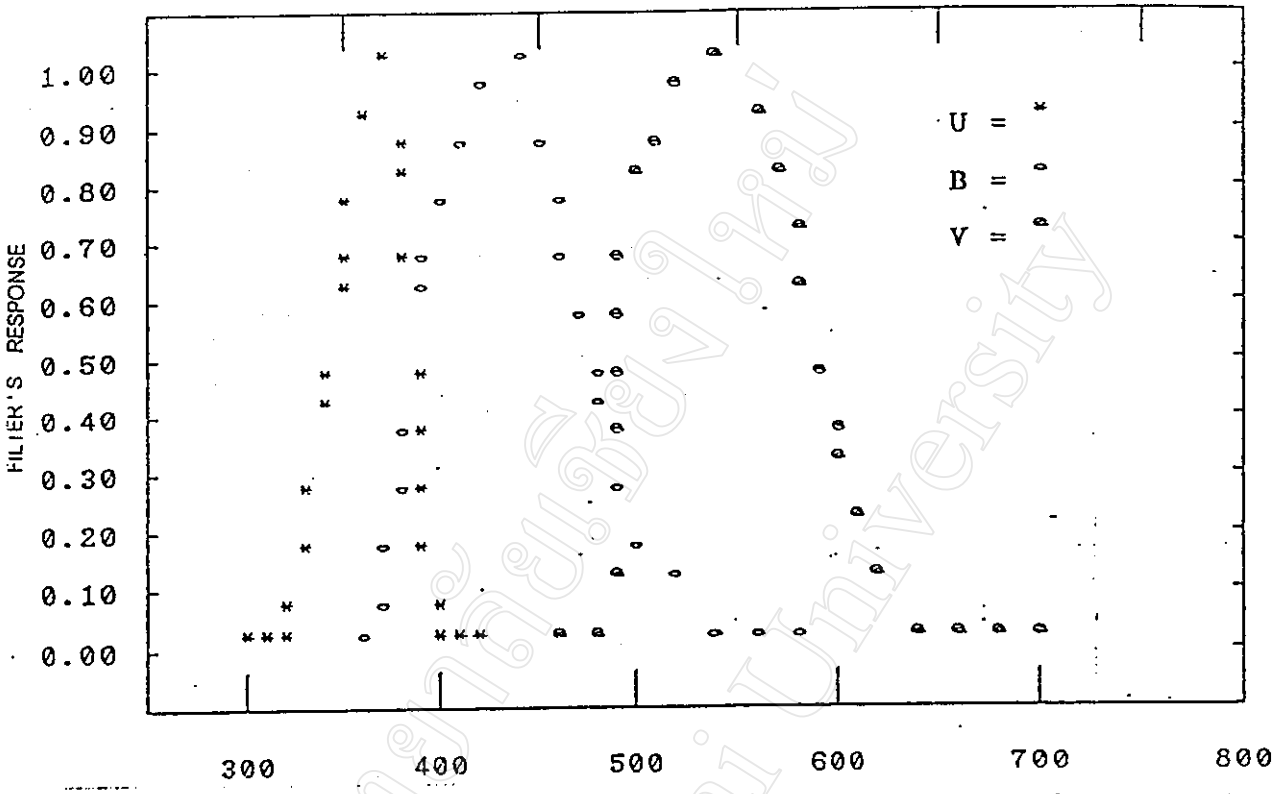
4) เครื่องคอมพิวเตอร์ ใช้ในการเก็บข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูล

รูปที่ 3.1 ระบบ ซี ซี ดี โฟโตมิเตอร์



รูปที่ 3.2 การตอบสนองความถี่ของ ซี ซี ดี โฟโตมิเตอร์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University



รูปที่ 3.3 กราฟแสดงการตอบสนองความถี่ของแผ่นกรองแสง ในช่วงความยาวคลื่นอุลตราไวโอเล็ต(U) สีน้ำเงิน(B) และสีเหลือง(V)

