# ภาคผนวก ก

ในการสังเกตการณ์และเก็บข้อมูลดาวมาตรฐาน โดยเทคนิค ซี ซี ดี โฟโตเมตรี ข้อมูลที่ได้จะเป็นภาพของดาว และถูกเก็บบันทึกไว้ในคอมพิวเตอร์ จากนั้นทำการถ่ายโอนแฟ้มข้อมูลเข้าสู่โปรแกรม CCDRED (An Astronomical CCD Image Reduction Package) เพื่อทำการวัดหาค่า Instrumental Magnitude โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ใช้คำสั่ง ENTER ในการวางตำแหน่งไฟล์ที่ต้องการวัด ลงใน Image Buffer

CCD > ENTER AD101B.IMG

2. เมื่อต้องการเห็นภาพที่เราสังเกตการณ์ โดยการใช้คำสั่ง VIEW

CCD > VIEW

คำสั่งนี้เป็นคำสั่งเพื่อดู CCD Image หลังจากที่ถูกไว้ใน Buffer Image โดยใช้คำสั่ง ENTER Key Word จะเป็นตัวกำหนดว่าจะให้แสดง Buffer ไหน Default Buffer เป็นตัวสุดท้ายที่จะแสดงหรือ Buffer A หากจอภาพแสดงผลนั้นชัดเจนดี การปรากฏ Image จะถูกกำหนดโดยคำสั่ง RESCALE, COLOR, GRAY หรือ RGRAY ซึ่งจะอธิบายในขั้นตอนต่อไป

3. เมื่อใช้คำสั่ง VIEW แล้วภาพจะยังไม่ปรากฏบนจอภาพ ต้องใช้คำสั่ง PAN

Command Format : PAN [/A][/B][C]

คำสั่ง PAN ใช้กับ image ซึ่งไม่ได้บรรจุไว้ใน Image Display Window ซึ่งสามารถเกิดขึ้นได้หาก ZOOM Factor ได้ถูกกำหนดไว้สูง (ให้ดูคำสั่ง ZOOM ประกอบ) หรือ Image ประกอบด้วยแถวและ Column มากกว่าที่ Display Window จะทำให้เหมาะสม คำสั่งนี้กำหนด PAN และ ZOOM ไว้เพื่อ Display Image ให้ผู้ใช้วาง Cursor ในตำแหน่งของ Image ที่จะทำเป็นจุดศูนย์กลางใน Image Window และกดปุ่ม Mouse ด้านขวาหรือแป้น R กดปุ่มด้านซ้าย(หรือแป้น L) จะแสดงตำแหน่ง Pixel (คอลัมน์และจำนวนแถว) และค่าข้อมูลตรงตำแหน่ง Cursor ในขณะที่อยู่ใน

คำสั่ง PAN เป็นไปได้ที่จะเพิ่มหรือลด ZOOM Factor เป็นขั้นตอนโดยให้กดแป้น + หรือ - ตามลำดับ พิมพ์ X ก็จะออกจากคำสั่ง

4. คำสั่ง ZOOM

Command Format : ZOOM < Zoom Factor > [/A][/B][/C] [/NODISP]

กำหนด (Zoom Factor สำหรับ Display < Zoom Factor > เป็นจำนวนเต็มซึ่งจะเป็นตัวกำหนดว่า แต่ละ Pixel จะถูก Replicated กี่ครั้งใน Display คือ Zoom Factor = 3 จะแสดงแต่ละ CCD Pixel โดยใช้ 3x3 Screen Pixels, Zoom Factor=4 จะแสดงแต่ละ CCD Pixel เป็น 4x4 Screen Pixels เป็นต้น Zoom Factor ที่เป็น Negative จะเป็นแสดงข้อมูลทั้งหมด เราสามารถกำหนด Zoom Factor โดยใช้คำสั่ง Pan ได้

5. เมื่อทำขั้นตอนดังกล่าวมาเรียบร้อยแล้ว แต่ภาพดาวที่ปรากฏบนจอภาพยังไม่ชัดเจน เราต้องปรับให้ชัดเจนยิ่งขึ้นโดยใช้คำสั่ง RESCALE

Command Format : RESCALE [/A][/B][C][/NODISP][/PLOT]

ในการทำงาน RESCALE จะแสดง Histogram ตรง Window ทางด้านขวามือ เค้าโครงนี้จะแสดงถึงความถี่ของการเกิดของค่าต่างๆ ในข้อมูล ดังนั้นผู้ใช้จะใช้ค่าข้อมูลมากที่สุด (Maximum Data Values) และน้อยที่สุด (Minimum Data Values) ในการแสดงจอภาพ

คำสั่ง RESCALE มีผลต่อการแสดงภาพเท่านั้น แต่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงในข้อมูล Image ตามความเป็นจริง ค่า RESCALE ใช้กับ Image Buffer เท่านั้น

6. เมื่อผู้ใช้ต้องการเห็นภาพดาวให้เป็นสีเพื่อที่จะง่ายต่อการวัดหาค่า Magnitude ได้ถูกต้อง ต้องใช้คำสั่ง COLOR

Command Format : COLOR

คำสั่งนี้เปลี่ยน Display จากการแสดงภาพ Gray-Scale เป็นการแสดงภาพใน False-Color มีบางครั้งเมื่อรายละเอียดของ Image บางอย่างเป็นสิ่งที่ไม่ง่ายในการดูในการแสดงภาพเป็นสีไม่จริง ใน Mode การแสดงนี้มีลำดับของสีต่อไปนี้ (จากค่าข้อมูลจำนวนสูงสุดถึงต่ำสุด) ขาว แดง เหลือง เขียว ฟ้า ม่วง สีต่างๆ จะแสดงความเข้มที่แตกต่างกัน เพื่อให้จำนวนของ 16 ระดับ บนหน้าจอการตั้งนี้ สามารถกำหนดด้วยคำสั่ง RESCALE

7. เมื่อผู้ใช้เห็นภาพของดาวเป็นสีแล้ว ต้องการกลับไปเป็นสีเดิมใช้คำสั่ง GRAY

Command Format : GRAY

คำสั่งนี้เปลี่ยน Image เป็น Gray-Scale ธรรมดาในขณะที่ความเข้มของจอภาพจำนวนสูงสุดเป็นสีขาว และความเข้มน้อยสุดเป็นสีดำ

8. ก่อนที่จะมีการวัดค่า Magnitude ของดาว ผู้วิจัยควรเช็ค Aperture (ช่องรับแสง) ก่อนเพื่อที่ให้แน่ใจว่าเหมาะสมที่จะใช้กับดาวที่จะวัดหรือไม่ โดยใช้คำสั่ง SHOAPT

Command Format : SHOAPT

คำสั่งนี้จะแสดง Aperture ในวัตถุและ Sky Annulus ใน CCD Image เมื่อถูกสั่งให้ทำงาน คำสั่งนี้จะใส่ Cursor ใน Image ซึ่งสามารถจะวางตำแหน่งโดยใช้เป็นลูกศรหรือ Mouse ก็ได้ เมื่อกดแป้น ENTER หรือปุ่ม Mouse The Aperture และ The Annulus จะถูกดึงกลับมายังตำแหน่ง Cursor ต่อจากนั้น Cursor สามารถจะวางในตำแหน่งใหม่ได้ แล้วกระบวนการก็จะทำซ้ำอีกที Version ที่ผ่านมาของ CCDRED ไม่ได้ถูกออกแบบมาเพื่อการเทียบแสงในสถานที่แออัด (คือต้องแยกดวงดาวออกมาให้ชัดเจน) ดังนั้นโดยกระบวนการนี้ผู้ใช้สามารถแน่ใจได้เลยว่า รัศมีที่เลือกไว้นั้นเหมาะสมสำหรับผู้ใช้ พร้อมกับดวงดาวทั้งหมดซึ่งกระทำการวัดใน Image คือรัศมีจะเป็นช่องรับแสง (Aperture) วัตถุประกอบด้วยดาวดวงเดียวเท่านั้น และวงแหวนท้องฟ้าจะไม่ประกอบด้วยดาวที่อยู่ด้านหลังใดๆ เลย พิมพ์ X ก็จะออกจากการใช้งาน

