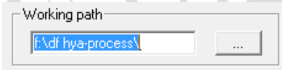
ภาคผนวก
การปรับปรุงภาพถ่ายระบบดาวคู่

1. การเตรียมไฟล์ข้อมูลสำหรับโปรแกรม Iris

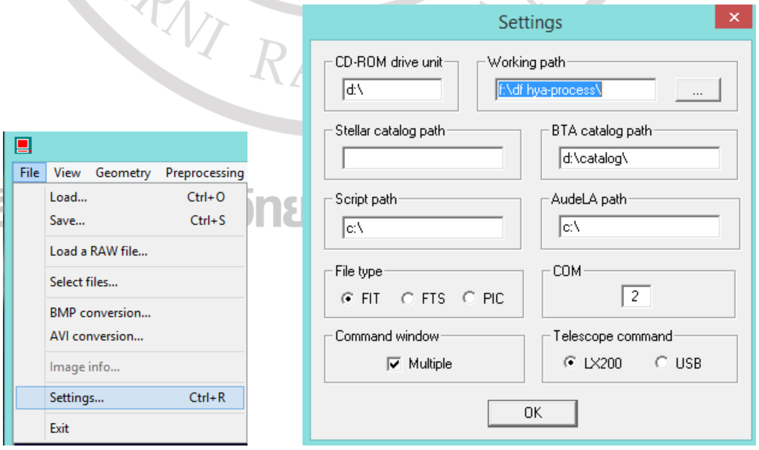
การปรับปรุงภาพถ่ายระบบดาวคู่สู่มาตรฐานด้วยโปรแกรม Iris ทำได้โดยเริ่มจากการเตรียมไฟล์ข้อมูลสำหรับโปรแกรม Iris เพื่อทำ master file ต่างๆ สำหรับใช้ในการทำ reduction และ alignment ทั้งนี้การ alignment เป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างมากเพราะการวัดการเปลี่ยนแปลงค่าความสว่างของระบบดาวคู่จากภาพถ่ายหลายๆ ภาพ ซึ่งถ่ายในช่วงเวลาที่ต่อเนื่องกันนั้น ตำแหน่งพิกัดของดาวจะเปลี่ยนไปจากเดินตามการเคลื่อนที่ของโลก ดังนั้นก่อนทำโฟโตมิทรีจึงจำเป็นต้องทำการ alignment ไฟล์ภาพทั้งหมดก่อน

เอกสารนี้เป็นตัวอย่างการเตรียมและการวิเคราะห์ข้อมูลระบบดาวคู่ DF Hya สำหรับนำมาวิเคราะห์คาบและการเปลี่ยนคาบวงโคจร และสมบัติทางกายภาพอื่นๆ ด้วย Iris version 5.59 ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. สร้างโฟลเดอร์สำหรับเก็บข้อมูล เช่น DF Hya-Process
2. เปิดโปแกรม Iris คลิกเมนู File เลือก Setting คลิก

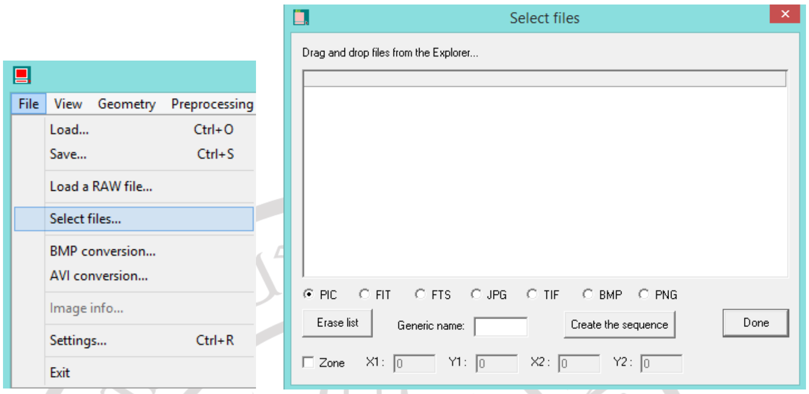


เปลี่ยน Working Path ไปยังโฟลเดอร์ DF Hya-Process



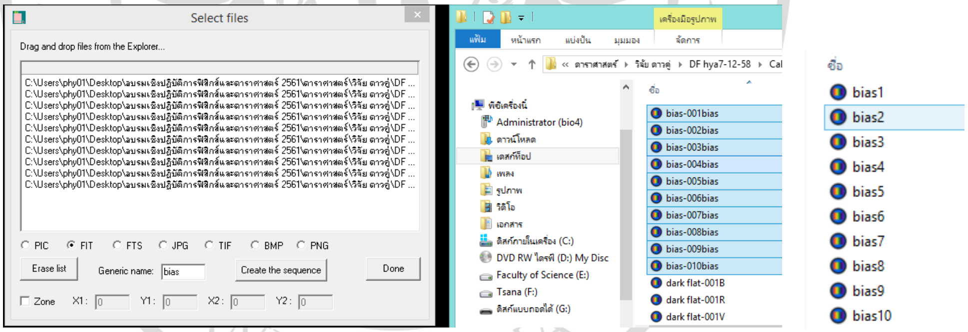
ภาพที่ ก.1 การเปลี่ยน Working Path สำหรับเก็บข้อมูล

3. คลิกเมนู File เลือก Select files... จะปรากฏหน้าต่าง Select Files ดังภาพที่ ก.2



