

| | |
|------|--------|
| 受付ID | 15a-30 |
| 分野 | 素粒子分野 |

QCD によるバリオン間相互作用

Baryon-Baryon interactions in lattice QCD

石井理修

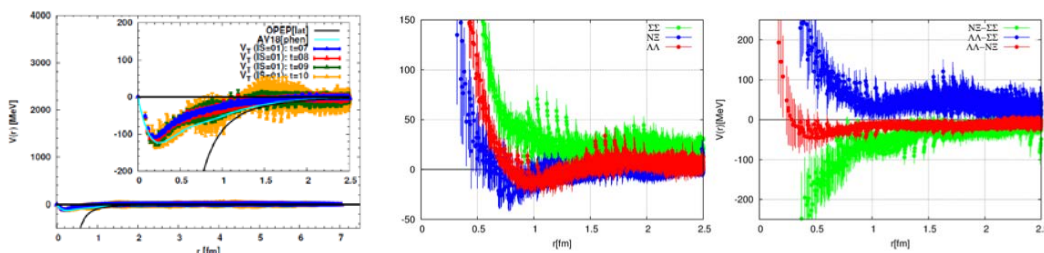
大阪大学 核物理研究センター

1. 研究目的

格子 QCD 第一原理計算に基づいて理論的に現実的な核力・ハイペロン力を決定する。

2. 研究成果の内容

HPCI 戦略分野 5 課題 1 で生成された物理点ゲージ配位を使用して、スーパーコンピュータ京、FX-100@RIKEN と連携して、現実的な核力・ハイペロン力を格子 QCD 第一原理計算により理論的に決定している。現在解析が進行中で統計が上がっている核力・ハイペロン力（正パリティの中心力とテンソル力）の結果をいくつかみせる。



図は、物理点格子 QCD による NN テンソル力（左）と、 $\Lambda\Lambda$ - $N\Xi$ - $\Sigma\Sigma$ 結合チャンネルポテンシャル（diagonal（中）、off-diagonal（右））である。

3. 学際共同利用として実施した意義

HPCI 戦略分野 5 課題 1 で $L=8.2\text{fm}$ の巨大な空間体積上で生成された物理点ゲージ配位を使用して、核力・ハイペロン力を計算するために要求される計算量やデータ量は膨大である。このため、この研究には HA-PACS 級のスーパーコンピュータの使用が必須であった。

4. 今後の展望

ここで得られた核力・ハイペロン力ポテンシャルを使用して、QCD に基づいた形で、原子核・ハイパー核構造・反応の研究や中性子星の構造等への応用を進めていく。負パリティセクタの核力・ハイペロン力、LS 力や三核子・三バリオン間力は、計算資源の制限からポスト京を待たざるを得ない。ポスト京の利用に向けて研究を進めて行く。

5. 成果発表

(1) 学術論文

- (1) H.Nemura et al., "A Fast Algorithm for Lattice Hyperonic Potentials", Proceedings of HYP2016 in press.
- (2) T.Doi et al., "First results of baryon interactions from lattice QCD with physical masses (1) –General overview and two-nucleon forces –", PoS(LATTICE2015) in press.
- (3) T.Doi et al., "Towards Lattice QCD Baryon Forces at the Physical Point: First Results", Proceedings of HYP2016 in press.

(2)学会発表

- (1) Y.Ikeda (invited talk), "Status of LQCD simulations", 12th International Conference on Low Energy Antiproton Physics. LEAP2016, Kanazawa, Japan, March 6-11, 2016.
- (2) 井上貴史 for HAL QCD Coll., "中性子星と格子 QCD", 日本物理学会 第71回年次大会, 東北学院大学 泉キャンパス, 2016年3月19-22.
- (3) S.Gongyo for HAL QCD Coll., "Lattice QCD studies of Omega-Omega and Delta-Delta interactions including results at physical point", Symposium on Quarks to Universe in Computational Science (QUCS 2015), 奈良春日野国際フォーラム 麓~I・RA・KA~, Nov.4-8, 2015.
- (4) N.Ishii for HAL QCD Coll., "First results of baryon interactions from lattice QCD with physical masses (2) --S=3 and S=4 sectors(Ξ , Ξ , Ξ , Ξ , Ξ channels)--", The 33rd International Symposium on Lattice Field Theory(LATTICE2015), Kobe, Japan, July 24-30, 2015.
- (5) Noriyoshi Ishii, "Lattice determination of baryon-baryon potentials", The 12th International Conference on Hypernuclear and Strange Particle Physics(HYP2015), Tohoku University, Sendai, Japan, Sep.7-12, 2015.
- (6) 石井理修 for HAL QCD Coll., "物理点格子 QCD によるバリオン間相互作用--S=3セクタと S=4セクタ-", 日本物理学会 2015年秋季大会, 大阪市立大, 2015年9月25-28日.
- (7) Noriyoshi Ishii, "QCD to Nuclear Physics via Nambu-Bethe-Salpeter amplitudes", Osaka CTSR-Kavli IPMU-RIKEN iTHES International workshop, Nambu and Science Frontier, Osaka University
- (8) 石井理修 for HAL QCD Coll., "物理点格子 QCD によるバリオン間相互作用[2]--S=4セクタと S=3セクタ-", 日本物理学会 第71回年次大会, 東北学院大学 泉キャンパス, 2016年3月19-22.
- (9) K.Sasaki for HAL QCD Coll., "First results on baryon interactions from lattice QCD with physical masses (3) --Strangeness S=2 two-baryon system--", The 33rd International Symposium on Lattice Field Theory(LATTICE2015), Kobe, Japan, July 24-30, 2015.
- (10) K.Sasaki for HAL QCD Coll., (invited talk), "Results from HALQCD on light nuclei and exotic states", EMMI workshop on anti-matter, hyper-matter and exotica production at the LHC, CERN, Geneva, Switzerland, July 20-22, 2015.
- (11) K.Sasaki for HAL QCD Coll., (invited talk), "Coupled channel approach to two-baryon interactions from QCD", ストレンジンズ・ハドロシ合同研究会, KEK, 東海村, 2015年8月3-7日.
- (12) K.Sasaki for HAL QCD Coll., "Coupled channel baryon-baryon interactions on the lattice", The 12th International Conference on Hypernuclear and Strange Particle Physics(HYP2015), Tohoku University, Sendai, Japan, Sep.7-12, 2015.
- (13) K.Sasaki for HAL QCD Coll., (invited talk), "Lattice QCD studies of baryon-baryon interactions and dibaryon states", ELPH workshop C013 "Meson Production and Meson-Baryon Interaction", Tohoku University, Sendai, Japan, Sep.12-14, 2015.
- (14) 佐々木健志 for HAL QCD Coll., "物理点格子 QCD によるバリオン間相互作用 --S=2セクタ-", 日本物理学会 2015年秋季大会, 大阪市立大, 2015年9月25-28日.
- (15) K.Sasaki for HAL QCD Coll., "Physical point lattice QCD simulation on the S = -2 baryon-baryon interactions", Symposium on Quarks to Universe in Computational Science (QUCS 2015), 奈良春日野国際フォーラム 麓~I・RA・KA~, Nov.4-8, 2016.
- (16) 佐々木健志 for HAL QCD Coll., "物理点格子 QCD によるバリオン間相互作用 [2] -- S=2セクタ --", 日本物理学会 第71回年次大会, 東北学院大学 泉キャンパス, 2016年3月19-22.
- (17) K.Sasaki for HAL QCD Coll., "Dibaryon searches from lattice QCD", 素粒子・原子核・宇宙「京からポスト京に向けて」シンポジウム, ワンテラスコモンホール, 東京都千代田区神田, 2016年3月30-31日.
- (18) H.Nemura for HAL QCD Collaboration, "A fast algorithm for lattice hyperonic potentials", The 12th International Conference on Hypernuclear and Strange Particle Physics(HYP2015), Tohoku University, Sendai, Japan, Sep.7-12, 2015.
- (19) 根村英克 for HAL QCD Collaboration, "ハイパー核の少数多体系計算に向けた格子 QCD によるハイペロンポテンシャルの研究", 日本物理学会 2015年秋季大会, 大阪市立大, 2015年9月25-28日.
- (20) H.Nemura for HAL QCD Collaboration, "Algorithm, benchmarks, and hyperon potentials with strangeness S=1 at almost physical point", Symposium on Quarks to Universe in Computational Science (QUCS 2015), 奈良春日野国際フォーラム 麓~I・RA・KA~, Nov.4-8, 2016.
- (21) 根村英克 for HAL QCD Collaboration, "ハイパー核の少数多体系計算に向けた HAL QCD 法によるハイペロンポテンシャルの研究", 日本物理学会 第71回年次大会, 東北学院大学 泉キャンパス, 2016年3月19-22.
- (22) T. Doi for HAL QCD Coll., "First results of baryon interactions from lattice QCD with physical masses (1) -- General overview and two-nucleon forces --", The 33rd International Symposium on Lattice Field Theory (LATTICE2015), Kobe International Conference Center, Kobe, Japan, July 14-18, 2015.
- (23) T. Doi for HAL QCD Coll., "Towards lattice QCD baryon forces at the physical point: First results" The 12th International Conference on Hypernuclear and Strange Particle Physics(HYP2015), Tohoku University, Sendai, Japan, Sep.7-12, 2015.
- (24) 土井琢身 for HAL QCD Coll., "物理点格子 QCD によるバリオン間相互作用 -- 全体概観および二核子間力 --", 日本物理学会 2015年秋季大会, 大阪市立大学 杉本キャンパス, 2015年9月25-28.
- (25) T. Doi for HAL QCD Coll., (invited talk), "Nuclear Physics from Lattice QCD", 国際シンポジウム Quarks to Universe in Computational Science, 奈良県新公会堂, Nara, Japan, Nov. 4-8, 2015.
- (26) T. Doi for HAL QCD Coll., "Baryon interactions from lattice QCD with physical masses", The 31st Reimei WorkShop on Hadron Physics in Extreme Conditions at J-PARC, Advanced Science Research Center (ASRC), JAEA Tokai Campus, Jan. 17-21, 2016.
- (27) 土井琢身 for HAL QCD Coll., "物理点格子 QCD によるバリオン間相互作用 [2] -- 全体概観および二核子間力 --", 日本物理学会 第71回年次大会, 東北学院大学 泉キャンパス, 2016年3月19-22.
- (28) 土井琢身, "格子 QCD によるバリオン間力の決定 -- 現状と展望 --" 素粒子・原子核・宇宙「京からポスト京に向けて」シンポジウム, ワンテラスコモンホール, Tokyo, Japan, Mar. 30-31, 2016

(3)その他

| 使用計算機 | 使用計算機に○ | 配分リソース* |
|-----------------------------------|---------|---------|
| HA-PACS | ○ | 5200 時間 |
| HA-PACS/TCA | ○ | 1575 時間 |
| COMA | ○ | 360 時間 |
| *配分リソースについては 32node 換算時間をご記入ください。 | | |