

# 日本中世の日月食データの吟味と 地球自転

相馬 充, 谷川清隆 (国立天文台),  
河鱒公昭 (名古屋大学名誉教授), 今江廣道 (元國学院大学教授)

## Examination of the eclipse records of Japanese medieval times and the Earth's rotation

Mitsuru SÔMA<sup>1</sup>, Kiyotaka TANIKAWA<sup>1</sup>,  
Kin-aki KAWABATA<sup>2</sup>, Hiromichi IMAE<sup>3</sup>

<sup>1</sup> National Astronomical Observatory, somamt@cc.nao.ac.jp, tanikawa.ky@nao.ac.jp

<sup>2</sup> Nagoya University (Emeritus Prof.), kawabata-nagoya@jcom.home.ne.jp

<sup>3</sup> Kokugakuin University (Retired Prof.)

### Abstract

Timed records of solar and lunar eclipses were written in many medieval Japanese books. The present article examines those in the 9–12 centuries for studying the earth's rotation. Recordings of timed data of solar and lunar eclipses started in the 9th century in Japan. Because the moon was in the penumbral area of the earth's shadow in many of lunar eclipses recorded in Japanese books, the definition of the time of the beginning and the end of eclipses is not clear cut and then we can't use them for studies of the earth's rotation. The time of the beginning of solar eclipses written by predictions was very early comparing with the true values in all the cases and then these are not suitable to use for our studies.

The predicted time of the maximum and the end for solar eclipses in the 10th century are confirmed to be those in Kyoto. The eclipses were actually observed at the predicted time in Kyoto as we can confirm from these books.

In the 11th – 12th centuries, the predicted

time of the maximum and the end of solar eclipses were, curiously, those in China and then observed eclipses were different from the prediction in Kyoto. In cases of solar eclipses predicted to end before the sunrise in China, Japanese book sometimes recorded that the predictor did not report to the authorized office of the Government because the event was nighttime eclipse and that the solar eclipse was observed at the time of sunrise contradicting the prediction. In cases of solar eclipses predicted to occur just before the sunset in China, Japanese books sometimes recorded predicted time of the beginning, the maximum, and the end in China as those in Kyoto and that the solar eclipse did not occur contradicting the prediction.

### 1 序

望遠鏡のない時代の日月食の観測や星食の観測記録は、個々に見ると精度は悪いが、現在の時間距離が長いので、地球自転変動や月軌道の永年変化に関して有用な情報を与えてくれる。古代のバビロニア・ギリシャ・アラ



図 1: 日食の計算誤差

ピアの日月食が時刻付きで記録されているのに対し、中国の日月食記録では大部分に時刻が記載されていない。この事実の反映がヨーロッパに於ける日月食の研究は時刻を用いた研究が多い。これに対し、わが国に於ける日月食研究では時刻を問題にしたものが非常に少ない。時刻を記録した日食が中国史書に始めて記録されたのは我々が知る限りでは隋書(開皇六年十月晦丁丑, 586/12/16)であるが、渡邊(1979)や斉藤・小沢(1992)からは脱落している。

神田 茂著「日本天文史料」には、時刻の記載された日食や月食の記録が多数掲載されている。これらの時刻が観測に基づくものであれば、過去の地球回転の研究に大きな寄与がある。予測の記録から予測方法の検定が可能である。そこで、本論文ではわが国の日月食史料の時刻記録利用の可能性を探る為のデータ検証を行った。斉藤国治氏はその著書「国史国文に現れる天文記録の検証」並びに「中国古代天文記録の検証」(小沢賢二氏との共著)において、「日本天文史料」に取り上げられた月星接近や中国・日本の史書にある日月食を吟味し、記録の信憑性、現象に拘った惑星や星の同定を行っている。残念なことに、斉藤氏が1952年の国際天文学連合総会で採択された暦表時の地球自転永年減速率と比べて大分大きい地球自転減速率を用いていること・地球の慣性能率の変化を考慮していない事から氏の計算は誤差が非常に大きい。

図 1 は日食を例にした誤差要因の説明図である。日食は太陽と地球の間に月が入った場合に起こることは今更説明を要しない。日食の状況を計算により算出する場合には、次の二つの誤差要因が挙げられる。

1. 地球の回転角 この誤差を表すのに現在では天体の運行の計算に使えるニュートンの力学第 3 法則により定義された力学時

TT と地球の回転角を表す世界時 UT の差  $\Delta T = TT - UT$  が使われている。この誤差は潮汐による地球の回転速度の減少と慣性能率の変動による地球の自転速度の変化の二つの原因に起因する。

2. 月の公転角 潮汐効果による地球の自転速度の減少は、角運動量保存の法則により月の公転角運動量の増加、公転角運動量の増加に伴った月の地球からの距離の増加、地球からの距離の増加に伴った月の公転速度の減少により生ずる。月公転速度の増加率を潮汐項と呼び、現在ではアポロ 11 号の月面着陸に際し月面に設置された反射鏡を用いた月距離のレーザー測距から導かれる。

従って日月食・星食の計算に考慮する必要のある物理量は潮汐効果と慣性能率の変化の二つである。潮汐効果を表すパラメータは月黄経の潮汐項であるが、この量は過去 3000 年程度の範囲では有意な変化はしていないと考えられるから一つのパラメータを与えればすむ。慣性能率も短期間の中に急激に変化する量では無いが、100 - 200 年経過すると日月食や星食の見え方に大きな差を生ずる程変化することに留意しなければならない。

近世に於ける日月食の研究は Hansen (1857), Oppolzer (1887) に始まると言って良いであろう。小倉伸吉 (1916) や渡邊敏夫 (1979) の解説もこれらの論文の紹介から始まっている。これらの初期の日月食の研究では地球回転の潮汐効果による減速を月黄経の永年加速から調べようとしていたので、月の公転角と地球の自転角の差だけを問題にしていた。従ってパラメータは地球回転の潮汐効果による減速一つだけである。地球回転の潮汐効果による減速率は急激には変化しないと考えられるので、歴史的年代を考える限り、パラメータ一つの値を決めれば良い筈であった。

この点に初めて疑問を投げかけたのは Cowell (1905, 1906a, 1906b, 1907) で、図 1 には書かれていないバックの恒星に対する太陽や春分点の運行にも永年加速が有る事から、これらの数値の辻褄を合わせるには上記の二つの要素を考慮する必要性が有ることを示唆している。

表 1: 地球自転の永年減速率  $q$  ( $\text{sec}/\text{cy}^2$ )

著者	$q$
Fotheringham	36.8
Schoch	33.7
Spencer Jones	29.9
曆表時	29.949
Stephenson	31

この研究に刺激されて Fotheringham (1920) は月及び太陽の対恒星永年加速として  $10''.8/\text{cy}^2$ ,  $1''.5/\text{cy}^2$  を得た. この太陽黄経の永年加速は地球の自転速度の減速によるものと考えられるから, 月黄経にはこの値に 1 恒星年と 1 恒星月の比 13.4 倍の  $20''.1/\text{cy}^2$  の永年加速が生じることになる. これに惑星の重力に起因する地球軌道の離心率の減少に伴った月黄経の永年加速  $6''.0/\text{cy}^2$  を加えた  $26''.1/\text{cy}^2$  が理論的な月黄経の対恒星永年加速となる. Fotheringham が得た月黄経の観測的永年加速は  $10''.8/\text{cy}^2$  だから,  $O - C = -15''.3/\text{cy}^2$  が潮汐項になる. 以来地球回転の研究は  $\Delta T$  と潮汐項を用いて研究される様になった.

更に 1939 年には Spencer Jones により太陽・月・金星の位置に関する不規則的変動が同期し, 且つその振幅が地球回転の不規則性として説明されることが定量的に確認された. こうして 1952 年の IAU 総会に於いて曆表時の採用が採択された. 曆表時では地球回転に一定レートの減速  $29.950\text{sec}/\text{cy}^2$  に不規則的変動を加えた  $\Delta T$  を採用している.