ภาพที่ ก.2 การเตรียมไฟล์ข้อมูลสำหรับโปรแกรม Iris

4. เปิดโฟลเดอร์ที่เก็บข้อมูลไฟล์ภาพ แล้วเลือกไฟล์ที่ต้องการแปลงไฟล์สำหรับโปรแกรม iris เช่น การแปลงไฟล์ bias โดยเลือกไฟล์ bias-001bias–bias-010bias แล้วลากไปวางในหน้าต่าง Select files โดยในช่อง Generic name ตั้งชื่อเป็น bias แล้วคลิก Create the sequence เพื่อแปลงไฟล์ bias-001bias, bias-002,...,bias-010bias เป็น bias1,bias2,...,bias10 ในโฟลเดอร์ DF Hya-Process ดังแสดงในภาพที่ ก.3



ภาพที่ ก.3 การแปลงไฟล์ bias สำหรับการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Iris

5. เปิดโฟลเดอร์ที่เก็บข้อมูลไฟล์ภาพอื่นๆ เช่น dark, darkflat, flat และไฟล์ข้อมูลดาวคู่ df hya ของแต่ละฟิลเตอร์ แล้วทำการแปลงไฟล์เช่นเดียวกับการทำ bias โดยก่อนลากไฟล์ไปวางในหน้าต่าง Select files ให้คลิก Erase List เมื่อแปลงไฟล์จนครบแล้ว ให้คลิกที่ปุ่ม Done

ตัวอย่างการตั้งชื่อในช่อง ช่อง Generic name

dark-*D28s, dark-*D13s, dark-*D7s	เป็น	darkb, darkv, darkr
dark flat-*B, dark flat-*V, dark flat-*R	เป็น	drakflatb, darkflatv, darkflr,
flat-*B, flat-*V, flat-*R	เป็น	flatb, flatv, flatr
DF Hya-*B, DF Hya-*V, DF Hya-*R	เป็น	b, v, r

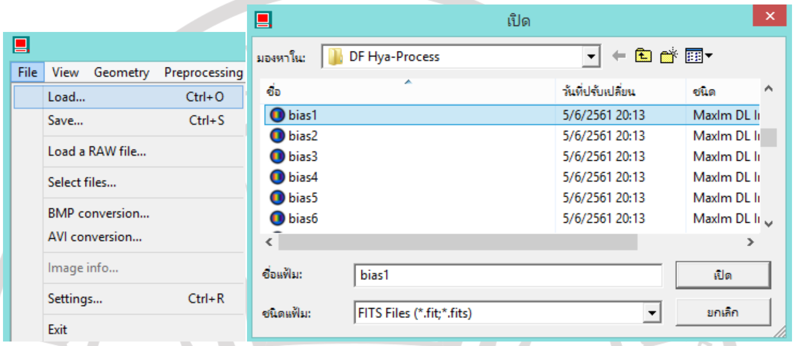
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

2. **การทำ** Master Files **และ** Remove Dark

การปรับปรุงภาพถ่ายสู่มาตรฐานนั้นจำเป็นต้องทำการลดสัญญาณรบกวนต่างๆ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

2.1. การทำ master bias

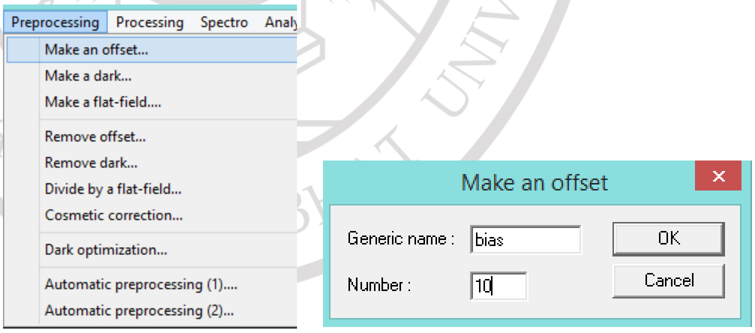
1. เปิดโปแกรม Iris คลิกเมนู File เลือก load... เปิดไฟล์ bias ไฟล์ใดไฟล์หนึ่ง



ภาพที่ ก.4 การเปิดไฟล์ bias เพื่อทำ master bias

2. คลิกเมนู Preprocessing เลือก Make an offset จะปรากฎหน้าต่าง Make an offset

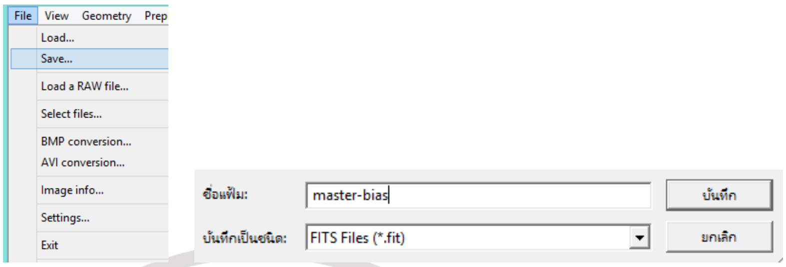
- ช่อง Generic name พิมพ์ bias (ต้องใส่ชื่อให้ตรงกับที่เราตั้งชื่อไว้)
- ช่อง Number พิมพ์ 10 (ใส่ตามจำนวนไฟล์ภาพ bias)
- คลิก Ok



ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ภาพที่ ก.5 การทำ master bias

3 บันทึกข้อมูล โดยคลิก File เลือก Save... แล้วตั้งชื่อแฟ้ม เป็น master-bias และคลิก บันทึก



