

【 39 】

氏 名	杉 本 浩 すぎもとひろし
学位の種類	理 学 博 士
学位記番号	理 博 第 387 号
学位授与の日付	昭 和 51 年 3 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	独立粒子描像による <b>Baryon</b> の光子遷移

論文調査委員 (主査) 教授 町田 茂 教授 田中 正 教授 位田正邦

論 文 内 容 の 要 旨

強い相互作用をする素粒子 (ハドロン) がいろいろな意味で複合性を持つと考えられることは、多くの実験データによって明らかになっている。

ハドロンの複合模型としては、簡単で多くの実験に合うものとしてクォーク模型があり、プサイ粒子その他新しい型の粒子の最近の発見によってその拡張の必要性が論じられているが、いままでのクォーク模型によって扱ってよいと考えられる広い領域は存在する。

申請者の主論文の研究はこのような領域に属し、その内容は二つに分れ、その各々がさらに二つに分けられる。すなわち、前半は非相対論的クォーク模型による分析にあてられ、さらにハドロンの準位構造の研究と重粒子間の光子遷移の研究とに分けられている。主論文の後半は独立粒子描像にもとづくクォーク模型による分析にあてられ、前半と同じく、さらにハドロンの準位構造の研究と重粒子間の遷移の研究とに分けられている。

ハドロン準位構造については非相対論的クォーク模型が非常によい第一近似を与えることが以前から知られているが、申請者は新しいデータをふくめてもこのことがよく成り立つことをくわしく示している。

この成功にもかかわらず、相対性理論の要請をみだす理論によってこの結果はみちびかれるべきものであってそのような研究も存在する。

申請者はクォークの運動における相対論的補正をとり入れるものとして独立粒子描像を採用し、それにもとづいて重粒子間の光子遷移をくわしく分析した。

非相対論的クォーク模型ではクォークは二成分スピノルであらわされるが、独立粒子描像では基本的な相互作用の結果としてえられると考えられる有効ポテンシャルを想定し、クォークはその中で動く四成分スピノルによってあらわされると仮定する。

申請者は独立粒子描像におけるハドロンの準位構造を論じ、三個のクォークの集合系としての重粒子における余分な状態の除去にからまる問題を論じ、非相対論的クォーク模型における準位との対応をくわし

く調べ、実験と一致するように準位をとることができることを示している。

重粒子間の光子遷移に関しては、申請者は光子とクォークとの極小相互作用と相互作用の加算性を仮定し、核子とその励起状態間の遷移の実験データとの比較をおこなっている。

申請者はまず非相対論的クォーク模型によってくわしい分析をおこない、この模型では重大な困難におちいり、それが重粒子の内部の空間波動関数によるものでなく、スピンの非相対論的扱いによることを明らかにした。ついで申請者は、スピンを四成分スピノルによってあらわす独立粒子描像ではこの困難は解消され、実験データを全体としてよく説明できることを示した。

### 論文審査の結果の要旨

申請者の主論文では、まず重粒子の複合模型として従来から広く用いられている非相対論的クォーク模型について、重粒子族の分類における成功と、光子遷移における困難をくわしく分析している。とくに後者について、申請者は多くの実験データを総合的に分析し、 $D_{13}(1520)$ と $S_{11}(1535)$ と呼ばれる二つの核子共鳴状態についての実験データから、クォークと光子との相互作用のスピン依存性についての知見をみちびき、そこで得られた三つの関係式の相互関係がふつうの非相対論的模型と矛盾することを明らかにした。この矛盾は空間波動関数のとり方によって解決されるものでなく、スピンの扱いが非相対論的になっていることによるものである。さらに $F_{15}(1688)$ と $P_{13}(1810)$ と呼ばれる二つの核子共鳴状態についても同様の問題があることが明らかにされた。

次に申請者は独立粒子描像にもついで同じ過程の分析をおこなった。くわしい計算と実験データとの比較によって、四成分スピノルを導入すれば上記の困難を解決することができ、実験データを全体として再現できることが示された。

申請者はクォーク電流の行列要素がSU(3)八重状態の光子との相互作用に直接結びつくことを示し、そのために実験値の特ちょうから、クォーク段階での光子励起のメカニズムを引き出すことができることを明らかにした。その結果、クォーク段階では $(j=\frac{1}{2}, m=\frac{1}{2}) \rightarrow (j=l_k+\frac{1}{2}, m=\frac{3}{2})$ の光子励起が他よりも強く起っていることがわかった( $l_k=1, 2$ )。これから $l_k \geq 3$ でも同様なことが期待され、 $l_k=3$ でも唯一つある実験値からは部分的支持が得られている。これはたいへん興味ある結果であって、今後、 $G_{17}(2190)$ 、 $H_{19}(2220)$ などの核子共鳴状態についての実験が進めば、予想の正否を判定できるはずである。

遷移をひき起す光子の多重極に関する選択則については、独立粒子描像でも非相対論的模型の結果がそのまま成り立ち、実験値もほぼそれに合っている。

主論文で得られた上記の結果は、素粒子の構造と相互作用を明らかにするためにきわめて重要なものであり、申請者の研究は複雑な実験データを見通しよく整理する有用な方法を示したものと云うことができる。

参考論文1は一つの空孔を持つ媒質中での量子化された場の振舞いを調べたもので、双対共鳴状態の理論の一つの重要な側面を論じたものである。参考論文2は光子と核子との衝突による1個の $\pi$ 中間子発生の過程に対する反応行列を、核子の共鳴状態の寄与の和としてあらわし、各荷電スピンおよびヘリシティ変化についてその実数および虚数部分の振舞いをくわしく調べたものである。これらの参考論文はいづれ

もこの分野における申請者の研究者としての力量をよく示している。  
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。