参考の為に地球自転の永年減速率を表 1 に数値を得た研究者名と共に纏めた. 図 2 は  $\Delta T$  の比較を図示したもので, 実線・点線・破線は Fotheringham, Schoch, 曆表時の地球自転の永年減速を示したものである.  $\circ$ ,  $\bullet$ ,  $?$ ,  $*$  はバビロニア, ギリシャ, アラブ, 中国の日月食の記録から Stephenson (1997) が求めた値であり,  $\diamond$ ,  $\times$  は谷川・相馬 (1991), Kawabata, Tanikawa, and Sôma (2003) の日本・中国の日食観測から求めた値をプロットしたものである.

斉藤氏が使用した太陽や月などの位置の計算式は Neugebauer (1912, 1925, 1929) や

Schoch (1927) による UT を引数としたもので, たとえば, 太陽の平均黄経については TT を引数とする Newcomb (1985) の理論式に比べて次のような違いがある.

$$\begin{aligned} \text{斉藤: } L_{\text{Sun}} = & 279^{\circ}.6968 \\ & +36000^{\circ}.769325T \\ & +2''.600T^2 \end{aligned}$$

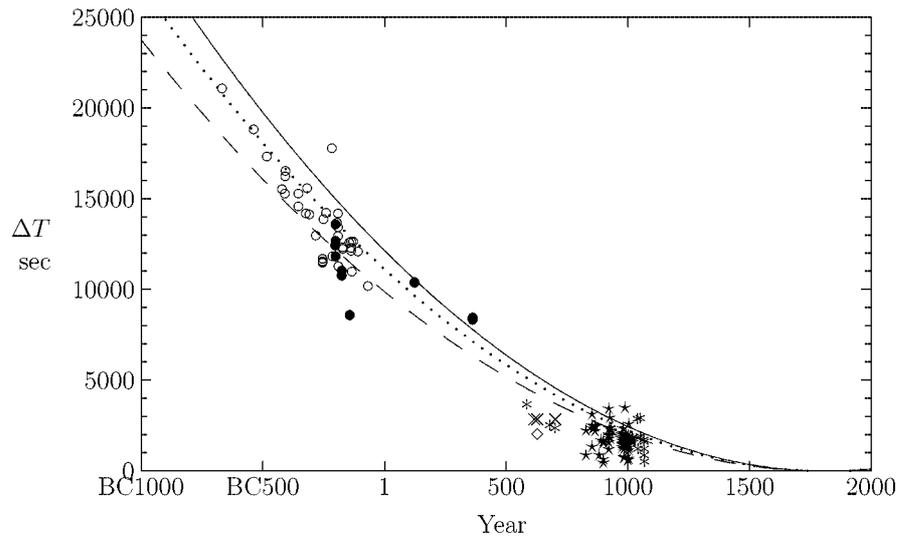
$$\begin{aligned} \text{Newcomb: } L_{\text{Sun}} = & 279^{\circ}.6967 \\ & +36000^{\circ}.768925T \\ & +1''.089T^2 \end{aligned}$$

(T in centuries from J1900.0)

上記の Newcomb の太陽黄経の計算式は後に曆表時 ET の定義に採用されたもので, 現在の力学時 TT は ET に連続していると考えられるので, Newcomb の式の時刻引数は TT によるとみなすこともできる. したがって, 上記の 2 つの式の係数の違いは時刻引数の違い  $\Delta T = TT - UT$  を反映していることになり, 斉藤氏は地球の自転速度が一定の割合で減速しているとしていることに対応する. 斉藤氏の採用した太陽黄経の永年加速は Fotheringham (1920) に等しく, 斉藤氏が Fotheringham (1920) の地球回転の減速率を採用したことが判る. しかし, Fotheringham の研究は太陽黄経の永年加速から地球の自転速度の減少率を求めた最初の研究で, 当時としては測定限界に近い小さな値の差に大きな数を掛けて答えを得ると言う微妙な演算を必要とし, 当然の事ながら誤差は大きい. この事実は表 1 並びに図 2 を見れば明らかであろう.

Fotheringham (1920) の論文ではこの地球回転減速の過大評価を打ち消す絶対値に於いて大きい潮汐項を採用して, 計算結果が観測記録と一致する様に辻褄を合わせている. この様な辻褄合わせは Fotheringham が使用中近東の食に対してのみ可能な方法で, 他の地域の観測も合わせると破綻する.

Fotheringham (1920) により始められた太陽黄経の永年加速から地球回転の永年の減速を求める方法はその後地球回転の不規則的変動も含めて太陽・惑星・月の永年加速並びに不規則的変動から総合的に求める方向に発展し, Spencer Jones (1939) やその後の曆表時につながっている. 地球回転の変動が斉藤氏が仮定した様に規則的なものでないことは 1952 年のローマに於ける国際天文学総会の時点で既



齊藤・小沢 (1992): 実線, ET (1952): 破線, Schoch (1926): 点線, Fotheringham (1920): 実線.  
 ○: バビロニア, ●: ギリシャ, \*: アラブ, ×: 中国,  
 ◇: 谷川・相馬 (2001). ×: Kawabata, Tanikawa and Soma (2003).

図 2:  $\Delta T$  の比較

表 2: 六国史

書名	完成年	収載歴代
日本書紀	720	神代-持統
続日本紀	797	文武-桓武
日本後紀	840	桓武-淳和
続日本後紀	869	仁明
文徳実録	879	文徳
三代実録	901	清和・陽成・光孝

によく知られており, そのような仮定で, ある日食がどこで見られたかを判定するには無理がある.

## 2 天文記録

わが国の天文記録は六國史(表 2)の他に扶桑略紀(神武-堀川の編年史, 叡山の僧皇円著)・本朝世紀(平安末期に六國史を継ぐ国史として編纂が始まったが未完, 935-1153 のものが断続的に残存)・朝野群載(平安時代の詔勅・宣命・対策・公文などを類別に編集したもので元三十巻内九巻散逸)・個人の日記などに残されている. 六国史は官製の史書なので解説も

多数有り改めて紹介する必要は無かろう. 日本書紀の最後の巻持統紀以降に予測による日月食の記載が多いことは既に多くの研究者により指摘されている. 然しながら初期の記録では日月食が有ったことだけが記載されているに過ぎないので, 記録を見ただけでは実見か予測かの識別が不可能であるが, 平安時代になると予測か実見かが明瞭な記述も多いことは余り世に知られていない様である.

月食に関しては従来実現していない月食が多数記載されているとの説が有ったが, 長谷川一郎氏(1995)が Liu and Fielia (1992) の月食表を用いて半影食であることを示している.

時刻付きの日月食記録には具注曆に記述された日記類が多い. 具注曆と云うのは曆日の下に歳位・星宿・干支・吉凶・忌諱などが記述され, その下二~三行の空白行を明け, 日記などを記載できる様にした日記帳の様なもので, 最初は毎年十一月に陰陽寮が作成し, 中務省から諸司に配布された. 現存する最古のものは 746 (天平十八年), 749 (天平二十一年) の断簡で正倉院にある. 具注曆の配布は最初は諸司らに限られていたが, 平安時代に入ると, 最初は公家の間で多用される様になり, 後に一般庶民も用いる様になった. 具注曆が普及するに従って, 弊害も現れて来たので, 807 年(大

同二年) に一旦廃止されたが, 公家の要請により 810 年 (弘仁二年) に再度配布される様になり, 以後の具注曆には吉凶・禁忌が必ず付けられるようになった. 藤原道長も, 曜日の記載で有名な日記「御堂関白記」を具注曆に記入している.