ภาพที่ ก.6 การบันทึกไฟล์ master bias

2.2 การทำ master dark และ master darkflat

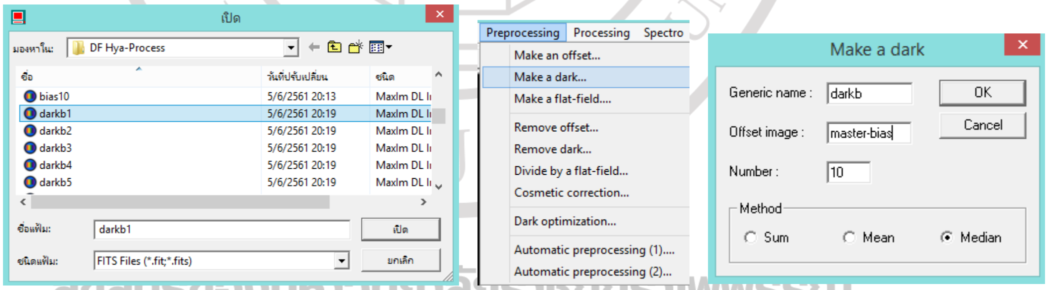
การกำจัดสัญญาณรบกวนที่เกิดจากการที่อุณหภูมิของซีซีดีซึ่งมีผลต่ออิเล็กตรอนในซีซีดีนั้นจำเป็นต้องทำ master dark และ master darkflat ตัวอย่าง เช่น การทำ master darkb มีขั้นตอนดังนี้

1 คลิกเมนู File เลือก load แล้วเปิดไฟล์ darkb (ไฟล์ใดไฟล์หนึ่งก็ได้)

2. คลิกเมนู Preprocessing เลือก Make a dark จะปรากฏหน้าต่าง Make a dark

- ช่อง Generic name พิมพ์ darkb ชื่อต้องตรงกับชื่อภาพที่เราเปิด)
- ช่อง Offset image พิมพ์ master-bias (ชื่อต้องตรงกับmaster biasที่ทำไว้)
- ช่อง Number พิมพ์ 10 (จำนวน 10 ภาพและต้องเท่ากับจำนวนไฟล์ darkb)
- ช่อง Method เลือก Median
- คลิก Ok

3 บันทึกข้อมูล โดยคลิกเมนู File เลือก Save ตั้งชื่อแฟ้มเป็น master-darkb คลิก บันทึก



(ก) (ข)

ภาพที่ ก.7 (ก) การเปิดไฟล์ darkb และ (ข) การทำ master-darkb

4. ทำ master dark ของฟิลเตอร์ V (darkv) และฟิลเตอร์ R (darkr) ด้วยวิธีเดียวกัน แต่เปลี่ยนข้อความ ในช่อง Generic name เป็น darkv และ darkr และบันทึก โดยตั้งชื่อแฟ้มเป็น master-darkv และ master-darkb ตามลำดับ

การทำ master darkflat ของฟิลเตอร์ B, V และ R นั้นจะใช้วิธีการเดียวกับการทำ master dark โดยในช่อง ช่อง Generic name ต้องพิมพ์ให้ตรงกับชื่อไฟล์ที่เราเปิด เช่น

ถ้าเปิดไฟล์ darkflatb3 แล้ว ในช่อง Generic name ต้องพิมพ์ darkflatb

ถ้าเปิดไฟล์ darkflatv5 แล้ว ในช่อง Generic name ต้องพิมพ์ darkflatb

ถ้าเปิดไฟล์ darkflatr1 แล้ว ในช่อง Generic name ต้องพิมพ์ darkflatb

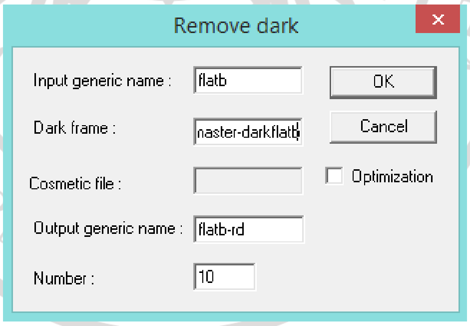
และทำการบันทึก โดยอาจตั้งชื่อเป็น master-darkflatb เพื่อให้เข้าใจว่าเป็นไฟล์ master ของไฟล์ darkflatb ที่รวมกันจำนวน 10 ภาพ (ตัวเลขในช่อง Number)

2.3 การ remove dark

1 เปิดไฟล์ที่ต้องการ remove dark เช่น flatb1 (หรือไฟล์ flatb ไฟล์ใดไฟล์หนึ่ง ก็ได้)

2. คลิกเมนู Preprocessing เลือก Remove dark จะปรากฏหน้าต่าง Remove dark

- ช่อง Input generic name พิมพ์ flatb
- ช่อง Dark frame พิมพ์ master-darkflatb
- ช่อง Cosmetic file เว้นว่าง ไม่ติก Optimization
- ช่อง Output generic name พิมพ์ flatb-rd (rd = remove dark)
- ช่อง Number พิมพ์ 10
- คลิก Ok (หน้าจอกระพริบ)



ภาพที่ ก.8 การกำจัดสัญญาณรบกวนออกจาก flat frame

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

4. ทำการ remove dark ของไฟล์ flatv และ flatr ด้วยวิธีการเดียวกัน โดยเปลี่ยนข้อความต่างๆให้สอดคล้องกับไฟล์ข้อมูลที่ต้องการ remove dark เช่น

ช่อง Input generic name เปลี่ยนเป็น flatv และ flatr

ช่อง Dark frame เปลี่ยนเป็น master-darkflatv และ master-darkflatr

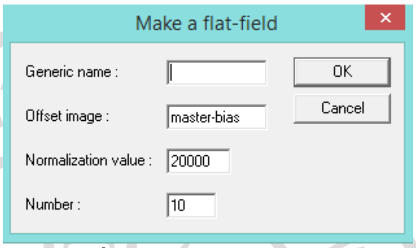
ช่อง Output generic name เปลี่ยนเป็น flatv-rd และ flatr-rd

2.4 การทำ master flat

1 เปิดไฟล์ที่ต้องการทำ master flat (flatb-rd, flatv-rd และ flatr-rd)

