

授賞者の研究業績の紹介

2019年度 第12回宇宙科学奨励賞授賞者

宇宙理学分野

下西 隆 (しもにし たかし)

新潟大学・研究推進機構・超域学術院・助教(JSPS卓越研究員)

業績の題目：あかり衛星を用いた低重元素量系外銀河における原始星と星間物質の研究

我々の住む天の川銀河の星間空間には、これまでに180種類以上もの星間分子が発見され、その中には水素・炭素・窒素・酸素などからなる大型有機分子や水などの生命にとって不可欠な分子種も含まれている。ビッグバン直後、水素とヘリウムだけで構成されていた宇宙が現在のような化学的に豊かな状態に至る過程の理解(宇宙における物質進化史の理解)は、現代の天文学における重要課題の一つである。星間分子の材料となる重元素(ヘリウムより重い全ての元素)は恒星内部の核融合反応や超新星爆発によって合成され、星の誕生と死のサイクルが重元素の供給を担い、その存在量を増加させてきた。宇宙における銀河進化の駆動力の一つである星生成の過程、あるいは生命を育む惑星系の形成は、そこに存在する分子の組成に大きく影響される。しかし星生成過程に関する観測的研究は、長らく太陽近傍と同じ程度の重元素をもつ天体に限られてきた。重元素量が現在より少なかった過去の銀河(あるいは始原的な環境にあった天の川銀河)では、星間物質はどのような分子組成であったのであろうか?材料となる元素の存在は、必ずしもその産物である分子の存在を説明するものではない。なぜならば、そこには星間空間における化学反応というもう一つの重要なステップが存在するからである。下西氏は、重元素量が低い大・小マゼラン雲に注目し、あかり衛星を用いた観測から出発し、低重元素量下での化学過程の観測的研究を先駆的に進め、この分野の進展に大きく寄与した。また下西氏はこの研究の過程で、あかり衛星の近赤外線分光較正データの整備や解析パイプラインの改良を行い、大マゼラン雲の近赤外線分光スペクトルカタログを構築・公開した。世界の宇宙科学コミュニティへ重要なデータベースを提供し、宇宙科学の進展に大きく貢献した。特に顕著な成果を以下にまとめる。

1) 「あかり」衛星による大マゼラン雲中の原始星の探査と氷の組成の研究

これまで系外銀河の原始星は知られている数が少なく、系統的な研究を進めることが困難であった。下西氏は「あかり」衛星の近赤外線分光サーベイデータを用い、2-5 μm にみられる水と二酸化炭素の氷の吸収バンドを使って、10個あまりの非常に若い大質量原始星を大マゼラン雲中に発見し、数天体であったサンプル数を大きく増大さ

せた。さらに下西氏はあかり衛星の公募観測時間を取得して、これらのターゲットの詳細な観測を行ない、大マゼラン雲中と我々の銀河系内の大質量原始星の間には氷の組成（二酸化炭素氷と水氷の比）に系統的に有意な違いがあることを明らかにし、重元素量が低い環境下での化学過程が異なることを明瞭に示した。3)の研究につながる低重元素量下での固体微粒子表面での化学反応の分野の先駆的な研究となり、この分野の進展に大きく貢献した。

2) 大マゼラン雲の近赤外線点源分光カタログの構築と世界への公開

下西氏は、「あかり」衛星による膨大な大マゼラン雲の近赤外線分光サーベイデータを系統的に解析・整備し、近赤外線分光カタログとして世界へ公開した。天体カタログの作成は世界の宇宙科学コミュニティへの大きな貢献である。このカタログには原始星だけでなく、晩期型星や輝線天体など、1757もの多くの天体が含まれている。大マゼラン雲はこれまでも多くのグループにより様々な波長でのサーベイ観測が行われてきているが、分子や氷のバンドを含む近赤外線のスペクトルカタログは世界でも初めてのものであり、これらの天体に付随する分子や固体微粒子に関する新しい情報をもたらし、天体の分類をはじめとした様々な研究に活用されている。

3) 低重元素量星間物質の化学過程に関する研究

上述の新たに発見された原始星に対して、下西氏は地上の大型赤外線望遠鏡や電波望遠鏡アルマなどを用いて天体に付随する分子ガスの詳細な追観測を進め、当該分野の研究を世界的にリードする独創的な成果をあげてきた。1)の氷の組成に加えて、分子の組成も低重元素量の環境では太陽組成の場合と大きく異なることを発見し、その原因が重元素量の違いから生じるダスト温度にあるとするWarm Ice Chemistry（暖かい環境下での化学過程）を提唱した。また下西氏は系外銀河では初めて化学的に豊かな分子ガスに包まれた原始星（ホットコア）を発見し、これまでの中で最も低い重元素量下（小マゼラン雲）で有機分子を検出した。これら一連の研究は、低重元素量下における化学過程の研究に大きなインパクトを与えた。

以上のように下西氏は「あかり」衛星の観測データの較正・解析を行い、大マゼラン雲のデータを世界に初めての分光カタログとして世界の研究者に提供するとともに、低重元素量下での化学過程という新しい分野を開拓・推進し、宇宙科学分野における優れた独創的な成果を挙げてきた。その新しい分野を切り拓く強い意欲とデータ解析で見せた粘り強い研究能力は、下西氏が今後も宇宙科学を牽引し、大きな貢献をする研究者となることを明確に示していることから、氏に宇宙科学奨励賞を授与することとなった。

関連する論文リスト（上記1), 2), 3) に対応)

1. Shimonishi, T., Onaka, T., Kato, D., Sakon, I., Ita, Y., Kawamura, A., and Kaneda, H.

“Spectroscopic Observations of Ices around Embedded Young Stellar Objects in the Large Magellanic Cloud by AKARI,”

Astronomy & Astrophysics, Vol. 514, A12 (12pp), 2010

doi: 10.1051/0004-6361/200913815

2. Shimonishi, T., Onaka, T., Kato, D., Sakon, I., Ita, Y., Kawamura, A., and Kaneda, H.

“AKARI Infrared Camera Survey of the Large Magellanic Cloud. II. The Near-infrared Spectroscopic Catalog,”

The Astronomical Journal, Vol. 145, 32 (14pp), 2013

doi:10.1188/0004-6256/145/2/32

3. Shimonishi, T., Watanabe, Y., Nishimura, Y., Aikawa, Y., Yamamoto, S., Onaka, T., Sakai, N., and Kawamura, A.

“A Multiline Study of a High-mass Young Stellar Object in the Small Magellanic Cloud with ALMA: The Detection of Methanol Gas at 0.2 Solar Metallicity,”

The Astrophysical Journal, Vol. 862, 102 (14pp), 2018

doi:10.3847/1538-4357/aacd0c