The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Majorana Neutrinos and the Double B Decay
Author(s)	Nishiura, Hiroyuki
Citation	大阪大学, 1981, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/24341
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

【5】

氏名・(本籍)	西浦宏幸（にしうらひろゆき）
学位の種類	理学博士
学位記番号	第 5432 号
学位授与の日付	昭和56年9月30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	**マジョラナ・ニュートリノとダブル・ベータ崩壊**
論文審査委員	(主査) 教授 小谷 恒之 教授 森田 正人　教授 江尻 宏泰　助教授 大坪久夫 講師 細谷 暁夫

論文内容の要旨

ニュートリノがディラック粒子なのか，それともマジョラナ粒子であるのかという問題に答えるためダブル・ベータ崩壊について考察した。論文では，素粒子の大統一理論に基礎をおく有効弱電流相互作用のハミルトニアンを用いて調べた。また原子核の$0^+\to J^+$遷移で，ニュートリノの放出を伴なわない崩壊モード（$(\beta\beta)_{0\nu}$モード）と伴なう崩壊モード（$(\beta\beta)_{2\nu}$モード）に対して，2核子機構とN^*機構を用いて調べた。

本論文では，ニュートリノがマジョラナ粒子であるかどうかを決める条件を導出した。このマジョラナ条件は，次の段階を追って導出された。(i) $(\beta\beta)_{2\nu}$ モードを理論的に詳しく調べれば十分である。(ii)この崩壊モードに関しては2核子機構における$0^+\to 0^+$遷移が，他の2核子およびN^*機構のどの遷移に比しても支配的寄与を与えていることがわかった。(iii)2核子機構における$0^+\to 0^+$遷移の半減期の評価にあたっては原子核の遷移行列要素を除いてはあいまいさはない。(iv)マジョラナ条件は原子核の遷移行列要素と，^{128}Te と^{130}Te の半減期の比の値の実験値との間の不等式で与えられる。

ミズーリ・グループによる実験値を用いると，上に述べたマジョラナ条件から「ニュートリノはマジョラナ粒子であるように思われる」との結論を得た。

ニュートリノの質量，右巻きカレントと左巻きカレントの比の大きさなどは，$(\beta\beta)_{0\nu}$ 崩壊モードを詳しく調べて評価できる。この崩壊モードに関しては，もし右巻き弱カレントがなければ，2核子機構での$0^+\to 0^+$遷移のみが起こる。この遷移の測定からニュートリノの質量の大きさが，原子核の遷移行列要素 $|(g_V/g_A)^2 M_F - M_{GT}|^2$ のあいまいさだけを除いて，信頼性よく評価できる。ま

たO^{+}→2^{+}遷移は，右巻き弱カレントがある場合にのみ起こるので，この遷移の測定から右巻き弱カレントに関する情報を直接得ることができる。右巻き弱カレントの大きさの評価にあたっては，大きさのよくわかっていない多くの核遷移行列要素があるので本論文ではオーダーの評価を行った。

^{128}Teと^{130}Teの半減期の比の実験データとベルガドスによる原子核の遷移行列要素の評価値を用いると，ニュートリノの質量はもし右巻き弱カレントがなければ約32eVである。右巻き弱カレントの寄与の大きさは左巻きカレントに比して約10^{-5}のオーダである。

論文の審査結果の要旨

素粒子崩壊を説明する弱い相互作用は低エネルギー領域で，ニュートリノの質量を零と考えた左巻きカレント（V—A）型であると1960年代以降信じられてきた。しかし最近理論的にも実験的にもニュートリノは小さいながら質量を持っているのではないかと考えられ出してきた。もし質量があれば，ニュートリノがディラック型粒子かマジョラナ型粒子かを決定する問題を解決する必要がある。

西浦君はマジョラナ型のニュートリノの理論的取り扱い方から再検討を加え，ディラック型から区別するいろいろな反応のうち，現在の実験データから考えて，この問題に対して解答を与えうる現象として，ダブル・ベータ崩壊を選んで，その理論的解析を試みた。

このダブル・ベータ崩壊で，ニュートリノを外部に放出しないモードは，ニュートリノがマジョラナ型の粒子である場合にしかおこらないので，このモードでの崩壊が自然界に存在するかどうかを決定することが重要である。同君はこのモードの存在，すなわちニュートリノがマジョラナ型であることを示す簡単な条件を導いた。この条件は原子核の構造に関係する量（核行列や中間状態の原子核のエネルギー）と実験値との間の不等式で表わされている。核行列などについて，現在求められている値を用い，一方唯一つしか測定されていない実験データが正しければ，ニュートリノはマジョラナ型のようであるという結論を導いた。実験データが少なく，核行列についての知識も現状はまだ十分とはいい難いが，それらの枠内で，（V—A）型相互作用が正しければニュートリノの質量は32eVぐらいであること，一方この崩壊は右巻きカレント（V＋A）型を（V—A）型に対して10^{-5}程度附加することによっても説明できること，また（V＋A）型の寄与はO^{+}→2^{+}遷移の測定から直接決定できることなどを示した。

実験データの数もまだ少なく，核行列についての知識も不十分だが，これら両者の精密化が重要であることを示し，現在の知識で求められる量について定量的に整理した西浦君の研究は，ニュートリノの性質の解明に大きく寄与するものである。よって理学博士の学位論文として十分価値あるものと認める。