

【 19 】

氏 名	全 一 東 ぜん いつ とう
学 位 の 種 類	理 学 博 士
学 位 記 番 号	理 博 第 108 号
学位授与の日付	昭 和 41 年 6 月 21 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 専 攻
学位論文題目	Absorption of Stopped π^--Mesons by He^3 and Nuclear Correlations (ヘリウム3による静止パイマイナス中間子の吸収と核子相関)
論文調査委員	(主 査) 教 授 小 林 稔 教 授 林 忠四郎 教 授 長谷川博一

論 文 内 容 の 要 旨

原子核の構造をしらべる手段として、従来、原子核から放出される種々の放射線をしらべる方法、あるいは原子核に放射線あるいは核子を照射してその反応をしらべる方法などが用いられて来たが、最近になって人工的に作り出した中間子とくに負の荷電をもつ Π^- 中間子を吸収させる方法が新らしく用いられるようになった。入射させる Π^- 中間子がほとんど静止の状態で吸収され、その際、放出されるエネルギーが 139 MeV もあるという事実は、他の方法にくらべて欠点にもなるが、一方、たとえば核内核子の運動量分布、核内核子間の短距離相関あるいは殻模型での空孔励起などをかなり直接的に観察できるという点で新しい有力な手段として注目されるようになってきた。

Π^- 中間子が 1 個の核子に吸収されるとすれば、その核子が 500 MeV/C 程度の運動量をもつことになり、核内核子がこのように高い運動量状態へ遷移する確率は極めて小さいと考えられる。それは核内の核子がこれに近い高運動量成分をもつことがほとんどないからである。したがって、 Π^- 中間子の吸収は主として少なくとも核内の 2 核子が関与する過程としておこると考えてよい。たとえば

$$\Pi^- + n + p \rightarrow n + n$$

あるいは

$$\Pi^- + p + p \rightarrow n + p$$

のような過程がとくに重要な役目を演じるであろう。つまり、他方の核子が反跳の一方を荷なうと考えるのが自然である。この際、2 個の核子の相対速度から見た最短近接距離は 0.5 F (F = 10^{-13} cm) の程度となり、この理由からこの方法は核内核子間の短距離相関をしらべるときに有力な方法であると見られる。

申請者全一東は早くより原子核の直接反応、Impulse 近似の問題に興味を示し、数編の参考論文に示されているように、その領域においてすでにいくつかの興味ある結果を得ているが、とくにそれらの問題に関連して、核内核子間の相関の問題を研究の大きな目標におくようになった。したがって、 Π^- 中間子吸収という比較的未開発の方面を拓いてゆくことにその精力を集中するようになり、最初にまとまった研究

成果として発表したのがこの主論文である。

取りあげている過程は He^3 核に静止に近い Π^- 中間子が吸収される過程であって、それはつぎの6個の過程の共存と見られる。すなわち

$$\Pi^- + \text{He}^3 \rightarrow \begin{cases} p+n+n & (1) \\ d+n & (2) \\ \text{H}^3 + \Pi^0 & (3) \\ \text{H}^3 + \gamma & (4) \\ d+n+\gamma & (5) \\ p+n+n+\gamma & (6) \end{cases}$$

である。これらの過程についての今までの研究として、たとえば Messiah の Impulse 近似による計算などがあるが、それは水素核あるいは重水素核などの場合に限られており、それらの計算にも多くの疑義が残されているように思われる。申請者が He^3 を取り上げたのは、一般の原子核で問題になる核子相関が現われる最も取り扱いやすい核であるという観点からである。

申請者は上記の考えられる過程のうち、(1)および(2)、すなわち陽子型と重陽子型の間の吸収比を計算している。さらに、 He^3 の波動函数としては核力の hard core をも考慮した対相関を含めて Gauss 型の波動函数をとり、放出される重陽子には Hulthén 型の波動函数をとっている。また、計算は Impulse 近似の方法を採用し、核子と Π^- 中間子との相互作用常数には実験値を入れている。

計算の結果は核内核子間の相関をあらわすパラメーターを変化させる形で求められているので、相関を無視した計算結果との比較が容易であり、また、相関の影響がどうあらわれるかを実験的にしらべる手がかりを与えるようになっている。