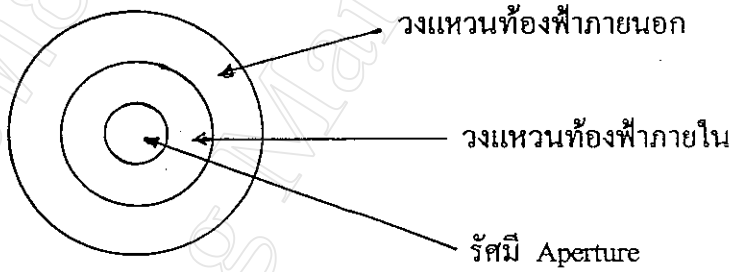
9. เมื่อเราเห็น Aperture จากการใช้คำสั่ง SHOAPT ซึ่งจะทำให้เราเห็นรัศมี Pixel ถ้าหากว่ารัศมี Pixel ของ Aperture พอดีกับดวงดาวที่เราต้องการวัด Magnitude เราก็สามารถทำขั้นตอนต่อไป

ได้เลย แต่ถ้ารัศมี Pixel ของ Aperture ไม่พอดีเราต้องปรับ Aperture ให้พอดีกับดวงดาวที่ต้องการวัด โดยใช้คำสั่ง SETAPT

Command Format : SETAPT < OBJECT RADIUS > < INNERSKY > < OUTERSKY >

ในการวัด Instrumental Magnitude ของดาวใน CCD Image จะต้องใช้ Aperture หลากหลายรอบ ๆ ตัววัตถุและข้อมูล Pixel ใน Aperture ก็จะสรุปผลออกมา พื้นท้องฟ้าจะวัดด้วยวงแหวนขนาดใหญ่ ซึ่งอยู่รอบ ๆ วัตถุและ Aperture คำสั่ง SETAPT จะทำให้ผู้ใช้สามารถกำหนดขนาดของ Aperture และ Sky Annulus โดยเรียกว่า CCD Pixels ค่า Default จะถูกกำหนดไว้ใน configuration file CCDPHOT.CNF ค่าใน Configuration File ใน Distribution Disk 8nv 5,10 และ 15 Pixel ในรัศมีของ Aperture คือวงแหวนท้องฟ้าภายใน และภายนอกตามลำดับ

ลักษณะของ Aperture




ในการกำหนดรัศมีของ Aperture ควรจะให้พอดีกับดวงดาวคือรัศมีในสุด เมื่อ aperture มีขนาดพอดีแล้วขั้นตอนต่อไปคือการวัด Instrumental Magnitude

10. ใช้คำสั่ง EXTRACT ในการวัด Instrumental Magnitude

Command Format : EXTRACT [/A][/B][/C] < File Name >

โดยใช้ TAU.DAT เป็นชื่อของ Output File ให้ตอบ Y ทุกคำถามที่เกี่ยวข้องกับ Image Data จากนั้นให้วาง Cursor ไปที่ดาวที่เราต้องการวัด และกดปุ่ม Mouse ด้านขวา หรือพิมพ์ R ให้พิมพ์ 1 หรือทำ Default ID ให้ถูกต้อง ถ้าในภาพมีดาวอยู่หลายดวงแล้วต้องการวัด Magnitude

ต่อก็กดแป้น Return ให้ทำกระบวนการซ้ำอีก สำหรับดาวดวงต่อไปจนหมดทุกดวงที่ต้องการวัด พร้อมทั้งกำหนดค่า Default ID ให้ถูกต้องเช่นวัดดาวดวงที่สองก็ใส่เลข 2 ตรงช่อง ID ต่อไปพิมพ์ X ก็ออกจากการใช้คำสั่ง EXTRACT และให้ตอบ Y ทุกคำถามที่เกี่ยวกับการเขียน File ทำเช่นเดียวกันนี้กับดาวดวงอื่นๆ จนกระทั่งครบ Image

วิธีและขั้นตอนในการหาค่า Instrumental Magnitude ดังกล่าว สามารถทำได้ทั้งดาวมาตรฐานและดาวโปรแกรม

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

# ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์หาค่ามวลอากาศ โดยเทคนิคทาง ซี ซี ดี โฟโตเมตรี โดยใช้โปรแกรม CCDPHOT (An Astronomical CCD Photometry Package) มีขั้นตอนดังนี้

1. หลังจากใช้โปรแกรม CCDRED ทำการวัด Instrumental Magnitude แล้วให้ Copy File TAU.DAT จาก CCDRED ไปสู่ CCDPHOT

2. เข้าสู่โปรแกรม CCDPHOT แล้วเช็ค File CCDPHOT.CNF เพื่อใส่ค่า Longitude และ Latitude ของตำแหน่งที่ผู้สังเกตการณ์ซึ่งก็คือตำแหน่งของหอดูดาวสิรินธร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มีค่าดังนี้

LONGITUDE = 98° 55′ 29.9″ ตะวันออก

LATITUDE = 18° 47′ 19.6″ เหนือ

ในการใส่ค่า LONG และ LAT ต้องอ่านคำแนะนำให้ดี ต้องใส่ค่าตามคำแนะนำของ File CCDPHOT.CNF จากนั้นก็ออกจาก CCDPHOT.CNF

2. เช็คค่า Standard ของดาวมาตรฐาน ซึ่งมีอยู่แล้วใน Catalog ของดาวมาตรฐาน ซึ่งผู้วิจัยต้องใส่ค่า Epoch, RA, DEC, B, V, B-V, U-B

3. ใช้คำสั่ง INST

Command Format : INST

4. เมื่อถูกขอไฟล์ข้อมูล Input ให้พิมพ์ TAU.DAT Catalog File จะเป็นไฟล์ที่ต้องการต่อไป ซึ่งเป็นไฟล์ของ Standard.dat นั่นเอง สำหรับชื่อ Output File ให้ใช้ TAU.INS

5. ผู้วิจัยสามารถจะขอดูผลลัพธ์ของคำสั่ง INST โดยพิมพ์ Output File ดังนี้

DO "TYPE TAU.INS" หรือ "EDIT TAU.INS"

ผลลัพธ์ที่ได้คือ Air Mass , Heliocentric Julian Dates และ Instrumental Magnitude เพื่อนำมาวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์การลดของแสงดาว เนื่องจากผลของบรรยากาศของโลก และค่าจุดตัดแกนศูนย์ (Zero-Point Values)

สำหรับดาวโปรแกรม ก็ทำเช่นเดียวกับดาวมาตรฐานทุกขั้นตอน แต่ผลข้อมูลที่ต้องการคือ ค่ามวลอากาศ เพื่อนำมาวิเคราะห์หาค่าโชติมาตรปรากฏในช่วงความยาวคลื่นสีน้ำเงิน(B) และสีเหลือง(V) โดยอาศัยข้อมูลจากดาวมาตรฐานคือ ค่าสัมประสิทธิ์การลดของแสงดาว เนื่องจากผลของบรรยากาศของโลกอันดับที่หนึ่ง และค่าจุดตัดแกนศูนย์

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

# ภาคผนวก ค

<u>สูตรที่เกี่ยวข้อง</u>

[1] $b^2 = a^2(1-e^2)$

[2] ปริมาณย่อย

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| (1) | = | $\sin\omega . \sin\Omega$ | (5) | = | $\cos\omega . \cos\Omega$ |
| (2) | = | $\sin\omega . \cos\Omega$ | (6) | = | $\cos\Omega . \sin i$ |
| (3) | = | $\sin\omega . \sin i$ | (7) | = | (5).cosi-(1) |
| (4) | = | $\cos\omega . \sin\Omega$ | (8) | = | (2). cosi + (4) |

