

1987年9月23日の金環日食について

横浜こども科学館 遠山 御幸

● はじめに

1987年9月23日、秋分の日に日食が起こる。Oppolzer Caron Ⅱ 7606 の日食であり、1969年9月11日の金環日食の1サロス後のものである。

以下にこの日食に関する予報を述べることにするが、筆者が日食の予報のために使用しているコンピュータの計算プログラムは、1980年から1983年までの天体位置表に付録として掲載された、ベッセルの日食要素の多項式近似によるものを基礎としているものである。また定数系も、現在の天体暦に採用されているIAU1976天文定数系ではなく、IAU1964定数系によっている。従って、今年の日食位置表などに発表されている数値と比較すると、多少の食い違いを生じる。表1に筆者の計算した金環日食帯の10分毎の値を掲げる。なお $\Delta T = 56$ 秒を仮定した。1987年版天体位置表P.334の値と比較していただければ、現定数系から計算されたものとの間の誤差の程度がわかるだろう。なお、プログラムそのものは、たとえば、天体位置表で、IAU1964定数系が採用されていた頃の、ある日食の皆既日食帯と比較しても、ほぼ全析一致しているので、誤りはないと思われる。

ところで、筆者の表は、経緯度を10進法で表わしている。また東経をマイナス、西経をプラスとして扱っているのが、注意していただきたい。従来の天文計算の解説書によっては、東経をマイナス、西経をプラスとしているものもあり、筆者もそれに沿った試算式を用いてきたが、IAU第18回総会において、地球上の緯度における符号については、グリニッジ子午線から東の経度を正、西の経度を負とすることを、実現可能な限り速やかに、すべての国内暦や天文学上の出版物において修正することが勧告されている。

金環日食帯における、天体位置表との間の誤差は、時刻によって多少異なるが、角度にして約1分程度であろう。これは距離にして、沖縄付近で約1.8 Km、後述する地図上では、中国・沖縄それぞれの地域で0.6 mm程度の誤差となる。

このように、幾分、現在の天体暦の予報に比較して不備な点が多いことは、最初にお詫びを申し上げる次第である。ただし、観測の資料として役立つには充分であろう。

● 日食の概況

この日食は、9月23日に、中国の上海付近や沖縄などで金環日食となって見られ、日本では沖縄を除く他の地域でも部分日食となって見られる。日本で金環日食が見られるのは、1958年4月19日の種子島や八丈島で見られた金環日食以来29年ぶりのことである。この次に、日本で金環日食があるのは、2012年5月21日で、九州南部から関東付近に抜けるもので、25年先となるから、そのような意味では大変珍しい現象といえる。

PATH OF ANNULAR PHASE DURING THE ECLIPSE OF THE SUN 1987年 9月 23日

time of first and last contact of the umbra
 beginning 1 h 22 m 5 s ET end 5 h 2 m 45 s ET
 time of extreme point of northern limit of the umbra
 beginning 1 h 22 m 36 s ET end 5 h 2 m 15 s ET
 time of extreme point of southern limit of the umbra
 beginning 1 h 21 m 35 s ET end 5 h 3 m 13 s ET

| E T | Northern Limit | | Central Line | | dur | alt | Southern Limit | |
|-------|----------------|----------|--------------|----------|-----|------|----------------|----------|
| | longitude | latitude | longitude | latitude | | | longitude | latitude |
| h m | ° | ° | ° | ° | S | ° | ° | |
| begin | - 67.3113 | 46.4580 | - 67.4480 | 45.5600 | *** | **** | - 67.5787 | 44.6659 |
| 1 30 | - 94.4078 | 43.8300 | - 94.6350 | 42.9675 | 217 | 20.9 | - 94.8090 | 42.1215 |
| 40 | -106.1061 | 40.5024 | -105.9119 | 39.7663 | 221 | 31.6 | -105.7061 | 39.0392 |
| 50 | -113.4550 | 37.3397 | -113.1113 | 36.6919 | 225 | 39.6 | -112.7652 | 36.0499 |
| 2 0 | -118.8072 | 34.3081 | -118.3930 | 33.7273 | 227 | 46.4 | -117.9796 | 33.1505 |
| 10 | -122.9882 | 31.3843 | -122.5375 | 30.8558 | 228 | 52.3 | -122.0888 | 30.3302 |
| 20 | -126.4061 | 28.5505 | -125.9359 | 28.0632 | 229 | 57.6 | -125.4680 | 27.5784 |
| 30 | -129.3001 | 25.7924 | -128.8192 | 25.3375 | 230 | 62.4 | -128.3407 | 24.8850 |
| 40 | -131.8260 | 23.0985 | -131.3390 | 22.6688 | 230 | 66.5 | -130.8545 | 22.2415 |
| 50 | -134.0943 | 20.4590 | -133.6033 | 20.0481 | 230 | 70.0 | -133.1148 | 19.6400 |
| 3 0 | -136.1887 | 17.8656 | -135.6944 | 17.4681 | 230 | 72.5 | -135.2026 | 17.0736 |
| 10 | -138.1775 | 15.3111 | -137.6796 | 14.9219 | 229 | 73.7 | -137.1841 | 14.5361 |
| 20 | -140.1200 | 12.7891 | -139.6174 | 12.4035 | 229 | 73.3 | -139.1174 | 12.0218 |
| 30 | -142.0719 | 10.2939 | -141.5632 | 9.9074 | 228 | 71.4 | -141.0571 | 9.5253 |
| 40 | -144.0895 | 7.8203 | -143.5728 | 7.4285 | 228 | 68.4 | -143.0588 | 7.0415 |
| 50 | -146.2347 | 5.3634 | -145.7075 | 4.9618 | 227 | 64.5 | -145.1833 | 4.5655 |
| 4 0 | -148.5809 | 2.9189 | -148.0402 | 2.5027 | 226 | 60.0 | -147.5028 | 2.0924 |
| 10 | -151.2225 | 0.4824 | -150.6643 | 0.0466 | 225 | 55.0 | -150.1099 | - 0.3828 |
| 20 | -154.2932 | - 1.9500 | -153.7117 | - 2.4111 | 223 | 49.4 | -153.1347 | - 2.8655 |
| 30 | -158.0024 | - 4.3820 | -157.3878 | - 4.8754 | 221 | 43.1 | -156.7791 | - 5.3615 |
| 40 | -162.7303 | - 6.8167 | -162.0625 | - 7.3516 | 218 | 35.7 | -161.4037 | - 7.8784 |
| 50 | -169.3605 | - 9.2557 | -168.5813 | - 9.8465 | 214 | 26.6 | -167.8198 | -10.4279 |
| 5 0 | 178.0830 | -11.6900 | 179.4651 | -12.3738 | 207 | 12.3 | -179.2788 | -13.0424 |
| end | 167.4392 | -12.2136 | 167.5659 | -13.0933 | *** | **** | 167.6873 | -13.9689 |

表1. 金環日食帯 10分毎の暦表時、経度は東経をマイナスとした暦表経度である。
 $\Delta T = 56$ 秒を仮定。

日食としては、今回は1985年5月20日、日本全国で見られた（実際には天候が悪く、ほとんどの地域で見られなかった）部分日食以来2年ぶりのことである。そして、この次の日食は、1988年3月18日で、日本全国で部分日食となる。この日食は本来、インド洋に始まり、アラスカ沖に終る皆既日食で、日本の小笠原付近の海上でも3分46秒程度の皆既日食となるものである。

天体位置表によれば、この日食はシベリア、アジア大陸、東南アジア諸島、オーストラリア、ニュージーランド、太平洋の西部及び中南部、ハワイ諸島などで見られるとある。

金環日食帯は、1h21m UT頃、ソ連のカザフ共和国のサルイス川付近に始まる。そして、1h25m UT頃には中国の天山山脈の東部をかすめて、1h31m UT頃にゴビ砂漠に入る。このあたりでの金環の継続時間は約3分38秒、太陽高度は約23°である。さらに金環日食帯は南東の方向に進み1h52m UTを過ぎた頃、洛陽の東の黄河を横切る。この頃、金環の継続時間は、3分45秒、太陽高度は約42度である。月の本影の移動速度は、この付近で約670m/sである。その後、2h06m UT頃に南通の東の揚子江を横切り、2h07m UTには、上海の北東の東シナ海の海上に達する。このあたりでの金環の継続時間は3分48秒、太陽高度は約51度、そして月の本影の移動速度は634m/sとなる。

金環日食帯が沖縄本島に達するのは、2h23m UT頃で、2h25m UT頃には、月の本影が沖縄本島をすっぽりとおおってしまう。金環の継続時間は3分49秒で、太陽高度61度、そして本影の移動速度は604m/sとなる。その後は海上を南東へ進み、5h02m UT前に、南太平洋上で終る。

視正午中心食は2h53m 5 UTで、東経134°47′、北緯18°54′の沖ノ鳥島の南西部約200キロの海上で、継続時間は230秒、太陽高度は71°3′である。

● 上海・沖縄付近の金環日食帯

表2-1及び表2-2に、上海・沖縄それぞれの付近の1分毎の金環日食帯を掲げる。時刻は世界時で、経緯度は10進法である。表において、durは、金環の継続時間、altは、中心線上におけるそれぞれの時刻の太陽高度を表わしている。右端のSA~SQ、OA~OQは、後述する、上海・沖縄付近における局地予報に用いた金環中心線上のそれぞれの位置である。

図1-1から図1-6までに、上海・沖縄それぞれの付近の金環日食帯及び、月の半影の移動の様子を示す。月の本影の移動速度は、上海付近の2h06m UTの中心線上の地点で636m/s、沖縄付近では前述したように、2h25m UTの中心線上の地点で、604m/sである。これらの図を用いることにより、上海及び沖縄付近における任意の地点の第1接触から第4接触までの概略の時刻と、第1接触と第4接触の位置角を単純な比例計算によって求めることができる（計算法は地人書館刊、黒い太陽を求めて、P.23~P.25参照）。

また表3に、上海付近(SA~SQの各点)、沖縄付近(OA~OQの各点)の金環中心線上における接触時刻を掲げる。秒の単位まで記したが、前述した定数系の違いによって、たとえば、

(P. 13に続く)

