

2018年12月7日

1. 現在の客員研究員に関するレポート

-----  
客員名：北沢 正清（大阪大学）

研究目的・内容：

現在、J-PARCにおける重イオン衝突実験(J-PARC-HI)提案が検討されている。この実験では、最大約19GeV/Aの重イオンビームを用いた重イオン衝突により、標準核密度の5倍を超える高密度状態を生成することが可能であり、QCD臨界点やカイラル一次相転移の観測、高密度物質の状態方程式やハドロン間相互作用の解析などの多様な研究課題の解明が期待されている。一方で、この衝突エネルギー領域は、衝突後の時間発展を記述する動的描像が確立しておらず、RHICやLHCなどの高エネルギー衝突実験と比べて理論的不確定要素が大きい。このため、J-PARC-HIの実現に先立ち、これら様々な要素を理論側で詳細に検討しておくことが望ましい。また、J-PARC-HIと同等の衝突エネルギーでの重イオン実験を目指す、GSI-FAIRとの差別化を図るための議論も必要である。平成30年度は、J-PARC-HIに関する国内の理論研究者との議論を進めた他、実験研究者と連携して計画の実現に向けた議論を行った。

検討会・研究会主催

「J-PARC重イオン衝突実験プログラム推進ワークショップ」  
J-PARC, Tokai, Japan, August 20-21, 2018

論文

J-PARC-TH-0131: Dynamically integrated transport approach for heavy-ion collisions at high baryon density, Y. Akamatsu, et al, Phys.Rev. C98 (2018) 024909.  
J-PARC-TH-0118: A general procedure for detector-response correction of higher order cumulants, T. Nonaka, M. Kitazawa, S. Esumi, Nucl.Instrum.Meth. A906 (2018) 10.  
J-PARC-TH-0117: Distribution of Stress Tensor around Static Quark--Anti-Quark from Yang-Mills Gradient Flow, R. Yanagihara, T. Iritani, M. Kitazawa, M. Asakawa, T. Hatsuda, Phys. Lett. B, in press (arXiv:1803.05656).

-----  
客員名：佐藤 透（大阪大学）

研究目的・内容：

核子共鳴領域から深非弾性散乱のエネルギー領域にわたる、ニュートリノ・原子核反応モデルの構築を目的とする。ニュートリノ実験が高統計になるにつれ、原子核反応モデルの不確定性は、抽出されるニュートリノ振動パラメータの高精度化を制限する大きな要因の一つになりつつあり、反応モデルの精密化は緊急の課題である。特に最近では、ニュートリノ振動におけるCPの破れ・質量階層性の解明を目指すGeV領域における長基線ニュートリノ、大気ニュートリノ実験に伴い、核子共鳴領域から深非弾性領域におけるニュートリノ反応の理解が重要となってきた。平成30年度は、理論センター・J-PARC分室で前年度主催したニュートリノ反応研究会を発端として開始された共同研究が進められ、 $\Delta$ 共鳴領域のニュートリノ反応におけるパイ中間子角度分布、重陽子反応における終状態相互作用の解析が行われた。今年度後半には、エネルギー領域を広げたニュートリノ反応の検討会を計画している。

検討会・研究会

「ニュートリノ原子核反応とニュートリノ相互作用」  
KEK, Tokai, Japan, February 22-23, 2019

論文

NuSTEC White Paper: Status and challenges of neutrino-nucleus scattering  
L. Alvarez-Ruso et al., Prog. Part. Nucl. Phys. 100 (2018) 1.  
Angular distributions in electroweak pion production off nucleons:  
odd parity hadron terms, strong relative phases and model dependence  
J. E. Sobczyk, E. Hernández, S. X. Nakamura, J. Nieves, T. Sato  
Phys. Rev. D98 (2018) 073001.  
J-PARC TH-0129: Nuclear applications of ANL-Osaka amplitudes: pion photo-productions on deuteron, S. X. Nakamura, H. Kamano, T.-S. H. Lee, T. Sato, arXiv:1804.04757.  
J-PARC-TH-0139: Impact of final state interactions on neutrino-nucleon pion production cross sections extracted from neutrino-deuteron reaction data, S. X. Nakamura, H. Kamano, and T. Sato, arXiv:1812.00144.

客員名：田中 和廣（順天堂大学）

研究目的・内容：

核子のスピンは基本物理量の一つだがその起源は解明されていない。特に、いわゆるスピン危機（単純なクォーク模型によればクォークのスピンによって担われているはずであるが、偏極レプトン・核子散乱実験の解析によって、その割合は非常に小さい(20-30%)）を契機として、グルーオンのスピンの寄与のみならず、クォーク・グルーオンの軌道角運動量の解明が必要となっている。このために、ハドロン内部での空間的分布と運動量分布を同時に表現することを可能にする一般化パートン分布などの3次元構造関数を用いた研究が世界的に急速に進展しつつある。本研究では、核子スピン構造の起源と3次元構造をJ-PARCの実験で解明することを目指す。この分野は3次元内部構造の研究であるためハドロン・トモグラフィと呼ばれる、ハドロンの質量の起源の解明や、(QCDのエネルギー・運動量テンソルの行列要素である)重力形状因子に基づいた新たな側面からのハドロン構造研究とも関連している。近い将来完成予定の高運動量ビームラインを用いた排他的Drell-Yan過程( $\pi^- p \rightarrow \mu^+ \mu^- n$ )で一般化パートン分布(GPD)を研究することを実験研究者と検討し、平成30年度にはJ-PARC実験提案書作成のための議論を進めた。また、 $\pi$ 中間子および核子の重力形状因子とGPDとの関係・そこから得られる性質について、QCDに基づいて厳密に考察した。KEK東海でGPDに関する検討会、およびつくば市で開催されたQNP2018コンファレンスのポストワークショップとして核子構造に関する研究会を開催した。

検討会・研究会主催

- 「Mini-workshop on GPD studies at JLab, J-PARC, and future EIC (一般化パートン分布関数(GPD)研究の現状と将来計画に関する検討会)」  
KEK, Tokai, Japan, May 8, 2018
- 「Workshop on Progress on Hadron structure functions in 2018」  
KEK, Tsukuba, Japan, November 18-19, 2018
- 「QCDと核子構造の進展2019」  
KEK, Tsukuba, Japan, February 28 - March 1, 2019

論文

- J-PARC-TH-0120: Operator relations for gravitational form factors of a spin-0 hadron, K. Tanaka, Phys. Rev. D98 (2018) 034009.
- J-PARC-TH-0136: Quark and gluon contributions to the QCD trace anomaly, Y. Hatta, A. Rajan and K. Tanaka, JHEP (2018), in press, arXiv:1810.05116.
- J-PARC-TH-0140: Three-loop formula for quark and gluon contributions to the QCD trace anomaly, K. Tanaka, arXiv:1811.07879.
- Coordinate-space calculation of radiative corrections to the B-meson distribution amplitudes: light-cone vs. static distributions, H. Kawamura and K. Tanaka, PoS RADCOR2017 (2018) 076.
- $\gamma \rightarrow \rho^0$  impact factor in QCD: light-cone sum rule calculation, K. Tanaka, PoS DIS2018 (2018) 062.

---

客員名：原田 融（大阪電通大）

研究目的・内容：

J-PARCではハイパー核やK原子核などのストレンジネス核の実験データが続々と蓄積されており、その理論計算による構造解析や反応機構の解明が不可欠である。また構成粒子であるハイペロンなどとのバリオン間の相互作用も未だよく分かっておらず、ストレンジネス核の研究はハイペロンの相互作用を調べる重要な手段である。また中性子星内部にはハイペロンが混在するのが自然であり、中性子過剰で高密度な核物質中でのハイペロンのポテンシャルの性質が中性子星の最大質量に強く影響すると考えられる。現在、太陽の2倍の質量を持つ中性子星の存在を説明するためには、核物質中のハイペロン混合やバリオン3体力などの解明は極めて重要な課題となっている。そこでJ-PARCにおける(K-,  $\pi$ )や( $\pi$ , K+), (K-, K+)反応で生成される中性子過剰ハイパー核やストレンジネス少数体系の構造と反応機構を理論的に解明することが目的である。平成30年度は、J-PARCで進行しているE15実験などの実験研究者を含む会合を持ち、K-中間子原子核の実験データの結果の検討や理論解析などを検討した。このテーマに関連し、KbarN相互作用の取扱い方、結合チャネル系共鳴状態の物理、Lambda\* matterの安定性、といった理論的研究について活発な議論を行った。またJ-PARC E13実験で得られた4Heを標的とした(K-,  $\pi^-$ )反応の実験データについての理論解析を進めた。さらに3Heを標的にした( $\pi$ , K)反応による3-Lambda Hの生成断面積を計算し、連続状態離散化チャネル結合(CDCC)法を適用した生成スペクトルを計算するコードの開発を進めた。ハイパー核の励起状態の構造とその反応断面積を計算し、核物質中の $\Sigma N$ - $\Lambda N$ 結合や $\Lambda N N$ の3体力の効果を調べた。

