

氏 名	稲垣隆雄 いな がき たか お
学位の種類	理 学 博 士
学位記番号	理 博 第 277 号
学位授与の日付	昭 和 48 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	Partial Wave Analysis of Single Pion Photoproduction at 0° and 180° in the Energy Range between 200 and 1100 MeV (200~1100 MeV 領域での0, 180° 単パイ中間子光発生の部分波 解析) (主 査) 論文調査委員 教授 町 田 茂 教授 小 林 晨 作 教授 武 藤 二 郎

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は最近急速に増加した核子からの単 π 中間子光発生の実験的知見の中、特に $\gamma p \rightarrow \pi^+ n$, $\gamma p \rightarrow \pi^0 p$ 及び $\gamma n \rightarrow \pi^- p$ 反応の 0° 及び 180° 方向の微分断面積の精密な実験結果をアイソバー模型に基いて部分波解析したもので、これまでその評価が困難であった単中間子光発生の始状態のヘリシティ $\frac{1}{2}$ の振巾について詳しい知見を得ている。

申請者は解析に先立って、単 π 中間子光発生の微分断面積の実験結果について詳しい検討を行ない、上記3つの反応の 0° 及び 180° 方向の微分断面積の実験結果の中、0° 及び 180° 以外の角度分布の実験結果及びより高いエネルギーでの実験結果と一致のよいものを選んで解析に使用している。

申請者は所謂アイソバー模型に基いて π 中間子光発生の振巾を、核子の共鳴による項、ボルン項及びバックグラウンド項に分解し、この中共鳴項は Breit-Wigner の共鳴公式を用い、核子の共鳴準位としてはこのエネルギー領域に含まれる $P_{33}(1236)$, $S_{31}(1650)$, $P_{11}(1470)$, $S_{11}(1535)$, $D_{13}(1520)$, $F_{15}(1688)$ 及び $D_{15}(1670)$ 共鳴を全部考慮に入れている。バックグラウンド項については、エネルギーに対して単調に振舞う関数を選んでいますが、 $\gamma p \rightarrow \pi^+ n$ 及び $\gamma n \rightarrow \pi^- p$ 反応に対してはバックグラウンド項の虚数の部分は零であると仮定している。

申請者は上記の共鳴による振巾の中で、 $P_{33}(1236)$ 共鳴によるものは、非常に大きく且つこの共鳴の近傍の角度分布の解析によって良い精度で既に求められておるため、Walker の結果および Devenish 達の結果を正しいものとして用い、その他の共鳴の振巾の大きさ及びバックグラウンドの関数に含まれるパラメーターを、上記の3つの反応の各々について、0° 及び 180° 方向の微分断面積の実験結果から最小自乗法によって求めている。

申請者はこの解析の結果共鳴振巾について

(1) $D_{13}(1520)$, $F_{15}(1688)$, 及び $D_{15}(1670)$ 共鳴の始状態のヘリシティ $\frac{1}{2}$ の振巾は非常に小さく、素粒子の複合模型からの予測値とよく一致する。

(2) Walker の解析では無視されていた $S_{31}(1650)$ の共鳴振巾は可成り大きく、複合模型の予測値よりも大きい。しかし、この解析で分離出来ない $D_{33}(1670)$ 共鳴も含まれるとすると予測値と一致する。

(3) $S_{11}(1535)$ 共鳴の振巾は Walker 及び Devenish 達の結果よりも可成り小さく、又複合模型からの予測値よりも小さい。

(4) $P_{11}(1470)$ 及び $S_{11}(1535)$ 共鳴の振巾は $P_{33}(1236)$ 共鳴の振巾の大きさに少し依存するとの結論を得ている。

論文審査の結果の要旨

核子からの単 π 中間子の光発生の研究は π 中間子の核子による散乱の研究と共に素粒子の性質・構造を知るために重要で、多くの実験的及び理論的研究がなされて来たが、前者は後者に比べて実験及び解析が困難であるため未だ研究が十分になされていない。

