

## 別紙 4

報告番号	※ 甲 第 号
------	---------

## 主 論 文 の 要 旨

論文題目 3フレーバーパリティ 2重項模型を用いた  
フレーバー8重項バリオンの質量、崩壊幅、軸性電荷の研究

氏 名 西原 寛記

## 論 文 内 容 の 要 旨

本研究では、3フレーバーパリティ 2重項模型を用いてフレーバー8重項バリオンの質量、崩壊幅、及び、軸性電荷の研究を行った。カイラル対称性は強い相互作用を記述する量子色力学が持つ対称性である。ハドロン相においてカイラル対称性はフレーバー対称性に自発的に破れている。バリオンの質量、崩壊幅、軸性電荷を通してその破れの構造やバリオンのカイラル対称性の表現について調べる。

3フレーバーにおけるフレーバー8重項バリオンは、SU(3)の群構造を持つフレーバー対称性の既約表現に属する核子(陽子と中性子)、 $\Sigma$ バリオン、 $\Lambda$ バリオン、 $\Xi$ バリオンのことである。そして、パリティ 2重項構造とは、カイラル対称性が回復する極限において縮退を起こすフレーバー8重項バリオンが 2重項を組む構造のことである。カイラル対称性の自発的破れとパリティ 2重項構造により、拡張された Goldberger-Treiman 関係式が得られる。拡張された Goldberger-Treiman 関係式は、パリティ 2重項バリオンの質量と軸性電荷を、パリティ 2重項バリオンとパイ中間子の相互作用の結合定数に関係付ける式である。この関係式の制限の下で、8重項バリオンの実験データを再現できるかは非自明である。

カイラル対称性の自発的破れとパリティ 2重項構造が、フレーバー8重項バリオンの質量、崩壊幅、軸性電荷を説明し得るかを確認するために、パリティ 2重項模型を構築し解析を行う。3フレーバーパリティ 2重項模型に導入する核子のカイラル対称性の表現を $[(3, 6) + (6, 3)]$ とした場合(2フレーバーでは $[(3, 2) + (2, 3)]$ )、核子  $N(939)$ の軸性電荷の実験値 1.27 を再現し得ることが分かる。ただし、拡張された Goldberger-Treiman 関係式の制限により、表現 $[(3, 6) + (6, 3)]$ とそのパリティ 2重項のパートナーでのみ構築されたパリティ 2重項模型は 8重項バリオンの崩壊幅の実験値を再現できないことを示す。

フレーバー8重項バリオンに属する核子の質量、崩壊幅、軸性電荷を再現するために、 $[(3, 6) + (6, 3)]$ と伴に $[(3, \bar{3}) + (\bar{3}, 3)]$ ,  $[(8, 1) + (1, 8)]$ のカイラル表現に属するバリオン場を模型に導入する。模型から拡張された Goldberger-Treiman 関係式を通して崩壊幅 $\Gamma(N(1440) \rightarrow N(939) + \pi)$ の上制限が与えられた。そして、その上限は、その崩壊幅の実験値と矛盾しないことを確認する。その上で、核子  $N(939)$  ( $J^P = 1/2^+$ )のカイラル表現の混合比やカイラル不変質量を計算する。核子  $N(939)$ は、

カイラル表現  $[(\mathbf{3}, \mathbf{6}) + (\mathbf{6}, \mathbf{3})]$  を主成分 (~80%) として構成されていることを示す。そして、核子  $N(939)$  のカイラル不変質量は、概ね 500–800 MeV である。

次に、ハイペロンを含んだフレーバー8重項バリオンの質量、崩壊幅、軸性電荷を調べるために、カレントクォーク質量を考慮したモデルに改良する。その上で、Model-(i)  $[(\mathbf{3}, \mathbf{6}) + (\mathbf{6}, \mathbf{3})] + [(\mathbf{3}, \bar{\mathbf{3}}) + (\bar{\mathbf{3}}, \mathbf{3})]$  と Model-(ii)  $[(\mathbf{3}, \mathbf{6}) + (\mathbf{6}, \mathbf{3})] + [(\mathbf{8}, \mathbf{1}) + (\mathbf{1}, \mathbf{8})]$  のカイラル表現に属するバリオン場で構築された2通りの簡略化されたモデルを用いて数値解析を行う。それぞれの簡略化したモデルで、フレーバー8重項バリオンの質量、崩壊幅、軸性電荷の実験値をインプットとして数値解析を行い、このモデルを用いて実験値を再現できるかを確認する。最後に、カイラル対称性の破れの強さを調節することで、核子  $N(939)$  のカイラルパートナーについて調べる。2通りの簡略化されたモデルで、それぞれ核子  $N(939)$  のカイラルパートナーが異なる。Model-(i) では、 $N(1440)$  ( $J^P = 1/2^+$ ) が  $N(939)$  のカイラルパートナーであり、Model-(ii) では、 $N(1440)$  ( $J^P = 1/2^+$ ) と  $N(1535)$  ( $J^P = 1/2^-$ ) の両核子以外の励起状態の核子が、 $N(939)$  のカイラルパートナーであることを示す。