コンピュータ用天体位置計算式

1．観測当日の年月日（世界時基準）から通日T（1月0日を第0日とする）を求める。

$$T = 30 \times P + Q(S-Y) + P(1-Q) + 日$$

ここに、

$$P = 月-1 \ ,\ Q = [(月+7)/10]$$

$$Y = [(年/4) - [(年/4)] + 0.77]\ ,\quad S = [P\times 0.55 - 0.33]$$

である。［　］は、この括弧内の数の整数部だけを取り出す働きをする記号で、例えば［2.98］は2を意味する。

2．観測時刻の世界時UT（時、分、秒）を日の端数Fで表す。

$$F = 時/24 + 分/1440 + 秒/86400$$

3．計算用の時刻引数tを求める。

$$t = T + F + \Delta T/86400$$

ここに、ΔTは地球時－世界時で、2019年は70秒と予測している。

4．各天体の赤経R.A.、赤緯Dec.、地心距離Dist.、地平視差H.P.を求める。

各天体に対しては赤経R.A.、赤緯Dec.が、さらに太陽、惑星に対しては地心距離Dist.が、月に対しては地平視差H.P.が得られる係数表が与えられているから、観測時刻の所要値はtと各表の係数CN(N=0,1,・・・)とから次のようにして計算する。

各表の適用期間の右側に記載してあるa，bとtとを比較し、a≦t≦bを満足する期間の表を用いる。このa、bとtから次式によってθを求める。

$$\theta = \cos^{-1}((2t - (a+b))/(b-a))\ ,\quad 0^\circ \leqq \theta \leqq 180^\circ$$

このθと表からとったC_0，C_1，C_2・・・とから、tにおける所要値f(t)は次式によって計算する。

$$f(t) = C_0 + C_1\cos\theta + C_2\cos 2\theta + \cdots + C_N\cos N\theta$$

5．天体のグリニジ時角hを次式から求める。

$$h = E + UT\ ,\quad E = R - R.A.$$

UT は観測時刻の世界時、R.A.は前項で計算済みである。RはR表から求めるが、この表に対してだけは t = T + F とする。

6．月の視半径S.D.

tにおける月の地平視差H.P.を計算し、S.D.＝$\sin^{-1}$(0.2725 sin H.P.)により求める。

7．太陽の視半径S.D.

tにおける太陽の地心距離Dist.を計算し、S.D.＝16.02′／Dist.により求める。

8．惑星の視半径S.D.

tにおける所要惑星の地心距離Dist.を計算し、S.D.＝S_0／Dist.により求める。

ここに、S_0は惑星によって値が異なり、次のような値である。

金星・・・　８．３″

火星・・・　４．７″

木星・・・９２．１″（極半径），９８．４″（赤道半径）

土星・・・７３．８″（極半径），８２．７″（赤道半径）

9．計算例

2019年5月4日（日本時）$15^h24^m37^s$の太陽のE, d, h, S.D.を求める。

P = 5 - 1 = 4

Q = [(5 + 7) / 10] = 1

Y = [(2019 / 4) - [(2019 / 4)] + 0.77] = [504.75 - 504 + 0.77] = 1

S = [4 × 0.55 - 0.33] = [1.87] = 1

T = [30 * 4 + 1 × (1 - 1) + 4 × (1 - 1) + 4 = 124

世界時 = $15^h24^m37^s - 9^h = 6^h24^m37^s$

F = (15 - 9) / 24 + 24 / 1440 + 37 / 86400 = 0.2670949

t = 124 + 0.2670949 + 70.0 / 86400 = 124.2679051

a≦t≦bを満たすa,bは4月30日～9月1日のa= 120 , b= 244 である。

θ = COS^{-1} ((2*124.2679051-(244+120))/(244-120)) = COS^{-1} (-0.931162821)

= 158.6168091

このθと太陽の視赤経、視赤緯、地心距離の4月30日～9月1日の係数を用いて次の様に計算する。（計算法を正しく理解してもらうために分解して示してあるが、実際の計算では一連の計算をプログラム化して総和をとるだけでよい。また、R.A.,Rの総和が0^h以下あるいは24^h以上になることがあるが、この場合それらに24^hを加減して0^h以上24^h以下の値にする）

N	Nθ	COSNθ	R.A. C NCOSNθ h	DEC. C NCOSNθ °	DIST. C NCOSNθ au
0	0.0000000	1.00000000	6.5996670	17.177050	1.0123880
1	158.6168091	-0.93116282	-3.8512429	3.049530	-0.0011165
2	317.2336182	0.73412840	-0.0299825	-4.253687	-0.0030738
3	115.8504272	-0.43602332	0.0178024	-0.090824	0.0000244
4	274.4672363	0.07788901	0.0004045	0.012478	0.0000083
5	73.0840454	0.29096862	0.0009576	-0.003038	0.0000012
6	231.7008545	-0.61976733	0.0002615	0.003117	-0.0000025
7	30.3176636	0.86323997	-0.0001019	0.000630	0.0000043
8	188.9344727	-0.98786660	-0.0000484	-0.000119	0.0000099
9	347.5512817	0.97648934	0.0000166	-0.000186	0.0000010
10	146.1680908	-0.83067453	-0.0000100	-0.000133	0.0000100
11	304.7848999	0.57049714	-0.0000405	0.000011	-0.0000034
12	103.4017090	-0.23177692	0.0000044	-0.000009	-0.0000037
13	262.0185181	-0.13885304	-0.0000069	-0.000008	-0.0000006
14	60.6353271	0.49036649	0.0000049	-0.000034	-0.0000039
15	219.2521362	-0.77436905	0.0000139	0.000031	0.0000008
16	17.8689453	0.95176085	-0.0000067	0.000019	0.0000019
17	176.4857544	-0.99811959	-0.0000060	-0.000030	0.0000000
総和			2.7376871	15.894800	1.0082453

よって観測時の太陽の視赤経 R.A.は 2.7376871h,視赤緯 Dec.は 15.894800°,地心距離 Dist.は 1.0082453au となる。

次に R を求める。

R のための t は 124.2670949 で,θは 158.6188627° である。

N	Nθ °	COSNθ	R CNCOSNθ h
0	0.0000000	1.00000000	18.5839020
1	158.6188627	-0.93117589	-3.7936338
2	317.2377253	0.73417707	-0.0000037
3	115.8565880	-0.43612008	0.0000017
4	274.4754507	0.07803194	0.0000001
5	73.0943134	0.29079716	0.0000003
6	231.7131760	-0.61959854	-0.0000012
7	30.3320387	0.86311329	0.0000017
総和			14.7902671

よって観測時の R は 14.790267h となり, E は R-R.A.= 12.052580h すなわち 12h 3m 9s となる。

視赤緯は上で求めたように 15.89480° すなわち 15° 53.7′, 視半径は S.D. = 16.02 / 1.00825 = 15.889 = 15′ 53″ で, いずれも天測暦本文の E◎, d , S.D. と一致する。

また観測時のグリニッジ時角 h_G は E+UT = 18h 27m 46s となる。