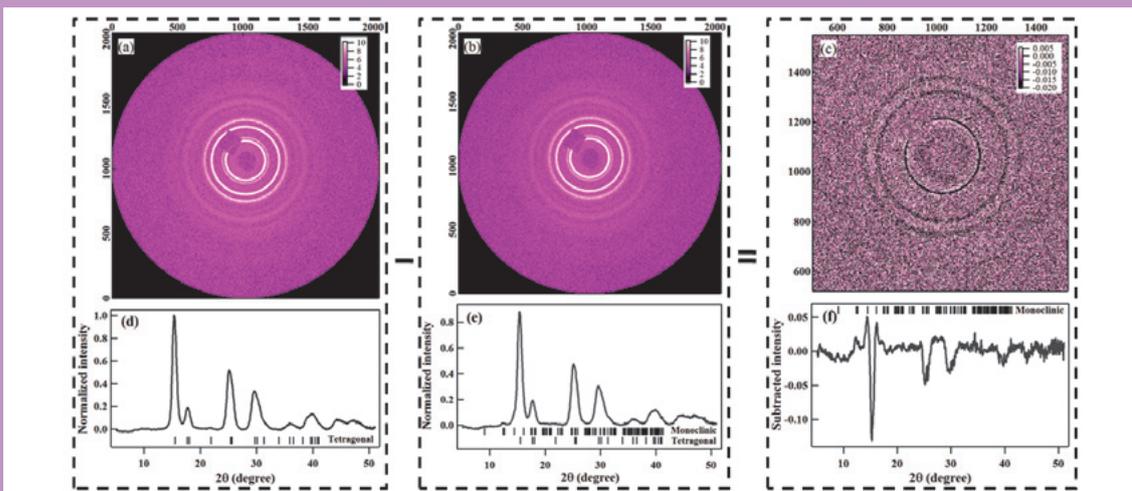
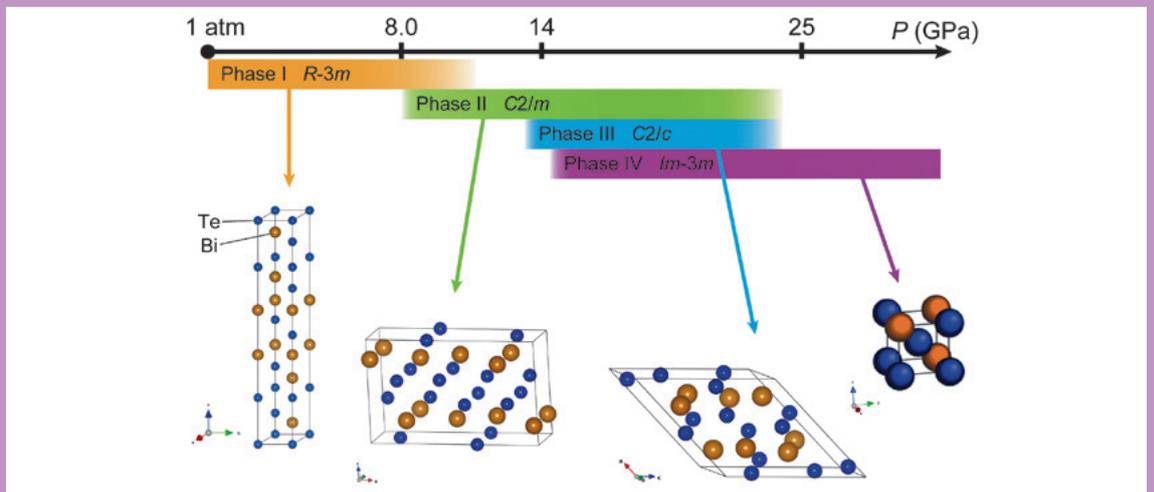
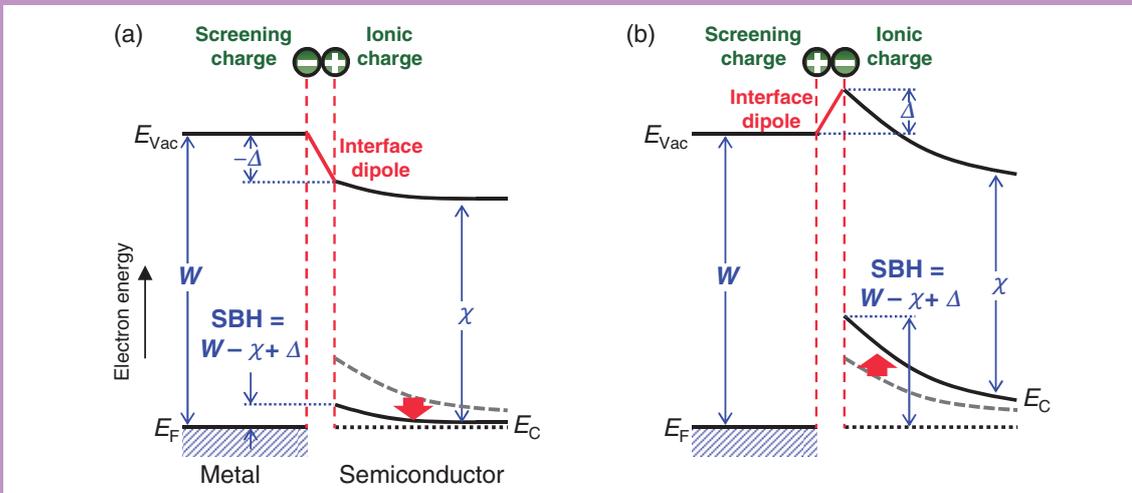


- ペロブスカイト酸化物ヘテロ界面における界面ダイポールを用いたバンドオフセット制御
- 放射光X線回折実験によるテルル化ビスマスのbcc構造への圧力誘起相転移
- Nanosecond time-resolved X-ray diffraction of laser-shocked 3Y-TZP ceramics



施設だより	若槻 壮市	1
現 状		
入射器の現状	榎本 收志	4
光源の現状	小林 幸則	6
放射光科学第一、第二研究系の現状	伊藤 健二	8
ERL計画推進室報告	河田 洋	9
最近の研究から 第28回PFシンポジウムポスター奨励賞受賞論文①		
ペロブスカイト酸化物ヘテロ界面における界面ダイポールを用いたバンドオフセット制御		
矢嶋 越彬・疋田 育之・箕原 誠人・Christopher BELL・組頭 広志・尾嶋 正治		
Julia A. MUNDY・Lena FITTING KOURKOUTIS・David. A. MULLER・Harold HWANG		13
Controlling Band Alignments by Engineering Interface Dipoles at Perovskite Oxide Heterointerfaces		
最近の研究から 第28回PFシンポジウムポスター奨励賞受賞論文②		
放射光X線回折実験によるテルル化ビスマスのbcc構造への圧力誘起相転移		
榮永 栄利・大村 彩子・中山 敦子・石川 文洋・山田 裕・中野 智志		17
Pressure-induced Phase Transition of Bi ₂ Te ₃ to the bcc Structure using Synchrotron X-ray Diffraction Measurement		
最近の研究から 第28回PFシンポジウムポスター奨励賞受賞論文③		
Nanosecond Time-resolved X-ray Diffraction of Laser-shocked 3Y-TZP Ceramics		
Jianbo HU・Kouhei ICHIYANAGI・Nobuaki KAWAI・Shunsuke NOZAWA・Tokushi SATO・		
Shin-ichi ADACHI・Kazutaka G. NAKAMURA		22
建設・改造ビームラインを使って①		
高輝度真空紫外軟X線ビームラインBL-13Aの現状	間瀬 一彦	25
建設・改造ビームラインを使って②		
高分解能内殻光電子分光で観た表面と吸着分子の研究	吉信 淳	27
建設・改造ビームラインを使って③		
BL-13Aにおける軟X線内殻分光実験の展開	近藤 寛	30
建設・改造ビームラインを使って④		
放射光励起走査トンネル顕微鏡による局所元素分析	江口 豊明・奥田 太一・木下 豊彦・長谷川幸雄	32
建設・改造ビームラインを使って⑤		
面内異方性配向を持つ有機分子薄膜の作成と配向評価	奥平 幸司	34
建設・改造ビームラインを使って⑥		
有機分子をプローブとした金属酸化物表面の原子組成評価	小澤 健一	36
建設・改造ビームラインを使って⑦		
Bi(001)上のTNAP薄膜の混合原子価状態	西 龍彦	38
プレスリリース		40
研究会等の開催・参加報告		
第5回KEKサマーチャレンジの報告	伊藤 健二	41
物構研シンポジウム 11 「量子ビーム科学の展望 -ERLサイエンスと強相関電子構造物性-」報告	熊井 玲児	42
「International Workshop on Improving Data Quality and Quantity for XAFS Experiments (Q2XAFS 2011) : XAFS分光の高度化と標準化に関する国際会議」の報告	朝倉 清高	43
「量子ビームを用いた物質・生命科学の新展開(I) -東北大とKEKの連携を礎として-」に参加して	阿部 仁	44
第9回SESAMEユーザーズミーティング/SESAME-JSPS/KEKスクールに参加して	矢代 航	45
第25回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウムに参加して	豊田 智史	48
ユーザーとスタッフの広場		
小林克己氏が平成23年度日本放射線影響学会賞を受賞		50
島雄大介氏が第1回医学オリンピック協会国際会議で金メダル受賞		50
阿部仁氏、日本表面科学会奨励賞を受賞		51
竹村謙一氏、日本高圧学会賞を受賞		51
豊田智史氏、日本放射光学会奨励賞を受賞		52
防災・防火訓練を行いました	小山 篤・兵藤 一行	52
PFトビックス一覧(10月~12月)		
PF懇談会だより		
PF懇談会の改組とPF-UA	朝倉 清高	54
PF懇談会幹事会議事メモ		57
PF懇談会運営委員UG代表者合同会議メモ		58
PF懇談会臨時総会メモ		59
お知らせ		
第2回ERLシンポジウム~持続可能な社会に向けて~開催のご案内	足立 伸一	60
第29回PFシンポジウム開催のご案内	川崎 政人	60
平成24年度後期共同利用実験課題公募について	宇佐美徳子	61
平成24年度前期フォトン・ファクトリー研究会の募集	若槻 壮市	62
先端研究施設共用促進事業「フォトンファクトリーの産業利用促進」課題募集		62
「加熱昇温装置使用届」の書式一部変更について	小山 篤・兵藤 一行	62
予定一覧		62
運転スケジュール (Dec. 2011~Mar. 2012)		63
掲示板		64
編集委員会だより		77
巻末情報		78

(表紙説明) (上) ペロブスカイト酸化物の金属半導体界面における、界面ダイポールを用いたバンドオフセット制御の概念図(最近の研究から「ペロブスカイト酸化物ヘテロ界面における界面ダイポールを用いたバンドオフセット制御」より)。(中) テルル化ビスマスの結晶構造の圧力変化の概略図(最近の研究から「放射光X線回折実験によるテルル化ビスマスのbcc構造への圧力誘起相転移」より)。(下) Nanosecond scale phase transformation from a tetragonal pristine sample (a) to the monoclinic structure (b, c) is revealed by the single-shot X-ray diffraction technique(最近の研究から「Nanosecond time-resolved X-ray diffraction of laser-shocked 3Y-TZP ceramics」より)。

第4回物構研シンポジウム

昨年12月6、7日に「量子ビーム科学の展望-ERLサイエンスと強相関電子構造物性」というタイトルで第4回物構研シンポジウムを開催しました（詳細は42ページの報告記事を参照ください）。今回も国際シンポジウムとして言語は英語で、ERLと強相関電子系の国内外の専門家に参加いただき、ERL実現に必要な技術の進捗状況の確認とサイエンスケースをブラッシュアップすることを主眼としたシンポジウムとなりました。特に米国アルゴンヌ国立研究所のLin X. Chen教授からは太陽電池の研究におけるERL利用の可能性について、また、コーネル大学のSol Gruner教授からは昨年6月から7月にかけてシリーズで開催されたXDL (X-ray Diffraction Limit)-2011 ワークショップにおける議論の要点を分かりやすく説明いただきました。XDL-2011についてはPFも共催団体として参加し、日本からの招待講演者からは昨年のPFシンポ直後に別途設けた研究会でそれぞれ参加されたワークショップの詳細な紹介をしていただきました。今回、Sol Gruner教授から6つのワークショップ全体を通じてお話を伺い、さまざまな分野について回折限界光を利用するサイエンスについて真剣な議論が展開されたことが分かり、PFのERLについてもこのくらい大きな流れを作ってサイエンスケースを強固なものにしていく必要性を強く感じました。

Q2XAFS ワークショップ

続いて12月8、9日には高エネ機構小林ホールでQ2XAFS (International Workshop on Improving Data Quality and Quantity for XAFS Experiments) を開催いたしました。昨年4月に開催予定だったものが大震災の影響で延期したワークショップを、ようやく12月に開催することができました。国際結晶学会 (IUCr) Commission on XAFS のIsabella Ascone委員長、IXASの大柳宏之会長、日本XAFS研究会の朝倉清高会長らが中心になって一年以上かけて準備をしてきたものです。43ページの朝倉教授の報告にもありますように、世界各国のXAFSの専門家が一堂に会し、XAFS分光実験の標準化、データベース構築に向けて広範囲でかつ深く掘り下げた議論が展開されました。ここでの成果はそれぞれの発表者の論文というだけでなく、参加者の合意としての指針を合同で執筆しJournal of Synchrotron Radiationの特別号として発表することになりました。

大学連携

ERL計画を実現するための新たな大学共同利用のシステムとしてアウトステーションネットワークを検討しています。複数の大学に量子ビーム科学研究センターや加速器科学センター等横断的な組織を設立していただき大学アウトステーションネットワークの形成を目指すものです。す

でに東北大学、北海道大学、筑波大学との取り組みについては前号で述べましたが、その一環として44ページに報告がありますように、東北大学WPI-AIMRの山田和芳教授（次期物構研所長）が中心になって企画をされ、理学研究科、金属材料研究所、多元物質科学研究所の合同主催で、「量子ビームを用いた物質・生命科学の新展開 (I) -東北大学とKEKの連携を礎として-」と題したワークショップが、12月20日と21日、東北大学金属材料研究所で開催されました。カバーされたサイエンス領域は生物・医学、新物質・機能性物質、物性材料、新技術と多岐にわたり東北大学の研究者の層の厚さとレベルの高さが感得できただけでなく量子ビームを使う可能性のあるサイエンスがまだまだたくさんあることがよくわかる研究会でした。特に印象的だったのは加齢研の小椋利彦教授による「物理的力が支配する生命現象--発生、循環、代謝を力学的に再解釈するために--」という講演で、骨には力のセンサー機能もあり、刺激を与えることで骨が育つというお話は、日常生活への刺激にもなるだけでなく、力の分子イメージング、力学的ストレス下のタンパク質構造ダイナミクスといった新しい未開拓のサイエンス分野があることを示唆しており、ERLへの期待にも繋がるものでした。ワークショップ最後のディスカッションでは量子ビーム科学研究センターに寄せる期待や設立のためのロードマップなどについて物構研側の参加者26名も加わって活発な議論ができました。

このような輪を全国の主要大学にひろげるべく、量子ビームを使っている先生方に相談して、現在ユーザーがおられる学科、研究系を核に、大学横断型の加速器科学研究センターや量子ビーム科学センターの設立をお願いするキャンペーンを広げていきたいと考えています。各大学で設立された量子ビーム科学センターにはKEKにアウトステーション、分室を作っただき、KEKでの活動の足場を確保させていただきます。これらのアウトステーションをネットワーク化することで、新しい大学共同利用体制を構築したいと考えています。平成24年度も引き続き新たなこのような大学連携のネットワークを拡充する努力を継続していきます。

PF Users Association (PF-UA)

2010年6月のPF-SACの際の朝倉PF懇談会長によるPF懇談会の説明に対するPF-SACの、「組織率2割では将来計画等についてのサポートやPF運営に対する提言をする場合の効果が限定的である」というコメントにより始まったPF懇談会の組織改革はいよいよ大詰めを迎えています。2012年1月6日の放射光学会合同シンポの際のPF懇談会臨時総会でも議論され同意が得られ、それに基づいて、新組織の運営委員会、会長の選挙がおこなわれました。なお、細部についてのさらなる検討を続けるべきであるとい

う意見があり、PF 懇談会会長、幹事、運営委員会等で検討を続けられ、PF-UA と PF 施設側との覚書の準備を進めています。PF ユーザーが全員 PF-UA の会員となり活動のコアをユーザーが支える組織となることで、真の意味での PF ユーザーコミュニティの代表として生まれ変わることは PF 次期計画の早期実現にとっても重要なステップとなることと期待しております。

TIA-nano とつくばライフサイエンス推進協議会

最近「つくば国際戦略総合特区～つくばにおける科学技術の集積を活用したライフイノベーション・グリーンイノベーションの推進～」が戦略特区として選ばれました (<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/tiiki/sogotoc/sinsei/dai1/111014ichiran.pdf>, http://www.kantei.go.jp/jp/singi/tiiki/sogotoc/sinsei/dai1/111014sinseisho/k2-1_tsukuba.pdf)。

つくば特区の5つの事業の一つとして TIA-nano (つくばイノベーションアリーナ) が含まれています。つくば地区の先端ナノテクノロジー関連研究組織、産総研、筑波大学、物質材料研究機構が中心になって組織したもので、高エネ機構も参加をする方向で現在協議を進めています。特に、TIA に参加することで放射光産業利用の新規ユーザー拡大へと繋がるシステムを検討していきたいと考えています。一方、ライフサイエンス関係に関しては産総研の浅島誠先生が中心になってライフサイエンス推進協議会を設立し、TIA のライフサイエンス版を目指して活動されています。昨年秋から、物構研の構造生物学研究センターも議論に参加し、ライフサイエンスリソース利用の簡便化や、大型プロジェクトへの参加や、新規プロジェクト立案等について協議しています。

学術会議公開シンポジウム「構造生命科学」

1月9日に乃木坂の学術会議大講堂で公開シンポジウム「先端的異分野融合を核とした構造生命科学の飛躍に向けて」を開催し、340名の参加を集め活発な議論が行われました。このシンポジウムは昨年2月から高木淳一教授(大阪大学白質研究所)、岩田想教授(京都大学)、濡木理教授(東京大学)と若槻の4人で次世代の構造生物学研究の進め方について構造生物学者だけでなく、広くライフサイエンス分野の研究者と議論してきました。提案の骨子は、先端的ライフサイエンス領域と構造生物学との融合により最先端の構造解析手法をシームレスに繋げ、原子レベルから細胞・組織レベルまでの階層構造のダイナミクスを解明することで生命反応・相互作用を構造から予測するための普遍的原理を導出し、それらを駆使しながら生命・医学上重要な課題の解決に取り組むことでライフサイエンスの革新に迫る「構造生命科学」を創出したいということです。昨年9月10日には JST-CRDS (日本科学技術振興財団 研究開発戦略センター) で関連の俯瞰シンポジウムが開催され報告書も出版されています(『ライフサイエンス分野の俯瞰と重要領域「ゲノム・融合分野」 構造生命科学(タンパク質・構造生物学) 検討報告書』, <http://crds.jst.go.jp/output/>)。

pdf/11wr06s.pdf, <http://crds.jst.go.jp/output/pdf/11wr06.pdf>)。

そこでの議論を受けて、今度はコミュニティーでの広い議論を行うために学術会議公開シンポジウムに向けて企画委員会を設立し10月以降委員会を3回開催するとともに、講演者、パネリストとの協議を綿密に行い準備しました。当日は、1月に着任されたばかりの板倉ライフサイエンス課長もパネルディスカッションにご参加いただき、昨年12月まで大学で仕事をされた経験をもとに大学における融合研究の取り組みについて言及され、構造生命科学を展開する際のアドバイスをいただきました。

その後2月10日に文部科学省において平成24年度の戦略目標として「多様な疾病の新治療・予防法開発、食品安全性向上、環境改善等の産業利用に資する次世代構造生命科学による生命反応・相互作用分子機構の解明と予測をする技術の創出」が決定されました。

創薬等支援技術基盤プラットフォーム事業

平成17年度からの5年計画で推進されてきた文部科学省ターゲットタンパク研究プログラムが平成24年3月31日で終了するのに先立って、平成23年度には基盤的な部分、生産、解析、制御、情報の4つの領域については補助金制度に移行し活動してきました。構造生物学研究センターでは播磨理研の山本雅貴グループと協力しながら、2本の相補的な放射光X線ビームラインの開発とそれらを使っでの支援を行ってきました。平成24年度からは同じくライフサイエンス課で「創薬等支援技術基盤プラットフォーム事業」が始まることになり今年2月に公募がありました。今回も SPring-8/ 播磨理研と放射光ビームライン支援・高度化を中心に、阪大蛋白研(中川敦教授)、北大(田中勲教授)、東大(大野美恵特任准教授)らとともに解析拠点として応募しました。解析拠点には解析、生産、バイオインフォマティクスの3つの領域があり、連続したパイプラインとして整備し広く産官学のライフサイエンス研究者に構造解析基盤を提供していく計画です。また、ケミカルバイオロジー(化合物ライブラリー)を中心とした制御拠点、情報拠点とも連携をとって基盤プラットフォームとして機能することが期待されています。ターゲットタンパク研究プログラム(TPRP)と大きく異なる点は、基盤を整備し提供するだけでなく、解析技術コンサルタントが積極的にライフサイエンス研究者を訪れ、相手先の研究テーマにそって構造解析テーマを提案し、研究課題としてまとめる作業を共同で行う点です。それらの中で、課題選定ワーキンググループにより採択されたテーマについては、研究領域の近い、興味の共有ができる研究推進マネージャーが担当し、解析、生産、バイオインフォマティクスパイプラインを駆使しながら構造機能解析をライフサイエンス研究者と共同で進めていきます。上記の戦略目標で立ち上がる競争的資金の研究チームとも積極的に連携できる体制を整える予定です。

PF-SAC 時分割科学分科会

2月15、16日にPF-SAC Time Resolved Science 分科会を開催しました。今回は、次期光源利用グループの活動のうち時分割実験、その中でも特にPF-AR NW14Aを中心とした分科会でした。2008年から始めたPF-SACの分科会も7つ目となり、これで一巡したことになります。時分割実験分科会は、ALSのRobert Schoenlein博士を委員長に、水木純一郎教授（関西学院大学、PF-SAC委員）、Martin Nielsen教授（デンマーク工科大学）、Christian Bressler博士（ヨーロッパXFEL研究所）、佐藤衛教授（横浜市立大学）がメンバーでPFにおける時分割研究についての評価とアドバイスをいただきました。時分割実験研究について、リソースが限られていること、将来計画のサイエンスケースの先鋭化等を考慮して1MHz繰り返し実験に集中すべきである、ERL計画については国内外の次世代光源、放射光施設のアップグレード計画との相補性に留意して計画をリファインすることが重要との指摘をいただきました。時分割溶液散乱については小角散乱だけでなく、XES、WAXSと合わせた複合解析への展開を勧められました。約半分にあたる実験が海外ユーザーであることも高く評価されました。3 GeV クラス ERL 実現に向けての研究リソースの集中の仕方についても、PF 2.5 GeV リングハイブリッドモード実験、cERLでのサイエンス、XFELで経験を積むことなどについての重要なコメントをいただきました。今後これらのアドバイスを受けて、AR-NW 14Aだけでなく、PF全体の時分割サイエンスの進め方、将来計画に向けてのリソースの集中などの戦略に反映させていく所存です。

ERL シンポ、PF シンポ

来たる3月14日には第2回ERLシンポジウムを開催し、根岸英一先生（2010年ノーベル化学賞）に特別基調講演を賜ることとなっております。また、浅島誠先生（産総研）、瀬戸山亨先生（三菱化学）、有馬孝尚先生（東大新領域）、松田巖先生（東大物性研）、高橋嘉夫先生（広島大学）にERLへの期待についてご講演をいただきます。当初は第1回と同様な通常のシンポジウム形式を想定していましたが、高エネ機構がERL計画を本格的に推進する意思を内外に向けて表明するため、今回のシンポジウムでは、最初に特別に枠を設け、機構の考え方をアピールするための記念式典の側面を持たせることになりました。それに向けて3 GeV ERL Preliminary Design Reportを作成し、ERLシンポで披露できるよう最終調整中です。また、第一部では文科省来賓、水木純一郎放射光学会長、前PF-SAC委員長Keith Hodgson教授らに記念のメッセージをいただき、今回来日いただけないドイツハンブルク DESY 所長の Helmut Dosch 教授、コーネル大学 Maury Tigner 教授からはビデオメッセージをいただいております。

続く、3月15日、16日には、平成23年度PFシンポを開催しますが、今回で第29回となり2日目にはPF30周年記念講演として初代施設長高良和武先生、初代放射光測定器研究系主幹佐々木泰三先生、元PF-SAC議長Keith

Hodgson 教授にお話を伺うことになっております。また、今年は企業展示を行うことにいたしました。そのほかの部分について例年のPFシンポとほぼ同様ですので、ポスターセッションも含めて活発なご議論をお願いいたします。

入射器の現状

概況

2011年9-12月の入射器運転日程は以下の通りであった。

- 9月13日 入射器立上げ
- 9月26日 PFへ入射開始
- 10月3日 PF-ARへ入射開始
- 12月22日 全加速器運転停止

また、1-3月の予定は以下の通りである。

- 1月10日 入射器運転開始
- 1月16日 PFへ入射開始
- 1月20日 PF-ARへ入射開始
- 3月14日 PF, PF-AR, 入射器運転停止

震災復旧の現状

電子陽電子入射器は、昨年3月の震災により大きな被害を受けたが、震災2か月後、入射器8分の3を仮復旧させ、PF及びPF-ARへの早期入射と秋からのユーザ運転再開に間に合わせる事ができた(図1)。

PF, PF-ARへの入射試験運転が軌道に乗ったため、6月6日から引き続きA~2セクター(34加速ユニット)の被害調査を開始した。最終的に、10月16日全ての加速ユニットのイオンポンプが立ち上がり、真空が十分良くなった11月14日から大電力マイクロ波の投入試験を開始した。約2週間ではほぼ震災前の運転値に復帰した。ただし、まだビームラインは復元されておらず、これらの加速ユニットは真空中には孤立した状態で試験された。ビームラインをつなぎビーム試験ができるのは平成24(2012)年秋、SuperKEKB入射器の陽電子加速は、平成25年秋~26年度初めの試運転をめざしている。この様に、上流側入射器

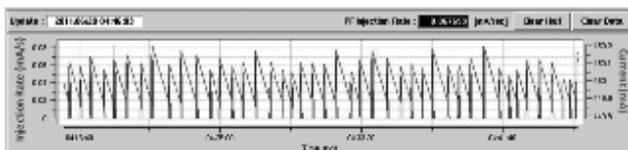


図1 図1(上) PF, PF-AR入射運転中の入射器下流側8分の3。(下)6月20日午前4時半前後のPFトップアップ入射による蓄積電流(450.0 ± 0.2 mA)と入射率(0.02~0.08 mA/s)を示す。



図2 セクターA~セクター2の様子。加速ユニットの真空を立ち上げたが、ビームラインはまだ復元していない。

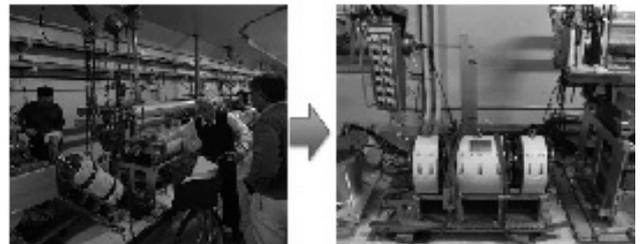


図3 床に仮置きされている4極電磁石

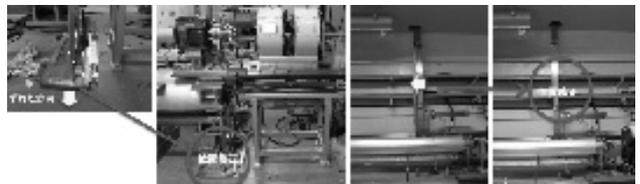


図4 震災によりずれた位置を修正した加速ユニット

はまだ全面復旧していない(図2)。

ビームラインで、落下したQ電磁石は当面床置きしている(図3)。破損したBPMペローズは、BPMをQ電磁石から取出し、機構内の放射物加工工場で切断し、新品を溶接して修理した。地震でずれた加速ユニットは、位置を修正し(図4)、最終的に復旧するまでの間、角材の上に加速ユニットを仮置きしている(図5)。震災により破壊された加速器トンネルジョイント部からの湧水は1日

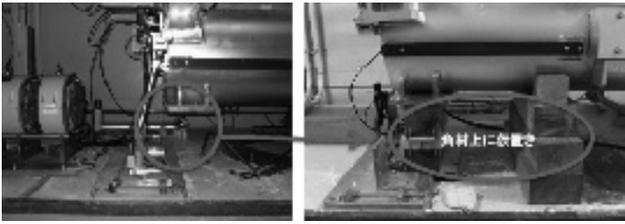


図5 角材上に仮置きされた加速ユニット架台



図6 トンネル湧水はかなり少なくなった。



図7 クライストロンギャラリーの様子

50 トンを超えたが、数回のグラウティング剤注入工事を行った結果、秋の運転時からは1日2トン程度まで減少した(図6)。損傷した地上部のマイクロ波源の修復は予備の部品を用いて行われた。故障したクライストロン、フィーダ、パルストランス、集束電磁石電源、電力分配器、パルス圧縮器の交換などが行われた(図7)。

SuperKEKB 入射器建設

毎週火曜日の入射器スタディを利用して開発中のRF電子銃は、電子銃からのビームを確認する成果があがった(図8)。リニアックでの加速に向けて、ビームを励起するレーザーのタイミングと加速マイクロ波の同期をとるための調整方法を逐次確立中である。

震災で4カ月あまり遅れたダンピングリング工事が昨年12月始まった。ダンピングリングは入射器セクター2とセクター3の間にある第2ビームスイッチヤードの西側に建設され、陽電子ビームのエミッタンスを小さくするために用いられる。入射器側の遮蔽を強化するための土木工事(図9)が最初に始まり、今年度中に完了の予定である。PF、PF-AR入射運転には直接影響がない。

新年を迎えて

昨年は、震災からの入射器の復旧に追われた1年であったが、今年は新しい入射器建設に向けた出発の年であってほしいと願っている。復旧もまだその途上であるが、第3次補正予算による復旧復興の支援もいただけることになっ

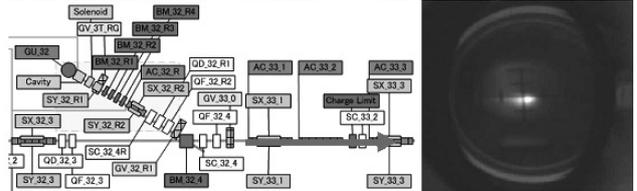


図8 秋の運転から SuperKEKB 用 RF 電子銃(写真上手前左)のスタディも開始した(写真撮影峠嶋一氏)。(右下)スクリーンモニタ SC32_4 で初めて観測された RF 電子銃ビームのスポット(吉田光宏氏提供)。



図9 12月に始まったダンピングリング土木工事

た。職員の異動もある。マイクロ波グループの責任者を長年務められた福田茂樹教授が退官されることになった。福田教授は、入射器クライストロンの安定運転で大きな貢献をされた他、J-PARCやSTF、ERLなどのクライストロン、RF源の開発を横断的に発展させてきた。引き続き入射器グループで仕事をされるが、入射器マイクロ波グループのリーダーは既に若手の道園真一郎准教授が引き継いでいる。SuperKEKB入射器の入射部は従来の熱陰極と高周波空洞によるバンチャー方式でなくRF電子銃を用いる。またSuperKEKB入射器では、従来のSバンドの加速管だけでなく、Lバンド、Sバンド、Cバンド、そしてXバンドといった幅広い周波数の加速管を利用する。この様なことから、これらを一括して担当してきた(旧)加速管グループを、入射部グループと(新)加速管グループに分け、それぞれ吉田光宏准教授と肥後壽康教授が分担して率いることになった。新しい入射器は、SuperKEKBへ低エミッタンス、大電流の電子、陽電子を入射するだけでなく、PF、PF-ARへのパルスベースでの連続入射が求められている。このような時期、若い力を引き上げ、入射器の力を結集し新たな建設に踏み出したい。

光源リングの運転状況

PF リング、PF-AR とともに秋の運転は概ね順調だった。図 1 に典型的な運転として、11 月 7 日から 12 月 7 日までの蓄積電流値の推移を示す。PF リングでは 11 月 18 日から 11 月 24 日にかけては単バンチユーザ運転を行っている。単バンチモードは寿命が短いため、トップアップ運転は必須となっている。そのため、火曜日ごとに行われているリニアックマシン調整をこの週に限り中止して頂いた。また、12 月 1 日のマシン調整日に多バンチ 300 mA と単バンチ 50 mA を組み合わせたハイブリッドモードでのテスト運転をビームライン側と合同で行い、ビームライン側での問題点を洗い出して頂いた。特に、問題は無いようである。PF-AR では再入射を必要とする寿命急落が 11 月 11 日に 2 回、1~2 時間で回復する寿命急落が 11 月 12 日と 11 月 15 日に 3 回ずつ発生した（11 月 15 日には 2 分間隔で 2 回起きていた）。その 8 回のうち 5 回は SW12-13 間の FB ダンパ部の圧力のハネと同期していた。一度起きると頻発する傾向がある。カレント依存性も見えており、非回復型は 60 mA 付近で発生、回復型は 50mA 付近で発生している。放電条件やダストの種類やサイズの違いが考えられている。FB ダンパを改良型に交換する方向で検討している。さらに再入射を要する寿命急落が 11 月 22 日、11 月 25 日、11 月 29 日に 3 回あった。短時間で回復する急落も頻繁にあったが、そのうちの幾つかでは NW14-2 付近の圧力が変動していたこともあり、ギャップを 10 mm まで閉じたことによる（ダストではない）ビームロス率の上昇と思われる。

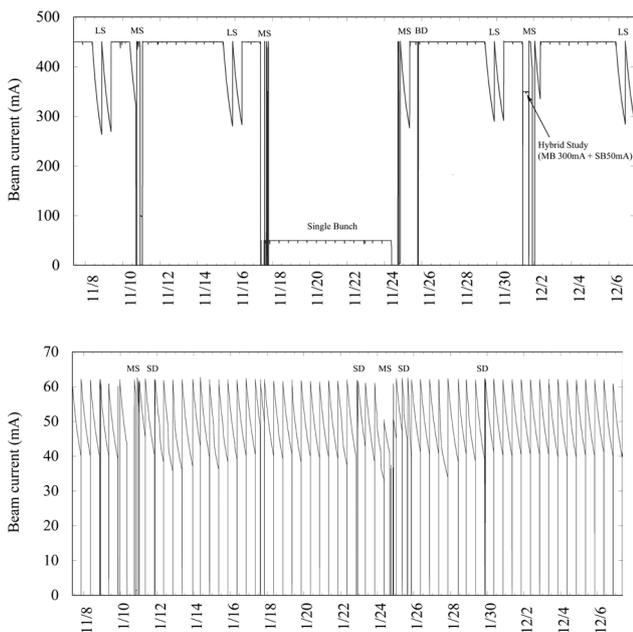


図 1 (上) PF リングと (下) PF-AR の蓄積電流値。MS はマシン調整、LS はリニアックマシン調整、BD はビームダンパ、SD は寿命急落を示している。

PF リング、PF-AR とともに、12 月 22 日 9:00 に運転を停止した。冬の停止期間中には、PF リングの超伝導ウィグラー上流のゲートバルブを取り外し、ダミー管と交換する作業を行った。このゲートバルブは震災後にハイブリッドモード運転での真空悪化が顕著になったので撤去した。1 月の立ち上げは、PF リングが 1 月 16 日に、PF-AR が 1 月 20 日に行われ、現在ユーザ運転が行われている。なお、1 月のマシン調整で、蓄積電流値を多バンチ 400 mA と単バンチ 50 mA で行ったが、顕著な真空悪化は見られなかったので、2 月 3 日から 2 月 7 日まで予定されているハイブリッドモードでのユーザ運転では、通常のマルチバンチ運転と同じ 450 mA で行う予定である。

PF リングにおける進行方向四極振動について

PF リングにマルチバンチ・大電流を蓄積した際には、進行方向のカップルドバンチビーム不安定が発生する。これを抑制するために、従来より広帯域進行方向キッカー、高速デジタル信号処理装置からなるフィードバックシステムを開発してきた。進行方向のフィードバックによって重心振動モード（シンクロトロン振動の二極振動成分）を完全に抑制することに成功し、2008 年秋からは常時ユーザー運転に供している。しかしながら、実際の不安定現象は二極振動だけではなく、バンチが進行方向に伸縮する四極振動が発生していることもこのとき判明した。これをフィードバックによって抑制するには新たなキッカーを設計・製作する必要があるうえ、強力なアンプも必要になるなど費用と時間の両面で容易に対処できなかった。そこで、主加速 RF 信号（約 500 MHz）にシンクロトロン周波数の 2 倍（約 43 kHz）で位相変調をかけることでバンチ長を伸ばし、全体としてビームを安定化する手法を併用してきた。この手法は四極不安定の安定化に有効である一方、ビームのエネルギー広がりが大きくなる欠点を持ち合わせている。したがって、リング内の分散がある場所ではビームサイズが大きくなり、結果としてビーム輝度の減少につながってしまう。とくに顕著に表れるのが BL3、BL17 など、分散のある場所にある挿入光源ビームラインである。

東日本大震災の後、6 月 30 日にはじめて単バンチ・大電流のビームを蓄積したところ、B23-B24 間の真空が悪化してビームダンプにつながる事態が発生した。この時点では原因究明に至らなかったものの、夏の停止期間の作業によって RF コンタクト付きのゲートバルブ付近が変色し、O リングが変質していることが判明した。このタイプのゲートバルブは PF リングでは全部で 3 か所使用していたため、このうち 2 つはダミー管と交換し、残り 1 つは状態が比較的良好と思われたためそのままにする方針とした。

この状態で秋の運転を開始したところ、進行方向の四極振動の様子が従来とは変わっていることが判明した。四極

振動が起き始めるビーム電流の閾値は 230 mA 程度であったものが 270 mA 程度まで上昇した（閾値は RF 空洞のパラメータにも依存しており、常に同じ電流で起き始めるわけではない）。また、蓄積電流値がさらに大きくなって 400 mA を越えたあたりでは、夏以前の運転では四極振動が起きたり起きなかったりを繰り返す奇妙な現象が起きていたのに対し、400 mA を越えても不安定が発生することが無くなり、ビームが安定になった（念のため付言するとビーム不安定の二極振動モードは起きているため、進行方向フィードバックによる抑制は不可欠である）。このため、ゲートバルブ部分が空洞構造となり、四極振動をひきおこすインピーダンス源になっていたものと推定した。

これで四極振動問題が全て解決したかと思つたのもつの間、ビーム電流が 450 mA でトップアップ運転を継続している間は非常に安定であったのに対し、リニアックマシン調整にともなうトップアップを停止して蓄積モードで運転したところ、電流が 320 mA 付近まで減少したときに四極振動が起きはじめることが判明した（図 2）。この現象にはヒステリシスがあり、一度不安定が起きはじめると 450 mA でのトップアップ運転に戻しても四極振動が治まることは

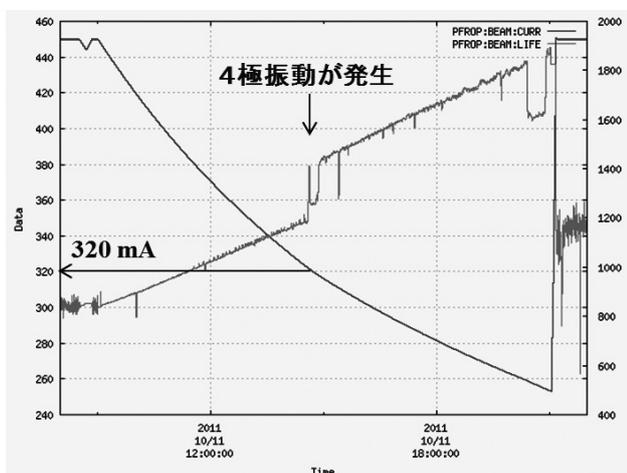
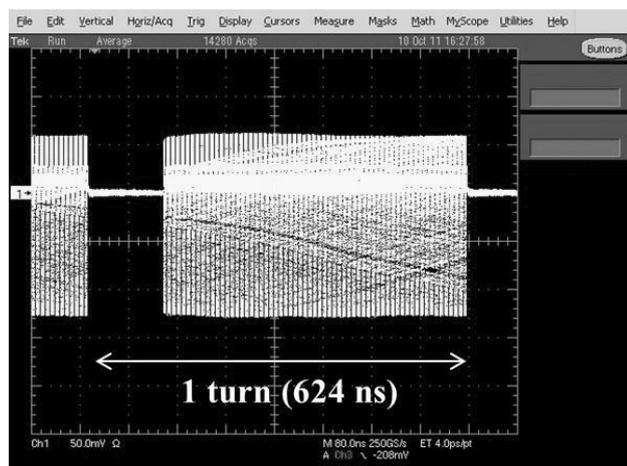


図 2 (上) 250 バンチ + 62 ギャップのフィルパターン、(下) ビーム電流 320 mA 付近まで減少したときに四極不安定発生。バンチ体積が増えるためビーム寿命が増加する。

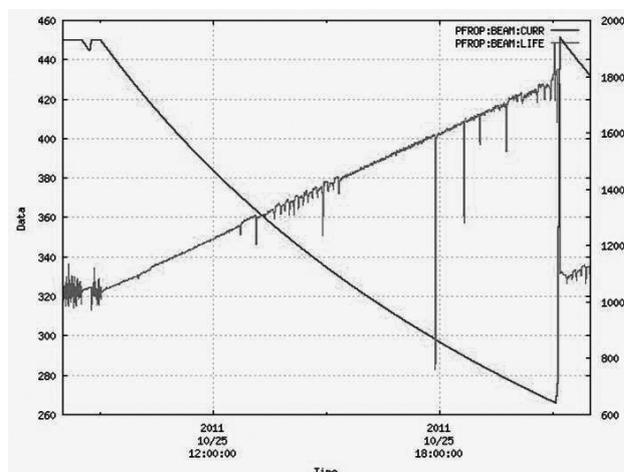
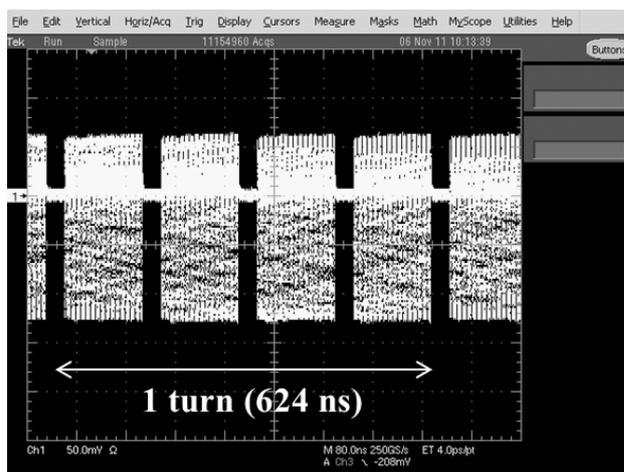


図 3 (上) (63 バンチ + 15 ギャップ) × 4 個のフィルパターン、(下) ビーム電流 260 mA 付近になっても四極不安定は発生しない。(ビーム寿命がスパイク的に下がっているのは挿入光源のパラメータ変更にもなうもので、不安定とは無関係)

無かった。

フィードバックシステムの解析機能を使用して個々のバンチ振動の様子を測定したところ、バンチトレイン後半になるにしたがって振動が大きくなることが分かった。これまで PF はハーモニック数 312 に対し、連続した 250 バケツにビームを蓄積して、残り 62 バケツはイオン捕獲不安定を抑制するためのギャップとしていた（バンチトレイン 1 個）。バンチ列後半で不安定が成長するならば、バンチトレインの数を増やして、個々のトレインの長さを短くすれば不安定が抑制可能になると考えて、いくつかのフィルパターンを試行した。その結果、4 つのバンチトレイン（63 バンチ + 15 ギャップ）× 4 個、とすれば四極振動が起き始める電流値が下がることを確認できた（図 3）。これ以上分割しても効果は無く、むしろ不安定が起りやすくなってしまった。当面のユーザーランは 4 バンチトレインで行うとともに、今後も原因究明のマシスタディを継続する。

運転・共同利用実験

3.11 大震災の影響が心配された 2011 年度秋期運転も 12 月 22 日に無事終了しました。同年度冬期運転は、予定通り PF リングでは 1 月 16 日から立ち上げ調整運転が開始され、1 月 19 日の光軸確認を経て利用実験に供されています。PF-AR は 1 月 20 日に立ち上げ、23 日から利用実験が開始されました。リングおよびビームラインは順調に運転されており、3 月 14 日（水）午前 9 時まで運転が行われる予定です。3 月 14 日午後には ERL シンポジウムが、15、16 日の両日には PF シンポジウムがエポカルつくばで開催されます。

2012 年度予算が成立しておらず、また 4 月以降の電気代の動向が分からない状況ですが、2012 年 4 月から 6 月の運転スケジュールが決まりました。しかしながら、PF のプロジェクト経費の減少が予測されており、また電気代の上昇は必至であります。そのほかに、2012 年度中には cERL のビーム試験運転が予定されており、これまで以上の建設予算も計上しなければなりません。このように、2012 年度の予算状況は非常に厳しく、利用実験モード 4000 時間あるいはユーザーの方々の出張旅費を十分に確保出来るかについても PF 懇談会（4 月以降は PF-UA）を通してご議論いただくことが出てくるかもしれません。

ビームラインの建設等

PF では数年来ビームラインの再編・統廃合を進めてきました (http://pfwww.kek.jp/whats_new/announce1110_beamline.html)。その目標の一つとして、挿入光源ビームラインへの資源集中があります。2.5 GeV-PF リングの中長直線部の 4 か所については VSX 領域をカバーする競争力のあるアンジュレータ・ベースのビームラインを整備してきました。

具体的には、BL-2、BL-13、BL-16 および BL-28 です。BL-2 以外は、従来 X 線利用研究とビームタイムをシェアしてきましたが、2009 年夏の BL-13 建設作業により 4 本すべての VSX 領域専用化を達成することができました。しかしながら、BL-16 以外は、予算的な制約から挿入光源をはじめとしてフルスペックのビームラインには至っていない状況です。

PF リングの直線部増強計画により生み出された 4 か所の短直線部については、short-period and small gap undulator (SPSGU) ベースの X 線ビームラインを BL-3A、BL-17、BL-1 に整備してきましたが、ようやく BL-15 にマイクロビーム XAFS/XFA と小角散乱を用いた X 線複合解析を目指す 4 本目の SPSGU ビームラインを建設するために一部コンポーネントの購入までこぎ着けています。

このような厳しい予算状況の中で、経年劣化が進んでいる BL-13、BL-15 および BL-28 に手を入れることについて

予算的な目途をつけることができました。多くのコンポーネントは 2012 年度に製作し、2013 年度夏のシャットダウン中に設置することができますが、3 本のビームラインを一斉に建設することはマンパワー的にも難しい状況です。BL-15 についてはすでに先行投資もありますので、2013 年夏のシャットダウン中に設置、秋からビームライン立ち上げ調整を進めることができると考えています。他のビームラインを含めて全体的な増強建設の予定は、3 月 15 - 16 日の PF シンポジウムでお伝えできると思います。

実験ホール、実験準備棟ホールの整理整頓および安全関係

PF 光源棟の実験ホールは、近年建設されている第 3 世代の放射光施設とは異なりスペースが限定されています。実験ホール外壁のスペースおよび実験準備棟ホールを合わせても決して十分な広さではありません。ここ数年、ビームラインの改変・統廃合を進めながらこれらの整理整頓を進めてきました。今後は、所有者不明の物品および数年間使用されていない装置の整理整頓を進めていきます。これらの作業の中で、とくにユーザーの方々が所有されている実験装置および物品については、常設場所の変更などのご協力をお願いすることになると思います。

3 月 11 日の東日本大震災では、PF 実験ホール外壁スペースおよび実験準備棟でも多くの物品の転倒、損壊などが起きました。震災以来、整理棚、キャビネットなどの固定作業、転倒落下などの防止対策を施してきました。外壁スペースおよび実験準備棟はフリースペースではありませんので、これらを利用される場合は、物品の内容、管理者、連絡先、PF 内での対応者名を明確にして、事前に PF 担当者の内田 (yoshinori.uchida@kek.jp)、濁川 (kazuyuki.nigorikawa@kek.jp) にコンタクトしていただくようお願いいたします。また、利用されるときは、これらを物品の一時置場と考えるのではなく、物品の安全かつ確実な収納を実施していただくようお願いいたします。

震災のために実験ホールの天井等に被害が出ていますが、ようやく復旧作業が行われることとなりました。予算の関係上、今年度内に完了することが求められているため、一部は実験と平行して作業を進めざるを得なくなりました。ご不便をおかけしますが、ご理解の程をお願いいたします。

2011 年 11 月 1 日午後からユーザーの方々にもご協力をいただき、防災防火避難訓練を行いました。これは、年一回行われる機構レベルでの避難訓練で、今年度は物質構造科学研究所主催で行われました。PF では、毎年ユーザーの方々にも参加していただく避難訓練を実施しており、機構においてもこのことは高く評価されております。30 分間放射光ビームが使用できなくなることから、この時間に昼食を取りに外出されるユーザーが多々見られることは残念なことです。ユーザーの皆さんにも安全について大いに

関心を持っていただき、来年度以降は大多数のユーザーの方々が避難訓練に参加されるようお願いいたします。

人の動き

この3月31日で、これまでPFに大きな貢献をいただいた飯田厚夫さん、小出常晴さん、小林克己さん、前澤秀樹さんの4人の方が、退職となります。飯田さんは、X線分光法およびX線回折法に基づく放射光を用いた物質評価手法の開発と応用研究、小出さんは、放射光の偏光特性を利用して、軟X線共鳴散乱実験による相分離構造を示す強相関電子系化合物の研究、小林克己さんは、放射光単色かつマイクロビームを用いた放射線の生物作用に関する研究、前澤さんは、チャンネルを中心とする蓄積リングの整備・維持管理および紫外および軟X線領域での光学素子に関する統一的な電磁気学理論の研究を進めて来られました。4人の方々は、今後もKEKで、ご研究にあるいは業務にご活躍されると聞いています。

第一研究系は主として真空紫外・軟X線を利用する電子物性グループと先基安グループメンバー、第二研究系は主にX線を用いる研究グループメンバーにより構成されてい

ます。これまで放射光科学研究系の技術職員は、全員第一研究系に所属されておりましたが、技術職員においても分化が進み、実際に則した研究系に所属することが必要となってきました。そこで、2012年1月から、第一研究系には6人、第二研究系には4人の技術職員を配属することにしました。小菅隆さん、小山篤さんが、それぞれ第一および第二研究系技術副主幹として技術職員のとりまとめでいただくこととなります。

平成24年度からの執行部体制

平成18年度からの現放射光執行部体制が平成24年3月31日で終わり、2012年4月には物質構造科学研究所、放射光科学研究施設とも新執行部体制となります。所長に東北大学山田和芳教授を迎え、副所長若槻壯市教授と共に物構研運営に当たられます。PFについては、村上洋一教授がPF施設長に、足立伸一教授が第二研究系主幹に着任されます。第一研究系主幹伊藤健二、加速器第7研究系主幹小林幸則教授は異動なしです。また、現在第二研究系主幹の野村昌治教授は高エネルギー加速器研究機構の理事に着任されます。

ERL 計画推進室報告

ERL 計画推進室長 河田 洋

ずいぶん新年から時間が立ちましたが、明けましておめでとうございます。

今年はいろいろな意味でERL計画において正念場となる年です。ひとつはコンパクトERLが開発モードから建設モードとなり、いよいよ1年後には電子ビームを出すところとなって来ています。現場では設計打ち合わせ、建設打ち合わせが交互に毎週行われ、まさに新しい加速器の創成の年となっています。もう一つはKEKおよび日本の放射光のロードマップを構築する年であり、まさに現在建設が進められているスーパーKEKBに続く、次のKEK内のロードマップを決定していく年となっています。ERL計画が次期中心プロジェクトとしての位置付けを獲得することが非常に重要であることは疑問の余地が無い所です。また、それと呼応する形で日本の放射光施設の今後のロードマップの議論も放射光学会で行われることになる理解しております。そのような観点から、昨年からの3 GeV ERLのCD0 (CDRの一つ手前のバージョン) をユーザーの皆様にもご協力いただいて作成準備を進めています。3月14日の第2回ERLシンポジウムでは、第1部(3 GeV ERLの新展開)でKEKの鈴木機構長、スタンフォードのKieth Hodgson博士をはじめとする世界的な研究者の皆様、そして文部科学省からの来賓の方から皆様にERL建設に向けてのメッセージを頂き、第2部(持続可能名社会に向けて)では、昨年度のノーベル化学賞を受賞された根岸英一先生に特別基調講演「d-Block 遷移金属触媒が21世紀を救う」

をいただくと同時に、ERLで期待されるサイエンスを各分野の第一人者の先生方にご講演を頂くことを考えております。詳しくは60ページをご覧ください。

何よりもERLの実現に向けて重要なドライビングフォースはユーザーの皆様からの熱い支援と期待です。よろしくご支援をお願いします。それに答えるべく推進室ではこのプロジェクトを進めて参ります。

この3箇月の進展

情報発信の立場で二つの企画がございました。ひとつは12月6、7日の物構研シンポジウム、他方は1月6日から9日に行われた第25回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウムでの企画講演Iです。

物構研シンポジウムでは、「量子ビーム科学の展望—ERLサイエンスと強相関電子構造物性—」と銘打ち、6日はERLサイエンスに特化したセッションを行ないました。プログラムは以下の通り。(http://imss-sympo.kek.jp/2011/)

