

平成27年度 (2015年度)

年 次 報 告 書

大阪大学大学院理学研究科物理学専攻
Department of Physics, Graduate School of Science
Osaka University

はじめに

この年次報告書は、大阪大学大学院理学研究科・物理学専攻の2015年度(2015年4月～2016年3月)の教育・研究・社会貢献などの活動とその成果をまとめたものです。その目的は、学内外への情報発信と私たち自身の自己評価に資することです。

物理学専攻の基幹講座には、大きく分けて、素粒子・原子核理論、素粒子・原子核実験、物性理論、物性実験、それに学際物理学の合計5つの研究グループ(大講座)があります。これらの基幹講座の各研究グループは、豊中キャンパスに活動の拠点を置き、教員と博士研究員、大学院生などにより研究・教育を推進しています。

研究面については、物理学専攻の基幹講座のメンバーは、物理学専攻の協力講座や専攻外の学内の研究室、さらに日本国内の大学や研究機関と協力しています。また、米国、欧州、アジアなどの海外の大学や研究機関とも広く共同研究を行い、世界をリードする多くの優れた研究成果をあげています。

教育においては、数多くの優秀な学生や若手研究者を育成し、社会に送り出しています。リーディング大学院「物質科学カデットプログラム」や理学研究科の高度博士人材養成プログラムに参画し、これまでの博士教育とは異なる大学院教育を模索しております。さらに、海外から大学院留学生を受け入れて英語による講義を行う International Physics Course (IPC) を設置し、国際化を推進しています。

また、高校での出前講義や、最先端の物理を高校生に伝える Saturday Afternoon Physics の開催などの多くの社会貢献も進めております。

現在、政府主導の大学改革が予想外のスピードで進められており、私共物理学専攻も無関係ではられません。この年次報告書のデータを、専攻の進むべき道を探るための一助とし、物理学分野の発展、社会の発展に寄与するよう努めてまいりたいと思っております。

2016年度物理学専攻長 田島 節子

この年次報告の中で人名の肩に付けた記号の説明

s = スタッフ・メンバー

i = 招へい教員、招へい研究員

p = 科研費・運営費などによる特任研究員

t = その他の経費による特任研究員

PD = 日本学術振興会特別研究員 (PD)

DC = 日本学術振興会特別研究員 (DC)

d = 博士後期課程学生

m = 博士前期課程（修士課程）学生

b = 学部学生

*=国際会議講演，学会講演等において実際に登壇した人

目次

| | |
|-------------------------------|------------|
| 第1章 各研究グループの研究活動報告 | 1 |
| 1.1 岸本グループ | 1 |
| 1.2 久野グループ | 17 |
| 1.3 下田グループ | 27 |
| 1.4 核物質学研究グループ | 39 |
| 1.5 山中（卓）グループ | 48 |
| 1.6 小林グループ | 56 |
| 1.7 田島グループ | 72 |
| 1.8 豊田グループ | 80 |
| 1.9 野末グループ | 83 |
| 1.10 花咲グループ | 91 |
| 1.11 素粒子理論グループ | 98 |
| 1.12 原子核理論グループ | 120 |
| 1.13 黒木グループ | 129 |
| 1.14 小川グループ | 135 |
| 1.15 阿久津グループ | 137 |
| 第2章 受賞と知的財産 | 139 |
| 第3章 学位論文 | 141 |
| 3.1 修士論文 | 141 |
| 3.2 博士論文 | 144 |
| 第4章 教育活動 | 147 |
| 4.1 大学院授業担当一覧 | 147 |
| 4.2 学部授業担当一覧 | 161 |
| 4.3 共通教育授業担当一覧 | 164 |
| 4.4 物理学セミナー | 168 |
| 第5章 物理談話会，南部コロキウム，講演会等 | 169 |
| 5.1 物理談話会 | 169 |
| 5.2 南部コロキウム | 170 |
| 5.3 講演会等 | 171 |

| | | |
|---------------|--|------------|
| 第 6 章 | 学生の進路状況など | 173 |
| 6.1 | 学部卒業生の進路 | 173 |
| 6.2 | 博士前期課程修了者の進路 | 174 |
| 6.3 | International Physics Course (IPC) 前期課程修了者の進路 | 175 |
| 6.4 | 博士後期課程修了者の進路 | 175 |
| 6.5 | International Physics Course (IPC) 後期課程修了者の進路 | 176 |
| 6.6 | 学生のインターンシップ参加 | 176 |
| 第 7 章 | リーディング大学院「インタラクティブ物質科学・カデットプログラム」 | 177 |
| 7.1 | プログラムの目的 | 177 |
| 7.2 | プログラムの概要・特徴 | 177 |
| 7.3 | 平成 27 年度の活動 | 178 |
| 第 8 章 | 理数オナープログラム | 181 |
| 8.1 | 平成 27 年度活動概観 | 181 |
| 8.2 | オナーセミナー | 182 |
| 8.3 | 自主研究と発表会 | 183 |
| 8.4 | 大学院科目等履修生, リーディング大学院生との関係 | 184 |
| 8.5 | オナープログラム参加者の活動記録 | 185 |
| 第 9 章 | 国際化推進事業 | 187 |
| 9.1 | International Physics Course (IPC) | 187 |
| 9.2 | Chemistry-Biology Combined Major Program (CBCMP) | 189 |
| 第 10 章 | 大学院等高度副プログラム | 191 |
| 10.1 | プログラムの目的 | 191 |
| 10.2 | 基礎理学計測学 | 191 |
| 10.3 | 放射線科学 | 192 |
| 第 11 章 | 国際交流活動 | 195 |
| 11.1 | 目的 | 195 |
| 11.2 | 活動の内容 | 195 |
| 11.3 | 海外研究機関訪問、海外からの来訪者など | 195 |
| 11.4 | 部局間学術交流協定 | 197 |
| 11.5 | 海外研究機関での集中講義および阪大における海外拠点との国際会議・シンポジウム | 197 |
| 11.6 | その他 | 197 |
| 第 12 章 | 湯川記念室 | 199 |
| 12.1 | 平成 27 年度活動概観 | 199 |
| 12.2 | 第 31 回湯川記念講演会 | 199 |
| 12.3 | 最先端の物理を高校生に Saturday Afternoon Physics 2015 | 199 |

| | |
|-----------------------------------|------------|
| 12.4 資料集「湯川博士と大阪大学」 | 202 |
| 12.5 その他 | 202 |
| 第 13 章 社会活動 | 203 |
| 13.1 物理学科出張講義の記録 | 203 |
| 13.2 連携講座 | 203 |
| 13.3 高校生のための物理学科一日体験入学 | 205 |
| 13.4 「いちよう祭」「まちかね祭」などにおける施設の一般公開 | 206 |
| 13.5 理科教育セミナー | 207 |
| 第 14 章 大阪大学オープンキャンパス (理学部) | 209 |
| 第 15 章 平成 27 年度の年間活動カレンダー | 211 |
| 第 16 章 物理学専攻における役割分担 | 213 |
| 第 17 章 グループ構成 (平成 27 年度) | 217 |

第1章 各研究グループの研究活動報告

1.1 岸本グループ

平成 27 年度の研究活動概要

^{48}Ca の二重ベータ崩壊の研究 –宇宙の物質起源の解明–

我々の宇宙は、「物質」だけで構成されており「反物質」が存在する証拠はない。この「宇宙における物質と反物質の非対称性問題」の有力な解として、レプトジェネシスシナリオが期待されている。このシナリオが成立するためには、レプトン数を破る「ニュートリノを放出しない二重ベータ崩壊」の実験的観測が不可欠である。この「ニュートリノを放出しない二重ベータ崩壊」は、非常に稀な (半減期 $> 10^{26-27}$ 年) 事象であるため、実験的観測では、如何にバックグラウンドを減らした高感度の検出器を作れるかが鍵となる。

我々は、二重ベータ崩壊研究を目的として、 ^{48}Ca を標的原子核とした CANDLES 計画を推進している。 ^{48}Ca は全ての二重ベータ崩壊原子核のなかで最も Q 値が高いので、本質的に放射性バックグラウンドの少ない環境での測定を実現しやすい。CANDLES 検出器では、さらにバックグラウンドを低減するために、この ^{48}Ca を含む CaF_2 シンチレータを液体シンチレータ中に設置する。測定では、それぞれのシンチレータの信号特性の違いを利用して、



図 1.1: CANDLES III システムに導入している γ 線遮蔽システム。中性子捕獲からの γ 線を遮蔽するために設置する。写真は、最上部まで遮蔽材を設置した状態の様子。鉛の厚みは 10~12cm。



図 1.2: CANDLES III システムに導入している光電子増倍管とライトパイプ。写真に映っているのは、3 段分の光電子増倍管。光電子増倍管の丸い光電面が、ライトパイプの内側に反射して映っているのがわかる。最上段の光電子増倍管の光電面径は 10 インチで、2 段目以降は 13 インチ。

^{48}Ca の二重ベータ崩壊信号とバックグラウンド事象の弁別を行う。このことにより、バックグラウンドの少ない高感度測定を実現する。

今年度は、昨年に引き続き、 γ 線遮蔽システム(図 1.1 参照)の導入を進めた。 γ 線遮蔽システムは、バックグラウンド候補の一つである、検出器外部の原子核による中性子捕獲反応から放出された γ 線を、効果的に低減する。また、検出器タンクの内外に、中性子遮蔽システムとして、ホウ素入りシリコンシートを設置した。これは、検出器タンク(ステンレス製)の鉄原子核に捕獲される環境中性子量を低減する。これら γ 線遮蔽システムおよび中性子遮蔽システムによって、CANDLES 検出器のバックグラウンド量は、約 1/100 に低減される予定である。また、CANDLES 検出器のバックグラウンド候補には、中性子捕獲反応からの γ 線のほかに、 CaF_2 シンチレータに含まれる放射性不純物による ^{208}Tl 事象がある。この ^{208}Tl 事象を低減させるためには、 CaF_2 シンチレータの波形を用いた α 線・ γ 線粒子弁別が有効である。この粒子弁別効率を改善するために、高性能光電子増倍管をテスト的に導入した(図 1.2 参照)。現在は、CANDLES 検出器の光電子増倍管 62 本中に、12 本の高性能光電子増倍管が導入されている。本年度のこれらの改造を行った CANDLES 検出器を用いて、来年度に高感度の二重ベータ崩壊測定を再開する予定である。

ストレンジネス核物理

ストレンジネスの自由度を導入した新たな原子核について研究を行っている。原子核中にある核子はアップ (u) とダウン (d) クォークで構成されている。これらとは異なるストレンジクォーク (s クォーク) を原子核中に導入することにより、原子核の性質の変化、新たに現れる相互作用と現象などに関する研究が可能となる。これに関連した以下の研究を進めている。

大質量の恒星が超新星爆発の後に、ブラックホールに成らず中性子星として残る質量限界は、中性子星中の高密度核物質の状態方程式で決まる。状態方程式は未知の部分が多いが、 \bar{K} 中間子凝縮をはじめとする中性子星中のストレンジネスの存在が状態方程式に大きく影響すると考えられている。この \bar{K} 中間子凝縮と関連する \bar{K} 中間子原子核の研究を進めている。 \bar{K} 中間子凝縮が起こるには、 \bar{K} 中間子と原子核の間に強い引力がはたらくことが必要条件である。これまでに実施した (K^-, p) および (K^-, n) 反応の研究で (KEK-PS E548 実験)、ホウ素から酸素程度の質量の原子核と \bar{K} 中間子の間に、ポテンシャルの深さで約 200 MeV の強い引力がはたらくという結果が得られている。この手法をヘリウム程度の質量領域の原子核に適用した研究 (J-PARC E15 実験) を進めている。

ストレンジネスを持つバリオンの一つである Λ ハイペロンを原子核に埋め込んだ Λ ハイパー核の研究を行っている。2 重荷電交換 (π^-, K^+) 反応による中性子過剰 Λ ハイパー核生成実験 (J-PARC E10 実験) のデータおよび理論解析を進めている。 Λ ハイペロンを追加することにより、中性子過剰原子核がより安定になる効果が期待され、原子核の存在限界を拡大できる可能性がある。また、 ΛN - ΣN 混合と呼ばれる現象に起因する、 Λ ハイパー核に特徴的な相互作用が現れることが期待されるが、その相互作用の大きさに関する情報が中性子過剰 Λ ハイパー核から得られる可能性がある。上の 2 重荷電交換反応による Λ ハイパー核生成手法と相補的なものとして、高エネルギー重イオン反応を用いる方法があり、他の手法では困難な多種の Λ ハイパー核生成が可能になると考えられる。核子あたり 2 GeV の ^6Li および ^{20}Ne の重イオンビームを用いて、この手法の実証研究をドイツ GSI 研究所

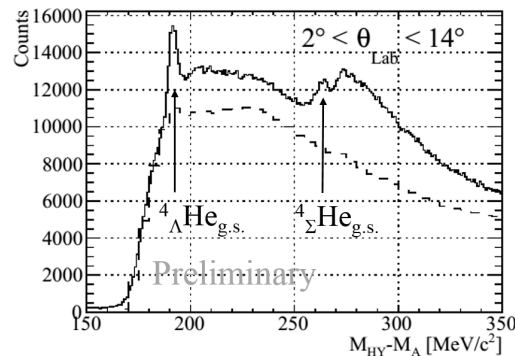


図 1.3: J-PARC E13 実験の初期データ解析で得られた ${}^4\text{He}(K^-, \pi^-)X$ 反応の missing-mass スペクトラム (実線)。破線は $K^- \rightarrow \pi^-\pi^0$ 崩壊からのバックグラウンドの寄与の見積もりを示す。スペクトラム中に ${}^4_\Sigma\text{He}$ ハイパー核の基底状態の生成に対応するピーク (${}^4_\Sigma\text{He}_{\text{g.s.}}$) が明確に観測された。

のグループと協力し進めている。

ストレンジネスを持つ他のバリオンとして Σ ハイペロンがある。 Σ ハイペロンを原子核中に埋め込んだものは Σ ハイパー核と呼ばれるが、これまでに発見された Σ ハイパー核は 1 種 (${}^4_\Sigma\text{He}$) のみで、その基底状態の存在だけが実験的に知られている。このため Σ ハイペロンと原子核の相互作用についての情報は十分ではない。 Σ ハイペロンと原子核の相互作用のより詳しい情報を得るため、 (K^-, π^-) 反応を用いて Σ ハイパー核の励起状態を探索する実験 (J-PARC E13 実験) を実施した。実験データの初期解析により、 ${}^4_\Sigma\text{He}$ ハイパー核の基底状態生成が明確に観測され (図 1.3 参照)、今後の詳細解析で励起状態生成の探索を行う予定である。

学術雑誌に出版された論文

Search for double-beta decay of ${}^{136}\text{Xe}$ to excited states of ${}^{136}\text{Ba}$ with the KamLAND-Zen experiment

K. Asakura, A. Gando, Y. Gando, T. Hachiya, S. Hayashida, H. Ikeda, K. Inoue, K. Ishidoshiro, T. Ishikawa, S. Ishio, M. Koga, S. Matsuda, T. Mitsui, D. Motoki, K. Nakamura, S. Obara, M. Otani, T. Oura, I. Shimizu, Y. Shirahata, J. Shirai, A. Suzuki, H. Tachibana, K. Tamae, K. Ueshima, H. Watanabe, B.D. Xu, H. Yoshida, A. Kozlov, Y. Takemoto, S. Yoshida^{*}, K. Fushimi, T.I. Banks, B.E. Berger, B.K. Fujikawa, T. O'Donnell, L.A. Winslow, Y. Efremenko, H.J. Karwowski, D.M. Markoff, W. Tornow, J.A. Detwiler, S. Enomoto, KamLAND-Zen Collaboration

Nucl. Phys. A **946** (Feb.) (2016) 171-181

(<http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.nuclphysa.2015.11.011>).

KamLAND Sensitivity to Neutrinos from Pre-Supernova Stars

K. Asakura, A. Gando, Y. Gando, T. Hachiya, S. Hayashida, H. Ikeda, K. Inoue, K.

Ishidoshiro, T. Ishikawa, S. Ishio, M. Koga, S. Matsuda, T. Mitsui, D. Motoki, K. Nakamura, S. Obara, T. Oura, I. Shimizu, Y. Shirahata, J. Shirai, A. Suzuki, H. Tachibana, K. Tamae, K. Ueshima, H. Watanabe, B.D. Xu, A. Kozlov, Y. Takemoto, S. Yoshida^s, K. Fushimi, A. Piepke, T.I. Banks, B.E. Berger, B.K. Fujikawa, T. O'Donnell, J.G. Learned, J. Maricic, S. Matsuno, M. Sakai, L.A. Winslow, Y. Efremenko, H.J. Karwowski, D.M. Markoff, W. Tornow, J.A. Detwiler, S. Enomoto, KamLAND Collaboration
Astrophys. J. **818** (No.1, Feb.) (2016) 91 1-8
<http://dx.doi.org/doi:10.3847/0004-637X/818/1/91>).

Current Status and Future Prospects of the SNO+ Experiment

S. Andringa, E. Arushanova, S. Asahi, M. Askins, D.J. Auty, A.R. Back, Z. Barnard, N. Barros, E.W. Beier, A. Bialek, S.D. Biller, E. Blucher, R. Bonventre, D. Braid, E. Caden, J. Caravaca, J. Carvalho, L. Cavalli, D. Chauhan, M. Chen, O. Chkvorets, K. Clark, B. Cleveland, I.T. Coulter, D. Cressy, X. Dai, C. Darrach, B. Davis-Purcell, R. Deen, M.M. Depatie, F. Descamps, F. Di Lodovico, N. Duhaime, F. Duncan, J. Dunger, E. Falk, N. Fatemighomi, R. Ford, P. Gorel, C. Grant, S. Grullon, E. Guillian, A.L. Hallin, D. Hallman, S. Hans, J. Hartnell, P. Harvey, M. Hedayatipour, W.J. Heintzelman, R.L. Helmer, M. Howe, B. Hreljac, J. Hu, T. Iida^p, C.M. Jackson, N.A. Jelley, C. Jillings, C. Jones, P.G. Jones, K. Kamdin, T. Kaptanoglu, J. Kaspar, P. Keener, P. Khaghani, L. Kippenbrock, J.R. Klein, R. Knapik, J.N. Kofron, L.L. Kormos, S. Korte, C. Kraus, C.B. Krauss, K. Labe, I. Lam, C. Lan, B.J. Land, S. Langrock, A. LaTorre, I. Lawson, G.M. Lefeuvre, E.J. Leming, J. Lidgard, X. Liu, Y. Liu, V. Lozza, S. Maguire, A. Maio, K. Majumdar, S. Manecki, J. Maneira, E. Marzec, A. Mastbaum, N. McCauley, A.B. McDonald, J.E. McMillan, P. Mekarski, C. Miller, E. Mony, M.J. Mottram, V. Novikov, H.M. O'Keeffe, E. O'Sullivan, G.D. Orebi Gann, M.J. Parnell, S.J.M. Peeters, T. Pershing, Z. Petriw, G. Prior, J.C. Prouty, S. Quirk, A. Reichold, A. Robertson, J. Rose, R. Rosero, P.M. Rost, J. Rumleskie, M.A. Schumaker, M.H. Schwendener, D. Scislowski, J. Secrest, M. Seddighin, L. Segui, S. Seibert, T. Shantz, T.M. Shokair, L. Sibley, J.R. Sinclair, K. Singh, P. Skensved, T. Sonley, R. Stainforth, M. Strait, M.I. Stringer, R. Svoboda, A. Sorensen, J. Tatar, L. Tian, N. Tolich, J. Tseng, H.W.C. Tseung, R. Van Berg, C. Virtue, B. von Krosigk, E. Vazquez-Jauregui, J.M.G. Walker, M. Walker, O. Wasalski, J. Waterfield, R.F. White, J.F. Wilkerson, J.R. Wilson, T.J. Winchester, A. Wright, M. Yeh, T. Zhao, K. Zuber, SNO+ Collaboration
Adv. High Energy Phys. **2016** () (2016) 6194250 1-21
<http://dx.doi.org/doi:10.1155/2016/6194250>).

Low background techniques in CANDLES

K. Nakajima^p, T. Iida^p, T. Kishimoto^s, K. Matsuoka, M. Nomachi, S. Umehara^p, W.M. Chan^d, H. Kakubata^d, X. Li^m, T. Maeda, T. Ohata^d, B. Temuge^m, K. Tetsuno^d, V.T.T. Trang^d, T. Uehara^m, S. Yoshida^s, K. Morishita, I. Ogawa, K. Sakamoto, Y. Tamagawa, M.

Yoshizawa, K. Fushimi, R. Hazama, N. Naktani, K. Suzuki
AIP Conf. Proc. **1672** () (2015) 110004
(<http://dx.doi.org/doi:10.1063/1.4928006>).

A basic study on the production of enriched isotope ^{48}Ca by using crown-ether resin

S. Umehara^p, T. Kishimoto^s, H. Kakubata^d, M. Nomura, T. Kaneshiki, T. Suzuki, Y. Fujii, S. Nemoto
Prog. Theor. Exp. Phys. **2015** (No.5, May) (2015) 053C03 1-8
(<http://dx.doi.org/doi:10.1093/ptep/ptv063>).

Search for Neutrino-less Double Beta Decay with CANDLES

S. Umehara^p, T. Kishimoto^s, M. Nomachi, S. Ajimura, T. Iida^p, K. Nakajima^p, K. Ichimura, K. Matsuoka, M. Saka, T. Ishikawa
Phys. Procedia **61** () (2015) 283-288
(<http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.phpro.2014.12.046>).

The CANDLES Trigger System for the Study of Double Beta Decay of ^{48}Ca

T. Maeda, S. Ajimura, W.M. Chan^d, K. Fushimi, R. Hazama, K. Ichimura, T. Iida^p, Y. Inukai, T. Ishikawa, H. Kakubata^d, T. Kishimoto^s, K. Matsuoka, K. Nakajima^p, N. Nakatani, M. Nomachi, I. Ogawa, T. Ohata^d, H. Ohsumi, M. Saka, K. Sakamoto, K. Seki, Y. Sugaya, K. Suzuki, Y. Tamagawa, D. Tanaka, K. Tetsuno^d, V.T.T. Trang^d, S. Umehara^p, W. Wang^d, S. Yoshida^s, M. Yoshizawa
IEEE Trans. Nucl. Sci. **62** (No.3, June) (2015) 1128-1134
(<http://dx.doi.org/doi:10.1109/TNS.2015.2423275>).

New DAQ System for the CANDLES Experiment

K. Suzuki, S. Ajimura, W.M. Chan^d, K. Fushimi, R. Hazama, K. Ichimura, T. Iida^p, Y. Inukai, H. Kakubata^d, T. Kishimoto^s, S. Maeda, T. Maeda, K. Matsuoka, K. Nakajima^p, N. Nakatani, M. Nomachi, I. Ogawa, T. Ohata^d, H. Ohsumi, K. Sakamoto, Y. Tamagawa, D. Tanaka, K. Tetsuno^d, V.T.T. Trang^d, S. Umehara^p, W. Wang^d, S. Yoshida^s, M. Yoshizawa
IEEE Trans. Nucl. Sci. **62** (No.3 June) (2015) 1122-1127
(<http://dx.doi.org/doi:10.1109/TNS.2015.2423673>).

Search for the proton decay mode $p \rightarrow \bar{\nu}K^+$ with KamLAND

K. Asakura, A. Gando, Y. Gando, T. Hachiya, S. Hayashida, H. Ikeda, K. Inoue, K. Ishidoshiro, T. Ishikawa, S. Ishio, M. Koga, R. Matsuda, S. Matsuda, T. Mitsui, D. Motoki, K. Nakamura, S. Obara, Y. Oki, T. Oura, I. Shimizu, Y. Shirahata, J. Shirai, A. Suzuki, H. Tachibana, K. Tamae, K. Ueshima, H. Watanabe, B. D. Xu, Y. Yamauchi, H. Yoshida,

A. Kozlov, Y. Takemoto, S. Yoshida^s, K. Fushimi, C. Grant, A. Piepke, T.I. Banks, B. E. Berger, S. J. Freedman, B. K. Fujikawa, T. O'Donnell, J.G. Learned, J. Maricic, M. Sakai, S. Dazeley, R. Svoboda, L. A. Winslow, Y. Efremenko, H.J. Karwowski, D. M. Markoff, W. Tornow, J. A. Detwiler, S. Enomoto, M.P. Decowski, KamLAND Collaboration
 Phys. Rev. D **92** (No.5, Sep.) (2015) 052006 1-10
<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevD.92.052006>).

Study of electron anti-neutrinos associated with gamma-ray bursts using KamLAND

K. Asakura, A. Gando, Y. Gando, T. Hachiya, S. Hayashida, H. Ikeda, K. Inoue, K. Ishidoshiro, T. Ishikawa, S. Ishio, M. Koga, S. Matsuda, T. Mitsui, D. Motoki, K. Nakamura, S. Obara, Y. Oki, T. Oura, I. Shimizu, Y. Shirahata, J. Shirai, A. Suzuki, H. Tachibana, K. Tamae, K. Ueshima, H. Watanabe, B.D. Xu, H. Yoshida, A. Kozlov, Y. Takemoto, S. Yoshida^s, K. Fushimi, A. Piepke, T.I. Banks, B.E. Berger, T. O'Donnell, B.K. Fujikawa, J. Maricic, J.G. Learned, M. Sakai, L.A. Winslow, Y. Efremenko, H.J. Karwowski, D.M. Markoff, W. Tornow, J.A. Detwiler, S. Enomoto, KamLAND Collaboration
 Astrophys. J. **806** (No.1, June) (2015) 87 1-5
<http://dx.doi.org/doi:10.1088/0004-637X/806/1/87>).

Measurement of the Λ Spin-flip $B(M1)$ Value in Hypernuclei

Y. Sasaki, M. Agnello, Y. Akazawa, N. Amano, K. Aoki, E. Botta, N. Chiga, H. Ekawa, P. Evtoukhovitch, A. Feliciello, T. Haruyama, S. Hasegawa, S. Hayakawa^d, R. Honda^p, K. Hosomi, S. H. Hwang, Y. Ichikawa, Y. Igarashi, K. Imai, S. Ishimoto, R. Iwasaki, S. Kanatsuki, K. Kasami, T. Koike, J.Y. Lee, S. Marcello, K. Miwa, T. Nagae, S. Nagao, M. Nakagawa^d, M. Naruki, A. Sakaguchi^s, H. Sako, V. Samoilov, S. Sato, T. Shiozaki, K. Shirotori, H. Sugimura, S. Suzuki, T. Takahashi, H. Tamura, K. Tanabe, K. Tanida, Z. Tsamalaidze, M. Ukai, T. F Wang, T.O. Yamamoto, Y. Yamamoto, S.B. Yang
 JPS Conf. Proc. **8** (Sep.) (2015) 022013 1-4
<http://dx.doi.org/doi:10.7566/JPSCP.8.022013>).

Study of ΛN Interaction via the γ -ray Spectroscopy of ${}^4_{\Lambda}\text{He}$ and ${}^{19}_{\Lambda}\text{F}$ (E13-1st)

T.O. Yamamoto, M. Agnello, Y. Akazawa, N. Amano, K. Aoki, E. Botta, N. Chiga, H. Ekawa, P. Evtoukhovitch, A. Feliciello, T. Haruyama, S. Hasegawa, S. Hayakawa^d, R. Honda^p, K. Hosomi, S.H. Hwang, Y. Ichikawa, Y. Igarashi, K. Imai, S. Ishimoto, R. Iwasaki, S. Kanatsuki, K. Kasami, T. Koike, J.K. Lee, J.Y. Lee, S. Marcello, K. Miwa, T. Nagae, S. Nagao, M. Nakagawa^d, M. Naruki, A. Sakaguchi^s, H. Sako, V. Samoilov, Y. Sasaki, S. Sato, T. Shiozaki, K. Shirotori, H. Sugimura, S. Suzuki, T. Takahashi, H. Tamura, K. Tanabe, K. Tanida, Z. Tsamalaidze, M. Ukai, T.F. Wang, Y. Yamamoto, S.B. Yang
 JPS Conf. Proc. **8** (Sep.) (2015) 021017 1-6

(<http://dx.doi.org/doi:10.7566/JSPCP.8.021017>).

J-PARC E19 Experiment: Pentaquark Θ^+ Search in Hadronic Reaction at J-PARC

Tomonori N. Takahashi, Satoshi Adachi, Michelangelo Agnello, Shuhei Ajimura, Kanae Aoki, Hyoung Chan Bhang, Bernd Bassalleck, Elena Botta, Stefania Bufalino, Nobuyuki ChigaHiroyuki Ekawa, Petr Evtoukhovitch, Alessandro Feliciello, Hiroyuki Fujioka, Shuhei Hayakawa^d, Fumiki Hiruma, Ryotaro Honda^p, Kenji Hosomi, Yudai Ichikawa, Masaharu Ieiri, Youichi Igarashi, Ken'ichi Imai, Naoya Ishibashi, Shigeru Ishimoto, Kenta Itahashi, Ruri Iwasaki, Chang Woo Joo, Shunsuke Kanatsuki, Mi Jung Kim, Sun Ji Kim, Ryuta Kiuchi, Takeshi Koike, Yusuke Komatsu, Vyacheslav Vasil'evich Kulikov, Simonetta Marcello, Shinichi Masumoto, Yuki Matsumoto, Kenji Matsuoka, Koji Miwa, Manabu Moritsu, Tomofumi Nagae, Megumi Naruki, Masayuki Niiyama, Hiroyuki Noumi, Yuki Nozawa, Ryosuke Ota, Kyoichiro Ozawa, Naohito Saito, Atsushi Sakaguchi^s, Hiroyuki Sako, Valentin Samoïlov, Misako Sato, Susumu Sato, Yoshinori Sato, Shin'ya Sawada, Michiko Sekimoto, Kotaro Shirotori, Hitoshi Sugimura, Shoji Suzuki, Hitoshi Takahashi, Toshiyuki Takahashi, Hirokazu Tamura, Toshiyuki Tanaka, Kiyoshi Tanida, Atsushi O. Tokiyasu, Natsuki Tomida, Zviadi Tsamalaidze, Mifuyu Ukai, Kazuya Yagi, Takeshi O. Yamamoto, Seong Bae Yang, Yoshio Yonemoto, Choong Jae Yoon, Kotaro Yoshida^d

JPS Conf. Proc. **8** (Sep.) (2015) 022011 1-6

(<http://dx.doi.org/doi:10.7566/JSPCP.8.022011>).

J-PARC E27 Experiment to Search for a K^-pp Bound State

Yudai Ichikawa, Tomofumi Nagae, Hyoungchan Bhang, Stefania Bufalino, Hiroyuki Ekawa, Petr Evtoukhovitch, Alessandro Feliciello, Hiroyuki Fujioka, Shoichi Hasegawa, Shuhei Hayakawa^d, Ryotaro Honda^p, Kenji Hosomi, Ken'ichi Imai, Shigeru Ishimoto, Changwoo Joo, Shunsuke Kanatsuki, Ryuta Kiuchi, Takeshi Koike, Harphool Kumawat, Yuki Matsumoto, Koji Miwa, Manabu Moritsu, Megumi Naruki, Masayuki Niiyama, Yuki Nozawa, Ryosuke Ota, Atsushi Sakaguchi^s, Hiroyuki Sako, Valentin Samoïlov, Susumu Sato, Kotaro Shirotori, Hitoshi Sugimura, Shoji Suzuki, Toshiyuki Takahashi, Tomonori N. Takahashi, Hirokazu Tamura, Toshiyuki Tanaka, Kiyoshi Tanida, Atsushi O. Tokiyasu, Zviadi Tsamalaidze, Bidyut Roy, Mifuyu Ukai, Takeshi O. Yamamoto, Seongbae Yang

JPS Conf. Proc. **8** (Sep.) (2015) 021020 1-7

(<http://dx.doi.org/doi:10.7566/JSPCP.8.021020>).

Spectroscopic Study of Hyperon Resonances below $\bar{K}N$ Threshold via the (K^-, n) Reaction on Deuteron

T. Yamaga, S. Ajimura, G. Beer, H. Bhang, M. Bragadireanu, P. Buehler, L. Busso, M. Cargnelli, S. Choi, C. CurceanuS. Enomoto, D. Faso, H. Fujioka, Y. Fujiwara, T. Fukuda, C. Guaraldo, T. Hashimoto, R.S. Hayano, T. Hiraiwa, M. Iio, M. Iliescu, K. Inoue, Y.

Ishiguro, T. Ishikawa, S. Ishimoto, T. Ishiwatari, K. Itahashi, M. Iwai, M. Iwasaki, Y. Kato, S. Kawasaki, P. Kienle, H. Kou, Y. Ma, J. Marton, Y. Matsuda, Y. Mizoi, O. Morra, T. Nagae, H. Noumi, H. Ohnishi, S. Okada, H. Outa, K. Piscicchia, M. Poli Lener, A. Romero Vidal, Y. Sada, A. Sakaguchi^s, F. Sakuma, M. Sato, Al Scordo, M. Sekimoto, H. Shi, K. Shirotori, D. Sirghi, F. Sirghi, K. Suzuki, S. Suzuki, T. Suzuki, T. Tanida, H. Tatsuno, M. Tokuda, D. Tomono, A. Toyoda, K. Tsukada, O. Vazquez Doce, E. Widmann, B.K. Wuenschek, T. Yamazaki, H. Yim, Q. Zhang, J. Zmeskal
JPS Conf. Proc. **8** (Sep.) (2015) 021016 1-5
(<http://dx.doi.org/doi:10.7566/JPSCP.8.021016>).

Searching for the H-Dibaryon in J-PARC with a Large Acceptance Hyperon Spectrometer

Yuncheng Han, Jung Keun Ahn, Bernd Bassalleck, Lei Guo, Hiroyuki Fujioka, Shoichi Hasegawa, Kenneth Hicks, Ryotaro Honda^p, Sang Hoon Hwang, Yudai IchikawaMasaharu Ieiri, Kenichi Imai, Min Ho Kim, Shin Hyung Kim, Sung Hyun Kim, Jaeyoung Lee, Hyo Sang Lee, Innocent Jimmy Lugendo, Koji Miwa, Masayuki Niiyama, Kyoichiro Ozawa, Jae Beom Park, Sun Young Ryu, Hiroyuki Sako, Susumu Sato, Hitoshi Sugimura, Mizuki Sumihama, Kotaro Shirotori, Hitoshi Takahashi, Toshiyuki Takahashi, Kiyoshi Tanida
JPS Conf. Proc. **8** (Sep.) (2015) 021002 1-5
(<http://dx.doi.org/doi:10.7566/JPSCP.8.021002>).

Charmed Baryon Spectroscopy Experiment at J-PARC

Kotaro Shirotori, Jung-Kun Ahn, Shuhei Ajimura, Kazuya Aoki, Ryotaro Honda^p, Takatsugu Ishikawa, Yue Ma, Koji Miwa, Yoshiyuki Miyachi, Yuhei MorinoTakashi Nakano, Megumi Naruki, Hiroyuki Noumi, Kyoichiro Ozawa, Fuminori Sakuma, Takahiro Sawada, Yorihiro Sugaya, Tomonori Takahashi, Kiyoshi Tanida, Wen-Chen Chang, Takumi Yamaga
JPS Conf. Proc. **8** (Sep.) (2015) 022012 1-5
(<http://dx.doi.org/doi:10.7566/JPSCP.8.021012>).

Measurement of 3-Body Hadronic Reactions with HypTPC at J-PARC

Sanghoon Hwang, Jung Keun Ahn, Bernd Bassalleck, Hiroyuki Fujioka, Lei Guo, Yuncheng Han, Shoichi Hasegawa, Kenneth Hicks, Ryotaro Honda^p, Kenji HosomiYudai Ichikawa, Masaharu Ieiri, Kenichi Imai, Min Ho Kim, Shin Hyung Kim, Sung Hyun Kim, Jaeyoung Lee, Hyo Sang Lee, Innocent Jimmy Lugendo, Koji Miwa, Taejin Moon, Masayuki Niiyama, Kyoichiro Ozawa, Jae Beom Park, Sun Young Ryu, Hiroyuki Sako, Susumu Sato, Hitoshi Sugimura, Mizuki Sumihama, Kotaro Shirotori, Hitoshi Takahashi, Toshiyuki Takahashi, Kiyoshi Tanida
JPS Conf. Proc. **8** (Sep.) (2015) 022008 1-6
(<http://dx.doi.org/doi:10.7566/JPSCP.8.022008>).

Development of Single-Sided Silicon Detectors in the Emulsion-Hybrid System at J-PARC

J.Y. Lee, J.K. Ahn, H. Ekawa, Y.C. Han, S. Hasegawa, S. Hayakawa^d, T. Hayakawa^m, K. Hosomi, S.H. Hwang, K. Imai, K. Ito, M.H. Kim, S.H. Kim, R. Kiuchi, T.J. Moon, K. Nakazawa, K. Oue, H. Sako, S. Sato, H. Sugimura, K. Tanida, T. Watabe, J-PARC E07 Collaboration

JPS Conf. Proc. **8** (Sep.) (2015) 021008 1-6

(<http://dx.doi.org/doi:10.7566/JPSCP.8.021008>).

Observation of Spin-Dependent Charge Symmetry Breaking in ΛN Interaction: Gamma-Ray Spectroscopy of ${}^4_{\Lambda}\text{He}$

T.O. Yamamoto, M. Agnello, Y. Akazawa, N. Amano, K. Aoki, E. Botta, N. Chiga, H. Ekawa, P. Evtoukhovitch, A. Feliciello, M. Fujita, T. Gogami, S. Hasegawa, S.H. Hayakawa^d, T. Hayakawa^m, R. Honda^p, K. Hosomi, S. H. Hwang, N. Ichige, Y. Ichikawa, M. Ikeda, K. Imai, S. Ishimoto, S. Kanatsuki, M.H. Kim, S.H. Kim, S. Kinbara, T. Koike, J. Y. Lee, S. Marcello, K. Miwa, T. Moon, T. Nagae, S. Nagao, Y. Nakada^d, M. Nakagawa^d, Y. Ogura, A. Sakaguchi^s, H. Sako, Y. Sasaki, S. Sato, T. Shiozaki, K. Shirotori, H. Sugimura, S. Suto, S. Suzuki, T. Takahashi, H. Tamura, K. Tanabe, K. Tanida, Z. Tsamalaidze, M. Ukai, Y. Yamamoto, S.B. Yang, J-PARC E13 Collaboration

Phys. Rev. Lett. **115** (No.22, Nov.) (2015) 222501 1-5

(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevLett.115.222501>).

The Search for $n - \bar{n}$ oscillation in Super-Kamiokande I

K. Abe, Y. Hayato, T. Iida^p, K. Ishihara, J. Kameda, Y. Koshio, A. Minamino, C. Mitsuda, M. Miura, S. Moriyama, M. Nakahata, Y. Obayashi, H. Ogawa, H. Sekiya, M. Shiozawa, Y. Suzuki, A. Takeda, Y. Takeuchi, K. Ueshima, H. Watanabe, I. Higurashi, C. Ishihara, M. Ishitsuka, T. Kajita, K. Kaneyuki, G. Mitsuka, S. Nakayama, H. Nishino, K. Okumura, C. Saji, Y. Takenaga, S. Clark, S. Desai, F. Dufour, A. Herfurth, E. Kearns, S. Likhoded, M. Litos, J. L. Raaf, J.L. Stone, L. R. Sulak, W. Wang, M. Goldhaber, D. Casper, J.P. Cravens, J. Dunmore, J. Griskevich, W.R. Kropp, D.W. Liu, S. Mine, C. Regis, M. B. Smy, H.W. Sobel, M. R. Vagins, K. S. Ganezer, B. Hartfiel, J. Hill, W.E. Keig, J. S. Jang, I. S. Jeoung, J. Y. Kim, I. T. Lim, K. Scholberg, N. Tanimoto, C.W. Walter, R. Wendell, R. W. Ellsworth, S. Tasaka, G. Guillian, J.G. Learned, S. Matsuno, M.D. Messier, A. K. Ichikawa, T. Ishida, T. Ishii, T. Iwashita, T. Kobayashi, T. Nakadaira, K. Nakamura, K. Nishikawa, K. Nitta, Y. Oyama, A.T. Suzuki, M. Hasegawa, H. Maesaka, T. Nakaya, T. Sasaki, H. Sato, H. Tanaka, S. Yamamoto, M. Yokoyama, T.J. Haines, S. Dazeley, S. Hatakeyama, R. Svoboda, G. W. Sullivan, R. Gran, A. Habig, Y. Fukuda, Y. Itow, T. Koike, C. K. Jung, T. Kato, K. Kobayashi, C. McGrew, A. Sarrat, R. Terri, C. Yanagisawa, N. Tamura, M. Ikeda, M. Sakuda, Y. Kuno, M. Yoshida, S.B. Kim, B. S.

Yang, T. Ishizuka, H. Okazawa, Y. Choi, H.K. Seo, Y. Gando, T. Hasegawa, K. Inoue, H. Ishii, K. Nishijima, H. Ishino, Y. Watanabe, M. Koshihara, Y. Totsuka, S. Chen, Z. Deng, Y. Liu, D. Kielczewska, H. G. Berns, K. K. Shiraishi, E. Thrane, K. Washburn, R.J. Wilkes, Super-Kamiokande Collaboration
 Phys. Rev. D **91** (No.7, Apr.) (2015) 072006 1-8
<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevD.91.072006>).

Development of a cylindrical tracking detector with multichannel scintillation fibers and pixelated photon detector readout

Y. Akazawa, K. Miwa, R. Honda^p, T. Shiozaki, N. Chiga
 Nucl. Instrum. Meth. A **787** (July) (2015) 193-196
<http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.nima.2014.11.102>).

A beam position fiber counter with scintillation fibers and multi-pixel photon counter for high intensity beam operation

R. Honda^p, K. Miwa, Y. Matsumoto, N. Chiga, S. Hasegawa, K. Imai
 Nucl. Instrum. Meth. A **787** (July) (2015) 157-160
<http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.nima.2014.11.084>).

Observation of ${}^4_{\Lambda}\text{H}$ Hyperhydrogen by Decay-Pion Spectroscopy in Electron Scattering

A. Esser, S. Nagao, F. Schulz, P. Achenbach, C. Ayerbe Gayoso, R. Bohm, O. Borodina, D. Bosnar, V. Bozkurt, L. Debenjak, M.O. Distler, I. Frišćić, Y. Fujii, T. Gogami, O. Hashimoto, S. Hirose, H. Kanda, M. Kaneta, E. Kim, Y. Kohl, J. Kusaka, A. Margaryan, H. Merkel, M. Mihovilović, U. Muller, S.N. Nakamura, J. Pochodzalla, C. Rappold, J. Reinhold, T.R. Saito, A. Sanchez Lorente, S. Sanchez Majos, B.S. Schlimme, M. Schoth, C. Sfienti, S. Širca, L. Tang, M. Thiel, K. Tsukada, A. Weber, K. Yoshida^d, A1 Collaboration
 Phys. Rev. Lett. **114** (No.23, June) (2015) 232501 1-5
<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevLett.114.232501>).

Cosmic-ray test of a time-of-flight detector for double-strangeness experiments at J-PARC

S.H. Kim, S.H. Hwang, J.K. Ahn, H. Ekawa, S. Hayakawa^d, B. Hong, K. Hosomi, K. Imai, M.H. Kim, J.Y. Lee T.J. Moon, S.Y. Ryu, H. Sako, T. Takahashi, K. Tanida
 Nucl. Instrum. Meth. A **795** (Sep.) (2015) 39-44
<http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.nima.2015.05.046>).

Hypernuclear production cross section in the reaction of ${}^6\text{Li} + {}^{12}\text{C}$ at 2 A GeV

C. Rappold, T.R. Saito, O. Bertini, S. Bianchin, V. Bozkurt, E. Kim, M. Kavatsyuk, Y. Ma, F. Maas, S. Minami, D. Nakajima, B. Özel-Tashenov, K. Yoshida^d, P. Achenbach, S.

Ajimura, T. Aumann, C. Ayerbe Gayoso, H.C. Bhang, C. Caesar, S. Erturk, T. Fukuda, B. Göküzüm, E. Guliev, J. Hoffmann, G. Ickert, Z.S. Ketenci, D. Khanef, M. Kim, S. Kim, K. Koch, N. Kurz, A. Le Fèvre, Y. Mizoi, L. Nungesser, W. Ott, J. Pochodzalla, A. Sakaguchi^s, C.J. Schmidt, M. Sekimoto, H. Simon, T. Takahashi, G.J. Tambave, H. Tamura, W. Trautmann, S. Voltz and C.J. Yoon

Phys. Lett. B **747** (July) (2015) 129–134

(<http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.physletb.2015.05.059>).

Search for the deeply bound K^-pp state from the semi-inclusive forward-neutron spectrum in the in-flight K^- reaction on helium-3

T. Hashimoto, S. Ajimura, G. Beer, H. Bhang, M. Bragadireanu, P. Buehler, L. Busso, M. Cargnelli, S. Choi, C. Curceanu, S. Enomoto, D. Faso, H. Fujioka, Y. Fujiwara, T. Fukuda, C. Guaraldo, R.S. Hayano, T. Hiraiwa, M. Iio, M. Iliescu, K. Inoue, Y. Ishiguro, T. Ishikawa, S. Ishimoto, T. Ishiwatari, K. Itahashi, M. Iwai, M. Iwasaki, Y. Kato, S. Kawasaki, P.Kienle, H. Kou, Y. Ma, J. Marton, Y. Matsuda, Y. Mizoi, O. Morra, T. Nagae, H. Noumi, H. Ohnishi, S. Okada, H. Outa, K. Piscicchia, M. Poli Lener, A. Romero Vidal, Y. Sada, A. Sakaguchi^s, F. Sakuma, M. Sato, A. Scordo, M. Sekimoto, H. Shi, D. Sirghi, F. Sirghi, K. Suzuki, S. Suzuki, T. Suzuki, K. Tanida, H. Tatsuno, M. Tokuda, D. Tomono, A. Toyoda, K. Tsukada, O. Vazquez Doce, E. Widmann, B.K. Wuenschek, T. Yamaga, T. Yamazaki, H. Yim, Q. Zhang and J. Zmeskal

Prog. Theor. Exp. Phys. **2015** (No.6, June) (2015) 061D01 1-11

(<http://dx.doi.org/doi:10.1093/ptep/ptv076>).

Separation of calcium-48 isotope by crown ether chromatography using ethanol/hydrochloric acid mixed solvent

Shin Okumura, Saori Umehara^p, Yasuhiko Fujii, Masao Nomura, Toshitaka Kaneshiki, Masaki Ozawa, Tadafumi Kishimoto^s

Journal of Chromatography A **1415** (Oct.) (2015) 67-72

(<http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.chroma.2015.08.057>).

国際会議における講演等

Enrichment of ^{48}Ca by Multi-Channel Counter-Current Electrophoresis (MC-CCE) – for the study of Particle and Nuclear Physics –

T. Kishimoto^{s*}

EMIS -The International Conference on Electromagnetic Isotope Separators and Related Topics (at Grand Rapids, Michigan, USA, May 11-15, 2015, 参加者約 160 名), USA

Calcium isotope enrichment by means of multi-channel counter-current electrophoresis

(MCCCE) for the study of ^{48}Ca double beta decayT. Kishimoto^{s*}

SPLG 2015 -13th Workshop on Separation Phenomena in Liquids and Gases (at S.C. Bariloche, Argentina, June 7-11, 2015, 参加者約 150 名), Argentina

Chromatographic Separation of ^{48}Ca by Using Crown Ether ResinS. Umehara^{p*}

SPLG 2015 -13th Workshop on Separation Phenomena in Liquids and Gases (at S.C. Bariloche, Argentina, June 7-11, 2015, 参加者約 150 名), Argentina

Status and future prospect of ^{48}Ca double beta decay search in CANDLESTakashi Iida^{p*} for the CANDLES collaboration

XIV International Conference on Topics in Astroparticle and Underground Physics (TAUP 2015) (at Torino, Italy, September 7-11, 2015, 参加者約 500 名), Italy

Neutron-rich Λ hypernucleiA. Sakaguchi^{s*} (invited)

HYP2015 -12th International Conference on Hypernuclear and Strange Particle Physics (at Sendai, Japan, September 7-12, 2015, 参加者約 300 名)

Experimental study of YN interaction in neutron rich environment produced via the $^6\text{Li}(\pi^-, K^+)\text{X}$ reactionR. Honda^{p*}

HYP2015 -12th International Conference on Hypernuclear and Strange Particle Physics (at Sendai, Japan, September 7-12, 2015, 参加者約 300 名)

Search for excited state of Σ hypernucleus in the J-PARC E13 experimentM. Nakagawa^{d*}

HYP2015 -12th International Conference on Hypernuclear and Strange Particle Physics (at Sendai, Japan, September 7-12, 2015, 参加者約 300 名)

Double hypernuclei experiment with hybrid emulsion method at J-PARC (poster)S.H. Hayakawa^{d*}

HYP2015 -12th International Conference on Hypernuclear and Strange Particle Physics (at Sendai, Japan, September 7-12, 2015, 参加者約 300 名)

Scattered proton detection system for Σp scattering experiment with the cylindrical scintillating fiber tracker and BGO calorimeters (poster)Y. Nakada^{d*}

HYP2015 -12th International Conference on Hypernuclear and Strange Particle Physics
(at Sendai, Japan, September 7-12, 2015, 参加者約 300 名)

日本物理学会, 応用物理学会等における講演

CANDLES の現状と将来計画

岸本忠史 ^{s*}

新学術領域「宇宙の歴史をひもとく地下素粒子原子核研究」2015年領域研究会 (於 神戸大学百年記念館 六甲ホール, 2015年5月15日 - 5月17日)

薄膜蛍光フィルムを利用した表面バックグラウンド除去技術の開発

吉田齊 ^{s*}

新学術領域「宇宙の歴史をひもとく地下素粒子原子核研究」2015年領域研究会 (於 神戸大学百年記念館 六甲ホール, 2015年5月15日 - 5月17日)

超低バックグラウンドゲルマニウム検出器を用いたタンタル 180m の半減期測定

梅原さおり ^{p*}

新学術領域「宇宙の歴史をひもとく地下素粒子原子核研究」2015年領域研究会 (於 神戸大学百年記念館 六甲ホール, 2015年5月15日 - 5月17日)

DRS4 チップを用いた QDC 開発上での困難

本多良太郎 ^{p*}

計測システム研究会 (於 核物理研究センター, 2015年7月24日 - 7月26日)

J-PARC E13 実験における $^4_{\Sigma}\text{He}$ の励起状態の探索

中川真菜美 ^{d*}

「ストレンジネス核物理の発展方向」研究会 (於 KEK 東海キャンパス, 2015年8月5日 - 8月6日)

Fast 2nd level trigger system for the YN scattering experiment in J-PARC

本多良太郎 ^{p*}

「実験と観測で解き明かす中性子星の核物質」第4回研究会 (於 湘南国際村センター, 2015年9月17日 - 9月18日)

^{48}Ca の新濃縮法の開発と CANDLES 実験 (Invited Talk)

岸本忠史 ^{s*}

日本物理学会 2015年秋季大会 (於 大阪市立大学, 2015年9月25日 - 9月28日)

CANDLES による二重ベータ崩壊の研究 (102) CANDLES 実験の現状

吉田斉^{s*}, 岸本忠史^s, 角畑秀一^d, Wang Wei^d, Van Thi Thu Trang^d, Chan Wei Min^d, 鉄野高之介^d, 太畑貴綺^d, 上原拓真^m, 李曉龍^m, Temuge Batpurev^m, 芥川一樹^m, 片桐誠也^m, 四ッ永直輝^m, 能町正治, 味村周平, 梅原さおり^p, 飯田崇史^p, 松岡健次, 前田剛, 金川和貴, 都築将仁, Bui Tuan Khai, 小川泉, 玉川洋一, 中島恭平^p, 野代翔平, 増田旭, 森下剣, 鷺野将臣, 高橋成企, 寺西叶, 堂角史弥, 檜山太旗, 伏見賢一, 森健太郎, 裕隆太, 大隅秀晃, 鈴木耕拓
日本物理学会 2015 年秋季大会 (於 大阪市立大学、2015 年 9 月 25 日 - 9 月 28 日)

CANDLES による二重ベータ崩壊の研究 (103) 新しい波形弁別法によるバックグラウンド除去

太畑貴綺^{d*} for the CANDLES Collaboration

日本物理学会 2015 年秋季大会 (於 大阪市立大学、2015 年 9 月 25 日 - 9 月 28 日)

Study of neutrino-less double beta decay by CANDLES (104) Development of new calibration method using ²⁴Na source

Van Thi Thu Trang^{d*} for the CANDLES Collaboration

日本物理学会 2015 年秋季大会 (於 大阪市立大学、2015 年 9 月 25 日 - 9 月 28 日)

CANDLES による二重ベータ崩壊の研究 (105) -バックグラウンド評価-

梅原さおり^{p*}, 他 CANDLES Collaboration

日本物理学会 2015 年秋季大会 (於 大阪市立大学、2015 年 9 月 25 日 - 9 月 28 日)

J-PARC における ⁶Li(π^- , K⁺)X 反応を用いた中性子過剰ハイパー核探索実験の最新の解析結果

本多良太郎^{p*}, for the E10 collaboration

日本物理学会 2015 年秋季大会 (於 大阪市立大学、2015 年 9 月 25 日 - 9 月 28 日)

J-PARC E13 実験における ⁴He(K⁻, π^-) 反応を用いた $\frac{4}{\Sigma}$ He の励起状態の探索

中川真菜美^{d*}, for the E13 collaboration

日本物理学会 2015 年秋季大会 (於 大阪市立大学、2015 年 9 月 25 日 - 9 月 28 日)

J-PARC E40 実験のための円筒型ファイバー飛跡検出器のエネルギー分解能の評価

中田祥之^{d*}, 阪口篤志^s, 本多良太郎^p, 早川修平^d, 三輪浩司, 赤澤雄也, 塩崎健弘, 池田迪彦

日本物理学会 2015 年秋季大会 (於 大阪市立大学、2015 年 9 月 25 日 - 9 月 28 日)

J-PARC E13 実験用 PWO 検出器のエネルギー較正

早川朋成^{m*}, for the E13 collaboration

日本物理学会 2015 年秋季大会 (於 大阪市立大学、2015 年 9 月 25 日 - 9 月 28 日)

Hadron Universal Logic Module の開発

本多良太郎^{p*}

OpenIt 若手研究科会 (於 白浜, 2015 年 10 月 8 日 - 10 月 10 日)

Development of a new ^{48}Ca enrichment method and the CANDLES experiment – for the study of ^{48}Ca double beta decay –

T. Kishimoto^{s*}

2015 Fall Meeting of the APS Division of Nuclear Physics (at Santa Fe, New Mexico, USA, October 28-31, 2015)

CANDLES 実験における検出器較正およびバックグラウンド調査

飯田崇史^{p*}

「ニュートリノフロンティア」研究会 (於 ニューウェルシティー湯河原, 静岡県熱海市, 2015 年 12 月 1 日 - 12 月 3 日)

CANDLES 実験の報告

飯田崇史^{p*}

極低放射能技術研究会 (於 徳島大学, 2016 年 3 月 13 日 - 3 月 15 日)

シンチレーター内部の不純物分析

梅原さおり^{p*}

新学術領域「宇宙の歴史をひもとく地下素粒子原子核研究」極低放射能技術研究会 (於 徳島大学 常三島キャンパスけやきホール, 2016 年 3 月 13 日 - 3 月 15 日,)

超低バックグラウンドゲルマニウム検出器を用いたタンタル 180m の半減期測定

梅原さおり^{p*}

新学術領域「宇宙の歴史をひもとく地下素粒子原子核研究」極低放射能技術研究会 (於 徳島大学 常三島キャンパスけやきホール, 2016 年 3 月 13 日 - 3 月 15 日,)

薄膜蛍光フィルムを用いた表面バックグラウンド除去技術の開発

李曉龍^{m*}

新学術領域「宇宙の歴史をひもとく地下素粒子原子核研究」極低放射能技術研究会 (於 徳島大学 常三島キャンパスけやきホール, 2016 年 3 月 13 日 - 3 月 15 日,)

CANDLES の報告

飯田崇史^{p*}

新学術領域「宇宙の歴史をひもとく地下素粒子原子核研究」極低放射能技術研究会 (於 徳島大学 常三島キャンパスけやきホール, 2016 年 3 月 13 日 - 3 月 15 日,)

神岡地下実験室における環境高速中性子フラックスの測定

芥川一樹^m, 吉田斉^{s*}, 四ッ永直輝^m, 岸本忠史^s, 他中性子測定コンソーシアム, CANDLES コラボレーション

日本物理学会 第71回年次大会 (於 東北学院大学、2016年3月19日 - 3月22日)

Pulse Shape Discrimination for Background Reduction in Underground HPGe Detector

Chan Wei Min^{d*}, 岸本忠史^s, 梅原さおり^p, 吉田斉^s, 他 CANDLES Collaboration
日本物理学会 第71回年次大会 (於 東北学院大学、2016年3月19日 - 3月22日)

神岡地下実験施設における環境中性子起因高エネルギー γ 線フラックスの測定

四ッ永直輝^{m*}, 吉田斉^s, 芥川一樹^m, 飯田崇史^p, 中島恭平^p, 他中性子測定コンソーシアム, CANDLES コラボレーション
日本物理学会 第71回年次大会 (於 東北学院大学、2016年3月19日 - 3月22日)

宇宙暗黒物質探索のための薄膜蛍光フィルムを利用した表面バックグラウンド除去技術の開発

李曉龍^{m*}, 吉田斉^s
日本物理学会 第71回年次大会 (於 東北学院大学、2016年3月19日 - 3月22日)

CANDLES による二重ベータ崩壊の研究 (106) - CANDLES 検出器の現状 -

飯田崇史^{p*} for the CANDLES collaboration
日本物理学会 第71回年次大会 (於 東北学院大学、2016年3月19日 - 3月22日)

CANDLES による二重ベータ崩壊の研究 (107) - 遮蔽後の観測状況 -

梅原さおり^{p*}, 他 CANDLES Collaboration
日本物理学会 第71回年次大会 (於 東北学院大学、2016年3月19日 - 3月22日)

CANDLES による二重ベータ崩壊の研究 (108) - 二重ベータ崩壊のためのシンチレーティングボロメーターの開発 -

鉄野高之介^{d*} for the CANDLES Collaboration
日本物理学会 第71回年次大会 (於 東北学院大学、2016年3月19日 - 3月22日)

J-PARC E40 実験のための3次元マトリックストリガロジックの開発

中田祥之^{d*}, 赤澤雄也, 池田迪彦, 小澤祥太郎, 小林和也^m, 阪口篤志^s, 長谷川勝一, 本多良太郎^p, 三輪浩司
日本物理学会 第71回年次大会 (於 東北学院大学、2016年3月19日 - 3月22日)

J-PARC E13 実験における ${}^4\text{He}(K^-, \pi^-)$ 反応を用いた ${}^4_{\Sigma}\text{He}$ の励起状態の探索 (2)

中川真菜美^{d*}, for the E13 collaboration
日本物理学会 第71回年次大会 (於 東北学院大学、2016年3月19日 - 3月22日)

1.2 久野グループ

平成 27 年度の研究活動概要

久野グループでは、荷電レプトン・フレーバー非保存過程の研究を目的とした実験の開発、 $\pi^+ \rightarrow e^+ \nu_e$ 崩壊分岐比の測定、大強度ミュオン源の開発などを行っている。

COMET $\mu^- + N \rightarrow e^- + N$ 転換過程は、荷電レプトン・フレーバーを破るため、標準理論では禁止されている。ところが、荷電レプトン・フレーバーを破る超対称性大統一理論や超対称性シーソー理論、余剰次元など標準理論を拡張する理論では、現在の上限值を少し改善出来れば発見できると言われている。現在実験で得られている分岐比の上限値は 7×10^{-13} (SINDRUM-II) である。COMET 実験は、J-PARC MR からのパルス陽子ビームを用いて、Phase-I(2018 年実験開始予定) で 3×10^{-15} 、Phase-II(2021 年実験開始予定) で 3×10^{-17} の実験感度で探索する計画である。Phase-I では、ミュオン輸送ソレノイド 90 度後にミュオン停止標的を配置し、周囲に配置した円柱型ドリフトチェンバーを用いて 105 MeV 転換電子を探索する。平成 27 年度は、実機と同じ構造のドリフトチェンバー試作機を製作し、大型放射光施設 (SPring-8) の 3 GeV/c 電子ビームを用いてチェンバーガスの選択、動作電圧の最適化、位置分解能の測定などを行った。5 月から高エネルギー加速器研究機構 (KEK) に於いて、実機ドリフトチェンバーのワイヤー張り作業を開始し、11 月に全ワイヤー (約 2 万本) を張り終えた。

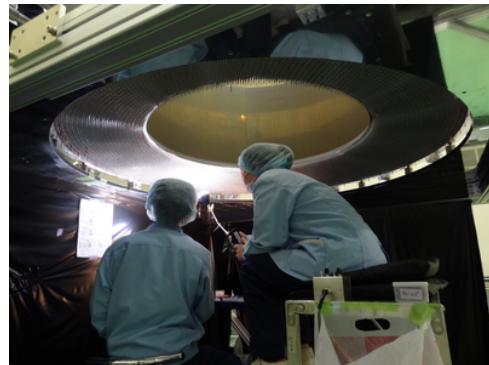
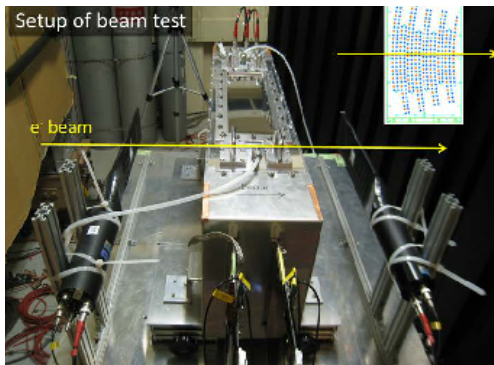


図 1.1: COMET 試作機 4 号機を用いたビーム試験の様子@SPring-8, 2015/7/15

図 1.2: 実機用 CDC のワイヤー張り作業の様子@KEK, 2015/11/24

DeeMe J-PARC RCS からの高品質・大強度パルス陽子ビームの特長を活かしたミュオン電子転換過程探索実験 (DeeMe) の準備を進めている。DeeMe 実験では、陽子ビームが照射される陽子標的の内部にミュオン原子が大量に生成される現象に着目し、ミュオン電子転換過程で発生する信号電子を大立体角 2 次ビームラインで引き出して高バースト耐性電子スペクトロメータで運動量を正確に測定する。パルス陽子ビームに同期して飛来する大量のバックグラウンド粒子から検出器を保護するため、狭間隔でワイヤーを配置して高電圧を高速で切り替える特殊な高バースト耐性 MWPC を使用する。2015 年度は、本 MWPC の長

期安定運転を可能とするために高電圧ドライブ方式の見直しを行い、2015年11月のビームテストにおいて良好な結果を得た。本番実験に向けてMWPC全数の調達を行った。また、スペクトロメータに用いる電磁石の励磁試験と磁場測定を行い、十分な運動量分解能を達成できることを確認した。

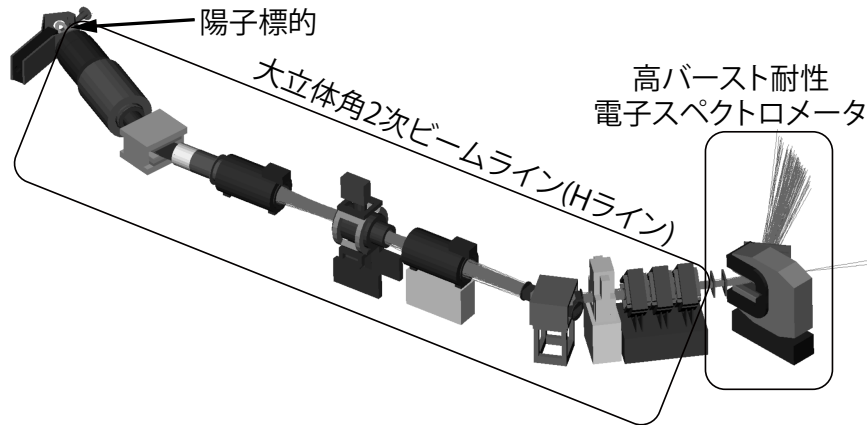


図 1.3: DeeMe 実験セットアップ @H-Line, MLF, J-PARC

PIENU 本研究は荷電パイ中間子の崩壊分岐比の比 $R^\pi = \Gamma[\pi^+ \rightarrow e^+ \nu_e(\gamma)] / [\pi^+ \rightarrow \mu^+ \nu_\mu(\gamma)]$ を0.1%よりも高い精度で測定することを目指した実験である。 R^π の精密測定は、電子・ミュオン普遍性の破れに感度があり、擬スカラー等のヘリシティ抑制の働かない相互作用が存在すると、 R^π が標準理論から大きくずれる。そして、0.1%の測定精度で1000 TeVの擬スカラーのエネルギー領域にまで感度が上がる。平成27年度は、一部の統計量を用いた解析が完了した。その結果、 $R^\pi = [1.2344 \pm 0.0023(\text{統計}) \pm 0.0019(\text{系統})] \times 10^{-4}$ (精度0.24%)と、誤差の範囲内で標準理論に無矛盾な値が得られた。これは、普遍性の検証実験において、世界最高精度に相当する。この結果は、平成27年8月にPhysical Review Lettersにて発表し、また、本研究にて使用した検出器(図1.4)に関してはNuclear Instruments and Methods in Physics Research Aにて発表した。今後一年以内に、残りのデータ解析を終え、本実験を完了させる予定である。

MuSIC RCNPに建設していたMuSIC beam lineが完成した。2014年そして2015年の2年をかけミュオン強度測定を実施した。その中でも表面ミュオンと名付けられた運動量が29.8 MeV/cという非常に速度の遅いミュオンが物性関係の研究に非常に有用となる。理由は正電荷を持ったパイオンが陽子ビームターゲット表面近くにほとんど静止した状態で存在するものもある。これらの正電荷パイオンが99.9%の確率で正電荷ミュオンとニュートリノに2体崩壊する。この時の崩壊は弱い相互作用過程により起こる。弱い相互作用はパリティを保存しないので崩壊により発生したミュオンは100%そのスピンの進行方向とは逆向きに偏極している。このスピン100%偏極度を利用し、調査したいターゲットにこの

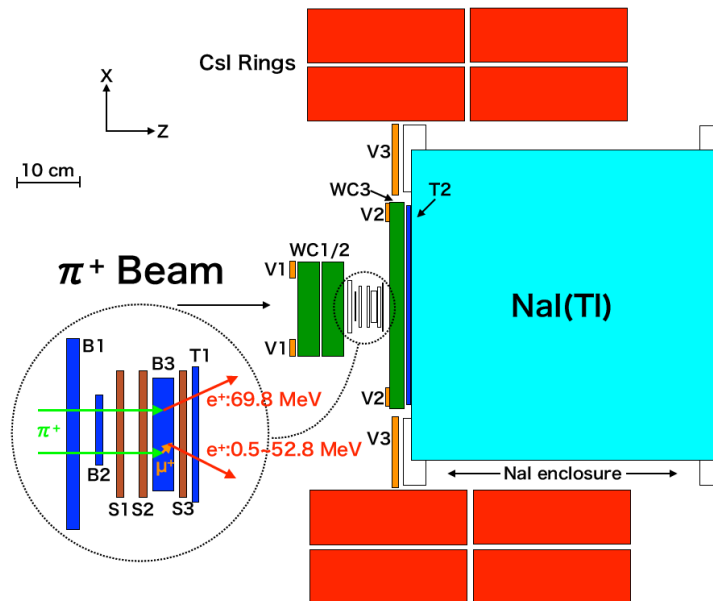


図 1.4: PIENU 検出器の模式図

表面ミュオンを打ち込みミクロの世界の磁場を正確に測定することが出来る。MuSICのパイオン発生ターゲットの設置場所は超電導ソレノイドの磁場の中にある。ミュオンのスピン偏極度が100%の他に雲状に漂っているパイオンからの崩壊も同時に存在し、それらの混合した状態で観測される。従ってミュオンの偏極度は100%以下に成ることは明白である。そこで表面ミュオンの運動量近辺のスピン偏極度を精密に測定した。この測定方法は μ SR(=muon spin rotation)法を用いる。スピンに対し横磁場を印加することによりスピンの回転しスピンを正確に測定できる。その測定結果を図1.5に示す。この回転の測定結果からミュオンのスピンは偏極度は約56%偏極している事が解った。この偏極したミュオンビームを今後物性実験用に供給する予定である。

学術雑誌に出版された論文

Quark and lepton mass matrix model with only six family-independent parameters

Y. Koide[†], H. Nishiura

Phys. Rev. D **92** (11, Dec.) (2015) 111301 1-6

(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevD.92.111301>).

