

【 21 】

氏 名	木 原 元 央
	き はら もと ひろ
学 位 の 種 類	理 学 博 士
学 位 記 番 号	理 博 第 93 号
学位授与の日付	昭 和 40 年 6 月 22 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 原 子 核 理 学 専 攻
学 位 論 文 題 目	Photoproduction of Deuterons from Carbon at Several Hundred MeV (数百 MeV における炭素からの重陽子光生成)
論文調査委員	(主 査) 教 授 安見真次郎 教 授 小 林 稔 教 授 四手井綱彦 教 授 武 藤 二 郎

論 文 内 容 の 要 旨

高エネルギー光核反応において、2個の核子の放出される現象を研究することは、核内の2核子の相関を調べる上で、有力な方法であると考えられる。特に二つの核子が重陽子となって原子核から放出される過程、即ち(γ, d)反応は、一定の終状態のために興味があるが、高いエネルギー領域(数百 MeV)では殆んど測定されていない状況である。

主論文はこの未知の領域の開拓を意図して行なわれたものである。即ち最高エネルギーが400MeVから720 MeV にわたる阻止X線を炭素原子核に照射し、実験室系で57°方向に放出される重陽子及び陽子を測定した。測定には大型電磁石と4個のシンチレーション計数管から成る計数管望遠鏡によって行なわれた。これは電磁石による運動量分析と、第1と第2のシンチレーション計数管の間を粒子が飛行するに要する時間間隔の測定とを組み合わせた、一種の質量分析器とも言える粒子計数装置である。これに用いられた同時放電回路の時間的分解能は0.6nsに達し、飛行時間測定に用いられた時間一波高変換回路の直線性は非常に満足すべきものであった。申請者は重陽子を陽子のバックグラウンドから更に明瞭に分離するために第3と第4の計数管の間に、その運動量における重陽子だけを止めるに充分な厚さのアルミニウムの吸収板を置き、第4の計数管と他の3つの計数管とを反同時放電させることによって飛行時間スペクトルにおける重陽子ピークの中への陽子のまざりが無視できる程度に減らすことに成功した。

測定は阻止X線の最高エネルギー400, 500, 530, 650, 720 MeVの5点において夫々45 MeVの重陽子、72 MeVの陽子について実験室系57°方向の光生成断面積を求め、更に最高エネルギー650 MeVと720 MeVの2点において、分析電磁石の磁場を変えて重陽子について夫々53, 63, 70 MeV; 陽子に対して92, 96, 100 MeVのエネルギーでそれらの断面積を求めた。これらのデータから、いわゆる photon difference 法によって45 MeV 重陽子及び72 MeV 陽子の生成励起曲線並に光子エネルギー685 MeVにおける重陽子及び陽子のエネルギー分布曲線を求めた。

申請者は更に進んで上記の実験結果を物理的に解釈することを行なっている。即ち光反応機構として独

立核子対模型を採用し、炭素核内の核子に対しては殻模型の波動函数を用いて (r, d) 反応の微分断面積の表式を導いた。この光子のエネルギー範囲は、 π 中間子—核子系の第一励起状態の高エネルギー側の裾より第二励起状態にわたるものであるから、中間子発生を伴うことは言うまでもない。申請者は核内の最初の核子対として (pn) のみならず (pp) 及び (nn) をも考慮に入れて上述の式を導いたのである。

その結果、理論計算値は実験結果をかなりよく再現することが見出され、この事より数百 MeV 領域における炭素核からの (r, d) 反応は中間子発生過程を伴う独立核子対模型に基づく反応機構でよく説明され得ることを示した。

参考論文その 1 は、数十 MeV 陽子による数種類の核についての (p, α) 反応を写真乾板で測定して、全断面積、角分布、スペクトルのピークのエネルギーの、入射エネルギー並びに標的核の原子番号への依存性を研究して核反応機構を論じたものである。

