の値を用いる．

〔例 4〕 例3と同じ問題につき計算例を掲げる．

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $T_0=$ | 17$^h$ | 5$^m$ | 31.$^s$484 | ……平均恒星時 $0^h$ に対する世界時 |
| $\Theta=$ | 0 | 30 | 6.499 | ……与えられた地方平均恒星時 |
| $-\nu'\Theta=$ | − 0 | | 4.932 | |
| $\nu'\lambda=$ | | 1 | 24.949(+ | |
| $T_p=$ | 17 | 36 | 58.000 | ……所要瞬時の地方平時 |

「視（平均）恒星時 $0^h$ における世界時」は，そのまま「暦表視（平均）恒星時 $0^h$ における暦表時」と数値的には同じである．したがって視（平均）春分点が暦表子午線に正中する瞬時の暦表時を意味する．

19. ユリウス日（4〜11ページ）は西暦紀元前4713年，すなわち −4712年1月1日から起算した通日であって，毎日の正午から始まり，時刻は日の端数によって示す．ユリウス日は長い年月にわたって日数を通算するのに便利なもので，日時が明確に規定されるから天文学において日付による誤りを犯すことを防ぎ，かつ容易に日時の間隔を求めることができるし，また年代学上の問題にもはなはだ有用である．

## 太　　陽（12〜44ページ）

20. 太陽の位置は S. Newcomb: Tables of the Motion of the Earth on its axis and around the Sun (Astr. Pap. Amer. Eph., Vol. VI, Part I, 1895.) に基づいている．この表から瞬時の平均春分点に基準した幾何学的（光行差を考慮していないという意味で用いる．）黄経，瞬時の黄道に基準した黄緯，動径の対数が得られる．

21. 12〜27ページの偶数ページには毎日 $0^h$ E. T. における次の値を掲げてある．

黄　　経：1967.0の平均春分点に基準した幾何学的黄経を掲げる．この値に脚注の改正を加えると1950.0の平均春分点に基準した値になる．

視一平均：視黄経を得るために幾何学的黄経に加える値であって，ベッセル年初から瞬時までの歳差と，瞬時の黄経における章動の和から光行差常数20.″47を動径で割って得た値を引き去った値である．

黄　　緯：1967.0, 1950.0および瞬時の黄道にそれぞれ基準した値を掲げる．

地平視差：地球の赤道半径が太陽の中心に対して張る角であって，平均距離における値を8.″80とし，これを動径で割った値を掲げる．

黄経の歳差：ベッセル年初から黄道に沿って動いた春分点の変位量であってこの値を前記の幾何学的黄経に加えると瞬時の平均春分点に基準した幾何学的黄経となる．この値に次に述べる黄経の章動を加えると瞬時の真春分点に基準した値になる．

黄経の章動：天文略説第9節に掲げた式で計算した値で短周期項も含んでいる．

黄道傾角：平均黄道傾角に黄道傾角の章動を加えた値である．短周期章動も含んでいる．

22. 12〜27ページの奇数ページには毎日 $0^h$ E. T. における次の値を掲げてある．

視赤経・視赤緯：瞬時の真春分点に基準した黄経および瞬時の黄道に基準した黄緯から，瞬時の黄道傾角を用いた座標変換によって得た値であって，瞬時の真赤道および真春分点（短周期章動を含む）に基準している．光差による光行差は補正してある．



地球の動径：太陽と地球の中心距離を天文単位で表わしたもので光差による光行差の影響は考慮してない．

視半径：太陽の実半径が地球の中心に対して張る角であって，平均距離における光浸を含んだ視半径 16′ 1.″18 を地球の動径で割った値である．なお日月食の計算にはこの平均距離における視半径として 15′ 59.″63 (Auwers, Astronomische Nachrichten, **128**, 367, 1891) を採用している．

暦表正中時：太陽の中心が暦表子午線に正中する瞬時を暦表時で表わしたものである．

23. 世界時を知って太陽のグリニジ時角またはグリニジ視時を求めるには次の関係式による：

太陽のグリニジ時角＝$12^h$＋U.T.＋グリニジ平均太陽赤経－視太陽赤経
＝グリニジ視恒星時－視太陽赤経……(1)

グリニジ視時＝$12^h$＋太陽のグリニジ時角 ……(2)

(1) の右辺でグリニジ視恒星時は U.T. を引数として表から求め，視太陽赤経は $\Delta T$ を推定して E.T.＝U.T.＋$\Delta T$ を引数として表から求める．

グリニジ視時は(1)式から太陽のグリニジ時角を求め，その値を使用して(2)式から求める．太陽のグリニジ時角またはグリニジ視時を知って世界時を求めるには次の関係式による：

U.T.＋$12^h$＝太陽のグリニジ時角－グリニジ平均太陽赤経＋視太陽赤経……(3)

U.T.＝グリニジ視時－グリニジ平均太陽赤経＋視太陽赤経……(4)

(3), (4) 式の右辺のグリニジ平均太陽赤経と視太陽赤経は，求めようとする U.T. により定まる量であるから逐次近似法で求めていく．

グリニジ平均太陽赤経を求めるには：

U.T. $0^h$ のグリニジ恒星時＝$12^h$＋U.T. $0^h$ のグリニジ平均太陽赤経

という数値的関係より，本表から U.T. $0^h$ のグリニジ平均太陽赤経が求められる．任意の世界時に対するグリニジ平均太陽赤経は補間計算によって求める．視太陽赤経は $\Delta T$ を推定して U.T.＋$\Delta T$＝E.T. を引数として表から求める．

〔例 5〕 1月3日世界時 $8^h\,36^m\,54.^s00$ における太陽のグリニジ時角を求める．

(1) 式から求める．$\Delta T=+36.^s0$ と推定して

$3^d\,8^h\,36^m\,54.^s00+36.^s0=3.^d3593\,8$ (E.T.)

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1月3日 $0^h$ U.T. のグリニジ平均恒星時 | 6$^h$ | 47$^m$ | 43.$^s$493 |
| U.T. | 8 | 36 | 54.000 |
| 第 V 表から | | 1 | 24.914 |
| 与えられた世界時のグリニジ平均恒星時 | 15 | 26 | 2.407 |
| 与えられた世界時の「平均恒星時からの改正」 | | | −0.678 |
| 与えられた世界時のグリニジ視恒星時 | 15 | 26 | 1.729 |
| 1月3日 $0^h$ E.T. における視太陽赤経 | 18 | 51 | 46.55 |
| (1差補間)＋264.34×＋0.3593 8 | + | 1 | 34.999 |
| (2差補間)− 0.68×−0.0576 | + | | 0.039 |
| 1月3日 $8^h\,37^m\,30.^s000$ E.T. における視太陽赤経 | 18 | 53 | 21.588 |
| 太陽のグリニジ時角 | − 3 | 27 | 19.859 |

〔例 6〕 1月3日太陽の観測からグリニジ時角 $-3^h\,27^m\,19.^s859$ を得たこの時刻に相応する世界時を求める．

| | h | m | s |
|---|---|---|---|
| グリニジ時角 | − 3 | 27 | 19.859 |
| $+12^h$ | +12 | | |
| グリニジ視時 | 8 | 32 | 40.141 |

出発値としてこの視時を用い

$3^d\,8^h\,32^m\,40.^s141=3.^d3560\,21$ (U.T.), $3^d\,8^h\,32^m\,40.^s141+36.^s0=3.^d3564\,37$ (E.T.)

| | h | m | s |
|---|---|---|---|
| 1月3日 $0^h$ U.T. のグリニジ平均恒星時 | 6 | 47 | 43.493 |
| $-12^h$ | −12 | | |
| 1月3日 $0^h$ U.T. のグリニジ平均太陽赤経 | 18 | 47 | 43.493 |
| $+236.555\times0.3560\,21$ | + | 1 | 24.219 |
| $3.^d356$ の「平均恒星時からの改正」 | − | | 0.678 |
| $8^h\,32^m\,40.^s141$ U.T. のグリニジ平均太陽赤経 | 18 | 49 | 7.034 |
| 1月3日 $0^h$ E.T. における視太陽赤経 | 18 | 51 | 46.55 |
| (1差補間) $+264.34\times+0.3564\,37$ | + | 1 | 34.221 |
| (2差補間) $-\ 0.68\times-0.0573$ | + | | 0.039 |
| $8^h\,33^m\,16.^s141$ E.T. の視太陽赤経 | 18 | 53 | 20.810 |
| U.T. (第1近似値) | 8 | 36 | 53.917 |

$3^d\,8^h\,36^m\,53.^s917=3.^d3589\,57$ (U.T.), $3^d\,8^h\,36^m\,53.^s917+36^s=3.^d3593\,75$ (E.T.)

| | h | m | s |
|---|---|---|---|
| 1月3日 $0^h$ U.T. のグリニジ平均太陽赤経 | 18 | 47 | 43.493 |
| $+236.555\times0.3589\,57$ | + | 1 | 24.913 |
| $3.^d359$ の「平均恒星時からの改正」 | − | | 0.678 |
| $8^h\,36^m\,53.^s918$ U.T. のグリニジ平均太陽赤経 | 18 | 49 | 7.728 |
| 1月3日 $0^h$ E.T. における視太陽赤経 | 18 | 51 | 46.55 |
| (1差補間) $+264.34\times+0.3593\,75$ | + | 1 | 34.997 |
| (2差補間) $-\ 0.68\times-0.0576$ | + | | 0.039 |
| $8^h\,37^m\,29.^s918$ E.T. の視太陽赤経 | 18 | 53 | 21.586 |
| U.T. (第2近似値) | 8 | 36 | 53.999 |

近似のくり返しはおおむね2回で十分である.

24. 太陽の暦表正中時が与えられると, 暦表経度 (暦表子午線から測った経度) が東に $\lambda$ なる地点における太陽の正中時は

$$\frac{24^h-\lambda}{24^h}=n,\qquad n \text{ から定まる2差係数 } B'' \text{ とすると}$$

$$\text{暦表正中時}+24^h-\lambda+n\times(1\text{差})+B''\times(2\text{差の和})$$

から求めることができる. このようにして求めた時刻に対する太陽の時角は零になるはずであるが, 零にならなければ求めた時刻からその時角を引けば正中時が得られる.

〔例 7〕 1月21日東京 ($9^h\,19^m\,0^s$ E) における太陽正中時を求める.

1967年の $\Delta T$ を $+36.^s0$ と推定すると, 東京の暦表経度は次のようになる.

| | h | m | s |
|---|---|---|---|
| 東京のグリニジ経度 | + 9 | 19 | 0.00 |
| $+36.^s0\times-1.00274$ | − | | 36.10 |
| 東京の暦表経度 ($=\lambda$) | + 9 | 18 | 23.90 |

$$\frac{24^h-\lambda}{24^h}=n=0.6122\,2\qquad B''=-0.0594$$



| | h | m | s |
|---|---|---|---|
| 1月20日の暦表正中時 | 12 | 10 | 56.29 |
| $+24^h$ | +24 | | |
| $-\lambda$ | − 9 | 18 | 23.90 |
| (1差補間) $+17.^s49\times+0.6122\,2$ | + | | 10.708 |
| (2差補間) $-\ 1.^s54\times-0.0594$ | + | | 0.091 |
| 東京における正中時 (E.T.) | 26 | 52 | 43.19 |

よって1月21日東京における正中時は暦表時で $2^h\,52^m\,43.^s19$, 世界時では $2^h\,52^m\,7.^s19$ 日本時では $11^h\,52^m\,7.^s19$ である.

25. 28〜43ページには, 地球の中心を原点とする太陽の赤道直角座標が掲げてある. すなわち $X$ 軸を春分点に, $Y$ 軸を赤道上赤経 $6^h$ の点に, $Z$ 軸をその赤道の北極に向けた直角座標系における太陽の座標であって, その算式は次のとおりである. ただし $\lambda$, $\beta$, $R$ はそれぞれ太陽の幾何学的な黄経, 黄緯および動径であって, $\varepsilon$ は黄道傾角である:

$$X=R\cos\beta\cos\lambda$$
$$Y=R(\cos\beta\sin\lambda\cos\varepsilon-\sin\beta\sin\varepsilon)$$
$$Z=R(\cos\beta\sin\lambda\sin\varepsilon+\sin\beta\cos\varepsilon)$$

28〜35ページには1967.0の平均赤道と平均春分点に基準した値を, 36〜43ページには1950.0の平均赤道と平均春分点に基準した値を掲げてある.

また瞬時の真春分点と真赤道に基準した値を求める場合は 28〜35 ページの値に次式で得られる改正を加えればよい:

$$\Delta X=-Y\sec\varepsilon\Delta\lambda\sin1''$$
$$\Delta Y=+X\cos\varepsilon\Delta\lambda\sin1''-Z\,\Delta\varepsilon\sin1''-9.1\,\tau R\sin(\lambda+\Pi')$$
$$\Delta Z=+X\sin\varepsilon\Delta\lambda\sin1''+Y\,\Delta\varepsilon\sin1''+21.0\,\tau R\sin(\lambda+\Pi')$$

ここに $\Delta\lambda$ はベッセル年初から与えられた瞬時に至るまでの黄経の歳差 (第21節参照) に章動 (第21節参照) を加えたもの, $\Delta\varepsilon$ は平均黄道傾角のベッセル年初からの変化に黄道傾角の章動を加えたものである. $\Pi'$ は黄道回転軸の黄経の補角で, $\tau$ はベッセル年初からの経過時間をベッセル年を単位に測ったものであって, 232〜242 ページに掲げた $\tau$ に 0.5 を加えたものを用いればよい. 9.1 と 21.0 の単位は $10^{-8}$ である. 28〜43 ページにわたって表値を太字で記した 10 日毎の日付は, ユリウス日の整数部分が 10 で割り切れる日であって, 国際天文連合 (I. A. U.) の勧告による標準の暦表日である.

