

Title	Double Beta Decays of ^{116}Cd Studied by ELEGANT V
Author(s)	久米, 恭
Citation	大阪大学, 1999, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/41546
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"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名	久米 恭 ^{きょう}
博士の専攻分野の名称	博士(理学)
学位記番号	第 14366 号
学位授与年月日	平成11年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 理学研究科物理学専攻
学位論文名	Double Beta Decays of ^{116}Cd Studied by ELEGANT V (エレガントV号を用いた ^{116}Cd 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 永井 泰樹 教授 土岐 博 教授 岸本 忠史 教授 板橋 隆久

論文内容の要旨

二重ベータ崩壊とニュートリノ

二重ベータ崩壊は弱相互作用の二次的作用であり、原子核内の二つの中性子が同時に陽子に変換される事象である。ニュートリノを放出しない二重ベータ崩壊 ($0\nu\beta\beta$) はレプトン数保存則を破り、ニュートリノのマヨラナ質量、右巻相互作用の混入度などの本質的な物理量についての情報を与え、弱相互作用における標準理論を越えた新しい枠組みを示唆する。このモードの二重ベータ崩壊は現在のところ、有限の事象は観測されておらず、ニュートリノのマヨラナ質量は0.8電子ボルト程度以下である事が実験結果により指摘されている。一方、ニュートリノを放出する二重ベータ ($2\nu\beta\beta$) は標準理論の枠組内で起こり得る事象として予言されており、事実、 ^{76}Ge 、 ^{82}Se 、 ^{100}Mo などにおいて 10^{20} 年程度の有限の半減期が測定されている。ところで $0\nu\beta\beta$ 実験においてニュートリノ質量などの標準理論をこえた物理量を導出する際、理論によって計算されている原子核行列要素の不確定性が指摘されており、この不確定性を除去するためには $2\nu\beta\beta$ の有限の測定値から求めた原子核行列要素と理論値が一致する必要がある。他方、 $2\nu\beta\beta$ はスピン・アイソスピン相互作用の影響を多大に受ける事から、理論的にその核行列要素を再現する事に困難が付きまわっていることから、より多くの核種においての $2\nu\beta\beta$ 測定が待ち望まれている。

本研究の特色

超低バックグラウンドの ^{116}Cd 試料を製作し、超低バックグラウンド検出器エレガントV号において測定を行った。通常この種の実験では自然同位体比の試料を同時に測定して真現象数の同定に用いるが、本研究では考え得る全ての環境放射線を $\beta-\gamma$ 分光、 β 分光によって同定する事に成功した。なお、 ^{116}Cd は2.808メガ電子ボルトの崩壊エネルギーを放出する事から、二重ベータ崩壊測定においては極めて有力な核種である。

本研究の結果

神岡地下実験室における2700時間の測定の結果、 $2\nu\beta\beta$ 事象においては世界で初の有限の半減期 $2.6 \cdot 10^{20}$ 年を得る事に成功した。これは核行列要素に換算すると 0.069 / 電子質量に相当する。この結果は核構造の理論からの予測値よりも約2倍大きい、それは中間状態の単一粒子状態の重なり合いが理論的に再現しきれていないことを強く示唆している。これにより、 ^{100}Mo の結果と合わせ、理論的に核行列要素を統一的に理解する道筋がつけられた。

論文審査の結果の要旨

超高感度ニュートリノ検出器エレガントV号を用いて ^{116}Cd におけるニュートリノを放出する二重ベータ崩壊 ($2\nu\beta\beta$) が神岡地下実験室において約2700時間測定され、世界で初の有限の半減期 $2.6 \cdot 10^{26}$ 年を得る事に成功した。これは核行列要素に換算すると 0.069 / 電子質量に相当する。この結果と核構造の理論からの予測値を比較すると、理論値が実験値の半分程度を説明し得ることがわかり、なおかつ残りが他の単一粒子状態を経由することを示唆している。これにより、 ^{100}Mo の結果と合わせ、理論的に核行列要素を統一的に理解する道筋がつけられた。

この研究では、特に検出器内に存在する可能性のある環境放射線源を全て同定することに世界で初めて成功し、半減期 10^{26} 年程度の超稀現象に対しての測定成功の可能性を飛躍的に向上させた。

これらの研究成果は、原子核及び素粒子物理学の研究を大きく進歩させるもので、本論文は博士（理学）の学位論文として十分に価値あるものと認める。