

氏 名	山 下 信 之
	やま した のぶ ゆき
学位の種類	理 学 博 士
学位記番号	理 博 第 348 号
学位授与の日付	昭 和 50 年 1 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	PHOTOPRODUCTION OF NEUTRAL PIONS OFF DEUTERIUM IN THE ENERGY REGION BETWEEN 300MeV AND 700MeV (3 億電子ボルトから 7 億電子ボルトのエネルギー領域における重 水素からの中性中間子光発生) (主 査) 論 文 調 査 委 員 教 授 三 宅 弘 三 教 授 町 田 茂 教 授 小 林 晨 作

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は 300 MeV 乃至 700 MeV の光子エネルギーにおける、陽子及び中性子からの中性 π 中間子の光発生の実験的研究に関するもので、このエネルギー領域で強く励起される荷電スピン 3/2 の共鳴状態 Δ (1236) が作られる際、荷電スピン 1 の荷電ベクトル光子の他に荷電スピン 2 の荷電テンソル光子の寄与が存在するか否かを調べるのがその主たる目的である。

実験は東京大学原子核研究所の 1.3 GeV 電子シンクロトロンからの阻止 X 線を液体重水素標的に入射して行われた。申請者は重陽子核の構成要素である中性子及び陽子を標的として、その各々からの中性 π 中間子の光発生を測定しているが、このエネルギー領域では充分妥当と考えられるスペクテーター模型を仮定しても中性 π 中間子光発生の過程を完全に規定するためには中性 π 中間子及び反跳核子の両者共にその三次元運動量ベクトルを精度よく測定する必要がある。

申請者はこのため中性 π 中間子を 2 個の光子測定器を用いて測定している。即ち各々の光子測定器では中性 π 中間子が崩壊して出来る 2 個の光子の各々を鉛板によって電子に変換し、この背後に置かれた合計 14 本よりなるホドスコープで光子—電子変換の位置を知って光子の飛行方向を決定し、更にその直後に置かれた全吸収型鉛がラスチェンコフカウンターによって光子のエネルギーを測定している。申請者はこの様にして、中性 π 中間子が崩壊して出来た 2 個の光子のエネルギー及びその飛行方向の間の角度を測定することによって運動力学的な考察から π 中間子の三次元運動量ベクトルを精密に求めている。一方 16 個のプラスチックシンチレーションカウンターから成るホドスコープによって、反跳中性子は約 20%，反跳陽子は 100% の検出効率で検出され、ホドスコープ・アドレスによりその飛行方向を、又飛行時間の測定によってそのエネルギーが決定されている。中性子及び陽子の識別はホドスコープの前面におかれた反同時シンチレーションカウンターで行われている。

重水素標的による中性子からの中性 π 中間子光発生及び陽子からの中性 π 中間子の微分断面積の測定は、重心系における π 中間子の光発生の角度にして 70° , 90° , 110° , 及び 130° の 4 点について、又光子の

エネルギーにして 275 MeV 乃至 950 MeV の間で約 30 MeV 乃至 60 MeV 間隔で 10 点乃至 15 点に亘って行われている。

申請者はこの重水素標的によって得られた上記 2 種類の反応の微分断面積の比を求め、この比から最小自乗法によって核子からの中性 π 中間子光発生に対する荷電テンソル光子の寄与を評価している。その結果、申請者は $\Delta(1236)$ 共鳴状態の励起に対する荷電テンソル光子の寄与は零と見なし得て、若し寄与が存在するとしてもその振幅は荷電ベクトル光子の振巾に対して 3% 以下であるとの結論を得ている。又申請者は N(1470) (P_{11}) 共鳴の近傍でも上記微分断面積の比が 1 に近く、従って N(1470) [共鳴状態が中性子からの中性 π 中間子光発生の際強く励起されることはないとの結論も得ている。