Family gauge boson production at the LHC

Y. Koide[†], M. Yamanaka, H. Yokoya

Phys. Lett. B **750** (Nov.) (2015) 384–389

(<http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.physletb.2015.09.024>).

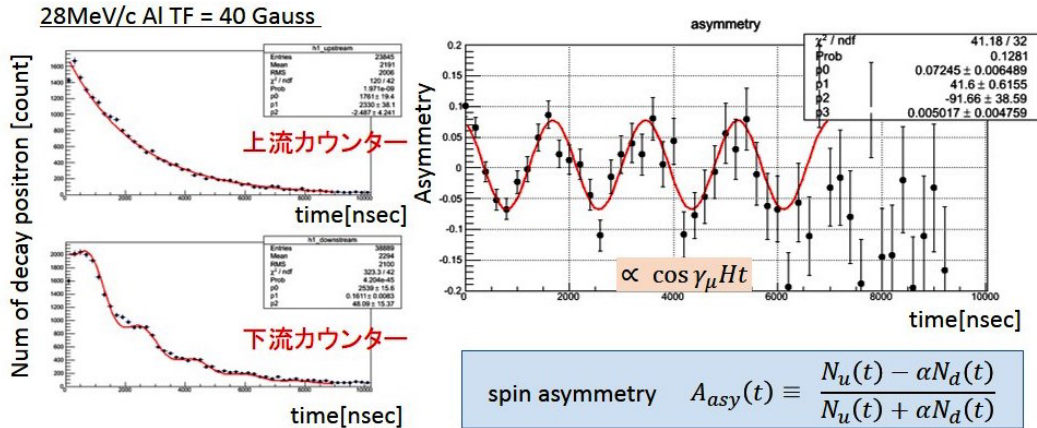


図 1.5: スピン偏極度の測定結果

Family gauge boson mass estimated from $K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu}$ Y. KoideⁱPhys. Rev. D **92** (3, Aug.) (2015) 036009 1-5(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevD.92.036009>).**Origin of hierarchical structures of of quark and lepton mass matrices**Y. Koideⁱ, H. NishiuraPhys. Rev. D **91** (11, June.) (2015) 116002 1-10(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevD.91.116002>).**Phenomenology of harmless family gauge bosons to $K_0 - \bar{K}_0$ mixing**Y. KoideⁱInt. J. Mod. Phys. A **30** (3, Jan.) (2015) 1550017 1-12(<http://dx.doi.org/doi:10.1142/S0217751X15500177>).**Improved Measurement of the $\pi^+ \rightarrow e^+ \nu_e$** A. Aguilar-Arevalo, M. Aoki^s, M. Blecher, D. I. Britton, D. A. Bryman, D. vom Bruch, S. Chen, J. Comfort, M. Ding, L. Doria, S. Cuen-Rochin, P. Gumplinger, A. Hussein, Y. Igarashi, S. Ito^d, S. H. Kettell, L. Kurchaninov, L. S. Littenberg, C. Malbrunot, R. E. Mischke, T. Numao, D. Protopopescu, A. Sher, T. Sullivan, D. Vavilov, and K. YamadaPhys. Rev. Lett. **115** (7, Aug.) (2015) 071801 1-5(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevLett.115.071801>).**Detector for measuring the $\pi^+ \rightarrow e^+ \nu_e$ branching fraction**A. A. Aguilar-Arevalo, M. Aoki^s, M. Blecher, D. vom Bruch, D. Bryman, J. Comfort,

S. Cuen-Rochin, L. Doria, P. Gumplinger, A. Hussein, Y. Igarashi, N. Ito, S. Ito^d, S. H. Kettell, L. Kurchaninov, L. Littenberg, C. Malbrunote, R. E. Mischke, A. Muroi, T. Numao, G. Sheffer, A. Sher, T. Sullivan, K. Tauchi, D. Vavilov, K. Yamada
Nuclear Inst. and Methods in Physics Research, A **791** (Apr.) (2015) 38-46
(<http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.nima.2015.04.004>).

国際会議報告等

Can family gauge bosons be visible by terrestrial experiments?

Y. Koide^{i*}

JPS Conf. Proc. **7** (June) (2015) 010009 1-4.

CST-MISC Joint International Symposium on Particle Physics - from spacetime dynamics to phenomenology - (Mar. 2014, 参加者数約 15 名).

Status of the PIENU experiment at TRIUMF

S. Ito^{d*}, A. Aguilar-Arevalo, M. Aoki, M. Blecher, D. I. Britton, D. A. Bryman, D. vom Bruch, S. Chen, J. Comfort, S. Cuen-Rochin, L. Doria, P. Gumplinger, A. Hussein, Y. Igarashi, S. Kettell, L. Kurchaninov, L. Littenberg, C. Malbrunot, R. E. Mischke, T. Numao, D. Protopopescu, A. Sher, T. Sullivan, and D. Vavilov.

J. Phys. Conf. Ser. **631** (Sep.) (2015) 012044 1-11.

4th Symposium on Prospects in the Physics of Discrete Symmetries (DISCRETE2014) (Dec. 2014, 参加者数約 140 名) (UK).

Silicon Carbide Target for a Muon-Electron Conversion Search at J-PARC MLF

Yohei Nakatsugawa*, M. Aoki^s, Doug Bryman, Masanori Ikegami, Yoshiro Irie, S. Ito^d, Naritoshi Kawamura, Michikazu Kinsho, Hitoshi Kobayashi, Shunsuke Makimura, Hiroshi Matsumoto, Shin-ichiro Meigo, Tsutomu Mibe, Satoshi Mihara, Yasuhiro Miyake, Hiroaki Natori, Hajime Nishiguchi, Toshio Numao, Chihiro Ohmori, Stefan Ritt, Pranab Kumar Saha, Naohito Saito, Yoshihiro Seiya, Kousuke Shimizu, Koichiro Shimomura, Patrick Strasser, Yuto Takezaki, Natsuki Teshima, Nguyen Duy Thong, Nguyen Minh Truong, Kazami Yamamoto, Kazuhiro Yamamoto, and Masahito Yoshii.

JPS Conf. Proc. **8** (Sep.) (2015) 025013 1-5.

2nd International Symposium on Science at J-PARC - Unlocking the Mysteries of Life, Matter and the Universe - (July, 2013, 参加者数約 150 名).

国際会議における講演等**The COMET Experiment**Y. Kuno^{s*}

International Workshop on Baryon and Lepton Number Violation (at Massachusetts, USA, April 26-30, 2015, 参加者約 100 名), USA

DeeMeM. Aoki^{s*}

15th International Workshop on Neutrino Factories and Future Neutrino Facilities (at Victoria, Brazil, Aug. 10-15, 2015, 参加者約 200 名), Brazil

Einstein, the Universe and MuonsY. Kuno^{s*}

Project Einstein 2015: International Conference Celebrating the Centennial of Einstein's General Theory of Relativity (at Manila, Philippines, Sep. 29 - Oct. 1, 2015, 参加者約 200 名), Philippines

Search for Charged Lepton Flavor Violation at J-PARCY. Kuno^{s*}

NCTS Annual Theory Meeting 2015: Particles, Strings and Cosmology (at Hsinchu, China, Dec. 9-12, 2015, 参加者約 50 名), China

Fundamental Physics and True Muonium ProductionT. Itahashi^{i*}

International Workshop on Future Potential of High Intensity Proton Accelerator for Particle and Nuclear Physics (HINT2015) (at Tsukuba, Japan, Oct. 13-15, 2015, 参加者約 130 名)

Fundamental Physics and True Muonium ProductionT. Itahashi^{i*}

8th International Workshop on Fundamental Physics Using Atoms (FPUA2015) (at Wako, Japan, Nov. 30 - Dec. 1, 2015, 参加者約 80 名)

Simulation Study of Frictional Cooling for True Muonium Formation (poster)T. Itahashi^{i*}, Tring Hoa Lang, Chau Van Tao

12th International Conference on Low Energy Antiproton Physics (LEAP2016) (at Kanazawa, Japan, March 6-11, 2016, 参加者約 80 名)

Synchrotron Radiation InstrumentationY. Kawashima^{t*} (invited)

4th Annual Conference and EXPo of AnalytiX-2015 (at Nanjing, China, Apr. 25-28, 2015, 参加者約 100 名), China

COMET: Search for muon to electron conversion at J-PARC

Wu Chen^{d*}

6th International Symposium on Symmetries in Subatomic Physics (at Victoria, Canada, June 8-12, 2015, 参加者約 110 名), Canada

Search for Sterile Neutrinos in the $\pi^+ \rightarrow e^+\nu_e$ Decay

S. Ito^{d*}, A. Aguilar-Arevalo, M. Aoki^s, M. Blecher, D. I. Britton, D. A. Bryman, D. vom Bruch, S. Chen, J. Comfort, S. Cuen-Rochin, L. Doria, P. Gumplinger, A. Hussein, Y. Igarashi, S. Kettell, L. Kurchaninov, L. Littenberg, C. Malbrunot, R. E. Mischke, T. Numao, D. Protopopescu, A. Sher, T. Sullivan, and D. Vavilov.

6th International Symposium on Symmetries in Subatomic Physics (at Victoria, Canada, June 8-12, 2015, 参加者約 110 名), Canada

Search for Sterile Neutrinos in the $\pi^+ \rightarrow e^+\nu_e$ Decay (poster)

S. Ito^{d*}, A. Aguilar-Arevalo, M. Aoki^s, M. Blecher, D. I. Britton, D. A. Bryman, D. vom Bruch, S. Chen, J. Comfort, S. Cuen-Rochin, L. Doria, P. Gumplinger, A. Hussein, Y. Igarashi, S. Kettell, L. Kurchaninov, L. Littenberg, C. Malbrunot, R. E. Mischke, T. Numao, D. Protopopescu, A. Sher, T. Sullivan, and D. Vavilov.

6th International Symposium on Symmetries in Subatomic Physics (at Victoria, Canada, June 8-12, 2015, 参加者約 110 名), Canada

New measurement of the $\pi^+ \rightarrow e^+\nu_e$ branching ratio

S. Ito^{d*}, A. Aguilar-Arevalo, M. Aoki^s, M. Blecher, D. I. Britton, D. A. Bryman, D. vom Bruch, S. Chen, J. Comfort, S. Cuen-Rochin, L. Doria, P. Gumplinger, A. Hussein, Y. Igarashi, S. Kettell, L. Kurchaninov, L. Littenberg, C. Malbrunot, R. E. Mischke, T. Numao, D. Protopopescu, A. Sher, T. Sullivan, and D. Vavilov. (invited)

12th International Conference on the Intersections of Particle and Nuclear Physics (CIPANP2015), (at Vail, USA, May 10-24, 2015, 参加者約 320 名), USA

Experimental searches for the muon to electron conversion

A. Sato^{s*}

Flavor Physics and CP violation 2015 (FPCP 2015) (at Nagoya, Japan, May 25-29, 2015, 参加者約 150 名)

Search for μ -e Conversion With DeeMe Experiment at J-PARC MLF (poster)

Nguyen Mihn Truong^{d*}

Flavor Physics and CP violation 2015 (FPCP 2015) (at Nagoya, Japan, May 25-29, 2015,

参加者約 150 名)

Overview of the COMET Phase-I Experiment (poster)

Ming Liang Wong^{d*}

Flavor Physics and CP violation 2015 (FPCP 2015) (at Nagoya, Japan, May 25-29, 2015, 参加者約 150 名)

Development of Cylindrical Drift Chamber for COMET Phase-I (poster)

Ting Sam Wong^{m*}

Flavor Physics and CP violation 2015 (FPCP 2015) (at Nagoya, Japan, May 25-29, 2015, 参加者約 150 名)

COMET experiment searching for muon to electron conversion (poster)

Y. Nakazawa^{m*}

Flavor Physics and CP violation 2015 (FPCP 2015) (at Nagoya, Japan, May 25-29, 2015, 参加者約 150 名)

After Proton background estimation for DeeMe experiment (poster)

D. Nagao^{m*}

Flavor Physics and CP violation 2015 (FPCP 2015) (at Nagoya, Japan, May 25-29, 2015, 参加者約 150 名)

日本物理学会, 応用物理学会等における講演

ユカワオン模型の新展開 I

小出 義夫^{i*}, 西浦宏幸

日本物理学会 2015 年秋季大会 (於 大阪市立大学、2015 年 9 月 25 日 - 9 月 28 日)

RCNP-MuSIC における実用ミュオンビームラインの建設状況

佐藤 朗^{s*}, 家入正治, 植田浩史, 川島 祥孝^t, 久野 良孝^s, 河野 靖典^m, 坂本 英之^s, 下村浩一郎, 高久圭二, 畑中吉治, 髭本亘, 福田光宏, 三宅康博, 皆川道文, 森信俊平, 中沢 遊^m, 松本 侑樹^m

日本物理学会 2015 年秋季大会 (於 大阪市立大学、2015 年 9 月 25 日 - 9 月 28 日)

COMET Phase-I の概要と飛跡検出器 CDC の開発・建設について : II

吉田 学立^{s*}, 久野 良孝^s, 佐藤 朗^s, 坂本 英之^s, 森津 学^s, Tran Nam Hoai^p, Wu Chen^d, 中沢 遊^m, Ting Sam Wong^m, 山根 峻人^m, 岡田 麻奈^m, 他 COMET コラボレーション

日本物理学会 2015 年秋季大会 (於 大阪市立大学、2015 年 9 月 25 日 - 9 月 28 日)

COMET-CDC に用いるヘリウムベース混合ガスの評価

森津 学^{s*}, 久野 良孝^s, 坂本 英之^s, 佐藤 朗^s, 中沢 遊^m, 山根 峻人^m, 吉田 学立^s, Tran Nam Hoai^p, Ming Liang Wong^d, Ting Sam Wong^m, Wu Chen^d, 他 COMET コラボレーション

日本物理学会 2015 年秋季大会 (於 大阪市立大学、2015 年 9 月 25 日 - 9 月 28 日)

DeeMe DAQ Development

Nguyen Mihn Truong^{d*}, M. Aoki^s, Nguyen Duy Thong^d, D. Nagao^m, S. Ito^d, Satoshi Mihara, Hajime Nishiguchi, Hiroaki Natori, Yohei Nakatsugawa, Naritoshi Kawamura, Yoshihiro Seiya, Kazuhiro Yamamoto, Kousuke Shimizu, Yuto Takezaki, Natsuki Teshima and DeeMe Collaboration

日本物理学会 2015 年秋季大会 (於 大阪市立大学、2015 年 9 月 25 日 - 9 月 28 日)

Development of event reconstruction for DeeMe experiment

Nguyen Duy Thong^{d*}, M. Aoki^s, Hiroaki Natori, Yohei Nakatsugawa and DeeMe Collaboration

日本物理学会 2015 年秋季大会 (於 大阪市立大学、2015 年 9 月 25 日 - 9 月 28 日)

The beam test of CDC Prototype IV for COMET Phase-I

Ting Sam Wong^{m*}, 久野 良孝^s, 坂本 英之^s, 佐藤 朗^s, 吉田 学立^s, 森津 学^s, Wu Chen^d, Ming Liang Wong^d, 中沢 遊^m, 山根 峻人^m, 他 COMET コラボレーション

日本物理学会 2015 年秋季大会 (於 大阪市立大学、2015 年 9 月 25 日 - 9 月 28 日)

COMET Phase-I における CDC 用読み出しファームウェアの開発

中沢 遊^{m*}, 久野 良孝^s, 佐藤 朗^s, 坂本 英之^s, 吉田 学立^s, 森津 学^s, 内田智久, 千代浩司, 他 COMET コラボレーション

日本物理学会 2015 年秋季大会 (於 大阪市立大学、2015 年 9 月 25 日 - 9 月 28 日)

DeeMe 実験におけるバックグラウンド事象アフタープロトンの測定と解析結果

長尾 大樹^{m*}, 青木 正治^s, 金正倫計, 清矢良浩, 中津川洋平, 山本風海, 山本和弘, Saha Pranab, 他 DeeMe コラボレーション

日本物理学会 2015 年秋季大会 (於 大阪市立大学、2015 年 9 月 25 日 - 9 月 28 日)

ミュオン電子転換過程探索実験 DeeMe : 準備状況 (5)

青木 正治^{s*}, Douglas Bryman, 古谷優子, 池上雅紀, 入江吉郎, 伊藤 慎太郎^d, 河村成肇, 金正倫計, 小林仁, 牧村俊助, 松本浩, 明午伸一郎, 三部勉, 三原智, 三宅康博, 長尾 大樹^m, 中津川洋平, 名取寛顕, 西口創, 沼尾登志男, 大森千広, Saha Pranab, Stefan Ritt, 齊藤直人, 清矢良浩, 下村浩一郎, Patrick Strasser, 竹崎優斗, 手島菜月, Nguyen Duy Thong^d, Nguyen Mihn Truong^d, 山本風海, 山本和弘, 吉井正人, 吉村浩司

日本物理学会 第 71 回年次大会 (於 東北学院大学、2016 年 3 月 19 日 - 3 月 22 日)

阪大 RCNP-MuSIC における DC ミューオンビームラインの進捗状況

佐藤 朗^{s*}, 家入正治, 石井究, 植田浩史, 川島 祥孝^t, 久野 良孝^s, 河野 靖典^m, 齋藤岳志, 坂本 英之^s, 下村浩一郎, 高久圭二, 谷口秋洋, 友野大^t, 二宮和彦, 畑中吉治, 馬場 幸史郎^b, 髭本亘, 福田光宏, 松崎禎市郎, 三宅康博, 皆川道文, 森義治, 森信俊平, 中沢 遊^m, 松本 侑樹^m, Lai Jun^b

日本物理学会 第 71 回年次大会 (於 東北学院大学、2016 年 3 月 19 日 – 3 月 22 日)

低速陽子ビームによるフリクショナルクーリング法の開発 2

板橋 隆久^{i*}, 坂本 英之^s, 佐藤 朗^s, 高久圭二, Trin Hoa Lang

日本物理学会 第 71 回年次大会 (於 東北学院大学、2016 年 3 月 19 日 – 3 月 22 日)

阪大 RCNP-MuSIC におけるミューオンビームのスピンの偏極度測定

友野大^{t*}, 家入正治, 石井究, 植田浩史, 川島 祥孝^t, 久野 良孝^s, 河野 靖典^m, 齋藤岳志, 坂本 英之^s, 佐藤 朗^s, 下村浩一郎, 高久圭二, 谷口秋洋, 中沢 遊^m, 二宮和彦, 松本 侑樹^m, 畑中吉治, 馬場 幸史郎^b, 髭本亘, 福田光宏, 松崎禎市郎, 三宅康博, 皆川道文, 森義治, 森信俊平, Lai Jun^b

日本物理学会 第 71 回年次大会 (於 東北学院大学、2016 年 3 月 19 日 – 3 月 22 日)

 $\pi^+ \rightarrow e^+ \nu_e$ 崩壊分岐比の精密測定-PIENU-

伊藤 慎太郎^{d*}, 青木 正治^s, 五十嵐洋一, 他 PIENU collaboration

日本物理学会 第 71 回年次大会 (於 東北学院大学、2016 年 3 月 19 日 – 3 月 22 日)

COMET Phase-I の概要と飛跡検出器 CDC の開発・建設について : III

吉田 学立^{s*}, 久野 良孝^s, 佐藤 朗^s, 坂本 英之^s, 森津 学^s, Tran Nam Hoai^p, Wu Chen^d, 中沢 遊^m, Ting Sam Wong^m, 山根 峻人^m, 他 COMET コラボレーション

日本物理学会 第 71 回年次大会 (於 東北学院大学、2016 年 3 月 19 日 – 3 月 22 日)

COMET Phase-I における CDC 読み出しファームウェアの開発状況 2

中沢 遊^{m*}, 上野一樹, 内田智久, 久野 良孝^s, 坂本 英之^s, 佐藤 朗^s, 千代浩司, 濱田英太郎, 森津 学^s, 吉田 学立^s, 他 COMET コラボレーション

日本物理学会 第 71 回年次大会 (於 東北学院大学、2016 年 3 月 19 日 – 3 月 22 日)

COMET Phase-I における CDC 用読み出しボードの性能評価

山根 峻人^{m*}, 久野 良孝^s, 佐藤 朗^s, 坂本 英之^s, 吉田 学立^s, 森津 学^s, 中沢 遊^m, 内田智久, 千代浩司, Jie Zhang, 他 COMET コラボレーション

日本物理学会 第 71 回年次大会 (於 東北学院大学、2016 年 3 月 19 日 – 3 月 22 日)

1.3 下田グループ

平成 27 年度の研究活動概要

1. スピン偏極した不安定核ビームによる安定領域から遠く離れた高アイソスピン原子核の構造研究

スピン偏極した不安定原子核のベータ崩壊の際に放出されるベータ線の非対称度から娘核の構造を探るといふ、我々独自の実験手法を用いて、懸案となっている中性子数 20 付近の中性子過剰核の構造の研究を行っている。この研究は、安定核近傍では魔法数である中性子数 20 が、安定核から遠く離れた「逆転の島」と呼ばれる質量領域で、魔法数ではなくなる現象の解明を目的としている。すなわち、中性子数 20 近くの中性子過剰な原子核の励起状態のエネルギー、スピン・パリティ、ベータ崩壊確率などを実験的に明らかにし、これら中性子過剰核内での核子の単一粒子軌道の変化と集団運動の発現機構を解明する。これまでに、カナダの TRIUMF でこのような国際共同研究（大阪大学下田グループ、高エネルギー加速器研究機構、東京農工大学、法政大学、TRIUMF）において、スピン偏極したナトリウム 28 核、ナトリウム 29 核、ナトリウム 30 核のベータ崩壊後に放出されるベータ線の非対称度とガンマ線を測定し、娘核であるマグネシウム 28 核、マグネシウム 29 核、マグネシウム 30 核の構造を中性子数の変化とともに系統的に明らかにしてきた。

平成 26 年秋には「逆転の島」内の原子核であるマグネシウム 31 核の実験に成功した。平成 27 年度にガンマ線のデータ解析が終了した。その結果、マグネシウム 31 核は魔法数 20 より 1 だけ小さい中性子数 19 の原子核であるにもかかわらず、基底状態はレモン型（プロレート型）に変形していることが明らかとなった。2 種類の回転バンドが見つかり、それぞれ異なる変形度をもつ状態の回転運動であることが理論計算との比較から導き出された。さらに、励起状態において原子核の形が球形である状態も見つかり、1 つの原子核内に異なる原子核の形や運動状態が存在するという変形共存の様相を示すことが明らかになった。さらに、既存の理論では説明できない励起状態も見つされた。この実験では、ベータ遅延中性子崩壊の際の中性子を測定するために、大型のプラスチックシンチレーターも設置した。飛行時間法（TOF 法）より中性子のエネルギーを求め、この情報をもとに、マグネシウム 31 核では初めて中性子非束縛状態の励起エネルギーを確定した。これら一連の結果は博士論文にまとめ、また、10 月の国際会議や秋の日本物理学会などで発表した。

以上の研究に加えて、平成 27 年度には長年の懸案であった中性子数 20 をもつマグネシウム 32 核の構造を明らかにする実験の準備を開始した。前述の我々独自の手法でこの原子核を研究するためには、ベータ崩壊の親核であるナトリウム 32 核をスピン偏極することが不可欠である。レーザー光ポンピング法でスピン偏極するためには、ナトリウム 32 原子の超微細構造の情報が必要であるが、非常に中性子過剰であるこの原子ではいまだ測定されていない。そこで、まず、ナトリウム 32 原子の超微細構造を測定し、スピン偏極ビームを開発する、という実験の提案を TRIUMF 研究所に 6 月に行い、トップ・プライオリティで認められた。ビーム量が毎秒 100 個程度と非常に少ない条件下で、レーザー照射後にナトリウム原子から放出される蛍光を非常に効率よく測定するため、集光系と検出系を新たにデザインし、製作した。従来の方法では、照射するレーザーの散乱光がバックグラウンドとなり、少ないビーム量での測定を困難にしていた。そこで、得られるスペクトル中での S/N 向上を

目的として、ナトリウム原子を 330nm のレーザーで高い励起エネルギーの準位 (4p) まで励起させ、中間状態を経て放出される 590nm の蛍光を測定することによって、バックグラウンドを大幅に減らす。これら新しい実験手法と測定システム系をテストする実験 (2016 年 4 月) の準備を進めている。

2. 飛行核分裂による安定領域から遠く離れた重い中性子過剰核の構造研究

理化学研究所の RI ビームファクトリでは、光速の約 70% のウラン 238 核ビームを軽い標的核に照射し、超伝導 RI ビーム生成分離装置「BigRIPS」を用いて、ウランの核分裂反応により生成される大量の不安定核の中から特定の中性子過剰核を 2 次ビームとして供給可能である。不安定核ビームを停止させ、アイソマー (長い寿命をもつ励起状態) や β 崩壊の研究を通して中性子過剰核の構造を明らかにするため、EURICA (EUroball-RIKEN Cluster Array; ユリカ) プロジェクトが進行中である。EURICA は、日本とヨーロッパの国々と共同で理化学研究所に構築された大型 γ 線検出器アレイであり、アイソマーの崩壊や β 崩壊後の γ 線を検出する。

我々グループは、陽子数が魔法数 50 で中性子数が魔法数 82 の 2 重閉殻であるスズ 132 核よりも陽子数・中性子数ともに大きな中性子過剰核に注目し、日本の共同研究者 (理化学研究所、東京大学原子核科学研究センターなど)、韓国の Hoseo 大学、フランスの IPHC、その他の海外の大学や研究所の研究者との国際共同研究として、平成 25 年度にベータ崩壊とアイソマー探査実験を行った。この領域の原子核は、陽子数や中性子数の増加に対して、原子核の形が球形から変形へと変化する遷移領域であるため、様々な集団運動モード (例えば、レモン型 (プロレート型) の振動モードや西洋なし型 (オクタポール型) 振動モード等) が競合して出現することが期待されている。これらを実験的に明らかにし、核力に支配された有限量子多体系である原子核に現れる様々な現象をより良く再現する統一的な原子核構造の理解を目指している。また、これらの中性子過剰核は、星の超新星爆発の際に生成される核であり、実験的な原子核の情報が手に入ることで、宇宙の元素合成過程の研究が一段と進むことが期待できる。昨年度までの解析で、中性子数が極端に多い 4 つのセシウム原子核において、新しいアイソマー状態を発見した。このアイソマーの詳細な解析から、様々な変形状態での単一粒子軌道や陽子-中性子間の有効相互作用を引き出せる可能性を秘めている。

平成 27 年度は、中性子過剰なヨウ素原子核かゼノン原子核へベータ崩壊する実験データの解析を集中的に行った。その結果、4 つの中性子過剰なヨウ素原子核のベータ崩壊の崩壊様式を新たに構築した。この実験結果を集団運動モデルを用いた理論計算と比較したところ、娘核であるゼノン原子核の低励起状態付近に西洋なし型の変形状態が出現している可能性を示していることが分かってきた。さらにこの実験では、時間分解能の良いランタン・ブロマイド検出器を設置していたので、娘核であるゼノン原子核のある励起状態が数百ピコ秒の半減期でガンマ線を放出して脱励起するならば、その状態の半減期の導出が可能である。半減期からは、原子核がレモン型に変形して回転運動しているというモデルに基づき、その原子核の変形の大きさを決定できる。今回このデータ解析を行った結果、ゼノン 142 核の 2^+ の励起状態の半減期を導出することができた。この半減期から得られた変形度より、ゼノン 142 核は球形とレモン型の中間の変形状態を示すことが明らかになった。つまり、中性子過剰なゼノン原子核はややレモン型に変形し、さらに、西洋なし型に変形した状態も出現するという、ひとつの原子核でさまざまな変形状態が現れる変形共存を示すことが明らかに

なった。さらに、周辺の原子核と比較すると、レモン型に変形した振動状態（ベータ振動）、3軸非対称型とレモン型の間の振動状態（ガンマ振動）の出現もゼノン原子核では系統的に期待でき、より多彩な変形状態や運動状態が共存することが期待できる。これらの結果を10月の国際会議や秋の日本物理学会で報告し、理論研究者と議論を進めながら、これら原子核の構造の解明を進めている。

3. 不安定核ビームを用いた原子核の高スピン状態の構造研究

大阪大学核物理研究センター（RCNP）の不安定核ビームライン（ENコース）を用いて、低エネルギー（1核子当たり数MeVから10数MeV）の重イオン不安定核ビームを使用し、従来の安定核ビームと安定核ターゲットの核融合反応の組み合わせでは生成できない原子核の高スピン状態の研究を進めている。この手法により、これまで手が届かなかった広い質量領域の原子核の高スピン状態で予測される新しいエキゾチックな原子核の集団運動の研究が進むことが期待できる。

平成22年度に行った実験では、安定核近傍のランタン136核で高スピン状態に新しいアイソマーを発見した。このアイソマーは3軸非対称変形や振動の影響のために形成されたと考えられる。この結果を今年度、査読付き論文としてまとめ、雑誌に掲載された。また、アイソマーの形成原因を明らかにするため、現在、理論研究者と議論を進めており、理論の論文として来年度に投稿予定である。

平成26年度末から、RCNPとアルゴンヌ国立研究所（アメリカ）が中心となり、国際共同研究として大型ガンマ線検出器アレイであるCAGRA（Clover Array Gamma-ray spectrometer at RCNP/RIBF for Advanced research；カグラ）プロジェクトが進行中である。平成26年冬から平成27年春にかけて、ENコースにCAGRAを設置し、1次ビームや2次ビームを用いた一連のキャンペーン実験が行われた。我々のグループはこのCAGRAプロジェクトの中心メンバーとして、準備の段階から活動し、不安定核ビームと高検出効率CAGRAという非常に優れた組み合わせで、原子核の高スピン状態とアイソマー探査実験を平成27年3月に行った。この実験では、スピンの変化による原子核の形の変化に注目し、低いスピンでは球形であるが、あるスピンで突然、みかん型（オブレート型）に大きく変形し、寿命を持ったアイソマーとなる状態をプラセオジウム142核で探査した。不安定核ビームのビーム強度は小さいにもかかわらず、ビームと同期したイベントのみを選び出すことで、非常にS/Nの良い、ガンマ線スペクトルを得ることができた。現在、データは解析中であり、今後、プラセオジウム142核の構造を明らかにする。

学術雑誌に出版された論文

Measurement of the hyperfine splitting of ^{133}Cs atoms in superfluid helium

K.Imamura, T. Furukawa, X. F. Yang, Y. Mitsuya, T. Fujita^d, M. Hayasaka, T. Kobayashi, A. Hatakeyama, H. Uenoⁱ, H. Odashima, Y. Matsuo

Hyperfine Interact. **230** (Apr.) (2015) 73-77

(<http://dx.doi.org/doi:10.1007/s10751-014-1102-z>).

Performance test of a lead-glass counter for the J-PARC E36 experiment

Y. Miyazaki, S. Shimizu^s, S. Bianchin, C. Djalali, D. Gill, J. Jiang, M. Hasinoff, K. Horie, Y. Igarashi, J. Imazato, A. Ivashkin, M. Kohl, R. Narikawa, R. Pywell, S. Strauch, M. Tabata, A. Toyoda, H. Yamazaki, and T. Yoshioka
 Nucl. Instrum. Methods A **779** (Apr.) (2015) 13-17
<http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.nima.2015.01.044>).

High-spin states in ¹³⁶La and possible structure change in the $N = 79$ region

H. Nishibata^{DC}, R. Leguillon, A. Odahara^s, T. Shimoda^s, C. M. Petrache, Y. Ito^m, J. Takatsu^d, K. Tajiri^{DC}, N. Hamatani^b, R. Yokoyama^b, E. Ideguchi, H. Watanabe, Y. Wakabayashi, K. Yoshinaga, T. Suzuki, S. Nishimura, D. Beaumel, G. Lehaut, D. Guinet, P. Desesquelles, D. Curien, K. Higashiyama, and N. Yoshinaga
 Phys. Rev. C **91** (May) (2015) 054305 1-9
<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevC.91.054305>).

 β -Decay Half-Lives of 110 Neutron-Rich Nuclei across the $N=82$ Shell Gap: Implications for the Mechanism and Universality of the Astrophysical r Process

G. Lorusso, S. Nishimura, Z.Y. Xu, A. Jungclaus, Y. Shimizu, G.S. Simpson, P.-A. Söderström, H. Watanabe, F. Browne, P. Doornenbal, G. Gey, H.S. Jung, B. Meyer, T. Sumikama, J. Taprogge, Zs. Vajta, J. Wu, H. Baba, G. Benzoni, K.Y. Chae, F.C.L. Crespi, N. Fukuda, R. Gernhauser, N. Inabe, T. Isobe, T. Kajino, D. Kameda, G.D. Kim, Y.-K. Kim, I. Kojouharov, F.G. Kondev, T. Kubo, N. Kurz, Y.K. Kwon, G.J. Lane, Z. Li, A. Montaner-Piza, K. Moschner, F. Naqvi, M. Niikura, H. Nishibata^{DC}, A. Odahara^s, R. Orlandi, Z. Patel, Zs. Podolyak, H. Sakurai, H. Schaffner, P. Schury, S. Shibagaki, K. Steiger, H. Suzuki, H. Takeda, A. Wendt, A. Yagi^d, K. Yoshinaga
 Phys. Rev. Lett. **114** (May) (2015) 192501 1-7
<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevLett.114.192501>).

 β decay of ¹²⁹Cd and excited states in ¹²⁹In

J. Taprogge, A. Jungclaus, H. Grawe, S. Nishimura, P. Doornenbal, G. Lorusso, G.S. Simpson, P.-A. Söderström, T. Sumikama, Z.Y. Xu, H. Baba, F. Browne, N. Fukuda, R. Gernhauser, G. Gey, N. Inabe, T. Isobe, H.S. Jung, D. Kameda, G.D. Kim, Y.-K. Kim, I. Kojouharov, T. Kubo, N. Kurz, Y.K. Kwon, Z. Li, H. Sakurai, H. Schaffner, K. Steiger, H. Suzuki, H. Takeda, Zs. Vajta, H. Watanabe, J. Wu, A. Yagi^d, K. Yoshinaga, G. Benzoni, S. Bonig, K.Y. Chae, L. Coraggio, A. Covello, J.-M. Daugas, F. Drouet, A. Gadea, A. Gargano, S. Ilieva, F.G. Kondev, T. Kroll, G.J. Lane, A. Montaner-Piza, K. Moschner, D. Mucher, F. Naqvi, M. Niikura, H. Nishibata^{DC}, A. Odahara^s, R. Orlandi, Z. Patel, Zs. Podolyak, A. Wendt
 Phys. Rev. C **91** (May) (2015) 054324 1-11

(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevC.91.054324>).

In situ lithium diffusion measurement in solid ionic conductors using short-lived radiotracer beam of ^8Li

H. Ishiyama, S.C. Jeong, Y.X. Watanabe, Y. Hirayama, N. Imai, H. Miyatake, M. Oyaizu, I. Katayama, A. Osa, Y. Otokawa, M. Matsuda, K. Nishio, H. Makii, T. Sato, N. Kuwata, J. Kawamura, A. Nakao, H. Uenoⁱ, Y.H. Kim, S. Kimura, and M. Mukai

Nucl. Instrum. Methods B **354** (July) (2015) 297-300

(<http://dx.doi.org/doi:10.7567/JJAP.53.110303>).

New decay scheme of the $^{136}_{51}\text{Sb}_{85}$ 6^- isomer

R. Lozeva, A. Odahara^s, C.-B. Moon, S. Nishimura, P. Doornenbal, H. Naidja, F. Nowacki, P.-A. Söderström, T. Sumikama, G. Lorusso, J. Wu, Z.Y. Xu, H. Baba, F. Browne, R. Daido^m, J.-M. Daugas, F. Didierjean, Y. Fang^m, T. Isobe, I. Kojouharov, N. Kurz, Z. Patel, S. Rice, H. Sakurai, H. Schaffner, L. Sinclair, H. Watanabe, A. Yagi^d, R. Yokoyama, T. Kubo, N. Inabe, H. Suzuki, N. Fukuda, D. Kameda, H. Takeda, D.S. Ahn, D. Murai, F.L. Bello Garrote, E. Ideguchi, T. Ishigaki^m, H.S. Jung, T. Komatsubara, Y.K. Kwon, S. Morimoto^m, M. Niikura, H. Nishibata^{DC}, I. Nishizuka, T. Shimoda^s, K. Tshoo

Phys. Rev. C **92** (Aug.) (2015) 024304-1-4

(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevC.92.024304>).

Shell-model calculations of nuclei around mass 130

E. Teruya, N. Yoshinaga, K. Higashiyama, A. Odahara^s

Phys. Rev. C **92** (Sept.) (2015) 034320 1-29

(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevC.92.034320>).

Fabrication of silica aerogel with $n=1.08$ for e^+/μ^+ separation in a threshold Cherenkov counter of the J-PARC TREK/E36 experiment

M. Tabata, A. Toyoda, H. Kawai, Y. Igarashi, J. Imazato, S. Shimizu^s, and H. Yamazaki

Nucl. Instrum. Methods A **795** (Sept.) (2015) 206-212

(<http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.nima.2015.06.002>).

Pathway for the Production of Neutron-Rich Isotopes around the $N = 126$ Shell Closure

Y.X. Watanabe, Y.H. Kim, S.C. Jeong, Y. Hirayama, N. Imai, H. Ishiyama, H.S. Jung, H. Miyatake, S. Choi, J.S. Song, E. Clement, G. de France, A. Navin, M. Rejmund, C. Schmitt, G. Pollarolo, L. Corradi, E. Fioretto, D. Montanari, M. Niikura, D. Suzuki, H. Nishibata^{DC}, and J. Takatsu^d

Phys. Rev. Lett. **115** (Oct.) (2015) 172503 1-5

(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevLett.115.172503>).

β -delayed γ -ray spectroscopy of non-yrast states in ^{138}Te near the neutron drip line

P. Lee, C.-B. Moon, C.S. Lee, A. Odahara^s, R. Lozeva, A. Yagi^d, S. Nishimura, P. Doornenbal, G. Lorusso, P.-A. Söderström, T. Sumikama, H. Watanabe, T. Isobe, H. Baba, H. Sakurai, F. Browne, R. Daido^m, Y. Fang^m, H. Nishibata^{DC}, Z. Patel, S. Rice, L. Sinclair, J. Wu, Z.Y. Xu, R. Yokoyama, T. Kubo, N. Inabe, H. Suzuki, N. Fukuda, D. Kameda, H. Takeda, D.S. Ahn, D. Murai, F.L. Bello Garrote, J.M. Daugas, F. Didierjean, E. Ideguchi, T. Ishigaki^m, H.S. Jung, T. Komatsubara, Y.K. Kwon, S. Morimoto^m, M. Niikura, I. Nishizuka, K. Tshoo

Phys. Rev. C **92** (Oct.) (2015) 044320 1-7

(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevC.92.044320>).

Performance assessment of a new laser system for efficient spin exchange optical pumping in a spin maser measurement of ^{129}Xe EDM

C. Funayama, T. Furukawa, T. Sato, Y. Ichikawa, Y. Ohtomo, Y. Sakamoto, S. Kojima, C. Hirao, T. Suzuki, M. Chikamori, E. Hikota, M. Tsuchiya, A. Yoshimi, C. P. Bidinosti, T. Ino, H. Uenoⁱ, Y. Matsuo, T. Fukuyama, K. Asahi

Hyperfine Interact. **236** (Oct.) (2015) 59 - 64

(<http://dx.doi.org/doi:10.1007/s10751-015-1203-3>).

Lifetime measurements of the first 2^+ states in $^{104,106}\text{Zr}$: Evolution of ground-state deformations

F. Browne, A.M. Bruce, T. Sumikama, I. Nishizuka, S. Nishimura, P. Doornenbal, G. Lorusso, P.-A. Söderström, H. Watanabe, R. Daido^m, Z. Patel, S. Rice, L. Sinclair, J. Wu, Z.Y. Xu, A. Yagi^d, H. Baba, N. Chiga, R. Carroll, F. Didierjean, Y. Fang^m, N. Fukuda, G. Gey, E. Ideguchi, N. Inabe, T. Isobe, D. Kameda, I. Kojouharov, N. Kurz, T. Kubo, S. Lalkovski, Z. Li, R. Lozeva, H. Nishibata^{DC}, A. Odahara^s, Zs. Podolyak, P.H. Regan, O.J. Roberts, H. Sakurai, H. Schaffner, G.S. Simpson, H. Suzuki, H. Takeda, M. Tanaka, J. Taprogge, V. Werner, O. Wieland

Phys. Lett. B **750** (Nov.) (2015) 448-452

(<http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.physletb.2015.09.043>).

Two-hole structure outside ^{78}Ni : Existence of a μs isomer of ^{76}Co and β decay into ^{76}Ni

P.-A. Söderström, S. Nishimura, Z.Y. Xu, K. Sieja, V. Werner, P. Doornenbal, G. Lorusso, F. Browne, G. Gey, H.S. Jung, T. Sumikama, J. Taprogge, Zs. Vajta, H. Watanabe, J. Wu, H. Baba, Zs. Dombradi, S. Franchoo, T. Isobe, P.R. John, Y.-K. Kim, I. Kojouharov, N. Kurz, Y.K. Kwon, Z. Li, I. Matea, K. Matsui, G. Martinez-Pinedo, D. Mengoni, P. Morfouace, D.R. Napoli, M. Niikura, H. Nishibata^{DC}, A. Odahara^s, K. Ogawa, N. Pietralla,

E. Sahin, H. Sakurai, H. Schaffner, D. Sohler, I.G. Stefan, D. Suzuki, R. Taniuchi, A. Yagi^d, K. Yoshinaga

Phys. Rev. C **92** (Nov.) (2015) 051305 1-5

(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevC.92.051305>).

Laser spectroscopy of atoms in superfluid helium for the measurement of nuclear spins and electromagnetic moments of radioisotope atoms

T. Fujita^d, T. Furukawa, K. Imamura, X.F. Yang, T. Wakui, Y. Mitsuya, M. Hayasaka, Y. Ichikawa, Y. Ishibashi, H. Shirai, T. Suzuki, T. Sato, Y. Ohtomo, S. Kojima, Y. Ebara, S. Kishi, T. Sagayama, A. Hatakeyama, T. Kobayashi, H. Uenoⁱ, K. Asahi, T. Shimoda^s, Y. Matsuo

Hyperfine Interact. **236** (Nov.) (2015) 95-100

(<http://dx.doi.org/doi:10.1007/s10751-015-1206-0>).

New isomer found in ${}_{51}^{140}\text{Sb}_{89}$: sphericity and shell evolution between $N = 82$ and $N = 90$

R. Lozeva, H. Naïdja, F. Nowacki, J. Dudek, A. Odahara^s, C.-B. Moon, S. Nishimura, P. Doornenbal, J.-M. Daugas, P.-A. Söderström, T. Sumikama, G. Lorusso, J. Wu, Z. Y. Xu, H. Baba, F. Browne, R. Daido^m, Y. Fang^m, T. Isobe, I. Kojouharov, N. Kurz, Z. Patel, S. Rice, H. Sakurai, H. Schaffner, L. Sinclair, H. Watanabe, A. Yagi^d, R. Yokoyama, T. Kubo, N. Inabe, H. Suzuki, N. Fukuda, D. Kameda, H. Takeda, D. S. Ahn, D. Murai, F. L. Bello Garrote, F. Didierjean, E. Ideguchi, T. Ishigaki^m, H. S. Jung, T. Komatsubara, Y. K. Kwon, P. Lee, C. S. Lee, S. Morimoto^m, M. Niikura, H. Nishibata^{DC}, and I. Nishizuka

Phys. Rev. C **93** (Jan.) (2016) 014316 1-8

(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevC.93.014316>).

Decay spectroscopy of ${}^{160}\text{Sm}$: The lightest four-quasiparticle K isomer

Z. Patel, Zs. Podolyak, P.M. Walker, P.H. Regan, P.-A. Söderström, H. Watanabe, E. Ideguchi, G.S. Simpson, S. Nishimura, F. Browne, P. Doornenbal, G. Lorusso, S. Rice, L. Sinclair, T. Sumikama, J. Wu, Z.Y. Xu, N. Aoi, H. Baba, F.L. Bello Garrote, G. Benzoni, R. Daido^m, Zs. Dombradi, Y. Fang^m, N. Fukuda, G. Gey, S. Go, A. Gottardo, N. Inabe, T. Isobe, D. Kameda, K. Kobayashi, M. Kobayashi, T. Komatsubara, I. Kojouharov, T. Kubo, N. Kurz, I. Kuti, Z. Li, H.L. Liu, M. Matsushita, S. Michimasa, C.-B. Moon, H. Nishibata^{DC}, I. Nishizuka, A. Odahara^s, E. Sahin, H. Sakurai, H. Schaffner, H. Suzuki, H. Takeda, M. Tanaka, J. Taprogge, Zs. Vajta, F.R. Xu, A. Yagi^d, R. Yokoyama

Phys. Lett. B **753** (Feb.) (2016) 182-186

(<http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.physletb.2015.12.026>).

First Results on the Excited States in ${}^{77}\text{Cu}$

E. Sahin, F.L. Bello Garrote, A. Gorgen, G.de Angelis, M. Niikura, S. Nishimura, D.

Mengoni, Z. Xu, H. Baba, F. Browne, P. Doornenbal, S. Franchoo, G. Guillaume, T. Isobe, P.R. John, H.S. Jung, K.K. Hadynska-Klek, Z. Li, G. Lorusso, I. Matea, K. Matsui, P. Morfouace, D.R. Napoli, H. Nishibata^{DC}, A. Odahara^s, H. Sakurai, P.-A. Söderström, D. Sohler, I. Stefan, T. Sumikama, D. Suzuki, R. Taniuchi, J. Taprogge, Z. Vajta, H. Watanabe, V. Werner, J. Wu, A. Yagi^d, K. Yoshinaga
Acta Phys. Pol. B **47** (Mar.) (2016) 889-895.

国際会議報告等

Isomer studies with RI-beam induced fusion reactions and in-flight fission reactions

A. Odahara^{s*}

JPS Conf Proc. **6** (June) (2015) 010016 1-8.

Advances in Radioactive Isotope Science (ARIS2014) (June, 2014, 参加者数約 400 名) (Japan).

New isomers in neutron-rich Cs isotopes

A. Yagi^{d*}, A. Odahara^s, R. Daido^m, Y. Fang^m, H. Nishibata^{DC}, R. Lozeva, C.-B. Moon, S. Nishimura, P. Doornenbal, G. Lorusso, P.-A. Söderström, T. Sumikama, H. Watanabe, T. Isobe, H. Baba, H. Sakurai, F. Browne, Z. Patel, S. Rice, L. Sinclair, J. Wu, Z.Y. Xu, R. Yokoyama, T. Kubo, N. Inabe, H. Suzuki, N. Fukuda, D. Kameda, H. Takeda, D.S. Ahn, D. Murai, F.L. Bello Garrote, J.M. Daugas, F. Didierjean, E. Ideguchi¹, T. Ishigaki^m, H.S. Jung, T. Komatsubara, Y.K. Kwon, C.S. Lee, P.S. Lee, S. Morimoto^m, M. Niikura
JPS Conf Proc. **6** (June) (2015) 030019 1-4.

Advances in Radioactive Isotope Science (ARIS2014) (June, 2014, 参加者数約 400 名).

Measurement of Hyperfine Structure of Au Atom in Superfluid Helium

T. Fujita^{d*}, T. Furukawa, K. Imamura, X.F. Yang, Y. Mitsuya, M. Hayasaka, T. Sagayama, S. Kishi, T. Kobayashi, H. Uenoⁱ, T. Shimoda^s, Y. Matsuo

JPS Conf Proc. **6** (June) (2015) 030116 1-4.

Advances in Radioactive Isotope Science (ARIS2014) (June, 2014, 参加者数約 400 名).

Nuclear Moments and Structure of Unstable Nuclei

H. Ueno^{i*}

JPS Conf Proc. **6** (June) (2015) 010009 1-8.

Advances in Radioactive Isotope Science (ARIS2014) (June, 2014, 参加者数約 400 名).

Spin-Aligned Radioactive Isotope Beams via Two-Step Fragmentation Reaction

H. Uenoⁱ and Y. Ichikawa

Nucl. Phys. News **25** (July) (2015) 12-16.

.

Precise $\Gamma(\mathbf{K}^+ \rightarrow \mathbf{e}^+ \nu) / \Gamma(\mathbf{K}^+ \rightarrow \mu^+ \nu)$ Measurement Using Stopped Positive Kaons at J-PARC

S. Shimizu^{s*} for the TREK collaboration

JPS Conf Proc. **8** (Sept.) (2015) 024009 1-4.

The 2nd Int. Symp. on Science at J-PARC (July, 2014, 参加者数約 400 名).

Study of shape evolution in neutron-rich Cs isotopes using β -decay spectroscopy

A. Yagi^d, A. Odahara^s, R. Daido^m, Y. Fang^m, H. Nishibata^{DC}, R. Lozeva, C.-B. Moon, S. Nishimura, P. Doornenbal, G. Lorusso, P.-A. Söderström, T. Sumikama, H. Watanabe, T. Isobe, H. Baba, H. Sakurai, F. Browne, Z. Patel, S. Rice, L. Sinclair, J. Wu, Z.Y. Xu, R. Yokoyama, T. Kubo, N. Inabe, H. Suzuki, N. Fukuda, D. Kameda, H. Takeda, D.S. Ahn, D. Murai, F.L. Bello Garrote, J.M. Daugas, F. Didierjean, E. Ideguchi, T. Ishigaki^m, H.S. Jung, T. Komatsubara, Y.K. Kwon, C. S. Lee, P. Lee, S. Morimoto^m, M. Niikura, I. Nishizuka, T. Shimoda^s, and K. Tshoo

RIKEN Accel. Prog. Rep. **48** (Oct.) (2015) 31.

.

High-density n-type doping of diamond by nitrogen beam implantation

H. Uenoⁱ, R. Kato, H.M. Yamamoto, A. Yoshimi, K. Morimoto, Y. Ichikawa, Y. Ishibashi, Y. Ohtomo, and T. Suzuki

RIKEN Accel. Prog. Rep. **48** (Oct.) (2015) 255.

.

国際会議における講演等

Newly designed neutron detector for beta-delayed neutron

T. Kawamura^{m*}, H. Nishibata^{DC}, A. Yagi^d, S. Morimoto^m, S. Yoshida^m, H. Kanaoka^m, A. Odahara^s, T. Shimoda^s

The 14th CNS International Summer School (CNSSS15), (at Saitama, Japan, Aug. 26-Sept. 1, 2015, 参加者数約 30 名)

Spin-polarized RI beams utilizing the OEDO-SHARAQ system

H. Ueno^{i*} (invited)

OEDO-SHARAQ International Collaboration Workshop, (at Saitama, Japan, Sept. 8-9,

2015, 参加者数約 30 名)

Shape evolution in neutron-rich $A \sim 140$ nuclei beyond the doubly-magic nucleus ^{132}Sn

A. Odahara^{s*} (invited)

RIBF Users Meeting 2015. (at Saitama, Japan, Sept. 10-11, 2015, 参加者数約 80 名)

Study of neutron-rich Xe and Cs isotopes (poster)

A. Yagi^{d*}, A. Odahara^s, H. Nishibata^{DC}, H. Kanaoka^m, T. Shimoda^s, P.S. Lee, R. Daido^m, Y. Fang^m, R. Lozeva, C.-B. Moon, S. Nishimura, P. Doornenbal, G. Lorusso, P.-A. Söderström, T. Sumikama, H. Watanabe, T. Isobe, H. Baba, H. Sakurai, F. Browne, Z. Patel, S. Rice, L. Sinclair, J. Wu, Z.Y. Xu, R. Yokoyama, T. Kubo, N. Inabe, H. Suzuki, N. Fukuda, D. Kameda, H. Takeda, D.S. Ahn, D. Murai, F.L. Bello Garrote, J.M. Daugas, F. Didierjean, E. Ideguchi, T. Ishigaki^m, H.S. Jung, T. Komatsubara, Y.K. Kwon, C.S. Lee, S. Morimoto^m, M. Niikura, I. Nishizuka, and K. Tshoo

RIBF Users Meeting 2015, (at Saitama, Japan, Sept. 10-11, 2015, 参加者数約 80 名)

Shape evolution and shape coexistence studied with radioactive nuclear beams

A. Odahara^{s*}

Int. Symp. on Frontier of γ -ray Spectroscopy, (at Osaka, Japan, Oct. 1-3, 2015, 参加者数約 100 名)

Study of exotic structures in neutron-rich ^{30}Mg and ^{31}Mg by spin-polarized radioactive beam

H. Nishibata^{DC*}

Int. Symp. on Frontier of γ -ray Spectroscopy, (at Osaka, Japan, Oct. 1-3, 2015, 参加者数約 100 名)

Study of neutron-rich Xe and Cs isotopes with $N \sim 90$

A. Yagi^{d*}

Int. Symp. on Frontier of γ -ray Spectroscopy, (at Osaka, Japan, Oct. 1-3, 2015, 参加者数約 100 名)

Research programs at RIKEN RIBF

H. Ueno^{i*} (invited)

The 9th Japan-China Joint Nuclear Physics Symposium (JCNP 2015), (at Osaka, Japan, Nov. 7-12, 2015, 参加者数約 100 名)

g-Factor measurement with polarized beam

H. Ueno^{i*} (invited)

Physics with Fragment Separators – 25th Anniversary of RIKEN-Projectile Fragment Separator (RIPS25), (at Hayama, Japan, Dec. 5-7, 2015, 参加者数約 100 名)

日本物理学会, 応用物理学会等における講演

OROCHI: 超流動ヘリウム中原子のレーザー分光 – 低収量 RI の核構造研究に向けて (ポスター)

藤田朋美 ^{d*}

国際光年記念シンポジウム (於 東京、2015 年 4 月 21 日)

偏極不安定核 Na ビームを用いた中性子過剰 Mg 同位体の構造研究

西畑洗希 ^{DC*}, 下田正 ^s, 小田原厚子 ^s, 森本翔太 ^m, 吉田晋之介 ^m, 八木彩祐未 ^d, 金岡裕志 ^m, 河村嵩之 ^m, 中橋晶 ^b, 藤原智貴 ^b, 吉住孝之 ^b, M. Pearson, C.D.P. Levy

日本物理学会 2015 年秋季大会 (於 大阪市立大学、2015 年 9 月 25 日 – 9 月 28 日)

$N=90$ 近傍の中性子過剰な Xe と Cs 同位体の研究

八木彩祐未 ^{d*}, 小田原厚子 ^s, R. Lozeva, C.-B. Moon, 方一帆 ^m, 大道理恵 ^m, 西畑洗希 ^{DC}, 金岡裕志 ^m, P. Lee, 下田正 ^s, 西村俊二, P. Doornenbal, G. Lorusso, 炭竈聡之, 渡辺寛, P. Söderström, J. Wu, F. Browne, Z.Y. Xu, 横山輪, 磯部忠昭, 馬場秀忠, 櫻井博儀, 鈴木宏, 稲辺尚人, 亀田大輔, 福田直樹, 竹田浩之, 安得順, 清水陽平, 佐藤 広海, 久保敏幸, 石垣知樹 ^m, 森本翔太 ^m, 井手口栄治, 小松原哲郎, 新倉潤, 西塚一平, C.S. Lee, and the EURICA collaborators

日本物理学会 2015 年秋季大会 (於 大阪市立大学、2015 年 9 月 25 日 – 9 月 28 日)

スピン偏極した ³¹Na の β 遅延中性子崩壊で探る ³¹Mg の中性子非束縛状態の研究

森本翔太 ^{m*}, 下田正 ^s, 小田原厚子 ^s, 西畑洗希 ^{DC}, 吉田晋之介 ^m, 八木彩祐未 ^d, 金岡裕志 ^m, 河村嵩之 ^m, 中橋晶 ^b, 藤原智貴 ^b, 吉住孝之 ^b, M. Pearson, C.D.P. Levy

日本物理学会 2015 年秋季大会 (於 大阪市立大学、2015 年 9 月 25 日 – 9 月 28 日)

中性子数 83 同調体 ¹⁴²Pr のスピンに対する変形の進化

吉田晋之介 ^{m*}, 小田原厚子 ^s, 下田正 ^s, 西畑洗希 ^{DC}, 八木彩祐未 ^d, 金岡裕志 ^m, 河村嵩之 ^m, 森本翔太 ^m, 井手口栄治, 青井考, H.J. Ong, Y. Fang, Y. Ayyad, 岩本ちひろ A, D.T. Tran, P.Y. Chan, H. Hoang, 鈴木智和, 民井淳, 野地俊平, 小池武志, 山本康嵩, M. Carpenter, S. Zhu, P. Fallon, R.V.F. Janssens, T. Lauritsen, C. Chiara, CAGRA collaboration

日本物理学会 2015 年秋季大会 (於 大阪市立大学、2015 年 9 月 25 日 – 9 月 28 日)

中性子過剰な親核 I の β 崩壊による中性子過剰な娘核 Xe の研究

金岡裕志 ^{m*}, 小田原厚子 ^s, R. Lozeva, C. Moon, 八木彩祐未 ^d, 方一帆 ^m, 大道理恵 ^m, 西畑洗希 ^{DC}, P. Lee, 下田正 ^s, 西村俊二 D, P. Doornenbal, G. Lorusso, 炭竈聡之, 渡辺寛 E,

P. S derstr m, J. Wu, F, F. Brown , G, Z.Y. Xu, 横山輪, 磯部忠昭, 馬場秀忠, 櫻井博儀, D, J, 鈴木宏, 稲辺尚人, 亀田大輔, 福田直樹, 竹田浩之, 安得順, 清水陽平, 佐藤広海, 久保敏幸, 石垣知樹 ^m, 森本翔太 ^m, 井手口栄治, 小松原哲郎, 新倉潤, 西塚一平, C.S. Lee, and the EURICA collaborators

日本物理学会 2015 年秋季大会 (於 大阪市立大学、2015 年 9 月 25 日 – 9 月 28 日)

超流動ヘリウム環境下における 11 族原子の超微細構造間遷移

藤田朋美 ^{d*}, 今村慧, 富永大樹, 川口高史, 江上魁, 西坂太志, 小林徹, 高峰愛子, 古川武, 上野秀樹 ⁱ, 下田正 ^s, 松尾由賀利

日本物理学会 第 71 回年次大会 (於 東北学院大学、2016 年 3 月 19 日 – 3 月 22 日)

物理学専攻研究発表会 下田研究室

西畑洸希 ^{DC*}

物理学専攻「研究発表会」(於 大阪大学、2016 年 3 月 9 日)

非常に中性子過剰な Xe 同位体の核構造の研究 (ポスター)

八木彩祐未 ^{d*}

基礎科学研究者養成プロジェクトおよび大学院オーナー特別コース履修生 研究成果発表会 (ポスター発表) (於 大阪大学、2016 年 3 月 11 日)

1.4 核物質学研究グループ

平成 27 年度の研究活動概要

核物質学研究グループは 5 MV のバンデグラフ型加速器を維持し、幅広い研究を展開するとともに、ホームマシンの利点を生かした教育にも力を入れている。また、核物理研究センターのリングサイクロトロン、理化学研究所の RI ビームファクトリー、放射線医学総合研究所 (放医研) の HIMAC や J-PARC 等の国内加速器施設や、海外の施設も使用し、短寿命 β 放射性核やミュオン、超冷中性子 (UCN) を使った基礎物理、ならびに素粒子・原子核や物性物理との境界領域の実験研究を行っている。

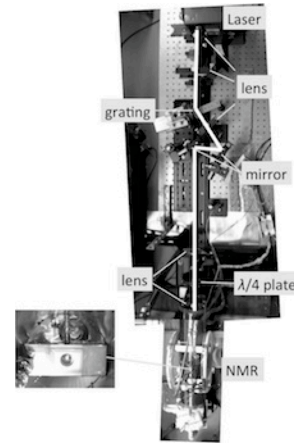
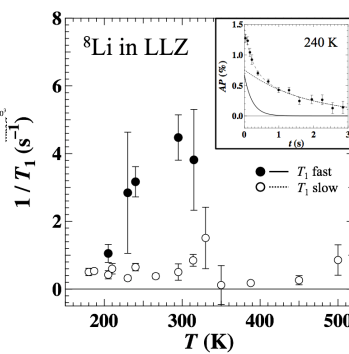
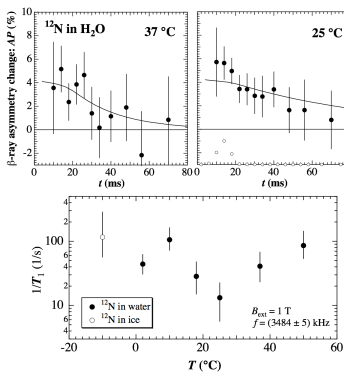
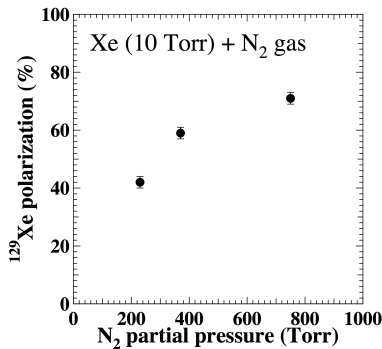
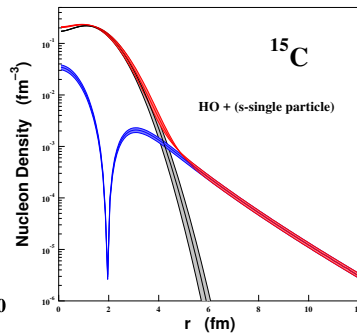
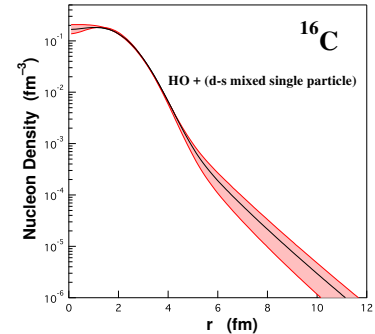


図 1.1: H_2O 中 ^{12}N の NMR 図 1.2: LLZ 中の ^8Li の拡散

図 1.3: Xe 偏極装置写真

我々は、 β -NMR (β 線核磁気共鳴) 技術を駆使して、短寿命 β 放射性核の電磁気モーメントの測定や、これらの不安定核をプローブとして、物質科学の研究を行っている。平成 26 年度に放医研 HIMAC で、液体の H_2O 中にインプラントした ^{12}N の NMR 検出に世界で初めて成功したが、平成 27 年度はその核スピン緩和時間 T_1 の温度依存性を測定し、 T_1 が温度により変化している様子を明らかにした。これらの結果から、液体 H_2O 中での ^{12}N の動的様態とスピン緩和メカニズムを解き明かすことを期待している。Li 電池に使用する Li イオン伝導物質として注目されている LLZ ($\text{Li}_7\text{La}_3\text{Zr}_2\text{O}_{12}$) 中の Li の拡散機構を解明するため、この材料に阪大バンデグラフで生成した偏極 ^8Li をインプラントし、核スピン緩和時間 T_1 を観測した。その結果、図 1.2 に示すように T_1 が違う 2 成分が存在することがわかり、一方は T_1 の温度依存性がほとんど無く、またもう一方は逆に大きな温度依存性があることがわかった。この結果から、LLZ 中 Li イオンの拡散様式に少なくとも 2 通りある可能性が指摘された。

超冷中性子 (UCN) を使った、中性子電気双極子モーメント (nEDM) 研究では、磁場の超精密測定に用いる偏極 ^{129}Xe の開発を行っている (図 1.3)。Rb の光ポンピングとスピン交換で Xe のスピン偏極を生成し、 N_2 分圧への依存性を押さえることで 70% の核スピン偏極を達成することに成功した (図 1.4)。次世代 UCN 源の開発は、次のステップに入っている。50 倍のビームパワーが得られる TRIUMF への移設の準備を開始し、装置の一部を送付した。

図 1.4: ^{129}Xe の NMR図 1.5: ^{15}C の核子密度分布図 1.6: ^{16}C の核子密度分布

不安定原子核の核構造を究明するため、原子核衝突の反応断面積を利用して、核半径および核内の核子密度分布を決定する研究を行っている。この研究の一環として、放医研 HIMAC での実験で中性子過剰核 $^{15,16}\text{C}$ の反応断面積の高精度測定を系統的に行った。その結果、得られた反応断面積のエネルギー依存性を利用して導出した $^{15,16}\text{C}$ の核子密度分布を図 1.5, 1.6 に示す。 ^{15}C については、価中性子が通常の殻模型で期待される $1d_{5/2}$ 軌道に入っているとすると実験値を再現できず、遠心力ポテンシャルのない $2s_{1/2}$ 軌道に入っていると考える必要があった。そのため、図のとおり中性子ハローと呼べるような長いテールが存在することが示された。これにより、通常安定核とは異なる軌道の逆転と、対応する核子密度分布が実験的に明らかになった。一方で、 ^{16}C の場合は、逆に $2s_{1/2}$ 軌道だけだとデータの再現性が悪く、 d 軌道からも相当程度の寄与があるらしいことがわかった。

バンデグラフ加速器の平成 27 年度の運転は d ビームと ^3He ビームが主で、これらに p, α ビームが続いている。外部ユーザーのバンデグラフでの実験も活発に行われ、平成 27 年度は、阪大宇宙地球科学専攻、阪大医学研究科、金沢大、阪大 RCNP グループとの共同研究による実験が計 20 日ほど行われた。

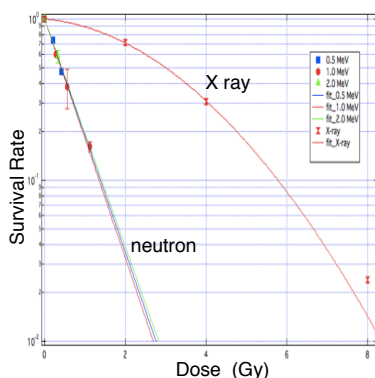
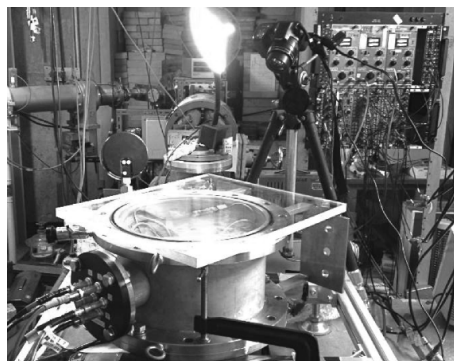


図 1.7: 癌細胞の生存確率と照射量

図 1.8: インプラントターゲットを用いた $^7\text{Be}(d,p)^8\text{Be}$ 反応測定の様子

宇宙地球科学専攻グループの実験では、光励起発光 (OSL) 年代測定における不純物や格子欠陥の影響を調べるため石英サンプルに対する α ビーム照射をいろいろな条件で行った。医学研究科グループの実験では、今まであまり精度よくわかっていなかった、癌細胞の中性子照射に対する耐性を調べた。その結果、図 1.7 に示すように、X 線照射に比べて中性子照射は癌治療効果が極めて高いことが精度よく実証された。金沢大の実験では、i) ZnO 中の格子欠陥を調べるための陽子ビーム照射、ii) $^{19}\text{O} \rightarrow ^{19}\text{F}$ β 崩壊にともなう γ 線の摂動角相関測定を行った。RCNP グループの実験では、最近開発されたインプラント・ターゲットを用い、宇宙物理における ^7Li 問題解明に向けた $^7\text{Be}(d, p)^8\text{Be}$ 反応の断面積測定が行われた (図 1.8)。実験では不安定核 ^7Be のインプラント・ターゲットが作成・利用され、 $E_{cm} = 0.4 - 1.5$ MeV における断面積測定に成功した。今後精度の向上が期待される。

バンデグラフを用いたオナーセミナー研究 (学部学生による自主研究) として、「短寿命 β 放射性核 ^{12}B の半減期精密測定」(沖本 直哉, 1 年) 「 ^{20}F の半減期測定」(若林 諒, 2 年生) 「PIXE 法による花崗岩帯由来河川堆積物の元素組成比較」(人見 将, 1 年) を行った。また、SEEDS プログラム体感科学研究で近隣の高校生・工業高等専門学校生 (1 2 年生) 6 名が「加速器を使って身の回りのものを分析してみよう～イオンビームによる微量元素分析～」に参加し、バンデグラフを用いてコンブ・ノリ・ワカメ・ヒジキ等の海藻類を対象に PIXE 法による微量元素分析を行った。

学術雑誌に出版された論文

Spatial distributions of photons in plastic scintillator detected by multi-anode photomultiplier for heavy-ion position determination

S. Omika, T. Yamaguchi, M. Fukuda^s, A. Kitagawa, S. Matsunaga, D. Nagae, D. Nishimura, T. Nishimura, A. Ozawa, S. Sato, K. Sawahata, T. Suzuki, and Y. Takeuchi

Nucl. Instr. Meth. A **797** (2015) 247-254

(<http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.nima.2015.06.050>).

