

平成 21 年度 (2009 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

日頃より、私ども大阪大学大学院理学研究科物理学専攻の教育・研究活動に多大なご支援・ご関心をお寄せいただき、誠にありがとうございます。ここに、2009年度の大阪大学大学院理学研究科物理学専攻の年次報告書をまとめましたので、お届けいたします。

本年次報告では、2009年4月1日から2010年3月31日までの物理学専攻の教育・研究・社会貢献活動とその成果をまとめています。物理学専攻が全体として取り組む教育や社会貢献の活動の記述もありますが、記述の中心は各研究グループが推進している教育・研究活動です。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研究グループ(大講座)があります。これら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、教員と大学院生と博士研究員等で研究を推進しています。これらの研究を行うにあたって、日本、米国、欧州、アジアの大学や研究機関と広く共同研究を行っており、多くの優れた成果を上げています。海外を含む学外の研究機関での活動が多い素粒子・原子核実験グループ、学内で独自の研究を推進する物性実験グループといった大まかな傾向はありますが、最近では、物性実験グループが海外で共同実験をしたり、理論グループが海外との協力関係を深める等の国際的な活動が広がっており、国際的な学術交流や学生交流をも鋭意推進しています。このような教育・研究活動を通じて、開かれた物理学専攻としての使命を果たすとともに、本専攻での成果を広く世界に発信するように努めております。

本年次報告から各研究グループの活発な活動状況をご理解頂けるものと期待しています。この小報告をご覧いただき、教育・研究交流促進の一助となれば幸いです。

2010年度物理学専攻長 細谷 裕

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

$j$  = 日本学術振興会研究員 (DC 学振または PD 学振)

$d$  = 博士課程学生

$m$  = 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

<b>第 1 章</b>	<b>各研究グループの研究活動報告</b>	<b>1</b>
1.1	岸本グループ	1
1.2	久野グループ	9
1.3	下田グループ	15
1.4	核物質学研究グループ	22
1.5	山中(卓)グループ	33
1.6	基礎原子核物理グループ(原子核実験施設)	39
1.7	大貫グループ	46
1.8	田島グループ	64
1.9	質量分析グループ	72
1.10	ナノ構造物性(野末)グループ	82
1.11	竹田グループ	88
1.12	素粒子理論グループ	93
1.13	原子核理論グループ	106
1.14	赤井グループ	113
1.15	小川グループ	121
1.16	阿久津グループ	127
<b>第 2 章</b>	<b>受賞と知的財産</b>	<b>129</b>
<b>第 3 章</b>	<b>学位論文</b>	<b>131</b>
3.1	修士論文	131
3.2	博士論文	134
<b>第 4 章</b>	<b>教育活動</b>	<b>137</b>
4.1	大学院授業担当一覧	137
4.2	学部授業担当一覧	147
4.3	共通教育授業担当一覧	150
4.4	物理学セミナー	154
<b>第 5 章</b>	<b>物理談話会, 講演会など</b>	<b>155</b>
5.1	物理談話会	155
5.2	ノーベル物理学賞受賞記念講演会	157

<b>第 6 章</b>	<b>学生の進路状況</b>	<b>159</b>
6.1	学部卒業生の進路	159
6.2	博士前期課程修了者の進路	159
6.3	博士後期課程修了者の進路	161
<b>第 7 章</b>	<b>グローバル COE の活動</b>	<b>163</b>
7.1	拠点形成計画の概要	163
7.2	拠点形成の目的	163
7.3	教育研究拠点形成実績の概要	164
7.4	「若手秋の学校」	164
<b>第 8 章</b>	<b>教育 GP の活動</b>	<b>167</b>
8.1	「質の高い大学教育推進プログラム」への応募の背景	167
8.2	平成 21 年度活動概要	167
<b>第 9 章</b>	<b>理数オナープログラム</b>	<b>169</b>
9.1	はじめに	169
9.1.1	問題意識	169
9.1.2	理数オナープログラム導入の契機	169
9.1.3	理数オナープログラムとは	170
9.1.4	平成 21 年度の目標	170
9.2	事業実施体制	170
9.3	実施内容	172
9.3.1	理数オナープログラムの周知	172
9.3.2	理数オナープログラムの実施	173
9.3.3	オナー学生の自主的活動	176
9.4	理数オナープログラムの評価と改善	177
9.5	自主研究	178
9.6	研究成果発表会	178
9.7	先端研究施設研修等	179
9.8	まとめ	181
<b>第 10 章</b>	<b>国際化拠点整備事業（グローバル 30）</b>	<b>183</b>
10.1	International Physics Course (IPC)	183
10.2	Chemistry-Biology Combined Major Program (CBCMP)	184
<b>第 11 章</b>	<b>国際交流活動</b>	<b>185</b>
11.1	目的	185
11.2	活動の内容	185
11.3	訪問先のリスト、期間、訪問者、等	185
11.4	その後	189

<b>第 12 章 湯川記念室</b>	<b>193</b>
12.1 平成 21 年度活動概観 . . . . .	193
12.2 第 25 回湯川記念講演会 . . . . .	193
12.3 最先端の物理を高校生に Saturday Afternoon Physics 2009 . . . . .	193
12.4 その他 . . . . .	195
<b>第 13 章 社会活動</b>	<b>197</b>
13.1 物理学科出張講義の記録 . . . . .	197
13.2 連携講座 . . . . .	197
13.3 高校生のための物理学科一日体験入学 . . . . .	198
13.4 「いちょう祭」「まちかね祭」における施設の一般公開 . . . . .	199
<b>第 14 章 大学説明会</b>	<b>201</b>
<b>第 15 章 平成 21 年度の年間活動カレンダー</b>	<b>203</b>
<b>第 16 章 物理学専攻における役割分担</b>	<b>205</b>
<b>第 17 章 グループ研究計画表 (2009 年度)</b>	<b>211</b>





# 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 21 年度の研究活動概要

#### 研究室メンバー

岸本忠史（教授） 阪口篤志（准教授） 小川泉（助教） 松岡健次（研究支援推進員）  
清水幸夫（研究員） 梅原さおり（研究員）

#### $^{48}\text{Ca}$ の 2 重ベータ崩壊の研究

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」はレプトジェネシスシナリオが有力な解として期待されている。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 2 重ベータ崩壊 ( $0\nu\text{DBD}$ )」の実験的観測が不可欠である。我々は  $0\nu\text{DBD}$  研究を目的として、 $^{48}\text{Ca}$  を標的原子核とした CANDLES 計画を推進している。 $0\nu\text{DBD}$  は非常に稀な ( $T_{1/2}^{0\nu} > 10^{26-27}$  yr) 事象であり、実験的には如何にバックグラウンド (BG) を減らし高感度の検出器を作れるかが鍵となる。 $^{48}\text{Ca}$  は全ての DBD 原子核のなかで最も  $Q$  値が高いので、本質的に放射性 BG に強い。

CANDLES 検出器は  $^{48}\text{Ca}$  を含む  $\text{CaF}_2$  結晶シンチレータを液体シンチレータ (LS) 中に設置することにより、それぞれのシンチレータの信号特性の違いを利用して、信号 ( $^{48}\text{Ca}$  の  $0\nu\text{DBD}$ 、空間的には比較的狭い領域で起こる) と BG (主として  $\gamma$  線、シンチレータとの反応は空間的に広がる) の識別を行い、高感度測定を実現する。

更に、主検出器である  $\text{CaF}_2$  結晶の内部の放射性不純物の低減を行い、最終的に残った U, Th 系列の  $^{214,212}\text{Bi}(\beta)$ - $^{214,212}\text{Po}(\alpha)$  の連続崩壊は波形情報で弁別する手法を開発した。

地上の実験室 (原子核実験施設) に設置したプロトタイプ装置での開発研究を基に、地下実験室 (東京大学宇宙線研究所神岡宇宙素粒子研究施設) に於いて、 $\text{CaF}_2$  結晶 300 kg 強を主検出器とする、CANDLES III(U.G.) の建設を行って

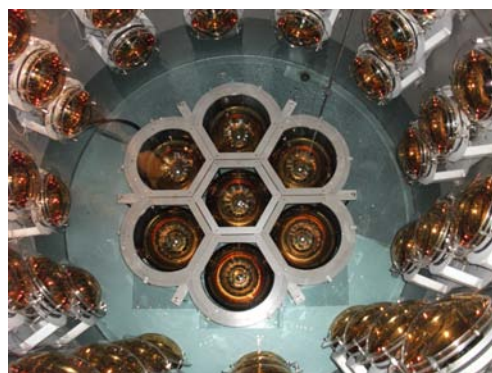


図 1.1: 神岡地下実験室 D に設置された CANDLES III(U.G.) 内部の様子。底部に 17 インチ、側面に 13 インチの光電子増倍管が見える。

いる。並行して、プロトタイプ装置で得られたデータを用いて、オフライン解析におけるBG除去手法や宇宙線起因のBGについて理解を深める研究も行っている。

前年度までに設計・製作を行った検出器主要コンポーネントを組み立てると同時に、各部の動作テストなどを進め、8月に危険物一般取扱所としての完成検査を受け、LSの使用許可を得た。これを受け、LS純化装置まで含めた装置全体のテストを開始した。光電子増倍管からの信号はDAQシステムに接続され、DAQシステムの調整も開始した。これらの中で見つかった不具合の修正も行い、22年度のテスト実験に備えている。

将来的には100トン程度の $^{nat}\text{CaF}_2$ 結晶を利用する検出器か、同位体濃縮を行った $^{48}\text{CaF}_2$ 結晶約10トンを利用する検出器の建設を視野に入れている。特に後者を実現するために、常温で気体化合物が無いが故に遠心分離方が使えない $^{48}\text{Ca}$ の同位体濃縮に関して、化学的手法に着目して開発を行っている。

### 暗黒物質の探索

宇宙の暗黒物質はWIMPsと呼ばれる素粒子が最も有力な候補と考えられている。これを実験的に直接確認するには、大量に用意した標的原子核と銀河系の重力場に捕捉されたWIMPsとの散乱を観測する必要がある。一方、通常的环境下では $\gamma$ 線や $\beta$ 線などの様々な放射線が存在し、この観測のBGになる。そのため検出器には信号(原子核散乱)とBG( $\beta/\gamma$ 線)の弁別能が不可欠である。

我々は $\text{CaF}_2$ シンチレータ中のフッ素原子核( $^{19}\text{F}$ )との散乱を利用して暗黒物質の探索を行ってきた。CANDLES計画で開発した高純度の $\text{CaF}_2$ シンチレータに着目し、低エネルギー領域における信号特性(数 $\mu\text{sec}$ 内に単光子信号が断続的に来る)を利用した単光子計数を基礎とした波形情報取得システムを開発した。これを用いて原子核散乱と $\beta/\gamma$ 線との信号弁別能に関する基礎研究を開始した。 $\text{CaF}_2$ 結晶を冷却することにより、発光量が増えて、波形情報を用いた信号弁別能が向上することを確認した。今後は低温環境における弁別能に関して更なる研究を進めるとともに、実際のWIMPs探索装置への応用可能性について検討していく。

### ストレンジネス核物理

中性子星の状態方程式の関連で $\bar{K}$ 中間子原子核の研究を進めている。 $\bar{K}$ 中間子凝縮があれば、重い中性子星がブラックホールとの関連で存在しないという現実を説明出来る。凝縮が起こるためには $\bar{K}$ 中間子と核に強い引力が働いていることが条件である。KEKで行った( $K^-, p$ )および( $K^-, n$ )反応の研究で、 $\bar{K}$ 中間子と核にポテンシャルの深さで約200MeVの強い引力が働くという結果が得られている。

最近発見されたペンタクォークは理論的にも解釈が難しい。 $K$ 中間子と $\pi$ 中間子の間に強い引力があれば解決できる。KEKで行った実験について解析を進めている。

J-PARC(大強度陽子加速器施設)の原子核素粒子実験施設では、大強度ハドロン2次ビームが利用可能なK1.8ビームラインが整備され、今年度初めてコミッションング・ランが実施されこれに参加した。K1.8ビームラインの検出器群はほぼ期待通り稼働し、今後の実験実施に向けた準備が整った。また、我々が中心になり実施する、2重荷電交換( $\pi^-, K^+$ )反応による中性子過剰ハイパー核生成実験(E10実験)とハイパー核の弱崩壊研究の実験(E22実験)については、これらの実験で特に必要となるビーム飛跡検出器(1mm wire幅MWPC

検出器)の試験をコミッショニング・ランの際に実施した。更に、より高計数率に耐える GEM 技術を用いた飛跡検出器の基礎開発も同時に進めた。上述の 2 重荷電交換反応以外の新たなハイパー核生成手法には、高エネルギー重イオン反応を用いる方法があり、多種のハイパー核が生成可能となる。この実証実験の準備をドイツ GSI 研究所の研究者と協力し実施した。

#### 学術雑誌に出版された論文

##### **Study of $^{48}\text{Ca}$ Double Beta Decay**

Tadafumi Kishimoto<sup>s</sup>

Int. J. Mod. Phys. **18** (2009) 2129–2133.

##### **Kaon-Nucleus Interaction Studied through the in-flight ( $K^-$ , $N$ ) Reactions**

T. Kishimoto<sup>s</sup>, T. Hayakawa, S. Ajimura, F. Khanam, T. Itabashi, K. Matsuoka<sup>s</sup>, S. Minami, Y. Mitoma, A. Sakaguchi<sup>s</sup>, Y. Shimizu<sup>s</sup>, K. Terai, R.E. Chrien, P. Pile, H. Noumi, M. Sekimoto, H. Takahashi, T. Fukuda, W. Imoto and Y. Mizoi

Nucl. Phys. A **827** (2009) 321–323.

##### **Ultra-violet wavelength shift for undoped $\text{CaF}_2$ scintillation detector by two phase of liquid scintillator system in CANDLES**

S. Yoshida, T. Kishimoto<sup>s</sup>, I. Ogawa<sup>s</sup>, R. Hazama, S. Umehara<sup>s</sup>, K. Matsuoka<sup>s</sup>, D. Yokoyama, K. Ichihara and Y. Tatewaki

Nucl. Instrum. Meth. A **601** (2009) 282–293.

##### **Scintillating fiber detectors for the HypHI project at GSI**

D. Nakajima, B. Ozel-Tashenov, S. Bianchin, O. Borodina, V. Bozkurt, B. Gokuzum, M. Kavatsyuk, S. Minami, C. Rappold, T.R. Saito, P. Achenbach, S. Ajimura, C. Ayerbe, T. Fukuda, Y. Hayashi, T. Hiraiwa, J. Hoffmann, K. Koch, N. Kurz, O. Lepyoshkina, F. Maas, Y. Mizoi, T. Mochizuki, M. Moritsu, T. Nagae, L. Nungesser, A. Okamura, W. Ott, J. Pochodzalla, A. Sakaguchi<sup>s</sup>, M. Sako, C.J. Schmidt, H. Sugimura, K. Tanida, M. Trager, W. Trautmann and S. Voltz

Nucl. Instrum. Meth. A **608** (2009) 287–290.

##### **Backward-angle $\eta$ photoproduction from protons at $E_\gamma=1.6\text{--}2.4$ GeV**

M. Sumihama, D.S. Ahn, J.K. Ahn, H. Akimune, Y. Asano, W.C. Chang, S. Date, H. Ejiri, H. Fujimura, M. Fujiwara, S. Fukui, S. Hasegawa, K. Hicks, T. Hotta, K. Imai, T. Ishikawa, T. Iwata, Y. Kato, H. Kawai, K. Kino, H. Kohri, N. Kumagai, T. Matsuda, T. Matsumura, T. Mibe, M. Miyabe, N. Muramatsu, T. Nakano, M. Niiyama, M. Nomachi, Y. Ohashi, H. Ohkuma, T. Ooba, D.S. Oshuev, C. Rangacharyulu, A. Sakaguchi<sup>s</sup>, P.M. Shagin, Y. Shiino, A. Shimizu, H. Shimizu, Y. Sugaya, Y. Toi, H. Toyokawa, A. Wakai,

C.W. Wang, S.C. Wang, K. Yonehara, T. Yorita, M. Yoshimura, M. Yosoi and R.G.T. Zegers  
 Phys. Rev. C **80** (2009) 052201.

#### **Near-Threshold Photoproduction of $\Lambda(1520)$ from Protons and Deuterons**

N. Muramatsu, J.Y. Chen, W.C. Chang, D.S. Ahn, J.K. Ahn, H. Akimune, Y. Asano, S. Date, H. Ejiri, H. Fujimura, M. Fujiwara, S. Fukui, S. Hasegawa, K. Hicks, K. Horie, T. Hotta, K. Imai, T. Ishikawa, T. Iwata, Y. Kato, H. Kawai, K. Kino, H. Kohri, N. Kumagai, S. Makino, T. Matsuda, T. Matsumura, N. Matsuoka, T. Mibe, M. Miyabe, M. Miyachi, T. Nakano, M. Niiyama, M. Nomachi, Y. Ohashi, H. Ohkuma, T. Ooba, D.S. Oshuev, C. Rangacharyulu, A. Sakaguchi<sup>s</sup>, P.M. Shagin, Y. Shiino, H. Shimizu, Y. Sugaya, M. Sumihama, Y. Toi, H. Toyokawa, A. Wakai, C.W. Wang, S.C. Wang, K. Yonehara, T. Yorita, M. Yoshimura, M. Yosoi and R.G.T. Zegers  
 Phys. Rev. Lett. **103** (2009) 012001.

#### **The HypHI project: Hypernuclear spectroscopy with stable heavy ion beams and rare isotope beams at GSI and FAIR**

S. Bianchin, P. Achenbach, S. Ajimura, O. Borodina, T. Fukuda, J. Hoffmann, M. Kavatsyuk, K. Koch, T. Koike, N. Kurz, F. Maas, S. Minami, Y. Mizoi, T. Nagae, D. Nakajima, A. Okamura, W. Ott, B. Ozel, J. Pochodzalla, C. Rappold, T.R. Saito, A. Sakaguchi<sup>s</sup>, M. Sako, M. Sekimoto, H. Sugimura, T. Takahashi, H. Tamura, K. Tanida and W. Trautmann  
 Int. J. Mod. Phys. E **18** (2009) 2187-2191.

#### **Study of $^{48}\text{Ca}$ double beta decay with CANDLES**

I. Ogawa<sup>s</sup>, T. Kishimoto<sup>s</sup>, S. Umehara<sup>s</sup>, G. Ito<sup>d</sup>, K. Yasuda<sup>d</sup>, M. Wada, K. Matsuoka<sup>s</sup>, M. Nomachi, K. Fushimi, R. Hazama, H. Ohsumi, K. Okada, Y. Tamagawa and S. Yoshida  
 J. Phys. Conf. Ser. **203** (2010) 012073.

#### **The HypHI Phase 0 experiment**

T.R. Saito, S. Bianchin, O. Borodina, V. Bozkurt, B. Gokuzum, M. Kavatsyuk, E. Kim, S. Minami, D. Nakajima, B. Ozel-Tashenov, C. Rappold, P. Achenbach, S. Ajimura, T. Aumann, C. Caesar, S. Erturk, T. Fukuda, E. Guliev, Y. Hayashi, T. Hiraiwa, J. Hoffmann, G. Ickert, Z.S. Ketenci, D. Khanefit, M. Kim, S. Kim, K. Koch, N. Kurz, Y. Ma, F. Maas, S. Mizoi, M. Moritsu, T. Nagae, A. Okamura, W. Ott, J. Pochodzalla, A. Sakaguchi<sup>s</sup>, M. Sako, C.J. Schmidt, M. Sekimoto, H. Simon, H. Sugimura, T. Takahashi, G.J. Tambave, K. Tanida, K. Tamura, M. Trager, W. Trautmann, S. Voltz, C.J. Yoon and K. Yoshida<sup>m</sup>  
 Nucl. Phys. A **835** (2010) 110-116.

#### **Near-Threshold $\Lambda(1520)$ Production by the $\vec{\gamma}p \rightarrow K^+\Lambda(1520)$ Reaction at Forward $K^+$ Angles**

H. Kohri, D.S. Ahn, J.K. Ahn, H. Akimune, Y. Asano, W.C. Chang, S. Date, H. Ejiri, S. Fukui, H. Fujimura, M. Fujiwara, S. Hasegawa, K. Hicks, A. Hosaka, T. Hotta, K. Imai, T. Ishikawa, T. Iwata, H. Kawai, Z.Y. Kim, K. Kino, N. Kumagai, S. Makino, T. Matsuda, T. Matsumura, N. Matsuoka, T. Mibe, M. Miyabe, Y. Miyachi, M. Morita, N. Muramatsu, T. Nakano, S.i. Nam, M. Niiyama, M. Nomachi, Y. Ohashi, H. Ohkuma, T. Ooba, D.S. Oshuev, C. Rangacharyulu, A. Sakaguchi<sup>s</sup>, T. Sasaki, P.M. Shagin, Y. Shiino, A. Shimizu, H. Shimizu, Y. Sugaya, M. Sumihama, A.I. Titov, Y. Toi, H. Toyokawa, A. Wakai, C.W. Wang, S.C. Wang, K. Yonehara, T. Yorita, M. Yoshimura, M. Yosoi and R.G.T. Zegers  
 Phys. Rev. Lett. **104** (2010) 172001.

#### **Dark matter search by means of segmented scintillator (PICO-LON)**

K. Fushimi, Y. Kameda, K. Harada, S. Nakayama, H. Ejiri, T. Shima, K. Yasuda<sup>d</sup>, S. Umehara<sup>s</sup>, R. Hazama and K. Imagawa  
 J. Phys. Conf. Ser. **203** (2010) 012046.

#### **国際会議報告等**

##### **Production of Neutron-Rich Lambda Hypernuclei at J-PARC**

A. Sakaguchi<sup>s,\*</sup>, S. Ajimura, H. Bhang, L. Busso, M. Endo, D. Faso, T. Fukuda, T. Kishimoto<sup>s</sup>, K. Matsuda, K. Matsuoka<sup>s</sup>, Y. Mizoi, O. Morra, H. Noumi, P.K. Saha, C. Samanta, Y. Shimizu<sup>s</sup>, T. Takahashi, T.N. Takahashi and K. Yoshida<sup>m</sup>  
 Proceedings of the Sendai International Symposium On Strangeness In Nuclear And Hadronic Systems, SENDAI08 (ed. by K. Maeda, S.N. Nakamura and H. Tamura, World Scientific Pub. Co. Inc., Nov. 2009, 参加者約 150 名) 340-345.

##### **Development of GEM chamber using E10 experiment**

Saha, C. Samanta, Y. Shimizu<sup>s</sup>, T. Takahashi, T.N. Takahashi and K. Yoshida<sup>m</sup> M. Endo<sup>m,\*</sup>, K. Yoshida<sup>m</sup>, A. Sakaguchi<sup>s</sup>, Y. Shimizu<sup>s</sup>, K. Matsuoka<sup>s</sup>, K. Matsuda<sup>m,\*</sup>, T. Fukuda, Y. Mizoi  
 Proceedings of the Sendai International Symposium On Strangeness In Nuclear And Hadronic Systems, SENDAI08 (ed. by K. Maeda, S.N. Nakamura and H. Tamura, World Scientific Pub. Co. Inc., Nov. 2009, 参加者約 150 名) 340-345.

#### **国際会議における講演等**

##### **Candles for the Study of Neutrino less Double-Beta Decay**

I. Ogawa<sup>s,\*</sup>

Talk given at the Int. conf. on Topics in Astroparticle and Underground Physics, TAUP2009 (at Rome, Italy, July 1-5, 2009).

### **Kaon-Nucleus Potential and the in-flight ( $K^-$ , $N$ ) Reaction Mechanism**

T. Kishimoto<sup>s,\*</sup>

Talk given at the 10th International Conference on Hypernuclear and Strange Particle Physics, Hyp-X (at Tokai, Japan, September 14-18, 2009, 参加者約 150 名).

### **Study of neutron-rich $\Lambda$ -hypernuclei by the double charge-exchange reaction at J-PARC**

A. Sakaguchi<sup>s,\*</sup> and N. Ishibashi<sup>m,\*</sup>

Poster presented at the 10th International Conference on Hypernuclear and Strange Particle Physics, Hyp-X (at Tokai, Japan, September 14-18, 2009, 参加者約 150 名).

### **Development of tracking chamber for J-PARC E10 experiment**

K. Yoshida<sup>m,\*</sup>

Poster presented at the 10th International Conference on Hypernuclear and Strange Particle Physics, Hyp-X (at Tokai, Japan, September 14-18, 2009, 参加者約 150 名).

### **Kaon-nucleus interaction studied by kaon induced reactions**

T. Kishimoto<sup>s,\*</sup>

Talk given at the Int. Symp. on Exotic Nuclei, EXON-2009 (at Sochi, Russia, September 28 - October 2, 2009).

### **CANDLES for the study of $^{48}\text{Ca}$ double beta decay**

I. Ogawa<sup>s,\*</sup>

Talk give at the Japan-US seminar on “Double Beta Decay and Neutrinos”, DBD09 ( at Hawaii, USA, October 11-13, 2009).

### **$^{48}\text{Ca}$ enrichment**

S. Umehara<sup>s,\*</sup>

Talk give at the Japan-US seminar on “Double Beta Decay and Neutrinos”, DBD09 ( at Hawaii, USA, October 11-13, 2009).

### **Study of Double Beta Decay of $^{48}\text{Ca}$ with CANDLES**

S. Umehara<sup>s,\*</sup>

Talk given at the 7th Japan-China Joint Nuclear Physics Symposium (at Tsukuba, November 12, 2009).

### **Nutrino-less double beta decay of $^{48}\text{Ca}$ studied by $\text{CaF}_2$ Scintillator**

S. Umehara<sup>s,\*</sup>

Talk given at the CTP International Conference On Nuclear Physics in LHC Era (at Luxor, Egypt, November 15-19, 2009).

**Matter dominated universe and study of  $^{48}\text{Ca}$  double beta decay**

T. Kishimoto<sup>s,\*</sup>

Talk given at Origin of Matter and Evolution of Galaxy, OMEG2010 (at Osaka, March 8, 2010).

日本物理学会，応用物理学会等における講演

**Background reduction by position reconstruction for CANDLES III**

K. Yasuda<sup>d,\*</sup>

Joint meeting of the nuclear physics division of the APS and JPS (於ハワイ, 2010年10月13日 - 10月17日)

**Study of background origin by data analysis and simulation for CANDLES III**

G. Ito<sup>d,\*</sup>

Joint meeting of the nuclear physics division of the APS and JPS (於ハワイ, 2010年10月13日 - 10月17日)

クラウンエーテル樹脂を用いたカルシウム同位体分離

梅原さおり<sup>s,\*</sup> 他

第8回同位体科学研究会 (於東京, 2010年3月5日)

**CANDLESによる二重ベータ崩壊の研究(39) – CANDLESプロジェクトの開発状況**

梅原さおり<sup>s,\*</sup>, 岸本忠史<sup>s</sup>, 小川泉<sup>s</sup>, 松岡健次<sup>s</sup>, 伊藤豪<sup>d</sup>, 保田賢輔<sup>d</sup>, 角畑秀一<sup>m</sup>, 宮下政樹<sup>m</sup>, 能町正治, 河野陽介, 坂雅幸, 味村周平, 玉川洋一, 林長宏, 裕隆太, 岡田憲司, 大隈秀晃, 吉田斉, 藤井靖彦, 伏見賢一

日本物理学会第65回年次大会 (於岡山大学, 2010年3月20日 - 3月23日)

**CANDLESによる二重ベータ崩壊の研究(40) – III(UG)におけるエネルギー較正システムの開発 –**

角畑秀一<sup>m,\*</sup>, 岸本忠史<sup>s</sup>, 小川泉<sup>s</sup>, 松岡健次<sup>s</sup>, 梅原さおり<sup>s</sup>, 伊藤豪<sup>d</sup>, 保田賢輔<sup>d</sup>, 宮下政樹<sup>m</sup>, for the CANDLES Collaboration

日本物理学会第65回年次大会 (於岡山大学, 2010年3月20日 - 3月23日)

**CANDLESによる二重ベータ崩壊の研究(41) – 集光効率改善のためのライトパイプの**

開発 –

宮下政樹<sup>m,\*</sup>, 岸本忠史<sup>s</sup>, 小川泉<sup>s</sup>, 松岡健次<sup>s</sup>, 梅原さおり<sup>s</sup>, 伊藤豪<sup>d</sup>, 保田賢輔<sup>d</sup>, 角畑秀一<sup>m</sup>, 坪田悠史

日本物理学会第65回年次大会 (於岡山大学、2010年3月20日 - 3月23日)

CANDLESによる二重ベータ崩壊の研究(42) – III(SL)の解析 –

保田賢輔<sup>d,\*</sup>, 岸本忠史<sup>s</sup>, 小川泉<sup>s</sup>, 梅原さおり<sup>s</sup>, 伊藤豪<sup>d</sup>, 角畑秀一<sup>m</sup>, 宮下政樹<sup>m</sup>, 松岡健次<sup>s</sup>, 裕隆太, for the CANDLES Collaboration

日本物理学会第65回年次大会 (於岡山大学、2010年3月20日 - 3月23日)

J-PARC E10 実験で用いる MWPC の性能評価

吉田幸太郎<sup>m,\*</sup>, 阪口篤志<sup>s</sup>, 石橋直哉<sup>m</sup>, 松岡健次<sup>s</sup>, 清水幸夫<sup>s</sup>, 高橋智則, 高橋俊行

日本物理学会第65回年次大会 (於岡山大学、2010年3月20日 - 3月23日)

J-PARC K1.8 beam line で使用する GEM を用いた高計数率対応飛跡検出器の開発

石橋直哉<sup>m,\*</sup>, 阪口篤志<sup>s</sup>, 松岡健次<sup>s</sup>, 清水幸夫<sup>s</sup>, 吉田幸太郎<sup>m</sup>, 福田共和, 溝井浩, 榎本瞬

日本物理学会第65回年次大会 (於岡山大学、2010年3月20日 - 3月23日)

クラウンエーテル樹脂を用いたカルシウム同位体分離 (5) – クロマトグラフィーによる長距離泳動実験 –

梅原さおり<sup>s,\*</sup> 他

原子力学会 2010年春の年会 (於茨城大学、2010年3月26日 - 3月28日)



## 1.2 久野グループ

### 平成 21 年度の研究活動概要

久野グループでは、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 (COMET, DeeMe) の開発、スーパーミュオンビーム (PRISM) の開発、 $\pi^+ \rightarrow e^+\nu_e$  崩壊分岐比の測定 (PIENU)、超伝導ソレノイド・ミュオン源 (MUSIC) の開発、ミュオンイオン化冷却実証実験 (MICE) などの研究を行っている。

#### COMET 実験

$\mu^- + N \rightarrow e^- + N$  転換過程はレプトン・フレーバーの保存則を破るため、素粒子の標準理論では禁止されている反応である。スイス・PSI 研究所で行われた最新の実験結果も、分岐比の上限値  $BR < 7 \times 10^{-13}$  (90% C.L.) を与えているに過ぎない。ところが超対称性大統一理論や超対称性シーソー理論など標準理論を拡張する理論では、レプトン・フレーバー保存則は必ずしも成立しない事が知られている。現在の実験リミットをわずかに数桁改善するだけで  $\mu^- + N \rightarrow e^- + N$  転換過程を観測できる可能性があると言われている。

久野グループでは、KEK などと共同で J-PARC MR からの大強度陽子ビームを活用した  $\mu^- + N \rightarrow e^- + N$  転換過程探索実験 (COMET) を提案している。本年度は、COMET 実験の概念設計報告書 (CDR) を完成し、J-PARC PAC に提出した。J-PARC PAC での審議の結果 Scientific Approval に相当する Stage-1 承認を得た。また、米国における同様の実験 (Mu2e) グループと共同で、パルス陽子ビームとアルミ安定化超伝導電磁石の共同研究を行っている。パルス陽子ビームの開発では、陽子ビームパルスの改善に必要である AC Dipole の開発やパルス時間構造の測定を行う検出器の開発を行った。光検出器として使用する gating PMT の開発では、アフターパルス現象の理解を推し進めた。

#### DeeMe 実験

$10^{-14}$  の精度で  $\mu^- + N \rightarrow e^- + N$  転換過程を探索する新しい実験の検討を行った。この実験では、一次陽子標的中に静止する  $\mu^-$  が  $\mu^- + N \rightarrow e^- + N$  転換過程で生成する単色遅延電子を、二次ビームラインで引き出すことにより測定を行う。本年度は J-PARC MLF でテスト実験を行い、一次陽子標的中に静止する  $\mu^-$  の収量として  $10^9/\text{sec}$  を大きく越える値を得た。これは、モンテカルロによる評価と無矛盾であり、 $10^{-14}$  の精度で実験を行うに十分な量である。なお、このテスト実験では、COMET 用に開発した gating PMT を活用することにより、高効率でデータ収集を行う事に成功した。

DeeMe は COMET よりも小規模な実験であり、COMET 実験に先立って実行することによりミュオン・レプトン・フレーバー非保存過程の実験的な研究を総合的に発展させる事を狙っている。

#### PRISM の開発研究

COMET 実験の精度をさらに向上させて、ミュオン電子転換過程を  $10^{-17}$  を超える高い感度で探索するためには大強度かつ高輝度・高純度のミュオン源 (PRISM) が必要である。

PRISM ではミュオン蓄積リング PRISM-FFAG を用いて位相空間回転法により高輝度・高純度ミュオンビームを実現する。

本年度は、PRISM を使用したミュオン電子転換過程探索実験の検討をさらに進めるために PRISM タスクフォースを立ち上げた。これは、日本、英国、米国の共同研究グループであり、昨年度までに開発を終了した位相空間回転器の成果を元に、最新の実験技術と加速器技術を取り込みミュオン電子転換過程探索の感度を向上する実験を検討することを目的としている。レーストラック型 FFAG 加速器の利用検討、新しい高周波加速システムの検討、入射・取り出しキッカー電磁石システムの検討などを進めた。図 1.2 に、本研究で検討している PRISM を利用したミュオン電子転換過程探索実験の配置案を示す。

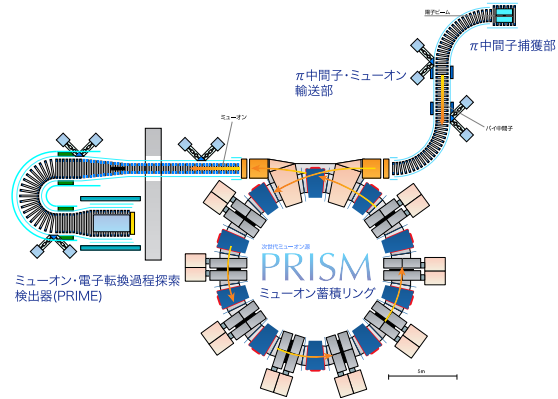


図 1.2: PRISM を利用したミュオン電子転換過程探索実験の配置案

## PIENU

PIENU 実験は  $\pi^+ \rightarrow e^+\nu_e$  崩壊と  $\pi^+ \rightarrow \mu^+\nu_\mu$  崩壊の分岐比  $R$  を 0.1% よりも高い精度で測定する事を目的とした実験である。 $\pi^+ \rightarrow \mu^+\nu_\mu$  崩壊に対して、 $\pi^+ \rightarrow e^+\nu_e$  崩壊はヘリシティー抑制効果により強く抑圧されている。標準理論による  $R$  の予想値は、 $R^{\text{SM}} = 1.2353 \pm 0.0004 \times 10^{-4}$  と、およそ 0.03% の相対精度で計算されている。ヘリシティー抑制効果が働かない新しいタイプの相互作用が存在すると、分岐比  $R$  は標準理論予想値  $R^{\text{SM}}$  から大きくずれる可能性があり、分岐比  $R$  は標準理論を超える物理に対して非常に感度が高い。

今年度は、4月からビームを用いた実験装置のコミッショニングを開始し、そのままスムーズに物理データ収集に移行して、12月までデータ収集を行った。これにより、1990年代に行われた TRIUMF 実験の数倍のデータを収集したことになる。

このデータを用いて、massive neutrino 探索解析を行い、 $90 \text{ MeV}/c^2 - 110 \text{ MeV}/c^2$  の質量領域において  $|U_{ei}|^2 < 5 \times 10^{-8}$  (90% C.L.) を得た。

## MUSIC

超伝導ソレノイド磁石を用いた新しいミュオン発生装置 (MUSIC) の製作を開始した。

MUSIC パイオン捕獲システムではグラファイト標的に大阪大学核物理研究センター (RCNP)



図 1.3: pienu 実験装置

の陽子ビームを入射し、生成したパイオンを超伝導ソレノイド磁石の強磁場 (最大 3.5 テスラ) で捕獲することで、世界最大級の大強度ミュオンビームが得られると期待している。また、パイオン捕獲部の後に接続されるミュオン輸送ソレノイド磁石に超伝導双曲磁石を組み込んであり、ミュオンの電荷や運動量を選別する。

パイオン捕獲ソレノイドおよび約 3 メートル長の輸送ソレノイドを製作し、RCNP の西実験室に設置した。超伝導コイルは液体ヘリウムを使わない GM 冷凍機のみで冷却されるので、西実験室に 7 台のヘリウム圧縮機を設置し、冷凍機の運転を開始し、約 1 日で運転温度まで冷却できることを確認した。また、陽子ビーム偏向磁石、ビームモニターの設定、ビームダクト配管など MUSIC 用陽子ビームラインの整備を行った。RCNP に設置された MUSIC 電磁石を図 1.4 に示す。



図 1.4: MUSIC

#### MICE

英国ラザフォードアップルトン研究所にて行われている、ミュオンビームにおけるイオン化冷却法の実証実験である MICE (Muon Ionization Cooling Experiment) に参加している。2009 年度は、粒子識別検出器のインストール、MICE ビームラインのチューニング、飛跡検出器の宇宙線テストなどを行った。

#### 学術雑誌に出版された論文

##### Search for Proton Decay via $P \rightarrow e^+\pi^0$ and $P \rightarrow \mu^+\pi^0$ in a Large Water Cherenkov Detector

H. Nishino, S. Clark, K. Abe, Y. Kuno<sup>s</sup>, M. Yoshida<sup>s</sup> et al.  
Phys. Rev. Lett. **102** (No. 14, Apr.) (2009) 141801 1-5.

##### SEARCH FOR ASTROPHYSICAL NEUTRINO POINT SOURCES AT SUPER-KAMIOKANDE

E. Thrane, K. Abe, Y. Hayato, T. Iida, Y. Kuno<sup>s</sup>, M. Yoshida<sup>s</sup> et al.  
Astrophys. J. **704** (No. 1, Oct. ) (2009) 503-512.

##### Muon Particle and Nuclear Physics Programs at J-PARC

Y. Kuno<sup>s</sup>  
Lec. Notes Phys. **781** (Jan.) (2010) 231-262.

## 国際会議報告等

**Search for Lepton Flavor Violation with Muons**Y. Kuno<sup>s,\*</sup>

Proceedings of the 3rd International Meeting on Frontiers in Physics (AIP Conf. Proc. 1150, July 2009, 参加者数約 180 名) 140-146.

**Conceptual design report for experimental search for lepton flavor violating  $\mu^-e^-$  conversion at sensitivity of  $10^{-16}$  with a slow-extracted bunched proton beam (COMET)**

COMET Collaboration: Y.G. Cui, R. Palmer, Y. Arimoto, M. Aoki<sup>s</sup>, T. Itahashi<sup>s</sup>, Y. Kuno<sup>s</sup>, E. Matsushita<sup>m</sup>, N. Nakadozono<sup>m</sup>, A. Sato<sup>s</sup>, S. Takahashi<sup>m</sup>, T. Tachimoto<sup>m</sup>, M. Yoshida<sup>s</sup> et al.

KEK Report (Nov.) 1-208.

**PIENU experiment at TRIUMF: Measurement of  $\pi \rightarrow e\nu/\pi \rightarrow \mu\nu$  branching ratio**

A. Sher<sup>\*</sup>, M. Aoki<sup>s</sup>, M. Blecher, D.A. Bryman, Y. Kuno<sup>s</sup> et al.

Proceedings of the 10th Conference on the Intersections of Particle and Nuclear Physics (AIP Conf. Proc. 1182, Dec. 2009, 参加者数約 280 名) 702-705.

**The MUSIC Project**M. Yoshida<sup>s,\*</sup>

Proceedings of the 11th International Workshop on Neutrino Factories, Superbeams and Betabeams: NuFact09 (AIP Conf. Proc. 1222, Mar. 2010, 参加者数約 200 名) 400-402.

**R&D on Proton Extinction Monitor for COMET Project**

N. Nakadozono<sup>m,\*</sup>, M. Aoki<sup>s</sup>, Y. Kuno<sup>s</sup>, A. Sato<sup>s</sup>, T. Yano, N. Ito<sup>m</sup>, T. Taniguchi

Proceedings of the 11th International Workshop on Neutrino Factories, Superbeams and Betabeams: NuFact09 (AIP Conf. Proc. 1222, Mar. 2010, 参加者数約 200 名) 412-414.

**Study of a Large NaI(Tl) Crystal**

A. Aguilar-Arevalo, M. Aoki<sup>s</sup>, M. Blecher, D.A. Bryman, N. Ito<sup>m</sup>, K. Yamada<sup>d</sup> et al.  
arXiv (Mar., 2010) 2235 1-5.

## 国際会議における講演等

**PIENU experiment at TRIUMF: Measurement of  $\pi \rightarrow e\nu/\pi \rightarrow \mu\nu$  branching ratio**

A. Sher<sup>\*</sup>, M. Aoki<sup>s</sup>, M. Blecher, D.A. Bryman, Y. Kuno<sup>s</sup> et al.

Talk given at the 10th Conference on the Intersections of Particle and Nuclear Physics (at San Diego, California, May 26-31, 2009, 参加者数約 280 名).

### The MUSIC Project

M. Yoshida<sup>s,\*</sup>

Talk given at The 11th International Workshop on Neutrino Factories, Superbeams and Betabeams: NuFact09 (at Chicago, Illinois, July 20-25, 2009, 参加者数約 200 名).

### R&D on Proton Extinction Monitor for COMET Project

N. Nakadozono<sup>m,\*</sup>, M. Aoki<sup>s</sup>, Y. Kuno<sup>s</sup>, A. Sato<sup>s</sup>, T. Yano, N. Ito<sup>m</sup>, T. Taniguchi

Talk given at The 11th International Workshop on Neutrino Factories, Superbeams and Betabeams: NuFact09 (at Chicago, Illinois, July 20-25, 2009, 参加者数約 200 名).

### 日本物理学会, 応用物理学会等における講演

#### J-PARC でのミュオン g-2/EDM 精密測定実験

齊藤直人<sup>\*</sup>, 石田勝彦, 池上雅紀, 久野良孝<sup>s</sup> その他

日本物理学会 2009 年秋季大会 (於 甲南大学, 2009 年 9 月 10 日 - 9 月 13 日)

#### ミュオン電子転換過程探索に向けた PRISM-FFAG の開発

佐藤朗<sup>s,\*</sup>, 青木正治<sup>s</sup>, 有本靖, 板橋隆久<sup>s</sup>, 久野良孝<sup>s</sup>, 中西祥人<sup>m</sup>, 吉田誠<sup>s</sup>, 森義治, 大森千広, 岩下芳久, Ajit Kurup, 他 PRISM working group

日本物理学会 2009 年秋季大会 (於 甲南大学, 2009 年 9 月 10 日 - 9 月 13 日)

#### ミュオン-電子転換過程探索実験のための Extinction Monitor 開発

中堂園尚幸<sup>s,\*</sup>, 青木正治<sup>s</sup>, 久野良孝<sup>s</sup>, 佐藤朗<sup>s</sup>, 谷口敬, 他 COMET Collaboration

日本物理学会 2009 年秋季大会 (於 甲南大学, 2009 年 9 月 10 日 - 9 月 13 日)

#### $\pi^+ \rightarrow e^+ \nu_e$ 崩壊分岐比測定実験-実験開始-

山田薫<sup>d,\*</sup>, 青木正治<sup>s</sup>, 五十嵐洋一, 伊藤尚祐<sup>m</sup>, 久野良孝<sup>s</sup>, 吉田誠<sup>s</sup>, 他 PIENU Collaboration

日本物理学会 2009 年秋季大会 (於 甲南大学, 2009 年 9 月 10 日 - 9 月 13 日)

#### ミュオン電子転換過程探索におけるカロリメーターの開発

立元琢土<sup>m,\*</sup>, 佐藤朗<sup>s</sup>, 久野良孝<sup>s</sup>, 他 PRISM/COMET working group

日本物理学会 2009 年秋季大会 (於 甲南大学, 2009 年 9 月 10 日 - 9 月 13 日)

#### ミュオン・電子転換過程探索実験のための J-PARC MLF ミュオン標的における $\mu^-$ 静止効率の測定

青木正治<sup>s,\*</sup>, 鰐原孝康<sup>m</sup>, 河村成肇, 久野良孝<sup>s</sup>, 下村浩一郎, Patrick Strasser, 中堂園尚<sup>m</sup>,

西口創<sup>m</sup>, 西山樟生, 沼尾登志男, 曳田俊介<sup>b</sup>, 松下絵里<sup>m</sup>, 三原智, 三宅康博, 吉村浩司  
日本物理学会第65回年次大会 (於 岡山大学, 2010年3月20日 - 3月23日)

ミュオン・電子転換過程探索実験のための J-PARC MLF ミュオン標的における  $\mu^+$  静止効率の測定 (ビームラインアクセプタンス)

下村浩一郎<sup>\*</sup>, 青木正治<sup>s</sup>, 鰐原孝康<sup>m</sup>, 河村成肇, 久野良孝<sup>s</sup>, Patrick Strasser, 中堂園尚<sup>m</sup>, 西口創<sup>m</sup>, 西山樟生, 沼尾登志男, 曳田俊介<sup>b</sup>, 松下絵里<sup>m</sup>, 三原智, 三宅康博, 吉村浩司  
日本物理学会第65回年次大会 (於 岡山大学, 2010年3月20日 - 3月23日)

COMET 実験のための高速フォトチューブ用スイッチングベース

谷口敬<sup>\*</sup>, 中堂園尚幸<sup>m</sup>, 青木正治<sup>s</sup>

日本物理学会第65回年次大会 (於 岡山大学, 2010年3月20日 - 3月23日)

## 1.3 下田グループ

### 平成 21 年度の研究活動概要

#### 研究室メンバー

下田正（教授）、小田原厚子（准教授）、清水俊（助教、中野グループ@RCNP）、  
松尾由賀利（連携併任教授：理研）、田尻邦彦（D1）、風戸正行（M2）、壽賀正城（M2）、  
高島杏奈（M2）、伊藤洋介（M1）、見目庸（M1）、山口杏子（M1）、蔵田清文（4年）、  
高津淳（4年）、今井延（秘書）

#### 1. 安定領域から遠く離れた原子核の励起状態の構造

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核構造を探るといふ、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、中性子過剰になるにつれて魔法数ではなくなるのではないかと、と言われていることを詳細な実験データによってはっきりさせようとするものである。中性子数 20 近くの非常に中性子が過剰な原子核の励起状態のエネルギーとスピン・パリティ、ベータ崩壊確率を実験的に明らかにすることによって、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。カナダの TRIUMF でこのような国際共同研究（大阪大学理学研究科、高エネルギー加速器研究機構、TRIUMF）を行っている。

2007 年度に、スピン偏極したナトリウム 28 核とナトリウム 29 核を停止させ、そのベータ崩壊の非対称度と引き続いて起こるガンマ崩壊を調べるという実験を行った。2008 年度から 2009 年度にかけて、この実験データの解析を行い、未知の準位や遷移を多数発見するとともに、多くの準位のスピン・パリティを同定することに成功した。マグネシウム 28 核（中性子数 16）については、ベータ崩壊様式を大きく更新した。マグネシウム 29 核（中性子数 17）に関しては、ベータ崩壊で観測されたほとんどの励起状態のスピン・パリティを決定することができた。また、理論計算との比較により、マグネシウム 28 核には魔法数消失等の現象は見られないと解釈できることが分かった。マグネシウム 29 核では、ほとんどの励起状態は同様に説明できるが、低い励起エネルギーで核子の単一粒子軌道の変化の特徴をもつ励起状態が観測された。これは、中性子数 20 の魔法数の消失メカニズムの解明に直接つながる結果である。これら一連の結果は、学会や国際会議等で発表し、議論を進め、投稿論文にまとめつつある。

2009 年度は、マグネシウム 30 核の核構造を調べる実験の準備も開始した。中性子数 18 であるこの原子核は、魔法数 20 の消滅が生じる境界領域の原子核と考えられ、さらに、球形、プロレート変形、オブレート変形等の変形共存が低エネルギー領域で期待されている。詳細なシミュレーションに基づいて、検出器系の改良を行った。

#### 2. 大阪大学核物理研究センター（RCNP）における不安定核ビームを用いた実験

RCNP の不安定核ビームラインである EN コースを用いて、重イオン核反応より原子核の高スピン状態を生成し、その構造をガンマ線核分光の手法で明らかにしようとしている。EN コースとガンマ線を検出するゲルマニウム検出器アレイを組み合わせることで、高感度の原子核のアイソマー（数ナノ秒以上の寿命をもつ励起状態）測定実験が可能となった。

ここ数年、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の開発を行ってきた。安定核ビームと安定核ターゲットの組み合わせを用いた核融合反応では、安定核よりも陽子過剰な質量領域の高スピン状態が多く生成されるため、中性子過剰な原子核の高スピン状態の研究は進んでいない。そこで、中性子過剰な不安定核ビームの核融合反応により、より広い質量領域の原子核が研究対象となるよう、開発を進めている。

2009年度は、開発した低エネルギーの窒素 17 不安定核ビームを用い、実際に不安定核ビームの核融合反応による高スピン状態研究のための実験を行った。酸素 18 の 1 次ビームをベリリウム 1 次ターゲットに照射し、直接反応過程で、窒素 17 不安定核ビーム（1核子あたり 4.3 MeV）を生成した。この不安定核ビームをテルル 130 の 2 次ターゲットに照射し、核融合反応より、プラセオジウム 142 核の高スピン状態を生成した。毎秒 20,000 個という強度の小さいビームを用いたガンマ線核分光実験であるため、目的の原子核から放出されるガンマ線は、自然界の放射線や窒素 17 不安定核ビームのベータ崩壊後のガンマ線との競合になる。これらバックグラウンドガンマ線を効率よく取り除くため、ビームライン上に設置した位置検出可能なガス検出器で 2 次ビームをモニターし、ビームと同期したガンマ線のみ選り出すことで、低バックグラウンドのガンマ線スペクトルをつくることに成功し、プラセオジウム 142 原子核のより高いスピンをもつ準位を新たに発見し、以前よりも高いスピンまでの準位構造を組み上げた。

今後、この手法を用いることで、中性子過剰核の高スピン状態の研究範囲が広がることが期待できる。事実、低エネルギー窒素 17 不安定核ビームの成功を受けて、フランスのオルセー原子核研究所のグループが、共同実験を提案してきた。2010年度内に実験を行うことを目指して準備を進めた。

### 3. 液体ヘリウム中でのレーザー分光実験—ドリップライン近傍核の電磁気モーメントの測定を目指して—

陽子と中性子数の比が安定領域の核と非常に異なった原子核、すなわち存在の限界（これ以上核子をくっつけようとしてもこぼれ落ちてしまうという意味でドリップラインと呼ばれる）近くの原子核の構造を探る有効な方法として、液体ヘリウム中に停止した不安定核原子に対してレーザー分光を行うという新しい実験を、連携併任教授の松尾氏とともに理化学研究所において進めている。2009年度は、加速された安定核  $^{87}\text{Rb}$  ビームを液体ヘリウムに打ち込み、この分光法が有効であることを実証するとともに、どこまで少ない核について適用できるのかを調べる実験の準備を行った。オンライン実験用のクライオスタットと高感度蛍光測定系が完成するなど全ての準備が整ったが、残念ながら、加速器の不調により実験は2010年度に持ち越された。

### 4. $Z = 40$ 、 $N = 70$ 付近の中性子過剰核における形の変化の探索

理化学研究所に完成した不安定核ビーム生成装置 RIBF は、安定領域から遠く離れた不安定核を生成する能力において世界最高を誇っている。2009年度には  $^{238}\text{U}$  ビームの加速が本格化し、軽い標的核に衝突させた時に  $^{238}\text{U}$  が分裂して生成される大量の不安定核の中から特定の原子核を分離して二次ビームとして供給することが出来る BigRIPS と ZeroDegree Spectrometer を用いた実験が行われた。我々のグループは国際共同チーム（理化学研究所、東京理科大学、大阪大学、東京大学、東京工業大学、九州大学、Surry 大、Milano 大、Michigan



State 大等) による中性子過剰核のベータ・ガンマ核分光実験を行った。大阪大学グループは  $^{108}\text{Nb}$  付近の中性子過剰核のベータ崩壊データの解析を担当し、娘核である  $^{108}\text{Mo}$  近傍の原子核構造の解明を目指している。



#### 学術雑誌に出版された論文

##### **A new measurement of the astrophysical $^8\text{Li}(d, t)^7\text{Li}$ reaction**

T. Hashimoto, H. Ishiyama, Y.X. Watanabe, Y. Hirayama, N. Imai, H. Miyatake, S.C. Jeong, M.-H. Tanaka, N. Yoshikawa, T. Nomura, S. Mitsuoka, K. Nishio, T.K. Sato, A. Osa, S. Ichikawa, M. Matsuda, H. Ikezoe, S.K. Das, Y. Mizoi, T. Fukuda, A. Sato<sup>m</sup>, T. Shimoda<sup>s</sup>, K. Otsuki and T. Kajino  
 Phys. Lett. B **674** (No. 4-5, April) (2009) 276-280.

##### **$\beta$ decay of the $21/2^+$ isomer in $^{93}\text{Mo}$ and level structure of $^{93}\text{Nb}$**

T. Hori<sup>m</sup>, T. Masue<sup>m</sup>, A. Odahara<sup>s</sup>, K. Kura<sup>m</sup>, K. Tajiri<sup>d</sup>, T. Shimoda<sup>s</sup>, T. Fukuchi, T. Suzuki, Y. Wakabayashi, Y. Gono, and K. Ogawa  
 Phys. Rev. C **80** (No. 3, Sept.) (2009) 034306-1-5.

##### **Hydrogenation of carbon fragments after femtosecond laser ablation of solid**

**C<sub>60</sub>**

T. Kobayashi, Y. Matsuo<sup>s</sup>, M. Kurata-Nishimura, Y. Hayashizaki, and J. Kawai  
 Appl. Surf. Sci. **255** (No. 24, Sept.) (2009) 9652-9654.

**Dynamics of Ablation Plasma induced by a Femtosecond Laser Pulse in Electric Fields**

M. Kurata-Nishimura, T. Kobayashi, Y. Matsuo<sup>s</sup>, T. Motobayashi, Y. Hayashizaki, and J. Kawai  
 Appl. Surf. Sci. **255** (No. 24, Sept.) (2009) 9729-9733.

**Laser spectroscopy on exotic RI atoms in superfluid helium - OROCHI experiment -**

T. Furukawa, Y. Matsuo<sup>s</sup>, A. Hatakeyama, K. Fujikake, Y. Matsuura, T. Kobayashi, T. Shimoda<sup>s</sup>, and OROCHI Collaboration  
 Hyp. Int. **196** (No. 1-3, Feb.) (2010) 191-197.

**国際会議報告等****国際会議における講演等****Novel nuclear laser spectroscopy of RI atoms in superfluid helium: OROCHI**  
Y. Matsuo<sup>s,\*</sup>

Talk given at Advanced Studies Institute - Symmetries and Spin (SPIN-Praha-2009), (Prague, Czech, Jul. 26 - Aug. 2, 2009, 参加者数約 80 名).

**Search for spin-gap isomers along  $N=Z$  line in the region of the double magic nucleus <sup>56</sup>Ni**

Y. Ito<sup>m,\*</sup>, Y. Kenmoku<sup>m</sup>, H. Sugahara<sup>b</sup>, M. Suga<sup>m</sup>, A. Takashima<sup>m</sup>, K. Kura<sup>m</sup>, K. Tajiri<sup>d</sup>, K. Yamaguchi<sup>m</sup>, M. Kazato<sup>m</sup>, A. Odahara<sup>s</sup>, T. Shimoda<sup>s</sup>

Poster given at 8th Summer School on Exotic Beam Physics (Berkeley, USA, Aug. 3-8, 2009, 参加者数約 60 名).

**Structure of <sup>30</sup>Mg studied through  $\beta$  decay of polarized <sup>30</sup>Na**

Y. Kenmoku<sup>m,\*</sup>, K. Tajiri<sup>d</sup>, T. Shimoda<sup>s</sup>, A. Odahara<sup>s</sup>, M. Suga<sup>m</sup>, A. Takashima<sup>m</sup>, M. Kazato<sup>m</sup>, Y. Ito<sup>m</sup>, K. Yamaguchi<sup>m</sup>, Y. Hirayama, N. Imai, H. Miyatake, M. Pearson, C.D.P. Levy, K.P. Jackson, C. Petrache

Poster given at The 8th CNS-EFES Int. Summer School (CNS-EFES09) (Saitama, Japan, Aug. 26 - Sep. 1, 2009, 参加者数約 60 名).

**Gamma-ray spectroscopy experiments at RCNP**

A. Odahara<sup>s,\*</sup>, T. Shimoda<sup>s</sup>, K. Tajiri<sup>d</sup>, M. Kazato<sup>m</sup>, M. Suga<sup>m</sup>, A. Takashima<sup>m</sup>,  
 Y. Kenmoku<sup>m</sup>, Y. Ito<sup>m</sup>, K. Yamaguchi<sup>m</sup>, K. Kurata<sup>b</sup>, J. Takatsu<sup>b</sup>, T. Suzuki,  
 H. Watanabe, S. Nishimura, Y. Gono, T. Fukuchi, E. Ideguchi, S. Go, Y. Wakabayashi,  
 T. Morikawa, C. Petrache, D. Beaumel

Talk given at Int. Workshop on Physics of Nuclei at Extremes (Tokyo, Japan, Jan. 26, 2010, 参加者数約 30 名).

**Structure of Mg isotopes explored by beta-decay of spin-polarize Na isotopes**

T. Shimoda<sup>s,\*</sup>

Talk given at EFES-NSCL workshop on Perspectives on the modern shell model and related experimental topics (Michigan, USA, Feb. 4-6, 2010, 参加者数約 50 名).

**Structure of Neutron-Rich <sup>28,29</sup>Mg Studied through  $\beta$ -Decay of Spin Polarized <sup>28,29</sup>Na Beams at TRIUMF**

K. Tajiri<sup>d,\*</sup>, K. Kura<sup>m</sup>, M. Kazato<sup>m</sup>, M. Suga<sup>m</sup>, A. Takashima<sup>m</sup>, T. Masue<sup>m</sup>, T. Hori<sup>m</sup>,  
 T. Suzuki, T. Fukuchi, A. Odahara<sup>s</sup>, T. Shimoda<sup>s</sup>, Y. Hirayama, N. Imai, H. Miyatake,  
 C.D.P. Levy, M. Pearson, K.P. Jackson

Talk given at Int. Symp. on Forefronts of Researches in Exotic Nuclear Structures - Niigata2010 (Niigata, Japan, March 1-4, 2010, 参加者数約 120 名).