[3] ค่าในวงเล็บหมายถึงค่าองค์ประกอบในข้อ [2]

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $P_X$ | = | (5) - (1).cosi | $Q_X$ | = | -(2) - (4).cosi |
| $P_Y$ | = | (8).cosε - (3).sin ε | $Q_Y$ | = | (7).cosε - (6).sin ε |
| $P_Z$ | = | (3).cosε + (8).sin ε | $Q_Z$ | = | (6).cosε + (7).sin ε |

[4]

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $A_X$ | = | $a.P_Y$ | $B_X$ | = | $b.Q_X$ |
| $A_Y$ | = | $a.P_Y$ | $B_Y$ | = | $b.Q_Y$ |
| $A_Z$ | = | $a.P_Z$ | $B_Z$ | = | $b.Q_Z$ |

[5] $M = n(t-T)$ เมื่อ t-T คือจำนวนวันจาก Perihelion

t เป็นบวก ถ้าดาวหางผ่านจุด Perihelion แล้ว

t เป็นลบ ถ้าดาวหางเคลื่อนที่เข้าสู่จุด Perihelion

t คือวันที่นับจากจุด Perihelion

T คือวันที่จุด Perihelion

[6] สมการของเคปเลอร์ คือ $M = E - e^\circ . \sin E$ โดยที่ $e^\circ = 360^\circ(e/2\pi)$

เมื่อ M และ E มีหน่วยเป็นองศา

[7] $r = a(1 - e.\cos E)$

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

[ 8 ] $x = A_X(\cos E - e) + B_X \cdot \sin E$

$y = A_Y(\cos E - e) + B_Y \cdot \sin E$

$z = A_Z(\cos E - e) + B_Z \cdot \sin E$

[ 9 ] $r^2 = x^2 + y^2 + z^2$

[ 10 ] $\xi = x + X$

$\eta = y + Y$

$\zeta = z + Z$

[ 11 ] $\Delta^2 = \xi^2 + \eta^2 + \zeta^2$

[ 12 ] $\sin\delta = \zeta / \Delta$

[ 13 ] ค่า $\delta$ ที่ได้มีหน่วยเป็นองศา เปลี่ยนจุดทศนิยมขององศาให้เป็นลิปดาโดยคูณ 60

[ 14 ] $\tan\alpha = \eta / \xi$

[ 15 ] คำนวณค่า $\alpha$ โดยสมมติค่า $\eta$ และ $\xi$ เป็นบวก เมื่อค่าทั้งสองอยู่ในช่วง 0° ถึง 90°
ถ้า $\eta$ เป็น + และ $\xi$ เป็น + แทนค่ามุมที่ใช้ได้เลย
ถ้า $\eta$ เป็น + และ $\xi$ เป็น - ลบค่ามุมจาก 180° (180°-ค่ามุม)
ถ้า $\eta$ เป็น - และ $\xi$ เป็น - บวก 180° กับค่ามุมที่ใช้คำนวณ
ถ้า $\eta$ เป็น - และ $\xi$ เป็น + ลบค่ามุมที่ใช้คำนวณออกจาก 360° (360°-ค่ามุม)

[ 16 ] เปลี่ยนค่า $\alpha$ จากองศาให้เป็นชั่วโมงและนาที โดยหารด้วย 15
ส่วนที่เป็นทศนิยมของชั่วโมง คูณด้วย 60 จะได้เป็นนาที

[ 17 ] $n = (180/\pi) \cdot (k/a^{3/2})$

[ 18 ] $P^2 / a^3 = 4\pi^2 / G(M_S + m)$

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

# ภาคผนวก ง

โปรแกรมที่ใช้ในการคำนวณ มีดังนี้

1. COMET.BAS หาค่า $A_X$, $A_Y$, $A_Z$, $B_X$, $B_Y$, $B_Z$, $P_X$, $P_Y$, $P_Z$, $Q_X$, $Q_Y$, $Q_Z$ และค่า Semi-Miner Axis , b
2. COMET1.BAS หาค่า Mean Anomaly , M และ Eccentric Anomaly , E
3. COMET2.BAS ใช้เปลี่ยนค่า ชั่วโมง นาที วินาที เป็น องศา
4. COMET3.BAS ใช้เปลี่ยนค่า ลิปดา ฟิลิปดา ให้เป็น ทศนิยมในหน่วยองศา
5. COMET4.BAS หาค่า
   - 5.1 Heliocentric Distance , r
   - 5.2 ตำแหน่งของดาวหาง ในระบบ Heliocentric Equatorial Coordinate $(x, y, z)$
   - 5.3 ตำแหน่งของดาวหาง ในระบบ Geocentric Equatorial Coordinate $(\xi, \eta, \zeta)$
   - 5.4 Geocentric Distance , $\Delta$
   - 5.5 Right Ascension , $\alpha$ และ Declination , $\delta$ ของดาวหาง

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

# โปรแกรม COMET.BAS

```
10   REM "A"
20   PRINT "EQUATORIAL CONSTANTS"
30   PRINT "INPUT SEMIMAJOR AXIS"
40   INPUT A
50   PRINT "INPUT ECCENTRICITY"
60   INPUT E
70   LET B = A * SQR(1 - E ^ 2)
80   PRINT "SEMIMINOR AXIS", B
110  PRINT "INPUT LONGITUDE OF PERIHELION SMALL OMEGA"
120  INPUT L
125  LET Pi = 3.14159265389793#
130  LET L = L * Pi / 180
140  PRINT "INPUT LONGITUDE OF ASCENDING NODE CAPITTAL OMEGA"
150  INPUT N
160  LET N = N * Pi / 180
170  PRINT "INPUT INCLINATION"
180  INPUT S
190  LET S = S * Pi / 180
200  PRINT "INPUT OBLIQUITY"
210  INPUT O
220  LET O = O * Pi / 180
230  CLS
240  DIM P(5)
250  DIM Q(5)
260  DIM A(5)
270  DIM B(5)
280  LET C = SIN(L) * SIN(N)
290  LET D = SIN(L) * COS(N)
300  LET F = SIN(L) * SIN(S)
310  LET G = COS(L) * SIN(N)
320  LET H = COS(L) * COS(N)
330  LET J = COS(L) * SIN(S)
340  LET K = H * COS(S) - C
350  LET M = D * COS(S) + G
360  PRINT "INTERMEDIATE QUANTITIES"
380  PRINT "(1)="; C, "(5)="; H
410  PRINT "(2)="; D, "(6)="; J
440  PRINT "(3)="; F, "(7)="; K
470  PRINT "(4)="; G, "(8)="; M
510  LET P(1) = H - C * COS(S)
520  LET P(2) = M * COS(O) - F * SIN(O)
530  LET P(3) = F * COS(O) + M * SIN(O)
540  LET Q(1) = -D - G * COS(S)
550  LET Q(2) = K * COS(O) - J * SIN(O)
560  LET Q(3) = J * COS(O) + K * SIN(O)
600  PRINT
```

```
610  PRINT "P(X)= "; P(1), "Q(X)= "; Q(1)
630  PRINT "P(Y)= "; P(2), "Q(Y)= "; Q(2)
650  PRINT "P(Z)= "; P(3), "Q(Z)= "; Q(3)
670  PRINT "CHECK SIGMA PQ = "; P(1) * Q(1) + P(2) * Q(2) + P(3) * Q(3)
690  PRINT
740  FOR I = 1 TO 3
750  LET A(I) = A * P(I)
760  LET B(I) = B * Q(I)
770  NEXT I
800  PRINT
820  PRINT "A(X)= "; A(1), "B(X)= "; B(1)
840  PRINT "A(Y)= "; A(2), "B(Y)= "; B(2)
860  PRINT "A(Z)= "; A(3), "B(Z)= "; B(3)
870  PRINT
880  PRINT " CHECK SIGMA AB =  "; A(1) * B(1) + A(2) * B(2) + A(3) * B(3)
930  END
```