- 1) "Present status of ERL Project - 3GeV crass ERL and XFEL-O -" Hiroshi Kawata (KEK)
- 2) "Hardware for Energy Recovery Linac - Development of accelerator key components and construction of R&D machine in KEK -" Yukinori Kobayashi (KEK)
- 3) "Science Cases with Energy Recovery Linac" Shin-ichi Adachi (KEK)

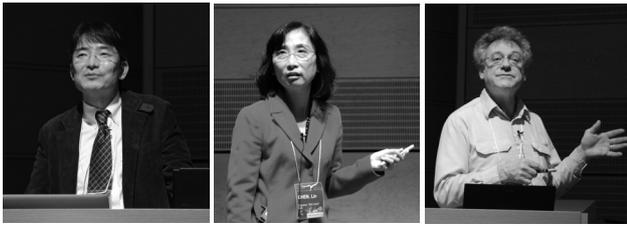


図1 写真：左から順に阿部 竜先生 (北大触媒センター), Lin X. Chen 博士 (Argonne National Laboratory), そして Sol Gruner 博士 (Cornell University)。

- 4) "Development of visible-light-responsive photocatalysts toward solar hydrogen production"
Ryu Abe (Hokkaido Univ.)
- 5) "X-ray Transient Absorption Spectroscopy for Solar Energy Research"
Lin X. Chen (Argonne National Laboratory)
- 6) "Science at the Hard X-ray Diffraction Limit: XDL-2011 Workshops Summary"
Sol Gruner (Cornell University)

前半は KEK から全体概要, マシンの開発状況, ERL のサイエンスケースを河田, 小林幸則教授, 足立伸一教授から紹介があり, 後半は ERL でのサイエンスケースをさらに議論するために, 外部から阿部 竜先生 (北大触媒センター), Lin X. Chen 博士 (Argonne National Laboratory), そして Sol Gruner 博士 (Cornell University) に, それぞれ水分解・光 (可視光) 触媒の開発における ERL への期待, フェムト秒時間分解実験による光誘起現象理解への期待, そして 2011 年 6 月に行われた XDL-2011 ワークショップで検討されたサイエンスケースの紹介が行われました (図1)。講演の後, 多くの参加下さった方々から「いよいよ来年度末にはテスト機 (cERL) が運転開始するのですね。楽しみです。」という期待の声を頂き, 勇気を頂いた次第です。

第 25 回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウムでは企画講演 1 にて『3 GeV-ERL/XFEL-O 計画の現状と ERL サイエンスの展開』を 7 日の午前中に 3 時間の企画講演を行ないました。プログラムは以下の通りです。

【3 GeV-ERL/XFEL-O 計画の現状】

1. 「3 GeV-ERL/XFEL-O 計画の概要と現状」
河田 洋 (KEK)
2. 「ERL 加速器技術開発の進展と全体計画」
小林幸則 (KEK)

【ERL サイエンスの展開】

3. 「新光源による高速軟 X 線分光の研究展開」
松田 巖 (東大)
4. 「軟 X 線イメージングと ERL への期待」
小野寛太 (KEK)
5. 「1 分子計測学の行方と新光源の利用」
佐々木裕次 (東大)
6. 「タンパク質時計に秘められた秩序ある遅いダイナミ

クス～源振の分子科学的解明と新光源への期待～」
秋山修志 (名古屋大)

7. 「XFEL-O で期待される X 線非弾性散乱の新展開」
石井賢司 (JAEA)
8. 「まとめ」 河田 洋 (KEK)

はじめに, KEK サイドからプロジェクトの概要と進捗状況を説明の後, 5 名の先生方に軟 X 線から硬 X 線に至るサイエンスの展望の講演を頂きました。3 GeV-ERL の特徴であるコヒーレント・短パルスでありかつ非破壊・硬・軟 X 線によって切り開かれるであろうサイエンス分野を松田先生, 小野先生, 佐々木先生, 秋山先生からご講演頂き, さらに XFEL-O によって得られる超高エネルギー分解能・大強度 X 線光源によって切り開かれる新しい X 線非弾性散乱をベースにしたサイエンスを石井先生からご講演いただきました。昨年までの 5 GeV-ERL から 3 GeV-ERL に仕様を変更しましたので, 軟 X 線のアクティビティーを明確にしたいという考えで松田先生, 小野先生に講演をお願いした次第です。ただし, 私の講演で申しました様に, 3 GeV-ERL にしても十分に X 線領域のスペクトルをカバーしていますので, X 線のユーザーのみなさまもご安心いただければと思います。

一方, このような講演だけではなく, KEK での ERL の加速器開発に関する国際的な研究機関との共同研究提案があり, 3 箇月間に 3 施設 (カナダの TRIUMF 研究所, ロシアの BINP 研究所, そして中国の IHEP 研究所) とのコラボレーションミーティングの中で議論がされています。

皮切りに 11 月 7 日にカナダの TRIUMF と KEK との協力を目指した「Scientific symposium」が行われました。TRIUMF は現在すでに CW の 300 kV の電子銃や超伝導空洞の設計や製作を進めており, 将来, ライナックベースの放射光源である ERL に強い興味を持っています。その観点から, 「Scientific symposium」では, KEK の福田茂樹教授が「300 kW CW Klystron R&D」を, 加古永治准教授が「Development of High Power Input Coupler for cERL injector」の講演を行いました (図 2 は加古准教授の講演の様子)。

今後の協力に関する打ち合わせでは,

- 1) 1.3 GHz RF 技術に関して, 大強度入力カップラー, IOT, クライストロン等の技術交流。

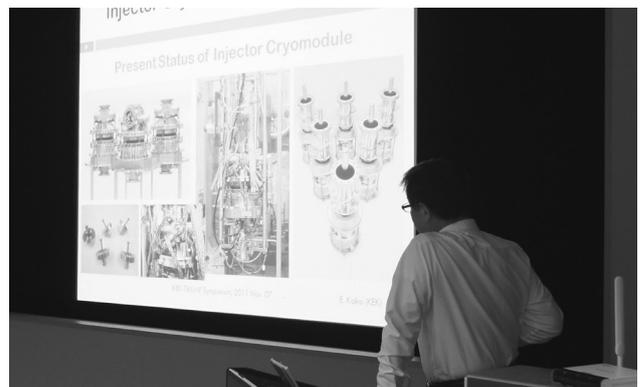


図2 加古永治准教授の講演の様子

- 2) ERLに向けて、例えば 500 kV の高輝度電子銃や ERL でのサイエンスに関する交流。
- 3) コンパクト ERL を用いた THz-CSR やレーザーコンプトン散乱 X 線の応用研究。

等々の今後の研究交流に関して議論が行われ、具体的に 3 月 10 日に TRIUMF で ERL に特化したワークショップを行う事が決まっています。

ロシアの BINP 研究所、中国の IHEP 研究所とのコラボレーションミーティングはそれぞれ 11 月 16 日、12 月 12 日に行われ、今後 cERL を含む ERL 加速器技術の開発において研究交流を展開する事が話し合われました。具体的には IHEP で進めている電子銃開発の評価委員会に KEK の関係者が 3 月中旬過ぎに参加し、技術的な検討を行う事が決まっています。

加速器技術開発・建設の進展

冒頭で申しました様に、cERL の建設が目前に迫り、開発が急ピッチで進められています。今回は加速器第 6 系の加古永治准教授、渡邊謙特別助教が中心となって進めている cERL 入射器用 2 セル空洞の進捗状況、そして加速器第 7 系の本田洋介助教が中心となって進めている高輝度電子銃のフォトカソード励起用レーザーの開発状況、そして加速器第 7 系の芳賀開一講師が中心となって進めている、ERL 開発棟の放射線シールド建設の現状を紹介します。

cERL 入射器用 2 セル空洞の進捗状況

cERL 入射器用 2 セル空洞は CW で運転され、高次モードの減衰に HOM カプラーを採用したことから HOM カプラーの外導体およびピックアップに用いるフィードスルーの冷却能力不足に伴う発熱が問題の一つとなっており、その解決策を見つけることは重要な開発目標でした。その部分の冷却が十分ではないと、空洞性能を満足する事ができなくなってしまうからです。その発熱対策として表面電流値の小さい HOM カプラーの設計および高熱伝導特性を持つ材料を使用した N 型フィードスルーの開発を行ってきました。図 3 にそれぞれの写真を紹介します。

2011 年 4 月～12 月にかけて計 7 回の低温試験で種々の



図 3 入射器用 2 セル空洞と HOM カプラー・N 型フィードスルーの写真

開発中の N 型フィードスルーの冷却効果のテストを行い、加速電界が 20 MV/m 以上で冷却効果において問題の無い設計に到達する事が出来ました。ERL での運転では加速電界は 15 MV/m であり、十分なマージンが得られています。しかし、実際のクライオモジュールにおける運転ではさらに冷却条件が厳しくなる可能性があるため、サーマルアンカーの取りかたをさらに工夫する予定ですが、現状でも十分な安定運転の目処を得て、cERL の運転のための超伝導空洞の組立に現在関係者は取り組んでいます。今年の春の 5 月には ERL 開発棟に設置される予定です。

フォトカソード励起レーザーの開発状況

ERL 電子銃開発グループでは、フォトカソードを励起するレーザーの開発を行っています。ビーム繰返し 1.3 GHz、ビーム電流 10 mA、ビームエミッタンス $1 \mu\text{m}$ が cERL での最初の目標で、半導体カソードを励起し適度なビーム品質を実現する為に、波長は 500 nm 帯で、平均パワーはカソード上で 1 W、レーザー発生装置としては 10 W 程度が必要となります。

図 4 は具体的なレーザーシステムの構成図です。加速器

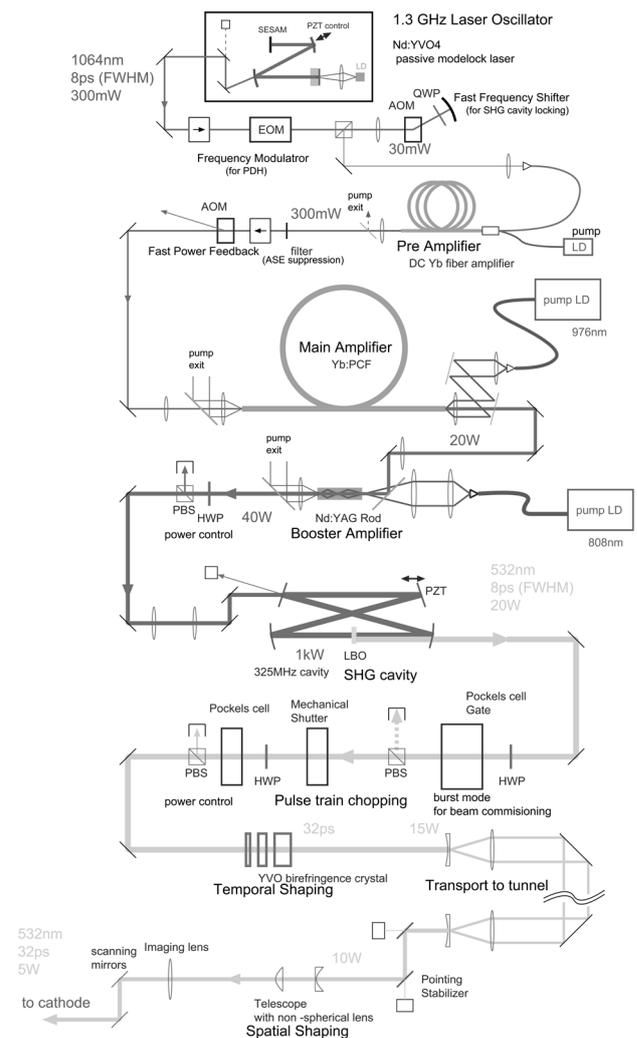


図 4 レーザーシステムの構成図

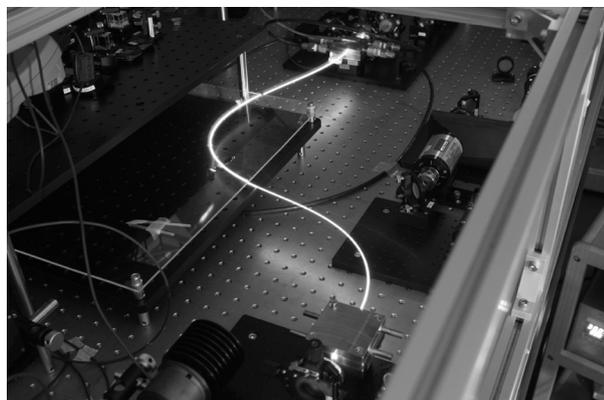
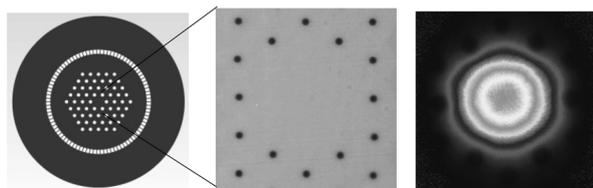


図5 Yb添加フォトニック結晶ファイバ(PCF)を用いた増幅器。

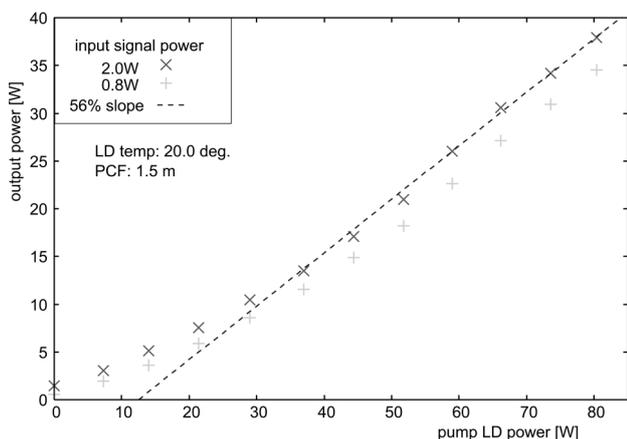


図6 増幅出力試験結果

のタイミングシステムに同期した 1.3 GHz、波長 1064 nm のレーザー発振器を種光として使用します。ファイバ増幅器で数 10 W まで増幅したうえで、非線形結晶で波長変換し、2 倍高調波の波長 532 nm を得、これを、ビーム運転モードに応じて整形し、電子銃へ入射する構成です。高繰り返しで、高平均出力であることがこのシステムの特徴ですが、そのためにパルス強度は低く、必然的に波長変換の効率が低くなります。そのために高効率、高平均出力の増幅器が重要な要素技術となります。

増幅器の開発はこれまで産総研で行って来ましたが、いよいよ cERL に導入することを睨んで、2011 年 8 月よりレーザー開発の拠点を KEK に移しました。KEK ではファイバ増幅器を独自に立ち上げて行くのは初めてなので、レーザー増幅器の原理に立ち戻って、基礎的な実験を積み重ねるところから開始しました。

このシステムでは、Yb 添加フォトニック結晶ファイバ (PCF) を用いた増幅器を使用しています。これは、図 5

のように、微細構造で光を閉じ込めて輸送する光ファイバで、コアに添加された Yb の準位を励起し、レーザー増幅する仕組みです。はじめに、比較的低出力で特性試験を行い、動作モデルを確立し、それを踏まえて、ファイバ長や入力強度等を最適化し、高出力の試験を行いました。これまでのところ、図 6 に示すように、35 W 以上の増幅出力が得られ、これは計算で良く理解できているものです。また、数時間で $\pm 0.5\%$ 以内の安定性が確認できており、十分に cERL の初期の電子ビーム電流を担保するシステムの目処が立ったと言って過言ではありません。いよいよ、来年度には次に述べるシールド建設の後にレーザーハッチを ERL 開発棟に建設し、電子ビーム生成に向けて進めて行く予定です。

ERL 開発棟の放射線シールド建設の現状

cERL の運転を 2012 年度末に開始するに当たり、懸念になっていた放射線シールドの仕様策定が 2011 年度前半に加速器第 7 系の芳賀講師を中心に進められて来ました。無事に 11 月末にその入札が行われ、シールド製作会社が決定し、複数年度契約で進め、2012 年 9 月末に完成予定です。前述しました様に 5 月に入射部超伝導空洞が納入される予定ですので、その付近のシールドブロックの設置をまず開始し、図 7 に示しますように順次反時計周りにシールドを建設していく予定です。

このような手順で設置する事により、入射部空洞、主加速部空洞、それらに RF パワーを供給する導波管の設置等の作業を、シールド建設と同時並行して進める事が可能となります。また、シールド建設が終了した後に、遅延なくシールド内の空調設備等の設置を行う予定で、2012 年度はまさに ERL 開発棟では建設が次々と行われることとなります。

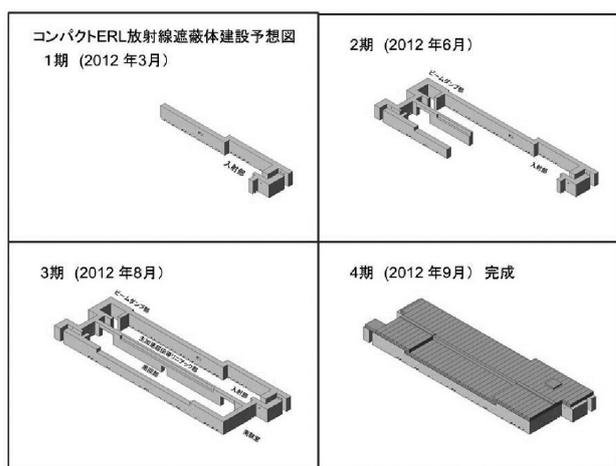


図7 シールド建設の概要とその手順

ペロブスカイト酸化物ヘテロ界面における界面ダイポールを用いたバンドオフセット制御

矢嶋起彬^{1,2}, 疋田育之², 箕原誠人^{1,2,3}, Christopher BELL², 組頭広志⁴, 尾嶋正治^{5,6},
Julia A. MUNDY⁷, Lena FITTING KOURKOUTIS⁷, David. A. MULLER^{7,8}, Harold HWANG²

¹東大新領域, ²Stanford Univ. & SLAC National Accelerator Laboratory, ³JST, ⁴KEK Photon Factory, ⁵東大院工, ⁶東大放射光機構,
⁷Cornell Univ., ⁸Cornell Kavili Institute

Controlling Band Alignments by Engineering Interface Dipoles at Perovskite Oxide Heterointerfaces

Takeaki YAJIMA^{1,2}, Yasuyuki HIKITA², Makoto MINOHARA^{1,2,3}, Christopher BELL², Hiroshi KUMIGASHIRA⁴,
Masaharu OSHIMA^{5,6}, Julia A. MUNDY⁷, Lena FITTING KOURKOUTIS⁷, David. A. MULLER^{7,8}, Harold HWANG²

¹Dept. of Advanced Materials Science, Univ. of Tokyo, ²Stanford Univ. & SLAC National Accelerator Laboratory, ³JST,
⁴Photon Factory, KEK, ⁵Dept. of Applied Chemistry, Univ. of Tokyo, ⁶SRRO, Univ. of Tokyo, ⁷Cornell Univ.,
⁸Kavili Institute at Cornell

1. はじめに

材料としての酸化物の歴史は石器時代まで遡り、人類に最も馴染み深い材料と言える。今日生活の至るところで機能性酸化物が応用される様は、この物質の秘める多様な可能性を象徴している。この酸化物の豊かな物性を追及する上で、酸化物単体でなく「ヘテロ構造」という異なる酸化物から構成される界面に着目した研究が最近活発に行われている。ヘテロ構造の概念は、シリコンを中心とした半導体デバイスにおいて設計、作製技術の両面から大きな発展を遂げ、今なお発展し続けている。酸化物の中でも特に注目を集めるペロブスカイト型酸化物 ABO_3 (Fig. 1a) は、酸化物イオンが形成する八面体骨格の空隙に、大小二種類の金属イオン (A と B) が配置されており、その格子定数は酸素イオン骨格によって約 4 Å に固定される。同じペロ

ブスカイト型構造であれば異なる物質間で格子定数のばらつきが小さいという特長は、高品質なヘテロ構造の作製を可能にし、新しい電子デバイス機能及び電子状態を探究する理想的な舞台であると言える。

酸化物ヘテロ構造の新規性を象徴する例として、 $\{001\}$ $LaAlO_3/SrTiO_3$ ヘテロ構造が挙げられる [1]。 $LaAlO_3$, $SrTiO_3$ 両物質ともにワイドギャップ絶縁体であるにも関わらず、このヘテロ構造は界面に平行な方向に金属的伝導を示す。実際 Fig. 1b に示すように原子レベルで界面構造を見ると、 $LaAlO_3$ と $SrTiO_3$ が接する界面には、単位胞 (uc) を取り直すことで、金属的な $La_{0.5}Sr_{0.5}TiO_3$ 層が存在することがわかる。ここで重要な点は、 $LaAlO_3/SrTiO_3$ のようにコヒーレントな界面を原子レベルで見たとき、「二物質間の界面」の定義が自明ではなくなるということである。例えば、このヘテロ構造を作製する際 TiO_2 終端の $SrTiO_3(100)$ 基板上に LaO 面から $LaAlO_3$ が成長するため、界面は Fig. 1b の M 位置、つまり TiO_2 層と LaO 層の間と定義できる。一方 Fig. 1b の括弧 () で示すように反転対称性を有するように単位格子を定義すれば、界面は N 位置つまり LaO 層上に定義され、界面に $La_{0.5}Sr_{0.5}TiO_3$ 層が形成されることが明確となる。界面位置の定義が物理現象の解釈に影響することからも分かるように、 $LaAlO_3/SrTiO_3$ ヘテロ構造の理解には界面におけるイオン配列を考慮することが不可欠である。このようにペロブスカイト型酸化物ヘテロ構造は、構成物質の積み重ねとして捉えるよりも、複数のイオンが規則正しく配列した構造として捉えた方が便利な場合が多く、化合物という単位で界面を捉えるのとは異なる角度から電子デバイスの機能及び電子相の物理を探索することができる。

本研究では、そのような電子デバイスのための機能要素として、ペロブスカイト型酸化物ヘテロ構造を利用した界

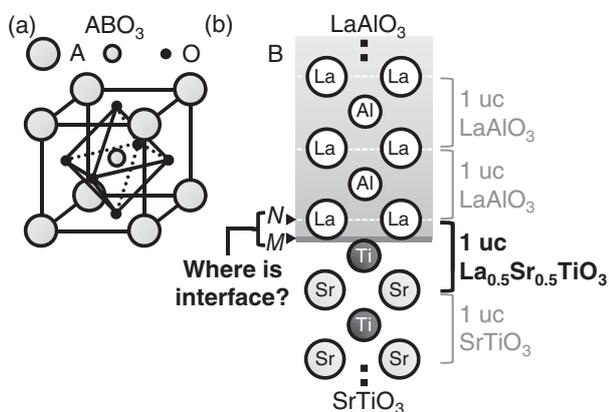


Figure 1 Schematic illustrations of (a) a perovskite structure (ABO_3), and (b) the alignment of A- and B-site cations at the $\{001\}$ $LaAlO_3/SrTiO_3$ heterointerface. On the left of (b), two ways of defining the heterointerfaces are shown by M and N. On the right of (b), centrosymmetric unit cells are indicated by brackets, showing the existence of 1 uc of $La_{0.5}Sr_{0.5}TiO_3$ at the heterointerface.

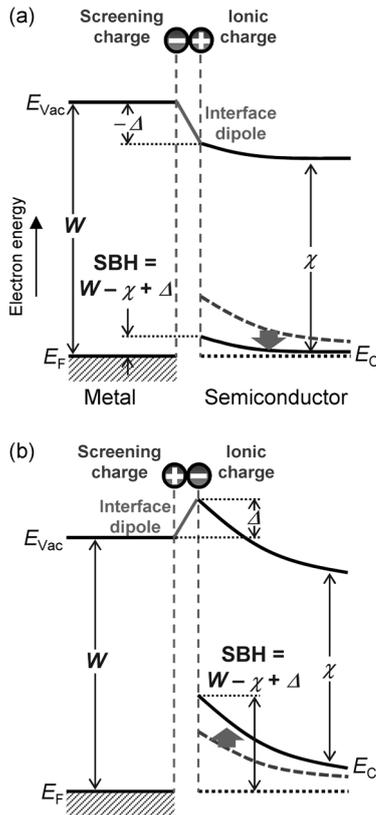


Figure 2 Schematic illustrations of two Schottky junction band diagrams with (a) positive and (b) negative ionic charge layer insertion. In (a), the interface dipole between the positive ionic charge and the induced negative screening charge decrease the SBH, and vice versa in (b). In both cases the relationship of $SBH = W - \chi + \Delta$ is applied. E_C , E_{Vac} , and E_F denote the conduction band edges in Nb:SrTiO₃, the vacuum level, and the Fermi level of the system, respectively.

面ダイポールに着目した。界面ダイポールは、電子デバイスにおける「電子的潤滑油」のような存在であり、界面における電子エネルギー準位の相対位置（バンドオフセット）を任意に変化させることができる。電子デバイスの機能の多くは、界面のバンドオフセットによって決定されることから、「電子的潤滑油」はデバイス設計上極めて有用である [2-4]。Fig. 2 に示したのは金属/半導体界面に形成されるショットキー接合であり、接合の機能を支配するショットキー障壁高さ（SBH）は、金属の仕事関数（ W ）と半導体の電子親和力（ χ ）の差（ $SBH = W - \chi$ ）で与えられる。この接合界面に Fig. 2 のような一組の正負の電荷層を挿入すると、正負の電荷層の向きに応じて電位差（ $-\Delta/e$, e は素電荷）が形成され、 $SBH = W - \chi + \Delta$ という値に変化する。つまり、界面ダイポールを用いることで本来物質によって一意に与えられるバンドオフセットを任意の値に制御できる。

本研究では、ペロブスカイト型酸化物ショットキー接合を対象とし、界面のイオン配列の緻密な制御によって界面ダイポールを導入することで SBH を任意の値に制御することを目的とした。酸化物ヘテロ界面における界面ダイポールの設計指針を確立することで、ショットキー接合に留まらず、酸化物界面や表面を利用した電池、触媒等の電子デバイスへの応用も期待している。

2. 界面ダイポールの設計

シリコンと単純金属とのショットキー接合においては、「ピン止め効果」として知られる効果のため、SBH が金属の仕事関数に殆ど依存しない。これは半導体表面の電子状態 [5,6] または構造欠陥 [7,8] が作り出す電荷と金属の遮蔽電荷との間に界面ダイポールが形成され、金属の仕事関数の違いを打ち消すためである [9]。一般的に共有結合性が強い半導体における界面ダイポールは人工的に制御することが難しく、エレクトロニクスの進展に立ちはだかってきた。一方、酸化物のようにイオン結合性が強い半導体は電子状態に起因するピン止め効果が小さいことが知られており [10]、界面ダイポールを利用したバンドオフセット制御に適していると考えられる。さらに格子不整合が小さいペロブスカイト構造のエピタキシャル界面を用いることで、構造欠陥の影響を抑制することができる。界面ダイポールの作製には、界面に正負の電荷層を挿入する必要があるが、ここではさらに単純化して、正負いずれか一方のイオン電荷層を界面に挿入し、金属内の自由電子による遮蔽電荷をその対向電荷層とする方法で、界面ダイポールを人工的に作成した (Fig. 2)。

代表的な N 型酸化物半導体である Nb:SrTiO₃ (Nb = 0.01 wt%) 上に、比較的作製が容易で良好な金属特性を示す SrRuO₃ を、パルスレーザー堆積 (PLD) 法によって堆積してショットキー接合を作製した。PLD 法は、高エネルギー・パルスレーザーで材料物質をプラズマ化するため、高融点・多元系材料の組成を維持したまま基板上に転

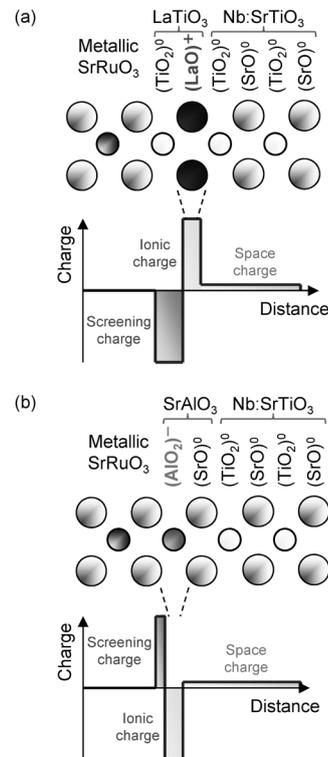


Figure 3 Schematic illustrations of cation alignments at SrRuO₃/Nb:SrTiO₃ heterointerfaces with (a) (LaO)⁺ and (b) (AlO₂)⁻ layer insertion. Charge density was also plotted for each heterointerface as a function of the positions in the out-of-plane direction.

写製膜することが可能である。SrRuO₃の製膜に先立って、TiO₂ 終端 Nb:SrTiO₃ 基板上に LaTiO₃ あるいは SrAlO_x を 0 ~ 2 原子層堆積することで、界面に (LaO)⁺ (Fig. 3a) または (AlO₂)⁻ (Fig. 3b) のイオン電荷層を挿入した。(LaO)⁺ 層の場合、金属側に負の遮蔽電荷が誘起され、形成される界面ダイポールは SBH を減少させると考えられる (Fig. 2a)。(AlO₂)⁻ 層の場合、金属側には正の遮蔽電荷が誘起され、形成される界面ダイポールは SBH を増加させることが予測される (Fig. 2b)。SBH の測定は、電流電圧測定 (*I-V*)、キャパシタンス電圧測定 (*C-V*)、内部光電子分光法 (IPE)、軟 X 線光電子分光法 (SX-PES) の 4 種類の手法によって行い、得られた結果から界面ダイポールの大きさを評価した。

Fig. 4a は *I-V* 特性の片対数プロットであり、1 つを除く全ての接合の正バイアス領域で、電流が電圧に対して指数関数的に増加する理想的なダイオード特性 [11] が得られた。片対数プロットの直線領域の傾きから得られる理想化定数は 1 ~ 1.2 である。挿入層のない SrRuO₃/Nb:SrTiO₃ 接合 (青の曲線) に対し、(LaO)⁺ 電荷層の挿入量を増加させるに従って、*I-V* 曲線は低電圧側へ移動した。これは、SBH の減少を示している。一方 (AlO₂)⁻ 電荷層を挿入した場合、曲線は高電圧側へ移動し、SBH の増加が観測された。*C-V* 特性においても 1/*C*² が印加電圧 *V* に対して線形に変化する理想的なショットキー - モット特性が得られ (Fig. 4b)、電圧切片から見積もられる内蔵電位 (~ SBH - 0.07 eV, 参考文献 [12,13] から得られる有効質量を用い

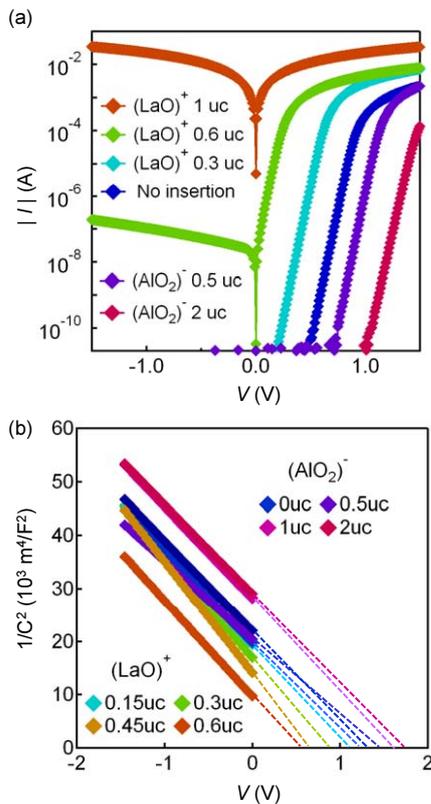


Figure 4 (a) Log|*I*-*V* plots and (b) 1/*C*²-*V* plots for SrRuO₃/Nb:SrTiO₃ Schottky junctions with (LaO)⁺ and (AlO₂)⁻ insertion. The amount of inserted charge was varied in the range 0 ~ 1 uc for (LaO)⁺ and 0 ~ 2 uc for (AlO₂)⁻.

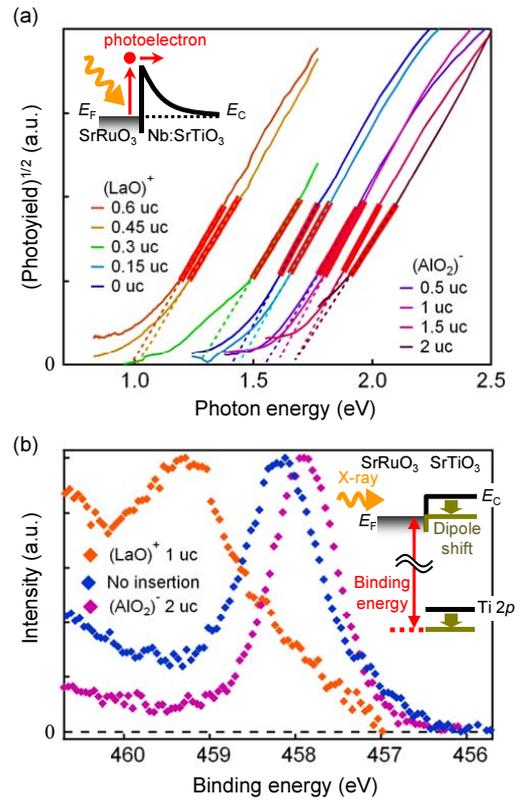


Figure 5 (a) IPE and (b) PES spectra for SrRuO₃/Nb:SrTiO₃ Schottky junctions with (LaO)⁺ and (AlO₂)⁻ insertion. Red lines in (a) show the region over which the linear extrapolation was carried out. Insets show the schematic illustrations for each measurement.

て計算) は同様の変化を示した。

SBH が界面ダイポールによって変化する様子は、電気測定以外にも IPE 及び PES といった光学測定を利用することによって、より直接的に評価することができる。IPE 測定においては、ショットキー接合に入射する単色光が金属層内の電子を励起し、その励起エネルギーが SBH を超えると光電流が流れる (Fig. 5a, 挿入図)。光子当たりの光電流として定義される光収率 (Photoyield) の平方根が、光子エネルギーに対して立ち上がる閾値から、SBH を見積もることができる [14]。Fig. 5a に示すように IPE スペクトルは、(LaO)⁺ 電荷層または、(AlO₂)⁻ 電荷層の挿入によって、それぞれ低エネルギー側及び高エネルギー側へ平行移動した。

PES による SBH 測定では、試料に照射された X 線によって放出される光電子の運動エネルギーから、フェルミ準位に対する電子の束縛エネルギーが得られる。界面ダイポールによって、金属に対する半導体の静電ポテンシャルが変化すると、伝導帯下端と内殻準位が金属のフェルミ準位に対して同量ずつ変化する (Fig. 5b, 挿入図)。従って、内殻準位の束縛エネルギーから伝導体下端のエネルギー変化を求めることができる。加えて、放射光を利用することにより検出深さを考慮した適切な入射エネルギーの選択が可能である。ここでは 800 eV の放射光 (BL-2C) を利用して界面極近傍 1 nm 未満に測定領域を限定し、半導体内

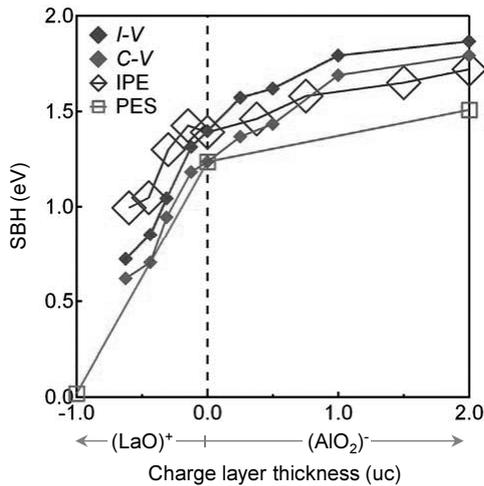


Figure 6 SBH values obtained from *I-V*, *C-V*, IPE, and PES measurements plotted as a function of the $(\text{LaO})^+$ and $(\text{AlO}_2)^-$ interlayer thickness. The PES results were plotted with respect to $\text{SBH} = 1.23 \text{ eV}$ at no insertion, which was estimated from the *C-V* measurements.

部のバンドの曲がりやに影響されることなく SBH の値そのものを実験的に決定した。Fig. 5b の青のスペクトルは界面挿入層のない $\text{SrRuO}_3/\text{Nb:SrTiO}_3$ 接合における $\text{Ti } 2p_{3/2}$ 内殻準位を表しており、 $(\text{LaO})^+$ 電荷層の挿入による高束縛エネルギー側へのシフト(橙のスペクトル)は SBH の減少を、 $(\text{AlO}_2)^-$ 電荷層の挿入による低束縛エネルギー側へのシフト(紫のスペクトル)は SBH の増加を示している。

以上 4 種類の SBH 測定の結果 (Fig. 6) にみられるように、界面挿入層のない $\text{SrRuO}_3/\text{Nb:SrTiO}_3$ 接合の SBH が約 1.2 eV であるのに対し、 $(\text{LaO})^+$ 電荷層の挿入によって SBH はほぼ消滅し、逆に $(\text{AlO}_2)^-$ 電荷層の挿入によって SBH は 1.7 eV まで増加した。この傾向は Fig. 2 に描いた界面ダイポールの効果と一致しており、界面ダイポールの設計 (Fig. 3) 通りに SBH の変調を実現できたことを意味している。さらに、1.7 eV という制御範囲は、 SrTiO_3 のバンドギャップ (3.2 eV) の半分以上に相当し、シリコンや有機半導体等の他の材料における一般的な界面ダイポールよりも大きい。このように、ペロブスカイト酸化物ヘテロ界面のイオン結合性及び格子整合の効果が、ダイポールエンジニアリングにとって強みとして働いていることも確認できた。

3. 結論

本研究は、酸化物ヘテロ界面を利用した電子デバイス設計のための要素技術として、界面ダイポールによるバンドオフセット制御技術の確立を目的とした。ペロブスカイト構造におけるイオンの置換を利用して界面にイオン電荷層を導入し、金属の遮蔽電荷との間に任意の大きさの界面ダイポールを作製した。実験では $\text{SrRuO}_3/\text{Nb:SrTiO}_3$ ショットキー接合の界面に LaTiO_3 もしくは SrAlO_x の挿入層を最大 2 uc 挿入し、それぞれ $(\text{LaO})^+$ または $(\text{AlO}_2)^-$ のイオン電荷層を導入した。*I-V*, *C-V*, IPE, PES の 4 種類の測定から SBH を多角的に評価した結果、設計通りの界面ダイポ

ールによって SBH を 1.7 eV の範囲で任意に制御することに成功した [15]。

界面ダイポールは、電子デバイスを設計する際の一つのパラメータであり、ペロブスカイト酸化物が示すその大きさは、酸化物エレクトロニクスの研究、開発に有効に利用できる。イオン電荷層という単位で界面ダイポールを設計した本結果は、ヘテロ構造を構成物質の積み重ねとしてではなくイオン配列として捉えることで、構成物質の仕事関数や電子親和力に捕らわれずヘテロ構造の静電ポテンシャルを任意の形状に設計し、極めて恣意的な電子デバイス設計が可能であることを示している。

最後に、試料の微細加工でご助力頂いた東京大学物性研究所 リップマー・ミック准教授に感謝の意を表す。

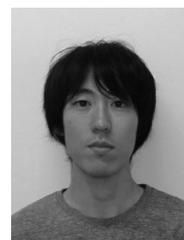
引用文献

- [1] A. Ohtomo and H. Y. Hwang, *Nature* **427**, 423 (2004).
- [2] J. M. Shannon, *Solid-State Electron.* **19**, 537 (1976).
- [3] Y. Hikita, M. Nishikawa, T. Yajima, and H. Y. Hwang, *Phys. Rev. B* **79**, 073101 (2009).
- [4] T. Yajima, Y. Hikita, and H. Y. Hwang, *Nature Mater.* **10**, 198 (2011).
- [5] V. Heine, *Phys. Rev. A* **138**, 1689 (1965).
- [6] 中山隆史, 白石賢二, *表面科学* **28**, 28 (2007).
- [7] T. J. Drummond, *Phys. Rev. B* **59**, 8182 (1999).
- [8] H. Hasegawa and H. Ohno, *J. Vac. Sci. Technol. B* **4**, 1130 (1986).
- [9] A. M. Cowley and S. M. Sze, *J. Appl. Phys.* **36**, 3212 (1965).
- [10] S. Kurtin, T. C. McGill, and C. A. Mead, *Phys. Rev. Lett.* **22**, 1433 (1969).
- [11] S. M. Sze and K. K. Ng, *Physics of semiconductor devices, 3rd ed.* (John Wiley & Sons, Hoboken, 2007).
- [12] M. Takizawa, K. Maekawa, H. Wadati, T. Yoshida, and A. Fujimori, *Phys. Rev. B* **79**, 113103 (2009).
- [13] A. F. Santander-Syro et al., *Nature* **469**, 189 (2011).
- [14] R. H. Fowler, *Phys. Rev.* **38**, 45 (1931).
- [15] T. Yajima et al., to be submitted.

(原稿受付日: 2011 年 12 月 7 日)

著者紹介

矢嶋 赳彬 Takeaki YAJIMA



東京大学大学院新領域創成科学研究科・
日本学術振興会特別研究員 DC / SLAC
National Accelerator Laboratory
〒 277-8561
千葉県柏市柏の葉 5-1-5 基盤棟 602
TEL&FAX: 04-7136-3775
e-mail: kk097008@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp

略歴: 2007 年東京大学工学部物理工学科卒業, 2009 年東京大学新領域創成科学研究科修士課程修了。

最近の研究: 酸化物界面ダイポールを用いた電子デバイスの作製。

趣味: 登山, 水泳, コーヒー。

放射光 X 線回折実験によるテルル化ビスマスの bcc 構造への圧力誘起相転移

榮永茉莉¹, 大村彩子², 中山敦子², 石川文洋¹, 山田 裕³, 中野智志⁴

¹新潟大学大学院自然科学研究科, ²新潟大学研究推進機構超域学術院, ³新潟大学理学部物理学科, ⁴物質・材料研究機構

Pressure-induced phase transition of Bi₂Te₃ to the bcc structure using synchrotron x-ray diffraction measurement

Mari EINAGA¹, Ayako OHMURA², Atsuko NAKAYAMA², Fumihiko ISHIKAWA¹,
Yuh YAMADA³, Satoshi NAKANO⁴

¹Graduate School of Science & Technology, Niigata University, ²Center for Transdisciplinary Research, Niigata University,

³Department of Physics, Niigata University, ⁴National Institute for Materials Science (NIMS)

1. はじめに

V 族元素のビスマス (Bi) は常温常圧では菱面体構造を持つ半金属物質である。この物質は圧力により様々な結晶構造相転移を起こし、それに伴い金属相に転移することが知られている [1]。特に室温での圧力誘起相転移は良く知られており、それぞれ I - II (単斜晶相) 転移が 2.55 GPa (約 2.5 万気圧), II - III (ホスト - ゲスト構造を有する不整合相) 転移が 2.70 GPa, III - V (bcc 相) 転移が 7.68 GPa で起こる。これら相転移圧は各種圧力セルの圧力較正に頻繁に用いられている。また II, III, V 相は金属相であり、低温において超伝導を示すことも報告されている。一方、VI 族元素のテルル (Te) は常温常圧では三斜晶構造を持つ半金属である。この物質も加圧により多彩な構造相転移を起こし、金属相となることが知られている。

これらの化合物であるテルル化ビスマス (Bi₂Te₃) はフェルミ準位付近に狭いギャップを持つ半導体である。特にこの物質は、その電子構造に起因して大きなゼーベック係数を示しながら比較的高い電気伝導度を示す。そのため優れた熱電変換性能を示す物質として、基礎的な物性研究だけでなく実用材料としても数多くの研究がおこなわれている [2]。また、熱電性能向上への期待もあり、圧力下の物性研究も 1960 年代から幾つかおこなわれてきた。そのような中で、圧力誘起超伝導とみられる電気抵抗の減少が 60-100 kbar (約 6-10 万気圧) で観測され、この圧力領域における最も高い転移温度は 71 kbar での 4.3 K と報告された [3]。しかし、この報告では超伝導のひとつの特徴であるゼロ抵抗は示されなかった。その原因として、当時の測定技術では実験の静水圧性が不十分であった可能性が考えられる。その後、最近までこの物質の高圧物性に関する報告はほとんどなかった。結局のところ、熱電性能向上の立場からは圧力下でのギャップの減少に伴うゼーベック係数の低下や低温での圧力実験の困難さから、Bi₂Te₃ の高圧物性研究はそれほど注目されずにそのまま放置されたのである。

一方、圧力下の構造についてはどうだろうか? Bi₂Te₃ は常温常圧で菱面体構造をもつが、圧力下の構造について

は 1960 年代に室温領域の 65-70 kbar 以上で Bi₂Te₃ が菱面体構造を持つ準安定相を示すことが報告された [4]。その後、2007 年には圧力媒体にメタノールとエタノールの混合液を用いた放射光 X 線回折実験がおこなわれ、Bi₂Te₃ が 7-10 GPa で空間群 I222 の斜方晶構造へ相転移することが報告された [5]。これらの報告では高圧相への転移圧はおおよそ一致するものの、提案された結晶構造は異なっている。圧力下の詳細な結晶構造を明らかにするためには精度のよいデータを得る必要があるが、試料内部での圧力の不均一性は回折ピークのプロードニングを引き起こして構造解析を困難にさせる。そのため静水圧性の高い条件下において、実験室系の X 線発生装置に比べて一万倍以上の高輝度を持つシンクロトロン放射光 X 線を用いた回折実験をおこなうことが必要不可欠となっている。

さらにごく最近、Bi₂Te₃ をはじめとするビスマス系合金は、バルクの電子構造はギャップを有する絶縁体だがそのエッジにギャップレスな金属状態を持つ 3 次元トポロジカル絶縁体として注目を集めている [6,7]。この新しい物理現象の報告に伴って Bi₂Te₃ の圧力下の電気抵抗測定が再度おこなわれるようになり、常圧相の存在領域を含む 3 GPa 以上で超伝導を観測したとの報告がなされた [8,9]。Bi₂Te₃ は常圧相がトポロジカル絶縁体とされているため、この相の存在領域における超伝導はトポロジカル超伝導の可能性があると興味を持たれている。このような経緯から Bi₂Te₃ の圧力下の精密な結晶構造を得ることが重要となっている。しかしながら圧力下の結晶構造および構造相転移については未だ明らかになっておらず、Bi₂Te₃ の圧力下の構造や物性について精度のよいデータを得て、解析しなおす必要に迫られてきた。

我々はこれまでに Bi₂Te₃ の圧力下での構造と物性を明らかにするために、圧力媒体あるいは圧力セルを工夫し、静水圧性のよい圧力下で実験をおこなってきた [10-12]。本稿では Bi₂Te₃ の高圧下放射光 X 線回折実験をおこない、新たに bcc 構造を持つと思われる高圧相を観測したので、これを報告する [12]。

2. 高圧下の放射光 X 線回折実験

本実験では試料として高純度化学研究所社製の多結晶 Bi_2Te_3 (純度 99.99%) を用いた。良質な粉末試料を得るために、結晶を液体窒素で冷やしなから、アルミナ磁器製の乳鉢を用いて 10 時間程度凍結粉砕した。加圧装置には 50 mm 角型のダイヤモンドアンビルセル (DAC) を用いた。DAC は対向アンビル型の加圧装置のひとつで、試料室となる穴を開けたガスケットをダイヤモンド製のアンビルで挟み、上下から押すと圧力が発生する。ガスケットには圧力封止の役目もあり、一般的に金属平板が用いられる。本研究では厚さ 150 μm のレニウム平板をガスケットとして用い、放電加工機で直径 160 μm の穴をあけて試料室とした。この試料室には粉末試料と圧力測定用のルビーを入れ、物質・材料研究機構のガス充填装置を用いて、静水圧性の高いヘリウムを圧力媒体として封入した [13]。試料室内に発生した圧力はルビー蛍光法を用いて、Mao らによる静水圧条件下の圧力スケールにより求めた [14]。

放射光 X 線回折実験は Photon Factory の BL-18C において角度分散法により室温下 30 GPa までの加圧過程と常圧までの減圧過程でおこなった。入射 X 線はモノクロメータで 25.6 keV ($\lambda \approx 0.4846 \text{ \AA}$) に単色化し、直径 40 μm のコリメータを通して DAC 中の試料に照射した。露光時間は 120-540 分間とし、X 線回折像は 200 mm \times 250 mm のイメージングプレートで検出した。

3. X 線回折パターンの圧力変化と高圧 IV 相のリートベルト解析

本研究では構造解析に耐えうる回折パターンを得るために、圧力媒体として静水圧性の良いヘリウムを用いた放射光 X 線回折実験をおこなってきた。その結果、 Bi_2Te_3 は 8 GPa, 14 GPa で構造相転移を起こすことが明らかとなり、得られた高圧相をそれぞれ II, III 相とした [10]。またこれらの高圧相は過去に報告のあった菱面体構造や斜方晶構造では説明できなかった。Fig. 1 に本研究で得られた室温下の X 線回折パターンの圧力変化を示す。圧力 0.6 GPa で得られた全てのピークは格子定数 $a = 4.366(0) \text{ \AA}$, $c = 30.11(0) \text{ \AA}$ の常圧相の $R\bar{3}m$ 構造で指数付けできた。高圧 II, III 相のピークはこれまでに報告したようにそれぞれ 8, 14 GPa 以上で再現性よく観測された。圧力 14.5 GPa 以上で II, III 相とは異なる高圧相からの反射を観測し、この新たな相を IV 相とした。高圧 II, III, IV 相の混合相は 23 GPa まで続く。II, III 相のピーク強度は減少し、III 相の単相を経ることなく、25 GPa で高対称な構造を持つ IV 相単相へと転移が完了する。高圧 IV 相は 30 GPa まで安定に存在する。圧力 30 GPa から減圧すると、回折パターンは圧力に対してヒステリシスを示して可逆的に戻る。高圧 II, III 相および常圧相のピークはそれぞれ 10 GPa および 2 GPa から再び現れ、1 気圧に解放すると Fig. 1 に示すように $R\bar{3}m$ 構造の常圧相に戻る。

高圧 IV 相のピークは Fig. 1 の 29.8 GPa のパターンに示すように bcc 構造で指数付けでき、それ以外の反射は Fig.

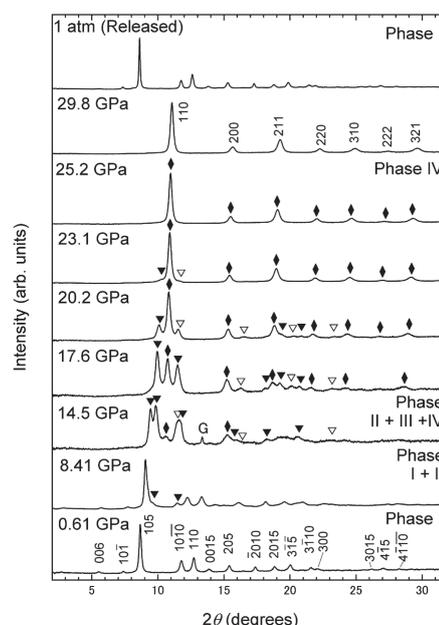


Figure 1
X-ray diffraction patterns of Bi_2Te_3 under pressure up to 29.8 GPa at room temperature. Lozenges indicate reflections of phase IV. Closed and open triangles indicate reflections from phases II and III, respectively. Top pattern was observed at ambient pressure after releasing pressure. Letter G denotes reflection from gasket.

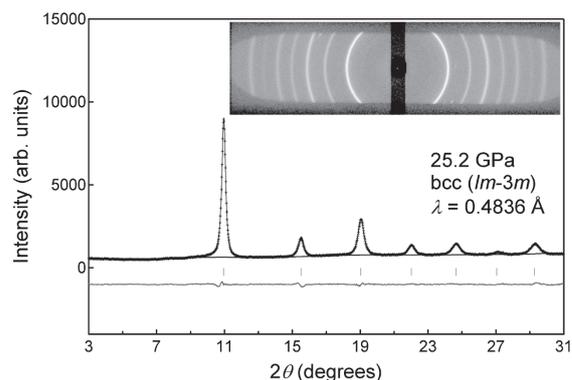


Figure 2
Result of Rietveld analysis of Bi_2Te_3 at 25.2 GPa. The lattice parameter is $a = 3.583(0) \text{ \AA}$, the R factors are $R_{\text{wp}} = 2.73\%$, $S = 0.830$. Dots and solid line represent the observed and calculated intensities, respectively. Ticks below the profile mark the positions of the reflections from the bcc lattice. Solid line at the bottom shows the residual error. The inset shows the diffraction image of Bi_2Te_3 recorded on the imaging plate. The spot in the image come from Kossel lines of diamond anvil, which were removed by image processing.

2 の挿入図の回折リングに示すように確認されなかった。このことから高圧 IV 相は、ビスマスとテルル原子が元の化学量論比 ($\text{Bi}:\text{Te} = 2:3$) を保ちながら、bcc サイトにランダムに配置された二元系の固溶体を形成していると考えられる。そこで我々は結晶構造の精密化のために空間群 $Im\bar{3}m$ の bcc 格子サイトをビスマスとテルル原子がそれぞれ 40% と 60% で占有する構造を仮定し、この構造モデルを用いて高圧 IV 相のリートベルト解析をおこなった。解析にはリートベルト解析プログラム RIETAN-2000 [15] を用いた。Fig. 2 に示すように、仮定した構造モデルを用い

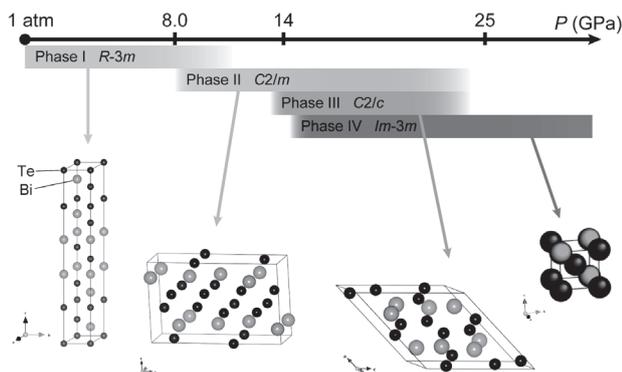


Figure 3
 Schema of pressure change of crystal structure in Bi_2Te_3 at room temperature. Phase I, II, III and IV show the trigonal ($R\bar{3}m$), monoclinic ($C2/m$)[16], monoclinic ($C2/c$)[16] and bcc ($Im\bar{3}m$)[12,16] structures, respectively.

た計算結果が回折パターンとよく一致したことから、我々は Bi_2Te_3 の高圧 IV 相が bcc 構造を持つ Bi-Te の二元系の固溶体として説明できるとした。

高圧 II, III 相の構造は本研究では決定していないが、我々とほぼ同時期に C. Zhu らにより Bi_2Te_3 の高圧相の構造解析がおこなわれ、II, III, IV 相の結晶構造が報告された [16]。それによると II, III 相は空間群がそれぞれ $C2/m$, $C2/c$ の単斜晶構造を持ち、我々が得た II, III 相の回折パターンもこれらの構造で解析できることを確認した。また、IV 相については本研究と同じく bcc 構造の固溶体であると結論付けている。Fig. 3 に Bi_2Te_3 の結晶構造の圧力変化の概略図を示す。

4. 高圧 IV 相における原子体積の圧力依存性とベガード則

我々はベガード則を用いて高圧 IV 相の Bi-Te 系固溶体の均質性を評価した。ベガード則とは原子を剛体球と仮定し、一定の温度において格子定数と構成元素濃度との間に線形関係が成り立つという固溶体の特性を表す法則である。 Bi_2Te_3 の構成元素である単体ビスマスとテルルもまた、高圧力下では bcc 構造を形成する [17,18]。よって、我々はベガード則に則り、これらの単体元素の bcc 構造の原子体積を用いて化学量論比 (Bi:Te = 2:3) の固溶体の原子体積 V_{Vegard} を算出し、実験的に得られた IV 相の原子体積 V_{exp} と比較した。Fig. 4(a) に Bi_2Te_3 の V_{exp} と V_{Vegard} , bcc 構造のビスマスとテルルの原子体積の圧力依存性を示す。 V_{exp} の値は測定した全ての圧力で V_{Vegard} より大きいことがわかった。一方で、 Bi_2Te_3 と同じく圧力下で bcc 構造を形成するビスマス - アンチモン合金 $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$ ($x = 0.15$) についても同様に評価した [19-21]。 $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$ は常圧で典型的な二元系の全率固溶体であり、Fig. 4(b) に示すようにこの系では高圧下の bcc 構造においても原子体積がベガード則に従う。両者の結果の差について、我々は圧力下でベガード則が成立するか否かは元素間の結合性に依存している可能性があると考えた。常圧では V 族元素同士の固溶体である $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$ は共有結合を持つが、V 族と VI 族元素の化合物で

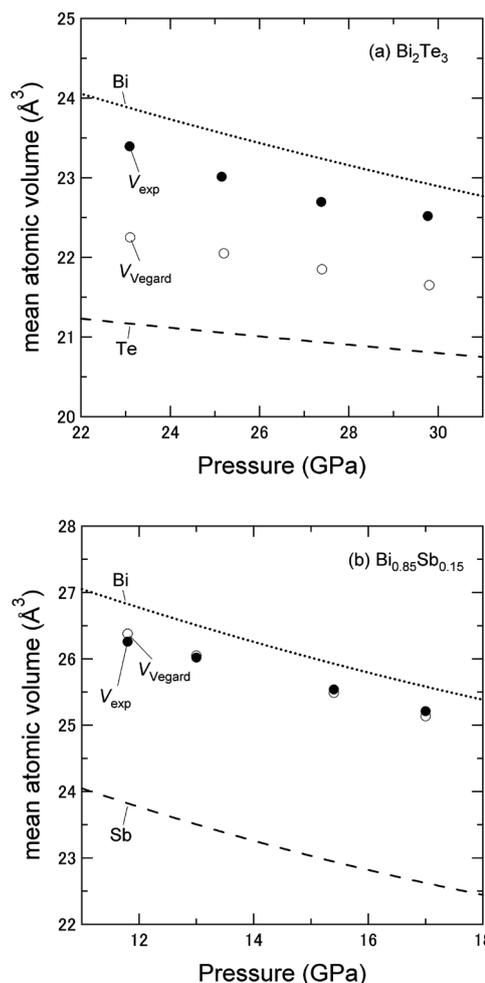


Figure 4
 Pressure dependences of the atomic volumes for high-pressure bcc-phase of (a) Bi_2Te_3 , Bi and Te, (b) $\text{Bi}_{0.85}\text{Sb}_{0.15}$, Bi and Sb. Closed circles indicate experimentally-obtained atomic-volumes V_{exp} . Open circles indicate atomic-volumes V_{Vegard} estimated from Vegard's law. Dotted lines are from Ref. 17, 20 for Bi_2Te_3 and Ref. 21 for $\text{Bi}_{0.85}\text{Sb}_{0.15}$. Dashed lines are from Ref. 18 for Te and Ref. 21 for Sb, respectively.

ある Bi_2Te_3 は Bi-Te 結合方向に存在するイオン成分によって通常の共有結合より強められたイオン - 共有結合を持つとされている [20,21]。 Bi_2Te_3 の高圧 IV 相の原子体積のベガード則からの逸脱は、本研究での圧力領域でこのイオン - 共有結合が局所的に残っていることを示唆する。

また IV 相の局所的な結合性や原子配列については C. Zhu らの報告と併せて次のようにも考えられる。C. Zhu らは高圧 II, III 相の結晶構造は常圧相の構造が圧力により歪んだ構造であると報告しており、II, III 相への転移は基本的に原子拡散を必要としない。一方、IV 相への転移により bcc 構造の各サイトに原子がランダムに配置されるのであれば、原子拡散が起こっていることが予想され、この場合は減圧しても元の常圧相に戻るとは考えにくい。しかし実際には IV 相から減圧すると再び元の常圧相の構造に戻ることから、IV 相において原子が bcc サイトに完全にランダムに配置されているとは考えにくく、この結果からも局所的には強い結合性が残っていることが示唆される。

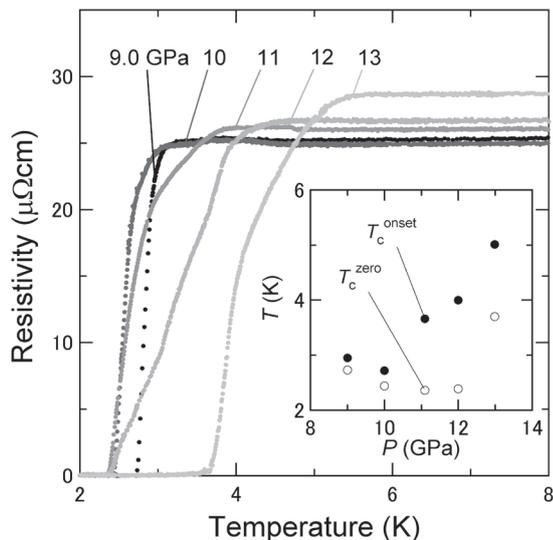


Figure 5 Temperature dependence of the electrical resistivity at the pressures from 9 to 13 GPa and the temperature from 2 to 8 K of Bi_2Te_3 . The inset shows pressure dependence of the superconducting transition temperature. Closed and open circles indicate the onset temperature of superconducting transition T_c^{onset} and the zero-resistivity critical-temperature T_c^{zero} , respectively

5. テルル化ビスマスの圧力誘起超伝導

本研究室では 10 GPa 級の圧力下の物性測定が可能な改良型ブリッジマンアンビルセル [22] を使用し、圧力下の電気抵抗測定もおこなっている。改良型ブリッジマンアンビルセルはテフロンセルと液体の圧力媒体を用いているために、比較的良好な静水圧条件で物性を観測することができる。我々はこのセルを用いて、静水圧下での Bi_2Te_3 の圧力誘起超伝導の再現性やより高圧での超伝導の探索を目的として 13 GPa までの低温高圧下電気抵抗測定をおこなってきた [11]。Fig. 5 に Bi_2Te_3 の 9-13 GPa における超伝導転移温度付近の電気抵抗率の温度依存性、および挿入図には Bi_2Te_3 の超伝導転移温度の圧力依存性を示す。我々の測定では常圧相での超伝導は観測されておらず、8 GPa における構造相転移後の高圧相において超伝導転移が観測される。挿入図中の T_c^{onset} と T_c^{zero} はそれぞれ超伝導転移の開始温度とゼロ抵抗への到達温度である。構造相転移後の 9.0, 10 GPa では転移幅は $\Delta T = T_c^{\text{onset}} - T_c^{\text{zero}} \sim 0.2$ K と小さく、II 相単相の超伝導転移であることを示唆している。 T_c^{zero} の値は 12 GPa まで減少しており、II 相の超伝導転移温度が負の圧力依存性を持つことがわかる。また、一方で 11 と 13 GPa での T_c^{onset} と T_c^{zero} の急激な上昇は、II 相とは異なる超伝導相の存在を示唆している。室温下、高圧 III 相が 14 GPa 付近から現れることを考慮すると、新しい超伝導相は高圧 III 相に起因すると考えられる。今後さらに高い圧力領域で実験をおこない、高圧 IV 相の超伝導特性についても明らかにする予定である。

6. おわりに

Bi_2Te_3 の高圧相の結晶構造を明らかにするために、室温

下 30 GPa の圧力まで放射光 X 線回折実験をおこなった。その結果、 Bi_2Te_3 では 8, 14, 14.5 GPa で高圧 II, III, IV 相が現れ、この 3 つの相は 23 GPa まで混相状態で存在する。圧力 25 GPa 以上の圧力領域では高圧 IV 相の単相が得られ、空間群 $Im-3m$ の bcc 構造を持つことを見出した。高圧 IV 相の回折パターンは bcc サイトにビスマスとテルルが配置された Bi-Te 二元系の固溶体として説明ができるが、本研究での測定の圧力領域では固溶体の特徴であるベガード則が成り立たない。さらに高圧 IV 相への相転移後に 1 気圧まで減圧すると、再び $R-3m$ 構造の常圧相へ戻る。そのため高圧 IV 相は長周期では固溶体の構造を持つが、局所的には強いイオン-共有結合が残っており秩序が存在している可能性が示唆される。

謝辞

本研究は PF 課題番号の 2007G664, 2009G656 のもとをおこなわれた。また部分的に科研費 (No. 20045003, 20046006) の助成を受けたものである。

引用文献

- [1] M. I. McMahon and R. J. Nelmes, *Chem. Soc. Rev.* **35**, 943 (2006).
- [2] H. J. Goldsmid, *Thermoelectric Refrigeration* Plenum Press, New York, (1964).
- [3] M. A. Il'ina and E. S. Itskevich, *Sov. Phys.-Solid State* **13**, 2098 (1972).
- [4] L. F. Vereshchagin, E. Y. Atabaeva and N. A. Bendaliani, *Sov. Phys.-Solid State* **13**, 2051 (1972).
- [5] M. K. Jacobsen, R. S. Kumar, A. L. Cornelius, S. V. Sinogeiken and M. F. Nicol, *AIP Conf. Proc.* **955**, 171 (2007).
- [6] L. Fu and C. L. Kane, *Phys. Rev. B* **76**, 045302 (2007).
- [7] D. Hsieh, D. Qian, L. Wray, Y. Xia, Y. S. Hor, R. J. Cava and M. Z. Hasan, *Nature* **452**, 970 (2008).
- [8] C. Zhang, L. Sun, Z. Chen, X. Zhou, Q. Wu, W. Yi, J. Guo, X. Dong and Z. Zhao, *Phys. Rev. B* **83**, 140504 (2011).
- [9] J. L. Zhang, S. J. Zhang, H. M. Weng, W. Zhang, L. X. Yang, Q. Q. Liu, S. M. Feng, X. C. Wang, R. C. Yu, L. Z. Cao, L. Wang, W. G. Yang, H. Z. Liu, W. Y. Zhao, S. C. Zhang, X. Dai, Z. Fang and C. Q. Jin, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **108**, 24 (2011).
- [10] A. Nakayama, M. Einaga, Y. Tanabe, S. Nakano, F. Ishikawa and Yuh Yamada, *High Pressure Research* **29**, 245 (2009).
- [11] M. Einaga, Y. Tanabe, A. Nakayama, A. Ohmura, F. Ishikawa and Yuh Yamada, *J. Phys. Conf. Ser.* **215**, 012036 (2010).
- [12] M. Einaga, A. Ohmura, A. Nakayama, F. Ishikawa, Yuh Yamada and S. Nakano, *Phys. Rev. B* **83**, 092102 (2011).
- [13] K. Takemura, P. Ch. Sahu, Y. Kunii and Y. Toma, *Rev. Sci. Instrum.* **72**, 3873 (2001).

- [14] C.-S. Zha, H. -K. Mao and R. J. Hemley, Proc. Natl. Acad. Sci. **97**, 13494 (2000).
- [15] F. Izumi and T. Ikeda, Mater. Sci. Forum **198**, 321 (2000).
- [16] L. Zhu, H. Wang, Y. Wang, J. Lv, Y. Ma, Q. Cui, Y. Ma and G. Zou, Phys. Rev. Lett. **106**, 145501 (2011).
- [17] Y. Akahama and H. Kawamura, J. Appl. Phys. **92**, 5892 (2002).
- [18] G. Parthasarathy and W. B. Holzapfel, Phys. Rev. B, Rap. Comm. **37**, 8499 (1988).
- [19] A. Ohmura, A. Yamamura, M. Einaga, F. Ishikawa, A. Nakayama, Yuh Yamada and S. Nakano, to be published in J. Phys.: Conf. Ser.
- [20] M. I. McMahon, O. Degtyareva and R. J. Nelmes, Phys. Rev. Lett. **85**, 4896 (2000).
- [21] U. Haussermann, O. Degtyareva, A. S. Mikhaylushkin, K. Soderberg, S. I. Simak, M. I. McMahon, R. J. Nelmes and R. Norrestam, Phys. Rev. B **69**, 134203 (2004).
- [22] J. S. Lannin, Solid State Comm. **29**, 159 (1979).
- [23] J. R. Drabble and C. H. L. Goodman, J. Phys. Chem. Solids **5**, 142 (1958).
- [24] T. Nakanishi, N. Takeshita and N. Mōri, Rev. Sci. Instrum. **73** 1828 (2002).

(原稿受付日：2011年12月20日)

著者紹介

榮永茉莉 Mari EINAGA

新潟大学大学院自然科学研究科 博士後期課程2年
〒950-2102 新潟県新潟市西区五十嵐二の町 8050

e-mail: einaga.mari@phys.sc.niigata-u.ac.jp

略歴：新潟大学大学院自然科学研究科博士後期課程在学中。
最近の研究：テルル化ビスマスの圧力下電子伝導特性の組成依存性

大村彩子 Ayako OHMURA

新潟大学研究推進機構超域学術院 助教

TEL: 025-262-7753

FAX: 025-262-7267

e-mail: ohmura@phys.sc.niigata-u.ac.jp

略歴：2004年お茶の水女子大学大学院人間文化研究科博士後期課程修了，同年日本原子力研究所博士研究員，2005年日本原子力研究開発機構博士研究員，2006年東北大学大学院工学研究科研究支援者，2008年新潟大学超域研究機構助教を経て2011年より現職。博士（理学）。
最近の研究：Bi系合金の高圧物性，高圧下結晶構造解析

中山敦子 Atsuko NAKAYAMA

新潟大学研究推進機構超域学術院 准教授

TEL: 025-262-7267

FAX: 025-262-7267

e-mail: nakayama-a@phys.sc.niigata-u.ac.jp

略歴：1996年東京工業大学大学院理工学研究科博士課程

修了，1996年工業技術院物質工学工業技術研究所重点研究支援協力員，2001年（独）産業技術総合研究所博士研究員，2004年（独）物質・材料研究機構特別研究員，2006年名城大学理工学部COE研究員，2007年新潟大学超域研究機構准教授を経て2011年より現職。博士（理学）。
最近の研究：新奇超伝導物質の高圧下構造解析，炭素 π 電子系の高圧物性，窒化ホウ素単結晶の新機能探索

石川文洋 Fumihiko ISHIKAWA

新潟大学大学院自然科学研究科 助教

TEL: 025-262-7292

FAX: 025-262-7292

e-mail: fumihiko@phys.sc.niigata-u.ac.jp

略歴：1999年横浜国立大学大学院工学研究科修了，1999年横浜国立大学エコテラボラトリー研究員，2001年東京大学物性研究所COE研究員，2002年東北大学金属材料研究所COE研究員，2004年新潟大学大学院自然科学研究科助手

2007年新潟大学大学院自然科学研究科助教，現在に至る。博士（工学）。

最近の研究：鉄ニクタイド系化合物の超伝導と圧力下物性，ホイスラー合金の電子輸送特性と磁性，高圧物性

山田裕 Yuh YAMADA

新潟大学理学部物理学科 教授

TEL: 025-262-6350

FAX: 025-262-6350

e-mail: yamada@phys.sc.niigata-u.ac.jp

略歴：1988年名古屋大学大学院工学研究科修了，1988年科学技術庁金属材料技術研究所，1992年名古屋大学工学部助手，1995年同大学理工学総合研究センター講師，1997年島根大学総合理工学部助教授，2003年新潟大学理学部教授，現在に至る。博士（工学）。

最近の研究：新奇超伝導物質の合成，高圧物性，結晶構造解析

中野智志 Satoshi NAKANO

物質・材料研究機構 主幹研究員

〒305-0044 茨城県つくば市並木1-1

TEL: 029-860-4315

FAX: 029-860-4693

e-mail: NAKANO.Satoshi@nims.go.jp

略歴：1993年東京工業大学大学院理工学研究科修了，1992年科学技術特別研究員（科学技術庁無機材質研究所），1995年科学技術庁無機材質研究所，1999年科学技術庁長期在外研究員（カーネギー地球物理学研究所），2001年組織再編により独立行政法人物質・材料研究機構，現在に至る。博士（工学）。

最近の研究：軽元素水素化物の高密度構造の解析，ガス圧力媒体を用いた高圧下X線回折・分光測定

Nanosecond time-resolved X-ray diffraction of laser-shocked 3Y-TZP ceramics

Jianbo HU¹, Kouhei ICHIYANAGI², Nobuaki KAWAI³, Shunsuke NOZAWA⁴,
Tokushi SATO⁴, Shin-ichi ADACHI⁴, Kazutaka G. NAKAMURA¹¹Materials and Structures Laboratory, Tokyo Institute of Technology,²Graduate School of Frontier Sciences, the University of Tokyo,³Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency,⁴Photon Factory, High Energy Accelerator Research Organization

1. Introduction

The progress of time-resolved X-ray diffraction (TRXD) techniques has strongly impacted the investigation on structural dynamics, especially in the field of shock-wave physics [1]. By using TRXD techniques, *in situ* study of dynamic behaviors of materials under shock compression has been extended to microscopic scale from traditionally macroscopic one, providing significant information of transformation mechanism [2, 3]. Recently, Ichiyanagi *et al.* [4] employed a single-shot time-resolved Laue technique to study phase transitions of single-crystal CdS under laser shock, and observed the overshoot of the wurtzite structure which is different from Gupta *et al.*'s results [5, 6]. In gas gun shock experiments Gupta *et al.* observed not only a transition to rocksalt structure but also an intermediate phase of a faced centered tetragonal structure at lower shock pressure using time-resolved absorption spectroscopy. This disagreement is explained by different time scales of shock compression. In laser-shock experiments the shock duration (~10 ns) in single crystal CdS is not sufficient for transformation, comparing to the order of μs in gas gun experiments. In this sense, the structural dynamics of laser-shocked materials has its particularity. The TRXD observation will improve remarkably our understanding on dynamics response of materials under laser shock.

In this report, we use single-shot nanosecond time-resolved X-ray power diffraction technique to study structural dynamics of laser-shocked Y_2O_3 (3 mol%) stabilized tetragonal zirconia polycrystalline (3Y-TZP) ceramics. 3Y-TZP ceramics, consisting of almost 100 % tetragonal phase, has been extensively studied due to its excellent mechanical properties, such as strength and toughness [7].

2. Experimental details

The experiment was performed using the beamline NW14A at the Photon Factory Advanced Ring, KEK [8, 9]. A single-shot laser pump-X-ray probe scheme was applied to capture the structural change of laser-shocked 3Y-TZP ceramics as a function of the pump-probe delay Δt , schematically shown in

Fig. 1(a). An undulator with the period length of 20 mm (U20) was used to provide a smooth spectrum of the energy distribution in the range of 13-18 KeV and the energy bandwidth of 15 %. The X-ray pulse from U20 has the pulse duration of about 100 ps and the repetition rate of 794 KHz. By inserting some X-ray optical components, such as the double-crystal monochromator, focusing mirror, curt-off mirror and depth-graded Ru/C multilayer optics, the peak energy, bandwidth and flux of the X-ray probe pulse were set to 15.6 KeV, 4.4 % and around 3×10^8 photons/pulse in this work, respectively[9]. The laser pulse from a Q-switched Nd: YAG laser (Continuum, Powerlite 8000) was used for shock compression, with the repetition rate, wavelength, pulse width, and pulse energy of 10 Hz, 1064 nm, 10 ns, and 700 mJ, respectively. To synchronize with the low-repetition rate laser, the X-ray pulse was selected by an X-ray chopper, in such way the repetition rate of X-ray pulse was reduced to 945 Hz. A millisecond shutter was further inserted into the X-ray optical path to realize finally the synchronization of laser and X-ray pulses. The reached time jitter is less than 2ns [8]. The delay between two pulses was controlled by changing the mission timing of the laser pulse with a delay generator (DG535, Stanford Research System, Inc.), counter (1/6) and an analog phase shifter. More detailed information can be found in Ref. [8]. The target assembly, as shown in Fig. 1(b), was composed of three layers: the backup plastic film (25 μm), the Al

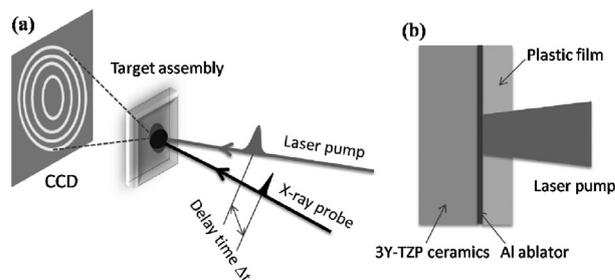


Figure 1 (a) Schematic of the laser pump-X-ray probe scheme to measure time-resolved X-ray polycrystalline diffraction of laser-shocked sample. (b) Target assembly used to confine laser-generated plasma and produce pressure pulse in the sample.

ablation film (1 μm) and the 3Y-TZP plate (50 μm , Tosoh Co.). Such geometry confined laser-generated plasma at the interface of Al and plastic films, driving the pressure pulse through the Al film into the sample. The X-ray probe was normally incident upon the target assembly, focusing on a spot of $0.49 \times 0.24 \text{ mm}^2$, and the laser pump was slightly deviated from the probe in angle with a focal spot of $0.4 \times 0.4 \text{ mm}^2$. Debye-Scherrer diffraction patterns were recorded on an integrating charge-coupled device detector (MarCCD165, MarUSA) of diameter 165 mm with the pixel size of $79 \times 79 \mu\text{m}^2$, which provides a 2θ -angle resolution of ~ 0.047 degree in this experiment. Due to shock-induced damage in the target assembly, we have to use a fresh sample for each delay, so-called single-shot technique.

3. Results and discussion

Two Debye-Scherrer diffraction patterns, one without and the other with laser pumping, were recorded for each delay. The former pattern acts as the reference of the latter one. Take the case of $\Delta t = 15$ ns as an example, and two recorded ring patterns are shown in Fig. 2(a) and 2(b), respectively. We can see clearly that these two patterns are spherically symmetric, indicating that each grain is compressed along random directions. The subtracted pattern, shown in Fig. 2(c), further confirmed this conclusion. Therefore, the diffraction intensity profiles as a function of 2θ were obtained by azimuthally averaging the Debye-Scherrer patterns using Fit2D [10], and normalized by the total diffraction intensity, shown in Fig. 2(d) and 2(e). Fig. 2(d) indicates that the pristine sample has a tetragonal structure. It is ready to see in Fig. 2(e) that some new diffraction peaks appear, which are consistent with the monoclinic phase. The subtracted intensity profile, shown in Fig. 2(f), gives more obvious results.

Taking laser irradiation conditions into account, we roughly estimated the shock pressure of 5 GPa in 3Y-TZP by using an analytical model of laser-induced plasma in confined geometry

[11, 12]. Consequently, the estimated shock wave velocity was lower than 7 km/s [13, 14]. On the other hand, the plasma-confined geometry increased the pressure pulse duration, being longer than the laser pulsewidth. Therefore, the shocked state of 3Y-TZP can maintain much longer than 7 ns, and then is released due to the shock wave reflection at the rear free surface. After multiple-round travelling of waves in sample, finally the mechanical equilibrium is reached. Based on above estimation, we expect that 3Y-TZP was partially at the compressed state at $\Delta t = 15$ ns. During shock compression small portion of the tetragonal phase was transformed into the monoclinic phase.

A series of experiments at different delay time ranging from 5 ns to 1005 ns systematically demonstrated the time evolution of the subtracted intensity profile, selectively shown in Fig. 3. At $\Delta t < 25$ ns, new diffraction peaks corresponding to the monoclinic phase exist, the intensities of which first increase and then decrease, indicating the dynamic process of compressing and releasing. In this time range the sample is at least partially compressed, in which the tetragonal and monoclinic phases coexist. We roughly estimated the average fraction of the monoclinic phase of $\sim 7\%$, which includes contributions from both the shocked and unshocked sample layer. After that, we observed that the diffraction peak (011) of the tetragonal phase gradually shifts to low angle, implying the volume expansion induced by releasing. All facts indicate that the laser-shocked 3Y-TZP ceramics underwent a fast reversible tetragonal-monoclinic transformation, although the shock pressure is much lower than the reported phase transition pressure (12–16 GPa) and the Hugoniot elastic limit (> 30 GPa) [13–19]. The time scale for this transition is nanosecond or less, which is an important characteristic of martensitic transformation [7]. The crystal structure is reformed by shear stress accompanied by compression, such that the transformation is fast and diffusionless. We briefly drew the structural dynamics in Fig. 4.

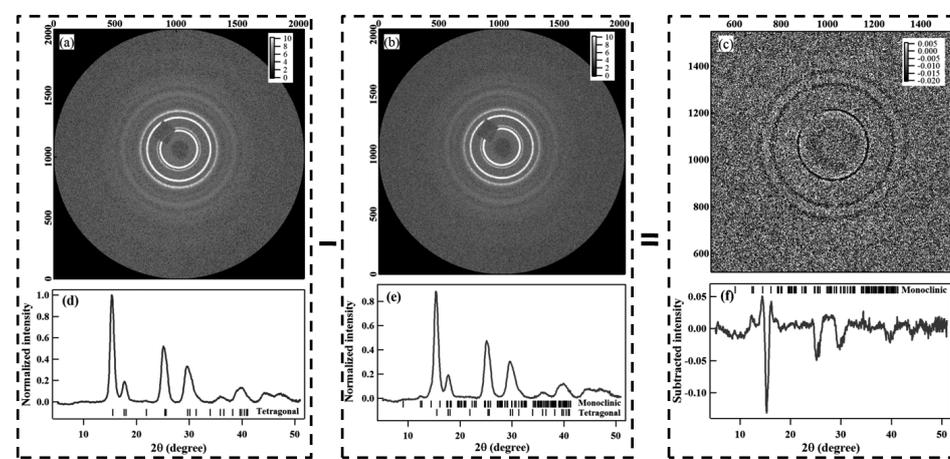


Figure 2 Debye-Scherrer diffraction patterns from the pristine sample (a) and the shocked one (b), and their subtracted pattern (c) in the case of $\Delta t = 15$ ns. (d) and (e) respectively show the integrated intensity profiles from the pattern (a) and (b), normalized by the total intensity. (f) is the subtracted intensity profile. Two series of bars in (d)-(f) respectively show the calculated diffraction peaks of the monoclinic and tetragonal phases.

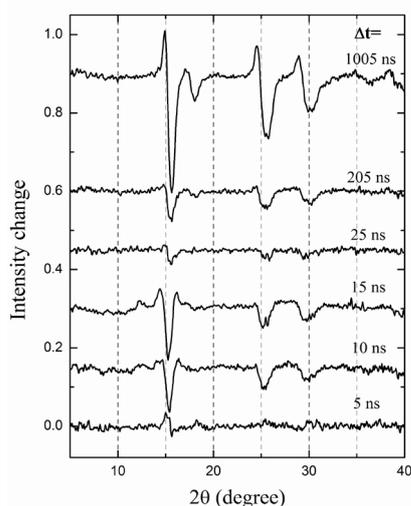


Figure 3 Selected normalized intensity change as a function of the delay time Δt , demonstrating the time evolution of structural dynamics of the laser-shocked 3Y-TZP.

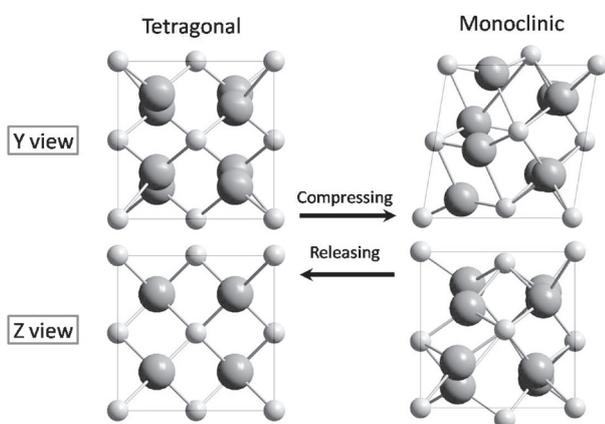


Figure 4 Structural dynamics of 3Y-TZP ceramics under shock compression along two different views.

To clearly show the structure change, the crystal structures are displayed in two different views.

4. Summary

In summary, we demonstrated the ability of single-shot time-resolved X-ray power diffraction technique to study structural dynamics of laser-shocked polycrystalline materials. A reversible martensitic transformation has been observed in the laser-shocked 3Y-TZP ceramics. This work gives new insights into the phase transition dynamics of 3Y-TZP ceramics, such as transformation conditions and pathway. Application of TRXD techniques to study shock-induced phase transitions in more complex materials is now underway.

References

[1] B. A. Remington, G. Bazan, J. Belak, E. Bringa, M. Caturla, J. D. Colvin, M. J. Edwards, S. G. Glendinning, D. S. Ivanov, B. Kad, D. H. Kalantar, M. Kumar, B. F. Lasinski, K. T. Lorenz, J. M. McNaney, D. D. Meyerhofer, M. A. Meyers, S. M. Pollaine, D. Rowley, M. Schneider, J. S. Stolken, J. S. Wark, S. V. Weber, W.

G. Wolfer, B. Yaakobi, and L. V. Zhigilei, *Metal. Mater. Trans. A* **35A**, 2587 (2004).

[2] T. d'Almeida, and Y.M. Gupta, *Phys. Rev. Lett.* **85**, 330 (2000).
 [3] D. H. Kalantar, J. F. Belak, G. W. Collins, J. D. Colvin, H. M. Davies, J. H. Eggert, T.C. Germann, J. Hawreliak, B. L. Holian, K. Kadau, P. S. Lomdahl, H. E. Lorenzana, M. A. Meyers, K. Rosolankova, M. S. Schneider, J. Sheppard, J. S. Stolken, and J. S. Wark, *Phys. Rev. Lett.* **95**, 075502 (2005).
 [4] K. Ichiyangi, S. Adachi, S. Nozawa, Y. Hironaka, K. G. Nakamura, T. Sato, A. Tomita, and S. Yoshihara, *Appl. Phys. Lett.* **91**, 231918 (2007).
 [5] M. D. Knudson, Y. M. Gupta, and A. B. Kunz, *Phys. Rev. B* **59**, 11704 (1999).
 [6] M. D. Knudson and Y. M. Gupta, *J. Appl. Phys.* **91**, 9561 (2002).
 [7] R. C. Garvie, R. H. Hannink, and R. T. Pascoe, *Nature* **258**, 703 (1975).
 [8] S. Nozawa, S. Adachi, J. Takahashi, R. Tazaki, L. Guerin, M. Daimon, A. Tomita, T. Sato, M. Chollet, E. Collet, H. Cailleau, S. Yamamoto, K. Tsuchiya, T. Shioya, H. Sasaki, T. Mori, K. Ichiyangi, H. Sawa, H. Kawata, and S. Koshihara, *J. Synch. Rad.* **14**, 313 (2007).
 [9] K. Ichiyangi, T. Sato, S. Nozawa, K.H. Kim, J.H. Lee, J. Choi, A. Tomita, H. Ichikawa, S. Adachi, and S. Koshihara, *J. Synch. Rad.* **16**, 391 (2009).
 [10] <http://www.esrf.eu/computing/scientific/FIT2D/>.
 [11] R. Fabbro, J. Fournier, P. Ballard, D. Devaux, and J. Virmont, *J. Appl. Phys.* **68**, 775 (1990).
 [12] D. Devaux, R. Fabbro, L. Tollier, and E. Bartnicki, *J. Appl. Phys.* **74**, 2268 (1993).
 [13] D. E. Grady and T. Mashimo, *J. Appl. Phys.* **71**, 4868 (1992).
 [14] T. Mashimo, A. Nakamura, M. Nishida, S. Matsuzaki, K. Kusaba, K. Fukuoka, and Y. Syono, *J. Appl. Phys.* **77**, 5069 (1995).
 [15] O. Ohtaka, S. Kume, T. Iwami, and K. Urabe, *J. Am. Ceram. Soc.* **71**, C164 (1988). O. Ohtaka, D. Andrault, P. Bouvier, E. Schultz and M. Mezouar, *J. Appl. Cryst.* **38**, 727 (2005).
 [16] O. Ohtaka, S. Kume, and E. Ito, *J. Am. Ceram. Soc.* **71**, C448 (1988). B. Alzyab, C. H. Perry, and R. P. Ingel, *J. Am. Ceram. Soc.* **70**, 760 (1987).
 [17] T. Mashimo, *J. App. Phys.* **63**, 4747 (1988).
 [18] A. Matsuda, T. Hongo, H. Nagao, Y. Igarashi, K. G. Nakamura, and K. Kondo, *Sci. Tech. Adv. Mater.* **5**, 511 (2004).
 [19] Y. Igarashi, A. Matsuda, A. Akiyoshi, K. Kondo, K. G. Nakamura, and K. Niwase, *J. Mater. Sci. Lett.* **39**, 4371 (2004).

(原稿受付日：2012年1月13日)

著者紹介

胡建波 Jianbo HU

東京工業大学応用セラミックス研究所 博士課程3年

〒226-8503 神奈川県横浜市緑区長津田町4259

TEL: 045-924-5382 FAX: 045-924-5339

e-mail: hu.j.ad@m.titech.ac.jp

略歴：2005年中国工程物理研究院大学院（北京）修士課程修了，2005年-現在：中国工程物理研究院流体物理研究所研究員，2008年-2009年：エコール・ノルマル・シュペリウール（フランス），2009年—現在：東京工業大学院総合理工学研究科物質科学創造専攻／応用セラミックス研究所。

高輝度真空紫外軟 X 線ビームライン BL-13A の現状

放射光科学第一研究系 間瀬一彦

有機薄膜研究用の高輝度真空紫外軟 X 線ビームライン BL-13A が 2010 年 1 月 29 日にユーザーに公開されてから、約 2 年が経ちました。本稿では、前回の報告 [1] 以降に行った改良とその結果を中心に報告いたします。

新水冷可動四象限スリットの設置

BL-13A では旧 BL-13 で使用されていた水冷可動四象限スリットを使用していたのですが、老朽化が著しく、位置の再現性が得られないなどの問題があったことから、新たにベリリウム銅合金製の水冷マスク 2 個とベローズ 3 個、x ステージ 2 台、z ステージ 2 台を用いた水冷可動 4 象限スリットを設置しました [2]。これにより、アンジュレータ放射光の取込角を精度よく制御することができるようになりました。

散乱光の除去

2010 年 2 月にユーザーの方から設定光以外の光が混じっているとの指摘を受け、調査したところ、分光器チェンバーと出射スリットの間のダクトの内面で散乱された光が混入していることがわかりました。そこで 2011 年 1 月に、ダクトにマスクを入れて散乱光を除去しました [3]。

東日本大震災での被災と復旧

2011 年 3 月 11 日におきた東日本大震災（つくば市は震度 6 弱）により、BL-13A の回折格子切換機構が故障しました。そこで、4 月に修理、5-7 月にビームライン調整を行ない、10 月から共同利用を再開しました。

光学素子の炭素汚染除去

光学素子の炭素汚染は、炭素 K 吸収端領域 (270~300 eV) での光量の低下をもたらすため、有機薄膜研究の妨げになります。BL-13A ではビームライン全体の到達圧力を 1×10^{-8} Pa 未満に保つことにより、光学素子の炭素汚染防止に努めてまいりました。しかしながら、調整開始から 1 年で炭素 K 吸収端領域での光量低下が 50% に達しました。そこで、2011 年 7 月に分光器チェンバーに $1 \sim 6 \times 10^{-3}$ Pa、後置鏡チェンバーに $>1 \times 10^{-1}$ Pa の酸素を流しながら、0 次光を 16.5 時間照射することにより、平面鏡 (M2)、回折格子 (G)、後置鏡 (M3, M3') の炭素汚染を除去しました。さらに、前置鏡 (M1) を取外して、SPring-8 の大橋さん、三浦さんをお願いして、オゾン洗浄を行ない、炭素汚染を除去しました。これにより、炭素 K 吸収端領域での光量低下を 25% 程度まで改善することが

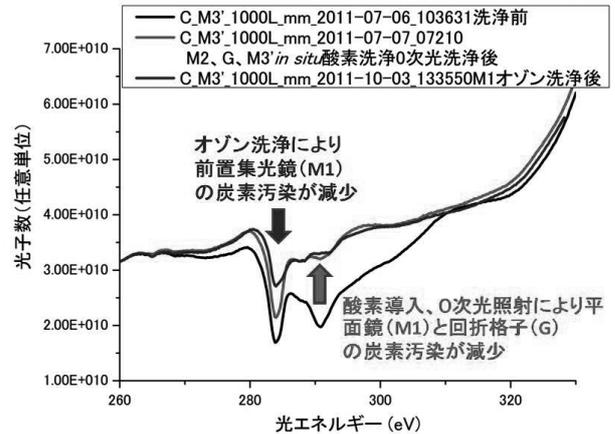


図 1 光学素子の炭素汚染除去前後の炭素 K 吸収端での光量スペクトル。

できました (図 1)。

光エネルギー分解能と光量、光エネルギー安定性、光エネルギーの較正

これまで垂直取込角を大きくすると、分解能が悪化するという症状がみられました。このため、垂直取込角の設計値が 0.4 mrad であったにもかかわらず [4], 2011 年 3 月まで垂直取込角を 0.06 mrad 程度に制限して使用しておりました [5]。2011 年 1-3 月に調査を行った結果、最初の出射スリットより数百 mm 上流側に新しい出射スリットを設置すると、垂直取込角を 0.4 mrad まで広げても分解能がそれほど劣化しないことがわかりました。

垂直取込角 0.4 mrad における光エネルギー分解能

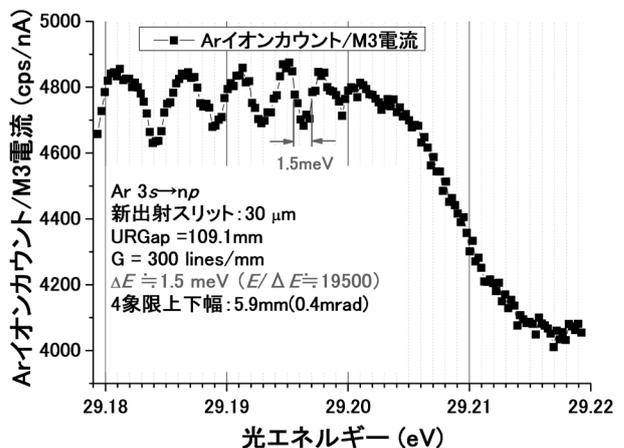


図 2 Ar の 3s → np 遷移による吸収スペクトル。

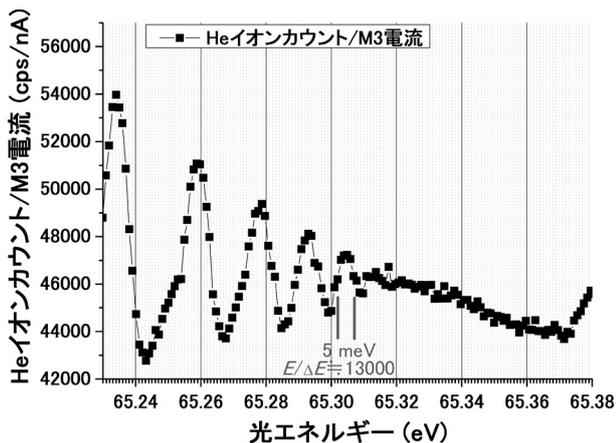


図3 Heの2重励起による吸収スペクトル。

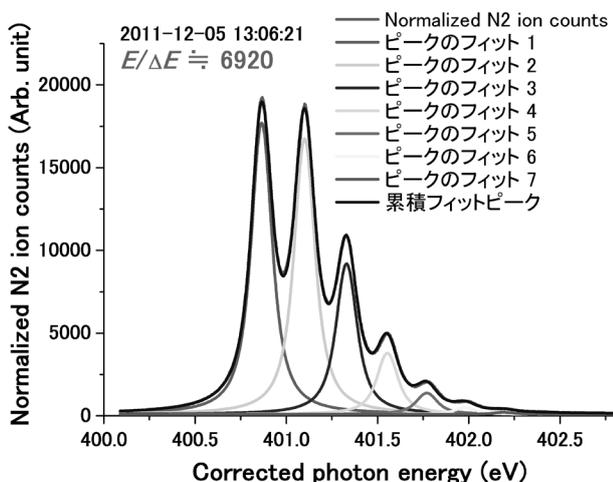


図4 N₂のN 1s → π* 遷移による吸収スペクトル。

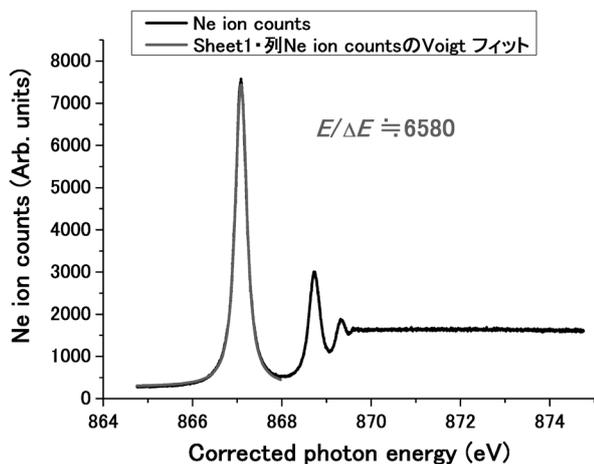


図5 Neの1s → 3p 遷移による吸収スペクトル。

($E/\Delta E$) の評価は Ar の $3s \rightarrow np$ 遷移による吸収スペクトル (図2), He の2重励起による吸収スペクトル (図3), N₂ の N $1s \rightarrow \pi^*$ 遷移による吸収スペクトル (図4), Ne の $1s \rightarrow 3p$ 遷移による吸収スペクトル (図5) から, 29 eV で $E/\Delta E \approx 19500$, 65 eV で $E/\Delta E \approx 13000$, 401 eV で $E/\Delta E \approx 6920$, 867 eV で $E/\Delta E \approx 6580$ とそれぞれ見積もりました。また, 光強度は設計値 [4] の1/3程度, 光エネルギー安定性は244.4 eVで0.02 eV以内, 91.2 eVで0.01 eV以内でした。

光エネルギーの表示値と実測値のずれは1000本/mmの回折格子, 244~870 eVの範囲で40 meV以内, 300本/mmの回折格子, 30~244 eVの範囲で200 meV以内に調整しました。

エンドステーション

BL-13Aには高分解能角度分解光電子分光装置 (SES-200, Scienta, 到達圧力 1×10^{-8} Pa, 最高分解能12 meV, (図6)が常設されており, 高分解能角度分解紫外光電子分光 (ARUPS), 高分解能内殻光電子分光, 高分解能軟X線吸収分光を行なうことができます。また, 準常設装置として, 高分解能内殻光電子分光装置 (Phoibos 100, 東大物性研, 吉信研究室所有), 放射光励起STM装置 (東大物性研, 長谷川研究室所有), 準大気圧光電子分光装置 (慶應大, 近藤研究室所有) があり, 活発に研究が行なわれています。最新の研究成果については, 本特集の他の記事を参照ください。今後は, アンジュレータギャップと分光器の同時掃引, 光電子分光装置 SES200 と試料作製用チェンバーの改良などを進めてゆく予定です。詳細につきましては, 担当者 (間瀬一彦, 放射光科学第一研究系, mase@post.kek.jp) までお問い合わせください。また, 文献 [4], [5], 2011年7月12日に開催した表面化学ユーザーグループミーティングの議事録および資料 (<http://pfwww2.kek.jp/pf-kondankai/kondan/UG/UGjyouhou.html>) にも詳しい報告を掲載しておりますので, 併せてご参照ください。

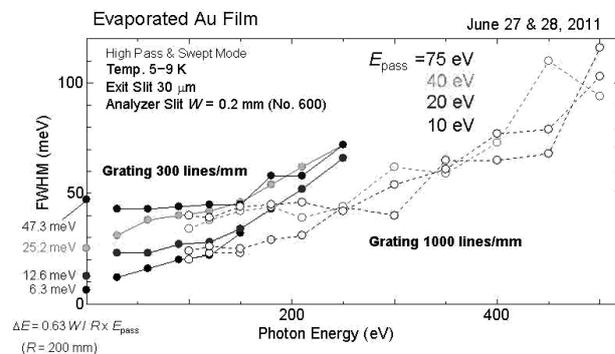


図6 BL-13Aの光電子分光装置 SES200の電子エネルギー分解能。

参考文献

- [1] 間瀬: PHOTON FACTORY NEWS 28(1), 13 (2010).
- [2] H. Tanaka, T. Kikuchi, A. Toyoshima, Y. Nagatani, T. Kosuge, K. Mase, F. Watanabe, and H. Nishiguchi, J. Vac. Soc. Jpn. 54, 481 (2011).
- [3] 田中宏和, 豊島章雄, 菊地貴司, 小澤健一, 間瀬一彦, 平成22年度熊本大学総合技術研究会報告集 p. 30 (02IV-3).
- [4] K. Mase, A. Toyoshima, T. Kikuchi, H. Tanaka, K. Amemiya, and K. Ito, AIP conf. proc. 1234, 709 (2010).
- [5] A. Toyoshima, H. Tanaka, T. Kikuchi, K. Amemiya and K. Mase, J. Vac. Soc. Jpn. 54, 580 (2011).

