



Title	β -Ray Angular Distribution from Aligned ^{12}B and ^{12}N
Author(s)	Masuda, Yasuhiro
Citation	大阪大学, 1979, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/27753
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏 名 ・ (本籍)	増 田 康 博
学 位 の 種 類	理 学 博 士
学 位 記 番 号	第 4 7 2 6 号
学位授与の日付	昭 和 54 年 9 月 29 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	整列核 ^{12}B と ^{12}N からのベータ線角度分布
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 江 尻 宏 泰 (副査) 教 授 山 部 昌 太 郎 教 授 森 田 正 人 教 授 三 浦 岩 講 師 南 園 忠 則

論 文 内 容 の 要 旨

弱い相互作用において、Gパリティ異常性を示す第二種流が存在するか否かを実験的に検証するため、整列核 ^{12}B と ^{12}N からのベータ線角度分布の核整列相関項を測定した。

第二種流が存在するならば、それはCVC(conserved vector current)理論から決る弱い磁性とともに、一対の鏡映ベータ崩壊の遷移確率に差を生じさせる。この効果は ^{12}B と ^{12}N からのベータ線角度分布の核整列相関項 $A\alpha_{\mp}E$ と核偏極相関項 $P(1+\alpha_{\mp}E)$ (A は核整列, P は核偏極, E はベータ粒子のエネルギー)の係数 α_{-} と α_{+} の差に明確に現われる。 $\alpha_{\mp}E$ の大きさは許容項の $\sim \frac{1}{100}$ 程度と小さい為、核偏極相関項のように許容項が存在する場合、 $\alpha_{\mp}E$ の測定は、ベータ崩壊の分岐、ベータ線の散乱等の影響を強く受ける。そこで今回の実験では許容項を含まない核整列相関項を測定した。

整列核の生成には以下に述べる新しい実験技術を用いた。1)核反応 $^{11}\text{B}(d,p)^{12}\text{B}$, $^{10}\text{B}(^3\text{He},n)^{12}\text{N}$ により得られる反跳偏極核 ^{12}B , ^{12}N を強磁場中のMg単結晶の薄片に植込んだ。この時偏極核の収量を上げる為に開発した回転標的を用いた。すなわち、偏極核の生成時に標的をMg薄片に近づけて、反跳核の植込みの収量を上げ、ベータ線の測定時には、バックグランドとなる放射性核とともに標的を遠ざけた。2)Mg薄片中の ^{12}B , ^{12}N の磁気単位は強磁場中の電気四重極相互作用の為に不均等に分離する。この事実を利用し、核磁気共鳴(NMR)遷移を任意の単位間に選択的に誘起し、占有率の平均化と交換を行い、核偏極を正、又は負の核整列に変換した。

核整列相関項は、正負の核整列に対して得られる二つのベータ線エネルギースペクトルの比から求めた。核整列の大きさは、NMRによる変換の前後に、非対称ベータ線角度分布の測定より得た核偏極から求めた。核整列の符号は、 ^{12}C の第一励起状態へのベータ崩壊後に、放出されるガンマ線の角度

分布の測定から決めた。こうして得られる係数 α_- と α_+ の値は以下のごとくである。

$$\alpha_-(^{12}\text{B}) = +(0.006 \pm 0.018) \% / \text{MeV},$$

$$\alpha_+(^{12}\text{N}) = -(0.273 \pm 0.041) \% / \text{MeV}.$$

係数 α_- と α_+ の実験値の差 $(\alpha_- - \alpha_+)_{\text{exp}} =$

$+(0.279 \pm 0.045) \% / \text{MeV}$ は、第二種流なしとした理論値 $(\alpha_- - \alpha_+)_{\text{theory}} = +0.270 \% / \text{MeV}$ に一致している。CVC理論による弱い磁性の結合定数 $f_w = -3.7 f_v / 2M$ (f_v はベクトル結合定数, M は核子質量)を用いれば、今回の実験値から第二種流の結合定数 $f_T = -(0.21 \pm 0.63) f_A / 2M$ (f_A は軸性ベクトル結合定数)と得られ、第二種流は弱い磁性に較べて非常に小さいことが判明した。このように今回の実験から「有意な大きさの第二種流は存在しない」ことが示された。

なお今回の実験から得られた係数 α_- と α_+ の和 $(\alpha_- + \alpha_+)_{\text{exp}} = -(0.267 \pm 0.045) \% / \text{MeV}$ は軸性ベクトル流に中間子交換流は存在しないとした理論値 $(\alpha_- + \alpha_+)_{\text{theory}} = -0.268 \% / \text{MeV}$ に一致している。よって今回の実験によって、軸性ベクトル流において中間子交換流は、質量数12系において小さいことが示された。

論文の審査結果の要旨

最近ベータ崩壊の研究ではベクトル流保存の理論の適用限界を求める事とベータ崩壊相互作用の中でG-パリティ異常項(第2種カレント: SCC)の有無を決定する実験研究が大きな課題であった。特にSCCの問題に関していくつかの検証が提案され実験されて来た。しかしながら測定上の困難やベータ崩壊に関与する核構造の正確な知識が得られていないことなどの理由で、今までに決定的な結論が出ていなかった。森田達はこのような理論的な困難を解決し、核偏極又は整列とベータ線との相関を取る実験を提案した。実験的には偏極の生成が容易であったのでまずこの偏極相関項の係数 $(1 + \alpha_{\mp} E)$

の測定が試みられた。質量数12の鏡映核 ^{12}B と ^{12}N については大阪グループとルーバンシーETH共同グループがそれぞれ実験を行い、質量数19の ^{19}Ne についてはプリンストングループが実験を行ったが決定的な結論を得るに至らなかった。特に偏極相関項には許容項が含まれており、これは弱磁気とSCCによる寄与 $(\alpha_{\mp} E)$ の100倍も大きいので、係数 α_{\mp} の測定にあたってはベータ崩壊の分岐とベータ線散乱の影響を受けやすくこれを除く事は困難であった。ところが許容項のない整列相関項のみの測定ではこの影響が小さい。

この研究では大きな核スピン整列を作り(偏極 ~ 0)整列相関項の測定を行って α_{\mp} を精度よく求める事に成功した。測定にあたってはまず核整列を偏極から変換する独自の方法を開発した。次に核反応による生成核の収率を上げるために回転標的を用い統計精度を上げた。また生成した整列の符号を娘核励起準位からベータ崩壊の分岐に引き続き放出されるガンマ線の角度分布測定により決定し、この結果を用いて α_{\mp} の符号を実験的に決定した。

$(\alpha_- - \alpha_+)$ の実験値はSCCなしとした場合の理論値と誤差の範囲で一致する事を明らかにした。従

ってベータ崩壊相互作用には有意な大きさのSCCが存在しない事が結論された。次にSCCなしとして、この $(\alpha_- - \alpha_+)$ から弱磁気項を求めた。それは質量数12の系についてのベータ線のエネルギースペクトルの形や、アナログガンマ線遷移巾等の測定から得られた値と誤差の範囲で一致している。この結果はCVC理論を強く支持している。

一方 $(\alpha_- + \alpha_+)$ は軸ベクトル流の時間成分のみからなり、中間子交換流の影響を受け易い事が知られている。実験値は中間子交換流がないとした時の理論値と良い一致を示しているなのでこの質量数12の系では中間子交換流の効果は小さい事が示された。

以上のようにこの実験研究は弱い相互作用の重要な問題について精度良い測定を行ない一つの結論を得る事に大きく貢献した。従って理学博士の学位論文として十分価値があると認める。