

別紙 4

報告番号	※	第	号
------	---	---	---

主 論 文 の 要 旨

論文題目 An Observational Study of Interstellar Ices in Nearby Galaxies
with AKARI Near-Infrared Spectroscopy
(「あかり」近赤外線分光観測に基づいた近傍銀河に存在する星間氷の
観測的研究)

氏 名 山 岸 光 義

論 文 内 容 の 要 旨

宇宙空間には、無数の固体微粒子（ダスト）が存在している。これらは、宇宙初期から星で作られ、多様な物理・化学的変成を経てきた。ダストは、銀河の星間空間や、星周環境、星・惑星系形成の現場や太陽系内など、さまざまな領域に存在している。ガスが濃く、冷たい環境では、気相の原子がダスト表面に付着し、化学反応が進むため、水素分子をはじめとして、水や二酸化炭素、有機分子など、様々な分子が生成されると考えられている。このようにダストは、宇宙における物質の化学進化の観点で重要な物質である。

ダストの化学組成を知るためには、赤外線スペクトル観測が必要となる。しかし、赤外線は、地上からでは大気の吸収を受けるため、観測が困難である。したがって、人工衛星を用いた観測が必要となる。冷たい星間環境では、ダストの表面にさまざまな分子による「氷マントル」が形成されており、その存在はスペクトル中に吸収フィーチャーとして検出される。これまでの観測では、原始星周囲に存在する H₂O 氷や CO₂ 氷などの存在量が議論されてきた。しかし、それらの氷の形成プロセスや、氷が形成される星間環境についての詳細は、未だ良くわかっていない。また、これまでの氷研究のほとんどは、天の川銀河内の天体が対象とされてきたため、系外銀河に対して、銀河スケールでの系統的な星間氷の研究が行われたことはない。

本研究では、赤外線天文衛星「あかり」によって得られた、近傍銀河 158 天体の計 1031 領域に対する近赤外線スペクトルデータ（観測波長 2.5–5.0 μm）を用いて、星間氷の系統的な探査を行った。その結果、30 天体の 125 領域から H₂O 氷の吸収フィーチャー（波長 3.05 μm）を、12 天体の 54 領域から CO₂ 氷の吸収フィーチャー（波長 4.27 μm）を検出した。H₂O 氷が検出された領域では、ダスト量が多く、それらは良く相関していることを示した。一方、CO₂ 氷が検出された領域では、必ず H₂O 氷も検出されたが、特にこれらの領域は、水素再結合輝線が強い傾向があることを明らかにした。このことは、CO₂ 氷が検出された領域はダスト量が多いだけでなく、紫外線が強い星間環境であることを意味している。

続いて、多数の個所から氷が検出された3つの銀河（M82、NGC253、NGC1097）に対して、氷の空間分布を求めた。その結果、 H_2O 氷と CO_2 氷の空間分布には、系統的な違いがあることを明らかにした。特に M82 ではその違いが明確であり、 CO_2 氷は銀河中心にコンパクトに分布しているのに対し、 H_2O 氷は銀河内に広く広がって分布していることが分かった。さまざまな物理パラメータとの関係を調べた結果、 H_2O 氷に対する CO_2 氷の相対的な存在量は、星間輻射場の硬さ（紫外線のエネルギー）に対して強い正の相関があることが分かった。

以上のように、本研究では、近傍銀河の星間氷に関して、多数の銀河に対する系統的な結果と、特定の銀河に対する詳細な結果が得られた。これらを組み合わせて議論した結果、 CO_2 氷の相対的な存在比は、大質量星形成率、および比星形成率（単位星質量あたりの星形成率）との間に正の相関があると結論づけた。氷は濃い雲の内部に存在していると考えられるため、大質量星からの紫外線が直接、氷生成に寄与することは困難である。そこで、高エネルギー宇宙線が濃い雲の中を突き抜け、雲の内部で分子ガスとの相互作用により紫外線を生成し、 CO_2 氷の形成を引き起こしている、という可能性を提案した。つまり、大質量星形成率との相関は、大質量星の超新星爆発によって宇宙線が生成されることを示唆し、比星形成率との相関は、若く活発な星形成銀河ほど CO_2 氷が豊富に存在していることを意味している。