

1999年2月16日の金環食について

編集部

1999年の日食と言えば8月11日の欧州—中近東・皆既日食を思い浮かべる方も多いかと思いますが、その半年前の2月16日には南半球で金環日食が見られます。夏休みの遠征を控えて、この金環日食の観測計画を立てられる方はあまりいらっしゃらないかも知れません。それだけに観測に成功すれば貴重な記録が得られると思われますので、この金環日食の概略を紹介したいと思います。今回ご紹介するのは1998年8月22日の金環日食に引き続き、編集部独自でまとめた資料です。

【金環帯と各地の見え方】

1999年2月16日の金環日食は南アフリカ共和国ケープタウンから南西方向に約1250 kmの海上で、日の出時に1分18秒の最大継続時間で始まり、南インド洋の海上を経てオーストラリア大陸を横断し、珊瑚海で1分14秒の継続時間で日没を迎えて終わります(図1)。正午中心食時の金環継続時間は約40秒であり、この時の金環帯の幅は29 kmしかありません。非常に細い金環日食と言えるでしょう。図2は経度を横軸に、中心線上の金環継続時間と金環時の太陽高度を縦軸にしたグラフです。食帯の場所の地図と併用すれば、個々の場所での概況がおわかり頂けると思います。

この金環帯が最初に陸上を通るのは南アフリカから南東方向に約1700 km離れた場所にある、プリンス・エドワード島とマリオン島で、プリンス・エドワード島の北端を中心線が、マリオン島のほぼ中央部を南限界線が通ります(図3)。プリンス・エドワード島では、現地時間(UT+2h)午前7時7分6秒に、太陽高度約23度で金環となり、1分6秒の継続時間となります。プリンス・エドワード島の後には、フランス領クロゼ諸島と、同じくフランス領ケルゲレン島の間を金環帯が通りますが、陸上で見られるのはオーストラリア大陸に入ってからです。

オーストラリアでは金環帯はパース[Perth]の北約340 kmの地点、ジェラルトン[Geraldton]とドンガラ[Dongara]という都市の間に上陸します(図4)。この上陸地点の中心線上では現地時間(UT+8h)午後3時27分27秒、太陽高度約47度で金環となり、47秒の継続時間となります。ここでの金環帯の幅は約40 kmで、月と太陽の視半径差は僅か8", 4です。

その後、金環帯はギブソン砂漠を抜けカーペンタリア湾を渡り(図5)、ヨーク岬半島に再上陸し、そしてケアンズ[Cairns]の北約130 km地点でオーストラリア大陸に別れを告げます(図6)。このとき中心線上では現地時間(UT+10h)午後6時7分45秒に、太陽高度約9度で金環となり、1分9秒の継続時間となります。また、北限界線に近い都市クックタウン[Cooktown]では、現地時間午後6時8分13秒に金環となり、43秒の継続時間となります。

Annular Solar Eclipse of 1999 Feb 16

Geocentric Conjunction = 06:20:19.8 UT J.D. = 2451225.764118
 Greatest Eclipse = 06:33:32.4 UT J.D. = 2451225.773292
 Eclipse Magnitude = 0.99276 Gamma = -0.47251

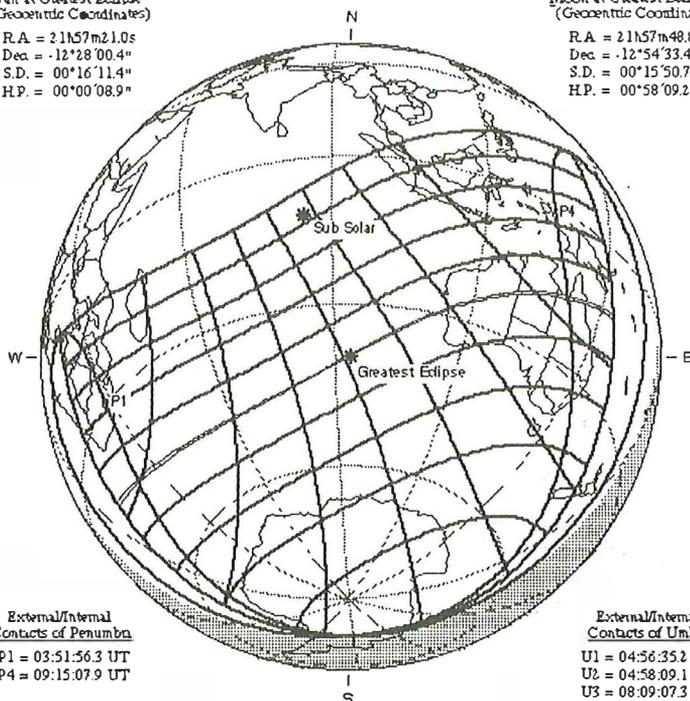
Saros Series = 140 Member = 28 of 71

Sun at Greatest Eclipse
(Geocentric Coordinates)

