

別紙 4

報告番号	※ 甲 第 号
------	---------

主 論 文 の 要 旨

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)

氏 名 熊崎 亘平

論 文 内 容 の 要 旨

銀河や銀河団に磁場が存在していることは観測によって示されており、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。一方で、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は、観測的には制限が与えられるにとどまっており、これらの磁場の検出は現代宇宙論及び天文学の課題のひとつである。そこで、今後建設される予定の大型電波干渉計を用い、シンクロトン放射光を観測することで、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帯域観測を念頭に置き、新たな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。

シンクロトン放射光の重要な特性として偏光特性がある。磁化プラズマ中を通過する偏光は、ファラデー回転の影響により偏光面が回転する。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不可欠である。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だけの十分な広帯域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。

申請者はまず、初期偏光角不確定性と呼ばれる FT 法の内在する問題点について研究を行った。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 法にて解析することで、不確定性の発生条件及びその原因を探った。この不定性は、遠方の天体の放射光の偏光角が、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光の偏光角が、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・整備した。

申請者は次に、以上の解析手法による銀河間磁場検出能力の検証を行った。初めに、簡単な宇宙磁場模型と天体分布模型を用いて数値計算された擬似観測データの解析を行い、実際に用いた模型の再現性を見た。その結果、将来の大型電波干渉計でファラデー一回転度にして $1\sim 3 \text{ rad/m}^2$ 程度の宇宙磁場にまで感度があることを示した。理論的には、数 rad/m^2 程度の銀河間磁場が存在していることが示唆されており、本研究で確立された解析手法のみで銀河間磁場が検出可能であることを示した。さらに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、 3 rad/m^2 の感度に到達できることを示した。

以上、本論文では、申請者は、銀河間磁場の測定法として、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、および将来の観測で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。