



Title	Properties of excited baryons in a deformed oscillator quark model
Author(s)	駒, 美保
Citation	大阪大学, 2002, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/43602
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名	駒 美 保
博士の専攻分野の名称	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	第 1 6 7 4 3 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 14 年 3 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 理学研究科物理学専攻
学 位 論 文 名	Properties of excited baryons in a deformed oscillator quark model (変形振動子クォーク模型による励起バリオンの諸性質の研究)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 土 岐 博
	(副査) 教 授 細 谷 裕 教 授 中 野 貴 志 助 教 授 保 坂 淳 助 教 授 佐 藤 透

論 文 内 容 の 要 旨

バリオンの研究は、クォークの発見から量子色力学 (QCD) の成立にいたる素粒子物理学の発展に大きな役割を果たした。しかし、QCD でバリオンを直接記述することは、その非摂動的性質のため今なお困難である。一方、実験では約 80 個のバリオンが観測されており、励起バリオンも含めた系統的な考察が可能になっている。このような状況のもとでは、実験で観測されているバリオンの性質を有効模型を用いて理解することが、QCD の理論的發展を助ける上でも大変重要で効果的である。

本論文では、励起核子スペクトルと変形核スペクトルの類似から示唆される励起バリオンの空間変形に着目した。これを具体的に調べるために変形振動子クォーク (DOQ) 模型を用いてフレーバー SU(3) バリオンの系統的な考察を試みた。DOQ 模型は空間変形した閉じ込めポテンシャルのみを持つ 1 パラメーターの構成的クォーク模型である。この DOQ 模型の枠組みを用いてフレーバー SU(3) バリオンの質量スペクトルを解析した。その結果、観測されている励起バリオンのほとんどすべてにスピン・フレーバーによらない回転バンド構造がみられ、DOQ 模型で良く再現できることが分かった。これは、励起バリオンが空間変形していることを示唆している。

変形核の研究において、原子核の空間変形の効果は質量スペクトルだけでなくその電磁遷移振幅にも大きく影響していることがわかっている。そこで、励起バリオンの空間変形を詳しく調べるために、DOQ 模型で得られる空間変形した波動関数を用いて、電磁相互作用による異バンド間遷移振幅 ($N\gamma \rightarrow N^*(\Delta)$) と強相互作用による同バンド間遷移振幅 ($N^* \rightarrow N^*\pi$) の 2 種類を計算した。

電磁相互作用による異バンド間遷移振幅は、パイオンの光生成実験で観測される。計算値を実験値と符号も含めて比較するためには、光子による遷移振幅だけでなくパイオンによる遷移の符号が必要である。そこでこの両者を DOQ 模型で計算し、実験値との比較も行った。その結果、遷移振幅の変形依存性は比較的弱く、これと実験値との比較で励起バリオンの変形を議論することは難しいことが分かった。続いて、同じパリティをもつ励起状態間の遷移に相当する同バンド間遷移を調べた。バリオンにおいて、電磁相互作用による励起状態間の遷移を観測することは事実上不可能であるので、ここでは強相互作用による崩壊の崩壊幅を計算した。その結果、いくつかのチャンネルに大きな変形依存性が見られた。この遷移は、実験的には $N^* \rightarrow N\pi\pi$ 過程で観測できると考えられ、今後の実験で観測されることが期待される。

さらに、より基礎的な理論から励起バリオンを記述することを目指して、QCD の低エネルギー有効理論である双

対ギンツブルグーランダウ (DGL) 理論を研究した。DGL 理論はクォークの閉じ込めを双対超伝導体的真空中のフラックスチューブ生成という形で直感的に記述することができる。DGL 理論で励起バリオンを記述するための準備として、ここではフラックスチューブの太さを考慮に入れながら、理論のストリング表示を導く方法を議論した。

論文審査の結果の要旨

基底状態にあるバリオンの研究からバリオンが複合粒子であり、その構成粒子はクォークであることが予言された。その後の実験を通じて現在では約80個のバリオンが観測されており、それらの研究は量子色力学の非摂動的なダイナミックスを知る上で重要な情報を提供する。

申請者はこのバリオンの励起状態の実験結果を調べることで系統性を見つけ、励起状態は強く変形していることを見出した。しかも、フレーバーの異なる状態も同じ励起スペクトルを持つことから、この変形の起因はフレーバーによらず、グルオンの閉じ込めの性質が励起状態を支配していることを結論付ける。その上で体積一定の条件をつけた変形振動子クォーク (DOQ) 模型を提唱し、実際に DOQ 模型がバリオンの励起スペクトルをほぼ完全に再現することを示した。

バリオンの変形を実験で確かめる為にバリオン間の電磁遷移やパイ中間遷移を定式化し、更に、数値計算することにより存在するデータとの比較及び予言を行った。また、基礎的な理論からのバリオン構造の理解の為に双対ギンツブルグーランダウ理論での考察も行っている。

申請者の研究結果はバリオンのクォーク構造におけるグルオンの役割に新しい見地を確立したものと高く評価できる。

博士 (理学) の学位論文として十分価値あるものと認める。