

別紙 4

報告番号	※ 甲 第 号
------	---------

主 論 文 の 要 旨

論文題目 Void Cosmology in the SKA Era

(SKA 時代のボイド宇宙論)

氏 名 遠藤 隆夫

論 文 内 容 の 要 旨

現在の宇宙は加速しながら膨張していることが観測的に明らかにされている。一般相対性理論に従えば、物質のみが存在する宇宙ではその重力により膨張は減速する。そのため、加速膨張を引き起こす未知のエネルギーの存在が示唆されており、これは一般にダークエネルギーと呼ばれる。

ダークエネルギーを直接観測することは現在においてなされていないが、宇宙の観測を通してその性質に迫ることが可能である。その際の観測対象として、宇宙大規模構造が挙げられる。宇宙大規模構造とは銀河の粗密が織りなす宇宙最大の構造であり、ダークエネルギーの密度などの性質がその形成に影響を与えると考えられている。

申請者は宇宙大規模構造の構成要素の一つである、ボイド構造に着目し、その形成や特徴にダークエネルギーの性質の違いが与える影響を調べた。その際、ダークエネルギーの密度に空間的な揺らぎが存在すると仮定した。そして、ダークエネルギーの密度が一樣な場合に比べ、ダークエネルギーの密度揺らぎがボイドの成長にどのような影響を与えるか球対称モデルを用いて調べた。さらに、ボイドの統計量であるサイズ分布に対する影響を、拡張プレス-シェヒター理論をボイドの分布関数へ応用した Sheth-Weygaert モデルにより求めた。ダークエネルギーの揺らぎの成長はその音速の大きさと深く関わっており、その値によってボイドの成長やサイズ分布が影響を受けることを突き止めた。特にサイズ分布は音速の違いに対して敏感であり大きな違いが現れることを見出した。

続く章では、申請者はボイド構造の平均的な形状が球であることを仮定し、宇宙膨張による見かけの形状の歪みからダークエネルギーのエネルギー密度や状態方程式を推定する Alcock-Paczynski テストを検討した。この手法は銀河分布において特定されるボイド構造に対してすでに適用されているが、ボイドのサンプルの数の制限により、

推定の精度は良くない。そこで申請者は将来観測が期待されている宇宙大規模構造に付随した中性水素ガスの分布からボイド構造を特定し、その平均的な形の歪みからダークエネルギーの密度を探る手法を研究した。その際、申請者は中性水素の分布からボイド構造を取り出す独自の手法を開発し、シミュレーションデータを用いて擬似的な観測データを作り出し、本研究の手法の有効性について検証した。

その結果、中性水素の分布から得られるボイド構造においても、その平均的な形状は球であることを確認し、宇宙膨張による形状の歪みからダークエネルギーの密度および状態方程式を推定することが可能であることを突き止めた。その際には、観測機器のノイズや角度分解能等は考慮していなかったが、これらを考慮しても、原理的には制限をつけることは可能であり、かつ銀河を用いた場合よりも不確かさを少なく見積もることができることを明らかにした。

本研究の成果は、今後宇宙論的な観測が期待されている **Square Kilometre Array** などによる中性水素の分布観測により宇宙モデルの検証可能性を示すものであり、こうした大規模観測による宇宙の解明を後押しするものである。