26. 太陽の平均黄経 $L$, 近地点の平均黄経 $\Gamma$, 平均近点離角 $g$, 離心率 $e$, 平均黄道傾角 $\varepsilon$, 黄道回転の年変化 $\pi$, および黄道回転軸の昇交点黄経 $\Pi$ を与える式は次のとおりである: ただし $L$, $\Gamma$, $\Pi$ は瞬時の平均春分点に基準した値である.

$$L=279^\circ\,41'\,48.''04+1\,2960\,2768.''13\,T+1.''089\,T^2$$
$$=279.^\circ6966\,8+0.^\circ9856\,4733\,54\,d+0.^\circ0003\,03\,T^2$$
$$\Gamma=281^\circ\,13'\,15.''0+6189.''03\,T+1.''63\,T^2+0.''012\,T^3$$
$$=281.^\circ2208\,3+0.^\circ0000\,4706\,84\,d+0.^\circ0004\,53\,T^2+0.^\circ0000\,03\,T^3$$
$$g=L-\Gamma$$
$$=358^\circ\,28'\,33.''0+1\,2959\,6579.''10\,T-0.''54\,T^2-0.''012\,T^3$$
$$=358.^\circ4758\,3+0.^\circ9856\,0026\,70\,d-0.^\circ0001\,50\,T^2-0.^\circ0000\,03\,T^3$$
$$e=0.0167\,5104-0.0000\,4180\,T-0.0000\,0012\,6\,T^2$$
$$\varepsilon=23^\circ\,27'\,8.''26-46.''845\,T-0.''0059\,T^2+0.''0018\,1\,T^3$$
$$=23.^\circ4522\,94-0.^\circ0130\,125\,T-0.^\circ0000\,0164\,T^2+0.^\circ0000\,0050\,3\,T^3$$
$$\pi=0.''4711-0.''0007\,T$$

$\Pi = 173^\circ\ 57.'06 + 54.'77\ T$

ここで $T$ は1900年1月0.5日 E. T.（J. D. 241 5020.0）から36525暦表日を単位に測ったもの，$d$ は同じく暦表日を単位に測ったものである．44ページには $L$, $g$ の毎10日値および年初における $\Gamma$, $e$, $\varepsilon$, $\Pi$, $\pi$ の値を掲げてある．

27. 歳差によって赤道が，黄道回転によって黄道がそれぞれ動く，したがって基準にとる座標系の元期が違うと，天体の座標や軌道要素は変わって来る．座標系の元期を1950.0から1967.0へ移す場合あるいはその逆の場合の天体の座標や軌道要素の変化を求める常数と公式を44ページに掲げてある．

## 月（45～153ページ）

28. 月の視位置は E. W. Brown の月の運動理論から直接に計算された値である．ただし経験項は除かれ，平均黄経には次の改正を加えてある：

$$-8.''72 - 26.''74\ T - 11.''22\ T^2$$

ただし $T$ は1900年1月0.5日 E. T. から36525暦表日を単位に測ったものである．

また視黄経には光行差による次の二項を追加してある：

$$+0.''018 \cos(l - 2D) + 0.''007 \cos 2D$$

ただし $l$ は月の平均近点離角，$D$ は太陽と月との平均黄経の差である．

29. 月の平均黄経 ☾，近地点の平均黄経 $\Gamma'$，昇交点の平均黄経 $\Omega$（いずれも瞬時の平均春分点に基準した値である），および太陽からの月の平均離角 $D$ を45ページに掲げる．

$$☾ = 270^\circ\ 26'\ 2.''99 + 1336^r\ 307^\circ\ 52'\ 59.''31\ T - 4.''08\ T^2 + 0.''0068\ T^3$$
$$= 270.^\circ4341\ 64 + 13.^\circ1763\ 9652\ 68\ d - 0.^\circ0011\ 33\ T^2 + 0.^\circ0000\ 019\ T^3$$
$$\Gamma' = 334^\circ\ 19'\ 46.''40 + 11^r\ 109^\circ\ 2'\ 2.''52\ T - 37.''17\ T^2 - 0.''045\ T^3$$
$$= 334.^\circ3295\ 56 + 0.^\circ1114\ 0408\ 03\ d - 0.^\circ0103\ 25\ T^2 - 0.^\circ0000\ 12\ T^3$$
$$\Omega = 259^\circ\ 10'\ 59.''79 - 5^r\ 134^\circ\ 8'\ 31.''23\ T + 7.''48\ T^2 + 0.''008\ T^3$$
$$= 259.^\circ1832\ 75 - 0.^\circ0529\ 5392\ 22\ d + 0.^\circ0020\ 78\ T^2 + 0.^\circ0000\ 02\ T^3$$
$$D = 350^\circ\ 44'\ 14.''95 + 1236^r\ 307^\circ\ 6'\ 51.''18\ T - 5.''17\ T^2 + 0.''0068\ T^3$$
$$= 350.^\circ7374\ 86 + 12.^\circ1907\ 4919\ 14\ d - 0.^\circ0014\ 36\ T^2 + 0.^\circ0000\ 019\ T^3$$

$T$, $d$ の意義は第26節の場合と同じである．

また同じページに掲げた $i$, $\Delta$, $\Omega'$ は次に説明する量である．

$i$： 地球の真赤道に対する月の平均赤道の傾斜角．

$\Delta$： 月の平均赤道上で地球の真赤道との昇交点から瞬時の黄道との昇交点まで測った角．

$\Omega'$： 地球の真赤道上で瞬時の真春分点から月の平均赤道との昇交点まで測った角．

これらの計算で黄道に対する月の平均赤道の傾斜角は Hayn の値 $1^\circ\ 32.'1$ を用いた．

30. 46～61ページには暦表時 $0^h$，および $12^h$ に対する月の視黄経・視黄緯・視半径・地平視差および暦表子午線正中時を上経過（U と略記）と下経過（L と略記）に対して掲げてある．月の視黄経・視黄緯は瞬時の真春分点と黄道に基準したもので光行差および短周期章動を含んでいる．

視半径 $s$ は赤道地平視差 $\pi$ より次の式で算出される：

$$\frac{\sin s}{\sin 15'\ 32.''58} = \frac{\sin \pi}{\sin 57'\ 2.''70}$$

ただし $15'\ 32.''58$ は平均距離における月の視半径である（Newcomb による）．

上式を展開して

$$s = 0.''0796 + 0.2724\ 46\ \pi$$

と書くことができる．光浸による視半径の補正については考慮していない．



31. 暦表子午線正中時は月の中心が暦表子午線に正中する瞬時を暦表時で表わしたものである．これから経度 $\lambda$ の地点の正中時を知りたい場合は，$\lambda$ を暦表経度で表わして経度補間を行なう．このとき日付も含めて差取りを行なうと，得られる時間は与えられた経度における正中時を暦表時で表わしたものである．これから $\Delta T$ を引けば世界時を得る．

正中時欄に…とあるのは該当する正中がその日に起こらないことを示す．

〔例 8〕 2月6日東京（$9^h\ 19.^m0$ E）における月の正中時（上経過）を世界時で求める．

暦表子午線正中の下（上）経過は暦表経度180°における上（下）経過であるから，東経における上（下）経過は暦表子午線正中の下（上）経過とそれに続く上（下）経過との間に起こる．47ページの暦表正中時欄から，東京における2月6日の上経過は L $5^d\ 21.^h3504$ と U $6^d\ 9.^h8194$ との間か，あるいは L $6^d\ 22.^h2813$ と U $7^d\ 10.^h7329$ との間かのいずれかに起こることがわかる．求める地点が東経の場合には

$$(12^h - \text{経度}) \times 1.035$$

を暦表子午線正中の下経過時刻に加えることにより求める正中時の近似値を知ることができる．東京の場合この値は $2.^h8$ となるからこの値を下経過の時刻に加えてみることにより，経度補間は L $5^d\ 21.^h3504$ と U $6^d\ 9.^h8194$ との間に行なえばよいことがわかる．

〔例 7〕によって東京の暦表経度は $9^h\ 18^m 23.^s90$ E であるから補間係数は

$$n = \frac{12^h - 9^h\ 18^m\ 23.^s90}{12^h} = \frac{2^h\ 41^m\ 36.^s10}{12^h} = 0.2244\ 47$$

$$B'' = -0.044$$

| | | |
|---|---|---|
| 下経過 | $^d$ 5 | $^h$ 21.3504 |
| (1差補間) $+12.4690 \times +0.2244\ 47$ | | $+2.79863$ |
| (2差補間) $-\ 0.0107 \times -0.044$ | | $+0.00047$ |
| 東京における上経過（E. T.） | 6 | 0.1495 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | $^d$ | $^h$ | $^m$ | $^s$ |
| ,, | 6 | 0 | 8 | 58 |
| $\Delta T$ | | | | 36 (− |
| 東京における上経過（U. T.） | 6 | 0 | 8 | 22 |

32. 62～153ページには月の視赤経・視赤緯の毎時値を掲げてある．これらの値は第30節の視黄経・視黄緯を瞬時の真黄道傾斜角によって赤道座標へ変換したものをさらに毎時値に補間したものである．したがって瞬時の真赤道，真春分点（短周期章動を含む）に基準し，光行差を含む．

33. 月齢は朔から経過した日数であって，本書には毎日暦表時 $0^h$ の値を62～153ページの日付のあとに掲げてある．これはそのまま世界時 $0^h$，すなわち日本時 $9^h$ の値と考えてよい．日本時 $0^h$ における月齢がほしいときには表掲値から 0.4 を引けばよく，正午における値がほしいときには 0.1 を加えればよい．

34. 月の朔望・両弦および遠近を153ページに掲げる．朔・上弦・望・下弦の時刻はそれぞれ月の視黄経が太陽の視黄経から 0°, 90°, 180°, 270° 増加した瞬時である．

月の遠近は月と地球との中心距離がそれぞれ最小または最大になったとき，すなわち月の地平視差が最大または最小になったときで，近地点・遠地点の見出しで掲げてある．

## 惑　　星（154～231ページ）

35. 154～170ページには水星・金星・火星・木星・土星・天王星・海王星・冥王星の日心黄経・日心黄緯・動径・軌道経度とその日変化とを掲げてある．日心黄経は瞬時の平均春分点に基準し，日心黄緯は瞬時の黄道に基準した値である．軌道経度は各惑星の昇交点から惑星まで軌道に沿って測った経度に，昇交点黄経を加えたものである．これらの値は内惑星すなわち水星・金星・火星については従来どおり Newcomb の表（Astr. Pap. Amer. Eph., Vol. VI, Parts II, III, IV, 1895～1898）によったもので，このうち火星には Ross の改正（Astr. Pap. Amer. Eph., Vol. IX, Part II, 1917）を含む．特に金星と火星については平均軌道に対する黄緯を掲げてある．これは摂動によって生ずるものである．

170ページには内惑星の軌道要素を瞬時の平均春分点および黄道に基準して掲げてある．また外惑星すなわち木星・土星・天王星・海王星・冥王星については 1960 年以降は数値積分で計算した日心直交座標の値（Astr. Pap. Amer. Eph., Vol. XII, 1951）から求めたものである．なお水星・金星・火星による摂動（Astr. Pap. Amer. Eph., Vol. XIII, Part V, 1954）は196～229ページの地心座標には加えてあるが，168～170ページの日心座標ならびに171ページの接触軌道に対する日心軌道要素からは省いてある．

36. 惑星の質量には次の値が用いられてある．ただし太陽に対する比の逆数で与える．

| | | | |
|---|---|---|---|
| 水　星 | 600 0000 | 天 王 星 | 2 2869 |
| 金　星 | 40 8000 | 海 王 星 | |
| 地　球 | 32 9390 | 外惑星の表では | 1 9314 |
| 火　星 | 309 3500 | 内惑星の表では | 1 9700 |
| 木　星 | 1047.355 | 冥 王 星 | 36 0000 |
| 土　星 | 3501.6 | | |

なおこれらの質量は衛星および惑星大気の質量も含んだものである．また月の質量に対する地球の質量の比として 81.45，地球の質量に対する太陽の質量の比として 33 3432 を採用してある．

37. 172～227ページには水星・金星・火星・木星・土星・天王星・海王星の視赤経・視赤緯・視半径・地平視差・地心距離および暦表子午線正中時を掲げる．視赤経・視赤緯は瞬時の真春分点・真赤道に基準し（短周期章動を含む），惑星光行差の改正を含む．地心距離は暦表時 $0^h$ における地球と惑星との位置の中心距離であり，地平視差は 8.″80 を地心距離で割った値である．

38. 視半径の算式は次のとおりである：

$$\text{視半径}=\frac{\text{1天文単位距離における視半径}}{\text{惑星の地心距離}}$$

1天文単位距離における視半径として採用した値とその測定者は次のとおりである：

| | | |
|---|---|---|
| 水　星 | 3.″34 | (Le Verrier) |
| 金　星 | 8.41 | (Auwers) |
| 火　星 | 4.68 | (Hartwig) |
| 木　星 | 91.91 | (Sampson) |
| 土　星 | 74.57 | (H. Struve) |
| 天王星 | 34.28 | (Barnard, Wirtz) |
| 海王星 | 36.56 | (Barnard) |

木星と土星との値はいずれも極半径であって，1天文単位距離における赤道視半径はそれぞれ 98.″47，83.″33 であるから，赤道半径を得るためには本書掲記の視半径をそれぞれ1.0714，1.1175 倍しなければならない．天王星の値は Barnard と Wirtz との測定値の加重平均値である．



39. 228，229ページには冥王星の測定学的赤経および測定学的赤緯・地平視差・地心距離および暦表子午線正中時を掲げる．ここでいう測定学的赤経および測定学的赤緯とは 1950.0 の平均赤道および平均春分点に基準した幾何学的な位置に惑星光行差を加え，恒星視位に用いる光行差を引いたものであって，これは観測位置に地心視差の改正のみ行なえば 1950.0 の恒星平位と直接比較測定できるような座標系であらわしたものである．

40. 230ページには水星・金星の等級および太陽からの離角の毎5日値を掲げてある．また231ページには火星・木星・土星・天王星・海王星・冥王星の等級および太陽からの離角の毎10日値を掲げてある．

## 恒　　星（232～286ページ）

41. 恒星日日数と独立恒星数の定義は次のとおりである：

$$A=n\tau+(\Delta\psi+d\psi)\sin\varepsilon \qquad dA=d\psi\sin\varepsilon$$

$$B=-(\Delta\varepsilon+d\varepsilon)-15\sin 1''\frac{1}{2}fA \qquad dB=-d\varepsilon$$

$C=C_0$ を瞬時の真赤道・真春分点の赤道直角座標系で表わしたもの

$D=D_0$ ,, ,, ,, ,,

$i=i_0$ ,, ,, ,, ,,

$$C_0=+1189.''80\{-Y'-(my)'+553\}$$

$$D_0=-1189.80\{-X'-(mx)'+2815\}$$

$$i_0=+1189.80\{-Z'-(mz)'+240\}$$

$$E=\left(\frac{\lambda'}{\psi}\right)\times\Delta\psi\times\frac{1}{15}$$

$$f=\frac{m}{n}A+E \qquad f'=\frac{m}{n}dA$$

$$g\sin G=B \qquad g'\sin G'=dB$$

$$g\cos G=A \qquad g'\cos G'=dA$$

$$h\sin H=C$$

$$h\cos H=D$$

ここで $\Delta\psi$, $d\psi$ はそれぞれ黄経の章動の長周期項と短周期項，$\Delta\varepsilon$, $d\varepsilon$ はそれぞれ黄道傾角の章動の長周期項と短周期項であって，算式は第9節に記載されている．$C_0$, $D_0$, $i_0$ の式の 1189.″80 は光行差常数 20.″47 から求めた光速度の逆数，$-X'$, $-Y'$, $-Z'$ は太陽を原点とし 1950.0 の赤道・春分点に基準した赤道直角座標系で表わした地球の速度の $X$, $Y$, $Z$ 成分を，$(mx)'$, $(my)'$, $(mz)'$ は同座標系で表わした太陽系重心の速度の $X$, $Y$, $Z$ 成分を，2815，553，240 は同座標系で表わした地球の公転軌道の半長径に垂直な分速度の $X$, $Y$, $Z$ 成分（$E$ 項）をそれぞれ示している．$E$ 項は 1950.0 の平均軌道要素から求めたもので単位は $10^{-7}$ である．$\lambda'$ は惑星歳差，$\psi$ は日月歳差，$m$ は赤経の歳差，$n$ は赤緯の歳差（第8節参照）である．$\tau$ はベッセル年の中央を0として前後の経過時間を1太陽年を単位として表わしたものである．

$A$, $B$, $C$, $D$, $E$, $dA$, $dB$ を恒星日日数と称し，$f$, $f'$, $g$, $g'$, $G$, $G'$, $H$, $i$ を独立恒星数と称している．

