研究領域名	多彩なフレーバーで探る新しいハドロン存在形態の包括的研究
領域代表者名	飯嶋　徹　（名古屋大学・大学院理学研究科・准教授）
研究期間	平成２１年度～２５年度

日本発、世界初、新ハドロンの確立と解明を目指して

１．本領域の目的

本領域では、これまで独立に研究を進めてきた素粒子・原子核分野の実験研究者と理論研究者が結集し、クォークと反クォークから成るメソンやクォーク３個からなるバリオンとしては理解できないエキゾチックハドロンの成り立ちと、物質中でハドロン質量が変化する機構を実験的に確立し、QCD の動力学によってクォークからハドロンが形成される機構の解明を目指す。

２．本領域の内容

本領域では、Bファクトリー、Spring-8、J-PARCにおける実験計画研究を組織して、テトラクォークやペンタクォークなどの新しいハドロンの探索とその諸性質の測定を進めるとともに、原子核中でクォークの質量変化を詳細に測定する。さらに素粒子・原子核分野の連携による検出器開発を進め、将来の高輝度実験への発展を目指す。理論研究においても両分野の手法を融合して、実験研究結果を統一的な視点で捉え、クォークの閉じ込めやハドロンの質量生成といった根源的問題の解明につなげる。

３．期待される成果

本領域の研究により、ペンタクォークやテトラクォーク状態が確立しその構造が明らかになれば、これまでのクォーク模型に基盤をおいたメソンとバリオンの描像を超える全く新しい物質の存在形態が確立することとなる。そして、本領域の研究を引き金に高輝度Bファクトリー、LEPS2、J-PARCにおける実験研究が発展すれば、クォークの閉じ込めと質量生成機構の解明にむけた研究が飛躍的に進む。このことによって、素粒子と核物理学の間に新たな学問領域が創出できる。

〔キーワード〕

エキゾチックハドロン：物質を構成する最も基本的な粒子であるクォークは、単体では存在できず、複合粒子としてのハドロンを構成する。従来のハドロンはメソン（クォークと反クォーク）とバリオン（３個のクォーク）に分類されてきたが、近年の B ファクトリーや Spring-8 の実験で、テトラクォーク（４クォーク状態）やペンタクォーク（５クォーク状態）の候補が見つかった。

【科学研究費補助金審査部会における所見】

本研究領域は、互いに独立して研究を進めてきた素粒子・原子核分野の実験・理論研究者が結集し、ハドロンを構成するクォークの閉じ込めやハドロンの質量生成といった根源的問題の解明を目指すものである。Belle と LEPS 両実験において、世界に先駆けて進められたテトラクォークやペンタクォークなど新しいエキゾチックなクォーク少数多体系の成果を踏まえて、解明すべき課題は明確に設定されており、これまで別々に進められてきた素粒子・原子核両分野が連携して研究を進める構想は高く評価される。マルチクォーク状態の探索は、日本が先鞭をつけて世界に発信したものであり、J-PARC が立ち上がり、Belle のデータも十分蓄積されている状況で、時宜を得た素粒子-原子核融合を目指すユニークな提案である。日本のグループが研究の火付け役となり、新しいハドロン物理の分野を開拓してきた研究を引き続き継続し、さらに発展させる必要性は高いと考えられる。

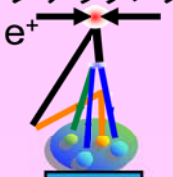
「多彩なフレーバーでさぐる新しいハドロン存在形態の包括的研究」

世界をリードする素粒子原子核分野の実験・理論研究者が、「ハドロン」という共通のキーワードを得て結集、その境界領域に新しいハドロン物理学を創成する。

E01（理論研究） QCDに基づく統一的な理解＋実験への予言

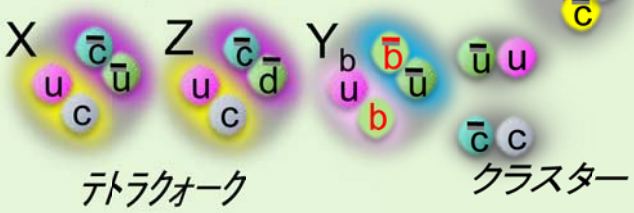
クォークがどのように質量を獲得し、どのような形態でハドロンに閉じ込められるのかを探る

A01（Bファクトリー）
エキゾチックメソン

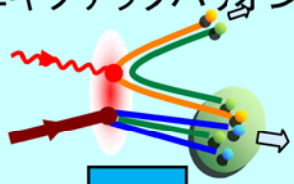


$q\,q\,\bar{q}\,\bar{q}$ ハイブリッド

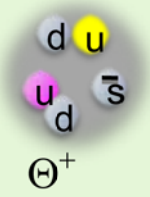
c, b -クォーク

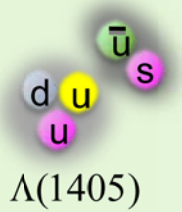


B01（LEPS）
エキゾチックバリオン



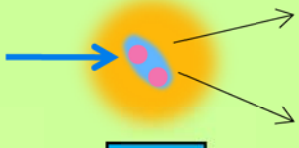
$q\,q\,q\,q\,\bar{q}$



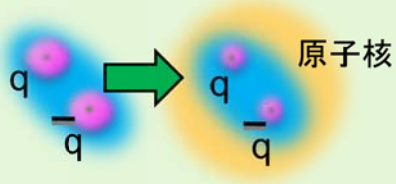


u, d, s -クォーク

C01（J-PARC E16）
質量生成機構の解明



M_qの変化



多彩なフレーバーと密度を変数とした（マルチ）クォーク物質の豊富なデータ

D01（検出器）：将来の加速器増強に向けて必要となる検出器共同開発

Title of project	Elucidation of New Hadrons with a Variety of Flavors
Head Investigator Name	IIJIMA Toru, Nagoya University, Graduate School of Science, Associate Professor
Abstract of Research Project **Term of Project: 2009-2013**	Hadrons, such as protons, neutrons and pions, are composite particle of constituent quarks bound together with the strong interaction. While this has been well known, the theory of strong interaction (QCD) still cannot predict if there are new type of hadrons beyond ordinal mesons (quark and anti-quark) and baryon s(3 quarks). It even cannot answer how hadron mass are generated. In this project, we try to answer these fundamental important questions by promoting experiments at the B factory, Spring-8 and J-PARC to study exotic hadrons consisting of 4 or 5 quarks, and also to investigate how the quark mass is modified inside nuclear matter.