

ふりがな まつむら ひでき
氏名 松村英樹
学位位 博士(理学)
学位記番号 新大院博(理)第269号
学位授与の日付 平成19年3月22日
学位授与の要件 学位規則第4条第1項該当
博士論文名 Study of structure and decay width of the $\Theta^+(1540)$ in a quark model
(クォーク模型による $\Theta^+(1540)$ の構造と崩壊幅の研究)

論文審査委員
主査 教授 鈴木宜之
副査 教授 松尾正之
副査 助教授 小池裕司
副査 教授 金子恒雄
副査 教授 大矢進

博士論文の要旨

クォーク模型は幾多のバリオンやメソンなどのハドロンを分類し、その質量をふくむ諸性質を理解するのに役立ってきた。最近の研究の関心は、クォーク3個からなるバリオンやクォークと反クォークからなるメソンの枠を超えたもの、すなわちエキゾチックハドロンと総称されるものの探索や構造の研究にある。ペンタクォークはそのようなエキゾチックハドロンの一つであり、1997年理論的に予言されていた。2003年大阪大学の実験グループが予想されたように幅の小さいハドロンを発見したという論文がでて以来、追試実験や理論研究の報告が相次いだ。

ペンタクォーク $\Theta^+(1540)$ はストレンジネス $S=1$ のバリオンであるため、その最小のクォーク組成は4個のクォークと一つの反クォークからなる5体系である。第1章では博士論文の研究目的が先行研究とはどこが異なるかにふれながら述べられている。クォーク模型に関する基本事項や代表的理論が第2章で、ペンタクォークに関する実験と理論のこれまでの研究が第3章でまとめられている。第4章は三つの部分に分けられた博士論文の核心部分であり、クォークハミルトニアンと変分試行関数の詳細、軌道・スピン・カラー部分の行列要素の計算法、ダイクォーク模型などへの基底の変換、連続エネルギー状態における共鳴の同定法など他の理論研究にはない独自の展開がなされている。それに引き続いて、ペンタクォークの質量と崩壊幅に関する計算結果とペンタクォークの構造に関する分析がなされ、他の計算結果と比較しながら議論されている。計算された質量は $1540 \text{ MeV}/c^2$ より $500 \text{ keV}/c^2$ ほど大きくなり実験結果とは一致しないこと、ペンタクォークのスピン・パリティはたとえそれが $1540 \text{ MeV}/c^2$ の質量を持っていたとしても $1/2^-$ ではなく、 $3/2^-$ 或は $1/2^+$ (或は $3/2^+$) であれば崩壊幅が小さくなることが結論された。第5章では $\Theta^+(1540)$ の存在を肯定する実験と否定する実験のごく最近の状況が紹介され、まだ確立したとはいえないことがうかがえる。第6章で研究成果がまとめられている。ペンタクォークが $1540 \text{ MeV}/c^2$ の質量を持っていたとすれば、なぜその質量がそのように小さくなるのか、クォークの閉じ込め機構を含めて未解決の課題が残る。本研究で使用した計算法の詳細が付録AからGにまとめられている。

審査結果の要旨

複雑なクォーク 5 体系の配位を考慮して共鳴状態を記述しその崩壊幅を予言したことは、博士論文として独自の成果を達成した研究として評価できる。既に公表された論文や参考論文も多く、本博士論文(67 ページ)が英文で書かれたことも評価できる。本博士論文は博士の学位論文のレベルに十分達していると判定できる。