2. คลิกเมนู Preprocessing เลือก Make a flat-field จะปรากฏหน้าต่าง ดังภาพ ก.9

- ช่อง Generic name พิมพ์ flatb-rd หรือ flatv-rd หรือ flatr-rd



ภาพที่ ก.9 การทำ master flat

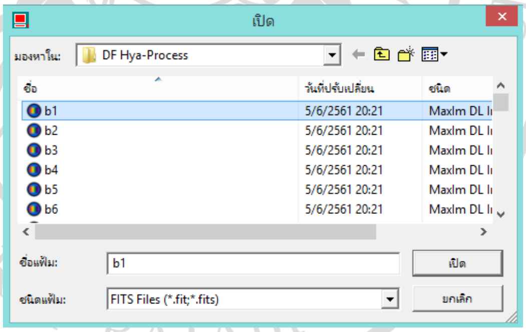
3. คลิกเมนู File เลือก บันทึก

ตั้งชื่อแฟ้ม เป็น master-flatb-rd master-flatv-rd และ master-flatr-rd ตามลำดับ

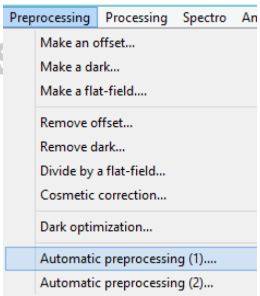
3 Reduction and Alignment

3.1 Reduction

1 เปิดไฟล์ที่ต้องการทำรีดักชัน เช่น b (ไฟล์ข้อมูลระบบดาวคู่ DF Hya ฟิลเตอร์ B)



ภาพที่ ก.10 การเปิดไฟล์ระบบดาวคู่ DF Hya ที่ถ่ายผ่านฟิลเตอร์ B

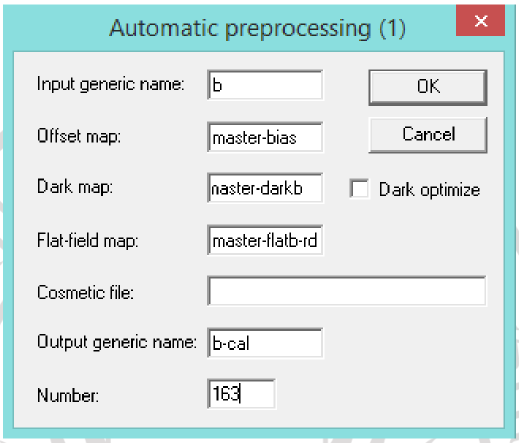


2 คลิกเมนู Preprocessing เลือก Automatic Preprocessing (1) จะปรากฏหน้าต่าง ดังภาพที่ ก.11

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

- ช่อง Input generic name พิมพ์ b
- ช่อง Offset map พิมพ์ master-bias
- ช่อง Dark map พิมพ์ master-darkb
- ช่อง Flat-field map พิมพ์ master-flatb-rd
- ช่อง Cosmetic file เว้นว่าง ไม่ติก Dark optimize

- ช่อง Output generic name พิมพ์ b-cal
- ช่อง Number พิมพ์ 163 (จำนวนไฟล์ b ที่ต้องการวิเคราะห์)
- คลิก Ok (รอ จนกว่าจะทำการวิเคราะห์เสร็จ)

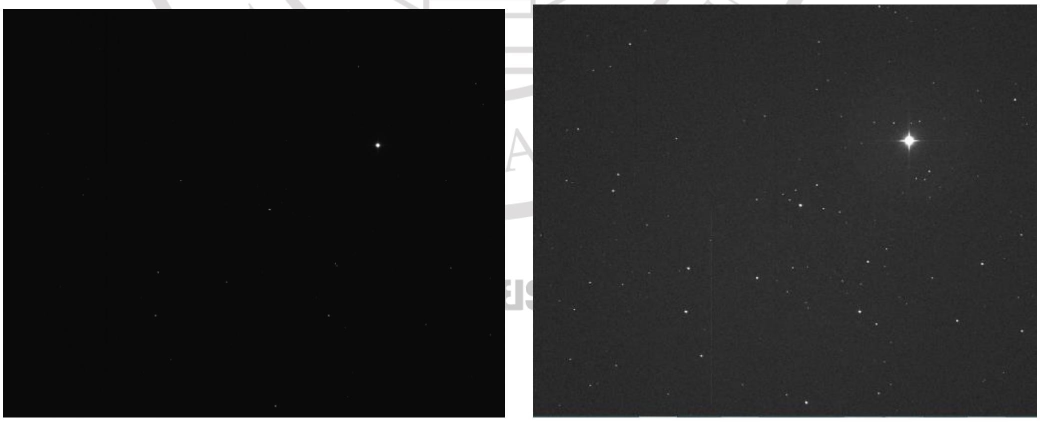


ภาพที่ ก.11 การกำหนดค่าสำหรับการรีดักชัน

3. เมื่อโปรแกรม Iris ทำการรีดักชันเส็จแล้ว จะมีไฟล์ภาพชื่อ b-cal1, b-cal2,...,b-cal163 อยู่ในโฟลเดอร์ DF Hya-Process

4 ทำการรีดักชันไฟล์ v และ r (ไฟล์ข้อมูลที่ถ่ายผ่านฟิลเตอร์ V และ R) ด้วยวิธีการเดียวกัน

ภาพที่ ก.12 แสดงการเปรียบเทียบคุณภาพของภาพถ่ายระบบดาวคู่ DF Hya ที่ถ่ายผ่านฟิล B ก่อน และหลังการทำรีดักชันเพื่อกำจัดสัญญาณรบกวนต่างๆ