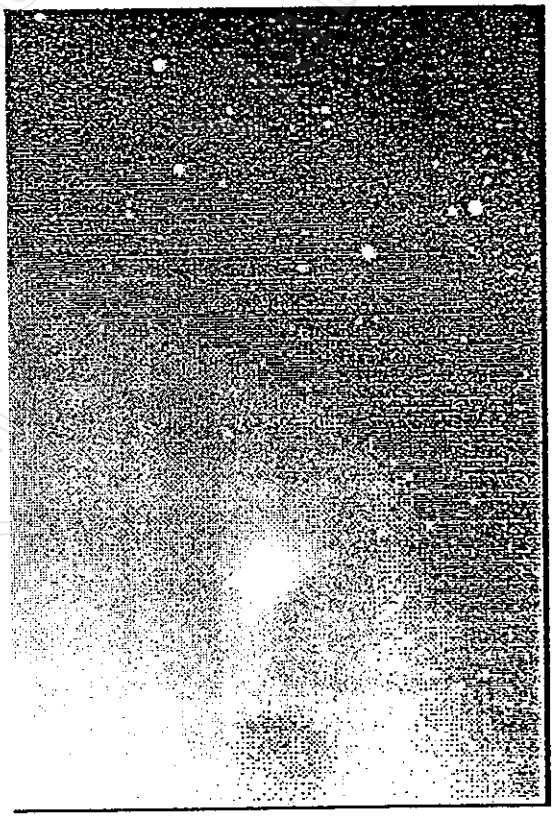
3.1.2 การเลือกดาว

การเลือกดาว ผู้ทำการวิจัยเลือกดาวหางเฮล-บอพพ์ โดยมีจุดมุ่งหมายของการทำวิจัยเพื่อศึกษาค่าการเปลี่ยนแปลงความสว่างของดาวหาง ณ ตำแหน่งต่างๆ จากดวงอาทิตย์ และหาค่าโชติมาตรปรากฏรวม โดยใช้เทคนิค ซี ซี ดี โฟโตเมตรี สำหรับตำแหน่งของดาวหางในแต่ละวันที่สังเกตการณ์ ดังแสดงในตารางที่ 3.1

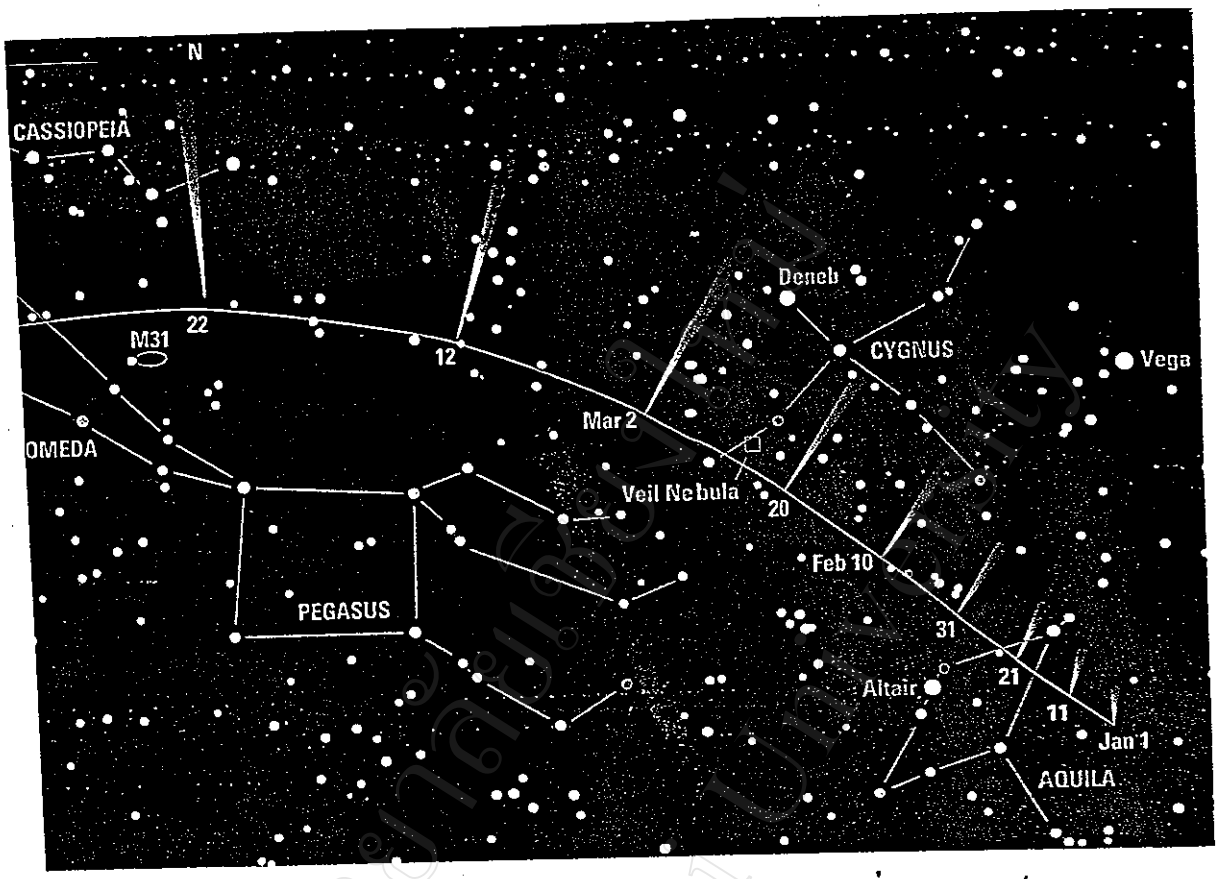
วันที่สังเกตการณ์	เวลา (a.m.)	ค่า Declination(° ′ ″)	ค่า Right Ascension(h m s)
31 ม.ค. 2540	4.20	14 19 58	19 37 30
1 ก.พ. 2540	4.15	14 47 48	19 39 50
2 ก.พ. 2540	4.18	15 16 19	19 42 13
3 ก.พ. 2540	4.02	15 45 27	19 44 39
4 ก.พ. 2540	4.24	16 15 12	19 47 8