高分解能内殻光電子分光で観た表面と吸着分子の研究

東京大学物性研究所 吉信 淳

1. はじめに

再構築された BL-13A を用いて、2009 年後期より「有機分子-電極系の構造・電子状態と電荷移動ダイナミクス」(2009S2-007) という 6 大学・7 研究室からなる共同プロジェクトを行っている。BL-13A は $h\nu = 30\sim 1000$ eV をカバーするアンジュレータービームラインである。リノベーションによりビームラインおよびエンドステーションが整理され、現在は 3 つのエンドステーションが串刺しで設置できる様になっている(間瀬氏の報告参照)。我々は上記の S2 課題のビームタイムを使って、3 つのエンドステーションの整備と立ち上げを行い、並行して、それぞれのエンドステーションの特徴を活かした実験を進めている。

1 番目のエンドステーションはシエンタ社の SES200 半球型電子分光器を中心とした光電子分光システムで、試料清浄化/構造評価用の超高真空チェンバー(LEED チェンバー)と、試料導入/有機分子蒸着用の真空チェンバー(有機蒸着チェンバー)がゲートバルブを介して串刺し配置で設置されている。LEED チェンバーは「表面 ARPES」ユーザーグループの協力を得て構築された。有機蒸着チェンバーは物性研究所の所長裁量経費で構築した。SES200 ステーションは固体表面および基板に成長させた有機薄膜の角度分解光電子分光および内殻光電子分光、X 線吸収分光(XAS)を行うことができ、常設ステーションとして一般の共同利用に供されている。

2 番目のエンドステーションは、我々の研究室が保有する SPECS 社の Phoibos100 半球型電子分光器、LEED、XAS 用検出器が装備された超高真空システムで、気体導入システム、有機分子蒸着サブチェンバー(ロードロックチェンバーとしても利用可能)なども装備されている。Phoibos100 の検出器は 5 個のチャンネルトロンであり、定量的な高分解能内殻光電子分光に向いている(詳しくは後述)。準常設のステーションとして、我々の研究室が管理しており、共同研究も進めている。

3 番目はフリーポートであり、本 S2 課題では、長谷川研究室(東大物性研)が放射光 STM システムを持ち込んで先端的な実験を行っている(江口・長谷川の記事を参照)。また、慶応大学・近藤グループは、準大気圧光電子分光装置を持ち込み実験を行っている(近藤の記事を参照)。

第 1 および第 2 ポジションの光電子分光装置は最新鋭の電子分光器ではないが、有機蒸着装置などを工夫することにより、最先端の表面科学研究を行いやすいシステムになっており、気の利いた実験やサンプル調製が比較的簡単に行える。

本稿では、SES200 と Phoibos100 のシステムを用いた実験の現状を紹介する。実質的なデータが出始めたのは 2010 年後期以降のため、多くは論文投稿前の生データを示し内容の詳細には立ち入らない報告になるが、ご容赦いただきたい。

2. 高分解能内殻光電子分光で観た固体表面

我々のグループはシリコン表面における化学反応(特に吸着)の研究を系統的に行ってきた[1,2]。PF では過去に、旧 BL-16B や B-7A で高分解能内殻光電子分光や NEXAFS の測定を行った。Si(100)c(4x2) 表面の Si 2p 光電子スペクトルは、システムの能力を見積もるのに良く利用される。図 1(a) と (b) は同じ Phoibos100 システムを用いて測定した Si 2p 光電子スペクトルである。図 1(a) は旧 BL-16B [3]、図 1(b) は新 BL-13A で測定を行った。Si(100)c(4x2) 表面は図 1(a) のインセットに示したような再構成構造をとる。

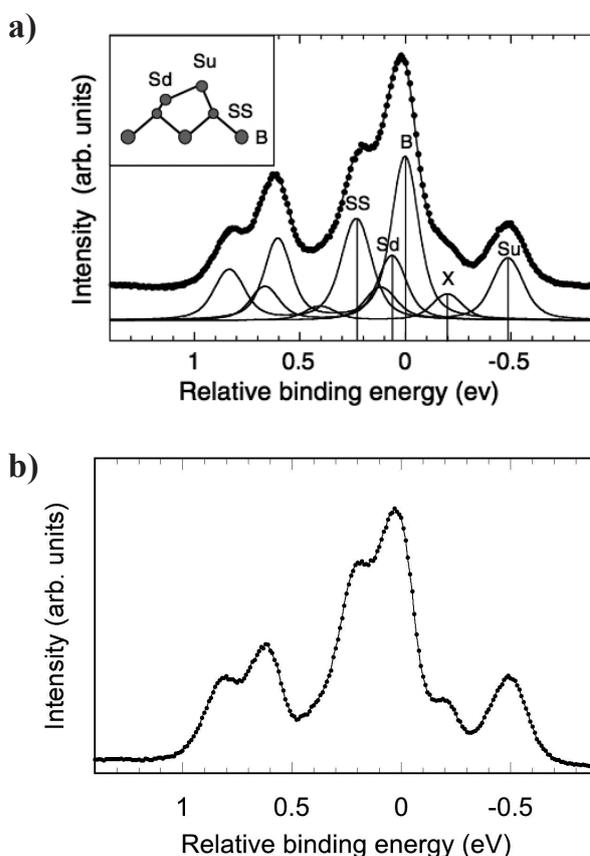


図 1 Si(100)c(4x2) の Si 2p 光電子スペクトル。(a) $h\nu=128$ eV, 30 K, 旧 BL-16B における測定。(b) $h\nu=150$ eV, 100 K, BL-13A における測定。

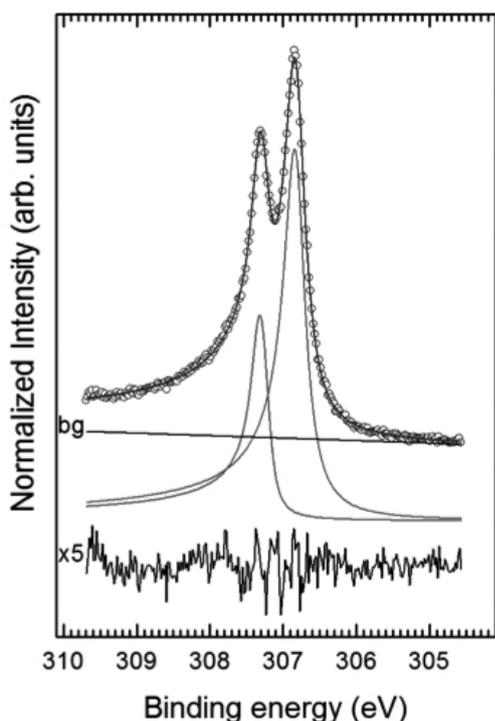


図2 Rh(111) 清浄表面の Rh 3d_{5/2} の光電子スペクトル。hv=380 eV, 90 K, BL-13A における測定。白丸は実験値。実線は表面コンポーネント (右) +バルクコンポーネント (左) +バックグラウンド (bg)。最下段は実験値とフィッティングの差。

表面コアレベルシフトに由来する複数のピーク（およびそのスピン軌道分裂）が観測される。それぞれのコンポーネントの帰属は文献 [4] を参照してほしい。光エネルギー、測定温度、分解能などの条件が同一でないで直接の比較はできないが、BL-13A では十分に分解能の良い Si 2p スペクトルを数分で測定することができる ($\Delta E < 50$ meV)。

図2は、BL-13A で Phoibos100 を用いて測定した Rh(111) 清浄表面の Rh 3d_{5/2} 光電子スペクトルである。表面内殻準位シフトにより、表面コンポーネント（右ピーク）が浅い結合エネルギー側にはっきりと分離されている。左のコンポーネントはバルク由来である。海外の第3世代高輝度放射光施設で測定されたスペクトル [5] と比べても遜色の無い結果である。なお、高結合エネルギー側への非対称なテーリングは基板の金属性に由来し、一般的に Doniach・Sunjic 関数でフィッティングされる [6]。清浄表面に原子や分子を化学吸着させると、表面コンポーネントは大きく影響を受けるが、バルクピークはほとんど変化しない。吸着による表面コンポーネントの変化から分子と基板の間の電子的相互作用（電荷移動など）についての議論ができる。

以上の様に、BL-13A に設置された高分解能内殻光電子分光システムを用いると、内殻準位シフトやピーク幅を数 10 meV 程度の精度で観測し議論できるので、基板の表面状態を定量的に研究することができる。吸着による基板の電子状態変化だけではなく、温度に依存した表面構造相転移なども研究対象になると考えられる。

3. 高分解能内殻光電子分光で観た吸着分子と有機薄膜

高分解能内殻光電子分光は元素を特定した分光であるので、吸着分子の状態分析に向いている。ここでは、BL-13A に設置された光電子分光システムを用いた例をいくつか示す。

図3は、Pt(997) に吸着させた CO 分子の C 1s 光電子スペクトルである [7]。Pt(997) 表面は、20Å 幅の Pt(111) テラスと (111) ファセットを持つ 1 原子層ステップが交互に現れる良く規定されたステップ表面である。Pt(111) 表面に CO を吸着させるとオントップサイトとブリッジサイトに CO が吸着することが知られているが、Pt(997) ではステップのオントップサイトにも CO が吸着することが赤外反射吸収分光で分かっている [8]。高分解能 C 1s 光電子スペクトルでも 3 本のピークが観測される。帰属は図中に示した。

図4は、(a)Rh(111) 清浄表面および、(b) 水素をあらかじめ飽和吸着させた Rh(111) 表面にシクロヘキサン (C₆H₁₂) を飽和吸着させたときの高分解能 C 1s 光電子スペクトルである [9]。水素修飾により金属表面の電子状態が変わり（不活性になる）、C 1s が低結合エネルギー側にシフトしたことがわかる。並行して行った価電子帯光電子分光と合わせて判断すると、シクロヘキサンの分子軌道のアラインメントが浅いエネルギー側へ全体にシフトしたことがわかった。また、図4(a)のピークはいくつかのショルダー構造が観測され、2つのコンポーネントとそれぞれの振動構造でフィッティングすることができる。この表面の STM 観察を行うと、輝度の異なる分子像が観察された。これらの結果から、Rh(111) 清浄表面に飽和量吸着したシクロヘキサンには、2種類の吸着状態があることが分かった。

以上の様に高分解能内殻光電子分光を用いると、吸着サイトや状態の違いを分解することが可能になる。

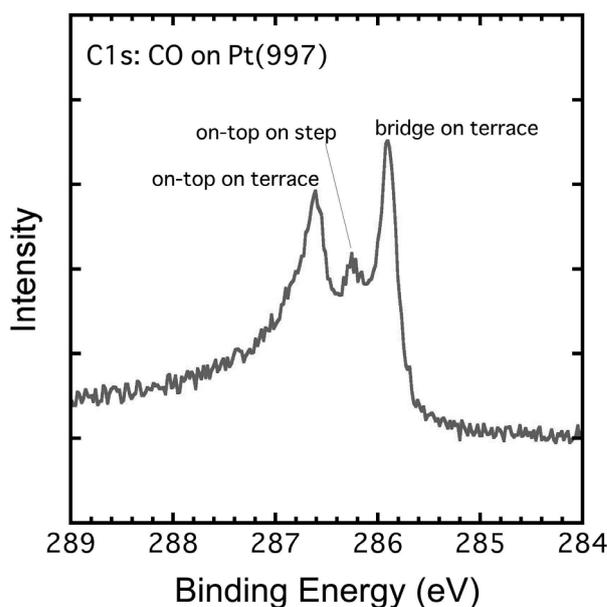


図3 Pt(997) に吸着させた CO の C 1s 光電子スペクトル [7]。hv=380 eV, 90 K, BL-13A における測定。

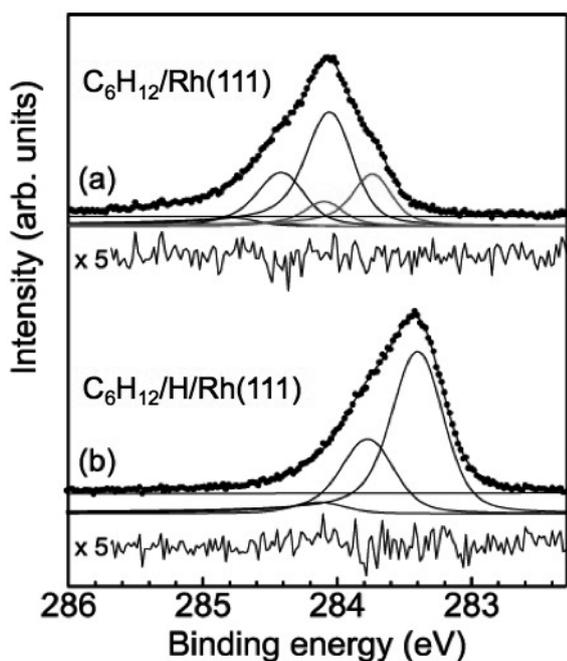


図4 Rh(111)に飽和吸着させたシクロヘキサンのC 1s光電子スペクトル [9]。 $h\nu=380$ eV, 90 K, BL-13Aにおける測定。

他にも、Phoibos100システムを用いて、金属表面に吸着した有機アクセプター分子およびドナー分子の化学状態や、Si(111)-H表面に液相化学反応で結合させた有機分子の表面分析を行っている。後者の実験では、PFの化学実験室を活用した。化学薬品、合成用ガラス器具、ポータブル・グローブボックスを持ち込んでSi(111)表面を有機分子で化学修飾し、すぐにサンプルをPhoibos100システムに設置したロードロックチェンバーから本チェンバーに移送し分析を行った。表面汚染をさけるためには操作をできるだけ手際よく行い、ロードロックチェンバーの排気はノンオイルのドライポンプとターボポンプで排気することが肝要であった（油回転ポンプを粗排気に用いると確実に表面が汚染される）。

一方、SES200を用いた内殻光電子分光実験では、このシステムの機動性を活かして、トピカルなサンプルを対象として他の研究室との共同研究を進めている。具体的には、米ノースウェスタン大学 Hersam 研・群馬大学 M. Z. Hossain 博士とのグラフェン表面の化学反応、物性研究所リップマー研・小森研との可視光応答光触媒 Rh ドープ SrTiO₃ の分析と表面化学反応、北陸先端科技大学高村由起子研とのシリセン表面の化学反応などである。これらの成果は投稿中・投稿準備中のものが多く、ここで具体的な結果を示すことを控えるが、近い将来別の機会があれば報告したいと考えている。

謝辞

BL-13Aを管理運営されているPFスタッフの方々、特に間瀬先生と技術職員の豊島さん、田中さん、菊地さんおよびソフトウェアを作成していただいている永谷さんに感謝したい。SES200システムの立ち上げと整備では、多大なご尽力をいただいている東工大の小澤さんに感謝したい。また、BL-13へのPhoibosシステムの設置・立ち上げと運転には吉信研のメンバーが献身的に働いてくれた。

引用文献

- [1] J. Yoshinobu, Prog. Surf. Sci. 77, 37 (2004); 吉信淳, 固体物理 39, 631 (2004).
- [2] 赤木和人, 常行真司, 吉信淳, 表面 .47, 348 (2008).
- [3] S. Machida, M. Nagao, S. Yamamoto, Y. Kakefuda, K. Mukai, Y. Yamashita and J. Yoshinobu, Surface Science. 716, 532 (2003).
- [4] E. Landemark, C. K. Karlsson, Y.-C. Chao and R. I. G. Uhrberg, Phys. Rev. Lett. 69, 1588 (1992).
- [5] A. Baraldi et al. Phys. Rev. B 67, 205404 (2003).
- [6] S. Doniach and M. Sunjic, J. Phys. C3, 285 (1970).
- [7] S. Shimizu, S. Yoshimoto, K. Mukai and J. Yoshinobu, in preparation.
- [8] J. Yoshinobu, N. Tsukahara, F. Yasui, K. Mukai and Y. Yamashita, Phys. Rev. Lett. 90, 248301 (2003).
- [9] T. Koitaya, S. Yoshimoto, K. Mukai and J. Yoshinobu, in preparation.

BL-13A における軟X線内殻分光実験の展開

慶應義塾大学 近藤 寛

1. はじめに

私たちのグループでは、内殻分光を使って、有機単分子膜の構造および基板との相互作用を調べる研究や触媒反応を追跡する研究を行っている。BL-13A では、低エネルギー軟X線領域の高輝度アンジュレーター光と高分解能電子エネルギー分光器の組み合わせによる高分解能内殻分光に期待をして実験をスタートした。その後、軟X線の波長を掃引しながら光電子分光スペクトルを測定する内殻空孔緩和分光を使って、酸化物表面に吸着した有機分子から基板への電荷移動を調べる実験に取り組んだ。昨年からは、主に、装置を持ち込むことができる第3エンドステーションの位置に準大気圧光電子分光の装置を接続して実験を行っている。この記事では、高分解能光電子分光と内殻空孔緩和分光の実験について実際のデータを示しながら、その様子を紹介したいと思う。

2. 高分解能光電子分光

Au(111) 上のチオレート系自己組織化膜の構造は長年の間議論を呼んだトピックであるが、ようやく決着がつつある。コンセンサスが得られつつあるのは、メチルチオレート (CH_3S) に対する詳細な STM 観測によって提案されたモデルで、2分子のチオレートが金のアトムと共に表面コンプレックス ($\text{H}_3\text{CS-Au-SCH}_3$) を作り、吸着するというものである [1] (図1参照)。ところが、放射光による高分解能光電子分光を用いた最近の研究では、チオレート1分子が金アトムとモノマーコンプレックスを作る方が Au 4f XPS の成分比と矛盾しないという報告がなされており [2], 最終的な結論が宙に浮いたままになっている感がある。そこで、本実験では全く同じ系に対して高分解能光電子分光スペクトルを測定してこれらのモデルの検証を行った。電子エネルギー分析器として、第2ステーションの Phoibos100 を用いた。検出器がチャンネルトロンであるため、スペクトル波形の信頼性が非常に高い。UHV 環

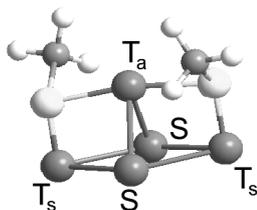


図1 表面コンプレックス ($\text{H}_3\text{CS-Au-SCH}_3$) が吸着した模式図。チオレートが結合した金 (T) と表面第1層でチオレートが結合していない金 (S) がある。

境で清浄化した Au(111) 表面とその上にジメチルジスルフィドを室温で導入して作成したメチルチオレート単分子膜に対して、できるだけ分解能を上げて Au 4f XPS スペクトルを測定した。光は Au 4f 光電子が最も表面敏感になる 135 eV を用い、出射スリット幅は 30 μm で分解能 5000 以上で測定した。Phoibos100 のパスエネルギーは 1 eV に設定し、最高分解能でスペクトルを取得した。

図2に清浄表面とメチルチオレートが飽和吸着した表面の Au 4f_{7/2} XPS スペクトルを示す。スペクトル全体の波形は文献 [2] の対応する波形によく一致したが、肩構造との分離の度合いを比較すると、13A での測定の方が分解能が良いように見える。定量的な比較をするために、Doniach-Sunjic 関数をガウス関数でコンボリュートした波形でフィットした。フィティングプログラムは文献 [2] で使われている FITXPS2 を用いた。フィッティング結果を見ると、清浄表面に2成分、チオレート吸着表面で3成分のピークが含まれ、その数とエネルギー位置は文献 [2] とよく一致した。清浄表面の2成分はバルクの金と表面第1層の金である。チオレート吸着表面の3成分は、図1に示すように、異なる3種類の金が生じるためである。これらの強度比は、定性的には文献 [2] と大きな違いは無いが、定量的には違いがある。すなわち、強度比 T_a/S が文献 [2] では 0.32 であったが、今回の結果は 0.25 となり、やや小さくなった。

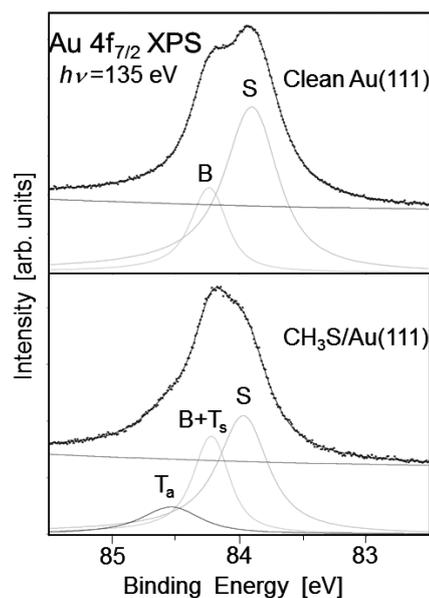


図2 Au(111) 清浄表面とメチルチオレートが飽和吸着した表面の Au 4f_{7/2} XPS スペクトル。

この差は、スペクトルそのものの違いもあるかもしれないが、フィッティングに際するバックグラウンドの取り方とピーク波形の非対称因子の違いによるものと考えられる。詳細な考察はここでは省略するが、図1のようなコンプレックスができているとすれば、強度比 T_{π}/S は 0.25 になると考えられるので、私たちのフィッティング結果で説明することができる。一方、モノマーコンプレックス (H_3CS-Au) モデルでは T_{π}/S は 0.33 になるので今回の結果には矛盾する。このように、Au(111) 上のメチルチオレート単分子膜の高分解能 XPS を測定・解析することで、ダイマーコンプレックス ($H_3CS-Au-SCH_3$) モデル [1] を支持する結果を得ることができた。BL-13A では SES200 はもちろん、Phoibos100 でも非常に良質な高分解能光電子分光スペクトルを得ることができる。

3. 内殻空孔緩和分光

次に行った実験は、色素増感太陽電池のモデル系として研究が行われている二酸化チタン上に有機分子を吸着させた系において、電荷移動速度を調べる実験である。有機分子に生じた励起電子がどのくらい速く基板の伝導帯に移動するかは、分子と基板の相互作用を理解するうえで重要な指標である。この相互作用を決めるのは分子と基板の界面であるが、これまで分子を二酸化チタン基板につなぐ官能基としてカルボキシル基が広く用いられてきた。ここでは、それとは異なるものとして、ヘテロ芳香環の孤立電子対で Ti に配位するピリジン (C_5H_5N) とルチル型 $TiO_2(110)$ 単結晶の界面を取り上げた。炭素や窒素の K 吸収端の内殻吸収によって、ピリジンの LUMO や LUMO+1 などに励起電子が生じると、それが緩和する際に、 TiO_2 の伝導帯に励起電子が移動して Auger 電子が放出される非局在終状態と、励起電子が分子に留まり、内殻空孔へ緩和するのに共鳴して価電子が放出される局在終状態がありえる。これら二つの緩和チャンネルへの分岐比が、内殻空孔への緩和時間と TiO_2 伝導帯への電荷移動時間の比によって決まることを利用して、電荷移動時間が見積もられる [3]。

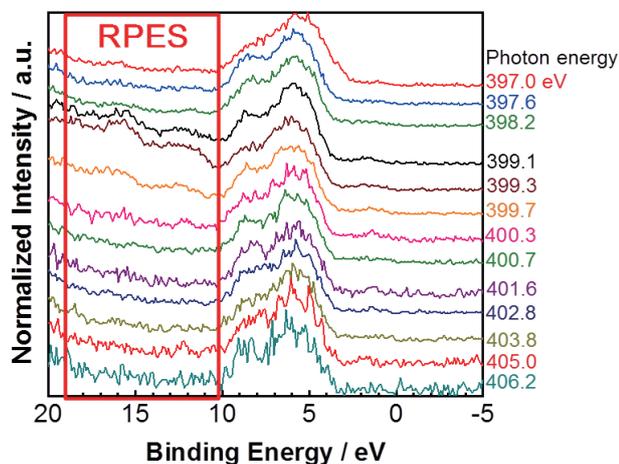


図3 $TiO_2(110)$ 表面にピリジンが吸着した表面の N-K 吸収端近傍の光による共鳴光電子スペクトル。

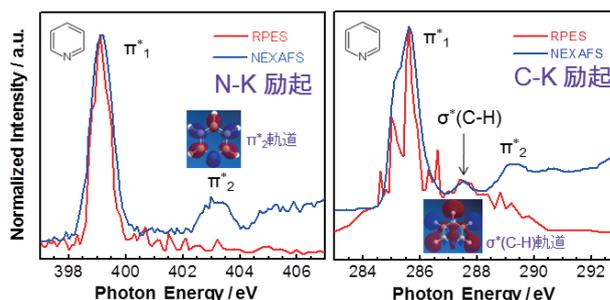


図4 $TiO_2(110)$ 表面にピリジンが吸着した表面の N-K 吸収端(左)と C-K 吸収端(右)の NEXAFS と共鳴光電子収量スペクトル。挿入図はピリジンの分子軌道の模式図。

図3に窒素 K 吸収端付近の光エネルギーを変えながら、原子価レベルの光電子分光を測定した結果を示す。光のエネルギーが $N\ 1s \rightarrow \pi^*_1$ 励起に共鳴したとき (399 eV 付近) に、10-18 eV にピリジンの共鳴光電子が観測される。 π^*_1 に励起した電子は局在化していることが分かる。これを幅広い光エネルギー範囲で測定し、共鳴光電子の積分強度を光エネルギーに対してプロットしたものが図4(左)である。同じ光エネルギー領域で測定した NEXAFS スペクトルも一緒に示す。 π^*_1 は TiO_2 の伝導帯より低いエネルギーレベルであるため、電荷移動は起こらないとみなしてよい。したがって、共鳴光電子収量スペクトルの π^*_1 は NEXAFS に一致するものとして規格化している。これを見ると、 π^*_2 は共鳴光電子収量スペクトルにはピークが見られない。これは、 π^*_2 に励起した電子が非局在化していることを示している。同じことは炭素 K 吸収端から見た共鳴光電子収量スペクトル図4(右)にも見られる。S/Nが悪いが、 π^*_2 ピークの強度は弱い。興味深いのは $\sigma^*(C-H)$ は共鳴光電子収量でも NEXAFS と同じように観測されることである。これは $\sigma^*(C-H)$ に励起した電子が局在することを示している。 π^*_2 に比べて $\sigma^*(C-H)$ に励起した電子が局在するのは、図4右に示すように $\sigma^*(C-H)$ 軌道の方が窒素に結合した Ti の 3d 軌道との重なりが小さくなるためと考えられる。この実験では、光のエネルギーをマニュアルで動かしたが、分光器、アンジュレーター、Phoibos が連動して自動で測定が行えるようになると、電荷移動を調べる実験も気軽にできるようになる。

最後になりましたが、Phoibos100 を使った実験は、東大物性研の吉信先生のグループとの共同研究として行ったものです。この場を借りてお礼を申し上げます

引用文献

- [1] P. Maksymovych et al, *Phys. Rev. Lett.* **97**, 146103 (2006).
- [2] A. Chaudhuri et al. *Phys. Rev. Lett.* **102**, 126101 (2009).
- [3] J. Schnadt et al. *Nature* **418**, 620 (2002).

放射光励起走査トンネル顕微鏡による局所元素分析

江口豊明^{1,2}, 奥田太一³, 木下豊彦⁴, 長谷川幸雄⁵¹JST-ERATO, ²慶大院理工, ³広大放射光センター, ⁴JASRI, ⁵東大物性研

1. はじめに

物質の原子構造および化学組成を決定することは、固体物理学において最も基本的かつ重要な問題の一つであり、「原子種を識別し構造を原子分解能で可視化する」ことは顕微鏡にとって究極の目標といえる。走査トンネル顕微鏡 (STM) を用いれば、物質表面の構造を原子分解能で観察できるものの、観察している原子が何か、その元素名を知ることは容易ではない。我々は、シンクロトロン放射光 (SR) により内殻電子を励起し、それに伴い放出される電子を STM 探針で検出することにより元素情報を導き出す、いわば光電子分光の高空間分解能版と言える手法 (SR-STM) の開発を進めている [1]~[5]。放射光を用いる利点は、高い光強度・輝度に加え、光のエネルギー可変性にあり、これにより特定元素の内殻準位の電子励起やそれに起因する吸収スペクトルの測定が可能となる。我々は主に BL-13 を用いた約 10 年にわたる様々な試行錯誤の末、最近 nm スケールでの元素分析イメージングが可能であることを示すいくつかの結果を得ることができた。本稿では、それらの結果を紹介すると共に、本手法の現状と将来展望について述べる。

2. これまでの成果

SR-STM 測定は、探針直下の表面すれすれ (入射角 4°) に放射光を照射し、二次電子を含む放出電子 (光誘起電流) を、STM 探針で検出する。探針にはタングステン線を電解研磨したものを用いているが、放出電子の検出範囲を制限するために、探針全体を絶縁体 (ガラス) で被覆した後、集束イオンビームを用いて先端に開口部 ($\phi 5 \mu\text{m}$ 程度) を作製している [3]。また、放射光の入射光路にチョッパー (周期: 1 kHz) を設置し、その開閉周期の同相成分をロックイン検出することで、光誘起電流の検出感度を高めるとともに、STM トポグラフィ像と光誘起電流像との同時取得を可能にしている [4]。

SR-STM による元素識別の例として、図 1 (a) の原子間力顕微鏡 (AFM) 像に見られるような、格子幅約 $1 \mu\text{m}$ の Ni と Fe のストライプ構造を Au バッファー層付き Si 基板上に作製し、複数の元素をそれぞれ弁別した結果を紹介する。Ni 層の一部は Fe 層に覆われているため、Ni が最表面に露出している部分は方形となる。また Ni も Fe も蒸着されていない Au の部分も方形状に残る。Fe 層および Ni 層の厚みはそれぞれ 5 nm および 10 nm である。図 1 (b) に

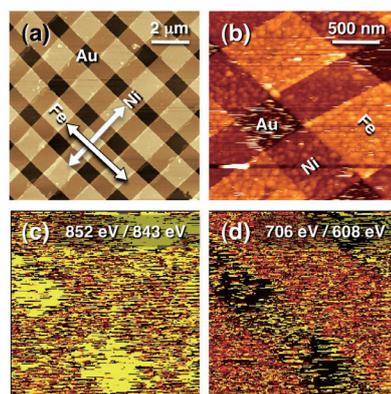


図 1 Fe/Ni 格子試料の (a) AFM 像と (b) STM 像 ($V_s = -5 \text{ V}$, $I_t = 10 \text{ pA}$)。 (b) と同一領域において (c) Ni L_3 吸収端および (d) Fe L_3 吸収端近傍の光照射下で取得した光誘起電流像 (画像除算処理後)。

示す STM トポグラフィ像でも同様の格子構造が観察されている。図 1 (c) (d) は、同じ領域をそれぞれ Ni L_3 吸収端近傍、および Fe L_3 吸収端近傍の放射光照射下で得た光誘起電流像である。いずれも、吸収端直上のエネルギーで観測した像を吸収端直下のエネルギーで観測した像で割り算を行うことで、強度変化分を抽出してある。Ni, Fe それぞれに対応する方形のパッチ構造、ストライプ構造が選択的に明るく観測されており、特定元素の二次元分布が画像化できていることが分かる [5]。

3. 新ビームラインへの対応と今後の展望

SR-STM は、現在 20 nm 以下の元素識別分解能が達成できているものの [4]、単原子・単分子レベルの測定を行うには、まだまだ S/N を向上させる必要がある。S/N 向上の近道は、もっと高輝度の光源を利用することである。

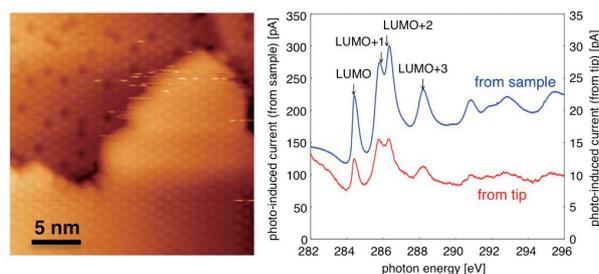


図 2 Ag/Si(111)-($\sqrt{3} \times \sqrt{3}$)R30° 表面上に作製した C_{60} 薄膜 (被覆量 約 1.5 ML) の (a) STM トポグラフィ像と (b) C K 吸収端近傍の光誘起電流スペクトル。

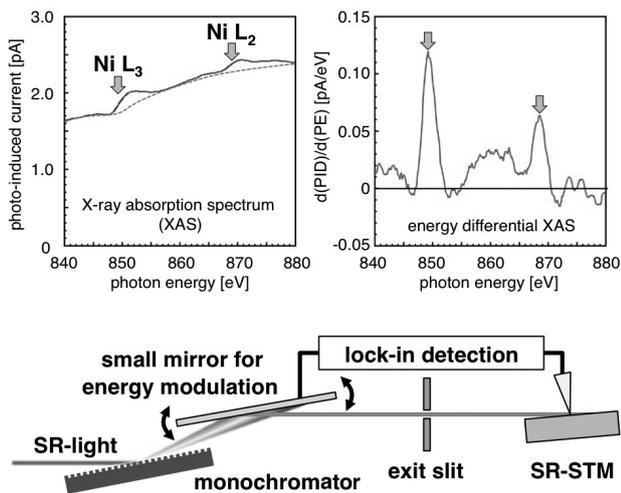


図3 (左上) SR-STM で得られる光誘起電流スペクトルと(右上) その光エネルギー微分スペクトル(数値微分による)。(下) 光エネルギー変調機構を備えたビームラインと、それを用いた測定の概念図。

最近、これまで主に利用してきた KEK・PF のビームライン BL-13 は、分光器の更新により、従来 1 mm 程度であったスポット径が 100 μm 程度にまで集光され、その輝度が以前に比べ二桁以上高くなった [6]。我々は、これに対応すべく、SR-STM 装置に改良を加え、システムを全面的に更新している。従来の光軸調整システムの位置精度(数百 μm 程度)では探針直下に励起光を導入することは困難であったので、まず、三軸(XYZ)位置制御機能をもつアクティブ除振台(昭和サイエンス VAAV1000L)を導入した。この除振台は、自身の固有振動を抑制し、より低い周波数から高い除振性能を得るというアクティブ制御本来の機能に加え、 $\pm 10 \mu\text{m}$ の精度で XYZ 方向に位置制御できる機能を有している。さらに、超高真空中で面内移動(XY)および方位回転(θ)に高精度($XY < 50 \text{ nm}$, $\theta < 0.1^\circ$)の位置制御が可能な piezo 駆動のステージを作製し、その上に STM ユニートを設置した。これら二つの光軸調整システムを用いることで、集束ビームを探針直下に容易かつ精度良く導入することが可能となった。また、用いる探針にも改良を加え、 SiO_2 を探針全体に蒸着した後に先端部の絶縁膜を取り除くことで、開口径を小さく($< \phi 400 \text{ nm}$)した。図2は、一新されたビームライン BL-13A において、改良後の SR-STM 装置と SiO_2 被覆探針を用いて得た C_{60} 薄膜からの光誘起電流スペクトルである。スペクトルには分子中の炭素原子の化学環境を反映する微細構造が明瞭に観察されており、さらなる高分解能での元素イメージングが可能となると期待している。

先に述べたように、吸収端上下で取得した画像の除算は S/N の向上に効果的であるが、スループットが低下するだけでなく、複数の画像取得の時間差における位置ドリフト、探針状態の変化などにより、その空間分解能を劣化させる原因ともなっている。本手法では光誘起電流の吸収端近傍での強度変化を検出しているが、図3左上に示すように、

バックグラウンド成分が大きく、検出信号全体に対する変化分はごくわずかである。しかし、図3右上に示すようなエネルギー微分スペクトルとして測定できれば、先の除算処理と同様に、変化分のみを抽出して検出することが可能となる。計画段階ではあるが、原理的にはエネルギー分光器の後段に piezo アクチュエーターを取り付けた小型平面ミラーを配置し、偏角を変化させることで光エネルギーを変調させることは可能と考えている(図3下)。BL-13 の分光系の場合、ミラーの角度を 0.001° 変化させることにより、500 eV において 1 eV のエネルギー変調を加えることができる。この角度は、ミラーの長さを 100 mm とすれば、片側の端を 2 μm 程度動かすことに相当し、piezo アクチュエーターを用いて十分実現可能である。エネルギー変調機構を備えたビームラインは世界的にも例が無く、ユニークなビームラインとして、本手法の様な斬新なアイデアの萌芽にも繋がるであろう。

謝辞

本研究で用いたパターン試料は、兵庫県立大の松井真二先生、春山雄一先生、河守将典氏に作製していただいた。KEK PF BL-13 では間瀬一彦先生にお世話いただき、エネルギー変調ビームラインの設計では雨宮健太先生にご協力いただいた。さらに、初期の装置開発では松嶋毅氏、探針作製では秋山琴音氏、金孝媛氏、浜田雅之氏らを初めとする東大物性研・長谷川研究室の方々に協力していただいた。ここに深く謝意を表する。

参考文献

- [1] T. Matsushima, T. Okuda, T. Eguchi, M. Ono, A. Harasawa, T. Wakita, A. Kataoka, M. Hamada, A. Kamoshida, Y. Hasegawa, and T. Kinoshita, Rev. Sci. Instrum. 75, 2149 (2004).
- [2] T. Okuda, T. Eguchi, T. Matsushima, M. Hamada, X.-D. Ma, A. Kataoka, A. Harasawa, T. Kinoshita, and Y. Hasegawa, J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom. 144-147, 1157 (2005).
- [3] K. Akiyama, T. Eguchi, T. An, Y. Hasegawa, T. Okuda, A. Harasawa, and T. Kinoshita, Rev. Sci. Instrum. 76, 083711 (2005).
- [4] T. Eguchi, T. Okuda, T. Matsushima, A. Kataoka, A. Harasawa, K. Akiyama, T. Kinoshita, Y. Hasegawa, M. Kawamori, Y. Haruyama and S. Matsui, Appl. Phys. Lett. 89, 243119 (2006).
- [5] T. Okuda, T. Eguchi, K. Akiyama, A. Harasawa, T. Kinoshita, Y. Hasegawa, M. Kawamori, Y. Haruyama and S. Matsui, Phys. Rev. Lett. 102, 105503 (2009).
- [6] A. Toyoshima, H. Tanaka, T. Kikuchi, K. Amemiya and K. Mase, J. Vac. Soc. Jpn. 54, 580 (2011).

面内異方性配向を持つ有機分子薄膜の作成と配向評価

千葉大学大学院融合科学研究科 奥平幸司

1. はじめに

有機デバイスの特性は、膜を構成する有機分子の配向に深く依存する。高性能な有機デバイス作成には、面内の特定方向に分子が配向する（面内異方性をもつ）有機分子薄膜の作成が重要である。異方性を持つ高配向性薄膜は、主に単結晶のような面内異方性を持つ物質を下地に用い、これに有機物を蒸着することで作成される。しかしながら単結晶は、高価であること、大面積の膜作成が困難等の問題から、実用的には問題が多い。そのため下地となる面内異方性を持つ物質として、ラビング処理や、摩擦転写したポリテトラフルオロエチレン（PTFE： $-(CF_2)_n-$ ）やポリイミドなどの高分子薄膜を使用することで、面内異方性をもつ有機薄膜の作成がなされている [1,2]。しかしながら、加熱した基板に固体を擦りつける手法では、均一な薄膜を作成することは困難である。そこで、表面に異方性のある構造を作成した基板を用いることで、面内異方性を持つ有機分子薄膜の作成を目指した。作成した有機分子薄膜の分子配向を調べるため軟X線吸収スペクトル（NEXAFS）を測定した。分子配向を知る手法の中で、NEXAFSは、プローブとして光を使っているため有機薄膜の損傷が少ない。また放射光の直線偏光性と、始状態の電子構造が簡単であることを利用することで、分子配向に関する知見が容易に得られる手法である [3]。

2. 試料作成と NEXAFS 測定

表面に構造物を持った基板として、銅板、Si（自然酸化膜）板に、研磨剤で機械的に一方向に傷をつけたものもちいた。溝の幅は、数 10 nm から数 μm と幅広く分布している。これらの基板に PTFE を 10^{-6} Torr 台で真空蒸着することで作成した。蒸着は室温で行い、蒸着速度は 0.3-0.5 nm/min である。膜厚は、水晶発振膜厚モニターで測定し 5 nm である。NEXAFS の測定は放射光科学研究施設（Photon Factory）の BL-13A で行った。測定は室温で、全電子収量法を用いて行った。

3. 結果と考察

3-1 傷をつけた基板に作成した PTFE 薄膜の NEXAFS

Fig. 1(a),(b) はそれぞれ、入射光の偏光面が、傷の方向と平行な配置（以下 parallel 配置とよぶ）、傷の方向と直交している配置（以下 perpendicular 配置とよぶ）での、傷をつけた銅基板上に作成した PTFE 薄膜の C 1s NEXAFS である。以下入射角 (α) は基板表面法線と入射方向のなす角とする。292 eV に見られるピーク (1) は $1s \rightarrow \sigma^*(\text{C-F})$ へ

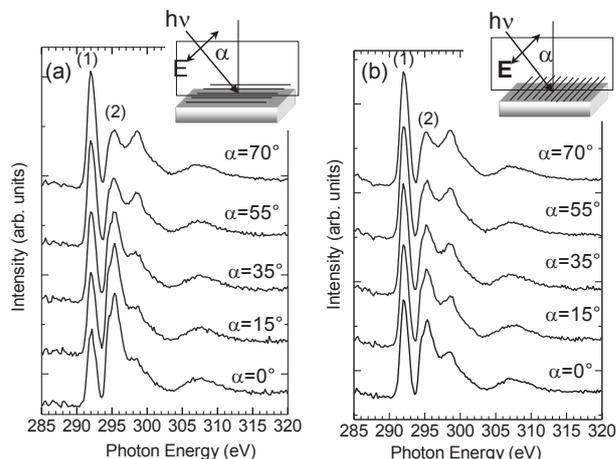


Figure 1 C1s NEXAFS of PTFE (50 Å) on scratched Cu plate (a) parallel condition (b) perpendicular condition.

の遷移、295 eV のピーク (2) は $1s \rightarrow \sigma^*(\text{C-C})$ と帰属されている [4]。Fig. 1(a) の parallel 配置では、垂直入射 ($\alpha=0^\circ$) から斜入射 ($\alpha=70^\circ$) に近づくにつれて、ピーク (1) の強度が増大し、ピーク (2) に対してその強度が逆転している。一方、Fig. 1(b) の perpendicular 配置では、垂直入射から斜入射に近づくにつれて、ピーク (1) の強度に若干の増大が見られるが、parallel 配置と比較してその強度変化は少ない。

3-2 NEXAFS のシミュレーションと異方性配向

Fig. 2 に PTFE の NEXAFS の入射角依存性のシミュレーションの結果を示す。PTFE は室温で C-C 骨格を主軸とするらせん構造をとっており [5]、モデル分子として $\text{CHF}_2-(\text{CF}_2)_{13}-\text{CHF}_2$ を仮定した。遷移モーメント、遷移エネルギーは StoBe を使った DFT 計算によりもとめた [6]。Fig. 2(a) は、PTFE 分子の主鎖（C-C 鎖）が基板に平行かつ、入射光の電場ベクトル面に平行に配向している場合で、垂直入射 ($\alpha=0^\circ$) から斜入射 ($\alpha=70^\circ$) に近づくにつれて、第 1 ピークの強度が増大し、第 2 ピークの強度が減少している。この傾向は Fig. 1(a) で示した parallel 配置での NEXAFS の入射角依存と同じである。Fig. 2(b) は、PTFE 分子の主鎖（C-C 鎖）が基板に平行かつ、入射光の電場ベクトル面に垂直に配向している場合で、垂直入射から斜入射まで入射角を変えても、スペクトルに入射角依存性は見られない。この傾向は Fig. 1(b) で示した perpendicular 配置での NEXAFS の入射角依存性と同じである。Fig. 2(c) は、PTFE 分子の主鎖（C-C 鎖）が基板に垂直に立っている場合で、垂直入射から斜入射に近づくにつれて、第 1 ピーク

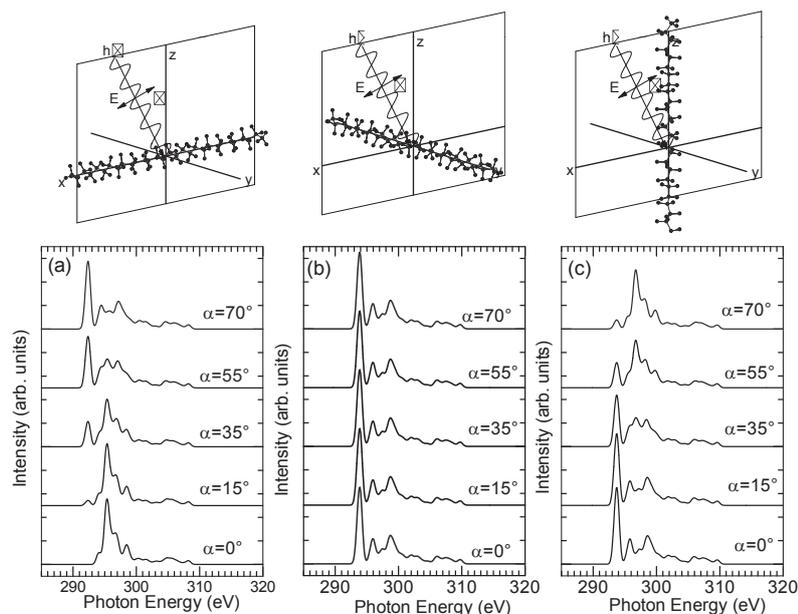


Figure 2 Simulation of C 1s NEXAFS of PTFE molecule (a) PTFE molecule lies with parallel condition (b) PTFE molecule lies with perpendicular condition (c) PTFE molecule stands up.

の強度が減少し、第2ピークの強度が増大している。これは Fig. 1(a)(b) で示した parallel 配置, perpendicular 配置どちらの NEXAFS の入射角依存性とも一致しない。以上の結果から、傷を一方に付けた銅基板上に作成した PTFE 膜は、多くの PTFE 分子が、その主鎖 (C-C) を傷に平行に配向している面内異方性を持っていることがわかる。

一方、ここでは示さないが傷をつけた Si (自然酸化膜) 基板上に作成した PTFE 薄膜の parallel 配置と perpendicular 配置の C 1s NEXAFS から、傷をつけた Si 自然酸化膜基板上では、PTFE は主鎖 (C-C 結合) が基板に比較的平行な配向をとっているが、銅基板の場合と異なり面内異方性はほとんど示していない。

4. まとめ

表面微細構造を持つ基板上に作成した有機分子薄膜の NEXAFS を測定した。その結果、一方に傷をつけた銅基板上に作成した PTFE 薄膜において、多くの PTFE 分子が主軸である C-C 結合を傷に平行に向けた面内配向をしていることを見出した。さらに基板を Si 自然酸化膜に変えたところ、面内異方性配向が見られなかった。このことから、PTFE 分子の面内異方性配向には、基板表面の構造だけでなく基板の材質 (基板と PTFE 分子の相互作用) も重要であることがわかった。今後は、より高い異方性配向を示すための膜作成条件 (基板表面の溝の大きさや構造、基板の材質、膜作成温度) 等を見出すこと、異方性配向のメカニズムの解明を目指す。

NEXAFS は、有機分子薄膜における分子配向を評価する有効な方法である。特に有機分子のターゲットとする場合、炭素領域での NEXAFS の測定ができることが重要である。分光器の性能としては、この領域をカバーできるビームラインは多いが、炭素領域の汚れが少なく、超薄膜の

炭素領域の NEXAFS がきちんと測定できるビームラインは少ない。この条件を満たしている新 BL-13A の重要性は今後ますます高まっていくと考えられる。

謝辞

本研究を遂行するにあたり新 BL-13A の建設にご尽力いただいた KEK-PF の間瀬一彦先生、雨宮健太先生をはじめ、PF スタッフの皆様感謝いたします。なお、NEXAFS 実験は課題番号 2009G222, 2011G072 の下で行いました。

本研究は科研費基盤研究 (C) 「異方性界面を利用したアジマス配向有機薄膜作成の実用的手段の開発スピンの創出と制御」(23560019)、文部科学省グローバル COE プログラム「超高性能有機ソフトデバイスフロンティア」の支援の下に行われました。

引用文献

- [1] M.Brinkmann, S. Graff, C. Straupe, J.-C. Wittmann, C. Chaumont, F. Nuesch, A. Aziz, M. Schaer, and L.Zuppiroli, *J. Phys. Chem. B* 107, (2003) 10531.
- [2] X. L. Chen, A. J.Lovinger, Z. Bao, and J. Sapjeta, *Chem. Mater.* 13, (2001) 1341.
- [3] NEXAFS Spectroscopy. Springer Series in Surface Sciences. Springer, New York. 1992, J.Stöhr.
- [4] T. Ohta, K. Seki, T. Yokoyama, I. Morisada と K. Edamatsu. *Physica Scripta* 41 (1990) 150.
- [5] S.P. Firsov, G. R. Zhibankov, M. Bakhramov, A. Abdukadyrov, and A. Gafurov, *J. Appl. Spectros.* 59 (1993) 644.
- [6] O. Takahashi, K. Saito, M. Mitani, H. Yoshida, F. Tahara, T. Sunami, K. Waki, Y. Senba, A. Hiraya, L.G. M. Pettersson, *J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom.* 142 (2005) 113-119.

有機分子をプローブとした金属酸化物表面の原子組成評価

東京工業大学大学院理工学研究科 小澤健一

1. はじめに

金属酸化物をはじめとするイオン結晶の表面分類の一つに、電荷と双極子モーメントに着目した Tasker 分類がある [1]。この分類では、表面を次の三種類に分ける (Fig. 1a)。type 1 は、各層の合計電荷 q がゼロ、繰返しの単位構造内での双極子モーメント μ がゼロの物質である。type 2 は $q \neq 0, \mu = 0$ の物質であり、蛍石構造を持つ結晶の (111) 表面などが相当する。type 3 は q と μ の両方がゼロにならない表面であり、電氣的極性表面と呼ばれる。

Type 3 の表面を持つ結晶が不安定であることは、以下の考察から容易に分かる [1,2]。Fig. 1b に示すような q と $-q$ の電荷を持つ二つの隣り合う原子層 (層間距離 d) の間では、 $\delta V = 4\pi qd$ の静電ポテンシャルが生成される。このダブルレイヤーが N 枚積層すると静電ポテンシャルは $4\pi qdN$ となる。我々が扱うミリメートルサイズの厚さの結晶では $N \rightarrow \infty$ と近似できるため、type 3 表面の静電ポテンシャルは無限大になる。これが結晶の不安定性の起源である。

極性表面の安定化のためには、表面とその裏側に当たる表面に、表面層の電荷と反対の符号を持つ補償電荷 q_c を導入すればよい。 q_c の大きさはダブルレイヤー内の層間距離 d とダブルレイヤー間の距離 a で決まり、 $q_c = qd/a$ とな

る。表面層への q_c の導入方法は物質や物質の置かれた環境に依存するが、次の 3 機構が挙げられる。

- (1) 金属バンドの形成: TiC(111)-(1×1) [3]
- (2) 表面再構成 (表面層への原子欠陥導入を含む): NiO(111)-p(2×2) [4]
- (3) 原子・分子・イオン吸着: 溶液中での NaCl(111) [5]

2. ZnO 極性表面

ZnO はバンドギャップ 3.4 eV のワイドギャップ半導体であり、種々の酸化物半導体デバイスへの応用が期待される酸化物である。ZnO はウルツ鉱型結晶構造をとり、Zn(O) 原子が 4 個の O (Zn) 原子と結合した四面体 ($d/a = 4.26$) が構成ユニットとなる。

表面研究では、(10 $\bar{1}$ 0), (0001), (000 $\bar{1}$) の三つの低指数面がしばしば取り上げられる。これらの表面のうち (10 $\bar{1}$ 0) 表面は Tasker 分類の type 1 に、Zn 原子層、O 原子層で終端される (0001) と (000 $\bar{1}$) の両表面は type 3 に分類される。従って、type 3 の ZnO 表面では表面電荷の $d/a \approx 1/4$ の電荷が上記 (1) ~ (3) のいずれかの機構により補償されなければならない。ところが、どの機構が働いているかについては、長い間論争的になっていた。その理由は、これらの表面がバルクと同様に絶縁体であること (機構 1 の否定)、低速電子回折 (LEED) パターンがバルク終端の (1×1) を示すこと (機構 2 の否定)、およびオージェ電子分光や X 線光電子分光測定によって表面に不純物が確認できないこと (機構 3 の否定)、という観測事実があったためである。

3. ZnO(0001) 表面の安定化機構

ZnO 極性表面の安定化機構を解明する契機となったのは、走査トンネル顕微鏡 (STM) を用いた ZnO 表面の観測である [6]。これにより、O 終端 (000 $\bar{1}$) 表面では原子レベルでフラットなテラスが発達しているのに対し、Zn 終端 (0001) 表面では三角形の構造が多数形成されていることが明らかになった。(0001) 表面の三角構造は、ダブルレイヤー一枚分だけ高さが異なることで周囲から切り離された、(1×1) テラスをもつ構造だと考えられている (Fig. 2) [7]。この構造に含まれる Zn と O の原子比は Zn/O = 3/4 になると予想されている。これは、テラス上の表面 Zn 原子の 1/4 をランダムに取り除くことで補償電荷 q_c が導入されることと同等である。Zn/O 原子比が 3/4 となる三角構造のうち最小のものは、エッジの O 原子 (三角構造のエッジは必ず O 原子になる) の数 n が 7 の時である。 $n > 7$

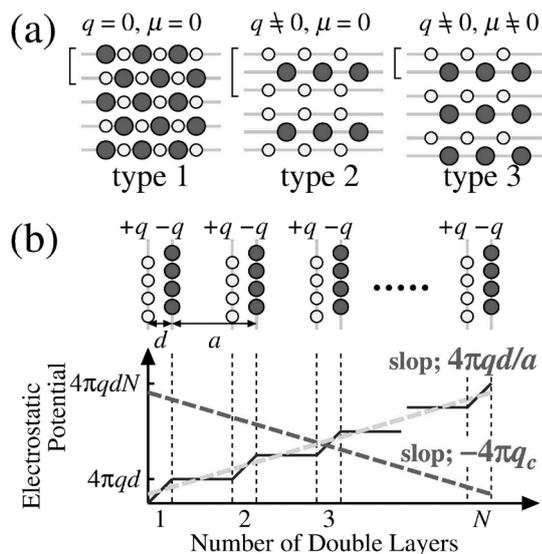


Figure 1 (a) Tasker's classification of ionic crystal surfaces. (b) Electrostatic potential inside the crystals having the type-3 surfaces. A dashed line with the positive slope is the averaged electrostatic-potential variation. The slope gives the electrostatic energy. If the electrostatic energy of $-4\pi q_c$ is introduced, the crystals are stabilized.

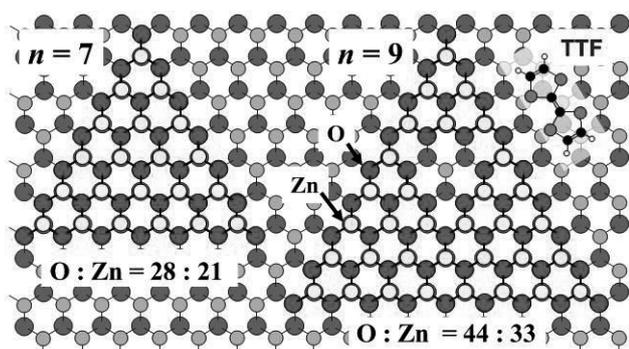


Figure 2 Structural models of triangular structures formed on the Zn-terminated ZnO(0001) surface [7]. The Zn/O ratios are 3/4 for both structures. A TTF molecule is also depicted to compare the size of the molecule with the surface lattice constant.

では Zn 過剰となるが、この場合は三角構造の内部に三角形のピットを作ることで Zn/O = 3/4 を保つ。Fig. 2 に示したような三角構造は STM の観測結果をよく再現しており、この構造の形成が ZnO(0001) 表面の安定化を実現するというモデルが現在は受け入れられている。

4. ZnO(000 $\bar{1}$) 表面の安定化機構

ZnO(000 $\bar{1}$) 表面の安定化は、広いテラスで表面が覆われているという事実を鑑みると、(0001) 表面とは異なる機構に依っていることは確かである。一つのモデルは、(1 \times 1) LEED パターンを与える (000 $\bar{1}$) 表面は実は OH 基で覆われており、完全に清浄化すると (3 \times 1) 構造をとる、というものである [8]。しかし、表面 OH 基の被覆率が非常に低い時にも (1 \times 1) LEED パターンを与えるという報告もある [9]。さらに、(1 \times 3) 再構成面では 1/3 の補償電荷を導入することになるため、予想される 1/4 とは異なるという欠点もある。O 終端 (000 $\bar{1}$) 表面の安定化機構については、現時点では全く分かっていないというのが現状である。

5. 有機分子を用いた表面 Zn 原子密度の評価

以上に述べてきたような ZnO 極性表面の安定化に関する研究を受けて、BL-13A の有機薄膜研究に特化した SES200 光電子分光システムを用いて、有機分子をプローブとした ZnO 表面の原子組成評価を行った。有機分子として、電荷移動錯体の代表的なドナー分子であるテトラシアフルバレン (TTF; Fig. 2) を用いた。TTF には非共有電子対をもつ S 原子があり、ZnO 表面に吸着する際は、S 原子を介して Lewis 酸点である表面 Zn 原子と選択的に結合する。

Fig. 3a は、室温で飽和量の TTF を吸着させた ZnO 表面から得られた S 2p 内殻光電子スペクトルである。スペクトル形状の詳細については文献 10 を見ていただき、ここではピーク強度にのみ着目する。ピーク強度は TTF 吸着量 ρ_{TTF} に比例するが、表面 Zn 原子密度 ρ_{Zn} が高いほど ρ_{TTF} も大きくなるという予想通りの結果が得られている。

バルク終端の理想表面の ρ_{Zn} は、(0001), (10 $\bar{1}$ 0), (000 $\bar{1}$)

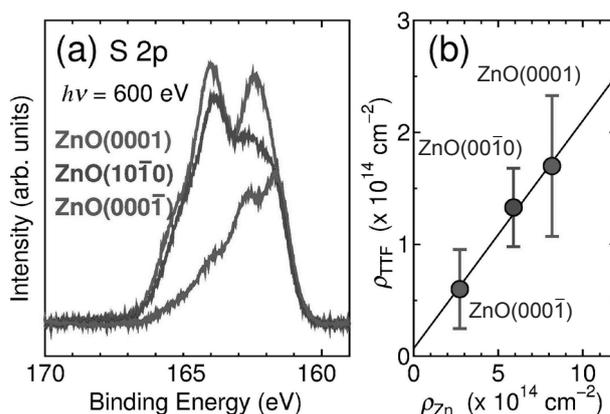


Figure 3 (a) S 2p core-level spectra of TTF-saturated ZnO surfaces. (b) Plots of ρ_{TTF} against ρ_{Zn} .

表面の順に、 10.9×10^{14} , 5.9×10^{14} , および 0.0 cm^{-2} である。(10 $\bar{1}$ 0) 表面は安定であるため、実在表面の原子比は理想表面と変わらないであろう。これに対して (0001) 実在表面では、Zn/O 比が 3/4 に低下している ($\rho_{\text{Zn}} = 8.2 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$) [7]。一方、静電エネルギーの考察に基づく、(000 $\bar{1}$) 表面では Zn/O 比が 1/4 ($\rho_{\text{Zn}} = 2.7 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$) になると安定になる。 ρ_{TTF} をこの修正された ρ_{Zn} に対してプロットしたものが Fig. 3b である。実線は最小二乗法によるフィッティングの結果であり、ほぼ原点を通る傾き 0.2 の直線が得られた。直線が原点を通るということは TTF が表面 Zn 原子に選択的に結合することを裏付けている。さらに、(0001) 表面と (000 $\bar{1}$) 表面での Zn/O 原子比がそれぞれ 3/4 と 1/4 になることで補償電荷が導入される、というモデルは正しそうなことも Fig. 3b は示している。

STM によると、(000 $\bar{1}$) 表面は原子レベルでフラットなテラスで覆われており、ステップ密度は非常に低い [6]。従って、ステップエッジの形成だけでは安定化に必要な Zn/O = 1/4 は達成できないため、STM で見えていない O 欠陥がテラス上にあると考えるべきであろう。(000 $\bar{1}$) 表面の安定化機構の解明までにはまだ道のりが長そうであるが、表面 Zn/O 比が 1/4 であるという枠組みを課した上で安定化機構を考えてゆかねばならない、というのが本研究から得られた知見である。

参考文献

- [1] P.W. Tasker, J. Phys. C: Solid State Phys. **12**, 4977 (1979).
- [2] C. Noguera, J. Phys.: Condens. Matter **12**, R367 (2000).
- [3] K. Edamoto *et al.*, Phys. Rev. B **46**, 4192 (1992).
- [4] A. Barbier *et al.*, Phys. Rev. Lett. **84**, 2897 (2000).
- [5] N. Radenovic *et al.*, J. Chem. Phys. **124**, 164706 (2006).
- [6] O. Dulub *et al.*, Surf. Sci. **519**, 201 (2002).
- [7] O. Dulub *et al.*, Phys. Rev. Lett. **90**, 016102 (2003).
- [8] M. Kunat *et al.*, Phys. Rev. B **66**, 081402 (2002).
- [9] R. Lindsay *et al.*, Surf. Sci. **565**, L283 (2004).
- [10] K. Ozawa *et al.*, J. Phys. Chem. C **115**, 21843 (2011).