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

# โปรแกรม COMET1.BAS

```
10   REM "B"
20   PRINT "KEPLERS EQUATION"
30   PRINT "INPUT ECCENTRRICITY (e)"
40   INPUT E
50   PRINT "INPUT SEMIMAJOR AXIS (a)"
60   INPUT A
70   LET B = A * SQR(1 - E * E)
80   PRINT "INPUT TIME OF PERIHELION PASSAGE (APRIL) (T)"
90   INPUT T
100  PRINT "INPUT MEAN DAILY MOTION (n)"
110  INPUT N
120  PRINT "INPUT INITIAL TIME (JAN)"
130  INPUT S
140  PRINT "INPUT TIME INTERVAL"
150  INPUT W
160  PRINT "INPUT NUMBER OF DATES"
170  INPUT U
180  CLS
190  DIM M(40)
200  DIM E(40)
210  PRINT "DATE", "M (DEGREES)", TAB(45); "E (DEGREES)"
230  FOR I = 1 TO U
235  LET PI = 3.1415926535897 93#
240  LET M(I) = N * (S + (I - 1) * W - T) * PI / 180
250  IF I = 1 THEN LET E(I) = M(I) / (1 - E)
260  LET F = E(I) - E * SIN(E(I))
270  LET G = ABS(M(I) - F)
280  IF G < .0000001# THEN GOTO 320
290  LET H = (M(I) - F) / (1 - E * COS(E(I)))
300  LET E(I) = E(I) + H
310  GOTO 260
320  PRINT S + (I - 1) * W, M(I) * 180 / PI, TAB(45); E(I) * 180 / PI
350  NEXT I
360 END
```

## โปรแกรม COMET2.BAS

```
10  PRINT "=================================================="
20  PRINT "   ******** convert h m s ======> degree  *****     "
30  PRINT "=================================================="
40  INPUT "second ="; s
50  INPUT "minute ="; m
60  INPUT "hour ="; h
70  LET a = s / 60
80  LET b = (m + a) / 60
90  LET c = (h + b) * 15
100  PRINT "result ="; c
110  PRINT "--------------------------------------------------"
115  GOTO 10
120  END
```

## โปรแกรม COMET3.BAS

```
10 PRINT "================================================"
20 PRINT " *** convert '  '' ====> decimal of degree ***"
30 PRINT "================================================"
40 INPUT "second of arc = "; a
50 INPUT "minute of arc ="; b
60 INPUT "degree ="; c
70 LET d = a / 60
80 LET e = (b + d) / 60
90 PRINT "result = "; c; e
100 GOTO 10
110 END
```

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

# โปรแกรม COMET4.BAS

```
10    REM "D"
20    PRINT "DECLINATION AND RIGHT ASCENSION"
30    DIM A(20)
40    DIM B(20)
50    DIM E(20)
60    DIM X(20)
70    DIM Y(20)
80    DIM Z(20)
90    DIM R(20)
100    DIM H(20)
110    DIM K(20)
120    DIM L(20)
130    DIM P(20)
140    DIM Q(20)
150    DIM D(20)
160    DIM V(20)
170    DIM W(20)
175    DIM S(20)
180    PRINT
190   PRINT "INPUT ECCENTRICITY"
200   INPUT E
210   PRINT "INPUT SEMIMAJOR AXIS"
220   INPUT A
230   PRINT "INPUT EQUATORIAL CONSTANT A, B"
240   FOR I = 1 TO 3
250   INPUT A(I)
260   NEXT I
270   FOR I = 1 TO 3
280   INPUT B(I)
290   NEXT I
300   PRINT "INPUT NUMBER OF DATES"
310   INPUT U
320   PRINT "INPUT ECCENTRIC ANOMALY"
330   FOR I = 1 TO U
340   INPUT E(I)
350   NEXT I
360   FOR I = 1 TO U
365   LET PI = 3.141592653589793#
370   LET E(I) = E(I) * PI / 180
380   NEXT I
390   PRINT "INPUT X COORDINATES OF SUN "
400   FOR I = 1 TO U
410   INPUT H(I)
420   NEXT I
430   PRINT "INPUT Y COORDINATES OF SUN"
440   FOR I = 1 TO U
450   INPUT K(I)
460   NEXT I
470   PRINT "INPUT Z COORDINATES OF SUN"
480   FOR I = 1 TO U
490   INPUT L(I)
500   NEXT I
510   CLS
```

```
520  PRINT "CHECK R SQUARED AGAINST SIGMA X SQUARED"
225 PRINT
530  FOR I = 1 TO U
540  LET R(I) = A * (1 - E * COS(E(I)))
550  LET F = (COS(E(I)) - E)
560  LET G = SIN(E(I))
570  LET X(I) = A(1) * F + B(1) * G
580  LET Y(I) = A(2) * F + B(2) * G
590  LET Z(I) = A(3) * F + B(3) * G
610  PRINT I; R(I) * R(I), X(I) * X(I) + Y(I) * Y(I) + Z(I) * Z(I)
640  NEXT I
670  PRINT "DATE"; "R"; "COMET X"; "COMET Y"; "COMET Z"
680  FOR I = 1 TO U
700  PRINT I; R(I); X(I); Y(I); Z(I)
850  NEXT I
880  PRINT "XI  "; "ETA  "; "ZETA  "; "DATE  "; "CAPITAL DELTA"
930  LET Z(I) = Z(I) + L(I)
940  LET D(I) = SQR(X(I) * X(I) + Y(I) * Y(I) + Z(I) * Z(I))
950  PRINT X(I); Y(I); Z(I); I; D(I)
980  NEXT I
1090  PRINT "DELTA", "ALPHA"
1100  FOR I = 1 TO U
1110  LET T(I) = Z(I) / D(I)
1115  LET P(I) = 2 * ATN(T(I) / (1 + SQR(1 - T(I) * T(I))))
1120  LET P(I) = P(I) * 180 / PI
1130  LET Q(I) = ATN(Y(I) / X(I))
1140  LET Q(I) = Q(I) * 180 / PI
1150  IF X(I) > 0 AND Y(I) > 0 THEN LET Q(I) = Q(I)
1160   IF X(I) < 0 AND Y(I) > 0 THEN LET Q(I) = Q(I) + 180
1170  IF X(I) < 0 AND Y(I) < 0 THEN LET Q(I) = Q(I) + 180
1180   IF X(I) > 0 AND Y(I) < 0 THEN LET Q(I) = Q(I) + 360
1200  PRINT P(I), Q(I)
1220  NEXT I
1250  PRINT "DELTA (DEG/MIN)", "ALPHA (H/MIN)"
1260  FOR I = 1 TO U
1270  LET Q(I) = Q(I) / 15
1280  LET V(I) = INT(Q(I))
1290  LET Q(I) = Q(I) - V(I)
1300  LET Q(I) = Q(I) * 60
1310  IF P(I) > 0 THEN LET W(I) = INT(P(I))
1320  IF P(I) > 0 THEN GOTO 1370
1330  IF P(I) < 0 THEN LET P(I) = P(I) + 1
1340  LET W(I) = INT(P(I))
1350  IF P(I) < 0 THEN LET P(I) = -P(I) + W(I) + 1
1360  GOTO 1380
1370  LET P(I) = P(I) - W(I)
1380  LET P(I) = P(I) * 60
1390  NEXT I
1400  FOR I = 1 TO U
1420  PRINT W(I); " "; P(I), V(I); " "; Q(I)
1440  NEXT I
1460 END
```

