

報告番号	※	甲	第	号
------	---	---	---	---

## 主 論 文 の 要 旨

論文題目 ゲージ・重力対応に基づくバリオン励起状態の解析

氏 名 荻野 孝浩

## 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、[1]の内容及びその背景にある基礎事項についてまとめたものである。ハドロンの物理の基礎理論として知られている量子色力学 (QCD) は、低エネルギー領域が強結合領域となる。そのため、低エネルギーQCD は摂動論による解析ができない。この問題に対する解決策のひとつとして、ゲージ・重力対応と呼ばれる双対性に基づく研究がある。ゲージ・重力対応を用いることで、ハドロンの弦的描像を与えることができ、弦理論的解析が可能になる。代表的なハドロンの模型として D4/D8 模型[2]があり、本研究でも採用する。この模型では、曲がった時空中の弦を扱っており、その振る舞いを直接調べるには技術的に困難である。そのため、ハドロンの励起状態については十分な説明を与えていない。ただし、D4/D8 模型に基づくメソン励起状態の解析は既に井本氏らによってなされている[3]。本研究では、[3]の議論に従い、バリオン励起状態の解析を行った。前述した技術的困難を避けるために、まず時空の曲がりを見捨てる極限をとった。その上で、弦の量子化を実行した。また、そこで得られた弦状態に対して、QCD に存在しない対称性やクォークやグルーオンの弦描像が不変となる離散的対称性のもとで singlet となるものを物理的状態として残した。さらに、各弦状態のパリティを調べた。D4/D8 模型に基づくバリオン励起状態の先行研究として、畑氏らによるソリトン描像に基づく解析[4]や橋本氏らによる行列模型に基づく解析[5]があり、それらからはスピンとアイソスピンが等しいバリオン状態のみ得られる。一方で、実際にはスピンとアイソスピンの異なるバリオンも実験的に観測されている。実験的に観測されているバリオンを部分的にしか得られない要因のひとつは、[4]や[5]では massless 弦状態しか扱っていない点にあると考えられる。本研究では、massive 弦状態も取り入れた解析によって、より一般的な量子数を持つバリオンを与える。バリオンの量子数は、massless 弦状態を[4]や[5]と同様に扱い、massive 弦状態とテンソル積をとることで調べた。この解析の結果、スピンとアイソスピンの異なるバリオンが得られた。さらに、massive 弦状態を含んだ場合のバリオン質量公式を与え、実験値との比較を行った。その結果、バリオンのスピンと質量の 2 乗の間に非線形的な関係を持つことを示した。

[1] Y. Hayashi, T. Ogino, T. Sakai and S. Sugimoto, "Stringy excited baryons in holographic QCD," arXiv:2001.01461 [hep-th].

- [2] T. Sakai and S. Sugimoto, "Low energy hadron physics in holographic QCD," Prog. Theor. Phys. 113, 843 (2005) doi:10.1143/PTP.113.843 [hep-th/0412141].
- [3] T. Imoto, T. Sakai and S. Sugimoto, "Mesons as Open Strings in a Holographic Dual of QCD," Prog. Theor. Phys. 124, 263 (2010) doi:10.1143/PTP.124.263 [arXiv:1005.0655 [hep-th]].
- [4] H. Hata, T. Sakai, S. Sugimoto and S. Yamato, "Baryons from instantons in holographic QCD," Prog. Theor. Phys. 117, 1157 (2007) doi:10.1143/PTP.117.1157 [hep-th/0701280 [HEP-TH]].
- [5] K. Hashimoto, N. Iizuka and P. Yi, "A Matrix Model for Baryons and Nuclear Forces," JHEP 1010, 003 (2010) doi:10.1007/JHEP10(2010)003 [arXiv:1003.4988 [hep-th]].