核子からの単 π 中間子光発生振巾は始状態のヘリシティが $\frac{1}{2}$ のものと $\frac{3}{2}$ のものに分解出来るが、前者の振巾に寄与する中間状態としては核子の共鳴状態である $P_{11}(1470)$, $S_{11}(1535)$, $S_{31}(1650)$ 等の共鳴状態がある。また $P_{33}(1236)$, $D_{13}(1520)$, $F_{15}(1688)$ 等の共鳴状態は両方の振巾に寄与するが、これ等の共鳴の寄与は大きく今までの研究結果で可成り詳しくその性質が解明されており、 $D_{13}(1520)$ 及び $F_{15}(1688)$ 共鳴は主としてヘリシティ $\frac{3}{2}$ の振巾に寄与することがわかっている。一方ヘリシティ $\frac{1}{2}$ の振巾のみに寄与する前記 $P_{11}(1470)$ 等の共鳴状態の振巾はその大きさも小さく未だ実験結果からは定量的にも解明されておらず、素粒子の複合模型等からの予見を検証するには至っていない状態である。

申請者は 0° 及び 180° 方向の核子からの単 π 中間子光発生微分断面積はヘリシティ $\frac{1}{2}$ の振巾のみで記述されることに着目し、申請者も参加して実験した $\gamma p \leftarrow \pi^0 p$ の前方微分断面積の測定も含めて最近急速に増加した光子のエネルギー 200 MeV 乃至 1100 MeV の領域での $\gamma p \rightarrow \pi^+ n$, $\gamma p \rightarrow \pi^0 p$ 及び $\gamma n \rightarrow \pi^- p$ 反応の 0° 及び 180° 方向の微分断面積の実験結果を解析しているが、これはヘリシティ $\frac{1}{2}$ の振巾の詳しい知見を得ると共に、上記 $P_{11}(1470)$ 等の共鳴状態の単 π 中間子発生への寄与の大きさを明らかにする為に最も賢明な方法であり、且つ精度の高いものと言える。

申請者は解析に当って以前 Walker が当時の実験結果を解析した結果をある程度良く再現してはいるが、 0° 及び 180° 方向の微分断面積を正しく与えている事及びバックグラウンド項がエネルギーと共に複雑な振舞をしていることに注目して、単 π 中間子光発生振巾を共鳴状態による項、ボロン項及びバックグラウンド項に分解し、共鳴状態による項は Walker と同じく Breit Wigner の共鳴公式を用いたが、バックグラウンド項は虚数部をもつエネルギーに対して単調に変化する関数を使用した。この方法は現在では最も適切なものと考えられ、又、今後の解析に対する新しい指針を与えるものと言える。

申請者は 0° 及び 180° 方向の3つの反応の各々についての実験結果から最小自乗法によって各々の共鳴状態のヘリシティ $\frac{1}{2}$ の振巾及びバックグラウンドの関数に含まれるパラメーターを求めたが、その結果は Walker の結果の χ^2 の値の約 $\frac{1}{2}$ で、実験値との一致は現在得られている解析の中で最も良いものである。

申請者は解析の結果得られたヘリシティ $\frac{1}{2}$ の振巾及びそれに含まれる共鳴状態の振巾を、Walker 及び

Devenish 達の結果との比較検討を行ない，更に素粒子の複合模型からの予測との相違を指摘して， P_{33} (1236)， D_{13} (1520)， F_{15} (1688) 及び D_{15} (1670) 共鳴については大体よい一致を得られるが， P_{11} (1470)，及び S_{11} (1535) 共鳴については相違があると結論しているが，これは素粒子の構造を解明する模型に対する重要な知見を加えたものであり，その学問的意義は高く評価される。

参考論文は何れも申請者が高エネルギー物理学・素粒子物理学における優れた学識と研究能力を有することを示している。

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。