

【 75 】

氏 名	福 田 久 衛
	ふく だ きゅ え
学 位 の 種 類	理 学 博 士
学 位 記 番 号	論 理 博 第 342 号
学位授与の日付	昭 和 46 年 1 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	Photoneutrons from ^{13}C at Photon Energies up to 14MeV

(エネルギー 14 MeVまでの光子による ^{13}C からの中性子放出)

論文調査委員 (主 査) 教 授 柳 父 琢 治 教 授 小 林 晨 作 教 授 安 見 真 次 郎

論 文 内 容 の 要 旨

本申請論文は、15MeV 電子線型加速器を用いて、種々のエネルギーの光子を発生せしめ、炭素13原子核に照射し、 (γ, n) 反応の結果生成した中性子の収量、角分布等を測定した研究を記載したものである。

申請者は、 ^{13}C を対象として、巨大共鳴領域以下の (γ, n) 反応に興味を抱き、本研究を行なった。電子線型加速器より射出された電子ビームを2回運動量選別を行なって、1%以内の精度でエネルギーを均一化した上で、厚さ5mmのニッケル板に照射し、高エネルギーの光子を発生させた。電子線のエネルギーを、120KeV および 250KeV おきに変化させ、中性子の収量曲線を求め、さらに電子のエネルギーを5点で固定し、中性子の角分布を測定した。測定値より、逆マトリックスの方法を用いて、各エネルギーの光子に対応する反応断面積および角分布を算出した。断面積の誤差は、統計誤差を除いて約20%以内に収まっている。ターゲットとして、49%濃縮した ^{13}C の粉末と、天然の炭素粉末とに交互に光子をあてバックグラウンドの計数を推定する他に、ターゲット中で発生した光子による (γ, n) 反応の生成中性子を差引くため、断面積のよく知られている $^{63}\text{Cu}(\gamma, n)^{62}\text{Cu}$ 反応を標準として較正を行なった。用いた中性子検出器は、申請者が協同研究者の一人として、多年にわたって開発し来ったもので、鉄板によるシールドと、パラフィンによる中性子の減速とを組合せ、 BF_3 カウンターによって、熱中性子化した中性子を計数するものである。また、電子線型加速器よりのパルスの電子ビームによって発生する光子のバーストによって、中性子検出器が機能停止を生ずるのをさけるために、適当な電子回路を用いて、一定時間遅れて計数を開始する手段を講じた。これ等の中性子検出器および電子回路については、参考論文中に詳細な記述がある。

申請者は、測定されたデータと、解析を行なった結果とより次の結論を得ている。

- (1) $^{13}\text{C}(\gamma, n)^{12}\text{C}$ 反応においては、 $^9\text{Be}(\gamma, n)^8\text{Be}$ 反応で見られた、反応のしきい値近傍の断面積ピークは存在しない。

- (2) この反応は、光子エネルギー6.2MeV, 7.5MeV, 8.2MeV, 9.1MeV, 11MeV, および13MeV に断面積のピークを示す。
- (3) 6.2MeV, 7.5MeV および 8.2MeV のピークは、本研究において始めて確定された。
- (4) 光子エネルギー10MeV までの、反応断面積のエネルギー積分値は、約2 mb.MeV で、 ^{13}C の励起が、全く valence neutron のみの励起によるものとした理論値の5分の1乃至10分の1の実験値である。実験結果よりすれば、 ^{13}C の光子吸収には、コア核である ^{12}C 自体の励起をも含むものと考えられる。
- (5) 中性子の角分布は、いずれのピークにおいても 90° 対称である。
- (6) 7.5MeV, 8.2MeV のピークを合せた中性子角分布は、ガンマ線の吸収が、E1吸収であることを示す。
- (7) 9.1MeVのピークの中性子の角分布は、ほとんど角度に依存せず、ガンマ線の吸収がM1吸収であることを示す。
- (8) 光子エネルギー10MeVより14MeVまでの反応断面積のエネルギー積分値は、14mb.MeV で、 ^{13}C が、valence neutron のみでガンマ線を吸収し、中性子放出は、残留核 ^{12}C の基底状態へのみ生ずるとした理論の予言する値の数分の1である。
- (9) 11MeV のピークと 13MeV のピークとを合わせた中性子の角分布は、等方的に近い角度依存性を示す。この結果は、ガンマ線吸収が、valence neutron の励起のみでなく、 ^{12}C コア核の励起をも含む機構によって行なわれて居り、中性子放出後の残留核 ^{12}C は、基底状態のみでなく、 2^+ 励起状態をも含んでいると解され、(8)の結論を裏付けている。

