

氏 名	白 藤 忠 彦 しら ふじ ただ ひこ
学 位 の 種 類	理 学 博 士
学 位 記 番 号	理 博 第 222 号
学位授与の日付	昭 和 46 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	理 学 研 究 科 物 理 学 第 二 専 攻
学位論文題目	Spin Structure of Hadrons in the Composite Model and Polarization Phenomena (複合模型におけるハドロンのスピン構造と偏極現象)

(主 査)
論 文 調 査 委 員 教 授 田 中 正 教 授 荒 木 不 二 洋 教 授 町 田 茂

論 文 内 容 の 要 旨

素粒子のうちで強い相互作用に関係するいわゆるハドロンについては、その静的な性質を説明するのに、非相対論的な複合フォーク模型が、顕著な成功を収めていることや、ハドロン間の高エネルギー散乱現象においていわゆる「かたい芯」の存在の可能性が示されているなどのことから、ハドロンはより基本的な物質—ウルバリオンから構成されていることが強く示唆される。また間接的には高エネルギーのハドロン反応の示すレジャ現象も、ハドロンのもつ複合性をうらづけるものといえる。

しかしながら、今日に至るまでこのウルバリオンと思われる物質粒子は実験的に検出されておらないこともあって、果してそれがどこまで今日の既知の場の量子論による素粒子像を適用し得る様な対象であるかを研究することは重要な意義をもってきている。現在の場の理論の枠組での粒子像が許されるものとするれば、ウルバリオンはその属性として、自身の四元運動量、質量、スピンと統計性などをもつはずである。これらの属性は、ウルバリオンが占める時間、空間の枠組と密接に関連している。従ってその様なウルバリオンが、ハドロンの中に存在するとした時に導かれる理論的な帰結を、ハドロン相互間の高エネルギー反応を通してたしかめることは非常に重要である。

申請者は、まずウルバリオン自身のスピンと運動量の振舞いは、ディラック粒子様に記述されるものと仮定して、それがハドロン of 伝播関数にどのような効果を与えうかを検べる。その際、ハドロン間の強い相互作用は、いわゆる12次元擬似ユニタリー群 $U(12)$ 対称性を満すことを仮定する。それはハドロンを構成するウルバリオンのスピンとユニタリ・スピンの、相互作用を通じてある意味での連続性を保持することを意味する。そしてこれから導かれる理論的帰結を、他方ハドロンがよく知られたパーグマン・ウィグナーの方程式に従う多元スピノール場によって記述されとする従来の取扱い—それは申請論文での立場でいうと、ハドロン内部のウルバリオンの時間、空間的な運動を無視した近似に相当する—による場合と比較する。具体的な比較検討は、中間子と核子、重核子との散乱現象でのスピン偏極現象を通じて行なわれる。その際、相互作用に対しては、さきの $U(12)$ 対称性を仮定し、上述のハドロン of 内部時空構造を無視し

たバーグマン・ウィグナー方程式に従うハドロンの伝播関数を用いると、前方散乱におけるスピン偏極が消滅するという理論的結果が導かれる。

これに対して、申請論文における様に、ウルバリオンのハドロン内部での運動とそれによる時空的構造を考慮に入れるならば、上述の前方散乱におけるスピン偏極は一般に許されることになり、その大きさは、ハドロン内部でのウルバリオンのもつ運動量の平均値に関係することが結論される。現在のところ、スピン偏極現象の実験的資料は、申請論文の提起にそってウルバリオンの属性について明確な結論を許すほどに精確でないが、近い将来においては十分にそれを期待することが可能である。

論文審査の結果の要旨

素粒子は、今日光子を別として、レプトンとハドロンに大別されている。後者のハドロンのうち、原子核の構成要素である、陽子・中性子などは古くからよく知られているが、最近はそれらに加えて K-中間子やハイペロンと呼ばれる重い核子、さらにそれらの励起状態と考えられるものが多数見出されている。今日このハドロンの静的な性質は、1955年の坂田模型以来、複合粒子仮説によってかなりよく理解されるにいたっている。その際、基本構成要素については、未だ種々の模型の可能性が残されているが、しかし、いずれの場合にもスピン $\frac{1}{2}$ をもつ少なくとも三種類の基本粒子が必要と考えられている。ところで、この基本粒子が果して我々になじみ深い素粒子像、例えば上述の様にスピン $\frac{1}{2}$ であるとすれば、それは相対論的な電子にみられる Dirac 粒子様なものか、それとも新しい異質な存在かが研究者の大きな関心となっている。実際、ハドロンの性質を再現するためには、これらの仮説的な基本粒子に対して例えば半端な電荷をもちこむとか、異常なスピンと統計性を仮定するとか理論的にいくつかの不思議な属性を課す必要性が生じており、さらにそれが宇宙線などのひきおこす高エネルギー現象を通じても未だ発見されないことなどが加わって、その実態は依然謎とされている。

申請者は、この仮説的基本粒子が、ハドロンの内部で従来の Dirac 粒子様の振舞いを保持する可能性を理論的に考察し、それを検証する実験を提起している。

従来は、この種のスピンをもつ相対論的な複合粒子系については、主としてバーグマン・ウィグナーの波動方程式による記述がひろく採用されてきた。しかし、それは申請者が指摘する様に個々の構成粒子のもつスピンは正しく複合する方式になっているが、各粒子の独自の時間・空間的な運動は取入れられておらず、いわばそれを無視した近似理論とみなすことができるものである。申請者は各構成粒子が独自の時空的な位置座標と運動量をもち、かつ Dirac 粒子様なスピン運動をもつものと考え、その様な構造をハドロンの伝播関数に取入れる新しい理論を提唱している。

さらに申請者は、この様なハドロンの内部構造の有無を実験的に検証するため、中間子と核子、重核子との散乱現象を考察し、特に前方散乱における核子や重核子のスピン偏極現象に注目する。そこでもし、ハドロンの相互作用がU(12)-対称性と呼ばれる様な構成粒子のスピン、ユニタリ・スピンに関するある種の保存則を充すものと仮定すると、上述のハドロンの内部構造の有無に対応して、スピン偏極現象が現われたり、消滅することを申請論文は明らかにした。しかもこの偏極の大きさが、ハドロン内部の基本粒子の運動量の平均値に関係していることを指摘している。現在までの世界的に得られているこの領域での実

験データは未だ不十分なため、確定的な結論を下しうるまでにはいたっていないが、近い将来において、その可能性は十分にある。かくして、申請者の提起が、確証されるならば、それは素粒子の基本構成粒子の性質について、重要な知見を与えることになり、その意義は、きわめて大きいものと考えられる。

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。