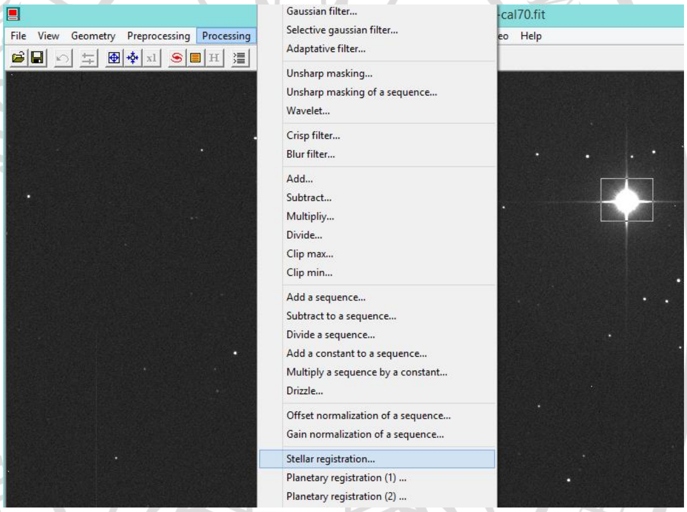
(ก) (ข)

ภาพที่ ก.12 ภาพถ่ายระบบดาวคู่ DF Hya (ก) ก่อน และ (ข) หลังทำการรีดักชัน

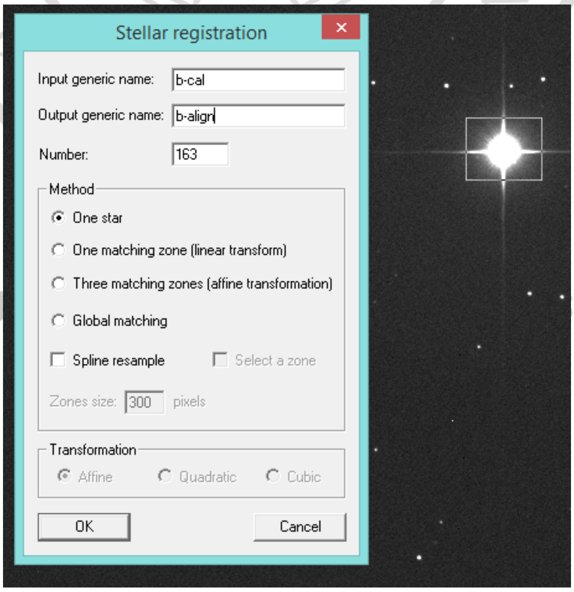
3.2 การ Alignment

เนื่องถ่ายภาพถ่ายระบบดาวคู่มีจำนวนมากและแต่ละภาพตำแหน่งของดาวดวงเดียวกันจะไม่คงเดิม ดังนั้นก่อนที่จะนำภาพไปทำโฟโตมิทรีจึงจำเป็นต้อง Alignment เพื่อให้ดาวมีตำแหน่งตรงกัน มีขั้นตอนดังนี้

1. เปิดไฟล์ข้อมูลที่ต้องการ alignment
   เช่น b-cal ไฟล์ที่ทำการ calibration/reduction แล้ว
2. ลากเมาส์ครอบดาวที่ต้องการใช้เป็นตำแหน่งอ้างอิงในการ alignment
3. คลิกเมนู Processing เลือก Stellar registration จะปรากฏหน้าต่าง ดังภาพที่ ก.14



ภาพที่ ก.13 การ Alignment

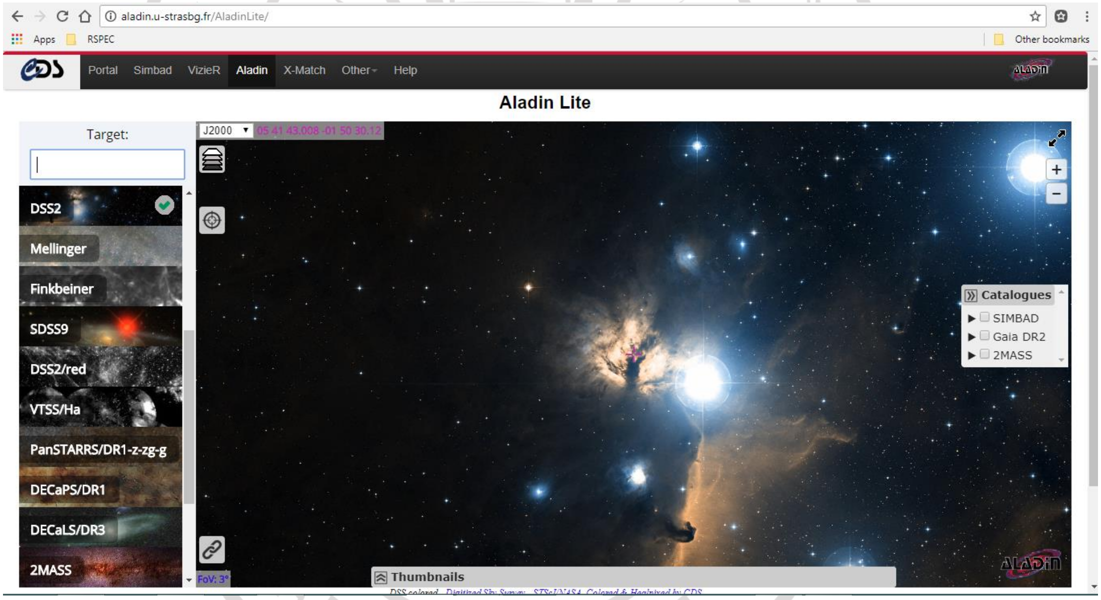


ภาพที่ ก.14 การกำหนดค่าเพื่อทำการ alignment

ช่อง Input generic name พิมพ์ b-cal (ชื่อไฟล์ที่ต้องการ alignment)
ช่อง Output generic name พิมพ์ b-align (ชื่อไฟล์ข้อมูลที่ alignment แล้ว)
ช่อง Method เป็นการเลือก การ matching ภาพ (แนะนำเลือก One star)
คลิก OK เพื่อทำการ Alignment ภาพ หลังจากนั้นนำไฟล์ข้อมูลที่ได้ไปทำโฟโตมิทรี

