

## 改定される天文常数

佐藤 友三\*

### §1. I. A. U. シンポジウム (パリ) 討論会決議

昭和39年8月25日から9月3日にわたり、ハンブルグで開催される第12回 I. A. U. 総会で現用の天文常数の一部の改訂が審議される。以下は審議に付されるまでの経過を述べたものである。

現に使用している天文常数の改訂について、昭和37年2月22日から26日にわたりアメリカの RAND Corporation において太陽系に関する常数についてという表題で実行討論会が開催され<sup>(1)</sup>、次で38年5月24日から31日にわたりパリで天文常数に関する I. A. U. の第21 討論会が開催された。次に G. A. Wilkins 博士からこのパリーの討論会に関する昭和38年8月30日付の報告に基づいて天文常数改訂に関連する経過を述べることにする。

この討論会において次に述べる八カ条の決議案が採択された。

1. 現用の天文常数系の撞着およびその妥当性の欠如を改め、さらに最近の観測結果に基づいて、これ等常数の値をより良く決めるために国際間に流布している天体暦を改訂された天文常数に基づいて編集すべきであり、そして実行可能ならばすぐに編暦局がこの常数系を使用すべきであることを勧告する。新しい常数系は必須の基本常数 (Fundamental Constants) で定義され、また基本常数とそれから誘導される諸常数との間の関係を明示すること。

2. 上記第1項に基づいて改定される天文常数系を出来るならば第12回 I. A. U. 総会に提出するように準備すべき実行小委員会を任命することを I. A. U. の執行委員会に懇請する。実行小委員会のメンバーとしては D. Browner 教授, A. Danjon 教授, W. Fricke 博士, A. A. Mikhailov 博士および G. A. Wilkins 博士 (幹事として) の諸氏を推挙する。

実行小委員会が天文常数系の値を提出するに当つては天文学以外の国際科学機関で決定した結果と矛盾しないことが望ましいという意図の下に常数系の値を決めること。

3. 現用の黄経の一般才差および章動常数は今の場合は変更しないことを勧告する<sup>(2)</sup>。

4. 第1項の決議に基づき実行小委員会は下記の諸量を基本常数とする<sup>(3)</sup>。

(1) メートル単位で表示した地球の基準回転楕円体の赤道半径。

(2) 基準楕円体の形状に関するものとしては、地球の外部ポテンシャルの表示式にあらわれる  $J_2$  を採る。

(3) 月の平均運動 (もし月の運動を時刻の多項式として表示する式で表わすとすれば常数項及各次数の項の諸係数)。

(4) 重力の地心を基準とした値 (Newton の万有引力常数と地球および大気圏を含めたものの質量との積)。

(5) 月の質量と地球の質量との比率。

(6) メートル単位で表示された天文単位の値。

(7) 毎秒メートルの形で表示された光速値。

(8) 重力のガウス常数は、すでに昭和13年(1938年)の I. A. U. の第6回総会で定義したように、0.01720 20989 50000 なる値とする。

実行小委員会は特に重大な理由のない限り上記以外のものを基本常数としては採用しない。

5. 上記の基本常数が選定されたら直ちに、De Sitter がかつて論じたように<sup>(4)</sup>、基本常数値の微量補正值に因り誘導常数が受ける影響を評価するに好都合な一連の補正表示式を求めることが望ましい。

6. 現に諸常数間に見られるいろいろな相違点の原因を究明するためには、広汎にわたり、いろいろな方法で求めた諸結果を比較検討する必要があるから、従来の究明方法は勿論、これより新しい方法の開発によりこれらの原因を系統立てて究明することを勧告する。

7. レダー・エコーの方法や宇宙開発が太陽系の諸常数に関するわれわれの従来の知識に近時大いに寄与した。この事実の重大性に因り、これらに関連する方面の研究を今より一層発展させること衷を心より勧告する。

8. 月の重力と月の幾何学的形状に関する信憑性のある手掛をうるために、いろいろな方法によれば非常に期待しうる観測結果が得られる可能性の大いにある人工月衛星を飛ばすことを考え、と同時に最小数の衛星で月の重力場に関する最良の材料をうるために天体力学専攻者が月衛星の軌道要素値を攻究すること。

