

# ニュートリノ崩壊の探索 & Hf-STJ の作製

200720461 武政 健一

## 0.1 ニュートリノ崩壊

ニュートリノがディラック粒子の場合、最も重いニュートリノ  $\nu_3$  (質量  $m_3$ ) は 2 番目に重いニュートリノ  $\nu_2$  (質量  $m_2$ ) へ  $\nu_3 \rightarrow \nu_2 + \gamma$  のように崩壊する。この崩壊の際に放出される光子を観測することでニュートリノ崩壊を観測する。ニュートリノが静止していた場合、放出される光子のエネルギーは以下ようになる。

$$E_\gamma = \frac{m_3^2 - m_2^2}{2m_3}$$

この関係式とニュートリノ振動の測定で得られた質量自 2 乗差を用いることで、ニュートリノの質量を決定することができる。

### シミュレーション方法

宇宙背景ニュートリノが崩壊し光子を放出した場合を想定する。宇宙背景ニュートリノが崩壊し光子を放出する場合、ニュートリノの持つエネルギーによって光子のエネルギーが少し変わり、さらに宇宙膨張のドップラー効果による赤方偏移によってエネルギーに大きな変化が生じる。この現象についてシミュレーションを行い、崩壊光子のエネルギー毎の観測数を計算した。シミュレーションの結果を COBE 実験 (赤外線背景放射測定実験) で得られたデータと比較し、観測が可能か考察する。

### 結果

崩壊光子のエネルギースペクトルは高い端で鋭く落ちる形状をしている ( 図 1 )

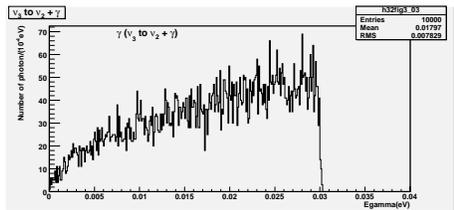


図 1:  $\nu_3 \rightarrow \nu_2 + \gamma$  崩壊における光子のエネルギースペクトル。

視野  $1^\circ$ ; 直径 20cm の望遠鏡を用いた場合に崩壊光子は  $10^8$  事象 / ( $10^{-5}$  eV) / year 程度観測される。対して、バックグラウンドの観測数は  $10^{10}$  事象 / ( $10^{-5}$  eV) / year ほどなので崩壊光子の観測は可能である。

## 0.2 Hf-STJ の開発

ニュートリノ崩壊の観測には高分解能の光検出器が必要となる。そこで、Hf を用いた STJ を開発する。

### STJ (超伝導トンネル接合素子) 検出器

STJ は超伝導体 / 絶縁膜 / 超伝導体 という構造のジョセフソン素子の一種 ( 図 2 )。光子からのエネルギー付

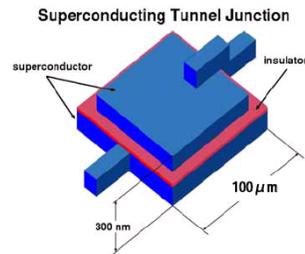


図 2: STJ の構造。

与によって超伝導体中のクーパー対が解離され電子が発生する。この電子がトンネル効果で絶縁膜を通り抜けもう一方の超伝導体へと流れる。この電子の流れが電流として観測され、電流値から光子のエネルギーを測れる。

### Hf-STJ の開発

Hf を超伝導体として用いた場合、30meV の光子に対して 3.4% のエネルギー分解能が見込まれる。また、Hf/W/酸化膜/W/Hf という構造にすることで信号の増幅ができ、更に高い分解能を実現できる。

現在までの結果として、

- a.) Hf 膜を作製するためのパラメータを測定した。
- b.) Hf 膜単体での相転移は確認した。
- c.) Nb/HfO<sub>x</sub>/Nb-STJ が作製されているので HfO<sub>x</sub> を絶縁膜として用いることは可能である。

b.c. から、Hf/HfO<sub>x</sub>/Hf は STJ として機能するはずである。現在は、Hf/HfO<sub>x</sub>/Hf 構造の STJ を作製している。2 つ試作したがどちらも STJ としての特性を示さなかった。その原因を特定し、解決することが今後の課題である。