



研究者氏名 いしはら のぶひろ 石原 信弘	所属機関 高エネルギー加速器研究機構 素粒子原子核研究所	関連キーワード(複数可) マヨラナ・ニュートリノ、ニュートリノ有効質量 飛跡検出器、運動量測定器
主な研究テーマ 飛跡検出器によるマヨラナ・ニュートリノ探索と ニュートリノ有効質量の測定		主な採択課題 ・基盤研究(B)平成13～15年度(配分総額:14,300千円) 課題名「DCBA-Tによるニュートリノレス二重ベータ崩壊の探索」 ・基盤研究(C)平成27～29年度(配分総額:4,680千円) 課題名「マヨラナ・ニュートリノ探索実験用大型飛跡検出器の開発」

科研費による研究成果

ビッグバンで重いマヨラナ・ニュートリノと軽いマヨラナ・ニュートリノが対で誕生し(シーソー機構:柳田勉、他)、重いニュートリノが物質である荷電粒子に崩壊していったとすれば、現在の宇宙が物質のみで満たされ反物質が無いという謎が理解出来ます(レプトジェネシス)。また、現存するニュートリノが軽い理由も説明することができます。軽いマヨラナ・ニュートリノの存在を確認するのが研究目的です。

DCBA測定器 上の写真はDrift Chamber Beta-ray Analyzer(略称DCBA)と呼ばれる測定器で、高エネルギー加速器研究機構(KEK)富士実験棟地下4階に設置されています。ネオジウムやモリブデン等の同位元素は極稀にベータ線(=電子)2本を放出してサマリウムやルテニウム等に崩壊します。これを二重ベータ崩壊と呼んでいます。このときニュートリノが放出されない崩壊が見つければニュートリノはマヨラナ・ニュートリノと呼ばれる粒子(粒子と反粒子の区別がつかない粒子)であることが証明されます。DCBAは2本のベータ線が磁場中で螺旋運動する飛跡を捕えてエネルギーと運動量を測定することが出来る世界で唯一の実験です。他の実験は全てエネルギーのみを測定しています。運動量を測定することによって邪魔な背景事象を効率良く取り除くことが出来ます。

DCBA実験で捉えた二重ベータ崩壊事象

右図はモリブデン薄膜から2本のベータ線(β_1 , β_2)が左右に放出された時のデータを処理して分かり易く3次元表示したものです。残念ながらマヨラナ・ニュートリノの存在を証明するものではありません。なぜなら、2本のベータ線の運動エネルギーの和を取ると一定の値(Q値と呼ばれる)よりも低いからです。つまり、同時に放出された反電子ニュートリノ(電荷ゼロなので飛跡を残さない)が運動エネルギーを持ち去ったことを意味します。右図のような事象はニュートリノ放出を伴う二重ベータ崩壊と呼ばれていますが、この崩壊でさえ 10^{19} 年(100億年の10億倍)という長い半減期を持っています。現在のDCBAは 10^{22} 個のモリブデン崩壊核(^{100}Mo)を持っているので、年間1000個程度の崩壊が起きます。検出効率を考慮すると1年間に捉えられるのは約100事象程度です。ニュートリノを伴わない崩壊の半減期は理論上 10^{23-25} 年と見なされているので、将来は崩壊核の数を今の3万倍程度に増やし、より深い地下実験室で行います。現在大型測定器(Magnetic Tracking Detector: 略称MTD) の開発に取り組んでいます。

