

## 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 安藤梨花

論文題目 Reconstructing HI power spectrum using  
dark matter distribution

(暗黒物質分布を用いた HI パワースペクトルの再構築)

### 論文審査担当者

主査	名古屋大学素粒子宇宙起源研究所	准教授	博士(理学)	市來 淨與
委員	名古屋大学大学院理学研究科	教授	理学博士	杉山 直
委員	名古屋大学大学院理学研究科	教授	博士(理学)	犬塚 修一郎
委員	名古屋大学大学院理学研究科	准教授	博士(理学)	立原 研悟
委員	名古屋大学大学院理学研究科	准教授	博士(理学)	田村 陽一

## 論文審査の結果の要旨

## 別紙 1-2

我々の宇宙は現在、加速度的に膨張していることが観測から確認されている。しかし標準理論とされている一般相対性理論に基づくと、通常物質のみではこの加速膨張を説明することができない。そこで未知の暗黒エネルギーや、一般相対性理論を拡張した修正重力理論を導入することにより加速膨張を説明する様々なモデルが提唱されているが、未だその原因は明らかになっていない。

宇宙の膨張史を調べる方法として、バリオン音響振動 (BAO) が注目されている。この方法は、初期宇宙プラズマ中に存在した疎密波の脱結合時までに伝播する距離が、暗黒物質による大規模構造の中に特徴的なスケールとして刻まれていることを用いるものである。BAO は初期宇宙の物理状態のみで決まっているため、この距離を大規模構造探査から求めて標準尺度として用いることにより、宇宙の膨張史を精密に調べられる。これまでは銀河を暗黒物質のトレーサーとした BAO 観測が行われてきたが、近年では新たな観測手法として中性水素 (HI: Hydrogen 1) から放射される 21cm 線電波を用いた BAO 観測が期待されている。しかし、BAO スケールを正確に求めるためには大スケールにおける中性水素の分布と暗黒物質の分布とを結びつけなくてはならず、そのための理論モデル構築が必要である。

申請者は本論文において、暗黒物質分布の時間発展のみを計算する N 体シミュレーションの結果から中性水素の分布に変換する手法を構築した。まず、公開されている宇宙論的流体シミュレーション (Illustris) のデータを用い、暗黒物質と中性水素のパワースペクトルを比較することによってそれぞれの分布の違いを確認した。その結果、中性水素は暗黒物質ハローの中心から半径の約 3 倍の球内に大部分が存在しており、ハローの外側まで考慮する必要があることを初めて示した。

次に、暗黒物質の分布から中性水素の分布を生成し、大スケール側の中性水素のパワースペクトルの傾きをよく再現する手法の提案を行った。この手法では、暗黒物質ハローの中心からの球の半径をパラメータとし、球の内側に存在する暗黒物質の密度場のみを使用することで得られるパワースペクトルで真の中性水素のパワースペクトルを表現する。球の半径を調整しながら真の中性水素パワースペクトルと比較することにより、パワースペクトルを最も良く再現する半径を得た。加えて申請者は、従来無視されていたスピン温度ゆらぎの取り扱いによる不定性も解析し、この揺らぎが中性水素パワースペクトルの振幅に最大で 8% の変更を与えることを明らかにし、将来的に重要となることを指摘した。

本研究を通して申請者は、宇宙論的流体シミュレーションを詳細に解析することにより中性水素ガスと暗黒物質ハローとの位置関係を明らかにした。さらに、その結果に基づくことで、計算コストの小さい暗黒物質の N 体シミュレーションから、中性水素ガス分布のパワースペクトルを具体的に計算できることを示したものであり、高く評価できる。参考論文は、宇宙論的流体シミュレーションのデータ解析により、21cm 線電波を用いた中性水素探査における、高赤方偏移宇宙での赤方偏移歪み効果の大きさを明らかにしたもので、価値のあるものである。以上の理由により、申請者は博士 (理学) の学位を授与される十分な資格があると認められる。