

宇宙背景放射観測への超伝導技術の応用展開

Application of superconducting technology to Cosmic Microwave Background measurement

目的 Purpose

宇宙の起源を探る宇宙背景放射観測においては、広い周波数領域における電磁波の偏光測定が行われている。これまで加速器向けに開発が進められてきた超伝導技術や磁場遮蔽技術を応用展開することにより、測定精度の大幅な改善、ならびに安定な測定環境の実現を目指す。

方法 Method

偏光測定において反射ミラーの抵抗成分が偽偏光(ノイズ)シグナルの要因となっている。超伝導ミラーの開発を行い、偽偏光シグナルの大幅削減を実証する。また、実際の観測において、超伝導検出器周辺の磁場遮蔽・制御が重要となる。微小交流磁場の測定技術を確立し、装置全体の磁場設計を進める。

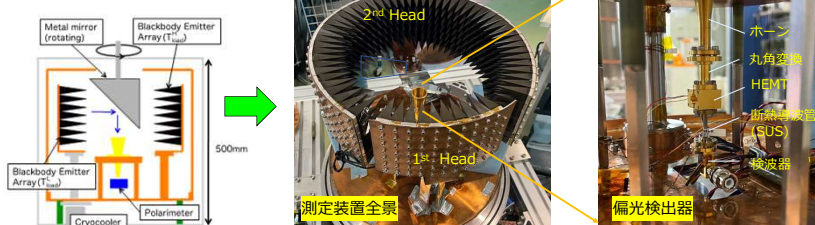
展望 Prospect

現在、偏光測定装置の整備、ならびに超伝導ミラーの開発を進めている。まずは4分1モデルでの実証試験を行い、大口径化も踏まえて実機開発に繋げていく。また、微小交流磁場の測定は目途がつつつある。今後は試作機等を用いて磁場遮蔽の試験を行い、実機の磁場遮蔽の設計に反映させていく。

偏光測定装置ならびに超伝導ミラーの開発

Development on polarization measurement system and superconducting mirror

偏光測定装置の整備



- * 低温の電波吸収体を用いて、ミラーの抵抗率の1/2乗に比例する偏光信号を生成。金属・超伝導ミラーの偏光強度を比較する事で、効果を検証する。
- * 偏光に感度のあるホーンアンテナと低ノイズHEMTアンプを組み合わせた偏光検出器を使用。冷却して十分低ノイズである事を確認。

温度等価雑音 $\sim 1\text{mK}/\text{s} \ll$ 金属ミラー偏光強度 ($\sim 100\text{mK}$)

微小交流磁場測定技術の開発

Development on technology for precise measurement of AC magnetic field

目的：偏光測定器周辺の交流磁場分布を正確に測定するための低磁場マッピング測定システムの開発

- ・ 今回の測定で要求される交流磁場分解能は0.2 nT
- ・ 低交流磁場用のセンサーの性能評価を行った
- ・ ノイズ対策を施した新規読みだし回路を製作
- ・ 測定磁場が地磁気より低いいため、磁気シールドルームを使用
- ・ FFTアナライザーで0.27 nTの交流磁場に相当する電圧信号を測定(図4)
- ・ 約0.3 nTの磁場変化を問題なく検出することができた(図5)
- ・ 約1時間の連続計測での測定精度は $\pm 0.15\%$ 以内であった(図6)



図 1: 磁場センサー (TDK)
図 2: 低磁場測定用読み出しボード (ツジ電子)
図 3: 磁場遮蔽ルーム (株式会社オータマ)

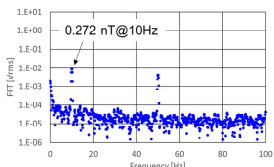


図 4: FFTアナライザーによる測定信号

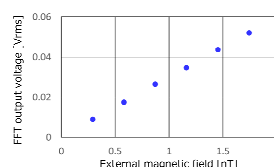


図 5: 外部磁場に対する測定電圧

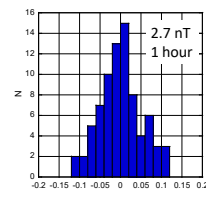


図 6: 測定信号の変動

ニオブスズ膜(ブロンズ法)の開発

