Osaka University Knowledge Archive

Title	Axial charge of the weak nucleon current extracted from the β decays of spin aligned 12B and 12N
Author(s)	Yamaguchi, Takayuki
Citation	大阪大学, 1998, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3143747
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

【21】

氏　　名	山　口　貴　之（やま　ぐち　たか　ゆき）
博士の専攻分野の名称	博　士（理　学）
学　位　記　番　号	第　13633　号
学位授与年月日	平成10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	Axial charge of the weak nucleon current extracted from the β decays of spin aligned ^{12}B and ^{12}N （スピン整列した^{12}B、^{12}Nのβ崩壊における弱核子流軸性電荷）
論　文　審　査　委　員	（主査） 教　授　南園　忠則 （副査） 教　授　長島　順清　　教　授　大坪　久夫　　教　授　岸本　忠史 助教授　松多　健策

論　文　内　容　の　要　旨

スピン整列した$A=12$体系鏡映核^{12}B（$I^{\pi}=1^{+}$、$T_{1/2}=20.4$ms）、^{12}N（$I^{\pi}=1^{+}$、$T_{1/2}=10.97$ms）のベータ線角度分布整列相関項を精密に測定し、擬ベクトル流時間成分（軸性電荷）を決定した。通常原子核のβ崩壊では軸性電荷は抽出困難な成分であるが、整列相関項はこれを純粋に抽出できるユニークな探索子である。この軸性電荷は核内の中間子交換効果を敏感に反映することが久保寺らによって指摘されており、π中間子によってインパルス近似値から40％増加することが期待される。実際に過去に行われた$A=12$体系の実験では、40～60％の軸性電荷の増加が確認されていた。一方、禁止遷移の崩壊確率からも軸性電荷を決定することができ、鉛領域で80％にも及ぶ巨大な軸性電荷の増加が報告されている。ところが、このような巨大な増加は、原子核構造の精密化や重い中間子の効果を考慮しても説明できない。また、増加効果が質量数に依存する傾向を持つことから、核内の崩壊核子に対し媒質効果が作用している可能性が指摘されているのであるが、決定的な結論を引き出すには実験精度が十分でなく研究に支障をきたしていた。そこで本研究は、軸性電荷の異常増加を明らかにするために、軽い核での軸性電荷の増加を精度良く決定し増加効果の原子核構造、中間子効果を明らかにすると共に、質量数依存性、媒質効果を検証した。

ベータ線角度分布整列相関項の測定は人工的に生成したスピン整列を使って次のように行った。即ち、まず核反応で生成されたスピン偏極核^{12}Bおよび^{12}NをMg結晶に植え込んだ後、結晶内部の四重極相互作用を利用した磁気共鳴法を用いて、偏極を整列に変換する。得られた整列核からのベータ線角度分布を精密測定し、整列相関項を決定する。この方法では核整列の精密な制御が必要である。これを可能にするために、本研究では、Mg結晶中の^{12}B、^{12}Nの超微細相互作用を詳細に研究した。Mg中では^{12}B、^{12}Nは2種類の安定位置に存在することが知られていたが、副位置の性質は不明だった。これは精密なスピン操作を困難にするので、本研究では副位置は結晶中の欠陥のために生成されたものであることを明らかにして、その結果スピン操作法を改良し副位置から生じる系統誤差を完全に排除する事が出来た。また、過去の測定以上の十分な測定精度を得、統計誤差を改善した。同時に整列相関項の決定の際に考慮すべき系統誤差を実験的に、そして理論的に十分に吟味することで、測定結果の信頼性を上げた。

結果として、軸性電荷はガモフテラー項との比の形で、$y=4.65\pm0.05$(stat.) ±0.30(syst.) と決定した。$A=12$体系の詳細な理論研究から、インパルス近似の軸性電荷は3.17で、π中間子の効果は41％、また芯偏極効果は－10％と計算される。本研究で得られた結果は、インパルス近似に芯偏極効果を考慮した値から、57％の増加に相当する。つまり、π中間子効果に加えて余分に16％の増加が存在する事を明らかにした。ところで、質量数$A=12$体系では磁

気形状因子の測定から、芯偏極効果が一意的に決まるため核構造の理論計算における不確定さは除外できる。また、重い中間子の交換効果を考慮しても、軸性電荷の増加は説明できない。したがって、軸性電荷の実験値の核構造とソフトパイオン効果の理論で説明できない16%は、崩壊核子の質量が核内で8±5%減少しているという核媒質効果の存在を強く示唆する。これは質量数 $A=16\sim40$ 近傍の鏡映核の磁気モーメントの解析から得られる核子の質量再規格化（1.5～5%）と矛盾しない結果である。

論文審査の結果の要旨

^{12}Bと^{12}N β崩壊のβ線角度分布におけるスピン整列依存項の相関係数を精密に測定した。2系数の和から軸性ベクトル流の時間成分を精度良く純粋抽出した。理論との比較から非核子効果が巨大でインパルス値の57%もあり、核内で崩壊核子質量が8%減少している可能性を示唆した。実験の為に独自のスピン制御技術も開発した。よって博士（理学）の学位論文として十分価値あるものと認める。