# โปรแกรม COORSUN.BAS

```
10  REM "A"
11  CLS
12  PRINT "-----------------------------------"
15  PRINT TAB(15); "COORDINATES OF SUN"
18  PRINT "-----------------------------------"
20  INPUT "ALPHA = "; b
25  INPUT "DELTA = "; c
28  INPUT "distance from earth to sun = "; r
29  LET Pi = 3.141592653589793#
40  LET b = b * Pi / 180
50  LET c = c * Pi / 180
70  LET g = r * COS(c) * COS(b)
80  LET h = r * COS(c) * SIN(b)
90  LET i = r * SIN(c)
100 PRINT "X", " Y", TAB(45); " Z"
120 PRINT g, h, TAB(45); i
125 PRINT
126 PRINT "-----------------------------------"
128 GOTO 12
130 END
```

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

# ภาคผนวก จ

## แฟ้มข้อมูล

```
SEMIMINOR AXIS                    18.43916



INTERMEDIATE QUANTITIES
(1)=-.7414591                     (5)=-.1405021
(2)= .1639797                     (6)=-.6506206
(3)= .7593377                     (7)= .7400597
(4)= .6353017                     (8)= .6369348

P(X)= -.1331177                   Q(X)= -.1703069
P(Y)=  .2813223                   Q(Y)=  .9381136
P(Z)=  .9503354                   Q(Z)= -.30156
CHECK SIGMA PQ = -2.980232E-08


A(X)= -24.81762                   B(X)= -3.140317
A(Y)=  52.44796                   B(Y)=  17.29803
A(Z)=  177.1745                   B(Z)= -5.560515

 CHECK SIGMA AB =  -1.831055E-04
```

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

| DATE | M (DEGREES) | E (DEGREES) |
|---|---|---|
| -61 | -.0240575 | -4.163395 |
| -60 | -2.367031E-02 | -4.111786 |
| -59 | -2.328313E-02 | -4.059658 |
| -58 | -2.289594E-02 | -4.007064 |
| -57 | -2.250876E-02 | -3.954041 |
| -56 | -2.212158E-02 | -3.900541 |
| -55 | -2.173439E-02 | -3.846602 |
| -54 | -2.134721E-02 | -3.792124 |
| -53 | -2.096002E-02 | -3.737175 |
| -52 | -2.057284E-02 | -3.681803 |
| -51 | -2.018566E-02 | -3.625896 |
| -50 | -1.979847E-02 | -3.569479 |
| -49 | -1.941129E-02 | -3.512558 |
| -48 | -.0190241 | -3.455117 |
| -47 | -1.863692E-02 | -3.397191 |
| -46 | -1.824974E-02 | -3.338704 |
| -45 | -1.786255E-02 | -3.279695 |
| -44 | -1.747537E-02 | -3.220182 |
| -43 | -1.708818E-02 | -3.160105 |
| -42 | -.016701 | -3.099487 |
| -41 | -1.631382E-02 | -3.038329 |
| -40 | -1.592663E-02 | -2.976567 |
| -39 | -1.553945E-02 | -2.914294 |
| -38 | -1.515226E-02 | -2.85148 |
| -37 | -1.476508E-02 | -2.788092 |
| -36 | -1.437789E-02 | -2.724167 |

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

Apparent Places of SUN

| Year | Mon | Da | Time h | m | s | RA h | m | s | Dec ° | ' | " | Dist AU |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1997 | Jan | 31 | 4 | 20 | 00 | 20 | 55 | 09.616 | - 17 | 22 | 36.84 | .9852249 |
| 1997 | Feb | 1 | 4 | 20 | 00 | 20 | 59 | 14.666 | - 17 | 05 | 41.54 | .9853711 |
| 1997 | Feb | 2 | 4 | 20 | 00 | 21 | 03 | 18.920 | - 16 | 48 | 28.12 | .9855215 |
| 1997 | Feb | 3 | 4 | 20 | 00 | 21 | 07 | 22.380 | - 16 | 30 | 56.99 | .9856760 |
| 1997 | Feb | 4 | 4 | 20 | 00 | 21 | 11 | 25.046 | - 16 | 13 | 08.57 | .9858342 |
| 1997 | Feb | 5 | 4 | 20 | 00 | 21 | 15 | 26.918 | - 15 | 55 | 03.30 | .9859957 |
| 1997 | Feb | 6 | 4 | 20 | 00 | 21 | 19 | 27.995 | - 15 | 36 | 41.59 | .9861601 |
| 1997 | Feb | 7 | 4 | 20 | 00 | 21 | 23 | 28.274 | - 15 | 18 | 03.88 | .9863272 |
| 1997 | Feb | 8 | 4 | 20 | 00 | 21 | 27 | 27.755 | - 14 | 59 | 10.62 | .9864969 |
| 1997 | Feb | 9 | 4 | 20 | 00 | 21 | 31 | 26.438 | - 14 | 40 | 02.21 | .9866690 |
| 1997 | Feb | 10 | 4 | 20 | 00 | 21 | 35 | 35.156 | - 14 | 19 | 51.57 | .9868437 |
| 1997 | Feb | 11 | 4 | 20 | 00 | 21 | 39 | 32.221 | - 14 | 00 | 13.39 | .9870211 |
| 1997 | Feb | 12 | 4 | 20 | 00 | 21 | 43 | 28.502 | - 13 | 40 | 21.38 | .9872014 |
| 1997 | Feb | 13 | 4 | 20 | 00 | 21 | 47 | 24.009 | - 13 | 20 | 15.96 | .9873849 |
| 1997 | Feb | 14 | 4 | 20 | 00 | 21 | 51 | 18.749 | - 12 | 59 | 57.55 | .9875719 |
| 1997 | Feb | 15 | 4 | 20 | 00 | 21 | 55 | 12.735 | - 12 | 39 | 26.57 | .9877625 |
| 1997 | Feb | 16 | 4 | 20 | 00 | 21 | 59 | 05.978 | - 12 | 18 | 43.44 | .9879571 |
| 1997 | Feb | 17 | 4 | 20 | 00 | 22 | 02 | 58.493 | - 11 | 57 | 48.55 | .9881557 |
| 1997 | Feb | 18 | 4 | 20 | 00 | 22 | 06 | 50.295 | - 11 | 36 | 42.32 | .9883586 |
| 1997 | Feb | 19 | 4 | 20 | 00 | 22 | 10 | 41.399 | - 11 | 15 | 25.15 | .9885659 |
| 1997 | Feb | 20 | 4 | 20 | 00 | 22 | 14 | 31.822 | - 10 | 53 | 57.44 | .9887775 |
| 1997 | Feb | 21 | 4 | 20 | 00 | 22 | 18 | 21.581 | - 10 | 32 | 19.59 | .9889936 |
| 1997 | Feb | 22 | 4 | 20 | 00 | 22 | 22 | 10.695 | - 10 | 10 | 32.01 | .9892142 |
| 1997 | Feb | 23 | 4 | 20 | 00 | 22 | 25 | 59.182 | - 9 | 48 | 35.08 | .9894392 |
| 1997 | Feb | 24 | 4 | 20 | 00 | 22 | 29 | 47.061 | - 9 | 26 | 29.19 | .9896686 |
| 1997 | Feb | 25 | 4 | 20 | 00 | 22 | 33 | 34.352 | - 9 | 04 | 14.75 | .9899022 |

