

## 2019 年度日本天文学会研究奨励賞

平野信吾 (ヒラノ シンゴ)

現職：九州大学理学研究院地球惑星科学部門・日本学術振興会特別研究員

受賞対象となる研究：

「大規模数値シミュレーションによる宇宙初期の星およびブラックホール形成過程の研究」

宇宙最初に誕生する初代星は宇宙再電離や重元素の源と考えられており、その形成過程や典型的質量を明らかにすることは現代天文学の重要課題の一つである。初代星の形成過程に関する研究では、これまで第一原理的な理論研究が精力的に進められてきた。しかし、様々な観測の解釈や初期の宇宙進化の理解のために重要となる星の質量分布、すなわち初期質量関数は依然不明であった。従来の研究では、星形成は高々数例ほどのガス雲について主系列星が誕生する迄の進化が追跡されていたに過ぎず、星質量分布を導く系統的な研究は行われていなかった。平野氏は星形成過程の環境依存性に着目し、スーパーコンピューターを用いて多数の始原ガス雲に対する初代星形成シミュレーションを実施することにより、初代星が幅広い質量分布を持つことを初めて示した。現実的な宇宙論的設定に基づく一連の計算により、様々な環境の下で誕生する初代星の特徴が理論的に示された。

平野氏は始めに、大領域を設定した宇宙論的流体シミュレーションを行って 110 個の始原ガス雲サンプルを作り、その中で生まれる初代星について、重力収縮期および前主系列星の段階から主系列に至るまでの進化過程を詳細に追った。その結果、初代星質量が太陽質量の 10-1000 倍と幅広い値をとることを示した (Hirano et al. 2014, *ApJ*, 781, 60)。星の質量は原始星への質量降着率の積分として得られるが、その降着率が始原ガス雲の性質に依存することを見出し、ガス雲の温度や密度、回転速度から星質量を与える相関式を導いた。この相関式により、母体となる始原ガス雲の物理量から最終的に誕生する星質量を見積もることが可能となった。この Hirano et al. (2014)は、これまでに初代銀河シミュレーションや銀河考古学など多くの研究に幅広く引用され、非常に著名な論文となっている。

平野氏はこの研究を発展させて、さらに大規模な宇宙論的シミュレーションから 1540 例にも及ぶ始原ガス雲サンプルを構築した (Hirano et al. 2015, *MNRAS*, 448, 568)。宇宙最初期だけではなく、宇宙再電離が進行し、紫外背景放射がある場合の始原ガス雲の形成と進化、その中で誕生する初代星の特徴を明らかにした。1540 例の計算結果に対し、自身の導いた相関式を適用することで統計的に求められた幅広い質量分布は、近年次々と発見されている極低金属量星の分光観測から推定される親星初代星の質量分布を説明することに使われている。さらに、質量分布そのものに形成過程のさまざまな情報が刻み込まれていることも指摘した。例えば主要な化学反応や放射冷却過程が異なる始原ガス雲のグループが二つ存在し、それに応じて質量分布に二つの山が現れることが示された。このように、一口に初代星といっても、母体となる始原ガス雲の性質によって形成過程や星質量が大きく異なり、初代星に多様性とその物理的起源があることは、平野氏が膨大な数のシミュレーションを詳細に解析することによって初めて得られた知見である。

さらに平野氏は研究の幅を広げ、遠方宇宙に見つかっている超大質量ブラックホール(BH)の起源の問題に取り組んだ。これまで考えられてきた大質量 BH の形成モデルでは、宇宙年齢数億年という早期に太陽の数十

億倍にもなる超大質量 BH が存在することを自然に説明することが出来ず、いずれのモデルも何らかの物理機構の仮定を必要としていた。平野氏は、宇宙の晴れ上がり期に残された超音速ガス流の影響に着目し、ガス流速の大きな領域では星形成が阻害され、数万太陽質量にまでガス雲が成長した後に初代星が形成されることを示した。宇宙論的シミュレーションにより巨大ガス雲中での初代星形成を直接確かめ、最終的には 34,000 太陽質量の初代星が誕生し、直後に重力崩壊を起こして巨大ブラックホールが残されることを示した (Hirano et al. 2017, *Science*, 357, 1375)。これまで何らかの仮定を置かなければ説明できなかった超大質量星およびブラックホールの形成が、初期宇宙の特定の領域で自然に起こるといふ、これまでに考えられていなかった新たな道筋を提供した。

このように平野氏の近年の業績は、宇宙初期の星形成および大質量ブラックホール形成過程についての理解を大きく前進させるものであり、天文学に大きく寄与する。世界的な評価も高く、平野氏がこの分野を牽引する代表的な若手研究者であることは明らかである。

以上の理由により、平野信吾氏に 2019 年度日本天文学会研究奨励賞を授与する。