

氏名	相澤伸之 あいざわのぶゆき
学位の種類	工学博士
学位記番号	工博第684号
学位授与の日付	昭和55年9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	工学研究科原子核工学専攻
学位論文題目	Mass Spectra of Mesons and Their Radiative Interactions (中間子の質量スペクトルとその電磁相互作用)

論文調査委員 (主査) 教授 星崎憲夫 教授 向坂正勝 教授 池田峰夫

論文内容の要旨

多種多様な素粒子の存在を理解するためには、素粒子をクォークからなる複合粒子系と見なす事が実験的にも理論的にも要求される。クォーク系の力学を記述するものとして現在盛んに研究されつつある量子色力学理論は、低エネルギー領域においては、提案された基礎方程式の系統的な解法が未だに見出されていないという状況にある。

著者は理論のこのような現状を考慮して、中間子の質量スペクトル及び放射崩壊過程をこの理論の枠組の中で現象論的に分析し、それによってこの理論の将来の発展に役立つ判断基準のいくつかを得ようとした。本論文はその研究結果をまとめたもので5章及び付録からなっている。

第1章は序論で、量子色力学、中間子の質量スペクトル及び放射崩壊過程に関する従来の研究の経過と現状を概説し、本論文の位置づけと全体の内容を総括している。

第2章は量子色力学理論の枠組において荷電スピン、超電荷、チャーム量子数がいずれもゼロの擬スカラー中間子族の諸性質を論じている。4種類の香り自由度と3種類の色自由度をもつクォーク-反クォーク系を考え、この系を記述する量子色力学の大枠の中で中間子 η , η' 及び η_c の質量、混合角などが現象論的に検討される。実験値に合わせるためには、クォーク-反クォーク系の真空の香り対称性が破れている事が必要であるとされ、破れ方とその度合いについて3通りの場合を検討して以下の結論を得ている。即ち、この系の真空は4次元特殊ユニタリ群 SU(4) で表現される完全な香り対称性を持たず、たかだか荷電スピン、超電荷などの保存に対応する通常の SU(3) 群とチャーム量子数の保存に対応する U(1) 群との直積 SU(3) × U(1) で記述される低い香り対称性を有するにすぎないとしている。これによって擬スカラー中間子を記述するクォーク-反クォーク状態の3つの基底ベクトルが定まり、上述の中間子のそれぞれについてこれら基底ベクトルの一次結合を具体的に与えている。

第3章はこのようにして定められた中間子 η , η' のクォーク構造をもとにして、中間子 η , η' 及びベクトル中間子 ψ の放射崩壊過程 $\eta(\eta') \rightarrow 2\gamma$, $\psi \rightarrow \eta(\eta') + \gamma$ を調べている。第2章に述べられた模型によりこ

これらの崩壊過程の実験結果が良く説明できるとしている。

第4章は真空が完全なSU(4)対称性を持つとする素朴な4元クォーク模型にもとづいて擬スカラー中間子以外の中間子 χ , D_s , F_s などの諸性質を論じている。特に χ 中間子族のクォーク構造がほぼ純粋なチャームクォーク-反チャームクォーク状態である事を質量の考察から結論している。得られた結果からチャーム中間子 D_s , F_s の質量を求め、さらに χ 中間子族の放射崩壊幅を計算している。

第5章は結論であり、本論文の主要結果をまとめている。なお、付録I~Vにおいて本論文で用いられた諸公式が導かれ、あるいは本論文で略述された部分が詳述され補われている。

論文審査の結果の要旨

中間子の諸問題はその構成要素であるクォークの力学にもとづいて解決されなければならないが、量子色力学の名でよばれるこの力学は現在発展途上にあり、特に本論文において取扱われるような低エネルギー領域の現象に対しては首尾一貫した解法が未だ見出されていない。そこで著者はこの理論の枠組を用いる一方、理論の及ばない範囲は実験からの知識で補うという現象論的立場に立脚し、それによって中間子の質量スペクトル及び放射崩壊過程を詳細に分析する事を可能ならしめた。得られた主な成果はおおよ次の通りである。

1. 4種類の香り自由度をもつ量子色力学の枠組では、擬スカラー中間子 η , η' 及び η_c からなる系の真空の香り対称性が完全でなく低下している事をこれら中間子の質量などの分析から明らかにし、低下の度合を定めた。
2. これらの中間子を与えるクォーク-反クォーク状態をそれぞれの中間子について具体的に求めた。
3. このようにして定められた中間子 η , η' のクォーク構造にもとづいて、中間子 η , η' 及びベクトル中間子 ψ の放射崩壊過程に関する最近の実験結果を説明した。
4. これらの放射崩壊過程について、電気素量の1/3倍の電荷を導入する標準的クォーク模型と素電荷を持つクォークを考えるハン-南部模型とを比較検討し、前者をよしとする在来の主張の不備な点を補った。
5. スカラー、擬ベクトル及びテンソル中間子 χ_s , χ_A , χ_T はいずれもほぼ純粋なチャームクォーク-反チャームクォーク状態にある事を質量の考察から明らかにした。
6. この結果にもとづいてチャーム中間子 D_s , F_s の質量を予言した。さらに、上述した χ 中間子族の放射崩壊幅を計算し特徴のある予言をした。

以上要するに、本論文は中間子の質量スペクトルとその放射崩壊過程とをクォークの力学によって研究し、低エネルギー領域におけるこの力学の今後の発展に役立ち得る知見を得たものであり、学術上寄与するところが少なくない。

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。