วันที่สังเกตการณ์	เวลา (a.m.)	ค่า Declination(° ′ ″)	ค่า Right Ascension(h m s)
5 ก.พ. 2540	4.05	16 45 64	19 49 40
6 ก.พ. 2540	5.33	17 16 45	19 52 16
8 ก.พ. 2540	5.45	18 21 3	19 57 39
9 ก.พ. 2540	5.29	18 54 15	20 00 26
10 ก.พ. 2540	5.30	19 28 5	20 3 18
12 ก.พ. 2540	5.44	20 38 2	20 09 14
15 ก.พ. 2540	5.24	22 28 21	20 18 45
18 ก.พ. 2540	5.35	24 25 7	20 29 7
21 ก.พ. 2540	6.02	26 28 10	20 40 28
24 ก.พ. 2540	5.40	28 36 55	20 52 57

ตารางที่ 3.1 แสดงตำแหน่งของดาวหางเฮล-บอพพ์ในวันเวลาต่างๆ



รูปที่ 3.4 ภาพถ่ายของดาวหางเฮล-บอพพ์ ถ่ายด้วยเลนส์ขนาด 200 มิลลิเมตร



รูปที่ 3.5 ตำแหน่งของดาวหางเฮล-บอพพ์ ในช่วงที่สังเกตการณ์

3.1.3 การเลือกดาวมาตรฐาน

การเลือกดาวมาตรฐาน ผู้วิจัยได้เลือกดาวมาตรฐานไว้ทั้งหมด 8 ดวง ซึ่งแต่ละดวงจะอยู่ในภาพเดียวกันกับดาวหางเฮล-บอพพ์ และมีตำแหน่งดังตารางที่ 3.2

วันที่สังเกตการณ์	ชื่อดาวมาตรฐาน	ค่า Declination ($^\circ\ '\ ''$)	ค่า Right Ascension (h m s)
31 ม.ค. 2540	SAO 105061	16 27 46	19 37 17
1 ก.พ. 2540	SAO 105061	16 27 46	19 37 17
2 ก.พ. 2540	SAO 105061	16 27 46	19 37 17
3 ก.พ. 2540	SAO 105133	17 28 33	19 41 03
4 ก.พ. 2540	SAO 105133	17 28 33	19 41 03
5 ก.พ. 2540	SAO 105259	18 32 03	19 47 23
6 ก.พ. 2540	SAO 105259	18 32 03	19 47 23