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

ตำแหน่งดวงอาทิตย์ ในหน่วย องศา

| วัน เดือน ปี | Right Ascension ( $\alpha$ ) | Declination ( $\delta$ ) |
|---|---|---|
| 31 มกราคม 2540 | 313.8398 | -17.3633083 |
| 1 กุมภาพันธ์ 2540 | 314.8607 | -17.0810333 |
| 2 กุมภาพันธ์ 2540 | 315.8782 | -16.7937306 |
| 3 กุมภาพันธ์ 2540 | 316.8925 | -16.5015139 |
| 4 กุมภาพันธ์ 2540 | 317.9034 | -16.2045 |
| 5 กุมภาพันธ์ 2540 | 318.9111 | -15.9028 |
| 6 กุมภาพันธ์ 2540 | 319.9154 | -15.5965611 |
| 7 กุมภาพันธ์ 2540 | 320.9164 | -15.285875 |
| 8 กุมภาพันธ์ 2540 | 321.9141 | -14.9708722 |
| 9 กุมภาพันธ์ 2540 | 322.9084 | -14.6516694 |
| 10 กุมภาพันธ์ 2540 | 323.8995 | -14.3283861 |
| 11 กุมภาพันธ์ 2540 | 324.8872 | -14.0011441667 |
| 12 กุมภาพันธ์ 2540 | 325.8717 | -13.67005 |
| 13 กุมภาพันธ์ 2540 | 326.853 | -13.3352333 |
| 14 กุมภาพันธ์ 2540 | 327.8311 | -12.9968027 |
| 15 กุมภาพันธ์ 2540 | 328.806 | -12.6548805 |
| 16 กุมภาพันธ์ 2540 | 329.7779 | -12.3095805 |
| 17 กุมภาพันธ์ 2540 | 330.7468 | -11.9610195 |
| 18 กุมภาพันธ์ 2540 | 331.7126 | -11.6093111 |
| 19 กุมภาพันธ์ 2540 | 332.6756 | -11.2545639 |
| 20 กุมภาพันธ์ 2540 | 333.6357 | -10.8968973 |
| 21 กุมภาพันธ์ 2540 | 334.335 | -10.5364139 |
| 22 กุมภาพันธ์ 2540 | 335.5476 | -10.1732306 |
| 23 กุมภาพันธ์ 2540 | 336.4997 | -9.8074528 |
| 24 กุมภาพันธ์ 2540 | 337.4492 | -9.4391889 |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ตำแหน่งดวงอาทิตย์

| วัน เดือน ปี | X | Y | Z |
|---|---|---|---|
| 31 มกราคม 2540 | .6513193 | -.6782447 | -.2940224 |
| 1 กุมภาพันธ์ 2540 | .6644136 | -.6676494 | -.2894292 |
| 2 กุมภาพันธ์ 2540 | .6773005 | -.6568493 | -.284746 |
| 3 กุมภาพันธ์ 2540 | .6899813 | -.6458425 | -.2799743 |
| 4 กุมภาพันธ์ 2540 | .7024488 | -.634635 | -.2751155 |
| 5 กุมภาพันธ์ 2540 | .7147000 | -.6232289 | -.2701713 |
| 6 กุมภาพันธ์ 2540 | .7267301 | -.6116291 | -.2651432 |
| 7 กุมภาพันธ์ 2540 | .7385344 | -.5998394 | -.2600328 |
| 8 กุมภาพันธ์ 2540 | .7501101 | -.5878631 | -.2548419 |
| 9 กุมภาพันธ์ 2540 | .7614517 | -.5757061 | -.2495721 |
| 10 กุมภาพันธ์ 2540 | .7725586 | -.563369 | -.2442253 |
| 11 กุมภาพันธ์ 2540 | .783424 | -.5508609 | -.2388032 |
| 12 กุมภาพันธ์ 2540 | .7940474 | -.5381824 | -.2333077 |
| 13 กุมภาพันธ์ 2540 | .8044252 | -.5253391 | -.2277406 |
| 14 กุมภาพันธ์ 2540 | .8145546 | -.5123351 | -.2221037 |
| 15 กุมภาพันธ์ 2540 | .824432 | -.499176 | -.216399 |
| 16 กุมภาพันธ์ 2540 | .8340568 | -.4858634 | -.2106283 |
| 17 กุมภาพันธ์ 2540 | .8434256 | -.4724024 | -.2047935 |
| 18 กุมภาพันธ์ 2540 | .8525342 | -.4588007 | -.1988965 |
| 19 กุมภาพันธ์ 2540 | .8613831 | -.4450577 | -.1929388 |
| 20 กุมภาพันธ์ 2540 | .8699684 | -.4311802 | -.1869227 |
| 21 กุมภาพันธ์ 2540 | .8782877 | -.4171733 | -.1808497 |
| 22 กุมภาพันธ์ 2540 | .8863389 | -.4030389 | -.1747216 |
| 23 กุมภาพันธ์ 2540 | .8941227 | -.388781 | -.1685407 |
| 24 กุมภาพันธ์ 2540 | .9016334 | -.3744055 | -.16230824 |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ตำแหน่งดาวหางเฮล-บอพพ์

| วัน เดือน ปี | x | y | z |
|---|---|---|---|
| 31 มกราคม 2540 | .1723956 | -1.13965 | .8039652 |
| 1 กุมภาพันธ์ 2540 | .1679629 | -1.120712 | .8104954 |
| 2 กุมภาพันธ์ 2540 | .163504 | -1.10162 | .8169528 |
| 3 กุมภาพันธ์ 2540 | .159032 | -1.082425 | .8233079 |
| 4 กุมภาพันธ์ 2540 | .1545457 | -1.063122 | .8295586 |
| 5 กุมภาพันธ์ 2540 | .1500345 | -1.043666 | .8357257 |
| 6 กุมภาพันธ์ 2540 | .1455083 | -1.024098 | .8417871 |
| 7 กุมภาพันธ์ 2540 | .1409578 | -1.004376 | .8477528 |
| 8 กุมภาพันธ์ 2540 | .1363933 | -.9845409 | .8536015 |
| 9 กุมภาพันธ์ 2540 | .1318102 | -.9645736 | .859338 |
| 10 กุมภาพันธ์ 2540 | .1272186 | -.9445143 | .864941 |
| 11 กุมภาพันธ์ 2540 | .1225968 | -.9242739 | .870451 |
| 12 กุมภาพันธ์ 2540 | .117964 | -.9039271 | .8758227 |
| 13 กุมภาพันธ์ 2540 | .1133132 | -.8834465 | .8810705 |
| 14 กุมภาพันธ์ 2540 | .1086444 | -.8628263 | .8861809 |
| 15 กุมภาพันธ์ 2540 | .1039586 | -.8420727 | .8911559 |
| 16 กุมภาพันธ์ 2540 | .09925939 | -.8211997 | .8959883 |
| 17 กุมภาพันธ์ 2540 | .09454087 | -.8001803 | .9006813 |
| 18 กุมภาพันธ์ 2540 | .08980808 | -.7790319 | .9052171 |
| 19 กุมภาพันธ์ 2540 | .08505739 | -.7577398 | .9096026 |
| 20 กุมภาพันธ์ 2540 | .08029342 | -.7363192 | .9138197 |
| 21 กุมภาพันธ์ 2540 | .07551494 | -.7147686 | .9178791 |
| 22 กุมภาพันธ์ 2540 | .07072257 | -.6930812 | .9217559 |
| 23 กุมภาพันธ์ 2540 | .06591526 | -.6712563 | .9254613 |
| 24 กุมภาพันธ์ 2540 | .06109795 | -.649316 | .9289907 |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

