

Toward First-Principle Simulations of Galaxy Formation: I. How Should We Choose Star Formation Criteria in High-Resolution Simulations of Disk Galaxies? 第一原理銀河形成シミュレーション

へ向けて: I. 円盤銀河の高分解能シミュレーションにおいて星形成条件はどのように選ぶべきか?

斎藤貴之 (国立天文台), 台坂 博 (一橋大),
小久保英一郎 (国立天文台), 他.

PASJ 60, 4 (2008)

一般的な宇宙論的銀河形成シミュレーションでは, ある密度閾値 (典型的な値は $0.1 n_{\text{H}} \text{cm}^{-3}$) を超えたガスからシュミット則に従って星ができるという星形成モデルが用いられている. この星形成モデルでは, 星形成効率パラメーターを微調整することで近傍円盤銀河の kpc スケールの星形成の性質を再現できるため, これまで広く用いられてきた. 従来のシミュレーションを大幅に上回る高分解能シミュレーションでは現実的な星形成領域が分解できるようになるが, そのようなシミュレーションでどのような星形成条件を選ぶべきかわかっていない.

そこでわれわれは, 星間ガスの高分解能シミュレーションを行い, 星形成のモデルパラメーター (密度閾値と星形成効率) が円盤銀河の構造にどのような影響を与えるかを調べることで, 星形成条件について検討した.

われわれはシミュレーションから, 星間ガスの構造が密度閾値の値に敏感であることを発見した. 巨大分子雲の平均密度程度に対応する $100 n_{\text{H}} \text{cm}^{-3}$ 以上の高密度領域で星が生まれるとした高密度モデルでは, 星間ガス中に非一様構造が発達し, 冷たく薄いガス円盤と若い星による薄い星円盤を形成する. このような構造は, 天の川銀河の構造ともよく一致する. 一方で, $0.1 n_{\text{H}} \text{cm}^{-3}$ 以上の領域で星が生まれるとした低密度モデルでは, 円盤は滑らかで厚くなる. 数値シミュレーションにより銀河ガス円盤の複雑な 3次元構造を再現するためには, 現実的な星形成領域で星が生まれるとすることがある.

このように星間ガスの構造に大きな違いがあるが, どちらのモデルでも観測的に知られているガス面密度-星形成率面密度関係を再現する. 低密度モデルでは, この関係を再現するために星形成効率パラメーターの微調整が必要であったが, 高密度モデルではこの微調整を必要としない. これは, 高密度モデルでは星間ガスの質量分布のピークである $1 n_{\text{H}} \text{cm}^{-3}$ から星形成領域 ($n_{\text{H}} > 100 \text{cm}^{-3}$) への統計的なガスの流れが, 大局的な星形成を制御しており, その流れは星形成効率パラメーターによらないからである. 現実的な星形成領域まで分解しそこで星が生まれるとした高分解能シミュレーションでは, 星形成モデルの詳細にシミュレーション結果がよらなくなる.

Enrichment of Lead (Pb) in the Galactic Halo

銀河系ハロー星の鉛組成と *r*-過程での鉛合成

青木和光 (国立天文台),
本田敏志 (ぐんま天文台)

PASJ, 60, in press (2008)

鉛は最も重い元素の一つであり, 安定核合成の終着点に位置する重要な元素である. 太陽系の鉛の大部分は, 進化の進んだ中小質量星 (AGB 星) で起こる *s*-過程によって合成されると考えられているが, 定量的には明らかにされていない. このため, 爆発的要素合成である *r*-過程でどの程度鉛が合成されるのか, 太陽系組成から精度よく制限を与えることはできない.

この論文では, 銀河系ハロー構造の星における鉛組成を観測的に調べた. これまで鉛組成の測定は, 専ら *s*-過程の影響を非常に強く受けた特殊な星 (炭素過剰星) に対して行われてきたが, ここで調べたのはこのような特徴を示さない, いわばハローの平均的な組成をもつ星である. 赤色巨星段階にある低温度の明るい星について, すばる望遠鏡高分散分光器 (HDS) を用いて高精度スペクトルを取得することにより, この測定が可能になった.

その結果, 今回調べられた金属量範囲 ($-2.1 < [\text{Fe}/\text{H}] < -1.3$) では鉛組成比 ($[\text{Pb}/\text{Fe}]$) はほぼ一定であり, また *r*-過程元素 Eu との比 ($[\text{Pb}/\text{Eu}]$) も一定となることが示された. この金属量では *s*-過程が化学進化に強く効き始める可能性があるが, 少なくとも今回のサンプルではその兆候は見られず, 観測されたハロー星の鉛はほとんど *r*-過程起源とみられる. これはハロー構造の形成過程ないしはタイムスケールに新たな制限を加える結果である.

また, この解釈に基づけば, 観測された鉛組成比 ($[\text{Pb}/\text{Eu}]$ など) から, *r*-過程で合成される典型的な鉛の量を定めることが可能となる. その結果は, 太陽系組成から不定性が大きいながら見積もられていた値を支持しており, *r*-過程元素過剰な超金属欠乏星 (CS 31082-001) について得られた結果とは合わない. これは, 非常に低い金属量での *r*-過程の特殊性を示唆している.