PATH OF ANNULAR PHASE DURING THE ECLIPSE OF THE SUN 1987年 9月 23日

time of first and last contact of the umbra
 beginning 1 h 21 m 9 s UT end 5 h 1 m 49 s UT
 time of extreme point of northern limit of the umbra
 beginning 1 h 21 m 40 s UT end 5 h 1 m 19 s UT
 time of extreme point of southern limit of the umbra
 beginning 1 h 20 m 39 s UT end 5 h 2 m 17 s UT

| U T | | Northern Limit | | Central Line | | dur | alt | Southern Limit | |
|-------|----|----------------|----------|--------------|----------|-----|------|----------------|------------|
| h | m | longitude | latitude | longitude | latitude | | | longitude | latitude |
| begin | | - 67.5453 | 46.4580 | - 67.6820 | 45.5600 | *** | **** | - 67.8127 | 44.6659 |
| 1 | 23 | - 79.9469 | 45.9578 | - 81.5413 | 44.9685 | 211 | 10.1 | - 82.7567 | 44.0117 |
| | 24 | - 83.6238 | 45.5987 | - 84.6930 | 44.6374 | 213 | 12.5 | - 85.5483 | 43.7031 |
| | 25 | - 86.4890 | 45.2438 | - 87.2637 | 44.3061 | 214 | 14.5 | - 87.8942 | 43.3921 |
| | 26 | - 88.8909 | 44.8921 | - 89.4689 | 43.9753 | 214 | 16.3 | - 89.9407 | 43.0799 |
| | 27 | - 90.9821 | 44.5432 | - 91.4161 | 43.6455 | 215 | 17.9 | - 91.7678 | 42.7672 |
| | 28 | - 92.8462 | 44.1968 | - 93.1686 | 43.3168 | 216 | 19.4 | - 93.4251 | 42.4546 |
| | 29 | - 94.5345 | 43.8528 | - 94.7672 | 42.9893 | 217 | 20.8 | - 94.9458 | 42.1423 |
| | 30 | - 96.0817 | 43.5111 | - 96.2401 | 42.6631 | 217 | 22.1 | - 96.3535 | 41.8304 |
| | 31 | - 97.5120 | 43.1715 | - 97.6078 | 42.3382 | 218 | 23.3 | - 97.6657 | 41.5192 |
| | 32 | - 98.8438 | 42.8340 | - 98.8858 | 42.0146 | 218 | 24.5 | - 98.8956 | 41.2087 |
| | 33 | -100.0908 | 42.4985 | -100.0862 | 41.6924 | 219 | 25.6 | -100.0540 | 40.8990 |
| | 34 | -101.2640 | 42.1649 | -101.2185 | 41.3716 | 219 | 26.7 | -101.1491 | 40.5901 |
| | 35 | -102.3721 | 41.8332 | -102.2903 | 41.0520 | 220 | 27.7 | -102.1880 | 40.2821 |
| | 36 | -103.4224 | 41.5033 | -103.3083 | 40.7339 | 220 | 28.7 | -103.1765 | 39.9750 |
| | 37 | -104.4207 | 41.1751 | -104.2777 | 40.4170 | 221 | 29.7 | -104.1192 | 39.6689 |
| | 38 | -105.3721 | 40.8487 | -105.2030 | 40.1015 | 221 | 30.6 | -105.0205 | 39.3637 |
| | 39 | -106.2809 | 40.5240 | -106.0882 | 39.7872 | 221 | 31.5 | -105.8838 | 39.0595 |
| | 40 | -107.1508 | 40.2008 | -106.9366 | 39.4742 | 222 | 32.4 | -106.7123 | 38.7562 |
| | 41 | -107.9848 | 39.8793 | -107.7511 | 39.1625 | 222 | 33.3 | -107.5086 | 38.4539 |
| | 42 | -108.7860 | 39.5593 | -108.5344 | 38.8520 | 222 | 34.1 | -108.2751 | 38.1525 |
| | 43 | -109.5567 | 39.2409 | -109.2886 | 38.5428 | 223 | 34.9 | -109.0139 | 37.8521 |
| | 44 | -110.2991 | 38.9239 | -110.0159 | 38.2348 | 223 | 35.8 | -109.7270 | 37.5527 |
| | 45 | -111.0151 | 38.6084 | -110.7180 | 37.9279 | 223 | 36.5 | -110.4160 | 37.2542 |
| | 46 | -111.7065 | 38.2943 | -111.3965 | 37.6222 | 224 | 37.3 | -111.0824 | 36.9566 |
| | 47 | -112.3748 | 37.9816 | -112.0530 | 37.3177 | 224 | 38.1 | -111.7276 | 36.6600 |
| | 48 | -113.0215 | 37.6703 | -112.6887 | 37.0143 | 224 | 38.8 | -112.3529 | 36.3643 |
| | 49 | -113.6479 | 37.3603 | -113.3048 | 36.7120 | 225 | 39.6 | -112.9594 | 36.0695 |
| | 50 | -114.2551 | 37.0516 | -113.9025 | 36.4109 | 225 | 40.3 | -113.5481 | 35.7756 |
| | 51 | -114.8443 | 36.7442 | -114.4829 | 36.1108 | 225 | 41.0 | -114.1200 | 35.4826 |
| | 52 | -115.4163 | 36.4380 | -115.0467 | 35.8117 | 225 | 41.7 | -114.6759 | 35.1905 |
| | 53 | -115.9722 | 36.1331 | -115.5948 | 35.5137 | 225 | 42.4 | -115.2168 | 34.8993 |
| | 54 | -116.5127 | 35.8293 | -116.1282 | 35.2168 | 226 | 43.1 | -115.7433 | 34.6089 |
| | 55 | -117.0386 | 35.5268 | -116.6474 | 34.9208 | 226 | 43.7 | -116.2561 | 34.3194 SA |
| | 56 | -117.5506 | 35.2254 | -117.1532 | 34.6258 | 226 | 44.4 | -116.7559 | 34.0307 SB |
| | 57 | -118.0495 | 34.9251 | -117.6462 | 34.3319 | 226 | 45.0 | -117.2433 | 33.7428 SC |

表 2-1 上海・沖縄付近における1分毎の金環日食帯、時刻は世界時

PATH OF ANNULAR PHASE DURING THE ECLIPSE OF THE SUN 1987年9月23日

| U T | | Northern Limit | | Central Line | | dur | alt | Southern Limit | | |
|-----|----|----------------|----------|--------------|----------|-----|------|----------------|----------|----|
| | | longitude | latitude | longitude | latitude | | | longitude | latitude | |
| h | m | | | | | | | | | |
| 1 | 58 | -118.5357 | 34.6260 | -118.1270 | 34.0388 | 226 | 45.7 | -117.7188 | 33.4558 | SD |
| | 59 | -119.0100 | 34.3280 | -118.5961 | 33.7468 | 227 | 46.3 | -118.1830 | 33.1695 | SE |
| 2 | 0 | -119.4728 | 34.0310 | -119.0542 | 33.4556 | 227 | 46.9 | -118.6364 | 32.8840 | SF |
| | 1 | -119.9247 | 33.7351 | -119.5015 | 33.1654 | 227 | 47.6 | -119.0795 | 32.5994 | SG |
| | 2 | -120.3661 | 33.4402 | -119.9387 | 32.8760 | 227 | 48.2 | -119.5126 | 32.3155 | SH |
| | 3 | -120.7974 | 33.1463 | -120.3661 | 32.5876 | 227 | 48.8 | -119.9362 | 32.0323 | SI |
| | 4 | -121.2192 | 32.8535 | -120.7842 | 32.3000 | 227 | 49.4 | -120.3506 | 31.7499 | SJ |
| | 5 | -121.6318 | 32.5616 | -121.1932 | 32.0133 | 228 | 50.0 | -120.7563 | 31.4683 | SK |
| | 6 | -122.0355 | 32.2707 | -121.5937 | 31.7274 | 228 | 50.5 | -121.1536 | 31.1873 | SL |
| | 7 | -122.4307 | 31.9807 | -121.9859 | 31.4423 | 228 | 51.1 | -121.5428 | 30.9071 | SM |
| | 8 | -122.8178 | 31.6917 | -122.3701 | 31.1581 | 228 | 51.7 | -121.9242 | 30.6276 | SN |
| | 9 | -123.1971 | 31.4035 | -122.7467 | 30.8747 | 228 | 52.2 | -122.2981 | 30.3488 | SO |
| | 10 | -123.5689 | 31.1163 | -123.1159 | 30.5920 | 228 | 52.8 | -122.6649 | 30.0707 | SP |
| | 11 | -123.9334 | 30.8299 | -123.4780 | 30.3101 | 228 | 53.4 | -123.0246 | 29.7932 | SQ |
| | 12 | -124.2909 | 30.5445 | -123.8333 | 30.0290 | 228 | 53.9 | -123.3777 | 29.5164 | |
| | 13 | -124.6418 | 30.2598 | -124.1820 | 29.7486 | 228 | 54.4 | -123.7244 | 29.2403 | |
| | 14 | -124.9862 | 29.9760 | -124.5244 | 29.4690 | 229 | 55.0 | -124.0649 | 28.9647 | |
| | 15 | -125.3244 | 29.6931 | -124.8607 | 29.1901 | 229 | 55.5 | -124.3993 | 28.6899 | |
| | 16 | -125.6565 | 29.4109 | -125.1912 | 28.9119 | 229 | 56.0 | -124.7280 | 28.4156 | |
| | 17 | -125.9830 | 29.1295 | -125.5159 | 28.6345 | 229 | 56.5 | -125.0511 | 28.1420 | OA |
| | 18 | -126.3038 | 28.8489 | -125.8352 | 28.3577 | 229 | 57.1 | -125.3688 | 27.8690 | OB |
| | 19 | -126.6192 | 28.5691 | -126.1491 | 28.0816 | 229 | 57.6 | -125.6814 | 27.5965 | OC |
| | 20 | -126.9295 | 28.2901 | -126.4580 | 27.8061 | 229 | 58.1 | -125.9889 | 27.3247 | OD |
| | 21 | -127.2347 | 28.0118 | -126.7620 | 27.5313 | 229 | 58.6 | -126.2915 | 27.0534 | OE |
| | 22 | -127.5352 | 27.7342 | -127.0612 | 27.2572 | 229 | 59.0 | -126.5895 | 26.7827 | OF |
| | 23 | -127.8309 | 27.4573 | -127.3557 | 26.9837 | 229 | 59.5 | -126.8830 | 26.5125 | OG |
| | 24 | -128.1222 | 27.1812 | -127.6459 | 26.7108 | 229 | 60.0 | -127.1721 | 26.2429 | OH |
| | 25 | -128.4091 | 26.9057 | -127.9318 | 26.4386 | 229 | 60.5 | -127.4569 | 25.9739 | OI |
| | 26 | -128.6918 | 26.6309 | -128.2135 | 26.1669 | 229 | 61.0 | -127.7377 | 25.7053 | OJ |
| | 27 | -128.9704 | 26.3568 | -128.4913 | 25.8959 | 229 | 61.4 | -128.0145 | 25.4373 | OK |
| | 28 | -129.2452 | 26.0834 | -128.7652 | 25.6254 | 229 | 61.9 | -128.2875 | 25.1698 | OL |
| | 29 | -129.5161 | 25.8106 | -129.0353 | 25.3555 | 230 | 62.3 | -128.5569 | 24.9028 | OM |
| | 30 | -129.7834 | 25.5384 | -129.3018 | 25.0862 | 230 | 62.8 | -128.8227 | 24.6363 | ON |
| | 31 | -130.0472 | 25.2669 | -129.5649 | 24.8174 | 230 | 63.2 | -129.0849 | 24.3703 | OO |
| | 32 | -130.3076 | 24.9960 | -129.8245 | 24.5492 | 230 | 63.6 | -129.3439 | 24.1048 | OP |
| | 33 | -130.5646 | 24.7257 | -130.0809 | 24.2815 | 230 | 64.1 | -129.5997 | 23.8398 | OQ |
| | 34 | -130.8185 | 24.4560 | -130.3342 | 24.0144 | 230 | 64.5 | -129.8524 | 23.5752 | |
| | 35 | -131.0694 | 24.1870 | -130.5845 | 23.7478 | 230 | 64.9 | -130.1020 | 23.3111 | |
| | 36 | -131.3173 | 23.9184 | -130.8318 | 23.4817 | 230 | 65.3 | -130.3488 | 23.0474 | |
| | 37 | -131.5623 | 23.6505 | -131.0763 | 23.2161 | 230 | 65.7 | -130.5927 | 22.7841 | |
| | 38 | -131.8045 | 23.3831 | -131.3180 | 22.9510 | 230 | 66.1 | -130.8340 | 22.5213 | |
| | 39 | -132.0442 | 23.1163 | -131.5572 | 22.6864 | 230 | 66.5 | -131.0726 | 22.2590 | |
| | 40 | -132.2812 | 22.8500 | -131.7937 | 22.4223 | 230 | 66.9 | -131.3087 | 21.9970 | |

