

2018年1月24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20GeV/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、多様な研究課題が解明されることが期待されている。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不確定な要素が大きい。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29年度は、J-PARC-HIに関して国内の理論研究者との議論を進め、実験研究者とも計画の実現に向けた議論を行った。

検討会・研究会主催

「2017年度 KEK理論センターJ-PARC分室活動 総括研究会」

KEK, Tokai, Japan, February 1-2, 2018

「J-PARC エネルギー領域重イオン衝突のダイナミクス」

KEK, Tokai, Japan, August 11, 2017

論文

J-PARC-TH-0109: Equation of state in (2+1)-flavor QCD at physical point with improved Wilson fermion action using gradient flow,

(WHOT-QCD Collaboration) K. Kanaya, S. Ejiri, R. Iwami, M. Kitazawa, H. Suzuki, Y. Taniguchi, T. Umeda, arXiv:1710.10015 (hep-lat)

J-PARC-TH-0097: Correlations of Energy-Momentum Tensor via Gradient Flow in SU(3) Yang-Mills Theory at Finite Temperature,

M. Kitazawa, T. Iritani, M. Asakawa, T. Hatsuda, arXiv:1708.01415 [hep-lat]

J-PARC-TH-0096: Photon production spectrum above  $T_c$  with a lattice quark propagator  
T. Kim, M. Asakawa, M. Kitazawa, arXiv:1705.00755 [nucl-th]

-----  
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・原子核反応の基準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。現在、共鳴領域における電子・核子反応等の高精度データの知識を十分取り入れた「標準的な」ニュートリノ反応モデルは存在しない。本研究では、電子線などの中間子生成反応実験のデータの包括的解析から反応モデルを作成し、これを拡張したニュートリノ・核子反応モデルを構築している。次に、共鳴粒子・中間子の核内伝搬における媒質効果を取り入れ、これを電子・原子核反応などの実験データで検証した上で、ニュートリノ・原子核反応モデルを構築する研究を進める。深非弾性領域のニュートリノ原子核反応では、最新の JLab と NuTeVの深非弾性散乱のデータを含めたデータ解析を行うことにより、従来の解析よりも大きい $x$ 領域を含めてパートン分布関数の原子核補正を正確に把握し、深非弾性散乱断面積のモデルを構築する研究を推進した。これらを統合し、レプトン原子核反応の基準コードを作成する研究を進めた。特に、平成29年度は、共鳴領域から深非弾性散乱領域を繋げる検討、および $W^2 > 4 \text{ GeV}^2$ ,  $Q^2 < 1 \text{ GeV}^2$ 領域の記述方法の議論と数値解析に時間を取った。

検討会・研究会主催

「2017年度 KEK理論センターJ-PARC分室活動 総括研究会」

KEK, Tokai, Japan, February 1-2, 2018

Workshop on Neutrino-nucleus interaction in a few GeV region,

KEK, Tokai, Japan, November 18-19, 2017

論文

J-PARC-TH-0112: Improved analysis for  $\mu-e \rightarrow e-e$  in muonic atoms by photonic interaction, Y. Uesaka, Y. Kuno, J. Sato, T. Sato, M. Yamanaka, arXiv:1711.08979 [hep-ph].

Proceedings, 14th International Conference on Meson-Nucleon Physics and the Structure of the Nucleon (MENU 2016), Kyoto, Japan, July 25-30, 2016, Y. Goto, A. Hosaka, S. Kumano, M. Niyama, H. Ohnishi, T. Sato, S. Yokkaichi, JPS Conf. Proc. 13 (2017).

-----  
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的物理量の一つであるにも関わらず、その起源は解明されていない。単純なクォーク模型によれば、核子のスピンは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%)ことが判明している。2014年、グルーオンスピンの寄与が比較的大きいことが分かる進展があったが、クォークとグルーオンのスピンが核子スピンを担っている割合は50%に至らず、パートンの軌道角運動量の効果が大きな役割を果たすと考えられる。軌道角運動量については、横方向形状因子と縦方向パートン分布関数の要素を内包する一般化パートン分布などの3次元構造関数を用いて特定できることが理論的に示されている。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のトモグラフィと呼ばれる。特に、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)を研究する可能性を実験研究者と検討し、平成29年度には、J-PARC実験提案書に向けた実験の実現に向けて議論を進めた。GPDと重力形状因子およびハドロンの質量起源に関する研究会を開催した。

検討会・研究会主催

「2017年度 KEK理論センターJ-PARC分室活動 総括研究会」

KEK, Tokai, Japan, February 1-2, 2018

「核子質量の起源と組成」

KEK, Tsukuba, Japan, September 1, 2017

「高エネルギーQCD・核子構造」勉強会

KEK, Tokai, Japan, July 7, 2017

論文

J-PARC-TH-0107: Exclusive pion-induced Drell-Yan process at J-PARC for accessing the nucleon GPDs and soft nonfactorizable mechanism,  
K. Tanaka, PoS DIS2017 (2018) 249

-----  
客員名：原田 融（大阪電通大）

研究目的・内容：

J-PARCにおける( $K^-, \pi$ )や( $\pi^-, K^+$ )反応で生成される中性子過剰な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を目的にする。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必要である。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、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。平成29年度は、J-PARC E10実験で得られた $6\text{Li}$ を標的核にした( $\pi^-, K^+$ )反応による中性子過剰  $6\text{-}\Lambda\text{H}$  ハイパー核の生成スペクトルを微視的模型に基づいて計算して  $6\text{-}\Lambda\text{H}$  の生成断面積を求め、中性子過剰 $\Lambda$ ハイパー核の $\Sigma$ 粒子の混合率や $\Sigma\text{-}\Lambda\text{N}$ 結合による $\Lambda\text{NN}$ の3体力の効果を調べた。またE10実験による生成スペクトルの実験データを説明するために $\Sigma$ 粒子と原子核のポテンシャルが斥力的であることを示し、反応機構の解明を進めた。また $\Sigma\text{NN}$ の3体系の構造と生成機構を詳細に検討した。さらに将来に計画されている標的核に対する( $\pi^-, K^+$ )反応について、微視的模型に基づいた理論計算を行う計算コードの開発を進めた。

検討会・研究会主催

「2017年度 KEK理論センターJ-PARC分室活動 総括研究会」

KEK, Tokai, Japan, February 1-2, 2018

「ストレンジネス核物理第3回」

KEK, Tokai, Japan, October 14-16, 2017

「ストレンジネス核物理第2回」

KEK, Tokai, Japan, July 1-3, 2017

「ストレンジネス核物理第1回」

KEK, Tokai, Japan, June 10-13, 2017

論文：

J-PARC-TH-0085: Repulsion and absorption of the  $\Sigma$ -nucleus potential for  $\Sigma^-$ - $^5\text{He}$  in the  $6\text{Li}(\pi^-, K^+)$  reaction, T. Harada, R. Honda, Y. Hirabayashi,  
arXiv:1712.02664 [nucl-th]

-----  
客員名：瀧澤 誠（昭和薬科大学）

研究目的・内容：

現在J-PARCハドロンホールにおいてチャームバリオン分光研究計画が進行している。重いクォークを投入することによって、軽いフレーバーだけでは見ることはできなかった物理への新展開が期待される。その一つにダイクォーク相関に代表されるような、内部自由度の発現とその動力学的解明がある。実験では励起状態の生成率、崩壊モードの測定を目指している。理論ではQCDに基づいてこれらの反応率を求め、現象を説明することが求められている。XYZなどのエキゾチック粒子の多くは、チャームクォークが現れる閾値近傍以上のエネルギー領域で発見されている。そこでは、 $c$ - $\bar{c}$ 対に加えマルチクォーク間の相関の役割が重要になる。そこでKEKBなどのヘビークォークを含むエキゾチックハドロンの結果を吟味し、J-PARCにおけるチャームバリオンに関して理論・実験研究者による議論を行う。LHCbで2015年に発見されたペンタクォーク状態 $P_c(4380)$ 、 $P_c(4450)$ の構造についてクォークポテンシャルモデルで理論的な研究を行った。J-PARCにおけるペンタクォーク状態 $P_c(4380)$ 、 $P_c(4450)$ の観測可能性についての検討を進めている。