**Isomer Spectroscopy at RI Beam Line in RCNP**

A. Odahara<sup>s,\*</sup>, A. Takashima<sup>m</sup>, T. Shimoda<sup>s</sup>, K. Tajiri<sup>d</sup>, M. Kazato<sup>m</sup>,  
 M. Suga<sup>m</sup>, Y. Kenmoku<sup>m</sup>, Y. Ito<sup>m</sup>, K. Yamaguchi<sup>m</sup>, K. Kurata<sup>b</sup>, J. Takatsu<sup>b</sup>, T. Suzuki,  
 H. Watanabe, S. Nishimura, Y. Gono, T. Fukuchi, E. Ideguchi, S. Go, Y. Wakabayashi,  
 T. Morikawa, C. Petrache, D. Beaumel

Talk given at Int. Symp. on Forefronts of Researches in Exotic Nuclear Structures - Niigata2010 (Niigata, Japan, March 1-4, 2010, 参加者数約 120 名).

**日本物理学会，応用物理学会等における講演**

超流動ヘリウム中に植え込まれたアルカリおよびアルカリ様原子の精密レーザー分光と光ポンピング

古川武、畠山温、藤掛浩太郎、松浦佑一、小林徹、下田正<sup>s</sup>、松尾由賀利<sup>s,\*</sup>

第6回 AMO (原子・分子・光科学) 討論会 (豊中、大阪、2009年6月)

「加速器と放射線検出器で探る原子核の世界」 有限個のフェルミオン多体系のダイナミクス

下田正<sup>s,\*</sup>

高大連携物理セミナー（大阪大学、2009年8月20日）

**The Structure of Neutron-Rich  $^{28,29}\text{Mg}$  Studied through  $\beta$ -Decay of Spin-Polarized  $^{28,29}\text{Na}$  Beams at TRIUMF**

K. Tajiri<sup>d,\*</sup>, K. Kura<sup>m</sup>, M. Kazato<sup>m</sup>, M. Suga<sup>m</sup>, A. Takashima<sup>m</sup>, T. Masue<sup>m</sup>, T. Hori<sup>m</sup>, T. Suzuki, T. Fukuchi, A. Odahara<sup>s</sup>, T. Shimoda<sup>s</sup>, Y. Hirayama, N. Imai, H. Miyatake, C.D.P. Levy, M. Pearson, K.P. Jackson

Third Joint Meeting of the Nuclear Physics Divisions of the American Physical Society and the Physical Society of Japan（Hawaii, USA, October 13-17, 2009）

**Search for High-Spin Isomer in  $^{142}\text{Pr}$  by RI Beam Induced Fusion Reaction at RCNP**

A. Takashima<sup>m,\*</sup>, M. Suga<sup>m</sup>, K. Kura<sup>m</sup>, K. Tajiri<sup>d</sup>, M. Kazato<sup>m</sup>, Y. Kenmoku<sup>m</sup>, Y. Ito<sup>m</sup>, K. Yamaguchi<sup>m</sup>, K. Kurata<sup>b</sup>, J. Takatsu<sup>b</sup>, A. Odahara<sup>s</sup>, T. Shimoda<sup>s</sup>, S. Go, E. Ideguchi, Y. Gono, S. Nishimura, H. Watanabe, C. Petrache, T. Suzuki, Y. Wakabayashi

Third Joint Meeting of the Nuclear Physics Divisions of the American Physical Society and the Physical Society of Japan（Hawaii, USA, October 13-17, 2009）

**Isomer Spectroscopy using RI Beam**

A. Odahara<sup>s,\*</sup>, T. Shimoda<sup>s</sup>, K. Tajiri<sup>d</sup>, M. Kazato<sup>m</sup>, M. Suga<sup>m</sup>, A. Takashima<sup>m</sup>, Y. Kenmoku<sup>m</sup>, Y. Ito<sup>m</sup>, K. Yamaguchi<sup>m</sup>, K. Kurata<sup>b</sup>, J. Takatsu<sup>b</sup>, T. Suzuki, H. Watanabe, S. Nishimura, Y. Gono, T. Fukuchi, E. Ideguchi, S. Go, Y. Wakabayashi, T. Morikawa, C. Petrache, D. Beaumel

Third Joint Meeting of the Nuclear Physics Divisions of the American Physical Society and the Physical Society of Japan（Hawaii, USA, October 13-17, 2009）

「自然界をめぐる旅へのいざない」

下田正<sup>s,\*</sup>

最先端の物理を高校生に Saturday Afternoon Physics 2009 - 宇宙から極微の世界まで - における講演（大阪大学、2009年10月24日）

蓄積リングを用いたガンマ線核分光の提案

小田原厚子<sup>s,\*</sup>

蓄積リング検討ミニワークショップ（大阪大学、2010年1月28日）

不安定核ビームを用いたガンマ線核分光

高島杏奈<sup>m,\*</sup>

第6回停止・低速不安定核ビームを用いた核分光研究会（SSRI）（東京工業大学、2010年3月1-2日）

**Structure of  $^{30}\text{Mg}$  studied through  $\beta$  decay of polarized  $^{30}\text{Na}$**

見目庸  $m, *$

第6回停止・低速不安定核ビームを用いた核分光研究会 (SSRI) (東京工業大学, 2010年3月1-2日)

**不安定核ビームを用いた核融合反応の研究**

伊藤洋介  $m, *$

第6回停止・低速不安定核ビームを用いた核分光研究会 (SSRI) (東京工業大学, 2010年3月1-2日)

## 1.4 核物質学研究グループ

### 平成 21 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（附属原子核実験施設）を維持する他、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の重イオンシンクロトロン HIMAC や J-PARC 等の国内加速器施設はもとより、英国アップルトン研究所やスイス PSI 研究所のミュオン施設など海外の施設も使用し、短寿命 放射性核やミュオン、超冷中性子（UCN）を使った核物理学、ならびに素粒子や核物性との学際領域の実験研究を行っている。これらの実験のため、中国原子能研究所（CIAE）やカナダの TRIUMF などとも研究協定を結び、共同研究を行っている。

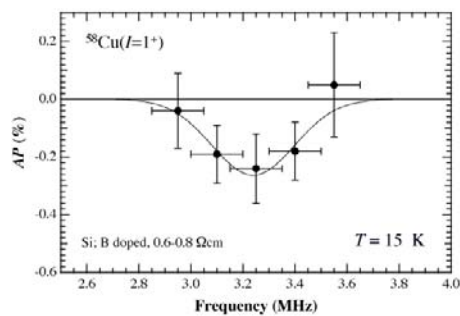


図 1.5:  $^{58}\text{Cu}$  の NMR スペクトル

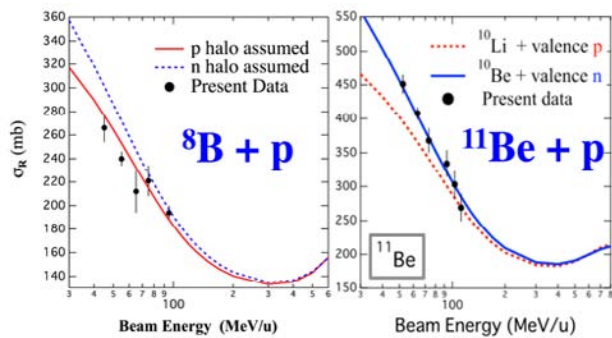


図 1.6:  $^{11}\text{Be}$ ,  $^8\text{B}$  の水素標的との反応断面積と、陽子ハロー・中性子ハローを仮定した Glauber 計算の比較

我々は、 $\beta$ -NMR ( $\beta$ 線検出核磁気共鳴) 技術を駆使して短寿命  $\beta$  放射性核、特に鏡映核対の電磁気モーメントを測定し、核構造の研究を行っている。21年度、放医研 HIMAC で、安定線からはなれた不安定原子核  $^{28}\text{P}$  の電気四重極モーメントの測定を試み、予備的な値として  $Q = 130 \text{ mb}$  を得た。この値は、シェルモデル計算で大きな矛盾無く説明され、ハロー構造に起因する有意な変化は見られなかった。また、理研のリングサイクロトロンで陽子過剰不安定核  $^{58}\text{Cu}$  の核磁気共鳴を行い、図 1.5 の NMR スペクトルを観測した。これから得られる、磁気モーメント  $0.46 \pm 0.03 \mu_N$  は、最新のシェルモデル計算値でほぼ再現できる。放医研 HIMAC ではさらに、以前核モーメントを測定した、 $^{24m}\text{Al}$  の崩壊分岐比の測定を行った。その結果、 $^{24}\text{Mg}$  の基底状態への遷移確率は、これまで知られていた約 10% という値とは 2 倍も異なり、約 20% である事が初めて明らかになった。

不安定原子核の核子密度分布については、21年度、 $^{11}\text{Be}$ ,  $^8\text{B}$  の水素標的に対する反応断面積を系統的に測定し、図 1.6 に示す入射エネルギー依存性が得られた。この実験値を、それぞれ、陽子・中性子ハローを仮定した Glauber 計算と比較し、核子密度分布の陽子部分と中性子部分の分離に成功した。これにより、陽子ハロー核と中性子ハロー核を実験的に区別する手法が確立した。

理研 RI ビームファクトリーにおいては、Ne 同位体の反応断面積を系統的に測定した（図 1.7）。中性子過剰核での系統的な反応断面積の増加が明らかになり、ハロー構造の示唆される  $^{29}\text{Ne}$ ,  $^{31}\text{Ne}$  核における、反応断面積の特異的な増加が観測された。

核物理研究センターならびに KEK, 素核研の増田グループとの共同研究で、中性子の電気双極子モーメント (EDM) や  $\beta$  崩壊など、基礎相互作用の研究に向けて、UCN (超冷中性子) 源の開発と、EDM 観測の基礎研究を行っている。21年度は UCN 貯蔵実験に引き続き、偏極した UCN によるラムゼー共鳴の観測を行った。低磁場  $20\mu\text{T}$  下におかれた、石英セル中の UCN に、相関時間として約 100 ms 離れた 2 個の  $90^\circ$  パルスをかけ、図 1.8 に示すように、非常に明瞭なラムゼー共鳴スペクトルの観測に成功した。今後、相関時間を長くする事でさらに精密なスペクトル観測を目指す。

物質科学への応用として、形状記憶合金 NiTi の熱弾性型マルテンサイト変態の研究のため、組成比の異なる NiTi 中のミュオンによる  $\mu\text{-SR}$  を観測し、図 1.9 のような緩和率の温度変化が得られた。組成比の異なる NiTi 合金において、明らかに異なる温度変化が観測された。また、温度降下に伴い緩和率が上昇し始める温度は、マルテンサイト変態開始点よりやや高温であり、陽電子寿命と極めて類似した傾向を示すことが明らかになった。この他、高濃度不純物 (B) を含む半導体 (Si) 中に短寿命の  $\beta$  放射性核  $^{12}\text{B}$  を植え込み、 $\beta\text{-NMR}$  スペクトルの温度依存性を詳細に観測した。その結果、安定  $^{11}\text{B}$  の NMR で報告されていた、大きな温度依存性や、不純物濃度依存性が観測されず、大きな問題提起となった。

バンデグラフ加速器は 21年度は 562 時間運転した。D ビームと  $^3\text{He}$  ビームが主に使われたが、この他、学生実験 (オナーセミナー) として、鉱物中の微量元素分析実験 (PIXE) を陽子ビームを用いて行った。

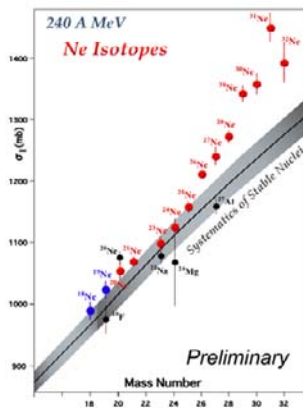


図 1.7: RIBF で測定された Ne 同位体の相互作用断面積と安定核系統性の比較

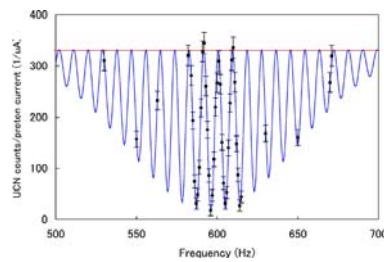


図 1.8: 超冷中性子のラムゼー共鳴スペクトル

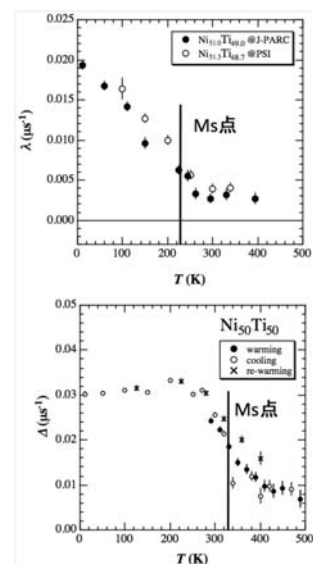


図 1.9: 形状記憶合金 NiTi 中のミュオンスピン緩和率

### 学術雑誌に出版された論文

#### Reaction cross sections at intermediate energies and Fermi-motion effect

M. Takechi, M. Fukuda<sup>s</sup>, M. Mihara<sup>s</sup>, K. Tanaka, T. Chinda, T. Matsumasa, M. Nishimoto, R. Matsumiya<sup>d</sup>, Y. Nakashima, H. Matsubara, K. Matsuta<sup>s</sup>, T. Minamisono, T. Ohtsubo, T. Izumikawa, S. Momota, T. Suzuki, T. Yamaguchi, R. Koyama, W. Shinozaki, M. Takahashi, A. Takizawa, T. Matsuyama, S. Nakajima, K. Kobayashi, M. Hosoi, T. Suda, M. Sasaki, M. Kanazawa, and A. Kitagawa  
Phys. Rev. C **79**, 060601(R)1-5, 2009.

#### Observation of a large reaction cross section in the drip-line nucleus <sup>22</sup>C

K. Tanaka, T. Yamaguchi, T. Suzuki, T. Ohtsubo, M. Fukuda<sup>s</sup>, D. Nishimura<sup>d</sup>, M. Takechi, K. Ogata, A. Ozawa, T. Izumikawa, T. Aiba, N. Aoi, H. Baba, Y. Hashizume, K. Inafuku, N. Iwasa, K. Kobayashi, S. Nakajima, T. Nakamura, H. Sakurai, R. Shinoda, M. Shinohara, H. Suzuki, E. Takeshita, S. Takeuchi, Y. Togano, K. Yamada, T. Yasuno, and M. Yoshitake  
Phys. Rev. Lett. **104**, 062701, 1-4, 2010.

#### A breakthrough observation for neutron dripline physics

Kirby W. Kemper and Paul D. Cottle  
Physics **3**, (2010), 13. (Viewpoint in physics)  
<http://physics.aps.org/viewpoint-for/10.1103/PhysRevLett.104.062701>

#### Physics Update

Richard J. Fitzgerald, Stephen G. Benka, Steven K. Blau, and R. Mark Wilson  
Physics Today, **63**, (Feb. 2010) 16.  
[http://scitation.aip.org/journals/doc/PHTOAD-ft/vol\\_63/iss\\_2/16\\_1.shtml](http://scitation.aip.org/journals/doc/PHTOAD-ft/vol_63/iss_2/16_1.shtml)

#### Measurement of the reaction cross section of <sup>18</sup>C and observations of fragments from <sup>17</sup>C and <sup>18</sup>C at 80A MeV

A. Ozawa, D. Q. Fang, M. Fukuda<sup>s</sup>, N. Iwasa, T. Izumikawa, H. Jeppesen, R. Kanungo, R. Koyama, T. Ohnishi, T. Ohtsubo, W. Shinozaki, T. Suda, T. Suzuki, M. Takahashi, I. Tanihata, C. Wu, and Y. Yamaguchi  
Phys. Rev. C **78**, 054313-1-6, 2008.

#### Electromagnetic moments of <sup>22</sup>F

M. Mihara<sup>s</sup>, K. Matsuta<sup>s</sup>, J. Komurasaki, H. Hirano, D. Nishimura<sup>d</sup>, S. Momota, T. Ohtsubo, T. Izumikawa, Y. Shimbara, T. Kubo, D. Kameda, Dongmei Zhou, Yongnan Zheng, Daqing Yuan, Shengyun Zhu, A. Kitagawa, M. Kanazawa, M. Torikoshi, S. Sato, T. Nagatomo, R. Matsumiya<sup>d</sup>, D. Ishikawa, M. Fukuda<sup>s</sup>, T. Minamisono, Y. Nojiri, J.R. Alonso, G.F. Crebs, T.J.M. Symons



Nucl. Phys. **A 834** (2010) 75c-77c.

**Nuclear spin-lattice relaxation of light impurities in platinum studied by using polarized unstable nuclear beams**

M. Mihara<sup>s</sup>, K. Matsuta<sup>s</sup>, D. Nishimura<sup>d</sup>, H. Hirano, J. Komurasaki, S. Takahashi, T. Nagatomo, R. Matsumiya<sup>d</sup>, M. Ogura, H. Akai, S. Momota, T. Ohtsubo, T. Izumikawa, Dongmei Zhou, Yongnan Zheng, Daqing Yuan, Ping Fan, Yi Zuo, Shengyun Zhu, A. Kitagawa, M. Kanazawa, M. Torikoshi, S. Sato, M. Fukuda<sup>s</sup>, D. Ishikawa, T. Minamisono, R. Watanabe, T. Kubo, Y. Nojiri, T. Sumikama, J.R. Alonso, G.F. Crebs, T.J.M. Symon  
Nucl. Phys. **A 834** (2010) 777c-779c.

**Distinction between Proton-Neutron Density Distribution of Halo Nuclei at the Nuclear Surface via Reaction Cross Sections**

D. Nishimura<sup>d</sup>, M. Fukuda<sup>s</sup>, M. Takechi, M. Mihara<sup>s</sup>, D. Ishikawa, J. Komurasaki, K. Matsuta<sup>s</sup>, R. Matsumiya<sup>d</sup>, T. Kuboki, M. Yoshitake, T. Suzuki, T. Yamaguchi, S. Nakajima, K. Saito, M. Miura, I. Hachiuma, K. Namihira, T. Ohtsubo, Y. Shimbara, R. Watanabe, Y. Ohkuma, T. Izumikawa, K. Tanaka, T. Suda, A. Ozawa, Y. Yasuda, T. Moriguchi, S. Momota, S. Fukuda, S. Sato, M. Kanazawa, and A. Kitagawa  
Nucl. Phys. **A 834** (2010) 470c-472c.

**Directional correlation of nuclear-collision probability for aligned beams of deformed nucleus**

M. Fukuda<sup>s</sup>, D. Nishimura<sup>d</sup>, M. Takechi, M. Mihara<sup>s</sup>, K. Matsuta<sup>s</sup>, R. Matsumiya<sup>d</sup>, T. Kuboki, K. Namihira, I. Hachiuma, T. Yamaguchi, T. Suzuki, Y. Ohkuma, M. Nagashima, T. Ohtsubo, Y. Shimbara, T. Izumikawa, K. Tanaka, T. Suda, S. Momota, T. Minamisono, W. Xu, G.W. Fan, S. Fukuda, S. Sato, M. Kanazawa, and A. Kitagawa  
Nucl. Phys. **A 834** (2010) 461c-463c.

**Nuclear structure and fundamental symmetry studied through nuclear moments**

K. Matsuta<sup>s</sup>, M. Mihara<sup>s</sup>, M. Fukuda<sup>s</sup>, D. Nishimura<sup>d</sup>, R. Matsumiya<sup>d</sup>, T. Nagatomo, T. Ohtsubo, T. Izumikawa, S. Momota, D.M. Zhou, D.Q. Yuan, Y.N. Zheng, Y. Zuo, P. Fan, S.Y. Zhu, A. Kitagawa, M. Kanazawa, M. Torikoshi, S. Sato, K. Minamisono, T. Sumikama, M. Ogura, M. Tanigaki, A. Ozawa, T. Yamaguchi, T. Suzuki, K. Tanaka, M. Takechi, T. Minamisono, Y. Nojiri, P. Levy, T. J. M. Symons, J. R. Alonso and G. F. Krebs  
Nucl. Phys. **A 834** (2010) 424c-427c.

**Measurements of nuclear radii for neutron-rich Ne isotopes <sup>28-32</sup>Ne**

M. Takechi, T. Ohtsubo, T. Kuboki, M. Fukuda<sup>s</sup>, D. Nishimura<sup>d</sup>, T. Suzuki, T. Yam-

aguchi, A. Ozawa, T. Moriguchi, T. Sumikama, H. Geissel, N. Aoi, N. Fukuda, I. Hachi-uma, N. Inabe, Y. Ishibashi, Y. Itoh, D. Kameda, K. Kusaka, M. Lantz, M. Mihara<sup>s</sup>, Y. Miyashita, S. Momota, K. Namihira, H. Ohishi, Y. Ohkuma, T. Ohnishi, M. Ohtake, K. Ogawa, Y. Shimbara, T. Suda, S. Suzuki, H. Takeda, K. Tanaka, R. Watanabe, M. Winkler, Y. Yanagisawa, Y. Yasuda, K. Yoshinaga, A. Yoshida, K. Yoshida, and T. Kubo Nucl. Phys. **A 834** (2010) 412c-415c.

### **Nuclear Structure and Magnetic Moment of the Unstable $^{12}\text{B}$ – $^{12}\text{N}$ Mirror Pair**

Zheng Yong-Nan, Zhou Dong-Mei, Yuan Da-Qing, Zuo Yi, Fan Ping, M. Mihara<sup>s</sup>, K. Matsuta<sup>s</sup>, M. Fukuda<sup>s</sup>, T. Minamisono, T. Suzuki, Xu Yong-Jun, Zhu Jia-Zheng, Wang Zhi-Qiang, Luo Hai-Long, Zhang Xi-Zhen and Zhu Sheng-Yun Chinese Phys. Lett. **27** (2010) 022102.

### **Quadrupole moments of neutron-deficient $^{20,21}\text{Na}$**

K. Minamisono, K. Matsuta<sup>s</sup>, T. Minamisono, C.D. P. Levy, T. Nagatomo, M. Ogura, T. Sumikama, J.A. Behr, K.P. Jackson, M. Mihara<sup>s</sup> and M. Fukuda<sup>s</sup> Phys. Lett. **B 672** (2009) 120-125.

### **Nuclear polarization of short-lived Na isotopes maintained in single crystals for $\beta$ -NMR spectroscopy**

K. Minamisono, K. Matsuta<sup>s</sup>, T. Minamisono, C.D.P. Levy, T. Nagatomo, M. Ogura, T. Sumikama, J.A. Behr, K.P. Jackson, M. Mihara<sup>s</sup>, and M. Fukuda<sup>s</sup> Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Section **A616** (2010) 45-54.

## **国際会議報告等**

### **Microscopic Study of Nitrogen Impurity in $\text{TiO}_2$**

M. Mihara<sup>s</sup>, K. Shimomura, K. Matsuta<sup>s</sup>, R. Matsumiya<sup>d</sup>, D. Nishimura<sup>d</sup>, M. Fukuda<sup>s</sup>, T. Izumikawa, T. Minamisono, I. Watanabe, R. Kadono, K. Nishiyama Proc. 6th Int. Symp. on Transparent Oxide Thin Films for Electronics and Optics, (Tokyo, Japan, Apr. 15-17, 2009) edt. H. Hosono, Y. Shigesato and Y. Sato, pp. 124-126, 2009.

## **国際会議における講演等**

### **Microscopic Study of Nitrogen Impurity in $\text{TiO}_2$**

M. Mihara<sup>s</sup>, K. Shimomura, K. Matsuta<sup>s</sup>, R. Matsumiya<sup>d</sup>, D. Nishimura<sup>d</sup>, M. Fukuda<sup>s</sup>,

T. Izumikawa, T. Minamisono, I. Watanabe, R. Kadono, K. Nishiyama  
6th International Symposium on Transparent Oxide Thin Films for Electronics and Optics  
(TOEO-6) (Tokyo, Japan, Apr. 15-17, 2009, 参加者数約 200 名)

#### **Electromagnetic Moments of $^{22}\text{F}$**

M. Mihara<sup>s</sup>, K. Matsuta<sup>s</sup>, J. Komurasaki, H. Hirano, D. Nishimura<sup>d</sup>, S. Momota, T. Ohtsubo, T. Izumikawa, Y. Shimbara, T. Kubo, D. Kameda, D.M. Zhou, Y.N. Zheng, D.Q. Yuan, S.Y. Zhu, A. Kitagawa, M. Kanazawa, M. Torikoshi, S. Sato, T. Nagatomo, R. Matsumiya<sup>d</sup>, D. Ishikawa, M. Fukuda<sup>s</sup>, T. Minamisono, Y. Nojiri, J.R. Alonso, G.F. Crebs, T.J.M. Symons  
10th International Conference on Nucleus-Nucleus Collisions (NN2009), (Beijing, China, Aug. 16-21, 2009, 参加者数約 600 名)

#### **Nuclear Spin-Lattice Relaxation of Light Impurities in Platinum Studied by Using Polarized Unstable Nuclear Beams**

M. Mihara<sup>s</sup>, K. Matsuta<sup>s</sup>, D. Nishimura<sup>d</sup>, H. Hirano, J. Komurasaki, S. Takahashi, T. Nagatomo, R. Matsumiya<sup>d</sup>, M. Ogura, H. Akai, S. Momota, T. Ohtsubo, T. Izumikawa, D.M. Zhou, Y.N. Zheng, D.Q. Yuan, S.Y. Zhu, A. Kitagawa, M. Kanazawa, M. Torikoshi, S. Sato, M. Fukuda<sup>s</sup>, D. Ishikawa, T. Minamisono, R. Watanabe, T. Kubo, Y. Nojiri, T. Sumikama, J.R. Alonso, G.F. Krebs, T.J.M. Symons  
10th International Conference on Nucleus-Nucleus Collisions (NN2009), (Beijing, China, Aug. 16-21, 2009, 参加者数約 600 名)

#### **Measurements of Nuclear Radii for Neutron-Rich Ne Isotopes $^{29-32}\text{Ne}$**

Maya Takechi (Invited Talk)  
10th International Conference on Nucleus-Nucleus Collisions (NN2009), (Beijing, China, Aug. 16-21, 2009, 参加者数約 600 名)

#### **Distinction between Proton-/Neutron-Density Distributions of Halo Nuclei at the Nuclear Surface via $\sigma_R$**

D. Nishimura<sup>d</sup>, M. Fukuda<sup>s</sup>, M. Mihara<sup>s</sup>, D. Ishikawa, J. Komurasaki, K. Matsuta<sup>s</sup>, R. Matsumiya<sup>d</sup>, M. Takechi, M. Lantz, K. Tanaka, T. Suda, T. Kuboki, M. Yoshitake, T. Suzuki, T. Yamaguchi, S. Nakajima, K. Saito, M. Miura, I. Hachiuma, K. Namihira, T. Ohtsubo, Y. Shimbara, R. Watanabe, Y. Ohkuma, T. Izumikawa, A. Ozawa, Y. Yasuda, T. Moriguchi, S. Momota, T. Minamisono, A. Kitagawa, S. Fukuda, S. Sato, and M. Kanazawa  
10th International Conference on Nucleus-Nucleus Collisions (NN2009), (Beijing, China, Aug. 16-21, 2009, 参加者数約 600 名)

#### **Directional Correlation of Nuclear-Collision Probability for Aligned Beams of**

**Deformed Nucleus**

M. Fukuda<sup>s</sup>, D. Nishimura<sup>d</sup>, M. Mihara<sup>s</sup>, K. Matsuta<sup>s</sup>, R. Matsumiya<sup>d</sup>, M. Takechi, K. Tanaka, T. Suda, T. Kuboki, K. Namihira, I. Hachiuma, T. Yamaguchi, T. Suzuki, Y. Okuma, M. Nagashima, T. Ohtsubo, Y. Shimbara, T. Izumikawa, S. Momota, T. Minamisono, W. Xu, G.W. Fan, S. Fukuda, S. Sato, M. Kanazawa, and A. Kitagawa  
10th International Conference on Nucleus-Nucleus Collisions (NN2009), (Beijing, China, Aug. 16-21, 2009, 参加者数約 600 名)

**Nuclear Structure and Fundamental Symmetry Studied Through Nuclear Moments**

K. Matsuta<sup>s</sup>, M. Mihara<sup>s</sup>, M. Fukuda<sup>s</sup>, D. Nishimura<sup>d</sup>, R. Matsumiya<sup>d</sup>, T. Nagatomo, T. Ohtsubo, T. Izumikawa, S. Momota, D.M. Zhou, D.Q. Yuan, Y.N. Zheng, Y. Zuo, P. Fan, S.Y. Zhu, A. Kitagawa, M. Kanazawa, M. Torikoshi, S. Sato, K. Minamisono, T. Sumikama, M. Ogura, M. Tanigaki, A. Ozawa, T. Yamaguchi, T. Suzuki, K. Tanaka, Maya Takechi, T. Minamisono, Y. Nojiri, P. Levy, T. J. M. Symons, J. R. Alonso and G. F. Krebs (Invited Talk)  
10th International Conference on Nucleus-Nucleus Collisions (NN2009), (Beijing, China, Aug. 16-21, 2009, 参加者数約 600 名)

**In-Beam Mössbauer Spectroscopy Using Heavy Ion Beams at HIMAC**

M. Mihara<sup>s</sup>, M.K. Kubo, Y. Kobayashi, T. Nagatomo, Y. Yamada, W. Sato, J. Miyazaki, S. Sato, A. Kitagawa  
3rd Joint Meeting of the APS Division of Nuclear Physics and the Physical Society of Japan (Haw09), (Waikoloa, Hawaii, USA, Oct. 13-17, 2009, 参加者数約 600 名)

**Study of Exotic Nuclear Structures via Total Reaction Cross Sections**

Maya Takechi (Invited Talk)  
3rd Joint Meeting of the APS Division of Nuclear Physics and the Physical Society of Japan (Haw09), (Waikoloa, Hawaii, USA, Oct. 13-17, 2009, 参加者数約 600 名)

**Directional Correlation of Nuclear-Collision Probability for Aligned Beams of Deformed Nucleus**

M. Fukuda<sup>s</sup>, D. Nishimura<sup>d</sup>, M. Mihara<sup>s</sup>, K. Matsuta<sup>s</sup>, R. Matsumiya<sup>d</sup>, M. Takechi, K. Tanaka, T. Suda, T. Kuboki, K. Namihira, I. Hachiuma, T. Yamaguchi, T. Suzuki, Y. Okuma, M. Nagashima, T. Ohtsubo, Y. Shimbara, T. Izumikawa, S. Momota, T. Minamisono, W. Xu, G.W. Fan, S. Fukuda, S. Sato, M. Kanazawa, and A. Kitagawa  
3rd Joint Meeting of the APS Division of Nuclear Physics and the Physical Society of Japan (Haw09), (Waikoloa, Hawaii, USA, Oct. 13-17, 2009, 参加者数約 600 名)

**Distinction between Proton-/Neutron-Density Distributions of Halo Nuclei at**

**the Nuclear Surface via  $\sigma_R$** 

D. Nishimura<sup>d</sup>, M. Fukuda<sup>s</sup>, M. Mihara<sup>s</sup>, D. Ishikawa, J. Komurasaki, K. Matsuta<sup>s</sup>, R. Matsumiya<sup>d</sup>, M. Takechi, M. Lantz, K. Tanaka, T. Suda, T. Kuboki, M. Yoshitake, T. Suzuki, T. Yamaguchi, S. Nakajima, K. Saito, M. Miura, I. Hachiuma, K. Namihira, T. Ohtsubo, Y. Shimbara, R. Watanabe, Y. Ohkuma, T. Izumikawa, A. Ozawa, Y. Yasuda, T. Moriguchi, S. Momota, T. Minamisono, A. Kitagawa, S. Fukuda, S. Sato, and M. Kanazawa

3rd Joint Meeting of the APS Division of Nuclear Physics and the Physical Society of Japan (Haw09), (Waikoloa, Hawaii, USA, Oct. 13-17, 2009, 参加者数約 600 名)

**Electromagnetic Moments of  $^{28}\text{P}$** 

K. Matsuta<sup>s</sup>, M. Mihara<sup>s</sup>, D. Nishimura<sup>d</sup>, M. Fukuda<sup>s</sup>, R. Matsumiya<sup>d</sup>, T. Nagatomo, S. Momota, K. Ohi, T. Izumikawa, T. Ohtsubo, Y. Namiki, M. Nagashima, D.M. Zhou, Y.N. Zheng, D.Q. Yuan, Y. Zuo, P. Fan, S.Y. Zhu, A. Kitagawa, M. Kanazawa, M. Torikoshi, S. Sato, T. Sumikama

3rd Joint Meeting of the APS Division of Nuclear Physics and the Physical Society of Japan (Haw09), (Waikoloa, Hawaii, USA, Oct. 13-17, 2009, 参加者数約 600 名)

**UCN n-EDM Experimental Developments at RCNP**

K. Matsuta<sup>s</sup>, R. Matsumiya<sup>d</sup>, D. Nishimura<sup>d</sup>, M. Mihara<sup>s</sup>, T. Sakurai, Y. Masuda, S. Jeong, Y. Watanabe, K. Hatanaka, J. Martin, D. Harrison, T. Dowson, L. Buchmann, C. Davis, L. Lee, T. Yoshioka, H. Hano, T. Suehiro, Y. Hisamatsu, H. Oide, H. Otono, S. Yamashita, E. Korbkina, R. Golub, A. Holley, and G. Palmquist

3rd Joint Meeting of the APS Division of Nuclear Physics and the Physical Society of Japan (Haw09), (Waikoloa, Hawaii, USA, Oct. 13-17, 2009, 参加者数約 600 名)

**Measurement of UCN Energy Spectrum of He-II Spallation UCN Source**

R. Matsumiya<sup>d</sup>, Y. Masuda, S. Jeong, Y. Watanabe, K. Hatanaka, K. Matsuta<sup>s</sup>, D. Nishimura<sup>d</sup>, M. Mihara<sup>s</sup>, T. Sakurai, T. Yoshioka, H. Hano, T. Suehiro, Y. Hisamatsu, H. Oide, H. Otono, S. Yamashita, A. Holley, E. Korobkina, G. Palmquist, and R. Golub

3rd Joint Meeting of the APS Division of Nuclear Physics and the Physical Society of Japan (Haw09), (Waikoloa, Hawaii, USA, Oct. 13-17, 2009, 参加者数約 600 名)

**Electromagnetic Moments of Proton-Rich  $^{28}\text{P}$  and Decomposition of Its Spin**

K. Matsuta<sup>s</sup>, Shengyun Zhu, M. Mihara<sup>s</sup>, Dongmei Zhou, D. Nishimura<sup>d</sup>, Yongnan Zheng, M. Fukuda<sup>s</sup>, Daqing Yuan, R. Matsumiya<sup>d</sup>, Yi Zuo, J. Komurasaki, Ping Fan, K. Matsuta<sup>s</sup>, Xizhen Zhang, D. Ishikawa, T. Suzuki, T. Nagatomo, T. Izumikawa, T. Ohtsubo, S. Takahashi, H. Hirano, Y. Shimbara, T. Kubo, R. Yamada, Y. Namiki, M. Nagashima, S. Momota, Y. Nojiri, D. Kameda, A. Kitagawa, M. Kanazawa, M. Torikoshi, S. Sato, T. Minamisono, T. Sumikama, J. R. Alonso, T. J. M. Symons and G. F. Krebs

The 7th China-Japan Joint Nuclear Physics Symposium (Nuclear Physics Trends), (Tsukuba, Nov., 9-13, 2009, 参加者数約 150 名)

#### **Reaction cross section studies at NIRS and RIBF**

M. Fukuda<sup>s</sup> (Invited Talk)

TOURS International Symposium on Nuclear Physics, (Kobe, Nov. 16-20 2009, 参加者数約 150 名)

#### **Hyperfine Interactions of Radioactive Impurities in Semiconductors Studied by Means of Beta-NMR Technique**

M. Mihara<sup>s</sup>, K. Shimomura, K. Matsuta<sup>s</sup>, R. Matsumiya<sup>d</sup>, D. Nishimura<sup>d</sup>, M. Fukuda<sup>s</sup>, T. Izumikawa, T. Minamisono

Advanced Science Research Symposium 2009 (ASR2009) ~Positron, Muon and other exotic particle beams for materials and atomic/molecular sciences~, (Tokai, Japan, Nov. 10-12, 2009, 参加者数約 150 名)

#### **R320: Electronic Structure and Dynamical Properties of Hydrogen in WO<sub>3</sub> Probed by Muon / R359: Diffusion of Muon in Hydrogen Tungsten Bronze**

M. Mihara<sup>s</sup>, D. Nishimura<sup>d</sup>, J. Komurasaki, T. Nakano, K. Shimomura, K. Nishiyama, R. Kadono, I. Watanabe, T. Suzuki, Y. Ishii, T. Kawamata, W. Sato, S. Takai, T. Hirose, M.K. Kubo, H. Matsue

Symposium on Muon Science at the RIKEN-RAL muon Facility 2009, (RIKEN, Japan, Jan. 20-21, 2010, 参加者数約 100 名)

#### **Impurities in Semiconductors Studied by Beta-NMR Spectroscopy**

M. Mihara<sup>s</sup>

6th International Workshop on "Physics with Stopped and Slow Radioisotope Beams" (SSRI6), (Tokyo Institute of Technology, Japan, Mar. 1-2, 2010, 参加者数約 100 名)

#### **Recent Study on the Electromagnetic Moments of sd Shell Proton-Rich Nuclei**

K. Matsuta<sup>s</sup>, M. Mihara<sup>s</sup>, D. Nishimura<sup>d</sup>, J. Komurasaki, M. Fukuda<sup>s</sup>, R. Matsumiya<sup>d</sup>, D. Ishikawa, S.Y. Zhu, D.M. Zhou, Y.N. Zheng, D.Q. Yuan, Yi Zuo, P. Fan, X.Z. Zhang, T. Nagatomo, T. Izumikawa, S. Takahashi, H. Hirano, T. Ohtsubo, Y. Shimbara, T. Kubo, R. Yamada, Y. Namiki, S. Momota, Y. Nojiri, D. Kameda, A. Kitagawa, M. Kanazawa, M. Torikoshi, S. Sato, T. Minamisono, T. Sumikama, J.R. Alonso, G.F. Krebs and T.J.M. Symons

6th International Workshop on "Physics with Stopped and Slow Radioisotope Beams" (SSRI6), (Tokyo Institute of Technology, Japan, Mar. 1-2, 2010, 参加者数約 100 名)

#### **Exotic Nuclear Structures of Light Unstable Nuclei via Reaction Cross Section**

**Measurements**

D. Nishimura<sup>d</sup>, M. Fukuda<sup>s</sup>, M. Takechi, M. Mihara<sup>s</sup>, J. Komurasaki, R. Matsumiya<sup>d</sup>, K. Matsuta<sup>s</sup>, I. Hachiuma, T. Kuboki, M. Miura, S. Nakajima, K. Namihira, K. Saito, T. Suzuki, T. Yamaguchi, M. Yoshitake, M. Nagashima, Y. Ohkuma, T. Ohtsubo, Y. Shinbara, R. Watanabe, T. Izumikawa, M. Lantz, K. Tanaka, T. Suda, T. Moriguchi, A. Ozawa, D. Ishikawa, Y. Yasuda, S. Momota, S. Fukuda, M. Kanazawa, A. Kitagawa, and S. Sato

International Symposium Forefronts of Researches in Exotic Nuclear Structures -Niigata 2010-, (Niigata, Japan, Mar. 1-4, 2010, 参加者数約 150 名)

日本物理学会, 応用物理学会等における講演

**Behavior of Muons in Hydrogen Tungsten Bronze  $H_xWO_3$** 

M. Mihara<sup>s</sup>, K. Shimomura, I. Watanabe, Y. Ishii, T. Suzuki, T. Kawamata, J. Komurasaki, D. Nishimura<sup>d</sup>, T. Nakano, S. Takai, R. Kadono, K. Nishiyama

64th Annual Meeting of the Physical Society of Japan, (Rikkyo Univ., Mar. 27-30, 2009, 参加者数約 1000 名)

**UCN Polarization Experiment for Ramsey Resonance II**

K. Matsuta<sup>s</sup>, Y. Masuda, R. Matsumiya<sup>d</sup>, S.C. Jeong, Y. Watanabe, K. Hatanaka, T. Yoshioka, D. Nishimura<sup>d</sup>, M. Mihara<sup>s</sup>, H. Hano, T. Suehiro, Y. Hisamatsu, S. Yamashita, A. Holley, G. Palmquist

64th Annual Meeting of the Physical Society of Japan, (Rikkyo Univ., Mar. 27-30, 2009, 参加者数約 1000 名)

**Measurement of Energy Spectrum of UCN from He-II UCN Source II**

R. Matsumiya<sup>d</sup>, Y. Masuda, S. Jeong, Y. Watanabe, D. Nishimura<sup>d</sup>, K. Matsuta<sup>s</sup>, M. Mihara<sup>s</sup>, K. Hatanaka, H. Hano, Y. Hisamatsu, H. Oide, H. Otono, T. Suehiro, S. Yamashita, T. Yoshioka, A. Holley, G. Palmquist, R. Golub, and E. Korobkina

64th Annual Meeting of the Physical Society of Japan, (Rikkyo Univ., Mar. 27-30, 2009, 参加者数約 1000 名)

**Study of Nuclear Moments and Solid State Physics by Polarized Unstable Nuclear Beams**

M. Mihara<sup>s</sup>, K. Matsuta<sup>s</sup>, D. Nishimura<sup>d</sup>, M. Fukuda<sup>s</sup>, R. Matsumiya<sup>d</sup>, M. Kanazawa, M. Torikoshi, A. Kitagawa, S. Sato, S. Momota, Y. Nojiri, T. Ohtsubo, T. Izumikawa, T. Kubo, Y. Namiki, Y. Hirayama, T. Minamisono, S.Y. Zhu, D.M. Zhou, Y.N. Zheng, D.Q. Yuan, P. Fan, J.R. Alonso, G.F. Krebs, T.J.M. Symons

Progress in Researches at HIMAC, (Chiba, Japan, Apr. 13-14, 2009, 参加者数約 200 名)

**Study of Nuclear Reaction Cross Sections using Heavy Ion Beams at HIMAC**M. Fukuda<sup>s</sup>

Progress in Researches at HIMAC, (Chiba, Japan, Apr. 13-14, 2009, 参加者数約 200 名)

**Present Status and the Physics Goal of the Production of UCN at RCNP**K. Matsuta<sup>s</sup>, R. Matsumiya<sup>d</sup>, D. Nishimura<sup>d</sup>, M. Mihara<sup>s</sup>, T. Sakurai, Y. Masuda, S.C. Jeong, Y. Watanabe, K. Hatanaka, T. Yoshioka, H. Hano, T. Suehiro, Y. Hisamatsu, H. Otono, H. Oide, S. Yamashita, E. Korbkina, R. Golub, A. Holley, G. Palmquist, L. Buchmann, C. Davis, L. Lee, J. Martine, D. Harrison, T. Dowson

Divisional Meeting of the Physical Society of Japan, (Konan Univ. , Sept. 10-13, 2009, 参加者数約 300 名)

**Hyperfine Interactions of <sup>28</sup>P in  $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>**K. Matsuta<sup>s</sup>, T. Nagatomo, D. Nishimura<sup>d</sup>, M. Mihara<sup>s</sup>, T. Izumikawa, S. Momota, K. Ohi, Y. Namiki, M. Nagashima, T. Ohtsubo, T. Minamisono, D.M. Zhou, Y.N. Zheng, D.Q. Yuan, Y. Zuo, P. Fan, S.Y. Zhu, M. Fukuda<sup>s</sup>, T. Sumikama, D. Kameda, A. Kitagawa, M. Kanazawa, M. Torikoshi, S. Sato, R. Matsumiya<sup>d</sup>, Y. Nojiri, J.R. Alonso, G.F. Krebs and T.J.M. Symons

Specialist Research Meeting on Condensed Matter Physics Research Using Short-Lived Nuclei and Radiations (II), (Kumatori, Dec. 16-17, 2009, 参加者数約 100 名)

**Hyperfine Interactions of Nitrogen Impurity in TiO<sub>2</sub>**M. Mihara<sup>s</sup>, K. Shimomura, K. Matsuta<sup>s</sup>, R. Matsumiya<sup>d</sup>, D. Nishimura<sup>d</sup>, M. Fukuda<sup>s</sup>, T. Izumikawa, T. Minamisono, I. Watabane, K. Nishiyama, R. Kadono

Specialist Research Meeting on Condensed Matter Physics Research Using Short-Lived Nuclei and Radiations (II), (Kumatori, Dec. 16-17, 2009, 参加者数約 100 名)

 **$\beta$ -NMR Detection of <sup>12</sup>B in Si (Highly B Doped)**T. Minamisono, M. Mihara<sup>s</sup>, K. Matsuta<sup>s</sup>, T. Izumikawa, K. Yamamura

Specialist Research Meeting on Condensed Matter Physics Research Using Short-Lived Nuclei and Radiations (II), (Kumatori, Dec. 16-17, 2009, 参加者数約 100 名)



## 1.5 山中(卓)グループ

### 平成 21 年度の研究活動概要

#### J-PARC KOTO 実験

山中 卓研 K グループは、大強度陽子加速器 J-PARC を用いて CP の対称性 (粒子・反粒子の対称性) を破る  $K_L \rightarrow \pi^0 \nu \bar{\nu}$  崩壊の観測を目指す E14 実験の準備を進めている。この崩壊によって、標準理論を超える新しい物理の存在を探る。

実験グループ全体としては 2009 年夏にビームライン (図 1.10) の建設を行い、10 月に初めてのビームを得、種々の測定器を用いてビームの形や粒子数、K 中間子崩壊などの測定を行った。まだ加速器のビーム強度やビームの取り出しに問題はあるが、 $K_L$  ビームライン自身はほぼ設計通りの性能が出ている。阪大グループは、電磁石とドリフトチェンバーを用いて  $K_L \rightarrow \pi^+ \pi^-$  を観測して  $K_L$  を同定する実験を行い、解析を進めている。

また、我々阪大グループはガンマ線の位置とエネルギーを測定する電磁カロリメータを担当している。この電磁カロリメータは直径約 2m、奥行き 50cm (27 放射長) の大きさで、約 2700 本の CsI 結晶と光電子増倍管からなる。

2009 年度は全ての CsI 結晶の光量の位置依存性を測定する装置を開発し、2009 年秋から 2010 年 3 月までかけて、全ての結晶の測定を行った (図 1.11)。また、全ての光電子増倍管の増幅率と線形性の測定も行った。



図 1.10:  $K_L$  ビームライン



図 1.11: CsI 結晶の性能の全数検査



図 1.12: 小型 CsI のビームテスト

また、光電子増倍管をバネで結晶に向かって押しつけるための、約 2700 個の穴が空いた直径約 2m の鉄の円板を設計し、製作した。

光電子増倍管には低消費電力型の高圧電源をつなぎ、CsI 電磁カロリメータの光電子増倍管からの信号は 8ns ごとに 14bit の Flash ADC で波形を記録する。これらが全てシステムとして動くことを確かめるために、48 本の結晶からなる小型のカロリメータ (図 1.12) を組み上げ、東北大学電子光理学研究センターの電子加速器を用いて 2010 年 1 月に試験を行った。その結果、読み出し回路にいくつかの問題はあるものの、概ねカロリメータの性能は出ていることを確認した。

## CERN ATLAS 実験

欧州原子核研究機構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、山中卓グループは参画している。2009 年秋に重心系エネルギー 0.9 TeV でビーム衝突を開始。その後、重心系エネルギーを 7 TeV に上げての衝突に成功、順調にデータ収集を行っている。

山中卓グループでは、主に 2 つの物理テーマに取り組んでいる。1 つめは、 $pp \rightarrow q\bar{q}H(\rightarrow b\bar{b})$ 、 $pp \rightarrow WH(\rightarrow b\bar{b})$ 、あるいは  $pp \rightarrow b\bar{b}H(\rightarrow b\bar{b})$ 、という生成・崩壊モードを使ってのヒッグス粒子の探索、および、 $b$  クォークとヒッグス粒子との間の湯川結合定数の測定である。2 つめは、 $b$  クォークを終状態に含むトポロジーでの超対称性事象の探索である。いずれの場合も終状態に  $b$  クォークを含むため、信号に比べて莫大な数の背景事象の中から信号を分離識別するための  $b$  クォーク起源のジェット ( $b$  ジェット) の同定 ( $b$ -tag) 性能が解析の鍵を握る。

そこで、山中卓グループでは実データから  $b$ -tag の性能を評価する 2 つの手法を開発・研究した。1 つめの方法では、 $t\bar{t}$  が生成され、その後  $t$  クォーク対の崩壊により生成された 2 つの  $W$  ボソンが両方もレプトニック崩壊する事象を利用する。2 つ目の方法では、同じく  $t\bar{t}$  事象を用いるが、一方の  $W$  ボソンがレプトニック崩壊、もう一方がハドロニック崩壊する事象を利用する。いずれの手法でも、実験開始当初 1 年以内の統計量でも 10% 以下の精度で  $b$ -tag 効率を測定できることを示した。

一方で、物理のメインテーマの一つである  $pp \rightarrow q\bar{q}H(\rightarrow b\bar{b})$  過程を用いてのヒッグス粒子探索の感度をシミュレーションを用いて評価した。これまでは、検出器の応答をモデル化した簡易シミュレーションしか行われていなかったが、我々の研究では Geant4 による詳細な検出器シミュレーションを用いた。その結果、この過程を利用してヒッグス粒子を発見するには最低でも数  $100fb^{-1}$  の統計量が必要であることをつきとめた。

$b$ -tag では、 $b$  ハドロンから崩壊する荷電粒子の飛跡を数  $10\mu m$  の精度で測定する必要があるため、そのために SCT と呼ばれるシリコン半導体検出器を使用する。この SCT 検出器の性能をモニターし、その結果を自動的にデータベースに書き込み、また必要ならデータを読み出し SCT の性能評価を行うためのシステムの開発を前年度に引き続き行い、本格的に稼働させることに成功した。

ATLAS 実験のシリコン半導体検出器は厳しい放射線環境に設置されているため、数年後にはより放射線耐性の高い検出器に交換することが予定されている。すでに、プロトタイプ of センサー、および信号読み出し用の IC が開発されており、それらの試験を早急に、系統的に行う必要がある。ところが、現存する試験用のデータ収集システムは汎用性・拡張性が低く、かつ高価な市販システムなので、山中卓グループでは汎用性の高い安価なデータ収集システムの開発を開始した。高エネルギー加速器研究機構によって開発された FPGA を実装する汎用ボードを基軸に、Linux から読み出し IC のコントロール、およびデータ収集を行うシステムを構築することとした。そのための第一歩として、ファームウェア、および、周辺機器と接続するためのケーブルやボードの開発を行った。

### 学術雑誌に出版された論文

#### Testing the CKM Model with Kaon Experiments

E. Blucher, B. Winstein and T. Yamanaka<sup>s</sup>

Prog. Theo. Phys. **122** (July 2009) (2009) 81-101.

#### Charged-particle multiplicities in pp interactions at $\sqrt{s} = 900$ GeV measured with the ATLAS detector at the LHC

G. Aad (K. Hanagaki<sup>s</sup>, K. Uchida<sup>s</sup>) *et al.* (ATLAS Collaboration)

Phys. Lett. B **688** (No.1, April) (2010) 21-42.

### 国際会議における講演等

#### Status of the J-PARC E14 Experiment for the $K_L \rightarrow \pi^0 \nu \bar{\nu}$

T. Yamanaka<sup>s\*</sup>

WIN09 - Weak Interactions and Neutrinos, (at Perugia, Italy, Sep. 14-19, 2009, 参加者数約 130 名)

#### ATLAS Silicon Microstrip Tracker Operation

K. Hanagaki<sup>s\*</sup>

7th International Symposium on the Development and Application of Semiconductor Tracking Detectors (at Hiroshima, Aug 29 - Sep 1, 2009), 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

#### ATLAS 実験における $t\bar{t}$ 事象を用いた b-jet 同定アルゴリズムの性能評価及び $t\bar{t}$ 断面積測定について

内田 桐日<sup>s\*</sup>, 花垣和則<sup>s</sup>

日本物理学会 2009 年秋季大会 (於甲南大学, 2009 年 9 月 10 日 - 9 月 13 日)

#### ATLAS 実験シリコンストリップ飛跡検出器の解析

岡村 航<sup>m\*</sup>, 花垣和則<sup>s</sup>, 他 (ATLAS SCT Group)

日本物理学会 2009 年秋季大会 (於甲南大学, 2009 年 9 月 10 日 - 9 月 13 日)

#### KOTO 実験電磁カロリメータに用いる CsI 結晶の光量とその一様性の研究

李 栄篤<sup>s\*</sup>, 岩井 瑛人<sup>d</sup>, 佐藤 和史<sup>d</sup>, 杉山 泰之<sup>m</sup>, 柳田 陽子<sup>m</sup>, 山中 卓<sup>s</sup>, Jong-Won Lee<sup>d</sup>, 他 KOTO Collaboration

日本物理学会 2009 年秋季大会 (於甲南大学, 2009 年 9 月 10 日 - 9 月 13 日)

**KOTO 実験の PMT 性能測定とその影響に対する研究**

Jong-Won Lee<sup>d\*</sup>, 李 栄篤<sup>s</sup>, 岩井 瑛人<sup>d</sup>, 佐藤 和史<sup>d</sup>, 杉山 泰之<sup>m</sup>, 柳田 陽子<sup>m</sup>, 山中 卓<sup>s</sup>, 他 KOTO Collaboration

日本物理学会 2009 年秋季大会 (於甲南大学, 2009 年 9 月 10 日 - 9 月 13 日)

**KOTO 実験のための J-PARC KL ビーム性能測定**

佐藤 和史<sup>d\*</sup>, 岩井 瑛人<sup>d</sup>, 山中 卓<sup>s</sup>, 田島靖久

日本物理学会 2009 年秋季大会 (於甲南大学, 2009 年 9 月 10 日 - 9 月 13 日)

**J-PARC KOTO 実験のビームテストのための位置検出器の開発**

杉山 泰之<sup>m\*</sup>, 岩井 瑛人<sup>d</sup>, 佐藤 和史<sup>d</sup>, 外川 学<sup>s</sup>, 中谷 洋一<sup>m</sup>, 柳田 陽子<sup>m</sup>, 山中 卓<sup>s</sup>, Jong-Won Lee<sup>d</sup>, 李 栄篤<sup>s</sup>, 他 KOTO Collaboration

日本物理学会 2010 年 第 65 回年次大会 (於岡山大学, 2010 年 3 月 20 日 - 3 月 23 日)

**J-Parc E14 KOTO 実験 CsI カロリメータの性能試験**

岩井瑛人<sup>\*</sup>, 増田孝彦, Yu-Chen Tung, Duncan McFarland, Yau W. Wah, Monica Tecchio, 山中 卓<sup>s</sup> 他 J-Parc E14 KOTO Collaboration

日本物理学会 2010 年 第 65 回年次大会 (於岡山大学, 2010 年 3 月 20 日 - 3 月 23 日)

**KOTO 実験における CsI 検出器のための一体型 PMT ホルダー制作と、検出器インストール手順の確立**

外川 学<sup>s\*</sup>, 岩井 瑛人<sup>d</sup>, 佐藤 和史<sup>d</sup>, 杉山 泰之<sup>m</sup>, 中谷 洋一<sup>m</sup>, 柳田 陽子<sup>m</sup>, 山中 卓<sup>s</sup>, 李 栄篤<sup>s</sup>, 李宗垣<sup>d</sup>, 他 J-PARC KOTO Collaboration

日本物理学会 2010 年 第 65 回年次大会 (於岡山大学, 2010 年 3 月 20 日 - 3 月 23 日)

**KOTO 実験における CsI 検出器の積み上げとその際の力学的調査**

中谷 洋一<sup>m\*</sup>, 岩井 瑛人<sup>d</sup>, 佐藤 和史<sup>d</sup>, 杉山 泰之<sup>m</sup>, 外川 学<sup>s</sup>, 柳田 陽子<sup>m</sup>, 山中 卓<sup>s</sup>, 李宗垣<sup>d</sup>, 李 栄篤<sup>s</sup>, 他 J-PARC KOTO Collaboration

日本物理学会 2010 年 第 65 回年次大会 (於岡山大学, 2010 年 3 月 20 日 - 3 月 23 日)

**KOTO 実験 CsI カロリメータの組み立てに向けての研究**

李宗垣<sup>d\*</sup>, 岩井 瑛人<sup>d</sup>, 佐藤 和史<sup>d</sup>, 山中 卓<sup>s</sup>, 李 栄篤<sup>s</sup>

日本物理学会 2010 年 第 65 回年次大会 (於岡山大学, 2010 年 3 月 20 日 - 3 月 23 日)

**ATLAS 実験におけるボトムジェット同定効率の測定**

目黒 立真<sup>d\*</sup>, 花垣 和則<sup>s</sup>, 内田 桐日<sup>s</sup>, Karl Jakobs, Christian Weiser

日本物理学会 2010 年 第 65 回年次大会 (於岡山大学, 2010 年 3 月 20 日 - 3 月 23 日)

**ATLAS 実験の初期データの  $t\bar{t}$  事象を用いた  $b - jet$  同定アルゴリズムの性能評価の開発**

内田 桐日<sup>s\*</sup>, 花垣 和則<sup>s</sup>

日本物理学会 2010 年 第 65 回年次大会 (於岡山大学, 2010 年 3 月 20 日 - 3 月 23 日)

スペクトロメータを用いた KOTO 実験のための KL ビーム性能測定

佐藤 和史<sup>d\*</sup>, 岩井 瑛人<sup>d</sup>, 杉山 泰之<sup>m</sup>, 中谷 洋一<sup>m</sup>, 山中 卓<sup>s</sup>

日本物理学会 2010 年 第 65 回年次大会 (於岡山大学, 2010 年 3 月 20 日 - 3 月 23 日)

計数型 SOI ピクセル検出器の動作試験

内田 潤<sup>m\*</sup>, 花垣 和則<sup>s</sup>, 新井康夫, 三好敏喜, 一宮亮, 他 SOIPIX グループ

日本物理学会 2010 年 第 65 回年次大会 (於岡山大学, 2010 年 3 月 20 日 - 3 月 23 日)

ATLAS SemiConductor Tracker の Beam Data を用いた解析

廣瀬穰<sup>d\*</sup>, 花垣 和則<sup>s</sup>, 岡村 航<sup>m</sup>, 池上陽一, 海野義信, 高力孝, 寺田進, 東城順治, Jose E. Garcia, Ingo Torchiani, Shaun Roe, Pat Ward, 中野逸夫, 金信弘, 原和彦, 高嶋隆一, 陣内修, 寄田浩平, 木村直樹, 他アトラス SCT グループ

日本物理学会 2010 年 第 65 回年次大会 (於岡山大学, 2010 年 3 月 20 日 - 3 月 23 日)

Testing the CKM Model with Kaon Experiments

山中 卓<sup>s\*</sup>

Flavor Physics Workshop 2009 (於岐阜県下呂, 2009 年 12 月 1 日-4 日, 参加者数約 45 名)

J-PARC E14 KOTO 実験用 CsI カロリメータのビームテスト

岩井 瑛人<sup>d\*</sup>

特定領域「フレーバー物理の新展開」研究会 2010 (於茨城県大洗町, 2010 年 2 月 22 日 - 2 月 24 日, 参加者数約 80 名)

J-PARC E14 KOTO 実験の準備状況 Status of the J-PARC E14 KOTO experiment

外川 学<sup>s\*</sup>

研究会「ハドロンホールの拡張によって展開する物理」(於 KEK, 2010 年 3 月 6 日 - 3 月 7 日, 参加者数約 60 名)

中性 K 中間子稀崩壊実験の中・長期的展望

山中 卓<sup>s\*</sup>

研究会「ハドロンホールの拡張によって展開する物理」(於 KEK, 2010 年 3 月 6 日 - 3 月 7 日, 参加者数約 60 名)

計数型 SOI ピクセル検出器の動作試験

内田 潤<sup>m\*</sup>

第 16 回東京大学素粒子物理国際研究センターシンポジウム (於白馬村岳美山荘, 2010 年 2 月 14 日 - 2 月 17 日, 参加者数約 35 名)

**ATLAS 実験シリコンストリップ飛跡検出器の解析**岡村 航 *m\**

第 16 回東京大学素粒子物理国際研究センターシンポジウム（於白馬村岳美山荘，2010 年 2 月 14 日 - 2 月 17 日，参加者数約 35 名）

## 1.6 基礎原子核物理グループ (原子核実験施設)

### 平成 21 年度の研究活動概要

弱い相互作用による原子核の遷移、特にスピン・アイソスピン ( $\sigma\tau$ ) 型遷移であるガモフ・テラー (GT) 遷移の研究を藤田は進めている。GT 遷移は原子核物理としての興味の対象であると共に、超新星爆発や元素合成など宇宙物理学で重要な役目を果たす。しかし  $\beta$  崩壊等、弱い相互作用から直接得られる情報は、相互作用の弱さ故に非常に限られる。そこで中間エネルギー 0 度での ( $p, n$ ) 型の荷電交換反応 ( ${}^3\text{He}, t$ ) 反応では、 $\sigma\tau$  型遷移が選択的に励起される事に着目した研究を進め、研究可能なエネルギー領域が大幅に広がった。さらに図に示すように ( ${}^3\text{He}, t$ ) 反応では従来の ( $p, n$ ) 反応に比べエネルギー分解能が一桁上がり、詳細な GT 遷移の研究が可能となった。高分解能により GT 巨大共鳴に微細構造が見つかり、個々の GT 遷移の強度が決定できた。

核力の荷電対称性に基づく量子数アイソスピン  $T$  のもとで荷電類似な性質を持つ GT 遷移を、( ${}^3\text{He}, t$ ) 反応、ベータ崩壊実験、陽子非弾性散乱反応で調べることができる。これら実験で得られる情報を組み合わせ、安定線から遠く離れた原子核で起こる GT 遷移を研究している。特に  $pf$  殻核でのこれら “エキゾチック” な GT 遷移は、 $rp$ -プロセス元素合成の際に重要な役目を果たし、宇宙物理の議論で重要である。

荷電交換、非弾性散乱反応を使う研究は、中間エネルギー 0 度での実験が世界最高の分解能で行える大阪大学核物理研究センターで行っている。一方安定線から遠く離れた原子核のベータ崩壊実験は、現在最先端の研究ができるドイツ・GSI、フランス・GANIL 研究所で行っている。

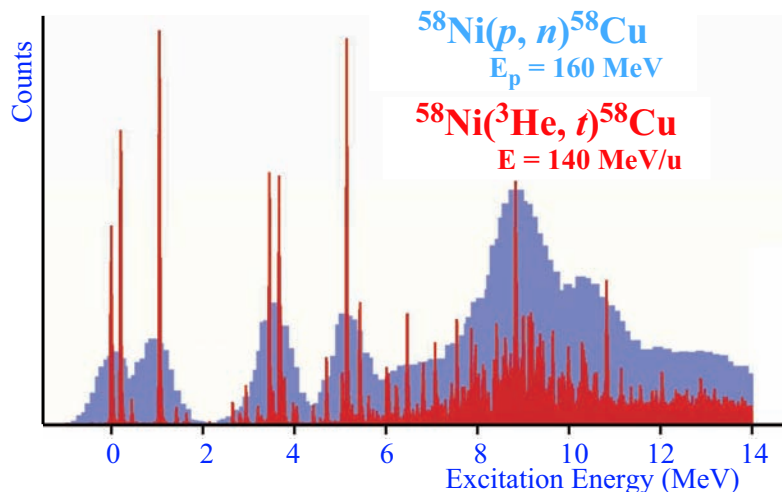


図 1.13: Energy spectra of charge-exchange reactions at  $0^\circ$ . The broad spectrum is from  ${}^{58}\text{Ni}(p, n){}^{58}\text{Cu}$  reaction measurements in the 1980s. In the recent  ${}^{58}\text{Ni}({}^3\text{He}, t){}^{58}\text{Cu}$  reaction, fine structure and sharp states have been observed up to an excitation energy of 13 MeV.