橋本万平氏の「日本の時刻制度」によると, 具注曆には日月食の初虧・食尽・復元の時刻, 各季節の日の出・日の入り時刻, 一日を百刻に分けた昼夜の刻数などが一定の規則に従って記されていると言う. 橋本氏によれば, 前年の八月一日迄に曆家が日月食の予測を陰陽寮に提出し, これらが十一月に陰陽寮から中務省に提出された具注曆に書き込まれていた. 従って具注曆に書かれている日月食の時刻は全て予測によることは明らかである. 具注曆の天文記録の使用には原資料の詳細な吟味が必要なので本論文では扱わない.

### 3 時刻制度

#### 3.1 中国の時刻制度

中国では 1 日を十二支を用いて 12 分割する方法と 1 日を 100 刻に分割する方法を併用するのが通例だった. この分割法は既に前漢時代に確立している. 前漢末期の哀帝の BC 6 年に一旦一日を 120 刻とする制度が設けられたが, 2 ヶ月で元に戻った. 前漢が亡び新が建国されると再度一日 120 刻の制度に戻されたが, 新が亡び後漢が成立すると再度 1 日 100 刻制に戻っている. AD 507 年に 1 日 96 刻制になったが, 544 年には 1 日 108 刻に変わり, 563 年には再度 1 日 100 刻制に戻り, 1628 年迄続いている. 1628 年に 1 日 96 刻制に変わり, これが 20 世紀迄続いた.

100 刻は 12 で割れないので, 十二支の夫々の 2 時間を  $8\frac{1}{3}$  刻に分割する方法と十二支の夫々を 1 時間ずつに分割し, 各々の 1 時間を夫々  $4\frac{1}{6}$  刻に分割する方法が用いられている.

前者の方法では例えば一日の最初は子初刻から始まり, 初刻・一刻・二刻・... 八刻と続く. 八刻だけは他の刻の  $\frac{1}{3}$  の継続時間になる.

第二の方法では子初初刻から始まり, 一刻・二刻・三刻・四刻と続き, 子初四刻で最初の 1 時間が終わる. ここで子初四刻だけは他の刻

の  $\frac{1}{6}$  の継続時間である. 次が子正初刻で, 一刻・二刻・三刻・四刻と続き, 子正四刻で終わる. 子正四刻も他の刻の  $\frac{1}{6}$  の継続時間である. こうして 1 日は  $24 \times 4\frac{1}{6}$  刻 = 100 刻となる.

#### 3.2 延喜式の時刻制度

日本では 6 世紀の後半から 7 世紀の前半にかけて, 中国で隋・唐が中国の統一を達成し, 高句麗に対する侵攻による領土拡張政策を取り始めたことに対する警戒心から国力を高める為に中国の官僚制度を導入した. 中国の律令制では行政法の令と礼を基本とした刑法の律からなるが, 日本最初の律令制の飛鳥浄御原令の制定に際しても律は作られていない. 次の養老律令でも養老律は人々の関心と呼ばず散逸してしまった. 延喜式は律令を施行する時の細かい規則を集めたもので, 905 年 (延喜五年) に藤原時平を中心として編纂が, 927 年 (延長五年) 藤原忠平のもとで一応完成したが, その後も修訂を重ね, 967 年 (康保四年) から施行された. 延喜式は大宝-延喜の期間の式全てを包含する. 延喜式は当時の現行法とはなっていないが, 現在まで殆どそのまま残存しているので, 当時の習慣を知るには必要不可欠な文献とされている. 橋本万平 (2002) によると, 延喜式には陰陽寮に関する規程が細かく記され, 当時の宮城の門の開閉時刻・日の出日の入り時刻が記されている.

橋本万平 (2002) によると, 延喜式の時刻制度では 1 日を十二支により 12 分割し, これを辰刻と呼ぶ. 又 1 日を 48 分割した刻を用いる. 従って 1 辰刻は 4 刻に分割される. これを纏めると,

$$\begin{aligned} 1 \text{ 日} &= 12 \text{ 辰刻} = 48 \text{ 刻} = 480 \text{ 分} \\ &1 \text{ 辰刻} = 4 \text{ 刻} = 40 \text{ 分} \\ &1 \text{ 刻} = 10 \text{ 分} \end{aligned}$$

と書ける. 従って現在の秒と対応させると  $1 \text{ 分} = 180 \text{ sec}$  となる.

刻は一刻から始まり四刻で終わる. 分は 0 分から始まり 9 分で終わる. 但し 0 分は書かず, 刻で終わる.

古代の時刻制度には日本に限らずエジプト等に於いても定時法と不定時法の二種類がある. 定時法は昼夜の長さとは無関係に一日を

表 3: 延喜式日出・日没時刻.

季節		太陽 黄経	日出	日没
始	終	始 °	h	h
大雪 13 日	冬至 15 日	-93	7.10	16.80
小寒 1	小寒 12	-75	7.05	16.85
小寒 13	大寒 7	-63	6.95	17.05
大寒 8	大寒 15	-53	6.85	17.10
立春 1	立春 8	-45	6.75	17.25
立春 9	雨水 1	-37	6.60	17.35
雨水 2	雨水 9	-29	6.50	17.55
雨水 10	啓蟄 2	-21	6.35	17.60
啓蟄 3	啓蟄 10	-13	6.25	17.75
啓蟄 11	春分 2	-5	6.10	17.85
春分 3	春分 9	2	6.00	18.00
春分 10	清明 2	9	5.85	18.10
清明 3	清明 10	17	5.75	18.25
清明 11	穀雨 3	25	5.60	18.35
穀雨 4	穀雨 11	33	5.55	18.50
穀雨 12	立夏 4	41	5.35	18.60
立夏 5	立夏 12	49	5.25	18.75
立夏 13	小満 5	57	5.10	18.85
小満 6	小満 15	65	5.05	18.95
芒種 1	芒種 12	75	4.85	19.05
芒種 13	夏至 15	86	4.80	19.10
小暑 1	小暑 12	105	4.85	19.05
小暑 13	大暑 7	116	5.05	18.95
大暑 8	大暑 15	127	5.10	18.85
立秋 1	立秋 8	135	5.25	18.75
立秋 9	処暑 1	143	5.35	18.60
処暑 2	処暑 9	151	5.55	18.50
処暑 10	白露 2	159	5.60	18.35
白露 3	白露 10	167	5.75	18.25
白露 11	秋分 2	175	5.85	18.10
秋分 3	秋分 9	182	6.00	18.00
秋分 10	寒露 2	189	6.10	17.85
寒露 3	寒露 10	197	6.25	17.75
寒露 11	霜降 3	205	6.35	17.60
霜降 4	霜降 11	213	6.50	17.55
霜降 12	立冬 4	221	6.60	17.35
立冬 5	立冬 12	229	6.75	17.25
立冬 13	小雪 5	237	6.85	17.10
小雪 6	小雪 15	245	6.95	17.05
大雪 1	大雪 12	255	7.05	16.85

等分割する方法で、現在の時法と同じである。不定時法は昼と夜とを別々に分割する方法である。中世日本の不定時法では日の出・日の入り時刻で昼夜を分け、昼の何刻、夜の何刻と云う呼び方がされている。江戸時代には朝の薄明と夕の薄明を昼夜の分かれとしている。

延喜式では日の出・日の入りの時刻が季節と共に変化しているので定時法であることは明らかである。又日の出時刻と日の入り時刻の平均値を取ると端数誤差を除いて正午になるので太陽の南中を正午に取る地方視太陽時

が使われていたことが判る。

表 3 は橋本万平 (2002) に記載されている延喜式の日出・日没時刻を地方視太陽時に換算した値である。延喜式の日出・日没、門の開閉時刻などは日付として二十四節気が用いられているので、該当する太陽黄経も合わせ掲載した。図 3・4 の折線は延喜式で与えられている日出・日没時刻である。これらの図には 926 年の大雪 13 日から 928 年初めまでの現在の天文学に於ける地方視太陽時による日出・日没時刻も比較の為にスムーズな実線で書き入れてある。現在の天文学に於ける日出・日没時刻は太陽の上端が地平線に達する時刻で、大気による光の屈折も考慮されている。この点で延喜式の時代と日出・日没時刻の定義の差も考えられるが余り大きくはない。