4 การทำโฟโตมิทรีระบบดาวคู่ด้วยโปรแกรม Iris

การทำโฟโตมิทรีภาพถ่ายระบบดาวคู่นั้นจำเป็นต้องทราบตำแหน่งของดาวคู่ว่าอยู่ตำแหน่งใหนในภาพถ่าย ซึ่งการหาตำแหน่งนั้นจะใช้ฐานข้อมูล Simbad จากเว็ปไซด์ aladin http://aladin.u-strasbg.fr/AladinLite/



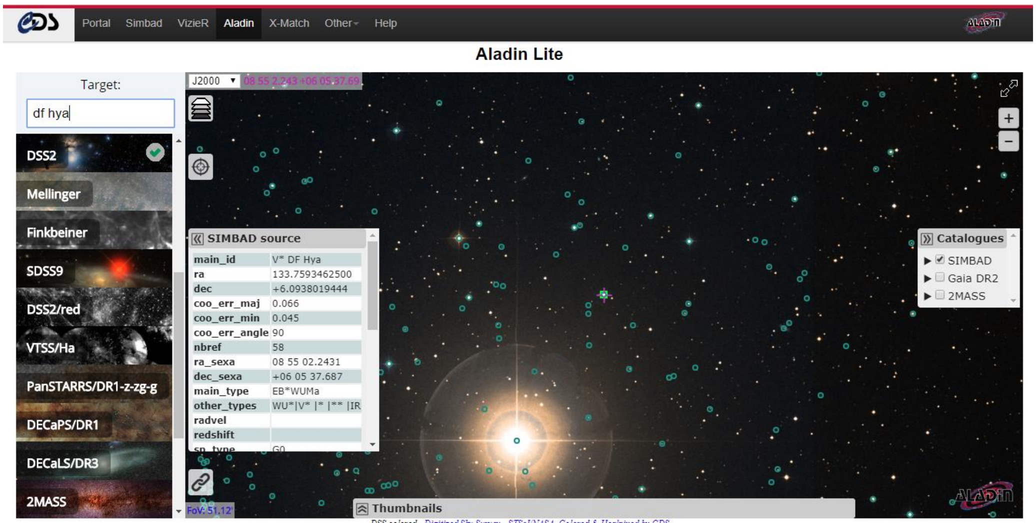
ภาพที่ ก.15 เว็ปไซด์ aladin

ในช่อง Target พิมพ์ชื่อระบบดาวคู่ที่ต้องการ เช่น DF Hya แล้วกด enter จะมีเครื่องหมาย + ที่ระบบดาวคู่ที่เราต้องการค้นหา จากนั้นทำการขยายภาพ เพื่อให้เห็นได้อย่างชัดเจน

ในกล่อง Catalogues (ด้านขวา) เลือก SIMBAD

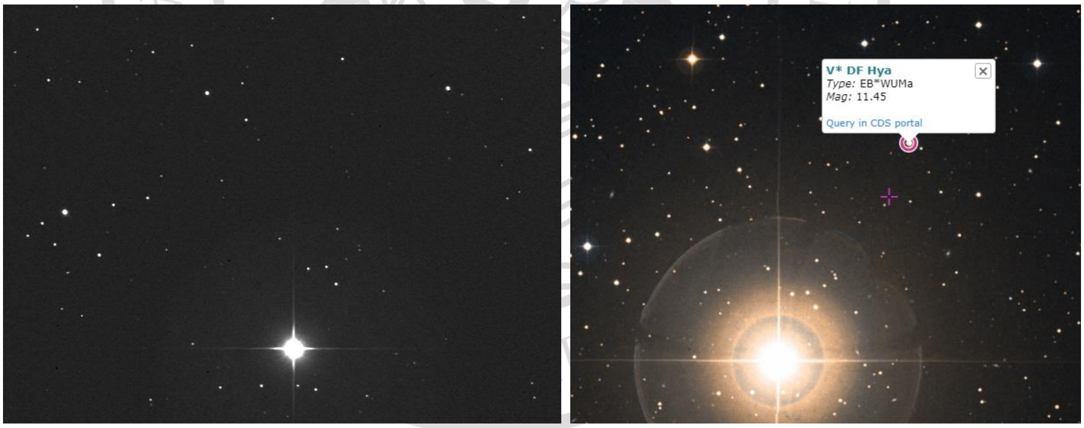
ในกล่อง SIMBAD source (ด้านซ้าย) จะเป็นข้อมูลของดาวที่เราทพเครื่อหมาย +

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ภาพที่ ก.16 การค้นหาระบบดาวคู่ DF Hya ในฐานข้อมูล SIMBAD

ภาพที่ ก.17 แสดงการเปรียบเทียบ (ก) ภาพถ่ายของเรา กับ (ข) ภาพที่ได้จากเวป aladin เพื่อค้นหาตำแหน่งของระบบดาวคู่ DF Hya ในภาพถ่ายของเรา โดยทำการสังเกต เปรียบเทียบลักษณะของกลุ่มดาว แล้วนำไปทำการโฟโตมิทรี

