

K05b 地球の時間暦の非線型調和解析

原田 渉 (東京大学大学院理)、福島登志夫 (国立天文台)

地球の時間暦、すなわち太陽系重心座標時 TCB と地心座標時 TCG とを結びつける関係式

$$\text{TCB} - \text{TCG} = \int f(t) dt, f(t) \equiv \frac{1}{c^2} \left(U_E(t) - \frac{\mathbf{v}_E^2(t)}{2} \right)$$

は、現在、数値積分 (Fukushima 1995 A&A; Irwin & Fukushima 1999 A&A) で求められているが、そのままでは使いづらい。ただし、 $U_E(t)$ 、 $\mathbf{v}_E(t)$ は地心における重力ポテンシャルと地球の速度で、 t は TCB である。そこで、数値積分の結果を三角級数に数値的に分解することを考える。一般に級数に現れる周波数は未知であるため、周波数も同時に求める非線型調和解析を試みた。これにより平均値 L_C が精度良く求まるばかりでなく、数値積分では難しい長期予測も可能になる。実際には、JPL の最新の月・惑星暦 DE405 (期間は 1600-2200) を用いて、 $f(t)$ を 3 日おきに表として求め、残差平方和を

$$\phi = \sum_{n=1}^N [a_1 + a_2 t_n + \sum_{k=1}^K \{a_{2k+1} \sin(2\pi f_k t_n) + a_{2k+2} \cos(2\pi f_k t_n)\} - f(t_n)]^2$$

とする非線型最小二乗法を用いてパラメーター推定した。典型例では $N \sim 73000$ 、 $K \sim 1000$ となり大規模の非線型調和解析となる。収束を確実にするために K は 1 から 1 ずつ増やし、毎回新しい候補 f_k をペリオドグラムなどを用いて推定し、BFGS 法を行った。この計算により 1000 個を超える周波数成分に分解でき、従来の解析的理論 (Fairhead & Bretagnon 1990 A&A etc) より格段と正確に地球の時間暦を再現できた。