P-46

基礎科学

ニュートリノ崩壊探索のための サブミリサイズ遠赤外光集光器の開発

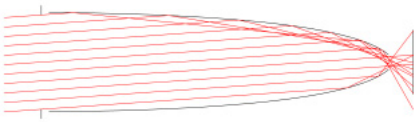
■ はじめに

我々は、宇宙初期に生成され、宇宙空間に一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~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 16meV($80\mu m$)～31meV($40\mu m$)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 24～25meV 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。

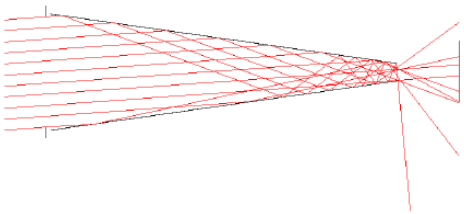
望遠鏡を通過したのち、回折格子で波長ごとに分光し、STJで検出を行う。回折格子で分光した光をSTJのサイズに集光するため、分光器を用いる。回折格子で分光した光をSTJの素子のサイズに合うように集光するため、サブミリサイズの集光器を作成する。

■ 活動内容 ： サブミリサイズ遠赤外集光器の開発

回折格子で分光された光は直径$400\mu m$、STJのサイズは1素子当たり40μ角であるので、光線を効率よく入射させるため、入射面を直径$400\mu m$、射出面を直径$40\mu m$となるような集光器を作成する。これまでの開発で、まずウィンストンコーンが設計された。



上図は入射角4° でのウィンストンコーンの設計および光路図である。また、ウィンストンコーンの他に別の形状を導入して、STJで検出される光の割合を測るため、円錐状の集光器を設計し、シミュレーションにより評価を行った。以下の図が、入射角4° での円錐状集光器の設計および光路図である。



ウィンストンコーンと回折格子との組み合わせを考えると、約68%の光線が検出器に入射され、また、円錐の場合は約60%が入射された。

これら2つの集光器を踏まえ、別の形状として四角錐状の集光器を開発することで、STJに検出される光線の割合の測定を目指している。

■ 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元行われている。
関西学院大学,福井大学,等

代表発表者　**柏木　隆城(かしわぎ　りゅうき)**
所　　属　**筑波大学大学院**
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