



Title	多層シリコン検出器を用いた極低バックグラウンド測定装置の開発と、モリブデン-100の二重ベータ崩壊の研究
Author(s)	渡邊, 隆行
Citation	大阪大学, 1988, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/35957">https://hdl.handle.net/11094/35957</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について〈/a〉をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

【29】

氏名・(本籍)	た 渡	な 邊	た 隆	ゆ き 行
学位の種類	理	学	博	士
学位記番号	第	8077	号	
学位授与の日付	昭和63年3月25日			
学位授与の要件	理学研究科物理学専攻 学位規則第5条第1項該当			
学位論文題目	多層シリコン検出器を用いた極低バックグラウンド測定装置の開発 と、モリブデン-100の二重ベータ崩壊の研究			
論文審査委員	(主査)			
	教授	江尻	宏泰	
	(副査)			
	教授	森田	正人	教授 南園 忠則 助教授 高杉 英一
	助教授	酒井	英行	

論文内容の要旨

二重ベータ崩壊 ( $\beta\beta$ ) 研究のための極低バックグラウンド  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  線核分光測定装置 ELEGANT S I V号を開発した。本装置は  $\beta$  線検出用の11層のSi検出器とそれを完全に囲む  $\gamma$  線検出用の6分割NaI検出器で構成されている。本装置の特徴は、i) 大きな  $\beta\beta$  崩壊エネルギー (Q値) - 従って  $\beta\beta$  崩壊確率が大きく実験上有利 - をもつ原子核を使用可能、ii) 半導体検出器を使用しているため分解能が良い、iii) 複合検出器構成を利用してバックグラウンドの中から効率的に真の現象を選択出来る、等である。

最初の1866時間の<sup>100</sup>Moの二重ベータ崩壊測定の結果、0  $\nu$  モード、0  $\nu$  Bモード、2  $\nu$  モードに対しそれぞれ  $1.6 \times 10^{20}$  y,  $0.6 \times 10^{19}$  y,  $2.6 \times 10^{17}$  y の半減期の下限を得た。Moソース中のU, Th不純物がバックグラウンドの原因であった。そこで、1 ppb以下までMo中のU, Thを精製した新しい固形ソースを開発した。

さらに3506時間の検出器のみのバックグラウンド測定を行い、1年間の測定で検出可能な二重ベータ崩壊の半減期はそれぞれ、

$$0 \nu ; 5.6 \times 10^{21} \text{ y } (\langle m_{\nu} \rangle \sim 2.4 \text{ eV})$$

$$0 \nu \text{ B} ; 2.4 \times 10^{20} \text{ y } (|\langle g_{\beta} \rangle| \sim 0.0002)$$

$$2 \nu ; 7.0 \times 10^{19} \text{ y}$$

であることが判明した。0  $\nu$  モードのマヨラナ  $\nu$  質量に対する感度2.4eVは、世界で精力的に研究されている<sup>76</sup>Ge実験で得られた値と同程度であり異なった原子核でのチェックとなる。0  $\nu$  Bモードのマヨロン結合定数に対する感度は、PNL/USCグループが最近<sup>76</sup>Ge実験で報告した有限値0.0008を異なっ

た原子核で吟味できる。2 $\nu$ モードの半減期の計算値は、 $10^{19}$ Y前後であり、本装置で有限の半減期を初めて測定できる可能性が強い。また二重ベータ崩壊測定を妨害するバックグラウンドはSi検出器(i)中で散乱した $\gamma$ 線の作るコンプトン電子が、隣のSi検出器(i+1)に入りiとi+1を同時にイオン化させるためであると判明した。このうち $^{40}\text{K}$ の $\gamma$ 線はNaI検出器から来ていることが判明した。他の $\gamma$ 線源であるU, Thの位置を現在調査中である。

この様に超希現象の研究には測定装置材料中のU, Thを減らすことが重要である。VLSIの分野でも材料中のU, Thの出す $\alpha$ 線による誤動作が問題になっている。本装置は、 $\alpha$ 線を測定することにより、約1 ppbのU, Thが検出可能である。また、複合検出器群に対し適当な条件を課せば、他の超希現象の検出にも応用可能である。

### 論文の審査結果の要旨

二重ベータ崩壊でニュートリノの出ない過程(0 $\nu\beta\beta$ )はレプトン数非保存、マヨラナニュートリノ、ニュートリノの質量、右巻弱相互作用、マヨロン粒子等の検証の鍵となるもので大変重要である。0 $\nu\beta\beta$ は標準理論の枠を越えるもので、大統一理論の検証につながる。また標準理論で起こる二つのニュートリノの出る二重ベータ崩壊2 $\nu\beta\beta$ は二重ベータ崩壊核行列要素の計算の重要なチェックとなる。0 $\nu\beta\beta$ , 2 $\nu\beta\beta$ 共に極めて稀な事象で、その測定のためには超高感度超低バックグラウンド検出器を必要とする。

本研究では多層シリコン半導体と多重NaI結晶を基礎とする検出器系と高純度金属シールド、多重高速回路系及び計算機系から成り立つベータガンマニュートリノ核分光装置ELEGANTS IV号の開発に成功した。これは超低バックグラウンド超高感度の他に汎用ソースに使用出来る特徴があるので、高核感度のソースを使用出来る点で、ユニークな装置である。

本装置を神岡地下実験室に設置し $^{100}\text{Mo}$ の0 $\nu\beta\beta$ と2 $\nu\beta\beta$ の測定を長時間行い、それらの崩壊半減期のきびしい下限値を得た。この測定は世界の最初のものである。

更にソースの純化等の改良を加え、現存する0 $\nu\beta\beta$ , 2 $\nu\beta\beta$ 実験用の検出器系の中で最も高感度の検出器系ELEGANTS IV号の開発に成功した。

これらの結果はいくつかの論文、国際会議等に於いて発表され、あるものは本人が国際会議で発表し、高い評価を得ている。よって本論文は理学博士の学位論文として十分価値あるものと認める。