延喜式の日出・日没時刻は年の後半では正しい日出・日没時刻と良く合っているが、前半では合いが良くない。宣明暦では冬至点と近日点を同じに取っており、実際とは異なるが、地球軌道の離心率は 0.0167 に過ぎないので、その影響は大きくない。平均太陽時による日出・日没時刻をプロットすると宣明暦による計算と真の地球軌道を用いた計算結果に多少の差はあるが、視太陽時でプロットした図 3・4 では完全に重なってしまうので宣明暦による誤差とは考えられない。結局この差の原因は今のところ不明であるが、時刻の差が有ると云っても最大 10 分程度なので、実用上は余り気にしていなかったのかも知れない。

### 3.3 宣明暦の時刻制度

宣明暦は唐では 822 年から 71 年間使用された。日本では貞観四年 (862) から貞享元年 (1684) 迄 823 年間使用された。日本に於ける宣明暦の使用期間は世界史上ユリウス暦に次いで長い。宣明暦では 1 年の長さが 365.2446 日で実際よりも 0.0024 日長い。従って 800 年で 1.92 日の季節とのズレを生じている。この間に中国では何度も改暦が行われていることから、「日本では中国で何度も改暦が行われていることも知らずに改暦を行わないまま 800 年も過ごした為に季節と二日ものズレを生じていることも知らずに日食を誤った予測で記録していた」との記述をしばしば見かける。

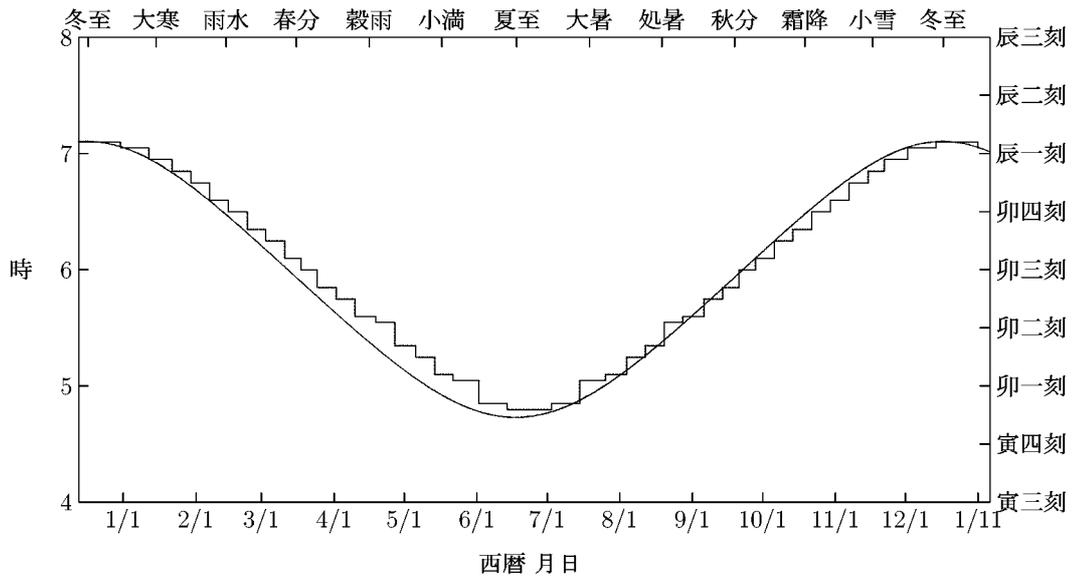


図 3: 延喜式日出時刻と視太陽時日出時刻の比較

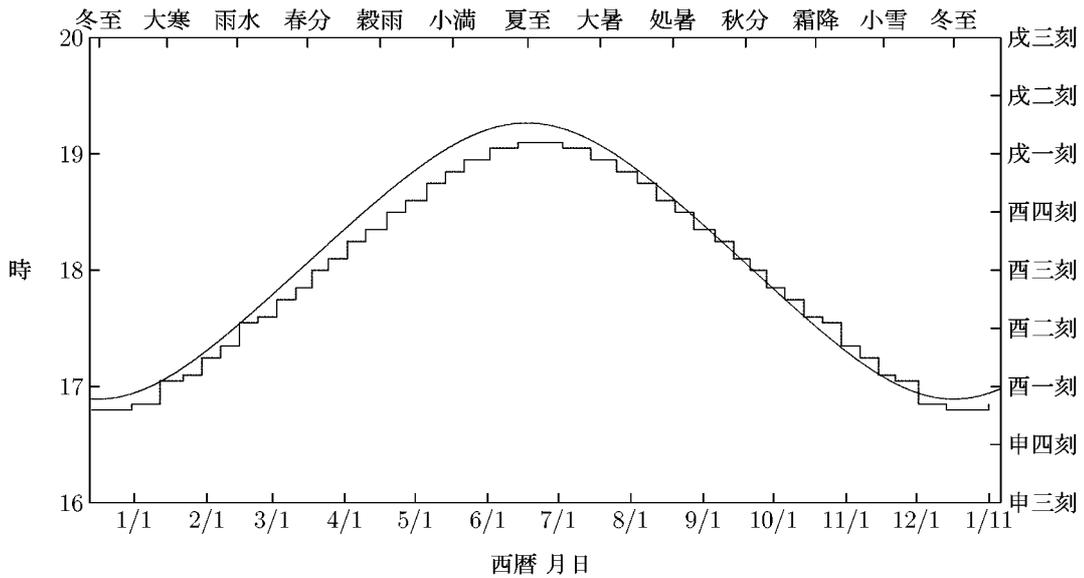


図 4: 延喜式日没時刻と視太陽時日没時刻の比較

然しながらこの種の記述は宣明暦の全くの誤解に基づくもので、内田 (1975) によると、宣明暦では近日点と冬至点を同一に取っているが、宣明暦が用いられる様になった時点では近日点は冬至点よりも約  $7^\circ$  前に在り、800 年後には逆に約  $7^\circ$  後ろになっている。従ってこの近似は宣明暦が使われ始めてから約 400 年後に最も良くなり、その後次第の悪くなると云う関係がある。この事情の為に宣明暦による日食予測の精度は全く劣化していないと云う。表 4 は宣明暦が採用されていた期間の日食予

測の内田 (1975) の誤差評価を採録したものであるが、事実予測精度の劣化の兆候は全くみられない。

宣明暦では

$$\begin{aligned}
 1 \text{ 日} &= 12 \text{ 辰刻} = 100 \text{ 刻} = 8400 \text{ 分} \\
 1 \text{ 辰刻} &= 8\frac{1}{3} \text{ 刻} = 700 \text{ 分} \\
 1 \text{ 刻} &= 84 \text{ 分}
 \end{aligned}$$

と取る。

刻は初刻から始まり、八刻で終わる。但し八刻は他の刻の  $\frac{1}{3}$  の長さである。

橋本 (2002) では宣明暦による時刻を第 1 類

表 4: 宣明暦日食予報誤差

年代	日食数	平均 誤差
年	回	分
562—900	12	79
901—1000	31	89
1001—1100	33	109
1101—1200	30	98
1201—1300	27	82
1301—1400	32	61
1401—1500	33	72
1501—1600	33	69
1601—1684	23	55

と分類している。

### 3.4 橋本 (2002) による分類

橋本 (2002) は時刻付きの日月食記録を基に時刻制度の分類を行い、以下の 4 分類を行っている。

#### 第 1 類 宣明暦

$$\begin{aligned} 1 \text{ 日} &= 12 \text{ 辰刻} = 100 \text{ 刻} = 8400 \text{ 分} \\ &1 \text{ 辰刻} = 8\frac{1}{3} \text{ 刻} = 700 \text{ 分} \\ &1 \text{ 刻} = 84 \text{ 分} \end{aligned}$$