以上を要約して、巨大共鳴以下のエネルギーでの(γ , n)反応において、コア核の励起の重要性を指摘している。

参考論文は、主論文にに記載された、実験測定装置の研究を記載したもので、その内容は主論文の内容中に要点を示した通りである。

論文審査の結果の要旨

原子核に、高いエネルギーの光子(ガンマ線)を当てると、電磁的振動を生じて、陽子、中性子等を放出する、光反応が生ずる。特に20MeV付近のガンマ線に対して、光反応の断面積は、幅の広いピークを示し、巨大共鳴と呼ばれる。この巨大共鳴領域では、入射ガンマ線の波長が、ほぼ原子核の大きさと同程度で、そのため原子核内の電荷が、従って電荷をもっている核子が、集団運動をおこすものと解されて来た。所が最近に、実験技術の進歩に伴って、巨大共鳴のピークの中にさらに細かい山や谷があることが判明した。この現象は、集団運動のなかに、各々の核子の独立した運動が重なっていることに由来すると考えられた。しからば、 ^9Be とか、 ^{13}C とか、 ^{17}O とか、コアの原子核に結合した1個の中性子を持っていると想像される原子核の(γ , n)反応において、この集団運動と独立運動との区別は、さらに明確になるであろう。これが申請者の研究の動機である。

申請者は、多年にわたり開発研究を重ねた中性子検出器と、電子線型加速器よりのバースト状の発生光

子による検出器の機能停止をさける回路の活用により、 $^{13}\text{C}(\gamma, n)^{12}\text{C}$ 反応を詳細に実測して、種々の興味ある成果を収めている。申請者が使用した光子のエネルギーは、 ^{13}C の巨大共鳴以下の 14MeV までである。この領域では、電磁波の波長は、標的核よりも大きいので、もしゆるく結合した核子があれば、集団運動を生ずるよりも valence nucleon の運動が主として生ずるであろうと推測される。このように仮定する立場を single particle の模型と呼ぶが、この模型に基づいた理論値は、実験値よりもいちじるしく大きな値を与え、このモデルをもっては説明が出来ないことが、 $^9\text{Be}(\gamma, n)^8\text{Be}$ 反応において約10年前に示された。従って、valence neutron のみの運動モードの変化以外に、励起されるモードがあって、 (γ, n) 反応を生じ難くさせていると考えられる。

申請者が、本研究によって得た成果は、論文内容に示した如くに、多種多様であるが、要約すれば、中性子の収量と角分布より見て、 $^{13}\text{C}(\gamma, n)^{12}\text{C}$ 反応においては、コアである ^{12}C の励起も生じている、ということである。 $^{13}\text{C}(\gamma, n)^{12}\text{C}$ 反応については、約10年前に、上述の $^9\text{Be}(\gamma, n)^8\text{Be}$ 反応の実測に基づいて、Francis, Aurdal, Barker 等により、 ^{13}C の殻模型の波動関数を用い、コアである ^{12}C の励起をとり入れた理論が提出されているが、今迄に実験が困難なため、理論の当否は判定されて居らず、申請者の研究は重要なものである。特に、10MeV 以下のエネルギーで断面積にピークが存在すること、その断面積の正確な値、および、10乃至 14MeV の間のエネルギーでの放出中性子の角分布等は、申請者の努力により始めて求められたものである。

申請者の研究は、 ^{13}C のみを対象としたものであるが、得られた結果は、広く応用出来るもので、 ^9Be 、 ^{13}C 、 ^{17}O 、 ^{29}Si 等の、valence neutron を有する軽い原子核が、巨大共鳴を生ずる以前のエネルギーの電磁波を受けた際、如何なる振動を生ずるか、励起した原子核は如何なる構造を有するか、中性子放出の機構はどれだけの自由度を有するか、等の問題に関し、大きく示唆するものであり、貢献する所大である。

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。