ตำแหน่งดาวหางเฮล-บอพพ์

| วัน เดือน ปี | ξ | η | ζ |
|---|---|---|---|
| 31 มกราคม 2540 | .8237149 | -1.817894 | .5099428 |
| 1 กุมภาพันธ์ 2540 | .8323765 | -1.788361 | .5210662 |
| 2 กุมภาพันธ์ 2540 | .8408046 | -1.758469 | .5322068 |
| 3 กุมภาพันธ์ 2540 | .8490133 | -1.728268 | .5433335 |
| 4 กุมภาพันธ์ 2540 | .8569945 | -1.697757 | .5544431 |
| 5 กุมภาพันธ์ 2540 | .8647345 | -1.666895 | .5655544 |
| 6 กุมภาพันธ์ 2540 | .8722384 | -1.635727 | .5766439 |
| 7 กุมภาพันธ์ 2540 | .8794922 | -1.604215 | .58772 |
| 8 กุมภาพันธ์ 2540 | .8865035 | -1.572404 | .5987595 |
| 9 กุมภาพันธ์ 2540 | .8932619 | -1.54028 | .6097659 |
| 10 กุมภาพันธ์ 2540 | .8997772 | -1.507883 | .6207157 |
| 11 กุมภาพันธ์ 2540 | .9060208 | -1.475135 | .6316478 |
| 12 กุมภาพันธ์ 2540 | .9120114 | -1.442109 | .642515 |
| 13 กุมภาพันธ์ 2540 | .9177384 | -1.408786 | .6533299 |
| 14 กุมภาพันธ์ 2540 | .9231989 | -1.375161 | .6640772 |
| 15 กุมภาพันธ์ 2540 | .9283906 | -1.341249 | .6747569 |
| 16 กุมภาพันธ์ 2540 | .9333162 | -1.307063 | .6853601 |
| 17 กุมภาพันธ์ 2540 | .9379665 | -1.272583 | .6958878 |
| 18 กุมภาพันธ์ 2540 | .9423423 | -1.237833 | .7063206 |
| 19 กุมภาพันธ์ 2540 | .9464405 | -1.202797 | .7166638 |
| 20 กุมภาพันธ์ 2540 | .9502618 | -1.167499 | .726897 |
| 21 กุมภาพันธ์ 2540 | .9538026 | -1.131942 | .7370294 |
| 22 กุมภาพันธ์ 2540 | .9570615 | -1.09612 | .7470343 |
| 23 กุมภาพันธ์ 2540 | .960038 | -1.060037 | .7569206 |
| 24 กุมภาพันธ์ 2540 | .9627314 | -1.023721 | .7666825 |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

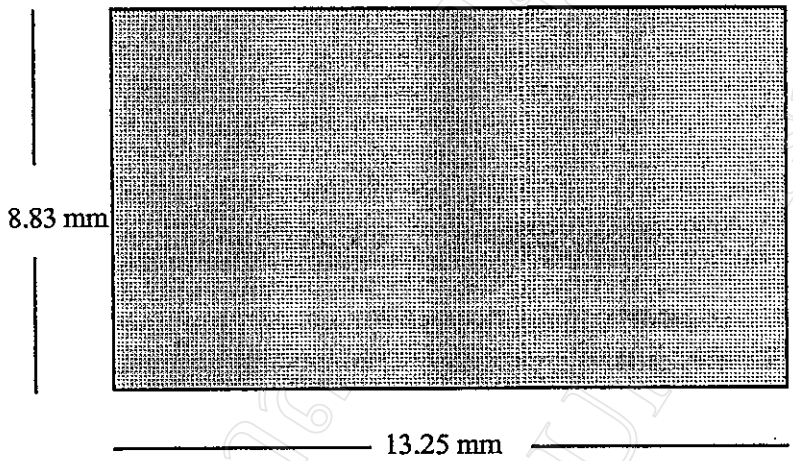
ระยะทางของดาวหางเฮล-บอพพ์

| วัน เดือน ปี | Heliocentric Distance ( r ) | Geocentric Distance ( Δ ) |
|---|---|---|
| 31 มกราคม 2540 | 1.405297 | 2.059924 |
| 1 กุมภาพันธ์ 2540 | 1.39324 | 2.040244 |
| 2 กุมภาพันธ์ 2540 | 1.381194 | 2.020498 |
| 3 กุมภาพันธ์ 2540 | 1.369215 | 2.000736 |
| 4 กุมภาพันธ์ 2540 | 1.357302 | 1.980966 |
| 5 กุมภาพันธ์ 2540 | 1.345434 | 1.961162 |
| 6 กุมภาพันธ์ 2540 | 1.333622 | 1.941371 |
| 7 กุมภาพันธ์ 2540 | 1.321854 | 1.921569 |
| 8 กุมภาพันธ์ 2540 | 1.310164 | 1.901803 |
| 9 กุมภาพันธ์ 2540 | 1.298552 | 1.882071 |
| 10 กุมภาพันธ์ 2540 | 1.287028 | 1.862418 |
| 11 กุมภาพันธ์ 2540 | 1.275538 | 1.84279 |
| 12 กุมภาพันธ์ 2540 | 1.264148 | 1.823258 |
| 13 กุมภาพันธ์ 2540 | 1.252836 | 1.803818 |
| 14 กุมภาพันธ์ 2540 | 1.241612 | 1.784479 |
| 15 กุมภาพันธ์ 2540 | 1.230478 | 1.765263 |
| 16 กุมภาพันธ์ 2540 | 1.219443 | 1.746199 |
| 17 กุมภาพันธ์ 2540 | 1.208486 | 1.727283 |
| 18 กุมภาพันธ์ 2540 | 1.197652 | 1.708545 |
| 19 กุมภาพันธ์ 2540 | 1.186917 | 1.689994 |
| 20 กุมภาพันธ์ 2540 | 1.176305 | 1.671655 |
| 21 กุมภาพันธ์ 2540 | 1.165793 | 1.653555 |
| 22 กุมภาพันธ์ 2540 | 1.155425 | 1.635697 |
| 23 กุมภาพันธ์ 2540 | 1.14518 | 1.61811 |
| 24 กุมภาพันธ์ 2540 | 1.135056 | 1.600831 |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

# ภาคผนวก ฉ

1. ขนาดของ ซี ซี ดี โฟโตมิเตอร์ ที่ใช้ทำการวิจัยมีขนาดดังนี้




- มีจำนวน Pixel 384 X 576 Pixel
- แต่ละ Pixel มีขนาด 23 X 23 ไมครอน
- มีขนาดเท่ากับ 8.83 X 13.25 มิลลิเมตร

