

氏名	冬木正彦
	ふゆ き まさ ひこ
学位の種類	理学博士
学位記番号	理博第355号
学位授与の日付	昭和50年3月24日
学位授与の要件	学位規則第5条第1項該当
研究科・専攻	理学研究科物理学第二専攻
学位論文題目	Gamow-Teller Beta Decay in Spherical Odd-Mass Nuclei —QQ correlation and $\sigma\cdot\sigma\tau\cdot\tau$ correlation— (球形奇核のガモフ・テラー・ベータ崩壊—四重極相関と $\sigma\cdot\sigma\tau\cdot\tau$ 相関—)
論文調査委員	(主査) 教授 玉垣良三 教授 小林晨作 教授 林 忠四郎

論文内容の要旨

申請論文は、質量数が100前後の所謂球形振動領域にある奇数核子数をもつ原子核（以下球形奇核と略記する）の基底状態近傍の状態間のガモフ・テラー（GT）型ベータ崩壊の現象を扱い、核構造との関係を理論的に研究しをものである。

この領域のGT型ベータ崩壊の遷移は、単純な一粒子殻模型による計算値に比して、数十乃至数百倍遅くなっている。一粒子軌道角運動量 l の変化のない場合 ($\Delta l = 0$) の遷移に特徴的な荷電交換陽子中性子力、即ち $\sigma\cdot\sigma\tau\cdot\tau$ 力によって生じる集団励起状態を導入することにより、重要な部分が理解されている。他方、中重核では四重極（QQ）相関が重要であることがよく知られている。従って、荷電交換陽子中性子相関（charge exchange proton-neutron correlation, CEPN 相関と略記）と四重極相関を同時に考慮できれば、奇核の低い状態群の励起スペクトル、電磁的遷移、ベータ崩壊について統一的な説明が可能になる。しかし、従来の理論的扱いでは、この二種の相関を同等の立場で取り入れる点で不充分であった。

主論文においては、最近提案され、励起スペクトルや電磁的性質の説明に成功を収めている球形奇核の微視的理論（多準粒子 New-Tamm-Dancoff 空間の方法）を、問題にしているベータ崩壊に対して適用可能であるように拡張し、その有効性が検討されている。

上述の理論では、着物をきた3準粒子（dressed three quasi-particle-D3QP）モードが導入される。このモードを構成する場合に、中重核に特有な中性子過剰の芯の CEPN 相関による偏極を取り入れる様に拡張することによって、四重極相関と CEPN 相関を同時に集団運動として考慮出来る点に、申請者は着眼して、理論的定式化を行った。これより、(i) 拡張した D3QP モードを用いた理論の再構成は、元の理論の本質的な点を変更することなく可能であること、(ii) ベータ崩壊の遷移振幅は、モードを構成する時に用いるのと同じ近似の範囲内で任意性なしに与えられること、(iii) GT 型遷移への相関効果の主要項である1準粒子モードと D3QP モード間の遷移振幅への基底状態相関成分の寄与は、CEPN 相関部分の

みが寄与すること、が示されている。

申請者は、この理論によって取り入れた二種の相関の効果の特徴を取り出すため、単純な模型（一粒子状態としては、中性子と陽子に二準位殻模型、残留力としては対相関力、 QQ 力、 $\sigma\cdot\sigma$ $\tau\cdot\tau$ 力をとる）を設定して、二種の相関の結合の仕方や、励起エネルギー、GT 遷移振幅への効果を調べ、次の結果を得ている。(i)エネルギー・スペクトルに対しては、二種の相関を別々に扱ってえたものと大差はない。(ii)四重極相関を主とする低い励起モードを通じてのベータ崩壊は、 $\sigma\cdot\sigma$ $\tau\cdot\tau$ 力の強さと共に急激に減少する。このことは、 $\Delta l=0$ の遷移の計算では、2種の相関を同時に考慮することの必要性を示している。(iii)GT 遷移で結ばれる状態の主成分が、一方は低いエネルギーをもつ四重極モードで他方が1準粒子モードであり、且主成分間の遷移行列要素が無視できる様な l 禁止遷移では、1準粒子状態に混っている四重極モードによって遷移振幅が決められる。このタイプの遷移の検討は、1準粒子的状態への集団運動モード混りが、多準粒子 New Tamm-Dancoff の理論と従来のフォノン一粒子結合模型とで大きい差異があるので興味があることが指摘されている。

