

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 氏 名         | 丸 山 浩 一<br>まる やま こう いち                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 学 位 の 種 類   | 理 学 博 士                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 学 位 記 番 号   | 理 博 第 499 号                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 学位授与の日付     | 昭 和 53 年 3 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 第 二 専 攻                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 学 位 論 文 題 目 | <b>Study on the Reactions <math>\gamma p \rightarrow \pi\pi N</math> and <math>\gamma p \rightarrow \pi\Delta</math> in the Energy Range between 710 MeV and 950 MeV</b><br>(7 億 1 千万電子ボルトから 9 億 5 千万電子ボルトのエネルギー領域に於ける $\gamma p \rightarrow \pi\pi N$ 及び $\gamma p \rightarrow \pi\Delta$ 反応の研究) |
| 論文調査委員      | (主査)<br>教 授 三 宅 弘 三    教 授 町 田 茂    教 授 小 林 晨 作                                                                                                                                                                                                                                                   |

### 論 文 内 容 の 要 旨

核子からの二中間子光発生の研究は、一中間子光発生の研究と共に核子の共鳴状態の性質を解明するのに重要なものである。申請者の研究は陽子からの二中間子光発生の際、 $40^\circ$  方向に放出される正及び負の  $\pi$  中間子、及び陽子の運動量分布を 20 MeV/C 間隔で、光子のエネルギー 710 MeV より 950 MeV の間で 30 MeV 間隔で測定し、光発生の機構を明かにしたものである。

申請者は通常用いられる制動輻射の光子による “Photon difference” 法によって光子のエネルギーを決定する代りに、加速された電子を白金標的に入射し、制動輻射によって光子が発生する際の反跳電子の運動量をスペクトロメーターで測定することによって  $\pm 10$  MeV の精度で光子のエネルギーを決定している。

申請者は、二中間子光発生の際放出される 2 個の  $\pi$  中間子及び核子の中の 1 個の荷電粒子の運動量及びその質量を電磁石スペクトロメーターで測定すると共に、標的の周囲をシンチレーションホドスコープで囲むことによって、スペクトロメーターで検出された荷電粒子に伴う残りの 2 個の粒子の荷電や検出して二中間子光発生に含まれる 3 種類の反応を区別して測定している。

二中間子光発生には、終状態の 3 個の粒子が同時に発生する過程、及び先づ 1 個の  $\pi$  中間と核子の共鳴状態である  $\Delta(1232)$  が発生し ( $\pi\Delta$  発生)、この  $\Delta(1232)$  が更に  $\pi$  中間子と核子に崩壊する過程の 2 つがある。従って申請者がその運動量分布を測定した  $\pi$  中間子は、前者の所謂位相空間光発生過程に対応する  $\pi$  中間子及び後者の  $\pi\Delta$  光発生の  $\pi$  中間子および  $\Delta(1232)$  の崩壊により発生する  $\pi$  や中間子の 3 種類かよ成っており、これらは各々異った運動量分布を持っている。申請者は測定した運動量分布から最小自乗法を用いてこの 2 つの過程を分離して断面積を求めている。

申請者はこの結果から

(1) 断面積の比  $R = \sigma(\gamma p \rightarrow \pi^+ \Delta^-) / \sigma(\gamma p \rightarrow \pi^- \Delta^{++})$  が  $\theta^* \pi = 75^\circ$  で  $0.3 \pm 0.06$  であり、これはゲージ不変化された一中間子交換模型及び中間状態として荷電スピン  $\frac{1}{2}$  の核子の共鳴状態が存在するというアイ

ソバー模型を支持する。

(2)  $\gamma p \rightarrow \pi \Delta$  反応では第二共鳴の近傍では、一中間子交換模型の振巾とアイソバー模型の振巾とがほぼ等しい。

(3) 得られた  $\gamma p \rightarrow \pi^0 \pi^0 p$  反応の断面積のエネルギー依存性からこの反応は第二共鳴近傍では、大部分共鳴状態を経由すると考えられる。

