

平成22年度(2010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

東日本大震災において被災された皆様には、心よりお見舞い申し上げます。

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をいただき誠に感謝を申し上げます。ここに、2010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、2010年4月1日から2011年3月31日までの物理学専攻の教育・研究・社会貢献などの活動とその成果をまとめております。

物理学専攻の基幹講座には、大きく分けて、素粒子・原子核理論、素粒子・原子核実験、物性理論、物性実験、それに学際物理学の合計5つの研究グループ（大講座）があります。これらの基幹講座の各研究グループは、豊中キャンパスに活動の拠点を置き、教員と博士研究員（ポスドク）と大学院生などにより研究を推進しております。これらの研究を行うにあたっては、物理学専攻の協力講座、さらに日本国内の大学や研究機関と協力するだけでなく、米国、欧州、アジアなどの海外の大学や研究機関とも広く共同研究を行っており、世界をリードする多くの優れた研究成果を上げております。

また、教育においては、日本の復興を担うリーダーとなる数多くの優秀な大学院生を育成・輩出し、さらに国際的な学生交流も推進しております。たとえば、2010年10月からは、海外から大学院留学生を受け入れ、英語による講義を行う「International Physics Course (IPC)」をスタートいたしました。それに加えて、高校での出前講義や高校生を対象とした物理スクールである「サタデー・アフタヌーン・フィジックス」の開催などの多くの社会貢献も進めております。

このような教育・研究や社会貢献の活動を通じて、大阪大学のモットーである「地域に生き世界に伸びる」のもとで、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いきたいと考えております。

この小報告をご覧ください、物理学専攻の各研究グループの活発な活動状況をご理解いただき、そして将来の教育・研究のさらなる交流促進の一助となれば幸いです。

2011年度物理学専攻長 久野 良孝

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

*p* = 科研費などによる特任研究員

*t* = COE 特任研究員

*c* = COE 研究員

*PD* = 日本学術振興会特別研究員 (PD)

*DC* = 日本学術振興会特別研究員 (DC)

*d* = 博士後期課程学生

*m* = 博士前期課程 (修士課程) 学生

*b* = 学部学生

\*=国際会議講演，学会講演等において実際に登壇した人

# 目次

<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	8
1.3	下田グループ	17
1.4	核物質学研究グループ	23
1.5	山中(卓)グループ	32
1.6	基礎原子核物理グループ(原子核実験施設)	40
1.7	大貫グループ	44
1.8	田島グループ	64
1.9	質量分析グループ	74
1.10	ナノ構造物性(野末)グループ	83
1.11	格子欠陥グループ	89
1.12	素粒子理論グループ	93
1.13	原子核理論グループ	112
1.14	赤井グループ	119
1.15	小川グループ	126
1.16	阿久津グループ	133
<b>第 2 章</b>	<b>受賞と知的財産</b>	<b>135</b>
<b>第 3 章</b>	<b>学位論文</b>	<b>137</b>
3.1	修士論文	137
3.2	博士論文	140
<b>第 4 章</b>	<b>教育活動</b>	<b>141</b>
4.1	大学院授業担当一覧	141
4.2	学部授業担当一覧	151
4.3	共通教育授業担当一覧	154
4.4	物理学セミナー	158
<b>第 5 章</b>	<b>物理談話会, 講演会など</b>	<b>159</b>
5.1	物理談話会	159
5.2	講演会など	160

<b>第 6 章</b>	<b>学生の進路状況</b>	<b>161</b>
6.1	学部卒業生の進路	161
6.2	博士前期課程修了者の進路	161
6.3	博士後期課程修了者の進路	163
<b>第 7 章</b>	<b>グローバル COE の活動</b>	<b>165</b>
7.1	拠点形成計画の概要	165
7.2	拠点形成の目的	165
7.3	教育研究拠点形成実績の概要	166
7.4	「若手秋の学校」	166
7.5	国際会議	168
<b>第 8 章</b>	<b>質の高い大学教育推進プログラム（教育 GP）の活動</b>	<b>175</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	175
8.2	平成 22 年度活動概要	175
<b>第 9 章</b>	<b>大学院教育改革支援プログラム（大学院 GP）の活動</b>	<b>177</b>
9.1	「数物から社会へ発信・発進する人材の育成」の概要	177
9.2	平成 22 年度活動概要	177
<b>第 10 章</b>	<b>理数オーナープログラム</b>	<b>179</b>
10.1	はじめに	179
10.2	事業実施体制	180
10.3	実施内容	182
10.3.1	理数オーナープログラムの周知	182
10.3.2	理数オーナープログラムの実施	183
10.3.3	理数オーナープログラムの実施、評価と改善	186
10.3.4	教材・装置の開発・準備	189
10.3.5	自主研究の実施	190
10.3.6	研究成果発表会の実施	191
10.3.7	先端研究施設研修	192
10.3.8	全国大学科学研究コンテスト（仮称）の実施	194
10.3.9	業務の総括	197
10.4	本年度業務の総括（まとめ）	197
<b>第 11 章</b>	<b>国際化拠点整備事業（グローバル 30）</b>	<b>201</b>
11.1	International Physics Course (IPC)	201
11.2	Chemistry-Biology Combined Major Program (CBCMP)	202
<b>第 12 章</b>	<b>国際交流活動</b>	<b>203</b>
12.1	目的	203
12.2	活動の内容	203

12.3 部局間交流協定 . . . . .	203
12.4 若手研究者招聘事業 . . . . .	204
<b>第 13 章 湯川記念室</b>	<b>207</b>
13.1 平成 22 年度活動概観 . . . . .	207
13.2 第 26 回湯川記念講演会 . . . . .	207
13.3 最先端の物理を高校生に Saturday Afternoon Physics 2010 . . . . .	207
13.4 その他 . . . . .	209
<b>第 14 章 社会活動</b>	<b>211</b>
14.1 物理学科出張講義の記録 . . . . .	211
14.2 連携講座 . . . . .	211
14.3 高校生のための物理学科一日体験入学 . . . . .	212
14.4 「いちょう祭」「まちかね祭」における施設の一般公開 . . . . .	213
14.5 理科教育セミナー . . . . .	214
<b>第 15 章 大学説明会</b>	<b>217</b>
<b>第 16 章 平成 22 年度の年間活動カレンダー</b>	<b>219</b>
<b>第 17 章 物理学専攻における役割分担</b>	<b>221</b>
<b>第 18 章 グループ研究計画表 (平成 22 年度)</b>	<b>225</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 22 年度の研究活動概要

#### $^{48}\text{Ca}$ 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」の有力な解として、レプトジェネシスシナリオが期待されている。このシナリオが成立するためには、レプトン数を破る「ニュートリノを放出しない 2 重ベータ崩壊 ( $0\nu\text{DBD}$ )」の実験的観測が不可欠である。この  $0\nu\text{DBD}$  は、非常に稀な (半減期  $> 10^{26-27}$  年) 事象であるため、実験的観測では、如何にバックグラウンドを減らした高感度の検出器を作れるかが鍵となる。我々は、この  $0\nu\text{DBD}$  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。 $^{48}\text{Ca}$  は全ての DBD 原子核のなかで最も  $Q$  値が高いので、本質的に放射性バックグラウンドに強い。CANDLES 検出器では、この  $^{48}\text{Ca}$  を含む  $\text{CaF}_2$  結晶シンチレータを液体シンチレータ中に設置する。実際の測定では、それぞれのシンチレータの信号特性の違いを利用して、 $^{48}\text{Ca}$  の  $0\nu\text{DBD}$  信号とバック

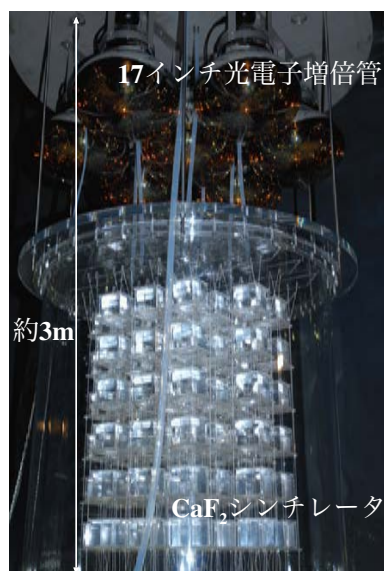


図 1.1: CANDLES III システムの中心部にあたる  $\text{CaF}_2$  シンチレータと光電子増倍管。



図 1.2:  $^{48}\text{Ca}$  濃縮テストのためのセットアップ。複数のガラスカラムにクラウンエーテル樹脂を充填して実験を行なう。

クグラウンド事象の弁別を行う。このことにより、さらにバックグラウンドの少ない高感度測定を実現する。

今年度我々は、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、300kgのCaF<sub>2</sub>結晶を主検出器とするCANDLES III(U.G.)システムを建設した(図1.5参照)。さらに、エネルギー較正装置や、水・液体シンチレータの純化装置の導入を行ない、装置を定常的に運転するために必要な整備を進めた。また、オフライン解析におけるバックグラウンド除去手法の確立、宇宙線起因のバックグラウンド調査の研究も行っている。

将来的には、さらなる高感度測定のために、100トン程度の<sup>nat</sup>CaF<sub>2</sub>結晶を利用するシステムか、<sup>48</sup>Caの同位体濃縮を行った<sup>48</sup>CaF<sub>2</sub>結晶約10トンを利用するシステムの建設を視野に入れている。この<sup>48</sup>Caの同位体濃縮を実現するために、有機化合物クラウンエーテルを用いた化学的濃縮法の開発を行っている。このクラウンエーテルはイオンを吸着する性質を持ち、この吸着に同位体効果があるため、同位体濃縮が可能になる。我々は、クラウンエーテル樹脂を用いた泳動濃縮テスト(図1.6参照)を行なった。その結果、<sup>48</sup>Caの濃縮効果を確認した。今後、その濃縮効率の改善を進める。

### 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。

我々はCaF<sub>2</sub>シンチレータ中のフッ素原子核(<sup>19</sup>F)との散乱を利用して暗黒物質の探索を行ってきた。低エネルギー領域における信号特性(数μsec内に単光子信号が断続的に来る)を利用した単光子計数による波形情報取得システムを開発した。このシステムを用いて大塔村で測定を行ない、現在その結果を論文に纏めている。

### 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(通称ハドロン実験ホール)では、エネルギー30GeVの大強度陽子ビームを生成標的に照射することで、高強度のハドロン2次ビーム( $\pi$ 中間子、 $K$ 中間子など)が利用可能である。今年度、このハドロン2次ビーム



図1.3: 組立がほぼ完了したエアロジェル・チェレンコフ検出器(後方)と組立参加メンバー。

を利用する K1.8 ビームラインでは、初めてのプロダクション・ラン (E19 実験、 $p(\pi^-, K^-)$  反応によるペンタクォーク探索実験) が実施されこれに参加した。また、K1.8 ビームラインの主要な測定器である超電導 K 中間子スペクトロメータ (SKS) に組み込まれているエアロジェル・チェレンコフ検出器の大型化を実施した。この検出器の基本設計、組立ておよび実験エリアへのインストールを、我々のグループが中心になり、京都大学、KEK および東北大学との協力で実施した (図 1.3 参照)。我々のグループ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) で使用する、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を大阪電通大学のグループと協力して進めた。上述の 2 重荷電交換反応による新たなハイパー核生成手法と相補的な手法として、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考えられている。この手法の実証のための研究をドイツ GSI 研究所のグループと協力し進めている。

#### 学術雑誌に出版された論文

##### Light output response of KamLAND liquid scintillator for protons and $^{12}\text{C}$ nuclei

S. Yoshida, T. Ebihara, T. Yano, A. Kozlov, T. Kishimoto<sup>s</sup>, I. Ogawa<sup>s</sup>, R. Hazama, S. Umehara<sup>s</sup>, K. Mukaida, K. Ichihara, Y. Hirano, I. Murata, J. Datemichi and H. Sugimoto

Nucl. Instrum. Meth. **A622** (No.3, October) (2010) 574-582

(<http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.nima.2010.07.087>).

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

S. Umehara<sup>s</sup>, T. Kishimoto<sup>s</sup>, I. Ogawa<sup>s</sup>, K. Matsuoka<sup>s</sup>, G. Ito<sup>d</sup>, K. Yasuda<sup>d</sup>, H. Kakubata<sup>m</sup>, M. Miyashita<sup>m</sup>, M. Nomachi<sup>s</sup>, S. Ajimura, Y. Tamagawa, K. Fushimi, R. Hazama, H. Ohsumi, K. Okada, S. Yoshida and Y. Fujii

AIP Conf. Proc. **1235** (2010) 287-293.

##### A search for deeply bound kaonic nuclear states at J-PARC

T. Hiraiwa, S. Ajimura, G. Beer, H. Bhang, M. Bragadirean, P. Buehler, L. Busso, M. Cargnelli, S. Choi, C. Curceanu, S. Enomoto<sup>d</sup>, D. Faso, H. Fujioka, Y. Fujiwara, T. Fukuda, Y. Fukuda, C. Guaraldo, T. Hashimoto, R.S. Hayano, M. Iio, M. Iliescu, K. Inoue<sup>m</sup>, T. Ishikawa, S. Ishimoto, T. Ishiwatari, K. Itahashi, M. Iwai, M. Iwasaki, P. Kienle, H. Kou, J. Marton, Y. Matsuda, Y. Mizoi, O. Morra, T. Nagae, H. Noumi, H. Ohnishi, S. Okada, H. Outa, D. Pietreanu, Y. Sada, A. Sakaguchi<sup>s</sup>, F. Sakuma, M. Sato, M. Sekimoto, D. Sirghi, F. Sirghi, K. Suzuki, S. Suzuki, T. Suzuki, H. Tatsuno, M. Tokuda, D. Tomono, A. Toyoda, K. Tsukada, E. Widmann, T. Yamazaki, H. Yim and J. Zmeskal  
AIP Conf. Proc. **1257** (2010) 755-759.

### Measurement of Spin-Density Matrix Elements for $\phi$ -Meson Photoproduction from Protons and Deuterons Near Threshold

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, P.J. Lin, S. Makino, T. Matsuda, T. Matsumura, N. Matsuoka, T. Mibe, M. Miyabe, Y. Miyachi, 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, H. Shimizu, Y. Sugaya, M. Sumihama, Y. Toi, H. Toyokawa, M. Uchida, A. Wakai, C.W. Wang, S.C. Wang, K. Yonehara, T. Yorita, M. Yoshimura, M. Yosoi and R.G.T. Zegers

Phys. Rev. **C82** (No.1, July) (2010) 015205

(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevC.82.015205>).

### Measurement of the incoherent $\gamma d \rightarrow \phi pn$ photoproduction near threshold

W.C. Chang, D.S. Ahn, J.K. Ahn, H. Akimune, Y. Asano, S. Date, W.C. Chang, M. Miyabe, T. Nakano, D.S. Ahn, J.K. Ahn, H. Akimune, Y. Asano, S. Date, H. Ejiri, H. Fujimura, M. Fujiwara, S. Fukui, H. 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, Y. Miyachi, N. Muramatsu, 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. Lett. **B684** (No.1, February) (2010) 6-10

(<http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.physletb.2009.12.051>).

### 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>d</sup>

Int. J. Mod. Phys. **E19** (No.12, December) (2010) 2632-2637

(<http://dx.doi.org/doi:10.1142/S0218301310017198>).

### Mass dependence of calcium isotope fractionations in crown-ether resin chromatography

Yasuhiko Fujii, Masao Nomura, Toshitaka Kaneshiki, Yoichi Sakuma, Tatsuya Suzuki, Saori Umehara<sup>s</sup> and Tadafumi Kishimoto<sup>s</sup>

Isotopes in Environmental and Health Studies **46** (2010) 233-241.

## 国際会議における講演等

**Study of  $^{48}\text{Ca}$  Double Beta Decay by CANDLES**I. Ogawa<sup>s\*</sup>, *et al.*

International Nuclear Physics Conference, INPC2010 (at Vancouver, Canada, July 4-9, 2010, 参加者数約 500 名)

**Low radioactivity  $\text{CaF}_2$  scintillator crystals for CANDLES**I. Ogawa<sup>s\*</sup>, *et al.*

Topical Workshop in Low Radioactivity Techniques, LRT2010 (at Sudbury, Canada, August 28-29, 2010)

**CANDLES for the study of double beta decay of  $^{48}\text{Ca}$  and its enrichment**T. Kishimoto<sup>s\*</sup>, *et al.*

The International Symposium on Nuclear Physics in Asia (at Beihang University, Beijing, China, October 13-15, 2010)

**Facilities in RCNP**T. Kishimoto<sup>s\*</sup>

The First ANPhA Symposium on Asian Nuclear Physics Facilities, J-PARC (at Tokai, Japan, January 18-19, 2010, 参加者数約 60 名)

## 日本物理学会, 応用物理学会等における講演

**CANDLES for the study of  $^{48}\text{Ca}$  double beta decay**岸本忠史<sup>s\*</sup>, その他

研究会 Fundamental Physics Using Atoms 2010 (於大阪大学, 2010 年 8 月 7 日 - 8 月 9 日)

 **$\Lambda(1405)$  精密分光のための重水素標的の開発**飯尾雅実<sup>\*</sup>, 榎本瞬<sup>d</sup>, 石橋直哉<sup>m</sup>, 井上謙太郎<sup>d</sup>, 阪口篤志<sup>s</sup>, 吉田幸太郎<sup>d</sup>, その他

日本物理学会 2010 年秋季大会 (於九州工業大学, 2010 年 9 月 11 日 - 9 月 14 日)

**K1.8 beamline で用いるエアロジェルチェレンコフ検出器の開発**吉田幸太郎<sup>d\*</sup>, 阪口篤志<sup>s</sup>, 清水幸夫<sup>s</sup>, 松岡健次<sup>s</sup>, 三輪浩司, 白鳥昂太郎, 高橋俊行, 成木恵, 高橋智則, 岡村敦史

日本物理学会 2010 年秋季大会 (於九州工業大学, 2010 年 9 月 11 日 - 9 月 14 日)

 **$d(\text{K}^-, n)$  反応を用いた  $\Lambda(1405)$  分光実験のための陽子検出器の開発 (2)**榎本瞬<sup>d\*</sup>, 石橋直哉<sup>m</sup>, 井上謙太郎<sup>d</sup>, 阪口篤志<sup>s</sup>, 吉田幸太郎<sup>d</sup>, その他

日本物理学会 2010 年秋季大会 (於九州工業大学, 2010 年 9 月 11 日 - 9 月 14 日)

**J-PARC K1.8 beam line で使用する TGEM を用いた飛跡検出器の開発**

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>d</sup>, 田中俊行 <sup>m</sup>, 福田共和, 溝井浩, 榎本瞬 <sup>d</sup>

日本物理学会 2010 年秋季大会 (於九州工業大学, 2010 年 9 月 11 日 - 9 月 14 日)

**CANDLES による二重ベータ崩壊の研究 (43) - III(地上) データの解析と III(U.G.) の最適化 -**

保田賢輔 <sup>d\*</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>, 角畑秀一 <sup>m</sup>, 宮下政樹 <sup>m</sup>, 田窪一也 <sup>m</sup>, for the CANDLES Collaboration

日本物理学会 2010 年秋季大会 (於九州工業大学, 2010 年 9 月 11 日 - 9 月 14 日)

**CANDLES による二重ベータ崩壊の研究 (44) - 地下実験室における検出器の開発状況 -**

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 <sup>d</sup>, 坂雅幸 <sup>m</sup>, その他

日本物理学会 2010 年秋季大会 (於九州工業大学, 2010 年 9 月 11 日 - 9 月 14 日)

**CANDLES による二重ベータ崩壊の研究 (45) - III(U.G.) におけるエネルギー較正システムの開発 (2) -**

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>, 田窪一也 <sup>m</sup>, for the CANDLES Collaboration

日本物理学会 2010 年秋季大会 (於九州工業大学, 2010 年 9 月 11 日 - 9 月 14 日)

**CANDLES による二重ベータ崩壊の研究 (46) - CANDLESIII(U.G.) におけるバックグラウンドシミュレーション -**

伊藤豪 <sup>d\*</sup>, 岸本忠史 <sup>s</sup>, A.W.Poon, 小川泉 <sup>s</sup>, 梅原さおり <sup>s</sup>, 保田賢輔 <sup>d</sup>, 角畑秀一 <sup>m</sup>, 宮下政樹 <sup>m</sup>, 田窪一也 <sup>m</sup>, 松岡健次 <sup>s</sup>, for the CANDLES Collaboration

日本物理学会 2010 年秋季大会 (於九州工業大学, 2010 年 9 月 11 日 - 9 月 14 日)

**CANDLES における二重ベータ崩壊の研究 (47) - 集光効率改善のためのライトパイプの開発 (2) -**

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>, 田窪一也 <sup>m</sup>, 坪田悠史

日本物理学会 2010 年秋季大会 (於九州工業大学, 2010 年 9 月 11 日 - 9 月 14 日)

**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 (3)**

榎本瞬 <sup>d\*</sup>, 石橋直哉 <sup>m</sup>, 井上謙太郎 <sup>d</sup>, 阪口篤志 <sup>s</sup>, 吉田幸太郎 <sup>d</sup>, その他

日本物理学会 第 66 回年次大会 (於新潟大学, 2011 年 3 月 25 日 - 3 月 28 日)

**CANDLES による二重ベータ崩壊の研究 (48)-検出器の開発状況-**

梅原さおり<sup>s\*</sup>, 岸本忠史<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>, 田窪一也<sup>m</sup>, 能町正治<sup>d</sup>, 坂雅幸<sup>m</sup>, 関孔明<sup>m</sup>, 小川泉<sup>s</sup>, その他

日本物理学会 第 66 回年次大会 (於新潟大学, 2011 年 3 月 25 日 - 3 月 28 日)

**CANDLES による二重ベータ崩壊の研究 (49)-III(地上) データの解析と III(U.G.) の最適化 (2)-**

保田賢輔<sup>d\*</sup>, 岸本忠史<sup>s</sup>, 市村晃一<sup>s</sup>, 松岡健次<sup>s</sup>, 伊藤豪<sup>d</sup>, 角畑秀一<sup>m</sup>, 宮下政樹<sup>m</sup>, 田窪一也<sup>m</sup>, 小川泉<sup>s</sup>, 梅原さおり<sup>s</sup>, for the CANDLES Collaboration

日本物理学会 第 66 回年次大会 (於新潟大学, 2011 年 3 月 25 日 - 3 月 28 日)

**CANDLES による二重ベータ崩壊の研究 (50) -III(U.G.) におけるエネルギー及び 1photon 較正システムの開発-**

角畑秀一<sup>m\*</sup>, 岸本忠史<sup>s</sup>, 松岡健次<sup>s</sup>, 市村晃一<sup>s</sup>, 伊藤豪<sup>d</sup>, 保田賢輔<sup>d</sup>, 宮下政樹<sup>m</sup>, 田窪一也<sup>m</sup>, W. Wang<sup>m</sup>, 小川泉<sup>s</sup>, 梅原さおり<sup>s</sup>, for the CANDLES Collaboration

日本物理学会 第 66 回年次大会 (於新潟大学, 2011 年 3 月 25 日 - 3 月 28 日)

**CANDLES における二重ベータ崩壊の研究 (51)-シミュレーションによる CANDLES III(U.G.) のバックグラウンド評価-**

伊藤豪<sup>d\*</sup>, 岸本忠史<sup>s</sup>, A.W.Poon, 梅原さおり<sup>s</sup>, 市村晃一<sup>s</sup>, 保田賢輔<sup>d</sup>, 角畑秀一<sup>m</sup>, 宮下政樹<sup>m</sup>, 田窪一也<sup>m</sup>, 松岡健次<sup>s</sup>, for the CANDLES Collaboration

日本物理学会 第 66 回年次大会 (於新潟大学, 2011 年 3 月 25 日 - 3 月 28 日)

**CANDLES による二重ベータ崩壊の研究 (52)-集光効率改善のためのライトパイプの開発 (3)-**

宮下政樹<sup>m\*</sup>, 岸本忠史<sup>s</sup>, 松岡健次<sup>s</sup>, 市村晃一<sup>s</sup>, 伊藤豪<sup>d</sup>, 保田賢輔<sup>d</sup>, 角畑秀一<sup>m</sup>, 田窪一也<sup>m</sup>, 小川泉<sup>s</sup>, 梅原さおり<sup>s</sup>, 坪田悠史

日本物理学会 第 66 回年次大会 (於新潟大学, 2011 年 3 月 25 日 - 3 月 28 日)

**CANDLES による二重ベータ崩壊の研究 (53) -CaF<sub>2</sub>(pure) 及び液体シンチレーターの冷却による発光特性変化-**

田窪一也<sup>m\*</sup>, 岸本忠史<sup>s</sup>, 松岡健次<sup>s</sup>, 市村晃一<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>, 小川泉<sup>s</sup>, 梅原さおり<sup>s</sup>, for the CANDLES Collaboration

日本物理学会 第 66 回年次大会 (於新潟大学, 2011 年 3 月 25 日 - 3 月 28 日)

**中性子過剰ラムダハイパー核の生成実験 (E10 実験) に向けたデータ解析**

吉田幸太郎<sup>d\*</sup>, 阪口篤志<sup>s</sup>, 松岡健次<sup>s</sup>, 清水幸夫<sup>s</sup>, 白鳥昂太郎, 高橋智則, 高橋俊行, 成木恵

日本物理学会 第 66 回年次大会 (於新潟大学, 2011 年 3 月 25 日 - 3 月 28 日)

## 1.2 久野グループ

### 平成 22 年度の研究活動概要

久野グループでは、荷電レプトン・フレーバー非保存過程の研究を目的とした実験 (COMET, DeeMe, 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

$\mu^- + N \rightarrow e^- + N$  転換過程は荷電レプトン・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。実験的にも、分岐比の上限値  $BR < 7 \times 10^{-13}$  (SINDRUM II 実験) が与えられているに過ぎない。ところで、超対称性大統一理論や超対称性シーソー理論、余剰次元など標準理論を拡張する理論では、荷電レプトン・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。

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て  $\mu^- + N \rightarrow e^- + N$  転換過程を  $10^{-16}$  の感度で探索する実験 (COMET) を提案している。

本年度はまず、パルス陽子ビームの開発のために、J-PARC MR からハドロンホールに遅い取り出しでパルス陽子ビームを引き出し、その時間構造を測定する実験を行った。この測定に使用するためのマルチチャンネルスケーラを独自に開発し、タイミングのずれた陽子の割合がおよそ  $5 \times 10^{-7}$  であることを確認した。また、タイミングのずれた陽子を大きく削減する技術の開発にも参加し、COMET で求められるパルス陽子ビームの性能 (タイミングのずれた陽子の割合  $< 10^{-9}$ ) を達成できる可能性が認められた。

超伝導電磁石の開発では、クエンチ保護に使用する安定線材としてアルミを使用することを目標としている。このアルミ線材の中性子照射による劣化を試験するため、京都大学原子炉実験所の研究用原子炉 (KUR) において行われた照射試験に参加した。測定された劣化の程度は、COMET 実験においては問題にならない程度であることを確認できた。

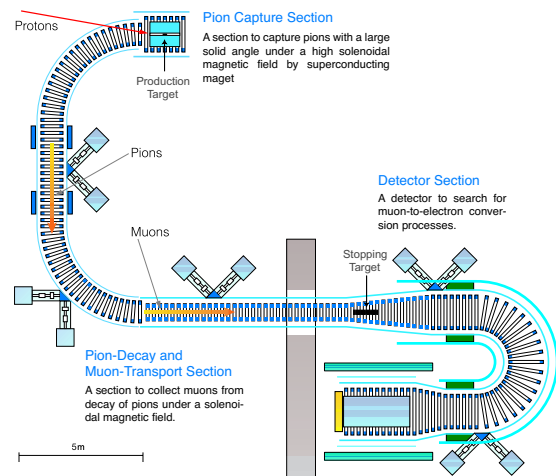


図 1.4: COMET レイアウト



### DeeMe

$10^{-14}$  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進めた。この実験では、一次陽子標的中に静止する  $\mu^-$  から  $\mu^- + N \rightarrow e^- + N$  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。DeeMe は COMET よりも感度は劣るが、その一方小規模で簡便な実験である。本年度は実験デザインが完成したので、高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所 J-PARC PAC、ならびに物質構造科学研究所に実験提案書を提出した。

### PRISM

COMET 実験の実験感度をさらに超えたミュオン電子転換過程の探索や精密測定を実現するには、使用するミュオンビームの質を飛躍的に向上させる必要がある。PRISM では、ミュオンをリングなどに蓄積し、位相空間回転法を用いることで、高輝度かつ高純度な大強度ミュオンビームを生成する。本年度は、日本、英国、米国の共同研究グループである PRISM タスクフォースにおいて、ミュオン蓄積リングやリングへの入射取り出し方法の検討を進めた。

### MuSIC

核物理研究センター (RCNP) 西実験室において、大強度 DC ミュオンビーム源 (MuSIC) を 5 カ年計画で建設中である。MuSIC は、核物理研究センターのリングサイクロトロンから供給される 400MeV の陽子ビームを利用し、世界最高強度の DC ミュオンビームを生成、これを利用して、素粒子原子核物理・物性・化学・加速器開発などの幅広いミュオン科学を展開する計画である。既に大口径高磁場超伝導ソレノイド電磁石を用いたパイオン捕獲部全体とミュオン輸送部の第 1 段目が完成している (図 1.5)。本年度は、まず、これらシステムの運転試験に成功した。さらに、2010 年 7 月と 2011 年 2 月には、陽子ビームをパイオン生成標的に入射し、MuSIC による初のミュオン生成試験を行った。これらの小電流陽子ビーム試験により、ミュオンの観測に成功し (図 1.6) 設計通りの高いミュオン生成効率の達成が確認された。この結果は、392MeV, 1 $\mu$ A 陽子ビームを使用することにより、毎秒  $10^8 \mu^+$  以上という世界最高強度のミュオン源が RCNP で実現できることを意味している。

### 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おり、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に対して感度が高い。

今年度は、昨年度に引き続き物理データ収集を継続した。1990 年代に行われた TRIUMF 実験に比べて、数十倍のデータを収集したことになる。また、このデータセットの一部を用



図 1.5: ミューオン生成試験の際の MuSIC の様子

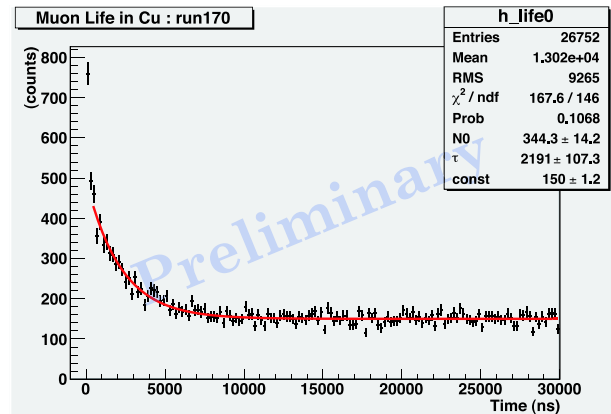


図 1.6: 観測されたミューオン崩壊を示す時間スペクトル

いて重いニュートリノの探索解析を行い、60–129 MeV/c<sup>2</sup> の質量領域で  $|U_{ei}|^2$  への新しい上限値を得た。今後もビームタイムを延長して 2013 年まで物理データ収集を継続し、分岐比 R を 0.05% よりも高い精度で測定する事を目指している。

## MICE

英国ラザフォードアップルトン研究所 (RAL) にて実験準備中の、ミュー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。2010 年度は、液体水素アブソーバー 1 号機を製作し、冷却試験を高エネルギー加速器研究機構 (KEK) でおこなった。現在、2 号機についての冷却試験に向けて準備中である。

## 学術雑誌に出版された論文

### Measurement of the $K^+ \rightarrow \pi^0 \nu_\mu \gamma$ Branching Ratio

S. Adler, Y. Kuno<sup>s</sup> *et al.* (E787 Collaboration)

Phys. Rev. D **81**, (No. 9, May) (2010) 092001 1–10

(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevD.81.092001>).

### Atmospheric neutrino oscillation analysis with subleading effects in Super-Kamiokande I, II, and III

R. Wendell, Y. Kuno<sup>s</sup> *et al.* (The Super-Kamiokande Collaboration)

Phys. Rev. D **81**, (No. 9, May) (2010) 092004 1–16

(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevD.81.092004>).

**Study of a large NaI(Tl) crystal**

A. Aguilar-Arevalo, M. Aoki<sup>s</sup>, N. Ito<sup>m</sup>, K. Yamada<sup>d</sup> *et al.*

Nucl. Instrum. Methods Phys. Res., Sect. A **621**, (No. 1–3, Sept.) (2010) 188–191

(<http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.nima.2010.05.037>).

**New Process for Charged Lepton Flavor Violation Searches:  $\mu^- e^- \rightarrow e^- e^-$  in a Muonic Atom**

M. Koike, Y. Kuno<sup>s</sup>, J. Sato, M. Yamanaka

Phys. Rev. Lett. **105**, (No. 12, Sept.) (2010) 121601 1–4

(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevLett.105.121601>).

**Superconducting Solenoid Magnets for the COMET Experiment**

M. Yoshida, T. Nakamoto, T. Ogitsu, K. Tanaka, A. Yamamoto, M. Aoki<sup>s</sup>, Y. Kuno<sup>s</sup>, A. Sato<sup>s</sup>

IEEE Transactions on Applied Superconductivity **PP**, (No. 99, Nov.) (2010) 1–4

(<http://dx.doi.org/doi:10.1109/TASC.2010.2085410>).

**Solar neutrino results in Super-kamiokande-III**

K. Abe, Y. Kuno<sup>s</sup> *et al.* (Super-Kamiokande Collaboration)

Phys. Rev. D **83**, (No. 5, Mar.) (2011) 052010 1–19

(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevD.83.052010>).

**Measurement of inclusive  $\pi^0$  production in the charged-current interactions of neutrinos in a 1.3-GeV wide band beam**

C. Mariani, Y. Kuno<sup>s</sup> *et al.* (The K2K Collaboration)

Phys. Rev. D **83**, (No. 5, Mar.) (2011) 054023 1–17

(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevD.83.054023>).

**国際会議報告等****Development on electromagnetic calorimeter for COMET/PRISM**

T. Tachimoto<sup>m</sup>, Y. Eguchi<sup>m</sup>, A. Sato<sup>s</sup>

Proceedings of the International Workshop on New Photon Detectors (PD 09), PoS(PD09)028

(参加者数約 100 名) 1–8.

**Future LFV Experiments**

Y. Kuno<sup>s</sup>

Proceedings of the Flavor Physics and CP Violation 2010, PoS(FPCP 2010)049 (参加者

数約 100 名) 1–10.

**Liquid Hydrogen Absorber for MICE**

S. Ishimoto, S. Suzuki, M. Yoshida, M.A. Green, Y. Kuno<sup>s</sup>, W. Lau

Proceedings of The 1st International Particle Accelerator Conference (IPAC10) (ed. by A. Noda, Ch. Petit-Jean-Genaz, V. Schaa, T. Shirai, A. Shirakawa, IPAC'10 OC/ACFA, May. 2010, 参加者数約 1200 名) 421–423.

**Measurement of Proton Beam Extinction at J-PARC**

K. Yoshimura, Y. Hashimoto, Y. Hori, Y. Sato, M. Shimamoto, Y. Takeda, M. Uota, Y. Igarashi, H. Nishiguchi, S. Mihara, M. Aoki<sup>s</sup>, N. Nakadozono<sup>m</sup>, T. Tachimoto<sup>m</sup>

Proceedings of The 1st International Particle Accelerator Conference (IPAC10) (ed. by A. Noda, Ch. Petit-Jean-Genaz, V. Schaa, T. Shirai, A. Shirakawa, IPAC'10 OC/ACFA, May. 2010, 参加者数約 1200 名) 984–986.

**Design of the COMET Pion Capture Solenoid**

M. Yoshida, M. Aoki<sup>s</sup>, Y. Kuno<sup>s</sup>, A. Sato<sup>s</sup>, T. Nakamoto, T. Ogitsu, K. Tanaka, A. Yamamoto

Proceedings of The 1st International Particle Accelerator Conference (IPAC10) (ed. by A. Noda, Ch. Petit-Jean-Genaz, V. Schaa, T. Shirai, A. Shirakawa, IPAC'10 OC/ACFA, May. 2010, 参加者数約 1200 名) 4116–4118.

**Study for a Racetrack FFAG based Muon Ring Cooler**

A. Sato<sup>s</sup>

Proceedings of The 1st International Particle Accelerator Conference (IPAC10) (ed. by A. Noda, Ch. Petit-Jean-Genaz, V. Schaa, T. Shirai, A. Shirakawa, IPAC'10 OC/ACFA, May. 2010, 参加者数約 1200 名) 3466–3448.

**G4beamline Simulation for the COMET Solenoid Channel**

A. Sato<sup>s</sup>

Proceedings of The 1st International Particle Accelerator Conference (IPAC10) (ed. by A. Noda, Ch. Petit-Jean-Genaz, V. Schaa, T. Shirai, A. Shirakawa, IPAC'10 OC/ACFA, May. 2010, 参加者数約 1200 名) 3449–3451.

**Accelerator and Particle Physics Research for the Next Generation Muon to Electron Conversion Experiment - the PRISM Task Force**

J. Pasternak, Y. Kuno<sup>s</sup>, A. Sato<sup>s</sup> *et al.*

Proceedings of The 1st International Particle Accelerator Conference (IPAC10) (ed. by A. Noda, Ch. Petit-Jean-Genaz, V. Schaa, T. Shirai, A. Shirakawa, IPAC'10 OC/ACFA, May. 2010, 参加者数約 1200 名) 3473–3475.

**A New Idea for an Experimental Search for  $\mu$ - $e$  Conversion**M. Aoki<sup>s</sup>Proceedings of the 35th International Conference on High Energy Physics (ICHEP2010),  
Pos(ICHEP 2010)279 (参加者数約 1000 名) 1–2.**Search for Muon to Electron Conversion at J-PARC**Y. Kuno<sup>s</sup>Proceedings of the 35th International Conference on High Energy Physics (ICHEP2010)  
Pos(ICHEP 2010)526 (参加者数約 1000 名) 1–3.**ミュオン電子転換過程探索実験**青木 正治<sup>s</sup>

めそん 32 (2010) 26–33.

**国際会議における講演等****A New Idea of the Experiment Searching for  $\mu$ - $e$  Conversion —DeeMe—**M. Aoki<sup>s\*</sup>INPC2010 -International Nuclear Physics Conference 2010 (at TRIUMF, Vancouver, Canada,  
July 4–9, 2010, 参加者数約 700 名)**Search for Muon to Electron Conversion at J-PARC**Y. Kuno<sup>s\*</sup>ICHEP2010 -35th International Conference on High Energy Physics (at Paris, France,  
July 22–28, 2010, 参加者数約 1000 名)**A New Idea of the Experiment Searching for  $\mu$ - $e$  Conversion —DeeMe—**M. Aoki<sup>s\*</sup>ICHEP2010 -35th International Conference on High Energy Physics (at Paris, France,  
July 22–28, 2010, 参加者数約 1000 名)**MuSIC, COMET, and PRISM in Kuno-group, Osaka Univ. — Synergies  
between NF/MC and Muon Physics —**A. Sato<sup>s\*</sup>

FFAG10 (at KURRI, Osaka, Japan, Oct. 26–31, 2010, 参加者数約 50 名)

**Design studies for the future  $\mu$ - $e$  conversion experiment in the PRISM task  
force — Synergies between NuFact and Muon Physics —**A. Sato<sup>s\*</sup>

NuFact10 -12th International Workshop on Neutrino Factories, Super beams and Beta Beams (at Tata Institute of Fundamental Research, Mumbai, India, Oct. 20–25, 2010, 参加者数約 140 名)

**A new intense DC muon beam with a solenoid pion capture system — MuSIC**  
—

A. Sato<sup>s\*</sup>

NuFact10 -12th International Workshop on Neutrino Factories, Super beams and Beta Beams (at Tata Institute of Fundamental Research, Mumbai, India, Oct. 20–25, 2010, 参加者数約 140 名)

**MuSIC — A new DC muon beamline at RCNP —**

A. Sato<sup>s\*</sup>

PSI2010 (at PSI, Switzerland, Oct. 11–14, 2010, 参加者数約 120 名)

**Rare Decays**

M. Aoki<sup>s\*</sup>

Precision Tests of the Standard Model (at ECT\*, Trento, Italy, Nov. 8–12, 2010, 参加者数約 40 名)

**A New Continuous Muon Beam Line Using a Highly Efficient Pion Capture System at RCNP**

H. Sakamoto<sup>p\*</sup>, Y. Kuno<sup>s</sup>, A. Sato<sup>s</sup> *et al.*

PAC'11 -2011 Particle Accelerator Conference (at New York, U.S.A., Mar. 28–Apr. 1, 2011, 参加者数約 1000 名)

日本物理学会，応用物理学会等における講演

**COMET 実験のためのパルス陽子ビームの研究**

仲井 裕紀<sup>m\*</sup>, 三原智, 西口創, 吉村浩司, 青木 正治<sup>s</sup>, 佐藤 朗<sup>s</sup>, 久野 良孝<sup>s</sup> and COMET Collaboration

日本物理学会 2010 年秋季大会 (於九州工業大学, 2010 年 9 月 11 日 - 9 月 14 日)

**RCNP における大強度 DC ミューオン源 MUSIC: 計画概要と建設状況**

佐藤 朗<sup>s\*</sup>, 荻津透, 久野 良孝<sup>s</sup>, 坂本 英之<sup>p</sup>, 高橋 諭史<sup>m</sup>, 畑中吉治, 曳田 俊介<sup>m</sup>, 福田光宏, 松下 絵理<sup>m</sup>, 山本明, 吉田誠

日本物理学会 2010 年秋季大会 (於九州工業大学, 2010 年 9 月 11 日 - 9 月 14 日)

大強度ミューオンビーム源 MUSIC の強度・空間分布測定

高橋 諭史 <sup>m\*</sup>, 久野 良孝 <sup>s</sup>, 坂本 英之 <sup>p</sup>, 佐藤 朗 <sup>s</sup>, 日浅 貴啓 <sup>m</sup>, 曳田 俊介 <sup>m</sup>, 松下 絵理 <sup>m</sup>, 吉田誠

日本物理学会 2010 年秋季大会 (於九州工業大学, 2010 年 9 月 11 日 - 9 月 14 日)

MUSIC におけるミュオン X 線検出器の開発

松下 絵理 <sup>m\*</sup>, 久野 良孝 <sup>s</sup>, 坂本 英之 <sup>p</sup>, 佐藤 朗 <sup>s</sup>, 高橋 諭史 <sup>m</sup>, 曳田 俊介 <sup>m</sup>, 吉田誠

日本物理学会 2010 年秋季大会 (於九州工業大学, 2010 年 9 月 11 日 - 9 月 14 日)

レプトンフレーバーを破る新たな過程  $\mu^- e^- \rightarrow e^- e^-$

小池正史 <sup>\*</sup>, 久野 良孝 <sup>s</sup>, 佐藤丈, 山中真人

日本物理学会 2010 年秋季大会 (於九州工業大学, 2010 年 9 月 11 日 - 9 月 14 日)

COMET 実験のための MPPC 読み出し電磁カロリメータの開発

日浅 貴啓 <sup>m\*</sup>, 久野 良孝 <sup>s</sup>, 佐藤 朗 <sup>s</sup>, 高橋 諭史 <sup>m</sup>, 立元 琢土 <sup>m</sup>, 松下 絵理 <sup>m</sup>, for the COMET Collaboration

日本物理学会 2010 年秋季大会 (於九州工業大学, 2010 年 9 月 11 日 - 9 月 14 日)

核物理研究センターにおける大強度 DC ミュオン源 MUSIC の建設状況

佐藤 朗 <sup>s\*</sup>, 荻津透, 久野 良孝 <sup>s</sup>, 坂本 英之 <sup>p</sup>, 畑中吉治, 福田光宏, 山本明, 吉田誠

日本加速器学会第 7 回年次大会 (於姫路, 2010 年 8 月 4 日 - 8 月 6 日)

RCNP における新しい大強度 DC ミュオン源 MuSIC の開発状況

曳田 俊介 <sup>m\*</sup>, 佐藤 朗 <sup>s</sup>, 荻津透, 久野 良孝 <sup>s</sup>, 坂本 英之 <sup>p</sup>, 高橋 諭史 <sup>m</sup>, 畑中吉治, 日野 祐子 <sup>b</sup>, 福田光宏, 松下 絵理 <sup>m</sup>, 山本明, 吉田誠

日本物理学会 第 66 回年次大会 (於新潟大学, 2011 年 3 月 25 日 - 3 月 28 日)

大阪大学核物理研究センター (RCNP) の新しい大強度 DC ミュオン源 MuSIC の建設現状

佐藤 朗 <sup>s\*</sup>, 荻津透, 久野 良孝 <sup>s</sup>, 坂本 英之 <sup>p</sup>, 高橋 諭史 <sup>m</sup>, 畑中吉治, 曳田 俊介 <sup>m</sup>, 福田光宏, 松下 絵理 <sup>m</sup>, 山本明, 吉田誠

日本物理学会 第 66 回年次大会 (於新潟大学, 2011 年 3 月 25 日 - 3 月 28 日)

分子イオンの解離を用いたイクスティンクションモニターの開発

板橋 隆久 <sup>s\*</sup>, 佐藤 朗 <sup>s</sup>, 青木 正治 <sup>s</sup>, 久野 良孝 <sup>s</sup>, 吉田誠, COMET-collaboration

日本物理学会 第 66 回年次大会 (於新潟大学, 2011 年 3 月 25 日 - 3 月 28 日)

COMET 実験のための MPPC 読み出しによる電磁カロリメータの開発

日浅 貴啓 <sup>m\*</sup>, 久野 良孝 <sup>s</sup>, 坂本 英之 <sup>p</sup>, 佐藤 朗 <sup>s</sup>, 仲井 裕紀 <sup>m</sup>, 西口創, 林 達也 <sup>b</sup>, 曳田 俊介 <sup>m</sup>, 日野 祐子 <sup>b</sup>, 三原智, 吉村浩司, Tran Nam Hoai <sup>d</sup>, Nguyen Minh Truong <sup>m</sup>

日本物理学会 第 66 回年次大会 (於新潟大学, 2011 年 3 月 25 日 - 3 月 28 日)

**COMET 実験のための J-PARC 50 GeV PS におけるビームエクステンションの測定**

吉村浩司<sup>\*</sup>, 橋本義徳, 堀洋一郎, 嶋本眞幸, 三原智, 佐藤吉博, 武田泰弘, 魚田雅彦, 西口創, 五十嵐洋一, 仲井 裕紀<sup>m</sup>, 青木 正治<sup>s</sup>

日本物理学会 第 66 回年次大会 (於新潟大学, 2011 年 3 月 25 日 - 3 月 28 日)

**COMET 実験のためのパルス陽子ビームの研究**

仲井 裕紀<sup>m\*</sup>, 五十嵐洋一, 富澤正人, 西口創, 三原智, 吉村浩司, 青木 正治<sup>s</sup>, 伊藤孝之, 久野良孝<sup>s</sup>, 坂本 英之<sup>p</sup>, 曳田 俊介<sup>m</sup>

日本物理学会 第 66 回年次大会 (於新潟大学, 2011 年 3 月 25 日 - 3 月 28 日)

**mu-e conversion 探索**

佐藤 朗<sup>s\*</sup>

日本物理学会 第 66 回年次大会 (於新潟大学, 2011 年 3 月 25 日 - 3 月 28 日)



## 1.3 下田グループ

### 平成 22 年度の研究活動概要

#### 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が消失することを実験的に確認することを目的としている。中性子数 20 近く中性子過剰な原子核の励起状態のエネルギー、スピン・パリティ、ベータ崩壊確率などを実験的に明らかにし、これら中性子過剰核内での核子の単一粒子軌道の変化と集団運動の発現機構を解明する。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。

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 2007 年度に行った。その結果、ベータ崩壊様式を更新し、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。さらに、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。

2010 年度（2010 年 8 月）マグネシウム 30 核の核構造を調べる実験を同じくカナダの TRIUMF で行った。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。少ないビーム強度を補うため、フランスのオルセー原子核研究所のグループ管理の大型のゲルマニウム検出器をヨーロッパから持ち込み、また、大きなビーム偏極度を保つため、偏極保持用磁石の増強等の工夫を行った。実験結果は現在、解析中であり、新しいガンマ遷移や状態が数本観測された。また今後、マグネシウム 30 核の状態のスピン・パリティを確定し、核構造の議論を進める予定である。

#### 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、低エネルギー（1 核子当たり数 MeV から 10 数 MeV）の重イオン不安定核ビームを使用し、安定核ビームと安定核ターゲットの核融合反応の組み合わせでは生成できない原子核の高スピン状態の研究を進めている。この手法により、これまでは手が届かなかった広い質量領域の原子核の高スピン状態に出現が期待される新しいエキゾチックな原子核の集団運動の研究が進むことが期待できる。不安定核ビームはビーム量が毎秒およそ数十万個と少ないので、高い S/N でのガンマ線測定が不可欠である。しかし、不安定核ビームであるが故に、有利な点がある。まず、目的の原子核を生成するために、大きな生成反応断面積となるビームとターゲットの組み合わせを自由に選択できる。さらに、ビーム量が少ないため、1 イベントごとに不安定核ビームとの反応で発生したガンマ線のみを観測し、自然放射線や不安定核ビーム自身のベータ崩壊によ

るガンマ線等を除去でき、ガンマ線スペクトルの S/N を向上させることが可能となる。

2009 年度の低エネルギー窒素 17 不安定核ビーム実験の成功を受け、2010 年度はフランスのオルセー原子核研究所のグループと共同で、中性子数が 80 個のバリウム 136 の高スピン状態で数ナノ秒以上の寿命をもった状態 (アイソマー) を探索し、高スピン状態での対相関研究のための実験を実施した。同じく核物理研究センターの EN コースで窒素 17 ビームを生成・分離し、フランスから持ち込んだ大型のゲルマニウム検出器 12 台でガンマ線を、日本側の全立体核を覆うシリコン検出器アレイで核融合反応からの荷電蒸発粒子を検出し、高 S/N の実験を実現した。現在、実験データの解析を進めている。

### 3. 宇宙での元素合成で重要な陽子数 40・中性子数 70 近傍の中性子過剰核の構造研究

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 年度は、光速の約 70% のウラン 238 ビームを軽い標的核に衝突させた時、ウラン 238 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、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。特に、宇宙での元素合成で重要な陽子数 40・中性子数 70 近傍の中性子過剰核に我々は注目した。

2010 年度は、大量に得られたデータを各グループごとに核種を担当して解析を進めた。大阪大学グループは、中性子過剰なニオブ核のベータ崩壊より、中性子過剰なモリブデン核の構造研究を行っている。実験後、わずか 1 年という短期間で、グループ全体として、3 本の査読付き論文 (letter) を発表することができた。

### 4. 液体ヘリウム中でのレーザー分光実験—安定核から遠く離れた原子核の電磁気モーメントの測定を目指して—

安定領域から遠く離れた不安定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タイプの実験を、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。2010 年度は、加速された安定な原子核ルビジウム 87 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実験を行った。毎秒およそ十萬個のルビジウムビームを直径約 7mm のスポットサイズで液体ヘリウム中に停止させ、ルビジウム原子からのレーザー誘起蛍光を観測した。また、光ポンピングによるルビジウム原子をおよそ 30% という高いで偏極度で偏極させることにも成功した。これはビームを用いないオフライン実験の結果と一致する。今回の結果をもとに、今後、ベータ崩壊に対する安定線から遠く離れた未知の不安定核に対する測定を目指す。

## 学術雑誌に出版された論文

### Sequencing of Isotope-Labeled Small RNA Using Femtosecond Laser Ablation Time-of-Flight Mass Spectrometry

M. Kurata-Nishimura, Y. Ando, T. Kobayashi, Y. Matsuo<sup>s</sup>, H. Suzuki, Y. Hayashizaki, and J. Kawai

Appl. Phys. Express **3** ( No. 4, Apr. ) ( 2010 ) 047002 - 1 - 3  
(<http://dx.doi.org/doi:10.1143/APEX.3.047002>).

**Low-lying level structure of the neutron-rich nucleus  $^{109}\text{Nb}$ : A possible oblate-shape isomer**

H. Watanabe, T. Sumikama, S. Nishimura, K. Yoshinaga, Z. Li, Y. Miyashita, K. Yamaguchi<sup>m</sup>, H. Baba, J.S. Berryman, N. Blasi, A. Bracco, F. Camerae, J. Chiba, P. Doornenbal, S. Go, T. Hashimoto, S. Hayakawa, C. Hinke, E. Ideguchi, T. Isobe, Y. Ito<sup>m</sup>, D.G. Jenkins, Y. Kawada, N. Kobayashi, Y. Kondo, R. Krücken, S. Kubono, G. Lorusso, T. Nakano, M. Kurata-Nishimura, A. Odahara<sup>s</sup>, H.J. Ong, S. Ota, Zs. Podolyák, H. Sakurai, H. Scheit, Y. Shi, K. Steiger, D. Steppenbeck, K. Sugimoto, K. Tajiri<sup>DC</sup>, S. Takano, A. Takashima<sup>m</sup>, T. Teranishi, Y. Wakabayashi, P.M. Walker, O. Wieland, F.R. Xu, H. Yamaguchi  
Phys. Lett. **B 696** ( Issue 3, Jan. ) ( 2011 ) 186 - 190  
(<http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.physletb.2010.12.028>).

**Laser spectroscopy of Ag and Au atoms immersed in superfluid helium and its applications to investigate nuclear structures**

T. Furukawa, Y. Matsuo<sup>s</sup>, A. Hatakeyama, T. Kobayashi, K. Asahi, T. Shimoda<sup>s</sup>, and OROCHI Collaboration  
Physica E **43** ( Issue 3, Jan. ) ( 2011 ) 843 - 846  
(<http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.physe.2010.07.065>).

**Frequency characteristics of a nuclear spin maser for the search for the electric dipole moment of  $^{129}\text{Xe}$  atom**

T. Inoue, M. Tsuchiya, T. Furukawa, H. Hayashi, T. Nanao, A. Yoshimi, M. Uchida, Y. Matsuo<sup>s</sup>, and K. Asahi  
Physica E **43** ( Issue 3, Jan. ) ( 2011 ) 847 - 850  
(<http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.physe.2010.07.066>).

**$\beta$ -Decay Half-Lives of Very Neutron-Rich Kr to Tc Isotopes on the Boundary of the r-Process Path: An Indication of Fast r-Matter Flow**

S. Nishimura, Z. Li, H. Watanabe, K. Yoshinaga, T. Sumikama, T. Tachibana, K. Yamaguchi<sup>m</sup>, M. Kurata-Nishimura, G. Lorusso, Y. Miyashita, A. Odahara<sup>s</sup>, H. Baba, J.S. Berryman, N. Blasi, A. Bracco, F. Camera, J. Chiba, P. Doornenbal, S. Go, T. Hashimoto, S. Hayakawa, C. Hinke, E. Ideguchi, T. Isobe, Y. Ito<sup>m</sup>, D.G. Jenkins, Y. Kawada, N. Kobayashi, Y. Kondo, R. Krücken, S. Kubono, T. Nakano, H.J. Ong, S. Ota, Zs. Podolyák, H. Sakurai, H. Scheit, K. Steiger, D. Steppenbeck, K. Sugimoto, S. Takano, A. Takashima<sup>m</sup>, K. Tajiri<sup>DC</sup>, T. Teranishi, Y. Wakabayashi, P.M. Walker, O. Wieland, H. Yamaguchi  
Phys. Rev. Lett. **106** ( Issue 5 Feb. ) ( 2011 ) 052502 - 1 - 5  
(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevLett.106.052502>).

**Study on the carbon fragment anions produced by femtosecond laser ablation of solid C<sub>60</sub>**T. Kobayashi and Y. Matsuo<sup>s</sup>J. Chem. Phys. **134** ( Issue 6, Feb. ) ( 2011 ) 064320 - 1 - 4<http://dx.doi.org/doi:10.1063/1.3554418>).

## 国際会議報告等

**ISOMER SPECTROSCOPY AT RI BEAM LINE IN RCNP**A. Odahara<sup>s\*</sup>, A. Takashima<sup>m</sup>, M. Suga<sup>m</sup>, K. Tajiri<sup>DC</sup>, K. Kurata<sup>b</sup>, J. Takatsu<sup>m</sup>, Y. Ito<sup>m</sup>, Y. Kenmoku<sup>m</sup>, K. Yamaguchi<sup>m</sup>, M. Kazato<sup>m</sup>, K. Kura<sup>m</sup>, T. Shimoda<sup>s</sup>, T. Suzuki, H. Watanabe, S. Nishimura, Y. Gono, E. Ideguchi, S. Go, Y. Wakabayashi, T. Morikawa, C. Petrache, D. BeaumelProceedings of Int. Sump. on Forefronts of Researches in Exotic Nuclear Structures, (March 1 - 4, 2010, Niigata, Japan, 参加者数約 110 名), Mod. Phys. Lett. **A 25** ( Nos. 21 - 23, July ) ( 2010 ) 1951 - 1954.**THE 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>DC\*</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>, A. Odahara<sup>s</sup>, T. Shimoda<sup>s</sup>, T. Suzuki, T. Fukuchi, Y. Hirayama, N. Imai, H. Miyatake, M. Pearson, C.D.P. Levy, K.P. JacksonProceedings of Int. Sump. on Forefronts of Researches in Exotic Nuclear Structures, (March 1 - 4, 2010, Niigata, Japan, 参加者数約 110 名), Mod. Phys. Lett. **A 25** ( Nos. 21 - 23, July ) ( 2010 ) 1972 - 1975.