刻は初刻・一刻・...・八刻、八刻は他の刻の  $\frac{1}{3}$ 。

$$1 \text{ 刻} = 864 \text{ sec}, 1 \text{ 分} = 10.3 \text{ sec.}$$

#### 第 2 類 中国の第二の方法に近い。

$$\begin{aligned} 1 \text{ 日} &= 12 \text{ 辰刻} = 100 \text{ 刻} = 4000 \text{ 分} \\ &1 \text{ 辰刻} = 2 \times 4\frac{1}{6} \text{ 刻} = 333\frac{1}{3} \text{ 分} \\ &1 \text{ 刻} = 40 \text{ 分} \end{aligned}$$

刻は初刻・一刻・...・四刻、初刻は他の刻の  $\frac{1}{6}$ 。例えば午初初刻・一刻・二刻・三刻・四刻と続き、初刻は他の刻の  $\frac{1}{6}$  の継続時間。次に午正初刻・一刻・二刻・三刻・四刻と続き、初刻だけが他の  $\frac{1}{6}$ 。中国では四刻が短い、橋本の分類では初刻が短い。

$$1 \text{ 刻} = 14.4 \text{ min} = 864 \text{ sec.} \quad 1 \text{ 分} = 21.6 \text{ sec.}$$

#### 第 3 類 延喜式に近いが分が一分から始まる。

$$\begin{aligned} 1 \text{ 日} &= 12 \text{ 辰刻} = 48 \text{ 刻} = 480 \text{ 分} \\ &1 \text{ 辰刻} = 4 \text{ 刻} = 40 \text{ 分} \\ &1 \text{ 刻} = 10 \text{ 分} \end{aligned}$$

刻は一刻・二刻・三刻・四刻。分は一分・二分・...・十分。1 刻 = 30 min, 1 分 = 3 min.

#### 第 4 類 延喜式に近いが刻が初刻から始まり三刻で終わる。分の単位が荒い。

$$\begin{aligned} 1 \text{ 日} &= 12 \text{ 辰刻} = 48 \text{ 刻} = 192 \text{ 分} \\ &1 \text{ 辰刻} = 4 \text{ 刻} = 16 \text{ 分} \\ &1 \text{ 刻} = 4 \text{ 分} \end{aligned}$$

刻は初刻・一刻・二刻・三刻。分は初分・一分・二分・三分。1 刻 = 30 min, 1 分 = 7.5 min.

## 4 日食データ

今江は「日本歴史」1995 年 5 月号において、陽明文庫所蔵の「兵範記」の断簡の中に日食記事を見出し、それが西暦 1169 年 8 月 24 日の日食 (オッポルツァー番号 5655) であることを確定した。この観測は神田茂著「日本天文学史料」に掲載されておらず、従来知られていない。部分食であるが、時刻と食分が書かれている。

天晴、日蝕、大分十五分之八、初巳一刻、廿七分、加時巳五

この日食は中国では雲に遮られて見えなかった。高麗では日食記事はあるが、詳しいことは記載されていない。

表 5 は橋本 (2002) の時刻付きの日月食表に記載されている 1148 年迄の日食に、今江が見出した上記の日食と 1112/09/23, 1106/08/01 の日食を付加して纏めたものである。日本で宣明暦が採用されたのは 862 年だから表の期間に使用されていたのは暦法は宣明暦である。延喜式が採用されたのは 967 年からであるが、延喜式には大宝令も含まれているので、記載時刻に関しては表の期間については延喜式も否定出来ない。

この表を見ると、橋本の表にある日食では 1118/05/22 の日食を除いて全て複数の記録

表 5: 橋本 (2002) による予測時刻記載の日食 (1148 迄) 及びその他の追加日食. \* は今江 (1995) その他の追加日食. 主要記事欄は神田 茂 (1935) から抜載.

年月日	出典	主要記事
877/05/17	三代実録	夜丑一刻日有蝕之虧初子三刻三分復至寅二刻一分皇帝不視事... 議日蝕在夜廢務以否
975/08/10	他 2 文献 朝野群載 十五 陰陽道 日本紀略 扶桑略記 和漢合符 他 10 文献	虧始卯一刻三分加時辰二刻一分復未巳初刻二分 卯辰刻皆既如墨色無光群鳥飛乱衆星盡見 辰時日蝕 自辰至未暗如夜
982/03/28	小右記 日本紀略	虧始辰三刻加時巳一刻二分復未巳三刻 日蝕叶曆 日蝕
1021/08/11	左經記 日本紀略 扶桑略記	虧始巳四刻一分加時午二刻二分復未同刻三分 日蝕符合 日食
1028/03/29	左經記	虧始寅初刻 分加時卯一刻四拾七分復未辰二刻六十一分 虧始寅七刻八十三分加時卯一刻四十六分復未卯三刻三十七分、 日出卯三刻二十六分、入酉四刻五十四分、日天在奎宿十四度八十七分、... 兩説雖不同、共立其道之人等也、仍共記之
1029/09/11	日本紀略 小右記 日本紀略	卯刻日蝕、十五分之八也、曆家不注、仍中務省不申、不廢務 虧始卯一刻三分加時辰一刻一分復未巳一刻二分 日蝕廢務
1080/12/14	水左記	虧始巳一刻 分加時巳四刻六分復未午三刻五分陰晴不定、蝕暫不現午刻雲
1085/02/27	他 2 文献 朝野群載 八 別奏 後二條師通記	虧始寅一刻三分加時寅四刻九分復未卯三刻十分 日蝕雨降日脚不見
1100/05/11	朝野群載 八 日月蝕奏	申進太陽虧蝕事、虧初辰四刻二十四分加時巳二刻十二分復未午初刻一分
1106/08/01*	他 3 文献 永昌記 中右記 他 2 文献	未一刻太陽初虧四點漸過未之間 及未刻日蝕正現
1106/12/27	永昌記	天晴今日可有日蝕之由、... 史定政一昨日持參、虧初未二刻三十二分加時未三刻三十六分復未四刻二十七分... 雖入蝕限不可正見 ...
	中右記	天晴、... 今日未刻可有少分日蝕之由、曆道所勘奏也、而宿曜家僧明算深算等、不可有之由進申文、彼此相論之間既無日蝕...
1107/12/16	他 2 文献 中右記 阿娑縛抄	今日冬至、又可有日蝕之由、其日蝕十五分之十三半弱、虧初未一刻九分、加時申 十五分、復未酉一刻十分... 相窺時刻之處、晚景片雲橫漢、日光不現、就中天下不及暗計也、至干當日卯辰刻、天晴無雲、日輪顯現、更無疑、干時有院宣云、晴天既晴、陰雲難掩、正現無疑、佛力似空、但猶至干蝕刻限、於仏前可令祈念、... 而間... 黑雲俄聳掩王城、終日不晴、
1112/09/23*	他 5 文献 中右記 他 1 文献	日出之間少許帶蝕正現也
1118/05/22	中右記	始申三刻二十四分加時酉一刻二九分復未酉三刻二十九分雨下不見日蝕
1147/10/26	本朝世紀 台記 他 1 文献	虧始申四刻十一分加時酉三刻五分復未戌二刻十四分 有食雖晴人不見食
1148/04/20	本朝世紀	日蝕諸司廢務、本日陰雲合不正現矣 虧始午四刻七分加時未初刻二十七分復未未三刻十九分
1169/08/24*	他 1 文献 兵範記	虧初未一刻二十七分加時未五刻

が残されている。この例外の 1118/05/22 の日食は中右記に「雨下不見」と記載されたもので、計算によると日没直前に始まり、 $\Delta T = 2000 \text{ sec}$  とした時日没時の食分は 0.28 である。その他何れもどの様な日食であったかがある程度判る記録が残されている。

