

氏 名	手 嶋 忠 之
	て しま ただ ゆき
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	工 博 第 338 号
学 位 授 与 の 日 付	昭 和 48 年 7 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	工 学 研 究 科 原 子 核 工 学 専 攻
学 位 論 文 題 目	Interactions of Hadrons in a Relativistic Composite Model
	(相対論的複合模型におけるハドロンの相互作用)

(主 査)
論文調査委員 教 授 片 山 泰 久 教 授 池 田 峰 夫 教 授 清 水 栄

論 文 内 容 の 要 旨

この論文は、原子核内の核子（陽子・中性子）と同じ強い相互作用に関与する粒子、すなわちハドロンの相互作用の特徴を、ハドロンが基本粒子の複合系であるとする模型にもとづき分析したもので、9章から成っている。

第1章は緒論として、この種の模型の従来の分析が不完全であること、それが主として構成粒子の相互作用と相対運動との効果を考慮していない点にあることを指摘し、本研究の目的と内容の概略とを明らかにしている。

第2章においては、この論文で有力な手段となる相対論的確率振幅（NBS 振幅）の概念を導入している。NBS 振幅は本来基本になる構成粒子の相互作用の知識によって決定されるものであり、その知識が十分解明されていない現状では明確には定まらないが、著者は2, 3の適当な仮定で許される最も一般的な形に基づき、いろいろの現象について計算結果と実測結果とを比較することで一貫した決定ができるかどうかの問題の主点をおく。このようにして、中間子は基本粒子と基本反粒子とからなる NBS 振幅で、重粒子は基本粒子3体の NBS 振幅であらわされている。

第3章では、実際の観測結果と結びつく行列要素を NBS 振幅であらわすことが試みられている。この場合、相互作用の複雑さを考慮するために、実際の粒子に関与する基本粒子の幾組かの NBS 振幅のほか、相互作用をあらわす頂点形状因子が行列要素に導入される。

第4章では、NBS 振幅および頂点形状因子を単純化するため、相対運動を重心運動から分離する因数分離が仮定されている。

第5章では、以上により求めた行列要素を用いて電磁氣的相互作用の形状因子およびS波中間子の崩壊が求められている。電磁氣的相互作用の形状因子は、ベクトル型中間子の寄与を主とする模型（VDM）の結果と一致して実験結果を良く再現する。また、S波中間子の崩壊については、従来のパークマン・ウィグナーの結果を改良し、基本粒子は端数電荷（電気素量の $+2/3$ 倍、または $-1/3$ 倍）をもつとする

説をとるならば、実験結果と一致は良い。

第6章では、以上の改良した結果が得られる理由をいままでの試みと較べることによってしらべ、構成にあずかる基本粒子の相対運動と相互作用との効果が重要な役を演じている点が強調されている。

第7章では、同じ方法がP波中間子の崩壊に適用されている。この場合も、理論と実測との結果の一致は従来よりかなり改善される。しかし、S波中間子の崩壊に較べると一致は完全ではないが、その不一致はすべての場合系統的にあらわれ、頂点形状因子に無理のない改良を施すことによって修正できることが示されている。

第8章では、重粒子の相互作用定数、磁気能率および崩壊への適用の結果がのべられている。とくに、核子の相互作用定数および磁気能率の理論値は実験値と良く一致し、相対運動の効果の重要性が示される。しかし、崩壊については、とくに軸ベクトル型形状因子を導けない点で満足ではない。そのことは、崩壊相互作用に関与する媒介中間子を導入すれば改善され、とくにベータ崩壊については実験とよく一致する結果が得られることが示されている。

第9章では、以上の結果を総括している。

附録には、NBS 振幅の規格化が論じてある。

論文審査の結果の要旨

原子および原子核を構成する要素的な粒子は、高エネルギー現象の実験とその分析との進展にともなって、その種類を急激に増加して、今日では百種類をはるかに上まわっている。その大部分は原子核を構成する核子（中性子および陽子）とその間の力を与える中間子と似た性質をもち、核力と同程度の強い相互作用をする粒子で、これらはハドロンと総称される。

これら多種類のハドロンを、もはやそれぞれ異った素粒子と考えることは無意味となり、多種類の原子核が中性子と陽子とから構成されるとして多くの知見を得たように、さらに基本的な粒子の複合体と見ることでより有効な成果を期待できる可能性がある。この種の複合模型は坂田によって最初に提唱され、さらに池田・小川・大貫によってユニタリー群の表現論を適用して運動学的には多くの知見が得られてきた。現在では、ゲルマンによる3次元特殊ユニタリー群を用いる模型が最も適当なものとされている。

しかし、以上の試みは殆んど運動学的な考察に限られ、模型による力学的な結果を導出するには到っていない。その理由は、基本的な粒子がまだ発見されないためにその性質が未知であるのに加え、高エネルギー現象の結果として相対性理論の枠内で結合状態を問題にしなければならないためである。

本論文の著者は、これらの複雑な状況を直接考察する道をさけ、模型の結果と実験とを直接に比較する点においてあらわれるであろう理論の答を最も一般的に仮定し、実験から逆にそれを決定するという方法をとった。そのような適当な量として、相対論的な確率振幅（NBS 振幅）がえられた。勿論、実際にNBS 振幅を定めるには適当な仮定が必要であり、その仮定の是非は別の実験との比較によって判定できる。この方法で多くの実験事実をよく説明できたのは著者が最初である。

それらの成果の主なものをあげると次のようである。

(1) S波中間子の崩壊について、それを構成する基本粒子に関するパラメータが決定される。これは中

間子を素粒子と見たウィグナー・パークマンの結果とは著しく異なり，さらにより結果を与える。もし基本粒子が端数電荷（電気素量の $+2/3$ 倍，または $-1/3$ 倍）をもつと仮定すれば，すべての S 波中間子の崩壊を説明できる。

(2) P 波中間子の崩壊については，理論値と実験値との完全な一致は得られないが，従来の結果を著しく改良し，さらに適当な相互作用に関する仮定を加えると，一致を完全なものにすることもできる。

(3) 核子と中間子との結合定数は，前述したパラメータによって 13.7 を与える。因みに実験値は 13.7 であり，数値の一致は偶然としても，この方法の正しさを証明している。

(4) 陽子および中性子の磁気能率は，それぞれ核磁子を単位として 2.71 および -1.81 を与える。実測値は 2.79 および -1.91 である。従来の群論的考察によれば，これら 2 つの比が $-3/2$ であったが，著者はそれらの絶対値をも導くことができた。

(5) 核子の崩壊相互作用について軸ベクトル型形状因子とこの模型の結果とのずれは，これら相互作用を媒介する未知の中間子の存在を暗示していると考え，著者はそれを導入してベータ崩壊，とくに軸ベクトル型とベクトル型との結合定数の比が正しく得られることを示した。

以上のごとく，著者は相対論的複合模型の研究について，多くの成果をあげそれを前進させたものであり，学術上寄与するところ少なくない。

よって，本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。