วันที่สังเกตการณ์	ชื่อดาวมาตรฐาน	ค่า Declination (° ′ ″)	ค่า Right Ascension (h m s)
8 ก.พ. 2540	SAO 105500	19 29 31	19 58 45
9 ก.พ. 2540	SAO 105500	19 29 31	19 58 45
10 ก.พ. 2540	SAO 105500	19 29 31	19 58 45
12 ก.พ. 2540	SAO 88131	19 29 31	20 03 42
15 ก.พ. 2540	SAO 88451	21 29 50	20 16 47
18 ก.พ. 2540	SAO 88451	21 29 50	20 16 47
21 ก.พ. 2540	SAO 89228	27 05 49	20 52 07
24 ก.พ. 2540	SAO 70732	30 23 45	20 58 45

ตารางที่ 3.2 แสดงตำแหน่งดาวมาตรฐานในวันเวลาต่างๆ ที่สังเกตการณ์

สำหรับการวิเคราะห์หา ค่าสัมประสิทธิ์การลดของแสงดาว เนื่องจากผลของบรรยากาศของโลกอันดับที่หนึ่ง ดาวมาตรฐานจะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

1) ดาวจะต้องมีค่าโชติมาตร V มากกว่า 4.0
2) $-0.15 < B-V < 0.15$
3) $-0.15 < U-B < 0.15$
4) ดาวต้องไม่เป็นดาวคู่หรือดาวแปรแสง

3.1.4 การคำนวณหา ตำแหน่ง Geocentric Distance และ Heliocentric Distance ของดาวหาง

กำหนดให้ ค่าองค์ประกอบพื้นฐานของวงโคจรของดาวหางเฮล-บอพพ์ และปริมาณที่เกี่ยวข้อง * ดังนี้

T = 1997 April 1.13453 E.T. Epoch 1997 January 31 E.T.

ω = 130.59083° e = 0.995096

---

*อ้างอิงจาก Edwin L. Aguirre, (1997) Comet Hale-Bopp. Sky & Telescope, 37

Ω = 282.47069°

i = 89.42936°

P = 2547.36 ปี

q = 0.9141030 A.U.

a = 186.4336848 A.U.

n = 0.000387184087369 องศา/วัน

ε = 23.5°

Number of date = -61 วัน

1. หา Semi - Minor Axis , b ของวงโคจรโดยใช้สูตร [1]
2. คำนวณองค์ประกอบที่ให้ในสูตร [2]
3. คำนวณ P_X, P_Y, P_Z และ Q_X, Q_Y, Q_Z โดยใช้สูตร [3]
4. ตรวจสอบ $\sum P.Q = 0$
5. กำหนดค่าคงที่ของสมการ A_X, A_Y, A_Z และ B_X, B_Y, B_Z จากสูตร [4]
6. ตรวจสอบ $\sum A.B = 0$
7. หา Mean Anomaly (M) ของแต่ละวันโดยใช้สูตร [5]
8. หาค่า Eccentric Anomaly (E)ของแต่ละวันจากสมการ Kepler's ที่ให้ในสูตร[6]
9. คำนวณระยะทาง r จากดาวหางถึงดวงอาทิตย์ของแต่ละวัน จากสูตร[7]
10. หาตำแหน่งในพิกัด Heliocentric Equatorial (x , y , z) ของดาวหางในแต่ละวัน โดยใช้สูตร [8]
11. ตรวจสอบ $r^2 = x^2 + y^2 + z^2$ ของแต่ละวัน จากสูตร [9] โดยนำค่า r จากข้อ 9
12. ใช้ตำแหน่งของดวงอาทิตย์ในระบบ Geocentric Equatorial Coordinate (X , Y , Z) และตำแหน่งของดาวหางในระบบ Heliocentric Equatorial Coordinate (x , y , z) จากข้อที่ 10 คำนวณหาตำแหน่งของดาวหางของแต่ละวัน ในระบบ Geocentric Equatorial Coordinate (ξ, η, ζ) โดยใช้สูตร [10]
13. คำนวณ Geocentric Distance (Δ) โดยใช้สูตร [11]
14. คำนวณค่า Declination (δ) ของดาวหางในแต่วัน จากสูตร [12] โดยถือว่า δ เป็นบวก (0 ถึง +90 องศา) หรือเป็นลบ (0 ถึง -90 องศา) ตามค่า ζ
15. เปลี่ยนค่า δ ในส่วนที่เป็นทศนิยมให้เป็นลิปดาโดยใช้สูตร [13]
16. คำนวณค่า Right Ascension (α) ของดาวหางในแต่ละวัน โดยใช้สูตร [14] โดยการกำหนด Quadrant ตามสูตร [15]
17. แปลงค่า α ให้เป็นชั่วโมงและนาที โดยใช้สูตร [16]