Electronic structure of Mu-complex donor state in rutile TiO_2

K. Shimomura, R. Kadono, A. Koda, K. Nishiyama, M. Mihara^s

Phys. Rev. B **92** (2015) 075203-1-6

(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevB.92.075203>).

Synchrotron-radiation-based Mössbauer spectroscopy of ^{40}K in antiferromagnetic potassium nanoclusters in sodalite

T. Nakano, N. Fukuda, M. Seto, Y. Kobayashi, R. Masuda, Y. Yoda, M. Mihara^s, Y. Nozue

Phys. Rev. B **91** (No. 14, Apr) (2015) 140101(R)-1-5

(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevB.91.140101>).

国際会議報告等

2014ARIS2014 - Advances in Radioactive Isotope Science (June 2014)

Nucleon Density Distribution of the Proton Drip-Line Nucleus ^{12}N Studied via Reaction Cross Sections

M. Fukuda^{s*}, Y. Morita^m, D. Nishimura, M. Takechi, K. Iwamoto^m, M. Wakabayashi^m, Y. Kamisho^m, J. Ohno^m, M. Tanaka^{DC}, K. Kanbe^b, S. Yamaoka^m, M. Mihara^s, K. Matsuta^s, K. Yoshinaga, I. Zhu, J. Kohno, S. Yamaki, T. Suzuki, T. Yamaguchi, S. Suzuki, M. Nagashima, K. Abe, K. Tashiro, A. Honma, T. Ohtsubo, T. Izumikawa, S. Sato, S. Fukuda, and A. Kitagawa

JPS Conf. Proc., Conf. Advances in Radioactive Isotope Science (ARIS2014) **6** (June) (2015) 030103 - 3 pages.
2014.

Reaction Cross Sections for ^8He and ^{14}B on Proton Target for the Separation of Proton and Neutron Density Distributions

M. Tanaka^{DC*}, M. Fukuda^s, D. Nishimura, S. Suzuki, M. Takechi, M. Mihara^s, K. Matsuta^s, Y. Morita^m, Y. Kamisho^m, J. Ohno^m, K. Kanbe^b, S. Yamaoka^m, K. Watanabe^b, T. Ohtsubo, T. Izumikawa, M. Nagashima, A. Honma, D. Murooka, T. Suzuki, T. Yamaguchi, J. Kohno, S. Yamaki, S. Matsunaga, S. Kinno, Y. Taguchi, A. Kitagawa, S. Fukuda, and S. Sato

JPS Conf. Proc., Conf. Advances in Radioactive Isotope Science (ARIS2014) **6** (June) (2015) 020026 - 6 pages.
2014.

Ground-State Properties of Mg Isotopes in and Beyond the Island of Inversion through Reaction Cross Sections

S. Watanabe^{*}, K. Minomo, M. Shimada, S. Tagami, M. Kimura, M. Takechi, M. Fukuda^s, D. Nishimura, T. Suzuki, T. Matsumoto, Y.R. Shimizu, and M. Yahiro

JPS Conf. Proc., Conf. Advances in Radioactive Isotope Science (ARIS2014) **6** (June) (2015) 020024 - 6 pages.
2014.

Effect of Tensor Interactions in ^{16}O Studied via (p, d) Reaction

H.J. Ong^{*}, I. Tanihata, A. Tamii, T. Myo, K. Ogata, M. Fukuda^s, K. Hirota, K. Ikeda, D. Ishikawa, T. Kawabata, H. Matsubara, K. Matsuta^s, M. Mihara^s, T. Naito, D. Nishimura, Y. Ogawa, A. Ozawa, D.Y. Pang, H. Sakaguchi, K. Sekiguchi, T. Suzuki, M. Taniguchi, M. Takashina, H. Toki, Y. Yasuda, M. Yosoi, and J. Zenihiro

JPS Conf. Proc., Conf. Advances in Radioactive Isotope Science (ARIS2014) **6** (June) (2015) 030076 - 4 pages.
2014.

Production of Spin Polarized ^{58}Cu and its Magnetic Moment

M. Mihara^{s*}, Y. Ishibashi, Y. Abe, Y. Kamisho^m, Y. Morita^m, J. Ohno^m, M. Tanaka^{DC}, S. Shinozaki^b, K. Kanbe^b, M. Fukuda^s, K. Matsuta^s, A. Ozawa, D. Nagae, S. Inaba, S. Okada, Y. Saito, H. Ueno, K. Yamada, T. Izumikawa, T. Ohtsubo, S. Momota, D. Nishimura, T. Suzuki, T. Yamaguchi, Y. Kobayashi, K. Imamura, Xiaofei Yang, T. Nagatomo, T. Minamisono^t, M. Takechi, M. Ogura, K. Matsukawa, K. Shirai, and T. Fujimura

JPS Conf. Proc., Conf. Advances in Radioactive Isotope Science (ARIS2014) **6** (June) (2015) 030114-1-3.
2014.

Study on chemical reactions of isolated Mössbauer probes in solid gas matrices using in-beam Mössbauer spectroscopy

Y. Kobayashi*, S. Tanigawa, Y. Kobayashi, Y. Yamada, M. Mihara^s, M. K. Kubo, J. Miyazaki, W. Sato, T. Nagatomo, D. Natori, Y. Sato, S. Sato, A. Kitagawa
Hyperfine Interactions **237** (No. 1, Dec) (2015) 72-1-8.

International Conference on the Applications of the Mössbauer Effect (ICAME 2015)(2015, 200) (Germany).

Mössbauer spectra obtained using $\beta - \gamma$ coincidence method after ^{57}Mn implantation into LiH and LiD

Y. Sato*, Y. Kobayashi, Y. Yamada, M. K. Kubo, M. Mihara^s, T. Nagatomo, W. Sato, J. Miyazaki, S. Tanigawa, D. Natori, S. Sato, A. Kitagawa
Hyperfine Interactions **237** (No. 1, Dec) (2015) 74-1-8.

International Conference on the Applications of the Mössbauer Effect (ICAME 2015)(2015, 200) (Germany).

国際会議における講演等**Measurements of Reaction Cross Sections at RIKEN and NIRS**

M. Fukuda^{s*} (invited)

Physics with Fragment Separators (RIPS25), (at Hayama, Kanagawa, Japan, 6-7 Dec. 2015, 参加者数約 70 名)

UCN Project Japan Perspectives

K. Matsuta^{s*}

KEK-TRIUMF Scientific Symposium 2015, Dec. 3-4, 2015, KEK, Tsukuba, Japan, 参加者数約 50 名

日本物理学会, 応用物理学会等における講演

p-sd 殻領域中性子過剰核の中性子剥離断面積

福田 光順^{s*}, 田中 聖臣^{DC}, 田中 悠太郎^m, 杜 航^m, 西村太樹, 武智麻耶, 安部敬治郎, 泉川卓司, 笈川浩之, 大坪隆, 大野 淳一^m, 加藤郁磨, 菅家悠生, 菊池遥, 北川敦志, 佐藤眞二, 佐山海斗, 島谷 二郎^b, 鈴木伸司, 鈴木健, 竹内勇貴, 竹本貴紀, 只野奈津生, 田村峻, 南雲淳也, 西塚賢治, 福田茂一, 堀兼修, 松永達, 水上淳, 三原 基嗣^s, 宮田恵理, 室岡大樹, 山岡 慎太郎^m, 山口貴之

日本物理学会 2015 年秋季大会 (於 大阪市立大学, 2015 年 9 月 25 日 - 9 月 28 日)

¹⁵C の反応断面積と核構造

杜 航^{m*}, 福田 光順^s, 西村太樹, 武智麻耶, 安部敬治郎, 泉川卓司, 笈川浩之, 大坪隆, 大野 淳一^m, 加藤郁磨, 菅家悠生, 菊池遥, 北川敦志, 佐藤眞二, 佐山海斗, 島谷 二郎^b, 鈴木伸司, 鈴木健, 竹内勇貴, 竹本貴紀, 只野奈津生, 田中 聖臣^{DC}, 田村峻, 田中 悠太郎^m, 南雲淳也, 西塚賢治, 福田茂一, 堀兼修, 松永達, 水上淳, 三原 基嗣^s, 宮田恵理, 室岡大樹, 山岡 慎太郎^m, 山口貴之

日本物理学会 2015 年秋季大会 (於 大阪市立大学, 2015 年 9 月 25 日 - 9 月 28 日)

¹⁶C の反応断面積と核構造

田中 悠太郎^{m*}, 福田 光順^s, 西村太樹, 武智麻耶, 安部敬治郎, 泉川卓司, 笈川浩之, 大坪隆, 大野 淳一^m, 加藤郁磨, 菅家悠生, 菊池遥, 北川敦志, 佐藤眞二, 佐山海斗, 島谷 二郎^b, 鈴木伸司, 鈴木健, 竹内勇貴, 竹本貴紀, 只野奈津生, 田中 聖臣^{DC}, 田村峻, 杜 航^m, 南雲淳也, 西塚賢治, 福田茂一, 堀兼修, 松永達, 水上淳, 三原 基嗣^s, 宮田恵理, 室岡大樹, 山岡 慎太郎^m, 山口貴之

日本物理学会 2015 年秋季大会 (於 大阪市立大学, 2015 年 9 月 25 日 - 9 月 28 日)

Δ E 測定による sd 殻領域中性子剥離破断断面積の運動量分布

田中 聖臣^{DC*}, 福田 光順^s, 西村太樹, 武智麻耶, 安部敬治郎, 泉川卓司, 笈川浩之, 大坪隆, 大野 淳一^m, 加藤郁磨, 菅家悠生, 菊池遥, 北川敦志, 佐藤眞二, 佐山海斗, 島谷 二郎^b, 鈴木伸司, 鈴木健, 竹内勇貴, 竹本貴紀, 只野奈津生, 田村峻, 田中 悠太郎^m, 杜 航^m, 南雲淳也, 西塚賢治, 福田茂一, 堀兼修, 松永達, 水上淳, 三原 基嗣^s, 宮田恵理, 室岡大樹, 山岡 慎太郎^m, 山口貴之

日本物理学会 2015 年秋季大会 (於 大阪市立大学, 2015 年 9 月 25 日 - 9 月 28 日)

中性子 EDM 測定のための ¹²⁹Xe 核スピン磁力計の開発 VI

三原 基嗣^{s*}, 増田 康博^t, 松多 健策^s, 畑中吉治, 松宮亮平, 川崎真介, 鄭淳讚, 渡邊裕

日本物理学会 2015 年秋季大会 (於 大阪市立大学, 2015 年 9 月 25 日 - 9 月 28 日)

nEDM 測定に向けての高密度超冷中性子の発生

増田 康博^{t*}, 川崎真介, 渡辺裕, 松多 健策^s, 三原 基嗣^s, 畑中吉治, 松宮亮平, Edgard Pierre
日本物理学会 2015 年秋季大会 (於 大阪市立大学、2015 年 9 月 25 日 – 9 月 28 日)

²⁹P の β -NMR による Si 中 P 不純物の超微細相互作用の研究

山岡 慎太郎^{m*}, 三原 基嗣^s, 松多 健策^s, 福田 光順^s, 大野 淳一^m, 田中 聖臣^{DC}, 島谷 二郎^b, 田中 悠太郎^m, 杜 航^m
日本物理学会 2015 年秋季大会 (於 関西大学、2015 年 9 月 16 日 – 9 月 19 日)

中性子過剰 B 同位体の反応断面積測定

田中 聖臣^{DC*}, 福田 光順^s, 西村太樹, 武智麻耶, 西塚賢治, 青木一矢, 泉川卓司, 笈川浩之, 大坪隆, 大西 康介^b, 加藤郁磨, 菅家悠生, 神田直人, 北川敦志, 佐藤眞二, 島村元, 杉原 貴信^b, 鈴木伸司, 鈴木健, 高垣龍, 武井悠稀, 竹内勇貴, 竹之内嵐, 只野奈津生, 田中 悠太郎^m, 杜 航^m, 永井伎, 南雲淳也, 福田茂一, 町田聖寛, 三原 基嗣^s, 宮田恵理, 村岡純一, 八木翔一, 山岡 慎太郎^m, 山口貴之
日本物理学会 第 71 回年次大会 (於 東北学院大学、2016 年 3 月 19 日 – 3 月 22 日)

高密度超冷中性子源開発の現状

松多 健策^{s*}, 増田 康博^t, 川崎真介, 三原 基嗣^s, 渡辺裕, 畑中吉治, 松宮亮平, Edgard Pierre
日本物理学会 第 71 回年次大会 (於 東北学院大学、2016 年 3 月 19 日 – 3 月 22 日)

中性子 EDM 測定のための ¹²⁹Xe 核スピン磁力計の開発 VII

三原 基嗣^{s*}, 増田 康博^t, 松多 健策^s, 畑中吉治, 松宮亮平, 川崎真介, 渡辺裕
日本物理学会 第 71 回年次大会 (於 東北学院大学、2016 年 3 月 19 日 – 3 月 22 日)

nEDM 測定に向けての高密度超冷中性子の発生 II

増田 康博^{t*}, 川崎真介, 渡辺裕, 松多 健策^s, 三原 基嗣^s, 畑中吉治, 松宮亮平, Edgard Pierre
日本物理学会 第 71 回年次大会 (於 東北学院大学、2016 年 3 月 19 日 – 3 月 22 日)

ミュオンによるパラジウム中の空孔形成機構の研究

三原 基嗣^{s*}, 荒木秀樹, 水野正隆, 下村浩一郎, 小林篤史, 近藤雅史, 髭本亘, 門野良典
平成 27 年度 KUR 専門研究会「短寿命 RI を用いた核分光と核物性研究」(2015 年 11 月 4-5, 京大原子炉)

Si 中の短寿命核 ²⁹P の超微細相互作用

山岡 慎太郎^{m*}, 三原 基嗣^s, 松多 健策^s, 福田 光順^s, 大野 淳一^m, 田中 聖臣^{DC}, 田中 悠太郎^m, 杜 航^m
平成 27 年度 KUR 専門研究会「短寿命 RI を用いた核分光と核物性研究」(2015 年 11 月 4-5, 京大原子炉)

水に打ち込まれた短寿命核 ^{12}N の NMR-II

南園 忠則^{t*}, 三原 基嗣^s, 島谷 二郎^b, 松多 健策^s, 福田 光順^s, 矢口 雅貴^m, 岩元 昂大^m, 若林 優^m, 大野 淳一^m, 上庄 康斗^m, 森田 祐介^m, 神戸 峻輔^b, 田中 聖臣^{DC}, 篠崎 真一^b, 山岡 慎太郎^m, 渡邊 浩太^b, 岩切 秀一, 柳原 陸斗, 田中 悠太郎^m, 杜 航^m, 杉原 貴信^b, 大西 康介^b, 上林 祥平^b, 西村 太樹, 泉川 卓司, 大坪 隆, 鈴木 伸司, 長島 正幸, 酒井 拓, 阿部 康介, 中村 佳裕, 室岡 大樹, 小沢 颯, 長江 大輔, 石橋 陽子, 阿部 康志, 丹羽 崇博, 長友 傑, 北川 敦志, 佐藤 眞二, 取越 正巳, 百田 佐多生

平成 27 年度 KUR 専門研究会「短寿命 RI を用いた核分光と核物性研究」(2015 年 11 月 4-5, 京大原子炉)

ミュオンによる水素吸蔵合金中の空孔形成機構の研究

三原 基嗣^{**}, 荒木 秀樹, 水野 正隆, 下村 浩一郎, 小林 篤史, 近藤 雅史, 髭 本 亘, 門野 良典
RCNP 研究会「RCNP-MuSIC におけるミュオン科学の展開」(2015 年 9 月 4-5, 阪大 RCNP)

反応断面積による核構造研究の可能性と問題点

福田 光順^{**}

RCNP 研究会「全反応断面積及び荷電変化断面積による陽子・中性子半径研究の現状と展望」(2016 年 1 月 12-13, 阪大 RCNP)

陽子標的反応断面積を用いたハロー・スキン・安定核の陽子・中性子密度分布導出

田中 聖臣^{DC*}, 福田 光順^s, 三原 基嗣^s, 松多 健策^s, 山岡 慎太郎^m, 田中 悠太郎^m, 杜 航^m, 大西 康介^b, 杉原 貴信^b, 西村 太樹, 千葉 順成, 菅家 悠生, 南雲 淳也, 笈川 浩之, 青木 一矢, 武井 悠稀, 竹之内 嵐, 永井 伎, 町田 聖寛, 八木 翔一, 武智 麻耶, 大坪 隆, 本間 彰, 西塚 賢治, 宮田 恵理, 池田 彩夏, 高橋 拓希, 親跡 和弥, 神田 直人, 鈴木 健, 山口 貴之, 加藤 郁磨, 只野 奈津生, 泉川 卓司, 北川 敦志, 佐藤 眞二, 福田 茂一

RCNP 研究会「全反応断面積及び荷電変化断面積による陽子・中性子半径研究の現状と展望」(2016 年 1 月 12-13, 阪大 RCNP)

Ni 実験結果の解析・荷電変化断面積・中性子スキン・核変形について

福田 光順^{**}, 武智 麻耶, 西村 太樹, 田中 聖臣^{DC}, 三原 基嗣^s, 松多 健策^s, 山岡 慎太郎^m, 田中 悠太郎^m, 杜 航^m, 大西 康介^b, 杉原 貴信^b, 菅家 悠生, 南雲 淳也, 笈川 浩之, 八木 翔一, 大坪 隆, 本間 彰, 西塚 賢治, 宮田 恵理, 池田 彩夏, 高橋 拓希, 親跡 和弥, 神田 直人, 鈴木 健, 山口 貴之, 加藤 郁磨, 只野 奈津生, 泉川 卓司, 北川 敦志, 佐藤 眞二, 福田 茂一, σ コラボレーション 理研 RIBF-ULIC ミニワークショップ「Measurements of Reaction & Charge-changing Cross Sections for Ni Isotopes and Related Topics」(2016 年 3 月 11 日, 理研)

反応断面積同時測定による中性子剥離片の運動量分布幅と $^{13,14,15}\text{B}$ の反応断面積

田中 聖臣^{DC*}, 福田 光順^s, 武智 麻耶, 西村 太樹, 三原 基嗣^s, 松多 健策^s, 山岡 慎太郎^m, 田中 悠太郎^m, 杜 航^m, 大西 康介^b, 杉原 貴信^b, 菅家 悠生, 南雲 淳也, 笈川 浩之, 八木 翔一, 大坪 隆, 本間 彰, 西塚 賢治, 宮田 恵理, 池田 彩夏, 高橋 拓希, 親跡 和弥, 神田 直人, 鈴木 健, 山口 貴

之, 加藤郁磨, 只野奈津生, 泉川卓司, 北川敦志, 佐藤眞二, 福田茂一, σ コラボレーション
理研RIBF-ULIC ミニワークショップ「Measurements of Reaction & Charge-changing Cross
Sections for Ni Isotopes and Related Topics」(2016年3月11日, 理研)

書籍等の出版, 日本語の解説記事

放射化学の事典

日本放射化学会編 (共著) 三原 基嗣^s 他
朝倉書店 (2015年9月発行, 376頁)

β -NMR による物質科学研究の新展開 (放射化学第32号総説)

三原 基嗣^s

日本放射化学会 (2015年9月発行, p. 1-10)

1.5 山中（卓）グループ

平成 27 年度の研究活動概要

山中卓研究室は、J-PARC KOTO 実験と、ヨーロッパの CERN LHC ATLAS 実験に参加しており、新たなシリコン検出器の開発にも取り組んでいる。

J-PARC KOTO 実験

J-PARC KOTO 実験の目的は、中性の K 中間子の $K_L \rightarrow \pi^0 \ell \bar{\nu}$ 崩壊を用いて、CP 対称性を破る、標準理論を超える新たな物理を探ることである。

2013 年 5 月に J-PARC ハドロンホールで起きた放射線事故後ホール改修のためにビームは止まっていたが、2015 年 4 月に実験が再開された。4 月から 6 月、および 10 月から 12 月までデータ収集を行い、2013 年の 100 時間の実験の約 20 倍のデータを収集した。

2015 年のデータ収集のために、杉山 (D3) はミシガン大学のチームに協力して、データ収集システムのネットワークの高速化、波形を記録する FADC モジュール内でのデータの圧縮などの改良を行い、高いビーム強度でもより効率的にデータを収集できるようにした。

また、直径 2m、長さ 3m の新たな円筒形のガンマ線検出器 (Inner Barrel) を建設した。この検出器は、鉛とシンチレータを 25 層積層したモジュール 32 個からなる。外川助教と宮崎 (M2) と原口 (M1) は、約 4 ヶ月かけてこのモジュールの製作を KEK で行い (図 1.1)、必要な光量が得られていることを確認した。また、約 6t の測定器の重量を支えるために直径 2m のジュラルミン製のリングを 8 個製作した (図 1.2)。これらのリングを精密に設置するための測量システムを設計して (山中)、設置・調整をした後、8 個のリングを 0.1mm の精度で位置を調整・固定した (山中、外川、宮崎、原口)。図 1.3 に示すように、モジュールは問題なくリングの内側に取り付けられた。完成した Inner Barrel 測定器を 2016 年 2 月に KEK から J-PARC に移動し、3 月末に現存する測定器の中に挿入した。村山 (D3) は Inner Barrel 検出器の時間分解能の理解を深めた。



図 1.1: Inner Barrel 検出器のモジュール作成。

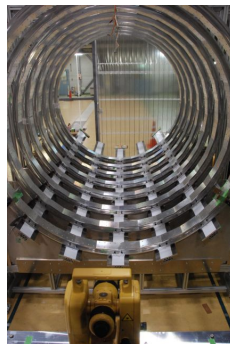


図 1.2: Inner Barrel の 8 個のリング。

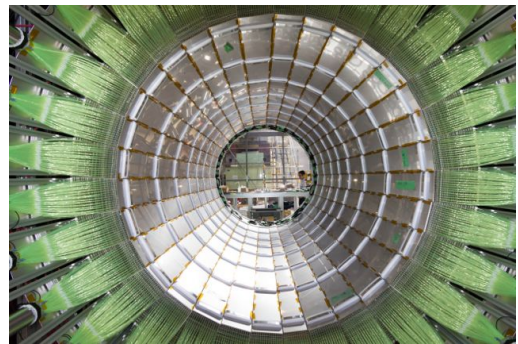


図 1.3: 完成した Inner Barrel 検出器

また、2013年に収集したデータでは、中性子に起因する背景事象が1事象見つかった。この背景事象は、CsIの電磁カロリメータのシャワーの形の解析によって約1/3に落とすことはできる。杉山は、KOTO実験のCsIの電磁カロリメータの波形を解析し、中性子とガンマ線を識別できることを明らかにし、この背景事象をさらに約1/10倍に落とすことができることを示した。我々はこの背景事象をさらに約1/10倍に抑制するために、電磁カロリメータのCsI結晶の上流側にMPPCという光検出器を取り付け、下流側の光電子増倍管との時間差によりガンマ線と中性子を検出することを計画している。その実効性を調べるために東北大学電子光学研究センターでテスト実験を行い、十分実現性が高いことを確認した(外川、原口、杉山、山中)。

CERN ATLAS 実験

山中卓研究室は、欧州原子核研究機構(CERN)で推進されている陽子・陽子衝突型加速器(LHC)実験の一つであるATLAS実験に参画している。LHCは2013年から2014年にかけての2年間のシャットダウンの間に、ビームエネルギーを4TeVから6.5TeVにあげるための整備作業を行い、2015年度に予定通り、陽子・陽子衝突の重心系エネルギー13TeVで実験を開始した。

特任研究員の山口は実験現場であるCERNに常駐し、 $H \rightarrow b\bar{b}$ 事象探索のためのデータ解析に従事した。重要な背景事象であるトップクォーク対生成事象やQCD過程によるジェット生成事象などを効果的に抑制するための事象選別方法や、それらの背景事象数を精度よく見積もるための手法の開発に取り組んだ。

博士課程3年のTeohは、2012年に取得した重心系エネルギー8TeVのデータを使い暗黒物質探索を行った。終状態に $H \rightarrow b\bar{b}$ 過程が存在する事象を探索したが、有意な信号は得られず、幾つかのモデルに対して制限を与えた。この結果をPhysical Review Dに投稿した。

博士課程2年の石島は、山口と共同で $H \rightarrow b\bar{b}$ 事象探索を行っている。特に、ボトムクォーク由来のジェット(b -jet)のエネルギー較正の新しい手法の確立に取り組んだ。 $Z \rightarrow \mu^+\mu^-$ 事象をまず探し、 Z の運動方向と反対方向に放出される b -jetの運動量の大きさが Z のそれと等しいことを利用した手法で、実データを使いこの方法が有効であることを示した。

修士課程2年の矢島と山内は、SVX4テレスコープと呼ばれるシリコンストリップ検出器(図1.4)の開発および性能評価を行った。矢島が完成させたSVX4テレスコープをFermilabの120GeV陽子を利用して試験した。その結果、位置分解能は粒子の入射配意に依存し、 $3\mu\text{m}$ から $9\mu\text{m}$ であることがわかった(図1.5)。

修士課程1年の今坂は、ATLAS実験で実機として使用されているシリコンストリップ検出器のセンサーの全空乏化電圧を測定する新しい手法の開発に取り組んだ。

SOI技術を用いたILC実験用シリコン検出器の開発

SOI(Silicon On Insulator)技術は、高抵抗シリコン基板上に絶縁層(SiO_2)を挟んで産業レベルのCMOS回路を形成する技術である。この技術により、従来別々であったセンサー部と信号処理部を一体化でき、小型化、高精度化する事が可能となる。高エネルギー加速器

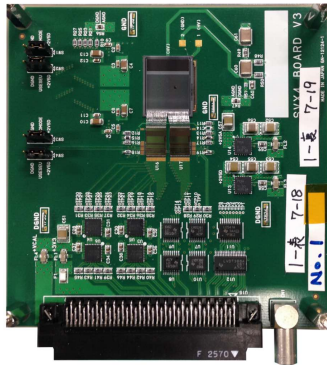


図 1.4: SVX4 テレスコープ。PCB 基板の中央上部に見えているのがストリップセンサーと、2枚の信号読み出し用 ASIC。

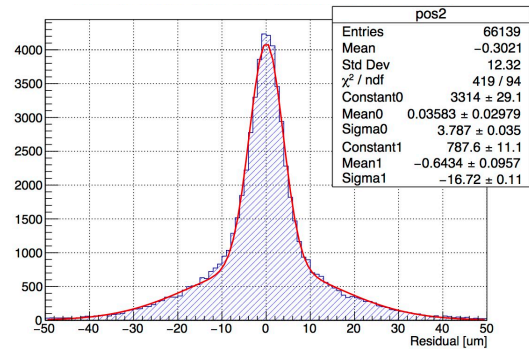


図 1.5: Fermilab でのビームテストで得た、120GeV 陽子に対する SVX4 テレスコープの残差分布。

研究機構の測定器開発室を中心に、様々な分野での SOI シリコン検出器の開発が進められている。

我々の研究室では、ILC 実験の飛跡検出器用途を目的とした SOI シリコン検出器の開発を小野特任研究員が中心となって行っている。粒子飛跡トラッキングに必要な高い位置分解と、ILC のバンチ情報に対応する時間情報を保持する事から、SOFIST (SOI sensor for Fine measurements of Space and Time) と名付けた。本年度は試作機の Version 1 として、アナログ部のみを実装した 50×50 ピクセル (1 ピクセルは $20 \times 20 \mu\text{m}^2$) の検出器を設計、製作し、現在読み出しテストを進めている。また、デジタル部のテストを目的とした Version 2 の設計を進めている。

学術雑誌に出版された論文

Long-lived neutral-kaon flux measurement for the KOTO experiment

T. Masuda, J. K. Ahn, S. Banno^m, M. Campbell, J. Comfort, Y. T. Duh, T. Hineno, Y. B. Hsiung, T. Inagaki, E. Iwai^p, N. Kawasaki, E. J. Kim, Y. J. Kim, J. W. Ko, T. K. Komatsubara, A. S. Kurilin, J.W. Lee^d, S. K. Lee, G. Y. Lim, J. Ma, D. MacFarland, Y. Maeda, T. Matsumura, R. Murayama^d, D. Naito, Y. Nakaya^m, H. Nanjo, T. Nomura, Y. Odani, H. Okuno, Y. D. Ri^p, N. Sasao, K. Sato^p, T. Sato, S. Seki, T. Shimogawa, T. Shinkawa, K. Shiomi, J. S. Son, Y. Sugiyama^d, S. Suzuki, Y. Tajima, G. Takahashi, Y. Takashima^m, M. Tecchio, M. Togawa^s, T. Toyoda^m, Y. C. Tung, Y. W. Wah, H. Watanabe, J. K. Woo, J. Xu, T. Yamanaka^s, Y. Yanagida^m, H. Y. Yoshida, and H. Yoshimoto^m

PTEP **2016** (Jan.) (2016) 013C03-1-23

(<http://dx.doi.org/doi:10.1093/ptep/ptv171>).

Photon-veto counters at the outer edge of the endcap calorimeter for the KOTO experiment

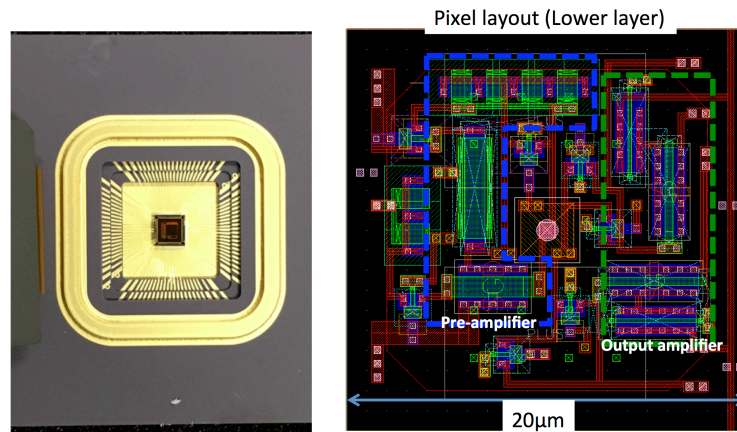


図 1.6: SOFIST version 1 の写真 (左) とピクセルレイアウト (右)。プリアンプ、アナログバッファを1つのピクセル毎に実装し、version 1 では 50 x 50 ピクセルが配置されている。

T. Matsumura, T. Shinkawa, H. Yokota, E. Iwai^p, T.K. Komatsubara, J.W. Lee^d, G.Y. Lim, J. Ma, T. Masuda, H. Nanjo, T. Nomura, Y. Odani, Y. D. Ri^p, K. Shiomi, Y. Sugiyama^d, S. Suzuki, M. Togawa^s, Y. Wah, H. Watanabe, T. Yamanaka^s
 Nucl. Instrum. Methods A **795** (June) (2015) 19-30
<http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.nima.2015.05.036>.

The Data Acquisition System for the KOTO Experiment

Y. Sugiyama^d, J. Xu, M. Tecchio, N. Whallon, D. McFarland, J. Ma, M. Togawa^s, Y. Tajima, M. Bogdan, J. Ameel, M. Campbell, Y.W. Wah, J. Comfort, and T. Yamanaka^s
 IEEE Trans. Nucl. Sci. **62** (June) (2015) 1115-1121
<http://dx.doi.org/doi:10.1109/TNS.2015.2417312>.

Performance study of a CsI electromagnetic calorimeter

E. Iwai^p, J.W. Lee^d, T. Masuda, D. McFarland, Y. Nakaya^m, Y. D. Ri^p, K. Sato^p, K. Shiomi, Y. Sugiyama^d, Y. Tajima, M. Tecchio, M. Togawa^s, Y. C. Tung, T. Yamanaka^s
 Nucl. Instrum. Meth. A **786** (June) (2015) 135-140
<http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.nima.2015.02.046>.

Combined Measurement of the Higgs Boson Mass in pp Collisions at $\sqrt{s} = 7$ and 8 TeV with the ATLAS and CMS Experiments An Attempt of the Unified Theory of All Elementary Particles

G. Aad, K. Hanagaki^s, Y. Yamaguchi^p, *et al.* [ATLAS Collaboration]

Phys. Rev. Lett. **114** (May) (2015) 191803
(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevLett.114.191803>).

Study of the spin and parity of the Higgs boson in diboson decays with the ATLAS detector

G. Aad, K. Hanagaki^s, Y. Yamaguchi^p, *et al.*. [ATLAS Collaboration]
Eur. Phys. J. C **75** (October) (2015) 476
(<http://dx.doi.org/doi:10.1140/epjc/s10052-015-3685-1>).

Measurements of the Higgs boson production and decay rates and coupling strengths using pp collision data at $\sqrt{s}=7$ and 8 TeV in the ATLAS experiment

G. Aad, K. Hanagaki^s, Y. Yamaguchi^p, *et al.*. [ATLAS Collaboration]
Eur. Phys. J. C **76** (January) (2016) 6
(<http://dx.doi.org/doi:10.1140/epjc/s10052-015-3769-y>).

国際会議報告等

国際会議における講演等

Flavor Physics at Intensity Frontier / Designing New Experiments for Intensity Frontier

T. Yamanaka^{s*} (invited)
HINT2015 - The International Workshop on Future Potential of High Intensity Proton Accelerator for particle and Nuclear Physics (at J-PARC, Oct. 13 - 15, 2015, 参加者数約 132), J-PARC

Latest results on Higgs final-states with photons in ATLAS

Y. Yamaguchi^{p*}
PHOTON 2015 - International Conference on the Structure and the Interactions of the Photon including the 21th International Workshop on Photon-Photon Collisions and the International Workshop on High Energy Photon Colliders (at Novosibirsk, Russia, June 15-19, 参加者数 107 名), Russia

Development of a pixel sensor based on SOI technology for the ILC vertex detector

S. Ono^{p*}
The 2015 International Workshop on Future Linear Colliders (LCWS15), (at TRIUMF, Vancouver, Nov. 2, 2015, 参加者約 200 名), Canada

Mono-Higgs: An Innovative Way to Search For Dark Matter at ATLAS (poster)J. Teoh^{d*}

Lake Louise Winter Institute 2016 (at Alberta, Canada, February 7-13, 2016, 参加者約 100 名), Canada

Development of a pixel sensor with fine space-time resolution based on SOI technology for the ILC vertex detector (poster)S. Ono^{p*}

14th Vienna Conference On Instrumentation, (at Vienna University of Technology, Vienna, Feb. 15, 2016, 参加者約 200 名), Austria

日本物理学会, 応用物理学会等における講演**Rare decays of K mesons (in Japan-Korea Joint Symposium, Flavor and non-accelerator physics)(invited review talk)**M. Togawa^{s*}

日本物理学会 第 71 回年次大会 (於 東北学院大学、2016 年 3 月 19 日 – 3 月 22 日)

ATLAS アップグレード用シリコン検出器の性能評価のためのテレスコープ検出器の開発矢島和希^{m*}, 花垣和則^s, 石島直樹^d, 山内洋子^m, 池上陽一, 海野義信, 中村浩二, 安芳次, 陣内修, 廣瀬穰, 他アトラス日本シリコングループ

日本物理学会 第 71 回年次大会 (於 東北学院大学、2016 年 3 月 19 日 – 3 月 22 日)

ATLAS アップグレード用シリコン検出器の試験のためのテレスコープの性能評価山内洋子^{m*}, 花垣和則^s, 矢島和希^m, 池上陽一, 海野義信, 中村浩二, 安芳次, 他アトラス日本シリコングループ

日本物理学会 第 71 回年次大会 (於 東北学院大学、2016 年 3 月 19 日 – 3 月 22 日)

J-PARC KOTO 実験に新たに追加した横方向光子検出器の製作と性能評価宮崎康一^{m*}, 外川学^s, 村山 理恵^d, 山中 卓^s, Lim GeiYoub

日本物理学会 第 71 回年次大会 (於 東北学院大学、2016 年 3 月 19 日 – 3 月 22 日)

J-PARC KOTO 実験における横方向光子検出器の波形を用いた時間情報の評価村山 理恵^{d*}, Lim GeiYoub, 外川学^s, 山中 卓^s 他 KOTO Collaboration

日本物理学会 第 71 回年次大会 (於 東北学院大学、2016 年 3 月 19 日 – 3 月 22 日)

J-PARC KOTO 実験 CsI 検出器の両端読み出しによる時間応答原口弘^{m*}, 杉山 泰之^d, 外川学^s, 南條創, 山中 卓^s

日本物理学会 第 71 回年次大会 (於 東北学院大学、2016 年 3 月 19 日 – 3 月 22 日)

LHC-ATLAS 実験における、 $H \rightarrow b\bar{b}$ 探索のための b-jet energy measurement石島直樹^{d*}, 山口洋平^p, 花垣和則^s

日本物理学会 第71回年次大会 (於 東北学院大学、2016年3月19日 – 3月22日)

ILC バーテックス検出器に向けた SOI ピクセルセンサーの開発小野峻^{p*}, 外川学^s, 辻 嶺二^m, 森哲平^m, 花垣和則^s, 坪山透, 山田美帆, 新井康夫, 他 SOIPIX グループ

日本物理学会 第71回年次大会 (於 東北学院大学、2016年3月19日 – 3月22日)

ILC のためのセンサー SOFIST の動作試験森哲平^{m*}, 小野峻^p, 外川学^s, 辻 嶺二^m, 花垣和則^s, 新井康夫, 坪山透, 西村龍太郎, 他 SOIPIX グループ

日本物理学会 第71回年次大会 (於 東北学院大学、2016年3月19日 – 3月22日)

標準模型とヒッグス (招待講演)山口洋平^{p*}

日本物理学会 第71回年次大会 (於 東北学院大学、2016年3月19日 – 3月22日)

J-PARC KOTO 実験の新たな横方向光子検出器の構造と組み立て山中 卓^{s*}, 外川学^s, 原口弘^m, 宮崎康一^m, 村山 理恵^d, Lim GeiYoub, Elizabeth Pod, Yau Wai Wah, 他 KOTO Collaboration

日本物理学会 第71回年次大会 (於 東北学院大学、2016年3月19日 – 3月22日)

J-PARC KOTO 実験における、波形解析による電磁カロリメーターでの中性子弁別法の開発杉山 泰之^{d*}, 岩井瑛人^p, 塩見公志, 外川学^s, 山中 卓^s, 他 KOTO Collaboration

日本物理学会 第71回年次大会 (於 東北学院大学、2016年3月19日 – 3月22日)

ILC 用バーテックス検出器に向けた SOI ピクセルセンサーの開発小野峻^{p*}, 外川学^s, 辻 嶺二^m, 花垣和則^s, 新井康夫, 他 SOIPIX グループ

日本物理学会 2015年秋季大会 (於 大阪市立大学、2015年9月25日 – 9月28日)

LHC-ATLAS 実験 Run2 における $WH \rightarrow l\nu b\bar{b}$ 崩壊過程での背景事象の評価石島直樹^{d*}, 山口洋平^p, 花垣和則

日本物理学会 2015年秋季大会 (於 大阪市立大学、2015年9月25日 – 9月28日)

ATLAS アップグレード用シリコン検出器試験用テレスコープの性能評価山内洋子^{m*}, 花垣和則^s, 矢島和希^m, 池上陽一, 海野義信, 中村浩二, 安芳次, 他アトラス日本シリコングループ

日本物理学会 2015 年秋季大会（於 大阪市立大学、2015 年 9 月 25 日 – 9 月 28 日）

ATLAS アップグレード用シリコン検出器の性能評価に用いるテレスコープ検出器の開発
矢島和希^{m*}, 花垣和則^s, 石島直樹^d, 山内洋子^m, 池上陽一, 海野義信, 中村浩二, 安芳次, 陣内修, 留目和輝, 廣瀬穰, 本間雄翔, 高嶋隆一, 他アトラス日本シリコングループ
日本物理学会 2015 年秋季大会（於 大阪市立大学、2015 年 9 月 25 日 – 9 月 28 日）

波形解析による電磁カロリメーターでの中性子弁別法の開発
杉山 泰之^{d*}, 岩井瑛人^p, 塩見公志, 外川学^s, 山中 卓^s, 他 KOTO Collaboration
日本物理学会 2015 年秋季大会（於 大阪市立大学、2015 年 9 月 25 日 – 9 月 28 日）

J-PARC KOTO 実験に新たに追加する横方向光子検出器の製作状況
外川学^{s*}, Lim GeiYoub, 小松原健, 田島靖久, 野村正, 宮崎康一^m, 村山 理恵^d, 山中 卓^s, Elizabeth Pod, Yau W. Wah 他 KOTO Collaboration
日本物理学会 2015 年秋季大会（於 大阪市立大学、2015 年 9 月 25 日 – 9 月 28 日）

J-PARC KOTO 実験 2013 年ランを用いた横方向光子検出器の性能向上の評価
村山 理恵^{d*}, Lim GeiYoub, 外川学^s, 山中 卓^s 他 KOTO Collaboration
日本物理学会 2015 年秋季大会（於 大阪市立大学、2015 年 9 月 25 日 – 9 月 28 日）

KOTO 実験における下流側ビームパイプを覆う荷電粒子検出器の開発と性能評価
宮崎康一^{m*}, 塩見公志, 外川学^s, 南条創, 野村正, 山中 卓^s, Lim GeiYomb, 渡辺丈晃, 他 KOTO Collaborators
日本物理学会 2015 年秋季大会（於 大阪市立大学、2015 年 9 月 25 日 – 9 月 28 日）

書籍等の出版, 日本語の解説記事

LHC で 13TeV の陽子陽子衝突を実現
花垣和則^s
パリテイ, 26-27 頁, 丸善出版 (2015 年 10 月発行)

18 歳からのヒッグス粒子検出
花垣和則^s
パリテイ, 58-61 頁, 丸善出版 (2016 年 2 月発行)

1.6 小林グループ

平成27年度の研究活動概要

半導体や金属を微細加工して作製される微小な電子回路をメゾスコピック系と呼ぶ。その最大の特長は、量子力学的効果が本質的であるようなスケールにおいて、制御性の高い実験ができる点にある。実際に、微小な電子波干渉計や、量子ドット（人工原子）等で発現する電子の電荷・スピン・コヒーレンス・多体効果に基づく多彩な量子現象とその制御は、1980年代以降、物性物理学の発展に大きな貢献を果たしてきた。

小林グループでは、このようなメゾスコピック系における様々な現象、中でも、量子多体効果や非平衡現象に注目して研究を行っている。特に、高精度な電流ゆらぎ測定などを用いることによって、定量的に量子輸送の素過程を観測・制御することによって、これまでに不可能であったような実験に挑むと同時に新しい現象の発見を目指して研究を進めている。

平成27年度、我々は主として以下のテーマに取り組んだ。

- a) ゆらぎで探る量子液体の非平衡ダイナミクス
- b) グラフェン pn 接合におけるエッジ混合の実証
- c) グラフェン電荷中性点近傍におけるダイナミクスの $1/f$ 雑音による検出
- d) 超高移動度量子細線における電流ゆらぎの精密測定
- f) 表面弾性波を用いた量子輸送
- g) 高周波印加による単電子放出技術の開発
- h) スピングラス物質へのスピン注入
- i) グラフェンや層状超伝導体を用いた単原子層デバイスの開発

以下では、「a) ゆらぎで探る量子液体の非平衡ダイナミクス」、「b) グラフェン pn 接合におけるエッジ混合の実証」について詳しく紹介する。

ゆらぎで探る量子液体の非平衡ダイナミクス

粒子が一個だけある場合、シュレーディンガー方程式を解くことによって、その粒子の量子力学的な挙動を精密に予言することができる。しかし、粒子が多数ある場合、通常は方程式を厳密に解くことは不可能であり、しかも、現実にも、そのような粒子の集団が粒子一個の性質からは全く予想もできないような挙動をすることがある。このように、多数の粒子が互いに量子力学的な相互作用を及ぼしあうとき、その集団は一体となって、あたかも液体であるかのように振る舞うようになることがある（「量子液体」）。また、このような現象を「量子多体現象」と呼ぶ。例えば、超伝導や超流動は、電子や原子が量子液体を形成することによって引き起こされる量子多体現象の代表例である。

近藤効果は、1960年代に解明された量子多体効果である。具体的には、微量な磁性不純物を含む金属において、不純物のスピンを伝導電子のスピンが遮蔽することにより、「近藤一重項」と呼ばれる特異な量子状態が形成され、低温での電気抵抗が増大する、という現象である。近藤効果は量子多体効果の最も典型的な例であり、強相関電子系（重い電子系や高温超伝導等）の研究などにおいて半世紀にわたって数多くの研究が行われてきた。理論的に

は、近藤状態は「局所フェルミ液体」として記述されることが確立しており、近藤状態の振る舞いを研究することは、強い電子相関に支配される量子液体を研究することでもある。

これまでの多くの実験的研究においては、巨視的な試料を用いて、多数のスピンに関わる集団平均を相手とする方法がとられてきた。しかしながら、1999年、量子ドット（人工原子）における単一サイトの近藤効果の制御が報告され、実験手法に新展開がもたらされた。そのような系においては、近藤温度・スピン状態・軌道状態・ゼーマン分裂・平衡・非平衡状態など、近藤効果に関するあらゆるパラメータを制御することができる。したがって、量子ドットにおける近藤効果は、非平衡状態も含む量子多体系／量子液体についての理論を、理論に忠実な形で高い精度で検証できる理想的な系となっている。

我々は、2011年、近藤状態における非平衡電流ゆらぎについて、半導体量子ドットを用いた研究を行った。最近、我々は、その研究を発展させ、カーボンナノチューブに作製した量子ドットにおける近藤効果の研究を行った。本研究によって、近藤状態においては、一粒子の伝導過程だけではなく、二個の粒子が関与する伝導過程もあり、それによって電流ゆらぎが通常の値よりも増大することが分かった。この電流ゆらぎから、量子液体を特徴づける量（ウィルソン比）を求めることができ、量子ドットが極めて強い量子多体状態にあることを実証した。さらに、これまでに知られていなかった非平衡スケールング則を実験的に確立した。本成果は、非平衡状態にある強相関量子液体に対して、理論を定量的に検証するレベルでの精密な実験的研究が可能であることを示すものである。

グラフェン pn 接合におけるエッジ混合の実証

pn 接合とは、半導体において極性の異なる2種類のキャリア（電子と正孔）からなる領域の間で形成される接合のことであり、ダイオードをはじめとする様々な電子デバイスで利用される。2004年の報告以降、新規半導体材料として期待されているグラフェンにおいても pn 接合を形成することが可能であるが、グラフェンの場合には、その特異な電子構造を反映した特色ある pn 接合となることが知られており、その電子輸送の研究がこれまで盛んに行われてきた。特にグラフェンでは、強磁場の印加によって、これまで実現が困難であった量子ホール状態にある pn 接合の実現が可能であり、極めてユニークな研究の舞台を提供している。

これまでの伝導度測定の結果、量子ホール状態にあるグラフェン pn 接合では、量子ホール状態が完全に混じりあう結果、接合の両側への電子の分配過程の存在が推察されていた。しかし、この電子分配過程を直接的に実証した報告はなかった。

我々は、ゲート電極を組み合わせることにより pn 接合を形成可能なグラフェン試料を作製し、低温強磁場下において高精度な電流ゆらぎ測定を行った。その結果、量子ホール状態で pn 接合のある場合にはショット雑音が発生するのに対し、 pn 接合のない場合にはショット雑音が発生しないことを明らかにした。観測されたショット雑音の大きさが、理論予想とほぼ一致することも実証した。この成果は、量子ホール状態にあるグラフェン pn 接合で起こる電子分配の微視的特性を初めて定量的に確立したものである。

この結果は、ギャップのないグラフェンでは実現困難な量子ポイントコンタクトに代わる電子分配機構として pn 接合が利用可能であることを示しており、グラフェンを用いた電子

干渉デバイス等の実現につながることを期待される。また、高移動度のグラフェンでは pn 接合でのキャリアの振る舞いがスピン自由度やバレー自由度に依存することが報告されており、これらの特性の解明と制御へと発展していくことが期待される。

学術雑誌に出版された論文

Parity effect of bipolar quantum Hall edge transport around graphene antidots

S. Matsuo^p, S. Nakaharai, K. Komatsu, K. Tsukagoshi, T. Moriyama, T. Ono, and K. Kobayashi^s

Scientific Reports **5** (June) (2015) 11723 1-7

(<http://dx.doi.org/doi:10.1038/srep11723>).

Micromagnetic simulation of spin wave propagation in a ferromagnetic film with different thicknesses

H. Hata, R. Matsumoto, T. Moriyama, S. Murakami, K. Tanabe^p, J. Ohe, K. Kobayashi^s, D. Chiba, and T. Ono

Journal of the Magnetics Society of Japan **39** (No. 4, June) (2015) 151-155

(<http://dx.doi.org/doi:10.3379/msjmag.1506R004>).

Spin relaxation mechanism in a highly doped organic polymer film

M. Kimata, D. Nozaki, Y. Niimi^s, H. Tajima, and Y. Otani,

Physical Review B **91** (June) (2015) 224422 1-6

(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevB.91.224422>).

Quasiparticle-mediated spin Hall effect in a superconductor

T. Wakamura, H. Akaike, Y. Omori, Y. Niimi^s, S. Takahashi, A. Fujimaki, S. Maekawa, and Y. Otani

Nature Materials **14** (July) (2015) 675-678

(<http://dx.doi.org/doi:10.1038/nmat4276>).

Edge Mixing Dynamics in Graphene p-n Junctions in the Quantum Hall Regime

S. Matsuo^p, S. Takeshita^m, T. Tanaka^{DC}, S. Nakaharai, K. Tsukagoshi, T. Moriyama, T. Ono, and K. Kobayashi^s

Nature Communications **6** (Sep.) (2015) 8066 1-6

(<http://dx.doi.org/doi:10.1038/ncomms9066>).

Reciprocal spin Hall effects in conductors with strong spin-orbit coupling: a review

Y. Niimi^s and Y. Otani

Report on Progress in Physics **78** (Oct.) (2015) 124501 1-19

(<http://dx.doi.org/doi:10.1088/0034-4885/78/12/124501>).

Strong Suppression of the Spin Hall Effect in the Spin Glass State

Y. Niimi^s, M. Kimata, Y. Omori, B. Gu, T. Ziman, S. Maekawa, A. Fert, and Y. Otani
Physical Review Letters **115** (Nov.) (2015) 196602 1-6
(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevLett.115.196602>).

Giant Fano factor and bistability in a Corbino disk in the quantum Hall effect breakdown regime

T. Hata^{DC}, T. Arakawa^s, K. Chida, S. Matsuo^p, and K. Kobayashi^s
Journal of Physics: Condensed Matter **28** (Jan.) (2016) 055801 1-7
(<http://dx.doi.org/doi:10.1088/0953-8984/28/5/055801>).

Influence of inverse spin Hall effect in spin-torque ferromagnetic resonance measurements

K. Kondou, H. Sukegawa, S. Kasai, S. Mitani, Y. Niimi^s, and Y. Otani
Applied Physics Express **9** (Jan.) (2016) 023002 1-4
(<http://dx.doi.org/doi:10.7567/APEX.9.023002>).

Universality of Non-equilibrium Fluctuations in Strongly Correlated Quantum Liquids

M. Ferrier^{PD}, T. Arakawa^s, T. Hata^{DC}, R. Fujiwara^m, R. Delagrangé, R. Weil, R. Deblock, R. Sakano, A. Oguri, and K. Kobayashi^s
Nature Physics **12** (Mar.) (2016) 230-235
(<http://dx.doi.org/doi:10.1038/nphys3556>).

Anomalous behavior of 1/f noise in graphene near the charge neutrality point

S. Takeshita^m, S. Matsuo^p, T. Tanaka^{DC}, S. Nakaharai, K. Tsukagoshi, T. Moriyama, T. Ono, T. Arakawa^s, and K. Kobayashi^s
Applied Physics Letters **108** (Mar.) (2016) 103106 1-4
(<http://dx.doi.org/doi:10.1063/1.4943642>).

