

2020 年度日本天文学会研究奨励賞

中島王彦（ナカジマ キミヒコ）

現職：国立天文台 科学研究部 特任助教

受賞対象となる研究：「遠方銀河の星間物質に関する分光学的研究」

我々の天の川銀河をはじめとする銀河が、宇宙進化の中でどのように形成されたかを明らかにすることは、現代天文学における重要課題である。これまで、遠方宇宙に存在する銀河（遠方銀河）に対する撮像観測により、銀河を構成する星の性質（星種族）の進化が盛んに調べられ、星に基づく銀河進化の理解が進んでいた。しかしながら、銀河における星形成の源となる星間物質の進化は、分光観測が必要となり調べるのが難しい。大型望遠鏡を用いて長時間の観測を行なっても僅かな情報しか得られないため、金属量を除く星間物質の進化の重要性にはほとんど気付かれていなかった。

中島氏は、これまで検出に時間がかかるため避けられていた遠方銀河からの星間物質起源の輝線 [OII] 3727 に敢えて着目し、近赤外線分光観測から輝線比 [OIII] λ 5007/[OII] λ 3727 (032 比) を測定した。その結果、遠方銀河の 032 比は平均的な近傍銀河と比べ 10-100 倍高いことを発見し、光電離モデルとの比較から、星間物質の電離度が電離パラメータにして 4-10 倍に及ぶことを示した (Nakajima et al. 2013, ApJ, 769, 3; Nakajima et al. 2014, MNRAS, 442, 900)。ここで中島氏は、自ら光電離モデルを構築し、特に高い 032 比を示す小質量の遠方銀河では、その星形成領域が Density-bounded の物理状態、つまり星間ガスに対して過剰に電離光子が生成されることによって星間ガスの大部分が電離され、星間物質の中性水素ガスの柱密度が低い状態、になっているという仮説を世界に先駆けて提唱した。Density-bounded の星形成領域を持つ銀河では、大質量星から生成される電離光子が星間物質に吸収されずに銀河外へ脱出できる。このようなメカニズムの助けを得ながら若い大質量星を多く含む遠方銀河の電離光子が銀河間空間へ放射されるのであれば、銀河が宇宙を電離したという宇宙再電離の標準的な描像を説明できることを中島氏は提起し、さらなる近赤外線分光観測とハッブル宇宙望遠鏡データに基づいて 032 比と電離光子の放出関係を観測的に明らかにした (Nakajima et al. 2016, ApJ, 831, 9; Nakajima et al. 2020, ApJ, 889, 161)。これらの研究は、宇宙再電離における電離光子不足問題を解決する緒となったばかりでなく、非常に高い電離状態 (032 比) を持つ近傍や遠方の銀河から電離光子が脱出するかどうかの検証が世界で行われるようになり、銀河の電離状態と宇宙再電離を組み合わせた研究の新しい潮流を生み出した。

近年の可視光・近赤外線分光観測では、遠方銀河からの強い高電離輝線の放射（例えば、HeII λ 1640）が報告されており、032 比に基づく中島氏の発見を裏付けるとともに、これまで想像されていた以上に高いエネルギーの電離光子が星間物質にもたらされていることが分かってきた。そこで、中島氏はヨーロッパの分光観測探査 VIMOS Ultra Deep Survey チームにおいて研究をリードし、高電離輝線を出す遠方銀河に対して、初めて輝線の等価幅も合わせて星種族合成と光電離モデルを自己矛盾の無い形で解いた。その結果、通常の星種族だけでは、星間物質起源の様々な電離状態の輝線を整合的に説明できないことを示した (Nakajima et al. 2018, A&A, 612, 94)。観測結果を説明するには、隠された非熱的放射源（大質量 X 線連星系もしくは低金属量活動銀河核）からの高いエネルギーの電離光子生成が必要であることを指摘した。隠された非熱的放射源まで含め、遠方銀河の星間物質、さらには宇宙再電離への寄与を議論する上で、分光データを詳細にわたり解析する必要性を認知させる結果となり、後続の研究に対して大きな影響を与えた。

以上のように、中島氏は遠方銀河の高い電離状態を分光観測により発見し、さらに理論モデルを用いた解釈から新しい物理描像を得るなど、世界における銀河研究を方向付ける重要な成果を挙げてきた。さらに、遠方銀河の星間物質の電離状態が宇宙再電離を理解する上で重要な要素であると中島氏が指摘したことが、現在国際的に進められているジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡や 30m 望遠鏡などで行う宇宙再電離期の銀河観測の重要課題としてあげられており、今後の銀河観測研究の発展にも大いに貢献するものと期待できる。

以上の理由により、中島王彦氏に 2020 年度日本天文学会研究奨励賞を授与する。