表2-2

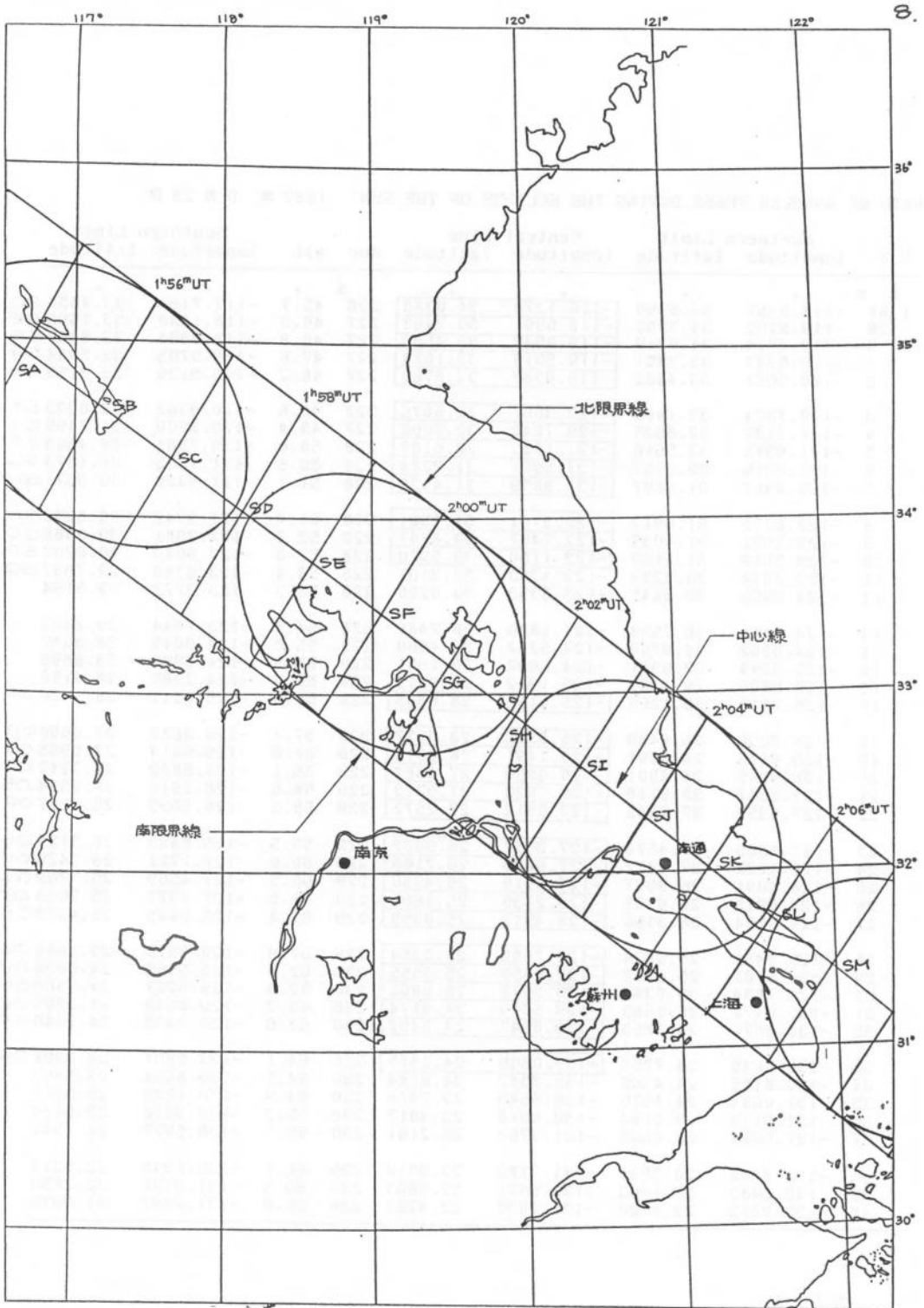


図1-1 上海付近の金環日食帯

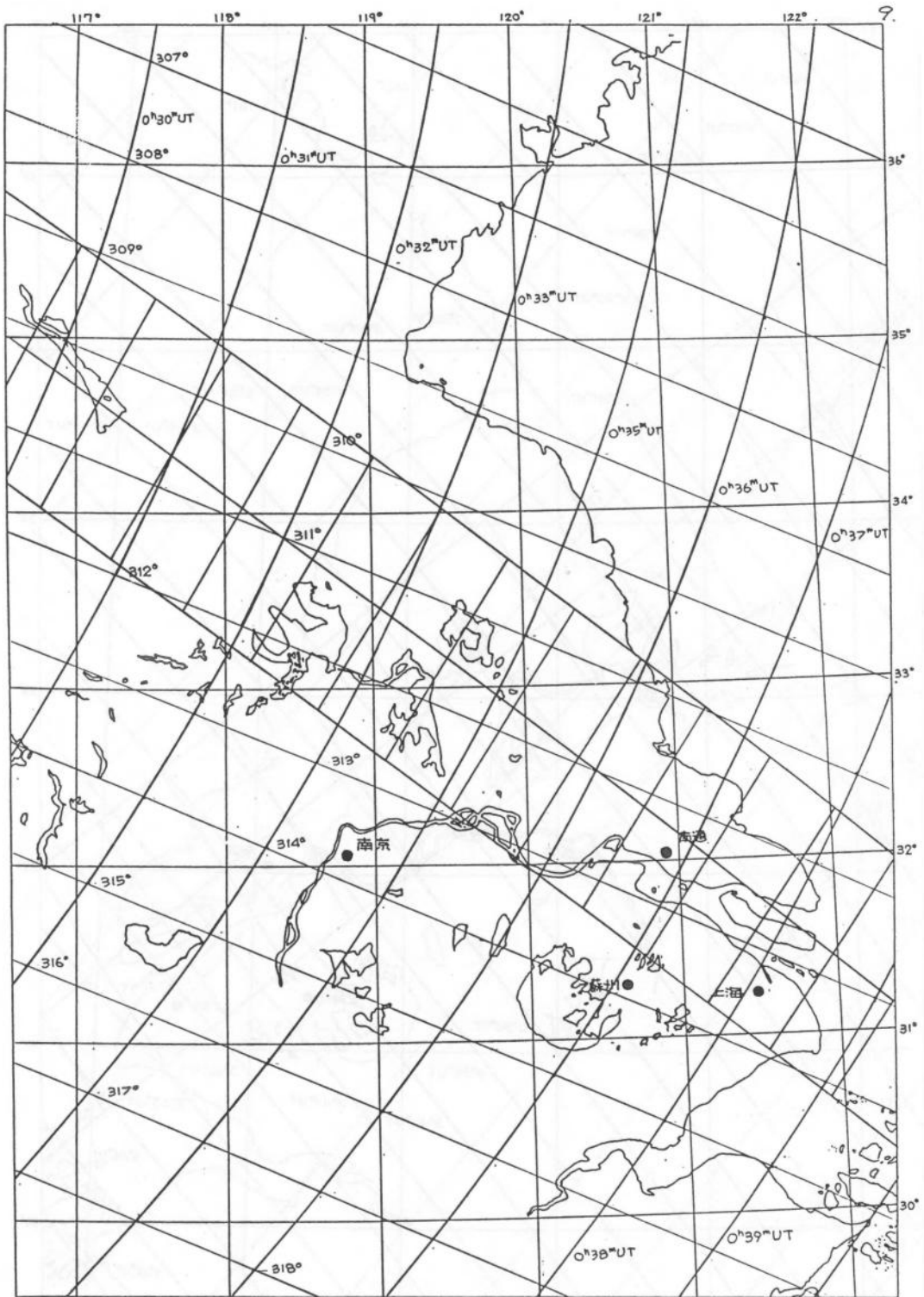


図1-2 上海付近における月の半影の移動(第1接触)

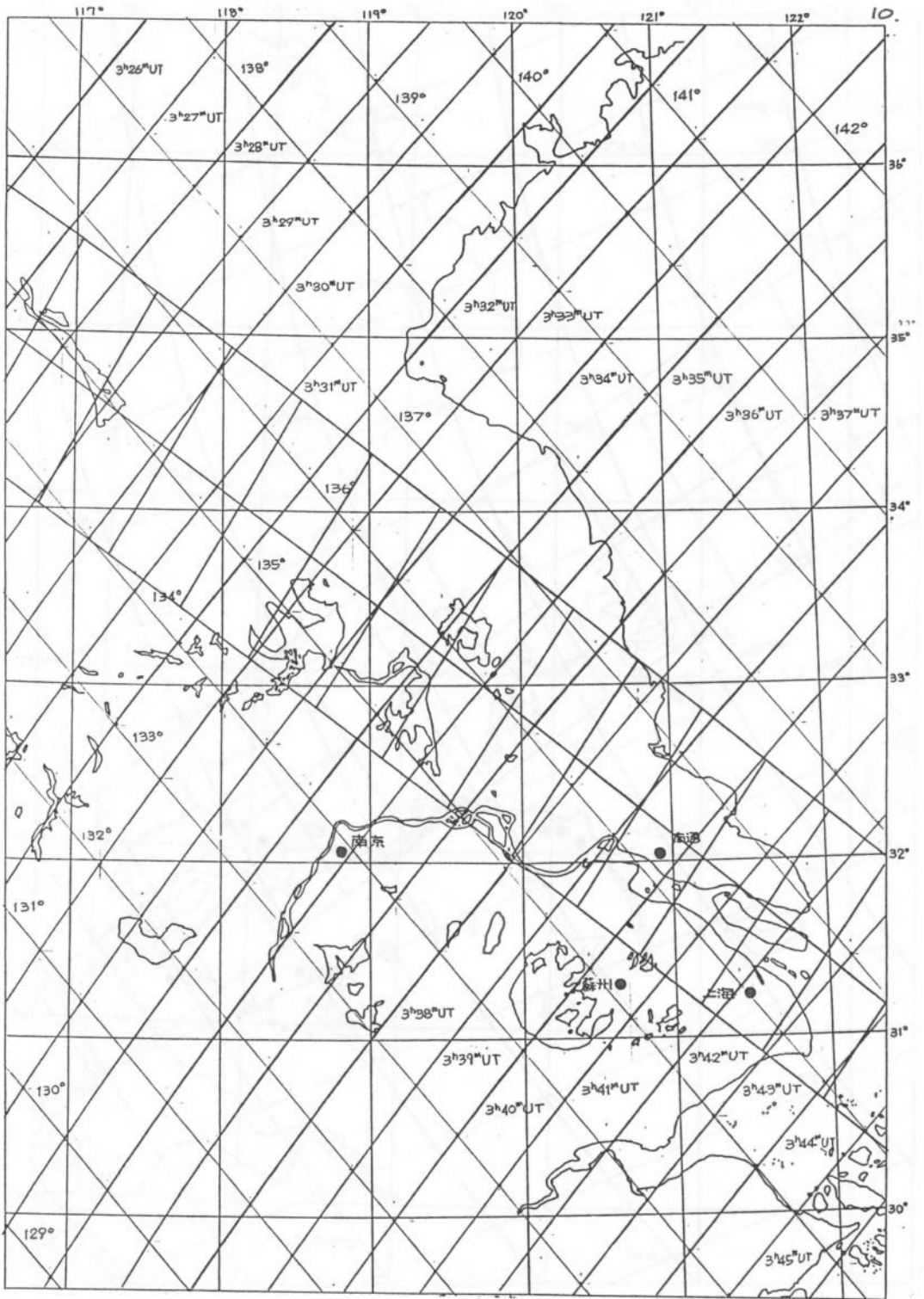


図1-3 上海付近における月の半影の移動(第4接触)

