

【 41 】

氏名	山脇 幸一 やま わき こう いち
学位の種類	理学博士
学位記番号	理博第 353 号
学位授与の日付	昭和 50 年 3 月 24 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	光的カイラル代数に於ける表現混合とハドロン共鳴

論文調査委員 (主査) 教授 町田 茂 教授 位田正邦 教授 田中正

論 文 内 容 の 要 旨

ハドロン共鳴のスペクトラムおよびその崩壊を理解する上でこの10年間主導的な役割をはたして来たのは、非相対論的クォーク模型に基づく $SU(6)_s \otimes O(3)_L$ 対称性とそれから発展したいくつかのアプローチである。しかし、この方向でのアプローチに全然問題がないわけではない。 $SU(6)_s$ 対称性をユニタリ性をこわさずに相対論化することの困難さは以前から知られていたし、 $SU(6)_w$ の破れについてもはっきりした解決はまだ与えられていないのが現状である。申請者のめざす方向は、ハドロン共鳴を従来とはいささか異なる新しい角度から研究することによって当面する困難を打開しようとするものであり、同時にその際に基礎とする光的カイラル代数の理論的性格を明らかにしようとするものである。

光的カイラル代数は、光円錐に接する超平面上での積分で与えられる光的荷電をその生成演算子として、そこで本論文の前半では、光的荷電の数学的・物理的諸性質を通常の荷電と対比しながらわしく論じている。光的荷電の安定群は $\{E(2) \otimes D\} \times T(3)$ という構造を持つため、光的アクシャル荷電と非可換な Poincare 生成演算子は 3 個あるが、そのうちの 1 つは P_- で、PCAC によってその交換関係が光的擬スカラー中間子のバーテックスで与えられる。申請者は残り 2 つの J_i ($i=1, 2$) とアクシャル荷電との交換関係がやはり PCAC によってきまることを示した。これらのことから、光的カイラル代数の非対称的性質がカイラル対称性の自発的破れによるものであることを結論し、さらに σ モデルにおいてこのことを具体的に確かめている。光的カイラル代数が非対称代数であるため、物理状態は必然的に表現混合をひき起すが、上記の結論によれば、表現混合そのものがカイラル対称性の自発的破れによって生じることになる。

現実のハドロン共鳴における表現混合の問題を現象論的ならびに理論的に研究したのが本論文の後半である。ハドロン共鳴にカイラル・パートナーの存在を認めることがカイラルな描像を重視する本論文の出发点となる。従来の多くの試みから本論文が区別される点はこのことにある。しかしながら、本論文は $SU(6)$ 的描像を否定するわけでは決していない。むしろ、現実のハドロンの世界を理解するには、基本的性格の異

なるこれら 2つの描像を同時に考えなければならないとするのが本論文のめざす方向であり、まさにこの理由によって非対称代数である光的カイラル代数を理論構成の中心に持ってくる必要が生じるのである。

本論文はまずハドロン共鳴でも問題のより簡単な中間子共鳴について現象論的分析を行う。混合規則を整理した後、 $SU(6)$ とカイラルの共存を最も単純にとらえる作業仮説としてブロック仮説を取る。さらに三重性の条件から混合角パラメーターをきめ、 $J_3=0$ の場合にはパイオン崩壊の実験結果をよく説明することに成功した。 $J_3=1$ の場合は $J_3=0$ のときほど一致は良くない。

重粒子共鳴についての実験の情報が多いが、問題が複雑なため、その分析は決して容易ではない。本論文では基底 8 重項に対する Adler-Weisberger 関係式を光的カイラル代数の既約表現ごとに分けることによって、基底 8 重項の各既約表現のウェイトを実験から求め、そこからいくつかの興味ある指摘をしている。ついでブロック仮説を用いた表現混合の分析も行なっているが、これについてはまだはっきりした結果を出すところまで至っていない。しかし光的カイラル代数による分析の有効性は十分うかがえる。

参考論文 1 はハドロン反応において重要性が確かめられている双対性の概念を手がかりにして、ハドロンの複合理論で採用すべき相互作用の形をきめることを研究したものであり、従来知られていたユニタリースピンの形だけでなく、スピノル変換性の形もほぼ一意的にきまることが示され、また、時空変数についても双対性をみだす具体的な形が与えられた。参考論文 2 は、参考論文 1 の結果として示唆されるユニタリースピン、スピンおよび時空変数の近似的分離可能性を元として、ハドロン共鳴のデーターをくわしく分析し、 $SU(6)_S \otimes O(3)_L$ 対称性の重要性を示したものである。参考論文 3 では同様の観点から、複合理論で与えられるハドロンの内部軌道角運動をレッジェ化したものの役割を現象論的に検討したものである。参考論文 4 は光的カイラル代数の枠なかで、中間子共鳴の表現混合のしかたを研究したものである。

論文審査の結果の要旨

光的カイラル代数がハドロンの対称性に対する新しいアプローチをひらく可能性を持ったものと考えられる理由の 1 つは、その生成演算子である光的アクシャル荷電の安定群が通常の実保存荷電の場合とは非常に違った構造を持つことにある。しかし光円錐に接した超平面上で量子化を行なわなければならないため、理論的に未解決の問題が非常に多い。現象論の面からいっても、ハドロン共鳴の表現混合を光的カイラル代数の枠内で導出しようとする試みは、まだ始まったばかりの段階に過ぎない。

本論文は、このような状況下にある光的カイラル代数により確固とした理論的基礎を与え、それによってハドロン共鳴物理学がかかえている諸問題のいくつかを解決することをめざしている。

本論文はその前半において、光的荷電の重要な諸性質を通常の荷電と対比してまとめている。その中で J_i ($i=1, 2$) と光的アクシャル荷電との交換関係を PCAC から求めているが、それは光的カイラル代数における基本的な結果であり、今後の応用が期待される。また光的カイラル代数の非対称的性格がカイラル対称性の自発的破れによるものであるという指摘は、自発的破れの機構ひいてはハドロンの存在様式そのものを研究していく上で重要な示唆を与えるものと考えられる。

本論文の後半の主題は、中間子共鳴および重粒子共鳴の表現混合に関するブロック仮説による現象論的

分析である。中間子共鳴に対しては、二重性の条件を課すことによって混合角パラメーターを決定し、 $J_3 = 0$ の場合の結果は実験と良い一致を示す。重粒子共鳴に関しては、表現混合の主要なパターンをつかむことにまだ成功していない。しかしハドロン共鳴共に対すこれらの分析によって、実験結果を $SU(6)$ よりも一般的な光的カイラル代数の言葉で表現することが可能になった点を特記したい。

以上に述べた如く、主論文は光的カイラル代数の理論的構造を追求し、さらにハドロン共鳴の表現混合を具体的に論じたものとして、ハドロン対称性の理論の発展に寄与するところが少なくない。また、参考論文はいずれも申請者が素粒子物理学の分野において豊富な知識とすぐれた研究能力をもっていることをよく示している。

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。