

氏 名	奥 野 英 城 おく の ひで き
学 位 の 種 類	理 学 博 士
学 位 記 番 号	論 理 博 第 354 号
学 位 授 与 の 日 付	昭 和 46 年 5 月 24 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	Differential Cross Sections for the Process $\gamma+n\rightarrow\pi^0+n$ at Photon Energies between 500 and 900 MeV (500MeVから900MeVのエネルギーを持つ光子による $\gamma+n\rightarrow\pi^0+n$ の反応の微分断面積)
論 文 調 査 委 員	(主 査) 教授 町田 茂 教授 安見真次郎 教授 小林晨作 教授 長谷川博一

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は 500MeV~900MeV の光子エネルギーにおける、中性子からの中性 π 中間子（以下 π^0 と略す）光発生過程（ $\gamma n \rightarrow \pi^0 n$ 過程）の微分断面積を重心系 π^0 放出角 $45^\circ, 60^\circ, 90^\circ, 105^\circ, 120^\circ$, 及び 140° に対して測定したものである。中性子標的としては液体重水素を用いているが、重陽子中の中性子は一般的には動いているため、及び入射 γ 線のエネルギーが連続スペクトルをもつため、インパルス近似を仮定してもこの過程の運動学を完全にきめるのには反応過程の終状態の π^0 と中性子の各々について運動量ベクトルを精度よく測定する必要がある。申請者はこのため特に開発された π^0 検出器と中性子ホドスコープを用いて実験を行なった。

微分断面積の絶対値を測定するためには測定器の検出立体角や検出効率を共に精度よく知る必要がある。本論文のテーマである $\gamma n \rightarrow \pi^0 n$ 過程においては関与する粒子がすべて中性であるため、このことは特に重要である。申請者は中性子ホドスコープについては液体水素標的による $\gamma p \rightarrow \pi^+ n$ 過程を用いてその検出効力を校正した。即ち、この反応過程からの中性子を中性子ホドスコープで計数し、一方この中性子と1対1に出る π^+ を磁場と飛行時間法との併用で測定すると、中性子と π^+ の同時計数と π^+ の計数との比が中性子の検出効率を与えることとなる。この方法で申請者はエネルギー 50MeV から 400MeV までの中性子に対して検出効率を数%の精度で測定することに成功した。

π^0 検出器は鉛放電箱と鉛ガラス・チェレンコフ計数管との組合せからなる光子測定器の2組を、 π^0 からの崩壊2光子を最大確率でとらえるように配置したものである。申請者はこの検出効率や検出立体角をモンテ・カルロ法を用いて電子計算機で計算すると共に、液体水素標的を用いた $\gamma p \rightarrow \pi^0 p$ 過程によって実験的にそのチェックを行なった。両方の結果は誤差の範囲内で一致している。得られた分解能は 300 MeV/c~600MeV/c の π^0 に対して 3~4%であった。

微分断面積を求めることは、前述のように中性子標的が動いているためと入射 γ 線のエネルギーが連続であるため通常の反応に比べて遙かに複雑となる。申請者は(1)終状態から始状態への再構成、(2)全測定系

の有効立体角（立体角×検出効率）のモンテ・カルロ・シミュレーションによる計算；によってこれを解決した。微分断面積を導出するための以上の妥当性は、その基礎仮定として採用されたスペクテータ模型や重陽子の Hulthén 波動函数の妥当性をも含めて次の事実によって立証されている。即ち、本論文の研究で用いられた全測定系はそのまま $\gamma + d \rightarrow \pi^0 + p + n$ （下の添字はスペクテータ核子を表わす）過程をも測定しうようになっているので、これから上述と全く同じ操作で求めた $\gamma p \rightarrow \pi^0 p$ 過程に対する断面積と液体水素標的で直接得られた $\gamma p \rightarrow \pi^0 p$ 断面積と比べた所、両者はよく一致している事がわかった。