### 学術雑誌に出版された論文

#### Development of GEM tracking detector for intermediate-energy nuclear experiments

K. Fujita, Y. Sakemi, M. Dozono, K. Hatanaka, M. Nomachi<sup>s</sup>, T. Sawada and T. Wakasa  
Nucl. Instrum. Meth. **A608** () (2009) 48.

#### Study of the decay $K^+ \rightarrow \pi^+, \nu, \bar{\nu}$ in the momentum region $140 < p_\pi < 199$ MeV/c

A. V. Artamonov, M. Nomachi<sup>s</sup> *et al.*, (BNL-E949 Collaboration)  
Phys. Rev. **D 79** (May 1) (2009) 092004.

#### Near-threshold photoproduction of $\Lambda(1520)$ from protons and deuterons

N. Muramatsu, M. Nomachi<sup>s</sup>, Y. Sugaya<sup>s</sup>, *et al.*, (LEPS Collaboration)  
Phys. Rev. Lett. **103** (Jul 3) (2009) 012001.

#### Backward-angle photoproduction of eta meson from protons at $E_\gamma = 1.6 - 2.4$ GeV

M. Sumihama, M. Nomachi<sup>s</sup>, Y. Sugaya<sup>s</sup>, *et al.*, (LEPS Collaboration)  
Phys. Rev. **C 80** (Nov) (2009) 052201.

#### Global investigation of the fine structure of the isoscalar giant quadrupole resonance

A. Shevchenko, O. Burda, J. Carter, G.R.J. Cooper, R.W. Fearick, S.V. Förtsch, H. Fujita, Y. Fujita<sup>s</sup>, Y. Kalmykov, D. Lacroix, J.J. Lawrie, P. von Neumann-Cosel, R. Neveling, V.Yu. Ponomarev, A. Richter, E. Sideras-Haddad, F.D. Smit, and J. Wambach  
Phys. Rev. **C 79** (2009) 044305 1-17.

#### Measurement of high energy resolution inelastic proton scattering at and close to zero degrees

A. Tamii, Y. Fujita<sup>s</sup>, H. Matsubara, T. Adachi, J. Carter, M. Dozono, H. Fujita, K. Fujita, H. Hashimoto, K. Hatanaka, T. Itahashi, M. Itoh, T. Kawabata, K. Nakanishi, S. Ni-nomiya, A.B. Perez-Cerdan, L. Popescu, B. Rubio, T. Saito, H. Sakaguchi, Y. Sakemi, Y. Sasamoto, Y. Shimbara, Y. Shimizu, F.D. Smit, Y. Tameshige, M. Yosoi, and J. Zeni-hiro  
Nucl. Instrum. and Meth. in Phys. Research **A 605** (2009) 326-338.

#### Gamow-Teller transitions studied in the high-resolution $^{64}\text{Ni}(^3\text{He}, t)^{64}\text{Cu}$ reaction

L. Popescu, T. Adachi, G.P.A. Berg, P. von Brentano, D. Frekers, D. De Frenne, K. Fujita, Y. Fujita<sup>s</sup>, E.-W. Grewe, M.N. Harakeh, K. Hatanaka, E. Jacobs, K. Nakanishi, A. Negret, Y. Sakemi, Y. Shimbara, Y. Shimizu, Y. Tameshige, A. Tamii, M. Uchida, H.J. Wörtche,



and M. Yosoi

Phys. Rev. C **79** (2009) 064312 1-6.

**High-precision ( $p, t$ ) reaction measurement to determine  $^{18}\text{Ne}(\alpha, p)^{21}\text{Na}$  reaction rates**

A. Matic, A.M. van den Berg, M.N. Harakeh, H.J. Wörtche G.P.A. Berg, M. Couder, J.L. Fisker, J. Görres, P. LeBlanc, S. O'Brien, M. Wiescher, K. Fujita, K. Hatanaka, Y. Sakemi, Y. Shimizu, Y. Tameshige, A. Tamii, M. Yosoi, T. Adachi, Y. Fujita<sup>s</sup>, Y. Shimbara, H. Fujita, T. Wakasa, P.O. Hess, B.A. Brown, and H. Schatz

Phys. Rev. C **80** (2009) 055804 1-18.

**$\beta$ -delayed spectroscopy of neutron-rich tantalum nuclei: Shape evolution in neutron-rich tungsten isotopes**

N. Alkhomashi, P.H. Regan, Zs. Podolyák, S. Pietri, A.B. Garnsworthy, S.J. Steer, J. Benlliure, E. Caserejos, R.F. Casten, J. Gerl, H.J. Wollersheim, J. Grebosz, G. Farrelly, M. Górska, I. Kojouharov, H. Schaffner, A. Algora, G. Benzoni, A. Blazhev, P. Boutachkov, A.M. Bruce, A.M. Denis Bacelar, I.J. Cullen, L. Cáceres, P. Doornenbal, M.E. Estevez, Y. Fujita<sup>s</sup>, W. Gelletly, R. Hoischen, R. Kumar, N. Kurz, S. Lalkovski, Z. Liu, C. Mi-hai, F. Molina, A.I. Morales, D. Mücher, W. Prokopowicz, B. Rubio, Y. Shi, A. Tamii, S. Tashenov, J.J. Valiente-Dobón, P.M. Walker, P.J. Woods, and F.R. Xu

Phys. Rev. C **80** (2009) 064308 1-12.

**Nuclear Structure Addressed at GSI/RISING**

M. Gorska, H. Grawe, L. Caceres, A. Algora, M. Bohmer, P. Boutachkov, K. Eppinger, T. Faestermann, Y. Fujita<sup>s</sup>, A. Gadea, A. Garnsworthy, W. Gelletly, J. Gerl, R. Gernhauser, C. Hinke, A. Jungclaus, I. Kojouharov, R. Krucken, L. Maier, P. Molina, M. Pfutzner, S. Pietri, Z. Podolyak, P.H. Regan, B. Rubio, D. Rudolph, H.J. Wollersheim, and the RISING Collaboration

Int. J. Mod. Phys. **E18** (2009) 759-766.

**Nuclear Weak Response from the Combined Study of  $\beta$  decay and Charge-exchange Reaction**

Y. Fujita<sup>s</sup>, B. Rubio, W. Gelletly, B. Blank, T. Adachi, A. Algora, P. Ascher, R.B. Cakirli, G. De France, J. Giovinazzo, S. Grévy, H. Fujita, L. Kucuk, M. Marqués, F. Molina, Y. Oktem, F. De Oliveira Santos, L. Perrot, R. Raabe, P.C. Srivastava, G. Susoy, A. Tamii, J.-C. Thomas

Int. J. Mod. Phys. **E18** (2009) 2134-2139.

## 国際会議報告等

**New Insights into the Structure of Exotic Nuclei using the RISING Active Stopper**

P.H. Regan, N. Alkhomashi, N. Al-Dahan, Zs. Podolyak, E.B. Suckling, P.D. Stevenson, S. B. Pietri, S.J. Steer, A.B. Garnsworthy, W. Gelletly, J. Benlliure, A.I. Morales, J. Gerl, M. Gorska, H.J. Wollersheim, R. Kumar, J. Grebosz, A. Algora, G. Benzoni, P. Boutachkov, A.M. Bruce, E. Casarejos, I.J. Cullen, A.M. Denis Bacelar, A. Blazhev, M.E. Estevez, G. Farrelly, Y. Fujita<sup>s</sup>, R. Hoischen, S. Lalkovski, Z. Liu, I. Kojouharov, N. Kurz, C. Mihai, F. Molina, D. Mucher, B. Rubio, H. Schaffner, S. Tashenov, A. Tamii, J.J. Valiente Dobon, P.M. Walker, and P.J. Woods

Proceedings of the Int. Conf. on Capture Gamma-ray Spectroscopy,  
AIP Conf. Proc. **1090** (2009) 122-129.

**Exploring the  $\alpha p$ -process with Grand Raiden**

S. O'Brien, T. Adachi, G.P.A. Berg, M. Couder, M. Dozono, H. Fujita, Y. Fujita<sup>s</sup>, J. Gorres, K. Hatanaka, D. Ishikawa, T. Kubo, H. Matsubara, Y. Namiki, Y. Ohkuma, H. Okamura, H.J. Ong, D. Patel, Y. Sakemi, K. Sault, Y. Shimbara, S. Suzuki, T. Suzuki, A. Tamii, T. Wakasa, R. Wantanabe, M. Wiescher, R. Yamada, and J. Zenihiro

Proceedings of the Int. Conf. on Capture Gamma-ray Spectroscopy,  
AIP Conf. Proc. **1090** (2009) 288-292.

**Complete Dipole Response in  $^{208}\text{Pb}$  from High-resolution Polarized Proton Scattering at  $0^\circ$** 

P. von Neumann-Cosel, T. Adachi, C.A. Bertulani, J. Carter, M. Dozono, H. Fujita, K. Fujita, Y. Fujita<sup>s</sup>, H. Hashimoto, K. Hatanaka, M. Itoh, Y. Kalmykov, K. Kato, T. Kawabata, H. Matsubara, K. Nakanishi, R. Neveling, H. Okamura, I. Poltoratska, V.Yu. Ponomarev, A. Richter, B. Rubio, H. Sakaguchi, Y. Sakemi, Y. Sasamoto, Y. Shimbara, Y. Shimizu, F.D. Smit, Y. Tameshige, A. Tamii, J. Wambach, M. Yosoi, and J. Zenihiro

Proceedings of the Int. Conf. on Capture Gamma-ray Spectroscopy,  
AIP Conf. Proc. **1090** (2009) 404-408.

**High-Resolution  $B(\text{GT})$  Studies with ( $^3\text{He}, t$ ) Reactions**

C. Scholl, Y. Fujita<sup>s</sup>, T. Adachi, H. Hashimoto, K. Hatanaka, H. Matsubara, K. Nakanishi, T. Ohta, Y. Sakemi, Y. Shimbara, Y. Shimizu, Y. Tameshige, A. Tamii, P. von Brentano, M. Yosoi, and R.G.T. Zegers

Proceedings of the Int. Conf. on Capture Gamma-ray Spectroscopy,  
AIP Conf. Proc. **1090** (2009) 544-548.

 **$\beta$ -delayed  $\gamma$ -ray Spectroscopy of Heavy Neutron Rich Nuclei “South” of Lead**

A.I. Morales, J. Benlliure, P.H. Regan, Z. Podolyak, M. Gorska, N. Alkhomashi, S. Pietri,

R. Kumar, E. Casarejos, J. Agramunt, A. Algora, H. Alvarez-Pol, G. Benzoni, A. Blazhev, P. Boutachkov, A.M. Bruce, L.S. Caceres, I.J. Cullen, A.M. D.Bacelar, P. Doornenbal, D. Dragosavac, M. E.Estevez, G. Farrelly, Y. Fujita<sup>s</sup>, A.B. Garnsworthy, W. Gelletly, J. Gerl, J. Grebosz, R. Hoischen, I. Kojouharov, N. Kurz, S. Lalkovski, Z. Liu, D. Perez-Loureiro, W. Prokopowicz, C. Mihai, F. Molina, D. Mucher, B. Rubio, H. Schaffner, S.J. Steer, A. Tamii, S. Tashenov, J.J. Valiente Dobon, S. Verma, P.M. Walker, H.J. Wollersheim, P.J. Woods  
Acta Physica Polonica **B40** (2009) 867-870.

**$\beta^-$ -delayed and Isomer Spectroscopy of Neutron-Rich Ta and W Isotopes**

N. Alkhomashi, P.H. Regan, Zs. Podolyak, S.B. Pietri, A.B. Garnsworthy, S.J. Steer, J. Benlliure, E. Caserejos, M. Gorska, J. Gerl, H.J. Wollersheim, J. Grebosz, N. Kurz, I. Kojouharov, H. Schaffner, A. Algora, G. Benzoni, A. Blazhev, P. Boutachkov, A.M. Bruce, L. Caceres, P. Doornenbal, A.M.D. Bacelar, I.J. Cullen, M.E. Estevez, G. Farrelly, Y. Fujita<sup>s</sup>, W. Gelletly, R. Hoischen, R. Kumar, S. Lalkovski, Z. Liu, C. Mihai, F. Molina, D. Mucher, B. Rubio, A. Tamii, S. Tashenov, J.J. Valiente-Dobon, P.M. Walker, P.J. Woods  
Acta Physica Polonica **B40** (2009) 875-878.

**Gamow-Teller Transitions Starting from Stable and Unstable  $pf$ -shell Nuclei**

Y. Fujita<sup>s</sup>

for the RCNP, Osaka, High Resolution ( $^3\text{He},t$ ) Collaboration, and  
for the Valencia, Surrey, Osaka, GSI, Istanbul, Kraków, Legnaro, Leuven, Lund, Madrid, New Delhi, Santiago de Compostela,  $\beta$ -decay Collaboration  
Proc. Int. Symposium on Nuclear Astrophysics (NIC X), Mackinac Island, Michigan, USA, July 27 - Aug. 1, 2008, Proceedings of Science (NIC X) 018.

**国際会議における講演等**

**Gamow-Teller Transitions**

**-a key to open a jewel box of nuclear physics-**

Y. Fujita<sup>s</sup>

12th International Conference On Nuclear Reaction Mechanisms, Varenna, Italy, June 15-19, 2009.

**Gamow-Teller Transitions Studied by ( $^3\text{He},t$ ) Reactions and the Comparison with Analogous Transitions**

Y. Fujita<sup>s</sup>

ECT\* workshop on "Spin-Isospin Excitations Probed by Strong, Weak and EM Interac-

tions”, Trento, Italy, Sep. 28 - Oct. 02, 2009.

### **Nuclear Excitations Probed by Strong, EM and Weak Interactions**

Y. Fujita<sup>s</sup>

Nuclear Physics Lecture in Shanghai Jiao Tong Univeristy, Oct. 26-31, 2009.

### **Nuclear Weak Processes Studied by Nuclear Reaction**

Y. Fujita<sup>s</sup>

The 14th Academic Exchange Seminar between Shanghai Jiao Tong Univeristy and Osaka Univeristy, Oct. 28-30, 2009.

### **Gamow-Teller Transitions and $\beta$ -decay Half-life in Proton Rich $pf$ -shell Nuclei**

Y. Fujita<sup>s</sup>

TOURS 2009 Symposium, Kobe, Japan, Nov. 16-20, 2009.

### **Gamow-Teller Transitions Studied in ( $^3\text{He},t$ ) Reaction and Analogous $\beta$ -decay**

Y. Fujita<sup>s</sup>, B. Rubio, F. Molina, and W. Gelletly

VIII Latin American Symposium on Nuclear Physics and Applications, Santiago, Chile, December 15-19, 2009.

### **Gamow-Teller Transitions in Proton Rich $pf$ -shell Nuclei with Astrophysical Interest**

Y. Fujita<sup>s</sup>

New Facet of Spin-Isospin Responses, Tokyo, Japan, February 18-21, 2010.

### **Isospin Symmetry of $T_z = \pm 1 \rightarrow 0$ Gamow-Teller Transitions from Stable and Unstable $pf$ -shell Nuclei**

Y. Fujita<sup>s</sup>, T. Adachi, H. Fujita, Y. Shimbara and the RCNP High Resolution ( $^3\text{He},t$ ) collaboration

B. Rubio and W. Gelletly and the Valencia, Surrey, Osaka, GSI, Istanbul, Legnaro, Leuven, Lund, Madrid, New Delhi, Santiago  $\beta$ -decay Collaboration

International Symposium on “Forefronts of Researches in Exotic Nuclear Structures”, Niigata, Japan, March 1-4, 2010.

### **Gamow-Teller Strengths in Proton-Rich Exotic Nuclei Deduced from Mirror Transitions**

Y. Fujita<sup>s</sup>, T. Adachi, B. Blank, P. von Brentano, G.P.A. Berg, H. Fujita, K. Fujita, K. Hatanaka, K. Nakanishi, A. Negret, L. Popescu, B. Rubio, Y. Shimbara, Y. Shimizu, Y. Tameshige, A. Tamii, M. Yosoi, and K.O. Zell

OMEG10, the Int. Symp. on “Origin of Matter and Evolution of the Galaxies”, Osaka,

Japan, March 8-10, 2010.

**High-resolution Study of  $^{37}\text{Cl} \rightarrow ^{37}\text{Ar}$  Gamow-Teller Transition via  $^{37}\text{Cl}(^3\text{He}, t)^{37}\text{Ar}$  Reaction**

Y. Shimbara, Y. Fujita<sup>s</sup>, T. Adachi, G.P.A. Berg, B. A. Brown, H. Fujimura, H. Fujita, K. Fujita, K. Hara, K. Y. Hara, K. Hatanaka, J. Kamiya, K. Katori, T. Kawabata, K. Nakanishi, G. Martinez-Pinedo, N. Sakamoto, Y. Sakemi, Y. Shimizu, T. Tameshige, M. Uchida, M. Yoshifuku, M. Yosoi and R.G.T. Zegers

OMEG10, the Int. Symp. on “Origin of Matter and Evolution of the Galaxies”, Osaka, Japan, March 8-10, 2010.

**High-resolution Study of  $^{56}\text{Fe} \rightarrow ^{56}\text{Mn}$  Gamow-Teller Transition by the Combined Analysis of  $^{56}\text{Fe}(^3\text{He}, t)^{56}\text{Co}$  and  $^{56}\text{Fe}(p, p')^{56}\text{Fe}$  Reactions**

M. Nagashima, Y. Shimbara, H. Fujita, Y. Fujita<sup>s</sup>, T. Adachi, N. T. Botha, E. Ganioglu, K. Hatanaka, K. Hirota, N. T. Khai, H. Matsubara, K. Nakanishi, R. Neveling, H. Okamura, H.J. Ong, Y. Sakemi, Y. Shimizu, G. Susoy, T. Suzuki, A. Tamii, J. Thies and M. Yosoi

OMEG10, the Int. Symp. on “Origin of Matter and Evolution of the Galaxies”, Osaka, Japan, March 8-10, 2010.

**Gamow-Teller Transitions  
-for the study of vital Nuclear Structure-**

Y. Fujita<sup>s</sup>

EFES-ORNL workshop, ORNL, Oak Ridge Tennessee, USA, March 14-17, 2010.

**Gamow-Teller Transitions: Vivid Nuclear Weak Process in the Universe**

Y. Fujita<sup>s</sup>

Nuclear Physics Seminar of Heavy Ion Laboratory, Univeristy of Warsaw, March 26, 2010.

**日本物理学会，応用物理学会等における講演**

ホスピッチ検出器を用いたビスマス-ポロニウム連続崩壊の高精度測定

坂雅幸<sup>m\*</sup>, 味村周平, 大隈裕一郎<sup>b</sup>, 河野陽介<sup>m</sup>, 菅谷頼仁<sup>s</sup>, 能町正治<sup>s</sup>

日本物理学会 2010 年 第 65 回年次大会 (於岡山大学, 2010 年 3 月 20 日 - 3 月 23 日)

## 1.7 大貫グループ

### 平成 21 年度の研究活動概要

カゴ状構造を持つ希土類化合物に注目して単結晶を育成し、電子状態の研究を行った。1 つは  $\text{RCd}_{11}$  (R: La, Ce, Pr, Nd, and Sm) であり、もう 1 つは  $\text{YbT}_2\text{Zn}_{20}$  (T: Ir, Rh, Co) である。両方とも立方晶で、格子定数はそれぞれ 9 Å 及び 14 Å ととても大きく大きい。従って希土類原子間の距離も通常の約 4 Å に比して、約 6 Å と大きい。その事が磁気秩序にどうい影響があるか遷移金属が入るか入らないかで伝導電子と 4f 電子の混成効果にどうい影響があるのかを研究した。その他  $\text{CeCoGe}_3$ ,  $\text{CeIrSi}_3$ ,  $\text{CePt}_3\text{Si}$ ,  $\text{CeRhIn}_5$ ,  $\text{CePd}_5\text{Al}_2$ ,  $\text{PrPd}_5\text{Al}_2$ ,  $\text{RPt}_2\text{Si}_2$  (R: La - Ho),  $\text{LaRuPO}$ ,  $\text{LaFePO}$ ,  $\text{LaFe}_2\text{P}_2$ ,  $\text{YbCu}_2\text{Si}_2$ ,  $\text{YbCu}_2\text{Ge}_2$  などの単結晶試料に関する研究結果が発表された。

大貫は国際ワークショップで 1 件、国内ワークショップで 1 件の招待講演を行った。また撰待は国際会議での招待講演 2 件の他、国際会議で 3 件発表を行った。本多は国際会議で 2 件の発表を行った。以下に  $\text{RCd}_{11}$  と  $\text{YbT}_2\text{Zn}_{20}$  についての研究結果の一部を紹介する。

希土類化合物の様々な電子状態は磁気秩序を促す RKKY 相互作用と磁気モーメントを打ち消す近藤効果の競合で発現する。両者とも伝導電子と局在 4f 電子の磁氣的相互作用に基づいていて、起源は同じである。重い電子系というのは 4f 電子間の距離に関係していて、磁気秩序寸前の電子状態である。 $\text{RCd}_{11}$  と  $\text{RT}_2\text{Zn}_{20}$  は両物質とも図 1.14 に示すように立方晶の結晶構造であるが、単位胞の格子定数  $a$  は 9 Å, 14 Å と極めて大きく、したがって希土類原子 R 間の距離も 6.6 Å, 6.1 Å と長い。しかも希土類原子はカゴ状にとり囲まれている。この 2 種類の化合物について純良単結晶を育成して電子状態を研究した。

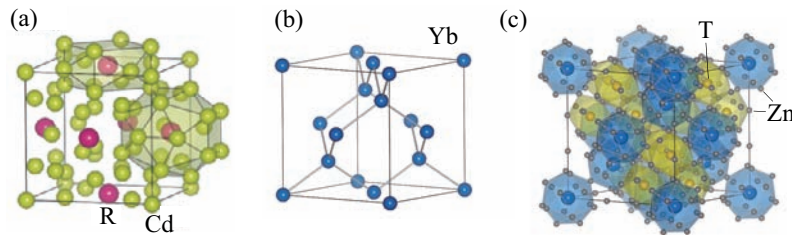


図 1.14: (a) 立方晶  $\text{RCd}_{11}$  の結晶構造。立方晶  $\text{YbT}_2\text{Zn}_{20}$  の (b) Yb 原子位置と (c) 結晶構造。

$\text{RCd}_{11}$  (R: La, Ce, Pr, Nd, Sm) の単結晶を Cd の自己フラックス法で育成した。図 1.15 に示すように比較的大きな単結晶が育成され、残留抵抗も  $1 \mu\Omega \cdot \text{cm}$  以下の純良な単結晶であった。図 1.16 にこれらの化合物、およびアクチノイド化合物の  $\text{AnCd}_{11}$  (An: U, Np) のネール温度を示す。 $\text{CeCd}_{11}$  や  $\text{PrCd}_{11}$  は 0.4 K という極めて小さなネール温度であることが分かった。これは、R 間の距離が 6.6 Å と長いことにより、RKKY 相互作用が弱くなっていると思われる。ドハース・ファンアルフェン (de Haas-van Alphen, 略して dHvA) 効果によるフェルミ面の研究も行った。サイクロトロン質量は  $1 m_0$  以下で軽く、フェルミ面の極値断面積に比例する dHvA 振動数  $F$  は  $10^6$  Oe であり、小さなフェルミ面であった。こ

これは、格子定数  $a$  値が極めて大きく、それに伴ってブリルアンゾーンが著しく小さくなるためである。

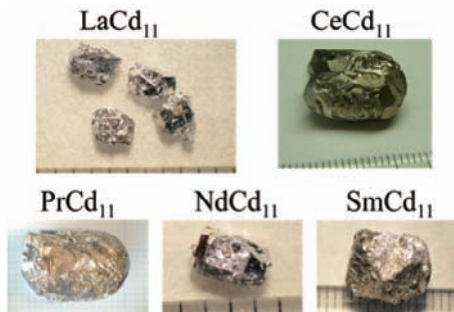


図 1.15:  $RCd_{11}$  の単結晶。

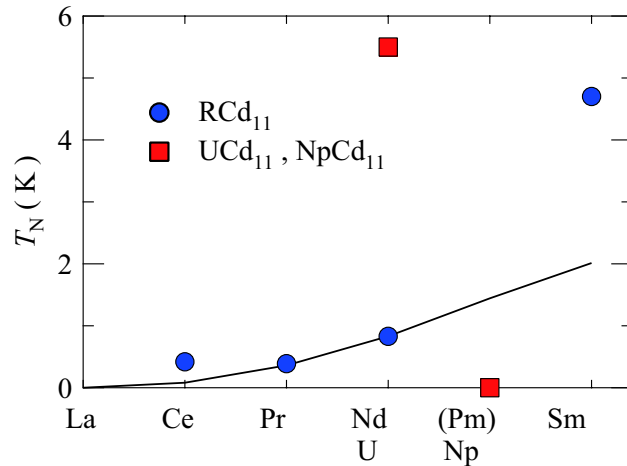


図 1.16:  $RCd_{11}$  と  $AnCd_{11}$  のネール温度。

Zn の自己フラックス法で育成した  $YbT_2Zn_{20}$  (T: Ir, Co) の単結晶および、Ge の単結晶を図 1.17 に示す。Yb が Ge と同じダイヤモンド構造のため、立方晶の 111 面がピラミッドをつくっていて、先端が  $\langle 100 \rangle$  方向である。この物質の磁化率は  $Yb^{3+}$  のキュリー-ワイス則で増大し、磁気秩序は示さず重い電子状態となる。事実、図 1.18 に示すように dHvA 振動

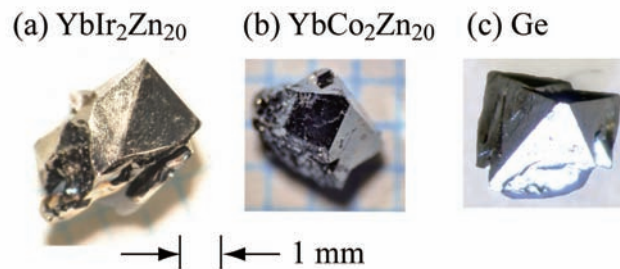


図 1.17:  $YbT_2Zn_{20}$  ((a) T = Ir, (b) T = Co) および (c) Ge の単結晶。

から検出されたブランチのサイクロトロン質量は  $4 \sim 22 m_0$  ( $m_0$ : 電子の静止質量) と重い。dHvA 振動数の中に示した  $H_m$  はメタ磁性の転移磁場で重い電子系の特徴でもある。 $H_m$  前後でフェルミ面の大きさに著しい変化はない。

$YbIr_2Zn_{20}$  に圧力を加えると量子臨界点に近づいて、メタ磁性転移磁場はゼロとなる。この圧力が 5.2 GPa であることがわかった。同時により重い電子系になることもわかった。低温の電気抵抗  $\rho = \rho_0 + AT^2$  の常圧と 5 GPa 付近の  $A$  値を比較すると、量子臨界点近傍では  $H = 0$  では  $500 m_0$  のサイクロトロン質量になる。ただし、磁場を加えると著しく減少する。

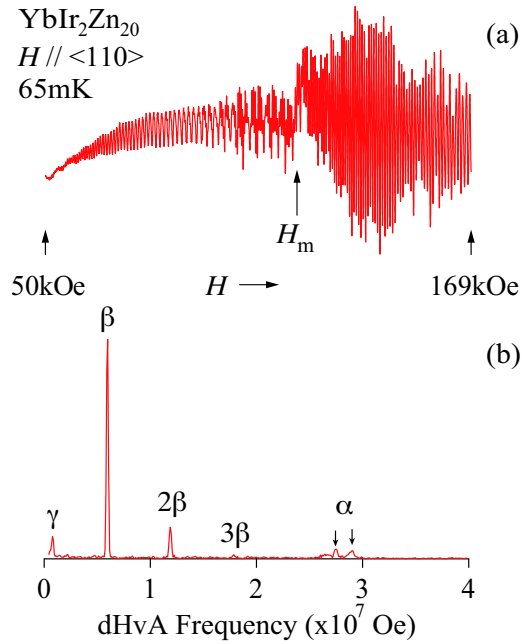


図 1.18: YbIr<sub>2</sub>Zn<sub>20</sub> の dHvA 振動とそのフーリエスペクトル。

YbRh<sub>2</sub>Zn<sub>20</sub> は YbIr<sub>2</sub>Zn<sub>20</sub> に近い化合物であり, YbCo<sub>2</sub>Zn<sub>20</sub> は約 5 GPa における YbIr<sub>2</sub>Zn<sub>20</sub> に近い。つまり, 量子臨界点近傍の物質であることがわかった。

RCd<sub>11</sub> と RT<sub>2</sub>Zn<sub>20</sub> は非常に良く似た立方晶のカゴ状化合物であるが, 両者の物性は著しく異なる。RCd<sub>11</sub> での 4*f* 電子は完全に局在しているのに対し, YbIr<sub>2</sub>Zn<sub>20</sub> の 4*f* 電子は重い電子系をつくっている。両者の差は何だろうか。すぐ考えられるのは遷移金属の存在である。もう少し他の遷移金属の RT<sub>2</sub>Zn<sub>20</sub> の物性を研究し, 総合的に考えてみたい。また, UCd<sub>11</sub> のネール点が他の RCd<sub>11</sub> に比べ高い理由も今後明らかにしたい。

#### 学術雑誌に出版された論文

##### Magnetic and Electrical Properties in NpAl<sub>4</sub> and UAl<sub>4</sub>

D. Aoki, R. Settai<sup>s</sup>, and Y. Ōnuki<sup>s</sup> *et. al.*

J. Phys. Soc. Jpn. **78** (No. 4, Apr.) (2009), 044712 1-7.

##### Possible Phase Transition Deep Inside the Hidden Order Phase of Ultraclean URu<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>

H. Shishido, and Y. Ōnuki<sup>s</sup> *et. al.*

Phys. Rev. Lett. **102** (Issue 15, Apr.) (2009), 156403 1-4.

##### Unconventional superconductivity of NpPd<sub>5</sub>Al<sub>2</sub>

D. Aoki, R. Settai<sup>s</sup>, and Y. Ōnuki<sup>s</sup> *et. al.*



J. Phys.: Cond. Mat. **21** (Number 16, Mar.) (2009) 164203 1-3.

**Multi-step magnetic transition in non-centrosymmetric compound CeCoGe<sub>3</sub>**

K. Kaneko, R. Settai<sup>s</sup>, and Y. Ōnuki<sup>s</sup> *et. al.*

J. Phys.: Conf. Series **150** (Part 4, Mar.) (2009), 042082 1-4.

**Transport properties of neptunium superconductor NpPd<sub>5</sub>Al<sub>2</sub>**

T. D. Matsuda, Y. Ōnuki<sup>s</sup>, *et. al.*

J. Phys.: Conf. Series **150** (Part 4, Mar.) (2009), 042119 1-4.

**High pressure study on uranium heavy fermion compounds with antiferromagnetic ground state**

N. Tateiwa, R. Settai<sup>s</sup>, Y. Ōnuki<sup>s</sup>, *et. al.*

J. Phys.: Conf. Series **150** (Part 4, Mar.) (2009), 042206 1-4.

**Multiband superconductivity in CePt<sub>3</sub>Si without inversion symmetry: <sup>195</sup>Pt-NMR study**

H. Mukuda, M. Tsujino<sup>m</sup>, T. Takeuchi<sup>s</sup>, R. Settai<sup>s</sup>, Y. Ōnuki<sup>s</sup>, *et. al.*

J. Phys.: Conf. Series **150** (Part 5, Mar.) (2009), 052175 1-4.

**Anomalous magnetic response of CeRu<sub>2</sub>**

D. Pal, Y. Ōnuki<sup>s</sup>, *et. al.*

J. Phys.: Conf. Series **150** (Part 5, Mar.) (2009), 052206 1-4.

**Vortex lattice melting in the ultraclean heavy-fermion superconductor URu<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>**

R. Okazaki, Y. Ōnuki<sup>s</sup>, *et. al.*

J. Phys.: Conf. Series **150** (Part 5, Mar.) (2009), 052198 1-4.

**Gap structure and exotic superconducting state of URu<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>**

Y. Kasahara, Y. Ōnuki<sup>s</sup>, *et. al.*

J. Phys.: Conf. Series **150** (Part 5, Mar.) (2009), 052098 1-4.

**Two-Dimensional Fermi Surfaces in LaRuPO and LaFePO versus Three-Dimensional Fermi Surfaces in LaFe<sub>2</sub>P<sub>2</sub>**

H. Muranaka<sup>m</sup>, Y. Doi<sup>m</sup>, K. Katayama<sup>m</sup>, R. Settai<sup>s</sup>, F. Honda<sup>s</sup>, Y. Ōnuki<sup>s</sup>, *et. al.*

J. Phys. Soc. Jpn. **78** (No. 5, May.) (2009), 053705 1-4.

**Superconducting gap structure of heavy-Fermion compound URu<sub>2</sub>Si<sub>2</sub> determined by angle-resolved thermal conductivity**

Y. Kasahara, , *et. al.* Y. Ōnuki<sup>s</sup>, *et. al.*  
 New J. Phys. **11** (No 5, May) (2009) 055061 1-16.

**Unusual behaviours and impurity effects in the noncentrosymmetric superconductor CePt<sub>3</sub>Si**

I. Bonalde, T Yasuda<sup>m</sup>, Y. Ōnuki<sup>s</sup>, *et. al.*  
 New J. Phys. **11** (No 5, May) (2009) 055054 1-16.

**Evidence of *d*-wave pairing symmetry of the gap of the heavy-fermion superconductor CeIrIn<sub>5</sub> from magnetic-penetration-depth measurements**

D. Vandervelde, Y. Ōnuki<sup>s</sup>, *et. al.*  
 Phys. Rev. B **79** (No.21, June) (2009), 212505 1-4.

**Strong coupling between antiferromagnetic and superconducting order parameters of CeRhIn<sub>5</sub> studied by <sup>115</sup>In nuclear quadrupole resonance spectroscopy**

M. Yashima, R. Settai<sup>s</sup>, and Y. Ōnuki<sup>s</sup>, *et. al.*  
 Phys. Rev. B **79** (No.21, June) (2009), 214528 1-5.

**High Pressure Phase Diagram of the Non-centrosymmetric Antiferromagnet CeCoGe<sub>3</sub>**

G. Knebel, T. Kawai<sup>m</sup>, H. Muranaka<sup>m</sup>, R. Settai<sup>s</sup>, Y. Ōnuki<sup>s</sup>, *et. al.*  
 J. Phys. Soc. Jpn. **78** (No. 7, July) (2009), 074714 1-5.

**Superconductivity in a Ternary Silicide Ca<sub>2</sub>Pt<sub>3</sub>Si<sub>5</sub>**

T. Takeuchi<sup>s</sup>, H. Muranaka<sup>m</sup>, R. Settai<sup>s</sup>, Y. Ōnuki<sup>s</sup>, *et. al.*  
 J. Phys. Soc. Jpn. **78** (No. 8, Aug.) (2009), 085001 1-2.

**Observation of Itinerant Ce 4*f* Electronic States in CeIrSi<sub>3</sub> Studied by Angle-Resolved Ce 3*d* → 4*f* Resonance Photoemission Spectroscopy**

Takuo Ohkochi, Y. Miyauchi<sup>m</sup>, Y. Okuda<sup>m</sup>, R. Settai<sup>s</sup>, Y. Ōnuki<sup>s</sup>, *et. al.*  
 J. Phys. Soc. Jpn. **78** (No. 8, Aug.) (2009), 084802 1-6.

**de Haas-van Alphen Effect and Fermi Surface Properties in High-Quality Single Crystals YbCu<sub>2</sub>Si<sub>2</sub> and YbCu<sub>2</sub>Ge<sub>2</sub>**

N. D. Dung<sup>m</sup>, T. Ishikura<sup>m</sup>, T. Endo<sup>m</sup>, R. Settai<sup>s</sup>, Y. Ōnuki<sup>s</sup>, *et. al.*  
 J. Phys. Soc. Jpn. **78** (No. 8, Aug.) (2009), 084711 1-14.

**Element and orbital-specific observation of two-step magnetic transition in NpNiGa<sub>5</sub>: X-ray magnetic circular dichroism study**

T. Okane, Y. Ōnuki<sup>s</sup>, *et. al.*

Phys. Rev. B **80**, (N. 10, Sept.) (2009), 104419 1-7.

**Magnetic and superconducting properties of a pressure-induced superconductor CePd<sub>5</sub>Al<sub>2</sub>**

F. Honda<sup>s</sup>, Y. Nakano<sup>m</sup>, N. Yoshitani<sup>m</sup>, K. Sugiyama<sup>s</sup>, M. Hagiwara<sup>s</sup>, R. Settai<sup>s</sup>, Y. Ōnuki<sup>s</sup>, *et. al.*

Physica B: Condensed Matter, **404** (Issue 19, Oct.) (2009) 3202-3205.

**<sup>27</sup>Al NMR studies of NpPd<sub>5</sub>Al<sub>2</sub>**

H. Chudo, Y. Ōnuki<sup>s</sup>, *et. al.*

Physica B: Condensed Matter, **404** (Issue 19, Oct.) (2009) 3216-3219.

**Superconductivity in heavy fermion systems**

Y. Ōnuki<sup>s</sup>, R. Settai<sup>s</sup>, F. Honda<sup>s</sup>, *et. al.*

Physica C: Superconductivity, **469** (Issues 15-20, Oct.) (2009) 868-873.

**Possible Existence of Magnetic Polaron in Nearly Ferromagnetic Semiconductor β-US<sub>2</sub>**

S. Ikeda, Y. Ota<sup>m</sup>, K. Sugiyama<sup>s</sup>, M. Hagiwara<sup>s</sup>, Y. Ōnuki<sup>s</sup>, *et. al.*

J. Phys. Soc. Jpn. **78** (No. 11, Oct.) (2009), 114704 1-10.

**Electronic and Magnetic Properties of Rare Earth Compounds RPt<sub>2</sub>Ge<sub>2</sub> (R: La?Ho)**

C. Tonohiro<sup>m</sup>, Y. Nakano<sup>m</sup>, F. Honda<sup>s</sup>, T. Yamada<sup>m</sup>, K. Susiyama<sup>s</sup>, R. Settai<sup>s</sup>, Y. Ōnuki<sup>s</sup>, *et. al.*

J. Phys. Soc. Jpn. **78** (No. 11, Oct.) (2009), 114706 1-9.

**Magnetic Penetration Depth and Gap Symmetry of the Noncentrosymmetric Superconductors CePt<sub>3</sub>Si and LaPt<sub>3</sub>Si**

R. L. Ribeiro, R. Settai<sup>s</sup>, and Y. Ōnuki<sup>s</sup>, *et. al.*

J. Phys. Soc. Jpn. **78** (No. 11, Oct.) (2009), 115002 1-2.

**Phase diagram for antiferromagnetism and superconductivity in the pressure-induced heavy-fermion superconductor Ce<sub>2</sub>RhIn<sub>8</sub> probed by <sup>115</sup>In-NQR**

M. Yashima, R. Settai<sup>s</sup>, Y. Ōnuki<sup>s</sup>, *et. al.*

Phys. Rev. B **80** (Issue 18, Nov.) (2009), 184503 1-5.

**Magnetic Properties of RCoGe<sub>3</sub> (R: Ce, Pr and Nd) and Strong Anisotropy of the Upper Critical Field in Non-centrosymmetric Compound CeCoGe<sub>3</sub>**

M.-a. Measson, H. Muranaka<sup>m</sup>, T. Kawai<sup>m</sup>, Y. Ota<sup>m</sup>, K. Sugiyama<sup>s</sup>, M. Hagiwara<sup>s</sup>, F.

Honda<sup>s</sup>, R. Settai<sup>s</sup>, Y. Ōnuki<sup>s</sup>, *et. al.*

J. Phys. Soc. Jpn. **78** (No. 12, Dec.) (2009), 124713 1-10.

### Heavy Fermion State in YbIr<sub>2</sub>Zn<sub>20</sub>

S. Yoshiuchi<sup>m</sup>, M. Toda<sup>m</sup>, M. Matsushita<sup>m</sup>, S. Yasui<sup>m</sup>, Y. Hirose<sup>m</sup>, M. Ohya<sup>m</sup>, K. Katayama<sup>m</sup>, F. Honda<sup>s</sup>, K. Sugiyama<sup>s</sup>, R. Settai<sup>s</sup>, Y. Ōnuki<sup>s</sup>, *et. al.*

J. Phys. Soc. Jpn. **78** (No. 12, Dec.) (2009), 123711 1-4.

### Spin Susceptibility of Noncentrosymmetric Heavy-Fermion Superconductor CeIrSi<sub>3</sub> under Pressure: <sup>29</sup>Si Knight-Shift Study on Single Crystal

H. Mukuda, R. Settai<sup>s</sup>, Y. Ōnuki<sup>s</sup>, *et. al.*

Phys. Rev. Lett. **104**, (Issue 1, Jan.) (2010), 017002 1-4.

### Sign Reversal of Field-Angle Resolved Heat Capacity Oscillations in a Heavy Fermion Superconductor CeCoIn<sub>5</sub> and d<sub>x<sup>2</sup>-y<sup>2</sup></sub> Pairing Symmetry

K. An, R. Settai<sup>s</sup>, Y. Ōnuki<sup>s</sup>, *et. al.*

Phys. Rev. Lett. **104**, (Issue 3, Jan.) (2010) 037002 1-4.

### Evolution of the Fermi Surface of BaFe<sub>2</sub>(As<sub>1-x</sub>P<sub>x</sub>)<sub>2</sub> on Entering the Superconducting Dome

H. Shishido, R. Settai<sup>s</sup>, Y. Ōnuki<sup>s</sup>, *et. al.*

Phys. Rev. Lett. **104** (Issue 5, Feb.) (2010) 057008 1-4.

### Novel superconductivity in CeIr(In<sub>1-x</sub>Cd<sub>x</sub>)<sub>5</sub> studied by In-NQR measurements

M Yashima, Y. Ota<sup>m</sup>, R. Settai<sup>s</sup>, Y. Ōnuki<sup>s</sup>, *et. al.*

J. Phys.: Conf. Ser. **200** (Section 1, Feb.) (2010) 124713 1-4.

J. Phys.: Conf. Ser. 200 (Section 1, February 25) (2010) (1-4)

### Anisotropic transport properties of NpPd<sub>5</sub>Al<sub>2</sub>

T. D. Matsuda, Y. Ōnuki<sup>s</sup>, *et. al.*

J. Phys.: Conf. Ser. **200** (Section 1, Feb.) (2010) 012113 1-4.

### <sup>105</sup>Pd NQR study on NpPd<sub>5</sub>Al<sub>2</sub> and CePd<sub>5</sub>Al<sub>2</sub>

H Chudo, F Honda<sup>s</sup>, R. Settai<sup>s</sup>, Y. Ōnuki<sup>s</sup>, *et. al.*

J. Phys.: Conf. Ser. **200** (Section 1, Feb.) (2010) 012020 1-4.

### Electronic structure analysis of UIr using soft x-ray photoemission spectroscopy and band calculation

H Yamagami, Y. Ōnuki<sup>s</sup>, *et. al.*

J. Phys.: Conf. Ser. **200** (Section 1, Feb.) (2010) 012229 1-4.

**Pressure-temperature phase diagram in Ce<sub>2</sub>RhIn<sub>8</sub> studied by In-NQR measurements**

M Yashima, R. Settai<sup>s</sup>, and Y. Ōnuki<sup>s</sup>, *et. al.*

J. Phys.: Conf. Ser. **200** (Section 1, Feb.) (2010) 012238 1-4.

**Magnetic and Fermi Surface Properties of CePd<sub>5</sub>Al<sub>2</sub> and PrPd<sub>5</sub>Al<sub>2</sub>**

Y. Nakano<sup>m</sup>, F. Honda<sup>s</sup>, K. Sugiyama<sup>s</sup>, M. Hagiwara<sup>s</sup>, R. Settai<sup>s</sup>, Y. Ōnuki<sup>s</sup>, *et. al.*

J. Phys. Soc. Jpn. **79** (No. 2, Jan.) (2010), 024702 1-9.

**国際会議における講演等**

**Unconventional Superconductivity in Non-centrosymmetric Compounds**

Y. Ōnuki<sup>s</sup> (招待講演)

International Workshop on the Search for New Superconductors - Frontier and Future - (Shonan Village Center, Hayama, Japan, May 12-16, 2009, 参加者数約 1 0 0 名).

**Single crystal growth and superconducting properties in under pressure in Rh<sub>17</sub>S<sub>15</sub>**

R. Settai<sup>s</sup>, K. Katayama<sup>m</sup>, H. Muranaka<sup>m</sup>, A. Thamizhavel<sup>s</sup>, Y. Ōnuki<sup>s</sup> *et al.*

4th Meeting of Project New Materials Science Using Regulated Nano Spaces - Strategy in Ubiquitous Elements (Satellite Meeting of 15th International Symposium on Intercalation Compounds (ISIC15, May. 10-14, 2009)) (Tsinghua University, Beijing, China May. 14-15, 2009, 参加者数約 7 0 0 名).

**Unconventional Superconductivity in Non-centrosymmetric Compounds**

Y. Ōnuki<sup>s</sup> (招待講演)

New Developments in Theory of Superconductivity Symposium (Institute for Solid State Physics (ISSP) of the University of Tokyo, Japan, July 8-10, 2009, 参加者数約 3 0 0 名).

**5f-electronic states of neptunium compounds: NpGe<sub>3</sub>, NpRhGa<sub>5</sub> and NpCd<sub>11</sub>**

Y. Ōnuki<sup>s</sup>, S. Yoshiuchi<sup>m</sup>, R. Settai<sup>s</sup> *et al.*

The Actinide 2009 Conference (San Francisco, California, USA, July. 12-17, 2009, 参加者数約 3 0 0 名).

**Field-induced antiferromagnetism and superconductivity in pressure-induced superconductor CeIrSi<sub>3</sub>**

R. Settai<sup>s</sup>, K. Katayama<sup>m</sup>, Y. Ōnuki<sup>s</sup>, *et al.*

International Conference on Magnetism 2009 (ICM09) (Karlsruhe, Germany, July. 26-31, 2009, 参加者数約 1 5 0 0 名).

**$^{29}\text{Si}$ -NMR Study on the Noncentrosymmetric Heavy-fermion Superconductor  $\text{CeIrSi}_3$  under pressure**

T. Ohara, R. Settai<sup>s</sup>, Y. Ōnuki<sup>s</sup>, *et al.*

International Conference on Magnetism 2009 (ICM09) (Karlsruhe, Germany, July. 26-31, 2009, 参加者数約 1 5 0 0 名).

**Pressure Effect of Electrical Resistivity in  $\text{Ce}_2\text{Ir}_3\text{Ge}_5$**

M. Nakashima, H. Muranaka<sup>m</sup>, T. Ishikura<sup>m</sup>, A. Thamizhavel<sup>c</sup>, F. Honda<sup>s</sup>, R. Settai<sup>s</sup>, Y. Ōnuki<sup>s</sup>, *et al.*

International Conference on Magnetism 2009 (ICM09) (Karlsruhe, Germany, July. 26-31, 2009, 参加者数約 1 5 0 0 名).

**Magnetic Field Induced Metallic State in  $\text{CeUS}_2$**

K. Sugiyama<sup>s</sup>, Y. Ota<sup>m</sup>, Y. Hirose<sup>m</sup>, F. Honda<sup>s</sup>, R. Settai<sup>s</sup>, Y. Ōnuki<sup>s</sup>, *et al.*

International Conference on Magnetism 2009 (ICM09) (Karlsruhe, Germany, July. 26-31, 2009, 参加者数約 1 5 0 0 名).

**Novel Quantum Criticality in  $\text{CeRu}_2\text{Si}_2$  at Ultralow Temperatures Observed by Dilatometric Measurements**

S. Abe, Y. Ōnuki<sup>s</sup>, *et al.*

International Conference on Magnetism 2009 (ICM09) (Karlsruhe, Germany, July. 26-31, 2009, 参加者数約 1 5 0 0 名).

**Electronic Structure Analysis of  $\text{UIr}$  using Soft X-ray Photoemission Spectroscopy and Band Calculation**

H. Yamagami, Y. Ōnuki<sup>s</sup>, *et al.*

International Conference on Magnetism 2009 (ICM09) (Karlsruhe, Germany, July. 26-31, 2009, 参加者数約 1 5 0 0 名).

**Electronic Structure of  $\text{UN}$ : Angle Resolved Photoelectron Spectroscopy Study**

S. Fujimori, Y. Ōnuki<sup>s</sup>, *et al.*

International Conference on Magnetism 2009 (ICM09) (Karlsruhe, Germany, July. 26-31, 2009, 参加者数約 1 5 0 0 名).

**Novel Superconductivity in  $\text{CeIr}(\text{In}_{1-x}\text{Cd}_x)_5$  Studied by In-NQR Measurements**

M. Yashima, Y. Ota<sup>m</sup>, R. Settai<sup>s</sup>, Y. Ōnuki<sup>s</sup>, *et al.*

International Conference on Magnetism 2009 (ICM09) (Karlsruhe, Germany, July. 26-31, 2009, 参加者数約 1 5 0 0 名).

**Anisotropic Spin Fluctuations in Heavy-Fermion Superconductor NpPd<sub>5</sub>Al<sub>2</sub>**

H. Chudo, Y. Ōnuki<sup>s</sup>, *et al.*

International Conference on Magnetism 2009 (ICM09) (Karlsruhe, Germany, July. 26-31, 2009, 参加者数約 1 5 0 0 名).

**Anisotropic transport properties of NpPd<sub>5</sub>Al<sub>2</sub>**

T. D. Matsuda, Y. Ōnuki<sup>s</sup>, *et al.*

International Conference on Magnetism 2009 (ICM09) (Karlsruhe, Germany, July. 26-31, 2009, 参加者数約 1 5 0 0 名).

**Electronic States of Uranium Chalcogenides using Soft X-ray Photoemission Spectroscopy and Magnetic Circular Dichroism**

Y. Takeda, Y. Ōnuki<sup>s</sup>, *et al.*

International Conference on Magnetism 2009 (ICM09) (Karlsruhe, Germany, July. 26-31, 2009, 参加者数約 1 5 0 0 名).

**Pressure-induced superconductivity in *f*-electron systems: cases of CePd<sub>5</sub>Al<sub>2</sub>, CeNiGe<sub>3</sub> and CeRhGe<sub>2</sub>**

F. Honda<sup>s</sup>, H. Muranaka<sup>m</sup>, S. Yoshiuchi<sup>m</sup>, M. Measson<sup>c</sup>, Y. Nakano<sup>m</sup>, Y. Hirose<sup>m</sup>, Y. Ota<sup>m</sup>, R. Settai<sup>s</sup>, Y. Ōnuki<sup>s</sup>, *et al.*

AIRAPT-22 & HPCJ-50 (the 22nd biennial AIRAPT conference and the 50th annual High Pressure Conference of Japan) (Tokyo International Exchange Center (TIEC), July 26-31, 2009, 参加者数約 1 5 0 0 名).

**Pressure-induced superconductivity in CePd<sub>5</sub>Al<sub>2</sub> and CeRhGe<sub>2</sub>**

F. Honda<sup>s</sup>, Y. Hirose<sup>m</sup>, R. Settai<sup>s</sup>, Y. Ōnuki<sup>s</sup>, *et al.*

QCNP09 (International Conference on Quantum Criticality and Novel Phases) (Dresden, Germany, August 2-5, 2009, 参加者数約 1 0 0 名).

**Superconducting properties in CeIrSi<sub>3</sub> and related compounds with noncentrosymmetric crystal structure**

R. Settai<sup>s</sup>, Y. Ōnuki<sup>s</sup>, *et al.* (招待講演)

M2S-IX (9th International Conference on Materials and Mechanisms of Superconductivity) (Keio Plaza Hotel, Tokyo, Japan, Sep. 7-12, 2009, 参加者数約 5 0 0 名).

**Exotic superconducting state embedded in the hidden order state of URu<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>**

Y. Matsuda, Y. Ōnuki<sup>s</sup>, *et al.*

M2S-IX (9th International Conference on Materials and Mechanisms of Superconductivity)  
(Keio Plaza Hotel, Tokyo, Japan, Sep. 7-12, 2009, 参加者数約500名).

**Pressure-induced superconductivity in non-centrosymmetric compound CeIrGe<sub>3</sub>**

F. Honda<sup>s</sup>, S. Yoshiuchi<sup>m</sup>, Y. Hirose<sup>m</sup>, T. Nakamura<sup>m</sup>, R. Settai<sup>s</sup>, Y. Ōnuki<sup>s</sup>, *et al.*

M2S-IX (9th International Conference on Materials and Mechanisms of Superconductivity)  
(Keio Plaza Hotel, Tokyo, Japan, Sep. 7-12, 2009, 参加者数約500名).

**Meissner effect of heavy-fermion superconductor CePt<sub>3</sub>Si under pressure**

Y. Aoki, T. Yasuda<sup>m</sup>, R. Settai<sup>s</sup>, Y. Ōnuki<sup>s</sup>, *et al.*

M2S-IX (9th International Conference on Materials and Mechanisms of Superconductivity)  
(Keio Plaza Hotel, Tokyo, Japan, Sep. 7-12, 2009, 参加者数約500名).

**Comparison of Josephson effect of heavy-fermion superconductor CeTIn<sub>5</sub> (T = Co, Ir)**

A. Sumiyama, R. Settai<sup>s</sup>, Y. Ōnuki<sup>s</sup>, *et al.*

M2S-IX (9th International Conference on Materials and Mechanisms of Superconductivity)  
(Keio Plaza Hotel, Tokyo, Japan, Sep. 7-12, 2009, 参加者数約500名).

**Huge upper critical field in the superconductor with non-centrosymmetric crystal structure CeCoGe<sub>3</sub>**

M.-A. Méasson, H. Muranaka<sup>m</sup>, F. Honda<sup>s</sup>, R. Settai<sup>s</sup>, Y. Ōnuki<sup>s</sup>, *et al.*

M2S-IX (9th International Conference on Materials and Mechanisms of Superconductivity)  
(Keio Plaza Hotel, Tokyo, Japan, Sep. 7-12, 2009, 参加者数約500名).

**<sup>115</sup>In-NQR study of the novel superconductivity in the heavy-fermion compounds CeIr(In<sub>1-x</sub>Cd<sub>x</sub>)<sub>5</sub>**

M. Yashima, R. Settai<sup>s</sup>, Y. Ōnuki<sup>s</sup>, *et al.*

M2S-IX (9th International Conference on Materials and Mechanisms of Superconductivity)  
(Keio Plaza Hotel, Tokyo, Japan, Sep. 7-12, 2009, 参加者数約500名).

**Studies on the Sample dependence of superconducting and magnetic properties in a heavy fermion superconductor CePt<sub>3</sub>Si**

T. Takeuchi, R. Settai<sup>s</sup>, Y. Ōnuki<sup>s</sup>, *et al.*

M2S-IX (9th International Conference on Materials and Mechanisms of Superconductivity)  
(Keio Plaza Hotel, Tokyo, Japan, Sep. 7-12, 2009, 参加者数約500名).