参考論文その 2 は主論文に密接に関連する研究であって、重陽子からの中性中間子の光発生を第二励起状態付近で測定し、光子と核子との相互作用の isotopic vector 部分の寄与についての一連の研究の予備的報告である。

参考論文その 3 は、主論文と同じ研究の速報である。

論文審査の結果の要旨

光核反応の研究は、実験的にも理論的にも多くの研究者によってなされて来た。これを一言で概括すれば、低いエネルギーでは単一粒子励起共鳴が見られるが、20 MeV 付近になると、いわゆる巨大共鳴が起こって、核は集団励起され、その後の粒子放出は大体統計理論で説明される。これよりエネルギーが高くなると、光吸収断面積は一旦下降するが、光子エネルギーが中間子閾値以上になると、光中間子発生のため、光吸収の断面積は再び増加する。しかし、これを仔細に検討すれば 25 MeV 以下の比較的低エネルギーですら統計理論と実験との間にかなり大きな不一致が起こっていることがわかる。これらの不一致を説明する試みには、いわゆる直接相互作用がある。

Levinger は、200 MeV～300 MeV のエネルギー領域での光核反応における放出粒子の高エネルギー部分を説明するためには、原子核内における二核子間の相関が重要であることを認識して独立核子対模型に基づく理論的解析を行なった。即ち、 (r, p) 反応の計算において彼は擬似重陽子模型を提唱し、この反応の主な特徴は、核内における擬似重陽子の光崩壊によって理解できることを示した。この Levinger 模型は、300 MeV の阻止 X 線によって原子核からの陽子及び中性子の同時放出を測定した実験によって再び検証された。又、Shklyarevskii は (r, d) 反応にこの模型を適用し、光子エネルギー 90 MeV における実験結果とかなりの一致を得た。Kopaleishvili と Jibuti は又この模型を (r, pn) 反応の解析に用いこの場合にも核子対の相関が重要な役割を果していることを結論した。

中間子閾値以上のエネルギーになると、光中間子発生が重要な役割を果して来ることは既述の通りであるが、かような高エネルギー領域においても 2 核子の放出は核構造の研究に有力な手段であると考えられる。しかしながら、この種の研究は極めて少なく、300 MeV 以上では、皆無である。申請者の主論文は核内の核子相関の問題や 2 核子放出の反応機構について知識を得る目的で、特に 2 核子が重陽子を作って

放出される場合について 400 MeV~720 MeV の領域で炭素核について研究した。即ち、申請者は厳密な粒子識別計数装置を用いて 400 MeV~720 MeV のエネルギー範囲で光重陽子の生成曲線を、680 MeV 光子エネルギーに対しては、そのエネルギー分布を測定することに成功した。これは世界的にみて最初の実験である。

申請者は更にインパルス近似及び独立核子対模型に基づいて理論的解析を行ない、微分断面積の表式を導出した。この際炭素原子核内の (pn) 対のみならず (nn) 及び (pp) 核子対をも考慮に入れている。実験との一致はかなりよく、数百 MeV での光重陽子放出現象は少なくとも近似的には上記の反応機構で説明出来ることを示した。これは重要な知見であると考ええる。

申請者は今後の研究課題として重陽子と共に生成される中間子 (荷電±, 中性) をも重陽子と同時に測定して両者の角相関及び中間子の荷電比の測定を行なえば、原子核構造の研究に有益であろうと指摘している。

原子核の構造や核反応機構を研究するのに素粒子反応を利用する方法は、従来より種々の提案がなされて来たが、実際には未開拓の分野であると言える。この主論文は、原子核内の核子のふるまいにこの方法を適用したものとも見られ、この意味で先駆的な意義があると考ええる。

以上述べたように、主論文は光核反応の分野において新しい知識を加えたものであって、この分野の発展に寄与する所が少なくない。

参考論文は、いずれも申請者が核物理学及び素粒子物理学の分野において豊富な知識と優れた研究能力を持っている事を示している。

よって、本論文は理学博士の学位論文として十分価値のあることを認める。