42. 232～243ページの左ページに毎暦表日 $0^h$ の $A$, $B$, $C$, $D$, $E$, $d\psi$, $d\varepsilon$ および $\tau$ が掲げてあり，232～243ページの右ページに毎暦表日 $0^h$ の $f$, $g$, $G$, $h$, $H$, $i$ および $f'$, $g'$, $G'$ が掲げてある．

244～249ページには毎暦表恒星時 $0^h$ の $A$, $B$, $C$, $D$, $E$, $dA$, $dB$, $\tau$ が掲げてある．

43. 本書では恒星日日数の二次項を次のように定義する：

$$\Delta^2 A = -15 f B \sin 1''$$
$$\Delta^2 B = +15 f A \sin 1''$$
$$K = -15 f g \sin 1''$$
$$J = -\frac{1}{2} g^2 \sin^2 (G+\alpha) \sin 1''$$

また1962年の本書から $B$ の定義が少し変わったため黄道傾角の章動が知りたい場合は次式で求めなければならない．

$$\Delta\varepsilon + d\varepsilon = -B - \frac{1}{2}\Delta^2 B$$

250ページ上段には1月0日恒星時 $0^h$ から起算した毎10恒星日の $\Delta^2 A$, $\Delta^2 B$, $K$ および $P$, $Q$（第48節参照）の値を掲げる．また下段には日付および $\alpha$ を引数として $J$ の値を掲げる．

44. 恒星日日数による恒星視位の算式は次のとおりである：

恒星の平均赤経（$\alpha_0$），平均赤緯（$\delta_0$）としてベッセル年央（1967.5）における値を求める．恒星常数はこの $\alpha_0$, $\delta_0$ を用いて次式で与えられる値である：

$$a = \frac{m}{n} + \frac{1}{15}\sin\alpha_0 \tan\delta_0 \qquad a' = \cos\alpha_0$$
$$b = \frac{1}{15}\cos\alpha_0 \tan\delta_0 \qquad b' = -\sin\alpha_0$$
$$c = \frac{1}{15}\cos\alpha_0 \sec\delta_0 \qquad c' = \tan\varepsilon\cos\delta_0 - \sin\alpha_0 \sin\delta_0$$
$$d = \frac{1}{15}\sin\alpha_0 \sec\delta_0 \qquad d' = \cos\alpha_0 \sin\delta_0$$

$m$, $n$ はそれぞれ赤経・赤緯の歳差であって，その算式は第8節に掲げてある．1967.5における $\frac{m}{n}$ の値は0.1533 6である．

二次項の計算を簡単にするため，新たに $A'$, $B'$ を次のように定義する：

$$A' = A + \Delta^2 A \qquad B' = B + \Delta^2 B$$

よって恒星視位の算式は次のとおりである：

$$\alpha = \alpha_0 + \tau\mu + \Delta\alpha + \Delta^2\alpha \qquad \delta = \delta_0 + \tau\mu' + \Delta\delta + \Delta^2\delta$$

ここで

$$\Delta\alpha = Aa + Bb + Cc + Dd + E \qquad \Delta\delta = A'a' + B'b' + Cc' + Dd'$$

であり，$\mu$, $\mu'$ はそれぞれ赤経・赤緯の固有運動である．

また $\Delta^2\alpha$, $\Delta^2\delta$ は次式で求められる：

$$\Delta^2\alpha = 0.0000\,0485\,\Delta\alpha\,(\Delta\delta \tan\delta_0 + S)$$
$$\Delta^2\delta = 0.0000\,0485\,\Delta\delta\cdot S - 0.0005\,4542\,\{(\Delta\alpha)^2 - (\Delta\alpha_{AB})^2\}\sin\delta_0\cos\delta_0 + J\tan\delta_0$$

ここで

$$0.0000\,0485 = \sin 1''$$
$$0.0005\,4542 = \frac{1}{2}\times 15\times 15\times \sin 1''$$
$$S = Cp + Dq$$
$$p = -\sin\alpha_0\cos\delta_0 - \tan\varepsilon\sin\delta_0$$
$$q = \cos\alpha_0\cos\delta_0$$
$$\Delta\alpha_{AB} = Aa + Bb$$



45. 独立恒星数を用いた恒星視位の算式は次のとおりである：

$$\alpha = \alpha_0 + \tau\mu + \Delta\alpha + \Delta^2\alpha \qquad \delta = \delta_0 + \tau\mu + \Delta\delta + \Delta^2\delta$$

において

$$\Delta\alpha = f + \frac{1}{15} g \sin(G+\alpha_0)\tan\delta_0 + \frac{1}{15} h \sin(H+\alpha_0)\sec\delta_0$$
$$\Delta\delta = g\cos(G+\alpha_0) + h\cos(H+\alpha_0)\sin\delta_0 + i\cos\delta_0$$
$$S = h\cos(H+\alpha_0)\cos\delta_0 - i\sin\delta_0$$
$$\Delta\alpha_{AB} = f + \frac{1}{15} g \sin(G+\alpha_0)\tan\delta_0$$
$$\Delta^2\alpha = 0.0000\,0485\,\Delta\alpha\,(\Delta\delta\tan\delta_0 + S)$$
$$\Delta^2\delta = 0.0000\,0485\,\Delta\delta\cdot S - 0.0005\,4542\,\{(\Delta\alpha)^2 - (\Delta\alpha_{AB})^2\}\sin\delta_0\cos\delta_0 + K\sin(G+\alpha_0) + J\tan\delta_0$$

46. 二次項の計算は必要に応じて簡単にすることができる．

1) $J\tan\delta_0$ は $\delta_0 = 60°$ で 0.″001 より小さいから $\delta_0$ が特に大きい場合にのみ考慮すればよい．

2) 独立恒星数を用いた算式の中の $K\sin(G+\alpha_0)$ は $\delta_0$ によらず 0.″003 より小さい量である．これは恒星日日数による算式の中で $A'a' + B'b'$ と $Aa' + Bb'$ との差に等しい．したがって $K\sin(G+\alpha_0)$ を無視しうる場合は

$$\Delta\delta = Aa' + Bb' + Cc' + Dd'$$

としてよい．

3) 二次項の算式中 $S$ を含む項は，$\Delta^2\alpha$, $\Delta^2\delta$ についてそれぞれ $\Delta\alpha$, $\Delta\delta$ の $\frac{1}{10000}$ より小さい．したがって $\Delta\alpha$, $\Delta\delta$ が小さい場合にはこの項を省略しうる．

4) $\delta_0$ が70° より大きい場合には $\delta$ の算式として

$$\delta = \delta_0 + \tau\mu' + \Delta\delta + \Delta^2\delta$$
$$\Delta\delta = Aa' + Bb' + Cc' + Dd'$$
$$\Delta^2\delta = 0.0000\,0485\,\Delta\delta\cdot S - 0.0005\,4542\,(\Delta\alpha)^2$$

を用いることができる．

47. Fourth Fundamental Catalogue（略記 FK 4）に掲げてある全星1535星（周極星52星を含む）のベッセル年央における平位とその年差・等級・固有運動を251～286ページに掲げた．また若干の星についてはその固有名，年周視差を下欄に掲げた．

視差は L.F. Jenkins: General Catalogue of Trigonometric Stellar Parallaxes (1951) およびその 1st Supplement (1963) によってその大きさが 0.″05 以上の恒星107星についてのみ掲げてある．

FK 4では周極星も No. で区別することになった．FK 3での略号との対応は右表のようになる．

| FK 3 略号 | FK 4 No. | FK 3 略号 | FK 4 No. |
|---|---|---|---|
| Na | 906 | Sa | 916 |
| Nb | 907 | Sb | 917 |
| Nc | 908 | Sc | 918 |
| Nd | 909 | Sd | 919 |
| Ne | 910 | Se | 920 |
| Nf | 911 | Sf | 921 |
| Ng | 912 | Sg | 922 |
| Nh | 913 | Sh | 923 |
| Ni | 914 | Si | 924 |
| Nk | 915 | Sk | 925 |
| Nα | 1635 | Sα | 1655 |
| Nβ | 1636 | Sβ | 1656 |
| Nγ | 1637 | Sγ | 1657 |
| Nδ | 1638 | Sδ | 1658 |
| Nε | 1639 | Sε | 1659 |
| Nζ | 1640 | Sζ | 1660 |
| Nη | 1641 | Sη | 1661 |
| Nθ | 1642 | Sθ | 1662 |
| Nι | 1643 | Sι | 1663 |
| Nκ | 1644 | Sκ | 1664 |
| Nλ | 1645 | Sλ | 1665 |
| Nμ | 1646 | Sμ | 1666 |
| Nν | 1647 | Sν | 1667 |
| Nξ | 1648 | Sξ | 1668 |
| No | 1649 | So | 1669 |
| Nπ | 1650 | Sπ | 1670 |

48. 視差の改正は次式のとおりである：

$$\left.\begin{array}{l}\Delta\alpha=\pi(cP+dQ)\\ \Delta\delta=\pi(c'P+d'Q)\end{array}\right\}\qquad \left.\begin{array}{l}P=R\sin\odot\cos\varepsilon\\ Q=-R\cos\odot\end{array}\right\}$$

ここで $\pi$ は恒星の年周視差，$c$, $d$, $c'$, $d'$ は恒星常数，$R$ は天文単位で表わした地球の動径である．$P$, $Q$ は250ページに掲げてある．

49. 連星の公転運動は次の8星について改正する必要がある．本書に掲げた平位は，Nos. 257, 287, 291, 339, 538, 616, 793 の各星が体系重心の平位，No. 462 が主星の平位である．これらの星の重心から主星の位置を求める改正量（$A-cg$），伴星の位置を求める改正量($B-cg$)，No. 339 では重心から両星の中央を求める改正量（$cl-cg$），No. 462 では主星から伴星の位置を求める改正量（$B-A$）は次表のとおりである．

| FK4 No. 星名 | 改正 | 1967.0 | | 1967.5 | | 1968.0 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $\Delta\alpha$ | $\Delta\delta$ | $\Delta\alpha$ | $\Delta\delta$ | $\Delta\alpha$ | $\Delta\delta$ |
| No. 257 α CMa | $A-cg$ | $-0^{s}.204$ | $-0''.85$ | $-0^{s}.205$ | $-0''.91$ | $-0^{s}.205$ | $-0''.97$ |
| No. 287 α Gem | $A-cg$ | −0.044 | +0.75 | −0.046 | +0.73 | −0.048 | +0.71 |
| | $B-cg$ | +0.044 | −0.75 | +0.046 | −0.73 | +0.048 | −0.71 |
| No. 291 α CMi | $A-cg$ | −0.014 | +0.61 | −0.005 | +0.61 | +0.005 | +0.59 |
| No. 339 | $cl-cg$ | +0.010 | 0.00 | +0.010 | +0.02 | +0.010 | +0.04 |
| No. 462 | $B-A$ | +0.564 | −1.76 | +0.564 | −1.76 | +0.563 | −1.75 |
| No. 538 | $A-cg$ | +0.356 | +6.46 | +0.375 | +6.66 | +0.394 | +6.84 |
| | $B-cg$ | −0.438 | −7.93 | −0.461 | −8.17 | −0.483 | −8.40 |
| No. 616 | $A-cg$ | +0.031 | −0.04 | +0.031 | −0.04 | +0.031 | −0.04 |
| | $B-cg$ | −0.172 | +0.22 | −0.172 | +0.22 | −0.172 | +0.22 |
| No. 793 | $A-cg$ | −0.699 | +11.00 | −0.699 | +11.03 | −0.698 | +11.06 |
| | $B-cg$ | +0.737 | −11.60 | +0.737 | −11.63 | +0.736 | −11.66 |

50. 恒星日日数・独立恒星数を用いて恒星視位を求める計算例を次に掲げる．恒星は視位の変化がきわめて小さいので，正中時は暦表時系でも世界時系でも同じ値をもつ，したがって次に掲げる計算例は世界時系で計算してある．

〔例 9〕 6月5日，Grb 2900 Dra（FK4, No. 734）が東京（$9^h\,19^m\,0^s$ E）に正中する瞬時の視位置を恒星日日数を用いて求める．

No. 734　　Grb 2900　　等級 6.00　　$\mu=+0.^{s}0031$, $\mu'=-0.''034$

1967.5 の平均位置

$\alpha_0=19^h\,23^m\,40.^{s}678$　　$\delta_0=+79°\,32'\,21.''06$

恒星常数は第44節の算式により推算して次の値を得る：

$a=-0.18392$　　$a'=+0.35706$

$b=+0.12893$　　$b'=+0.93408$

$c=+0.13111$　　$c'=+0.99729$

$d=-0.34298$　　$d'=+0.35112$

東京の経度は $9^h\,19^m\,0^s=0.^{d}388$ であるから

地方平時6月5日0時の地方恒星時$=16^h\,50^m\,56^s-3^m\,57^s\times0.388=16^h\,49^m\,24^s$

正中時（地方平時）$=(\alpha_0-$ 0時の地方恒星時$)-($同左恒星時間隔の平時間隔への改正$)$

$=(19^h\,23^m\,41^s-16^h\,49^m\,24^s)-25^s$

$=2^h\,33^m\,52^s$



正中時（世界時）＝正中時（地方平時）−東経

$=5$日$\,2^h\,33^m\,52^s-9^h\,19^m\,0^s=4$日$\,17^h\,14^m\,52^s$

$=4.^{d}7187$

この正中時に対する恒星日日数の値は

$\tau=-0.0765$

$A=-5.''729$　　$C=-\ 5.''369$　　$E=-0.^{s}0016$

$B=-7.''094$　　$D=-19.''628$

また表より

$\Delta^2A=-0.''0005$　　$\Delta^2B=+0.''0004$

よって

$A'=-5.''730$　　$B'=-7.''094$

これより次のように計算する：

$Aa=+1.^{s}0537$　　$A'a'=-2.''046$

$Bb=-0.9146$　　$B'b'=-6.626$

$Cc=-0.7039$　　$Cc'=-5.354$

$Dd=+6.7320$　　$Dd'=-6.892$

$E=-0.0016$

$\Delta\alpha=+6.1656$　　$\Delta\delta=-20.918$

$\alpha_0=19^h\ 23^m\ 40.678$　　$\delta_0=+79°\ 32'\ 21.06$

$\tau\mu=\qquad -0.0002$　　$\tau\mu'=\qquad +0.003$

$\alpha=19\ \ 23\ \ 46.8434$　　$\delta=+79\ \ 32\ \ 0.145$

さらに二次項を考慮する．

$p=-0.257$　　$q=+0.065$　　$\Delta\alpha_{AB}=+0.1$

$Cp=+\ 1.4$　　$\Delta\delta\tan\delta_0=-113.3$　　$(\Delta\alpha)^2=+38.0$

$Dq=-\ 1.3$　　$S=+\ 0.1$　　$-(\Delta\alpha_{AB})^2=\ 0.0$

$S=+\ 0.1$　　$\Delta\delta\tan\delta_0+S=-113.2$　　$(\Delta\alpha)^2-(\Delta\alpha_{AB})^2=+38.0$

$\Delta^2\alpha=0.0000\,0485\times(+6.17)\times(-113.2)=-0.^{s}0034$

$J$ 表より赤経・日時を引数として $J$ の値を求めれば $J=-0.''00002$

$0.0000\,0485\,\Delta\delta\cdot S=\ 0.''0000$

$-0.0005\,454\,\{(\Delta\alpha)^2-(\Delta\alpha_{AB})^2\}\sin\delta_0\cos\delta_0=-0.0037$