実見による記録と考えられるものは後に詳細に論ずることとし、ここではその他の日食に関し、どの様な日食かを簡単に纏める。日食の記録に屢「廢務」「不廢務」と記されたものがある。この他に「廢朝」がある。廢務は全ての役人が休む場合で、朝廷の仕事は全て止まる。廢朝は天皇だけが休む場合である。

1. 877/05/17 Oppolzer No. 4964 の日食であるが日本時間では夜間の日食の為廢務としなかった。
2. 1085/02/27 予測は食尽が 04:54 視太陽時であるが、計算値は 05:00 で日の出前の食になる。
3. 1106/12/27 Oppolzer No. 5498. 日本で食無し。
4. 1118/05/22 日没帯食。日没時食分 0.28.
5. 1147/10/26 Oppolzer No. 5600. 日本では夜間の食。

表 6 は表 5 の日食から、日本では見られない 877/05/17, 1085/02/27, 1147/10/26 の日食を除いた全ての日食に対する予測時刻と計算時刻の対照表である。但し、橋本氏が第 2 類と分類した 1100/05/11, 1107/12/16, 1118/05/22, 1148/04/20 に就いては、時刻の十二支の次に始又は正の字が記入されていないと現在の時刻への換算が一義的には出来ないので割愛した。1107/12/16 は橋本氏の分類では第 2 類であるが、金環食なので計算結果の節での議論には追加した。計算は仮の値として  $TT - UT = 2000 \text{ sec}$  と仮定し、京都 ( $135^\circ 45'$ ,  $35^\circ 01'$ ) における食始、食尽、食終の時刻 (JST) と食尽のときの食分を求めた。記録は地方視太陽時と思われるが、計算は地方平均太陽時で与えられている。視太陽時から平均太陽時を引いた差を均時差と呼ぶが、最大約 15 min に達するのでこれ以上の精度を必要とする場合には均時差の補正を必要とする。

観測事実の記録から食の始め・食尽・食の終わりの時刻が判り、 $\Delta T = 2000 \text{ sec}$  とした時の  $O - C$  が計算されれば、近似的には  $\Delta T = 2000 \text{ sec} - (O - C)$  により  $\Delta T$  が求まる。

表 6 の予測時刻と計算時刻の差を見ると、初虧の時刻が食尽の時刻に対し 1 時間位早くなっている。食尽と復元の時刻差は少数の例外があるが計算値に近い。この時刻差が極端に長い例や短い例 (番号 12, 10 番) は何かの間違いであろう。この点に留意して食尽時刻の予測値と計算値を比較すると、15 分程度の誤差を除くと良く合う例 (975/08/10, 982/03/28, 1029/09/11) と、予測値が 2 時間位早い例がある事が判る。

良く一致している例は何れも橋本氏の分類で第 4 類に属し、予測値の文献は朝野群載 八巻 陰陽道並びに小右記である。内田 (1975) によると宣明暦では日食の予測地点が陽城とされていると云う。陽城とは洛陽の近くの町で、周の時代から周髀による測量の原点とされていた地点である (ニーダム 1991)。そこで次節で示す如く洛陽で計算してみると予測時刻が合わない。従ってこれらの記録の計算では宣明暦とは云っても計算場所は京都に修正されている。

他方合わない例は時刻が 2 時間近く早いことから陽城での計算値である可能性が高い。

## 5 計算結果

### 5.1 975/08/10

この日食に就いて、日本紀略に「日有蝕、十五分之十一或云皆既、卯辰刻、皆既如墨色無光、群鳥飛乱、衆星盡見」、扶桑略記に「辰時日蝕、皆既天下忽暗、己見衆星」、和漢合符に「自辰至未暗如夜」と記載されているので皆既でだった事は確かであろう。この日食が皆既食になる条件から

$$1167 \text{ sec} < \Delta T < 4452 \text{ sec}$$

が得られる。

$\Delta T = 1000 \text{ sec}$  と取った時の京都に於ける太陽の南中時刻は 03:00:05 UT,  $\Delta T$  が 1000 sec 変わった時の南中時刻の変化は 3 sec なので、京都に於ける太陽の南中時刻は 03:00 UT

表 6: 時刻付き日食の予測時刻と計算時刻の比較.

第 1 列の番号は橋本 (2002) 第十表に於ける日月食番号. \* 印は本論文で追加したデータ. 第 3 列の類は太陽時への換算に使用した同じく橋本 (2002) による時刻制度の類別の番号.

番号	年月日	類	初虧	食甚	復円	食分
3	975/08/10		卯 1 刻 3 分	辰 2 刻 1 分	巳 初刻 2 分	
		4	05:52:30	08:07:30	09:15	
	計算値		06:45	07:49	08:59	1.01
			(皆既 07:47 - 07:50)			
5	982/03/28		辰 3 刻 1 分	巳 1 刻 2 分	巳 3 刻 3 分	
		4	08:37:30	09:45	10:52:30	
	計算値		09:13	10:03	10:56	0.25
6	1021/08/11		巳 4 刻 1 分	午 2 刻 2 分	同刻 ? 3 分	
		1	08:58	11:29		
	計算値		12:40	14:04	15:20	0.81
9	1028/03/29		寅初	卯 1 刻 47 分	辰 2 刻 61 分	
		1		05:22	07:39	
			(これは No. 10 と同じ日食)			
10	1028/03/29		寅 7 刻 83 分	卯 1 刻 46 分	卯 3 刻 37 分	
		1	04:55	05:22	05:50	
	計算値		05:34	06:33	07:38	0.55
			(日出帯食, 日出 05:42 食分 0.11, 橋本には 1027 年とある)			
12	1029/09/11		卯 1 刻 3 分	辰 1 刻 1 分	巳 1 刻 2 分	
		4	05:52:30	07:37:30	09:45	
	計算値		06:25	07:23	08:28	0.72
15	1080/12/14		巳 1 刻	巳 4 刻 6 分	午 3 刻 5 分	
		3	09:00	10:45	12:12	
	計算値		10:07	12:00	13:50	0.93
			(金環 11:57 - 12:02)			
*	1106/08/01		未 1 刻			
		3	13:00			
	計算値		13:11	14:00	14:47	0.21
*	1112/09/23		日出帯食			
			04:11	05:09	06:13	0.72
	計算値		(日出帯食, 日出 05:36 食分 0.49)			
*	1169/08/24	日	巳 1 刻 27 分	巳 5 刻		
		1	09:19	10:14 分		
	計算値		11:04 分	12:14	13:21	0.55

と取って十分である. 京都の経度は 9 h 03 min だから, 京都に於ける太陽の太陽の南中時刻は 12:03 地方平均太陽時と取って良い. この日食が京都で視太陽時 07:00 に始まったとして, これを平均太陽時に直すと 07:03 に得られる.  $\Delta T = 2000 \text{ sec}$  に取った時の京都に於ける食の始めは 06:45 平均太陽時なので,  $O - C = 18 \text{ min} = 1080 \text{ sec}$  となる. 従って  $\Delta T = 2000 - (O - C) = 920 \text{ sec}$  が得られる. この日食が皆既の条件から  $\Delta T > 1167 \text{ sec}$  だから, この日食は 07:00 視太陽時より  $1167 - 920 = 247 \text{ sec}$  以上前に始まらなければならない. 言い換えると 4 min 以上は

卯の間であったことになる.

日本紀略の卯辰刻を採用すると 09:03 平均太陽時以前に食が終わらなければならないので, 復円を 09:03 平均太陽時とする.  $\Delta T = 2000 \text{ sec}$  の時の復円時刻は 08:59 平均太陽時だから,  $O - C = 4 \text{ min}$  が得られる. 従って  $\Delta T = 2000 - (O - C) > 1760 \text{ sec}$  が得られる.

