

氏 名	政 池 明 まさ いけ あきら
学位の種類	理 学 博 士
学位記番号	理 博 第 8 0 号
学位授与の日付	昭 和 39 年 6 月 23 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 専 攻
学位論文題目	Investigation of Nuclear Reactions Induced by High Energy Bremsstrahlung (高エネルギー制動輻射による核反応の研究)
論文調査委員	(主 査) 教 授 安見真次郎 教 授 小 林 稔 教 授 四手井綱彦

論 文 内 容 の 要 旨

主論文において著者は原子核研究所 750 MeV 電子シンクロトロン の γ 線ビームを用いて 150 MeV ~ 720 MeV のエネルギー範囲において反応で生成される放射能を測る方法すなわち Activation 法によってアルミニウム、炭素及び銅についての種々の光反応断面積を測定している。一般に中間子閾値以上のエネルギーにおける原子核光反応断面積の測定は、核内核子からの中間子光発生、発生した中間子の核内での散乱および吸収、核内核子の運動量分布および核子間の相関等の諸点から甚だ興味深い。

現在までになされた実験的研究においては主として限られたエネルギー範囲の放出粒子を特定の二、三の角度で測定しており、反応の全断面積を求める上には不便なことが多い。さらに中間子-核子系のいわゆる ($^3\text{P}_0$, $^3\text{P}_2$) 共鳴が原子核の光反応においてどのように現われるかという問題についてはきわめて測定値に乏しくほとんど知られていない。

上記の問題を Activation 法で測定することは次の点ですぐれている。すなわちこの方法によると特定の反応の全断面積が測りうる。したがって γ 線に対する原子核の吸収全断面積を算定するのに非常に有用なデータとなる。さらに放出粒子測定に比し γ 線エネルギーを変えてその反応の励起曲線をとることが比較的容易である。

Activation 法による高エネルギー光核反応の研究は現在まで数種の反応に対して約 300 MeV までの γ 線エネルギーで行なわれているにすぎなかったが、本論文において一躍 720 MeV まで拡張した。本実験においては反応生成の割合の測定には 4π - β 計数管による β 線の絶対測定法と NaI (Tl) シンチレーション計数管による γ 計数法とを用い、反応の型の決定には減衰曲線から求めた半減期と γ 線スペクトロスコープとを併用した。両者の間の一致は非常に良い。入射 γ 線の強度の測定は、著者を含む数人の研究者が原子核研究所で製作したウイelson型 Quantameter を用いてなされた。この種の実験において特に慎重を要する中性子バックグラウンドについては著者は注意深い一連の補助測定を行なっており、この影響が各々の場合において 1 ~ 3 % 以下であることを確かめている。 4π - β 計数管による β 線の絶対測定法

とは、種々の厚さの同一資料についての規格化された測定値を厚さ 0 に外挿する方法であるが、これは絶対測定法としては最も信頼に足るものであって、これについては参考論文その 3 にくわしく述べられている。

測定は、150 MeV から 720 MeV のエネルギー範囲に亘って、 γ 線の最大エネルギーを 50 MeV または 100 MeV ずつ変えて行なわれた。 $C^{12} \rightarrow C^{11}$ および $Cu \rightarrow Cu^{62}$ 反応においては、中間子閾値以下でも反応がかなり起こっているが、これは主としていわゆる巨大共鳴によるものである。銅の場合は炭素の時より巨大共鳴の寄与がずっと大きいのでその Activation Curve はほとんどエネルギー軸に平行である。この二つの反応の場合を除けば、 π 中間子の質量に相当する γ 線エネルギーを起点として、Activation Curve は急激に上昇し、400 MeV 付近でゆるやかになっている。かくして著者は $Al^{27}(\gamma, \pi^+)Mg^{27}$, $Al^{27} \rightarrow Na^{24}$, $Al^{27} \rightarrow F^{18}$, $C^{12} \rightarrow C^{11}$ 反応について 200 MeV から 400 MeV のエネルギー範囲における積分断面積の値として、夫々、 $2.2 \times 10^{-26} \text{cm}^2 \cdot \text{MeV}$, $6.2 \times 10^{-26} \text{cm}^2 \cdot \text{MeV}$, $2.4 \times 10^{-26} \text{cm}^2 \cdot \text{MeV}$, 及び、 $2.0 \times 10^{-25} \text{cm}^2 \cdot \text{MeV}$ を得ている。更に著者は、 $Al^{27}(\gamma, \pi^+)Mg^{27}$, $Al^{27} \rightarrow Na^{24}$ の両反応については、いわゆる Photon difference 法によって反応の励起曲線を求めている。両者の場合について、いずれも約 300 MeV 付近に極大のある共鳴型の曲線が得られた。著者はこれを中間子一核子系のいわゆる $(^3/2, ^3/2)$ 共鳴の形と比較し、 $Al^{27} \rightarrow Na^{24}$ の場合はピークの位置はほとんど変わらないが、幅が広がっていることを指摘し、これは多分、核内核子の運動量分布のためと推論している。また $Al^{27}(\gamma, \pi^+)Mg^{27}$ の場合については、核子の場合に比してピークの位置はやや高エネルギー側にずれており、且つ、その幅は広くなり、更に 500 MeV 以上の高エネルギー側で核子の場合には曲線は上昇するに比し逆に下降していることを認めた。この下降の原因は、 γ 線のエネルギーが高くなるにつれて、核内において中間子の発生する際反跳された核子のエネルギーも大きくなり、核外に飛び出す確率が増えるため (γ, π^+) 反応は少なくなると推論している。