## 国際会議における講演等

**Beta-decay spectroscopy with spin-polarized radioactive nuclei**T. Shimoda<sup>s\*</sup>

Decay, Excitation and Storage of Radioactive Ions (DESIR) workshop, May 27 - 28, 2010, Leuven, Belgium, 参加者数約 70 名)

**Advanced atomic photon spectroscopy**Y. Matsuo<sup>s\*</sup>

The 4th Yamada Symp. on Advanced Photons and Science Evolution 2010 ( APSE2010

), June 14 - 18, 2010, Osaka, Japan, 参加者数約 80 名

#### **Nuclear gamma-ray spectroscopy and lasers**

A. Odahara<sup>s\*</sup>

The 4th Yamada Symp. on Advanced Photons and Science Evolution 2010 ( APSE2010 ), June 14 - 18, 2010, Osaka, Japan, 参加者数約 80 名

#### **Recent Activities of the Physical Society of Japan (JPS) for the Promotion of Gender Equality**

Y. Matsuo<sup>s\*</sup>

AAPPS (The Association of Asia Pacific Physical Societies) Workshop on Women in Physics in Shanghai, Nov. 13-14, 2010, Shanghai, China, 参加者数約 50 名

#### **Precision laser spectroscopy of atoms in superfluid helium**

Y. Matsuo<sup>s\*</sup>

The 11th Asia Pacific Physics Conference (APPC11), Nov. 14-18, 2010, Shanghai, China, 参加者数約 350 名

#### **Exploring neutron-rich nuclear structures through beta-delayed decay of spin-polarized isotopes**

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

Halo 2010 Symp., Dec. 6 - 9, 2010, Kanagawa, Japan, 参加者数約 60 名

#### **Exploring Mg Isotope Structures through Beta-Delayed Decay of Spin-Polarized Na Isotopes**

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

French Japanese Symp. on Nuclear Structure Problems, Jan. 4 - 8, 2011, Saitama, Japan, 参加者数約 50 名

#### **A New Method to Explorer High-Spin States by RI Beam Induced Fusion Reaction**

A. Odahara<sup>s\*</sup>, A. Takashima<sup>m</sup>, M. Suga<sup>m</sup>, K. Tajiri<sup>DC</sup>, K. Kurata<sup>b</sup>, J. Takatsu<sup>m</sup>, Y. Ito<sup>m</sup>, Y. Kenmoku<sup>m</sup>, K. Yamaguchi<sup>m</sup>, M. Kazato<sup>m</sup>, K. Kura<sup>m</sup>, T. Shimoda<sup>s</sup>, T. Suzuki, H. Watanabe, S. Nishimura, Y. Gono, E. Ideguchi, S. Go, Y. Wakabayashi, C. Petrache  
French Japanese Symp. on Nuclear Structure Problems, Jan. 4 - 8, 2011, Saitama, Japan, 参加者数約 50 名

日本物理学会，応用物理学会等における講演

**Bragg Curve Counter** を利用した広エネルギー帯域の粒子識別法の開発

高津淳<sup>m\*</sup>，藏田清文<sup>b</sup>，伊藤洋介<sup>m</sup>，壽賀正城<sup>m</sup>，田尻邦彦<sup>DC</sup>，高島杏奈<sup>m</sup>，風戸正行<sup>m</sup>，  
見目庸<sup>m</sup>，山口杏子<sup>m</sup>，小田原厚子<sup>s</sup>，下田正<sup>s</sup>

日本物理学会 2010 年秋季大会（於九州工業大学，2010 年 9 月 11 日 - 9 月 14 日）

スピン偏極した  $^{30}\text{Na}$  の  $\beta$  遅発崩壊分光による中性子過剰な  $^{30}\text{Mg}$  の構造の研究

田尻邦彦<sup>DC\*</sup>，見目庸<sup>m</sup>，伊藤洋介<sup>m</sup>，高津淳<sup>m</sup>，西畑洸希<sup>b</sup>，浜谷紀彰<sup>b</sup>，横山輪<sup>b</sup>，小田原  
厚子<sup>s</sup>，下田正<sup>s</sup>，壽賀正城<sup>m</sup>，平山賀一，今井伸明，宮武宇也，R. Leguilon，C. Petrache，  
M. Pearson，C.D.P. Levy，K.P. Jackson

日本物理学会 2010 年秋季大会（於九州工業大学，2010 年 9 月 11 日 - 9 月 14 日）

**Studies of neutron-rich nuclear structures through beta-delayed decay of spin-polarized isotopes**

下田正<sup>s\*</sup>

RIBF 研究会「電磁気モーメント・核力反応による Island of Inversion の理解にむけて」(於  
理化学研究所、2010 年 12 月 20 - 12 月 21 日)

スピン偏極した  $^{30}\text{Na}$  の 遅発崩壊分光による中性子過剰な  $^{30}\text{Mg}$  の構造の研究 II

田尻邦彦<sup>DC\*</sup>，見目庸<sup>m</sup>，伊藤洋介<sup>m</sup>，高津淳<sup>m</sup>，西畑洸希<sup>b</sup>，浜谷紀彰<sup>b</sup>，横山輪<sup>b</sup>，小田原  
厚子<sup>s</sup>，下田正<sup>s</sup>，壽賀正城<sup>m</sup>，平山賀一，今井伸明，宮武宇也，R. Leguilon，C. Petrache，  
M. Pearson，C.D.P. Levy，K.P. Jackson

日本物理学会 第 66 回年次大会 (於新潟大学, 2011 年 3 月 25 日 - 3 月 28 日)

書籍等の出版，日本語の解説記事

近畿支部特集にあたって：幼・小・中・高・大の理科教育と教員の連携

下田正<sup>s</sup>

物理教育（物理教育学会誌）(第 58 巻、第 4 号 (2010)、223 頁)

## 1.4 核物質学研究グループ

## 平成 22 年度の研究活動概要

核物質学研究グループは、5 MV のバンデグラフ型加速器を維持する他、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 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、スイス PSI 研究所、カナダ TRIUMF のミュオン施設も使用し、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境界領域の実験研究を行っている。また、中国原子能研究所 (CIAE) などとも共同研究を行っている。

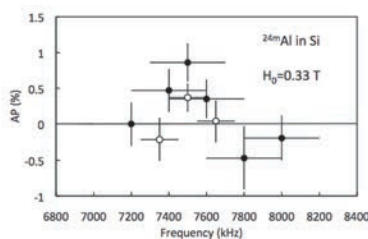


図 1.7:  $^{24m}\text{Al}$  の NMR スペクトル

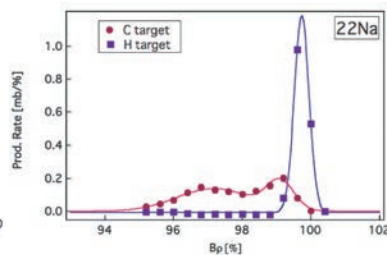


図 1.8:  $^{22}\text{Ne}$  ビームから生成される Na アイソトープの運動量分布

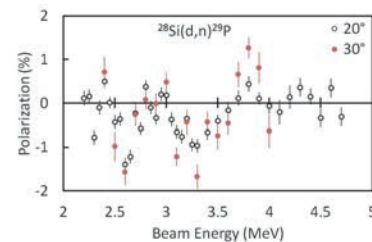


図 1.9: 低エネルギー核反応で生成する  $^{29}\text{P}$  の核スピン偏極

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。22 年度、放医研 HIMAC で、図 1.7 に示すように、 $^{24m}\text{Al}$  の NMR を観測し、磁気モーメントを決定した。

また、不安定核の生成のメカニズムについて研究を行った。100 A MeV の  $^{22}\text{Ne}$  ビームから荷電交換反応を介して生成される Na アイソトープの運動量分布に、図 1.8 のような、特徴的な幅の異なる 2 つのピークが観測され、ロックアウトプロセスと、ピックアップ / 剥離の連続プロセスを明瞭に分離できた。水素標的に関しては、期待通りロックアウトプロセスの単一ピークのみ観測された。

図 1.9 に示す様に、低エネルギー核反応で生成する  $^{29}\text{P}$  の核偏極の詳細も測定した。

不安定原子核の核子密度分布については、水素標的に対する反応断面積を系統的に測定し、Be アイソトープや  $^8\text{B}$  の陽子及び中性子の分布を分離して決定できるようになった。Be アイソトープについては、図 1.10 に、陽子半径、中性子半径とマター半径の実験値やアイソトープシフトから得られる陽子半径などを比較した。

また、図 1.11 に示す様に、RI ビームファクトリーにて Mg の長いアイソトープチェーンについて、反応断面積を測定した。

A=20 の鏡映核  $^{20}\text{Na}$  および  $^{20}\text{F}$  の整列相関項の解析が完了し、図 1.12 に示す結果が得られた。 $\beta$ - $\gamma$  の結果と組み合わせて、G-parity 異常誘導テンソル項の上限を決定した。

核物理研究センターにて、中性子の電気双極子モーメント (EDM) 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。22 年度は図 1.13 に示すよ

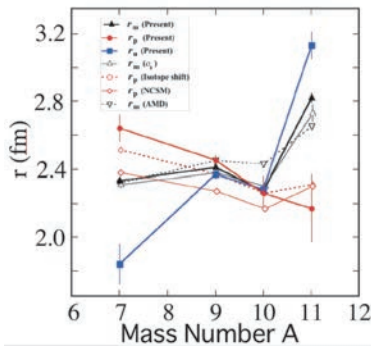


図 1.10: Be アイソトープの陽子、中性子、物質半径

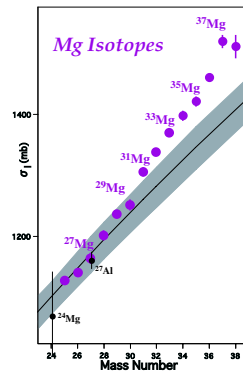


図 1.11: Mg アイソトープの反応断面積

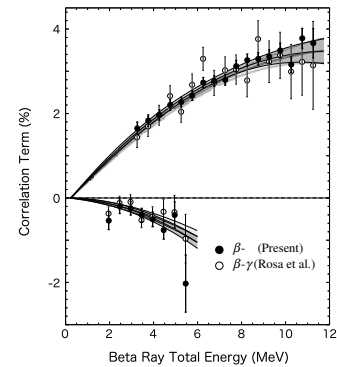


図 1.12:  $^{20}\text{Na}$  および  $^{20}\text{F}$  の整列相関項

うに、偏極した UCN を用い、30s 離れた  $90^\circ$  パルスによるラムゼー共鳴の観測に成功した。現在の横偏極緩和時間は約 30s で、今後、磁場の一様性の改善により 100 s 程度を目指す。

物質科学への応用では、 $^{57}\text{Mn}/^{57}\text{Fe}$  インビームメスbauer分光の共同研究を行っており、LiF 中の  $^{57}\text{Fe}$  について、図 1.14 の温度変化を観測した。

また、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 1.15 のような周波数の温度変化が得られた。マルテンサイト変態点付近のバルクの帯磁率との比較から、ミュオンサイトでは局所的に変態温度が低下している可能性を示している。

バンデグラフ加速器は 22 年度は約 400 時間運転した。D ビームと  $^3\text{He}$  ビームが主であるが、学生実験（オナーセミナー）として、各地の海水中や雨中の微量元素分析実験（PIXE）を陽子ビームを用いて行った。

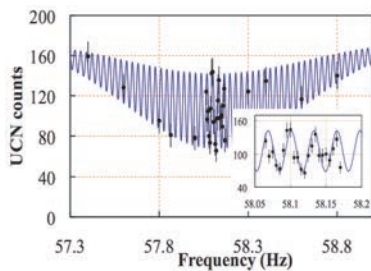


図 1.13: 超冷中性子のラムゼー共鳴 (30s) スペクトル

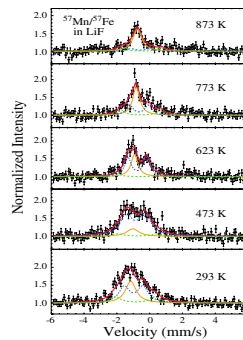


図 1.14: LiF 中の  $^{57}\text{Fe}$  のインビームメスbauer分光

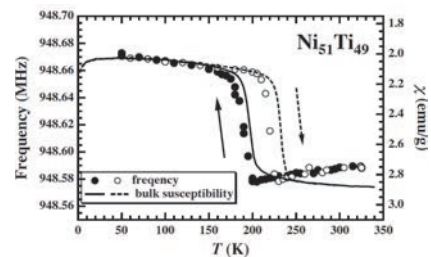


図 1.15: 形状記憶合金 NiTi 中のミュオンスピン回転周波数



## 学術雑誌に出版された論文

**Density distribution of  $^{17}\text{Ne}$  and possible shell-structure change in the proton-rich sd-shell nuclei**

K. Tanaka, M. Fukuda<sup>s</sup>, M. Mihara<sup>s</sup>, M. Takechi, D. Nishimura<sup>DC</sup>, T. Chinda, T. Sumikama, S. Kudo, K. Matsuta<sup>s</sup>, T. Minamisono, T. Suzuki, T. Ohtsubo, T. Izumikawa, S. Momota, T. Yamaguchi, T. Onishi, A. Ozawa, I. Tanihata, T. Zheng  
Physical Review C **82** (2010) 044309-1-11  
(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevC.82.044309>).

**Energy-dependent charge-changing cross sections and proton distribution of  $^{28}\text{Si}$** 

T. Yamaguchi, M. Fukuda<sup>s</sup>, S. Fukuda, G. W. Fan, I. Hachiuma, M. Kanazawa, A. Kitagawa, T. Kuboki, M. Lantz, M. Mihara<sup>s</sup>, M. Nagashima, K. Namihira, D. Nishimura<sup>DC</sup>, Y. Okuma, T. Ohtsubo, S. Sato, T. Suzuki, M. Takechi, and W. Xu  
Physical Review C **82** (2010) 014609-1-6  
(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevC.82.014609>).

**Radius studies of  $^8\text{Li}$  and  $^8\text{B}$  using the optical-limit Glauber model in conjunction with relativistic mean-field theory**

Fan Guang-Wei, Xu Wang, M. Fukuda<sup>s</sup>, Pan Qiang-Yan, Cai Xiao-Lu, Fan Gong-Tao, Li Yong-Jiang, Luo Wen, Xu Ben-Ji, Yan Zhe and Yang Li-Feng  
Chinese Phys. C **34** (2010) 1622 -1627  
(<http://dx.doi.org/doi:10.1088/1674-1137/34/10/013>).

**Beta-NMR Measurement of  $^{58}\text{Cu}$  in Si**

M. Mihara<sup>s</sup>, T. Izumikawa, H. Ueno, K. Matsuta<sup>s</sup>, D. Nishimura<sup>DC</sup>, T. Nagatomo, T. Moriguchi, Y. Ito, D. Nagae, M. Fukuda<sup>s</sup>, A. Yoshimi, K. Yamada, M. Takechi, Y. Ichikawa, S. Momota, Y. Hirayama, T. Ohtsubo, S. Suzuki, T. Kubo, Y. Namiki, A. Ozawa, Y. Ishibashi, H. Oishi, K. Suzuki, I. Hachiuma, K. Namihira, D. Horikawa, T. Minamisono, T. Yamaguchi, T. Kuboki, T. Suzuki, K. Satoh, Y. Kobayashi, K. Asahi, K. Matsukawa, K. Shirai  
Hyperfine Interactions **197** (2010) 143-147  
(<http://dx.doi.org/doi:10.1007/s10751-010-0249-5>).

**Precise Nuclear Moments of Extremely Proton-Rich Nuclides  $^{23}\text{Al}$** 

T. Nagatomo, H. Ueno, M. Mihara<sup>s</sup>, K. Matsuta<sup>s</sup>, A. Yoshimi, Y. Ichikawa, K. Yamada, H. Kawamura, A. Ozawa, T. Moriguchi, Y. Ishibashi, K. Asahi, M. Uchida, K. Suzuki, T. Inoue, Y. Hasama, H. Iijima, T. Sumikama, M. Fukuda<sup>s</sup>, T. Minamisono  
Hyperfine Interactions **198** (2010) 103-137  
(<http://dx.doi.org/doi:10.1007/s10751-010-0262-8>).

**Study of dependence of quasi-particle alignment on proton and neutron numbers in  $A = 80$  region through g-factor measurements**

Yuan Daqing, Fan Ping, Zheng Yongnan, Zuo Yi, Zhou Dongmei, Zhang Qiaoli, Wu Xiaoguang, Li Guangsheng, Zhu Lihua, Xu Guoji, Fan Qiwen, Zhang Xizhen, K. Matsuta<sup>s</sup>, M. Fukuda<sup>s</sup>, M. Mihara<sup>s</sup>, T. Minamisono, Zhu Shengyun

Hyperfine Interactions **198** (2010) 129-132

(<http://dx.doi.org/doi:10.1007/s10751-010-0237-9>).

**Polarization Creation in Proton-Rich  $^{28}\text{P}$  via Charge Exchange Reactions and Measurement of Its Electric Quadrupole Moment**

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

Hyperfine Interactions **198** (2010) 147-151

(<http://dx.doi.org/doi:10.1007/s10751-010-0253-9>).

**Anticoincidence Measurement of  $^{57}\text{Fe}$  Mössbauer Spectra Obtained After  $^{57}\text{Mn}$  Implantation: Application to Fe in  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$** 

Y. Kobayashi, T. Nagatomo, Y. Yamada, M. Mihara<sup>s</sup>, W. Sato, J. Miyazaki, S. Sato, A. Kitagawa, M. K. Kubo

Hyperfine Interactions **198** (2010) 173-178

(<http://dx.doi.org/doi:10.1007/s10751-010-0255-7>).

**Remarkable Improvement of the Signal-to-Noise Ratio of  $^{57}\text{Mn}/^{57}\text{Fe}$  In-Beam Mössbauer Spectroscopy**

T. Nagatomo, Y. Kobayashi, M.K. Kubo, Y. Yamada, M. Mihara<sup>s</sup>, W. Sato, J. Miyazaki, S. Sato, A. Kitagawa

Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, B **269** (2011) 455-459

(<http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.nimb.2010.12.042>).

**Measurement of Interaction Cross-sections for Neutron-rich Na Isotopes**

T. Kuboki, T. Ohtsubo, M. Takechi, I. Hachiuma, K. Namihira, T. Suzuki, T. Yamaguchi, Y. Ohkuma, Y. Shimbara, S. Suzuki, R. Watanabe, M. Fukuda<sup>s</sup>, M. Mihara<sup>s</sup>, D. Nishimura<sup>DC</sup>, Y. Ishibashi, Y. Ito, T. Moriguchi, D. Nagae, H. Ooishi, K. Ogawa, A. Ozawa, Y. Yasuda, H. Suzuki, T. Sumikama, K. Yoshinaga, H. Geissel, M. Winkler, T. Izumikawa, S. Momota, N. Aoi, N. Fukuda, N. Inabe, D. Kameda, K. Kusaka, T. Kubo,

M. Lantz, T. Ohnishi, M. Ohtake, T. Suda, H. Takeda, K. Tanaka, Y. Yanagisawa, A. Yoshida, K. Yoshida

Acta Physica Polonica B **42** (2011) 765-768

(<http://dx.doi.org/doi:10.5506/APhysPolB.42.765>).

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

D. Nishimura<sup>DC</sup>, M. Fukuda<sup>s</sup>, M. Takechi, M. Mihara<sup>s</sup>, J. Komurasaki<sup>m</sup>, R. Mastumiya<sup>d</sup>, K. Matsuta<sup>s</sup>, I. Hachiuma, T. Kuboki, M. Miura, S. Nakajima, K. Namihara, 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<sup>m</sup>, Y. Yasuda, S. Momota, S. Fukuda, M. Kanazawa, A. Kitagawa and S. Sato

Modern Physics Letters A **25** (2010) 2014-2015

(<http://dx.doi.org/doi:10.1142/S0217732310000915>).

#### **Measurements of interaction cross sections towards neutron-rich Ne isotopes at RIBF**

M. Takechi, T. Ohtsubo, T. Kuboki, M. Fukuda<sup>s</sup>, D. Nishimura<sup>DC</sup>, T. Suzuki, T. Yamaguchi, A. Ozawa, T. Moriguchi, T. Sumikama, H. Geissel, N. Aoi, N. Fukuda, I. Hachiuma, N. Inabe, Y. Ishibashi, Y. Itoh, D. Kameda, T. Kubo, 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

Modern Physics Letters A **25** (2010) 1878 -1881

(<http://dx.doi.org/doi:10.1142/S021773231000054X>).

#### **国際会議報告等**

##### **Decay Curve Study in a Standard Electron Capture Decay**

D. Nishimura<sup>DC\*</sup>, M. Fukuda<sup>s</sup>, T. Izumikawa, K. Kisamori<sup>b</sup>, Y. Kuwada<sup>b</sup>, K. Makisaka<sup>b</sup>, R. Mastumiya<sup>d</sup>, K. Matsuta<sup>s</sup>, M. Mihara<sup>s</sup>, T. Ohtsubo, T. Suzuki, A. Takagi<sup>b</sup>, T. Yamaguchi and R. Yokoyama<sup>b</sup>

Proceedings of the 7th China-Japan Joint Nuclear Physics Symposium (Nov. 9-13, 2009, 参加者数約 100 名, ed. A. Ozawa and W. Liu) AIP Conference Proceedings Volume **1235** (2010) 219-222.

##### **Electromagnetic Moments of Proton-Rich <sup>28</sup>P and Decomposition of Its Spin**

K. Matsuta<sup>s\*</sup>, S.Y. Zhu, M. Mihara<sup>s</sup>, D.M. Zhou, D. Nishimura<sup>DC</sup>, Y.N. Zheng, M.

Fukuda<sup>s</sup>, D.Q. Yuan, R. Mastumiya<sup>d</sup>, Y. Zuo, J. Komurasaki<sup>m</sup>, P. Fan, X.Z. Zhang, D. Ishikawa<sup>m</sup>, T. Suzuki, T. Nagatomo, T. Izumikawa, T. Ohtsubo, S. Takahashi, H. Hirano, Y. Shimbara, T. Kubo, R. Yamada, Y. Namiki, M. Nagashima, S. Momota, K. Ooi, Y. Nojiri, D. Kameda, A. Kitagawa, M. Kanazawa, M. Torikoshi, S. Sato, T. Minamisono, T. Sumikama, M. Ogura, H. Akai, J. R. Alonso, T. J. M. Symons and G. F. Krebs

Proceedings of the 7th China-Japan Joint Nuclear Physics Symposium (Nov. 9-13, 2009, 参加者数約 100 名, ed. A. Ozawa and W. Liu) AIP Conference Proceedings Volume **1235** (2010) 260-264.

### **Quasi-Particle Alignment and Magnetic Rotation Investigated by g-Factor Measurements**

Zhu Shengyun<sup>\*</sup>, Yuan Daqing, Fan Ping, Zheng Yongnan, Zuo Yi, Zhou Dongmei, Wu Xiaoguang, Li Guangsheng, Zhu Lihua, Xu Guoji, Fan Qiwen, Wu Yongle, Zhang Xizhen, K. Matsuta<sup>s</sup>, M. Fukuda<sup>s</sup>, M. Mihara<sup>s</sup> and T. Minamisono

Proceedings of the 7th China-Japan Joint Nuclear Physics Symposium (Nov. 9-13, 2009, 参加者数約 100 名, ed. A. Ozawa and W. Liu) AIP Conference Proceedings Volume **1235** (2010) 370-376.

### **国際会議における講演等**

#### **Magnetic Dipole Moment of $^{58}\text{Cu}$ from $\beta$ -NMR Measurements**

M. Mihara<sup>s</sup>, K. Matsuta<sup>s</sup>, D. Nishimura<sup>DC\*</sup>, T. Izumikawa, T. Nagatomo, T. Moriguchi, Y. Ito, D. Nagae, H. Ueno, A. Yoshimi, K. Yamada, M. Takechi, Y. Ichikawa, M. Fukuda<sup>s</sup>, S. Momota, Y. Hirayama, T. Ohtsubo, S. Suzuki, T. Kubo, Y. Namiki, A. Ozawa, Y. Ishibashi, H. Oishi, K. Suzuki, I. Hachiuma, K. Namihira, D. Horikawa, T. Minamisono, T. Yamaguchi, T. Kuboki, T. Suzuki, K. Sato, Y. Kobayashi, K. Asahi, K. Matsukawa, K. Shirai

Int. Nuclear Physics Conf. (INPC2010) (at Vancouver, Canada, July 4-9, 2010, 参加者数約 500 名)

#### **Precise Branching Ratio of $^{24m}\text{Al}$ Beta Decay**

K. Matsuta<sup>s</sup>, D. Nishimura<sup>DC\*</sup>, Y. Fujita<sup>s</sup>, M. Fukuda<sup>s</sup>, M. Mihara<sup>s</sup>, E. Ganioglu, G. Susoy, Y. Ichikawa, S. Momota, A. Kitagawa, M. Kanazawa, M. Torikoshi, S. Sato, B. Rubio

Int. Nuclear Physics Conf. (INPC2010) (at Vancouver, Canada, July 4-9, 2010, 参加者数約 500 名)

#### **Proton-Nucleus Reaction Cross Sections for Identification of Surface Nucleons**

D. Nishimura<sup>DC\*</sup>, M. Fukuda<sup>s</sup>, M. Takechi, M. Mihara<sup>s</sup>, J. Komurasaki<sup>m</sup>, R. Mastumiya<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. Shimbara, R. Watanabe, T. Izumikawa, M. Lantz, K. Tanaka, T. Suda, T. Moriguchi, A. Ozawa, D. Ishikawa<sup>m</sup>, Y. Yasuda, S. Momota, S. Fukuda, M. Kanazawa, A. Kitagawa, and S. Sato

Int. Nuclear Physics Conf. (INPC2010)(at Vancouver, Canada, July 4-9, 2010, 参加者数約 500 名)

#### **Beta-NMR Measurement of <sup>58</sup>Cu in Si**

M. Mihara<sup>s\*</sup>, K. Matsuta<sup>s</sup>, D. Nishimura<sup>DC</sup>, T. Izumikawa, T. Nagatomo, T. Moriguchi, Y. Ito, D. Nagae, H. Ueno, A. Yoshimi, K. Yamada, M. Takechi, Y. Ichikawa, M. Fukuda<sup>s</sup>, S. Momota, Y. Hirayama, T. Ohtsubo, S. Suzuki, T. Kubo, Y. Namiki, A. Ozawa, Y. Ishibashi, H. Oishi, K. Suzuki, I. Hachiuma, K. Namihira, D. Horikawa, T. Minamisono, T. Yamaguchi, T. Kuboki, T. Suzuki, K. Sato, Y. Kobayashi, K. Asahi, K. Matsukawa, K. Shirai

3rd Joint Int. Conf. on Hyperfine Interactions and Int. Symp. on Nuclear Quadrupole Interactions (HFI/NQI 2010) (at CERN Geneva, Switzerland, Sept. 12-17, 2010, 参加者数約 300 名)

#### **Polarization Creation in Proton-Rich <sup>28</sup>P via Charge Exchange Reactions and Measurement of Its Electric Quadrupole Moment**

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

3rd Joint Int. Conf. on Hyperfine Interactions and Int. Symp. on Nuclear Quadrupole Interactions (HFI/NQI 2010) (at CERN Geneva, Switzerland, Sept. 12-17, 2010, 参加者数約 300 名)

#### **Nucleon Density Distributions of Unstable Nuclei Studied via Reaction Cross Sections**

M. Fukuda<sup>s\*</sup>

Halo2010 Symposium (at Hayama, Japan, Dec. 6-9, 2010, 参加者数約 100 名)

#### **Structure of Unstable Nuclei Revealed through Nuclear Moments**

K. Matsuta<sup>s\*</sup> and Osaka-RIKEN-HIMAC-Niigata-Kochi-Fukui-Tsukuba- Saitama-CIAE-LBL collaboration

Halo2010 Symposium (at Hayama, Japan, Dec. 6-9, 2010, 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

#### 荷電変化断面積の測定による Be 同位体の陽子分布半径の研究

T. Naito<sup>\*</sup>, H.J.Ong, K. Hirota, K. Yokoyama, M. Taniguchi, I. Tanihata, M. Fukuda<sup>s</sup>, K. Matsuta<sup>s</sup>, M. Mihara<sup>s</sup>, D. Nishimura<sup>DC</sup>, H. Sakaguchi, J. Tamii, T. Suzuki, T. Kawabata, A. Ozawa, H. Suzuki, D. Nagae, M. Takechi, T. Yamaguchi, S. Momota  
日本物理学会 2010 年秋季大会 (於九州工業大学, 2010 年 9 月 11 日 - 9 月 14 日)

#### 入射核破砕片 $^{16}\text{N}$ のアイソマー比と運動量分布

D. Nishimura<sup>DC\*</sup>, M. Fukuda<sup>s</sup>, M. Mihara<sup>s</sup>, M. Takechi, M. Lantz, T. Ichikawa, C. Ichikawa, T. Kuboki, M. Sugiyama, T. Suzuki, K. Naihira, K. Namihira, I. Hachiuma, T. Yamaguchi, Y. Ohkuma, T. Ohtsubo, S. Suzuki, M. Nagashima, T. Izumikawa, G.W. Fan, W. Xu, M. Kanazawa, S. Sato, S. Fukuda, A. Kitagawa  
日本物理学会 2010 年秋季大会 (於九州工業大学, 2010 年 9 月 11 日 - 9 月 14 日)

#### 反応断面積による $^{17}\text{Ne}$ の核子密度分布 II

M. Fukuda<sup>s\*</sup>, K. Tanaka, M. Takechi, D. Nishimura<sup>DC</sup>, T. Chinda, T. Sumikama, S. Kudo<sup>m</sup>, M. Mihara<sup>s</sup>, K. Matsuta<sup>s</sup>, T. Minamisono, T. Suzuki, T. Ohtsubo, T. Izumikawa, S. Momota, T. Yamaguchi, T. Onishi, A. Ozawa, I. Tanihata and T. Zheng  
日本物理学会 2010 年秋季大会 (於九州工業大学, 2010 年 9 月 11 日 - 9 月 14 日)

#### Pre-martensitic phenomena of thermoelastic martensitic transformation in NiTi alloys studied by muon

M. Mihara<sup>s\*</sup>, K. Shimomura, Y. Ninomiya, H. Araki, M. Mizuno, Y. Shirai, I. Watanabe, K. Inoue, T. Nagatomo, T. Nakano., R. Kadono, K. Nishiyama  
日本物理学会 2010 年秋季大会 (於大阪府立大学, 2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日)

#### Pre-martensitic phenomena of thermoelastic martensitic transformation in NiTi alloys studied by muon

K. Shimomura, M. Mihara<sup>s\*</sup>, Y. Ninomiya, H. Araki, M. Mizuno, Y. Shirai, I. Watanabe, K. Inoue, T. Nagatomo, T. Nakano., R. Kadono, K. Nishiyama  
第 1 回 J-PAC/MUSE 成果報告会 (at KEK, Japan, Jun 3-4, 2010)

#### Beta-NMR Measurement of $^{58}\text{Cu}$

M. Mihara<sup>s\*</sup>, T. Izumikawa, H. Ueno, K. Matsuta<sup>s</sup>, D. Nishimura<sup>DC</sup>, T. Nagatomo, T. Moriguchi, Y. Ito, D. Nagae, M. Fukuda<sup>s</sup>, A. Yoshimi, K. Yamada, M. Takechi, Y. Ichikawa, S. Momota, Y. Hirayama, T. Ohtsubo, S. Suzuki, T. Kubo, Y. Namiki, A.

Ozawa, Y. Ishibashi, H. Oishi, K. Suzuki, I. Hachiuma, K. Namihira, D. Horikawa, T. Minamisono, T. Yamaguchi, T. Kuboki, T. Suzuki, K. Satoh, Y. Kobayashi, K. Asahi, K. Matsukawa, K. Shirai

Specialist Research Meeting on Condensed Matter Physics Research Using Short-Lived Nuclei and Radiations (III) (at Kumatori, Japan, Nov. 24-25, 2010)

**Pre-martensitic phenomena of thermoelastic martensitic transformation in NiTi alloys studied by muon**

M. Mihara<sup>s\*</sup>, K. Shimomura, Y. Ninomiya, H. Araki, M. Mizuno, Y. Shirai, I. Watanabe, K. Inoue, S. Yamamoto, T. Nagatomo, M.K. Kubo, T. Nakano., R. Kadono, K. Nishiyama  
2nd MLF Symposium, (at Tokai, Japan, Jan. 17-18, 2011)

**Quantitative Determination of Hydrogen Content in Tungsten Bronze**

M. Mihara<sup>s\*</sup>, M.K. Kubo, T. Nagatomo, H. Matsue

20th Anniversary Symposium on the Remodeling of JRR-3, (at National Museum of Emerging Science and Innovation, Tokyo, Japan, Feb. 28, 2011)

## 1.5 山中(卓)グループ

### 平成22年度の研究活動概要

#### J-PARC KOTO 実験

茨城県東海村の J-PARC 大強度陽子加速器を用いて 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 KOTO 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。

2010年4月に東北大学電子光理学研究センターの電子ビームを用いて、2.5cm 角の CsI の結晶 144 本からなる小型電磁カロリメータの性能試験を行った。これにより、カロリメータの部品の統合試験を行うとともに、時間分解能やエネルギー分解能とそれを決めるメカニズムを詳しく調べた。

2010年夏から J-PARC において電磁カロリメータの建設を開始した。具体的には、図 1.16 に示す直径 2m の円筒の中に 5cm 角と 2.5cm 角の CsI の結晶を約 2700 本積み、後側から光電子増倍管を取り付ける作業である。初めは、結晶の高さを  $200\mu\text{m}$  以下の精度で揃うように調整するのが難しく作業が難航したが、徐々に技術を確立し、10月までに全体の約6割の結晶を積み上げた。この間、阪大側でも結晶の搬出、光電子増倍管の磁気シールドの巻き直し(図 1.17)、結晶と光電子増倍管を光学接続するための透明なシリコンの円板の作成などの作業を行った。また、レーザーと光ファイバーを用いて全光電子増倍管をモニターするためのシステムや、8 nsec ごとに波形を記録するデータ収集システムを組み上げた。

10月と11月にはビームを出し、約1200本の結晶から信号を読み出し、ビームを用いた様々な試験を行った。阪大グループでは、電磁石とドリフトチェンバーを用いて  $K_L \rightarrow \pi^\pm e^\mp \nu$  崩壊からの電子の運動量を測定し、電磁カロリメータとして正しく働いていることを確認した。

ビームタイムが終わった後再びカロリメータの建設を再開し、2011年2月に全ての結晶を積み終えた(図 1.18, 1.19)。

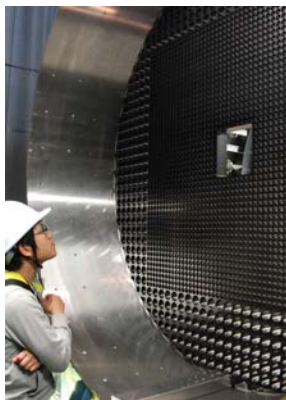


図 1.16: 結晶を積む円筒



図 1.17: 光電子増倍管の手作業

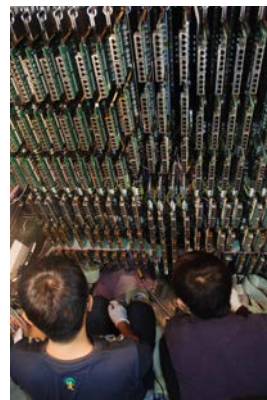


図 1.18: カロリメータ裏側

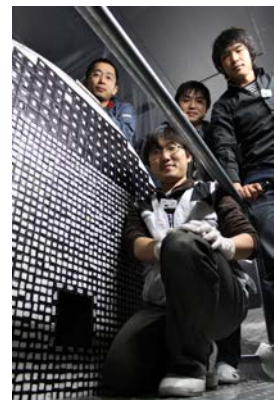


図 1.19: 結晶積み終了

2011年3月11日、東日本大地震に遭ったが、幸いけが人もなく、4月の段階では電磁カ



ロリメータに大きな被害は見つかっていない。2011年度は初めに結晶の全数検査を行った後、必要な修復作業を行い、次のビームタイムに向けて実験全体の立ち上げを行う。

### 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 実験は 2010 年度から重心系エネルギー 7 TeV でのビーム衝突を開始し、LHC 実験の一つ ATLAS 実験では約  $35 \text{ pb}^{-1}$  の物理解析用データを収集した。山中卓研究室 ATLAS グループは、SCT と呼ばれるシリコンストリップ飛跡検出器のモニタリングソフトウェアを整備しつつ、SCT の調整・運転作業に取り組んだ。

物理解析としては、dilepton 終状態を用いたトップクォーク対生成断面積の測定と、ボトムクォーク + 消失エネルギーを終状態に持つ超対称性事象の探索を行った。どちらの解析でも、ボトムクォークを起源とするジェットが終状態にあるので、1) ボトムクォーク起源のハドロンがセミレプトニック崩壊することによって生成されるミュオンのジェットに対する横運動量を用いた手法と、2) ボトムクォークを同定することなしに、トップクォーク対生成事象を高い純度で選び、トップクォークからの崩壊によるボトムクォーク起源ジェットをコントロールサンプルとして用いる手法を用いて、実データからボトムクォーク起源ジェットの同定効率を測定した。

トップクォーク対生成事象の断面積は、終状態に存在するボトムクォーク起源ジェットを同定する手法を用いて、 $\sigma(p + p \rightarrow t\bar{t} + X) = 171 \pm 22^{+21+7}_{-16-6} \text{ pb}$  と測定した。

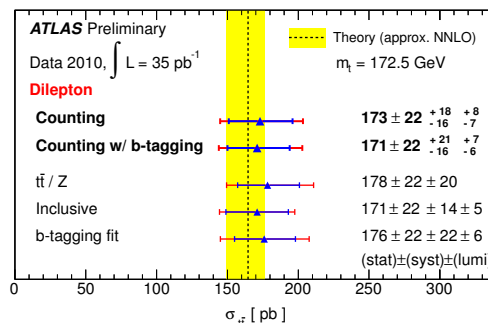


図 1.20:  $35 \text{ pb}^{-1}$  のデータを用いた  $t\bar{t}$  事象生成断面積測定の結果

図 1.20 の Counting w/ b-tagging と表示された結果で、他の測定手法から得られた結果、および、NNLO の理論計算による予言と一致している。重心系エネルギー 7 TeV という人類未踏の領域でも QCD による計算が信頼できることを示した点で意義深い。

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。すでに開発されているプロトタイプセンサー、および信号読み出し用 IC の試験を早急に、系統的に行う必要がある。そこで、将来要求される拡張性を満たす新しい試験用データ収集システムを構築した。FPGA を実装する汎用ボードを使い、TCP/IP 通信により、データ収集用 PC から信号読み出し IC を制御する。

この開発したシステムで、最大 20 チップまで読み出せることを実証し、さらなる拡張が容易であることを示した。また、シリコン検出器の基礎研究として、SOI 技術を用いた計数型検出器の性能評価も行った。

#### 学術雑誌に出版された論文

##### **Search for the Decay $K_L \rightarrow 3\gamma$**

Y.C. Tung, E. Iwai<sup>DC</sup>, T. Yamanaka<sup>s</sup>, *et al.*(E391a Collaboration)

Phys. Rev. D **83** (No. 3, Feb.) (2011) 031101(R) 1–5

(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevD.83.031101>).

##### **Experimental Study of the Decay $K_L \rightarrow \pi^0 \nu \bar{\nu}$**

J.K. Ahn, T. Yamanaka<sup>s</sup> *et al.*

Phys. Rev. D **81** (No.7, Apr.) (2010) 072004 1-23

(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevD.81.072004>).

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

ATLAS Collaboration (G. Aad, K. Hanagaki<sup>s</sup>, M. Hirose<sup>DC</sup>, T. Meguro<sup>d</sup> *et al.*)

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

##### **Performance of the ATLAS Detector using First Collision Data**

ATLAS Collaboration (G. Aad, K. Hanagaki<sup>s</sup>, M. Hirose<sup>DC</sup>, T. Meguro<sup>d</sup> *et al.*)

JHEP **1009:056** (No. 9, May) (2010) 1-64.

##### **The ATLAS Inner Detector commissioning and calibration**

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

Euro. Phys. J. C **70** (No.3, August) (2010) 787-821.

##### **Search for New Particles in Two-Jet Final States in 7 TeV Proton-Proton Collisions with the ATLAS Detector at the LHC**

ATLAS Collaboration (G. Aad, K. Hanagaki<sup>s</sup>, M. Hirose<sup>DC</sup>, T. Meguro<sup>d</sup> *et al.*)

Phys. Rev. Lett. **105** (No.16, October) (2010) 161801 1-19.

##### **Measurement of the $W \rightarrow l \bar{\nu}_l$ and $Z/\gamma^* \rightarrow ll$ production cross sections in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 7$ TeV with the ATLAS detector**

ATLAS Collaboration (G. Aad, K. Hanagaki<sup>s</sup>, M. Hirose<sup>DC</sup>, T. Meguro<sup>d</sup> *et al.*)

JHEP **1012:060** (No.12, December) (2010) 1-64.

##### **Search for Quark Contact Interactions in Dijet Angular Distributions in pp**

**Collisions at  $\sqrt{s} = 7$  TeV Measured with the ATLAS detector**

ATLAS Collaboration (G. Aad, K. Hanagaki<sup>s</sup>, M. Hirose<sup>DC</sup>, T. Meguro<sup>d</sup> *et al.*)  
 Phys. Lett. B **694** (No.4-5, January) (2011) 327-345.

**Measurement of inclusive jet and dijet cross sections in proton-proton collisions at 7 TeV center-of-mass energy with the ATLAS detector**

ATLAS Collaboration (G. Aad, K. Hanagaki<sup>s</sup>, M. Hirose<sup>DC</sup>, T. Meguro<sup>d</sup> *et al.*)  
 Euro. Phys. J. C **71** (No.2, February) (2011) 1512 1-59.

**Measurement of the centrality dependence of  $J/\psi$  yields and observation of  $Z$  production in lead-lead collisions with the ATLAS detector at the LHC**

ATLAS Collaboration (G. Aad, K. Hanagaki<sup>s</sup>, M. Hirose<sup>DC</sup>, T. Meguro<sup>d</sup> *et al.*)  
 Phys. Lett. B **697** (No.4, March) (2011) 294-312.

**Silicon vertex tracker for RHIC PHENIX experiment**

A. Taketani, M. Togawa<sup>s</sup> *et al.*  
 Nucl. Instrum. Meth. A **623** (2010) 374-376.

**Cross section and double helicity asymmetry for  $\eta$  mesons and their comparison to neutral pion production in  $p + p$  collisions at  $\sqrt{s} = 200$  GeV**

A. Adare, M. Togawa<sup>s</sup> *et al.*  
 Phys. Rev. D **83** (2010) 032001.

**Measurement of Transverse Single-Spin Asymmetries for  $J/\psi$  Production in Polarized  $p + p$  Collisions at  $\sqrt{s} = 200$  GeV**

A. Adare, M. Togawa<sup>s</sup> *et al.*  
 Phys. Rev. D **82** (2010) 112008.

**Cross Section and Parity Violating Spin Asymmetries of  $W^\pm$  Boson Production in Polarized  $p + p$  Collisions at  $\sqrt{s} = 500$  GeV**

A. Adare, M. Togawa<sup>s</sup> *et al.*  
 Phys. Rev. Lett. **106** (2011) 062001.

**Azimuthal anisotropy of neutral pion production in Au+Au collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 200$  GeV: Path-length dependence of jet quenching and the role of initial geometry**

A. Adare, M. Togawa<sup>s</sup> *et al.*  
 Phys. Rev. Lett. **105** (2010) 142301.

**High  $p_T$  direct photon and  $\pi^0$  triggered azimuthal jet correlations and mea-**

**Measurement of  $k_T$  for isolated direct photons in  $p + p$  collisions at  $\sqrt{s} = 200$  GeV**A. Adare, M. Togawa<sup>s</sup> *et al.*Phys. Rev. D **82** (2010) 072001.**Transverse momentum dependence of meson suppression  $\eta$  suppression in Au+Au collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 200$  GeV**A. Adare, M. Togawa<sup>s</sup> *et al.*Phys. Rev. C **82** (2010) 011902.**Measurement of neutral mesons in  $p + p$  collisions at  $\sqrt{s} = 200$  GeV and scaling properties of hadron production**A. Adare, M. Togawa<sup>s</sup> *et al.*Phys. Rev. D **83** (2011) 052004.**Nuclear modification factors of  $\phi$  mesons in d+Au, Cu+Cu and Au+Au collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 200$  GeV**A. Adare, M. Togawa<sup>s</sup> *et al.*Phys. Rev. C **83** (2011) 024909.**Elliptic and hexadecapole flow of charged hadrons in Au+Au collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 200$  GeV**A. Adare, M. Togawa<sup>s</sup> *et al.*Phys. Rev. Lett. **105** (2010) 062301.**Measurement of beauty production in DIS and  $F_2^{b\bar{b}}$  extraction at ZEUS**H. Abramowicz, Y.D. Ri<sup>p</sup> *et al.*. (ZEUS Collaboration)Eur. Phys. J. C **69** (No. 3-4, Oct.) (2010) 347-360.**Measurement of high- $Q^2$  charged current deep inelastic scattering cross sections with a longitudinally polarised positron beam at HERA**H. Abramowicz, Y.D. Ri<sup>p</sup> *et al.*. (ZEUS Collaboration)Eur. Phys. J. C **70** (No. 4, Dec.) (2010) 945-963.**Inclusive dijet cross sections in neutral current deep inelastic scattering at HERA**H. Abramowicz, Y.D. Ri<sup>p</sup> *et al.*. (ZEUS Collaboration)Eur. Phys. J. C **70** (No. 4, Dec.) (2010) 965-983.

## 国際会議報告等

## 国際会議における講演等

日本物理学会，応用物理学会等における講演

## J-PARC E14 KOTO 実験のためのイベントビルドシステム及びオンラインモニタの開発

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

日本物理学会 2010 年秋季大会（於九州工業大学，2010 年 9 月 11 日 - 9 月 14 日）

## J-Parc E14 KOTO 実験の CsI カロリメータの性能試験の結果

岩井 瑛人<sup>DC\*</sup>，杉山 泰之<sup>m</sup>，中谷 洋一<sup>m</sup>，李 宗垣<sup>d</sup>，佐藤 和史<sup>d</sup>，李 栄篤<sup>p</sup>，外川学<sup>s</sup>，山中 卓<sup>s</sup>

日本物理学会 2010 年秋季大会（於九州工業大学，2010 年 9 月 11 日 - 9 月 14 日）

## J-Parc KOTO 実験における横方向光子検出器の高精度化

村山 理恵<sup>d\*</sup>，杉山 泰之<sup>m</sup>，中谷 洋一<sup>m</sup>，柳田 陽子<sup>m</sup>，李 宗垣<sup>d</sup>，佐藤 和史<sup>d</sup>，岩井 瑛人<sup>DC</sup>，李 栄篤<sup>p</sup>，外川学<sup>s</sup>，山中 卓<sup>s</sup>

日本物理学会 2010 年秋季大会（於九州工業大学，2010 年 9 月 11 日 - 9 月 14 日）

## J-PARC E14 KOTO 実験における CsI 検出器建設

李 栄篤<sup>p\*</sup>，外川学<sup>s</sup>

日本物理学会 2010 年秋季大会（於九州工業大学，2010 年 9 月 11 日 - 9 月 14 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>DC</sup>，杉山 泰之<sup>m</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>，李 宗垣<sup>d</sup>，李 栄篤<sup>p</sup>

日本物理学会 2010 年秋季大会（於九州工業大学，2010 年 9 月 11 日 - 9 月 14 日）

## ATLAS 実験における dilepton 終状態を用いたトップクォーク対生成事象の解析

廣瀬穰<sup>DC\*</sup>，花垣和則<sup>s</sup>

日本物理学会 2010 年秋季大会（於九州工業大学，2010 年 9 月 11 日 - 9 月 14 日）

## 超対称性探索に向けたボトムジェットの研究

目黒立真<sup>d\*</sup>，花垣和則<sup>s</sup>

日本物理学会 2010 年秋季大会（於九州工業大学，2010 年 9 月 11 日 - 9 月 14 日）

## ATLAS 実験アップグレード用シリコンストリップ飛跡検出器の性能評価テスト用読み出しシステムの開発

岡村航<sup>m\*</sup>，花垣和則<sup>s</sup>

日本物理学会 2010 年秋季大会（於九州工業大学，2010 年 9 月 11 日 - 9 月 14 日）

**スペクトロメータを用いた KOTO 実験 CsI カロリメータの性能試験**

佐藤 和史<sup>d\*</sup>, 岩井 瑛人<sup>DC</sup>, 宇井 利昌<sup>m</sup>, 杉山 泰之<sup>m</sup>, 外川学<sup>s</sup>, 中谷 洋一<sup>m</sup>, 村山 理恵<sup>d</sup>, 柳田 陽子<sup>m</sup>, 山中 卓<sup>s</sup>, 李 宗垣<sup>d</sup>, 李 栄篤<sup>p</sup>

日本物理学会 第 66 回年次大会 (於新潟大学, 2011 年 3 月 25 日 - 3 月 28 日)

**J-PARC KOTO 実験の CsI カロリメータのキャリブレーションとモニタシステム**

李 宗垣<sup>d\*</sup>, 李 宗垣<sup>d</sup>, 岩井 瑛人<sup>DC</sup>, 宇井 利昌<sup>m</sup>, 佐藤 和史<sup>d</sup>, 杉山 泰之<sup>m</sup>, 外川学<sup>s</sup>, 中谷 洋一<sup>m</sup>, 村山 理恵<sup>d</sup>, 柳田 陽子<sup>m</sup>, 山中 卓<sup>s</sup>, 李 栄篤<sup>p</sup>

日本物理学会 第 66 回年次大会 (於新潟大学, 2011 年 3 月 25 日 - 3 月 28 日)

**J-Parc E14 KOTO 実験で期待される CsI カロリメータの性能**

岩井 瑛人<sup>DC\*</sup>, 外川学<sup>s</sup>, 山中 卓<sup>s</sup>

日本物理学会 第 66 回年次大会 (於新潟大学, 2011 年 3 月 25 日 - 3 月 28 日)

**J-PARC KOTO 実験における横方向光子検出器の高精度化 ~ 最内層の構造 ~**

村山 理恵<sup>d\*</sup>, 宇井 利昌<sup>m</sup>, 杉山 泰之<sup>m</sup>, 中谷 洋一<sup>m</sup>, 柳田 陽子<sup>m</sup>, 李 宗垣<sup>d</sup>, 佐藤 和史<sup>d</sup>, 岩井 瑛人<sup>DC</sup>, 李 栄篤<sup>p</sup>, 外川学<sup>s</sup>, 山中 卓<sup>s</sup>

日本物理学会 第 66 回年次大会 (於新潟大学, 2011 年 3 月 25 日 - 3 月 28 日)

**ATLAS 実験における  $b$ -tagging を用いた top quark 対生成断面積の測定**

廣瀬 穰<sup>DC\*</sup>, 花垣和則<sup>s</sup>

日本物理学会 第 66 回年次大会 (於新潟大学, 2011 年 3 月 25 日 - 3 月 28 日)

**LHC-ATLAS 実験における  $b$  クォークを含む dijet 終状態を用いた超対称性事象の探索**

目黒立真<sup>d\*</sup>, 花垣和則<sup>s</sup>

日本物理学会 第 66 回年次大会 (於新潟大学, 2011 年 3 月 25 日 - 3 月 28 日)

**計数型 SOI ピクセル検出器の性能評価**

内田潤<sup>m\*</sup>, 花垣和則<sup>s</sup>

日本物理学会 第 66 回年次大会 (於新潟大学, 2011 年 3 月 25 日 - 3 月 28 日)

**ATLAS 実験アップグレード用シリコン検出器テストシステムの開発およびプロトタイプ  
検出器の性能評価**

岡村航<sup>m\*</sup>, 花垣和則<sup>s</sup>

日本物理学会 第 66 回年次大会 (於新潟大学, 2011 年 3 月 25 日 - 3 月 28 日)

**ビームプロファイルモニターの製作および読み出し**

遠藤理樹<sup>m\*</sup>, 岡村航<sup>m</sup>, 花垣和則<sup>s</sup>

日本物理学会 第 66 回年次大会 (於新潟大学, 2011 年 3 月 25 日 - 3 月 28 日)

**J-PARC E14 KOTO 実験の状況**

外川学<sup>s\*</sup>

17<sup>th</sup> ICEPP Symposium (長野県白馬村 2011年02月20日 - 23日)

**書籍等の出版, 日本語の解説記事**

**K 中間子**

山中 卓<sup>s</sup>

山田作衛、相原博昭、岡田安弘、坂井典祐、西川公一郎編「素粒子物理学ハンドブック」(朝倉書店, 2010年10月, p.343-354)

## 1.6 基礎原子核物理グループ（原子核実験施設）

### 平成 22 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 ( $\sigma_T$ ) 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、 $\sigma_T$  型遷移が選択的に励起される事に着目し、研究可能なエネルギー領域が大幅に広がった。

核力の荷電対称性に基づく量子数アイソスピン  $T$  のもとで荷電対称な性質を持つ GT 遷移を、( $^3\text{He}, t$ ) 反応、ベータ崩壊実験で調べることができる。荷電交換 ( $^3\text{He}, t$ ) 反応による研究は、大阪大学核物理研究センターで、高分解能磁気分析器 GRAND RAIDEN と、高い運動量分散が得られるビームライン・WS-コースの組み合わせで行っている (図 1)。従来からの ( $p, n$ ) 反応実験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。一方、荷電対称で、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。不安定核のビームは、核破碎反応によりつくられ、目的とする不安定原子核が破碎核分離器 (Fragment Separator) で分離される。これらの核は、検出器を兼ねたアクティブストッパーで止められ、ベータ崩壊と遅延陽子崩壊を測定すると共に、周囲に密に配置された大容量の Ge 検出器で、遅延  $\gamma$  崩壊を測定する (図 2)。

これらの、( $^3\text{He}, t$ ) 反応、ベータ崩壊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 遷移の研究が可能になった。現在、質量数  $A = 42, 46, 50, 54$  の  $pf$  殻核について、両者の実験データが得られた。これら  $pf$  殻核での“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。これら過去 10 年の研究をまとめたレビュー論文が、On-Line で出版された。



図 1.21: A schematic view of the high energy-resolution facility of RCNP, Osaka, consisting of the RCNP Ring cyclotron, a high-dispersion beam line “WS course” and a high-resolution magnetic spectrometer “Grand Raiden”.

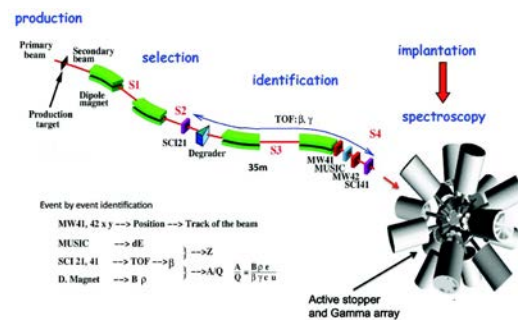


図 1.22: A schematic view of the Fragment Separator at GSI, Darmstadt, Germany. Radioactive ions are produced in fragmentation or fission of an  $\approx 1$  GeV/nucleon heavy ion beam from the SIS-18 synchrotron.



## 学術雑誌に出版された、論文

**High-precision  $(p, t)$  reaction to determine  $^{25}\text{Al}(p, \gamma)^{26}\text{Si}$  reaction rates**

A. Matic, A.M. van den Berg, M.N. Harakeh, H.J. Wörtche, G.P.A. Berg, M. Couder, 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, B.A. Brown, and H. Schatz  
 Phys. Rev. C **82** (No. 2, August) (2010) 025807 1-12.

**Spin-Isospin Excitations Probed by Strong, Weak and Electro-Magnetic Interactions**

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

Progress in Particle and Nuclear Physics **on-line published** (on-line published) (2011) 1-58

(<http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.pnpnp.2011.01.056>).

## 国際会議報告等

**Gamow-Teller Transitions - a key to open a jewel box of nuclear physics -**

Y. Fujita<sup>s\*</sup>

12<sup>th</sup> Int. Conf. on Nucl. Reaction Mechanism (ed. by CERN-Proceedings-2010-001 (CERN, Geneva), April, 2011, 参加者数 約 150 名) 39-46.

**Comparison of  $T_z = \pm 1 \rightarrow 0$  GT Transitions Studied in  $\beta$ -decay and CE reactions**

F. Molina\*, B. Rubio, Y. Fujita<sup>s</sup>, and W. Gelletly for the collaboration of Valencia, Osaka, Surrey, GSI, Istanbul, Legnaro, Leuven, Lund, Madrid, New Delhi, Santiago La Rábida 2009, Int. Scientific Meeting on Nuclear Physics (ed. by AIP Conf. Proc. **1231**, August, 2010, 参加者数 約 100 名) 185-186.

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

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

Tours Symposium on Nuclear Physics and Astrophysics-VII (ed. by AIP Conf. Proc. **1238**, September, 2010, 参加者数 約 150 名) 297-300.

**Comparison of  $T_z = \pm 1 \rightarrow 0$  GT Transitions**

F. Molina\*, B. Rubio, Y. Fujita<sup>s</sup>, and W. Gelletly for the collaboration of Valencia, Osaka, Surrey, GSI, Istanbul, Legnaro, Leuven, Lund, Madrid, New Delhi, Santiago

VIII Latin American Symposium on Nuclear Physics and Applications (ed. by AIP Conf. Proc. **1265** , October, 2010 , 参加者数 約 200 名) 49-52.

**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 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 VIII Latin American Symposium on Nuclear Physics and Applications (ed. by AIP Conf. Proc. **1265** , October, 2010 , 参加者数 約 200 名) 148-153.

**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<sup>\*</sup>, 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  
Origin of Matter and Evolution of the Galaxies (OMEG10) (ed. by AIP Conf. Proc. **1269** , October, 2010 , 参加者数 約 150 名) 201-206.

**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<sup>\*</sup>, 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  
Origin of Matter and Evolution of the Galaxies (OMEG10) (ed. by AIP Conf. Proc. **1269** , October, 2010 , 参加者数 約 150 名) 427-429.

**Gamow-Teller Transitions in Proton Rich Exotic  $pf$ -shell 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  
Origin of Matter and Evolution of the Galaxies (OMEG10) (ed. by AIP Conf. Proc. **1269** , October, 2010 , 参加者数 約 150 名) 436-438.

**High-precision ( $p,t$ ) Reactions to Determine Reaction Rates in the Stellar  $rp$ -process**

G.P.A. Berg, Y. Fujita<sup>s</sup>, T. Adachi, A.M. van den Berg, H. Fujita, K. Fujita, J. Görres, M.N. Harakeh, K. Hatanaka, A. Matic, S. O'Brien, Y. Sakemi, Y. Shimbara, Y. Shimizu, R. Talwar, Y. Tameshige, A. Tamii, T. Wakasa, M. Wiescher, and M. Yosoi

Origin of Matter and Evolution of the Galaxies (OMEG10) (ed. by AIP Conf. Proc. **1269**, October, 2010, 参加者数 約 150 名) 460-462 .

