

## 論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 号
------	---------

氏 名 岡本 竜治

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—)

### 論文審査担当者

主査	名古屋大学大学院理学研究科	教授	理学博士	福井康雄
委員	名古屋大学大学院理学研究科	教授	博士(理学)	金田英宏
委員	名古屋大学大学院理学研究科	准教授	博士(理学)	井上剛志
委員	名古屋大学大学院理学研究科	准教授	博士(理学)	深川美里

## 論文審査の結果の要旨

## 別紙 1-2

宇宙を構成する最も主要な成分は水素である。ヘリウム、その他の重元素の存在量は水素の10分の1、ないしそれ以下である。水素の質量を精密に定量することは宇宙の構造と進化を理解する上で基本的な重要課題である。水素原子は波長 21 cm の線スペクトルで観測される。従来、この 21 cm スペクトルは光学的に薄く、その電波強度は水素の量に比例すると考えられてきた。星の形成、銀河の進化、宇宙線量等の基本問題は、この定量法に基づいて研究されている。

2009年に打ち上げられたプランク衛星は、ミリ波からサブミリ波において精密に宇宙背景放射を測定する目的で全天を観測した。プランク衛星は必然的に前景成分である銀河系の星間物質の放射も測定した。申請者は、プランク衛星が観測したサブミリ波強度と水素の 21 cm スペクトル強度との相関関係を調べ、両者の強度の相関が悪いことを見いだした。この結果は、21 cm スペクトルは光学的に薄いという仮定が正しくないか、あるいは、サブミリ波放射源である星間ダストの性質が著しく空間的に変動していることを示唆する。

この問題を解決するために、申請者はまず、比較的構造の単純な高銀緯分子雲領域についてダスト量と水素電波強度の相関を調べ、相関の程度がダスト温度に強く依存することを見いだした。すなわち、ダスト温度の高い領域では 21 cm スペクトルが光学的に薄いという近似は成り立つが、ダスト温度の低下とともに相関が悪くなることを明らかにした。申請者は、この振る舞いが、21 cm スペクトルが一般に光学的に厚くスペクトル強度が飽和によって低下したことによると解釈し、21 cm スペクトルが光学的に薄い部分を特定することにより、水素の定量が従来よりも一桁高い10%以内の高精度で行うことを示した。光学的厚さを補正した結果、太陽近傍の水素原子の量は従来考えられていたよりも約2倍大きいことを示し、光学的に厚い水素 21 cm スペクトルの重要性を指摘した。

申請者は次に、より銀緯の低い高密度領域であるペルセウス・カメレオン領域にこの解析を適用し、これらの領域でも光学的に厚い水素原子の存在を明らかにするとともに、ダストの光学的厚みにダスト進化の影響が副次的にあらわれていることを見いだした。また、 $^{12}\text{CO}(J=1-0)$  スペクトルの観測で検出された分子雲の方向もダスト放射を用いて解析し、その強度がダストと良い相関を持つことを見いだした。この結果から、ダスト放射に基づく水素分子定量のための精確な関係式を導いた。また、磁気流体力学数値計算の結果を用いて疑似観測を行い、上に述べた 21 cm スペクトルの観測的性質が再現できることを確認した。特に、COのない水素分子ガスが重要ではないこと、および、高密度水素原子ガスがフィラメント状に分布し、それが観測に与える影響を評価して、電波連続波源方向の吸収線観測等の先行研究の結果と矛盾がないことを示した。

以上の研究結果は、星間物質の主要成分である水素原子の精密な定量法を新たに提案したものであり、高い学術的意義がある。参考論文は、プランクの観測と 21 cm スペクトルの相関解析を全天に拡張したものなど、水素原子の振る舞いにかかわる価値ある研究である。よって申請者は、博士（理学）の称号を授与されるに相応しいと認められる。