まず、重陽子型の吸収についての計算結果から述べると、吸収の確率は相関パラメーターについて顕著に変化していることが見られる。相関のない場合について、他の研究者の得た結果との比較も行なっているが、たとえば、Divakaran の得た結果の24倍もの値が得られている。もちろん申請者の計算にも、未だ多くの仮定が入っているので、その計算結果も十分定量的な意味をもつものといえないであろうが、計算方法、波動函数の正確化によって、一步定量化へ近づいたものといえよう。さらに、主論文では陽子型吸収(1)につき、重陽子型吸収(2)との比を求め、また、(1)については核内陽子が他の中性子と対になって吸収する場合と、他の陽子と対になって吸収する場合との比を求めている。この比の曲線において、核子間の相関をあらわすパラメーターを変化させると、比をあらわす曲線に著しい谷が生じてくることを指摘しているのは非常に興味ある結果といえよう。すなわち、未だその程度に正確な実験データは存在しないが、将来この種の実験が正確に行ない得るようになった場合、核内核子間の近距離相関を直接実験的にしらべる手がかりを与えているものとして、注目に値する成果といえることができよう。もちろん、上に述べたように、この程度の計算の結果に定量的意味を過信することは危険であり、また、計算結果の表現においても、さらに工夫を加えれば実験値との比較が容易になるであろうと思われるような個所も多いが、理論の現段階において、粗いながらも一応実験値の比較というところまでまとめている点、および上述のように定性的ないくつかの興味ある結果を示していることは十分認めてよいであろう。

申請者の参考論文は、直接反応に関係して核子相関に触れたもの、 C^{12} による中間子の吸収など、一貫して主論文に達するまでの予備的研究ともいえるが、それぞれ独立して原子核反応の分野における意義ある成果として存在価値をもつものである。

論文審査の結果の要旨

原子核の構造を π^- 中間子の吸収を用いてしらべる方法は最近になって実験が始まり、また、理論的研究も比較的未開発の分野である。申請者全一東は以前より直接過程に興味をもち、その方面から核内核子の運動量分布あるいは核子間の相関を研究して来たが、最近、 π^- 中間子の核による吸収がこれらの問題に対しある意味では直接的な情報を与えることに着目し、未開発の分野へ進んで取りくむようになった。主論文に取り扱われている問題は He^3 核に π^- 中間子を吸収させたときにおこる反応のうち、3 個の核子が放出される過程および中性子と重陽子が放出される過程である。主論文では、 π^- 中間子の吸収によって与えられるエネルギーが大であるため、それが 1 個の核子の反跳ではおさまらず、大部分 2 核子以上が関与することを注意し、したがって、大きい相対運動量をもつ 2 個の核子間の近距離相関がこの過程に大きく影響するということを強調している。核内核子が相互のつよい反撥力のため近距離において強い相関をしめすであろうということは多くの人によって注意され、これが核構造の上で重要な役目を演じることが明らかにされているが、その相関の有様を直接にしらべるという手段はほとんど考えられていなかった。主論文に書かれているように、 π^- 中間子の吸収という過程はそれを実験結果に反映する数少ない過程の一つであり、申請者がこの事実を強調し、さらに計算によって、未だ多分に定性的ではあるが、一応実験と比較し得る結果を得ていることは今後のこの方面の研究に寄与するところが大きであろうと考えられる。主論文ではそのほか、3 個の核子の放出と重陽子と中性子の放出との確率の比を核子間相関の強さをパラメーターとして求め、また、それらの結果から、もし実験が正確に行われるようになれば核子間相関の大きさを直接実験から推定できる形にまでまとめている。これらの計算は理論の現段階では未だ多分に定性的なものと考えられ、また、計算結果の表現においても、さらに工夫を加える必要さも考えられるが、この計算においても、同じ方面の今迄の理論値に対し、十分定量化へ進んだものといえてよい。

参考論文では、 C^{12} 核による π^- 中間子の吸収を取り扱って、あとに残る B^{11} の励起エネルギーの分布を求め、実験結果と比較したもの、または、重陽子核の Pick-up 反応と Stripping 反応などを取り扱って核内核子間の相関を論じたものなど、核内核子のふるまい、核構造の問題に関係した重要な問題をつねに実験と比較できる形にまで計算を進めた労作が多い。したがって、申請者全一東の学位論文は理学博士の学位論文として価値があるものと認める。