

氏 名	真 木 晶 弘 ま き あき ひろ
学位の種類	理 学 博 士
学位記番号	理 博 第 248 号
学位授与の日付	昭 和 47 年 5 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	Neutral Pion Photoproduction from Hydrogen at Forward Angles in the Energy Range 350–1175 MeV (エネルギー範囲 350–1175 MeV での前方角度における水素からの中性パイ中間子光発生)
論文調査委員	(主 査) 教 授 町 田 茂 教 授 柳 父 琢 治 教 授 小 林 晨 作

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は 350 MeV 乃至 1175 MeV の間のエネルギーを有する光子による陽子からの中性 π 中間子の光発生の実験的研究に関するもので、特に前方向に発生する中性 π 中間子の微分断面積を精密に測定し、光発生に寄与する核子の共鳴状態の中で特にその寄与が未だ解明されていないスピン $\frac{1}{2}$ の共鳴状態の寄与の様子を明らかにしたものである。

実験は東大原子核研究所にある 1.3 MeV 電子シンクロトロンよりの阻止 γ 線を液体水素標的に入射して行なわれ、 $\gamma + p \rightarrow \pi^0 + p$ 反応の前方の微分断面積を光子のエネルギーの関数として精密に求めている。この反応を検出するためには、反応の結果生ずる反跳陽子を検出するのが最も効率のよい方法であるが、前方に中性 π 中間子が発生するとき、これに伴う反跳陽子のエネルギーは非常に小さく、従ってそれを検出することは不可能である。このため申請者は前方に放出される中性 π 中間子を検出し、その三次元運動量ベクトル（エネルギー及び方向）を特に製作した π^0 検出器で精密に測定している。

π^0 検出器は 2 組の光子測定器より成っており、又その各々の光子測定器は鉛板、その背後に置かれた空間分解能が水平方向に 1 ㎝、垂直方向に 4 ㎝の二次元シンチレーションホドスコープ及びこれに続く全吸収型チエレンコフ計数管から成っている。中性 π 中間子が崩壊して発生する 2 個の光子は先ず各々の光子測定器の鉛板で電子に変換されその電子がシンチレーションホドスコープを通過する際にその方向が測定され、更に全吸収型チエレンコフ計数管でそのエネルギーが測定される。かくして中性 π 中間子から発生する 2 個の光子の飛行方向のなす角度、及び各々の光子のエネルギーから運動学的に元の中性 π 中間子の三次元運動量ベクトルが精密に求められる。申請者はこの π^0 検出器の検出精度及び検出効率を実験及びモンテカルロ法を併用して求めているが、検出精度は反応に関与する光子のエネルギーに対して $\pm 15\text{MeV}$ 乃至 $\pm 25\text{MeV}$ であり、又中性 π 中間子の発生角度に対しては $\pm 1^\circ$ 乃至 $\pm 3^\circ$ である。

申請者はこの π^0 検出器を用いて光子エネルギー 350 MeV 乃至 1175 MeV の領域で約 25 MeV 乃至 50 MeV 間隔で 46 点のエネルギーについて最前方の微分断面積を誤差約 10% 乃至 20% の精度で測定してい

る。又光子エネルギー 600 MeV 及び 1000 MeV 近傍では 0° より約 50° までの角分布も同じ π° 検出器を用いて測定している。

この実験結果から申請者は；1) 所謂核子の第二共鳴状態及び第三共鳴状態に対応する明らかな山は前方微分断面積には見られず、荷電スピン $\frac{1}{2}$ の共鳴状態、即ち $P_{33}(1236)$ 及び $F_{37}(1920)$ に対応する山は顕著に現われており、この事は他の研究所で測定された後方の微分断面積の測定結果と矛盾しない；Walker が行なった部分波解析の結果と比較して見ると、光子エネルギー 500 MeV 乃至 600 MeV での微分断面積は彼の解析結果より大きく、この事は Walker が用いた部分波振巾の中で $P_{11}(1470)$ の共鳴状態による振巾がより大きくなければならないことを示している。これは又 Copley 達の素粒子についての単純なクォーク模型の理論からの予言とも矛盾することを結論している。