$J\tan\delta_0=-0.0001$

$\Delta^2\delta=-0.004$

したがって二次項を加えた視位は次のようになる：

$\alpha=19^h\,23^m\,46.^{s}840$　　$\delta=+79°\,32'\,0.''14$

〔例 10〕 同じ例について独立恒星数を用いた場合を示す．

正中時6月4.7187日に対して独立恒星数を求めると

$f=-0.^{s}8802$　　$G=15^h\,24^m\,19^s$　　$g=+\ 9.''119$

$i=-2.''330$　　$H=13^h\ 1^m\,11^s$　　$h=+20.''350$

$G+\alpha_0=10^h\,48^m\,0^s$　　$H+\alpha_0=8^h\,24^m\,52^s$

$\sin(G+\alpha_0)=+0.30902$　　$\sin(H+\alpha_0)=+0.80679$

$\cos(G+\alpha_0)=-0.95106$　　$\cos(H+\alpha_0)=-0.59084$

$\tan\delta_0=+5.4162$　　$\sin\delta_0=+0.98338$

$\sec\delta_0=+5.5077$　　$\cos\delta_0=+0.18156$

$$f=-0.^{s}8802 \qquad i\cos\delta_0=-0.''423$$

$$\frac{1}{15}g\sin(G+\alpha_0)\tan\delta_0=+1.0175 \qquad g\cos(G+\alpha_0)=-8.673$$

$$\frac{1}{15}h\sin(H+\alpha_0)\sec\delta_0=+6.0284 \qquad h\cos(H+\alpha_0)\sin\delta_0=-11.824$$

$$\Delta\alpha=+6.1657 \qquad \Delta\delta=-20.920$$

$$\alpha_0=19^h\ 23^m\ 40.678 \qquad \delta_0=+79^\circ\ 32'\ 21.06$$

$$\tau\mu=-0.0002 \qquad \tau\mu'=+0.003$$

$$\alpha=19\ \ 23\ \ 46.8435 \qquad \delta=+79\ \ 32\ \ 0.143$$

二次項の計算は次のように行なう：

$$h\cos(H+\alpha_0)\cos\delta_0=-2.2 \qquad f=-0.9$$

$$-i\sin\delta_0=+2.3 \qquad \frac{1}{15}g\sin(G+\alpha_0)\tan\delta_0=+1.0$$

$$S=+0.1 \qquad \Delta\alpha_{AB}=+0.1$$

$$\Delta\delta\tan\delta_0+S=-113.2 \qquad (\Delta\alpha)^2-(\Delta\alpha_{AB})^2=+36.3$$

表より $K=+0.''0006$ $\qquad J=-0.''00002$

よって

$$\Delta^2\alpha=0.0000\,0485\times(+6.17)\times(-113.2)=-0.^{s}0034$$

また

$$0.0000\,0485\,\Delta\delta\cdot S=\ \ 0.''0000$$

$$-0.0005\,454\,\{(\Delta\alpha)^2-(\Delta\alpha_{AB})^2\}\sin\delta_0\cos\delta_0=-0.0035$$

$$K\sin(G+\alpha_0)=+0.0002$$

$$J\tan\delta_0=-0.0001$$

$$\Delta^2\delta=-0.003$$

したがって二次項を加えた視位は

$$\alpha=19^h\ 23^m\ 46.^{s}840 \qquad \delta=+79^\circ\ 32'\ 0.''14$$

〔例 11〕 同じ例を本書 246 ページ掲記の恒星時 0 時の恒星日日数を使用して視位を計算する．

正中時の地方恒星時$=\alpha_0=19^h\,23^m\,41^s$

その瞬時のグリニジ恒星時$=19^h\,23^m\,41^s-9^h\,19^m\,0^s$

$=10^h\ \ 4^m\,41^s=0.^{d}4199$

正中時（世界時）は 4 日 $17^h\,14^m\,52^s$ であり，6 月 4 日の恒星時 $0^h$ の世界時は $7^h\,11^m\,50^s$ であるから 4～5 日の間で補間すれば

$$\tau=-\ 0.0765$$

$$A=-\ 5.''729 \qquad C=-\ 5.''369 \qquad E=-0.^{s}0016$$

$$B=-\ 7.''095 \qquad D=-19.''628$$

これより $\alpha=19^h\,23^m\,46.^{s}840$ $\qquad \delta=+79^\circ\,32'\,0.''14$

を得る．

51. 279～286 ページには北周極星 2 星の暦表子午線正中時における視赤経・視赤緯（毎日値）を掲げた．視赤経・視赤緯は，歳差・長周期章動・光行差および二次項を含んでいる．

短周期章動は切り離して掲げた．任意の時刻における短周期章動を求める場合には 2 差の影響を考慮しなければならない．一般に短周期項はグラフによって求めると簡便である．グラフでは精度不足と認められるときでも，数値計算による値の検算として用いれば大きな誤りを避けることができる．



## 日月食と惑星食 (287～307 ページ)

52. 287～307 ページには日月食と惑星食に関する資料を掲げる．ここに掲げた諸量のうち，現象全体に対する要素は暦表時を，状況図は世界時を見出しとして与えてある．世界時から暦表時への改正量 $\Delta T$ は $+36.^{s}0$ を採用した．

またここでは月の黄緯に対して観測による位置改正量（$\Delta\beta=-0.''6$）を加えてあるので月の赤経・赤緯は 62～153 ページの表値とは異なっている．287 ページには $\Delta\beta$ によって生ずる月の赤経・赤緯への改正量が現象ごとに掲げてある．したがって必要な場合には 12～153 ページの表値のうち，月に対してはこの改正量を加えた値を用いる．

53. 287～290 ページには食の要素として赤経の合の時刻およびその瞬時における太陽と月との赤経・赤緯，それらの毎時変化，赤道地平視差，視半径を掲げる．ここで赤経・赤緯の毎時変化は合の時刻における値であるから他の時刻ではこの値と異なる．

太陽の視半径は平均距離における値を 959.″63 として計算した．この値は Auwers (Astronomische Nachrichten, **128**, 367, 1891) によって与えられたもので，12～27 ページに掲げた視半径の算出根拠すなわち平均距離における視半径 961.″18 とは異なっている．両者の差は太陽の光浸とみるべきものであって，日月食においては当然除かなければならないものである．月の視半径も月の赤道半径と地球の赤道半径との比を 0.2722 74 とし，次式によって算出した：

$$\sin s=0.2722\,74\sin\pi$$

$s$ は月の視半径，$\pi$ は同赤道地平視差を示す．上式は展開して

$$s=0.''0800+0.2722\,390\,\pi$$

とすることができる．この式と原式による $s$ との差は $\pi=54'\sim60'$ の範囲では 0.″0002 以内であるが，この範囲外では急速に増大する．しかし $\pi=52'$ および $62'$ においても 0.″0008 をこえない．

54. 日食の状況としてそれぞれかけ始め，皆既食の始め，食の最大，皆既食の終り，食の終りの各時刻およびそれらが見える地点を示す．かけ始め（食の終り）とは地球全体として最初（最後）に日食を見うることを意味し，月の半影（太陽と月との共通内接線で囲まれた影の円錐）が地球に初めて（最後に）外接する時刻と地点とに相当する．皆既食の始め（終り）とは地球全体として最初（最後）に皆既食を見うることを意味し，月の本影（太陽と月との共通外接線で囲まれた影の円錐）が地球に初めて（最後に）外接する時刻と地点とに相当する．食の最大とは月影中心線（太陽と月との各中心を結ぶ線分を延長した線）が地球に最も近づくことを意味し，地球全体として太陽と月との中心角距離が最短に見える時刻と地点とに相当する．

55. 月食の状況としてはそれぞれ半影食の始め，かけ始め，皆既食の始め，食の最大，皆既食の終り，食の終り，半影食の終りなどの時刻および食の最大時における食分を掲げる．半影とは太陽と地球との共通内接線で囲まれた影の円錐であって，この内部では地球によって太陽の光が一部さえぎられる（半影円錐の内部から見れば地球のために太陽の一部がおおわれて部分日食となって見られる）．半影食の始めとは月がこの半影円錐に初めて外接したときで，半影食の終りとは最後に外接したときである．本影とは太陽と地球との共通外接線で囲まれた影の円錐であって，この内部では地球によって太陽の光が全部さえぎられる（この内部から見れば地球によって太陽の全部がおおわれて皆既日食が見られる）．かけ始めとは月がこの本影円錐に初めて外接したとき，食の終りとは最後に外接したときで，皆既食の始めとは初めて内接したとき，皆既食の終りとは最後に内接したときである．食の最大とは太陽と月との中心角距離が最小になったときで，食の頂上を示す．

日食の場合には月の影が地球表面上を移動するのであるから，日食を見うる時刻とその状況とは場所によって異なるが，月食は地球の影が月面に落ちる現象であるから，月が地平線上に見えている区域ならばどこでも同一瞬時に同一状況の食を見ることができる．半影中には太陽の光が多少残存しているから，月が半影にはいっても通常その明るさの低下に気づかず（写真にとれば検出することができる），本影にはいって初めて普通の意味の月食が見られる．

最大食分は食の最大の瞬時において本影によっておおわれた月の直径の度合を示す．食分は

$$\frac{\text{月の視半径}+\text{太陽の視半径}-\text{月と太陽との中心距離}}{\text{太陽の視直径}} \cdots\cdots \text{日食の場合}$$

$$\frac{\text{月の視半径}+\text{本影の半径}-\text{月と本影との中心距離}}{\text{月の視直径}} \cdots\cdots \text{月食の場合}$$

と定義されるから皆既日食，皆既月食の場合には食分は1以上になるが，金環日食の場合には食の最大においても食分は1より小さい．

北極方向角は月食の場合月面中心から影の中心への方向の北極基準方向角であり，北から東回り（反時計回り）に測る．したがって皆既食の始まる直前に最後まで輝いている点，皆既食の終わった直後に最初に輝く点の北極方向角はそれぞれ皆既食の始め，終りの北極方向角に180°を加えて得られる．

56. 月食を見うる地域は287，288ページにその大略を掲げてあり，また291，297ページの月食図からも知ることもできるが，任意の地点 $P$ で見られるかどうかわからないときには次の方法で調べるのがよい：

（1） $P$ 地点における月出時または月没時を求めてみる．月食時において月が地平線にあれば月食が見られる．

（2） 287，288ページにはかけ始め，食の終りなどの時刻に月が天頂にある地点を掲げてある．この地点を $M$ とし，$MP$ 間の角距離を

$$\cos D=\sin\varphi_1\sin\varphi_2+\cos\varphi_1\cos\varphi_2\cos\Delta\lambda$$

によって計算する．もし

$$D<90°\,34.'4-\text{月の地平視差}$$

ならば月食を見ることができる．ただし $\varphi_1$，$\varphi_2$ はそれぞれ $M$ 点，$P$ 点の緯度（北緯を＋とする），$\Delta\lambda$ は両地点間の経度差である．地球儀を利用すれば大略ではあるが $D$ を簡単に求めることができる．

57. 各地における日食の状況を正確に算出する場合に使うため295，302ページに Bessel の日食要素を掲げる．その幾何学的意義は次のとおりである：

地心を通り月影中心線に直角な平面を考え，これを基準面と名づける．この面と地球の赤道面との交線を X 軸にとって，東に向く方を正とする．Y 軸は基準面上にとり，X 軸と直交して北に向かう方向を正とする．Z 軸は地球の中心を通り，月影中心線に平行（すなわち基準面と直交）な直線とし，月に向かう方向を正とする．本書に掲げてある $x$，$y$ は基準面上における月影中心の位置，すなわち基準面と月影中心線との交点の位置である．空間における影の方向は $d$ と $\mu$ とで示す．すなわち月影中心線を太陽の方向に延長し，天球との交点を $Z$ とすれば，$d$ は $Z$ 点の赤緯であって，$\mu$ は $Z$ 点のグリニジ時角である．また $l_1$，$l_2$ はそれぞれ基準面上における月の半影と本影との半径である．これらの諸量は次式によって算出される：

$$b=\frac{\sin\pi'}{\sin\pi}$$



$$a=\alpha'-\frac{b}{1-b}\cos\delta\sec\delta'(\alpha-\alpha')$$

$$d=\delta'-\frac{b}{1-b}(\delta-\delta')$$

$$x=\operatorname{cosec}\pi\cos\delta\sin(\alpha-a)$$

$$y=\operatorname{cosec}\pi[\sin\delta\cos d-\cos\delta\sin d\cos(\alpha-a)]$$

$$z=\operatorname{cosec}\pi[\sin\delta\sin d+\cos\delta\cos d\cos(\alpha-a)]$$

$$\mu=\text{暦表恒星時}-a$$

$$\tan f_1=\frac{0.0046\,6407}{R(1-b)} \qquad l_1=z\tan f_1+0.2722\,77$$

$$\tan f_2=\frac{0.0046\,4083}{R(1-b)} \qquad l_2=z\tan f_2-0.2722\,77$$

ただし $\alpha'$，$\delta'$，$\pi'$ は太陽の赤経・赤緯および地平視差，$\alpha$，$\delta$，$\pi$ は月に関する同種の量であり，$R$ は天文単位で表わした地球太陽間の距離である．

58. 採用した赤経・赤緯を $\Delta\alpha$，$\Delta\delta$ だけ改正した結果，$x$，$y$ に生ずる変化 $\Delta x$，$\Delta y$ は次の式で計算することができる．ただし $\Delta\alpha$ の単位は $1^s$，$\Delta\delta$ と $\pi$ との単位は $1''$ とする：

$$\Delta x=15\frac{\cos\delta}{\pi}(\Delta\alpha-\Delta\alpha')$$

$$\Delta y=\frac{1}{\pi}(\Delta\delta-\Delta\delta')$$

真黄経 $\lambda$，黄緯 $\beta$ の改正量が与えられたときには次の式で赤経，赤緯の改正量に換算できる．ただし $S$ は ±90° 間に採る：

$$\Delta\alpha\cos\delta=\cos S\cos\beta\,\Delta\lambda-\sin S\,\Delta\beta$$

$$\Delta\delta=\sin S\cos\beta\,\Delta\lambda+\cos S\,\Delta\beta$$

$$\sin S=\cos\lambda\sec\delta\sin\varepsilon=\cos\alpha\sec\beta\sin\varepsilon$$

日食のときには $\beta$ は小さいから月の場合でも $\cos\beta=1$ とおくことができる．

よって

$$\Delta\alpha\cos\delta=\cos S\,\Delta\lambda-\sin S\,\Delta\beta$$

$$\Delta\delta=\sin S\,\Delta\lambda+\cos S\,\Delta\beta$$

$$\sin S=\cos\lambda\sec\delta\sin\varepsilon=\cos\alpha\sin\varepsilon$$

平均黄経 $L$ の改正量が与えられた場合は次式により赤経，赤緯の改正量を算出する．ただし $\Delta L'$，$\Delta L$ の単位は $1''$，$\Delta\alpha$，$\Delta\delta$ などの単位はそれぞれ毎時変化の単位に等しい：

$$\Delta\alpha'=0.0067\,637\,\Delta L'\times(\alpha'\text{ の毎時変化})$$

$$\Delta\delta'=0.0067\,637\,\Delta L'\times(\delta'\text{ の毎時変化})$$

$$\Delta\alpha=0.0005\,060\,\Delta L\times(\alpha\text{ の毎時変化})$$

$$\Delta\delta=0.0005\,060\,\Delta L\times(\delta\text{ の毎時変化})$$

59. 本書に掲げた要素を用いて与えられた地点の日食状況を算出するには次のように行なう：

（1） 与えられた地点の暦表経度（第6節参照）と北緯とを $\lambda$，$\varphi$ とし，次式により基準面における与えられた地点の座標を算出する：

$$\xi=C\cos\varphi\sin(\mu+\lambda)$$

$$\eta=S\sin\varphi\cos d-C\cos\varphi\sin d\cos(\mu+\lambda)$$

$$\zeta=S\sin\varphi\sin d+C\cos\varphi\cos d\cos(\mu+\lambda)$$

ここで $S$，$C$ は第 X 表に掲げる値である．

（2） $L_i=l_i-\zeta\tan f_i$

$$Q=L_i^2-(x-\xi)^2-(y-\eta)^2$$

かけ始め，食の終りの際には $i=1$ とし，中心食の始めと終りとの際には $i=2$ とする．かけ始め，中心食の始めなどの推定時刻を中心として毎10分または毎1分の $Q$ を数個計算

し，$Q=0$ となる時刻を求めればこれがかけ始め，中心食の始めなどの時刻である．

時刻 $T_0$ と $T_1$ との間で $Q=0$ になるとすれば $Q=0$ となる時刻は次の式で算出される：

$$n=\frac{1}{\Delta'_{\frac{1}{2}}}\left[-Q_0-B''(M''_0+M''_1)-B'''\,\Delta'''_{\frac{1}{2}}\right]$$

$$B''=\frac{n(n-1)}{4}$$

$$B'''=\frac{n(n-1)(n-\frac{1}{2})}{6}$$

$$M''_0+M''_1=(\Delta''_0+\Delta''_1)-0.184\,(\Delta^{\mathrm{IV}}_0+\Delta^{\mathrm{IV}}_1)$$

$$T=T_0+n(T_1-T_0)$$

| 時刻 | $Q$ | 1差 | 2差 | 3差 | 4差 |
|---|---|---|---|---|---|
| $T_{-1}$ | $Q_{-1}$ | $\Delta'_{-\frac{1}{2}}$ | $\Delta''_{-1}$ | $\Delta'''_{-\frac{1}{2}}$ | $\Delta^{\mathrm{IV}}_{-1}$ |
| $T_0$ | $Q_0$ | $\Delta'_{\frac{1}{2}}$ | $\Delta''_0$ | $\Delta'''_{\frac{1}{2}}$ | $\Delta^{\mathrm{IV}}_0$ |
| $T_1$ | $Q_1$ | | $\Delta''_1$ | | $\Delta^{\mathrm{IV}}_1$ |

（3） 時刻 $T$ に対する $x-\xi$, $y-\eta$ を求め，次式で方向角 P を求める：

$$p\sin \mathrm{P}=x-\xi \qquad p>0$$
$$p\cos \mathrm{P}=y-\eta$$

P は太陽の中心から天の北極に向かう方向を 0° とし，東回りに 360° まで測る．天頂方向から東回りに測った方向角 V を要する場合は次式を用いる．ただし $q$ の算式は近似式であるから 0.°1 から 0.°2 程度の誤差を生ずることがある：

$$\tan q=\frac{\xi}{\eta} \qquad \mathrm{V}=\mathrm{P}-q$$

P も V も太陽面中心から月面中心への方向であるから，皆既食の場合には中心食の始めと終りとの月と太陽の内接点の方向角としてはこれに 180° を加えなければならない．

（4） 食の最大の時刻を求めるには，かけ始めと食の終りとの時刻の平均を推定時刻とし，前に述べた算式で毎10分または毎1分の $Q$ を数個算出し，$Q$ が極小となる時刻 $T$ を求めればよい．時刻 $T_0$ と $T_1$ との間で $Q$ が極小になるとすれば，その算式は次のとおりである：

$$n=\frac{1}{2}-2\frac{\Delta'+C'''\Delta'''_{\frac{1}{2}}}{M''_0+M''_1}$$

$$C'''=\frac{1}{12}-\frac{1}{2}n+\frac{1}{2}n^2$$

$$T=T_0+n(T_1-T_0)$$

$C'''$ は $n$ の2次式であるから $n$ の算式も $n$ の2次式となり，$n$ について解けないことはないが，それよりも漸近法によって解くほうが簡単であろう．最初は $C'''=0$ としてよい．$\Delta'''$ は一般に小さいからこの漸近法は急速に収れんする．

食の最大の食分は，時刻 $T$ に対する $L_1$, $x-\xi$, $y-\eta$ から次式によって推算する：

$$\Delta_1^2=(x-\xi)^2+(y-\eta)^2 \qquad \Delta_1>0$$

$$\text{食の最大食分}=\frac{L_1-\Delta_1}{2L_1-0.5459}$$

食の最大の方向角の計算は前に述べたとおりである．この方向角は月の中心の方向を示す．

（5） $\zeta<0$ ということは与えられた地点が基準面から下にあること，すなわち夜間の日食であることを意味する．

$$a=34'\,23''+\text{太陽視半径}-\text{太陽地平視差}$$

$$R=\zeta+\sin a$$

によって $R$ を計算し，$R=0$ となる時刻を求めればこれが日出または日没の時刻となる．

この時刻に対する $L_1$, $x-\xi$, $y-\eta$ を求めれば日出没時の食分は次式によって算出される（日出帯食，日没帯食）：

$$\Delta_2^2=(x-\xi)^2+(y-\eta)^2 \qquad \Delta_2>0$$



$$\text{日出没時の食分}=\frac{L_1-\Delta_2}{2L_1-0.5459}$$

帯食の方向角の計算は前に述べたとおりである．

60. 4月24日の皆既月食については，291ページに月食図，292, 293ページに日本各地における予報，294ページには東京における状況図を載せた．この月食では日本のある地点では半影食の始まった後に月出となることがあるので各地予報に月出時の状況を載せた．北極方向角，食分の意味は第55節のとおりである．$q$ は月面中心から北極方向へ延ばした大円と天頂方向へ延ばした大円とのなす角で北極方向を基準に正符号なら東回り（反時計回り），負符号なら西回り（時計回り）に測る．天頂方向角は月面中心から影の中心への方向の天頂基準方向角であり東回り（反時計回り）に測る．皆既食の始めと終りにおける本影と月の接触点の方向角は掲げた方向角に 180° を加えて得る．東京における月食状況図は付記した各時刻におけるかけ工合，かける方向等食の進行状況を図示したものである．半影食の始めと終り，かけ始めと食の終り，皆既食の始めと終り等の時刻には影と月とが接触する点を月縁上に矢印で示した．この状況図はまた日本各地における状況をも示している．ただし東京以外の地では天頂の方向を多少傾けて見るようにする．その傾ける程度は北極方向から角度 $q$ を符号に従って月縁にとり天頂方向を得るので知ることができる．

5月9日の部分日食については295ページにベッセルの日食要素，296ページに日食図を載せた．ベッセルの日食要素の内容と意味は第57節のとおりである．

10月18日の皆既月食については297ページに月食図，298, 299ページに日本各地における予報，300ページには東京における状況図を載せた．内容の説明は4月24日の皆既月食の説明と同様である．

11月2日の皆既日食については301ページに日食図，302ページにベッセルの日食要素，303ページに皆既食北限界線上の与えられた時刻に対する暦表経度，緯度を載せた．この日食では中心線（月影中心線が地球と交わる点は時の経過とともに地球上の線となる）は地球上にはできず，わずか南の端に本影錐の北の部分が地球と交わるだけである．本影錐が地球と交わってできる曲線の二つの包絡線（北限界線と南限界線）のうち一つ北限界線が存在するだけである．

61. 惑星食に関する資料として289, 290ページに月日，星名，等級およびその現象を見ることができるだいたいの地域を掲げる．また304～307ページにこれらの惑星食図を載せた．

## 星　　食（295～317ページ）

62. 星食される星はだいたい次の基準に従って選んだ：

（1） 朔の前後24時間以内は選ばない．
（2） 朔の前後48時間以内は2等級より明るい星．
（3） 朔の前後72時間以内は6.5等級より明るい星．
（4） 望の前後24時間以内は3等級より明るい星．
（5） 望以後は6.5等級より明るい星．
（6） 上記の（1）～（5）によって選ばれた星のうち，3等級より明るい星のほかは暗縁の現象だけをとる．

星の位置や明るさは J. Robertson: Catalog of 3539 Zodiacal Stars によった．星表番号とあるのは同書中の番号である．

63. 星食要素では世界時を，各地予報では日本時を用い，暦表時による表示は用いない．世界時から暦表時への改正量 $\Delta T$ は $+36.^{s}0$ を採用した．308～311ページには任意の土地におけ

る星食状況を推算するのに必要な視位と要素とを掲げる．星の視位は短周期章動を含んでいる．合の時刻は地心から見て月と星との赤経が等しくなる瞬時の世界時であり，$\mu$ はこの時における月または星のグリニジ時角，星の視赤経，視赤緯はその時刻における値である．$x$, $y$ は日食のときと同様の意味をもつ（ただし太陽を星でおきかえる．第57節参照）．$x'$, $y'$ はその毎時変化である．算式は次のとおりである：

$$y_0=\frac{\delta-\delta'}{\pi},\qquad x'=15\frac{\Delta\alpha}{\pi}\cos\delta,\qquad y'=\frac{\Delta\delta}{\pi}$$

$\alpha$, $\delta$ は月の赤経，赤緯で $\Delta\alpha$, $\Delta\delta$ はその毎時変化，$\delta'$ は星の赤緯である．

任意の地点における状況を推算するには次のように行なうのが最も簡単である：

（1） $x=x't$, $y=y_0+y't$ によって時刻 $t$ における月影の座標 $x$, $y$ を求める．ただし $t$ は赤経の合の時刻からのずれであり，20分間隔にとるのがよい．$x'$, $y'$ は毎時変化であるから，$t$ は1時間単位で表わさなければならない．時刻が赤経の合以前ならば $t$ は負，以後ならば正とする．

（2） 第59節に掲げた算式により観測者の座標 $\xi$, $\eta$ を求める．ただしこの算式における $\lambda$ はグリニジ経度をとり，$\mu$ は時刻 $t$ における $\mu$ であるから308～311ページ掲記の $\mu$ に $15°t$ を加えたものでなければならない（$t$ を20分間隔にとれば308～311ページ掲記の $\mu$ に5°を累加してゆけばよいことになるので簡単である）．

（3） $x-\xi$, $\eta-y$ を作る．これを方眼紙にプロットし，なめらかな曲線で結べば，月の中心に対して星の移動する径路を得る．方眼紙上における単位はもちろん任意であるが，20センチメートルを1単位とすれば，大体手ごろな縮尺となる．

（4） 原点を中心にして半径0.272単位の円を描くと，これが月の大きさを示す．よってこの円と前記曲線との交点を求め，その時刻をあん分比例で読み取れば，これが所要の潜入と出現との時刻となる．この値を第1近似として，次の式の修正値を加えることにより，さらに精確な潜入と出現との時刻を求めることができる：

$$\Delta t_2=\frac{(0.27238)^2-(x-\xi)^2-(y-\eta)^2}{W}\times 30\ (\Delta t_2\ \text{の単位は時間の分})$$

$W$ は第64節で与える量である．

（5） 前記交点と原点とを結ぶ直線が $y$ 軸となす角は潜入，出現の方向角P（北極基準）で日食の場合と同様にして求められる．ただし $x-\xi$, $y-\eta$ の代わりに $\xi-x$, $\eta-y$ をとる．天頂基準の方向角Vを得るためにはPから極頂対角 $q$ を引かなければならない：

$$\mathrm{V}=\mathrm{P}-q$$

$q$ の近似値は次式で求められる：

$$\tan q=\frac{\xi}{\eta}$$

ただし $\xi$, $\eta$ は潜入時または出現時における値でなければならない．

以上の計算において最もめんどうなのは各時刻における $\xi$, $\eta$ を求めることであるが，$\xi$, $\eta$ の算式における $C$ と $S$ とをともに1とし（これは地球を完全な球と仮定することによる），緯度を一定とすれば，$\xi$, $\eta$ は簡単なダイアグラムに描けるから，$\xi$, $\eta$ はこのダイアグラムから読み取るようにすれば簡単である．

64. 312～323ページに札幌・東京・福岡・名瀬，324～331ページに青森・仙台・名古屋・金沢・京都・広島・高知・鹿児島の各地における星食の予報値を掲げる．表は現象ごとに月日・星表番号・星名・等級・月齢・現象・時刻の各項を掲げ，札幌・東京・福岡・名瀬の4地点では，さらに明縁方向角B・北極方向角P・天頂方向角V・高度・a・bを付加してある．明縁方向角とは明縁中心点の北極基準方向角である．現象では前の文字で潜入（D）と出現



（R）の区別，後の文字で暗縁（D）と明縁（B）の区別を表わしてある．たとえばD.D.は暗縁への潜入を，R.D.は暗縁からの出現を示している．明縁方向角B，北極方向角P，天頂方向角Vはいずれも月面上でそれぞれの基準方向から反時計回りに測った値である．

a，bはこれら札幌・東京・福岡・名瀬の4か所を基準として任意の地点の予報を得るための量である．ただしa，bを示してない星食は接食（Grazing Occultation）の場合で，これらを用いることはできない．

$T$ を基準地（経度 $\lambda$，緯度 $\varphi$）の潜入または出現時刻とし，任意の地点（経度 $\lambda+\Delta\lambda$，緯度 $\varphi+\Delta\varphi$）の時刻を $T+\Delta T$ とすると $\Delta T$ は

$$\Delta T=\mathrm{a}\Delta\lambda+\mathrm{b}\Delta\varphi\qquad(\Delta T\ \text{は時間の分を単位とする})$$

で与えられる．ただし

$$\mathrm{a}=1.04718\,\frac{U}{W}\qquad(\text{単位は時間の分/度})$$

$$\mathrm{b}=1.04718\,\frac{V}{W}\qquad(\text{単位は時間の分/度})$$

ここに

$$U=(x-\xi)s+(y-\eta)\xi\sin\delta'$$
$$V=-(x-\xi)p+(y-\eta)(r\cos\delta'+q\sin\delta')$$
$$W=(x-\xi)x'+(y-\eta)y'-U\mu'$$
$$p=SC^2\sin\varphi\sin(\mu+\lambda)$$
$$q=SC^2\sin\varphi\cos(\mu+\lambda)$$
$$r=SC^2\cos\varphi$$
$$s=C\cos\varphi\cos(\mu+\lambda)$$

この式中の各変数は $T$ または基準地の値である．

この4か所の経度 $\lambda$ と緯度 $\varphi$ とはそれぞれ札幌（$\lambda=+141.°4$, $\varphi=+43.°1$）・東京（$\lambda=+139.°8$, $\varphi=+35.°7$）・福岡（$\lambda=+130.°4$, $\varphi=+33.°6$）・名瀬（$\lambda=+129.°5$, $\varphi=+28.°4$）である．この計算では経度・緯度はすべて度を単位として表わす．この方法によると基準地から400キロメートル以内では誤差は普通1分以内である．

〔例 12〕 8月22日Cat. No. 3419（4.5等）の神戸（$\lambda=+135.°2$, $\varphi=+34.°7$）における出現時刻を求める．