論文審査の結果の要旨

700 MeV 以下のエネルギーの光子による陽子からの単一 π 中間子光発生については実験及び理論的に詳しく研究されており、350 MeV 近傍では中間状態として、核子の共鳴状態である $\Delta(1236)$ 共鳴が強く励起されることが知られている。最近重水素泡箱によって中性子からの負 π 中間子の光発生の研究が行われ、その結果得られた 200 MeV 乃至 400 MeV のエネルギー領域の全断面積を、既に求められている陽子からの正 π 中間子の全断面積と比較した所、 $\Delta(1236)$ 共鳴に対応してこの両者の全断面積の差に谷があることが見出された。Sanda 及び Shaw 達はこの事実は、 $\Delta(1236)$ 共鳴の荷電スピンは $3/2$ であり、従ってこの共鳴は荷電ベクトル光子によって励起されていると従来考えて来たが、更に荷電テンソル光子が存在し、この光子の反応への寄与は振巾にして荷電ベクトル光子のそれに対して 20 乃至 30% に達すると云う提案を行った。しかし、核子からの荷電 π 中間子光発生の振巾には、共鳴振巾の他に可成り大きい電気ボロン項と呼ばれる荷電による振巾が含まれており、従って共鳴振巾に含まれる荷電テンソル光子の振巾を能率よく評価することは困難であり、更に重陽子核内に束縛された中性子からの負中間子光発生の測定から、自由な中性子の光発生の断面積を求める際に複雑な補正が必要である。上記重水素泡箱による測定結果及び核子からの荷電 π 中間子光発生の振巾について、更に詳しい解析及び評価が行われた結果は、上記の荷電テンソル光子の存在を支持する結論は未だ得られていない現状である。

一方核子からの中性 π 中間子光発生の振巾には電気ボロン項は含まれず、このエネルギー領域では $\Delta(1236)$ 共鳴の振巾が大部分を占め、従って共鳴振巾中の荷電テンソル部分の評価はよい精度で行うことが出来る。申請者はこの事に着目して、重陽子核内の中性子及び陽子からの中性 π 中間子光発生を同じ測定装置で測定している。申請者は中性 π 中間子は 2 組の光子測定器により、中性子及び陽子は 16 個のプラスチックシンチレーションホドスコープにより各々検出し、中性 π 中間子及び核子の 3 次元運動量ベクトルを精密に測定している。この結果、標的となる中性子及び陽子が重陽子内で運動しているために生じる π 中間子光発生の際のエネルギー及び発生角度の不確実性が除かれ、光子のエネルギーは ± 15 MeV 乃至 30 MeV、 π 中間子の発生角度は $\pm 2^\circ$ 乃至 $\pm 3^\circ$ の精度で決定され、精度の高い角度分布が得られている。重陽子標的による中性子及び陽子からの中性 π 中間子光発生の角度分布は、 π 中間子の重心系における光発生の角度範囲 70° 乃至 130° において、又光子のエネルギー範囲 275 MeV 乃至 950 MeV において 51 点について得られており、申請者は得られた角度分布の比を求め、これを自由な中性子及び陽子からの中性

π 中間子光発生微分断面積の比としている。これは測定した標的である核子が重陽子核内に束縛されているための補正及び測定系の系統的な誤差を除去するために賢明且つ有効な方法である。申請者はこの微分断面積の比から最近の現象論的部分波解析の結果をもとにして荷電テンソル光子の振巾を評価して、この振巾は殆んど零であり、高々荷電ベクトル光子のそれに比べて3%以下であるとの結論を得ているが、これは光子の性質に対する重要な知見を提供したもので、その学問的意義は高く評価出来る。又申請者が得ている $N(1470) (P_{11})$ 共鳴が中性子からの中性 π 中間子光発生の際強く励起されないという結論も、その大きさが小さく未だ π 中間子光発生の実験結果からは定量的によく解明されていない $N(1470)$ 共鳴の π 中間子光発生への寄与を明らかにするための貴重な知見である。

これを要するに、本論文の研究は光子の相互作用の研究に有意義な知見を加えたもので素粒子物理学の発展に寄与する所が少なくない。又参考論文は申請者のこの分野での学識と能力のすぐれ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。