以上のように、主論文は、四重極集団運動が振動的モードとして発現している球形奇核の GT 型ベータ崩壊の微視的理論を構成すると共に、四重極相関と CEPN 相関という二種の相関の効果を明らかにした論文であり、今後のより現実的な分析の足がかりとなる研究となっている。

参考論文3は、本論文に直接関係あるもので、異った準粒子表示間の行列要素を評価する方法を与えたものである。参考論文1は、高次補正を含んだ許容ベータ崩壊の角相関等の諸公式を与えた論文であり、申請者のベータ崩壊に関する仕事の出発点となっている。参考論文2は、ベータ崩壊と同様に相互作用がよく判っている電磁的相互作用による原子核の研究の一環である軽い原子核の荷電形状因子の研究である。

論文審査の結果の要旨

原子核のベータ崩壊は、エネルギー・スペクトルや電磁的遷移と共に、核構造に対して弱い相互作用を通じて情報を与えるもので、原子核研究の重要な研究対象の一つであり、その研究は核構造模型の形成に有効な役割を持ってきた。特に軽い原子核の領域では、ベータ崩壊が核構造の確定に定量的レベルで関与することが多い。これに比して、中重核の構造の研究とベータ崩壊の研究との関連は強いとは言えなかった。しかし、中重核のガモフ・テラー (GT) 型ベータ崩壊が、単純な殻模型の値より1桁乃至2桁小さい遷移確率で起るという hindrance の事実はこの型のベータ崩壊が中重核の集団運動的な励起モードと非常に関連が強いことを意味することが注目されるに至って、この問題の重要性の認識がたかまった。これについての従来の研究は、中重核の集団運動に支配的な四重極相関と GT 型ベータ崩壊の hindrance をおこす陽子-中性子 (pn) 間の $\sigma\cdot\sigma$ $\tau\cdot\tau$ 型の相互作用の相関とを、同時に同じ立場で考慮して微視的理論を展開する上で不十分であった。

申請者の論文は、質量数が100前後の球形振動核領域の奇数核子数の原子核（球状奇核）の GT 型ベータ遷移を対象として、四重極相関と上記の $\sigma\cdot\sigma$ $\tau\cdot\tau$ 力による荷電交換 pn 相関とを、最近発展させられている球形奇核の微視的理論（多準粒子 New Tamm-Dancoff 空間の方法）を拡張することによって、

同時に集団運動モードとして考慮することに成功したものである。理論の定式化として得られた点について述べれば、次の如くである。まず、元の理論形式の中で着物を着た3準粒子モード（D3QPモード）を荷電交換pn相関を取り入れるように拡張することによって、元の理論が成功している核構造に関する本質的な点を変更することなく、ベータ崩壊の遷移振幅をモードを構成する際に用いたのと同じ近似の範囲内で任意性なく与えることができる。GT型ベータ崩壊の遷移振幅に対する相関効果の主要部分となる1準粒子モードとD3QPモード間の基底状態相関成分の寄与には、荷電交換pn相関として新しく加えられた成分のみが関与することが示された。これは、従来のフォノン-準粒子結合モデルで誤って加えられている四重極相関の後方振幅の記述を正すものである。

更に申請者は、定式化された理論の特徴を明らかにするため、単純化されたモデルについて具体的に理論を適用し、検討した。その結果；(i)エネルギー・スペクトルについては、二種の相関は近似的に独立に扱いうること、(ii) $\sigma\cdot\sigma\tau\cdot\tau$ 力の強さと共に、四重極相関が主要な低い励起モードを通じてのベータ崩壊確率は急激に減少することを示すと共に、(iii)この理論と従来のフォノン-準粒子結合モデルとの差異を際立たせるベータ崩壊のタイプを指摘している。

以上を要約すると、主論文は、中重核領域において、集団運動モードとベータ崩壊の関係を一貫した微視的理論を構成して明らかにし、四重極相関と荷電交換pn相関という異質の二種の相関を取り入れる面で研究をすすめたものと言える。また、単純なモデルではあるが得られた数値的結果は、より現実的で複雑な状況の解析への見通しを示したものとして重要であると評価できる。

従って、申請論文は、ベータ崩壊の理論的研究を通じて原子核構造の解明に寄与するところが大きい。なお、参考論文は、申請者が原子核物理学の分野で豊富な知識とすぐれた研究能力をもつことを示している。

よって、本論文は理学博士の学位論文として価値あるものと認める。