東京（$\lambda=+139.°8$, $\varphi=+35.°7$）を基準地として推算すれば316ページから

$\mathrm{a}=+1.^{\mathrm{m}}6$　　$\mathrm{b}=+0.^{\mathrm{m}}6$　　$\Delta\lambda=-4.°6$　　$\Delta\varphi=-1.°0$

| | | |
|---|---|---|
| 東京での現象時刻 | | $2^{\mathrm{h}}\ 20.^{\mathrm{m}}7$ |
| $\mathrm{a}\Delta\lambda$ | $+1.^{\mathrm{m}}6\times-4.6$ | $-7.4$ |
| $\mathrm{b}\Delta\varphi$ | $+0.6\times-1.0$ | $-0.6$ (+ |
| | | 2 13 |

福岡（$\lambda=+130.°4$, $\varphi=+33.°6$）から推算すれば319ページから

$\mathrm{a}=+2.^{\mathrm{m}}3$　　$\mathrm{b}=+0.^{\mathrm{m}}5$　　$\Delta\lambda=+4.°8$　　$\Delta\varphi=+1.°1$

| | | |
|---|---|---|
| 福岡での現象時刻 | | $2^{\mathrm{h}}\ 1.^{\mathrm{m}}2$ |
| $\mathrm{a}\Delta\lambda$ | $+2.^{\mathrm{m}}3\times+4.8$ | $+11.0$ |
| $\mathrm{b}\Delta\varphi$ | $+0.5\times+1.1$ | $+\ 0.6$ |
| | | 2 13 |

## 天　　象（332～335ページ）

65. 太陽・月・惑星相互間の現象を掲げる．時刻は日本時で示す．太陽に対して惑星の合，矩あるいは衝とはそれぞれ，惑星と太陽との赤経の差が 0°，90°，180° に達した瞬時をいい，月に対する惑星または惑星相互間の合とはそれぞれ二天体の赤経が等しくなった瞬時をいう．後者の場合には赤緯の差も掲げる．なお惑星と月との赤緯の差は地心から見た場合の値であって，地表上の測者から見れば，一般にこの値とは異なる．

惑星の留（惑星の赤経静止），日心黄緯極大と水星・金星の最大離角，地球近日点・遠日点，日月食などもあわせて掲げてある．

66. 334,335ページに天象図を掲載する．これは月・惑星および一部の恒星の赤経と太陽の赤経との差をグラフに表わしたもので，それらの天体の相対的位置の概略を知るのに便利である．

中央の直線は太陽を表わし，その他の曲線は月・惑星および恒星などを表わす．これらの曲線の相互の交点は，その一組の天体の赤経の合を表わす．この場合に食が起これば日食・月食・食を付記してある．ただし食（惑星食・恒星食）とあるのは日本で見られるものだけにとどめた．水星・金星の場合，それらの曲線が太陽の線を左から右に横切るときは内合で，右から左に横切るときは外合である．

また外惑星の曲線が，赤経の差が +90° と −90° の縦線と交わる点はそれぞれその外惑星の東矩と西矩でだいたい日没時または日出時に正中することを示し，+180° と −180° の縦線と交わる点は衝で，夜半に正中することを示す．

同様に月の曲線が，赤経の差が +180°，+90°，0°，−90° および −180° の縦線と交わる点はそれぞれ望，上弦，朔，下弦および望を示す．

## 日出没時と薄明時間（336，337ページ）

67. 赤道から 50° N に至る任意地点の日出没時・薄明時間を求めるための表をそれぞれ左に，札幌・仙台・東京・京都・広島・福岡の6地点の値（日本時）をそれぞれ右に掲げる．日出没時は地平気差 34.′5，視半径 16.′0，地平視差 0.′1，眼高差 3.′8（眼高 4.6 メートル）に対する値すなわち太陽の中心の天頂距離が 90° 54.′2 に達する瞬時であって，太陽の上辺が視地平線に接するように見える時刻である．

南緯地点における日出没時を求めるには下端掲記の南緯に対する改正数を北緯の時刻に加減する．

薄明時間表は太陽の天頂距離が 108° に達する瞬時と出没時刻との間隔を示す．北緯地点には北緯日付，南緯地点には南緯日付を用いる．この時間を日出没時に加減すれば払暁の始めまたは黄昏の終りの時刻が得られる．

〔例 13〕 8月15日 80° W，38° S における日出没時と薄明の終始時刻とを基準子午線 75° W の平時で求める．

| | 日出時と払暁 | | | 日没時と黄昏 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | h | m | | h | m | |
| 38° N の日出没時 | 18 | 55 | （北緯日没時） | 5 | 14 | （北緯日出時） |
| 南緯に対する改正数 | −12 | 10 | | +12 | 10 | |
| 使用時への改正（基準子午線 75° W／所在経度 80° W） | + | 20 | （+ | + | 20 | （+ |
| 所要日出没時 | 7 | 5 | | 17 | 44 | |
| 薄明時間 | − 1 | 29 | （+ | + 1 | 29 | （+ |
| 所要薄明終始時刻 | 5 | 36 | | 19 | 13 | |



## 月出没時（338～349ページ）

68. 赤道から 50°N までのグリニジ子午線における北緯月出没時（世界時）を左に，札幌・仙台・東京・京都・広島・福岡の6地点の月出没時（日本時）を右に掲げる．前者は任意地点の月出没時を求めるためのものであって，経度 0° において月の中心の天頂距離が 90° 34′ + S.D. − H.P. に達する瞬時である．すなわち眼高 0 メートルにおいて月の上辺が視地平線に接するように見える瞬時であって，月の位相については考慮していない．

任意の地点における北緯月出没時を求めるには，まずグリニジ子午線上において与えられた緯度に対する月出没時を補間によって求め，その結果をその地点の経度について補間を行なえば与えられた地点における地方平時が得られる．ただし経度補間に際して，与えられた経度が東経ならば前日値との差，西経ならば翌日値との差を用いる．

南緯の任意地点（経度 $L$，南緯 $l$）における月出（没）時を求めるには，経度（$L \pm 180°$），北緯 $l$ の月没（出）時を求め，これに $\pm 12^h$ を加え（東経ならば正，西経ならば負），さらに南緯に対する改正数を加（減）算すれば与えられた地点の地方平時が得られる．

なお南緯に対する改正数は北緯月出没時の下端に緯度別に掲記してある．また $\pm 12^h$ の改正によって日付が変る場合には，その翌日または前日から計算すればよい．

〔例 14〕 3月31日 152°（$10^h\ 8^m$）E，36° 25′ N の地点における月出没時を基準子午線 150° E の平時で求める．

$10^h\ 8^m = 0.^d422$

| | 月出時 | | | Δ′ | 月没時 | | | Δ′ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | d | h | m | | d | h | m | |
| 36.°4 N の月出没時 | 3月 30 | 23 | 54 | +65m | 3月 30 | 8 | 34 | +48m |
| | 4月 1 | 0 | 59 | | 31 | 9 | 22 | |
| 経度補間 Δ′×(−0.422) | | | −27 | | | | −20 | |
| 地方平時 | 1 | 0 | 32 | | 31 | 9 | 2 | |
| 使用時への改正（標準子午線 150° E） | | | − 8 | | | | − 8 | |
| 所要月出没時 | 1 | 0 | 24 | | 31 | 8 | 54 | |

ここに示されたように3月31日にはこの地点で月出はない．すなわち31日 $8^h\ 54^m$ に没した月はその日のうちに出ないで，翌4月1日 $0^h\ 24^m$ に出る．

〔例 15〕 3月15日 80° E，38° S の地点における月出没時を基準子午線 75° E の平時で求める．

$80° E + 180° = 100° (6^h\ 40^m) W = 0.^d278$

| | 月出時（北緯月没時） | | | Δ′ | 月没時（北緯月出時） | | | Δ′ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | d | h | m | | d | h | m | |
| 38° N の月出没時 | 14 | 21 | 18 | +60m | 15 | 8 | 11 | +27m |
| | 15 | 22 | 18 | | 16 | 8 | 38 | |
| 経度補間 Δ′×(+0.278) | | | +17 | | | | + 8 | |
| 改正数 | | | + 2 | | | | − 2 | |
| | | +12 | 0 | | | +12 | 0 | |
| 地方平時 | 15 | 9 | 37 | | 15 | 20 | 17 | |
| 使用時への改正（基準子午線 75° E） | | | −20 | | | | −20 | |
| | 15 | 9 | 17 | | 15 | 19 | 57 | |

この例のように，西経（東経）で南緯の月出没時を求める場合 $-12^h$（$+12^h$）の改正があるため，北緯の月出没時が $12^h$ 以前（以後）におこる場合は日付を1日後(前)にとって計算しないと求める日のものが得られない．

## 補助諸表（350～379 ページ）

69. I 表　北極星緯度表（350～352 ページ）は北半球で北極星の高度を観測して所在緯度を求めるための表であって I 表と $I_a$ 表とからなっている．I 表に掲げた改正数は

$$改正数=-p\cos h+\tfrac{1}{2}\sin 1''\,p^2\sin^2 h-\tfrac{1}{3}\sin^2 1''\,p^3\cos h\sin^2 h$$

から計算した．また $I_a$ 表は

$$改正数=\tfrac{1}{2}\sin 1''\,p^2\sin^2 h\,(\tan a-1)$$

から計算した．$p$ は北極星の極距（＝90°－赤緯）であって角度の秒を単位にして表わし，$h$ は北極星の時角，$a$ は真高度である．観測から得た北極星の真高度に I 表，$I_a$ 表の改正値を加えれば所在緯度が求められる．最大離隔付近で行なうときはできるだけ正しい時刻を用いることに注意がいる．緯度計算順序は次のようにする：

（1） 北極星の測高度に器差・気差（第 IX 表）を改正して真高度とする．
（2） 観測時を地方恒星時に換算する．
（3） 観測時に対する北極星の赤経・赤緯を取り出す（283～286 ページ）．
（4） 観測地方恒星時から北極星の赤経を引く．得た値は北極星の時角 $h$ である．
（5） こうして得た時角と北極星の赤緯とを見出しとして北極星緯度表から第1改正値を取り出し，付記した符号どおりに測得真高度に加減する．
（6） 北極星緯度表末尾に付した補助表 $I_a$ から第2改正値を取り出し，その符号どおりに前記高度に加減すれば所要の緯度が得られる．

〔例 16〕 4月1日 $21^h\,57^m\,31^s$（日本時）に 129° 39′（$8^h\,38^m\,36^s$）E の地において北極星を観測し，真高度 34° 55′ 34″ を得た．所在地の緯度を求める．

| | h | m | s | |
|---|---|---|---|---|
| 日本時 | 21 | 57 | 31 | |
| 標準経度 | 9 | 0 | 0 | (－ |
| 世界時 | 12 | 57 | 31 | |
| 同上の恒星時への改正値（第 V 表） | | ＋2 | 8 | |
| 世界時 $0^h$ の恒星時 | 12 | 34 | 40 | |
| 経　度 | 8 | 38 | 36 | (＋ |
| 地方恒星時 | 10 | 12 | 55 | |
| 観測時の北極星赤経 | 1 | 59 | 13 | (－ |
| 観測時の北極星時角 | 8 | 13 | 42 | |
| | ° | ′ | ″ | |
| 観測時の北極星赤緯 | 89 | 6 | 53 | |
| 真高度 | 34 | 55 | 34 | |
| 改正値（I 表から） | | ＋29 | 33 | |
| 改正値（$I_a$ 表から） | | | －6 | (＋ |
| 所在緯度 | ＋35 | 25 | 1 | |

70. II 表　任意時角における北極星方位角表（353～357 ページ）は 6° N から 60° N までの各緯度の地において時角を見出しとして北極星の方位角を求めるための表である．緯度を $l$，北極星の赤緯と方位角とを $\delta$，$A$ とすれば $A$ の算式は次のようになる：

$$\cot A=\cos l\,\mathrm{cosec}\,h\tan\delta-\sin l\cot h$$

原式のままでは3引数表となるのでこれを2部に分けて

$$\cot A_0=\cos l\,\mathrm{cosec}\,h\tan\delta_0-\sin l\cot h$$

$$\Delta A=-A_0\frac{\delta-\delta_0}{90°-\delta_0}$$

$$A=A_0+\Delta A$$



として，$A_0$ を II 表に $\Delta A$ を $II_a$ 表に掲げた．$\delta_0$ は標準赤緯で昭和42年（1967年）の値は $\delta_0$=89° 7′ 0″ をとった．時角が $0^h$～$12^h$ の場合には北極星は子午線の西に，$12^h$～$24^h$ の場合には東にある．

$\Delta A$ の算式においては（$a$ は北極星の高度）

$$\cos A_0+\sin l\sec a\cos h\cos(90°-\delta_0)$$
$$=\cos A_0+\tan l\cos h\cos(90°-\delta_0)$$

という因数を1としたので高緯度の地においては最後の位に差ができることがある．$l$=60° の地においてはこの差は最大 0.03 $\Delta A$ の場合がある．

71. III 表　最大離隔時における北極星方位角表（358～361 ページ）は北緯 10° から北緯 60° までの各緯度の地において北極星の赤緯を見出しとして最大離隔時における方位角を算出するための表である．

使った式は次のとおりである：

$$\sin A=\sin p\sec l$$

$III_a$ 表（362 ページ）は最大離隔時前後で観測して得た北極星方位角を最大離隔時における方位角に換算するための改正量であって

$$改正量=30''\sin^2 1^m\,A\,(\Delta h)^2$$

から推算した．$A$ は最大離隔時における方位角で単位は 1′ であり，$\Delta h$ は最大離隔時から起算した恒星時間であって単位は $1^m$ である．

72. IV 表（363～365 ページ）は恒星時間 $\Theta$ に加えて平時間を得る改正数であって

$$改正数=-0.^s1638\,2601\,\Theta$$

によって推算した．上式における $\Theta$ の単位は $1^m$ である．

73. V 表（366～368 ページ）は平時間 $T$ に加えて恒星時間を得る改正数であって

$$改正数=+0.^s1642\,7456\,T$$

によって推算した．上式における $T$ の単位は $1^m$ である．

74. VI 表（369 ページ）は角度を時間に換算する表である．180° 以上は $12^h\,0^m$ を加えて使用する．

75. VII 表（370，371 ページ）は時間を日の小数に換算する表である．$12^h\,0^m$ 以上は 0.5 を加算する．

76. $VIII_a$ 表　二差の補間係数表（372～374 ページ），$VIII_b$ 表　三差，四差の補間係数表（375 ページ）は，一定間隔の引数に対する函数値が表に与えられているとき，任意の引数に対する函数値を求めるための補助表である．補間法としてはいろいろな方法があるが，ここでは Bessel の補間式を用いる場合の係数を掲げてある．等間隔の引数を $A_i$，対応する函数値を $F_i$ とし，階差の記号を次のように定める：

| 引数 | 函数値 | 一差 | 二差 | 三差 | 四差 | 五差 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $A_{-2}$ | $F_{-2}$ | | | | | |
| | | $\Delta'_{-3/2}$ | | | | |
| $A_{-1}$ | $F_{-1}$ | | $\Delta''_{-1}$ | | | |
| | | $\Delta'_{-1/2}$ | | $\Delta'''_{-1/2}$ | | |
| $A_0$ | $F_0$ | | $\Delta''_0$ | | $\Delta^{IV}_0$ | |
| | | $\Delta'_{1/2}$ | | $\Delta'''_{1/2}$ | | $\Delta^{V}_{1/2}$ |
| $A_1$ | $F_1$ | | $\Delta''_1$ | | $\Delta^{IV}_1$ | |
| | | $\Delta'_{3/2}$ | | $\Delta'''_{3/2}$ | | |
| $A_2$ | $F_2$ | | $\Delta''_2$ | | | |
| | | $\Delta'_{5/2}$ | | | | |
| $A_3$ | $F_3$ | | | | | |