この日食の継続時間は約 2 h 14 m = 1 辰刻 2 分 足らずなので和漢合符の「自辰至未」は有り得ない. 日本紀略の「卯辰刻」をこの日食の始まりが卯の終わりから一分以上前を意味すると考えると, 終わりは巳に入って 1 分以下となる. 考えられるのは「未」が「巳」

の誤記又は誤写であるが、日本紀略並びに扶桑略記が共に辰で終わっていることを考慮すると辰の終わり近くまで続いたと言うことであろう。これらを考慮すると  $\Delta T = 1760 \text{ sec}$  は数分程度の誤差で正しいと考えて良からう。

この表に記載した全ての日食に就いて初虧は計算値に比べて約 1 時間以上早い。従って初虧の予測値は全ての食に就いて信頼できないが、この日食の食尽時刻と復円時刻は計算値と 15 分程度で合致している。内田 (1975) によると宣明曆では食の計算値が陽城とされていると云う。そこで洛陽でのこの日食の初虧・食尽・復円時刻を計算すると夫々 05:14, 06:07, 07:06 となり、朝野群載の数値と異なる。従って朝野群載に記載された食尽・復円時刻は京都の値となっていることが確かめられた。

1028 3 29 TD - UT = 2000.0 sec  
Corr. to tidal term 0.00 "/cy<sup>2</sup>

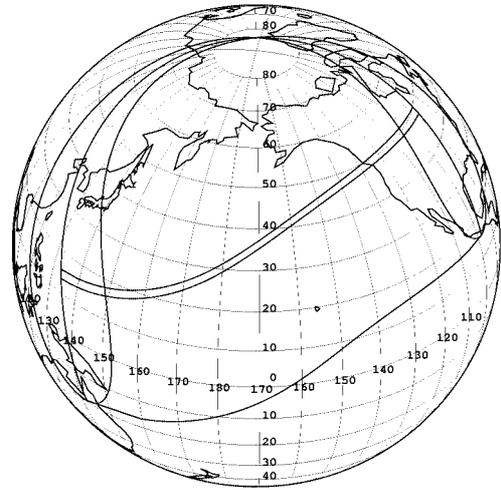


図 5: 1028/03/29 の日食帯。

## 5.2 982/03/28

この日食に関しては特に詳しい記述は無いが、食尽・復円時刻は計算と良く合っている。食尽・復円の予測時刻が記載されている小右記に「日蝕叶曆」は正しい。この日食の洛陽での食尽是 08:03:08 平均太陽時であるが、食分は  $-0.06$  で、日食にはならない。予測時刻が京都での時刻であることは間違いない。

## 5.3 1021/08/11

復円時刻が食尽時刻に近すぎて計算間違い以外は考えがたい。食尽時刻も実際の値より 2 時間以上早い。洛陽での食尽予測時刻は 11:56:49 なので、中国に於ける予測時刻であろう。日本に於ける予測時刻とは考えられない。日本紀略に「日蝕叶曆」と記載されているが、これだけの時刻差が有っても「日蝕叶曆」と書いたのか、他に正しい予測時刻が有って書いたのかは判断資料無し。

## 5.4 1028/03/29

予測時刻が 2 説書かれているが、食尽時刻は殆ど差がない。予測時刻が京都の日の出前だったので届け出なかったものであるが、洛陽での食尽時刻を計算すると、05:03:59 となるが、高度は  $-9^\circ$  となるので、食尽是日の出前

である。食尽是日の出前であるが、復円の前に日の出となるので、洛陽でも日食は日の出直後に見られる計算となったに違いない。日の出前の予測が出るのは洛陽より西の地域の計算の場合。図 5 はこの日食の日食帯の図で中国東部より東で朝日食が見られたことがしめされている。日本紀略の記録から京都では日の出時に日食が観測されたことが判るが、図 5 もこの事実を示している。

曆家が注記しなかった為に中務省が廃務にしなかったことが記されているが、この記録から、982 年には正しい予測が実行されていたにも関わらず、1028 年には曆家が洛陽より西の地点での予測を報告していたと判断される。この後 1029/09/11 の日食の食尽時刻は計算値と合っているが、復円時刻が一見しただけで判る程遅くなっている。その他本論文で扱っている 1148 年の日食迄橋本論文で扱っている記録には正しい時刻を与えているものがない。この点が今後の課題である。

## 5.5 1029/09/11

洛陽に於ける食尽是 05:46:59 で日の出時が食の最大となる。復円時刻が食尽時刻から大きく離れており、誤記・誤写などの誤りと考えられる。食尽時刻は計算と合致して居り、これ

が本論文で扱っている期間の中では最後の計算と一致する記録である。

### 5.6 1080/12/14

洛陽では食尽が 09:28:28 で、食分は 0.95. 09:24:31–09:32:26 の間金環食となった。京都では 11:57–12:02 の間金環食になったはずであるが、食分が 0.93 なので、それ程は暗くならない。記録によると金環食の時間帯は曇りで金環食は見られなかった。

### 5.7 1106/08/01

洛陽では食尽が 11:37:02 であるが、食分は  $-0.04$  で、食にはならない。宋史には「崇寧五年七月庚寅朔日當食不虧」と記されている。この日食に就いては観測記録のみが有り、予測時刻が書かれていない。これは当時使われていた暦法では食にならない為ではなかろうか。これは日食予測に使われていた暦法が中国の値を与えていた為と思われる。

食の継続時間が 1h 36m 程なので、未刻に日食と書かれているのを食尽が  $14:00 \pm 15 \text{ min}$  とすると、 $\Delta T = 2000 \text{ sec}$  の時の食尽が 14:00 だから、 $\Delta T = 2000 \pm 900 \text{ sec}$  となる。翌年 1107/12/16 の日食が京都で金環食になる範囲が  $1567 \text{ sec} < \Delta T < 2648 \text{ sec}$  だから、記録通りに未刻の日食となる。京都では食分が 0.21 程度になる。

### 5.8 1106/12/27

この日食は橋本論文では第 2 類に分類されている。従ってこの日食に就いての永昌記に記載されている予測時刻は初虧未 2 刻 32 分、食尽未 3 刻 36 分、復円未 4 刻 27 分は夫々 13:40, 13:55, 14:07 視太陽時となる。従ってこの日食は予測通りならば十分に観測されるはずだったが、永昌記によれば、この時刻を過ぎても日食が無かったと記されている。この日食はモンゴルを中心とした地域で見られた部分食で、日本では全く見られない。予測時刻が日本の値で無いことは間違いが無い。図 6 はこの日食の日食帯を示す。

1106 12 27 TD - UT = 2000.0 sec  
Corr. to tidal term 0.00 "/cy<sup>2</sup>

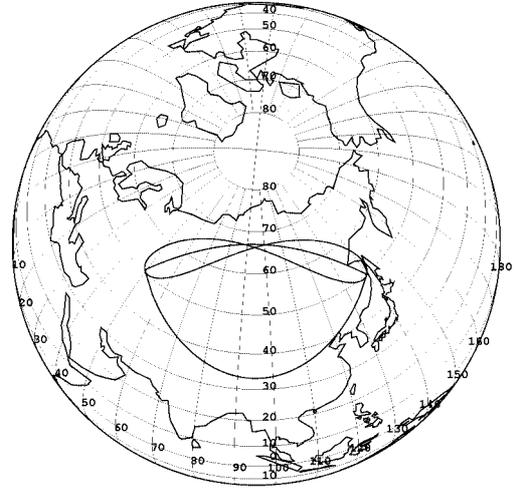


図 6: 1106/12/27 の日食帯

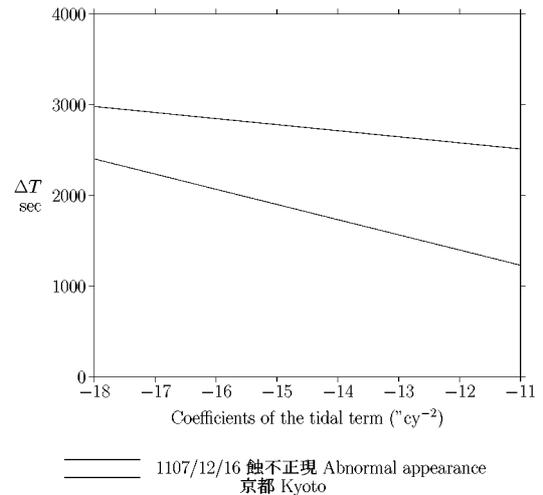


図 7: 1107/12/16 の日食が京都で金環食となるパラメータ領域。

### 5.9 1107/12/16

第 5 に掲載したこの日食に関する記録は、この日食が日没直前の金環食だった事を示していると思われる。

$\Delta T = 2000 \text{ sec}$  に取った時、16:36 - 16:41 の時間帯が食分 0.96 の金環食になる。日没は 16:49 で、食分は 0.83。図 7 は 1107/12/16 の日食が京都で金環食となるパラメータ領域を示したもので、横軸には潮汐項を、縦軸には  $\Delta T$  を取っている。この図の 2 本の実線の間が京都で金環食となるパラメータ領域である。