検討会・研究会主催

- 「ストレンジネス核物理第5回」  
KEK, Tokai, Japan, March 1-3, 2019
- 「ストレンジネス核物理第4回」  
KEK, Tokai, Japan, December 16-18, 2018
- 「ストレンジネス核物理第3回」

KEK, Tokai, Japan, October 13-15, 2018  
「ストレンジネス核物理第2回」  
KEK, Tokai, Japan, July 15-16, 2018  
「ストレンジネス核物理第1回」  
KEK, Tokai, Japan, June 16-18, 2018

論文:

シグマハイパー核はどこまでわかったか? --原子, 原子核, 中性子星で紐解く  $\Sigma$  粒子の謎,  
原田融, 日本物理学会誌 Vol. 73, No. 8, 2018.

Akinobu Dote, Takashi Inoue, Takayuki Myo, Phys. Lett. B784, 405-410 (2018).

-----  
客員名: 瀧澤 誠 (昭和薬科大学)

研究目的・内容:

最近、ハドロン物理学領域においては、チャームクォークとボトムクォークを含む系で、色々なエキゾチックなハドロンが存在することが、理論的にも実験的にも示唆されている。その構造がまだよくわかっていない  $Y(4260)$  というエキゾチックハドロンの構造について、4クォーク構造が2体の中間子と結合する描像と、さらにそれらの構造体がチャーモニウムと結合する効果について理論的な研究を行った。その成果を、日米物理学会合同核物理分科会やQNP2018で発表した。J-PARCにおけるエキゾチックハドロンの観測可能性についても議論した。さらに、エキゾチックハドロンの構造解析に必要な部分波解析について検討を開始した。また、Belle実験データの解析を行い、ハドロンの構造、反応、崩壊、CP対称性の破れの現象、標準理論を超えた新物理の探索等を行った。

検討会・研究会主催

「QNP 2018 Satellite workshop: Hadron structure and interaction in finite density matter」  
KEK, Tokai, Japan, November 11-12, 2018

論文:

J-PARC-TH-0152: B. Pal et al. (Belle Collaboration), Measurement of the branching fraction and time-dependent CP asymmetry for  $B^0 \rightarrow J/\psi \pi^0$  decays, arXiv:1810.01356.  
J-PARC-TH-0151: S. Jia et al. (Belle), Observation of  $e^+e^- \rightarrow \gamma \chi_{c1}$  and search for  $e^+e^- \rightarrow \gamma \chi_{c0}$ ,  $\gamma \chi_{c2}$  and  $\gamma \eta_c$  at  $\sqrt{s}$  near 10.6 GeV at Belle, arXiv:1810.10291.  
J-PARC-TH-0150: B. G. Fulsom et al. (Belle), Observation of  $\Upsilon(2S) \rightarrow \gamma \eta_b(1S)$  decay, arXiv:1807.01201.  
J-PARC-TH-0149: J. H. Yin et al. (Belle), Observation of  $e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0 \chi_{b1,2}(1P)$  and search for  $e^+e^- \rightarrow \phi \chi_{b1,2}(1P)$  at  $\sqrt{s}=10.96-11.05$  GeV, arXiv:1806.06203.  
J-PARC-TH-0148: Y. B. Li et al., (Belle) Evidence of a structure in  $K\bar{b}^0 \Lambda_{c1}^+$  consistent with a charged  $\Xi_c(2930)^+$ , and updated measurement of  $B\bar{b}^0 \rightarrow K\bar{b}^0 \Lambda_{c1}^+ \Lambda_{c1}^-$  at Belle, arXiv:1806.09182.

他論文15編 (J-PARC-TH-0147,0146,0145,0144,0143,0142,0141,  
0128,0127,0126,0125,0124,0123,0122,0121)

\*\*\*\*\*