

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 号
------	---------

氏 名 黒田 佳樹

論 文 題 目

軽いスカラー中間子の *inverse mass hierarchy* への

$U(1)_A$ 量子異常に現れるフレーバー対称性の破れの寄与の解析

論文審査担当者

主 査	名古屋大学大学院理学研究科	教 授	博士(理学)	原田 正康
委 員	名古屋大学大学院理学研究科	教 授	理学博士	河野 浩
委 員	名古屋大学素粒子宇宙起源研究所	准教授	博士(理学)	野中 千穂
委 員	名古屋大学大学院理学研究科	准教授	博士(理学)	酒井 忠勝
委 員	名古屋大学素粒子宇宙起源研究所	准教授	博士(理学)	北口 雅暁

論文審査の結果の要旨

別紙 1-2

原子核を構成する陽子・中性子(核子と総称)等のハドロンは、基本粒子クォークの複合粒子として記述される。右巻きと左巻きのクォークが独立に変換するカイラル対称性は、カイラル凝縮と呼ばれるクォークと反クォークの凝縮により自発的に破れている。カイラル凝縮の構造解明のためには、カイラル凝縮の量子的揺らぎモードであるスカラー中間子の性質解明も有用となる。クォークと反クォークから構成されるこのスカラー中間子が、実験で発見されているどの粒子に対応しているのか、もしくは、未発見の粒子なのかは解明されていない。

クォークと反クォークから構成されるスカラー中間子の中では、アップクォークまたはダウンクォークとその反粒子から構成されるアイソスピン電荷 1 ($I=1$) のスカラー中間子より、重いストレンジクォークを含む $I=1/2$ のスカラー中間子の方が重くなることが期待される。しかし、実験で観測されている陽子質量程度以下の質量を持つスカラー中間子では、 $I=1/2$ のスカラー中間子の方が軽くなる。これは「逆質量階層性問題」と呼ばれ、様々な解決方法が提案されているが、完全な解決には至っていない。

申請者は、すべての右巻きと左巻きのクォークが同時に逆に変換する $U(1)$ 軸性対称性を破る量子異常効果を通して、ストレンジクォークを含まないスカラー中間子がストレンジクォーク質量の効果を取り入れる機構に着目し、この効果を取り入れたスカラー中間子を含むカイラル有効理論を構成した。そして、新たに取り入れた効果により、 $I=1$ のスカラー中間子が $I=1/2$ のスカラー中間子より重くなり、陽子質量程度以下の質量を持つスカラー中間子の質量スペクトルの実験結果を再現することを明らかにした。

申請者はさらに、アップクォークまたはダウンクォークとそれらの反粒子から構成される $I=0$ のスカラー中間子と、ストレンジクォークと反ストレンジクォークから構成されるスカラー中間子との混合を解析した。そして、擬スカラー中間子では同様な混合は大きいにもかかわらず、スカラー中間子では混合が小さく、また、ストレンジクォークを含まない $I=0$ のスカラー中間子が最も軽くなることを示した。

上記のように申請者は、 $U(1)$ 軸性対称性に対する量子異常を通してストレンジクォーク質量の効果を取り入れることにより、スカラー中間子に対する逆質量階層性問題が解決されること、及び、アイソスピン電荷 0 の 2 つのスカラー中間子の混合が小さくなることを示した。この成果は、陽子質量程度以下の質量を持つスカラー中間子の構造解明へ寄与し、質量起源への手がかりを与えるものであり、高く評価できる。以上の理由により、申請者は博士(理学)の学位を授与される十分な資格があると認められる。