国際会議における講演等

Non-equilibrium Fermi Liquid in a Kondo-correlated Quantum Dot Probed by Shot Noise

K. Kobayashi^{s*}, M. Ferrier^{PD}, T. Arakawa^s, T. Hata^{DC}, R. Fujiwara^m, R. Delagrangé, R. Weil, R. Deblock, R. Sakano, and A. Oguri (invited)
the 21st International Conference on Electronic Properties of Two-Dimensional Systems

(EP2DS-21) (Sendai, Japan, July 26-31, 2015, 参加者数約 500 名)

Nonequilibrium Quantum Liquid in a Kondo-correlated Quantum Dot

K. Kobayashi^{s*}, M. Ferrier^{PD}, T. Arakawa^s, T. Hata^{DC}, R. Fujiwara^m, R. Delagrangé, R. Weil, R. Deblock, R. Sakano, and A. Oguri (invited)

International Symposium on Fluctuation and Structure out of Equilibrium 2015 (SFS2015) (Kyoto, August 20-23, 2015, 参加者数約 200 名)

Universality of Nonequilibrium Behavior in Strongly Correlated Quantum Liquids

K. Kobayashi^{s*}, M. Ferrier^{PD}, T. Arakawa^s, T. Hata^{DC}, R. Fujiwara^m, R. Delagrangé, R. Weil, R. Deblock, R. Sakano, and A. Oguri (invited)

the International Symposium on Nanoscale Transport and Technology (ISNTT2015) (Atsugi, Japan, November 17-20, 2015, 参加者数約 100 名)

Edge dynamics in graphene p-n junctions in the quantum Hall regime probed by the shot noise

K. Kobayashi^{s*} (invited)

Workshop on Computational Nano-Materials Design and Realization for Energy-Saving and Energy-Creation Materials (Osaka, Japan, March 25-26, 2016, 参加者数約 40 名)

Detection of spin fluctuations in spin glass via spin Hall effect

Y. Niimi^{s*} (invited)

International Workshop on New Perspectives in Spintronic and Mesoscopic Physics (NPSMP2015) (Kashiwa, Japan, June 10-12, 2015, 参加者数約 200 名)

Detection of spin fluctuations in spin glass via spin Hall effect

Y. Niimi^{s*} (invited)

Workshop on ThermoSpin Effects (Zaragoza, Spain, July 3, 2015, 参加者数約 20 名), Spain

Spin transport in mesoscopic superconductors with strong spin-orbit interactions

Y. Niimi^{s*} (invited)

International Workshop : Quantum Nanostructures and Electron-Nuclear Spin Interactions (Sendai, Japan, October 19-21, 2015, 参加者数約 50 名)

Shot noise induced by spin accumulation

T. Arakawa^{s*}, M. Maeda^d, T. Ono, J. Shiogai, M. Kohda, J. Nitta, M. Ciorga, M. Utz, D. Schuh, D. Bougeard, D. Weiss, K. Kobayashi^s (invited)

ISSP International Workshop on New Perspectives in Spintronic and Mesoscopic Physics

(NPSMP2015) (Kashiwa, Japan, June 1-19, 2015, 参加者数約 40 名)

Microscopic understanding of spin current probed by shot noise

T. Arakawa^{s*} (invited)

APS March Meeting 2016 (Baltimore, Maryland, USA, March 14-18, 2016, 参加者数約 10,000 名), USA

Shot noise monitoring of the cross-over between SU(4) and SU(2) symmetry of the Kondo effect in a carbon nanotube quantum dot

M. Ferrier^{PD*}, T. Arakawa^s, T. Hata^{DC}, R. Fujiwara^m, R. Delagrangé, R. Weil, R. Deblock, R. Sakano, A. Oguri and K. Kobayashi^s (invited)

ISSP International Workshop on New Perspectives in Spintronic and Mesoscopic Physics (NPSMP2015) (Kashiwa, Japan, June 1-19, 2015, 参加者数約 200 名)

Universality of non-equilibrium fluctuations in strongly correlated quantum liquids

M. Ferrier^{PD*}, T. Arakawa^s, T. Hata^{DC}, R. Fujiwara^m, R. Delagrangé, R. Weil, R. Deblock, R. Sakano, A. Oguri, and K. Kobayashi^s (invited)

Frontiers of Quantum and Mesoscopic Thermodynamics 2015 (FQMT'15) (Prague, Czech Republic, July 27 - August 1, 2015, 参加者数約 200 名), Czech Republic

Spin Hall effect in spin glass systems

Y. Niimi^{s*}, M. Kimata, Y. Omori, B. Gu, T. Ziman, S. Maekawa, A. Fert, and Y. Otani
20th International Conference on Magnetism (ICM 2015) (Barcelona, Spain, July 5-10, 2015, 参加者数約 2200 名), Spain

Shot noise of superconductor/nanotube-junction in the Kondo regime (poster)

T. Hata^{DC*}, R. Delagrangé, R. Fujiwara^m, T. Arakawa^s, R. Deblock, H. Bouchiat, M. Ferrier^{PD}, K. Kobayashi^s

ISSP International Workshop on New Perspectives in Spintronic and Mesoscopic Physics (NPSMP2015) (Kashiwa, Japan, June 1-19, 2015, 参加者数約 200 名)

Kondo effect in a carbon nanotube quantum dot with a finite orbital splitting and a magnetic field (poster)

Y. Teratani^{*}, A. Oguri, R. Sakano, R. Yoshii^p, M. Ferrier^{PD}, T. Arakawa^s, T. Hata^{DC}, R. Fujiwara^m, K. Kobayashi^s

ISSP International Workshop on New Perspectives in Spintronic and Mesoscopic Physics (NPSMP2015) (Kashiwa, Japan, June 1-19, 2015, 参加者数約 200 名)

Snell's Law for Spin Waves

J. Stigloher^{*}, M. Decker, H. Korner, K. Tanabe^p, T. Moriyama, T. Taniguchi, H. Hata, M. Madami, G. Gubbiotti, K. Kobayashi^s, T. Ono, and C. Back
the 22nd International Colloquium on Magnetic Films and Surfaces (ICMFS-2015) (Krakow, Poland, July 12-17, 2015, 参加者数約 300 名), Poland

Avalanche electron bunching in a Corbino disk in the quantum Hall effect breakdown (poster)

T. Hata^{DC*}, T. Arakawa^s, K. Chida, S. Matsuo^p, and K. Kobayashi^s
the 21st International Conference on Electronic Properties of Two-Dimensional Systems (EP2DS-21) (Sendai, Japan, July 26-31, 2015, 参加者数約 500 名)

Bias dependent shot noise in (Ga,Mn)As/GaAs Esaki diode (poster)

T. Arakawa^{s*}, J. Shiogai, M. Ciorga, M. Utz, D. Schuh, M. Kohda, J. Nitta, D. Bougeard, D. Weiss, T. Ono, and K. Kobayashi^s
the 21st International Conference on Electronic Properties of Two-Dimensional Systems (EP2DS-21) (Sendai, Japan, July 26-31, 2015, 参加者数約 500 名)

Fabrication of an asymmetric quantum dot in quantum Hall regime as a single electron device (poster)

S. Norimoto^{m*}, T. Arakawa^s, K. Tanabe^p, and K. Kobayashi^s
the 21st International Conference on Electronic Properties of Two-Dimensional Systems (EP2DS-21) (Sendai, Japan, July 26-31, 2015, 参加者数約 500 名)

Shot noise monitoring of magnetic-field-induced cross-over between SU(4) and SU(2) symmetry of the Kondo effect (poster)

M. Ferrier^{PD*}, T. Arakawa^s, T. Hata^{DC}, R. Fujiwara^m, R. Delagrangé, R. Weil, R. Deblock, R. Sakano, A. Oguri, and K. Kobayashi^s
the 21st International Conference on Electronic Properties of Two-Dimensional Systems (EP2DS-21) (Sendai, Japan, July 26-31, 2015, 参加者数約 500 名)

Finite shot noise in the conductance plateaus of ultra-clean quantum point contacts (poster)

T. Muro^{m*}, Y. Nishihara, T. Arakawa^s, K. Tanabe^p, K. Kobayashi^s, T. Ihn, C. Rossler, and K. Ensslin
the 21st International Conference on Electronic Properties of Two-Dimensional Systems (EP2DS-21) (Sendai, Japan, July 26-31, 2015, 参加者数約 500 名)

Bias-voltage-dependent $1/f$ noise in graphene device (poster)

S. Takeshita^{m*}, S. Matsuo^p, T. Tanaka^{DC}, S. Nakaharai, K. Tsukagoshi, T. Moriyama, T. Ono, and K. Kobayashi^s

the 21st International Conference on Electronic Properties of Two-Dimensional Systems (EP2DS-21) (Sendai, Japan, July 26-31, 2015, 参加者数約 500 名)

Shot Noise Measurement and Theoretical Analysis on Carbon Nanotube Quantum Dot (poster)

R. Yoshii^{p*}, R. Fujiwara^m, T. Hata^{DC}, T. Arakawa^s, K. Kobayashi^s, M. Ferrier^{PD}, R. Delagrangé, R. Deblock, H. Bouchiat, R. Sakano, and A. Oguri

the 21st International Conference on Electronic Properties of Two-Dimensional Systems (EP2DS-21) (Sendai, Japan, July 26-31, 2015, 参加者数約 500 名)

Effects of orbital splitting on the Kondo effect in a two-orbital quantum dot (poster)

A. Oguri^{*}, R. Sakano, R. Yoshii^p, M. Ferrier^{PD}, T. Arakawa^s, T. Hata^{DC}, R. Fujiwara^m, and K. Kobayashi^s

the 21st International Conference on Electronic Properties of Two-Dimensional Systems (EP2DS-21) (Sendai, Japan, July 26-31, 2015, 参加者数約 500 名)

Shot noise in the presence of spin imbalance (poster)

T. Arakawa^{s*}, J. Shiogai, M. Ciorga, M. Utz, D. Schuh, M. Kohda, J. Nitta, D. Bougeard, D. Weiss, T. Ono, and K. Kobayashi^s

International Symposium on Fluctuation and Structure out of Equilibrium 2015 (SFS2015) (Kyoto, August 20-23, 2015, 参加者数約 200 名)

Theoretical Study on Shot Noise in Coulomb Blockade Region for Carbon Nanotube Quantum Dot (poster)

R. Yoshii^{p*}, R. Fujiwara^m, T. Hata^{DC}, T. Arakawa^s, K. Kobayashi^s, M. Ferrier^{PD}, R. Delagrangé, R. Deblock, H. Bouchiat, R. Sakano, and A. Oguri

International Symposium on Fluctuation and Structure out of Equilibrium 2015 (SFS2015) (Kyoto, August 20-23, 2015, 参加者数約 200 名)

Avalanche electron bunching in a Corbino disk in the quantum Hall effect breakdown (poster)

T. Hata^{DC*}, T. Arakawa^s, K. Chida, S. Matsuo^p, K. Kobayashi^s

International Symposium on Fluctuation and Structure out of Equilibrium 2015 (SFS2015) (Kyoto, August 20-23, 2015, 参加者数約 200 名)

New perspectives of mesoscopic current noise: spin accumulation and Kondo effect

T. Arakawa^{s*}, M. Maeda^d, T. Ono, J. Shiogai, M. Kohda, J. Nitta, M. Ciorga, M. Utz, D. Schuh, D. Bougeard, D. Weiss, K. Kobayashi^s

5th Summer School on Semiconductor/Superconducting Quantum Coherence Effects and Quantum Information (Tochigi, Japan, September 10-12, 2015, 参加者数約 60 名)

Shot noise of superconductor/nanotube-junction in the Kondo regime

T. Hata^{DC*}, Raphaele Delagrangé, R. Fujiwara^m, T. Arakawa^s, R. Deblock, Helene Bouchiat, M. Ferrier^{PD}, K. Kobayashi^s

5th Summer School on Semiconductor/Superconducting Quantum Coherence Effects and Quantum Information (Tochigi, Japan, September 10-12, 2015, 参加者数約 60 名)

Relaxation process of spin current

M. Maeda^{d*}, T. Arakawa^s, T. Ono, J. Shiogai, M. Kohda, J. Nitta, M. Ciorga, M. Utz, D. Schuh, D. Bougeard, D. Weiss, K. Kobayashi^s

5th Summer School on Semiconductor/Superconducting Quantum Coherence Effects and Quantum Information (Tochigi, Japan, September 10-12, 2015, 参加者数約 60 名)

Spectroscopy of excited states in carbon nanotube quantum dot (poster)

R. Fujiwara^{m*}, T. Hata^{DC}, R. Yoshii^p, T. Arakawa^s, K. Kobayashi^s, M. Ferrier^{PD}, R. Delagrangé, R. Deblock, H. Bouchiat, R. Sakano, A. Oguri

5th Summer School on Semiconductor/Superconducting Quantum Coherence Effects and Quantum Information (Tochigi, Japan, September 10-12, 2015, 参加者数約 60 名)

Control of electronic properties of thin NbSe₂ film (poster)

T. Kawamura^{m*}, S. Takeshita^m, P. Noel, T. Arakawa^s, Y. Niimi^s, and K. Kobayashi^s

5th Summer School on Semiconductor/Superconducting Quantum Coherence Effects and Quantum Information (Tochigi, Japan, September 10-12, 2015, 参加者数約 60 名)

Control of quantum electronic state by using surface acoustic wave (poster)

M. Yokoi^{m*}, S. Norimoto^m, T. Arakawa^s, Y. Niimi^s, K. Kobayashi^s

5th Summer School on Semiconductor/Superconducting Quantum Coherence Effects and Quantum Information (Tochigi, Japan, September 10-12, 2015, 参加者数約 60 名)

Noise measurements of spin-glass in mesoscopic systems (poster)

H. Taniguchi^{m*}, M. Maeda^d, S. Takeshita^m, M. Maki, K. Yamagishi, T. Arakawa^s, T. Taniguchi, Y. Niimi^s, and K. Kobayashi^s

5th Summer School on Semiconductor/Superconducting Quantum Coherence Effects and Quantum Information (Tochigi, Japan, September 10-12, 2015, 参加者数約 60 名)

Control of quantum electronic state by using surface acoustic wave (poster)

M. Yokoi^{m*}, S. Norimoto^m, T. Arakawa^s, Y. Niimi^s, K. Kobayashi^s

The 2nd International Symposium Interactive Materials Science Cadet Program (Osaka,

Japan, November 18-19, 2015, 参加者数約 80 名)

Study of a single electron source for fermion optics (poster)

S. Norimoto^{m*}, M. Yokoi^m, T. Arakawa^s, Y. Niimi^s, K. Kobayashi^s

The 2nd International Symposium Interactive Materials Science Cadet Program (Osaka, Japan, November 18-19, 2015, 参加者数約 80 名)

Leak Current Contribution in Epitaxial Fe/MgO/Fe Magnetic Tunneling Junctions Determined by Shot Noise Measurement (poster)

T. Tanaka^{DC*}, T. Arakawa^s, M. Maeda^d, K. Kobayashi^s, T. Ono, T. Nozaki, A. Fukushima, S. Yuasa

The International Symposium on Material Sciences (Osaka University, Japan, November 17-18, 2015, 参加者数約 100 名)

Bias dependent $1/f$ noise in graphene (poster)

S. Takeshita^{m*}, S. Matsuo^p, T. Tanaka^{DC}, S. Nakaharai, K. Tsukagoshi, T. Moriyama, T. Ono, and K. Kobayashi^s

The International Symposium on Material Sciences (Osaka University, Japan, November 17-18, 2015, 参加者数約 100 名)

Spectroscopy of Excited States in Carbon Nanotube Quantum Dot (poster)

R. Fujiwara^{m*}, T. Hata^{DC}, R. Yoshii^p, T. Arakawa^s, K. Kobayashi^s, M. Ferrier^{PD}, R. Delagrangé, R. Deblock, H. Bouchiat, R. Sakano, A. Oguri

The International Symposium on Material Sciences (Osaka University, Japan, November 17-18, 2015, 参加者数約 100 名)

Theoretical analysis on shot noise measurement in a carbon nanotube quantum dot (poster)

R. Yoshii^{p*}, R. Fujiwara^m, T. Hata^{DC}, T. Arakawa^s, K. Kobayashi^s, M. Ferrier^{PD}, R. Delagrangé, R. Deblock, H. Bouchiat, R. Sakano, and A. Oguri

GDR Physique Quantique Mesoscopique - GDR-I Graphene & Nanotubes (Aussois, France, November 29 - December 04, 2015, 参加者数約 250 名), France

Microscopic dynamics of spin current probed by noise measurement

T. Arakawa^{s*}, M. Maeda^d, M. Ferrier^{PD}, Y. Niimi^s, K. Kobayashi^s, J. Shiogai, M. Kohda, J. Nitta, M. Ciorga, M. Utz, D. Schuh, D. Bougeard, and D. Weiss

13th Joint MMM-Intermag Conference (San Diego, California, USA, January 11-15, 2016, 参加者数約 1000 名), USA

Universality of Non-equilibrium Fluctuations in Strongly Correlated Quantum

Liquids

M. Ferrier^{PD*}, T. Arakawa^s, T. Hata^{DC}, R. Fujiwara^m, R. Delagrangé, R. Deblock, R. Sakano, A. Oguri, K. Kobayashi^s

APS March Meeting 2016 (Baltimore, Maryland, USA, March 14-18, 2016, 参加者数約10,000名), USA

日本物理学会、応用物理学会等における講演**ゆらぎで探る非平衡量子液体**

小林 研介^{s*}

新学術「ゆらぎと構造」第2回公開シンポジウム (東京大学、2015年5月1日)

スピンドットで観る物理現象

新見 康洋^{s*}

第60回 物性若手夏の学校 (岐阜県岐阜市、2015年7月27日-7月31日)

表面弾性波による量子状態の制御への試み

横井 雅彦^{m*}、則元 将太^m、荒川 智紀^s、新見 康洋^s、小林 研介^s

第60回 物性若手夏の学校 (岐阜県岐阜市、2015年7月27日-7月31日)

メゾスコピック系におけるスピングラスの雑音測定 (ポスター)

谷口 祐紀^{m*}、前田 正博^d、竹下 俊平^m、真木 まゆみ、山岸 航大、荒川 智紀^s、谷口 年史、新見 康洋^s、小林 研介^s

第60回 物性若手夏の学校 (岐阜県岐阜市、2015年7月27日-7月31日)

量子ドットを仲介にしたクーパー対の観測

秦 徳郎^{DC*}

第3回インタラクティブ交流会 (白浜壮、滋賀県高島市、2015年8月30日-31日)

表面弾性波による量子状態の制御への試み (ポスター)

横井 雅彦^{m*}

第3回インタラクティブ交流会 (白浜壮、滋賀県高島市、2015年8月30日-31日)

固体素子中における量子干渉 (ポスター)

則元 将太^{m*}

第3回インタラクティブ交流会 (白浜壮、滋賀県高島市、2015年8月30日-31日)

超伝導スピントロニクス

新見 康洋^{s*}

関西地区スピントロニクス研究室合同ゼミナール (大阪大学、2015年9月1日)

Leak Current Contribution in Epitaxial Fe/MgO/Fe Magnetic Tunneling Junctions Determined by Shot Noise Measurement (ポスター)

田中 崇大 ^{DC*}

関西地区スピントロニクス研究室合同ゼミナール (大阪大学、2015年9月1日)

SU(2) および SU(4) 近藤状態における非平衡電流ゆらぎ (ポスター)

秦 徳郎 ^{DC*}

関西地区スピントロニクス研究室合同ゼミナール (大阪大学、2015年9月1日)

スピングラス薄膜における低周波ゆらぎ測定 (ポスター)

前田 正博 ^{d*}

関西地区スピントロニクス研究室合同ゼミナール (大阪大学、2015年9月1日)

Bias-voltage-dependent $1/f$ noise in graphene device (ポスター)

竹下 俊平 ^{m*}

関西地区スピントロニクス研究室合同ゼミナール (大阪大学、2015年9月1日)

表面弾性波を用いた量子状態の制御への試み (ポスター)

横井 雅彦 ^{m*}

関西地区スピントロニクス研究室合同ゼミナール (大阪大学、2015年9月1日)

メゾスコピック系におけるスピン依存伝導と非平衡電流ゆらぎ

小林 研介 ^{s*}

応用物理学会秋季学術講演会シンポジウム「新規スピントロニクス現象と応用の可能性」(名古屋国際会議場、名古屋、2015年9月13日-16日)

グラフェン薄膜における $1/f$ 雑音の測定

竹下 俊平 ^{m*}、松尾 貞茂 ^p、田中 崇大 ^{DC}、中払 周、塚越 一仁、森山 貴広、小野 輝男、小林 研介 ^s

日本物理学会 2015年秋季大会 (於 関西大学、2015年9月16日 - 9月19日)

微小なスピングラス素子の作製と $1/f$ ゆらぎの測定 (ポスター)

前田 正博 ^{d*}、谷口 祐紀 ^m、竹下 俊平 ^m、真木 まゆみ、山岸 航大、荒川 智紀 ^s、谷口 年史、新見 康洋 ^s、小林 研介 ^s

日本物理学会 2015年秋季大会 (於 関西大学、2015年9月16日 - 9月19日)

(Ga,Mn)As/GaAs エサキダイオードにおけるショット雑音

荒川 智紀 ^{s*}、塩貝 純一、M. Ciorga、D. Schuh、好田 誠、新田 淳作、D. Bougeard、D. Weiss、

小野 輝男、前田 正博^d、小林 研介^s

日本物理学会 2015 年秋季大会 (於 関西大学、2015 年 9 月 16 日 – 9 月 19 日)

カーボンナノチューブ量子ドットにおけるショットノイズ測定 II

藤原 亮^{m*}、秦 徳郎^{DC}、吉井 涼輔^p、荒川 智紀^s、小林 研介^s、M. Ferrier^{PD}、R. Delagrance、R. Deblock、H. Bouchiat、阪野 壘、小栗 章

日本物理学会 2015 年秋季大会 (於 関西大学、2015 年 9 月 16 日 – 9 月 19 日)

カーボンナノチューブ量子ドットのクーロン閉塞状態における非線形ノイズの理論解析

吉井 涼輔^{p*}、藤原 亮^m、荒川 智紀^s、秦 徳郎^{DC}、小林 研介^s、M. Ferrier^{PD}、R. Delagrance、R. Deblock、H. Bouchiat、阪野 壘、小栗 章

日本物理学会 2015 年秋季大会 (於 関西大学、2015 年 9 月 16 日 – 9 月 19 日)

高移動度 QPC におけるファノ因子の精密測定 II (ポスター)

室 達也^{m*}、西原 禎孝、荒川 智紀^s、小林 研介^s、T. Ihn、C. Rossler、K. Ensslin

日本物理学会 2015 年秋季大会 (於 関西大学、2015 年 9 月 16 日 – 9 月 19 日)

表面弾性波による量子状態の制御への試み (ポスター)

横井 雅彦^{m*}、則元 将太^m、荒川 智紀^s、新見 康洋^s、小林 研介^s

日本物理学会 2015 年秋季大会 (於 関西大学、2015 年 9 月 16 日 – 9 月 19 日)

量子ホール系における新規単電子デバイス作製の試み II (ポスター)

則元 将太^{m*}、横井 雅彦^m、荒川 智紀^s、新見 康洋^s、小林 研介^s

日本物理学会 2015 年秋季大会 (於 関西大学、2015 年 9 月 16 日 – 9 月 19 日)

NbSe₂ 薄膜の物性制御の試み (ポスター)

河村 智哉^{m*}、竹下 俊平^m、Paul Noël、荒川 智紀^s、新見 康洋^s、小林 研介^s

日本物理学会 2015 年秋季大会 (於 関西大学、2015 年 9 月 16 日 – 9 月 19 日)

人工量子系におけるスピン依存伝導

小林 研介^{s*}

未来研究イニシアティブ「計算機ナノマテリアルデザイン新元素戦略」ワークショップ–スピントロニクスデザインと実証をめざして– (京都府木津川市、2015 年 9 月 25-26 日)

グラフェンにおける端状態と電流ゆらぎ

小林 研介^{s*}

平成 27 年度東北大学プロジェクト研究会「非平衡スピン・ゆらぎの精緻な制御と観測による新規ナノデバイスの開拓研究」(宮城県黒川郡大和町、2015 年 10 月 8 日–9 日)

ゆらぎの定理とその検証実験

小林 研介^{s*}

第8回凝縮系理論研究会@京都「トポロジカル物質とメゾスコピック系の物理：現状と課題」
(京都大学基礎物理学研究所、2015年12月5日)

量子ドットにおける電子格子相互作用の観測

横井 雅彦^{m*}、則元 将太^m、荒川 智紀^s、新見 康洋^s、小林 研介^s

第2回阪大・東大ジョイントセミナー (東京大学、2015年12月7日-8日) (口頭発表)

磁気揺らぎのスピンの流への効果

新見 康洋^{s*}

新世代研究所・スピントロニクス研究会 (東京都千代田区 TKP ガーデンシティ御茶ノ水、
2015年12月15日)

Nonlinear Spin Conversion in Spin Glass Systems

新見 康洋^{s*}

平成27年度ナノスピン変換科学年次報告会 (東北大学 原子分子材料科学高等研究機構、
2016年1月7日-8日)

ゆらぎで探る量子液体の非平衡ダイナミクス

小林 研介^{s*}

低温物質科学研究センター講演会・研究交流会 (京都大学 吉田キャンパス 百周年時計台
記念館、2016年2月19日)

電子雪崩に由来するファノ因子の増大

秦 徳郎^{DC*}

大阪大学大学院理学研究科物理学専攻主催「物理院生 春の学校」(和歌山県 休暇村 南紀勝
浦、2016年3月3日-5日)

Noisy noise in graphene

S. Takeshita^{m*}

大阪大学大学院理学研究科物理学専攻主催「物理院生 春の学校」(和歌山県 休暇村 南紀勝
浦、2016年3月3日-5日)

量子ポイントコンタクトにおけるショット雑音の精密測定

室 達也^{m*}

大阪大学大学院理学研究科物理学専攻主催「物理院生 春の学校」(和歌山県 休暇村 南紀勝
浦、2016年3月3日-5日)

Bi/Ni 薄膜の超電導特性とスピン輸送 (ポスター)

壁谷 奈津紀^{b*}

大阪大学大学院理学研究科物理学専攻主催「物理院生 春の学校」(和歌山県 休暇村 南紀勝浦、2016年3月3日-5日)

NbSe₂ 薄膜へのスピン流注入の試み (ポスター)

河村 智哉 ^{m*}

大阪大学大学院理学研究科物理学専攻主催「物理院生 春の学校」(和歌山県 休暇村 南紀勝浦、2016年3月3日-5日)

ノイズで見る超伝導体とカーボンナノチューブの接合系 (ポスター)

Lee Sanghyun ^{b*}

大阪大学大学院理学研究科物理学専攻主催「物理院生 春の学校」(和歌山県 休暇村 南紀勝浦、2016年3月3日-5日)

スピングラス素子におけるスピンホール効果の測定 (ポスター)

谷口 祐紀 ^{m*}

大阪大学大学院理学研究科物理学専攻主催「物理院生 春の学校」(和歌山県 休暇村 南紀勝浦、2016年3月3日-5日)

量子細線における電子格子相互作用の研究 (ポスター)

横井 雅彦 ^{m*}

大阪大学大学院理学研究科物理学専攻主催「物理院生 春の学校」(和歌山県 休暇村 南紀勝浦、2016年3月3日-5日)

メゾスコピック物理の視点に基づいたスピン流の理解 (ポスター)

前田 正博 ^{d*}

大阪大学大学院理学研究科物理学専攻主催「物理院生 春の学校」(和歌山県 休暇村 南紀勝浦、2016年3月3日-5日)

スピングラスにおける磁気揺らぎのスピン流への効果

新見 康洋 ^{s*}

日本物理学会 第71回年次大会 (於 東北学院大学、2016年3月19日 - 3月22日)

スピングラス AuFe 素子におけるスピンホール効果の測定 (ポスター)

谷口 祐紀 ^{m*}、真木 まゆみ、荒川 智紀 ^s、谷口 年史、新見 康洋 ^s、小林 研介 ^s

日本物理学会 第71回年次大会 (於 東北学院大学、2016年3月19日 - 3月22日)

表面弾性波中での量子ポイントコンタクトの伝導特性 (ポスター)

横井 雅彦 ^{m*}、荒川 智紀 ^s、渡邊 光 ^b、則元 将太 ^m、新見 康洋 ^s、小林 研介 ^s

日本物理学会 第71回年次大会 (於 東北学院大学、2016年3月19日 - 3月22日)

近藤効果が発現する量子ドットにおけるゆらぎの定理の検証 (ポスター)

秦 徳郎^{DC*}、藤原 亮^m、荒川 智紀^s、小林 研介^s、M. Ferrier^{PD}、R. Delagrangé、R. Deblock、
H. Bouchiat、阪野 壘、小栗 章

日本物理学会 第 71 回年次大会 (於 東北学院大学、2016 年 3 月 19 日 – 3 月 22 日)

NbSe₂ 薄膜へのスピン流注入の試み (ポスター)

河村 智哉^{m*}、日野 航佑^b、Paul Noël、竹下 俊平^m、荒川 智紀^s、新見 康洋^s、小林 研介^s
日本物理学会 第 71 回年次大会 (於 東北学院大学、2016 年 3 月 19 日 – 3 月 22 日)

NbSe₂/グラフェンを用いたスピンホール素子の作製の試み (ポスター)

竹下 俊平^{m*}、河村 智哉^m、日野 航佑^b、Paul Noël、荒川 智紀^s、新見 康洋^s、小林 研介^s
日本物理学会 第 71 回年次大会 (於 東北学院大学、2016 年 3 月 19 日 – 3 月 22 日)

書籍等の出版、日本語の解説記事**物理っておもしろい? –等身大の魅力**

小林 研介^s

「先生、物理っておもしろいんですか?」パリティ編集委員会 (編集)、丸善出版 (2015 年 5 月) 所収

会費年額改定と物理学会の財政状況について

小林 研介^s、澤 博、松川 宏、松井 哲男

日本物理学会誌 Vol. 70, (No.10, 10 月) 806 (2015)

スピン軌道相互作用の強い導体中のスピンホール効果

大谷 義近、新見 康洋^s

固体物理 Vol. 50, No.11, 575 (2015 年 11 月)

1.7 田島グループ

平成 27 年度の研究活動概要

1) 鉄化合物超伝導体 SrFe_2As_2 のフォノン分散

鉄化合物超伝導体では、一般に電子・格子相互作用が弱く、フォノン分散から電子系について得られる情報は少ないと考えられてきた。一方で、磁気・構造相転移温度以上で4回対称を破る秩序揺らぎが観測され、電子ネマティック状態という新規な状態が提唱されている。この秩序揺らぎのフォノンへの影響の有無は興味深い。また構造相転移温度以下では、結晶対称性が変化することから、フォノン分散も変化することが期待されるが、それが観測できないのは謎である。このような問題意識のもとに、典型的な鉄化合物超伝導体母物質である SrFe_2As_2 のフォノン分散を詳細に測定し、その結果を定量的に議論した。

フォノン分散測定は、SPring-8 の非弾性X線散乱 (IXS) ビームラインにおいて行った。自作の単結晶に一軸圧力を印加しながら IXS 測定を行ったところ、構造相転移温度以下でフォノン分枝の分裂が観測された。予想されたものではあるが、世界初の測定となったのは SPring-8 の装置のエネルギー分解能の高さに負うところが大きい。

一方で、観測された分裂の大きさやフォノン周波数そのものは、スピン系との結合などを考慮しない単純な DFT 計算の結果とは大きく異なった。実験結果を説明するために、スピン揺らぎとの結合を考慮したモデルを提案し、すべてのフォノンの分散曲線を定量的に再現することに成功した。この結果は、この物質系のフォノンがスピン秩序やその揺らぎと強く結合していることを示しており、磁気・格子結合を示した初の物質を見出したと言える。

2) $\text{Ba}(\text{Fe},\text{TM})_2\text{As}_2$ (TM=Cr, Mn, Co) の面内光学応答

鉄化合物超伝導体では、反強磁性金属である母物質に Co などの元素置換をすることで、反強磁性状態が抑制され超伝導が出現する。しかし、磁性不純物として振る舞う Mn や Cr を元素置換すると、母物質の反強磁性状態は抑制されるものの超伝導は出現しない。本研究では、 BaFe_2As_2 を研究対象として、Cr、Mn、Co 置換効果が本系の電荷ダイナミクスに与える影響の違いを、光学スペクトルの測定手法を用いて解明した。

母物質の BaFe_2As_2 の高温常磁性金属相では、コヒーレントな直流電気伝導に寄与する強度の大きなドゥルーデ項が光学伝導度スペクトルに観測される。低温反強磁性金属相では SDW ギャップが開くことにより、光学伝導度スペクトルにピーク構造が出現するが、依然として大きなドゥルーデ項が存在している。Co 置換した試料においても、高温及び低温において大きなドゥルーデ項が観測されており、コヒーレントな伝導が実現していることを示している。

一方で、Cr、Mn 置換試料においては状況が全く異なる。低温の反強磁性状態では、SDW ギャップによるピーク構造が観測されているが、コヒーレントな伝導に寄与するドゥルーデ項は大幅に抑制されている。この結果は、鉄化合物超伝導体では非磁性の Co などは非常に弱い散乱体であるのに対し、磁性不純物である Cr や Mn は極めて強い散乱体として働くことを示している。更に、Cr、Mn 置換試料の高温常磁性相においては、ドゥルーデ項の抑制だけではなく、キャリアの局在を示唆するピーク構造が観測されている。これは、磁性不純

物である Cr、Mn と伝導キャリアとの間の相関により、不純物周囲に局所的な磁気秩序及びキャリアの局在状態が出現していることを示唆している。この局所的な局在状態とそれと関連したキャリアのコヒーレントな伝導の抑制が、Cr や Mn 置換系における超伝導の抑制と密接に関係していると考えられる。

3) 鉄化合物超伝導体 1111 系の電子相図

鉄化合物超伝導体は、電気伝導や超伝導に Fe の異なる 3d 電子軌道の電子・ホールフェルミ面が関与しているマルチバンド系である。物理的・化学的圧力効果や 3d バンドのフィリング制御により、この複数のフェルミ面の形状やネスティングが変化する。一般的な鉄化合物超伝導では圧力効果やフィリング制御により、BaFe₂As₂ などの母物質の反強磁性秩序が抑制され超伝導が出現する。これは単純に反強磁性秩序がゆらぎへと変換し、その強い反強磁性ゆらぎにより超伝導が誘起されていると考えることが出来る。

これに対し近年、LaFeAsO を母物質とする系 (LaFeP_{1-x}As_xO_{1-y}(F,H)_y) では、一つの系で複数の異なる反強磁性相が出現するという特異な現象が観測されている。この系では、まず母物質の LaFeAsO ($x=0, y=0$) 近傍で反強磁性相 (AFM1) が出現する。また、P を置換した領域 ($x \sim 0.4, y=0$) でも反強磁性相 (AFM2) が観測される。これらの AFM1 と AFM2 は、電子・ホールフェルミ面のネスティングが極めて安定化したことで出現する SDW 相である。一方、電子を過剰にドーブした領域 ($x=0, y \sim 0.5$) でも、別の反強磁性相 (AFM3) が出現する。AFM3 では、過剰な電子ドーブによりフェルミ面間のネスティングは極めて悪くなっているが、次近接の Fe スピン間の相互作用が強くなっており磁気秩序が生じている。本研究では LaFeP_{1-x}As_xO_{1-y}(F,H)_y を対象として、各々の磁気秩序の抑制に伴うゆらぎにより、超伝導がどのように安定化するかを研究した。

まず、LaFeAsO 近傍で出現する AFM1 相は、F/H 置換によりゆらぎへと変換し、その超伝導相 (SC1) は ($x=0, y=0.1$) 付近まで広がっていることが判明した。($x \sim 0.4, y=0$) で出現する AFM2 相も F/H 置換によりゆらぎへと変換するが、そのゆらぎは AFM1 よりも広い電子ドーブ領域で残存しており、それと関連した超伝導相 (SC2) が $y \sim 0.14$ 付近まで観測されている。より高濃度の電子ドーブ領域 $y \sim 0.3$ 付近では、フェルミ面間のネスティングが悪化して、AFM1、AFM2 のゆらぎは完全に消失してしまう。この領域では ($x=0, y \sim 0.5$) に出現する AFM3 のゆらぎによる超伝導相 (SC3) が安定化している。しかし、SC3 は 10% 程度の P 置換効果により急速に不安定化することが判明した。これらの SC1、SC2、SC3 の超伝導転移温度の高い領域では、電気抵抗率の低温の温度依存性は温度に比例した振る舞いを示している。これは 2 次元反強磁性ゆらぎが極めて強いことを示しており、今回の結果はいずれの超伝導相においても、超伝導機構と 2 次元反強磁性ゆらぎとの間に強い相関があることを意味している。

4) 電子ドーブ銅酸化物超伝導体 (Nd,Ce)₂CuO₄ の光学スペクトル

銅酸化物超伝導体のほとんどは、モット絶縁体にホールをドーブして金属化したものである。唯一の電子ドーブ型超伝導体として、T' 214 構造の (Nd,Ce)₂CuO₄ が知られているが、最近、この物質の母物質 Nd₂CuO₄ は、非常に強い還元処理をすれば、モット絶縁体ではなく超伝導体であるという報告がなされた。本研究では、共同研究先から提供された単結晶の

光学反射スペクトルを測定し、モット絶縁体の兆候が本当にはないのかどうか、調べた。

測定したのは、従来型還元処理では超伝導にならない Ce 濃度 10% の単結晶である。光学反射スペクトルを遠赤外から可視領域までの広い範囲で温度依存性を測定した結果、過去に報告されている Ce10% のスペクトルと、周波数依存性・温度依存性とも、ほぼ同じであることがわかった。Ce 注入は、モット絶縁体を金属化する役割を担っており、10% という濃度に対応した Drude スペクトルの発達が見られた。今回測定した試料の Ce 濃度が、正しく 10% であることが確認されたと同時に、超伝導になるか否かの違いが、今回の測定範囲では光学スペクトルに現れないことがわかった。

このことから、強還元処理は、電子状態を広いエネルギー範囲にわたって変化させるものではなく、遠赤外よりさらに低エネルギーの電荷ダイナミクスに影響を与えていると考えられる。わずかに残った過剰酸素によって、例えばストライプ秩序のような電荷秩序がピン止めされ、電子の遍歴性を阻害している可能性などが考えられる。ただし、この考え方で Ce ノンドープの母物質が超伝導になる仕組みは説明できない。

学術雑誌に出版された論文

Electronic Raman scattering on out-of-plane disordered $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$: How the pseudogap affects the superconducting Raman response

N. Murai^d, S. Tajima^s *et al.*

Phys. Rev. B **91** (No.21, June) (2015) 214520 1-6

(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevB.91.214520>).

Importance of Fermi surface topology for in-plane resistivity anisotropy in hole- and electron-doped $\text{Ba}(\text{Fe}_{1-x}\text{TM}_x)_2\text{As}_2$ (TM=Cr, Mn and Co)

T. Kobayashi^d, S. Miyasaka^s, S. Tajima^s *et al.*

Journal of the Physical Society of Japan **84** (No.9, Aug.) (2015) 094707 1-5

(<http://dx.doi.org/doi:10.7566/JPSJ.84.094707>).

Interaction of vortices in anisotropic superconductors with isotropic defects

V. Mishev, M. Nakajima^s *et al.*

Superconductor Science and Technology **28** (No.10, Aug.) (2015) 102001 1-9

(<http://dx.doi.org/doi:10.1088/0953-2048/28/10/102001>).

Gap Structure Seen in Magnetic Penetration Depth and Flux-Flow Resistivity of 122 Fe-Based Superconductors

A. Maeda, M. Nakajima^s *et al.*

Quantum Matter **4** (No.4, Aug.) (2015) 308-313

(<http://dx.doi.org/doi:10.1166/qm.2015.1197>).

Investigating orbital magnetic moments in spinel-type MnV_2O_4 using x-ray

magnetic circular dichroism

J. Okabayashi, S. Miyasaka^s, K. Hemmi^m, S. Tajima^s *et al.*

Journal of the Physical Society of Japan **84** (No.10, Sept.) (2015) 104703 1-5

(<http://dx.doi.org/doi:10.7566/JPSJ.84.104703>).

In-plane electronic anisotropy in the antiferromagnetic orthorhombic phase of isovalent-substituted Ba(Fe_{1-x}Ru_x)₂As₂

L. Liu, M. Nakajima^s *et al.*

Phys. Rev. B **92** (No.9, Sept.) (2015) 094503 1-5

(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevB.92.094503>).

NMR evidence for an intimate relationship between antiferromagnetic spin fluctuation and extended s-wave superconductivity in mono-crystalline

SrFe₂(As_{1-x}P_x)₂

M. Miyamoto, T. Kobayashi^d, S. Miyasaka^s, S. Tajima^s *et al.*

Phys. Rev. B **92** (No.12, Sept.) (2015) 125154 1-7

(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevB.92.125154>).

Optical study of BaFe₂As₂ under pressure: Coexistence of spin-density-wave gap and superconductivity

E. Uykur, T. Kobayashi^d, W. Hirata^m, S. Miyasaka^s, S. Tajima^s *et al.*

Phys. Rev. B **92** (No.24, Dec.) (2015) 245133 1-8

(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevB.92.245133>).

Effect of magnetism on lattice dynamics of SrFe₂As₂ using high-resolution inelastic x-ray scattering

N. Murai^d, T. Kobayashi^d, M. Nakajima^s, S. Miyasaka^s, S. Tajima^s *et al.*

Phys. Rev. B **93** (No.2, Jan.) (2016) 020301(R) 1-5

(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevB.93.020301>).

Single-Crystal Growth of Ba_{1-x}K_xFe₂As₂ by KAs Self-Flux Method

K. Kihou, M. Nakajima^s *et al.*

Journal of the Physical Society of Japan **85** (No.3, Feb.) (2016) 034718 1-4

(<http://dx.doi.org/doi:10.7566/JPSJ.85.034718>).

Scanning tunneling spectroscopy on SrFe₂(As_{1-x}P_x)₂

J. Jandke, T. Kobayashi^d, S. Miyasaka^s, S. Tajima^s *et al.*

Phys. Rev. B **93** (No.10, March) (2016) 104528 1-6

(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevB.93.104528>).

Reemergent phase of antiferromagnetic order in iron-based superconductor $\text{LaFe}(\text{As}_{1-x}\text{P}_x)\text{O}$ probed by ^{31}P -NMR

F. Engetsu, K.T. Lai^d, S. Miyasaka^s, S. Tajima^s *et al.*

Journal of Physics: Conference Series **592** (April) (2015) 012072 1-5

(<http://dx.doi.org/doi:10.1088/1742-6596/592/1/012072>).

国際会議における講演等

Optical observation of universal superconductivity precursor in $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$

S. Tajima^{s*}, E. Uykur^d, S. Miyasaka^s *et al.* (invited)

International Workshop on Vortex Matter in Superconductors VOTEX2015 (El Escorial, Spain, May 10-15, 2015, 参加者数約 200 名), Spain

Evolution of phase diagram and related change of Fermi surfaces in iron pnictide superconductor $R\text{Fe}(\text{P,As})(\text{O,F})$ ($R = \text{La, Pr}$ and Nd) observed by transport and ARPES measurements

S. Miyasaka^{s*} (invited)

Engineering Materials and Nanotechnology (EMN) Qingdao Meeting (Qingdao, China, June 14-17, 2015, 参加者数約 200 名), China

Optical study of universal insulator-superconductor transition

S. Tajima^{s*} (invited)

The 11th International Conference on Materials and Mechanisms of Superconductivity (M²S 2015) (Geneva, Switzerland, August 23-28, 2015, 参加者数約 700 名), Switzerland

Evolution of Fermi surfaces of $\text{NdFeP}_{1-x}\text{As}_x(\text{O,F})$ single crystals observed by angle resolved photoemission spectroscopy (poster)

S. Miyasaka^{s*}, A. Takemori^d, M. Uekubo^m, T. Kobayashi^d, S. Tajima^s *et al.*

The 11th International Conference on Materials and Mechanisms of Superconductivity (M²S 2015) (Geneva, Switzerland, August 23-28, 2015, 参加者数約 700 名), Switzerland

Doping evolution of the optical spectrum in $\text{Ba}(\text{Fe}_{1-x}\text{TM}_x)_2\text{As}_2$ ($\text{TM} = \text{Mn, Cr, and Co}$)

T. Kobayashi^{d*}, M. Nakajima^s, S. Miyasaka^s, S. Tajima^s

The 27th International Superconductivity Symposium (ISS2015) (Tokyo, Japan, Nov. 16-18, 2015, 参加者数約 500 名), Japan

In-plane infrared optical spectroscopy study of superconductivity and quasi-particles in underdoped YBCO (poster)

J.H.K. Lee^{m*}, M. Nakajima^s, S. Miyasaka^s, S. Tajima^s

The 27th International Superconductivity Symposium (ISS2015) (Tokyo, Japan, Nov. 16-18, 2015, 参加者数約 500 名), Japan

Evolution of electronic phase diagram by F- and Sr-Doping in LaFeP_{1-x}As_xO system (poster)

M. Uekubo^{m*}, A. Takemori^d, K.T. Lai^d, S. Miyasaka^s, S. Tajima^s

The 27th International Superconductivity Symposium (ISS2015) (Tokyo, Japan, Nov. 16-18, 2015, 参加者数約 500 名), Japan

Optical spectra in the hole-doped Mott transition system

(La_{0.254}Y_{0.746})_{1-x}Ca_xVO₃ (poster)

S. Ando^{m*}, S. Miyasaka^s, S. Tajima^s

International Symposium on Present and Future of Material Sciences (Osaka, Japan, Nov. 17-18, 2015, 参加者数約 200 名), Japan

Y-doping effect on spin and orbital ordering in geometrically frustrated system CaV₂O₄ (poster)

K. Ota^{m*}, T. Tokuhisa^m, S. Miyasaka^s, S. Tajima^s

International Symposium on Present and Future of Material Sciences (Osaka, Japan, Nov. 17-18, 2015, 参加者数約 200 名), Japan

日本物理学会, 応用物理学会等における講演

SmFeAs(O,F) 薄膜の赤外分光測定 II

中島 正道^{s*}、宮坂 茂樹^s、田島 節子^s 他

日本物理学会 2015 年秋季大会 (於 関西大学、2015 年 9 月 16 日 - 9 月 19 日)

電子ドーブ型高温超伝導体 (Pr,La,Ce)₂CuO₄ 単結晶の低ドーブ領域における光学スペクトル

大西 諒太^{m*}、J.H.K. Lee^m、中島 正道^s、宮坂 茂樹^s、田島 節子^s 他

日本物理学会 2015 年秋季大会 (於 関西大学、2015 年 9 月 16 日 - 9 月 19 日)

鉄系超伝導体の反強磁性相における面間輸送現象の研究

永瀬 真彦^{m*}、中島 正道^s、宮坂 茂樹^s、田島 節子^s

日本物理学会 2015 年秋季大会 (於 関西大学、2015 年 9 月 16 日 - 9 月 19 日)

RFeP_{1-x}As_x(O,F) (R = La, Pr, Nd) の電子相図の希土類依存性

山本 高寛^{m*}、上久保 将大^m、竹森 章^d、K.T. Lai^d、道下 修平^m、宮坂 茂樹^s、田島 節子^s

日本物理学会 2015 年秋季大会 (於 関西大学、2015 年 9 月 16 日 - 9 月 19 日)

非弾性 X 線散乱で見る $\text{Sr}(\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x)_2\text{As}_2$ のフォノン分散の異方性

村井 直樹^{d*}、小林 達也^d、中島 正道^s、宮坂 茂樹^s、田島 節子^s 他

日本物理学会 2015 年秋季大会 (於 関西大学、2015 年 9 月 16 日 - 9 月 19 日)

$\text{Sr}_4\text{V}_2\text{O}_6\text{Fe}_2\text{As}_2$ の元素置換効果 (ポスター)

横田 裕章^{m*}、中島 正道^s、宮坂 茂樹^s、田島 節子^s

日本物理学会 2015 年秋季大会 (於 関西大学、2015 年 9 月 16 日 - 9 月 19 日)

鉄系超伝導体 $\text{NdFeP}_{1-x}\text{As}_x(\text{O},\text{F})$ 単結晶における角度分解光電子分光 (ポスター)

宮坂 茂樹^{s*}、竹森 章^d、上久保 将大^m、小林 達也^d、田島 節子^s 他

UVSOR シンポジウム 2015 (於 岡崎コンファレンスセンター、2015 年 11 月 6-7 日)

物理学・天文学分野の参照基準策定の経緯

田島 節子^{s*} (シンポジウム招待講演)

日本物理学会 第 71 回年次大会 (於 東北学院大学、2016 年 3 月 19 日 - 3 月 22 日)

角度分解光電子分光による $\text{Sr}_{1-x}\text{Ca}_x\text{Fe}_2(\text{As}_{1-y}\text{P}_y)_2$ の電子構造の観測

足立 徹^{d*}、宮坂 茂樹^s、田島 節子^s 他

日本物理学会 第 71 回年次大会 (於 東北学院大学、2016 年 3 月 19 日 - 3 月 22 日)

幾何学的フラストレーション系 CaV_2O_4 への電子ドーブによる金属絶縁体転移

太田 圭亮^{m*}、徳久 太一^m、宮坂 茂樹^s、田島 節子^s 他

日本物理学会 第 71 回年次大会 (於 東北学院大学、2016 年 3 月 19 日 - 3 月 22 日)

ペロブスカイト型 $(\text{La}_{0.254}\text{Y}_{0.746})_{1-x}\text{Ca}_x\text{VO}_3$ におけるモット転移の光学的研究

安藤 慧^{m*}、宮坂 茂樹^s、田島 節子^s

日本物理学会 第 71 回年次大会 (於 東北学院大学、2016 年 3 月 19 日 - 3 月 22 日)

鉄系超伝導体の光学伝導度スペクトルにおける磁性不純物誘起の新奇な励起構造

小林 達也^{d*}、中島 正道^s、宮坂 茂樹^s、田島 節子^s

日本物理学会 第 71 回年次大会 (於 東北学院大学、2016 年 3 月 19 日 - 3 月 22 日)

F 及び H 置換した $\text{LaFeP}_{1-x}\text{As}_x\text{O}$ における電子相図

上久保 将大^{m*}、竹森 章^d、K.T. Lai^d、宮坂 茂樹^s、田島 節子^s

日本物理学会 第 71 回年次大会 (於 東北学院大学、2016 年 3 月 19 日 - 3 月 22 日)

アンダードーブ YBCO の面内光学測定による超伝導前駆現象の研究

J.H.K. Lee^{m*}、中島 正道^s、宮坂 茂樹^s、田島 節子^s

日本物理学会 第 71 回年次大会 (於 東北学院大学、2016 年 3 月 19 日 – 3 月 22 日)

書籍等の出版, 日本語の解説記事

人物でよむ物理法則の事典

田島 節子^s

朝倉書店、米沢富美子編 (2015 年 11 月発行、544 頁)

1.8 豊田グループ

平成 27 年度の研究活動概要

はじめに

当研究グループでは、独創的／最先端な質量分析装置の開発と、それらを用いた応用研究を行っている。特に最近では、我々のグループで開発した小型・高分解能のマルチターン飛行時間型質量分析計を核として、それを利用した新しい分析装置の開発や、応用研究を行っている。また、外部の研究機関・企業との共同研究も積極的に進めている。さらにイオン軌道のシミュレーション手法の開発も行っている。

マルチターン飛行時間型質量分析計を中心としたプロジェクト

飛行時間型の質量分析装置は、質量分解能が飛行距離に比例するため、高分解能を得るには装置の大型化が避けられない。我々のグループでは、同一飛行空間を多重周回させることで飛行距離を長くするという原理で、小型でありながら高分解能が得られるマルチターン飛行時間型質量分析計を開発した。この装置は扇形電場を4個用いたイオン光学系を採用しており、空間・時間の両方について完全収束条件を満足するよう設計されている。今年度は、このマルチターン飛行時間型質量分析計をベースとして次のようなプロジェクトを進めた。

1. マルチターン飛行時間型質量分析計を核とした分野横断型融合研究

当グループで開発した小型でありながら高分解能が得られるマルチターン飛行時間型質量分析計は、医学や歯学、環境科学などの様々な分野で広く用いることが可能である。理学研究科附属基礎理学プロジェクト研究センター重点研究推進部門先進質量分析学プロジェクトを拠点として、大阪大学 e-square などとも協力し、分野横断型の研究を学内外の様々な研究者と推進している。北海道大学農学研究院の波多野教授との共同研究で土壌から発生するガスの連続モニタリングシステムの開発では、1分間隔で大気レベル(300ppb)の亜酸化窒素とともに、窒素や酸素などの量が多いガスなども同時に数時間～数日にかけて連続測定できるようになった。また大阪大学歯学研究科の村上教授と、歯肉溝滲出液中の代謝物の網羅解析による歯周病診断に関する研究を行ない、歯周病を表す代謝物マーカーを特定し、オンサイト診断に向けた検討を開始した。大阪大学医学研究科眼科教室とは、COI Stream のプロジェクトで涙中の代謝物の網羅解析による目の疾患のオンサイト診断に関する研究を開始した。また、PM_{2.5}の原因物質と考えられている揮発性有機化合物(VOC)のオンサイト計測のためのプロトン移動反応を用いたイオン化法とマルチターン飛行時間型質量分析計を組み合わせたオンサイトモニタリングシステムの開発を開始した。

2. 超高分解能高速イメージング質量分析技術(質量顕微鏡)の構築

マルチターン飛行時間型質量分析計の完全収束性を活かし、広い範囲を一度にイオン化し、マルチターン飛行時間型質量分析計で像を保持したまま高分解能質量分離後、

検出器に像を結像させる、像投影方式のイメージング質量分析計の開発と、この装置の特長を活かした研究を行った。空間分解能 1 μ m 以下、質量分解能 1 万以上を達成している。本年度は、工学研究科粟津研究室や KEK との共同研究で時間と位置を同時に検出できるイオン検出器の開発を行ったり、宇宙地球科学専攻の寺田研究室との共同研究で隕石中のアミノ酸などの有機化合物の分析などを行った。また、生物科学専攻の上田研究室との共同研究では CREST-AMED を獲得し、1 分子・質量イメージング顕微鏡の開発を開始した。

3. 超高感度極微量質量分析システムの開発

集束イオンビーム、フェムト秒レーザーとマルチターン飛行時間型質量分析計を組み合わせた TOF-SIMS 装置を用いた月の石や隕石の局所 U-Pb 年代測定法の開発を宇宙地球科学専攻の寺田研と行った。ADC と TDC の両方の特徴を持ち合わせた検出システムを構築し、Pb の同位体比を本システムで検出できることを確認した。

イオン光学

質量分析計の設計／評価に不可欠なイオン軌道シミュレーション手法の開発を行っている。本年は、GPU を用いた高速・高精度イオン軌道シミュレーション手法の構築を開始した。

共同研究

以下の共同研究を外部研究機関・企業と行っている。

1. アルカリ金属ターゲットを用いた多価イオンの電子移動解離 (大阪府立大学理学研究科)
2. 小型マルチターン飛行時間型質量分析計の開発 (MSI.TOKYO(株))
3. 土壌から発生する温室効果ガスの連続モニタリング手法の確立 (北海道大学農学研究院)
4. 歯周病のオンサイト診断法の確立 (歯学研究科, 九州大学生体防御医学研究所)
5. 目の疾患のオンサイト診断法の確立 (医学研究科)
6. 投影型イメージング質量分析計を用いた薬物動態研究 (工学研究科, 生物科学専攻)
7. 新しいイオン検出器の開発 (浜松ホトニクス(株), KEK, 工学研究科)
8. PM_{2.5} の原因物質のオンサイトモニタリング装置の開発 (紀本電子工業(株))

学術雑誌に出版された論文

国際会議における講演等

DEVELOPMENT ON MULTI-TURNED TOF SIMS WITH A FEMTO-SECOND LASER FOR POST-IONIZATION: FIRST APPLICATION TO EXTRATERRESTRIAL MATERIALS (poster)

Kentaro Terada^{*}, Yosuke Kawai, Michisato Toyoda, M. Ishihara^s, Jun Aoki, Hikaru Yabuta, Taichi Suwa, Ryosuke Nakamura

47th Lunar and Planetary Science Conference (at The Woodlands Waterway Marriott Hotel and Convention Center, The Woodlands, Texas, USA, Mar. 21-25, 2016, 参加者約 500名), USA

日本物理学会, 応用物理学会等における講演

土壌から発生するガスのオンサイトモニタリングに向けた MULTUM-S II の自動測定システムの開発 (ポスター)

宮田祐貴^{m*}, 本堂敏信, 古谷浩志, 松岡久典, 豊田岐聡

第63回質量分析総合討論会 (於 つくば国際会議場, 2015年6月17日 - 19日)

飛行時間型質量分析計用の低抵抗 MCP 検出器および MCP-PD 検出器の開発 (ポスター)

今岡成章^{m*}, 小林浩之, 須山本比呂, 青木順, 豊田岐聡

第63回質量分析総合討論会 (於 つくば国際会議場, 2015年6月17日 - 19日)

1.9 野末グループ

平成 27 年度の研究活動概要

多孔質結晶のゼオライトでは、アルミノケイ酸塩の安定な骨格 $\text{Al}_m\text{Si}_n\text{O}_2(n+m)$ ($m \leq n$) によってナノメートルサイズの細孔が形成され、それが窓を共有して規則正しく配列している。そのため、骨格構造を維持したまま、様々なゲスト物質を様々な濃度で吸蔵できる。また、骨格は Al の数だけ負に帯電しており、交換可能な陽イオンが骨格のすき間に多数分布し、電荷バランスをとっている。本研究では陽イオンとしてアルカリ陽イオンを含むゼオライトを用い、それを完全に脱水して、アルカリ金属を外部から吸蔵させている。すると、その s 電子はゼオライトの陽イオンにも共有されて複数の陽イオンに広がり、ナノクラスターが細孔内に形成される。また、s 電子は骨格から斥力を受ける。その結果、s 電子の波動関数は複数の局在量子準位を細孔内に形成する。アルカリ金属の吸蔵量を増加させると s 電子数の増加に伴って、これらの量子準位を順に占有する。その結果、s 電子数に依存した電子配置をもつナノクラスターが配列する。このように、基本構造を保ったまま電子数を大幅に変化させられる物質系は、他にあまり例がない。また、s 電子は細孔の窓を經由して隣接する細孔に移動することが可能であり、クラスター間の相互作用が発生する。

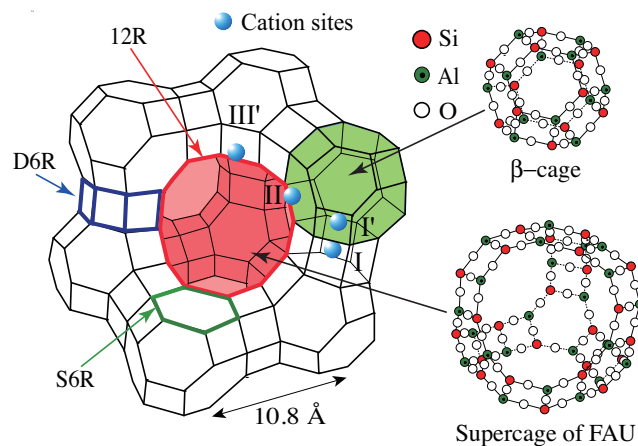


図 1.1: ゼオライト LSX の FAU 骨格構造と、 β ケージと supercage の模式図。

一方、物性研究では強束縛近似にオンサイト電子間斥力ポテンシャルを組み込んだ Hubbard モデルがよく用いられる。ゼオライト中の s 電子の系では、強束縛近似に近い局在電子状態が形成され、さらに、同一の細孔内の s 電子間にはクーロン斥力が働くため、Hubbard モデルに近い状況が実現し、原子軌道としては s 電子系でありながら強相関電子系となる。また、電子数を大きく変化させても基本構造を保つことが出来る。さらに、細孔内に分布する陽イオンの変位と s 電子が相互作用することによる電子格子相互作用が働く。その相互作用がエネルギーバンド幅より大きいと s 電子が自己束縛したスモールポーラロン状態が形成される。その結果、電子相関と電子格子相互作用が相まって「強相関ポーラロン系」が形成される。ゼオライト中の s 電子系で観測される強磁性や反強磁性や、吸蔵量の増加によって絶

縁体から金属に転移する現象などは、「強相関ポーラロン系」の枠組みで理解される。これらの性質は単純金属の性質を示すバルクのアルカリ金属にはなかったものであり、ゼオライト骨格構造の種類とアルカリ金属の種類とその吸蔵量に依存して様々な磁性や絶縁体金属転移を示す多彩な物質系が形成される。

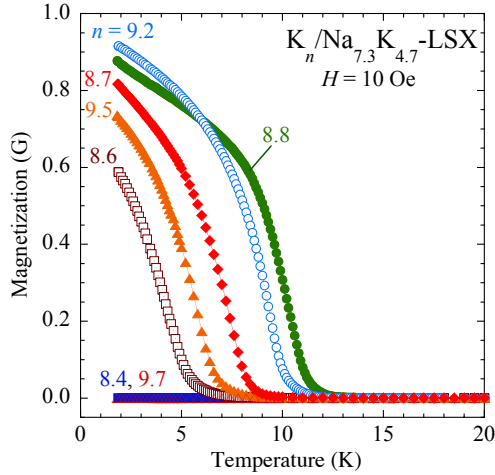


図 1.2: $K_n/Na_{7.3}K_{4.7}$ -LSX における磁化の温度依存性。

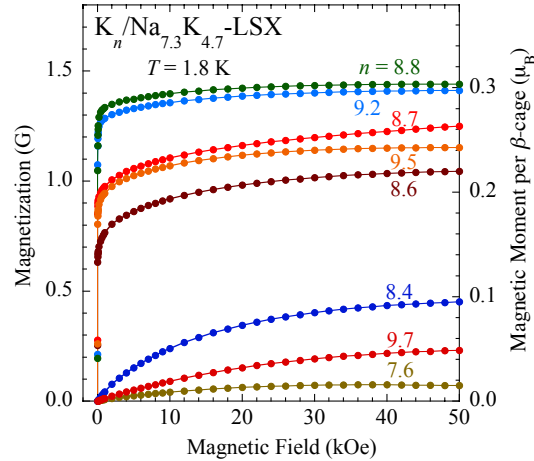


図 1.3: $K_n/Na_{7.3}K_{4.7}$ -LSX における 1.8 K での磁化曲線の n 依存性。

ゼオライトの一種、low-silica X (LSX) は、図 1.1 に示したように、 β ケージと supercage が、それぞれダイヤモンド構造で配列した FAU 骨格を有する。 β ケージ (または supercage) 当たりの化学組成は、交換可能なアルカリイオン A も含めると $A_{12}Al_{12}Si_{12}O_{48}$ となる。これにアルカリ金属 B を β ケージ当たり n 個吸蔵させる。ここではこれらの試料を B_n/A_{12} -LSX と表記している。これまで様々なアルカリ金属の組み合わせの系を作成し、フェリ磁性や反磁性、絶縁体金属転移などが観測してきた。本研究では、Na と K の合金クラスターを作成した。組成は Na イオンが β ケージ当たり 7.3 個、K イオンを 4.7 個含むゼオライト LSX にカリウム金属原子を n 個吸蔵させた $K_n/Na_{7.3}K_{4.7}$ -LSX を n を様々に変化させて作成した。その結果、図 1.2 に磁化の温度依存性を示すように、 $8.4 < n < 9.7$ の試料において、強磁性が低温で観測された。磁化曲線は、図 1.3 に示したように、強磁性試料では比較的低磁場で飽和傾向を示し、高磁場でほぼ一定となることから、ほぼ純粋な強磁性であることがわかる。

一方、図 1.4 に示したように、電気抵抗率は比較的高く、この系は基本的に絶縁体であるが、抵抗値の温度依存性には顕著なヒステリシスが観測される。これは、温度に依存して構造が変化し、それにヒステリシスが発生しているものと考えられるが、それと連動して、電子系も変化しているものと考えられる。このような温度ヒステリシスは Na-K 合金における共融混合物に見られる性質に類似しており、ゼオライト中においても、Na イオンと K イオンのクラスター構造が温度に依存して特異な構造を取り、冷却過程と昇温過程で構造に違いが発生し、抵抗率の温度依存性にヒステリシスが発生するためではないかと考えられる。

一般に、磁気モーメント間の相互作用において、純粋な強磁性相互作用は珍しい。narrow band では、フェルミエネルギーにおける状態密度が十分に高いと遍歴電子強磁性が観測さ

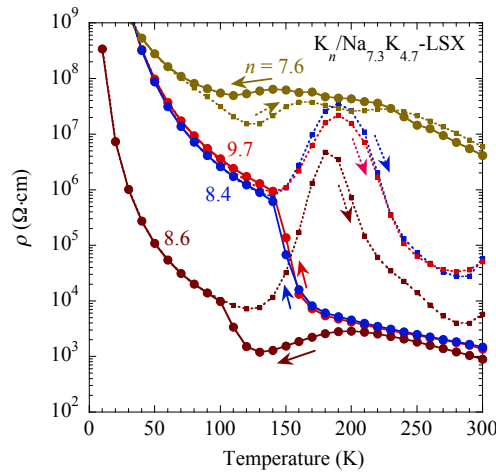


図 1.4: $K_n/\text{Na}_{7.3}\text{K}_{4.7}\text{-LSX}$ における電気抵抗率の温度依存性。

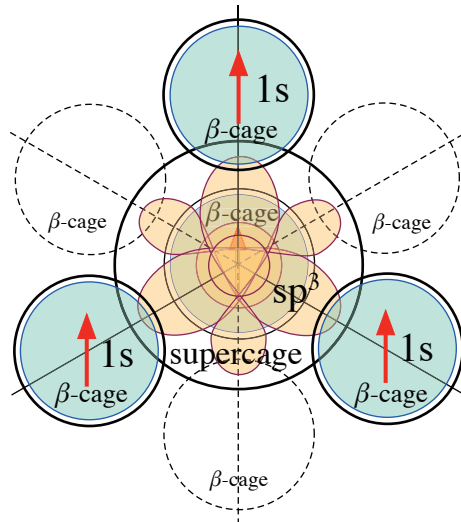


図 1.5: $K_n/\text{Na}_{7.3}\text{K}_{4.7}\text{-LSX}$ における強磁性の超交換相互作用の模式図。

れるが、この系は絶縁体であることからそのモデルは適用できない。この系における Curie 定数の K 吸蔵量 (n) 依存性は、強磁性の n 依存性と非常に良く連動しており、強磁性は、Curie 定数が大きくなり、磁気モーメントが多く形成される条件と一致することが判明した。一方、強磁性を示す K 吸蔵量 n の試料では、光学スペクトルから、 β ケージ内のクラスターの形成による反射スペクトルの増大が観測され、磁気モーメントの起源として β ケージ内のクラスターが最も可能性が高いと考えられる。

一方、 $n < 8.4$ では、supercage にクラスター形成されていても磁気モーメントは観測されず、抵抗値も高く、small multipol bipolaron によるスピニングレットが形成されていると考えられる。また、supercage は T_d の対称性をもっていることから、その中心において反転対称性がない。そのため、球形井戸型ポテンシャルモデルにおける 1s 及び 1p 軌道による

sp^3 混成軌道が形成されていると考えられる。さらに, supercage は, 4 個の β ケージと 6 員環を共有して接している。したがって, 隣接する 4 個の β ケージの磁気モーメントは, 中心にある supercage の sp^3 混成軌道を経由した超交換相互作用を考えることが可能である。Goodenough-Kanamori-Anderson 則によれば, 遷移金属酸化物における超交換相互作用は結合角に依存し, 遷移金属の間にある酸素原子の軌道が直交する条件では, kinetic exchange が効かないため, 強磁性相互作用を与える potential exchange 項が優勢になる。そこで, 図 1.5 に模式図を示したように, 閉殻を形成する supercage 内の 4 つの sp^3 混成軌道間の軌道直交による強磁性相互作用のモデルを提案した。電子数は $8.4 < n < 9.7$ であり, 各 supercage には 8 個の s 電子が局在しており, 他は β ケージに分布することになる。なお, この配置においては, 隣接する β ケージは同一の supercage を共有しないため, ひとつ置ききの β ケージの磁気モーメントが supercage のクラスターを経由して強磁性配列する bipartite 構造を取っていることになる。

学術雑誌に出版された論文

Synchrotron-radiation-based Mössbauer spectroscopy of ^{40}K in antiferromagnetic potassium nanoclusters in sodalite

T. Nakano^s, N. Fukuda^m, M. Seto, Y. Kobayashi, R. Masuda, Y. Yoda, M. Mihara, and Y. Nozue^s

Phys. Rev. B, Rapid Commun. **91** (2015) 140101(R)

(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevB.91.140101>).

Ferromagnetism of Na-K alloy clusters incorporated in zeolite low-silica X

L. M. Kien^d, T. Goto^d, D. T. Hanh^p, T. Nakano^s, and Y. Nozue^s

J. Phys. Soc. Jpn **84** (2015) 064718 1-9.

(<http://dx.doi.org/doi:10.7566/JPSJ.84.064718>).

Absence of Jahn-Teller transition in the hexagonal $\text{Ba}_3\text{CuSb}_2\text{O}_9$ single crystal

N. Katayama, K. Kimura, Y. Han, J. Nasu, N. Drichko, Y. Nakanishi, M. Halim, Y. Ishiguro, R. Satake, E. Nishibori, M. Yoshizawa, T. Nakano^s, Y. Nozue^s, Y. Wakabayashi, S. Ishihara, M. Hagiwara, H. Sawa, and S. Nakatsuji

Proc. Natl. Acad. Sci. USA, **112** (July) (2015) 9305-9309

(<http://dx.doi.org/doi:10.1073/pnas.1508941112>).

Neutron diffraction study of antiferromagnetic potassium nanoclusters incorporated into sodalite

T. Nakano^s, M. Matsuura, A. Hanazawa^m, and Y. Nozue^s

JPS Conf. Proc. **8** (2015) 034011-1-6

(<http://dx.doi.org/doi:10.7566/JPSCP.8.034011>).

Observation of the orbital quantum dynamics in the spin-1/2 hexagonal anti-ferromagnet $\text{Ba}_3\text{CuSb}_2\text{O}_9$

Y. Han, M. Hagiwara, T. Nakano^s, Y. Nozue^s, K. Kimura, M. Halim, and S. Nakatsuji
Phys. Rev. B, Rapid Commun. **92** (2015) 180410 (R)
(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevB.92.180410>).

Optical, electrical and magnetic properties of potassium metal loaded into channel-type zeolite L

P. T. Thi^d, T. Nakano^s, Y. Sakamotoⁱ, and Y. Nozue^s
J. Phys. Soc. Jpn. **85** (2016) 024703-1-12
(<http://dx.doi.org/doi:10.7566/JPSJ.85.024703>).

Metal-to-insulator crossover in alkali doped zeolite

M. Igarashi, P. Jeglič, A. Krajnc, R. Zitko, T. Nakano^s, Y. Nozue^s, and D. Arčon
Scientific Reports **6** (2016) 18682
(<http://dx.doi.org/doi:10.1038/srep18682>).

Two different ground states in K-intercalated polyacenes

Q. T. N. Phan, S. Heguri, H. Tamura, T. Nakano^s, Y. Nozue^s, and K. Tanigaki
Physical Review B **93** (2016) 075130
(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevB.93.075130>).

Electrochemical synthesis of mesoporous gold films toward mesospace-stimulated optical properties

C. Li, Ö. Dag, T. D. Dao, T. Nagao, Y. Sakamotoⁱ, T. Kimura, O. Terasaki, Y. Yamauchi
Nature Commun. **6** (Mar.) (2015) 6608
(<http://dx.doi.org/doi:10.1038/ncomms7608>).

