

別紙 1 - 1

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 熊崎 亘平

論 文 題 目

The Development of the Faraday Tomography, and its Application to Probe Intergalactic Magnetic Fields

(宇宙磁場構造断層解析法の開発と、銀河間磁場探査への応用)

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	杉 山 直
委 員	名古屋大学大学院理学研究科	教 授	理学博士	野 尻 伸一
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)	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)	松 原 隆 彦

論文審査の結果の要旨

別紙 1 - 2

宇宙では、至る所で磁場の存在が確認されている。実際に、銀河や銀河団といった巨大な構造にも磁場が存在していることは観測によって示されている。また、その強度や相関長などは、理論シミュレーションで再現され、磁場の生成過程の理解も進んでいる。さらに近年、銀河が連なったフィラメント構造中の磁場（銀河間磁場）や、ヴォイドと呼ばれる銀河の少ない領域を満たす磁場について、観測的に下限が得られるようになり、その存在が注目されている。これらの磁場の検出は天文学の重要な課題のひとつである。それを受けて、今後建設される予定の大型電波干渉計では、シンクロトロン放射を観測することで、これらの磁場を測定する計画が立案されている。申請者は、将来観測によって実現される広い波長域での測定を念頭に置き、一連の解析手法の整備を行った。また、それによる銀河間磁場検出方法を立案し、大型電波干渉計を想定して検出可能性を探った。

シンクロトロン放射の重要な特性として偏光がある。磁化プラズマ中を通過する偏光したシンクロトロン放射は、ファラデー回転の影響により、その偏光面が回転する。回転角は偏光の波長に依存するため、多波長での観測が必要となる。Burn(1966)はこの特性を用いて視線上の磁場構造の分布を得ることができるファラデー・トモグラフィ法（FT法）を提案した。しかし、従来の電波干渉計では、この手法が必要とする十分に広い波長域を網羅する観測が行なわれておらず、そのため手法の有用性も検証されてこなかった。

申請者は、初期偏光角不確定性と呼ばれる FT 法に内在する問題点について検討した。初めに、視線上の天体の分布と初期偏光角を変化させた場合の観測量をそれぞれ数値計算により推定し、その擬似観測データを FT 法で解析、不確定性の発生条件及びその原因を探った。この不確定性は、遠方天体の放射の偏光角が、手前の天体まで伝播する間にファラデー回転することによって生じる。申請者は、ファラデー回転した遠方の天体の放射の偏光角が、手前の天体の初期偏光角と±10度程度以下の違いしか無い場合に、不確定性が発生することを示した。この結果を基に、不確定性は位相の影響まで考慮して逆畳み込みを行う Phase RM CLEAN 法により軽減できることを示し、FT法と Phase RM CLEAN 法を組み合わせた一連の解析手法を確立した。この手法は、パッケージとして実際の電波観測にも実装される予定である。

申請者は以上に加えて、解析的手法による銀河間磁場検出能力の検証も行った。初めに、簡単な宇宙磁場モデルと天体分布モデルを用いて数値計算された擬似観測データの解析を行い、実際に用いたモデルの再現性を確認した。その結果、将来の大型電波干渉計でファラデー回転度にして 1~3 rad/m²程度の宇宙磁場にまで感度があることを示した。また、現在稼働中の電波干渉計でも、異なる周波数帯を観測する複数の干渉計を組み合わせることで、典型的な銀河間磁場から期待される 3 rad/m²の感度に到達できることを示した。

申請者の研究成果は、銀河間磁場の測定法である FT 法に着目し、その方法に内在する問題点を検討し、さらに現在進行中、および将来の観測計画によってどの程度の磁場強度まで測定できるかを定量的に求めたもので、高く評価される。また、参考論文は、宇宙マイクロ波背景放射の温度揺らぎの異方性に関する研究で、価値あるものである。以上の理由から申請者は博士（理学）の学位を与えられるに相応しいと認められる。