

K04a 直線自由落下四体問題における多重衝突軌道

谷川清隆、セッポ・ミッコラ (国立天文台)

筆者は数年来、衝突軌道をもちいて一般三体問題の軌道分類を行ってきた。衝突軌道をもちいるこの手法は必ず衝突が起きるような系においてとくに有効である。今回は「直線自由落下四体問題」における解集合の構造を多重衝突軌道を用いて調べた結果を報告する。四体問題は直線上に並んだ4個の質点の運動を求めよという問題である。「自由落下」とは初速度ゼロを意味する。

四体問題は自由度が高く、直線問題の場合でもポアンカレ断面は2次元より高次である。「自由落下」としたことにより、初期条件を2次元の有界領域に表現することができる。すなわち、4個の質点の座標 x_1, x_2, x_3, x_4 から相対座標 $q_1 = x_2 - x_1, q_2 = x_3 - x_2, q_3 = x_4 - x_3$ に移り、 $q_1 + q_2 + q_3 = 1$ と規格化すれば、独立な座標は q_1 と q_2 になる。 $0 < q_1 < 1, 0 < q_2 < 1, q_1 + q_2 < 1$ なる区域を初期値面と呼ぶことにする。この初期値面はポアンカレ断面ではない。われわれは、初期値面の各点にその最終運動 ($t \rightarrow \infty$ における系のふるまい) を対応させる。初期値面が最終運動によって分類されることになる。初期値面の点のうち、そこから出発する軌道が三体衝突で終るものを三体衝突点、四体衝突で終るものを四体衝突点とよぶ。四体系の分裂 (エスケープ) で終るものをエスケープ点とよぶ。また同時二体衝突を経験する初期点を二体同時衝突点とよぶ。

(結果) (1) 三体衝突点が曲線をなすことがわかった。これを三体衝突曲線とよぶ。(2) 二体同時衝突点が曲線をなすことがわかった。これを二体同時衝突曲線とよぶ。両者併せて衝突曲線とよぶ。(3) 四体衝突点は衝突曲線の交点として得られる。(4) 四体衝突点を無数の衝突曲線が通る。(5) エスケープ点は三体衝突曲線に沿って分布する。