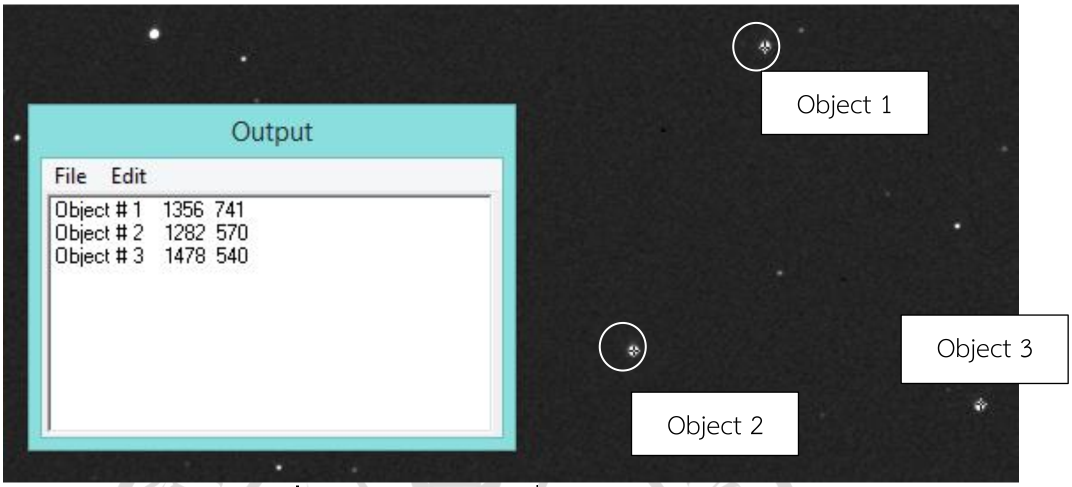


(ก) (ข)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ภาพที่ ก.17 ภาพกลุ่มดาวจาก (ก) การถ่ายด้วยซีซีดีที่ติดกับกล้องโทรทัศน์ และ (ข) เวปไซต์ aladin

เมื่อรู้ตำแหน่งของระบบดาวคู่ที่ต้องการ แล้วให้คลิกเมนู Analysis เลือก Select Object



ภาพที่ ก.18 การเลือกดาวที่ต้องการทำโฟโตมิทรี

ตารางที่ ก.1 ข้อมูลของดาวทั้งสามที่ได้จากในฐานข้อมูล SIMBAD จากเวป aladin

Name	Object 1 V*DF Hya	Object 2 TYC 225-202-1	Object 3 BD+06 2058
Ra	133.7593462500	133.7114750000	133.6716470833
Dec	+6.0938019444	+6.1743027778	+6.1482894444
Main type	EB*WUMa	Star	Star
Magnitude B	11.45	12.22	10.60
Magnitude V	10.80	12.01	9.90

คลิกเมนู **Analysis** เลือก **Automatic photometry..**

จะปรากฎหน้าต่าง ดังภาพที่ ก.19

ช่อง Input generic name ใส่ชื่อไฟล์ที่ต้องการทำโฟโตมิทรี

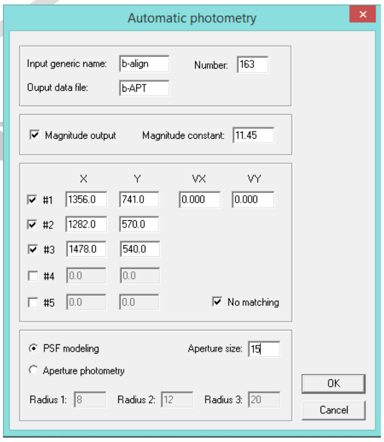
ช่อง Output data file ใส่ชื่อไฟล์ output

ช่อง Number ใส่จำนวนภาพที่ต้องการทำโฟโตมิทรี

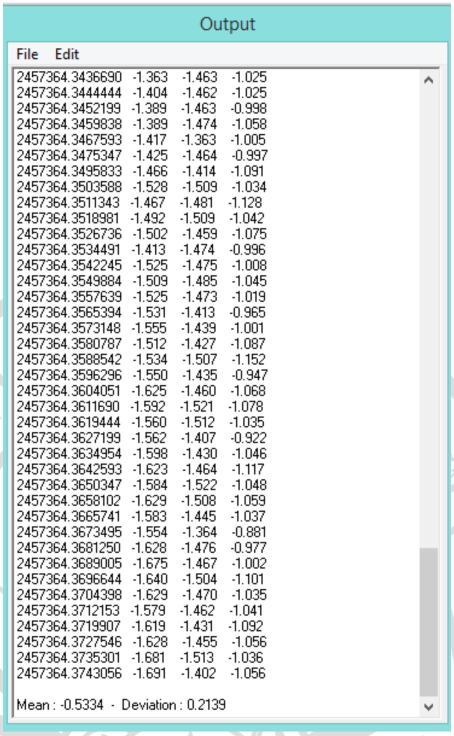
ติก Magnitude output

ช่อง Magnitude constant ใส่ค่า magnitude ที่ได้จากเวป aladin

กด OK จะปรากฎหน้าต่าง Output ดังแสดงในภาพที่ ก.20

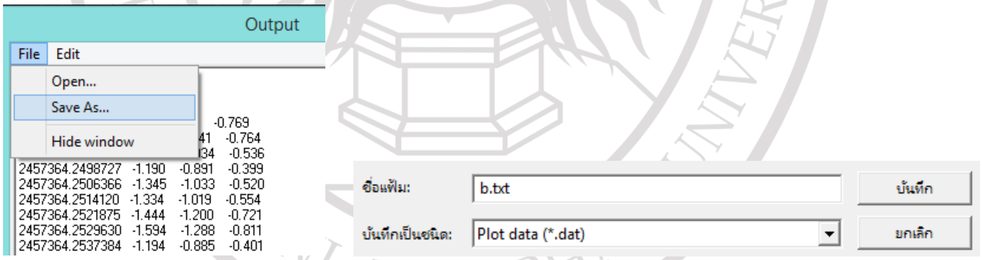


ภาพที่ ก.19 การทำโฟโตมิทรีด้วยโปรแกรม Iris



ภาพที่ ก.20 หน้าต่างแสดงผลการทำโฟโตมิทรีข้อมูลจำนวน 163 ไฟล์

คลิกเมนู File เลือก save as.. ตั้งชื่อไฟล์ตามที่ต้องการ เช่น b.txt (ควรใช้นามสกุลไฟล์เป็น txt)