論文審査の結果の要旨

核子からの単一 π 中間子光発生現象は π 中間子-核子散乱現象と共に核子の共鳴状態を解明する目的で過去20年以上にわたって数多くの実験及び理論的研究がなされており、又最近はこの両者の現象の間の相異点が光子と他のハドロンとの異質性の有無についての知識を与えるものとしても興味をもって研究されている。 π 中間子-核子散乱の研究により数多くの核子共鳴状態の存在が確認されているが、核子からの π 中間子光発生研究からは未だその寄与が確認されていないものが多い。 γ 線のエネルギー領域 300 MeV 乃至 1200 MeV に限って云えば、 $P_{33}(1236)$ 、 $D_{13}(1518)$ 、 $F_{15}(1688)$ 等の共鳴状態は π 中間子-核子散乱及び核子からの π 中間子光発生両方の現象においてその寄与が確認されているが、 $P_{11}(1470)$ 、 $S_{11}(1561)$ 、 $S_{11}(1715)$ 、 $S_{31}(1692)$ の共鳴状態は核子からの π 中間子光発生現象ではその寄与があまり明確には確認されていない。

後者の $P_{11}(1470)$ 等の共鳴状態は何れも $\frac{1}{2}$ の大きさのスピンをもっており、従って始状態のヘリシティが $\frac{1}{2}$ の振巾によってのみ励起されることが可能であるが、一方前者の $P_{33}(1236)$ 等の共鳴状態はヘリシティが $\frac{1}{2}$ 及び $\frac{3}{2}$ の両方の振巾によって励起されることが可能である。今までの研究によってこの中 $D_{13}(1518)$ 、 $F_{15}(1688)$ は主としてヘリシティ $\frac{1}{2}$ の振巾によって励起されることが明らかにされている。角運動量の保存則から π 中間子の光発生最前方 (0° 方向) 及び最後方 (180° 方向) では、ヘリシティ $\frac{1}{2}$ の振巾のみが関与することが知られており、従って 0° 又は 180° 方向の光発生を精密に測定することによって、その寄与が未だ明らかにされていないスピン $\frac{1}{2}$ の共鳴状態 $P_{11}(1470)$ 、 $S_{11}(1561)$ 等の π 中間子光発生への寄与の様子を効率よく調べることが出来る。

申請者はこの事に着目して、中性 π 中間子の精密測定が困難であるため、現在までデータも少く、又そのエネルギー精度も良くなかった $\gamma + p \rightarrow \pi^0 + p$ 反応の 0° 方向の微分断面積を光子エネルギーの関数として 350 MeV 乃至 1175 MeV の領域で精密に測定した。申請者は光発生に関与する光子のエネルギー及び中性 π 中間子の放出方向を精密に測定するために2組の光子測定器より成る π° 検出器を製作し、これによって光発生に関与する光子のエネルギーを ± 15 MeV 乃至 ± 25 MeV の精度で決定して微分断面積を測定することに成功しているが、従来の測定が ± 70 MeV 乃至 ± 100 MeV 以上であったのは比較すれば実に数倍の精度の向上であると云える。

申請者は 350 MeV 乃至 1175 MeV の光子エネルギー領域で細かいエネルギーステップで得られた前方の精密な微分断面積についての実験結果から、 0° 方向の微分断面積には荷電スピン $\frac{3}{2}$ の共鳴状態 $P_{33}(1236)$ 及び $F_{37}(1920)$ に対応するエネルギーで顕著な山が見られること、及び今までその寄与の大きさが不明であったスピン $\frac{1}{2}$ の共鳴状態の中 $P_{11}(1470)$ の寄与が今まで考えられていたものより大きいと云う結論を得ている。この様な結論は申請者が行なった精密で且つ広範囲のエネルギー領域での系統的な測定結果から始めて明らかにされたものであり、又素粒子のクォーク模型の理論等素粒子の構造の追求に対して新しい実験的な知見を提供したものと言える。又本論文の研究は単一 π 中間子の光発生 of 基本的な過程の一つである $\gamma + p \rightarrow \pi^0 + p$ 反応について従来得られなかった精度の高い系統的なデータを提供しており、その学問的意義も高く評価される。

これを要するに、本論文の研究は高エネルギー物理学、素粒子物理学に新しい知見を加え、この分野の研究の発展に寄与する所が少なくないを考える。参考論文は、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持ってい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。