次に I. A. U. シンポジウム第21で撰定された基本常数の定義と暫定的数値を述べる。基本常数をローマ字の大文字で、同じ字の小文字はその記号の示す常数の相対

\* 東京天文台

Y. Sato: The Astronomical Constants Revised at the Twelfth General Assembly of the International Astronomical Union.

変化量を表示するものとする。いうまでもなくこれらは暫定的な記号である。実行小委員会が第一に行うべき仕事は諸誘導常数間の関係に使用する記号を選択することと諸常数を表示すべき単位を選択することである。もしすべての角度を弧度法で、また時の単位を曆表時系の秒であらわせれば諸関係は簡単になることは疑ふ余地のないことである。

$R$  : メートル単位で表わした地球の基準回転楕円体の赤道半径 (以後 Georadius と呼ぶ)

$$= 6378165(1+r)^{(6)}$$

$A$  : メートル単位で表わした 1 天文単位

$$= 149598 \times 10^6(1+a)^{(6)}$$

$C$  : 毎秒メートルの単位で表わした光速

$$= 299792500(1+c)^{(7)}$$

$K$  : (天文単位)<sup>3</sup>(秒)<sup>-1</sup> の単位で表わしたガウスの重力常数

$$= (0.017202 \ 09895/86400)(1+k)$$

$$= 0.199098 \ 367 \times 10^{-6}(1+k)$$

$G$  : (メートル)<sup>3</sup>(秒)<sup>-2</sup> の単位で表わした地心引力常数

$$= 398.6032 \times 10^{12}(1+g)^{(8)}$$

$M$  : 地球の質量を単位として表わした月の質量

$$= (1/81.30)(1+m)^{(9)}$$

$$= 0.01230012(1+m)$$

$N$  : (ラジアン)<sup>1</sup>(秒)<sup>-1</sup> の単位で表わした月の対恒星平均運動

$$= \{47434.889871/(86400 \times 20624.806)\}$$

$$\times (1+n)^{(10)}$$

$$= 2.661700 \times 10^{-6}(1+n)$$

地球の形状および重力場を定義する諸常数は後で別途に論ずるとして、次に主要誘導常数 (The principal derived constants) を例記する。

太陽視差 =  $206264.8 \arcsin(R/A)$

$$= 8^{\circ}794175(1+r-a)$$

光差 =  $A/C$

$$= 499.005(1+a-c)$$

光行差常数

$$= 206264^{\circ}8(KA/C)$$

$$= 20^{\circ}4926(1+k+a-c)$$

$H$  = 日心引力常数 (ただし (メートル)<sup>3</sup>(秒)<sup>-2</sup> の単位で表示)

$$= A^3 K^2 = 132.713 \times 10^{15}(1+3a+2k)$$

太陽質量/地球質量 =  $H/G$

$$= 332945(1+3a+2k-g)$$

$a_M$  = メートル単位で表示した地球と月のケプラーの法則に基づいた平均距離

$$= \{G(1+M)/N^2\}^{\%}$$

$$= 384.749 \times 10^6 \left(1 + \frac{1}{3}g - \frac{2}{3}n\right)$$

$a_H$  = メートル単位で表示した摂動をうけた地球と月の平均距離 =  $a_M/1.000 \ 9076$

$$= 384.400 \times 10^6 \left(1 + \frac{1}{3}g - \frac{2}{3}n\right)$$

Brown の太陰論に採用している赤道地平視差の正弦常数

$$= 206264^{\circ}8(R/a_M)$$

$$= 3422^{\circ}45 \left(1 + r - \frac{1}{3}g + \frac{2}{3}n\right)$$

月均差の常数

$$= 206264^{\circ}8(M/1+M)(a_H/A)$$

$$= 6^{\circ}4400 \left(1 + m + \frac{1}{3}g - \frac{2}{3}n - a\right)$$

以上は誘導常数およびその暫定値である。

さて、地球の形状と引力場に関する常数についてであるが、次の理由によりこれらの常数は取り上げない。第一にパークレイにおいて昭和 38 年 8 月 19 日から 31 日までにわたり開催された Union Géodésique et Géophysique internationale の総会の決議にこれらの諸常数は関連するものであること、第二にこれらの諸常数間の関係を設定するにおいてはいろいろな方法が可能であること、第三に地球の幾何学的形状と地球の引力ポテンシャルとを定義する常数とは天文学上は全く独立に取扱はれることを主張しうることが理由である。地心引力常数は基本常数として取扱はれるべきであり、基準楕円体の重力表示式は天文学者に直接に関係しない。そしてこの表示式の諸係数が地球外引力ポテンシャルの式の諸係数と矛盾なきや否やといふことは重要なことでない。