ภาพที่ ก.21 การบันทึกข้อมูลจากการทำโฟโตมิทรี

ทำการวัดโฟโตมิทรีภาพที่ถ่ายผ่านฟิลเตอร์ V และ R ด้วยวิธรการเดียวกัน โดยเปิดไฟล์ v-align และ r-align

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

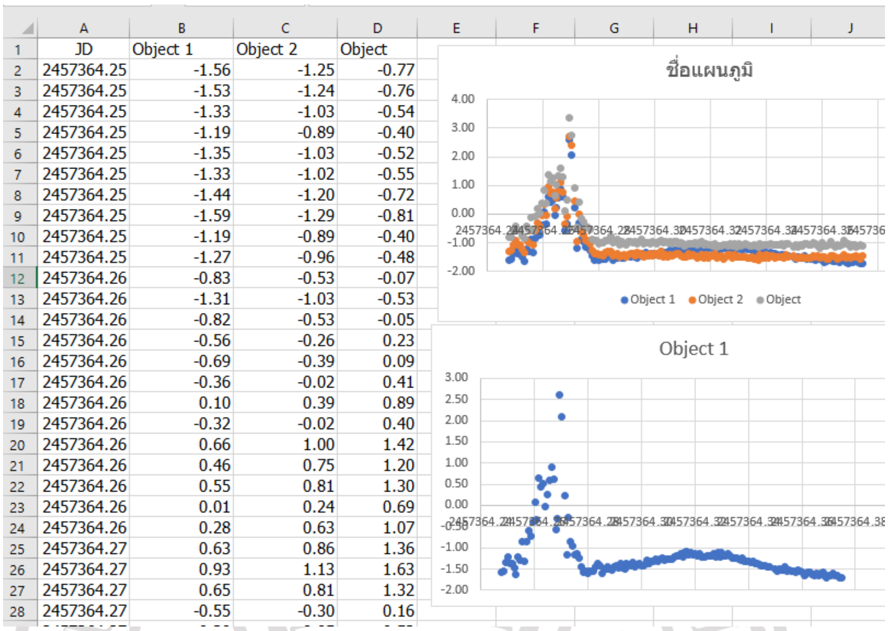
ช่อง Input generic name ใส่ชื่อไฟล์ เป็น v-align หรือ r-align

ช่อง Output data file ใส่ชื่อไฟล์ output เป็น v-APT หรือ r-APT

ช่อง Number ใส่จำนวนภาพที่ต้องการทำโฟโตมิทรี ติก Magnitude output

ช่อง Magnitude constant ใส่ค่า magnitude ของแต่ละฟิลเตอร์ ที่ได้จากเวป aladin

กด OK เพื่อทำการโฟโตมิทรี



	A	B	C	D
1	JD	Object 1	Object 2	Object
2	2457364.25	-1.56	-1.25	-0.77
3	2457364.25	-1.53	-1.24	-0.76
4	2457364.25	-1.33	-1.03	-0.54
5	2457364.25	-1.19	-0.89	-0.40
6	2457364.25	-1.35	-1.03	-0.52
7	2457364.25	-1.33	-1.02	-0.55
8	2457364.25	-1.44	-1.20	-0.72
9	2457364.25	-1.59	-1.29	-0.81
10	2457364.25	-1.19	-0.89	-0.40
11	2457364.25	-1.27	-0.96	-0.48
12	2457364.26	-0.83	-0.53	-0.07
13	2457364.26	-1.31	-1.03	-0.53
14	2457364.26	-0.82	-0.53	-0.05
15	2457364.26	-0.56	-0.26	0.23
16	2457364.26	-0.69	-0.39	0.09
17	2457364.26	-0.36	-0.02	0.41
18	2457364.26	0.10	0.39	0.89
19	2457364.26	-0.32	-0.02	0.40
20	2457364.26	0.66	1.00	1.42
21	2457364.26	0.46	0.75	1.20
22	2457364.26	0.55	0.81	1.30
23	2457364.26	0.01	0.24	0.69
24	2457364.26	0.28	0.63	1.07
25	2457364.27	0.63	0.86	1.36
26	2457364.27	0.93	1.13	1.63
27	2457364.27	0.65	0.81	1.32
28	2457364.27	-0.55	-0.30	0.16

ภาพที่ ก.22 ตัวอย่างข้อมูลที่ได้จากการทำโฟโตมิทรีด้วยโปรแกรม Iris

เปิดไฟล์ b.txt ด้วยโปรแกรม Excel แล้วปรับแก้วันจูลเลียน (JD)เป็น วันจูเลียนศูนย์สุริยะ(HJD) หลังจากนั้นนำไปพล๊อตกราฟ เพื่อหาช่วงเวลาที่แสงน้อยที่สุด (HJD MinI) ของการเกิดอุปราคาปฐมภูมิ และ (HJD MinII) ของการเกิดอุปราคาทุติยภูมิ ซึ่งรายละเอียดจะได้อธิบายในบทต่อไป

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี