

Title	Holographic Hadron Physics from String Theory
Author(s)	石井, 貴昭
Citation	大阪大学, 2010, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/58032
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、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名	石井貴昭
博士の専攻分野の名称	博士(理学)
学位記番号	第 23553 号
学位授与年月日	平成22年3月23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	Holographic Hadron Physics from String Theory (弦理論からのホログラフィックなハドロン物理)
論文審査委員	(主査) 教授 細谷 裕 (副査) 教授 東島 清 教授 窪田 高弘 准教授 若松 正志 理化学研究所専任研究員 橋本 幸士

論文内容の要旨

本論文では、低エネルギーQCDのホログラフィックな記述について論ずる。ゲージ重力対応の指し示すところによると、強結合のゲージ理論は、それに対応する別視点の記述が存在し、すなわち高次元のある曲がった時空中における古典重力あるいは古典弦理論と等価である。この考えをQCDに応用することは興味深い。ホログラフィックQCDはあるハドロンの有効理論を用いてQCDの閉じ込め相を調べる試みである。ここでその有効理論は、強結合のQCDカラー部分が高次元時空に置き換えられた結果、フレーバー対称性に関する高次元理論になっている。我々は、超弦理論からトップダウンに得られ、そしてホログラフィックQCDの最も成功しているモデルであるとして知られている酒井杉本模型に着目する。ここでは、まずその模型を概観する。例えば、ベクトルおよび軸性ベクトル中間子は5次元のゲージ場として統一される、また、バリオンはその模型のソリトンとして与えられ、ソリトンのモジュライによってバリオンの状態が指定される、などがわかる。それらの一方で、酒井杉本模型は質量ゼロのQCDに対応するものであるが、クォーク質量をこの模型に取り入れることも可能である。特に我々はストレンジクォークの質量まで含めた場合を考えることにする。我々はクォーク質量を含めたことによる3フレーバーバリオンの質量スペクトルの変化を、クォーク質量に関する展開の最初の次数で計算した。その結果は、質量の変化分はバリオンの動径方向の励起、スピン、および3フレーバーの状態によっていることが見て取れる。そのバリオンの質量変化を数値として評価した場合についても議論を行った。そこでは我々の理論計算の結果は実験値と比べたときに定性的な傾向が合っていることがわかった。

論文審査の結果の要旨

重力を含む量子論として唯一整合性のある統一理論である超弦理論を低エネルギーの物理に適用することが提唱されている。本論文「Holographic Hadron Physics from String Theory (弦理論からのホログラフィックなハドロン物理)」では、強結合ゲージ理論が高次元の曲がった時空中における古典重力あるいは古典弦理論と等価であるというゲージ重力対応を強い相互作用QCDに応用した。強い相互作用の結果、カラー、クォークの閉じ込めが起るが、この手法により、メソン、バリオンのスペクトルや相互作用を理論的に評価する事ができる。これまで、零質量のアップ、ダウンクォークを取り入

れた Sakai-Sugimoto モデルが提唱され、定性的な解析がなされていた。メソンは5次元ゲージ理論で記述され、バリオンはソリトンになる。本論文では、クォークの質量を含め、さらに、ストレンジクォークも加え、より現実的なモデルを構成した。クォークの質量を含め、3フレーバーバリオンの質量スペクトルを求めたのは画期的である。質量の変化分はバリオンの動径方向の励起、スピン、および3フレーバーの状態によって示し、計算結果は実験値と定性的に合うことが確かめられた。今後、強結合の物理を調べる上で、この方法は極めて重要である。よって、本論文は博士（理学）の学位論文として十分価値のあるものと認める。