



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、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

【23】				
氏 名	いし	い	たか	あき
	石	井	貴	昭
博士の専攻分野の名称	博 士（理 学）			
学 位 記 番 号	第	2	3	5
	5	3	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模型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たうえで、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いることを示し、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。