### 国際会議における講演等

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

Y. Fujita<sup>s\*</sup>

17th Euroschool on Exotic Beams (at University of Santiago, Santiago de Compostela, Spain, September 4-10, 2010, 参加者数 約 100 名)

#### **How Can We Study Nuclear Weak Transitions?**

Y. Fujita<sup>s\*</sup>

Turkish Physical Society 27th International Physics Congress (at Istanbul University, Istanbul, Turkey, September 14-17, 2010, 参加者数 約 400 名)

#### **Formation of Gamow-Teller Resonance Structure in $T_z = 0$ Odd-Odd $f$ -shell Nuclei**

Y. Fujita<sup>s\*</sup>

Workshop on Neutron-Proton Pair Correlations (at RIKEN, Saitama, November 19-20, 2010, 参加者数 約 70 名)

#### **Gamow-Teller Transitions in Proton Rich Nuclei from the Combined Study of $\beta$ -decay and Charge-Exchange Reaction**

Y. Fujita<sup>s\*</sup>

French Japanese Symposium on Nuclear Structure Problems (at RIKEN, Saitama, January 5-8, 2011, 参加者数 約 100 名)

#### **Gamow-Teller Resonances in the $\beta$ decay and Charge-Exchange Reactions**

Y. Fujita<sup>s\*</sup>

EURISOL Topical Meeting (at Valencia, Spain, February 21-23, 2011, 参加者数 約 100 名)

#### **Gamow-Teller transitions in Charge-Exchange Reactions and $\beta$ -decay**

Y. Fujita<sup>s\*</sup>

LACM-EFES-JUSTIPEN Workshop (at Oak Ridge National Lab., USA, March 15-17, 2011, 参加者数 約 100 名)

## 1.7 大貫グループ

### 平成 22 年度の研究活動概要

結晶反転対称性のない Ce 化合物の超伝導、カゴ状化合物  $\text{RCd}_{11}$  (R: La, Ce, Pr) 及び、 $\text{YbT}_2\text{Zn}_{20}$  (T: Co, Rh, Ir) の電子状態を中心に研究した。大貫惇睦は国際会議・ワークショップで 4 回、摂待力生と本多史憲はそれぞれ 1 回招待講演を行った。本多史憲がトップネームの「Pressure-induced superconductivity and large upper critical field in the noncentrosymmetric antiferromagnet  $\text{CeIrGe}_3$ 」Phys. Rev. B が【Editor's Suggestion】になった。また本多史憲（代表） 摂待力生らは「大阪大学最先端ときめき研究推進事業」に選ばれた。

#### 1. 空間反転対称性のない Ce 化合物の圧力誘起超伝導

この数年間、空間反転対称性のない正方晶の  $\text{CeIrSi}_3$ 、 $\text{CeCoGe}_3$  を研究してきたが、加えて  $\text{CeIrGe}_3$  も行った。 $\text{CeIrSi}_3$  は約 2 GPa、 $\text{CeCoGe}_3$  は約 7 GPa で超伝導となる。 $\text{CeIrGe}_3$  (ネール点  $T_N = 8.3$  K) での超伝導の発現は 10 GPa 以上と考え、ダイヤモンドアンビルセルでの高圧実験にチャレンジした。図 1.23 はネール点及び超伝導転移温度  $T_{sc}$  に対する圧力の相図である。約 20 GPa で重い電子系超伝導になる。上部臨界磁場 ( $H_{c2}$ ) も正方晶の  $H \parallel [001]$  では  $T_{sc} = 1.5$  K において  $-dH_{c2}/dT = 160$  kOe/K であり、 $H_{c2}(0)$  は 100 kOe 以上である。

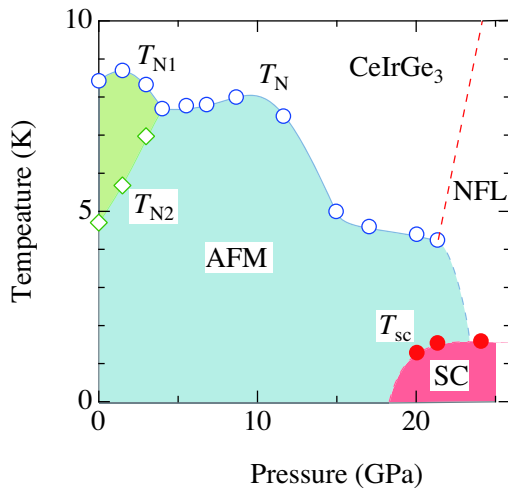


図 1.23:  $\text{CeIrGe}_3$  の圧力-温度相図。 $T_N$  はネール点、 $T_{sc}$  は超伝導転移温度、AFM は反強磁性相、SC は超伝導相を意味し、反強磁性が約 20 GPa 以上で超伝導に変わる。

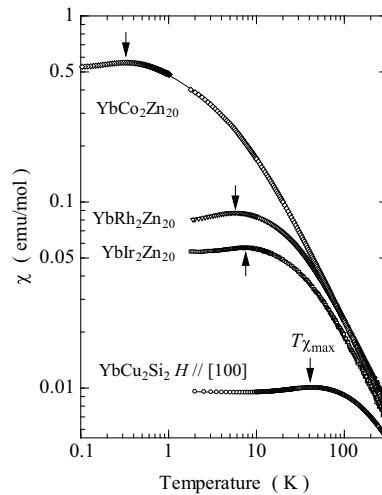


図 1.24:  $\text{YbT}_2\text{Zn}_{20}$  と  $\text{YbCu}_2\text{Si}_2$  の磁化率の温度依存性。矢印は磁化率が極大値を示す温度  $T_{\chi_{max}}$  であり、近藤温度に対応する。

#### 2. カゴ状化合物 $\text{YbT}_2\text{Zn}_{20}$ (T: Co, Rh, Ir) のメタ磁性

$\text{YbT}_2\text{Zn}_{20}$  は  $\text{CeCr}_2\text{Al}_{20}$  型の立方晶で、Yb がダイヤモンド構造をとり、T はパイロクロア構造である。それぞれが Zn で囲まれたカゴ状の結晶である。 $\text{YbT}_2\text{Zn}_{20}$  及び  $\text{YbCu}_2\text{Si}_2$

の磁化率の温度依存性を図 1.24 に示す。なお、 $\text{YbCo}_2\text{Zn}_{20}$  の 1K 以外の磁化率は ac 磁化率である。これらの化合物は全て磁気秩序を持たない。つまり、磁化率は  $\text{Yb}^{3+}$  の有効ボーア磁気モーメントを持ち、降温とともにキュリー・ワイス則で増大する。その後、 $T_{\chi_{max}}$  で極大値を持ち、より低温で一定の磁化率となる。 $T_{\chi_{max}}$  は近藤温度に対応し、 $T_{\chi_{max}}$  以下で  $4f$  電子は局在電子から遍歴電子に変貌する。 $\chi (T \rightarrow 0)$  の値は電気抵抗率  $\rho = \rho_0 + AT^2$  の  $\sqrt{A}$  値、および電子比熱係数  $\gamma$  に比例する。すなわちフェルミ液体の重い電子系となる。 $T_{\chi_{max}}$  は  $\text{YbCu}_2\text{Si}_2$  で 40K,  $\text{YbIr}_2\text{Zn}_{20}$  で 7.4K,  $\text{YbRh}_2\text{Zn}_{20}$  で 5.8K,  $\text{YbCo}_2\text{Zn}_{20}$  で 0.32K である。これまでの  $\text{CeCu}_6$  では  $T_{\chi_{max}} \simeq 1$  K であったので、 $\text{YbCo}_2\text{Zn}_{20}$  ではおよそ 1桁小さい近藤温度の物質ということになる。したがって、重い電子系特有のメタ磁性は  $T_{\chi_{max}}$  以下で出現するはずである。事実、図 1.25 に示すように、1.3 K の磁化曲線は  $\text{YbIr}_2\text{Zn}_{20}$  で  $H_m = 97$  kOe,  $\text{YbRh}_2\text{Zn}_{20}$  では 63 kOe にメタ磁性が見いだされた。 $\text{YbCo}_2\text{Zn}_{20}$  では 1.3K では見いだされないが、60 mK では 6 kOe にメタ磁性が観測された。 $T_{\chi_{max}}$  と  $H_m$  との関係をこれまで観測された物質を含めてプロットしたのが図 1.26 である。この関係は実験的に  $H_m$  (kOe) = 15  $T_{\chi_{max}}$  (K) で表現される。つまり、 $\mu_B H_m = k_B T_{\chi_{max}}$  であった。重い電子系の基本法則が広い温度と磁場範囲で確立したと言って良いだろう。

本研究では  $\text{YbT}_2\text{Zn}_{20}$  (T: Co, Rh, Ir) のメタ磁性の磁場を目安にして、圧力下での磁気抵抗、ドハース・ファンアルフェン (dHvA) 効果の測定を行った。その結果、 $\text{YbCo}_2\text{Zn}_{20}$  が量子臨界点近傍に位置することがわかった。dHvA 効果から  $H = 0$  kOe では、100 ~ 500  $m_0$  のサイクロトロン有効質量を持つ重い電子系であることも明らかにされた。ただし、この重い電子系は磁場の増大とともに著しく減少する。

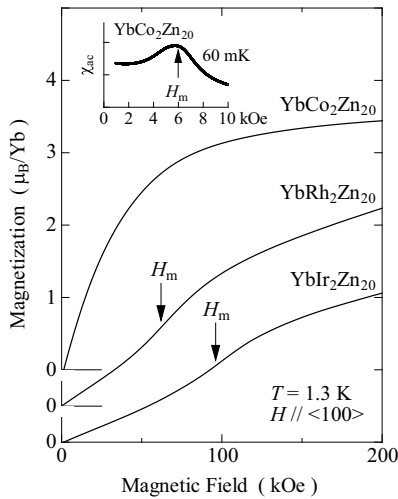


図 1.25:  $\text{YbT}_2\text{Zn}_{20}$  の磁化曲線。矢印の  $H_m$  がメタ磁性を示す磁場である。

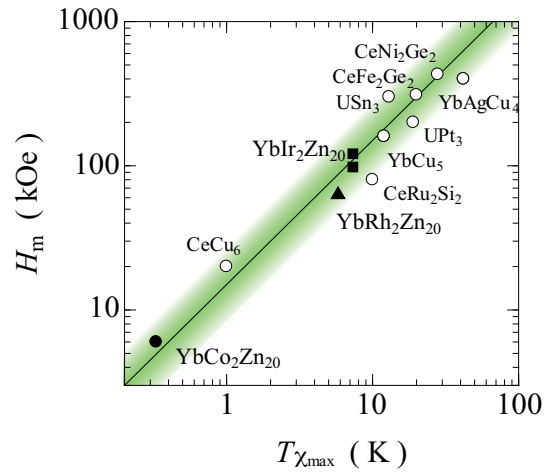


図 1.26: 重い電子系の  $T_{\chi_{max}}$  と  $H_m$  の関係。実線は  $H_m$  (kOe) = 15  $T_{\chi_{max}}$  (K)、すなわち  $\mu_B H_m = k_B T_{\chi_{max}}$

## 学術雑誌に出版された論文

**Low-Temperature Magnetic Orderings and Fermi Surface Properties of  $\text{LaCd}_{11}\text{CeCd}_{11}$ , and  $\text{PrCd}_{11}$  with a Caged Crystal Structure**

S. Yoshiuchi<sup>m</sup>, M. Ohya<sup>m</sup>, K. Katayama<sup>m</sup>, M. Matsushita<sup>m</sup>, N. Yoshitani<sup>m</sup>, N. Nishimura<sup>m</sup>, H. Ota<sup>m</sup>, F. Honda<sup>s</sup>, R. Settai<sup>s</sup>, and Y. Ōnuki<sup>s</sup>, *et al.*

J. Phys. Soc. Jpn. **79** (No. 4, Mar.) (2010) 044601 1-11

(<http://dx.doi.org/doi:10.1143/JPSJ.79.044601>).

**Superconducting properties in  $\text{Rh}_{17}\text{S}_{15}$  under magnetic field and pressure**

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

J. Phys. Chem. Solids **71** (No. 4, Apr.) (2010) 700-703

(<http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.jpcs.2009.12.070>).

**Pressure-induced superconductivity and large upper critical field in the non-centrosymmetric antiferromagnet  $\text{CeIrGe}_3$** 

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

Phys. Rev. B **81** (No. 14, Apr.) (2010) 140507(R) (1-4)

(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevB.81.140507>).

**Anisotropic Spin Fluctuations in Heavy-Fermion Superconductor  $\text{NpPd}_5\text{Al}_2$** 

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

J. Phys. Soc. Jpn. **79** (No. 5, Apr.) (2010) 053704 (1-4)

(<http://dx.doi.org/doi:10.1143/JPSJ.79.053704>).

**Heavy fermion state and quantum criticality**

Y. Ōnuki<sup>s</sup>, R. Settai<sup>s</sup>, F. Honda<sup>s</sup>, N. D. Dung<sup>d</sup>, and T. Ishikura<sup>m</sup> *et al.*

Physica B **405** (No. 9, May) (2010) 2194-2199

(<http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.physb.2010.02.006>).

**Angle resolved photoemission study on uranium compounds**

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

IOP Conference Series: Materials Science and Engineering **9** (May) (2010) 012045 (1-8)

(<http://dx.doi.org/doi:10.1088/1757-899X/9/1/012045>).

**Magnetism and superconductivity in the new family of actinide compounds:  $\text{AnPd}_5\text{Al}_2$** 

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

IOP Conference Series: Materials Science and Engineering **9** (May) (2010) 012046 (1-7)

(<http://dx.doi.org/doi:10.1088/1757-899X/9/1/012046>).

**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>, and R. Settai<sup>s</sup> *et al.*IOP Conference Series: Materials Science and Engineering **9** (May) (2010) 012089 (1-7)<http://dx.doi.org/doi:10.1088/1757-899X/9/1/012089>).**Fermi surface properties of paramagnetic NpCd<sub>11</sub> with a large unit cell**Y. Homma, R. Settai<sup>s</sup>, and Y. Ōnuki<sup>s</sup> *et al.*IOP Conference Series: Materials Science and Engineering **9** (May) (2010) 012091 (1-8)<http://dx.doi.org/doi:10.1088/1757-899X/9/1/012091>).**Metamagnetic Behavior in Heavy-Fermion Compound YbIr<sub>2</sub>Zn<sub>20</sub>**T. Takeuchi, S. Yasui<sup>m</sup>, M. Toda<sup>m</sup>, M. Matsushita<sup>m</sup>, S. Yoshiuchi<sup>m</sup>, M. Ohya<sup>m</sup>, K. Katayama<sup>m</sup>, Y. Hirose<sup>d</sup>, N. Yoshitani<sup>m</sup>, F. Honda<sup>s</sup>, K. Sugiyama<sup>s</sup>, R. Settai<sup>s</sup>, and Y. Ōnuki<sup>s</sup> *et al.*J. Phys. Soc. Jpn. **79** (No. 6, June) (2010) 064609 (1-15)<http://dx.doi.org/doi:10.1143/JPSJ.79.064609>).**Strong Field Quenching of the Quasiparticle Effective Mass in Heavy Fermion Compound YbCo<sub>2</sub>Zn<sub>20</sub>**M. Ohya<sup>m</sup>, M. Matsushita<sup>m</sup>, S. Yoshiuchi<sup>m</sup>, F. Honda<sup>s</sup>, R. Settai<sup>s</sup>, and Y. Ōnuki<sup>s</sup> *et al.*J. Phys. Soc. Jpn. **79** (No. 8, Aug.) (2010) 083601 (1-4)<http://dx.doi.org/doi:10.1143/JPSJ.79.083601>).**Quantum Critical Phenomena in Heavy Fermion Compound YbIr<sub>2</sub>Zn<sub>20</sub>**F. Honda<sup>s</sup>, S. Yasui<sup>m</sup>, S. Yoshiuchi<sup>m</sup>, R. Settai<sup>s</sup>, and Y. Ōnuki<sup>s</sup>J. Phys. Soc. Jpn. **79** (No. 8, Aug.) (2010) 083709 (1-4)<http://dx.doi.org/doi:10.1143/JPSJ.79.083709>).**Anomalous Temperature Dependence of Lower Critical Field in Ultraclean URu<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>**R. Okazaki, and Y. Ōnuki<sup>s</sup> *et al.*J. Phys. Soc. Jpn. **79** (No. 8, July) (2010) 084705 (1-7)<http://dx.doi.org/doi:10.1143/JPSJ.79.084705>).**Fermi Surface Properties of Ferromagnet UCu<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>**T. D. Matsuda, R. Settai<sup>s</sup>, and Y. Ōnuki<sup>s</sup> *et al.*J. Phys. Soc. Jpn. **79** (No. 11, Oct.) (2010) 114712 (1-4)<http://dx.doi.org/doi:10.1143/JPSJ.79.114712>).**Signature of hidden order and evidence for periodicity modification in URu<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>**R. Yoshida, and Y. Ōnuki<sup>s</sup> *et al.*

Phys. Rev. B **82** (No. 20, Nov.) (2010) 205108 (1-6)  
<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevB.82.205108>).

**Josephson Effect between Noncentrosymmetric LaPt<sub>3</sub>Si and a Conventional Superconductor**

Y. Aoki, R. Settai<sup>s</sup>, and Y. Ōnuki<sup>s</sup> *et al.*  
 J. Phys. Soc. Jpn. **79** (No. 12, Dec.) (2010) 124707 (1-6)  
<http://dx.doi.org/doi:10.1143/JPSJ.79.124707>).

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

Y. Matsuda, and Y. Ōnuki<sup>s</sup> *et al.*  
 Physica C: Superconductivity **470** (No. 20, Nov.) (2010) 1013-1017  
<http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.physc.2010.05.023>).

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

M.-A. Measson, H. Muranaka<sup>m</sup>, T. Kawai<sup>d</sup>, F. Honda<sup>s</sup>, R. Settai<sup>s</sup>, and Y. Ōnuki<sup>s</sup> *et al.*  
 Physica C: Superconductivity **470** (No. 1, Dec.) (2010) S536-S538  
<http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.physc.2009.11.013>).

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

F. Honda<sup>s</sup>, S. Yoshiuchi<sup>m</sup>, Y. Hirose<sup>d</sup>, T. Nakamura<sup>m</sup>, R. Settai<sup>s</sup>, and Y. Ōnuki<sup>s</sup> *et al.*  
 Physica C: Superconductivity **470** (No. 1, Dec.) (2010) S543-S544  
<http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.physc.2009.10.126>).

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

Y. Aoki, R. Settai<sup>s</sup>, and Y. Ōnuki<sup>s</sup> *et al.*  
 Physica C: Superconductivity **470** (No. 1, Dec.) (2010) S554-S555  
<http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.physc.2009.12.069>).

**<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>, and Y. Ōnuki<sup>s</sup> *et al.*  
 Physica C: Superconductivity **470** (No. 1, Dec.) (2010) S558-S560  
<http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.physc.2009.10.059>).

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

A. Sumiyama, R. Settai<sup>s</sup>, and Y. Ōnuki<sup>s</sup> *et al.*  
 Physica C: Superconductivity **470** (No. 1, Dec.) (2010) S577-S578



(<http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.physc.2009.12.020>).

**Magnetic Field and Pressure Phase Diagrams of Uranium Heavy-Fermion Compound  $U_2Zn_{17}$**

N. Tateiwa, K. Sugiyama<sup>s</sup>, and Y. Ōnuki<sup>s</sup> *et al.*

J. Phys. Soc. Jpn. **80** (No. 1, Dec.) (2011) 014706 (1-8)

(<http://dx.doi.org/doi:10.1143/JPSJ.80.014706>).

**Rotational Symmetry Breaking in the Hidden-Order Phase of  $URu_2Si_2$**

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

Science **331** (No. 6016, Jan.) (2011) 439-442

(<http://dx.doi.org/doi:10.1126/science.1197358>).

**Magnetic and Superconducting Properties of  $CeRhGe_2$  and  $CePtSi_2$**

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

J. Phys. Soc. Jpn. **80** (No. 1, Feb.) (2011) 024711 (1-12)

(<http://dx.doi.org/doi:10.1143/JPSJ.80.024711>).

**Relation between Metamagnetic Transition and Quantum Critical Point in Heavy Fermion Compound  $YbIr_2Zn_{20}$**

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

Journal of Physics: Conference Series **273** (Feb.) (2011) 012013 (1-4)

(<http://dx.doi.org/doi:10.1088/1742-6596/273/1/012013>).

**Metamagnetic behavior in a heavy fermion compound  $YbCo_2Zn_{20}$**

T. Takeuchi, M. Ohya<sup>m</sup>, S. Yoshiuchi<sup>m</sup>, M. Matsushita<sup>m</sup>, F. Honda<sup>s</sup>, R. Settai<sup>s</sup>, and Y. Ōnuki<sup>s</sup> *et al.*

Journal of Physics: Conference Series **273** (Feb.) (2011) 012059 (1-4)

(<http://dx.doi.org/doi:10.1088/1742-6596/273/1/012059>).

**Metamagnetic Transition in Heavy Fermion Compounds  $YbT_2Zn_{20}$  ( T : Co, Rh, Ir )**

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

Journal of Physics: Conference Series **273** (Feb.) (2011) 012003 (1-4)

(<http://dx.doi.org/doi:10.1088/1742-6596/273/1/012003>).

**Electronic structure of  $U(Ru_{1-X}Rh_X)_2Si_2$  studied by laser angle-resolved photoemission spectroscopy**

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

Journal of Physics: Conference Series **273** (Feb.) (2011) 012021 (1-4)

(<http://dx.doi.org/doi:10.1088/1742-6596/273/1/012021>).

**Electronic structure of URu<sub>2</sub>Si<sub>2</sub> in paramagnetic phase studied by soft x-ray photoemission spectroscopy**

I. Kawasaki, and Y. Ōnuki<sup>s</sup> *et al.*

Journal of Physics: Conference Series **273** (Feb.) (2011) 012039 (1-4)

(<http://dx.doi.org/doi:10.1088/1742-6596/273/1/012039>).

**Single crystal growth and physical properties of ternary uranium compounds UM<sub>2</sub>Al<sub>10</sub> (M=Fe, Ru and Os)**

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

Journal of Physics: Conference Series **273** (Feb.) (2011) 012122 (1-4)

(<http://dx.doi.org/doi:10.1088/1742-6596/273/1/012122>).

**Anomalous low-field diamagnetic response in ultraclean URu<sub>2</sub>Si<sub>2</sub> superconductor**

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

Journal of Physics: Conference Series **273** (Feb.) (2011) 012081 (1-4)

(<http://dx.doi.org/doi:10.1088/1742-6596/273/1/012081>).

**Soft X-ray angle-resolved photoemission study of YbCu<sub>2</sub>Ge<sub>2</sub>**

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

Journal of Physics: Conference Series **273** (Feb.) (2011) 012067 (1-4)

(<http://dx.doi.org/doi:10.1088/1742-6596/273/1/012067>).

**de Haas-van Alphen effect in SmOs<sub>4</sub>P<sub>12</sub>**

S. Tanaka, R. Settai<sup>s</sup>, and Y. Ōnuki<sup>s</sup> *et al.*

Journal of Physics: Conference Series **273** (Feb.) (2011) 012060 (1-4)

(<http://dx.doi.org/doi:10.1088/1742-6596/273/1/012060>).

**High-pressure electrical resistivity measurement on heavy fermion superconductor URu<sub>2</sub>Si<sub>2</sub> using super clean crystal**

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

Journal of Physics: Conference Series **273** (Feb.) (2011) 012087 (1-4)

(<http://dx.doi.org/doi:10.1088/1742-6596/273/1/012087>).

## 国際会議報告等

## 国際会議における講演等

**Field-induced Antiferromagnetic State in Pressure-induced Superconductor CeIrSi<sub>3</sub> without Inversion Symmetry in the Crystal Structure**R. Settai<sup>s\*</sup>, K. Katayama<sup>m</sup>, and Y. Ōnuki<sup>s</sup> *et al.*

International Conference on Core Research and Engineering Science of Advanced Materials (Osaka University Convention Center, Japan, May 30 - June 2, 2010, 参加者数約 480 名)

**4f-itinerant Nature in Heavy Fermion Compounds YbCu<sub>2</sub>Si<sub>2</sub> and YbIr<sub>2</sub>Zn<sub>20</sub>**Y. Ōnuki<sup>s\*</sup>

International Conference on Core Research and Engineering Science of Advanced Materials (Osaka University Convention Center, Japan, May 30 - June 2, 2010, 参加者数約 480 名)

**Electronic State in New Compound CeRhGe<sub>2</sub>**Y. Hirose<sup>d\*</sup>, F. Honda<sup>s</sup>, T. Nakamura<sup>m</sup>, N. Yoshitani<sup>m</sup>, K. Sugiyama<sup>s</sup>, R. Settai<sup>s</sup> and Y. Ōnuki<sup>s</sup> *et al.*

International Conference on Core Research and Engineering Science of Advanced Materials (Osaka University Convention Center, Japan, May 30 - June 2, 2010, 参加者数約 480 名)

**De Haas-van Alphen Effect in YbIr<sub>2</sub>Zn<sub>20</sub>**M. Matsushita<sup>m\*</sup>, M. Ohya<sup>m</sup>, K. Katayama<sup>m</sup>, S. Yoshiuchi<sup>m</sup>, M. Toda<sup>m</sup>, R. Settai<sup>s</sup>, and Y. Ōnuki<sup>s</sup> *et al.*

International Conference on Core Research and Engineering Science of Advanced Materials (Osaka University Convention Center, Japan, May 30 - June 2, 2010, 参加者数約 480 名)

**Metamagnetism of YbT<sub>2</sub>Zn<sub>20</sub> (T=Ir, Rh and Co) in High Magnetic Field**K. Sugiyama<sup>s\*</sup>, M. Toda<sup>m</sup>, Y. Hirose<sup>d</sup>, T. Nakamura<sup>m</sup>, S. Yoshiuchi<sup>m</sup>, M. Matsushita<sup>m</sup>, S. Yasui<sup>m</sup>, R. Settai<sup>s</sup>, and Y. Ōnuki<sup>s</sup> *et al.*

International Conference on Core Research and Engineering Science of Advanced Materials (Osaka University Convention Center, Japan, May 30 - June 2, 2010, 参加者数約 480 名)

**Pressure-induced Superconductivity in CePtSi<sub>2</sub>**N. Nishimura<sup>m\*</sup>, N. Yoshitani<sup>m</sup>, Y. Hirose<sup>d</sup>, S. Yoshiuchi<sup>m</sup>, T. Nakamura<sup>m</sup>, F. Honda<sup>s</sup>, K. Sugiyama<sup>s</sup>, R. Settai<sup>s</sup>, and Y. Ōnuki<sup>s</sup> *et al.*

International Conference on Core Research and Engineering Science of Advanced Materials (Osaka University Convention Center, Japan, May 30 - June 2, 2010, 参加者数約 480 名)

**Low-temperature Specific Heat of RCd<sub>11</sub> and RCd<sub>6</sub> (R: rare earth)**H. Ota<sup>m\*</sup>, N. Yoshitani<sup>m</sup>, N. Nishimura<sup>m</sup>, S. Yoshiuchi<sup>m</sup>, F. Honda<sup>s</sup>, R. Settai<sup>s</sup>, and

Y. Ōnuki<sup>s</sup> *et al.*

International Conference on Core Research and Engineering Science of Advanced Materials (Osaka University Convention Center, Japan, May 30 - June 2, 2010, 参加者数約 480 名)

**De Haas-van Alphen Effect in  $\text{RCd}_{11}$  (R:La, Ce, Pr) and  $\text{ThCd}_{11}$  with the Cage Structure**

M. Ohya<sup>m\*</sup>, S. Yoshiuchi<sup>m</sup>, K. Katayama<sup>m</sup>, M. Matsushita<sup>m</sup>, R. Settai<sup>s</sup>, and Y. Ōnuki<sup>s</sup> *et al.*

International Conference on Core Research and Engineering Science of Advanced Materials (Osaka University Convention Center, Japan, May 30 - June 2, 2010, 参加者数約 480 名)

**Metamagnetism in the Heavy Fermion Compound  $\text{YbIr}_2\text{Zn}_{20}$  Studied by Specific Heat and Magnetostriction**

T. Takeuchi<sup>\*</sup>, S. Yasui<sup>m</sup>, S. Yoshiuchi<sup>m</sup>, M. Matsushita<sup>m</sup>, H. Ota<sup>m</sup>, M. Toda<sup>m</sup>, M. Ohya<sup>m</sup>, F. Honda<sup>s</sup>, R. Settai<sup>s</sup>, and Y. Ōnuki<sup>s</sup> *et al.*

International Conference on Core Research and Engineering Science of Advanced Materials (Osaka University Convention Center, Japan, May 30 - June 2, 2010, 参加者数約 480 名)

**Effect of Pressure on Physical Properties of Antiferromagnet  $\text{Ce}_2\text{MgSi}_2$**

F. Honda<sup>s\*</sup>, N. Yoshitani<sup>m</sup>, Y. Hirose<sup>d</sup>, N. Nishimura<sup>m</sup>, S. Yoshiuchi<sup>m</sup>, K. Sugiyama<sup>s</sup>, R. Settai<sup>s</sup>, and Y. Ōnuki<sup>s</sup> *et al.*

International Conference on Core Research and Engineering Science of Advanced Materials (Osaka University Convention Center, Japan, May 30 - June 2, 2010, 参加者数約 480 名)

**Metamagnetism of  $\text{YbIr}_2\text{Zn}_{20}$  : Resistivity Measurement under Pressure**

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

International Conference on Core Research and Engineering Science of Advanced Materials (Osaka University Convention Center, Japan, May 30 - June 2, 2010, 参加者数約 480 名)

**Single Crystal Growth and Electronic Correlations in  $\text{RCd}_{11}$  ( R : rare earth ) and  $\text{YbT}_2\text{Zn}_{20}$  ( T: transition metal ) with the cage structure**

S. Yoshiuchi<sup>m\*</sup>, K. Katayama<sup>m</sup>, Y. Hirose<sup>d</sup>, M. Toda<sup>m</sup>, N. Yoshitani<sup>m</sup>, M. Ohya<sup>m</sup>, N. Nishimura<sup>m</sup>, T. Nakamura<sup>m</sup>, H. Ota<sup>m</sup>, M. Matsushita<sup>m</sup>, S. Yasui<sup>m</sup>, K. Sugiyama<sup>s</sup>, F. Honda<sup>s</sup>, R. Settai<sup>s</sup>, and Y. Ōnuki<sup>s</sup> *et al.*

International Conference on Core Research and Engineering Science of Advanced Materials (Osaka University Convention Center, Japan, May 30 - June 2, 2010, 参加者数約 480 名)

**Soft x-ray angle-resolved photoemission study of YbCu<sub>2</sub>Ge<sub>2</sub>**A. Yasui<sup>\*</sup>, R. Settai<sup>s</sup> and Y. Ōnuki<sup>s</sup> *et al.*

International Conference on Strongly Correlated Electron Systems 2010 (Santa Fe Convention Center, New Mexico, USA, June 27 - July 2, 2010, 参加者数約 500 名)

**De Haas-van Alphen effect in SmOs<sub>4</sub>P<sub>12</sub>**S. Tanaka<sup>\*</sup>, R. Settai<sup>s</sup> and Y. Ōnuki<sup>s</sup> *et al.*

International Conference on Strongly Correlated Electron Systems 2010 (Santa Fe Convention Center, New Mexico, USA, June 27 - July 2, 2010, 参加者数約 500 名)

**Unconventional magnetism and superconductivity in the ternary actinide compounds AnPd<sub>5</sub>Al<sub>2</sub>**Y. Haga<sup>\*</sup>, R. Settai<sup>s</sup> and Y. Ōnuki<sup>s</sup> *et al.*

International Conference on Strongly Correlated Electron Systems 2010 (Santa Fe Convention Center, New Mexico, USA, June 27 - July 2, 2010, 参加者数約 500 名)

**Relation between metamagnetic transition and quantum critical point in heavy fermion compound YbIr<sub>2</sub>Zn<sub>20</sub>**S. Yasui<sup>m</sup>, F. Honda<sup>s</sup>, S. Yoshiuchi<sup>m</sup>, M. Matsushita<sup>m</sup>, M. Ohya<sup>m</sup>, K. Katayama<sup>m</sup>, K. Sugiyama<sup>s</sup>, R. Settai<sup>s</sup> and Y. Ōnuki<sup>s\*</sup> *et al.*

International Conference on Strongly Correlated Electron Systems 2010 (Santa Fe Convention Center, New Mexico, USA, June 27 - July 2, 2010, 参加者数約 500 名)

**Metamagnetic behavior in heavy fermion compound YbIr<sub>2</sub>Zn<sub>20</sub>**T. Takeuchi<sup>\*</sup>, S. Yasui<sup>m</sup>, M. Toda<sup>m</sup>, M. Matsushita<sup>m</sup>, S. Yoshiuchi<sup>m</sup>, M. Ohya<sup>m</sup>, K. Katayama<sup>m</sup>, Y. Hirose<sup>d</sup>, N. Yoshitani<sup>m</sup>, F. Honda<sup>s</sup>, K. Sugiyama<sup>s</sup>, R. Settai<sup>s</sup> and Y. Ōnuki<sup>s</sup> *et al.*

International Conference on Strongly Correlated Electron Systems 2010 (Santa Fe Convention Center, New Mexico, USA, June 27 - July 2, 2010, 参加者数約 500 名)

**Metamagnetic transition in heavy fermion compounds YbT<sub>2</sub>Zn<sub>20</sub> ( T : Co, Rh, Ir)**Y. Hirose<sup>\*</sup>, M. Toda<sup>m</sup>, S. Yoshiuchi<sup>m</sup>, S. Yasui<sup>m</sup>, K. Sugiyama<sup>s</sup>, F. Honda<sup>s</sup>, R. Settai<sup>s</sup> and Y. Ōnuki<sup>s</sup> *et al.*

International Conference on Strongly Correlated Electron Systems 2010 (Santa Fe Convention Center, New Mexico, USA, June 27 - July 2, 2010, 参加者数約 500 名)

**Soft x-ray angle-resolved photoemission study of URu<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>**I. Kawasaki<sup>\*</sup> and Y. Ōnuki<sup>s</sup> *et al.*

International Conference on Strongly Correlated Electron Systems 2010 (Santa Fe Con-

vention Center, New Mexico, USA, June 27 - July 2, 2010, 参加者数約 500 名)

**Anomalous low-field diamagnetic response in ultraclean URu<sub>2</sub>Si<sub>2</sub> superconductor**

M. Shimosawa\* and Y. Ōnuki<sup>s</sup> *et al.*

International Conference on Strongly Correlated Electron Systems 2010 (Santa Fe Convention Center, New Mexico, USA, June 27 - July 2, 2010, 参加者数約 500 名)

**Laser angle-resolved photoemission on URu<sub>2</sub> Si<sub>2</sub>**

R. Yoshida\* and Y. Ōnuki<sup>s</sup> *et al.*

International Conference on Strongly Correlated Electron Systems 2010 (Santa Fe Convention Center, New Mexico, USA, June 27 - July 2, 2010, 参加者数約 500 名)

**NMR study on heavy fermion compound CePtSi<sub>2</sub> at ambient pressure**

M. Yashima\* N. Nishimura<sup>m</sup>, F. Honda<sup>s</sup>, K. Sugiyama<sup>s</sup>, R. Settai<sup>s</sup>, and Y. Ōnuki<sup>s</sup> *et al.*

International Conference on Strongly Correlated Electron Systems 2010 (Santa Fe Convention Center, New Mexico, USA, June 27 - July 2, 2010, 参加者数約 500 名)

**Effect of pressure on the metamagnetism in YbIr<sub>2</sub>Zn<sub>20</sub>-a new tuning parameter for quantum criticality**

F. Honda<sup>s\*</sup>

Kick-off conference on Pressure effects on Materials (ICMR2010) (University of California Santa Barbara, California, USA, August 23 - 30, 2010, 参加者数約 90 名)

**A narrow road to the deep north with an extremely large effective mass and unconventional superconductivity**

Y. Ōnuki<sup>s\*</sup> (招待講演)

International workshop "Heavy Fermion Road" (ESPCI Paris, France, August 30 - September 1, 2010, 参加者数約 100 名)

**Novel superconducting properties in noncentrosymmetric compounds**

Y. Ōnuki<sup>s\*</sup>

11th German-Japanese Symposium in 2010, New Quantum States and Phenomena in Condensed Matter (Aki Grand Hotel, Hiroshima, Japan, September 13-19, 2010, 参加者数約 50 名).

**Characteristic heavy Fermion properties in YbCu<sub>2</sub>Si<sub>2</sub> and YbT<sub>2</sub>Zn<sub>20</sub> (T: Ir, Co)**

Y. Ōnuki<sup>s\*</sup> (招待講演)

International Conference on Heavy Electrons 2010 (ICHE2010) (Tokyo Metropolitan Uni-

versity Tokyo Minamiosawa Campus, Tokyo, Japan, September 17-20, 2010, 参加者数約 300 名)

**Field-induced antiferromagnetic state in a pressure-induced superconductor  $\text{CeIrSi}_3$**

R. Settai<sup>s\*</sup>

International Conference on Heavy Electrons 2010 (ICHE2010) (Tokyo Metropolitan University Tokyo Minamiosawa Campus, Tokyo, Japan, September 17-20, 2010, 参加者数約 300 名)

**Magnetic-field-induced metallic state in  $\beta\text{-US}_2$**

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

International Conference on Heavy Electrons 2010 (ICHE2010) (Tokyo Metropolitan University Tokyo Minamiosawa Campus, Tokyo, Japan, September 17-20, 2010, 参加者数約 300 名)

**Effect of pressure on the metamagnetism in  $\text{YbIr}_2\text{Zn}_{20}$**

F. Honda<sup>s\*</sup>

International Conference on Heavy Electrons 2010 (ICHE2010) (Tokyo Metropolitan University Tokyo Minamiosawa Campus, Tokyo, Japan, September 17-20, 2010, 参加者数約 300 名)

**Metamagnetic behavior in  $\text{CeCu}_6$**

Y. Hirose<sup>d\*</sup>

International Conference on Heavy Electrons 2010 (ICHE2010) (Tokyo Metropolitan University Tokyo Minamiosawa Campus, Tokyo, Japan, September 17-20, 2010, 参加者数約 300 名)

**Novel superconductivity and heavy electron states under high quality single crystals and high-pressure techniques**

F. Honda<sup>s\*</sup> (招待講演)

5th Asian Conference on High Pressure Reserch (Kunibiki Messe, Shimane, Japan, November 7-12, 2010, 参加者数約 120 名)

**Metamagnetism of  $\text{CeCu}_6$  under High Pressure**

Y. Hirose<sup>d\*</sup>

5th Asian Conference on High Pressure Reserch (Kunibiki Messe, Shimane, Japan, November 7-12, 2010, 参加者数約 120 名)

**Quantum Criticality in  $\text{YbIr}_2\text{Zn}_{20}$**

S. Yasui<sup>m\*</sup>, M. Matsushita<sup>m</sup>, M. Ohya<sup>m</sup>, S. Yoshiuchi<sup>m</sup>, F. Honda<sup>s</sup>, K. Sugiyama<sup>s</sup>, R. Settai<sup>s</sup> and Y. Ōnuki<sup>s</sup>

The 11th Asia Pacific Physics Conference (Shanghai Everbright Convention and Exhibition Center, Shanghai China, November 14 - 18, 2010, 参加者数約 200 名).

#### Single Crystal Growth and Magnetic Properties of YbPdGe

K. Enoki<sup>m\*</sup>, Y. Hirose<sup>d</sup>, S. Yoshiuchi<sup>m</sup>, K. Sugiyama<sup>s</sup>, F. Honda<sup>s</sup>, R. Settai<sup>s</sup> and Y. Ōnuki<sup>s et al.</sup>

The 11th Asia Pacific Physics Conference (Shanghai Everbright Convention and Exhibition Center, Shanghai China, November 14 - 18, 2010, 参加者数約 200 名).

#### Single Crystal Growth and Electronic Correlations in RCd<sub>11</sub> ( R : rare earth) with the Caged Structure

S. Yoshiuchi<sup>m\*</sup>, Y. Hirose<sup>d</sup>, M. Ohya<sup>m</sup>, N. Nishimura<sup>m</sup>, H. Ota<sup>m</sup>, M. Matsushita<sup>m</sup>, K. Sugiyama<sup>s</sup>, F. Honda<sup>s</sup>, R. Settai<sup>s</sup> and Y. Ōnuki<sup>s et al.</sup>

The 11th Asia Pacific Physics Conference (Shanghai Everbright Convention and Exhibition Center, Shanghai China, November 14 - 18, 2010, 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

##### YbCu<sub>2</sub>Si<sub>20</sub> 及び YbCu<sub>2</sub>Ge<sub>2</sub> の硬 X 線光電子分光による Yb 4f 電子状態温度変化の研究

北山賢<sup>\*</sup>, 大貫惇睦<sup>s</sup>

日本物理学会 2010 年秋季大会 (於大阪府立大学、2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日)

##### YbIr<sub>2</sub>Zn<sub>20</sub> の極低温磁化

志村恭通<sup>\*</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>, その他

日本物理学会 2010 年秋季大会 (於大阪府立大学、2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日)

##### YbIr<sub>2</sub>Zn<sub>20</sub> の量子臨界点の研究

安井慎一<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>, その他

日本物理学会 2010 年秋季大会 (於大阪府立大学、2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日)

##### YbCo<sub>2</sub>Zn<sub>20</sub> のメタ磁性

大家政洋<sup>m\*</sup>, 吉内伸吾<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>, その他

日本物理学会 2010 年秋季大会 (於大阪府立大学、2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日)

##### 低い特性温度を持つ YbCo<sub>2</sub>Zn<sub>20</sub> の重い電子状態とメタ磁性

竹内徹也<sup>\*</sup>, 大家政洋<sup>m</sup>, 松下昌輝<sup>m</sup>, 吉内伸吾<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>



日本物理学会 2010 年秋季大会（於大阪府立大学、2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日）

アクチノイドホウ化物の結晶育成

山本悦嗣<sup>\*</sup>，大貫惇睦<sup>s</sup>，その他

日本物理学会 2010 年秋季大会（於大阪府立大学、2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日）

UPt<sub>3</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 (2)

安幸治<sup>\*</sup>，大貫惇睦<sup>s</sup>，その他

日本物理学会 2010 年秋季大会（於大阪府立大学、2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日）

重い電子超伝導体 UBe<sub>13</sub> の Be-NMR 緩和率の磁場依存性

森田恭平<sup>\*</sup>，大貫惇睦<sup>s</sup>，その他

日本物理学会 2010 年秋季大会（於大阪府立大学、2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日）

YbCu<sub>2</sub>Ge<sub>2</sub> の軟 X 線角度分解光電子分光

保井晃<sup>\*</sup>，摂待力生<sup>s</sup>，大貫惇睦<sup>s</sup>，その他

日本物理学会 2010 年秋季大会（於大阪府立大学、2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日）

YbPdGe の単結晶育成と磁性

榎健太郎<sup>m\*</sup>，広瀬雄介<sup>d</sup>，本多史憲<sup>s</sup>，摂待力生<sup>s</sup>，大貫惇睦<sup>s</sup>，その他

日本物理学会 2010 年秋季大会（於大阪府立大学、2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日）

YbCo<sub>2</sub>Zn<sub>20</sub> 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>，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>，その他

日本物理学会 2010 年秋季大会（於大阪府立大学、2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日）

YbT<sub>2</sub>Zn<sub>20</sub> (T: 遷移金属) の純良単結晶育成と電子状態の研究

吉内伸吾<sup>m\*</sup>，広瀬雄介<sup>d</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>，その他

日本物理学会 2010 年秋季大会（於大阪府立大学、2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日）

超高压下における YbIr<sub>2</sub>Zn<sub>20</sub> の磁性と伝導

本多史憲<sup>s\*</sup>，安井慎一<sup>m</sup>，吉内伸吾<sup>m</sup>，摂待力生<sup>s</sup>，大貫惇睦<sup>s</sup>，その他

日本物理学会 2010 年秋季大会（於大阪府立大学、2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日）

PrIr<sub>2</sub>Zn<sub>20</sub> と YbIr<sub>2</sub>Zn<sub>20</sub> のドハース・ファンアルフェン効果とフェルミ面

阪口隼也<sup>m\*</sup>，田賀悠記<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>，摂待力生<sup>s</sup>，  
大貫惇睦<sup>s</sup>，その他

日本物理学会 2010 年秋季大会（於大阪府立大学、2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日）

**RIr<sub>2</sub>Zn<sub>20</sub> (R:希土類元素)の単結晶育成と電子状態の研究**田賀悠記 <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>, その他

日本物理学会 2010 年秋季大会 (於大阪府立大学、2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日)

**RCd<sub>6</sub>(R:希土類)の磁性**太田尚志 <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>, その他

日本物理学会 2010 年秋季大会 (於大阪府立大学、2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日)

**重い電子系化合物 CeRhIn<sub>5</sub> と Ce<sub>2</sub>RhIn<sub>8</sub> における In-NQR による研究**八島光晴 <sup>\*</sup>, 摂待力生 <sup>s</sup>, 大貫惇睦 <sup>s</sup>, その他

日本物理学会 2010 年秋季大会 (於大阪府立大学、2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日)

**重い電子系超伝導体 CeIr(In<sub>1-x</sub>Cd<sub>x</sub>)<sub>5</sub> の <sup>115</sup>In-NQR による研究**植松克吉 <sup>\*</sup>, 太田有基 <sup>m</sup>, 摂待力生 <sup>s</sup>, 大貫惇睦 <sup>s</sup>, その他

日本物理学会 2010 年秋季大会 (於大阪府立大学、2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 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 II**池田奈央子 <sup>\*</sup>, 安田敬 <sup>m</sup>, 摂待力生 <sup>s</sup>, 大貫惇睦 <sup>s</sup>, その他

日本物理学会 2010 年秋季大会 (於大阪府立大学、2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日)

**CeTSi<sub>3</sub>(T:Ir,Rh)の高圧磁場中熱容量測定を試み**福村啓介 <sup>\*</sup>, 摂待力生 <sup>s</sup>, 大貫惇睦 <sup>s</sup>, その他

日本物理学会 2010 年秋季大会 (於大阪府立大学、2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日)

**重い電子系化合物 CePtSi<sub>2</sub> の NMR による研究 (常圧)**畦森達也 <sup>\*</sup>, 西村尚人 <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>, その他

日本物理学会 2010 年秋季大会 (於大阪府立大学、2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日)

**反強磁性体 Ce<sub>2</sub>MgSi<sub>2</sub> の圧力効果 2**本多史憲 <sup>s\*</sup>, 吉谷尚久 <sup>m</sup>, 広瀬雄介 <sup>d</sup>, 摂待力生 <sup>s</sup>, 大貫惇睦 <sup>s</sup>, その他

日本物理学会 2010 年秋季大会 (於大阪府立大学、2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日)

**Ce<sub>2</sub>Rh<sub>3</sub>Ge<sub>5</sub> における高圧下電気抵抗**内山登志行 <sup>\*</sup>, 広瀬雄介 <sup>d</sup>, 本多史憲 <sup>s</sup>, 摂待力生 <sup>s</sup>, 大貫惇睦 <sup>s</sup>, その他

日本物理学会 2010 年秋季大会 (於大阪府立大学、2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日)

**単結晶 V<sub>3</sub>Si の超伝導の圧力依存性**田中茂揮 <sup>\*</sup>, 大貫惇睦 <sup>s</sup>, その他

日本物理学会 2010 年秋季大会 (於大阪府立大学、2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日)

軟 X 線角度分解光電子分光による  $\text{CeTIn}_5$  ( $T=\text{Rh, Ir}$ ) の 3 次元フェルミ面構造観測  
福島和亮<sup>\*</sup>, 大貫惇睦<sup>s</sup>, その他  
日本物理学会 2010 年秋季大会 (於大阪府立大学、2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日)

$\text{LaPt}_3\text{Si}$  多結晶および単結晶の磁場中比熱測定 II  
塩月聖博<sup>\*</sup>, 安田敬<sup>m</sup>, 摂待力生<sup>s</sup>, 大貫惇睦<sup>s</sup>, その他  
日本物理学会 2010 年秋季大会 (於大阪府立大学、2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日)

圧力誘起超伝導体  $\text{CeIrSi}_3$  における磁場誘起反強磁性相  
摂待力生<sup>s\*</sup>, 片山敬亮<sup>m</sup>, 大貫惇睦<sup>s</sup>, その他  
日本物理学会 2010 年秋季大会 (於大阪府立大学、2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日)

圧力下  $\mu\text{SR}$  による Ce 系反強磁性体に対する圧力効果の研究  
髭本亘<sup>\*</sup>, 大貫惇睦<sup>s</sup>, その他  
日本物理学会 2010 年秋季大会 (於大阪府立大学、2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日)

圧力誘起超伝導体  $\text{CePtSi}_2$  の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>d</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>, その他  
日本物理学会 2010 年秋季大会 (於大阪府立大学、2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日)

X 線磁気回折法による希土類化合物  $\text{CeRh}_3\text{B}_2$  のスピンおよび軌道磁気モーメント密度分  
布  
永易良太<sup>\*</sup>, 大貫惇睦<sup>s</sup>, その他  
日本物理学会 2010 年秋季大会 (於大阪府立大学、2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日)

$\text{URu}_2\text{Si}_2$  の輸送特性と試料依存性  
松田達磨<sup>\*</sup>, 大貫惇睦<sup>s</sup>, その他  
日本物理学会 2010 年秋季大会 (於大阪府立大学、2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日)

超純良単結晶試料を用いた  $\text{URu}_2\text{Si}_2$  の高圧研究  
立岩尚之<sup>\*</sup>, 大貫惇睦<sup>s</sup>, その他  
日本物理学会 2010 年秋季大会 (於大阪府立大学、2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日)

重い電子系化合物  $\text{URu}_2\text{Si}_2$  の隠れた秩序相における対称性の破れ  
岡崎竜二<sup>\*</sup>, 大貫惇睦<sup>s</sup>, その他  
日本物理学会 2010 年秋季大会 (於大阪府立大学、2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日)

$\text{URu}_2\text{Si}_2$  超純良単結晶の隠れた秩序相および超伝導相におけるサイクロトロン共鳴  
利根川翔<sup>\*</sup>, 大貫惇睦<sup>s</sup>, その他

日本物理学会 2010 年秋季大会（於大阪府立大学、2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日）

トンネルダイオード発振器を用いた重い電子系超伝導体  $\text{URu}_2\text{Si}_2$  の精密磁場侵入長測定  
橋本顕一郎<sup>\*</sup>、大貫惇睦<sup>s</sup>、その他

日本物理学会 2010 年秋季大会（於大阪府立大学、2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日）

軟 X 線角度分解光電子分光による  $\text{URu}_2\text{Si}_2$  のバンド構造とフェルミ面 II

川崎郁斗<sup>\*</sup>、大貫惇睦<sup>s</sup>、その他

日本物理学会 2010 年秋季大会（於大阪府立大学、2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日）

$\text{URu}_2\text{Si}_2$  のレーザー角度分解光電子分光 II

吉田力矢<sup>\*</sup>、大貫惇睦<sup>s</sup>、その他

日本物理学会 2010 年秋季大会（於大阪府立大学、2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日）

$\text{NpPd}_5\text{Al}_2$  におけるスピン揺らぎの異方性と超伝導

中堂博之<sup>\*</sup>、大貫惇睦<sup>s</sup>、その他

日本物理学会 2010 年秋季大会（於大阪府立大学、2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日）

三元系ウラン化合物  $\text{UT}_2\text{Al}_{10}$  (T=Fe, Ru and Os) の結晶場効果

菅井孝志<sup>\*</sup>、摂待力生<sup>s</sup>、本多史憲<sup>s</sup>、大貫惇睦<sup>s</sup>、その他

日本物理学会 2010 年秋季大会（於大阪府立大学、2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日）

An-Ga 系の物質探索

芳賀芳範<sup>\*</sup>、大貫惇睦<sup>s</sup>、その他

日本物理学会 2010 年秋季大会（於大阪府立大学、2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日）

$\text{CeCu}_6$  のメタ磁性

広瀬雄介<sup>d\*</sup>、本多史憲<sup>s</sup>、摂待力生<sup>s</sup>、大貫惇睦<sup>s</sup>

日本物理学会 2010 年秋季大会（於大阪府立大学、2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日）

$\text{RRu}_2\text{Al}_{10}$  (R=La,Pr) の電氣的・磁氣的特性

迫田將仁<sup>\*</sup>、本多史憲<sup>s</sup>、摂待力生<sup>s</sup>、大貫惇睦<sup>s</sup>、その他

日本物理学会 2010 年秋季大会（於大阪府立大学、2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日）

ウラン系超伝導体  $\text{UPt}_3$  における比熱の磁場方位依存性

橘高俊一郎<sup>\*</sup>、大貫惇睦<sup>s</sup>

日本物理学会 第 66 回年次大会（於新潟大学、2011 年 3 月 25 日 - 3 月 28 日）

熱伝導率でみた  $\text{UPt}_3$  の超伝導ギャップ構造

町田洋<sup>\*</sup>、大貫惇睦<sup>s</sup>

日本物理学会 第 66 回年次大会 (於新潟大学, 2011 年 3 月 25 日 - 3 月 28 日)

重い電子超伝導体  $UBe_{13}$  の Be-NMR 緩和率

森田恭平<sup>\*</sup>, 大貫惇睦<sup>s</sup>

日本物理学会 第 66 回年次大会 (於新潟大学, 2011 年 3 月 25 日 - 3 月 28 日)

アクチノイド化合物  $UCd_{11}$  の超高压下電気抵抗測定

立岩尚之<sup>\*</sup>, 大貫惇睦<sup>s</sup>

日本物理学会 第 66 回年次大会 (於新潟大学, 2011 年 3 月 25 日 - 3 月 28 日)

強磁性体  $YbPdGe$  の重い電子状態

榎健太郎<sup>m\*</sup>, 広瀬雄介<sup>d</sup>, 吉内伸吾<sup>m</sup>, 杉山清寛<sup>s</sup>, 本多史憲<sup>s</sup>, 摂待力生<sup>s</sup>, 大貫惇睦<sup>s</sup>, その他

日本物理学会 第 66 回年次大会 (於新潟大学, 2011 年 3 月 25 日 - 3 月 28 日)

Yb 化合物のホール効果

友岡義晴<sup>m\*</sup>, 吉内伸吾<sup>m</sup>, 田賀悠記<sup>m</sup>, 榎健太郎<sup>m</sup>, 岩川健<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>, その他

日本物理学会 第 66 回年次大会 (於新潟大学, 2011 年 3 月 25 日 - 3 月 28 日)

反強磁性体  $Ce_2T_3Ge_5$  (T: Rh, Pd, Ir) の压力下電気抵抗

内山登志行<sup>\*</sup>, 広瀬雄介<sup>d</sup>, 本多史憲<sup>s</sup>, 摂待力生<sup>s</sup>, 大貫惇睦<sup>s</sup>, その他

日本物理学会 第 66 回年次大会 (於新潟大学, 2011 年 3 月 25 日 - 3 月 28 日)

$LaPt_3Si$  の磁場中磁化率測定

塩月聖博<sup>\*</sup>, 安田敬<sup>m</sup>, 摂待力生<sup>s</sup>, 大貫惇睦<sup>s</sup>, その他

日本物理学会 第 66 回年次大会 (於新潟大学, 2011 年 3 月 25 日 - 3 月 28 日)

$CeCu_6$  における压力下メタ磁性とドハース・ファンアルフェン効果

広瀬雄介<sup>d\*</sup>, 大家政洋<sup>m</sup>, 松下昌輝<sup>m</sup>, 阪口隼也<sup>m</sup>, 本多史憲<sup>s</sup>, 摂待力生<sup>s</sup>, 大貫惇睦<sup>s</sup>

日本物理学会 第 66 回年次大会 (於新潟大学, 2011 年 3 月 25 日 - 3 月 28 日)

重い電子化合物  $YbT_2Zn_{20}$  (T=Ir, Co) の極低温磁化

志村恭通<sup>\*</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>, その他

日本物理学会 第 66 回年次大会 (於新潟大学, 2011 年 3 月 25 日 - 3 月 28 日)

$YbIr_2Zn_{20}$  と  $YbCo_2Zn_{20}$  の量子臨界点における物性

本多史憲<sup>s\*</sup>, 安井慎一<sup>m</sup>, 吉内伸吾<sup>m</sup>, 大家政洋<sup>m</sup>, 阪口隼也<sup>m</sup>, 摂待力生<sup>s</sup>, 大貫惇睦<sup>s</sup>, その他

日本物理学会 第 66 回年次大会 (於新潟大学, 2011 年 3 月 25 日 - 3 月 28 日)

**RT<sub>2</sub>Zn<sub>20</sub> (R:希土類, T:Co, Rh, Ir) の比熱による電子状態の研究**

竹内徹也<sup>\*</sup>, 吉内伸吾<sup>m</sup>, 田賀悠記<sup>m</sup>, 大家政洋<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>

日本物理学会 第66回年次大会 (於新潟大学, 2011年3月25日 - 3月28日)

**RIr<sub>2</sub>Zn<sub>20</sub> (R: Yb, Pr, Lu) のドハースファンアルフェン効果とフェルミ面**

阪口隼也<sup>m\*</sup>, 田賀悠記<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>, 摂待力生<sup>s</sup>, 大貫惇睦<sup>s</sup>, その他

日本物理学会 第66回年次大会 (於新潟大学, 2011年3月25日 - 3月28日)

**RIr<sub>2</sub>Zn<sub>20</sub> (R: 希土類元素) の結晶場効果と電子状態**

田賀悠記<sup>m\*</sup>, 太田尚志<sup>m</sup>, 西村尚人<sup>m</sup>, 岩川健<sup>m</sup>, 広瀬雄介<sup>d</sup>, 榎健太郎<sup>m</sup>, 吉内伸吾<sup>m</sup>, 安井慎一<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>, その他

日本物理学会 第66回年次大会 (於新潟大学, 2011年3月25日 - 3月28日)

**UT<sub>2</sub>Zn<sub>20</sub> (T: 遷移金属) の強磁場磁化**

杉山清寛<sup>s\*</sup>, 広瀬雄介<sup>d</sup>, 榎健太郎<sup>m</sup>, 吉内伸吾<sup>m</sup>, 安井慎一<sup>m</sup>, 松下昌輝<sup>m</sup>, 摂待力生<sup>s</sup>, 大貫惇睦<sup>s</sup>, その他

日本物理学会 第66回年次大会 (於新潟大学, 2011年3月25日 - 3月28日)

**Rh<sub>17</sub>S<sub>15</sub> 超伝導体の高分解能光電子分光**

福井仁紀<sup>\*</sup>, 摂待力生<sup>s</sup>, 大貫惇睦<sup>s</sup>, その他

日本物理学会 第66回年次大会 (於新潟大学, 2011年3月25日 - 3月28日)

**YbCu<sub>2</sub>Si<sub>2</sub> の軟 X 線光電子スペクトルの温度変化**

保井晃<sup>\*</sup>, 摂待力生<sup>s</sup>, 大貫惇睦<sup>s</sup>, その他

日本物理学会 第66回年次大会 (於新潟大学, 2011年3月25日 - 3月28日)

**Yb<sub>2</sub>Pt<sub>2</sub>Pb の強磁場磁化**

岩川健<sup>m\*</sup>, 広瀬雄介<sup>d</sup>, 榎健太郎<sup>m</sup>, 杉山清寛<sup>s</sup>, 本多史憲<sup>s</sup>, 摂待力生<sup>s</sup>, 大貫惇睦<sup>s</sup>, その他

日本物理学会 第66回年次大会 (於新潟大学, 2011年3月25日 - 3月28日)

**軟 X 線角度分解光電子分光による CeIrIn<sub>5</sub> のバルク 3次元フェルミ面構造**

福島和亮<sup>\*</sup>, 大貫惇睦<sup>s</sup>, その他

日本物理学会 第66回年次大会 (於新潟大学, 2011年3月25日 - 3月28日)

**U-T-Al 三元系化合物の物質探索と 5f 電子状態**

菅井孝志<sup>\*</sup>, 摂待力生<sup>s</sup>, 大貫惇睦<sup>s</sup>, その他

日本物理学会 第 66 回年次大会 (於新潟大学, 2011 年 3 月 25 日 - 3 月 28 日)

**A15 型化合物の高圧下における超伝導とマルテンサイト転移**

田中茂揮\*, 大貫惇睦<sup>s</sup>, その他

日本物理学会 第 66 回年次大会 (於新潟大学, 2011 年 3 月 25 日 - 3 月 28 日)

**アクチノイドホウ化物の結晶育成 II**

山本悦嗣\*, 大貫惇睦<sup>s</sup>, その他

日本物理学会 第 66 回年次大会 (於新潟大学, 2011 年 3 月 25 日 - 3 月 28 日)

