

L05a **3次元摂動2体問題の正則化手法の数値比較**

福島登志夫 (国立天文台)

3次元摂動2体問題の4つの正則化手法である Kustaanheimo-Stiefel 変換 (KS)、Bürdet-Ferrandiz 変換 (BF)、Sperling-Bürdet 変換 (SB) 及び昨年秋の年会で報告した拡張 Levi-Civita 変換 (LC)、並びに KS と LC にケプラー・エネルギーに基づく多様体補正 (MC) を組み合わせた手法、計6つの手法及び正則化しない直接積分法 (NR) について、コスト性能比を比較するために数値実験を行った。これらの手法の詳細は Fukushima (2007, AJ, 133, 1) を参照されたい。まず、軌道積分の実行時間は $NR < KS < LC < BF < SB$ の順で小さい。8惑星の摂動下の彗星軌道の場合、NR に比べて KS は 21%、LC は 22%、BF は 26%、SB は 39% 増しとなる。なお多様体補正による計算時間の増加は無視できるほど小さい。次に、1回の近接遭遇に伴う誤差は、摂動の有無や複雑さにほぼよらず、主として離心率のみに依存する。準放物線軌道 ($e \sim 1$) では、正則化しない場合は誤差が激増するが、KS、LC、及び SB では逆に激減する。一方、BF では離心率にあまり依存しない。なお KS と LC の誤差の違いは、ほぼ無視できる。また KS、LC のいずれも多様体補正を行うと、誤差は一様に減少する。例として木星の摂動を受ける小惑星イカルス ($e \approx 0.827$) の場合、積分誤差は $KS + MC (= LC + MC) < KS (= LC) < SB < BF < NR$ の順で増加する。一方、長期の誤差成長については、第3体の摂動を受ける楕円軌道の場合、多様体補正を施した場合と SB の場合、他の方法に比べて、時間に関する誤差成長率が小さい。従って、上記の積分誤差の順は少し入れ替わり SB が2番目に小さくなる。ただし、速度に依存する摂動など、摂動の種類によっては SB の誤差成長率が非常に大きくなるため、長期的には SB が KS に優るとは必ずしもいえない。この意味で SB は脆弱であると言える。いずれにしても KS と LC の差はほぼ見えず、両者に多様体補正を施した方法が最も優れている事実は変わらない。