

ニュートリノ崩壊探索のための 反射防止膜の開発

SATテクノロジー・ショーケース2023

■ はじめに

我々は、宇宙初期に生成され宇宙空間に様に存在する宇宙背景ニュートリノの崩壊探索を目的として宇宙背景ニュートリノ崩壊光探索(COBAND :Cosmic Background Neutrino Decay)実験を立ち上げた。宇宙背景ニュートリノは現在の宇宙空間においては温度 1.9K で 1cm^3 あたり 110 個存在する。ニュートリノは、重いニュートリノ質量固有状態から軽いニュートリノ質量固有状態へ光子を伴って崩壊が可能であり、放出される崩壊光から崩壊光子のエネルギーを高精度で測定できれば、ニュートリノの質量を決定できる。標準模型におけるニュートリノ寿命は $\sim 10^{43}$ 年であり、実験的寿命下限値は $>10^{12}$ 年である。ここで、このニュートリノの寿命を 10^{14} 年まで引き上げるために、ニュートリノ崩壊光が期待される $16\text{meV}(80\mu\text{m})\sim 31\text{meV}(40\mu\text{m})$ の範囲で測定する装置を組み込んだロケット観測実験を行う。重いニュートリノの質量を 50meV とすると、予想される崩壊光子エネルギーは $24\sim 25\text{meV}$ であり、このエネルギーを 2%の精度で測定でき、単一光子毎の検出ができる機器が必要となる。そのため、我々は遠赤外一光子を検出可能な超伝導トンネル接合素子(Nb/Al-STJ)を採用した。また、STJ と光学系機器を組み合わせた遠赤外線望遠鏡を用い、ロケットで 200 秒間の観測を行う。

STJ表面では高い反射率が予想されるため、これを防ぐための反射防止膜を開発中である。そのために必要な、Nbの屈折率、消衰係数の測定と、また、試作した反射防止膜を貼付したNb基板の反射率を測定した。

■ 活動内容

1. 反射防止膜の開発

STJ表面では高い反射率が予想される。そこで、反射防止膜を開発し、これを用いることで反射率の低下を期待した。

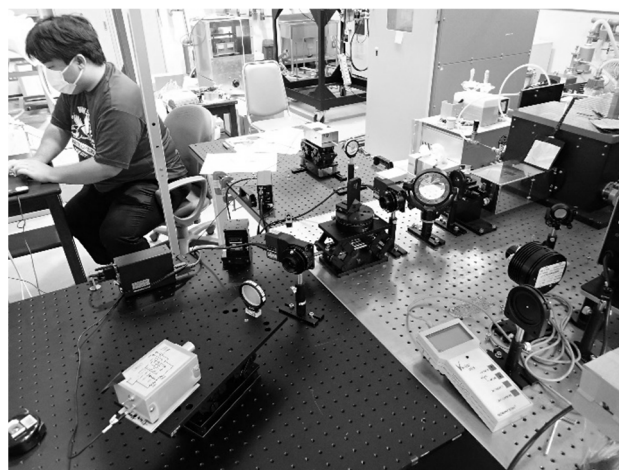
今回、下図のようにNb板に張り付けた、予想される屈折率、消衰係数を持つ反射防止膜(Si膜、 $10\mu\text{m}$ 厚)に対して遠赤外波長のビームを照射することで、反射防止効果を

測定した。



2. Nbの屈折率・消衰係数測定

反射防止膜の設計には真空・反射防止膜・基板の屈折率・消衰係数が必要だが、現状、極低温環境での $40\sim 80\mu\text{m}$ 域でのNbの屈折率等のデータは存在しない。そこで、まず室温で遠赤外波長($47\mu\text{m}, 118\mu\text{m}$)のビームを用いてNbの屈折率・消衰係数の測定を行った。



■ 関連情報等(特許関係、施設)

この研究は、以下の機関の協力の下行われている。

関西学院大学, 福井大学, 中部大学, 他 COBAND コラボレーション

代表発表者 柏木 隆城(かしわぎ りゅうき)

所属 筑波大学
数理物質科学研究科

問合せ先 〒305-8571 つくば市天王台 1-1-1
TEL: 029-853-4270 FAX: 029-853-4491
s2120158@s.tsukuba.ac.jp

■キーワード: (1)素粒子実験
(2)ニュートリノ
(3)遠赤外線観測
(4)超伝導検出器
(5)集光器
(6)反射防止膜