2. การคำนวณหาค่าขนาดของภาพ

2.1 แปลงหน่วยวัดมุมจากหน่วยเรเดียนเป็นฟิลิปดา

1 เรเดียน = $57^{\circ}\ 17'\ 45''$

= $206{,}265''$

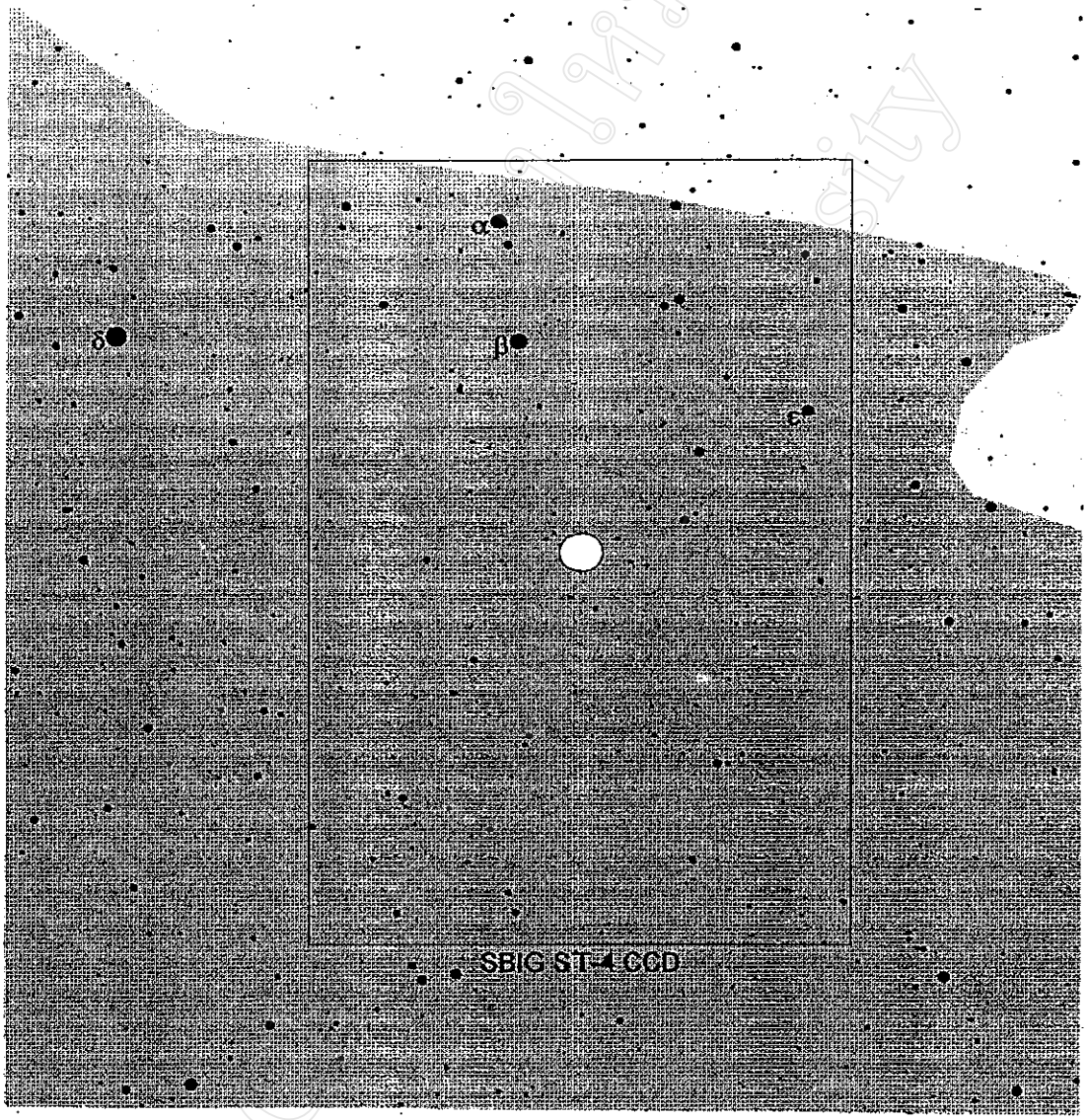
2.2 หาขนาดของภาพโดยใช้สมการ

| [206,265 / ความยาวโฟกัส(mm)] X ขนาด ซี ซี ดี |
|---|

จากการวิจัยใช้เลนส์ขนาด 200 มิลลิเมตร

ดังนั้น จากการคำนวณจะได้ขนาดภาพ $3.79585^{\circ}$ X $2.5296^{\circ}$

**3. แสดงกรอบของภาพที่คำนวณได้**



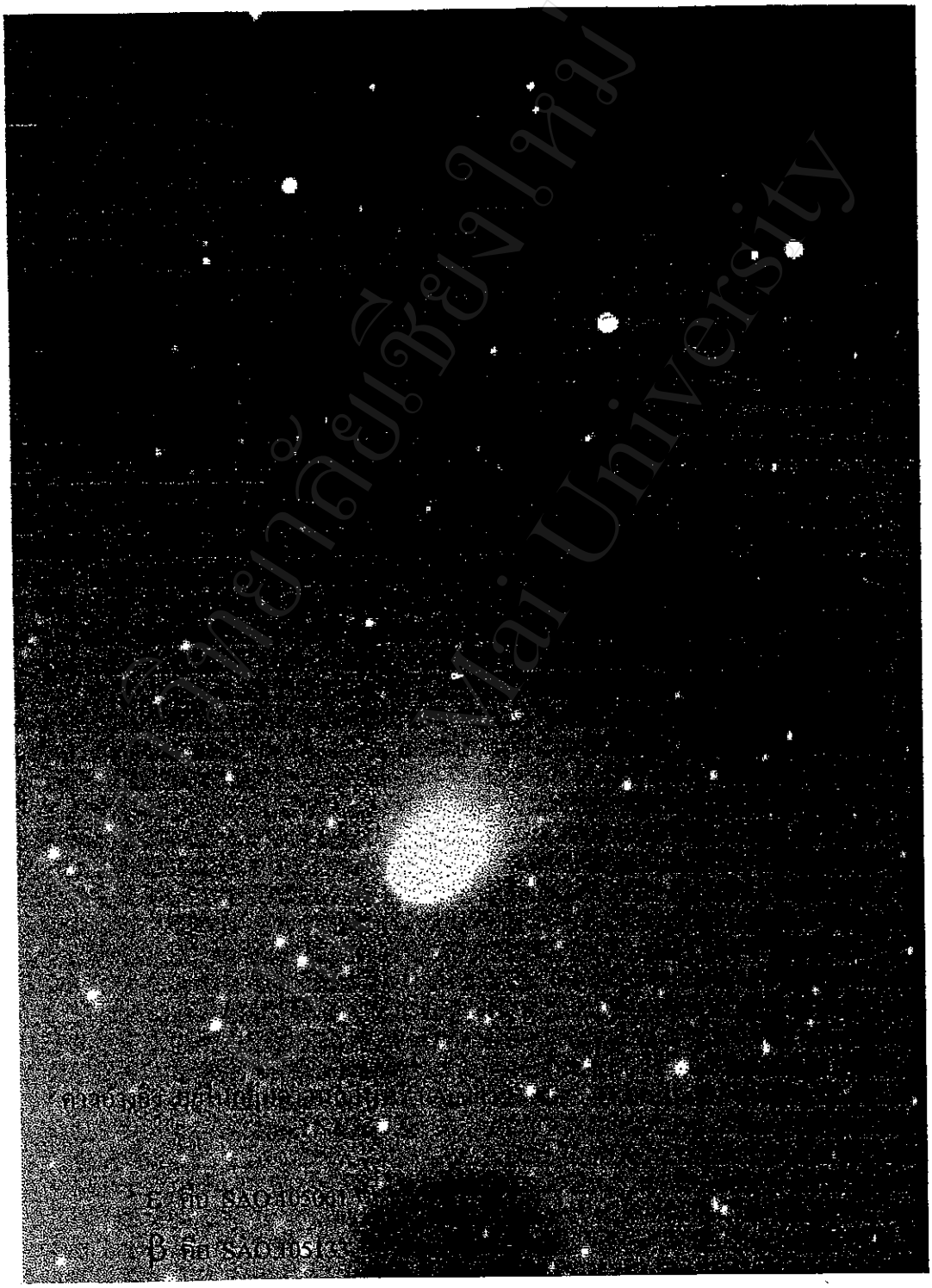

ดาวอ้างอิง อยู่ในกลุ่มดาวนกอินทรี ( Aquila )

ε คือ SAO 105061

β คือ SAO 105133

δ คือ SAO 105259

**3. แสดงกรอบของภาพถ่ายดาวหางเฮล-บอพพ์**




ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

# ประวัติการศึกษา

| | |
|---|---|
| **ชื่อ** | นายไพบูลย์ เสือทองหลาง |
| **วัน เดือน ปีเกิด** | 19 สิงหาคม 2513 |
| **ภูมิลำเนา** | นครราชสีมา |
| **ประวัติการศึกษา** | - สำเร็จการศึกษาชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนบ้านท่าช้าง อำเภอจักราช จังหวัดนครราชสีมา เมื่อปี พ.ศ. 2526 |
| | - สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียนท่าช้างราษฎร์-บำรุง อำเภอจักราช จังหวัดนครราชสีมา เมื่อปี พ.ศ. 2529 |
| | - สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนหนองกี่-พิทยาคม อำเภอหนองกี่ จังหวัดบุรีรัมย์ เมื่อปี พ.ศ. 2532 |
| | - สำเร็จการศึกษาปริญญาตรี ครุศาสตร์บัณฑิต (ค.บ.) วิชาเอก ฟิสิกส์ วิทยาลัยครูนครราชสีมา เมื่อปี พ.ศ. 2536 |
| **ประสบการณ์ในการทำงาน** | ปี พ.ศ. 2536 ถึงปัจจุบัน รับราชการครู ที่โรงเรียนสาหร่ายวิทยาคม อำเภอชุมพวง จังหวัดนครราชสีมา |

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University