

恒星風を考慮した星間物質降着による金属汚染により 初代星が金属欠乏星になりうるか

No.441 倉田 昂季 (宇宙理論)

宇宙はビッグバンで誕生し、最初期は軽元素（ここでは水素やヘリウム）がほとんどを占めていた。初代星はこの環境下で誕生するため、重元素を持たない星であると考えられている。初代星は宇宙最初期を知る重要な手がかりの一つだが、現在まで未発見である。この観測事実に関して宇宙年齢（138億年）を超える寿命を持つ星は0.8太陽質量以下である必要があることから、これより重い初代星のみが誕生し、既に全て寿命を迎えていると考える説や、このような星は誕生したが、その後重元素を含む星間物質（ISM）が星に降着して混入し、初代星が微量の金属を持つことで既に極めて金属量が少ない星として観測されていると考える説がある。本論文は物理的な星風モデルをつくり、ISMの降着を調べた。中性ISMは惑星空間のスケールが粒子の平均自由行程より大きいいため、流体的に振舞わず、星風と相互作用せずに星に近づくが、途中で電離されると磁場を介して星風と相互作用する。電離された粒子をピックアップイオンと呼ぶ。ピックアップイオンを星風の流体の基礎方程式中に湧き出し項として組み込み、太陽がコロナ加熱後ほぼ等温であることに倣い、定常的な星風モデルを作成した。一方、電離ISMは流体的に振舞うため、ピックアップイオンの影響を受けた星風と電離ISMの降着流とのラム圧のつり合う位置で衝突し、ラム圧の交わり方によって恒星圏が形成されるか星風を押しこみ降着するかが決まる。

小質量初代星モデルはSuzuki(2018)を参照し3パターン作成し、降着するISMの数密度 n_{ISM} を $10^{-2} \sim 10^4 \text{cm}^{-3}$ の範囲で一桁ずつ変化させてそれぞれラム圧のつり合いを求めることで、ISMの降着を調べた。その結果、全てのパターンで $n_{\text{ISM}} < 10 \text{cm}^{-3}$ は降着できず、 $n_{\text{ISM}} > 10^3 \text{cm}^{-3}$ は降着できることがわかった。 $n_{\text{ISM}} \sim 10^2 \text{cm}^{-3}$ では降着する場合としない場合ともに得られた。これを用いると、星間空間のガス密度分布を仮定すれば小質量初代星の金属汚染量を見積もることができる。その結果、 $n_{\text{ISM}} > 10^3 \text{cm}^{-3}$ は降着できるとすると $[\text{Fe}/\text{H}] \sim -4.44$ 、 $n_{\text{ISM}} > 10^2 \text{cm}^{-3}$ は降着できるとすると $[\text{Fe}/\text{H}] \sim -3.31$ となる。現在、 $[\text{Fe}/\text{H}] < -3$ の金属欠乏星が600天体以上観測されているため、この中にISMの金属（重元素）によって汚染された小質量初代星が含まれている可能性があることが分かった。今後は本研究を多次元流体計算に拡張し、モデルを精密化することで正確な臨界降着密度を求めていくことが必要である。