さて、上述の系に関する諸問題として、1. レダー観測からのみ決定した上述の  $A$  の値に基づき誘導された太陽視差および光行差常数の値を天文学者として認める心構があるか。2. 光行差常数の表示式に今一つ補正項を含めるべきでないか。3. 上述したもの他に誘導常数として特に取り上げるものはないか、あるいは取除くものはないか。4. 赤道、黄道および分点を定義すると考える常数の値も挙げるべきでないか。もしそうだとすればいかなる常数を基本常数とすべきか、さらに誘導常数としていかなるものを明示すべきか、5. 惑星系の質量を考慮すべきでないか。6. 惑星の大きさと形状を定義する常数の表を天体曆に使用するために提示すべきでないか、7. 上述の  $r, a, c$  などの補正項のおおよその範囲はいか程のものであるかを表示するように努めるべきでないか。

## §2. A. I. U. 執行委員会 (リエージュ)

ついで昭和 38 年 6 月リエージュで第 24 回目の I. A. U. 執行委員会が開催された。以下この委員会で審

議された事柄をのべる。執行委員会は上述の第 21 討論会から提出された議事録を審議し、すでに述べた第 4 項決議案に基き改訂される天文常数系を第 12 回の総会で審議に付しうるように準備することを、実行小委員会を設立して、これに命ずべきであるという決議事項を特に審議した。したがって執行委員会が天文常数系に関する実行小委員会の構成および具申事項を指示した。小委員会の構成人員は W. Fricke 博士 (議長とする), D. Browner 教授, A. Danjon 教授, A. A. Mikhailov 教授および幹事としての G. A. Wilkins 博士の 5 名である。実行小委員会は天文常数系とそれらの数値に關係のある諸観測および諸研究に従事する全世界の研究所および個々の研究者に向つて積極的に相談すること、また小委員会の全員が他のメンバーを選挙してもよろしい。次いで具申事項としては (a) 実行小委員会は I. A. U. シンポジウム第 21 で採択した諸決議案に基づき昭和 39 年 8 月ハンブルグで開催される I. A. U. の第 12 回総会で取上げられるべき諸常数の数値を準備する。(b) この場合天文学以外の国際科学連盟が決定した諸事項も考に入れる。(c) この天文常数の改訂と關係のある諸委員会が、委員会の開催中に、この勧告を考慮するように取計らうと思われる I. A. U. の総幹事に取敢えず実行小委員会は報告する。もし報告が昭和 39 年 3 月 25 日までに受納されれば、総会に提出される公表議事録に載録され、加盟機関および I. A. U. の全員へ配布される。以上に述べたことは執行委員会の審議事項である。

本年 (昭和 39 年) 4 月 24 日付の書信で G. A. Wilkins 博士が、I. A. U. の執行委員会へ実行小委員会が提出した報告の写を送って来た。恐らくこの報告がそのまま 8 月の I. A. U. 総会で審議されると思われる。次にこれに就て述べる。

前回の報告で Fundamental Constant という用語を使用した。これを Primary Constant (最重要常数) と改める。この Primary Constants の数値を選定するに当っては、これ等の常数の決定値の誤差については旧套の見解に基づいた。

しかしそれにしてもこの改訂系は数年間天文学の研究に対し適切な精度をもつものであるべきである。諸常数の採用値 [表 I 参照] とそれに関する諸注意、常数の真値が存在すると信ぜられる範囲 [表 II 参照]、誘導常数に関する微分補正式 [表 III 参照] およびこの系を国家暦および国際間に流布している天体暦に採用すべきこと等に就いて述べている。なお常数の定義区分およびそれを表示する記号に多少の変動があり、また A. Danjon 教授が病気のため代りに J. Kovalevsky 博士が小委員会に出席したことを付記している。

### § 3. 諸常数に関する注意

1. 1 回帰年 (但し 1900 年) の暦表時秒単位での表示値。この値は国際度量衡会議<sup>(1)</sup> で採択された暦表時系の秒の定義に従つたものである。これはいうまでもなく任意の時刻における太陽の平均黄経 (それはその時刻の平均春分点から測られるのであるが) を表示する Newcomb の式の  $T$  ( $T$  は 36525 日を単位として測る) の係数から誘導されたものである。以下表中 1900 と付記しているのは暦表時系の基準時刻、即ち 1900 年 1 月 0 日の 12 時 E. T. (E. T. は暦表時を意味する) を示す。表中 20 項から 21 項までの常数もまたこの基準時刻における値である。なほ表中の時秒は暦表時系の秒を意味する。

