

# 月食の図計算法を比例計算で解く

## 2022年11月08日の月食

鈴木敬信-伊賀正夫

2022年10月6日

荒木俊馬、萩原雄祐、新天文学講座 IX 『天文学の応用』鈴木敬信「IX. 日月食の図計算法」pp.261-305 に月食の図計算法の解説がある。図式計算に替えて比例計算で2022年11月8日の月食時刻を計算してみた。

1. 国立天文台『暦象年表 Web 版』による食の要素は次の通りである。

赤経の合	$T_0 =$	11月8日 20時 11分 18.5秒 (日本時)		
赤経	$\alpha_0' =$	14h54m13.22s	$\alpha_0 =$	02h54m13.22s
毎時変化	$\Delta\alpha' =$	10.03s	$\Delta\alpha =$	124.09s
赤緯	$\Delta_0' =$	-16°37'55.7"	$\delta_0 =$	+16°53'32.1"
毎時変化	$\Delta\delta' =$	-43.4"	$\Delta\delta =$	+720.7"
赤道地平視差	$\pi' =$	00'08.9"	$\pi =$	56'07.5"
視半径	$S' =$	16'08.5"	$S =$	15'17.6"

2. この要素を用いて地心から見た地球本影の中心を原点とした月中心の  $x, y$  座標求める式は次のようになった。単位は角度の分である。

$$\Delta\alpha' - \Delta\alpha = -117.90s = -1.965'$$

$$p = 15 \cos \delta_0' (\Delta\alpha' - \Delta\alpha) = -28.35', \quad q = \Delta\delta + \Delta\delta' = +5.69'$$

$$\delta_0 + \delta_0' = -24'34.4'' = -24.57'$$

$$x = p * n, \quad y = \delta_0 + \delta_0' + q * n$$

次に地球の影の視半径を計算する。半影の視半径を  $l_1$ 、本影の視半径を  $l_2$  とすると、

$$l_1 = 1.02(\pi + \pi' + S) = 73.8633'$$

$$l_2 = 1.02(\pi + \pi' - S) = 40.9343'$$

3. 「 $x, y, L$  の変化表」を 15 分刻みで書き出す。ここで、 $L = \sqrt{(x^2 + y^2)}$  で本影中心と月中心間距離 (単位は角度の  $'$ ) である。

$x, y, L$  の変化 (15 分刻みの一部)

HH.hh(JST)	$x(')$	$y(')$	$L(')$
17.0000	86.9926	-20.3843	89.3489
17.2500	80.1714	-17.5622	82.0725
17.5000	73.3503	-14.7401	74.8167
17.7500	66.5291	-11.9181	67.5882
18.0000	59.7079	-9.0960	60.3968

#### 4. 接触時刻と方位角の簡易計算

$l_1, l_2$  と  $L$  + 月の視半径 が等しくなる時刻を  $x, y, L$  の変化表から比例計算で求める。  
半影食の初めは  $l_1 + SD_{\text{moon}} = 73.8633' + 15 + 17.6/60 = 89.1566 = L$  の時刻であるから 17.0000h と 17.2500h の間にある。

単純な比例計算から

$$15(\text{m}) : (89.3489 - 82.0725)' = x(\text{m}) : (89.3489 - 89.1566)'$$

$$\text{半影食はじめの時刻} = 17\text{h}00\text{m} + 15\text{m} \times \frac{89.3489 - 89.1566}{89.3489 - 82.0725}$$

$$= 17\text{h}00\text{m} + 0.3964\text{m} = 17\text{h}00.4\text{m}$$

食の最大時刻は皆既食始と皆既食終の中間時刻、位置角は各現象直前の  $x, y$  値を用いて計算した。

2022 年 11 月 08 日の月食 (日本時)

状況	Tiny Basic		曆象年表 2022		NASA	
	日本時	位置角 ( $^{\circ}$ )	日本時	位置角 ( $^{\circ}$ )	UT	mag
半影食始 P1	17h 0m24s	076.8	17h00.6m	076.4	08h02m17s	
本影食始 U1	18h 8m46s	081.3	18h08.9m	082.1	09h09m12s	
皆既食始 U2	19h16m10s	101.1	19h16.3m	101.7	10h16m39s	
食の最大 GE	20h 1m14s	mag 1.367	19h59.2m	1.364	11h02m05.3s	1.3589
皆既食終 U3	20h42m 6s	214.9	20h42.0m	213.2	11h41m37s	
本影食終 U4	21h49m36s	232.0	21h49.4m	232.9	12h49m03s	
半影食終 P4	22h57m57s	238.3	22h57.8m	238.6	13h56m08s	