**Exploring the Novel Phenomena in 4f-Electron Systems at Extreme Condi-**



## tions

T. Takeuchi, R. Settai<sup>s</sup>, Y. Ōnuki<sup>s</sup>, *et al.*

IWAMN 2009(International Workshop on Advanced Materials and Nanotechnology 2009)  
(Hanoi University of Science, VNU-Hanoi, Nov. 24-25, 2009, 参加者数約 500名).

## 日本物理学会，応用物理学会等における講演

CePtSi<sub>2</sub> の圧力誘起超伝導と上部臨界磁場の異方性

西村尚人<sup>m</sup>，吉谷尚久<sup>m</sup>，広瀬雄介<sup>m</sup>，吉内伸吾<sup>m</sup>，中村太一<sup>m</sup>，本多史憲<sup>s</sup>，杉山清寛<sup>s</sup>，  
摂待力生<sup>s</sup>，大貫惇睦<sup>s,\*</sup>、他

日本物理学会 2009 年秋季大会（於熊本大学黒髪キャンパス，2009 年 9 月 25 日 - 9 月 28 日）

CeCoIn<sub>5</sub> の角度分解磁場中比熱測定による超伝導ギャップ構造の観測

安幸治，大貫惇睦<sup>s</sup>、他

日本物理学会 2009 年秋季大会（於熊本大学黒髪キャンパス，2009 年 9 月 25 日 - 9 月 28 日）

## f 電子系 115 化合物の NMR 超微細相互作用

神戸振作，大貫惇睦<sup>s</sup>、他

日本物理学会 2009 年秋季大会（於熊本大学黒髪キャンパス，2009 年 9 月 25 日 - 9 月 28 日）

CeRhGe<sub>2</sub> の磁性と圧力誘起超伝導

広瀬雄介<sup>m</sup>，本多史憲<sup>s</sup>，中村太一<sup>m</sup>，吉谷尚久<sup>m</sup>，杉山清寛<sup>s</sup>，摂待力生<sup>s</sup>，大貫惇睦<sup>s</sup>、他

日本物理学会 2009 年秋季大会（於熊本大学黒髪キャンパス，2009 年 9 月 25 日 - 9 月 28 日）

圧力誘起超伝導体 CeIrSi<sub>3</sub> における磁場誘起反強磁性相と超伝導

摂待力生<sup>s</sup>，片山敬亮<sup>m</sup>，大貫惇睦<sup>s</sup>、他

日本物理学会 2009 年秋季大会（於熊本大学黒髪キャンパス，2009 年 9 月 25 日 - 9 月 28 日）

## 3 軸磁化測定系の開発と時間反転対称性の破れた超伝導状態の検証

田奈央子，安田敬<sup>m</sup>，摂待力生<sup>s</sup>，大貫惇睦<sup>s</sup>、他

日本物理学会 2009 年秋季大会（於熊本大学黒髪キャンパス，2009 年 9 月 25 日 - 9 月 28 日）

## 重い電子系超伝導体 CePt3Si の圧力下におけるマイスナー効果 II

青木義弘，安田敬<sup>m</sup>，摂待力生<sup>s</sup>，大貫惇睦<sup>s</sup>、他

日本物理学会 2009 年秋季大会（於熊本大学黒髪キャンパス，2009 年 9 月 25 日 - 9 月 28 日）

Ce<sub>2</sub>MgSi<sub>2</sub> の単結晶育成と圧力下電気抵抗

吉谷尚久<sup>m</sup>，武田勇司<sup>m</sup>，中野泰典<sup>m</sup>，太田有基<sup>m</sup>，広瀬雄介<sup>m</sup>，西村尚人<sup>m</sup>，吉内伸吾<sup>m</sup>，  
本多史憲<sup>s</sup>，杉山清寛<sup>s</sup>，摂待力生<sup>s</sup>，大貫惇睦<sup>s</sup>、他

日本物理学会 2009 年秋季大会 ( 於熊本大学黒髪キャンパス, 2009 年 9 月 25 日 - 9 月 28 日 )

**Ce<sub>2</sub>Ir<sub>3</sub>Ge<sub>5</sub> の量子臨界点近傍における電気抵抗測定 II**

中島美帆, 村中大志<sup>m</sup>, 石倉達朗<sup>m</sup>, 本多史憲<sup>s</sup>, 摂待力生<sup>s</sup>, 大貫惇睦<sup>s</sup>、他

日本物理学会 2009 年秋季大会 ( 於熊本大学黒髪キャンパス, 2009 年 9 月 25 日 - 9 月 28 日 )

**YbPd<sub>2</sub>Ge<sub>2</sub> の単結晶育成と物性**

中村太一<sup>m</sup>, 本多史憲<sup>s</sup>, 杉山清寛<sup>s</sup>, 摂待力生<sup>s</sup>, 大貫惇睦<sup>s</sup>、他

日本物理学会 2009 年秋季大会 ( 於熊本大学黒髪キャンパス, 2009 年 9 月 25 日 - 9 月 28 日 )

**RRu<sub>2</sub>Zn<sub>20</sub> (R: 希土類) の磁性**

安井慎一<sup>m</sup>, 吉内伸吾<sup>m</sup>, 吉谷尚久<sup>m</sup>, 西村尚人<sup>m</sup>, 太田尚志<sup>m</sup>, 本多史憲<sup>s</sup>, 杉山清寛<sup>s</sup>, 摂待力生<sup>s</sup>, 大貫惇睦<sup>s</sup>、他

日本物理学会 2009 年秋季大会 ( 於熊本大学黒髪キャンパス, 2009 年 9 月 25 日 - 9 月 28 日 )

**新物質 Yb<sub>5</sub>Pt<sub>10</sub>Ge<sub>12</sub> の単結晶育成と磁性 2**

戸田雅敏<sup>m</sup>, 本多史憲<sup>s</sup>, 杉山清寛<sup>s</sup>, 摂待力生<sup>s</sup>, 大貫惇睦<sup>s</sup>、他

日本物理学会 2009 年秋季大会 ( 於熊本大学黒髪キャンパス, 2009 年 9 月 25 日 - 9 月 28 日 )

**超音波による正方晶化合物 PrCu<sub>2</sub>Si<sub>2</sub> の四極子効果 II**

後藤沙織, Nguyen Duc DUNG<sup>d</sup>, 太田有基<sup>m</sup>, 杉山清寛<sup>s</sup>, 摂待力生<sup>s</sup>, 大貫惇睦<sup>s</sup>、他

日本物理学会 2009 年秋季大会 ( 於熊本大学黒髪キャンパス, 2009 年 9 月 25 日 - 9 月 28 日 )

**RRu<sub>2</sub>Zn<sub>20</sub> (R: 希土類) のドハース・ファンアルフェン効果とフェルミ面**

松下昌輝<sup>m</sup>, 大家政洋<sup>m</sup>, 片山敬亮<sup>m</sup>, 吉内伸吾<sup>m</sup>, 摂待力生<sup>s</sup>, 大貫惇睦<sup>s</sup>、他

日本物理学会 2009 年秋季大会 ( 於熊本大学黒髪キャンパス, 2009 年 9 月 25 日 - 9 月 28 日 )

**RCd<sub>11</sub> (R: 希土類) の低温比熱**

太田尚志<sup>m</sup>, 吉谷尚久<sup>m</sup>, 西村尚人<sup>m</sup>, 吉内伸吾<sup>m</sup>, 摂待力生<sup>s</sup>, 大貫惇睦<sup>s</sup>、他

日本物理学会 2009 年秋季大会 ( 於熊本大学黒髪キャンパス, 2009 年 9 月 25 日 - 9 月 28 日 )

**強磁性ウラン化合物の軟 X 線吸収磁気円二色性測定**

岡根哲夫, 大貫惇睦<sup>s</sup>、他

日本物理学会 2009 年秋季大会 ( 於熊本大学黒髪キャンパス, 2009 年 9 月 25 日 - 9 月 28 日 )

**ウランカルコゲナイドにおける結晶場励起の磁場依存性**

山本悦嗣, 大貫惇睦<sup>s</sup>、他

日本物理学会 2009 年秋季大会 ( 於熊本大学黒髪キャンパス, 2009 年 9 月 25 日 - 9 月 28 日 )

**ウランカルコゲナイド化合物 US<sub>2</sub> の圧力誘起秩序相の研究**

立岩尚之, 大貫惇睦<sup>s</sup>、他

日本物理学会 2009 年秋季大会 ( 於熊本大学黒髪キャンパス, 2009 年 9 月 25 日 - 9 月 28 日 )

UPd<sub>3</sub> の NQR II

徳永陽, 大貫惇睦<sup>s</sup>、他

日本物理学会 2009 年秋季大会 ( 於熊本大学黒髪キャンパス, 2009 年 9 月 25 日 - 9 月 28 日 )

UPd<sub>2</sub>Al<sub>3</sub> および UNi<sub>2</sub>Al<sub>3</sub> の常磁性状態におけるフェルミ面

藤森伸一, 大貫惇睦<sup>s</sup>、他

日本物理学会 2009 年秋季大会 ( 於熊本大学黒髪キャンパス, 2009 年 9 月 25 日 - 9 月 28 日 )

RCd<sub>11</sub> (R: 希土類) の単結晶育成と電子状態

吉内伸吾<sup>m</sup>, 片山敬亮<sup>m</sup>, 吉谷尚久<sup>m</sup>, 大家政洋<sup>m</sup>, 西村尚人<sup>m</sup>, 太田尚志<sup>m</sup>, 松下昌輝<sup>m</sup>, 本多史憲<sup>s</sup>, 摂待力生<sup>s</sup>, 大貫惇睦<sup>s</sup>、他

日本物理学会 2009 年秋季大会 ( 於熊本大学黒髪キャンパス, 2009 年 9 月 25 日 - 9 月 28 日 )

一重項基底を持つ PrCd<sub>11</sub> の極低温比熱測定と磁性

竹内徹也, 吉内伸吾<sup>m</sup>, 西村尚人<sup>m</sup>, 吉谷尚久<sup>m</sup>, 摂待力生<sup>s</sup>, 大貫惇睦<sup>s</sup>

日本物理学会 2009 年秋季大会 ( 於熊本大学黒髪キャンパス, 2009 年 9 月 25 日 - 9 月 28 日 )

空間反転対称性を持たない CeCoGe<sub>3</sub> における多段磁気転移

金子耕士, 摂待力生<sup>s</sup>, 大貫惇睦<sup>s</sup>、他

日本物理学会 2009 年秋季大会 ( 於熊本大学黒髪キャンパス, 2009 年 9 月 25 日 - 9 月 28 日 )

CeRhGe<sub>3</sub> と CeIrGe<sub>3</sub> の純良単結晶育成と圧力誘起超伝導

ボナルデ イスマルド, 本多史憲<sup>s</sup>, 吉内伸吾<sup>m</sup>, 中村太一<sup>m</sup>, 摂待力生<sup>s</sup>, 大貫惇睦<sup>s</sup>、他

日本物理学会 2009 年秋季大会 ( 於熊本大学黒髪キャンパス, 2009 年 9 月 25 日 - 9 月 28 日 )

結晶反転対称性を持たない超伝導体 CeIrSi<sub>3</sub> の高圧下における上部臨界磁場

片山敬亮<sup>m</sup>, 摂待力生<sup>s</sup>, 大貫惇睦<sup>s</sup>、他

日本物理学会 2009 年秋季大会 ( 於熊本大学黒髪キャンパス, 2009 年 9 月 25 日 - 9 月 28 日 )

CeIrSi<sub>3</sub> の高圧下の  $\mu$  SR

髭本亘, 大貫惇睦<sup>s</sup>、他

日本物理学会 2009 年秋季大会 ( 於熊本大学黒髪キャンパス, 2009 年 9 月 25 日 - 9 月 28 日 )

鉄ヒ素系高温超伝導体におけるトルク測定

利根川翔, 摂待力生<sup>s</sup>, 大貫惇睦<sup>s</sup>、他

日本物理学会 2009 年秋季大会 ( 於熊本大学黒髪キャンパス, 2009 年 9 月 25 日 - 9 月 28 日 )

**低温超音波測定による  $\text{RCu}_2\text{Si}_2$  の四極子効果**

三本啓輔, Nguyen Duc DUNG<sup>d</sup>, 太田有基<sup>m</sup>, 杉山清寛<sup>s</sup>, 摂待力生<sup>s</sup>, 大貫惇睦<sup>s</sup>、他  
日本物理学会 2009 年秋季大会 (於熊本大学黒髪キャンパス, 2009 年 9 月 25 日 - 9 月 28 日)

 **$\text{UBe}_{13}$  の高磁場 NMR**

藤秀樹, 大貫惇睦<sup>s</sup>、他  
日本物理学会 2009 年秋季大会 (於熊本大学黒髪キャンパス, 2009 年 9 月 25 日 - 9 月 28 日)

 **$\text{US}_2$  の強磁場磁性 2**

杉山清寛<sup>s</sup>, 広瀬雄介<sup>m</sup>, 中村太一<sup>m</sup>, 戸田雅敏<sup>m</sup>, 本多史憲<sup>s</sup>, 摂待力生<sup>s</sup>, 大貫惇睦<sup>s</sup>、他  
日本物理学会 2009 年秋季大会 (於熊本大学黒髪キャンパス, 2009 年 9 月 25 日 - 9 月 28 日)

**希土類・アクチノイド系充填スクッテルダイトのメスbauer分光測定**

本間佳哉, 大貫惇睦<sup>s</sup>、他  
日本物理学会 2009 年秋季大会 (於熊本大学黒髪キャンパス, 2009 年 9 月 25 日 - 9 月 28 日)

**重い電子系超伝導体  $\text{NpPd}_5\text{Al}_2$  の磁場中比熱**

芳賀芳範, 大貫惇睦<sup>s</sup>、他  
日本物理学会 2009 年秋季大会 (於熊本大学黒髪キャンパス, 2009 年 9 月 25 日 - 9 月 28 日)

**ネプツニウム化合物超伝導体  $\text{NpPd}_5\text{Al}_2$  の  $^{27}\text{Al}$  NMR による研究 V**

中堂博之, 大貫惇睦<sup>s</sup>、他  
日本物理学会 2009 年秋季大会 (於熊本大学黒髪キャンパス, 2009 年 9 月 25 日 - 9 月 28 日)

 **$\text{Rh}_{17}\text{S}_{15}$  超伝導体の光電子分光**

福井仁紀, 大貫惇睦<sup>s</sup>、他  
日本物理学会第 6 5 回年次大会 (於岡山大学津島キャンパス, 2010 年 3 月 20 日 - 3 月 23 日)

**反強磁性体  $\text{Ce}_2\text{MgSi}_2$  の圧力効果**

本多史憲<sup>s</sup>, 吉谷尚久<sup>m</sup>, 広瀬雄介<sup>m</sup>, 西村尚人<sup>m</sup>, 吉内伸吾<sup>m</sup>, 杉山清寛<sup>s</sup>, 摂待力生<sup>s</sup>,  
大貫惇睦<sup>s</sup>、他  
日本物理学会第 6 5 回年次大会 (於岡山大学津島キャンパス, 2010 年 3 月 20 日 - 3 月 23 日)

 **$\text{LaPt}_3\text{Si}$  多結晶および単結晶の磁場中比熱測定**

塩月聖博, 安田敬<sup>m</sup>, 摂待力生<sup>s</sup>, 大貫惇睦<sup>s</sup>、他  
日本物理学会第 6 5 回年次大会 (於岡山大学津島キャンパス, 2010 年 3 月 20 日 - 3 月 23 日)

**空間反転対称性のない超伝導体  $\text{LaPt}_3\text{Si}$  のジョセフソン効果**

青木義弘, 摂待力生<sup>s</sup>, 大貫惇睦<sup>s</sup>、他  
日本物理学会第 6 5 回年次大会 (於岡山大学津島キャンパス, 2010 年 3 月 20 日 - 3 月 23 日)

カゴ状化合物  $\text{RCd}_{11}$  ( $\text{R:La,Ce,Pr}$ ) と  $\text{ThCd}_{11}$  のドハース・ファンアルフェン効果  
大家政洋<sup>m</sup>, 吉内伸吾<sup>m</sup>, 片山敬亮<sup>m</sup>, 松下昌樹<sup>m</sup>, 摂待力生<sup>s</sup>, 大貫惇睦<sup>s</sup>、他  
日本物理学会第65回年次大会(於岡山大学津島キャンパス, 2010年3月20日 - 3月23日)

$\text{RCd}_{11}, \text{RCd}_6$  ( $\text{R}$ : 希土類) の低温比熱  
太田尚志<sup>m</sup>, 吉谷尚久<sup>m</sup>, 西村尚人<sup>m</sup>, 吉内伸吾<sup>m</sup>, 本多史憲<sup>s</sup>, 摂待力生<sup>s</sup>, 大貫惇睦<sup>s</sup>、他  
日本物理学会第65回年次大会(於岡山大学津島キャンパス, 2010年3月20日 - 3月23日)

超純良  $\text{URu}_2\text{Si}_2$  単結晶の NMR  
神戸振作, 大貫惇睦<sup>s</sup>、他  
日本物理学会第65回年次大会(於岡山大学津島キャンパス, 2010年3月20日 - 3月23日)

超ウラン化合物用磁化測定装置の開発と磁性及び超伝導  
吉尾俊亮, 大貫惇睦<sup>s</sup>、他  
日本物理学会第65回年次大会(於岡山大学津島キャンパス, 2010年3月20日 - 3月23日)

重い電子系超伝導体  $\text{NpPd}_5\text{Al}_2$  の磁気熱量効果  
芳賀芳範, 大貫惇睦<sup>s</sup>、他  
日本物理学会第65回年次大会(於岡山大学津島キャンパス, 2010年3月20日 - 3月23日)

$\text{UPt}_3$  の角度分解磁場中比熱測定による超伝導ギャップ対称性の観測  
安幸治, 大貫惇睦<sup>s</sup>、他  
日本物理学会第65回年次大会(於岡山大学津島キャンパス, 2010年3月20日 - 3月23日)

ウランカルコゲナイド化合物  $-\text{US}_2$  の圧力誘起強磁性  
立岩尚之, 大貫惇睦<sup>s</sup>、他  
日本物理学会第65回年次大会(於岡山大学津島キャンパス, 2010年3月20日 - 3月23日)

$\text{SmOs}_4\text{P}_{12}$  のドハース・ファンアルフェン効果  
田中修平, 摂待力生<sup>s</sup>, 大貫惇睦<sup>s</sup>、他  
日本物理学会第65回年次大会(於岡山大学津島キャンパス, 2010年3月20日 - 3月23日)

$\text{Ce}_2\text{Ir}_3\text{Ge}_5$  の高圧下電気抵抗測定  
川田達, 吉内伸吾<sup>m</sup>, 広瀬雄介<sup>m</sup>, 本多史憲<sup>s</sup>, 摂待力生<sup>s</sup>, 大貫惇睦<sup>s</sup>、他  
日本物理学会第65回年次大会(於岡山大学津島キャンパス, 2010年3月20日 - 3月23日)

3軸磁化測定系の開発とジョセフソン効果測定への応用  
池田奈央子, 安田敬<sup>m</sup>, 摂待力生<sup>s</sup>, 大貫惇睦<sup>s</sup>、他  
日本物理学会第65回年次大会(於岡山大学津島キャンパス, 2010年3月20日 - 3月23日)

**重い電子系化合物 CePtSi<sub>2</sub> の NMR による研究**八島光晴, 本多史憲<sup>s</sup>, 杉山清寛<sup>s</sup>, 摂待力生<sup>s</sup>, 大貫惇睦<sup>s</sup>、他

日本物理学会第65回年次大会(於岡山大学津島キャンパス, 2010年3月20日 - 3月23日)

**CePtSi<sub>2</sub> の圧力誘起超伝導**西村尚人<sup>m</sup>, 吉谷尚久<sup>m</sup>, 広瀬雄介<sup>m</sup>, 吉内伸吾<sup>m</sup>, 中村太一<sup>m</sup>, 本多史憲<sup>s</sup>, 杉山清寛<sup>s</sup>, 摂待力生<sup>s</sup>, 大貫惇睦<sup>s</sup>、他

日本物理学会第65回年次大会(於岡山大学津島キャンパス, 2010年3月20日 - 3月23日)

**正方晶化合物 RCu<sub>2</sub>Si<sub>2</sub> (R = Pr, Dy) の四極子効果**後藤沙織, Nguyen Duc DUNG<sup>d</sup>, 太田有基<sup>m</sup>, 杉山清寛<sup>s</sup>, 摂待力生<sup>s</sup>, 大貫惇睦<sup>s</sup>、他

日本物理学会第65回年次大会(於岡山大学津島キャンパス, 2010年3月20日 - 3月23日)

**超純良 URu<sub>2</sub>Si<sub>2</sub> 単結晶における異常な下部臨界磁場**岡崎竜二, 大貫惇睦<sup>s</sup>、他

日本物理学会第65回年次大会(於岡山大学津島キャンパス, 2010年3月20日 - 3月23日)

**URu<sub>2</sub>Si<sub>2</sub> のレーザー角度分解光電子分光**吉田力矢, 大貫惇睦<sup>s</sup>、他

日本物理学会第65回年次大会(於岡山大学津島キャンパス, 2010年3月20日 - 3月23日)

**URu<sub>2</sub>Si<sub>2</sub> の軟 X 線光電子分光**川崎郁斗, 大貫惇睦<sup>s</sup>、他

日本物理学会第65回年次大会(於岡山大学津島キャンパス, 2010年3月20日 - 3月23日)

**ネプツニウム化合物超伝導体 NpPd<sub>5</sub>Al<sub>2</sub> の <sup>27</sup>Al NMR による研究 VI**中堂博之, 大貫惇睦<sup>s</sup>、他

日本物理学会第65回年次大会(於岡山大学津島キャンパス, 2010年3月20日 - 3月23日)

**希土類・アクチノイド系物質のメスバウアー分光による研究**本間佳哉, 大貫惇睦<sup>s</sup>、他

日本物理学会第65回年次大会(於岡山大学津島キャンパス, 2010年3月20日 - 3月23日)

**U<sub>3</sub>P<sub>4</sub> の圧力誘起強磁性・非磁性転移**荒木新吾, 大貫惇睦<sup>s</sup>、他

日本物理学会第65回年次大会(於岡山大学津島キャンパス, 2010年3月20日 - 3月23日)

**CeRhGe<sub>2</sub> の圧力誘起超伝導**広瀬雄介<sup>m</sup>, 本多史憲<sup>s</sup>, 中村太一<sup>m</sup>, 吉谷尚久<sup>m</sup>, 杉山清寛<sup>s</sup>, 摂待力生<sup>s</sup>, 大貫惇睦<sup>s</sup>、他

日本物理学会第65回年次大会(於岡山大学津島キャンパス, 2010年3月20日 - 3月23日)

比熱, 磁歪測定による  $\text{YbIr}_2\text{Zn}_{20}$  のメタ磁性の研究

竹内徹也, 安井慎一<sup>m</sup>, 吉内伸吾<sup>m</sup>, 松下昌輝<sup>m</sup>, 戸田雅敏<sup>m</sup>, 本多史憲<sup>s</sup>, 摂待力生<sup>s</sup>, 大貫惇睦<sup>s</sup>, 他

日本物理学会第65回年次大会(於岡山大学津島キャンパス, 2010年3月20日 - 3月23日)

$\text{YbIr}_2\text{Zn}_{20}$  とその関連物質のドハース・ファンアルフェン効果

松下昌輝<sup>m</sup>, 大家政洋<sup>m</sup>, 片山敬亮<sup>m</sup>, 吉内伸吾<sup>m</sup>, 戸田雅敏<sup>m</sup>, 摂待力生<sup>s</sup>, 大貫惇睦<sup>s</sup>, 他  
日本物理学会第65回年次大会(於岡山大学津島キャンパス, 2010年3月20日 - 3月23日)

かご状化合物  $\text{RCd}_{11}$  と  $\text{RT}_2\text{Zn}_{20}$  (R: 希土類, T: 遷移金属) の単結晶育成と電子相関

吉内伸吾<sup>m</sup>, 片山敬亮<sup>m</sup>, 戸田雅敏<sup>m</sup>, 吉谷尚久<sup>m</sup>, 大家政洋<sup>m</sup>, 西村尚人<sup>m</sup>, 太田尚志<sup>m</sup>, 松下昌輝<sup>m</sup>, 安井慎一<sup>m</sup>, 本多史憲<sup>s</sup>, 摂待力生<sup>s</sup>, 大貫惇睦<sup>s</sup>, 他

日本物理学会第65回年次大会(於岡山大学津島キャンパス, 2010年3月20日 - 3月23日)

$\text{YbIr}_2\text{Zn}_{20}$  とその関連物質の強磁場磁化

杉山清寛<sup>s</sup>, 戸田雅敏<sup>m</sup>, 広瀬雄介<sup>m</sup>, 中村太一<sup>m</sup>, 吉内伸吾<sup>m</sup>, 松下昌輝<sup>m</sup>, 安井慎一<sup>m</sup>, 摂待力生<sup>s</sup>, 大貫惇睦<sup>s</sup>, 他

日本物理学会第65回年次大会(於岡山大学津島キャンパス, 2010年3月20日 - 3月23日)

圧力下磁気抵抗測定による  $\text{YbIr}_2\text{Zn}_{20}$  のメタ磁性

安井慎一<sup>m</sup>, 松下昌輝<sup>m</sup>, 大家政洋<sup>m</sup>, 吉内伸吾<sup>m</sup>, 本多史憲<sup>s</sup>, 杉山清寛<sup>s</sup>, 摂待力生<sup>s</sup>, 大貫惇睦<sup>s</sup>, 他

日本物理学会第65回年次大会(於岡山大学津島キャンパス, 2010年3月20日 - 3月23日)

書籍等の出版, 日本語の解説記事

$\text{RCu}_2\text{Si}_2$  (R: 希土類元素) の純良単結晶育成と  $4f$  電子状態の系統的研究

Nguyen Duc Dung<sup>m</sup>, 大貫惇睦<sup>s</sup>, 武田勇司<sup>m</sup>, 太田有基<sup>m</sup>, 石倉達朗<sup>m</sup>, 杉山清寛<sup>s</sup>, 摂待力生<sup>s</sup>, その他

固体物理 44 No. 7 (2009年7月) pp. 13-29.

なぜ物理を志したのか

大貫惇睦<sup>s</sup>

大学の物理教育 第16巻 第1号 (2010年3月) pp. 2-3.

## 1.8 田島グループ

### 平成 21 年度の研究活動概要

#### 1) 鉄ニクタイト系超伝導体における不純物置換効果及び P/As 固溶効果

Fe を含む砒化物と関連物質系における超伝導が着目されている。これらの物質系では比較的超伝導転移温度が高いが、その原因は未だに不明である。今年度は本物質系に関して 2 つの物質科学的なアプローチを行い、その超伝導特性、発現機構の解明を目指した。

#### (1) LaFePO の Fe サイトへの不純物置換効果

LaFePO は高い超伝導転移温度を有する LaFeAsO の類似物質系で、転移温度は低いものの超伝導を示す。この系の超伝導の不純物置換効果を研究することで鉄砒素系超伝導との比較を試みた。LaFePO の Fe サイトへ Mn, Co, Ni を置換した。これらの内、Mn のみが磁性不純物として振舞うことが磁気抵抗効果の研究から判明している。磁性不純物である Mn を置換すると、1%程度で超伝導は消失する。一方で、非磁性不純物、特に Co を置換した場合、5%近くまで超伝導は残存した。この振る舞いは、本系の超伝導ギャップ対称性が d 波やノードのある s 波などではないことを示している。また、この不純物置換に対する振る舞いは FeP 系と FeAs 系で類似しており、両系における超伝導ギャップ対称性が類似しており、転移温度の違いは別のことに起因していることが判明した。

#### (2) LaFe(P,As)O の P/As 固溶効果

鉄系超伝導体では一般に、FeAs 系では超伝導転移温度が高く、一方で FeP 系では超伝導転移温度は低い、あるいは超伝導は出現しない。本研究では転移温度が 5K 程度の LaFePO と、26K 程度の LaFeAsO を固溶させることで、これらの物質間の超伝導転移温度の違いの原因の解明を行った。LaFePO に As を固溶させていくと、As を 30%程度固溶させた領域で超伝導転移温度は急激に増加する。それと同時に電気抵抗率の温度依存性が  $T^2$  的な振る舞いから T-Linear 的な振る舞いへと変化し、超伝導転移温度と電気抵抗率の低温の温度のべき依存性の間には明確な相関が確認できた。低温での電気抵抗率の  $T^2$  的な振る舞いは一般的なフェルミ液体論で説明できるのに対し、T-linear 的な振る舞いは銅酸化物超伝導体のような反強磁性スピンゆらぎが強い 2 次元系において観測される。本研究の結果は、鉄系の超伝導の発現には反強磁性ゆらぎの効果が密接に関わっており、特に高い転移温度を生み出している要因の一つが反強磁性ゆらぎであることを示唆している。

#### 2) ペロブスカイト型バナジウム酸化物におけるランダムネス効果

ペロブスカイト型  $RVO_3$  ( $R$  は希土類元素) は 3d 電子軌道のうち 3 つの  $t_{2g}$  軌道に 2 つ電子を持ち、軌道の自由度が存在している典型物質の一つである。これらの軌道のうち、yz と zx 軌道間の自由度の凍結が生じ軌道整列が生じている。低温では 2 種類の反強磁性磁気秩序が出現し、それと強く結合した軌道整列が 2 つ出現する。結晶のひずみを大きくしたり、結晶の体積を制御することにより、この 2 つの軌道整列相の安定性は制御可能であることが判明している。本研究では  $EuVO_3$  を母物質として、そこに  $Eu^{3+}$  と平均イオン半径が同じになるようにした  $(La_{0.254}Y_{0.746})^{3+}$  を固溶させることで、結晶にはひずみなどを入れ



ずに  $R$  サイトに乱れ (ランダムネス) を導入し、2つの軌道整列の安定性の制御を試みた。 $\text{EuVO}_3$  は  $C$  型磁気秩序  $G$  型軌道秩序のみが出現するが、 $(\text{La}, \text{Y})$  の固溶により低温において  $G$  型磁気秩序  $C$  型軌道秩序が出現し、その転移温度は上昇していく。そして、全固溶させた  $(\text{La}, \text{Y})\text{VO}_3$  では  $G$  型磁気秩序  $C$  型軌道秩序のみが低温で出現し、ランダムネス導入によっても本系の軌道整列現象の制御に成功した。

### 3) ラマン散乱による高温超伝導体 $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ の擬ギャップの研究

高温超伝導体の重要なトピックの一つに、擬ギャップ現象が超伝導ギャップの前駆現象か否かという問題がある。近年の角度分解型光電子分光 (ARPES) の測定では、擬ギャップは超伝導ギャップと同じく  $(\pi, 0)$  方向から開き始めるが、超伝導ギャップと区別できる可能性が指摘されている。電子ラマン散乱でも超伝導の応答はコヒーレンスピークとして観測される。しかし擬ギャップの応答はかなりの不足ドーブ試料においてのみ、 $(\pi, \pi)$  方向 ( $B_{2g}$  偏光成分) やそれを含む偏光 ( $A_{1g}$ ) で観測され、ARPES などから予想される  $(\pi, 0)$  方向を見た偏光 ( $B_{1g}$ ) では観測されていない。我々は、この電子ラマン散乱で見える擬ギャップが ARPES と一致しない問題に付いて、過去の報告では不足ドーブが過ぎるために  $(\pi, 0)$  方向のギャップが室温で既に開ききっている等の理由で見逃されていたのではと考え、擬ギャップ温度が低い、ほぼ最適ドーブからやや不足ドーブの  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$  (YBCO) について、 $B_{1g}$  および  $B_{2g}$  の電子ラマン散乱のドーブ量依存性と温度依存性を測定した。しかし、今回測定した全てのドーブ量で擬ギャップの応答はほとんど検出できず、電子ラマン散乱で擬ギャップが見えないのはドーブ量の問題ではないことがわかった。また、超伝導のコヒーレンスピークエネルギーはドーブ量を下げにつれて大きくなることが観測された。これは擬ギャップエネルギーのドーブ量依存性とほぼ一致している。

### 4) 単結晶 $(\text{Ln}_1, \text{Ce})_2(\text{Ba}, \text{Ln}_2)_2\text{Cu}_3\text{O}_{8+\delta}$ ( $\text{Ln}_1, \text{Ln}_2 = \text{希土類}$ ) の作製および物性測定

銅系酸化物高温超伝導体 (HTSC) の一つである  $(\text{Ln}_1, \text{Ce})_2(\text{Ba}, \text{Ln}_2)_2\text{Cu}_3\text{O}_{8+\delta}$  ( $\text{Ln}_1\text{Ln}_2$  223) という系は、その蛍石構造の中の希土類  $\text{Ln}_1\text{Ln}_2$  を変化させることができる。高温高压酸素下のアニール処理で酸素を導入しキャリアドーブすると、 $\text{EuEu}223$ 、 $\text{EuLa}223$  は超伝導性を示すが、同程度のキャリア濃度であっても  $\text{ErLa}223$  は超伝導を示さない。HTSC の対破壊効果には、伝導面である  $\text{CuO}_2$  面の  $\text{Cu}$  を  $\text{Zn}$  で置換する効果があるが、 $\text{Ln}_1\text{Ln}_2$  223 では  $\text{CuO}_2$  面外の  $\text{Ln}$  置換が対破壊をもたらしていることになる。これまでの  $\text{Ln}_1\text{Ln}_2$  223 の研究は多結晶体による報告がほとんどであり、特に抵抗測定では粒界の影響が問題になる。これら多結晶試料の研究では、一般的な HTSC と比べ、高い抵抗率の値をもつことや試料によっては半導体的な温度依存性などが報告された。本研究ではこの温度依存性が本質的かを検証することを目指し、酸素を導入していない as-grown 単結晶試料について 4 端子法による  $ab$  面内抵抗測定を行った。高温高压酸素下のアニール処理でこの系で最も高い温度で超伝導になる  $\text{EuEu}223$  試料については温度依存性はほとんど無いのに対し、比較的超伝導転移温度 ( $T_c$ ) の低い  $\text{EuLa}223$  と超伝導にならない  $\text{ErLa}223$  については半導体的な温度依存性が見られた。すなわち多結晶試料で見られた半導体的な温度依存性も本質的なものであると思われる。

## 5) 反射型テラヘルツ時間領域分光システムの改良

これまで本研究室では、反射型テラヘルツ時間領域分光 (THz-TDS) 装置を立ち上げ、高温超伝導体の低エネルギー領域における光学スペクトルの測定に取り組んできた。その結果、 $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CuO}_4$  の c 軸 ( $\text{CuO}_2$  面に対して垂直方向) 偏光反射率スペクトルの測定を行うことができるまでに至ったものの、今後より詳しい物性を明らかにするためには、実験精度の向上が必要不可欠となっていた。そこで実験精度の向上のために装置の大幅な改良を行った。改善すべき問題としては、試料を冷却するために用いている GM サイクル型冷凍機からの振動や、試料温度変化時の冷却金属部の熱収縮による実験中の試料位置の変動が挙げられる。この試料位置の変動の結果として、反射光の光路長が変化してしまい、反射率の位相成分が正確に決定できず、導出される光学定数が大きな誤差を含んでいた。そこで、振動を低減させるために試料ステージの固定機構を取り付けると共に、レーザー測長計を導入することで実験中の試料位置の変動を  $10\text{nm}$  のオーダーで直接観測できるようにした。また、実験中の反射率の振幅成分の時間的揺らぎを抑えるために、テラヘルツ波発生に用いる fs レーザーをより安定なものに変更した。さらに、試料上でのテラヘルツ波のスポット径を小さくするために、集光ミラーを近づけられるように試料部分の周りのデザインの変更を行った。これらの装置の改良により、実験中の試料の振動が  $20\mu\text{m}$  から  $2\mu\text{m}$  程度まで低減され、測長計の導入により、位相ずれの補正が可能となった。また発生するテラヘルツ波の強度の揺らぎが、これまでの 5% から 0.1% 程度に抑制され、測定精度が大幅に向上した。さらに、集光ミラーを試料に接近させたことにより、テラヘルツ光のスポットサイズを従来の  $4\text{mm}$  から  $2\text{mm}$  以下まで絞ることに成功し、より小さな試料の測定が可能となった。

## 学術雑誌に出版された論文

**Crossover between magnetic vortex attraction and repulsion in thin films of layered superconductors**

A. I. Buzdin, A. S. Mel'nikov, A. V. Samokhvalov, T. Akashi, T. Masui<sup>s</sup>, T. Matsuda, S. Tajima<sup>s</sup>, H. Tadatomo<sup>m</sup>, and A. Tonomura

Phys. Rev. B **79** (No. 9, Mar.) (2009) 094510 1-5.

**Systematic Study of Fluorine-Doping Dependence of Superconducting and Normal State Properties in  $\text{LaFePO}_{1-x}\text{F}_x$** 

S. Suzuki<sup>m</sup>, S. Miyasaka<sup>s</sup>, S. Tajima<sup>s</sup>, T. Kida, and M. Hagiwara

J. Phys. Soc. Jpn. **78** (No. 11, Nov.) (2009) 114712 1-6.

**Enhancement of oxygen isotope effect due to out-of-plane disorder in  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Lu}_{0.4}\text{CuO}_{6+\delta}$  superconductors**

K. Sato, H. Iwasawa, N. C. Plumb, T. Masui<sup>s</sup>, Y. Yoshida, H. Eisaki, H. Bando, A. Ino, M. Aiura, K. Shimada, H. Namatame, M. Taniguchi, S. Tajima<sup>s</sup>, Y. Nishihara, D. S. Dessau, and Y. Aiura

Phys. Rev. B **80** (No. 21, Dec.) (2009) 212501 1-4.

**Vortex glass scaling in Pb-doped Bi-2223 single crystal**

Yu. F. Eltsev, S. Lee, K. Nakao, and S. Tajima<sup>s</sup>

JETP Letters **90** (No. 7, Dec.) (2009) 535-538.

**Superconducting electronic state in optimally doped  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$  observed with laser-excited angle-resolved photoemission spectroscopy**

M. Okawa, K. Ishizaka, H. Uchiyama, H. Tadatomo<sup>m</sup>, T. Masui<sup>s</sup>, S. Tajima<sup>s</sup>, X.-Y. Wang, S.-T. Chen, S. Watanabe, A. Chainani, T. Saitoh, and S. Shin

Phys. Rev. B **79** (No. 14, Apr.) (2009) 144528 1-9.

**Scanning tunneling spectroscopic evidence for magnetic field-induced microscopic orders in the high-Tc superconductor  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$**

A.D. Beyer, M.S. Grinolds, M.L. Teague, S. Tajima<sup>s</sup>, and N.-C. Yeh

Europhys. Lett. **87** (No. 3, Aug.) (2009) 37005 1-6.

**Doping dependence of normal-state properties in the Iron-based oxypnictide superconductors  $\text{LaFeAsO}_{1-y}$  probed by  $^{57}\text{Fe}$ -NMR and  $^{75}\text{As}$ -NMR/NQR**

H. Mukuda, N. Terasaki, N. Tamura, H. Kinouchi, M. Yashima, Y. Kitaoka, K. Miyazawa, P.M. Shirage, S. Suzuki<sup>m</sup>, S. Miyasaka<sup>s</sup>, S. Tajima<sup>s</sup>, H. Kito, H. Eisaki, and A. Iyo

J. Phys. Soc. Jpn. **78** (No. 8, Aug.) (2009) 084717 1-7.

**The electrical transport properties of high quality Bi-2223 crystal**

Y. Eltsev, S. Lee, K. Nakao, and S. Tajima<sup>s</sup>

Supercond. Sci. And Technol **23** (Apr.) (2010) 055007 1-4.

**Resistivity, magnetic susceptibility and specific heat studies in superconductor  $\text{LaFePO}_{1-x}\text{F}_x$**

S. Miyasaka<sup>s</sup>, S. Suzuki<sup>m</sup>, S. Saijo<sup>m</sup>, Y. Mikasa<sup>m</sup>, T. Masui<sup>s</sup>, and S. Tajima<sup>s</sup>

J. Phys.: Conf. Ser. **150** (No. 5) (2009) 052164 1-4.

**The change of anisotropy by Zn or Ca substitution in YBCO single crystals**

T. Masui<sup>s</sup>, Y. Uraike<sup>m</sup>, K. Nagasao<sup>m</sup>, and S. Tajima<sup>s</sup>

J. Phys.: Conf. Ser. **150** (No. 5) (2009) 052152 1-4.

**Overdoping effect on pair breaking energy in the electronic Raman spectra of high-Tc cuprates superconductors**

T. Masui<sup>s</sup>, K. Nishikawa<sup>m</sup>, T. Hiramachi<sup>m</sup>, S. Tajima<sup>s</sup>, H. Eisaki, H. Kito, and A. Iyo

J. Phys.: Conf. Ser. **150** (No. 5) (2009) 052153 1-4.

**Terahertz time-domain reflection spectroscopy of high-Tc superconducting cuprates**

T. Matsuoka<sup>m</sup>, T. Fujimoto<sup>m</sup>, K. Tanaka<sup>s</sup>, S. Miyasaka<sup>s</sup>, S. Tajima<sup>s</sup>, K. Fujii<sup>s</sup>, M. Suzuki, and M. Tonouchi  
 Physica C **469** (No. 15-20, Oct.) (2009) 982-984.

**国際会議における講演等**

**High Tc cuprates as a multi-ordered system**

S. Tajima<sup>s,\*</sup>

Invited talk given at the International Workshop, Physics on Transition Metal Based Superconductors (Sendai, June 24-26 2009, 参加者数約 500 名) .

**Charge Responses from the Multi-ordered System**

S. Tajima<sup>s,\*</sup>

Invited talk given at The 8th Asia-Pacific Workshop on Novel Quantum Materials (Seoul, Korea, July 7-9, 2009, 参加者数約 1000 名) .

**Coexistence of competing orders in high-Tc cuprates**

S. Tajima<sup>s,\*</sup>.

Invited talk given at ICAM-I2CAM Cargese Workshop on Emergent quantum phenomena from the nano to the macro world (Sicily, France, July 2009, 参加者数約 200 名).

**Pressure effect on transport and superconducting properties of impurity substituted MgB<sub>2</sub> single crystals**

T. Masui<sup>s,\*</sup>, Y. Mikasa<sup>m</sup>., S. Lee, and S. Tajima<sup>s</sup>.

Poster presentation given at The 9th International Conference on Materials & Mechanisms of Superconductivity (Tokyo, Sept. 7-12 2009, 参加者数約 1000 名).

**Effect of impurity doping on Fe site of LaFePO<sub>0.95</sub>F<sub>0.05</sub>**

S. Suzuki<sup>m</sup>, S. Miyasaka<sup>s</sup>, and S. Tajima<sup>s</sup>.

Poster presentation given at The 9th International Conference on Materials & Mechanisms of Superconductivity (Tokyo, Sept. 7-12 2009, 参加者数約 1000 名).

**Non-monotonic change of electronic properties by As substitution in LaFePO<sub>0.9</sub>F<sub>0.1</sub>**

S. Saijo<sup>m,\*</sup>, S. Miyasaka<sup>s</sup>, and S. Tajima<sup>s</sup>.

Poster presentation given at The 9th International Conference on Materials & Mechanisms

of Superconductivity (Tokyo, Sept. 7-12 2009, 参加者数約 1000 名).

**Detailed-temperature dependence of pseudogap in underdoped Bi2212**

K. Tanaka<sup>s,\*</sup>, W. S. Lee, T. Sasagawa, R. Moore, D. Lu, Z. Hussain, and Z. X. Shen  
Poster presentation given at The 9th International Conference on Materials & Mechanisms of Superconductivity (Tokyo, Sept. 7-12 2009, 参加者数約 1000 名).

**Softening of Bond-Stretching Phonon and Metal to Insulator Transition in  $\text{Ba}_{1-x}\text{K}_x\text{BiO}_3$**

S. Miyasaka<sup>s,\*</sup>, J. Kobayashi<sup>m</sup>, H. Khosroabadi<sup>j</sup>, and S. Tajima<sup>s</sup>  
Poster presentation given at The 9th International Conference on Materials & Mechanisms of Superconductivity (Tokyo, Sept. 7-12 2009, 参加者数約 1000 名).

**Interlayer Josephson couplings in Hg-based multi-layered cuprates**

Y. Hirata<sup>\*</sup>, K. Kojima, S. Uchida, M. Ishikado, A. Iyo, H. Eisaki, S. Tajima<sup>s</sup>  
Poster presentation given at the 9th International Conference on Materials & Mechanisms of Superconductivity (Tokyo, Sept. 7-12, 2009, 参加者数約 1000 名).

**Terahertz time-domain reflection spectroscopy on high-Tc superconducting cuprates**

K. Tanaka<sup>s,\*</sup>, T. Matsuoka<sup>m</sup>, Y. Sakai<sup>m</sup>, T. Fujimoto<sup>m</sup>, S. Miyasaka<sup>s</sup>, S. Tajima<sup>s</sup>, K. Fujii<sup>s</sup>, M. Suzuki, and M. Tonouchi  
Talk given at the 2nd International Workshop on Terahertz Technology (Osaka, Dec. 2 2009, 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**

**砒素系とリン系の違いについて**

田島節子<sup>s</sup>、宮坂茂樹<sup>s,\*</sup>、鈴木真之佑<sup>m</sup>、西城理志<sup>m</sup>  
鉄系高温超伝導体研究の最前線(於日本原子力研究開発機構システム計算科学センター、2009年11月28日) (招待講演)

**ラマン散乱分光で見る  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$  の擬ギャップ**

只友浩貴<sup>m,\*</sup>、増井孝彦<sup>s</sup>、田島節子<sup>s</sup>  
日本物理学会 2009 年秋季大会 (於熊本大学黒髪キャンパス, 2009 年 9 月 25 日 - 9 月 28 日)

**LaFePO の Fe サイトへの不純物置換効果**

鈴木真之佑<sup>m,\*</sup>、宮坂茂樹<sup>s</sup>、田島節子<sup>s</sup>  
日本物理学会 2009 年秋季大会 (於熊本大学黒髪キャンパス, 2009 年 9 月 25 日 - 9 月 28 日)

**LaFe(As,P)(O,F)におけるAs/P置換効果**西城理志 <sup>m,\*</sup>、宮坂茂樹 <sup>s</sup>、田島節子 <sup>s</sup>

日本物理学会 2009 年秋季大会 ( 於熊本大学黒髪キャンパス, 2009 年 9 月 25 日 - 9 月 28 日 )

**鉄ニクタイト系超伝導体におけるラマン散乱分光**平田渉 <sup>m,\*</sup>、増井孝彦 <sup>s</sup>、宮坂茂樹 <sup>s</sup>、田島節子 <sup>s</sup>、石角元志、伊豫彰、木方邦宏、鬼頭聖、永崎洋、社本真一

日本物理学会 2009 年秋季大会 ( 於熊本大学黒髪キャンパス, 2009 年 9 月 25 日 - 9 月 28 日 )

**ラマン散乱で見る不足ドーパ YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>7-δ</sub> のギャップ**只友浩貴 <sup>m,\*</sup>、増井孝彦 <sup>s</sup>、田島節子 <sup>s</sup>

日本物理学会第 65 回年次大会 ( 於岡山大学津島キャンパス, 2009 年 3 月 20 日 - 3 月 23 日 )

**LaFePO<sub>0.95</sub>O<sub>0.05</sub> の Mn, Co, Ni 置換**鈴木真之佑 <sup>m,\*</sup>、宮坂茂樹 <sup>s</sup>、田島節子 <sup>s</sup>

日本物理学会第 65 回年次大会 ( 於岡山大学津島キャンパス, 2009 年 3 月 20 日 - 3 月 23 日 )

**RFeP<sub>1-x</sub>As<sub>x</sub>(O,F) (R=La,Nd) の輸送現象**西城理志 <sup>m,\*</sup>、松坂祐介 <sup>b</sup>、鈴木真之佑 <sup>m</sup>、宮坂茂樹 <sup>s</sup>、田島節子 <sup>s</sup>

日本物理学会第 65 回年次大会 ( 於岡山大学津島キャンパス, 2009 年 3 月 20 日 - 3 月 23 日 )

**鉄系超伝導体 AFe<sub>2</sub>As<sub>2</sub> (A=Ba, Sr) 系における Fe サイト及び As サイトへの元素置換効果**平田渉 <sup>m,\*</sup>、竹森章 <sup>b</sup>、宮坂茂樹 <sup>s</sup>、田島節子 <sup>s</sup>

日本物理学会第 65 回年次大会 ( 於岡山大学津島キャンパス, 2009 年 3 月 20 日 - 3 月 23 日 )

**層状鉄化合物 La<sub>2</sub>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>S<sub>2</sub> の物性**角秀伯 <sup>m,\*</sup>、宮坂茂樹 <sup>s</sup>、田島節子 <sup>s</sup>

日本物理学会第 65 回年次大会 ( 於岡山大学津島キャンパス, 2009 年 3 月 20 日 - 3 月 23 日 )

**関西地区における女子中高生理系進路選択支援活動**田島節子 <sup>s,\*</sup>、松岡由貴、常見俊直、野上大作、柴田一成

日本物理学会第 65 回年次大会 ( 於岡山大学津島キャンパス, 2009 年 3 月 20 日 - 3 月 23 日 )

**書籍等の出版, 日本語の解説記事**

風力発電を後押しする超伝導体

J.N.A. マシューズ ( 訳: 田島節子 <sup>s</sup> )

1.8. 田島グループ

71

パリティ **24** (2009) 35-36 .

国際会議報告：第3回 IUPAP 国際会議 Women in Physics (ICWIP2008)

田島節子<sup>s</sup>

日本物理学会誌 **64** (No.5) (2009) 390 .

## 1.9 質量分析グループ

### 平成 21 年度の研究活動概要

#### 研究室メンバー

石原盛男（准教授），豊田岐聡（准教授），市原敏雄（理学研究科技術部技術長）青木順（特任研究員），江端新吾（特任研究員），新聞秀一（特任研究員@科学教育機器リノベーションセンター），長尾博文（D3@工学研究科粟津研究室），笹井浩平（D2），加納英明（M2），岸原範明（M2），片山彰浩（M1），湯浅泰智（M1），中園真修（B4），別府亜由美（B4）

#### はじめに

質量分析グループでは、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計算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、9重収束条件を満足するよう設計されている。現在、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ている。

1. 超高感度極微量質量分析システムの開発（平成 16-20 年度 科学研究費補助金 学術創成研究費，平成 20-24 年度 JST 先端計測分析技術・機器開発事業 プロトタイプ実証・実用化プログラム）  
宇宙や太陽系の起源、生命の起源の解明には宇宙物質の質量分析が不可欠である。試料は微小かつ微量であるため、ナノスケールの空間分解能を持ち、試料の消費を極限まで抑えることが可能な質量分析計が求められている。現在、収束イオンビーム、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 装置の開発と応用研究を行なっている。
2. 世界最高性能を誇るタンデムマルチターン飛行時間型質量分析計の開発（平成 16-18 年度 科学研究費補助金 若手研究 (A)，科学教育機器リノベーションセンター 革新的研究教育基盤機器開発整備事業プロジェクト）  
マルチターン飛行時間型質量分析計と quadratic field ion mirror を組み合わせたタンデム飛行時間型質量分析計の開発と、この装置の特徴を活かしたリン酸化ペプチドやリン脂質や天然物に関する応用研究を行っている。



3. 高性能小型マルチターン飛行時間型質量分析計の開発（平成 19-20 年度 JST 独創的シーズ展開事業 大学発ベンチャー創出推進，平成 21-23 年度 消防庁消防防災科学技術研究推進）  
小型マルチターン飛行時間型質量分析計「MULTUM-S」を基に，製品化を目指した小型装置「MULTUM-S II」の開発を行なった，装置は，真空排気系，真空ポンプ込みで，大きさが 50 cm × 60cm × 30 cm，重量が 35kg である．大阪大学発ベンチャー MSI.TOKYO(株) を起業し，市販を開始した．製品機 infiTOF は，世界最大の分析機器展である PITTCON2010 で Editor's Award Bronze Award を受賞した．
4. 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．これら学内にあるニーズと，前処理 / 分離法やイオン化法といった学内のシーズを分野の壁を超えて融合した，分野横断型の研究を，大阪大学ベンチャービジネスラボラトリーを拠点に行なっている．
5. 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（CREST 物質現象の解明と応用に資する新しい計測・分析基盤技術）  
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を開発している．

## 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，分子動力学シミュレーション専用高速計算機 (MDGRAPE-3) を用いた高速・高精度イオン軌道シミュレーション手法を確立した．

## 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）
2. イオントラップを用いたイオン分子反応の研究（大阪府立大学）
3. スパイラル飛行時間型質量分析計 Spiral-TOF/TOF を用いた応用研究（日本電子）
4. イオン非破壊検出および多重周回質量分析法に関する研究（島津製作所）
5. イオン光学系特性計算プログラム TRIO に関する研究（島津製作所）

## 学術雑誌に出版された論文

**Design of a new multi-turn ion optical system "IRIS" for a time-of-flight mass spectrometer**

M. Nishiguchi, Y. Ueno, M. Toyoda<sup>s</sup>, M. Setou  
J. Mass Spectrom. **44** (No. 5, May) (2009) 594-604.

**Development of an ion trap/multi-turn time-of-flight mass spectrometer with potential-lift**

K. Iwamoto, H. Nagao and M. Toyoda<sup>s</sup>  
Eur. J. Mass Spectrom. **15** (No. 2, Apr.) (2009) 249-260.

**Unimolecular and collision-induced dissociation of singly charged mono-bromide silver clusters  $\text{Ag}_x\text{Br}^+$  ( $x = 2, 4, 6, 8, 10$ )**

H. Nagao, M. Toyoda<sup>s</sup>, S. Hayakawa, K. Iwamoto, T. Ichihara, K. Kawamura and K. Awazu  
Eur. J. Mass Spectrom. **15** (No. 4, Aug.) (2009) 459-469.

**Development of MS/MS instrument providing high-energy electron transfer dissociation**

H. NAGAO, S. HAYAKAWA, M. HASHIMOTO, K. IWAMOTO, M. TOYODA<sup>s</sup>, Y. SHIGERI, M. JITOSHO and K. AWAZU  
J. Mass Spectrom. Soc. Jpn. **57** (No. 3, June) (2009) 123-132.

**Non-chondritic oxygen isotopic component of metals in a noble-gas-rich chondrite-vestige of stellar wind from the protosun?**

K. Fujimoto, S. Itoh, S. Ebata<sup>s</sup> and H. Yurimoto  
Geochemical Journal **43** (No. 5, Aug.) (2009) e11-e15.

## 国際会議報告等

**Enhanced performance of miniature quadrupole array mass spectrometers**

K. Sasai<sup>d,\*</sup>, J. Aoki<sup>s</sup>, M. Toyoda<sup>s</sup>, T. Shimizu  
Proceedings of the 57th ASMS Conference on Mass Spectrometry and Allied Topics (ed. by ASMS, Oct. 2009, 参加者数約 5000 人) WPH207.

**Structural analysis of biomolecules using high-energy collision induced dissociation in a multi-turn tandem time-of-flight mass spectrometer "MULTUM-TOF/TOF"**

S. Shimma<sup>\*</sup>, A. Kubo<sup>m</sup>, H. Nagao, M. Toyoda<sup>s</sup>

Proceedings of the 57th ASMS Conference on Mass Spectrometry and Allied Topics (ed. by ASMS, Oct. 2009, 参加者数約 5000 人) ThPY621.

**A Stigmatic Mass Microscope with a High Mass Resolving Power Using a Multi-Turn Time-of-Flight Mass Spectrometer**

H. Hazama\*, J. Aoki<sup>s</sup>, H. Nagao, R. Suzuki, H. Yoshimura, Y. Naito, M. Toyoda<sup>s</sup>, K. Masuda, K. Fujii, T. Tashima, K. Awazu

Proceedings of the 57th ASMS Conference on Mass Spectrometry and Allied Topics (ed. by ASMS, Oct. 2009, 参加者数約 5000 人) ThPY622.

**A new multi-turn time-of-flight mass spectrometer with high resolving powers above one million**

O. Furuhashi\*, K. Takeshita, H. Izumi, S. Yamaguchi, M. Nishiguchi, H. Sakae, Y. Ueno, K. Ogawa, Y. Yoshida, M. Toyoda<sup>s</sup>, M. Setou

Proceedings of the 57th ASMS Conference on Mass Spectrometry and Allied Topics (ed. by ASMS, Oct. 2009, 参加者数約 5000 人) ThPY625.

**Determination of the stability phase space of multi-turn TOF using for imaging mass spectrometry**

J. Aoki<sup>s,\*</sup>, H. Hazama, M. Toyoda<sup>s</sup>, K. Awazu, K. Masuda, K. Fujii, T. Tashima, Y. Naito  
Proceedings of the 57th ASMS Conference on Mass Spectrometry and Allied Topics (ed. by ASMS, Oct. 2009, 参加者数約 5000 人) ThPY626.

**Presolar Grains in Primitive Enstatite Chondrites**

S. Ebata<sup>s,\*</sup> and H. Yurimoto

Meteoritics and Planetary Science 44, A65, (ed. by The 72th Annual Meeting of the Meteoritical Society, July 2009, 参加者数約 1000 人) 5012.

**Oxygen isotopic composition of stellar wind from the Protosun**

H. Yurimoto\*, S. Itoh and S. Ebata<sup>s</sup>

Lunar Planet. Sci. XLI (ed. by The 41st Lunar and Planetary Science Conference, Mar. 2010, 参加者数約 5000 人) 1098.

**国際会議における講演等**

**Enhanced performance of miniature quadrupole array mass spectrometers**

K. Sasai<sup>d,\*</sup>, J. Aoki<sup>s</sup>, M. Toyoda<sup>s</sup>, T. Shimizu

Talk given at The 57th ASMS Conference on Mass Spectrometry and Allied Topics (at Pennsylvania Convention Center, Philadelphia, USA, May 21- June 4, 2009, 参加者数約

5000人).

**Structural analysis of biomolecules using high-energy collision induced dissociation in a multi-turn tandem time-of-flight mass spectrometer “MULTUM-TOF/TOF”**

S. Shimma\*, A. Kubo<sup>m</sup>, H. Nagao, M. Toyoda<sup>s</sup>

Talk given at The 57th ASMS Conference on Mass Spectrometry and Allied Topics (at Pennsylvania Convention Center, Philadelphia, USA, May 21- June 4, 2009, 参加者数約5000人).

**A Stigmatic Mass Microscope with a High Mass Resolving Power Using a Multi-Turn Time-of-Flight Mass Spectrometer**

H. Hazama\*, J. Aoki<sup>s</sup>, H. Nagao, R. Suzuki, H. Yoshimura, Y. Naito, M. Toyoda<sup>s</sup>, K. Masuda, K. Fujii, T. Tashima, K. Awazu

Talk given at The 57th ASMS Conference on Mass Spectrometry and Allied Topics (at Pennsylvania Convention Center, Philadelphia, USA, May 21- June 4, 2009, 参加者数約5000人).

**A new multi-turn time-of-flight mass spectrometer with high resolving powers above one million**

O. Furuhashi\*, K. Takeshita, H. Izumi, S. Yamaguchi, M. Nishiguchi, H. Sakae, Y. Ueno, K. Ogawa, Y. Yoshida, M. Toyoda<sup>s</sup>, M. Setou

Talk given at The 57th ASMS Conference on Mass Spectrometry and Allied Topics (at Pennsylvania Convention Center, Philadelphia, USA, May 21- June 4, 2009, 参加者数約5000人).

