

学位申請論文公開講演会

日時： 2021年2月5日（金） 10:00-

申請者： 箕田鉄兵（宇宙論研究室（C研））

場所： 物理会議室（C-207）

題目： Constraints on Primordial Magnetic Fields with Cosmic Microwave Background and 21-cm Line Observations

（宇宙マイクロ波背景放射と 21-cm 線の観測による原始磁場の制限）

主論文の要旨

宇宙には磁場がいたるところに存在する。とりわけ銀河や銀河団には、非常に大きな相関長をもつ磁場があり、その起源については諸説考えられていて、未だ明らかになっていない。なかでも、宇宙初期の相転移などによって生成される磁場を原始磁場と呼ぶ。原始磁場は宇宙誕生後 38 万年の宇宙晴れ上がり期より前から存在していた磁場である。原始磁場が本当に存在していたのか、していたとすればそれはどれだけの振幅と相関長を持っていたのかを知ることは、宇宙論研究の重要な課題の一つである。

そこで申請者は、原始磁場が宇宙マイクロ波背景放射の温度揺らぎや中性水素が放出する波長 21cm の電波信号に及ぼす影響を調べ、原始磁場に対する観測的制限について研究を行った。

申請者はまず、原始磁場が宇宙の晴れ上がり前に存在していた自由電子と陽子の速度場に与える影響を詳細に見積もった。また、電子との散乱によって生じる宇宙マイクロ波背景放射の温度揺らぎや偏光成分を計算した。その結果を実際の観測と比較することで、原始磁場の強度に 1.5 ナノガウスという上限を得た。

次に申請者は、銀河間ガスに存在する高温の電子から逆コンプトン散乱によって宇宙マイクロ波背景放射の分布関数の形を変える、いわゆるスニヤエフ・ゼルドビッチ (SZ) 効果に注目した。磁場からのローレンツ力や散逸によって高温の電子の状態が変化することを考慮し SZ 効果を見積もった結果、原始磁場の影響が 1 秒角という小さい見込み角のスケール、また銀河間空間のガス密度が低い領域で大きくなることを示した。

最後に申請者は、近年注目を集めている観測量である中性水素 21-cm 線に対して原始磁場が及ぼす影響を詳細に計算した。原始磁場のエネルギー散逸を考慮して中性水素ガスの温度進化を計算し、21-cm 線の全天での平均強度に与える影響を見積もった。また、最近の EDGES という観測が報告した平均強度の値を用いて、原始磁場に対して 300 万光年というサイズの構造では 0.1 ナノガウス以下という制限を得た。

以上申請者は、3つの天文観測によって、原始磁場に対して異なった時期に対する独立な制限を導いた。