**軟 X 線角度分解光電子分光による UPt<sub>3</sub> のバンド構造とフェルミ面**

川崎郁斗\*, 大貫惇睦<sup>s</sup>, その他

日本物理学会 第 66 回年次大会 (於新潟大学, 2011 年 3 月 25 日 - 3 月 28 日)

**UPt<sub>3</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 (3)**

安幸治\*, 大貫惇睦<sup>s</sup>, その他

日本物理学会 第 66 回年次大会 (於新潟大学, 2011 年 3 月 25 日 - 3 月 28 日)

**重い電子系超伝導体 UPt<sub>3</sub> のジョセフソン効果**

住山昭彦\*, 大貫惇睦<sup>s</sup>, その他

日本物理学会 第 66 回年次大会 (於新潟大学, 2011 年 3 月 25 日 - 3 月 28 日)

**URu<sub>2</sub>Si<sub>2</sub> の輸送特性と試料依存性 II**

松田達磨\*, 大貫惇睦<sup>s</sup>, その他

日本物理学会 第 66 回年次大会 (於新潟大学, 2011 年 3 月 25 日 - 3 月 28 日)

**URu<sub>2</sub>Si<sub>2</sub> の超高分解能 ARPES : 光電子スペクトルに見られる微細構造**

吉田力矢\*, 大貫惇睦<sup>s</sup>, その他

日本物理学会 第 66 回年次大会 (於新潟大学, 2011 年 3 月 25 日 - 3 月 28 日)

**YbCu<sub>2</sub>X<sub>2</sub> ( X=Si,Ge ) の硬 X 線及び軟 X 線光電子分光**

北山賢\*, 大貫惇睦<sup>s</sup>, その他

日本物理学会 第 66 回年次大会 (於新潟大学, 2011 年 3 月 25 日 - 3 月 28 日)

## 1.8 田島グループ

### 平成 22 年度の研究活動概要

#### 1) (Y,Ca)Ba<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>7-δ</sub> を用いた過剰ドープ領域の面内光学伝導度の研究

超伝導ギャップ以下の低エネルギー領域で、本来  $\omega=0$  に向かって消えるべき光学伝導度が逆に増加していくという異常については、過剰ドープ (Y,Ca)Ba<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>7-δ</sub> の面間偏光光学スペクトルで報告されていた。ただし、キャリアをドープするために行った Ca 置換が、伝導面に乱れを導入している可能性があり、その不純物対破壊効果と過剰ドープ効果との区別はついていなかった。今回我々は、面内偏光スペクトルでも同様な過剰ドープ効果が見られるかどうか、また Ca 置換による不純物対破壊効果はあるのか、を確認することを目的に実験を行った。

Ca 濃度を固定し、酸素濃度のみ変化させた複数の試料のスペクトル比較の結果、「キャリア過剰ドープ」によって残留伝導度が増加する効果が本質的にあることが結論できた。過剰ドープ領域は、キャリア濃度の増加とともに超伝導転移温度が低下するが、超伝導キャリアと対電子とが共存する不均一な電子状態である可能性が高いことがわかった。一方、キャリア濃度を最適ドープ状態に固定し、Ca 濃度を变化させた試料のスペクトルを比較することにより、キャリアドープの効果とは別に Ca 添加の効果が確認された。Ca 添加によってもギャップ内の残留伝導度が増加する原因としては、超伝導転移温度の低下をもたらす何らかの対破壊効果を考えるのが自然である。しかしながら、直流電気抵抗率では不純物散乱の増加による残留抵抗率の増加は確認できなかった。このことから、Ca 置換による対破壊効果は、Cu サイトへの Zn 置換のような強い散乱体による対破壊効果とは異なるメカニズムであると思われる。弱い散乱でありながら、超伝導転移温度に大きな影響を与える理由は、超伝導メカニズムに直結する重要な問題であり、今後の課題である。

#### 2) 反射型テラヘルツ時間領域分光

これまで本研究室では、従来のフーリエ変換型赤外分光法よりも低周波数の情報を得られる反射型テラヘルツ時間領域分光 (THz-TDS) 装置の立ち上げ、改良を行ってきた。本年度は実験精度の向上のために、冷凍機の振動周期に同期したデータの取り込み、平均化を行った。この改良により、試料位置の振動によるスペクトルの位相成分のゆらぎの効果を大きく低減させることに成功し、同時にデータの繰り返し精度が大幅に向上した。またテラヘルツ波を吸収する空気中の水分を減らすために用いている乾燥空気の流量を、流量計でモニターし、さらに配管を改良することで、テラヘルツ波の導波部分の湿度を連続的に長時間安定させることが可能となった。これらの改良を施した装置で、電荷とスピンのストライプ秩序の典型物質である高温超伝導体 (La, Eu, Sr)<sub>2</sub>CuO<sub>4</sub> の面間偏光反射スペクトルを測定した。ストライプ秩序の安定化と共にジョセフソンプラズマエッジが低周波側にシフトしていく様子が観測され、最もストライプ秩序が安定化している試料においても、これまで報告されていなかったような低周波にジョセフソンプラズマエッジを観測することに成功した。近年ストライプ秩序の安定化と共に二次元的な超伝導状態が形成されていると報告され、ジョセフソンプラズマエッジは消失するとされていた。この結果はストライプ秩序と超伝導の関係につ



いて再考する必要性があることを強く示唆している。

### 3) 鉄ニクタイト系超伝導体の元素置換効果と光学的性質

様々な物質系が存在する鉄系超伝導体の中でも、 $A\text{Fe}_2\text{As}_2$  ( $A = \text{Ba}, \text{Sr}, \text{Ca}, \text{Eu}$ ) 系は、 $A$ 、 $\text{Fe}$ 、 $\text{As}$  サイトを  $\text{K}$ 、 $\text{Co}$ 、 $\text{P}$  などそれぞれ置換することにより超伝導が発現する。置換するサイトにより  $T_c$  に差はあるものの、母物質で生じる反強磁性秩序を、元素置換や圧力によって抑制することで超伝導が発現している。各サイトの元素置換効果が超伝導発現にどのような影響を与えているかは、いまだ明らかになっていない。そこで、様々なサイトへの元素置換効果を調べるため、フラックス法を用いて各元素サイトを  $\text{K}$ 、 $\text{Co}$ 、 $\text{P}$  で置換した  $\text{BaFe}_2\text{As}_2$  の単結晶試料を育成し電気抵抗率の研究を行った。電気抵抗率の温度依存性、特に低温での温度のべき依存性は、大まかには  $T_c$  が高い物質ほど、温度  $T$  の 1 乗に比例する振る舞いが観測された。この  $T$ -linear 的な電気抵抗率の温度依存性は、キャリアが強い反強磁性ゆらぎにより散乱されていることを示唆しており、この結果は反強磁性ゆらぎと  $T_c$  との間に相関があることを示唆している。

次に、 $A\text{Fe}_2\text{As}_2$  系の反強磁性 (SDW) 相における電子状態を調べるため、 $A = \text{Ba}, \text{Sr}, \text{Eu}$  の母物質と  $\text{Fe}$  サイトを  $\text{Co}$  で置換した  $\text{Ba}(\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x)_2\text{As}_2$  において反射分光の研究をおこなった。138 K から 197 K で SDW 相転移が生じることにより、赤外領域の反射率に変化がみられた。クラマース・クローニツヒ変換を用いて得られた光学伝導度スペクトルにも相転移温度において変化が観測された。相転移温度以下で低エネルギーのスペクトルの振動子強度は減少するが、依然としてドゥルーデ型のスペクトル形状は残存している。この低エネルギーの振動子の抑制に伴い、 $300\text{cm}^{-1}$  から  $1500\text{cm}^{-1}$  の高エネルギー側にピーク構造が出現した。このピークのエネルギーは各物質の磁気相転移温度とスケールしていることがわかった。これらのスペクトル変化は、SDW 状態でギャップが開いていること、またギャップが開いた後もフェルミ面が一部残っていることを示唆している。

### 4) 2次元正方格子 $\text{La}_2\text{M}_2\text{O}_3\text{Q}_2$ における磁性

$\text{La}_2\text{M}_2\text{O}_3\text{Q}_2$  ( $M = \text{Mn}, \text{Fe}, \text{Co}$ 、 $Q = \text{S}, \text{Se}$ ) では、 $\text{LaO}$  層と  $\text{MO}_2\text{Q}_4$  八面体が面共有して形成する 2次元面が積層している。遷移金属イオンは単純な 2次元正方格子を形成しているが、その磁気相互作用は複雑である。再隣接の遷移金属  $M$  サイト間には、直接交換相互作用 ( $J_1$ )、 $M$ - $\text{O}$ - $M$  の 90 度ボンドを介した超交換相互作用 ( $J_2$ )、遷移金属元素が形成する 2次元正方格子の面外に位置するカルコゲナイド  $Q$  を介した超交換相互作用 ( $J'_2$ ) が働いている。このような 2次元磁性体は拡張  $J_1$ - $J_2$  モデルにより記述され、 $J_1$ 、 $J_2$ 、 $J'_2$  の相対的な大きさにより磁気構造は複雑に変化する。本研究では遷移金属元素  $M = \text{Mn}, \text{Fe}, \text{Co}$  とその固溶系の単結晶、多結晶を作成し、本系における 2次元磁性の解明を試みた。 $M = \text{Mn}, \text{Fe}, \text{Co}$  の全ての系において、磁化率は 100K から 200K に反強磁性転移に伴う異常を示す。反強磁性転移温度よりも高温で磁化率はブロードなピーク構造を持つ。これは 2次元反強磁性体に特有の磁化率の形状である。比熱は磁気転移温度付近の広い温度範囲にわたって磁気転移に伴う異常を示す。この結果は強い磁気ゆらぎが生じている 2次元反強磁性体に特有の、広い温度領域にわたって磁気エントロピーが放出されていることを示唆している。遷移

金属元素  $M = \text{Mn, Fe, Co}$  を固溶させた系では、 $M = \text{Mn, Fe, Co}$  の各々の母物質における磁気構造が異なることを示唆する結果が得られている。実際、 $M = \text{Mn}$  では G 型反強磁性、 $M = \text{Fe}$  では E 型反強磁性が出現することが判明している。今回の結果は、2次元正方格子  $\text{La}_2\text{M}_2\text{O}_3\text{Q}_2$  では遷移金属元素  $M$  を変化させることで、結晶構造やスピンの大きさを変化させ、最近接サイト間の磁気相互作用が複雑に変化し、多彩な磁気構造を出現させることが可能であることを明らかにした。

#### 5) スピネル、ペロブスカイト V 酸化物における軌道秩序の不純物効果

スピネル型  $\text{MnV}_2\text{O}_4$  とペロブスカイト型  $\text{RVO}_3$  ( $R = \text{希土類元素, Y}$ ) は軌道秩序を示す典型物質として広く研究が行われている。両系では V は 3 価で 3d 電子を 2 つ含む。この 3d 電子のうち 1 つは  $d_{xy}$  軌道を占有し、残りの電子が  $d_{yz}$ 、 $d_{zx}$  軌道を占有する自由度を持ち、低温で  $d_{yz}$ 、 $d_{zx}$  軌道が規則整列する軌道秩序を示す。これらの系に 3 価で d 電子を 3 つ持ち、全ての  $t_{2g}$  軌道が占有され、軌道の自由度を持たない Cr や Mo を V サイトへ置換することにより、これらの系における軌道秩序の不純物置換効果を研究した。

まず、スピネル型  $\text{MnV}_2\text{O}_4$  の V サイトへ Cr、Mo を置換することで、本系の軌道秩序の融解を試みた。Cr を 10% 程度置換することで軌道秩序に伴う立方晶-正方晶転移が消失し、軌道秩序は消失した。同様に、Mo を 10% 置換することでも軌道秩序は消失した。Cr 置換を行った場合は系は絶縁体状態を保っていたが、Mo を置換した場合は導入した 4d 電子が遍歴するために、系は軌道秩序の融解とともに絶縁体-金属転移を生じた。今後、導入された 4d 電子の状態を光学、ホール効果などの測定を通して明らかにする。

一方で、ペロブスカイト型  $\text{RVO}_3$  では C 型磁気/G 型軌道秩序、G 型磁気/C 型軌道秩序の 2 つの状態が競合している。このうち、C 型磁気/G 型軌道秩序は Cr 置換とともに不安定化し、一方の G 型磁気/C 型軌道秩序は安定化する。置換された Cr は  $t_{2g}$  軌道を 3 つの電子で占有されており、Cr の周辺では隣接遷移金属サイト間の飛び移り積分が等方的になるため、磁気構造は全ての方向に反強磁性的にスピンの配列した G 型が安定化する。本系では磁気秩序と軌道秩序が強く結合しているため、G 型磁気秩序とともに C 型軌道秩序も安定化する。一方で、もう 1 つの競合する磁気・軌道秩序は Cr 置換に伴い相対的に不安定化する。

#### 学術雑誌に出版された論文

##### Evolution of electronic structure from insulator to superconductor in

$\text{Bi}_2\text{Sr}_{2-x}\text{La}_x(\text{Ca, Y})\text{Cu}_2\text{O}_{8+\delta}$

K. Tanaka *et al.*

Phys. Rev. B **81** (No.12, April) (2010) 125115 1-5

(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevB.81.125115>).

##### The electrical transport properties of high quality Bi-2223 crystal

Yu. F. Eltsev, S. Tajima *et al.*

Supercond. Sci. Technol. **23** (No.5, April) (2010) 055007 1-4

(<http://dx.doi.org/doi:10.1088/0953-2048/23/5/055007>).

### Particle-hole symmetry breaking in the pseudogap of Bi2201

M. Hashimoto, K. Tanaka<sup>s</sup> *et al.*

Nature Physics **6** (No.6, June) (2010) 414-418

(<http://dx.doi.org/doi:10.1038/NPHYS1632>).

### Pressure Effects on Two-Band Conduction and Superconductivity in C- and Al-Substituted MgB<sub>2</sub> single crystals

T. Masui<sup>s</sup>, Y. Mikasa<sup>m</sup>, S. Lee, S. Tajima<sup>s</sup>

Journal of the Physical Society of Japan **79** (7, July) (2010) 074719 1-5

(<http://dx.doi.org/doi:10.1143/JPSJ.79.074719>).

### Spectroscopic Evidence for Competing Order-induced Pseudogap Phenomena and Unconventional Low-energy Excitations in High-T<sub>c</sub> Cuprate Superconductors

N. -C. Yeh, S. Tajima<sup>s</sup> *et al.*

J. Supercond. Nov. Magn. **23** (No.5, July) (2010) 757-765

(<http://dx.doi.org/doi:10.1007/s10948-010-0748-2>).

### Softening of Bond Stretching Phonon Mode in Ba<sub>1-x</sub>K<sub>x</sub>BiO<sub>3</sub> Superconductor

H. Khosroabadi<sup>PD</sup>, S. Miyasaka<sup>s</sup>, J. Kobayashi<sup>m</sup>, K. Tanaka<sup>s</sup>, S. Tajima<sup>s</sup>

J. Supercond. Nov. Magn. **23** (No.5, July) (2010) 1385-1389

(<http://dx.doi.org/doi:10.1007/s10948-010-0788-7>).

### Critical Competition between Two Distinct Orbital-Spin Ordered States in Perovskite Vanadates

J. Fujioka, S. Miyasaka<sup>s</sup> *et al.*

Phys. Rev. B **82** (No.14, October) (2010) 144425 1-12

(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevB.82.144425>).

### Electronic Raman spectra of slightly underdoped YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>7-δ</sub>: Unusual behavior of antinodal electrons

H. Tadatomo<sup>d</sup>, T. Masui<sup>s</sup>, S. Tajima<sup>s</sup>

Phys. Rev. B **82** (No.22, December) (2010) 032014 1-5

(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevB.82.032014>).

### Interlayer Josephson couplings in Hg-based multi-layered cuprates

Y. Hirata, S. Tajima<sup>s</sup> *et al.*

Physica C **470** (Suppl.1, December) (2010) S44-S46

(<http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.physc.2009.10.120>).

**Bulk-sensitive laser-ARPES study on the cuprate superconductor  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$**

M. Okawa, H. Tadatomo<sup>d</sup>, T. Masui<sup>s</sup>, S. Tajima<sup>s</sup> *et al.*

Physica C **470** (Suppl.1, December) (2010) S62-S64

(<http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.physc.2009.11.070>).

**Oxygen isotope effect in optimally doped  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$  studied by low-energy ARPES**

H. Iwasawa, T. Masui<sup>s</sup>, S. Tajima<sup>s</sup> *et al.*

Physica C **470** (Suppl.1, December) (2010) S134-S136

(<http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.physc.2009.11.001>).

**Non-monotonic change of electronic properties by As substitution in  $\text{LaFeP}(\text{O},\text{F})$**

S. Saijo<sup>d</sup>, S. Suzuki<sup>m</sup>, S. Miyasaka<sup>s</sup>, S. Tajima<sup>s</sup>

Physica C **470** (Suppl.1, December) (2010) S298-S299

(<http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.physc.2010.04.004>).

**Effect of Impurity Doping on Fe Site of  $\text{LaFePO}_{0.95}\text{F}_{0.05}$**

S. Suzuki<sup>m</sup>, S. Miyasaka<sup>s</sup>, S. Tajima<sup>s</sup>

Physica C **470** (Suppl.1, December) (2010) S330-S331

(<http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.physc.2010.03.006>).

**Pressure effect on transport and superconducting properties of impurity substituted  $\text{MgB}_2$  single crystals**

T. Masui<sup>s</sup>, Y. Mikasa<sup>m</sup>, S. Lee, S. Tajima<sup>s</sup>

Physica C **470** (Suppl.1, December) (2010) S627-S628

(<http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.physc.2009.11.069>).

**Doping dependence of the  $(\pi, \pi)$  shadow band in La-based cuprates studied by angle-resolved photoemission spectroscopy**

R-H. He, K. Tanaka<sup>s</sup> *et al.*

New Journal Physics **13** (January) (2011) 013031 1-15

(<http://dx.doi.org/doi:10.1088/1367-2630/13/1/013031>).

**Structural and magnetic phase transitions of the orthovanadates  $R\text{VO}_3$  ( $R=\text{Dy},\text{Ho},\text{Er}$ ) as seen via neutron diffraction**

M. Reehuis, S. Miyasaka<sup>s</sup> *et al.*

Phys. Rev. B **83** (No.6, February) (2011) 064404 1-10

(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevB.83.064404>).

**From a Single-Band Metal to a High-Temperature Superconductor via Two Thermal Phase Transitions**

R-H. He, K. Tanaka<sup>s</sup> *et al.*

Science **331** (No.602, March) (2011) 1579-1583

(<http://dx.doi.org/doi:10.1126/science.1198415>).

**国際会議報告等**

**What is the key parameter that determines the phase diagram of Fe-based superconductors?**

S. Tajima<sup>s</sup>

J. Phys. Soc. Jpn.-Online News and Comment (December) (2010) 124705 1.

**国際会議における講演等**

**Anomalous behavior of anti-node electrons in high Tc superconducting cuprates**

S. Tajima<sup>s\*</sup> (invited)

International Workshop on Recent Progress on Spectroscopies and High-Tc Superconductors (東北大学金属材料研究所 (仙台) Aug. 9, 2010, 参加者数約 100 名)

**Coexistence of competing orders in high-Tc superconducting cuprates**

S. Tajima<sup>s\*</sup> (invited)

APCTP Winter Workshop on Frontiers in Electronic Quantum Matter (Pohang (Korea) Feb. 16, 2011, 参加者数約 100 名)

**View of multiple ordered states for high-Tc superconducting cuprates**

S. Tajima<sup>s\*</sup>

The 9th International Conference on Low Energy Electrodynamics in Solids (Les Diablerets (Switzerland)) Mar. 27, 2011, 参加者数約 100 名)

**Relation between Tc and power of temperature of resistivity in  $R\text{FeP}_{1-x}\text{As}_x\text{O}_{1-y}\text{F}_y$  ( $R=\text{La, Pr, and Nd}$ )**

S. Miyasaka<sup>s\*</sup> (invited)

Mini Workshop on Iron-Based Superconductors (Yukawa Memorial Building, Kyoto University (Kyoto), Nov. 4, 2010, 参加者数約 100 名)

**Relation between  $T_c$  and power of temperature of resistivity in  $RFeP_{1-x}As_xO_{1-y}F_y$   
( $R=La, Pr, \text{ and } Nd$ )**

S. Miyasaka<sup>s\*</sup> (invited)

JSPS A3 Foresight Program Autumn School for Young Scientists“ Joint Research on Novel Properties of Complex Oxides ” (Kyoto), Nov. 10, 2010, 参加者数約 100 名)

**Controllable critical behavior between two spin/orbital ordered states in perovskite vanadium oxide**

S. Miyasaka<sup>s\*</sup> (invited)

International Symposium on recent trends in inhomogeneous and electronically correlated materials with advanced functions (ICMAF), Study of Matter at Extreme Conditions (SMEC2011) Miami (USA) Mar. 31, 2011, 参加者数約 500 名)

**Coexistence of Competing Orders in High- $T_c$  Superconducting Cuprates**

S. Tajima<sup>s\*</sup>

International Conference on Core Research and Engineering Science of Advanced Materials (大阪大学コンベンションセンター, May 30-June 4, 2010, 参加者数約 300 名)

**Magnetic Scattering and Pressure effects on Impurity Substituted  $MgB_2$**

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

International Conference on Core Research and Engineering Science of Advanced Materials (大阪大学コンベンションセンター, May 30-June 4, 2010, 参加者数約 300 名)

**Detailed Temperature Dependence of Pseudogap in Underdoped  $Bi2212$**

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

International Conference on Core Research and Engineering Science of Advanced Materials (大阪大学コンベンションセンター, May 30-June 4, 2010, 参加者数約 300 名)

**Physical Properties of Layered Compound  $Sr_2VO_3ZnAs$**

H. Sumi<sup>m\*</sup>, S. Miyasaka<sup>s</sup>, S. Tajima<sup>s</sup>

International Conference on Core Research and Engineering Science of Advanced Materials (大阪大学コンベンションセンター, May 30-June 4, 2010, 参加者数約 300 名)

**Elemental Substitution Effect on Fe and As Sites in  $AFe_2As_2$**

W. Hirata<sup>m\*</sup>, S. Miyasaka<sup>s</sup>, S. Tajima<sup>s et al.</sup>

International Conference on Core Research and Engineering Science of Advanced Materials (大阪大学コンベンションセンター, May 30-June 4, 2010, 参加者数約 300 名)

**Residual Conductivity in Heavily Overdoped  $(Y,Ca)Ba_2Cu_3O_y$**

E. Uykur<sup>m\*</sup>, S. Miyasaka<sup>s</sup>, T. Masui<sup>s</sup>, K. Tanaka<sup>s</sup>, S. Tajima<sup>s</sup>

International Conference on Core Research and Engineering Science of Advanced Materials  
(大阪大学コンベンションセンター, May 30-June 4, 2010, 参加者数約 300 名)

**Search for Key Parameters for Determining Tc in Fe-based Superconductors:  
Study of P/As Substitution in RFe(P,As)(O,F) [R=La and Nd]**

S. Tajima<sup>s\*</sup>, A. Takemori<sup>m</sup>, S. Miyasaka<sup>s</sup>, *et al.*

The 9th International Conference on Spectroscopies of Novel Superconductors (at Shanghai (China), Apr. 7 2010, 参加者数約 500 名)

**Intrinsic gapless superconductivity in overdoped (Y,Ca)Ba<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>y</sub>: Study of in-plane optical spectra**

E. Uykur<sup>m\*</sup>, S. Miyasaka<sup>s</sup>, T. Masui<sup>s</sup>, K. Tanaka<sup>s</sup>, S. Tajima<sup>s</sup>

The 23rd International Symposium on Superconductivity (つくば国際会議場(茨城県)2010年11月2日, 参加者数約 500 名)

**Spin/Orbital Order and Randomness Effect in Perovskite RVO<sub>3</sub>**

R. Fukuta<sup>m\*</sup>, S. Miyasaka<sup>s</sup>, S. Tajima<sup>s</sup>

物構研シンポジウム'10 (高エネルギー物理学研究所 (茨城県) 2010 年 12 月 7 日, 参加者数約 100 名)

**高温超伝導体の反射型テラヘルツ分光**

田中 清尚<sup>s\*</sup> (招待講演)

2010 年度第 4 回低温工学協会関西支部講演会 第 11 回テラヘルツ電磁波産業利用研究会  
(大阪大学中之島センター (大阪府) 2011 年 1 月 28 日, 参加者数約 100 名)

**RVO<sub>3</sub> における軌道・磁気秩序**

宮坂 茂樹<sup>s\*</sup> (招待講演)

構造物性研究センター研究会 (高エネルギー物理学研究所 (茨城県) 2011 年 2 月 14 日, 参加者数約 100 名)

**Charge Dynamics of Iron-Pnictide Superconductor AFe<sub>2</sub>As<sub>2</sub>**

W. Hirata<sup>m\*</sup>, S. Miyasaka<sup>s</sup>, S. Tajima<sup>s</sup>, *et al.*

International Workshop on Novel Superconductors and Super Materials 2011 (未来科学館 (東京) 2011 年 3 月 7 日 参加者数約 200 名)

**P/As substitution effect on 1111 iron pnictide superconductors**

A. Takemori<sup>m\*</sup>, S. Miyasaka<sup>s</sup>, S. Tajima<sup>s</sup>, *et al.*

International Workshop on Novel Superconductors and Super Materials 2011 (未来科学館 (東京) 2011 年 3 月 7 日 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

鉄系超伝導体  $\text{AFe}_2\text{As}_2$  系における電荷応答平田 渉<sup>m\*</sup>，宮坂 茂樹<sup>s</sup>，田島 節子<sup>s</sup> 他

日本物理学会 2010 年秋季大会（於大阪府立大学、2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日）

## 鉄ニクタイト超伝導体 1111 における P/As 固溶効果

竹森 章<sup>m\*</sup>，宮坂 茂樹<sup>s</sup>，田島 節子<sup>s</sup> 他

日本物理学会 2010 年秋季大会（於大阪府立大学、2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日）

## ペロブスカイト型 V 酸化物の磁気・軌道秩序とランダムネス効果

福田 龍一郎<sup>m\*</sup>，宮坂 茂樹<sup>s</sup>，田島 節子<sup>s</sup> 他

日本物理学会 2010 年秋季大会（於大阪府立大学、2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日）

 $\text{Ba}(\text{Fe},\text{Co})_2\text{As}_2$  単結晶の臨界電流特性筑本知子<sup>\*</sup>，宮坂 茂樹<sup>s</sup>，田島 節子<sup>s</sup> 他

応用物理学会 神奈川工科大学（神奈川県）2011 年 3 月 24 日

## 擬ギャップと超伝導ギャップの共存：ラマン散乱

田島 節子<sup>s\*</sup>（招待講演）

日本物理学会 第 66 回年次大会（於新潟大学、2011 年 3 月 25 日 - 3 月 28 日）

## ペロブスカイト型 V 酸化物の磁気・軌道秩序とランダムネス効果 II

福田 龍一郎<sup>m\*</sup>，宮坂 茂樹<sup>s</sup>，田島 節子<sup>s</sup> 他

日本物理学会 第 66 回年次大会（於新潟大学、2011 年 3 月 25 日 - 3 月 28 日）

Residual Conductivity in Overdoped  $(\text{Y},\text{Ca})\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$  Single CrystalsE. Uykur<sup>m\*</sup>，宮坂 茂樹<sup>s</sup>，田島 節子<sup>s</sup> 他

日本物理学会 第 66 回年次大会（於新潟大学、2011 年 3 月 25 日 - 3 月 28 日）

## 層状 Mn ニクタイトにおける物性

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 66 回年次大会（於新潟大学、2011 年 3 月 25 日 - 3 月 28 日）

## 鉄ニクタイト超伝導体 1111 における P/As 固溶効果 II

竹森 章<sup>m\*</sup>，宮坂 茂樹<sup>s</sup>，田島 節子<sup>s</sup> 他

日本物理学会 第 66 回年次大会（於新潟大学、2011 年 3 月 25 日 - 3 月 28 日）

鉄系超伝導体  $\text{AFe}_2\text{As}_2$  系における電荷応答 II平田 渉<sup>m\*</sup>，宮坂 茂樹<sup>s</sup>，田島 節子<sup>s</sup> 他

日本物理学会 第 66 回年次大会（於新潟大学、2011 年 3 月 25 日 - 3 月 28 日）



高温超伝導体  $\text{La}_{2-x-y}\text{Eu}_y\text{Sr}_x\text{CuO}_4$  のスピン電荷ストライプ秩序相におけるテラヘルツ領域の電荷応答

酒井 祐介 <sup>m\*</sup>, 田中 清尚 <sup>s</sup>, 田島 節子 <sup>s</sup> 他

日本物理学会 第 66 回年次大会 (於新潟大学, 2011 年 3 月 25 日 - 3 月 28 日)

## 1.9 質量分析グループ

### 平成 22 年度の研究活動概要

#### 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手法の開発も行っている。

#### マルチターン飛行時間型質量分析計を中心としたプロジェクト

飛行時間型の質量分析装置は、質量分解能が飛行距離に比例するため、高分解能を得るには装置の大型化が避けられない。我々のグループでは、同一飛行空間を多重周回させることで飛行距離を長くするという原理で、小型でありながら高分解能が得られるマルチターン飛行時間型質量分析計を開発した。この装置は扇形電場を4個用いたイオン光学系を採用しており、空間・時間の両方について完全収束条件を満足するように設計されている。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 20-22 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た。
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、この装置の特徴をい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。また、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でマルチターンタンデム飛行時間型質量分析計を3台（UV-MALDI 機，IR-MALDI 機，ESI 機）製作し、学内外への供用装置としての運用を開始した。
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）

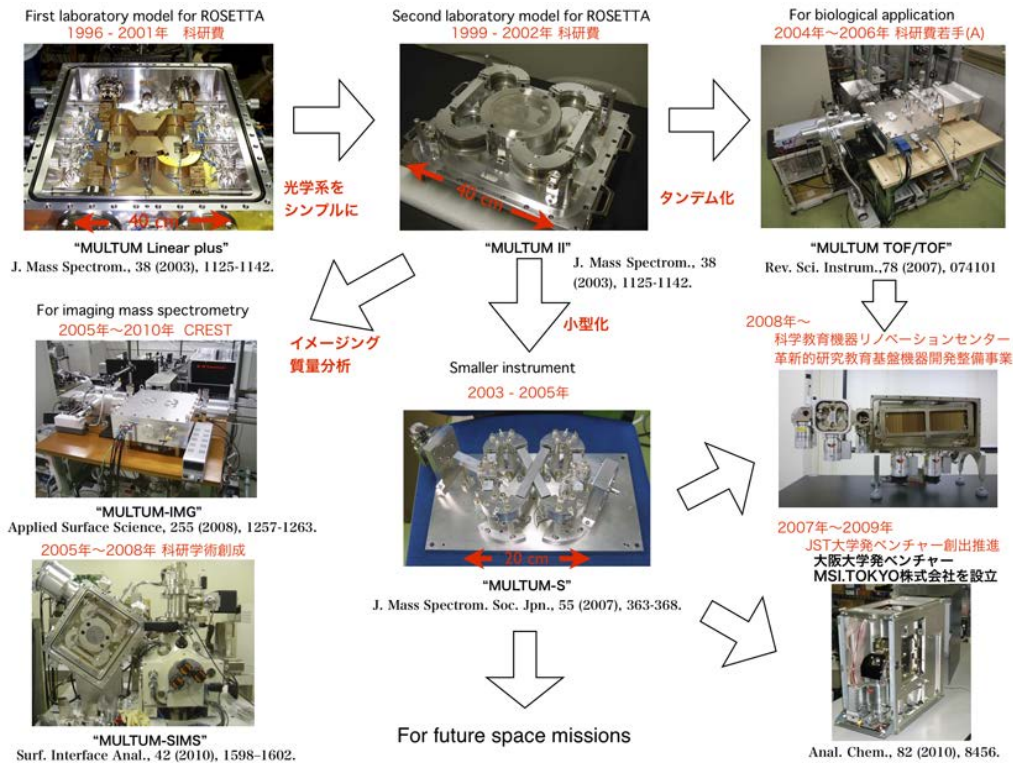


図 1.27: マルチターン飛行時間型質量分析計の歴史

小型マルチターン飛行時間型質量分析計「MULTUM-S」を基に、実用化を目指した小型装置「MULTUM-S II」の改良と応用研究を行った、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)から市販しているが、消防の現場などで用いることができるように、さらなる高性能化、小型化を行っている。

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  
当グループが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。大阪大学ベンチャービジネスラボラトリーを拠点に、分野横断型の研究を学内外の様々な研究者と推進している。
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（平成17-22年度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た。

## イオン光学

質量分析計の設計/評価に不可欠なイオン軌道シミュレーション手法の開発を行っている。本年は、分子動力学シミュレーション専用高速計算機 (MDGRAPE-3) や GPU を用いた高速・高精度イオン軌道シミュレーション手法の構築を行っている。

## 共同研究

以下の共同研究を外部研究機関・企業と行っている。

1. アルカリ金属ターゲットを用いた多価イオンの電子移動解離(大阪府立大学理学研究科)
2. イオントラップを用いたイオン分子反応の研究(大阪府立大学理学研究科)
3. マルチターン飛行時間型質量分析計を用いた温室効果ガスのモニタリング(北海道大学農学研究院)
4. 小型・高性能マルチターン飛行時間型質量分析計の開発(MSI.TOKYO(株))
5. 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(株))
6. 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((株)島津製作所)
7. イオン光学系特性計算プログラム TRIO に関する研究((株)島津製作所)
8. 新しいイオン検出器の開発(浜松ホトニクス(株))

## 学術雑誌に出版された論文

### Development of Multi-turn Time-of-Flight Mass Spectrometers and Their Applications

M. Toyoda<sup>s</sup>

Eur. J. Mass Spectrom. **16** (No. 3, May) (2010) 397-406

(<http://dx.doi.org/doi:10.1255/ejms.1076>).

### High-energy electron transfer dissociation using a tandem time-of-flight mass spectrometer with an electrospray ionization source

H. Nagao, S. Shimma, S. Hayakawa, K. Awazu, M. Toyoda<sup>s</sup>

Eur. J. Mass Spectrom. **16** (No. 4, July) (2010) 551-556

(<http://dx.doi.org/doi:10.1255/ejms.1075>).

### Development of a tandem time-of-flight mass spectrometer with an electrospray ionization ion source

H. Nagao, S. Shimma, S. Hayakawa, K. Awazu and M. Toyoda<sup>s</sup>

J. Mass Spectrom. **45** (No. 8, Aug.) (2010) 937-943  
(<http://dx.doi.org/doi:10.1002/jms.1787>).

**High-Energy Electron Transfer Dissociation (HE-ETD) Using Alkali Metal Targets for Sequence Analysis of Post-Translational Peptides**

S. Hayakawa, S. Matsumoto, M. Hashimoto, K. Iwamoto, H. Nagao, M. Toyoda<sup>s</sup>, Y. Shigeri, M. Tajiri and Y. Wada

J. Am. Soc. Mass Spectrom. **21** (No. 9, Sept.) (2010) 1482-1489  
(<http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.jasms.2010.05.010>).

**Miniaturized high-resolution time-of-flight mass spectrometer “MULTUM-S II” with an infinite flight path**

S. Shimma, H. Nagao, J. Aoki<sup>p</sup>, K. Takahashi, S. Miki and M. Toyoda<sup>s</sup>  
Anal. Chem. **82** (No. 20, Oct.) (2010) 8456-8463  
(<http://dx.doi.org/doi:10.1021/ac1010348>).

局所分析法の最先端 - 超高感度極微量質量分析システムの開発 -

江端 新吾<sup>p</sup>, 石原 盛男<sup>s</sup>, 公文代 康介, 身深 亮, 内野 喜一郎, 坂本 尚義  
日本惑星科学会誌「遊星人」 **19** (No. 4, Dec.) (2010) 295-304  
(<https://www.wakusei.jp/book/pp/2010/4/295.pdf>).

ロッド電極間に挿入した板状電極を用いたリニアイオントラップからのイオン排出方法の開発

長尾 博文, 加納 英朗, 岩本 賢一, 豊田 岐聡<sup>s</sup>  
J. Mass Spectrom. Soc. Jpn. **59** (No. 1, Feb.) (2011) 13-17  
(<http://www.wdc-jp.biz/mssj/search/abst/201101/ms590013.html>).

国際会議報告等

**Observation of Tissue Sections Stained with Dyes Using a Stigmatic Imaging Mass Spectrometer**

H. Hazama<sup>\*</sup>, H. Yoshimura, J. Aoki<sup>p</sup>, H. Nagao, Y. Naito, M. Toyoda<sup>s</sup>, K. Masuda, K. Fujii, T. Tashima, K. Awazu

Proceedings of the 58th ASMS Conference on Mass Spectrometry and Allied Topics (ed. by ASMS, Oct. 2010, 参加者数約 6000 名) MP532.

**Development of a Fast Position- and Time- Sensitive Ion Detector for Stigmatic Mass Microscopy**

H. Yoshimura<sup>\*</sup>, H. Hazama, J. Aoki<sup>p</sup>, M. Toyoda<sup>s</sup>, Y. Naito, K. Awazu

Proceedings of the 58th ASMS Conference on Mass Spectrometry and Allied Topics (ed. by ASMS, Oct. 2010, 参加者数約 6000 名) MP544.

**Structural analysis of glycopeptides using a novel tandem time-of-flight mass spectrometer with a spiral ion trajectory "MALDI Spiral-TOF/TOF"**

S. Shimma, M. Toyoda<sup>s\*</sup>, J. Tamura, Y. Itoh, J. Doug Meinhart, T. Satoh

Proceedings of the 58th ASMS Conference on Mass Spectrometry and Allied Topics (ed. by ASMS, Oct. 2010, 参加者数約 6000 名) TP595.

**Development of a tandem time-of-flight mass spectrometer with an ESI ion source for probing high-energy CID and ETD**

H. Nagao\*, S. Shimma, M. Toyoda<sup>s</sup>, S. Hayakawa, K. Awazu

Proceedings of the 58th ASMS Conference on Mass Spectrometry and Allied Topics (ed. by ASMS, Oct. 2010, 参加者数約 6000 名) TP666.

**Development of a Ultra-high Performance Multi-turn TOF-SIMS System with a Femtosecond Laser for Post-ionization**

S. Ebata<sup>p\*</sup>, M. Ishihara<sup>s</sup>, K. Kumondai, R. Mibuka, K. Uchino, H. Yurimoto

Proceedings of the 58th ASMS Conference on Mass Spectrometry and Allied Topics (ed. by ASMS, Oct. 2010, 参加者数約 6000 名) TP668.

**Development of a Stigmatic Mass Microscope with High Mass and Spatial Resolving Power using a Multi-Turn Time-of-Flight Mass Spectrometer**

J. Aoki<sup>p\*</sup>, H. Hazama, M. Toyoda<sup>s</sup>, K. Awazu, K. Masuda, K. Fujii, Y. Naito

Proceedings of the 58th ASMS Conference on Mass Spectrometry and Allied Topics (ed. by ASMS, Oct. 2010, 参加者数約 6000 名) TP674.

**Development and application of miniaturized high-resolution time-of-flight mass spectrometer "MULTUM-S II" with an infinite flight path**

S. Shimma\*, K. Takahashi, S. Miki, M. Toyoda<sup>s</sup>

Proceedings of the 58th ASMS Conference on Mass Spectrometry and Allied Topics (ed. by ASMS, Oct. 2010, 参加者数約 6000 名) TP678.

**Development and improvement of miniature quadrupole array mass spectrometers**

K. Sasai<sup>d\*</sup>, J. Aoki<sup>p</sup>, H. Iwata, M. Toyoda<sup>s</sup>

Proceedings of the 58th ASMS Conference on Mass Spectrometry and Allied Topics (ed. by ASMS, Oct. 2010, 参加者数約 6000 名) ThP666.

**国際会議における講演等****Observation of Tissue Sections Stained with Dyes Using a Stigmatic Imaging Mass Spectrometer**

H. Hazama\*, H. Yoshimura, J. Aoki<sup>p</sup>, H. Nagao, Y. Naito, M. Toyoda<sup>s</sup>, K. Masuda, K. Fujii, T. Tashima, K. Awazu

The 58th ASMS Conference on Mass Spectrometry and Allied Topics (at Salt Palace Convention Center, Salt Lake City, Utah, USA, May 23-27, 2010, 参加者数約 6000 名)

**Development of a Fast Position- and Time- Sensitive Ion Detector for Stigmatic Mass Microscopy**

H. Yoshimura\*, H. Hazama, J. Aoki<sup>p</sup>, M. Toyoda<sup>s</sup>, Y. Naito, K. Awazu

The 58th ASMS Conference on Mass Spectrometry and Allied Topics (at Salt Palace Convention Center, Salt Lake City, Utah, USA, May 23-27, 2010, 参加者数約 6000 名)

**Structural analysis of glycopeptides using a novel tandem time-of-flight mass spectrometer with a spiral ion trajectory "MALDI Spiral-TOF/TOF"**

S. Shimma, M. Toyoda<sup>s\*</sup>, J. Tamura, Y. Itoh, J. Doug Meinhart, T. Satoh

The 58th ASMS Conference on Mass Spectrometry and Allied Topics (at Salt Palace Convention Center, Salt Lake City, Utah, USA, May 23-27, 2010, 参加者数約 6000 名)

**Development of a tandem time-of-flight mass spectrometer with an ESI ion source for probing high-energy CID and ETD**

H. Nagao\*, S. Shimma, M. Toyoda<sup>s</sup>, S. Hayakawa, K. Awazu

The 58th ASMS Conference on Mass Spectrometry and Allied Topics (at Salt Palace Convention Center, Salt Lake City, Utah, USA, May 23-27, 2010, 参加者数約 6000 名)

**Development of a Ultra-high Performance Multi-turn TOF-SIMS System with a Femtosecond Laser for Post-ionization**

S. Ebata<sup>p\*</sup>, M. Ishihara<sup>s</sup>, K. Kumondai, R. Mibuka, K. Uchino, H. Yurimoto

The 58th ASMS Conference on Mass Spectrometry and Allied Topics (at Salt Palace Convention Center, Salt Lake City, Utah, USA, May 23-27, 2010, 参加者数約 6000 名)

**Development of a Stigmatic Mass Microscope with High Mass and Spatial Resolving Power using a Multi-Turn Time-of-Flight Mass Spectrometer**

J. Aoki<sup>p\*</sup>, H. Hazama, M. Toyoda<sup>s</sup>, K. Awazu, K. Masuda, K. Fujii, Y. Naito

The 58th ASMS Conference on Mass Spectrometry and Allied Topics (at Salt Palace Convention Center, Salt Lake City, Utah, USA, May 23-27, 2010, 参加者数約 6000 名)

**Development and application of miniaturized high-resolution time-of-flight mass spectrometer "MULTUM-S II" with an infinite flight path**

S. Shimma<sup>\*</sup>, K. Takahashi, S. Miki, M. Toyoda<sup>s</sup>

The 58th ASMS Conference on Mass Spectrometry and Allied Topics (at Salt Palace Convention Center, Salt Lake City, Utah, USA, May 23-27, 2010, 参加者数約 6000 名)

**Development and improvement of miniature quadrupole array mass spectrometers**

K. Sasai<sup>d\*</sup>, J. Aoki<sup>p</sup>, H. Iwata, M. Toyoda<sup>s</sup>

The 58th ASMS Conference on Mass Spectrometry and Allied Topics (at Salt Palace Convention Center, Salt Lake City, Utah, USA, May 23-27, 2010, 参加者数約 6000 名)

**Development of a stigmatic mass microscope with laser ionization and a multi-turn time-of-flight mass spectrometer**

H. Hazama<sup>\*</sup>, H. Yoshimura, J. Aoki<sup>p</sup>, H. Nagao, Y. Naito, M. Toyoda<sup>s</sup>, K. Masuda, K. Fujii, T. Tashima, K. Awazu

XIV International School for Young Scientists & Students on Optics, Laser Physics and Biophotonics (at Saratov, Russia, Oct. 5 - 8, 2010, 参加者数約 1000 名)

**Development of a stigmatic imaging mass spectrometer using laser desorption/ionization**

K. Awazu<sup>\*</sup>, H. Hazama, H. Nagao, H. Yoshimura, J. Aoki<sup>p</sup>, K. Fujii, K. Masuda, T. Tashima, M. Toyoda<sup>s</sup>, and Y. Naito

SPIE Photonics West BiOS 2011 (at The Moscone Center, San Francisco, CA, USA, Jan. 22 - 27, 2011, 参加者数約 1000 名)

**Structural analysis of biomolecules using a novel tandem time-of-flight mass spectrometer with a spiral ion trajectory "MALDI Spiral-TOF/TOF"**

S. Shimma<sup>\*</sup>, T. Satoh, M. Toyoda<sup>s</sup>

7th Asian Biophysics Association (ABA) Symposium & Annual Meeting of the Indian Biophysical Society (at the India Habitat Center, New Delhi, India, Jan. 30 - Feb. 2, 2011, 参加者数約 500 名)

**Development and Application of Miniaturized High-resolution Time-of-Flight Mass Spectrometer "MULTUM-S II"**

S. Shimma<sup>\*</sup>, S. Miki, M. Toyoda<sup>s</sup>

PITTCON 2011 (at World Congress Center, Atlanta, GA, USA, Mar. 13 - 18, 2011, 参加者数約 5000 名)



日本物理学会，応用物理学会等における講演

ESI イオン源を搭載したタンデム飛行時間型質量分析計 (ESI-TOF/TOF) の開発

長尾 博文<sup>\*</sup>，新間 秀一，早川 滋雄，粟津 邦男，豊田 岐聡<sup>s</sup>

第 58 回質量分析総合討論会（於つくば国際会議場 エポカルつくば，2010 年 6 月 15 日 - 6 月 18 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

笹井 浩平<sup>d\*</sup>，青木 順<sup>p</sup>，岩田 秀之，豊田 岐聡<sup>s</sup>

第 58 回質量分析総合討論会（於つくば国際会議場 エポカルつくば，2010 年 6 月 15 日 - 6 月 18 日）

甘くない装置開発 -小型マルチターンタンデム飛行時間型質量分析装置の開発を例として-  
新間秀一<sup>\*</sup>，豊田 岐聡<sup>s</sup>

第 58 回質量分析総合討論会（於つくば国際会議場 エポカルつくば，2010 年 6 月 15 日 - 6 月 18 日）

MALDI 投影型質量顕微鏡

内藤康秀<sup>\*</sup>，青木 順<sup>p</sup>，豊田 岐聡<sup>s</sup>，間 久直，吉村 英敏，長尾 博文，粟津 邦男，益田 勝吉，藤井 研一，田嶋 敏男

第 58 回質量分析総合討論会（於つくば国際会議場 エポカルつくば，2010 年 6 月 15 日 - 6 月 18 日）

リニアイオンラップからの新しいイオン引き出し方法の開発

湯浅 泰智<sup>m\*</sup>，加納 英朗，長尾 博文，岩本 賢一，豊田 岐聡<sup>s</sup>

第 58 回質量分析総合討論会（於つくば国際会議場 エポカルつくば，2010 年 6 月 15 日 - 6 月 18 日）

小型マルチターン飛行時間型質量分析計”MULTUM-S II”の開発と性能評価

新間秀一<sup>\*</sup>，三木 伸一，豊田 岐聡<sup>s</sup>

第 58 回質量分析総合討論会（於つくば国際会議場 エポカルつくば，2010 年 6 月 15 日 - 6 月 18 日）

大気中に含まれる水分の誘電体バリア放電イオン化への影響

中園 真修<sup>m\*</sup>，新間 秀一，長尾 博文，石原 盛男<sup>s</sup>，豊田 岐聡<sup>s</sup>

第 58 回質量分析総合討論会（於つくば国際会議場 エポカルつくば，2010 年 6 月 15 日 - 6 月 18 日）

質量分析を用いたタバコ煙水抽出物のチロシンに対する反応性の検討

堀山志朱代<sup>\*</sup>，本田 千恵，諏訪 紀代子，高橋 雄太，中村 一基，國友 勝，新間 秀一，豊田 岐聡<sup>s</sup>，高山 光男

第58回質量分析総合討論会（於つくば国際会議場 エポカルつくば，2010年6月15日 - 6月18日）

投影型イメージング質量分析装置を用いた生体組織の観察

吉村英敏<sup>\*</sup>，間久直，長尾博文，青木順<sup>p</sup>，益田勝吉，田嶋敏男，藤井研一，豊田岐聡<sup>s</sup>，内藤康秀，栗津邦男

第58回質量分析総合討論会（於つくば国際会議場 エポカルつくば，2010年6月15日 - 6月18日）

投影型イメージング質量分析装置の開発

青木順<sup>p\*</sup>，豊田岐聡<sup>s</sup>，間久直，栗津邦男，益田勝吉，藤井研一，内藤康秀

第58回質量分析総合討論会（於つくば国際会議場 エポカルつくば，2010年6月15日 - 6月18日）

フェムト秒レーザーを用いた超高感度二次イオン質量分析システムの開発

江端新吾<sup>p\*</sup>，石原盛男<sup>s</sup>，公文代康介，身深亮，内野喜一郎，坂本尚義

第58回質量分析総合討論会（於つくば国際会議場 エポカルつくば，2010年6月15日 - 6月18日）

小型高分解能マルチターン飛行時間型分析計の開発

豊田岐聡<sup>s\*</sup>

近畿分析技術研究懇話会第14回講演会（於大阪科学技術センター，2011年3月11日）

アルカリ金属からの電子移動により生成した  $Ag_nBr_m$  の構造と解離過程

松井祐輔<sup>\*</sup>，早川滋雄，藤原亮正，長尾博文，豊田岐聡<sup>s</sup>，森寛敏，松田彩，佐藤夏名子，平山奈津実

日本化学会第91春季年会（於神奈川県横浜キャンパス，2011年3月26日 - 3月29日）

ジスルフィド結合を含むプロトン化ペプチドの電子移動解離

松本真哉<sup>\*</sup>，笹岡江美子，藤原亮正，早川滋雄，長尾博文，豊田岐聡<sup>s</sup>，茂里康，和田芳直，田尻道子

日本化学会第91春季年会（於神奈川県横浜キャンパス，2011年3月26日 - 3月29日）

タバコ煙水抽出液 (CSE) 中のチロシンと反応する活性成分の同定

堀山志朱代<sup>\*</sup>，本田千恵，諏訪紀代子，高橋雄太，中村一基，國友勝，新聞秀一，豊田岐聡<sup>s</sup>，高山光男

日本薬学会第131年会（静岡）（於ツインメッセ静岡，2011年3月28日 - 3月31日）

## 1.10 ナノ構造物性 (野末) グループ

### 平成 22 年度の研究活動概要

スタッフメンバーは野末泰夫, 鷹岡貞夫, 中野岳仁, 高見剛の 4 名である。

多孔質結晶のゼオライトの配列したナノ空間にアルカリ金属を吸蔵させると,  $s$  電子系クラスターを 3 次元的に配列させることができる。その結果, バルクのアルカリ金属の  $s$  電子系とはかけ離れた新奇な性質が観測される。ゼオライトの一種ソーダライトでは, 図 1.28(a) に示すように, 内径約 7 Å の ケージが 6 員環を共有して体心立方構造で配列している。その中にアルカリ金属を吸蔵させると, 図 1.28(b) に示すように 4 個のアルカリイオンが  $s$  電子ひとつを共有するアルカリ金属クラスター  $A_4^{3+}$  ( $A$  はアルカリ原子) を作成することができる。このクラスターは  $s = 1/2$  の局在磁気モーメントをもち, その間の相互作用により, 異方性が非常に小さいほぼ理想的なハイゼンベルグ型反強磁性が低温で観測される。

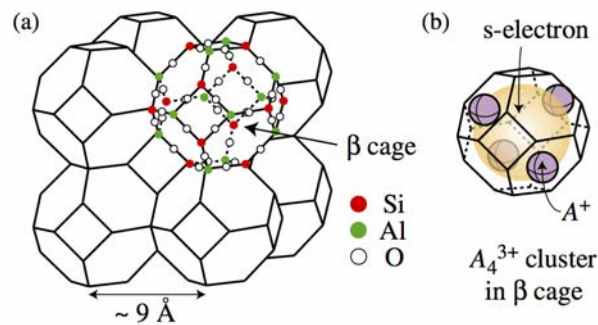


図 1.28: (a) ソーダライト結晶の骨格構造と (b) ケージ中に形成されたアルカリ金属クラスター  $A_4^{3+}$  の  $s$  電子の模式図。

この系について種々の試料を作成し, その磁気測定と Paul Scherrer Institute (PSI) での DC ミューオンによる  $\mu$ SR 測定を行った。図 1.29(a) にゼロ磁場  $\mu$ SR スペクトルを示すように, 3 個の K イオンと 1 個の Rb イオンを含む  $(K_3Rb)^{3+}$  クラスターが配列した系では Néel 温度約 80 K の反強磁性が観測された。これは  $s$  電子系としては最高の磁気相転移温度である。また, ミューオンの回転振動数から求められる有効磁場として, 約 155 Oe が得られた。図 1.29(b) に示すように,  $K_4^{3+}$  クラスターにおいては約 142 Oe が得られ, 従来から観測されている  $Na_4^{3+}$  クラスターの値約 92 Oe と比較すると顕著に増大することが明らかになった。つまり, ミューオンが静止する場所 (おそらく 4 員環の内側) では同一の有効磁場が発生し, 重いアルカリ金属ほど強くなることがわかった。この有効磁場の増大はクラスターの磁気モーメントを点双極子で近似すると説明することができない。そこで, クラスターの  $s$  電子の波動関数サイズがイオンサイズの増大とともに大きくなり, ミューオンとのフェルミ接触相互作用が増大した可能性があることを指摘した。

次に FAU 構造を有するゼオライト LSX (Low-Silica X) において, Na クラスターを作成した。LSX では, 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する。用いたゼオライトの化学組成は  $Na_{12}Al_{12}Si_{12}O_{48}$  である。これに  $n$  個の Na 原子を吸蔵させた。この系における光学スペクトルの  $n$  依存性から,  $n \approx 11$  付近を境にして, それ以上の Na

を吸蔵させると突然金属状態に変化する。そこで、この系において直接電気伝導度を測定したところ、図 1.30 に示すように、 $n \approx 11$  を超えると電気抵抗が劇的に減少することが観測された。通常のバンド絶縁体や Mott 絶縁体モデルでは、 $n \approx 11$  以下で常に絶縁体であり、 $n \approx 11$  を超えると突然金属に転移することが説明できない。そこで、電子格子相互作用と電子相関を考慮した新しい絶縁体・金属転移を提案し、解析を行っている。

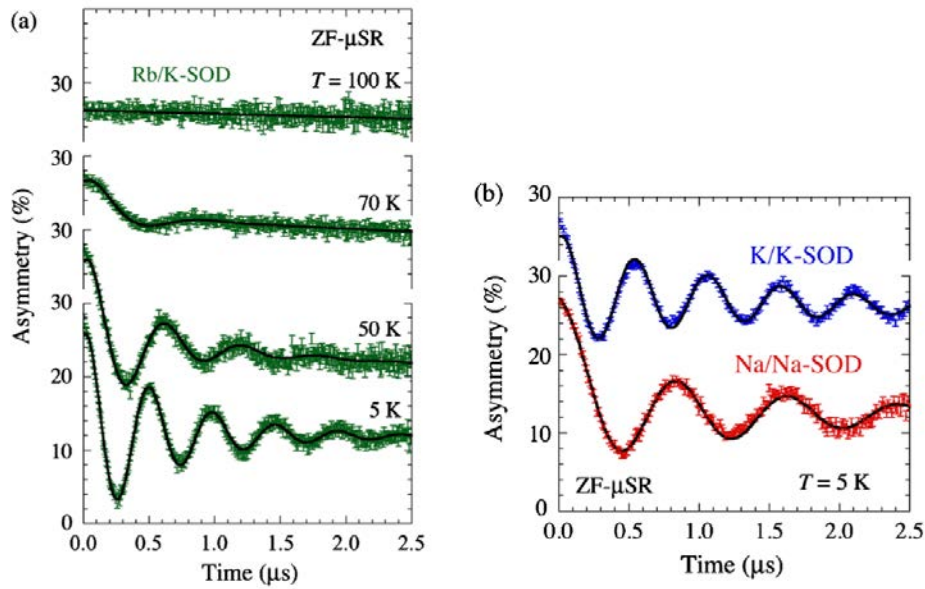


図 1.29: (a) ソーダライト中の  $(K_3Rb)^{3+}$  クラスターのゼロ磁場  $\mu$ SR スペクトルの温度依存性と、(b)  $Na_4^{3+}$  と  $K_4^{3+}$  クラスターの 5 K での  $\mu$ SR スペクトル。

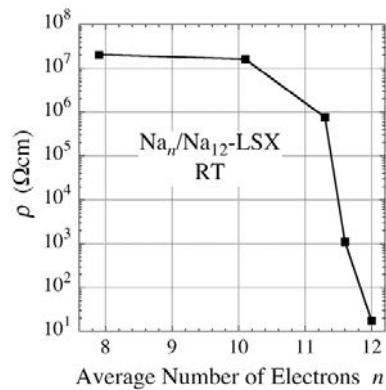


図 1.30: ゼオライト LSX 中の Na クラスターの電気抵抗の Na 吸蔵量依存性。

## 学術雑誌に出版された論文

 **$\mu$ 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. Watababe, I. Watanabe, A. Amato, F. L. Pratt and Y. Nozue<sup>s</sup>

J. Phys. Soc. Jpn. **79** (2010) 073707-1~4.

**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.

## 国際会議における講演等

**Regular nanospace for guest alkali metals in zeolite crystals and novel properties of *s*-electrons**

Y. Nozue<sup>s\*</sup>

Symposium, A material world: is seeing believing? (at Stockholm, Sweden, May 27-28, 2010, 参加者数約 100 名)

**Exotic properties of alkali-metal clusters arrayed in regular nanospace**

Y. Nozue<sup>s\*</sup>

The 1st Joint Workshop, University of Malaya and Osaka University (at Kuala Lumpur, Malaysia, Sept. 17, 2010, 参加者数約 30 名)

**Novel properties of *s*-electrons confined in regular nanospace of zeolite crystals**

Y. Nozue<sup>s\*</sup>

International conference on Core Research and Engineering Science of Advanced Materials (at Suita, Japan, May 30 - June 4, 2010, 参加者数約 200 名)

**Antiferromagnetism of Alkali-Metal Nanoclusters in Sodalite –  $\mu$ SR, Neutron Diffraction and AFMR Studies**

T. Nakano<sup>s\*</sup>, A. Hanazawa<sup>m</sup>, M. Matsuura, I. Watanabe, T. Kashiwagi, K. Watanabe, T. Kagayama, A. Amato, F. L. Pratt, K. Hirota, M. Hagiwara and Y. Nozue<sup>s</sup>

International conference on Core Research and Engineering Science of Advanced Materials (at Suita, Japan, May 30 - June 4, 2010, 参加者数約 200 名)

