

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28年度は、J-PARC-HIを見据えた議論の活性化に向け、国内の理論研究者との議論を進めたほか、実験研究者とも計画の実現に向けた議論を行った。

KEK(J-PARC)プロジェクト関連の講演・座長：

34th Reimei Workshop "Physics of J-PARC Heavy-Ion Collisions"

JAEA, Tokai, Japan, August 8-9, 2016

世話人+講演「Keywords for J-PARC-HI」

KEK theory center workshop on Hadron and Nuclear Physics in 2017

Kobayashi Hall, KEK, Tsukuba, Japan, January 7 - 10, 2017

講演「Heavy-ion physics at J-PARC」

論文：

J-PARC-TH-0062, Thermal blurring of event-by-event fluctuations provoked by rapidity conversion
Y. Ohnishi, M. Kitazawa, M. Asakawa, arXiv:1606.03827, Phys. Rev. C94 (2016) 044905.

J-PARC-TH-0064, $N_f=2+1$ QCD thermodynamics from gradient flow, Y. Taniguchi, S. Ejiri, R. Iwami, K. Kanaya, M. Kitazawa, H. Suzuki, T. Umeda, N. Wakabayashi, arXiv:1609.01417.

J-PARC-TH-0067, Non-perturbative production rate of photons with a lattice quark propagator: effect of vertex, T. Kim, M. Asakawa, M. Kitazawa, arXiv:1610.07296.

J-PARC-TH-0069, Understanding experimentally-observed fluctuations, M. Kitazawa, M. Asakawa, arxiv:1610.06259.

J-PARC-TH-0070, In-medium dispersion relations of charmonia studied by maximum entropy method, A. Ikeda, M. Asakawa, M. Kitazawa, arXiv:1610.0787, Phys. Rev. D95 (2017) 014504.

J-PARC-TH-0071, Equation of State for SU(3) Gauge Theory via the Energy-Momentum Tensor under Gradient Flow, M. Kitazawa, T. Iritani, M. Asakawa, T. Hatsuda, H. Suzuki, arXiv:1610.07810, Phys. Rev. D94 (2016) 114512,

J-PARC-TH-0072, Equation of state in (2+1)-flavor QCD with gradient flow, K. Kitazawa, S. Ejiri, R. Iwami, M. Kitazawa, H. Suzuki, Y. Taniguchi, T. Umeda, N. Wakabayashi, arXiv:1610.09518.

J-PARC-TH-0073, Temperature dependence of topological susceptibility using gradient flow, Y. Taniguchi, S. Ejiri, K. Kanaya, M. Kitazawa, H. Suzuki, T. Umeda, R. Iwami, N. Wakabayashi, arXiv:1611.02413.

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28年度は、本研究課題に関するレビュー論文執筆と、共鳴領域から深非弾性散乱領域を繋げる検討、および $W_2 > 4$ GeV², $Q_2 < 1$ GeV²領域の記述方法の議論に時間を取った。

KEK(J-PARC)プロジェクト関連の講演・座長：

検討会「レプトン原子核反応モデルの構築」、2016, 10/20-21, KEK Tokai Campus, Room 115/227

主催：佐藤透、熊野俊三

出席者：9名、ニュートリノ相互作用Review論文・研究方針に関する打ち合わせ
検討会の一部をセミナーとして公開

M. O. Wascko (Imperial College)

Neutrino interaction studies and issues at T2K

検討会「レプトン原子核反応模型の構築」、2016, 12/20-23, KEK Tokai Campus, Room 224

主催：佐藤透、熊野俊三

出席者：4名、ニュートリノ相互作用、特に共鳴領域から深非弾性散乱領域を繋げる検討、
 $W_2 > 4 \text{ GeV}^2$, $Q_2 < 1 \text{ GeV}^2$ 領域の記述方法の議論

(予定) 検討会「レプトン原子核反応模型の構築」、2017, 2/21-23, KEK Tokai Campus, Room 224

主催：佐藤透、熊野俊三

出席予定者：9名、研究方針に関する打ち合わせ、特に共鳴領域から深非弾性散乱領域、 $W_2 > 4 \text{ GeV}^2$,
 $Q_2 < 1 \text{ GeV}^2$ 領域の議論と数値解析

検討会の一部をセミナーとして公開予定

T. Fukuda (Nagoya University), Measurements of neutrino-nucleus interactions

KEK(J-PARC)プロジェクト関連の講演：

KEK theory center workshop on Hadron and Nuclear Physics in 2017

Kobayashi Hall, KEK, Tsukuba, Japan, January 7 - 10, 2017

講演「Neutrino-nucleon interactions in the few-GeV region」

International Nuclear Physics Conference

Adelaide Convention Centre, Adelaide, Australia, 11-16 September, 2016

講演 Neutrino Induced Meson Production Reactions on Nucleon and Deuteron

International Workshop on Frontiers in Electroweak Interactions of Leptons and Hadrons