Bi(001) 上の TNAP 薄膜の混合原子価状態

千葉大学 西 龍彦

* 現所属：ソニーイーエムシーエス（株）

1. はじめに

BL-13A での X 線光電子分光 (XPS) 測定により, Bismuth(001) 表面上の 11,11,12,12- テトラシアノナフト-2,6- キノジメタン (TNAP, Fig. 1) 薄膜が混合原子価状態となっていることが明らかになった。ここでは, TNAP/Bi(001) の電子状態について, BL-13A での結果を中心に紹介する。

有機薄膜界面では, 分子-基板間相互作用はいくつかの要素に分けられるが [1], 物質の組み合わせによって各要素の重みが異なり, 様々な物性が観測される。

今回用いた TNAP は, 強いアクセプター分子であり, 貴金属基板上で多様な物性を示すことが知られている [2,3]。Au 上では弱い相互作用, Ag 上で基板から分子への電荷移動, Cu 上では Cu 原子が TNAP 膜中へ拡散する。これらのケースでは, 相互作用の強さはそれぞれの基板の仕事関数 (Au:5.3 eV, Ag:4.7 eV, Cu:4.9 eV) と相関があるように見える。

一方, 基板として用いた Bi(001) は, 分子との相互作用は弱いと考えられている。例えば, Bi(001) 上でペンタセンは立って配列し (温度 $T_t = 130$ K), ペンタセンのエネルギーバンド分散が観測されている [4]。しかしながら, Bi(001) の仕事関数は小さく (4.22 eV), TNAP からの類推と矛盾するかのように見える。この「矛盾するように見える物質を組み合わせた時に, どのような相互作用が現れるのか」という疑問が本研究の発端である。その他の Bi(001) の性質としては, バルクは半金属であるが, 表面は金属であり, また, 単体としては比較的大きなラッシュェバスピンスplitが見られる [5-7]。

混合原子価状態について少し紹介する。有機物の混合原子価状態のよく知られている例として, 電荷移動錯体がある。電荷移動錯体では, アクセプター分子とドナー分子間の電荷移動量に応じてイオン結晶と中性結晶に区別され,

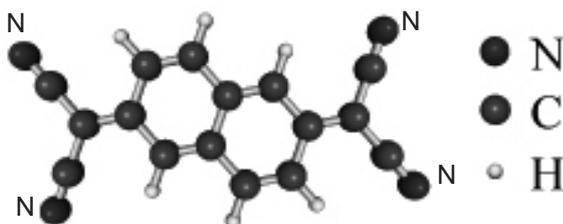


Figure 1 Molecular structure of TNAP. N, C, and H atoms are indicated by blue, green, and yellow.

下記のような物性を示す (ドナー・アクセプター間の電荷移動量が 0~0.5 電子では中性結晶, 0.5~1 電子ではイオン結晶に分類されている) [8,9]。

- イオン結晶性が強いケース
メモリー, スイッチング, 電場誘起相転移など。
- イオン結晶と中性結晶との境界付近
レーザー誘起の中性-イオン性相転移, 低温での中性-イオン性相転移, 金属-絶縁体転移 (モット転移, パイエルズ転移), スピン密度波, 超伝導など。

有機薄膜では, 有機結晶とは異なる配列・配向をとり, 基板も介在することから, 混合原子価状態になった場合, 結晶とは異なる物性が現れる可能性がある。しかし, 多くの基板 (特に金属基板) 上では, 分子-基板間相互作用が分子-分子間相互作用よりもずっと強く, 分子の状態は基板との関係で定まってしまう。この為, 混合原子価状態を薄膜上に作り出すためには, 分子-基板間相互作用を小さくして, 分子-分子間相互作用と同程度の大きさにする必要がある。

本研究では, Bi(001) 上に蒸着した TNAP 薄膜の電子状態を, PF BL-13A において XPS, 実験室において紫外光電子分光 (UPS), 準安定励起原子電子分光 (MAES) などによって調べた。サンプルは, 超高真空中で Si(111) 基板上に Bi を真空蒸着して Bi(001) 表面を作成し, さらに TNAP (東京化成工業) を Bi(001) 上に真空蒸着して作成した。得られたスペクトルの信頼性は, スペクトルの時間変化と再現性でチェックした。全ての測定を室温 ($T = 295$ K) で行った。

2. 結果と考察

Fig. 2 に N1s スペクトルの膜厚依存性を示す。スペクトルは膜厚 $t = 0.075$ nm (1/4 モノレイヤー相当) から検出されている 397.7 eV のピークと, $t = 0.3$ nm (1 モノレイヤー相当) 以上で, 400.0 eV と 398.8 eV に検出された 2 つのピークの 3 種類のピークに大体分けられる。各ピークの由来であるが, グラフェン上のテトラフルオロテトラシアノキノジメタン (F_4TCNQ) の報告から, 397.7 eV と 400.0 eV のピークをそれぞれ -1 価と 0 価の窒素と割り当てた [10]。この結果は, TNAP が 1/4 モノレイヤーでは基板から電子を受け取り -1 価となるが, 1 モノレイヤーでは, -1 価と 0 価の混合原子価状態となっていることを示す。膜が島状成長していることが疑われるが, UPS の 2 次電子立ち上がりから, 1 モノレイヤーで大きな真空準位のシ

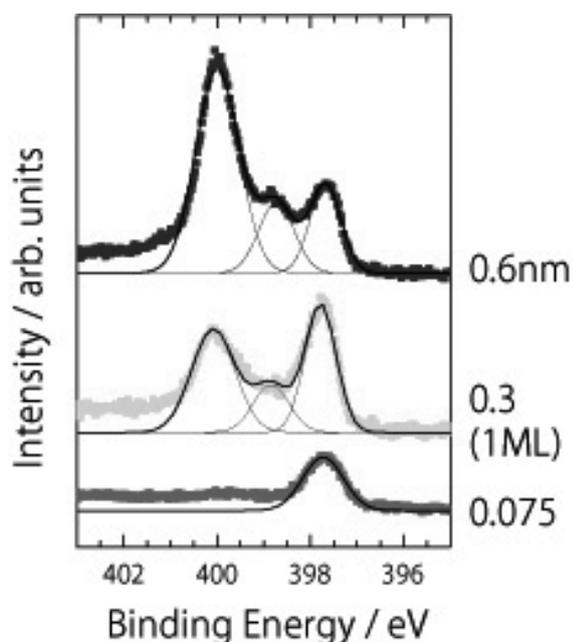


Figure 2 N1s XPS spectra of TNAP on Bi (001) measured at using a photon energy of 550 eV.

フト (0.95 eV) が観測されており、それ以上の膜厚ではほとんどシフトしていない。これは、電荷移動が1モノレイヤーのみで起こっていること、薄膜の成長が島状ではなく、1モノレイヤーで Bi(001) 表面は均一に覆われており、島状成長はしていないことなどを示している。

398.8 eV のピークは、膜厚を 0.3 nm から 0.6 nm (2モノレイヤー相当) に増加した時に増加していることから、0 価の TNAP に囲まれた -1 価の TNAP 由来であると思われる。このようなピークの挙動は、 F_4 TCNQ/ グラフェンの場合では報告されていない。 F_4 TCNQ/ グラフェンのケースでは分子 - 基板間相互作用が強く、陰に隠れている「-1 価と 0 価の分子 - 分子間相互作用」が TNAP/Bi(001) では表に現れていることを示唆する。膜厚を増やした時にピークが増加していることから、-1 価の TNAP のエネルギー準位と Bi(001) の準位が強く混成している可能性は無いと考えられる。metastable atom electron spectroscopy (MAES) 測定の結果から、1モノレイヤーでフェルミ準位直下に 0 価の TNAP では見られない準位が観測されている。この準位は、電荷移動により半分占有された空準位であると考えられる。もし基板の占有準位と強く混成していれば、フェルミ準位直下に現れない可能性があることから、-1 価の TNAP が Bi(001) の準位と強く混成していない可能性を示唆している。

3. おわりに

相互作用が弱い Bi(001) 基板に、相互作用が強い分子 TNAP の薄膜を作成し、XPS 等により電子状態を測定した結果を示した。それによると、1/4モノレイヤーでは TNAP は基板から電子を受け取り、-1 価アニオンとなるが、

1モノレイヤーの膜厚では -1 価と 0 価の混合原子価状態となっていることが明らかになった。また、今回の結果から、-1 価と 0 価の TNAP の分子間相互作用が比較的大きいことが示唆された。このことから、分子 - 基板間相互作用が弱く、分子 - 分子間相互作用と同程度であると考えられる。ちょうど、Bi(001) は、電荷移動錯体におけるドナー分子の役割をはたしていると見ることが出来そうである。

本稿が、BL-13A 利用を考えておられる方の参考となれば幸いである。

謝辞

本稿で紹介された XPS 実験は、坂本一之千葉大学准教授、吉信淳東京大学教授のグループとの共同研究である。UPS と MAES 実験は上野信雄千葉大学教授のグループとの共同研究である。奥平幸司千葉大学准教授には実験に関して有益なアドバイスをいただいた。葛巻拓也氏には、BL-13A での実験にあたり大変お世話になった。BL-13A では、間瀬一彦 KEK 物構研准教授、小澤健一東京工業大学助教、スタッフの皆さんから大変温かい御支援をいただいた。また、XPS ステーション立ち上げ参加や、フラミンゴを見ながらの食事など、貴重な体験をさせていただいた。この場をお借りして厚く御礼申し上げます。

本研究の一部は、KEK PF の共同利用研究 (2009 ~ 2010) の補助のもとで行われた。

引用文献

- [1] H. Ishii, K. Sugiyama, E. Ito, and K. Seki, *Adv. Mater.* **11**, 605 (1999).
- [2] K. Kanai, T. Ikame, Y. Ohuchi, and K. Seki, *J. Appl. Phys.* **105**, 023703 (2009).
- [3] K. Kanai, and K. Seki, *J. Vac. Soc. Jpn.* **50**, 722 (2007).
- [4] H. Kakuta, T. Hirahara, I. Matsuda, T. Nagao, S. Hasegawa, N. Ueno, and K. Sakamoto, *Phys. Rev. Lett.* **98**, 247601 (2007).
- [5] T. Nagao, J.T. Sadowski, M. Saito, S. Yaginuma, Y. Fujikawa, T. Kogure, T. Ohno, Y. Hasegawa, S. Hasegawa, and T. Sakurai, *Phys. Rev. Lett.* **93**, 105501 (2004).
- [6] T. Hirahara, T. Nagao, I. Matsuda, G. Bihlmayer, E.V. Chulkov, Yu.M. Koroteev, P.M. Echenique, M. Saito, and S. Hasegawa, *Phys. Rev. Lett.* **97**, 146803 (2006).
- [7] S. Yaginuma, T. Nagao, J.T. Sadowski, M. Saito, K. Nagaoka, Y. Fujikawa, T. Sakurai, and T. Nakayama, *Surf. Sci.* **601**, 3593 (2007).
- [8] 齋藤軍治, 有機導電体の化学 丸善 (2003).
- [9] G. Saito, and Y. Yoshida, *Bull. Chem. Soc. Jpn.* **80**, 1 (2007).
- [10] C.Coletti, C. Riedl, D.S. Lee, B. Krauss, L. Patthey, K. von Klitzing, J. H. Smet, and U. Starke, *Phys. Rev. B* **81**, 235401 (2010).

次期機構長候補者について

2011年11月11日
高エネルギー加速器研究機構

現機構長の任期が平成24年3月31日までであることから、平成24年4月1日付けで任期が始まる次期機構長候補者について大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構機構長選考会議において選考した結果、現機構長の鈴木厚人氏を次期機構長候補者として決定し、このたび、国立大学法人法に基づき文部科学大臣あてに申し出ることとした。

任期 平成24年4月1日から3年間

強磁性を保ったまま金属から絶縁体になるしくみを解明

2011年12月22日
国立大学法人 千葉大学
大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構
国立大学法人 東京大学

千葉大学大学院・理学研究科の太田幸則（おおた ゆきのり）教授、融合科学研究科の小西健久（こにし たけひさ）准教授、高エネルギー加速器研究機構（KEK）物質構造科学研究所・構造物性研究センター（CMRC）の中尾裕則（なかお ひろのり）准教授、中尾朗子（なかお あきこ）助教（現：一般財団法人 総合科学研究機構）、および東京大学・物性研究所の上田寛（うえだ ゆたか）教授、礒部正彦（いそべ まさひこ）博士の研究グループは、KEK 放射光科学研究施設フォトンファクトリー用い結晶構造解析によって、ホランダイト型酸化物（ $K_2Cr_8O_{16}$ ）が強磁性を保ったまま金属から絶縁体に転移するしくみを初めて明らかにしました。

この転移は温度によってクロム（Cr）が4量体化を伴った格子変形が起こるために、電子の流れにくい状態になるというものです。このように格子構造の変化に伴ってバンド構造が変化するパイエルズ転移を実験と理論の立場から明らかにしたのは初めてのことで、今後、新しい物性を示す磁性や伝導性が複雑に絡み合った物質の開発へ発展することが期待されます。

この研究成果は、米国科学誌 Physical Review Letters の2011年12月23日号（現地時間）に掲載予定です。（続きは KEK プレスリリース <http://www.kek.jp/ja/NewsRoom/Release/20111222140000/> をご覧下さい。）

「マルチフェロイック薄膜」に生じる大きな電気分極の起源を解明

2012年1月24日
国立大学法人 東京大学
大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構
独立行政法人 理化学研究所

強磁性と誘電性を同時にもつ物質「マルチフェロイック物質」は、磁場で電気分極を制御したり電場で磁化を制御したりできることから、室温での磁化の電場制御など多くの応用が期待されている。

東京大学と理化学研究所のグループ（東京大学大学院工学系研究科・和達大樹（わだち ひろき）特任講師、理化学研究所物質機能創成研究領域交差相関物性科学研究グループ・中村優男（なかむら まさお）基幹研究所研究員、東京大学大学院工学系研究科・川崎雅司（かわさき まさし）教授、東京大学大学院工学系研究科・十倉好紀（とくら よしのり）教授）は昨年、マルチフェロイック性を示すマンガン酸化物薄膜（マルチフェロイック薄膜）作製に成功した。

今回、同薄膜が示す大きな電気分極の起源を調べるため、高エネルギー加速器研究機構（KEK）物質構造科学研究所の岡本淳（おかもと じゅん）特任助教、山崎裕一（やまさき ゆういち）助教、中尾裕則（なかお ひろのり）准教授、村上洋一（むらかみ よういち）教授のグループと共同で、X線回折によって磁気構造と格子歪みを測定した。その結果、①スピンのらせん状に並ぶ「サイクロイダル」とスピンの180度逆向きに並ぶ「E型反強磁性」という2つの磁気構造が、共存した状態となっていることと、②サイクロイダル状態が小さな電気分極を生むことに加え、E型反強磁性が結晶構造の歪みから大きな電気分極を生じることが、本物質の電気分極の起源であることを明らかにした。

この研究成果は、米国科学誌 Physical Review Letters の2012年1月27日号（オンライン版1月24日（現地時間））に掲載される。

第5回 KEK サマーチャレンジの報告

放射光科学第一研究系 伊藤健二

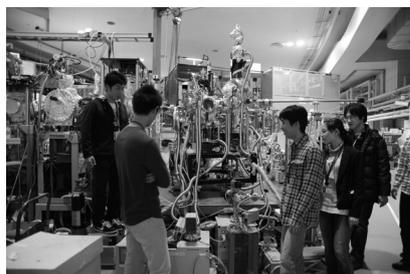
第5回大学生のための素粒子・原子核、物質・生命スクール「サマーチャレンジ～宇宙・物質・生命－21世紀の謎に挑む」が無事終了したことを報告します。2011年3月11日の東日本大震災で会場となるKEKも大きな損傷を受け、開催するべきかどうかの検討を行いました。事業の継続性を考慮し、開催を決断しました。2011年8月19日(金)から27日(土)までの9日間、87名の参加学生の皆さんは、素粒子・原子核コースと物質・生命コース合わせて17の演習に取り組みました。加えて、今年初めて導入した放射光を実際に使った実習が2012年11月26日(土)、27日(日)に実施され、7テーマに24人の学生が参加しました。

KEK サマーチャレンジは、素粒子および原子核分野の研究者が基礎科学の発展を担う人的資源が将来的に不足することを憂えて、大学生を対象にした従来には無いサマースクールで、2007年の第1回から高エネルギー加速器研究機構で開催されています。物質・生命コースは昨年度の第4回から参画し、今回は2度目になります。前回は物構研としては初めての試みで短めの6日間にわたる開催でしたが、参加学生と大学からの協力者のご意見を参考に第5回は素粒子・原子核コースと同じように9日間行いました。

学生の皆さんからの参加申し込みは、今回も受け入れ予定を大きく上回り、素粒子・原子核コースに112名、物質・生命コースに34名の合計146名に達しました。選考委員会により700字の志望動機をもとに、素粒子・原子核コース59名、cコース28名の計87名を選考しました。応募された皆さんはいずれもサマーチャレンジへの強い参加意欲を表現しており、複数の選考委員によって厳正に選考しましたが、優劣をつけがたいものでした。広報の問題かも



小林誠・KEK 特別栄誉教授を囲んで。



実際に放射光を使って行われた実習での様子

しませんが、物質・生命コースの応募学生数がやや少ないように思われます。学生の認知度上昇に連れて競争率は厳しくなると予想しています。

今回のサマーチャレンジは、小林誠・KEK 特別栄誉教授の特別講義「素粒子物理学の進展」を皮切りに、物質・生命、加速器、放射線、数学に関連する両コース共通講義が続きました。期間中、参加学生たちは朝から深夜まで大変ハードなスケジュールでしたが、予定された講義、演習、施設見学、研究発表を無事、完遂しました。9日目の最終日、それぞれのグループ毎に成果を口頭発表し、続いてポスターセッションを行ってコースを越えた議論を深めました。修了式では、「未来の博士号」と記されたKEK 鈴木機構長直筆サインの修了証書が一人ひとりに手渡されました。校長特別賞として17に分かれた演習グループそれぞれに、小林誠先生サイン入りの著書が1冊ずつ、春山校長から贈られました。著書にはそのグループ全員の名前が書かれており、サマーチャレンジ終了後もその著書を、グループ回覧して横のつながりをいつまでも絶やさないでほしいという気持ちが込められています。真夏の暑いサマーチャレンジはこうして無事終了しました。

今回、新たな試みが始まりました。物質・生命コースの演習は放射光を実際に使って、より深い理解をさせたいという演習担当者の要望により、放射光が利用できる秋に再び学生が集まりました。学生、大学スタッフおよびTAの方々には無理をお願いして、週末の11月26-27日の2日間に開催しました。物質・生命コースの24名が7つの演習に分かれそれぞれ放射光実習を体験しました。いくつかの演習テーマでは夏に作成した試料に直接放射光をあて、得られる信号から物質の性質を解明する等、参加学生

は研究者さながらの興奮を味わっていました。

昨年にも増して今年度のサマーチャレンジでは、大学および機構内の多くの方のご協力をいただきました。物質・生命コースではまだ歴史が浅く直接的な成果は上がっていませんが、素粒子・原子核コースではすでにサマーチャレンジの卒業生が実際に研究の最前線まで上がってきていると聞いています。しかしながら、私のところへも卒業生の皆さんから順調に研究者への道を歩き始めていることを感じさせるメールが届いています。このような意味から、サマーチャレンジは継続性が重要と考えています。継続させていくには、ご協力いただく方々の母体を大きくしていくことが必要です。

今後、これまでの経験をふまえ、新しい試み、アイデアを加えて、ますます充実したスクールにしていきたいと思えます。若い人たちが研究者として生きることを選択肢の一つとして考えるに至るまでには、最先端の研究との交流がさらに必要で、サマーチャレンジが果たすべき役割は一層重要になると考えています。

最後になりましたが、企画、運営に関わって下さった全国の教員、研究者の皆様、スタッフの皆様にご心よりお礼を申し上げます。KEKの放射線科学センター、管理局はじめ、多くの部署から全面的な協力を得ました。心より感謝いたします。

物構研シンポジウム'11 「量子ビーム科学の展望-ERLサイエンス と強相関電子構造物性-」報告

物構研・構造物性研究センター 熊井 玲児

2011年12月6、7日につくば国際会議場にて「物構研シンポジウム」を開催いたしました。このシンポジウムは、2008年から年一回開催されているもので、4回目となる今回は、昨年に引き続き、「量子ビーム科学の展望」をテーマとし、今後の物構研の進んでいくべき方向を議論する場として、国際会議として開催いたしました。国内外から150名に参加いただき、物構研で提供する加速器を用いた量子ビーム（放射光・中性子・ミュオン・低速陽電子）を使った研究の現状に加え、次世代光源として計画を進めているERL（エネルギー回収型ライナック）「によって進展が期待されるサイエンスについて議論していただきました。参加いただいた皆様、また開催にあたりご協力いただいた方々にお礼申し上げます。

シンポジウム初日には、PFの次世代光源として計画が進行中のERL及びXFEL-O（共振器型X線自由電子レーザー）について河田洋、小林幸則、足立伸一各氏より説明がありました。実証器であるcERLについて建設の進捗状況と設置予定のビームライン、ERL実現のための技術開発、またERLの特性を活かして可能となるサイエンスの実例などが示されました。



集合写真

続いての招待講演では、北海道大学の阿部竜氏から光触媒について、アルゴン国立研究所のLin X. Chen氏から太陽電池について、ERLによって展開が期待されるサイエンスの実例の発表がありました。また、コーネル大学のSol Gruner氏からは、XDL-2011ワークショップのサマリーとして、コーネルでのERLの紹介と回折限界のX線を利用した様々なサイエンスについて紹介いただきました。

初日の夕方にはポスターセッションが行われ、64件の発表がありました。セッションの時間は1時間30分とやや短めではありましたが、引き続き同じ会場にて行われた懇親会が始まる直前まで、会場の各所にて議論が盛り上がっていました。

二日目は強相関電子構造物性研究について、構造物性研究センター（CMRC）のプロジェクトリーダーがディスカッションリーダー（DL）となり、4つのテーマを掲げたセッションが行われました。まず、最初は電子自由度秩序について、中尾裕則氏をDLとして、物構研の山崎裕一氏から「Doping variation charge/orbital order and oxygen hole symmetry in layered perovskite $\text{Nd}_{2-x}\text{Sr}_x\text{NiO}_4$ 」、NSRRCのDi-Jing Huang氏から「Distribution of Charge Transfer at the $\text{LaAlO}_3/\text{SrTiO}_3$ Interface Revealed by Hard X-ray Photoelectron」、Seoul National UniversityのJ. G. Park氏から「Origin of the ferromagnetic state in SrRuO_3 」と題して講演いただきました。続いてのセッションは、雨宮健太氏をDLとして、物構研の組頭広志氏から「Quantum confinement of strongly correlated electrons in oxide artificial structure」、東大物性研の山本達氏から「Surface metallization of $\text{SrTiO}_3(001)$ by adsorption of hydrogen: Toward carrier dynamics studies」、東大の岩佐義宏氏から「Materials science at ultrahigh electric field using electric double layer transistor」と題して、表面・界面における電子相関に関して講演していただきました。

昼食を挟んで、午後の前半は、熊井をDLとして有機



国内外からの招待講演者ら 左から:河田洋 ERL 計画推進室長 (物構研), 村上洋一構造物性研究センター長 (物構研), Lin X. Chen 博士 (アルゴンヌ国立研究所), 下村理所長 (物構研), 若槻壮市構造生物学研究センター長 (物構研), Sol Gruner 博士 (コーネル大学), J. G. Park 博士 (ソウル国立大学), 阿部竜博士 (北海道大学)

エレクトロニクスに関するセッションを行い, ISIS RAL の F. L. Pratt 氏から「Investigating quantum spin liquids using implanted muons」, 産総研の堀内佐智雄氏から「Materials Development and Structural Studies of Organic Ferroelectrics」, 阪大の竹谷純一氏から「Organic single-crystal transistors and structural studies of the active semiconductors」と題した講演をいただきました。最後は瀬戸秀紀氏を DL として, ソフト & バイオマターの秩序と乱れに関するセッションを行い, 京大の小貫明氏から「Phase separation and colloid interaction induced by selective solvation in aqueous mixtures」, 東大の原田慈久氏から「Electronic structure of Heme-Fe observed by soft X-ray absorption/emission spectroscopy」, 奈良先端大の片岡幹雄氏から「The formation and role of low barrier hydrogen bond in photoactive yellow protein」, 物構研の川崎政人氏から「Membrane deformation by lipid-protein interactions」と題して講演いただきました。それぞれ最新の研究成果を報告していただくとともに, 今後の研究の展開なども紹介いただきました。

最後に村上洋一氏から挨拶があり, 参加者への謝辞を述べるとともに, 「共同利用施設を利用したサイエンスを推進するために, J-PARC の運転再開と ERL の実現に向けた最大の努力をしていきたい」と語りました。震災の影響により施設の運転が停止し, 復旧・復興のさなかでの開催となりましたが, サイエンスを推進する場としての共同利用施設であることを再認識するとともに, 様々な分野の最先端の研究, さらに将来展望に触れることができ, 実り多いシンポジウムとなりました。

「International Workshop on Improving Data Quality and Quantity for XAFS Experiments (Q2XAFS 2011) : XAFS 分光の高度化と標準化に関する国際会議」の報告

北海道大学触媒化学研究センター 朝倉清高

東日本大震災のため延期となった XAFS 分光の高度化と標準化に関する国際会議 (Q2XAFS2011: International Workshop on Improving Data Quality and Quantity for XAFS Experiments) が, 2011 年 12 月 8, 9 日の 2 日間に亘って開催されました。世界中から著名な研究者が多数参加し, 議論した大変貴重な会議となったと思います。

X 線吸収微細構造 (X-ray Absorption Fine Structure, XAFS) 法は, 材料, バイオ, 環境など様々な分野での応用が進んでおり, あらゆる分野での分析に対応するために多様な測定・解析手法が発展してきました。一方で, XAFS の測定・解析手法については世界共通の“スタンダード”の確立・浸透に至っていないのが現状です。

そこで本会議では, Photon Factory を中心に, IXAS の会長大柳先生, IUCr SR commission 座長の若槻先生そして日本 XAFS 研究会がイニシアチブを取り, IUCr XAFS Commission と協力して, 世界から XAFS 研究者を集め, XAFS 分光の新しい標準化に関して 2 日間議論しました。本会議の議論を基に, 2012 年北京で開催される国際 XAFS 会議等でさらに討論し, 新しい XAFS 実験, 解析法の標準化に関する勧告を行う予定です。この勧告は, XAFS が広く利用されている物質・環境・材料・生命科学の発展にも大きく寄与できるものと期待されます。

ユーロ危機と世界的な不況, 記録的な円高状況, そして東日本大震災とそれに伴う原発事故という考えられない困難にもかかわらず, 11 の諸外国から 25 人, 国内 36 人の多数が参加し, 2 日間活発な議論が繰り広げられました。招待講演者リストをご覧頂ければお分かりと思いますが, 現在の XAFS 研究の第一人者が多数集まり, 実験や解析の標準化, データベースの充実等を通し, 信頼性の高い XAFS 解析の確立のための行動について熱い真剣な議論がなされました。

その議論は 2 日間で結論を得るには, あまりにも多岐にわたっていましたが, 今回をきっかけにして分科会を作



Q2XAFS2011 参加者全体写真

り、今後も同様の国際会議を行い、XAFS 分光の標準化と確立に向けて一致して進んで行くという合意が得られました。データベースの分野では、北大の触媒化学研究センターと日本 XAFS 研究会が取り組んでいる XAFS データベースが注目されました。また、本会議は IUCr の支援を受け、若手の積極的参加をサポートしました。その一環として、若手ポスター賞を設け、Dr. R. Sarangi (Stanford University), Dr. P. Chirawatkul (Synchrotron Light Research Institute), Mr. H. Asakura (Kyoto University), Mr. J. Stötzl (Bergische Universität Wuppertal) の各氏に贈られました。

今後 XAFS がより信頼性の高い解析手段となるためには、物質・環境・材料・生命科学、それぞれの分野での標準化にむけた議論を本格的にスタートさせると共に、分野を越えたコンセンサスを得ていく必要があります。皆様のご協力をお願いしたいと思います。

<招待講演者, タイトル>

- I. Ascone (ENSCP), *Toward the standardization of BioXAS*
C.T. Chantler (Univ. of Melbourne), *A Step toward Standardization: Development of Accurate Measurements of X-ray Absorption*
R. Frahm (Univ. of Wuppertal), *Quick XAFS techniques - current status and new challenges at PETRA III*
G. George (Univ. of Saskatchewan), *BioXAS beamlines: a the Canadian Light Source*
P. Glatzel (ESRF), *Opportunities and Traps of Hard X-ray photon-in/photon-out Spectroscopy*
J. Hester (ANSTO), *Imaging a CIF-based XAFS Data Exchange Framework*
B. Hedman (Stanford Univ.), *Structural Molecular Biology/ XAS Beamline: Experiences at SSRL*
K. Hodgson (Stanford Univ.), *Recent Developments with the LCLS X-ray FEL at SLAC and Prospects for Future Science*
P. Lay (Univ. of Sydney), *Metal Speciation in Biological Systems with XANES and XAFS*
A. Marcelli (INFN), *An advanced beamline for XAS and IR simultaneous time resolved experiments. A new approach to characterize non equilibrium phenomena*
S. Diaz-Moreno (Diamond), *XAFS Data Collection: Calibrations*
M. Newville (University of Chicago), *XAFS Data Library for Standard Data on Model Compounds*
S. Pascarelli (ESRF), *Energy Dispersive XAS: worldwide context*
B. Ravel (NSLS), *A Data Interchange Standard for XAS and Related Spectroscopies*
Gopinathan Sankar (The Royal Institution of Britain), *Insight through in situ XAS studies of Catalytic materials*
V. A. Sole (ESRF), *HDF5 NeXus and Beyond - Approach to Standard Data Format*
E. Welter (DESY), *Ideas for Assuring Data Quality and*

Comparability at The New PETRA III EXAFS Beamlines
M. Nomura (PF), *Toward the Standardization of XAFS, Transmission mode XAFS Setup*

<国別参加者>

Japan: 36, USA: 5, France: 5, Australia: 3, UK: 2, Germany: 3, Italy: 1, Canada: 1, Korea: 1, China: 1, Thailand: 3, 合計 61 名。

<会議概要>

日時: 2011 年 12 月 8 日 (木), 9 日 (金)
場所: 高エネルギー加速器研究機構 小林ホール
共催: IUCr XAFS and SR Commissions, IXAS, 日本 XAFS 研究会, 高エネルギー加速器研究機構
協賛: 井上科学振興財団, つくば市, 国際科学振興財団, フォトンファクトリー
後援: 日本放射光学会, 日本化学会, 日本結晶学会, 日本物理学会, 応用物理学会, 日本表面科学会, 触媒学会

「量子ビームを用いた物質・生命科学の新展開 (I) - 東北大と KEK の連携を礎として -」に参加して

放射光科学第二研究系 阿部 仁

東北大学原子分子材料科学高等研究機構 (WPI-AIMR), 理学研究科, 金属材料研究所, 多元物質科学研究所の主催で、「量子ビームを用いた物質・生命科学の新展開 (I) - 東北大と KEK の連携を礎として -」と題したワークショップが、12/20-21 の二日間、東北大学金属材料研究所の講堂で開催されました。東北大学では、放射光・中性子・ミュオンなどの量子ビーム大型施設を用いた研究が物質科学、生命科学など幅広く活発に行われています。このような研究をさらに発展させるために、大型施設への大学としての積極的な参画が重要との認識のもと、企画されたものです。また、平成 22 年には、東北大学と KEK との間に包括的連携協定が結ばれ、正式な連携が始まっています。このような背景のもと、KEK 物構研の研究者が、東北大学の研究者と連携して新たな学際科学の地平を開くことを狙い、KEK 物構研からは 26 名が参加してきました。東北大学の参加者 42 名、さらに 4 名を加えて合計 72 名の参加者でした。

ワークショップは、東北大学から福村理学研究科長、KEK から下村物構研所長が趣旨説明を行い始まりました。続いて、「KEK 物構研のサイエンスと将来計画」のセッションで、放射光科学では、物質科学 (村上洋一教授), 生命科学 (若槻壮市施設長), ERL 科学 (河田洋教授) が紹介されました。中性子科学では、ソフトマター (瀬戸秀紀教授), ハードマター (神山崇教授) の紹介が、ミュオン



懇親会での様子

科学では、ミュオン科学（門野良典教授）、超低速ミュオン（三宅康博教授）の紹介がありました。

東北大-KEK 連携の現状が紹介され、「量子ビームが拓くサイエンス (I)」のセッションが行われました。とても全て書き切れませんし、私の理解も追いつきませんでしたので、いくつかの非常に印象に残った講演について、個人的な感想を述べたいと思います。

[生物・医学] のセッションでは、小椋利彦教授（加齢研）による「物理的力が支配する生命現象－発生、循環、代謝を力学的に再解釈するために－」の講演が印象的でした。大腿骨等に力を加えると、その力線に沿うように Ca が凝集するそうです。掛かった力により耐えられるように骨が形成されることを意味すると思いますが、合目的（この言葉は小椋教授のお気に入りのようで、講演中何度も出てきました）な生命現象に改めて感動しました。マラソン等で、走り込みをして筋肉だけでなく、骨にも耐性をつける、ということが言われます。科学的にその証拠を示され、もっと走らないと、と決意しました。

[新物質・機能性物質] では、山下正廣教授（理学研究科化学）の「強相関電子系ナノワイヤー金属錯体における X 線構造解析」で、初めて Pd^{III} の Mott-Hubbard 物質を合成された話に圧倒されました。Pd と Pd の間にハロゲン (X とします) があるのですが、Pd-Pd 間の距離が長いためにポテンシャルの極小点が 2 つでき、長短 2 つの Pd^{II}-X、Pd^{IV}-X 結合ができるそうです。Ni の場合には、Ni-Ni 間の距離が短く、X が入るポテンシャルミニマムは 1 つで、1 種類の Ni^{III}-X 結合しか見られないそうです。そこで、Pd-Pd 間の距離を短い物質を創製すれば、Pd^{III}-X 結合を作れるはずだ、という戦略のもと、実際に合成されたとのことでした。世の中になければ自分が作ってやる、という化学者魂を感じました。

各講演とも活発な議論が行われ、懇親会は予定より 30 分以上遅れて始まりました。本多初代金研所長の威厳に満ちたお写真に見守られながら（睨まれながら？）の懇親会では、あちこちで情報交換、議論が行われていました。

2 日目の「量子ビームが拓くサイエンス (II)」の「物性・材料、新技術」では上田実教授（理学研究科化学）の「植物整理現象とカリウムイオン動態」のお話で、アメリカネムノキの就眠活動（2 枚の葉が閉じるように合わさる）が

ジャスモン酸グリコシドによってトリガーされること、閉じる動作は内側の細胞の収縮と外側の細胞の膨張によっていること、この際に水分子が移動していること、が紹介されました。日照のサイクルに従ってジャスモン酸グリコシドが分泌されるそうですが、光を照射し続けても 1 週間程度は就眠活動のリズムは維持されるそうで、生命のリズムは強く刻まれているんだなど感じると共に、このような物質（人間でどのような物質なのかわかりませんが）の分泌と時差ぼけの関係が気になりました。

まとめと今後の提案として、小谷元子教授より量子ビーム科学研究センター（仮称）を立ち上げる話が紹介され、その役割や運営についての意見交換がなされました。おそらく初めての試みで、手探りの部分が多いように感じましたが、とにかく走り出そうという強い意志が表明されました。

終わった時には 13 時半を回っていて、とてもお腹が空いていました。N 尾さんの「何食べよっかー」という大きな大きな声に、K 崎さんが「牛タン食べたことないんです」と静かに応じ、S 水さんと 4 人で牛タン屋さんに入りました。1.5 人前を堪能しました。私が歩いたような大通りでは、何もなかったように人やクルマが動いていました。犠牲になった方々のご冥福を改めてお祈りし、被災地の復旧・復興の一日も早い進展を願い、お土産にずんだまんじゅうを買って新幹線に乗りました。東北の山々を優しく撫でるような夕陽でした。

第 9 回 SESAME ユーザーズミーティング / SESAME-JSPS/KEK スクールに参加して

東京大学大学院新領域創成科学研究科 矢代 航

2011 年 11 月 12 日～16 日に、第 9 回 SESAME ユーザーズミーティング（11 月 12 日～14 日）および SESAME-JSPS/KEK スクール（11 月 14 日～16 日）がヨルダンの首都アンマンで開催されました。既にご存じの方も多くいらっしゃると思いますが、SESAME は Synchrotron-light for Experimental Science and Applications in the Middle East の略称で、現在アンマンの 35 km 北西に建設中の、完成すれば中東で初めてとなる放射光施設の名称です。2002 年に UNESCO が賛助する国際機関として承認され、現在では IAEA などの 20 以上の国内外の機関、各国政府、および世界中の放射光施設の支援のもと、ヨルダンをはじめ、イラン、イスラエル、エジプト、キプロス、トルコ、バーレーン、パキスタン、パレスチナ自治政府など多くの国のメンバーによって計画が進められています。SESAME の将来のユーザーに向けて、日本（主に KEK）からの講師陣によるスクールが開催されるのは、第一回、第二回のカイロ（エジプト；第一回は Practice Session なし）、第三回のアンタリア（トルコ）に続いて四回目、今回も下村物構研所長をはじめとして、東京理科大の中井泉先生や分



図1 Opening であいさつをする下村物構研所長。

子研の木村真一先生など総勢 20 名の講師陣、スタッフが参加しました。私は前回に続いて二回目の参加で、X-ray imaging の Lecture と Powder Diffraction の Practice のサポートと、微力ながらお手伝いさせていただいた程度なのですが、下村所長をはじめ、全体の纏め役であった足立伸一先生、事前の準備だけでなく現地ではツアーコンダクター的な存在だった高橋良美さん、その他多くの講師、スタッフの皆様たいへんお世話になりました。この場を借りて心より御礼申し上げます。

さて、ヨルダンという国柄と、個性溢れる講師、スタッフ陣、そして中東各国から出席したスクールの生徒たちということで、この紙数で出来事や現場の雰囲気についてすべてを語り尽すのは不可能に近いのですが（もっと書きたいという意味ではなく）、まずは前半の SESAME ユーザーズミーティングから簡単に報告をさせていただきます（日本からの空の旅も含めた詳細な報告は「ヨルダン—アンマン、ペトラ、死海の旅」と題して、中尾さん、五十嵐さんあたりから連載いただけたと思います）。

第一日目は SESAME ユーザーズミーティングの盛大な開会式で幕を開けました。はじめにヨルダン国家の演奏が会場の大スピーカーから流れ、全員起立で敬意を表した後に、美しいコーランの独唱による歓迎を受けました。次に、President of SESAME Council の C. L. Smith 氏（これまでの経緯や助成金の獲得状況などについて）、ヨルダンの複数の大臣を歴任して現在 JAEC (Jordan Atomic Energy Commission) の Chairman を務めている K. Toukan 氏、日本の JSPS/KEK を代表して下村先生（図 1）、さらに Local Organizing Committee を代表して JAEC の A.-H. Wriekat 氏から挨拶がありました。全体の集合写真を撮影した後、午前の後半のセッションでは、H. Hoorani 氏から “Scientific Program of SESAME” と題してビームラインの建設計画などについて、A. Nadji 氏から “Status of the Machine” と題して加速器の現状と今後の予定について、さらに F. Muelhauser 氏からは IAEA からのサポートについて報告がありました。ビームラインについては現在建設計画が進んでいる “Phase 1” の 7 つのビームライン（詳細は <http://www.sesame.org.jo/sesame/machine-and-beamlines/beamlines/phase-1.html> を参照）についての報告があり、既に XRF,

IR, PD の 3 つのビームラインには、それぞれ “BASEMA” (アラビア語で “good smell” の意味), “EMIR” (アラビア語で “shining” の意味), “SUSAM” (トルコ語で “ゴマ” の意味) というユニークな愛称が決まっているとのことでした。また加速器については、放射線シールド室がついに完成し、次の週からマイクロトロンのコミッショニングが始まる予定との報告でした。2012 年の第 3 (4) 期にはブースターのコミッショニング、2016 年の第 4 期にはストレージリングのコミッショニングが予定されているとのこと、今後計画が順調に進むことを心から祈っています。

第一日目の午後は、ポスターセッションの後、中井先生を含む 7 人の方々のご講演がありました。どれもとても興味深かったのですが、中でも中井先生のコケで金を集めるお話と、イスラエルのヘブライ大学の J. Gunneweg 氏の死海文書の研究の話が大変印象に残るものでした。

第二日目は Excursion で、日本からの参加者のみで、ヨルダン国内で初めて世界遺産に登録されたペトラ遺跡と、死海を観光しました。午前 7 時半に滞在先のホテルを観光バスで出発し、4 時間半弱かけて約 170 km 南のペトラに到着、遺跡内を徒歩（馬、ラクダ、ロバも選択可）で二時間あまり巡り歩きました。現地人ガイドの気の利いた演出もあり、大地の裂け目の細い道を抜けた先にあるエル・ハズネ（ペトラ遺跡で最も有名な神殿風正面をもつ霊廟）の姿とはじめて出逢ったときは圧巻でした。遺跡内には他にも大小様々な見所があるのですが、詳細については五十嵐さんにお聞きいただければと思います。

さて、もともと計画に無理があることは半分は予想していたのですが、午後 2 時半過ぎにペトラを出発した後、死海の南岸についたのが夕暮れ時、そこから北上して、観光ビーチ（アンマンビーチ）に着いたのが午後 6 時半と、あたりは完全に暗闇に包まれ、海拔マイナス 400 メートルのパノラマを展望することも、ましてや世界七不思議とも言われたその浮力を体験することもできなかったのですが、北緯 31° 41 分 44 秒、東経 35° 34 分 57 秒 (<http://maps.google.co.jp/> で “31.6955556, 35.5825” と入力したときに緑矢印で示される地点付近) から、足場を確認しつつ、浜辺を数百メートル、蛇行しながら一列になってみんなで行きました（現地の人からは何かの儀式かと思われたかもしれませんが）。浜辺は硫黄臭が漂い、また一歩踏み出ただけで急に深みにはまるようなチャレンジングな場所だったのですが、みなさんそれぞれ死海の水と泥に触れる、沈む、はまる、あるいは採集する体験はできたようです（筆者は「はまる」を堪能させていただきました）。

第三日の午前中からいよいよ SESAME-JSPS/KEK スクールが始まりました。50 人の生徒が参加し、のべ 14 人の講師たちによる Lecture が一日かけて行われました。私も自分の Lecture 以外の時間は他の Lecture を拝聴させていただいたのですが、それぞれ工夫に満ちていて、最後まで飽きることがありませんでした。実際、参加した生徒からのアンケートでも、全体に非常に高い評価をいただきました。特に、（私はパラレルセッションで残念ながら聴講す



図2 SESAMEの正面玄関にて。



図3 Practice Sessionの様子。

ることができなかつたのですが) タンパク質構造解析のLectureがとてもよかったというコメントが多く寄せられたとのことでした。

第四日目は、それまで会場として使用していたアンマン市内のDays Innホテルを離れ、バスで1時間ほど移動したSESAME(図2)でPractice Sessionでした。Powder Diffraction (PD), Protein Crystallography (PX), Electronic Structure (ES), XAFS, X-ray Fluorescence Analysis (XRF)の5つのグループに分かれ、日本から持ち込んだPCと実測データを用いて、データ解析の実習が行われました(図3)。私はPDのグループのサポートとして初めてPractice Lectureに参加させていただいたのですが、12人という想定を超える参加者数と、中東独特の自由な雰囲気の中、名古屋大の西堀さんの見事な準備と切り盛りのおかげで何とか乗り切れたという印象です。また、とにかく感心させられたのが、生徒たちの意気込み、熱心さ、積極性で、第五日目のStudent Presentationの発表者にほぼ全員が立候補するなど、むしろ私の方が大事なものを思い出させてもらったように思います(なお、Student Presentationの発表者を決める話し合いは、そのまま放置すれば国際紛争に発展する勢いだったのですが、中尾さんの機転で回避されました)。

最終日の第五日は、午前中はPresentationの準備、午後は各グループ15分(+質疑応答5分)のStudent Presentation、最後に参加者一人一人にCertificationの授与(+写真撮影)が行われました。短い準備時間にもかかわらず、レベルの高い、かつオリジナリティのあるプレゼンテーションばかりで、みな素晴らしかったです。Certificationの授与式では50名の生徒のうち8名が行方不明になるなどのハプニングもありましたが(そのうち2名は後日申し出あり)、下村先生の閉会の言葉の後で、恐らくプログラムにはなかつたであろう二人の女性の生徒による感謝の言葉があり(東日本大震災へのお見舞いなど、配慮に満ちたスピーチには、本当に心を打たれました)、感動的な雰囲気の中、全日程が無事終了しました。

前回、今回と参加させていただいて、私が強く感じたのは、中東の人々はそれ以前に思っていたよりも遠い異文化の人々ではない、ということです。前回参加したときには冗談一つ言うのに戦々恐々としていたのですが、宗教や文化を超えて多くのことで心通じ合えることがはっきり分かった気がします。SESAMEスクール参加者=中東という論理にはもちろん無理があるのですが、少なくとも今回滞在したヨルダンについては、人を大事にし(今回会場を縦横に走り回っていたヨルダン人のスタッフの皆さんをみてそのように感じました)、フレンドリーで、商売気がなく、安全で、決してモラルの低い国ではないという印象でした(むしろ帰国してから一部のモラルの低い日本人にがっかりすることも)。歴史的なしがらみのほとんどない日本とはきっとよいパートナーになれると思います。また国際社会の中で日本人にしか果たせない役割が多くあるように強く感じさせられました。

最後に、紙数の都合で書けなかつたこと(のほんの一部)をキーワードで列挙(情景を是非想像してみてください)。

空港からホテルに向かう車窓からみた、夕日に照らされた赤い土、白い家、ベドウィン、ラクダ、そして夕日が沈んだ後の美しい月(さらにはハリヤラ・ハジ、喧嘩、結婚式による大渋滞)。アラビア語通訳として我々を助けてくれた総研大のAhmed君。Tさんのアラビア社会への順応ぶり。暗闇の中、死海の泥と水を試料として採集されていた中井先生と沼子さん。死海で偽装入水した沼子さん。往路と復路の両方でドバイ市内を観光された五十嵐さん(前述連載「ヨルダン…の旅」付録「ドバイの歩き方」乞うご期待)。ペトラ遺跡で、エル・ハズネよりさらに数キロメートル奥のエド・ディルまで走って回られ、帰りのバス中で足をつっていた五十嵐さん。アンマン市内をほとんど地図なしで回れる五十嵐さん。ビールを飲み尽くして、最高級ホテルのレストランに缶ビールを出さしめるに至った(であろう)西堀さん(忘れてはならないのがAmstelビールと激辛青唐辛子)。ビールの出ない初日のDinnerにややご機嫌斜めだったJASRIの熊坂さん。組頭さんとはいろいろ遊んでいただきました。帰路の飛行機で半日あまり私の隣の席でおつきあいいただいた雨宮さん。私とほぼ同時刻に滞在先のホテルの別の階の窓から私と同じ写真(図4)



図4 永久渋滞のようですが、トップアップモードです（日本からの参加者が滞在した小高山の上に聳え立つル・ロイヤル・ホテルの14階窓から撮影）。

を撮影されていた UVSOR の木村真一先生。ユニークなインターラクティブ。Lecture (XAFS) でスクールを沸かせた阿部さん。終始体調が辛そうだった東大の堀場さん。終始若いエネルギーを振りまいて（ばらまいて？）いた千葉大院生の風間さん。本報告の写真などカメラマンとしても協力してくれた慶大院生の中山君。日本から JSPS の重い旗などを運んできていただくなどスタッフとしてご協力いただいた KEK の小島さん、前島さん。そしてすべての生徒、スタッフの皆さんに Shokran jazeelan !

第25回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウムに参加して

東京大学放射光連携研究機構 豊田智史

去る1月6日~9日、佐賀県鳥栖市民文化会館・中央公民館にて第二十五回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウムが開催されました。鳥栖での学会に参加するのはもちろん初めてで、結構な田舎だという噂を耳にしていたものですから、どんな所なのかいくら心配しておりました。しかし、意外にも駅前には小さいですがショッピングセンターもありまして、噂ほどではなかったと思います。スーツに合わせる靴をいつものように忘れてしまったのですが、学会当日にそのショッピングセンターで購入することができてとても助かりました。会場は駅から徒歩20分ほどかかりまして、博多駅近辺でホテルを取った人は一層会場へ通うのが大変だったのではないかと感じました。私は6日につくばから移動して、7日から学会に参加しました。

一日目はまず、企画講演にて ERL 加速器開発の現状や、次世代光源におけるサイエンスへの展開の話を押聴しました。時間分解の X 線分光やイメージング、時分割測定による一分子計測の追跡研究が紹介されていました。正直に言いますと、かなりスケールの大きな話でしたので、わたしの研究と結びつけて考えるには至りませんでした。次世代光源がもたらすサイエンスの発展へ寄せられる期待の大

きさを感じとることができました。午後の特別講演では、放射光利用分析による文化財の年代推定の話など、考古学分野における放射光利用の研究例を聞きまして、さまざまな分野で利用されているのだなあ、という印象が残りました。一般講演では、VSX 固体のセッションで機能性酸化物材料の金属絶縁体転移の研究や、マルチフェロイクス物質の分光が取り上げられる他、次世代リチウム電池材料の吸収・発光分光が議論されていました。

二日目は、最先端の角度分解光電子分光装置を用いた高温超伝導体の研究や、表面トポロジカル絶縁体の研究が中心に議論されていました。また、企画講演の金属水素化物研究のフロンティアに参加しまして、水素エネルギーを貯蔵する仕組みや、遷移金属の線二色性、金属ナノ粒子の in-situ XAFS 分析といった話が素人にもわかりやすい内容で紹介され、自分としてはあまりなじみのない研究分野ですが、大変勉強になりました。そして午後にはポスターセッションが行われました。広めの企業展示ブースを抜けて、少し奥まったところが会場となっており、活発な議論による熱気が伝わってくるようでした。カーボンナノチューブ、グラフェン、有機薄膜の研究が数多く見受けられるようになった他、東工大小澤さんが行っておられるゴム材料の光電子分光や光電子顕微鏡の分析など、有機系の話題も応用範囲が広がってきていると感じました。わたしにはなじみの深いシリコンや化合物半導体系の研究の話も意外と数多く見受けられ、日本の半導体産業は少し元気がない期間が



講演会場での様子（日本放射光学会提供）



ポスター発表会場での様子（日本放射光学会提供）

続きますけれども、まだまだやるべきことがあるはず、と身の引き締まる思いでした。加えて、未曾有の大震災を乗り越えた PF の電磁石に関するアライメントの話も大変印象的でした。震災当時は PF にしばらく待機しており、実験ホールを見回っても絶望感に襲われてしまうほどの状況でしたが、即座の復旧活動によって、まさか二、三ヶ月で実験が可能になるなんて思いもありませんでした。このような復旧活動の話を知ると、私ももっと研究をがんばっていかなくてはと強く励まされます。その後、夕方に開催された産業分野・地域課題における放射光利用の新展開という企画公演にも参加しました。ある講演を聴講して、「企業主体の研究でなければ、真に役に立っている（社会貢献している）とは言えない」というメッセージが、深く心に響きました。産業利用研究というのは正確に言えば、産業界から資金を得て、ある意味自由な大学研究を行うというスタイルが多いかと思います。基本的には「産」と「学」は異なった目的を持っていて、どうしてもお互いに理解されにくい関係性であると認識しています。このような研究では目的意識が曖昧になることも多々あるのですが、はっきりと企業側での目的意識をオープンにした研究の展開もできればと、わたしの今後の研究活動について深く考えさせられました。また、野村先生から XAFS を中心とした PF における産業利用研究例も紹介されまして、現在では多くの課題が実施されるようになってきており、企業側からも新たな成果が次々と出てきていると感じました。

最終日はビームライン測定器のセッションに参加し、先端分光の装置開発などに関する研究を聴講しました。SPring-8 の BL39XU ビームラインにおいて、冷却用液体窒素のフローの仕方や、試料付近の空調や断熱パネルの工夫などで、100 nm サイズのビームを安定的に得られるようにする取り組みに関して、非常に勉強になりました。また、時間やスピンを分解した、角度分解光電子分光装置の開発に関する研究発表を聞きました。専門外ながらもこの手の話を聞いていますと、わたしが PF で研究を始めてちょうど 10 年くらい経ちますが、この期間でのすごい進展を感じました。午後からは最後のポスターセッションがあり、私も発表を行いました。金属 / 絶縁体 / 半導体デバイスの

界面に外場を印加しながら光電子分光測定を行って、材料界面の欠陥を解析するという少々マニアック(?)な内容でしたが、思いのほか多くの人に来ていただきました。有機系の太陽電池の界面を調べたり、宇宙用の半導体デバイスの解析にも応用できるのでは?など、ちょっとぶっ飛んだ話題も出てきて少し驚きましたが、大変有意義なディスカッションができて良かったです。すべてのポスター発表を見回すことはできませんでしたが、二日目に続いて遠目から見ても会場全体が熱気に溢れていたと思います。今回も実に有益な学会に参加することができました。

最後に私事にはなりますが、大学院生時代からの幾つかの研究内容を評価していただき、学会奨励賞を授かることになりました。そのため、初日の総会で講演をさせていただいたのですが、やはり発表を終えるまでは多少の緊張感がありました。その後なんとか事なきを得ると、ほっとして懇親会に参加することができました。少しお酒も入り、お陰さまで和やかなムードで多岐にわたる分野の方々とお話をさせていただくことができました。翌日も、思いもよらぬ人に声をかけられたりして大変うれしく、そしてありがたく思いました。PF を利用した実験なくしては、このような研究成果は決して得られなかったと思います。長年にわたり、実験環境を提供してくださってきた PF スタッフの皆様、この場をお借りしてあらためて御礼申し上げます。これからまたビームタイムの実験にてお世話になりますが、どうぞよろしく願いいたします。

小林克己氏が平成 23 年度日本放射線影響学会賞を受賞

2011 年 11 月 29 日

KEK 共同利用研究推進室長の小林克己教授が、平成 23 年度日本放射線影響学会賞を受賞しました。本賞は、放射線影響研究における業績がきわめて顕著であり、かつ本学会の進歩発展に多大な寄与をし、さらなる活躍が期待される者に授与される賞で、年に 1 名の会員が選考されます。

小林氏は、放射光から発生する極紫外線・軟 X 線といったエネルギー領域が放射線による生体へのエネルギー付与の素過程

を調べるのに有用であることに早くから着目し、東京大学物性研究所 INS-SOR、KEK フォトンファクトリーに独自の装置を開発し、独創的な生物影響研究を続けてきました。放射光のエネルギー可変性を活かして、生体構成元素の内殻吸収によって、局所的な部位に集中的にエネルギー付与が起こることにより生物影響が増感されることを示し、がん治療の応用への道を拓きました。

また、放射光 X 線を光源としたマイクロビーム細胞照射装置を開発し、細胞内のどの部位に照射されたかが生物影響に重要であることを明らかにし、放射線影響研究にパラダイムシフトをもたらしました。この成果は国際的にも高く評価され、今後も先駆的な研究の展開が期待されています。

さらに、国際誌の執筆委員や国際学会の開催などの国際的な貢献が大きいことも、受賞理由として特筆されています。

小林氏の開発した数々の照射装置は、現在フォトンファクトリーのビームライン BL-27B に常設されているマイクロビーム細胞照射装置をはじめ、すべて共同利用研究に公開されてきており、多くの研究者がそれらの装置を用いて成果をあげています。

授賞式および受賞記念講演は 2011 年 11 月 17 日～19 日に神戸商工会議所会館で開催された日本放射線影響学会第 54 回大会において行なわれました。

(2011 年 11 月 29 日に掲載されたトピックス <http://www.kek.jp/ja/NewsRoom/Release/20111129103000/> 記事より。)



日本放射線影響学会長・神谷研二氏（広島大学・原爆放射線医科学研究所長）より副賞の盾を授与される小林克己氏。

島雄大介氏が第 1 回医学オリンピック協会国際会議で金メダル受賞

茨城県立医療大学の島雄大介氏が 2011 年 9 月にギリシャのテサロニケで開催された第 1 回医学オリンピック協会国際会議（International Meeting of Medical Olympicus Association）で金メダルを受賞しました。

本賞は社会的に重要性の高いオリジナルの論文を対象としたもので、参加者全員の中から 3 編の優れた論文に金メダルが授与されました。

島雄氏は PF の BL-14B で X 線の屈折を画像化する画像診断技術の開発に取り組んでこられました。この手法の大きな特徴は、X 線の吸収を画像化する従来の診断技術と比べて、感度が遥かに高いことです。そのおかげで従来は観察出来なかった試料でも観察することができ、また試料に対する放射線量を大幅に低減することができます。

島雄氏はこの画像診断技術にトモシンセシスと呼ばれる技法を組み合わせることにより、乳房のどの位置に嚢胞があるのかを 3 次元的に描き出すことに成功しました。トモシンセシスとは断層を意味するトモグラフィ (tomography) と合成を意味するシンセシス (synthesis) から作られた造語です。CT では 180° のスキャン範囲からの投影データが必要ですが、トモシンセシスでは 10°～50° 程度のスキャン範囲で済みます。CT と比べ画質は落ちますが、被ばく線量を大幅に低減することができます。これによって、これまで描出できなかった病変を、低線量で描出することが可能になりました。

X 線を用いた画像診断は、鮮明に病変を見ようとすると被ばく線量が大きくなってしまいます。この研究で開発された手法は、被ばく線量が少なく、かつ鮮明な画像が得られることから、乳がんのような軟組織に生じるがんの早期発見のための診断の実用化につながることを期待されます。

金メダル受賞については 2011 年 12 月 22 日の KEK ハイライトで詳しく紹介されました（下記参照）。

KEK ハイライト「放射光の特徴を活かした新しい乳がん診断法」

<http://www.kek.jp/ja/NewsRoom/Highlights/20111222180000/>

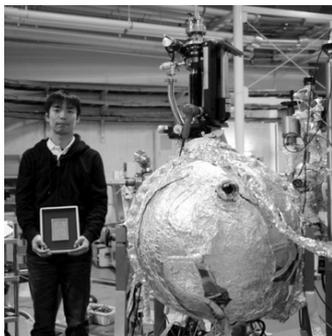


金メダルを受賞した島雄大介博士と他の 2 人の受賞者（画像提供：茨城県立医療大学 島雄大介）

阿部仁氏、日本表面科学会奨励賞を受賞

2011年12月28日

12月15日(木)、第31回表面科学学術講演会において開催された日本表面科学会の2011年度表彰式にて、阿部仁(あべひとし) KEK 物構研准教授が奨励賞を受賞しました。この賞は、日本表面科学会会誌の"表面科学"または日本表面科学会発行の"e-Journal of Surface Science and Nanotechnology"に掲載された論文の中で注目度が高く、将来表面科学への貢献が大いに期待されると認められる35歳未満の会員に年一回授与されるものです。



阿部仁氏。フォトファクトリーのビームラインBL-7Aに設置された静電半球型電子分光器の隣で。手にしているのは授与された盾。

受賞対象となったのは、「NOまたはCO吸着Fe/Cu(001)の磁性と構造」の研究で、第31回表面科学学術講演会において受賞記念講演が行われました。阿部氏はKEK放射光科学研究施設フォトファクトリーのビームラインBL-7AおよびBL-11Aを利用し、磁性薄膜の磁気特性に関する研究を続けてきました。磁性薄膜は、巨大磁気抵抗効果(GMR)という特性をもち、大容量ハードディスクの読み取りヘッドなどに応用されています。また、膜厚や表面の分子吸着などによって磁化されやすい方向が大きく変わる性質(磁気異方性)があることも知られています。

阿部氏は、深さ方向の情報を知ることのできる深さ分解XMCD(X線磁気円二色性)法を用いて、厚さ原子数個分ほどのFe薄膜の磁気構造を調べ、NO(一酸化窒素)やCO(一酸化炭素)分子の吸着で、磁気異方性が大きく変わることを発見しました。さらに、BL-7Cを利用したEXAFS(広域X線吸収微細構造)法の実験で、CO分子の吸着によって、磁気構造に大きな変化が起こり、それに伴って結晶構造が変化していることを突き止めました。結晶構造の変化と磁気構造の変化が原子スケールで呼応して起こっていることを示す研究成果で、原子スケールの磁気記憶素子の開発を考える上で重要な情報と言えます。

(2011年12月28日に掲載されたトピックス <http://www.kek.jp/ja/NewsRoom/Release/20111228173000/> 記事より。)

竹村謙一氏 日本高圧力学会賞を受賞

2012年1月16日

2011年11月10日(木)に沖縄キリスト教学院大学(沖縄県中頭郡西原町)で開催された第52回高圧討論会において、長年KEKのフォトンファクトリーを用いて研究を行った竹村謙一氏(物質・材料研究機構先端材料プロセスユニット主席研究員)が日本高圧力学会賞を受賞しました。この賞は高圧力の科学・技術の進歩に貢献し、内外から高い評価を受ける顕著な研究成果を収めた研究者に贈られるものです。

受賞対象となった研究は「DAC基盤技術の開発と元素の構造相転移の研究および状態方程式の決定」です。DAC(ダイヤモンドアンビルセル)は、高圧力下の物質の構造と物性を調べるために使われている小型高圧装置で、2つのダイヤモンドの間に試料を挟み圧力をかけます。竹村氏は日本におけるDAC開発の初期段階から装置の改良と周辺技術の確立に携わり、超高圧力の安定発生と試料の形状によらずあらゆる方向から等方的に加圧できる環境「静水圧環境」を可能にしました。

竹村氏はその高圧発生技術を用いて、フォトンファクトリーのビームライン旧BL-13A(現在はAR-NE1Aに移転)と18Cにおいて高圧下の元素の構造研究を行いました。高圧下でやわらかい結晶となるヘリウムを用い、静水圧環境を実現して行ったヨウ素の高圧粉末X線回折実験では、結晶内のヨウ素が分子(I2)からバラバラの原子(I)となる過程で分子と原子の中間的な配位「非整合変調構造」をとることを明らかにしました。この成果により、高圧物性を議論する上で静水圧環境がきわめて重要であることが示され、ヘリウム圧力媒体を用いた高圧研究が世界中に急速に広まりました。竹村氏が開発した物質・材料研究機構の高圧ガス充填装置は、現在も多くの高圧研究者に使われています。またその他にも、セシウム、亜鉛、インジウム、ガリウム、マンガン、オスミウム、ニオブ、水銀、金等、多くの元素の構造相転移の発見、高圧相の構造決定、ならびに状態方程式の決定を行い、その仕事は国際的に高く評価されています。

(2012年1月16日に掲載されたトピックス <http://www.kek.jp/ja/NewsRoom/Release/20120116163000/> 記事より。)

豊田智史氏、日本放射光学会奨励賞を受賞

2012年1月31日

1月7日、鳥栖市民文化会館にて開催された第25回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウムにて、豊田智史氏（東京大学放射光研究連携機構・特任助教）が日本放射光学会奨励賞を受賞しました。この賞は、日本放射光学会員である35歳未満の若手研究者を対象に、放射光科学に関する優れた研究成果に対して授与されるものです。



授賞式の様子
日本放射光学会長・水木純一郎氏（関西学院大学教授：右）より賞状を授与される豊田智史氏（左）

受賞対象となった研究は「放射光光電子分光によるMOSFETゲートスタック構造の界面電子状態」です。MOSFET(Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor)とは、ゲート電極の絶縁に金属酸化物の薄膜を使ったFET（電界効果トランジスタ）で、私たちの身の回りのさまざまな電子機器が集積回路(LSI)によく使われています。より集積度の高いデバイスを開発するためには、集積回路の心臓部であるゲート絶縁膜を極薄化していく必要があります。

豊田氏は、フォトンファクトリーにおいて、光電子のスペクトル測定により化学状態の深さ方向分析を行なう手法の開発を一貫して行なってきました。そして開発した手法を放射光ビームラインで実際に検証し、高分解能で半導体薄膜の界面の化学状態や電子構造を解析することに成功しました。またこれらの経験を活かし、SPring-8の東大ビームラインBL7LSUにおいて、ナノ集光軟X線を利用した走査型顕微鏡（nanoESCA）開発の主要メンバーとして貢献しました。豊田氏の開発した深さ方向分析手法は、今後、先端的デバイスにおけるナノ多層薄膜材料の解析への応用が展開されていくことが期待されます。

防災・防火訓練を行いました

放射光科学系 防災・防火担当 小山 篤, 兵藤一行

機構では防災・防火訓練を各年度に1回行っていますが、2011年度の訓練を11月1日（火）午後1時30分より行いました。今回の訓練では緊急地震速報が発表された直後に地震があり、その地震によりPF光源棟屋外で火災が発生したことを想定し行いました。機構では、震度4以上の緊急地震速報が茨城県南部に発表されると、自動的に構内に非常放送が行われることになっています。また、PF、PF-ARでは緊急地震速報の非常放送があった場合には、地震に備えてチャンネルをクローズすることになっています。

今回の訓練では「震度5強」と予想震度が放送された後、地震予想到達時間10秒前から「10, 9, 8, … 3, 2, 1, 0」とカウントダウンする非常放送が流れました。地震到達までの間に、机の下など安全な場所に避難し、地震がおさまったあとに、職員の誘導によりKEK指定の避難場所へ避難していただき、そこで安否の確認を行いました。PF、PF-AR実験ホールでは自衛消防隊避難誘導班員が、逃げ遅れている人がいないか検索を行いました。ユーザー2名に負傷者役を依頼し、ホール内に倒れていていただきましたが、避難誘導班員は無事全員を発見し、他の隊員に応援を求め、担架により負傷者を搬出することができました。PF光源棟屋外の火災には自衛消防隊消火班員が消火器により初期消火を行った後、屋外消火栓2ヶ所より放水を行いました。

訓練を見学したつくば北消防署の消防署員からは

- ・初動や責任者を置いた体制などが良くできていた。
- ・防災倉庫などを設置しており、備えがしっかりとしている。
- ・初期消火や消火栓の使用などよく訓練できている。
- ・災害に際しては日頃の備えと点検が重要であり、これを機に今後には生かして欲しい。

との講評をいただきました。

訓練終了後にアンケートを行いユーザーの皆様から有意



図1 PF 駐車場脇広場へ避難



図2 屋外消火栓より放水

義など意見をいただきました。アンケートではほとんどの方から「職員の誘導は適切に行われていた」、「緊急時の避難場所は以前から知っていた」などの回答をいただきましたが、「放送が不明瞭でよく聞こえなかった」などのご意見もいただいています。皆様からのアンケート結果は今後の防災対策に生かしていきたいと思っております。

貴重な実験時間を割いて訓練に参加していただいた70名以上のユーザーの皆様には、ここに改めてお礼を申し上げます。

PF トピックス一覧 (10月～12月)

KEKでは2002年よりトピックスやハイライトと題して最新の研究成果やプレスリリースなどを「ニュースルーム」(<http://www.kek.jp/ja/NewsRoom/>)のページで紹介しています。PFのホームページ(<http://pfwww.kek.jp/indexj.html>)でも、それらの中から、またはPF独自に記事を作成して掲載しています。各トピックスの詳細は「これまでのトピックス」(<http://pfwww.kek.jp/topics/index.html>)をご覧ください。

2011年10月～12月に紹介されたPFトピックス一覧

- 2011/10/6 「環境報告2011」の公表について
- 2011/10/7 「放射光ユーザーのための検出器ガイド - 原理と使い方」出版
- 2011/10/11 PSIとの量子ビームの横断的研究協力を目指して
- 2011/10/11 2種類の化学反応を触媒する酵素が「変身」する姿を世界で初めてとらえた
- 2011/10/12 大学共同利用機関の役割と更なる機能強化に向けて (中間まとめ)
- 2011/10/14 はやぶさのサンプル分析からわかったこと
- 2011/10/25 次世代光源加速器のためのワークショップ ERL2011 開催
- 2011/11/10 質量ゼロの「ディラック電子」に質量を与える技術を開発
- 2011/11/11 次期機構長候補者について

- 2011/11/17 KEK 過去から未来へ
- 2011/11/21 大学共同利用機関シンポジウム2011『万物は流転する - 宇宙・生命・情報・文化の過去・現在・未来 -』開催 (11/26)のご案内
- 2011/11/24 世界最速で固体表面の触媒反応を見る
- 2011/11/29 小林克己氏が平成23年度日本放射線影響学会賞を受賞
- 2011/12/5 放射光実験を体験、サマーチャレンジ秋の実習
- 2011/12/5 中東地域の放射光科学者を養成 SESAME-JSPS/KEK スクール開催
- 2011/12/5 金ナノ粒子が光によって膨張・収縮運動する様子を観測
- 2011/12/9 大学共同利用機関シンポジウム2011 - 万物は流転する - を開催
- 2011/12/13 産業応用を推進, "未来へのバイオ技術" 勉強会を開催
- 2011/12/19 物構研シンポジウム'11 開催
- 2011/12/22 放射光の特徴を活かした新しい乳がん診断法
- 2011/12/26 放射光を使った分析法 XAFS の高度化と標準化に関する会議 Q2XAFS 開催
- 2011/12/28 阿部仁氏, 日本表面科学会奨励賞を受賞
- 2011/12/28 小惑星探査機「はやぶさ」分析, サイエンス誌の10大成果に選ばれる

新しく博士課程に進級された学生さんへ PF ニュースであなたの修士論文を紹介しませんか?

PFニュースでは、新しく博士課程に進級された学生さんの修士論文の研究内容を紹介するコーナーを設けております。PFで頑張って実験されている博士課程の学生さん自身の紹介、また、その研究内容がアピール出来る場ですので、我こそはという博士課程の学生さんは、ぜひ下記のフォーマットに従い、あなたの修士論文の研究を紹介して下さい。また今年、修士課程から博士課程へと進学する学生さんが所属される研究室の指導教員の方は、積極的に学生さんにPFニュースへの投稿を勧めて頂ければ幸いです。

【投稿資格】PF/PF-ARのビームラインを利用した研究に関する修士論文を執筆し、修士を取得した方。

【投稿フォーマット】

1. 修士論文タイトル
2. 現所属, 氏名, 顔写真
3. 修士号取得大学
4. 実験を行ったビームライン
5. 論文要旨 (本文 650 文字程度)
6. 図 1 枚

【原稿量】

図とテキストで刷り上り最大1ページ (2カラム)

【提出物・提出方法】

文字データと図表データをメール添付でPFニュース編集委員会事務局・高橋良美 (pf-news@pfiqst.kek.jp) までお送り下さい。

PF 懇談会の改組と PF-UA

PF 懇談会会長 朝倉清高（北大触媒化学研究センター）

先日の PF 懇談会の臨時総会で、ユーザ全員が参加する PF-UA が承認されました。会則は、添付したとおりです。

その基本精神は、PF は共同利用施設であり、放射光コミュニティの、放射光コミュニティによる放射光コミュニティのための施設であるということにあると私は信じております。したがって、今回の改組の基本は少なくともユーザ全員が参加すること、そして、今はユーザでなくても将来ユーザになり得る方の PF-UA 参加への道を残しておくこととしました。反面、会費を無料にするという苦渋の選択をしました。この無料化に関しては、反対のご意見も多数いただきましたが、それよりも“全員参加”して、形の上で、PF-UA が唯一のユーザ団体となることを選びました。そういった意味で、ユーザ団体の改組がやっと始まったばかりであり、形式の中にどういう中身を入れるかはこれからです。それは、ユーザとユーザ組織である PF-UA がどういう活動を展開するかと言うことにかかっていると思います。

今、PF を取り巻く環境は、急激に変化しています。PF 自身も 30 年という老朽化の中にいます。PF と PF ユーザの間も決してすべてがしっくりいっているとは限りません。しかし、基本精神に立ち返り、PF とそのユーザそして放射光コミュニティが知恵を出し合い、よく議論し、放射光科学や我が国の科学技術の視点に立って考えれば、解決できると思います。PF-UA がこうしたインターラクティブな場を提供するために活動し、機能して行けたらと願っております。

この改組が、今後 PF の維持、発展にとってプラスであるよう私自身努力いたしたいと思いますが、皆様一人一人のご協力を切にお願いするところでもあります。よろしくお願ひします。

PF- ユーザアソシエーション 会 則

第 1 章 総則

第 1 条 本会は、「PF- ユーザアソシエーション」(PF-UA) と称し、高エネルギー加速器研究機構・放射光科学研究施設（以下 PF と称す）のユーザを代表する唯一の正式団体である。

第 2 条 本会は、PF における研究活動を一層推進するために、PF に対して、施設の整備、運用、利用の提案をおこない、PF との意思疎通、会員相互の交流・意見交換、

ならびに利用の円滑化を図るとともに、PF の次期計画を推進することを目的とする。

第 3 条 本会は、その目的を達成するために以下の活動を行う。

1. 会員相互の意見・情報交換。
2. 会員の利用に関する要望の取りまとめと PF との意見交換・提言。
3. PF シンポジウム等の学術的会合の開催。
4. PF の施設整備・高度化の提言とその推進。
5. PF のさまざまな活動に対する提言・協力。
6. PF の成果を広く伝え、社会からのサポートを得るための活動。
7. PF を支える人材育成。
8. その他、運営委員会で適当と認められた事項。

第 4 条 会則の実行に必要な細則は、運営委員会の議によって定め、総会に報告される。

第 2 章 会員

第 5 条 会員は正会員と賛助会員からなる。

正会員は以下に該当する者で、2 については、運営委員会で入会が適当と認められた者により構成される。

1. PF にユーザ登録している者。
 2. 本会および PF の活動に関心を持つ者。
- 正会員の有効期間は 第 1 項正会員については、登録時からユーザ登録期間中（翌年度の 4 月 30 日）とし、第 2 項正会員については、登録後 5 年たった後の年度末とする。

第 6 条 上記正会員は、本会の活動に参加することができる。

第 7 条 第 5 条第 2 項の正会員は、会に届け出て退会することができる。

第 8 条 賛助会員の資格については、細則に定める。

第 3 章 会長、運営委員、幹事

第 9 条 本会に会長をおく。会長は細則に定める方法により、運営委員会が PF スタッフ以外の正会員（PF 所外会員）の中から適任者を推薦し、正会員が選挙して決める。

第 10 条 会長は本会を代表し、会務を総理し、総会、運営委員会を召集する。

第 11 条 本会に 25 名の PF 所外委員と 5 名の PF 内委員からなる運営委員会をおく。PF 所外運営委員は細則に定める方法によって、PF 所外会員より選出される。

第 12 条 本会に数名の幹事をおく。幹事は、PF 所外会員の中から会長によって指名され、運営委員会の承認を経て選任される。

第 13 条 運営委員会の決定に基づいて、庶務、会計、行事、編集・広報、戦略・将来計画、推薦・選挙管理、共同利用、教育、その他の幹事を置く。幹事は、これらの業務に関し

て運営委員会に提案を行い、運営委員会におかれる小委員会の委員長となる。また、運営委員会に出席し、提案、業務報告を行う。

第14条 運営委員は、行事、編集・広報、戦略・将来計画、推薦・選挙管理、共同利用、教育担当・その他に分かれ、細則に基づき、各種小委員会に所属する。

第15条 会長の任期は3年とし、重任することはできない。運営委員の任期は3年とし、重任を妨げない。幹事の任期は3年とし、重任を妨げない。任期は4月1日に始まる。

第4章 総会、運営委員会、幹事会

第16条 総会は年1回開かれ、本会運営の基本方針の決定を行う。総会は会長が招集し、議長は会員の互選による。

第17条 総会の議題は会長が提出する。総会での議決は、出席正会員の過半数による。また、可否同数の場合は議長が決める。

第18条 総会の定足数は、正会員数の1/50とする。ただし、出席は委任状を以て代える事ができる。

第19条 運営委員会は、総会の決定した基本方針に基づき、会の運営方針を決定し、その実行を会長および幹事および小委員会に委嘱する。

第20条 幹事会は会長および各幹事により構成し、本会の運営のための実務を審議し実行する。幹事会は会長が招集し、その議長は会長が務める。

第5章 ユーザグループ・メタユーザグループ

第21条 ユーザグループは研究分野・研究手法等を共通とする研究者から構成され、下記の活動を行う。ユーザグループは運営委員会により設置が認められる。

1. 当該分野の研究者コミュニティのPFにおける共同利用や将来計画等に関する問題について具体的に検討を行う。その結果は利用幹事を通して、運営委員会に上げ、PFに提言する。
2. 推薦・選挙管理幹事からの依頼により、運営委員等の推薦を行う。
3. 当該分野のユーザの意見集約を行い、利用幹事に意見具申する。
4. その他、運営委員会が必要と認めた業務を行うとともに、必要な事項は運営委員会が定める。

第22条 各ユーザグループは1名の代表者を選出する。選出方法・任期については各ユーザグループが独自に決める。ユーザグループは5年ごとにその活動の目的、方針を検討し、利用幹事を通して、運営委員会に活動報告と継続・改編の申請を行う。

第23条 ユーザグループは、PFのグループ構成に対応したメタユーザグループに属する。ユーザグループの代表者の中から、互選でメタユーザグループの代表を選出し、利用幹事を通して、運営委員会に報告する。メタユーザグループ代表は、対応するPFのグループ代表と密接な連絡をとり、当該分野に関わる共通事項を協議し、所属するユーザグループの意見を集約する。

第6章 会計

第24条 本会の会計年度は、毎年4月1日に始まり、翌年3月31日をもって終わる。

第25条 本会の収支決算は、運営委員会において承認され、また総会に報告されなければならない。

第26条 会費の年額、正会員の種別による差異等は、運営委員会の議を経て総会での議決によって定める。

第7章 会則の変更

第27条 会則の変更は、運営委員会の議を経て、総会における議決によって行う。

付則 この会則は平成24年4月1日より施行する。

細 則

第1章 会員

第1条 会則第5条第2項により入会する際には、所定のフォーマットに記入し、事務局に提出する。所定のフォーマットは事務局あるいはホームページより入手できる。

第2条 個人の正会費は原則無料とする。特定の事業を規定して、正会員からの寄付を受け付ける。寄付は1口年間2000円とし、銀行の引き落としを利用する。

第3条 事務局は会員名簿を整備し、定期的にその更新を行う。個人情報の取り扱いに関しては、KEKの個人情報取り扱い規程に準拠して行う。

第4条 賛助会員は、PFにおける放射光科学の推進に賛意を持つ民間の企業または団体とする。賛助会員の年会費は1口10,000円とする。

第5条 賛助会員の有効期間は当該年度の年度末とする。但し、入会時点で有効期間が3ヶ月以下となる場合は翌年度の年度末までとする。

第2章 運営委員および会長

第6条 運営委員および会長の選出は次の方法による。

1. PF所外運営委員は、会長の指名する幹事のもとに構成される推薦・選挙管理小委員会が管理する選挙において、正会員によって、PF所外会員の候補者の中から選出される。候補者は、以下の方法で選出される。
 1. ユーザグループからの推薦（各ユーザグループ1名以内の推薦が行える）。
 2. 運営委員会委員からの推薦（各委員1名以内の推薦が行える）。
 3. 3名以上の正会員の連名での推薦（1名の正会員が推薦できるのは1名とする）。
 4. 会長による推薦。
2. 上記候補者について正会員による25名連記の投票を行い、上位25名が次期PF外運営委員に選出される。ただし、票数が同じ場合は、年齢の若い正会員を運営委員とする。投票に際しては、推薦・選挙管理小委員会は氏名、所属、身分を明らかにして候補者を公示す

る。また、投票前に候補者に対して、候補者としての承諾を得る。

3. PF 内運営委員は、PF 施設長が任命する。
4. 次期会長は、現会長の任期終了1年前に、運営委員会において、PF 所外会員の中から1名ないしは若干名を指名し、正会員が選挙して決する。候補者が1名の場合は信任投票として、投票総数の過半数をもって信任とする。推薦・選挙管理幹事は、任期満了1年半前に運営委員会に対して、会長候補者の指名をするように要請を行う。

第7条 会長、運営委員、幹事は、選出時に正会員であることを要し、任期中会則第5条の第2項の正会員となり、任期終了時に元の会員資格に戻る。

第8条 1年前に選出された次期会長は幹事会、運営委員会に参加し、引き継ぎを行う。

第3章 小委員会

第9条 運営委員会の中に、庶務小委員会、行事小委員会、広報小委員会、戦略・将来計画小委員会、共同利用小委員会、推薦・選挙管理小委員会、教育小委員会、その他必要な小委員会を設ける。運営委員は、いずれかの小委員会に所属し、それぞれの活動を担当する。2つ以上の小委員会に所属することは妨げない。また、必要に応じて、各小委員会は、運営委員以外の PF-UA 会員を委員にすることができる。各小委員会の委員長は幹事がその責に当たる。ただし、戦略・将来計画委員会は会長が委員長を兼ねる。各種小委員会は、活動を定期的に運営委員会に報告するとともに、年度ごとの事業内容を PF シンポジウムおよび編集・広報小委員会を通して web および PF ニュースで報告する。

第10条 庶務小委員会は、会員名簿の管理、mailing list の管理、会員への情報伝達および PF-UA の活動に必要な庶務を統括する。

第11条 行事小委員会は、研究成果発表と会員相互の交流を目的とし、また、PF における研究活動の推進と共同利用の円滑化のために、各種の学術的会合や講習会等を企画し、実施する。行事委員会は、学術的会合のひとつとして、PF シンポジウムを毎年1回開催する。またその他の学術的会合を開催、運営する。編集・広報小委員会と協力して、PF シンポジウムの企業展示・広告を集め、出展の計画を練る。

第12条 編集・広報小委員会は、Web の管理を行うとともに PF ニュース等を利用した情報発信を行う。PF における成果を広く報じるため、ユーザのアクティビティを定期的集め、PF ニュース、PF Activity Report、KEK 広報へ情報を提供する。また、PF-UA の賛助会員の拡大のため、企業展示・広告を集める。また、委員長は PF ニュースの編集委員長を兼ねる。

第13条 戦略・将来計画検討小委員会は PF における共同利用体制 (PAC、研究成果の評価) およびビームラインの改変などを具体的に討議し、PF の戦略に関して PF に提言する。また、PF の次期計画について、具体的にロード

マップを作成し、次期計画を PF とともに推進する。

第14条 共同利用小委員会は、より効率的に高い研究成果を創出するため、PF ユーザの声を集め、PF に提案することを目的に活動を行う。また、ユーザグループと連絡をとり、ユーザグループに関する案件を扱う。

第15条 推薦・選挙管理小委員会は運営委員会および次期会長の選挙の実施に関わる必要事項を統括する。会長からの諮問に基づき、必要な高エネルギー加速器研究機構の委員の推薦を答申する。また、高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所運営協議会員の外部運営委員候補者および PF-PAC 委員等の推薦に当たっては、運営委員やユーザグループの意見聴取を行い、これに基づき、推薦を会長に答申する。

第16条 教育小委員会は、PF における大学と連携した大学院教育の可能性について、検討を行う。また、若手研究会・講習会等を PF および行事小委員会と共同して開催する。

第17条 各小委員会は必要に応じて、合同で開催することができる。

第4章 ユーザグループ

第18条 ユーザグループは運営委員会が承認する。各ユーザグループの代表者をもってユーザグループ代表者会議を構成する。ユーザグループ代表者会議は会長が招集する。

第19条 メタユーザグループの代表は所属するユーザグループの代表を集め、メタユーザグループ会議を行うことができる。メタユーザグループ会議は、関連ビームラインの統廃合、再配置の具体策等を PF とともに議論する。

第20条 利用幹事は、発足後5年目を迎えるユーザグループに対して、期限の半年前に、活動報告書と継続申請書の提出を求める。また、必要に応じて、統合の検討を促す。

第5章 総会

第21条 総会は、年1回開かれる。

第22条 会長は総会開催の日時、場所、および議題を、開催期日の2週間前までに会員に通知しなければならない。

第6章 その他

第23条 運営委員会、幹事会、各種小委員会、メタユーザグループ会議は、email 会議およびテレビ会議による議事および議決も可とする。

第7章 事務局

第24条 事務局は高エネルギー加速器研究機構内に置く。

付則 この細則は平成24年4月1日より施行する。

PF 懇談会幹事会議事メモ

日時：2011年11月1日(火)14時～16時

場所：八重洲倶楽部(東京)

出席者：朝倉清高, 雨宮健太, 近藤寛, 渡邊信久, 中尾裕則, 沼子千弥, 野村昌治, 腰原伸也, 篠原佑也, 小澤健一, 森史子

- 議題：1. PF 懇談会改組について
2. 教育用 BT について
3. PF ニュース web サイトの刷新について
4. BL-15, 10A, 4A, 2 について
5. UG 見直し, 再スタートについて
6. 企業 UG について
7. 次世代若手会について

1. PF 懇談会改組について

PF 懇談会から PF-UA への改組の経緯説明と問題点

- 懇談会がやってきたことをユーザーが主体となって拡大する。
- 運営委員会をきちんと組織する。
- ユーザーが将来計画 (ERL, ビームライン統廃合, 建設等) についての議論をしていく。
- ユーザーのアクティビティを支え, 世の中に見える形にするのが PF-UA の役割。

会員：・一般会員 (ユーザー全員, 会費無料, 翌年 4/30 まで有効)

- 希望会員 (会費有, 5 年期限) 会費は若手会の活動資金のための寄付とする。
- 賛助会員 (団体・企業, 会費 1 万円)。1 月～3 月入会は翌年 3 月までは 1 万円, それ以前は通常通りの会費。PF シンポの企業展示や広告を載せることができる。

問題点：・インド, オーストラリア BL の扱いは今後検討。

- 外国人ユーザーへの対応メールと HP を英語表記にする。
- UO からのデータの使用範囲 (機構のセキュリティとの関連)
- メタユーザーグループも定義する。

組織：・幹事はユーザーのみで組織。ただし, 幹事会には PF スタッフは代表として加わってもらう。

- 運営委員会は PF の代表として 5 名のスタッフに参加してもらう, また, 運営委員会の中に小委員会を設ける。
- 会長の任期を PF 執行部の任期に合わせて 3 年とするが, 次々の会長は見習い期間を入れて 4 年勤めてもらう。また, 会長は運営委員会のメンバーになる。

Q) ユーザーを会員とすることに手続きは要らないのか? また, すでに会員となっている人への了解は? ユーザー登録すると PF-UA に帰属することを知らせる方法はどうか。

A) 12 月の運営委員会後に責任者宛にメールを流す。

Q) 学生会員をもうけないので, 学生が運営委員になることがありうるが, 良いか。

A) 会長, 幹事になることはないと思う。

所属と官職, 所属 UG を入れることと, 推薦された後確認をする手続きが必要の 2 点を細則に入れる。

今日話し合った点を会則, 細則に入れたものを幹事, WG に確認してもらった後運営委員会にかけ, HP に掲載。その後責任者宛に PF-UA のお知らせを流し, 1 月 6 日の臨時総会で報告。総会を前半は会員限定, 後半は一般ユーザーも参加するものとする。

2. 教育用 BL, BT

○博士研究奨励課題

- 募集要項と申請書のたたき台を作り委員会でブラッシュアップ。
- 運営委員会の承認後, 懇談会から PF に提言。
- 実現は早くても来年度秋以降。

【問題点】 システム改修の費用

○講習・実習用ビームタイム

大枠を決めた後, PF 懇談会から各 UG に講習・実習に関するアンケートをとる。

○マイスター育成プログラム

財政基盤を確保することが大きな課題で, 今後継続して審議していく。

3. PF ニュースの web 化について

- web 版にするが, 必要最低限部数の冊子体は作る。
- 現在あるものは見づらいので, リニューアルが必要。
 - デザイン
 - コンテンツ
 - 記事のデータベース化
 - 検索機能の充実と使い易さ
- 大切なことは web にすることでワークロードを増加しない。
- 外注にしてしっかりした入れ物を作り, 更新は編集委員会で行う。

【検討事項】 どれくらいの予算があればどのくらいのものができるか? と言うことを出してもらえば検討可。見積りのものを出してもらい, どのような機能をつけるかを詰める。サーバーが KEK にあるので広告は難しい。

4. 現状の報告

- X 線トポグラフィー UG からの要望→回答が来ているので, 幹事間で情報を共有。
- 移転の機会に新しい展開を示してもらえると良い。
- 会長から UG に返事をする。
- BL-10A と 4B1 はビームラインを廃止という話があるが, まだ進展がない。
- BL-2 を今後どうするかということも課題。

5. ユーザーグループの見直し

- ・統廃合を含めて再スタートをする。
- ・表面界面構造 UG と固液界面 UG は統合。
- ・次回の運営委員会で承諾を得る。
- ・会員をどこかの UG に属させる必要があるか。HP に仕掛けを作る等。
- ・ユーザー全員が会員になることになるので、ユーザーグループの位置づけ、あり方を考える必要がある。

6. 企業ユーザーグループをスタートさせたい。

- ・新日鉄木村氏を代表をお願いした。
- ・来年の PF シンポに集まってもらい、発起、申請してもらおう。

7. ERL に向けた若手会を立ち上げたい。

2) 新規光源の建設, 新しい大学共同利用方式の提案等の実現のため利用者全員からの積極的な協力と支持が必要

3) ユーザー全員の参加が望ましいという SAC からのコメント

これらのことから利用者全員参加型のユーザー組織 PF-UA (PF-User Association) への改組を提案, 実現に向けて検討を重ねて来た。

●要点

[目的] PF を利用する研究者が PF を利用することにより最大限の研究成果が得られるように, 施設の整備, 運用, 利用方法などについての提言を行うとともに会員相互の連携・交流を深めること。

[活動内容]

1. 施設の運用・利用方法についての提言と推進
2. 施設の整備・高度化 (ERL) についての提言と推進
3. PF シンポジウム等の学術的会合の開催。
4. その他, 運営委員会で適当と認められた事項。

[組織]

会員: PF 利用研究者全員, 希望者 (運営委員会承認), 賛助会員

会長: 運営委員会の推薦に基づき会員選挙で選出
任期 3 年

運営委員: 会員から会員が選挙で選出

(PF スタッフ 5 名は PF 施設長が指名。)

各種委員会: 行事, 広報, 戦略・将来計画, 推薦・選挙管理, 共同利用, 教育

利用研究グループ: (通称ユーザグループ, UG)

[会費]

無料

●会員

●会長, 運営委員の選出方法

●財源と支出

賛助会員を募る。年間 30 万円目標。

寄付を募る。特定の事業 (次世代光源若手会を創設予定) の基金とする。

Q) ユーザー登録すると自動的に会員になることの承諾をもらうことが必要では?

A) 現システムでは無理。会員になることでの不利益はないのでイヤという人はいないかと。

Q) 個人情報取り扱いのルールはちゃんとしておいた方がよい。どこかで言っておけば良いかと。

A) 名簿を UO からもらった時点で, 一斉にメールを送ることを考えている。

Q) 会員名簿はなくなるのか? 毎年更新されるのか?

A) 紙ベースでは作らない。更新は毎年。

Q) 会長候補が 1 名だったときは投票者の 50% で信任されるのか?

A) そのように考えている。

●選挙について

選挙管理委員会を立ち上げる。沼子広報幹事をお願いする。

PF 懇談会運営委員 UG 代表者合同会議メモ

日時: 2011 年 12 月 7 日 (水) 17 時~19 時

場所: つくば国際会議場 201B

出席者: 腰原伸也, 佐々木聡, 副島浩一, 手塚泰久, 長嶋泰之, 野田幸男, 鶴嶋英夫 (松村代理), 吉信淳, 伊藤健二, 雨宮慶幸, 五十嵐教之, 高橋敏男, 三木邦夫, 千田俊哉, 船守展正, 足立伸一, 中井泉, 中山敦子, 中尾裕則, 猪子洋二, 朝倉清高, 田淵雅夫, 齊藤智彦, 林好一, 村上洋一, 前澤博, 高橋博樹, 篠原佑也, 枝元一之, 小澤健一, 若槻壮市, 野村昌治, 兵藤一行, 雨宮健太 (順不同, 敬称略)

1. ユーザーグループの継続・統廃合

12UG が継続申請 (名称変更 2UG), 1UG は廃止, 4UG が 2UG に統合, 5UG は検討中, 1UG は回答なし。

【継続】

XAFS, タンパク質結晶構造解析, 放射線生物, 粉末回折, 高圧 (旧: 高圧物性), 構造物性, 固体分光, X 線発光 (旧: 軟 X 線発光), 原子分子科学, 核共鳴散乱, 低速陽電子, マイクロビーム X 線分析応用

【統合】

酵素回折計+小角散乱→小角散乱
表面界面構造+固液界面→表面界面構造

【廃止】

将来光源高エネルギー利用

【統合検討中】

表面化学+表面 ARPES +量子ナノ分光
位相計測+医学利用

【不明】

原子分子科学

以上の件は承認された。

2. PF-UA の発足について

●経緯

1) 現 PF 懇談会が利用者全体の意見を集約する機能を十分に持っていない

12月中旬に推薦依頼を送る。

●賛助会員について

特典を用意 30社を目標

PFシンポジウムを皮切りに募っていきたい。

3. 若手会の立ち上げ

10年後のトップの研究とそれに必要な資源を考えるための会を設立する。

- ・自由な発想ができること
- ・一人一人が楽しめること
- ・誰でも参加できること

世話人会(中尾, 雨宮, 篠原)を中心に活動を開始させたい。

4. PFシンポジウム

●企業展示について

・PF-UA独自の企画で, PFシンポジウム実行委員会の責任範囲ではない。但し, 今年までは行事幹事(渡邊氏)と実行委員の阿部仁氏に実務をお願いする。

・来年度以降は行事小委員会を設立して, PFシンポジウムの実行委員会に参加して, 企業展示, 広告をPF-UAが分担する。

本当にユーザーにできるかという件。

・企業への依頼(運営委員マター)・実務を誰が行うか(実際の作業はエポカルに投げるので, 連絡, 擦り合せ等をつくばにこなくても可能。実行委員にも協力してもらう)

C) 企業展示を成功させるためにはプログラムの工夫が必要。PFは必要な経費は用意するので, 企業展示がなければPF-UAの活動できないというものではない。会場費は基本的にPFが持つ。

C) 制度設計がまだ甘い。銀行振替分はリセットをかけて, 改めてお願いする必要がある。学生は出入りが激しいので1年ごとのリセットが必要。

Q) 寄付金の使い方は

A) 研究会のサポート等, PFで出しにくいお金を出す。

Q) 何を以てユーザーと定義するのか

A) PFを利用して研究する人。PFのスタッフもユーザーの一員なので登録してほしい。

今後の流れ

- ・会則案をHP等で周知
- ・PF懇談会臨時総会(1/6) 会則案の承認
- ・会長, 運営委員の選挙
- ・若手会立ち上げ
- ・会費徴収の停止, 寄付の依頼
- ・PF-UA発足(4/1)

PF懇談会臨時総会メモ

日時: 2012年1月6日(金) 14時~15時

場所: 鳥栖市民文化会館・中央公民館中ホール

議事に先立ち, 田淵雅夫氏(名大)が議長に選出された。

また, 委任状を含めて定足数を満たしていることが確認された。

1. 施設報告

若槻施設長より, 平成24年度予算, 第3次補正予算, ビームライン統廃合計画(第2期), ERLシンポジウム(3月14日), PFシンポジウム(3月15, 16日)について報告がなされた。

2. ユーザーグループの継続・統廃合

今回対象となるUGのうち, 12UGが継続申請(名称変更2UG), 1UGは廃止, 4UGが2UGに統合, 5UGは検討中, 1UGは回答なし。原案通り承認された。

3. PF-UAの発足について

PF懇談会を任意加入型から全員参加型のPF-UAに改組し, PFからの独立性をもった強力なユーザー組織として自立する。会費を無料にするとともに, 会長の選挙制, 運営委員会の強化などの組織改革を行う。

2012年4月から新会則でPF-UAを発足することが承認された。

4. 若手会の立ち上げ

10年後の完成を目指している新光源に向け, サイエンスベースで10年後のトップの研究とそれに必要な資源を考えるための会を設立する。

PF-UAとして寄付を募り, 財政的なサポートを行う。

事業については, 引き続き継続して検討することになった。

5. PFシンポジウム(企業展示, 広告)

3月15, 16日につくば国際会議場にて開催。

PF-UAの賛助会員勧誘の一環として, 企業展示, 広告を実施する。

前回は引き続き学生を対象とした奨励賞を授与するが, 4月からPF-UAが全員参加になるのをうけて, 今回はPF懇談会会員でなくても受賞対象とする。承認された。

第2回 ERL シンポジウム～持続可能な社会に向けて～開催のご案内

ERL シンポジウム実行委員長 足立伸一

高エネルギー加速器研究機構では、放射光施設の次期計画として、エネルギー回収型リニアック（ERL）光源の建設立案を進め、現在、試験加速器（コンパクト ERL）の建設を進めております。2011年7月11日には、ERLを「持続可能な社会を実現する放射光」と位置付け、その実現に向けて計画を内外にアピールするための ERL シンポジウム 2011 を開催いたしました。

今回の第2回 ERL シンポジウムでは、第1部（3 GeV ERL の新展開）と第2部（持続可能な社会に向けて）の順に進めることを企画しました。第1部では、KEK の鈴木機構長、スタンフォードの Keith Hodgson 博士をはじめとする世界的な研究者の皆様、そして文部科学省をはじめとする来賓の皆様に ERL 建設に向けてのメッセージを頂く予定です。第2部（持続可能な社会に向けて）では、昨年度のノーベル化学賞を受賞された「根岸英一先生」に特別基調講演「d-Block 遷移金属触媒が 21 世紀を救う」を賜ります。その特別基調講演の後、持続可能な社会に向けて次世代放射光 ERL に寄せる期待、ERL で展開されるであろうサイエンスやその取組みなどを、第一人者でおられる方々にご講演頂く予定です。

主催：KEK ERL 計画推進室・KEK 物質構造科学研究所

会期：2012年3月14日（水）

場所：つくば国際会議場（エポカルつくば）

茨城県つくば市竹園 2-20-3

参加申し込み方法：

ホームページ（http://pfwww.kek.jp/ERLoffice/erl_sympto/02/index.html）より参加申込フォームにてお申し込み下さい。

参加費：無料

懇親会：3月14日（水）19:00

会場：つくば国際会議場（エポカルつくば）

会費（予定）：6000円（一般）、3000円（学生）

プログラム（予定）：

【3月14日（水）】

12:00- 受付開始

13:00-14:00 第1部 3 GeV ERL の新展開

鈴木厚人（KEK 機構長）

Keith Hodgson (SSRL) +Video Letters

文部科学省来賓挨拶

14:00-18:55 第2部 持続可能な社会にむけて

特別基調講演 「d-Block 遷移金属触媒が 21 世紀を救う」

根岸英一（Purdue University, Department of Chemistry）

「次世代放射光 ERL の光源特性とサイエンス」

河田 洋（ERL 推進室/KEK）

「生命科学における課題と次世代放射光への期待」

浅島 誠（産業技術総合研究所）

「Green Sustainable Industrial Chemistry への取り組み

ー持続可能な社会にむけた GSC 技術実用化の課題ー」

瀬戸山 亨（三菱化学科学技術研究センター）

「省電力デバイス材料開発と量子ビーム科学」

有馬孝尚（東京大学大学院新領域創成科学研究科）

「環境・資源科学を支える放射光」

高橋嘉夫（広島大学大学院理学研究科）

「新エネルギーを担うキャリアダイナミクスのリアル

タイム観測」

松田 巖（東京大学物性研究所）

まとめ

19:00 ERL シンポジウム・PF シンポジウム合同

懇親会（つくば国際会議場）

第2回 ERL シンポジウムに関するご意見ご要望の連絡先：

erl-sec@pfqst.kek.jp

第2回 ERL シンポジウム実行委員：

足立伸一（委員長）、河田洋、平野馨一、中尾裕則、雨宮健太、野澤俊介

第29回 PF シンポジウム開催のご案内

PF シンポジウム実行委員長 川崎政人

前号でもお知らせしましたとおり、第29回 PF シンポジウムは、2012年3月15日（木）～16日（金）に開催されます。前回同様、つくば国際会議場（エポカルつくば）での開催となりますので、皆様奮ってのご参加を宜しくお願い致します。

PF は今年3月に放射光発生 30 周年の節目を迎えます。16日にはその記念講演を予定しております。同じ日の PF 懇談会総会では懇談会の新しい体制のスタートに向けた議論が行われます。また、今回も、この機会にユーザーグループミーティングが開催できるよう、会場を用意させていただきます。

PF シンポジウムへの参加申し込み方法、プログラム等は PF ホームページに掲載していますのでご参照下さい。皆様の積極的なご参加を是非お願い致します。

主催：放射光科学研究施設，PF 懇談会
会期：2012年3月15日（木）～16日（金）
場所：つくば国際会議場（エポカルつくば）
茨城県つくば市竹園 2-20-3

参加申し込み方法：

ホームページ (<http://pfwww.kek.jp/pf-sympo/29/>) より参加申込フォームにてお申し込み下さい。

参加費：500円（PF 懇談会会員の方は無料です。）

懇親会：3月14日（水）19:00

会場：つくば国際会議場（エポカルつくば）

会費（予定）：6000円（一般），3000円（学生）

プログラム：

[3月15日（木）（1日目）]

08:30- 受付開始

09:00-10:20 施設報告 [座長：川崎政人]

09:00-09:05 所長挨拶（下村 理）

09:05-09:45 施設長報告（若槻壮市）

09:45-09:55 質疑・討論

09:55-10:05 構造生物学研究センター報告（加藤龍一）

10:05-10:15 構造物性研究センター報告（村上洋一）

10:15-10:25 質疑・討論

10:20-10:30 休憩

10:30-11:30 光源・加速器の開発状況と整備計画

[座長：小林幸則]

11:30-13:00 昼食

13:00-13:10 文部科学省来賓挨拶 [座長：下村 理]

13:10-14:40 招待講演

「放射光を利用したポリオキソメタレート集合状態の研究」尾関智二（東京工業大学）

「トポロジカル絶縁体の高分解能角度分解光電子分光」佐藤宇史（東北大）

「構造生物学のパラダイムシフトー花成ホルモン受容体の発見を例にー」児嶋長次郎（大阪大学）

14:40-15:00 休憩

15:00-16:00 PF/PF-AR ビームライン・測定装置の開発状況と整備計画 [座長：野村昌治]

16:00-17:15 ポスターセッション1（多目的ホール）

17:15-18:30 ポスターセッション2（多目的ホール）

18:30-20:30 ユーザーグループ会議（つくば国際会議場）

18:30-20:30 ユーザーグループ会議（つくば国際会議場）

18:30-20:30 ユーザーグループ会議（つくば国際会議場）

[3月16日（金）（2日目）]

09:00-10:20 PF 将来光源 ERL 計画 [座長：河田 洋]

10:20-10:30 休憩

10:30-11:30 招待講演

「多重安定性金属多核錯体」

大塩寛紀（筑波大学）

「光電子分光による固体表面研究の展開：基礎研究から応用研究まで」

小澤健一（東京工業大学）

11:30-13:00 昼食

13:00-14:30 PF30周年記念講演 [座長：伊藤健二]

「放射光施設誕生の頃の裏話」高良和武

「挿入光源事始め」佐々木泰三

「The Photon Factory - Building on a Rich History for a Bright Future of Innovation and Discovery」Keith Hodgson (SSRL)

14:30-14:40 休憩

14:40-15:40 PF 懇談会総会

15:40-16:50 PF の運営についての意見交換

16:50-17:00 閉会

第29回 PF シンポジウムに関するご意見ご要望の連絡先：
pf-sympo@pfqst.kek.jp

第29回 PF シンポジウム実行委員（50音順・敬省略）：

阿部 仁（PF），雨宮健太（PF），宇佐美徳子（PF），◎川崎政人（PF），小菅 隆（PF），近藤敏啓（お茶大），谷本育律（PF），濁川和幸（PF），平木雅彦（PF），山崎裕一（PF），吉田鉄平（東大），○渡邊信久（名大）（◎委員長，○副委員長）

平成24年度後期共同利用実験課題公募について

実験企画調整担当 宇佐美徳子

上記公募締切が下記のようにしております。

S2型，G型，P型課題 平成24年5月4日（金）
申請用の Web ページ <https://pmsweb.kek.jp/k-pas>
(S2型，G型，P型課題の受付開始は4月初旬の予定です。)

〆切時間は Web システムで設定されており，少しでも〆切をすぎますと受け付けられなくなりますので十分ご注意ください。また，今回は締切が休日のため，締切当日の対応は出来ません。そのため，KRS 登録情報の変更等は5月2日までに済ませて下さい。余裕を持って申請されるようお願いいたします。

外国からの申請でコンタクトパーソンが記載されていた場合は，事務方からコンタクトパーソンに連絡を取り，承諾の確認を行います。P型（予備実験・初心者実験）の申請に当たっては，事前に十分な時間的余裕をみた上で，実験ステーション担当者として技術的なことについて緊密に打ち合わせて下さい。

不明な点は下記までお問い合わせ下さい。

研究協力課共同利用係

Tel: 029-864-5126 Fax: 029-879-6137

Email: kyodo1@mail.kek.jp

共同利用研究推進室 小林克己

Email: katsumi.kobayashi@kek.jp

平成 24 年度前期 フォトン・ファクトリー研究会の募集

放射光科学研究施設長 若槻壮市

物質構造科学研究所放射光科学研究施設（フォトン・ファクトリー）では放射光科学の研究推進のため、研究会の提案を全国の研究者から公募しています。この研究会は放射光科学及びその関連分野の研究の中から、重要な特定のテーマについて1～2日間、高エネルギー加速器研究機構のキャンパスで集中的に討議するものです。年間6件程度の研究会の開催を予定しております。

つきましては研究会を下記のとおり募集致しますのでご応募下さいませようお願いします。

記

- 開催期間 平成 24 年 10 月～平成 25 年 3 月
- 応募締切日 平成 24 年 6 月 15 日（金）
〔年 2 回（前期と後期）募集しています〕
- 応募書類記載事項（A4 判、様式任意）
 - 研究会題名（英訳を添える）
 - 提案内容（400 字程度の説明）
 - 提案代表者氏名、所属及び職名（所内、所外を問わない）
 - 世話人氏名（所内の者に限る）
 - 開催を希望する時期
 - 参加予定者数及び参加が予定されている主な研究者の氏名、所属及び職名
- 応募書類送付先（データをメールに添付して送付）
放射光科学研究施設 主幹秘書室 森 史子
Email: pf-sec@pfiqst.kek.jp TEL: 029-864-5196

なお、旅費、宿泊費等については実施前に詳細な打ち合わせのうえ、支給が可能な範囲で準備します（1 件当たり上限 50 万円程度）。開催日程については、採択後に PAC 委員長と相談して下さい。

