

研究タイトル：

軽いクォークで構成されたハドロンの構造

氏名： 渡邊 暁 / WATANABE Akira E-mail: watanabe.akira@oshima-k.ac.jp

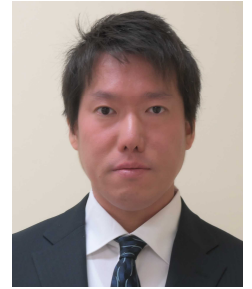
職名： 助教 学位： 博士(理学)

所属学会・協会： 日本物理学会

キーワード： 素粒子物理学、ハドロン物理学、量子色力学、高エネルギー散乱

 技術相談
 提供可能技術：

- ・素粒子物理学
- ・構造関数及びパートン分布関数
- ・出前授業や一般向けの講演や講義など



研究内容： 軽いクォークで構成されたハドロンの構造

我々の目に見えるこの世界の物質は全て原子の集合体であり、原子は原子核と電子から成る。原子核は陽子と中性子から成るわけだが、この陽子や中性子といった、素粒子であるクォークとグルーオンによって構成されている粒子のことを「ハドロン」という。したがって、ハドロンの構造を調べるということは、すなわち我々自身をも含めたこの物質世界のミクロな構造を理解しようとする試みであり、自然科学における最も基本的な「問い」であると言える。

ハドロンは自然界における 4 種類の基本相互作用の一つである「強い相互作用」によって構成されており、この相互作用を記述する基礎理論としては量子色力学(QCD)が確立している。しかし QCD には結合定数がエネルギースケールによって変化するという特徴があり、非常に高いエネルギー領域を除けば摂動計算による解析は一般的に困難であるため、有効的解析手法を発展させることが重要である。とりわけ、軽いクォークであるアップクォーク、ダウンクォーク、ストレンジクォークにより構成されたハドロンの構造を、第一原理的な解析により調べることは現実的ではない。ハドロン構造の研究においては、高エネルギー散乱過程の解析が基本となるが、実験により測定可能な散乱断面積というのはそもそも非摂動的な物理量であり、QCD により直接的に計算できるようなものではない。したがって、軽いクォークで構成されたハドロンの構造をクォークやグルーオンの自由度で明らかにしようとする試みには様々な困難が存在する。それらの困難を克服するため、世界中で有効的解析手法の確立に向けた研究が行われており、本研究では主に「ホログラフィック QCD」と呼ばれている方法を用いて解析を行う。この方法により一般的に困難な QCD の強結合領域における解析を、高次元時空中における重力理論により行うことが可能になると期待されている。

当該手法はこれまでの研究から、陽子やパイ中間子といったアップクォーク及びダウンクォークから成る軽いハドロンの構造を調べることを目的とした高エネルギーハドロン散乱過程の断面積の解析に、非常に有用であることがわかった。今後はストレンジクォークを含んだハドロンの構造、具体的には構造関数や高エネルギー弾性散乱の断面積の解析に取り組む予定である。

<代表的な研究成果>

- [1] A. Watanabe and K. Suzuki, Transition from soft- to hard-Pomeron in the structure functions of hadrons at small- x from holography, Phys. Rev. D 86, 035011 (2012).
- [2] A. Watanabe, T. Sawada and M. Huang, Extraction of gluon distributions from structure functions at small x in holographic QCD, Phys. Lett. B 805, 135470 (2020).
- [3] Z. Liu, W. Xie and A. Watanabe, Pomeron and Reggeon contributions to elastic proton-proton and proton-antiproton scattering in holographic QCD, Phys. Rev. D 107, no.1, 014018 (2023).

提供可能な設備・機器：

名称・型番(メーカー)	