国際会議における講演等**Magnetism and insulator-to-metal transition of s-electrons confined in the regular nanospace of zeolites**

T. Nakano^{s*} (invited)
International Conference on Nanospace Materials (ICNM2015), (at Taipei, Taiwan, 23 June 2015, 参加者数 約 150 人), Taiwan

Binary Nanocolloidal Crystals: Preparation, Characterization, and Applications

Y. Sakamoto^{i*} (invited)

International Conference on Nanospace Materials (ICNM2015), (at Taipei, Taiwan, 23 June 2015, 参加者数 約 150 人), Taiwan

Structural Characterization of Nano-colloidal Crystals Using Electron Microscopy

Y. Sakamoto^{i*} (invited)

The 2nd SPIRIT international symposium, Light Opening up Frontier of DNA and Nanocrystal Superstructures, (at Kyoto, Japan, 4 February 2016, 参加者数 約 50 人)

Structural Characterization of Nano-colloidal Crystals Using Electron Microscopy

Y. Sakamoto^{i*} (invited)

The 1st SPIRIT international symposium, Frontier of DNA and Nanocrystal Suprastructure, (at Honolulu, USA, 16 December 2015, 参加者数 約 10 人), USA

ESR study of heavily Na-doped low-silica X zeolite near the insulator-to-metal transition

T. Nakano^{s*}, K. Mukai^m, S. Hayashi^m, Y. Nozue^s

20th International Conference on Magnetism (ICM2015), (at Barcelona, Spain, July 5-10, 2015, 参加者数 約 1500 人), Spain

Magnetism and insulator-to-metal transition of strongly correlated polarons in alkali-metal loaded zeolites

T. Nakano^s, G. P. Hettiarachchi, L. M. Kien^d, T. Goto^d, Y. Nozue^{s*}

20th International Conference on Magnetism (ICM2015), (at Barcelona, Spain, July 5-10, 2015, 参加者数 約 1500 人), Spain

μ SR study on the phase transition from antiferromagnetic Mott-insulator to non-magnetic metal in K-Rb alloy and Rb clusters in sodalite

T. Nakano^{s*}, K. Tanibe^m, L. M. Kien^d, S. Yoon, M. Abdel-Jawad, F. L. Pratt, I. Watanabeⁱ, Y. Nozue^s

20th International Conference on Magnetism (ICM2015), (at Barcelona, Spain, July 5-10, 2015, 参加者数 約 1500 人), Spain

Insulator-to-metal transition and magnetism of strongly correlated polarons in alkali-metal loaded zeolites

T. Nakano^s and Y. Nozue^{s*}

18th International Symposium on Intercalation Compounds (ISIC18), (at Strasbourg, France, May 31-June 4, 2015, 参加者数 約 300 人), France

Magnetic properties of Na-K alloy clusters incorporated in zeolite low-silica XL. M. Kien^{s*}

International Symposium on Present and Future of Material Sciences, (at Osaka University, Toyonaka Campus, Sigma Hall, November 17-18, 2015, 参加者数 約 300 人)

muSR Study on the Pyrochlore Iridates $R_2\text{Ir}_2\text{O}_7$ ($R = \text{Nd}, \text{Sm}$)R. Asih^{d*}

International Symposium on Present and Future of Material Sciences, (at Osaka University, Toyonaka Campus, Sigma Hall, November 17-18, 2015, 参加者数 約 300 人)

muSR Study of Non-magnetic Anion Based Superconductors $\lambda\text{-(BETS)}_2\text{GaCl}_4$ D. P. Sari^{d*}

International Symposium on Present and Future of Material Sciences, (at Osaka University, Toyonaka Campus, Sigma Hall, November 17-18, 2015, 参加者数 約 300 人)

日本物理学会, 応用物理学会等における講演**Superconducting Properties of Non-magnetic Anion Based Organic Superconductor $\lambda\text{-(BETS)}_2\text{GaCl}_4$ Studied by μSR** D. P. Sari^{d*}, R. Asih^d, K. Hiraki, Y. Ishii, H. Kumagai, A. Kawamoto, T. Takahashi, I. Watanabeⁱ, T. Nakano^s, Y. Nozue^s

日本物理学会 2015 年秋季大会 (於 関西大学、2015 年 9 月 16 日 – 9 月 19 日)

Investigations of Magnetically Ordered States in Pyrochlore Iridates, $R_2\text{Ir}_2\text{O}_7$ ($R = \text{Nd}, \text{Sm}$) Probed by μSR R. Asih^{d*}, N. Adam, S. S. Mohd-Tajudin, K. Matsuhira, M. Wakeshima, Y. Hinatsu, A. Miyake, M. Tokunaga, I. Watanabeⁱ, T. Nakano^s, Y. Nozue^s

日本物理学会 2015 年秋季大会 (於 関西大学、2015 年 9 月 16 日 – 9 月 19 日)

ソーダライト中のアルカリ金属クラスターにおけるモット絶縁体-バイポーラロン絶縁体転移中野岳仁^{s*}, 渡邊邦博^m, 阪本康弘ⁱ, 野末泰夫^s

日本物理学会 2015 年秋季大会 (於 関西大学、2015 年 9 月 16 日 – 9 月 19 日)

ゼオライト LSX 中の Na-K 合金クラスターが示すフェリ磁性の He による圧力効果 III岸本亮三^{m*}, 中野岳仁^s, G. P. Hettiarachchi, 石井康之, 渡邊功雄ⁱ, 野末泰夫^s

日本物理学会 2015 年秋季大会 (於 関西大学、2015 年 9 月 16 日 – 9 月 19 日)

ゼオライト中に配列したカリウムナノクラスターの磁気秩序とメスbauer分光

中野岳仁^{s*}

第4回先進的放射光メスbauer分光研究会（於 名古屋工業大学, 2016年3月3日）

A long-range ordered state in CsO₂ studied by μ SR

F. Astuti, R. Asih^d, D. P. Sari^d, G. Blake, T. Nakano^s, Y. Nozue^s, I. Watanabe^{i*}

日本物理学会 第71回年次大会（於 東北学院大学, 2016年3月19日 - 3月22日）

Effect of Ca-substitution on the magnetic ordered state of (Na_{1-x}Ca_x)₂Ir₂O₇ studied by μ SR

R. Asih^{d*}, S. S. Mohd-Tajudin, S. Maeda, K. Matsuhira, M. Wakeshima, Y. Hinatsu, A. Miyake, M. Tokunaga, I. Watanabeⁱ, T. Nakano^s, Y. Nozue^s

日本物理学会 第71回年次大会（於 東北学院大学, 2016年3月19日 - 3月22日）

Probing the Superconducting Ground State of Organic Superconductor λ -(BETS)₂GaCl₄

D. P. Sari^{d*}, R. Asih^d, K. Hiraki, Y. Ishii, H. Kumagai, A. Kawamoto, T. Takahashi, I. Watanabeⁱ, T. Nakano^s, Y. Nozue^s

日本物理学会 第71回年次大会（於 東北学院大学, 2016年3月19日 - 3月22日）

ゼオライト A 中のカリウムクラスターの中性子磁気回折

中野岳仁^{s*}, 梅本尚嗣^m, K. Nemkovskiy, Y. Su, P. Manuel, D. Khalyavin, 大石一城, 松浦直人, 神山崇, 野末泰夫^s

日本物理学会 第71回年次大会（於 東北学院大学, 2016年3月19日 - 3月22日）

変形ポテンシャル相互作用によるポーラロン形成とゼオライト中のアルカリ金属の絶縁体金属転移

野末泰夫^{s*}, 中野岳仁^s

日本物理学会 第71回年次大会（於 東北学院大学, 2016年3月19日 - 3月22日）

1.10 花咲グループ

平成 27 年度の研究活動概要

はじめに 2015年4月に、東京大学より酒井英明氏が准教授として着任し、メンバーに加わった。当研究室では、分子性物質および無機化合物における強相関電子系の交差相関物性を研究している。以下に、平成27年度の研究活動概要を記す。

巨大磁気抵抗効果に対するを示す分子性伝導体の分子内相互作用の解明

フタロシアニン分子性伝導体では巨大磁気抵抗効果が観測される。巨大磁気抵抗とは、磁場によって電気抵抗が大きく変化する現象である。これに関連した現象は、ハードディスクにも応用されており、応答効率が大きいほど有益である。フタロシアニン分子では環状的な分子部に、電気伝導を担う π 電子が存在している。また、鉄原子を分子中心に挿入する事によって、 d 電子由来の局在スピンの分子に導入される。電子相関（クーロン斥力）が強いため伝導電子系において電荷秩序が生じる。一方、局在スピンは低温で、(短距離的)反強磁性秩序を形成する事が分かっている。昨年度までの研究から、分子内にある伝導性 π 電子と、局在 d スピンの間に、強力な強磁性的相互作用が働く事が分かった。この分子内相互作用を介して、局在スピンの反強磁性秩序は、伝導電子の電荷秩序を安定化させている。磁場を印加すると反強磁性秩序が崩されるため、電荷秩序の安定性も下がる。この結果、巨大磁気抵抗効果が観測されると考えられる。

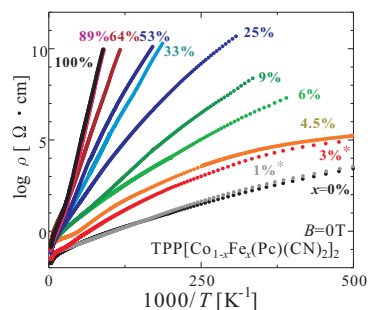
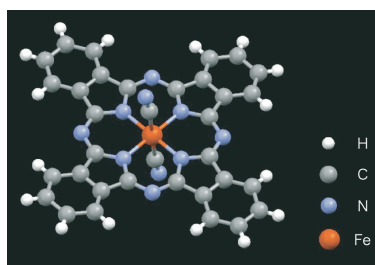


図 1.6: (左) フタロシアニン系分子の構造 (右) 様々な局在スピン濃度における電気抵抗の温度依存性

フタロシアニンにおける巨大磁気抵抗効果の応答効率を向上させるには、磁場印加によって、局在スピンの反強磁性秩序を壊れやすくすればよい。そこで、局在スピン間相互作用を少し弱める事を目的として、局在スピン濃度を減らす事を試みた。具体的には、フタロシアニン分子の中心にある遷移金属を、鉄以外の他の原子に置換した。コバルト原子に置換した場合は、分子は局在スピンを持たない。巨大磁気抵抗効果を示す物質として、マンガン酸化物がよく知られている。マンガン系において伝導電子数を変化させる研究は行われていたが、局在スピン数密度を制御する研究は行われて

いなかった。局在スピンの制御は、本研究の特長の一つである。分子中心の遷移金属が鉄とコバルトである混晶を作製した。図 1.6 (右) に電気抵抗の温度依存性を示す。低温になるにつれて電気抵抗は増加して、絶縁化する傾向が見られる。これは電荷秩序の成長を反映したものである。この傾向は、局在スピン濃度の増加に対して、連続的に増強されていく事が分かる。

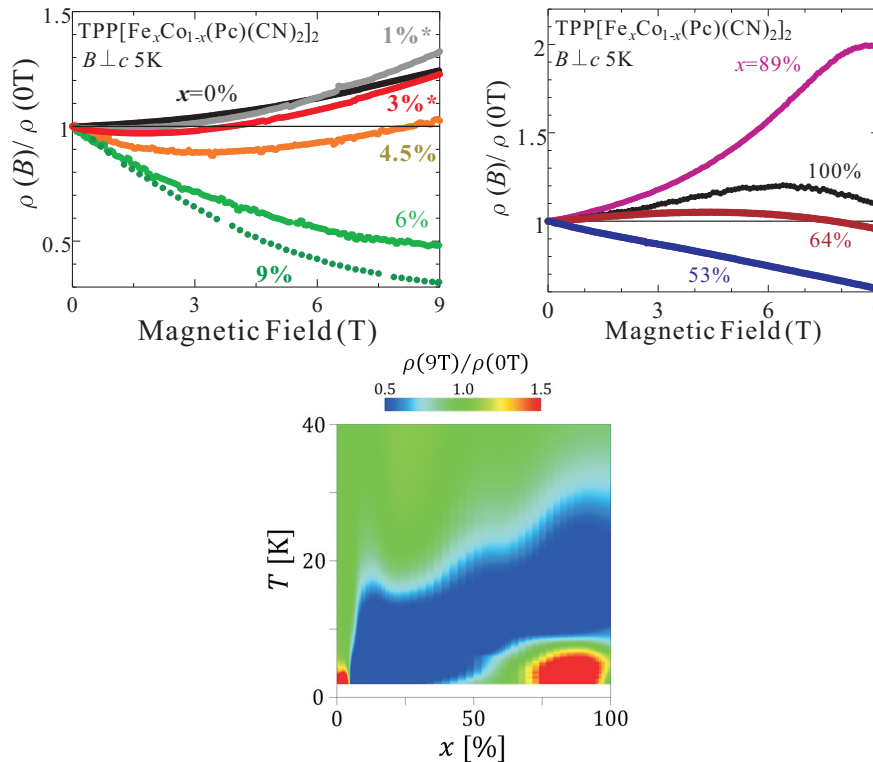


図 1.7: (左) 局在スピンの低濃度領域における磁気抵抗 (右) 局在スピンの高濃度領域における磁気抵抗 (下) 局在スピン濃度・温度に対する磁気抵抗の全体的傾向 (赤: 正の磁気抵抗、青: 負の磁気抵抗)

次に、混晶の単結晶において磁気抵抗を測定した。正と負の磁気抵抗が観測された領域 (赤色と青色) を、スピン濃度と温度に対してプロットしたグラフを図 1.7 に示した。実験の結果、興味深い事がいくつか分かった。1つ目は、局在スピン濃度を希薄にする事で磁気抵抗率が向上した事である。具体的には、9 テスラで電気抵抗を 3 桁近く減少させる事に成功した。2つ目は、局在スピンの高濃度領域において、正の磁気抵抗が低温下で明確に観測された事である。低温ほど局在スピンの反強磁性状態を磁場で崩しにくくなるので、磁場によって伝導電子系の電荷秩序が安定化する効果が優勢になったのだと考えられる。3つ目は、局在スピンの 6% 程度である希薄濃度までの広い濃度領域で、負の磁気抵抗が観測された事である。従来の考え方では、反強磁性秩序が隣接する局在スピン間相互作用によって形成されるので、局在スピン濃度

が50%を切れば、反強磁性秩序が電荷秩序に影響する効果が消失すると予想された。しかし、実際はそのようにはなっておらず、新しい電子状態が生じていると考えられる。

新規ヨウ素化合物における湿度に依存する電気伝導

クロム原子とヨウ素から成る新規の有機化合物を合成した。2個のクロム原子の周りに6個のヨウ素と4個の有機分子(フタロニトリル)が配位して分子ユニットを形成しているが(図1.8(左))、この分子が積層して結晶を形成している。この化合物は、空気にさらすと電気伝導度が急激に増加する。水以外の、空気中に含まれる多様なガス(窒素、酸素、アルゴン、二酸化炭素など)にさらしても、電気伝導度は増加しない(図1.8(右))。これらの事から、空気中のH₂O分子が試料表面に吸着して、電気伝導度を増加させていると考えられる。そこで、試料周りの湿度を制御できる装置を自作して、湿度による電気伝導度への影響を調べた。右図の挿入図に示した通り、湿度が増加(減少)すれば、これに比例して電気伝導度が増加(減少)する事が分かった。この過程は可逆でもあった。このような湿度による電気伝導度の大きな変化は他の分子性結晶では観測されておらず、本物質は、湿度を簡便に測定できる素子に応用できる可能性がある。

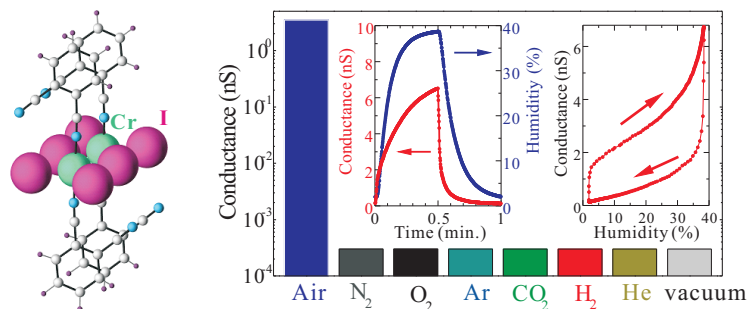


図 1.8: (左) クロム原子にヨウ素と有機分子が配位している分子構造 (右) 多様なガス雰囲気下における電気伝導度. 挿入図: 湿度変化による電気伝導度の時間変化

学術雑誌に出版された論文

Giant ferromagnetic π - d interaction in a phthalocyanine molecule

H. Murakawa^s, A. Kanda^m, M. Ikeda^m, M. Matsuda, and N. Hanasaki^s

Physical Review B **92**, 054429 1-6 (2015)

(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevB.92.054429>).

Thermoelectric probe for Fermi surface topology in the three-dimensional Rashba semiconductor BiTeIT.Ideue, L.Ye, J.G.Checkelsky, H. Murakawa^s, Y.Kaneko, and Y.TokuraPhysical Review B **92**, 115144 1-5 (2015)<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevB.92.115144>).**In situ transmission electron microscopy of individual carbon nanotetrahedron/ribbon structures in bending**H.Kohno and Y. Masuda^mApplied Physics Letters **106**, 193103 1-3 (2015)<http://dx.doi.org/doi:10.1063/1.4921008>).**Formation and Structure of Bundles of Flattened Multiwalled Carbon Nanotubes with Paisley-Shaped Pleats**H.Kohno, Y. Masuda^m, and N.NittaNanoscience and Nanotechnology Letters **7**, 675-678 (2015)<http://dx.doi.org/doi:10.1166/nml.2015.2008>).**Effect of Localized Spin Concentration on Giant Magnetoresistance in Molecular Conductor TPP[Fe_xCo_{1-x}(Pc)(CN)₂]₂**M. Ikeda^m, A. Kanda^m, H. Murakawa^s, M.Matsuda, T.Inabe, H.Tajima, and N. Hanasaki^sJournal of the Physical Society of Japan **85**, 024713 1-9 (2016)<http://dx.doi.org/doi:10.7566/JPSJ.85.024713>).**Observation of all-in type tetrahedral displacements in nonmagnetic pyrochlore niobates**S. Torigoe^d, Y.Ishimoto, Y. Aoishi^m, H. Murakawa^s, D.Matsumura, K.Yoshii, Y.Yoneda, Y. Nishihata, K.Kodama, K.Tomiyasu, K.Ikeda, H.Nakao, Y.Nogami, N.Ikeda, T.Otomo, and N. Hanasaki^sPhysical Review B **93**, 085109 1-5 (2016)<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevB.93.085109>).**Quantum Hall effect in a bulk antiferromagnet EuMnBi₂ with magnetically confined 2D Dirac fermions**H.Masuda, H. Sakai^s, M.Tokunaga, Y.Yamasaki, A.Miyake, J.Shiogai, S.Nakamura, S.Awaji, A.Tsukazaki, H.Nakao, Y.Murakami, T.Arima, Y.Tokura, and S.IshiwataScience Advances **2**, e1501117 1-6 (2016)<http://dx.doi.org/doi:10.1126/sciadv.1501117>).**Revealing the ultrafast light-to-matter energy conversion before heat diffusion**

in a layered Dirac semimetalY.Ishida, H.Masuda, H. Sakai^s, S.Ishiwata, and S.ShinPhysical Review B, **93**, 100302(R) 1-6 (2016)<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevB.93.100302>).**The low-temperature crystal structure of the multiferroic melilite $\text{Ca}_2\text{CoSi}_2\text{O}_7$** A.Sazonov, V.Hutanu, M.Meven, G.Roth, I.Kezsmarki, H. Murakawa^s, Y.Tokura, and B.NafradiActa Crystallographica Section B-Structural Science Crystal Engineering and Materials **72**, 126-132 (2016)<http://dx.doi.org/doi:10.1107/S2052520615023057>).**国際会議における講演等****In situ transmission electron microscopy of individual carbon nanotetrahedron/ribbon structures in bending or Joule heating (poster)**Y. Masuda^{m*} and H.Kohno

10th International Symposium on Atomic Level Characterizations for New Materials and Devices 2015 (ALC'15), (Shimane, Oct. 28, 2015)

Magneto-transport properties of Dirac fermion coupled with Eu^{2+} local moments in layered pnictide EuMnBi_2 (poster)H.Masuda, H. Sakai^{s*}, M.Tokunaga, Y.Yamasaki, A.Miyake, J.Shiogai, S.Nakamura, S.Awaji, A.Tsukazaki, H.Nakao, Y.Murakami, T.Arima, Y.Tokura, and S.Ishiwata

International Symposium on Present and Future of Material Science (Osaka, Nov. 17-18, 2015, Approx. 200 participants)

Effect of Mg substitution in $\text{Mg}_{1+x}\text{Ti}_{2-x}\text{O}_4$ (poster)K. Inoue^{m*}, S. Torigoe^d, H. Murakawa^s, H. Sakai^s, and N. Hanasaki^s

International Symposium on Present and Future of Material Science (Osaka, Nov. 18, 2015, 参加者数約 150 人)

Effect of Carrier Dopping on Thermoelectric Properties in SnSe (poster)K. Katayama^{m*}, S. Tsuchihashi^m, H. Li^b, Y. Aoishi^m, H. Murakawa^s, H. Sakai^s, and N. Hanasaki^s

International Symposium on Present and Future of Material Science (Osaka, Nov. 18, 2015, 参加者数約 150 人)

Competition of Magnetoresistance in Phthalocyanine Molecular Conductor

(poster)

M. Ikeda^{m*}, A. Kanda^m, S. Torigoe^d, H. Murakawa^s, M. Matsuda, T. Inabe, H. Tajima, and N. Hanasaki^s

International Symposium on Present and Future of Material Science (Osaka, Nov. 18, 2015, 参加者数約 150 人)

Nb Tetrahedral Displacement in Pyrochlore Niobates (poster)

S. Torigoe^{d*}, Y. Ishimoto, Y. Aoishi^m, H. Murakawa^s, D. Matsumura, K. Yoshii, Y. Yoneda, Y. Nishihata, K. Kodama, K. Tomiyasu, K. Ikeda, H. Nakao, T. Otomo, N. Ikeda, Y. Nogami, and N. Hanasaki^s

The 2nd International Symposium of Interactive Material Science Cadet Program (iSIMSC2), (Osaka, Nov. 18, 2015, 参加者数約 150 人)

Humidity-Dependent Surface Conductance in Newly Synthesized Organometal Iodine $\text{Cr}_2\text{Pn}_4\text{I}_6$ (poster)

M. Komada^{m*}, H. Murakawa^s, and N. Hanasaki^s

The 2nd International Symposium of Interactive Material Science Cadet Program (iSIMSC2), (Osaka, Nov. 18, 2015, 参加者数約 150 人)

Giant Magnetoresistance in Molecular Conductor

N. Hanasaki^{s*}

大阪大学台湾清華大學学術交流会 (National Tsing Hua University, Dec. 10, 2015, 参加者数約 30 人), Taiwan

Impact of chemical pressure on room-temperature ferromagnetism in cubic perovskite $\text{Sr}_{1-x}\text{Ba}_x\text{CoO}_3$

H. Sakai^{s*}, S. Yokoyama, A. Kuwabara, A. Miyake, M. Tokunaga, Y. Tokura, and S. Ishiwata

The International Chemical Congress of Pacific Basin Societies 2015 (Pacifichem 2015) (Hawaii, Dec. 15-20, 2015, Approx. 30,000 participants), U.S.

日本物理学会, 応用物理学会等における講演**フタロシアニン分子構造を持つ二核錯体 $[\text{Mn}^{(III)}(\text{Pc})(\text{CN})]_2\text{O}$ の合成と物性 (ポスター)**

池田光雄^{m*}, 村川寛^s, 松田真生, 花咲徳亮^s

第9回分子科学討論会 (於 東京工業大学, 2015年9月16日)

新型分子性ヨウ化物における表面伝導特性の研究 (ポスター)

駒田盛是^{m*}, 村川寛^s, 花咲徳亮^s

日本物理学会 2015 年秋季大会 (於 関西大学、2015 年 9 月 18 日)

巨大熱電変換物質 SnSe における元素置換効果 (ポスター)

片山敬介 ^{m*}, 土橋誠悟 ^m, 青石優平 ^m, 村川寛 ^s, 花咲徳亮 ^s

日本物理学会 2015 年秋季大会 (於 関西大学、2015 年 9 月 19 日)

多層ディラック電子系反強磁性体 EuMnBi₂ における量子化ホール抵抗の観測 (ポスター)

増田英俊, 酒井英明 ^{s*}, 徳永将史, 山崎裕一, 三宅厚志, 塩貝純一, 中村慎太郎, 淡路智, 塚崎敦, 中尾裕則, 村上洋一, 有馬孝尚, 十倉好紀, 石渡晋太郎

第 1 回トポロジーが紡ぐ物質科学のフロンティア領域研究会 (於 京都大学、2015 年 12 月 11 日 - 13 日)

Observation of quantized Hall plateaus in a bulk antiferromagnet EuMnBi₂ with magnetically confined 2D Dirac fermions

酒井英明 ^{s*}

第 1 回ディラック電子系マルチフェロイクス研究会 (招待) (於 東京理科大学、2016 年 1 月 28 日 - 29 日)

負の磁気抵抗効果を示すフタロシアニン分子導体 TPP[Cr(Pc)(CN)₂]₂ の強磁場下物性測定

池田光雄 ^{m*}, 村川寛 ^s, 西美樹, 松田真生, 田原大夢, 木田孝則, 萩原政幸, 稲辺保, 花咲徳亮 ^s

日本物理学会第 71 回年次大会 (於 東北学院大学、2016 年 3 月 22 日)

フタロシアニン分子混晶 TPP[Cr_xCo_{1-x}(Pc)(CN)₂]₂ (0 ≤ x ≤ 1) の合成と磁気抵抗 (ポスター)

石井龍太 ^{b*}, 池田光雄 ^m, 村川寛 ^s, 西美樹, 松田真生, 稲辺保, 花咲徳亮 ^s

日本化学会第 96 春季年会 (於 同志社大学、2016 年 3 月 25 日)

1.11 素粒子理論グループ

ゲージ・ヒッグス大統一理論の構築

ゲージ・ヒッグス統合理論では、我々の時空に5次元目があり、ヒッグスボソンはゲージ場の一部で、相互作用の結果、ゲージ対称性そのものが破れる（細谷機構）。すでに電弱相互作用を記述する $SO(5) \times U(1)$ ゲージ・ヒッグス統合理論がある。細谷と山津はこれを一般化し、さらに強い相互作用をも統合する $SO(11)$ ゲージ・ヒッグス大統一理論を構築した。クォークとレプトンは、 $SO(11)$ のスピナー表現 (32) とベクトル表現 (11) の場として記述される。

ゲージ・ヒッグス統合理論でのヒッグスボソンの崩壊

$SO(5) \times U(1)$ ゲージ・ヒッグス統合理論ではヒッグスボソンの崩壊過程 $H \rightarrow \gamma\gamma$, $Z\gamma$ は one loop diagrams を通して起る。5次元理論では、無限の数の Kaluza-Klein 励起モードの寄与がある。船津、細谷、幡中 (KIAS) はこの無限の寄与を評価し、ゲージ・ヒッグス統合理論では奇跡的な相殺があり、無限和が有限になり、かつ、その大きさは小さく、ヒッグスボソンの全崩壊幅や分岐比は、標準理論とほぼ同じになることを示した。 $SO(5) \times U(1)$ ゲージ・ヒッグス統合理論は低エネルギー (8TeV LHC) では実験と矛盾しないことを示した。

ゲージ・ヒッグス大統一理論におけるゲージ結合定数の繰り込み群解析

山津は5次元のゲージ・ヒッグス大統一理論における標準理論のゲージ結合定数の繰り込み群方程式をカルツァ-クライン展開を用いて4次元の結合定数の性質を調べた。一般的な特徴としては、ゲージ結合定数が漸近的自由性を持つ場合があるを発見した。また、その解析手法を山津と同大学の細谷により最近提唱された5次元の $SO(11)$ ゲージ・ヒッグス大統一理論に適用することで、4次元の標準理論のゲージ結合定数が漸近的自由性であるだけでなく、標準理論の三つのゲージ結合定数が高エネルギースケールにおいて統一することも同時に示した。

統一理論のための有限次元リー代数とその表現

山津は統一理論構築に必要とされる有限次元リー代数とその有限次元表現について一般的に調べ上げた。具体的には、有限次元リー代数の有限次元表現の基本的な性質(次元、ディンキン指数、二次のカシミア、アノマリー数、表現のタイプ)と部分代数の一般的な発見方法、表現の部分代数分解に必要とされる射影行列を良く知られている標準最大部分代数だけでなく特殊最大部分代数、さらに非最大部分代数の求め方、テンソル積等について、古典代数について任意のランクでの一般的な表式を与え、具体的な計算はランク15までと $D_{16} = \mathfrak{so}_{32}$ と例外代数については全て計算し表にまとめ上げた。さらに、それらを四次元だけでなく高次元での大統一理論に適用し一般的に大統一ゲージ対称性として可能なリー代数の必要条件を与えた。

グラディエントフロー

グラディエントフローは発散のある場の理論の裸の場から仮想的な時間を導入し、場を拡散方程式による時間発展させるものである。非可換ゲージ理論の場合には発展させた場で作

られるの任意の物理量が有限であるという非自明な事実が Luscher と Weisz によって発見された。この性質をもちいて、ゲージ理論の演算子の繰り込みについての新しい手法の開発などさまざまな応用が進んでいる。

大野木は青木慎也、菊地健吾とともにグラディエントフローを2次元の $O(N)$ 非線形シグマ模型に適用しラージ N 極限での厳密解を構成した。これによりゲージ理論と同様にグラディエントフロー方程式で発展させた場で作られる2点関数については非摂動的に有限であることを示した。

さらに大野木は青木、菊地とともに $2+1$ 次元空間の計量を発展させた場による誘導計量として定義される計量を厳密にもとめた。その結果、 β 関数の固定点にあたる紫外極限と赤外極限で漸近的に AdS 時空が現れることを明らかにした。これは AdS/CFT 対応との関係を示唆する興味深い結果である。

Gradient flow させた配位に対する格子有効作用の解析

鍵村と富谷と山村は、Gradient flow させた配位を生成する格子有効作用を定義し、その振る舞いを Demon 法を用いて解析した。また山村は、微分方程式を用いた解析を行った。微分方程式の方法では、Gradient flow を flow time に依存する形に拡張することができ、くりこみ群方程式と似た形になることを確認した。さらに、得られた有効作用の振る舞いとくりこみ群の対応について考察した。

グラフエン上の“原子崩壊”の Bosonization を用いた解析

鍵村と大野木は質量ゼロのフェルミオンが空間2次元上に制限された強結合 QED において、荷電不純物を置いた時のフェルミオンの振る舞いを Bosonization を用いて計算した。それによって様々なパラメータで、荷電不純物がフェルミオンによってどれだけ遮蔽されるかが分かった。また誘起電子が空間的にどのように分布するかが分かった。この状況はグラフエン上に荷電不純物を置くことによって実験で測定可能である。

物質中のフェルミオンのバンド構造と D ブレーンとの関係の解明

橋本は慶応大学の木村太郎氏とともに、トポロジカル物質のバンド構造が超弦理論の D ブレーンの形と同定できることを示した。トポロジカル物質は、電子の波動関数から定まる運動量空間の Berry 接続がトポロジカル数を持つことで特徴付けられるが、D ブレーンはトポロジカル数を持ち、特に BPSD ブレーンは Dirac 演算子から構築できる。これらの間に具体的な関係をつけることに成功し、物質系と超弦理論の間の新しい関係を発見した。

AdS/CFT における D ブレーン上の乱流の発見

橋本は、園田、西田、そして慶応大学の村田佳樹氏、中央大学の木下俊一郎氏らとともに、AdS 時空内の D ブレーンが乱流的様相を示すことを発見した。QCD のような理論でのクォークに関する相転移では、臨界点でスケール不変な現象が創発する。相転移を起こすために投入されたエネルギーが、メソンレイキに再分配され、その分配パターンが弱乱流に特徴的なスケール不変性を示すことを発見した。

D ブレーンの Ramond-Ramond 電荷の公式の導出

橋本は京都大学の寺嶋靖治氏、杉下宗太郎氏と共同で、超弦理論に登場する基本的物体である D ブレーンの電荷を表す一般公式を導出した。今まで公式は、D ブレーン上の massless

場を用いたものだけであったが、超対称性理論で厳密に分配関数を計算できる局所化の方法を用いることにより、この公式を弦のすべての励起モードを含む massive 場を用いたものに一般化することに成功した。

中性子星における強磁性

橋本は、中性子星などの非常に高密度の核物質において、自発的に磁場が生成される機構を提唱した。自由核子フェルミオンと π 中間子の相互作用のモデルを磁場と結合させ、中性 π 中間子の凝縮を仮定すると、大きな磁場が自発的に生成され、観測的に実在がわかっているマグネターなどの天体の磁場の起源となりうることを示した。

宇宙背景放射のパワースペクトルの紫外正則化

宇宙背景放射におけるパワースペクトルは量子場の零点振動に相当する量であり、基準となる背景場からのずれのみが観測される。言い換えればパワースペクトルの理論的予言の際には、紫外発散の正則化は避けて通ることができない。正則化については L. Parker が提案した方法が知られているが、Alinea、窪田、中西、Naylor の 4 人は Parker の方法を slow roll k-inflation の場合について吟味した。その結果ハッブルフロー並びに音速フローのパラメータの 2 次の近似の範囲内では、パワースペクトルの予言に現れる紫外正則化の影響は無視できる程度に小さいことが明らかになった。この結果は、Urakawa-Starobinsky が以前に行った解析の拡張になっている。

曲率ゆらぎの音速のフレーム不変性

各座標軸の角度を保つ conformal 変換のもとで、物理量は変化しないと考えられている。これには、適切な変換則を用いれば、どのフレームで見ても数値的に正しい観測が出来るという意味と、各々のフレームで定義される観測量の表式が変化しないという意味の 2 つがある。中西と Naylor は、宇宙初期の曲率ゆらぎの音速についてフレーム不変性を精査した。その結果、曲率ゆらぎの音速はその表式がフレーム変換で変化しない事を示した。また、ADM 分解を用いて計算された音速を用いて、数値的にもフレームに依存しない事を確かめた。

Mukhanov-Sasaki 方程式の近似解に現れる対数発散

宇宙背景放射における重要な観測可能量は、スカラー並びにテンソル摂動のパワースペクトル、スペクトル指数、ランニング・パラメータ、そしてスカラーとテンソルのパワースペクトル比である。これらをインフレーション宇宙論に基づいて理論的に予言する為には、Mukhanov-Sasaki 方程式を出来るだけ正確に解かなければならない。通常用いられているのは uniform 近似の枠組みに slow-roll パラメータを導入する方法であるが、この方法では近似を上げていくと、赤外発散に類似した対数的発散量が出現する可能性がある。この発散は近似のやり方に起因する人為的なものであるが、Alinea、窪田、Naylor の 3 人は上記の観測可能量について対数発散がどの次数で現れるのか、あるいは全く現れないのか、対数発散の起源を追究し、対数発散が全く現れない計算方法の開発の重要性を指摘した。

超弦理論におけるヒッグス・ポテンシャル

尾田は京大の濱田、川合とともに、超対称性が弦スケールで破れた超弦理論における、プランクスケールを越えたヒッグス・ポテンシャルを調べ、Phys. Rev. D **92** (2015) 045009 に

発表した。ヒッグス場を弦の無質量モードと同定し、場の値が大きな領域においては、ヒッグス・ポテンシャルは無エネルギーの逃避真空に繋がっていることを示した。このような一般的な振る舞いを、具体的な非超対称 $SO(16) \times SO(16)$ ヘテロティック弦理論のトラス・コンパクト化において確認した。このような振る舞いは、ヒッグス場が永遠のインフレーションの起源となっていることと首尾一貫していることを示した。われわれの宇宙の宇宙項の小さな値は、我々の真空の、逃避真空との縮退によって説明されるという可能性を指摘した。

境界を持つ Riemann 面でのゲージ理論のコンパクト化

山口は KEK の長崎とともに、4次元の $N = 4$ 超対称ゲージ理論を境界を持つリーマン面でコンパクト化して得られる2次元の共形場理論について調べた。 $N = (2, 2)$ の超対称性を保つ場合には、中心電荷を求めることができ、そこからそれが Calabi-Yau 多様体をターゲット空間とするシグマ模型であることが示唆される。我々は得られるシグマ模型についてさらに解析を進めた。

3次元アーベリアンミラー対称性

森は、理研 iTHES グループの田中氏と情報基礎数学専攻の森田氏と共に $RP^2 \times S^1$ 上の超対称ゲージ理論におけるパリティ条件を分類し厳密計算を行った。それを利用してパリティ条件に応じたアーベリアンミラー対称性を支持する等式を与え、それを厳密に証明した。また、ミラー対称性をループ演算子がある場合及び物質場が多数ある場合へと拡張した。

超対称レニーエントロピー

量子エンタングルメントを測る量の一つにレニーエントロピーがある。森は錐状特異点のある2次元球面上の厳密計算を行い、2次元超対称ゲージ理論におけるレニーエントロピーが通常のエンタングルメントエントロピーに一致することを示した。また、錐状特異点と余次元2をもつ演算子の間の対応関係を与えた。

M2-M5 ブレーン系における超対称性の拡大

杉本は、M理論におけるM5ブレーンに端を持つM2ブレーンにおいて、その境界に出現する物体“M-string”について研究した。その結果、M-stringの超対称性はパラメータを特殊な値に取る事により拡大する事を、その分配関数を調べる事により見出した。

B中間子のセミタウオニック崩壊

田中は、坂木 (KEK), Tayduganov (阪大, Marseille), 渡邊 (IBS) と共同で B 中間子のセミタウオニック崩壊 $\bar{B} \rightarrow D^{(*)} \tau \bar{\nu}$ における新しい物理について調べた。特に、この崩壊過程の q^2 分布に注目し、その測定により様々な新しい物理の候補の区別が可能となることを明らかにした。このような測定が、現在建設中の SuperKEKB 加速器における Belle II 実験の初期に可能となることを示した。

原子ニュートリノ

田中は、宮本ら岡山大のグループと共同で、原子ニュートリノ観測の実現に向けて研究を進めた。この観測のために必要となるマクロコヒーレンス増幅機構の実証実験を岡山大で行ない、外部トリガーを用いたパラ水素振動準位からの2光子放出過程において $O(10^{18})$ の増

幅を達成した。また、笹尾(岡山大)、吉村(岡山大)と共同で、原子ニュートリノ過程に対する QED バックグラウンドについての研究を行ない、導波管を用いてこれを抑制する方法を提案した。また、笹尾、津村(京大)、吉村らと、このアイデアを実現するためのフォトニック結晶導波路についての研究を行なった。

3次元量子重力の厳密経路積分

3次元(空間2次元+時間1次元)量子重力を厳密に解く事は現実の4次元の量子重力を理解するための試金石である。飯塚は理化学研究所の田中と京都大学基礎物理学研究所の寺嶋と共に、3次元重力理論が少なくとも古典的には3次元チャーンサイモンズ理論と等価である事、および3次元チャーンサイモンズ理論が量子論的には局所化という手法を用いる事によって厳密に経路積分を行って量子論的に解く事が可能である事を利用して、3次元重力理論の分配関数の計算をある仮定の下で厳密に行う事に成功した。得られた分配関数は双対な2次元境界場の理論の真空およびプライマリーオペレーターのキャラクターで表す事ができ、特殊なセントラルチャージの場合、Wittenが予言したJ関数に一致する事が確かめられる。また、飯塚、田中、寺嶋、およびイスラエル、Weizmann研究所の本多と共に、これらの計算手法を3次元でスピンの3以上の場を含む重力理論に拡張し、その場合でも分配関数を求める事に成功し、その分配関数が双対な境界場の理論の W_N 対称性の表現になっている事を示した。

たった一つのキリングベクトルをもつブラックホール解の構成

非常に早く回転しているブラックホールは superradiant instability と呼ばれる不安定性を示す。直感的にはブラックホールのエルゴ領域に入った粒子がブラックホールの角運動量を持ち去るようにふるまうことが原因である。しかしもしこのブラックホールが漸近的 anti-de-sitter 空間にあるとブラックホールの角運動量を持ち去った粒子は無限遠に逃げる事ができず、境界で跳ね返ってきてまたブラックホールにぶつかるという事を繰り返す。このプロセスを無限に繰り返すとき、その終着点となる解がどうなっているのかは未解決の問題であり、様々な研究から、たった一つのキリングベクトルをもつブラックホールになるのではと予想されている。飯塚は、近畿大学の石橋、芝浦工業大学の前田と共に、この終着点の解の候補となりえる解を構成し、熱力学的観点からもその妥当性を議論した。

有限温度 QCD における $U(1)_A$ 量子異常の消失の可能性の検証

QCD はアップクォークとダウンクォークの質量ゼロ極限で、 $SU(2)$ と $U(1)$ の軸性カイラル変換に対する対称性を持つが、前者は自発的対称性の破れ、後者は量子異常、という別のメカニズムで対称性が破れている。長年、この両者は独立で、特に有限温度の相転移においても、回復するのは $SU(2)$ 対称性のみで、 $U(1)$ 量子異常は維持されると考えられてきた。富谷、深谷ら(JLQCD 共同研究)は改良型ドメインウォールフェルミオンを用いて大規模数値計算を進めた。その結果、ドメインウォールフェルミオンの低エネルギーモードのカイラル対称性の破れが予想に反して大きいこと、オーバーラップフェルミオンへ reweighting すると、固有値にギャップが開くことを確認した。これは $U(1)_A$ の破れが消失する状況証拠を与える。この研究はカイラル相転移の次数に影響する等、ハドロン物理へ重要なインパクトを持つ。

補助場を加えた 2 次元 QCD の解析

山村と深谷は QCD の分配関数を不変に保ち、かつ元々の作用も不変に保つ形で補助場を導入するという Kaplan の新しい理論 (extended QCD) の低エネルギーの振る舞いを 2 次元の簡単なモデルで解析した。その結果、理論が本来もつ場の自由度とは異なる場の自由度を含めるという、くりこみスキームの拡張ができることを見いだした。この結果はある場の理論の低エネルギー有効理論には、無数の記述法があることを示唆する。

D 中間子の崩壊過程における形状因子の理論計算

鈴木と深谷ら (JLQCD 共同研究) は、D 中間子の崩壊過程における形状因子の理論計算を改良型ドメインウォールフェルミオンを用いて行った。これは、カイラル対称性を保ちつつ、かつ格子間隔を充分小さくとった初めての数値計算である。その結果、カイラル対称性を損なう作用で行われた先行研究と遜色のない途中結果が得られた。今後、さらに精度を高め、素粒子標準理論の検証へ貢献していく予定である。

 η' 中間子質量の理論計算

η' 中間子質量は格子 QCD による数値計算が難しい物理量である。深谷ら (JLQCD 共同研究) は、グルーオンからなる演算子を使って理論計算をするという新しい手法を開発、精度の高い η' 中間子質量の計算を行った。

学術雑誌に出版された論文**Gauge-Higgs grand unification**

Yutaka Hosotani^s, Naoki Yamatsu^p

Prog. Theor. Exp. Phys. **2015** (No.11, November) (2015) 111B01, 1 - 9

(<http://dx.doi.org/doi:10.1093/ptep/ptv153>).

 $H \rightarrow Z \gamma$ in the gauge-Higgs unification

Shuichiro Funatsu^d, H. Hatanaka, Yutaka Hosotani^s

Phys. Rev. D **92** (No.11, December) (2015) 115003, 1 - 20

(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevD.92.115003>).

Gradient Flow of $O(N)$ nonlinear sigma model at large N

S. Aoki, K. Kikuchi, Tetsuya Onogi^s

J. High Energy Phys. **04** (101B01, Apr.) (2015)

([http://dx.doi.org/doi:10.1007/JHEP04\(2015\)156](http://dx.doi.org/doi:10.1007/JHEP04(2015)156)).

Geometries from field theories

S. Aoki, K. Kikuchi, Tetsuya Onogi^s

Prog. Theor. Exp. Phys. **10** (156, Oct.) (2015)

(<http://dx.doi.org/doi:10.1093/ptep/ptv131>).

Light meson electromagnetic form factors from three-flavor lattice QCD with exact chiral symmetry

JLQCD Collaboration S. Aoki, G. Cossu, X. Feng, S. Hashimoto, T. Kaneko, J. Noaki, Tetsuya Onogi^s

Phys. Rev. D **93** (3) (2016) 034504, 1-30

(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevD.93.034504>).

Band spectrum is D-brane

Koji Hashimoto^s and T. Kimura

PTEP **2016** (no. 1, May) (2016) 013B04 1-26

(<http://dx.doi.org/doi:10.1093/ptep/ptv181>).

Speed limit in internal space of domain walls via all-order effective action of moduli motion

M. Eto and Koji Hashimoto^s

Phys. Rev. D **93** (no. 6, March) (2016) 065058 1-20.

Conic D-branes

Koji Hashimoto^s, S. Kinoshita and K. Murata

PTEP **2015** (no. 8, August) (2015) 083B04 1-26

(<http://dx.doi.org/doi:10.1093/ptep/ptv105>).

Universal Turbulence on Branes in Holography

Koji Hashimoto^s, Mitsuhiro Nishida^{DC} and Akihiko Sonoda^d

JHEP **1508** (no.8, August) (2015) 135 1-28

([http://dx.doi.org/doi:10.1007/JHEP08\(2015\)135](http://dx.doi.org/doi:10.1007/JHEP08(2015)135)).

Ramond-Ramond couplings of D-branes

Koji Hashimoto^s, S. Sugishita and S. Terashima

JHEP **1503** (no.3, August) (2015) 077 1-21

([http://dx.doi.org/doi:10.1007/JHEP03\(2015\)077](http://dx.doi.org/doi:10.1007/JHEP03(2015)077)).

Possibility of ferromagnetic neutron matter

Koji Hashimoto^s

Phys. Rev. D **91**, (no. 8, August) (2015) 085013 1-14

(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevD.91.085013>).

Holographic Heavy Quark Symmetry

Koji Hashimoto^s, N. Ogawa and Y. Yamaguchi

JHEP **1506** (no. 6, June) (2015) 040 1-34

([http://dx.doi.org/doi:10.1007/JHEP06\(2015\)040](http://dx.doi.org/doi:10.1007/JHEP06(2015)040)).

Meson turbulence at quark deconfinement from AdS/CFT

Koji Hashimoto^s, S. Kinoshita, K. Murata and T. Oka

Nucl. Phys. B **896** (July) (2015) 738-762

(<http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.nuclphysb.2015.05.004>).

Electromagnetic instability in holographic QCD

Koji Hashimoto^s, T. Oka and Akihiko Sonoda^d

JHEP **1506** (no. 6, June) (2015) 001 1-20

([http://dx.doi.org/doi:10.1007/JHEP06\(2015\)001](http://dx.doi.org/doi:10.1007/JHEP06(2015)001)).

Turbulent meson condensation in quark deconfinement

Koji Hashimoto^s, S. Kinoshita, K. Murata and T. Oka

Phys. Lett. B **746** (June) (2015) 311-314

(<http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.physletb.2015.05.004>).

Towards Holographic Spintronics

Koji Hashimoto^s, Norihiro Iizuka^s and T. Kimura

Phys. Rev. D **91**, (no. 8, August) (2015) 086003 1-10

(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevD.91.086003>).

Logarithmic divergences in the k-inflationary power spectra computed through the uniform approximation

Allan L. Alinea^d, Takahiro Kubota^s, and Wade Naylor^s

J. Cosmol. Astropart. Phys **2016** (02, Feb.) (2016) 028

(<http://dx.doi.org/doi:10.1088/1475-7516/2016/02/028>).

Eternal Higgs inflation and cosmological constant problem

Y. Hamada, H. Kawai, and Kin-ya Oda^s

Phys. Rev. D **92** (2015) 045009 1-30

(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevD.92.045009>).

Externally triggered coherent two-photon emission from hydrogen molecules

Y. Miyamoto, Minoru Tanaka^s *et al.*

Prog. Theor. Exp. Phys. (Aug.) (2015) 081C01

(<http://dx.doi.org/doi:10.1093/ptep/ptv103>).

Probing New Physics with q^2 distributions in $\bar{B} \rightarrow D^{(*)}\tau\bar{\nu}$

Y. Sakaki, Minoru Tanaka^s, A. Tayduganov, R. Watanabe

Phys. Rev. D **91** (June) (2015) 114028
(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevD.91.114028>).

Radiative emission of neutrino pair free of quantum electrodynamic backgrounds

M. Yoshimura, N. Sasao, Minoru Tanaka^s
Prog. Theor. Exp. Phys. (May) (2015) 053B06
(<http://dx.doi.org/doi:10.1093/ptep/ptv064>).

Exact Path Integral for 3D Quantum Gravity II

Masazumi Honda, Norihiro Iizuka^s, Akinori Tanaka, Seiji Terashima
Phys. Rev. D **93** (no. 6) (2016) 064014.

Exact Path Integral for 3D Quantum Gravity

Norihiro Iizuka^s, Akinori Tanaka, Seiji Terashima
Phys. Rev. Lett. **115** (no. 16) (2015) 161304.

A rotating hairy AdS3 black hole with the metric having only one Killing vector field

Norihiro Iizuka^s, Akihiro Ishibashi, Kengo Maeda
J. High Energy Phys.1508 (2015) 112.

Quantum Black Hole Formation in the BFSS Matrix Model

Sinya Aoki, Masanori Hanada, Norihiro Iizuka^s
J. High Energy Phys.1507 (2015) 029.

Brick Walls for Black Holes in AdS/CFT

Norihiro Iizuka^s, Seiji Terashima
Nucl.Phys. B895 (2015) 1-32.

Renormalization of Extended QCD₂

Hidenori Fukaya^s, Ryou Yamamura^{DC}
Prog. Theor. Exp. Phys. **103B05** (No.10, October) (2015) 1–20
(<http://dx.doi.org/doi:10.1093/ptep/ptv142>).

η' meson mass from topological charge density correlator in QCD

Hidenori Fukaya^s, S. Aoki, G. Cossu, S. Hashimoto, T. Kaneko and J. Noaki
Phys. Rev. D **92** (No.11, December) (2015) 111501(1–5)
(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevD.92.111501>).

Violation of chirality of the Möbius domain-wall Dirac operator from the eigenmodes

Guido Cossu, Hidenori Fukaya^s, Akio Tomiya^d, S. Hashimoto
Phys. Rev. D **93** (No.3, February) (2016) 034507(1–12)
(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevD.93.034507>).

Gauge Coupling Unification in Gauge-Higgs Grand Unification

Naoki Yamatsu^p
Prog. Theor. Exp. Phys.**2016** (April) (2016) 043B02 1-17
(<http://dx.doi.org/doi:10.1093/ptep/ptw023>).

Chiral Ground States in a Frustrated Holographic Superconductor

Mitsuhiro Nishida^{DC}
J. High Energy Phys. **1508** (2015) 136
([http://dx.doi.org/doi:10.1007/JHEP08\(2015\)136](http://dx.doi.org/doi:10.1007/JHEP08(2015)136)).

Supersymmetric Rényi Entropy in Two Dimensions

Hironori Mori^{DC}
J. High Energy Phys. **1603** (March) (2016) 058 1-28
([http://dx.doi.org/doi:10.1007/JHEP03\(2016\)058](http://dx.doi.org/doi:10.1007/JHEP03(2016)058)).

Varieties of Abelian mirror symmetry on $\mathbb{RP}^2 \times \mathbb{S}^1$

Hironori Mori^{DC}, Akinori Tanaka
J. High Energy Phys. **1602** (February) (2016) 088 1-25
([http://dx.doi.org/doi:10.1007/JHEP02\(2016\)088](http://dx.doi.org/doi:10.1007/JHEP02(2016)088)).

Abelian 3d mirror symmetry on $\mathbb{RP}^2 \times \mathbb{S}^1$ with $N_f = 1$

Akinori Tanaka, Hironori Mori^{DC}, Takeshi Morita
J. High Energy Phys. **1509** (September) (2015) 154 1-30
([http://dx.doi.org/doi:10.1007/JHEP09\(2015\)154](http://dx.doi.org/doi:10.1007/JHEP09(2015)154)).

Superconformal index on $\mathbb{RP}^2 \times \mathbb{S}^1$ and mirror symmetry

Akinori Tanaka, Hironori Mori^{DC}, Takeshi Morita
Phys. Rev. D **91** (No.10, May) (2015) 105023 1-24
(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevD.91.105023>).

Bosonization approach for “atomic collapse” in graphene

Aya Kagimura^d, Tetsuya Onogi^s
J. High Energy Phys.**1602** (2016) 092
([http://dx.doi.org/doi:10.1007/JHEP02\(2016\)092](http://dx.doi.org/doi:10.1007/JHEP02(2016)092)).

国際会議報告等

Gauge-Higgs Grand Unification

Yutaka Hosotani^{s*}, Naoki Yamatsu^p

PoS **PLANCK2015** (March) (2016) 058.

18th PLANCK Conf. (May 2015, 参加者数約 200 名) (Greece).

Rate amplification of the two photon emission from para-hydrogen toward the neutrino mass measurement

T. Masuda^{*}

Hyperfine Interact. **236** (1, April) (2015) 73-77.

The 6th International Conference on Trapped Charged Particles and Fundamental Physics (Tep 2014), Dec. 2014. 約 100 名.

Renormalization of two-dimensional XQCD

Hidenori Fukaya^s, Ryou Yamamura^{DC*}

Proceedings, 33rd International Symposium on Lattice Field Theory (Lattice 2015) : Kobe International Conference Center, Kobe, Japan, July 14-18, 2015 **PoS LATTICE 2015** (-) (2015) 7pages.

33rd International Symposium on Lattice Field Theory (Lattice 2015) (July 2015, 参加者数 376 名).

Extracting the η' meson mass from gluonic correlators in lattice QCD

Hidenori Fukaya^{s*}, G. Cossu, S. Hashimoto, T. Kaneko (JLQCD collaboration)

Proceedings, 33rd International Symposium on Lattice Field Theory (Lattice 2015) : Kobe International Conference Center, Kobe, Japan, July 14-18, 2015 **PoS LATTICE 2015** (-) (2015) 7pages.

33rd International Symposium on Lattice Field Theory (Lattice 2015) (July 2015, 参加者数 376 名).

On the axial U(1) symmetry at finite temperature

G. Cossu^{*}, Hidenori Fukaya^s, S. Hashimoto, J. Noaki, Akio Tomiya^d (JLQCD collaboration)

Proceedings, 33rd International Symposium on Lattice Field Theory (Lattice 2015) : Kobe International Conference Center, Kobe, Japan, July 14-18, 2015 **PoS LATTICE 2015** (-) (2015) 7pages.

33rd International Symposium on Lattice Field Theory (Lattice 2015) (July 2015, 参加者数 376 名).

Analysis of short-distance current correlators using OPE

M. Tomii*, G. Cossu, B. Fahy, Hidenori Fukaya^s, S. Hashimoto, J. Noaki (JLQCD collaboration)

Proceedings, 33rd International Symposium on Lattice Field Theory (Lattice 2015) : Kobe International Conference Center, Kobe, Japan, July 14-18, 2015 **PoS LATTICE 2015** (-) (2015) 7pages.

33rd International Symposium on Lattice Field Theory (Lattice 2015) (July 2015, 参加者数 376 名).

Stochastic calculation of the QCD Dirac operator spectrum with Mobius domain-wall fermion

G. Cossu, Hidenori Fukaya^s, S. Hashimoto*, T. Kaneko, J. Noaki (JLQCD collaboration)

Proceedings, 33rd International Symposium on Lattice Field Theory (Lattice 2015) : Kobe International Conference Center, Kobe, Japan, July 14-18, 2015 **PoS LATTICE 2015** (-) (2015) 7pages.

33rd International Symposium on Lattice Field Theory (Lattice 2015) (July 2015, 参加者数 376 名).

Chiral behavior of light meson form factors in 2+1 flavor QCD with exact chiral symmetry

T. Kaneko*, S. Aoki, G. Cossu, X. Feng, Hidenori Fukaya^s, S. Hashimoto, J. Noaki, Tetsuya Onogi^s (JLQCD collaboration)

Proceedings, 33rd International Symposium on Lattice Field Theory (Lattice 2015) : Kobe International Conference Center, Kobe, Japan, July 14-18, 2015 **PoS LATTICE 2015** (-) (2015) 7pages.

33rd International Symposium on Lattice Field Theory (Lattice 2015) (July 2015, 参加者数 376 名).

国際会議における講演等**Gauge-Higgs Grand Unification**

Yutaka Hosotani^{s*}, Naoki Yamatsu^p (invited)

PLANCK 2015, Ioannina, 25-29 May 2015, 200, Greece

Gauge-Higgs Unification from EW to GUT

Yutaka Hosotani^{s*} (invited)

Scalars 2015, Warsaw, 3-7 December 2015, 150, Poland

Gauge-Higgs EW and Grand UnificationYutaka Hosotani^{s*} (invited)

Conference on New Physics at the Large Hadron Collider, Singapore, 29 February - 4 March 2015, 60, Singapore

Band spectrum is D-braneKoji Hashimoto^{s*} (invited)

Yau institute string mini workshop (Yau institutie, 11 Dec. 2015, 約20名), Taiwan

Band spectrum is D-braneKoji Hashimoto^{s*} (invited)

IBS-PNU joint workshop on particle physics, string and cosmology, (Pusan, 2-5 Dec. 2015, 約100名), Korea

NG is NG?Koji Hashimoto^{s*} (invited)

Osaka CTSR - Kavli IPMU - RIKEN iTHES international workshop "Nambu and science frontier", (Osaka university, 17 Nov. 2015, 約50名)

Band spectrum is D-braneKoji Hashimoto^{s*} (invited)

International workshop "Mathematical aspects of topological phases in spintronics", (Tohoku university, 5-9 Oct. 2015, 約50名)

Conic D-branesKoji Hashimoto^{s*} (invited)

Workshop "Mathematical perspectives in string theory" (Kyoto university, 6 Aug. 2015, 約30名)

Ferromagnetism in neutron starsKoji Hashimoto^{s*} (invited)

WORKSHOP "MAX'S 4 QUESTIONS IN X-RAY ASTRONOMY TO BE ADDRESSED WITH ASTRO-H", (University of Tokyo, 31 July 2015, 約200名)

Turbulence at superstring and gravityKoji Hashimoto^{s*} (invited)

RIMS workshop on turbulence, (Kyoto university, 24 July 2015, 約50名)

Adiabatic Regularization of Power Spectra in k -inflationAllan L. Alinea^{d*}

Gravity and Beyond, 100 years after Einstein's theory (at National Taiwan University, July. 9-10, 2015, 約 50 名), Taiwan

Two dimensional superconformal field theories from Riemann surfaces with Boundary (poster)

Satoshi Yamaguchi^{s*}

Strings 2015, (at ICTS-TIFR, Bengaluru, June 22–26, 2015, 参加者約 300 名), India

Two dimensional superconformal field theories from Riemann surfaces with Boundary (poster)

Satoshi Yamaguchi^{s*}

KIAS-YITP Joint Workshp, Geometry in Gauge Theories and String Theory, (KIAS, Seoul, Sep. 15–18, 2015 参加者約 70 名, Korea

Eternal Higgs inflation

Kin-ya Oda^{s*}

Workshop on Particles and Cosmology, 13–19 September 2015, 15th Hellenic School and Workshops on Elementary Particle Physics and Gravity, Corfu. 参加人数約 50 名。 , Greece

相対論的ゲームを作る

尾田 欣也^{s*}

日本デジタルゲーム学会、2015 年夏季研究発表大会、企画セッション「物理学とゲーム開発」ーゲームにおける物理学の役割と可能性ー招待講演、2015 年 8 月 1 日、日本大学 生産工学部 津田沼キャンパス。 参加人数約 50 名。 , 日本

Radiative emission of neutrino pair free of QED backgrounds

Minoru Tanaka^{s*}

Fundamental Physics using Atoms 2015 (FPUA2015), Riken, Wako, Nov. 30–Dec. 1, 2015. 約 100 名

New Physics in $\bar{B} \rightarrow D^{(*)}\tau\bar{\nu}$

Minoru Tanaka^{s*} (invited)

WRU Symposium 2016, “Interplay between LHC and Flavor Physics”, Nagoya, Mar. 14–15, 2016. 約 40 名

Neutrino Physics with Atomic/Molecular Processes

Minoru Tanaka^{s*} (invited)

Beyond the Standard Model in Okinawa 2016, OIST, Onna, Mar. 1–8, 2016. 約 70 名

New Physics in $\bar{B} \rightarrow D^{(*)}\tau\bar{\nu}$

Minoru Tanaka^{**} (invited)

KEK Flavor Factory Workshop 2015 (KEK-FF 2015), Tokyo, Oct. 26–27, 2015. 約 110 名

Extracting the η' meson mass from gluonic correlators in lattice QCD

Hidenori Fukaya^{**}, G. Cossu, S. Hashimoto, T. Kaneko (JLQCD collaboration)

33rd International Symposium on Lattice Field Theory (Lattice 2015) (July 2015, 参加者数 376 名)

Extracting (pion) form factors from finite volume lattices

Hidenori Fukaya^{**} for JLQCD collaboration (invited)

The 8th International Workshop on Chiral Dynamics 2015, (Pisa, 29 June–3 July, 2015, 160 participants), Italy

Topology in lattice QCD

Hidenori Fukaya^{**} for JLQCD collaboration (invited)

Symposium on ‘Quarks to Universe in Computational Science (QUCS 2015)’ (Nara Prefectural New Public Hall, Nara, Nov 4–8 2015, 103 participants)

Gauge-Higgs Grand Unification

Naoki Yamatsu^{p*}

SUSY 2015 (at Lake Tahoe, CA, August 23-29, 2015, 参加者数約 300 名), USA

2HDM in flavor physics

Tetsuya Enomoto^{d*} and Ryoutaro Watanabe

New Higgs Working Group, (Toyama univ., August 4-5, 2015, 24

Higgs portal dark matter at Future Circular Collider

Hayami Osaki^{m*}, Tetsuya Enomoto^d, Shuichiro Funatsu^d, Shinya Kanemura, Takeo Moroi, Kouji Nakamura, Kenji Nishiwaki and Kin-ya Oda^s, Taikan Suehara and Minoru Tanaka^s

New Higgs Working Group, (Toyama univ., August 4-5, 2015, 24

Limit on 2HDM with natural flavor conservation from flavor observables

Tetsuya Enomoto^{d*} and Ryoutaro Watanabe

Summer School and Workshop on the Standard Model and Beyond, (Mon-Repos, Corfu, September 1 - 11, 2015, 127, Greece

Universal turbulence on branes in holography (poster)

Akihiko Sonoda^{d*}, Koji Hashimoto^s, Mitsuhiro Nishida^{DC}

International Workshop on Condensed Matter Physics and AdS/CFT, (Chiba, Japan, 25th-29th May 2015, 参加者約 100 名), Japan

Electromagnetic instability in holographic QCD (poster)Akihiko Sonoda^{d*}, Koji Hashimoto^s, Takashi Oka

Bad Metal Behavior in Mott Systems, (Mainz, Germany, 29th June - 2th July 2015, 参加者約 100 名), Germany

Universal turbulence on branes in holography (poster)Akihiko Sonoda^{d*}, Koji Hashimoto^s, Mitsuhiro Nishida^{DC}

KEK Theory Workshop 2015 Dec. (Ibaraki, Japan, 1th-4th December 2015, 参加者約 100 名), Japan

Universal turbulence on branes in holographyKoji Hashimoto^s, Mitsuhiro Nishida^{DC*}, Akihiko Sonoda^d

8th Taiwan String Workshop, (at Hsinchu, Taiwan, November 16-20, 参加者数約 6 0 名), Taiwan

Chiral Ground States in a Frustrated Holographic Superconductor (poster)Mitsuhiro Nishida^{DC*}

International Workshop on Condensed Matter Physics and AdS/CFT, (at Kavli IPMU, Japan, May 25-29, 参加者約 1 0 0 名)

Universal Turbulence on Branes in Holography (poster)Koji Hashimoto^s, Mitsuhiro Nishida^{DC*}, Akihiko Sonoda^d

KIAS-YITP Joint Workshop 2015, (at Seoul, Korea, September 15-18, 参加者約 1 0 0 名), Korea

Entanglement negativity of a free massless Dirac fermion on 2d torus (poster)Mitsuhiro Nishida^{DC*}

KEK Theory Workshop 2015 Dec. , (at Tsukuba, Japan, December 1-4, 参加者約 1 0 0 名)

Entanglement negativity of a free massless Dirac fermion on 2d torus (poster)Mitsuhiro Nishida^{DC*}

Field Theory and String Theory, (at Kyoto, Japan, November 9-13, 参加者約 1 0 0 名)

Superconformal index on $\mathbb{RP}^2 \times \mathbb{S}^1$ and mirror symmetry 2 (poster)Hironori Mori^{DC*}, Akinori Tanaka

KEK Theory Workshop 2015 Dec. (at Tsukuba, Japan, Dec. 1-4, 2015, 参加者約 90 名)

Surface defects in class \mathcal{S}_k

Heng-Yu Chen, Hironori Mori^{DC*}

8th Taiwan String Workshop (at Hsinchu, Taiwan, Nov. 16-20, 2015, 参加者約 80 名), Taiwan

Surface defects in class \mathcal{S}_k and an elliptic algebra (poster)

Heng-Yu Chen, Hironori Mori^{DC*}

YITP workshop “Developments in String Theory and Quantum Field Theory” (at Kyoto, Japan, Nov. 9-13, 2015, 参加者約 100 名)

Abelian 3d mirror symmetry on $\mathbb{RP}^2 \times \mathbb{S}^1$ (poster)

Akinori Tanaka, Hironori Mori^{DC*}, Takeshi Morita

KIAS-YITP Joint Workshop 2015: Geometry in Gauge Theories and String Theory (at Seoul, Korea, Sep. 15-18, 2015, 参加者約 70 名), Korea

Abelian 3d mirror symmetry on $\mathbb{RP}^2 \times \mathbb{S}^1$ (poster)

Akinori Tanaka, Hironori Mori^{DC*}, Takeshi Morita

The IX International Symposium on Quantum Theory and Symmetries (at Yerevan, Japan, Jul. 13-17, 2015, 参加者約 90 名), Armenia

M5-branes and Wilson Surfaces in AdS₇/CFT₆ Correspondence

Hironori Mori^{DC*}, Satoshi Yamaguchi^s

Challenges to Quantum Field Theory in Higher Dimensions (at Haifa, Israel, Jun. 28- Jul. 2, 2015, 参加者約 20 名), Israel

Mirror symmetry via $\mathbb{RP}^2 \times \mathbb{S}^1$ index (poster)

Akinori Tanaka, Hironori Mori^{DC*}, Takeshi Morita

Strings 2015 (at Bangalore, India, Jun. 22-26, 2015, 参加者約 300 名), India

Bosonization approach for “atomic collapse” in graphene

Aya Kagimura^{d*}, Tetsuya Onogi^s

the 27th Indian-Summer School of Physics on Graphene, (Charles University, Prague, Czech Republic, September 14-18, 2015, 参加者数 63 名), Czech Republic

Bosonization analysis for artificial “atomic collapse” in graphene (poster)

Aya Kagimura^{d*}, Tetsuya Onogi^s

33rd International Symposium on Lattice Field Theory (Lattice 2015) (July 2015, 参加者数 376 名)

Bosonization Approach for “Atomic Collapse” in Graphene (poster)

Aya Kagimura^{d*}, Tetsuya Onogi^s

KEK Theory Workshop 2015 Dec. (Kobayashi Hall, Kenkyu-Honkan bldg. 1F, KEK Theory Center, Tsukuba, Japan, December 1(Tue) - 4(Fri), 2015, 参加者数 88 名)

The Enhancement of Supersymmetry in M-strings (poster)

Yuji Sugimoto^{d*}

KIAS-YITP Joint Workshop 2015 Geometry in Gauge Theories and String Theory, KIAS, Sep.15-18

The Enhancement of Supersymmetry in M-strings (poster)

Yuji Sugimoto^{d*}

KEK Theory Workshop 2015 Dec., at Ibaraki, Japan, Dec.1-4

Renormalization of two-dimensional XQCD

Hidenori Fukaya^s, Ryou Yamamura^{DC*}

33rd International Symposium on Lattice Field Theory (Lattice 2015) (July 2015, 参加者数 376 名)

日本物理学会, 応用物理学会等における講演

Model of Gauge-Higgs GUT

古井 敦志^{d*}, 細谷 裕^s, 山津 直樹^p

日本物理学会 2015 年秋季大会 (於 大阪市立大学, 2015 年 9 月 25 日 - 9 月 28 日)

RGE for Gauge Couplings in Gauge-Higgs GUT

古井 敦志^d, 細谷 裕^s, 山津 直樹^{p*}

日本物理学会 2015 年秋季大会 (於 大阪市立大学, 2015 年 9 月 25 日 - 9 月 28 日)

Finiteness of Higgs decay rates and S parameter in gauge-Higgs unification

船津 周一郎^{d*}, 幡中久樹, 細谷 裕^s

日本物理学会 2015 年秋季大会 (於 大阪市立大学, 2015 年 9 月 25 日 - 9 月 28 日)

Quarks and leptons in the gauge-Higgs grand unification

古井 敦志^d, 細谷 裕^{s*}, 山津 直樹^p

日本物理学会 第 71 回年次大会 (於 東北学院大学, 2016 年 3 月 19 日 - 3 月 22 日)

ADS/CFT とラッティンジャー定理

橋本 幸士^{s*}

日本物理学会 第 71 回年次大会 (於 東北学院大学, 2016 年 3 月 19 日 - 3 月 22 日)

ソリトンの内部モジュライの有効作用は南部後藤作用になるか？衛藤 稔, 橋本 幸士^{s*}

日本物理学会 2015 年秋季大会 (於 大阪市立大学、2015 年 9 月 25 日 – 9 月 28 日)

Conic D-branes橋本 幸士^{s*}, 木下俊一郎, 村田佳樹

日本物理学会 2015 年秋季大会 (於 大阪市立大学、2015 年 9 月 25 日 – 9 月 28 日)

原子ニュートリノ過程における QED バックグラウンドの抑制笹尾登, 田中 実^{s*}, 津村浩二, 吉村太彦

日本物理学会 第 71 回年次大会 (於 東北学院大学、2016 年 3 月 19 日 – 3 月 22 日)

格子ゲージ理論によるヒッグスメカニズムの非摂動的計算深谷 英則^{s*}、永田尚志

日本物理学会 2015 年秋季大会 (於 大阪市立大学、2015 年 9 月 25 日 – 9 月 28 日)

有限温度 QCD における U(1) カイラルアノマリー深谷 英則^{s*}

日本物理学会 第 71 回年次大会 (於 東北学院大学、2016 年 3 月 19 日 – 3 月 22 日)

部分空間で計算したゼロ温度および有限温度 QCD におけるトポロジー感受率深谷 英則^{s*} for JLQCD collaboration

日本物理学会 第 71 回年次大会 (於 東北学院大学、2016 年 3 月 19 日 – 3 月 22 日)

Finite-Dimensional Lie Algebras and Their Representations for Unified Model Building山津 直樹^{p*}

日本物理学会 第 71 回年次大会 (於 東北学院大学、2016 年 3 月 19 日 – 3 月 22 日)

拡張ヒッグス模型の湯川相互作用とフレーバーからの制限榎本 哲也^{d*}, 渡邊遼太郎

日本物理学会 2015 年秋季大会 (於 大阪市立大学、2015 年 9 月 25 日 – 9 月 28 日)

Higgs portal dark matter at Future Circular Collider尾崎 翔美^{m*}, 榎本 哲也^d, 船津 周一郎^d, 兼村晋哉, 諸井健夫, 中村浩二, 西脇健二, 尾田 欣也^s, 末原大幹, 田中 実^s

日本物理学会 2015 年秋季大会 (於 大阪市立大学、2015 年 9 月 25 日 – 9 月 28 日)

Limit on 2HDM with natural flavor conservation from flavor observables榎本 哲也^{d*}, 渡邊遼太郎

Flavor Physics Workshop, (KKR-Numazu, Shizuoka, Oct. 6th-9th, 2015)

Flavor constraints on the Two Higgs Doublet Models of Z_2 symmetric and aligned types

榎本 哲也 ^{d*}, 渡邊遼太郎

日本物理学会 第 71 回年次大会 (於 東北学院大学, 2016 年 3 月 19 日 – 3 月 22 日)

拡張トリーク図による 5 次元 Seiberg-Witten curve

園田 昭彦 ^{d*}, 瀧雅人

日本物理学会 2015 年秋季大会 (於 大阪市立大学, 2015 年 9 月 25 日 – 9 月 28 日)

2次元無質量フェルミオンのエンタングルメントネガティビティとツイスト演算子

西田 充宏 ^{DC*}

日本物理学会 第 71 回年次大会 (於 東北学院大学, 2016 年 3 月 19 日 – 3 月 22 日)

2次元超対称レニーエントロピー

森 裕紀 ^{DC*}

日本物理学会 第 71 回年次大会 (於 東北学院大学, 2016 年 3 月 19 日 – 3 月 22 日)

3次元超対称共形指数とミラー対称性

森 裕紀 ^{DC*}, 田中章詞 (invited)

第 2 回日露共同研究国内 working seminar 「場の量子論と統計力学に於ける行列模型の諸側面」(名古屋大学, 2015 年 12 月 11 日-12 日, 約 20 名)

$\mathbb{RP}^2 \times \mathbb{S}^1$ 上の 3次元 $\mathcal{N} = 2$ ミラー対称性

森 裕紀 ^{DC*}, 田中章詞

日本物理学会 2015 年秋季大会 (於 大阪市立大学, 2015 年 9 月 25 日 – 9 月 28 日)

クラス S_k における surface defects

Heng-Yu Chen, 森 裕紀 ^{DC*}

日本物理学会 2015 年秋季大会 (於 大阪市立大学, 2015 年 9 月 25 日 – 9 月 28 日)

Abelian 3d mirror symmetry on $\mathbb{RP}^2 \times \mathbb{S}^1$

田中章詞, 森 裕紀 ^{DC*}, 森田健

2nd String Theory in Greater Tokyo (於 理化学研究所, 2015 年 6 月 9 日, 約 30 名)

グラフエン上の “原子崩壊” の Bosonization を用いた解析

鍵村 亜矢 ^{d*}, 大野木 哲也 ^s

日本物理学会 2015 年秋季大会 (於 大阪市立大学, 2015 年 9 月 25 日 – 9 月 28 日)

Topological Vertex を用いた M2-M5 ブレーン系の分配関数の計算杉本 裕司^{d*}

日本物理学会 2015 年秋季大会 (於 大阪市立大学、2015 年 9 月 25 日 – 9 月 28 日)

表面演算子の M-string を用いた解析森 裕紀^{DC}, 杉本 裕司^{d*}

日本物理学会 第 71 回年次大会 (於 東北学院大学、2016 年 3 月 19 日 – 3 月 22 日)

Wilson flow させた配位に対する有効作用の解析鍵村 亜矢^d, 富谷 昭夫^d, 山村 亮^{DC*}

日本物理学会 2015 年秋季大会 (於 大阪市立大学、2015 年 9 月 25 日 – 9 月 28 日)

有効ポテンシャルをフレームに依らずに計算するための処方箋尾田 欣也^s, 中西 由香理^{d*}, 川合光, 濱田雄太

日本物理学会 第 71 回年次大会 (於 東北学院大学、2016 年 3 月 19 日 – 3 月 22 日)

Effective potential does not depend on frame but on prescription中西 由香理^{d*}

松江素粒子物理学研究会 (於 島根大学、2016 年 3 月 25 日 – 3 月 27 日)

書籍等の出版, 日本語の解説記事**電磁気学 I (基幹講座物理学)**

大野木 哲也、高橋 義朗

東京図書 (2015)

超ひも理論をパパに習ってみた 天才物理学者・浪速阪教授の 70 分講義橋本 幸士^s

講談社サイエンティフィク, (2015 年 2 月, 160 ページ)

AdS/CFT 対応: 重力理論から物理諸分野の問題へ橋本 幸士^s

数理科学 2015 年 12 月号「曲がった時空のミステリー」サイエンス社, (2015 年 12 月, 6 ページ)

量子重力理論橋本 幸士^s

数理科学 2015 年 2 月号「物理学諸分野の拡がりとながり」サイエンス社, (2015 年 2 月, 6 ページ)

超弦理論の現在

橋本 幸士^s

パリテイ 2015年11月号「特集：超弦理論は原理論か？」丸善出版, (2015年11月, 2ページ)

宇宙最強の磁石星の愉しみ

橋本 幸士^s

パリテイ 2015年8月号「特集：マグネター」丸善出版, (2015年8月, 2ページ)

小出の公式

橋本 幸士^s

パリテイ 2015年11月号, 丸善出版, (2015年11月, 1ページ)

1.12 原子核理論グループ

平成 27 年度の研究活動概要

本年度、原子核理論研究室は以下の研究を行った。

近年、高エネルギー原子核衝突実験における保存電荷ゆらぎの観測量としての有用性が広く注目を集めている。保存電荷の時間発展は一般に遅いため、この観測量は衝突初期段階の熱的性質を色濃く反映するという特徴的な性質を持っているためである。しかし、実験で観測される保存電荷ゆらぎは衝突初期の熱的性質そのものではなく、終期の拡散過程などによる影響を受けるため、実験結果を正しく解釈する上ではこれらの効果を適切に取り込む必要がある。浅川、北沢をはじめとする原子核理論グループでは、ここ数年保存電荷ゆらぎの研究を精力的に行っている。北沢は、終期ハドロン状態での拡散過程により衝突初期のゆらぎが変更される効果を拡散マスター方程式を用いて記述する研究を継続して行い、本年度は実験で観測されるラピディティ幅依存性を様々な初期状態に対して詳細に解析した結果を報告した。坂井田、北沢、浅川は、拡散マスター方程式に熱的拡散の効果に記憶時間による遅延効果を取り込む研究を行った。坂井田、北沢、浅川は、東大の藤井と共に、QCD 臨界点周辺でのゆらぎの動的時間発展を、保存電荷の輸送の効果を適切に取り込んで解析する研究を行った。堀井、北沢、浅川は、確率論的拡散方程式を用いて高次キュムラントの時間発展を記述するための研究を行った。確率論的拡散方程式において高次の揺動散逸関係を適切に考慮して非ガウス性を記述する方法について、解析的な方法と数値的な方法の双方から研究を行った。北沢は、保存電荷ゆらぎの実験的観測において、検出器の検出効率が 100% ではない効果を補正するための関係式を示した。この関係式を用いると、従来知られていた方法と比べ、検出効率補正に要するコストを劇的に減らすことができる。

格子 QCD 数値シミュレーションは、QCD の非摂動的性質を第一原理的に理解する重要な手段であり、高エネルギー原子核衝突実験と並ぶ原子核理論研究グループの主要な研究課題である。池田、北沢、浅川は、最大エントロピー法を用いることでチャーモニウムのスペクトル関数を格子上で得られたユークリッド相関関数から推定する研究を行った。スペクトル関数には、束縛状態の存在と対応してピーク構造が出現するが、このようなピークの位置と留数を誤差付きで求める方法を提案し、またクエンチ QCD の格子数値解析で得られたデータを用いた解析を行った。北沢、浅川は、高エネルギー物理学研究機構の伊藤、Stony Brook 大の入谷、九州大学の鈴木、理化学研究所の初田と共同で、格子上で定義された量子色力学に対して勾配フローの方法を適用する研究を行った。クエンチ QCD 数値解析でエネルギー運動量テンソルの期待値および相関関数を測定する研究を行った。北沢は、筑波大学の金谷、谷口、新潟大学の江尻、石見、白銀、広島大学の梅田、九州大学の鈴木らと共に、勾配フローを用いた熱力学量の数値解析をフル QCD 上に拡張する研究を行っている。松村、北沢、浅川は、格子上で熱力学量を測定するための別の方法である、微分法と呼ばれる解析法でクエンチ QCD の熱力学量を測定する研究を行った。この研究では、従来より格子間隔の小さい領域での数値解析のほか、微分法に必要な非等方係数と呼ばれるパラメータや、比熱の解析を初めて行った。北沢は、筑波大学の金谷、新潟大学の江尻、石見、白銀と共に、クエンチ QCD の非閉じ込め相転移を微分法を用いて解析する研究を行った。一次相転移に伴う潜熱の測定の連続外挿を行った他、低温相と高温相の間の圧力ギャップが存在しないこ

とを示した。

金、浅川、北沢は、格子上で北沢らによって得られたクォーク伝搬関数を用いて、クォーク・グルーオン・プラズマから放出される単位体積・単位時間当たりのレプトン対・光子生成量を計算した。本年度は、光子生成量を初めて解析したほか、有限運動量でのレプトン対生成量の解析を行っている。

赤松は、(1) 熱揺らぎを含む流体力学についての解析と (2) 非アーベル型カイラル不安定性についての数値的解析についての研究を行った。(1) について、熱揺らぎを含む流体力学の短波長モードについての運動論的記述を導出し、その非線形揺らぎのフィードバックを解析することで、輸送係数のくりこみ、および、エネルギー・運動量テンソルの長時間相関を運動論的に理解できることを示した。実際の解析は、重イオン衝突における典型的なセットアップである Bjorken 膨張の上の揺らぎについて行った。この研究は、Stony Brook 大学の Derek Teaney 氏と Aleksas Mazeliauskas 氏との共同研究として行われている。(2) について、カイラル化学ポテンシャル ($\mu_5 \neq 0$) により特徴付けられる、カイラル非対称物質のゲージ場の有効理論として Langevin 方程式を導いた。今回の研究では、Langevin 方程式を数値的に解析することで、カイラル非対称物質の Chern-Simons 数の拡散係数の μ_5 依存性を調べた。この研究は、慶応大学の山本直希氏と Heidelberg 大学の Alexander Rothkopf 氏との共同研究である。

中村・佐藤は共鳴領域のニュートリノ反応の研究では、パイ中間子光子及び電子を入射粒子とする核子における中間子生成過程のチャンネル結合反応モデルを開発し、ニュートリノ反応に拡張した。これは現在入手可能なすべての共鳴領域における中間子生成反応のデータを、包括的に記述する初のモデルである。この研究成果により得られた反応振幅を、ニュートリノ原子核反応解析の Generator 開発を行っている研究者に提供する準備を開始した。一方、ニュートリノ重陽子反応の解析を行い、核子間終状態相互作用が非常に重要な寄与をする場合があることを示した。ニュートリノ原子核反応の理論、実験研究者約 110 名 (国内 40 名、国外 70 名) が一同に会する国際研究集会「10th International workshop on Neutrino Nucleus Interactions in the Few-GeV Region」を開催した。

村田・中村・佐藤は、少数核子系の光反応などの研究に用いられる、ローレンツ積分変換法 (LIT) について、重陽子の光分解反応を例に検討した。その結果、強度関数を安定して得るためには、高精度の LIT 関数となり、3、4 核子系に LIT をに適應の際には困難が予想されることが判明した。

上坂・佐藤はミューオン原子中での CLFV 過程 $\mu^- e^- \rightarrow e^- e^-$ について、終状態電子の原子核とのクーロン相互作用を考慮した解析を行った。前年度に解析した接触型過程に続き、光子交換型過程について解析し、原子核クーロンポテンシャルの影響が、2つの過程に対しそれぞれ定性的に異なる効果を与えることを明らかにし、CLFV 崩壊率の原子番号依存性や放出電子の分布が、CLFV 相互作用の決定において有用となる可能性を示した。

学術雑誌に出版された論文

Rapidity window dependences of higher order cumulants and diffusion master equation

M. Kitazawa^s

Nuclear Physics A **942** (July) (2015) 65-96

(<http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.nuclphysa.2015.07.008>).

Dilepton production spectrum above T_c with a lattice quark propagator

T. Kim^d, M. Asakawa^s, M. Kitazawa^s

Physical Review D **92** (Iss. 11, Dec.) (2015) 114014 1-12

(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevD.92.114014>).

Dynamical coupled-channels model of K^-p reactions II. Extraction of Λ^* and Σ^* resonances

H. Kamano, S.X. Nakamura^p, T.-S. H. Lee, T. Sato^s

Physical Review C **92** (Iss. 2, August) (2015) 025205

(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevC.92.025205>).

Dynamical coupled-channels model for neutrino-induced meson productions in resonance region

S.X. Nakamura^p, H. Kamano, T. Sato^s

Physical Review D **92** (Iss. 7, October) (2015) 074024

(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevD.92.074024>).

Coupled-channel analysis of $D^+ \rightarrow K^- \pi^+ \pi^+$ decay

S.X. Nakamura^p

Physical Review D **93** (Iss. 1, January) (2016) 014005

(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevD.93.014005>).

Langevin dynamics and decoherence of heavy quarks at high temperatures

Y. Akamatsu^t

Phys. Rev. C **92** (2015) 044911

(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevC.92.044911>).

Non-Abelian chiral instabilities at high temperature on the lattice

Y. Akamatsu^t, A. Rothkopf, N. Yamamoto

JHEP **03** (2016) 210

([http://dx.doi.org/doi:10.1007/JHEP03\(2016\)210](http://dx.doi.org/doi:10.1007/JHEP03(2016)210)).

国際会議報告等**Measurement of thermodynamics using gradient flow**

M. Kitazawa^{s*}, M. Asakawa^s, T. Hatsuda, T. Iritani, E. Itou and H. Suzuki

Proceedings of Science **LATTICE2014** (2015) 022, 1-15.

The 32nd International Symposium on Lattice Field Theory (LATTICE2014) (June, 2014, 参加者数約 500 名) (USA).

Charmonium spectra and dispersion relation with improved Bayesian analysis in lattice QCD

A. Ikeda^{DC*}, M. Asakawa^s, M. Kitazawa^s

Proceedings of Science **LATTICE2014** (2015) 215, 1-7.

The 32nd International Symposium on Lattice Field Theory (LATTICE2014) (June, 2014, 参加者数約 500 名) (USA).

Dilepton production spectrum above T_c analyzed with a lattice quark propagator

T. Kim^{d*}, M. Asakawa^s, M. Kitazawa^s

Proceedings of Science **CPOD2014** (2015) 057, 1-7.

9th International Workshop on Critical Point and Onset of Deconfinement (CPOD 2014), (Nov., 2014, 参加者数約 150 名) (Germany).

国際会議における講演等**Conserved Charge Fluctuations: Two Myths and Facts**

M. Asakawa^{s*} (invited)

Looking Beyond 10^{10} Mini-Bangs, CGC, Perfect Fluids, and Jet Tomo/Holo-graphy, a Symposium on Future RHIC and LHC Physics on the Occasion of Miklos Gyulassy's Second Retirement (at Wuhan, China, Sep. 25-26, 2015, 参加者数約 50 名), China

Thermal Blurring Effects on Fluctuations of Conserved Charges in Rapidity Space

M. Asakawa^{s*}

27th International Conference on Ultra-Relativistic Nucleus-Nucleus Collisions (Quark Matter 2015) (at Kobe, Japan, Sep. 27 - Oct. 3, 2015, 参加者数約 700 名)

Conserved Charge Fluctuations in Relativistic Heavy Ion Collisions

M. Asakawa^{s*} (invited)

CNT QGP Meet 2015 (at Kolkata, India, Nov. 16-20, 2015, 参加者数約 100 名), India

Thermodynamics and reference scale of SU(3) gauge theory from gradient flow on fine lattices

M. Kitazawa^{**}, M. Asakawa^s, , T. Hatsuda, T. Iritani, E. Itou and H. Suzuki
The 33rd International Symposium on Lattice Field Theory (LATTICE2015) (July 14-18, 2014, 参加者数約 400 名), Japan

Rapidity window and centrality dependences of higher order cumulants

M. Kitazawa^{**} (invited)
HIC for FAIR workshop on Fluctuation and Correlation Measures in Nuclear Collisions 2015 (at Frankfurt, Germany, July 29-31, 2015, 参加者数約 50 名), Germany

QCD Thermodynamics from Gradient Flow

M. Kitazawa^{**}, for FlowQCD Collaboration (invited)
The 13th international eXtreme QCD (XQCD), (at Wuhan, China, Sep. 21-23, 2015, 参加者数約 100 名), China

Rapidity window dependences of higher order cumulants of conserved charges (poster)

M. Kitazawa^{**}, M. Asakawa^s, Y. Ohnishi, M. Sakaida^d
XXV International Conference on Ultrarelativistic Nucleus-Nucleus Collisions (Quark Matter 2015), (at Kobe, Japan, Sep. 27 - Oct. 3, 参加者数約 800 名), Japan

Diffusion of conserved-charge fluctuations

M. Kitazawa^{**} (invited)
EMMI Workshop on Fluctuations in Strongly Interacting Hot and Dense Matter: Theory and Experiment (at Darmstadt, Germany, Nov. 2-6, 参加者数約 50 名), Germany

Non-Gaussian fluctuations in relativistic heavy-ion collisions

M. Kitazawa^{**} (invited)
2nd CiRfSE Workshop (at Tsukuba, Japan, Jan. 18-19, 2016, 参加者数約 50 名), Japan

For the J-PARC heavy-ion collisions

M. Kitazawa^{**} (invited)
The 31st Reimei Workshop on Hadron Physics in Extreme Conditions at J-PARC (at Tokai, Japan, Jan. 18-21, 2016, 参加者数約 100 名), Japan

Transverse and longitudinal spectral functions of charmonia at finite temperature with maximum entropy method

A. Ikeda^{DC*}, M. Asakawa^s, M. Kitazawa^s
The 33rd International Symposium on Lattice Field Theory (LATTICE2015) (July 14-18,

2014, 参加者数約 400 名), Japan

Spectral functions of charmonia with different channels at finite temperature with maximum entropy method on the lattice (poster)

A. Ikeda^{DC*}, M. Asakawa^s, M. Kitazawa^s

The 13th international eXtreme QCD (XQCD), (at Wuhan, China, Sep. 21-23, 2015, 参加者数約 100 名), China

Transverse and longitudinal spectral functions of charmonia at finite temperature on the lattice (poster)

A. Ikeda^{DC*}, M. Asakawa^s, M. Kitazawa^s

XXV International Conference on Ultrarelativistic Nucleus-Nucleus Collisions (Quark Matter 2015), (at Kobe, Japan, Sep. 27 - Oct. 3, 参加者数約 800 名), Japan

Gauge invariant non-perturbative production rate of photons and dileptons above T_c (poster)

T. Kim^{d*}, M. Asakawa^s, M. Kitazawa^s

XXV International Conference on Ultrarelativistic Nucleus-Nucleus Collisions (Quark Matter 2015), (at Kobe, Japan, Sep. 27 - Oct. 3, 参加者数約 800 名), Japan

Gauge invariant non-perturbative analyses of photon and dilepton production rates above T_c

T. Kim^{d*}, M. Asakawa^s, M. Kitazawa^s

New perspectives on Photons and Dileptons in Ultrarelativistic Heavy-Ion Collisions at RHIC and LHC, (at ECT*, Italy, Nov. 30 - Dec. 11, 参加者数約 50 名), Italy

Time evolution of conserved-charge fluctuations near the QCD critical point

M. Sakaida^{d*}, M. Asakawa^s, M. Kitazawa^s

EMMI Workshop on Fluctuations in Strongly Interacting Hot and Dense Matter: Theory and Experiment (at Darmstadt, Germany, Nov. 2-6, 参加者数約 50 名), Germany

Non-Markov effect on time evolution of conserved-charge fluctuations in heavy ion collisions (poster)

M. Sakaida^{d*}, M. Asakawa^s, M. Kitazawa^s

XXV International Conference on Ultrarelativistic Nucleus-Nucleus Collisions (Quark Matter 2015), (at Kobe, Japan, Sep. 27 - Oct. 3, 参加者数約 800 名), Japan

Neutrino emissivities from deuteron breakup and formation in supernova

S.X. Nakamura^{p*} (invited)

Neutrinos and Dark Matter in Nuclear Physics 2015 (at Jyvaskyla, Finland, June 1-5,

2015, 参加者数約 100 名), Finland

Neutrino-induced meson productions in resonance region

S.X. Nakamura^{p*} (invited)

XVII International Workshop on Neutrino Factories and Future Neutrino Facilities (NU-FACT15) (at Rio de Janeiro, Brazil, August 10-15, 2015, 参加者数約 120 名), Brazil

Neutrino emissivities from deuteron breakup and formation in supernova

S.X. Nakamura^{p*} (invited)

Numazu Workshop 2015 (at Mishima, Japan, September 1-4, 2015, 参加者数約 50 名), Japan

Neutrino-nucleus reaction

T. Sato^{s*} (invited)

International workshop on J-PARC hadron physics in 2016 (at Tokai, Japan, March 2-4, 2016, 参加者数約 60 名), Japan

Neutrino-induced meson productions

S.X. Nakamura^{p*}

The 10th International Workshop on the Physics of Excited Nucleons (NSTAR2015) (at Ibaraki, Japan, May 25-28, 2015, 参加者数約 100 名), Japan

Incoherent pion production reaction in neutrino-deuteron reactions

T. Sato^{s*}

The 10th International Workshop on the Physics of Excited Nucleons (NSTAR2015) (at Ibaraki, Japan, May 25-28, 2015, 参加者数約 100 名), Japan

Analysis of charged lepton flavor violation process $\mu^-e^- \rightarrow e^-e^-$ in muonic atoms

Y. Uesaka^{d*}

International workshop on J-PARC hadron physics in 2016 (at Tokai, Japan, March 2-4, 2016, 参加者数約 60 名), Japan

Neutrino-nucleon reactions in resonance region (poster)

S.X. Nakamura^{p*}

10th International Workshop on Neutrino-Nucleus Interactions in the Few-GeV region (NuInt15) (at Ibaraki, Japan, November 16-21, 2015, 参加者数約 110 名), Japan

Neutrino induced ^4He break-up reaction (poster)

T. Murata^{d*}

10th International Workshop on Neutrino-Nucleus Interactions in the Few-GeV region (NuInt15) (at Ibaraki, Japan, November 16-21, 2015, 参加者数約 110 名), Japan

Improved analysis of the CLFV decay of muonic atoms $\mu^-e^- \rightarrow e^-e^-$ (poster)

Y. Uesaka^{d*}

Flavor Physics & CP violation 2015(FPCP2015) (at Nagoya, Japan, May 25-29, 2015, 参加者数約 140 名), Japan

Quantitative analyses for CLFV transition $\mu^-e^- \rightarrow e^-e^-$ in muonic atoms (poster)

Y. Uesaka^{d*}

New Generation Quantum Theory -Particle Physics, Cosmology, and Chemistry- (at Kyoto, Japan, March 7-9, 2016, 参加者数約 50 名), Japan

CLFV transition $\mu^-e^- \rightarrow e^-e^-$ in a muonic atom (poster)

Y. Uesaka^{d*}

Interplay between LHC and Flavor Physics (at Nagoya, Japan, March 14-15, 2016, 参加者数約 50 名), Japan

日本物理学会, 応用物理学会等における講演

格子ゲージ理論におけるエネルギー運動量保存則とゆらぎの線形応答関係

北沢 正清^{s*}, 浅川 正之^s, 伊藤 悦子, 入谷 匠, 初田 哲男

日本物理学会 第 71 回年次大会 (於 東北学院大学, 2016 年 3 月 19 日 - 3 月 22 日)

格子 QCD による有限運動量相関関数を用いた重クォーク拡散係数の測定

池田 惇郎^{DC*}, 浅川 正之^s, 北沢 正清^s

日本物理学会 第 71 回年次大会 (於 東北学院大学, 2016 年 3 月 19 日 - 3 月 22 日)

格子クォーク伝搬関数を用いた非摂動光子生成率解析: 頂点関数補正の効果

金 泰広^{d*}, 浅川 正之^s, 北沢 正清^s

日本物理学会 第 71 回年次大会 (於 東北学院大学, 2016 年 3 月 19 日 - 3 月 22 日)

重陽子標的でのニュートリノによる中間子生成反応

中村 聡^{p*}, 鎌野 寛之, 佐藤 透^s

日本物理学会 第 71 回年次大会 (於 東北学院大学, 2016 年 3 月 19 日 - 3 月 22 日)

CLFV 過程 $\mu^- + e^- \rightarrow e^- + e^-$ によるミュオン原子遷移確率の定量的評価

上坂 優一^{d*}, 久野 良孝^s, 佐藤 丈, 佐藤 透^s, 山中真人

日本物理学会 第71回年次大会 (於 東北学院大学、2016年3月19日 - 3月22日)

有限温度核物質中における2核子系ニュートリノ放出過程

中村 聡^{p*}、佐藤 透^s

日本物理学会 2015年秋季大会 (於 大阪市立大学、2015年9月25日 - 9月28日)

結合チャンネル模型による $D^+ \rightarrow K^- \pi^+ \pi^+$ 崩壊の解析

中村 聡^{p*}

日本物理学会 2015年秋季大会 (於 大阪市立大学、2015年9月25日 - 9月28日)

CLFV過程 $\mu^- + e^- \rightarrow e^- + e^-$ によるミュオン原子崩壊率

上坂 優一^{d*}、久野 良孝^s、佐藤 丈、佐藤 透^s、山中真人

日本物理学会 2015年秋季大会 (於 大阪市立大学、2015年9月25日 - 9月28日)

1.13 黒木グループ

平成 27 年度の研究活動概要

電子相関に起因する非従来型超伝導

我々は非従来型超伝導体におけるペアリング・メカニズムに関する研究を行っている。高温超伝導体として知られる銅酸化物や鉄系超伝導体における類似点と相違点を見出すことで、高温超伝導発現における普遍性を見出して、新超伝導体探索につなげることを目指している。鉄ニクタイト系超伝導体では、電子的フェルミ面とホールのフェルミ面があることが特徴の一つであり、発見当初より、我々のグループも含め、これらのフェルミ面のネスティング（ずらして重なること）がよいことが、スピンの揺らぎを増強し、高温超伝導につながると考えられてきた。しかし、近年、ネスティングがよくない物質でも高い超伝導転移温度が出現し、高温超伝導のための条件の見直しが必要となっていた。我々は近年この問題に取り組み、ホッピング積分の大小関係（実空間）とフェルミ面（波数空間）のマッチングがよいことが、新しい高温超伝導体探索への指針となることを提唱してきた。今年度はこれをさらにおし進め、実空間におけるペアリング条件がよいことは、波数とエネルギー空間でいえば、特定の波数ベクトルにおけるスピン揺らぎが有限エネルギーに大きなウエイトを持っていることに対応することを見出した。

銅酸化物については、今年度、超伝導転移温度のキャリア依存性が電子とホールで異なることに注目した。銅酸化物に対して通常用いられる単一バンド模型を用いると、電子とホールで同様のドーピング依存性が得られてしまうため、酸素軌道を考慮する3バンド dp 模型を用いた。さらにパウリの原理を正確に考慮するために二体自己無撞着法を適用した結果、電子とホールの非対称性を理解することに成功した（図）。

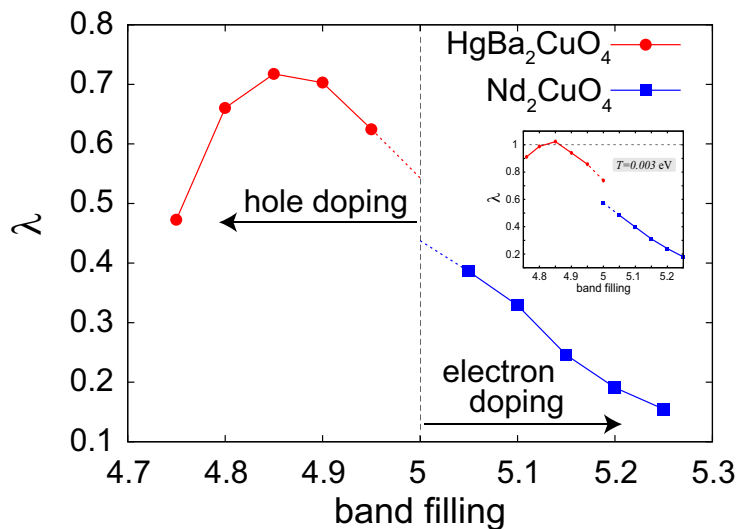


図 1.1: 3 軌道 dp 模型の二体自己無撞着法による 超伝導転移温度のキャリア密度依存性。横軸の $n = 5$ が無ドーピング状態。縦軸の λ は温度の定性的指標。

熱電効果

熱電効果に関しては、金属的な電気伝導性と大きなゼーベック効果が両立して大きな電力因子を持つ物質に焦点をあてて研究を行っている。今年度は、近年、無次元性能指数 $ZT = 2.6$ という極めて高い熱電性能を示すことがわかった物質に焦点をあて、研究を行なった。第一原理バンド計算から構築された有効モデルを基にゼーベック係数を計算し、実験結果をほぼ定量的に理解できることを示した。現時点で、実験的には有意なキャリアドープには成功していないが、仮にドープすることができる場合に、熱電性能向上の可能性や、電子とホールでどのような差異があるかの検討を行なった。

Quantum Transport and Anderson Localisation

At very low temperatures, disordered materials exhibit numerous quantum transport phenomena including weak-localisation, universal conductance fluctuations, Anderson localisation and the Anderson metal-insulator transition. The main achievements this year were: A study of the effect of classical magnetic impurities on the Anderson transition was performed using the Anderson-Heisenberg model. The kernel polynomial method was used to calculate the distribution of the local density of states (LDOS) of this model, and a finite size scaling analysis of the geometric mean of the LDOS was performed. A careful study was made of how the critical disorder changes as the strength of the exchange coupling between the classical spins and the electron is increased. The results support the prediction of an anomalous scaling by Wegner for perturbations that break both time reversal and spin rotation symmetries simultaneously. This study adds to our understanding of the metal insulator transition in doped semiconductors. The study was performed in collaboration with Prof. Stefan Kettmann and Dr. Daniel Jung at Jacobs University, Bremen. A Borel-Pade analysis of the existing epsilon expansion results for the beta functions describing Anderson localisation in the three Wigner-Dyson universality classes was performed. From the results the dimensionality dependence of the critical exponent for the three classes was studied and the lower critical dimension of the symplectic universality class was estimated. This extends earlier work on the Borel-Pade analysis of the series for the critical exponent in the orthogonal universality class. To confirm the plausibility of the result for the symplectic class numerical simulations were performed for a quasi-one dimensional $SU(2)$ model and the beta-function estimated numerically. This research contributes to our theoretical understanding of the Anderson transition.

表面吸着系

吸着原子の秩序と外部駆動力が競合する系について、種々の条件下での振る舞いを微視的視点より明らかにすることを目指して活動している。

学術雑誌に出版された論文**First-principle study of antimony doping effects on the iron-based superconductor $\text{CaFe}(\text{Sb}_x\text{As}_{1-x})_2$** Y. Nagai, H. Nakamura, M. Machida, K. Kuroki^sJ. Phys. Soc. Jpn. **84** (2015) 093702 1-4<http://dx.doi.org/doi:10.7566/JPSJ.84.093702>).**Enhancement of electron correlation due to the molecular dimerization in organic superconductors β -(BDA-TTP) $_2X$ ($X=\text{I}_3, \text{SbF}_6$)**H. Aizawa, K. Kuroki^s, J. YamadaPhys. Rev. B **92** (2015) 155108 1-8<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevB.92.155108>).**Asymmetry of superconductivity in hole- and electron-doped cuprates: explanation within two-particle self-consistent analysis for the three-band Model**D. Ogura^m and K. Kuroki^sPhys. Rev. B **92** (2015) 144511 1-5<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevB.92.144511>).**Minimal electronic model for a layered nitride halide superconductor β -ZrNCl**H. Tanaka, K. Suzuki, H. Usui^s, and K. Kuroki^sJ. Phys. Soc. Jpn. **84** (2015) 124706 1-7<http://dx.doi.org/doi:10.7566/JPSJ.84.124706>).**Quasiparticle self-consistent GW study of cuprates: electronic structure, model parameters, and the two-band theory for T_c** S.-W. Jang, T. Kotani, H. Kino, K. Kuroki^s, and M.-J. HanScientific Reports **5** (July) (2015) 12050<http://dx.doi.org/doi:10.1038/srep12050>).**Origin of the non-monotonic variance of T_c in the 1111 iron based superconductors with isovalent doping**H. Usui^s, K. Suzuki, and K. Kuroki^sScientific Reports **5** (June) (2015) 11399 1-8<http://dx.doi.org/doi:10.1038/srep11399>).**Theoretical aspects of the study of the new bismuth chalcogenide based superconductors**H. Usui^s and K. Kuroki^sNov. Supercond. Mater. **1** (Nov.) (2015) 50-63 (invited review)

(<http://dx.doi.org/doi:10.1515/nsm-2015-0005>).

Unconventional superconductivity in electron-doped layered metal nitride halides MNX ($M = \text{Ti, Zr, Hf}$; $X = \text{Cl, Br, I}$) (invited review)

Y. Kasahara, K. Kuroki^s, S. Yamanaka, and Y. Taguchi

Physica C **514** (2015) 354-367

(<http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.physc.2015.02.022>).

Iron-Based Superconductors: current status of materials and pairing mechanism (invited review)

H. Hosono and K. Kuroki^s

Physica C **514** (2015) 399-422

(<http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.physc.2015.02.020>).

国際会議における講演等

Realistic band structure approaches to unconventional superconductivity

K. Kuroki^{**} (invited)

9th international Conference on Magnetic and Superconducting Materials (at Antalya, Turkey, Apr.29-May 3, 2015, 参加者数約 70 名), Turkey

Peculiar electronic structures of $\text{Bi}(\text{S,Se})_2$ superconductors

K. Kuroki^{**} (invited)

TMU International Symposium, (at Tokyo, Japan, September 24-25, 2015, 参加者数約 50 名)

Theoretical analysis on the thermoelectric properties of SnSe

H. Usui^{**} (invited)

EMN Meeting on thermoelectric materials (at Orland, USA, , February 21-25, 2016, 参加者数約 100 名), USA

Two-particle self-consistent analysis for the electron-Hole doping asymmetry of superconductivity in cuprate superconductors

D. Ogura^{m*}, K. Kuroki^s

The 2nd International Symposium of Interactive Materials Science Cadet Program (at Osaka, Japan, Nov. 18-19, 2015, 参加者数約 80 名)

Numerical simulation of the Anderson-Heisenberg model

K. Slevin^{**}

Spectra of Random Operators and Related Topics (at Keio University, Japan, December 10-12, 2015, 参加者数約 25 名)

Origin of the non-monotonic variance of T_c in the 1111 iron based superconductors with isovalent doping (poster)

H. Usui^{s*}, K. Suzuki, K. Kuroki^s

Materials and Mechanisms of Superconductivity 2015, (at Geneva, Switzerland, August 23-28, 2015, 参加者数約 1000 名), Switzerland

Two-particle self-consistent analysis of superconductivity in the first principles model of the high T_c cuprates (poster)

D. Ogura^{m*}, K. Kuroki^s

Materials and Mechanisms of Superconductivity 2015, (at Geneva, Switzerland, August 23-28, 2015, 参加者数約 1000 名), Switzerland

Multi-Variable Variational Monte-Carlo Studyies of the Hubbard Ladder Model (poster)

D. Kato^{m*}, K. Kuroki^s

Materials and Mechanisms of Superconductivity 2015, (at Geneva, Switzerland, August 23-28, 2015, 参加者数約 1000 名), Switzerland

Multi-Variable Variational Monte-Carlo Studyies of the Hubbard Ladder Model (poster)

D. Kato^{m*}, K. Kuroki^s

The 2nd International Symposium of Interactive Materials Science Cadet Program (at Osaka, Japan, Nov. 18-19, 2015, 参加者数約 80 名)

日本物理学会, 応用物理学会等における講演

Bi(S,Se)₂ 系超伝導体のトポロジー解析

白井秀知^{s*}, 有田亮太郎, 黒木和彦^s

日本物理学会 2015 年秋季大会 (於 関西大学, 2015 年 9 月 16 日 - 9 月 19 日)

二体自己無撞着法による銅酸化物超伝導体における転移温度の電子・ホール非対称性の解析

小倉大典^{m*}, 黒木和彦^s

日本物理学会 2015 年秋季大会 (於 関西大学, 2015 年 9 月 16 日 - 9 月 19 日)

電子-ホールフェルミ面系での有限エネルギースピンの揺らぎと超伝導転移温度の相関関係の解析

中田昌宏 m^* , 小倉大典 m , 白井秀知 s , 黒木和彦 s

日本物理学会 第71回年次大会 (於 東北学院大学、2016年3月19日 – 3月22日)

DMFTに基づくHgBa₂CuO₄における準粒子密度のドーピング量依存性解析

水野竜太 m^* , 越智正之 s , 黒木和彦 s

日本物理学会 第71回年次大会 (於 東北学院大学、2016年3月19日 – 3月22日)

LaO_{0.5}F_{0.5}BiS₂ 超伝導体高圧相における電子状態の第一原理的解析

越智正之 s^* , 明石遼介, 黒木和彦 s

日本物理学会 第71回年次大会 (於 東北学院大学、2016年3月19日 – 3月22日)

熱電物質BiCuSeOの第一原理計算による電力因子の解析

白井秀知 s^* , 黒木和彦 s

日本物理学会 第71回年次大会 (於 東北学院大学、2016年3月19日 – 3月22日)

銅酸化物高温超伝導体におけるスピン揺らぎに対する多軌道二体自己無撞着法による解析

小倉大典 m^* , 黒木和彦 s

日本物理学会 第71回年次大会 (於 東北学院大学、2016年3月19日 – 3月22日)

Cu-NMRによる銅酸化物Pr₂CuO₄の電子構造測定

加藤大智 m^* , 坂本拓矢, 椋田秀和, 八島光晴, 北岡良雄, 浅野駿, 鈴木謙介, 藤田全基, Y.Krockenberger, 山本秀樹

日本物理学会 第71回年次大会 (於 東北学院大学、2016年3月19日 – 3月22日)

1.14 小川グループ

(1) カゴメ格子 Hubbard 模型における Mott 転移

多軌道 Hubbard モデルは電子正孔系の物理と密接な関わりを持っている。この観点から多軌道 Hubbard モデルを弱結合領域から強結合領域に至るまで統一的に扱う手法の開発に力を入れている。本年度はその一例として、カゴメ格子上で定義された Hubbard 模型の基底状態を、ハーフフィリングの条件の下で考察した。この系では、強結合極限 (反強磁性的 Heisenberg 模型) においてさえ、強いフラストレーション効果のために基底状態の性質が完全には理解されていない。ただし、120 度反強磁性秩序がフラストレーションによって抑制され、スピン液体あるいは valence-bond 結晶のように電子スピンの最大限 valence-bond を組んだ一重項基底状態が実現することだけは確実視されている。

本研究では、これを電子系の問題として、弱結合から強結合領域まで統一的に取り扱うことを目標とした。変分クラスター法を用いた数値計算を行い、valence-bond 形成によって 120 度反強磁性秩序が抑制される物理を正しく再現した上で、valence-bond の前駆として生じる擬ギャップが Mott 転移において本質的な役割を果たしていることが明らかにした。特に、valence-bond 結晶状態が形成される場合には、並進対称性の破れによってバンドの折りたたみが生じるので、Mott 転移を Slater 描像による半金属 (電子正孔系) から絶縁体への転移として理解することができる。同時に、これまで信じられてきたセルラー動的平均場近似による計算が重大な欠陥を抱えていることも明らかになった。実際、これらの計算は奇数サイトのクラスターを用いているので、不自然に valence-bond の形成が抑止されてしまい、特に強結合領域の結果を正しく再現できない。これに対し、我々はすべての電子が valence-bond を組めるように、より自然な偶数サイトのクラスターを選ぶことで、これまで捨てられていた valence-bond 形成の効果を取り入れることに成功した。以上の結果を論文にまとめ、現在投稿中である。

(2) 光照射下グラフェンリボンの Floquet エッジ状態

グラフェンに定常的に光を照射した系を Floquet 理論で扱うと、バンドにギャップが開いて有効的なトポロジカル絶縁体 (ある種の量子ホール系) になる。このとき、系に端があればカイラルエッジ状態が出現する。グラフェンリボンを考えたとき、両端のカイラルエッジ状態間の混成を無視できるならば、この系は量子ホール系を実現する新しい手段を与える。しかし現実には、光によって生じるバンドギャップはとても小さく、カイラルエッジ状態の空間的広がりが大きいので、現実的な幅を持つグラフェンリボンを本当に量子ホール系とみなせるか否かについては疑問が残る。

そこで、光照射の強度によってカイラルエッジ状態がどのように変化するかを調べた。ここでは、これまであまり研究されていなかったアームチェア型のリボンについて調べた。 $\mathbf{k}\cdot\mathbf{p}$ 摂動論を用いて、ほとんど解析的にこの系を取り扱うことに成功した。その結果、光を当てていないグラフェンリボンにバンドギャップが開いていないときには、ギャップレスのバンドがそのままカイラルエッジ状態に移行することがわかった。一方、光を当てていないグラフェンリボンにバンドギャップが開いているときには、光強度がある臨界値に達するまではエッジ状態は現れない。光強度を上げるとバンドギャップが指数関数的に減少するが、完全なカイラルエッジ状態の実現には至らない。

学術雑誌に出版された論文**Equilibrium to nonequilibrium condensation in driven-dissipative semiconductor systems**Makoto Yamaguchi and Tetsuo Ogawa^s

Principles and Methods of Quantum Information Technologies, Lecture Notes in Physics **911** edited by Yoshihisa Yamamoto and Kouichi Semba (Springer) (2016) 341-361
(http://dx.doi.org/doi:10.1007/978-4-431-55756-2_16).

Diabatic mechanisms of higher-order harmonic generation in solid-state materials under high-intensity electric fieldsTomohiro Tamaya, Akira Ishikawa, Tetsuo Ogawa^s, and Koichiro Tanaka

Physical Review Letters **116** (No. 1, 8 January) (2016) 016601 1-5
(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevLett.116.016601>).

Laser under ultrastrong light-matter interaction: Qualitative aspects and quantitative influences by level and mode truncationsMotoaki Bamba and Tetsuo Ogawa^s

Physical Review A **93** (No. 3, 7 March) (2016) 033811 1-10
(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevA.93.033811>).

国際会議における講演等**Remaining possibility of super-radiant phase transition by ultra-strong interaction (poster)**Motoaki Bamba*, Tetsuo Ogawa^s, and Nobuyuki Imoto

17th International Conference on Physics of Light-Matter Coupling in Nanostructures (PLMCN17) (at Nara, Japan, 28-31 March, 2016, 参加者約 200 名)

日本物理学会, 応用物理学会等における講演**グラフェンリボンにおけるフロッケエッジ状態 (ポスター)**八木 梢恵^{m*}, 浅野 建一^s

日本物理学会 第 71 回年次大会 (於 東北学院大学, 2016 年 3 月 19 日 - 3 月 22 日)

1.15 阿久津グループ

第2章 受賞と知的財産

平成 27 年度における物理学専攻での受賞と当該年度に申請された特許権等の知的財産権の一覧は以下の通りである。

受賞

1. 受賞者：佐藤 朗（助教）
賞の名称：(公) 高エネルギー加速器科学研究奨励会 西川賞
受賞内容：大阪大学・核物理研究センターにおける大強度ミュオン源の開発と建設
日にち：2015/4/15
2. 受賞者：新見 康洋（准教授）
賞の名称：平成 27 年度 科学技術分野の文部科学大臣表彰 若手科学者賞
受賞内容：本賞は、萌芽的な研究、独創的視点に立った研究等、高度な研究開発能力を示す顕著な研究業績をあげた 40 歳未満の若手研究者に表彰される。新見氏は「外因性スピンホール効果とスピン緩和機構の研究」の業績により同賞を受賞した。
日にち：2015/4/15
3. 受賞者：小林 研介（教授）
賞の名称：第 4 回（平成 27 年度）大阪大学総長顕彰・研究部門
受賞内容：総長顕彰は、大阪大学に勤務する教員のうち、教育、研究、社会・国際貢献又は管理運営上の業績が特に顕著であると認められた者を顕彰し、大学の一層の発展を期することを目的とする。
日にち：2015/7/14
4. 受賞者：荒川 智紀（助教）
賞の名称：第 32 回井上研究奨励賞
受賞内容：理学、医学、薬学、工学、農学等の分野で過去 3 年の間に博士の学位を取得した 37 歳未満の研究者で、優れた博士論文を提出した若手研究者に対し送られる賞である。荒川氏の博士論文「微小接合系におけるスピン依存伝導のダイナミクス」が高く評価され、受賞に至った。
日にち：2015/12/14
5. 受賞者：田島節子（教授）
賞の名称： JPSJ Outstanding Referee
受賞内容： The JPSJ Outstanding Referee Program is instituted starting in 2015 to recognize physicists who have been very helpful in article publications in Journal of

the Physical Society of Japan (JPSJ). This program recognizes about ten of currently active referees and editors every year. The outstanding referees are selected by the JPSJ editorial board based on various aspects of contributions as a reviewer as well as an editor based on the records kept since year 2004. Individuals with current or very recent direct connections to JPSJ, such as editor-in-chief and full-time editors, are excluded.

6. 受賞者：黒木和彦 (教授)

賞の名称：American Physical Society Outstanding Referee 2016

受賞内容：アメリカ物理学会が発行する学術誌において、査読者として多大な貢献があった150人程度を約60000人の研究者から選定して贈られる賞。

7. 受賞者：山中 卓 (教授)

賞の名称：科学研究費助成事業審査委員の表彰

受賞内容：科学研究費助成事業の第一段審査において有意義な審査意見を付し公正・公平な審査に大きく貢献した。

日にち：2015年10月31日

知的財産

第3章 学位論文

3.1 修士論文

平成 27 年度に修士の学位を取得された方々の氏名，論文題目は以下の通りであった。

| 学生氏名 | 指導教員 | 論文題名 |
|---|--------------------|--|
| Tilman Lennart Sobirey Wei Ren Teo | 田島 節子 高部 英明 | Comparative Study of Electronic Raman Scattering and Angle-Resolved Photoemission Spectroscopy of Bi-2223 Single Crystals Production of MeV Range Electron Bunch via Laser Pressure Non-Linear Interactions with an Ultra-Intense Laser |
| Xi Wu (熙 呉) | 橋本 幸士 | N=(0, 2) SQCD and Trialities in 2 Dimensions |
| Antoine Yann We- growski | 橋本 幸士 | Two-state system at finite temperature — Toward RNA folding dynamics in curved space |
| 辻 嶺二 | 山中 卓 | SOI技術を用いたピクセル型半導体検出器 SOFIST1 の開発、および SOI センサーの基礎研究 |
| 井上 梓 | 民井 淳 | ビッグバン ${}^7\text{Li}$ 合成問題に対する ${}^7\text{Be}(d, p){}^8\text{Be}$ 反応の寄与の研究 |
| 森本 翔太 | 下田 正 | スピン偏極した ${}^{31}\text{Na}$ の β 遅延中性子崩壊で探る ${}^{31}\text{Mg}$ の中性子非束縛状態 |
| 青木 勇磨 安藤 慧 | 萩原 政幸 田島 節子 | オケルマナイト酸化物における電気磁気相関と磁気異方性ペロブスカイト型 $(\text{La}_{0.254}\text{Y}_{0.746})_{1-x}\text{Ca}_x\text{VO}_3$ における電荷ダイナミクスの光学的研究 |
| 幾野 弘之 池田 光雄 | 味村 周平 花咲 徳亮 | LEPS2 実験における TPC 検出器の読出し回路の開発 巨大磁気抵抗効果へ局在スピンの与える影響についての研究 |
| 上久保 将大 | 田島 節子 | $\text{LaFeP}_{1-x}\text{As}_x\text{O}$ における電子相図のキャリアドーピング効果 |
| 上原 拓真 江添 貴之 | 岸本 忠史 保坂 淳 | CANDLES 検出器におけるエネルギー応答性評価 Skyrme 模型の束縛法を用いた K 中間子・核子間相互作用の導出 |

| | | |
|------------------------------------|-----------------------------------|--|
| 太田 圭亮 | 田島 節子 | 幾何学的フラストレーション系 CaV_2O_4 における磁気・軌道秩序に対する電子ドープ効果 |
| 小倉 大典 | 黒木 和彦 | 銅酸化物高温超伝導体における超電導転移温度の電子・ホール非対称性の研究 |
| 尾崎 翔美 金岡 裕志 | 細谷 裕 下田 正 | Higgs Portal Dark Matter とその実験的制限 β - γ 核分光法を用いた中性子過剰核 ^{142}Xe の構造の解明 ～二重閉殻核 ^{132}Sn 近傍核の系統的構造変化～ |
| 岸本 亮三 | 野末 泰夫 | ゼオライト LSX 中の Na-K 合金クラスターにおけるフェリ磁性の He 圧力効果 |
| 河野 靖典 | 久野 良孝 | 大強度ミュオンビーム源で用いるビームプロファイルモニターの開発 |
| 後藤 弘也 | 與曾井 優 | LEPS2 での Λ (1405) 光生成実験に用いるバレルガンマ検出器の性能評価 |
| 佐近 亮輔 杉浦 拓也 | 野末 泰夫 保坂 淳 | Rb を吸蔵したソーダライトの電子物性 微分展開を用いた波動関数等価ポテンシャルの非局所性の研究 |
| 高尾 一 竹下 俊平 | 木村 真一 小林 研介 | ホール・電子ドープされた $\text{CeOs}_2\text{Al}_{10}$ の光学スペクトル ゆらぎ測定を用いた単層グラフェンにおける電子ダイナミクスの研究 |
| 田中 慎太郎 | 與曾井 優 | LEPS2 ソレノイド・スペクトロメーター用の 2m の Resistive Plate Chamber の開発と性能評価 |
| 玉岡 幸太郎 手嶋 裕紀 出原 健太郎 長尾 大樹 | 橋本 幸士 窪田 高弘 長谷川 繁彦 久野 良孝 | 3次元重力理論とブラックホールエントロピー 中性子物体の高密度における強磁性相の出現 希薄磁性半導体 GaSmN の結晶成長及び物性評価 μ -e 転換過程探索実験 DeeMe におけるバックグラウンド事象アフタープロトンの評価 |
| 中沢 遊 | 久野 良孝 | COMET Phase-I CDC 用読み出し回路のファームウェア開発及び性能評価 |
| 中田 昌宏 | 黒木 和彦 | 電子・ホール Fermi 面共存系におけるスピン揺らぎ媒介超電導の最適化に関する研究 |
| 中山 大樹 名田 将人 則元 将太 早川 朋成 | 菊池 誠 萩原 政幸 小林 研介 岸本 忠史 | ジャミング系におけるシア歪み・圧縮の非可換性 Eu 金属間化合物の強磁場磁性 フェルミオン量子光学実験のための単電子源の研究 J-PARC E13 実験用 PWO 検出器を用いたバックグラウンド除去と粒子識別についての研究 |
| 平野 裕理 | 小口 多美夫 | グラフェンにおける電子状態トポロジーへの積層構造の影響 |
| 藤原 亮 | 小林 研介 | Spectroscopy and Shot Noise Measurement in a Carbon Nanotube Quantum Dot (カーボンナノチューブ量子ドットにおけるスペクトル分析とショットノイズ測定) |

| | | |
|------------------------|-------|---|
| 増田 悠介 | 花咲 徳亮 | カーボンナノ四面体／リボン構造の曲げ及びジュール加熱の透過電子顕微鏡その場観察 |
| 松村 千春 | 浅川 正之 | 高精細 SU(3) 格子ゲージ理論における熱力学量の多角的研究 |
| 水野 竜太 | 黒木 和彦 | 動的平均場近似による銅酸化物の第一原理的有効モデルの解析 |
| 宮崎 康一 | 山中 卓 | J-PARC KOTO 実験における、 $K_L \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$ 背景事象削減のための荷電粒子検出器の開発 |
| 宮田 祐貴 | 豊田 岐聡 | 小型マルチターン飛行時間型質量分析計を用いた土壌起源ガスの多成分同時測定システムの構築 |
| 室 達也 | 小林 研介 | 電流雑音測定を用いた高移動度 QPC におけるファノ因子の精密測定 |
| 森岡 俊晶 | 萩原 政幸 | 擬一次元鎖フラストレート磁性体 $A_2Cu_2Mo_3O_{12}$ ($A = Rb, Cs$) の強磁場磁性 |
| 八木 梢恵 | 小川 哲生 | グラフェンリボンにおけるフロッケエッジ状態 |
| 矢島 和希 | 山中 卓 | ATLAS 実験アップグレード用シリコン検出器の試験システムの開発 |
| 山内 洋子 | 山中 卓 | ATLAS アップグレード用シリコン検出器試験のためのテレスコープの性能評価 |
| 山岡 慎太郎 | 松多 健策 | β -NMR による Li イオン伝導物質 $Li_7La_3Zr_2O_{12}$ (LLZ) 中 8Li の超微細相互作用の研究 |
| 山本 拓未 | 疇地 宏 | 低密度フォーム中を伝搬する収束衝撃波面の観測に関する研究 |
| 横矢 毅 | 橋本 幸士 | Witten index による超対称性の力学的破れの評価 |
| 金谷 晋之介 | 下田 正 | 中性子過剰核の構造解明のための新たなレーザー分光法の開発 |
| 李 曉龍 | 岸本 忠史 | Development of a New Technique to Reject Surface Background by Scintillating Film for Dark Matter Research (宇宙暗黒物質探索のための薄膜蛍光フィルムを利用した表面バックグラウンド除去技術の開発) |
| Lee Jiang Hao Kegan | 田島 節子 | Investigation of Precursor Superconducting State through In-plane Infrared Optical Spectroscopy and Observation of Bulk Fermi Surface through Compton Scattering in YBCO (YBCO の面内光学測定による超伝導前駆現象の研究とコンプトン散乱を用いたバルクフェルミ面の観察) |
| Chan Phaikying | 青井 考 | Neutron Detectors and Measurements of Recoil Neutrons in (p, dN) Experiment |
| Temuge Bat- purev | 岸本 忠史 | The study of multi-hit events for reductions of background in CANDLES |

3.2 博士論文

平成 27 年度に博士の学位を取得された方々の氏名, 論文題目は以下の通りであった.

| 学生氏名 | 主査 | 論文題名 |
|---------------|-------|---|
| Kim Sangho | 保坂 淳 | Reaction dynamics of strange and charm hadron productions (ストレンジ及びチャームハドロン生成反応の動力学) |
| Luu Manh Kien | 野末 泰夫 | Ferromagnetic properties of Na-K alloy clusters incorporated in zeolite low-silica X (ゼオライト low-silica X 中の Na-K 合金クラスターにおける強磁性) |
| 角畑 秀一 | 岸本 忠史 | Study of Backgrounds in CANDLES to Search for Double Beta Decays of ^{48}Ca (^{48}Ca の二重ベータ崩壊探索のための CANDLES におけるバックグラウンドの研究) |
| 伊藤 慎太郎 | 久野 良孝 | Measurement of the $\pi^+ \rightarrow e^+ \nu_e$ Branching Ratio ($\pi^+ \rightarrow e^+ \nu_e$ 崩壊分岐比の測定) |
| 上岡 良季 | 黒木 和彦 | Some fundamental studies of critical phenomena of the Anderson transition in the Wigner-Dyson universality class (ウィグナー・ダイソンクラスにおけるアンダーソン転移の臨界現象に関する基礎的研究) |
| 小林 達也 | 田島 節子 | Study of Electronic Properties of 122 Iron Pnictide through Structural, Carrier-doping, and Impurity-scattering Effects (122 型鉄ニクタイト系超伝導体の電子状態に対して結晶構造、キャリアドーピング、不純物散乱が与える影響) |
| 鈴木 貴志 | 細谷 裕 | Extracting the meson form factors from lattice QCD (格子量子色力学による中間子形状因子の決定) |
| 田中 崇大 | 小林 研介 | Experimental study of tunneling phenomena in submicroscale magnetic systems (微小磁性体におけるトンネル現象の実験的研究) |
| 西畑 洸希 | 下田 正 | Variety of nuclear structures in neutron-rich nuclei ^{30}Mg and ^{31}Mg investigated by spin-polarized Na beams (偏極 Na ビームで探る中性子過剰原子核 ^{30}Mg , ^{31}Mg の多様な原子核構造) |
| 船津 周一郎 | 細谷 裕 | The Higgs decay and dark matter in the gauge-Higgs unification (ゲージ・ヒッグス統一模型に於けるヒッグス粒子の崩壊と暗黒物質) |

| | | |
|--------------|-------|---|
| 村井 直樹 | 田島 節子 | Effect of magnetism on lattice dynamics in $\text{Sr}(\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x)_2\text{As}_2$ as seen via high-resolution inelastic x-ray scattering(高分解能非弾性 X 線散乱を用いた $\text{Sr}(\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x)_2\text{As}_2$ の格子ダイナミクスへの磁性の効果) |
| 山本 健吾 | 細谷 裕 | Construction of higher dimensional field theory with dynamical boundary conditions (境界条件の動力学を含む余剰次元場の理論の構成) |
| 榎本 哲也 | 細谷 裕 | Right-handed charged current in $b \rightarrow u$ transition($b \rightarrow u$ 遷移における右巻き荷電カレント) |
| 美澄 暢彦 | 大野木哲也 | Double Soft Limits of Cosmological Correlation Functions and Observability of Graviton Exchange (宇宙論的相関関数の二重軟極限と重力子交換の観測可能性) |
| Pham Tan Thi | 野末 泰夫 | Optical, Electrical and Magnetic Properties of Alkali Metals Loaded into Channel-Type Zeolite L (チャンネル型ゼオライト L に導入したアルカリ金属の光学的電氣的磁氣的性質) |
| 藤本 将輝 | 磯山 悟朗 | Experimental study on the power evolution of a high-intensity terahertz free-electron laser (大強度テラヘルツ自由電子レーザーのパワー発展に関する実験的研究) |

第4章 教育活動

平成27年度も、大学院教育、学部教育、共通教育のそれぞれにおいて、物理学専攻の教員は以下に掲げる授業科目を担当し、大阪大学の教育活動の一翼を担った。

4.1 大学院授業担当一覧

Aコース (理論系: 基礎物理学・量子物理学コース)

(前期課程)

[基礎科目]

| 授業科目 | 単位数 | 担当教員 | 備考 |
|----------------|-----|------|----------|
| 場の理論序説 | 2 | 細谷 裕 | 学部との共通科目 |
| 原子核理論序説 (開講せず) | 2 | 保坂 淳 | |
| 散乱理論 (開講せず) | 2 | 未定 | |
| 一般相対性理論 | 2 | 藤田 裕 | 学部との共通科目 |

[専門科目]

| 授業科目 | 単位数 | 担当教員 | 備考 |
|------------------|-----|-----------------|-----------------|
| 素粒子物理学 II (開講せず) | 2 | 窪田高弘 | |
| 場の理論 I | 2 | 細谷 裕 | |
| 場の理論 II | 2 | 橋本幸士 | |
| 原子核理論 | 2 | 浅川正之 | |
| 物性理論 I | 2 | 浅野建一 | ナノ教育プログラム |
| 物性理論 II | 2 | Keith M. Slevin | ナノ教育プログラム, 英語科目 |
| 固体電子論 I | 2 | 黒木和彦 | ナノ教育プログラム |
| 固体電子論 II (開講せず) | 2 | 小口多美夫 | ナノ教育プログラム |
| 量子多体系の物理 (開講せず) | 2 | 小川哲生 | ナノ教育プログラム, 英語科目 |

[トピックス]

| 授業科目 | 単位数 | 担当教員 | 備考 |
|-------------------|-----|-------|----|
| 素粒子物理学特論 I | 2 | 窪田高弘 | |
| 素粒子物理学特論 II | 2 | 尾田欣也 | |
| 原子核理論特論 I (開講せず) | 2 | 佐藤 透 | |
| 原子核理論特論 II (開講せず) | 2 | 未定 | |
| 物性理論特論 I (開講せず) | 2 | 阿久津泰弘 | |
| 物性理論特論 II | 2 | 菊池 誠 | |