R.A. = 21h57m21.0s
Dec. = -12°28'00.4"
S.D. = 00°16'11.4"
H.P. = 00°00'08.9"

Moon at Greatest Eclipse
(Geocentric Coordinates)

R.A. = 21h57m48.8s
Dec. = -12°54'33.4"
S.D. = 00°15'50.7"
H.P. = 00°58'09.2"



External/Internal
Contacts of Penumbra

P1 = 03:51:56.3 UT
P4 = 09:15:07.9 UT

External/Internal
Contacts of Umbra

U1 = 04:56:35.2 UT
U2 = 04:58:09.1 UT
U3 = 08:09:07.3 UT
U4 = 08:10:35.4 UT

Local Circumstances at Greatest Eclipse

Lat = 39°48.8' S Sun Alt = 61.6°
 Long = 093°53.6' E Sun Azm = 342.3°
 Path Width = 28.8 km Duration = 00m39.6s

Ephemeris & Constants

Eph. = Newcomb/PLB
ΔT = 64.2 s
k1 = 0.2724880
k2 = 0.2722810
Δb = 0.0" Δl = 0.0"

Geocentric Libration
(Optical + Physical)

l = -4.99°
b = 0.55°
o = -21.56°
Brown Lun. No. = 1226



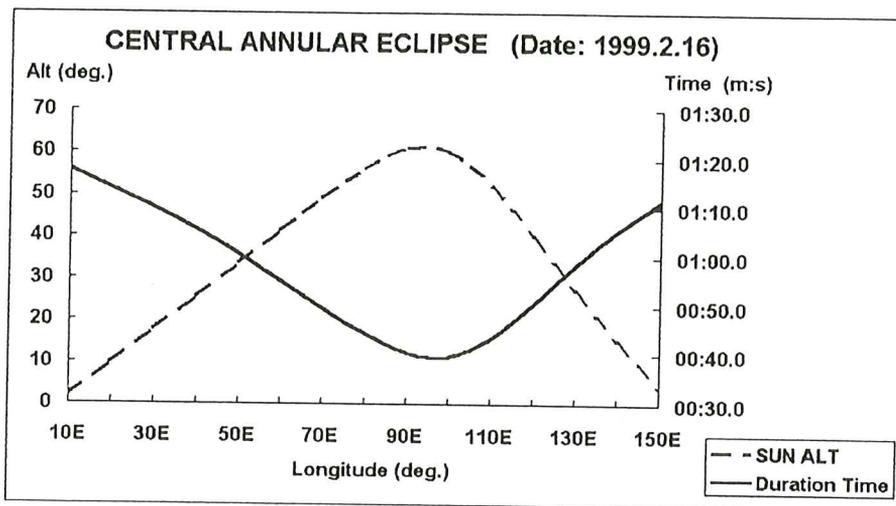
F. Espenak, NASA/GSFC - Mon, 1996 Jul 29

< 図 1 >

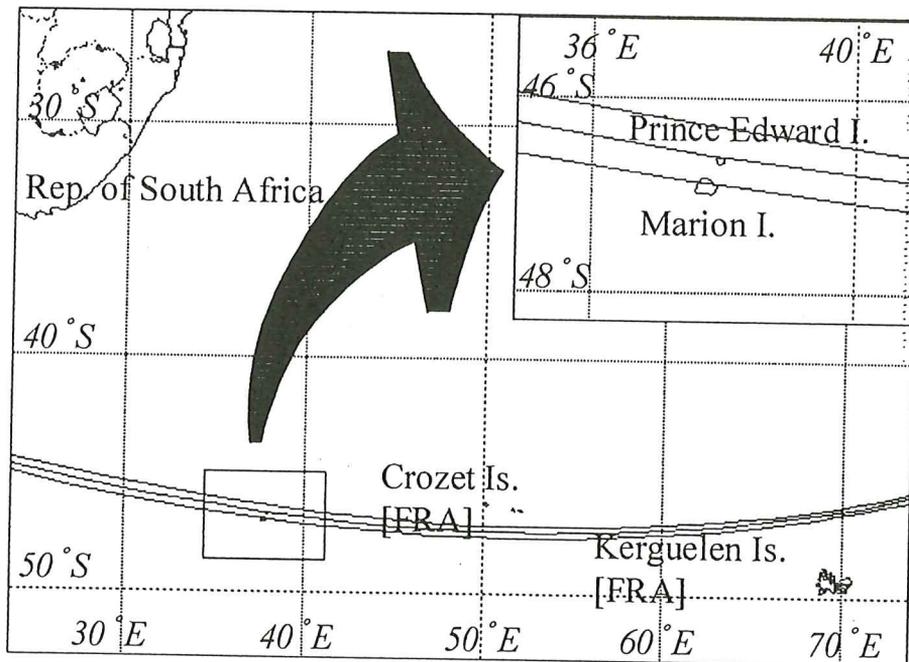
【気象状況】

残念ながらこの日食観測地の気象解析に関する資料は、現在のところどのような機関からも発表されておりませんので、気象情報に関しては一般的な情報のみをご紹介します。

また、前回の日食情報 1998 No. 2と同様に、ISCCP (International Satellite Cloud Climatology Project) の、1983~90年の8年間に渡る気象衛星写真からの解析から得られた、2月の平均雲

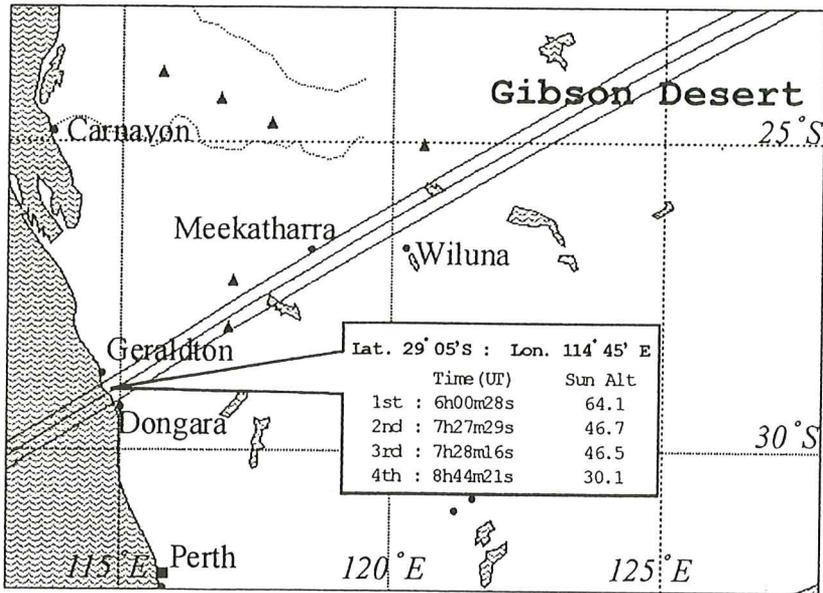


<図 2 >

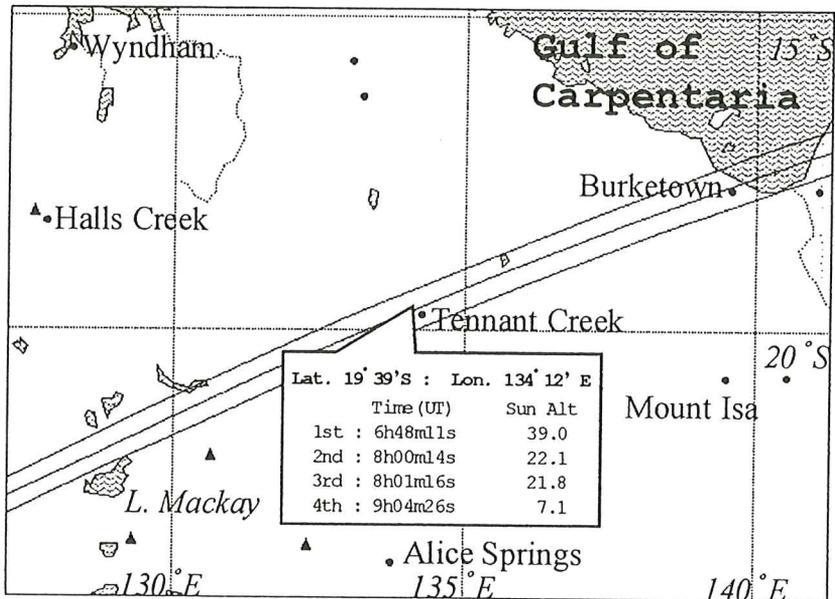


<図 3 >

量のデータを元に、金環帯上の雲量を図7にグラフ化しました。グラフの横軸に経度、縦軸に雲量を%で表しておりますので観測地選定の参考にして下さい。



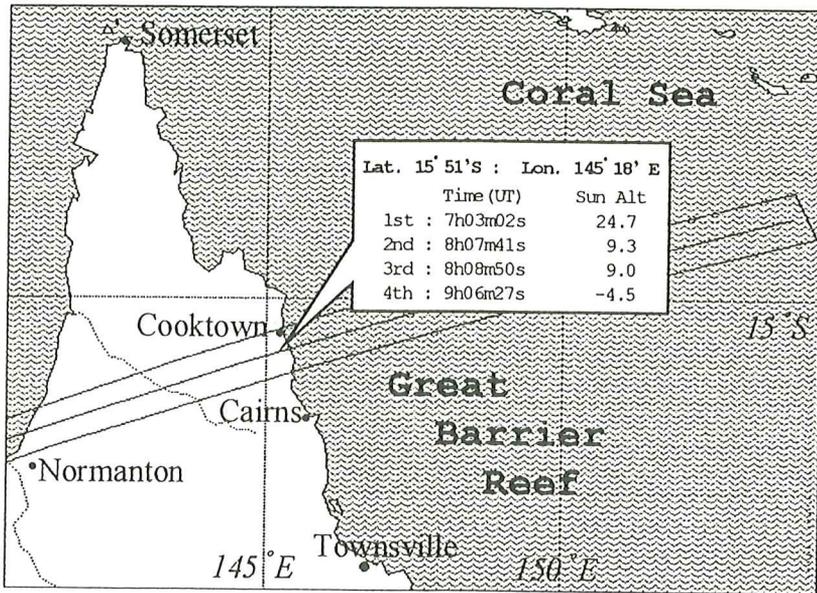
<図 4>



<図 5>

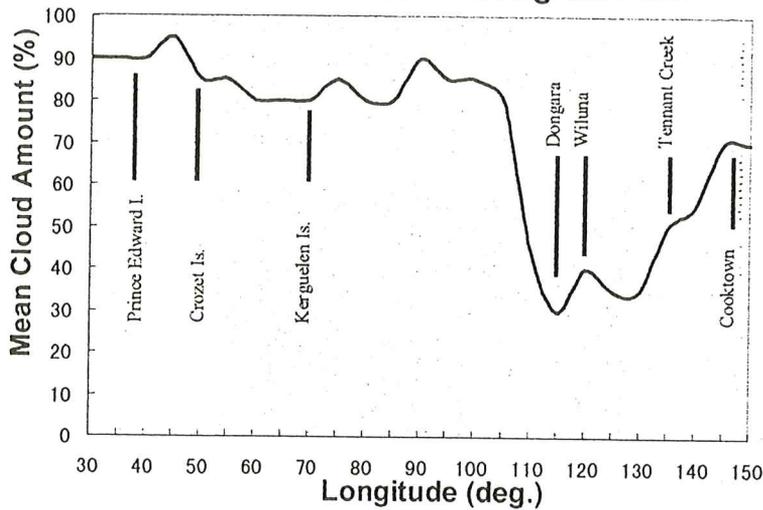
<プリンス・エドワード島>

プリンス・エドワード島は”吼える40度線”として有名な高緯度地帯にあり、世界で最も天候が悪い地域のひとつとされます。日照率も高くなく、特に冬は気温も10度以下で、連日嵐のような暴風雨に見舞われるようです。しかしながら2月のこの時期は一年を通して僅かに天



< 図 6 >

Annular Solar Eclipse of 1999 February 16 Mean Cloud Amount Along the Path



< 図 7 >

候が落ち着く季節なので、金環食を見る幸運に恵まれる可能性もありますが、それでも平均雲量は90%程度はありそうです。

尚、このプリンス・エドワード島は南アフリカ領なのですが、カナダにも、赤毛のアンで有

名なプリンス・エドワード島があります（綴りは全く同じ）。従ってインターネット等で[Prince Edward I.]のあらましを検索しますと、ほぼ間違いなくカナダに関する情報が大量にヒットします。お隣の[Marion I.]の方で検索した方が良いでしょう。

<オーストラリア西部>

パース[Perth]やジェラルトン[Geraldton]は年間降水量が800mm程度の乾燥した地域ですが、2月は更に乾期にあたり月間降水量は15mm前後となります。これはこの時期だけを見れば、砂漠地帯にあって年間降水量300mm程度のアリススプリングス[Alice Springs]の降水量（40mm/月）よりも少なくなっています。アクセスの良さとこのような安定した天候が人気となり、日本のアマチュア天文ファンの中には例年この時期にジェラルトン近郊に南天の星野を撮影に出掛ける方も少なくないようです。

2月の平均雲量は30%前後で、今回の食帯の中では最も晴天に恵まれる可能性が高く、更に、陸上では今回最もスリリングな（継続時間の短く、細い）金環食が見られることと相まって、観測者の多くが選択する場所となりそうです。

<オーストラリア中部>

マッカイ湖やテナントクリーク[Tennant Creek]のあたりは年間降水量500mm程度の非常に乾燥した地域ですが、2月のこの時期は雨期にあたります。従って月間降水量は100mm前後で若干多くなり、平均雲量も50%前後となっております。金環日食が起きる時間帯も”午後”の影響を受ける可能性が無いとは言えず、オーストラリア西部よりは僅かながら条件が落ちると思われます。

<オーストラリア東部>

ケアンズ[Cairns]やタウンズヴィル[Townsville]は年間降水量1,000mm程度で、決して雨量の多い地域ではありません。しかしながら2月は雨期にあたり、月間降水量250mm前後で最も多雨な時期となります。平均雲量も70%前後となっております。日本からのアクセスが良さと、休暇が取り難い方にはお薦めの地域ですが、金環時の太陽高度が低いこともあって観測条件はあまり良くないようです。

【細い細い金環の話】

1999年2月16日の金環食は、細いとは言ってもオーストラリアの上陸地点の中心線上では、金環時でも月は太陽の98.3%を隠しているに過ぎません。これは、1998年2月26日の皆既日食の、ベネズエラ近辺の観測で言えば、第3接触1分後頃の太陽の明るさに相当しますから、減光フィルター無しで撮影することは難しいでしょう。

ましてや、安全なソーラーフィルター無しに、望遠鏡／双眼鏡や望遠レンズ越しに金環食を見ようとするのは、絶対に避けなければいけません。

コロナを観測するには太陽が明るすぎますが、第2/第3接触時に接触方向に明るいプロミネンスがあれば、撮影することが出来るかも知れません。但し、その場合でも絶対にカメラのファインダーを直接覗くことが無いような工夫が必要です。

2002年6月10日の金環食も非常に細い金環で正午中心食の金環継続時間は18秒、このときの金環帯の幅は13 km、月と太陽の視半径差は $2''$ 、9で太陽面の99.4%を隠しますので、全周に渡ってベイリービーズが見える”かすり日食”となるでしょう。「Grazing Eclipse」を、本影錐の先端が地表を掠める様を表すところから”かすり日食”と訳したのは、1948年の礼文島日食を紹介した野尻抱影氏だったと思われます。但し地表を掠めると言っても、2002年の金環食のケースで言えば、正午中心食の時でさえ、本影錐の先端は地表から1130 kmも上空にあります。従って、『飛行機で観測すれば皆既日食になる』ということにはなりません。もっともこの金環帯の殆どは太平洋上であり、陸上で一番細く見えるテニヤン島の辺りでは金環帯の幅は44 km、視半径差は $10''$ 、4もあります。テニヤン島は北限界線に近く、金環継続時間は21秒です。

この2002年の金環日食の、1サロス前の1984年5月30日の金環食はもっと細い金環でした。北米大陸を通りましたので、多くの米国人が観測しましたが、ミシシッピ州やジョージア州で観測した方の何人かはノーフィルターで写真撮影にチャレンジしております。このときの金環継続時間は15秒以下、金環帯の幅は10 km前後、月と太陽の視半径差は $2''$ 、3で、太陽面の99.6%が隠されておりました。撮影データによればISO200のフィルムを使い、絞りはf32、露光時間は1/1000で撮影したようです。但し、眩しすぎてファインダーは覗けなかった、とコメントがあります。

2005年4月8日の金環-皆既日食が陸上で見られる地域は、金環帯であるコスタリカとパナマですが、このとき一番細い陸上での金環帯は幅が11 km、月と太陽の視半径差は $2''$ 、0で継続時間は9秒です。これまでの記事中、日食の計算は全て平均月縁を元にしておりますが、これくらい細い金環になりますと月の凹凸が大きく影響しますので、実際の継続時間や見え方は、観測場所が数百mずれるだけで大きく変わってくるでしょう。

この2005年の1サロス前の日食(1987年3月29日)も金環-皆既日食でした。このときは日本から13人のアマチュア観測家が、ガボン共和国ポールジェンティルに遠征しました。ポールジェンティルは皆既帯から金環帯への遷移ゾーンであり、計算上は1.5秒の皆既でしたが、実際には3秒間の全周ベイリービーズが観測されました。

《参考文献》

- ・ The Cambridge Eclipse Photography Guide (Jay M. Pasachoff & Michael A. Covington)
- ・ 理科年表 文部省 国立天文台編
- ・ 天体写真NOW No.3 「特集 日食・月食にアタック」
- ・ 1987年3月29日 ガボン金環皆既日食 観測報告書

Table 1

Annular Solar Eclipse of 1999 Feb 16, Path of the Antumbral Shadow
Delta T = 64.2 s

Universal Time	Northern Limit		Southern Limit		Center Line		Sun Alt	Sun Azm	Sun Path Width	Central Durat.
	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude	°	°	km	
Limits	41 07.7S	008 07.9E	41 54.8S	007 36.0E	41 31.2S	007 52.0E	0	-	96	01m18.5s
05:00	44 20.8S	023 53.3E	44 41.0S	021 30.8E	44 31.3S	022 45.7E	12	96	81	01m13.1s
05:05	45 50.4S	033 51.9E	46 19.8S	032 39.5E	46 05.1S	033 16.6E	20	87	70	01m08.6s
05:10	46 35.0S	040 56.1E	47 05.0S	040 08.1E	46 49.9S	040 32.5E	26	81	62	01m05.1s
05:15	46 58.2S	046 42.7E	47 27.4S	046 08.8E	47 12.7S	046 26.0E	30	75	57	01m02.2s
05:20	47 07.8S	051 42.0E	47 35.7S	051 17.6E	47 21.7S	051 29.9E	34	69	52	00m59.6s
05:25	47 07.5S	056 08.1E	47 34.1S	055 50.6E	47 20.7S	055 59.5E	38	64	49	00m57.2s
05:30	46 59.6S	060 09.1E	47 24.8S	059 56.9E	47 12.2S	060 03.1E	41	58	45	00m54.9s
05:35	46 45.6S	063 50.0E	47 09.3S	063 42.0E	46 57.4S	063 46.0E	44	53	42	00m52.9s
05:40	46 26.3S	067 14.4E	46 48.8S	067 09.6E	46 37.5S	067 12.0E	47	48	40	00m51.0s
05:45	46 02.7S	070 24.8E	46 23.9S	070 22.7E	46 13.2S	070 23.7E	49	43	38	00m49.2s
05:50	45 35.2S	073 23.2E	45 55.2S	073 23.2E	45 45.2S	073 23.2E	52	37	36	00m47.6s
05:55	45 04.3S	076 11.1E	45 23.3S	076 12.9E	45 13.8S	076 12.0E	54	32	34	00m46.1s
06:00	44 30.4S	078 49.9E	44 48.5S	078 53.1E	44 39.4S	078 51.5E	55	26	33	00m44.8s
06:05	43 53.8S	081 20.6E	44 11.0S	081 25.0E	44 02.4S	081 22.8E	57	20	32	00m43.6s
06:10	43 14.7S	083 44.3E	43 31.1S	083 49.7E	43 22.9S	083 47.0E	58	14	31	00m42.5s
06:15	42 33.4S	086 01.6E	42 49.1S	086 07.9E	42 41.2S	086 04.8E	60	7	30	00m41.6s
06:20	41 49.9S	088 13.5E	42 05.0S	088 20.6E	41 57.4S	088 17.0E	61	0	30	00m40.9s
06:25	41 04.4S	090 20.6E	41 19.0S	090 28.4E	41 11.7S	090 24.5E	61	354	29	00m40.3s
06:30	40 17.0S	092 23.5E	40 31.3S	092 32.0E	40 24.1S	092 27.7E	61	347	29	00m39.8s
06:35	39 27.9S	094 23.0E	39 41.8S	094 32.1E	39 34.8S	094 27.5E	62	340	29	00m39.6s
06:40	38 37.0S	096 19.5E	38 50.6S	096 29.2E	38 43.8S	096 24.3E	61	333	29	00m39.4s
06:45	37 44.4S	098 13.7E	37 57.8S	098 24.1E	37 51.1S	098 18.9E	61	326	29	00m39.5s
06:50	36 50.1S	100 06.3E	37 03.4S	100 17.3E	36 56.7S	100 11.8E	60	320	30	00m39.7s
06:55	35 54.1S	101 57.7E	36 07.4S	102 09.4E	36 00.7S	102 03.5E	59	314	30	00m40.0s
07:00	34 56.4S	103 48.6E	35 09.7S	104 01.2E	35 03.0S	103 54.9E	58	308	31	00m40.5s
07:05	33 56.9S	105 39.8E	34 10.3S	105 53.3E	34 03.6S	105 46.5E	56	303	32	00m41.2s
07:10	32 55.5S	107 31.9E	33 09.1S	107 46.4E	33 02.3S	107 39.1E	55	298	33	00m42.0s
07:15	31 52.2S	109 25.8E	32 06.0S	109 41.5E	31 59.1S	109 33.6E	53	293	35	00m43.0s
07:20	30 46.7S	111 22.6E	31 00.9S	111 39.5E	30 53.8S	111 31.0E	50	289	37	00m44.2s
07:25	29 38.9S	113 23.2E	29 53.4S	113 41.7E	29 46.1S	113 32.4E	48	285	39	00m45.5s
07:30	28 28.4S	115 29.3E	28 43.4S	115 49.6E	28 35.9S	115 39.4E	46	282	41	00m47.0s
07:35	27 15.0S	117 42.5E	27 30.4S	118 05.0E	27 22.6S	117 53.7E	43	278	43	00m48.7s
07:40	25 57.9S	120 05.4E	26 13.9S	120 30.6E	26 05.9S	120 17.9E	40	275	46	00m50.6s
07:45	24 36.5S	122 41.4E	24 53.0S	123 10.1E	24 44.7S	122 55.6E	36	272	50	00m52.8s
07:50	23 09.5S	125 35.8E	23 26.6S	126 09.0E	23 18.0S	125 52.3E	32	270	54	00m55.2s
07:55	21 34.9S	128 57.1E	21 52.4S	129 37.0E	21 43.6S	129 16.9E	28	267	59	00m57.9s
08:00	19 48.7S	133 02.2E	20 06.2S	133 53.1E	19 57.4S	133 27.3E	23	265	64	01m01.1s
08:05	17 41.1S	138 33.2E	17 56.5S	139 48.7E	17 48.8S	139 10.0E	16	262	72	01m05.1s
Limits	13 13.2S	153 55.2E	13 58.3S	154 17.9E	13 35.7S	154 06.5E	0	-	90	01m13.6s

