



ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ก

การรีดักชันภาพด้วยโปรแกรม MaxIm DL

1. การปรับปรุงภาพถ่ายสู่ค่ามาตรฐาน(Calibration)

ภาพถ่ายที่ได้จากการบันทึกของซีซีดี(CCD) จะมีสัญญาณรบกวนจากสิ่งต่างๆ รวมอยู่ด้วย ทำให้ภาพที่ได้ไม่เหมาะต่อการวิเคราะห์ จึงจำเป็นต้องมีการกำจัดสัญญาณรบกวนต่าง ๆ ออกก่อนที่จะนำภาพไปวิเคราะห์ ดังต่อไปนี้

1.1 Bias Frames เป็นสัญญาณรบกวนที่เกิดจากระบบอิเล็กทรอนิกส์ของอุปกรณ์ที่ใช้ในการถ่ายภาพ วิธีการกำจัดสัญญาณรบกวนทำได้โดยการถ่ายภาพในขณะที่ซีซีดีทำงาน แต่ไม่ได้รับแสง ดังนั้นสัญญาณที่ได้จะเกิดจากตัวซีซีดีและอุปกรณ์การถ่ายภาพเอง โดยการถ่ายภาพ Bias Frames จะใช้เวลาในการถ่ายภาพ 0 วินาที และควรถ่ายภาพหลายๆ ครั้ง แล้วนำค่าที่ได้มารวมเพื่อจะได้ค่าถูกต้องมากขึ้น

1.2 Dark Frames เกิดจากการที่อุณหภูมิของ ซีซีดี มีผลต่ออิเล็กตรอนใน ซีซีดีชิพ เมื่อซีซีดีมีอุณหภูมิสูงอิเล็กตรอนจะวิ่งด้วยความเร็วสูง ทำให้มีสัญญาณออกมาจากอิเล็กตรอนไม่ใช่สัญญาณที่เกิดจากแสงดาว การถ่าย Dark Frames เป็นวิธีการที่สำคัญในการปรับปรุงภาพถ่ายซึ่งจะต้องถ่ายในที่มืด และจะต้องถ่ายภาพที่อุณหภูมิเดียวกับที่เก็บข้อมูล โดยใช้เวลาในการถ่ายเท่ากับเวลาที่ใช้ในการถ่ายภาพดาวที่ต้องการ

1.3 Flat Fields เป็นการลดสัญญาณที่ไม่ต้องการ ซึ่งเกิดจากความไวของการรับสัญญาณที่ผิวหน้าซีซีดีชิพ(CCD Chip) แต่ละตัวที่มีการตอบสนองไม่เท่ากัน หรือฝุ่นที่เกาะอยู่บนเลนส์ กระบวนการนี้จำเป็นมากสำหรับการเก็บข้อมูลของดาวแปรแสง(variable stars) หรือ ดาวเคราะห์น้อย(asteroids) การแก้ไข Flat Fields ทำได้โดยการถ่ายภาพที่ความเข้มแสงสม่ำเสมอ เช่น แสงของห้องฟ้าตอนเย็น แสงจากฉากที่มีค่าความเข้มแสงสม่ำเสมอ เนื่องจากการถ่ายภาพ Flat Fields ต้องถ่ายในบริเวณที่มีความเข้มแสงค่อนข้างมาก ดังนั้น ควรใช้เวลาในการถ่ายที่ให้แสงประมาณ 60% - 80% ของประสิทธิภาพของซีซีดี เพื่อป้องกันการอิ่มตัวของซีซีดี

2. การปรับปรุงภาพถ่ายสู่ค่ามาตรฐาน โดยใช้โปรแกรม MaxIm DL

1. วิธีการ Calibrate

สมการการ Calibrate คือ

$$\text{Calibrated} = \frac{\text{Raw} - \text{Bias} - \text{Thermal}}{\text{Flat}}$$

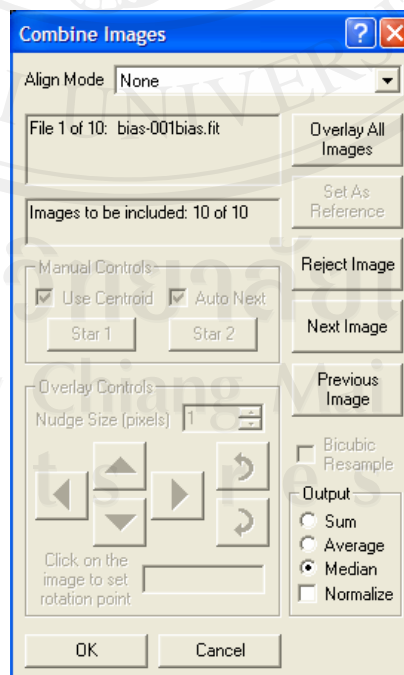
$$= \frac{\text{Raw} - \text{MasterDark} - \text{MasterBias}}{\text{MasterFlat}}$$

เพื่อให้ภาพถ่ายที่จะทำการ Calibrate มีความถูกต้องมากขึ้น ควรทำการถ่าย Dark Frames, Flat Fields Frames และ Bias Frames หลายๆภาพแล้วทำการรวมภาพถ่าย(Combine) แบบ Median

2. การทำ Reduction ของโปรแกรม MaxIm DL

2.1 Mater Bias

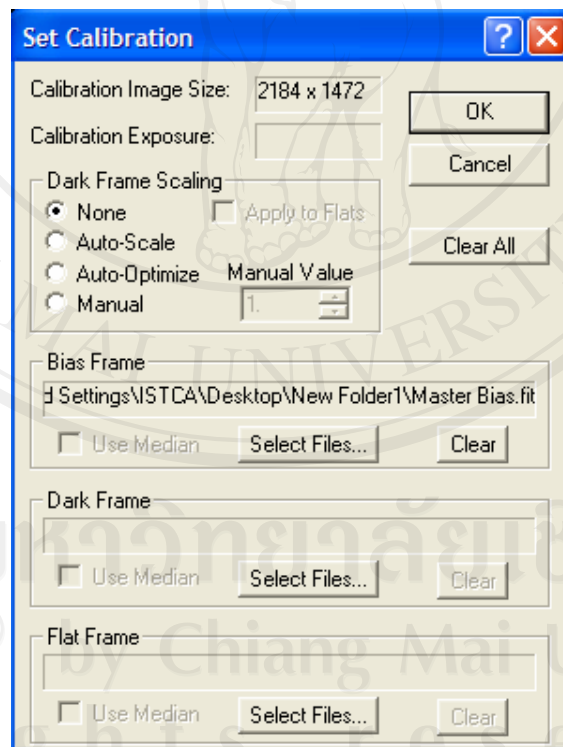
- เปิดไฟล์ภาพ bias. fit ทั้งหมด
- เลือก Process → Combine แล้วเลือกภาพ bias ทั้งหมด
- ใน Combine Image Box
 - เลือก Align Mode เป็น None
 - เลือก Output เป็น median
 - เลือก OK
- บันทึกภาพที่ได้เป็น Master Bias



ภาคผนวก ก 1 การทำCombine Image ของโปรแกรม MaxIm DL

2.2 การทำ Master Dark

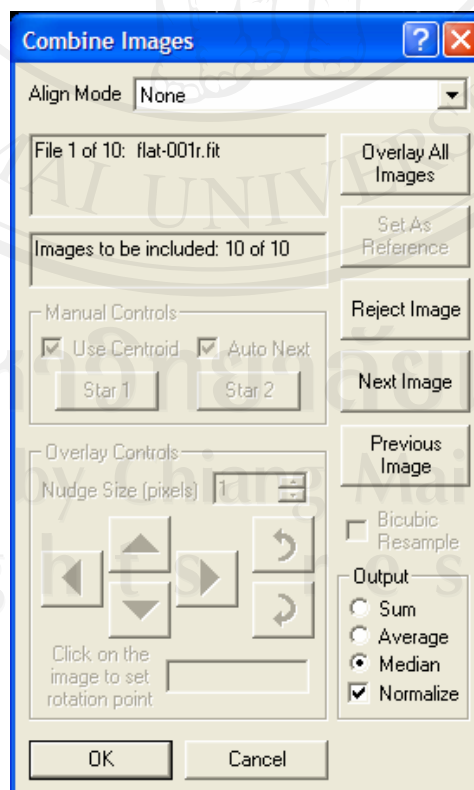
- เปิดไฟล์ภาพ Dark.fit ทั้งหมด
- เลือก Process → set calibration
- ใน Calibration box → เลือก Bias Frame เป็น Master Bias ที่สร้างขึ้น
 - เลือก Dark Frame Scaling เป็น None
 - เลือก OK
- เลือก Process → Calibration All
- เลือก Process → Combine แล้วเลือกภาพที่ต้องการทำการรวมภาพถ่าย
- ใน Combine Image Box
 - เลือก Align Mode เป็น None
 - เลือก Output เป็น median
 - เลือก OK
- บันทึกภาพเป็น Master Dark



ภาพผนวก ก 2 แสดงวิธีการ Set Calibration ของการทำ Master Dark Frame

2.3 การทำ Master Flat

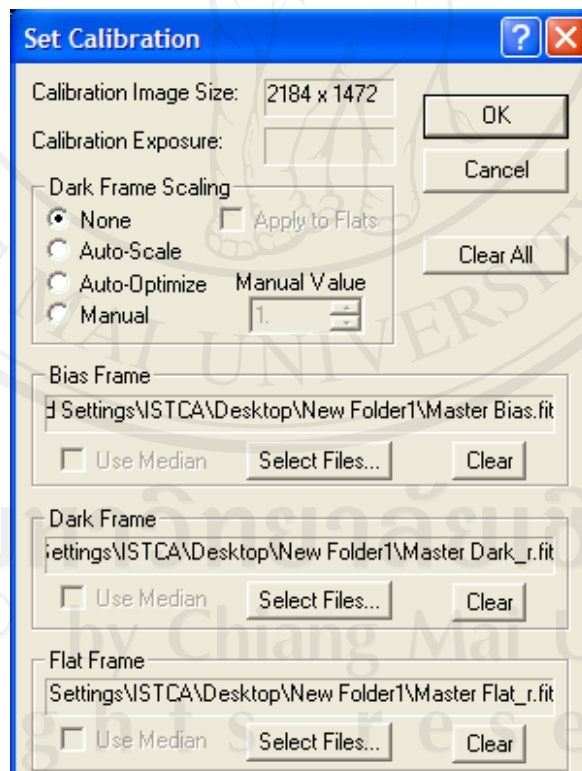
- เปิดไฟล์ Flat.fit ทั้งหมดที่ใช้ฟิลเตอร์เดียวกัน
- เลือก Process → set calibration
- ใน Calibration box → เลือก Bias Frame เป็น Master Bias ที่สร้างขึ้น
 - เลือก Dark Frame เป็น Master Dark ที่สร้างขึ้นและเวลาที่ใช้ในการถ่ายเท่ากับเวลาที่ใช้ในการถ่ายภาพ Flat ที่เลือก
 - เลือก Dark Frame Scaling เป็น None
 - เลือก OK
- เลือก Process → Calibration All
- เลือก Process → Combine แล้วเลือกภาพที่ต้องการทำการรวมภาพถ่าย
- ใน Combine Image Box → เลือก Align Mode เป็น None
 - เลือก Output เป็น median
 - เลือก normalized
 - เลือก OK
- บันทึกภาพเป็น Master Flat



ภาพผนวก ก 3การทำCombine Imageของ Master Flat Frame

2.4 Reduction

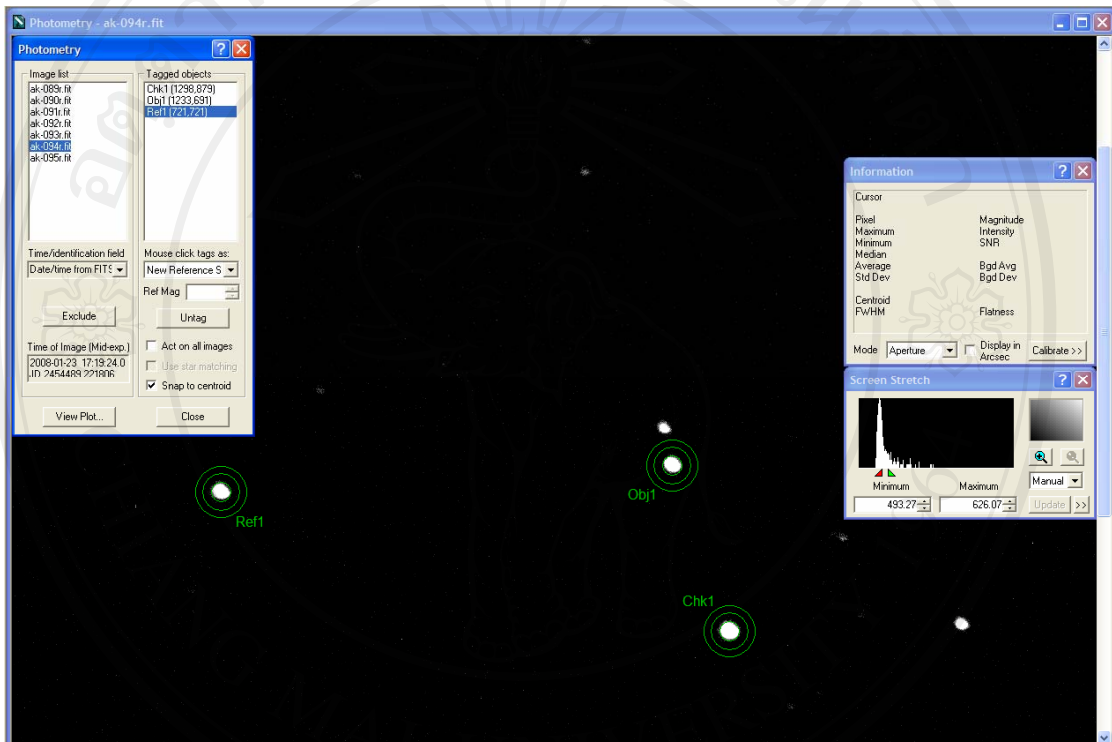
- เปิดไฟล์ภาพดาว Raw.fit ทั้งหมดที่ใช้ฟิลเตอร์เดียวกัน
- เลือก Process → set calibration
- ใน Calibration box → เลือก Bias Frame เป็น Master Bias ที่สร้างขึ้น
 - เลือก Dark Frame เป็น Master Dark ที่สร้างขึ้นและเวลาที่ใช้ในการถ่ายเท่ากับเวลาที่ใช้ในการถ่ายภาพ Flat ที่เลือก
 - เลือก Flat Frame เป็น Master Flat ที่สร้างขึ้นและเป็นฟิลเตอร์เดียวกับภาพ Raw
 - เลือก Dark Frame Scaling เป็น None
 - เลือก OK
- เลือก Process → Calibration All
- บันทึกไฟล์ทั้งหมด



ภาคผนวก ก 4 แสดงวิธีการ Set Calibration ของการ Reduction ภาพถ่าย

2.5 การวัดโฟโตเมตรี (Photometry)

- เปิดไฟล์ภาพที่จะทำการวัดโฟโตเมตรีที่ถ่ายด้วยฟิลเตอร์เดียวกัน
- เลือก Analyis → Photometry
- ทำการวัดค่าโฟโตเมตรี
- บันทึกข้อมูลที่วัดได้



ภาพผนวก ก 5 แสดงการวัด Photometry ด้วยโปรแกรม MaxIm DL

ในการวัด Photometry ด้วยโปรแกรม MaxIm จะเป็นการวัดค่าความสว่างของดาวแบบเปรียบเทียบ (Differential Photometry) โดยจะให้ห้วงในสุดของวงแหวนครอบคลุมดาวทั้งดวง วงนอกสุดเป็นวงแหวนสำหรับอ้างอิงไม่ให้มีแสงจากดาวดวงอื่นเข้ามา โปรแกรมจะวัดความสว่างเฉลี่ยในแต่ละวงแล้วเอาค่าความสว่างของวงนอกมาลบออกจากวงใน ค่าที่ได้จะถูกนำไปเทียบกับความสว่างของดาวอ้างอิง (Referent Star) แล้วแปลงออกมาในค่าของโชติมาตร (Magnitude)

ภาคผนวก ข

ค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุดของระบบดาวคู่ เอเค คานิส ไมนอริส ตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน

ตาราง ข ค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุดของระบบดาวคู่ เอเค คานิส ไมนอริส ตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน

HJD +2400000	Minimum	Epoch	O-C	Reference
38448.304		-19347	-0.01883	Diethelm R
39520.713		-17452	0.018011	Diethelm R
42443.529		-12287	-0.01676	Diethelm R
42450.321		-12275	-0.01551	Russeil D
42450.329		-12275	-0.00751	Locher K
42454.29		-12268	-0.00778	Locher K
42458.253		-12261	-0.00605	Locher K
42502.391		-12183	-0.00791	Locher K
42510.314		-12169	-0.00744	Locher K
42680.648		-11868	-0.00802	Locher K
42785.34		-11683	-0.00671	Peter H
42807.41		-11644	-0.00663	Locher K
42812.501		-11635	-0.00869	Locher K
42828.344		-11607	-0.01077	Peter H
42832.302		-11600	-0.01404	Peter H
42841.351		-11584	-0.01937	Peter H
42858.334		-11554	-0.01324	Peter H
42859.459		-11552	-0.02003	Peter H
42871.359		-11531	-0.00384	Locher K
42880.398		-11515	-0.01917	Peter H
42888.328		-11501	-0.0117	Peter H
42901.345		-11478	-0.0103	Locher K

ตาราง ข (ต่อ) ค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุดของระบบดาวคู่ เอเค คานิส ไมนอริส ตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน

HJD +2400000	Minimum	Epoch	O-C	Reference
43032.629		-11246	-0.01408	Locher K
43101.672		-11124	-0.01035	Locher K
43101.672		-11124	-0.01035	Locher K
43170.712		-11002	-0.00961	Locher K
43175.799		-10993	-0.01567	Locher K
43188.253		-10971	-0.01137	Locher K
43189.39		-10969	-0.00616	Peter H
43410.653		-10578	-0.00834	Locher K
43481.389		-10453	-0.00929	Locher K
43496.658		-10426	-0.01947	Diethelm R
43512.518		-10398	-0.00455	Diethelm R
43515.345		-10393	-0.00703	Locher K
43575.32		-10287	-0.01696	Peter H
43899.569		-9714	-0.02614	Peter H
43905.244		-9704	-0.0101	Locher K
43928.446		-9663	-0.00982	Locher K
43931.263		-9658	-0.0223	Locher K
43932.401		-9656	-0.01609	Locher K
43932.402		-9656	-0.01509	Locher K
43932.41		-9656	-0.00709	Peter H
43936.363		-9649	-0.01536	Germann R
43966.357		-9596	-0.01382	Locher K
43979.379		-9573	-0.00742	Locher K
44165.56		-9244	-0.00607	Locher K
44212.519		-9161	-0.01641	Locher K

ตาราง ข (ต่อ) ค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุดของระบบดาวคู่ เอเค คานิส ไมเนอร์ิส ตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน

HJD +2400000	Minimum	Epoch	O-C	Reference
43032.629		-11246	-0.01408	Locher K
43101.672		-11124	-0.01035	Locher K
43101.672		-11124	-0.01035	Locher K
43170.712		-11002	-0.00961	Locher K
43175.799		-10993	-0.01567	Locher K
43188.253		-10971	-0.01137	Locher K
43189.39		-10969	-0.00616	Peter H
43410.653		-10578	-0.00834	Locher K
43481.389		-10453	-0.00929	Locher K
43496.658		-10426	-0.01947	Diethelm R
43512.518		-10398	-0.00455	Diethelm R
43515.345		-10393	-0.00703	Locher K
43575.32		-10287	-0.01696	Peter H
43899.569		-9714	-0.02614	Peter H
43905.244		-9704	-0.0101	Locher K
43928.446		-9663	-0.00982	Locher K
43931.263		-9658	-0.0223	Locher K
43932.401		-9656	-0.01609	Locher K
43932.402		-9656	-0.01509	Locher K
43932.41		-9656	-0.00709	Peter H
43936.363		-9649	-0.01536	Germann R
43966.357		-9596	-0.01382	Locher K
43979.379		-9573	-0.00742	Locher K
44165.56		-9244	-0.00607	Locher K
44212.519		-9161	-0.01641	Locher K

ตาราง ข (ต่อ) ค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุดของระบบดาวคู่ เอเค คานิส ไมนอริส ตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน

HJD +2400000	Minimum	Epoch	O-C	Reference
44224.405		-9140	-0.01422	Locher K
44340.408		-8935	-0.01981	Peter H
44593.945		-8487	-0.00404	Peter H
44602.427		-8472	-0.01048	Locher K
44603.564		-8470	-0.00527	Locher K
44622.805		-8436	-0.00472	Locher K
44632.42		-8419	-0.00994	Locher K
44632.425		-8419	-0.00494	Locher K
44634.697		-8415	0.003474	Locher K
44636.378		-8412	-0.01321	Locher K
44636.379		-8412	-0.01221	Mavrofridis G
44636.382		-8412	-0.00921	Peter H
44636.383		-8412	-0.00821	Peter H
44640.343		-8405	-0.00948	Mavrofridis G
44641.474		-8403	-0.01027	Mavrofridis G
44645.434		-8396	-0.01154	Mavrofridis G
44661.285		-8368	-0.00562	Locher K
44662.412		-8366	-0.01041	Locher K
44662.43		-8366	0.00759	Peter H
44670.341		-8352	-0.00395	Elias D
44674.295		-8345	-0.01122	Stoikidis N
44895.57		-7954	-0.0014	Locher K
44933.485		-7887	-0.0014	Elias D
45001.384		-7767	-0.00987	Locher K
45014.414		-7744	0.004526	Locher K

ตาราง ข (ต่อ) ค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุดของระบบดาวคู่ เอเค คานิส ไมนอริส ตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน

HJD +2400000	Minimum	Epoch	O-C	Reference
45018.37		-7737	-0.00074	Locher K
45022.321		-7730	-0.01101	Germann R
45022.326		-7730	-0.00601	Locher K
45022.337		-7730	0.004988	Locher K
45022.338		-7730	0.005988	Locher K
45056.275		-7670	-0.01075	Elias D
45061.371		-7661	-0.00781	Locher K
45070.425		-7645	-0.00814	Peter H
45078.344		-7631	-0.01168	Locher K
45078.348		-7631	-0.00768	Peter H
45226.615		-7369	-0.00532	Locher K
45294.52		-7249	-0.0078	Kohl M
45337.336	II	-7173.5	0.083087	Mavrofridis G
45337.556		-7173	0.020139	Mavrofridis G
45349.421		-7152	0.001331	Mavrofridis G
45352.82		-7146	0.004958	Mavrofridis G
45353.373		-7145	-0.00794	Mavrofridis G
45353.383		-7145	0.002062	Peter H
45357.333		-7138	-0.00921	Elias D
45370.35		-7115	-0.00781	Mavrofridis G
45370.355		-7115	-0.00281	Mavrofridis G
45370.361		-7115	0.003194	Mavrofridis G
45383.363		-7092	-0.0104	Locher K
45383.373		-7092	-0.0004	Peter H
45387.331		-7085	-0.00367	Locher K

ตาราง ข (ต่อ) ค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุดของระบบดาวคู่ เอเค คานิส ไมเนอร์ิส ตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน

HJD +2400000	Minimum	Epoch	O-C	Reference
45387.332		-7085	-0.00267	Elias D
45400.345		-7062	-0.00527	Peter H
45404.305		-7055	-0.00654	Germann R
45404.307		-7055	-0.00454	Peter H
45409.391		-7046	-0.0136	Parris A
45409.401		-7046	-0.0036	Stoikidis N
45417.323		-7032	-0.00414	Stoikidis N
45439.385		-6993	-0.01207	Peter H
45625.57		-6664	-0.00672	Locher K
45629.53		-6657	-0.00799	Locher K
45672.539		-6581	-0.00706	Locher K
45672.54		-6581	-0.00606	Locher K
45672.541		-6581	-0.00506	Locher K
45672.543		-6581	-0.00306	Locher K
45672.545		-6581	-0.00106	Locher K
45697.442		-6537	-0.00346	Locher K
45697.449		-6537	0.003537	Peter H
45705.366		-6523	-0.002	Peter H
45727.433		-6484	-0.00493	Mavrofridis G
45753.465		-6438	-0.00413	Kohl M
45791.38		-6371	-0.00413	Mavrofridis G
46012.642		-5980	-0.00731	Locher K
46091.302		-5841	-0.0068	Mavrofridis G
46092.432		-5839	-0.00859	Mavrofridis G
46121.298		-5788	-0.00327	Paschke A

ตาราง ข (ต่อ) ค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุดของระบบดาวคู่ เอเค คานิส ไมนอริส ตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน

HJD +2400000	Minimum	Epoch	O-C	Reference
46121.3		-5788	-0.00127	Kohl M
46173.35		-5696	-0.01366	Germann R
46173.352		-5696	-0.01166	Kohl M
46173.355		-5696	-0.00866	Peter H
46334.642		-5411	-0.00191	Locher K
46413.873		-5271	0.003708	Locher K
46461.405		-5187	0.000477	Locher K
46469.344		-5173	0.016939	Locher K
46499.312		-5120	-0.00753	Paschke A
46521.395		-5081	0.005544	Paschke A
46756.809		-4665	0.006974	Paschke A
46770.9451		-4640	-0.00432	Paschke A
46804.329		-4581	-0.00826	Locher K
46826.418		-4542	0.010815	Locher K
46843.38		-4512	-0.00405	Mavrofridis G
46847.342		-4505	-0.00332	Mavrofridis G
46850.7382		-4499	-0.0025	Mavrofridis G
47157.457		-3957	0.000889	Peter H
47170.468		-3934	-0.00371	Peter H
47170.475		-3934	0.00329	Paschke A
47185.764		-3907	0.013109	Paschke A
47195.362		-3890	-0.00912	Locher K
47208.387		-3867	0.000285	Peter H
47208.388		-3867	0.001285	Mavrofridis G
47212.351		-3860	0.003016	Peter H

ตาราง ข (ต่อ) ค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุดของระบบดาวคู่ เอเค คานิส ไมนอริส ตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน

HJD +2400000	Minimum	Epoch	O-C	Reference
47213.479		-3858	-0.00078	Paschke A
47234.412		-3821	-0.00591	Peter H
47246.305		-3800	0.00328	Mavrofridis G
47450.589		-3439	-0.00103	Kohl M
47489.641		-3370	0.004172	Locher K
47527.567		-3303	0.015167	Locher K
47535.479		-3289	0.004628	Peter H
47564.329		-3238	-0.00605	Peter H
47565.46		-3236	-0.00684	Peter H
47577.355		-3215	0.004354	Locher K
47590.366		-3192	-0.00024	Peter H
47616.395		-3146	-0.00244	Paschke A
47841.616		-2748	-0.00789	Paschke A
47891.424		-2660	0.001296	Kohl M
47908.415		-2630	0.015428	Paschke A
47921.423		-2607	0.007829	Paschke A
47929.333		-2593	-0.00471	Peter H
47942.352		-2570	-0.00131	Peter H
47946.319		-2563	0.004423	Peter H
47947.452		-2561	0.005632	Peter H
47947.461		-2561	0.014632	Paschke A
47955.376		-2547	0.007093	Peter H
47968.378		-2524	-0.00651	Peter H
47968.385		-2524	0.000494	Peter H
48260.396		-2008	0.009365	Locher K

ตาราง ข (ต่อ) ค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุดของระบบดาวคู่ เอเค คานิส ไมนอริส ตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน

HJD +2400000	Minimum	Epoch	O-C	Reference
48290.382		-1955	0.002898	Peter H
48297.74		-1942	0.004255	Peter H
48329.423		-1886	-0.0029	Peter H
48359.42		-1833	0.001635	Peter H
48545.592		-1504	-0.00602	Locher K
48645.77		-1327	0.008461	Locher K
48654.825		-1311	0.009132	Locher K
48659.346		-1303	0.002967	Locher K
48689.335		-1250	-0.0005	Peter H
48689.342		-1250	0.0065	Peter H
48936.626		-813	-0.00588	Locher K
48976.815		-742	0.004535	Locher K
49007.65	II	-687.5	-0.00177	Paschke A
49045.281		-621	-0.00283	Locher K
49061.404		-592.5	-0.00786	Locher K
49061.406		-592.5	-0.00586	Locher K
49067.3509	II	-582	-0.00286	Locher K
49076.417		-566	0.00891	Peter H
49097.345		-529	-0.00123	Peter H
49311.826		-150	0.00534	Peter H
49384.261		-22	0.005703	Locher K
49395.8546	II	-1.5	-0.00156	Locher K
49395.8546	II	-1.5	-0.00156	Locher K
49396.70325	I	0	-0.00175	Locher K
49396.7033		0	-0.0017	Locher K

ตาราง ข (ต่อ) ค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุดของระบบดาวคู่ เอเค คานิส ไมนอริส ตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน

HJD +2400000	Minimum	Epoch	O-C	Reference
49418.775		39	7.16E-05	Locher K
49423.299		47	-0.00309	Peter H
49743.616		613	0.016997	Peter H
49750.409		625	0.01925	Martignoni M
49755.482		634	-0.00081	Locher K
49776.419		671	-0.00195	Martignoni M
49784.344		685	0.000514	Peter H
49793.396		701	-0.00182	Peter H
49810.376		731	0.001316	Kohl M
49810.378		731	0.003316	Peter H
50098.421		1240	0.005456	Kohl M
50100.676		1244	-0.00313	Kohl M
50123.315		1284	4.96E-05	Locher K
50147.345		1326.5	-0.02051	Peter H
50153.3079	I	1337	0.000483	Peter H
50153.3079		1337	0.000483	Peter H
50153.3088	I	1337	0.001383	Peter H
50153.3088		1337	0.001383	Peter H
50153.309		1337	0.001583	Peter H
50179.345		1383	0.006385	Peter H
50467.387		1892	0.007525	Locher K
50488.326		1929	0.008388	Peter H
50489.4516	I	1931	0.002196	Peter H
50489.4516		1931	0.002196	Peter H
50502.472		1954	0.006998	Kohl M

ตาราง ข (ต่อ) ค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุดของระบบดาวคู่ เอเค คานิส ไมนอริส ตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน

HJD +2400000	Minimum	Epoch	O-C	Reference
50503.607		1956	0.010206	Kohl M
50513.772		1974	-0.01091	Kohl M
50514.347		1975	-0.00181	Peter H
50516.3346		1978.5	0.005155	Peter H
50516.3346		1978.5	0.005155	Peter H
50557.361		2051	0.004124	Peter H
50557.37		2051	0.013124	Locher K
50722.608		2343	0.009609	Locher K
50839.4615		2549.5	0.005668	Locher K
50839.4615		2549.5	0.005668	D.Husar
50862.378		2590	0.003396	Kohl M
50862.383		2590	0.008396	Locher K
50881.3429	I	2623.5	0.010793	Locher K
50881.3429		2623.5	0.010793	W.Kleikamp
50896.3307	I	2650	0.00236	W.Kleikamp
50896.3307		2650	0.00236	W.Kleikamp
51138.543		3078	0.011343	K.Locher
51177.577		3147	-0.00145	M.Kohl
51185.5041	I	3161	0.003108	M.Kohl
51185.5041		3161	0.003108	F.Agerer
51934.7501		4485	0.003334	F.Agerer
52365.403	I	5246	0.009682	F.Agerer
52590.622	I	5644	0.002234	F.Agerer
52596.8492		5655	0.004582	F.Agerer
52912.62	I	6213	0.005637	F.Agerer

ตาราง ข (ต่อ) ค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุดของระบบดาวคู่ เอเค คานิส ไมนอริส ตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน

HJD +2400000	Minimum	Epoch	O-C	Reference
53696.9528		7599	0.007136	F.Agerer
53768.5511		7725.5	0.019642	F.Agerer
54471.3821	II	8967.5	0.008307	This Research
54482.4128	I	8987	0.004043	This Research
54489.2033	I	8999	0.003796	This Research
54490.0517	II	9000.5	0.003352	This Research

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright© by Chiang Mai University
 All rights reserved

ภาคผนวก ค

การทำงานของโปรแกรมวิลสัน – เดวินนี่

1. โปรแกรมวิลสัน – เดวินนี่ (Wilson – Devinney Program)

โปรแกรมวิลสัน - เดวินนี่ เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ทางกายภาพของระบบดาวคู่ เพื่อนำไปสร้างข้อมูลของกราฟแสง(Light Curve) และกราฟความเร็ว(Velocity Curve) ประกอบด้วยโปรแกรมย่อย 2 ส่วน คือ

1. โปรแกรม Differential Correction(DC) เป็นโปรแกรมที่ใช้หาค่าพารามิเตอร์ทางกายภาพ เช่น อัตราส่วนมวล ค่ามุมเอียงของระนาบวงโคจร อุณหภูมิ กำลังส่องสว่าง เป็นต้น การหาค่าพารามิเตอร์ที่ทำได้โดยการใส่ค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นเข้าไปในโปรแกรม โปรแกรมจะสร้างข้อมูลจากค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นเหล่านั้น เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการณ์ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด(Least Squares Method) โปรแกรมจะบอกค่าความถูกต้องของพารามิเตอร์(Parameter Correction) ค่าความผิดพลาดที่เป็นไปได้(Probable Error) ของพารามิเตอร์แต่ละตัว ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลที่ป้อนเข้า(Σ_{input}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่คำนวณจากทฤษฎี($\Sigma_{predict}$) ถ้าข้อมูลที่โปรแกรมสร้างขึ้นมีความสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการณ์ ค่าความถูกต้องของพารามิเตอร์ทุกตัวจะต้อมีค่าน้อยกว่าค่าความผิดพลาดที่เป็นไปได้ ค่า Σ_{input} และ $\Sigma_{predict}$ มีค่าน้อยและใกล้เคียงกัน ในทางกลับกันถ้าข้อมูลยังไม่สอดคล้องกันค่าความถูกต้องของพารามิเตอร์ทุกตัวมีค่ามากกว่าค่าความผิดพลาดที่เป็นไปได้ ค่า Σ_{input} และ $\Sigma_{predict}$ มีค่ามากและต่างกันมาก ซึ่งจะต้องใส่ค่าพารามิเตอร์เข้าไปใหม่โดยค่าพารามิเตอร์ที่ใส่เข้าไปใหม่จะได้รับการบวกค่าพารามิเตอร์เริ่มต้น กับค่า Parameter Corrections ดังนั้น ข้อมูลที่ป้อนเข้า(Input) ของโปรแกรมประกอบด้วย ข้อมูลที่โปรแกรมคำนวณจากเซตของพารามิเตอร์ ค่า Parameter Corrections ค่า Probable Error ค่า Σ_{input} และ $\Sigma_{predict}$

2. โปรแกรม Light and Velocity Curves(LC) เป็นโปรแกรมที่ใช้สร้างข้อมูลของกราฟแสงสังเคราะห์และกราฟความเร็วจากค่าพารามิเตอร์ที่หาได้จากโปรแกรม DC ดังนั้น ข้อมูลที่ป้อนเข้าโปรแกรม คือ เซตพารามิเตอร์จากโปรแกรม DC และข้อมูลจากการสังเกตการณ์ ส่วนผลของโปรแกรม คือ ข้อมูลของกราฟแสงสังเคราะห์ และกราฟความเร็ว

2. ตัวแปรควบคุมที่ใช้ในโปรแกรม DC และ LC

-MODE เป็นตัวแปรบ่งชี้ประเภทดาวคู่

-IPB สำหรับ MODE 1-6 ถ้า IPB = 0 โปรแกรมจะคำนวณค่ากำลังส่องสว่างของดาวดวงที่ 2 (L2) จากอุณหภูมิของดาวดวงที่ 1 อุณหภูมิของดาวดวงที่ 2 กำลังส่องสว่างของดาวดวงที่ 1 และ Radiation Laws แต่ถ้า IPB = 1 โปรแกรมจะใช้ค่ากำลังส่องสว่างของดาวดวงที่ 2 (L2) ที่ป้อนเข้าไป กรณี MODE -1 และ 0 กำหนด IPB = 1 ไม่ได้

-IFAT1,IFAT2 เป็นการกำหนดการแผ่พลังงานบนดาวดวงที่ 1 และดาวดวงที่ 2 ตามลำดับ ถ้า IFAT = 0 เป็นการแผ่รังสีของวัตถุดำ ถ้า IFAT = 1 การแผ่พลังงานจะได้รับการประมาณบรรยากาศของดาวฤกษ์

-N1,N2 เป็น Grid Size ของดาวดวงที่ 1 และดาวดวงที่ 2 ตามลำดับ

-VUNIT เป็นค่าความเร็วในแนวรัศมี มีหน่วย กิโลเมตรต่อวินาที โดยปกติมีค่า 100 กิโลเมตรต่อวินาที

-MREF เป็นการกำหนดว่าจะใช้ผลของการสะท้อนจากกฎกำลังสองผกผัน(Inverse Square Laws) หรือจากรายละเอียดอื่นๆ สำหรับดาวที่มีการหมุนแบบ Synchronous ใช้ MREF = 1 ส่วนดาวที่มีการหมุนไม่เป็นแบบ Synchronous ใช้ MREF = 2

-NREF เป็นจำนวนเต็มที่ใช้ในกรณี MREF = 2 เพื่อเป็นการกำหนดจำนวนผลของการสะท้อน เช่น NREF = 1 หมายถึงมี 1 Reflection ถ้า NREF = 2 หมายถึงมี 2 Reflection

-IFSMV1, IFSMV2 เป็นจำนวนเต็มที่กำหนดการเคลื่อนที่ของจุดบนดาวดวงที่ 1 และดาวดวงที่ 2 ตามลำดับ ถ้า IFSMV = 0 จุดจะไม่เคลื่อนที่ นั่นคือ Longitude มีค่าคงที่ เมื่อเทียบกับศูนย์กลางของดาวทั้ง 2 ดวง พบได้ในกรณีจุดร้อน (Hot Spot) ที่เกิดจากธารของก๊าซ ถ้า IFSMV = 1 จุดจะมีการเคลื่อนที่ไปตาม Longitude

3. ตัวแปรควบคุมที่ใช้เฉพาะในโปรแกรม DC

-KEEP's เป็นตัวกำหนดว่ามีพารามิเตอร์ตัวใดบ้างที่ถูกปรับค่า ถ้า KEEP = 0 จะสามารถปรับค่าพารามิเตอร์ได้ แต่ถ้า KEEP = 1 จะไม่สามารถปรับค่าพารามิเตอร์ได้

-IFDER,IFM,IFR เป็นควบคุมการพิมพ์รายละเอียดของโปรแกรม กล่าวคือ IFDER ควบคุมการพิมพ์สมการของการสังเกตการณ์(Observation Equation) ทั้ง Unweighted และ Weighted เมตริกซ์ IFM ควบคุมการพิมพ์เมตริกซ์ของสมการปกติ(Normal Equation) ให้พิมพ์ผลลัพธ์ของสมการปกติ เมตริกซ์ของ Correlation Coefficient และค่าผลรวมของเรซิดิวส์ (Residuals) IFR ควบคุมการพิมพ์ข้อมูลของรัศมี Derivatives ของรัศมีที่สัมพันธ์กับค่าศักย์พื้นผิว

(Surface Potentials) และอัตราส่วนมวล รวมทั้งพิมพ์ค่า Probable Errors ของรัศมี ถ้ากำหนดค่าเหล่านี้ = 1 โปรแกรมจะพิมพ์รายละเอียดดังกล่าว แต่ถ้ากำหนดให้เท่ากับ 0 โปรแกรมจะไม่พิมพ์รายละเอียดเหล่านี้

-KSPA, NSPA, KSPB, NSPB เป็นตัวควบคุมจำนวนของจุดบนดาว ซึ่งอาจจะมีได้หลายจุด พิจารณาจุด A และจุด B ซึ่งอาจจะอยู่บนดาวดวงเดียวกัน หรือคนละดวงก็ได้ KSP เป็นการบอก ว่าจุดอยู่บนดาวดวงไหน เช่น KSPA = 1 หมายถึงจุด A อยู่บนดาวดวงที่ 1 หรือ KSPA = 2 หมายถึงจุด A อยู่บนดาวดวงที่ 2 เป็นต้น NSP เป็นการบอกว่าจุดนั้นเป็นจุดที่เท่าไร เช่น KSPA = 2 และ KSPA = 3 หมายถึงจุด A คือจุดที่ 3 บนดาวดวงที่ 2 สำหรับการกำหนดจุด B ก็สามรถทำได้ เช่นเดียวกันกับตัวอย่างข้างต้น การปรับตำแหน่ง ขนาด และอุณหภูมิของจุดสามารถทำได้โดยการเซตจำนวนเต็ม 8 ตัวแรกของ KEEP's โดยที่จำนวนเต็ม 4 ตัวแรกเป็นจุด A และ 4 ตัวหลังเป็นจุดของ B

-IFCA1, IFCA2 เป็นการกำหนดว่าจะใช้กราฟความเร็วของดาวดวงที่ 1 และดาวดวงที่ 2 ที่ใส่เข้าไปหรือไม่ ถ้าเท่ากับ 0 หมายถึงไม่ใช้ ถ้าเท่ากับ 1 หมายถึงใช้

-NLC เป็นจำนวนของกราฟแสงที่ใส่เข้าไป

-KO เป็นตัวควบคุมที่มี 3 ตัวเลือกที่ผู้ใช้จะสร้าง "Scratch Pad" ในโปรแกรม ถ้า KO = 0 จะทำ Base Set และหยุด ถ้า KO = 1 จะอ่านค่า Derivatives และ Residuals ที่เขียนเป็น Scratch Pad ในการรันก่อนหน้า โปรแกรมจะคำนวณเฉพาะ Weight และ Subset ที่ต้องการเท่านั้น ถ้า KO = 2 โปรแกรมจะเขียน Derivatives และ Residuals ที่สร้างขึ้นในการรันบน Scratch Pad หรือถ้าไม่มี Scratch Pad เราสามารถให้โปรแกรมดำเนินการกับหลายๆ Subset ได้ โดยการกำหนดค่า KO = 2 และ KDIS = 0

-KDIS กำหนดค่า KDIS = 1 เมื่อใช้ Scratch Pad หรือ KDIS = 0 เมื่อไม่ใช้ Scratch Pad

-ISYM เป็นตัวกำหนดคำตอบของโปรแกรม ถ้า ISYM = 0 คำตอบเป็นแบบ Asymmetrical Derivative แต่ถ้า ISYM = 1 คำตอบเป็นแบบ Symmetrical Derivatives

-N1L, N2L เป็น Grid Size แบบหยาบๆ มีค่าเป็นครึ่งหนึ่งของ N1 และ N2

4. พารามิเตอร์ที่ใช้ในโปรแกรมวิลสัน - เดวินี่

พารามิเตอร์ที่ใช้ในโปรแกรม DC และ LC มีทั้งพารามิเตอร์ที่ปรับค่าได้และพารามิเตอร์ที่ปรับค่าไม่ได้

1. พารามิเตอร์ที่ปรับค่าไม่ได้

-PERIOD คือ คาบการโคจรของระบบดาวคู่ในหน่วยวันสุริยะเฉลี่ย (Mean Solar Days) เป็นพารามิเตอร์ที่ใช้คำนวณกราฟความเร็ว

-**THE** คือ ช่วงเวลาครึ่งหนึ่ง(Semi-Duration) ของการเกิดอุปราคา ใช้ในโหมด -1 และ ใช้ในระบบดาวคู่ที่สมาชิกดวงที่1 เป็นดาวนิวตรอน(Neutron Star) หลุมดำ(Black Hole) หรือดาวแคระขาว(White Dwarf)

2. พารามิเตอร์ที่ปรับค่าได้ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ พารามิเตอร์ที่ไม่ขึ้นอยู่กับความยาวคลื่น ได้แก่

-**ECC.** คือ ค่า Binary Orbital Eccentricity

-**ARG.PERI.** คือ ค่า Argument of Periastron ที่สามารถเปลี่ยนค่าได้ในแต่ละเฟส ของการเกิดอุปราคา ในกรณีที่ว่าโคจรเป็นวงกลม โปรแกรมจะกำหนดให้ พารามิเตอร์นี้มีค่า 90 องศา

-**A** คือ ครึ่งแกนยาวของวงโคจรที่เป็นวงรี หน่วยรัศมีดวงอาทิตย์

-**F1,F2** คืออัตราส่วนการหมุนของดาว(Axial Rotation Rate) กับการโคจรเฉลี่ย (Mean Orbital Rotation Rate) ของดาวดวงที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

-**VGA** คือ ความเร็วในแนวรัศมีที่ศูนย์กลางมวลของระบบดาวคู่

-**PSHIFT** คือ ค่า Constant Shift ที่นำมาใช้ในการคำนวณเฟส เช่น การเปลี่ยน ระหว่างดวงดวงที่ 1 และ 2 สามารถใช้พารามิเตอร์นี้เลื่อนเฟสได้

-**i** คือ มุมเอียงของระนาบวงโคจร มีค่าตั้งแต่ 0 – 90 องศา

-**g₁,g₂** คือ ค่า Gravity Darkening Exponent ของดาวดวงที่ 1 และ 2 ตามลำดับ สำหรับ Radiative Stars จะมีค่า $g = 1.00$ ส่วน Convective มีค่า $g = 0.50$

-**T₁,T₂** คือ ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิพื้นผิวสัมฤทธิ์(Mean Surface Effective Temperature) ของดาวดวงที่1 และ 2 ตามลำดับ

-**A₁,A₂** คือ ค่า Bolometric Albedos ของดาวดวงที่ 1 และ 2 ตามลำดับ สำหรับ Radiative Stars จะมีค่า $A = 1.00$ ส่วน Convective มีค่า $A = 0.50$

-**POTH ,POTC** คือ ค่า Potential ของดาวดวงที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

-**q(= m₂/m₁)** คือ ค่าอัตราส่วนมวล

-**X1(BOLO),X2(BOLO)** คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของ $\cos\gamma$ ในกฎของ Bolometric Limb Darkening

$$\frac{I}{I_0} = 1 - X + X\cos\gamma - Y\cos^2\gamma \quad (\text{Incos}\gamma)$$

- **Y1(BOLO),Y2(BOLO)** คือ ค่า สัมประสิทธิ์ของ $\cos^2\gamma$ ในกฎของ Bolometric Limb Darkening

- **X LAT** คือ ค่าละติจูดของศูนย์กลางจุด มีค่าตั้งแต่ 0-180 องศา โดยวัดจากขั้วเหนือไปขั้วใต้ของดาว
- **X LONG** คือ ค่าลองจิจูดของศูนย์กลางจุด มีค่าตั้งแต่ 0-360 องศา โดยวัดตามเข็มนาฬิกาจากเส้นต่อระหว่างจุดศูนย์กลางมวลของดาวทั้งสอง เมื่อมองจากขั้วบน
- **RADSP** คือ รัศมีเชิงมุมของจุดบนดาว มีหน่วยเป็นองศา โดยมีศูนย์กลางอยู่ที่ตำแหน่งละติจูด และลองจิจูดที่กำหนด
- **TEMSP** คือ อัตราส่วนอุณหภูมิของจุดเมื่อเทียบกับผิวดาว ค่า TEMSP ที่สูงกว่าหรือต่ำกว่า 1.00 หมายถึง อัตราส่วนอุณหภูมิของจุดสูงกว่าหรือต่ำกว่าผิวดาว

5. พารามิเตอร์ที่ขึ้นอยู่กับความยาวคลื่น ได้แก่

- **L1,L2** คือ ค่ากำลังส่องสว่างของดาวดวงที่ 1 และ 2 ตามลำดับ
- **X1, X2, Y1, Y2** คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของการมืดคล้ำที่ขอบดาวในความยาวคลื่นต่างๆ ของดาวดวงที่ 1 และ 2 ตามลำดับด้วยกฎเดียวกันกับ Bolometric Limb Darkening
- **L3** คือ แสงของดาวดวงที่ 3

ภาคผนวก ง

ตัวอย่างเพิ่มข้อมูลขาเข้าสำหรับโปรแกรมวิลสัน - เดวินนี่

เพิ่มข้อมูลขาเข้าในส่วนของโปรแกรม DC ซึ่งให้ผลเฉลยที่ดีที่สุด
(ตัวหนาคือพารามิเตอร์ที่ปรับค่าได้)

0.2D-01 0.2D-01 0.2D-01 0.2D-01 0.2D-01 0.2D-01 0.2D-01 0.2D-01
0.1D-01 0.1D+00 0.1D+00 0.1D+00 0.2D-02 -1D+01 0.1D-01 0.1D-01 0.1D-01 0.3D-02
0.1D-01 0.1D-01 0.3D-01 0.3D-01 0.5D-02 0.1D-01 0.1D-01 0.1D-01 0.1D-01
1111 1111 11111111 01110 11010 11111 01111 1 1 1 0.100D-04
1 0 2 0
00 2 0 2 0 3
1 1 1 1 1 2
2 2449396.70500 0.565895600 -3.727360D-11 -0.01066
05 0 0 0 30 30 15 15 3.141593 0.00000D+00 0.00000 100.000
0.000 17.71 1.00 1.00 -13.20d-2 **78.12** 1.000 0.320 0.000
0.8530 **0.4991** 1.000 0.500 **3.425519** 3.150000 **0.603935** 0.658 0.640 0.136 0.153
6 **11.27471** 0.49243 0.490 0.754 0.190 0.371 0.0000 0.000D+00 2 0.10000D-01 0.550000
7 **10.86769** 0.85002 0.414 0.414 0.241 0.314 0.0000 0.000D+00 2 0.10000D-01 0.620000
300.00000
300.00000
150.0000
0.00624 0.4577 8.00 0.01559 0.4972 8.00 0.02477 0.5465 8.00
0.03400 0.6046 7.00 0.04498 0.6724 5.00 0.05424 0.7206 4.00
0.06741 0.7757 4.00 0.07484 0.8009 4.00 0.08529 0.8262 4.00
0.09548 0.8533 3.00 0.10420 0.8724 3.00 0.11294 0.8980 3.00
0.12458 0.9043 3.00 0.13477 0.9143 2.00 0.14350 0.9179 2.00
0.15514 0.9260 4.00 0.16533 0.9379 3.00 0.17600 0.9561 3.00
0.18716 0.9487 2.00 0.19443 0.9653 3.00 0.20462 0.9623 4.00
0.22330 0.9501 4.00 0.23424 0.9671 5.00 0.24415 0.9592 6.00
0.25458 0.9517 3.00 0.26369 0.9709 4.00 0.27647 0.9451 4.00
0.28710 0.9557 3.00 0.29433 0.9613 3.00 0.30364 0.9564 4.00
0.31460 0.9578 3.00 0.32376 0.9436 3.00 0.33516 0.9498 3.00

ลิขสิทธิ์ © โดยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

0.34689	0.9269	2.00	0.35627	0.9483	2.00	0.36566	0.9401	2.00
0.37504	0.9342	2.00	0.38442	0.9313	2.00	0.39381	0.9280	2.00
0.40319	0.9041	2.00	0.41249	0.9041	4.00	0.42854	0.8823	3.00
0.43609	0.8776	5.00	0.44471	0.8691	4.00	0.45713	0.8500	3.00
0.46529	0.8408	3.00	0.47355	0.8502	4.00	0.48448	0.8464	3.00
0.49555	0.8376	5.00	0.50350	0.8418	2.00	0.51594	0.8410	2.00
0.52432	0.8397	5.00	0.53189	0.8484	3.00	0.54523	0.8590	6.00
0.55630	0.8687	4.00	0.56553	0.8856	5.00	0.57435	0.8898	3.00
0.58434	0.8995	3.00	0.59526	0.9127	4.00	0.60618	0.9182	3.00
0.61553	0.9365	3.00	0.62489	0.9309	3.00	0.63424	0.9379	3.00
0.64471	0.9426	3.00	0.65408	0.9477	3.00	0.66499	0.9517	4.00
0.67994	0.9495	1.00	0.68617	0.9596	3.00	0.69553	0.9549	3.00
0.70333	0.9778	2.00	0.71745	0.9661	2.00	0.72525	0.9637	3.00
0.73531	0.9840	2.00	0.74538	0.9681	3.00	0.75354	0.9694	4.00
0.76517	0.9739	8.00	0.77536	0.9740	6.00	0.78505	0.9738	6.00
0.79428	0.9639	6.00	0.80524	0.9576	7.00	0.81428	0.9524	5.00
0.82472	0.9415	6.00	0.83490	0.9367	8.00	0.84508	0.9134	6.00
0.85318	0.9234	5.00	0.86530	0.9123	3.00	0.87548	0.8918	4.00
0.88649	0.8570	4.00	0.89439	0.8465	3.00	0.90458	0.8048	4.00
0.91477	0.7695	2.00	0.92205	0.7328	2.00	0.93557	0.6546	4.00
0.94448	0.5990	7.00	0.95471	0.5417	6.00	0.96524	0.4785	6.00
0.97572	0.4469	6.00	0.98519	0.4361	7.00	0.99534	0.4394	7.00
-10003.00000								
0.00509	0.4723	5.00	0.01534	0.5095	9.00	0.02625	0.5675	6.00
0.03560	0.6192	6.00	0.04610	0.6790	5.00	0.05424	0.7238	4.00
0.06668	0.7845	2.00	0.07407	0.8074	6.00	0.08480	0.8550	6.00
0.09571	0.8710	5.00	0.10817	0.9180	2.00	0.11482	0.9048	5.00
0.12691	0.9191	2.00	0.13419	0.9074	3.00	0.14437	0.9244	4.00
0.15602	0.9395	2.00	0.16475	0.9409	4.00	0.17494	0.9469	3.00
0.18513	0.9484	4.00	0.19531	0.9563	3.00	0.20550	0.9641	4.00
0.22636	0.9592	3.00	0.23615	0.9724	4.00	0.24523	0.9631	6.00
0.25509	0.9640	5.00	0.26409	0.9732	5.00	0.27308	0.9789	5.00
0.28491	0.9797	4.00	0.29643	0.9710	5.00	0.30476	0.9629	3.00
0.31605	0.9520	4.00	0.32491	0.9668	2.00	0.33429	0.9748	2.00
0.34366	0.9563	2.00	0.35305	0.9590	2.00	0.36479	0.9537	3.00

0.37417	0.9471	1.00	0.38590	0.9120	2.00	0.39763	0.9283	1.00
0.40465	0.9237	2.00	0.41428	0.8860	3.00	0.42417	0.8593	3.00
0.43455	0.8639	6.00	0.44470	0.8516	5.00	0.45821	0.8416	3.00
0.46657	0.8391	3.00	0.47463	0.8308	5.00	0.48425	0.8168	2.00
0.49531	0.8149	2.00	0.50346	0.8298	3.00	0.51488	0.8440	3.00
0.52533	0.8276	3.00	0.53469	0.8404	3.00	0.54342	0.8599	4.00
0.55518	0.8631	5.00	0.56460	0.8672	4.00	0.57513	0.8893	4.00
0.58576	0.8982	5.00	0.59458	0.9102	3.00	0.60393	0.9051	3.00
0.61485	0.9265	4.00	0.62577	0.9305	3.00	0.63512	0.9380	3.00
0.64559	0.9551	3.00	0.65495	0.9554	3.00	0.66431	0.9562	3.00
0.67055	0.9626	1.00	0.68394	0.9536	3.00	0.69329	0.9499	3.00
0.70264	0.9539	1.00	0.71677	0.9669	3.00	0.72613	0.9790	3.00
0.73236	0.9780	1.00	0.74469	0.9650	4.00	0.75441	0.9773	4.00
0.76525	0.9728	5.00	0.77478	0.9757	8.00	0.78589	0.9758	4.00
0.79531	0.9715	7.00	0.80534	0.9658	6.00	0.81491	0.9523	6.00
0.82623	0.9467	5.00	0.83543	0.9359	5.00	0.84596	0.9304	6.00
0.85468	0.9364	4.00	0.86492	0.9089	6.00	0.87583	0.8905	4.00
0.88429	0.8787	5.00	0.89527	0.8389	3.00	0.90497	0.8112	3.00
0.91565	0.7674	2.00	0.92292	0.7470	2.00	0.93645	0.6577	4.00
0.94488	0.6130	6.00	0.95558	0.5451	6.00	0.96531	0.4978	5.00
0.97443	0.4611	7.00	0.98408	0.4521	6.00	0.99479	0.4548	7.00

-10003.00000

1111 1111 1111101 11110 11011 11111 01111 1 1 1 0.100D-04

1111 1111 1111101 01111 11011 11111 01111 1 1 1 0.100D-04

1111 1111 1111101 01110 11111 11111 01111 1 1 1 0.100D-04

3

DMPER

ADJUSTMENT CONTROL INTEGERS; 1 SUPPRESSES ADJUSTMENT, 0
ALLOWS ADJUSTMENT.

0000 0000 0111111 11112 22222 22223 33333

1234 5678 9012345 67890 12345 67890 12345

LLSS LLSS aELFFPV IggTT AAPPQ EPPDB LLXXL D M R x

AGRT AGRT P12S 1212 1212 P TTK 12123

1111 1111 1111101 01110 11011 11111 01111 1 1 1 0.100D-04

ภาคผนวก จ

ตัวอย่างเพิ่มข้อมูลขาออกที่ได้จากโปรแกรมวิลสัน - เควินนี่

ORDER OF PARAMETERS IS AS FOLLOWS:

AS1=FIRST ADJUSTED SPOT

AS2=SECOND ADJUSTED SPOT

(1) - AS1 LATITUDE

(2) - AS1 LONGITUDE

(3) - AS1 ANGULAR RADIUS

(4) - AS1 TEMPERATURE FACTOR

(5) - AS2 LATITUDE

(6) - AS2 LONGITUDE

(7) - AS2 ANGULAR RADIUS

(8) - AS2 TEMPERATURE FACTOR

(9) - A=ORBITAL SEMI-MAJOR AXIS

(10) - E=ORBITAL ECCENTRICITY

(11) - PERR0=ARGUMENT of PERIASTRON at time HJD0

(12) - F1=STAR 1 ROTATION PARAMETER

(13) - F2=STAR 2 ROTATION PARAMETER

(14) - PHASE SHIFT= PHASE OF PRIMARY CONJUNCTION

(15) - VGAM=SYSTEMIC RADIAL VELOCITY

(16) - INCL=ORBITAL INCLINATION

(17) - g1=STAR 1 GRAVITY DARKENING EXPONENT

(18) - g2=STAR 2 GRAVITY DARKENING EXPONENT

(19) - T1=STAR 1 AVERAGE SURFACE TEMPERATURE

(20) - T2=STAR 2 AVERAGE SURFACE TEMPERATURE

(21) - ALB1=STAR 1 BOLOMETRIC ALBEDO

(22) - ALB2=STAR 2 BOLOMETRIC ALBEDO

(23) - POT1=STAR 1 SURFACE POTENTIAL

- (24) - POT2=STAR 2 SURFACE POTENTIAL
 (25) - Q=MASS RATIO (STAR 2/STAR 1)
 (26) - HJD0= Hel. JD reference time
 (27) - PERIOD= orbital period
 (28) - DPDT= time derivative of orbital period
 (29) - DPERDT= time derivative of argument of periastron
 (30) - unused channel reserved for future expansion
 (31) - L1=STAR 1 RELATIVE MONOCHROMATIC LUMINOSITY
 (32) - L2=STAR 2 RELATIVE MONOCHROMATIC LUMINOSITY
 (33) - X1=STAR 1 LIMB DARKENING COEFFICIENT
 (34) - X2=STAR 2 LIMB DARKENING COEFFICIENT
 (35) - el3=third light

DEL LAT DEL LONG DEL RAD DEL TEMPF DEL LAT del LONG del RAD del
 TEMPF

0.2D-01 0.2D-01 0.2D-01 0.2D-01 0.2D-01 0.2D-01 0.2D-01 0.2D-01

DEL EC DEL PER DEL F1 DEL F2 DEL PHS DEL INCL DEL G1 DEL G2
 DEL T1 DEL T2

0.1D-01 0.1D+00 0.1D+00 0.1D+00 0.2D-02 -0.1D+01 0.1D-01 0.1D-01 0.1D-
 01 0.3D-02

DEL ALB1 DEL ALB2 DEL POT1 DEL POT2 DEL Q DEL L1 DEL L2 DEL
 X1 DEL X2

0.1D-01 0.1D-01 0.3D-01 0.3D-01 0.5D-02 0.1D-01 0.1D-01 0.1D-01 0.1D-01

ADJUSTMENT CONTROL INTEGERS; 1 SUPPRESSES ADJUSTMENT, 0 ALLOWS
 ADJUSTMENT.

0000 0000 0111111 11112 22222 22223 33333

1234 5678 9012345 67890 12345 67890 12345

LLSS LLSS aELFFPV IggTT AAPPQ EPPDB LLXXL D M R x

AGRT AGRT P12S 1212 1212 P TTK 12123

1111 1111 1111111 01110 11010 11111 01111 1 1 1 0.100D-04

SPOTS TO BE ADJUSTED

STAR	SPOT	STAR	SPOT								
1	0	2	0								
IFVC1	IFVC2	NLC	KO	KDISK	ISYM	nppl					
0	0	2	0	2	0	3					
nref	mref	ifsmv1	ifsmv2	icor1	icor2	ld					
1	1	1	1	1	1	2					
JDPHS	J.D. zero		Period			dPdt	Ph.				
shift											
2	2449396.705000	0.5658956000D+00	-0.372736D-10				-0.0106				
MODE	IPB	IFAT1	IFAT2	N1	N2	N1L	N2L	Arg Per	dperdt	TH e	V unit(km/s)
V FAC											
5	0	0	0	30	30	15	15	3.141593	0.00000D+00	0.00000	100.000
1584.0089											
ecc	S-M axis	F1	F2	V Gam	INCL	G1	G2	Nspot 1	Nspot 2	[M/H]	iab
.00000	0.177100D+02	1.0000	1.0000	1.0000	-0.1320	78.120	1.000	0.320	0	0	0.00 6
T1	T2	Alb 1	Alb 2	Pot 1	Pot 2	M2/M1	x1(bolo)	x2(bolo)	y1(bolo)	y2(bolo)	
0.8530	0.4991	1.000	0.500	0.342552D+01	0.307065D+01	0.603935D+00	0.658	0.640			
0.136	0.153										
band	L1	L2	x1	x2	y1	y2	3rd lt	opsf	NOISE	Sigma	Wave L
6	11.27471	0.62498	0.490	0.754	0.190	0.371	0.0000	0.000D+00	2	0.10000D-01	
0.550000											
7	10.86769	1.00387	0.414	0.414	0.241	0.314	0.0000	0.000D+00	2	0.10000D-01	
0.620000											

OBSERVATIONS

phase	light	wt	phase	light	wt	phase	light	wt
0.00624	0.4577	8.00	0.01559	0.4972	8.00	0.02477	0.5465	8.00
0.03400	0.6046	7.00	0.04498	0.6724	5.00	0.05424	0.7206	4.00

0.06741	0.7757	4.00	0.07484	0.8009	4.00	0.08529	0.8262	4.00
0.09548	0.8533	3.00	0.10420	0.8724	3.00	0.11294	0.8980	3.00
0.12458	0.9043	3.00	0.13477	0.9143	2.00	0.14350	0.9179	2.00
0.15514	0.9260	4.00	0.16533	0.9379	3.00	0.17600	0.9561	3.00
0.18716	0.9487	2.00	0.19443	0.9653	3.00	0.20462	0.9623	4.00
0.22330	0.9501	4.00	0.23424	0.9671	5.00	0.24415	0.9592	6.00
0.25458	0.9517	3.00	0.26369	0.9709	4.00	0.27647	0.9451	4.00
0.28710	0.9557	3.00	0.29433	0.9613	3.00	0.30364	0.9564	4.00
0.31460	0.9578	3.00	0.32376	0.9436	3.00	0.33516	0.9498	3.00
0.34689	0.9269	2.00	0.35627	0.9483	2.00	0.36566	0.9401	2.00
0.37504	0.9342	2.00	0.38442	0.9313	2.00	0.39381	0.9280	2.00
0.40319	0.9041	2.00	0.41249	0.9041	4.00	0.42854	0.8823	3.00
0.43609	0.8776	5.00	0.44471	0.8691	4.00	0.45713	0.8500	3.00
0.46529	0.8408	3.00	0.47355	0.8502	4.00	0.48448	0.8464	3.00
0.49555	0.8376	5.00	0.50350	0.8418	2.00	0.51594	0.8410	2.00
0.52432	0.8397	5.00	0.53189	0.8484	3.00	0.54523	0.8590	6.00
0.55630	0.8687	4.00	0.56553	0.8856	5.00	0.57435	0.8898	3.00
0.58434	0.8995	3.00	0.59526	0.9127	4.00	0.60618	0.9182	3.00
0.61553	0.9365	3.00	0.62489	0.9309	3.00	0.63424	0.9379	3.00
0.64471	0.9426	3.00	0.65408	0.9477	3.00	0.66499	0.9517	4.00
0.67994	0.9495	1.00	0.68617	0.9596	3.00	0.69553	0.9549	3.00
0.70333	0.9778	2.00	0.71745	0.9661	2.00	0.72525	0.9637	3.00
0.73531	0.9840	2.00	0.74538	0.9681	3.00	0.75354	0.9694	4.00
0.76517	0.9739	8.00	0.77536	0.9740	6.00	0.78505	0.9738	6.00
0.79428	0.9639	6.00	0.80524	0.9576	7.00	0.81428	0.9524	5.00
0.82472	0.9415	6.00	0.83490	0.9367	8.00	0.84508	0.9134	6.00
0.85318	0.9234	5.00	0.86530	0.9123	3.00	0.87548	0.8918	4.00
0.88649	0.8570	4.00	0.89439	0.8465	3.00	0.90458	0.8048	4.00
0.91477	0.7695	2.00	0.92205	0.7328	2.00	0.93557	0.6546	4.00
0.94448	0.5990	7.00	0.95471	0.5417	6.00	0.96524	0.4785	6.00

0.97572 0.4469 6.00 0.98519 0.4361 7.00 0.99534 0.4394 7.00
 -10003.00000 0.0000 0.00 0.00000 0.0000 0.00 0.00000 0.0000 0.00

phase	light	wt	phase	light	wt	phase	light	wt
0.00509	0.4723	5.00	0.01534	0.5095	9.00	0.02625	0.5675	6.00
0.03560	0.6192	6.00	0.04610	0.6790	5.00	0.05424	0.7238	4.00
0.06668	0.7845	2.00	0.07407	0.8074	6.00	0.08480	0.8550	6.00
0.09571	0.8710	5.00	0.10817	0.9180	2.00	0.11482	0.9048	5.00
0.12691	0.9191	2.00	0.13419	0.9074	3.00	0.14437	0.9244	4.00
0.15602	0.9395	2.00	0.16475	0.9409	4.00	0.17494	0.9469	3.00
0.18513	0.9484	4.00	0.19531	0.9563	3.00	0.20550	0.9641	4.00
0.22636	0.9592	3.00	0.23615	0.9724	4.00	0.24523	0.9631	6.00
0.25509	0.9640	5.00	0.26409	0.9732	5.00	0.27308	0.9789	5.00
0.28491	0.9797	4.00	0.29643	0.9710	5.00	0.30476	0.9629	3.00
0.31605	0.9520	4.00	0.32491	0.9668	2.00	0.33429	0.9748	2.00
0.34366	0.9563	2.00	0.35305	0.9590	2.00	0.36479	0.9537	3.00
0.37417	0.9471	1.00	0.38590	0.9120	2.00	0.39763	0.9283	1.00
0.40465	0.9237	2.00	0.41428	0.8860	3.00	0.42417	0.8593	3.00
0.43455	0.8639	6.00	0.44470	0.8516	5.00	0.45821	0.8416	3.00
0.46657	0.8391	3.00	0.47463	0.8308	5.00	0.48425	0.8168	2.00
0.49531	0.8149	2.00	0.50346	0.8298	3.00	0.51488	0.8440	3.00
0.52533	0.8276	3.00	0.53469	0.8404	3.00	0.54342	0.8599	4.00
0.55518	0.8631	5.00	0.56460	0.8672	4.00	0.57513	0.8893	4.00
0.58576	0.8982	5.00	0.59458	0.9102	3.00	0.60393	0.9051	3.00
0.61485	0.9265	4.00	0.62577	0.9305	3.00	0.63512	0.9380	3.00
0.64559	0.9551	3.00	0.65495	0.9554	3.00	0.66431	0.9562	3.00
0.67055	0.9626	1.00	0.68394	0.9536	3.00	0.69329	0.9499	3.00
0.70264	0.9539	1.00	0.71677	0.9669	3.00	0.72613	0.9790	3.00
0.73236	0.9780	1.00	0.74469	0.9650	4.00	0.75441	0.9773	4.00
0.76525	0.9728	5.00	0.77478	0.9757	8.00	0.78589	0.9758	4.00

0.79531	0.9715	7.00	0.80534	0.9658	6.00	0.81491	0.9523	6.00
0.82623	0.9467	5.00	0.83543	0.9359	5.00	0.84596	0.9304	6.00
0.85468	0.9364	4.00	0.86492	0.9089	6.00	0.87583	0.8905	4.00
0.88429	0.8787	5.00	0.89527	0.8389	3.00	0.90497	0.8112	3.00
0.91565	0.7674	2.00	0.92292	0.7470	2.00	0.93645	0.6577	4.00
0.94488	0.6130	6.00	0.95558	0.5451	6.00	0.96531	0.4978	5.00
0.97443	0.4611	7.00	0.98408	0.4521	6.00	0.99479	0.4548	7.00
-10003.00000	0.0000	0.00	0.00000	0.0000	0.00	0.00000	0.0000	0.00

Sums of squares of residuals for separate curves, including only individual weights

Curve	No. of obs.	Sum of squares
1	99	0.03233145
2	99	0.03667699

0000 0000 0111111 11112 22222 22223 33333

1234 5678 9012345 67890 12345 67890 12345

LLSS LLSS aELFFPV IggTT AAPPQ EPPDB LLXXL D M R x

AGRT AGRT P12S 1212 1212 P TTK 12123

1111 1111 1111111 01110 11010 11111 01111 1 1 1 0.100D-04

UNWEIGHTED OBSERVATIONAL EQUATIONS

-0.01982 0.58333 -0.11145 -0.36788 0.04088 0.00000 -0.00319

-0.01681 0.58725 -0.03986 -0.14624 0.04441 0.00000 -0.00347

-0.01576 0.59338 0.00454 -0.18471 0.04851 0.00000 -0.00042

-0.01529 0.60088 0.03362 -0.20471 0.05300 0.00000 0.00707

-0.00828 0.61051 0.07281 -0.21158 0.05874 0.00000 0.01009

-0.00916 0.61852 0.09626 -0.24745 0.06303 0.00000 0.00998

-0.00648	0.63183	0.12076	-0.35877	0.06877	0.00000	0.00036
-0.00568	0.63928	0.15972	-0.22377	0.07157	0.00000	-0.00605
-0.00405	0.64707	0.15433	-0.35826	0.07491	0.00000	-0.01844
-0.00257	0.65611	0.14366	-0.24168	0.07756	0.00000	-0.02120
-0.00183	0.66218	0.13126	-0.20032	0.07926	0.00000	-0.02128
-0.00128	0.66698	0.09622	-0.13681	0.08041	0.00000	-0.00856
-0.00109	0.67279	0.08051	-0.08607	0.08118	0.00000	-0.01101
-0.00101	0.67836	0.07170	-0.06267	0.08185	0.00000	-0.00858
-0.00099	0.68327	0.06431	-0.04283	0.08242	0.00000	-0.01136
-0.00094	0.69061	0.05514	-0.01778	0.08316	0.00000	-0.01155
-0.00086	0.69689	0.04785	0.00308	0.08377	0.00000	-0.00655
-0.00081	0.70317	0.04104	0.02276	0.08435	0.00000	0.00506
-0.00082	0.70976	0.03536	0.04033	0.08490	0.00000	-0.00853
-0.00070	0.71376	0.03231	0.05061	0.08522	0.00000	0.00451
-0.00074	0.71864	0.02896	0.06209	0.08560	0.00000	-0.00279
-0.00066	0.72522	0.02628	0.07583	0.08608	0.00000	-0.02043
-0.00068	0.72758	0.02664	0.07926	0.08623	0.00000	-0.00509
-0.00068	0.72858	0.02819	0.07935	0.08628	0.00000	-0.01354
-0.00066	0.72838	0.03100	0.07651	0.08624	0.00000	-0.02065
-0.00070	0.72721	0.03448	0.07151	0.08614	0.00000	-0.00025
-0.00071	0.72397	0.04059	0.06119	0.08589	0.00000	-0.02329
-0.00076	0.71960	0.04680	0.04998	0.08559	0.00000	-0.00928
-0.00080	0.71567	0.05139	0.04080	0.08535	0.00000	-0.00105
-0.00079	0.70988	0.05774	0.02788	0.08500	0.00000	-0.00196
-0.00080	0.70221	0.06566	0.01124	0.08454	0.00000	0.00458
-0.00088	0.69487	0.07263	-0.00368	0.08412	0.00000	-0.00488
-0.00092	0.68461	0.08134	-0.02236	0.08358	0.00000	0.00750
-0.00093	0.67374	0.09032	-0.04218	0.08300	0.00000	-0.00892
-0.00099	0.66461	0.09745	-0.05780	0.08254	0.00000	0.01766
-0.00104	0.65566	0.10452	-0.07453	0.08209	0.00000	0.01455

-0.00117	0.64203	0.11661	-0.09868	0.08157	0.00000	0.01453
-0.00129	0.62271	0.12441	-0.10992	0.08098	0.00000	0.01830
-0.00163	0.59749	0.13666	-0.13920	0.08026	0.00000	0.02312
-0.00160	0.56424	0.13613	-0.15786	0.07950	0.00000	0.00775
-0.00187	0.52473	0.14240	-0.17239	0.07870	0.00000	0.01677
-0.00230	0.44566	0.14364	-0.19296	0.07730	0.00000	0.01080
-0.00251	0.40518	0.14136	-0.20072	0.07665	0.00000	0.01344
-0.00256	0.35633	0.13674	-0.20597	0.07596	0.00000	0.01269
-0.00295	0.28635	0.13382	-0.21291	0.07506	0.00000	0.00374
-0.00326	0.25015	0.13272	-0.21481	0.07457	0.00000	0.00000
-0.00339	0.21764	0.12875	-0.21707	0.07421	0.00000	0.01349
-0.00359	0.19357	0.12557	-0.21769	0.07394	0.00000	0.01273
-0.00353	0.19593	0.12542	-0.21839	0.07396	0.00000	0.00372
-0.00343	0.21325	0.12698	-0.21717	0.07415	0.00000	0.00577
-0.00309	0.26035	0.13185	-0.21549	0.07471	0.00000	-0.00133
-0.00296	0.30165	0.13954	-0.21260	0.07523	0.00000	-0.00849
-0.00250	0.34365	0.13367	-0.20809	0.07580	0.00000	-0.00617
-0.00224	0.42102	0.14169	-0.20073	0.07687	0.00000	-0.00770
-0.00201	0.47421	0.14138	-0.18730	0.07782	0.00000	-0.00874
-0.00197	0.52168	0.14524	-0.17905	0.07863	0.00000	-0.00090
-0.00162	0.55908	0.13677	-0.16867	0.07940	0.00000	-0.00540
-0.00162	0.59616	0.13438	-0.14034	0.08021	0.00000	-0.00485
-0.00130	0.62437	0.12359	-0.11029	0.08103	0.00000	-0.00094
-0.00113	0.64609	0.11374	-0.09527	0.08171	0.00000	-0.00309
-0.00102	0.65789	0.10243	-0.06904	0.08220	0.00000	0.00967
-0.00099	0.66693	0.09555	-0.05380	0.08266	0.00000	-0.00104
-0.00093	0.67593	0.08859	-0.03826	0.08312	0.00000	0.00078
-0.00091	0.68559	0.08052	-0.02076	0.08363	0.00000	-0.00029
-0.00089	0.69404	0.07340	-0.00497	0.08408	0.00000	-0.00027
-0.00081	0.70280	0.06519	0.01268	0.08458	0.00000	-0.00191

-0.00076	0.71291	0.05434	0.03494	0.08519	0.00000	-0.01100
-0.00080	0.71666	0.05024	0.04292	0.08541	0.00000	-0.00339
-0.00066	0.72136	0.04436	0.05426	0.08571	0.00000	-0.01144
-0.00072	0.72430	0.04006	0.06212	0.08591	0.00000	0.00915
-0.00067	0.72759	0.03349	0.07303	0.08617	0.00000	-0.00544
-0.00066	0.72845	0.03068	0.07690	0.08625	0.00000	-0.00874
-0.00068	0.72855	0.02805	0.07944	0.08628	0.00000	0.01127
-0.00068	0.72745	0.02656	0.07911	0.08622	0.00000	-0.00401
-0.00066	0.72573	0.02621	0.07675	0.08611	0.00000	-0.00152
-0.00074	0.72218	0.02717	0.07021	0.08586	0.00000	0.00585
-0.00073	0.71812	0.02932	0.06089	0.08556	0.00000	0.00935
-0.00072	0.71341	0.03253	0.04959	0.08519	0.00000	0.01334
-0.00082	0.70819	0.03663	0.03655	0.08478	0.00000	0.00802
-0.00084	0.70175	0.04248	0.01836	0.08422	0.00000	0.00803
-0.00085	0.69640	0.04839	0.00133	0.08372	0.00000	0.00848
-0.00094	0.68993	0.05595	-0.01970	0.08309	0.00000	0.00468
-0.00098	0.68351	0.06394	-0.04197	0.08245	0.00000	0.00715
-0.00102	0.67779	0.07264	-0.06514	0.08178	0.00000	-0.00870
-0.00107	0.67336	0.07959	-0.08377	0.08125	0.00000	0.00731
-0.00117	0.66726	0.09126	-0.13434	0.08045	0.00000	0.00520
-0.00210	0.66164	0.13824	-0.23098	0.07911	0.00000	-0.00011
-0.00318	0.65356	0.15667	-0.26296	0.07680	0.00000	-0.00888
-0.00502	0.64646	0.17461	-0.39412	0.07459	0.00000	0.00547
-0.00437	0.63884	0.14735	-0.28312	0.07136	0.00000	0.00022
-0.00639	0.62855	0.11276	-0.28252	0.06738	0.00000	0.00977
-0.00851	0.62145	0.10183	-0.25951	0.06414	0.00000	0.00963
-0.01059	0.60839	0.05049	-0.29524	0.05775	0.00000	0.00346
-0.01510	0.60118	0.03458	-0.20524	0.05316	0.00000	-0.00041
-0.01585	0.59302	0.00286	-0.18168	0.04819	0.00000	-0.00163
-0.01730	0.58623	-0.02888	-0.15002	0.04352	0.00000	-0.01220

-0.02155	0.58197	-0.11750	-0.25209	0.03988	0.00000	-0.00271
-0.02438	0.58015	-0.09198	-0.15735	0.03807	0.00000	0.00684
-0.02369	0.58042	-0.10582	-0.25842	0.03829	0.00000	0.00774
-0.01972	0.76676	-0.07717	-0.27303	0.00000	0.04348	-0.00021
-0.01604	0.77061	-0.01854	-0.25303	0.00000	0.04729	-0.00441
-0.01495	0.77726	0.02947	-0.17842	0.00000	0.05218	0.00045
-0.01330	0.78435	0.05548	-0.21757	0.00000	0.05680	0.00193
-0.00780	0.79297	0.09052	-0.20447	0.00000	0.06222	0.00285
-0.00884	0.79988	0.11146	-0.23074	0.00000	0.06599	0.00668
-0.00687	0.81205	0.16329	-0.29602	0.00000	0.07143	0.00824
-0.00418	0.81963	0.16161	-0.26178	0.00000	0.07436	-0.00071
-0.00415	0.82807	0.16817	-0.38921	0.00000	0.07787	0.00869
-0.00246	0.83812	0.15935	-0.22577	0.00000	0.08079	-0.00697
-0.00154	0.84766	0.13812	-0.16075	0.00000	0.08308	0.01514
-0.00100	0.85182	0.10535	-0.09524	0.00000	0.08376	-0.00545
-0.00093	0.85979	0.09682	-0.07171	0.00000	0.08450	0.00076
-0.00089	0.86468	0.09185	-0.05730	0.00000	0.08496	-0.01589
-0.00087	0.87141	0.08494	-0.03753	0.00000	0.08560	-0.00583
-0.00083	0.88017	0.07770	-0.01594	0.00000	0.08632	0.00141
-0.00075	0.88593	0.07259	0.00016	0.00000	0.08684	-0.00289
-0.00073	0.89190	0.06728	0.01693	0.00000	0.08741	-0.00305
-0.00074	0.89783	0.06271	0.03209	0.00000	0.08794	-0.00728
-0.00059	0.90310	0.05906	0.04530	0.00000	0.08840	-0.00441
-0.00066	0.90675	0.05654	0.05589	0.00000	0.08880	-0.00090
-0.00057	0.91007	0.05437	0.07009	0.00000	0.08936	-0.01192
-0.00060	0.90989	0.05491	0.07279	0.00000	0.08950	-0.00025
-0.00059	0.90843	0.05626	0.07319	0.00000	0.08956	-0.01024
-0.00056	0.90556	0.05864	0.07134	0.00000	0.08956	-0.00929
-0.00061	0.90189	0.06158	0.06753	0.00000	0.08948	0.00075
-0.00064	0.89729	0.06524	0.06184	0.00000	0.08935	0.00786

-0.00058	0.88932	0.07091	0.05196	0.00000	0.08909	0.01154
-0.00067	0.87918	0.07722	0.03979	0.00000	0.08875	0.00645
-0.00069	0.87143	0.08229	0.02970	0.00000	0.08846	0.00155
-0.00070	0.86034	0.08947	0.01533	0.00000	0.08803	-0.00466
-0.00077	0.85062	0.09536	0.00283	0.00000	0.08766	0.01417
-0.00079	0.83946	0.10160	-0.01052	0.00000	0.08725	0.02663
-0.00079	0.82882	0.10793	-0.02416	0.00000	0.08684	0.01259
-0.00083	0.81794	0.11407	-0.03707	0.00000	0.08643	0.01975
-0.00087	0.80463	0.12167	-0.05498	0.00000	0.08593	0.01985
-0.00107	0.78803	0.13626	-0.09471	0.00000	0.08541	0.01891
-0.00121	0.75885	0.14699	-0.13070	0.00000	0.08457	-0.00710
-0.00149	0.71698	0.15375	-0.16477	0.00000	0.08352	0.02065
-0.00171	0.68597	0.15662	-0.16756	0.00000	0.08283	0.02353
-0.00222	0.63912	0.15951	-0.15728	0.00000	0.08182	-0.00317
-0.00226	0.58059	0.15355	-0.16920	0.00000	0.08076	-0.01842
-0.00267	0.51888	0.15762	-0.18018	0.00000	0.07964	-0.00158
-0.00294	0.45272	0.14620	-0.18094	0.00000	0.07859	-0.00248
-0.00355	0.36496	0.14052	-0.18664	0.00000	0.07731	0.00140
-0.00405	0.32219	0.13753	-0.18682	0.00000	0.07667	0.00593
-0.00426	0.28529	0.13375	-0.18818	0.00000	0.07620	0.00268
-0.00451	0.26031	0.12897	-0.18804	0.00000	0.07588	-0.00786
-0.00446	0.26290	0.12897	-0.18814	0.00000	0.07590	-0.00994
-0.00428	0.28379	0.13121	-0.18809	0.00000	0.07617	0.00203
-0.00385	0.33462	0.13780	-0.18969	0.00000	0.07686	0.00875
-0.00346	0.39528	0.15415	-0.18701	0.00000	0.07772	-0.01705
-0.00298	0.45528	0.14726	-0.18027	0.00000	0.07865	-0.01430
-0.00282	0.51421	0.15902	-0.17869	0.00000	0.07954	-0.00453
-0.00222	0.58244	0.15367	-0.16789	0.00000	0.08082	-0.01526
-0.00223	0.63986	0.16013	-0.15739	0.00000	0.08183	-0.02206
-0.00159	0.69013	0.15218	-0.15268	0.00000	0.08293	-0.01201

-0.00145	0.73494	0.15019	-0.16025	0.00000	0.08394	-0.01408
-0.00130	0.76269	0.14500	-0.09192	0.00000	0.08471	-0.01037
-0.00109	0.78676	0.13812	-0.08458	0.00000	0.08536	-0.02257
-0.00087	0.80550	0.12115	-0.05207	0.00000	0.08596	-0.00772
-0.00083	0.81796	0.11405	-0.03704	0.00000	0.08643	-0.00876
-0.00079	0.82880	0.10794	-0.02418	0.00000	0.08684	-0.00570
-0.00079	0.84071	0.10090	-0.00901	0.00000	0.08729	0.00642
-0.00077	0.85186	0.09462	0.00412	0.00000	0.08770	0.00228
-0.00068	0.86195	0.08844	0.01710	0.00000	0.08809	-0.00117
-0.00073	0.86813	0.08442	0.02534	0.00000	0.08833	0.00264
-0.00069	0.88068	0.07639	0.04156	0.00000	0.08880	-0.01148
-0.00060	0.88885	0.07117	0.05146	0.00000	0.08907	-0.01807
-0.00062	0.89544	0.06661	0.05965	0.00000	0.08929	-0.01652
-0.00058	0.90278	0.06083	0.06868	0.00000	0.08951	-0.00582
-0.00056	0.90636	0.05798	0.07201	0.00000	0.08957	0.00561
-0.00058	0.90813	0.05650	0.07309	0.00000	0.08957	0.00461
-0.00059	0.91004	0.05471	0.07242	0.00000	0.08948	-0.00740
-0.00057	0.90998	0.05436	0.06922	0.00000	0.08932	0.00660
-0.00065	0.90861	0.05518	0.06280	0.00000	0.08905	0.00506
-0.00065	0.90632	0.05682	0.05459	0.00000	0.08874	0.01125
-0.00065	0.90202	0.05986	0.04237	0.00000	0.08829	0.01627
-0.00073	0.89683	0.06340	0.02970	0.00000	0.08786	0.01667
-0.00075	0.89107	0.06785	0.01465	0.00000	0.08733	0.01673
-0.00074	0.88540	0.07290	-0.00140	0.00000	0.08679	0.00906
-0.00085	0.87755	0.07973	-0.02208	0.00000	0.08611	0.01091
-0.00088	0.87071	0.08560	-0.03955	0.00000	0.08553	0.00635
-0.00089	0.86381	0.09274	-0.06008	0.00000	0.08487	0.00803
-0.00096	0.85779	0.09886	-0.07704	0.00000	0.08433	0.01996
-0.00100	0.85131	0.10599	-0.10926	0.00000	0.08370	-0.00074
-0.00211	0.84407	0.15963	-0.20468	0.00000	0.08225	-0.00334

-0.00234	0.83707	0.15949	-0.22463	0.00000	0.08052	0.00361
-0.00447	0.82715	0.20116	-0.21315	0.00000	0.07739	-0.00210
-0.00439	0.81942	0.15660	-0.29099	0.00000	0.07426	0.00412
-0.00559	0.80842	0.12575	-0.32196	0.00000	0.07004	0.00627
-0.00831	0.80195	0.11532	-0.24250	0.00000	0.06673	0.02178
-0.01086	0.78906	0.06590	-0.27029	0.00000	0.06023	0.00318
-0.01462	0.78326	0.05234	-0.19319	0.00000	0.05592	0.00526
-0.01540	0.77535	0.02047	-0.17151	0.00000	0.05075	-0.00645
-0.01655	0.76980	-0.00666	-0.14468	0.00000	0.04648	-0.00734
-0.02018	0.76656	-0.07380	-0.25097	0.00000	0.04324	-0.00884
-0.02263	0.76447	-0.08049	-0.25233	0.00000	0.04124	0.00392
-0.02272	0.76454	-0.08160	-0.25435	0.00000	0.04123	0.00677

WEIGHTED OBSERVATIONAL EQUATIONS

-0.12250	3.60475	-0.68875	-2.27334	0.25261	0.00000	-0.01972
-0.09563	3.34067	-0.22676	-0.83195	0.25262	0.00000	-0.01973
-0.08156	3.07105	0.02349	-0.95598	0.25106	0.00000	-0.00216
-0.06692	2.62949	0.14713	-0.89583	0.23192	0.00000	0.03093
-0.02754	2.03027	0.24212	-0.70362	0.19535	0.00000	0.03356
-0.02543	1.71667	0.26716	-0.68678	0.17493	0.00000	0.02770
-0.01671	1.62907	0.31135	-0.92502	0.17731	0.00000	0.00093
-0.01419	1.59640	0.39886	-0.55880	0.17873	0.00000	-0.01511
-0.00980	1.56638	0.37360	-0.86725	0.18135	0.00000	-0.04463
-0.00521	1.33178	0.29160	-0.49057	0.15744	0.00000	-0.04304
-0.00363	1.31468	0.26060	-0.39771	0.15737	0.00000	-0.04224
-0.00247	1.28647	0.18558	-0.26388	0.15509	0.00000	-0.01651
-0.00208	1.28863	0.15421	-0.16485	0.15549	0.00000	-0.02110
-0.00156	1.04927	0.11091	-0.09693	0.12661	0.00000	-0.01327
-0.00152	1.05272	0.09908	-0.06598	0.12698	0.00000	-0.01751

-0.00202	1.49160	0.11908	-0.03840	0.17960	0.00000	-0.02495
-0.00159	1.28697	0.08837	0.00569	0.15470	0.00000	-0.01210
-0.00147	1.27385	0.07435	0.04123	0.15281	0.00000	0.00917
-0.00123	1.05803	0.05272	0.06012	0.12656	0.00000	-0.01271
-0.00125	1.28071	0.05797	0.09081	0.15291	0.00000	0.00809
-0.00155	1.49358	0.06020	0.12904	0.17790	0.00000	-0.00579
-0.00139	1.52662	0.05532	0.15962	0.18120	0.00000	-0.04301
-0.00158	1.68227	0.06159	0.18325	0.19937	0.00000	-0.01177
-0.00174	1.86056	0.07198	0.20263	0.22032	0.00000	-0.03458
-0.00119	1.32562	0.05642	0.13925	0.15696	0.00000	-0.03758
-0.00145	1.49801	0.07102	0.14731	0.17743	0.00000	-0.00051
-0.00151	1.53205	0.08591	0.12948	0.18176	0.00000	-0.04928
-0.00138	1.30416	0.08481	0.09059	0.15511	0.00000	-0.01681
-0.00144	1.28947	0.09260	0.07351	0.15379	0.00000	-0.00189
-0.00165	1.48449	0.12075	0.05830	0.17775	0.00000	-0.00410
-0.00144	1.26985	0.11873	0.02032	0.15289	0.00000	0.00828
-0.00162	1.27549	0.13332	-0.00675	0.15442	0.00000	-0.00896
-0.00167	1.24846	0.14833	-0.04077	0.15241	0.00000	0.01367
-0.00142	1.02795	0.13781	-0.06436	0.12664	0.00000	-0.01361
-0.00147	0.99115	0.14534	-0.08620	0.12310	0.00000	0.02633
-0.00156	0.98632	0.15723	-0.11212	0.12349	0.00000	0.02188
-0.00178	0.97191	0.17653	-0.14938	0.12348	0.00000	0.02200
-0.00195	0.94561	0.18893	-0.16692	0.12297	0.00000	0.02779
-0.00248	0.91054	0.20826	-0.21213	0.12231	0.00000	0.03523
-0.00250	0.88260	0.21294	-0.24692	0.12436	0.00000	0.01212
-0.00415	1.16077	0.31501	-0.38136	0.17410	0.00000	0.03711
-0.00452	0.87488	0.28198	-0.37879	0.15174	0.00000	0.02120
-0.00640	1.03238	0.36017	-0.51141	0.19529	0.00000	0.03424
-0.00589	0.82001	0.31468	-0.47399	0.17480	0.00000	0.02919
-0.00601	0.58349	0.27268	-0.43385	0.15295	0.00000	0.00763

-0.00671	0.51531	0.27340	-0.44252	0.15362	0.00000	-0.00001
-0.00798	0.51197	0.30287	-0.51062	0.17457	0.00000	0.03174
-0.00734	0.39612	0.25696	-0.44547	0.15131	0.00000	0.02605
-0.00942	0.52306	0.33482	-0.58303	0.19745	0.00000	0.00993
-0.00576	0.35826	0.21332	-0.36485	0.12457	0.00000	0.00969
-0.00520	0.43781	0.22171	-0.36237	0.12563	0.00000	-0.00224
-0.00789	0.80328	0.37158	-0.56613	0.20033	0.00000	-0.02262
-0.00510	0.70157	0.27290	-0.42482	0.15474	0.00000	-0.01259
-0.00639	1.20056	0.40404	-0.57238	0.21920	0.00000	-0.02195
-0.00463	1.09176	0.32551	-0.43121	0.17917	0.00000	-0.02011
-0.00497	1.31720	0.36673	-0.45210	0.19853	0.00000	-0.00228
-0.00316	1.08828	0.26623	-0.32833	0.15455	0.00000	-0.01051
-0.00311	1.14796	0.25876	-0.27024	0.15445	0.00000	-0.00934
-0.00285	1.36819	0.27081	-0.24168	0.17757	0.00000	-0.00205
-0.00214	1.21875	0.21456	-0.17971	0.15414	0.00000	-0.00583
-0.00188	1.21676	0.18944	-0.12768	0.15204	0.00000	0.01789
-0.00184	1.24090	0.17778	-0.10011	0.15379	0.00000	-0.00193
-0.00172	1.24826	0.16360	-0.07066	0.15349	0.00000	0.00144
-0.00168	1.25980	0.14795	-0.03814	0.15367	0.00000	-0.00053
-0.00162	1.26846	0.13414	-0.00909	0.15367	0.00000	-0.00050
-0.00170	1.47694	0.13701	0.02665	0.17774	0.00000	-0.00402
-0.00080	0.75083	0.05723	0.03680	0.08972	0.00000	-0.01159
-0.00144	1.29355	0.09068	0.07746	0.15417	0.00000	-0.00612
-0.00120	1.30844	0.08047	0.09843	0.15546	0.00000	-0.02075
-0.00104	1.04757	0.05794	0.08985	0.12426	0.00000	0.01323
-0.00098	1.06508	0.04902	0.10691	0.12614	0.00000	-0.00797
-0.00118	1.30924	0.05513	0.13822	0.15502	0.00000	-0.01570
-0.00098	1.04708	0.04032	0.11417	0.12400	0.00000	0.01620
-0.00122	1.30149	0.04752	0.14155	0.15426	0.00000	-0.00717
-0.00137	1.49727	0.05408	0.15835	0.17767	0.00000	-0.00313

-0.00216	2.09737	0.07891	0.20390	0.24936	0.00000	0.01699
-0.00185	1.80598	0.07375	0.15313	0.21517	0.00000	0.02353
-0.00180	1.79449	0.08182	0.12473	0.21428	0.00000	0.03355
-0.00210	1.79967	0.09308	0.09288	0.21545	0.00000	0.02039
-0.00233	1.93885	0.11736	0.05072	0.23269	0.00000	0.02219
-0.00199	1.63503	0.11361	0.00313	0.19656	0.00000	0.01991
-0.00245	1.79498	0.14557	-0.05125	0.21617	0.00000	0.01218
-0.00296	2.06389	0.19307	-0.12672	0.24895	0.00000	0.02158
-0.00273	1.81766	0.19480	-0.17468	0.21932	0.00000	-0.02332
-0.00259	1.63059	0.19274	-0.20285	0.19676	0.00000	0.01770
-0.00222	1.26683	0.17327	-0.25506	0.15275	0.00000	0.00987
-0.00471	1.48382	0.31003	-0.51802	0.17741	0.00000	-0.00024
-0.00743	1.52523	0.36563	-0.61367	0.17923	0.00000	-0.02072
-0.01027	1.32274	0.35728	-0.80642	0.15263	0.00000	0.01119
-0.01086	1.58758	0.36617	-0.70358	0.17734	0.00000	0.00056
-0.01175	1.15518	0.20723	-0.51923	0.12384	0.00000	0.01796
-0.01643	1.19932	0.19652	-0.50083	0.12378	0.00000	0.01859
-0.03235	1.85881	0.15425	-0.90206	0.17645	0.00000	0.01057
-0.06669	2.65538	0.15274	-0.90653	0.23482	0.00000	-0.00181
-0.07166	2.68153	0.01295	-0.82155	0.21791	0.00000	-0.00735
-0.08857	3.00096	-0.14784	-0.76795	0.22279	0.00000	-0.06244
-0.11809	3.18982	-0.64402	-1.38174	0.21857	0.00000	-0.01486
-0.14788	3.51966	-0.55804	-0.95462	0.23098	0.00000	0.04148
-0.14266	3.49485	-0.63720	-1.55601	0.23053	0.00000	0.04659
-0.09335	3.63018	-0.36535	-1.29265	0.00000	0.20585	-0.00101
-0.09442	4.53743	-0.10916	-1.48988	0.00000	0.27844	-0.02598
-0.06454	3.35487	0.12720	-0.77011	0.00000	0.22521	0.00192
-0.05261	3.10281	0.21948	-0.86069	0.00000	0.22469	0.00764
-0.02569	2.61138	0.29810	-0.67337	0.00000	0.20489	0.00940
-0.02443	2.21023	0.30798	-0.63757	0.00000	0.18233	0.01846

-0.01239	1.46387	0.29436	-0.53363	0.00000	0.12876	0.01486
-0.01270	2.48659	0.49029	-0.79418	0.00000	0.22559	-0.00217
-0.01189	2.37234	0.48180	-1.11506	0.00000	0.22310	0.02489
-0.00631	2.15166	0.40908	-0.57962	0.00000	0.20740	-0.01788
-0.00237	1.30586	0.21278	-0.24764	0.00000	0.12798	0.02333
-0.00246	2.10515	0.26035	-0.23538	0.00000	0.20699	-0.01346
-0.00143	1.32295	0.14897	-0.11034	0.00000	0.13002	0.00117
-0.00170	1.65051	0.17532	-0.10938	0.00000	0.16217	-0.03033
-0.00188	1.88536	0.18378	-0.08119	0.00000	0.18519	-0.01262
-0.00125	1.32490	0.11697	-0.02400	0.00000	0.12993	0.00212
-0.00160	1.88316	0.15429	0.00034	0.00000	0.18460	-0.00614
-0.00134	1.63144	0.12307	0.03097	0.00000	0.15989	-0.00558
-0.00155	1.89336	0.13225	0.06767	0.00000	0.18544	-0.01535
-0.00106	1.63569	0.10698	0.08204	0.00000	0.16011	-0.00799
-0.00138	1.88104	0.11729	0.11595	0.00000	0.18420	-0.00187
-0.00103	1.64334	0.09818	0.12657	0.00000	0.16136	-0.02152
-0.00123	1.87144	0.11293	0.14971	0.00000	0.18408	-0.00052
-0.00149	2.31045	0.14309	0.18614	0.00000	0.22779	-0.02605
-0.00129	2.10050	0.13603	0.16548	0.00000	0.20774	-0.02156
-0.00141	2.07221	0.14150	0.15515	0.00000	0.20560	0.00171
-0.00147	2.04964	0.14903	0.14127	0.00000	0.20410	0.01796
-0.00119	1.81549	0.14476	0.10607	0.00000	0.18186	0.02357
-0.00154	2.02463	0.17782	0.09164	0.00000	0.20439	0.01485
-0.00125	1.56752	0.14802	0.05342	0.00000	0.15912	0.00279
-0.00147	1.80744	0.18795	0.03221	0.00000	0.18493	-0.00980
-0.00113	1.24426	0.13949	0.00414	0.00000	0.12822	0.02073
-0.00114	1.21786	0.14739	-0.01527	0.00000	0.12658	0.03863
-0.00117	1.22569	0.15961	-0.03573	0.00000	0.12842	0.01861
-0.00123	1.20619	0.16821	-0.05467	0.00000	0.12745	0.02913
-0.00158	1.46132	0.22096	-0.09986	0.00000	0.15606	0.03605

-0.00113	0.83204	0.14387	-0.10000	0.00000	0.09018	0.01997
-0.00188	1.17673	0.22793	-0.20268	0.00000	0.13114	-0.01100
-0.00160	0.77236	0.16562	-0.17750	0.00000	0.08997	0.02225
-0.00261	1.05024	0.23980	-0.25654	0.00000	0.12682	0.03602
-0.00434	1.24942	0.31183	-0.30747	0.00000	0.15995	-0.00621
-0.00455	1.17027	0.30949	-0.34105	0.00000	0.16279	-0.03712
-0.00756	1.47122	0.44690	-0.51088	0.00000	0.22580	-0.00447
-0.00771	1.18872	0.38387	-0.47511	0.00000	0.20635	-0.00651
-0.00730	0.75110	0.28921	-0.38412	0.00000	0.15911	0.00287
-0.00835	0.66507	0.28389	-0.38564	0.00000	0.15825	0.01223
-0.01145	0.76786	0.35999	-0.50648	0.00000	0.20509	0.00721
-0.00781	0.45070	0.22330	-0.32557	0.00000	0.13138	-0.01362
-0.00773	0.45624	0.22382	-0.32651	0.00000	0.13172	-0.01724
-0.00893	0.59236	0.27389	-0.39261	0.00000	0.15899	0.00424
-0.00790	0.68671	0.28280	-0.38927	0.00000	0.15772	0.01796
-0.00723	0.82727	0.32262	-0.39139	0.00000	0.16266	-0.03569
-0.00613	0.93832	0.30350	-0.37153	0.00000	0.16209	-0.02947
-0.00655	1.19597	0.36986	-0.41561	0.00000	0.18500	-0.01053
-0.00575	1.50895	0.39812	-0.43497	0.00000	0.20939	-0.03953
-0.00515	1.47569	0.36930	-0.36299	0.00000	0.18871	-0.05087
-0.00357	1.55208	0.34224	-0.34337	0.00000	0.18652	-0.02701
-0.00361	1.82963	0.37391	-0.39894	0.00000	0.20898	-0.03505
-0.00248	1.45135	0.27592	-0.17492	0.00000	0.16119	-0.01974
-0.00209	1.50558	0.26431	-0.16185	0.00000	0.16335	-0.04319
-0.00189	1.73881	0.26151	-0.11241	0.00000	0.18556	-0.01666
-0.00155	1.52257	0.21230	-0.06894	0.00000	0.16088	-0.01630
-0.00146	1.53040	0.19932	-0.04464	0.00000	0.16035	-0.01053
-0.00143	1.52460	0.18298	-0.01634	0.00000	0.15831	0.01163
-0.00139	1.54434	0.17154	0.00747	0.00000	0.15900	0.00414
-0.00124	1.56132	0.16020	0.03097	0.00000	0.15957	-0.00211

-0.00075	0.90186	0.08770	0.02633	0.00000	0.09176	0.00274
-0.00125	1.59961	0.13875	0.07549	0.00000	0.16129	-0.02085
-0.00110	1.62074	0.12977	0.09383	0.00000	0.16241	-0.03295
-0.00065	0.93871	0.06982	0.06254	0.00000	0.09361	-0.01732
-0.00104	1.61720	0.10897	0.12303	0.00000	0.16034	-0.01043
-0.00100	1.60353	0.10258	0.12739	0.00000	0.15846	0.00993
-0.00059	0.92856	0.05777	0.07473	0.00000	0.09158	0.00472
-0.00123	1.88608	0.11339	0.15010	0.00000	0.18544	-0.01533
-0.00116	1.86223	0.11124	0.14165	0.00000	0.18279	0.01350
-0.00150	2.08853	0.12683	0.14435	0.00000	0.20468	0.01162
-0.00189	2.62730	0.16470	0.15824	0.00000	0.25726	0.03263
-0.00133	1.84878	0.12270	0.08685	0.00000	0.18096	0.03334
-0.00198	2.44241	0.17267	0.08087	0.00000	0.23927	0.04541
-0.00190	2.25997	0.17208	0.03716	0.00000	0.22149	0.04242
-0.00191	2.27741	0.18752	-0.00360	0.00000	0.22325	0.02330
-0.00201	2.07274	0.18831	-0.05214	0.00000	0.20338	0.02577
-0.00210	2.08031	0.20451	-0.09450	0.00000	0.20436	0.01517
-0.00235	2.27417	0.24417	-0.15818	0.00000	0.22345	0.02115
-0.00205	1.83210	0.21116	-0.16453	0.00000	0.18011	0.04262
-0.00268	2.29428	0.28563	-0.29444	0.00000	0.22557	-0.00199
-0.00474	1.89573	0.35853	-0.45969	0.00000	0.18472	-0.00750
-0.00596	2.13012	0.40587	-0.57162	0.00000	0.20491	0.00920
-0.00924	1.70779	0.41533	-0.44008	0.00000	0.15977	-0.00433
-0.00938	1.74960	0.33437	-0.62131	0.00000	0.15857	0.00879
-0.01029	1.48981	0.23173	-0.59333	0.00000	0.12907	0.01156
-0.01573	1.51825	0.21832	-0.45910	0.00000	0.12634	0.04123
-0.03304	2.39944	0.20039	-0.82193	0.00000	0.18314	0.00968
-0.05842	3.12983	0.20916	-0.77196	0.00000	0.22346	0.02103
-0.06920	3.48417	0.09200	-0.77069	0.00000	0.22806	-0.02898
-0.07434	3.45785	-0.02993	-0.64987	0.00000	0.20879	-0.03298

-0.11581	4.39843	-0.42347	-1.44002	0.00000	0.24812	-0.05073
-0.12263	4.14191	-0.43607	-1.36711	0.00000	0.22344	0.02126
-0.13218	4.44761	-0.47470	-1.47964	0.00000	0.23983	0.03936

NORMAL EQUATIONS

1.0000100	-0.6837014	0.2002601	0.8338638	-0.3846783	-0.3359242	-0.0060210
-0.6837014	1.0000100	0.4216421	-0.6946822	0.5976954	0.7457912	0.0034155
0.2002601	0.4216421	1.0000100	-0.2130064	0.3538936	0.5199668	-0.0019176
0.8338638	-0.6946822	-0.2130064	1.0000100	-0.4559047	-0.4207467	-0.0025461
-0.3846783	0.5976954	0.3538936	-0.4559047	1.0000100	0.0000000	0.0020418
-0.3359242	0.7457912	0.5199668	-0.4207467	0.0000000	1.0000100	0.0016265

CORRELATION COEFFICIENTS

1.0000000	0.3408390	-0.7485190	-0.8771388	0.0011946	-0.0090307
0.3408390	1.0000000	0.2206292	-0.1074998	-0.8884696	-0.9075909
-0.7485190	0.2206292	1.0000000	0.7085416	-0.5468414	-0.5500346
-0.8771388	-0.1074998	0.7085416	1.0000000	-0.1149209	-0.1254291
0.0011946	-0.8884696	-0.5468414	-0.1149209	1.0000000	0.9501343
-0.0090307	-0.9075909	-0.5500346	-0.1254291	0.9501343	1.0000000

NORMAL EQUATIONS TIMES INVERSE

1.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
0.0000000	1.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
0.0000000	0.0000000	1.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
0.0000000	0.0000000	0.0000000	1.0000000	0.0000000	0.0000000
0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	1.0000000	0.0000000
0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	1.0000000

CHECK OF COMPUTED DEPENDENT VARIABLES FROM NORMAL EQUATIONS

-0.0060210
 0.0034155
 -0.0019176
 -0.0025461
 0.0020418
 0.0016265

SUM OF ABSOLUTE VALUES OF CHECKS IS 0.383808D-16

Input-Output in F Format

No.	Curve	Input Param.	Correction	Output Param.	Standard Deviation
16	I 0	78.1200000000	-0.0763410622	78.0436589378	0.2187039754
20	T2 0	0.4991000000	-0.0007166586	0.4983833414	0.0055664527
23	P1 0	3.4255190000	0.0035260400	3.4290450400	0.0203423652
25	Q 0	0.6039350000	0.0029963134	0.6069313134	0.0098270753
31	L1 1	11.2747100000	0.0028382968	11.2775482968	0.0519262155
31	L1 2	10.8676900000	0.0034205029	10.8711105029	0.0643869043

Input-Output in D Format

No.	Curve	Input Param.	Correction	Output Param.	Standard Deviation
16	I 0	0.7812000000D+02	-0.7634106221D-01	0.7804365894D+02	0.2187039754D+00
20	T2 0	0.4991000000D+00	-0.7166585526D-03	0.4983833414D+00	0.5566452744D-02
23	P1 0	0.3425519000D+01	0.3526039972D-02	0.3429045040D+01	0.2034236521D-01
25	Q 0	0.6039350000D+00	0.2996313404D-02	0.6069313134D+00	0.9827075347D-02

31 L1 1 0.1127471000D+02 0.2838296759D-02 0.1127754830D+02 0.5192621546D-01
 31 L1 2 0.1086769000D+02 0.3420502883D-02 0.1087111050D+02 0.6438690434D-01

Sum(W*Res**2) for input values Sum(W*Res**2) predicted determinant
 0.0965140156916745 0.0964258481809623 0.503177D-03

RADII AND RELATED QUANTITIES (FROM INPUT)

COMPONENT	R	DR/DOM	DR/DQ	S.D.
1 POLE	0.350198	-0.120022	0.113276	0.002683
1 POINT	0.393099	-0.208111	0.277179	0.005034
1 SIDE	0.363371	-0.139413	0.140235	0.003153
1 BACK	0.378185	-0.163954	0.192693	0.003835
2 POLE	0.314754	-0.157005	0.132799	0.001305
2 POINT	0.448321*****		0.513575	0.005047
2 SIDE	0.328956	-0.187428	0.142964	0.001405
2 BACK	0.361166	-0.278521	0.140032	0.001376

DOM1/DQ	DOM2/DQ	OM1-Q CORR.	OM2-Q CORR.	OM1 S.D.	OM2 S.D.	Q S.D.
1.831017	-4.015740	0.000000	0.000000	0.020342	0.000000	0.009827

Begins at 16h 38m 2s YMD 2009 2 9

Ends at 16h 38m 13s YMD 2009 2 9

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ

นายรณกฤต รัตนมาลา

วัน เดือน ปี เกิด

30 มกราคม พ.ศ. 2528

ประวัติการศึกษา

ปีการศึกษา 2545

สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษา โรงเรียนราชสีมาวิทยาลัย
จังหวัดนครราชสีมา

ปีการศึกษา 2549

สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาฟิสิกส์
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved