

|             |                                                                                                                                                                                            |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 氏 名         | 佐 々 木 厚<br>さ さ き あつし                                                                                                                                                                       |
| 学 位 の 種 類   | 理 学 博 士                                                                                                                                                                                    |
| 学 位 記 番 号   | 論 理 博 第 478 号                                                                                                                                                                              |
| 学位授与の日付     | 昭 和 49 年 11 月 25 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 | <b>Study of the <math>\gamma p \rightarrow \pi \Delta(1236)</math> reaction in the energy region between 744 and 1044 MeV</b><br>(744MeV から 1044MeV における陽子からの $\pi \Delta(1236)$ 光発生反応の研究) |
| 論文調査委員      | (主 査)<br>教 授 三 宅 弘 三 教 授 小 林 晨 作 教 授 町 田 茂                                                                                                                                                 |

### 論 文 内 容 の 要 旨

核子からの二中間子光発生は一中間子光発生と相補的な関係にあり、核子の共鳴状態の性質を解明するためには、その研究は有用なものである。申請者の研究は陽子からの二中間子光発生の際放出される正及び負の  $\pi$  中間子の運動量分布を 744 MeV 乃至 1044 MeV、角度範囲  $20^\circ$  乃至  $90^\circ$  で測定し、この光発生の機構を明らかにしたものである。実験は東京大学原子核研究所の電子シンクロトロンを用いて行われ、電子の制動副射によって照射された液体水素標的から発生する二つの  $\pi$  中間子の中の一つの  $\pi$  中間子の運動量分布は、電磁石を用いたスペクトロメーターによって測定されている。申請者は反応の際放出された  $\pi$  中間子のバックグランドとして検出される陽子はエネルギー損失により、又陰及び陽電子はこの実験のために製作された大型の閾型ガスチェレンコフカウンタによって各々識別している。又光発生に関与する光子のエネルギーは所謂「photon difference」法によって決定されている。申請者はこの様にして実験室系で  $20^\circ$ 、 $40^\circ$ 、 $60^\circ$  及び  $90^\circ$  において、光子のエネルギー 744, 844, 944, 1044 MeV について、正及び負の  $\pi$  中間子の運動量分布を測定している。

二中間子光発生の際、終状態には 2 個の  $\pi$  中間子及び 1 個の核子が存在するが、このエネルギー領域では光発生の過程として、終状態の 3 個の粒子が同時に発生する過程、及び終状態として 1 個の  $\pi$  中間子と核子の共鳴状態である  $\Delta(1236)$  が発生し、この  $\Delta(1236)$  が更に  $\pi$  中間子と核子に崩壊する過程の 2 つが考えられる。従って申請者が測定した  $\pi$  中間子は、前者の所謂位相空間光発生に対応する  $\pi$  中間子及び後者の  $\pi \Delta$  光発生の  $\pi$  中間子および  $\Delta(1236)$  の崩壊により発生する  $\pi$  中間子の 3 種類から成っており、これらは合々異った運動量分布を持っている。申請者は測定された正及び負の中間子の運動量分布の両者共に、上記の  $\pi \Delta$  光発生に特徴的な山が見られることを指摘し、位相空間光発生及び  $\pi \Delta$  光発生の振巾をこの運動量分布より最小自乗法を用いて評価している。

申請者はかくして得られた振巾から  $\pi^- \Delta^{++}$  光発生及び  $\pi^+ \Delta^0$  光発生の微分断面積を求め、これらは共に前方で大きいこと、及び後者の  $\pi^+ \Delta^0$  光発生が他の実験方法、即ち水素泡箱による測定では殆んど零で

あるとされていたが、この過程の前者に対する比、即ち  $r = \sigma(\gamma p \rightarrow \pi^+ \Delta^0) / \sigma(\gamma p \rightarrow \pi^- \Delta^{++})$  がこのエネルギー領域でゲージ不変化された、一中間子交換模型より予測される理論値の  $\frac{1}{3}$  を支持することを結論している。

更に申請者は上記  $\pi \Delta$  光発生振巾を荷電空間における振巾に分解し、 $\pi \Delta$  光発生過程では荷電スピン  $\frac{1}{2}$  の振巾と  $\frac{3}{2}$  の振巾は大体同じ大きさを持ち、上記の理論の予測と一致することを見出している。又荷電スピン  $\frac{1}{2}$  の振巾は各々零でない実及び虚数部をもっており、これは過程の中間状態として荷電スピン  $\frac{1}{2}$  の核子の共鳴状態  $N_{\frac{1}{2}}^*$  が作られており、特に  $N_{\frac{1}{2}}^*$  (1525) 共鳴の寄与が大きいことも結論している。

## 論文審査の結果の要旨

1 GeV 以下の共鳴領域における核子からの二中間子光発生研究は現在までの所主として2個の正及び負の  $\pi$  中間子が発生する過程、即ち、 $\gamma p \rightarrow \pi^+ \pi^- p$  反応について実験的に調べられており、その結果、終状態として負の  $\pi$  中間子と核子の共鳴状態である  $\Delta^{++}$  (1236) が発生し、( $\pi^- \Delta^{++}$ ) この  $\Delta^{++}$  が更に正  $\pi$  中間子と陽子に崩壊する過程が大きいことが知られている。一方正の  $\pi$  中間子及び  $\Delta^0$  が発生する過程は上記の反応の実験からはこのエネルギー領域では検出されず非常に小さいと考えられて来た。しかしこのエネルギー領域では一中間子光発生研究から荷電スピン  $\frac{1}{2}$  の共鳴状態  $N_{\frac{1}{2}}^*$  が生成されていることが知られており  $\pi$  中間子と  $\Delta$  が  $N_{\frac{1}{2}}^*$  を経由して発生するとすれば理論的に断面積の比  $r = \sigma(\gamma p \rightarrow \pi^+ \Delta^0) / \sigma(\gamma p \rightarrow \pi^- \Delta^{++})$  は  $\frac{1}{3}$  になることが予想され、又ゲージ不変化された一中間交換模型からも上記断面積の比は  $\frac{1}{3}$  が結論される。

前述の共鳴状態  $\Delta^0$  は  $\frac{1}{3}$  の確率で負  $\pi$  中間子と陽子に崩壊し残りの  $\frac{2}{3}$  は中性  $\pi$  中間子と中性子に崩壊する。従って  $\pi^+ \Delta^0$  光発生を能率よく測定するためには  $\gamma p \rightarrow \pi^+ \pi^- p$  反応のみでなく  $\gamma p \rightarrow \pi^+ \pi^0 n$  反応も測定しなければならない。申請者はこのことに着目して陽子からの二中間子光発生の際放出される負の  $\pi$  中間子のみならず正の  $\pi$  中間子運動量分布を精密に測定している。 $\pi$  中間子の運動量分布の測定は電磁石にこのために特に製作された大型の閾型がスチレンコフカウンターを組合せて、 $\pi$  中間子をバックグラウンドである電子から正確に選別しておりその測定結果は信頼度の高いものとなっている。

申請者の測定した正及び負の  $\pi$  中間子の運動量分布は光子のエネルギーにして 744 MeV により 1044 MeV、 $\pi$  中間子の放出角度においては  $20^\circ$  乃至  $90^\circ$  の広範囲にわたっており、光子のエネルギーは所謂「photon difference」法により正確に決められている。申請者はこの結果より最小自乗法を用いて  $\pi \Delta$  光発生振巾を位相空間光発生振巾と分離して評価している。

申請者が求めた振巾から前述の水素泡箱による測定では殆んど零とされていた  $\pi^+ \Delta^0$  光発生断面積は可成りの大きさを持ち、断面積の比は  $r = \sigma(\gamma p \rightarrow \pi^+ \Delta^0) / \sigma(\gamma p \rightarrow \pi^- \Delta^{++})$  は理論値の  $\frac{1}{3}$  を支持することが結論されており、これは新しい重要な知見である。又この  $\pi^+ \Delta^0$  光発生微分断面積は  $\pi^- \Delta^{++}$  光発生微分断面積と同じく前方で大きいことも申請者は指摘している。

$\pi^+ \Delta^0$  及び  $\pi^- \Delta^{++}$  光発生振巾が同じエネルギー及び角度で求められているため、申請者は更にこれらの振巾を荷電空間における振巾に分解し、荷電スピン  $\frac{1}{2}$  の振巾と  $\frac{3}{2}$  振巾は同程度の大きさであることを見出しているが、前述の共鳴模型及び一中間子模型の何れの予測とも一致する。又申請者は荷電スピン  $\frac{1}{2}$  の

振巾の実及び虚数部は何れも零でない有限の値をもっていることを見出しているが、これは  $N_{\frac{1}{2}}^*$  共鳴状態、特に  $N_{\frac{1}{2}}(1525)$  が中間状態として励起されていることを示唆している。

参考論文は、本論文の実験技術に関するもの及び一中間子光発生に関するもので、何れも申請者のこの分野でのすぐれた学識を示すものである。

以上要約すれば、申請者の論文は二中間子光発生について系統的な実験結果により、二中間子光発生の機構を解明する上で重要な役割をしている  $\pi\Delta$  光発生について新しい知見を加え、この分野の研究の発展に寄与するところが大きい。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。