Table 2

Local Circumstances for Annular Solar Eclipse of 1999 Feb 16

Geographic Location	Eclipse Begins h:m	Maximum Eclipse h:m	Eclipse Ends h:m	Sun Alt °	Sun Az °	Ecl. Mag.	Ecl. Obs.	Umb. Dur.
Antarctica								
South Pole	05:36	06:07	06:39	13	92	0.145	0.065	
McMurdo	06:01	06:29	06:56	14	277	0.105	0.040	
Australia								
Adelaide, AS	06:33	07:39	08:39	24	271	0.633	0.541	
Blacktown, SW	06:46	07:45	08:38	12	263	0.565	0.462	
Brisbane, QL	06:54	07:54	- s	8	260	0.675	0.590	
Canberra, SW	06:43	07:42	08:36	14	265	0.549	0.443	
Melbourne, VC	06:36	07:37	08:32	19	269	0.533	0.426	
Newcastle, SW	06:48	07:46	08:39	11	262	0.575	0.473	
Perth, AW	05:58	07:24	08:40	46	286	0.920	0.895	
Southport, QL	06:54	07:53	- s	7	260	0.663	0.575	
Sydney, SW	06:46	07:44	08:38	12	263	0.561	0.458	
Wollongong, SW	06:45	07:44	08:37	13	263	0.553	0.448	
Guam								
Agana	07:54	08:27s	- s	0	257	0.167	0.079	
Indonesia								
Bandung (Bandoeng)	06:45	07:55	08:55	48	259	0.354	0.238	
Banyuwangi	06:48	08:01	09:05	40	261	0.483	0.371	
Brebes	06:47	07:57	08:58	46	259	0.374	0.258	
Cianjur	06:45	07:54	08:55	48	259	0.345	0.229	
Cibinong	06:46	07:54	08:54	48	259	0.331	0.216	
Cilacap	06:44	07:55	08:58	46	260	0.396	0.280	
Ciledug	06:46	07:56	08:57	46	259	0.370	0.254	
Cimahi	06:45	07:54	08:55	48	259	0.352	0.237	
Ciparay	06:45	07:54	08:56	48	259	0.359	0.244	
Depok	06:46	07:54	08:54	48	258	0.329	0.215	
Garut	06:44	07:54	08:56	47	259	0.366	0.251	
Genteng	06:48	08:01	09:05	40	261	0.484	0.373	
Indramayu	06:48	07:56	08:56	46	259	0.349	0.234	
Jakarta	06:47	07:54	08:54	48	258	0.322	0.208	
Jember	06:48	08:01	09:04	40	261	0.473	0.360	
Majalaya	06:45	07:55	08:56	47	259	0.360	0.244	
Muncar	06:48	08:01	09:05	40	261	0.488	0.377	
Pare	06:47	07:59	09:02	42	260	0.442	0.327	
Pringsewu	06:49	07:53	08:49	50	257	0.274	0.164	
Purwokerto	06:45	07:56	08:58	46	260	0.391	0.275	
Semarang	06:48	07:58	09:00	44	259	0.396	0.280	
Serang	06:47	07:53	08:52	49	258	0.311	0.198	
Surabaya	06:49	08:01	09:03	41	260	0.436	0.321	
Tangerang	06:47	07:54	08:53	49	258	0.320	0.206	
Tasikmalaya	06:44	07:55	08:57	47	260	0.374	0.258	
Tembilahan	07:15	07:57	08:35	50	251	0.110	0.043	

Table 2 (continued)

Local Circumstances for Annular Solar Eclipse of 1999 Feb 16

Geographic Location	Eclipse Begins h:m	Maximum Eclipse h:m	Eclipse Ends h:m	Sun Alt °	Sun Az °	Ecl. Mag.	Ecl. Obs.	Umb. Dur.
Madagascar								
Antananarivo	04:17	04:57	05:41	31	94	0.147	0.066	
Mauritius								
Port Louis	04:27	05:16	06:10	44	88	0.175	0.085	
Mozambique								
Maputo	03:54	04:47	05:45	15	97	0.423	0.307	
New Zealand								
Auckland	06:52	07:18s	- s	0	254	0.311	0.197	
Christchurch	06:46	07:28	- s	1	253	0.305	0.191	
Manukau	06:51	07:17s	- s	0	254	0.303	0.190	
Wellington	06:48	07:26s	- s	0	252	0.326	0.211	
Papua New Guinea								
Port Moresby	07:12	08:15	- s	5	258	0.841	0.793	
Reunion								
St.-Denis	04:22	05:12	06:07	41	88	0.196	0.101	
Singapore								
Singapore	07:25	08:00	08:32	48	250	0.077	0.025	
South Africa								
Cape Town	- r	04:49	05:51	5	102	0.729	0.655	
Durban	03:52	04:49	05:52	14	96	0.548	0.443	
Johannesburg	03:53	04:45	05:43	11	99	0.456	0.341	
Pretoria	03:54	04:45	05:42	11	99	0.440	0.325	
Zambia								
Lusaka	04:09	04:40	05:13	8	101	0.129	0.055	
Zimbabwe								
Harare	04:05	04:42	05:23	11	100	0.186	0.093	

All times are Greenwich Mean Time.

'r' indicates eclipse in progress at sunrise.

's' indicates eclipse in progress at sunset.

《参考URL》

<http://sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse/OH/OH1999.html>

http://www.wndrland.demon.co.uk/Marion_Island/Marion_Island.html

<http://www.ncdc.noaa.gov/>

<http://isccp.giss.nasa.gov/isccp.html>