最終結果は中性子—静止座標系における光子エネルギー 500MeV～900MeV に亘って 50MeV おきに微分断面積の絶対値が得られている。これらの結果を部分波分析した結果、申請者は次のような結論を得ている：(1) D_{13} 共鳴に対するアイソ・スカラー光子とアイソベクトル光子の寄与の比は約 0.1 である。(2) P_{11} 共鳴は $\gamma n \rightarrow \pi^0 n$ 過程に対しても殆んど認められない。

論文審査の結果の要旨

本論文における申請者の研究は、中間子光発生基礎過程の一つであって世界的にみて従来より京都大学グループ以外では殆んど測定がなされていない $\gamma n \rightarrow \pi^0 n$ 過程に対して光子エネルギー 500MeV～900 MeV において微分断面積の絶対値をはじめ測定したものであって、アイソスピン $\frac{1}{2}$ をもつ共鳴状態 (D_{13} 及び P_{11}) を粒子から光子によって励起して作るとき、アイソベクトル光子とアイソスカラー光子とがどのように寄与するかをしらべようとする目的をもっている。

$\gamma n \rightarrow \pi^0 n$ 過程が今まで殆んど研究されてこなかった理由としては、関与する粒子がすべて中性であり、中性粒子の精密測定は一般的に困難であること、中性子標的が動いているための効果が複雑に影響してくるためデータの処理が非常に困難となることなどが挙げられる。

申請者は本研究のために π^0 検出器及び中性子（核子）ホドスコープを極めて注意深く設計・製作するとともに、これらの検出効率や立体角等の性能を精度よく決定することに成功した。特に π^0 検出器については 2 組の光子測定器の組合せによって 2 光子の飛行方向のなす角度及びエネルギーを知り、これを用いて最も確からしい π^0 の三次元運動量ベクトルを求める新しい方法を世界最初に行ないて数百 MeV/c の π^0 に対して 3～4% の分解能を得た。このことは従来精密測定が困難とされていたこの領域の π^0 測定法における大きな進歩とみなされる。

中性子ホドスコープの方にも申請者の工夫が見られる。中性子のエネルギー測定のための飛行時間測定においては、中性子のパルスは原理的に連続スペクトルをもつため、そのままでは飛行時間測定法にはパルス波高依存性があるので時間分解能が甚だ悪くなる。申請者はパルス波高補償回路を附加して波高依存性をとりのぞいた。これによって中性子のエネルギー測定の精度は飛躍的に向上した。又、中性子の検出効率を約 400MeV まで数%の精度で与えているが、これは世界的にみて貴重なデータである。更に前述のような理由で精密測定の極めて難かしいとされていた $\gamma n \rightarrow \pi^0 n$ 過程に対する微分断面積を導出する一般的処法を確立したことは非常に価値が高い仕事であると考えられる。申請者はこの方法の妥当性を自ら実証しているが、この方法はこの種の測定の際のデータ処理の一つの指針となるであろう。

以上のように本論文の研究に用いられた測定方法、装置、そのデータ処理の方法はいずれも申請者の並

々ならぬ工夫がみられ、世界水準を越すものと考えられるものであって、このことは実験結果に対する信頼性を高いものとしている。

実験結果を部分波分析して得た結果の(1) (論文内容の要旨参照) は従来の京都大学グループによる、 D_{13} 共鳴においてはアイソベクトル光子の励起が主であるという結論と本質的に一致しているが、これを更に一歩進めて精密化したと云うべきであろう。結論(2) (論文内容の要旨参照) は同グループによる以前の結論の再確認と見られる。いずれも重要な知見である。

これを要するに、本論文の研究は素粒子物理学特に中間子光発生の研究分野に重要な基礎的実験データと貴重な知見を加えたものと云うことができる。参考論文はいずれも申請者の高エネルギー物理学・素粒子物理学におけるすぐれた学識と研究能力を示している。

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。