

## L14a 多様体補正法による人工衛星の高精度、高速数値積分

梅谷真史 (総研大)、福島登志夫 (国立天文台)

前回に引き続き、多様体補正法による人工衛星の軌道積分の高精度化の研究を行った結果を報告する。前回までは、地球重力場の軸対称及び非軸対称の摂動の場合の多様体補正法について報告を行った。今回は、全エネルギーによる多様体補正法の応用として太陽輻射圧による摂動モデルに適用した。太陽輻射圧の加速度  $a_{rad}$  は

$$a_{rad} = -De_{\odot}, \quad D = (A/M)(\Phi_{\odot}/c)$$

で表される (Milani A., et al., 1987)。ここで  $A, M, \Phi_{\odot}, c, e_{\odot}$  はそれぞれ、人工衛星の有効断面積、質量、太陽光のエネルギーフラックス、光速度、太陽方向の単位ベクトルである。一般には  $D$  は  $10^{-5} \sim 10^{-7}$  であり、測地衛星 LAGEOS の場合  $3.2 \times 10^{-7}$  である。太陽は十分遠くにあるため、一定の方向からこの摂動力を受けるとする。このとき系の全エネルギー  $E$  は

$$E = \mathbf{v}^2/2 - \mu/r - De_{\odot} \cdot \mathbf{x}$$

となり保存する。数値積分で得られた  $\mathbf{x}, \mathbf{v}$  は誤差によりこの関係を満たさないので、単スケール変換  $(\mathbf{x}, \mathbf{v})$  ( $s\mathbf{x}, s\mathbf{v}$ ) による補正を行う。スケール因子  $s$  は方程式

$$f(s) = \left(\mathbf{v}^2/2\right) s^3 - (De_{\odot} \cdot \mathbf{x}) s^2 - Es - \mu/r = 0$$

を解くことにより決定される。これは三次方程式であり、ニュートン法で簡単に解くことができる。LAGEOS の軌道積分で、この補正を行うことで補正しない場合に対して 1000 周期で 3 桁精度が向上した。