**Determination of the stability phase space of multi-turn TOF using for imaging mass spectrometry**

J. Aoki<sup>s,\*</sup>, H. Hazama, M. Toyoda<sup>s</sup>, K. Awazu, K. Masuda, K. Fujii, T. Tashima, Y. Naito

Talk given at The 57th ASMS Conference on Mass Spectrometry and Allied Topics (at Pennsylvania Convention Center, Philadelphia, USA, May 21- June 4, 2009, 参加者数約5000人).

**Development of novel laser post-ionization mass spectrometer with ultra-high sensitivity and ultra-trace sampling.**

M. Ishihara<sup>s,\*</sup>, K. Kumondai<sup>s</sup>, K. Mibuka, K. Uchino and H. Yurimoto

Talk given at The 57th ASMS Conference on Mass Spectrometry (at Pennsylvania Convention Center, Philadelphia, USA, May 31 - June 4, 2009, 参加者数約5000人).

**Presolar Grains in Primitive Enstatite Chondrites**

S. Ebata<sup>s,\*</sup> and H. Yurimoto

Talk given at The 72th Annual Meeting of the Meteoritical Society (at Nancy, France, July 13-18, 2009, 参加者数約 1000 人).

**Development of multi-turn time-of-flight mass spectrometers and their applications**

M. Toyoda<sup>s,\*</sup>

Talk given at 18th International Mass Spectrometry Conference (at Bremen Conference Centre, Bremen, Germany, Aug. 30-Sep. 4, 2009, 参加者数約 2000 人).

**Comparison of electron transfer dissociation between high-energy collision using Cs target and low-energy collision using negative ions for doubly-protonated phosphopeptides**

S. Hayakawa\*, M. Hashimoto, K. Iwamoto, H. Nagao, M. Toyoda<sup>s</sup>, M. Jitosyo, Y. Shigeri, M. Tajiri, Y. Wada

Talk given at 18th International Mass Spectrometry Conference (at Bremen Conference Centre, Bremen, Germany, Aug. 30-Sep. 4, 2009, 参加者数約 2000 人).

**Applications for structural analysis of biomolecules using a novel tandem time-of-flight mass spectrometer with a spiral ion trajectory “MALDI Spiral-TOF/TOF”**

S. Shimma\*, A. Kubo, T. Satoh, M. Toyoda<sup>s</sup>

Talk given at 18th International Mass Spectrometry Conference (at Bremen Conference Centre, Bremen, Germany, Aug. 30-Sep. 4, 2009, 参加者数約 2000 人).

**Construction of a Stigmatic Imaging Mass Spectrometer with Ion Optical System using a Multi-Turn Time-of-Flight Mass Spectrometer**

J. Aoki<sup>s,\*</sup>, H. Hazama, M. Toyoda<sup>s</sup>, K. Awazu, K. Masuda, K. Fujii, Y. Naito

Talk given at 18th International Mass Spectrometry Conference (at Bremen Conference Centre, Bremen, Germany, Aug. 30-Sep. 4, 2009, 参加者数約 2000 人).

**A new multi-turn time-of-flight mass spectrometer with high resolving powers above one million**

H. Izumi\*, O. Furuhashi, K. Takeshita, S. Yamaguchi, M. Nishiguchi, H. Sakae, Y. Ueno, K. Ogawa, Y. Yoshida, M. Toyoda<sup>s</sup>, M. Setou

Talk given at 18th International Mass Spectrometry Conference (at Bremen Conference Centre, Bremen, Germany, Aug. 30-Sep. 4, 2009, 参加者数約 2000 人).

**Development of a Miniature Multi-turn Time-of-Flight Mass Spectrometer “MULTUM-S”**

S. Shimma<sup>\*</sup>, J. Aoki<sup>s</sup>, S. Miki, M. Toyoda<sup>s</sup>

Talk given at 18th International Mass Spectrometry Conference (at Bremen Conference Centre, Bremen, Germany, Aug. 30-Sep. 4, 2009, 参加者数約 2000 人).

**Development of a Ultra-high Performance Multi-turn TOF-SIMS System with a Femtosecond Laser for Post-ionization.**

M. Ishihara<sup>s,\*</sup>, K. Kumondai<sup>s</sup>, S. Ebata<sup>s</sup>, K. Uchino, R. Mibuka and H. Yurimoto

Talk given at The 7th International Symposium on Atomic Level Characterizations for New Materials and Devices, ALC '09 (at Maui, Hawaii, Dec. 6-11, 2009, 参加者数約 500 人).

**Oxygen isotopic composition of stellar wind from the Protosun**

H. Yurimoto<sup>\*</sup>, S. Itoh and S. Ebata<sup>s</sup>

Talk given at The 41st Lunar and Planetary Science Conference (at The Woodlands, Texas, USA, Mar. 1-5, 2010, 参加者数約 5000 人).

**日本物理学会，応用物理学会等における講演**

高分解能なら何ができるのか？ 高分解能でしかできないことは？

豊田岐聡<sup>s,\*</sup>

第 57 回質量分析総合討論会 (於 大阪国際交流センター, 2009 年 5 月 13 日 - 15 日)

高質量分離能を備えたタンデム飛行時間型質量分析計”MULTUM-TOF/TOF”と”SpiralTOF/TOF”の特徴と測定例

新聞秀一<sup>\*</sup>, 久保歩<sup>m</sup>, 佐藤貴弥, 豊田岐聡<sup>s</sup>

第 57 回質量分析総合討論会 (於 大阪国際交流センター, 2009 年 5 月 13 日 - 15 日)

投影型イメージング質量分析におけるイオン光学系について

青木順<sup>s,\*</sup>, 豊田岐聡<sup>m</sup>, 間久直, 栗津邦男, 益田勝吉, 藤井研一, 内藤康秀

第 57 回質量分析総合討論会 (於 大阪国際交流センター, 2009 年 5 月 13 日 - 15 日)

投影型顕微イメージング質量分析装置の開発状況と課題

間久直, 青木順, 長尾博文, 吉村英敏, 田嶋敏男, 豊田岐聡<sup>s</sup>, 益田勝吉, 藤井研一, 内藤康秀, 栗津邦男

第 57 回質量分析総合討論会 (於 大阪国際交流センター, 2009 年 5 月 13 日 - 15 日)

現場における残留農薬分析のための高分解能小型質量分析計

豊田岐聡<sup>s,\*</sup>, 新聞秀一, 青木順<sup>s</sup>, 長尾博文, 高橋圭二, 三木伸一

第 57 回質量分析総合討論会 (於 大阪国際交流センター, 2009 年 5 月 13 日 - 15 日)

タンデム飛行時間型質量分析計”MALDI-SpiralTOF/TOF”を用いたリン脂質の構造解析

久保歩<sup>m</sup>, 新聞秀一<sup>\*</sup>, 豊田岐聡<sup>s</sup>, 佐藤貴弥

第57回質量分析総合討論会 (於 大阪国際交流センター, 2009年5月13日 - 15日)

ESI イオン源を搭載したタンデム飛行時間型質量分析装置”ESI-TOF/TOF”の開発

長尾博文<sup>\*</sup>, 新聞秀一, 加納英朗<sup>m</sup>, 豊田岐聡<sup>s</sup>, 早川滋雄, 粟津邦男

第57回質量分析総合討論会 (於 大阪国際交流センター, 2009年5月13日 - 15日)

リニアイオントラップからの直交引き出しにおけるイオン軌道シミュレーション

湯浅泰智<sup>m,\*</sup>, 青木順<sup>s</sup>, 岩本賢一, 豊田岐聡<sup>s</sup>

第57回質量分析総合討論会 (於 大阪国際交流センター, 2009年5月13日 - 15日)

高性能マルチターン飛行時間型質量分析装置の開発 II

古橋治<sup>\*</sup>, 竹下建悟, 山口真一, 原田高宏, 出水秀明, 西口克, 榮欧樹, 上野良弘, 小河潔, 吉田佳一, 豊田岐聡<sup>s</sup>, 瀬藤光利

第57回質量分析総合討論会 (於 大阪国際交流センター, 2009年5月13日 - 15日)

小型四重極質量分析計を用いた残留ガス分析装置の開発とシミュレーションによるイオン軌道評価

笹井浩平<sup>d,\*</sup>, 青木順<sup>s</sup>, 豊田岐聡<sup>s</sup>

第57回質量分析総合討論会 (於 大阪国際交流センター, 2009年5月13日 - 15日)

投影型質量分析顕微鏡の空間分解能評価に用いる微小ドットパターンの作製方法

田嶋敏男<sup>\*</sup>, 豊田岐聡<sup>s</sup>, 間久直, 藤井研一, 青木順<sup>s</sup>, 益田勝吉, 粟津邦男, 内藤康秀

第57回質量分析総合討論会 (於 大阪国際交流センター, 2009年5月13日 - 15日)

投影型イメージング質量分析に向けた位置・時間感知型イオン検出システムの開発

吉村英敏<sup>\*</sup>, 内藤康秀, 青木順<sup>s</sup>, 間久直, 豊田岐聡<sup>s</sup>, 粟津邦男

第57回質量分析総合討論会 (於 大阪国際交流センター, 2009年5月13日 - 15日)

$C_7H_7^+$  とキシレンのイオン分子反応

岩本賢一<sup>\*</sup>, 豊田岐聡<sup>s</sup>

第57回質量分析総合討論会 (於 大阪国際交流センター, 2009年5月13日 - 15日)

イオン非破壊検出器を用いた多重周回質量分析法

西口克<sup>\*</sup>, 上野良弘, 香月恒介<sup>m</sup>, 公文代康祐<sup>s</sup>, 石原盛男<sup>s</sup>

第57回質量分析総合討論会 (於 大阪国際交流センター, 2009年5月13日 - 15日)

## 飛行時間型質量分析計のデータ取得回路の開発

岸原範明<sup>m,\*</sup>, 公文代康祐<sup>s</sup>, 石原盛男<sup>s</sup>

第57回質量分析総合討論会 (於 大阪国際交流センター, 2009年5月13日 - 15日)

## 原始的エンスタタイトコンドライトにおけるプレソーラー粒子

江端新吾<sup>s,\*</sup>, 坂本尚義

日本地球惑星科学連合 2009年大会 (於 幕張メッセ, 2009年5月16日 - 21日)

## Development of a Ultra-high Performance Multi-turn TOF-SIMS System with a Femtosecond Laser for Post-ionization.

江端新吾<sup>s,\*</sup>

第4回質量分析夏の学校 -拓く MS の未来- (於 長居ユースホステル, 2009年9月18日 - 19日)

## 超高感度極微量質量分析システムの実用化

江端新吾<sup>s,\*</sup>, 内野喜一郎, 坂本尚義, 石原盛男<sup>s</sup>

第4回明日の質量分析を創る若手討論 (於 日本化薬(株)伊東保養所, 静岡, 2009年11月30日 - 12月1日)

## マルチターン飛行時間型質量分析計とその応用

豊田岐聡<sup>s,\*</sup>

2009年度質量分析学会同位体比部会 (於 箱根高原ホテル, 2009年12月2日 - 12月4日)

## 局所分析法の最先端 -超高感度極微量質量分析計の開発と実用化-

江端新吾<sup>s,\*</sup>

ハビタブルプラネットの原材料 -初期太陽系の鉱物・水・有機物 (於 東大, 2010年2月24日)

## 亜酸化窒素濃度の野外計測を可能にする可搬型高分解能マルチターン飛行時間型質量分析計の開発

豊田岐聡<sup>s,\*</sup>

日本農業気象学会 2010年全国大会 (於 名城大学, 2010年3月17日 - 3月19日)

## アルカリ金属ターゲットとの高エネルギー衝突を用いたプロトン化ペプチドの電子移動解離機構の解明

早川滋雄<sup>s,\*</sup>, 請園和也, 松本真哉, 松原浩, 長尾博文, 豊田岐聡<sup>s</sup>

日本化学会第90春季年会 (於 近畿大学本部キャンパス, 2010年3月26日 - 29日)

## ジスルフィド結合を含んだ多プロトン化ペプチドのアルカリ金属ターゲットを用いた電子移動解離

松本真哉<sup>\*</sup>, 早川滋雄, 豊田岐聡<sup>s</sup>, 長尾博文



日本化学会第 90 春季年会 (於 近畿大学本部キャンパス, 2010 年 3 月 26 日 - 29 日)

アルカリ金属ターゲットを用いた臭化銀クラスター  $\text{Ag}_3\text{Br}_2$ 、 $\text{Ag}_4\text{Br}$ 、銀クラスター  $\text{Ag}_5$  の中性化解離

松井祐輔<sup>\*</sup>、早川滋雄、長尾博文、豊田岐聡<sup>s</sup>

日本化学会第 90 春季年会 (於 近畿大学本部キャンパス, 2010 年 3 月 26 日 - 29 日)

超高感度極微量質量分析計の実用化

江端新吾<sup>s,\*</sup>

「地球外起源固体微粒子に関する総合研究」に関する研究会 (於 東大宇宙線研, 2010 年 3 月 30 日 - 31 日)

書籍等の出版, 日本語の解説記事

「亜酸化窒素濃度の野外計測を可能にする可搬型高分解能マルチターン飛行時間型質量分析計の開発」

豊田岐聡<sup>s</sup>、新間秀一、三木伸一

北海道土壌肥料研究通信 (第 55 巻 1 号, 2009, 1-12)

「新しいイオン光学系を採用した多重周回飛行時間型質量分析計の開発」

山口真一、古橋治、竹下建悟、出水秀明、榮欧樹、西口克、上野良弘、小河潔、吉田佳一、豊田岐聡<sup>s</sup>、瀬藤光利

島津評論 (66 巻 1, 2 号, 2009, 53-59)

## 1.10 ナノ構造物性（野末）グループ

### 平成 21 年度の研究活動概要

スタッフは野末泰夫，鷹岡貞夫，中野岳仁，荒木新吾の4名である。

ゼオライト結晶の配列したナノ空間を用いて新しいナノ構造物質を作成し，種々の物性測定を行っている。網目構造をもつアルミノケイ酸塩の一種のゼオライトXでは，図 1.19 に示したように，その骨格 (FAU 構造) は  $\beta$  ケージと呼ばれる内径約  $7\text{\AA}$  の細孔がダイヤモンド構造で規則正しく配列している。同様に，その間には内径約  $13\text{\AA}$  のスーパーケージが同じくダイヤモンド構造で配列している。このような3次的に配列したナノ空間にゲスト物質を導入してナノクラスターが配列した物質系を作成し，クラスターの新しい電子状態とその間の相互作用によって発現する新奇な電子物性を研究している。

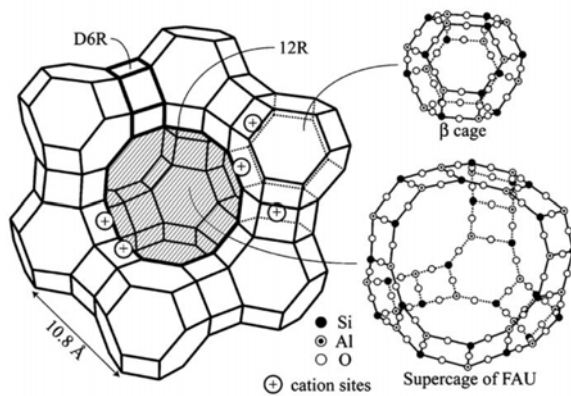


図 1.19:  $\beta$  ケージとスーパーケージがそれぞれダイヤモンド構造で配列したアルミノ珪酸塩ゼオライト X の FAU 骨格構造の模式図。本研究では骨格に含まれる Al と Si が等しい low-silica X (LSX) を用いている。負に帯電した骨格の電荷補償のために，骨格のすき間には Na や K の陽イオンが分布し，そこに外部からアルカリ金属を吸蔵して試料を作成する。

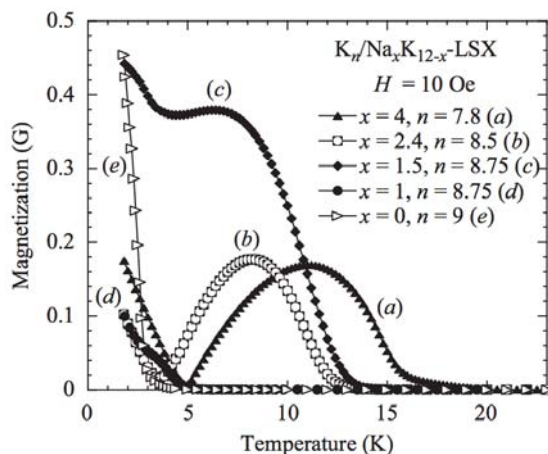


図 1.20: 陽イオンが  $\text{Na}_x\text{K}_{12-x}$  で与えられるゼオライト LSX に外部からカリウム原子  $\text{K}_n$  を吸蔵させると， $x = 4$  で観測されるネールの N 形フェリ磁性は， $x$  の減少とともに様子を大きく変えることが見いだされた。

本研究では骨格に含まれる Al と Si が等しい low-silica X (LSX) を用いている。アルミノ珪酸塩骨格は Al の数だけ負に帯電しており，化学式は  $\text{Al}_{12}\text{Si}_{12}\text{O}_{48}$  と表示される。骨格との電荷バランスのために陽イオン  $\text{Na}_x\text{K}_{12-x}$  が分布しており，イオン交換で容易に入れ変えることができる。 $x = 4$  のゼオライト LSX に外部からカリウム原子を  $n \approx 8$  個吸蔵させる

と、補償温度で自発磁化がゼロになる典型的なネールの N 形フェリ磁性が観測される (図 1.20(a) 参照)。このとき、ふたつの非等価な磁気副格子を仮定し、その間に反強磁性相互作用を与える必要がある。もっとも可能性の高いモデルは、 $\beta$  ケージの副格子とスーパーケージの副格子である。この磁性は  $x$  の値を変えると顕著に変化する事が見いだされた。しかし、これは、磁気副格子の磁気モーメントの大きさや相互作用が  $x$  に依存するというだけでは説明できない。しかも、スーパーケージのネットワークは金属状態にあるので、金属のフェルミ面の下に  $\beta$  ケージの局在磁気モーメントを考え、電子相関を含めた全体像を把握する必要がある。つまり、 $\beta$  ケージに電子がひとつ入り、磁気モーメントを形成することができるが、もし二個目の電子が  $\beta$  ケージに入った場合、その間の斥力によるエネルギー上昇  $U$  によってフェルミエネルギーより高くなれば、二個目の電子は入らずに、磁気モーメントは維持される。しかし、1 電子が占有した状態がフェルミエネルギーに近づいた場合は、混合原子価状態も考慮する必要が出てくる。フェリ磁性とその吸蔵量依存性を説明するためには、スーパーケージによる narrow band を考え、フェルミエネルギーの状態密度を高くしなくてはならない。このような系において、全体からすればわずかな Na イオン数  $x$  の変化に依存して磁性を大きく変化すること説明しなくてはならない。

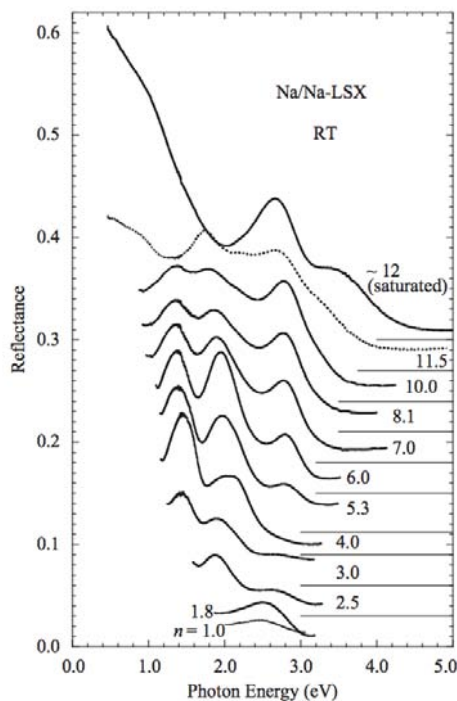


図 1.21: 吸蔵前のゼオライト LSX の 12 個の陽イオンが全て Na で与えられるものに外部からナトリウム原子  $\text{Na}_n$  を吸蔵させると、低吸蔵濃度では光学スペクトルには吸収端が観測され、絶縁体であることが示される。しかし、吸蔵量を増加させると、 $n \approx 11$  付近を境にして突然金属状態に変化し、 $n \approx 12$  では反射スペクトルに顕著なプラズマ端が見いだされる。

次に、全てのイオンを Na とし ( $x = 12$ )、そこに Na 原子を吸蔵させた系において、光学スペクトルを中心に研究を行った。図 1.21 に示すように、Na クラスターによる反射ピークが観測される。飽和吸蔵の  $n \approx 12$  を除いて、低エネルギー側では吸収端が観測されることから、この系は絶縁体になっていると考えられる。しかし、飽和吸蔵に近づくと、 $n \approx 11$  付近を境にして反射スペクトルは突然変化し、低エネルギー側にはプラズマ端が顕著に観測される。これはこの系が突然金属状態に変化したことを示している。

## 学術雑誌に出版された論文

**Fast muon spin relaxation in ferromagnetism of potassium clusters in zeolite A**

T. Nakano<sup>s</sup>, J. Matsumoto<sup>m</sup>, T. C. Duan<sup>s</sup>, I. Watanabe<sup>s</sup>, T. Suzuki, T. Kawamata, A. Amato, F. L. Pratt and Y. Nozue<sup>s</sup>  
Physica B **404** (2009) 630-633.

 **$\mu$ SR study on ferromagnetic properties of Rb clusters incorporated into zeolite A**

T. C. Duan<sup>s</sup>, T. Nakano<sup>s</sup>, J. Matsumoto<sup>m</sup>, R. Suehiro<sup>m</sup>, I. Watanabe<sup>s</sup>, T. Suzuki, T. Kawamata, A. Amato, F. L. Pratt and Y. Nozue<sup>s</sup>  
Physica B **404** (2009) 634-637.

**Muon spin relaxation in hydrogen tungsten bronze**

M. Mihara<sup>s</sup>, K. Shimomura, I. Watanabe<sup>s</sup>, Y. Ishii, T. Suzuki, D. Nishimura, J. Komurasaki, K. Nishiyama, R. Kadono, S. Takai and T. Nakano<sup>s</sup>  
Physica B **404** (2009) 801-803.

**Antiferromagnetic Resonance in Sodium Clusters in Sodalite**

T. Nakano<sup>s</sup>, T. Kashiwagi, A. Hanazawa<sup>m</sup>, K. Watanabe, M. Hagiwara and Y. Nozue<sup>s</sup>  
J. Phys. Soc. Jpn. **79** (2009) 084723-1 ~ 5.

**Strong Dependence of Ferrimagnetic Properties on Na Concentration in Na-K Alloy Clusters Incorporated in Low-Silica X Zeolite**

D. T. Hanh<sup>d</sup>, T. Nakano<sup>s</sup> and Y. Nozue<sup>s</sup>  
J. Phys. Chem. Solids **71** (2010) 677-680.

**NMR Property of Sodalite Loaded with Potassium**

M. Igarashi, T. Nakano<sup>s</sup>, A. Goto, K. Hashi, T. Shimizu, A. Hanazawa<sup>m</sup>, Y. Nozue<sup>s</sup>  
J. Phys. Chem. Solids **71** (2010) 638-641.

**Antiferromagnetic resonance study of sodalite loaded with sodium by multi-frequency ESR**

T. Kashiwagi, T. Nakano<sup>s</sup>, A. Hanazawa<sup>m</sup>, Y. Nozue<sup>s</sup>, M. Hagiwara  
J. Phys. Chem. Solids **71** (2010) 544-547.

**Insulating state of Na clusters and their metallic transition in low-silica X zeolite**

T. Nakano, T. Mizukane and Y. Nozue  
J. Phys. Chem. Solids **71** (2010) 650-653.

**Magnetic properties of Na-K clusters in low-silica X zeolite doped by pressure loading**

N. H. Nam<sup>s</sup>, T. Ohtsu<sup>m</sup>, T. Araki<sup>m</sup>, S. Araki<sup>s</sup> and Y. Nozue<sup>s</sup>  
J. Phys.: Conf. Ser. **200** (2010) 012062-1 ~ 4.

**Ionothermal Synthesis of Extra-Large-Pore Open-Framework Nickel Phosphite  $5\text{H}_3\text{O} \cdot [\text{Ni}_8(\text{HPO}_3)_9\text{Cl}_3] \cdot 1.5\text{H}_2\text{O}$ : Magnetic Anisotropy of the Antiferromagnetism**

H. Xing, W. Yang, T. Su, Y. Li, J. Xu, T. Nakano<sup>s</sup>, J. Yu and R. Xu  
Angew. Chem. Int. Ed. **49** (2010) 2328-2331.

**Electrical and thermoelectrical properties of SnTe-based films and superlattices**

A. Ishida, T. Yamada, T. Tsuchiya, Y. Inoue, S. Takaoka<sup>s</sup> and T. Kita  
Appl. Phys. Lett. **95** (2009) 122106.

**国際会議における講演等****Novel Magnetic Properties of Alkali-Metal Clusters Arrayed in Regulated Nano-Spaces of Zeolite Crystals**

T. Nakano<sup>s\*</sup>

Workshop on Functional Magnetic Materials ( April 23, 2009, Surabaya, Indonesia, 参加者数約 50 名 )

**Electrical resistivity of zeolite LSX loaded with potassium metal**

S. Araki<sup>s\*</sup>, A. Owaki<sup>m</sup>, K. Inoue<sup>m</sup>, Y. Kubo<sup>m</sup>, N. H. Nam<sup>s</sup> and Y. Nozue<sup>s</sup>

15th International Symposium on Intercalation Compounds ( Beijing, China, May. 11-15, 2009, 参加者数約 300 名 )

**Strong dependence of ferrimagnetic properties on Na concentration in Na-K alloy clusters incorporated in low-silica X zeolite**

D. T. Hanh<sup>d</sup>, T. Nakano<sup>s</sup> and Y. Nozue<sup>s\*</sup>

15th International Symposium on Intercalation Compounds ( Beijing, China, May. 11-15, 2009, 参加者数約 300 名 )

**NMR Property of Sodalite Loaded with Potassium**

M. Igarashi<sup>\*</sup>, T. Nakano<sup>s</sup>, A. Goto, K. Hashi, T. Shimizu, A. Hanazawa<sup>m</sup>, Y. Nozue<sup>s</sup>

15th International Symposium on Intercalation Compounds ( Beijing, China, May. 11-15, 2009, 参加者数約 300 名 )

**Antiferromagnetic resonance study of sodalite loaded with sodium by multi-frequency ESR**

T. Kashiwagi<sup>\*</sup>, T. Nakano<sup>s</sup>, A. Hanazawa<sup>m</sup>, Y. Nozue<sup>s</sup>, M. Hagiwara

15th International Symposium on Intercalation Compounds (Beijing, China, May. 11-15, 2009, 参加者数約 300 名)

**Insulating state of Na clusters and their metallic transition in low-silica X zeolite**

T. Nakano<sup>s\*</sup>, T. Mizukane<sup>m</sup> and Y. Nozue<sup>s</sup>

15th International Symposium on Intercalation Compounds (Beijing, China, May. 11-15, 2009, 参加者数約 300 名)

**Electrical resistivity of zeolite A loaded with Rb and K metals**

N. H. Nam<sup>s\*</sup>, Y. Kubo<sup>m</sup>, A. Owaki<sup>m</sup>, T. C. Duan<sup>s</sup>, S. Araki<sup>s</sup> and Y. Nozue<sup>s</sup>

15th International Symposium on Intercalation Compounds (Beijing, China, May. 11-15, 2009, 参加者数約 300 名)

**Novel Properties of Correlated Electrons in Alkali-Metal Clusters Incorporated in Regular Nanospace of Zeolite Crystals**

Y. Nozue<sup>s\*</sup>

Croatian-Japanese Workshop on Materials Science (Zagreb, Croatia, 29-30 June 2009, 参加者数約 50 名)

 **$\mu$ SR study on antiferromagnetism of alkali-metal clusters incorporated in zeolite sodalite**

T. Nakano<sup>s\*</sup>, R. Suehiro<sup>m</sup>, A. Hanazawa<sup>m</sup>, K. Watanabe<sup>m</sup>, I. Watanabe<sup>s</sup>, A. Amato, F. L. Pratt and Y. Nozue<sup>s</sup>

International Conference on Magnetism (ICM) (July 26-31, 2009, Karlsruhe, Germany, 参加者数約 2,000 名)

**Magnetic properties of Na-K clusters in low-silica X zeolite doped by pressure loading**

N. H. Nam<sup>s\*</sup>, T. Ohtsu<sup>m</sup>, T. Araki<sup>m</sup>, S. Araki<sup>s</sup> and Y. Nozue<sup>s</sup>

International Conference on Magnetism (ICM) (July 26-31, 2009, Karlsruhe, Germany, 参加者数約 2,000 名)

**Exotic Magnetism of Alkali-Metal Clusters Arrayed in Periodic Nanospaces of Zeolite Crystals**

T. Nakano<sup>s\*</sup> and Y. Nozue<sup>s</sup>

International Workshop on Advanced Materials and Nanotechnology 2009 (IWAMN 2009)  
(Hanoi, Vietnam, 24-25 November 2009, 参加者数約 120 名)

日本物理学会, 応用物理学会等における講演

ゼオライト LSX 中の Na-K クラスターのフェリ磁性強磁場磁化過程 III

中野岳仁<sup>s\*</sup>, ズオン・ティ・ハン<sup>d</sup>, 後藤輝生<sup>m</sup>, 松尾晶, 金道浩一, 野末泰夫<sup>s</sup>

日本物理学会 2009 年秋季大会 (熊本大学, 2009 年 9 月 25 日-28 日)

ゼオライト LSX 中の Na-K クラスターにおけるフェリ磁性・強磁性の K 吸蔵量依存性と Na 量依存性について

グエン・ホアング・ナム<sup>s</sup>, ズオン・ティ・ハン<sup>d</sup>, 荒木崇志<sup>m</sup>, 荒木新吾<sup>s</sup>, 中野岳仁<sup>s</sup>, 野末泰夫<sup>s\*</sup>

日本物理学会 2009 年秋季大会 (熊本大学, 2009 年 9 月 25 日-28 日)

アルカリ金属を吸着したソダライトの NMR (III)

五十嵐睦夫<sup>\*</sup>, 中野岳仁<sup>s</sup>, 後藤敦, 端健二郎, 清水禎, 花澤宏文<sup>m</sup>, 野末泰夫<sup>s</sup>

日本物理学会 2009 年秋季大会 (熊本大学, 2009 年 9 月 25 日-28 日)

ゼオライト LSX 中の Na-K クラスターにおけるフェリ磁性

ズオン・ティ・ハン<sup>s\*</sup>, 中野岳仁<sup>s</sup>, 野末泰夫<sup>s</sup>

日本物理学会第 65 回年次大会 (岡山大学, 2010 年 3 月 20 日-23 日)

中性子回折で見たソーダライト中のアルカリ金属クラスターの反強磁性秩序

中野岳仁<sup>s\*</sup>, 花澤宏文<sup>m</sup>, 松浦直人, 加賀山朋子, 廣田和馬, 野末泰夫<sup>s</sup>

日本物理学会第 65 回年次大会 (岡山大学, 2010 年 3 月 20 日-23 日)

ゼオライト A 中の K クラスターの圧力ドーピングによる構造変化

田中邦明<sup>m\*</sup>, 下堂康太<sup>m</sup>, 中野岳仁<sup>s</sup>, 加賀山朋子, 野末泰夫<sup>s</sup>

日本物理学会第 65 回年次大会 (岡山大学, 2010 年 3 月 20 日-23 日)

Na を飽和吸蔵したゼオライト LSX の NMR 特性

五十嵐睦夫<sup>\*</sup>, 中野岳仁<sup>s</sup>, 後藤敦, 端健二郎, 清水禎, 水金貴裕, ファム・タン・ティ<sup>m</sup>, 野末泰夫<sup>s</sup>

日本物理学会第 65 回年次大会 (岡山大学, 2010 年 3 月 20 日-23 日)

## 1.11 竹田グループ

### 平成 21 年度の研究活動概要

スタッフ 竹田精治 (教授)、香山正憲 (招へい教授)、河野日出夫 (准教授)、吉田秀人 (特任研究員)

活動概要 我々は、様々な電子顕微鏡法に立脚して、半導体などの自己形成ナノ構造や格子欠陥の生成メカニズム、構造、性質を研究している。平成 21 年度の研究成果のいくつかを以下に示す。

**金属ナノ粒子の触媒メカニズムの解明** 金属ナノ粒子は、触媒科学、燃料電池などのエネルギー・環境技術、ナノテクノロジーに関わる分野において、最も重要な材料の一つである。金属ナノ粒子による気体分子の化学反応の促進やナノワイヤーの生成は、既に応用・実用化させている。しかし、それらのメカニズムは未解明である。環境制御型・高分解能透過型電子顕微鏡観察に加えて、触媒化学的測定及び第一原理計算により、触媒メカニズムを原子構造的・電子構造的に解明することを目指している。(科学研究費、特別推進研究「金属ナノ触媒粒子の気体反応メカニズムの原子構造的・電子構造的解析」H19-H23)

**カーボンナノチューブ生成その場観察** カーボンナノチューブの生成メカニズムについては不明な点が多く、構造と特性の揃ったナノチューブを合成する方法も分かっていない。我々は、鉄触媒から成長するカーボンナノチューブを、新規に開発した環境制御型・高分解能透過型電子顕微鏡を利用して、世界に先駆けて、原子スケールで直接観察することに成功した(図 1.22)。これまでの常識を覆し、鉄触媒は原料となるカーボンを大量に吸い込んだカーバイド結晶であり、カーボンナノチューブが成長し始めると、その原子配列は時間と共にゆらいていることが明らかとなった。生成メカニズムの本質に迫る発見であり、今後、特性の揃ったカーボンナノチューブを作り分ける合成方法の確立につながると期待している。

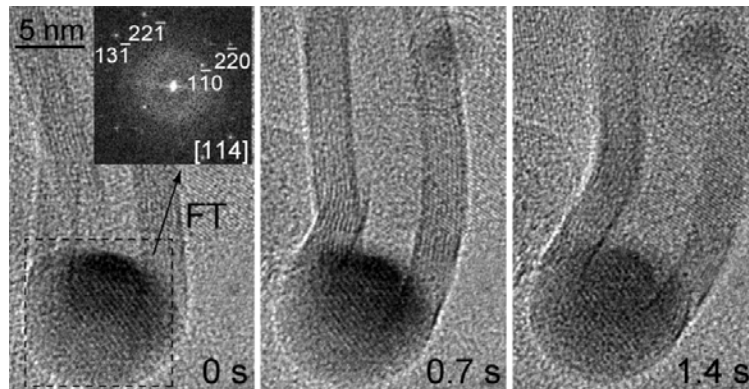


図 1.22: カーボンナノチューブ成長のその場観察



シリコンナノチェーンのジュール加熱によるチューブ化 カarbonコートされたシリコンナノチェーンを電子顕微鏡内でジュール加熱することにより、カーボンのナノチューブが形成することを見出した。

SiC ナノワイヤのジュール加熱によるカーボンナノ構造生成 SiC ナノワイヤを電子顕微鏡内でジュール加熱することにより、グラファイト化がおり、カーボンナノ構造が生成することを見出した。

SiC ナノワイヤ/Au ナノ粒子複合システムにおける抵抗スイッチング SiC ナノワイヤ上に Au ナノ粒子を分散した複合システムにおいて、パルス電圧印加により抵抗スイッチングが起こることを見出した。

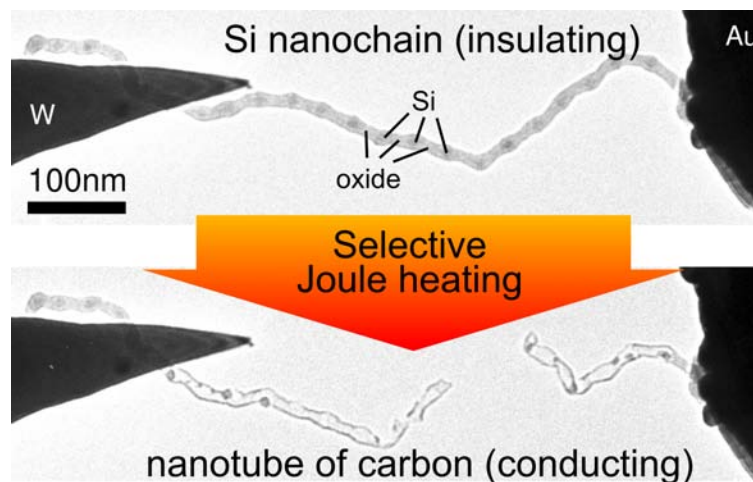


図 1.23: シリコンナノチェーンのジュール加熱によるナノチューブ形成

共同研究 以下の研究機関と共同研究を行った。

- 首都大学東京
- 産業技術総合研究所関西センター
- 東北大学金属材料研究所
- 大阪大学ナノサイエンスデザイン教育研究センター

学術雑誌に出版された論文

**Transformation of a SiC nanowire into a carbon nanotube**

Hideo Kohno<sup>s</sup>, Yuhki Mori<sup>m</sup>, Satoshi Ichikawa, Yutaka Ohno, Ichiro Yonenaga, and Seiji Takeda<sup>s</sup>

Nanoscale 1 (2009) 344-346.

**Structure and stability of Au rods on TiO<sub>2</sub>(110) surfaces by first-principles calculations**Hongqing Shi, Masanori Kohyama, Shingo Tanaka, and Seiji Takeda<sup>s</sup>Phys. Rev. B **80** (2009) 155413.**Atomic-Scale Analysis on the Role of Molybdenum in Iron-Catalyzed Carbon Nanotube Growth**Hideto Yoshida<sup>s</sup>, Takuma Shimizu<sup>m</sup>, Tetsuya Uchiyama<sup>d</sup>, Hideo Kohno<sup>s</sup>, Yoshikazu Homma and Seiji Takeda<sup>s</sup>Nano Letters **9** (2009) 3810-3815.**Converting an insulating silicon nanochain to a conducting carbon nanotube by electrical breakdown**Takafumi Nogami<sup>m</sup>, Yutaka Ohno, Satoshi Ichikawa, and Hideo Kohno<sup>s</sup>Nanotechnology **20** (2009) 335602.**Resistance switching in a SiC nanowire/Au nanoparticle network**Yuhki Mori<sup>m</sup> and Hideo Kohno<sup>s</sup>Nanotechnology **20** (2009) 285705.**国際会議における講演等****Statistical properties of stacking sequences in SiC nanowires**Hideo Kohno<sup>s,\*</sup>, Hideto Yoshida<sup>s</sup>, Satoshi Ichikawa, Seiji Takeda<sup>s</sup>

ALC'09, Dec 6-11, 2009, Maui, USA

**High-resolution environmental transmission electron microscopy observation of nanoparticle catalysts in gases**Hideto Yoshida<sup>s,\*</sup>, Tetsuya Uchiyama<sup>d</sup>, Hideo Kohno<sup>s</sup>, Yoshikazu Homma, Seiji Takeda<sup>s</sup>

ALC'09, Dec 6-11, 2009, Maui, USA

**Transformation of insulating Si nanochains into conducting carbon nanotubes by electrical breakdown**Hideo Kohno<sup>s,\*</sup>, Takafumi Nogami<sup>m</sup>, Yutaka Ohno, and Satoshi Ichikawa

ALC'09, Dec 6-11, 2009, Maui, USA

**Atomic scale in-situ observation of metal nanoparticle catalysts by environmental transmission electron microscopy**S. Takeda<sup>s,\*</sup>, H. Yoshida<sup>s</sup>, T. Uchiyama<sup>d</sup>, H. Kohno<sup>s</sup>, S. Ichikawa

The Twelfth Frontiers of Electron Microscopy in Materials Science, Nagasaki, September, 2009.

**Resistance switching in a SiC nanowire/Au nanoparticle network**

Y. Mori<sup>m,\*</sup>, H. Kohno<sup>s</sup>, and S. Takeda<sup>s</sup>

5th Handai Nanoscience and Nanotechnology International Symposium (September, 2009),  
Osaka University, Japan

**Transformation of an insulating silicon nanochain into a conducting carbon nanotube by selective Joule heating**

H. Kohno<sup>s,\*</sup>, T. Nogami<sup>m</sup>, Y. Ohno, S. Ichikawa, and S. Takeda<sup>s</sup>

5th Handai Nanoscience and Nanotechnology International Symposium (September, 2009),  
Osaka University, Japan

**Transformation of insulating nanowires into carbon nanotubes by applying an electric current**

H. Kohno<sup>s,\*</sup>, T. Nogami<sup>m</sup>, Y. Ohno, S. Ichikawa

22nd International Microprocesses and Nanotechnology Conference (November, 2009),  
Sapporo, Japan

**Resistance switching in a SiC nanowire/Au nanoparticle network**

Y. Mori<sup>m,\*</sup>, H. Kohno<sup>s</sup>, and S. Takeda<sup>s</sup>

22nd International Microprocesses and Nanotechnology Conference (November, 2009),  
Sapporo, Japan

日本物理学会，応用物理学会等における講演

個々のシリコンナノチェーンの電氣的ブレイクダウン

野上隆<sup>m</sup>，河野日出夫<sup>s,\*</sup>，市川聡，大野裕，米永一郎，竹田精治<sup>s</sup>

応用物理学会、筑波大学、2009年4月

SiC ナノワイヤ/Au ナノ粒子ネットワークにおける抵抗スイッチング

河野日出夫<sup>s,\*</sup>、森祐揮<sup>m</sup>、竹田精治<sup>s</sup>

応用物理学会、富山大学、2009年9月

電氣的ブレイクダウンによるシリコンナノチェーン/カーボンナノチューブ変換

河野日出夫<sup>s,\*</sup>、野上隆文<sup>m</sup>、市川聡、大野裕、竹田精治<sup>s</sup>

応用物理学会、富山大学、2009年9月

**電氣的ブレイクダウンによるシリコンナノチェーン/カーボンナノチューブ変換**河野日出夫 <sup>s,\*</sup>、野上隆文 <sup>m</sup>、市川聡、大野裕、竹田精治 <sup>s</sup>

日本物理学会、熊本大学、2009年9月

**SiC ナノワイヤ/Au ナノ粒子ネットワークにおける抵抗スイッチング**森祐揮 <sup>m,\*</sup>、河野日出夫 <sup>s</sup>、竹田精治 <sup>s</sup>

日本物理学会、熊本大学、2009年9月

**カーボンナノチューブ生成における不純物添加効果の環境制御型 TEM による解析**吉田秀人 <sup>s,\*</sup>、清水拓真 <sup>m</sup>、内山徹也 <sup>d</sup>、河野日出夫 <sup>s</sup>、竹田精治 <sup>s</sup>

日本物理学会、熊本大学、2009年9月

**Pt/CeO<sub>2</sub> 触媒のガス中環境 TEM 観察**吉田秀人 <sup>s,\*</sup>、河野日出夫 <sup>s</sup>、秋田知樹、香山正憲、春田正毅、竹田精治 <sup>s</sup>

日本物理学会、熊本大学、2009年9月

## 1.12 素粒子理論グループ

### 平成 21 年度の研究活動概要

本グループでは、現象論から統一理論、超弦理論まで、素粒子論の広範囲の分野をカバーし、多岐に渡る理論的研究を行なっている。以下に、2009 年度の研究概要を研究テーマごとに紹介する。

#### 3 次元重力理論

堀田, 百武, 窪田, 西中, 谷田は, 3 次元 Einstein 重力に負の宇宙定数と重力 Chern-Simons 項を加えた理論における AdS/CFT 対応を研究した。境界の場の理論におけるくりこみ群の流れ, 左右非対称な Zamolodchikov の C-関数, 重力異常等々を, バルクの重力理論の Hamilton 形式を用いて定式化した。

また, 堀田, 窪田, 西中は, 3 次元 Einstein 重力に負の宇宙定数と重力 Chern-Simons 項を加えた理論の代数構造を研究した。バルクの重力理論において, ある種のスケールリングの操作を適用した場合, 境界の場の理論の Virasoro 代数が, 最近関心を呼んでいる Galilei 的な共形代数に極めて自然に移行することを指摘した。この無限次元代数には 2 種類の中心拡大が含まれており, この中心拡大を用いてバルク重力理論のブラックホールのエントロピーを与える公式を導出した。

#### インターフェイス共形場理論と AdS/CFT 対応

2 つの共形場理論をつなぐ壁 (インターフェイス) のうち, スケール不変性をこわさないものを共形インターフェイス, そのような壁の入った場の理論をインターフェイス共形場理論と呼ぶ。山口は 4 次元  $N=4$  超対称 Yang-Mills 理論においてインターフェイス共形場理論を考察し, 特にカイラル・プライマリー演算子の 1 点関数を半古典近似で求めた。一方, AdS/CFT 対応においては, この量は D プレーンを挿入したうえでの GKPW 処方によって計算できる。これらを比較した結果, 定性的な一致を見たが, 定量的には異なることが分かった。これは強結合領域と弱結合領域が素朴な解析接続では結びついていないことを表している。

#### Conifold における BPS 状態の数え上げの壁越え現象

超弦理論を Calabi-Yau 多様体でコンパクト化した場合, 4 次元で  $N=2$  の超対称性をもつ理論になる。この理論の BPS 状態のスペクトルは, 連続パラメーターの変形により「壁越え」と呼ばれる飛びが生じる。特に Calabi-Yau 多様体として conifold をとって来て D6-D2-D0 の結合状態を数えると図 1.24 のような結晶の描像になる。山口と西中は conifold で D4-D2-D0 の BPS 状態の数え上げの問題を考察した。Kontsevich-Soibelman の壁越え公式を用いることにより, 様々な部屋での BPS 状態の数の生成関数を得た。特に flop を含むような壁越えを考えることにより D4 プレーンのトポロジーが変わる場合 (図 1.25) についても BPS 状態の数がどのように変化するかを完全に計算した。これらの結果は, これまで知られていた曲率が小さい極限での結果と無矛盾であり, それらの間の量子効果が大きい部分を完全につないだ最初の結果である。

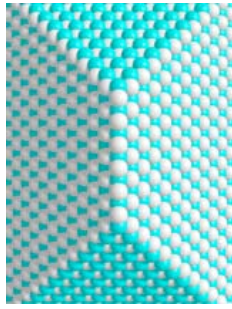


図 1.24: Conifold の結晶

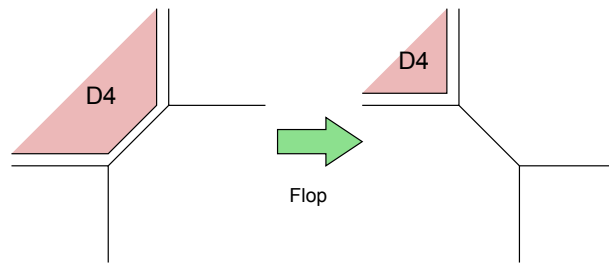


図 1.25: Flop と D4 プレーン

### ホログラフィック QCD

QCD 強結合領域は高次元重力/弦理論によって定式化されうる。超弦理論において発見されたゲージ/重力対応は、ある曲がった時空での古典重力理論によって強結合ゲージ理論が等価に記述されることを主張する。この概念を幅広い物理に応用する研究は盛んに研究されており、QCD への応用はホログラフィック QCD とよばれる一つの研究領域となっている。なかでも、酒井・杉本模型とよばれる模型はホログラフィック QCD のもっとも成功した模型だと言われている。

酒井・杉本模型にクォーク質量を含めることは残されている課題である。この模型は QCD のカイラル対称性を尊重しており、クォーク質量がゼロの QCD をうまく実現している。しかし、現実の QCD ではクォーク質量はゼロではない。とくに、ストレンジクォークは約 100MeV という小さくない質量を持っており、酒井・杉本模型で現実の QCD に立ち向かうためにはストレンジクォーク質量が真摯に取り扱われるべきである。

石井は、クォーク質量がある場合にホログラフィック QCD から有意な結果を導きだせるかに着目した研究をおこなった。そこでは 3 フレーバーのクォーク質量を酒井・杉本模型に含めたときに、その最も簡単な帰結としてバリオン質量のスペクトルがこの寄与でどれだけ変化するかを調べた。現実の QCD との比較としてクォーク質量がゼロの場合のバリオン質量の縮退がどの程度解けるか評価した。結果は定性的によい振る舞いを示していることが分かった。

### 格子 QCD

大野木は深谷英則（当時名古屋大学）らとともに、QCD におけるカイラル対称性の破れの研究を行なった。QCD におけるディラック演算子の低エネルギーでの固有値分布はカイラル凝縮の秩序パラメータと関係付けられる。低エネルギー有効理論の予言と格子 QCD 計算の詳細な比較から自発的対称性の破れが確かに起こっていることを検証するとともに、有効理論のパラメータの一つであるカイラル凝縮パラメータの決定を行なった。

また、大野木、新谷らは格子 QCD によって求めたクォークの真空偏極関数の高エネルギー側の振る舞いと QCD の連続理論での摂動の 3 ループレベルでの演算子展開と予言との比較を行なうことにより、強い相互作用の結合定数を決定し  $\alpha_s^{\overline{MS}}(M_Z) = 0.1181(3)_{(-4)}^{(+13)}$  という結果を得た。これはこれまでの様々な決定方法の中で、もっとも精度のよい結果の一つであ

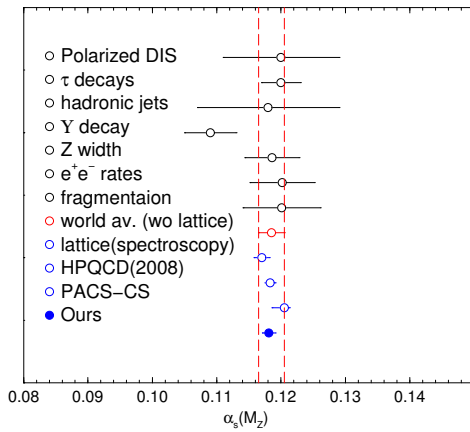


図 1.26: 様々な方法による強い結合定数の決定値の比較

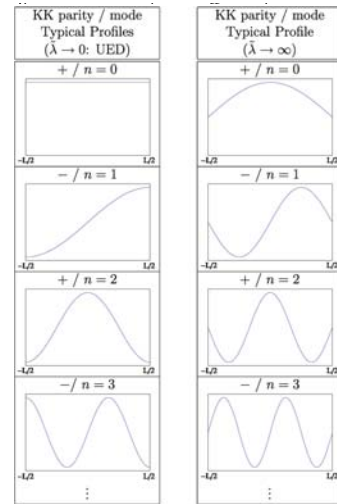


図 1.27: 波動関数の変化

る。(図 1.26 参照)

### 余剰次元理論

波場、植草は、余剰次元理論における超対称性の破れについて調べた。ブレン相互作用を導入することにより、超対称変換のもとでの全微分項が打ち消し合いによりゼロになるような超対称作用をインターバル上で構築した。この枠組みで自発的超対称性の破れが起こり得る。また、この超対称性の破れは質量のない R アクシオンを含まないので、現象論的に好ましいものになっている。

波場、尾田、高橋は、TeV スケールの半径でオービフォールド  $S^1/Z_2$  (あるいは線分) にコンパクト化された余次元のバルク中に、標準模型のヒッグス場とゲージ場が飛ぶような模型において、境界上のヒッグス・ポテンシャル、およびヒッグス場のディリクレ境界条件の影響を調べる研究を行った。一番の発見は、境界ポテンシャル(あるいはディリクレ境界条件)によってバルク・ヒッグス場の余次元方向の波動関数の振る舞いが大きく変わる、という事である。図 1.27 の左側の図が、境界ポテンシャルが存在しない場合であり、右側が存在する場合である。上から下の順に、一番軽いカルツァ・クライン・モードから 4 番目に重いモードまでをプロットした。横軸は余次元方向であり、縦軸は波動関数の大きさ。

特に、一番上に示された軽いモードについては、右側の境界ポテンシャル(あるいはディリクレ境界条件)の影響のある場合については、波動関数が境界に存在しない事が分かる。もしトップ・クォークが境界に局在化していた場合、ヒッグス場の物理的モードとトップクォークは結合しなくなることを意味し、これは実際に LHC で観測可能であると期待される。また、最も軽いヒッグス場が、電弱精密測定と矛盾することなく TeV 程度の質量を持つことも可能で、この場合、ヒッグス場は W ボソンのペアに急速に崩壊し、その幅が質量と同程度になる。この意味でヒッグス場は不可視となる。

### ゲージ・ヒッグス統合理論、安定なヒッグスボゾン、暗黒物質

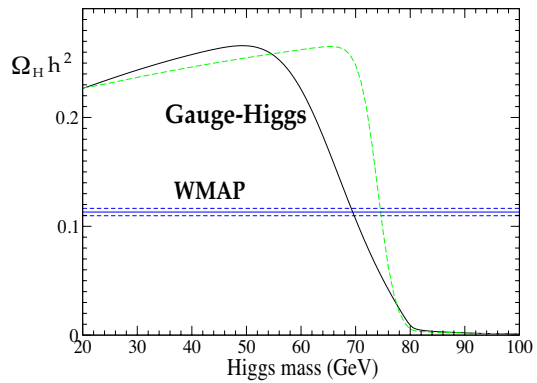
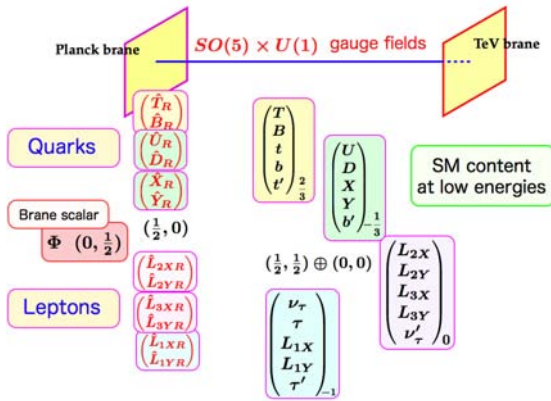


図 1.28: ゲージ・ヒッグス統合理論 図 1.29: ヒッグスポゾン質量と暗黒物質の質量密度

標準理論で唯一見つからないのがヒッグス粒子である。このヒッグス粒子が近い将来、LHC の実験で発見されると予想される。標準理論では、電弱対称性を破るためにヒッグス場が導入される。細谷は 1983 年、余剰次元が単連結でない時空上でのゲージ理論では、余剰次元におけるアハロノフ・ボーム (AB) 位相の量子効果によりゲージ対称性が自発的に破れうることを示した。これは細谷メカニズムと呼ばれる。

細谷、野田、植草は、この細谷メカニズムを電弱統合理論に適用し、5 次元 Randall-Sundrum(RS) ワープ空間上で  $SO(5) \times U(1)$  ゲージ理論を構築した。(図 1.28 参照) 低エネルギーで観測されているクォーク・レプトンの質量スペクトルが再現される。トップクォークの寄与で、電弱対称性の自発的破れが量子効果で自然に起る。余剰次元での AB 位相  $\theta_H$  はダイナミックスの結果、 $\pi/2$  となる。クォーク・レプトンのゲージ結合は、標準模型とほぼ同じになるが、微少なずれがあらわれる。

細谷、田中、Ko は、このゲージ・ヒッグス統合理論ではヒッグスポゾンが厳密に安定になることを証明した。4 次元の理論ではあり得ないことである。安定なヒッグスポゾンは、宇宙の膨張過程で対消滅過程が凍結し、現在の宇宙の暗黒物質になる。4 次元ヒッグス場  $H$  と  $W, Z$  ボソン、フェルミオンの有効相互作用が  $\hat{\theta}_H = \theta_H + (H/f_H)$  ( $f_H = 246 \text{ GeV}$ ) を使って

$$\mathcal{L}_{\text{eff}} \sim -m_W^2 \sin^2 \hat{\theta}_H W_\mu^\dagger W^\mu - \frac{1}{2} m_Z^2 \sin^2 \hat{\theta}_H Z_\mu Z^\mu - \sum_f m_f \sin \hat{\theta}_H \bar{\psi}_f \psi_f$$

となることを用い、安定なヒッグスポゾンによる暗黒物質の量を計算した。WMAP データを再現するには、ヒッグスポゾンの質量が 70 GeV 位で無ければならないことが示された。(図 1.29 参照)

ユカワオン模型

物質の基本粒子であるクォークとレプトンの統一理論の探求において、質量スペクトルと混合の問題は、大変重要な手がかりを与えてくれる。標準模型では、それら質量スペクトルと混合を与えるものは「湯川結合定数」 $(Y_f)_{ij}$  であり、これらの値は「理論における基本定



数」という位置づけになっている。しかし、自然の基本法則において、基本定数がそんなに多いとは考えにくい。そこで、あるスカラー粒子「ユカワオン」 $Y_f$  が存在し、その真空期待値  $\langle Y_f \rangle$  が湯川結合定数の正体であるとする「ユカワオン模型」が考え出された。2009年度、小出はこのアイディアに沿って、2つの方向からの研究を行なった。1つは、もともとこのアイディアの動機(出発点)であった「荷電レプトン質量スペクトル」の問題であり、他の1つは、ニュートリノのフレーバー混合をクォークのそれと関連づける現象論的研究である。後者は、ニュートリノ混合をクォークの物理から与えようとする画期的な試みであり、ニュートリノ混合については、観測されている nearly tribimaximal mixing を見事に与えることに成功した。

### ニュートリノ質量模型

波場、広津は、小さな湯川結合なしで TeV スケールシーソー機構により、微小なニュートリノ質量を生成する模型を示唆した。この模型は、一つのヒッグス二重項と微小な真空期待値をもつ一つのヒッグス二重項を標準模型に加えたものである。新しいヒッグス二重項が TeV スケールの質量を持ち、レプトンとしか湯川結合を持たないことから、様々な実験からの制限を満す。軽いアクティブなニュートリノがマヨラナ粒子となるので、この模型はニュートリノの出ない二重ベータ崩壊を预言する。

### $\bar{B} \rightarrow D\tau\bar{\nu}$ における $\tau$ 粒子の偏極

田中と渡邊は、 $\bar{B} \rightarrow D\tau\bar{\nu}$  過程における  $\tau$  粒子の縦偏極について調べた。この縦偏極は、続けて起こる  $\tau \rightarrow \pi\nu$  崩壊の  $\pi$  中間子のエネルギー分布から決定できる。超対称模型で预言される荷電ヒッグス粒子の影響で、 $\bar{B} \rightarrow D\tau\bar{\nu}$  の分岐比と  $\tau$  粒子の縦偏極は共に標準模型の预言からずれるが、それらの間には一意的な関係があることを示した。将来の実験で分岐比の標準模型からのずれが発見された場合、 $\tau$  粒子の縦偏極を測定して、この関係があるかどうか見ることで、ずれの原因が荷電ヒッグス粒子なのかどうかの判断材料になる。

### 超対称模型における中性子のベータ崩壊

窪田は、山中長閑、佐藤透とともに、中性子のベータ崩壊における種々の角度相関に対する超対称性模型特有の効果の研究した。標準模型ではゼロと预言される角度相関のなかに、 $R$ -parity を破る超対称模型で非ゼロと预言されるものがあることを指摘した。super-allowed Fermi transition の最新の解析と PSI の角度相関のデータを統合して、 $R$ -parity を破る結合定数の許容される値の領域を調べた。

### 学術雑誌に出版された論文

**Yukawaon model in the quark sectors and nearly tribimaximal neutrino mixing.**

Yoshio Koide<sup>s</sup>

Phys. Lett. B680 (2009), 76. e-Print: arXiv:0904.1644 [hep-ph]

**Weak boson scattering in Gauge-Higgs Unification.**

Naoyuki Haba<sup>s</sup>, Yutaka Sakamura, Toshifumi Yamashita  
JHEP **0907**, 020 (2009). e-Print: arXiv:0904.3177 [hep-ph]

**Top Yukawa Deviation in Extra Dimension.**

Naoyuki Haba<sup>s</sup>, Kinya Oda<sup>s</sup>, Ryo Takahashi  
Nucl. Phys. B **821** (2009) 74-128. e-Print: arXiv:0904.3813 [hep-ph]

**Left-right asymmetric holographic RG flow with gravitational Chem-Simons term.**

K. Hotta<sup>j</sup>, H. Hyakutake, T. Kubota<sup>s</sup>, T. Nishinaka<sup>j</sup> and H. Tanida<sup>j</sup>  
Phys. Lett. B **680** (2009) 279-1285. e-Print: arXiv:0906.1255 [hep-ph]

**Stable Higgs Bosons as Cold Dark Matter.**

Yutaka Hosotani<sup>s</sup>, Pyungwon Ko, Minoru Tanaka<sup>s</sup>  
Phys. Lett. B **680** (2009) 179-183. e-Print: arXiv:0908.0212 [hep-ph]

**Simple mass relations for bulk fermions.**

Nobuhiro Uekusa<sup>c</sup>  
e-Print: arXiv:0908.0372 [hep-ph]

**Tree-level unitarity in Gauge-Higgs Unification.**

Naoyuki Haba<sup>s</sup>, Yutaka Sakamura, Toshifumi Yamashita  
JHEP **1003**, 069 (2010). e-Print: arXiv:0908.1042 [hep-ph]

**Two-loop corrections and predictability on orbifold.**

Nobuhiro Uekusa<sup>c</sup>  
e-Print: arXiv:0909.0825 [hep-ph]

**Three-flavor quark mass dependence of baryon spectra in holographic QCD.**

Koji Hashimoto, Norihiro Iizuka, Takaaki Ishii<sup>d</sup>, Daisuke Kadoh  
e-Print: arXiv:0910.1179 [hep-th]

**Invisible Higgs consistent with electroweak data.**

Naoyuki Haba<sup>s</sup>, Kinya Oda<sup>s</sup>, Ryo Takahashi  
e-Print: arXiv:0910.3356 [hep-ph]

**Gauge-Higgs Dark Matter.**

Naoyuki Haba<sup>s</sup>, Shigeki Matsumoto, Nobuchika Okada, Toshifumi Yamashita.  
JHEP **1003**, 064 (2010). e-Print: arXiv:0910.3741 [hep-ph]

**Diagonal Kaluza-Klein expansion under brane localized potential.**Naoyuki Haba<sup>s</sup>, Kinya Oda<sup>s</sup>, Ryo Takahashi.

e-Print: arXiv:0910.4528 [hep-ph]

**Mass ratio of W and Z bosons in SU(5) gauge-Higgs unification.**Nobuhiro Uekusa<sup>c</sup>Mod. Phys. Lett. A**25** (2010) 1071-1097. e-Print: arXiv:0910.5554 [hep-ph]**How can CP violation in the neutrino sector be large in a  $2 \leftrightarrow 3$  symmetric model?**Yoshio Koide<sup>s</sup>, Hiroyuki NishiuraInt. J. Mod. Phys. A**25** (2010) 3661. e-Print: arXiv:0911.2279 [hep-ph]**Total-derivative supersymmetry breaking.**Naoyuki Haba<sup>s</sup>, Nobuhiro Uekusa<sup>c</sup>

e-Print: arXiv:0911.2557 [hep-ph]

**The Electroweak gauge couplings in SO(5) x U(1) gauge-Higgs unification.**Yutaka Hosotani<sup>s</sup>, Nobuhiro Uekusa<sup>c</sup>, Shusaku Noda<sup>d</sup>Prog. Theoret. Phys. **123** (2010) 757. e-Print: arXiv:0912.1173 [hep-ph]**Forward-backward asymmetry on Z resonance in SO(5) x U(1) gauge-Higgs unification.**Nobuhiro Uekusa<sup>c</sup>

e-Print: arXiv:0912.1218 [hep-ph]

**Yukawaon Approach to the Sumino Relation for Charged Lepton Masses.**Yoshio Koide<sup>s</sup>Phys. Lett. B**687** (2010) 219-224. e-Print: arXiv:1001.4877 [hep-ph]**Low energy kinetic distribution on orbifolds.**Nobuhiro Uekusa<sup>c</sup>

e-Print: arXiv:1002.1904 [hep-ph]

**Galilean Conformal Algebra in Two Dimensions and Cosmological Topologically Massive Gravity.**Kyosuke Hotta<sup>j</sup>, Takahiro Kubota<sup>s</sup>, Takahiro Nishinaka<sup>j</sup>

e-Print: arXiv:1003.1203 [hep-th]

**Quark Mass Matrix Model for Neutrino Mixing.**Yoshio Koide<sup>s</sup>

e-Print: arXiv:1003.5723 [hep-ph]

**Charged Lepton Mass Spectrum and a Scalar Potential Model.**Yoshio Koide<sup>s</sup>

Phys. Rev. D81 (2010) 097901. e-Print: arXiv:1004.0580 [hep-ph]

**国際会議報告等****Yukawaon model and unified description of quark and lepton mass matrices.**Yoshio Koide<sup>s</sup>**Proceedings of Lepton-Photon 2009 (to appear).** e-Print: arXiv:1001.2075 [hep-ph]**Gauge-Higgs Unification: Stable Higgs Bosons as Cold Dark Matter.**Yutaka Hosotani<sup>s</sup>**Proceedings of SCGT (to appear).** e-Print: arXiv:1003.3129 [hep-ph]**Stable Higgs Bosons - new candidate for cold dark matter -.**Yutaka Hosotani<sup>s</sup>**Proceedings of OMEG10 (to appear).** e-Print: arXiv:1003.6023 [hep-ph]**Black hole/string ball production, possibly at LHC**Kin-ya Oda<sup>s</sup>**Proceedings of 12th Mexican Workshop on Particles and Fields (to appear).**

e-Print: arXiv:1004.0559 [hep-ph]

**国際会議における講演等****Operators in ultraviolet completions for Electroweak collective symmetry breaking**Nobuhiro Uekusa<sup>c</sup>

The International Conference on SUSY09: the /17th International Conference on Supersymmetry and the Unification of Fundamental Interactions (at Northeastern University, Boston, USA, 5-10 June, 2009, 参加者数約 400 名 ).