2. Gauss の引力常数 ( $k$ )。この値は昭和 13 年の I. A. U. で採択されたもので、天文単位 (a. u.) 距離を定義する役をするものである。太陽の質量を質量の単位とし暦表時系の 1 日 (Ephemeris Day) 即ち 86400 暦表時秒を時の単位とすると、 $k$  の単位は (a. u.)<sup>3/2</sup> (ephemerisday)<sup>-1</sup> (Sun's mass)<sup>-1/2</sup> となる。 $k/86400$  を  $k'$  で表わし、その商を丸めた値を表に示してある。

3. メートル単位で表示した 1 天文単位の値。これは最近のレーダー観測から決めた結果を丸めた値である。

4. 光速度 (メートル/秒単位で表した)。これは国際理論・応用物理学連合が昭和 38 年 9 月に勧告した値である。

5. メートル単位で表示した地球の赤道半径。これは基準回轉楕円体 (これはジオイドに略々近い) の赤道半径である (16 項を参照のこと)。

6. 地球の力学的形状に関する要素。これは昭和 36 年の I. A. U. 総会で第 7 委員会 (天体力学) で採択した地球の引力ポテンシャルの表示式の第 2 調和解析項の係数である。

7. 地心引力常数 ( $GE$ ) は長さとの単位をそれぞれメートルおよび秒とした場合に天体の地心軌道のために使用すると便利である。 $E$  は大気圏をも含んだ地球の質量を意味する。質量  $M$  なる天体が摂動をうけないで地球の周囲を楕円軌道で運動する場合の Kepler の第 3 法則は  $GE(1+M/E) = n^2 a^3$  で与えられる。ここで  $n$  は天体の対恒星平均運動 (単位はレジャン/時秒)  $a$  は平均距離 (単位はメートル) を示す。 $GE$  の値は重力測定と人工衛星の観測結果から割出されたものである。

8. 月質量と地球質量の比。ここでいう地球の質量は大気圏を含むものである。1/81.30 を小数値で表示した場合 0.0123001 までとする。

9. 月の対恒星平均運動 (1900 年における値で、単位はレジャン/時秒である) は改訂月運行表に採用されている 1 回帰年における月の平均運動の値である。勿論

黄経の一般歳差を取去つてある。

10~12. 10. 11. 12 はそれぞれ1900年における1回帰年間の黄経の一般歳差, 黄道の傾斜, および章動常数である。数値は従来採用していた値と同じである。

13. 太陽視差. これを使って数値計算する際, 計算結果の一致性を要求する場合の外は8794の丸めた値を使用すべきである。

14. 光差. この値は1天文単位を光が通過するに要する時間を秒で表示したもので, その逆数は1天文単位における光速を示す(勿論単位は時秒とする)。

15. 光行差常数. 単位半径の円軌道上を運動している微小質量の仮想天体の速度と光速の比が光行差常数である。便宜上206264.806(即ち1レジアンを角度の秒で表示した場合の数値)を掛け合せて角秒で表示してある。 $F_1$ は地球の平均速度と上述の仮想天体の速度の比で, 次の式で与えられる $F_1 = n_0/k \cdot a_0 / (1-e^2)^{1/2}$ , ここで $n_0$ は太陽の対恒星平均運動(単位はレジアン/時秒) $a_0$ は太陽の平均距離(但し摂動を受けた値で, 単位はa.u.),  $e$ は地球の軌道の平均離心率である。この $F_1$ の算出に使用する $n_0, a, e$ の数値としてはNewcombの値で充分で,  $F_1$ は時刻により変りその結果は次に示すようになる。

	$F_1$	$k''$
1800	1,000 1427	20.49583
1900	1,000 1420	20.49582
2000	1,000 1413	20.49581

13項の場合と同様に一般には207496なる丸めた値を使用すべきである。

16. 地球の扁率( $f$ ). 地球の基準回転楕円体が等ポテンシャル面であるだろうという条件は, 地球の自転角速度( $\omega$ )と大気圏の質量の地球質量に対する比( $\mu_a$ )とが既知であると仮定すれば, とりも直さず地球の幾何学的形状と地球外引力場とを定義するのに三つの要素があれば足りるということの意味する。地球の自転の割合の変化性を度外視し, 大気圏の質量の影響は極めて少量であるとすれば,  $\omega = 0.000072921$ レジアン/時秒,  $\mu_a = 0.000001$ である。地球の扁率( $f$ )と赤道における重力( $g_e$ ) (Apparent gravity)を上述したPrimary Constantsの第2次の階数までの式で表わせば, それぞれ

$$f = \frac{3}{2} J_2 + \frac{1}{2} m + \frac{9}{8} J_2^2 + \frac{15}{28} J_2 m - \frac{39}{56} m^2$$

$$g_e = (GE/a_e^2) \left( 1 - \mu_a + \frac{3}{2} J_2 - m + \frac{27}{8} J_2^2 - \frac{6}{7} J_2 m + \frac{47}{56} m^2 \right)$$

となる。ここで $m = a_e \omega^2 / g_e$ で逐次近似法で $m$ を求めることができる。これらの新しい数値は測地学で使用

するためのものでない。

17. 日心引力常数は7項の $GE$ に相応するものであるが, 日心軌道の計算をメートルと時秒の単位で表示する場合に便利である。

18~19. 18は太陽質量( $S$ )と地球質量との比, 19は太陽質量と地球質量と月質量の和との比である。ここに誘導した地球の質量に地球と月の質量の和は, これまで一般に採用してきた値と相違する。併し惑星系の質量が全部改訂されるまでは旧値を全面的に廃棄してこの新しい値を採用することはしない。

20. 摂動をうけた月の平均距離(メートル単位で表示してある)これはHillの変差軌道の半長径<sup>(12)</sup>で, Keplerの第3法則で算出される結果に $F_2$ <sup>(13)</sup>( $F_2$ は太陽と月の平均運動の比に依存する因数であり, この比はよく決つてる)を乗じた値である。

21. 月視差の正弦値常数. これは便宜上206264.806を乗じた角秒で表示する。月の視差( $\pi_c$ )そのものの値は34227608となる<sup>(14)</sup>。

22. 月均差. これは便宜上角秒で表わされる。

23. 月角差. 係数 $F_3$ はBrownの太陰表の相応量と矛盾しない。

24. 惑星系の質量は一般に流布している天体暦に採用されてるもので, 掲げた値は各惑星の質量の逆数で大気圏および衛星の質量を含むものである。海王星の値は外惑星の運動の数値積分の際採用したものである<sup>(15)</sup>。Newcombが内惑星の運動理論に使用した値は1970であつた<sup>(16)</sup>。惑星運動論に使用した地球の質量の月質量に対する比は81.45<sup>(17)</sup>(Brownは太陰運動論においては81.45<sup>(17)</sup>を採用している)そして太陽質量の地球質量(これは大気圏の質量を含まない)に対する比は333432である<sup>(18)</sup>。内惑星の改良された質量が宇宙開発に因り決定されるようになるのもここ数年後であるだろうから, その時にここに掲げた質量を改訂すべきである。

#### §4. むすび

次にこの勧告の履行についてふれると, 新しい系はこれが採用されたらなるべく早く各国のおよび国際間に流布している天体暦に採択されるべきであることを実行小委員一同は本質的な事柄と認める。従つてわれわれ一同はハンブルグにおいて開催されるI.A.U.の第4委員会(天体暦)の会合に際し, 確実な日程表を組めるように主だった編暦局長がこの新しい系を導入するために惹き起る結果を研鑽することを要求したい。われわれは取敢えずこの新しい系を1968年(昭和43年)の暦に取入れることを提案する。

太陽, 月および惑星の運動に関する新しいあるいは改良された理論が完成する時期まで現用の天文常数に基づいて編成されている天体暦へ微分補正をし, その補正量

を表として載せることを提案する。われわれは昭和 39 年の総会の当初に再び会合して、39 年 1 月<sup>(21)</sup>にわれわれが会合したがそれ以後われわれの注意を引く何らかの新しい観測事実あるいは真新しい理論的論証について考えてみるつもりである。しかる後にわれわれは上述の新常数のリストを確認するかあるいはもし必要なら改訂するつもりである。このようにして完成した最終リストが I. A. U. の天文常数系に関連するわれわれの勧告である。それ故執行委員会が次に示す起草決議文を総会で採択する見地に立って第 4, 7, 8, 19, 20 および 31 の諸

委員会<sup>(21)</sup>に考慮させることをわれわれが懇請する。国際天文学連合が天文常数系に関する実行小委員会が準備した天文常数に関する最終リストを是認し、さらにできる限り早い実行可能な時機にこれを各国のおよび国際間に流布している天体暦に使用することを勧告する。

最後に実行小委員会は昭和 38 年 8 月 31 日付の手紙の内容に対し回答した各位に対し、また 39 年 1 月 8 日から 10 日にわたりイギリスの王立グリニッジ天文台で当該小委員会を開催する便宜を与えた Astronomer Royal に謝辞をのべている。 (昭和 39 年 8 月 20 日)

表 I 常数の採用値 (用語は現文のまま)

Defining constants	
1. Number of ephemeris seconds in 1 tropical year (1900)	$s = 31\ 556925 \cdot 9747$
2. Gaussian gravitational constant, defining the a. u.	$k = 0 \cdot 017202\ 09895$
Primary constants	
3. Measure of 1 a. u. in metres	$A = 149600 \times 10^3$
4. Velocity of light in metres per second	$c = 299792 \cdot 5 \times 10^3$
5. Equatorial radius for Earth in metres	$a_e = 6\ 378160$
6. Dynamical form-factor for Earth	$J_2 = 0 \cdot 0010827$
7. Geocentric gravitational constant (units: $\text{m}^3 \text{s}^{-2}$ )	$GE = 398603 \times 10^9$
8. Ratio of the masses of the Moon and Earth	$\mu = 1/81 \cdot 30$
9. Sidereal mean motion of Moon in radians per second (1900)	$n_{\text{L}}^* = 2 \cdot 661693\ 489 \times 10^{-6}$
10. General precession in longitude per tropical century (1900)	$p = 5025 \cdot 64$
11. Obliquity of ecliptic (1900)	$\epsilon = 23^\circ 27' 08 \cdot 26$
12. Constant of nutation (1900)	$N = 9 \cdot 210$
Auxiliary constants and factors	
$k/86400$ , for use when the unit of time is 1 second	$k' = 1 \cdot 990983\ 675 \times 10^{-7}$
Number of seconds of arc in 1 radian	$= 206264 \cdot 806$
Factor for constant of aberration (note 15)	$F_1 = 1 \cdot 000142$
Factor for mean distance of Moon (note 20)	$F_2 = 0 \cdot 999093\ 142$
Factor for parallactic inequality (note 23)	$F_3 = 49853 \cdot 2$
Derived constants	
13. Solar parallax	$\arcsin (a_e/A) = \pi_s = 8 \cdot 79405\ (8 \cdot 794)$
14. Light-time for unit distance	$A/c = \tau_A = 499 \cdot 012$ $= 1^s / 0 \cdot 002003\ 96$
15. Constant of aberration	$F_1 k' \tau_A = \kappa = 20 \cdot 4958\ (20 \cdot 496)$
16. Flattening factor for Earth	$f = 0 \cdot 003352\ 9 = 1/298 \cdot 25$
17. Heliocentric gravitational constant (units: $\text{m}^3 \text{s}^{-2}$ )	$A^3 k'^2 = GS = 132718 \times 10^{15}$
18. Ratio of masses of Sun and Earth	$(GS)/(GE) = S/E = 332958$
19. Ratio of masses of Sun and Earth + Moon	$S/E(1+\mu) = 328912$
20. Perturbed mean distance of Moon, in metres	$F_2(GE(1+\mu)/n_{\text{L}}^{*2})^{1/2} = a_{\text{L}} = 384400 \times 10^3$
21. Constant sine parallax for Moon	$a_e/a_{\text{L}} = \sin \pi_{\text{L}} = 3422 \cdot 451$
22. Constant of lunar inequality	$\frac{\mu}{1+\mu} \cdot \frac{a_{\text{L}}}{A} = L = 6 \cdot 43987\ (6 \cdot 440)$
23. Constant of parallactic inequality	$F_3 \frac{1-\mu}{1+\mu} \cdot \frac{a_{\text{L}}}{A} = P_{\text{L}} = 124 \cdot 986$
System of planetary masses	
	Reciprocal mass
24. Mercury	6 00000
Venus	408000
Earth+Moon	329390
Mars	3 093500
Jupiter	1047 \cdot 355
Saturn	3501 \cdot 6
Uranus	22869
Neptune	19314
Pluto	360000