[セミナー]

| 授業科目 | 単位数 | 担当教員 | 備考 |
|----------------|-----|------------------------------------|----|
| 素粒子論半期セミナー I | 4.5 | 大野木哲也・田中 実・深谷英則 | ※ |
| 素粒子論半期セミナー II | 4.5 | 窪田高弘 | ※ |
| 場の理論半期セミナー I | 4.5 | 橋本幸士・山口哲・飯塚則裕 | ※ |
| 場の理論半期セミナー II | 4.5 | 細谷 裕・尾田欣也・南部陽一郎 Wade Naylor | ※ |
| 原子核理論半期セミナー I | 4.5 | 浅川正之・佐藤 透・北澤正清 | ※ |
| 原子核理論半期セミナー II | 4.5 | 保坂 淳・緒方一介・石井理修 | ※ |
| 多体問題半期セミナー I | 4.5 | 阿久津泰弘 | ※ |
| 多体問題半期セミナー II | 4.5 | 菊池 誠・吉野 元 | ※ |
| 物性理論半期セミナー I | 4.5 | 黒木和彦・Keith M. Slevin・越智正之・ 坂本好史 | ※ |
| 物性理論半期セミナー II | 4.5 | 小口多美夫・白井光雲・山内邦彦・ 舩田浩義 | ※ |
| 数理物理学半期セミナー | 4.5 | 小川哲生・浅野建一・大橋琢磨 | ※ |

注) ※は各教員がそれぞれのセミナーを開講する。

(後期課程)

[トピック]

| 授業科目 | 単位数 | 担当教員 | 備考 |
|-------------------------------|-----|---------------------|--|
| 特別講義 A I 「大自由度量子系の物理と数理」 | 1 | 田崎晴明 (学習院大・理) | 集中 MC・DC 共通 9月9日-11日 |
| 特別講義 A II 「素粒子理論家のための物性物理」 | 1 | 押川正毅 (東京大・物性研究所) | 集中 MC・DC 共通 12月14日-16日 |
| 特別講義 A III 「有限温度密度格子 QCD」 | 1 | 江尻信司 (新潟大・理) | 集中 MC・DC 共通 12月16日-18日 |
| 特別講義 A IV 「限界光駆動系の非平衡物性」 | 1 | 岡 隆史 (東京大・院・工) | 集中 MC・DC 共通 ナノ教育プログラム 6月17日-19日 |
| 特別講義 A V 「アクティブな系の力学と幾何学」 | 1 | 和田浩史 (立命館大・理工) | 集中 MC・DC 共通 ナノ教育プログラム 10月23日, 26日 |

[セミナー]

| 授業科目 | 単位数 | 担当教員 | 備考 |
|----------------|-----|--------------------------------|----|
| 場の理論特別セミナー | 9 | 細谷 裕・尾田欣也・南部陽一郎・Wade Naylor | ※ |
| 場の数理論特別セミナー | 9 | 橋本幸士・山口 哲・飯塚則裕 | ※ |
| 素粒子論特別セミナー | 9 | 大野木哲也・田中 実・深谷英則 | ※ |
| 素粒子論的宇宙論特別セミナー | 9 | 窪田高弘 | ※ |
| 原子核理論特別セミナー | 9 | 浅川正之・佐藤 透・北澤正清 | ※ |
| 多体問題特別セミナー | 9 | 保坂 淳・緒方一介・石井理修 | ※ |
| 物性理論特別セミナー I | 9 | 黒木和彦・Keith M. Slevin・越智正之・坂本好史 | ※ |
| 物性理論特別セミナー II | 9 | 小口多美夫・白井光雲・山内邦彦・榎田浩義 | ※ |
| 統計物理学特別セミナー | 9 | 阿久津泰弘・菊池 誠・吉野 元 | ※ |
| 数理論物理学特別セミナー | 9 | 小川哲生・浅野建一・大橋琢磨 | ※ |

注) ※は各教員がそれぞれのセミナーを開講する。

Bコース (実験系：素粒子・核物理学コース)

(前期課程)

[基礎科目]

| 授業科目 | 単位数 | 担当教員 | 備考 |
|-----------|-----|------|----------|
| 素粒子物理学序論A | 2 | 久野良孝 | 学部との共通科目 |
| 素粒子物理学序論B | 2 | 青木正治 | 学部との共通科目 |
| 原子核物理学序論 | 2 | 松多健策 | 学部との共通科目 |

[専門科目]

| 授業科目 | 単位数 | 担当教員 | 備考 |
|-------------------|-----|------------|----|
| 高エネルギー物理学I (開講せず) | 2 | 未定 | |
| 高エネルギー物理学II | 2 | 山中 卓 | |
| 原子核構造学 | 2 | 小田原厚子・民井 淳 | |
| 加速器物理学 | 2 | 福田 光宏 | |
| 放射線計測学 | 2 | 青井 考・野海博之 | |

[トピックス]

| 授業科目 | 単位数 | 担当教員 | 備考 |
|----------------------|-----|-------|----|
| 高エネルギー物理学特論I | 2 | 久野良孝 | |
| 高エネルギー物理学特論II (開講せず) | 2 | 山中 卓 | |
| 素粒子・核分光学特論 | 2 | 吉田 斉 | |
| 原子核物理学特論I | 2 | 與曾井 優 | |
| 原子核物理学特論II (開講せず) | 2 | 青井 考 | |
| ハドロン多体系物理学特論 (開講せず) | 2 | 與曾井 優 | |

[セ ミ ナ ー]

| 授業科目 | 単位数 | 担当教員 | 備考 |
|--------------------|-----|------------------------------------|----|
| 高エネルギー物理学半期セミナー I | 4.5 | 山中 卓・花垣和則・外川 学 | ※ |
| 高エネルギー物理学半期セミナー II | 4.5 | 久野良孝・青木正治・佐藤 朗 | ※ |
| クォーク核物理学半期セミナー | 4.5 | 中野貴志・野海博之・與曾井 優 堀田智明・味村周平・白鳥昴太郎 | ※ |
| 原子核構造半期セミナー I | 4.5 | 下田 正・小田原厚子・清水 俊 | ※ |
| 原子核構造半期セミナー II | 4.5 | 松多健策・福田光順・三原基嗣 | ※ |
| 原子核反応半期セミナー | 4.5 | 青井 考・民井 淳・嶋 達志 鈴木智和・高久圭二・井手口栄治 | ※ |
| 核反応計測学半期セミナー | 4.5 | 能町正治・藤田佳孝・菅谷頼仁 | ※ |
| 加速器科学半期セミナー | 4.5 | 畑中吉治・福田光宏・依田哲彦 | ※ |
| レプトン核科学半期セミナー | 4.5 | 岸本忠史・阪口篤志・吉田 斉 | ※ |
| 高エネルギー密度物理半期セミナー | 4.5 | 疇地 宏・重森啓介・藤岡慎介 | ※ |
| 放射光半期セミナー | 4.5 | 磯山悟郎・井上恒一・入澤明典・ 川瀬啓悟 | ※ |

注) ※は各教員がそれぞれのセミナーを開講する。

(後期課程)

[トピック]

| 授業科目 | 単位数 | 担当教員 | 備考 |
|--|-----|-----------------------------|------------------------------|
| 特別講義 B I 「半導体検出器とエレクトロニクス」 | 1 | 新井康夫 (高エネルギー加速器 研究機構) | 集中 MC・DC 共通 7月27日-29日 |
| 特別講義 B II 「様々な核分光的手法で解明する 新奇な原子核構造」 | 1 | 上野秀樹 (理化学研究所) | 集中 MC・DC 共通 11月25日-27日 |
| 特別講義 B III 「Neutrino oscillations and proton decays」 | 1 | 小中 哲 (RCNP/TRIUMF) | 集中 MC・DC 共通 5月27日-29日 |

[セミナー]

| 授業科目 | 単位数 | 担当教員 | 備考 |
|--------------------|-----|------------------------------------|----|
| 高エネルギー物理学特別セミナー I | 9 | 山中 卓・花垣和則・外川 学 | ※ |
| 高エネルギー物理学特別セミナー II | 9 | 久野良孝・青木正治・佐藤 朗 | ※ |
| 原子核構造特別セミナー I | 9 | 下田 正・小田原厚子・清水 俊 | ※ |
| 原子核構造特別セミナー II | 9 | 松多健策・福田光順・三原基嗣 | ※ |
| バリオン核分光学特別セミナー | 9 | 岸本忠史・阪口篤志・吉田 斉 | ※ |
| 核反応計測学特別セミナー | 9 | 能町正治・藤田佳孝・菅谷頼仁 | ※ |
| クォーク核物理学特別セミナー | 9 | 中野貴志・野海博之・與曾井 優 堀田智明・味村周平・白鳥昂太郎 | ※ |
| 原子核反応特別セミナー | 9 | 青井 考・民井 淳・嶋 達志 鈴木智和・高久圭二・井手口栄治 | ※ |
| 加速器科学特別セミナー | 9 | 畑中吉治・福田光宏・依田哲彦 | ※ |
| 高エネルギー密度物理特別セミナー | 9 | 疇地 宏・重森啓介・藤岡慎介 | ※ |
| 放射光特別セミナー | 9 | 磯山悟郎・井上恒一・入澤明典・ 川瀬啓悟 | ※ |

注) ※は各教員がそれぞれのセミナーを開講する。

Cコース (実験系：物性物理学コース)**(前期課程)**

[基礎科目]

| 授業科目 | 単位数 | 担当教員 | 備考 |
|---------------|-----|-----------|-----------|
| 固体物理学概論 1 | 2 | 小林研介 | 学部との共通科目 |
| 固体物理学概論 2 | 2 | 萩原政幸 | 学部との共通科目 |
| 固体物理学概論 3 | 2 | 田島節子 | 学部との共通科目 |
| 放射光物理学 (開講せず) | 2 | 磯山悟朗 | ナノ教育プログラム |
| 極限光物理学 | 2 | 疇地 宏・藤岡慎介 | 学部との共通科目 |

[専門科目]

| 授業科目 | 単位数 | 担当教員 | 備考 |
|------------------|-----|------------|-----------|
| 光物性物理学 | 2 | 田島節子 | 英語科目 |
| 半導体物理学 | 2 | 鷹岡貞夫・長谷川繁彦 | |
| 超伝導物理学 (開講せず) | 2 | 田島節子・宮坂茂樹 | ナノ教育プログラム |
| 量子分光学 (開講せず) | 2 | 未定 | |
| シンクロトロン分光学 | 2 | 木村真一 | ナノ教育プログラム |
| 荷電粒子光学概論 | 2 | 石原盛男 | |
| 孤立系イオン物理学 (開講せず) | 2 | 豊田岐聡 | ナノ教育プログラム |
| 量子多体制御物理学 | 2 | 小林研介・新見康洋 | |

[トピック]

| 授業科目 | 単位数 | 担当教員 | 備考 |
|------------------|-----|----------------|-----------|
| 強磁場物理学 | 2 | 萩原政幸・杉山清寛・木田孝則 | ナノ教育プログラム |
| ナノ構造物性物理学 (開講せず) | 2 | 野末泰夫・中野岳仁 | |
| 強相関系物理学 (開講せず) | 2 | 花咲徳亮・村川 寛 | ナノ教育プログラム |
| 重い電子系の物理 (開講せず) | 2 | 杉山清寛 | |
| 極限物質創成学 (開講せず) | 2 | 未定 | |

[セ ミ ナ ー]

| 授業科目 | 単位数 | 担当教員 | 備考 |
|-----------------|-----|-------------------------|----|
| メゾスコピック物理半期セミナー | 4.5 | 小林研介・新見康洋・荒川智紀 | ※ |
| 質量分析物理半期セミナー | 4.5 | 豊田岐聡・石原盛男・青木 順 | ※ |
| 超伝導半期セミナー | 4.5 | 田島節子・宮坂茂樹・中島正道 | ※ |
| ナノ構造物性半期セミナー | 4.5 | 野末泰夫・鷹岡貞夫・中野岳仁・ 高見 剛 | ※ |
| 半導体半期セミナー | 4.5 | 大岩顕・長谷川繁彦 | ※ |
| 量子物性半期セミナー | 4.5 | 花咲徳亮・酒井英明・村川 寛 | ※ |
| 光物性半期セミナー | 4.5 | 木村真一・渡辺純二・大坪嘉之 | ※ |
| 強磁場物理半期セミナー | 4.5 | 萩原政幸・杉山清寛・木田孝則・ 赤木 暢 | ※ |

注) ※は各教員がそれぞれのセミナーを開講する。

(後期課程)

[トピック]

| 授業科目 | 単位数 | 担当教員 | 備考 |
|--|-----|---------------------|---------------------------------|
| 特別講義 C I 「多価イオン科学 一分光研究からナノ科学まで」 | 1 | 櫻井 誠 (神戸大・院・理) | 集中 MC・DC 共通 6月25日,26日,29日 |
| 特別講義 C II 「メゾスコピック系の物理学」 | 1 | 加藤岳生 (東京大・物性研究所) | 集中 MC・DC 共通 12月21日-22日 |
| 特別講義 C III 「強相関及びトポロジカル物質のNMR」 | 1 | 鄭 国慶 (岡山大・院・理) | 集中 MC・DC 共通 11月9日-11日 |

[セミナー]

| 授業科目 | 単位数 | 担当教員 | 備考 |
|-----------------|-----|---------------------|----|
| メゾスコピック物理特別セミナー | 9 | 小林研介・新見康洋・荒川智紀 | ※ |
| 強磁場物理特別セミナー | 9 | 萩原政幸・杉山清寛・木田孝則・赤木 暢 | ※ |
| ナノ構造物性特別セミナー | 9 | 野末泰夫・鷹岡貞夫・中野岳仁・高見 剛 | ※ |
| 半導体特別セミナー | 9 | 大岩 颯・長谷川繁彦 | ※ |
| 超伝導特別セミナー | 9 | 田島節子・宮坂茂樹・中島正道 | ※ |
| 質量分析物理特別セミナー | 9 | 豊田岐聡・石原盛男・青木 順 | ※ |
| 量子物性特別セミナー | 9 | 花咲徳亮・酒井英明・村川 寛 | ※ |
| 光物性特別セミナー | 9 | 木村真一・渡辺純二・大坪嘉之 | ※ |

注) ※は各教員がそれぞれのセミナーを開講する。

共通授業科目（A, B, C コース共通）

（前期課程）

| 授業科目 | 単位数 | 担当教員 | 備考 |
|-----------------|-----|-------|----|
| 加速器科学（開講せず） | 2 | 磯山悟朗 | |
| 自由電子レーザー学（開講せず） | 2 | 磯山悟朗 | |
| レーザー物性学 | 2 | 重森啓介 | |
| ナノ教育プログラム複雑系物理学 | 2 | 渡辺純二 | |
| 相転移論（開講せず） | 2 | 阿久津泰弘 | |
| ニュートリノ物理学（開講せず） | 2 | 久野良孝 | |
| 非線形物理学 | 2 | 吉野 元 | |
| 原子核反応論 | 2 | 緒方一介 | |
| 素粒子物理学 I（開講せず） | 2 | 尾田欣也 | |
| 数物アドバンスコア1 | 2 | 高橋篤史 | |
| 数物アドバンスコア2 | 2 | 下田 正 | |

（前・後期課程）

| 授業科目 | 単位数 | 担当教員 | 備考 |
|---------------------------------|-----|------------------------|----------------------------|
| 科学技術論 A | 2 | 高杉英一、原田 明 中村桂子 他 | 学部との共通科目 |
| 研究者倫理特論 | 0.5 | 梶原康宏 | 高度博士人材養成プログラム、 集中、修了要件外 |
| 科学論文作成法 | 0.5 | 佐藤尚弘 | 高度博士人材養成プログラム、 集中、修了要件外 |
| 研究実践特論 | 0.5 | 佐藤尚弘 | 高度博士人材養成プログラム、 集中、修了要件外 |
| 企業研究者特別講義 | 0.5 | 佐藤尚弘 | 高度博士人材養成プログラム、 集中、修了要件外 |
| 実践科学英語 | 2 | 佐藤尚弘 | 高度博士人材養成プログラム、 修了要件外 |
| 科学英語基礎 | 1 | E.M. ヘイル | 学部との共通科目、 修了要件外 |
| リスク管理とコンプライアンスー社会に出た ときのためにー | 2 | 山本 仁・石田英之 橋 善輝・梅田幸治 | 学部との共通科目 |

| 授業科目 | 単位数 | 担当教員 | 備考 |
|---------------|-----|--------------------------------|--|
| 先端機器制御学 | 2 | 豊田岐聡・兼松泰男 中村亮介・濱田格雄 西山雄大 | 大学院副プログラム (基礎理学計測学) 集中 |
| 分光計測学 | 2 | 豊田岐聡・兼松泰男 濱田格雄・中村亮介 邨次 敦 | 大学院副プログラム (基礎理学計測学) 集中 |
| 先端的研究法：質量分析 | 2 | 豊田岐聡・青木 順・ 寺田健太郎・高尾敏文 | ナノ教育プログラム, 大学院副プログラム (基礎理学計測学), 集中 |
| 先端的研究法：X線結晶解析 | 2 | 今田勝巳・栗栖源嗣 中川敦史 他 | 大学院副プログラム (基礎理学計測学), 集中 |
| 先端的研究法：NMR | 2 | 上垣浩一・林 文晶 村田道雄・梅川雄一 | 大学院副プログラム (基礎理学計測学), 集中 |
| 放射線計測基礎 1 | 1 | 能町正治 | 大学院副プログラム (基礎理学計測学, 放射線科学), 集中 |
| 放射線計測基礎 2 | 1 | 能町正治 | 大学院副プログラム (基礎理学計測学, 放射線科学), 集中 |
| 放射線計測応用 | 2 | 青井 考・能町正治 他 | 大学院副プログラム (放射線科学), 集中 |
| 原子核物理基礎 1 | 1 | 能町正治 | 大学院副プログラム (放射線科学), 集中 |
| 原子核物理基礎 2 | 1 | 能町正治 | 大学院副プログラム (放射線科学), 集中 集中, 英語科目 |
| 放射線取扱基礎 | 1 | 能町正治 | 大学院副プログラム (放射線科学, 基礎理学計測学) |
| 放射線計測学概論 1 | 1 | 能町正治 他 | 大学院副プログラム (放射線科学) 集中 |
| 放射線計測学概論 2 | 1 | 能町正治 | 大学院副プログラム (放射線科学) 集中, 英語科目 |

| 授業科目 | 単位数 | 担当教員 | 備考 |
|-----------------------------|-----|--------|---------------------|
| ナノマテリアル・ ナノデバイス デザイン学 | 1 | 吉田 博 他 | ナノ教育プログラム 実習, 集中 |
| ナノプロセス・物性・ デバイス学 | 1 | 藤原康文 他 | ナノ教育プログラム 実習, 集中 |
| 超分子ナノバイオ プロセス学 | 1 | 宮坂 博 他 | ナノ教育プログラム 実習, 集中 |
| ナノ構造・機能 計測解析学 | 1 | 竹田精治 他 | ナノ教育プログラム 実習, 集中 |
| ナノフォトニクス学 | 1 | 宮坂 博 他 | ナノ教育プログラム 実習, 集中 |

(後期課程)

| 授業科目 | 単位数 | 担当教員 | 備考 |
|-------------------|-----|--------|-------------------------|
| 科学論文作成演習 | 0.5 | 佐藤尚弘 | 高度博士人材養成プログラム, 修了要件外 |
| 高度理学特別講義 | 0.5 | 佐藤尚弘 | 高度博士人材養成プログラム, 修了要件外 |
| 企業インターンシップ | 1 | 佐藤尚弘 | 高度博士人材養成プログラム, 修了要件外 |
| 海外短期留学 | 2 | 佐藤尚弘 | 高度博士人材養成プログラム, 修了要件外 |
| 産学リエゾン PAL 教育研究訓練 | 5 | 伊藤 正 他 | ナノ教育プログラム, 集中 修了要件外 |
| 高度学際萌芽研究訓練 | 5 | 伊藤 正 他 | ナノ教育プログラム, 集中 修了要件外 |

I PCコース (国際物理特別コース)

(前期課程)

[専 門 科 目]

| 授業科目 | 単位数 | 担当教員 | 備考 |
|------------------------------------|-----|-----------------|-----------------------------|
| Quantum Field Theory I | 2 | 細谷 裕 | |
| Quantum Field Theory II | 2 | 橋本幸士 | |
| Electrodynamics | 2 | Luca Baiotti | Not required for graduation |
| Quantum Mechanics | 2 | Luca Baiotti | Not required for graduation |
| Condensed Matter Theory II | 2 | Keith M. Slevin | |
| Solid State Theory I | 2 | 黒木和彦 | Biennially |
| High Energy Physics II | 2 | 山中 卓 | |
| Nuclear Physics in the Universe | 2 | 藤田佳孝 | |
| Laser and Plasma Physics | 2 | 高部英明・坂和洋一 | |
| Optical Properties of Matter | 2 | 田島節子 | |
| Synchrotron Radiation Spectroscopy | 2 | 木村真一 | |

[セ ミ ナ ー]

| 授業科目 | 単位数 | 担当教員 | 備考 |
|-----------------------|-----|------|----|
| Semestral Seminar I | 4.5 | 岸本忠史 | |
| Semestral Seminar I | 4.5 | 田島節子 | |
| Semestral Seminar I | 4.5 | 保坂 淳 | |
| Semestral Seminar II | 4.5 | 久野良孝 | |
| Semestral Seminar II | 4.5 | 疇地 宏 | |
| Semestral Seminar II | 4.5 | 青井 孝 | |
| Semestral Seminar II | 4.5 | 能町正治 | |
| Semestral Seminar III | 4.5 | 岸本忠史 | |
| Semestral Seminar III | 4.5 | 久野良孝 | |
| Semestral Seminar III | 4.5 | 田島節子 | |
| Semestral Seminar III | 4.5 | 橋本幸士 | |
| Semestral Seminar III | 4.5 | 保坂 淳 | |
| Semestral Seminar III | 4.5 | 能町正治 | |
| Semestral Seminar III | 4.5 | 疇地 宏 | |
| Semestral Seminar III | 4.5 | 青井 孝 | |
| Semestral Seminar IV | 4.5 | 岸本忠史 | |
| Semestral Seminar IV | 4.5 | 田島節子 | |
| Semestral Seminar IV | 4.5 | 橋本幸士 | |
| Semestral Seminar IV | 4.5 | 高部英明 | |

(後期課程)

[トピック]

| 授業科目 | 単位数 | 担当教員 | 備考 |
|--|-----|--|----------------|
| Topical Seminar I “The next decade of neutrino physics” (A biased view) | 1 | Karol Lang (The University of Texas) 12月14-21日 | 集中 MC・DC 共通 |
| Topical Seminar II “Introduction to strongly-correlated material science: transition metal oxides and molecular conductors” | 1 | 妹尾仁嗣 (理化学研究所) 11月12, 13, 19, 20日 | 集中 MC・DC 共通 |

[セミナー]

| 授業科目 | 単位数 | 担当教員 | 備考 |
|---------------------------------|-----|------|----|
| Seminar for Advanced Researches | 9 | 久野良孝 | |
| Seminar for Advanced Researches | 9 | 岸本忠史 | |
| Seminar for Advanced Researches | 9 | 田島節子 | |
| Seminar for Advanced Researches | 9 | 橋本幸士 | |
| Seminar for Advanced Researches | 9 | 高部英明 | |
| Seminar for Advanced Researches | 9 | 疇地 宏 | |
| Seminar for Advanced Researches | 9 | 中野貴志 | |
| Seminar for Advanced Researches | 9 | 青井 孝 | |
| Seminar for Advanced Researches | 9 | 保坂 淳 | |
| Seminar for Advanced Researches | 9 | 木村真一 | |

4.2 学部授業担当一覧

| 授業科目名 | 毎週授業時間数 | 単位数 | 担当教員 |
|-----------------|---------|-----|---|
| 【必修科目】 | | | |
| 安全実験法 | 集中 15 | 1 | 今野一宏・野末泰夫・阪口篤志・ 深瀬浩一・外川 学・山本 仁・ 古屋秀隆・廣野哲朗 |
| 力学1 | 2 | 2 | キース スレヴィン |
| 力学1 演義 | 2 | 2 | キース スレヴィン・林田 清 |
| 力学2 | 2 | 2 | 浅野建一 |
| 力学2 演義 | 2 | 2 | 浅野建一・菊池 誠 |
| 数理物理1 | 2 | 2 | 佐藤 透 |
| 数理物理1 演義 | 2 | 2 | 佐藤 透・飯塚 則裕 |
| 電磁気学1 | 2 | 2 | 吉野 元 |
| 電磁気学1 演義 | 2 | 2 | 吉野 元・深谷英則 |
| 熱物理学 | 2 | 2 | 花咲徳亮 |
| 電磁気学2 演義 | 2 | 2 | 青山 和司 |
| 数理物理2 | 2 | 2 | 橋本孝士 |
| 数理物理2 演義 | 2 | 2 | 橋本幸士・渡辺 純二 |
| 量子力学1 | 2 | 2 | 黒木 和彦 |
| 量子力学1 演義 | 2 | 2 | 黒木 和彦・北澤正清 |
| 物理学実験基礎 | 6 | 2 | 田島節子・鷹岡貞夫・山中千博 杉山清寛 |
| 量子力学2 | 2 | 2 | 尾田 欣也 |
| 量子力学2 演義 | 2 | 2 | 尾田 欣也・坂本好史 |
| 統計力学1 | 2 | 2 | 湯川 論 |
| 統計力学1 演義 | 2 | 2 | 湯川 論・大橋琢磨 |
| 統計力学2 | 2 | 2 | 川村 光 |
| 物理学実験1 | 12 | 4 | 福田光順・山中千博・中野岳仁・ 阪口篤志・菅谷頼仁・花垣 和則・ 三原基嗣・橋爪 光・桂 誠・ 久富 修・谷 篤史・竹内徹也・ 宮坂茂樹・佐藤 朗・中島 正道・ 境家達弘・荒川 智紀・中嶋 大・ 村川 寛・青木 順・吉田 斉・ 外川 学・小田原厚子 |
| 物理学実験2 | 12 | 4 | (同上) |
| 【選択必修科目】 | | | |
| 物理学特別研究 | 12+12 | 8 | 物理学科各教員 |
| 宇宙地球科学特別研究 | 12+12 | 8 | 物理学科各教員 |

| 授業科目名 | 毎週授業時間数 | 単位数 | 担当教員 |
|---------------------|---------|-----|--|
| 【選択科目】 | | | |
| 物理学セミナー | 2 | 2 | 物理学科各教員 |
| 量子物理学概論 | 2 | 2 | 阪口篤志 |
| 電磁気学 2 | 2 | 2 | 小川哲生 |
| 熱物理学演義 | 2 | 2 | 花咲徳亮・飯塚則裕 |
| 地球科学概論 | 2 | 2 | 近藤 忠 |
| 数理物理 3 | 2 | 2 | 窪田 高弘 |
| 惑星科学概論 | 2 | 2 | 寺田健太郎 |
| 物性物理学 1 | 2 | 2 | 小林研介 |
| 質量分析学 | 2 | 2 | 豊田岐聡 |
| 連続体力学 | 2 | 2 | 長峯健太郎 |
| 量子力学 3 | 2 | 2 | 浅川正之 |
| 物理実験学 | 2 | 2 | 能町正治 |
| プラズマ物理学 | 2 | 2 | 高部英明・坂和洋一 |
| 光物理学 | 2 | 2 | 野末泰夫 |
| 地球惑星進化学 | 2 | 2 | 中嶋 悟 |
| 生物物理学概論 | 2 | 2 | 久富 修 |
| 原子核物理学 1 | 2 | 2 | 岸本忠史 |
| 物性物理学 2 | 2 | 2 | 萩原 政幸 |
| 物理学・宇宙地球科学輪講 | 2 + 2 | 4 | 物理学科各教員 |
| 宇宙地球フィールドワーク 1～4 | 集中 45 | 各 1 | 佐伯和人・廣野哲朗・ 寺崎英紀・中嶋 悟・ 横山 正・藪田ひかる・ 境家達弘・佐々木晶 |
| 相対論 | 2 | 2 | 藤田 裕 |
| 素粒子物理学 1 | 2 | 2 | 久野良孝 |
| 原子核物理学 2 | 2 | 2 | 松多健策 |
| 物性物理学 3 | 2 | 2 | 田島節子 |
| 宇宙物理学 | 2 | 2 | 芝井 広 |
| 地球惑星物質学 | 2 | 2 | 佐々木 晶・佐伯和人 |
| 極限光物理学 | 2 | 2 | 疇地 宏 |
| 数値計算法 | 2 | 2 | 青山和司 |
| 相対論的量子力学 | 2 | 2 | 細谷 裕 |
| 素粒子物理学 2 | 2 | 2 | 山中 卓 |

| 授業科目名 | 毎週授業時間数 | 単位数 | 担当教員 |
|--------------|---------|-----|------------------------------|
| 物理オナーセミナー 1～ | 2 | 各 1 | 細谷 裕 |
| 科学技術論 A | 2 | 2 | 北山辰樹 |
| 理学への招待 | 2 | 1 | 渡部 隆夫・大野木 哲也・ 石川 直人・橘木 修志 |
| 科学英語基礎 | 2 | 1 | Hail, Eric Mathew |
| 数値計算法基礎 | 2 | 2 | 小田中紳二 |

4.3 共通教育授業担当一覽

専門基礎教育科目（理系）担当教員

| 授業科目名 | 担当教員 | 配当学部 | 学期 | 曜日時限 |
|----------|---|--|-----|------|
| 物理学概論 I | 山中 卓 小口多美夫 田中慎一郎 | 医 (医) 医 (放)・歯 医 (検)・薬 | I | 月 3 |
| 物理学概論 II | 寺田健太郎 木村真一 植田千秋 | 医 (医) 医 (放・検)・歯 1～27 薬・歯 28～ | II | 水 2 |
| 物理学 1 A | 浅川正之 小田原厚子 | 理 理 | I | 月 3 |
| 物理学 1 B | 福田光順 | 理 | I | 月 3 |
| 物理学 2 A | 高杉英一 新見康洋 | 理 理 | II | 金 4 |
| 物理学 2 B | 藤田裕 | 理 | II | 金 4 |
| 物理学入門 I | 杉山清寛 | 医 (医・放・検)・歯・薬 | I | 月 3 |
| 物理学入門 II | 小林研介 | 医 (放・検)・歯・薬 | II | 水 2 |
| 物理学序論 1 | 廣岡正彦 | 理 | I | 月 3 |
| 物理学序論 2 | 長島順清 | 理 | II | 金 4 |
| 現代物理学入門 | 藤田佳孝 | 理 | II | 火 1 |
| 電磁気学 I | 長峯健太郎 阿久津泰弘 萩原政幸 能町正治 谷口年史 堀一成 | 基 (化) 基 (シ 1～130) 基 (シ 131～・情) 工 (理 1～95) 工 (理 96～190) 工 (理 191～) | II | 月 1 |
| 電磁気学 I | 芝井広 酒井英明 深谷英則 | 工 (然 1～85) 工 (然 86～170) 工 (然 171～) | II | 火 3 |
| 電磁気学 II | 中嶋 大 高杉英一 | 基 (シ・情) 基 (化) | III | 月 3 |
| 電磁気学 II | 浜口智志・吉村 智 民井 淳 嶋 達志 | 工 (理 1～95) 工 (理 96～190) 工 (理 191～) | III | 火 1 |

4.3. 共通教育授業担当一覧

165

| 授業科目名 | 担当教員 | 配当学部 | 学期 | 曜日時限 |
|---------------|-------|-------------------|-----|------|
| 熱学・ 統計力学要論 | 大橋琢磨 | 基 (シ) | III | 月 2 |
| | 菊池誠 | 基 (シ) | | |
| | 田中実 | 基 (電・化・情) | | |
| 熱学・ 統計力学要論 | 大岩顕 | 工 (電) | III | 火 1 |
| | 井手口栄治 | 工 (環) | | |
| | 白井光雲 | 工 (地) | | |
| 力学I | 大野木哲也 | 工 (然 1 ~ 8 5) | I | 月 4 |
| | 渡辺純二 | 工 (然 8 6 ~ 1 7 0) | | |
| | 住貴宏 | 工 (然 1 7 1 ~) | | |
| 力学I | 山口 哲 | 工 (地) | I | 火 1 |
| | 櫻木弘之 | 工 (理 1 ~ 9 5) | | |
| | 宮坂茂樹 | 工 (理 9 6 ~ 1 9 0) | | |
| | 小無啓司 | 工 (理 1 9 1 ~) | | |
| 力学I | 野末泰夫 | 基 (電 1) | I | 金 4 |
| | 石原盛男 | 基 (電 2) | | |
| | 河原崎修三 | 基 (化) | | |
| | 西浦宏幸 | 基 (シ 1 ~ 9 0) | | |
| | 谷口年史 | 基 (シ 9 1 ~) | | |
| | 吉田齐 | 基 (情) | | |
| 力学I | 木村真一 | 工 (電 1 ~ 8 0) | I | 金 4 |
| | 林田清 | 工 (電 8 1 ~) | | |
| | 猿倉信彦 | 工 (環) | | |
| 力学II | 川村 光 | 工 (地) | II | 火 1 |
| | 櫻木弘之 | 工 (理 1 ~ 9 5) | | |
| | 鷹岡貞夫 | 工 (理 9 6 ~ 1 9 0) | | |
| | 河井洋輔 | 工 (理 1 9 1 ~) | | |
| 力学II | 北澤正清 | 工 (電 1 ~ 8 0) | II | 金 1 |
| | 山中千博 | 工 (電 8 0 ~) | | |
| | 猿倉信彦 | 工 (環) | | |
| 力学II | 河井洋輔 | 基 (化・情) | II | 金 4 |
| | 西浦宏幸 | 基 (シ 1 ~ 9 0) | | |
| | 田中 実 | 基 (シ 9 1 ~) | | |
| | 吉田 博 | 基 (電 1) | | |
| | 田中歌子 | 基 (電 2) | | |

| 授業科目名 | 担当教員 | 配当学部 | 学期 | 曜日時限 |
|----------|--|----------------|----------|--------------|
| 電気物理学 A | 平雅文 | 工 (電1・電2) | I | 月4 |
| 電気物理学 B | 加藤裕史・藪内俊毅 | 工 (電3・電4) | | |
| 電気物理学 A | 平雅文 | 工 (電3・電4) | II | 金3 |
| 電気物理学 B | 尾崎典雅・中村浩隆 | 工 (電1・電2) | | |
| 情報活用基礎 | 外川浩章 | 理 | I | 月4 |
| 物理学の考え方 | 下田正 阿久津泰弘 | 人文外法経 | I | 水2 |
| 現代物理学の基礎 | 豊田岐聡 久野良孝 窪田高弘 | 工 医歯薬基 | I I | 月1 月4 |
| 物理学実験 | 越山顕一朗 伊井仁志 大久保雄司 秦吉弥 高見剛 大坪嘉之 | 工 (電・環) | I | 火3～5 |
| 物理学実験 | 平雅文 佐藤朗 鷲野公彰 中野岳仁 小林康 三原基嗣 | 工 (然) 医 (医) | I III | 木3～5 木3～5 |
| 物理学実験 | 鈴木卓 高原渉 新見康洋 青木順 渡邊浩 伊庭野健造 | 工 (理) | II | 火3～5 |
| 物理学実験 | 村川寛 坂本好史 外川学 半澤弘昌 澤村淳司 植木祥高 | 基 (電・化・情) | II | 木3～5 |

| 授業科目名 | 担当教員 | 配当学部 | 学期 | 曜日時限 |
|---------|--|------------------------|-------------------------|------------------------------|
| 物理学実験 | 高見 剛 吉田 齊 酒井 英明 荒川 智紀 高野 恵介 小西 宏和 小嶋 勝 | 工(地) | II | 金3～5 |
| 物理学実験 | 石原尚 菅谷頼仁 木田孝則 清水俊 栞原泰隆 大野木哲也 | 医(放・検)・基(シ) | III | 金3～5 |
| 自然科学実験1 | 鷹岡貞夫 阪口篤志 吉田齊 藤田佳孝 杉山清寛 福田光順 宮坂茂樹 石原盛男 荒川智紀 松多健策 高見剛 杉山清寛 | 理 理 | I II | 水3～5 水3～5 |
| 自然科学実験2 | 石原盛男 小田原厚子 豊田岐聡 松多健策 花垣和則 杉山清寛 | 理 | III | 水3～5 |

4.4 物理学セミナー

物理学セミナーは物理学科1年生に教員の顔が見えるようにするとともに、研究の現場を覗くチャンスを早いうちから与えて、物理を勉強する意欲を高めてもらう目的で、1学期の木曜日3限に専門教育科目の選択科目として開講している。

担当した研究グループは以下の通り。

物理学専攻（基幹講座）

山中グループ
核物質グループ
小川グループ
大野木グループ
花咲グループ
小林グループ

物理学専攻（協力講座）

萩原グループ

宇宙地球科学専攻（基幹講座）

寺田グループ
中嶋グループ
長峯グループ

第5章 物理談話会，南部コロキウム，講演会等

5.1 物理談話会

平成 27 年度に行なわれた教室談話会（先端物理学・宇宙地球科学輪講）の日程，講師，講演題目を以下に列挙する。

| | | |
|------------|-------|---|
| 2015.10.16 | 萩原 政幸 | 強磁場物性科学へのいざない |
| 2015.10.23 | 佐々木 晶 | 小天体探査から探る太陽系の進化 |
| 2015.10.30 | 大坪 嘉之 | 物質の中に現れる「質量ゼロの電子」 |
| 2015.11.6 | 松多 健策 | 超冷中性子と EDM（電気双極子モーメント） |
| 2015.11.13 | 黒木 和彦 | 理論的物質設計の可能性～超伝導と熱電効果～ |
| 2015.11.20 | 吉野 元 | ガラス・ジャミング系の物理 |
| 2015.11.27 | 近藤 忠 | 惑星最深部の解明を目指して |
| 2015.12.4 | 林田 清 | X線でみる宇宙 |
| 2015.12.11 | 植田 千秋 | 固体粒子の磁性と惑星形成 |
| 2015.12.18 | 窪田 高弘 | 初期宇宙論と量子重力 |
| 2016.1.8 | 山中 卓 | 実験で探る、新しい素粒子物理 |
| 2016.1.22 | 富田 賢吾 | 「計算機の中に星を作る」 |
| 2016.1.29 | 北沢 正清 | クォークの海を、彷徨う。～「ゆらぎ」を通して覗く、クォーク・グルオン・プラズマの世界～ |

5.2 南部コロキウム

大阪大学理学部では、H25年度より、物理学専攻を中心として、南部陽一郎特別荣誉教授の名を冠したコロキウムシリーズを開始した。

<http://www.phys.sci.osaka-u.ac.jp/nambu/>

本コロキウムは、南部先生の研究に代表されるような、物理を中心とする科学分野を横断的にとらえる研究を進めていく刺激となるよう企画された。著名な研究者の講演から、分野の壁を越えてディスカッションが出来る雰囲気を作ることを目指している。教員だけではなく、学部生、大学院生の参加を歓迎することで、教育効果を高めることも目標としている。南部コロキウムを通じて、学術交流を促進し、大阪大学の理論科学・物理学の発展を加速させる。

大阪大学の基礎理学プロジェクト研究センターの「理論科学連携拠点」がコロキウムを主催オーガナイズする。理論科学研究拠点は教員十数名からなり、代表は物理学専攻の橋本幸士が務めている。

平成27年度は、昨年度に引き続き、下記の南部コロキウムを開催し、各々、教員と学生が合計100名程度が参加する等、成功を収めた。場所はH701教室、時刻は16:20-17:50である。開催の30分前から軽食を提供し、学術交流を円滑にするよう心がけている。

- 第15回 南部コロキウム

『生物と数学とロボットと — 理学の眼と工学の眼 —』

開催日：2015年7月9日（木）

講師：小林 亮 先生 [広島大学 教授]

- 第14回 南部コロキウム

『物理が生物分野に挑戦する』

開催日：2015年6月4日（木）

講師：坂東 昌子 先生 [元日本物理学会会長、愛知大学名誉教授]

- 第13回 南部コロキウム

『連星中性子星の合体 — 重力波と重元素合成 —』

開催日：2015年4月30日（木）

講師：柴田 大 先生 [京都大学基礎物理学研究所 教授]

本コロキウムは理学研究科・研究科長裁量経費の補助、そして未来研究イニシアティブ予算の補助を得て開催されている。また、事務作業は物理学専攻事務の協力を得ている。

5.3 講演会等

Nambu's Century: International Symposium on Yoichiro Nambu's Physics

期間：2015年11月16日

主催：大阪大学

共催：理学研究科、物理学専攻

実施内容：

Professor Yoichiro Nambu, who guided the contemporary physics over 50 years and received the Nobel Prize in Physics in 2008, passed away on 5 July 2015. He spent his last several years for research and education as the honorary distinguished professor at Osaka University. In this symposium we get together to track Nambu's achievements and find hints for future developments in physics.

- Invited speakers include:
Tohru Eguchi (Rikkyo Univ., Japan), Peter Freund (Univ. of Chicago, USA), Makoto Kobayashi (KEK and JSPS, Japan), Hiroshi Ooguri (California Inst. of Technology, USA and Kavli IPMU, Japan), Burt Ovrut (Univ. of Pennsylvania, USA), Pierre Ramond (Univ. of Florida, USA), Toshimitsu Yamazaki (Univ. of Tokyo, Japan), Motohiko Yoshimura (Okayama Univ., Japan).
- Message contributions:
Lars Brink, Chalmers (Univ. of Technology, Sweden), Gianni Jona-Lasinio (Univ. of Rome, Italy), Yoichiro Kinoshita (Cornell Univ., USA), Steven Weinberg (Univ. of Texas Austin, USA).
- International Advisory Committee:
Tohru Eguchi, Francois Englert, Peter Freund, Yutaka Hosotani, Gianni Jona-Lasinio, Makoto Kobayashi, Toshihide Maskawa, Hiroshi Ooguri, Pierre Ramond, Hirotaka Sugawara, Steven Weinberg, Motohiko Yoshimura.
- Local Organizing Committee:
Yutaka Hosotani (chair), Tohru Eguchi, Hidenori Fukaya, Koji Hashimoto, Norihiro Iizuka, Takahiro Kubota, Kin-ya Oda, Tetsuo Ogawa, Tetsuya Onogi, Hiroshi Ooguri, Minoru Tanaka, Satoshi Yamaguchi, Naoki Yamatsu, Motohiko Yoshimura.

物理院生春の学校

期間：2016年3月3日(木)-5日(土)

場所：休暇村 南紀勝浦（和歌山県東牟婁郡那智勝浦町宇久井）

主催：大阪大学理学研究科物理学専攻

共催：博士課程教育リーディングプログラム「インタラクティブ物質科学・カデットプログラム」実施内容：

物理学専攻は研究合宿「物理院生春の学校」を開催した。本研究合宿の目的は、主として物理学専攻に所属するスタッフ・学生たちが、素粒子物理学・原子核物理学・物性物理学・統計物理学などの分野の違いや理論・実験の垣根を越えて、学術的な交流を深め幅広い視点を養うと同時に、その経験を今後の研究活動や就職活動に役立てていくことにある。本研究合宿は、2014年3月に物理学専攻主催で開催された「卓越スクール」の後継企画として企画され、2015年3月開催に引き続くものである。

参加者は、スタッフ・院生・学部4年生あわせて47名であった（うち、博士課程学生14名、修士課程学生18名、学部4年生7名）。また、カデットプログラムとの共催でもあることから、他研究科や他専攻のカデット関係者にも参加を呼びかけた結果、カデットプログラム特任講師1名と、化学専攻大学院生1名（カデット生）の参加を得た。2泊3日の期間中、19件の口頭発表と21件のポスター発表、4件のスタッフによるチュートリアル講演が行われた。期間中、参加者の間で非常に活発な交流が行われ、大きな成功となった。

なお、本企画は、物理学専攻の大学院生6名が実行委員をつとめ、それをスタッフ7名がサポートする態勢で開催された（それぞれの氏名を以下に記載する）。優秀発表賞には小林達也（田島研究室）・太畑貴綺（岸本研究室）・坂井田美樹（原子核理論）・重河優大（化学専攻篠原研究室、カデット生）の4名、優秀ポスター賞には平井隼人（素粒子論）・横井雅彦（小林研究室）の2名が選出された（文中敬称略）。

- 実行委員：鳥越秀平（花咲研究室）[委員長]・太畑貴綺（岸本研究室）・鍵村亜矢（素粒子論）・坂井田美樹（原子核理論）・秦徳郎（小林研究室）・山村亮（素粒子論）
- サポートスタッフ：越智正之（黒木研究室）・酒井英明（花咲研究室）・中島正道（田島研究室）・馬場基彰（特任講師、カデット）・深谷英則（素粒子論）・石本好子（田島研究室秘書）・小林研介 [統括]

文責：小林研介

第6章 学生の進路状況など

平成27年度の学部卒業生、博士前期課程修了者、博士後期課程修了者のその後の進路は以下の通りであった。

6.1 学部卒業生の進路

| | |
|----------------------|-----|
| 大阪大学博士前期課程進学 (理学研究科) | 61名 |
| 大阪大学博士前期課程進学 (他研究科) | 5名 |
| 他大学博士前期課程進学 | 9名 |
| 留学 | 1名 |
| 大学院進学準備 | 2名 |
| 就職準備中 | 2名 |
| 市立高等学校教員 | 1名 |
| 地方公務員 | 1名 |
| 民間企業就職 | 7名 |
| 合計 | 89名 |

学部卒業生の進路の内訳：

| | |
|----------------|----|
| (有) 赤坂水戸幸 | 1名 |
| ショーボンド(株) | 1名 |
| ニチコン(株) | 1名 |
| (株) 日立コンサルティング | 1名 |
| ビーパートナーズ(株) | 1名 |
| (株) プランテック | 1名 |
| (株) プレサンス住販 | 1名 |

6.2 博士前期課程修了者の進路

| | | |
|--------------|---------|-----|
| 大阪大学博士後期課程進学 | (理学研究科) | 15名 |
| 民間企業就職 | | 32名 |
| 母国に帰国して就職 | | 1名 |
| 母国に帰国 | | 1名 |
| その他 | | 2名 |
| 合計 | | 51名 |

博士前期課程修了者の進路の内訳：

| | |
|--------------------------|----|
| (株) いい生活 | 1名 |
| (株) インテリジェンスビジネスソリューションズ | 1名 |
| オーエスジー (株) | 1名 |
| (株) 大阪チタニウムテクノロジーズ | 1名 |
| (株) ザクティ | 1名 |
| (株) シグマクシス | 1名 |
| (株) サイバーエージェント | 1名 |
| サンデンホールディングス (株) | 1名 |
| 新日鐵住金 (株) | 2名 |
| 新日鐵住金ソリューションズ (株) | 1名 |
| 住友電気工業 (株) | 1名 |
| 星和電機 (株) | 1名 |
| ソニーモバイルコミュニケーションズ (株) | 1名 |
| 田淵電機 (株) | 1名 |
| 中部電力 (株) | 1名 |
| (株) 東芝 | 3名 |
| (株) 豊田自動織機 | 1名 |
| パナソニックESシステムソフトウェア (株) | 1名 |
| (株) 日立製作所 | 2名 |
| (株) 日立ハイテクノロジーズ | 1名 |
| 古河電気工業 (株) | 2名 |
| 三菱電機 (株) | 2名 |
| (株) 村田製作所 | 1名 |
| (株) リコー | 1名 |
| ルネサスエレクトロニクス (株) | 1名 |
| ローム (株) | 1名 |

6.3 International Physics Course (IPC) 前期課程修了者の進路

| | |
|--|----|
| 大阪大学博士後期課程国際物理特別コース進学 | 3名 |
| Advanced Studies in Applied Mathematics at Cambridge University | 1名 |
| University of Hamburg | 1名 |
| 合計 | 5名 |

6.4 博士後期課程修了者の進路

| | |
|-------------------|-----|
| 民間企業就職 | 3名 |
| 大学共同利用機関法人・助教（常勤） | 1名 |
| 大阪大学・特任助教（常勤） | 1名 |
| 大阪大学・非常勤研究員 | 1名 |
| 法人等・常勤研究員 | 1名 |
| 他大学国立大学法人・非常勤研究員 | 1名 |
| 法人等・非常勤研究員 | 1名 |
| 日本学術振興会・特別研究員 P D | 2名 |
| 国家公務員 | 1名 |
| 海外研究機関・研究員等 | 2名 |
| その他 | 2名 |
| 合計 | 16名 |

博士後期課程修了者の進路の内訳：

| | |
|---|----|
| クエストコム（株） | 1名 |
| （株）電力計算センター | 1名 |
| （株）東芝 | 1名 |
| 経済産業省・特許庁 | 1名 |
| 大阪大学・大学院理学研究科・物理学専攻・特任助教 | 1名 |
| 大阪大学・大学院工学研究科・電気電子情報工学専攻・特任研究員 | 1名 |
| 岡山大学・大学院自然科学研究科・数理物理学専攻・研究員 | 1名 |
| 大学共同利用機関法人 自然科学研究機構 分子科学研究所・助教 | 1名 |
| 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構・研究員 | 1名 |
| 大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構・協力研究員 | 1名 |
| APCTP (Asia Pacific Center for Theoretical Physics) | 1名 |
| Vietnam National University in Ho Chi Minh City | 1名 |

6.5 International Physics Course (IPC) 後期課程修了者の進路

修了者なし

6.6 学生のインターンシップ参加

平成27年度における、学生が参加したインターンシップは以下の通りである。

| 参加日数 | インターンシップ受け入れ先 |
|------|---|
| 5日以上 | キーサイト・テクノロジー・インターナショナル合同会社、千代田ラフト、富士通研究所、三菱電機 先端技術総合研究所 先進機能デバイス技術部 光・高周波技術グループ |
| 5日未満 | (株)日立アプライアンス、武蔵エンジニアリング、ローム |

【注】特記しない場合は開催場所は国内

第7章 リーディング大学院「インタラクティブ物質科学・カデットプログラム」

7.1 プログラムの目的

本プログラムは、人類の持続的発展に貢献する物質科学研究を担う次世代人材育成を目的とし、既存の大学院と並存する副専攻プログラムとして実施する。履修生を物質科学研究・事業における幹部候補生（Material Science Cadet）と位置づけ、化学・物性物理学・材料工学など、物質科学のさまざまな領域・手法を専門とするプログラム担当者が協働し、産・官・学の広いセクターにおいて物質科学研究・事業の中心的役割を担う人材を輩出することを目指す。

育成を目指す博士人材に期待される能力は、以下のとおりである。

- (1) 物質科学の一領域における確固たる「高度な専門性」
- (2) 主専門とは異なる分野にも目を向ける「複眼的思考」や「俯瞰的視点」
- (3) 他の専門領域の人たちと議論ができる「コミュニケーション力」
- (4) 自ら課題を見出し、その解決に向かう「企画力」、「自立力」
- (5) 既存の考え方に捉われない「セレンディピティ」的な視点・思考力
- (6) 時代と共に変わりゆく社会の動向に対応できる「柔軟性」
- (7) 世界を相手に自らの考えを認めさせることができる「国際突破力」

このリーディング大学院プログラムは、大学院制度の改革を狙ったいわゆる“システム改革”のためのプログラムである。従って、7年間の事業期間は新しいシステムの試行期間と考えるべきであり、本プログラムが成功した場合には、事業終了後これを継続するだけでなく、学内の他分野にも広げていくことが期待されている。

7.2 プログラムの概要・特徴

本プログラムは、大阪大学未来戦略機構第3部門が実施するという形態をとるが、担当教員は、基礎工学研究科（物質創成専攻、システム創成専攻）、理学研究科（物理学専攻、化学専攻、高分子科学専攻）、工学研究科（マテリアル工学専攻、精密科学・応用物理学専攻、応用化学専攻、生命先端工学専攻）の各専攻に所属する教授37名と、理化学研究所・播磨研究所の研究員2名、情報通信研究機構の研究員1名から成る。

履修生は、所属する専攻の大学院課程の科目を修得するのに加えて、本プログラム独自の科目や他専攻・他研究科の科目を所定の単位数履修することが要求される。中でも特徴的な必修科目として、物理系学生が化学を学ぶ「物質化学入門」（その逆の科目もある）、他研究室に3ヶ月滞在して研究を行う「研究室ローテーション」、国内の企業や公的研究所に3ヶ

月滞在する「物質科学国内研修」、海外の研究機関等に3ヶ月滞在する「物質科学海外研修」がある。海外研修を实のあるものにするための「物質科学英語1、2」も必修科目である。

また、1年次の最後に専門科目の筆記試験を行う1st Qualifying Examination (Q.E.)、2年次の最後に「博士論文研究企画」を発表する2nd Q.E.、4年次に英語で行う博士論文中間発表(3rd Q.E.)などを経て、所属研究科の博士論文審査後に実施する本プログラムのFinal Q.E.に合格すると、博士号の学位に加え、本プログラムの修了証が授与される。ちなみに、5年一貫の博士コースであるため、いわゆる「修士論文」は課せられないが、「博士論文研究企画」の発表が義務づけられている。これに関連した研究成果を修士論文としてまとめ、所属専攻の修士論文発表会において発表して、修士号を得ることが、本プログラムの3年次への進級要件となっている。

大阪大学では、他に4つのリーディング大学院プログラムが実施されており、共通して、履修生に修士1年次から月20万円の奨励金を支給し、経済的な憂いなく勉学に専念できる環境を整えている。

7.3 平成27年度の活動

7.3.1 国内研修と海外研修の本格化

本年度は第1期生を中心に15名が「物質科学国内研修」(必修)に取り組んだ。12の民間企業と2つの国立研究法人にて3ヶ月間の研修を行った。これまでに無い環境で学ぶことで社会への役立ちを考える機会となるなど、履修生は大学では学べない多くのことを持ち帰ることができた。物理学専攻の履修は3名が受講し、それぞれ大手電機メーカーや特徴ある技術で存在感を示している専門メーカー、あるいは放送番組制作会社等で研修を行い、企業における出口を明確にした研究開発の実態や、教育の手段としてのアウトリーチ活動について見識を深めることが出来た。

さらに、特別選抜第1期が博士後期課程2年に進級し、「物質科学海外研修」(必修)が新たに動きはじめた。海外研修は、海外の大学に3ヶ月間滞在し、自らが持ち込んだテーマについて現地研修先の教員や学生と議論しながら推進するもので、海外において独力で研究を推進できる「国際突破力」の養成をはかることをねらいとしている。5名の履修生が受講したが、みな想定外の状況や困難を自ら解決して、成果を持ち帰って来た。また今後共同研究につなげるなど、今後世界を舞台に活躍する基本的な姿勢をしっかりと身に付けて来た事を報告会や報告書で確認出来た。

Mark Sheehan先生を非常勤講師に迎えて、物質科学英語3(サイエンスディスカッション)の講義が開始され、世界を舞台に活動する履修生のためのグローバルな教育環境が整備された。

7.3.2 国際会議の実施

11月18-19日、The 2nd International Symposium on Interactive Materials Science Cadet Programを実施した。シンポジウムのテーマとして物質科学にとって身近な「ペロブスカ

イト構造」を選び、国内外から関連分野で活躍されている研究者による招待講演に加えて、大阪大学の大学院生、カデット履修生も口頭発表を行った。今回の国際会議は企画から会議運営まで全てをプログラム履修生が担当した。

7.3.3 大学院リーディングセミナーの実施

12月7-8日に、第2回の東大のリーディング大学院プログラムとのジョイントセミナーを実施し、両プログラムに関わる教員の講演と双方の学生の研究発表と交流が行われた。今回のセミナーは東大と阪大のリーディングプログラム履修生が発案、企画そして当日の運営まですべてを担当した。

7.3.4 米国シリコンバレー企業と大学訪問

9月8-12日、米国シリコバレーにあるベンチャー企業とスタンフォード大学、カリフォルニア大学バークレイ校を訪問した。起業家やそこで活躍する PhD 研究者とディスカッションや研究現場を実際に見ることで、基礎研究をビジネスに展開している現地の状況を肌で感じることが出来た。参加者は、履修生 14 名、教員 4 名。

7.3.5 Qualifying Examination

専門分野の筆記試験 (1st Q.E.) については、全員合格したが、不合格となり再試験を受けた学生が 3 名いた。前年度、物性物理 100 問集を見直し、半導体などの問題を増やし、分野や難易度バランスを是正した結果、分野間のバランスはある程度是正されたといえる。これとは別に、履修生自身が積極的に問題集の改編を提案する活動を昨年度に続き継続した。本年度は彼らの意見を取り入れて、一部の問題の差し替えや間違いの修正などを行い、4 回目の改訂版を作成した。来年度は、大阪大学出版会からの出版を目指す。

博士課程進級を判定する 2nd Q.E. は、24 名が審査に臨み、全員合格した。昨年度と比較して、非専門家に向けて自己の研究を分かりやすくアピールするという当初目標とした形の発表にかなり近づいた。この Q.E. は、研究奨励金 (研究費) の審査も兼ねており、学術振興会特別研究員制度に採択されたもの除いて、全員に評価点に応じて奨励金が支給されることが決まった。

また、博士論文の中間報告を英語により報告させる 3rd Q.E. を本年度は初めて実施した。海外研修の都合で 2 回に分けて実施した。博士 2 年の 5 名が審査に臨み全員が合格した。それぞれ英語による発表、質疑応答を堂々とおこない、プログラムの教育成果を確認することが出来た。3 月には、平成 28 年度の入学者選抜を実施し、16 名を合格させた。物理学専攻からは、3 名の学生が応募し、全員が合格した。

(文責：小林 研介)

第8章 理数オナープログラム

8.1 平成 27 年度活動概観

理数オナープログラムは、学問の違いを考慮して学科毎に提供しているが、参加する学生は学科の壁を越えて履修することができる。理数オナープログラムに参加する学生は、各学科がオナーカリキュラムとして指定する科目を履修するとともに、オナーセミナーを少なくとも2科目2単位履修しなければならない。従って、本プログラムに参加する学生数は、オナーセミナーを受講する学生数で計ることができる。オナーセミナーに参加した学生数の年度毎の変化を図8.1に示している。H21-22はほぼ100～120名程度で定常的になってきたように見えたが、H24年度は90名、H25年度は66名、H26年度は56名、H27年度は49名に減少した。理数オナープログラムが対象とする2,3年生の学生総数は約500名なので、対象となる延べ学生総数は前後期合わせて1,000名程度で、H27年度の参加者数は、ほぼその5%にあたる。

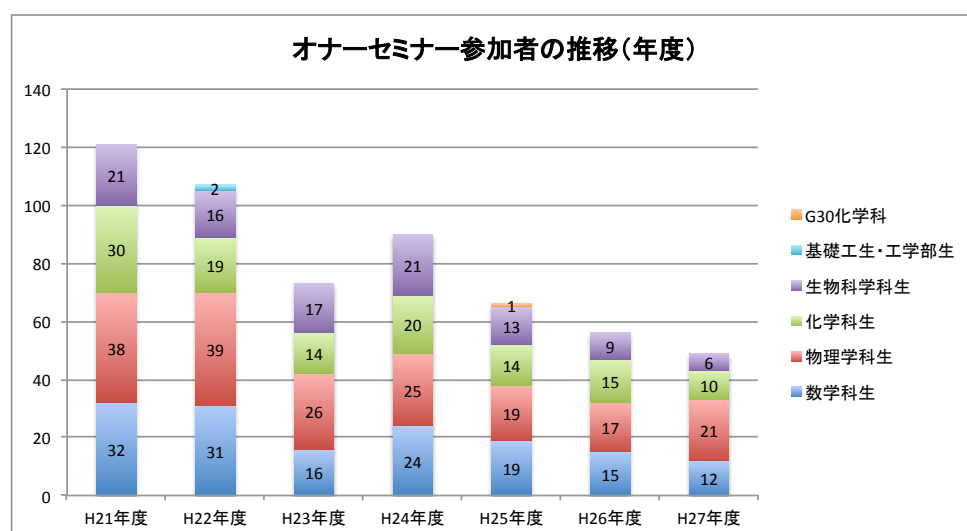


図 8.1: オナー参加者数の推移

理数オナープログラムのコアであるオナーセミナーは、主に学部2,3年生を対象としている。H24-27では、2年生が最も多く、3年生の参加者が少なくなっている。

オナープログラム修了者の推移を図8.2に示す。H25は、修了者の数がH24に比べて半減したが、H26は19名に回復した。しかし、H27は9名へと減少した。H27物理学科修了者は1名で少なかった。H27理学部優秀賞（楠本賞、理学部賞）12名のうち、2名がオナープ

プログラム修了者であった。H21 から H26 の理学部優秀賞受賞者のうち、毎年、ほぼ 2/3 がオナープログラム修了者であった。(H27 年度は率が減っている。)

また、将来、社会に出てからリーダーとなる素質を持つ学生を学部段階から育成する理数オナープログラムでは、リーダーに欠かせない高度な専門性に裏付けられた広い視野と社会性を涵養することを目的として、理数オナープログラム修了者の中から、優れた学業成績を修め、かつ、在学中に特筆すべき社会活動、体験活動、教育活動等（オナー体験）に積極的に取り組んだ学生を「優秀修了」として認定する。H25 年度理数オナープログラム修了者から適用し、H27 年度には 4 名の優秀修了者がでた。

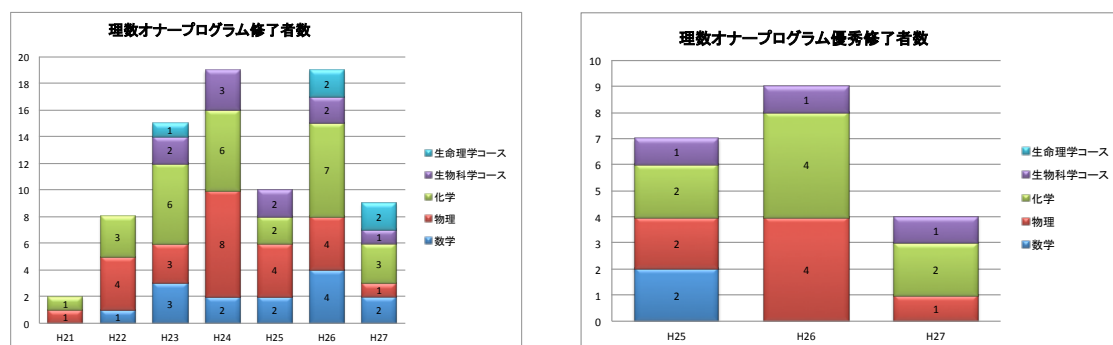


図 8.2: オナープログラム修了者数と優秀修了者数

8.2 オナーセミナー

学部の低学年から意欲ある学生をさらに引き上げる方法として、少人数制の理数オナーセミナーを開講している。高度な内容の授業を行うとともに、主体的な学習態度を身につけさせ、セミナー終了後は教員および学生の評価をもとにセミナーをさらに改良することを目指す。少人数制のため、個々の能力を教員が的確に把握できるので、彼らの実力を加味しつつ、学生の好奇心を引き出し、通常授業の枠にとらわれない内容を展開する。H23 年度は 28 のオナーセミナーを開講したが、H27 年度は前後期合わせて 29 のオナーセミナーを開講し、のべ 49 名（前期 22 名、後期 27 名）が履修した。物理学科では、前期は 4 セミナーを開講、後期は 5 セミナーを開講した。

《前期》 4 セミナー開講 受講者数 7 名

A 南部コロキウムを通じて理論科学の理解を深める（橋本 幸士、飯塚 則裕） 物理学科 1 年 1 名、2 年 1 名

B 宇宙線トモグラフィ（岸本、阪口、吉田、梅原、能町、菅谷） 物理学科 2 年 1 名

C 反粒子の生成と物理（板橋 隆久、久野 良孝） 物理学科 2 年 1 名、3 年 1 名

D 自然界の物質が宇宙条件で得る磁気活性（植田 千秋、桂 誠） 物理学科 2 年 2 名
この他、数学オナーセミナー（通年）に物理学科 2 年 1 名が参加した。

《後期》 5 セミナー開講 受講者数 12 名

E 物理の基本原理を探る、展開する (細谷 裕) 物理学科1年1名、2年2名、3年2名)

F 加速器を使って分析しよう—身の回りの謎への挑戦— (福田 光順、藤田 佳孝) 物理学科1年2名、2年1名

G 自然界の物質が宇宙条件で得る磁気活性 (植田 千秋、桂 誠) 物理学科2年2名

S 研究室に入って好きな研究をしてみよう (尾田 欣也) 物理学科3年1名

S 研究室に入って好きな研究をしてみよう (長峯 健太郎) 物理学科3年1名

8.3 自主研究と発表会

自分で研究課題を見いだした学生には、オナーセミナーの中で何度か発表をさせて実行可能な課題となるように指導した。なかなか自分で課題を見いだせない学生に対しては、担当教員が用意した大きなテーマの中から学生に選ばせ、討論を通して具体的な研究課題を見いだすように指導した。最終的に参加学生が選択した研究課題は資料にまとめた。自主研究の課題探しは、オナーセミナー開始後2ヶ月目から始める。

オナーセミナーの授業と並行して、自ら課題を見つけ自主研究に取り組んだ成果を発表するために研究成果発表会を前期、後期それぞれ1回ずつ合計2回開催した。発表時間は一人10分、質疑応答は5分とした。全学科ともオナーセミナーの通常授業の平常点と発表会の出来を合算し、成績評価を行った。

発表のパフォーマンス力が高かった学生を聴衆の投票結果により表彰し、学生のやる気をも高めるようにした。また、研究データの考察方法や、文章による説明能力を養うため、この研究結果を自主研究報告書にまとめさせて提出させた。