**Determination of  $\alpha_s$  in 2+1-flavor QCD through vacuum polarization function**Tetsuya Onogi<sup>s,\*</sup>, E. Shintani, S. Aoki, H. Fukaya, S. Hashimoto, N. Yamada

The 27th International Symposium on Lattice Field Theory (at Pekin University, Beijing, China, 25 -31 July, 2009, 参加者数約 300 名 ).

**Yukawaon Model and Unified Description of Quark and Lepton Mass Matrices**Yoshio Koide<sup>s,\*</sup>

The International Conference on The XXIV International Symposium on Lepton and Photon Interactions at High Energies (LP09) (Hamburg, Germany, Aug. 18, 2009, 参加者数約 1000 名 ).

**Left-Right Asymmetric Holographic RG Flow with Gravitational Chern-Simons Term**Takahiro Kubota<sup>s,\*</sup>

The International Conference on Special Topics in Particles, Strings and Branes (at , National Taiwan University, Aug. 21, 2009, 参加者数約 50 名 ).

**Black hole/string ball production, possibly at LHC**Kinya Oda<sup>s,\*</sup>

The International Conference on The XII Mexican Workshop on Particles and Fields 2009 (Mazatlan, Mexico, Nov. 9-14, 2009, 参加者数約 50 名 ).

**Quark Mass Matrix Model for Neutrino Mixing**Yoshio Koide<sup>s,\*</sup>

The International Conference on The International Conference of Neutrino Physics in the LHC Era (Luxor, Egypt, Nov. 15-19, 2009, 参加者数約 400 名 ).

**Gauge-Higgs Unification: Stable Higgs Bosons as Cold Dark Matter**Yutaka Hosotani<sup>s,\*</sup>

The International Conference on SCGT09 (Strong Gauge Coupling Theories in LHC Era) (名古屋大学, 2009 年 12 月 8-11 日, 参加者数約 150 名 ).

**A two-loop calculation in quantum field theory on orbifolds**植草宣弘<sup>c,\*</sup>

3rd International Workshop "High Energy Physics in the LHC Era" (Valparaiso, Chile, 2010 年 1 月 4-8 日, 参加者数約 100 名 ).

**Results from Lattice QCD with exact chiral symmetry**Tetsuya Onogi<sup>s,\*</sup>

Komaba 2010 Recent Developments in Strings and Fields (東京大学, 2010 年 2 月 13-14 日,

参加者数約 100 名 ) .

### **Stable Higgs Bosons – New Candidate for Cold Dark Matter**

Yutaka Hosotani <sup>s,\*</sup>

OMEG10: The 10th International Symposium on Origin of Matter and Evolution of the Galaxies(RCNP, Osaka,2010年3月8-10日, 参加者数約 150 名 ).

日本物理学会 , 応用物理学会等における講演

### **Plasma entropy from higher-dimensional black hole**

Kin-ya Oda<sup>s,\*</sup>

Summer School on Decoherence, Entanglement and Entropy (Oxford Kobe Institute, Kobe, Japan 8-11 August 2009)

### **Black hole physics (possibly at LHC)**

Kin-ya Oda<sup>s,\*</sup>

Summer School on Decoherence, Entanglement and Entropy (Oxford Kobe Institute, Kobe, Japan 8-11 August 2009)

### **余次元の物理とブラックホール生成**

Kin-ya Oda<sup>s,\*</sup>

原子核三者若手夏の学校 (木島平, 24-29 August 2009)

### **LHCでのブラックホールと string ball**

Kin-ya Oda<sup>s,\*</sup>

東京大学実験・理論合同研究会「LHCでの余剰次元研究」研究会 (東京大学小柴ホール, 7 Sept. 2009)

### **余剰次元と Gauge-Higgs 統一**

細谷 裕 <sup>s,\*</sup>

東京大学実験・理論合同研究会「LHCでの余剰次元研究」研究会 (東京大学小柴ホール, 7 Sept. 2009)

### **Stable Higgs particles in gauge-Higgs unification**

田中 実<sup>s</sup>、細谷 裕<sup>s,\*</sup>、P.Ko.

日本物理学会 2009 年秋季大会 ( 於甲南大学岡本キャンパス , 2009 年 9 月 10 日 - 9 月 13 日 )

### **Stable Higgs particle as Dark Matter**

田中 実<sup>s,\*</sup>、細谷 裕<sup>s</sup>

日本物理学会 2009 年秋季大会 (於甲南大学岡本キャンパス, 2009 年 9 月 12 日)

**W, Z and electromagnetic currents in  $SO(5) \times U(1)$  gauge-Higgs unification**

植草宣弘 <sup>c,\*</sup>、細谷裕 <sup>s</sup>、野田周作 <sup>d</sup>

日本物理学会 2009 年秋季大会 (於甲南大学岡本キャンパス, 2009 年 9 月 10-13 日)

**ユカワオン模型とクォーク・レプトンの質量行列**

小出義夫 <sup>s,\*</sup>

日本物理学会 2009 年秋季大会 (於甲南大学岡本キャンパス, 2009 年 9 月 10 日 - 9 月 13 日)

**Holographic Renormalization Group Flow of Warped AdS in Three Dimensions**

西中崇博 <sup>j,\*</sup>

日本物理学会 2009 年秋季大会 (於甲南大学岡本キャンパス, 2009 年 9 月 10 日 - 9 月 13 日)

**フレーバー物理**

田中 実 <sup>s,\*</sup>

第一回 A01 班研究会 (新学術領域, 素核宇宙融合) (於大阪大学, 2009 年 9 月 14 日)

**B 中間子物理の理論**

田中 実 <sup>s,\*</sup>

関西中部 B 中間子の物理研究会 (於奈良女子大学, 2009 年 11 月 5 日)

**Stable Higgs bosons as cold dark matter in the realistic gauge-Higgs unification**

細谷 裕 <sup>s,\*</sup>

理化学研究所集中セミナー「余剰次元と Wilson line」(理化学研究所, 2009 年 12 月 5 日)

**ゲージ・ヒッグス統合理論 - LHC 物理から宇宙論まで**

細谷 裕 <sup>s,\*</sup>

九州大学シンポジウム, 「素粒子標準理論を越える統一理論へ向けて」(九州大学, 2009 年 12 月 18 日)

**$SO(5) \times U(1)$  ゲージヒッグス統合模型のクォーク、レプトンのゲージ結合**

植草宣弘 <sup>c,\*</sup>、細谷 裕 <sup>s</sup>、野田周作 <sup>d</sup>

九州大学シンポジウム, 「素粒子標準理論を越える統一理論へ向けて」(九州大学, 2009 年 12 月 18 日)

**Collider Signals of Dark Higgs in Gauge-Higgs Unification**

田中 実 <sup>s,\*</sup>、細谷 裕 <sup>s</sup>、植草宣弘 <sup>c</sup>

余剰次元物理研究会 (大阪大学, 2010 年 1 月 20 日)

**Gauge couplings in  $SO(5) \times U(1)$  Gauge-Higgs unification**植草宣弘<sup>c,\*</sup>、細谷 裕<sup>s</sup>、野田周作<sup>d</sup>

余剰次元物理研究会 (大阪大学, 2010年1月20日)

**1/2 BPS Interface CFT**山口 哲<sup>s,\*</sup>

研究集会「ゲージ・重力理論対応とウィルソンループ」(名古屋大学, 2010年2月22-23日)

**Three-flavor quark mass dependence of baryon spectra in holographic QCD**石井貴昭<sup>j,\*</sup>、橋本幸士、飯塚則祐、加堂大輔

KEK 理論研究会 2010 (高エネルギー加速器研究機構, 2010年3月10-13日)

**Higgs and CDM in  $SO(5) \times U(1)$  Gauge-Higgs Unification – update**細谷 裕<sup>s,\*</sup>

日本物理学会第65回年次大会 (於岡山大学, 2010年3月20日 - 3月23日)

**安定なヒッグスポソンのコライダー実験におけるシグナル**田中 実<sup>s,\*</sup>

日本物理学会第65回年次大会 (於岡山大学, 2010年3月20日 - 3月23日)

**Gauge couplings in  $SO(5) \times U(1)$  Gauge-Higgs unification**植草宣弘<sup>c,\*</sup>、細谷 裕<sup>s</sup>、野田周作<sup>d</sup>

日本物理学会第65回年次大会 (於岡山大学, 2010年3月20日 - 3月23日)

**ゲージヒッグス統一モデルにおける現象論**野田周作<sup>d,\*</sup>

日本物理学会第65回年次大会 (於岡山大学, 2010年3月20日 - 3月23日)

**2 Doublet+1 Singlet Higgs Model における neutrino mass 生成と LHC physics**弘津晶輝<sup>m,\*</sup>、波場直之<sup>s</sup>

日本物理学会第65回年次大会 (於岡山大学, 2010年3月20日 - 3月23日)

**LHC におけるトップ対生成のヘリシティ測定を用いた新しい物理模型の識別**長崎晃一<sup>m,\*</sup>、波場直之<sup>s</sup>、松本重貴、鍋島偉宏、田中実<sup>s</sup>、津野総司

日本物理学会第65回年次大会 (於岡山大学, 2010年3月20日 - 3月23日)

**Three-flavor quark mass dependence of baryon spectra in holographic QCD**石井貴昭<sup>j,\*</sup>

日本物理学会第65回年次大会 (於岡山大学, 2010年3月20日 - 3月23日)



書籍等の出版，日本語の解説記事

「アハロノフ・ボーム効果とゲージ・ヒッグス統合理論」

細谷 裕<sup>s</sup>

「日本物理学会誌」(vol.64,No.6,2009)p.429-435

「電気力学から場の理論へ：ゲージ原理」

細谷 裕<sup>s</sup>

「数理科学」(サイエンス社 2009年12月号)p.50-55

「変分原理と物理法則」

窪田高弘<sup>s</sup>

「数理科学」(サイエンス社 2010年 3月号)p.6-11

## 1.13 原子核理論グループ

### 平成 21 年度の研究活動概要

QCD 相転移はゼロバリオン化学ポテンシャルにおいてはクロスオーバーであり、有限化学ポテンシャルにおいて臨界点が存在すると考えられている。そして、その相転移の存在を実験的に確認することは、現在の高エネルギー原子核衝突実験における中心的課題の一つとなっている。そのために揺らぎの観測量は古くから重要な手段と考えられて来たが、揺らぎの観測量を用いた実験量の提案は多くは臨界点が二次相転移であるためそこでは揺らぎが発散するという事実を利用したものであり、臨界減速や高エネルギー原子核衝突における終状態相互作用の効果などは考慮されていなかった。浅川、北沢らは、バリオン数感受率や電荷感受率などの微分が相転移線を境に符号を変え、それらがバリオン数や電荷などの揺らぎの三次のモーメントの符号の変化として観測できるということを見出し、この事実を全く新しい相転移の観測手段として提案した。

核子励起状態のスペクトルや遷移電磁形状因子は GeV 領域のパイ中間子や電子線による中間子生成反応の解析から得られている。佐藤らはチャンネル結合反応モデルを構築し  $\pi\pi N$  生成が主要な反応過程となるエネルギー領域の解析を進めてきた。また中間子生成反応の部分波振幅を解析接続することにより共鳴極を解析する方法を開発した。P11(Roper) 共鳴の解析から、この共鳴が異なるリーマン面の近接した 2 つの極構造をもつこと、大きなハドロン分子成分を持つことなど、従来から特異な共鳴と考えられていた P11 共鳴の構造が次第に解ってきつつある。

若松は、カイラリティが奇の一般化パートン分布の前方極限とその低次のモーメントを、Burkardt が提案した核子スピンの transversity 分解に注目しつつ、カイラル・クォーク・ソリトンモデルの枠組みで解析した。モデルの枠組みで得られる 2 次のモーメント和則は、核子中のクォークのスピンの軌道角運動量の強い相関を示しており、カイラリティ奇の一般化パートン分布と Boer-Mulders 関数の密接な関係の予測を強く指示するものである。

若松は、陽子中の  $u$ -クォークと  $d$ -クォークの軌道角運動量を、その繰り込みのエネルギー・スケールへの依存性に注意して、可能な限り模型に依存しない形で解析した。この解析によれば、陽子中の  $u$ -クォークと  $d$ -クォークの軌道角運動量の差  $L^u - L^d$  は、非摂動的 QCD の領域である低エネルギー・スケールでも大きな負の値をとることが結論された。標準的なクォーク模型の予言と真っ向から対立するこの予言が実験的に証明されれば、「もう一つの核子スピン・パズル」と言ってもよい不思議な事実であることが強調された。

強い相互作用を記述する基礎理論である QCD は、実験的に到達可能な温度・密度領域において強結合的であり、摂動論を用いた解析を行うことができない。このため、このような領域における物質の性質を第一原理的に理解する唯一の手法として、大型コンピュータを用いた格子場の理論の数値計算が活発に行われている。北沢は、有限温度におけるクォークの伝搬関数を格子 QCD シミュレーションにより計算した。この研究により、非閉じ込め相におけるクォークが熱質量と呼ばれる機構により質量を獲得することを明らかにしたほか、質量の値を定量的に求めた。更に、2 種類の励起モードの有限運動量における分散関係を求めるなど、非閉じ込め相におけるクォークの動的性質を様々な視点から明らかにした。

### 学術雑誌に出版された論文

#### **Third Moments of Conserved Charges as Probes of QCD Phase Structure**

M. Asakawa<sup>s</sup>, S. Ejiri and M. Kitazawa<sup>s</sup>

Phys. Rev. Lett. **103** (2009) (No. 24, Dec.) 262301 1-4.

#### **Signals of the QCD Critical Point in Hydrodynamic Evolutions**

C. Nonaka, M. Asakawa<sup>s</sup>, S.A. Bass and B. Müller

Nucl. Phys. **A830** (2009) (No. 1-4, Nov.) 291c-294c.

#### **QCD Critical Point and Experimental Observables**

M. Asakawa<sup>s</sup>

J. Phys. G **36** (2009) (No. 6, May) 064042 1-7.

#### **Disentangling the dynamical origin of P11 nucleon resonances**

N. Suzuki<sup>d</sup>, B. Julia-Diaz, H. Kamano, T.-S.H. Lee, A. Matsuyama, T. Sato<sup>s</sup>

Phys. Rev. Lett. **104** (No. 4 Jan) (2010) 042302 1-4.

#### **Double and single pion photoproduction within a dynamical coupled-channels model**

H. Kamano, B. Julia-Diaz, T.-S.H. Lee, A. Matsuyama, T. Sato<sup>s</sup>

Phys. Rev. C **80** ( No. 6 Dec.) (2009) 065203 1-10 .

#### **Neutrino deuteron reaction in the heating mechanism of core-collapse supernovae.S.X.**

Nakamura, K. Sumiyoshi, T. Sato<sup>s</sup>

Phys. Rev. C **80** (No. 3 Sep.) (2009) 035802 1-6 .

#### **Dynamical coupled-channels analysis of $p(e, e'\pi)N$ reactions.**

B. Julia-Diaz, H. Kamano, T.-S.H. Lee, A. Matsuyama, T. Sato<sup>s</sup>, N. Suzuki<sup>d</sup>

Phys. Rev. C, **80** (No. 2 Aug.) (2009) 025207 1-9 .

#### **Two-pion-exchange and other higher-order contributions to the $pp \rightarrow pp\pi^0$ reaction**

Y. Kim, T. Sato<sup>s</sup>, F. Myhrer, K. Kubodera

Phys. Rev. C **80** (No.1 July) (2009) 015206 1-8.

#### **On the smooth cross-over transition from the Delta-string to the Y-string three-quark potential**

V. Dmitrasinovic, T. Sato<sup>s</sup>, M. Suvakov

Phys. Rev. D **80** (No. 5 Sep.) (2009) 054501 1-10.

**Low-lying spectrum of the Y-string three-quark potential using hyper-spherical coordinates.**

V. Dmitrasinovic, T. Sato<sup>s</sup>, M. Suvakov  
Eur. Phys. J. C **62** (No. 2 July) (2009) 383-397.

**The D coefficient in neutron beta decay in effective field theory.**

Shung-ichi Ando, Judith A. McGovern, Toru Sato<sup>s</sup>  
Phys. Lett. B **677** (No. 1-2 June) (2009) 109-115.

**Dynamical Models of the Excitations of Nucleon Resonances**

T. Sato<sup>s</sup>, and T. -S. H. Lee  
J. Phys. G: Nucl. Part. Phys. **36** (No. 7 July) (2009) 073001 1-39 .

**On the Methods for Constructing Meson-Baryon Reaction Models within Relativistic Quantum Field Theory.**

B. Julia-Diaz, H. Kamano, T.S.H. Lee, A. Matsuyama, T. Sato<sup>s</sup>, N. Suzuki<sup>d</sup>  
Chin. J. of Phys. **47** (2009) 142-158 .

**Chiral-odd generalized parton distributions, transversity decomposition of angular momentum, and tensor charges of the nucleon**

M. Wakamatsu<sup>s</sup>  
Phys. Rev. D **79** (No.1 Jan.) (2009) 014033.

**Transverse momentum distributions of quarks in the nucleon from the Chiral Quark Soliton Model**

M. Wakamatsu<sup>s</sup>  
Phys. Rev. D, **79** (No.9 May) (2009) 094028.

**The role of orbital angular momentum in the proton spin**

M. Wakamatsu<sup>s</sup>  
Eur. Phys. J. A **44** (2010) (No.2, May) 297-303.

**On gauge-invariant decomposition of nucleon spin**

M. Wakamatsu<sup>s</sup>  
Phys. Rev. D **81** (2010) (No.11, June) 114010 1-9.

**Third moments of conserved charges as probes of QCD phase structure**

M. Asakawa<sup>s</sup>, S. Ejiri and M. Kitazawa<sup>s</sup>  
Phys. Rev. Lett. **103** (Issue 26, Dec.) (2009) 262301 1-4.

**Quark propagator at finite temperature and finite momentum in quenched lattice QCD**F. Karsch and M. Kitazawa<sup>s</sup>Phys. Rev. D **80** (Issue 5, Sep.) (2009) 056001 1-23.**国際会議報告等****Novel Ways to Look for the Critical Point and New Phases in RHI Collisions**M. Asakawa<sup>s</sup>

Proceedings of 5th International Workshop on Critical Point and Onset of Deconfinement (ed. by SISSA, Sept. 2009, 参加者数約 110 名) 015 1-10.

**Chiral Quark Soliton Model and Nucleon Spin Structure Functions**M. Wakamatsu<sup>s</sup>

Proceedings of "Mini-Workshop Bled 2009: Problems in Multi-Quark (ed. by States", Bled Workshops in Physics Vol.10, No.1 (2009), June 2009, 参加者数約 20 名) 62-70.

**Spectral Properties of Quarks at Finite Temperature in Lattice QCD**M. Kitazawa<sup>s,\*</sup> and F. Karsch

Nucl. Phys. B (ed. by Elsevier, Nov. 2009, 参加者数約 500 名) 223c-226c .

**Third moments of conserved charges in QCD phase diagram**M. Kitazawa<sup>s,\*</sup>, M. Asakawa<sup>s</sup> and S. Ejiri

Proceedings of Science (LAT2009) (ed. by Proceedings of Science, May. 2010, 参加者数約 300 名) 174 1-7.

**Evaluation of Israel-Stewart parameters in lattice gauge theory**Y. Kohno<sup>s,\*</sup>, M. Asakawa<sup>s</sup> M. Kitazawa<sup>s</sup> and C. Nonaka

Proceedings of Science (LAT2009) (ed. by Proceedings of Science, May. 2010, 参加者数約 300 名) 194 1-7.

**国際会議における講演等****Novel Ways to Look for the Critical Point and New Phases in RHI Collisions**M. Asakawa<sup>s</sup>

Talk given at 5th International Workshop on Critical Point and Onset of Deconfinement,

(at Brookhaven National Laboratory, U.S.A, June 8-12, 2009, 参加者数約 110 名).

### **New Ways to Look for the Critical Endpoint and Phase Transition**

M. Asakawa<sup>s</sup>

Talk given at NICA Roundtable Workshop IV: Physics at NICA (at Dubna, Russia, September 9-12, 2009, 参加者数約 80 名).

### **Meson Production Reaction and Baryon Resonances**

N. Suzuki<sup>\*,d</sup>

Talk given at US-Japan Joint Workshop on Meson Production Reactions at Jefferson Lab and J-PARC (at Hawaii's Big Island, U.S.A. , October 11 - 13, 2009, 参加者数約 50 名).

### **Extraction of resonance parameters from meson production reaction**

T. Sato<sup>\*,s</sup>

Talk given at NSTAR 2009 (at Beijing, April 19-22, 2009, 参加者数約 150 名).

### **Chiral Quark Soliton Model and Nucleon Spin Structure Functions**

M. Wakamatsu<sup>s</sup>

Talk given at Mini-Workshop Bled 2009 : Problems in Multiquark States, (at Bled, Slovenia, June 29- July 6, 2009, June 29 - July 6, 2009, 参加者数約 20 名).

### **Nucleon spin structure from chiral quark soliton model**

M. Wakamatsu<sup>s</sup>

Talk given at The 6th Circum-Pan-Pacific Symposium on High Energy Spin Physics, (at Yamagata, Japan , Sept 15 - 18, 2009, 参加者数約 60 名).

### **The role of orbital angular momentum in the proton spin**

M. Wakamatsu<sup>s</sup>

Talk given at KEK theory center workshop on high-energy hadron physics with hadron (at beams, KEK, Tsukuba, Japan, January 6-8, 2010, 参加者数約 60 名).

### **Spectral Properties of Quarks at Finite Temperature in Lattice QCD**

M. Kitazawa<sup>s,\*</sup> and F. Karsch

Talk given at 21st International Conference on Ultra-Relativistic Nucleus-Nucleus Collisions (QM2009) (at Knoxville, Tennessee, Mar. 30 - Apr. 4, 2009, 参加者数約 500 名).

### **Third moments of conserved charges in QCD phase diagram**

M. Kitazawa<sup>s,\*</sup>, M. Asakawa<sup>s</sup> and S. Ejiri

Talk given at 27th International Symposium on Lattice Field Theory (Lattice 2009) (at Peking University, Beijing, China, Jul. 25-31, 2009., 参加者数約 300 名).

**Evaluation of Israel-Stewart parameters in lattice gauge theory**Y. Kohno<sup>s,\*</sup>, M. Asakawa<sup>s</sup>, M. Kitazawa<sup>s</sup> and C. Nonaka

Talk given at 27th International Symposium on Lattice Field Theory (Lattice 2009) (at Peking University, Beijing, China, Jul. 25-31, 2009., 参加者数約 300 名).

日本物理学会, 応用物理学会等における講演

**Electromagnetic form factor of nucleon resonances from meson production**鈴木信彦<sup>\*,d</sup>、B. Julia-Diaz、鎌野寛之、T.-S. H. Lee、松山晶彦、佐藤透<sup>s</sup>

Third Joint Meeting of the Nuclear Physics Divisions of the American Physical Society and the Physical Society of Japan (於 Waikoloa, Hawaii, October 13-17, 2009)

**Dynamical coupled-channels study of photo- and electroproduction reactions**鎌野寛之<sup>\*</sup>、B. Julia-Diaz、T.-S. H. Lee、松山晶彦、鈴木信彦<sup>d</sup>、佐藤透<sup>s</sup>

Third Joint Meeting of the Nuclear Physics Divisions of the American Physical Society and the Physical Society of Japan (於 Waikoloa, Hawaii, October 13-17, 2009)

**R-parity violating supersymmetric contribution to the nuclear beta decay**山中長閑<sup>\*,d</sup>、佐藤透<sup>s</sup>、窪田高弘<sup>s</sup>

Third Joint Meeting of the Nuclear Physics Divisions of the American Physical Society and the Physical Society of Japan (於 Waikoloa, Hawaii, October 13-17, 2009)

**Excitations of  ${}^4\text{He}$  induced by electro-weak interactions**堀内渉<sup>\*</sup>、鈴木宜之、佐藤透<sup>s</sup>

Third Joint Meeting of the Nuclear Physics Divisions of the American Physical Society and the Physical Society of Japan (於 Waikoloa, Hawaii, October 13-17, 2009)

**重陽子における電子捕獲反応と超新星爆発**那須翔太<sup>\*,d</sup>、住吉光介、中村聡、佐藤透<sup>s</sup>、F. Myhrer、久保寺国晴

日本物理学会第 65 回年次大会 (於 岡山大学, 2010 年 3 月 20 日 - 3 月 23 日)

**Effects of one-loop correction on the beta decay within R-parity violating MSSM**山中長閑<sup>\*,d</sup>、佐藤透<sup>s</sup>、窪田高弘<sup>s</sup>

日本物理学会第 65 回年次大会 (於 岡山大学, 2010 年 3 月 20 日 - 3 月 23 日)

**Nucleon spin structure, theoretical basis for measuring**

orbital angular momentum, and relation with GPD and TMD distributions

M. Wakamatsu<sup>s</sup> (於 Riken Workshop on nucleon structures and orbital angular momentum,, Riken, Wako, Japan)

格子 QCD を用いた非閉じ込め相におけるクォークの熱質量および分散関係の解析

北沢正清<sup>s,\*</sup>, Olaf Kaczmarek, Frithjof Karsch and Wolfgang Soeldner

日本物理学会第 65 回年次大会 (於 岡山大学, 2010 年 3 月 20 日 - 3 月 23 日)

カラー超伝導の諸相

北沢正清

日本物理学会第 65 回年次大会 (於 岡山大学, 2010 年 3 月 20 日 - 3 月 23 日)

格子ゲージ理論による Israel-Stewart パラメータの解析

河野泰宏<sup>b</sup>, 浅川正之<sup>s</sup>, 北沢正清<sup>s</sup>, 野中千穂

日本物理学会第 65 回年次大会 (於 岡山大学, 2010 年 3 月 20 日 - 3 月 23 日)

書籍等の出版, 日本語の解説記事

「Chiral quark soliton model and nucleon spin structure functions」

M. Wakamatsu<sup>s</sup>

in “ Handbook of Soliton Research, Technology and Application ”, eds. Lang S.P., Bedore S.H., Nova Science Publishers (USA), 2010, pp.621-666.



## 1.14 赤井グループ

### 平成 21 年度の研究活動概要

#### 計算機マテリアルデザイン

第一原理に基づき電子の多体問題を高精度で解くことによって、物質とその構造が織りなす物性・機能を演繹することを量子シミュレーションと呼んでいる。量子シミュレーションを高度に使いこなすことによって、その逆問題である量子デザインを行うこともできる。量子シミュレーション・量子デザインの手法を開発するとともにこれらの手法を用いて、物質の個別性の起源を明らかにするとともに、新しい物質・構造をデザインすることを研究テーマの一つにしている。

1. ハーフメタリック反強磁性体の探索 .
2. 金属・半導体の光学伝導度の第一原理計算.
3. ハーフメタリック反強磁性体を用いた GMR 構造の電気伝導 .
4. 電子フォノン散乱による電気抵抗の第一原理計算.
5. カーボンナノチューブとグラフェンの電子状態 .
6.  $Y_{1-x}Lu_xMn_2$  の電子状態と磁性 .

#### 第一原理計算手法の開発

KKR グリーン関数法は第一原理電子状態計算のための強力手法の一つである。グリーン関数が第一原理の基づいて直接計算できるための、種々の応用が開けている。この手法を利用した以下の計算手法の開発を進めた。

1. 遮蔽グリーン関数法による伝導率計算 .
2. オーダー N フルポテンシャル KKR 法の開発 .
3. KKR 法と久保・Greenwood 公式を組み合わせた輸送現象の計算手法 .
4. KKR-Green 関数法による光学伝導の第一原理計算手法の開発 .
5. 最適化有効ポテンシャル法による厳密交換項と RPA 計算 .

## アンダーソン局在

In a strongly disordered system, the nature of the electronic states can be quite different from that in a crystal or weakly disordered system. If the disorder is sufficiently strong, the electronic states become localised and can no longer support a DC electric current at zero temperature. This phenomenon is called Anderson localisation and the transition between the insulating and conducting states is called the Anderson transition. Traditional theoretical analysis of disordered systems is difficult because they do not have the translational and rotational symmetry of crystals. In recent years we have made considerable progress in our understanding of Anderson localisation and the Anderson transition by performing large scale high precision numerical simulations and carefully analysing the numerical data using the finite size scaling method.

Following on from 2008 we completed a simulation of the Chalker-Coddington network model of the quantum Hall effect. Using the finite size scaling method we estimated the critical exponent for the Anderson transition that occurs at the transition between quantised values of the Hall resistance. We found that previous numerical work had significantly underestimated the critical exponent. This work was published as a Rapid Communication in Physical Review B, and was selected as an Editor's Choice and for a synopsis on the Physics website of the American Physical Society.

## 表面吸着・再構成

秩序と外部駆動力が競合する表面吸着系の種々の条件下での振る舞いを微視的視点から明らかにする研究の一環として、特に強い外部駆動力の下で起こる温度とともに吸着子の流量とエネルギーが減少し短距離秩序が発達する一見特異な現象を重点的に調べた。

## 表面反応

Surfaces serve as Playgrounds for Physicists, providing us with a stage to study the dynamics of complex systems. One of the ultimate goals of surface science is to be able to design and control reactions as they progress on surfaces. This entails an atomic-level understanding of the fundamental principles (elementary processes) underlying the bond-making and bond-breaking at surfaces. Our current understanding has gained significantly from systematic experimental and theoretical studies on such benchmark systems as the interaction of hydrogen with metal surfaces. We are currently at the stage where, not only able to explain physical phenomena, but also predict surface science phenomena, and (to a certain level) carry-out surface-science and computation based-surface reaction design. Some notable application related examples are the design of carbon-based materials for hydrogen storage, design of carbon-based materials for nano-spintronics applications, understanding of the underlying mechanism behind the conductance switching of transition metal oxides (potential RRAM applications), identifying the gases necessary

for effectively reactive ion etching (RIE) of transition metal oxide surfaces (for RRAM applications), conductance through an exotic quantum material, energetics of hydrogen adsorption and absorption into metals, and obtaining a real-space image of the Kondo Effect (Yosida-Kondo Resonance) and the RKKY interaction for magnetic dimers on a metal surface.

#### 学術雑誌に出版された論文

##### **New type of half-metallic antiferromagnets: Transition metal pnictides**

N H Long, M. Ogura<sup>s</sup> and H. Akai<sup>s</sup>

J. Phys. C: Condensed Matter, **21**, 064241 1–6 (2009).

##### **Monte Carlo simulations of diluted magnetic semiconductors using ab-initio exchange parameters**

A. Fucht, S.K. Nayak, M. Ogura<sup>s</sup>, H. Akai<sup>s</sup>, and P. Entel

J. Phys. C: Condensed Matter, **21**, 064238 1–6 (2009).

##### **A relativistic optimized potential method for solids implemented within the multiple scattering KKR method**

D. Koedderitzsch, H. Ebert, H. Akai<sup>s</sup>

J. Phys. C: Condensed Matter, **21**, 064208 1–4 (2009).

##### **Seebeck coefficient calculated by Kubo-Greenwood formula on the basis of density functional theory**

M. Oshita<sup>m</sup>, S. Yotsuhashi, H. Adachi, and H. Akai<sup>s</sup>

J. Phys. Soc. Jpn **78**, 024708 1–5 (2009).

##### **Design of half-metallic ferrimagnets: Doped MnX (X=Te, Se, S)**

Long, M. Ogura<sup>s</sup> and H. Akai<sup>s</sup>

J. Appl. Phys., **106**, 123905 1–5 (2009).

##### **Full-Potential Screened Korringa-Kohn-Rostoker Method and Its Applications**

M. Ogura<sup>s</sup> and H. Akai<sup>s</sup>

Journal of Computational and Theoretical Nanoscience, **6**, 2483–2498 (2009).

##### **A Comment on Half-Metallic Antiferromagnetic Compounds**

J. Kanamori and H. Akai<sup>s</sup>

Journal of Computational and Theoretical Nanoscience, **6**, 2616–2618 (2009).

**First-principles and Monte Carlo study of magnetostructural transition and magnetocaloric properties of  $\text{Ni}_{2+x}\text{Mn}_{1-x}$**

V. D. Buchelnikov, V. V. Sokolovskiy, H. C. Herper, et al., M. Ogura<sup>s</sup>, H. Akai<sup>s</sup>, and P. Entel  
Phys. Rev. B, **81**, 094411 1–19 (2010).

**Resonant neutrino scattering: An impossible experiment?**

D. Suzuki, T. Sumikama, M. Ogura<sup>s</sup>, W. Mittig, A. Shiraki, Y. Ichikawa, H. Kimura, H. Otsu, H. Sakurai, Y. Nakai and M.S. Hussein  
Phys. Lett. B, **687**, 144–148 (2010).

**Point-Contact Conductance in Asymmetric Chalker-Coddington Network Model**

K. Kobayashi, T. Ohtsuki, and K. Slevin<sup>s</sup>  
J. P. S. Jpn, **78**, 084708 (2009).

**Critical exponent for the quantum Hall transition**

K. Slevin<sup>s</sup> and T. Ohtsuki  
Phys. Rev. B, **80**, 041304 1–4 (2009).

**Scaling law and critical exponent for  $\alpha_0$  at the 3D Anderson transition**

L. Vasquez, K. Slevin<sup>s</sup>, A. Rodriguez, and R.A. Romer  
Annalen der Physik, **18**, 901–904 (2009).

**High-uptake graphene hydrogenation: a computational perspective**

Tanglaw Roman, Wilson Agerico Diño,<sup>s</sup> Hiroshi Nakanishi, Hideaki Kasai  
Journal of Physics: Condensed Matter, Vol. 21, pp. 474219 (2009)

国際会議報告等

国際会議における講演等

**New half-metallic antiferromagnets and their transport properties**

H. Akai<sup>\*,s</sup> and M. Ogura<sup>s</sup>  
Talk given at KKR Workshop: Methodology and Application (Budapest, Hungary, April 12–14, 2009, 参加者数約 50 名).

**First-principles calculation of optical conductivity using the KKR-CPA method and Kubo-Greenwood formula**

M. Ogura<sup>\*,s</sup> and H. Akai<sup>s</sup>

Talk given at KKR Workshop: Methodology and Application (Budapest, Hungary, April 12–14, 2009, 参加者数約 50 名).

#### **MCD spectra of magnetic semiconductors (poster)**

M. Ogura<sup>\*,s</sup> and H. Akai<sup>s</sup>

Poster presentation given at International Symposium of Electronic Structure Calculations—Theory, Correlated and Large Scale Systems and Numerical Methods— (Tokyo, Dec. 7–9, 2009, 参加者数約 100 名).

#### **A fast optimized effective potential method with EXX and RPA-level correlation**

Taro Fukazawa<sup>\*,d</sup> and Hisazumi Akai<sup>s</sup>

Poster presentation given at International Symposium of Electronic Structure Calculations—Theory, Correlated and Large Scale Systems and Numerical Methods— (Tokyo, Dec. 7–9, 2009, 参加者数約 100 名).

#### **Effect of spin wave excitation in half-metallic materials**

N.H. Long, M. Ogura<sup>s</sup> and H. Akai<sup>s</sup>

Poster presentation given at International Symposium of Electronic Structure Calculations—Theory, Correlated and Large Scale Systems and Numerical Methods— (Tokyo, Dec. 7–9, 2009, 参加者数約 100 名).

#### **Screened KKR method combined with Kubo-Greenwood formula**

T. Nagata<sup>\*,d</sup>, S. Yotsuhashi, and H. Akai<sup>s</sup>

Poster presentation given at International Symposium of Electronic Structure Calculations—Theory, Correlated and Large Scale Systems and Numerical Methods— (Tokyo, Dec. 7–9, 2009, 参加者数約 100 名).

#### **KKR-CPA**

H. Akai<sup>\*,s</sup> and M. Ogura<sup>s</sup>

Talk given at Asia Computational Materials Design Worksh (Hanoi, Vietnam, Nov. 26–28, 2009, 参加者数約 70 名).

#### **Half-metallic Antiferromagnets and their Transport Properties**

H. Akai<sup>\*,s</sup>

Talk given at 2009 Science and Technology Congress Osaka-DLSU (Manila, Philippines, Sep. 21, 2009, 参加者数約 70 名).

#### **Design of half-metallic antiferromagnets: transition metal chalcogenides and pnictides**

H. Akai<sup>\*,s</sup>, M. Ogura<sup>s</sup>, and N.H. Long

Talk given at APS meeting (Portland, Oregon, U.S.A., Mar. 15–19, 2010, 参加者数約 1500 名).

**Finite size scaling analysis of the Chalker-Coddington model**

K. Slevin<sup>\*,s</sup>

Poster given at Electronic Properties of Two Dimensional Systems 18 (Kobe, Japan, July. 23, 2009, 参加者数約 200 名).

**Critical exponent for the quantum Hall transition**

K. Slevin<sup>\*,s</sup>

Talk given at Correlations in Disordered Materials (Pohang, Korea, Aug. 4, 2009, 参加者数約 200 名).

**Critical exponent for the quantum Hall transition**

K. Slevin<sup>\*,s</sup>

Talk given at Workshop on Quantum Simulation (Coventry, UK, Aug. 27, 2009, 参加者数約 200 名).

**Finite size scaling analysis of the Chalker-Coddington model**

K. Slevin<sup>\*,s</sup>

Talk given at Spectra of Random Operators and Related Topics (Kyoto, Japan, Dec. 3, 2009, 参加者数約 75 名).

**Critical exponent for the quantum Hall transition**

K. Slevin<sup>\*,s</sup>

Talk given at Quantum Transport Nano-Hana International Workshop (QTNH2010) (Chiba, Japan, Jan. 28, 2010, 参加者数約 150 名).

**Dynamics of H<sub>2</sub>(D<sub>2</sub>) Desorption and Scattering from Solid Surfaces —Kinetic Energy Dependence and Dynamical Quantum Filtering**

W.A. Diño<sup>s</sup>

Talk given at European Conference on Surface Science 26 (ECOSS26) —Special Symposium on Stereodynamics in Gas Phase and Gas-Surface Interaction— (Parma, Italy, 30 Aug - 4 Sep 2009, 参加者数約 250 名)

日本物理学会，応用物理学会等における講演

物性解析・材料設計コミュニティ活動（招待講演）

赤井久純<sup>\*,s</sup>

平成 21 年度 ITBL シンポジウム（於海洋研究開発機構横浜研究所三好記念講堂，2009 年 5 月 29 日）

大規模系輸送現象のオーダー  $N^2$  計算

赤井久純<sup>\*,s</sup>，小倉昌子<sup>s</sup>，永田徹哉<sup>d</sup>

次世代ナノ統合第 4 回公開シンポジウム（於岡崎コンファレンスセンター，岡崎，2010 年 3 月 4 日）

磁性半導体の磁気円二色性の第一原理計算

小倉昌子<sup>\*,s</sup>，赤井久純<sup>s</sup>

次世代ナノ統合第 4 回公開シンポジウム（於岡崎コンファレンスセンター，岡崎，2010 年 3 月 4 日）

遮蔽 KKR 法と久保 Greenwood 公式による大規模伝導率計算

永田徹哉<sup>\*,d</sup>，赤井久純<sup>s</sup>，四橋聡史

次世代ナノ統合第 4 回公開シンポジウム（於岡崎コンファレンスセンター，岡崎，2010 年 3 月 4 日）

最適化有効ポテンシャル法を用いた第一原理電子状態計算における相関項の計算手法

深澤太郎<sup>\*,d</sup>，赤井久純<sup>s</sup>

日本物理学会 2009 年分科会（於熊本大学，2009 年 9 月 27 日）

KKR-Green 関数法を用いたヘリカル磁性体  $Y\text{Mn}_2$  の電子状態計算

深澤太郎<sup>\*,d</sup>，岩崎将<sup>d</sup>，赤井久純<sup>s</sup>

日本物理学会 2009 年分科会（於熊本大学，2009 年 9 月 27 日）

希薄磁性半導体の光学伝導の第一原理計算

小倉昌子<sup>\*,s</sup>，斎藤涼介<sup>d</sup>，赤井久純<sup>s</sup>

日本物理学会 2009 年分科会（於熊本大学，2009 年 9 月 25 日）

遮蔽グリーン関数法を用いたハーフメタリック反強磁性 GMR 物質  $(\text{FeCr})\text{Se}_2/\text{CuSe}/\text{FeSe}$  の輸送特性の第一原理計算

永田徹哉<sup>\*,d</sup>，四橋聡史，赤井久純<sup>s</sup>

日本物理学会 2009 年分科会（於熊本大学，2009 年 9 月 27 日）

ドーブされた CNT ヘテロ構造の DC 伝導

赤井久純<sup>\*,s</sup>，小倉昌子<sup>s</sup>

日本物理学会 2009 年分科会（於熊本大学，2009 年 9 月 25 日）

**YMn<sub>2</sub> および Y<sub>1-x</sub>Lu<sub>x</sub>Mn<sub>2</sub> の磁性**岩崎将<sup>\*,d</sup>, 深澤太郎<sup>d</sup>, 赤井久純<sup>s</sup>

日本物理学会 2009 年分科会 (於熊本大学, 2009 年 9 月 27 日)

**第 5 回全国物理コンテスト・物理チャレンジ 2009 報告 II. 理論問題**波田野彰, 川村清, 山田達之輔, 赤井久純<sup>s</sup>, 池田秋津, 江尻有郷, 江尻宏泰, 佐貫平二, 杉山忠男, 鈴木亨, 鈴木直, 常深博, 西川恭治, 三間園興

日本物理学会 2009 年分科会 (於熊本大学, 2009 年 9 月 28 日)

**Machikaneyama による量子シミュレーション・デザイン**小倉昌子<sup>\*,s</sup>

第 46 回応用物理学会スクール「コンピューテーショナル・マテリアルズ・デザイン入門」(於東海大学, 2010 年 3 月 17 日)

**最適化有効ポテンシャル法を用いた第一原理電子状態計算**深澤太郎<sup>\*,d</sup>, 赤井久純<sup>s</sup>

日本物理学会 2010 年会 (於岡山大学, 2010 年 3 月 20 日)



## 1.15 小川グループ

### 平成 21 年度の研究活動概要

半導体の光励起状態およびその外場に対する応答を理論的に研究することが、平成 21 年度の主眼である。「電子-正孔系」と称される光励起状態の準熱平衡状態における相転移や量子凝縮などの協力現象を探索すると同時に、外場として磁場が印加されている場合やカーボンナノチューブのような低次元構造物質の場合にも研究を拡張し、さらには、そのような励起状態と光との混成状態であるポラリトン状態での協力現象を考察することによって、発せられる光子場の特徴の解明に向かいつつある。

#### 電荷不均衡な電子正孔二層系での量子凝縮

半導体を光で強く励起し、伝導帯に電子、価電子帯に正孔を多数作って、これらがバンド内で緩和するのを待つと、電子正孔系の(準)熱平衡状態が実現される。また、タイプ II 量子井戸やセミメタル系でも電子正孔系の熱平衡状態が実現される。我々は、レーザーデバイスへの応用も視野に入れつつ、この系の解明を目指している。近年、半導体微細構造の作成技術の進歩により、電子正孔二層系(電子と正孔を空間的に離れた二次元面に閉じ込めた系)の品質が著しく向上し、様々な実験が行われている。我々は電子と正孔の密度が異なる電子正孔二層系において、量子凝縮相を調べた。その結果、クーロン相互作用の長距離性(パリティ混合効果)が、FFLO(Fulde-Ferrell-Larkin-Ovchinnikov)を安定化することを明らかにし、従来の理論計算の結果を大幅に書き換えた。

#### グラフェン系での相変化

バンドギャップを正から負まで変化させると半導体がセミメタル系となる。この変化の過程で起こる相変化の解明は、古くからの多体問題の難問である。我々は現在、半導体とセミメタルの境界に位置するゼロギャップ系の物性、特に多体効果について調べている。平成 21 年度は、二次元ゼロギャップ系の代表例であるグラフェンを考察し、サイクロトロン共鳴に現れる電子間相互作用の効果について考えた。その結果、一般には著しい相互作用効果による線幅の増大が起こるが、 $N = 0$  から  $N = \pm 1$  への遷移では線幅が殆ど無いことを明らかにした。両者の差は今後の実験において観測される可能性がある。

グラフェンを丸めると擬一次元系であるカーボンナノチューブとなる。この系は丸め方によって半導体にも金属にもなりうる。我々は、半導体カーボンナノチューブにおける励起子分子を考察した。一般に一次元系では、閉じ込め効果により、励起子や励起分子が著しく大きな束縛エネルギーを持つことが知られている。しかし、半導体カーボンナノチューブでは、バンドギャップと相互作用が同程度のエネルギースケールを持つために、多体効果によるくりこみ効果(特に遮蔽効果)が強く効いて、束縛エネルギーが著しく減少することが分かった。また、谷自由度に対応して現れる固有エネルギーの微細構造や、電子間および電子正孔間の相関関数等についても考察した。

#### 動的平均場理論の連続体モデルへの適用

電子正孔系を考える上でのキーワードとして、モット励起子転移・クロスオーバーがある。

これは電子正孔プラズマ（金属相）と励起子ガス（絶縁相）の間の相転移やクロスオーバーである。その物理を解明するには、弱相関から強相関領域までを統一的にカバーする理論が必要となる。しかし現在のところ、半導体を記述するのに標準的に用いられる連続空間モデルを使ってこれに成功した例はない。しかし、ハバードモデルに代表される格子系では、動的平均場理論の枠組みを使って統一的理解が可能になっている。そこで、格子モデルと連続体モデルがどのように関係しているのかという問題が重要になってくる。我々は、格子定数をゼロへ外挿しながら、引力ハバードモデルを動的平均場理論で解析し、格子モデルから連続体モデルの情報を引き出す手法を開発している。

#### セル型動的平均場理論の開発と応用

半導体のみにとらわれず、有機導体などの局在電子系にまで目を向ければ、二軌道ハバード模型の物性は大変興味深い。そこで、この系の金属-絶縁体転移近傍の物理をセル型動的平均場理論を用いて調べた。その結果、フント結合によって強磁性・反強軌道揺らぎが増大し、軌道秩序の前駆現象として絶縁体的状態の安定化が起こることを明らかにした。

#### 微小共振器における励起子ポラリトン

微小共振器内に作成した半導体構造（多層量子井戸）を光励起することで、励起子と光子が強く結合した「励起子ポラリトン」と呼ばれる複合ボース粒子系が実現される。励起光強度がある閾値を越すと、この複合粒子がボース・アインシュタイン凝縮（BEC）を起こすことが確認されている。ポラリトン BEC は電子正孔系と光の相互コヒーレンスが保たれた状態であるため、ポラリトン BEC からの放出光に電子系が持つ動的相関効果が強く反映されると考える。この系において重要なパラメタの一つは、共振器の大きさで決まる「光子準位」と「励起子準位」のエネルギー差である。この離調の値により、ポラリトンが励起子的であるか光子的であるかが変わる。さらに離調によりポラリトンの寿命も変わるため、そもそもポラリトンが熱平衡を実現するか、それとも非平衡状態であるかに影響する。このためポラリトン BEC にとって特に重要なパラメタである。平成 21 年度は、ポラリトンの寿命が熱平衡に達するまでの熱緩和時間に比べ長く系が準熱平衡にあるという仮定の下に、閉じた「電子 + 正孔 + 光子」から成る系を考え、励起子 BEC 相とポラリトン BEC とのクロスオーバーの様子を解明した。「光子 BEC 相」や「通常のレーザー発振」との関連も興味深い課題である。また、光学スペクトルの計算、ポラリトンの寿命を取り入れた解析も重要である。

#### 学術雑誌に出版された論文

**Exciton Mott transition and quantum condensation in electron-hole systems**

T. Ogawa<sup>s</sup>

*physica status solidi (c)* **6**(1) (2009) 28–33.

**Auger recombination process of biexciton in semiconducting carbon nanotubes**

K. Watanabe<sup>d</sup>, K. Asano<sup>s</sup>, and T. Ogawa<sup>s</sup>

*physica status solidi (c)* **6**(1) (2009) 300–303.

**Phase diagram of electron-hole systems: Interplay between exciton Mott transition and quantum pair condensation**T. Ogawa<sup>s</sup> and Y. TomioJournal of Luminescence **129** (2009) 1478–1482.**Spatial fluctuations of spin and orbital in two-orbital Hubbard model**T. Kita, T. Ohashi<sup>s</sup>, and S. SugaPhysical Review **B79** (Issue 24, June) (2009) 245128 1–6.**Quantum condensation in electron-hole bilayers with density imbalance**K. Yamashita<sup>d</sup>, K. Asano<sup>s</sup>, T. Ohashi<sup>s</sup>Journal of the Physical Society of Japan **79** (No. 3, March) (2010) 033001 1–4.**Cellular Dynamical Mean Field Study on Two-Orbital Hubbard Model with Different Bandwidths**T. Kita, T. Ohashi<sup>s</sup>, S. SugaJournal of the Physical Society of Japan **79** (No. 1, January) (2010) 014713 1–5.**Spatial Fluctuations in Two-Orbital Hubbard Model**T. Kita, T. Ohashi<sup>s</sup>, and S. SugaJournal of Physics: Conference Series **200** (2010) 012086 1–4.**国際会議における講演等****Quantum cooperative phenomena in photoexcited insulators: Exciton Mott transition and electron-hole pair condensation**T. Ogawa<sup>s,\*</sup>

Talk given at the International Conference on Statistical Physics: Modern Trends and Applications (at Lviv, Ukraine, 23–25 June 2009).

**Approximate validity of Kohn's theorem in cyclotron resonance in graphene**K. Asano<sup>s,\*</sup> and T. Ando

Talk given at the 18th International Conference on Electronic Properties of Two-Dimensional Systems (at Kobe International Conference Center, Japan, July 19–24, 2009).

**Quantum condensation in the electron-hole system with density imbalance**K. Yamashita<sup>d,\*</sup>, K. Asano<sup>s</sup>, T. Ohashi<sup>s</sup>, and T. Ogawa<sup>s</sup>

Talk given at the 18th International Conference on Electronic Properties of Two-Dimensional

Systems (at Kobe International Conference Center, Japan, July 19–24, 2009).

### **Spatial fluctuations in two-orbital Hubbard model**

T. Kita, T. Ohashi<sup>s</sup>, and S. Suga

Talk given at the 18th International Conference on Magnetism (at Karlsruhe Institute of Technology, Germany, July 26–31, 2009).

### **Crossover from excitonic to photonic condensation in microcavity polariton systems**

K. Kamide and T. Ogawa<sup>s</sup>

Talk given at the International Conference on Optics of Excitons in Confined Systems (at Madrid, Spain, 7–11 September 2009).

### 日本物理学会，応用物理学会等における講演

#### 密度不均衡のある電子正孔系における量子凝縮

山下和男<sup>d,\*</sup>, 浅野建一<sup>s</sup>, 大橋琢磨<sup>s</sup>, 小川哲生<sup>s</sup>

日本物理学会 2009 年秋季大会 (於熊本大学黒髪キャンパス, 2009 年 9 月 25–28 日)

#### 連続模型に対する動的平均場理論を用いた電子 - 正孔系の解析 II

上田倫也<sup>d,\*</sup>, 大橋琢磨<sup>s</sup>, 浅野建一<sup>s</sup>, 小川哲生<sup>s</sup>

日本物理学会 2009 年秋季大会 (於熊本大学黒髪キャンパス, 2009 年 9 月 25–28 日)

#### トラップポテンシャル中の励起子ダイナミクスの解析

渡邊耕太<sup>d,\*</sup>, 上出健仁, 浅野建一<sup>s</sup>, 小川哲生<sup>s</sup>

日本物理学会 2009 年秋季大会 (於熊本大学黒髪キャンパス, 2009 年 9 月 25–28 日)

#### 共振器ポラリトン系におけるボース凝縮のエキシトン - 光子クロスオーバ: 基底エネルギー

上出健仁, 小川哲生<sup>s</sup>

日本物理学会 2009 年秋季大会 (於熊本大学黒髪キャンパス, 2009 年 9 月 25–28 日)

#### 共振器ポラリトン系におけるボース凝縮のエキシトン - 光子クロスオーバ: 変分波動関数, 内部構造

上出健仁, 小川哲生<sup>s</sup>

日本物理学会 2009 年秋季大会 (於熊本大学黒髪キャンパス, 2009 年 9 月 25–28 日)

#### 中性及び非中性電子-正孔系を有した T 型量子細線の利得及び発振特性

岡野真人, 吉田正裕, 秋山英文, Ping Huai, 浅野建一<sup>s</sup>, 小川哲生<sup>s</sup>, Loren N. Pfeiffer, Ken W. West

日本物理学会 2009 年秋季大会 (於熊本大学黒髪キャンパス, 2009 年 9 月 25–28 日)

## 二軌道ハバード模型のクラスタ動的平均場理論

北倫子, 大橋琢磨<sup>s</sup>, 菅誠一郎

日本物理学会 2009 年秋季大会 (於熊本大学黒髪キャンパス, 2009 年 9 月 25-28 日)

## 異方的カゴメ格子における有限温度モット転移

古川雄大, 大橋琢磨<sup>s</sup>, 小山洋太, 川上則雄

日本物理学会 2009 年秋季大会 (於熊本大学黒髪キャンパス, 2009 年 9 月 25-28 日)

## 動的クラスタ近似による有限温度モット転移の解析

大橋琢磨<sup>s,\*</sup>

日本物理学会 2009 年秋季大会 (於熊本大学黒髪キャンパス, 2009 年 9 月 25-28 日)

## 電荷不均衡電子正孔系の光物理

小川哲生<sup>s,\*</sup>

日本物理学会第 65 回年次大会 領域 5・領域 4・領域 8 合同シンポジウム『半導体のキャリアアドーピングと光』(於岡山大学, 2010 年 3 月 20-23 日)

## グラフェン上のサイクロトロン共鳴における多体効果 2 - 内部自由度の効果

浅野建一<sup>s,\*</sup>, 安藤恒也

日本物理学会第 65 回年次大会 (於岡山大学, 2010 年 3 月 20-23 日)

## 半導体カーボンナノチューブ中の励起子分子への遮蔽効果の影響

渡辺耕太<sup>d,\*</sup>, 浅野建一<sup>s</sup>

日本物理学会第 65 回年次大会 (於岡山大学, 2010 年 3 月 20-23 日)

## 連続模型に対する動的平均場理論を用いた電子 - 正孔系の解析 III

上田倫也<sup>d,\*</sup>, 大橋琢磨<sup>s</sup>, 浅野建一<sup>s</sup>, 小川哲生<sup>s</sup>

日本物理学会第 65 回年次大会 (於岡山大学, 2010 年 3 月 20-23 日)

## 異方的三角およびカゴメ格子における有限温度モット転移

古川雄大, 大橋琢磨<sup>s</sup>, 小山洋太, 川上則雄

日本物理学会第 65 回年次大会 (於岡山大学, 2010 年 3 月 20-23 日)

## 二次元ハバード模型におけるモット転移: クラスタ動的平均場理論による解析

北倫子, 大橋琢磨<sup>s</sup>, 菅誠一郎

日本物理学会第 65 回年次大会 (於岡山大学, 2010 年 3 月 20-23 日)

## 書籍等の出版，日本語の解説記事

光誘起相転移の理論と動的電子相関光科学

小川哲生<sup>s</sup>

光科学研究の最前線 2 (強光子場科学研究懇談会, 東京, 2009) [ISBN 978-4-902590-13-5 C3034].