Aligarh Muslim University, Aligarh, India, 2-6 November, 2016

講演 Wlectroweak Meson Production Reaction in the Nucleon Resonance Region

INT Workshop INT-16-62W, Spectrum and Structure of Excited Nucleons from Exclusive

Electroproduction

INT, Seattle, USA, 14-18 November, 2016

講演 Electromagnetic form factor of nucleon resonance within dynamical coupled channel model

論文：

J-PARC-TH-0051, Isospin decomposition of $\gamma N \rightarrow N$ transitions within a dynamical coupled-channels model, H. Kamano, S. X. Nakamura, T-S. H. Lee, T. Sato, arXiv.1605.00363, Phys. Rev. C94 (2016) 015201.

J-PARC-TH-0052, Towards construction of a unified model for the neutrino-nucleus reactions, Y. Hayato, M. Hirai, W. Horiuchi, H. Kamano, S. Kumano, T. Murata, S.X. Nakamura, K. Saito, M. Sakuda, T. Sato, arXiv:1610.01464, to be published in Rept. Prog. Phys.

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・トモグラフィと呼ばれる。特に、2018年に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を研究する可能性を実験研究者と検討し、平成28年度には、J-PARC実験提案書に向けた論文を発表し実験の実現に向けて議論を進めた。

KEK(J-PARC)関連の活動：

Workshop on hadron tomography, July 31, 2016,

Yukawa Institute for Theoretical Physics, Kyoto University, Kyoto, Japan

主催：八田佳孝、熊野俊三、田中和廣

出席者：21名、KEKB, J-PARCにおけるハドロントモグラフィ研究と関連の核子構造研究に関して議論した。

Workshop on Prospects of Electron-Ion-Collider project, August 3, 2016, KEK Tokai,

主催：Yuji Goto (RIKEN), Shunzo Kumano (KEK/J-PARC), Itaru Nakagawa (RIKEN), Kazuhiro Tanaka (Juntendo Univ/KEK), Kiyoshi Tanida (JAEA)

出席者：21名、米国のEIC計画と関連するJ-PARC実験を議論した。

Workshop on hadron tomography at J-PARC and KEKB,

January 6, 2017, KEK, Tsukuba, Japan

主催：熊野俊三、瀧澤誠、田中和廣

出席者：20名、KEKB, J-PARCにおけるトモグラフィ研究の可能性を検討し、関連する核子3次元構造研究の状況に関して議論した。

KEK(J-PARC)プロジェクト関連の講演・座長:

14th International Conference on Meson-Nucleon Physics and the Structure of the Nucleon,
July 25-30, 2016, Kyoto University, Japan

講演「Light-cone QCD sum rules for soft contribution to exclusive Drell-Yan process
at J-PARC」

Workshop on hadron tomography, July 31, 2016, Kyoto University, Kyoto, Japan

講演「Soft contribution to exclusive Drell-Yan process at J-PARC」

22nd International Spin Symposium, Sept.25-30, 2016, University of Illinois, USA

講演「QCD mechanisms for accessing the nucleon GPDs with the exclusive pion-induced
Drell-Yan process at J-PARC」

Workshop on hadron tomography at J-PARC and KEKB, Jan. 6, 2017, KEK, Tsukuba, Japan

講演「Exclusive Drell-Yan process」

KEK theory center workshop on Hadron and Nuclear Physics in 2017, Jan. 7-10, 2017,
KEK, Tsukuba, Japan, 「高エネルギーハドロン物理」セッションの座長

論文:

J-PARC-TH-0048, Accessing proton generalized parton distributions and pion distribution
amplitudes with exclusive pion-induced Drell-Yan process at J-PARC,
T. Sawada, Wen-Chen Chang, S. Kumano, Jen-Chieh Peng, S. Sawada, K. Tanaka,
arxiv:1605.00364, Phys. Rev. D93 (2016) 114034.

客員名: 原田 融 (大阪電通大)

研究目的・内容:

J-PARCにおける (K^-, π) や (π, 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28年度は、J-PARC E10実験で得られた ${}^6\text{Li}$ を標的核にした (π^-, K^+) 反応による中性子過剰 ${}^6\text{-}\Lambda$ 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 ${}^6\text{-}\Lambda$ の生成断面積を求め、中性子過剰 Λ ハイパー核の Σ 粒子の混合率や $\Sigma\text{-}\Lambda$ 結合による ΛNN の3体力の効果調べた。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 Σ 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 ΣNN 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 (π^-, 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。

KEK(J-PARC)関連の活動:

検討会「ストレンジネス核物理の課題と展望」、2016, 12/3-6, KEK Tokai Campus, Room 227

主催: 原田融、土手昭伸

出席者: 5名、ハイパー核やK原子核、中性子星内部構造などの理論的研究の現状と課題について
検討し、共同研究に関する打ち合わせを行った。

KEK(J-PARC)プロジェクト関連の講演・座長:

KEK theory center workshop on Hadron and Nuclear Physics in 2017

Kobayashi Hall, KEK, Tsukuba, Japan, January 7 - 10, 2017

講演「Production of SigmaNN quasibound states」

論文:

J-PARC-TH-0068, On the production of a neutron-rich ${}^6\text{-}\Lambda$ hypernucleus in the
 ${}^6\text{Li}(\pi^-, K^+)$ reaction, T. Harada, Y. Hirabayashi, submitted to Phys. Rev. C.

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、 $c\text{-}\bar{c}$ 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模型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。

KEK(J-PARC)関連の活動：

Possible tomography studies at KEKB,

April 11, 2016, KEK, Tsukuba, Japan

検討会合：上原貞治、熊野俊三、瀧澤誠

Workshop on hadron tomography at J-PARC and KEKB,

January 6, 2017, KEK, Tsukuba, Japan

主催：熊野俊三、瀧澤誠、田中和廣

出席者：20名、KEKB, J-PARCにおけるトモグラフィ研究の可能性を検討し、関連する核子3次元構造研究の状況に関して議論した。

(予定) 研究会「ヘビークォークハドロン」の構造と相互作用」

March 1-3, 2017, KEK Tokai Campus, Room 116, Tokai, Japan

主催：瀧澤誠、森松治、岡真、谷田聖

KEK(J-PARC)プロジェクト関連の講演・座長：

KEK theory center workshop on Hadron and Nuclear Physics in 2017, Jan. 7-10, 2017,

KEK, Tsukuba, Japan, 「エキゾチックハドロン」セッションの座長

論文：

J-PARC-TH-0057, Measurement of the CKM angle ϕ_{11} in $B_0 \rightarrow D^* h_0$, $D_0 \rightarrow K_0^S \pi^+ \pi^-$ decays with time-dependent binned Dalitz plot analysis, Belle Collaboration, V. Vorobyev et al. (M. Takizawa), arXiv:1607.05813, Phys. Rev. D 94 (2016) 052004.

J-PARC-TH-0058, Study of excited Ξ_{cc} states decaying into Ξ_{cc} and Ξ_{cc}^* baryons, Belle Collaboration, J. Yelton et al. (M. Takizawa), arXiv:1607.07123.

J-PARC-TH-0059, Measurement of the branching ratio of $\bar{B}^0 \rightarrow D^{*+} \tau^- \bar{\nu}_{\tau}$ relative to $\bar{B}^0 \rightarrow D^{*+} l^- \bar{\nu}_l$ decays with a semileptonic tagging method, Belle Collaboration, Y. Sato et al. (M. Takizawa), arXiv:1607.07923, Phys. Rev. D 94 (2016) 072007.

J-PARC-TH-0063, The hidden charm pentaquarks are the hidden color-octet uud baryons? S. Takeuchi, M. Takizawa, arXiv:1608.05475, Physics Letters B 764 (2017) 254.

J-PARC-TH-00076, Search for a dark vector gauge boson decaying to $\pi^+ \pi^-$ using $\eta \rightarrow \pi^+ \pi^- \gamma$ decays, Belle Collaboration, E. Won et al. (M. Takizawa), arXiv:1609.05599, Phys. Rev. D 94 (2016) 092006.

J-PARC-TH-00077, Observation of $D_0 \rightarrow \rho^0 \gamma$ and search for CP violation in radiative charm decays, Belle Collaboration, T. Nanut et al. (M. Takizawa), arXiv:1603.03257, Phys. Rev. Lett. in press.

J-PARC-TH-00078, Search for the 0^{--} glueball in Upsilon(1S) and Upsilon(2S) decays, Belle Collaboration, S. Jia et al. (M. Takizawa), arXiv:1611.07131, Phys. Rev. D 95 (2017) 012001.

J-PARC-TH-00079, Search for D^0 decays to invisible final states at Belle, Belle Collaboration, Y.-T. Lai et al. (M. Takizawa), arXiv:1611.09455, Phys. Rev. D in press.

J-PARC-TH-00080, Measurement of the τ lepton polarization and $R(D^*)$ in the decay $\bar{B}^0 \rightarrow D^* \tau^- \bar{\nu}_{\tau}$, Belle Collaboration, S. Hirose et al. (M. Takizawa), arXiv:1612.00529.

J-PARC-TH-00081, Flavor dependent angular analysis of $B \rightarrow K^* l^+ l^-$, Belle Collaboration, S. Wehle et al. (M. Takizawa), arXiv:1612.05014.
