

# How to compute planetary positions

By Paul Schlyter, Stockholm, Sweden

## 精度について

- 章動および収差については考慮されていません
- 惑星の収差（光行差等）については考慮されていません
- 地球時/暦表示と世界標準時の差については考慮されていません
- 歳差については黄経をもとに単純化した計算式を使用しています
- 軌道要素の高次の項は考慮していませんが、現在より1000年以内であれば惑星で2分、付きで7分未満の誤差に収まっています。
- 月、木星、土星、天王星以外の天体について摂動は考慮されていません。
- 天王星および冥王星は摂動の影響を最も受ける惑星のため（特に未来において）誤差が大きくなります。数世紀以内ならたぶんそんなに大きな誤差ではないです。

## 時間単位

2000/1/1 00:00 UT からの日数をもとに計算をします。

- $y$  = 年
- $M$  = 月
- $D$  = 日
- $UT$  = 時間

$$d = 367 \times y - 7 \times (y + (m + 9) \div 12) \div 4 - 3 \times ((y + (m - 9) \div 7) / \text{div}100 + 1) \div 4 + 275 \times m \div 9 + D - 730515$$

$$d = d + UT \div 24.0$$

## 軌道要素

### 主要な軌道要素

- $N$  = 昇交点経度
- $i$  = 黄道傾斜角

- $w$  = 近点引数
- $a$  = 軌道長半径
- $e$  = 離心率
- $M$  = 平均近点角

## 関連する軌道要素

- $w1 = N + w$  = 近日点経度
- $L = M + w1$  = 平均経度
- $q = a \times (1 - e)$  = 近点距離
- $Q = a \times (1 + e)$  = 遠点距離
- $P = a^{1.5}$  = 軌道周期
- $T = Epoch\_of\_M - (M[deg] \div 360) \div P$  = 近日点時刻
- $v$  = 真近点角 = 近点角と座標のなす角度
- $E$  = 離心近点角

## 黄道傾斜角

$$ecl = 23.4393 - 3.563E - 7 \times d$$

## 各天体の軌道要素

### 太陽

- $N = 0.0$
- $i = 0.0$
- $w = 282.9404 + 4.70935E - 5 \times d$
- $a = 1.000000(AU)$
- $e = 0.016709 - 1.151E - 9 \times d$
- $M = 356.0470 + 0.9856002585timesd$

### 月

- $N = 125.1228 - 0.0529538083 \times d$
- $i = 5.1454$
- $w = 318.0634 + 0.1643573223 \times d$
- $a = 60.2666(\text{地球の半径の倍数})$
- $e = 0.054900$
- $M = 115.3654 + 13.0649929509 \times d$

## 水星

- $N = 48.3313 + 3.24587E - 5 \times d$
- $i = 7.0047 + 5.00E - 8 \times d$
- $w = 29.1241 + 1.01444E - 5 \times d$
- $a = 0.387098(AU)$
- $e = 0.205635 + 5.59E - 10 \times d$
- $M = 168.6562 + 4.0923344368 \times d$

## 金星

- $N = 76.6799 + 2.46590E - 5 \times d$
- $i = 3.3946 + 2.75E - 8 \times d$
- $w = 54.8910 + 1.38374E - 5 \times d$
- $a = 0.723330(AU)$
- $e = 0.006773 - 1.302E - 9 \times d$
- $M = 48.0052 + 1.6021302244 \times d$

## 火星

- $N = 49.5574 + 2.11081E - 5 \times d$
- $i = 1.8497 - 1.78E - 8 \times d$
- $w = 286.5016 + 2.92961E - 5 \times d$
- $a = 1.523688(AU)$
- $e = 0.093405 + 2.516E - 9 \times d$
- $M = 18.6021 + 0.5240207766 \times d$

## 木星

- $N = 100.4542 + 2.76854E - 5 \times d$
- $i = 1.3030 - 1.557E - 7 \times d$
- $w = 273.8777 + 1.64505E - 5 \times d$
- $a = 5.20256(AU)$
- $e = 0.048498 + 4.469E - 9 \times d$
- $M = 19.8950 + 0.0830853001 \times d$

## 土星

- $N = 113.6634 + 2.38980E - 5 \times d$
- $i = 2.4886 - 1.081E - 7 \times d$

- $w = 339.3939 + 2.97661E - 5 \times d$
- $a = 9.55475(AU)$
- $e = 0.055546 - 9.499E - 9 \times d$
- $M = 316.9670 + 0.0334442282 \times d$

## 天王星

- $N = 74.0005 + 1.3978E - 5 \times d$
- $i = 0.7733 + 1.9E - 8 \times d$
- $w = 96.6612 + 3.0565E - 5 \times d$
- $a = 19.18171 - 1.55E - 8 \times d(AU)$
- $e = 0.047318 + 7.45E - 9 \times d$
- $M = 142.5905 + 0.011725806 \times d$

## 冥王星

- $N = 131.7806 + 3.0173E - 5 \times d$
- $i = 1.7700 - 2.55E - 7 \times d$
- $w = 272.8461 - 6.027E - 6 \times d$
- $a = 30.05826 + 3.313E - 8 \times d(AU)$
- $e = 0.008606 + 2.15E - 9 \times d$
- $M = 260.2471 + 0.005995147 \times d$