

## 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 遠藤 隆夫

論 文 題 目 Void Cosmology in the SKA Era

(SKA 時代のボイド宇宙論)

### 論文審査担当者

主 査	名古屋大学大学院理学研究科	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	名古屋大学素粒子宇宙起源研究所	教 授	博士 (理学)	久野 純治
委 員	名古屋大学大学院理学研究科	准教授	博士 (理学)	竹内 努
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

天文観測の範囲が広がるにつれ、宇宙に存在する銀河の分布が非一様性であることが明らかにされた。この銀河分布は宇宙大規模構造と呼ばれ、現代の精密宇宙論において、宇宙論モデルを検証するための重要な観測対象となっている。

近年では遠方の Ia 型超新星の観測から宇宙膨張の加速が観測的に明らかになり、この加速膨張を引き起こす未知のエネルギーとして暗黒エネルギーの存在が提唱されている。暗黒エネルギーそのものは観測されていないが、宇宙大規模構造の観測を通じてその性質に迫る研究が数多くなされている。

本論文では宇宙大規模構造の中でもボイドと呼ばれる空洞構造に着目し、その形成や統計的性質に暗黒エネルギーの性質がどのような影響を与えるかを考察した。暗黒エネルギーの状態方程式と空間的な揺らぎの性質の違いがボイドの形成に与える影響をみるため、申請者は球対称モデルと線形摂動論、さらに初期の密度分布から確率的にボイドの存在量を見積もる理論を応用した。その結果、暗黒エネルギーの揺らぎが個々のボイドに与える影響は大きくないものの、存在量には大きな影響が現れることを初めて見出した。

次に申請者は、ボイドの平均的な形状は球になることから、宇宙膨張によって生じる形状の見かけの歪みから暗黒エネルギーのエネルギー密度および状態方程式を制限する Alcock-Paczynski (AP) テストに着目した。AP テストはこれまでに銀河の空間分布に基づいて特定されたボイド構造に対して応用されているが、銀河の分布からではボイドのサンプル数が少ないため、形状決定の不定性が大きく、暗黒エネルギーの性質に対する制限は弱かった。この弱点を克服するために、申請者は国際大型電波干渉計 (SKA) に代表される、中性水素の空間分布の観測から得られるボイド構造に目をつけた。この中性水素の分布の観測は銀河分布の観測と比較して広大な領域に対して行われるため、より多くのボイドのサンプルを得ることができ、ボイド形状の不定性を小さくすることが期待できる。

この手法によって暗黒エネルギーの性質に対してどれほどの制限が可能かを探るため、申請者は流体シミュレーションの結果を利用し、中性水素の分布からボイド構造を特定する手法を開発した。特定したボイド構造に基づいて AP テストを行った結果、観測機器のノイズや空間分解能を考慮しない理想的な場合には、およそ 5 パーセントの不確かさで暗黒エネルギーの状態方程式を制限できることを発見した。また、SKA のノイズや空間分解能を考慮した上でも同程度の制限が得られた。この結果は、銀河分布に基づいたボイド構造による AP テストの結果よりも強い制限である。また、宇宙マイクロ波背景放射並びにバリオン音響振動の解析による制限に迫るものであり、かつ、独立な結果である。

本論文の成果は、暗黒エネルギーの性質がボイドのサイズ分布や存在量に与える影響について定性的な理解を与えるだけでなく、将来の中性水素の空間分布観測を用いた AP テストによって暗黒エネルギーの性質にどこまで迫れるか、について初めて定量的に明らかにした研究として高く評価できる。よって申請者は、博士(理学)を授与されるに相応しいと認められる。