

別紙 4

報告番号	※ 甲 第 号
------	---------

主 論 文 の 要 旨

論文題目

Accurate Determination of the Hydrogen Column Density in the Local ISM Based on the *Planck* Dust Optical Depth –Application to the MBM 53, 54, 55/HLC G92–35, Perseus, and Chamaeleon Regions– (*Planck* 衛星によるダストの光学的厚さを基にした近傍星間空間における水素ガスの精密定量 –MBM 53, 54, 55/HLC G92–35、ペルセウス、カメレオン領域への適用–)

氏 名 岡本 竜治

論 文 内 容 の 要 旨

水素は宇宙空間において最も多量に存在する元素であり、星間水素ガスの精密な測定は宇宙の進化をよりよく理解するために極めて重要である。中性水素原子 (HI) の波長 21 cm の放射は 1951 年に発見され、それ以降の広範囲にわたる観測によって宇宙に関する重要な知見が得られてきた。21 cm 線は多くの場合、光学的に薄いという仮定のもとで研究されてきた。この仮定が常に正しければ、HI の柱個数密度 (N_{HI}) は 21 cm 線の観測強度 (速度積分強度 W_{HI}) に厳密に比例するはずである。

Planck 衛星は宇宙マイクロ波背景放射 (CMB) の観測を目的として打ち上げられた人工衛星であり、ミリ波およびサブミリ波帯域で全天をくまなく精密に測定した。公開された *Planck* のデータは副産物として銀河系内のダスト放射のデータ (353 GHz でのダストの光学的厚さ τ_{353} 、低温ダスト温度 T_{d} 、など) を含み、特に τ_{353} は~10%の精度で、その大きさは銀河面方向で~ 10^{-3} ときわめて光学的に薄い。Fukui et al. (2014, 2015) は τ_{353} を全水素原子 (N_{H}) のトレーサとして用い、ダスト/ガス比が一定という仮定のもとで星間水素を高精度で定量する手法を示した。Fukui et al. (2014, 2015) では $|b| > 15 \text{ deg}$ の領域について τ_{353} と W_{HI} の相関が悪いことを示し、その原因は 21 cm 線が光学的に薄いという仮定が成り立たないかダストの性質が著しく変化していることにあるとした。同時にこの相関がダスト温度 T_{d} に強く依存することを示し、21 cm 線が光学的に厚くその強度が低温領域において飽和していることを発見した。 T_{d} が高い部分では 21 cm 線は光学的に薄いと考えられ、その部分の τ_{353} – W_{HI} 関係を全体について適用することにより、 τ_{353} から星間水素を~10%の精度で定量することが可能であることを示した。これらにより HI は一般的に光学的に厚く ($\tau_{\text{HI}} \sim 1$) 低温である ($T_{\text{s}} \sim 50 \text{ K}$) と結論され、星間水素の量は従来の説の約 2 倍に修正されることを論じた。この結果は宇宙物理学のさまざまな分野に影響を与えることが予想される。

本研究の目的は以下の二つである: (1) ダストの成長にともなう τ_{353} の増加が Fukui et al. (2014, 2015) の手法に与える影響を検討する。(2) Fukui et al. (2014, 2015) の手法を密度が高く星形成を含む領域に適用できるかを検討する。本研究ではまず Fukui et al. (2014) の高銀緯領域について *Planck* の新しいバージョンのデータを用いて再解析し、HI の光学的厚さやスピン温度などの物理量の信頼性を向上させた。この結果をテンプレートとして、ペルセウス分子雲領域およびカメレオン分子雲領域についての解析に適用した。さらにダストの成長を調べるために近赤外線 (*J*バンド) の減光データを用い、ペルセウス領域およびカメレオン領域において τ_{353} が N_{H} の ~ 1.2 – 1.3 乗で増加することを示した。これは高密度領域におけるダストの成長を示唆するが、Fukui et al. (2014) の高銀緯領域では密度が低いためその効果は小さいと考えられる。これらを考慮し、ペルセウス領域およびカメレオン領域においても Fukui et al. (2014, 2015) と同様の結論が導かれることを示した。

また、この結果を磁気流体力学 (MHD) の研究をもとにした計算機観測 (シミュレーション) の結果と比較し、互いに矛盾のないことを確かめた。最後に HI–H₂ 転移、ダストの進化なども含めて議論し、今後の研究の展開について述べる。