

P71a 階層三体系の崩壊過程

齋藤正也 (統数研)、V. V. Orlov (St. Petersburg)、谷川清隆 (国立天文台)

重力相互作用によって運動する三天体系の内、2つの楕円運動の重ね合わせとして系の運動が近似できるような三体系を階層三体系と呼ぶ。三重連星、惑星数2の系外惑星の運動のモデルになっている。

本研究ではこのような系の安定限界近傍での振る舞いを調べる。階層三体系の安定性にはさまざまな定義が存在するが、本研究では系が崩壊するかどうか – 軌道のある適当に決めた期間だけ数値積分し、その間に系が楕円軌道でおたがいの周りを回る2体とそれらから双曲線軌道を描いて遠ざかるとき、その系は崩壊したとみなす – で定義する。そのような立場に立ち、階層三体系の安定限界近傍での振る舞いの内、系が崩壊する場合の運動を調べる。

行った計算の設定を示す。質量比は $m_1 = 1$ 、 $m_2 = 1$ 、 $m_3 = 10^{-2}$ で、時刻0において m_1 と m_2 の相対運動は半径 $a_{in}(0) = 1$ の円運動である。これらの重心に対する m_3 の運動は近点距離の範囲 $q_{out}(0) \in (0, 2.5]$ 、離心率 e_{out} の楕円運動とした。系の崩壊の判定には Yoshida (1975) の判定式を用いた。

数値計算から得られた考察を紹介する。まず、顕著な特徴として、系の崩壊までの期間の分布を初期値平面 (e_{out}, q_{out}) 上に求めると、 $a_{in}(0) = \text{const.}$ のライン(たち)に沿って、崩壊時間が短い領域が分布していることがわかった。これらの初期値は短期間 (a_{in} が10周程度) のうちに m_3 がその近点で m_1 または m_2 と近接遭遇して脱出に十分な速度を獲得したものである。ただし、近接遭遇からただちに脱出が導かれるわけではない。 $a_{in}(0) = \text{const.}$ ラインのひとつに対応する領域に記号列 (Tanikawa, 2007) を適用して、詳細に分析し、そこから一般に近接遭遇のときに m_3 が受ける軌道変化にどのような可能性があるかのシナリオを構成した。