表 II 諸常数の真値が介在すると信ぜられる範囲

$A$ : 149597 to $149601 \times 10^3$ m	$\mu^{-1}$ : 81.29 to 81.31
$c$ : 299792 to $299793 \times 10^3$ ms <sup>-1</sup>	$n_c^*$ : correct to number of places given
$a_e$ : 6378080 to 6378240 m	$p$ : 5026 <sup>7</sup> 40 to 5026 <sup>7</sup> 90
$J_2$ : 0.0010824 to 0.0010829	$\epsilon$ : 23°27' 08 <sup>7</sup> 16 to ...08 <sup>7</sup> 36
$GE$ : 398600 to $398606 \times 10^9$ m <sup>3</sup> s <sup>-2</sup>	$N$ : 9 <sup>7</sup> 200 to 9 <sup>7</sup> 210
以下は上述の常数の範囲に相応する誘導常数の範囲	
$\pi_\oplus$ : 8 <sup>7</sup> 79388 to 8 <sup>7</sup> 79434	$f^{-1}$ : 298.33 to 298.20
$\tau_A$ : 499 <sup>5</sup> 001 to 499 <sup>5</sup> 016	$a_\zeta$ : 384399 to $384401 \times 10^3$ m
$\kappa$ : 20 <sup>7</sup> 4954 to 20 <sup>7</sup> 4960	$\sin \pi$ : 3422 <sup>7</sup> 397 to 3422 <sup>7</sup> 502
$GS$ : 132710 to $132721 \times 10^{15}$ m <sup>3</sup> s <sup>-2</sup>	$L$ : 6 <sup>7</sup> 4390 to 6 <sup>7</sup> 4408
$S/E$ : 332935 to 332968	$P_\zeta$ : 124 <sup>7</sup> 984 to 124 <sup>7</sup> 989
$S/E(1+\mu)$ : 328890 to 328922	

表 III 誘導常数に関する微分補正式 (第1次項に関するもの)

$$\frac{\Delta \pi_\oplus}{\pi_\oplus} = \frac{\Delta a_e}{a_e} - \frac{\Delta A}{A}$$

$$\frac{\Delta \kappa}{\kappa} = \frac{\Delta A}{A} - \frac{\Delta c}{c} = \frac{\Delta \tau_A}{\tau_A}$$

$$\frac{\Delta(GS)}{GS} = \frac{3\Delta A}{A}$$

$$\frac{\Delta\{S/E(1+\mu)\}}{S/E(1+\mu)} = \frac{3\Delta A}{A} - \frac{\Delta(GE)}{GE} - \frac{\Delta\mu}{1+\mu}$$

$$\frac{\Delta a_\zeta}{a_\zeta} = \frac{1}{3} \frac{\Delta(GE)}{GE} - \frac{2}{3} \frac{\Delta n_c^*}{n_c^*} + \frac{1}{3} \frac{\Delta\mu}{(1+\mu)}$$

$$\frac{\Delta \sin \pi_\zeta}{\sin \pi_\zeta} = \frac{\Delta a_e}{a_e} - \frac{\Delta a_\zeta}{a_\zeta}$$

$$\frac{\Delta \tau_A}{\tau_A} = \frac{\Delta A}{A} - \frac{\Delta c}{c}$$

$$\frac{\Delta f}{f} = \frac{\Delta J_2}{J_2}$$

$$\frac{\Delta(S/E)}{S/E} = -\frac{\Delta(GE)}{GE} + \frac{3\Delta A}{A}$$

$$\frac{\Delta L}{L} = \frac{\Delta\mu}{\mu(1+\mu)} + \frac{\Delta a_\zeta}{a_\zeta} - \frac{\Delta A}{A}$$

$$\frac{\Delta P_\zeta}{P_\zeta} = -\frac{2\Delta\mu}{1-\mu^2} + \frac{\Delta a_\zeta}{a_\zeta} - \frac{\Delta A}{A}$$

