

# 博士論文公聴会の公示（物理学専攻）

学位申請者： 杉浦 拓也

論文題目： Charmonium-Nucleon Scattering with Spin-Dependent Forces from Lattice QCD

(格子 QCD によるスピン依存力を考慮したチャーモニウム核子散乱)

日時： 2019 年 2 月 6 日（水） 16:20 - 17:50

場所： 理学研究科 H 棟 7 階セミナー室（H701 号室）

主査： 保坂淳

副査： 大野木哲也、青井考、石井理修、緒方一介

論文要旨：

チャーモニウムと核子は共通の荷クォークを持たないため、その間の相互作用は QCD van der Waals 力と呼ばれるグルーオン交換力が主な寄与をもたらすと考えられている。QCD van der Waals 力を定量的に理解することは、低エネルギー QCD の非摂動的性質の理解に繋がる重要な課題である。また、近年 LHCb コラボーレーションによって報告された新粒子、 $P_c(4450)$  および  $P_c(4380)$  は  $uudcc\bar{c}$  の構造を持つペンタクォーク状態であると考えられるが、これらのペンタクォークの素性を明らかにするためにもチャーモニウム( $J/\psi$ )と核子の相互作用を計算することは重要である。本研究では格子 QCD を用いて軌道角運動量 S 波のチャーモニウム-核子ポテンシャルを計算した。得られたポテンシャルから散乱位相差を計算し、チャーモニウムと核子の 2 体束縛状態が存在しないことを示した。さらに、 $J/\psi$ -核子ポテンシャルのスピン依存力を評価するために、その微分展開の最低次における一般形を導出し、格子 QCD 計算によって定量的評価を行った。その結果、 $J/\psi$ -核子相互作用の全角運動量 J 依存性がスピン-スピン相互作用に主に由来することが示された。

$J/\psi$ -核子相互作用のスピン依存力は、ヘビークォーク対称性によりチャームクォーク質量の逆数に比例して抑制され、そのため従来研究ではほとんどの場合で単に無視されていた。本研究によりスピン依存力の大きさが定量的に評価されたことで、QCD van der Waals 力によるチャーモニウムの相互作用がより正しく理解されるようになった。 $P_c$  に相当する共鳴状態は発見されなかったが、今後結合チャンネルを考慮した格子 QCD 計算により  $P_c$  を探索する上で、本研究の結果は重要な出発点となる。