潮汐項は  $-13''/\text{cy}^2$  と知られているので、潮汐項がこの値の  $\Delta T$  の範囲、即ち  $1567\text{sec} < \Delta T < 2648\text{sec}$  京都で金環食となる  $\Delta T$  の範囲を示す。

### 5.10 1112/09/23

洛陽では食尽 03:51:05、高度は  $-26^\circ$  で日の出前、食の終わりは 04:46:16、日の出は 05:55 で食は日の出前となる。この日食に就いては予測時刻が残されていない。京都では日の出は 05:36 で、 $\Delta T = 2000\text{sec}$  の時、日の出時の食分は 0.49、食の終わりが 06:13。中右記に日の出の時に少しばかり日食が見られたことが記録されている。この日食が日の出後に見られる為には食の終わりの時刻が日の出時刻より後でなければならない。そこで食の終わりを日の出時刻だったとすると、 $\Delta T = 2000\text{sec}$  とした時の  $O - C = 05:36 - 06:13 = -37\text{min} = 2220\text{sec}$  となる。従って、食の終わりが日の出時刻と一致した場合の  $\Delta T$  は  $4220\text{sec}$  となる。従って、 $\Delta T < 4220\text{sec}$  ならばこの日食は日の出後に見られたこととなり記録と合う。この時代の  $\Delta T$  は凡そ  $2000\text{sec}$  だから中右記の記録が正しいことがしめされる。

### 5.11 1169/08/24

この日食は今江 (1995) が見出した、神田 (1935) に記載されていない日食で、渡邊 (1979) も日本の日食としては取り上げていなかったが、南宋・金・朝鮮の記録にあることが示されている。図 8 はこの日食の日食帯を图示したものである。洛陽での食尽是 10:01:57、食分は 0.15。記録の食尽予測時刻は洛陽の値に近い。

## 6 まとめ

本論文では、橋本 (2002) の予測時刻付き日月食の表の内、1148 年迄の日食に、観測時刻が記載されている 1169/08/24 (今江 1995)、1106/08/01、1112/09/23 の三つの日食を追加した総数 17 の日食に就いて、記載されている時刻に関する吟味を行った。

1169 8 24 TD - UT = 2000.0 sec  
Corr. to tidal term 0.00 "/cy<sup>2</sup>

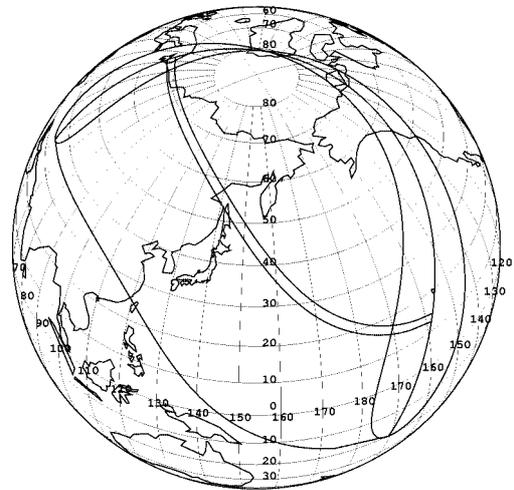


図 8: 1169/08/24 の日食の日食帯。

この吟味により 982 年迄の日食予測時刻は京都の値になっているが、1021、1028 年の日食は中国での日食時刻であり、その後は 1029/09/11 の日食の食尽時刻を除いて全て中国での予測値となっている。中国で日の出前の食の場合には日本では日の出後となっても予測時刻の記録が見当たらず、中国で日没前の場合には日本では日没後でも予測時刻が書かれ、これらの場合には予測と観測が異なっていたことが記載されている。

本論文で扱っている橋本論文の日食は 1148 迄で、これに 1169 の日食が一例追加してあるだけであるが、その後の日食予測がどの様になっているかは今後の問題として残されている。

## 謝辞

本研究は文部科学省科学研究費補助金 特定領域研究 14023112 により行われた。

杏林大学横尾広光氏には有益なご意見を頂いたことに感謝いたします。

## 参考文献

- [1] Cowell, P. H., 1905, M.N., **66**, 3-5.

- [2] Cowell, P. H., 1906a, M.N., **66**, 352–355.
- [3] Cowell, P. H., 1906b, M.N., **66**, 523–541.
- [4] Cowell, P. H., 1907, M.N., **68**, 18–19.
- [5] Fotheringham, J. K., 1920, M.N. **81**, 104–126.
- [6] Hansen, P. A., 1857, Tables de la Lune construites d’après le Principe Newtonien de la Gravitation Universelle. H. M. Statopmery Office, London.
- [7] Liu, Bao-Lin, and Fiala, Alan D., Canon of Lunar Eclipses 1500 B.C. – A.D. 3000, Willmann-Bel, 1992.
- [8] Jones, H. Spencer, 1939, M.N., **99**, 541–558.
- [9] Neugebauer, P.V., 1912, 1915, 1925, Tafeln zur astronomischen Chronologie I, II, III, J.C. Hinrichs’.
- [10] Neugebauer, P.V., 1929, Astronomische Chronologie I, II, Walter de Gruyter & Co. (Berlin).
- [11] Newcomb, S., 1895, Astron. Pap. Amer. Eph., **6**, Part 1.
- [12] Oppolzer, Th. Ritter von, 1962, Canon of Eclipses, translated by O. Ringerich, Dover Publications Inc. New York. Originally published as vol. 52 of Memoirs, Mathematics Natural Sciences Class of the Imperial Academy of Sciences in Vienna (1887).
- [13] Schoch, K., 1927, Planeten-tafeln für Jedermann, Linser-Verlag (Berlin).
- [14] 今江廣道著, 1995, 陽明文庫所蔵「兵範記」断簡所見 – 日食記事とその年次, 「日本歴史」, 1995年5月号, p. 86.
- [15] 内田正男著, 1975, 「日本暦日原典」, 雄山閣.
- [16] 小倉伸吉著, 1916, 天文月報, 第9号, 13–18, 25–29, 39–43, 52–55, 62–64.
- [17] 神田 茂著, 1935, 「日本天文史料」, 恒星社.
- [18] 齊藤国治著, 1986, 「国史国文に現われる星の記録の検証」, 雄山閣.
- [19] 齊藤国治・小沢賢二著, 1992, 「中国古代天文記録の検証」, 雄山閣.
- [20] ニーダム, ジョセフ著, 東畑精一・藪内清監修 1991, 「中国の科学と文明 第5巻 天の科学」, 思索社.
- [21] 橋本万平著, 2002, 「日本の時刻制度」, 塙書房.
- [22] 長谷川一郎著, 1995, 「『月食ナシ』と注記された日本天文史料について」, 大手前女子短期大学・大手前栄養文化学院・大手前ビジネス学院「研究集録」第15号, 290–297.
- [23] 渡邊敏夫著, 1979, 「日本中国朝鮮–日食月食宝典」, 雄山閣.