## 註記

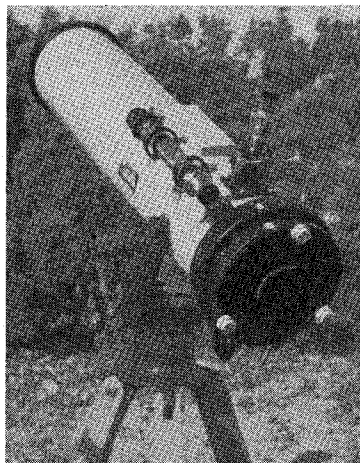
- (1) この討論会の内容は次に掲げた起草報告を参照せられたい。Wilson, D. S.: Notes of Working Symposium on Solar System Constants, February 22-26, 1962 (held at RAND) [RM-3425-NASA Draft, i-v, 1-76, 1962; RAND Project No. 9240].
- (2) 従って、基準時刻において、前者は 50<sup>7</sup>2564 + 0<sup>7</sup>0222T, 後者は 9<sup>7</sup>21 の値である。
- (3) これ等の数値は 241 頁に掲げてある。
- (4) Bull. Astro. Netherland, vol. 8, 213-231, 1936 を参照。
- (5) これは Kaula, W. M. および NASA の研究者が求めたものである。
- (6) 金星の距離をレーダーで測定した結果に基づく天文単位の決定結果について、Muhleman, D. O. と Shapiro, I. I. の 2 人の詳細なかつ広汎にわたる討論から帰結された値は  $149,598,000 \pm 300$  km (これは 440 Mc/sec の電波を使用した MIT の Millston の観測から求めたもの) である。
- (7) Froome, K. D. が決めたもので誤差は  $\pm 100$  m/s である。Proc. Royal Soc., Ser. A, Vol. 247, 109, 1958 を参照。
- (8) Kaula, W. M. がまとめたもので、誤差は  $\pm 0.0030 \times 10^{12}$  である。
- (9) レーダーで決めた天文単位を使ってエロスから誘導した月均差を訂正するとこの値は 81.26 ~ 81.36 の範囲に入る、Hamilton, T. W., Cain, D. L., Sjogren, W. L. および Null, G. 等により Mariner II のレーダー観測から求めたものは  $81.3015 \pm 0.0033$  である。
- (10) これは Brown, E. W. が決めた 1 回帰年における月の平均黄経の運動 1732564406<sup>7</sup>06 (Mem. R. A. S. Vol. 57, 109, 1905) を暦表時系に引直し、その補正として Jones, H. S. の -26<sup>7</sup>75 (M. N. Vol. 99, No. 7, 1939) を採用し、さらに一般歳差として Morgan, H. R. および Oort, J. H. の決めた 5026<sup>7</sup>76 (B. A. N., Vol. 9, 424, 1943)

を採用して Clemence, G.M. が求めた (A.J., Vol. 53, 176, 1948) 1732559352'55 から誘導される。

- (11) Procès Verbaux des Séances, deuxième série, tome 25, 77, 1957 を参照。
- (12) Hill, G. W.: Collected Mathematical Works, Vol. 1, 317, 1905 を参照。
- (13) Brown, E. W.: Mem. R. A. S., Vol. 53, 89, 1897 を参照。
- (14) 現在使用している Improved lunar ephemeris は Brown の lunar table とこの常数に関しては変わっていないから 3422'70 である。
- (15) Astro. Papers, Vol. 12, 1951 を参照。
- (16) Newcomb が内惑星の黄経と半径の周期振動の理論に使用したもの Astro. Papers, Vol. 3, 406, 1891 を参照。
- (17) Astro. Papers. Vol. 6, 11, 1898 を参照。
- (18) Tables of the motion of the moon, Sect. I. 3, 28, 1919 参照。
- (19) Astro. Papers, Vol. 6, 11, 1898 を参照。
- (20) 本文の末尾参照。
- (21) これ等の委員会は順に天体暦, 天体力学, 位置天文学, 緯度変化, 小惑星, 流星・衛星, 時に関するものである。



## カンコー天体反射望遠鏡



二十糎 C G 式焦点距離二段切換  
天体反射望遠鏡

- ★ 天体望遠鏡完成品各種
- ★ 高級自作用部品
- ★ 抛物面鏡, 平面鏡, 軸外し抛物面鏡
- ★ アルミニウム鍍金
- ★ 電源不要観光望遠鏡 (カタログ要 30 円切手)

## 関西光学研究所

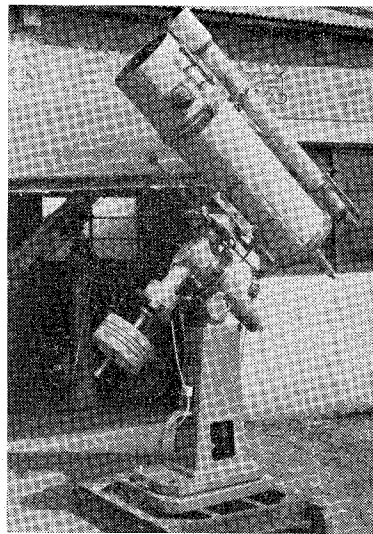
京都市東山区山科竹鼻 TEL 京都 ☎ 0057

## 西村製の

# 30 cm 反射望遠鏡

下記へ納入して好評を博しております

- 米 ゴッダード・スペース・フライト・センター  
ハインド J R 短期大学  
ムレ大学
- 英 オックスフォード大学
- スイス バーゼル大学



30 cm 反射望遠鏡

ニュートン・カセグレン兼用

## 株式会社 西村製作所

京都市左京区吉田二本松町 27  
電話 (77) 1570, (69) 9589