等の結論を得ている。

## 論文審査の結果の要旨

共鳴領域における核子からの二中間子光発生の研究は、核子の共鳴状態の解明に重要であるにもかかわらず、終状態に3個の粒子が存在し、その測定が困難なため、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  $\gamma p \rightarrow \pi^+ \pi^- p$  反応についてのみ実験的研究が行われている。又これ等の研究の結果から、1 GeV 以下の共鳴領域ではこの反応では先づ負の  $\pi$  中間子と核子の共鳴状態である  $\Delta^{++}$  (1232) が発生し ( $\pi^- \Delta^{++}$  発生)、この  $\Delta^{++}$  が更に正の  $\pi$  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が、一方正の  $\pi$  中間子及び  $\Delta^0$  が発生する過程は定性的にその存在が確認されているにすぎない。又中性  $\pi$  中間子及び  $\Delta^+$  が発生する過程については未だ実験結果が得られていない。

申請者は本研究に於て、電子の制動輻射による光子の発生に伴う反跳電子エネルギーを測定して反応に関与する光子のエネルギーを  $\pm 10 \text{ MeV}$  の精度で決定しているが、これは従来の “Photon difference” 法によるものに比較してエネルギー精度は数倍高いものであり、又光子の強度の評価についての不確定性は殆んど完全に取除かれている。従って本論文の二中間子光発生の断面積のエネルギー依存性及びその絶対値は信頼度の高いものである。

申請者は二中間子光発生の測定に際して、終状態の3個の粒子の中、 $40^\circ$  方向に放出される1個の荷電粒子の4次元運動量を測定すると共に、残りの2個の粒子の荷電の有無も同時に検出することによって、二中間子光発生の3種類の過程を全部分離して測定することに始めて成功している。特に2個の中性  $\pi$  中間子の光発生の断面積は本研究によって始めて明かにされたもので、その意義は大きい。

申請者は光子のエネルギー  $710 \text{ MeV}$  乃至  $950 \text{ MeV}$  の間で  $30 \text{ MeV}$  間隔で6点のエネルギーに於て測定した荷電粒子の運動量分布を最小自乗法によって解析し、 $\gamma p \rightarrow \pi^- \Delta^{++}$ ,  $\gamma p \rightarrow \pi^+ \Delta^0$ ,  $\gamma p \rightarrow p \pi^0 \pi^0$ ,  $\gamma p \rightarrow p \pi^+ \pi^-$  反応の断面積を精度よく求めることに成功している。これ等の断面積から  $\pi^- \Delta^{++}$  発生及び  $\pi^+ \Delta^0$  発生の断面積の比、

$R = \sigma(\gamma p \rightarrow \pi^+ \Delta^0) / \sigma(\gamma p \rightarrow \pi^- \Delta^{++})$  が  $\pi$  中間子の重心系  $75^\circ$  に於て、 $0.30 \pm 0.06$  であるとの結果が得られているが、これはゲージ不変化された一中間子交換模型及び荷電スピン  $\frac{1}{2}$  の共鳴状態が中間状態として存在するとするアイソバー模型から予測される  $\frac{1}{2}$  の値を支持する精度の高いものである。又核子の第二共鳴近傍の  $\gamma p \rightarrow \pi \Delta$  反応では一中間子交換模型及びアイソバー模型による振巾が殆んど同じ大きさであること、及び  $\gamma p \rightarrow p \pi^0 \pi^0$  反応もアイソバー模型による振巾が大きい等の結論は本論文によって始めて定量的に明かにされたものである。

参考論文は何れも、本論文で重要な役割をもつ反跳電子によってエネルギーを正確に決定された制動輻射の光子発生装置及びこれによる素粒子反応の研究に関するもので、申請者の素粒子物理学の分野における優れた学識と研究能力を示している。

以上要約すれば、本論文は二中間子光発生について精密且つ系統的な実験結果により、二中間子光発生機構に重要な役割をもつ  $\pi\Delta$  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所が大きい。

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。