## 1.16 阿久津グループ

原稿未着





## 第2章 受賞と知的財産

平成 21 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) 質量分析グループ: 笹井浩平氏 (大学院生), 青木順氏 (特任研究員), 豊田岐聡氏

東京コンファレンス 2009 優秀講演賞

業績: 対象講演タイトル: Residual Gas Analyzer using miniature quadrupole array mass spectrometers

2009 年 9 月 3 日

### 知的財産

- (1) 特許名称: 遷移金属ハライド反強磁性ハーフメタルの調整方法

発明者: 赤井久純、N. H. Long、小倉昌子

出願番号: 特願 2009-217720

出願日: 2009 年 9 月 18 日

- (2) 特許名称: 磁気抵抗効果膜、及びこれを用いた磁気抵抗効果素子、ならびに磁気デバイス

発明者: 赤井久純、N. H. Long、小倉昌子

出願番号: PCT/JP 2009/061455

出願日: 2009 年 6 月 24 日

- (3) 特許名称: サイクロンセパレータ式質量分析システム

発明者: 三木伸一、豊田岐聡

出願番号: 特願 2009 - 138922

特許出願人: MSI.TOKYO 株式会社, 大阪大学

出願日: 2009 年 6 月 10 日

- (4) 特許名称：距離測定装置、距離測定方法、距離測定プログラム、およびコンピュータ読み取り可能な記録媒体  
発明者：豊田岐聡，田嶋敏男  
出願番号：特願 2009 - 235185  
特許出願人：MSI.TOKYO 株式会社, 大阪大学  
出願日：2009年10月9日
- (5) 特許名称：多重周回型飛行時間質量分析方法  
発明者：高橋圭二，豊田岐聡  
出願番号：特願 2010-000330  
特許出願人：MSI.TOKYO 株式会社, 大阪大学  
出願日：2010年1月5日

## 第3章 学位論文

### 3.1 修士論文

学生氏名	指導教員	論文題名
和田 敏英	田島 節子	単結晶 $(Ln_1, Ce)_2(Ba, Ln_2)_2Cu_3O_{8+}$ ( $Ln_1 Ln_2 = \text{希土類}$ ) の作製および物性測定
荒木 崇志	野末 泰夫	圧入法で作成したゼオライト LSX 中の Na-K 合金 クラスターの磁性
井筒 祐一	萩原 政幸	スピン 2 の一次元ハイゼンベルグ反強磁性体 $MnCl_3(bpy)$ の磁性と ESR 及び回転機構を用いた磁場配向装置の開発
伊藤 尚祐	久野 良孝	Improvements of COPPER 500-MHz Flash ADC for PIENU Experiment (PIENU 実験のための COPPER 500-MHz Flash ADC の性能改善)
今井 匠太郎	土岐 博	クォーク閉じ込め効果を含む $SU(2)$ カラー NJL モデルによる高温高密度物質の状態方程式
上田 圭祐 榎本 瞬	與曾井 優 野海 博之	LEPS 実験のための偏極 HD 標的と移送システムの開発 $d(K^-, n)$ 反応を用いた $\Lambda(1405)$ 分光実験のための陽子検出器の開発
大藤 和人	竹田 精治	カーボンナノチューブ生成のための Fe ナノ粒子触媒の形成過程
奥田 直也 垣見 梨菜	窪田 高弘 朝日 一	初期宇宙における非ガウスの密度ゆらぎと構造形成 分子線エピタキシャル成長法による InGaGdN 薄膜、 及び InGaN/GaGdN 多重量子井戸の成長と評価
風戸 正行	下田 正	ドリップ線近くの不安定原子核の構造を探る新しいレーザー分光法確立のための研究開発
片山 敬亮	大貫 惇睦	結晶反転対称性を持たない $CeIrSi_3$ における反強磁性と超伝導
金子 寛弥	保坂 淳	The dynamics of the rho-meson in hadron structures and photoproduction (ハドロンの構造や光生成機構におけるロー中間子の動力学について)

加納 英朗	石原 盛男	リニアイオントラップからの新しいイオン引き出し方法の開発
桑内 康文	竹田 精治	反応ガス中における金/チタニア触媒の環境 TEM その場観察
小鉄 貴広	萩原 政幸	パルス強磁場中電気分極測定装置の開発と二次元三角格子反強磁性体 $\text{CuFe}_{1-x}\text{Ga}_x\text{O}_2$ の磁場中電気分極測定
西城 理志 酒井 裕司	田島 節子 朝日 一	鉄ニクタイト超伝導体 1111 における P/As 固溶効果 GaAs 上に MBE 成長した $\text{TlInGaAsN/TlGaAs}$ 二重量子井戸構造の光学評価
芝 暢郎	細谷 裕	エンタングルメントエントロピーとそのホログラフィック双対な記述
壽賀 正城	下田 正	スピン偏極した原子核からの 崩壊非対称度測定手法の最適化
鈴木 真之佑	田島 節子	鉄系超伝導体 $\text{LaFePO}$ におけるキャリアドーピング効果および Fe サイト不純物置換効果
曾谷 基紀 高木 崇志	朝日 一 花垣 和則	GaN 上 Fe ナノドットの磁化特性評価 LHC/ATLAS 実験において Vector Boson Fusion 過程で生成される Higgs 粒子の発見可能性の研究
高島 杏奈	下田 正	Study of High-Spin States in $^{142}\text{Pr}$ by RI Beam Induced Fusion Reaction at RCNP (RCNP における不安定核ビームによる核融合反応を用いた $^{142}\text{Pr}$ の高スピン状態の研究)
高橋 悠	細谷 裕	一般確率論上での推定論の研究
多小谷 享 只友 浩貴	浅川 正之 田島 節子	Lattice QCD を用いた自己エネルギー解析手法の開発 ラマン散乱を用いた高温超伝導体 $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ の擬ギャップの研究
立元 琢土	久野 良孝	COMET 実験のための MPPC 読み出し電磁カロリメータの開発
田中 邦明	野末 泰夫	ゼオライト A 中のカリウムクラスターの圧力ドーピングによる構造変化
辻田 賢 戸田 雅敏 土肥 英登	菊池 誠 大貫 惇睦 細谷 裕	組織形成のメカニズムにおけるシミュレーション $\text{YbT}_2\text{Zn}_{20}$ (T=Co, Rh, Ir) の強磁場磁化 Gauge Theory on Projective Sphere (射影球面上のゲージ理論)
中江 伸也 中川 仁太 永谷 弘之 中堂園 尚幸	白井 光雲 畑中 吉治 東島 清 久野 良孝	グラファイトの高圧における電子状態 高温超伝導電磁石系の設計・開発 3次元空間におけるスピノルのボソン化 ミューオン-電子転換過程探索実験 COMET のための Extinction Monitor 開発

那須 翔太	浅川 正之	2 核子弱過程の解析と超新星爆発
二宮 謙太	萩原 政幸	デオキシヘモグロビンの電子状態解明に向けた連続可変多周波 ESR 共振器の開発
花澤 宏文	野末 泰夫	ソーダライト中のアルカリ金属クラスターの中性子回折と反強磁性共鳴
林 斉一	朝日 一	Be と Si をコドープした GaN の MBE 結晶成長とその評価
坂東 将光	赤井 久純	フォノン散乱を考慮したゼーベック係数の第一原理計算手法の開発
廣瀬 雄介	大貫 惇睦	新物質 CeRhGe <sub>2</sub> の単結晶育成と磁性
廣田 航介	民井 淳	Be 同位体の荷電変換断面積の測定
藤田 崇仁	萩原 政幸	S=5/2 カゴメ格子反強磁性体 KFe <sub>3</sub> (OH) <sub>6</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (K-Fe-jarosite) の強磁場磁性
古橋 建一郎	磯山 悟朗	マイケルソン干渉計を用いた FEL ミクロパルスの時間領域解析
堀井 香織	土岐 博	三体クラスター構造をもつ <sup>8</sup> B と標的 <sup>12</sup> C の弾性散乱
森 祐揮	竹田 精治	SiC ナノワイヤ/Au ナノ粒子複合システムにおける抵抗スイッチング及び SiC ナノワイヤのグラファイト化
森村 英幸	赤井 久純	Rutile 型 TiO <sub>2</sub> (110) 面の酸素欠陥についての第一原理計算
八木 一樹	竹田 精治	SiC/グラファイト複合ナノ構造体の生成
山下 麗人	小川 哲生	確井変換を用いた擬一次元電子正孔系の解析
山野 彰生	朝日 一	Si 基板上局所領域への InP の成長と評価に関する研究
吉田 幸太郎	岸本 忠史	J-PARC E10 実験で用いる MWPC の性能評価
吉谷 尚久	大貫 惇睦	Ce <sub>2</sub> MgSi <sub>2</sub> の単結晶育成と磁性
渡邊 諒太郎	窪田 高弘	$\bar{B} \quad D\tau \quad \tau \quad D\pi\cancel{\nu}\tau \quad \tau$ における Charged Higgs の効果

## 3.2 博士論文

平成21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．

Khanam Fahmida (指導教員 岸本 忠史 教授)

Search for X-particle as a bound state of Kaon and pion  
(K 中間子と pi 中間子の束縛状態における X 粒子の探索)

Duong Thi Hanh (指導教員 野末 泰夫 教授)

Ferrimagnetic properties of Na-K alloy clusters incorporated into low-silica X zeolite  
(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)

石井 貴昭 (指導教員 細谷 裕 教授)

Holographic Hadron Physics from String Theory  
(弦理論からのホログラフィックなハドロン物理)

鈴木 信彦 (指導教員 浅川 正之 教授)

Properties of Nucleon Resonances from Dynamical Model of Meson Production Reactions  
(中間子生成反応の力学的モデルによる核子共鳴の研究)

出倉 春彦 (指導教員 白井 光雲 准教授)

Research on Superconductivity in  $\alpha$ -boron  
( $\alpha$  ホウ素の超伝導に関する研究)

堀田 暁介 (指導教員 東島 清 教授)

Holographic Description of Black Hole Space-time  
(ブラックホール時空のホログラフィックな記述について)

山口 博則 (指導教員 萩原 政幸 教授)

High Field Magnetism of Two-Dimensional Triangular-Lattice Antiferromagnets and Development of ESR Apparatus at Extremely-Low Temperatures in Pulsed High Magnetic Fields  
(二次元三角格子反強磁性体の強磁場磁性と強磁場極低温 ESR 装置の開発)

山田 薫 (指導教員 久野 良孝 教授)

Search for massive neutrinos in  $\pi^+ \rightarrow e^+\nu$  decay  
( $\pi^+ \rightarrow e^+\nu$  崩壊を用いた重いニュートリノ探索)

堀越 篤 (指導教員 久野 良孝 教授)

Development of a thin scintillation counter hodoscope for detecting the lowest energy

cosmic-ray antiprotons

(低エネルギー宇宙線反陽子観測の為に薄型 TOF カウンターの開発)

野田 周作 (指導教員 細谷 裕 教授)

The electroweak couplings and anomaly cancellation in  $SO(5) \times U(1)$  gauge-Higgs unification

( $SO(5) \times U(1)$  ゲージヒッグス統一モデルにおける 電弱結合とアノマリーキャンセルについて)

坂本 英之 (指導教員 久野 良孝 教授)

A Study of Muon Ionization Cooling at MICE

(MICE 実験でのミュオン・イオン化冷却の研究)

長友 傑 (指導教員 松多 健策 准教授)

Search for the G-Parity Irregular Term in Weak Nucleonn Currents Extracted from Mirror  $\beta$  Decays in Mass 20 System

(質量数 20 体系の鏡映  $\beta$  崩壊から導出される弱核子流の G 対称性異常項の探索)





## 第4章 教育活動

平成 21 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	窪田高弘	*
物性理論序説（開講せず）	2		*
原子核理論序説	2	土岐博・保坂淳	*
散乱理論（開講せず）	2		
一般相対性理論	2	高原文郎	*

注) \* は学部と共通科目である。

[専門科目]

授業科目	単位数	担当教員	備考
素粒子物理学 II	2	波場直之	
場の理論 I	2	東島清	
場の理論 II	2	細谷裕	
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（開講せず）	2	Keith M. Slevin	ナノ教育プログラム
固体電子論 I	2	赤井久純	ナノ教育プログラム
固体電子論 II	2	吉田博・森川良忠・白井光雲	ナノ教育プログラム
量子多体系の物理	2	小川哲生	ナノ教育プログラム

## [トピック]

授業科目	単位数	担当教員	備考
素粒子物理学特論 I (開講せず)	2	細谷裕・波場直之	
素粒子物理学特論 II (開講せず)	2	東島清・窪田高弘	
原子核理論特論 I	2	佐藤透	
原子核理論特論 II	2	若松正志	
物性理論特論 I (開講せず)	2	阿久津泰弘	
物性理論特論 II (開講せず)	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	4.5	窪田高弘・田中実	
場の理論半期セミナー I	4.5	東島清	
場の理論半期セミナー II	4.5	細谷裕・波場直之・南部陽一郎・尾田欣也	
原子核理論半期セミナー I	4.5	浅川正之・佐藤透・若松正志 北澤正清	
原子核理論半期セミナー II	4.5	土岐博・保坂淳	
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・時田恵一郎	
物性理論半期セミナー I	4.5	赤井久純・Keith M. Slevin 坂本好史・小倉昌子 Wilson Agerico Tan Diño	
物性理論半期セミナー II	4.5	白井光雲・森川良忠・佐藤和則	
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	
プラズマ計算物理半期セミナー	4.5	高部英明・佐野孝好	

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 「D プレーン」	1	橋本幸士 (理研・仁科加速器)	集中
特別講義 A II 「素粒子論的宇宙論と暗黒物質」	1	松本重貴 (富山大・院・理工)	集中
特別講義 A III 「高密度物質が示す多彩な様相」	1	飯田圭 (高知大・教育・自然)	集中
特別講義 A IV 「多自由度相関電子系の物理」	1	石原純夫 (東北大・院・理)	集中
特別講義 A V 「密度汎関数理論と計算物性科学」	1	杉野修 (東大・物性研)	集中

[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・波場直之・南部陽一郎・尾田欣也	
場の数理特別セミナー	9	東島清	
素粒子論特別セミナー	9	窪田高弘・田中実	
原子核理論特別セミナー	9	浅川正之・佐藤透・若松正志 北澤正清	
多体問題特別セミナー	9	土岐博・保坂淳	
物性理論特別セミナー I	9	赤井久純・Keith M. Slevin 坂本好史・小倉昌子 Wilson Agerico Tan Diño	
物性理論特別セミナー II	9	白井光雲・森川良忠・佐藤和則	
統計物理学特別セミナー	9	阿久津泰弘・菊池誠・時田恵一郎	
数理物理学特別セミナー	9	小川哲生・浅野建一・大橋琢磨	
プラズマ宇宙物理特別セミナー	9	高部英明・佐野孝好	

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（開講せず）	2	窪田高弘	*
素粒子物理学序論B	2	花垣和則	*
原子核物理学序論	2	岸本忠史	*

注）\*は学部と共通科目である。

## 〔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	2	山中卓	
高エネルギー物理学II	2	青木正治	
素粒子・核分光学（開講せず）	2		
原子核反応学	2	岡村弘之	
原子核構造学	2	松多健策・藤田佳孝	
加速器物理学	2	畑中吉治	
放射線計測学	2	下田正	

## 〔トピック〕

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	能町正治	
高エネルギー物理学特論II（開講せず）	2	久野良孝	
素粒子・核分光学特論（開講せず）	2	岸本忠史	
原子核物理学特論I	2	野海博之	
原子核物理学特論II	2	中野貴志	
ハドロン多体系物理学特論（開講せず）	2		

## [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	
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	
クオ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・村松憲仁・味村周平	
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	岡村弘之・民井淳・藤原守 嶋達志・高久圭二	
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・小川泉	
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	
放射光半期セミナー	4.5	磯山悟郎・井上恒一・加藤龍好 池田稔治・柏木茂	

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 「低速中性子の光学と基礎物理」	1	清水裕彦(高エネ研)	集中
特別講義 B II 「X線・ガンマ線衛星を用いた 高エネルギー天体物理学」	1	玉川徹(理研)	集中
特別講義 B III 「スピんで視る量子多体系として の原子核-スピン巨大共鳴, 三体 核力, EPR パラドックス」	1	酒井英行(東大・院・理)	集中

[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	
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・小川泉	
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・村松憲仁・味村周平	
原子核反応特別セミナー	9	岡村弘之・民井淳・藤原守 嶋達志・高久圭二	
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	
放射光特別セミナー	9	磯山悟郎・井上恒一・加藤龍好 池田稔治・柏木茂	

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	竹田精治・廣田和馬	*
固体物理学概論 2	2	田島節子	*
固体物理学概論 3	2	大貫惇睦・野末泰夫	*
放射光物理学	2	磯山悟朗	* ナノ教育プログラム
極限光物理学	2	疇地宏	*

注) \* は学部と共通科目である。

## [専門科目]

授業科目	単位数	担当教員	備考
磁気分光学 (開講せず)	2	鷹岡貞夫	
光物性物理学	2	田島節子・宮坂茂樹	
半導体物理学	2	鷹岡貞夫・長谷川繁彦	
超伝導物理学	2	大貫惇睦・摂待力生	
量子分光学 (開講せず)	2	木下修一	ナノ教育プログラム
荷電粒子光学概論	2	石原盛男	ナノ教育プログラム
質量分析学概論 (開講せず)	2	豊田岐聡	ナノ教育プログラム

## [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	
レーザー物性学 (開講せず)	2		ナノ教育プログラム
ナノ構造物性物理学	2	野末泰夫	ナノ教育プログラム
強相関係物理学 (開講せず)	2	大貫惇睦・杉山清寛	
極限物質創成学 (開講せず)	2	河野日出夫	ナノ教育プログラム
極微構造物理学	2	竹田精治	ナノ教育プログラム

## [セミナー]

授業科目	単位数	担当教員	備考
強相関半期セミナー	4.5	大貫惇睦・撰待力生・杉山清寛・ 本多史憲	
質量分析物理半期セミナー	4.5	石原盛男・豊田岐聡	
超伝導半期セミナー	4.5	田島節子・宮坂茂樹・増井孝彦・ 田中清尚	
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・ 荒木新吾	
半導体半期セミナー	4.5	朝日一・長谷川繁彦・江村修一・ 周逸凱	
格子欠陥半期セミナー	4.5	竹田精治・河野日出夫	
レーザー分光半期セミナー	4.5	木下修一・渡辺純二・吉岡伸也	
強磁場物理半期セミナー	4.5	萩原政幸・木村尚次郎	
放射線応用物理半期セミナー	4.5	斎藤直・清水喜久雄	

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 「強相関電子系のエネルギー バンド構造」	1	山上浩志(京産大・理)	集中
特別講義 C II 「テラヘルツ分光法の基礎と 物性科学への応用」	1	島野亮(東大・院・理)	集中
特別講義 C III 「光と原子・分子」	1	木村正廣(高知工大・工)	集中



## [ セ ミ ナ ー ]

授業科目	単位数	担当教員	備考
強相関特別セミナー	9	大貫惇睦・撰待力生・杉山清寛・ 本多史憲	
強磁場物理特別セミナー	9	萩原政幸・木村尚次郎	
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・ 荒木新吾	
半導体特別セミナー	9	朝日一・長谷川繁彦・江村修一 周逸凱	
超伝導特別セミナー	9	田島節子・宮坂茂樹・増井孝彦・ 田中清尚	
質量分析物理特別セミナー	9	石原盛男・豊田岐聡	
格子欠陥特別セミナー	9	竹田精治・河野日出夫	
複雑系物理学特別セミナー	9	木下修一・渡辺純二・吉岡伸也	
放射線科学特別セミナー	9	斎藤直・清水喜久雄	

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	2	磯山悟朗	
自由電子レーザー学 (開講せず)	2	磯山悟朗	
複雑系物理学	2	渡辺純二	
相転移論	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 (開講せず)	2	時田恵一郎	
素粒子物理学 I	2	窪田高弘	

授業科目	単位数	担当教員	備考
数物アドバンスコア 1	2	松村昭孝	数学・物理学 専攻共通
数物アドバンスコア 2	2	小川哲生, 細谷裕, 野末泰夫, 下田正	数学・物理学 専攻共通
科学技術論 A	2	中村桂子, 芝哲夫, 木村嘉孝, 池内了, 菊池誠 他	学部, 基礎工 との共通科目
Selected Current Topics in Science, Technology, and Society	1	Wilson Agerico Tan Diño	修了要件外
ナノマテリアル・ナノ デバイスデザイン学	1	赤井久純 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	多田博一(基) 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	荒木勉(基) 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(基) 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
先端的研究法：質量分析	2	倉光成紀 他	集中, 修了要件外
先端的研究法：X線結晶解析	2	倉光成紀 他	集中, 修了要件外
先端的研究法：NMR	2	倉光成紀 他	集中, 修了要件外

## 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
防災概論	集中 15	1	篠原厚・下田正・谷篤史・ 能町正治・深瀬浩一・山本仁・ 高木慎吾・植田千秋
力学 1	2	2	浅野建一
力学 1 演義	2	2	浅野建一・尾田欣也
物理数学 1	2	2	赤井久純
物理数学 1 演義	2	2	赤井久純・小倉昌子
電磁気学 1	2	2	藤田裕
電磁気学 1 演義	2	2	藤田裕・坂本好史
電磁気学 2	2	2	大野木哲也
電磁気学 2 演義	2	2	大野木哲也・北澤正清
統計物理学 1	2	2	川村光
統計物理学 1 演義	2	2	川村光・吉野元
量子力学 1	2	2	小川哲生
量子力学 1 演義	2	2	小川哲生・大橋琢磨
量子力学 2	2	2	浅川正之
量子力学 2 演義	2	2	浅川正之・田越秀行
統計物理学 2	2	2	時田恵一郎
統計物理学 2 演義	2	2	時田恵一郎・吉野元
物理学実験	16+12	8	竹田精治・福田光順・山中千博・ 荒木新吾・中野岳仁・小川泉・ 阪口篤志・菅谷頼仁・清水俊・ 三原基嗣・宮田恵美・橋爪光・ 桂誠・久富修・谷篤史・ 竹内徹也・山中卓・後藤達志・ 増井孝彦・田中清尚・本多史憲
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
物理学セミナー 1	2	2	物理学科各教員
物理学セミナー 2	2	2	物理学科各教員
量子物理学概論	2	2	久野良孝
物理学実験基礎	6	2	田島節子・小川泉・撰待力生・ 吉岡伸也・鷹岡貞夫・山中千博
力学 2	2	2	キース スレヴィン
物理数学 2	2	2	波場直之

授業科目名	毎週授業時間数	単位数	担当教員
物理数学 2 演義	2	2	釣部通・大橋琢磨
地球科学概論	2	2	近藤忠
電気力学	2	2	細谷裕
物理数学 3	2	2	佐藤透
惑星科学概論	2	2	松田准一
物性物理学 1	2	2	竹田精治・廣田和馬
連続体力学	2	2	湯川諭
Physics in English	2	2	キース スレヴィン
量子力学 3	2	2	若松正志
解析力学	2	2	田越秀行
応用電磁気学	2	2	松多健策
プラズマ物理学	2	2	高部英明
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	阪口篤志
物性物理学 2	2	2	田島節子
統計物理学 3	2	2	菊池誠
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	集中 45	1	廣野哲朗・土'山明・ 中嶋悟・佐伯和人・ 横山正・藪田ひかる 境家達弘
宇宙地球フィールドワーク 2	集中 45	1	廣野哲朗・土'山明・ 中嶋悟・佐伯和人・ 横山正・藪田ひかる 境家達弘
宇宙地球フィールドワーク 3	集中 45	1	廣野哲朗・土'山明・ 中嶋悟・佐伯和人・ 横山正・藪田ひかる 境家達弘
宇宙地球フィールドワーク 4	集中 45	1	廣野哲朗・土'山明・ 中嶋悟・佐伯和人・ 横山正・藪田ひかる 境家達弘
相対論	2	2	高原文郎
原子核物理学 2	2	2	岸本忠史
原子核理論序説	2	2	土岐博・保坂淳
物性物理学 3	2	2	野末泰夫・大貫惇睦
宇宙物理学	2	2	常深博
地球惑星物質学	2	2	土'山明
極限光物理学	2	2	疇地宏

授業科目名	毎週授業時間数	単位数	担当教員
放射光物理学	2	2	磯山悟朗
数値計算法	2	2	林田清
相対論的量子力学	2	2	窪田高弘
素粒子物理学 2	2	2	花垣和則
物理オナーセミナー 1	2	1	東島清
物理オナーセミナー 2	2	1	東島清
物理オナーセミナー 3	2	1	東島清
物理オナーセミナー 4	2	1	東島清
科学技術論 A	2	2	北山辰樹
理学への招待	2	1	日比孝之・浅川正之・佐藤尚弘・ 鐘巻将人
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	木下修一・渡辺純二 朝日 一 田中慎一郎	医(医) 医(放)・歯 医(検)・薬	I	月 3
物理学 1	細谷 裕 下田 正 森川 良忠	理 理 理	I	月 3
物理学入門 I	大貫惇睦	医(放・検)・ 歯・薬	I	月 3
物理学序論 1	廣岡正彦	理	I	月 3
現代物理学入門	保坂淳・岸本忠史	理	II	火 1
物理学概論 II	渡辺純二・木下修一 中野貴志・野海博之 河野日出夫	医(医) 医(放・検)・歯 1 薬・歯 2	II	火 2 水 2
物理学 2	下田 正 田島節子 久野良孝	理 理 理	II	金 4
物理学序論 2	福田光順	理	II	金 4
物理学入門 II	小出義夫	医(放・検)・歯・薬	II	水 2
熱学・ 統計力学要論	鷹岡貞夫 土岐 博・保阪 淳 能町正治	基(電 1 ~ 1 5・ シ 1 ~ 9 0・情 1 ~ 2 5) 基(電 1 6 ~ ・シ 9 1 ~ ・ 情 2 6 ~ 5 0) 基(化・情 5 1 ~ )	III	月 2
熱学・ 統計力学要論	長友英夫 磯山悟朗・加藤龍好 白井光雲	工(電気・通信・建築) 工(電子・情報・環境) 工(エネルギー・ 船舶・土木)	III	火 1
力学 I	芝井 広 尾田欣也 坂本好史	工(然 1 ~ 8 5) 工(然 8 6 ~ 1 7 0) 工(然 1 7 1 ~ )	I	月 4

授業科目名	担当教員	配当学部	学期	曜日時限
力学 I	河原崎修三 廣田和馬 西浦宏幸 能町正治 高原文郎 釣部 通	基(化) 基(情) 基(シ1~90) 基(シ91~) 基(電1) 基(電2)	I	金 4
力学 I	阿久津泰弘 谷口年史 林田 清	工(電子情報)1-80 工(電子情報)81- 工(環境・工ネ)	I	金 4
力学 I	北澤正清 櫻木弘之 萩原政幸 小無啓司	工(地球総合) 工(理1~95) 工(理96~190) 工(理191~)	I	火 1
力学 II	波場直之 若松正志 西浦宏幸 吉田 博 田中歌子	基(化・情) 基(シ1~90) 基(シ91~) 基(電1) 基(電2)	II	金 4
力学 II	豊田岐聡 櫻木弘之 廣田和馬 石原盛男	工(地球総合) 工(理1~95) 工(理96~190) 工(理191~)	II	火 1
力学 II	野末泰夫 谷口年史 佐藤 透	工(電子情報)1-80 工(電子情報)81- 工(環境・工ネ)	II	金 1
電磁気学 I	湯川 諭 宮坂茂樹 植田千秋	基(化) 基(シ1~130) 基(シ131~・情)	II	月 1
電磁気学 I	杉山清寛 吉田陽一・楊 金峰 山中卓	工(然1~85) 工(然86~170) 工(然171~)	II	火 3
電磁気学 I	山口 哲 小倉昌子 撰待力生	工(理1~95) 工(理96~190) 工(理191~)	II	月 2
電磁気学 II	田中実 竹田精治	基(シ・情) 基(化)	III	月 3
電磁気学 II	浜口智志・吉村 智 中野貴志 嶋 達志	工(理1~95) 工(理96~190) 工(理191~)	III	火 1

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 電気物理学 B	河崎善一郎 村田 勲・加藤裕史 ・加藤裕史	工（電子情報）クラス A 工（電子情報）クラス B	I	月 4
電気物理学 A 電気物理学 B	河崎善一郎 宮丸広幸・尾崎典雅 ・大塚裕介	工（電子情報）クラス B 工（電子情報）クラス A	II	金 3
情報活用基礎	外川浩章	理	I	月 4
基礎教養 2	下田正 東島 清 土'山明 中嶋悟		I	水 2
基礎教養 3 基礎教養 3	窪田高弘 松田准一 藤田佳孝 斎藤 直		I	月 1 月 4
物理学実験	青木正治 野村 光 河野日出夫 宮坂茂樹 巽 啓司 高橋 泰岳	工（電子情報、環境・工ネ）	I	火 3 ~ 5
物理学実験	長谷陽子 佐藤 朗 細井卓治 小林 康 大森健史 杉山清寛	工（然）	I	木 3 ~ 5
物理学実験	中本圭一 豊田岐聡 飯塚博幸 藤田克昌 松多健策 石川史太郎	工（理）	II	火 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	清水 俊 吉川 健 花垣和則 半沢弘昌 田中清尚 小椋 智	基(電・化・情)	II	木3～5
物理学実験	花垣和則 増井孝彦 橋本智昭 石原盛男 伊丹康二 中野岳仁	工(地球総合)	II	金3～5
物理学実験	藤田佳孝 菅谷頼仁 杉山清寛 上向井正裕 三原基嗣 荒木新吾	医(放・検)・基(シ)	III	金3～5
自然科学実験1	福田光順 鷹岡貞夫 撰待力生 藤田佳孝 青木正治 阪口篤志 杉山清寛 宮坂茂樹 石原盛男 花垣和則 松多健策 豊田岐聡	理	I I I I I I II II II II II II	水3 - 5
自然科学実験2	河野日出夫 小田原厚子	理	III III	水3 - 5

#### 4.4 物理学セミナー

物理学科1年生の皆さんに なるべく早く研究室の雰囲気を知ってもらうための物理学セミナーが平成21年度は木曜日3限に企画された。

物理学専攻からは、素粒子理論グループ(細谷)、岸本グループ(阪口)、田島グループ(宮坂)、野末グループ(野末)、山中(卓)グループ(山中)、質量分析グループ(豊田)、素粒子理論グループ(大野木)、原子核理論グループ(若松)、大貫グループ(摂待、本多)、核物質学グループ(松多、三原)の各グループが担当した。

## 第5章 物理談話会，講演会など

### 5.1 物理談話会

平成 21 年度に行なわれた教室談話会（物理学輪講）の日程，講師，講演題目を以下に列挙する．

2009.04.10	久野 良孝	素粒子三題噺
2009.04.17	大貫 惇睦	重い電子系の物理
2009.04.24	波場 直之	素粒子物理学の基礎から最先端の話題まで
2009.05.08	門野 敏彦	太陽系の形成と隕石の衝突
2009.05.15	尾田 欣也	余次元の物理
2009.05.29	清水 裕彦	低速中性子で探る物理：
2009.06.05	浅野 建一	メゾスコピック系の物理
2009.06.12	田島 節子	量子多電子系の物理
2009.06.19	川村 光	地震の物理学
2009.06.26	田越 秀行	重力波による宇宙の観測
2009.07.03	松尾 由賀利	レーザーで見る原子の物理
2009.07.10	中嶋 悟	地球表層環境と生命の進化
2009.07.17	野末 泰夫	素粒子ミュオンで探る物性物理
2009.07.24	石原 純夫	多自由度相関係の最前線
2009.07.31	芝井 広	赤外線観測による太陽系外惑星形成過程の研究
2009.10.02	谷 篤史	クラストレートハイドレート
2009.10.09	木村 正廣	マイクロ液滴に閉じ込められた光

2009.10.16	境家 達弘	レーザーで切りひらく地球・惑星内部
2009.10.23	竹田 精治	金属ナノ粒子触媒の物理と化学
2009.10.30	浅川 正之	宇宙初期のクオーク物性論
2009.11.06	杉野 修	密度汎関数理論と計算物性科学
2009.11.13	玉川 徹	ガンマ線バースト探査衛星HETEの挑戦
2009.11.20	小倉 昌子	電子状態計算と量子デザイン
2009.11.27	酒井 英行	EPR パラドックスと陽子対スピン相関実験 によるベルの不等式の検証
2009.12.04	橋爪 光	同位体惑星科学
2009.12.11	宮崎 淳	蛍光過程の原理と制御
2009.12.18	谷口 年史	スピングラスとカイラリティ
2010.01.08	林田 清	ブラックホールの X 線観測
2010.01.22	大野木 哲也	格子ゲージ理論で探るミクロな世界

## 5.2 ノーベル物理学賞受賞記念講演会

2008年ノーベル物理学賞受賞者の南部陽一郎氏による記念講演会（物理学専攻主催）を理学研究科の学部学生、大学院生、教職員を対象に開催した。約500人の学部学生、大学院生、教職員が参加した。

日時：2009年5月13日（水）17：00から18：00

場所：理学研究科D501大講義室（D403、D303講義室 ビデオ中継）

講師：南部 陽一郎（シカゴ大学名誉教授、大阪大学招へい教授）

題目：「私が歩んできた道」

主催：物理学専攻

共催：理学研究科

この講演会の記録集が大阪大学大学院理学研究科より発行された。[1]



[1] 南部陽一郎先生ノーベル物理学賞受賞記念講演 「私が歩んできた道」

編集：大阪大学大学院理学研究科物理学専攻

南部 陽一郎, 細谷 裕, 田中 実, 尾田 欣也, 植草 宣弘, 篠木 久美

印刷・製本 太洋堂, 初版 2010年1月25日

© 大阪大学大学院理学研究科 2010



## 第6章 学生の進路状況

平成21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）	50名
大阪大学進学（他研究科）	3名
他大学大学院進学	16名
民間企業就職	2名
内訳： アイテック阪急阪神（株） （株）タブチ	
公立高校教員（常勤）	1名
私立高校教員（非常勤）	1名
青年海外協力隊	1名
未定	1名
合 計	75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）	16名
大阪大学博士後期課程進学（他研究科）	2名
他大学博士後期課程進学	1名
民間企業就職	32名
未定	3名
合 計	54名

博士前期課程修了者の進路の内訳（人数未記入はすべて1名）

（株）旺文社	
京セラ（株）	
光洋サーモシステム（株）	
住友信託銀行（株）	
ソニー・エルエスアイ・デザイン（株）	
（株）東芝	
トヨタ自動車（株）	
（株）豊田自動織機	
トヨタテクニカルディベロップメント（株）	
名古屋菱重興産（株）	
日亜化学工業（株）	
日本銀行	
日本電産（株）	2名
日本電子（株）	
（株）野村総合研究所	
浜松ホトニクス（株）	
（株）日立グローバルストレージテクノロジーズ	
（株）日立製作所	3名
（株）日立ディスプレイズ	
（株）日立ハイテクノロジーズ	
富士通（株）	
富士通テン（株）	
富士電機ホールディングス（株）	
三菱電機（株）	3名
三菱電機コントロールソフトウェア（株）	
（株）三菱東京UFJ銀行	
（株）リコー	



## 6.3 博士後期課程修了者の進路

民間企業就職	2名
高校教員	2名
日本学術振興会・特別研究員	1名
大阪大学・非常勤研究員	3名
他国立大学法人・非常勤研究員	1名
私立大学・非常勤研究員	1名
海外大学・研究員	1名
未定	1名
合 計	12名

博士後期課程修了者の進路の内訳（人数未記入はすべて1名）

(株) ネットケア  
 (株) 日立製作所  
 名古屋市立向陽高等学校・教諭(常勤)  
 学校法人大阪学園大阪高等学校・教諭(常勤)  
 (独) 理化学研究所・学振特別研究員  
 大阪大学・大学院理学研究科・特任研究員  
 大阪大学・極限量子科学研究センター・非常勤研究員  
 愛媛大学・地球深部ダイナミクス研究センター・博士研究員  
 国際基督教大学・理学研究科・準研究員  
 Louisiana State University・研究員



## 第7章 グローバルCOEの活動

### 7.1 拠点形成計画の概要

平成20年度に、グローバルCOE「物質の量子機能解明と未来型機能材料創出」は基礎工学研究科物質創成専攻を中核として、理学研究科物理学専攻等に所属する研究者で協同した拠点として採択された。なお、本拠点は次の2つの研究グループにて、形成されている。多元環境下の量子物質相研究グループでは、量子物質創製、新量子相探索、理論解析の3つのサブテーマで研究を展開する。理化学研究所や高輝度光科学研究センター (SPring-8) との緊密な協力の下に、次世代に花開く未踏の量子相制御による電子技術の可能性を秘めている強く相互作用する電子集団「強相関電子系」を中心として、新しい量子物質の創製、革新的な実験手法を用いた予測を超えた新しい物理現象の発見や機構解明、共通する物理概念の深化を通して「物質科学における未踏の学理」を確立する。量子機能の制御とデザインによる未来型機能材料創出研究グループでは、先端量子デバイスおよび量子情報処理デバイス構築に向けた基本原理の導出、オプトロニクス開拓、量子情報処理デバイス、量子機能デザインの4つのサブグループで研究を展開する。さらに、産業技術総合研究所や情報通信研究機構との連携事業を実施し、電子・分子・スピン・光に関わる量子機能の制御とデザインを通して「未来型機能材料の創出」を目指す。

### 7.2 拠点形成の目的

量子力学に立脚した物性物理学は、半導体、磁性体、超伝導体、レーザーといった先端科学技術に必須となっている機能材料の発見やその機能を生み出す原理を次々と解明してきた。ここ数年で、従来の無機物から有機物、および生体物質に到るまで広くカバーできることが明らかにされ、この分野は大きく学際融合的に発展しようとしている。21世紀の増大するエネルギー需要に応えるため省資源で人と環境にやさしい次世代先端科学技術の開発や高効率創エネルギーが全人類的な重要課題となっている。本拠点では、これまでは独立の物理現象としてとらえられていた典型的な物質の量子機能である超伝導、磁性、強誘電性などの協奏効果および競合効果によって出現する新しい量子物質の創製、および多元環境下の革新的な実験技術と理論解析との融合による物質の新しい量子機能の解明とデザインを通して「物質科学における未踏の学理の確立」を目指す基礎研究と、高度情報社会では必須となる分子、原子サイズ、さらにフェムト秒にいたる超高密度、超高速記録・読み出し、高度セキュリティに耐えられる次世代先端量子デバイス構築に向けた基本原理の導出を目指す、分子エレクトロニクス、スピントロニクス、オプトロニクス、量子情報処理に関わるクオントロニクスなど次世代先端科学技術分野を開拓する研究活動のなかで、物質の基礎科学の素

養を十分に積み、未踏の科学・技術を創成開拓していく独創性あふれる知恵と能力をもち、副専攻として必修化する人材育成プログラム、海外切磋琢磨（外国人研究者と切磋琢磨し、国際性と幅広い視野を身につける）、異分野経験（異分野・他研究機関との共同研究に従事し、専門以外の知識を蓄積する）、企業インターンシップ（企業等の研究現場や技術開発に従事する実践経験）を通じて、広い視野をもち発想力に溢れた研究者・技術者、課題設定・解決能力のある、打たれてもへこたれない「出る杭人材」を育成することを目的とする。

### 7.3 教育研究拠点形成実績の概要

本年度は、RA38名（うち物理学専攻大学院生15名）を採用し、最先端の研究に従事させるとともに、人材育成プログラムとして、RAの研究計画ヒアリング、実践英語プレゼンテーションセミナー（週2回計80回）を開催し、英語のスキルアップの向上を図ると共に、RAの相互交流の推進、萌芽的研究補助4件を支援（物理学専攻1件採択）、学外活動として、海外はUppsala大学（スウェーデン）、カリフォルニア大学リバーサイド校（アメリカ）、Dresden High Magnetic Field（ドイツ）の3件、長期外部研究機関派遣は、物質・材料研究機構の1件、国際会議・ワークショップへの派遣（国内開催：3件、海外開催：30件）、外国人招聘13人、国内外シンポジウム（7件）の開催や国際共同研究の実施などを通じて大学院生を含む若手研究者の幅広い国際交流（相互交流）事業を進めた。さらにグローバルCOEセミナーの開催（18件、うち外国人13件）、若手秋の学校の開催を通じて、研究者や若手大学院生の交流を促進した。年度末には、英語によるRA研究活動ヒアリングを実施し、RA活動の評価を行い、優れた評価を受けた2名をRA優秀者として表彰した。また、本プログラムの支援を得て研究は格段に進んだ。国内外学会を代表する諸雑誌に165編の原著論文発表、国際会議での計57件の招待講演、特許出願3件、受賞14件、学会誌等や新聞等での誌上での紹介記事9件。以上のように、教育研究拠点形成は順調に進展している。

### 7.4 「若手秋の学校」

秋の学校 - 新しい量子物質・物性・機能の研究 -

休暇村近江八幡（滋賀県）において、平成21年9月14～16日に開催された。口頭発表19件、ポスター発表105件で、参加者134名（うち物理学専攻大学院生54名、教職員6名）であった。

平成21年9月14日（月）

13:55～14:00 開会式 挨拶：大貫惇睦（理学・物理学専攻）

14:00～14:50 大和田謙二（日本原子力研究開発機構・量子ビーム応用研究部門）  
「放射光でとらえた強誘電体の姿～最近の話題から～」

14:50～15:20 中村浩之（基礎工・木村研）

「電界効果トランジスタによる酸化物の電子相制御」

15:40～16:10 山口淳一（基礎工・関山研）

「 $\text{Sm}_{1-x}\text{Eu}_x\text{B}_6$  のバルク敏感光電子分光： $c-f$  混成ギャップおよび Sm 価数の  $x$  依存性」

16:10 ~ 16:40 横田一広 (基礎工・井元研)

「Direct observation of Hardy 's paradox by joint weak measurement」

16:40 ~ 18:10 ポスター発表 I

19:30 ~ ナイトセッション I 北岡良雄 (基礎工・物質創成専攻)

「磁性と超伝導」研究軌跡のよもやま話

ナイトセッション II 高尾正敏 (基礎工・物質創成専攻)

「先端技術と錢探技術」

平成 21 年 9 月 15 日 (火)

9:00 ~ 9:30 上田宏 (基礎工・吉田研)

「密度行列繰り込み群法における変分波動関数予測の効果」

9:30 ~ 10:00 谷田真人 (基礎工・竹内研)

「高い 2 光子干渉性を持つ伝令付き単一光子源の実現」

10:00 ~ 10:30 松永崇弘 (極限セ・萩原研)

「ペロブスカイト型 Co 酸化物  $\text{Sr}_{0.78}\text{Y}_{0.22}\text{CoO}_{3-x}$  の高圧下強磁場磁化」

10:50 ~ 11:40 柳瀬陽一 (東京大学理学系研究科)

「超伝導・超流動における新しい対称性の破れ」

11:40 ~ 12:10 三島良太 (基礎工・多田研)

「金属表面上に成長させた単分子膜のバリアハイト測定」

12:10 ~ 12:40 根来誠 (基礎工・北川研)

「光励起三重項電子スピンによる動的核偏極を用いた NMR 量子計算」

16:30 ~ 18:00 ポスター発表 II

20:00 ~ ナイトセッション III 斯波弘行

「物性理論で難しい問題に直面したときどうするか - 私の経験から」

平成 21 年 9 月 16 日 (水)

9:00 ~ 9:50 清水克哉 (極限量子科学研究センター)

「超高压力の科学と技術が拓く物質科学 - 超高压下の超伝導化現象 - 」

9:50 ~ 10:20 岡田明久 (基礎工・三宅研)

「価数揺動を起源とする超伝導の転移温度に対する非磁性不純物効果」

10:40 ~ 11:10 土師禎祐 (基礎工・占部研)

「Development of quantum logic gates using terahertz-separated states in cold trapped  $\text{Ca}^+$ 」

11:10 ~ 11:40 山下和男 (理学・小川研)

「密度不均衡のある電子正孔系における量子凝縮」

11:40 ~ 12:10 笹井浩平 (理学・質量分析)

「小型四重極質量分析計を用いた残留ガス分析装置の開発」

13:00 ~ 13:50 早坂和弘 (情報通信研究機構)

「蓄積イオンによる量子情報とその応用」

13:50 ~ 14:20 山本敦志（理学・川村研）

「斜め衝突による破壊シミュレーション」

14:20 ~ 14:50 松原英一（基礎工・伊藤研）

「Generation of ultrashort optical pulses and its application to THz spectroscopy」

14:50 ~ 15:00 閉会式 挨拶：北岡良雄（基礎工・物質創成専攻）

## 第8章 教育GPの活動

### 8.1 「質の高い大学教育推進プログラム」への応募の背景

平成20年度に募集があった文部科学省「質の高い大学教育推進プログラム」に、大阪大学理学部として「知的能動性をはぐくむ理学教育プログラム」を申請し、採択された。申請にあたっては、事業推進責任者を化学専攻の篠原厚教授とし、全専攻から実施委員が集まって、プログラムのコンセプトをはじめ、さまざまな計画について協議した。

理学部では、これまで特色GP「進化する理学教育」で理学ミニマムカリキュラムを推進してきた。これは、より多くの学生のレベルを高めることを目的としており、一部の非常に意欲の高い学生達には、若干物足りないものであった。それを補うために、成績上位者を対象とした「理数オーナープログラム」が前年度からスタートしている。これら二つでカバーできていないものは何か、実施委員会で議論した結果、マジョリティーである成績中間層の学生の、共通教育を終えて専門教育に入る段階での意識の飛躍である、との認識で一致した。それが、本プログラムの根底にあるコンセプトである。

目標を実現するために何が必要かは、学科ごとに検討された。物理学科では、自然科学実験と専門の物理学実験をつなぐようなステップアップの実験科目の新設、学生が主体的に企画する「学年縦断合宿」、理学への招待の拡張、などを提案し、実施することとなった。

全学科共通の事項としては、授業へ学生の意見を反映させる「理学教育カリキュラム反省会」を行うこと、将来像を具体的にイメージさせ、より能動的に勉学に励むよう促す「将来展望ワークショップ」を実施すること、がある。

### 8.2 平成21年度活動概要

2年目となった平成21年度に物理学専攻が関係して具体的に実施した内容は、以下の通り。

- 1) 将来展望ワークショップの開催（平成21年10月31日）
- 2) 2年生前期の科目「量子物理学概論」の開講
- 3) 2年生後期の科目「物理実験基礎」の開講
- 4) 宇宙地球科学フィールドワークの拡充
- 5) 「理学への招待」を将来展望ワークショップの一部として実施
- 6) 「物理学基礎セミナー」を理学ミニマムカリキュラムの一部として実施
- 7) 学年縦断合宿を実施（平成21年9月25日～26日）





## 第9章 理数オナープログラム

### 9.1 はじめに

#### 9.1.1 問題意識

科学技術の創造的発展には、研究者の多様な発想を生み出す苗床を醸成する事が重要である。そのためには、意欲的な学生に課題設定能力と創造性を身につけさせる必要がある。日本の若手研究者は知識は豊富だが、この2つの点が弱いと指摘されており、今後の大学教育は知識よりも問題を見つけ出す能力を重視することが大切だと思われる。一方、少子化の進む日本の大学では、学生の多様化に伴い、学生の能力のばらつきが次第に拡大しつつある。

卒業生の質を確保するためには、厳格な成績管理を行えば、現状では落ちこぼれる人が続出するかもしれない。質の保証を求められる各大学は、意欲ある学生の能力を更に伸ばすよりは、教育水準を下げることによって、落ちこぼれを防ぐのに汲々とするようになる可能性が強い。それでは、意欲的学生の能力を伸ばすどころか、阻害することになりかねない。

近い将来、日本の理数系学生に対する画一的な大学教育は難しくなり、既に米国などで導入されているような、標準コースと優等生コース(Honors Program)に分離することが予想される。この方式だと、優等生コースの学生には高いハードルを課すが、例え優等生コースから落ち零れても標準コースを卒業する事はできる。大阪大学理学部における『理数オナープログラム』では、来るべき日本的理数教育に備えるとともに、創造的研究者の多様な発想を生み出す苗床をつくることを目指している。

#### 9.1.2 理数オナープログラム導入の契機

大阪大学理学部では、『なぜ?』という知的好奇心を抱き、自ら課題を設定し、その問題を解決できる能力を育てることを教育目標にしている。科学の多様な発展は、ますます幅広い基礎科学の知識を要求しており、より広く理学の素養を身につけ、より深く探求する能力を身につけさせる必要がある。平成15年に理学部コアカリキュラムを導入し、数学、物理、化学、生物、地学の講義および実験を必修として幅広い素養を養うと共に、全ての学生を研究室に配属し、初年度ゼミによる導入教育を実施している。

理学部コアカリキュラムは、幅を広げる代償として広く浅くの傾向もあり、意欲の高い学生にとってはやや物足りない面もある。課題設定能力と創造性を身につけさせるためには、幅広い基礎知識だけでなく、飛躍知を目指して更に深く探求する機会を提供する必要がある。そこで、強い学習意欲を持つ学生を対象とする『理数オナープログラム』を導入することになり、文部科学省の「理数学生応援プロジェクト」委託業務として、平成19年度に物理学科で試行を開始し、平成21年度から全学科で正式科目として実施した。

理学部コアカリキュラムと理数オナープログラムは、独創的で多様なアイデアを持つ理数人材を育成するための横系と縦系であり、両方が上手く絡み合っ初めて、教育目標を実現することができるであろう。

### 9.1.3 理数オナープログラムとは

理数オナープログラムは、創造性と課題設定能力を強化するためのものである。スーパーサイエンスハイスクール（SSH）などにより意欲的な高校生が多数育ってきており、そんな人には是非参加して欲しいと願っている。理数オナープログラムではそんな学生のための特別メニューを準備している。アメリカなどのオナープログラム（Honors Program）は優等生コースの色彩が強いが、この理数オナープログラムでは日本の初等中等教育の現状を鑑み、成績優秀な学生だけでなく意欲ある人はできるだけ受け入れ、与えられた問題の正解を求めるといった態度を抜けだし、知的好奇心に基づき自ら研究するという学生を増やしたいと考えている。理数オナープログラムは参加は易しく修了するのは難しいプログラムであり、次の2つの柱からなっている。

オナーカリキュラムより進んだことを早く学びたい意欲的な学生のための科目で、数学、物理、化学、生物のそれぞれの学科で用意されており、指定された科目群から12～30単位を取得しなければならない。

オナーセミナー2年3年生を対象とする討論形式の徹底した少人数対話型授業（オナーセミナー）で、『なぜだろう？』と問いかけ自分の頭で考える習慣を身につけ、習うのではなく自分で発見する喜びを味わう。オナーセミナー参加者は、自ら見つけた課題について研究したり、研究費を申請することができる。オナープログラム修了のためには、オナーセミナーを2科目2単位取得しなければならない。

オナープログラムを修了するには、上記の科目を履修し、専門科目のGPAが3.0以上の成績でなければならない。約10%の学生が参加して5%程度が修了することを一応の目安と考えているが、平成21年度は、前後期合わせて延べ121名が参加した。

### 9.1.4 平成21年度の目標

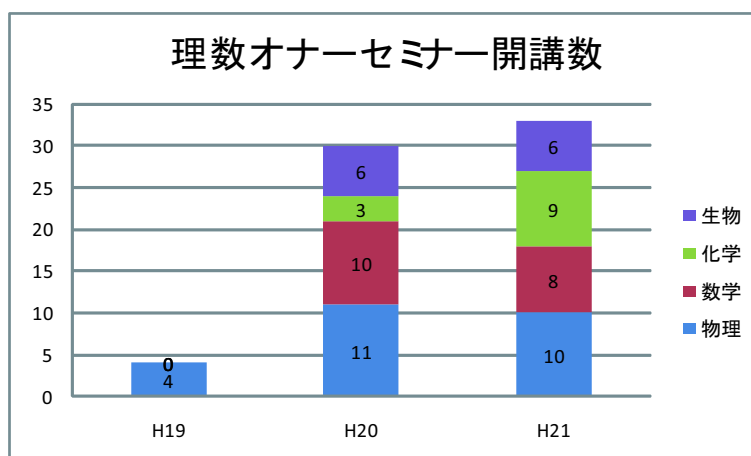
理数オナープログラム開始より3年目に当たる平成21年度は、物理、数学、化学、生物の全学科において正式科目として実施した。また、初めての理数オナープログラム修了者が出る年でもあり、理数オナープログラムの評価・改善を行い始める。

## 9.2 事業実施体制

大阪大学理学部は、数学、物理学、化学、生物科学の4学科からなっている。平成20年度からは生物科学科の中に生命理学コース（入学定員30名）を新設し、入学試験の理科では物理と化学を課して、数学、物理学、化学に強い生命学者や、生命科学に強い関心を持

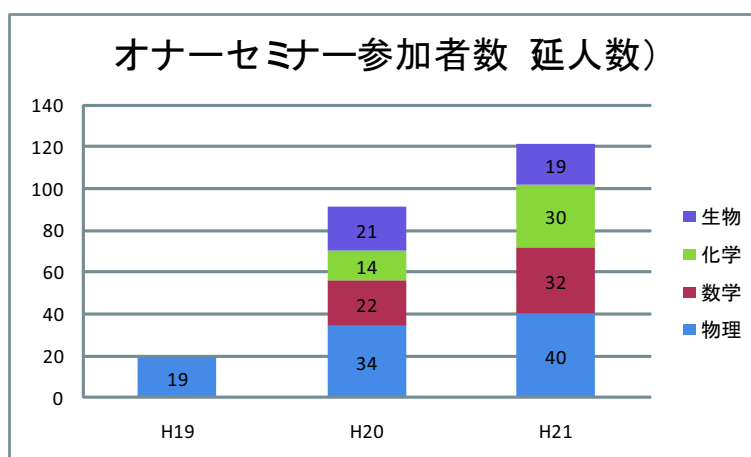
つ数学、物理学、化学研究者を育成することを目指している。

理数オーナープログラムは、各学科における学問の違いを考慮して学科毎に提供している。各学科における年度ごとのオーナーセミナー開講数をグラフに示す。



準備が整っていた物理学科では、平成 19 年度から先行試行し、平成 20 年度から正式なカリキュラムに取り入れた。他学科では、平成 20 年度に試行を行い、平成 21 年度から正式カリキュラムとなった。

理数オーナープログラムに参加する学生は、各学科がオー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、オー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。卒業までに理数オーナープログラム履修要件を満たせば、理数オーナープログラム修了証を授与される。従って、理数オーナープログラムに参加する学生数は、オーナーセミナーを受講する学生数で計ることができる。次の図は、オーナーセミナーに参加した学生数（延べ人数）の年度ごとの変化を表す。



理数オー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1,000名程度である。平成21年度の参加者総数121名は、ほぼその10%強にあたる。

理数オーナープログラムが全学科で実施された平成21年度で、一応完成した形となった。今後は開講するオーナーセミナー数や参加学生数はほぼ定常的になるものと期待される。

## 9.3 実施内容

### 9.3.1 理数オーナープログラムの周知

理数オーナープログラムを広く周知するために、理学部学生便覧、理学部ホームページ、シラバス、理数オーナープログラムホームページ等を利用し、広く参加を呼びかけた。理学部新入生全員に対しても、4月に今年度開講するセミナー全体の案内を記したピラを配布し、活動内容を宣伝した。

理数オーナープログラム活動を8ページのパンフレットにまとめ、2,000部用意したが、この1年間でほぼすべて配布できた。

高校生、一般市民に向けて理数オーナープログラムを紹介するために、大阪大学のいちよう祭(5月1日~2日)、理学部のオープンキャンパス(8月7日)、高校生向けのSaturday Afternoon Physics(SAP:11月28日)などに参加した。オーナープログラム参加学生自身が企画・準備を行うとともに、彼らが直接活動内容を来場者に紹介し好評を得た。このような活動を通じて、オーナープログラムに参加する学生たちが、オーナープログラムは自分たちが作るものであることを自覚しているのも心強い。これらの活動を通して、科学についてあまり知らない人にわかりやすく自分たちの研究を伝える努力をすることにより、オーナー学生にとってもサイエンスコミュニケーションの練習になった。プレゼンテーション技法も身につけたようである。更に、オーナープログラムに参加する学生同士の交流が盛んになり、1つのソサイエティを形成することができた。

またSSH生徒研究発表会(8月6日~7日)における理数学生応援プロジェクトのブースに担当者を派遣し、理数オーナーセミナーの紹介を行った。

次にこれらの活動の概要を述べる。

1. いちよう祭参加(H21.5.1-2) 大阪大学の学園祭(いちよう祭)に合わせて、理数オーナープログラム参加学生有志が各自取り組んだ自主研究の成果や一般の方に興味を持ってもらえる浮遊ゴマなどの題材をA0の大きさのポスターを作成し、来場者にわかりやすく説明した。ポスターの作成、校正、印刷まですべて学生自身で行い、オーナーOBの上級生たちが、昼休みや土日に後輩たちのポスターの内容のチェックを行うなど、きめ細かい指導をしていた。自主研究の内容の中で特に面白い部分を取り上げ、中高生にもわかるようにまとめた。これより、ポスター作成は上級生が面倒を見るのが恒例となった。また、高校生が興味を持つような実験も行った。両日合わせて約120名の来場者があった。