ข้อที่ 1 ถึง 6 ใช้โปรแกรม Comet.bas ข้อ 7 ถึง 17 ใช้โปรแกรม Comet4.bas ข้อ 12 หาตำแหน่งดวงอาทิตย์ (X , Y , Z) จากโปรแกรม ICE และโปรแกรม Coorsun.bas (รายละเอียดของสูตรที่ใช้คำนวณ และโปรแกรมต่างๆ ดูที่ภาคผนวก)

3.2 การสังเกตการณ์และเก็บข้อมูล

การสังเกตการณ์และเก็บข้อมูลดาว เพื่อนำมาวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์การลดของแสงดาวเนื่องจากผลของบรรยากาศของโลกอันดับที่หนึ่ง และค่าโชติมาตรปรากฏของดาวหางเฮล-บอพพ์ โดยเทคนิค ซี ซี ดี โฟโตเมตรี ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล 15 วัน คือวันที่ 31 มกราคม ถึง 24 กุมภาพันธ์ 2540 โดยใช้ ซี ซี ดี โฟโตมิเตอร์ เก็บข้อมูลของดาวมาตรฐาน และดาวหางเฮล-บอพพ์ ตลอดช่วงความยาวคลื่นสีเหลือง(V) โดยบันทึกลงในเครื่องคอมพิวเตอร์ จนสิ้นสุดการเก็บข้อมูล แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หา ค่าสัมประสิทธิ์การลดของแสงดาวเนื่องจากผลของบรรยากาศของโลกอันดับที่หนึ่ง และค่าโชติมาตรปรากฏของดาวหางเฮล-บอพพ์ แล้วนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์หาค่าการเปลี่ยนแปลงความสว่าง ของดาวหาง ณ ตำแหน่งต่างๆ จากดวงอาทิตย์ และนำมาหาค่าโชติมาตรปรากฏรวม ณ ตำแหน่งอื่นๆ ได้

3.3 เทคนิคในการเก็บข้อมูล

1) ในการสังเกตการณ์ควรทำในคืนที่มีเมฆน้อยๆ เนื่องจากหากวัดในคืนที่มีเมฆมากจะทำให้ข้อมูลมีค่าผิดพลาดมาก ซึ่งฤดูที่เหมาะสมที่สุดคือฤดูหนาว

2) ในการสังเกตการณ์ควรเลือกทำในคืนข้างแรม เพราะจะช่วยลดผลอันเนื่องมาจากแสงของดวงจันทร์ เพราะดาวบางดวงมีแสงสว่างน้อยอยู่แล้ว เมื่อสังเกตการณ์ในคืนเดือนหงายจะทำให้สังเกตการณ์ได้ยากขึ้นไปอีก และแสงดาวจะกลบแสงดาวหมด

3) ในการสังเกตการณ์ไม่ควรวัดดาวที่มีค่าอัลติจูดน้อยกว่า 15° เพราะจะมีผลกระทบจากแสงไฟจากบ้านเรือนมารบกวน และค่ามวลอากาศจะมีการเปลี่ยนค่าอย่างรวดเร็ว

4) ในการสังเกตการณ์ควรทำการวัดสลับไป-มา ระหว่างดาวมาตรฐานและดาวโปรแกรม เพราะจะช่วยให้ผลกระทบของสิ่งแวดล้อมที่มีต่อดวงดาวใกล้เคียงกัน

5) ต้องคอยเช็คเวลาและสภาพของท้องฟ้าเสมอ