**Ferrimagnetism of Na-K Alloy Clusters Incorporated in Zeolite LSX**

D. T. Hanh<sup>p\*</sup>, T. Nakano<sup>s</sup> and Y. Nozue<sup>s</sup>

International conference on Core Research and Engineering Science of Advanced Materials  
(at Suita, Japan, May 30 - June 4, 2010, 参加者数約 200 名)

**Structural Change Induced by Pressure Loading with Potassium in K Clusters Incorporated in Zeolite A**

K. Shimodo<sup>m\*</sup>, K. Tanaka T. Nakano<sup>s</sup>, T. Kagayama and Y. Nozue<sup>s</sup>

International conference on Core Research and Engineering Science of Advanced Materials  
(at Suita, Japan, May 30 - June 4, 2010, 参加者数約 200 名)

**Electrical Resistivity of Zeolite A Loaded with Potassium**

Y. Kubo<sup>m\*</sup>, N. H. Nam, S. Araki, T. Nakano<sup>s</sup> and Y. Nozue<sup>s</sup>

International conference on Core Research and Engineering Science of Advanced Materials  
(at Suita, Japan, May 30 - June 4, 2010, 参加者数約 200 名)

**Magnetic Properties of Na-K Alloy Clusters Incorporated in Na-Rich LSX Zeolite**

T. Goto<sup>m\*</sup>, D. T. Hanh<sup>p</sup>, T. Nakano<sup>s</sup> and Y. Nozue<sup>s</sup>

International conference on Core Research and Engineering Science of Advanced Materials  
(at Suita, Japan, May 30 - June 4, 2010, 参加者数約 200 名)

**High-Field Magnetization of Ferrimagnetic Na-K Clusters Incorporated in Regular Nanospace of Low-Silica X Zeolite**

T. Nakano<sup>s\*</sup>, D. T. Hanh<sup>p</sup>, A. Matsuo, R. Suehiro<sup>m</sup>, T. Goto<sup>m</sup>, K. Kindo and Y. Nozue<sup>s</sup>

International Conference on the Application of High Magnetic Fields in Semiconductor Physics and Nanotechnology (HMF-19) (at Fukuoka, Japan, Aug. 3, 2010, 参加者数約 200 名)

**Structural Studies on Pressure-Doped Potassium Clusters in Zeolites A and Low-silica X**

K. Shimodo<sup>m\*</sup>, K. Tanaka, T. Nakano<sup>s</sup>, T. Kagayama and Nozue

5th Asian Conference on High Pressure Research (at Matsue, Japan, Nov. 7-12, 2010, 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

ソーダライト中の K-Rb 合金クラスターの反強磁性転移

中野岳仁<sup>s\*</sup>，石田裕子<sup>m</sup>，花澤宏文<sup>m</sup>，野末泰夫<sup>s</sup>

日本物理学会 2010 年秋季大会（於大阪府立大学、2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日）

## ゼオライト LSX 中の Na-K 合金クラスター (高 Na 含有) のフェリ磁性

後藤輝生<sup>m\*</sup>, スオン・ティ・ハン<sup>p</sup>, 中野岳仁<sup>s</sup>, 野末泰夫<sup>s</sup>

日本物理学会 2010 年秋季大会 (於大阪府立大学、2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日)

## カリウムを吸蔵させたゼオライト A の電気伝導度特性

久保洋輔<sup>m\*</sup>, Nguyen Hoang Nam, 高見剛<sup>s</sup>, 荒木新吾, 中野岳仁<sup>s</sup>, 野末泰夫<sup>s</sup>

日本物理学会 2010 年秋季大会 (於大阪府立大学、2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日)

## カリウムを吸蔵したソーダライトの多周波 ESR

告野元<sup>\*</sup>, 花澤宏文<sup>m</sup>, 中野岳仁<sup>s</sup>, 野末泰夫<sup>s</sup>, 萩原政幸

日本物理学会 2010 年秋季大会 (於大阪府立大学、2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日)

アルカリ金属を吸蔵した LSX 型ゼオライトにおける <sup>23</sup>Na-NMR スペクトルのシフト特性五十嵐睦夫<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 2010 年秋季大会 (於大阪府立大学、2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日)

(Ni,Mn)TiO<sub>3</sub> におけるスピングラス転移と電気磁気効果山口泰弘<sup>\*</sup>, 中村浩之, 中野岳仁<sup>s</sup>, 野末泰夫<sup>s</sup>, 木村剛

日本物理学会 2010 年秋季大会 (於大阪府立大学、2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日)

## A 型反強磁性を示す希土類金属 Mn 酸化物の動的誘電特性

井山彩人<sup>\*</sup>, Jongsuck Jung, 山口泰弘, 中野岳仁<sup>s</sup>, 野末泰夫<sup>s</sup>, 中村浩之, 若林裕助, 木村剛

日本物理学会 2010 年秋季大会 (於大阪府立大学、2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日)

## NiTi 合金の熱弾性型マルテンサイト変態前駆現象のミュオンによる研究

三原基嗣<sup>\*</sup>, 下村浩一郎, 二宮悠吾, 荒木秀樹, 水野正隆, 白井泰治, 渡邊功雄, 井上耕治, 長友傑, 中野岳仁<sup>s</sup>, 西山樟生, 門野良典

日本物理学会 2010 年秋季大会 (於大阪府立大学、2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日)

ソーダライト中に配列したアルカリ金属クラスターの反強磁性秩序 - 中性子回折,  $\mu$ SR, 反強磁性共鳴による研究 -中野岳仁<sup>s\*</sup>, 野末泰夫<sup>s</sup>

第 4 回物性科学領域横断研究会 (於東京大学, 2010 年 11 月 13-15 日)

## 第一原理計算によるアルカリ金属を吸蔵したゼオライトにおける相対論効果の研究

有田亮太郎<sup>\*</sup>, 野原善郎, 中村和磨, 中野岳仁<sup>s</sup>, 野末泰夫<sup>s</sup>

第 4 回物性科学領域横断研究会 (於東京大学, 2010 年 11 月 13-15 日)

**ゼオライト LSX 中のダイヤモンド構造で配列した Na クラスターの絶縁体金属転移**尼子裕作 <sup>m\*</sup>, 高見剛 <sup>s</sup>, 中野岳仁 <sup>s</sup>, 野末泰夫 <sup>s</sup>

第4回物性科学領域横断研究会 (於東京大学, 2010年11月13-15日)

**アルカリ金属吸着ゼオライトの NMR に反映された格子系のスローダイナミクス**五十嵐睦夫 <sup>\*</sup>, 中野岳仁 <sup>s</sup>, 水金貴裕, ファム・タン・ティ <sup>m</sup>, 野末泰夫 <sup>s</sup>, 後藤敦, 端健二郎, 清水禎

第4回物性科学領域横断研究会 (於東京大学, 2010年11月13-15日)

**ゼオライト LSX へのカリウムの圧入と結晶構造変化**中野岳仁 <sup>s\*</sup>, 下堂康太 <sup>m</sup>, 加賀山朋子, 野末泰夫 <sup>s</sup>

日本物理学会 第66回年次大会 (於新潟大学, 2011年3月25日 - 3月28日)

**1次元チャンネルを有するゼオライト L 中の K クラスターの物性**ファム・タン・ティ <sup>m\*</sup>, 中野岳仁 <sup>s</sup>, 野末泰夫 <sup>s</sup>

日本物理学会 第66回年次大会 (於新潟大学, 2011年3月25日 - 3月28日)

**ゼオライト LSX 中の配列した Na クラスターの絶縁体金属転移**尼子裕作 <sup>m</sup>, 川野涼子 <sup>b</sup>, 高見剛 <sup>s</sup>, 中野岳仁 <sup>s</sup>, 野末泰夫 <sup>s\*</sup>

日本物理学会 第66回年次大会 (於新潟大学, 2011年3月25日 - 3月28日)

**アルカリ金属を吸蔵したゼオライトにおけるスピン軌道相互作用の第一原理的評価**有田亮太郎 <sup>\*</sup>, 野原善郎, 中村和磨, 中野岳仁 <sup>s</sup>, 野末泰夫 <sup>s</sup>

日本物理学会 第66回年次大会 (於新潟大学, 2011年3月25日 - 3月28日)

**アルカリ金属を吸蔵した LSX 型ゼオライトにおける高温 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, 伊藤正行, 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66回年次大会 (於新潟大学, 2011年3月25日 - 3月28日)

**オリビン型マンガン酸化物  $Mn_2GeO_4$  の電気磁気特性および置換効果**本田孝志 <sup>\*</sup>, 木村健太, 石黒友貴, 中村浩之, 若林裕助, 中野岳仁 <sup>s</sup>, 野末泰夫 <sup>s</sup>, 木村剛

日本物理学会 第66回年次大会 (於新潟大学, 2011年3月25日 - 3月28日)

 **$Yb_2Pt_2Pb$  の強磁場磁化**岩川健 <sup>m\*</sup>, 廣瀬雄介 <sup>m</sup>, 榎健太郎 <sup>m</sup>, 杉山清寛 <sup>s</sup>, 竹内徹也, 本多史憲 <sup>s</sup>, 萩原政幸, 金道浩一, 中野岳仁 <sup>s</sup>, 野末泰夫 <sup>s</sup>, 摺待力生 <sup>s</sup>, 大貫惇睦 <sup>s</sup>

日本物理学会 第66回年次大会 (於新潟大学, 2011年3月25日 - 3月28日)



## 1.11 格子欠陥グループ

### 平成 22 年度の研究活動概要

**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 22 年度の研究成果のいくつかを以下に示す。

**シリコンナノチェーン、シリサイドナノチェーンのジュール加熱によるナノチューブ形成**  
 これまでに、表面を炭素汚染されたシリコンナノチェーンのジュール加熱により、カーボンナノチューブが形成することを見出している。さらに我々は、シリコンナノチェーンのシリサイド化により生成した銅シリサイドナノチェーンにおいても同様の実験を行い、そのナノチューブ化を確認した。また、これまでナノチューブの原料は表面の炭素汚染であったが、その除去およびカルボン酸による制御されたコーティング方法の開発を行った。

**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 基板上的グラフェンは、バンドギャップ制御の観点から近年注目されている。この系は、SiC 基板の熱分解により表面のグラファイト化が起こり生成することが知られている。しかし、一次元状の SiC 結晶 (SiC ナノワイヤ) の加熱によりどのようにグラファイト化が進行し、またどのような構造へと変化するのかわかり不明であった。我々は、透過型電子顕微鏡内にてマイクロマニピュレーターを用いて SiC ナノワイヤ一本一本のジュール加熱を行い、電子顕微鏡その場観察し、そのプロセスを明かにした。

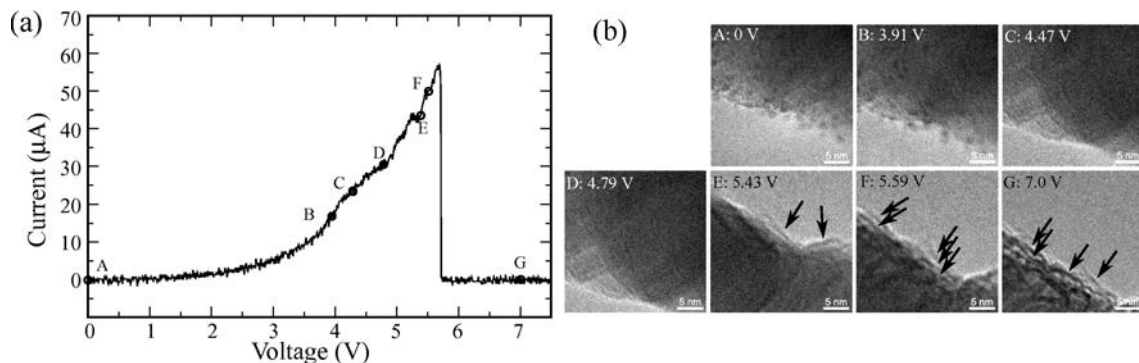


図 1.31: SiC ナノワイヤのジュール加熱によるグラファイト化の TEM その場観察

**Graphene/SiC コアシェルナノワイヤの生成** MOCVD 方により、グラフェンで被われた SiC ナノワイヤをワンステップで生成することに成功した。

**カーボンナノバブル** グラファイトの液体窒素中のレーザーアブレーションにより、泡状のカーボンナノ構造、カーボンナノバブルを生成した。カーボンナノカプセルなどと比較して壁は非常に薄く、およそ 1-4 層のグラフェンからなっている。

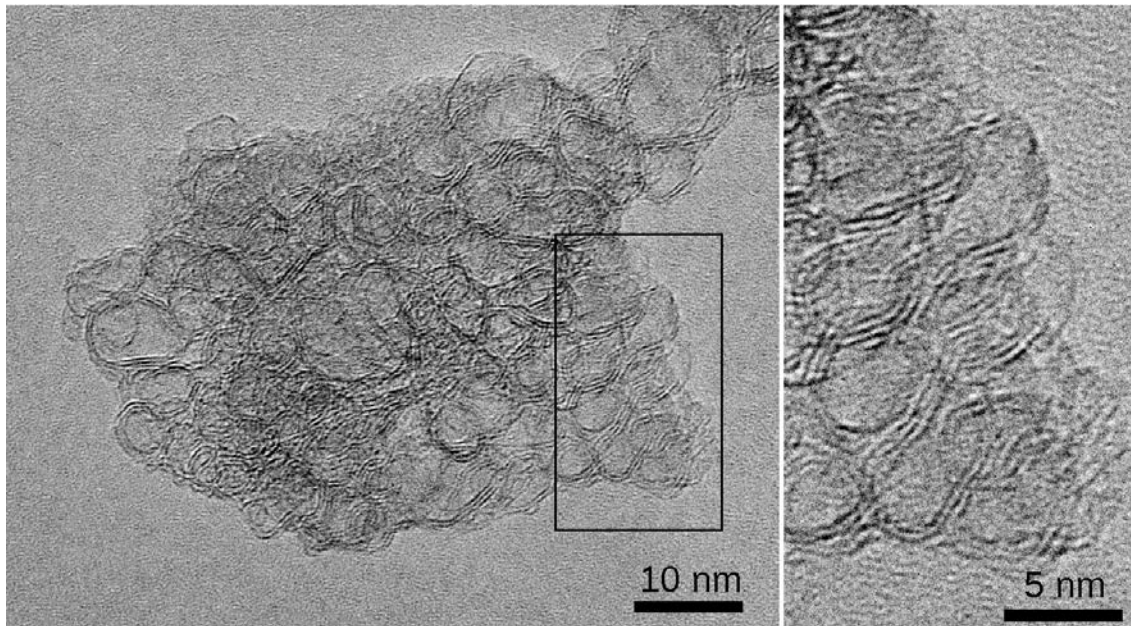


図 1.32: カーボンナノバブル

共同研究 以下の研究機関と共同研究を行った。

- 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
- 和歌山大学システム工学部

学術雑誌に出版された論文

**Graphene/graphite-coated SiC nanowires grown by MOCVD in one step**

H. Kohno<sup>s</sup>, K. Yagi<sup>m</sup>, and H. Niioka

Japanese Journal of Applied Physics **50** (2011) 018001.

**Electrical breakdown of individual Si nanochains and silicide nanochains**

H. Kohno<sup>s</sup>, T. Nogami<sup>m</sup>, S. Takeda, Y. Ohno, I. Yonenaga, and S. Ichikawa

Journal of Nanoscience and Nanotechnology **10** (2010) 6655.

**In situ transmission electron microscopy observation of the graphitization of silicon carbide nanowires induced by Joule heating**

H. Kohno<sup>s</sup>, Y. Mori<sup>m</sup>, S. Takeda, Y. Ohno, I. Yonenaga, and S. Ichikawa

Applied Physics Express **3** (2010) 055001.

国際会議における講演等

**Formation of nanotubes of carbon by joule heating of carbon-contaminated Si nanochains**

H. Kohno<sup>s\*</sup>

International Symposium on Technology Evolution for Silicon Nano-Electronics (ISTESNE), June 3-4, 2010, Tokyo Institute of Technology, Japan

**Graphitization of SiC nanowires by Joule heating**

H. Kohno<sup>s\*</sup> and Y. Mori<sup>m</sup>

23rd International Microprocesses and Nanotechnology Conference (MNC2010), November 9-12, 2010, Rihga Royal Hotel Kokura, Fukuoka, Japan

日本物理学会，応用物理学会等における講演

シリコンナノチェーンの炭素コーティングによるジュール加熱チューブ化制御

小峯拓也<sup>m\*</sup> and 河野日出夫<sup>s</sup>

日本物理学会 第 66 回年次大会 (於新潟大学, 2011 年 3 月 25 日 - 3 月 28 日)

グラフェン/グラファイトで覆われた SiC ナノワイヤの MOCVD による生成

河野日出夫<sup>s\*</sup> and 八木一樹<sup>m</sup>

日本物理学会 第 66 回年次大会 (於新潟大学, 2011 年 3 月 25 日 - 3 月 28 日)

ナノワイヤの電顕内ジュール加熱によるカーボンナノ構造生成

河野日出夫<sup>s\*</sup>

日本顕微鏡学会関西支部特別企画講演会、産業技術研究所関西センター、大阪、2010 年 12 月

ジュール加熱によるナノワイヤ構造変化の TEM その場観察

河野日出夫<sup>s\*</sup>

日本顕微鏡学会第 54 回シンポジウム、金沢市民文化ホール、2010 年 11 月

SiC ナノワイヤのジュール加熱によるグラファイト TEM その場観察

河野日出夫<sup>s\*</sup> and 森祐揮<sup>m</sup>

日本物理学会 2010 年秋季大会 (於大阪府立大学、2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日)

SiC ナノワイヤのジュール加熱によるグラファイト化

河野日出夫<sup>s\*</sup> and 森祐揮<sup>m</sup>

応用物理学会、長崎大学、2010 年 9 月

## 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

河野日出夫<sup>s\*</sup>, 野上隆文<sup>m</sup>, 大野裕, 市川聡

日本顕微鏡学会、名古屋国際会議場、2010年5月

## 酸化セリウムに担持した白金ナノ粒子触媒の反応ガス中における形状変化の環境 TEM 観察

吉田秀人<sup>\*</sup>、桑内康文<sup>d</sup>、河野日出夫<sup>s</sup>、秋田知樹、香山正憲、島田悟史、春田正毅、竹田精治  
第107回触媒討論会、首都大学東京、2011年3月

## Fe-Mo 触媒を用いたカーボンナノチューブ生成の環境 TEM 観察

吉田秀人<sup>\*</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

日本顕微鏡学会、名古屋国際会議場、2010年5月

## 酸化セリウムに担持した白金ナノ粒子の高分解能環境 TEM 観察

吉田秀人<sup>\*</sup>、内山徹也<sup>d</sup>、桑内康文<sup>d</sup>、河野日出夫<sup>s</sup>、秋田知樹、田中真悟、香山正憲、島田悟史、春田正毅、竹田精治

日本顕微鏡学会、名古屋国際会議場、2010年5月

## 書籍等の出版，日本語の解説記事

## 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

河野日出夫<sup>s</sup>

未来材料 10 (2010) p.2-5

## シリコンナノワイヤ・チェーンの作製技術

竹田精治、河野日出夫<sup>s</sup>

ナノシリコンの最新技術と応用展開 (シーエムシー出版) 第5章 (2010) p236-245

## 1.12 素粒子理論グループ

### 平成 22 年度の研究活動概要

#### ゲージ・ヒッグス統合理論、ヒッグスポゾンと余剰次元

標準理論で唯一見つかっていないヒッグスポゾンが LHC の実験で発見されると予想されている。細谷は、我々の時空には 5 次元目の余剰次元があるとすれば、ヒッグスポゾンがゲージ場の 5 次元目成分となり、ゲージ相互作用のダイナミクスでゲージ対称性が破れるという細谷機構を 1983 年に提唱した。この細谷機構が電弱相互作用に適用され、実験によって検証できる段階になった。

2009 年度には細谷、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・ヒッグス統合理論を構築した。2010 年度には、このモデルの精密化とともに、実験への予言、検証の道筋を与えることになった。(図 1.33 参照)

細谷、田中、植草は、このモデルで電弱対称性の自発的破れが量子効果で起る事、余剰次元での AB 位相  $\theta_H$  は  $\frac{1}{2}\pi$  となることを示した。さらに、 $\theta_H = \frac{1}{2}\pi$  では、 $H$ -パリティという新しい対称性が生じ、ヒッグスポゾンが安定になる。この  $H$ -パリティの存在の新しい証明を与えると同時に、全ての粒子の KK towers が、 $H$ -パリティにより分類されることを示した。

細谷、田中、植草は更に、ゲージ・ヒッグス統合理論の加速器実験への検証方法を調べた。既にある低エネルギーでの精密実験から、モデルのワープ因子は大きくならない ( $z_L > 10^{15}$ ) ことがわかった。LHC 実験で、幅の広い KK  $Z$  ボゾンが  $m = 1100 \sim 1300$  GeV に生成されることを予言した。(図 1.34 参照)

波場、阪村、山下は、余剰次元ゲージ理論の枠組みで、境界条件でゲージ対称性を部分的に破る場合、この条件で重くなったゲージボソンの散乱振幅のエネルギー依存性の解析を、Wilson ライン位相をパラメータにして、おこなった。この解析により、高次元ゲージ理論における等価定理に対する理解を深めることができた。

波場と植草は、境界の存在するコンパクト化された高次元 SUSY 理論で、「SUSY 不変な Action を作っておいてから運動方程式を解く」と言う手順を踏むと、状況が一変して、SUSY が完全に破れる可能性があることを発見した。通常、境界があることで (SUSY を保ったまま) SUSY の数 ( $\mathcal{N}$ ) が減少すると考えられているセットアップでも、このことは、起こりうる。

齋藤、浅野、田窪、鍋島、波場、藤井、松本、山本、吉岡は、5 次元 see-saw 機構での ILC 実験での観測可能性を解析した。その結果、十分に観測可能なパラメータ領域が存在することが、分かった。

波場、尾田、高橋は、余剰次元模型において、バルク Higgs の境界条件でゲージ対称性が破れる新しい模型を構築した。また、この模型における、実験での観測可能性を解析した。更に、バルク Higgs 場が、余剰次元の半径を安定化させる新しい機構を提案した。

尾田、土肥、西脇は、ワープ空間へのコンパクト化に用いられるオービフォールド (軌道体) 上の場の量子論の応用として、ヒッグス場の境界条件をディリクレ境界条件に取ることにより、LHC で標準模型とは異なる実験結果が予言されるディリクレ・ヒッグス模型とい

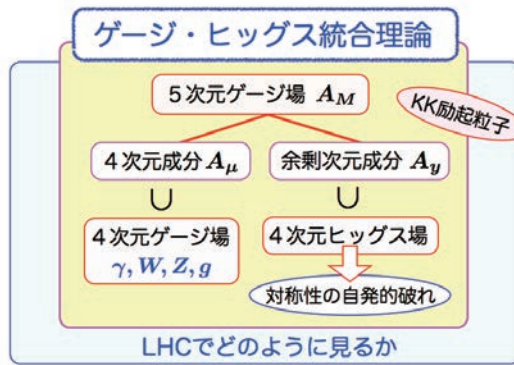
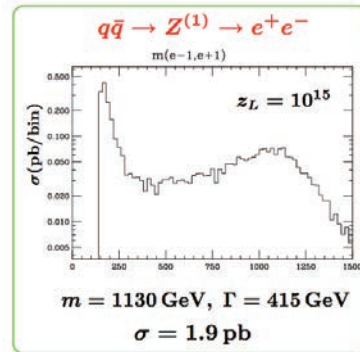


図 1.33: ゲージ・ヒッグス統合理論

図 1.34: LHC(7 TeV) における KK  $Z$  ボゾンの生成

う模型を提唱した、また、その現象論を調べ、理論のユニタリ性を示した。さらに、ブレーン上のポテンシャルのもとでのカルツァ・クライン展開を示し、射影球面上の普遍余次元模型を提唱した。ワープ空間上のディリクレ・ヒッグス場を、余次元のコンパクト化のスケールの安定化に用いる可能性も調べた。

### 素粒子論的宇宙論

波場と松本は、バリオン数がダークマターから生成される新しい模型を構築することに成功した。この模型は、更に、宇宙のダークマターのエネルギー密度がバリオンのその約5倍であることを自然に説明する。更に、波場、松本、佐藤は、インフレーション、ダークマターエネルギー密度、そして、バリオン数生成を同時に説明する新しい模型を構築し、宇宙論との整合性を解析した。

波場、梶山、松本、鍋島、岡田、吉岡は、高エネルギーの宇宙線に Anomaly が観測されたことを受け、その Anomaly をクォーク・レプトンの質量構造を生成する役割を果たす新粒子が引き起こす機構と模型を構築した。更に、この模型での宇宙線のフラックスの解析を

行い、観測結果を非常によく再現することを示した。

### 拡張された Higgs 模型

波場と弘津は、新しい TeV-scale seesaw 模型の構築に成功した。この模型では、ニュートリノと Yukawa 相互作用をする Higgs doublet の真空期待値が小さいが故に、ニュートリノの微小質量が導出される。そして、この模型における LFV 実験やニュートリノレスダブル崩壊実験での観測可能性を評価した。更に、波場と瀬戸は、Leptogenesis の可能性を解析して、同時に gravitino 問題の解決法に対する新しい機構に至る可能性を解析した。

### $\bar{B} \rightarrow D^{(*)}\tau\bar{\nu}$ における粒子偏極

田中と渡邊は  $\bar{B} \rightarrow D^{(*)}\tau\bar{\nu}$  過程における  $\tau$  粒子と  $D^*$  粒子の偏極について調べた。これら偏極は続けて起こる  $\tau \rightarrow \pi\nu, \ell\nu\bar{\nu}$  や  $D^* \rightarrow D\pi$  崩壊の崩壊分布から決定でき、特に  $\tau$  粒子の偏極はスーパー B ファクトリーで精度良く測定できることを示した。超対称模型で预言される荷電ヒッグス粒子やその他の様々な新しい物理のこの過程への影響を、模型に依らない形で一般的に分析した。 $\bar{B} \rightarrow D\tau\bar{\nu}$  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、それらの間には新しい物理を特徴付ける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、この関係を調べることで新しい物理を特定する手掛かりが得られる。図 1.35 に荷電ヒッグス粒子の場合のこの関係を示す。

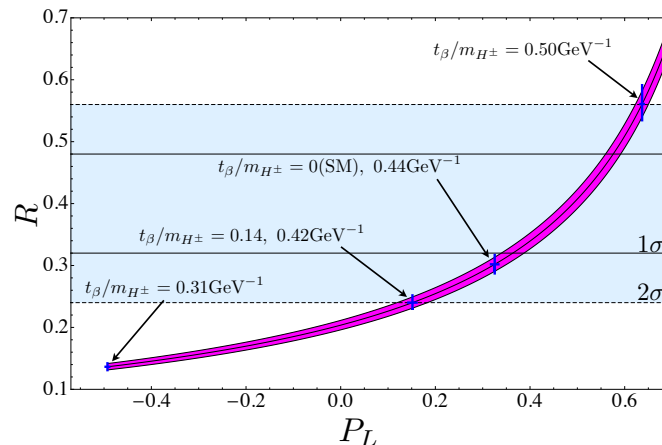


図 1.35:  $\bar{B} \rightarrow D\tau\bar{\nu}$  の分岐比 ( $R$ ) と  $\tau$  偏極 ( $P_L$ ) への荷電ヒッグスの影響

### ユカワオン模型

「クォーク」と「レプトン」の持つ属性「家族 (family)」の解明を目指して、これら基本粒子の質量スペクトルと家族混合の問題に取り組む。H22 年度も、前年度に引き続き、「ユカワオン模型」に基づいて研究がなされた。そこでは、湯川結合定数  $Y_f$  は「定数」ではなく、あるスカラー粒子  $Y_f$  の真空期待値  $\langle Y_f \rangle$  によって与えられると考える： $Y_f^{eff} = (y_f/\Lambda)\langle Y_f \rangle$ 。ところで、2009 年に、「荷電レプトンの質量関係式がなぜ  $10^{-5}$  もの精度で成立するのか」に関して、隅野によって、「電磁補正による Koide 公式からのずれを打ち消すためには、家族対称性はゲージ対称性でなければならない」ことが指摘された。この隅野モデルに刺激されて、ユカワオン模型は大きく変貌しつつある。また、彼の提案するゲージ相互作用からは、個別レプトン数の破れ  $\Delta N_f = 2$  が必然的に出てくる。このことは、LHC など、加速器実験で検証可能である。隅野との共同研究により、特徴的な検証反応の可能性を報告した。

### 水銀の電気双極子能率と超対称性模型

現在の素粒子の標準模型は、宇宙のバリオン数の起源を説明するのに必要な CP 対称性の破れに関しては十分満足のいく説明を与えることが出来ず、CP 対称性の破れを探る実験は、標準模型を越える更なる発展の鍵を握ると期待されている。このような状況の中で、2009 年にはシアトル大学のグループが、水銀の電気双極子能率の上限を大幅に下げる実験結果を公表した。これに刺激を受けて窪田は、原子核理論グループの山中長閑、佐藤透両氏とともに、R-parity を破る超対称性模型を用いて実験結果を分析した。水銀の電気双極子能率の上限値は、電子・核子相互作用の CP 対称性の破れに制限を課すものとなるので、R-parity を破る超対称性模型で電子・核子の CP を破る相互作用を導き、R-parity を破る相互作用の結合定数に対する制限をループレベルで行った。これは tree レベルで行われてきた従来のものとは、結合定数の異なった組み合わせに対して制限を与える。

### カイラル対称性の破れの検証

1961 年に南部陽一郎博士 (本学特別荣誉教授) によって提唱されたカイラル対称性の自発的破れは、ハドロンの質量生成のメカニズムを説明する、量子色力学 (QCD) の最も重要な性質の一つであるが、その第一原理からの検証は難しい課題であった。大野木、深谷のグループは、近年ようやく実現可能となった Overlap fermion 作用を用いた大規模格子 QCD シミュレーションによる、カイラル対称性の破れの数値的検証に成功した。クォークのフレーバーの数が 2 (アップ+ダウン) 2+1 (ストレンジを含む)、3 (ストレンジクォークをアップ、ダウンと同じ質量で扱う) の 3 とおりの数値シミュレーションを行い、カイラル凝縮の値をそれぞれ、 $[242(05)(20)\text{MeV}]^3$ ,  $[234(04)(17)\text{MeV}]^3$ ,  $[214(06)(24)\text{MeV}]^3$  と決定することができた。



## 四次元非可換ゲージ理論の赤外固定点の探索

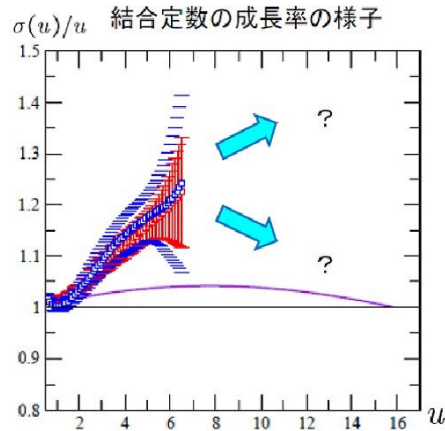


図 1.36: SU(2) 8-flavor のゲージ理論における結合定数の成長率の様子

大野木、伊藤、大木のグループは、四次元非可換ゲージ理論の大きな数のフェルミオンが結合する系において、赤外領域に非自明な相互作用を持つ固定点の存在を、格子シミュレーションを用いて調べた。この理論には摂動論 2loop の解析から、赤外領域に非自明な相互作用を持つ固定点の存在が示唆されているが、その点における結合定数の値は大きく、摂動論が有効ではない。そこで、格子シミュレーションを用いた非摂動論的方法を用い、この固定点の存在と、固定点が存在する場合の場の理論の普遍的な量の測定（特に複合演算子の異常次元）を調べている。私たちの研究の特徴は、まず、固定点の存在を調べる際、Twisted Polyakov Loop スキームという繰り込みスキームを用いている事にある。また、連続極限を取る際に非常に様々な取り方を試み、このスキームにおける系統誤差を見積もった。現在までの所、まだ統計誤差が大きく、そのため連続極限と取る際の系統誤差も大きい。また、同様の手法を用い、SU(2) 8-flavor のフェルミオンの系も考えている。こちらの研究では、統計が早く溜まりつつあり、格子誤差を見積もるためにはどのような格子サイズでどの程度の統計誤差が必要であるか、はっきりとわかってきた。(図 1.36)

## 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。

西中と山口は 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（図 1.37）での BPS 状態の数の生成関数を得た。

また、西中と山口は、上でられた BPS 状態の数を出すような統計模型 (triangular partition 模型、図 1.38) を考案し、これが実際正しく BPS 状態の数を出すことを証明した。

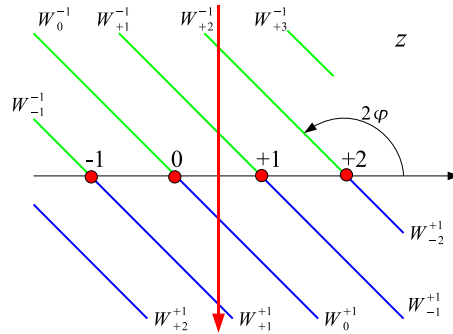


図 1.37: Conifold の D4-D2-D0 系の限界安定の壁の様子

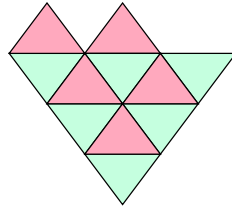


図 1.38: Triangular partition の例

岡崎、西中、山口、岡田は、双対性を使って Conifold から平らな時空のプレーンの系にうつって基本弦の状態に焼きなおすことにより、限界安定の壁が実際に時空の中で見えるような描像を得た。この描像での BPS 状態の数は、上で得たものと完全に一致することを示した。

西中は、Calabi-Yau 多様体上の超弦理論において、BPS 状態の縮退度を調べた。特に conifold に巻き付いた D4, D2, D0-branes の束縛状態のうち、D4-brane が 2 枚存在するようなものの状態数を数え、その分配関数を計算した。その結果は、異なるトポロジーの上で定義された場の理論を壁越え現象によってつなくことができることを示唆しており、場の理論の間の非自明な関係を明らかにする上で興味深い。

#### 曲がった空間の超対称ゲージ理論の局所化による計算

曲がった空間での超対称ゲージ理論は、超弦理論や、2次元の共形場理論との関係から、興味深い研究対象である。

長崎と山口は、Pestun による  $S^4$  上の超対称ゲージ理論の局所化による計算を拡張し、 $\epsilon_1 \neq \epsilon_2$  の場合に 2次元の共形場理論との関係を見出すために  $S^4$  以外の曲がった空間に関して局所化による計算を試みた。局所化に使う、 $Q$ -完全な部分の作用を計算し、性質のいい場合には、これが正定値になることを示した。

## 2つのブラックホール (BH) のエンタングルメントエントロピー (EE) と entropic force

芝はBHが2つあるときの外側の場のEEを研究した。BHはエントロピーを持つが、もし2つのBHがあるとき、そのエントロピーがBH間の距離に依存すればBH間に entropic force が働くはずである。この考えに基づき、2つのBHの外側の massless free スカラー場のEEを調べ、特にBH間の距離への依存性を調べた。もしこのEEを熱力学的エントロピーと同様に考えられるなら、BH間の距離への依存性からスカラー場が2つのBHに及ぼす entropic force を知ることができる。この研究では、まずミンコフスキー時空において2つの仮想的な球の外部のスカラー場のEEを考える。このときスカラー場は全時空で真空状態で、仮想的な球の内部についての自由度については部分トレースする。球の間の距離 ( $r$ ) が球の半径に比べ十分大きい時にEEの  $1/r$  についての主要項を求めた。BHの場合はミンコフスキー時空における計算にいくつか修正を加えることでEEの  $r$  依存性を推定できた。そして、こうして推定したEEの  $r$  依存性から予想される entropic force の物理的な効果について考察した。

## 研究会の開催

- 研究会 "Fundamental Physics Using Atoms 2010"  
2011年8月7日~9日、大阪大学 豊中キャンパス シグマホール (基礎工学部国際棟) にて。  
世話人: 田中 実, 他研究科1名, 他学外者9名. 参加者約80名。  
[http://xqw.hep.okayama-u.ac.jp/kakenhi/index.php/fpua2010/fpua2010\\_top\\_j/](http://xqw.hep.okayama-u.ac.jp/kakenhi/index.php/fpua2010/fpua2010_top_j/)
- 「余剰次元物理 2011」  
2011年1月24日~25日、物理学専攻 H701 大セミナー室にて  
世話人: 細谷 裕、波場直之、尾田欣也、植草宣弘、他学外者5名、参加者約60名  
<http://www-het.phys.sci.osaka-u.ac.jp/~hosotani/ws2011jan.html>
- International workshop on "Theoretical Particle Physics 2010"  
2010年12月3日~5日、休暇村 近江八幡にて  
世話人: 伊藤 悦子、奥田 直也、金田 邦雄、芝 暢郎、永谷 弘之、渡邊 諒太郎、参加者約35名  
研究室のメンバー・卒業生を中心に、参加者全員が研究発表・意見交換する目的で研究会を開催した。

## 学術雑誌に出版された論文

**The Electroweak gauge couplings in  $SO(5) \times U(1)$  gauge-Higgs unification**Yutaka Hosotani<sup>s</sup>, Shusaku Noda, Nobuhiro Uekusa<sup>p</sup>

Prog. Theor. Phys. **123** (No. 5, May) (2010) 757 - 790  
 (<http://dx.doi.org/doi:10.1143/PTP.123.757>, [arXiv:0912.1173](http://arxiv.org/abs/0912.1173) [hep-ph]).

**H parity and the stable Higgs boson in the  $SO(5) \times U(1)$  gauge-Higgs unification**

Yutaka Hosotani<sup>s</sup>, Minoru Tanaka<sup>s</sup>, Nobuhiro Uekusa<sup>p</sup>

Phys. Rev. D **82** (No. 11, Dec) (2010) 115024 (1-12)  
 (<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevD.82.115024>, [arXiv:1010.6135](http://arxiv.org/abs/1010.6135) [hep-ph]).

**Galilean Conformal Algebra in Two Dimensions and Cosmological Topologically Massive Gravity**

Kyosuke Hotta, Takahiro Kubota<sup>s</sup> and Takahiro Nishinaka<sup>DC</sup>

Nuclear Physics B **838** (No.3, October) (2010) 358-370  
 (<http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.nuclphysb.2010.05.015>, [arXiv:1003.1203](http://arxiv.org/abs/1003.1203) [hep-th]).

**R-Parity Violating Supersymmetric Contributions to the Neutron Beta Decay**

Nodoka Yamanaka, Toru Sato and Takahiro Kubota<sup>s</sup>

Journal of Physics G **37** (No. 5, May) (2010) 055104 1-9  
 (<http://dx.doi.org/doi:10.1088/0954-3899/37/5/055104>, [arXiv:0908.1007](http://arxiv.org/abs/0908.1007) [hep-ph]).

**Strong coupling constant from vacuum polarization functions in three-flavor lattice QCD with dynamical overlap fermions**

E. Shintani, S. Aoki, Hidenori Fukaya<sup>s</sup>, S. Hashimoto, T. Kaneko, Tetsuya Onogi<sup>s</sup> and N. Yamada [JLQCD and TWQCD collaborations]

Phys. Rev. D **82** (No. 7, Oct), 074505 (2010) 1-10  
 (<http://dx.doi.org/doi:arXiv:1002.0371>).

**Flavor Structure of the Three Site Higgsless Model**

M. Kurachi and Tetsuya Onogi<sup>s</sup>

Prog. Theor. Phys. **125** (No. 1, Jan), 103 (2011) 103-128  
 (<http://dx.doi.org/doi:arXiv:1006.3414>).

**Diagonal Kaluza-Klein expansion under brane localized potential**

Naoyuki Haba<sup>s</sup>, Kin-ya Oda<sup>s</sup> and R. Takahashi,

Acta Phys. Polon. B **41** (No. 6 Jun) (2010) 1291-1316  
 (<http://dx.doi.org/doi:arXiv:0910.4528>).

**Total-derivative supersymmetry breaking**

Naoyuki Haba<sup>s</sup> and Nobuhiro Uekusa<sup>p</sup>,

Phys. Rev. D **81** (No. 10 May) (2010) 106005 1-6  
 (<http://dx.doi.org/doi:arXiv:0911.2557>).

**TeV-scale seesaw from a multi-Higgs model**Naoyuki Haba<sup>s</sup> and Masaki Hirotsu<sup>m</sup>,Eur. Phys. J. C **69** (Aug) (2010) 481-492<http://dx.doi.org/doi:arXiv:1005.1372>).**Extra dimensions and Seesaw Neutrinos at the International Linear Collider**T. Saito, M. Asano, K. Fujii, Naoyuki Haba<sup>s</sup>, S. Matsumoto, T. Nabeshima, Y. Takubo, H. Yamamoto, and K. Yoshioka,Phys. Rev. D **82** (No. 9 Nov)(2010) 09300 1-11<http://dx.doi.org/doi:arXiv:1008.2257>).**Universally Leptophilic Dark Matter From Non-Abelian Discrete Symmetry**Naoyuki Haba<sup>s</sup>, Y. Kajiyama, S. Matsumoto, H. Okada and K. Yoshioka,Phys. Lett. B **695** (No. 5 Jan)(2011) 476-481<http://dx.doi.org/doi:arXiv:1008.4777>).**Dirichlet Higgs in extra-dimension, consistent with electroweak data**Naoyuki Haba<sup>s</sup>, Kin-ya Oda<sup>s</sup> and R. Takahashi,Acta. Phys. Polon. B **42** (No. 1 Jan) (2011) 33-44<http://dx.doi.org/doi:arXiv:0910.3356>).**Black hole quasinormal modes using the asymptotic iteration method**H. T. Cho, A. S. Cornell, J. Doukas, Wade Naylor<sup>s</sup>

Class.Quant.Grav.27 (No. 15 Jun) :155004,2010. 1-12

[http://dx.doi.org/doi:arXiv:0912.2740\[gr-qc\]](http://dx.doi.org/doi:arXiv:0912.2740[gr-qc)).**Tau longitudinal polarization in  $\bar{B} \rightarrow D\tau\bar{\nu}$  and its role in the search for charged Higgs boson**Minoru Tanaka<sup>s</sup> and Ryoutaro Watanabe<sup>d</sup>Phys. Rev. D **82**, (Aug) (2010) 034027 1-7[http://dx.doi.org/doi:arXiv:1005.4306\[hep-ph\]](http://dx.doi.org/doi:arXiv:1005.4306[hep-ph)).**Universal Extra Dimensions on Real Projective Plane**H. Dohi, Kin-ya Oda<sup>s</sup>Phys. Lett. B **692** (No. 2, Aug) 114-120 (2010)<http://dx.doi.org/doi:arXiv:0910.4528>).**Phenomenological Aspects of Dirichlet Higgs Model from Extra-Dimension**Naoyuki Haba<sup>s</sup>, Kin-ya Oda<sup>s</sup>, R. Takahashi

JHEP **07** (No. 7, Jul), 079-1-24 (2010)  
(<http://dx.doi.org/doi:arXiv:0910.4528>).

**Yukawaon approach to the Sumino relation for charged lepton masses**

Yoshio Koide<sup>s</sup>  
Phys. Lett. B **687**(No. 2-3, Apr), 219 (2010) 219-224  
(<http://dx.doi.org/doi:10.1016.j.physletb.2010.03.019>;arXiv:1001.4877).

**CAN MASSLESS AND LIGHT YUKAWAONS BE HARMLESS?**

Yoshio Koide<sup>s</sup>  
Int. J. Mod. Phys. A **25**, (No. 8, Mar) (2010) 1725-1738  
(<http://dx.doi.org/doi:10.1142/S0217751X10048068>;arXiv:0902.4501).

**Charged lepton mass spectrum and a scalar potential model**

Yoshio Koide<sup>s</sup>  
Phys. Rev. D **81** (No. 9, May), 097901 (2010) 1-4  
(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevD.81.097901>;arXiv:1004.0580).

**HOW CAN  $CP$  VIOLATION IN THE NEUTRINO SECTOR BE LARGE IN  
A  $2 \leftrightarrow 3$  SYMMETRIC MODEL?**

Yoshio Koide<sup>s</sup>, Hiroyuki Nishiura  
Int. J. Mod. Phys. A **25** (No. 18-19, Jul), 366 (2010) 3661-3673  
(<http://dx.doi.org/doi:DOI:10.1142/S0217751X10049694>;arXiv:0911.2279).

**Tests of a family gauge symmetry model at  $10^3$  TeV scale**

Yoshio Koide<sup>s</sup>, Yukinari Sumino, Masato Yamanaka  
Phys. Lett. B **695** (No. 1-4 Jan), 279 (2011) 279-284  
(<http://dx.doi.org/doi:10.1016.j.physletb.2010.11.048>;arXiv:1007.4739).

**Unified description of quark and lepton mixing matrices based on a Yukawaon  
model**

Hiroyuki Nishiura, Yoshio Koide<sup>s</sup>  
Phys. Rev. D **83** (No. 3 Feb), 035010 (2011) 1-8  
(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevD.83.035010>;arXiv:1011.1312).

**Existence of a critical point in the phase diagram of the ideal relativistic neutral  
Bose gas**

J.-H. Park, Sang-Woo Kim<sup>p</sup>  
New J.Phys.13 (No. 3):033003,2011 1-25  
(<http://dx.doi.org/doi:arXiv:1001.1823>).

**Mass ratio of W and Z bosons in SU(5) gauge-Higgs unification.**Nobuhiro Uekusa<sup>p</sup>Mod. Phys. Lett. A **25** (No. 13, Apr) (2010) 1071 - 1097(<http://dx.doi.org/doi:10.1142/S0217732310032950>, [arXiv:0910.5554](http://arxiv.org/abs/0910.5554) [hep-ph]).**Intermediate-scale vertex corrections for zero mode in warped space**Nobuhiro Uekusa<sup>p</sup>Phys. Rev. D **82** (No. 6, Sep) (2010) 065019 (1 - 8)(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevD.82.065019>, [arXiv:1006.5507](http://arxiv.org/abs/1006.5507) [hep-ph]).**Wall-crossing of D4-D2-D0 and flop of the conifold**Takahiro Nishinaka<sup>DC</sup>, Satoshi Yamaguchi<sup>s</sup>

JHEP 1009:026 (No. 9 Sep), 2010. 1-13

(<http://dx.doi.org/doi:arXiv:1007.2731>).**Geometric entropy and third order phase transition in d=4 N=2 SYM with flavor**M. Fujita and Hiroshi Ohki<sup>PD</sup>JHEP **1008** (No. 8 Aug), 056 (2010) 1-19(<http://dx.doi.org/doi:arXiv:1006.0344> [hep-th]).**Entanglement entropy of two black holes and entanglement entropic force**Noburo Shiba<sup>DC</sup>Phys. Rev. D **83** (6 March) (2011) 065002 1-16(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevD.83.065002>[arXiv:1011.3760](http://arxiv.org/abs/1011.3760)).**国際会議報告等****Gauge-Higgs Unification: Stable Higgs Bosons as Cold Dark Matter**Yutaka Hosotani<sup>s</sup>Proceedings of International Workshop on Strong Coupling Gauge Theories in LHC Era: SCGT 09, Nagoya, Japan, 8-11 Dec 2009, 参加者数約 150 名, Int. J. Mod. Phys. A25 (2010) 5068-5081, [arXiv:1003.3129](http://arxiv.org/abs/1003.3129) [hep-ph].**Stable Higgs Bosons: New candidate for cold dark matter**Yutaka Hosotani<sup>s</sup>

Proceedings of 10th International Symposium on Origin of Matter and Evolution of the Galaxies (OMEG10), Ibaraki, Osaka, Japan, 8-10 Mar 2010, 参加者数約 150 名, AIP Conf.

Proc. 1269 (2010) 6 - 13, arXiv:1003.6023 [hep-ph].

**R-Parity Violating Supersymmetric Contribution to the Nuclear Beta Decay**

Nodoka Yamanaka\*, Toru Sato and Takahiro Kubota<sup>s</sup>

Proceedings of the International Conference on “Hadrons and Nuclear Physics 09” (ed. By A. Hosaka et al., Nov. 2009, World Scientific Pub. Co., 参加者数約100名) p.202-p.205.

**One-Loop Analysis of the Four-Fermi Contribution to the Atomic EDM within RPVMSSM**

Nodoka Yamanaka\*, Toru Sato and Takahiro Kubota<sup>s</sup>

Proceedings of 4th International Workshop on Fundamental Physics using Atoms (7-9 August, 2010, 参加者数約50名) p.64-p.68.

**Light meson form factors in  $N_f=2+1$  QCD with dynamical overlap quarks**

T. Kaneko\*, S. Aoki, G. Cossu, Hidenori Fukaya<sup>s</sup>, S. Hashimoto, J. Noaki, Tetsuya Onogi<sup>s</sup>[JLQCD and TWQCD collaborations]

PoS LATTICE2010:146,2010 (参加者366名) 1-7.

**Chiral properties of light mesons in  $N(f) = 2+1$  overlap QCD**

J. Noaki\*, S. Aoki, T.W. Chiu, Hidenori Fukaya<sup>s</sup>, S. Hashimoto, T.H. Hsieh, T. Kaneko, H. Matsufuru, Tetsuya Onogi<sup>s</sup>, E. Shintani and N. Yamada [JLQCD and TWQCD collaborations]

PoS LATTICE2010:117,2010 (参加者366名) 1-7.

**Search for the IR fixed point in the Twisted Polyakov Loop scheme (II)**

Etsuko Itou<sup>s\*</sup>

Proceedings of 28th International Symposium on Lattice Field Theory (Lattice 2010), (PoS LATTICE2010:054,2010, 参加者数約360名) 7pages.

**Supersymmetry non-renormalization theorem from a computer and the AdS/CFT correspondence.**

M. Honda\*, G. Ishiki, Sang-Woo Kim<sup>p</sup>, J. Nishimura, A. Tsuchiya.

PoS LATTICE2010:253,2010. (around 400 participants) 1-7.

**Operators in ultraviolet completions for Electroweak collective symmetry breaking.**

Nobuhiro Uekusa<sup>p</sup>

Proceedings of 17th International Conference On Supersymmetry And The Unification Of Fundamental Interactions (SUSY 09), 5-10 Jun 2009, Boston, 参加者数約400名 AIP Conf.Proc. 1200 (2010) 619-622, arXiv:0909.5009 [hep-ph].



**国際会議における講演等****Gauge-Higgs Unification: LHC and Dark Matter**Yutaka Hosotani<sup>s\*</sup>

Planck2010: From the Planck Scale to the ElectroWeak Scale, CERN, Switzerland, 31 May - 4 June 2010 (2 June 2010), 参加者数約 300 名

**Gauge-Higgs unification: stable Higgs, dark matter, and collider signature**Yutaka Hosotani<sup>s\*</sup>

Summer Institute 2010, Fuji-Yoshida, 13 August - 19 August 2010 (15 August 2010), 参加者数約 100 名

**Gauge-Higgs unification: H parity and LHC/ILC signals**Yutaka Hosotani<sup>s\*</sup>

Physics Beyond the Standard Model and Predictable Observables, Kobe, 6 - 7 January 2011 (6 January 2011) 参加者数約 50 名

**Lattice Problems for Particle Physics Phenomenology**Tetsuya Onogi<sup>s\*</sup>

Lattice QCD confronts experiments? Japanese-German Seminar 2010 (at Mishima Japan, Nov. 4, 2010, 参加者数約 50 名)

**Tiny neutrino mass from tiny vev of extra-Higgs**Naoyuki Haba<sup>s\*</sup>

Summer Institute 2010. (Fuji-Yoshida, Yamanashi, Japan, Aug. 13-19, 2010, 参加者約 100 名)

**TeV-scale seesaw from a multi-Higgs model and its phenomenology**Naoyuki Haba<sup>s\*</sup>

Flavor Physics in the LHC Era. (Nanyang Executive Centre, Singapore, Nov. 8-12, 2010. 参加者約 200 名)

**String theory on CY manifolds**Satoshi Yamaguchi<sup>s\*</sup>

Summer Institute 2010 (Cosmology &amp; String),(Fuji-Yoshida, Yamanashi, Aug. 4-14, 2010, 参加者数約 50 名)

**Polynomial structure in topological string**

Satoshi Yamaguchi<sup>s\*</sup>

RIMS International Conference on Noncommutative Geometry and Physics, (at Kyoto, Nov. 1-5, 2010, 参加者数約 50 名)

**Angular eigenvalues of higher-dimensional Kerr-(A)dS black holes with two rotations**

H. T. Cho<sup>\*</sup>, A. Cornell, J. Doukas and Wade Naylor<sup>s</sup>

2011 Shanghai Asia-Pacific School and Workshop on Gravitation, 10th-14th February, 2011, Shanghai Normal Univ., Shanghai, China., 参加者数約 100 名)

**Universal Extra Dimensions on (Projective) Sphere**

Kin-ya Oda<sup>s\*</sup>

SUSY10, University of Bonn, Germany, 23–28, August, 2010 (参加者数約 300 人)

**Search for the IR fixed point in the Twisted Polyakov Loop scheme (II)**

Etsuko Itou<sup>s\*</sup>, Tetsuya Onogi<sup>s</sup>, Hiroshi Ohki<sup>PD</sup>, 他 6 名

28th International Symposium on Lattice Field Theory (Lattice 2010), (at Villasimius, Sardinia, Italy, 14-19 Jun 2010., 参加者数約 360 名)

**The IR behavior of a large flavor gauge theory**

Etsuko Itou<sup>s\*</sup>, Tetsuya Onogi<sup>s</sup>, 他 7 名

Workshop on lattice simulation for physics beyond the Standard Model, (at NCTS, Taiwan, 12 Nov, 2010., 参加者数約 60 名)

**From BCS to NJL, An Old Story Retold**

Yoichiro Nambu<sup>s\*</sup>

International conference on the structure of baryons (BARYON'10), (at Osaka, Japan 7-11 Dec 2010., 参加者数約 160 名)

**Supersymmetric Yukawaon Model**

Yoshio Koide<sup>s\*</sup>

SUSY10 (at Bonn, Germany, 22-29 August. 2010, 参加者数約 500 名)

**Charged Lepton Mass Relation and Related Topics**

Yoshio Koide<sup>s\*</sup>

International Conference on Flavor Physics in the LHC Era (at NEC, Singapore, 8-12 November 2010, 参加者数約 150 名)

**Supersymmetry non-renormalization theorem from a computer**

Sang-Woo Kim<sup>P\*</sup>

International Symposium "From Quarks to Supernovae" (at Atagawa, 2010 Nov 28-30, around 50 participants.)

**Study of the scaling properties in SU(2) gauge theory with eight flavors**

Hiroshi Ohki<sup>PD\*</sup>

28th International Symposium on Lattice Field Theory (Lattice 2010). (Villasimius, Sardinia, Italy, 14-19 Jun 2010, 参加者約 360 名)

**Tau polarization in  $\bar{B} \rightarrow D\tau\bar{\nu}$  and its role in the search for charged Higgs**

Ryoutaro Watanabe<sup>d\*</sup>, Minoru Tanaka<sup>s</sup>

Summer Institute 2010 (Particle Phenomenology) (at Fujiyoshida, Japan, Aug. 12-19, 2010, 参加者数約 100 名)

**Tau polarization in  $\bar{B} \rightarrow D\tau\bar{\nu}$  and its role in the search for new physics**

Ryoutaro Watanabe<sup>d\*</sup>, Minoru Tanaka<sup>s</sup>

KEK-PH2011 (at KEK, Japan, Mar. 2-5, 2011, 参加者数約 90 名)

日本物理学会, 応用物理学会等における講演

**H Parity and Stable Higgs**

細谷 裕<sup>s\*</sup>, 田中 実<sup>s</sup>, 植草 宣弘<sup>p</sup>

「余剰次元物理 2011」研究会、(大阪大学、2011 年 1 月 24 日-1 月 25 日)

**Extra Dimensions: Clues at LHC**

細谷 裕<sup>s\*</sup>

「素粒子物理学の進展 2011」研究会、(京都大学基礎物理学研究所、2011 年 3 月 7 日-3 月 10 日)

**Galilean Conformal Algebra in Two Dimensions and Cosmological Topologically Massive Gravity**

西中 崇博<sup>DC\*</sup>, 窪田 高弘<sup>s</sup>, 堀田 暁介

日本物理学会 2010 年秋季大会 (於九州工業大学, 2010 年 9 月 11 日 - 9 月 14 日)

**R-parity Violating Supersymmetric Contribution to the Electric Dipole Moment**

山中 長閑<sup>\*</sup>, 佐藤 透, 窪田 高弘<sup>s</sup>

日本物理学会 2010 年秋季大会 (於九州工業大学, 2010 年 9 月 11 日 - 9 月 14 日)

**Constraint on R-parity Violating MSSM from CP-odd N-N Interaction at the**

**One-Loop Level**山中 長閑<sup>\*</sup>, 佐藤 透, 窪田 高弘<sup>s</sup>

日本物理学会 第66回年次大会 (於新潟大学, 2011年3月25日 - 3月28日)

**LHCにおけるトップ対生成のヘリシティ測定を用いた標準模型を超える物理の探索**波場 直之<sup>s</sup>, 金田 邦雄<sup>d\*</sup>, 松本重貴, 鍋島偉宏, 津野総司

日本物理学会 2010年秋季大会 (於九州工業大学, 2010年9月11日 - 9月14日)

**Do the PAMELA anomaly and neutrino masses have the same origin?**波場 直之<sup>s</sup>, 梶山裕二, 松本重貴, 鍋島偉宏, 岡田寛, 吉岡興一<sup>\*</sup>

日本物理学会 2010年秋季大会 (於九州工業大学, 2010年9月11日 - 9月14日)

**TeV-scale seesaw Modelにおけるニュートリノ質量生成とILC物理**波場 直之<sup>s</sup>, 弘津 昌樹<sup>m\*</sup>, 瀬戸治, 鍋島偉宏

日本物理学会 2010年秋季大会 (於九州工業大学, 2010年9月11日 - 9月14日)

**ILCにおける高次元シーソー模型の右巻きニュートリノに関する測定精度の検証**齋藤智之<sup>\*</sup>, 浅野雅樹, 田窪洋介, 鍋島偉宏, 波場 直之<sup>s</sup>, 藤井恵介, 松本重貴, 山本均, 吉岡興一

日本物理学会 2010年秋季大会 (於九州工業大学, 2010年9月11日 - 9月14日)

**トップ対生成のヘリシティ非対称性によるMSSMとUEDの判別**波場 直之<sup>s</sup>, 金田 邦雄<sup>d\*</sup>, 松本重貴, 鍋島偉宏, 津野総司

日本物理学会 第66回年次大会 (於新潟大学, 2011年3月25日 - 3月28日)

**トップ対生成のヘリシティ非対称性によるMSSMとUEDの判別 (ポスター)**波場 直之<sup>s</sup>, 金田 邦雄<sup>d\*</sup>, 松本重貴, 鍋島偉宏, 津野総司

素粒子物理学の進展 2011 (基礎物理学研究所, 2011 Mar 7-10)

**Quantum noise approach to DCE for moving walls and time-modulated plasma sheets**Wade Naylor<sup>s\*</sup>

BKC Open Seminar " Static and Dynamical Casimir effect ", Ritsumeikan University, July 26th, 2010, 参加者約20名

 **$\bar{B} \rightarrow D^* \tau \bar{\nu}$ における $D^*$ 偏極**田中 実<sup>s\*</sup>, 渡邊 諒太郎<sup>d</sup>

日本物理学会 2010年秋季大会 (於九州工業大学, 2010年9月11日 - 9月14日)

**Collider Signatures of the SO(5)xU(1) Gauge-Higgs Unification**

細谷 裕<sup>s</sup>, 田中 実<sup>s\*</sup>, 植草 宣弘<sup>p</sup>  
 余剰次元物理研究会 (大阪大学, 2011/01/24,25)

#### Chiral symmetry breaking on the lattice

Hidenori Fukaya<sup>s\*</sup>  
 次世代格子ゲージシミュレーション研究会 (理化学研究所和光キャンパス、2010 Sep 24-26,  
 約 50 名)

#### Large flavor QCD における擬スカラー演算子の異常次元の計算

伊藤 悦子<sup>s\*</sup>, 大野木 哲也<sup>s</sup>, 他 7 名  
 日本物理学会 第 66 回年次大会 (於新潟大学, 2011 年 3 月 25 日 - 3 月 28 日)

#### 新しい U(3) ファミリーゲージ相互作用の現象論

小出 義夫<sup>s\*</sup>, 隅野行成, 山中真人  
 日本物理学会 2010 年秋季大会 (於九州工業大学, 2010 年 9 月 11 日 - 9 月 14 日)

#### CKM and MNS matrix parameters in a yukawaon model

西浦宏幸<sup>\*</sup>, 小出 義夫<sup>s</sup>  
 日本物理学会 2010 年秋季大会 (於大阪府立大学、2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日)

#### Mass Matrix Model with Different Family Symmetries for Quarks and Leptons

小出 義夫<sup>s\*</sup>  
 日本物理学会 第 66 回年次大会 (於新潟大学, 2011 年 3 月 25 日 - 3 月 28 日)

#### CKM and MNS matrix parameters in a yukawaon model II

小出 義夫<sup>s</sup>, 西浦宏幸<sup>\*</sup>  
 日本物理学会 第 66 回年次大会 (於新潟大学, 2011 年 3 月 25 日 - 3 月 28 日)

#### Wall Crossing of D4/D2/D0 on the Conifold

西中 崇博<sup>DC\*</sup>, 山口 哲<sup>s</sup>  
 日本物理学会 2010 年秋季大会 (於九州工業大学, 2010 年 9 月 11 日 - 9 月 14 日)

#### ブラックホールとエンタングルメントエントロピー

芝 暢郎<sup>DC\*</sup>  
 日本物理学会 2010 年秋季大会 (於九州工業大学, 2010 年 9 月 11 日 - 9 月 14 日)

#### 2つのブラックホールのエンタングルメントエントロピーと entropic force

芝 暢郎<sup>DC\*</sup>  
 日本物理学会 第 66 回年次大会 (於新潟大学, 2011 年 3 月 25 日 - 3 月 28 日)

**Entanglement Entropy of Two Black Holes and Entanglement Entropic Force**芝 暢郎<sup>DC\*</sup>

理研シンポジウム「場と弦の理論の新展開に向けて」2010 (於理化学研究所, 2010年12月17日~19日)

 $\bar{B} \rightarrow D\tau\bar{\nu}$ における $\tau$ 偏極渡邊 諒太郎<sup>d\*</sup>, 田中 実<sup>s</sup>

日本物理学会 2010年秋季大会 (於九州工業大学, 2010年9月11日 - 9月14日)

**Model independent analysis of semitauonic B decay**渡邊 諒太郎<sup>d\*</sup>, 田中 実<sup>s</sup>

日本物理学会 第66回年次大会 (於新潟大学, 2011年3月25日 - 3月28日)

 $\bar{B} \rightarrow D^{(*)}\tau\bar{\nu}$ における荷電ヒッグス粒子の効果渡邊 諒太郎<sup>d\*</sup>, 田中 実<sup>s</sup>

Bの物理ワークショップ2010 (熱海, 2010年10月12日 - 10月15日)

**Model independent analysis of semitauonic B decay**渡邊 諒太郎<sup>d\*</sup>, 田中 実<sup>s</sup>

Bファクトリー物理研究会 (KEK, 2011年2月18日 - 2月19日)

## 曲がった時空での超対称ゲージ理論の局所化による厳密解

長崎 晃一<sup>m\*</sup>, 山口 哲<sup>s</sup>

日本物理学会 第66回年次大会 (於新潟大学, 2011年3月25日 - 3月28日)

## ブレーン配位とBPS状態の数え上げ

岡崎 匡志<sup>m\*</sup>, 西中 崇博<sup>DC</sup>, 山口 哲<sup>s</sup>

日本物理学会 第66回年次大会 (於新潟大学, 2011年3月25日 - 3月28日)

## 書籍等の出版, 日本語の解説記事

## 対称性の自発的破れ (ノーベル賞受賞テーマ)

細谷 裕<sup>s</sup>

数理科学 (サイエンス社), 2010年9月号, p. 7 - 13

## 自由な教育とサイエンス

細谷 裕<sup>s</sup>

物理教育 (日本物理教育学会誌), vol. 59, no.1, 2011年, p. 2 - 4

量子色力学におけるカイラル対称性の破れ

大野木 哲也<sup>s</sup>

数理科学 (2010年12月発行, 26頁)

**Strong coupling gauge theories in LHC era. (Proceedings of the International Workshop SCGT 2009)**

Editors: Hidenori Fukaya<sup>s</sup>, M. Harada, M. Tanabashi and K. Yamawaki

Int. J. Mod. Phys. A25 (2010) 5009-5221

## 1.13 原子核理論グループ

### 平成 22 年度の研究活動概要

最近、高エネルギー原子核衝突において生成される強い磁場がクォーク物質におよぼす効果が話題となっている。また、この効果と、RHIC における STAR 実験で観測されている反応平面の上下に関する電荷不均衡とも解釈できる実験結果との関係も議論され、強い相互作用における荷電共役およびパリティの破れという概念も提出されている。浅川は Majumder、Müller とともに、この問題をアノマリーによって誘導された有効相互作用とパートンハドロンの双対性に基づいて考察し、STAR 実験で観測されている実験結果はこの効果によっては全く説明され得ないことを示した。そしてその上で、STAR 実験の結果はその解釈が正しければ別の原因に起因するはずであること、また別の可能性として、その結果は電荷不均衡を示すという解釈自体を変更する必要もあり得ることを議論した。

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。特に、非閉じ込め相におけるクォーク伝搬関数の運動量依存性を解析し、クォーク伝搬関数に現れるプラズミーノと呼ばれるモードの分散関係が有限運動量において極値を持つ可能性を示唆する結果を得た。また、通常のスเปクトル関数の他に自己エネルギーを解析することで、格子 QCD の解析から実時間伝搬関数の情報をより多く抜き出す試みを行っている。

バリオンの励起スペクトルや崩壊過程は 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調べられている。佐藤らは、 $N$ 、 $K$  など様々なハドロン状態を取り入れたチャンネル結合による反応模型を用いて中間子生成反応の理解を進めている。さらに得られた散乱振幅から共鳴パラメータを抽出する解析接続などの理論的方法を開発した。これから  $P_{11}$ (Roper) 共鳴の電磁形状因子とそのハドロン分子的描像について明かにしてきた。またここで開発された方法を適応し、重い中間子の崩壊におけるエキゾチックな状態を含む中間子共鳴の解析を行っている。

核子スピンの寄与が、クォークとグルオンの固有スピンと軌道角運動量の 4 つの寄与にゲージ原理に矛盾なく分解できるか否かは 20 年来の論争にもかかわらず未だ決着の着かない難問であった。特に、グルオンの全角運動量を、固有スピンと軌道角運動量の寄与にゲージ不変に分解することは不可能だと長い間信じられて来た。最近、Chen らは、それが可能であるとして論争を引き起こした。若松は、Chen らの主張を裏付けると同時に、実はもう一つのゲージ不変な核子スピン分解が存在することを指摘した。若松の分解は、グルオンの軌道角運動量に、ポテンシャル角運動量と名付けられる項を含む点で、Chen らの分解と異なっている。この項は、有名な Feynman のパラドックスに現れる電磁場が運ぶ角運動量の対応物であることがわかる。ゲージ不変な核子スピン分解が 2 つ存在するので、ゲージ原理のみから 2 つの分解の優劣を決めることはできない。若松の分解の、Chen らの分解に対する利点は、分解の各項の寄与を高エネルギー深部非弾性散乱の観測量に対応づけられることである。これによって、相対論的複合粒子である核子のスピンの起源を、純粹に実験的に決定す



るための理論的基盤が完成された。

#### 学術雑誌に出版された論文

##### **Electric Charge Separation in Strong Transient Magnetic Fields**

M. Asakawa<sup>s</sup>, A. Majumder, and B. Müller

Phys. Rev. C **81** (No.6, June) (2010) 064912 1-18

(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevC.81.064912>).

##### **Anomalous Transport Processes in Turbulent non-Abelian Plasmas**

M. Asakawa<sup>s</sup>, S.A. Bass, and B. Müller

Nucl. Phys. **A854** (No.1, Mar.) (2011) 76-80

(<http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.nuclphysa.2010.07.013>).

##### **Extraction of electromagnetic transition form factors for nucleon resonances with a dynamical coupled -channels model**

N. Suzuki<sup>d</sup>, T. Sato<sup>s</sup> and T. -S. H. Lee

Phys. Rev. C **82** (No.4, October) (2010) 045206 1-12

(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevC.82.045206>).

##### **Energy dependence of $\bar{K}N$ interactions and resonance pole of strange dibaryons**

Y. Ikeda, H. Kamano and T. Sato<sup>s</sup>

Prog. Theor. Phys. **124** (No.3, September) (2010) 533-539

(<http://dx.doi.org/doi:10.1143/PTP.124.533>).

##### **Extraction of P11 resonances from pi N data**

H. Kamano, S.X. Nakamura, T.-S.H. Lee, T. Sato<sup>s</sup>

Phys. Rev. C **81** (No.6, June) (2010) 066207 1-8.

##### **R-Parity violating supersymmetric contributions to the neutron beta decay**

N. Yamanaka<sup>d</sup>, T. Sato<sup>s</sup> and T. Kubota<sup>s</sup>

J. Phys. G **37** (No.5, May) (2010) 055104 1-9

(<http://dx.doi.org/doi:10.1088/0954-3899/37/5/055104>).

##### **Gauge- and frame-independent decomposition of nucleon spin**

M. Wakamatsu<sup>s</sup>

Phys. Rev. D **83** (No.1, January) (2011) 014012 1-16

(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevD.83.014012>).

##### **Reply to the comment by A.W. Thomas et al. on 'The role of the orbital**

**angular momentum in the proton spin'**M. Wakamatsu<sup>s</sup>Eur. Phys. J. A **46** (No.2, September) (2010) 327-328(<http://dx.doi.org/doi:10.1140/epja/i2010-11036-7>).**Gauge-invariant decomposition of nucleon spin**M. Wakamatsu<sup>s</sup>Phys. Rev. D **81** (No.11, June) (2010) 114010 1-9(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevD.81.114010>).**国際会議報告等****Spectral properties of quarks above  $T_c$  – thermal mass, dispersion relation, and self-energy –**M. Kitazawa<sup>s\*</sup>

Proceedings of the XXVIII International Symposium on Lattice Field Theory (Lattice2010)

(Proc. Sci. **LATTICE2010**, Jun. 2010, 参加者数約 500 名) 197(7pages).**Lattice study of transport coefficients in second order dissipative hydrodynamics**Y. Kohno<sup>d\*</sup>, M. Asakawa<sup>s</sup>, M. Kitazawa<sup>s</sup> and C. Nonaka

Proceedings of the XXVIII International Symposium on Lattice Field Theory (Lattice2010)

(Proc. Sci. **LATTICE2010**, Jun. 2010, 参加者数約 500 名) 194(7pages).**Charmonium spectral functions in quark-gluon plasma from lattice QCD with large spatial volume**C. Nonaka<sup>\*</sup>, M. Asakawa<sup>s</sup>, M. Kitazawa<sup>s</sup> and Y. Kohno<sup>d</sup>

Proceedings of the XXVIII International Symposium on Lattice Field Theory (Lattice2010)

(Proc. Sci. **LATTICE2010**, Jun. 2010, 参加者数約 500 名) 207(7pages).**On the resonance energy of the strange dibaryon**Y. Ikeda<sup>\*</sup>, H. Kamano and T. Sato<sup>s</sup>

Proceedings of the 10th International Conference on Hypernuclear and Strange Particle

Physics (Nucl. Phys. A835, Elsevier, April 2010, 参加者数約 170 名) 386-389.

**Gauge- and frame-independent decomposition of nucleon spin**M. Wakamatsu<sup>s\*</sup>

Proceedings of Summer Program on Nucleon Spin Physics at BNL Brookhaven National

Laboratory (RBRC Workshop Proceedings, Volume 100, July 2010, 参加者約 80 名) .

## 国際会議における講演等

**Charmonia at Finite T and Finite P**M. Asakawa<sup>s\*</sup>

Quantifying the Properties of Hot QCD Matter (at Seattle, U.S.A., May 24 - July 16, 2010, 参加者数約 100 名)

**Charmonia at Finite Temperature and Momentum**M. Asakawa<sup>s\*</sup>

The First Heavy Ion Collisions at the LHC (at Geneva, Switzerland, Aug. 16 - Sept. 10, 2010, 参加者数約 80 名)

**Charge Fluctuations: Possible Phase Indicators**M. Asakawa<sup>s\*</sup>

From Strong Fields to Colorful Matter (at Asheville, U.S.A., Oct. 24-27, 2010, 参加者数約 40 名)

**QCD Critical End Point: How it started, How it grew, and Where it goes**M. Asakawa<sup>s\*</sup>

International Symposium "New Faces of Atomic Nuclei" (at Onna, Japan, Nov. 15-17, 2010, 参加者数約 60 名)

**Spectral properties of quarks above  $T_c$  – thermal mass, dispersion relation, and self-energy –**M. Kitazawa<sup>s\*</sup>

The XXVIII International Symposium on Lattice Field Theory (Lattice2010) (at Villasimius, Sardinia, Italy, June 14-19, 2010, 参加者数約 500 名)

**Lattice study of transport coefficients in second order dissipative hydrodynamics**Y. Kohno<sup>d\*</sup>, M. Asakawa<sup>s</sup>, M. Kitazawa<sup>s</sup> and C. Nonaka

The XXVIII International Symposium on Lattice Field Theory (Lattice2010) (at Villasimius, Sardinia, Italy, June 14-19, 2010, 参加者数約 500 名)

**Charmonium spectral functions in quark-gluon plasma from lattice QCD with large spatial volume**C. Nonaka<sup>\*</sup>, M. Asakawa<sup>s</sup>, M. Kitazawa<sup>s</sup> and Y. Kohno<sup>d</sup>

The XXVIII International Symposium on Lattice Field Theory (Lattice2010) (at Villasim-

ius, Sardinia, Italy, June 14-19, 2010, 参加者数約 500 名)

**Exploring QCD phase diagram with third moments of conserved charges**

kitazawa\*, M. Asakawa<sup>s</sup> and S. Ejiri

Extreme QCD 2010 (at Bad Honnef, Germany, June 21-23, 2010, 参加者数約 80 名)

**Neutrino-nucleus scattering in the QE and Delta(1232) peak regions**

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

12th International Workshop on Neutrino Factories (at TIFR, India, October 20-25, 2010, 参加者数約 100 名)

**Theoretical Status of Neutrino Cross Sections**

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

12th International Workshop on Neutrino Factories (at TIFR, India, October 20-25, 2010, 参加者数約 100 名)

**Summary of three-day discussion on extraction of  $N^*$  properties from meson production reactions**

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

EBAC workshop on Extractions and interpretations of hadron resonances and multi-meson production reactions with 12 GeV upgrade, (at JLab, USA, May 27-28, 2010, 参加者数約 50 名)

**Axial and pseudoscalar form-factors of the  $\Delta^+(1232)$**

C. Alexandrou\*, E. B. Gregory, T.z Korzec, G. Koutsou, J. Negele, T. Sato<sup>s</sup>, A. Tsapalis

28th International Symposium on Lattice Field Theory, Sardinia, Italy, June 14-19, 2010, 参加者数約 200 名)

**Extraction of P11 Resonance from pi-N Data and Its Stability**

S.X. Nakamura\*, H. Kamano, T.-S.H. Lee, T. Sato<sup>s</sup>

24th International Nuclear Physics Conference (at Vancouver, Canada, July 4-9, 2010, 参加者数約 200 名)

**Constraint on R-parity violating MSSM at the one-loop level**

N. Yamanaka<sup>d\*</sup>, T. Sato<sup>s</sup>, T. Kubota<sup>s</sup>

International conference on the structure of baryons (at Osaka, Japan, December 7-11, 2010, 参加者数約 160 名)

**Neutrino reactions on two-nucleon system and core-collapse supernova**

S. Nasu<sup>d\*</sup>, K. Sumiyoshi, S. Nakamura, F. Myhrer, K. Kubodera, T. Sato<sup>s</sup>

International conference on the structure of baryons (at Osaka, Japan, December 7-11, 2010, 参加者数約 160 名)

**Generalized parton distributions and transverse-momentum-dependent distributions**

M. Wakamatsu<sup>s\*</sup>

New development of nucleon structure function studies (at KEK, Tsukuba, Japan, January 7-8, 2011, 参加者数約 50 名)

**Gauge-invariant decomposition of nucleon spin**

M. Wakamatsu<sup>s\*</sup>

The 19th International Spin Physics Symposium (at Forschungszentrum Juelich, Germany, September 27 - October 2, 2010, 参加者数約 200 名)

**Gauge- and frame-independent decomposition of nucleon spin**

M. Wakamatsu<sup>s\*</sup>

High Energy Strong Interactions 2010 - Parton Distributions and Dense QCD Matter (at Yukawa Institute for Theoretical Physics, Kyoto, Japan, July 26 - August 27, 2010, 参加者数約 150 名)

**Gauge- and frame-independent decomposition of nucleon spin**

M. Wakamatsu<sup>s\*</sup>

Boorkhaven Summer Program on Nucleon Spin Physics (at Brookhaven National Laboratory, Upton, New York, July 14-27, 2010, 参加者数約 80 名)

日本物理学会，応用物理学会等における講演

格子 QCD 計算による Israel - Stewart パラメータの解析

河野 泰宏<sup>d\*</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 2010 年秋季大会 (於九州工業大学, 2010 年 9 月 11 日 - 9 月 14 日)

有限温度格子 QCD による自己エネルギーの解析

北沢 正清<sup>s\*</sup>, 浅川 正之<sup>s</sup>, 多小谷 享

日本物理学会 2010 年秋季大会 (於九州工業大学, 2010 年 9 月 11 日 - 9 月 14 日)

格子上におけるエネルギー運動量テンソルのゆらぎ

河野 泰宏<sup>d\*</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 66 回年次大会 (於新潟大学, 2011 年 3 月 25 日 - 3 月 28 日)

**格子 QCD による QGP 中のチャーモニウム有限運動量スペクトル関数の研究**野中千穂<sup>\*</sup>, 浅川 正之<sup>s</sup>, 北沢 正清<sup>s</sup>, 河野 泰宏<sup>d</sup>, 星野武之

日本物理学会 第 66 回年次大会 (於新潟大学, 2011 年 3 月 25 日 - 3 月 28 日)

**中間子生成反応の包括的解析による核子励起状態の研究**鎌野寛之<sup>\*</sup>, 中村聡, B. Julia-Diaz, T.-S. H. Lee, 佐藤 透<sup>s</sup>

日本物理学会 2010 年秋季大会 (於九州工業大学, 2010 年 9 月 11 日 - 9 月 14 日)

**R-parity violating supersymmetric contribution to the electric dipole moment**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 2010 年秋季大会 (於九州工業大学, 2010 年 9 月 11 日 - 9 月 14 日)

**重陽子ニュートリノ生成反応超新星爆発**那須 翔太<sup>d\*</sup>, 住吉光介, 佐藤 透<sup>s</sup>, F. Myhrer, 久保寺国晴

日本物理学会 2010 年秋季大会 (於九州工業大学, 2010 年 9 月 11 日 - 9 月 14 日)

**Constraint on R-parity violating MSSM from CP-odd N-N interaction at the one-loop level**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 66 回年次大会 (於新潟大学, 2011 年 3 月 25 日 - 3 月 28 日)

**2 核子系におけるニュートリノ生成反応と超新星爆発**那須 翔太<sup>d\*</sup>, 住吉光介, 佐藤 透<sup>s</sup>, F. Myhrer, 久保寺国晴

日本物理学会 第 66 回年次大会 (於新潟大学, 2011 年 3 月 25 日 - 3 月 28 日)

**書籍等の出版, 日本語の解説記事****In-Medium Excitations**R. Rapp, M. Kitazawa<sup>s</sup>, *et al.*

Springer, Lecture Notes in Physics, (2011, 335-529)

## 1.14 赤井グループ

### 平成 22 年度の研究活動概要

#### 第一原理電子状態計算手法の開発

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. フルポテンシャル KKR 法の開発
2. KKR 法と久保・Greenwood 公式を組み合わせた輸送現象の計算手法
3. KKR-Green 関数法による光学伝導の第一原理計算手法の開発
4. 電子フォノン散乱、電子マグノン散乱を取り入れた第一電子状態計算
5. オーダー N 法による大規模計算手法の開発
6. 遮蔽グリーン関数法による伝導率計算
7. 最適化有効ポテンシャル法による厳密交換項と RPA 計算

#### 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. カーボンナノチューブとグラフェンの電子状態。
5. 半導体 PN 接合と伝導特性の第一原理計算
6.  $Y_{1-x}Lu_xMn_2$  の電子状態と磁性
7. 高圧物性と新物質相の探索

## 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. In our current work we are focusing on the numerical simulation of network models of disordered systems that are especially relevant for the study of localisation phenomena in two dimensional systems (such as those used in measurement of the quantum Hall effect). These models capture the essential physics of the localisation phenomenon but are especially well suited to numerical simulation.

## 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。

## 学術雑誌に出版された論文

### **First-principles calculation of magnetic circular dichroism spectra of magnetic semiconductors**

M. Ogura<sup>s</sup> and H. Akai<sup>s</sup>

Phys. Rev. B **82** (2010) 184426 1-9.

### **Self-interaction free relativistic spin-density functional theory**

D. Koedderitzsch, H. Ebert, E. Engel, and H. Akai<sup>s</sup>

Int. J. of Res. Phys. Chem. & Chem. Phys. **224** (2010) 427.

### **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, H. Ebert, M.E. Gruner, S.V. Taskaev, V.V. Khovaylo, A. Hucht, A. Dannernberg, M. Ogura<sup>s</sup>, H. Akai<sup>s</sup>, M. Acet, and P. Entel  
J. Phys.: Condens. Matter **22** (2010) 405501.



**A new practical scheme for the optimised effective potential method**T. Fukazawa<sup>d</sup> and H. Akai<sup>s</sup>J. Phys. Soc. Jpn **32** (2010) 184426 1-9.**An Interpretation of Martensitic Transformation in L<sub>12</sub>-type Fe<sub>3</sub>Pt from Its Electronic Structure**T. Yamamoto, M. Yamamoto, T. Fukuda, T. Kakeshita, and H. Akai<sup>s</sup>Materials Transactions **51** (2010) 896-898.**Critical Parameters from a Generalized Multifractal Analysis at the Anderson Transition**A. Rodriguez, L.J. Vasquez, K. Slevin<sup>s</sup>, and R.A. RömerPhys. Rev. Lett. **105** (2010) 046403.**Conductance distributions in disordered quantum spin-Hall systems**K. Kobayashi, T. Ohtsuki, H. Obuse, and K. Slevin<sup>s</sup>Phys. Rev. B **82** (2010) 165301.**Finite size scaling analysis of the Anderson transition**B. Kramer, A. MacKinnon, T. Ohtsuki, and K. Slevin<sup>s</sup>Int. J. Mod. Phys. B **24** (2010) 1841.**国際会議報告等****国際会議における講演等****Local aspect of excitations and its applications to finite temperature transport properties**H. Akai<sup>s\*</sup>

GCOE-ICNDR Int. Conf. (at Osaka, May 30–June 4, 2010, 参加者数約 300 名)

**Towards the computational materials design**H. Akai<sup>s\*</sup>

GCOE-ICNDR Int. Conf. (at Osaka, May 30–June 4, 2010, 参加者数約 300 名)

**Computational Materials Design**H. Akai<sup>s\*</sup>

3rd Asian Computational Materials Design Workshop (at Manila, Philippine, Sep. 27–29, 2010, 参加者数約 75 名)

**Lecture on Computational Materials Design**H. Akai<sup>s\*</sup>

Asian Computational Materials Design Workshop Vietnam (at Hue, Vietnam, Dec. 16–18, 2010, 参加者数約 100 名)

**Computational Materials Design**H. Akai<sup>s\*</sup>

Asian Computational Materials Design Workshop Thailand (at Bangkok, Thailand, Feb. 14–17, 2011, 参加者数約 75 名)

**First-principles calculation of the magneto-optical effects of magnetic semiconductors**M. Ogura<sup>s\*</sup>

International conference on Core Research and Engineering Science of Advanced Materials (at Osaka, May 30–June 4, 2010, 参加者数約 300 名)

**First- principles Calculation of Effect of Phonon Scattering on Seebeck Coefficient**R. Saito<sup>d\*</sup>, M. Bando, M. Ogura<sup>s</sup>, and H. Akai<sup>s</sup>

International conference on Core Research and Engineering Science of Advanced Materials (at Osaka, May 30–June 4, 2010, 参加者数約 300 名)

**First-principles calculation of the magneto-optical effects of magnetic semiconductors**M. Ogura<sup>s\*</sup> and H. Akai<sup>s</sup>

The 6th International Conference on the Physics and Applications of Spin Related Phenomena in Semiconductors (at Tokyo, Aug. 2–4, 2010, 参加者数約 200 名)

**Electronic structure of GaN/Al interface**M. Ogura<sup>s\*</sup> and H. Akai<sup>s</sup> $\Psi_k$  conference 2010 (at Berlin, Germany, Sep. 12–16, 2010, 参加者数約 1200 名)**Half-metallic antiferromagnets and the magnetic devices using them**N.H. Long<sup>s\*</sup>, M. Ogura<sup>s</sup>, H. Matsui, H. Tabata, and H. Akai<sup>s</sup> $\Psi_k$  conference 2010 (at Berlin, Germany, Sep. 12–16, 2010, 参加者数約 1200 名)**First-principles calculation of the effects of phonon scattering in finite temperature transport properties**H. Akai<sup>s\*</sup>, M. Ogura<sup>s</sup>, M. Bando, and R. Saito<sup>d</sup> $\Psi_k$  conference 2010 (at Berlin, Germany, Sep. 12–16, 2010, 参加者数約 1200 名)

**Finite Size Scaling of Generalized Multi-fractal Exponents**K. Slevin<sup>s\*</sup>

Statistical Physics of Quantum Systems (at Tokyo, Aug. 2, 2010, 参加者数約 100 名)

**Finite Size Scaling of Generalized Multi-fractal Exponents**K. Slevin<sup>s\*</sup>

Metal-Insulator Transitions in Disordered and Magnetic Systems (at Pohang, Korea, Aug. 30–Sep. 10, 2010, 参加者数約 250 名)

**Critical parameters from generalised multifractal analysis at the Anderson transition**K. Slevin<sup>s\*</sup>

Spectra of Random Operators and Related Topics (at Tokyo, Dec. 8, 2010, 参加者数約 100 名)

**Critical parameters from generalised multifractal analysis at the Anderson transition**K. Slevin<sup>s\*</sup>

ICTS Condensed Matter Programme 2010 (at Mysore, India, Dec. 12, 2010, 参加者数約 300 名)

**Development of a method of a first principles electronic structure calculation using optimized effective potential**T. Fukazawa<sup>d\*</sup> and H. Akai<sup>s</sup>

GCOE–ICNDR Int. Conf. (at Osaka, May 30–June 4, 2010, 参加者数約 300 名)

**Practical method of OEP scheme and its application to RPA level correlation energy**T. Fukazawa<sup>d\*</sup> and H. Akai<sup>s</sup> $\Psi_k$  conference 2010 (at Berlin, Germany, Sep. 12–16, 2010, 参加者数約 1200 名)**Development of a method of first-principles electronic structure calculation using the optimized effective potential method**T. Fukazawa<sup>d\*</sup> and H. Akai<sup>s</sup>

INSD nanoscience seminar (No.2) (at Osaka, Feb. 10, 2011, 参加者数約 50 名)

**Curvature of Ground State Energy using Density Functional Theory**Y. Harashima<sup>d\*</sup> and K. Slevin<sup>s</sup>

GCOE–ICNDR Int. Conf. (at Osaka, May 30–June 4, 2010, 参加者数約 300 名)

### Curvature Calculation of Electron-Electron Interacting Systems using Density Functional Theory

Y. Harashima<sup>d\*</sup> and K. Slevin<sup>s</sup>

Metal-Insulator Transitions in Disordered and Magnetic Systems (at Pohang, Korea, Aug. 30–Sep. 10, 2010, 参加者数約 250 名)

### Calculation of transport properties from a KuboGreenwood formalism using the screened KKR for multilayered systems

T. Nagata<sup>d\*</sup>, S. Yotsuhashi, and H. Akai<sup>s</sup>

$\Psi_k$  conference 2010 (at Berlin, Germany, Sep. 12–16, 2010, 参加者数約 1200 名)

### Calculation of transport properties from a KuboGreenwood formalism using the screened KKR for multilayered systems

N.H. Long<sup>s\*</sup>, M. Ogura<sup>s</sup>, and H. Akai<sup>s</sup>

DPG meeting, Dresden 2011 (at Dresden, Germany, Mar. 13–18, 2011, 参加者数約 600 名)

### Procedure for creating new materials from first-principles

M. Geshi<sup>s\*</sup>

International Computational Materials Design Workshop, 19 July, 2010 (Bandung, Indonesia, July 19, 2010, 参加者数約 50 名)

### Introduction to large-scale computing

M. Geshi<sup>s\*</sup>

The 18th Computational Materials Design Workshop, 19 July, 2010 (Kyoto, March 8, 2011, 参加者数約 75 名)

### 日本物理学会，応用物理学会等における講演

電子状態と核分光の架け橋：第一原理計算

赤井久純<sup>s\*</sup>

日本物理学会 2010 年秋季大会（於大阪府立大学、2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 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>

山田科学振興財団研究会、2010 年 8 月 31 日、京都

有限温度電気抵抗の第一原理計算

赤井久純<sup>s\*</sup>、小倉昌子<sup>s</sup>、坂東将光、斉藤涼介<sup>d</sup>

日本物理学会 2010 年秋季大会 (於大阪府立大学, 2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日)

共鳴ニュートリノ散乱実験の実現可能性

炭竈聡之<sup>\*</sup>、鈴木大介、小倉昌子<sup>s</sup>、W. Mittig、白木章雄、市川雄一、木村仁美、大津秀暁、櫻井博儀、中井陽一、M.S. Hussein

日本物理学会 2010 年秋季大会 (於九州工業大学, 2010 年 9 月 11 日 - 9 月 14 日)

$Y\text{Mn}_2$  および  $Y_{1-x}\text{Sc}_x\text{Mn}_2$  の磁性

岩崎将<sup>d\*</sup>、赤井久純<sup>s</sup>

日本物理学会 2010 年秋季大会 (於大阪府立大学, 2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日)

RPA レベル相関項を用いた最適化有効ポテンシャルの計算手法

深澤太郎<sup>d\*</sup>、赤井久純<sup>s</sup>

日本物理学会 2010 年秋季大会 (於大阪府立大学, 2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日)

第 6 回全国物理コンテスト・物理チャレンジ 2010 報告 II : 理論問題

波田野彰<sup>\*</sup>、川村清、赤井久純<sup>s</sup>、伊東敏雄<sup>C</sup>、佐貫平二、杉山忠男<sup>E</sup>、鈴木亨、鈴木直、高田慧、西川恭治、樋渡保秋、三間園興<sup>K</sup>、山田達之輔

日本物理学会 2010 年秋季大会 (於大阪府立大学, 2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日)

有限温度の電子輸送の第一原理計算

赤井久純<sup>s\*</sup>、小倉昌子<sup>s</sup>、N.H. Long<sup>s</sup>、坂東将光

次世代ナノ統合シミュレーションソフトウェアの研究開発、2011 年 2 月 23 日、甲南大学ポートアイランドキャンパス

反強磁性ハーフメタルとそれを用いた磁気デバイス

N.H. Long<sup>s</sup>、赤井久純<sup>\*</sup>、小倉昌子<sup>s</sup>、田畑 仁、松井裕章

次世代ナノ統合シミュレーションソフトウェアの研究開発、2011 年 2 月 23 日、甲南大学ポートアイランドキャンパス

遮蔽グリーン関数法を用いた PN 接合の輸送係数の第一原理計算

永田徹哉<sup>d\*</sup>、四橋聡史、赤井久純<sup>s</sup>

日本物理学会 第 66 回年次大会 (於新潟大学, 2011 年 3 月 25 日 - 3 月 28 日)

ハロゲン incommensurate 相のフォノン計算

下司雅章<sup>s\*</sup>、長柄一誠、向瀬紀一郎

日本物理学会 第 66 回年次大会 (於新潟大学, 2011 年 3 月 25 日 - 3 月 28 日)

## 1.15 小川グループ

### 平成 22 年度の研究活動概要

(1) Huai 教授 (上海応用物理研究所) との共同研究を進め, クーロン相関を半導体マクスウェル・ブロッホ方程式法により取り入れた半導体レーザーの非平衡定常理論を, 半古典近似のもとで博士研究員とともにほぼ完成させた。秋山研究室 (東京大学) での実験結果との比較を行い, 理論の改良を進めている。

(2) 上記の半古典レーザー理論をダイナミクスにも適用し, 利得スイッチ系でのチャープ超短パルス発生の機構を解明しつつある。横山研究室 (東北大学) での実験結果との比較を行っている。

(3) 電子正孔系が共振器中の光子場と結合した励起子ポラリトン系で, 高密度励起下での「光の量子凝縮」と呼ぶべき状況が生じることを発見し, その状態でのポラリトン内部自由度 (電子正孔相関) の特徴を明らかにした。

(4) バンド縮退度が大きな半導体では, 励起状態で電子正孔液滴が生じる。その表面張力, 液滴サイズや粒子密度の動径分布関数を計算しうる理論を, 経路積分法と電子ガス理論を援用して構築した。五神研究室 (東京大学) と中研究室 (京都大学) での実験結果との比較を進めている。

(5) 半導体レーザーの発振閾値以下では, 協同的自然放出過程が重要である。そこで, 超蛍光と増幅自然放出との違いを明らかにするため, コヒーレンス形成時間を評価する理論計算を進めた。さらに, 電場の空間伝搬効果および原子密度の空間不均一性を取り入れた大規模計算を進めている。

(6) 二準位系を含む微小共振器アレイは, ポーズハバード模型との類推から, 「モット相」に相当する光子数状態と, 「超流動相」に相当する準コヒーレント状態との相転移がある。この相転移に関して, 有限温度での厳密計算を行い, 光子統計などの量子コヒーレンスを解明し, その制御可能性を議論した。

(7) レーザーは, 相互作用する複数のサブシステムが熱浴に接している「量子複合散逸系」の一例である。この系での量子緩和を再考察し, ボルン-マルコフ近似が破綻することを示した。量子マスター方程式は, 非マルコフ近似レベルで用いなければならない。

(8) 一次元電子正孔系の熱平衡状態を広い電子正孔密度, 温度の領域で統一的に扱う理論 (遮蔽効果に対するフィードバック効果を考慮した, 自己無撞着 T 行列近似) を構築し, 励起子モットクロスオーバと対応する光学応答の変化を調べ, 実験結果の解明に成功した。

(9) 電子と正孔の密度がアンバランスな二次元電子正孔系において, 極低温で実現される量子凝縮相 (Fulde-Ferrel-Larkin-Ovchinnikov) 状態について調べ, クーロン相互作用の長距離性がこの相を著しく安定化することを示した。

(10) カーボンナノチューブ上の励起子分子と荷電励起子について, 既存の理論が無視してきたバンドの非放物線性, 構造因子, 遮蔽効果, 自己エネルギー補正について考察した。その結果, 構造因子と遮蔽効果による相互作用の補正が非常に重要であることを示した。また, 準位の微細構造についても調べた。

(11) 一般の二次元格子上で, ディラック点が出現する条件を提示し, 物質設計に対する指針を与えた。バンド間の偶然縮退を扱う一般的な理論の枠組みを整備し, その応用として,

実際にディラック点が出現する二次元格子系の新しい例を提示した。

(12) 単層および二層グラフェン上のサイクロトロン共鳴において現れる多体効果について調べた。この系では強い非放物線性を反映して大きな多体効果が現れると予想されるが、 $N=0$  から  $\pm 1$  のランダウ準位間遷移では、線幅に多体効果が殆ど現れないことを見出した。

(13) ハニカム格子上的ハバードモデルにおける金属絶縁体転移を、線形化されたクラスター動的平均場理論を用いて考察した。

(14) 近年、幾何学的フラストレーションを持つ強相関電子系に興味を持たれている。カゴメ格子はフラストレーションの強い格子の典型例であり、パイロクロア格子の本質を備えた2次元格子と考えられている。この格子上的局在スピン系では、多くの非自明なフラストレーション効果が発見されているが、遍歴電子系におけるフラストレーション効果は非自明であり、非常に興味深い。我々は、異方性を導入したカゴメ格子ハバードモデルにおけるモット転移について Cellular-DMFT を用いて調べ、等方的でフラストレーションの強い場合、モット転移点 UC が最も大きく、異方性を導入すると UC が小さくなることがわかった。また異方性のある場合、モット転移近傍においてスピン相関が劇的に変化し、フェリ磁性的なスピン相関が現れ、同時に、準粒子バンドがフェリ磁性に有利な平坦なバンドに変化することが明らかとなった。更に、これらの変化はモット転移近傍における異方性の相互作用効果による増強に起因することを明らかにした。この性質は異方性を持つフラストレート格子上的電子系の一般的な特徴であると考えられる。

## 学術雑誌に出版された、論文

### What determines the wave function of electron-hole pairs in polariton condensates?

K. Kamide<sup>p</sup>, T. Ogawa<sup>s</sup>

Phys. Rev. Lett. **105** (No. 5, Jul.) (2010) 056401 1-4

(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevLett.105.056401>).

### Quantum master equations for composite systems: Is Born-Markov approximation really valid?

M. Nakatani, T. Ogawa<sup>s</sup>

J. Phys. Soc. Jpn. **79** (No. 8, Aug.) (2010) 084401 1-7

(<http://dx.doi.org/doi:10.1143/JPSJ.79.084401>).

### Optical spectra and exciton in correlated insulators in electron-hole systems

Y. Tomio, T. Ogawa<sup>s</sup>

J. Phys. Soc. Jpn. **79** (No. 10, Oct.) (2010) 104707 1-10

(<http://dx.doi.org/doi:10.1143/JPSJ.79.104707>).

### From exciton to photon condensation via polariton in electron-holephoton systems

T. Ogawa<sup>s</sup>, K. Kamide<sup>p</sup>

Phys. Procedia **13** (10, Sep.) (2011) 42-45

(<http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.phpro.2011.02.010>).

**Structure dependence of metallization density of solid atomic hydrogen using dynamical mean field theory**

K. Shibata, T. Ohashi<sup>s</sup>, T. Ogawa<sup>s</sup>, R. Kodama

Phys. Rev. B **82** (No. 19, Nov.) (2010) 195123 1-5

(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevB.82.195123>).

**Coulomb-modulated gain spectra in current-injection T-shaped quantum-wire lasers**

M. Okano, M. Yoshita, H. Akiyama, P. Huai, T. Ogawa<sup>s</sup>, L. N. Pfeiffer, K. W. West

phys. stat. sol. (c) **8** (No. 1, Jan.) (2011) 20-23

(<http://dx.doi.org/doi:10.1002/pssc.201000654>).

**Ground state of electron-hole bilayer with density imbalance**

K. Yamashita<sup>d</sup>, K. Asano<sup>s</sup>, T. Ohashi<sup>s</sup>

phys. stat. sol. (c) **8** (No. 1, Jan. ) (2011) 177-180

(<http://dx.doi.org/doi:10.1002/pssc.201000683>).

**Biexcitons in semiconducting single-walled carbon nanotubes**

K. Watanabe<sup>d</sup>, K. Asano<sup>s</sup>

Phys. Rev. B **83** (No. 11, Mar.) (2011) 115406 1-5

(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevB.83.115406>).

**Mott transition in the Hubbard model on the anisotropic kagome lattice**

Y. Furukawa, T. Ohashi<sup>s</sup>, Y. Koyama, N. Kawakami

Phys. Rev. B **82** (No. 16, Oct.) (2010) 161101 1-4

(<http://dx.doi.org/doi:10.1103/PhysRevB.82.161101>).

**国際会議報告等**

**国際会議における講演等**

**Detuning effects on laser-like behavior in a microcavity polariton condensate**

K. Kamide<sup>p\*</sup>, T. Ogawa<sup>s</sup>

International Conference on Core Research and Engineering Science of Advanced Materials and 3rd International Conference on Nanospintronics Design and Realization (IC-



NDR2010) (at Osaka, Japan, 30 May-04 June 2010 , 参加者数 150 名)

**Quantum effects of electron-hole droplets with multi-valley structure**

T. Tamaya<sup>d\*</sup>, K. Kamide<sup>p</sup>, T. Ogawa<sup>s</sup>

International Conference on Core Research and Engineering Science of Advanced Materials and 3rd International Conference on Nanospintronics Design and Realization (IC-NDR2010) (at Osaka, Japan, 30 May-04 June 2010 , 参加者数 150 名)

**Quantum phase transition in photo-excited semiconductors**

T. Ueda<sup>d\*</sup>, T. Ohashi<sup>s</sup>, K. Asano<sup>s</sup>, T. Ogawa<sup>s</sup>

International Conference on Core Research and Engineering Science of Advanced Materials and 3rd International Conference on Nanospintronics Design and Realization (IC-NDR2010) (at Osaka, Japan, 30 May-04 June 2010 , 参加者数 150 名)

**Photoinduced phase transitions: “DYCE” optical physics (invited)**

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

Regional Annual Fundamental Science Symposium 2010 (RAFSS 2010) (at Grand Seasons Hotel, Kuala Lumpur, Malaysia, 8-9 June 2010, 参加者数 300 名)

**Photoinduced phase transitions: “DYCE” optical physics (invited)**

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

The 4th Yamada Symposium on Advanced Photons and Science Evolution 2010 (APSE 2010) (at JICA Osaka, Japan, 14-18 June 2010, 参加者数 80 名)

**Laser-like behaviors in a polariton condensate: thermodynamic regime**

K. Kamide<sup>p\*</sup>, T. Ogawa<sup>s</sup>

The 4th Yamada Symposium on Advanced Photons and Science Evolution 2010 (APSE 2010) (at Osaka, Japan, 14-18 June 2010, 参加者数 80 名)

**From exciton to photon condensation via polariton in electron-hole-photon systems**

T. Ogawa<sup>s\*</sup>, K. Kamide<sup>p</sup>

17th International Conference on Dynamical Processes in Excited States of Solids (DPC 10) (at Argonne National Laboratory, Argonne, Illinois, USA, 20-25 June 2010 , 参加者数 200 名)

**BEC-BCS crossovers in electron-hole and electron-hole-photon systems**

T. Ogawa<sup>s\*</sup>, K. Kamide<sup>p</sup>

9th International Conference on Excitonic and Photonic Processes in Condensed and Nano Materials (EXCON 2010) (at Brisbane, Australia, 11-16 July 2010, 参加者数 200 名)

**Ground state of electron-hole bilayer with density imbalance**K. Yamashita<sup>d\*</sup>, K. Asano<sup>s</sup>, T. Ohashi<sup>s</sup>

9th International Conference on Excitonic and Photonic Processes in Condensed and Nano Materials (EXCON 2010) (at Brisbane, Australia, 11-16 July 2010, 参加者数 200 名)

**Screening effect to biexciton in carbon nanotubes**K. Watanabe<sup>d\*</sup>, K. Asano<sup>s</sup>

The 16th International Conference on Superlattices, Nanostructures and Nanodevices (ICSNN-2010) (at Beijing, PRC, July 18-23, 2010, 参加者数 200 名)

**Crossover of laser-like behavior in a microcavity polariton condensate**K. Kamide<sup>p\*</sup>, T. Ogawa<sup>s</sup>

30th International Conference on the Physics of Semiconductors (ICPS 2010) (at Seoul, Korea, 25-30 July 2010, 参加者数 500 名)

**Spectral lineshapes of cyclotron resonance in monolayer and bilayer graphene**K. Asano<sup>s\*</sup>, T. Ando

The 19th International Conference on the Application of High Magnetic Fields in Semiconductor Physics and Nanotechnology (HMF-19) (at Fukuoka, July 25-30, 2010, 参加者数 200 名)

**Semiclassical theory for a nonequilibrium steady state in microcavity semiconductor lasers**K. Kamide<sup>p\*</sup>, T. Ogawa<sup>s</sup>

10th International Workshop on Nonlinear Optics and Excitation Kinetics in Semiconductors (NOEKS 10) (at Paderborn, Germany, 16-19 August 2010, 参加者数 200 名)

**Phase transition and crossover in exciton and polariton systems (invited)**T. Ogawa<sup>s\*</sup>

Alexei Ivanov Memorial Symposium (at Cardiff, UK, 23-23 February 2011, 参加者数 150 名)

**Orbital-selective Mott transition in multiorbital Hubbard model with orbital degeneracy lifting**T. Kita<sup>\*</sup>, T. Ohashi<sup>s</sup>, N. Kawakami

International Conference on Heavy Electrons 2010 (at Tokyo, Japan, 17-20 September 2010, 参加者数 200 名)

日本物理学会、応用物理学会等における講演

3成分八バンド模型の動的平均場理論による解析

大橋 琢磨<sup>s\*</sup>, 稲葉 謙介, 浅野 建一<sup>s</sup>, 小川 哲生<sup>s</sup>, 菅 誠一郎

日本物理学会 2010 年秋季大会 (於大阪府立大学, 2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日)

微小共振器半導体レーザーにおける定常発振状態の微視的理論

上出 健仁<sup>p\*</sup>, 小川 哲生<sup>s</sup>

日本物理学会 2010 年秋季大会 (於大阪府立大学, 2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日)

多重バンド縮退系における電子正孔液滴の微視的理論

玉谷 知裕<sup>d\*</sup>, 上出 健仁<sup>p</sup>, 小川 哲生<sup>s</sup>

日本物理学会 2010 年秋季大会 (於大阪府立大学, 2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日)

量子細線における一次元電子正孔系の光学利得と静的遮蔽相互作用

吉田 正裕<sup>\*</sup>, 岡野真人, 秋山英文, Ping Huai, 小川 哲生<sup>s</sup>

日本物理学会 2010 年秋季大会 (於大阪府立大学, 2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日)

電子-正孔系の動的平均場理論による解析

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 2010 年秋季大会 (於大阪府立大学, 2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日)

半導体カーボンナノチューブにおける荷電励起子

渡辺 耕太<sup>d\*</sup>, 浅野 建一<sup>s</sup>

日本物理学会 2010 年秋季大会 (於大阪府立大学, 2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日)

結合量子井戸における電子正孔系の基底状態

山下 和男<sup>d\*</sup>, 浅野 建一<sup>s</sup>, 大橋 琢磨<sup>s</sup>

日本物理学会 2010 年秋季大会 (於大阪府立大学, 2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日)

異方性のある二次元格子におけるディラック・ポイントの探索

堀田 知佐<sup>\*</sup>, 浅野 建一<sup>s</sup>

日本物理学会 2010 年秋季大会 (於大阪府立大学, 2010 年 9 月 23 日 - 9 月 26 日)

多重バンド縮退系における電子正孔液滴の微視的理論 II

玉谷 知裕<sup>d\*</sup>, 上出 健仁<sup>p</sup>, 小川 哲生<sup>s</sup>

日本物理学会 第 66 回年次大会 (於新潟大学, 2011 年 3 月 25 日 - 3 月 28 日)

半導体量子細線における一次元電子正孔光学利得の静的遮蔽相互作用形状依存性

吉田 正裕<sup>\*</sup>, 岡野 真人, 秋山 英文, 懐 平, 小川 哲生<sup>s</sup>

日本物理学会 第 66 回年次大会 (於新潟大学, 2011 年 3 月 25 日 - 3 月 28 日)

T型量子細線における中性及び非中性電子・正孔系の光学利得の温度依存性

福田 圭介<sup>\*</sup>, 吉田 正裕, 望月 敏光, 秋山 英文, 岡野 真人, 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 第66回年次大会 (於新潟大学, 2011年3月25日 - 3月28日)

微小共振器半導体レーザーの微視的理論II: 発振閾値と揺らぎスペクトル

上出 健仁<sup>p\*</sup>, 小川 哲生<sup>s</sup>

日本物理学会 第66回年次大会 (於新潟大学, 2011年3月25日 - 3月28日)

結合微小共振器列における光の量子相転移: 温度効果と光コヒーレンス

近藤 祐介<sup>m\*</sup>, 阿久津 泰弘<sup>s</sup>, 上出 健仁<sup>p</sup>, 小川 哲生<sup>s</sup>

日本物理学会 第66回年次大会 (於新潟大学, 2011年3月25日 - 3月28日)

超蛍光と増幅自然放出のクロスオーバー理論

新居 良太<sup>m\*</sup>, 上出 健仁<sup>p</sup>, 小川 哲生<sup>s</sup>

日本物理学会 第66回年次大会 (於新潟大学, 2011年3月25日 - 3月28日)

一次元電子正孔系におけるイオン化率と光学応答スペクトルの解析

吉岡 匠哉<sup>p\*</sup>, 浅野 建一<sup>s</sup>

日本物理学会 第66回年次大会 (於新潟大学, 2011年3月25日 - 3月28日)

重い電子系における軌道間相互作用の効果

吉田恒也<sup>\*</sup>, 大橋 琢磨<sup>s</sup>, 川上則雄

日本物理学会 第66回年次大会 (於新潟大学, 2011年3月25日 - 3月28日)

軌道分裂を有する三軌道ハバード模型におけるモット転移

北倫子<sup>\*</sup>, 大橋 琢磨<sup>s</sup>, 川上則雄

日本物理学会 第66回年次大会 (於新潟大学, 2011年3月25日 - 3月28日)

クラスタ動的平均場理論を用いたプログラム開発と有限温度モット転移への応用

大橋 琢磨<sup>s\*</sup>, 桃井勉, 常次宏一, 川上則雄

文部科学省「最先端・高性能汎用スーパーコンピュータの開発利用」プロジェクト次世代ナノ統合シミュレーションソフトウェアの研究開発第5回公開シンポジウム

有限温度モット転移に対する幾何学的フラストレーションの効果

大橋 琢磨<sup>s\*</sup>

文部科学省科学研究補助金特定領域研究「フラストレーションが創る新しい物性」第6回トピカルミーティング「フラストレーションと量子輸送」

## 1.16 阿久津グループ



## 第2章 受賞と知的財産

平成 22 年度における物理学専攻での受賞と当該年度に申請された特許権等の知的財産権の一覧は以下の通りである。

### 受賞

1. 受賞者名：花垣和則  
 賞の名称：科学研究費補助金審査員表彰  
 賞の内容：科学研究費補助金の第一段審査において模範となる審査意見を付し，公平・公正な審査に大きく貢献したので。
  
2. 受賞者名：尾田欣也、Seong Chan Park  
 賞の名称：第 5 回（2010 年度）素粒子メダル奨励賞  
 業績：Daisuke Ida, Kin-ya Oda, Seong Chan Park  
 ”Rotating black holes at future colliders: Greybody factors for brane fields”  
 Physical Review D67 (2003) 064025 Erratum Physical Review D69 (2004) 049901.  
 素粒子標準模型に内包する問題であるゲージ階層性の問題の有力な解として余剰次元を持つモデルが提唱され、盛んに研究されてきた。とりわけ、物理の基本スケールがテラスケールにある場合には衝突型加速器実験でブラックホールの生成が起こりうるということが指摘され注目を集めた。しかしながら初期の研究においては、極めて単純な仮定に基づいたブラックホールの生成が議論されていた。本論文において尾田氏・Seong Chan Park 氏らは、4次元ブレーン上での場の方程式を解析することによりホーキング放射のスペクトルを世界に先駆けて具体的に求め、さらにブラックホールの生成・蒸発における角運動量の役割を議論した。特に、生成されたブラックホールは一般に大きな角運動量を持つこと、その場合のホーキング放射は大きな異方性を持つことを発見したことは、先行研究による単純な描像に大きな変更をもたらし、その後のこの分野の研究に大きな影響を与えた。本論文の共著者である井田大輔氏は素粒子論グループの会員でないため授賞対象にならないが、選考委員会は井田氏の貢献を受賞者と同様に高く評価することを付記する。
  
3. 受賞者名：渡邊遼太郎  
 賞の名称：『B の物理ワークショップ 2010』 ベストトーク賞

賞の内容: 2010年10月に熱海で行われた『Bの物理ワークショップ2010』で優れたトークをした者に与えられる賞

4. 受賞者名: 本多史憲

賞の名称: 最先端ときめき研究推進事業「ときめき研究アワード」

受賞課題: 純良単結晶と圧力技術でつくりだす重い電子と超伝導

日にち: 平成22年8月16日

5. 受賞者名: 本多史憲

賞の名称: 平成21年度笹川科学研究奨励賞 (日本科学協会)

受賞課題: 超高圧下における重い電子系超伝導体のフェルミ面の観測

受賞理由:  $\text{CeIrGe}_3$  の重い電子超伝導の発見や、 $\text{YbIr}_2\text{Zn}_{20}$  の量子臨界点における巨大な有効質量の発見、高圧下物性測定技術開発など。

日にち: 平成22年8月16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、小倉昌子、グエン・ロン・ホアン

出願人: 国立大学法人大阪大学

出願番号: PCT/JP2010/66176

出願日: 2010/9/17



## 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
近藤 祐介 未廣 龍一	小川 哲生 野末 泰夫	光の量子相転移：温度効果とコヒーレンス ソーダライト中のアルカリ金属クラスターが示す反強磁性秩序の $\mu$ SR による研究
寺沢 賢和	磯山 悟朗	Lバンドライナック電子銃用高速グリッドパルス回路の開発研究
石橋 直哉	岸本 忠史	J-PARC K1.8 beam line で用いる飛跡検出器のための TGEM の基礎研究
伊藤 洋介	下田 正	不安定核ビーム入射核融合反応を用いた対相関相互作用の研究
井上 謙太郎	野海 博之	$d(K^-, n)$ 反応を用いた $\Lambda(1405)$ 分光実験における陽子飛跡検出器の開発”
内田 潤 大古田 俊介	花垣 和則 保坂 淳	SOI 技術を用いた計数型 Pixel 検出器の性能評価 D 中間子-核子系における FlavorSU(4) 対称性と Heavy quark 対称性
太田 尚志 大村 公美子 大家 政洋 岡村 航	大貫 惇睦 萩原 政幸 大貫 惇睦 花垣 和則	準結晶の近似化合物 $RCd_6$ (R: 希土類) の物性 $S=1/2$ 擬一次元反強磁性体 $LiCu_2O_2$ の強磁場磁性 $YbCo_2Zn_{20}$ のメタ磁性と圧力下電子状態 ATLAS 実験アップグレード用シリコン検出器テストシステムの開発およびプロトタイプ検出器の性能評価
小野 哲史	與曾井 優	偏極 HD 標的を用いた LEPS 実験のための新しいガス分析装置開発
角畑 秀一 菊地 健吾 菊地 裕文	岸本 忠史 東島 清 疇地 宏	CANDLES 実験におけるエネルギー較正システムの開発 厳密繰り込み群によるリフシツ型理論の解析 高速点火核融合実験における追加熱タイミング及び爆縮コアダイナミクス計測
久保 洋輔 小谷 真弘	野末 泰夫 萩原 政幸	ゼオライト A 中のカリウムクラスターの電気抵抗 鉄系超伝導体 $LnFeAsO_{1-y}$ ( $Ln = La, Pr$ ) の輸送特性とパルス強磁場中高感度電気抵抗測定装置の開発
小辻 秀幸	萩原 政幸	マイクロカンチレバーを用いたパルス強磁場中物性測定装置の開発

後藤 輝生	野末 泰夫	ゼオライト LSX(高 Na 含有) 中の Na-K 合金クラスターの磁性
小東 勇亮	河野 日出夫	カーボンナノチューブ生成過程におけるコバルト微粒子触媒のその場観察
西郷 登洋	赤井 久純	Atomic geometries and electronic properties of nanotube/metal interfaces studied by density functional theory with van der Waals correction (ファンデルワールス補正を入れた密度汎関数法によるナノチューブ/金属電極界面の構造と電子状態の研究)
坂 雅幸	能町 正治	CANDLES 実験のためのトリガーシステム開発 遅延回路を用いた事象選択原理の検証
酒井 祐介	田島 節子	高温超伝導体 $\text{La}_{2-x-y}\text{Eu}_y\text{Sr}_x\text{CuO}_4$ のスピン電荷ストライプ秩序相におけるテラヘルツ領域の電荷応答
下堂 康太 白井 伸宙	野末 泰夫 菊池 誠	ゼオライト A および LSX へのカリウム圧入と結晶構造粗視化モデルを用いた蛋白質の柔らかさの意味の探求: 天然変性タンパク質を中心として
杉本 尚哉 杉山 泰之	磯山 悟朗 山中 卓	高繰り返しグリッドパルサーを用いた熱電子銃の開発 J-PARC E14 KOTO 実験のためのデータ収集システムの開発及び構築
角 秀伯	田島 節子	層状遷移金属ニクタイト及びカルコゲナイドの合成と物性
高倉 恵太	浅川 正之	高解像度数値計算スキームを用いた高エネルギー重イオン衝突の流体模型による解析
高橋 諭史	久野 良孝	大強度ミュオンビーム源 MuSIC のためのビームモニター開発
立谷 健太郎	河野 日出夫	グラファイトターゲットの液体窒素中レーザーアブレーションによるカーボンナノバブルの生成
告野 元	萩原 政幸	カリウムを吸蔵したソーダライトとナノグラフェンのエッジスピンの多周波 ESR
出倉 卓 内藤 卓真	木下 修一 谷畑 勇夫	非同軸光パラメトリック過程における増幅特性 Be 同位体の荷電変化断面積の測定による、陽子分布半径の研究
長崎 晃一	細谷 裕	Localization of Gauge Theory on Generalized Surface (一般化された曲面上でのゲージ理論の局所化)
新居 良太	小川 哲生	超蛍光 / 超放射の形成過程における原子密度揺らぎの影響
西村 尚人	大貫 惇睦	$\text{CePtSi}_2$ の圧力誘起超伝導と $\text{YbPd}_5\text{Al}_2$ の単結晶育成と物性
平田 涉 藤兼 典史	田島 節子 菊池 誠	鉄系超伝導体の単結晶育成と物性 対称的 OV モデル結合系の振動伝達特性

古屋 貴明	朝日 一	GaN(0001) 基板上的 Fe(110) 薄膜の成長条件依存性とスピン注入にむけたそのバンド理論的考察
松浦 公治	河野 日出夫	反応ガス中における白金 / セリア触媒の環境 TEM その場観察
松下 絵理	久野 良孝	MuSIC におけるミュオン X 線を用いた負ミュオン量測定法の検討
松下 昌輝	大貫 惇睦	$R\text{Ir}_2\text{Zn}_{20}$ ( $R = \text{Pr}, \text{Yb}$ ) のドハース・ファンアルフェン効果と重い電子状態
美澄 暢彦	窪田 高弘	Non-Gaussianity of $k$ -inflation with non-minimal coupling (非最小結合を持つ $k$ インフレーションにおける非ガウシアン性)
宮下 政樹	岸本 忠史	CANDLES III (U.G.) における集光効率改善のためのライトパイプの開発
諸口 浩也	赤井 久純	密度汎関数法を用いた Rashba 定数の定量的推測
安井 慎一	大貫 惇睦	$\text{YbT}_2\text{Zn}_{20}$ ( $T: \text{Ir}, \text{Rh}$ ) の量子臨界点の研究
山口 杏子	下田 正	$\beta - \gamma$ 核分光法による中性子過剰な Mo アイソトープの核構造解明
山口 康宏	保坂 淳	$\bar{D}$ 中間子-核子のエキゾチックな束縛状態と散乱状態の解析
吉内 伸吾	大貫 惇睦	$\text{RCd}_{11}$ と $\text{RT}_2\text{Zn}_{20}$ ( $R: \text{希土類}, T: \text{遷移金属}$ ) の単結晶育成と電子相関の研究
李 蘭	浅川 正之	$O\nu 2\beta$ 崩壊の機構とベータ線スペクトル
Uykur Ece	田島 節子	In-plane Optical Spectra of $\text{Y}_{1-x}\text{Ca}_x\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ Single Crystals from Optimally Doped to Overdoped Region (高温超伝導体 $\text{Y}_{1-x}\text{Ca}_x\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ の最適ドープから過剰ドープ領域における面内光学スペクトル)
Pham Tan Thi	野末 泰夫	Optical and magnetic properties of potassium metal loaded into zeolite L (カリウムを吸蔵したゼオライトの光学的・磁氣的性質)

## 3.2 博士論文

平成 22 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．

宮部 学 (主査 中野 貴志 教授)

Incoherent  $\phi$  photo-production from deuteron at SPring-8/LEPS  
(SPring-8/LEPS における重水素標的を用いたインコヒーレント  $\phi$  中間子生成)

松原 礼明 (主査 畑中 吉治 教授)

Isoscalar and isovector spin-M1 transitions from the even-even,  $N = Z$  nuclei across the sd-shell region  
(sd 殻領域に渡る  $N = Z$  偶々原子核からのアイソスカラー・アイソベクター型スピン-M1 遷移の研究)

西中 崇博 (主査 東島 清 教授)

Wall-Crossing Phenomena in String Theory and Gauge Theory  
(超弦理論とゲージ理論における壁越え現象の研究)

杉浦 正康 (主査 菊池 誠 教授)

Statistical Mechanics of Stability and Diversity in a Large Ecosystem with Adaptation and Mutation  
(適応と変異をもつ大規模生態系における安定性と多様性の統計力学)

斉藤 稔 (主査 菊池 誠 教授)

Robustness in Biological Systems: Design Approach Using Multicanonical Monte Carlo Method  
(生命システムの頑健性: マルチカノニカルモンテカルロ法を用いたデザインによる解析)

渡辺 耕太 (主査 小川 哲生 教授)

Trions and Biexcitons in Semiconducting Carbon Nanotubes  
(半導体カーボンナノチューブ中の荷電励起子と励起子分子)

上田 倫也 (主査 小川 哲生 教授)

Theoretical Study of Metal-Insulator Transition and Antiferromagnetism in Hubbard Model on Honeycomb Lattice  
(ハニカム格子上 Hubbard 模型に於ける金属-絶縁体転移と反強磁性の理論的研究)

尾崎 翔 (主査 保坂 淳 教授)

Strangeness photoproduction in the Regge and non-perturbative approaches  
(レッジエ模型及び非摂動的手法を用いたストレンジネス光生成の研究)

深澤 太郎 (主査 赤井 久純 教授)

Development of a method of first-principles electronic structure calculation using the optimized effective potentials  
(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手法の開発)

## 第4章 教育活動

平成22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	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	山口 哲	
場の理論 II	2	細谷 裕	
原子核理論	2	浅川正之	
物性理論 I（開講せず）	2	浅野建一	ナノ教育プログラム
物性理論 II	2	Keith M. Slevin	ナノ教育プログラム
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（開講せず）	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・山口 哲	
素粒子物理学特論Ⅱ	2	大野木哲也	
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	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	大野木哲也・窪田高弘・田中 実	
場の理論半期セミナーⅠ	4.5	東島 清・山口 哲・伊藤悦子	
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	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・未定	
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 「エネルギーフロンティアの物理」	1	日笠健一 (東北大・院・理)	集中
特別講義 A II 「超対称ゲージ理論とインスタントン」	1	伊藤克司 (東工大・院・理工)	集中
特別講義 A III 「厳密少数粒子系計算法とその応用」	1	肥山詠美子 (理化学研究所)	集中
特別講義 A IV 「多体電子系の第一原理計算」	1	小谷岳生 (鳥取大・院・工)	集中 ナノ教育プログラム
特別講義 A V 「冷たい原子系—物理学の新しい糸口」	1	栗原 進 (早稲田大・先進理工)	集中 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
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・山口 哲・伊藤悦子	
素粒子論特別セミナー	9	大野木哲也・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	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・未定	
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	2	山中 卓	*
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（開講せず）	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（開講せず）	2		
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（開講せず）	2	能町正治	
高エネルギー物理学特論Ⅱ	2	久野良孝	
素粒子・核分光学特論	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	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 「原子を利用した基礎物理学」	1	笹尾 登 (岡山大・極限量子研究コア)	集中
特別講義 B II 「不安定核ビーム入射核反応で探る宇宙」	1	寺西 高(九州大・院・理)	集中
特別講義 B III 「元素の起源を原子核から読み解く」	1	本林 透(理化学研究所)	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	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	大貫惇睦	*
固体物理学概論 2	2	田島節子	*
固体物理学概論 3	2	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 (開講せず)	2	大貫惇睦・摂待力生	
量子分光学	2	木下修一	ナノ教育プログラム
荷電粒子光学概論 (開講せず)	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	2	大貫惇睦・杉山清寛	
極限物質創成学	2	河野日出夫	ナノ教育プログラム
極微構造物理学 (開講せず)	2		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・ 高見 剛	
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	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	齋藤 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 「極限的超短パルス光の発生と それを用いた遷移状態分光法」	1	小林孝嘉 (電通大・地域産学官 連携推進機構)	集中
特別講義 C II 「最先端電子顕微鏡によるナノ材料分析」	1	齋藤 晃 (名大・エコトピア科学研)	集中
特別講義 C III 「核磁気共鳴法の基礎と 低温物性研究への応用」	1	藤 秀樹 (神戸大・院・理)	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・	
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・ 高見 剛	
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	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 (開講せず)	2	阿久津泰弘	
ニュートリノ物理学 (開講せず)	2	久野良孝	
非線形物理学	2	時田恵一郎	
素粒子物理学 I	2	窪田高弘	
数物アドバンスコア 1	2	後藤竜司	数学・物理学専攻共通
数物アドバンスコア 2	2	小川哲生, 岸本忠史, 山口 哲, 赤井久純, 田島節子	数学・物理学専攻共通

授業科目	単位数	担当教員	備考
科学技術論 B	2	徂徠道夫, 森本 弘, 野尻幸宏, 青野由利, 木村嘉孝, 池田信行, 他	学部, 基礎工との 共通科目
科学英語基礎	1	E.M. ヘイル	学部との共通科目, 修了要件外
Selected Current Topics in Science, Technology, and Society I	1	理学研究科関係各教員, グローニンゲン大学関係各教員, Wilson Agerico Tan Diño	修了要件外
Selected Current Topics in Science, Technology, and Society II	1	理学研究科関係各教員, グローニンゲン大学関係各教員, 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	畠田博一(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)
ナノフォトンクス学	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, ナノ教育プログラム, 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	中澤康浩・深瀬浩一・山本 仁・ 高木慎吾・植田千秋・下田 正・ 阪口篤志・中野岳仁
力学 1	2	2	山口 哲
力学 1 演義	2	2	山口 哲・北澤正清
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・小倉昌子
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
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・大橋琢磨
量子力学 1	2	2	小川哲生
量子力学 1 演義	2	2	小川哲生・深谷英則
物理学実験基礎	6	2	田島節子・小川 泉・摂待力生・ 吉岡伸也・鷹岡貞夫・山中千博
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 1	12	4	福田光順・本多史憲・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
物理学実験 2	12	4	福田光順・本多史憲・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

授業科目名	毎週授業時間数	単位数	担当教員
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
力学 2	2	2	キース スレヴィン
物理数学 2	2	2	波場直之
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	大貫惇睦
質量分析学	2	2	豊田岐聡
Physics in English	2	2	キース スレヴィン
連続体力学	2	2	湯川 諭
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
光物理学	2	2	小川哲生
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 1～4	集中 45	各 1	佐伯和人・廣野哲朗・ 土山 明・中嶋 悟・ 横山 正・藪田ひかる・ 境家達弘
相対論	2	2	高原文郎
素粒子物理学 1	2	2	山中 卓
原子核物理学 2	2	2	岸本忠史
物性物理学 3	2	2	野末泰夫
宇宙物理学	2	2	常深 博



授業科目名	毎週授業時間数	単位数	担当教員
地球惑星物質学	2	2	土'山 明
極限光物理学	2	2	疇地 宏
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
原子核理論序説 2	2	2	保坂 淳
素粒子物理学 2	2	2	花垣和則
物理オナーセミナー 1 ~	2	各 1	東島 清
科学技術論 B	2	2	北山辰樹
理学への招待	2	1	伊吹山知義・土'山 明 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 A	小田原厚子 杉山清寛	理 理	I	月 3
物理学 1 B	細谷 裕	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 青木正治 河野日出夫	医(医) 医(放・検)・歯 1 薬・歯 2	II	火 2 水 2
物理学 2 A	下田 正 久野良孝	理 理	II	金 4
物理学 2 B	田島節子	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 民井 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	猿倉信彦 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 深谷英則 西浦宏幸 能町正治 野末泰夫 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 田中 実	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	伊藤悦子 櫻木弘之 菊池 誠 植田千秋	工(地球総合) 工(理1~95) 工(理96~190) 工(理191~)	II	火 1
力学 II	石原盛男 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	高原文郎 宮坂茂樹 林田 清	基(化) 基(シ1~130) 基(シ131~・情)	II	月 1
電磁気学 I	山中 卓 吉田陽一・楊 金峰 森川良忠	工(然1~85) 工(然86~170) 工(然171~)	II	火 3
電磁気学 I	田中 実 坂本好史 撰待力生	工(理1~95) 工(理96~190) 工(理191~)	II	月 2
電磁気学 II	湯川 諭 竹田精治	基(シ・情) 基(化)	III	月 3
電磁気学 II	浜口智志・吉村 智 味村周平・福田光宏 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 齋藤 直		I	月 1 月 4
物理学実験	小田原厚子 河野日出夫 杉山清寛 松中大介 庄司 暁 三上欣希	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 亀川 孝 小林 康 外川 学 三原基嗣	工（然）	I	木 3 ~ 5
物理学実験	高見 剛 豊田岐聡 猪井博登 井上晴行 平 雅文 松多健策	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	森信俊平 西川 敦 道畑正岐 半沢弘昌 米津明生 石井克典	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 田中清尚 藤田佳孝	工(地球総合)	II	金3～5
物理学実験	青木正治 菅谷頼仁 澤村淳司 宮坂茂樹 向出静司 中野岳仁	医(放・検)・基(シ)	III	金3～5
自然科学実験1	福田光順 鷹岡貞夫 摂待力生 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、物理学セミナー1、2を開講した。

物理学専攻から参加した研究グループは以下の通り。

物理学セミナー1(1学期)

素粒子理論(東島)グループ、小川グループ、田島グループ、赤井グループ

物理学セミナー2(2学期)

素粒子理論(細谷)グループ、野末グループ、質量分析グループ、岸本グループ、核物質学グループ、久野グループ、下田グループ、阿久津グループ

## 第5章 物理談話会，講演会など

### 5.1 物理談話会

平成 22 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．

2010. 4.16	湯川 諭	非平衡系の物理
2010. 4.23	芝井 広	宇宙赤外線観測：太陽系外惑星系探査の進展
2010. 5. 7	山口 哲	弦理論と時空の描像
2010. 5.14	田島 節子	量子多電子系の物理：超伝導研究の最前線
2010. 5.21	野海 博之	K 中間子ビームを用いたハドロン原子核物理
2010. 5.28	木下 修一	揺らぎから秩序へ
2010. 6. 4	藤田 裕	宇宙 137 億年の歴史
2010. 6.11	花垣 和則	LHC で見渡す初期宇宙
2010. 6.18	植田 千秋	低磁場の宇宙環境で通常の反磁性結晶に誘起される磁気活性
2010. 6.25	新聞 秀一	質量を目で見る - イメージング質量分析 生体分子から隕石まで -
2010. 7. 2	笹尾 登	零点振動エネルギーは利用できるか？
2010. 7. 9	土屋 卓久	第一原理鉱物シミュレーションと地球惑星内部物理
2010. 7.16	藤田 佳孝	ミクロの世界がつむぐマクロの世界 - 原子核研究が探る元素合成 -
2010. 7.23	中嶋 悟	地球の資源と環境 - 地球物質移動・反応の物理化学 -
2010. 7.30	小谷 岳生	第一原理電子状態計算の方法の開発は、今まさに西部 開拓時代だ（老成した学問はやめておけ）
2010.10. 1	浅野 建一	メゾスコピック系の物理
2010.10. 8	深谷 英則	コンピュータで探る素粒子の世界
2010.10.15	大貫 惇睦	重い電子系の物理 - 磁性体を超伝導体に変える -
2010.10.22	野末 泰夫	スーパーアトムと強磁性
2010.10.29	栗原 進	低温に見る量子の秩序
2010.11.12	本林 透	元素の起源と宇宙を原子核の構造と反応から読み解く
2010.11.19	河野 日出夫	電子顕微鏡で探る自己形成無機物質ナノ構造
2010.11.26	大高 理	放射光・中性子を用いた高圧科学

2010.12. 3	深沢 泰司	フェルミガンマ線宇宙望遠鏡で見えてきた高エネルギー宇宙現象
2010.12.10	赤井 久純	電子状態計算と量子デザイン
2010.12.17	佐藤 透	ストレンジダイバリオン
2011. 1. 7	山中 千博	コヒーレント白色光で大気を観測する
2011. 1.21	高部 英明	超高強度レーザー場による真空破壊
2011. 1.28	兵藤 哲雄	カイラル対称性が描くエキゾチックハドロン - $\Lambda(1405)$ 粒子とその周辺 -

## 5.2 講演会など

一般向け講演会「巨大加速器で探る宇宙の始まり - テラスケールの地平を切り拓く LHC - 」

日時：2010年6月19日（土）18:00 - 21:00

場所：大阪市立科学館

内容：

第1部 講演 花垣和則（大阪大学），山崎祐司（神戸大学）

第2部 実験現場からの生中継 戸本誠（名古屋大学）

主催：大阪大学理学研究科物理学専攻，大阪市立科学館

後援：日本物理学会教育学会近畿支部

<http://osksn2.hep.sci.osaka-u.ac.jp/atlas/outreach/scimuseum2010/Welcome.html>



## 第6章 学生の進路状況

平成22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)	46名
大阪大学博士前期課程進学	(他研究科)	2名
他大学博士前期課程進学		8名
研究生		1名
民間企業就職		4名
地方公務員		1名
監査法人(公認会計士)		1名
宗教法人		1名
未定		1名
合計		65名

学部卒業生の進路の内訳：

全日本空輸(株)	1名
浜松ホトニクス(株)	1名
(有)VRSサービス	1名
三菱東京UFJ信託銀行	1名

### 6.2 博士前期課程修了者の進路

大阪大学博士後期課程進学	(理学研究科)	15名
民間企業就職		37名
高校教員	(私立)	1名
その他		2名
合計		55名

博士前期課程修了者の進路の内訳：

旭化成（株）	1名
（株）エー・アンド・ディ	1名
エヌ・ティ・ティ・コミュニケーションズ（株）	1名
（株）NTTドコモ	1名
エルピーダメモリ（株）	1名
京セラミタ（株）	1名
（株）コマツ	1名
（株）さなる	1名
JFEスチール（株）	1名
（株）ジェイテクト	1名
住友金属工業（株）	1名
住友金属鉱山（株）	1名
住友ゴム工業（株）	1名
住友電気工業（株）	1名
（株）ディスコ	1名
（株）東芝	2名
（株）トリケミカル研究所	1名
（株）ナノジオメトリ研究所	1名
ニチコン（株）	1名
日本生命保険相互会社	1名
日本電気（株）	1名
（株）野村総合研究所	1名
（株）日立製作所	2名
（株）福井村田製作所	1名
（株）フジクラ	1名
富士通（株）	1名
富士通テン（株）	1名
古河電気工業（株）	1名
（株）ホープス	1名
本田技研工業（株）	1名
（株）ミットヨ	1名
三菱電機（株）	3名
（株）三菱東京UFJ銀行	1名

## 6.3 博士後期課程修了者の進路

民間企業就職	3名
大阪大学・非常勤研究員	1名
他国立大学法人・非常勤研究員	3名
独立行政法人・非常勤研究員	2名
合 計	9名

博士後期課程修了者の進路の内訳：

(株)いい生活	1名
ローム(株)	1名
(株)Z会	1名
大阪大学・核物理研究センター・特任研究員	1名
東京大学大学院理学系研究科 附属原子核科学研究センター 特任研究員	1名
東京大学・大学院理学系研究科・物理学専攻・特任研究員	1名
東京大学大学院 総合文化研究科 広域科学専攻 基礎科学系 特任研究員	1名
(独)科学技術振興機構・特任研究員	1名
(独)高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所・協力研究員	1名



## 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が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、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、および生物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（うち理学研究科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3回計72回）を開催、英語の論文添削指導を行い、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、国際会議・ワークショップへの派遣（国内での開催：40件、海外での開催：37件）、外国人招聘41人、国内外シンポジウム6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（11件、うち外国人5件）、若手秋の学校（117名参加、うち物理学専攻より49名参加）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活動の審査を経て、2名をRA優秀者として表彰した（うち1名は物理学専攻大学院生）。本拠点の平成21-22年度のDC取得者の進路は、PD（国内9名、海外3名）、助教・特任助教（5名）、公的研究機関（1名）、企業（11名）と幅広く活躍の場を拡げており、DC進学者の増加、DC取得者の企業へ就職する比率が増大し、アカデミアのみならず、企業からも高く評価される人材輩出拠点として認知されつつある。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192編の原著論文発表（うちRAが第1著者である論文発表件数が29編）、国際会議での計78件の招待講演、特許出願4件、学会誌等や新聞等での誌上での紹介記事6件。受賞関連では、IBM科学賞、若手科学者賞、日本学術振興会賞、凝縮系科学賞、物理学会若手奨励賞など7件。以上のように、教育研究拠点形成は順調に進捗している

### 7.4 「若手秋の学校」

秋の学校 - 量子物性の解明と新機能 -

岡山いこいの村において、平成22年10月28～30日に開催された。口頭発表17件、ポスター発表90件で、参加者117名（うち物理学専攻大学院生42名、教職員7名）であった。

平成22年10月28日（木）

- |             |   |
|-------------|---|
| 13:25～13:30 | 開会式 挨拶：鈴木義茂（基礎工・物質創成専攻）                             |
| 13:30～14:20 | 山上浩志（京都産業大学理学部）<br>「 <i>f</i> 電子化合物のバンド構造の基礎と最近の進展」 |
| 14:20～14:50 | 広瀬雄介（理・大貫研）   |

- 「Metamagnetic behavior of heavy fermion compounds under high pressure」  
 討論者：原嶋庸介（理・赤井研）
- 15:20 ~ 15:50 N. T. L Huyen（極限セ・清水研）  
 「High pressure effect on the property of perovskite hydrides,  $\text{CaNiH}_3$  and  $\text{CaCoH}_3$ 」  
 討論者：岡田明久（基礎工・三宅研）
- 15:50 ~ 16:20 永田徹哉（理・赤井研）  
 「First-principles transport coefficients calculations of large scale multilayered systems」  
 討論者：土師慎祐（基礎工・占部研）
- 16:20 ~ 16:50 山口宏信（基礎工・三宅研）  
 「Research on mechanism of the ferromagnetism of  $\text{V}_n(\text{C}_6\text{H}_6)_{n+1}$ 」  
 討論者：谷田真人（基礎工・竹内研）
- 16:50 ~ 18:20 ポスター発表 I
- 20:00 ~ 21:00 ナイトセッション 天谷喜一（大阪大学名誉教授）  
 「極限四方山話」

## 平成 22 年 10 月 29 日（金）

- 9:00 ~ 9:30 生田力三（基礎工・井元研）  
 「Efficient and robust photonic entanglement distribution using decoherence-free subspace」  
 討論者：深澤太郎（理・赤井研）
- 9:30 ~ 10:00 立石健一郎（基礎工・北川研）  
 「Solid State Florin Spin Qubit System Hyperpolarized with Dynamic Nuclear Polarization using Photoexcited Triplet Electrons」  
 討論者：藤井 将（基礎工・吉田研）
- 10:00 ~ 10:30 村松正康（基礎工・宮坂研）  
 「フェムト秒 3 パルスフォトンエコー測定によるイオン液体の超高速溶媒和ダイナミクスの研究」  
 討論者：西山真哉（基礎工・三宅研）
- 11:00 ~ 11:50 神原陽一（慶應義塾大学理工学部& JST, TRIP）  
 「鉄系高温超伝導体をめぐる冒険 (TRIP)」
- 11:50 ~ 12:20 中西章尊（基礎工・吉田研）  
 「First principles calculation of energy gap of  $\text{CuAlO}_2$  under high pressure」  
 討論者：山本敦志（理・川村研）
- 16:00 ~ 17:30 ポスター発表 II

## 平成 22 年 10 月 30 日（土）

- 9:00 ~ 9:50 山田 亮（大阪大学大学院基礎工学研究科）  
 「単分子の電気伝導測定と能動機能の発現」
- 9:50 ~ 10:20 桑内康文（理・格子欠陥 G）  
 「環境 TEM による反応ガス中の  $\text{Au}/\text{TiO}_2$  触媒の観察」  
 討論者：田中茂揮（基礎工・清水研）
- 10:50 ~ 11:20 三島良太（基礎工・夢田研）  
 「Electrostatic Properties of Organic Films on Silicon Oxides Studied by Kelvin Probe Force Microscopy」

- 11:20 ~ 11:50 討論者：Le Quang Phuong (基礎工・芦田研)  
吉岡 孝 (基礎工・鈴木研)  
「Microwave-assisted magnetization switching in perpendicularly magnetized film」
- 11:50 ~ 12:20 討論者：山下和男 (理学・小川研)  
渡辺耕太 (理・小川研)  
「Biexcitons and Trions in Carbon Nanotubes」
- 13:20 ~ 13:50 討論者：Sheng Peng (基礎工・鈴木研)  
平岡裕治 (基礎工・木村研)  
「Observation of Spin-Helicity Domains Using Resonant X-ray Diffraction」
- 13:50 ~ 14:20 討論者：玉谷知裕 (理・小川研)  
藤田崇仁 (理・萩原研)  
「Multi-frequency ESR in the  $S=5/2$  triangular-lattice antiferromagnet  $\text{CuFe}_{1-x}\text{Ga}_x\text{O}_2$ 」
- 14:30 ~ 14:50 討論者：小林祐也 (基礎工・井元研)  
閉会式 挨拶：萩原政幸 (極限セ)

## 7.5 国際会議

「International Conference on Core Research and Engineering Science of Advanced Materials & 3rd International Conference on Nanospintronics Design and Realization (GCOE-ICNDR)」

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」と 3rd-ICNDR の主催で、シリコン CMOS を超えるための次世代ナノエレクトロニクスの可能性を探るナノスピントロニクス(半導体, 金属, 酸化物), 有機・分子エレクトロニクス(モルトロニクス), オプトロニクス, 量子情報(量子計算, 量子情報処理)やこれらの基礎基盤を提供する強相関電子系物質, 包摂化合物, 計算機ナノマテリアルデザインなどについて, 包括的, 融合的にこれらを議論し, 未来の新しい可能性と方向性を探るために, 3 パラレルセッションと 3 分野融合の基調講演から構成される包括的な国際会議とチュートリアルを行った。チュートリアルは平成 22 年 5 月 30 日に千里ライフサイエンスセンターにおいて, 国際会議は 5 月 31 日~6 月 4 日の 5 日間に渡って, 大阪大学コンベンションセンターにおいて開催された。基調講演 7 件, 口頭発表 140 件, ポスター発表 178 件(うち物理学専攻では, 基調講演 1 件, 口頭発表 7 件, ポスター発表 32 件), 参加人数 480 名と大規模な国際会議となった。各セッションごとのテーマは, Session I “ICNDR and Spintronics”, Session II “Molelectronics - charge transport”, Session III “Molelectronics and Spintronics”であった。以下には, 物理学専攻の多くが参加した Plenary と Session III のみ示す。

GCOE-ICNDR TUTORIAL (Senri Life Science Center)  
Sunday, 30 May 2010  
Session I (Computational Materials Design)

- 1100-1150 T-I-1 Hisazumi Akai, Osaka Univ., Osaka, Japan  
Local aspects of excitations and finite temperature transport properties



1200-1250	T-I-2	Cancelled
1430-1520	T-I-3	Kee Joo Chang, KAIST, Daejeon, Korea Quantum Simulations in Nanoscale Condensed Matter Physics
1530-1620	T-I-4	Olle Eriksson, Uppsala Univ., Uppsala, Sweden Atomistic spin-dynamics from first principles theory
1630-1720	T-I-5	Yoshitada Morikawa, Osaka Univ., Osaka, Japan First-principles Simulations of Nano-scale Processes at Surfaces and Interfaces
1730-1820	T-I-6	Stefan Bluegel, Forschungszentrum Juelich, Juelich, Germany Spin-Orbit driven Phenomena at Metal Surfaces

### Session II (Quantronics and Optronics)

1100-1150	T-II-1	David D. Awschalom, UCSB, California, USA Imaging Electrical Spin Generation and the Spin Hall Effect in Semiconductors
1200-1250	T-II-2	Masato Koashi, Osaka Univ., Osaka, Japan Security of Quantum Key Distribution with Practical Devices
1430-1520	T-II-3	Seigo Tarucha, Univ. of Tokyo, Tokyo, Japan Manipulation and Detection of Single Electron Spins and Spin Exchange Coupling in Quantum Dots
1530-1620	T-II-4	Tadashi Itoh, Osaka Univ., Osaka, Japan Optical Properties of Confined Exciton Systems and Their Perspective
1630-1720	T-II-5	Atsushi Fujimori, Univ. of Tokyo, Tokyo, Japan Photoemission Spectroscopy and the Electronic Structure of Diluted Magnetic Semiconductors
1730-1820	T-II-6	Yoshihisa Yamamoto, Stanford Univ., California, USA Optically Controlled Spin Qubits in Semiconductor Quantum Dots quantum information processing

### Session III (Molelectronics and Spintronics)

1100-1150	T-III-1	Shinji Yuasa, AIST, Tsukuba, Japan Physics and Applications of Tunnel Magnetoresistance Effect
1200-1250	T-III-2	Hideo Ohno, RIEC, Tohoku Univ., Sendai, Japan Exploring Magnetism with Ferromagnetic III-V Semiconductors
1430-1520	T-III-3	Kazunori Sato, Osaka Univ., Osaka, Japan First-principles theory of dilute magnetic semiconductors
1530-1620	T-III-4	Tomasz Dietl, Polish Academy of Science, Warsaw, Poland Physics of exchange interactions in solids
1630-1720	T-III-5	Valentin A. Dediu, ISMN-CNR, Bologna, Italy Organic Semiconductors for Spintronic Applications
1730-1820	T-III-6	Yoshinori Tokura, Univ. of Tokyo, Tokyo, Japan Organic molecular ferroelectrics

GCOE-ICNDR Conference (Osaka University Convention Center)

Monday, 31 May 2010

0850-0900	Opening addresses	Yoshio Kitaoka (GCOE project leader)
	Welcome address	Shojiro Nishio (Osaka Univ. Trustee and Vice-President)

**Plenary session**

0900-1000	PL-1	Yoshinori Tokura, Univ. of Tokyo, Tokyo, Japan Dynamical magnetoelectric effects in multiferroics
-----------	------	--

**Session III (Strongly-correlated electron systems)**

1020-1055	O-MoIII-1	Kazumasa Miyake, Osaka Univ., Osaka, Japan Effect of Critical Valence Fluctuations in Ce- and Yb-based Heavy Electrons
1055-1120	O-MoIII-2	Shinji Watanabe, Osaka Univ., Osaka, Japan Origin of Drastic Change of Fermi Surface and Transport Anomalies in CeRhIn <sub>5</sub> under Pressure
1120-1140	O-MoIII-3	Atsushi Tsuruta, Osaka Univ., Osaka, Japan Theoretical Study of the Zero Spin Sound in SDW Metals
1140-1220	O-MoIII-4	Oliver Stockert, MPI, Dresden, Germany Magnetically driven superconductivity in CeCu <sub>2</sub> Si <sub>2</sub>
1220-1300	O-MoIII-5	Michel Kenzelmann, Paul Scherrer Inst., Switzerland Coupled superconducting and magnetic order in CeCoIn <sub>5</sub>

**Plenary session**

1410-1510	PL-2	David D. Awschalom, UCSB, California, USA Manipulating Single Spins and Coherence in Semiconductors
-----------	------	--

**Session III (Strongly-correlated electron systems)**

1530-1610	O-MoIII-6	Jacques Flouquet, CEA Grenoble, Grenoble, France Heavy fermion Matter in extreme conditions
1610-1650	O-MoIII-7	Yoshichika Onuki, Osaka Univ., Osaka, Japan 4f-itinerant Nature in Heavy Fermion Compounds YbCu <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> and YbIr <sub>2</sub> Zn <sub>20</sub>
1700-1740	O-MoIII-8	Yukio Tanaka, Nagoya Univ., Japan Odd-frequency Cooper pairing in superconducting systems
1740-1810	O-MoIII-9	Rikio Settai, Osaka Univ., Osaka, Japan

- 1810-1830 O-MoIII-10 Field-induced Antiferromagnetic State in Pressure-induced Superconductor CeIrSi<sub>3</sub> without Inversion Symmetry in the Crystal Structure  
Mitsuharu Yashima, Osaka Univ., Osaka, Japan  
Pressure-temperature phase diagram of superconductivity in heavy fermion compounds CeIr(In<sub>1-x</sub>Cd<sub>x</sub>)<sub>5</sub> studied by In-NQR measurements

**Tuesday, 1 June, 2010****Plenary Session**

- 0900-1000 PL-3 Jun Akimitsu, Aoyama-Gakuin Univ., Kanagawa, Japan  
Several new superconductors recently developed by our group

**Session III (Superconductivity)**

- 1020-1055 O-TuIII-1 Yoshio Kitaoka, Osaka Univ., Osaka, Japan  
NMR Studies of Novel Superconducting Phases in High- $T_C$  Copper Oxides
- 1055-1120 O-TuIII-2 Akira Iyo, AIST, Umezono, Tsukuba, Ibaraki, Japan  
Unconventional Doping Dependence of  $T_C$  in a Multi-layered Cuprate Superconductor (Cu, C)Ba<sub>2</sub>Ca<sub>4</sub>Cu<sub>5</sub>O<sub>y</sub>
- 1120-1140 O-TuIII-3 Sunao Shimizu, Osaka Univ., Osaka, Japan  
NMR Studies on Antiferromagnetism and Superconductivity in Multilayered High- $T_C$  Cuprates Ba<sub>n-2</sub>Ca<sub>n-1</sub>Cu<sub>n</sub>O<sub>2n</sub>(F<sub>y</sub>O<sub>1-y</sub>)<sub>2</sub>
- 1140-1220 O-TuIII-4 Andre-Marie Tremblay, Univ. of Sherbrooke, Quebec, Canada  
Mott Physics in Strongly Correlated Superconductivity
- 1220-1300 O-TuIII-5 Masao Ogata, Univ. of Tokyo, Hongo, Tokyo, Japan  
Real-Space Picture on Nodeless and Nodal s-wave Gap Functions in Iron-Pnictide Superconductors
- 1340-1440 Poster Session I (PS I-1 PS I-93) at the meeting room 1 (1F)

**Tuesday, 1 June, 2010****Plenary Session**

- 1440-1540 PL-4 Hisazumi Akai, Osaka Univ., Osaka, Japan  
Towards the computational materials design

**Session III (Superconductivity)**

- 1600-1640 O-TuIII-6 Setsuko Tajima, Osaka Univ., Osaka, Japan  
Coexistence of Competing Orders in High- $T_C$  Superconducting Cuprates
- 1640-1720 O-TuIII-7 Katsuya Shimizu, Osaka Univ., Osaka, Japan

1740-1820	O-TuIII-8	Superconductivity in simple systems at very high pressure Nigel Hussey, Univ. of Bristol, UK Possible field-induced superconductivity in quasi-one-dimensional $\text{Li}_{0.9}\text{Mo}_6\text{O}_{17}$
1820-1840	O-TuIII-9	Kiyohisa Tanaka, Osaka Univ., Osaka, Japan Detailed-temperature dependence of pseudogap in underdoped $\text{Bi2212}$
1840-1900	O-TuIII-10	Takahiko Masui, Osaka Univ., Osaka, Japan Magnetic scattering and pressure effects on impurity substituted $\text{MgB}_2$
1900-2000		Poster Session I (PS I-1 PS I-93) at the meeting room 1 (1F)

**Wednesday, 2 June, 2010****Plenary Session**

0900-1000	PL-5	Hideo Ohno, RIEC, Tohoku Univ., Sendai, Japan Gating Magnetism of Ferromagnetic Semiconductors
-----------	------	---

**Session III (Iron-Pnictide Superconductor)**

1020-1100	O-WeIII-1	Kazuhiko Kuroki, Univ. of Electro-Commun., Tokyo, Japan Anion height as an origin of the material dependence of $T_C$ in iron pnictides and cuprates
1100-1140	O-WeIII-2	Hiroshi Eisaki, AIST, Tsukuba, Ibaraki, Japan High pressure synthesis and properties of oxygen-deficient oxypnictide superconductors $\text{LnFeAsO}_{1-y}$
1140-1210	O-WeIII-3	Shik Shin, ISSP, Univ. of Tokyo, Chiba, Japan Laser-ARPES on Fe superconductors
1210-1240	O-WeIII-4	Hidekazu Mukuda, Osaka Univ., Osaka, Japan NMR Study on iron-pnictide high- $T_C$ Superconductors
1240-1300	O-WeIII-5	Kentaro Kitagawa, ISSP, Univ. of Tokyo, Chiba, Japan NMR experiment on clean iron-pnictide superconductors up to 8 GPa
1340-1440		Poster Session II (PS II-1 PS II-85) at the meeting room 1 (1F)

**Plenary Session**

1440-1540	PL-6	Hideo Hosono, Tokyo Institute of Technology, Yokohama, Japan Progress in Transparent Oxide Semiconductors and New Frontiers through the research
-----------	------	---

**Session III (Multiferroics and New materials)**

1600-1640	O-WeIII-6	Tsuyoshi Kimura, Osaka Univ., Osaka, Japan
-----------	-----------	--

1640-1700	O-WeIII-7	Search for New Magnetoelectric Multiferroics Kenta Kimura, Osaka Univ., Osaka, Japan
1700-1720	O-WeIII-8	Magnetoelectric Properties in a Triangular Lattice Antiferromagnet $\text{CuCrO}_2$ Hiroyuki Nakamura, Osaka Univ., Osaka, Japan
1740-1820	O-WeIII-9	Antilocalization in $\text{KTaO}_3$ induced by gate electric field Masashi Kawasaki, IMR, Tohoku Univ., Sendai, Japan
1820-1900	O-WeIII-10	Quantum Transport at Oxide-Interfaces Hidekazu Tanaka, ISIR, Osaka Univ., Osaka, Japan
1900-2000		Functional Oxide Nano Spintronics Poster Session II (PS II-1 PS II-85) at the meeting room 1 (1F)

**Thursday, 3 June, 2010****Plenary Session**

0900-1000	PL-7	Cancelled
1000-1010		Presentation of Student Poster Awards Selection committee: Prof. A. Fert (Univ. Paris-Sud) Prof. P. H. Dederichs (Juelich) Prof. T. Dietl (Polish Acad. of Sci.) Prof. Y. Onuki (Osaka Univ.)

**Session III (Frustrated spin systems)**

1020-1100	O-ThIII-1	Hikaru Kawamura, Osaka Univ., Osaka, Japan Spin Liquid and Novel Order in Two-Dimensional Frustrated Heisenberg Antiferromagnets
1100-1140	O-ThIII-2	Bruce D. Gaulin, McMaster Univ., Hamilton, ON, Canada Phase Transitions in Planar Pyrochlore Magnets
1140-1220	O-ThIII-3	Peter Holdsworth, Ecole Normale Supérieure, Lyon, France Monopoles excitations in Spin Ice Materials
1220-1240	O-ThIII-4	Hajime Yoshino, Osaka Univ., Osaka, Japan Vortex Jamming in a frustrated Josephson Junction Array
1240-1300	O-ThIII-5	Tsuyoshi Okubo, Osaka Univ., Osaka, Japan Phase Fluctuation and Ordering of the Pyrochlore Heisenberg Antiferromagnet with the Ferromagnetic Next-Nearest Neighbor Interaction
1400-1440	O-ThIII-6	Masayuki Hagiwara, KYOKUGEN, Osaka Univ., Osaka, Japan High-Field Studies on Geometrically Frustrated Spin Systems at KYOKUGEN
1440-1520	O-ThIII-7	Andrew Harrison, Univ. of Edinburgh, Edinburgh, UK Experimental Studies of Magnetic Correlation in Quantum Kagome Antiferromagnets
1520-1545	O-ThIII-8	Shojiro Kimura, KYOKUGEN, Osaka Univ., Osaka, Japan ESR Measurements of the Chromium Spinel Compounds in High Magnetic Fields
1545-1610	O-ThIII-9	Masato Matsuura, Tohoku Univ., Sendai, Japan

1700-1740	O-ThIII-10	Study of Slow Lattice Dynamics in Relaxor Ferroelectric PMN-30%PT by Neutron Spin Echo Technique Akira Sekiyama, Osaka Univ., Osaka, Japan
1740-1820	O-ThIII-11	Bulk-sensitive photoemission spectroscopy of correlated electron systems Makina Yabashi, JASRI/RIKEN XFEL, Japan X-ray Free Electron Laser Project at Japan

#### Friday, 4 June, 2010 Plenary Session

0900-1000	PL-8	Yoshihisa Yamamoto, Stanford Univ., Stanford, CA, USA Bose-Einstein Condensation and Superfluidity in Semiconductors
-----------	------	---

#### Session III (Zeolites and cage compounds)

1020-1100	O-FrIII-1	Yasuo Nozue, Osaka Univ., Osaka, Japan Novel properties of s-electrons confined in regular nanospace of zeolite crystals
1100-1140	O-FrIII-2	Ryotaro Arita, Univ. of Tokyo, Tokyo, Japan Electronic Structure of Alkali-Metal Loaded Zeolites: A Super-crystal Picture
1140-1220	O-FrIII-3	Hideyuki Sato, Tokyo Metropolitan Univ., Hachioji, Tokyo, Japan New results on filled skutterudite single crystals flux-grown under high pressures
1220-1240	O-FrIII-4	Yasuhiro Sakamoto, Osaka Prefecture Univ., Sakai, Osaka, Japan TEM Study of Tetrahedrally Close-Packed Meso-Structured Materials
1240-1300	O-FrIII-5	Takehito Nakano, Osaka Univ., Osaka, Japan Antiferromagnetism of Alkali-Metal Nanoclusters in Sodalite - $\mu$ SR, Neutron Diffraction and AFMR Studies
1300		Conference Closes

## 第8章 質の高い大学教育推進プログラム（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22年度活動概要

3年目となった平成22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22年12月4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 22 年 9 月 17 日～18 日）



## 第9章 大学院教育改革支援プログラム(大学院 GP)の活動

### 9.1 「数物から社会へ発信・発進する人材の育成」の概要

大学院教育改革支援プログラム(大学院 GP)「数物から社会へ発信・発進する人材の育成」の目的は、「数学・物理学を専門とする大学院生が、優れた研究能力だけでなく、社会に通用する基礎力と表現力をも身につける」ようにすることである。これは数学専攻、物理学専攻、情報科学研究科情報基礎数学専攻が共同で 2008 年から始めた。

### 9.2 平成 22 年度活動概要

平成 22 年度には、以下の三つの制度のもとに次のことを行った。

#### 数学を専門とする学生と物理を専門とする学生がいっしょに学ぶ制度

- 物理学専攻の院生が研究上必要となる数学の基礎学力をつけるために、数学の教員による現代幾何学の講義「数物アドバンスコア 1」を開講した。
- 数学専攻の院生に物理学的世界観や考え方を学んでもらうために、現代物理学の最前線を 3 コマずつオムニバス形式で講述する「数物アドバンスコア 2」を開講した。

#### 学生と社会との対話を可能とする制度

- 一般の人に数学や物理の最前線を知ってもらうために「数物カフェ」を、コミュニケーションデザインセンターの協力の下、京阪電車中之島線なにわ橋駅で開いた。2010 年 7 月 7 日と 7 月 21 日に、それぞれ 3 人の大学院生が 2 時間にわたって説明や質疑を行った。

#### 学生の基礎学力をつけ、優秀な学生をサポートする制度

- RA 制度：研究計画を審査し、数学・情報基礎科学専攻から 16 名、物理学専攻から 9 名の博士後期課程の学生を RA に採用した。RA は、自らの研究を推進するとともに、本プログラムの様々な事業に指導的立場で加わった。

- TA 制度：学部4年生を含む後輩に指導助言をさせるため、数学専攻から4名、情報基礎数学専攻から2名、物理学専攻から12名のTAを採用した。
- プロジェクト研究支援：学生自らが作るプロジェクト型研究計画について審査を行い、研究費の援助を行った。採用したプロジェクトは、数学・情報基礎科学専攻から17件、物理学専攻から16件。また、このうち7名(うち物理学専攻5名)がプロジェクト研究経費を活用して海外に出張した。

## 第10章 理数オナープログラム

### 10.1 はじめに

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。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、来るべき日本の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。

大阪大学理学部は数学、物理学、化学、生物科学の4学科からなり、2年生以後は各学科に分かれて授業を行うが、1年生の間は学科混成クラスで全学科共通の理学部コアカリキュラムと呼ぶ教育を行っている。高等学校では理科を2科目しか履修しない学生がほとんどであるが、平成15年に開始した理学部コアカリキュラムでは、数学、物理、化学、生物、地学の講義および実験を必修として、幅広い素養を養う事をめざしている。同時に、大学教育に必要な学習法や心構えを身につける導入教育として、全ての1年生はそれぞれの学科で行う少人数の初年度ゼミに参加し、将来進む専門分野の教員と身近に接するようにしている。

この理学部コアカリキュラムは、幅を広げるのに大切な役割を果たしているが、その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。また、4年生になるとすべての学生が研究室に配属され研究体験をするが、2,3年生の間は意欲的な学生が研究体験をする機会が無かった。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、意欲的な学生には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、平成19年度に物理学科で試行を開始し、平成21年度からは理学部全学科で正式カリキュラムとして実施している。

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て初めて、教育目標を実現することができると考えている。

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 (資料1参照) 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。理数オー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。

**オーナーカリキュラム** 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。

**オーナーセミナー** 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(オーナーセミナー)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。オー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。オーナープログラム修了のためには、オーナーセミナーを2科目2単位取得しなければならない。

上記の科目を履修し、専門科目のGPAが3.0以上の成績を修めた学生には卒業時にオーナープログラム修了証を授与している(GPAは5段階評価(4~0)の成績を単位数の重みを付けて平均したもの)。

#### 平成22年度の目標

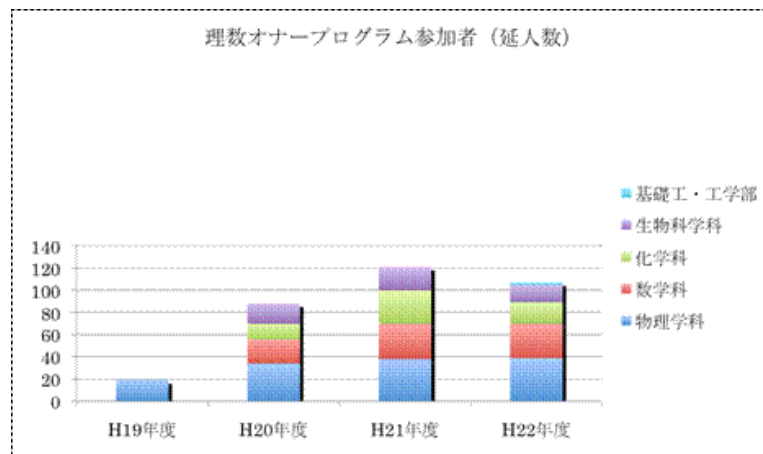
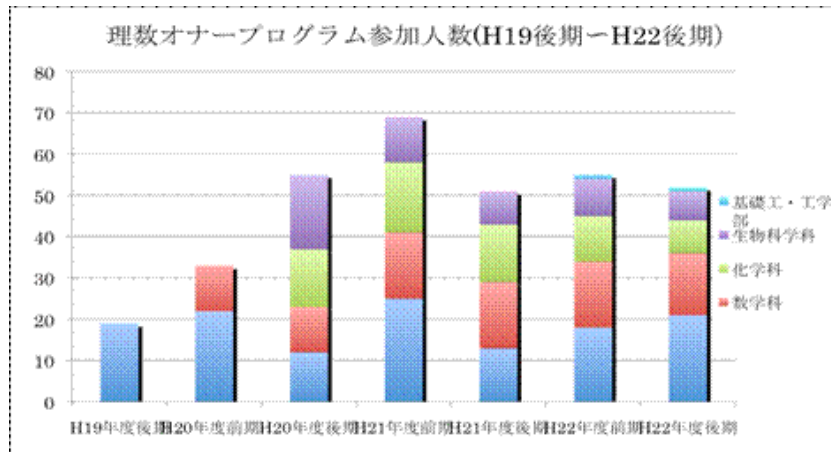
平成22年度は、全学科において理数オーナープログラムを実施し、同時に本プログラムの総括を行い教育方法の改善を行う。また、理数オーナープログラムの教材・教育方法などの準備・開発も続行する。

## 10.2 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学科からなっており、理数オーナープログラムは、学問の違いを考慮して学科毎に提供しているが、参加する学生は学科の壁を越えて履修することができる。

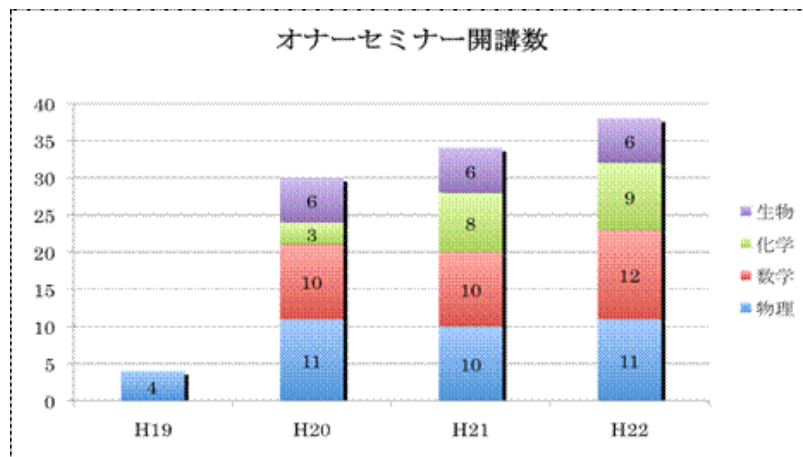
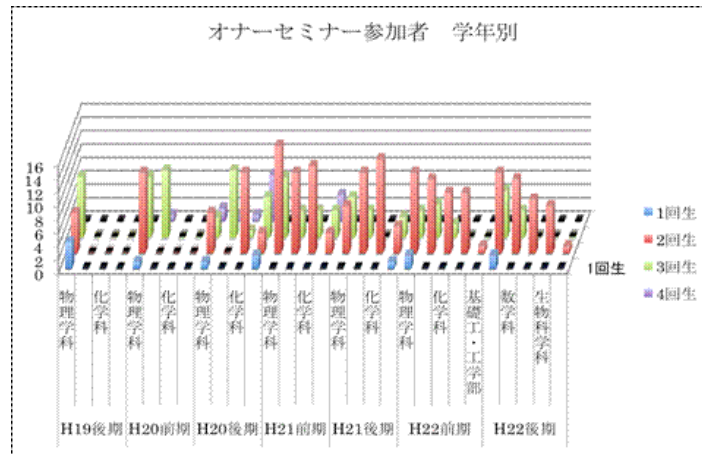
理数オーナープログラムは、準備が整っていた物理学科において平成19年度後期から先行試行し、平成20年度から正式なカリキュラムに取り入れたが、他学科では平成20年度に試行を行い、平成21年度から正式カリキュラムとなった。理数オーナープログラムに参加する学生は、各学科がオーナーカリキュラムとして指定する科目を履修するとともに、オーナーセミナーを少なくとも2科目2単位履修しなければならない。卒業までに理数オーナープログラム履修要件を満たせば、理数オーナープログラム修了証を授与される。従って、理数オーナープログラムに参加する学生数は、オーナーセミナーを受講する学生数で計ることができる。オーナーセミナーに参加した学生数の半期毎の変化を次表に示している。平成22年度は理学部だけでなく、工学部や基礎工学部といった他学部から受講する学生も若干名あった。

前期と後期で開講セミナー数に変動があるため、参加学生数の年度別累計を次表に示すが、ほぼ100~120名程度で定常的になってきたように見える。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前後期合わせて1,000名程度である。参加者総数は、ほぼその10%にあたる。



理数オーナープログラムのコアであるオーナーセミナーは、主に学部2,3年生を対象としているが、どの学年の学生が実際に参加しているかを詳細に示したのが次の図である。少数の特に意欲的な1年生にも参加を認めているが、一番多いのは2年生であり、3年生の参加は少なくなっているのが分かる。これは3年生になると通常の専門課程のカリキュラムで多忙になるためだと思われる。

次に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が、平均すると年間30～40のセミナーが開講されている。参加者数が約100名なので、セミナーあたりの参加者数は平均で3名程度であり、どのセミナーにも教員とTAがついて指導するので、非常にきめ細かな指導を受けることができる。



## 10.3 実施内容

### 10.3.1 理数オーナープログラムの周知

#### 目標

学内の意欲的な学生を集めるために、理数オーナープログラムの理念と大阪大学理学部内での位置づけを理解させるとともに、高校生、父兄にも活動内容を広く周知させることを目標とする。また、理数系に特に秀でた学生の獲得に努める。

#### 業務の方法

理学部学生便覧や理学部ホームページ、シラバス、ポスター、ビラなどの媒体を利用し、意欲ある学生に理数オーナープログラムへの参加を呼びかけるとともに、入試やオープンキャンパスなどの説明会等の機会に意欲的な高校生と父兄へ説明を行い、広報活動を行う。また物理オリンピック入試を継続して実施する。

## 実績

- 理数オーナープログラム HP を改訂した。特に、オーナープログラムに参加している学生の持つ、明るい元気な雰囲気が外部の方にも伝わるよう、色調にも気を配った。
- H22.4 月下旬に関西主要進学校 42 校の数学理科担当教諭宛に、理数オーナープログラムのパンフレットならびに 5 月初旬に開催される大阪大学学祭「いちよう祭」プログラムを送付し、本プログラムの周知につとめた。
- H22 年度の理学部新入生 280 名に対し、入学ガイダンス時に本プログラムならびにオーナーセミナー開講びらを配布し、周知につとめた。
- H22 年 8 月 3-4 日、SSH 生徒研究発表会（パシフィコ横浜）の開催にあたり、SSH 参加高校生ならびに関係者に向けて、本学教員ならびに学生がオーナープログラム宣伝のため、ブースを設置し、取組、活動内容の周知につとめた。
- H22 年 8 月 19 日、大阪大学理学部オープンキャンパス開催時に来場者に対し、学科別説明会時ならびに構内にコーナーを設け、本プログラム参加学生自主運営による活動の説明を行った。
- H22 年 9 月 18 日北野高校 SS コース課題研究発表会にアドバイザーとして参加した時に理数オーナープログラムのパンフレットを教員に配布した。
- 1 年生の必修科目の授業最終回に平成 23 年度の理数オーナープログラムに関する資料を配付した。
- H23 年 3 月 2 日、大阪府高等学校理化教育研究会所属の高校教諭約 20 名が本学部の取組と施設見学に来られたので、理数オーナープログラム活動の紹介をし、周知につとめた。

## 評価と今後なすべきこと

- 後期にあまり周知活動ができなかった。
- 学内の隣接する学部（基礎工学部、工学部）の優秀な学生にもオーナーセミナーを PR し、参加を促したかったが、あまり機会がなく、参加者は少数に留まった。

## 10.3.2 理数オーナープログラムの実施

## 目標

理数オーナープログラム実施委員会が中心となって理数オーナープログラムを実施することにより、フロントランナーおよびニューフロンティアの開拓者を育成することを目標とする。

## 業務の方法

各学科のオーナープログラム責任者のもとに設けた実施小委員会が中心となり、各学科のカ

リキュラム委員会と連絡を取りつつ、理数オーナープログラムを実施する。全体の調整は、数学、物理、化学、生物科学科のオーナープログラム責任者からなる理数オーナープログラム実施委員会が行う。学生の質の変化に伴い、各学科においてカリキュラム改正が進行しているため、理数オーナープログラム修了要件についてもオーナープログラム実施委員会で再検討する。

#### 実績

理数オーナープログラムには大阪大学理学部全学生の約10%が参加し、その内で理数オーナープログラム修了要件を満たし理数オーナープログラム修了証を授与されたのは、平成21年度に2名、平成22年度に8名(約4%)である。優等賞を授与された11名中、6名が理数オーナープログラム参加者であった。また、平成22年10月に開催した研究発表会『リサーチフェスタ2010』において、2名が金賞を2名が奨励賞を受賞した。

物理学科のカリキュラムが改訂されたのに伴い、理数オーナープログラム修了要件の変更を行った。更に、次年度の理数オーナープログラム実施に向けて、修了要件の再検討を行った。理数オーナープログラムは学生の能動性・自主性を重視しているが、やる気のある学生が学年や分野を越えて集まり、互いに刺激し合い自主研究を発展させるだけでなく、ソサエティを作り交流を深めたり大学外へのアウトリーチ活動にも積極的に取り組むようになってきた。必ずしもあらかじめ計画したことでなかったが、副産物の意味で理数オーナープログラムの成果と考える事ができるので、後にその自主的活動内容をまとめる。

#### 評価と今後なすべきこと

理数オーナープログラムも実施開始後四年目を迎え、ほぼ定常的に運営することができるようになり、実施委員会の果たす役割は少なくなった。修了要件も学科ごとに整い、オーナーセミナーも授業の一環として、順調に継続されているので、実施委員会では修了要件の改訂とオーナーセミナー担当者の選考を行った。常時約50名の学生が理数オーナープログラムに参加し、他の学生達を牽引するようになり、理数オーナープログラムで当初計画した内容はほぼ達成できたと考えるが、委託期間終了後は『理数オーナープログラム フェーズ2』として、理学部専門教育教務委員会の下に『理学部プロジェクト型教育プログラム実施委員会』を設けて、更なる発展に向けて次のような改善に取り組むことにしている。

- 理数オーナープログラム修了者が少ないので、履修学生の意見を取り入れて、修了要件を抜本的に見直す。
- 大阪大学理学部ではグローバル時代に活躍する人材を育成するために、夏休みに学部学生を海外の大学に派遣しているが、理数オーナープログラム参加学生は夏休みに自主研究を行うため海外派遣に参加する事が難しい。この点を改善するとともに、米国のオーナープログラムとの連携を図る。
- 理数オーナープログラムの目玉であるオーナーセミナーにおいて行った自主研究を、更に研究を続けて学術論文のレベルまで発展させるための工夫。
- 特別優秀な人材、SSH等で自主研究の実績を上げた意欲的な人材を受け入れる特別な入学試験を実施することにより、理数オーナープログラムの更なる発展を図る。



- 理数オーナープログラム参加学生による自主的活動

理数オーナープログラム参加学生は、本年度も独自にソサエティを維持し、相互に協力しあいながら、本来の勉学と並行して、様々な活動を企画、運営した。社会人になると、公私に渡り、様々な企画の幹事を引き受ける機会が多くなり、集団をいかにまとめるかというリーダーシップ、参加者の意見を上手に組み入れて会を運営する能力など、勉学以外の力がためられるものである。また、オーナープログラムに参加するような好奇心に富んだ仲間との語りから、思わぬ視点での研究のテーマが見つかったり、自分の抱える課題の整理が出来たりすることもしばしばある。大学は優れた社会人を育成する場としても機能するべきであるから、一見勉強と関係ない活動のように思えるが、オーナープログラムでは大切な活動を位置づけ、学生たちに経験の場を与えているつもりである。卒業生のアンケート回答からも複数の学生から、こういう場で優秀な先輩後輩たちとの出会いがあり、知的な会話が成立するので、オーナープログラムが非常に楽しいものとなり、参加できてよかったと言ってくれている。

交流会（前期 H22.9.30 後期 H23.3.31）

自主研究発表会後に発表者を中心として、TA、教職員、オーナーセミナー受講経験者も加わり、学科、学年を超えた交流会を開催するのが、恒例行事となってきた。前年度に引き続き、自主研究の発表パフォーマンスを来場者にアンケート形式で投票してもらい、上位入賞者をこの場で表彰した。元々オーナーセミナーに参加する学生は意欲的であるので、投票で高得点を獲得する者が非常に多いのも特徴である。

前期 41名、後期 39名参加

オナークリスマス会（H22.12.23）

これも昨年度から始まった行事であるが、好評につき、本年度も学生たちが企画、運営した。今回はリサーチフェスタで知り合った京大工学部の学生5名がゲストで参加してくれた。京大の学生からは、本プログラムが大人数の集団をなしていることに非常に驚いておられ、学部の低学年から自主研究に取り組み、専門知識をどん欲に取り入れていける環境が非常に楽しそうだと羨ましがってくれたのが印象的であった。このように褒めてもらえるところらの学生も素直に嬉しいようである。

参加合計 30名

卒業生を送る会（H23.3.25）

平成22年度、大阪大学を卒業するM2、B4のオーナー生を送る会を理学部内で卒業式当日に行った。他の大学院に進学する者も少なからずいるので、進学先を決めた理由、社会人、大学院生になるにあたっての抱負など、普段あまりあらたまって聞く機会がない内容を在校生の前で一人ずつ話してもらった。在学中に取り組んでみたらいいことなど、卒業生も語りたいたことが多かったようで、時間をオーバーしての楽しい会となった。

卒業生 12名 在校生 14名 教員 1名参加

北野高校課題研究発表会とアドバイザー活動について

東島が北野高校SSコースの顧問を引き受けている関係で、オーナープログラム参加

学生の有志が、北野高校の前期課題研究発表会（h22.9.17 北野高校内）と10月以降の毎週木曜の午後、70分の授業に阪大オーナー生がボランティアで都合がつく範囲で参加し、研究のアドバイスを行ってみた。引き受けたからには責任をもって、最後の授業まで継続して参加するべく心がけた。

授業に参加した学生は自分が行ったアドバイスを毎回他のアドバイザーにも報告し、アドバイスに一貫性が保てるよう、情報をできるだけ共有化するよう心がけた。またこれらの感想データは高校へも送付し、自由に活かしてもらえるようにした。

高校生からは概ね好評を得たようであったが、高校教員側からは数学、理科の分野別に賛否両論があったようである。大学生が考える研究と高校生の研究はやはり質、量ともにギャップがあり、どう折り合いをつけていくかを考えさせられる、非常に良い経験となった。また、高校とは、大学受験が常にトップテーマであり、自由に時間を割いて好きなだけ研究するという環境は、大人数での通常授業では実施しにくいように思えた。

#### 京大阪大コラボ

リサーチフェスタ2010に参加した京大工学部の学生とは、上記のクリスマス会ですでに顔見知りとなっていたが、さらに継続して、共同で企画を立ち上げることで意見が一致したので、3月に京大桂キャンパスにて、グループワーク、簡単な実験を通して交流を深める学生自主運営イベントを開催した。打ち合せをskypeのチャット会議で何度か行った。経費もさほどかけずに、身近にある物を上手に活用し、運営を行っていた。工学部と理学部という出身分野が異なることが彼らの興味を一層ひくようで、今後の展開に期待したい。サイエンスインカレ2011にもOB、OGとして参加し、研究熱心な全国の優秀な学部生たちと何らかのあらたな交流が持てるようにすることも目標のひとつに挙げている。

参加学生 阪大 8名、京大 8名 計16名

### 10.3.3 理数オーナープログラムの実施、評価と改善

#### 目標

少人数制の理数オーナーセミナーを開講して、高度な内容の授業を行うとともに、主体的な学習態度を身につけさせ、セミナー終了後は教員および学生の評価をもとにセミナーをさらに改良することを目標とする。

#### 業務の方法

各学科ごとに少人数制対話型授業であるオーナーセミナーを実施し、複数の学年の学生が混在した授業をおこなう。少人数制のため、個々の能力を教員が的確に把握できるので、彼らの実力を加味しつつ、学生の好奇心を引き出し、通常授業の枠にとらわれない内容を展開する。オーナーセミナーの更なる充実を図るため、授業内容で工夫があった点を各学科の担当者が持ち寄り、良い点は取り入れて、授業内容を改善する。また、学生のアンケート調査をもとに彼らの勉強したい分野、反省点などを押さえつつ、次期以降の授業に反映させる。

## 実績

昨年度は 34 のオナーセミナーを開講したが、今年度は前後期合わせて 38 のオナーセミナーを用意し、のべ 107 名が履修した。用意したオナーセミナー及び履修者数を次に掲げる。

## 【H22 年前期オナーセミナー】 参加者総数 54 名

## 物理オナーセミナー 半期 参加者計 17 名

## A 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：受講希望者 0 名（開講せず）

## B 生物や生体分子のモデル化実験解析

担当 久富 修：受講生 2 名（2 年生 2 名とも生物科学コース学生）

## C 質量分析学への誘い

担当 豊田 岐聡、新聞 秀一：受講生 3 名（2 年生 3 名 うち 1 名は生物科学、1 名は基礎工学部）

## D 反粒子の世界を探る

担当 板橋 隆久、久野良孝：受講生 3 名（2 年生 1 名、3 年生 2 名）

## E 宇宙物理学入門

担当 常深 博、林田 清：受講生 1 名（3 年生）

## F 時間・空間の幾何学と相対性理論

担当 東島 清、伊藤 悦子：受講生 8 名（全員 2 年生）

## 化学オナーセミナー 半期 参加者計 12 名

## A 金属イオンから好きな色の化合物を作ろう

担当 今野 巧、佃 俊昭、井頭 麻子：受講生 4 名（全員 2 年生 うち生命理学コース 1 名）

## B エレクトロニクスの未来を化学で作ろう！

担当 小川 琢治、田中 啓文：受講生 2 名（2 年生 1 名、3 年生 1 名）

## C 分子機械としてのタンパク質を考える

担当 水谷 泰久、石川 春人、水野 操：受講生 3 名（全員 2 年生）

## D 高分子の世界

担当 佐藤 尚弘：受講生 3 名（2 年生 2 名、3 年生 1 名）

## 生物科学オナーセミナー 半期 参加者計 6 名

## 1 タンパク質の巧妙な「からくり」について考えてみよう！ 1

担当 倉光 成紀、増井 良治：受講生 2 名（生物科学コース 2 年生）

## 4 自由に作る遺伝子操作植物

担当 柿本 辰男、高田 忍：受講生 3 名（生物科学コース 2 年生）

## 5 時間リズムと空間パタンのモデリング

担当 藤本 仰一：受講生 1名（物理学科2年生）

数学オナーセミナー 通年 参加者計 19名

## A リー群入門の一步手前まで

担当 渡部 隆夫：受講生 4名（全員2年生うち1名 物理学科生）

## B 現代解析学へのイントロダクションとして

担当 杉田 洋：受講生 3名（全員3年生）

## C 曲面の幾何構造とモジュライ 担当 高橋 篤史：受講生 4名（2年生2名、3年生2名うち1名 物理学科生）

## D ベクトル解析

担当 榎 一郎：受講生 3名（2年生2名うち1名 物理学科生、3年生1名）

## E 数学を語る

担当 川口 周：受講生 3名（全員2年生）

## F 解析力学と微分形式

担当 内田素夫：受講生 2名（全員2年生）

【H22年後期オナーセミナー】 参加者総数 53名

物理オナーセミナー 半期 参加者計 19名

## F 時間・空間の幾何学と相対性理論

担当 東島清、伊藤悦子：受講生 8名（1年生2名、2年生 6名）

## G 宇宙線トモグラフィー

担当 岸本忠史、能町正治、阪口篤志、菅谷頼仁：受講生 2名（全員3年生）

## H 目に見えない放射線をつかまえる

担当 下田正、小田原厚子：受講生 3名（全員3年生）

## J 加速器を使って分析しよう-身の回りの謎への挑戦-

担当 福田光順、藤田佳孝：受講生 3名（全員2年生）

## K 素粒子と宇宙について考えよう

担当 長嶋順清、久野良孝：受講生 1名（3年生）

## S オナーセミナー S(質量分析 Gへの所属)

担当 豊田 岐聡、新聞 秀一：受講生 2名（2年生2名 うち1名は生物科学コース）

化学オナーセミナー 半期 参加者計 9名

## E 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：受講生 3名（全員2年生）

## F 計算化学-量子化学をとおして-

担当 奥村 光隆、川上 貴資、北河 康隆、山中 秀介：受講生 1名(2年生)

## G 光の錯乱を使って巨大分子やコロイド粒子を観よう

担当 寺尾 憲：受講生 1名(2年生)

## H 有機化学とナノ科学の融合

担当 深瀬 浩一、藤本 ゆかり、田中 克典：受講生 3名(全員2年生)

## I エレクトロニクスの未来を化学で作ろう！

担当 小川 琢治、田中 啓文、田中 大輔：受講生 1名(2年生)

生物科学オーナーセミナー 半期 参加者計 7名

## 2 タンパク質の巧妙な「からくり」について考えてみよう！ 2

担当 倉光 成紀、増井 良治：受講生 3名(生物科学コース、生命理学コース、工学部 各1名)

## 3 染色体の機能をさぐる

担当 升方 久夫：受講生 2名(全員 生物科学コース)

## 6 細胞の中の構造をみよう！

担当 金澤 浩、三井 慶治、松下 昌史：受講生 2名(生物科学コース 2年生1名、1年生1名)

数学オーナーセミナー 前期と同様に開講 受講生 18名(3年生が1名辞退)

## 評価と今後なすべきこと

4年生の卒業研究では学生の所属する学科の研究室で指導を受けなければならないが、早期研究室配属に相当するオーナーセミナーでは、他学科の研究室で指導を受ける学生もあり、学生の意欲の幅を拓げるのに貢献している。今年度用意したセミナー数は多すぎるようで、開講に至らなかったセミナーもあったため、次年度は減らす。

## 10.3.4 教材・装置の開発・準備

## 目標

独自の教材開発、装置を作成することにより、理数オーナープログラムの教育効果を高めることを目標とする。

## 業務の方法

各学科のオーナープログラム実施小委員会において、実施するオーナーセミナーのテーマ及び担当者を選び、各オーナーセミナーを実施する担当教員及びTAに、適切な教材の準備を依頼した。

## 実績

前期・後期を通じて各オーナーセミナー担当者はセミナーに用いるテキストや適切な論文な

どを選択し、実験装置などの開発・準備を行うとともに、学生が行う自主研究にふさわしい題材の候補を用意した。具体的にオーナーセミナーを実施したテーマは前節に挙げた通りである。実際にセミナー担当者が行った教材・装置の開発・準備に関しては、資料として付けたオーナーセミナー担当教員の報告書に詳しく述べられている。

#### 評価と今後なすべきこと

オーナーセミナーで使用する器具や装置は各研究室の器具・装置を用いることが多く、研究室の持ち出しになることが多かった。それを補うのは、参加学生の意欲が高いので、指導する方にも楽しみとなることだったが、担当教員に教材準備に必要な経費を申請して貰い、経費を配分するシステムを作る必要がある。

### 10.3.5 自主研究の実施

#### 目標

理数オーナーセミナー参加者に自主研究を奨励することにより、課題設定能力・課題探求能力を育て、自ら研究する喜びを体験させることを目標とする。

#### 業務の方法

理数オーナーセミナー開始後、自主研究課題を見つけ自主研究計画書を提出させた。同時に研究費も申請させ、審査の後金額を確定し、その予算内で研究を完遂させる。その過程で、指導教員およびTAが適切なアドバイスを行う。

#### 実績

自分で研究課題を見いだした学生には、オーナーセミナーの中で何度か発表をさせて実行可能な課題となるように指導した。中々自分で課題を見いだせない学生に対しては、担当教員が用意した大きなテーマの中から学生に選ばせ、討論を通して具体的な研究課題を見いだすように指導した。最終的に参加学生が選択した研究課題は資料にまとめた。自主研究の課題探しは、オーナーセミナー開始後2ヶ月目から始めたが、実際に自主研究を行うのは、前期は8月中旬から9月の夏休み、後期の場合は2月中旬から3月の春休み期間であった。

#### 評価と今後なすべきこと

学部生が、長期休暇に集中して研究室に入り込み、一生懸命に自主研究に取り組む姿勢に、研究室内でも驚きを持って迎えられることもあったようだが、彼らはやはり実験に不慣れなため、誰かサポートする者が常についていなければならないという負担が大きいようであった。こういう場合に、優秀なTAの存在は非常に貴重であった。TA自身からも、指導を行う上で、基礎的な知識を再確認するなど、自身の勉強にもつながったという声があった。

また、学生が意欲的であればあるほど、学生の目指す自主研究と実際にできることの乖離が大きいので、学生が満足する結果を売るためには、指導する担当教員やTAの負担が大きくなってしまふ。現在は、担当する教員を年度ごとに入れ替えることにより、毎年同じ教員

に負担がかからないようにしている。教員の負担を更に少なくするには、今より少し要求水準を下げて、あらかじめ用意した教材を使い毎年同じテーマを与えればよいが、それでは学生の意欲を削ぐ可能性がある。どのような目標を設定するかは今後の検討課題であろう。

### 10.3.6 研究成果発表会の実施

#### 目標

研究の動機・方法・成果をまとめる力を養い、同時にプレゼンテーション能力、コミュニケーション力を高めさせることを目標とする。

#### 業務の方法

半年に一度、研究成果を報告する発表会を実施する。プレゼンテーション力、質疑応答内容を成績評価の一部とする。研究報告書を作成する力を養い、研究を行う一連の流れを体験させる。

自主研究のインセンティブとするため、研究成果に対するコンペティションを行う。これは学生が発案して実施している。

#### 実績

オーナーセミナーの授業と並行して、自ら課題を見つけ自主研究に取り組んだ成果を発表するために研究成果発表会を前期、後期それぞれ1回ずつ合計2回開催した。発表時間は一人10分ないし15分、質疑応答は5分とした。全学科ともオーナーセミナーの通常授業の平常点と発表会の出来を合算し、成績評価を行った。4年生の卒業研究発表より早い段階で、研究成果を限られた時間内にまとめ、専門分野以外の参加者にもわかりやすく発表するプレゼンテーション能力、会場からの質疑応答を通してコミュニケーション能力を磨くよい機会となった。発表のパフォーマンス力が高かった学生を聴衆の投票結果により表彰し、学生のやる気を高めるようにした。また、研究データの考察方法や、文章による説明能力を養うため、この研究結果を自主研究報告書にまとめさせて提出させた。参考資料として付ける自主研究報告書を添付する。

発表会の演題と発表者数は以下の通りである。

#### 前期

平成22年9月29日(水)

演題数 15演題(生物科学オーナー 3演題、化学オーナー 12演題)

発表者数 18名

同年9月30日(木)

演題数 19演題(物理オーナー 18演題、数学オーナー 1演題)

発表者数 19名

## 後期

平成23年3月30日(水)

演題数 19 演題(物理オナー 16 演題、生物科学オナー 3 演題)

発表者数 23 名

同年3月31日(木)

演題数 18 演題(化学オナー 8 演題、数学オナー 10 演題)

発表者数 21 名

## 評価と今後なすべきこと

各オナーセミナーでは、発表会の予行演習において、発表内容や発表の仕方に対するアドバイスをを行い教育効果があげた。発表会で講演することは学生にとって研究のモチベーションを上げるだけでなく、コミュニケーション能力を高める良い刺激となっており、報告書をまとめることとともに、今後も是非続けるべきである。

## 10.3.7 先端研究施設研修

## 目標

最先端の科学技術に関する知識を身につけ、意欲の更なる向上を図るとともに、学生の将来を考えるきっかけにもさせることを目標とする。

## 業務の方法

長期の休みを利用し、国内最先端研究施設を見学させる。機会があれば現地の研究者からレクチャーを受ける。現場の研究者との討論を通して、授業で学習した理論、知識がどのように応用されているかを実感させる。

## 実績

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、先端研究施設を訪問し、現場で活躍する研究者から、施設の説明を実地で受けた。担当教員の専門分野と異なる自主研究テーマを選んだ学生は、自主研究に関する指導を仰ぐために他大学の専門家を訪問した。また、通常授業を超えた専門分野の知識を増やすために全国の学生たちの自主運営による合宿に参加する者もいた。

平成22年9月8-10日 山形大学工学部(山形県米沢市)

化学オナーセミナー 化学科2回生 1名

城戸研究室を訪問。エレクトロルミネッセンスの測定実験の指導を仰ぎ、実験を行った。

平成22年8月20-22日 Spring-8(兵庫県佐用郡)

生物科学オナーセミナー 担当 倉光成紀、増田良治 生物科学科2回生 2名



「高度好熱菌丸ごと一匹プロジェクト第9回連携研究会」への参加およびSpring-8の先端研究施設見学

平成22年9月17-18日 関西大学セミナーハウス 高岳館（大阪府高槻市）  
物理オナーセミナー 担当 豊田岐聡、新間秀一  
物理学科2回生、生物科学科2回生、基礎工学部電子物理科学科2回生 各1名 計3名  
「第5回 質量分析 夏の学校」への参加

平成22年9月22-24日 金沢大学（石川県金沢市）  
物理学科3回生 1名  
日本天文学会2010年秋季年会へ参加、ポスター発表

平成22年10月25-30日 Subaru Telescope (Hilo, Hawaii, USA)  
物理学科3回生 1名  
国立天文台主催「すばる観測体験企画」への参加

平成22年12月16-17日 北海道大学農学部（札幌市）  
物理オナーセミナー 担当 豊田岐聡 物理学科2回生 1名  
北海道大学農学部波多野研究室を訪問 質量分析計を用いた温室効果ガス測定研究打ち合せ

平成23年2月22-23日 鹿児島湾沖（鹿児島市）  
物理オナーセミナー 物理学科2回生 1名  
鹿児島湾沖 若尊海底火山の熱水調査

平成23年2月28-3月3日 高エネルギー加速器研究機構東海キャンパス（茨城県東海村）  
理化学研究所（埼玉県和光市）  
物理オナーセミナー 担当 下田正、小田原厚子 物理学専攻M1 1名（TA）、物理学科3回生 3名  
自主研究（放射線検出器の性能テスト）ならびに先端研究施設訪問

平成23年3月4-5日 放射線医学総合研究所（千葉市） 理化学研究所（和光市）  
物理オナーセミナー 担当 福田光順、物理学科2回生 3名  
先端研究施設訪問と現地研究者からのレクチャー講義

平成23年3月8-11日 東海地区国立大学共同中津川研修センター（岐阜県中津川市）  
数学オナー 数学科2回生 1名  
第3回数物セミナーへ参加

平成23年3月3-6日 国立曽爾青少年自然の家（奈良県宇田郡）  
物理オナー 物理学科2回生 2名、 数学オナー 数学科2回生 1名 計3名  
第20回京大名大合同合宿への参加

### 評価と今後なすべきこと

出張に出かけた学生には、戻って来てから必ずレポートを書かせ、どのような目的で出かけたか、現地に赴いて何が有意義だったか、反省点などをまとめさせた。どの学生も非常に刺激を受けて帰ってきているので、このように体験を言語化させることで、意識が明確となり、自身の今後の授業や勉強に向き合うモチベーションも高まる。また、レポートを書く事で、科学者として、国民に対し、わかりやすく物事を説明していく意義と責任を理解してもらう意味を感じ取ってもらう目的もある。先端研究施設の見学は、授業で学んだ理論が実際に、施設の機器として結集されているので、授業での理解がさらに深まり、そこに従事する研究者からのレクチャーを受けることで、彼らの知識の深さや研究に対する真摯な姿勢なども感じ取るようであり、学生には得られるものが大きいと考えられる。

全国の学生たちの自主運営ゼミに参加した者は、阪大生以外の学生と知り合う機会が得られ、彼らの教養と専門分野の知識の高さに驚き、刺激を受けて帰ってくるので、これも非常によい経験となっているようである。

## 10.3.8 全国大学科学研究コンテスト（仮称）の実施

### 目標

理数学生向けに自主研究コンテストを開催し、優秀な研究を行った学生を幅広く表彰することで、将来有望な理数系学生の意欲をさらに高めるとともに、大学生、一般市民、中高生に対する広報活動にも力をいれて、理数系の学問に興味を喚起し、自ら研究する楽しさを知らせることを目標とする。

### 業務の方法

理数系の学生に、自主研究内容を口頭またはポスター発表する機会を提供する。学外の専門家による審査に基づき、優秀な学生を表彰することで、将来性のある理数系学生の研究意欲を更に高め、理数系学生の育成を全国規模で展開する。また彼らが交流する場を設け、近い分野に興味を持つ者同士の友情を育てる。高校生、一般社会に向けて、各大学が優秀な科学者、技術者の育成に真剣に取り組んでいる様子をこのコンテストを通じて伝える。

### 実績

大阪大学主催、文部科学省共催、島津製作所協賛で、10月17日（日）9:00-17:00に大阪大学理学部において、リサーチフェスタ2010を開催した。発表を行ったのは理数学生応援プロジェクト参加大学（22大学）の学部学生で、理数学生応援プロジェクト企画評価委員に審査をお願いした。口頭発表、ポスター発表合わせて29件の発表があり、優秀者には、金賞、銀賞、銅賞、奨励賞を、その他の参加者には発表参加賞を授与した。受賞学生が喜んだ姿は印象的であったが、今回は聴衆として参加した学生にも、来年度自分も発表したいという人が多かった。全参加者は200名弱であった。

準備、実施並びに総括までのおもなスケジュールは下記のとおりであった。

平成 22 年 1 月

- 理数学生応援プロジェクト採択大学連絡協議会（文部科学省基盤政策課主催）にて、参加学生による自主研究コンテストの開催を提案する。

2 月

- 採択大学へコンテストの趣旨、参加資格、審査方法などをアンケート形式で質問。回答を集計。コンテスト開催の足がかりとする。

3 月

特になし

4 月

- コンテスト事務局を大阪大学理学部内におく。
- コンテストの日程調整、会場の手配。審査委員の依頼（理数学生応援プロジェクト企画評価委員に依頼）

5 月

- コンテスト名称を「リサーチフェスタ 2010」に決定。
- コンテスト内容の決定  
応募資格、参加学年  
研究発表部門と活動報告部門の 2 部門制にする。  
審査を書面審査と発表会当日の最終審査の 2 段階にする。  
審査ポイント、提出時期 など
- リサーチフェスタ HP の開設。各種申請様式を掲載。
- ポスター、ビラのデザイン依頼、原稿作成、編集、印刷。

6 月

- 採択大学の事務局名簿の作成。
- ポスター、ビラを採択大学へ送付。

7 月

- 上旬 エントリーシートの受付。応募者リスト作成。
- 下旬 研究発表概要、活動報告概要の締め切り。（応募 30 件）  
参加者、見学者の確定。名簿の作成。

8 月

- 上旬 エントリーシートの受付。応募者リスト作成。
- 下旬 研究発表概要、活動報告概要の締め切り。(応募 30 件)  
参加者、見学者の確定。名簿の作成。

## 9月

- 書面審査委員、追加依頼。審査委員へ概要、審査表の送付、回収、集計。(郵送&メール)
- 文部科学省内のプレス発表。企業への協賛依頼。
- 学生ボランティアの募集。リサーチフェスタロゴマークの決定。
- 書面審査会議の開催(9月27日 東京?学士会館にて)
- 口答発表者、ポスター発表者を決定、応募者へ通知。

## 10月

- 発表タイトル、概要の作成依頼。
- コンテスト当日のタイムスケジュールの確定。
- プログラム作成と印刷。参加者名簿の最終校正。司会、座長の決定。
- 発表会場、審査会場の準備。名札、副賞、参加賞の準備。
- 17日(日)リサーチフェスタ2010の開催。入賞者の決定。
- HPへ入賞者名を掲載。

## 11月

- 発表者へ感想アンケート依頼。集計。
- 上位入賞者へ表彰状(A3)作成と送付。

## 12月

- コンテストの報告書作成、印刷、発送依頼。

## 評価と今後なすべきこと

口頭発表、ポスター発表合わせて29件の発表件数は期待した数よりも少なかった。その理由を大阪大学の学生に聞いたところ、『オリジナルな研究』という参加資格を厳密に解釈すると、応募できなくなったという人が多かった。また、プレ卒業研究として教員の指導を受けているので、厳密に『学部学生が中心となって行った研究』と言えるのかどうかに拘って、質問してくる人もあった。後者に関しては、教員のこれまでの研究を先行研究として取り扱って正しく引用し、学生が中心となって研究した部分だけを切り離してリサーチフェスタに参加して貰った。

2011年度に開催されるサイエンス・インカレにおいても、『オリジナルな研究』『学部学生が行った研究』『卒業研究を除く』等の条件を、以下にして担保するかが成功の鍵となる。

### 10.3.9 業務の総括

#### 目標

最終年度であるので、これまで大阪大学理学部が取り組んできた理数オーナープログラムの内容を総括するとともに、次年度以降の取り組み体制を整えることを目標とする。

#### 業務の方法

理数オーナープログラムの4年間を総括・検証し、報告書にまとめ、学内外の関係各所へ配布し、オーナープログラムの全国的普及を図る。また「理数学生応援プロジェクト」のHP等へも掲載、リンクできるよう努める。SSHの高校関係者や理数学生応援プロジェクト採択大学に、オーナープログラムの理念と実務のノウハウを伝え、文部科学省と大学が取り組んだ新たな教育のあり方に対して理解を深めてもらう。

#### 実績

理数オーナープログラム参加学生や担当教員へのアンケート結果に基づき、オーナープログラム実施委員会や理学部教務委員会で理数オーナープログラムの成果について話し合った。その結果、意欲的な学生の能力を伸ばす大阪大学理学部の特徴的な教育プログラムとして、今後も継続するべきだとの結論に達した。そのため、理学部専門教育教務委員会の下に『理学部プロジェクト型教育プログラム実施委員会』を作り実施する事になった。

当初、理数オーナープログラム参加学生は全体の約20%、このプログラムを修了する学生数は約10%と想定したが、実際の参加学生は全体の10%程度であり、理数オーナープログラム修了者は平成21年度2名、平成22年度8名と、全体の約4%で、当初想定した修了者数よりも少なくなった。参加者数の10%は妥当な数と思われるが、参加者および修了者数をもう少し増やすためには、現在の修了要件を少しゆるめる必要があり、今後の検討課題となった。

#### 評価と今後なすべきこと

理数オーナープログラムは大阪大学理学部の教育プログラムとして定着した。今後、他部局・他大学に広がるよう努力するとともに、海外のオーナープログラムと連携して一層の発展を図る必要がある。また、意欲的な学生を入学させるために、平成25年度の入学試験から「研究奨励AO入試」を行うこととなった。これは、SSH指定校などで研究を行っている学生を対象とするAO入試であり、受験勉強ではない主体的な学習の重要性を訴えるための入試である。また、「国際物理オリンピック入試」も物理だけでなく、他の6分野も含めて「国際科学オリンピック入試」に拡大する。

## 10.4 本年度業務の総括（まとめ）

平成19年度に開始した理数オーナープログラムは、平成21年度からは理学部全学科で正式科目として実施しており、意欲的な学生（全学生のほぼ10%）が参加し軌道に乗っている。

修了要件を満たし理数オーナープログラム修了証を授与されたのは、平成21年度に2名、平成22年度に8名(約4%)である。卒業時に優等賞を授与される11名の内、理数オーナープログラム参加者は平成21年度が7名、22年度は6名であった。また、平成22年10月に開催した研究発表会『リサーチフェスタ2010』において、2名が金賞を2名が奨励賞を受賞した。これらの結果は、意欲があることだけを理数オーナープログラム参加の条件としてもかわらず、成績も優秀な学生が集まっていると考えられる。

生命理学コース入試に関しては、理学部全学科教員の協力の下、順調に新たなカリキュラムが実施されており、平成23年度に初めての卒業生が出る予定である。

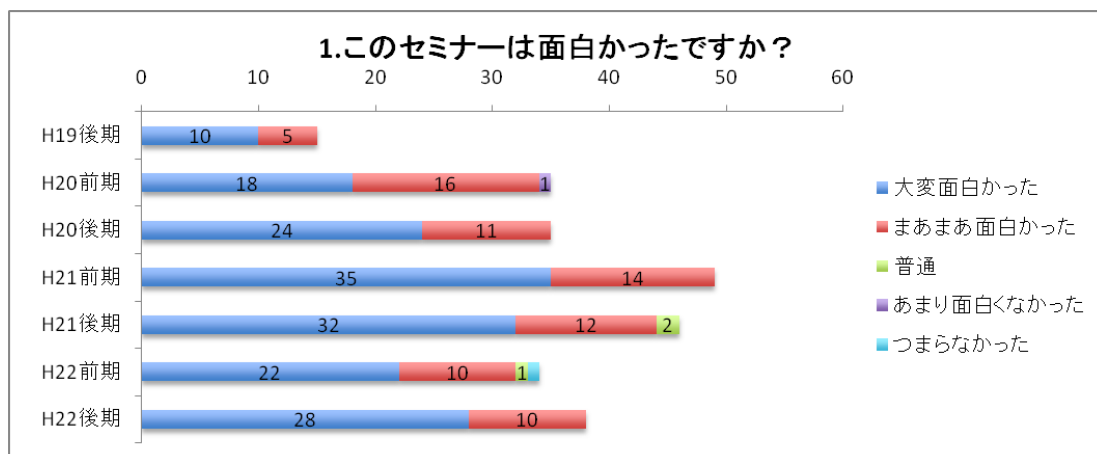
国際物理オリンピック出場者を無条件で入学させる「国際物理オリンピック入試」は平成20年度に金メダル受賞者が1名入学し、平成23年度にいわゆる『飛び入学』で3年生から大学院に進学した。その後は合格しても入学しないという事態が続いており、対策を検討した結果、物理学だけでなく6種の国際科学オリンピックに拡大することにした。

平成21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、22年度は12(8)名が計28(26)科目を受講した(括弧内は21年度)。その成績は、S(90点以上)が17(18)科目、A(80点~89点)が8(8)科目、B(70点~79点)が3(0)科目で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言える。

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。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」、「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。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。

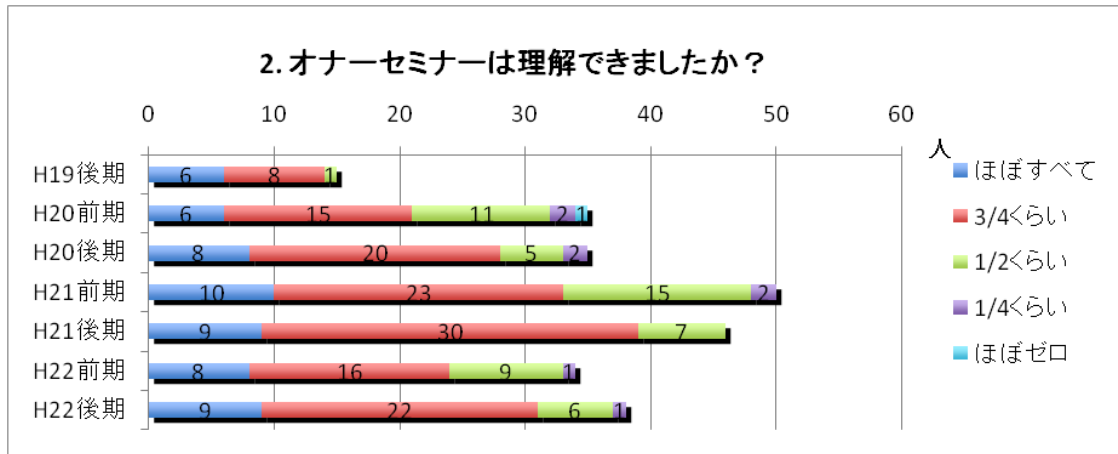
オーナーセミナーに関する学生へのアンケート結果を以下に示す。

1. 参加したセミナーは面白かったかという問いには、半数以上の学生が大変面白かったと答えているが、これは普通の授業評価に比べると非常に高い数字である。

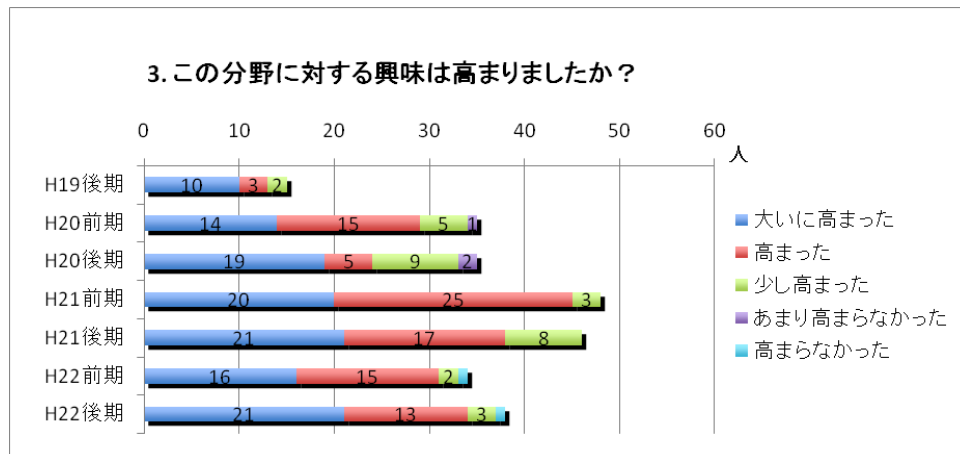


2. 次に理解度に関しても非常に高い評価を与えている。オーナーセミナーはアクティブ・

ラーニングの最たるものなので、当然の結果と言えるだろう。

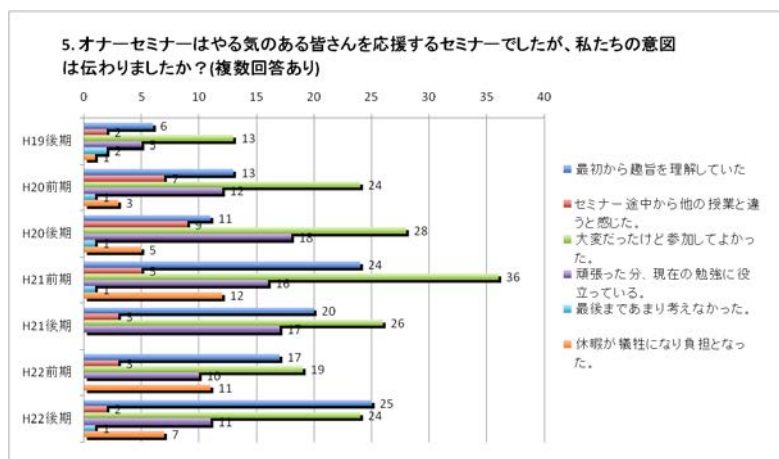
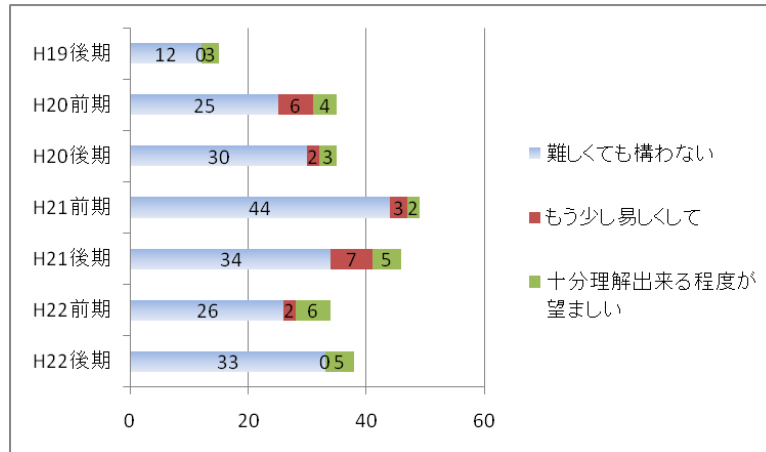


3. 興味をかき立てられたかという問いにもほとんどの学生が肯定的に答えている。



4. 一般に新しいことを学ぶのは難しいと思いますが、この点についてどう思われますか？という問いに関して、ほとんどの学生が難しくても構わないと答えているが、これはもともと意欲的な学生が集まったためであろう。

5. オナーセミナーはやる気のある皆さんを応援するセミナーでしたが、私たちの意図は伝わりましたか？（複数回答あり）という問いに対し、大変だったけれど参加して良かったと答える学生が多いが、一方で休暇が犠牲になり負担となったという意見も少なからずあり、検討を要する。





## 第11章 国際化拠点整備事業（グローバル30）

### 11.1 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）の大学院コースを平成22年度に新設しました。これらのコースは、既存の英語コース（フロンティアバイオテクノロジー英語特別プログラム、船舶海洋工学英語特別コース、”Engineering Science 21st Century”プログラム、量子エンジニアリングデザイン研究特別プログラム）に加えて、本学の教育プログラムの幅を一段と広げるものとして期待されるものです。留学生数については、G30の定める目標年である平成32年までに、約2倍の3,000名とすることを目標値として掲げています。構想では、現在約200名弱の受け入れがある1年未満の短期留学生数を今後拡大し、平成32年にはおよそ1,000名規模まで拡大することを目指します。

大阪大学大学院理学研究科物理学専攻では、平成22年10月に国際物理特別コース（IPC）を新しく開設しました。このコースは授業・研究指導とも英語で行われ、国際共同研究や実験など、国際舞台で活躍できる人材を育成します。大阪大学は高強度レーザーと高エネルギー加速器の両方の大型装置を所有している唯一の大学です。凝縮系物理学や他の分野に興味がある学生の方や、海外からの留学生も歓迎しています。奨学金制度もあります。定員

は、M.S コースが 1 学年 5 名、Ph.D コースが 1 学年 5 名です。

平成 22 年度は、平成 22 年 10 月 1 日に、第一期生を迎え入れました。入学者は、M.S コースが 5 名、Ph.D コースが 3 名で、国籍は、中国 3 名、ベトナム 3 名、エストニア 1 名、パングラディシュ 1 名です。さらに、平成 22 年 12 月～平成 23 年 1 月にかけて、平成 23 年 10 月入学のための入学試験を行い、M.S コースが 7 名、Ph.D コースが 1 名の合格者を発表しています。彼らの国籍は、中国 3 名、香港 2 名、ベトナム 1 名、インドネシア 1 名、マレーシア 1 名です。

## 11.2 Chemistry-Biology Combined Major Program (CBCMP)

### 平成 22 年度活動概観

2010 年 10 月に開設された。2010 年度入学生は 13 人であった。2011 年秋には、さらに 20 人が入学予定である。物理学科が担当している授業は

Introductory Physics 1, Introductory Physics 2 (Freshman Year)

Advanced Physics 1, Advanced Physics 2 (Sophomore Year)

Basic Physics Experiments

である。物理担当の専任特任准教授として Wade Naylor 氏が従事している。

URL: <http://cmp.sci.osaka-u.ac.jp/CMP/>

## 第12章 国際交流活動

### 12.1 目的

大阪大学理学研究科物理学専攻での国際交流活動の主たる目的は、まず

1. 物理学専攻の教育研究の成果を海外に向けて積極的に情報発信すること、そして
2. 海外の大学や研究機関から本研究科への博士前期および後期課程への学生の入学を推進すること、である。

このような国際交流活動には、教員個々の人間関係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、研究科としての組織的なプロモーション活動も必要である。物理学専攻としては、これらについて努力している。平成 22 年度のそれらの活動について以下に記載する。

### 12.2 活動の内容

- 本研究科・専攻・教育研究成果と 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・専攻の短期および長期の学生交流の可能性、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。

### 12.3 部局間交流協定

平成 22 年度には、物理学専攻は以下の大学などと新たに部局間交流協定または大学間に基づく協定を締結した。

- ウクライナ科学アカデミー原子核研究所(ウクライナ)(2010年11月22日～2015年11月21日まで)部局間交流協定

- ユヴァスキュラ大学 (数学科学部) (フィンランド共和国) (2010 年 12 月 2 日 ~ 2015 年 12 月 1 日まで) 部局間交流協定
- ホーチミン市国家大学 (ベトナム社会主義共和国) (2010 年 7 月 6 日 ~ 2012 年 9 月 30 日まで) 大学間に基づく協定

## 12.4 若手研究者招聘事業

平成 22 年度には、日本学術振興会の若手研究者招聘事業 - 東アジア首脳会議参加国からの招聘 - に、物理学専攻を中心として申請していた「A primer course of experimental physics」が平成 21 年度に引き続き採択された。ASEAN 諸国・中国の 6 カ国から 30 名を招聘し、物理実験を主としたスクールを行った。「物理基礎実験コース」は 7 月 12 日から 8 月 10 日まで行い、参加学生及び各国の大学から好評を得て終了した。本事業は日本学術振興階からの予算だけでなく、理学研究科物理学専攻と核物理研究センターからの支援も得て行った。

### 目的と効果

近年、ASEAN 諸国・中国では大学教育の充実に努力が払われているが、「物理実験」の教育に供するには十分な設備がなく、その機会が求められている。本事業ではそのような要求にこたえるために、ASEAN 諸国・中国から学生を招聘し、大阪大学が持つ先進的な実験装置を用いた「物理実験」の教育を行った。この招聘事業により、ASEAN 諸国・中国の人材育成に貢献することで大阪大学と ASEAN 諸国・中国との交流を推進することが期待される。また、TA などで招聘した学生と交流を深めた大阪大学の学生が国際的な視点を持つ機会となった。

### スクールの概要

中国 (北京・上海・蘭州)、フィリピン (マニラ)、ベトナム (ハノイ、ホーチミン市、ダナン)、マレーシア (クアラルンプール、ジョホールバル)、インドネシア (バンドン)、ミャンマー (マンダレー) から 30 名、一か月間の招聘を行った。詳細は以下の URL を参照。  
<http://www-fn.lns.sci.osaka-u.ac.jp/ATTP/2010/index.htm>

### 特徴

- 本スクールでは「物理実験・計測」を主とした教育を行った。講義によるスクールは多く行われているが、実験を主とした本スクールはユニークなものである。最先端の実験装置を用いた研究を進めている大阪大学が行うことにより、高度な教育をおこなった。

- 面接は現地を実際に訪問して行った。11 都市で 114 名の応募者の面接を行い招聘学生の選考を行った。多くの学生と実際に会うことにより、アジアの学生が日本に期待することを知るとともに、大阪大学からの情報発信を行う機会を得た。



## 第13章 湯川記念室

### 13.1 平成22年度活動概観

大阪大学湯川記念室は、湯川博士の中間子論が大阪大学(旧大阪帝国大学)理学部にて生まれ、日本で最初のノーベル賞として実を結んだことを記念して、1953年、本部に直属する組織として発足し、1976年に改めて附属図書館内に設置された。2008年10月より、大阪大学総合学術博物館に属する。理学研究科、特に、物理学専攻のメンバーが中心的に運営をにない、物理や自然科学の基礎の社会的、学内的な啓蒙活動に積極的に取り組んでいる。

湯川記念室のホームページは <http://www-yukawa.phys.sci.osaka-u.ac.jp/> である。

### 13.2 第26回湯川記念講演会

2010年10月10日(日) 13時-17時、大阪大学中之島センター、佐治敬三メモリアルホールで開催した。湯川記念室が主催、日本物理学会大阪支部が共催した。約150人の参加者があった。

「フェルミ・ガンマ線宇宙望遠鏡で観る高エネルギー宇宙像」

大杉節(広島大学宇宙科学センター教授)

「脳情報による新しいヒューマンインタフェース技術」

唐山英明(富山県立大学工学部准教授)

<http://www-yukawa.phys.sci.osaka-u.ac.jp/sympo/sympo26.html>

### 13.3 最先端の物理を高校生に Saturday Afternoon Physics 2010

日時: 2010年10月16日, 23日, 30日, 11月6日, 13日, 20日(土) 3時-6時

<http://www-yukawa.phys.sci.osaka-u.ac.jp/SAP/>

主催: 総合学術博物館湯川記念室

共催: 理学研究科、工学研究科、基礎工学研究科、大学教育実践センター、  
レーザーエネルギー学研究センター、核物理研究センター

主に高校生を対象に、一線の研究者が最先端の物理を分かりやすく講義するとともに、演示やゲームも取り入れ、物理や科学に対する興味を引き出そうとするプロジェクト、「最先端の物理を高校生に Saturday Afternoon Physics 2010」が10月16日から11月20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大講義室で開催された。毎回、高校生、一般を含め、平均142人が出席した。149人は4回以上出席した。

出席者 179 人のうち 55 人が女性であった。再参加者が 2008 年度から 1 人、2009 年度から 8 人あった。

表 13.1: 「最先端の物理を高校生に SAP」の 6 年間の実績

開催年	2005	2006	2007	2008	2009	2010
実行委員長	細谷 裕	細谷 裕	細谷 裕	松多健策	佐藤 透	阪口篤志
副委員長	藤田佳孝	藤田佳孝	藤田佳孝	佐藤 透	松多健策	佐藤 透
参加者数	171	173	143	220	171	179
(男性, 女性)	(125, 46)	(130, 43)	(94, 49)	(133, 87)	(105, 66)	(124, 55)
(高 1, 高 2)	(107, 53)	(111, 53)	(109, 27)	(145, 57)	(105, 43)	(103, 54)
平均参加者数	141	149	111	174	137	142
≥4 回出席者	146	158	116	184	138	149
6 回出席者	83	93	56	85	62	66
リピータ	–	12	3	1	6	9
参加高校数	38	43	42	46	58	69

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。10 月 30 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、摺待力生、波場直之、浅野建一らが中心的に運営に携わった。

この 6 年間の実績を表 (Table 1) にまとめる。着実に定着し、多くの高校より参加者が集まってきていることがわかる。

また、細谷は SAP プロジェクトに関連する報告を日本物理教育学会誌にまとめた。

[1] 細谷 裕、「自由な教育とサイエンス」、物理教育 (日本物理教育学会誌), vol. 59, no.1, 2011 年, p. 2 - 4.





図 13.1: 「最先端の物理を高校生に SAP2010」の風景

## 13.4 その他

いちよう祭(4月30日、5月1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14章 社会活動

### 14.1 物理学科出張講義の記録

平成22年度の物理学科出張講義は宇宙地球科学専攻の教員の協力も得て以下の18件を実施した。

学校名	住所	日時	講師	対象
大阪府立富田林高等学校	富田林市	6月15日(火)	芝井 広	理系生徒(2・3年) 約120名
京都府立網野高等学校	京丹後市	6月23日(水)	藤田佳孝	高校1~3年普通科I I類希望者, I類文理系希望者・70名
土佐塾中学・高等学校	高知市	6月26日(土)	渡辺純二	高校1~3年, 保護者および教職員
熊本県立第二高等学校	熊本市	7月3日(土)	谷 篤史	2年生40人程度
関西大倉高等学校	茨木市	7月10日(土)	中嶋 悟	高校1~3年生, 及び一部中学3年生約60人
兵庫県立龍野高等学校	たつの市	7月15日(木)	芝井 広	1~3年の総合自然科学コース計 3クラス(120名)
兵庫県立星陵高等学校	神戸市	7月16日(金)	鷹岡貞夫	3年生理系20名
私立開智中学校・高等学校	和歌山市	7月17日(土)	下田 正 小田原厚子	高等部1・2年生 中等部4・5年生
奈良県立奈良高等学校	奈良市	9月21日(火)	豊田岐聡	高校1年生 および2年生,約80名
大阪府立北千里高等学校	吹田市	9月30日(木)	木下修一	高校1年生
西宮市立西宮東高等学校	西宮市	10月1日(金)	山中千博	高校1,2年生40名程度
兵庫県立北摂三田高等学校	三田市	10月26日(火)	鷹岡貞夫	2年生の物理の受講者
三重県立四日市高等学校	四日市市	10月27日(水)	藤田佳孝	1年生約40名
西宮市立西宮高等学校	西宮市	11月5日(金)	野末泰夫	グローバルサイエンス科 2年生39名
京都府立園部高等学校	南丹市	11月22日(月)	藤田佳孝	2年生,約20名
兵庫県立淡路三原高等学校	南あわじ市	2月2日	杉山清寛	2学年(41名・サイエンスコース)
関西大学北陽中学校	大阪市	3月14日(月)	下田 正 小田原厚子	中学一年生 121名
兵庫県立小野高等学校	小野市	6月16日(水)	田島節子	理学部または広く理系分野へ 進学希望者

### 14.2 連携講座

滋賀県立虎姫高等学校の2・3年生17名が教諭3名と共に、平成22年8月4日~5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科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。

特に今回は電気抵抗とその温度依存性に焦点をあてて、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、扱う内容は、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4日(水)

10:00-16:40

電気抵抗の温度変化の測定を行った。さらに、液体窒素を用いた実験(マイスナー効果など)や発展課題を各グループごとに実施した。

8月5日(木)

9:00-10:45

前日に行った電気抵抗の温度変化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を行いながら生徒同士で質問し、議論を深めた。単に正しい答を求めるのではなく、なぜそうなるのかを自分の力で考えながら理解することを目指した。

11:00-12:00

「電気伝導」について杉山清寛准教授による講義を行った。

14:00-15:30

「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センターにおいて、疇地宏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。

### 14.3 高校生のための物理学科一日体験入学

昨年度から、2008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ている。本年度の内容は以下の通りであった。

開催日時：2010年11月13日(土) 16:00-17:30

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：153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
田島	増井	高温超伝導体験
核物質学	三原	加速器で見る原子核の世界
岸本	阪口, 岸本	PETの原理を知ろう
素粒子理論	波場	ノーベル物理学賞の南部理論、小林・益川理論を知ろう －素粒子物理学の基礎－
小川	浅野	ミクロとマクロの狭間 －メソスコピック世界での電子波の干渉－
土山	佐伯	「はやぶさ」サンプルとは？
久野	坂本	宇宙からの宇宙線を視る
質量分析	豊田	きて、見て、さわろう質量分析装置
下田	下田, 小田原	放射線を測る
大貫	摂待	極低温と超伝導

参考：<http://www-yukawa.phys.sci.osaka-u.ac.jp/SAP2010/>

#### 14.4 「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 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 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 2 階	10:00-17:00		一般

コミュニケーションスペース		
理学部 H 棟 H601	10:00-17:00	一般
講義室		
理学部 H 棟 H701	10:00-17:00	一般
講義室		
理学部 b 棟 H140	10:00-16:00	一般
実験室		
バンデグラフ	10:00-17:00	一般
加速器施設		
レプトン核分光	10:00-16:00	一般
実験室		

「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	公開日時	利用者の構成
バンデグラフ加速器施設	11月5～7日	学生・一般・高校生
質量分析装置	11月5～7日	一般

## 14.5 理科教育セミナー

基礎工学研究科と理学研究科の教員が協力して開催している「理科教育セミナー」は、高校の理科と数学の先生と大阪大学の教員が、教育に関する議論を行うものとして、15年以上前から、基礎工学研究科と理学研究科の共催の形で行われてきた。物理学専攻として、担当教員を決め積極的に開催してきている。

今年度は、平成22年12月11日(土)に13:30～17:30の時間で、大学教育実践センターのセミナー室で開催された。

日程は以下の通りであった。

1. (講義)最先端の物理を覗く 13:30～14:30  
巨大加速器 LHC で探る宇宙の始まり  
准教授 花垣 和則
2. 「高大連携企画」 - 高校と大学での実験教育の役割 - 14:30～17:30

- (a) 「文系学生の自然科学教育」( 14:30 ~ 15:00 )  
大阪大学大学教育実践センター 教授 窪田 高弘
- (b) 休憩 ( 15:00 ~ 15:15 )
- (c) 「京都の高校、大学における ILDS 授業導入と FMCE テストによる評価」( 15:15 ~ 16:15 )  
同志社中学校・高等学校 教諭 山崎 敏昭
- (d) 「高校物理における PC 計測システムの活用方法について」( 16:15 ~ 17:15 )  
大阪教育大学附属高等学校池田校舎 教諭 筒井 和幸
- (e) 「実験教育についての討論」( 17:15 ~ )

セミナーの参加者は、

中学校・高校の教員 21 名、その他の教育関係者 3 名、企業など 1 名  
大阪大学側として、理学研究科 8 名、基礎工学研究科 3 名、工学研究科 1 名、大学教育  
実践センター 2 名、

の総計 39 名でした。





## 第15章 大学説明会

平成22年8月19日(木曜日)に平成22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2175人と昨年に引き続き増え、現在の方式ではこれ以上の人数は難しいという状況が生じた。物理学科は、参加者が大幅に増えるという予測で、学科説明会の会場を6部屋に増設したが、予想通り、762人と多くの人々が学科説明会に参加した。今年度も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たった。日程は以下の通りであった。

1. 学科説明会	13:00-14:00	D303、D301、D403、D401、F102、F201
	東島 清理学部長、篠原 厚教授の学科紹介とカリキュラム紹介 細谷 裕専攻長(物理学科長) 山中 卓教授、 松田 准一教授、 中嶋 悟教授、 近藤 忠教授、	
2. 研究室訪問	14:00-17:00	各研究室
	見学希望研究室を自由に見学してまわった 今年も化学、数学の学科説明会の時間も物理学科として研究室を公開した。	



## 第16章 平成22年度の年間活動カレンダー

4月2日	新入生学部別指導
4月5日	入学式
4月12日	第1学期授業開始
4月15日	物理学専攻教室会議(第225回)
4月16-17日	新入生研修旅行
4月30日-5月1日	いちよう祭
5月1日	大阪大学記念日
5月27日	物理学専攻教室会議(第226回)
6月12日	大学院入試説明会(東京)
6月17日	物理学専攻教室会議(第227回)
6月26日	大学院入試説明会(大阪)
7月22日	物理学専攻教室会議(第228回)
8月9日	第1学期授業終了(夏季休業8月10日-9月30日)
8月11日-13日	夏季一斉休業
8月19日	大学説明会, 合同ビアパーティ
8月25日	大学院合同入試ならびに東京入試筆記試験
8月26日	大学院合同入試面接試験
8月27日	大学院合同入試ならびに東京入試面接試験
9月16日	物理学専攻教室会議(第229回)
10月1日	第2学期授業開始
10月14日	物理学専攻教室会議(第230回)
11月5-7日	大学祭
11月18日	物理学専攻教室会議(第231回)
12月16日	物理学専攻教室会議(第232回), 物理学科忘年会
12月24日	物理学専攻教室会議(第233回)
12月24日	冬季休業(12/24-1/5)
1月13日	物理学専攻教室会議(第234回)
1月15-16日	センター入試
1月20日	理学懇話会
1月31日-2月2日	博士論文公聴会
2月7-8日	修士論文発表会
2月24日	物理学専攻教室会議(第235回)
2月25日	入学試験(前期日程)

3月3日	物理学専攻教室会議(第236回)
3月12日	入学試験(後期日程)
3月17日	物理学専攻教室会議(第236回)
3月25日	卒業式

## 第17章 物理学専攻における役割分担

### < 物理学専攻 >

	平成 22 年度 担当者
専攻長 (物理)	細谷
副専攻長	田島, 久野
議長団	鷹岡, Slevin, 山口
物理学科長	細谷
専攻長 (宇宙地球)	[芝井]
大学院カリキュラム委員会	下田*, 岸本, 細谷, 田島, 小川, [中野貴志]
大学院入試実施委員会	赤井*, 下田, [高原]
大学院入試実施委員会(東京)	浅川*, 撰待, 細谷
大学院入試説明会	浅川*, 細谷, 久野, 時田, 赤井, [中野貴志]
大学院後期課程説明会	小川*
入学案内資料作成	[山中千]
年次報告書作成	豊田
ODINS	青木*, [尾西(技術部)]
専攻WEB管理作成	阪口
学術交流	田島
大型プリンター担当	杉山
教職員代表委員	田島, 大橋
薬品管理支援システム	
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, Biotti]

### < 物理学科 >

	平成 22 年度 担当者
学年担任 (1年)	大野木, [土'山]
(2年)	野末, 宮坂, [芝井]
(3年)	下田, 青木, [中嶋]

(4年)	窪田, [近藤]
カリキュラム委員会	野末*, 浅川, 小田原, 阿久津, 青木, 福田, 杉山, 鷹岡, [土'山*, 近藤, 湯川, 廣野, 山中]
カリキュラム見直しWG	浅川*, 下田, 杉山, 浅野, [川村, 土'山, 中嶋]
物理・宇宙地球科学輪講(物理談話会)	小田原, [湯川*]
学部生特別ケア	阿久津, 大貫
3年次物理学生実験	田島*, 福田, 本多
オナープログラム実施委員会	東島*, 田島, 下田, [土'山]
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*, [佐伯]
大学説明会	杉山, 山中
理科と情報数理の教育セミナー	杉山, [桂]
就職担当	[川村]
TA担当	中嶋(理), 松多(共通教育)
一日体験入学(in SAP)	撰待, 波場, 浅野
物理系同窓会	赤井, 大貫, 能町, 岸本, 松多, 細谷, [植田]

## &lt; 理学研究科・理学部 &gt;

	平成 22 年度 担当者
研究科長・学部長	東島
副研究科長	小川
企画調整会議	東島*, 小川
将来構想委員	小川, 野末, 久野
研究推進委員	東島*, 小川, 細谷
ナノサイエンス・ナノテクノロジー教育研究小委員会	赤井*
安全衛生管理委員	野末(高圧ガス・広報), 杉山(高圧ガス・広報), 石原(電気・機械)
防災委員	東島*, 小川, 細谷, 野末, 松多
レクリエーション委員	北澤*
情報倫理委員	東島*, 小川, 佐藤透
いちょう祭実行委員	藤田
動物実験委員	石原
ネットワークシステム委員	佐藤*, 青木, 田中
Web 情報委員	小川*, 山中, 佐藤朗

広報委員	小川*，山中
技術部運営委員	野末
技術部各室連絡会議委員 情報ネットワーク室 研究支援室 教育支援室 分析測定室	能町*、青木，佐藤 岸本*、大貫 野末* 山中
ハラスメント対策委員	小田原
国際交流委員	小川，田島
学部入試委員	東島*，細谷，小川
学務委員	小川，下田
低学年教育教務委員	山中，杉山
専門教育教務委員	野末，小田原
入試検討委員	小川*，浅川
学務評価委員	阪口
学生生活委員会	大貫，福田
大学院入試委員	東島*，細谷，下田
大学院教育教務委員	
大学院入試実施委員	山中，下田*
施設マネジメント委員	大貫
エックス線・放射線専門委員	摂待，松多
放射線安全委員	東島*，松多
放射線障害防止委員	外川，増井
評価委員	細谷
情報資料室運営委員	野末，佐藤透，阿久津
研究公正委員	東島*，小川
原子核実験施設運営委員	能町*
構造熱科学研究センター運営委員	大貫
中期目標・中期計画案策定WG	東島*，小川，久野，野末，山中
個人評価会員	東島*

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18章 グループ研究計画表(平成22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, 金田, 芝	素粒子論, 場の理論, 統一理論, 宇宙論
素粒子理論 (大野木)	大野木, 田中 実, 深谷	窪田	谷田, 奥田, 渡邊	素粒子物理学, 素粒子 の統一的記述, 量子重 力
素粒子理論 (東島)	東島, 山口, 伊藤		西中, 永谷	場の理論及び素粒子 の統一理論
原子核理論	浅川, 佐藤 透, 若松, 北 澤	一瀬	河野, 山中, 那須	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, 吉田	素粒子・核分光学
山中	山中, 花垣, 外川	李	岩井, 佐藤, 廣瀬, 目黒, Lee Jong- Won, 村山	高エネルギー物理学 (素粒子実験物理学)
久野	久野, 青木, 佐藤朗, 石 田	板橋, 中井	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 (岸本)	松多, 福田, 三原		西村	実験核物理学, 核物性
赤井	赤井, Keith M. Slevin, Wilson A. Diño, 坂 本, 小倉	平井, 下司, 赤井昌子, Nguyen Hoang Long	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, 田中, 冨尾, Ping 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, 松田, 山本, 芳賀, 菅原	廣瀬	重い電子系の物理
田 島	田島, 宮坂, 増井, 田中清尚	Reda El-Sayed El-Shater	浦池, 坂本, 西城, 只友	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
格子欠陥	河野	市川, 竹田, 香山	桑内	格子欠陥, ナノ構造
ナノ構造物性 (野末)	野末, 鷹岡, 中野, 高見, 渡邊	Duong Thi Hanh		ナノ構造物質における量子物性
質量分析 (野末)	石原, 豊田	市原, 青木, 江端, 新聞, 長尾	笹井	最先端質量分析装置の開発とそれを用いた新しいサイエンスの開拓

【注】 招へい教員