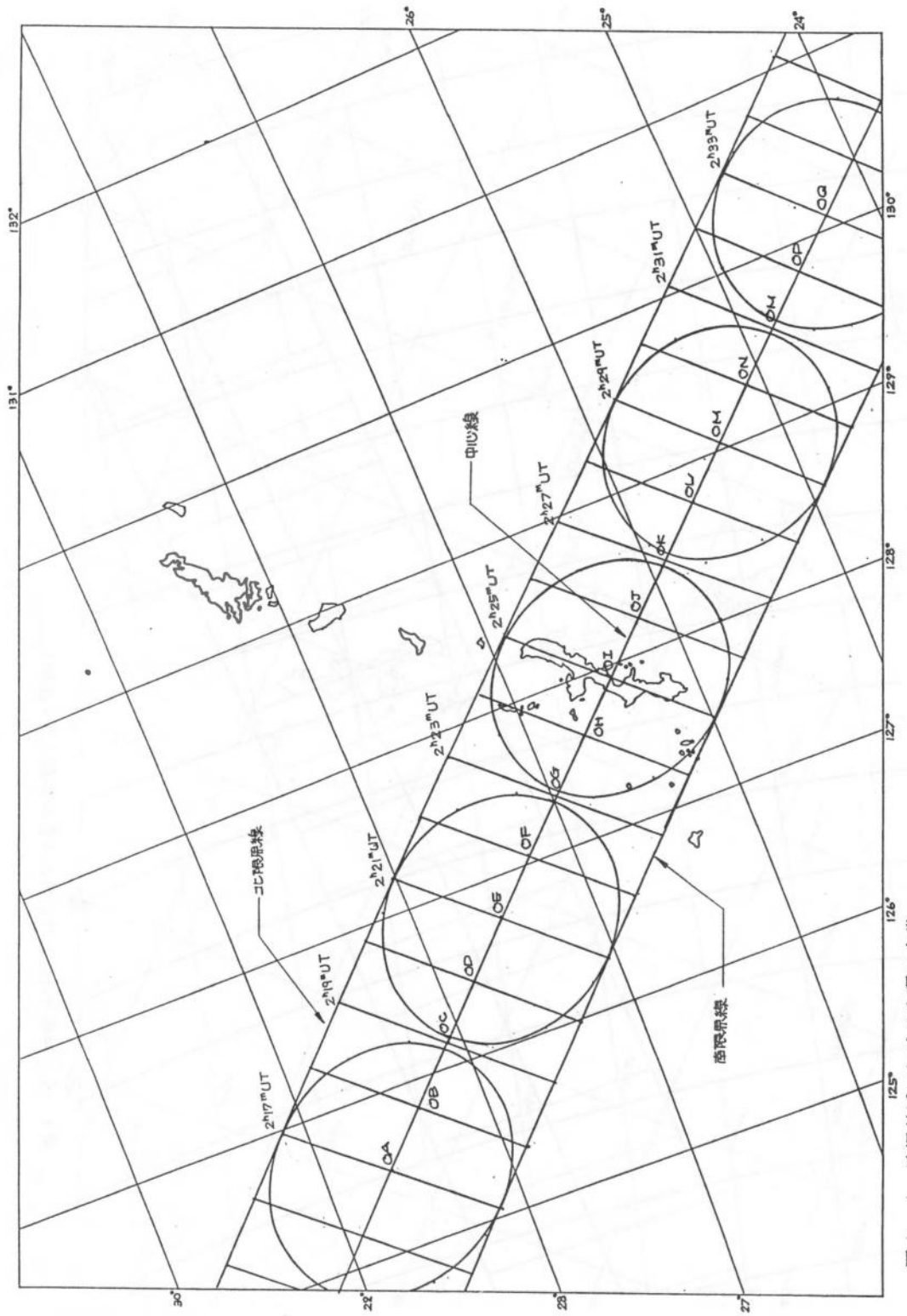


図1-4 沖縄付近における金環日食帯

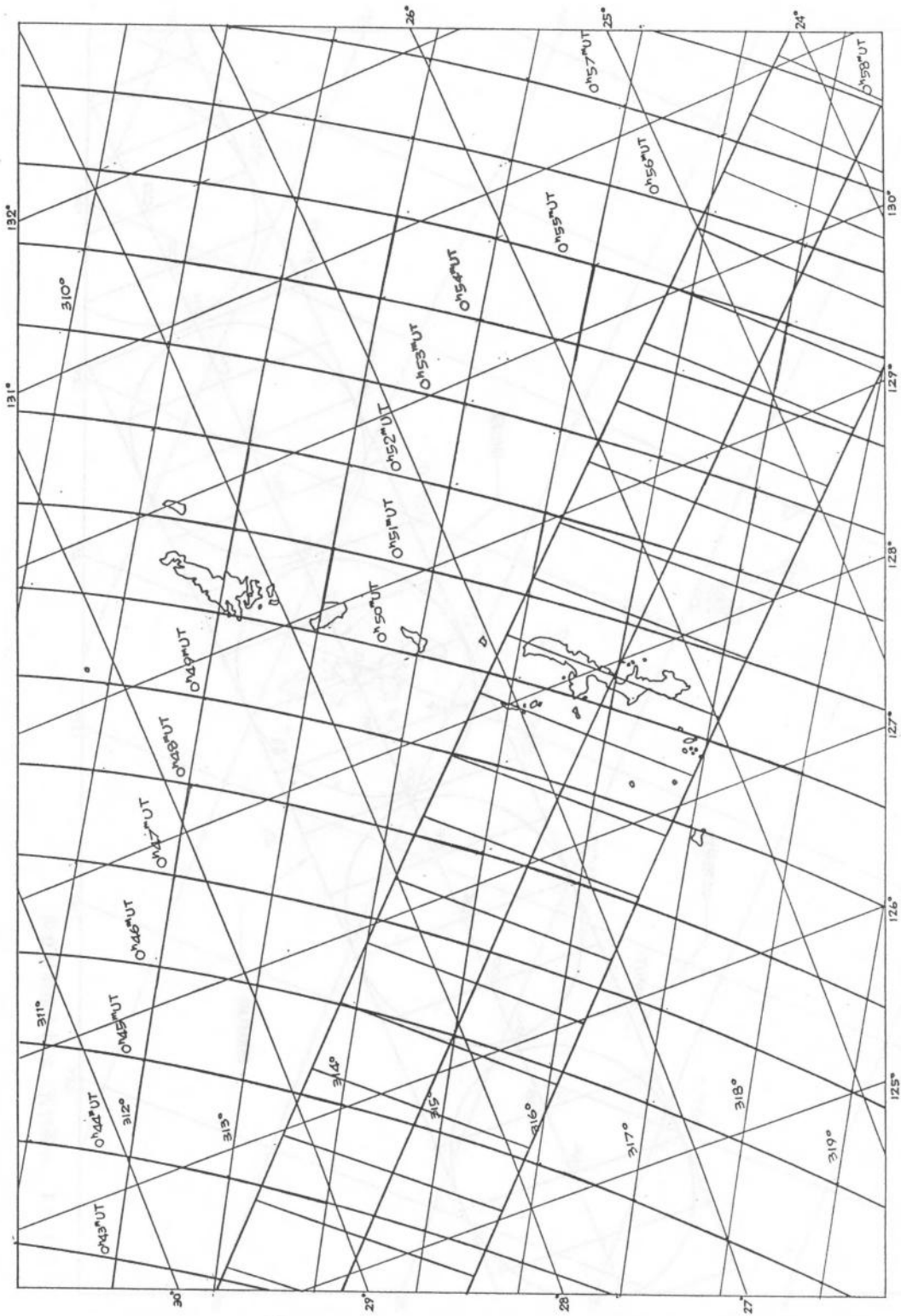


図1-5 沖縄付近における月の半影の移動(第1接触)

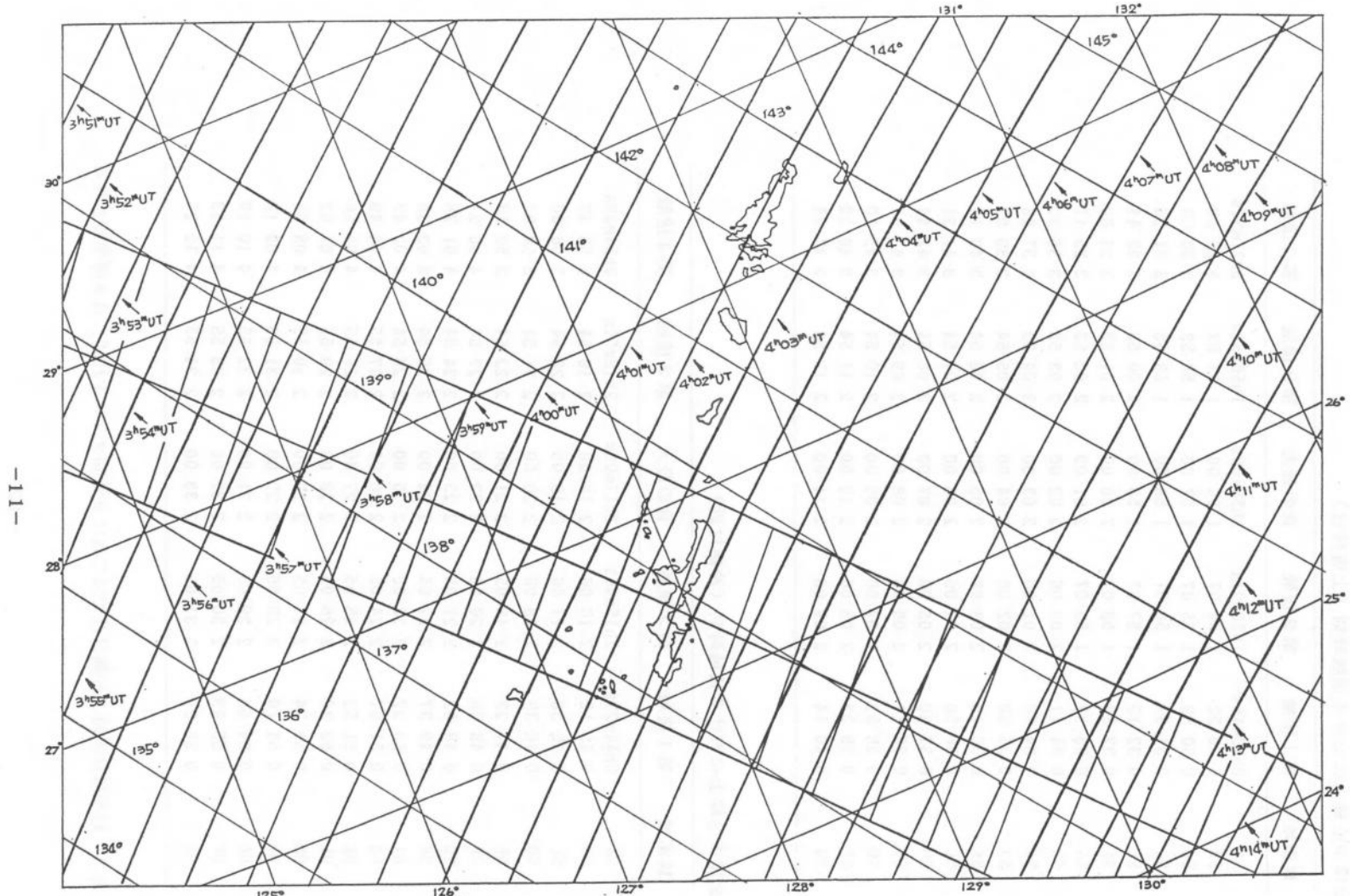


図1-6 沖縄付近における月の半影の移動 (第4接触)

金環中心線上における接触時刻（上海付近）

| 観測地 | 第1接触 | 第2接触 | 食の最大 | 第3接触 | 第4接触 |
|-----|----------|----------|----------|----------|----------|
| SA | 0h29m45s | 1h53m07s | 1h55m00s | 1h56m53s | 3h27m32s |
| SB | 0 30 22 | 1 54 07 | 1 56 00 | 1 57 53 | 3 28 50 |
| SC | 0 30 59 | 1 55 07 | 1 57 00 | 1 58 53 | 3 30 09 |
| SD | 0 31 37 | 1 56 07 | 1 58 00 | 1 59 53 | 3 31 26 |
| SE | 0 32 15 | 1 57 07 | 1 59 00 | 2 00 53 | 3 32 44 |
| SF | 0 32 53 | 1 58 07 | 2 00 00 | 2 01 53 | 3 34 00 |
| SG | 0 33 32 | 1 59 07 | 2 01 00 | 2 02 53 | 3 35 17 |
| SH | 0 34 11 | 2 00 06 | 2 02 00 | 2 03 53 | 3 36 32 |
| SI | 0 34 50 | 2 01 06 | 2 03 00 | 2 04 53 | 3 37 48 |
| SJ | 0 35 30 | 2 02 06 | 2 04 00 | 2 05 54 | 3 39 02 |
| SK | 0 36 10 | 2 03 06 | 2 05 00 | 2 06 54 | 3 40 17 |
| SL | 0 36 50 | 2 04 06 | 2 06 00 | 2 07 54 | 3 41 31 |
| SM | 0 37 30 | 2 05 06 | 2 07 00 | 2 08 54 | 3 42 44 |
| SN | 0 38 11 | 2 06 06 | 2 08 00 | 2 09 54 | 3 43 57 |
| SO | 0 38 52 | 2 07 06 | 2 09 00 | 2 10 54 | 3 45 10 |
| SP | 0 39 33 | 2 08 06 | 2 10 00 | 2 11 54 | 3 46 22 |
| SQ | 0 40 14 | 2 09 06 | 2 11 00 | 2 12 54 | 3 47 34 |

金環中心線上における接触時刻（沖縄付近）

| 観測地 | 第1接触 | 第2接触 | 食の最大 | 第3接触 | 第4接触 |
|-----|----------|----------|----------|----------|----------|
| OA | 0h44m29s | 2h15m06s | 2h17m00s | 2h18m54s | 3h54m38s |
| OB | 0 45 12 | 2 16 06 | 2 18 00 | 2 19 54 | 3 55 47 |
| OC | 0 45 56 | 2 17 06 | 2 19 00 | 2 20 54 | 3 56 56 |
| OD | 0 46 39 | 2 18 06 | 2 20 00 | 2 21 54 | 3 58 04 |
| OE | 0 47 23 | 2 19 05 | 2 21 00 | 2 22 54 | 3 59 13 |
| OF | 0 48 08 | 2 20 05 | 2 22 00 | 2 23 54 | 4 00 21 |
| OG | 0 48 52 | 2 21 05 | 2 23 00 | 2 24 54 | 4 01 28 |
| OH | 0 49 37 | 2 22 05 | 2 24 00 | 2 25 54 | 4 02 36 |
| OI | 0 50 22 | 2 23 05 | 2 25 00 | 2 26 54 | 4 03 43 |
| OJ | 0 51 07 | 2 24 05 | 2 26 00 | 2 27 55 | 4 04 49 |
| OK | 0 51 52 | 2 25 05 | 2 27 00 | 2 28 55 | 4 05 56 |
| OL | 0 52 38 | 2 26 05 | 2 28 00 | 2 29 55 | 4 07 02 |
| OM | 0 53 24 | 2 27 05 | 2 29 00 | 2 30 55 | 4 08 08 |
| ON | 0 54 10 | 2 28 05 | 2 30 00 | 2 31 55 | 4 09 13 |
| OO | 0 54 56 | 2 29 05 | 2 31 00 | 2 32 55 | 4 10 18 |
| OP | 0 55 43 | 2 30 05 | 2 32 00 | 2 33 55 | 4 11 23 |
| OQ | 0 56 29 | 2 31 05 | 2 33 00 | 2 34 55 | 4 12 28 |

表3 時刻は世界時、沖縄付近ではこれに9時間プラスすれば、日本標準時となる。

SAの第1接触であれば、0 h 29 m 8 UT程度と考えた方が無難である。表3と図1-1~図1-6までを利用して、中心線上における接触時刻を求めることができる。

● 上海・沖縄における局地予報

以下に上海（中心線上の南の地点）と、沖縄において、秦茂先生より依頼のあった各観測地点の局地予報を掲げる。このうち、上海と沖縄の平和公園については、コンピュータグラフィックスによる日食の見え方を示す。時刻は全て世界時であるので、沖縄については9時間をプラスすれば日本標準時となり、上海では8時間をプラスすれば現地時刻となる。

Qは位置角、Cは極頂角、Vは天頂方向角を表わし、Dは食分を示す。sdは地球の半径を1とし、月の半径を0.2723としたときの太陽の視半径であるが、これは作図のための情報である。hiはそれぞれの時刻における太陽高度、azは方位角で、北から東回りに測った値である。

なお、上海と平和公園における食の最大の状況を示す。黒い部分が太陽の光のもれている部分であるから、月の大きさが、太陽に対してかない小さいことが理解できるだろう。日食は、上海でも沖縄でも、午前中に始まる。

● 参考文献

- Explanatory Supplement to the Astronomical Ephemeris and the American Ephemeris and Nautical Almanac.
H.M. Nautical Almanac Office
- Mean element of the Principal Planets,
P.K. Seidelmann, L.E. Doggetc, M.R. Deluccia, A.J. Vol. 79,
No. 1, Jan. 1974.
- 天体位置表1987年版
- その他

Local circumstances of annular solar eclipse 1987 年 9 月 23 日

平和公園

longitude -127 d 43 m 30 s ,latitude 26 d 5 m 30 s ,height 0 m

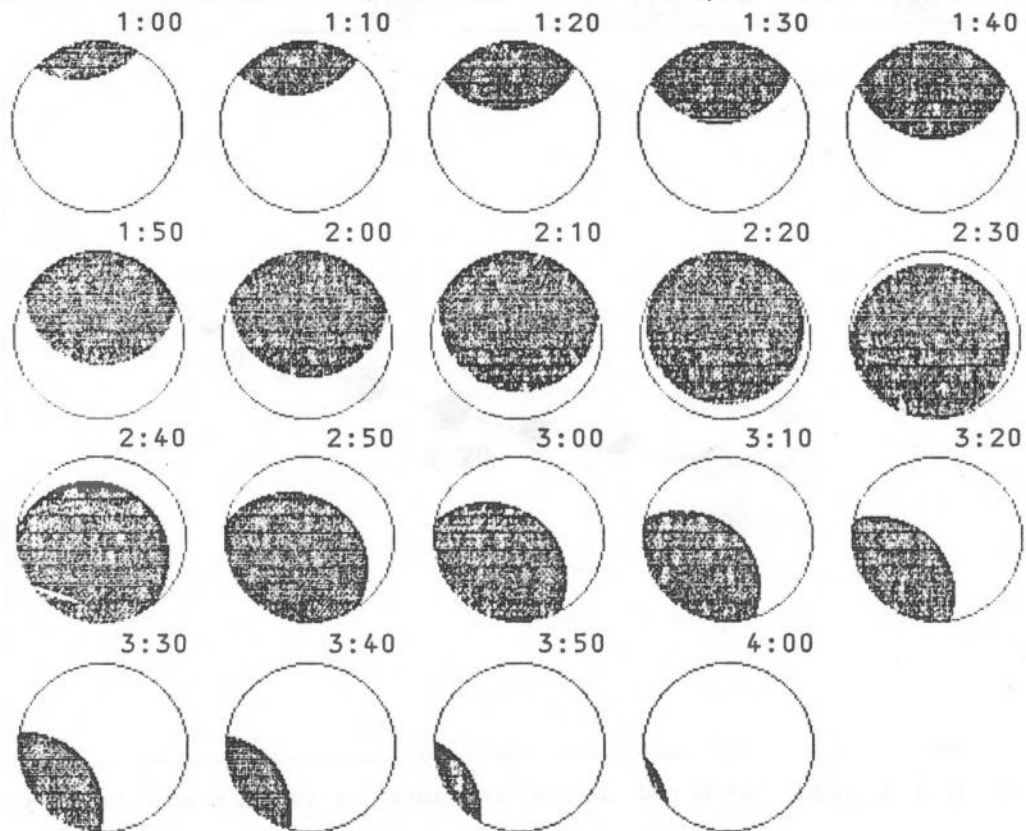
*** annular solar eclipse ***

| contact time (UT) | | Q | C | V | D | sd | hl | az |
|-------------------|---------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|
| | h m s | | | | | | | |
| first contact | 0 50 32 | 316.7 | 308.4 | 8.2 | 0.000 | 0.2840 | 45.32 | 119.30 |
| second contact | 2 23 43 | 174.5 | 332.7 | 201.7 | 0.962 | 0.2831 | 60.55 | 149.34 |
| third contact | 2 26 48 | 281.9 | 334.0 | 307.9 | 0.962 | 0.2831 | 60.90 | 150.75 |
| fourth contact | 4 4 7 | 138.2 | 20.7 | 117.6 | 0.000 | 0.2829 | 62.13 | 203.13 |
| maximum | 2 25 16 | 48.2 | 333.4 | 74.9 | 0.970 | 0.2831 | 60.73 | 150.04 |

duration 3 m 5 s

| U T | u | v | Q | C | V | D | sd | hl | az |
|-----|-----------|-----------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|
| | h m | | | | | | | | |
| 1 0 | -0.340676 | 0.365503 | 317.0 | 310.0 | 7.0 | 0.102 | 0.2839 | 47.15 | 121.47 |
| 10 | -0.297200 | 0.323171 | 317.4 | 311.8 | 5.6 | 0.208 | 0.2838 | 49.04 | 123.93 |
| 20 | -0.254654 | 0.280831 | 317.8 | 313.8 | 4.0 | 0.313 | 0.2837 | 50.87 | 126.57 |
| 30 | -0.212972 | 0.238481 | 318.2 | 316.1 | 2.2 | 0.418 | 0.2836 | 52.64 | 129.43 |
| 40 | -0.172090 | 0.196123 | 318.7 | 318.6 | 0.2 | 0.521 | 0.2835 | 54.33 | 132.52 |
| 50 | -0.131942 | 0.153757 | 319.4 | 321.3 | 358.1 | 0.624 | 0.2834 | 55.94 | 135.87 |
| 2 0 | -0.092460 | 0.111382 | 320.3 | 324.3 | 356.0 | 0.726 | 0.2833 | 57.45 | 139.50 |
| 10 | -0.053574 | 0.068999 | 322.2 | 327.7 | 354.5 | 0.827 | 0.2832 | 58.85 | 143.43 |
| 20 | -0.015214 | 0.026608 | 330.2 | 331.3 | 358.9 | 0.927 | 0.2832 | 60.12 | 147.68 |
| 30 | 0.022691 | -0.015791 | 124.8 | 335.3 | 149.6 | 0.932 | 0.2831 | 61.24 | 152.24 |
| 40 | 0.060214 | -0.058197 | 134.0 | 339.6 | 154.5 | 0.833 | 0.2831 | 62.20 | 157.12 |
| 50 | 0.097427 | -0.100610 | 135.9 | 344.1 | 151.8 | 0.734 | 0.2830 | 62.97 | 162.28 |
| 3 0 | 0.134405 | -0.143030 | 136.8 | 349.0 | 147.8 | 0.635 | 0.2830 | 63.55 | 167.69 |
| 10 | 0.171221 | -0.185457 | 137.3 | 354.0 | 143.3 | 0.536 | 0.2829 | 63.92 | 173.28 |
| 20 | 0.207950 | -0.227890 | 137.6 | 359.1 | 138.5 | 0.437 | 0.2829 | 64.07 | 178.98 |
| 30 | 0.244666 | -0.270328 | 137.9 | 4.2 | 133.6 | 0.338 | 0.2829 | 64.00 | 184.69 |
| 40 | 0.281444 | -0.312773 | 138.0 | 9.3 | 128.8 | 0.240 | 0.2829 | 63.70 | 190.33 |
| 50 | 0.318357 | -0.355222 | 138.1 | 14.2 | 124.0 | 0.140 | 0.2829 | 63.19 | 195.80 |
| 4 0 | 0.355482 | -0.397677 | 138.2 | 18.8 | 119.4 | 0.041 | 0.2829 | 62.48 | 201.05 |

Local circumstances of annular solar eclipse 1987年9月23日



annular eclipse

平和公園

long = -127° 43' 30"

lat = 26° 5' 30"

hi = 0 m

* CONTACT TIME *

1st = 0:50:32

2nd = 2:23:43

3rd = 2:26:48

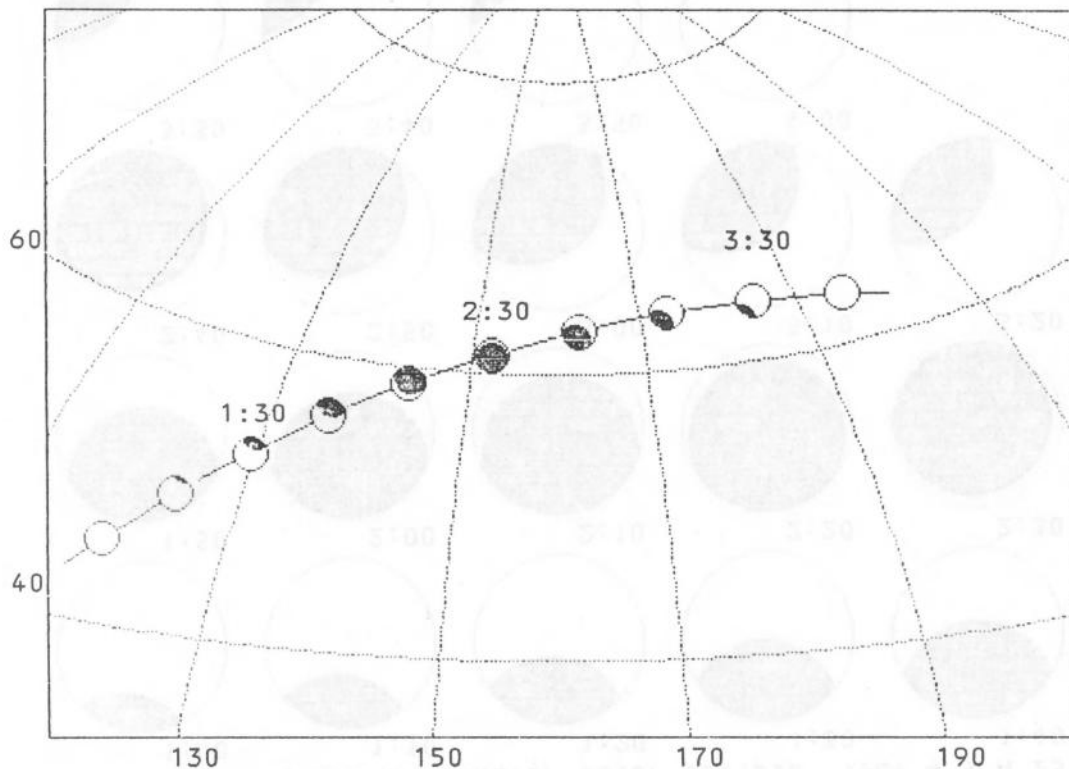
4th = 4: 4: 7

max = 2:25:16

dur = 3: 5

max.mag 0.970

Local circumstances of annular solar eclipse 1987年9月23日



annular eclipse

平和公園

long = -127° 43' 30"

lat = 26° 5' 30"

hi = 0 m

* CONTACT TIME *

1st = 0:50:32

2nd = 2:23:43

3rd = 2:26:48

4th = 4:4:7

max = 2:25:16

dur = 3:5

max.mag 0.970

Local circumstances of annular solar eclipse 1987 年 9 月 23 日

annular eclipse

平和公園

long = -127°43'30"

lat = 26° 5'30"

hi = 0 m

* CONTACT TIME *

1st = 0:50:32

2nd = 2:23:43

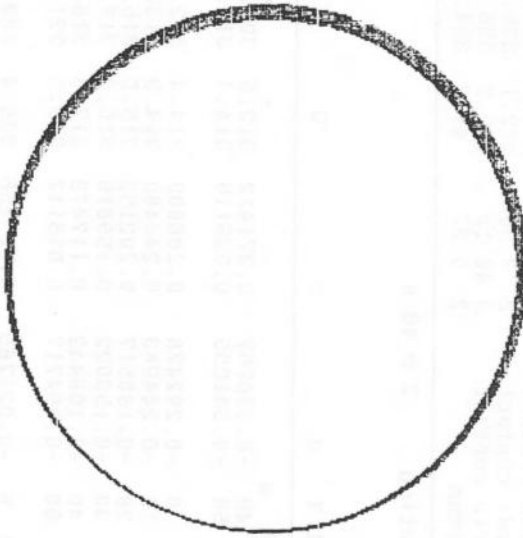
3rd = 2:26:48

4th = 4: 4: 7

max = 2:25:16

dur = 3: 5

max.mag 0.970



max. 2 h 25 m 16 s

Local circumstances of annular solar eclipse 1987 年 9 月 23 日

上海

longitude -121 d 28 m 0 s ,latitude 31 d 14 m 0 s ,height 0 m

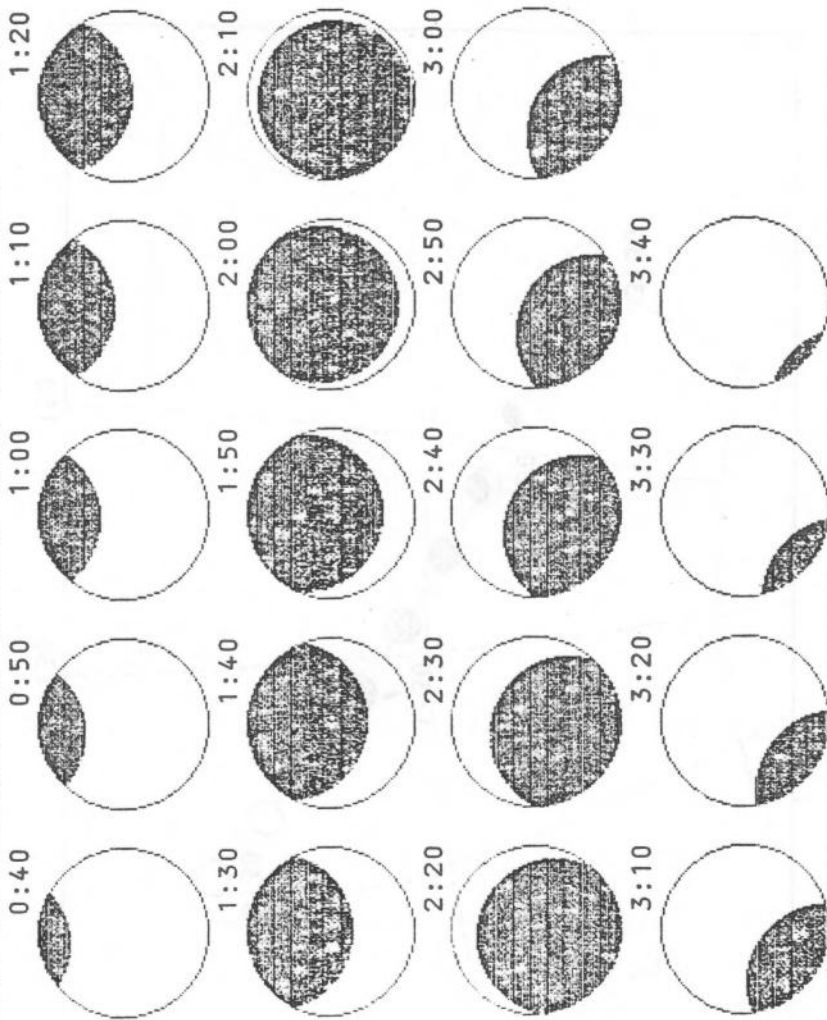
*** annular solar eclipse ***

| contact time (UT) | | Q | C | V | D | sd | hi | az |
|-------------------|---------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|
| | h. m s | | | | | | | |
| first contact | 0 37 5 | 313.4 | 309.3 | 4.1 | 0.000 | 0.2846 | 35.46 | 115.26 |
| second contact | 2 5 3 | 178.2 | 324.6 | 213.6 | 0.960 | 0.2836 | 50.70 | 137.29 |
| third contact | 2 7 50 | 272.1 | 325.2 | 306.8 | 0.960 | 0.2836 | 51.09 | 138.19 |
| fourth contact | 3 42 12 | 136.0 | 358.1 | 137.9 | 0.000 | 0.2831 | 58.91 | 177.77 |
| maximum | 2 6 27 | 45.2 | 324.9 | 80.3 | 0.966 | 0.2836 | 50.90 | 137.74 |

duration 2 m 46 s

| U T | u | v | Q | C | V | D | sd | hi | az |
|------|-----------|-----------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|
| h m | | | | | | | | | |
| 0 40 | -0.390767 | 0.371412 | 313.5 | 309.7 | 3.9 | 0.034 | 0.2846 | 36.03 | 115.83 |
| 50 | -0.341055 | 0.329110 | 314.0 | 310.9 | 3.1 | 0.148 | 0.2844 | 37.93 | 117.86 |
| 1 0 | -0.292478 | 0.286800 | 314.4 | 312.2 | 2.2 | 0.260 | 0.2843 | 39.80 | 119.99 |
| 10 | -0.244983 | 0.244480 | 314.9 | 313.7 | 1.3 | 0.372 | 0.2842 | 41.63 | 122.24 |
| 20 | -0.198517 | 0.202152 | 315.5 | 315.3 | 0.2 | 0.482 | 0.2841 | 43.41 | 124.62 |
| 30 | -0.153022 | 0.159815 | 316.2 | 317.0 | 359.2 | 0.591 | 0.2840 | 45.14 | 127.14 |
| 40 | -0.108442 | 0.117470 | 317.3 | 318.9 | 358.3 | 0.699 | 0.2838 | 46.82 | 129.82 |
| 50 | -0.064717 | 0.075117 | 319.3 | 321.0 | 358.2 | 0.806 | 0.2837 | 48.42 | 132.66 |
| 2 0 | -0.021785 | 0.032756 | 326.4 | 323.3 | 3.1 | 0.911 | 0.2837 | 49.95 | 135.69 |
| 10 | 0.020415 | -0.009614 | 115.2 | 325.8 | 149.4 | 0.940 | 0.2836 | 51.40 | 138.91 |
| 20 | 0.061948 | -0.051991 | 130.0 | 328.5 | 161.5 | 0.838 | 0.2835 | 52.76 | 142.33 |
| 30 | 0.102880 | -0.094375 | 132.5 | 331.4 | 161.1 | 0.735 | 0.2834 | 54.01 | 145.96 |
| 40 | 0.143277 | -0.136767 | 133.7 | 334.5 | 159.1 | 0.632 | 0.2833 | 55.14 | 149.80 |
| 50 | 0.183206 | -0.179166 | 134.4 | 337.9 | 156.5 | 0.529 | 0.2833 | 56.15 | 153.86 |
| 3 0 | 0.222737 | -0.221572 | 134.9 | 341.4 | 153.4 | 0.427 | 0.2832 | 57.02 | 158.12 |
| 10 | 0.261937 | -0.263984 | 135.2 | 345.2 | 150.1 | 0.326 | 0.2832 | 57.73 | 162.56 |
| 20 | 0.300877 | -0.306402 | 135.5 | 349.1 | 146.5 | 0.224 | 0.2831 | 58.29 | 167.17 |
| 30 | 0.339627 | -0.348827 | 135.8 | 353.1 | 142.7 | 0.123 | 0.2831 | 58.68 | 171.89 |
| 40 | 0.378258 | -0.391257 | 136.0 | 357.2 | 138.8 | 0.022 | 0.2831 | 58.89 | 176.70 |

Local circumstances of annular solar eclipse 1987年9月23日



annular eclipse

上海

long = -121°28' 0"

lat = 31°14' 0"

hi = 0 m

* CONTACT TIME *

1st = 0:37: 5

2nd = 2: 5: 3

3rd = 2: 7:50

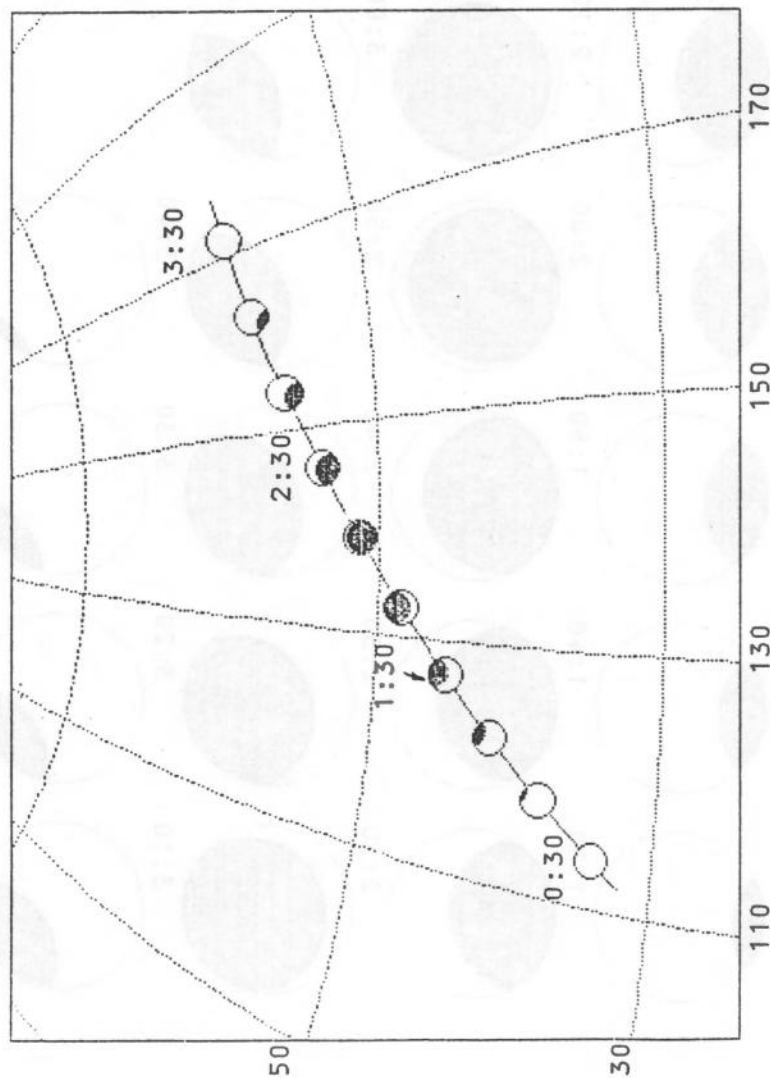
4th = 3:42:12

max = 2: 6:27

dur = 2:46

max.mag 0.966

Local circumstances of annular solar eclipse 1987年9月23日



annular eclipse

上海

long = $-121^{\circ}28' 0''$

lat = $31^{\circ}14' 0''$

hi = 0 m

* CONTACT TIME *

1st = 0:37: 5

2nd = 2: 5: 3

3rd = 2: 7: 50

4th = 3:42:12

max = 2: 6: 27

dur = 2:46

max.mag 0.966

Local circumstances of annular solar eclipse 1987年9月23日

annular eclipse

上海

long = -121°28' 0"

lat = 31°14' 0"

hi = 0 m

* CONTACT TIME *

1st = 0:37: 5

2nd = 2: 5: 3

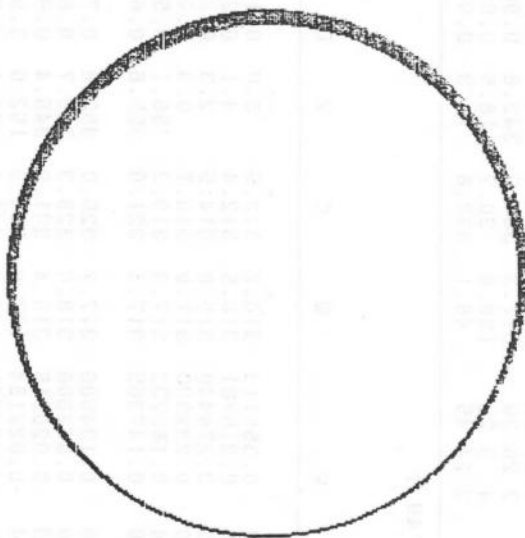
3rd = 2: 7:50

4th = 3:42:12

max = 2: 6:27

dur = 2:46

max.mag 0.966



max. 2 h 6 m 27 s

Local circumstances of annular solar eclipse 1987 年 9 月 23 日

万座毛

longitude -127 d 51 m 6 s ,latitude 26 d 30 m 6 s ,height 0 m

*** annular solar eclipse ***

| contact time (UT) | | Q | C | V | D | sd | hl | az |
|-------------------|---------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|
| | h m s | | | | | | | |
| first contact | 0 50 10 | 315.9 | 309.0 | 7.0 | 0.000 | 0.2840 | 45.14 | 119.70 |
| second contact | 2 22 50 | 138.9 | 333.0 | 165.9 | 0.962 | 0.2832 | 60.15 | 149.54 |
| third contact | 2 26 39 | 317.3 | 334.5 | 342.8 | 0.962 | 0.2831 | 60.58 | 151.27 |
| fourth contact | 4 3 26 | 138.8 | 20.2 | 118.5 | 0.000 | 0.2829 | 61.77 | 202.75 |
| maximum | 2 24 45 | 48.1 | 333.8 | 74.3 | 0.981 | 0.2831 | 60.37 | 150.40 |

duration 3 m 49 s

| U T | u | v | Q | C | V | D | sd | hl | az | |
|-----|-----|-----------|-----------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|
| | h m | | | | | | | | | |
| 1 | 0 | -0.344120 | 0.359113 | 316.2 | 310.6 | 5.6 | 0.106 | 0.2839 | 47.03 | 121.97 |
| | 10 | -0.300579 | 0.316781 | 316.5 | 312.4 | 4.1 | 0.212 | 0.2838 | 48.90 | 124.45 |
| | 20 | -0.257960 | 0.274440 | 316.8 | 314.5 | 2.3 | 0.318 | 0.2837 | 50.71 | 127.11 |
| | 30 | -0.216200 | 0.232090 | 317.0 | 316.7 | 0.3 | 0.422 | 0.2836 | 52.46 | 129.99 |
| | 40 | -0.175234 | 0.189732 | 317.3 | 319.2 | 358.1 | 0.526 | 0.2835 | 54.14 | 133.10 |
| | 50 | -0.134996 | 0.147365 | 317.5 | 321.9 | 355.6 | 0.629 | 0.2834 | 55.72 | 136.47 |
| 2 | 0 | -0.095418 | 0.104989 | 317.7 | 325.0 | 352.8 | 0.731 | 0.2833 | 57.21 | 140.11 |
| | 10 | -0.056430 | 0.062606 | 318.0 | 328.3 | 349.7 | 0.832 | 0.2832 | 58.58 | 144.04 |
| | 20 | -0.017963 | 0.020215 | 318.4 | 331.9 | 346.4 | 0.933 | 0.2832 | 59.83 | 148.28 |
| | 30 | 0.020054 | -0.022184 | 137.9 | 335.9 | 162.0 | 0.928 | 0.2831 | 60.93 | 152.83 |
| | 40 | 0.057695 | -0.064590 | 138.2 | 340.1 | 158.1 | 0.828 | 0.2831 | 61.86 | 157.67 |
| | 50 | 0.095030 | -0.107004 | 138.4 | 344.6 | 153.7 | 0.729 | 0.2830 | 62.62 | 162.79 |
| 3 | 0 | 0.132135 | -0.149424 | 138.5 | 349.4 | 149.1 | 0.630 | 0.2830 | 63.18 | 168.14 |
| | 10 | 0.169082 | -0.191851 | 138.6 | 354.3 | 144.3 | 0.530 | 0.2830 | 63.53 | 173.66 |
| | 20 | 0.205946 | -0.234284 | 138.7 | 359.4 | 139.3 | 0.431 | 0.2829 | 63.66 | 179.28 |
| | 30 | 0.242801 | -0.276722 | 138.7 | 4.4 | 134.3 | 0.332 | 0.2829 | 63.58 | 184.91 |
| | 40 | 0.279721 | -0.319167 | 138.8 | 9.3 | 129.4 | 0.233 | 0.2829 | 63.28 | 190.46 |
| | 50 | 0.316781 | -0.361616 | 138.8 | 14.2 | 124.6 | 0.134 | 0.2829 | 62.76 | 195.85 |
| 4 | 0 | 0.354054 | -0.404071 | 138.8 | 18.7 | 120.0 | 0.034 | 0.2829 | 62.05 | 201.03 |

