

ISSN 1341-9668  
SPring-8 Document  
D2012-007

# SPring-8

INFORMATION  
[利用者情報]

Vol.17 No.3 2012.8



  
JASRI

## SPring-8 Information

目次

### CONTENTS

理事長室から — SANFRECCE (三本の矢) —  
 Message from President – SANFRECCE (Three Arrows) –

(公財)高輝度光科学研究センター 理事長  
 President of JASRI

白川 哲久  
 SHIRAKAWA Tetsuhisa ..... 215

### 1. 最近の研究から / FROM LATEST RESEARCH

超高分解能核共鳴散乱分光法で調べるソフトマターのスローダイナミクス  
 Slow Dynamics of Soft Matter Studied by Ultrahigh Resolution Nuclear Resonant  
 Scattering Spectroscopy

Beamlines Spectroscopy/Scattering, Sincrotrone Trieste

京都大学 原子炉実験所 / 日本原子力研究開発機構 量子ビーム応用研究部門  
 Kyoto University Research Reactor Institute / Quantum Beam Science Directorate, JAEA

齋藤 真器名  
 SAITO Makina  
 瀬戸 誠  
 SETO Makoto ..... 216

リチウムイオンを内包した C<sub>60</sub> フラーレンの岩塩型結晶  
 Rock-Salt-Type Crystal of C<sub>60</sub> Fullerene with Encapsulated Lithium Cation

名古屋市立大学大学院 システム自然科学研究科  
 Department of Information and Biological Sciences, Nagoya City University

名古屋大学大学院 工学研究科  
 Department of Applied Physics, Nagoya University

名古屋大学大学院 理学研究科  
 Department of Chemistry, Nagoya University

北浦 良  
 KITAURA Ryo

青柳 忍  
 AOYAGI Shinobu  
 西堀 英治  
 NISHIBORI Eiji  
 澤 博  
 SAWA Hiroshi  
 佐道 祐貴  
 SADO Yuki  
 篠原 久典  
 SHINOHARA Hisanori ..... 222

長期利用課題報告 1: 脳を切らずに神経を見る~脳科学への放射光位相差 CT の活用  
 Long-term Proposal Report 1: Neuroscience and Phase-contrast CT

(独)国立病院機構西多賀病院 臨床研究部  
 Research Center, NHO Nishitaga National Hospital

東北大学大学院 医学系研究科  
 Graduate School of Medicine, Tohoku University

小野寺 宏  
 ONODERA Hiroshi  
 高島 健太  
 TAKASHIMA Kenta ..... 227

Long-term Proposal Report 2: Phase Contrast X-ray Imaging of the Lung

The Ritchie Centre, Monash Institute for Medical Research  
 School of Physics, Monash University

Division of Biological Engineering, Monash University  
 Research & Utilization Division, JASRI

Department of Radiography and Medical Imaging, Monash University

S. B. Hooper  
 M. J. Kitchen  
 A. Fouras  
 N. Yagi  
 K. Uesugi  
 R. A. Lewis ..... 232

### 2. SACLA 通信 / SACLA COMMUNICATIONS

SACLA 実験ステーションの現状  
 Current Status of SACLA Experimental Stations

(公財)高輝度光科学研究センター XFEL 研究推進室  
 XFEL Division, JASRI

登野 健介  
 TONO Kensuke ..... 238

### 3. 研究会等報告 / WORKSHOP AND COMMITTEE REPORT

第3回 SPring-8-Diamond 放射光産業利用ワークショップ  
 3rd SPring-8-Diamond Joint Workshop for Industrial Applications of Synchrotron Radiation

(公財)高輝度光科学研究センター 産業利用推進室  
 Industrial Application Division, JASRI

廣沢 一郎  
 HIROSAWA Ichiro ..... 244

第3回世界加速器会議 (IPAC'12) 報告

Report of IPAC'12 (The 3rd International Particle Accelerator Conference)

(公財)高輝度光科学研究センター 加速器部門  
Accelerator Division, JASRI  
下崎 義人  
SHIMOSAKI Yoshito

高雄 勝  
TAKAO Masaru  
大熊 春夫  
OHKUMA Haruo

247

4. SPring-8 通信 / SPring-8 COMMUNICATIONS

2012B 第2期 (平成24年12月中旬~平成25年2月) 産業利用ビームライン I、II  
および III (BL19B2、BL14B2 および BL46XU) における利用研究課題の募集について  
Second Call for 2012B Proposals for BL19B2, BL14B2 and BL46XU December 2012-February 2013

登録施設利用促進機関 (公財)高輝度光科学研究センター  
Registered Institution for Facilities Use Promotion, JASRI

250

平成25年度 SPring-8 パワーユーザー募集について

Call for Power User Applications FY 2013

登録施設利用促進機関 (公財)高輝度光科学研究センター  
Registered Institution for Facilities Use Promotion, JASRI

258

2010B 期 採択長期利用課題の中間評価について

Interim Review Results of 2010B Long-term Proposals

(公財)高輝度光科学研究センター 利用業務部  
User Administration Division, JASRI

261

2009A 期 採択長期利用課題の事後評価について

Post-Project Review of Long-term Proposals Starting in 2009A

(公財)高輝度光科学研究センター 利用業務部  
User Administration Division, JASRI

262

SPring-8 運転・利用状況

SPring-8 Operational Status

(公財)高輝度光科学研究センター 研究調整部  
Research Coordination Division, JASRI

264

論文発表の現状

Statistics on Publications Resulting from Work at SPring-8

(公財)高輝度光科学研究センター 利用業務部  
User Administration Division, JASRI

266

最近 SPring-8 から発表された成果リスト

List of Recent Publications

(公財)高輝度光科学研究センター 利用業務部  
User Administration Division, JASRI

268

5. 談話室・ユーザー便り / USER LOUNGE ・ LETTERS FROM SPring-8 USERS

SPring-8 ユーザー協同体 (SPRUC) 会長に就任して

Inauguration Address from the President of SPRUC

SPring-8 ユーザー協同体 (SPRUC) 会長 (東京大学大学院 新領域創成科学研究科)  
Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo

雨宮 慶幸  
AMEMIYA Yoshiyuki

287

6. 告知板 / ANNOUNCEMENTS

読者の皆さまへ ~ご投稿について~

Welcome a Contributed Article from Users

288

# 理事長室から

－ SANFRECCE (三本の矢) －

公益財団法人高輝度光科学研究センター  
理事長 白川 哲久

SACLAと同じく国家基幹技術の一つとして開発整備が進められてきた特定高速電子計算機施設(スーパーコンピュータ“京”)が完成し、今秋からいよいよ供用開始の運びとなりますが、この“京”も「共用促進法」の特定先端大型研究施設として位置づけられており、この4月から一般財団法人高度情報科学技術研究機構(RIST)が“京”の登録施設利用促進機関(以下、「登録機関」として利用者選定や利用支援の利用促進業務を開始しました。これで、SPRING-8/SACLAの登録機関であるJASRIとJ-PARCの登録機関である一般財団法人総合科学研究機構(CROSS)を併せて三つの登録機関が共用促進法に基づき(対象施設は三者三様ですが)利用促進業務を行うことになりました。

SPRING-8とJ-PARCはともに量子ビーム施設として利用研究者の層が重なる部分もありますし、これまでも東日本大震災で被災したJ-PARCの利用研究者をSPRING-8で緊急に支援するなどの協力を行ってきたところですが、次世代スパコン“京”の強力なシミュレーション機能とSPRING-8/SACLAやJ-PARCのナノレベルでの分析能力を組み合わせれば、ナノスケールで発現する物質の機能や現象を解明する全く新たなブレイクスルーが期待できますし、SACLAなどで得られる大量の実験データの解析には、スパコンの大容量計算機能が欠かせません。そのため、SPRING-8/SACLAやJ-PARCと“京”との利用面での連携・協力を深めていくことは必然の方向と考えられます。

このような認識のもと、JASRIではCROSSとRISTに呼びかけて、それぞれの施設におけるより効率的、効果的な利用を促進するため、三登録機関間の連携促進のための枠組みの創設を提案、両機関の賛同を得て6月1日付けで協力協定書を締結し、

具体的な連携協力の在り方を検討するための協議会を立ち上げて、先日第一回の会合を持ちました。

第一回会合では、まずお互いの利用促進業務の現状をよく理解することが協力を進めていく第一歩です。各機関の現状をそれぞれ報告しました。三機関の担当している施設や、これまでの“生い立ち”にかなりの違いがあり、今後具体的な連携協力の内容を詰めていくことはそれほど容易なことではないと感じましたが、情報の交換や人材交流、施設の相互利用などを進めるために協議会の下に部会等を設置して具体策を検討していくことで合意しました。今後早急に具体化できるものから進めて行く予定です。

今回は第一回で、かつ三機関の中ではやはりJASRIが先輩格にあたりますので、これまでのJASRIの経験も踏まえて、私から「共用促進法の原点～利用者本位～」と題して記念講話をさせて頂きました。その内容は、これまでも本欄で何度か取り上げた、「利用者本位」の考え方の重要性を強調したものの(たとえば、「利用者情報誌」2011年2月号<sup>[1]</sup>参照)ですので、ここでは繰り返しません。同時に記念講話では、J-1広島サンフレッチェのSANFRECCEの謂れをお話ししました。ご存じと思いますが、戦国の武将毛利元就が三人の子供に“一本の矢では簡単に折れるが、三本束ねると容易に折れない”として兄弟が力を合わせることの重要性を説いた「三本の矢」の逸話です。最後に、「利用者本位」とSANFRECCEでお互いに頑張っていくことを確認し合って、一回目の協議会を終えたところです。

[1] <http://user.spring8.or.jp/sp8info/?p=17121>

# 超高分解能核共鳴散乱分光法で調べるソフトマターの スローダイナミクス

Sincrotrone Trieste

齋藤 真器名

京都大学 原子炉実験所

日本原子力研究開発機構 量子ビーム応用研究部門

瀬戸 誠

## Abstract

核共鳴散乱 X 線を用いた時間領域干渉計法は、原子・分子サイズの空間相関における 1 ns から 10  $\mu$ s 程度の緩和を測定可能なユニークな準弾性散乱測定法である。この方法を用いて、層秩序構造を有するスメクティック相状態にある 2 種の液晶の運動性を調べた。その結果、典型的な液晶とフッ素鎖を導入した両親媒性液晶の分子間相関の緩和時間はその層内と層間でそれぞれほぼ同程度であることが分かり、それにより両親媒性液晶の微視的構造の知見を得ることが出来た。

## 1. はじめに

凝集系にはミクロからマクロな空間スケールにわたる階層構造を有するものが存在し、それがマクロな機能に重要な役割をする場合がある。例えば細胞を隔てる細胞膜は nm オーダーの特徴的な空間スケールのラメラ (層秩序) 構造を有し、細胞内外への物質移動のコントロールや化学反応の場などとして重要な役割を果たす。膜の機能や特徴は膜を構成する分子に大きく依存するが、その詳細はいまだ良く分っていないため、細胞膜の静的・動的な情報を微視的に知ることは生体系の詳細な理解に非常に重要である。生体組織や、その理解の基礎となる基本的な物質についてこれまで階層的な構造、すなわちミクロからマクロなスケールにおける構造については回折などの方法により非常に多くの研究がなされてきた。一方、系の中で物質がどのように運動しているかについても多くの研究がなされてきており、誘電緩和法や赤外分光、ラマン分光、核磁気共鳴法など、非常に多くの測定法が用いられている。これらの方法では、得られた運動の時間スケールと階層的な構造の対応関係を得ることは難しい。しかしながら、各空間スケールで構造がそれぞれどのように運動しているかを知ることは、その系の詳細な理解のために重要である。物理化学的な観点から興味のある系の例として、 $\alpha$ -terphenyl などの過冷却液体は、

冷却するにつれ内部で分子が共同的に運動するようになると共に局所的な slow  $\beta$  過程と呼ばれる液体に見られない緩和過程が出現する。両者間の関係はまだ完全には分かっていないが、このような複数の空間スケールの緩和過程が系に混在している場合には、一般に構造の空間スケールごとの緩和を独立に調べることができる準弾性散乱法がその詳細なダイナミクスの理解に有効である。この方法では、エネルギー幅の狭い光や中性子などを、拡散などのダイナミクスを調べたい試料に照射し散乱成分を検出する。このとき、試料中の拡散の度合いに応じてドップラーシフトにより散乱粒子のエネルギーの幅が広がることを利用して、試料のダイナミクスを調べる。さらに、プローブ光 (粒子) のエネルギーや散乱角などを選択することで試料との運動量移行  $q$  を変化させ、相関を調べたい空間スケールを選択できるという特徴がある。これにより、たとえば複雑な構造を持つ物質においても、その内部で異なるサイズの構造の運動を独立に知る事ができる。凝縮系において重要となる運動の時間スケールは  $10^{-15} \sim 1$  s (場合によってはさらに長い時間スケール) と非常に幅が広いので、現状では 1 つの方法ではすべての時間・空間スケールをカバーすることができない。本稿では、核共鳴散乱の  $\Delta E/E \sim 10^{-13}$  という超高分解能を生かして、ほかの方法では十分に測定するこ

とのできない原子分子スケールの比較的遅い運動を測定することができる準弾性散乱法である“時間領域干渉計法”と、それを用いて得られた液晶の研究結果について紹介する。

## 2. 時間領域干渉計法

本研究でターゲットとする緩和現象の空間スケールとしては0.1 nm～6 nm程度であり、その拡散によるエネルギー幅の広がりにはneV程度である。0.1 nm程度の構造を調べるためにX線は大変適したプローブとなるものの、このような微細なエネルギー変化を捉えることは容易なことではない。ところが、 $^{57}\text{Fe}$ のように原子核の中には10 keV（波長に換算して～0.1 nm）オーダーの励起エネルギー（ $^{57}\text{Fe}$ ：14.4 keV）を持ちながら、その線幅がneV程度（ $^{57}\text{Fe}$ ：4.7 neV）のものが存在する。このような超高分解能のX線（ $\Delta E/E \sim 10^{-13}$ ）をプローブ光として準弾性散乱実験に利用することによって、微視的な構造スケールに対応したエネルギー移行の小さな（ゆっくりとした）運動を観測することが出来る。

このような測定は、放射光が出現する以前には放

射性同位体（RI）線源からの $\gamma$ 線を用いて実施されていた<sup>[1]</sup>。しかしながら、RI線源からの $\gamma$ 線には指向性がないこともあって、十分な強度の散乱 $\gamma$ 線を得ることは難しく、効率的な実験を行うことは困難であった。それに対して、指向性に優れた放射光を用いることによって、効率的な研究が可能となってきた。その1つの方法は超単色X線を核Bragg散乱によって生成し<sup>[2,3]</sup>、これを用いてエネルギー領域で測定を行う方法である<sup>[4]</sup>。この方法の測定概念を図1に示す。これに対して、本研究で用いた方法は時間領域で干渉現象を利用して準弾性散乱広がりを観測するものである<sup>[5]</sup>。この方法では前者の方法に比べ比較的遅い時間スケールにアクセスしやすいという特徴がある。

ここでは本研究で用いた $^{57}\text{Fe}$ の第一核励起状態からの核共鳴散乱線を用いた時間領域干渉計について考える。図2の時間領域干渉計の概念図に示すように、測定試料に対して放射光入射方向の上流および下流側に同種の共鳴核を含む共鳴核プローブ透過体（以下、透過体）および共鳴核参照体（以下、参照体）を配置する。ここで、後述する理由により透過体と参照体の共鳴エネルギーをドップラー効果に

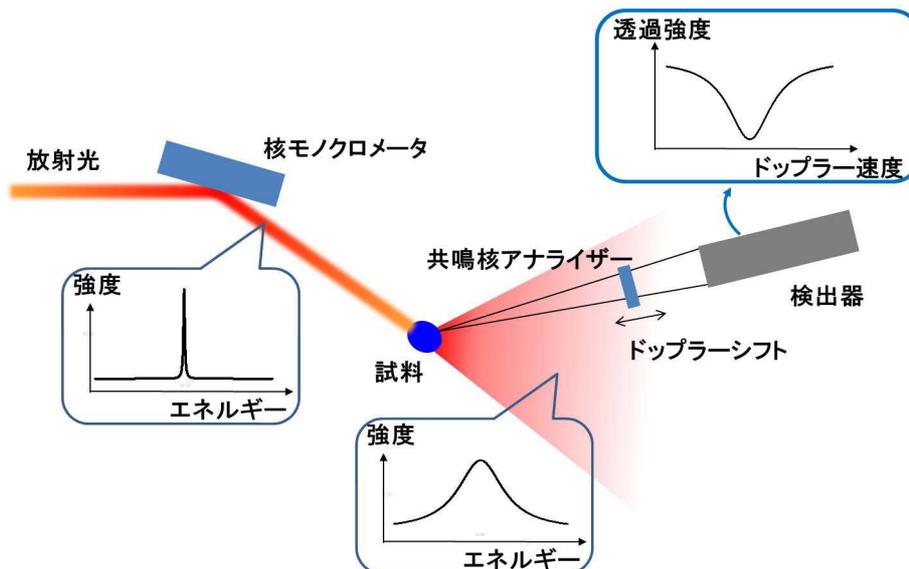


図1 エネルギー領域準弾性散乱法測定概念図。超単色X線を放射光から核モノクロメータ（ $^{57}\text{FeBO}_3$ ）による核Bragg散乱により生成し、これを試料に照射する。試料内でneV程度のエネルギー幅の広がりをもたらすような分子（イオン）の運動を観測するためには、同種の原子核（ $^{57}\text{Fe}$ ）をドップラーシフトさせることによってエネルギー走査を行う。このアナライザー原子核の幅も核モノクロメータと同様に大変狭いため、アナライザーの後方に検出器を配置することでエネルギー広がりを反映した吸収スペクトルを得ることが出来る。

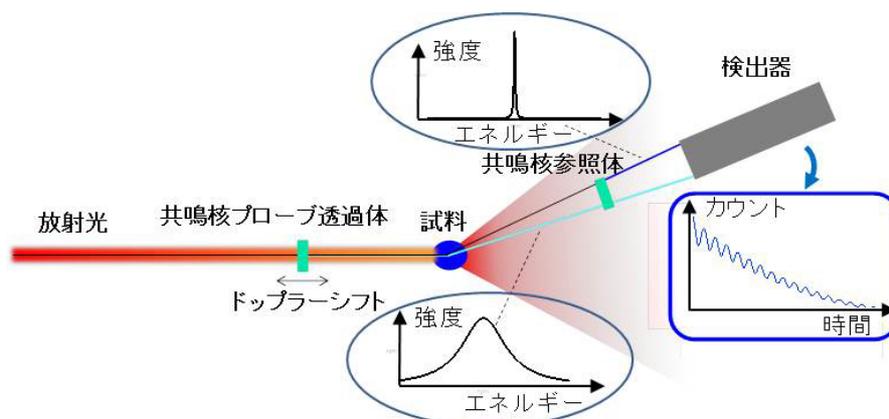


図2 時間領域干渉計の測定概念図。放射光を、ドップラー効果によって励起エネルギーをシフトさせた共鳴核プローブ透過体を透過させてから試料に照射する。共鳴核参照体を測定したいスケールに対応した角度に配置し、試料の散乱光を透過させ、後置の検出器で時間分解測定を行う。

より若干異なったものとするため、透過体を動かす事が出来るようになってきている。参照体は測定したいスケールに対応した角度に配置する。本研究では、透過体および参照体には、 $^{57}\text{Fe}$  同位体を含みシングルラインの吸収スペクトルを示すことが確認されているフェロシアン化カリウム ( $\text{K}_2\text{Mg}^{57}\text{Fe}(\text{CN})_6$ ) を用いた。このとき、透過体を 10 mm/s 程度の(往復)等速運動をさせることで励起エネルギーのシフトを起し、散乱体と比べて  $\mu\text{eV}$  程度異なる条件にしておく。また、時間領域で測定を行うためにパルス放射光を使用するが、放射光のエネルギー幅はエネルギー差である  $\mu\text{eV}$  よりも十分に広ければ問題ない。ただ広すぎると、不必要な成分の放射光による測定ターゲットとなるソフトマター試料へのダメージや、時間分解検出器の飽和などの問題を起こすため、実際問題として十分な強度を保つことの可能な meV 程度に分光をしており、今回の場合には核励起エネルギー近傍で 3.5 meV に分光した。このようなパルス放射光を、透過体を透過させてから試料に照射する。このときプローブ光として透過体から励起状態の線幅に相当する狭いエネルギー幅の核共鳴前方散乱が、励起状態の寿命 ( $^{57}\text{Fe}$ : 141 ns) で減衰する指数関数型の時間依存性を示しながら、放射光パルスから遅れて試料に照射される。散乱光を検出する散乱角は Bragg の回折条件により、緩和を測定したい空間相関の長さを決定する。ここで、着目する空間相関が 100 ns 程度の時間スケールで緩和するような状況を想定すると、準弾性散乱広がり分解能と同程度の neV のオーダーになり、上

流の透過体から放射されたプローブ光の線幅にはこの広がりや畳み込まれる。一方、入射放射光それ自体も試料によって散乱され参照体に照射される。この散乱放射光のエネルギー広がりも生じているはずであるが、十分に幅の広い放射光を用いている場合には、その広がりによる影響は無視する事が出来る。よって、参照体からも核共鳴前方散乱が放射されるが、線幅の広がりを受けないため参照光として自然幅のまま検出器に到達する。

これらの過程による散乱の干渉効果が時間領域でどのように観測されるかを考えてみる。最初に、試料内の分子による運動が全くない場合を考えてみると、透過体と参照体からの核共鳴散乱は、励起エネルギーを相対的にシフトさせていることに対応して、その時間スペクトル上には、(現在の条件では 10 ns 程度の) 周期のうなり(量子ビート)が指数減衰型のスペクトル上に観測される。これは、異なった固有振動数の 2 つの音叉をならしたときにうなりが聞こえることを考えると分かりやすいかもしれない。次に、試料内に分子運動が存在する場合には、参照体は自然幅のままであるのに対して透過体からのプローブ光は準弾性散乱過程により広がるので、運動が無かった場合の量子ビートがなまって(減衰して)観測されることになる。その直感的な理由は、線幅が広がるとその分時間領域上のビートの周波数の幅が広がり互いに明瞭性を打ち消し合うように足しあわされる効果のためである。ここで、ビートの減衰する時間定数は、試料の緩和の時間スケールとなる。ゆえにこの緩和を調べることで微視

的なダイナミクスの測定が可能になり、現在まで空間スケール0.1~6 nmの電荷密度の時間スケール1 ns~10  $\mu$ sの緩和現象を測定することに成功している。図3に時間領域干渉計の実験装置の写真を示す。

なお、核共鳴励起過程を用いた分光法としては、メスbauer分光法や核共鳴非弾性散乱法など存在するが、これらと違い、本測定においては共鳴同位体を試料中に含む必要はない。これは本方法が原子核の励起状態の狭い線幅を用いているだけで、特に共鳴励起過程そのものを用いて試料の性質を調べている訳ではないからである。

### 3. 時間領域干渉計による液晶の運動性の研究

時間領域干渉計によるソフトマターのスローダイナミクス研究として、2種の液晶のダイナミクス測定を行った<sup>[6]</sup>。実験はSPring-8、BL09XUにて行われた。測定に用いた試料は、炭化水素鎖を有する典型的液晶分子の4-cyano-4'-octylbiphenyl (8CB) および液晶分子の炭化水素鎖の一部の水素をフッ素置換した両親媒性液晶分子11-(4'-cyanobiphenyl-4-yloxy)undecyl pentadecafluorooctanoate (BI) である。両者の分子構造をそれぞれ図4 (A) および (B) に示す。スメクティック相中では図4 (C) に示され

ているように液晶分子の重心位置が層秩序構造を有し、分子を棒と考えたときその棒の向きは層内で比較的そろっておりかつ分子は運動性を有する状態となっている。ここで、8CBの場合、炭化水素鎖とベンゼン環の部分は混ざり合いやすいため、分子はどちらの向きでも層構造を形成できる。一方、BI分子を構成するフッ素鎖と、炭化水素から構成される部分は互いに混ざり合いにくいことが知られているため、BI分子はスメクティック相において層構造中でフッ素鎖と炭化水素から構成される部分が互いにマイクロに分離した、生体膜などのリオトロピック液晶で見られるようなラメラ構造をとる可能性が示唆されている。

まず、スメクティック相状態にある液晶8CBに磁場を印加することで分子の配向を揃え、図4 (A) で示す $S(q)$ の2つのピーク(低角:層内の相関、高角:層間の相関を反映)に対応する $q$ に検出器を置くことで、分子運動の異方性の測定を行った。8CBとBIでそれぞれ4、11時間程度の測定の結果得られた核共鳴散乱X線の時間スペクトルを図5 (A)、(B) に示す。ビートの緩和を指数関数モデルで解析することにより、層間および層内の分子間相関の緩和時間として、それぞれ298 (49) nsおよび18 (7) nsという値が得られ(括弧内の数字は得られ

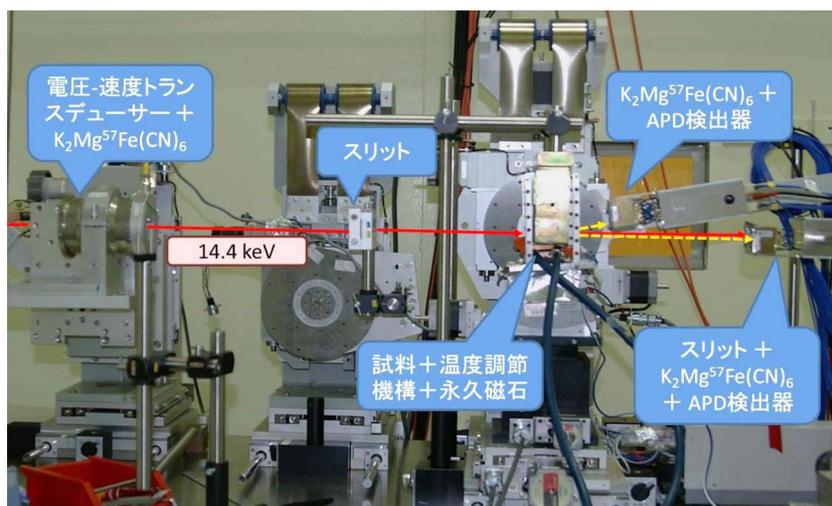


図3 核共鳴散乱を用いた時間領域干渉計の実験装置の写真。実線は入射X線を表し、破線は試料により散乱されたX線を表している。電圧-速度トランスデューサーは $K_2Mg^{57}Fe(CN)_6$ を定速運動させるために用いている。また、検出器はアバランシェ・フォトダイオード (APD) 検出器を用いた。2つのAPD検出器はそれぞれ低角と高角での準弾性散乱を検出するために用いられている。また、試料には、実験条件に応じて温度変化や磁場印加が可能となっている。

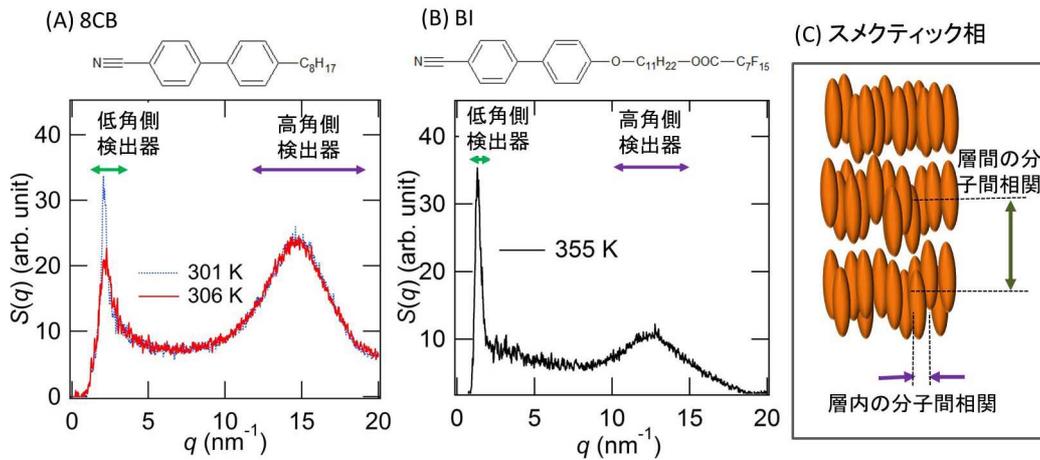


図4 (A)8CB、および(B)BIの分子構造と静的構造因子  $S(q)$ 、および検出器の配置  $q$  の関係。(C) はスメクティック相での分子配置の概念図。(A)、(B) でそれぞれ低角、高角側のピークは (C) での層間、層内の分子間相関を反映している。

た緩和時間の測定誤差)、異方的な空間相関の緩和時間を得ることができた。また、この測定時間は誘電緩和法で得られた異方的な緩和の時間スケールと整合することを確認した。一方、BI分子を構成するフッ素鎖と炭化水素鎖は互いに混ざり合いにくいことが知られているが、もしそのようなマイクロな分離が起きていれば、層間の緩和時間は層内の緩和時間に比べて数倍程度大きくなることが示唆されている。これを調べるため、時間領域干渉計法を用いてスメクティック相状態にあるBIに対して同様の測定を行い図5 (B) で示す時間スペクトルを得た。そして、解析により層間および層内の分子間相関の緩和時間としてそれぞれ225 (47) nsおよび33 (17) ns

という値を得ることができ、その緩和の時間スケールはそれぞれ8CBとほぼ同程度であることを確認した。この結果はBIのスメクティック相状態ではフッ素鎖と炭化水素鎖が大きく分離していないことを示唆しており、これより分子運動性の観点から液晶の内部の構造に関する知見を得ることができた。この系に全フッ素置換された炭化水素を加えることでマイクロな非相溶性が顕著になることが考えられるため、今後マイクロにフッ素鎖と炭化水素鎖が分離した状態の運動性を調べ、マイクロな構造を運動性の観点からさらに研究し、追及して行きたいと考えている。

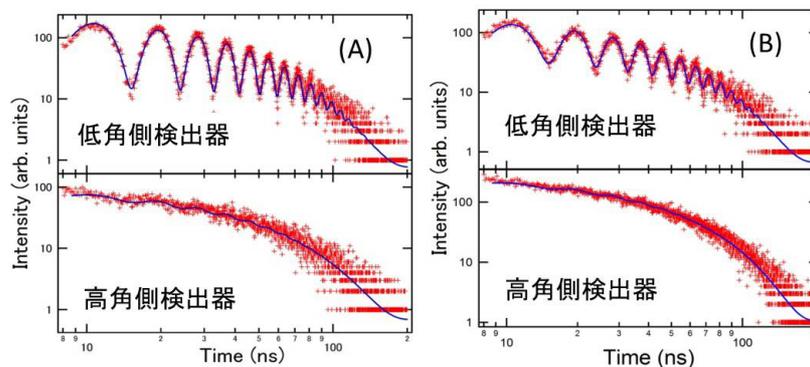


図5 (A) 8CB、および (B) BI に対してそれぞれ得られた時間スペクトル。低角、高角の検出器で得られたスペクトルはそれぞれスメクティック層間、層内の分子間相関の緩和が反映されている。どちらの液晶でも層間に比べ層内の分子間相関の方が早く緩和するため、それを反映して高角で得られたスペクトルにおけるビートが不明瞭になっている。

## 4. 今後の展望

これまでの時間領域干渉計の実験結果から、0.1～6 nmの空間スケールにおいて複数の空間スケールの空間相関が存在する系においても、散乱角を選択することで調べたい空間スケールを決めてその運動性を知ることができた。この特徴はさらに複雑な物質中でも、個々の内部構造の運動性を独立に知ることが可能とする。今後の測定効率の改善策として、プローブとしての核共鳴散乱X線を放射する核共鳴吸収体を追加した測定系や、エネルギー分解能はそのまま、複数のエネルギーで核励起を起こす核共鳴吸収体を用いて時間領域干渉計を構築することで、今後1桁程度測定時間が短縮可能なことが示唆されている<sup>[7]</sup>。また、現在測定がなされた時間スケールは数ns～10 μsであるが、時間領域干渉計に用いる核種の選択性<sup>[8]</sup>、各時間スケールに最適な実験条件等を明らかにすることで、さらに広い範囲をカバーできる可能性がある。0.1～6 nmは、原子分子の空間スケールであり、本質的に多くの応用対象が存在すると考えられる。今後さらに過冷却液体や生体膜のモデル系などのソフトマターの微視的なスローダイナミクスを調べることで、その物理現象や生体系への寄与を明らかにしたいと考えている。

## 5. 謝辞

本研究は、京都大学大学院理学研究科の山本潤教授、高輝度光科学研究センターの依田芳卓博士、京都大学原子炉実験所の北尾真司准教授、小林康浩助教、黒葛真行氏との共同研究で行われた。本研究にあたり、高エネルギー加速器研究機構の岸本俊二博士には検出器の開発にご協力いただいた。また、大日本インキ化学工業株式会社の西山伊佐博士には試料BIを提供していただくとともに、京都大学大学院理学研究科の高西陽一准教授には有益なアドバイスをいただいた。実験はSPring-8のBL09XUで行われた(課題番号2011A0086)。また本研究JST戦略的創造研究推進事業 チーム型研究(CREST)「物質現象の解明と応用に資する新しい計測・分析基盤技術」研究領域(研究総括:田中通義 東北大学 名誉教授)の研究課題「物質科学のための放射光核共鳴散乱法の研究」(研究代表者:瀬戸 誠)、特別研究員奨励費(225287)の助成を受けて行われた。

## 参考文献

- [1] D. C. Champeney: *Rep. Prog. Phys.* **42** (1979)

1017-1054, and references therein.

- [2] G. V. Smirnov, V. V. Sklyarevskii, R. A. Voskanyan and A. N. Artem'ev: *Pis'ma Zh. Eksp. Teor. Fiz.* **9** (1969) 123-127.
- [3] G. V. Smirnov, U. van Bürck, A. I. Chumakov, A. Q. R. Baron and R. Rüffer: *Phys. Rev. B* **55** (1997) 5811-5815.
- [4] R. Masuda, T. Mitsui, Y. Kobayashi, S. Higashitaniguchi and M. Seto: *Jpn. J. Appl. Phys.* **48** (2009) 120221 (4 pages).
- [5] A. Q. Baron, H. Franz, A. Meyer, R. Rüffer, A. I. Chumakov et al.: *Phys. Rev. Lett.* **79** (1997) 2823-2826.
- [6] M. Saito, M. Seto, S. Kitao, Y. Kobayashi, M. Kurokuzu et al.: *J. Phys. Soc. Jpn.* **81** (2012) 023001 (4 pages).
- [7] M. Saito, M. Seto, S. Kitao, Y. Kobayashi, M. Kurokuzu et al.: *Hyperfine Interact.* **206** (2012) 87-90.
- [8] M. Saito, M. Seto, S. Kitao, Y. Kobayashi, S. Higashitaniguchi et al.: *Appl. Phys. Express* **2** (2009) 026502 (4 pages).

齋藤 真器名 SAITO Makina

Sincrotrone Trieste

Beamlines Spectroscopy/Scattering

〒34149 Strada Statale 14 - km 163,5 in AREA Science Park, Basovizza, Trieste ITALY

TEL : +39 040 37581

e-mail : makina.saito@elettra.trieste.it

瀬戸 誠 SETO Makoto

京都大学 原子炉実験所

〒590-0494 大阪府泉南郡熊取町朝代西二丁目1010-1

TEL : 072-451-2445

e-mail : seto@rri.kyoto-u.ac.jp

日本原子力研究開発機構 量子ビーム応用研究部門

〒679-5148 兵庫県佐用郡佐用町光都1-1-1

リチウムイオンを内包したC<sub>60</sub> フラーレンの岩塩型結晶

名古屋市立大学大学院 システム自然科学研究科  
青柳 忍

名古屋大学大学院 工学研究科  
西堀 英治、澤 博

名古屋大学大学院 理学研究科  
佐道 祐貴、北浦 良、篠原 久典

## Abstract

リチウムイオンを1個内包したフラーレンLi<sup>+</sup>@C<sub>60</sub>は、正電荷を持った球形の分子であるために、分子それ自身が陽イオンに似た性質を示す。対となる陰イオンにPF<sub>6</sub><sup>-</sup>を用いた場合、Li<sup>+</sup>@C<sub>60</sub>とPF<sub>6</sub><sup>-</sup>が交互に配列した岩塩型構造を持つ結晶が得られる。Li<sup>+</sup>@C<sub>60</sub>はその結晶中で、高温においてはほぼ自由に回転運動している。370 K付近の相転移を境にC<sub>60</sub>は回転運動を停止し、それより低温で特定の分子配向を持つ。一方、内包されたリチウムイオンは、100 K付近でもC<sub>60</sub>内部をかなり自由に運動している。100 K以下でリチウムイオンは、C<sub>60</sub>外部のPF<sub>6</sub><sup>-</sup>との間に働く静電的な引力により、特定の2つの位置に等確率に占有するように温度の低下に伴い徐々に局在していく。

## 1. はじめに

空洞の球状炭素分子フラーレンに金属原子を内包させた“金属内包フラーレン”は、これまで走査型トンネル顕微鏡 (STM) 観察や理論計算などにより分子スイッチング機能を示すことが報告されており、単分子メモリーなどの分子デバイスへの応用が期待されている<sup>[1-4]</sup>。しかしその合成収量は一般に極めて低く<sup>[5-7]</sup>、産業応用への道のりは険しい。著者らは近年、(株)イデアルスター、東北大学、(公財)高輝度光科学研究センターと共同で、リチウムイオン内包フラーレンLi<sup>+</sup>@C<sub>60</sub>の大量合成と分子構造決定に成功した<sup>[8-10]</sup>。Li<sup>+</sup>@C<sub>60</sub>は、現在イデア・インターナショナル株式会社より製品として販売されており、今後の産業応用が期待される金属内包フラーレンのひとつである。

Li<sup>+</sup>@C<sub>60</sub>は正電荷を持つために、SbCl<sub>6</sub><sup>-</sup>のような陰イオンとイオン対を形成しやすい。SbCl<sub>6</sub><sup>-</sup>との塩である[Li<sup>+</sup>@C<sub>60</sub>](SbCl<sub>6</sub>)<sup>-</sup>の結晶では、リチウムイオンは、C<sub>60</sub>の外側にあるSbCl<sub>6</sub><sup>-</sup>に引き寄せられるように、C<sub>60</sub>の中心から変位した位置に観測された<sup>[8-10]</sup>。リチウムイオンのC<sub>60</sub>内での位置と運動は、対陰イオンの種類と配置によって変化する可能性がある。もしリチウムイオンの内包状態が、C<sub>60</sub>外部の環境に応答して変化するならば、その性質を利用した新

しい分子デバイスを開発できるかもしれない。

本研究では、陰イオンをSbCl<sub>6</sub><sup>-</sup>からPF<sub>6</sub><sup>-</sup>に置換した[Li<sup>+</sup>@C<sub>60</sub>](PF<sub>6</sub>)<sup>-</sup>の結晶を作製し、その結晶構造をSPRING-8の高輝度放射光を用いたX線回折実験によって調べた<sup>[11]</sup>。実験はビームラインBL02B1およびBL02B2で行った。本稿ではその結果を紹介する。

2. [Li<sup>+</sup>@C<sub>60</sub>](PF<sub>6</sub>)<sup>-</sup>の結晶構造と相転移

[Li<sup>+</sup>@C<sub>60</sub>](PF<sub>6</sub>)<sup>-</sup>の結晶は、Li<sup>+</sup>@C<sub>60</sub>とPF<sub>6</sub><sup>-</sup>が交互に配列した立方晶系の岩塩型構造を持つ(図1)。岩塩型構造はイオン結晶の構造のうち、最も代表的で最も安定な構造のひとつである。岩塩型構造を持つ金属内包フラーレンの結晶はこれまで例がない。この構造的な特徴から、Li<sup>+</sup>@C<sub>60</sub>が分子でありながら陽イオン的な性質を持つことが分かる。

[Li<sup>+</sup>@C<sub>60</sub>](PF<sub>6</sub>)<sup>-</sup>のC<sub>60</sub>の分子配列は、リチウムイオンを内包していない空のC<sub>60</sub>の結晶の分子配列に類似している。空のC<sub>60</sub>の結晶は、球形のC<sub>60</sub>分子が立方最密充填した面心立方 (fcc) 構造を形成する。[Li<sup>+</sup>@C<sub>60</sub>](PF<sub>6</sub>)<sup>-</sup>の格子定数は $a = 14.3666(4)$  Å (300 K)であり、空のC<sub>60</sub>の結晶の $a = 14.17(1)$  Å (300 K)<sup>[12]</sup>に比べて大きい。C<sub>60</sub>分子の大きさは、後述するとおり両者で大きな違いはない。従って

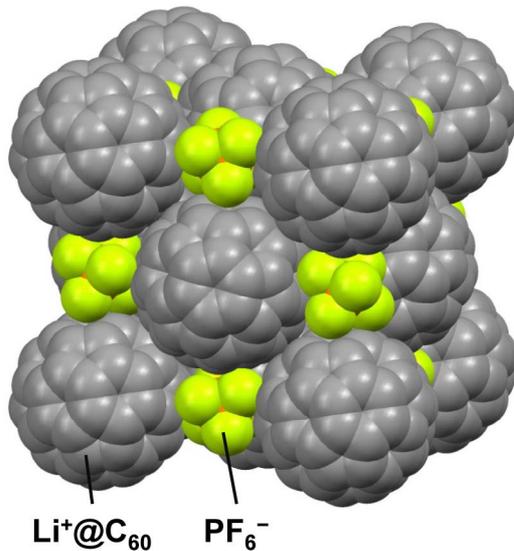


図1  $[\text{Li}^+\text{@C}_{60}](\text{PF}_6)^-$ の結晶構造（低温相）。 $\text{Li}^+\text{@C}_{60}$ と $\text{PF}_6^-$ が交互に配列した立方晶系の岩塩型構造である。370 K以上の高温相では $\text{Li}^+\text{@C}_{60}$ がほぼ自由に回転運動している。

$[\text{Li}^+\text{@C}_{60}](\text{PF}_6)^-$ では、 $\text{Li}^+\text{@C}_{60}$ の分子間に $\text{PF}_6^-$ 陰イオンが入り込んで分子間距離を押し広げるために、格子が膨張していると言える。

$\text{C}_{60}$ の分子配向に着目すると、 $[\text{Li}^+\text{@C}_{60}](\text{PF}_6)^-$ と空の $\text{C}_{60}$ の結晶とで大きな違いがある。 $[\text{Li}^+\text{@C}_{60}](\text{PF}_6)^-$ では、室温（300 K）で $\text{C}_{60}$ 分子は図1に示す特定の向きに配向している。一方、空の $\text{C}_{60}$ の結晶では、室温で $\text{C}_{60}$ 分子はほぼ自由に回転運動している<sup>[12]</sup>。当然空間群は異なっており、室温で $[\text{Li}^+\text{@C}_{60}](\text{PF}_6)^-$ は $Pa\bar{3}$ であるのに対し、空の $\text{C}_{60}$ は $Fm\bar{3}m$ である。

$\text{C}_{60}$ の回転運動は、 $[\text{Li}^+\text{@C}_{60}](\text{PF}_6)^-$ の結晶でも温度を上昇することで引き起こされる。図2に $[\text{Li}^+\text{@C}_{60}](\text{PF}_6)^-$ の粉末X線回折パターンの温度変化を示す。室温から温度を上昇していくと、370 K付近で回折ピークの位置が不連続に変化する一次相転移が観測される。高温相への相転移に伴い、晶系は立方晶系のまま変化がないが、格子定数は0.7%ほど膨張する。消滅則も変化し、高温相では指数 $hkl$ が全て偶数のものと全て奇数のものを残して、それ以外の回折ピークは消滅する。つまり $[\text{Li}^+\text{@C}_{60}](\text{PF}_6)^-$ の高温相は、空の $\text{C}_{60}$ の室温相と同じ、fcc構造を持つ。結晶構造解析の結果、高温相で $\text{C}_{60}$ がほぼ自由に回転していることが確かめられた（空間群は $Fm\bar{3}m$ ）。

これと似た相転移は、実は空の $\text{C}_{60}$ の結晶でも観測される。ただし相転移温度は室温よりも低い260 K付近である。これより低温で $\text{C}_{60}$ 分子の回転運動は停止するが、分子配向は2種類の配向が許された無秩序構造となる（空間群は $Pa\bar{3}$ ）<sup>[13]</sup>。この無秩序構造は低温でガラス状態となって完全に秩序化することはない。5 Kでの2種類の分子配向の存在確率はおよそ8 : 2である。 $[\text{Li}^+\text{@C}_{60}](\text{PF}_6)^-$ の低温相ではこのような無秩序構造は見られず、室温でも $\text{C}_{60}$ は特定の分子配向に完全に秩序化している。 $[\text{Li}^+\text{@C}_{60}](\text{PF}_6)^-$ の $\text{C}_{60}$ の分子配向は、空の $\text{C}_{60}$ の結晶の2種類の分子配向のうち、存在確率の高い分子配向とほぼ同一である。

$[\text{Li}^+\text{@C}_{60}](\text{PF}_6)^-$ の相転移と空の $\text{C}_{60}$ の相転移には類似性が見られるが、相転移温度と低温相の分子配向の点で大きく異なっている。 $[\text{Li}^+\text{@C}_{60}](\text{PF}_6)^-$ では、相転移温度が高く（370 K）、低温相で分子配向の無秩序構造が見られない。このことは、 $[\text{Li}^+\text{@C}_{60}](\text{PF}_6)^-$ では $\text{C}_{60}$ の分子配向を秩序化させる相互作用が存在することを示している。この相互作用について後ほど議論する。

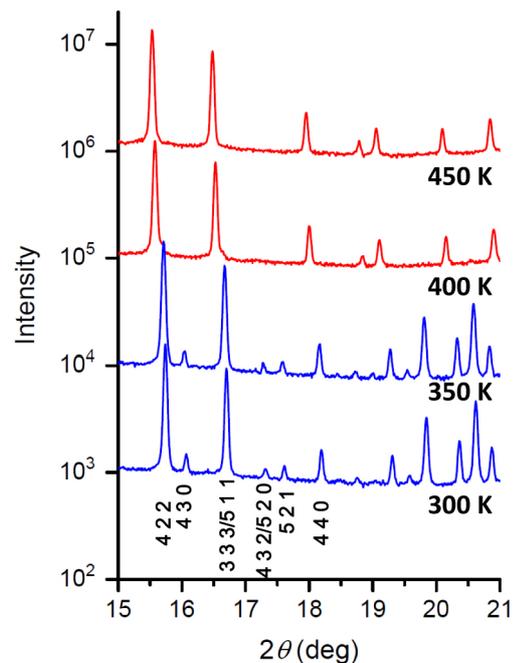


図2  $[\text{Li}^+\text{@C}_{60}](\text{PF}_6)^-$ の粉末X線回折パターンの温度変化。370 K付近で、単純立方構造の低温相から、面心立方構造の高温相に一次相転移する。回折ピークの下に数字は指数 $hkl$ である。測定に用いたX線の波長は0.8 Åである。

### 3. フラレンケージの歪みと負の熱膨張

$[\text{Li}^+\text{@C}_{60}](\text{PF}_6)^-$  の  $\text{C}_{60}$  は完全に秩序化しているため、分子構造の精密解析に適している。溶液中の  $\text{Li}^+\text{@C}_{60}$  および  $\text{C}_{60}$  の  $^{13}\text{C}$  NMR スペクトルは、どちらも単一ピークを示す<sup>[8]</sup>。従って溶液中では、分子を構成する60個の炭素原子は全て等価である。一方  $[\text{Li}^+\text{@C}_{60}](\text{PF}_6)^-$  および空の  $\text{C}_{60}$  の結晶中では、60の炭素原子は全て等価ではなく10の結晶学的に独立なものに分けられる。もし  $\text{C}_{60}$  分子に歪みがなければ、10の独立な炭素の、 $\text{C}_{60}$  の中心から原子位置までの距離 ( $r_C$ ) は、誤差範囲内で一致するはずである。

単結晶構造解析で得た  $r_C$  から  $[\text{Li}^+\text{@C}_{60}](\text{PF}_6)^-$  の結晶中の  $\text{C}_{60}$  の歪みを調べた。 $r_C$  の最も短い炭素原子は、分子中心からみて  $\langle 100 \rangle$  に近い方向にあり、 $r_C = 3.541(1) \text{ \AA}$  (22 K) である。一方、 $r_C$  の最も長い炭素原子は、分子中心からみて  $\langle 111 \rangle$  に近い方向にあり、 $r_C = 3.556(1) \text{ \AA}$  (22 K) である。つまり  $\text{C}_{60}$  は  $[\text{Li}^+\text{@C}_{60}](\text{PF}_6)^-$  の結晶中で、3つの主軸方向から圧縮されるように、わずかに歪んでいる。なお、22 Kでの  $r_C$  の平均値 (すなわち分子半径) は  $3.550(1) \text{ \AA}$  である。この値は、粉末中性子回折で求められた空の  $\text{C}_{60}$  の結晶の  $3.548(6) \text{ \AA}$  と誤差範囲内で一致する<sup>[14]</sup>。

$r_C$  の温度変化から  $\text{C}_{60}$  の熱膨張率を見積もった。熱膨張率は温度変化に対する体積変化の割合であり、温度の上昇に対して体積が増加する通常の物質では、熱膨張率は正の値である。 $r_C$  は10の独立な炭素原子全てについて、300 K以下で温度の低下に対して長くなる傾向を持つ。300 Kと105 Kでの  $r_C$  の平均値は、それぞれ  $3.544(2) \text{ \AA}$  と  $3.548(1) \text{ \AA}$  である。つまり  $[\text{Li}^+\text{@C}_{60}](\text{PF}_6)^-$  の  $\text{C}_{60}$  は、温度の低下に対して体積が増加する負の熱膨張を示す。この場合、熱膨張率は負の値である。 $r_C$  の平均値から見積もった100 Kでの  $\text{C}_{60}$  の体積膨張率は、およそ  $-2 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$  である。 $\text{C}_{60}$  分子の負の熱膨張は、過去に理論計算<sup>[15]</sup> や  $\text{Ar@C}_{60}$  の EXAFS 測定<sup>[16]</sup> によっても報告されており、それぞれ、 $-1 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ 、 $-5 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$  と見積もられている。なお、 $[\text{Li}^+\text{@C}_{60}](\text{PF}_6)^-$  の格子定数の熱膨張率は300 Kから25 Kまで正の値である。100 Kでの格子の体積膨張率はおよそ  $6 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$  である。これは  $\text{C}_{60}$  分子の負の熱膨張と相反するが、分子間距離の増大によって格子が熱膨張することを意味している。

### 4. リチウムイオンの熱運動と局在化

低温相で  $\text{C}_{60}$  分子の回転運動は停止しているのに対し、リチウムイオンは  $\text{C}_{60}$  内部の複数の位置を占有している。最大エントロピー法 (MEM) によって求めた155 Kでのリチウムイオンの電子密度の分布を図3(a)に示す。半径1.5 Å程度の球殻状に電子密度が分布している。球殻上の電子密度は完全に一様ではなく、 $\text{C}_{60}$  の6員環の中心近傍で電子密度がやや濃くなっている。このことから、リチウムイオンは20個ある6員環の中心近傍を、動的に熱運動しているか、静的にランダムに占有していると考えられる。

$\text{C}_{60}$  内部のリチウムイオンは100 K以下で、温度低下に伴い徐々に局在していく。22 Kでのリチウムイオンの電子密度の分布を図3(b)に示す。 $\text{C}_{60}$  の中心から1.40(1) Å変位した、3回反軸 ( $[111]$  軸) 上の反転対称の関係にある等価な2つの位置に、電子密度が局在している。 $\text{C}_{60}$  の中心を原点にとった3回反軸上の電子密度プロファイルの温度変化を図3(c)に示す。リチウムイオンの局在化は、50 K以下で急激に進行する。リチウムイオンの局在化が温度低下によって引き起こされることから、100 K以上での非局在な電子密度分布 (図3(a)) は、リチウムイオンの動的な熱運動によるものであると考えられる。

リチウムイオンの大きな熱運動は、 $\text{PF}_6^-$  陰イオンの配置から理解することができる。 $\text{C}_{60}$  の6員環の中心近傍がリチウム原子の安定位置であることは理論計算でも示されており<sup>[17]</sup>、100 K以上でリチウムイオンが20個の6員環の中心近傍を占有することは不自然でない。しかし  $[\text{Li}^+\text{@C}_{60}](\text{SbCl}_6)^-$  の結晶では、370 Kの高温でもリチウムイオンは、 $\text{Li}^+\text{@C}_{60}$  に配位した  $\text{SbCl}_6^-$  陰イオンに引き寄せられるように  $\text{C}_{60}$  内に局在している<sup>[8-10]</sup>。  $[\text{Li}^+\text{@C}_{60}](\text{PF}_6)^-$  では、6つの  $\text{PF}_6^-$  陰イオンが1つの  $\text{Li}^+\text{@C}_{60}$  の周囲に、対称的に正八面体の頂点位置になるように配位している (図1、図3(a, b))。その結果  $\text{PF}_6^-$  からリチウムイオンに働く静電的な引力が弱め合うために、リチウムイオンが  $\text{C}_{60}$  内で局在化しにくいものと考えられる。

リチウムイオンが100 K以下で局在化する位置は、リチウムイオンにとって最安定な位置である。この位置は、3つの  $\text{PF}_6^-$  陰イオンが等距離で配位している (図3(a, b))。そのような位置は合計で8つあるが、そのうち3回反軸上の2つは  $\text{C}_{60}$  の

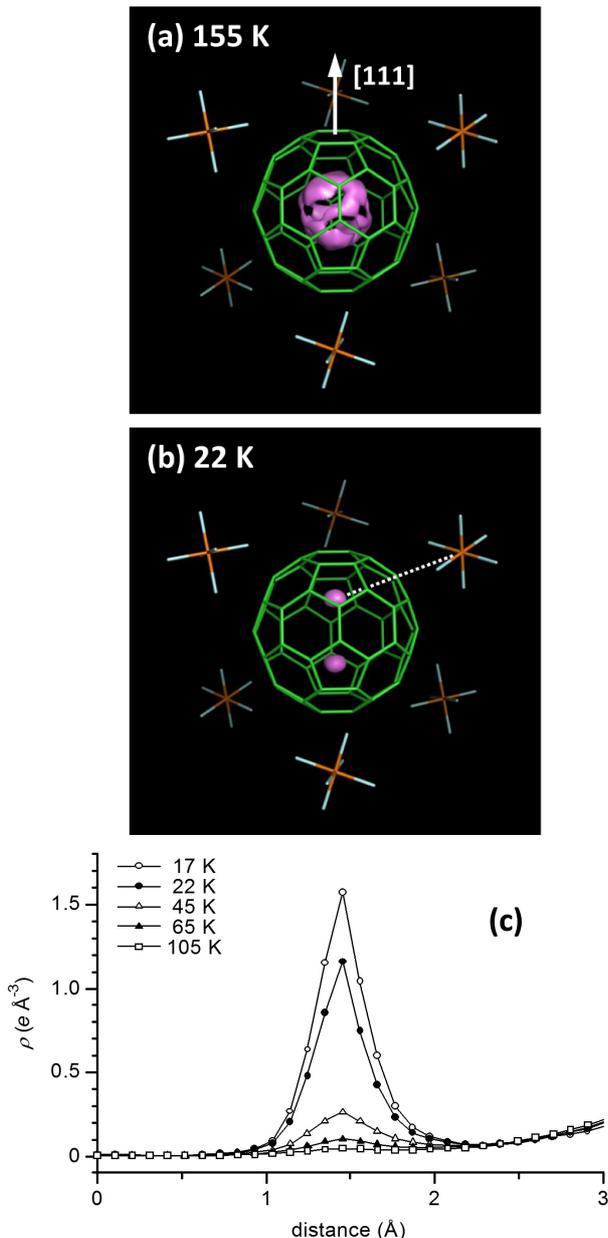


図3  $[\text{Li}^+\text{@C}_{60}](\text{PF}_6)^-$ の $\text{C}_{60}$ 内部のMEM電子密度の分布。(a)と(b)は単結晶X線回折により求めた電子密度から、リチウムイオンを仮定していないモデル電子密度を差し引いた差電子密度の $\text{C}_{60}$ 内部の等電子密度面である。(a)は155 Kの $0.015 \text{ e}\text{\AA}^{-3}$ の等電子密度面、(b)は22 Kの $0.100 \text{ e}\text{\AA}^{-3}$ の等電子密度面を示す。(b)中の白い点線は、リチウムイオンと $\text{PF}_6^-$ を結ぶ直線で、両者の間に $\text{C}_{60}$ の6員環があることが分かる。(c)は、 $\text{C}_{60}$ 中心を原点にとった3回反軸([111]軸)上の電子密度プロファイルの温度変化。温度低下に伴うリチウムイオンの局在化により100 K以下で電子密度ピークが高くなっていく。

6員環の中心近傍で安定であるのに対し、それ以外の6つは炭素と炭素の結合の近傍であるために安定でない。22 Kの低温でも2つの位置を等確率に占有している状態は、リチウムイオンが、静的に2つの位置のうちのどちらかをランダムに分子によって二者択一して占有しているか、量子的に分子内の2つの位置をトンネリングしているモデルによって説明できる。

リチウムイオンと $\text{PF}_6^-$ 陰イオンとの間の静電的相互作用は、 $\text{C}_{60}$ の分子配向にも影響している。6員環の中心近傍がリチウムイオンの安定位置であるため、リチウムイオンが $\text{PF}_6^-$ 陰イオンに引き寄せられたとき、 $\text{C}_{60}$ は6員環の中心をリチウムイオンと $\text{PF}_6^-$ 陰イオンの間に置く配向をとる方が安定である(図3(b))。空の $\text{C}_{60}$ の結晶で現れる2種類の分子配向のうち、存在確率の高い分子配向では6員環中心がリチウムイオンと $\text{PF}_6^-$ 陰イオンの間に位置する。一方、存在確率の低い分子配向では5員環中心がリチウムイオンと $\text{PF}_6^-$ 陰イオンの間に位置する。その結果 $[\text{Li}^+\text{@C}_{60}](\text{PF}_6)^-$ では、空の $\text{C}_{60}$ の存在確率の高い分子配向は安定化されるが、存在確率の低い分子配向は不安定となるため出現しない。存在確率の高い分子配向が安定化された結果、 $[\text{Li}^+\text{@C}_{60}](\text{PF}_6)^-$ では $\text{C}_{60}$ 分子を回転させるのに空の $\text{C}_{60}$ の結晶より大きなエネルギーが必要となる。そのために、 $\text{C}_{60}$ の自由回転を引き起こす相転移温度は高温側にシフトする。

## 5. おわりに

$[\text{Li}^+\text{@C}_{60}](\text{PF}_6)^-$ の岩塩型結晶構造は、 $\text{Li}^+\text{@C}_{60}$ の陽イオンの性質と共に、 $\text{C}_{60}$ の6員環を隔てて動くリチウムイオンと対陰イオンとの間の強い引力的相互作用の存在を証明している。SPring-8の高輝度放射光を利用することで、X線では観測が困難なリチウムイオンの熱運動の温度変化に加えて、 $\text{C}_{60}$ のわずかな歪みや負の熱膨張も捉えることに成功した。

$\text{Li}^+\text{@C}_{60}$ の内包構造は、対陰イオンの種類や配置、温度にตอบสนองして変化する。分子デバイスへの応用を考えたとき、外部から印加した電場に対してどのような応答をするかに興味を持たれる。 $[\text{Li}^+\text{@C}_{60}](\text{PF}_6)^-$ では低温でリチウムイオンは2つの位置を等確率に占有しているが、外部電場を印加することで、この2つの位置の占有率に不均衡が生じるかもしれない。今後、誘電率測定や電場下X線結晶構造解析による、 $\text{Li}^+\text{@C}_{60}$ の外部電場応答特性の解明が

望まれる。

#### 謝辞

本研究は、アイデア・インターナショナル株式会社 笠間泰彦博士、東北大学 飛田博実教授、東京大学 岡田洋史博士との共同研究により進められた。SPRING-8での実験は、長期利用課題（2009B0027）、重点パワーユーザー課題（2009A0083、2009A0084）の中で行われた。実験にご協力頂いた（公財）高輝度光科学研究センター 杉本邦久博士、安田伸広博士に厚くお礼を申し上げる。本研究は、文部科学省 科学研究費補助金（20360006、19051015）、名古屋市立大学特別研究奨励費の助成のもと行われた。

#### 参考文献

- [ 1 ] Y. Yasutake, Z. Shi, T. Okazaki, H. Shinohara and Y. Majima: *Nano Lett.* **5** (2005) 1057-1060.
- [ 2 ] M. Iwamoto et al.: *J. Phys. Chem. C* **114** (2010) 14704-14709.
- [ 3 ] T. Huang et al.: *Nano Lett.* **11** (2011) 5327-5332.
- [ 4 ] R. Jorn, J. Zhao, H. Petek and T. Seideman: *ACS Nano* **5** (2011) 7858-7865.
- [ 5 ] K. Kikuchi et al.: *Chem. Phys. Lett.* **216** (1993) 67-71.
- [ 6 ] H. Shinohara et al.: *J. Phys. Chem.* **97** (1993) 4259-4261.
- [ 7 ] H. Shinohara: *Rep. Prog. Phys.* **63** (2000) 843-892.
- [ 8 ] S. Aoyagi et al.: *Nature Chem.* **2** (2010) 678-683.
- [ 9 ] 青柳忍、西堀英治、澤博：日本結晶学会誌 **53** (2011) 257-263.
- [10] 青柳忍、西堀英治、澤博：放射光 **24** (2011) 73-80.
- [11] S. Aoyagi et al.: *Angew. Chem. Int. Ed.* **51** (2012) 3377-3381.
- [12] P. A. Heiney et al.: *Phys. Rev. Lett.* **66** (1991) 2911-2914.
- [13] W. I. F. David, R. M. Ibberson, T. J. S. Dennis, J. P. Hare and K. Prassides: *Europhys. Lett.* **18** (1992) 219-225.
- [14] W. I. F. David et al.: *Nature* **353** (1991) 147-149.
- [15] Y.-K. Kwon, S. Berber and D. Tománek: *Phys. Rev. Lett.* **92** (2004) 015901-1-4.
- [16] N. Dragoe et al.: *Phys. Rev. B* **84** (2011) 155448-1-4.
- [17] M. Zhang, L. B. Harding, S. K. Gray and S. A. Rice: *J. Phys. Chem. A* **112** (2008) 5478-5485.

青柳 忍 AOYAGI Shinobu

名古屋市立大学大学院 システム自然科学研究科  
〒467-8501 愛知県名古屋市瑞穂区瑞穂町山の畑1  
TEL : 052-872-5061  
e-mail : aoyagi@nsc.nagoya-cu.ac.jp

西堀 英治 NISHIBORI Eiji

名古屋大学大学院 工学研究科  
〒464-8603 愛知県名古屋市千種区不老町  
TEL : 052-789-3702  
e-mail : eiji@mcr.nuap.nagoya-u.ac.jp

澤 博 SAWA Hiroshi

名古屋大学大学院 工学研究科  
〒464-8603 愛知県名古屋市千種区不老町  
TEL : 052-789-4453  
e-mail : hiroshi.sawa@cc.nagoya-u.ac.jp

佐道 祐貴 SADO Yuki

名古屋大学大学院 理学研究科  
〒464-8602 愛知県名古屋市千種区不老町  
TEL : 052-789-3660  
e-mail : sado.yuki@g.mbox.nagoya-u.ac.jp

北浦 良 KITAUURA Ryo

名古屋大学大学院 理学研究科  
〒464-8602 愛知県名古屋市千種区不老町  
TEL : 052-789-2477  
e-mail : r.kitaura@nagoya-u.jp

篠原 久典 SHINOHARA Hisanori

名古屋大学大学院 理学研究科  
〒464-8602 愛知県名古屋市千種区不老町  
TEL : 052-789-2482  
e-mail : noris@cc.nagoya-u.ac.jp

## 長期利用課題報告 1

# 脳を切らずに神経を見る～脳科学への放射光位相差CTの活用

独立行政法人国立病院機構西多賀病院  
小野寺 宏  
東北大学大学院 医学系研究科  
高島 健太

### Abstract

通常のX線CTやMRIでは脳内の神経細胞を見ることができない。しかし放射光を光源とする位相差撮像法は吸収CTの1000倍程度の測定感度を持ち、脳微細構造の観察が可能である。我々は放射光位相差CTを用いて、脳を切らずに神経細胞を描出する方法を確立した。このことは脳卒中における血管構築と病巣範囲の相互関係、神経難病での病変分布を立体的・系統的に解析出来ることを意味する。本稿では、神経疾患や遺伝子改変動物の解析、再生医療用デバイス開発において放射光CTがいかに強力なツールであるかを紹介する。多くの形態学的情報が得られる放射光CTは、脳機能と脳疾患の研究において重要な位置を占めていくと考えられる。

### 1. はじめに

脳には1千億もの神経細胞があるとされ、ヒトは3次元的に張り巡らされた感覚・運動・記憶・言語回路の連携の下で活動しています。この巨大ネットワークが脳卒中などの病気で破綻すれば深刻な症状が引き起こされます。臨床ではCTやMRIによる脳断面図から診断を進めますが、病変部位を立体的に理解するには多くの経験が必要です（例；パーキンソン病は中脳ドパミンニューロンが障害されてドパミン神経終末が位置する線条体の機能変調で運動障害に至る。臨床でルーチンに用いるaxial viewでの2次元画像では黒質と線条体との距離が非常に大きいように錯覚しやすいが、実は両者間の距離は短い）。またCTやMRIでは神経細胞は見えないため、現在でも確定診断には脳を切り出して観察せざるを得ない疾患もあります（脳腫瘍の一部など）。また剖検脳から連続切片を何千枚も作成して3次元画像化することは労力と歪みの点で非現実的です。

放射光を光源とする位相差撮像法は吸収CTの1000倍程度の測定感度をもつため、我々は脳構造と病変部位の描出を目指してSPring-8での研究をスタートしました。本課題代表者はJST-CREST"脊髄外傷および障害脳における神経回路構築によ

る治療法の開発"のなかで神経回路再建用の足場デバイス開発を目指しており、脳脊髄内に埋設した足場デバイス撮影も大きな目的でした。予備実験のなかで偶然、脳の神経細胞がぼんやりと映し出されていることに気づきました。そこで長期利用課題では脳脊髄の描出法を確立し、さらに種々の疾患脳へと撮像対象を広げました。

本稿では放射光位相差CTの活用例として、小脳疾患や遺伝子変異動物の撮像例を紹介します（本研究はビームライン20B2で実施。一部BL20XUのデータを含む）。

### 2. 撮像装置による画質の違い、撮影技術の確立

#### (a) Bonse-Hart 干渉計

当初、SPring-8ではBonse-Hartのシリコン単結晶干渉計を用いて位相差画像を得ていました。しかし干渉計の安定に10時間ほどを要し、ごくわずかな室温変化（空調の風）による画質劣化と撮像中の熱によるサンプル変形のため脳構造はぼんやりと見えるにすぎませんでした（3日間の実験枠で撮像できたのは5～6サンプル）。しかし海馬（記憶に重要な脳構造）の特徴的な渦巻き構造が霧のかなたに浮かぶように思われたため、条件を詰めて実験を継

本研究は長期利用課題2009A0021、2009A0023、2009B0021、2010A0021、2010B0021、2011A0021、2011B0021として実施された。

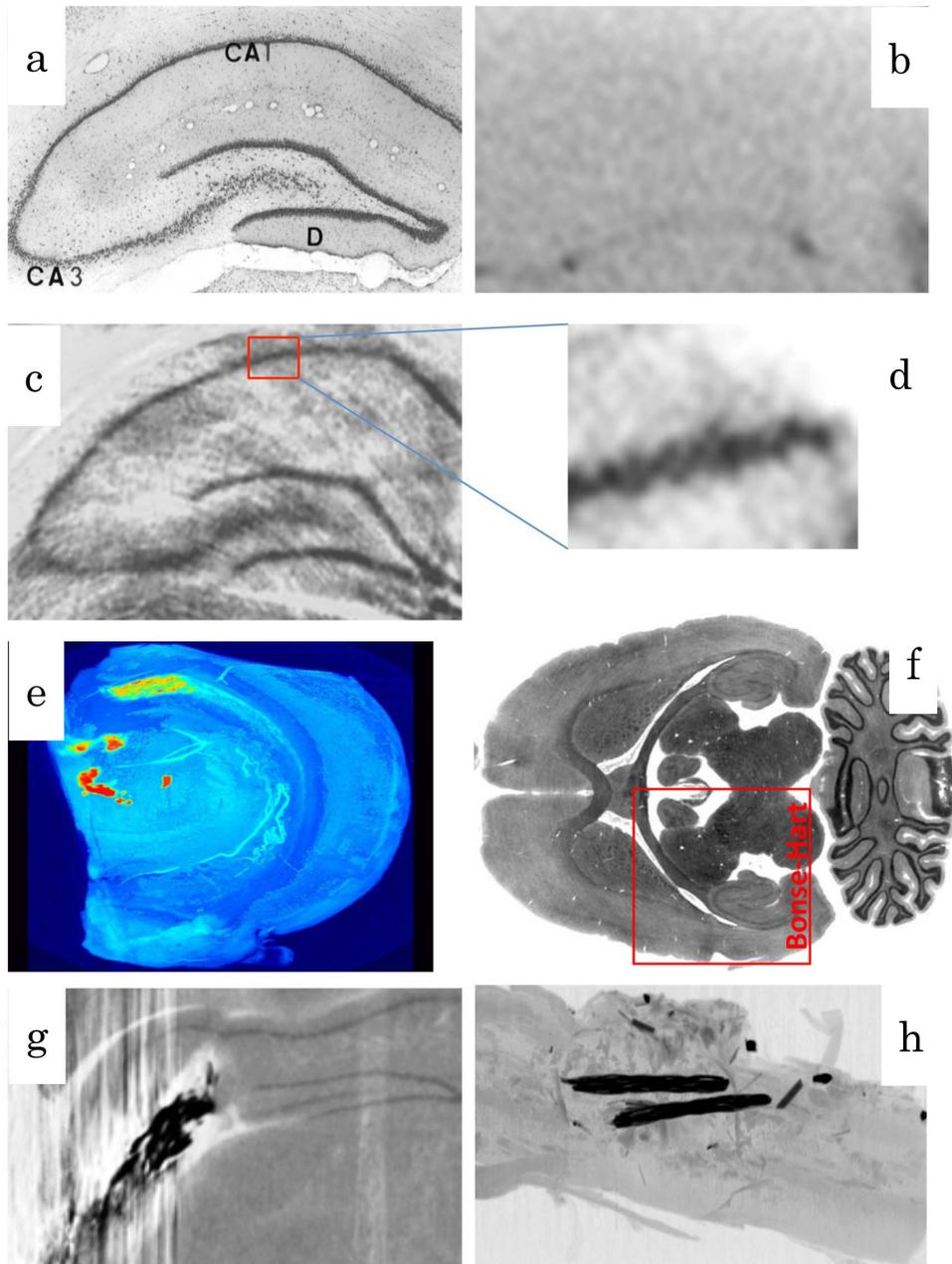


図1 ラット脳 (c~hは放射光位相差CT)

- (a) 組織染色による正常の海馬 (厚さ5ミクロンに海馬をスライスし、クレジルバイオレットで染色)
- (b) 正常海馬 (X線吸収CT。神経細胞は全く描出されない)
- (c) 正常海馬 (海馬神経細胞の細胞体が明瞭に観察できる。Bonse-Hart干渉計、BL20B2)
- (d) 正常海馬 (Bonse-Hart干渉計、BL20XU)  
撮像範囲はきわめて狭いが、解像力に優れることに注目
- (e) 側頭葉てんかんモデルの脳 (Bonse-Hart干渉計、BL20B2)  
赤色部分の神経細胞が薬剤性てんかんにより死滅 (3次元再構築画像)。
- (f) 正常の脳の水平断面 (Talbot干渉計、BL20B2)  
□で囲まれた範囲が従来のBonse-Hart干渉計での撮像範囲
- (g) 移植用足場デバイスを移植した脳 (Bonse-Hart干渉計、BL20B2)  
移植足場 (密度1.5) と脳 (1.05) の同時描出は不可能
- (h) 移植用足場デバイスを移植した脊髄 (Talbot干渉計、BL20B2)  
足場と脳構造 (病変部位の浮腫と出血) が描出されている

続することにしました。撮像サンプルと干渉計をビニールで覆って温度変化を最小限とし、サンプルの固定方法も改良すると、霧が晴れるように画像品質は向上して海馬の神経細胞が組織切片染色像のように(図1a)、くっきり浮かびあがりました(図1c)。X線CTやMRIでは全く不可能(図1b)であった神経細胞描出が可能になったのです。より高エネルギーのBL20XUでは、より明瞭に神経細胞が描写されましたが(図1d)、描出範囲は海馬のごく一部にとどまり脳組織がビームで破壊されることが難点でした。放射光位相差画像データを3次元に展開した例を示します。図1eはラットの側頭葉てんかんモデルです。薬剤性てんかん誘発(カイニン酸)による神経細胞死が海馬のCA1領域とCA3領域、ならびに視床の神経核に生じますが、3次元画像(ボリュームレンダリング)により病変の広がりや病変部位の位置関係が直感的に理解できます。しかし、撮像範囲の狭さと不安定な撮像品質がBonse-Hart干渉計を用いた位相差CTの弱点です(毎回、画質が変わる)。SPring-8で最大のBonse-Hart干渉計を用いてもラット脳の半分しか撮像範囲に入りません。

#### (b) Talbot干渉計の導入と試料固定法の確立

Bonse-Hart干渉計の限界に悩んでいたところ、Talbot干渉計が納入されました。透過型回折格子を用いるTalbot型干渉計では試料の微分位相イメージングが可能ですが、微分位相像を積分することで結晶干渉計のような位相イメージングにも使えます。Talbot干渉計は光学系のセットアップが容易で温度変化などの外乱にも比較的安定、Bonse-Hart干渉計では画像にならないような密度差の大きいサンプルの撮像も可能です。従来のBonse-Hart単結晶型干渉計の場合にはラット脳の片側(縦横7 mm角)がかろうじて視野に入りましたが、Talbot干渉計を用いるとラット脳全体を視野に収めることができました(図1f)。計算上の解像度はBonse-Hart干渉計に劣るため画質には期待していませんでしたが、脳の層構造描出能はBonse-Hart干渉計よりもはるかに優れています。脳には神経細胞に富む灰白質と、神経線維を覆う髄鞘に富む白質が層をなしていますが、Talbot干渉計は白質と灰白質を明瞭に描き分けられるため、病理標本のように美しい画像が得られます(図1f)。ちなみに通常の臨床用X線吸収CTは、白質と灰白質の描き分けがたいへん苦手です。我々が開発した神経細胞移植用足場デバイスは密度が1.5と脳実質よりも大きい

ため、ダイナミックレンジの小さいBonse-Hart干渉計では画像構築は不可能でした(図1g)。しかしTalbot干渉計を用いると脳脊髄病変と足場デバイスを同時に描出できました(図1h)。良いことづくめのTalbot干渉計ですが、神経細胞の描出に関してはBonse-Hart干渉計でのベストショット(4回に1回程度)に軍配が上がります。使用目的に応じてこれら2つの干渉計を使い分けることにより、これまでの撮像方法では不可能とされる多くの情報を得ることができます。

位相差CTの欠点は撮影に長時間を要することです(15分~5時間)。高解像度撮像には数時間を要するため、サンプルの微細振動とビームによるサンプルの熱変形が避けられず画像が劣化します。そこで脳とほぼ同密度のアガロースで試料を包埋すると、撮像品質は著明に改善しました。撮影後、アガロースゲルから試料を容易に取り出せるため撮像済みサンプルを他の分析に利用可能です。このサンプル包埋法は他臓器の撮影にも応用できます。これらのノウハウを積み重ね、再現性良く安定した脳脊髄画像が得られるようになりました。

### 3. 中枢神経疾患での撮像例

以下にSPring-8放射光CTによる中枢神経病変の撮像例を示します。すべて通常の病理標本用処理(ホルマリン等)を行ったサンプルであり、特別な試薬は一切使用していません。

#### (a) 遺伝子改変動物における脳奇形解析(pax6変異マウス)

遺伝子ノックアウトマウスなどの遺伝子改変動物の解析には膨大な労力と費用を要します。マウスの表現型解析(奇形の有無)の手順を簡単に述べますと、マウス胎児や新生児をパラフィンに包埋し多数の組織切片を作成し一枚一枚観察します。動物の連続切片をすべて観察することは現実的には不可能なため、数十枚ごとに一枚を染色して観察します。このため病変があるのに見逃す危険は避けられません。切片写真から臓器構造異常を立体的にイメージすることも困難です。しかし位相差CTを用いれば1000枚以上の連続画像を記録でき、3次元再構築も容易です。位相差CTの威力を確認すべく生後まもなく死亡するpax6遺伝子変異マウスの構造異常を観察してみました(図2a~d)。pax6変異による嗅球発生異常(図2bの矢印、図2dのように鼻の骨も無い)、眼球発生異常、脳構造異常(脳の層構造

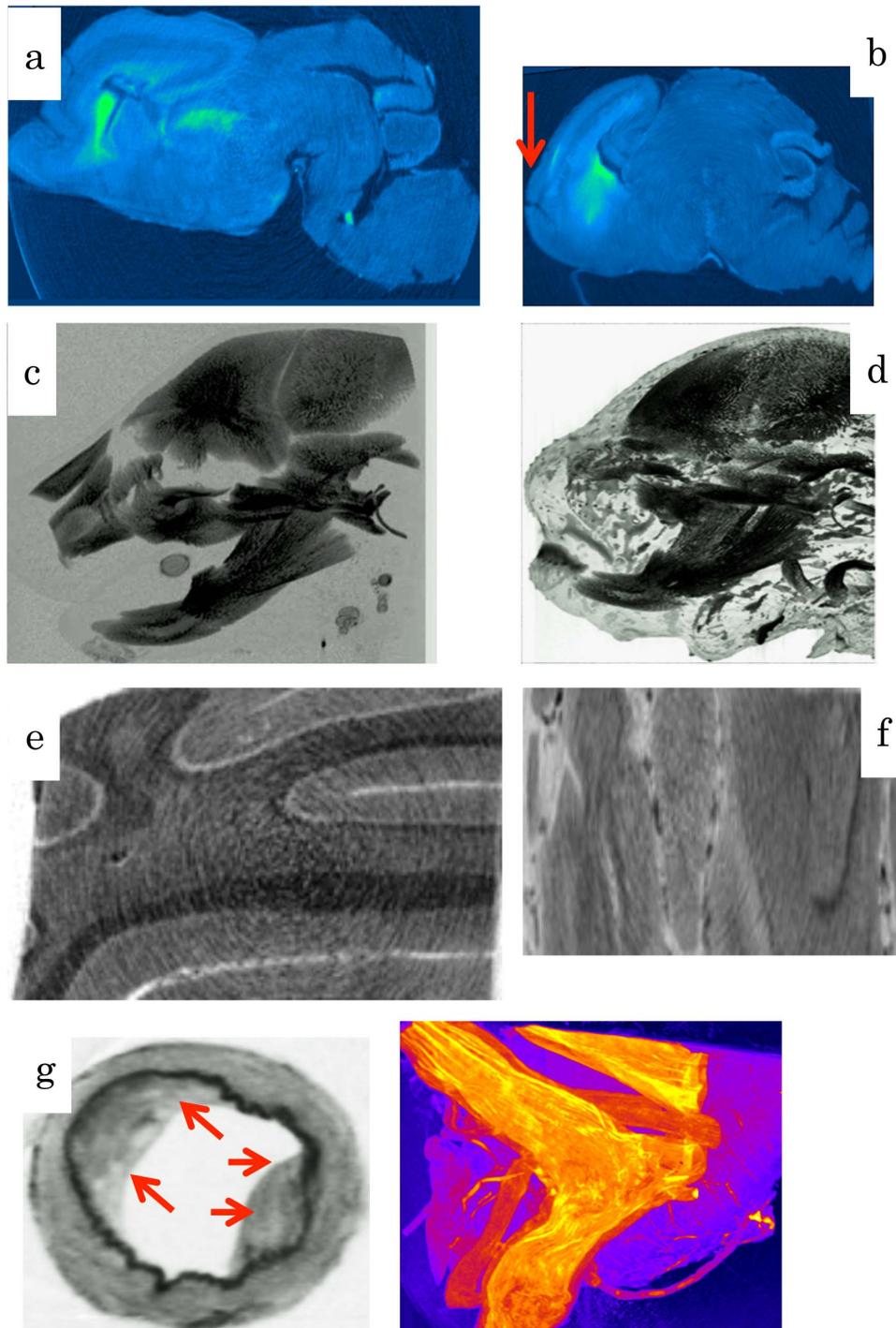


図2 放射光CTの脳疾患研究への活用 (Bonse-Hart干渉計)

- (a) 正常マウス胎児の脳
- (b) pax6 遺伝子異常マウス胎児の脳 (矢印のように嗅球が欠損し、脳構造異常は著明)
- (c) 正常マウス新生児頭蓋骨の3次元構築画像
- (d) pax6 遺伝子異常マウス新生児頭蓋骨の3次元構築画像。顔面奇形が一目瞭然
- (e) 正常ヒト小脳
- (f) 小脳変性疾患DRPLAの小脳。小脳は著明に萎縮しており、神経細胞死と神経線維変性による密度低下のため層構造は不明瞭になっている。
- (g) 脳の動脈硬化病変 (矢印) および血管分岐部の3次元構築画像 (血管平滑筋構造の乱れを認める)。

が破綻し脳幹部の折りたたみが無く、脳が一塊になっている)を2回の撮像で解析しました(頭蓋骨は吸収CT、脳構造は位相差CT)。所要時間はあわせて4時間です。放射光CTを用いると全身の臓器奇形を迅速かつ同時に、しかも3次的に解析できます。放射光CTが今後の遺伝子異常解析の強力なツールとなることは間違いありません。

#### (b) 脊髄小脳変性疾患

小脳の神経変性により重篤な運動障害が出現します(酔っばらったような歩き方と話し方、企図振戦など)。小脳変性疾患のひとつであるDRPLA(dentatorubral-pallidoluysian atrophy)の脳ブロックを用いて撮像と組織密度定量をおこないました。DRPLAではプルキンエ細胞などの神経細胞死とそれともなう神経線維変性の結果、著明な小脳萎縮に至ります。正常小脳では顆粒細胞層(小さな神経細胞が密集している層)と分子層(神経線維が縦横に分布している層)での密度差により特有の縞模様が観察されます(図2e)。ちなみに位相差CTからの計算値では正常小脳の顆粒細胞層密度は1.078でした。一方DRPLAでは神経細胞死により著明な小脳萎縮と顆粒細胞層の密度低下が観察されます(図2f、密度1.067)。わずか0.01の密度変化をこれほどの画像の違いとして描出できる位相差CTの威力には驚かされます。なお、アルツハイマ病の神経原線維や老人斑、パーキンソン病の黒質病変(レビー小体)は、いずれの干渉計を用いても描出できませんでした(予想に反して密度変化は小さい)。将来、脳ブロックの薬品処理等により異常蓄積物を選択的にラベルする方法が開発されれば、再チャレンジする価値があると考えます。

#### (c) 造影剤を使わずに脳動脈硬化が見える

ヒト脳血管の内部構造が造影剤を使わなくとも解像されることを見いだしました。ホルマリンに数年間保存されていた脳での撮影例ですが、特殊な前処理は不要でした。閉塞すれば重篤な脳梗塞を引き起こす脳底部の動脈での動脈硬化病変(弾性板断裂、粥状硬化)を示します(図2g)。粥状硬化の内部は不均一であることがよくわかります。血管病変の解析は臨床的にも大きな意義があります(詰まりやすい部位の分析、治療効果の判定)。血管病変の程度・範囲の3次元描画は容易であり、詳細な流体力学的解析が期待されます。

#### (d) 脊髄外傷モデルと再生医療

我が国では毎年6000件の脊髄外傷事故が発生し、

数十万人の患者さんが後遺症に苦しんでいます。いったん破壊された神経回路はほとんど回復しないため、現在の治療技術では麻痺の改善は望めません。そこで神経細胞や神経幹細胞と共に神経の足場となる人工繊維を病変部と健常部を橋渡しして敷設する技術を開発しました。我々が開発した足場デバイスは一定期間後に溶解して脳脊髄から除去されるため、デバイスの分解機序解析に位相差CTを活用しています(図1h)。

#### 4. おわりに

Talbot干渉計の導入と試料固定法の確立により、安定した広範囲撮像が可能となりました。しかもTalbot干渉計は神経線維(白質)の描出にもすぐれます。しかし、神経細胞体の描出能はBonse-Hart単結晶干渉計のほうがすぐれています。Talbot格子の性能向上と画像化アルゴリズムの改善により、Bonse-Hart干渉計を上回る解像度(神経細胞の描出)も期待されます。放射光位相差CTは他の撮像方法を上回る情報を我々に提供してくれます。今後、位相差CT撮像法は神経研究に欠かせないツールとなることでしょう。

#### 謝辞

本研究は科学技術振興機構(JST)の戦略的創造研究推進事業CREST"脊髄外傷および障害脳における神経回路構築による治療法の開発"によるものでありここに感謝します。研究実施に際してJASRIの八木直人先生、星野真人先生、上杉健太郎先生にお世話になりました。深謝致します。

小野寺 宏 *ONODERA Hiroshi*

JST-CREST

国立病院機構西多賀病院 臨床研究部

〒982-8555 仙台市太白区鉤取本町2-11-11

TEL: 022-245-2111

e-mail: onodera@nishitaga.hosp.go.jp

高島 健太 *TAKASHIMA Kenta*

JST-CRESTリサーチアシスタント

東北大学大学院 医学系研究科

〒980-8574 仙台市青葉区星陵町1-1

TEL: 022-717-7000

## Long-term Proposal Report 2 Phase Contrast X-ray Imaging of the Lung

S. B. Hooper<sup>1</sup>, M. J. Kitchen<sup>2</sup>, A. Fouras<sup>3</sup>, N. Yagi<sup>5</sup>, K. Uesugi<sup>5</sup>, R. A. Lewis<sup>4</sup>

<sup>1</sup>The Ritchie Centre, Monash Institute for Medical Research, <sup>2</sup>School of Physics, <sup>3</sup>Division of Biological Engineering, <sup>4</sup>Department of Radiography and Medical Imaging, Monash University, Victoria 3800, Australia, <sup>5</sup>Research & Utilization Division, SPring-8/JASRI, Sayo, Hyogo, Japan.

### *Abstract*

Lung diseases have a major impact on human health at every stage of life. In newborn infants, respiratory failure is the greatest cause of death and disease, whereas in children, asthma and related airway diseases are a major cause of illness. Similarly, asthma, emphysema and pulmonary fibrosis are major causes of death in adults, but the diagnostic capabilities of current lung imaging modalities are limited by relatively poor spatial and temporal resolutions. Phase contrast (PC) X-ray imaging can image the lung with greatly increased temporal and spatial resolutions, compared with many other modalities. We have applied this technique to investigate factors that promote lung aeration following very premature birth and to measure alterations in lung motion caused by disease. We have demonstrated that lung aeration predominantly results from pressure gradients generated during inspiration, which has overturned almost 40 years of accepted wisdom. Because of this new understanding, we have developed new approaches for facilitating lung aeration in very premature newborns. Specifically we have shown that application of an end-expiratory pressure facilitates lung aeration by preventing liquid from re-entering the airways during expiration. We have also shown that a sustained inflation greatly promotes uniform lung aeration before tidal breathing begins and that expired CO<sub>2</sub> levels accurately indicate the degree of lung aeration immediately after birth. By combining PC X-ray imaging with particle image velocimetry, we have also been able to identify how lung diseases affect the speed and direction of lung motion. This technique has the capability of measuring regional lung function with a spatial resolution that is unparalleled by any other current technology.

### Introduction

Respiratory diseases are a major cause of death and disease in humans, which affects people at all stages of their lives. As the lungs are filled with liquid at birth, the onset of air-breathing is often impeded by the presence of liquid in the gas exchange regions of the lung which results in respiratory failure. In children, asthma is a common disease whereby airway constriction restricts gas flow through the airways, which can severely limit respiratory function resulting in death. Similarly, pulmonary fibrosis, emphysema and asthma are all major health issues in adults<sup>[1]</sup>. Although our research has mainly focused on lung aeration and the transition to air-breathing at birth, the technologies we have developed can also be used to image adult lung diseases, such as pulmonary fibrosis and asthma.

During fetal life, the future airways of the lungs are

filled with a liquid that must be cleared at birth to allow the entry of air and the onset of pulmonary gas exchange<sup>[2-4]</sup>. This process of lung aeration triggers major physiological changes which are critical for the transition to life after birth<sup>[5, 6]</sup>. These changes include a large increase in pulmonary blood flow (PBF) and closure of major vascular shunts that allow blood to by-pass the lungs during fetal life. Thus, the process of lung aeration underpins the transition to life after birth, not only by allowing the onset pulmonary gas exchange but by also initiating a cascade of related critical physiological events.

Until recently, airway liquid clearance was thought to result from Na<sup>+</sup> reabsorption across the pulmonary epithelium which created an osmotic gradient for the movement of water from the airway lumen into the surrounding tissue<sup>[3]</sup>. However, using phase contrast (PC) X-ray imaging, we have demonstrated that

inspiration, rather  $\text{Na}^+$  reabsorption, was the primary force driving airway liquid clearance at birth<sup>[7, 8]</sup>.

### Phase contrast X-ray imaging

PC X-ray imaging uses the phase changes produced by a X-ray beam as it propagates through an object that is comprised of material with differing refractive indices, such as air and water<sup>[9-11]</sup>. The phase changes produce interference patterns at a finite distance beyond the object, providing contrast of the boundaries between structures with differing refractive indices<sup>[11, 12]</sup>. When using coherent X-rays, the phase contrast between air and water are orders of magnitude larger than the change in absorption contrast produced by soft tissues<sup>[11]</sup>. The lung is ideally suited to this type of imaging<sup>[9-11]</sup> because it is predominantly comprised of air (~80% by volume at end expiration), surrounded by thin tissue structures (predominantly water). The air-tissue interfaces provide strong contrast, allowing the air-filled structures, which weakly absorb X-rays, to become visible<sup>[11, 12]</sup>. As the liquid-filled fetal lungs have no air/liquid interfaces they exhibit little phase or absorption contrast and so are not visible at birth, but progressively become visible as they aerate (Fig. 1). We have used BL20B2 at SPring-8, because of its high coherence and relative brightness, to

image the entry of air into the lungs after birth and determine the primary factors involved.

The PC X-ray images not only provide temporal and spatial information on the entry of air into the lungs at birth, but can also be used to measure regional lung air volumes and to track lung motion. We have developed algorithms that can measure air volume in different lung regions on a breath-by-breath basis allowing dynamic measures of gas distribution during ventilation<sup>[7, 13, 14]</sup>. We have also applied the technique of particle image velocimetry (PIV)<sup>[15]</sup> to the phase contrast X-ray image sequences, enabling us to characterize and measure regional lung motion<sup>[16]</sup> (see below).

### Lung aeration at birth

Using PC X-ray imaging, we have determined the rate and spatial pattern of lung aeration from birth in newborn rabbits and examined the dynamics of the air/liquid interface as it moves into the distal gas exchange regions of the lung<sup>[7, 13]</sup>. Sequentially acquired images were used to construct videos that detailed the movement of air through the airways and into the distal gas exchange regions during the first breaths after birth. We found that the distal movement of air occurred rapidly and only during inspiration, whereas the air/liquid boundary commonly

moved proximally during expiration and at rest; the latter most probably indicates liquid re-entry into the airways during expiration. As only 3-5 breaths were required to aerate the lungs, depending upon the size of the inspiratory efforts<sup>[17]</sup>, we concluded that the large trans-pulmonary hydrostatic pressures generated by inspiration provided the necessary pressure gradients for the movement of liquid from the lung lumen and into the surrounding tissue<sup>[18, 19]</sup>. The liquid is then cleared via the lymphatics and blood vessels<sup>[8]</sup>. These findings have completely altered our understanding of the mechanisms driving airway liquid clearance at birth and have led to new approaches to facilitate this process in very premature infants<sup>[8, 17]</sup>.

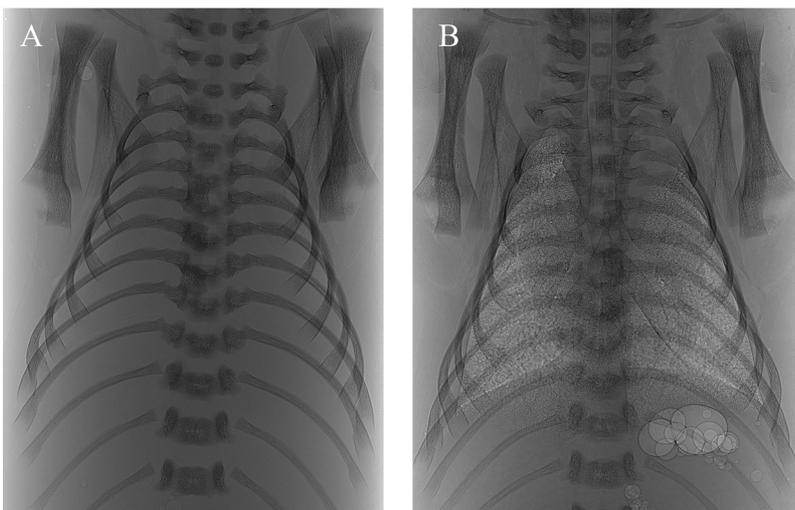


Figure 1 Propagation-based phase contrast X-ray images of newborn rabbits during lung aeration acquired on BL20B2 at SPring-8 using 24 keV X-rays and an object-to-detector distance of 3 m. (A) Before the onset of air-breathing, the lungs are liquid-filled and not visible. (B) After numerous breaths the lungs are highly visible due to both phase and absorption contrast.

### Improving lung aeration following premature birth

Infants born very premature (24-28 weeks gestation) have structurally immature lungs and have difficulty in clearing their airways of liquid largely because they have weak inspiratory muscles<sup>[20]</sup>. As a result, these infants usually suffer respiratory failure at birth and require respiratory support to survive. Airway liquid retention is a major problem in very premature infants as it reduces the gas volume of the lung, restricts gas exchange and causes marked regional differences in gas distribution, which greatly increases the risk of injury<sup>[20]</sup>. Thus, airway liquid clearance at birth is a critical issue in very preterm infants and the development of procedures that facilitate this process are of the highest priority<sup>[21]</sup>.

Based on our finding that trans-pulmonary pressures are the primary driving force for airway liquid clearance after birth, we have subsequently shown that ventilatory procedures that maintain the transpulmonary pressure gradient greatly facilitate uniform lung aeration in very preterm rabbits. For instance, a positive end-expiratory pressure (PEEP) applies a positive pressure to the airways throughout expiration, rather than allowing airway pressure to decrease to atmospheric pressure. In the absence of PEEP, the lungs failed to accumulate end-expiratory gas volumes (functional respiratory capacity; FRC) and either collapsed or re-filled with liquid during expiration (Fig. 2)<sup>[8, 22]</sup>. Thus, PEEP greatly facilitated airway liquid clearance and, most importantly, allowed gas to remain within the gas exchange regions at end-expiration so that gas exchange could proceed throughout the respiratory cycle. Without PEEP, the gas exchange regions re-filled with liquid during expiration,

thereby restricting gas exchange to the brief period of inspiration (30-50% of the respiratory cycle)<sup>[22, 23]</sup>.

Similarly, a sustained inflation (SI) not only applies a prolonged pressure to the airways to force liquid movement into lung tissue, but also increases the time for the pressure to overcome the high resistance to moving liquid (compared with air) through the airways<sup>[22, 23]</sup>. Using PC X-ray imaging, we found that a 20 sec SI can completely aerate the lung from the first breath, resulting in full recruitment of FRC and tidal volume as well as uniform ventilation from the first breath. The combination of a SI and PEEP was found to be the best approach, as PEEP maintained FRC during subsequent tidal ventilation<sup>[22, 23]</sup>.

More recently, we have used our imaging approach to improve the feedback information that is used to guide clinical care in the delivery room. Currently, the gold standard of care uses transcutaneous oxygen saturation, heart rate and respiratory function monitoring in the delivery room<sup>[24, 25, 26, 27]</sup>. However, these parameters provide little information on ventilation efficiency and the degree of pulmonary gas exchange and limited feedback to guide clinical care when cardiorespiratory indicators fail to improve. We have investigated whether expired CO<sub>2</sub> levels can indicate when gas exchange first commences and the degree of aeration within the distal regions of the lung. This novel concept is based on the idea that CO<sub>2</sub> exchange can only occur, and CO<sub>2</sub> appear in the expired gas, only when the distal gas exchange regions of the lung aerate. Using simultaneous PC X-ray imaging and monitoring of expired CO<sub>2</sub> levels we have demonstrated that CO<sub>2</sub> appears in the expired air when

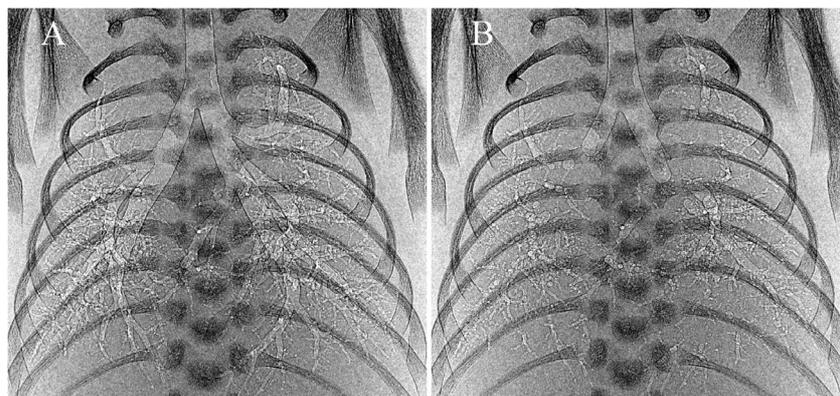


Figure 2

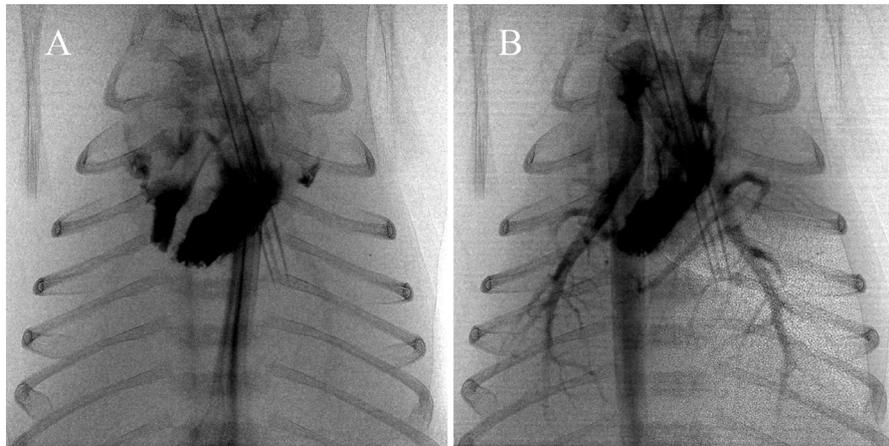


Figure 3

only ~7% of the distal gas exchange structures have aerated and that the amount of expired CO<sub>2</sub> directly correlates with gas volumes in the lung at end-inspiration of the preceding breath.

#### Matching ventilation with the increase in pulmonary blood flow at birth

Before birth, pulmonary vascular resistance (PVR) is high and so blood flow through the lungs is low. Instead, most blood exiting the right ventricle by-passes the lungs and passes through the ductus arteriosus which connects the main pulmonary artery to the aorta. However, at birth, aeration of the lung decreases PVR, which increases pulmonary blood flow (PBF) and causes the ductus arteriosus to close so that all blood from the right ventricle passes through the lungs. The mechanism by which lung aeration decreases PVR is not clear, although increased oxygenation, the release of vasodilators and increased lung recoil caused by the creation of surface tension within the lung are all thought to be involved. We have recently combined PC X-ray imaging with angiography to examine the interaction between lung aeration and the resulting increase in PBF. To our surprise we found that the two were not spatially related and that

regional lung aeration caused a global increase in PBF (Fig. 3). The mechanisms are unknown, but this represents an ideal model for examining and identifying them.

#### Tracking and measuring lung motion

As lung diseases principally restrict the ability of the lung to expand and deflate during breathing, we have investigated whether changes in lung motion caused by disease can be used to detect and measure the severity of disease. Pulmonary fibrosis increases the stiffness of lung tissue thereby reducing its capacity to expand, asthma increases airway resistance and emphysema reduces lung tissue recoil thereby increasing its compliance. Although lung motion must be altered in diseased regions, it is not

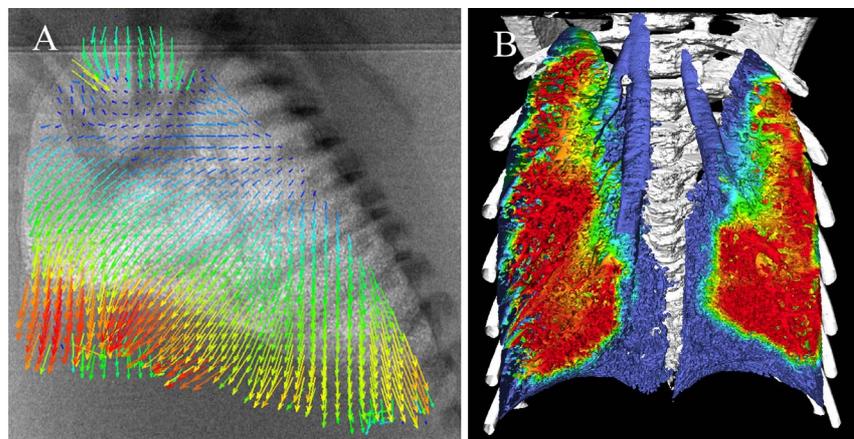


Figure 4 Phase contrast X-ray image of a newborn rabbit lung overlaid with velocity vectors (measured using PIV) showing regional lung motion at mid-inspiration, vector size and colour depicts the velocity magnitude (from lowest in blue to largest in red).

known how different regions of the lung move in relation to other regions during both inspiration and expiration in a healthy lung. Similarly, it is unknown how diseases affect regional lung motion and whether motion in healthy regions is altered to compensate for diseased regions.

To investigate this, we have combined the high spatial and temporal resolution provided by PC X-ray imaging, with Particle Image Velocimetry (PIV) to measure regional lung motion<sup>[16]</sup>. PIV utilises a cross-correlation analysis to track the movement of small regions of lung tissue between consecutive frames. This allows reconstruction of velocity fields that define the speed and direction of regional lung motion throughout a breath (Fig. 4). These demonstrate that motion is very heterogeneous across the lung and that the speed and direction of motion within a region is highly position dependent; regions closest to the diaphragm move the greatest. Furthermore, we found that non-uniform lung disease (bleomycin-induced pulmonary fibrosis), caused abnormal motion in both diseased and healthy regions, with motion in healthy regions increasing to compensate for slower moving diseased regions<sup>[28]</sup>.

Further analysis of the velocity fields allows the derivation of expansion maps (Fig. 4) of the lung and, when analyzed in 3D using a computed tomography approach, also allows the calculation of gas flows in individual airways. Using this approach, we have demonstrated that bronchoconstriction, as occurs in asthma, causes major changes in lung expansion (Fig. 4B) and gas flow within individual airways. Future experiments are planned to determine the efficacy of action of inhaled bronchodilators.

## Conclusion

PC X-ray imaging is an ideal technique for studying the factors that influence lung aeration and the clearance of airway liquid at birth as well as the impact that lung diseases have on dynamic lung function. Using this technology, we have identified ventilation strategies that most effectively aerate the lung after birth and promote uniform distribution of ventilation within the lung in very premature infants. The latter will likely reduce the lung injury suffered by premature infants requiring respiratory support. Our findings have prompted

changes to guidelines recommending ventilation procedures that should be adopted in the delivery room immediately after birth in very immature infants (see Victorian Government, Australia website at: [http://www.neoresus.org.au/pages/LM1-7-Breathing.php#B\\_FirstBreaths](http://www.neoresus.org.au/pages/LM1-7-Breathing.php#B_FirstBreaths)). Furthermore, PC- X-ray imaging provides sufficient spatial and temporal resolution that enables exploitation of analytical techniques such as X-ray PIV to quantify regional lung motion and detect lung disease by identifying regions with abnormal movement. If this technology can be adapted to X-ray sources available for clinical use, it promises to be a sensitive and quantitative method for detecting and monitoring lung disease.

## References

- [1] Scott IA. Chronic disease management: a primer for physicians. *Intern. Med. J.* 2008; **38**(6): 427-37.
- [2] Hooper SB, Harding R. Fetal lung liquid: A major determinant of the growth and functional development of the fetal lung. *Clin. Exp. Pharmacol. Physiol.* 1995; **22**(4): 235-47.
- [3] Olver RE, Walters DV, Wilson M. Developmental regulation of lung liquid transport. *Annu. Rev. Physiol.* 2004; **66**: 77-101.
- [4] Bland RD. Loss of liquid from the lung lumen in labor: more than a simple "squeeze". *American Journal of Physiology-Lung Cellular and Molecular Physiology.* 2001; **280**(4): L602-L5.
- [5] Hooper SB, Harding R. Role of aeration in the physiological adaptation of the lung to air-breathing at birth. *Curr. Resp. Med. Rev.* 2005; **1**: 185-95.
- [6] Rudolph AM. Fetal and neonatal pulmonary circulation. *Annu. Rev. Physiol.* 1979; **41**: 383-935.
- [7] Kitchen MJ, Lewis RA, Hooper SB, Wallace MJ, Siu KKW, Williams I, et al. Dynamic Studies of Lung Fluid Clearance with Phase Contrast Imaging. Ninth International Conference on Synchrotron Radiation Instrumentation; 2007 May 28 - June 2, 2006; Daegu, Korea: *American Institute of Physics*; 2007. p. 1903-7.
- [8] Siew ML, te Pas AB, Wallace MJ, Kitchen MJ, Lewis RA, Fouras A, et al. Positive end-expiratory pressure enhances development of a functional residual capacity in preterm rabbits ventilated from birth. *Journal of Applied Physiology.* 2009; **106**

- (5): 1487-93.
- [9] Yagi N, Suzuki Y, Umetani K, Kohmura Y, Yamasaki K. Refraction-enhanced x-ray imaging of mouse lung using synchrotron radiation source. *Medical Physics*. 1999; **26**(10): 2190-3.
- [10] Kitchen MJ, Lewis RA, Yagi N, Uesugi K, Paganin D, Hooper SB, et al. Phase contrast x-ray imaging of mice and rabbit lungs: a comparative study. *Br. J. Radiol*. 2005; **78**(935): 1018-27.
- [11] Lewis RA, Yagi N, Kitchen MJ, Morgan MJ, Paganin D, Siu KKW, et al. Dynamic imaging of the lungs using X-ray phase contrast. *Phys. Med. Biol*. 2005; **50**(21): 5031-40.
- [12] Kitchen MJ, Paganin D, Lewis RA, Yagi N, Uesugi K, Mudie ST. On the origin of speckle in x-ray phase contrast images of lung tissue. *Physics in Medicine & Biology*. 2004; **49**(18): 4335-48.
- [13] Kitchen MJ, Lewis RA, Morgan MJ, Wallace MJ, Siew ML, Siu KKW, et al. Dynamic measures of regional lung air volume using phase contrast x-ray imaging. *Physics in medicine & biology*. 2008; **53**(21): 6065-77.
- [14] Kitchen MJ, Paganin DM, Uesugi K, Allison BJ, Lewis RA, Hooper SB, et al. Phase contrast image segmentation using a Laue analyser crystal. *Phys. Med. Biol*. 2011; **56**(3): 515-34.
- [15] Fouras A, Dusting J, Lewis R, Hourigan K. Three-dimensional synchrotron x-ray particle image velocimetry. *Journal of Applied Physics*. 2007; **102**(6): 064916.
- [16] Fouras A, Kitchen MJ, Dubsky S, Lewis RA, Hooper SB, Hourigan K. The past, present and future of x-ray technology for in vivo imaging of function and form. *J. Appl. Phys*. 2009; **105**(1): 102009-1-14.
- [17] Hooper SB, Kitchen MJ, Siew MLL, Lewis RA, Fouras A, te Pas AB, et al. Imaging lung aeration and lung liquid clearance at birth using phase-contrast x-ray imaging. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*. 2009; **36**(1): 117-25.
- [18] Hooper SB, Kitchen MJ, Wallace MJ, Yagi N, Uesugi K, Morgan MJ, et al. Imaging lung aeration and lung liquid clearance at birth. *The Journal of the Federation of American Societies for Experimental Biology*. 2007; **21**(12): 3329-37.
- [19] Siew ML, Wallace MJ, Kitchen MJ, Lewis RA, Fouras A, te Pas AB, et al. Inspiration regulates the rate and temporal pattern of lung liquid clearance and lung aeration at birth. *Journal of Applied Physiology*. 2009; **106**(6): 1888-95.
- [20] Jobe AH, Hillman N, Polglase G, Kramer BW, Kallapur S, Pillow J. Injury and inflammation from resuscitation of the preterm infant. *Neonatology*. 2008; **94**(3): 190-6.
- [21] te Pas AB, Davis PG, Hooper SB, Morley CJ. From Liquid to Air: Breathing after Birth. *The Journal of Pediatrics*. 2008; **152**(5): 607-11.
- [22] te Pas AB, Siew M, Wallace MJ, Kitchen MJ, Fouras A, Lewis RA, et al. Establishing Functional Residual Capacity at Birth: The Effect of Sustained Inflation and Positive End-Expiratory Pressure in a Preterm Rabbit Model. *Pediatric Research*. 2009; **65**(5): 537-41.
- [23] te Pas AB, Siew M, Wallace MJ, Kitchen MJ, Fouras A, Lewis RA, et al. Effect of Sustained Inflation Length on Establishing Functional Residual Capacity at Birth in Ventilated Premature Rabbits. *Pediatric Research*. 2009; **66**(3): 295-300.
- [24] Dawson JA, Kamlin CO, Vento M, Wong C, Cole TJ, Donath SM, et al. Defining the reference range for oxygen saturation for infants after birth. *Pediatrics*. 2010; **125**(6): e1340-7.
- [25] Dawson JA, Kamlin CO, Wong C, te Pas AB, Vento M, Cole TJ, et al. Changes in heart rate in the first minutes after birth. *Arch. Dis. Child. Fetal Neonatal Ed*. 2010; **95**(3): F177-81.
- [26] Schmolzer GM, Kamlin OC, Dawson JA, te Pas AB, Morley CJ, Davis PG. Respiratory monitoring of neonatal resuscitation. *Arch. Dis. Child. Fetal Neonatal Ed*. 2010; **95**(4): F295-303.
- [27] Schmolzer GM, Morley CJ, Wong C, Dawson JA, Kamlin CO, Donath SM, et al. Respiratory function monitor guidance of mask ventilation in the delivery room: a feasibility study. *J. Pediatr*. 2012; **160**(3): 377-81 e2.
- [28] Fouras A, Allison BJ, Kitchen MJ, Dubsky S, Nguyen J, Hourigan K, et al. *Altered Lung Motion: A sensitive indicator of regional lung disease*. Submitted.

# SACLA 実験ステーションの現状

公益財団法人高輝度光科学研究センター  
XFEL 研究推進室

登野 健介

## Abstract

2012年3月より供用を開始したX線自由電子レーザー施設SACLAの実験ステーションの現状を報告する。SACLAの2012A期の運転では、コヒーレント回折イメージング(CDI)、時間分解X線散乱・回折計測、X線非線形光学、微結晶構造解析などの利用実験が硬X線ビームラインBL3において実施された。また、ビームライン光学系や共用実験装置のための調整実験も行われ、実験ステーションの高度化が進められている。本稿では特にBL3の5個の実験ステーションに注目し、実験ハッチ内の機器構成、ビーム特性、実験制御・データ取得(DAQ)システムなどを紹介する。

## 1. はじめに

SACLAは2012年3月に供用を開始し、7月25日まで2012A期の運転が行われた。この間、25課題にビームタイムが割り当てられ、ユーザーによる利用実験が実施された。実験内容は構造生物学、材料科学、X線光学、原子分子科学など多岐にわたり、それぞれの性質に応じて異なる実験ステーションが利用されてきた。並行して、実験ステーション高度化のための調整実験も行われた。あらかじめ計画されていた開発・改良項目に加えて、利用実験の中で持ち上がった問題点や要望をもとに、ビームライン光学系、共用実験装置、データ取得環境の性能改善が進められた。なお、本稿における実験ステーションとは、実験ハッチ内の実験装置群だけでなく、ハッチ外に設置された実験制御・DAQステーションも含むものである。

利用したステーションで2012A期のユーザー実験を分類すると、大部分が以下の2つに該当する。第2ハッチ(EH2)において光学レーザーとXFELの両方を利用するポンププローブ型の実験と、第3ハッチ(EH3)において1  $\mu\text{m}$  コヒーレント集光装置を利用する実験である。そこで、本稿ではEH2のポンププローブステーションとEH3のコヒーレント集光ステーションについて詳細に解説し、他のステーションについては簡単な紹介にとどめる。また、ここでは利用者が具体的に実験を計画するために必要な情報を提供することに主眼を置くこととする。各実験ステーションの概略については、本誌の後藤氏および矢橋氏の記事<sup>[1,2]</sup>、ならびにSACLA

のホームページ<sup>[3]</sup>などで紹介されているので、そちらを参照していただきたい。

## 2. 実験ハッチにおけるXFELビーム特性

実験ハッチにおけるXFELビームの体表的な特性値を表1に示す。各値に含まれる誤差は、主にパルス毎の統計的ばらつきに由来するものである。現状、SACLAはXFELの発生方式として自己増幅自発放射(SASE)原理を採用しており、統計的なばらつきは避けがたい。

様々なフォトンエネルギーにおけるビーム強度を表2にまとめた。表中のデータはEH1直前で測定されたもので、例えば文献<sup>[4]</sup>に記されているSACLAのビーム強度(光学ハッチの上流側で測定した強度)に比べて低い値になっている。現状では、実験ハッチまで輸送されてくる間に強度がおおよそ7割程度まで減少してしまう(10 keVの場合)。これは、輸送用の平面ミラーがビームをすべて受け切れていないためであり、今後、改良を予定している。

なお、表1と表2に挙げた特性値はあくまで典型

表1 フォトンエネルギー9.98 keVにおけるXFELビームの特性。

Pulse energy	151 $\pm$ 28 $\mu\text{J}$
Center photon energy	9.982 $\pm$ 0.008 keV
Band width	0.6% (FWHM)
Fluctuation in beam position (One standard deviation)	40 $\mu\text{m}$ (horizontal) 19 $\mu\text{m}$ (vertical)
Beam size	310 $\pm$ 50 $\mu\text{m}$ (FWHM)

表2 典型的なパルスエネルギーの値。

Photon energy /keV	Pulse energy / $\mu$ J
5.5	138 $\pm$ 23
7.3	121 $\pm$ 14
9	129 $\pm$ 18
10	151 $\pm$ 28
12	122 $\pm$ 19
15	60 $\pm$ 12

的な値であり、加速器の運転条件によって変わること  
に注意していただきたい。一般的な放射光光源とは異なり、SACLAでは実験条件に合わせて加速器の運転条件を変更している。すなわち、アンジュレーター  
のギャップだけでなく、電子の加速エネルギーもフォトンエネルギーによって変わっていることに注意が必要である。例えば電子の加速エネルギーを固定してアンジュレーターギャップによってフォトンエネルギーの変更を行った場合、ビームの強度は必ずしも表2に挙げた値と同じにはならない。また、今後も光源およびビームラインの高度化が進むため、ビーム特性の向上が見込まれる。

### 3. 各実験ハッチ (EH) の構成

XFELは新しい光源であり、利用実験と並行して利用方法の開拓が進められている。したがって、現段階では実験ステーションは特定の実験装置に特化することなく、多様な実験に対応する必要がある。そこで、実験ハッチは基本的に可搬の装置を入れ替えて使用することが基本となっている。このため、ハッチ内の常設機器は汎用性の高いものだけにとどめ、ハッチの上流端か下流端付近に設置した。中央部分には実験装置のためのスペースが広く確保されている。全ての実験に共通で用いられるビームライン光学系・診断系は、光学ハッチ内に集約して設置されている。

上記のような構成によって実験ハッチの汎用性が活かされる反面、マシンタイムの切り替えに伴って実験装置の入れ替え作業が発生するというデメリットも生じている。そこで、効率的に装置の入れ替えを行うため、最新のレーザー測量器（レーザートラッカー）とエアキャスターを利用した装置設置・アライメント法を確立した。

以下にEH1からEH5内に常設されている機器の構成と典型的な実験セットアップの例を示す。

#### 3-1 EH1：XFEL先進オプティクス

最も上流側に位置するEH1は、XFEL用の光学機器やビーム診断機器の研究開発のために利用されている。図1に上面図を示す。EH1には、He-Neレーザー導入機構と回転式シャッター（パルスセレクター）が常設されている。前者はXFEL光軸と同軸に導入され、アライメント時のガイド光として利用される。このガイド光は、後段のハッチ（EH2-EH4）でも利用可能である。パルスセレクターは単一パルスの切り出しやパルスの間引きのために使用され、後段ハッチにおける実験でも活用されている。

2012A期では、主にSACLAのスタッフによる調整実験のために利用された。具体例を挙げると、高分解能スペクトロメーターの開発、光学素子の性能評価、X線検出器の評価実験、プロファイルモニターの評価などである。

#### 3-2 EH2：ポンププローブ実験

EH2には光学レーザー導入ポートが備えられており、XFELパルスと同期したフェムト秒レーザーパルスを試料に照射することができる。光学レーザーの仕様については、SACLAのホームページを参照していただきたい<sup>[3]</sup>。図2aにEH2の上面図を示す。レーザー光の輸送および加工のため、1.5×1.5 m<sup>2</sup>の

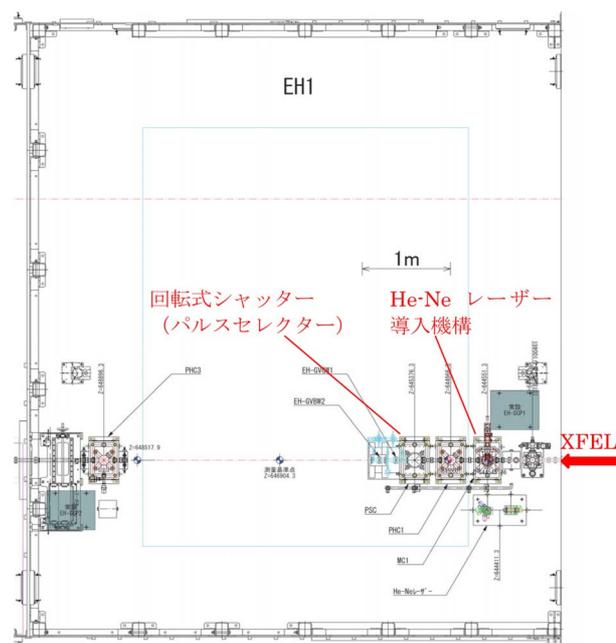


図1 EH1の上面図。ハッチのサイズは7m×6m×高さ4m。

光学定盤がハッチの上流側に常設されている。

常設の光学定盤に加えて、汎用可動式定盤 (図2b) または汎用光学定盤 (図2c) を設置することも可能である。これらの汎用定盤上に精密ステージとゴニオメーターを組み合わせてポンププローブの実験を行う場合が多い。図3に標準的なポンププローブ X線回折実験のセットアップを示す。光学レーザー

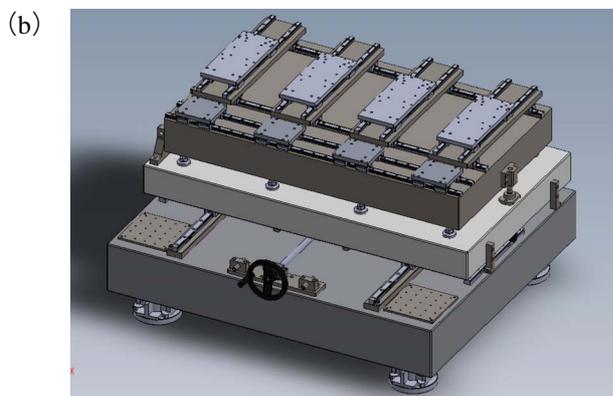
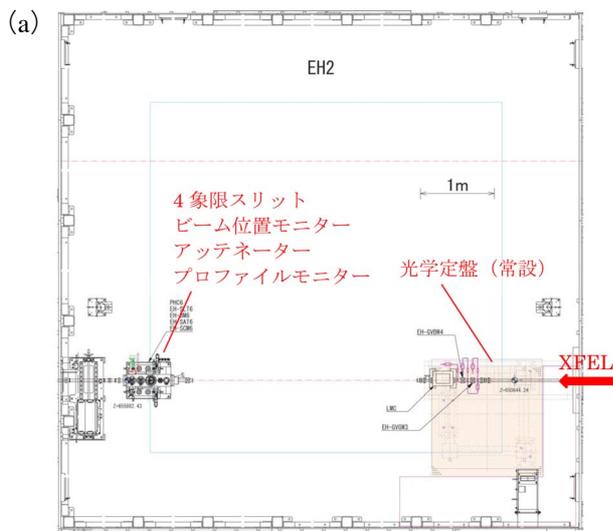


図2 (a) EH2の上面図。ハッチのサイズは7 m×7 m×高さ4 m。(b) 汎用可動式定盤、(c) 汎用光学定盤の一例。

の入射経路は、実験内容にあわせてXFELと非同軸入射 (図3a) または同軸入射 (図3b) とすることができる。

ポンププローブ実験で最も重要なパラメーターのひとつは、光学レーザーパルスが試料に到達してからXFELパルスが到達するまでの時間差(遅延時間)である。光学レーザーの照射タイミングの制御は、光学遅延ステージによる光路長調節と電子回路によるレーザー出射タイミング制御を併用して行っている。現状では光学レーザーとXFELパルスの到達時間差に100 fsオーダーのジッターが含まれるため、タイミング調節の分解能はサブピコ秒程度が限界である。ただし、照射遅延時間を計測して実験データとともに記録しておけば、データ解析の段階で遅延時間順にデータを並び替えるポストプロセスが可能となる。現在、10 fsオーダーの分解能で照射遅延時間を計測できるモニターの開発が進められている。

2012A期においてポンププローブステーションを利用した実験は、主にポンププローブX線散乱・回折実験であった。すなわち、光学レーザー照射後の散乱・回折X線像の時間発展を2次元検出器で記録

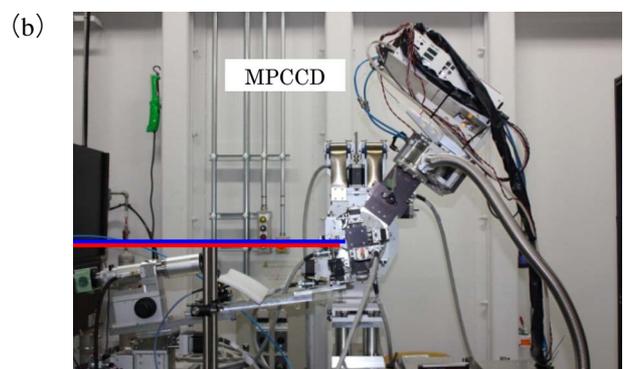
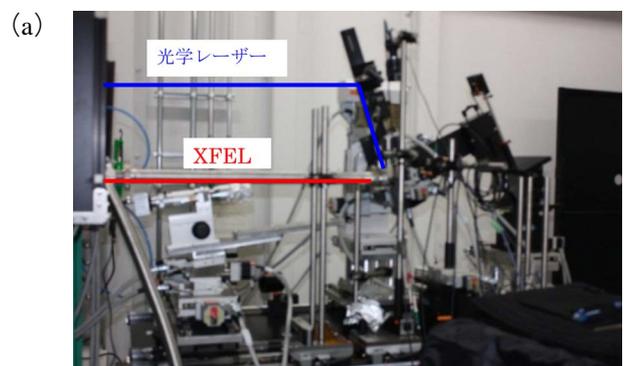


図3 ポンププローブ実験のセットアップ例。(a) 非同軸入射。(b) 同軸入射。どちらも大気雰囲気下での実験である。

するものである。2次元検出器としては、主にMPCCD検出器が使用された<sup>[3]</sup>。今後は、時間分解X線分光装置などの整備も進めていく予定である。

EH2の下流側には4象限スリット、ビーム位置モニター (BPM)<sup>[5,6]</sup>、強度減衰板 (アッテネーター)、プロファイルモニターが常設されている。これらのスリットやモニターは、主にEH3における実験で利用され、入射光のハロー除去や、実験中の入射光強度測定などに利用される。

### 3-3 EH3：コヒーレント集光

図4にEH3の上面図を示す。ハッチの上流側には1 μmコヒーレント集光装置および付随する4象限スリットと差動排気装置が常設されている。集光装置はいわゆるKBミラーであり、大阪大学、東京大学、理化学研究所、JASRIによって共同開発された。EH3で実施される実験のほとんどは集光装置を利用するため、共用実験装置の多くは集光位置に測定試料が置かれることを想定して設計されている。

2012A期にEH3で実施された実験例を挙げると、CDI、微結晶X線回折実験、X線非線形現象の観測などである。特にCDIはXFEL応用研究の目玉のひとつとされているもので、SACLAの建設時から共用実験装置の開発が進められてきた。理研とJASRIによって開発されたMAXIC (Multiple Application X-ray Imaging Chamber) もその一例である。MAXICはスリット光学系と試料導入機構から構成

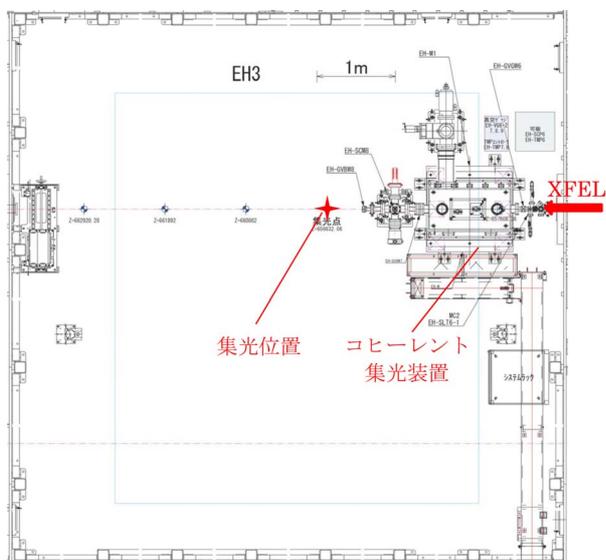


図4 EH3上面図。ハッチのサイズは7 m×7 m×高さ4 m。

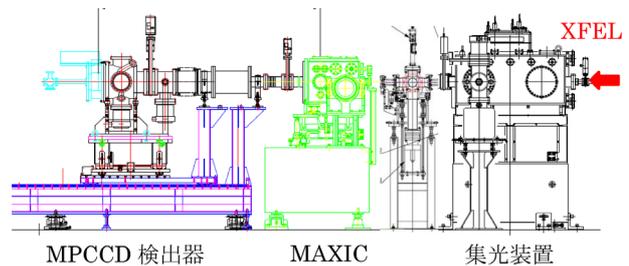


図5 CDI実験のセットアップの一例。MAXICを利用した場合。

され、薄膜に固定した試料だけでなく、溶液試料を直径数μmの液体ビームとして導入することもできる。図5に、MAXICを利用したCDI実験のセットアップ例を示す。上流側から集光装置、MAXIC、8枚センサー型MPCCD検出器 (オクタルMPCCD) の順に並んでいる。試料と検出器との距離は実験条件に応じて変更され、0.2 m程度の近いものや2~3 m程度の比較的近い場合などがある。単一粒子CDIの場合は、極小角部分の回折イメージをオクタルMPCCDの後段に設置された1枚センサー型MPCCD (シングルMPCCD) で観測する例も多い。後段のシングルMPCCDは、場合によってはEH4に設置され、ハッチをまたいでの実験になることも珍しくない。

さらに、EH3には光学レーザー射出ポートも備えられているため、ポンププローブ実験も可能である。2012A期においては、チタンサファイヤレーザーの基本波 (波長800 nm) を導入してタイミングモニターの調整実験を行った例などがある。

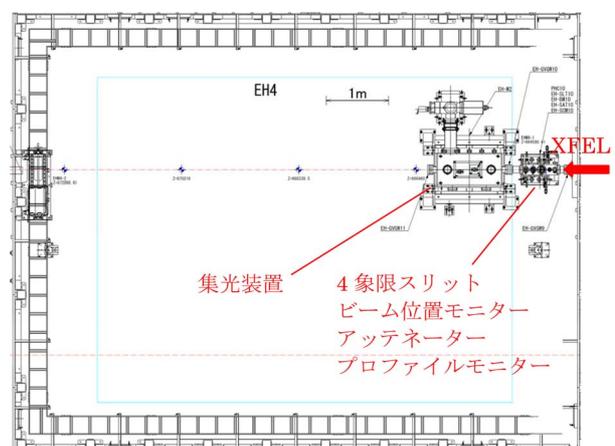


図6 EH4の上面図。ハッチのサイズは7 m×9 m×高さ5 m。

### 3-4 EH4：汎用実験ハッチ

EH4はSACLAの実験ホール内で容積がもっとも大きなハッチであり、大型装置を利用した実験などに適している。図6に上面図を示す。ハッチの上流側に4象限スリット、BPM、アッテネーター、プロファイルモニター、集光装置が常設されている。

### 3-5 EH5：XFEL-SR相互利用

EH5においては、SACLA BL3のXFELビームとSPring-8 BL32XUのアンジュレーター放射光の両方を利用することが可能である。図7に上面図を示す。SACLA BL3側には集光装置と付随するスリット、モニター類が常設されている。既にXFELビームを利用した調整実験（常設機器の調整）も実施されており、2013Aには本格利用を開始する予定である。

## 4. 実験機器制御およびDAQ環境

機器制御およびDAQシステムについては、いずれ独立した記事として取り上げられるのがふさわしく、本稿では概要のみを述べておく。利用実験が始まってからも当初は想定していなかった問題やユーザーからの要望が持ち上がり、現在もシステムの改良が続けられている。今後、本誌などを通じて詳細な情報提供の機会が設けられるであろう。既に発表されている資料も参考にいただきたい<sup>[7,8]</sup>。

SACLAの実験制御およびDAQシステムは、SPring-8と同様、MADOCA（Message And Database Oriented Control Architecture）をベースにして構築された<sup>[9]</sup>。制御・DAQ機器はどの実験ハッチについても同様な構成であり、ハッチ外の

制御ステーションに設置されている。ステップングモーター、フォトダイオード検出器、CCDカメラといった基本的なコンポーネントについては、操作ソフトも含めた制御システムを施設側で整備した。これらをサブシステムとして適宜組み合わせ、実験装置の制御を行う。SACLAの制御・DAQシステムに適合するフォトダイオード検出器やCDDカメラなどの機器については、ホームページ上で確認していただきたい<sup>[3]</sup>。

ほとんどの場合、実験装置の機械的な動作は、ステップングモーターを遠隔で操作することによって制御される。このため、SPring-8標準のモータードライバとコントローラーが各ステーションに設置されている。また、電子機器の制御やデータ転送のために、ローカルエリアネットワークの接続ポート、タイミング信号の供給ポート、カメラリンクインターフェースへの接続口が各実験ハッチ内に備えられている。

DAQについては、従来の放射光実験との違いが最も際立つ部分である。SACLAから供給されるX線パルスは最大でも毎秒60パルスだけであり、各パルスは試料を破壊してしまうほど強力なものである。さらに、強度、スペクトル、到達タイミングといった特性がパルス毎にばらついてしまう。したがって、単一パルスの照射でデータ取得までが完結する実験スタイル（シングルショット実験）が主流になっている。このような実験に対応するため、パルス毎にデータを取得し、記録できる環境が整備された。試料からの信号だけでなく、ビームラインの診断系で得られた光特性データもパルス毎に保存される。パルス強度や位置などの0次元データは、原則として常にデータベースに保存される。2次元の画像データのように容量の大きなものは、記録が必要な時だけストレージシステムに保存する。すなわち、何パルス分のデータを保存したいかを実験者が指定して測定を行う。また、取得中のデータをほぼリアルタイムでモニターする仕組みも整えられている。なお、保存されたすべてのデータにはパルス番号（タグ番号）が付けられており、解析時に各種のデータを対応付けることができる。持込みの検出器で取得したデータも施設側のデータと対応させられるよう、共通のタグ番号を発行する仕組みも整えられている。

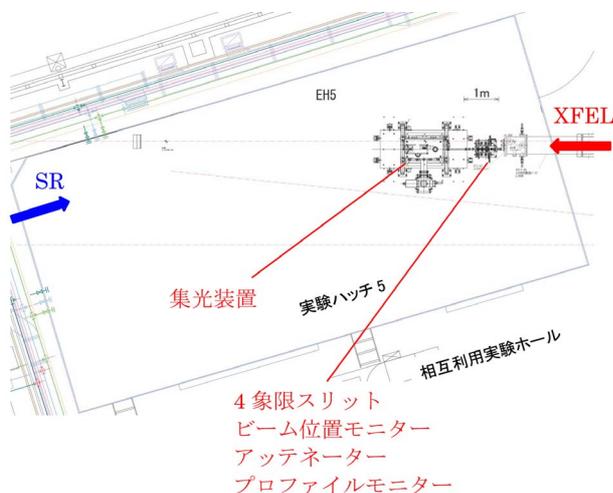


図7 EH5の上面図。ハッチはXFEL-SR相互利用施設内に設置されている。

## 5. おわりに

2012A期の運用実績に基づいて実験ステーションの現状を紹介した。今後のSACLAの高度化に伴い、実験ステーションの状況も変化を続けていくことは明らかである。今後も本誌やホームページを通じて最新情報を提供していきたい。また、利用実験結果の紹介もあわせて行っていければと考えている。

## 謝辞

独立行政法人理化学研究所播磨研究所放射光科学総合研究センターXFEL研究開発部門および公益財団法人高輝度光科学研究センターの関係者、共用装置の開発に関わった外部機関の方々、貴重な意見をいただいた利用者の皆様の協力に感謝したい。

実験ステーションに設置されている共用実験機器の多くは、文部科学省の科学技術試験研究委託事業「X線自由電子レーザー利用推進研究課題（平成18～22年度）」および理化学研究所「SACLA利用装置提案課題（平成23年度）」による支援を受けて行ったものである。

## 参考文献

- [1] 後藤俊治：SPring-8 利用者情報 **17** (2012) 38-41.
- [2] 矢橋牧名：SPring-8 利用者情報 **17** (2012) 122-125.
- [3] <http://xfel.riken.jp/>
- [4] T. Ishikawa, H. Aoyagi, T. Asaka, Y. Asano, N. Azumi et al.: *Nature Photonics* (2012) doi 10.1038/nphoton.2012.141.
- [5] K. Tono, T. Kudo, M. Yabashi, T. Tachibana, Y. Feng et al.: *Rev. Sci. Instrum.* **82** (2011) 023108.
- [6] T. Kudo, K. Tono, M. Yabashi, T. Togashi, T. Sato et al.: *Rev. Sci. Instrum.* **83** (2012) 043108.
- [7] 福井 達、石井美保、大端 通、籠 正裕、佐治超爾他：放射光 **25**、2 (2012) 65-69.
- [8] 初井宇記、亀島 敬、小野 峻、桐原陽一、工藤 統吾他：放射光 **25**、2 (2012) 82-88.
- [9] 田中良太郎：加速器 **2** (2005) 162-169.

登野 健介 *TONO Kensuke*

(公財)高輝度光科学研究センター  
XFEL研究推進室 先端利用グループ  
TEL : 0791-58-0802  
e-mail : tono@spring8.or.jp

## 第3回 SPring-8-Diamond放射光産業利用ワークショップ

公益財団法人高輝度光科学研究センター  
産業利用推進室 廣沢 一郎

第3回 SPring-8-Diamond放射光産業利用ワークショップ(3rd SPring-8 - Diamond Joint Workshop for Industrial Applications of Synchrotron Radiation)が、5月21日(月)から23日(水)の間、SPring-8キャンパスおよび神戸(ニチイ学館 神戸ポートアイランドセンター)で開催された。平成21年8月の第1回(於:神戸 St. Catherine's College Kobe Institute、およびSPring-8キャンパス)、平成22年7月の第2回(英国Oxford (Diamond Light Source、および St. Catherine's College)に引き続き、日本側は(独)理化学研究所、並びに(公財)高輝度光科学研究センター(JASRI)が、また英国側はDiamond Light Source(DLS)が主催者の任に当たった。

SPring-8-Diamond放射光産業利用ワークショップは日英友好通商条約締結150周年の記念行事「UK-JAPAN2008」の一環として、放射光産業利用に関する報告および協議を目的に第1回が開催されて以降、放射光産業利用における研究協力の重要性を共有する為に、その後も持ち回りで開催している。これまでに開催された第1回、第2回のワークショップは放射光産業利用に関する濃密な議論を行うために参加者を限定していたが、今回は幅広い分野で放射光の産業利用が行われているSPring-8で開催されたため、さまざまな立場から放射光利用にかかわる方々に広く参加していただき、産業利用について多面的な議論を行うために公開ワークショップとして開催した。このため関係者(講演者、座長など)以外にも多数参加し、第2回の約2倍にあたる85名(うち英国側の参加者15名)が参加した。

これまでのワークショップは幅広い分野での産業利用の可能性を探るためにテーマを限定せずに行っていたが、今回は第8回日英科学技術協力合同委員会(平成23年11月、英国於開催)の議論を踏まえ設定されたテーマ「エネルギー」に沿って、基調講演および研究成果が報告された。また、Diamond

の招待でCanadian Light Source (CLS)のJ. Cutler氏(Director of Industrial Science)とNSLSのJ. Wang氏(Industrial Program Coordinator)も参加した。

ワークショップの初日(5/21)はSPring-8キャンパス内のXFEL実験研究棟大会議室で行われた。大野研究顧問(JASRI)の司会で白川理事長(JASRI)、石川所長(理研)、G. Materlik CEO(Diamond)、原室長(文部科学省)、K. Knappet一等書記官(英国大使館)による挨拶により開会した。引き続きG. Materlik CEOの座長でSPring-8とSACLA、およびDiamondのOverviewが石川所長とT. Rayment教授(Director of Physical Sciences)より行われた。DiamondのOverviewではビームラインの整備および利用の現状が紹介された。これまでと同様にDiamondにおいてはタンパク結晶構造解析が産業利用の中心であり成果専有利用の占める割合は6%である。また、製造業分野での産業利用を念頭に整備が進められているビームラインI12(JEEP: Joint Engineering, Environmental and Processing)は、一昨年訪れた際には建設途上にあった第二ハッチが完成して利用がはじまったとのことである。I12をはじめEngineering, Environment and Processingに分類される3本のビームラインは“make accessible and simple for non-SR users”を念頭に機器整備を進めているとのことで産業利用の促進を目指すDiamondの意気込みを感じることができた。

更に、N. Pratt氏(Science & Technology Facilities Council: STFC)による“UK Capital Investment Roadmap”、NSLSのWang氏による“Overview of Industrial Research Program at NSLS”と題した講演があり、英国の科学技術政策においてDiamondが重要な役割を占めていること、2011年のNSLSの企業利用は約6.5%であることが紹介された。21日午前のセッション最後はCLSのCutler氏が“Minerals, Metals and Materials:

Understanding the World around Us”と題して講演し、第一次産業の占める割合が高いカナダの産業的特徴に沿って鉱業分野での利用拡大に向けた活動事例を紹介した。

“Industrial Applications at SPring-8”と題した21日午後のセッションでは、石川所長の座長で“Industrial Applications at SPring-8/SACLA Today”(JASRI 山川常務)、“Shaping the Future of the SR Applications by the Industry-Academia Alliance”(JASRI 高田部門長)、“RISING Beamline Lights up Reactions Inside Batteries”(京大 小久見特任教授)、“Time- and Space-Resolved XAFS Techniques for in situ Characterization of Polymer Electrolyte Fuel Cells”(電通大 岩澤特任教授)と題した4件の講演があった。午前のセッション終了後にSACLAの見学が行われたためかSACLAの産業利用についても関心が高いようで“SACLAの企業利用課題数は?”“SACLA企業利用課題のテーマは何か?”(実施中なので回答できない質問)といった質問が出た。また、BL28XUやBL36XUについては“測定用セルは何に留意して設計するのか?”といった技術的な質問の他に、Diamond側から“ビームラインの運営方針はどこで決めるのか?”、“研究開発のロードマップはどのようにして作成したのか”など研究開発方針に関する内容の質問が複数出されたことが印象的であった。

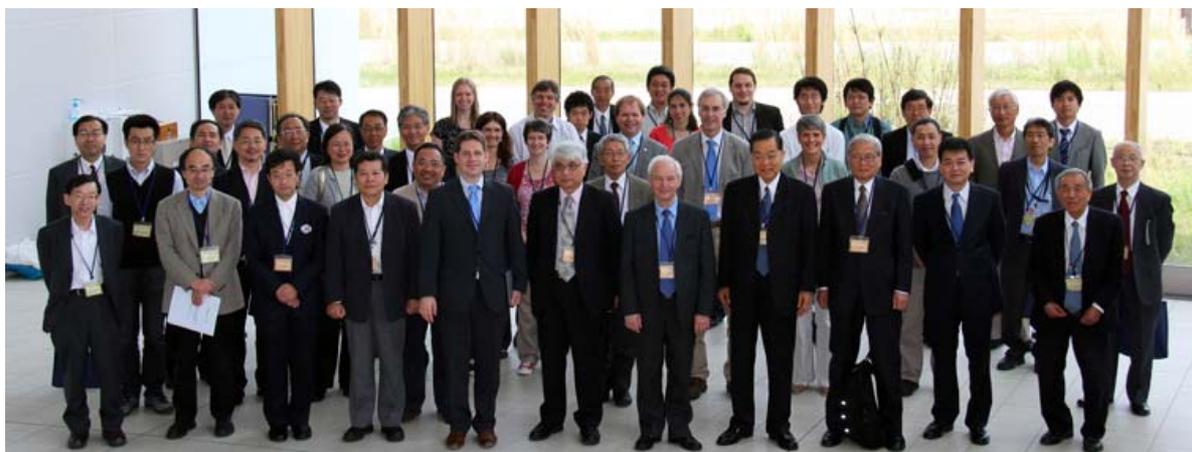
2日目以降はワークショップ会場をニチイ学館神戸ポートアイランドセンターに移して行われた。22日午前前半のセッション“Management Approaches for Industry Beamlines at SPring-8”は広沢が座長を務め、産業界が活発に利用している専用ビームラインBL08B2、BL24XU(兵庫県ナノテク研究所 松井所長)、BL16XU、BL16B2(産業用専用ビームライン建設利用共同体 淡路合同部会長(富士通研究所))、BL03XU(九大 高原教授)、BL33XU(豊田中央研究所 堂前室長)の現状が紹介された。前日にBL03XU、BL24XU、BL33XUの見学があったためか、運営に関する質問よりも“BL24XUで現在測定可能な元素種は何種類か?”、“BL16B2での二次元検出器を用いた深さ分解XAFSにおいて出射角の較正はどのように行っているのか?”といった技術的な質問が多かった。

22日午後の後半より今回のワークショップのテーマである“エネルギー”に関連した利用研究成

果の講演が行われた。DiamondのT. Rayment教授が座長を務めた“Energy I: Fuel cells and Catalysis”では昼食を挟んで午前3件、午後2件の講演が行われた。SPring-8の3件の利用成果の講演(“Structure and Electrocatalytic Properties of Non-Platinum-Group-Metal Catalysts used for Polymer-Electrolyte Fuel Cell(日産アーク 今井氏)、“XAFS Analysis of Functional Ceramic Materials for SOFC”(ノリタケ 河野氏)、“Operand XAFS Analysis of Fuel Cell Electrocatalysis at the TOYOTA beamline”(豊田中研 西村氏))はいずれもXAFSを利用した成果報告であったが、日産アークの今井氏はHAXPESや粉末X線回折も含めた検討結果も報告され、特に印象深い講演であった。Diamond側の講演はJohnson MattheyのT. Hyde氏による“The use of Synchrotron Radiation in Vehicle Emission Control Catalyst Characterization”とOxford CatalystsのL. Richard氏による“Fischer-Tropsch Performance Correlated to Catalyst Structure: Trends in Activity and Stability for a Silica-Supported Co Catalyst”の2件で、前者はPt触媒のXAFS測定、後者はCo酸化物微粒子のX線回折測定の結果を紹介していた。どちらの講演も紹介された測定データが少なく放射光利用は緒に就いたばかりとの印象を受けた。

佐野コーディネーターが座長を務めた22日午後後半のセッション“Energy II: Saving”ではSPring-8の利用事例としてJSRの富永氏が極小角散乱による自動車タイヤ用合成ゴム中のシリカフィラー分散状態評価、三菱電機の上原氏がBL16B2で行ったXAFSによる変圧器銅配線の腐食反応の研究が紹介された。Diamond側からはCLSのCutler氏が“Understanding the Mechanism of Antiwear Performance using Synchrotron Radiation-based Techniques”と題して潤滑油中に含まれるリンのXAFS測定による潤滑油分子の吸着状態の検討結果を紹介した。潤滑材は日本国内でも多数生産されているにもかかわらずSPring-8の共用ビームラインでのこれに類する利用例はないため、新しいSPring-8での新しい利用分野開拓のヒントとなった。

最終日の午前のセッション“Energy III”ではDiamondのSchotton氏とPizzey氏が座長で前半に2件、後半にDiamondの機器整備状況紹介を中心とした3件の講演があった。前半の2件は



3rd SPring-8 - Diamond Joint Workshop for Industrial Applications of Synchrotron Radiation  
21-23 May 2012, SPring-8, Japan

Birmingham大学のDavenport教授と神戸製鋼の中山氏による講演で、いずれも金属材料の腐食現象を電気化学的に検討していた。特にDavenport教授はDiamondでの成果に加えてSLSやESRFで行った測定結果も含めて講演し、それぞれの放射光施設の特徴を活かして精力的に研究する姿勢に圧倒された。

23日午後の“Wider Application of Synchrotrons in Industry”と題したセッションでは、佐野コーディネータ、江崎グリコの田中氏、アシックスの立石氏がSPring-8の利用研究事例を紹介するとともに、Rolls-RoyceのKoyama氏が放射光利用に対する期待について講演した。Rolls-Royceは一昨年のワークショップでも放射光利用への期待を紹介していたが、実際の利用には未だ至っていないようである。

ワークショップの最後はエネルギーを扱った各セッションの座長からの概要報告で、山川常務とMaterik教授による閉会挨拶で終了した。この中で次回ワークショップは2014年にDiamondで開催する予定であることが宣言された。

廣沢 一郎 HIROSAWA Ichiro

(公財)高輝度光科学研究センター 産業利用推進室

〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都 1-1-1

TEL : 0791-58-2804

email : hirosawa@spring8.or.jp

## 第3回世界加速器会議 (IPAC'12) 報告

公益財団法人高輝度光科学研究センター 加速器部門  
 高雄 勝、下崎 義人、大熊 春夫

第3回世界加速器会議 (IPAC'12) が、2012年5月21日から25日までアメリカ合衆国ニューオリンズで開催された。この会議は、2009年までアジア、ヨーロッパ、北米で独立に開催されていた (アジアは3年毎、ヨーロッパと北米は隔年で交互) 加速器の国際会議を統合したもので、第1回が京都<sup>[1]</sup>、第2回がスペインのサンセバスチャン<sup>[2]</sup> で開催され、第3回の今回で3つのリージョンを一回りにすることになる。この会議には、その名の通り世界中から加速器の研究者が集まり、最近の加速器に関する情報を交換し、動向を知る上で非常に好都合なものである。今回の参加者 (参加登録者1321人) の地域的内訳を見ると、アメリカ44%、ヨーロッパ37%、アジア19%であった。主な放射光施設からも多数参加しており、光源加速器の運転状況、性能向上などの情報を得るには有益なものである。

ニューオリンズといえばジャズ。会議のポスターにもトランペットの図柄があらわれており、夕食のため繁華街のフレンチ・クォーターに出掛けると路上や店内で盛んに生演奏が行われていた (図1)。会議のバンケットでもジャズバンドの演奏があり、本場のジャズに触れることができた。また、ニューオリンズでの開催と言うことで、2005年のハリケーン・カトリーナの被害が懸念されたが、さすが

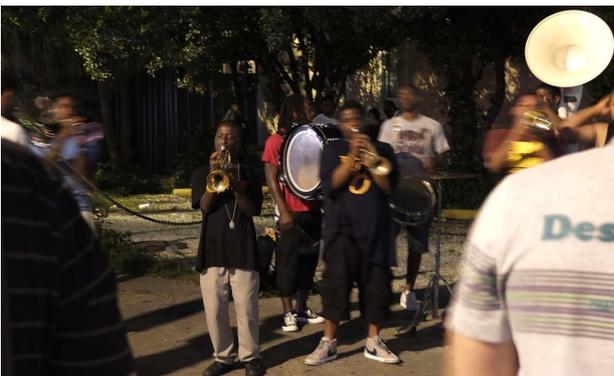


図1 スウィングする路上ジャズバンドの一回

に復興は進んでおり、市街の様子からは当時の報道に見られた様なハリケーン被害の甚大さを窺う術はなかった。

会議は、午前中は招待口頭講演、午後前半は一般口頭講演、後半はポスター発表の形式で行われ、招待口頭講演は初日と最終日の本会議は1会場、それ以外は2会場で並行して行われ、一般口頭講演は3会場並行で行われた。セッションは、

- ・ Circular and Linear Colliders
- ・ Synchrotron Light Sources and FELs
- ・ Particle Sources and Alternative Acceleration Techniques
- ・ Hadron Accelerators
- ・ Beam Dynamics and Electromagnetic Fields
- ・ Instrumentation, Controls, Feedback and Operational Aspects
- ・ Accelerator Technology and Main Systems
- ・ Applications of Accelerators, Technology Transfer, and Industrial Relations

の高エネルギー加速器から加速器応用までの加速器に係わる分野を網羅するカテゴリーで構成されているが、ここでは放射光光源関係に絞って報告することにする。

まずは、招待口頭講演のうち、蓄積リング、ERL、FELからそれぞれの講演を紹介する。蓄積リングの発表として、APSのM. Borland氏から「Progress Towards Ultimate Storage Ring Light Sources」のタイトルで、究極の光源リングについてのレビューがあった。高輝度化の終着点である回折限界に迫る光源リングの検討状況について詳しい報告がなされたが、先ず“Ultimate Storage Ring”とは何ぞやということとその定義が披露された。それによると単にエミッタンスが回折限界に迫るほど小さいだけでなく、単一電子から発生した放射光の拡がり電子ビームの拡がりのマッチングを取るようベータatron関数を最適化することや挿入光源を設

置するための長い直線部があることなどが必須条件ということであった。引き続き、低エミッタンス化に伴う問題点について言及して、強収束による強いクロマチシティを小さなディスパージョン関数を利用して補正する六極電磁石が不可避免的に強くなること、およびその非線形力学の帰結として必然的にダイナミックアパーチャーが狭くなることが解説された。少しでも広いダイナミックアパーチャーを持つラティスを設計することが重要であることは言うまでも無いが、小さなダイナミックアパーチャーでも入射できるスキームを検討する必要があるであろうということであった。以上を踏まえて、世界で検討、設計中の蓄積リング型放射光施設（NSLS-II, MAX-IV, PEP-X, SPring-8 IIなど）についてレビューがあり、“Ultimate Storage Ring”の定義に照らし合わせて、的確な批評が与えられていた。SPring-8 IIについても一定の評価をしながらも、ダイナミックアパーチャーが狭いので入射が検討事項として重要であり、それについても検討が行われていることが紹介された。

ERLの招待口頭講演では、KEKの中村典雄氏から「Review of ERL Projects at KEK and Around the World」というレビューがあった。KEKで建設中のERL試験機であるcERL (compact ERL) 計画についての現状報告と稼働中から計画段階まで各施設のERL計画が紹介された。cERL計画では、今年度末から電子銃からのビーム取り出し、来年度にはERLビーム試験の予定とのことで、これに向けて電子銃、レーザーシステムや超伝導加速空洞システムの開発を精力的に行っているとのことであった。初期目標35 MeV, 10 mAでの運転であるが、ERLのビーム性能について興味を持たれるところである。

FELの招待口頭講演では田中均氏より、昨年度末から供用が始まったSACLAの現状報告「The SPring-8 Angstrom Compact Free Electron Laser (SACLA)」が行われた。エミッタンスモニターの調整、バンチ圧縮システムの最適化、アンジュレーター中の電子ビーム軌道調整の精密化などにより、如何にビーム運転を安定化させたかについて紹介された。ユーザー運転では、現状ではSASE FELではあるが、非常に安定なX線レーザーを供給しているとのことである。将来計画として、self-seedingによる更なる安定化やビームラインの高速切り替えなどを予定しているとのことであった。

そのself-seedingについて、開発元のSLACから

Emma氏による「Hard X-ray Self-Seeding at the LCLS FEL」なる招待口頭講演があった。これは、初段のアンジュレーターからのSASE放射をダイヤモンド結晶に通し、ブラッグ反射を利用して狭いバンド幅を得るもので、波長を選択的にFEL発振することに成功している。ただし、FEL出力の変動は50%以上有り、これを安定化させることが今後の課題であるとのことであった。

Synchrotron Light Sources and FELセッションの一般口頭講演の一つに、PALのShin氏から「Commissioning of PLS-II」の発表があった。PLS-IIのアップグレード計画は、既存の蓄積リングトンネルを再利用して、電子エネルギーを2.5 GeVから3 GeVに、自然エミッタンスを30 nm.radから5.8 nm.radにアップグレードするものである。昨年5月からコミッションングを開始し、入射キッカー電磁石の電源が燃えるトラブルなどがあったが、比較的順調にコミッションングが進み、2012年3月21日よりユーザー運転を始めているとのことであった。PLS-IIのコミッションングでは、SPring-8を含む世界中の主な放射光施設からの協力があった。特にSPring-8は、PLS-IIが供用開始を目前に控えた2012年2月に、線形加速器のクライストロンがトラブルにより予備が無くなってしまった際には、その手配に尽力した経緯がある。今回の会議の折に、加速器の責任者の人から感謝の言葉ももらった。

ポスター発表では、1300件弱の発表申し込みがあり、月曜から木曜まで四日間のポスターセッションで一日あたり300件を超す発表があったことになるが、会議場がアメリカで6番目に広いコンベンションセンターであったので、ポスター会場も写真の通り十分スペースが確保されており、余裕でポスター

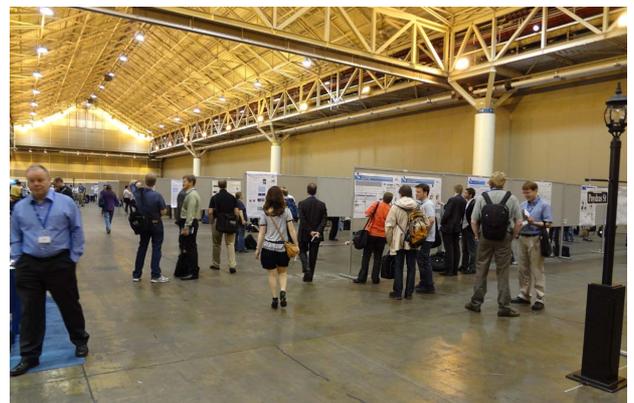


図2 ポスター発表会場

を見て回り議論することができた。その中で、2014年上四半期のコミッション開始を目指して現在建設中のTPS (Taiwan Photon Source) 関係の発表が50件近くあった。TPSは、電子エネルギー3 GeV、周長500 m、自然エミッタンス1.6 nm.radの中型放射光施設であるが、精力的に開発を進めている様子が窺われた。また、運転開始から6年が経過したSOLEILでも低エミッタンス化を検討しているようで、マルチバンド化に加え longitudinally varying dipole fields (ビーム進行軸方向に磁場強度を変化させた偏向電磁石) の導入などによりエミッタンスを1/5にできるというものであった。SLSからは、高輝度光源にとって重要である垂直エミッタンスの低減について発表があり、再アライメントを実施した上で最適化を行うことによって世界最小カップリング比<sup>1</sup>と云っていい0.02% (SPring-8は0.2%~0.3%) を達成しているそうである。SPring-8も負けないよう、カップリング改善に取り組んでいかなければならないと気持ちを新たにした次第である。

今回のポスター発表では、新しい試みとして42型程度の大型ディスプレイを用いたePosterが導入された。毎日のポスターセッションで選ばれた10数件程度がePosterで発表できるのであるが、動画を貼り付けたりはしていたが、期待したほどインパクトのあるものではなかった。

会議に付随して、ルイジアナ州リビングストーンにある Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory (LIGO) の見学ツアーが企画されていた。LIGOは、差し渡し4 kmに及ぶレーザー干渉計を用いて重力波による極微小な空間の歪みを観測しようというものである。必要とされる装置の安定化は、光源加速器の安定化にも相通じるものがある。また、大型装置の運営などにも学ぶところが多いと考え、見学ツアーに参加した。制御室には干渉計ミラー上のレーザー光イメージをディスプレイに表示していたが、一方は静止画かと思うほどびたりと止まっており、もう一方は調整中とのことで盛んに揺れていたが、その対比が印象的であった。また、施設にはSPring-8の広報センターのように、見学者が実際に動かしたりすることが出来る科学教育機器が数多く展示されており、若い人達への科学教育、啓蒙活動にも熱心に取り組んでいるようであった。

IPAC' 12に参加して、放射光関係だけではなく



図3 向こうの端が見えないLIGOのレーザー干渉計トンネル (写真では上から下に繋がっている)

最先端の加速器に関する情報を得ることができたことは有益であり、SPring-8加速器の高度化、改善に活用して行きたいと考えている。

今回のIPAC' 13は、2013年5月に上海放射光施設がホストとなり、上海で開催される事が決まっている。

#### 参考文献

- [1] 水野明彦、大熊春夫、稲垣隆宏：SPring-8利用者情報 **15** (2010) 179.
- [2] 満田史織、大熊春夫、松原伸一、田中均：SPring-8利用者情報 **16** (2011) 272.

#### 高雄 勝 *TAKAO Masaru*

(公財)高輝度光科学研究センター 加速器部門  
〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都1-1-1  
TEL：0791-58-0860  
e-mail：takao@spring8.or.jp

#### 下崎 義人 *SHIMOSAKI Yoshito*

(公財)高輝度光科学研究センター 加速器部門  
〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都1-1-1  
TEL：0791-58-0889  
e-mail：shimosaki@spring8.or.jp

#### 大熊 春夫 *OHKUMA Haruo*

(公財)高輝度光科学研究センター 加速器部門  
〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都1-1-1  
TEL：0791-58-0858  
e-mail：ohkuma@spring8.or.jp

<sup>1</sup> 蓄積リングでは通常、垂直エミッタンスはカップリング比 (水平エミッタンスとの比) で計られる。

## 2012B第2期（平成24年12月中旬～平成25年2月）産業利用ビームラインI、IIおよびIII（BL19B2、BL14B2およびBL46XU）における利用研究課題の募集について

登録施設利用促進機関  
公益財団法人高輝度光科学研究センター

産業利用に特化したビームラインI、IIおよびIII（BL19B2、BL14B2およびBL46XU）では、各利用期をさらに2期に分けて課題募集を行っています。2012B第2期（平成24年12月中旬～平成25年2月）の利用期間について重点産業化促進課題、一般課題（産業利用分野）、萌芽的研究支援課題（産業利用分野）、成果専有課題（一般課題）、成果公開優先利用課題を募集します。以下の要領でご応募ください。

BL14B2、BL19B2につきましては、XAFS測定代行（BL14B2）[http://www.spring8.or.jp/ja/users/proposals/call\\_for/indu\\_xafs\\_substitu](http://www.spring8.or.jp/ja/users/proposals/call_for/indu_xafs_substitu)および粉末X線回折測定代行（BL19B2）[http://www.spring8.or.jp/ja/users/proposals/call\\_for/indu\\_powder\\_substitu](http://www.spring8.or.jp/ja/users/proposals/call_for/indu_powder_substitu)による利用も随時受け付けておりますのでご検討ください。なお、2012B第2期よりBL46XUにおいてHAXPES測定代行、薄膜評価測定代行の実施を予定しておりますので併せてご検討ください（詳細は別途ご案内致します）。

### [目次]

- 募集する課題の種類：重点産業化促進課題、一般課題（産業利用分野）、萌芽的研究支援課題（産業利用分野）、成果専有課題（一般課題）、成果公開優先利用課題
- 利用時期、対象ビームライン、およびシフト数
- 申請方法
- 応募締切  
成果公開優先利用課題※  
平成24年9月27日（木）  
午前10時JST（提出完了時刻）  
※成果公開優先利用同意書、研究目的と研究計画のコピー、放射光利用の関連箇所説明書：平成24年10月2日（火）必着  
重点産業化促進課題、一般課題（産業利用分野）、萌芽的研究支援課題（産業利用分野）※1、成果専有課題※2（一般課題）

平成24年10月4日（木）

午前10時JST（提出完了時刻）

※1 誓約書：平成24年10月11日（木）必着

※2 成果専有利用同意書：平成24年10月11日（木）必着

- 申請受理通知
- 審査について
- 審査結果の通知
- 報告書について
- 成果公開について：論文登録
- その他
- 問い合わせ先

### 1. 募集する課題の種類

#### (1) 重点産業化促進課題

東日本大震災による被害からの我が国の復興再生に向け、産業界が長期的観点から研究開発等に取り組み、新しい産業創生をもたらすよう研究開発の推進や環境整備等が必要となっています。SPring-8では、平成22年度に閣議決定された新成長戦略に掲げられているように研究開発のデスバレー克服に向けた、大学や公的研究機関のみならず産業界からの利用を通じた産学官連携（産学官ネットワーク化）による技術開発を支援する「重点産業化促進課題」を公募します。

[応募資格]（重要：応募資格を満たしていない場合は選考から外れます）

「産学」、「産官」、もしくは「産学官」からなる研究組織（課題の実施に参加するメンバーを意味します）を有し、新産業創生に資する放射光利用研究課題を対象とします。なお、産業界を含まない「官学」の研究組織は資格から外れます。産業利用分野で成果を専有しない課題（成果を公開する課題）で本重点課題の募集対象に該当しない場合は、次項の(2)一般課題（産業利用分野）にご申請ください（本重

点課題ではJASRIは産、学、官のいずれにも該当しない機関として扱います。研究組織が産業界とJASRIスタッフのみから成る場合は本重点課題の募集対象に該当しません。

## (2) 一般課題（産業利用分野）

SPring-8を利用する利用研究課題で、特に一般課題（産業利用分野）は成果を専有しない一般課題（成果を公開する一般課題）のうち、産業利用分野で審査を行うものです。今回は、産業利用に特化したビームラインⅠ、ⅡおよびⅢ（BL19B2、BL14B2およびBL46XU）で実施する課題のみ募集します。

## (3) 萌芽的研究支援課題（産業利用分野）

萌芽的研究支援課題は、将来の放射光研究を担う人材の育成を図ることを目的として、萌芽的・独創的な研究テーマ・アイデアを有する大学院生を支援するものです。

[応募資格]（重要：応募資格を満たしていない場合は選考から外れます）

指導教員が申請を許諾し、SPring-8における実験に対し主体的に責任を持って実施できる大学院生で以下のいずれかに該当する方

- (1) 課題実施時に博士後期課程に在籍中の大学院生
- (2) 課題申請時および実施時に博士課程前期（修士）課程に在籍中の大学院生（博士課程前期（修士）課程入学予定者は不可）

### 注意事項

課題申請時に上記応募資格者であったが、卒業・就職等で課題実施時に資格者でなくなった場合は、萌芽的研究支援課題で採択されていても一般課題（成果非専有）で実施することになりますので、必ず「11. (1) 課題Web申請について（書類送付先）」までご連絡ください。またこの場合、一般課題として実施していただくこととなりますので、旅費等の支援対象外となる旨、ご了承ください。身分変更の申告がないまま課題を実施され、その後変更の事実が判明した場合は、旅費等の返還を求める場合があります。

応募資格について不明な場合は、「11. (1) 課題Web申請について（書類送付先）」にお問い合わせください。

## (4) 成果専有課題（一般課題）

成果専有課題は審査が簡略化され、成果の公開義

務がない代わりに、利用時間に応じたビーム使用料が課せられます。提出された申請書およびその内容については、厳格な情報管理を行うとともに、審査に関わる人数を限定し、秘密保持に万全を尽くします。実験内容あるいは試料等に機密事項が含まれる場合に多く利用されています。

## (5) 成果公開優先利用課題

SPring-8の利用が欠かせない研究で、研究費の獲得等により一定の評価を経たと判断された課題について、この評価を尊重して、優先利用料金を支払うことにより科学技術的妥当性についての二重審査を行わず、SPring-8の必要性、技術的实施可能性および安全性の審査だけで優先的に利用できる、成果公開を前提とした優先利用課題を募集します。優先利用枠は、ビームラインごとの利用時間の20%を超えない枠とします。また、単一の課題で利用可能なシフト数は、ビームラインごとの上限シフト数の半分とします。

[応募資格]（重要：応募資格を満たしていない場合は選考から外れます）

- 1) 申請者（実験責任者）が、以下の競争的資金（一般に公開された形で明確な審査を通過して得られた研究費を有する公的な課題と定義）において、研究課題の採択をうけた方
  - ・国が実施する競争的資金（所管省庁は問いません）

・科研費補助金、科学技術振興調整費など  
 ・独立行政法人などの政府系機関が実施する競争的資金

JST、NEDO、医薬品機構など

- 2) 研究課題の採択をうけた方から再委託された課題分担者

※対象とする競争的資金は内閣府総合科学技術会議が公表しているものを基本とします。

<http://www8.cao.go.jp/cstp/compefund/ichiranhyo.pdf>

※大学内ファンド、民間資金によるファンド、日本国外のファンドは対象外とします。

※競争的資金を受けた課題の趣旨とSPring-8利用申請の内容が異なると認められる場合は、対象外とされることがあります。

※人材育成を目的として評価された競争的資金獲得課題も、募集対象とします。

※資金規模（研究費規模）による応募基準はあり

ません。

2. 利用時期、対象ビームライン、およびシフト数  
 利用時期、募集の対象となるビームライン、シフト数（1シフト＝8時間）および運転モードを以下に示します。

(1) 利用時期および対象ビームライン

募集の対象となるビームラインは、以下の表1に示す産業利用ビームラインⅠ、ⅡおよびⅢ（BL19B2、BL14B2およびBL46XU）です。

今回の応募分は、2012B第2期平成24年12月中旬～平成25年2月にシフトを割当てます。各課題の利用時期は、採択後に調整します。

表1

ビームライン	手法、装置	供給ビームタイム（うち重点産業化促進課題の最大配分可能シフト） [1シフト＝8時間]
産業利用Ⅱ（BL14B2）	XAFS	81シフト（22シフト）
産業利用Ⅰ（BL19B2）※	粉末回折装置、多軸回折計、X線イメージングカメラ、極小角散乱、	72シフト（8シフト）
産業利用Ⅲ（BL46XU）	多軸 X線回折計、硬 X線光電子分光装置	81シフト（9シフト）

また、ビームライン・ステーションの整備状況は、SPring-8ホームページのビームライン一覧表でも提供しています。不明な点はそれぞれのビームライン担当者にお問い合わせください。ビームラインを選ぶ際にはSPring-8利用事例データベースもご活用ください。

3. 申請方法

申請にあたり、下記の手続きが必要ですので、ご確認ください。

(1) オンライン課題申請

Webサイトを利用した電子申請となります。以下のUser Information Webサイトから申請してください。

User Information Web サイト（UIサイト）：  
<http://user.spring8.or.jp/>

トップページ>ログイン>課題申請/利用計画書>新規作成

課題を申請するには、まずユーザーカード番号とパスワードでログインする必要があります。まだユーザーカード番号を取得していない方は、UIサイトからユーザー登録を行ってください。

なお、課題申請時は、ログインユーザー名で実験責任者（申請代表者）が登録されるため、代理で課題申請書を作成する場合は、実験責任者のユーザーカード番号でログインし、作業する必要があります。その場合、実験責任者が責任を持ってアカウントやパスワードを管理してください。

・成果の形態および課題種の選択

まず課題種を選択します。上記のページから、『成果の形態および課題種』の選択画面に移動しますので、まず“成果を専有する”または“成果を専有しない”の該当する方をチェックしてください。そうすると選択可能な課題種の「START」ボタンの色が変わりますので、申請したい課題種の「START」ボタンをクリックしてください。

課 題	成果を専有する/しない	課題種「START」ボタン
重点産業化促進課題	しない	重点産業化促進課題
一般課題（産業利用分野）	しない	一般課題
萌芽的研究支援課題（産業利用分野）	しない	萌芽的研究支援課題
成果専有課題（一般課題）	する	一般課題
成果公開優先利用課題	しない	成果公開優先利用課題

・申請書作成上のお願い

詳しい入力方法については、UIサイトの「課題申請 <http://user.spring8.or.jp/?p=475>」をご参照ください。また申請書の記入要領については「SPring-8利用研究課題申請書記入要領」（[http://www.spring8.or.jp/ja/users/proposals/call\\_for\\_inst\\_form\\_gene\\_09b/](http://www.spring8.or.jp/ja/users/proposals/call_for_inst_form_gene_09b/)）をご参照ください。

[申請形式（新規/継続）について]

SPring-8の課題は募集している利用期間内に実行できる範囲の具体的な内容で申請してください。SPring-8の継続課題は、前回申請した課題が何らかの理由（ビームダンプ等により長時間ビームが利用

表2

課題種	オンライン 課題申請	オフラインで提出するもの		
成果公開優先利用課題	○	9/27 午前10時締切	・ 成果公開優先利用同意書 ・ 競争的資金申請書の研究目的と研究計画のコピー ・ 放射光利用の関連箇所説明書	10/2 必着
重点産業化促進課題	○	10/4 午前10時締切	なし	10/11 必着
一般課題（産業利用分野）	○			
萌芽的研究支援課題 （産業利用分野）	○		・ 誓約書	
成果専有課題 （一般課題）	○		・ 成果専有利用同意書	

できなかった場合等）により終了しなかった時に同様の研究を再申請していただくものです。研究そのものが何年も続いていくことと、SPring-8の継続課題とは別に考えてください。前回採択された課題のビームタイムを終了されている場合は、全て新規課題として申請を行ってください。

[実験責任者について]

実験の実施全体に対してSPring-8の現場で責任を持つことが出来る人が実験責任者となってください。

[複数のビームラインへの利用申請について]

同一の実験責任者が複数のビームラインを利用する場合は、ビームライン毎の申請としてください。科学的意義の書き方が同じでも、複数のビームラインでの実験が必要な内容であると認められる場合には、審査で不利に扱われることはありません。

[本申請に関わるこれまでの成果について]

本申請に関連する外部に向けた発表等（論文掲載、特許出願公開、学会発表、新聞発表等）がある場合は、そのリストと概要をご記入ください。最近のものから順にスペースの範囲に書き込める内容をご記入ください。該当するものがない場合は“該当なし”とご記載ください。

[申請に必要な項目を盛り込んだ下書きファイル]

重点産業化促進課題下書きファイル

[http://user.spring8.or.jp/downloads/industry\\_creation\\_draft.doc](http://user.spring8.or.jp/downloads/industry_creation_draft.doc)

一般課題（産業利用分野）、萌芽的研究支援課題（産業利用分野）下書きファイル

[http://user.spring8.or.jp/downloads/general\\_draft\\_i.doc](http://user.spring8.or.jp/downloads/general_draft_i.doc)

成果専有課題（一般課題）下書きファイル

[http://user.spring8.or.jp/downloads/general\\_p\\_draft.doc](http://user.spring8.or.jp/downloads/general_p_draft.doc)

成果公開優先利用課題下書きファイル

[http://user.spring8.or.jp/downloads/grant-aided\\_draft.doc](http://user.spring8.or.jp/downloads/grant-aided_draft.doc)

を用意しておりますので、ダウンロードしてご利用ください。下書きファイルに記入してからWebにコピー・ペーストで入力されると、一通り内容を確認した上で入力できますので便利です。また、共同実験者やコーディネーターとの打ち合わせにもご利用ください。

- ・ 重点産業化促進課題・一般課題申請書作成上のご願

[重複申請の禁止について]

重点産業化促進課題と一般課題との重複申請はできません。重点産業化促進課題として不採択となった場合は、自動的に一般課題（産業利用分野）として改めて審査されます。

[生命倫理および安全の確保]

生命倫理および安全の確保に関し、申請者が所属する機関の長等の承認・届出・確認等が必要な研究課題については、必ず所定の手続きを行う必要があります。なお、手続きを怠った場合または国の指針等（文部科学省ホームページ「生命倫理・安全に対する取組」を参照）に適合しない場合には、審査の対象から除外される、また、採択の決定が取り消されることがありますので注意してください。

[人権および利益保護への配慮]

申請課題において、相手方の同意・協力や社会的コンセンサスを必要とする研究開発または調査を含

む場合には、人権および利益の保護の取り扱いについて、必ず申請前に適切な対応を行っていただきます。

・成果公開優先利用申請書作成上のお願い

[シフト数の算出]

申請に先立ち、申請者はビームライン担当者と連絡をとるなどして、必要シフト数を算出してください。

[競争的資金の情報の記載]

制度名/公募主体/資金を受けた課題名/ 研究代表者名/課題の概要/実施年度/資金額を記載してください。

[利用期ごとの申請]

長期の競争的資金であっても、課題申請は利用期ごとに行っていただきます。

(2) オフラインで提出するもの

[重点産業化促進課題] および [一般課題 (産業利用分野)]

なし

[萌芽的研究支援課題 (産業利用分野)]

課題申請の後に、誓約書を提出していただく必要があります。受理通知メールに添付される誓約書をプリントアウトし、実験責任者と指導教員の署名をして1週間以内に「11. (1) 課題 Web 申請について (書類送付先)」へ郵送してください。

[成果専有利用課題 (一般課題)]

課題申請の後に、成果専有利用同意書を提出していただく必要があります。当該のフォームをダウンロード後、料金支払いの責任者が記名・捺印のうえ、郵送してください。

成果専有利用同意書ダウンロード

<http://user.spring8.or.jp/downloads/F01-PP.pdf>

[成果公開優先利用課題]

課題申請の後に、成果公開優先利用同意書、競争的資金申請書の研究目的と研究計画のコピー、放射光利用の関連箇所説明書を「11. (1) 課題 Web 申請について (書類送付先)」へ郵送してください。その際には封筒に「成果公開優先利用書類」と朱書きしてください。

成果公開優先利用同意書ダウンロード

<http://user.spring8.or.jp/wordpress/wp-content/uploads/F01-PG.pdf>

#### 4. 応募締切

電子申請システムの動作確認はしておりますが、予期せぬ動作不良等の発生も考えられます。申請書の作成 (入力) は時間的余裕をもって行っていただきますようお願いいたします。

Web入力に問題がある場合は「11. (1) 課題 Web申請について (書類送付先)」へ連絡してください。応募締切時刻までに連絡を受けた場合のみ別途送信方法のご相談に応じます。

成果公開優先利用課題\*

平成24年9月27日 (木)

午前10時JST (提出完了時刻)

※成果公開優先利用同意書、研究目的と研究計画のコピー、放射光利用の関連箇所説明書:

平成24年10月2日 (火) 必着

重点産業化促進課題、一般課題 (産業利用分野)、萌芽的研究支援課題 (産業利用分野)\*<sup>1</sup>、成果専有課題\*<sup>2</sup> (一般課題)

平成24年10月4日 (木)

午前10時JST (提出完了時刻)

※<sup>1</sup> 誓約書:平成24年10月11日 (木) 必着

※<sup>2</sup> 成果専有利用同意書:平成24年10月11日 (木) 必着

#### 5. 申請受理通知

申請が完了すれば、受理通知と申請者控え用の誓約事項のPDFファイルがメールで送られます。メールが届かない場合は申請が受理されていない可能性がありますので、下記の通り確認してください。

1) 申請課題が UIサイト (トップページ>ログイン>課題申請/利用計画書) の「提出済」に表示されていない場合

→受理されていません。もう一度申請課題の「提出」操作を行ってください。

2) 申請課題が UIサイト (トップページ>ログイン>課題申請/利用計画書) の「提出済」に表示されている場合

→受理されています。ユーザー登録内容が正しいにもかかわらずメールが不着となっている場合は、利用業務部にお問い合わせください。

## 6. 審査について

### (1) 重点産業化促進課題の審査について

課題の選考は、学識経験者、産業界等の有識者から構成される「SPring-8利用研究課題審査委員会」（以下「課題審査委員会」という。）により実施されます。課題審査委員会は、「重点産業化促進領域」として領域指定された趣旨に照らして優秀と認められる課題を選定します。審査は非公開で行われますが、申請課題との利害関係者は当該課題の審査から排除されます。また、課題審査委員会の委員は、委員として取得した応募課題および課題選定に係わる情報を、委員の職にある期間だけでなくその職を退いた後も第三者に漏洩しないこと、情報を善良な管理者の注意義務をもって管理すること等の秘密保持を遵守することが義務付けられています。なお、審査の経過は通知いたしませんし、途中段階でのお問い合わせにも応じられませんので、ご了承ください。審査は以下の観点に重点を置いて実施します。

#### (i) 科学技術的妥当性

- ・産業基盤技術としての重要性および発展性
- ・社会的意義および社会経済への寄与度

#### (ii) 研究手段としてのSPring-8の必要性

#### (iii) 実験内容の技術的な実施可能性

#### (iv) 実験内容の安全性

### (2) 成果専有課題（一般課題）の審査について

実験内容の技術的な実施可能性と安全性のみを審査します。科学技術的妥当性等の審査は行いません。

### (3) 一般課題（産業利用分野）および萌芽の研究支援課題（産業利用分野）

科学技術的妥当性、研究手段としてのSPring-8の必要性、実験の実施可能性、実験の安全性および倫理性について総合的かつ専門的に審査します。なお、一般課題（産業利用分野）は、「科学技術的妥当性」において、期待される研究成果の産業基盤技術としての重要性および発展性、並びに研究課題の社会的意義および社会経済への寄与度を特に重点的に審査します。また、新規利用\*1)や産業界の利用\*2)を促進するために、申請者のSPring-8利用経験や所属機関を課題選定の際に考慮します。

\*1) 新規利用とは、SPring-8の利用経験がない方の利用です。

\*2) 産業界の利用とは、民間企業に所属する実験責任者による利用です。

### (4) 成果公開優先利用課題の審査について

SPring-8を利用する必要性、技術的实施可能性および安全性を審査します。優先利用枠を超えるシフト数の応募があった場合には、資金規模（複数のサブテーマが含まれる課題については、申請者の分担予算額）の大きい順に順位をつけます。ただし、シフト配分に対して相応の成果が期待できないと判断される場合は、課題審査委員会で順位を判断します。

## 7. 審査結果の通知

審査結果は、申請者に対して、平成24年11月上旬までに文書にて通知します。

## 8. 報告書について

### (1) 利用課題実験報告書（全ての課題対象※成果専有課題を除く）

利用研究課題終了後60日以内に、所定の利用課題実験報告書をUIサイト（<http://user.spring8.or.jp/>）からオンライン提出してください。JASRIでは、2012B期終了後60日目から2週間後にWeb公開します。利用課題実験報告書の詳細につきましては、UIサイトの「利用課題実験報告書/Experiment Summary Report（2011Bより）」（<http://user.spring8.or.jp/?p=750#ch01>）をご参照ください。なお、JASRIは特許法第30条に規定されている「特許庁長官が指定する学術団体」に指定されています（[http://www.spring8.or.jp/ja/science/meetings/patent\\_law\\_article30](http://www.spring8.or.jp/ja/science/meetings/patent_law_article30)）。

### (2) 重点産業化促進課題報告書（重点産業化促進課題のみ）および産業利用課題報告書（一般課題（産業利用分野、成果非専有）のみ）

課題採択後に利用業務部より送付される文書に記載しております締切日までに提出してください。なお、提出方法は「電子データ（原則としてMSワード）」を電子メールまたは郵送で所定の宛先に提出していただきます。

「重点産業化促進課題報告書」および「産業利用課題報告書」は、2012B期が終了して約半年後にWEB公開します。また、印刷物としても公表する予定です。

報告書の提出数がある程度まとまった段階で、利用報告会を開催しますので、SPring-8が開催する報告会での発表をお願いいたします。

また、SPring-8を利用して得られた成果に関して

は、特許出願、特許取得、製品化につながった場合は、速やかにその概要を報告していただきます。

SPring-8の対外的なPR等のため、成果の使用について別途ご相談させていただくことがあります。

なお、報告書をUIサイトの「SPring-8利用研究成果集を提出する場合」(<http://user.spring8.or.jp/?p=748#ch02>)で定義されるSPring-8利用研究成果集による成果公開文書としての扱いをご希望される場合は、報告書にその旨をご記載ください。

※審査が終了した報告書の公開延期はできませんので予めご了承ください。

### 9. 成果公開について：論文登録

課題実施期終了後3年以内に課題番号が明記されている査読付き論文(査読付きプロシーディングス、博士学位論文、企業が発行する公開技術報告書等を含む)をJASRIに登録してください。

論文登録先：UIサイト <http://user.spring8.or.jp/> (トップページ>マイページにログイン>申請/報告>論文発表等登録)

成果の公開に関する詳細につきましては、UIサイトの「論文(査読付きプロシーディングス、博士学位論文を含む)」(<http://user.spring8.or.jp/?p=748>)をご参照ください。

### 10. その他

#### (1) 利用にかかる料金について

2012B期において外国の機関から応募される課題(成果専有課題を除く)については、消耗品費実費負担分を支援します。また、萌芽的研究支援課題については、消耗品実費負担分および旅費(実験責任者と共同実験者のうち学生1名の合計2名)のSPring-8までの旅費(滞在費込み)を支援します。消耗品実費負担に対応する利用方法の詳細は、『SPring-8における消耗品実費負担に対応する利用方法の詳細について』<http://www.spring8.or.jp/ja/users/announcements/100323rev/>をご覧ください。

#### (2) 知的財産権の帰属について

課題実施者がSPring-8を利用することによって生じた知的財産権については、課題実施者に帰属します。なお、JASRIスタッフが共同研究者として実施している場合は、ご連絡ください。JASRIスタッフの発明者としての認定につきましては、ケース毎に判断します。なお、JASRIは特許法第30条に規定されている「特許庁長官が指定する学術団体」に指定されています。([http://www.spring8.or.jp/ja/science/meetings/patent\\_law\\_article30](http://www.spring8.or.jp/ja/science/meetings/patent_law_article30))

#### (3) 一般課題(成果非専有)から一般課題(成果専有)への変更について

成果非専有の一般課題で採択された課題で、課題実施後に成果を専有する場合は、課題終了後60日以内の年度内(3月末まで)に申し出れば成果専有課題への変更ができます。なお、一般課題以外は変更できません。詳細は、UIサイト「成果非専有課題から成果専有課題への変更」(<http://user.spring8.or.jp/?p=6635>)をご確認ください。

#### (4) 次回(2013A第1期)の応募締切

次回利用期間(平成25年度前期/2013A第1期)分の応募締切は、平成24年12月上旬(成果公開優先利用課題は11月下旬)の予定です。

### 11. 問い合わせ先

#### (1) 課題Web申請について(書類送付先)

〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都1-1-1  
公益財団法人 高輝度光科学研究センター  
利用業務部

TEL: 0791-58-0961 FAX: 0791-58-0965

e-mail: [sp8jasri@spring8.or.jp](mailto:sp8jasri@spring8.or.jp)

#### (2) SPring-8相談窓口(産業利用)

「このような研究をしたい」という要望から、SPring-8の必要性、手法の選択や具体的な実験計画の作成にいたるまで、ご相談を受け、コーディネーターを中心に課題申請のご支援をさせていただきます。

課題種	ビーム使用料	優先利用料	消耗品費実費負担
重点産業化促進課題	免除	なし	定額分：10,300円/シフト 従量分：必要に応じて算定
一般課題(産業利用分野)			
萌芽的研究支援課題(産業利用分野)	480,000円/シフト		
成果専有課題(一般課題)	免除	131,000円/シフト	
成果公開優先利用課題			

ます。

〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都 1-1-1

公益財団法人 高輝度光科学研究センター

産業利用推進室

TEL : 0791-58-0924

e-mail : support@spring8.or.jp

## 平成 25 年度 SPring-8 パワーユーザー募集について

登録施設利用促進機関  
公益財団法人高輝度光科学研究センター

平成 25 年度からのパワーユーザーを、以下の要領で公募します。

### 1. パワーユーザーについて

#### (1) パワーユーザー制度について

パワーユーザー（以下「PU」という）とは、共用ビームラインおよび測定技術を熟知し、放射光科学・技術の学術分野の開拓が期待できる研究者で、

- 1) 先導的な放射光利用研究分野において優れた研究成果創出を目指す
- 2) ビームライン実験ステーション設備の開発および高度化に協力する
- 3) 利用研究の拡大・推進、および利用者支援を行う

のいずれも満たす方を指します。

PUの指定期間は5年間です。指定されたPUについては、3年目終了を目途に、研究業績、装置開発および支援に関してPU審査委員会で中間評価を行い、4年目以降の継続、中止が決定されます。また、指定期間終了時にPU審査委員会で業績の評価を行います。

#### (2) PUの活動について

##### ●PUによる利用実験課題（PU課題）の実施

PUは、前項に示した目的1)のために、指定期間中にPU課題を実施することができます。なお、PU課題1課題に配分できる上限ビームタイムは、各期の各ビームラインの総シフト数（8時間/シフト）の20%までです。また、PU課題は成果公開に限ります。

##### ●PUによる高度化、利用者支援等

PUには、PU課題の実施の他、前項に示した2)、3)に対する協力、支援および関連の深い研究分野の他のユーザー課題に対する測定技術やデータ解析などの助言等の支援を行っていただきます。

### 2. 指定期間、ビームライン

指定期間、PUを募集するビームラインは以下のとおりです。

#### (1) 指定期間

平成 25 年度（平成 25 年 4 月）から 5 年度

#### (2) PUを募集するビームライン

共用ビームライン26本で募集します。応募ビームラインでは、「1. パワーユーザーについて」に示した、PU課題の実施、実験ステーション設備等の高度化、および支援対象ビームラインの一般ユーザー支援を行っていただきます。

ご応募の前にビームライン・ステーションの整備状況をSPring-8ホームページの「ビームライン一覧 <http://www.spring8.or.jp/ja/facilities/bl/list/>」（“P：共用ビームライン”が募集の対象です。）で確認してください。専用ビームライン、理研ビームラインおよび加速器診断用ビームラインは募集対象外です。

### 3. 応募について

#### (1) 応募方法

Webサイトを利用した電子申請となりますが、パワーユーザー応募のための設定が必要となりますので、応募を希望される場合は「9. 問い合わせ先」まで連絡してください。なお、この設定は土日休日を除く平日（9時～17時）のみの対応となりますので、余裕を持ってご連絡ください。実際の申請時は、記入要領をお読みいただいたうえで、以下のUser Information Webサイトから申請してください。また、下書きファイル [http://user.spring8.or.jp/downloads/pu\\_draft.doc](http://user.spring8.or.jp/downloads/pu_draft.doc) を用意しておりますので、ご利用ください。

User Information Webサイト（UIサイト）：

<http://user.spring8.or.jp/>

トップページ＞ログイン＞課題申請／利用計画書＞新規作成

(2) 応募締切

平成24年9月20日(木)  
午前10時JST(提出完了時刻)

電子申請システムの動作確認はしておりますが、予期せぬ動作不良等の発生も考えられます。申請書の作成(入力)は時間的余裕をもって行っていただきますようお願いいたします。

Web入力に問題がある場合は「9. 問い合わせ先」へ連絡してください。応募締切時刻までに連絡を受けた場合のみ別途送信方法の相談に応じます。

(3) 申請受理通知

申請が完了すれば、受理通知と申請者控え用の誓約事項のPDFファイルがメールで送られます。メールが届かない場合は申請が受理されていない可能性がありますので、下記の通り確認してください。

- ・申請課題がUIサイト <http://user.spring8.or.jp/> (トップページ>ログイン>課題申請/利用計画書)の「提出済」に表示されていない場合  
→受理されていません。もう一度申請課題の「提出」操作を行ってください。
- ・申請課題がUIサイト <http://user.spring8.or.jp/> (トップページ>ログイン>課題申請/利用計画書)の「提出済」に表示されている場合  
→受理されています。ユーザー登録内容が正しいにもかかわらずメールが不着となっている場合は、利用業務部にお問い合わせください。

4. 応募者の審査について

書類審査と面接審査の2段階審査とし、書類審査に合格された方には、SPring-8にて実施する面接審査に進んでいただきます。

面接審査(プレゼンテーション、質疑応答を予定):平成24年10月15日(月)

書類審査に合格された申請者には、面接時間を連絡いたしますので、PU課題、ビームラインの高度化、利用者支援計画についてのプレゼンテーションのご準備をお願いいたします。

5. 審査結果の通知

書類審査結果通知(面接時間通知)

平成24年9月28日(金)頃

採否通知

平成24年11月上旬

6. 報告書について

(1) 利用課題実験報告書

各期のPU課題終了後60日以内に、所定の利用課題実験報告書をJASRIに提出していただきます。JASRIでは、各期ユーザータイム終了後60日目から2週間後に当該報告書をWeb公開します。利用課題実験報告書の詳細につきましては、UIサイトの「利用課題実験報告書/Experiment Summary Report(2011B期より)」(<http://user.spring8.or.jp/?p=750>)をご参照ください。

(2) パワーユーザー支援・装置整備・高度化等報告書

各期ユーザータイム終了後60日以内に、パワーユーザーによる一般ユーザー支援や装置の整備・高度化の実施について、所定のパワーユーザー支援・装置整備・高度化等報告書をJASRIに提出していただきます。

7. 成果の公開について

[各期終了後]

3年以内に、課題番号が明記されている査読付き論文(査読付きプロシーディングスを含む)を発表し、JASRIに登録してください。論文発表に至らなかった場合は、「SPring-8利用研究成果集」で公表してください。

※PU課題は、利用期毎に1課題の扱いとなり、1課題に対し1論文を各期終了後3年以内に、原則登録していただくこととなりますが、数課題分をまとめて1本の論文とすることが必要と判断される場合は、その限りではありません。またこの場合、課題番号が一番古い期の終了後3年以内に登録していただくこととなります。

[毎年1回]

SPring-8シンポジウムでポスター発表(予定)

[随時]

発表された論文等の登録

[指定期間終了後]

「SPring-8利用者情報」にパワーユーザー報告を掲載

論文登録先: UIサイト <http://user.spring8.or.jp/> (トップページ>マイページにログイン>申請/報告>論文発表等登録)

8. PUに対する支援について

平成24年度現在、PUの活動に対してJASRIは以

下の支援を行っています。平成25年度においても予算要求中です。平成25年度予算成立後その規模、内容が確定します。

- (1) PU課題実行、PUによる自主的な実験ステーション設備等の高度化、および一般ユーザー（PUグループやJASRIスタッフを実験責任者および共同実験者とし、ない課題のユーザー）支援のための来所に係る旅費（ただし、支給人数等に制限有り）
- (2) 高度化用消耗品費
- (3) PU課題にかかる消耗品実費（定額分10,300円/シフト+従量分）

なお、一般ユーザーとの共同研究を前提とした活動は、パワーユーザーとしての支援とはみなされず、上記の対象外です。また、PUグループの関わる実験はJASRIビームライン担当者の支援はありません。

#### 9. 問い合わせ先

〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都1-1-1

(公財) 高輝度光科学研究センター 利用業務部  
桑野富美子

TEL：0791-58-0961 / FAX：0791-58-0965

e-mail：sp8jasri@spring8.or.jp

## 2010B期 採択長期利用課題の中間評価について

公益財団法人高輝度光科学研究センター  
利用業務部

2010B期に採択された1件の長期利用課題について、平成24年4月にSPring-8利用研究課題審査委員会長期利用分科会により中間評価が行われました。

長期利用課題の中間評価は、実験開始から1年半が経過した課題の実験責任者が成果報告を行い、長期利用分科会が、対象課題の3年目の実験を実施するかどうかの判断を行うものです。以下に対象課題の評価結果および評価コメントを示します。

for the further progress on NRVS studies by Cramer's group.

Even though the results obtained by Cramer's group include much information on the binding mode of the ligands, these results mostly gave only chemical properties of the active center of the enzymes. The committee will expect much more novel biological understanding of the metalloenzymes from NRVS measurements in the next half term.

課題名	Nuclear Resonance Vibrational Spectroscopy (NRVS) of Iron-Based Enzymes for Hydrogen Metabolism, Nitrogen Fixation, Small Molecule Sensing, DNA Repair, Photosynthesis, and Iron Storage
実験責任者(所属)	Stephen Cramer (University of California, Davis)
採択時の課題番号	2010B0032
ビームライン	BL09XU
評価結果	3年目を実施する

〔評価コメント〕

Cramer's group has been applying Nuclear Resonance Vibration Spectroscopy (NRVS) to biological molecules, such as metalloprotein. In the first two years of the long-term project, Cramer's group applied this technique to reveal functional mechanism of catalytic activities of Fe-S enzymes in hydrogenase and nitrogenase. They clearly showed many results of binding of ligand molecules to the enzymes. These results gave much information that cannot be obtained by other spectroscopic techniques. Thus, the committee strongly supports to continue the next half of the long-term project. The NIH grant for this project is renewed for the next 3 years and this support will be quite helpful

## 2009A 期 採択長期利用課題の事後評価について

公益財団法人高輝度光科学研究センター  
利用業務部

2009A 期に採択された長期利用課題について、2011B 期に 3 年間の実施期間が終了したことを受け、平成 24 年 4 月に SPring-8 利用研究課題審査委員会長期利用分科会による事後評価が行われました。

事後評価は、長期利用分科会が実験責任者に対しヒアリングを行った後、評価を行うという形式で実施し、SPring-8 利用研究課題審査委員会で評価結果を取りまとめました。以下に対象となる長期利用課題 2 課題の評価結果を示します。研究内容については本誌 227 ページの「最近の研究から / FROM LATEST RESEARCH」に実験責任者による紹介記事を掲載しています。

## - 課題 1 -

課題名	脳組織の位相差 CT による可視化 ～神経可塑性の可視化、脳疾患病態 解明および神経脳細胞移植への応用
実験責任者 (所属)	小野寺 宏 (独) 国立病院機構 西多賀病院
採択時課題番号	2009A0021、2009A0023
ビームライン	BL20B2 (2009A0021)、BL20XU (2009A0023)
利用期間 / 配分総シフト	2009A～2011B/123 シフト(BL20B2)、 9 シフト (BL20XU)

## 〔評価結果〕

本課題はラット・マウスの脳脊髄標本に対して高い濃度分解能でのイメージングを手段として、脳脊髄神経での再生医療を最終目標とした先端的な研究である。手法は BL20B2 および BL20XU の干渉計を使った位相差 CT であり新しいものではないが、画像化対象が今までに実施されていない脳脊髄神経であることに価値がある。特に、マウスの脳全体の画像化を目指し、広視野での高い濃度分解能イメージングという開発要素が大きい装置を必要とする課題であった。

目標達成度は、ある程度達成というレベルであり、

初期的な画像取得の成功に留まっているようである。研究成果としては、脳脊髄医療分野への応用の手がかりとして、Bonse-Hart 型と Talbot 型の装置を適用したことの意義が深い。新しい研究領域として脳脊髄のイメージングを開拓しており、科学技術的波及効果は高いと考えられる。しかし、情報発信が極端に少なく、当該分野での専門家による正当な評価が、まだ得られていない段階であるのは残念である。

中間評価での評価結果の反映に関しては、開発要素の優先度を決めて、重点的に研究を進めることが勧められ、これに従った優先課題の集約が認められたが絞りきれなかったようである。

総合評価としては、装置の不調や震災の影響があったことを考慮しても、長期利用課題としては成果をあげているとは言いがたいが、脳脊髄組織の位相差 CT による可視化に関しては一定の成果が得られている。また、SPring-8 のイメージング技術の向上に寄与した点は評価できる。今後は、しかるべき雑誌への論文発表を進めて、当該分野での専門家による正当な評価を得ることが望まれる。

## - 課題 2 -

課題名	Phase contrast X-ray imaging of the lung
実験責任者(所属)	Rob Lewis (Monash University)
採択時課題番号	2009A0022
ビームライン	BL20B2
利用期間 / 配分総シフト	2009A～2011B/108 シフト

## 〔評価結果〕

This proposal aims to identify a better ventilation method in preterm infants and to study structural and functional aspects of adult lung diseases such as asthma, fibrosis and emphysema. The employed technique is a propagation-based phase contrast imaging (PCI) at BL20B2. Coordination of physical technique and

medical biology has resulted in many outstanding results. Imaging of a newborn rabbit showed an unexpected aeration process in which inspiration plays an important role in airway liquid clearance. This observation is not in accordance with the commonly accepted mechanism in which lung liquid is continuously removed by osmotic pressure. Based on this new observation, use of positive end-expiratory pressure is recommended for resuscitation of a preterm infant. It was also found that the expired CO<sub>2</sub> level indicates the degree of lung aeration, which is a valuable index in clinical diagnosis. In experiments in which PCI was combined with angiography of a newborn rabbit, it was found that partial lung aeration can stimulate an increase in pulmonary blood flow of the entire lung. These new findings will undoubtedly lead to better understanding of lung aeration at birth.

Also notable is the combination of PCI and particle image velocimetry (PIV) that has been developed in this long-term project. The resultant time-resolved 3D tomographic images provided information on lung pathology at high spatial resolution. Both temporal and spatial patterns of lung aeration at birth were imaged successfully in newborn rabbit and a mouse model of pulmonary fibrosis. Application of the PIV technique to high resolution lung imaging is novel and the development of analytical and visualization software is admirable. This software will be of great help to users of synchrotron imaging all over the world.

By clarifying the mechanism of liquid removal in the lung of newborn rabbit and proposing a better ventilation method for preterm human infants, this study has already made a significant contribution to clinical medicine. From the publications and developments achieved, the committee is convinced that this long-term project was a highly successful one.

## SPring-8 運転・利用状況

公益財団法人高輝度光科学研究センター  
研究調整部

## ◎平成24年4～6月の運転・利用実績

SPring-8は4月1日から4月28日までセベラルバンチ運転で第1サイクルの運転を行い、5月6日から6月2日までセベラルバンチ運転で第2サイクルの運転を実施した。第1～2サイクルでは原因不明の軌道変動によるアポルト等による停止があったが、全体としては順調な運転であった。総放射光利用運転時間（ユーザータイム）内での故障等による停止時間（down time）は、第1サイクルは約0.9%、第2サイクルは0.9%であった。

放射光利用実績（いずれも暫定値）については、実施された共同利用研究の実験数は、第1サイクルは合計212件、利用研究者は1,121名で、専用施設利用研究の実験数は合計253件、利用研究者は638名であった。第2サイクルは合計263件、利用研究者は1,393名で、専用施設利用研究の実験数は合計234件、利用研究者は688名であった。

## 1. 装置運転関係

## (1) 運転期間

第1サイクル（4/1（日）～4/28（土））

第2サイクル（5/6（日）～6/2（土））

## (2) 運転時間の内訳

第1サイクル

運転時間総計 約647時間

①装置の調整およびマシンスタディ等 約72時間

②放射光利用運転時間 約570時間

③故障等による down time 約5時間

総放射光利用運転時間（ユーザータイム＝②＋③）

に対する down time の割合 約0.9%

第2サイクル

運転時間総計 約647時間

①装置の調整およびマシンスタディ等 約72時間

②放射光利用運転時間 約570時間

③故障等による down time 約5時間

総放射光利用運転時間（ユーザータイム＝②＋③）

に対する down time の割合 約0.9%

## (3) 運転スペック等

第1サイクル（セベラルバンチ運転）

・11 bunch train × 29

・1/7 filling + 5 bunches

・203 bunches

第2サイクル（セベラルバンチ運転）

・11 bunch train × 29

・1/7 filling + 5 bunches

・入射は電流値優先モード（2～3分毎（マルチバンチ時）もしくは20～40秒毎（セベラルバンチ時））のTop-Upモードで実施。

・蓄積電流 8 GeV、～100 mA

## (4) 主な down time の原因

・原因不明の軌道変動によるアポルト

・RF BPMによるアポルト

## 2. 利用関係

## (1) 放射光利用実験期間

第1サイクル（4/3（火）～4/28（土））

第2サイクル（5/7（月）～6/2（土））

## (2) ビームライン利用状況

稼働ビームライン

共用ビームライン 26本

専用ビームライン 17本

理研ビームライン 9本

加速器診断ビームライン 2本

第1サイクル（暫定値）

共同利用研究実験数 212件

共同利用研究者数 1,121名

専用施設利用研究実験数 253件

専用施設利用研究者数 638名

第2サイクル（暫定値）

共同利用研究実験数 263件

共同利用研究者数 1,393名

専用施設利用研究実験数 234件

専用施設利用研究者数 688名

◎平成24年6～7月の運転・利用実績

SPring-8は6月4日から7月18日までセベラルバンチ運転で第3サイクルの運転を実施している。第3サイクルの運転・利用実績については次号にて掲載する。

◎今後の予定

7月19日から9月23日まで夏期点検調整期間とし、加速器やビームラインに係わる機器の改造・点検作業、電気・冷却設備等の機器の点検作業等を行う予定である。

# 論文発表の現状

公益財団法人高輝度光科学研究センター 利用業務部

年別査読有り論文発表登録数 (2012年6月30日現在)

\* 利用業務部が別刷りなどの資料を受け取り、SPring-8 を利用したという記述が確認できたもののみをカウント

Beamline Name		Public Use Since	~2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	total	
Public Beamlines	BL01B1	XAFS (1997.10)	92	21	21	31	39	36	50	53	47	63	26	479	
	BL02B1	Single Crystal Structure Analysis (1997.10)	34	16	11	14	10	10	9	8	19	11	3	145	
	BL02B2	Powder Diffraction (1999. 9)	74	47	44	45	41	45	64	60	50	69	18	557	
	BL04B1	High Temperature and High Pressure Research (1997.10)	46	8	22	12	12	14	13	17	17	16	4	181	
	BL04B2	High Energy X-ray Diffraction (1999. 9)	21	8	19	12	20	40	17	24	28	21	13	223	
	BL08W	High Energy Inelastic Scattering (1997.10)	30	10	9	10	17	15	7	7	11	18	13	147	
	BL09XU	Nuclear Resonant Scattering (1997.10)	24	13	7	8	11	12	12	7	7	12	6	119	
	BL10XU	High Pressure Research (1997.10)	68	19	20	29	20	32	32	24	33	24	11	312	
	BL13XU	Surface and Interface Structure (2001. 9)		7	12	21	15	21	25	18	16	14	2	151	
	BL14B2	Engineering Science Research II (2007. 9)								2	14	20	28	11	75
	BL19B2	Engineering Science Research I (2001.11)		6	14	20	18	19	19	17	18	29	15	175	
	BL20B2	Medical and Imaging I (1999. 9)	36	12	25	13	16	15	22	11	10	20	9	189	
	BL20XU	Medical and Imaging II (2001. 9)	2	13	4	7	8	21	24	23	30	21	6	159	
	BL25SU	Soft X-ray Spectroscopy of Solid (1998. 4)	62	13	31	39	20	41	24	19	20	19	8	296	
	BL27SU	Soft X-ray Photochemistry (1998. 5)	43	18	25	45	40	25	37	14	19	30	3	299	
	BL28B2	White Beam X-ray Diffraction (1999. 9)	3	9	7	8	7	15	14	12	8	9	4	96	
	BL35XU	High Resolution Inelastic Scattering (2001. 9)	3	5	8	5	3	13	19	4	8	12	1	81	
	BL37XU	Trace Element Analysis (2002.11)		1	12	11	11	13	12	12	19	18	4	113	
	BL38B1	Structural Biology III (2000.10)	5	13	31	37	47	42	40	48	38	36	23	360	
	BL39XU	Magnetic Materials (1997.10)	42	11	17	10	10	19	12	25	13	19	6	184	
	BL40B2	Structural Biology II (1999. 9)	42	30	39	36	31	44	20	25	33	28	14	342	
	BL40XU	High Flux (2000. 4)	8	3	9	10	12	14	9	10	8	11	8	102	
	BL41XU	Structural Biology I (1997.10)	82	36	63	61	66	69	59	73	53	48	4	614	
	BL43IR	Infrared Materials Science (2000. 4)	6	5	6	10	5	8	12	5	5	6	5	73	
	BL46XU	Engineering Science Research III (2000.11)	4	6	3	8	14	12	17	10	13	13	3	103	
	BL47XU	HXPES・MCT (1997.10)	37	6	17	26	25	26	20	25	17	23	3	225	
	Public Use at Other Beamlines	BL11XU	Quantum Dynamics (1999. 3)	3	3	1	1	2	1	4				1	16
		BL14B1	Materials Science (1998. 4)	13	5	2	3	3	7	3	3	2			41
		BL15XU	WEBRAM (2002. 9)			6	4	8	7	7	2	1	1		36
		BL17SU	RIKEN Coherent Soft X-ray Spectroscopy (2005. 9)						1	2	3	1	6	3	16
		BL19XU	RIKEN SR Physics (2002. 9)			1	3	1							5
		BL22XU	Quantum Structural Science (2004. 9)				1	3		1					5
		BL23SU	Actinide Science (1998. 6)	4	4	2	5	10	13	4	2	2			46
		BL26B1	RIKEN Structural Genomics I (2009. 4)										3	2	5
BL26B2		RIKEN Structural Genomics II (2009. 4)									1			2	
BL29XU		RIKEN Coherent X-ray Optics (2002. 9)		1	2	1	4	2	4	1				15	
BL32XU		RIKEN Targeted Proteins (2010.10)										3	1	4	
BL44B2		RIKEN Materials Science (1998. 5)	5	1	2	3								11	
BL45XU		RIKEN Structural Biology I (1997.10)	14	9	12	5	6	11	2	5	7	7	3	81	
Subtotal			803	359	504	554	555	663	618	581	574	639	234	6084	
Contract Beamlines	BL03XU	Advanced Softmaterials (2009.11)									1	3	2	6	
	BL07LSU	University-of-Tokyo Synchrotron Radiation Outstation (2009.11)									1	4	1	6	
	BL08B2	Hyogo Prefecture BM (2005. 9)									1	1	1	3	
	BL11XU	Quantum Dynamics	10	3	7	10	7	13	8	7	8	5	5	83	
	BL12B2	NSRRRC BM (2001. 9)	4	16	20	24	15	8	8	7	8	3		113	
	BL12XU	NSRRRC ID (2003. 2)		1		5	6	6	8	5	15	9	4	59	
	BL14B1	Materials Science	16	5	7	7	7	11	18	15	17	15	3	121	
	BL15XU	WEBRAM (2001. 4)	18	13	5	3	13	14	15	28	34	39	14	196	
	BL16B2	Sunbeam BM (1999. 9)	12	1	1	2	7	5	3	4	4	4	1	44	
	BL16XU	Sunbeam ID (1999. 9)	3	1	4	5	6	4	2	5	4	1	1	36	
	BL22XU	Quantum Structural Science			1	4	13	12	5	8	14	7	2	66	
	BL23SU	Actinide Science	29	11	13	8	10	14	21	21	14	19	7	167	
	BL24XU	Hyogo Prefecture ID (1998.10)	58	13	11	9	7	12	6	7	5	6	3	137	
	BL32B2	Pharmaceutical Industry (2002. 9)			6	3	2	4	6	1	2			26	
	BL33LEP	Laser-Electron Photon (2000.10)	12	2		2	2	2	2	4	3			29	
BL33XU	Toyota (2009. 5)											2	1		
BL44XU	Macromolecular Assemblies (2000. 2)	10	12	17	27	31	27	21	27	15	28	11	226		
Subtotal			172	78	92	109	126	132	123	139	146	148	56	1321	
RIKEN Beamlines	BL17SU	Coherent Soft X-ray Spectroscopy			2	5	4	10	18	13	9	4	5	70	
	BL19XU	SR Physics	8	2	11	6	11	12	5	10	3	3	2	73	
	BL26B1	Structural Genomics I		2	18	35	23	19	23	10	4	3		137	
	BL26B2	Structural Genomics II		1	5	5	6	6	18	4	4	8	5	62	
	BL29XU	Coherent X-ray Optics	27	19	13	17	9	20	14	8	9	6		142	
	BL32XU	Targeted Proteins										1	2	3	
	BL44B2	Materials Science	56	29	23	19	18	20	14	9	6	11	3	208	
BL45XU	Structural Biology I	55	21	20	17	16	14	15	9	6	3		176		
Subtotal			146	74	92	104	87	101	107	63	41	39	17	871	
Hardware / Software R & D			226	26	25	23	29	16	9	27	18	14	6	419	
NET Sum Total			1162	450	599	680	660	785	742	716	689	711	259	7453	

NET Sum Total : 実際に登録されている件数 (本表に表示していない実験以外に関する文献を含む)

複数ビームライン (BL) からの成果からなる論文はそれぞれのビームラインでカウントした。

このデータは論文発表登録データベース (<http://user.spring8.or.jp/?p=748&lang=ja>) に2012年6月30日までに登録されたデータに基づいており、今後変更される可能性があります。

・本登録数は別刷等で SPring-8 で行ったという記述が確認できたもののみとしています。SPring-8 での成果を論文等にする場合は必ず SPring-8 のどのビームラインで行ったという記述を入れて下さい。

成果発表出版形式別登録数 (2012年6月30日現在)

\* 利用業務部が別刷りなどの資料を受け取り、SPring-8を利用したという記述が確認できたもののみをカウント

	Beamline Name	Public Use Since	Refereed papers	Proceedings	Other publications	Total
Public Beamlines	BL01B1	XAFS (1997.10)	479	51	69	599
	BL02B1	Single Crystal Structure Analysis (1997.10)	145	14	21	180
	BL02B2	Powder Diffraction (1999. 9)	557	36	65	658
	BL04B1	High Temperature and High Pressure Research (1997.10)	181	8	35	224
	BL04B2	High Energy X-ray Diffraction (1999. 9)	223	12	31	266
	BL08W	High Energy Inelastic Scattering (1997.10)	147	10	33	190
	BL09XU	Nuclear Resonant Scattering (1997.10)	119	14	23	156
	BL10XU	High Pressure Research (1997.10)	312	21	47	380
	BL13XU	Surface and Interface Structure (2001. 9)	151	11	28	190
	BL14B2	Engineering Science Research II (2007. 9)	75	6	13	94
	BL19B2	Engineering Science Research I (2001.11)	175	39	58	272
	BL20B2	Medical and Imaging I (1999. 9)	189	63	62	314
	BL20XU	Medical and Imaging II (2001. 9)	159	71	66	296
	BL25SU	Soft X-ray Spectroscopy of Solid (1998. 4)	296	16	43	355
	BL27SU	Soft X-ray Photochemistry (1998. 5)	299	16	24	339
	BL28B2	White Beam X-ray Diffraction (1999. 9)	96	13	19	128
	BL35XU	High Resolution Inelastic Scattering (2001. 9)	81	6	10	97
	BL37XU	Trace Element Analysis (2002.11)	113	13	28	154
	BL38B1	Structural Biology III (2000.10)	360	10	30	400
	BL39XU	Magnetic Materials (1997.10)	184	14	59	257
BL40B2	Structural Biology II (1999. 9)	342	11	64	417	
BL40XU	High Flux (2000. 4)	102	14	44	160	
BL41XU	Structural Biology I (1997.10)	614	3	62	679	
BL43IR	Infrared Materials Science (2000. 4)	73	12	31	116	
BL46XU	Engineering Science Research III (2000.11)	103	9	18	130	
BL47XU	HXPES・MCT (1997.10)	225	92	95	412	
Public Use at Other Beamlines	BL11XU	Quantum Dynamics (1999. 3)	16	2	3	21
	BL14B1	Materials Science (1998. 4)	41	1	10	52
	BL15XU	WEBRAM (2002. 9)	36	19	7	62
	BL17SU	RIKEN Coherent Soft X-ray Spectroscopy (2005. 9)	16	1	7	24
	BL19LXU	RIKEN SR Physics (2002. 9)	5		1	6
	BL22XU	Quantum Structural Science (2004. 9)	5		1	6
	BL23SU	Actinide Science (1998. 6)	46	5	17	68
	BL26B1	RIKEN Structural Genomics I (2009. 4)	5			5
	BL26B2	RIKEN Structural Genomics II (2009. 4)	3			3
	BL29XU	RIKEN Coherent X-ray Optics (2002. 9)	15		1	16
	BL32XU	RIKEN Targeted Proteins (2010.10)	4			4
	BL44B2	RIKEN Materials Science (1998. 5)	11		3	14
	BL45XU	RIKEN Structural Biology I (1997.10)	81	5	13	99
		Subtotal	6084	618	1141	7843
Contract Beamlines	BL03XU	Advanced Softmaterials (2009.11)	6		1	7
	BL07LSU	University-of-Tokyo Synchrotron Radiation Outstation (2009.11)	6			6
	BL08B2	Hyogo Prefecture BM (2005. 9)	3			3
	BL11XU	Quantum Dynamics	83	6	8	97
	BL12B2	NSRRC BM (2001. 9)	113	1	1	115
	BL12XU	NSRRC ID (2003. 2)	59	6	3	68
	BL14B1	Materials Science	121	10	34	165
	BL15XU	WEBRAM (2001. 4)	196	7	20	223
	BL16B2	Sunbeam BM (1999. 9)	44	9	40	93
	BL16XU	Sunbeam ID (1999. 9)	36	8	34	78
	BL22XU	Quantum Structural Science	66	2	16	84
	BL23SU	Actinide Science	167	34	75	276
	BL24XU	Hyogo Prefecture ID (1998.10)	137	17	48	202
	BL32B2	Pharmaceutical Industry (2002. 9)	26		3	29
	BL33LEP	Laser-Electron Photon (2000.10)	29	24	3	56
	BL33XU	Toyota (2009. 5)	3	1	3	7
BL44XU	Macromolecular Assemblies (2000. 2)	226		24	250	
	Subtotal	1321	125	313	1759	
RIKEN Beamlines	BL17SU	Coherent Soft X-ray Spectroscopy	70	4	7	81
	BL19LXU	SR Physics	73	7	18	98
	BL26B1	Structural Genomics I	137	1	18	156
	BL26B2	Structural Genomics II	62	1	11	74
	BL29XU	Coherent X-ray Optics	142	14	21	177
	BL32XU	Targeted Proteins	3	1	1	5
	BL44B2	Materials Science	208	2	14	224
BL45XU	Structural Biology I	176	5	38	219	
	Subtotal	871	35	128	1034	
Hardware / Software R & D			419	445	399	1263
NET Sum Total			7453	1072	1510	10035

Refereed Papers: 査読有りの原著論文、査読有りのプロシーディングと博士論文

Proceedings: 査読なしのプロシーディング

Other publications: 発表形式が出版で、上記の二つに当てはまらないもの(総説、単行本、賞、その他として登録されたもの)

NET Sum Total: 実際に登録されている件数(本表に表示していない実験以外に関する文献を含む)

複数ビームライン(BL)からの成果からなる論文等はそれぞれのビームラインでカウントした。

・本登録数は別刷等でSPring-8で行ったという記述が確認できたもののみとしています。SPring-8での成果を論文等にする場合は必ずSPring-8のどのビームラインで行ったという記述を入れて下さい。

## 最近SPring-8から発表された成果リスト

公益財団法人高輝度光科学研究センター  
利用業務部

SPring-8において実施された研究課題等の成果が公表された場合はJASRIの成果登録データベースに登録していただくことになっており、その内容は以下のURL（SPring-8論文データベース検索ページ）で検索できます。

[http://www.spring8.or.jp/ja/science/publication\\_database/](http://www.spring8.or.jp/ja/science/publication_database/)

このデータベースに登録された原著論文の内、平成24年4月～6月にその別刷もしくはコピー等を受理したもの（登録時期は問いません）を以下に紹介します。論文の情報（主著者、巻、発行年、ページ、タイトル）に加え、データベースの登録番号（研究成果番号）を掲載していますので、詳細は上記検索ページの検索結果画面でご覧いただくことができます。また実施された課題の情報（課題番号、ビームライン、実験責任者名）も掲載しています。課題番号は最初の4文字が「year」、次の1文字が「term」、後ろの4文字が「proposal no.」となっていますので、この情報から以下のURLで公表している、各課題の英文利用報告書（SPring-8 User Experiment Report）を探してご覧いただくことができます。

[http://www.spring8.or.jp/ja/news\\_publications/publications/user\\_exp\\_report/](http://www.spring8.or.jp/ja/news_publications/publications/user_exp_report/)

今後も利用者情報には発行月の2ヶ月前の月末締めで、前号掲載分以降に登録された論文情報を掲載していく予定です。なお、データベースは毎日更新されていますので、最新情報はSPring-8論文データベース検索ページでご確認ください。なお、実験責任者のかたには、成果が公表されましたら速やかに登録いただきますようお願いいたします。

### SPring-8 研究成果登録データベースに2012年4月～6月に登録された論文が掲載された主な雑誌と掲載論文数

掲載雑誌	登録論文数	掲載雑誌	登録論文数
Physical Review B	16	Journal of the Physical Society of Japan	5
Applied Physics Letters	11	Chemistry Letters	4
The Journal of Biological Chemistry	9	Japanese Journal of Applied Physics	4
Acta Crystallographica Section F	7	Applied Physics Letters	4
Proceedings of the SPIE	6	Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America	4
Angewandte Chemie International Edition	5		
Inorganic Chemistry	5		

他全128誌、計 242報

課題の成果として登録された論文

Physical Review B

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
19940	Kazuhiro Fuchizaki	84 (2011) 144105	2010B3781	BL22XU	淵崎 員弘	Equation of State for the Low-Pressure Crystalline Phase of SnI <sub>4</sub>
			2009B3782	BL22XU	淵崎 員弘	
			2009A3614	BL14B1	淵崎 員弘	
			2002A0103	BL14B1	淵崎 員弘	
			2001B0160	BL14B1	淵崎 員弘	
20607	Milos Krbal	84 (2011) 104106	2009B1206	BL01B1	Kolobov Alexander	Local Atomic Order of Crystalline Ge <sub>8</sub> Sb <sub>2</sub> Te <sub>11</sub> across the Ferroelectric to Paraelectric Transition: The Role of Vacancies and Static Disorder
20609	Milos Krbal	83 (2011) 054203	2008B1204	BL01B1	Fons Paul	Intrinsic Complexity of the Melt-quenched Amorphous Ge <sub>2</sub> Sb <sub>2</sub> Te <sub>5</sub> Memory Alloy
			2009B1206	BL01B1	Kolobov Alexander	
			2010A1162	BL01B1	Krbal Milos	
20759	Enju Sakai	84 (2011) 195132	2009B1774	BL47XU	組頭 広志	Competition between Instabilities of Peierls Transition and Mott Transition in W-doped VO <sub>2</sub> Thin Films
			2010A1677	BL47XU	組頭 広志	
			2010B1740	BL47XU	組頭 広志	
			2011A1669	BL47XU	組頭 広志	
21282	Hisashi Kotegawa	84 (2011) 054524	2007B1549	BL10XU	小林 達生	Pressure-induced Structural Phase Transitions in UIr
21305	Akihiko Fujiwara	85 (2012) 144305	2009B1144	BL02B1	谷垣 勝己	Quantitative Relation between Structure and Thermal Conductivity in Type-I Clathrates X <sub>8</sub> Ga <sub>16</sub> Ge <sub>30</sub> (X = Sr, Ba) Based on Electrostatic-Potential Analysis
			2010A1632	BL02B2	谷垣 勝己	
			2010B1508	BL02B1	谷垣 勝己	
			2011A1444	BL02B1	谷垣 勝己	
			2011A1543	BL02B2	谷垣 勝己	
21311	Thomas Haynes	85 (2012) 115137	2009A1454	BL08W	Duffy Jonathan	Ferrimagnetism in Fe-rich NbFe <sub>2</sub>
21438	Keiki Fukumoto	85 (2012) 134414	2007B1739	BL25SU	大谷 義近	Nonlinear Motion of Magnetic Vortex Cores during Fast Magnetic Pulses
21439	Kuniaki Arai	85 (2012) 174401	2007A1835	BL17SU	新井 邦明	Direct Observation of Twin Domains of NiO(100) by X-ray Linear Dichroism at the O K Edge Using Photoemission Electron Microscopy
			2008A1723	BL17SU	新井 邦明	
			2008A1726	BL25SU	新井 邦明	
			2009A1667	BL17SU	新井 邦明	
21462	Yukiharu Takeda	84 (2011) 153102	2008B2195	BL27SU	木下 豊彦	Electronic Structure of Aluminum Trihydride Studied using Soft X-ray Emission and Absorption Spectroscopy
21470	Hidefumi Takami	85 (2012) 205111	2009B4904	BL15XU	田中 秀和	Filling-controlled Mott Transition in W-doped VO <sub>2</sub>
21486	Yu Kumagai	85 (2012) 174422	2009A1136	BL02B2	Belik Alexei	Observation of Persistent Centrosymmetry in the Hexagonal Manganite Family
21578	Hidekazu Okamura	85 (2012) 205116	2009A0089	BL43IR	岡村 英一	Pressure Suppression of Unconventional Charge-Density-Wave State in PrRu <sub>4</sub> P <sub>12</sub> Studied by Optical Conductivity
			2009B0089	BL43IR	岡村 英一	
			2010A0089	BL43IR	岡村 英一	
			2010B0089	BL43IR	岡村 英一	
			2011A0089	BL43IR	岡村 英一	
21581	Shin-ichiro Hatta	84 (2011) 245321	2007B1112	BL13XU	八田 振一郎	Dynamical Fluctuations in In Nanowire on Si(111)

