

【 17 】

氏名	武宮利徳 たけみやとしのり
学位の種類	理学博士
学位記番号	理博第67号
学位授与の日付	昭和38年9月17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	Quasi-Free Proton-Proton Scattering in Li^7 (p, 2p) He^6 and Li^6 (p, 2p) He^5 ($\text{Li}^7(p, 2p)\text{He}^6$ および $\text{Li}^6(p, 2p)\text{He}^5$ 反応における 陽子-陽子の準弾性散乱について)
論文調査委員	(主査) 教授 小林 稔 教授 湯川秀樹 教授 高木修二

論 文 内 容 の 要 旨

原子核の殻構造をしらべる有力な実験的手段として、核にかなり高いエネルギー（100 Mev 程度）の陽子を衝突させ、散乱されて出てくる陽子と衝突によってたたき出される陽子とを観測する、いわゆる、(p, 2p) 反応がある。その際、出てくる2個の陽子のエネルギーおよび2個の陽子の角相関を測定し、衝突を2個の陽子の弾性衝突とみなせば、最初に核内にあった陽子の波動関数についての知識をうることができる。このように核内核子と入射核子との衝突時における他の核子からの影響をきりはなして考える方法は Impulse 近似あるいは準自由散乱 (Quasi-free scattering) とよばれ、軽い核の構造の研究に応用されて定性的にかなりよい結果をあたえ、原子核の殻構造説をささえる有力な証拠となっている。

しかしながら、この理論と実験結果との一致は定量的には十分満足なものではなかった。すなわち、たとえば $\text{Li}^7(p, 2p)\text{He}^6$ と $\text{Li}^6(p, 2p)\text{He}^5$ の実験において、出てくる2個の陽子のエネルギーの和に2個の山が得られ、これらの山はそれぞれたたき出された陽子が核内の P 殻あるいは S 殻にあったことを示している。出てくる2個の陽子の方向分布についても、入射陽子の方向を中心として対称的に測れば、その高度が、たとえば Li^7 を 155mev の陽子で衝撃した場合、 35° および 50° のところで最大値をとり、 42° のところで谷ができる。これは簡単な Impulse 近似で予想できることであって、谷は P 殻にあった陽子が運動量零の成分をもたないことを反映している。ところが、Impulse 近似をそのまま適用すれば、この谷の値が零になるはずのところ、実験値は最も深いところでも山のところの値の $1/2 \sim 1/3$ 程度である。

この角分布における理論と実験とのくいちがいを説明するために、Maris, Johanssen および坂本らは入射陽子が核の場でまげられることや核内で吸収されることをとり入れた計算を行なっているが、彼等の計算によっても、谷の深さに対して十分な説明が与えられなかった。

著者武宮利徳は早くより核反応に対する Impulse 近似の適用、およびその適用性の吟味を行なっていたが、上述の (p, 2p) 反応におけるくいちがいを説明するために、入射陽子および放出される核内陽子がさらに核内の他の核子と衝突する可能性を入れて計算することを試みたのが主論文の内容である。

著者の着想は主論文で論じられているように、当然なことであって、衝突後の2個の陽子もつエネルギーから推定して、入射陽子のエネルギーが100Mevの程度であっても、これらの陽子が核内を衝突せずに通過する自由行程は軽い核の半径と同程度の長さであり、したがって第二、第三の衝突、すなわち多重衝突を考慮に入れなければ定量的な結果は得られないはずである。著者はこの点を指摘して、Lippmannによる波動マトリックスの方法を用いて、二重衝突までとり入れる面倒な計算を逐行した。

得られた結果は、 Li^7 核については実験に用いられたエネルギーの広い範囲にわたって、実験結果とのよい一致を示している。しかし、 Li^6 核については、やはりあまりよい結果が得られていない。

このことは、著者がいうように、 Li^6 核ではp殻にある2個の陽子間の相関が強く、そのため、各核子に対して独立な波動関数を想定するHartree近似が強く破れているためであろうと考えられる。したがって、この主論文はImpulse近似に対する多重衝突の影響という問題に満足すべき結果を与え、さらに、 $(p, 2p)$ のような核反応が今後核子間相関を考えて行く上で一つの手がかりを与えることも示しているといえる。

参考論文2編は、ともに核反応に対してImpulse近似の方法を適用したものであって、その一は重水素核が軽い核で散乱される場合をとりあつかい、とくに散乱された重水素核の偏りの問題も議論されている。その二では、核による核子の散乱に対してImpulse近似で得られた結果を実験結果と系統的に比較することを目的としたものであって、広いエネルギー領域にわたり、また多くの核に対し、Impulse近似の方法がかなりよい結果を与えていることを示している。計算は二体の核力を用いて行なれているのでこれらの事実はまた2個の核子間の衝突がこのような場合にも核力の理論にしたがっておこなっていることの一つの傍証をもあたえているといえることができる。

論文審査の結果の要旨

原子核反応に対するImpulse近似の方法、すなわち入射粒子（核子）が核内粒子と個々に衝突すると考え、その衝突時においては他の核子の影響を無視して、2個の自由核子が衝突するとしてとりあつかう近似法は、入射核子のエネルギーが数十Mevないし数百Mevの範囲では定性的に正しい結果を与えることが知られており、たとえば陽子が核に衝突して $(p, 2p)$ 反応をおこす場合などは、放出される2個の陽子のエネルギーおよび角分布をしらべることから、元の核の構造を論じるというような問題に利用されている。

しかし、その実験結果との比較において、定量的な議論を進める場合には、かなり大きいくいちがいがおこることもたびたび指摘されてきた。このくいちがいの一部はImpulse近似の粗さに起因するものと考えられ、それを救うために、たとえば入射核子に対して核全体としての影響をポテンシャルの形で入れ、いわゆる歪曲波の方法を用いたり、あるいは核内で問題にしている衝突以外におこる衝突を吸収と見なして、複素ポテンシャルを用いるような試みがなされたが、簡単な核反応、たとえば $\text{Li}^6(p, 2p)\text{He}^5$ のような場合の定量的なくいちがいを十分に説明することができなかった。

著者武宮利徳はこの問題を核内でおこる多重散乱の影響を考慮することによって解決した。彼の推論によれば、100Mev程度の入射核子に対しては少くとも衝突後の核子の自由行程は核半径の程度であり、し

たがって多重衝突は当然考えなければならぬというのであって、実際、主論文に示されているように、二重散乱までとり入れた (p, 2p) 反応では、たとえば $\text{Li}^7(\text{p}, 2\text{p})\text{He}^6$ の反応では、理論と実験とのよい一致を得ている。他方、 $\text{Li}^6(\text{p}, 2\text{p})\text{He}^5$ の反応では、この一致はまだ十分ではないが、これは Li^6 核の P 核内の 2 個の陽子の相関がつよいことによるのであろうと推論している。

以上述べたように、著者武宮利徳は核反応理論における Impulse 近似を改良し、実験との一致をよくしたということで核反応理論に貢献した。また、このような方法によってもよい一致がえられない場合を指摘して、核子間相関をしらべる手がかりを提唱し、今後の核理論の進み方の一つの方向を示したということもできる。参考論文も Impulse 近似に関するものであって、著者のこの方面での造詣の深さを示している。したがって、本論文は理学博士の学位論文としての価値がある。