H27 前期 オナーセミナー 自主研究発表会

平成27年9月29日(火) 10:30-16:00 at H701

物理オナーセミナーからの発表 5セミナー 参加学生8名8演題

〈橋本、飯塚 G〉南部コロキウムを通じて理論科学の理解を深める

1 ブラックホールの半径を計算する

2 量子エンタングルメントとベルの不等式

〈岸本、能町、吉田、阪口、菅谷、梅原 G〉宇宙線トモグラフィー

3 宇宙線トモグラフィー

〈板橋、久野 G〉反粒子の生成と物理

4 負ポジトロニウムイオン ($e^- e^+ e^-$) の効率的生成の検証

5 Lamb Shift を用いた陽子半径についての考察

〈植田、桂 G〉自然界の物質が宇宙条件で得る磁気活性

6 Fe 濃度の小さい非晶質ケイ酸塩の磁気異方性

7 磁気並進運動による CO₂(固体) の磁化率測定

〈福田、藤田 G〉加速器を使って分析しよう—身の回りの謎への挑戦—

8 初期宇宙における $d(p, \gamma)^3\text{He}$ 反応断面積の測定 物理学科 4年

H27 後期 オナーセミナー 自主研究発表会

平成28年3月30日(水) 10:40-14:30, 31日(木) 11:00-15:15 at H701

物理オナーセミナーからの発表 5セミナー 参加学生 11名 11演題

- 〈細谷 G〉物理の基本原理を探る、展開する
 - 1 Young 図形について
 - 2 重力場と電磁場の共通点と一般ゲージ場
 - 3 弦理論について
 - 4 非相対論的なラムシフトの計算年
 - 5 ハドロンの対称性とその質量年
- 〈福田、藤田 G〉加速器を使って分析しよう—身の回りの謎への挑戦—
 - 6 短寿命 β 放射性核 ^{12}B の半減期精密測定
 - 7 PIXE 法による花崗岩帯由来河川堆積物の元素組成比較
 - 8 ^{20}F の半減期測定
- 〈植田、桂 G〉自然界の物質が宇宙条件で得る磁気活性
 - 9 磁気並進運動によるドライアイスの磁化率測定
- 〈オナー S 尾田 G〉研究室に入って好きな研究をしてみよう
 - 10 超前方散乱における特異な量子補正
- 〈オナー S 長峯 G〉研究室に入って好きな研究をしてみよう
 - 11 バリオンゆらぎの追いつきの数値解析

8.4 大学院科目等履修生，リーディング大学院生との関係

理学部では、早めに自立して研究ができる学力を習得させるため、一定以上の成績をとった学生を対象に、3、4年次の段階で大学院生に混ざって授業が受けられる制度を用意している。全学科学部生を対象としており、選抜方法等、各学科長に一任されている。元々は理数オナープログラム受講生に対し、学年を超えた勉強の機会を提供しようとして導入された制度であるので、各学科ごとの基準とはいえ、おのずと理数オナープログラム参加者の認定が多い。H27年度に大学院科目等履修生の資格を与えられた者の数を表 8.1 にまとめる。27人中、14人がオナー参加者である。

表 8.1: 大学院科目等履修生（候補者）の数

| 学科 | 学年 | 候補者数, オナー参加者数 | | | |
|-------|-----|---------------|-------|--------|--------|
| | | H24 | H25 | H26 | H27 |
| 物理学科 | 4年生 | 7, 6 | 6, 3 | 20, 6 | 7, 3 |
| 化学科 | 4年生 | 6, 6 | 2, 2 | 8, 8 | 3, 3 |
| 生物科学科 | 4年生 | 5, 2 | 3, 2 | 7, 3 | 17, 8 |
| 合計 | | 18, 14 | 11, 7 | 35, 17 | 27, 14 |

大阪大学では、既存の研究分野の枠にとらわれず、より広く深い知識を身につけ、それを社会で実践し、グローバルに活躍できる人材を育てる「博士課程教育リーディングプログラ

ム」を文科省の支援を受け、平成 23 年度から全学で取り入れている。国の将来を担う人材の候補生として、大学も力を入れてバックアップしているプログラムである。理学研究科、生命機能研究科の博士課程に進学した理学部卒業生のうち、本大学院プログラムに選抜された奨学生とその中でのオナー生の人数を表 8.2 に記す。

表 8.2: 博士課程教育リーディングプログラムへのオナー参加者数

| プログラム名 | 理学部卒採択者数, オナー参加者数 | | | | | |
|----------------------|-------------------|-------|------|------|------|------|
| | H23 | H24 | H25 | H26 | H27 | H28 |
| 超域イノベーション | 2, 1 | 2, 0 | 2, 0 | 1, 0 | 3, 1 | 0, 0 |
| 生体統御ネットワーク 医学教育 | 4, 3 | 2, 2 | 2, 2 | 0, 0 | 2, 1 | 2, 0 |
| インタラクティブ 物質科学カデット | - | 11, 8 | 9, 7 | 8, 1 | 7, 4 | 8, 3 |

8.5 オナープログラム参加者の活動記録

オナープログラムも今年度で9年目を迎えた。オナーセミナーを受講している学部生は、何事にも好奇心旺盛である点などで仲良くなるスピードも早く、研究発表や交流会を通して、学科、学年を超えた集団ができていく。こういう元気な学生が在籍する理数オナープログラムの卒業生が今後どの方面で活躍していくか楽しみであり、先端的な取り組みを始めた大阪大学理学部の誇りであると言ってよい。

オナーセミナー、発表会以外にも学生が中心となり、企画運営した H27 年度の活動内容を下記に記す。

- 1) 数学オナーランチミーティング H27.6/27 理学部 B 棟 3F B342 室
- 2) オープンキャンパス H27.8/11 理学部 H 棟 1F コミュニケーションスペース
オナー参加者 11 名 来場者 約 150 名
- 3) H27 前期自主研究発表会 H27.9/30 理学部 H 棟 H701
- 4) H27 前期オナー交流会 H27.9/30 理学部 H 棟 2 階 コミュニケーションスペース
- 5) 第 5 回サイエンス・インカレ (文部科学省主催) H28.3/5, 6 神戸国際会議場
出場者 6 名 口頭発表者 1 演題 1 名 (化学 B3 1 名)
ポスター発表者 3 演題 5 名 (化学 B4 1 名, B1 3 名, 物理 B2 1 名)
入賞者
サイエンス・インカレ奨励表彰 化学 B4 (ポスター)
「微量試料を用いた熱伝導度測定手法の開発」
企業賞 化学 B3 (口頭)
「タンパク質の翻訳後修飾を考慮した私なりのフォールディングドグマ」

出場者

- 物理 B2 (ポスター) 「微量試料を用いた熱伝導度測定手法の開発」
化学 B1 (ポスター) 「果実の芳香の主成分と派生物質の系統的合成」 共同発表
- 6) オナープログラム修了式 H28.3/28 理学部 D 棟 D501
理数オーナープログラム修了者 9名 優秀修了者 4名
- 7) H27 後期自主研究発表会 H28.3/30,31 理学部 H 棟 H701
- 8) H27 後期オーナー交流会 H28.3/31 理学部 H 棟 7階コミュニケーションスペース

第9章 国際化推進事業

9.1 International Physics Course (IPC)

IPCの活動国際化推進事業は、「国際化拠点整備事業（グローバル30）」をもとに、大学の機能に応じた質の高い教育の提供と、海外の学生が我が国に留学しやすい環境を提供する取組のうち、英語による授業等の実施体制の構築や、留学生受け入れに関する体制の整備、戦略的な国際連携の推進等、我が国を代表する国際化拠点の形成の取組を支援することにより、留学生と切磋琢磨する環境の中で国際的に活躍できる高度な人材を養成することを目的としています。

文部科学省 HP

http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/21/07/1280880.htm

平成20年に策定された「留学生30万人計画」の具体的な実現への方策の一部として、英語のみで受講・卒業できるコースの創設、国際公募による外国人教員の採用、受け入れ体制の整備等、特に大学のグローバル化に重点が置かれているところが特徴です。

大阪大学は、学位取得が可能な英語コースとして、「化学・生物学複合メジャーコース」（理学部・工学部・基礎工学部共同）、「人間科学コース」（人間科学部）の学部コース及び「統合理学特別コース」、「国際物理特別コース」（理学研究科）の大学院コースを平成22年度に新設しました。これらのコースは、既存の英語コース（フロンティアバイオテクノロジー英語特別プログラム、船舶海洋工学英語特別コース、“Engineering Science 21st Century”プログラム、量子エンジニアリングデザイン研究特別プログラム）に加えて、本学の教育プログラムの幅を一段と広げるものとして期待されるものです。留学生数については、G30の定める目標年である平成32年までに、約2倍の3,000名とすることを目標値として掲げています。構想では、現在約200名弱の受け入れがある1年未満の短期留学生数を今後拡大し、平成32年にはおよそ1,000名規模まで拡大することを目指します。

大阪大学大学院理学研究科物理学専攻では、平成22年10月に国際物理特別コース（IPC）を新しく開設しました。このコースは授業・研究指導とも英語で行われ、国際共同研究や実験など、国際舞台で活躍できる人材を育成します。大阪大学は高強度レーザーと高エネルギー加速器の両方の大型装置を所有している唯一の大学です。凝縮系物理学や他の分野に興味がある学生の方や、海外からの留学生も歓迎しています。奨学金制度もあります。定員は、MSコースが1学年5名、PhDコースが1学年5名です。

平成22年度は、平成22年10月1日に、第一期生を迎え入れました。入学者は、MSコースが5名、PhDコースが3名で、国籍は、中国3名、ベトナム3名、エストニア1名、バンラディッシュ1名です。さらに、平成23年10月1日に、第二期生を迎え入れました。入学者は、MSコースが5名、PhDコースが1名で、国籍は、中国3名、ベトナム1名、インドネシア1名、マレーシア1名です。平成24年度10月1日に、第三期生を迎え入れ、入学者は、MSコースが2名、PhDコースが3名（学内進学）で、国籍は、中国4名、ベトナム1名です。平成25年10月1日に、第四期生を迎え入れ、入学者は、MSコースが5名、PhDコースが5名（学内進学2名）で、国籍は、フランス1名、ドイツ1名、シンガポール1名、中国1名、モンゴル1名、ベトナム3名、マレーシア2名です。平成26年10月1日に、第五期生を迎え入れ、入学者は、MSコースが4名、PhDコースが1名（学内進学）で、国籍は、中国3名、ベトナム2名です。

平成27年度から、PhDコースの4月入学制度を取り入れることになりました。平成27年4月1日に第六期生を迎え入れ、入学者は、PhDコースに1名で、国籍は、マレーシアです。10月1日入学者は、MSコースが3名、PhDコースが6名（学内進学1名）で、国籍は、中国1名、インドネシア1名、マレーシア1名、カザフスタン1名、インド1名、イラン1名、イタリア1名、ベトナム2名です。

平成28年度から、MSコースの4月入学制度も取り入れることになりました。平成27年12月から平成28年1月にかけて、平成28年度入学のための入学試験を行い、4月入学のMSコースが1名、PhDコースが1名（学内進学）、10月入学のMSコースが2名、PhDコースが2名の合格者を発表しています。彼らの国籍は、モンゴル、中国、マレーシアです。

（文責：岸本 忠史）

9.2 Chemistry-Biology Combined Major Program (CBCMP)

2010年10月に開設された。2010年度入学生は13人であった。2011年度入学生は12人であった。2012年度入学生は19人であった。2013年度入学生は19人であった。2014年度入学生は19人であった。2015年度入学生は19人であった。又、2016年秋には、さらに19人が入学予定である。物理学科が担当している授業は

Freshman Year:

Introductory Physics 1 (Classical Mechanics);
Introductory Physics 2 (Electromagnetism);
Information Literacy (1 unit ~ 4 weeks);
Basic Seminar Coordinator (15 weeks);
Basic Physics Experiments (Lab design consultant);

Sophomore Year:

Advanced Physics 1 (Biological Physics);
Advanced Physics 2 (Modern Physics);

である。物理担当の専任特任准教授として Wade Naylor 氏が従事した。

URL: <http://cbcmp.icou.osaka-u.ac.jp/>

Awards

Alinea, Naylor, 'Polarisation of physics on global courses' was selected by the editors of Physics Education for inclusion in the exclusive 'Highlights of 2015' collection:

URL: <http://iopscience.iop.org/0031-9120/page/Highlights%20of%202015>

Allan Alinea^d and Wade Naylor^s,

"Polarisation of physics on global courses", Phys. Educ. **50** (2015) 64.

第10章 大学院等高度副プログラム

10.1 プログラムの目的

「大学院等高度副プログラム」は、大学院レベルの学生が幅広い領域の素養や複眼的視野を得るとともに、新しい分野について高度な専門性を獲得する学際融合的な教育プログラムである。同プログラムは、各実施部局及び学際融合教育研究センターが協力して推進している。

同プログラムは、幅広い分野の知識と柔軟な思考能力を持つ人材など、社会において求められる人材の多様な要請に対応する取組として、教育目標に沿って、一定のまとまりを有する授業科目により構成され、体系的に履修することができるプログラムである。このプログラムは、平成20年度より開設され、平成23年度からは、一部のプログラムについて、6年生課程の学部（医学部・歯学部・薬学部）5、6年次生も対象とされている。プログラム毎に定める修了の要件を満たすことで、プログラムの修了認定証が交付される。

理学研究科では、物理学専攻が中心になり、平成24年度から「基礎理学計測学」と「放射線科学」の2つのプログラムを新規提案し、実施している。

「高度副プログラム」の詳細は、以下のURLを参照。

- ・ <http://www.prc.sci.osaka-u.ac.jp/fukuprog/>
- ・ <http://www.osaka-u.ac.jp/ja/research/fukusenkou/index.html>
- ・ <http://www.osaka-u.ac.jp/jp/facilities/gakusai/index.html>

10.2 基礎理学計測学

10.2.1 プログラム概要

様々な計測機器や分析機器は、物理、化学、生物科学、ライフサイエンス、環境科学など幅広い分野の研究において、必要不可欠なものとして用いられている。しかしながら、近年、装置がブラックボックス化し、その原理をよく理解せずに機器を利用し、得られた結果についての考察や評価を十分に行えないケースが増えてきている。また、他の誰も見たことがないようなモノを見ようとする時には既存の計測機器では不可能な場合がほとんどで、新たに機器を開発することが必要となる場合もある。このような場合にも、測定原理などをしっかりと理解していることが必須である。

本プログラムでは、「質量分析」、「NMR」、「X線結晶解析」、「放射線計測」、「機器制御」、「分光計測」などの分析・計測法に関して、その機器や測定の基本原理を系統的に講義形式

で学ぶとともに、その技術を体得するための実習も同時に行うことを特徴とする。さらにこのような最先端計測技術の基礎となっている原理についても講義形式で学ぶことができる。このプログラムで学んだ計測技術を実際の研究に役立てられることを目指す。

10.2.2 修了要件

8単位以上。ただし、実習形式の講義（先端的研究法、先端機器制御学、分光計測学）の中から4単位以上必ず取得すること。

10.2.3 授業科目

選択必修科目

先端的研究法：質量分析、先端的研究法：X線結晶解析、先端的研究法：NMR、先端機器制御学、分光計測学

選択科目

放射線計測基礎1、放射線計測基礎2、放射線取扱基礎、放射線計測学、放射光物理学、加速器科学、加速器物理学、孤立系イオン物理学、有機分光化学(I)、生体分子化学(I)、核化学1(I)、核磁気共鳴分光学(I)、無機分光化学概論、先端物性工学、表面分析工学、時空間フォトニクス、レーザー分光学、基礎物理学I、基礎物理学実習

10.2.4 プログラム登録者数

平成27年度のプログラム登録者数は18名であった。その内訳は、理学研究科物理学専攻3名（M1：1名、M2：2名）、理学研究科化学専攻4名（M1：3名、M2：1名）、高分子科学専攻1名（M2：1名）、生物科学専攻2名（M1：2名）、医学系研究科博士課程医学専攻1名（2年：1名）、歯学研究科博士課程口腔科学専攻1名（2年：1名）、生命機能研究科博士課程生命機能専攻2名（5年：2名）、薬学研究科博士課程医療薬学専攻1名（3年：1名）、薬学研究科博士後期課程創成薬学専攻1名（D1：1名）、工学研究科応用物理学専攻1名（M2：1名）、国際公共政策研究科国際公共政策専攻1名（M1：1名）である。

なお、平成27年度の本プログラム修了者は3名であった。

10.3 放射線科学

10.3.1 プログラム概要

放射線計測は素粒子原子核実験を行う上で基礎的な技術であり、いまもなお先進的な研究開発が行われている。しかし、それにとどまらず、様々な分野に応用され、研究・実用において不可欠なものとなっている。本プログラムでは、基礎的な計測技術の習得から、加速器を用いた最先端の放射線科学を、実験実習を中心として習得する。

すでに、医学物理士コースのために核物理研究センターと理学研究科物理学専攻ならびに附属基礎理学プロジェクト研究センターは講義・実験を協力して行っている。本プログラムはこれをさらに進めるとともに、最先端の医療現場での放射線計測についてもその基礎を学ぶ。

このような要求は日本だけでなく大きな加速器施設を持たない ASEAN 諸国でも非常に高い。理学研究科では核物理研究センターと共同で「物理実験基礎コース」を ASEAN・中国の学生を招聘して、英語での講義・実験を行ってきた。本プログラムではそれらの英語による講義・実験を用いる事により、日本国内だけでなく世界に開かれたプログラムとする。

10.3.2 修了要件

8 単位以上。

10.3.3 授業科目

必修科目

放射線計測基礎 1、放射線計測基礎 2、放射線計測応用

選択科目

加速器科学、放射線計測学、核化学 1(I)、放射線取扱基礎、放射線計測学概論 1、放射線計測学概論 2、Nuclear Physics in the Universe、放射線診断物理学、高精度放射線治療、粒子線治療

10.3.4 プログラム登録者数

平成 27 年度のプログラム登録者数は 10 名であった。その内訳は、理学研究科物理学専攻 5 名 (M1 : 1 名、M2 : 1 名、D2 : 1 名、D3 : 2 名)、理学研究科化学専攻 2 名 (M1 : 2 名)、医学系研究科保健学専攻 1 名 (M1 : 1 名)、薬学研究科博士課程医療薬学専攻 1 名 (3 年 : 1 名)、国際公共政策研究科国際公共政策専攻 1 名 (M2 : 1 名) である。

なお、平成 27 年度の本プログラム修了者は 0 名であった。

(文責：豊田 岐聡)

第11章 国際交流活動

11.1 目的

大阪大学大学院理学研究科（物理学専攻）での国際交流活動の主たる目的は

1. 物理学専攻の教育研究の成果を海外に向けて積極的に情報発信すること
2. 海外の大学や研究機関から本研究科博士前・後期課程への学生の入学を推進することである。

このような活動には、教員個々人のチャンネル形成と信頼関係の形成が必要である。それに加え、研究科としてオーソライズされた組織的なプロモーション活動も必要であり、物理学専攻としてはこれらについて努力している。平成26年度の活動は、以下の通りである。

11.2 活動の内容

- 本研究科・専攻・教育研究・International Programs の紹介。
- 本研究科・専攻の大学院生への経済的支援の説明。
- 本研究科・専攻の短期、長期の研究活動の可能性、希望や意見などの聴取。
- 在学中から Home Institute と連絡を取り合い、一人の学生を育てていく Double Degree Program（以下 DDP）や、留学生の経済支援について Home Institute との co-funding の検討・議論。
- (mini-)Workshops の実施。
- 教育研究関連公的機関への訪問・情報収集。

11.3 海外研究機関訪問、海外からの来訪者など

1. カザフスタン、2015年1123-1125 カザフ国立大学 本学プロモーションおよびセミナー実施、DDP 実施に向けての具体的な協議；岸本・野海
2. 台湾、2015年1209-1211 台湾国立精華大学 DD 協定についての意見交換；花咲他
3. 香港、ベトナム、2015年 0324-0329 Hanoi University of Science, Hongkong University of Science and Technology DDP 協定についての議論；久野・Baiotti

4. 阪大訪問

- (a) Prof. Yifang Wong (王貽芳) (中国科学院高能物理研究所・所長) 2015 年 5 月 22 日 素粒子原子核物理学セミナー
- (b) Prof. Akira Konakan (TRIUMF) 2015 年 5 月 27 日-29 日 集中講義
- (c) Dr. Y. Akamatsu (Stony Brook University) 2015 年 7 月 3 日 セミナー
- (d) Prof. Walaa I. Eshraim (Johann Wolfgang Goethe-Universitat ドイツ) 2015 年 7 月 28 日 RCNP 理論セミナー
- (e) ベトナム、Ho Chi Minh City University of Science ; Dr. TRAN LINH THUOC 他 2015 年 7 月 29 日 DDP 調印式出席
- (f) Prof. Tom Browder (University of Hawaii) 2015 年 7 月 29 日 セミナー
- (g) Prof. T.Fritz (Jena 大学) 2015 年 8 月 27 日 セミナー
- (h) Dr.Thierry Martin (Aix-Marseille Universite, Universite de Toulon, Centre de Physique Theorique) 2015 年 10 月 28 日 セミナー
- (i) Dr. Jerome Rech (Centre de Physique Theorique) 2015 年 10 月 28 日 セミナー
- (j) Dr. Thibaut Jonckheere (Centre de Physique Theorique) 2015 年 10 月 29 日
- (k) Prof. Pawel Moskal (Jagiellonian University ポーランド) 2015 年 11 月 5 日 RCNP コロキウム
- (l) Dr. Hitoshi Seo (RIKEN) 2015 年 11 月 12 日-20 日 IPC 集中講義
- (m) マレーシア、マラヤ大学 ; Dr Norhasliza Yusof 他 2015 年 11 月 24 日 DDP 調印式出席
- (n) Dr. Timothy Ziman (Institut Laue-Langevin, Universite Joseph-Fourier and CNRS) 2015 年 11 月 19 日 セミナー
- (o) Prof. Dan Filopescu (ELI-NP, Horia Hulubei National Institute for R&D in Physics and Nuclear Engineering ルーマニア) 2015 年 11 月 20 日 RCNP コロキウム
- (p) Prof. Eugene B. Kolomeisky (University of Virginia) 2015 年 11 月 25 日 セミナー
- (q) Dr. Karol Lang (University of Texas at Austin) 2015 年 12 月 21 日 セミナー
- (r) Prof. Qiang Zhao (Institute of High Energy Physics=IHEP) 2015 年 1 月 26 日 拠点セミナー
- (s) Prof. Jingyu Tang (Institute of High Energy Physics, Beijing) 2016 年 2 月 2 日 物理学セミナー
- (t) Prof. Wei Wang (Sun Yat-sen University) 2016 年 2 月 12 日 物理学セミナー
- (u) Dr. Hans Geissel (GSI ドイツ) 2016 年 2 月 18 日 RCNP コロキウム

11.4 部局間学術交流協定

平成 27 年度に、物理学専攻の教員がコンタクトパーソン (CP) となって新たに締結した海外研究機関との部局間学術交流協定は、以下の通りである。

1. ザグレフ大学 理学部 (クロアチア共和国)
2015.5.20-2020.5.19 CP:藤田佳孝准教授、久野良孝教授、松多健策准教授
2. ティビリシ国立大学 精密自然科学部(ジョージア) 2015.10.8-2020.10.7
CP:久野良孝教授
3. ベラルーシ国立大学 物理学部 (ベラルーシ共和国) 2015.11.17-
2020.11.16 CP:久野良孝教授
4. バンドン工科大学 数学・自然科学部 (インドネシア共和国)
2015.12.25-2020.12.24 CP:久野良孝教授

11.5 海外研究機関での集中講義および阪大における海外拠点との国際会議・シンポジウム

1. サマースクール Technische Universität Dresden (ドイツ) 2015 年 1001-1010 ;
久野
2. Work shop CERN(スイス) 2015 年 1017-1020 ; 久野
3. International Workshop 於：大阪大学 NuInt15 2015 年 1116-1121 ; 佐藤
4. 国際シンポジウム 於：大阪大学 Nambu' s Century: International Symposium on
Yoichiro Nambu' s Physics ; 細谷、橋本 他

11.6 その他

物理学専攻 (博士課程) の在籍留学生人数は、平成 28 年 4 月現在で合計 37 名。
(国費留学生 : 7 名、私費留学生 : 26 名、政府派遣留学生 : 4 名)

(文責 : 木村 真一)

| 国名 | 前期課程 | 後期課程 | 非正規生 |
|--------|------|------|------|
| インド | 0 | 1 | 0 |
| インドネシア | 1 | 2 | 0 |
| 大韓民国 | 1 | 1 | 0 |
| 中国 | 4 | 3 | 0 |
| フィリピン | 0 | 1 | 0 |
| ベトナム | 2 | 6 | 0 |
| 香港 | 1 | 0 | 0 |
| マレーシア | 2 | 4 | 0 |
| モンゴル | 0 | 1 | 0 |
| イラン | 0 | 1 | 0 |
| イタリア | 0 | 1 | 0 |
| カザフスタン | 1 | 0 | 0 |
| ドイツ | 0 | 0 | 1 |
| フィンランド | 0 | 0 | 2 |
| 計 | 12 | 21 | 4 |

第12章 湯川記念室

12.1 平成27年度活動概観

大阪大学湯川記念室は、湯川博士の中間子論が大阪大学(旧大阪帝国大学)理学部にて生まれ、日本で最初のノーベル賞として実を結んだことを記念して、1953年、本部に直属する組織として発足し、1976年に改めて附属図書館内に設置された。2008年10月より、大阪大学総合学術博物館に属する。理学研究科、特に、物理学専攻のメンバーが中心的に運営をにない、物理や自然科学の基礎の社会的、学内的な啓蒙活動に積極的に取り組んでいる。

湯川記念室のホームページは <http://www-yukawa.phys.sci.osaka-u.ac.jp/> である。湯川記念室委員会は全学的な組織で、委員長は細谷裕である。

12.2 第31回湯川記念講演会

2015年10月11日(日)、13時-17時、大阪大学中之島センター、佐治敬三メモリアルホールで開催した。湯川記念室が主催、日本物理学会大阪支部が共催した。200人あまりの参加者があった。佐治敬三メモリアルホールだけでなく、別部屋にもビデオ中継した。

序. 細谷 裕 (大阪大学湯川記念室)

“湯川秀樹と大阪大学”

1. 吉田 直紀 (東京大学大学院理学研究科/Kavli IPMU 教授)

“宇宙の夜明け - ファーストスターと超巨大ブラックホールの謎”

2. 難波 啓一 (大阪大学大学院生命機能研究科教授)

“生命を支える超分子ナノマシン”

<http://www-yukawa.phys.sci.osaka-u.ac.jp/sympo/sympo31.html>

吉田氏は宇宙の最初の星や巨大なブラックホールがいかに形成されたのか、最新の観測やコンピューターシミュレーションの結果を交えて解説、引き続き、難波氏は生命を支える超分子ナノマシンの立体構造を、将来のナノマシン設計や創薬への展望を含めてわかり易く解説した。

12.3 最先端の物理を高校生に Saturday Afternoon Physics 2015

日時：2015年10月17日、24日、31日、11月7日、14日、21日(土) 15時 - 18時

<http://www-yukawa.phys.sci.osaka-u.ac.jp/SAP/>



図 12.1: 「最先端の物理を高校生に SAP2015」の風景

主催：総合学術博物館湯川記念室

共催：理学研究科、工学研究科、基礎工学研究科、全学教育推進機構、
レーザーエネルギー学研究センター、核物理研究センター

主に高校生を対象に、一線の研究者が最先端の物理を分かりやすく講義するとともに、演示やゲームも取り入れ、物理や科学に対する興味を引き出そうとするプロジェクト、「最先端の物理を高校生に Saturday Afternoon Physics 2015」が10月17日から11月21日まで、毎土曜日午後3時から6時まで6週にわたり、豊中キャンパス理学部 D501 大講義室などで開催された。毎回、高校生、一般を含め、平均 113 人が出席した。110 人は 4 回以上出席した。出席者 153 人のうち 62 人が女性であった。参加した高校生を圧倒するプログラムであった。

毎回 3 時間の授業は、(1) 基幹講義：自然界の様々な世界を訪ねる、(2) コーヒーブレイク：実験デモ、実演、展示、交流、(3) 実践講義：物理、技術の現実世界での応用、の 3 部で構成され、自然の謎を解き明かす最先端の物理の探索とともに、我々の社会にこうした知識と技術がいかに生かされ実現されているかなど、未来への展望も含めてわかりやすく解説された。11月7日には、工学研究科、核物理研究センター、レーザーエネルギー学研究センターの最新設備の見学を実施した。「知りたい、学びたい」と思って自主的に参加した高校生の熱気と質問に終始つまれ、最終日には、小林傳司理事・副学長より祝辞が述べられ、



図 12.2: 「最先端の物理を高校生に SAP2015」修了式後の集合写真

修了証書が授与された。6週間にわたって大学が高校生に提供するこの野心的なプログラムは今年も盛況のうちに終了した。

プログラムの詳細はホームページを参照されたい。理学研究科からは、細谷裕、藤田佳孝、松多健策、佐藤透、尾田欣也、阪口篤志、福田光順、北澤正清、市原敏雄、櫻井太郎、重永尚子らが中心的に運営に携わった。

表 12.1: 「最先端の物理を高校生に SAP」の11年間の実績

| 開催年 | 2005 | 06-09 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|--------|---------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|
| 実行委員長 | 細谷 裕 | 略 | 阪口篤志 | 藤田佳孝 | 藤田佳孝 | 藤田佳孝 | 藤田佳孝 | 藤田佳孝 |
| 副委員長 | 藤田佳孝 | 略 | 佐藤 透 | 阪口篤志 | 松多健策 | 松多健策 | 松多健策 | 松多健策 |
| 参加者数 | 171 | 略 | 179 | 192 | 190 | 175 | 173 | 153 |
| 男性, 女性 | 126, 45 | 略 | 124, 55 | 128, 64 | 119, 71 | 113, 62 | 115, 58 | 91, 62 |
| 高1, 高2 | 106, 54 | 略 | 103, 54 | 100, 59 | 90, 65 | 106, 42 | 76, 75 | 65, 68 |
| 平均参加者 | 141 | 略 | 142 | 155 | 146 | 139 | 141 | 113 |
| ≥4回出席者 | 146 | 略 | 149 | 155 | 150 | 140 | 140 | 110 |
| 6回出席者 | 83 | 略 | 66 | 92 | 72 | 74 | 83 | 42 |
| リピーター | — | 略 | 9 | 7 | 11 | 12 | 1 | 10 |
| 参加高校数 | 38 | 略 | 69 | 93 | 79 | 60 | 60 | 63 |

この11年間の実績を表 12.1 にまとめる。SAP2015では、4回以上出席した人は110人であり、参加者は非常に熱意があることを物語る。約60校からの参加があった。参加高校数の多さは、SAPプロジェクトが浸透していることを意味する。

このSAPプロジェクトは大阪大学の主要な outreach 活動の一つとして大きく認識されるようになった。

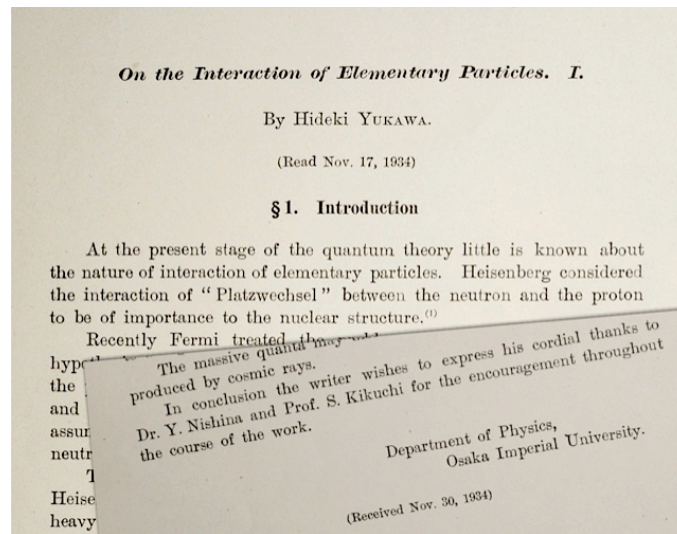


図 12.3: 資料集「湯川博士と大阪大学」の表紙を飾る湯川秀樹の1934年の論文

12.4 資料集「湯川博士と大阪大学」

2016年3月25日付で、資料集「湯川博士と大阪大学」の新改訂版を発行した。湯川博士が大阪帝国大学に提出した博士学位論文（主論文と9編の参考論文）が発見され、また、湯川博士がアメリカ合衆国コロンビア大学の客員教授時代に教授室で愛用した黒板が大阪大学大学院理学研究科に移設された。その記録とともに、新たに大阪大学が取得した湯川博士夫妻の写真や内山龍雄宛のはがきを含めて新改訂版を作成した。

12.5 その他

いちょう祭（2015年5月1日、2日）で理学研究科H棟7階コミュニケーションスペースにおいて、湯川秀樹愛用の黒板公開、湯川秀樹博士関連の写真パネルを展示し、湯川秀樹博士、朝永振一郎博士、仁科芳雄博士のビデオ上映を行った。

第13章 社会活動

13.1 物理学科出張講義の記録

主に高校生を対象とした平成27年度の物理学科出張講義は、宇宙地球科学専攻の谷口年史准教授の取りまとめにより、宇宙地球科学専攻と物理学専攻の教員の協力で、以下の7校を対象に実施された。

| 学校名 | 所在地 | 日時 | 講師 | 対象 |
|-------------|-----|----------|------|------------------------------|
| 土佐塾高等学校 | 土佐市 | 6月20日(土) | 渡辺純二 | 高校全学年(約600人)、 保護者並びに教職員 |
| 私立明星高等学校 | 大阪市 | 7月9日(木) | 小林研介 | 高校3年生 理系物理選択者生徒195名 |
| 三重県立上野高等学校 | 伊賀市 | 7月13日(月) | 鷹岡貞夫 | 2学年, 10名~40名 |
| 鈴鹿中学校・高等学校 | 鈴鹿市 | 9月24日(木) | 芝井 広 | 中学1年生から高校3年生の希望者 (約50名程度) |
| 西宮市立西宮東高校 | 西宮市 | 10月5日(月) | 田島節子 | 高校1, 2年生の希望者20~30名 |
| 徳島県立富岡東高等学校 | 阿南市 | 11月4日(木) | 杉山清寛 | 1学年(普通科理系進学予定者) |
| 西宮市立西宮高等学校 | 西宮市 | 11月6日(金) | 野末泰夫 | グローバルサイエンス科 2年生約40名 |

(文責：野末 泰夫)

13.2 連携講座

滋賀県立虎姫高等学校の2年生と3年生の生徒11名が教諭2名(粥川教諭, 坂口教諭)と共に、平成27年8月5日(水)と8月6日(木)の1泊2日の日程で、スーパーサイエンスハイスクール(SSH)のサマーセミナーとして大阪大学大学院理学研究科の連携講座に参加した。高等学校の物理教育では演示実験に偏りがちであり、また、実験実習を体験するためには設備が十分でなく、指導が必ずしも十分に行えない状況にある。そこで、杉山清寛教授が中心となって、物理科学の基礎とその発展となる実験実習を実際に体験し、その中で物理学的なものの考え方とその理解を深めるプログラムを準備した。また、理解した内容をまとめ、それをみんなの前で発表することによって、自ら考えること、および、それを互いに伝え理解しあうことにより、考察がより深まることを目指した。さらに、その延長上にある物理科学の最前線の生き生きとした研究内容の一端を理解することにより、物理科学全般への関心を高めることを目指した。

以前行った際に、大変評判が高かった Borda の振子による重力加速度の測定について、大学の最新の機材を実際に用いて、生徒自らが操作し、その様子を観察・記録し、その結果を解析した。具体的には、振子の長さや周期を正確に測定して重力加速度を計測した。さらに生徒が自ら考案した発展課題に挑んだ。単振り子による衝突球の周期を様々な振れ角で測定したり、連成振り子の性質を調べたり、振れ角を大きく取ったときの周期の変化や、剛体振り子の解析などの実験を行い、その結果を整理してまとめ、創意工夫した点や理解した内容やうまくゆかなかった点などをまとめ、翌朝の発表会にて発表した。その際、成果をレポートにまとめるだけでなく、みんなの前で発表し議論することを体験した。しかも、内容は、高校で扱う範囲を少し越えており、その経験は、将来、より進んだ内容へと興味を展開させるための良い経験になると期待される。

発表の後、杉山清寛教授による最新の強磁場発生に関する講義を受講した。その後、吹田キャンパスに移動し、レーザーエネルギー学研究所の重森啓介准教授のご協力・ご指導を得て、特別にレーザー室の中の見学を行った。この連携講座は今回で13回目となる。

日程は以下の様に行った。

8月5日(水)

10:00-16:40

Borda の振子による重力加速度の測定した。さらに、午後を中心に、発展課題の実験を行い、その解析を行った。

8月6日(木)

9:00-10:45

前日に行った実験の成果の発表と討議をおこなった。生徒が自らまとめた内容は、大学生のレベルに達しており、充実した発表と議論が行われた。また、適切なアドバイスを行いながら生徒同士で質問し、議論を深めた。単に正しい答を求めるのではなく、なぜそうなるのかを自分の力で考えながら理解することを目指した。

11:00-12:00

杉山清寛教授による講義「強磁場発生の物理」を行い、最新の強磁場発生方法やその物理について学習した。

14:00-15:30

吹田キャンパスに移動し、重森准教授の指導のもとで、レーザーエネルギー学研究所の最新のレーザー発生装置とレーザー核融合施設を見学し、大学における最先端の研究の一端を理解した。

(文責：野末 泰夫)

13.3 高校生のための物理学科一日体験入学

高校生を対象とした研究室紹介として「研究室をのぞいてみよう」を実施した。これは「最先端の物理を高校生に (Saturday Afternoon Physics)」の一企画として、これまでの「高校生のための物理学科一日体験入学」を発展させ2009年度より行っている。

本年度の実施内容は以下の通りであった。

開催日時：2015年11月14日(土) 16:00 - 18:00

開催場所：大阪大学理学研究科・基礎工学研究科

内容： 高校生による研究室訪問

参加者数：約140名(オブザーバーを含む)

参加グループ：12グループ(物理：7、宇宙地球：1、基礎工：4)

理学研究科物理学専攻

| 協力研究室 | 担当者 | 企画名称 |
|-----------|-------|-------------------------------------|
| 岸本グループ | 吉田 斉 | PETの原理を知ろう |
| 下田グループ | 小田原厚子 | 放射線を測って原子核から宇宙まで感じてみよう |
| 核物質学グループ | 三原基嗣 | 加速器で見る原子核の世界 |
| 久野グループ | 坂本英之 | 簡単な装置を自作して、宇宙から飛来している素粒子を観測してみましよう。 |
| 素粒子理論グループ | 橋本幸士 | 重力～ニュートン、アインシュタインから超弦理論まで～ |
| 花咲グループ | 花咲徳亮 | 強相関電子系 |
| 田島グループ | 宮坂茂樹 | 極低温で見る高温超伝導の性質 |

理学研究科宇宙地球科学専攻

| 協力研究室 | 担当者 | 企画名称 |
|--------|------|------------|
| 廣野グループ | 廣野哲朗 | 地震現象の物理と化学 |

基礎工学研究科物質創成専攻

| 協力研究室 | 担当者 | 企画名称 |
|--------|------|--|
| 吉田博研究室 | 吉田 博 | 創エネルギー材料(太陽電池、燃料電池、熱電材料)の計算機ナノマテリアルデザインと実証 |
| 木村研究室 | 若林裕助 | 原子の見かた |

| | | | |
|-------|------|--------------------|------------|
| 芦田研究室 | 芦田昌明 | 最先端レーザー のストロボ光— | — 100兆分の1秒 |
| 鈴木研究室 | 鈴木義茂 | 小さな磁石の不思議な世界 | |

参考: <http://www-yukawa.phys.sci.osaka-u.ac.jp/SAP/>

(文責: 福田 光順)

13.4 「いちよう祭」「まちかね祭」などにおける施設の一般公開

「いちよう祭」「まちかね祭」における施設の一般公開の状況は以下の通りであった。

| 公開行事名 | 担当(責任)者 | 公開日 | 参加人数 |
|--|---------|---------|------|
| 磁石であそぼう | 小林 | 5月1、2日 | 209 |
| 素粒子で探る未知の世界 | 坂本(青木) | 5月2日 | 48 |
| 素粒子のおもちゃ箱 | 山中 | 5月2日 | 45 |
| 放射線検出器で探る素粒子・原子核 ・そして宇宙 | 吉田 | 5月1日 | 13 |
| 超伝導を体験しよう | 宮坂 | 5月2日 | 180 |
| 体験! 磁気抵抗、熱電変換、分子伝導 | 村川 | 5月1日 | 25 |
| 質量分析って何だろう | 前田(豊田) | 5月2日 | 96 |
| ビデオ上映「元素誕生の謎にせまる」 および「原子番号113の元素創生」 | 三原 | 5月1、2日 | 15 |
| 超強磁場発生装置の公開 | 木田 | 5月2日 | 25 |
| 加速器で見る原子核の世界 | 三原 | 5月1、2日 | 242 |
| 「パリティ」創刊30周年記念 特別講演会「物理っておもしろい!」 | 橋本 | 11月1日 | 120 |
| ビデオ上映「元素誕生の謎にせまる」 および「原子番号113の元素創生」 | 三原 | 11月1、2日 | 20 |
| 加速器で見る原子核の世界 | 三原 | 11月1、2日 | 160 |

参加者総数: 1,198名 (うち高校生: 315名)

「いちよう祭」以外での施設の一般公開の状況は以下の通りであった。

| 公開日 | 公開内容 | 対象者 | 参加人数 |
|--------|--|--------|---------------|
| 8月11日 | オープンキャンパス (下田研、核物質学グループ、岸本研、山中研、久野研、田島研、花咲研、小林研、野末研、豊田研、素粒子論グループ、原子核理論グループ、黒木研、小川研) | 高校生、一般 | 1720名 (全体) |
| 10月9日 | 田島研公開、バンデグラフ公開 | 天王寺高校 | 28名 |
| 10月26日 | 模擬授業(藤田)、バンデグラフ公開 技術部科学体験 | 京都網野高校 | 40名 |
| 11月27日 | 模擬授業(田島)、バンデグラフ公開 | 仁川学院 | 15名 |
| 11月5日 | 模擬授業(松多)、バンデグラフ公開 低温センター公開 | 池田高校 | 30名 |
| 11月14日 | SAP見学会 花咲研、バンデグラフ等 | 高校生 | 130名 |
| 11月20日 | 模擬授業(藤田)、野末研公開 バンデグラフ公開 | 宝塚北高校 | 40名 |

(文責：松多 健策)

13.5 理科教育セミナー

本「理科教育セミナー」は、大阪大学基礎工学研究科と理学研究科が、高校や大学の教育に活かす目的を持って、高校の先生方と大学の教員が一堂に会し、物理教育について議論し最先端の物理を研鑽する場として、毎年開催されている。他専攻が開催をやめる中、5年程前より、「物理教育セミナー」として物理学専攻が主体となって、基礎工学研究科と共同で開催を進めてきた。

平成27年度は基礎工学研究科が当番研究科ということで、平成27年8月3日(月)、4日(火)の2日間にわたって基礎工学研究科シグマホールにて開催された。日程は以下の通りであった。

8月3日(月曜日)

1. (講義) 初期宇宙論と量子論 10:30-12:00
大阪大学全学教育推進機構教授 窪田 高弘
2. (高大連携企画) セミナー「高大接続とAO入試」 13:30-17:30

- (a) (13:30-14:00)
高大接続入試改革について 大阪大学全学教育推進機構 特任教授 川内 正
- (b) (14:00-14:30)
一教員から見た推薦入試 大阪府立北野高等学校 教諭 神川 定久
- (c) (14:30-15:00)
物理の学習課題に対する意識と成績について 大阪教育大学附属高等学校池田校舎 教諭 筒井 和幸
- (d) (15:00-15:20) 休憩
- (e) (15:20-15:50)
大阪大学の高大接続 大阪大学全学教育推進機構 教授 杉山 清寛
- (f) (15:50-16:20)
大阪大学基礎工学部の推薦入試 大阪大学大学院 基礎工学研究科 教授 関山 明
- (g) (16:20-16:50)
大阪大学理学研究科の研究奨励AO入試 大阪大学大学院 理学研究科 教授 滝澤 温彦
- (h) (16:50-17:30) 参加者全員による討論
参加者全員

8月4日(火曜日)

1. 基礎工学研究科研究室訪問 10:00-12:00
9つの研究室の中から2つの研究室を見学していただきます。
大阪大学大学院基礎工学研究科 9つの研究室
2. (講義) 電気磁気効果 物質の対称性が生む電気と磁気の絡み合い- 13:30-15:30
大阪大学大学院基礎工学研究科 教授 木村 剛

セミナーの参加者は、
高校、中学、高専の教員 29名、退職などのその他教育関係者 6名、
大阪大学側として、理学研究科 2名、基礎工学研究科 2名、全学教育推進機構 3名
の総計 41名でした。

(文責：杉山 清寛)

第14章 大阪大学オープンキャンパス(理学部)

平成27年8月11日(火曜日)に平成27年度大阪大学オープンキャンパス(理学部)が開催された。この催しの趣旨は、「大学進学を希望している受験生及び進路指導担当教諭等の方々に、大阪大学並びに理学部の教育・研究、入学試験などについて紹介し、適切な進路選択をするために必要な情報及び資料を提供し、本学部が期待する入学者を確保する」というものであり、例年、2000名を超える参加者を集めている。

大阪大学では数千名にも上る参加者に対応するために、3年ほど前からWebによる事前登録方式を採用し、理学部でも、学部長挨拶、模擬講義や学科説明会にこの事前登録による定員制を導入している。本年度も昨年度を踏襲して、同様なシステムで事前登録を行った。物理学科の模擬講義と学科説明会は事前登録では満杯となる盛況となった。学科説明会はD501からのリレーで、階下の大きな2つの講義室にビデオ中継も行われた。物理学科では、模擬講義の行われた後半(午後)の時間帯を避けて、午前(前半)に研究室公開を行った。物理学専攻から14グループ、宇宙地球科学専攻から8グループもの公開があった。これに加えて午前・午後を通し、昨年度から始めたビデオ上映(元素誕生の謎にせまる・原子番号113の元素創生の2本立て)も行った。理学部全体の参加人数は、申込数は2,577人であったが実際の参加者は1,720人と近年になく少なかった。物理学科の2つの模擬講義は基礎工学部シグマホールで行われ、全体の参加人数が減少したにもかかわらず、計321名もの参加があった。また、物理学科の2回の学科説明会は合計591名の参加があった。今年度は学生アルバイトを8名採用し、昨年同様、学科の受付・案内などの他にビデオ上映の世話、全体の会場受付なども担当してもらった。

日程は以下の通り。

| | | |
|----------|------------------------------------|-------------------|
| 1. 学科説明会 | 12:00-12:45 | D501, D403, D303 |
| | 田島 節子 | 物理学専攻長 |
| 2. 学科説明会 | 16:00-16:45 | D501, D403, D303 |
| | 芝井 広 | 物理学科長 |
| 3. 研究室公開 | 10:00-13:00 | 各研究室 |
| | 見学希望研究室を自由に見学してまわった | |
| | 今年も化学、数学の学科説明会の時間も物理学科として研究室を公開した。 | |
| 4. 模擬講義 | 「宇宙論の終焉」 13:00-13:45 | Σホール |
| | 長峯 健太郎 教授 | (宇宙地球科学専攻) |
| 5. 模擬講義 | 「物理学の挑戦：宇宙からミクロの世界まで」 15:00-15:45 | Σホール |
| | 藤田 佳孝 教授 | (物理学専攻・核物理研究センター) |

(文責：福田 光順)

第15章 平成27年度の年間活動カレンダー

| | |
|-------------|----------------------------|
| 4月2日 | 入学式 |
| 4月6日 | 新入生オリエンテーション |
| 4月9日 | 第1学期授業開始 |
| 4月11日 - 12日 | 新入生研修旅行 |
| 4月16日 | 物理学専攻教室会議(第293回) |
| 5月1日 | 大阪大学記念日 |
| 5月1日 - 2日 | いちょう祭 |
| 5月21日 | 物理学専攻教室会議(第294回) |
| 6月6日 | 大学院入試説明会(東京) |
| 6月13日 | 大学院入試説明会(大阪) |
| 6月18日 | 物理学専攻教室会議(第295回) |
| 7月16日 | 物理学専攻教室会議(第296回) |
| 8月7日 | 第1学期授業終了(夏季休業8月8日 - 9月30日) |
| 8月11日 | オープンキャンパス, 合同ビアパーティ |
| 8月12日 - 14日 | 夏季一斉休業 |
| 9月1日 | 大学院合同入試ならびに東京入試筆記試験 |
| 9月2日 | 大学院合同入試面接試験 |
| 9月3日 | 大学院合同入試ならびに東京入試面接試験 |
| 9月4日 | 物理学専攻教室会議(第297回) |
| 9月24日 | 物理学専攻教室会議(第298回) |
| 10月1日 | 第2学期授業開始 |
| 10月15日 | 物理学専攻教室会議(第299回) |
| 11月1日 - 3日 | 大学祭 |
| 11月19日 | 物理学専攻教室会議(第300回) |
| 12月3日 | 理学懇話会 |
| 12月17日 | 物理学専攻教室会議(第301回) |
| 12月18日 | 物理学科忘年会 |
| 12月22日 | 冬季休業(12月22日 - 1月3日) |
| 1月16日 - 17日 | 大学入試センター試験 |
| 1月21日 | 物理学専攻教室会議(第302回) |
| 2月3日 - 5日 | 博士論文公聴会 |
| 2月9日 - 10日 | 修士論文発表会 |
| 2月12日 | 物理学専攻教室会議(第303回) |
| 2月15日 | 第2学期授業終了 |
| 2月19日 | 物理学専攻教室会議(第304回) |
| 2月25日 | 入学試験(前期日程) |
| 2月26日 | 入学試験(前期日程 挑戦枠) |
| 3月17日 | 物理学専攻教室会議(第305回) |
| 3月28日 | 卒業式 |

第16章 物理学専攻における役割分担

<物理学専攻>

| | 平成 27 年度 担当者 |
|-----------------|-------------------------|
| 専攻長 (物理) | 田島 |
| 副専攻長 | 黒木、橋本 |
| 議長団 | 山口、鷹岡、浅野 |
| 物理学科長 | [芝井] |
| 専攻長 (宇宙地球) | [芝井] |
| 大学院カリキュラム委員会 | 黒木 |
| 大学院入試実施委員会 | 浅川、[寺田*] |
| 大学院入試実施委員会 (東京) | 山中、田島、[味村] |
| 大学院入試説明会 | 山中、田島、[味村] |
| 入学案内資料作成 | 吉田 |
| 年次報告書作成 | 阪口、山中 |
| O D I N S | 佐藤透、吉田 |
| 専攻WEB管理作成 | 花垣 |
| 学術交流 | 花咲 |
| 教職員過半数代表委員 | 浅野、村川 |
| 薬品管理、高圧ガス支援システム | 荒川 |
| 高度副プログラム実施WG | 岸本、下田、田島、黒木、[豊田*、青井、能町] |
| IPC (大学院) コース長 | 岸本 |
| IPC 運営委員会 | 岸本*、[保坂、Baiotti] |
| 図書委員 | 黒木、山口 |

<物理学科>

| | 平成 27 年度 担当者 |
|------------------------------|------------------------------------|
| 学年担任 (1 年) (2 年) (3 年) | 黒木、[佐伯] 橋本、[久富] 小林、[川村] |
| 拡大物理学科教務委員会 | 大野木*、吉田、阿久津、Slevin、花咲、福田、佐藤透、阪口、鷹岡 |
| 物理・宇宙地球科学輪講 (物理談話会) | 阿久津 |
| 学部生特別ケア | 阿久津、山中 |
| 3 年生物理学実験 | 大野木*、福田、宮坂 |
| 生命理学コース運営・教務委員会 | [豊田] |
| 研修旅行 | 尾田、[寺崎*] |
| 能動性懇談会 | 下田、細谷、橋本 |
| 縦断合宿 | 橋本 |
| 大学説明会 | 福田 |
| 理科と情報数理の教育セミナー | [杉山] |
| 物理学科出張講義担当 | 橋本 |
| 就職担当 | [萩原] |
| T A 担当 | 松多 (共通教育) [豊田 (理、高度副プログラム)] |
| 一日体験入学 (in SAP) | 尾田、福田 |
| 物理系同窓会 | 松多、岸本、田島 (常任幹事)、[能町、萩原、赤井] |

<理学研究科・理学部>

| | 平成 27 年度 担当者 |
|---------------|--------------------------|
| 研究科長・学部長 | [篠原 (8 月まで)、常深 (8 月から)] |
| 副研究科長 | 田島、[豊田、中嶋、盛田、佐藤] |
| 企画調整会議 | 田島、[豊田、中嶋、盛田、佐藤、深瀬*] |
| 安全衛生管理委員会 | 花咲*、野末、石原、[豊田、木田、寺田] |
| 防災委員会 | 小川、田島、松多、[萩原、篠原*、近藤、常深] |
| 情報倫理委員会 | 小川 |
| いちょう祭実行 WG | 松多、[青木順] |
| ネットワークシステム委員会 | 佐藤透 |
| Web 情報委員会 | 花垣 |
| 広報委員会 | 山中、福田 |
| 技術部運営委員会 | 小川*、野末、[岸本、能町] |

| | |
|---|--|
| 技術部各室連絡会議委員 情報ネットワーク室 研究支援室 教育支援室 分析測定室 | 久野、[能町、中嶋] 花咲、[山中(千)] 野末、[豊田、山中(千)] 石原、[豊田、中嶋、村田] |
| ハラスメント相談員 | 田島 |
| ハラスメント対策委員会 | 小田原、小川 |
| 国際交流委員会 | 久野、[木村] |
| 学部入試委員会 | 田島、小川、[芝井] |
| 学部 AO 入試実施委員会 | 岸本 |
| 理学部共通教育連絡委員会 | 佐藤(透)、阪口 |
| 学部教育教務委員会 | 大野木、吉田 |
| 理学部プロジェクト教育実施委員会 | 橋本 |
| 学務評価委員会 | 細谷、小田原 |
| 学生生活委員会 | 小林、山中 |
| 大学院入試委員会 | 田島、小川、[芝井] |
| 大学院教育教務委員会 | 浅川*、黒木 |
| 大学院入試実施委員会 | 浅川*、黒木 |
| 施設マネジメント委員会 | 野末、[豊田、萩原、川村] |
| エックス線・放射線専門委員会 | 小田原、松多 |
| 放射線安全委員会 | 松多 |
| 放射線障害防止委員会 | 三原 |
| 情報資料室運営委員会 | 黒木、小川 |
| 研究公正委員会 | 小川 |
| 基礎理学プロジェクト研究センター運営委員会 | 小川*、[豊田、能町、近藤] |
| 構造熱科学研究センター運営委員会 | 野末 |
| 社会学連携委員会 | 花咲 |
| 理学懇話会運営委員会 | 岸本、田島 |
| 高大連携連絡委員会 | [谷口] |
| 先端強磁場科学研究センター運営委員会 | 田島、野末、小川、[萩原*、杉山] |
| 教職員活性化 WG | 小田原 |
| 留学生担当教員 | 岸本 |
| なんでも相談室運営 WG | 阿久津* |

1. 専攻長は入試委員、防災委員、産学官連携問題委員、研究推進委員、評価委員を兼任する
2. *は委員長（リーダー、責任者）、[] 内は協力講座、他専攻、他部局

第17章 グループ構成(平成27年度)

| | |
|----------------|---|
| グループ | 研究テーマ |
| | 正メンバー |
| | 準メンバー |
| | 大学院学生 学部4年生 |
| 素粒子理論 (細谷) | テーマ: 素粒子論, 場の理論, 統一理論, 宇宙論 正: 細谷裕, 尾田欣也 準: 〈南部陽一郎〉, 〈高杉英一〉, 窪田高弘, Wade Naylor, 山津直樹, 藤本教寛, 富谷昭夫 |
| | D3: 榎本哲也, 鈴木貴志, 船津周一郎, 山本健吾 D2: Allan Lambit Alinea D1: 鍵村亜矢, 山村亮, 中西由香理, 古井敦志 M2: 尾崎翔美 M1: 岡部廉平, 平井隼人 B4: 石川文啓, 高溝健太郎 |
| | テーマ: 超弦理論, 場の理論, 超対称性, 数理論理 正: 橋本幸士, 山口哲, 飯塚則裕 |
| | D3: 園田昭彦 D2: 森裕紀 D1: 杉本裕司 M2: 川嶋元貴, 玉岡幸太郎, 横矢毅, Xi Wu, Antoine Yann Wegrowski M1: 池田一毅, 船越元気, 三上恭子, 溝川翔太 B4: 片上舜, 楠亀 裕哉, 齊藤 量, 中村 優太 |
| 素粒子理論 (大野木) | テーマ: 素粒子物理学, 格子ゲージ理論, 場の量子論 正: 大野木哲也, 田中実, 深谷英則 |
| | D3: 美澄暢彦 D2: 西田充宏 M1: 山本燦太 B4: 北口真規, 中西俊五, 東出和也 |
| | テーマ: ハドロン物理学 正: 浅川正之, 佐藤透, 北澤正清 準: 赤松幸尚, 中村聡 |
| | D2: 池田惇郎, 金泰広, 坂井田美樹, 村田知也 D1: 上坂優一 M2: 松村千春 M1: 梶本詩織 B4: 今井藍子, 三浦崇寛, 村田大雅, 柳原良亮 |

| | |
|--------------|--|
| 山 中 | テーマ: 高エネルギー物理学 (素粒子実験物理学) |
| | 正: 山中卓, 花垣和則 (特任教授), 外川学 準: 山口洋平, 小野峻 |
| | D3: 村山理恵, 杉山泰之, Jia Jian Teoh D2: 石島直樹 M2: 辻嶺二, 新谷知也, 宮崎康一, 矢島和希, 山内洋子 M1: 今坂俊博, 原口弘, 森哲平 B4: 佐藤 友太, 澤田 恭範, 西宮 隼人 |
| 久 野 | テーマ: 素粒子実験物理学 |
| | 正: 久野良孝, 青木正治, 佐藤朗, 〈石田勝彦〉 準: 板橋隆久, 小出義夫, 坂本英之, 吉田学立, 森津学, 中井浩二, 吉田誠 |
| | D3: Truong Minh Nguyen, Nguyen Duy Thong, 伊藤慎太郎 D2: 松本侑樹 D1: Ming Liang Wong M2: 鷹尾賢三, 河野靖典, 長尾大樹, 中沢遊 M1: 岡田麻奈, 山根峻人, Sam Wong Ting B4: 竹部宣樹, 馬場幸史郎, Lai Jun |
| 岸 本 | テーマ: 素粒子・核分光学 |
| | 正: 岸本忠史, 阪口篤志, 吉田斉, 〈大西宏明〉 準: 梅原さおり, 飯田崇史, 中島恭平, 本多良太郎 |
| | D3: 吉田幸太郎, Wang Wei, 早川修平, Van Thi Thu Trang D2: 中川真菜美, Chan Wei Min D1: 太畑貴綺, 鉄野高之介, 中田祥之, Shokati Mojdehi Masoumeh M2: 上原拓真, 早川朋成, 李曉龍, Temuge Batpurev M1: 芥川一樹, 片桐誠也, 小林和矢, 四ツ永直輝, Abzal Iskendir B4: 大田龍之亮, 木下円機, 藤原翔太, 藤丸智 (生命理学) |
| 核物質学 (岸本) | テーマ: 実験核物理学, 核物性 |
| | 正: 松多健策, 福田光順, 三原基嗣 準: 南園忠則, 増田康博 |
| | D1: 田中聖臣 M2: 大野淳一, 山岡慎太郎 M1: 田中悠太郎, 杜航 B4: 大西康介, 上林祥平, 杉原貴信 |
| 下 田 | テーマ: 不安定な原子核の構造, 原子核の高スピン状態 |
| | 正: 下田正, 小田原厚子, 清水俊, 〈上野秀樹〉 |
| | D3: 西畑洸希 D2: 藤田朋美, 八木彩祐未 M2: 森本翔太, 金岡裕志, 吉田晋之介 M1: 河村 嵩之 B4: 中島 諒 |
| 黒 木 | テーマ: 物性理論 |
| | 正: 黒木和彦, Keith Martin Slevin, 坂本好彦, 越智正之 準: 赤井久純, 白井秀知 |
| | D3: 上岡良季, 田中寛之 (委託大学院生) D2: 杉本岳志 D1: 森光太 (委託大学院生), 松嶋恭平 (委託大学院生), 篠原弘介 M2: 小倉大典, 中田昌宏, 水野竜太 M1: 井上智裕, 加藤大智, 喜屋武尚, Julian M. Grinblat B4: 森仁志 |

| | |
|-----|--|
| 阿久津 | テーマ: |
| | 正: 阿久津泰弘 |
| | B4: 垂井貴紀, 新田竣祐 |
| 小川 | テーマ: 物性理論 (多体電子論・非平衡統計力学・量子光学) |
| | 正: 小川哲生, 浅野建一, 大橋琢磨 |
| | 準: 山田康博, 奥村暁, 越野和樹, 石川陽, 馬場基彰 |
| | D3: 西山祐輔, 比嘉亮太 M2: 八木梢恵 B4: 国松 翔太 |
| 小林 | テーマ: 固体素子を用いた精密物性科学と機能開拓 |
| | 正: 小林研介, 新見康洋, 荒川智紀 |
| | 準: Meydi Ferrier, 吉井涼輔 |
| | D3: 田中崇大 D1: 秦徳郎, 前田正博 M2: 竹下俊平, 則元将太, 藤原亮, 室達也 M1: 河村智哉, 谷口祐紀, 横井 雅彦 B4: 岩切秀一, 壁谷奈津紀, 渡邊光, Lee Sanghyun, 日野 航佑 |
| | |
| | |
| 田島 | テーマ: エキゾチック超伝導体のメカニズムやその他新奇現象の研究 |
| | 正: 田島節子, 宮坂茂樹, 中島正道, 〈Alfred Q. R. Baron〉 |
| | 準: 田中清尚 |
| | D3: 小林達也, 村井直樹 D1: 足立徹, Giulio Vincini M2: 安藤慧, 上久保将大, 太田圭亮, Juang Hao Kegan Lee, Tilman Lennartsobirey M1: 大西諒太, 永瀨真彦, 山本高寛, 横田裕章, 鄭子豪, Andreas Kell B4: 辻 拡和, 西野 光咲, 柳瀬 和哉 |
| | |
| | |
| 花咲 | テーマ: 強相関電子系の量子輸送現象 |
| | 正: 花咲徳亮, 酒井英明, 村川寛 |
| | D2: 鳥越秀平 M2: 青石優平, 池田光雄, 増田悠介 M1: 井上 寛治, 片山 敬介, 駒田 盛是 B4: 石井龍太, 鶴田圭吾, Li Haiqing |
| | |
| 野末 | テーマ: ナノ構造物質における量子物性 |
| | 正: 野末泰夫, 鷹岡貞夫, 中野岳仁, 高見剛 |
| | 準: Luu Manh Kien, Gayan Prasad Hettiarachchi, 〈渡邊功雄〉, 〈阪本康弘〉 |
| | D3: Pham Tan Thi, 後藤輝生 D1: Dita Puspita Sari, Retno Asih M2: 岸本亮三, 左近亮輔 M1: 梅本 尚嗣, 加藤 健三, 向井 健太郎 B4: 赤堀寿樹, 岡山起彦, 片岡亨太, 小谷拓史, 藤本大河 |
| | |
| 豊田 | テーマ: 最先端質量分析装置の開発とそれを用いた新しいサイエンスの開拓 |
| | 正: 石原盛男 |
| | 準: 豊田岐聡, 青木順, 市原敏雄, 長尾博文, 本堂敏信, 松岡久典, 古谷浩志 |
| | D1: 今岡成章 M2: 宮田祐貴 M1: 高木 秀平, 野口 勇介 B4: 月足 龍之輔, 石垣 綾香, 前田 幸輝 |
| | |

| | |
|---------|--|
| 協力講座の学生 | <p>D3: 大浦健志, 藤本將輝, 上村直樹, 藤村卓功, 柴田卓也, Kim, Sangho, 鎌倉恵太, 劉斌, 田中純貴, 山本哲也, 濱野博友, 川崎新吾, 笠松勇斗, 伊藤健</p> <p>D2: 奥谷顕, 吉澤大智, Mui Viet Luong, 小島完興, 坂田匠平, Jianfuh Ong, Tran Dinh Trong, Nam Hai Tran, 山我拓巳</p> <p>D1: 福市真之, 加藤弘樹, 李昇浩, 吉田数貴, 前田剛, 山本康嵩, 三浦正季</p> <p>M2: 手嶋裕紀, 中山大樹, 青木勇磨, 片岡揮能, 名田將人, 森岡俊晶, 高尾一, 菅田好人, 出原健太郎, 平野裕理, 山本拓未, Wei Ren Teo, 江添貴之, 杉浦拓也, 井上梓, Chan Phaikying, 後藤弘也, 田中慎太郎, 幾野弘之</p> <p>M1: 多田吉克, 光元亨汰, 浅岡俊介, 佐藤和樹, 高田篤, 田原大夢, 太田雄, 岸潤一郎, 竹野祐輔, 根来雄介, 萩原健太, 横山裕子, 阿部智彦, 中川智裕, 宮崎雄太, 田中哲生, King Fai Farley Law, 植田泰智, 川島丈嗣, 松尾一輝, 安倍幸大, 渡辺海, 久米世大, 原周平, Bui Tuan Khai, 金川和貴, 都築将仁, 柳井優花, Hoang Thi Ha</p> <p>B4: 濱野元太, 永田新太郎, 横井秀汰, 四方啓太, 宮森由布里, 吉住歩樹, 松本健太, 泥谷和幸, 両条玲志, 小檜山隆太, 坂本拓也, 佐藤勇吾</p> |
|---------|--|

【注 1】 〈 〉 招へい教員

【注 2】 協力講座は大学院生と学部 4 年生のみ記載