また、研究会の報告書を KEK Proceedings として出版していただきます。

先端研究施設共用促進事業「フォトン ファクトリーの産業利用促進」課題募集

平成 24 年 10 月～12 月期に利用開始するトライアルユース課題を募集しています。課題申請書の提出期限は平成 24 年 6 月 11 日（月）17 時です。採択された課題の利用有効期間は最長 1 年間で、年 3 回の光源運転期間（4 月～6 月、10 月～12 月、1 月～3 月）に、フォトンファクトリーの放射光研究施設を利用して実験することができます。

実験を希望される方は共用促進リエゾンにお問い合わせ下さい。詳細は <http://pfwww.kek.jp/innovationPF/> にも掲載しています。

共用促進リエゾン 阿刀田伸史

(Email: natoda@post.kek.jp, TEL: 029-864-5298)

「加熱昇温装置使用届」の書式一部変更 について

放射光科学系 加熱昇温装置検査担当
小山 篤、兵藤一行

放射光科学研究施設に加熱昇温装置を持ち込んで使用する場合は、共同利用者支援システムから「加熱昇温装置使用届」の事前提出が必要となっています。4 月から、その書式の一部が変更される予定です。特に、加熱昇温装置の実験配置図、写真、カタログ等がファイルにてアップロードが可能となり、アップロードされない場合は届の提出が完了しませんのでご注意ください。詳細は、「PF のホームページ」(<http://pfwww.kek.jp/safety/heatsys.html>) をご参照ください。引き続き、安全な実験遂行、防災・防火へのご協力をよろしく申し上げます。

予 定 一 覧

2012 年

3 月 14 日	PF, PF-AR 平成 23 年第三期ユーザー運転終了
3 月 14 日	第 2 回 ERL シンポジウム（エポカルつくば）
3 月 15 日～16 日	第 29 回 PF シンポジウム（エポカルつくば）
4 月 12 日	PF 平成 24 年第一期ユーザー運転開始
4 月 16 日	PF-AR 平成 24 年第一期ユーザー運転開始
4 月 27 日	PF, PF-AR 平成 24 年第一期ユーザー運転停止
5 月 4 日	平成 24 年度後期共同利用実験課題公募締切（S2 型・G 型・P 型）
5 月 10 日	PF 平成 24 年第一期ユーザー運転再開
5 月 11 日	PF-AR 平成 24 年第一期ユーザー運転再開
6 月 15 日	平成 24 年度後期フォトン・ファクトリー研究会公募締切
6 月 29 日	PF, PF-AR 平成 24 年第一期ユーザー運転終了

運転スケジュール(April ~ July 2012)

E : ユーザー実験 B : ボーナスタイム
 M : マシンスタディ T : 立ち上げ
 MA : メンテナンス HB : ハイブリッド運転

4月	PF	PF-AR	5月	PF	PF-AR	6月	PF	PF-AR	7月	PF	PF-AR
1(日)			1(火)			1(金)			1(日)		
2(月)			2(水)			2(土)			2(月)		
3(火)			3(木)			3(日)			3(火)		
4(水)	STOP	STOP	4(金)	STOP	STOP	4(月)	HB	E	4(水)		
5(木)			5(土)			5(火)			5(木)		
6(金)			6(日)			6(水)			6(金)		
7(土)			7(月)			7(木)	MA/M	MA/M	7(土)		
8(日)			8(火)			8(金)			8(日)		
9(月)			9(水)	T/M		9(土)			9(月)		
10(火)	T/M		10(木)		T/M	10(日)	E	E	10(火)		
11(水)			11(金)			11(月)			11(水)		
12(木)			12(土)			12(火)			12(木)		
13(金)			13(日)	E	E	13(水)	B	B	13(金)		
14(土)		T/M	14(月)			14(木)	M		14(土)		
15(日)	E		15(火)			15(金)			15(日)	STOP	STOP
16(月)			16(水)	B	B	16(土)			16(月)		
17(火)		E	17(木)	M		17(日)	E	E	17(火)		
18(水)	B	B	18(金)			18(月)			18(水)		
19(木)	M		19(土)			19(火)			19(木)		
20(金)			20(日)	E	E	20(水)	B	B	20(金)		
21(土)			21(月)			21(木)	M	M	21(土)		
22(日)	E	E	22(火)			22(金)			22(日)		
23(月)			23(水)	B	B	23(土)			23(月)		
24(火)			24(木)	M	M	24(日)			24(火)		
25(水)			25(金)			25(月)	E	E	25(水)		
26(木)			26(土)			26(火)			26(木)		
27(金)			27(日)	E	E	27(水)			27(金)		
28(土)			28(月)			28(木)			28(土)		
29(日)	STOP	STOP	29(火)			29(金)			29(日)		
30(月)			30(水)	B	B	30(土)	STOP	STOP	30(月)		
			31(木)	M	E				31(火)		

スケジュールは変更されることがありますので、最新情報はPFホームページ(<http://pfwww.kek.jp/indexj.html>)の「PFの運転状況／長期スケジュール」(<http://pfwww.kek.jp/untentitlej.html>)をご覧ください。

放射光共同利用実験審査委員会速報

実験企画調整担当 宇佐美徳子
兵藤一行

1月31日、2月1日に放射光共同利用実験審査委員会が開かれました。審議の結果、以下のような実験課題が採択されました。

1. G型、P型の審査結果

昨年11月4日に締め切られた平成24年度前期のG型、P型の共同利用実験課題公募に申請された課題、G型193件、P型6件が審査され、G型186件、P型7件（G型から変更になった1課題を含む）、計193件の課題が採択されました。不採択課題は6件ありました。採択課題名および申請課題に対する評価の分布は別表を参考して下さい。今回も採択基準を以前の2.5としました。

今回、採択とされた課題の中で条件付きとされたものは7件でした。このうち6件は生物安全に関わるものでした。条件付き課題は申請者からの補足説明に対するPAC委員長の判断により条件が解除されて実施可能となります。試料の安全性や安全確保策が分かるように申請書のVの欄に記述してください。条件付き課題となった課題の決定通知書には、条件に関する最初の返答（最終返答でなくても良い）に関する期限（3月31日）を明記してあります。それまでに何の応答も無かった場合には不採択となりますのでご注意下さい。

2. S2課題の審査結果

S2課題として以下の1件の申請があり、条件付き採択となりました。実施にあたっては、上記と同様、PAC委員長の判断が必要となります。

課題番号 2012S2-001

課題名 「高分解能角度分解光電子分光によるディラック電子系の量子現象の解明」

（責任者 東北大、理 高橋 隆）（有効期間 3年）

3. PF研究会

今期は条件付きを含め、以下の3件の研究会が採択されました。

「シリコン単結晶：理想品質へのあくなき追求：半導体産業の米と放射光X線光学素子として」

提案代表者：安藤正海（東理大）

開催予定時期：2012年4～7月

「顕微分光研究の新展開」

提案代表者：尾嶋正治（東大）、高橋嘉夫（広大）、荒木暢（豊田中研）、小嗣真人（JASRI）

開催予定時期：2012年8月

「薄膜・多層膜の埋もれた界面の解析：高度な量子ビーム源による新しい研究の方向性」

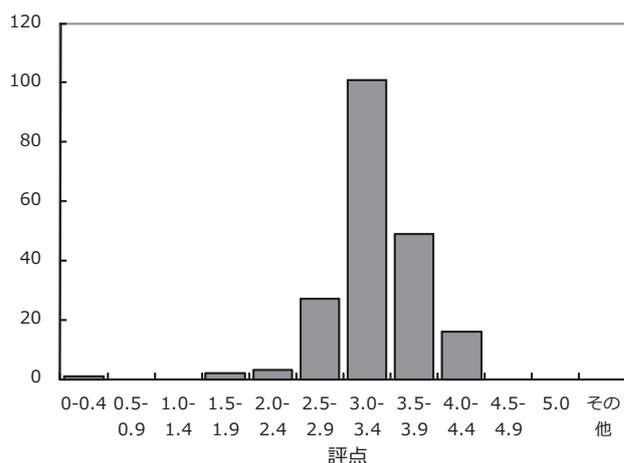
提案代表者：桜井健次（物材機構）

開催予定時期：2012年6～7月

4. その他、以下の事項がPACで承認されました

前回のPACから適用されている論文発表の課題審査への反映の基準のなかで、論文未登録の理由を照会する基準（採択課題数の1/3以上の課題について論文が登録されていない）と、課題評点を減点する基準（1/3を越える課題について論文登録がない）との間に齟齬がありましたので、どちらも“1/3を越える課題”と統一しました。

平成24年度前期PAC 評点分布



平成24年度前期放射光共同利用実験採択課題一覧

受理番号	課題名	所属	実験責任者	ビームライン
1. 電子物性				
2012G013	高分解能X線吸収・光電子分光によるプロトン導電性酸化物質薄膜界面の価数・電子状態	東京理科大学	樋口 透	2C
2012G040	フェリ磁性体 $\text{YMn}_3\text{Co}_4\text{O}_{12}$ の低温における保磁力増大と軌道磁気モーメントとの相関	高輝度光科学研究センター	水牧 仁一朗	16A
2012G045	分子光解離で生成した"もつれ"励起原子対からの蛍光放出促進機構の解明	東京工業大学	穂坂 綱一	20A, 28A/B
2012G058	宇宙X線干渉計用ビームスプリッタの特性評価	立教大学	北本 俊二	11A
2012G062	ナノ秒発光シンチレータによる高エネルギーX線用高速検出器の開発	KEK	岸本 俊二	14A
2012G075	鉄系高温超伝導体の3次元電子構造の角度分解光電子分光による研究	東京大学	藤森 淳	28A/B
2012G082	多重極環境下単結晶 AFe_2As_2 系超伝導体の57Fe核共鳴散乱法による研究	兵庫県立大学	小林 寿夫	NE1A
2012G089	準安定水素原子の飛行時間測定による対称性分離した多電子励起分子の光解離ダイナミクス	東京工業大学	小田切 丈	20A, 28A/B
2012G124	共鳴軟X線散乱による擬一次元系 BaVS_3 の軌道秩序の研究	広島大学	佐藤 仁	16A,
2012G128	Coフェライトエピタキシャル薄膜の構造と磁性	筑波大学	柳原 英人	4C, 7A, 16A, 3A, 11A
2012G135	ブルシアンブルー類似錯体の軟X線吸収・共鳴X線発光分光	大阪府立大学	岩住 俊明	11A, 15B1
2012G136	Pb膜内量子井戸状態の界面Au鎖誘起ラッシュバ分裂	東京大学	松田 巖	19A
2012G137	水素吸着した $\text{SrTiO}_3(001)$ の2次元金属準位の研究	東京大学	松田 巖	28A/B
2012G146	量子臨界性を示すYb系近藤物質の角度分解光電子分光	東京理科大学	大川 万里生	28A/B, 2C
2012G156	電子線用アバランシェ・フォトダイオードの高性能化と水素との関連性の研究	KEK	米村 博樹	14A
2012G157	界面相互作用に基づくグラフェンの電子状態制御の研究	日本原子力研究開発機構	大伴 真名歩	28A/B
2012G172	酸化物表面の仕事関数調整による有機分子-酸化物表面間の電荷移動制御	東京工業大学	小澤 健一	3B, 13A
2012G173	軟X線磁気円二色性による酸化物磁性体薄膜の元素選択的磁気測定	東京大学	近松 彰	7A
2012G174	サイズ選別した孤立セリアクラスター中のセリウム化学状態のXAFSによる分析	株式会社 コンボン研究所	早川 鉄一郎	7A
2. 構造物性				
2012G007	単結晶ダイヤモンドおよびエビ膜のX線トポグラフィ欠陥評価	産業技術総合研究所	加藤 有香子	15C
2012G015	高圧力下のヨウ化錫系物質液体相の第二臨界点の探索と密度の臨界異常	お茶の水女子大学	浜谷 望	NE7A, NE5C
2012G024	Fe^{2+} のJahn-Teller効果がクロマイト(FeCr_2O_4)の高圧下での結晶構造に及ぼす影響	筑波大学	興野 純	10A
2012G029	巨大ポリ酸の利用により相互貫入の可能性を排除した多孔性結晶の設計	東京工業大学	尾関 智二	NW2A
2012G031	高圧下における月マグマの粘度	東北大学	鈴木 昭夫	NE7A
2012G035	希土類化合物 RAl_3C_3 における構造相転移と磁場による構造ドメイン制御	広島大学	松村 武	3A, 4C, 8B
2012G036	多重不安定金属錯体における光誘起相転移挙動の解明	筑波大学	大塩 寛紀	8A
2012G038	Baフェライトのキャント磁気構造の決定	東京工業大学	佐々木 聡	6C, 10A
2012G046	X線多波回折を用いたX線検光子の開発	KEK	平野 馨一	14B, 15C, 3C
2012G047	石油の回収率向上に向けた方解石/水・有機物界面の構造解析	東京工業大学	佐久間 博	4C, 3A
2012G049	$\text{Mg}(\text{OD})_2$ と $\text{Ca}(\text{OD})_2$ の高温高圧下での脱水前駆反応	北海道大学	永井 隆哉	NE5C
2012G050	MnSiO_3 成分の MgSiO_3 , CaSiO_3 ペロブスカイト間での分配	北海道大学	永井 隆哉	NE1A
2012G056	高圧下単結晶X線法によるdelta-AlOOH相の高圧構造の精密化と水素結合対称化の観察への挑戦	東北大学	栗林 貴弘	10A
2012G063	Si-APDピクセルアレイ検出器のためのナノ秒パルス高集積度回路の開発	KEK	岸本 俊二	14A
2012G067	ナノプロセスを用いた金ナノ粒子成長過程の溶液中その場測定	千葉大学	森田 剛	8A
2012G091	量子スピン液体における軌道自由度の振る舞い	大阪大学	若林 裕助	3A, 4C
2012G096	放射光X線回折法によるGe熱酸化膜中の残留秩序構造の研究	大阪大学	志村 考功	4C
2012G097	放射光X線マイクロビーム回折による太陽電池用多結晶シリコンの結晶性評価	大阪大学	志村 考功	15C
2012G109	超重力下で変化した Fe_3O_4 マグネタイト単結晶の構造解析	熊本大学	吉朝 朗	10A
2012G112	シリカクラスレート鉱物chibaiteの単結晶X線構造解析	国立科学博物館	門馬 綱一	10A
2012G115	水素結合系強誘電体の外場下精密構造解析	KEK	熊井 玲児	8A, 8B, 3A, 4C
2012G122	表面X線回折法によるトポロジカル絶縁体 Bi_2Te_3 薄膜の表面界面構造の研究	東京大学	高橋 敏男	15B2, 4C, 3A
2012G123	X線分光法によるマントル鉱物中の鉄の状態変化に関する研究その2	大阪大学	近藤 忠	NE1A, 3A
2012G125	放射光による超精密回折強度データを用いた二中心電子構造解析	北海道教育大学	竹中 康之	14A
2012G130	リチウム含有フッ素四ケイ素雲母の精密構造解析	国立科学博物館	宮脇 律郎	10A
2012G133	高圧下でのカンラン石の流動特性への水の影響	愛媛大学	西原 遊	NE7A
2012G140	軌道自由度をもつ遷移金属酸化物における磁気秩序に伴う構造相転移	大阪府立大学	石橋 広記	6C, 4B2, 8A, 8B
2012G159	SiC結晶の転位のX線トポグラフィによる評価	産業技術総合研究所	山口 博隆	15C
2012G162	高圧力下におけるBi系二元合金の結晶構造解析	新潟大学	大村 彩子	NE1A, 18C
2012G167	結晶トランケーションロッドの時分割測定法の開発	KEK	松下 正	NW2A
2012G168	固液界面における電気化学二重層の広域構造	千葉大学	中村 将志	4C
2012G169	シリコン格子精密測定によるシリコン結晶点欠陥密度評価の研究	KEK	張 小威	3C
2012G170	X線屈折プレズムによるX線ビームのnrad方向修正法の開発	KEK	張 小威	3C, 14B
2012G171	電子密度解析に基づく光還元ペロブスカイト酸化物の可視光応答性	名古屋工業大学	柿本 健一	4B2
2012G182	膨潤性層状鉱物の精密結晶構造解析	東北大学	長瀬 敏郎	10A

2012G186	X線磁気回折による無秩序相Fe ₃ Pt合金の元素別スピンおよび軌道磁気モーメント評価	群馬大学	伊藤 正久	3C
2012G187	大強度X線による機能性磁性錯体微結晶の構造解析	東京大学	中林 耕二	NW2A
2012G194	合成クロマイト(FeCrO ₄)における高温高圧下における構造相転移	大阪大学	中本 有紀	NE1A, 18C
2012G195	磁性強誘電体の高圧下での単結晶構造解析	大阪大学	中本 有紀	10A
2012P001	放射光XRDによる液晶および液晶構造をもつ導電性高分子の微細構造の解明	筑波大学	後藤 博正	8B
2012P003	原子対相関関数(PDF)法による水酸化鉄ナノ粒子の結晶構造	筑波大学	興野 純	4B2

3. 化学・材料

2012G004	端を化学修飾したナノグラフェンのXAFSによる研究	東京工業大学	木口 学	7A
2012G008	マルテンサイト反強磁性合金MnNiの局所熱膨張	自然科学研究機構	横山 利彦	9C
2012G011	ヒト歯質および組織標本に含まれる微量元素の状態分析と臨床診断への応用	東京医科歯科大学	宇尾 基弘	12C, NW10A
2012G017	Syntheses of kinetic networks with new ligands and their applications for functional materials	Pohang Univ. of Science and Technology	Masaki KAWANO	NW2A
2012G020	イメージングXAFS法による蓄電池材料の反応分布解析	立命館大学	片山 真祥	NW2A
2012G021	ダイオキシン類生成時の未燃炭素の塩素化機構の解明	京都大学	高岡 昌輝	11A, 11B
2012G022	ソフトおよびハード界面に吸着したカルシウムイオンの水和構造	岡山大学	大久保 貴広	7C
2012G023	ナノ空間中で形成される二核金属錯体の構造解析	岡山大学	大久保 貴広	9C
2012G027	固体電気化学を利用したブルシアンブルー類縁体の新規物性開拓とin situ XAFSによる機能解明	名古屋大学	吉川 浩史	12C
2012G029	巨大ポリ酸の利用により相互貫入の可能性を排除した多孔性結晶の設計	東京工業大学	尾関 智二	NW2A
2012G032	室温強磁性半導体(Sn-TM)O ₂ の局所構造	鳥取大学	中井 生央	9C, NW10A
2012G033	ナノ結晶R-Mn系金属間化合物の構造相変態と格子膨張	鳥取大学	中井 生央	9C, NW10A
2012G057	液体SixTe _{1-x} の局所構造のEXAFSによる研究	新潟工科大学	柿沼 藤雄	NW10A
2012G064	積層したフェライトナノ微粒子中空球体の局所電子構造	愛媛大学大学院	小西 健介	12C
2012G067	ナノプロセッシングを用いた金ナノ粒子成長過程の溶液中その場測定	千葉大学	森田 剛	8A
2012G068	ヘテロ原子をドーブしたグラファイト表面の触媒機能とNEXAFSとの相関関係	日本原子力研究開発機構	下山 巖	27A, 11A
2012G069	多段階還元方法により調製した金属バイメタリックナノ粒子の構造解析	九州大学	永長 久寛	NW10A, 7C
2012G071	単結晶酸化物表面における配位高分子薄膜の構造解明	国際基督教大学	CHUN Wang Jae	12C
2012G073	Structural re-arrangement of alloys nanoparticles during electrocatalytic reactions probed by EXAFS	J. Heyrovsky Insti. of Phys. Chem. ASCR	KRTIL Petr	NW10A, 9A
2012G077	アンジュレーター放射光を利用した貴金属イオンの還元とその過程のDXAFS観測	大阪大学	中川 貴	NW2A, 9C, NW10A
2012G078	XAFSによるPtRu系およびPtCo系燃料電池用触媒の電池サイクル中の溶出・析出挙動の観測	大阪大学	中川 貴	NW10A, 12C
2012G079	Ca-GIC(黒鉛層間化合物)の超伝導性についての研究	大分大学	豊田 昌宏	27A
2012G080	新規な軟磁性ナノ結晶材料FeSiBPCuの局所構造と磁気特性	弘前大学	宮永 崇史	12C, 11B, 7A
2012G081	高速重イオンビームによって強磁性が発現したCeO ₂ の放射光X線分光による化学結合・原子配列評価	大阪府立大学	岩瀬 彰宏	27A, 27B
2012G084	放射光イメージングおよび蛍光XAFS法による環境試料焼却過程におけるセシウムの化学挙動分析	日本原子力研究開発機構	岡本 芳浩	NW10A, 27B
2012G085	イメージングXAFS法による模擬ガラス試料中の白金族元素の化学状態分析	日本原子力研究開発機構	岡本 芳浩	NW10A
2012G086	放射光イメージングXAFS法による化学種組成マッピング分析	日本原子力研究開発機構	岡本 芳浩	27B
2012G088	新規手法で合成された銀担持抗菌繊維を対象とした銀担持状態のXAFS解析	大阪大学	清野 智史	NW10A
2012G092	マルチフェロイック・ナノ微粒子の局所構造解析による特異性の解明	横浜国立大学	一柳 優子	12C
2012G093	AP-XPS/NEXAFS法の高度化と触媒オペランド解析への応用	慶應義塾大学	近藤 寛	13A, 16A
2012G094	電気析出法で調製した酸化物表面クラスターの構造とその制御	北海道大学	朝倉 清高	9A
2012G095	XAFS Study of MnFe (P,Si)Compounds with First-Order Phase Transition	Inner Mongolia Normal University	Tegus O	9A
2012G098	シリカ担体上に高分散に固定化した錯体触媒のXAFS研究	産業技術総合研究所	深谷 訓久	NW10A, 9A
2012G099	元素識別AFM像取得を志向したXANAM測定の高感度化の実現	名古屋大学	鈴木 秀士	7C, 9C
2012G100	還元熱処理によるリチウム過剰層状遷移金属酸化物の充放電特性の制御	東京理科大学	井手本 康	7C
2012G101	酸化物ナノクラスター触媒の調製とXAFSによる構造解析	千葉大学	一國 伸之	12C
2012G102	レア・アースフリー蛍光体の実現へ向けたバナジン酸塩化合物の局所構造解析	山形大学	松嶋 雄太	7C
2012G104	酸化によるGreen Rustから微細オキシ水酸化鉄への構造変化のその場XAFS解析	東北大学	藤枝 俊	9C
2012G107	X線吸収分光によるリチウムイオン電池正極材料の電子状態評価	産業技術総合研究所	朝倉 大輔	7A, 11A, 9A
2012G110	シアノ架橋錯体を用いた2次電池用電極材料における電子状態変化の解析	産業技術総合研究所	大久保 将史	9A, 12C
2012G111	XAFS法による室内塵および公園の砂などに含まれる鉛およびクロムの起源解析	広島大学	高橋 嘉夫	9A, 12C, NW10A 4A
2012G113	軟X線放射光を用いた電気化学-蛍光XAFS複合装置の開発	物質・材料研究機構	本田 充紀	27A
2012G114	放射光XAFSによるNd, Al共添加酸化物半導体薄膜の構造解析	東京理科大学	趙 新為	12C, 27B
2012G126	高次ナノ構造多孔性シリカに組み込んだ遷移金属酸化物種のXAFS解析	大阪大学	亀川 孝	7C
2012G127	XAFSによる放射線誘起構造変化の微視的研究	東北大学	越水 正典	12C
2012G143	窒素分子を非解離活性化する遷移金属表面クラスター構造の解明	産業技術総合研究所	村上 純一	12C

2012G145	環境浄化植物に取り込まれたCr, As, Cdの分布と化学形態の動態解明	東京電機大学	保倉 明子	4A, 9A, 12C, NW10A
2012G149	リチウムイオン蓄電池用新規高容量正極材料O ₂ 型-Li _x [Li _y Mn _{1-y}]O ₂ の充放電機構の解明	東京理科大学	駒場 慎一	12C
2012G150	複数の原子価を取り得る溶融アクチノドフッ化物のXAFS解析	東京工業大学	松浦 治明	27B
2012G152	XAFSによる珪藻オパール中の微量元素の存在状態解析	横浜国立大学	津野 宏	12C, 9A
2012G158	微生物を利用したPt回収技術の確立に向けたPt吸着及びナノ粒子形成機構の解明	広島大学	田中 万也	12C
2012G160	固溶体系材料における組成や結晶相分布のXRF/XRD同時イメージング	東京都市大学	江場 宏美	NW2A, 4A, 9C
2012G175	加速器中性子源用窒化リチウムターゲットの構造解明	日本原子力研究開発機構	石山 新太郎	27A
2012G179	微生物機能により合成されたマンガン酸化物を出発物質としたリチウムイオンシープのXAFSによる構造解析	九州大学	笹木 圭子	12C
2012G181	YbInCu ₄ およびYbIn _{1-x} M _x Cu ₄ 系における価数相転移の温度依存性	愛媛大学	平岡 耕一	12C
2012G183	希薄磁性半導体GaGdNに於ける窒素空格子点のXANESスペクトルからの検出	大阪大学	江村 修一	9A
2012G192	ドーピングに含まれるイオンの局所構造	東京工業大学	原田 誠	9A, 12C
2012P006	常磁性イオン注入によりナダイヤモンド内部に形成された磁性センター、およびカラーセンターの電子状態解	大阪大学	森田 将史	11A

4. 生命科学 I

2012G001	神経伝達物質の不活性化に関与するカテコール-O-メチル転移酵素とその賦活性化物質との複合体構造解析	大阪大学	鈴木 守	5A, NW12A
2012G003	昆虫由来農薬解毒酵素群の立体構造解析	九州大学	山本 幸治	5A, NW12A, 17A
2012G006	糖鎖に作用する構造未知エンドマンノシダーゼの立体構造解析	東京農工大学	殿塚 隆史	NW12A
2012G009	Structural basis of mechanosensation in prokaryotes	Institute of Biophysics, CAS	Zhenfeng Liu	17A
2012G010*	Structural biology projects from the Dobson Lab (University of Canterbury)	Tenured Research Scientist	Renwick C. J. Dobson	1A, 17A, NW12A
2012G014	FGFR3病原活性変異体の活性化機構の解明	大阪府立大学	木下 誉富	NE3A, 17A, NW12A
2012G016	ウイルス複製タンパク質と宿主因子およびそれら複合体の構造決定	産業技術総合研究所	加藤 悦子	5A, 17A
2012G019	ジテルペン合成酵素の反応機構の解明を目指した結晶構造解析	東京大学	葛山 智久	5A, NW12A,
2012G028	Structural studies on Phosphatidylinositol 4 kinase type II α (PI4KII α)	Institute of Biophysics	SUN Fei	17A, 1A
2012G037	Crystallographic Studies on Photosynthesis Membrane Proteins in the Higher Plants	Institute of Biophysics	Chang Wenrui	17A, 5A
2012G039	DIXドメインを介するWntシグナル伝達因子及び複合体の結晶構造解析	兵庫県立大学	柴田 直樹	1A, 17A
2012G048	植物の複合糖鎖を分解するピフィズス菌の新規酵素の構造解析	東京大学	伏信 進矢	17A, NW12A, 5A, 1A
2012G051*	Crystal structure of the FrsA/inhibitor complex	Korea Ocean Research & Development Institute	CHA Sun-Shin	1A, 17A
2012G054	イネSUMO転移反応における分子構造機構解析	農業生物資源研究所	藤本 瑞	NW12A, 5A, NE3A, 17A, 1A
2012G059	キネシンスーパーファミリー蛋白質と微小管関連蛋白質のX線結晶構造解析	東京大学	廣川 信隆	NW12A, 5A, NE3A
2012G060	Structural Analysis of p97-p47 Complex	Soongsil University	YANG Jin	17A
2012G061	X-ray Crystallographic Studies on DNA polymerase Ternary Complex	Gwangju Institute of	EOM Soo	5A, 17A,
2012G065	糖鎖結合タンパク質の位相決定法	KEK	加藤 龍一	1A, 17A, 5A, NE3A, NW12A
2012G070*	Structure of Histidine kinase, DesK and its cognate response regulator, DesR complex: the membrane fluidity sensor system in bacteria	Korea Univ. KOREA	Jin Ho MOON	NW12A
2012G072	Keap1-Nrf2生体防御系による酸化ストレス感知の構造基盤	東北大学	黒河 博文	1A, 17A, NW12A, NE3A, 5A
2012G074	Crystal structure analysis of influenza hemagglutinin, murine norovirus RdRp with VPg and VarA from Vibrio cholerae	Korea Univ. KOREA	Kyung Hyun KIM	17A
2012G076	異なる生物種由来のDyP型ペルオキシダーゼの構造解析と基質結合部位の解明	東京工業大学	菅野 靖史	NW12A, NE3A, 1A, 5A
2012G083	スフィンゴ脂質リン酸化酵素群の結晶構造解析	昭和大学	田中 信忠	NE3A
2012G087	視覚サイクルを担う光異性化酵素のX線結晶解析	学習院大学	岡田 哲二	NW12A
2012G090	核磁気共鳴法とX線結晶構造解析の融合によるリン酸基転移酵素の動的立体構造解析	産業技術総合研究所	竹内 恒	NW12A, NE3A
2012G103	感染原因菌の悪性化を統御するクオールモン受容体膜タンパク質複合体の結晶構造解析	東京大学	永田 宏次	NE3A
2012G108	立体特異的2-ヒドロキシン酸脱水素酵素群の比較構造解析	東京理科大学	田口 速男	5A, NW12A
2012G116	進化分子工学により開発した人工タンパク質の構造基盤	産業技術総合研究所	本田 真也	5A
2012G119	オートファジー特異的E1酵素Atg7によるE2認識の構造的基盤	微生物化学研究会	野田 展生	NW12A
2012G131	tRNA修飾酵素の結晶構造解析	産業技術総合研究所	沼田 倫征	17A, NW12A, NE3A, 1A
2012G132	V型ATPaseのエネルギー変換メカニズムの解明	千葉大学	水谷 健二	17A, 1A
2012G139	HIV予防薬開発を目指したアクチノヒピンと糖鎖との構造解析	いわき明星大学	角田 大	5A

2012G141	バクテリオファージT4の感染に関わる蛋白質群の構造解析	東京工業大学	金丸 周司	1A
2012G147	BNA修飾アンチセンス核酸の立体構造解析	大阪大学	野村 祐介	1A, 17A
2012G151	オートファジー関連因子LC3と相互作用因子群の複合体構造解析	KEK	若槻 壮市	5A, NW12A, 1A, 17A, NE3A
2012G154	植物花成ホルモン複合体の構造機能解析	奈良先端科学技術 大学院大学	大木 出	5A, NW12A
2012G155	複製開始因子ColE2-Repによる複製開始複合体の構造生物学的研究	情報・システム研究 機構	伊藤 啓	5A
2012G163	膵臓酵素の糖結合部位の同定、外分泌と消化吸収調節における意義	お茶の水女子大学	小川 温子	5A, 6A
2012G177	[NiFe]ヒドロゲナーゼ成熟化タンパク質の結晶構造解析	京都大学	三木 邦夫	1A, NE3A, 17A, 5A, NW12A
2012G180*	損傷乗り越え合成に関わるREV7複合体のX線結晶構造解析	横浜市立大学	橋本 博	1A, 5A, 17A, NE3A, NW12A
2012G188	ノロウイルスによる糖鎖認識機構の結晶学的解析	国立感染症研究所	白土 東子	NW12A
2012G189*	Crystallographic studies of transcription factor proteins from pathogen	Korea Univ. KOREA	HWANG Kwang Yeon	NE3A, 1A, 17A, NW12A
2012G191*	Mechanism of Action of Pore Forming Toxins.	University of Tokyo	津本 浩平	NE3A

5. 生命科学II

2012G002	シートビームを用いる蛍光X線CT	山形大学	湯浅 哲也	NE7A
2012G005	3元ブロック共重合体ラメラ相のずり流動誘起構造転移	長岡技術科学大学	藤井 修治	10C
2012G011	ヒト歯質および組織標本に含まれる微量元素の状態分析と臨床診断への応用	東京医科歯科大学	宇尾 基弘	12C, NW10A
2012G018	新型MPGDを用いたガスPMTの開発	山形大学	門叶 冬樹	14A
2012G025	新型接着剤のナノスケールにおける結晶高次構造	山形大学	松葉 豪	10C
2012G026	結晶性フッ素系高分子材料の精密構造解析	山形大学	松葉 豪	6A
2012G034	非イオン界面活性剤水溶液におけるゲル構造ーベシクルとネットワークの共存状態の膜構造ー	首都大学東京	川端 庸平	6A
2012G041	ラメラ状マイクロ相分離構造中に拘束されたホモポリマーの結晶化挙動と結晶配向	東京工業大学	野島 修一	10C
2012G043	PYPファミリーの機能多様性を生む構造基盤の同定	奈良先端科学技術 大学院大学	上久保 裕生	10C
2012G044	位相X線画像による生物標本の固定法による画質変化の検討	北里大学	武田 徹	14C
2012G053	糖系界面活性剤のクラフト転移に伴うゲル状態膜構造に対するフィタニル基の効果	首都大学東京	川端 庸平	6A
2012G055	皮膚角層細胞間脂質の構造解析と皮膚疾患治療薬開発への応用	星薬科大学	小幡 誉子	6A
2012G066	カーボンナノチューブ燃焼形成過程の解析	東京工業大学	塩谷 正俊	6A
2012G105	キラルスメックチック液晶に見られる超構造のマイクロビームX線衛星反射解析	京都大学	高西 陽一	4A
2012G106	ナノ構造を含む生体軟組織の観察のための微小角X線散乱イメージング	九州工業大学	鈴木 芳文	14C, 15C
2012G117	Al-Mg-Si実用軽合金における硬化阻害クラスターの共鳴軟X線小角散乱法による評価	京都大学	奥田 浩司	11B, 11A, 6A
2012G118	長周期積層規則構造を形成するMg基軽合金の規則構造の形成過程と熱的安定性	京都大学	奥田 浩司	6A
2012G120	部分コヒーレント照明された軟X線投影型CTのフレネルボケ修正による高分解能	東海大学	伊藤 敦	2C, 11A
2012G121	結晶性ファイバゲルと界面活性剤ミセルゲルの階層構造とゲル化過程に関する研究	群馬大学	武野 宏之	6A
2012G129	放射光X線マイクロビームを用いた3次元培養組織における放射線影響の解析	電力中央研究所	富田 雅典	27A, 27B
2012G134	X線屈折コントラスト法における密度分解能のサイズ効果に関する研究	金沢大学	岡本 博之	14B, 14C
2012G138	位相コントラストX線イメージング法を用いたヒト胚子の観察と病理解剖学的解析	京都大学	山田 重人	14C
2012G144	多孔質炭素によるイオン吸着過程でのX線小角散乱変化	産業技術総合研究所	曾根田 靖	6A
2012G145	環境浄化植物に取り込まれたCr, As, Cdの分布と化学形態の動態解明	東京電機大学	保倉 明子	4A, 9A, 12C, NW10A
2012G148	位相コントラスト法を用いた低温・高温条件下での軽元素材料の観察	産業技術総合研究所	竹谷 敏	14C
2012G153	ラクトフェリン・鉄複合体の会合状態の解析	東京薬科大学	小島 正樹	6A
2012G164	柔軟剤モデル溶液の希釈による平板ラメラーベシクル転移における転移点近傍の構造観察	首都大学東京	川端 庸平	6A
2012G165	マイクロビームX線小角および広角回折同時測定法によるマーガリン中の油脂粗大結晶の局所構造解明	広島大学	上野 聡	4A
2012G166	光学異性体R-POPおよびS-POPの混合相挙動およびPOP, SOSとの二成分混合系の相挙動	広島大学	上野 聡	6A, 9C, 4A
2012G176	外場応答性複合超分子の相分離ダイナミクス	名古屋大学	野呂 篤史	6A
2012G178	高含水ベブチドゲルの自己組織化構造と機械的刺激応答性	名古屋工業大学	山本 勝宏	6A, 9C
2012G184	フォトリソグラフィパターニングによる高精度かつ超低アウトガス素材を用いたGlassGEMの特性評価	東京大学	藤原 健	14A
2012P002	生体試料観察を目的としたタルボ効果による軟X線位相イメージングの検討	東海大学	伊藤 敦	11A
2012P004	Teナノ粒子の階層構造とサイズ分布	富山大学	池本 弘之	6A
2012P005	哺乳類卵外被糖タンパク質のX線小角散乱による構造解析	千葉大学	米澤 直人	10C
2012P007	ポリメリックカチオン性界面活性剤が形成する紐状ミセルの構造解析	総合科学研究機構	岩瀬 裕希	10C

課題名等は申請時のものです。*印は条件付き採択課題。

第 39 回 物質構造科学研究所運営会議議事次第

日時：平成 23 年 12 月 11 日（日） 13:30 ～

場所：高エネルギー加速器研究機構 管理棟大会議室

【1】報告事項

1. 次期機構長候補者との意見交換

【2】協議

- ① 次期所長候補者について
- ② 教員人事 教授 1 名
- ③ 教員人事 教授または准教授 1 名
- ④ 教員公募 教授 1 名
- ⑤ 教員公募 准教授 1 名
- ⑥ 教員公募 講師 1 名
- ⑦ 技術副主幹の選考について

【3】報告事項

1. 所長報告
2. 施設報告
3. その他

- ① 博士研究員の選考結果について

【4】研究活動報告（配布資料のみ）

- ① 物質構造科学研究所報告
- ② 素粒子原子核研究所報告
- ③ 加速器研究施設報告
- ④ 共通基盤研究施設報告

- ③ 人事異動について

2. 施設報告

- ① 放射光報告
- ② 中性子報告
- ③ ミュオン報告
- ④ 構造物性研究センター報告
- ⑤ 構造生物学研究センター報告
- ⑥ ERL 計画推進室報告

3. その他

- ① 平成 24 年度政府予算案について
- ② 覚書等の締結について（資料配布のみ）

【4】研究活動報告（配布資料のみ）

- ① 物質構造科学研究所報告
- ② 素粒子原子核研究所報告
- ③ 加速器研究施設報告
- ④ 共通基盤研究施設報告

第 40 回 物質構造科学研究所運営会議議事次第

日時：平成 24 年 2 月 2 日（木） 13:30 ～

場所：高エネルギー加速器研究機構 管理棟大会議室

【1】報告事項

1. 教育研究評議会報告

【2】協議

- ① センター長選考に関する申合せについて
- ② 副所長・主幹・センター長の選考について
- ③ 名誉教授候補者について
- ④ 客員研究員の選考について
- ⑤ 運営会議委員の選出方法について
- ⑥ 特定有期雇用職員の雇用計画について（新規 特任助教）
- ⑦ 特定有期雇用職員の雇用計画について（特定人事 特任准教授，特任助教）
- ⑧ 平成 24 年度前期放射光共同利用実験課題の審査結果について
- ⑨ 平成 24 年度中性子共同利用 S 型実験課題の審査結果について
- ⑩ 平成 24 年度ミュオン共同利用実験 S 型課題の審査結果について

【3】報告事項

1. 所長報告
 - ① 研究員の選考結果について
 - ② 教員公募案（博士研究員 1 名）

平成 23 年度第 2 期配分結果一覧

	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
	908	927	926	929	930	101	102
	T/M						
1A							
2A2C							
3A							
3B							
3C							
4A							
4B1H&2							
4C							
5A							
6A							
6C							
7A							
7C							
8A							
8B							
8A							
9C							
10A							
10C							
11A							
11B							
11D							
12C							
13A							
14A							
14B							
14C							
15B-1/15B2							
15C							
16A							
17A							
18A							
18B							
18C							
18A/18B							
20A							
20B							
27A							
27B							
28A29B							
	stop						
HE1A							
HE3A							
HE3C							
HE7A							
HW10A							
HW12A							
HW14A							
HW2A							
SPF							

	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
	105	106	105	108	107	108	109
	E	E	E	M	E	E	E
1A							
2A2C							
3A							
3B							
3C							
4A							
4B1H&2							
4C							
5A							
6A							
6C							
7A							
7C							
8A							
8B							
8A							
9C							
10A							
10C							
11A							
11B							
11D							
12C							
13A							
14A							
14B							
14C							
15B-1/15B2							
15C							
16A							
17A							
18A							
18B							
18C							
18A/18B							
20A							
20B							
27A							
27B							
28A29B							
	T/M	T/M	T/M	E	E	E	E
HE1A							
HE3A							
HE3C							
HE7A							
HW10A							
HW12A							
HW14A							
HW2A							
SPF							

	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
	10/10	10/11	10/12	10/13	10/14	10/15	10/16
	E	B	E	M	E	E	E
1A			110100		110100	110100	110100
2A2C	110512 替下 羅				110512 替下 羅		
3A	110561 中村 智也				0902-000 中村 智也	0902-000 高	
3B	110505 柳野 洋樹				110505 柳野 洋樹		
3C	100147 伊藤 真央				110505 伊藤 真央		
4A	100565 柳野 洋樹	110120 中村 智也			090550 柳野 洋樹	110120 中村 智也	
4B1HE2	110503 柳野 洋樹	110500 柳野 洋樹			110503 柳野 洋樹	110500 柳野 洋樹	
4C	0802-000 中	110500 柳野 洋樹			0802-000 中	110500 柳野 洋樹	
5A							
5A							
6A							
6C	100524 柳野 洋樹				090524 柳野 洋樹		
7A	100545 柳野 洋樹	100547 柳野 洋樹			090557 柳野 洋樹	1100	
7C	110504 柳野 洋樹				090552 柳野 洋樹	110504 柳野 洋樹	
8A	0802-000 柳	100520 大塚 誠			0802-000 柳	100520 大塚 誠	
8B	0802-000 柳	柳野 洋樹			11PF-12 柳野 洋樹		
8A	110110 柳野 洋樹	110110 柳野 洋樹			110110 柳野 洋樹	110110 柳野 洋樹	
9C	110513 柳野 洋樹				110522 柳野 洋樹	110513 柳野 洋樹	
10A	100524 柳野 洋樹				110517 柳野 洋樹		
10C	110110 柳野 洋樹	100520 柳野 洋樹			110110 柳野 洋樹	110520 柳野 洋樹	1105
11A	100108 柳野 洋樹	110108 柳野 洋樹			110504 柳野 洋樹		
11B	1002-004 柳野 洋樹				0802-004 柳野 洋樹		
11D							
12C	110110 柳野 洋樹	110110 柳野 洋樹			090577 柳野 洋樹		
13A	0802-007 柳野 洋樹				0802-007 柳野 洋樹	0802-007 柳野 洋樹	
14A	100107 柳野 洋樹				090552 柳野 洋樹		
14B	100107 柳野 洋樹						
14C	100722 LEE Sang Joon				11PF-10 柳野 洋樹		
15B-1/15B2					110573 柳野 洋樹		
16C	100108 柳野 洋樹	110547 柳野 洋樹			090572 柳野 洋樹		
16A	110507 柳野 洋樹				0802-110 柳野 洋樹	110507 柳野 洋樹	0802-110 柳野 洋樹
17A	100108 柳野 洋樹				110504 柳野 洋樹	110504 柳野 洋樹	110504 柳野 洋樹
18A	100108 柳野 洋樹				110504 柳野 洋樹	110504 柳野 洋樹	110504 柳野 洋樹
18B		11-B-483 KOPPOJU Suresh			11-B-483 KOPPOJU Suresh		
18C	100525 柳野 洋樹	100520 柳野 洋樹			090500 柳野 洋樹		
18A/18B	110504 柳野 洋樹						
20A							
20B	P4200 Bernd JOHANNESSEN				P4020 ZHANG Lin		
22A	100524 柳野 洋樹	110175 柳野 洋樹			090530 柳野 洋樹		
22B	110103 柳野 洋樹	110103 柳野 洋樹			090540 柳野 洋樹		
25A/25B	0802-000 柳野 洋樹				1102-000 柳野 洋樹		
	E	B	E		E	E	E
HE1A				110500 柳野 洋樹			
HE3A	110103 柳野 洋樹	110103 柳野 洋樹			110507 柳野 洋樹	110507 柳野 洋樹	110507 柳野 洋樹
HE3C	110205 柳野 洋樹				090500 柳野 洋樹		
HE7A	100103 柳野 洋樹						
HW10A	110505 柳野 洋樹	110500 柳野 洋樹	110110 柳野 洋樹		100500 柳野 洋樹		
HW12A	110103 柳野 洋樹	110103 柳野 洋樹	110103 柳野 洋樹		110103 柳野 洋樹	110103 柳野 洋樹	110103 柳野 洋樹
HW14A	0802-001 柳野 洋樹				0802-001 柳野 洋樹		
HW2A	100505 柳野 洋樹				110505 柳野 洋樹		
SPF							

	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
	10/17	10/18	10/19	10/20	10/21	10/22	10/23
	E	B	E	M	E	E	E
1A	110512 替下 羅				110512 替下 羅	110512 替下 羅	110512 替下 羅
2A2C	110512 替下 羅					100520 中村 智也	
3A	0802-003 柳	110220 CHO Mann-Ro			0902-000 中村 智也		
3B	110505 柳野 洋樹				110517 柳野 洋樹		
3C	110503 柳野 洋樹				110503 柳野 洋樹		
4A	110503 柳野 洋樹	100514 柳野 洋樹			110503 柳野 洋樹	11PF-17 柳野 洋樹	
4B1HE2	110503 柳野 洋樹	100514 柳野 洋樹			110503 柳野 洋樹	11PF-17 柳野 洋樹	
4C	1002-004 柳	110210 HSB Jin Kon			1002-004 柳	1002-004 柳	
5A							
5A							
6A							
6C	100524 柳野 洋樹				110517 柳野 洋樹		
7A	110502 柳野 洋樹				110210 PARK Jin-Sang		
7C	110503 柳野 洋樹	110501 柳野 洋樹			1002-000 柳野 洋樹	110503 柳野 洋樹	
8A	1002-004 柳野 洋樹	110210 HSB Jin Kon			0902-000 柳野 洋樹		
8B	100723 LEE Youngjae				110517 柳野 洋樹		
8A	100110 柳野 洋樹	100500 柳野 洋樹			110517 柳野 洋樹	110517 柳野 洋樹	
9C	110503 柳野 洋樹	110520 柳野 洋樹				110517 柳野 洋樹	100500 柳野 洋樹
10A	110517 柳野 洋樹					110517 柳野 洋樹	
10C	110523 柳野 洋樹	110103 柳野 洋樹			110523 柳野 洋樹	110523 柳野 洋樹	
11A	110504 柳野 洋樹				1002-000 柳野 洋樹		
11B	1002-004 柳野 洋樹				0902-000 柳野 洋樹		
11D	110504 柳野 洋樹				110513 柳野 洋樹		
12C	110204 柳野 洋樹				100110 柳野 洋樹	110504 柳野 洋樹	
13A	110517 柳野 洋樹	110517 柳野 洋樹			110517 柳野 洋樹	110517 柳野 洋樹	110517 柳野 洋樹
14A	110517 柳野 洋樹	100170 柳野 洋樹			110517 柳野 洋樹		
14B	110103 柳野 洋樹						
14C	110507 柳野 洋樹						
15B-1/15B2	110507 柳野 洋樹				100527 柳野 洋樹		
16C	100507 柳野 洋樹				110523 柳野 洋樹		
16A	110507 柳野 洋樹	110507 柳野 洋樹			110507 柳野 洋樹	110507 柳野 洋樹	110507 柳野 洋樹
17A	110507 柳野 洋樹	110507 柳野 洋樹			110507 柳野 洋樹	110507 柳野 洋樹	110507 柳野 洋樹
18A	110504 柳野 洋樹				110504 柳野 洋樹	110504 柳野 洋樹	110504 柳野 洋樹
18B		11-4B-005 DAS INDRANE					
18C	100508 柳野 洋樹				100508 柳野 洋樹		
18A/18B							
20A					100504 柳野 洋樹		
20B		P4174 CHEN Minso			P4120 Brendan KENNEDY	P4230 Peter	
22A	110503 柳野 洋樹	110520 柳野 洋樹			100527 柳野 洋樹		
22B	110503 柳野 洋樹	110503 柳野 洋樹			110513 柳野 洋樹		
25A/25B	1102-000 柳野 洋樹				1102-000 柳野 洋樹		
	E	B	E	M	E	E	E
HE1A	110504 柳野 洋樹				110540 柳野 洋樹		
HE3A	110103 柳野 洋樹	110103 柳野 洋樹			110507 柳野 洋樹	110507 柳野 洋樹	110507 柳野 洋樹
HE3C	110505 柳野 洋樹				100520 柳野 洋樹		
HE7A	110504 柳野 洋樹				110504 柳野 洋樹	110504 柳野 洋樹	110504 柳野 洋樹
HW10A	110505 柳野 洋樹	110500 柳野 洋樹	110110 柳野 洋樹		100500 柳野 洋樹		
HW12A	110103 柳野 洋樹	110103 柳野 洋樹	110103 柳野 洋樹		110103 柳野 洋樹	110103 柳野 洋樹	110103 柳野 洋樹
HW14A	0802-001 柳野 洋樹				0802-001 柳野 洋樹		
HW2A	110505 柳野 洋樹				110505 柳野 洋樹		
SPF	100503 柳野 洋樹						

	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
	1107	1108	1109	1170	1171	1172	1173
	E	B	E	M	E	E	E
1A		1101	1102		1103	1104	1105
2A/2C	1106	1107	1108		1109	1110	1111
3A	11012						
3B							
3C	11015						
4A	11051						
4B/14B2	11051	11016	11017		11018		
4C	11020						
5A	11021	11022	11023		11024	11025	11026
5A	11011	11012	11013		11014	11015	11016
6C	11051						
7A	11027						
7C	11028	11019	11020		11021	11022	11023
8A	11029	11020	11021		11022	11023	11024
8B	11051	11025	11026		11027	11028	11029
9A	11013						
9C	11014	11020	11021		11022	11023	11024
10A	11051						
10C	11011	11012	11013		11014	11015	11016
11A	11027						
11B	11022					11023	11024
11D	11017						
12C	11017	11024	11025		11026	11027	11028
13A	11021	11022	11023		11024	11025	11026
14A	11011	11012	11013		11014	11015	11016
14B	11022						
14C	11027						
18B/15B2	11027						
18C	11018						
18A	11020	11021	11022		11023	11024	11025
17A	11011	11012	11013		11014	11015	11016
18A	11015	11020	11021		11022	11023	11024
18B	11-08-007 BHARU 11-08-006 ANJALIA B.L.				11-08-009 ANJALIA B.L.		
18C	11020	11021	11022		11023	11024	11025
18A/18B	11025						
20A	11026						
20B							
27A	11051						
27B	11051	Carl SPRUING	11052		11053	11054	11055
28A/28B	11051	11052	11053		11054	11055	11056
	E	B	E	MAM	E	E	E
HE1A							11057
HE3A	11057	11058	11059		11060	11061	11062
HE3C	11057						
HE7A	11055						
HW15A	11057	11017	11018		11019	11020	11021
HW13A	11011	11012	11013		11014	11015	11016
HW14A	11027						
HW2A	11028						
SPF	11020						

	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
	1174	1175	1176	1177	1178	1179	1120
	E	B	E	M	E	E	E
1A	1103	1104	1105		1106	1107	1108
2A/2C	1103	1104	1105		1106	1107	1108
3A	1103						
3B							
3C	11017						
4A	11024						
4B/14B2		11025	11026		11027		
4C	11028						
5A	11011	11012	11013		11014	11015	11016
5A	11011	11012	11013		11014	11015	11016
6A	11011	11012	11013		11014	11015	11016
6C	11017						
7A	11021						
7C	11017	11024	11025		11026	11027	11028
8A	11029	11020	11021		11022	11023	11024
8B	11051	11025	11026		11027	11028	11029
9A	11013						
9C	11014	11020	11021		11022	11023	11024
10A	11051						
10C	11011	11012	11013		11014	11015	11016
11A	11027						
11B	11022						11023
11D	11017						
12C	11017	11024	11025		11026	11027	11028
13A	11021	11022	11023		11024	11025	11026
14A	11011	11012	11013		11014	11015	11016
14B	11022						
14C	11027						
18B/15B2	11027						
18C	11018						
18A	11020	11021	11022		11023	11024	11025
17A	11011	11012	11013		11014	11015	11016
18A	11015	11020	11021		11022	11023	11024
18B						11-08-011 SWANUKAR SRI	
18C	11020	11021	11022		11023	11024	11025
18A/18B	11025						
20A	11026						
20B	P4175 Mark RED GWAY	P4256 SILVESTER DAVIS					
27A	11051						
27B	11051	11052	11053		11054	11055	11056
28A/28B	11051	11052	11053		11054	11055	11056
	E	B	E	E	E	E	E
HE1A	11057	11017	11018		11019	11020	11021
HE3A	11057	11058	11059		11060	11061	11062
HE3C	11057						
HE7A	11055						
HW15A	11057	11017	11018		11019	11020	11021
HW13A	11011	11012	11013		11014	11015	11016
HW14A	11027						
HW2A	11028						
SPF	11020						

	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
	1101	1102	1103	1104	1105	1106	1107
	S	B	S	M	E	E	E
1A					1102-001 中國新聞	1102-002 中國新聞	1102-003 中國新聞
2A/2C	1103-003 中國新聞						
3A					1103-004 中國新聞		
3B							
3C					1103-005 中國新聞		
4A					1103-006 中國新聞		
4B/4B2					1103-007 中國新聞		
4C					1103-008 中國新聞		
5A					1103-009 中國新聞		
6A	1103-010 中國新聞	1103-011 中國新聞	1103-012 中國新聞		1103-013 中國新聞	1103-014 中國新聞	1103-015 中國新聞
6C					1103-016 中國新聞	1103-017 中國新聞	1103-018 中國新聞
7A	1103-019 中國新聞				1103-020 中國新聞		
7C					1103-021 中國新聞		
8A	1103-022 中國新聞	1103-023 中國新聞	1103-024 中國新聞		1103-025 中國新聞	1103-026 中國新聞	1103-027 中國新聞
8B	1103-028 中國新聞				1103-029 中國新聞	1103-030 中國新聞	1103-031 中國新聞
8A	1103-032 中國新聞	1103-033 中國新聞	1103-034 中國新聞		1103-035 中國新聞	1103-036 中國新聞	1103-037 中國新聞
8C	1103-038 中國新聞	1103-039 中國新聞	1103-040 中國新聞		1103-041 中國新聞	1103-042 中國新聞	1103-043 中國新聞
10A	1103-044 中國新聞				1103-045 中國新聞		
10C					1103-046 中國新聞		
11A	1103-047 中國新聞				1103-048 中國新聞		
11B	1103-049 中國新聞				1103-050 中國新聞		
11D					1103-051 中國新聞		
13C	1103-052 JONG Hoon				1103-053 中國新聞	1103-054 中國新聞	
13A	1103-055 中國新聞				1103-056 中國新聞		
14A	1103-057 中國新聞				1103-058 中國新聞		
14B	1103-059 中國新聞				1103-060 中國新聞		
14C	1103-061 中國新聞				1103-062 中國新聞		
15B/15B2		1103-063 中國新聞			1103-064 中國新聞		
16C	1103-065 中國新聞				1103-066 中國新聞		
16A	1103-067 中國新聞				1103-068 中國新聞		
17A					1103-069 中國新聞		
18A					1103-070 中國新聞		
18B					1103-071 中國新聞		
18C	1103-072 中國新聞				1103-073 中國新聞		
18A/18B	1103-074 中國新聞				1103-075 中國新聞		
20A	1103-076 中國新聞				1103-077 中國新聞		
20B					1103-078 中國新聞		
27A					1103-079 中國新聞		
27B	1103-080 中國新聞	1103-081 中國新聞	1103-082 中國新聞		1103-083 中國新聞	1103-084 中國新聞	1103-085 中國新聞
28A/28B	1103-086 中國新聞				1103-087 中國新聞		
	E	B	E	M	E	E	E
NE1A	1103-088 中國新聞				1103-089 中國新聞		
NE3A	1103-090 中國新聞				1103-091 中國新聞		
NE5C	1103-092 中國新聞				1103-093 中國新聞		
NE7A	1103-094 中國新聞				1103-095 中國新聞		
NW10A	1103-096 中國新聞	1103-097 中國新聞	1103-098 中國新聞		1103-099 中國新聞	1103-100 中國新聞	1103-101 中國新聞
NW12A	1103-102 中國新聞	1103-103 中國新聞	1103-104 中國新聞		1103-105 中國新聞	1103-106 中國新聞	1103-107 中國新聞
NW14A	1103-108 中國新聞				1103-109 中國新聞	1103-110 中國新聞	1103-111 中國新聞
NW2A	1103-112 中國新聞				1103-113 中國新聞		
SPF	1103-114 中國新聞				1103-115 中國新聞		

	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
	1108	1109	1110	1111	1112	1113	1114
	E	B	E	M	E	E	E
1A	1108-001 中國新聞	1108-002 中國新聞	1108-003 中國新聞		1108-004 中國新聞	1108-005 中國新聞	1108-006 中國新聞
2A/2C	1108-007 中國新聞						
3A	1108-008 中國新聞	1108-009 中國新聞	1108-010 中國新聞		1108-011 中國新聞		
3B					1108-012 中國新聞		
3C	1108-013 中國新聞				1108-014 中國新聞		
4A	1108-015 中國新聞				1108-016 中國新聞		
4B/4B2	1108-017 中國新聞				1108-018 中國新聞		
4C	1108-019 中國新聞				1108-020 中國新聞		
5A	1108-021 中國新聞	1108-022 中國新聞	1108-023 中國新聞		1108-024 中國新聞	1108-025 中國新聞	1108-026 中國新聞
6A	1108-027 中國新聞	1108-028 中國新聞	1108-029 中國新聞		1108-030 中國新聞	1108-031 中國新聞	1108-032 中國新聞
6C	1108-033 中國新聞	1108-034 中國新聞	1108-035 中國新聞		1108-036 中國新聞	1108-037 中國新聞	1108-038 中國新聞
7A	1108-039 中國新聞				1108-040 中國新聞		
7C					1108-041 中國新聞		
8A	1108-042 中國新聞	1108-043 中國新聞	1108-044 中國新聞		1108-045 中國新聞	1108-046 中國新聞	1108-047 中國新聞
8B	1108-048 中國新聞	1108-049 中國新聞	1108-050 中國新聞		1108-051 中國新聞	1108-052 中國新聞	1108-053 中國新聞
8A	1108-054 中國新聞	1108-055 中國新聞	1108-056 中國新聞		1108-057 中國新聞	1108-058 中國新聞	1108-059 中國新聞
8C	1108-060 中國新聞	1108-061 中國新聞	1108-062 中國新聞		1108-063 中國新聞	1108-064 中國新聞	1108-065 中國新聞
10A	1108-066 中國新聞				1108-067 中國新聞		
10C					1108-068 中國新聞		
11A	1108-069 中國新聞				1108-070 中國新聞		
11B	1108-071 中國新聞				1108-072 中國新聞		
11D					1108-073 中國新聞		
13C	1108-074 中國新聞				1108-075 中國新聞	1108-076 中國新聞	1108-077 中國新聞
13A	1108-078 中國新聞				1108-079 中國新聞		
14A	1108-080 中國新聞				1108-081 中國新聞		
14B	1108-082 中國新聞				1108-083 中國新聞		
14C	1108-084 中國新聞				1108-085 中國新聞		
15B/15B2	1108-086 中國新聞				1108-087 中國新聞		
16C	1108-088 中國新聞				1108-089 中國新聞		
16A	1108-090 中國新聞				1108-091 中國新聞		
17A					1108-092 中國新聞		
18A					1108-093 中國新聞		
18B					1108-094 中國新聞		
18C	1108-095 中國新聞	1108-096 中國新聞	1108-097 中國新聞		1108-098 中國新聞	1108-099 中國新聞	1108-100 中國新聞
18A/18B	1108-101 中國新聞				1108-102 中國新聞		
20A	1108-103 中國新聞				1108-104 中國新聞		
20B	1108-105 中國新聞				1108-106 中國新聞		
27A	1108-107 中國新聞	1108-108 中國新聞	1108-109 中國新聞		1108-110 中國新聞	1108-111 中國新聞	1108-112 中國新聞
27B	1108-113 中國新聞	1108-114 中國新聞	1108-115 中國新聞		1108-116 中國新聞	1108-117 中國新聞	1108-118 中國新聞
28A/28B	1108-119 中國新聞				1108-120 中國新聞		
	E	B	E	E	E	E	E
NE1A	1108-121 中國新聞				1108-122 中國新聞		
NE3A	1108-123 中國新聞				1108-124 中國新聞		
NE5C	1108-125 中國新聞				1108-126 中國新聞		
NE7A	1108-127 中國新聞				1108-128 中國新聞		
NW10A	1108-129 中國新聞	1108-130 中國新聞	1108-131 中國新聞		1108-132 中國新聞	1108-133 中國新聞	1108-134 中國新聞
NW12A	1108-135 中國新聞	1108-136 中國新聞	1108-137 中國新聞		1108-138 中國新聞	1108-139 中國新聞	1108-140 中國新聞
NW14A	1108-141 中國新聞				1108-142 中國新聞	1108-143 中國新聞	1108-144 中國新聞
NW2A	1108-145 中國新聞				1108-146 中國新聞		
SPF	1108-147 中國新聞				1108-148 中國新聞		

	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
	124	126	127	129	129	1210	1211
	E	B	E	M	E	E	E
1A	110	111	112, 113, 114		115, 116, 117, 118, 119, 120, 121	122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131	
2A/2C	1103-003	1103-003	1103-003		1103-003	1103-003	
3A	0993-009	1103-02	0993-009		1103-02	0993-009	
3B	100504				100504		
3C	100544				110503		
4A	1001	1002	1003		1004		
4B14B2	110185				110185	100184	
4C	0993-009				110304		
5A							
6A	1001	1002	110573				
6C	100504				110303		
7A	100101	100636			100236		
7C	1101	110183			100183		
8A	110501				0993-009		
8B	110505				110511		
8A	110507						
9C	1001	110605			10002		
10A	110503				110503		
10C	1001	1001			1001		
11A	1001				100733		
11B	100543				100527		
11D	110503				110501		
12C	110505				1001	100502	
13A		0993-007			100737		
14A	100189				110507		
14B	110302				110302		
14C	100505					0993-009	
18B-115B2	110505				100505		
18C	100503				100100		
18A	110	110303			0993-009		
17A	1001	1001			1001		
18A	100110				100110		
18B					11-B-010		
18C	110503				11PF-10		
18A/18B	100110				100110		
20A	110501				100503		
20B		PH 102			PH 102		
27A	1001				1001		
27B	100573				1001		
28A/28B	0993-003						
HE1A	100179				100179	100183	
HE3A	1001				1001	1001	1001
HE3C	100503				100503		
HE7A	110503				110503		
HW10A	1001				100184		
HW13A	1001				1001	1001	1001
HW14A	100504				100504		
HW2A					11PF-06		
SPF	1003-003						

	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
	1212	1213	1214	1215	1216	1217	1218
	E	B	E	M	E	E	E
1A	110	111	112, 113, 114		115, 116, 117, 118, 119, 120, 121	122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131	
2A/2C	1103-003	1103-003	1103-003		1103-003	1103-003	
3A	0993-009				1103-009		
3B	100504				100504		
3C	110503				110503		
4A	1001				1001		
4B14B2	100184	110600			100184	110288	
4C	0993-009				110304		
5A							
6A	1001	1002	100123				
6C	110303				110303		
7A	110503				110503		
7C	1001				1001		
8A	1003-004				1003-004		
8B	0993-009				0993-009		
8A	100579				100579		
9C	1001				1001		
10A	100515				100515		
10C					1001	110288	1102
11A	1001				100606		
11B	100527				100527		
11D	110501				110501		
12C	110253				1001	100603	
13A	100737				100737		
14A	110507				110507		
14B							
14C	0993-009					110507	
18B-115B2	100505				100505		
18C	100183				100183		
18A	11PF-15				11PF-15		
17A	1001				110120		
18A	100110				100110		
18B	11	11-B-015			PARJUTTYANNA		11-B
18C	110503				110503		
18A/18B	100110				100110		
20A	100503				100503		
20B					PH 102		
27A	100503				100503		
27B	1001				1001		
28A/28B	0993-009						
HE1A	100183				100183		
HE3A	1001				1001	1001	1001
HE3C	100503				100503		
HE7A	110503				110503		
HW10A	1001				100503		
HW13A	1001				1001	1001	1001
HW14A	100504				100504		
HW2A	11PF-06				100521		
SPF	1003-003						

	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
	1219	1220	1221	1222	1223	1224	1225
	E	E	E	stop	stop	stop	stop
1A	[1219]						
2A2C	110113 1219	110182 1220	110182 1221				
3A	0803-001 1219	100182 1220	100182 1221				
3B	180046 1219						
3C	180147 1219						
4A	110268 1219						
4B14B2	110268 1219						
4C	0803-001 1219						
5A	110012 1219	110012 1220	110012 1221				
6A	110017 1219	110017 1220	110017 1221				
6C	110017 1219						
7A	180129 1219						
7C	180024 1219						
8A	0803-003 1219						
8B	0803-003 1219						
8A	110009 1219		110009 1220				
9C	180068 1219						
10A	180015 1219						
10C	110227 1219	110227 1220	110227 1221				
11A	110009 1219						
11B	110009 1219						
11D	110009 1219						
13C	180035 1219	110531 1220	110531 1221				
13A	110009 1219	110009 1220	110009 1221				
14A	110189 1219						
14B	110583 1219						
14C	110073 1219						
15B-115B2	110539 1219						
16C	180079 1219						
16A	1803-001 1219						
17A	110012 1219	110012 1220	110012 1221				
18A	180175 1219						
19B	11-48-014 METRA Ct. Suburban						
19C	110127 1219	110147 1220	110147 1221				
19A/19B	180013 1219						
20A	180063 1219						
20B	P4053 Thevar HAMBLEY						
27A	180035 1219						
27B	180049 1219						
28A28B	110069 1219						
	E	E	E	stop	stop	stop	stop
NE1A	180183 1219						
NE3A	110012 1219						
NE5C	110064 1219						
NE7A	180182 1219	110013 1220	110013 1221				
NW10A	180063 1219						
NW12A	110012 1219	110012 1220	110012 1221				
NW14A	110032 1219						
NW2A	110531 1219						
SPF	1803-003 1219						

PF ニュースより冊子発送終了のお知らせ

平成 24 年度からの PF-UA の発足に伴い、Vol. 30 からは PF ニュースはウェブが主体となり、PF-UA 会員への冊子の発送は行わないこととなりました。

内容につきましては今まで通り、「施設だより」や「現状」、「最近の研究から」、「研究会等の開催・参加報告」等を掲載していきますが、PF のウェブページに最新情報が掲載されているものにつきましては、今後はそちらの方で情報を得ていただくようになります。

発行の間隔は現状のまま年 4 回（5 月、8 月、11 月、2 月）となる予定で、最新号の掲載時にメールでお知らせすることも計画中です。また、PF ニュースでは皆様に利用し易いウェブページとなるよう、ウェブページのリニューアルを予定しております。ウェブページ掲載に当たっては編集委員一同、ユーザーの皆様に有益だと思われる記事を集め、内容の充実に努めていく所存ですので、どうぞ引き続きご愛読の程、宜しく願い申し上げます。

PF ニュース編集委員一同

投稿のお願い

【最近の研究から】

PF で行われた実験、研究の成果をお寄せ下さい。

【建設・改造ビームラインを使って】

特にビームラインの改良点、他のビームラインとの比較、要望等を是非お聞かせ下さい。

【ユーザーとスタッフの広場】

PF での実験の成果等が認められ受賞された方、海外放射光施設に滞在、訪問された方、国際会議等に参加された方、修士論文等、どうぞご投稿下さい。また PF に対するご意見等がありましたら是非ご投書下さい。

詳細は事務局または PF ニュース HP をご覧下さい。

宛 先

〒 305-0801 茨城県つくば市大穂 1-1
高エネルギー加速器研究機構
物質構造科学研究所 放射光科学研究施設内
PF ニュース編集委員会事務局
TEL : 029-864-5196 FAX : 029-864-3202
E-mail : pf-news@pfqst.kek.jp
URL : <http://pfwww.kek.jp/publications/pfnews/>

編集後記

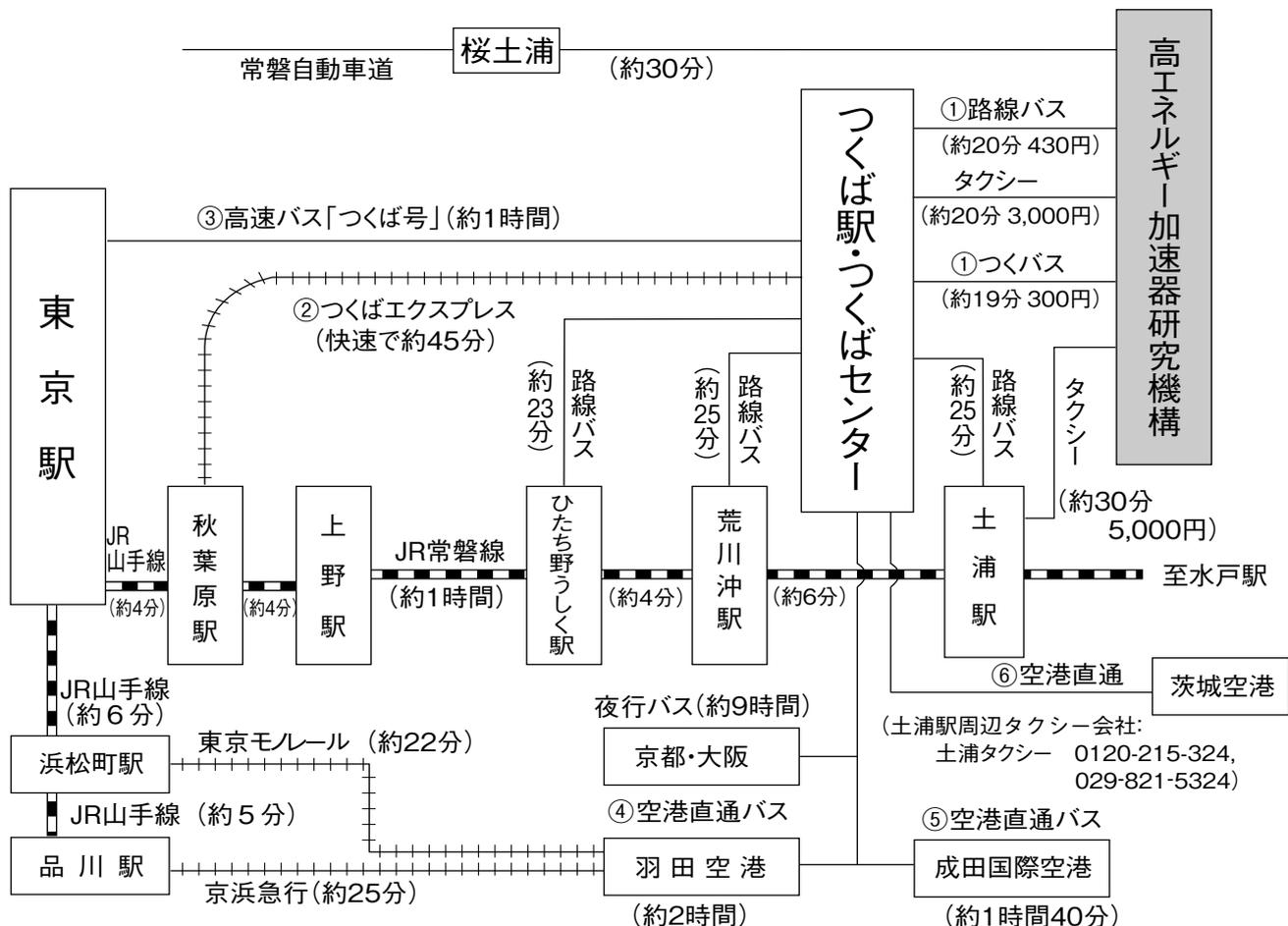
2011 年度の PF ニュースは、本号をもって第 29 巻の全 4 号の発行を終えることができました。今年度は、震災による被害が色濃く残っていた 4 月 20 日に、第一回編集会議を開催するところからスタートしました。当時は PF 実験の再開がいつになるのかすら分からない状況でしたが、ほぼ通常通りの運転をしている現在の PF をみると、当時の諸々の出来事はだいぶ昔のように感じられます。

さて、PF ニュースは次号から 30 年目の歴史を刻み始めます。PF-UA の発足に伴い、冊子版から Web 版を主体とする発行形態に舵を大きく切ります。これまで以上に強力な情報発信源として PF ニュースを提供してゆきますので、今後も変わらずに活用していただけたら幸いです。(K.O.)

委員長	小澤 健一	東京工業大学理工学研究科
副委員長	岩野 薫	物質構造科学研究所
委員	阿部 仁	物質構造科学研究所
	梅森 健成	加速器研究施設
	川口 大輔	名古屋大学工学部
	下村 晋	京都産業大学理学部
	野澤 俊介	物質構造科学研究所
	松垣 直宏	物質構造科学研究所
	山崎 裕一	物質構造科学研究所
事務局	高橋 良美	物質構造科学研究所

宇佐美徳子	物質構造科学研究所
永長 久寛	九州大学大学院総合理工学研究院
近藤 次郎	上智大学理工学部物質生命理工学科
立花 隆行	東京理科大学理学部第二部物理学科
濱松 浩	住友化学株式会社 筑波研究所
光延 聖	静岡県立大学 環境科学研究所

KEK アクセスマップ・バス時刻表



高エネルギー加速器研究機構

(KEK周辺タクシー会社：大曾根タクシー 0120-000-302, 029-864-0301) (確認日：2012. 2. 1)

①つくばセンター ↔ KEK (2011年10月1日改正)

関東鉄道バス 所要時間 約20分 運賃 430円 (KEK—土浦駅間の料金は760円) つくばセンター乗り場5番

18系統：土浦駅東口→つくばセンター→KEK→つくばテクノパーク大穂 C8系統：つくばセンター→KEK→つくばテクノパーク大穂
71系統：つくばセンター→(西大通り)→KEK→下妻駅 (筑波大学は経由しません)

つくバス 所要時間 約20分 運賃 300円 つくばセンター乗り場3番
HB/HA (北部シャトル)：つくばセンター→KEK→筑波山口 (筑波大学には停まりません)

下り (×は土曜・休日運休、○は土曜・休日運転)

系統	つくばセンター	KEK	系統	つくばセンター	KEK	系統	つくばセンター	KEK	系統	つくばセンター	KEK
HB	6:55	7:13	HB	10:00	10:18	71	14:00	14:19	HB	18:25	18:43
C8	×7:22	×7:37	HB	10:25	10:43	HB	14:25	14:43	C8	×18:30	×18:45
HB	7:30	7:48	71	×10:30	×10:49	HB	14:55	15:13	HB	18:55	19:13
C8	×7:50	×8:05	C8	10:55	11:10	71	15:00	15:19	71	×19:05	×19:24
HB	7:55	8:13	HB	10:55	11:13	HB	15:25	15:43	HB	19:25	19:43
18	○8:07	○8:25	71	11:00	11:19	HB	15:55	16:13	71	○19:30	○19:49
18	×8:07	×8:29	HB	11:25	11:43	C8	16:25	16:40	71	×19:45	×20:04
HB	8:30	8:48	HB	11:55	12:13	HB	16:25	16:43	HB	19:55	20:13
71	8:45	9:04	71	12:00	12:19	71	16:35	16:54	C8	×20:05	×20:20
HB	8:55	9:13	HB	12:25	12:43	HB	16:55	17:13	HB	20:25	20:43
71	9:00	9:19	HB	12:55	13:13	C8	×17:00	×17:15	HB	20:55	21:13
HB	9:20	9:38	C8	○13:20	13:35	HB	17:25	17:43	HB	21:25	21:43
C8	○9:35	○9:50	HB	13:25	13:43	71	17:30	17:49	HB	21:55	22:13
71	×9:55	×10:14	HB	13:55	14:13	C8	17:55	18:10	HB	22:20	22:38
C8A	×10:00	×10:15	C8	×14:00	×14:15	HB	17:55	18:13			

18系統の土浦駅東口→つくばセンターは17分間です。

上り (×は土曜・休日運休、○は土曜・休日運転)

系統	KEK	つくばセンター	系統	KEK	つくばセンター	系統	KEK	つくばセンター	系統	KEK	つくばセンター
HA	6:20	6:43	71	10:18	10:40	71	14:28	14:50	HA	18:15	18:38
71	×6:28	×6:50	C8	○10:25	○10:45	HA	14:45	15:08	71	○18:28	○18:50
HA	6:50	7:13	HA	10:45	11:08	C8	×14:50	×15:10	18	○18:45	○19:05
HA	7:15	7:38	C8	×10:55	×11:19	HA	15:15	15:38	HA	18:45	19:08
71	7:33	7:55	HA	11:15	11:38	71	15:28	15:50	C8	×18:45	×19:15
HA	7:45	8:08	71	11:28	11:50	HA	15:45	16:08	HA	19:15	19:38
HA	8:10	8:33	HA	11:45	12:08	HA	16:10	16:33	71	×19:18	×19:40
71	8:28	8:50	C8	11:50	12:10	HA	16:35	16:58	C8	×19:30	×19:50
HA	8:45	9:08	HA	12:15	12:38	71	16:58	17:20	HA	19:45	20:08
C8	×8:50	×9:14	HA	12:45	13:08	HA	17:10	17:33	HA	20:10	20:33
C8	○9:05	○9:25	HA	13:15	13:38	C8	○17:20	○17:40	HA	20:35	20:58
HA	9:20	9:43	71	13:23	13:45	C8	×17:20	×17:45	18	×20:50	×21:10
C8	×9:25	×9:49	HA	13:45	14:08	HA	17:40	18:03	HA	21:10	21:33
HA	9:45	10:08	HA	14:15	14:38	C8	×17:50	×18:15	HA	21:40	22:03
HA	10:15	10:38	C8	○14:20	○14:40	71	×17:58	×18:20			

18系統のつくばセンター→土浦駅東口は22分間です。

②つくばエクスプレス

(2010年10月1日改定)

所要時間 つくば駅-秋葉原駅(快速)約45分 [1,150円]

普通回数券(11枚綴り), 昼間時回数券(12枚綴り), 土・休日回数券(14枚綴り)あり

詳細はホームページ <http://www.mir.co.jp/> をご参照下さい。

平日・下り					
秋葉原発	つくば着	秋葉原発	つくば着	秋葉原発	つくば着
*5:30	6:27	○10:00	10:45	19:50	20:43
*5:45	6:42	10:15	11:07	○20:00	20:45
○6:05	6:50	○10:30	11:15	20:10	21:03
6:20	7:13	10:45	11:37	20:20	21:13
6:29	7:22	(10時~16時まで同じ)		○20:30	21:15
6:45	7:37	○17:00	17:45	20:40	21:33
○7:00	7:45	17:17	18:09	20:50	21:43
7:11	8:04	*17:22	18:24	○21:00	21:45
7:24	8:18	○17:30	18:15	21:12	22:04
○7:37	8:22	17:40	18:33	21:23	22:16
7:46	8:40	17:50	18:43	21:36	22:29
○8:02	8:49	○18:00	18:45	21:48	22:40
8:08	9:03	18:10	19:03	*21:55	22:56
8:15	9:09	18:20	19:13	○22:00	22:45
○8:24	9:11	○18:30	19:15	22:15	23:07
8:34	9:28	18:40	19:33	22:30	23:23
8:47	9:40	18:50	19:43	22:45	23:37
8:57	9:49	○19:00	19:45	*22:51	23:54
○9:09	9:55	19:10	20:03	○23:00	23:45
9:17	10:09	19:20	20:13	23:15	0:08
○9:30	10:15	○19:30	20:15	*23:30	0:27
9:45	10:37	19:40	20:33		

平日・上り							
つくば発	秋葉原着	つくば発	秋葉原着	つくば発	秋葉原着	つくば発	秋葉原着
5:07	5:59	9:32	10:25	17:32	18:24	22:14	23:06
○5:28	6:13	○9:55	10:40	○17:48	18:33	*22:27	23:25
5:32	6:24	10:02	10:54	17:51	18:43	22:40	23:33
5:51	6:43	○10:25	11:10	18:02	18:54	22:57	23:50
6:12	7:05	10:30	11:23	○18:19	19:04	*23:14	0:11
6:32	7:26	○10:55	11:40	18:21	19:14		
6:41	7:34	11:02	11:54	18:31	19:24		
○6:56	7:42	○11:25	12:10	○18:49	19:34		
6:57	7:51	11:30	12:23	18:51	19:44		
*7:06	8:04	○11:55	12:40	○19:19	20:04		
7:12	8:07	12:00	12:53	19:21	20:14		
○7:25	8:12	○12:25	13:10	○19:49	20:34		
7:27	8:23	12:30	13:23	19:51	20:44		
7:42	8:37	○12:55	13:40	○20:19	21:04		
○7:56	8:43	(12時~15時まで同じ)		20:24	21:17		
7:57	8:53	16:00	16:53	20:39	21:31		
8:12	9:06	○16:25	17:10	20:51	21:44		
○8:26	9:12	○16:43	17:28	○21:08	21:53		
8:31	9:24	16:51	17:43	21:11	22:03		
8:47	9:40	○17:09	17:54	21:27	22:19		
9:00	9:52	17:12	18:04	21:42	22:34		
○9:25	10:10	17:21	18:13	21:57	22:49		

土曜/休日・下り					
秋葉原発	つくば着	秋葉原発	つくば着	秋葉原発	つくば着
*5:30	6:27	○10:00	10:45	19:48	20:40
*5:45	6:42	10:15	11:08	○20:00	20:45
○6:05	6:50	○10:30	11:15	20:12	21:04
6:18	7:10	10:45	11:37	20:24	21:16
6:31	7:24	(10時~16時まで同じ)		20:36	21:28
6:43	7:35	○17:00	17:45	20:48	21:40
○7:00	7:45	17:12	18:04	○21:00	21:45
7:12	8:04	17:24	18:16	21:12	22:05
○7:24	8:09	17:36	18:28	21:24	22:16
7:35	8:27	17:48	18:40	21:36	22:29
7:48	8:40	○18:00	18:45	21:48	22:40
○8:00	8:45	18:12	19:04	○22:00	22:45
8:20	9:12	18:24	19:16	22:15	23:07
○8:30	9:15	18:36	19:28	22:30	23:23
8:50	9:42	18:48	19:40	22:45	23:37
○9:00	9:45	○19:00	19:45	○23:00	23:45
9:19	10:11	19:12	20:04	23:15	0:08
○9:30	10:15	19:24	20:16	*23:30	0:27
9:45	10:37	19:36	20:28		

土曜/休日・上り							
つくば発	秋葉原着	つくば発	秋葉原着	つくば発	秋葉原着	つくば発	秋葉原着
5:07	5:59	○9:54	10:39	18:02	18:54	21:57	22:49
○5:28	6:13	10:02	10:54	○18:20	19:05	22:15	23:08
5:32	6:24	○10:25	11:10	18:25	19:17	*22:27	23:25
5:51	6:43	10:30	11:22	18:38	19:31	22:40	23:33
6:13	7:06	○10:55	11:40	18:49	19:42	22:57	23:49
6:33	7:26	11:02	11:54	19:02	19:54	*23:14	0:11
○6:57	7:42	○11:25	12:10	○19:20	20:05		
7:01	7:53	11:30	12:23	19:25	20:17		
○7:28	8:13	○11:55	12:40	19:37	20:30		
7:31	8:23	12:00	12:53	19:49	20:42		
7:41	8:34	○12:25	13:10	20:01	20:54		
○7:58	8:43	12:30	13:23	○20:20	21:05		
8:02	8:54	○12:55	13:40	20:25	21:17		
○8:28	9:13	(12時~16時まで同じ)		20:37	21:30		
8:32	9:25	17:02	17:54	20:51	21:43		
8:47	9:39	○17:20	18:05	○21:08	21:53		
○9:10	9:55	17:25	18:17	21:11	22:03		
9:17	10:10	○17:46	18:31	21:27	22:19		
9:32	10:24	17:49	18:42	21:42	22:34		

○:快速 無印:区間快速 *:普通

③ 高速バス

高速バス発車時刻表 [つくば号]

(2011年6月1日改正)

運賃 東京駅←→つくばセンター (←→筑波大学) : 1150円 (3枚綴り回数券3100円, 上り専用3枚綴りで1900円)
 @ミッドナイトつくば号 東京駅→筑波大学: 2000円 (回数券は使用不可)
 所要時間 東京→つくば65分~70分 つくば→上野90分 (平日) つくば→東京110分 (平日)
 つくば→東京80分 (日祝日)

○ 6:50U	○ × 9:30U	○ × 14:30U	○ × 18:40U	× 21:30U
× 7:00U	○ × 10:00U	○ × 15:00U	○ × 19:00U	○ 21:40U
○ 7:20	○ × 10:30U	○ × 15:30U	○ 19:20U	○ × 22:00U
× 7:30U	○ × 11:00U	○ × 16:00U	× 19:30U	○ 22:20U
○ 7:40	○ × 11:30U	○ × 16:30U	○ 19:40	× 22:30U
○ × 8:00U	○ × 12:00U	○ × 17:00U	○ × 20:00U	○ 22:40U
○ 8:20U	○ × 12:30U	○ × 17:20U	○ × 20:20U	○ × 23:00U
× 8:30U	○ × 13:00U	○ × 17:40U	○ × 20:40U	○ 23:50U@
○ 8:40U	○ × 13:30U	○ × 18:00U	○ × 21:00U	× 24:00U@
○ × 9:00U	○ × 14:00U	○ × 18:20U	○ 21:20U	○ 24:10U@
			○ × 24:30U@	

○ 5:00U	× 8:40U	○ × 11:30U	○ 16:20U	○ 19:20U
○ × 5:30U	○ × 9:00U	○ × 12:00U	× 16:30U	× 19:30U
○ × 6:00U	○ 9:20	○ × 12:30U	○ 16:40	○ 19:40U
○ × 6:30U	× 9:20U	○ × 13:00U	○ × 17:00U	○ × 20:00U
○ × 7:00U	○ 9:40	○ × 13:30U	○ 17:20U	○ 20:20U
× 7:20U	× 9:40U	○ × 14:00U	× 17:30U	× 20:30U
○ 7:30U	○ × 10:00U	○ × 14:30U	○ 17:40U	○ 20:40U
× 7:40U	○ × 10:20U	○ × 15:00U	○ × 18:00U	○ × 21:00U
○ × 8:00U	○ 10:40	○ 15:20U	○ 18:20U	○ 21:20
× 8:20U	× 10:40U	× 15:30U	× 18:30U	× 21:30U
○ 8:30U	○ × 11:00U	○ 15:40U	○ 18:40U	○ 21:40U
		○ × 16:00U	○ × 19:00U	○ × 22:00U

※○: 平日 ×: 土日休 @ミッドナイトつくば号。

上りは, 平日・土曜のみ都営浅草駅, 上野駅経由

※つくば市内のバス停 (上下便とも) 筑波大学, 大学会館, 筑波大学病院, つくばセンター, 竹園二丁目, 千現一丁目, 並木一丁目, 並木二丁目, 並木大橋, 下広岡

※ミッドナイトつくば号の乗車券は乗車日の1カ月前から発売。

●発売窓口: 学園サービスセンター (8:30~19:00) 東京営業センター (東京駅乗車場側/6:00~発車まで)

新宿営業センター (新宿駅南口JRバス新宿営業センター内/6:00~23:00)

●電話予約: JRバス関東03-3844-0489 (10:00~18:00) ●ネット予約: 決済 <http://www.kousokubus.net/> (高速バスネット)

④⑤⑥ 空港直通バス (つくばセンターバス乗り場: 8番)

羽田空港←→つくばセンター

所要時間: 約2時間 (但し, 渋滞すると3時間以上かかることもあります。) 運賃: 1,800円 (2010年10月21日改定)

国際線ターミナル	第2ターミナル	第1ターミナル	つくばセンター
8:20	8:30	8:35	10:20
9:20	9:30	9:35	11:20
10:20	10:30	10:35	12:20
11:45	11:55	11:35	13:45
12:45	12:55	12:00	14:45
14:45	14:55	15:00	16:45
15:45	15:55	16:00	17:45
16:45	16:55	17:00	18:45
17:45	17:55	18:00	19:45
19:20	19:30	19:35	21:00
20:45	20:55	21:00	22:15
21:45	21:55	22:00	23:15

つくばセンター	第2ターミナル	第1ターミナル	国際線ターミナル
4:40	6:17	6:22	6:29
5:30	7:07	7:12	7:19
6:40	8:37	8:42	8:49
8:00	9:57	10:02	10:09
9:30	11:27	11:32	11:39
11:00	12:57	13:02	13:09
12:30	14:07	14:12	14:19
14:00	15:37	15:42	15:49
15:00	16:37	16:42	16:49
16:00	17:37	17:42	17:49
17:15	18:52	18:57	19:04
18:15	19:42	19:47	19:54

※ 平日日祝日とも上記時刻表

※ 羽田空港乗り場: 1階到着ロビーバス乗り場13番, 国際線ターミナル6番

※ 上下便, つくば市内でのバス停: 竹園二丁目, 千現一丁目, 並木一丁目, 並木二丁目, 並木大橋

※ 問い合わせ: 029-836-1145 (関東鉄道) / 03-3765-0301 (京浜急行)

成田空港←→つくばセンター (土浦駅東口行) (AIRPORT LINER NATT'S)

(2008年11月20日改定)

所要時間: 約1時間40分 運賃: 2,540円

乗車券購入方法 (成田空港行): 予約制。1カ月前から予約受付。乗車券は3日前までに購入。KEKの売店でも購入可。

予約センター電話: 029-852-5666 (月~土: 8:30~19:00 日祝日 9:00~19:00)

つくばセンター方面土浦駅東口行: 成田空港1F京成カウンターにて当日販売

第2ターミナル	第1ターミナル	つくばセンター
7:40	7:45	9:20
9:05	9:10	10:45
10:35	10:40	12:15
12:50	12:55	14:30
14:30	14:35	16:10
16:15	16:20	17:55
17:20	17:25	19:00
18:45	18:50	20:25
20:10	20:15	21:50

つくばセンター	第2ターミナル	第1ターミナル
6:00	7:40	7:45
7:00	8:40	8:45
8:50	10:25	10:30
10:40	12:15	12:20
12:20	13:55	14:00
13:35	15:10	15:15
14:35	16:10	16:15
15:50	17:25	17:30
17:35	19:10	19:15

※ 平日日祝日とも上記時刻表

茨城空港←→つくばセンター

(2011年6月1日改正)

所要時間: 約1時間 運賃: 1,000円

問い合わせ 029-836-1145 (関東鉄道)

11:05	12:05
14:20	15:20
18:05	19:05

9:10	10:10
12:30	13:30
16:00	17:00

※航空便の運行状況によって, 運休/時刻変更の場合があります。

つくば市内宿泊施設

(確認日：2012. 2. 1) ※ 料金は全て税込。



- ① アーバンホテル
(<http://www.urbanhotel.co.jp/uhotel.html>)
TEL (029) 877-0001 6,825円～
- ② にいはり旅館
TEL (029) 864-2225 3,885円～
- ③ 筑波研修センター
TEL (029) 851-5152 3,600円～
- ④ オークラフロンティアホテルつくば
(<http://www.okura-tsukuba.co.jp/index2.html>)
TEL (029) 852-1112 11,088円～
- ⑤ ダイワロイネットホテル
TEL (029) 863-3755
(<http://www.daiwaroynet.jp/tsukuba/>)
- ⑥ ルートつくば
TEL (029) 860-2111 6,825円～ (朝食付)
- ⑦ オークラフロンティアホテル
つくばエポカル
(<http://www.okura-tsukuba.co.jp/index2.html>)
TEL (029) 860-7700 11,088円～
- ⑧ ホテルニューたかはし竹園店
TEL (029) 851-2255 5,775円～
- ⑨ ホテルデイリーイン
(<http://www.yama-nami.co.jp/>)インターネット予約5%引き
TEL (029) 851-0003 6,090円
- ⑩ ビジネスホテル山久 5,000円～(2食付・1室2人)
TEL (029) 852-3939 6,000円～(2食付・1室1人)
- ⑪ ビジネスホテル松島
TEL (029) 856-1191
(新館) 6,500円～
⑫ 6,800円 (3人～)
(風呂・2食付)
(本館) 6,000円～
⑬ 6,300円(3人～)(2食付)

- ⑫ ホテルグランド東雲 (新館) 7,350円～
TEL (029) 856-2212 (本館) 6,300円～
- ⑬ つくばスカイホテル
(<http://www.yama-nami.co.jp/>) インターネット予約5%引き
TEL (029) 851-0008 6,300円～
- ⑭ 学園桜井ホテル
(<http://www.gakuen-hotel.co.jp/>)
TEL (029) 851-3011 6,878円～
- ⑮ ビジネス旅館二の宮
TEL (029) 852-5811 5,000円～
(二人部屋のみ 2食付)

- ⑯ ホテルベストランド
(<http://www.hotel-bestland.co.jp/>)
TEL (029) 863-1515
- ⑰ 東横イン
(<http://www.toyoko-inn.com/hotel/00228/>)
TEL (029) 863-1045

KEK内福利厚生施設

ユーザーの方は、これらの施設を原則として、機構の職員と同様に利用することができます。各施設の場所は後出の「高エネルギー加速器研究機構平面図」をご参照下さい。

●共同利用宿泊者施設（ドミトリー）

（管理人室 TEL/FAX:029-864-5574 PHS:2929）

シングルバス・トイレ付き 2,000円

シングルバス・トイレなし 1,500円

- ドミトリーは夜の22時から朝の8時までは施錠されます。また、この時間帯は管理人が不在ですので、22時以降にドミトリーに到着される方はインフォメーションセンター（029-864-5572, PHS:3398）でドミトリーの部屋の鍵を受け取って下さい。
- 支払いはユーザーズオフィスにて、現金の他、クレジットカード、デビットカードが利用可能です。また宿泊が週末等になり、ユーザーズオフィスで支払えない場合は銀行振込、管理人による現金での領収も可能です。

●図書室（研究本館1階 内線3029）

開室時間：月～金 9:00～17:00

閉室日：土、日、祝、12/28～1/4、蔵書点検日
機構発行のIDカードがあれば開室時間以外でも入館可能。詳しくは下記URLをご覧ください。

(<http://www-lib.kek.jp/riyou/index.html>)

●健康相談室（医務室）（内線 5600）

勤務時間中に発生した傷病に対して、応急処置を行うことができます。健康相談も行っていますので、希望者は事前に申し込んでください。

場 所 先端計測実験棟

開室時間 8:30～17:00（月曜日～金曜日）

●食 堂（内線 2986）

営 業 月～金 ただし祝日及び年末年始は休業

昼食 11:30～13:30 夕食 17:30～19:00

●レストラン（内線 2987）

営 業 月～金 ただし祝日及び年末年始は休業

昼食 12:00～14:00（ラストオーダー13:40）

●喫茶店「風来夢（プライム）」（内線 3910）

営 業 日：毎日（年末年始、夏季休業日を除く）

営業時間：7時30分～21時00分

（朝食）7時30分～9時30分

（昼食）11時30分～13時30分

（夕食）17時30分～21時00分

上記以外は喫茶での営業

（※清掃作業のため10時～11時は入店出来ません。）

●売 店（内線3907）

日用品、雑貨、弁当、牛乳、パン、菓子類、タバコ、

切手等を販売しています。また、クリーニングやDPE、宅配便の取次ぎも行っています。

営 業 月～金 9:00～18:00

※当面の間、平日のみの営業となります。

●宅配便情報

① PF に宅配便で荷物を送る場合には、下記宛先情報を宅配便伝票に必ず記載する。

【PF への荷物の宛先】 PF 事務室気付 BL-○○○（ステーション名）+受取者名

【PF-AR への荷物の宛先】 PF 事務室気付 PF-AR 共同研究棟 N○○○（ステーション名）+受取者名
以下の情報を shipping@pfiqst.kek.jp 宛てに送る。

1. 発送者氏名, 2. 所属, 3. KEK 内での連絡先（携帯電話等）, 4. 発送日, 5. 運送業者, 6. PF への到着予定日時, 7. 荷物の個数, 8. ステーション名

② PF-AR 地区宅配便荷物置場の移動について

2010年9月24日より、宅配便荷物置場が従来使用してきたPF-AR南コンテナハウスから、PF-AR共同研究棟（旧ERATO事務所）に移動しました。研究棟入口は、PF研究棟玄関入口と同様に20:00～翌日8:00までの間は自動施錠されますが、ユーザーカードによる解錠は可能です。

●自転車貸出方法（受付〔監視員室〕内線3800）

- ・貸出は実験ホール入口の監視員室で行う。
- ・貸出は一往復とし、最長でも半日とする。
- ・使用後は所定の自転車スタンドへ戻し、鍵は監視員室へ速やかに戻す。

（PF-ARでも自転車を10台用意していますので利用したい方はビームライン担当者または運転当番〔PHS 4209〕に連絡して下さい。）

ユーザーズオフィスでも自転車の貸出を行っています。

●常陽銀行ATM

取扱時間：9:00～18:00（平日） 9:00～17:00（土）

日・祝日の取扱いはありません。常陽銀行以外の金融機関もカードのみの残高照会、引出しが可能です。

●郵便ポスト（計算機棟正面玄関前）

収集時間：10:30（平日・土曜）、10:00（休日）

●ユーザーズオフィスについては、<http://usersoffice.kek.jp/>をご覧ください。

Tel : 029-879-6135, 6136 Fax : 029-879-6137

Email : usersoffice@mail.kek.jp

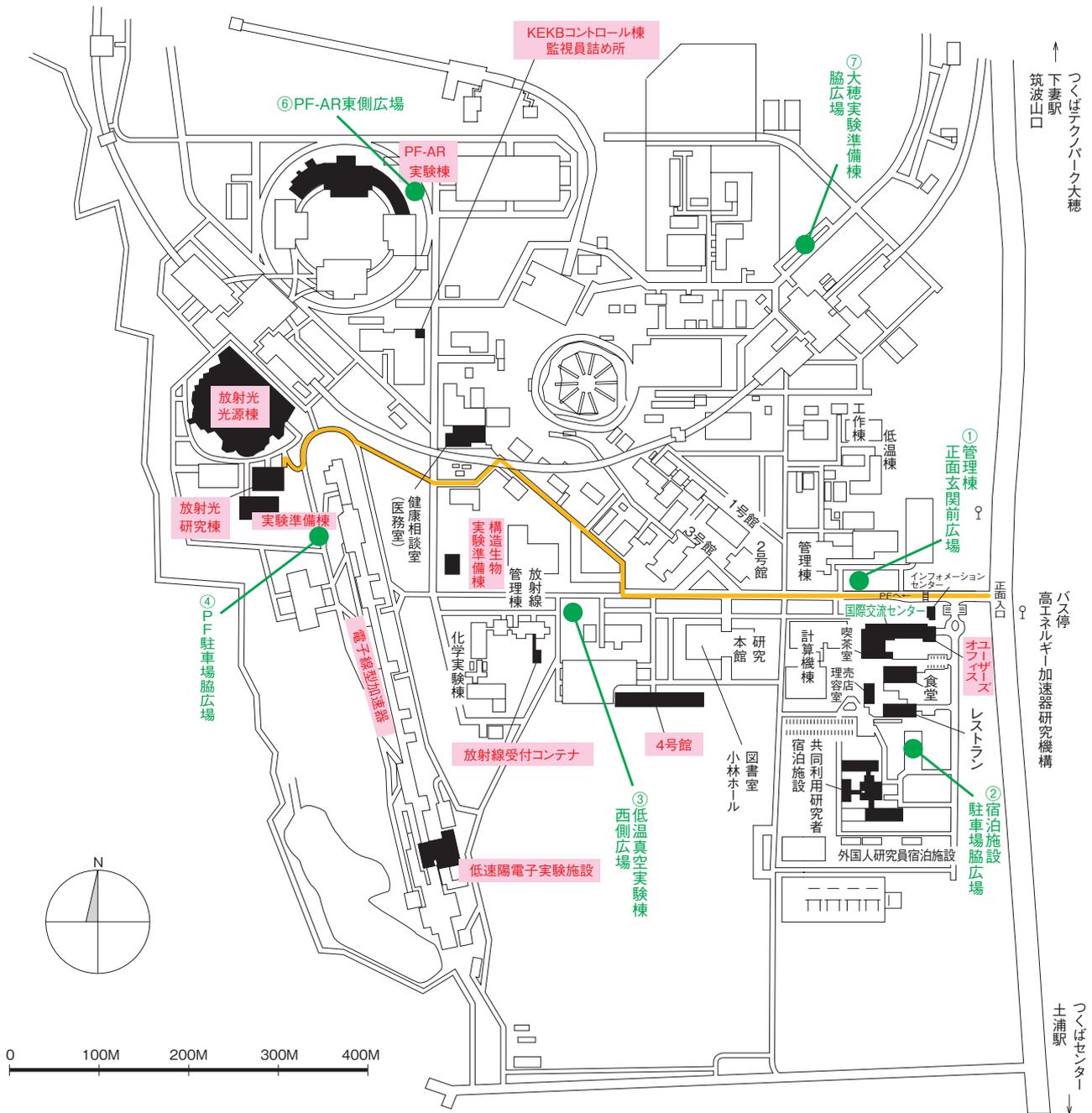
ビームライン担当一覧表 (2012. 2. 1)

ビームライン ステーション	形態	光源 ステーション/実験装置名 (●共同利用, ○建設/立ち上げ中, ◇所外, ☆教育用BL, ★UG運営ST)	BL担当者 担当者	担当者 (所外)
BL-1		U	松垣	
BL-1A	●	タンパク質結晶構造解析ステーション	松垣	
BL-2		U	北島	
BL-2A	●	軟X線2結晶分光ステーション	北島	
BL-2C	●	軟X線不等間隔平面回折格子分光器	足立 (純)	
BL-3		U (A) / B M (B, C)	中尾	
BL-3A	●	六軸X線回折計/二軸磁場中X線回折実験ステーション	中尾	
BL-3B	☆●	VUV 24m球面回折格子分光器 (SGM)	柳下	加藤 (弘前大)
BL-3C	●	X線光学素子評価/白色磁気回折ステーション	平野	
BL-4		B M	中尾	
BL-4A	●	蛍光X線分析/マイクロビーム分析	飯田	
BL-4B1	●	極微小結晶・微小領域回折実験ステーション	山崎	
BL-4B2	●★	多連装粉末X線回折装置	中尾	井田 (名工大)
BL-4C	●	六軸X線回折計用実験ステーション	山崎	
BL-5		M P W	山田	
BL-5A	●	タンパク質結晶構造解析ステーション	山田	
BL-6		B M	五十嵐	
BL-6A	●	X線小角散乱ステーション	五十嵐	
BL-6C	●★	X線回折/散乱実験ステーション	河田	佐々木 (東工大)
BL-7		B M	雨宮 (岡林: 東大)	
BL-7A	◇●	軟X線分光 (XAFS, XPS) ステーション (東大・スペクトル)	雨宮	岡林 (東大)
BL-7C	●	XAFS/異常散乱/汎用X線ステーション	杉山	
BL-8		B M	熊井	
BL-8A	●	多目的極限条件下ワンセンベルグカメラ	熊井	
BL-8B	●	多目的極限条件下ワンセンベルグカメラ	熊井	
BL-9		B M	野村	
BL-9A	●	XAFS実験ステーション	阿部	
BL-9C	●	小角散乱/XAFSステーション	野村	
BL-10		B M	五十嵐	
BL-10A	●	垂直型四軸X線回折装置	山崎	
BL-10C	●★	溶液用小角散乱実験ステーション	五十嵐	野島 (東工大)
BL-11		B M	北島	
BL-11A	●	軟X線斜入射回折格子分光器	北島	
BL-11B	●	軟X線2結晶分光ステーション	北島	
BL-11D	●	軟X線光学素子評価装置専用ステーション	伊藤	
BL-12		B M	菊地	
BL-12C	●	XAFS実験ステーション	仁谷	
BL-13		U	間瀬	
BL-13A	●	有機薄膜研究用光電子分光ステーション	間瀬	
BL-14		V W	岸本	
BL-14A	●	単結晶構造解析・検出器開発ステーション	岸本	
BL-14B	●	精密X線回折実験ステーション	平野	
BL-14C	●	X線イメージングおよび汎用X線実験ステーション	兵藤	
BL-15		B M	平野	
BL-15B1	●	白色X線トポグラフィおよび汎用X線実験ステーション	杉山	
BL-15B2	●	表面界面X線回折実験ステーション	杉山	
BL-15C	●	精密X線回折ステーション	平野	

BL-16		U	雨宮
BL-16A	●	可変偏光軟X線分光ステーション	雨宮 F1, F3, Fm (各種軟X線分光) 雨宮 F2 (高磁場下XMCD) 小出
BL-17		U	五十嵐
BL-17A	●	タンパク質結晶構造解析ステーション	五十嵐
BL-18		B M	柳下 (柿崎 : 東大物性研)
BL-18A (東大・物性研)	◇●	表面・界面光電子分光実験ステーション	柳下 柿崎 (東大物性研)
BL-18B(インド・DST)	◇○	Multipurpose Monochromatic Hard X-ray Station	五十嵐 M. Mukhopadhyay (DST)
BL-18C	●★	超高压下粉末X線回折計	亀卦川 中野 (物材研)
BL-19 (東大・物性研)		U	柳下 (柿崎 : 東大物性研)
BL-19A	◇●	スピン偏極光電子分光実験ステーション	柳下 柿崎 (東大物性研)
BL-19B	◇●	分光実験ステーション	柳下 柿崎 (東大物性研)
BL-20		B M	伊藤
BL-20A	☆●	3 m直入射型分光器	伊藤 河内 (東工大)
BL-20B(ASCo.)	◇●	多目的単色・白色X線回折散乱実験ステーション	河田 J. B. Aitken (Australia)
BL-27		B M	宇佐美
BL-27A	●	放射性試料用軟X線実験ステーション	宇佐美
BL-27B	●	放射性試料用X線実験ステーション	宇佐美
BL-28		H U	小野
BL-28A/B	●	高分解能角度分解光電子分光 可変偏光 VUV-SX 不等間隔平面回折格子分光器	小野
PF-AR			
AR-NE1		E M P W	亀卦川
AR-NE1A	●	レーザー加熱超高压実験ステーション	亀卦川
AR-NE3		U	山田
AR-NE3A	●	タンパク質結晶構造解析ステーション	山田
AR-NE5		B M	亀卦川
AR-NE5C	●	高温高压実験ステーション / MAX80	亀卦川
AR-NE7		B M	兵藤
AR-NE7A	●	X線イメージングおよび高温高压実験ステーション	兵藤
AR-NW2		U	阿部
AR-NW2A	●	時分割 XAFS 及び時分割 X線回折実験ステーション	阿部
AR-NW10		B M	仁谷
AR-NW10A	●	XAFS 実験ステーション	仁谷
AR-NW12		U	Chavas
AR-NW12A	●	タンパク質結晶構造解析ステーション	Chavas
AR-NW14		U	足立 (伸)
AR-NW14A	●	時間分解 X線回折実験ステーション	足立 (伸)
低速陽電子			兵頭
SPF-A1	○	ポジトロニウム飛行時間測定装置	兵頭
SPF-A3	●	低速陽電子ビーム汎用ステーション	兵頭
SPF-B1	○	反射高速陽電子回折装置	兵頭

高エネルギー加速器研究機構平面図

(物質構造科学研究所 放射光科学研究施設関係分)



- 歩行者・自転車用ルート
- 緊急時避難場所 Emergency Assembly Area

非常の際は、運転当番 4209 インフォメーションセンター 3399