Local circumstances of annular solar eclipse 1987 年 9 月 23 日

那霸市

longitude -127 d 40 m 0 s ,latitude 26 d 13 m 0 s ,height 0 m

*** annular solar eclipse ***

| contact time (UT) | h | m | s | Q | C | V | D | sd | hl | az |
|-------------------|---|----|----|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|
| first contact | 0 | 50 | 17 | 316.5 | 308.5 | 8.0 | 0.000 | 0.2840 | 45.16 | 119.31 |
| second contact | 2 | 23 | 18 | 169.2 | 332.6 | 196.6 | 0.962 | 0.2831 | 60.37 | 149.16 |
| third contact | 2 | 26 | 34 | 287.0 | 333.9 | 313.1 | 0.962 | 0.2831 | 60.74 | 150.64 |
| fourth contact | 4 | 3 | 44 | 138.3 | 20.3 | 118.0 | 0.000 | 0.2829 | 62.07 | 202.73 |
| maximum | 2 | 24 | 56 | 48.2 | 333.3 | 74.9 | 0.971 | 0.2831 | 60.55 | 149.90 |

duration 3 m 16 s

| U T | u | v | Q | C | V | D | sd | hl | az |
|-----|-----------|-----------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|
| h m | | | | | | | | | |
| 1 0 | -0.340487 | 0.363549 | 316.9 | 310.1 | 6.8 | 0.105 | 0.2839 | 47.04 | 121.53 |
| 10 | -0.296954 | 0.321218 | 317.2 | 311.9 | 5.3 | 0.211 | 0.2838 | 48.92 | 123.99 |
| 20 | -0.254350 | 0.278877 | 317.6 | 314.0 | 3.7 | 0.316 | 0.2837 | 50.75 | 126.63 |
| 30 | -0.212613 | 0.236528 | 318.0 | 316.2 | 1.9 | 0.421 | 0.2836 | 52.52 | 129.49 |
| 40 | -0.171676 | 0.194170 | 318.5 | 318.7 | 359.9 | 0.524 | 0.2835 | 54.21 | 132.58 |
| 50 | -0.131474 | 0.151804 | 319.1 | 321.4 | 357.7 | 0.627 | 0.2834 | 55.81 | 135.92 |
| 2 0 | -0.091938 | 0.109429 | 320.0 | 324.4 | 355.6 | 0.729 | 0.2833 | 57.32 | 139.54 |
| 10 | -0.053000 | 0.067046 | 321.7 | 327.7 | 354.0 | 0.830 | 0.2832 | 58.72 | 143.46 |
| 20 | -0.014588 | 0.024655 | 329.4 | 331.3 | 358.0 | 0.930 | 0.2832 | 59.98 | 147.69 |
| 30 | 0.023367 | -0.017744 | 127.2 | 335.3 | 151.9 | 0.929 | 0.2831 | 61.10 | 152.24 |
| 40 | 0.060939 | -0.060149 | 134.6 | 339.6 | 155.1 | 0.830 | 0.2831 | 62.06 | 157.10 |
| 50 | 0.098200 | -0.102562 | 136.2 | 344.1 | 152.1 | 0.731 | 0.2830 | 62.84 | 162.24 |
| 3 0 | 0.135224 | -0.144982 | 137.0 | 348.9 | 148.1 | 0.632 | 0.2830 | 63.42 | 167.62 |
| 10 | 0.172085 | -0.187409 | 137.4 | 353.9 | 143.6 | 0.533 | 0.2830 | 63.79 | 173.18 |
| 20 | 0.208857 | -0.229841 | 137.7 | 359.0 | 138.8 | 0.434 | 0.2829 | 63.94 | 178.85 |
| 30 | 0.245614 | -0.272280 | 137.9 | 4.1 | 133.9 | 0.335 | 0.2829 | 63.88 | 184.54 |
| 40 | 0.282431 | -0.314724 | 138.1 | 9.1 | 129.0 | 0.236 | 0.2829 | 63.59 | 190.15 |
| 50 | 0.319382 | -0.357173 | 138.2 | 14.0 | 124.2 | 0.137 | 0.2829 | 63.08 | 195.61 |
| 4 0 | 0.356542 | -0.399628 | 138.3 | 18.6 | 119.6 | 0.037 | 0.2829 | 62.38 | 200.85 |

Local circumstances of annular solar eclipse 1987 年 9 月 23 日

万座ビーチと瀬戸垣ビーチの間

longitude -127 d 52 m 6 s ,latitude 26 d 30 m 12 s ,height 0 m

*** annular solar eclipse ***

| contact time (UT) | | Q | C | V | D | sd | hi | az |
|-------------------|---------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|
| | h m s | ° | ° | ° | | | ° | ° |
| first contact | 0 50 11 | 315.9 | 309.0 | 6.9 | 0.000 | 0.2840 | 45.16 | 119.72 |
| second contact | 2 22 52 | 137.8 | 333.1 | 164.8 | 0.962 | 0.2832 | 60.16 | 149.58 |
| third contact | 2 26 41 | 318.4 | 334.6 | 343.8 | 0.962 | 0.2831 | 60.58 | 151.31 |
| fourth contact | 4 3 27 | 138.8 | 20.3 | 118.5 | 0.000 | 0.2829 | 61.76 | 202.79 |
| maximum | 2 24 46 | 228.2 | 333.8 | 254.4 | 0.981 | 0.2831 | 60.38 | 150.44 |

duration 3 m 49 s

| U T | u | v | Q | C | V | D | sd | hi | az |
|-----|-----|-----------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|
| | h m | | ° | ° | ° | | | ° | ° |
| 1 | 0 | -0.344340 | 316.2 | 310.6 | 5.6 | 0.106 | 0.2839 | 47.04 | 121.98 |
| | 10 | -0.300805 | 316.5 | 312.5 | 4.0 | 0.212 | 0.2838 | 48.91 | 124.46 |
| | 20 | -0.258192 | 316.7 | 314.5 | 2.3 | 0.318 | 0.2837 | 50.73 | 127.13 |
| | 30 | -0.216437 | 317.0 | 316.7 | 0.3 | 0.422 | 0.2836 | 52.47 | 130.01 |
| | 40 | -0.175475 | 317.2 | 319.2 | 358.0 | 0.526 | 0.2835 | 54.15 | 133.13 |
| | 50 | -0.135241 | 317.5 | 322.0 | 355.5 | 0.628 | 0.2834 | 55.73 | 136.49 |
| 2 | 0 | -0.095667 | 317.7 | 325.0 | 352.7 | 0.731 | 0.2833 | 57.22 | 140.13 |
| | 10 | -0.056682 | 317.8 | 328.3 | 349.5 | 0.832 | 0.2832 | 58.59 | 144.07 |
| | 20 | -0.018218 | 317.9 | 332.0 | 346.0 | 0.933 | 0.2832 | 59.83 | 148.31 |
| | 30 | 0.019797 | 138.3 | 335.9 | 162.4 | 0.928 | 0.2831 | 60.93 | 152.86 |
| | 40 | 0.057436 | 138.4 | 340.2 | 158.2 | 0.829 | 0.2831 | 61.87 | 157.71 |
| | 50 | 0.094770 | 138.5 | 344.7 | 153.8 | 0.729 | 0.2830 | 62.62 | 162.83 |
| 3 | 0 | 0.131874 | 138.6 | 349.4 | 149.1 | 0.630 | 0.2830 | 63.18 | 168.18 |
| | 10 | 0.168821 | 138.7 | 354.4 | 144.3 | 0.531 | 0.2830 | 63.53 | 173.70 |
| | 20 | 0.205686 | 138.7 | 359.4 | 139.3 | 0.432 | 0.2829 | 63.66 | 179.32 |
| | 30 | 0.242541 | 138.8 | 4.4 | 134.3 | 0.333 | 0.2829 | 63.57 | 184.94 |
| | 40 | 0.279463 | 138.8 | 9.4 | 129.4 | 0.233 | 0.2829 | 63.27 | 190.49 |
| | 50 | 0.316524 | 138.8 | 14.2 | 124.6 | 0.134 | 0.2829 | 62.76 | 195.89 |
| 4 | 0 | 0.353799 | 138.8 | 18.8 | 120.0 | 0.034 | 0.2829 | 62.05 | 201.06 |

Local circumstances of annular solar eclipse 1987 年 9 月 23 日

万座ビーチホテル東

longitude -127 d 51 m 42 s ,latitude 26 d 30 m 24 s ,height 0 m

*** annular solar eclipse ***

| contact time (UT) | | Q | C | V | D | sd | hl | az |
|-------------------|---------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|
| | h m s | | | | | | | |
| first contact | 0 50 11 | 315.9 | 309.0 | 6.9 | 0.000 | 0.2840 | 45.15 | 119.71 |
| second contact | 2 22 50 | 138.0 | 333.0 | 165.0 | 0.962 | 0.2832 | 60.16 | 149.56 |
| third contact | 2 26 40 | 318.2 | 334.5 | 343.7 | 0.962 | 0.2831 | 60.58 | 151.30 |
| fourth contact | 4 3 26 | 138.8 | 20.3 | 118.5 | 0.000 | 0.2829 | 61.76 | 202.77 |
| maximum | 2 24 45 | 228.1 | 333.8 | 254.3 | 0.981 | 0.2831 | 60.37 | 150.42 |

duration 3 m 49 s

| U T | u | v | Q | C | V | D | sd | hl | az |
|-----|-----------|-----------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|
| h m | | | | | | | | | |
| 1 0 | -0.344270 | 0.359035 | 316.2 | 310.6 | 5.6 | 0.106 | 0.2839 | 47.03 | 121.98 |
| 10 | -0.300731 | 0.316703 | 316.5 | 312.5 | 4.0 | 0.212 | 0.2838 | 48.91 | 124.46 |
| 20 | -0.258115 | 0.274362 | 316.7 | 314.5 | 2.3 | 0.318 | 0.2837 | 50.72 | 127.13 |
| 30 | -0.216356 | 0.232013 | 317.0 | 316.7 | 0.3 | 0.422 | 0.2836 | 52.47 | 130.01 |
| 40 | -0.175392 | 0.189654 | 317.2 | 319.2 | 358.0 | 0.526 | 0.2835 | 54.14 | 133.12 |
| 50 | -0.135155 | 0.147287 | 317.5 | 322.0 | 355.5 | 0.629 | 0.2834 | 55.73 | 136.49 |
| 2 0 | -0.095578 | 0.104912 | 317.7 | 325.0 | 352.7 | 0.731 | 0.2833 | 57.21 | 140.13 |
| 10 | -0.056591 | 0.062528 | 317.9 | 328.3 | 349.5 | 0.832 | 0.2832 | 58.58 | 144.06 |
| 20 | -0.018124 | 0.020137 | 318.0 | 332.0 | 346.1 | 0.933 | 0.2832 | 59.83 | 148.30 |
| 30 | 0.019893 | -0.022262 | 138.2 | 335.9 | 162.3 | 0.928 | 0.2831 | 60.93 | 152.85 |
| 40 | 0.057534 | -0.064668 | 138.3 | 340.1 | 158.2 | 0.828 | 0.2831 | 61.86 | 157.69 |
| 50 | 0.094870 | -0.107082 | 138.5 | 344.7 | 153.8 | 0.729 | 0.2830 | 62.61 | 162.81 |
| 3 0 | 0.131976 | -0.149502 | 138.6 | 349.4 | 149.1 | 0.630 | 0.2830 | 63.17 | 168.17 |
| 10 | 0.168924 | -0.191929 | 138.6 | 354.4 | 144.3 | 0.531 | 0.2830 | 63.52 | 173.69 |
| 20 | 0.205790 | -0.234361 | 138.7 | 359.4 | 139.3 | 0.431 | 0.2829 | 63.66 | 179.30 |
| 30 | 0.242646 | -0.276800 | 138.8 | 4.4 | 134.4 | 0.332 | 0.2829 | 63.57 | 184.93 |
| 40 | 0.279569 | -0.319245 | 138.8 | 9.4 | 129.4 | 0.233 | 0.2829 | 63.27 | 190.48 |
| 50 | 0.316631 | -0.361694 | 138.8 | 14.2 | 124.6 | 0.134 | 0.2829 | 62.76 | 195.87 |
| 4 0 | 0.353907 | -0.404149 | 138.8 | 18.7 | 120.0 | 0.034 | 0.2829 | 62.04 | 201.05 |