#### 検討会・研究会主催

「2017年度 KEK理論センターJ-PARC分室活動 総括研究会」

KEK, Tokai, Japan, February 1-2, 2018

Structure of heavy-quark hadrons and exotic hadrons

KEK, Tokai, Japan, February 5-7, 2018

#### 論文：

- J-PARC-TH-0106: Hidden-charm and bottom meson-baryon molecules coupled with five-quark states, Y. Yamaguchi et al. (Belle Collaboration), arXiv:170900819
- J-PARC-TH-0105: Angular analysis of the  $e^+e^- \rightarrow D^{*\pm}D^{*-}$  process near the open charm threshold using initial-state radiation, V. Zhukova et al. (Belle Collaboration), arXiv:1707.09167
- J-PARC-TH-0104: Study of  $\eta$  and dipion transitions in  $\Upsilon(4S)$  decays to lower bottomonia, E. Guido et al. (Belle Collaboration), arXiv:1707.04973
- J-PARC-TH-0103: Search for  $\Lambda^+c \rightarrow \phi p \pi^0$  and branching fraction measurement of  $\Lambda^+c \rightarrow K^- \pi^+ p \pi^0$  decays, B. Pal et al. (Belle Collaboration), arXiv:1707.00089
- J-PARC-TH-0102: Evidence for isospin violation and measurement of CP asymmetries in  $B \rightarrow K^{*}(892) \gamma$ , T. Horiguchi et al. (Belle Collaboration), arXiv:1707.00394
- J-PARC-TH-0101: Invariant-mass and fractional-energy dependence of inclusive production of di-hadrons in  $e^+e^-$  annihilation at  $\sqrt{s} = 10.58$  GeV, R. Seidl et al. (Belle Collaboration), arXiv:1706.08348
- J-PARC-TH-0100: Production cross sections of hyperons and charmed baryons from  $e^+e^-$  annihilation near  $\sqrt{s} = 10.52$  GeV, M. Niiyama et al. (Belle Collaboration), arXiv:1706.06791
- J-PARC-TH-0099: Measurement of branching ratio and search for CP violation in  $D^0 \rightarrow K^0_S K^0_S$  decays, N. Dash et al. (Belle Collaboration), arXiv:1705.05966
- J-PARC-TH-0098: Measurement of branching fraction and direct CP asymmetry in charmless  $B^+ \rightarrow K^+ K^- \pi^+$  decays at Belle, C.-L. Hsu et al. (Belle Collaboration), arXiv:1705.02640
- J-PARC-TH-0093: Observation of an alternative  $\chi_{c0}(2P)$  candidate in  $e^+e^- \rightarrow J/\psi D^0 D^0$ , K. Chilikin et al. (Belle Collaboration), arXiv:1704.01872
- J-PARC-TH-0092: First measurement of T-odd moments in  $D^0 \rightarrow K^0_S \pi^+ \pi^- \pi^0$  decays, K. Prasanth et al. (Belle Collaboration), arXiv:1703.05721
- J-PARC-TH-0091: Measurement of the Decays  $B \rightarrow \eta l \nu l$  and  $B \rightarrow \eta' l \nu l$  in Fully Reconstructed Events at Belle, C. Beleno et al. (Belle Collaboration), arXiv:1703.10216
- J-PARC-TH-0090: Search for  $B \rightarrow h \nu \nu$  - decays with semileptonic tagging at Belle J. Grygier et al. (Belle Collaboration), arXiv:1702.03224

\*\*\*\*\*