参考論文その 1, 2, 4, 5, 6 及び 7 はいわゆる低エネルギー核反応に関するものであって、 (p, α) 及び (d, α) 反応で放出される粒子の角分布の測定から反応機構や核の構造を解明せんとするものである。参考論文その 3 は低エネルギー光核反応断面積の絶対値に関するものであり、その 8 は主論文の研究の予備的段階における速報である。

論文審査の結果の要旨

高エネルギー領域における原子核光反応の研究は、核内核子からの中間子光発生、発生した中間子の核内での吸収、核内核子の運動量分布と核子間の相関等の問題に関連して甚だ興味深いテーマである。

主論文はこの問題を、約 2 年前完成した原子核研究所 750 MeV 電子シンクロトロンによる γ 線ビームを用い、Activation 法で断面積の絶対値を測定したものである。その際 γ 線の最大エネルギーを 50 MeV または 100 MeV ずつ変化して 150 MeV より 720 MeV のエネルギー範囲に亘っていわゆる Activation Curve を求め、中間子一核子系のいわゆる $(^3/2, ^3/2)$ 共鳴のピークのエネルギー約 300 MeV を中心とする 200 MeV から 400 MeV までの積分断面積の絶対値を数種の反応に対して決定した。さらにアルミニウム原子核について π^+ 中間子のみが放出される反応および最終的に Na^{24} が生成される反応に対して、

Photon difference の方法を適用して反応の励起曲線を求めている。これによってもし反応における放出粒子の分岐比がこのエネルギー範囲において変化しないと仮定すれば、中間子—核子系の ($^3/2, ^3/2$) 共鳴の効果が原子核光反応においても明瞭に現われていることおよびその共鳴幅はおそらく核内核子の運動量分布を反映して広がっていることを見出している。

これは上述の問題点と密接に関連して甚だ重要な実験結果であり、原子核光反応において ($^3/2, ^3/2$) 共鳴の影響を最初に実験的に見出した点は特に高く評価される。さらに著者は得られた積分断面積の絶対値と核子からの中間子の光発生断面積の実験値とを比較検討して種々興味ある議論を展開しているが、これらは高エネルギー光核反応の今後の研究に対して基礎的な足掛りを提供しているものといえる。特に $Al^{27}(\gamma, \pi^+)Mg^{27}$ 反応のように π^+ 中間子のみが放出される反応は高エネルギー光核反応機構の解明に有用な知識を与えるものと考えられる。

以上のように主論文は高エネルギー光核反応の分野において新しい知見を加えたものであって貢献するところが大きい。参考論文その 1, 2, 4, 5, 6 および 7 はいわゆる低エネルギー核反応に関するものであって、(p, α) および (d, α) 反応で放出される粒子の角分布の測定から反応機構や核の構造を究明しようとするものであり、参考論文その 3 は低エネルギー光核反応断面積の絶対値に関するものであっていづれも価値ある結果を得ており、著者が原子核物理学の広い分野にわたって豊富な知識とすぐれた研究能力をもっていることを示している。

以上の点にかんがみ本論文は理学博士の学位論文として価値があるものと認める。