

R01a The Time Scale of Escape from Star Clusters

福重俊幸 (東大総合文化)、D. C. Heggie(エジンバラ大)

我々は潮汐場の中にある星団から星が脱出するまでの時間を調べた。今回着目したのはエネルギー的に脱出し得る星、つまり、ラグランジュ点のポテンシャルエネルギーよりも大きな束縛エネルギーを持った星 (以下 unbound star と呼ぶ) が脱出するまでの時間である。このような unbound star は瞬時に脱出するとは限らない。それは、2つのラグランジュ点付近からしか脱出できないので、脱出していくまでに典型的には数周回する必要があるからである。

このような unbound star が存在する状況として以下の3つが考えられる。まず一つ目に、始めから unbound star を含んで星団が誕生する場合である。その可能性については、本年会川口らの講演で議論される予定である。二つ目には、二体緩和によってエネルギーを得て、unbound star になる場合である。二体緩和は星団から星が脱出する主たるメカニズムであるので、unbound star になった後にどのくらいの時間で脱出するかを正しく理解することは重要である。三つ目は、これまで普通に使われてきたN体計算の初期条件においてである。これまでは潮汐場の中に King モデルを置くという初期条件が使われてきた。そのような場合、加えられた潮汐場のためにラグランジュ点でのポテンシャルが下がり、unbound star が生じる。

このような unbound star がどのくらい時間で星団から脱出するか、を軌道計算をして調べた。星団のポテンシャルと潮汐力を外場で与えて、その中をテスト粒子の軌道を計算し星団から脱出するまで時間を決定した。星団のポテンシャルは King モデルで与え、潮汐力は星団が質点で表された母天体の回りを円軌道を回っているとして与えた。

計算の結果、与えられたエネルギーに対する脱出までの時間の分布関数を得た。分布関数自体は複雑であるがまとめると、 $T_h/T_{\text{tidal}} \sim 100(\tilde{\epsilon}/0.06)^{-2}$ で与えられる。ここで、 T_h は全体の半分の星が脱出する時間、 T_{tidal} は星団が母天体の回りを一周する時間、 $\tilde{\epsilon}$ はラグランジュ点を基準にしたエネルギーの過分をラグランジュ点のポテンシャルで割ったものである。この結果を球状星団に当てはめると、二体緩和時間程度たってもかなりの割合の星が unbound star として星団内に残っていることが分かった。また、 $\tilde{\epsilon}$ に依存するが、5% から 20% の星が脱出しないで星団にどどまっていることが分かった。これは、軌道が regular 的であるためと考えられる。