この場合，$A_0$ と $A_1$ の間にある任意の引数 $A_n$ に対応する函数値 $F_n$ を求める Bessel の補間式は次のようになる：

$$F_n=F_0+n\Delta'_{1/2}+B''(\Delta''_0+\Delta''_1)+B'''\,\Delta'''_{1/2}+B^{IV}(\Delta^{IV}_0+\Delta^{IV}_1)+B^{V}\Delta^{V}_{1/2}+\cdots\cdots$$
$$n=(A_n-A_0)/(A_1-A_0)$$

ここで $B''$, $B'''$…… は Bessel の補間係数と呼ばれる数で，$n$ との間に次のような関係がある：

$$B''=\frac{n(n-1)}{2\cdot 2!} \qquad B^{\mathrm{IV}}=\frac{(n+1)n(n-1)(n-2)}{2\cdot 4!}$$

$$B'''=\frac{n(n-1)(n-\frac{1}{2})}{3!} \qquad B^{\mathrm{V}}=\frac{(n+1)n(n-1)(n-2)(n-\frac{1}{2})}{5!}$$

$\mathrm{VIII_a}$ 表および $\mathrm{VIII_b}$ 表ではこのうち $B''$, $B'''$, $B^{\mathrm{IV}}$ を与えてある．

Bessel の補間式において，奇数番号の係数は偶数番号の係数に比べて小さいので補間計算では偶数番号の $\Delta$ までをとって以下を省略するのが通常である．省略はもちろん所要の精度に応じて決められるべきものであり，省略された最初の $\Delta$ の影響が所要数値の最小位の 0.5 以下であるためには，省略することができる差の限界は次のようになる．

$$\Delta''=4 \qquad \Delta^{\mathrm{V}}=550$$
$$\Delta'''=60 \qquad \Delta^{\mathrm{VI}}=100$$
$$\Delta^{\mathrm{IV}}=20$$

ここで差の単位は所要数値の最小位にとってある．

一般には精度を考慮して前記の補間式を用いて補間計算を行なえばよいのであるが，特別の場合には次の方法を用いるのが便利なことがある．すなわち $\Delta^{\mathrm{V}}$ 以下を省略することのできる計算で $\Delta^{\mathrm{IV}}$ が 1100 以下である場合には $\Delta^{\mathrm{IV}}$ を $\Delta''$ の項に含めた次式を用いることができる．

$$F_n=F_0+n\Delta'_{1/2}+B''(M''_0+M''_1)+B'''\Delta'''_{1/2}$$
$$M''_0+M''_1=(\Delta''_0+\Delta''_1)-0.184(\Delta^{\mathrm{IV}}_0+\Delta^{\mathrm{IV}}_1)$$

この方法を復差法といい，さらに高次の差に対しても同様な方法を考えることができるが，ここでは説明を省略する．

〔例 17〕 3月12日暦表時 $5^{\mathrm{h}}\,39^{\mathrm{m}}\,56^{\mathrm{s}}$ における太陽の視赤経，視赤緯を求める．

15 ページの太陽の視赤経，視赤緯の表から $\Delta'$, $\Delta''$, $\Delta'''$ の表を作ると次のようになる．

| 月 | 日 | 視赤経 | $\Delta'$ | $\Delta''$ | $\Delta'''$ | 視赤緯 | $\Delta'$ | $\Delta''$ | $\Delta'''$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 11 | $23^{\mathrm{h}}\,22^{\mathrm{m}}\,13.12^{\mathrm{s}}$ | | | | $-4^\circ\,4'\,15.8''$ | | | |
| | | | $+220.94^{\mathrm{s}}$ | | | | $+1413.3''$ | | |
| | 12 | 23 25 54.06 | | $-0.31^{\mathrm{s}}$ | | $-3\ 40\ 42.5$ | | $+2.5''$ | |
| | | | $+220.63$ | | $0.00^{\mathrm{s}}$ | | $+1415.8$ | | $-0.1''$ |
| | 13 | 23 29 34.69 | | $-0.31$ | | $-3\ 17\ 6.7$ | | $+2.4$ | |
| | | | $+220.32$ | | | | $+1418.2$ | | |
| | 14 | 23 33 15.01 | | | | $-2\ 53\ 28.5$ | | | |

上の表によって，この補間計算では $\Delta'''$ 以下を省略してよいことがわかるから Bessel の補間式の第3項までを用いて計算を行なう．

まず $n$ は

$$n=\frac{5^{\mathrm{h}}\,39^{\mathrm{m}}\,56^{\mathrm{s}}}{24^{\mathrm{h}}}=+0.23607$$

で，これはまた VII 表によっても求めることができる．次に $\mathrm{VIII_a}$ 表により，この $n$ に対する $B''$ を求めると

$$B''=-0.0451$$

となる．また視赤経，視赤緯の $\Delta'_{1/2}$ はそれぞれ $+220.^{\mathrm{s}}63$, $+1415.''8$, $(\Delta''_0+\Delta''_1)$ はそれぞれ $-0.^{\mathrm{s}}62$, $+4.''9$ であるから

| | | 視赤経 | 視赤緯 |
|---|---|---|---|
| 3月12日 $0^{\mathrm{h}}$ E. T. | $F_0$ | $23^{\mathrm{h}}\,25^{\mathrm{m}}\,54.06^{\mathrm{s}}$ | $-3^\circ\,40'\,42.5''$ |
| (1差補間) | $n\Delta'_{1/2}$ | $+52.084$ | $+334.23$ |
| (2差補間) | $B''(\Delta''_0+\Delta''_1)$ | $+\ 0.028$ | $-\ 0.22$ |
| 3月12日 $5^{\mathrm{h}}\,39^{\mathrm{m}}\,56^{\mathrm{s}}$ E. T. | $F_n$ | 23 26 46.17 | $-3\ 35\ 8.5$ |



これが求める結果である．なお補間式の省略する項を決めるためには上の例のような $\Delta$ の表を毎回作らなくともだいたいの見当をつけることはできるし，$\Delta'$ が表示されている場合には $\Delta''_0+\Delta''_1$ は $\Delta'_{3/2}-\Delta'_{-1/2}$ によって簡単に求めることができる．

〔例 18〕 1月7日暦表時 $16^{\mathrm{h}}\,47^{\mathrm{m}}\,35^{\mathrm{s}}$ における月の赤道地平視差を求める．

46 ページの月の赤道地平視差の表から $\Delta'$, $\Delta''$, $\Delta'''$…… の表を作ると次のようになる：

| 月 | 日 | 赤道地平視差 | $\Delta'$ | $\Delta''$ | $\Delta'''$ | $\Delta^{\mathrm{IV}}$ | $\Delta^{\mathrm{V}}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 6.5 | $58'\,21.937''$ | | | | | |
| | | | $-11.095''$ | | | | |
| | 7.0 | 58 10.842 | | $-0.824''$ | | | |
| | | | $-11.919$ | | $+0.005''$ | | |
| | 7.5 | 57 58.923 | | $-0.819$ | | $+0.023''$ | |
| | | | $-12.738$ | | $+0.028$ | | $-0.001''$ |
| | 8.0 | 57 46.185 | | $-0.791$ | | $+0.022$ | |
| | | | $-13.529$ | | $+0.050$ | | |
| | 8.5 | 57 32.656 | | $-0.741$ | | | |
| | | | $-14.270$ | | | | |
| | 9.0 | 57 18.386 | | | | | |

上の表によって，この補間計算では $\Delta^{\mathrm{V}}$ 以下を省略してよいことがわかる．

ここで $n$ は

$$n=\frac{16^{\mathrm{h}}\,47^{\mathrm{m}}\,35^{\mathrm{s}}-12^{\mathrm{h}}}{12^{\mathrm{h}}}=+0.39942$$

であり，補間係数および差は次のようになる．

$$\Delta'_{1/2}=-12.''738$$
$$B''=-0.05997 \qquad \Delta''_0+\Delta''_1=-\ 1.610$$
$$B'''=+0.00402 \qquad \Delta'''_{1/2}=+\ 0.028$$
$$B^{\mathrm{IV}}=+0.01119 \qquad \Delta^{\mathrm{IV}}_0+\Delta^{\mathrm{IV}}_1=+\ 0.045$$

したがって計算は次のように行なえばよい．

| | | |
|---|---|---|
| 1月7日 $12^{\mathrm{h}}$ E. T. | $F_0$ | $57'\,58.''923$ |
| (1差補間) | $n\Delta'_{1/2}$ | $-5.0878$ |
| (2差補間) | $B''(\Delta''_0+\Delta''_1)$ | $+0.0966$ |
| (3差補間) | $B'''\Delta'''_{1/2}$ | $+0.0001$ |
| (4差補間) | $B^{\mathrm{IV}}(\Delta''_0+\Delta''_1)$ | $+0.0005$ |
| 1月7日 $16^{\mathrm{h}}\,47^{\mathrm{m}}\,35^{\mathrm{s}}$ E. T. | $F_n$ | 57 53.932 |

これが求める結果である．

またこの計算に復差法を適用して次のように行なうこともできる．

$$n=+0.39942 \qquad \Delta'_{1/2}=+\ 6.''309$$
$$B''=-0.0600 \qquad M''_0+M''_1=-\ 1.''610-0.184\times 0.''045=-1.''618$$
$$B'''=+0.00402 \qquad \Delta'''_{1/2}=-\ 0.''028$$

| | | |
|---|---|---|
| 1月7日 $0^{\mathrm{h}}$ E. T. | $F_0$ | $57'\,58.''923$ |
| (1差補間) | $n\Delta'_{1/2}$ | $-5.0878$ |
| (2, 4差補間) | $B''(M''_0+M''_1)$ | $+0.0970$ |
| (3差補間) | $B'''\Delta'''_{1/2}$ | $+0.0001$ |
| 1月7日 $16^{\mathrm{h}}\,47^{\mathrm{m}}\,35^{\mathrm{s}}$ E. T. | $F_n$ | 57 53.932 |

結果は一般式による値と一致した．

77. IX 表 (376, 377 ページ) はラドーの気差表であって，仏暦(Connaissance des Temps) に掲げられたものをさらに簡約にしたものである．376 ページには標準状態（緯度 45°，高さ 0 メートル，気温 0° C，水銀気圧 760 ミリメートル（1013.25 ミリバール），水蒸気圧 6 ミリメートルの気差が与えてある．この値は視高度から真高度を得るための改正である．標準状態からはずれた場合の気差表を 377 ページに掲げてある．第 $\mathrm{IX_a}$ 表によって気温に対する気差改正値を，第 $\mathrm{IX_b}$ 表によって気圧に対する気差改正値を求めてこの両者を標準状態の気差に加えれば求める気差の値を得る．ただし水銀気圧計で読み取った気圧 $H'$ は，厳密に

考える場合には，次式によって重力および気温の改正を行なった値 $H$ に直して用いる必要がある．

$$H=H'[1-0.0026\,4\cos 2\varphi-0.0000\,0019\,6\,h-0.0001\,63\,(t'-t)]$$

ここに $\varphi$ は緯度，$h$ は海面からの高さをメートルで表わしたもの，$t$ は気温で $t'$ は水銀の温度（いずれも摂氏）である．

第 $\mathrm{IX_a}$ 表，第 $\mathrm{IX_b}$ 表が使えないような気温，気圧の状態，あるいはさらに精密な気圧改正値を得たい場合には次の式で計算することができる．

i） 気温による改正

$$R_1=R_0+R_0A\alpha\frac{1+0.00367\,t}{1+kt}$$

ここで $R_0$： 標準状態の気差

$A=\dfrac{-0.00383\,t}{1+0.00367\,t}$ ： 第 $\mathrm{IX_a}$ 表の右に掲げてある．

$k$： 376 ページの下に掲げた値で視高度 10° 以上では上式は，次式と同じになる．

$$R_1=R_0+R_0A\alpha$$

$\alpha$： 376 ページの下に掲げた値で視高度 45° 以上では上式は，次式と同じになる．

$$R_1=R_0+R_0A$$

ii） 気圧による改正

$$R=R_1+R_1B\beta$$

ここで $R_1$： 気温による改正をほどこした気差．

$B=\dfrac{H^{(\mathrm{mm.})}}{760}-1=\dfrac{H^{(\mathrm{mb.})}}{1013.25}-1$ ： 第 $\mathrm{IX_b}$ 表の右に掲げてある．

$\beta$： 377 ページの下に掲げた値で，引数は $R_1$ である．

かくて得られた $R$ が気温，気圧の改正をほどこした気差である．

〔例 19〕 気温 +14.°0 C，気圧 735.0mm.（=979.9 mb.）で視高度 5° 43′ 21.″0 を観測した場合の気差を求める．

376, 377 ページの表から

$R_0=9'\,8.''0=548.''0$　　$A=-0.0510$　　$\alpha=1.095$　　$k=0.00380$

したがって

$$R_1=548.''0+548.''0\times(-0.0510)\times1.095\times\frac{1+0.00367\times14.0}{1+0.00380\times14.0}$$

$$=548.''0-30.''6=517.''4$$

次に 377 ページの表から

$B=-0.0329$　　$\beta=1.009$

$R=517.''4+517.''4\times(-0.0329)\times1.009$

$=500.''2=8'\,20.''2$

78. X 表（378ページ）は与えられた地点の地心座標を求めるための係数の表である．

$S$, $C$ は観測者の地理緯度を $\varphi$，地心緯度を $\varphi'$，地心距離を $\rho$ としたとき

$\rho\sin\varphi'=S\sin\varphi$　　$\rho\cos\varphi'=C\cos\varphi$

で定まる値であって，地球の偏率を $\dfrac{1}{297.0}$ として，次式で計算できる：

$$S=0.9949\,5304-0.0016\,7783\cos 2\varphi+0.0000\,0212\cos 4\varphi+\cdots\cdots$$

$$C=1.0016\,8705-0.0016\,8919\cos 2\varphi+0.0000\,0214\cos 4\varphi+\cdots\cdots$$

観測者が海面上 $h$ メートルにある場合には $S$ および $C$ に 378 ページ下に示した改正を加える必要がある．

79. XI 表（379 ページ）は日本付近のおもな都市の経度・緯度とその地の座標を求めるための $S\sin\varphi$, $C\cos\varphi$ とを掲げてある．本書の予報推算における各地の経度・緯度はすべてこの値を使用している．

（終り）



ア 行 ページ
緯 度
地心—— 1
地理—— 1
北極星法 350, 412
一般歳差 1, 383, 386
おもな都市の位置 379, 416

カ 行
海王星
衛星数 2
会合周期 2
軌道傾斜 171
軌道経度 169, 396
—— の日変化 169, 396
軌道平均速度 2
近日点黄経 171
矩 333
合 333
視赤経，視赤緯 220, 396
視半径 2, 220, 396
質 量 2, 396
衝 333
昇交点黄経 171
実半径 2
赤道重力 2
対恒星公転周期 2
対恒星平均運動 2
地心距離 220, 396
地平視差 220, 396
等 級 231, 396
動 径 169, 396
日心黄経，日心黄緯 169, 396
比 重 2
平均運動 171
平均距離 171
平均近点離角 171
平均最近距離 2
離 角（毎10日値） 231, 396
離心率 171
留 333
暦表正中時 220, 396
Gauss の万有引力常数 1
外惑星 171, 396

