

理工系

宇宙最初の星形成を
コンピューターシミュレーションにより解明

東京大学数物連携宇宙研究機構特任准教授 吉田 直紀

【研究の背景】

宇宙は、現在137億歳であると考えられています。誕生してから数億年までの時期を「宇宙の暗黒時代」と呼び、その頃は、薄く広がるガスと暗黒物質、それにエネルギーの低い電磁波が漂うだけの、文字通り暗黒の宇宙でした。

すばる望遠鏡やハubble宇宙望遠鏡を用いれば、宇宙が生まれてから8億年ほど経った時期に存在した銀河からの光を観測し、当時の宇宙の様子をうかがい知ることができます。しかし、それよりも昔、距離にすると130億光年よりも遠くにある天体は、これまで、どのような波長でも観測されていません。

そのため、暗黒宇宙がどのようにして現在のような光輝く銀河宇宙に変貌したのかは、大きな謎でした。

【研究の成果】

宇宙最初の天体は、いつ、どのようにして生まれたのか。私たちは、この問題に挑むため、標準宇宙モデルにしたがって、宇宙初期の物質密度場をコンピューター上に表現し、膨張宇宙の中で天体形成に関する「実験」を行いました。

「実験」に当たっては、まず、暗黒物質に働く重力や、水素―ヘリウムガス中に起こる化学反応、放射輸送過程をすべて考慮し、仮想宇宙がどのように進化するのかを逐一詳細に計算しました。

その結果、10兆ピクセルに相当する空間解像度を達成し、広大な領域の中で個々の星の形成過程を調べることができました。

このシミュレーションにより、第一世代の星が生まれるのは、ビッグバンから3億年後、その質量は、太陽の100分の1程度ということが分かりました。また、初めにできるのは、とても小さな原始星で、詳細な理論計算により、この小さな星の種は、周辺のガスを取り込んで急速に成長し、太陽の100倍以上という巨大な星になると結論されました。

【交付した科研費】

平成17～19年度 若手研究(A)「大規模数値計算による初期宇宙での構造形成と銀河間物質の再電離過程」
平成20～24年度 若手研究(S)「大規模数値計算による初期宇宙構造の形成、進化およびその大域的分布の理論的研究」

【今後の展望】

数年後には、今回行った理論研究の結果を検証することができるかもしれません。2013年に、宇宙最初の数億年からの光を捉えることを主要な目標に掲げたアメリカの次世代宇宙望遠鏡JWSTが打ち上げられる予定です。また、私たちは、天の川銀河の中に第一世代の星あるいはその痕跡を探す観測プロジェクトを進めています。今後は、これらの観測のための理論研究と、大規模数値シミュレーションを用いた研究を行っていきたいと考えています。

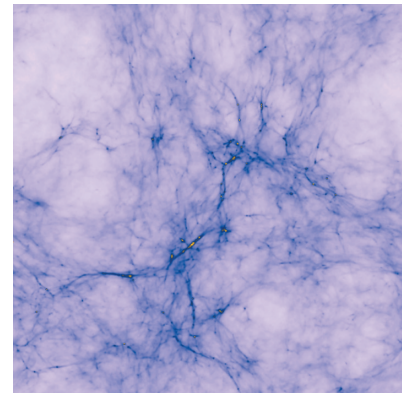


図1 コンピューター上で再現した宇宙年齢3億年の頃の物質分布。一辺がおよそ10万光年で、色の濃い部分に大量のガスが存在します。

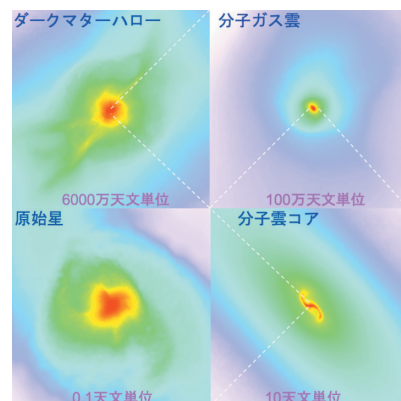


図2 最初に生まれた原始星周辺のガス分布。左上から順に原始星にクローズアップしています。このシミュレーションは、差し渡し10万光年という大きな宇宙空間の中で、太陽半径程度の微細な構造までも解像しています。左下パネルの中央、赤い部分が生まれたばかりの原始星で、その質量はおよそ太陽の100分の1です。