2. Open Campus 参加 (H21.8.7) 夏休み期間中に大阪大学理学部を高校生に紹介する Open Campus は毎年好評であるが、今年度も高校生とその父兄が約 2000 名来学し盛況であった。大阪大学への関心度がもともと高い人が来るため、学内に理数オーナープログラムの活動を紹介するスペースを設けたところ、約 300 名の訪問があった。化学科のオーナー学生が簡単な実験をライブで行い、いちょう祭で使用したポスターパネルも掲示し、本プログラム活動、学部低学年からの自主研究の面白さを説明し、来場者からは高校と大学の授業の違い、学生生活、受験勉強などについての質問が出たが、学生自身が明るく率直に答えていたので、大阪大学を身近に感じてもらえたようである。オーナー学生の参加は 12 名で、当日飛び入りで手伝ったオーナープログラム OB が数名であった。
3. SAP 参加 (H21.11.28) 物理学科の教員が中心となり、高校生に理学の楽しさと大学の講義の雰囲気味わってもらうため、10, 11 月毎週土曜日に合計 6 回、Saturday Afternoon Physics(SAP) を開催している。京阪神地区の高校から毎回約 150 名の意欲的な生徒が参加する。この中の企画のひとつである「研究室をのぞいてみよう」の中で理数オーナーの学生が「阪大生と話そう！ 理学部ってどんなところ？」というタイトルで約 1 時間、高校生たちに自分達の学生生活、オーナープログラムの授業内容などを楽しく紹介した。高校生にお薦めの本の展示も行った。丸テーブルを囲んで、皆で気楽に話をしながら、大阪大学の理数オーナープログラムの活動を説明した。高校生 20 名に対し、オーナー学生と当日飛び入りの OB 合わせて 19 名が対応した。
4. SSH 生徒研究発表会 (横浜) 参加 (H21.8.7) オナーセミナーを数回担当した助教の桂が、横浜の SSH 生徒研究発表会会場で、理数学生応援プロジェクトのブースを使い、高校生に理数オーナープログラムの説明を行った。300 部持参したパンフレットをすべて配布できたので立ち寄ってくださった人数はかなりのものだったと思われる。ただ、もっと詳しい内容を知りたいという人が多かったため、次回は理数オーナープログラムの内容まで記載したパンフレットを用意する必要がある。また、オーナープログラム参加学生を高校に派遣して欲しいという要望も寄せられており、次年度に試みる価値がある。

### 9.3.2 理数オーナープログラムの実施

理数オーナープログラムは、今年度から理学部全学科において、正式の専門教育科目として実施した。受講生の募集方法、授業の進め方、成績評価方法は、各学科の実情にあわせて学科毎に定めた。理数オーナープログラムの核であるオナーセミナーでは、他の授業では体験することができない研究課題を提供して、知的好奇心豊かな熱意ある学生の誘致に努めた。オナーセミナーは基礎知識が十分でない学部 2,3 年生が対象であるため、指導教員の負担は大きい。それでもふまえた上で協力を申し出てくれる教員の熱意に支えられている。今年度も理論、実験系とも幅広い分野のセミナーを開講したので、予想を上回る多くの参加者を得ることができた。また、開講セミナーのタイトル、講義内容の紹介文章にも工夫を加え、学年・学科の枠を超えたセミナーの構成と自主研究の両立を目指した。

今年度は、前期、後期合わせて延べ121名の参加があった(対象学生延べ総数は約1,000名)。本年度開講した理数オーナーセミナーは下記の通りである。その詳細は付属資料1,2に譲るとして、ここには開講された学科別オーナーセミナーのタイトルと参加者数を挙げておく。

【H21 年前期オーナーセミナー】 参加者総数 71名

物理オーナーセミナー 半期 参加者計 27名

- A 探査ロボット船プロジェクト  
担当 佐伯和人、土山明、山中千博：受講者9名(2年生6名、3年生3名)
- B 水の性質を調べてみよう  
担当 中嶋悟：受講者5名(2年生4名 3年生1名)(うち生命理学コース2年生1名を含む)
- C 太陽系のような惑星系は他にあるのだろうか  
担当 芝井明、深川美里：受講者5名(3年生 5名)
- D 自然の扉を開けてみよう  
担当 杉山清寛：受講者 2名(2年生 2名)
- E 理論物理学事始め  
担当 東島清：受講者 6名(全員2年生)

化学オーナーセミナー 半期 参加者計 17名

- A 高分子の世界  
担当 佐藤尚弘、寺尾憲 受講者 8名 (2年5名、3年3名)
- B 金属イオンから好きな色の化合物を作ろう  
担当 今野巧、柘植清志、井頭麻子 受講者 5名 (全員2年生)
- C 有機化学とナノ科学の融合  
担当 小川琢治、田中啓文 受講者 4名(2年生3名、3年生1名)

生物オーナーセミナー 半期 参加者計 11名

- A タンパク質の巧妙な「からくり」について考えてみよう  
担当 倉光成紀、増井良治 受講者 2名(2年生2名)
- B DNAの真の姿をとらえよう担当 升方久夫 受講者 2名 (3年生2名)
- C 数理と計算機実験を通して見る生命現象担当 藤本仰一 受講者7名(2年生1名、3年生2名、4年生4名 うち物理学科生1名)

数学オーナーセミナー 通年 参加者計 16名

- A アーベルの定理とモノドロミー  
担当 伊達悦郎 受講者 2名(2年生2名)

- B リー環とその表現論  
 担当 高橋篤史 受講者 4名(全員2年生、うち物理学科生、生命理学コース生各1名を含む)
- C 解析概論を読む  
 担当 小磯憲史 受講者 4名(全員2年生)
- D 抽象代数学の広がり  
 担当 森山知則 受講者 3名(3年生3名)
- E リー環をめぐる話題  
 担当 大山 受講者 3名(2年生2名 3年生1名)

【H21年後期オナーセミナー】 参加者総数 50名  
 物理オナーセミナー 半期 参加者計 13名

- A 素粒子と宇宙について考えようー人類は宇宙の謎をどれくらい理解したかー  
 担当 長島順清、久野良孝 受講者 4名(3年生4名)
- B 加速器を使って分析しようー身の回りの謎への挑戦ー  
 担当 福田光順、藤田佳孝 受講者 1名(2年生1名)
- C 場の古典論  
 担当 東島清 受講者 6名(2年生6名 うちオブザーバー2名)
- D 時計は狂う  
 担当 桂誠 受講者 1名(3年生1名)
- S 研究室に入って研究しよう  
 担当 時田恵一郎 受講者 1名(3年生1名)

化学オナーセミナー 半期 参加者計 13名

- A 分子機械としてのタンパク質を考える  
 担当 水谷泰久、水野操 受講者 3名(2年生3名)
- B 計算機で分子を調べる  
 担当 奥村光隆、川上貴資、北河康隆 受講者 1名(2年生)
- C 化学のちからで金属、半導体、超伝導体をつくる  
 担当 中澤康浩、久保孝史 受講者 5名(2年生5名)
- D 有機化学とナノ科学の融合2  
 担当 小川琢治、田中啓文 受講者 1名(2年生)
- E 超分子をつくる  
 担当 原田明、山口浩靖、高島義徳 受講者3名(2年生3名)

生物オナーセミナー 半期 参加者計 8名

- A タンパク質の巧妙な「からくり」について考えてみよう  
 担当 倉光成紀、増井良治 受講者 1名(1年生1名)

## B 自由に作る遺伝子操作植物

担当 柿本辰男、高田忍 受講者 3名(2年生1名 3年生2名 うち物理学科3年生 1名)

## C 細胞の中の構造をみよう!

担当 金澤浩、三井憲治、松下昌史 受講者 4名(2年生3名 3年生1名 うち物理学科3年生 1名)

## 数学オーナーセミナー

通年開講なので前期と同じ 前期参加者が全員継続。

## 9.3.3 オナー学生の自主的活動

理数オーナープログラムも実施後3年目を迎え、参加した学生達のソサエティが形成されてきた。これまで課外活動以外ではこのような機会が無かったので、意欲的な学生が集まって互いに切磋琢磨することは自然なことである。自主研究会は全学科合同で行うので、学科・学年の異なる学生達が互いに知り合う機会にもなった。共通するのは学問に対して意欲的なことであり、2-2-1の広報活動も進んでこの学生達が引き受けてくれた。この集まりは学科の枠を超えて広がってきた。お互いに刺激し合いながら、教員も招いて親睦を深める交流会を開催しており、以下はその幾つかの例である。この集まりの中で、細分化した学問だけでなく科学全体を見渡したいという学生達が集まって、全くの自主ゼミとして科学論ゼミを開催し報告書をまとめた。

- 交流会(前期 H21.9.30 および 後期 H22.3.31) 自主研究発表会の後で、発表者を中心に学生、TA、教職員の交流会を開催した。自主研究発表会来場者へ優れていたと思われる発表に自由投票をしてもらっていたので、その結果を集計し、上位者を交流会で表彰した。また、参加者が知り合いになれるようなゲームを行い、皆で楽しんだ。  
前期 45名参加 後期 46名参加(共に学生、教職員を含む)
- オナー焼き芋 およびクリスマス会(H21.12.23) 学外の広場で焼き芋をして、夜、クリスマス会を行った。クリスマスケーキのデコレーションをグループに分かれて行い、試食も楽しんだ。メインの食事はオナーの幹事学生が一日がかりで料理をして、来場者をもてなした。参加者 25名(学生、教職員)
- 卒業生送別会(H22.3.23) 平成21年度に卒業する4年生でオーナープログラム活動に協力してくれた学生で、他大学の大学院へ進学する者が少なからずいたので、大学の卒業式の日に合わせて学内にて送別会を行った。4回生が一人ずつ、次年度4月以降の進路、将来の夢、オーナープログラム、阪大生活などの感想を述べ、下級生から記念品を手渡した。参加者 4回生14名、2-3回生とM1 18名 学生計32名 東島、篠木。
- シュタイン君 いちよう祭参加オナー学生がホワイトボードに描いたキャラクターが好評だったので、コンピュータグラフィックスを得意とする学部内の職員に依頼し、デー



夕画像として作成してもらい、理数オーナープログラムのキャラクター「シュタイン君」が誕生した。レポート用紙や、スライド発表時のイラスト、ポスター、びらキャラクターとして皆で大切に利用している。

## 9.4 理数オーナープログラムの評価と改善

理数オーナープログラム実施委員会を7月と12月に開催し、中間評価結果およびオーナープログラムの改善などについて検討を行った。以下はその概略である。

理数オーナープログラムをより良くするために、幾つかの改善を行った。

- 生命理学コースは新たな分野のニューフロンティアを目指すコースであるため、そこで行うオーナーセミナーには生物学科だけでなく、化学、物理、数学などの他学科の学生にも参加を推奨している。そのためと思われるが、オーナープログラム参加者の中に、自分の属する学科以外の他学科の授業を履修する人が出てきた。しかし、例えばこれまで生物を学んでこなかった数学科の学生が生物学を履修すれば、良い成績を得ることが難しいのは当然である。一方、オーナープログラムの修了要件には、専門科目において GPA3.0 以上の良い成績を得ることが要求されている。このままでは、せっかく境界分野を学びたいという野心的な学生の意欲を削ぐことになりかねない。そこで、オーナープログラム修了に必要な GPA を計算する際に、より専門性を高め、学生の所属する学科の専門教育科目に限定することにした。つまり、他学科の授業の成績は、オーナープログラム修了に関係しない事にした。この改訂は平成 22 年度から実施する。これに伴い、学生便覧に以下のような文言を加えた。  
「上記の単位を取得し、単位数の重みをつけた数学科（物理学科、化学科、生物科学科生物科学コース、生物科学科生命理学コース）専門教育科目（学科共通科目を除く）の平均成績が 3.0 以上であれば、卒業時に理数オーナープログラム修了証を授与します。」
- 物理オリンピック入試で入学した学生は、1年生の時から物理オーナーセミナーを履修しているため、2年生までに既に物理学科で用意したオーナーセミナー 4 科目を履修してしまうことになる。そこで、1年生から物理オーナーセミナーを履修する学生のために、「物理オーナーセミナー」の単位取得可能な科目数を増やし、1年生から3年生までに前・後期合わせて計 6 科目を履修できるようにした。他学科は様子を見て検討する。
- 原則としてオーナーセミナーは3年生までの科目であるが、意欲的な学生の中には、4年生になってもオーナーセミナー履修を希望する学生がいる。そこで、卒業研究と異なるテーマの自主研究を行う場合に限り、4年生にもオーナーセミナー参加と自主研究を認めることにした。
- 事務手続きを円滑に行えるようにするため、オーナープログラム修了をめざす学生を年に一度学科ごとに調査して氏名を把握しておく。
- 成績優秀な理学部生に対し、大学院の科目等履修生の登録をして、大学院の科目の履修を認めているが、本年度は理数オーナープログラム参加者を含む 8 名に計 26 科目の受

講を許可した。その成績は、S(90点以上)が18科目、A(80点~89点)が8科目であり、十分な成果を上げている。一人で5科目10単位を修得した学生もいる。

- 理数オーナープログラムの修了要件を満たす学生が、物理学科と化学科にそれぞれ1名おり、理数オーナープログラム修了者として認定することを、オーナープログラム実施委員会において承認した。卒業式の日理学部長から記念品と共に修了証を手渡した。

## 9.5 自主研究

課題設定能力を更に伸ばし、課題探求能力を育てるために、理数オーナーセミナー参加者を対象に自主研究を行わせた。研究のプロセスを体験するために、各自が研究テーマを定め、研究計画を立て、必要な予算を見積もり、研究計画書を作成すると共に予算を申請した。審査後、助成金の金額を提示し、その範囲で研究を遂行できるよう工夫させた。主な研究予算は、書籍、実験用具、消耗品、試薬、旅費などであった。本格的な研究は他の授業の試験終了後、8 - 9月、2 - 3月に行った。

オーナーセミナー自主研究で作成したボートの性能を確認するために大会に出場したり、授業で扱わない専門分野を勉強するために自主的にセミナーに参加した。また、教員があらかじめ準備した実験装置などでは実施できないテーマを選択した学生は、自主研究を遂行するため、他施設の実験装置を借りに行った。また、短期間で飛躍的に専門能力を伸ばす手段のひとつとして、長期の休みを利用して専門分野の強化合宿を行うなど、少人数セミナーの利点を生かし、各セミナーが通常授業のカリキュラムを超えて、個別の能力に応じた数々の取り組みを行った。

これらの取り組みでは、学生は自分の興味があること不思議だなど思うことについて、文献などの情報を収集して次第に問題を整理しながら、実施可能な課題として明確に設定し、研究計画を設定した。それでも、ほとんどの場合思った通りに進まないのが、友人、TA、教員などに相談しながら困難を乗り越え、期日までに結果を出して、報告書をまとめ、発表会でプレゼンテーションを行うという一連の研究方法を身につけた。最後の研究発表まで漕ぎ着けた人は、自ら課題を設定する力、人とのコミュニケーション力、困難な課題を解決する力を身につけてきたとすることができる。まだまだ継続してゆくことが必要であるが、このまま順調に伸びてくれれば、理数オーナープログラムの目的を達成することができるであろう。

## 9.6 研究成果発表会

自主研究の結果をプレゼンテーションする能力を伸ばすために、研究成果発表会を行った。(発表時間一人10分または15分、質疑応答5分)全学科とも発表会の出来映えを含めて成績評価を行った。受講生には学会発表の形式を体験させるために、事前に発表演題名、発表概要を提出させ、発表会当日に来場者に配布した。また、発表後には研究報告書をまとめて提出させた。さらに、オーナープログラム参加学生が主体となり、優れた研究発表を行った者を来場者にアンケートで投票してもらう企画を実行し、上位者を表彰した。

発表会に備えて、各オーナーセミナーにおいて、予行演習を行い、他の学生やTA、教員など

からアドバイスを受け、更に改善を行っていたので、発表する力はかなり付いてきたと言えることができる。ただ、予行演習の時とは違い、発表会は各学科混成で行ったので、全く異なる分野の人に分かるように導入部を更に丁寧にして欲しいという意見も出ており、次年度には改善したい。

以下には、発表会の日程をまとめる。

前期 Part I 平成 21 年 9 月 24 日 (木) 13:00-18:00 演題数 16 演題 (すべて化学オナーから)、発表者数 化学科 17 名。

前期 Part II 同年 9 月 25 日 (金) 13:00-15:10 演題数 5 演題 (すべて生物オナーから)、発表者数 生物科学科 7 名。

前期 Part III 同年 9 月 29 日 (火) 9:35-15:15 演題数 14 演題 (物理オナーから 11 演題、数学オナーから 3 演題)、発表者数 物理学科 10 名 生命理学 2 名 数学科 2 名 計 14 名。

前期 Part IV 同年 9 月 30 日 (水) 9:30-12:30 演題数 8 演題 (すべて物理オナーから)

後期 Part I 平成 22 年 3 月 30 日 (火) 10:00-16:50 演題数 18 演題 (化学オナー 7 演題、物理オナー 6 演題、数学オナー 4 演題、自主ゼミ 1 演題)  
発表者数 化学科 8 名、物理学科 8 名、数学科 4 名、生命理学 1 名 計 21 名

後期 Part II 平成 22 年 3 月 31 日 (水曜) 10:00-16:00 演題数 16 演題 (化学オナー 4 演題、生物オナー 4 演題、物理オナー 4 演題、数学オナー 4 演題)  
発表者数 化学科 5 名、生物科学科 6 名、物理学科 6 名、数学科 9 名 計 26 名

## 9.7 先端研究施設研修等

オナーセミナー参加者がセミナーを通して得た知識をさらに深めるために、国内の最先端の研修施設や研究機関を訪問し、自分の進めたい研究を実際に行っている現場に接し、その経験を自主研究に取り入れた。研究の最前線を体験するため、国内研究会に参加したり、本年度はオナーセミナー自主研究の結果を発表するために海外の学会に参加する学生もいた。以下では自主研究を遂行するために大阪大学以外での研修活動をまとめる。

- 高度好熱菌丸ごと一匹プロジェクト第 8 回連携研究会平成 21 年 8 月 20 日-23 日 SPring-8 (兵庫県佐用郡)「高度好熱菌丸ごと一匹プロジェクト第 8 回連携研究会」へ参加し、Spring-8 施設の見学を行った。  
担当教員 倉光、増田 学生 2 名
- 第 13 回びわ湖クルーズソーラーボート大会出場 (滋賀県高島市) 平成 21 年 8 月 21 日-23 日。物理オナーセミナー「探査ロボット船プロジェクト」の一環として、自作のソーラーボートを持参して大会にのぞんだ。  
担当教員 佐伯、土山、山中 3 名 TA 1 名、学生 8 名

- 「八王子数論セミナー」へ参加、発表 平成21年8月31日-9月4日 八王子セミナーハウス(東京都八王子市)。研究者、大学院生を中心としたセミナーではあるが、優秀な学部生なので、参加を許可した。  
数学オーナーセミナー高橋 G「リー環とその表現論」 学生 1名
- 天文台研修 平成21年9月1日-3日 美星天文台(岡山県井原市)。物理オーナーセミナー「太陽系のような惑星系は他にあるのだろうか」に伴う天文台研修。  
担当教員 芝井、深川 ならびに学生 4名
- (独)物質材料研究機構研修 平成21年9月13日-15日 (茨城県つくば市)。化学オーナーセミナー「有機化学とナノ科学の融合」自主研究にともなう実験装置を借りるために出張した。  
担当教員 田中、学生 1名
- 海外におけるポスター発表オーナープログラムに参加する学部学生4名が自主研究の成果を平成21年10月にハワイで開催された第3回日米物理学会合同核物理分科会 Conference Experience for Undergraduates, 3<sup>rd</sup> Joint Meeting 2009, Nuclear Physics Divisions of the American Physical Society and The Physical Society of Japan にてポスター発表を行った。現地で、日米の核物理学の研究者から多くのアドバイスを受け、また最先端の研究成果にふれることができた。同学会では学部生向けのセッションもいくつか開催されていたのでこちらにも積極的に参加し、アメリカの学部生とも交流を深めることができ、研究への意欲はさらに高まった。学生が発表したタイトル。  
Trace-Element Analysis by Use of PIXE Technique on Agricultural Products  
Investigation on Periodic Oscillation in Orbital Electron Capture Decay in <sup>140</sup>Pr
- 民間企業の研究所見学島津製作所見学(H21.11.2)。希望者を募り、京都の島津製作所に出向き、民間企業で働く科学者の話を聞きに行った。見学希望者には事前に見学動機を提出してもらい、目的意識を持って訪問することにした。理系、技術系の社会人の方から、民間企業での研究活動と大学での研究の違いなど、貴重なお話を伺う機会となり、先方も文科省の受託研究である理数オーナープログラムの活動に非常に興味を示され、双方にとってもよい経験となったと思われる。  
参加者 学生7名(4年、M1) 篠木。
- 第2回数理の翼 冬季セミナーへ参加平成22年1月4日-6日 東京大学工学部(東京都文京区)。理数系に関心がある優秀な高校、大学生が全国から集うことで有名なセミナーなので、合宿への参加を許可した。  
数学オーナーセミナー高橋 G 学生 1名
- 合宿セミナー平成22年2月14日-16日 休暇村紀州加太(和歌山県和歌山市)。数学オーナーセミナー 高橋 G「リー環とその表現論」 会場へ到着した時から、出発間際まで、日常の雑事からいっさい離れた空間で数学に没頭させた。数学の分野では、このような強化合宿を体験させると、優秀な学生が短期間に飛躍的に伸びることが研究

者の間では知られている。

担当教員 高橋、学生 4名

- 物理オーナーセミナー長島グループ研修平成 22 年 2 月 16 日-17 日 理化学研究所 和光研究所（埼玉県和光市）東京大学素粒子物理国際研究センター（東京都文京区）。最先端の研究に取り組む研究者に会うため、複数の研究室訪問のアポをとり、訪問した。現地の研究者から実地のレクチャーを受け、机上の勉強では味わえない、より実践的な研究の雰囲気を感じさせた。

担当教員 長島、TA 1 名、学生 4 名

## 9.8 まとめ

平成 19 年度に開始した理数オーナープログラムも平成 21 年度からは理学部全学科で正式科目として実施することができ、全学生の 10 % 強にあたる 121 名が参加し、ほぼ軌道に乗ったということができる。

また今年度は初めての理数オーナープログラム修了者が、物理学科と化学科にそれぞれ 1 名ずつ、計 2 名あったことも特筆すべきである。思ったより修了者が少ないのは、修了要件としている科目群と成績基準が厳しすぎるためかも知れないが、少なくとももう 1 年様子を見たうえで判断したい。また、自主研究をやるには半年は短すぎるという点にも改善の余地がある。

成績優秀な卒業生に授与する賞として、理学部では「楠本賞」と「理学部賞」を設けているが、今年度の楠本賞受賞者 4 名中 3 名、また理学部賞受賞者 7 名中 4 名がオーナーセミナー参加者であった。理数オーナープログラム参加者が理学部全学生中 10 % であることを考慮すると、優等賞受賞者に占めるオーナーセミナー参加者の比率が  $7/11=64\%$  というのは素晴らしいことである。しかしながら、オーナーセミナーに参加したために学習意欲が高揚して良い成績を修めたのか、もともと成績優秀な学生がオーナーセミナーに参加したのかは、判断の難しい所であるが、両方であることを望む。

国際物理オリンピック出場者を無条件で入学させる「国際物理オリンピック入試」は平成 20 年度に金メダル受賞者が 1 名入学したが、その後は合格しても入学しないという事態が続いている。もともと最大でも 5 名しか対象者がいない事もあるが、残念ながら理数オーナープログラムだけでは関西地区以外の学生を引きつけるに至っていない。

平成 21 年 5 月 13 日、理学部大講義室において大阪大学招へい教授 南部陽一郎先生によるノーベル物理学賞受賞記念講演会を開催した。南部先生の、良くできる人は好きな人にはかなわない、好きな人も楽しむ人にはかなわない、という言葉は、理数オーナープログラムに参加する意欲的な学生達に勇気を与えたようだ。また、7 月 9 日には、ノーベル賞を受賞した益川敏英先生とオーナープログラム参加者との討論会を開催した。参加者たちは感銘を受けて夢をふくらませたようである。

今年度より、理数オーナープログラムに参加する成績優秀者には、大学院の科目等履修生として大学院科目の履修を認めているが、本年度は 8 名が計 26 科目を受講した。その成績は、S (90 点以上) が 18 科目、A (80 点 ~ 89 点) が 8 科目であり、優秀な成績を収めており、このプログラムが学習意欲を高めるのに寄与しているということができる。

今年度、理数オーナープログラム参加学生4名が、ハワイで開催された日米合同物理学会でポスター発表を行い、大きな刺激を得た。来年度、全国の大学生による研究発表会を開催し、このような経験をする機会を増やしたいと考えている。

最後に、学生による理数オーナープログラムの評価についてまとめておく。今年度も昨年と同じアンケート調査を行ったが、一般の授業に比べると非常に良い結果となっている。一方で、少人数セミナーであるので当然ともいえる。特筆すべきは、難易度に関して90%近くの学生が「難しくても構わない」と答え、「大変だったけど参加して良かった」と回答していることである。与えられる教育にスポイルされた学生が増えている現在、自ら探求することに喜びを見いだす学生がこれだけいることに希望を抱いている。

## 第10章 国際化拠点整備事業（グローバル30）

### 10.1 International Physics Course (IPC)

「国際化拠点整備事業（グローバル30）」は、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](http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/21/07/1280880.htm)

阪大 HP

<http://www.osaka-u.ac.jp/ja/guide/international/global30/index.html>

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に新しく国際物理特別コース（IPC）が設置されます。このコースは授業・研究とも英語で行われ、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ます。M.S, Ph.Dコースとも、平成22年10月1日開始を予定しています。奨学

金制度もあります。定員は、Ph.D コースが 1 学年 5 名、M.S コースが 1 学年 5 名です。

平成 21 年度は、平成 22 年 10 月の開始に向けての準備を進め、カリキュラムの策定や入学試験の方法を検討してきました。平成 22 年 2 月 16 日に入学試験願書の受け付けを開始し、3 月 31 日に願書を締め切りました。

## 10.2 Chemistry-Biology Combined Major Program (CBCMP)

グローバル 30 の一環として学部生を対象とする「化学・生物学複合メジャーコース」が 2010 年 10 月より開設される。14 人の新生が予定されている。物理学科は、一般物理 (general physics)、物理実験、応用物理 (advanced physics) を担当する。専任教員として特任准教授が雇用される。

URL: <http://cmp.sci.osaka-u.ac.jp/CMP/>



## 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）の教育研究を海外の大学向け紹介し、本研究科への博士前・後期課程への入学を奨励する。  
 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  
 Joint Degree Program や、留学生の経済支援について Home Institute との co-funding  
 の可能性の検討・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 訪問先のリスト、期間、訪問者、等

1. 『臺灣』、2009.02.17-21；小川（物）、荻原（生）、笠井（化）、久野（物）、今野（化）、東島、藤木（数）
  - (a) 【(財)交流協会(台北事務所) Interchange Association, Japan (IAJ)】  
 住所：台北市慶城街28號 通泰商業大樓  
 Tung Tai Bldg., 28 Ching Cheng St., Taipei, Taiwan (R.O.C)  
 T/F：+886-2-2713-8000 (代表) /8787  
 Contact Persons:  
 田辺正美 氏 (副代表)  
 小川隆司 氏 (經濟部主任)

## (b) 【國立臺灣大學、National Taiwan University】

住所：10617 臺北市羅斯福路四段一號

No. 1, Sec. 4, Roosevelt Road, Taipei, 10617 Taiwan (R.O.C)

Contact Persons:

Prof. Dr. King-Chuen LIN (林金全 教授) kclin@ntu.edu.tw

Prof. Dr. Ching-Hua LO (羅清華 教授、理學院院長) loch@ntu.edu.tw

OU Contact Person (敬称略); 笠井俊夫、宗像利明、久野良孝、小川哲生

## (c) 【國立交通大學、National Chiao Tung University】

住所：30010 新竹市大學路 1001 號

1001 University Road, Hsinchu, 30010 Taiwan (R.O.C)

Contact Persons:

Prof. Dr. Yuan-Pern Lee (李遠鵬 教授、理學院前院長) yplee@mail.nctu.edu.tw

Prof. Dr. Wen-Sheng Chung (鍾文聖 教授、理學院副院長) wschung@cc.nctu.edu.tw

Prof. Dr. Jenh-Yih Juang (莊振益 教授、理學院現院長) jyjuang@g2.nctu.edu.tw

Prof. Dr. Shang-Hwa Hsu (許尚華 教授) shhsu@mail.nctu.edu.tw

Ms. Betty Hsu bettyhsu@mail.nctu.edu.tw

OU Contact Person (敬称略); 笠井俊夫、宗像利明、久野良孝、小川哲生

## 2. 『フィリピン』、2009.03.13-20 ; 青島(高)、久野(物)、今野(化)、東島、深瀬(化)、村田(化)、横山(事)、渡會(化)

## (a) 【De La Salle University】

住所：2401 Taft Avenue, Manila 1004, Philippines

Contact Persons:

Dean Gerardo C. JANAIRO janairog@dlsu.edu.ph +632 524 0451

Prof. Dr. Derrick Ethelbherth C. YU yud@dlsu.edu.ph

OU Contact Person (敬称略); 笠井俊夫、宗像利明、久野良孝、小川哲生

## (b) 【University of the Philippines】

住所：Diliman, Quezon City 1101, Philippines

Contact Persons:

Dean Caesar A. SALOMA csaloma@nip.upd.edu.ph +632 934 7392

OU Contact Person (敬称略): 笠井俊夫、宗像利明、久野良孝、小川哲生

## 3. 『マレーシア』、2009.08.01-06 ; 稻葉(化)、小川(物)、金澤(生)、木富(事)、久野(物)、久保(化)、今野(化)、佐藤(高)、東島、渡會(化)

## (a) 【Japan Information Service, Embassy of Japan (Kuala Lumpur)】

住所：Off Jalan Tun Razak, 50450 Kuala Lumpur

T/F. +60- 3-2177 2746/3-2141-4593

E: jpemb55@arc.net.my

Contact Person: Mr. Naoto FUKABORI (Education Attache c/o Noraini)

## (b) 【University of Malaya】

住所：50603 Kuala Lumpur, Malaysia

T/F. +603 - 7967 4379/7956 6343

Contact Person:

Prof. Dr. Muhamad Rasat Muhamad rasat@um.edu.my

Ms. Ooi Hun Chooi hunooi@um.edu.my

OU Contact Person (敬称略): 久野良孝

## (c) 【Universiti Teknologi Malaysia】

住所: Skudai, 81310 Johor, Malaysia Faculty of Science T/F.+60-7-5534044/5566162

U: web.utm.my/fs/

Faculty of Bioscience &amp; Bioengineering

T/F.+60-7-5530068/5531112

U: www.bioscience.utm.my

Contact Person:

Prof. Dr. Noriah Binti Bidin noriah.utm@gmail.com

OU Contact Person (敬称略): 久野良孝、小川哲生

## 4. 『シンガポール』 2009.08.01-06; 今野 (化)

## (a) 【National University of Singapore】

住所：Faculty of Science, Block S16, Level 9, 6 Science Drive 2, Singapore 117546

Contact Persons:

Prof. Dr. Andrew Wee (Faculty of Science, Dean) scidean@nus.edu.sg

Prof. Dr. Kian Ping LOH (Faculty of Science, Vice-Dean Research) scilohkp@nus.edu.sg

OU Contact Person (敬称略): 今野 巧

## (b) 【National Institute of Education, Nanyang Technological University】

住所：Center for Research in Pedagogy &amp; Practice (CRPP), 1 Nanyang Walk, Singapore 637616

Contact Persons:

Prof. Dr. Scott Paris (CRPP, Head) scott.paris@nie.edu.sg

Prof. Dr. Kerry Lee (CRPP, Deputy Head) kerry.lee@nie.edu.sg

Dr. Imelda Santos Caleon (CRPP) imelda.caleon@nie.edu.sg

## 5. 『インドネシア』、2009.10.14-18 ; 小川 (化) 小川 (物) 奥村 (化) 久野 (物) 久保 (化) 篠原 (化) 常深 (宇) 福塚 (事) Bagus (OB、数) 東島、渡會 (化)

## (a) 【Institut Teknologi Bandung】

住所：Jln. Ganesha 10, Bandung, INDONESIA 40132

Contact Persons:

Prof. Dr. Hermawan Kresno Dipojono dipojono@tf.itb.ac.id/hkd@bdg.centrin.net.id

Prof. Dr. Isumunandar ismu@chem.itb.ac.id

OU Contact Person: 赤井久純、小川哲生

- (b) 【University of Indonesia】住所：Kampus UI Depok 16111, Indonesia

Contact Persons:

Prof. Dr. Yoki Yulizar yokiy@ui.ac.id

OU Contact Person (敬称略): 渡會仁

6. 『ベトナム』、2009.10.27-31; 石川(化)、井上(高)、小川(化)、東島、水谷(化)、西山(事)、渡會(化)、Long(物)、Viet(OB、宇)

- (a) 【Japan Information and Culture Center, Embassy of Japan in Vietnam】

住所：27 Lieu Giai, Ba Dinh, Hanoi, Vietnam

T/F. +84-4-3846-3000/3043

E. soumuhan@vnn.vn

- (b) 【Hanoi University of Science, Vietnam National University, Hanoi】

住所：334 Nguyen Trai, Than Xuan, Hanoi, Vietnam

T/F. +84 4 3858 4287/3061

U. www.hus.edu.vn

Contact Persons:

Prof. Dr. Nguyen Hoang Luong, Vice Rector, luongnh@vnu.edu.vn

Prof. Dr. Phan Duy Nga, Director of International Relations Dept

OU Contact Person (敬称略): 赤井久純、久野良孝、野末泰夫

- (c) 【University of Natural Science, Vietnam National University, HoChiMinh City】

住所：227 Nguyen Van Cu St., Dist. 5, HoChiMinh City, Vietnam

T/F. 0084 8 383 00529/50096

U. http://www.vnuhcm.edu.vn

Contact Persons: Prof. Dr. Hoang Dung hdung@vnuhcm.edu.vn

Prof. Dr. Hoang Ngoc Cuong, Head, Office for R&D, and Int'l. Relations,

hncuong@hcmus.edu.vn/hcuongpolymer@yahoo.com

OU Contact Person (敬称略): 赤井久純、久野良孝、野末泰夫

7. 『タイ』、2009.11.03-07; 小川(物)、小木曾(数)、金子(高)、久保(化)、田島(物)、遠山(事)、東島、藤木(数)、細谷(物)、前原(事)、升方(生)、宗像(化)、渡會(化)

- (a) 【Japan Embassy, Bangkok】

Mr. Hiroshi Tomita ( (First Secretary) hiroshi.tomita@mofa.go.jp

- (b) 【Chulalongkorn University】

住所：Phayathai Road, Patumwan, 1244 Mahamakut Building, Bangkok 10330,

THAILAND

T/F. +66 2-2187615/598

Contact Person: Prof. Dr. Orawon CHAILAPAKUL corawon@chula.ac.th/  
chaorawon@yahoo.com Prof. Dr. Vudhichai Parasuk Vudhichai.P@chula.ac.th  
Prof. Dr. Voravee P. Hoven Vipavee.P@chula.ac.th  
OU Contact Person (敬称略): 渡會 仁、久保孝史

## (c) 【Mahidol University】

Contact Person:

Prof. Dr. Kanyaratt Supaibulwatana 住所: Laboratory Director, Plant Cell  
Biotechnology Unit

Department of Biotechnology

Faculty of Science, Mahidol University

T/F. +66 (0) 2201-5209/2354-7173

T/F. +66 (0) 2201-5303;/2354-7160

Mobile: +66 (08) 9128-8705

www.grad.mahidol.ac.th/ www.sc.mahidol.ac.th

8. 『韓国』 「日韓推進フェア」、2008.08.30/2009.09.06 ; Lee Jong-Won (理学研究  
科院生、KOSMOS\* 3期生) Jun Da-Min (理学研究科院生、KOSMOS 7期生)  
\*KOSMOS: Korean Students of Science Major at Osaka University with the Special  
Scholarship program

(a) 【大韓民国 国立国際教育院 (首爾)】 2008.08.30

(b) 【大韓民国 国立国際教育院 (首爾)】 2009.09.06

## 11.4 その後

## 1. 学術及び学生交流協定の締結

- (a) 国立臺灣大學理學院物理学系と学術及び学生交流協定締結
- (b) 国立臺灣大學理學院と部局間学術及び学生交流協定締結
- (c) 国立臺灣大學生命科學院と部局間学術及び学生交流協定締結
- (d) 国立交通大學理學院電子物理学系と学術及び学生交流協定締結
- (e) 国立交通大學理學院と部局間学術及び学生交流協定締結
- (f) 国立交通大學理學院と部局間学術及び学生交流協定締結
- (g) 国立交通大學生物科技學院と部局間学術及び学生交流協定締結
- (h) Tata Institute of Fundamental Research と部局間学術及び学生交流協定締結

## 2. Lecture Series/(mini-)Workshops/Summer Schools

- (a) Experimental Physics Summer School at Osaka (2009年2月20 - 3月21日) <http://www.fn.lns.sci.osaka-u.ac.jp/ATTP/2009/index.htm>

- (b) Lecture Series on Condensed Matter Physics ( National Chiao Tung University, Hsinchu, Taiwan ) 2 0 0 9 年 1 0 月 ( 5 日間 )
  - (c) Lecture Series on Transition State Theory ( De La Salle University, Manila, Philippines ) 2 0 1 0 年 3 月 ( 5 日間 )
  - (d) Regional Annual Fundamental Science Symposium 2010 (RAFSS 2010) "Creativity and Innovation through Fundamental Science" 8-9 June 2010, Grand Seasons Hotel, Kuala Lumpur, Malaysia (www.ibusina.utm/rafss2010) Prof. Dr. Tetsuo OGAWA (Plenary Speaker)
  - (e) Lecture Series on Condensed Matter Physics (Ibu Sina Institute for Fundamental Science Studies, Universiti Teknologi Malaysia, Johor, Malaysia) 2 0 1 0 年 1 0 月 ( 5 日間 )
  - (f) Shanghai Institute of Applied Physics (SINAP)-Osaka University Joint Workshop (Osaka University Graduate School of Science, Osaka, Japan) 2 0 1 0 年 1 1 月 2 6 日
  - (g) Experimental Physics Summer School at Osaka ( 2 0 1 0 年 7 月 1 2 - 8 月 1 0 日 ) <http://www-fn.lns.sci.osaka-u.ac.jp/ATTP/2010/index.htm>
3. 在籍留学生人数、国費留学生 : 2 7 名、私費留学生 : 4 4 名  
(平成 2 2 年 4 月 1 日現在)

表 11.1: 2009年4月・10月入学、国費留学生：13名、私費留学生：24名

国名	国費	私費
Canada		1
China	2	10
Greece	1	
India		1
Indonesia		1
Jordan		1
Malaysia	3	
Netherlands		1
Philippines		1
South Korea	2	6
Sri Lanka	1	
Sweden		1
Turkey		1
Vietnam	2	
UK	1	
USA	1	

表 11.2: 2010年4月入学、国費留学生：5名、私費留学生：14名

国名	国費	私費
Bangladesh		1
Canada		1
China		6
Germany		1
Indonesia		1
Jordan	1	
Malaysia	1	
Philippines	2	
South Korea	1	1
Thailand		1
USA		2





## 第12章 湯川記念室

### 12.1 平成21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、1976年、本部に直属する組織として設立された。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。

### 12.2 第25回湯川記念講演会

2009年10月3日(土) 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。

「失われた反物質をめぐって」

三田一郎(神奈川大学工学部物理学教室教授)

「断層掘削研究から地震の本質に迫る」

廣野哲朗(大阪大学大学院理学研究科准教授)

<http://www-yukawa.phys.sci.osaka-u.ac.jp/sympo/sympo25.html>

### 12.3 最先端の物理を高校生に Saturday Afternoon Physics 2009

日時：2009年10月24日、31日、11月7日、14日、21日、28日(土) 3時-6時

<http://www-yukawa.phys.sci.osaka-u.ac.jp/SAP/>

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 2009」が大阪大学湯川記念室の主催、大阪大学理学研究科、工学研究科、基礎工学研究科、大学教育実践センター、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共催で、10月24日から11月28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大講義室と吹田キャンパス工学部で開催された。毎回、高校生、一般を含め、平均137人が出席した。138人は4回以上出席した。出席者171人のうち66人が女性であった。2007年度からの再参加者が6人あった。

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、小泉潤二理事・副学長名の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。物理学専攻からは、細谷裕、藤田佳孝、佐藤透、市原敏雄、豊田岐聡、福田光順、松多健策、阪口篤志、古木良一、尾西克之、花垣和則、河野日出夫らが中心的に運営に携わった。

また、細谷はSAPプロジェクトに関する報告を日本物理学会誌にまとめた。

[1] 細谷 裕、「最先端の物理を高校生にSAP」、日本物理学会誌 Vol. 64, No. 7 (2009) 570.



## 12.4 その他

いちょう祭（5月1日、2日）で附属図書館6階ホールにおいて、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

平成21年度の物理学科出張講義は以下の11件を実施した。

学校名	住所	日時	講師	対象
兵庫県立小野高等学校	小野市	6月24日(水)	芝井 広	第2学年(総数320人) 普通科(含科学総合コース), 商業科, 国際経済科より最大40人程度
兵庫県立明石北高等学校	明石市	7月	木下修一	2年生(自然科学コース)
私立開智中学校・高等学校	和歌山市	7月18日(土)	下田 正	高校2年生・中等部5年生
大阪府立岸和田高等学校	岸和田市	8月26日(木)	下田 正	1・2年生
島根県立出雲高等学校	出雲市	9月16日(水)	杉山清寛	1・2年生, 30名程度
西宮市立西宮東高等学校	西宮市	10月2日(金)	鷹岡貞夫	1・2年生数十人 (理数クラス, 数理・科学コース)
西宮市立西宮高等学校	西宮市	10月16日(金)	野末泰夫	グローバルサイエンス科2年生40名
愛光学園・愛光中学校	松山市	10月27日(火)	佐伯和人	中学2年生(199名)
三重県立四日市高等学校	四日市市	11月4日(水)	藤田佳孝	1年生 約40名
武庫川女子大学附属 中学校・高等学校	西宮市	12月23日(水)	田島節子	高校1年SSコース生徒40名
大阪府立北野高等学校	大阪市	2月23日(火)	藤田佳孝	2年生SSコース・物理選択者65名

### 13.2 連携講座

滋賀県立虎姫高等学校の2・3年生14名が教諭4名と共に、平成21年8月5日～6日の1泊2日の日程で、大阪大学大学院理学研究科との連携講座に参加した。高等学校では必ずしも十分に行えない物理学の基礎とその発展となる実験実習を体験し、物理学的なものの考え方を理解し体験する。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、考察の深まりを目指す。さらに、その延長上にある物理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、物理学全般への関心を高める。

特に今回は力学現象の中で振動に焦点をあてて、その数学的な扱いを理解するだけでなく、高校では扱えない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、その結果を解析する。それらの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する。しかも、扱う機材の示す力学的な運動は、高校で扱う範囲を少し越えたところに設定してある。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する。

8月5日(水)

10:00-16:30

振動運動の観察と、Bordaの振り子による重力加速度の測定を行った。さらに、発展課題を各グループごとに実施した。

8月6日(木)

9:00-10:30

前日に行った振動運動の観察と Borda の振り子とその発展課題の成果を各グループごとに自由に発表した。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。

10:40-12:00

「振動の不思議」と題して野末泰夫教授による講義を行った。ブランコがなぜこげるのか、さらにパラメトリック振り子について触れ、ブランコに隠された振動の意味を掘り下げた。さらに、強制振動について触れ、原子も光による共鳴励起が起こり、その結果、屈折率が共鳴に近づくにつれて増大する現象を説明し、振動現象が色々なかたちで登場することを示した。

14:00-16:30

「レーザー核融合の物理」と題して、レーザーエネルギー学研究中心において、白神宏之教授による講義とレーザー核融合施設の見学及び説明を受けた。

### 13.3 高校生のための物理学科一日体験入学

昨年度まで行われていた一日体験入学を解消発展させ、Saturday Afternoon Physics の一企画として、高校生を対象とした研究室紹介を行った。その内容は以下の通りであった。

開催日時：2009年11月28日(土) 16:10-17:20

開催場所：大阪大学理学部・理学研究科(豊中キャンパス)

内容：高校生による研究室訪問

参加者数：141名(オブザーバーを含む)

協力研究室, 担当者, および企画名称:

グループ	担当者	企画名
浅川	若松	力学の模擬授業
木下	渡辺	光と物理学
質量分析	豊田	質量分析装置に触れてみよう
岸本	阪口	PET の原理を知ろう
大貫	摂待	極低温と超伝導
下田	下田	放射線を測る
素粒子理論	東島	この世界は何からできているのだろうか? どんな法則が支配しているのだろうか?
久野	青木	宇宙線を観測しよう
竹田	河野	電子顕微鏡で見てみよう
山中	花垣	身の回りの放射線
バンデグラフ	松多	加速器施設公開
オナーセミナー	篠木	阪大生と話そう! ~理学部ってどんなところ? ~

参考: <http://www-yukawa.phys.sci.osaka-u.ac.jp/SAP2009/abstract/list.pdf>

### 13.4 「いちよう祭」「まちかね祭」における施設の一般公開

「いちよう祭」における施設の一般公開の状況は以下の通りであった。

公開施設名	公開時間	利用状況	利用者の構成
理学部 H 棟 H003 地下実験室	10:00-16:00		一般
理学部 H 棟 H005 地下実験室	10:00-16:00		一般
理学部 H 棟 H009 地下実験室	10:00-16:00		一般
理学部 H 棟 H114 実験室	10:00-16:00		一般
理学部 H 棟 H127 実験室	10:00-16:00		一般
理学部 H 棟 1 階 コミュニケーションスペース	10:00-17:00		一般
理学部 H 棟 2 階 コミュニケーションスペース	10:00-16:00		一般
理学部 H 棟 H228 実験室	13:00-16:00		一般
理学部 H 棟 H701 講義室	13:00-16:00		一般
バンデグラフ 加速器施設	10:00-17:00		一般
レプトン核分光 実験室	10:00-16:00		一般

「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。

公開施設名	公開時間	利用状況	利用者の構成
バンデグラフ 加速器施設	11/1,3		一般・大学生・高校生 ・中学生・小学生
原子核実験施設 レプトン核分光 実験室	10:00-16:00		一般・大学生・高校生 ・小学生
理学部 H 棟 7 階 大セミナー室	11/1,3	ビデオ上映	一般・大学生・高校生 ・中学生・小学生
質量分析グループ b136, H222		装置公開と測定体験	一般・大学生・高校生 ・中学生・小学生



## 第14章 大学説明会

平成 21 年 8 月 7 日 (金曜日) に平成 21 年度大阪大学説明会 (理学部) が開催された。この説明会の趣旨は、「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」というものである。理学部での参加者は 1739 人と昨年に引き続き増えた。物理学科は今年は後半の学科説明会で、参加者が大幅に減るのではないかという予測に反し、398 人と多くの人々が学科説明会に参加した。今年度より学生アルバイトを学科として 8 名導入して、参加者の大学建物内での案内に当てた。日程は以下の通りであった。

1. 学科説明会	14:30–15:30	D303、D403
	東島 清理学部長、篠原 厚教授のビデオ映像 細谷 裕専攻長、 近藤 忠宇宙・地球科学専攻専攻長の説明	
2. 研究室訪問	13:00–14:30、15:30–17:00	各研究室
	見学希望研究室を自由に見学してまわった 今年は化学、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。	



## 第15章 平成21年度の年間活動カレンダー

4月1日	入学式
4月2日	新入生学部別指導
4月8日	第1学期授業開始
4月16日	物理学専攻教室会議(第211回)
4月25-26日	新入生研修旅行
5月1日	大阪大学記念日
5月1-2日	いちょう祭
5月14日	物理学専攻教室会議(第212回)
6月20日	大学院入試説明会(東京)
6月25日	物理学専攻教室会議(第213回)
6月27日	大学院入試説明会(大阪)
7月16日	物理学専攻教室会議(第214回)
8月5日	夏季休業(8/5 - 9/30)
8月4日	物理学科一日体験入学
8月7日	大学説明会, 合同ビアパーティ
8月24日	物理学専攻教室会議(第215回)
8月26日	大学院合同入試ならびに東京入試筆記試験
8月27日	大学院合同入試面接試験
8月28日	大学院合同入試面接試験
8月31日	物理学専攻教室会議(第216回)
9月17日	物理学専攻教室会議(第217回)
10月1日	第2学期授業開始
10月8日	物理学専攻教室会議(第218回)
11月1-3日	大学祭
11月19日	物理学専攻教室会議(第219回)
12月15日	忘年会
12月17日	物理学専攻教室会議(第220回)
12月21日	物理学専攻教室会議(第221回)
12月24日	冬季休業(12/24 - 1/5)

1 月 14 日	理学懇話会
1 月 16-17 日	センター入試
1 月 28 日	物理学専攻教室会議 (第 222 回)
2 月 1-3 日	博士論文公聴会
2 月 8-9 日	修士論文発表会
2 月 17 日	物理学専攻教室会議 (第 223 回)
2 月 25 日	入学試験 (前期日程)
3 月 11 日	物理学専攻教室会議 (第 224 回)
3 月 12 日	入学試験 (後期日程)
3 月 23 日	卒業式

## 第16章 物理学専攻における役割分担

	平成21年度 担当者
専攻長（物理）	細谷
副専攻長	田島，久野
議長団	摺待，波場，浅野
物理学科長	[近藤]
専攻長（宇宙地球）	[近藤]
< 理学研究科・理学部 >	
研究科長・学部長	東島
副研究科長	下田
企画調整会議	東島，下田
学務委員会	
学生生活委員会	赤井，福田
専門教育教務委員	浅川，浅野
大学院教育教務委員	山中*
低学年教育教務委員	杉山，小川
学務評価委員	鷹岡
入試検討委員	小川
学部入試委員	東島*，細谷（専攻長）
大学院入試委員	東島*，細谷（専攻長），山中
大学院入試実施委員	竹田（入試実施），山中*（教育教務）
広報委員	小川
学務委員	下田*，山中
財務委員	
中期目標・中期計画案策定	東島*，下田，久野，野末
ネットワークシステム委員	能町*，豊田，田中
情報ネットワークシステム委員	能町*，小川
Web情報委員	小川，小倉
情報資料室運営（図書）委員	細谷，浅野，阿久津
施設マネジメント委員	大貫，能町（施設）
産学官連携問題委員	東島*，細谷
研究推進委員	東島*，下田，細谷
ナノサイエンス・ナノテクノロジー	赤井*，竹田
教育研究小委員会	

安全衛生管理委員会	能町, 野末, 石原, 杉山
喫煙対策委員	中野
防災委員	東島*, 下田, 細谷, 野末, 松多, 能町
防災班員(第2班)	細谷(班長), 浅川, 野末
情報倫理委員	東島*, 下田, 能町
理学懇話会運営委員	小川, 細谷
放射線安全委員	東島*, 松多
放射線障害防止委員	田中清尚, 小川泉
レクリエーション委員	小倉
P C B 管理委員	福田
S H 部局対策委員	小田原
S H 部局相談員	田島
組織運営検討	
なんでも相談室	阿久津*
学生相談員	福田
研究公正委員	東島*, 下田
メンタルヘルスケア委員	
いちょう祭実行委員	河野*
高大連携連絡委員	野末
国際交流委員	久野, Diño
将来構想委員	野末, 久野, 下田
技術部運営委員	岸本, 野末, 能町(施設)
技術部各室連絡会議委員	
情報ネットワーク室	能町*, 豊田
研究支援室	岸本*, 大貫
教育支援室	野末*
分析測定室	下田
理学部留学生担当講師	Diño
大学院提携欧州視察旅行	山中, Diño
産学官連携問題委員	細谷
評価委員	細谷
外部評価委員	東島, 野末
原子核実験施設運営委員	能町*
動物実験委員	石原
エックス線・放射線専門委員	摂待, 松多
危険物貯蔵所管理委員	杉山
有機廃液処理実施委員	河野

< 物理学専攻 >	
大学院カリキュラム委員会	山中* , 岸本, 細谷 田島, 小川, 中野貴志
大学院入試実施委員会	竹田* , 山中, [廣田]
大学院入試実施委員会 (東京)	田島* , 鷹岡, 細谷
大学院入試説明会	田島* , 細谷, 久野, 時田, 赤井, [中野貴志]
大学院後期課程説明会	田島*
入学案内資料作成	青木* , 宮坂
年次報告書作成	赤井
ODINS	田中* , [尾西 (技術部)]
専攻WEB管理作成	阪口
学術交流	久野
大型プリンター担当	杉山
教職員代表委員	野末, 北澤
薬品管理支援システム	荒木
大学院教育改革支援 プログラム運営委員会	山中* , 小川, 下田, 久野, 浅野, 細谷, [大鹿* , 林, 西谷, 松村]
G30 CMC (学部)	細谷, 下田, 浅川, 杉山, Slevin, [近藤, 芝井]
G30 IPC (大学院)	小川* , 久野, 山中, 下田, 野末, Slevin, 岸本, 細谷, [時田, 高部* , 中野, 保坂, 近藤, 芝井, Luca]
< 物理学科 >	
学年担任 (1年)	野末, 宮坂, [芝井]
(2年)	下田, 青木, [中嶋]
(3年)	窪田, [近藤]
(4年)	赤井, [常深]
カリキュラム委員会	浅川* , 能町, 宮坂, 浅野, 青木, 福田, 杉山, 鷹岡
カリキュラム見直しWG	浅川* , 下田, 杉山, 浅野
物理・宇宙地球科学輪講 (物理談話会)	宮坂
留学生ケア	阿久津
3年次物理学生実験	竹田* , 福田, 本多
オーナープログラム実施委員会	東島* , 田島, 下田
質の高い大学教育プログラム運営委員会	浅川
生命理学コース運営・教務委員会	野末, [中嶋]
生命理学コースカリキュラム委員会	野末, [中嶋]
研修旅行	花垣*

大学説明会	杉山, 小川
理科と情報数理の教育セミナー	杉山
就職担当	赤井
T A 担当	中嶋 (理) 松多 (共通教育)
一日体験入学	河野, 花垣, 福田
物理系同窓会	赤井, 大貫, 能町, 岸本, 松多, 細谷
< 大学教育実践センター >	
兼任教員	杉山
ガイダンス室担当	
教科担当代表	
大学教育実践センター連絡会議	
共通教育カリキュラム委員	
共通教育主題別委員	
共通教育物理学実験	下田*, 杉山
自然科学実験	下田*, 鷹岡
< 全学 >	
評議員	[渡會]
評価広報室	
教育情報室	
学生生活委員	[青島]
留学生委員会	
留学生センター教授会	竹田
教育課程委員	下田
入試委員会委員	[深瀬]
評価委員	[常深]
人権問題委員	[川村]
S H 相談室全学相談員	[藤本]
大阪大学出版会委員	大貫
環境安全委員会	[今野, 村田]
安全衛生管理委員	岸本, 野末
研究公正委員	東島
国際交流委員会	[萩原]
学術研究機構会議	岸本
女性研究者キャリア・デザインラボ	田島 (室長)
多様な人材活用推進委員	田島
図書館運営委員	細谷
中之島講座運営委員	能町
湯川記念室運営委員	細谷*, 東島, 窪田, 佐藤, [滝澤]



適塾管理運営委員	[渡部]
総合学術博物館運営委員	下田, [中沢]
総合学術博物館サイエンスカフェ	藤田, 松多
コミュニケーションデザインセンター	浅野
低温センター運営委員	大貫, 田島, 野末*, [村田, 稲葉]
科学教育機器リノベーションセンター運営委員	[松田]
先端科学イノベーションセンター運営委員	[中嶋]
極限量子科学研究センター運営委員	大貫
産研附属産業科学ナノテクノロジーセンター オープンラボラトリー利用専門委員	野末
レーザーエネルギー学研究センター運営協議会委員	岸本, 野末, [常深]
レーザーエネルギー学研究センター共同研究専門委員	久野
核物理研究センター研究計画検討専門委員	
核物理研究センター運営委員	
核物理研究センター放射線安全委員	[篠原]
核物理研究センターネットワーク運用管理委員	能町
自由電子レーザー研究施設運営委員	野末
ナノサイエンス・テクノロジー 研究推進機構企画推進室推進員	赤井, 竹田
超高压電子顕微鏡センター運営委員	野末
基礎工学研究科プラズマ CVD 研究棟運営委員	竹田, 河野
サイバーメディアセンター高性能計算機システム委員	佐藤(透)
R Iセンター専門委員	
原子力研究・安全委員	能町
放射線研究安全委員	
高压ガス管理検討ワーキング委員	杉山
みどり会	[土'山]
理工学研究戦略ワーキング委員	

(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 グループ研究計画表(2009年度)

グループ	正メンバー	準メンバー	大学院DC学生	研究テーマ
素粒子理論 (細谷)	細谷, 波場 尾田 南部 小出	植草	堀内, 野田, 石井	素粒子論, 場の理論 統一理論, 弦理論
素粒子理論 (大野木)	大野木, 田中	窪田	谷田	格子理論を用いた 素粒子理論
素粒子理論 (東島)	東島		堀田, 西中	場の理論及び 素粒子の統一理論
原子核理論	浅川, 佐藤 若松, 北澤	一瀬	辻本, 中小路, 鈴木 河野, 山中	ハドロン物理学
岸 本	岸本, 阪口 小川	松岡, 清水, 梅原	伊藤, 保田	素粒子・核分光学
山 中	山中, 花垣	内田, 李	Heffernan, 岩井 佐藤, 廣瀬, 目黒 Jong-Won	高エネルギー物理学 (素粒子実験物理学)
久 野	久野, 青木 佐藤 石田	吉田, 板橋 中井	堀越, 山田, 松村	素粒子実験物理学
下 田	下田, 小田原 清水 松尾		田尻	不安定な原子核の構造 原子核の高スピン状態
核物質学	松多, 福田 三原		松宮, 西村	実験核物理学 核物性
赤 井	赤井, Slevin Diño, 坂本 小倉	下司, 平井, 赤井	深澤, 岩崎, 斎藤 永田, 原嶋	物性理論
阿久津	阿久津			物性理論
小 川	小川, 浅野 大橋	秋山, 五神, 金光 富尾, Huai 越野, 中谷	西山, 渡辺, 上田 山下, 玉谷	物性理論 (多体電子論・非平衡 統計力学・量子光学)
大 貫	大貫, 摂待 杉山, 本多	中島, 山本 芳賀, 菅原		重い電子系の物理
田 島	田島, 宮坂 増井, 田中		浦池	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
竹 田	竹田, 河野 香山	吉田, 高田, 武藤 田中, 吉川, 山崎 尾崎	内山	量子ナノストラクチュ アと格子欠陥の物理

グループ	正メンバー	準メンバー	大学院 D C 学生	研究テーマ
ナノ構造物性 (野末グループ)	野末, 鷹岡 中野, 荒木 渡邊	Nam	Hanh	ナノ構造物質における 量子物性
質量分析 (野末グループ)	石原, 豊田	青木, 新聞	笹井	新しい質量分析装置の 開発とそれを用いた 応用研究

【注】 招へい教員