火 星
衛星数 2
会合周期 2
軌道緯度 166
軌道傾斜 2, 170
軌道経度 166, 396
—— の日変化 166, 396
軌道平均速度 2
近日点黄経 170
近日点平均黄経 2
矩 333
元期の平均黄経 2
合 333
視赤経，視赤緯 188, 396
視半径 2, 188, 396
質 量 2, 396
衝 333
昇交点黄経 170
昇交点平均黄経 2
実半径 2
赤道重力 2
対恒星公転周期 2
対恒星平均運動 2
地心距離 188, 396
地平視差 188, 396
等 級（毎10日値） 231, 396
動 径 166, 396
日心黄緯極大 332
日心黄経，日心黄緯 166, 396
比 重 2
平均運動 170
平均距離 2, 170
平均近点離角 170
平均最近距離 2
離 角（毎10日値） 231, 396
離心率 2, 170
留 333
暦表正中時 188, 396

金 星
衛星数 2
会合周期 2
軌道緯度 162
軌道傾斜 2, 170
軌道経度 162, 396
—— の日変化 162, 396
軌道平均速度 2
近日点黄経 170
近日点平均黄経 2
元期の平均黄経 2
合 333
最大光度 333
最大離角 333
視赤経，視赤緯 180, 396
視半径 2, 180, 396
質 量 2, 396
昇交点黄経 170
昇交点平均黄経 2
実半径 2
赤道重力 2
対恒星公転周期 2
対恒星平均運動 2
地心距離 180, 396
地平視差 180, 396
等 級（毎5日値） 230, 396
動 径 162, 396
日心黄緯極大 333
日心黄経，日心黄緯 162, 333
比 重 2
平均運動 170
平均距離 2, 170
平均近点離角 170
平均最近距離 2
離 角（毎5日値） 230, 396
離心率 2, 170
留 333
暦表正中時 180, 396

気差表（ラドー） 376, 415
基準面（日食計算の） 404
軌道要素
月の—— 3
惑星の—— 2
均時差 383
近点年，月 1
矩 333
グリニジ時 381
夏 至 巻頭
経験項 394
月出没時 338, 411
月 食
各地予報 292, 293, 298, 299
月食図 291, 297
食 分 404
説 明 403
東京における状況 294, 300
要素と状況 287
月 齢 62, 395
月角差 3
交点月 1
合 333

恒 星
固有運動 251, 399
固有名 251, 399
視 位 398
周極星 279, 402
常 数 398
スペクトル型 251
説 明 397
等 級 251, 399
二次項 250, 398
年 差 251, 399
年周視差 251, 399
平 位 251, 399
暦表子午線正中時 279, 402
連 星 400

恒星時
世界時 $0^h$ における
恒星時 4, 388
恒星時 $0^h$ に対する
世界時 4, 389
説 明 380
平均恒星時からの改正 4, 388
ユリウス日 4, 390
恒星年，月，日 1
恒星日日数
説 明 397
毎日の——（暦表時 $0^h$） 232
毎日の——（恒星時 $0^h$） 244
日日数二次項および
$P, Q$ 250, 398, 399
$J$ 表 250, 398

光行差 387
常 数 1, 387
光 差 1, 390
光 浸 391, 403
光速度 1
光 年 1
黄 道
——の回転 386
——回転速度 1, 44, 386
——回転軸の昇交点黄経
1, 44, 393
——回転の年変化 1, 44, 393

黄道傾角 1,12,387,390
——傾角の章動 384,390
平均黄道傾角 44,387,390
国際報時 381
今年のこよみ 巻頭

サ　行
歳　差
一般—— 1,44,383
黄経の—— 12,383
赤経の—— 1,44,383
赤緯の—— 1,44,383
——常数 1,44,383
日月—— 383
惑星—— 383
最大離角 333
朔 巻頭,153,395,410
朔望月 1
雑　節 巻頭
サロス周期 3
春分，秋分 巻頭
春分点 383
出　差 3
視　時 383,391
周極星 279,402
閏日，年 386
衝 333
食　年 1
章　動
黄経の—— 12,384,390
黄道傾角の—— 384,390
赤経の—— 387
——常数 1
短周期項 384,397
長周期項 384,397

水　星
衛星数 2
会合周期 2
軌道傾斜 2,170
軌道経度 154,396
——の日変化 154,396
軌道平均速度 2
近日点黄経 170
近日点平均黄経 2
元期の平均黄経 2
合 333
最大離角 333
視赤経，視赤緯 172,396
視半径 2,172,396
質　量 2,396
昇交点黄経 170
昇交点平均黄経 2
実半径 2
赤道重力 2
対恒星公転周期 2
対恒星平均運動 2
地心距離 172,396
地平視差 172,396
等　級（毎5日値） 230,396
動　径 154,396
日心黄緯極大 333
日心黄経，日心黄緯 154,396
比　重 2
平均運動 170
平均距離 2,170
平均近点離角 170
平均最近距離 2
離　角（毎5日値） 230,397
離心率 2,170
留 333
暦表正中時 172,396

世界時 4,380
赤　道
平均—— 386
真—— 386
節　気 巻頭
星　食
各地予報 312,408
星食される星の視位と要素 308,407
説　明 407
惑星食 289
惑星食図 304

タ　行
太　陽
黄経，黄緯 12,390
光行差 387,390
視赤経，視赤緯 13,390
視半径 13,391
質　量 2,3
実半径 2
赤道重力 2,3
赤道直角座標 28,393
説　明 380,390
絶対等級 3
体　積 3
地平視差 12,390
脱出速度 3
等　級 3
動　径（地球との距離）13,391
半　径 3
比　重 2
平均距離 1
平均近点離角 44,393
平均黄経 44,393
平均密度 3
表面積 3
暦表子午線正中時 13,391
太陽表（Newcombの） 380
太陽年 1

地　球
緯度1°の長さ 1
軌道平均速度 2
近日点平均黄経 2
元期の平均黄経 2
質　量 1,2,396
子午線1象限の長さ 1
重力加速度 1
実半径 2
赤道重力 2
対恒星公転周期 2
対恒星平均運動 2
体　積 3
地理緯度，地心緯度 1
脱出速度 3
動　径（太陽との距離） 1,13,391
比　重 2
平均距離 2
平均反射能 3
平均密度 3
表面積 3
扁　率 1,3
半　径 1,3
離心率 1,2
地球自転速度の変動 380
地方時 381
地心座標を求めるための係数表 378,416
中心差 3
長年加速 3

月
位　相 153,334,395,410
遠近地点 153,395
軌道傾斜 45
軌道要素 3
近地点の平均黄経 45,394
経験項 394
月角差 3
月　齢 62,395
光行差の改正 394
サロス周期 3
視黄経，視黄緯 46,394
視赤経，視赤緯 62,395
視半径 46,394
質　量 2,3
実半径 2
自転軸の黄道の極に対する傾斜 3
昇交点の平均黄経 45,394
出　差 3
説　明 394
赤道重力 2,3
絶対等級 3
対恒星近点順行周期 3
対恒星交点逆行周期 3
対恒星平均運動 3
体　積 3
地平視差 46,394,403
中心差 3
脱出速度 3
等　級 3
長年加速 3
二均差 3
年　差 3
半　径 3
比　重 2
秤　動 3
表面積 3
平均黄経 3,45,394
——の日変化 3,45
平均距離 3
平均傾斜 3
平均赤道 45,394
——地平視差 3,394
平均反射能 3
平均密度 3



平均離角 45,394
平均離心率 3
扁　率 3
メトン周期 3
離心率 45
暦表子午線正中時 46,395

天　象 332,410
天象図 334
天王星
衛星数 2
会合周期 2
軌道傾斜 171
軌道経度 168,396
——の日変化 168,396
軌道平均速度 2
近日点黄経 171
矩 333
合 333
視赤経，視赤緯 212,396
視半径 2,212,396
質　量 2,396
衝 333
昇交点黄経 171
実半径 2
赤道重力 2
対恒星公転周期 2
対恒星平均運動 2
地心距離 212,396
地平視差 212,396
等　級 231,396
動　径 168,396
日心黄経，日心黄緯 168,396
比　重 2
平均運動 171
平均距離 171
平均近点離角 171
平均最近距離 2
離　角（毎10日値） 231,397
離心率 171
留 333
暦表正中時 212,396
天文常数 1
天文略説 366
冬　至 巻頭

時
換　算 363
（恒星時→平時） 363,413
（平時→恒星時） 366,413
（角度→時間） 369,413
（時間→日の小数） 370,413
均時差 383
視　時 383,391
説　明 380
地方時 381
τ（暦表時 $0^h$ の毎日値） 232,397
τ（恒星時 $0^h$ の毎日値） 244,397
標準時 381
平均時（平時） 383
独立恒星数 233,397
年，月，日
太陽年（回帰年） 1
恒星年 1
近点年 1
食　年 1
1光年 1
ベッセル年 385
朔望月 1
分点月 1
恒星月 1
近点月 1
交点月 1
恒星日 1
平陽日 1

土　星
衛星数 2
会合周期 2
軌道傾斜 171
軌道経度 169,396
——の日変化 169,396
軌道平均速度 2
極視半径 204,396
近日点黄経 171
矩 333
合 333
視赤経，視赤緯 204,396
視半径 2,396
質　量 2,396
衝 333
昇交点黄経 171
実半径 2
赤道重力 2
対恒星公転周期 2
対恒星平均運動 2
地心距離 204,396
地平視差 204,396
等　級（毎10日値） 231,396
動　径 169,396
日心黄経，日心黄緯 169,396
比　重 2
平均運動 171
平均距離 171
平均近点離角 171
平均最近距離 2
離　角（毎10日値） 231,397
離心率 171
留 333
暦表正中時 204,396
土　用 巻頭

ナ　行
内惑星 170,396
日出没時 336,410
日　食
影の座標，方向，半径 295,302
基準面 404
食　分 404
説　明 403
日食図 296,301
要素と状況 287
日本時 381
二均差 3
年　差 3
年周視差 1,399

ハ　行
薄明時間 336,410
パーセク 1
万有引力の常数 1
平均太陽 381
——の赤経 381
平均赤道 386
平時（平均時） 381
平陽日 1
秤　動 3
標準時 381
表の説明 388
ベッセル年 385
分点月 1
望 巻頭,153,395,410
北極星
視　位 283
緯度表 350,412
方位角表 353,412
星の距離 1
補間係数表（ベッセル） 372,413

マ　行
冥王星
衛星数 2
会合周期 2
軌道傾斜 171
軌道経度 170,396
——の日変化 170,396
軌道平均速度 2
近日点黄経 171
矩 333
合 333
視半径 2
質　量 2,396
衝 333
昇交点黄経 171
実半径 2
赤道重力 2
対恒星公転周期 2
対恒星平均運動 2
地心距離 228,396
地平視差 228,396
測定学的赤経，測定学的赤緯 228,397
等　級 231,397
動　径 170,396
日心黄経，日心黄緯 170,396
比　重 2
平均運動 171
平均距離 171
平均近点離角 171
平均最近距離 2
離　角（毎10日値） 231,397
離心率 171
留 333
暦表正中時 228,396
メトン周期 3

木　星
衛星数 2
会合周期 2
軌道傾斜 171
軌道経度 168,396

軌道経度の日変化 168, 396
軌道平均速度 2
極視半径 196, 396
近日点黄経 171
矩 333
合 333
視赤経，視赤緯 196, 396
視半径 2, 396
質　量 2, 396
衝 333
昇交点黄経 171
実半径 2
赤道重力 2
対恒星公転周期 2
対恒星平均運動 2
地心距離 196, 396
地平視差 196, 396
等　級（毎10日値） 231, 397
動　径 168, 396
日心黄経，日心黄緯 168, 396
比　重 2
平均運動 171
平均距離 171
平均近点離角 171
平均最近距離 2
離　角（毎10日値） 231, 397
離心率 171
留 333
暦表正中時 196, 396

ヤ　行
ユリウス日 4, 154, 390
——年 381

ラ　行
立春，立秋，立夏，立冬 巻頭
留 333
暦表経度 287, 382
暦表時 12, 380, 382
——改正値 308, 380, 388
暦表子午線 380, 382
暦表子午線正中時 13, 383
暦　年 385
連　星 400

ワ　行
惑　星
軌道要素 2
惑星食 289
惑星食図 304

（終り）

昭和40年11月20日　印　刷
昭和40年11月30日　発　行

発　行　者　海　上　保　安　庁
東京都千代田区霞ケ関2丁目1番地

編集兼印刷者　海上保安庁水路部
東京都中央区築地5丁目

〔定 価 金2,250円〕

## 水路図誌販売所

| | |
|---|---|
| 東京都千代田区丸ノ内2丁目20番地の1 | 日本郵船株式会社 |
| 東京都港区芝海岸通り3丁目1番地 | 日本郵船東京港事務所 |
| 東京都千代田区内幸町2丁目1番地（大阪ビル2号館） | 社団法人日本船主協会 |
| 東京都中央区築地3丁目10番地（懇和会館内） | 日本水路図誌株式会社 |
| 横浜市中区海岸通り3丁目9番地 | 日本郵船横浜支店 |
| 名古屋市中区広小路通り2丁目4番地（グリーン・ビル2階） | 日本郵船名古屋支店 |
| 大阪市西区川口町26番地 | 日本郵船大阪販売所 |
| 神戸市生田区海岸通り1丁目10番地 | 日本郵船神戸支店 |
| 神戸市生田区海岸通り5番地（大阪商船ビル4階） | 阪神地区船主会事務局 |
| 神戸市生田区海岸通り5番地（大阪商船ビル7階） | 日本水路図誌神戸支店 |
| 北九州市門司区桟橋通り4丁目3番地 | 日本郵船門司支店 |
| 北九州市門司区西海岸通り1丁目9番地の2（日産館ビル） | 南部地区船主会事務局 |
| 北九州市若松区南海岸通り1丁目954番地 | 日本郵船若松事務所 |
| 長崎市出島町2番の13号（長崎倉庫株式会社） | 日本郵船長崎代理店 |
| 函館市豊川町11番地の75（北海道日通運輸株式会社函館支店内） | 日本郵船函館代理店 |
| 室蘭市海岸通り22番地 | 日本郵船室蘭出張所 |
| 釧路市錦町3丁目7番地 | 日本郵船釧路代理店 |
| 小樽市南浜町4丁目11番地 | 日本郵船小樽支店 |

その他のおもな販売所は下記のとおりです。
（日本郵船販売所）　根室・留萌・浜田・松江・舞鶴・七尾・新潟・青森・八戸・宮古・釜石・塩釜・三崎・下田・清水・鳥羽・福岡・佐世保・枕崎・油津・高松・水島（倉敷）・松山・宇和島・高知
（日本船主協会販売所）　徳山・三角・鹿児島・佐伯
（日本水路図誌販売所）　酒田・船川・那珂湊・清水・焼津・勝浦・尾道・呉

MB2
4
00693901