Applied Physics Letters

19897	Hidesada Natsui	98 (2011) 132909	2009B1067	BL02B2	三浦 靖一郎	Nanosized Hexagonal Mn- and Ga-doped BaTiO <sub>3</sub> with Reduced Structural Phase Transition Temperature
			2009B0084	BL02B2	久保田 佳基	
			2010A1220	BL02B2	増野 敦信	
			2010A0084	BL02B2	久保田 佳基	
21314	Y. S. Sun	100 (2012) 161907	2011A4502	BL15XU	辻本 吉廣	Resistive Switching Phenomenon Driven by Antiferromagnetic Phase Separation in an Antiperovskite Nitride Mn <sub>3</sub> ZnN
			2011A4508	BL15XU	松下 能孝	
21459	Tracy Lovejoy	100 (2012) 181602	2009A4800	BL15XU	小林 啓介	Band Bending and Surface Defects in β-Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub>

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
21461	Peter Krogstrup	100 (2012) 093103	2011B3572	BL11XU	Feidenhansl Robert	<i>In-situ</i> X-ray Characterization of Wurtzite Formation in GaAs Nanowires
21468	Hiroki Kondo	99 (2011) 213110	2009B2056	BL19B2	堀 勝	Synchrotron X-ray Analyses of Crystalline and Electronic Structures of Carbon Nanowalls
			2007B1752	BL13XU	堀 勝	
			2008B1811	BL13XU	堀 勝	
			2009A1176	BL13XU	堀 勝	
			2010A1670	BL13XU	堀 勝	
			2008B1805	BL27SU	堀 勝	
2009A1684	BL27SU	堀 勝				
21476	Mohammad Ghafari	100 (2012) 133111	2011A1311	BL04B2	Kamali Saeed	Structural Investigations of Interfaces in Fe <sub>90</sub> Sc <sub>10</sub> Nanoglasses Using High-Energy X-ray Diffraction
21477	Mohammad Ghafari	100 (2012) 203108	2011A1307	BL09XU	Ghafari Mohammad	Structure of Iron Nanolayers Embedded in Amorphous Alloys
			2011A1311	BL04B2	Kamali Saeed	
21655	Fumio Kawamura	100 (2012) 251910	2011B1204	BL10XU	遊佐 斉	Synthesis of Rhenium Nitride Crystals with MoS <sub>2</sub> Structure
			2011A1171	BL04B2	遊佐 斉	
21725	Toshiyuki Matsunaga	99 (2011) 231907	2010B1827	BL02B2	松永 利之	The Order-Disorder Transition in GeTe: Views from Different Length-Scales
			2009A1462	BL01B1	Kolobov Alexander	
21763	Alexander Kaiser	100 (2012) 261603	2010B4800	BL15XU	小林 啓介	Electronic Structure of Delta-doped La:SrTiO <sub>3</sub> Layers by Hard X-ray Photoelectron Spectroscopy
21787	Yu Shiratsuchi	100 (2012) 262413	2011B1707	BL25SU	白土 優	Isothermal Switching of Perpendicular Exchange Bias by Pulsed High Magnetic Field

## Acta Crystallographica Section F

20396	Yasuhito Shomura	67 (2011) 827-829	2010A1223	BL41XU	庄村 康人	Crystallization and Preliminary X-ray Diffraction Analysis of Membrane-Bound Respiratory [NiFe] hydrogenase from <i>Hydrogenovibrio marinus</i>
			2010A6520	BL44XU	庄村 康人	
			2010B6520	BL44XU	庄村 康人	
20587	Ryohei Ishii	63 (2007) 637-641	2006A1362	BL41XU	関根 俊一	The Structure of the Flexible Arm of <i>Thermotoga maritima</i> tRNase Z Differs from Those of Homologous Enzymes
21148	Yukie Maruyama	68 (2012) 317-320	2011A1004	BL41XU	山本 雅貴	Crystallization and Preliminary X-ray Analysis of Alginate Importer from <i>Sphingomonas</i> sp. A1
			2011A1186	BL38B1	橋本 涉	
21419	Sangwoo Kim	68 (2012) 517-521	2009B6937	BL44XU	水島 恒裕	New Crystal Structure of the Proteasome-dedicated Chaperone Rpn14 at 1.6Å Resolution
21420	Asako Kounosu	66 (2010) 842-845	2010A1900	BL32B2	長谷川 和也	Crystallization and Preliminary X-ray Diffraction Studies of Hyperthermophilic Archaeal Rieske-type Ferredoxin (ARF) from <i>Sulfolobus solfataricus</i> P1
21569	Hirofumi Komori	68 (2012) 675-677	2011B1071	BL38B1	小森 博文	Purification, Crystallization and Preliminary X-ray Analysis of Human Histidine Decarboxylase
			2010A6518	BL44XU	小森 博文	

## Angewandte Chemie International Edition

21236	Shinobu Aoyagi	51 (2012) 3377-3381	2011B0027	BL02B1	北浦 良	Rock-Salt-Type Crystal of Thermally Contracted C <sub>60</sub> with Encapsulated Lithium Cation
			2011B0083	BL02B1	澤 博	
			2011B0084	BL02B2	久保田 佳基	
21316	Jens Bunzen	51 (2012) 3161-3163	2011A1102	BL38B1	佐藤 宗太	Self-Assembly of M <sub>24</sub> L <sub>48</sub> Polyhedra Based on Empirical Prediction
21317	Qing-Fu Sun	50 (2011) 10318-10321	2010A1012	BL38B1	藤田 誠	A Sphere-in-Sphere Complex by Orthogonal Self-Assembly
			2010B1423	BL38B1	佐藤 宗太	
			2011A1802	BL38B1	佐藤 宗太	
21579	Kiyotaka Takao	51 (2012) 5893-5896	2010A1474	BL01B1	佐藤 宗太	Incarceration of (PdO) <sub>n</sub> and Pd <sub>n</sub> Clusters by Cage-Templated Synthesis of Hollow Silica Nanoparticles
			2010B1378	BL01B1	佐藤 宗太	
			2011A1363	BL01B1	佐藤 宗太	
21625	Takato Mitsudome	51 (2012) 136-139	2011A1295	BL01B1	金田 清臣	Design of a Silver–Cerium Dioxide Core–Shell Nanocomposite Catalyst for Chemoselective Reduction Reactions

**The Journal of Biological Chemistry**

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
19888	Atsushi Inanobe	285 (2010) 38517-38523	2007B2025	BL41XU	稲野辺 厚	A Structural Determinant for the Control of PIP <sub>2</sub> Sensitivity in G Protein-gated Inward Rectifier K <sup>+</sup> Channels
21244	Bunzo Mikami	286 (2011) 38691-38702	2011A1221	BL38B1	三上 文三	Crystal Structures of Protein Glutaminase and Its Pro Forms Converted into Enzyme-Substrate Complex
			2011B1419	BL38B1	三上 文三	
21255	Kenji Takagi	287 (2012) 12172-12182	2011A6645	BL44XU	水島 恒裕	Structural Basis for Specific Recognition of Rpt1p, an ATPase Subunit of 26 S Proteasome, by Proteasome-dedicated Chaperone Hsm3p
21418	Fumi Shima	285 (2010) 22696-22705	2006A1786	BL41XU	村岡 真	Structural Basis for Conformational Dynamics of GTP-bound Ras Protein
			2009A1102	BL38B1	村岡 真	
21616	Nobuo Maita	285 (2010) 4941-4950	2006B1640	BL38B1	神田 大輔	Comparative Structural Biology of Eubacterial and Archaeal Oligosaccharyltransferases

**Proceedings of SPIE**

21491	Yoshiki Kawata	8315 (2012) 83150C	2007B1893	BL20B2	仁木 登	Image-Based Computer-Aided Prognosis of Lung Cancer: Predicting Patient Recurrent-Free Survival via a Variational Bayesian Mixture Modeling Framework for Cluster Analysis of CT Histograms
21492	Yoshihiro Nakaya	8313 (2012) 831311	2007B1893	BL20B2	仁木 登	A Method for Modulation Transfer Function Determination from Blood Vessel Profiles Measured in Computed Tomography
21493	Yoshiki Kawata	7965 (2011) 79651P	2007B1893	BL20B2	仁木 登	Human Pulmonary Acinar Airspace Segmentation from Three-Dimensional Synchrotron Radiation Micro CT Images of the Secondary Pulmonary Lobule
21494	Yoshiki Kawata	7626 (2010) 762610	2007B1893	BL20B2	仁木 登	Microstructural Analysis of Secondary Pulmonary Lobule Imaged by Synchrotron Radiation Micro CT Using Offset Scan Mode
21496	Yoshiki Kawata	7258 (2009) 725809	2007B1893	BL20B2	仁木 登	Measurement of Spatial and Density Resolutions in X-ray Nano Computed Tomography

**Chemistry Letters**

17085	Tomoki Nishimura	39 (2010) 686-687	2009A0012	BL40B2	櫻井 和朗	Cation-specific Transition from Vesicle to Lamella for an Aromatic Diamine Lipid in Aqueous Solutions
			2008B0012	BL40B2	櫻井 和朗	
			2009A1883	BL40B2	秋葉 勇	
21266	Chihiro Muramatsu	41 (2012) 270-271	2010B1363	BL01B1	光延 聖	Immobilization of Arsenic(V) during the Transformation of Ferrihydrite: A Direct Speciation Study using Synchrotron-based XAFS Spectroscopy
			2011A1223	BL01B1	光延 聖	
21742	Izumi Nakai	40 (2011) 1398-1399	2011A1620	BL37XU	中井 泉	SR-XRF Imaging of Cs Highly Accumulated in Vegetables
21760	Shota Fujii	41 (2012) 501-503	2010A1432	BL40B2	櫻井 和朗	Thermodynamics of Lipoplex Formation: Relationship between the Lipid Alkyl Tail Length and Thermodynamic Functions
			2009A0012	BL40B2	櫻井 和朗	

**Inorganic Chemistry**

21303	Yoshihiro Tsujimoto	51 (2012) 4802-4809	2011A4502	BL15XU	辻本 吉廣	Crystal Structural, Magnetic and Transport Properties of Layered Cobalt Oxylfluorides, Sr <sub>2</sub> CoO <sub>3+x</sub> F <sub>1-x</sub> (0 ≤ x ≤ 0.15)
			2010B4505	BL15XU	辻本 吉廣	
21342	Hirofumi Akamatsu	51 (2012) 4560-4567	2011A1641	BL02B2	藤田 晃司	Crystal and Electronic Structure and Magnetic Properties of Divalent Europium Perovskite Oxides EuMO <sub>3</sub> (M = Ti, Zr, and Hf): Experimental and First-Principles Approaches
			2011B1504	BL02B2	藤田 晃司	
21565	Masami Kanzaki	51 (2012) 6164-6172	2011B1990	BL19B2	神崎 正美	Structural Characterization of Moganite-Type AlPO <sub>4</sub> by NMR and Powder X-ray Diffraction
21636	Hitoshi Yusa	51 (2012) 6559-6566	2011B1359	BL10XU	遊佐 斉	Perovskite-to-Postperovskite Transitions in NaNiF <sub>3</sub> and NaCoF <sub>3</sub> and Disproportionation of NaCoF <sub>3</sub> Postperovskite under High Pressure and High Temperature
			2011A1171	BL04B2	遊佐 斉	
			2010B1199	BL04B2	遊佐 斉	
			2010A1185	BL10XU	遊佐 斉	

Japanese Journal of Applied Physics

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
21571	Ayako Omura	50 (2011) 125802	2010A1041	BL01B1	守友 浩	Cation Extraction Process in Bilayer Cyanide Film as Investigated by Depth-Resolved X-ray Absorption Spectroscopy
			2010B1062	BL01B1	守友 浩	
21604	Takuo Ohkouchi	51 (2012) 073001	2009A1443	BL25SU	木下 豊彦	Microscopic and Spectroscopic Studies of Light-Induced Magnetization Switching of GdFeCo Facilitated by Photoemission Electron Microscopy (PEEM)
			2009B1347	BL25SU	木下 豊彦	
			2009B2120	BL25SU	大河内 拓雄	
			2010A1645	BL25SU	菅 滋正	
			2011A1183	BL25SU	大河内 拓雄	
2011A2056	BL25SU	大河内 拓雄				
21746	Tsuyoshi Yoshioka	51 (2012) 073201	2011A1241	BL01B1	山本 知之	Analysis of Charge Compensation Mechanisms in $Pr_{1-x}A_xCoO_{3-\delta}$ (A = Ca, Sr) by X-ray Absorption Near-Edge Structure
21765	Takayuki Ide	51 (2012) 06FD02	2009B1735	BL17SU	吹留 博一	Epitaxy of Graphene on 3C-SiC(111) Thin Films on Microfabricated Si(111) Substrates
			2010B1712	BL17SU	吹留 博一	
			2010A3875	BL23SU	末光 眞希	
			2010B3878	BL23SU	末光 眞希	

Journal of the Physical Society of Japan

20216	Satomi Kakiya	80 (2011) 093704	2010A0083	BL02B1	澤 博	Superconductivity at 38 K in the Iron-Based Compound with Platinum-Arsenide Layers $Ca_{10}(Pt_4As_8)(Fe_{2-x}Pt_xAs_2)_5$
			2010A0084	BL02B2	久保田 佳基	
21279	Shinji Michimura	81 (2012) 044711	2009A3711	BL22XU	稲見 俊哉	Resonant X-Ray Diffraction Study of Multipole Ordering in the Ferromagnetic Compound $CePd_3S_4$
			2009B3711	BL22XU	稲見 俊哉	
			2010A3711	BL22XU	稲見 俊哉	
21499	Hiroyuki Fujishiro	81 (2012) 064709	2011A1060	BL01B1	藤代 博之	Valence Shift of Pr Ion from 3+ to 4+ in $(Pr_{1-y}Y_y)_{0.7}Ca_{0.3}CoO_3$ Estimated by X-Ray Absorption Spectroscopy
21514	Nobuyoshi Hosoito	81 (2012) 064713	2006B1535	BL39XU	細糸 信好	Au Spin Polarization Induced in an Fe/Au(001) Multilayer with Interlayer Exchange Coupling from the X-ray Energy Dependence of Resonant X-ray Magnetic Scattering at the Au $L_3$ Absorption Edge

Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America

18420	Chikashi Toyoshima	108 (2011) 1833-1838	2009B0025	BL41XU	豊島 近	Trinitrophenyl-derivatives Bind Differently from Parent Adenine Nucleotides to $Ca^{2+}$ -ATPase in the Absence of $Ca^{2+}$
19218	Luc Bonnefond	108 (2011) 3912-3917	2011A1125	BL41XU	瀧木 理	Structural Basis for Nonribosomal Peptide Synthesis by an Aminoacyl-tRNA Synthetase Paralog
21618	Wataru Setaka	109 (2012) 9271-9275	2010A1771	BL19B2	瀬高 涉	Thermal Modulation of Birefringence Observed in a Crystalline Molecular Gyrotop
21708	Kenji Mibe	108 (2011) 8177-8182	2008B1547	BL04B1	三部 賢治	Slab Melting Versus Slab Dehydration in Subduction-Zone Magmatism

Applied Catalysis A: General

21446	Lin Qiang	419-420 (2012) 142-147	2008A1633	BL01B1	清水 研一	Kinetic Analysis of Reduction Process of Supported Rh/ $Al_2O_3$ Catalysts by Time Resolved in-situ UV-vis Spectroscopy
21447	Kenichi Shimizu	417-418 (2012) 37-42	2010B1447	BL01B1	清水 研一	Sulfur Promoted Pt/ $SiO_2$ Catalyzed Cross-Coupling of Anilines and Amines
21453	Kenichi Shimizu	400 (2012) 171-175	2008A1633	BL01B1	清水 研一	Addition of Olefins to Acetylacetone Catalyzed by Cooperation of Bronsted Acid Site of Zeolite and Gold Cluster

### Applied Catalysis B

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
21449	Kenichi Shimizu	111-112 (2012) 509-514	2008B2066	BL14B2	清水 研一	Quantitative Determination of Average Rhodium Oxidation State by a Simple XANES Analysis
21451	Kenichi Shimizu	108-109 (2012) 39-46	2008A1633	BL01B1	清水 研一	Sintering-Resistant and Self-Regenerative Properties of Ag/SnO <sub>2</sub> Catalyst for Soot Oxidation
21454	Kenichi Shimizu	96 (2010) 169-175	2007A1224	BL01B1	清水 研一	Study of Active Sites and Mechanism for Soot Oxidation by Silver-Loaded Ceria Catalyst
			2008A1633	BL01B1	清水 研一	

### Applied Physics Express

21339	Anli Yang	5 (2012) 031002	2011A4604	BL15XU	山下 良之	Strong Correlation Between Oxygen Donor and Near-surface Electron Accumulation in Undoped and Mg-doped In-polar InN Films
21466	Ryohei Tanuma	5 (2012) 061301	2010B3237	BL24XU	土田 秀一	X-ray Microbeam Three-Dimensional Topography Imaging and Strain Analysis of Basal-Plane Dislocations and Threading Edge Dislocations in 4H-SiC
			2011A3237	BL24XU	土田 秀一	
			2011B3237	BL24XU	土田 秀一	
			2011A3321	BL08B2	土田 秀一	
21572	Ayako Ohmura	5 (2012) 057101	2011A1418	BL02B2	守友 浩	Cs <sup>+</sup> Trapping in Size-Controlled Nanospaces of Hexacyanoferrates
			2011B1066	BL02B2	守友 浩	

### Biochemistry

21297	Devrani Mitra	50 (2011) 5220-5235	2009B0015	BL09XU	Cramer Stephen	Dynamics of the [4Fe-4S] Cluster in <i>Pyrococcus furiosus</i> D14C Ferredoxin via Nuclear Resonance Vibrational and Resonance Raman Spectroscopies, Force Field Simulations, and Density Functional Theory Calculations
21617	Shunsuke Matsumoto	51 (2012) 4157-4166	2011A6619	BL44XU	神田 大輔	Crystal Structure of the C-Terminal Globular Domain of Oligosaccharyltransferase from <i>Archaeoglobus fulgidus</i> at 1.75 Å Resolution
			2011B6619	BL44XU	神田 大輔	
			2011A1904	BL26B2	神田 大輔	
21700	Yu Nishitani	51 (2012) 3622-3633	2011B1108	BL38B1	橋本 渉	Recognition of Heteropolysaccharide Alginate by Periplasmic Solute-Binding Proteins of a Bacterial ABC Transporter

### Catalysis Science & Technology

21443	Kenichi Shimizu	2 (2012) 767-772	2008B2066	BL14B2	清水 研一	The Average Pd Oxidation State in Pd/SiO <sub>2</sub> Quantified by L <sub>3</sub> -edge XANES Analysis and Its Effects on Catalytic Activity for CO Oxidation
21445	Kenichi Shimizu	2 (2012) 730-738	2010B1447	BL01B1	清水 研一	Size- and Support-Dependent Selective Amine Cross-Coupling with Platinum Nanocluster Catalysts
21674	Shun Shimura	1 (2011) 1340-1346	2009B1356	BL01B1	細川 三郎	Ceria-supported Ruthenium Catalysts for the Synthesis of Indole via Dehydrogenative N-heterocyclization

### Hyperfine Interactions

21281	Satoshi Tsutsui	206 (2012) 67-70	2004B0377	BL09XU	筒井 智嗣	<sup>149</sup> Sm and <sup>57</sup> Fe Nuclear Resonant Inelastic Scattering of Filled Skutterudites SmFe <sub>4</sub> X <sub>12</sub> (X: Pnictogen)
			2005A0370	BL09XU	筒井 智嗣	
			2005B0041	BL09XU	筒井 智嗣	
			2007B1107	BL09XU	筒井 智嗣	
			2008A1054	BL09XU	筒井 智嗣	
21284	Shunji Kishimoto	204 (2012) 101-110	2007B1585	BL09XU	岸本 俊二	Fast Scintillation Detectors for High-Energy X-ray Region
			2008A1165	BL09XU	岸本 俊二	
			2010B1369	BL09XU	岸本 俊二	
21472	Yoshitaka Yoda	206 (2012) 83-86	2007B1581	BL28B2	今井 康彦	Upgrade of the Nuclear Resonant Scattering Beamline, BL09XU in SPring-8
			2008A1453	BL09XU	今井 康彦	
			2008B1429	BL09XU	今井 康彦	
			2009B2135	BL09XU	依田 芳卓	

## The Journal of Physical Chemistry C

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
21137	Atsushi Kondo	116 (2012) 4157-4162	2010B1463	BL02B2	近藤 篤	Gas Adsorption Mechanism and Kinetics of an Elastic Layer-Structured Metal-Organic Framework
21402	Daisuke Asakura	116 (2012) 8364-8369	2010B1934	BL19B2	朝倉 大輔	Fabrication of a Cyanide-Bridged Coordination Polymer Electrode for Enhanced Electrochemical Ion Storage Ability
21552	Takuya Masuda	116 (2012) 10098-10102	2007A3629	BL14B1	魚崎 浩平	Role of Cerium Oxide in the Enhancement of Activity for the Oxygen Reduction Reaction at Pt-CeO <sub>x</sub> Nanocomposite Electrocatalyst - An in Situ Electrochemical X-ray Absorption Fine Structure Study
			2006B3611	BL14B1	魚崎 浩平	
			2006A1615	BL14B1	魚崎 浩平	

## Journal of Power Sources

21720	Shoichi Hidai	215 (2012) 233-239	2010B1599	BL27SU	原田 慈久	Platinum Oxidation Responsible for Degradation of Platinum-Cobalt Alloy Cathode Catalysts for Polymer Electrolyte Fuel Cells
			2009A1621	BL47XU	尾嶋 正治	
21780	Masaki Kobayashi	196 (2011) 8346-8351	2008B2167	BL14B2	原田 慈久	Role of Residual Transition Metal Atoms in Oxygen Reduction Reaction in Cobalt Phthalocyanine-Based Carbon Cathode Catalysts for Polymer Electrolyte Fuel Cell
			2008A4801	BL15XU	堀場 弘司	
21782	Hideharu Niwa	196 (2011) 1006-1011	2007B4802	BL15XU	堀場 弘司	X-ray Photoemission Spectroscopy Analysis of N-containing Carbon-Based Cathode Catalysts for Polymer Electrolyte Fuel Cells

## Journal of Synchrotron Radiation

21299	Hongxin Wang	19 (2012) 257-263	2009B0015	BL09XU	Cramer Stephen	Real Sample Temperature: a Critical Issue in the Experiments of Nuclear Resonant Vibrational Spectroscopy on Biological Samples
21647	Naoto Yagi	19 (2012) 574-578	2007B1980	BL40XU	八木 直人	An X-ray Diffraction Study on a Single Rod Outer Segment from Frog Retina
21775	Martin Donnelley	19 (2012) 551-558	2010B1137	BL20XU	Donnelley Martin	Dry Deposition of Pollutant and Marker Particles onto Live Mouse Airway Surfaces Enhances Monitoring of Individual Particle Mucociliary Transit Behaviour

## Medical Physics

21488	Yoshiki Kawata	39 (2012) 988-1000	2007B1893	BL20B2	仁木 登	Quantitative Classification Based on CT Histogram Analysis of Non-Small Cell Lung Cancer: Correlation with Histopathological Characteristics and Recurrence-Free Survival
21489	Masahiro Tominaga	38 (2011) 2467-2478	2007B1893	BL20B2	仁木 登	Measurements of Multidetector CT Surface Dose Distributions Using a Film Dosimeter and Chest Phantom
21764	Yoshihiro Nakaya	37 (2012) 4347-4364	2007B1893	BL20B2	仁木 登	A Method for Determining the Modulation Transfer Function from Thick Microwire Profiles Measured with X-ray Microcomputed Tomography

## Nature

20398	Yasuhito Shomura	479 (2011) 253-256	2010A1223	BL41XU	庄村 康人	Structural Basis for a [4Fe-3S] Cluster in the Oxygen-Tolerant Membrane-Bound [NiFe]-hydrogenase
			2010A6520	BL44XU	庄村 康人	
			2010B6520	BL44XU	庄村 康人	
21238	Takahito Sanada	483 (2012) 623-626	2011A6645	BL44XU	水島 恒裕	The <i>Shigella flexneri</i> Effector OspI Deamidates UBC13 to Dampen the Inflammatory Response
21597	Xu Zhang	486 (2012) 130-134	2011A2039	BL41XU	長谷川 和也	Crystal Structure of an Orthologue of the NaChBac Voltage-Gated Sodium Channel

**Physical Review Letters**

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
21370	Pengfei Guan	108 (2012) 175501	2010A1029	BL01B1	松浦 真	Structural Origins of the Excellent Glass Forming Ability of Pd <sub>40</sub> Ni <sub>40</sub> P <sub>20</sub>
			2010A1078	BL04B2	陳 明偉	
			2010B1492	BL04B2	陳 明偉	
21460	Akihiko Machida	108 (2012) 205501	2010A3703	BL22XU	町田 晃彦	Formation of NaCl-type Monodeuteride LaD by Disproportionation Reaction of LaD <sub>2</sub>
			2009B3610	BL14B1	片山 芳則	
21653	Alexander Gray	108 (2012) 257208	2010A4902	BL15XU	Fadley Charles	Electronic Structure Changes across the Metamagnetic Transition in FeRh via Hard X-Ray Photoemission

**Advanced Synthesis and Catalysis**

21437	Mohammad Al Amin	354 (2012) 1061-1068	2011A1835	BL14B2	有澤 光弘	Ligand-Free Buchwald–Hartwig Aromatic Aminations of Aryl Halides Catalyzed by Low-Leaching and Highly Recyclable Sulfur-Modified Gold-Supported Palladium Material
21673	Hiroki Miura	353 (2011) 2837-2843	2009B1356	BL01B1	細川 三郎	Intermolecular Coupling of Alkynes with Acrylates by Recyclable Oxide-Supported Ruthenium Catalysts: Formation of Distorted Luthenium(IV)-oxo Species on Ceria as a Key Precursor of Active Species

**Biochemical and Biophysical Research Communications**

19889	Atsushi Inanobe	407 (2011) 366-371	2007B2025	BL41XU	稲野辺 厚	Inverse Agonist-like Action of Cadmium on G-protein-gated Inward-Rectifier K <sup>+</sup> Channels
21180	Tetsuya Masuda	419 (2012) 72-76	2009A1096	BL38B1	梶田 哲哉	Atomic Structure of the Sweet-Tasting Protein Thaumatin I at pH 8.0 Reveals the Large Disulfide-Rich Region in Domain II to be Sensitive to a pH Change
			2009B1379	BL26B1	梶田 哲哉	
			2010A6538	BL44XU	三上 文三	
			2010B1064	BL26B1	梶田 哲哉	

**Catalysis Today**

21338	Toshitaka Tanabe	184 (2012) 219-226	2010B7001	BL33XU	長井 康貴	The Interaction between Supported Rh- and Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -enriched Surface Layer on ZrO <sub>2</sub> for Rh Sintering Suppression
			2011A7001	BL33XU	長井 康貴	
21444	Atsushi Satsuma	185 (2012) 61-65	2008A1633	BL01B1	清水 研一	Unique Effect of Surface Area of Support on Propene Combustion over Pd/Ceria

**ChemCatChem**

21452	Kenichi Shimizu	3 (2011) 1290-1293	2008A1633	BL01B1	清水 研一	Self-Regenerative Silver Nanocluster Catalyst for CO Oxidation
21456	Kenichi Shimizu	1 (2010) 84-91	2007A1224	BL01B1	清水 研一	Silica-Supported Silver Nanoparticles with Surface Oxygen Species as a Reusable Catalyst for Alkylation of Arenes by Alcohols and Styrenes

**Chemical Communications**

21298	Loi Do	47 (2011) 10945-10947	2010B0032	BL09XU	Cramer Stephen	Characterization of a Synthetic Peroxodiiron(III) Protein Model Complex by Nuclear Resonance Vibrational Spectroscopy
21467	Chou-Fu Sheu	48 (2012) 5715–5717	2009A1669	BL02B1	Shih CheHsiu	A Long-Lived Photo-Induced Metastable State of Linkage Isomerization Accompanied with a Spin Transition
			2009B1704	BL02B1	Shih CheHsiu	

**Electrochimica Acta**

21252	Yoshiro Ohgi	68 (2012) 192-197	2009A1803	BL14B2	石原 顕光	Oxygen Reduction Reaction on Tantalum Oxide-Based Catalysts Prepared from TaC and TaN
			2009B1821	BL14B2	石原 顕光	
			2010B1009	BL14B2	石原 顕光	
			2010A1740	BL14B2	今井 英人	
			2010A1748	BL14B2	石原 顕光	
			2010B1792	BL14B2	今井 英人	
			2011A1690	BL14B2	今井 英人	
			2011B5392	BL16B2	今井 英人	
			2010B1888	BL14B2	今井 英人	

研究成果番号	著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
21718	Masaki Kobayashi	74 (2012) 254-259	2008B2167	BL14B2	原田 慈久	Indirect Contribution of Transition Metal towards Oxygen Reduction Reaction Activity in Iron Phthalocyanine-Based Carbon Catalysts for Polymer Electrolyte Fuel Cells

### Journal of Applied Physics

19978	Satoshi Wada	108 (2010) 094114	2008B1796	BL02B2	和田 智志	Piezoelectric Properties of High Curie Temperature Barium Titanate-Bismuth Perovskite-type Oxide System Ceramics
			2009A0084	BL02B2	久保田 佳基	
20526	Anil K. Singh	103 (2008) 063524	2008B1247	BL10XU	赤浜 裕一	Strength of Polycrystalline Coarse-Grained Platinum to 330 GPa and of Nanocrystalline Platinum to 70 GPa from High-Pressure X-Ray Diffraction Data

### Journal of Catalysis

21455	Kenichi Shimizu	270 (2010) 86-94	2008A1633	BL01B1	清水 研一	Size- and Support-Dependent Silver Cluster Catalysis for Chemoselective Hydrogenation of Nitroaromatics
21513	Naoto Koizumi	289 (2012) 151-163	2009B1835	BL14B2	小泉 直人	Mechanistic Aspects of the Role of Chelating Agents in Enhancing Fischer-Tropsch Synthesis Activity of Co/SiO <sub>2</sub> Catalyst: Importance of Specific Interaction of Co with Chelate Complex during Calcination

### The Journal of Chemical Physics

19941	Kazuhiro Fuchizaki	135 (2011) 091101	2009B3612	BL14B1	瀧崎 員弘	Probable Scenario of the Liquid-Liquid Phase Transition of SnI <sub>4</sub>
			2007B3607	BL14B1	瀧崎 員弘	
21469	Lijia Liu	136 (2012) 194501	2010B1129	BL39XU	林 久史	Resonant Inelastic X-ray Scattering of CeB <sub>6</sub> at the Ce L <sub>1</sub> - and L <sub>3</sub> -edges

### Journal of Fuel Cell Science and Technology, Transactions of the ASME

21586	Takanori Itoh	9 (2012) 031004	2011B1765	BL19B2	伊藤 孝憲	Oxygen Partial Pressure Dependence of <i>in situ</i> X-ray Absorption Spectroscopy at Co and Fe K-edge for (La <sub>0.6</sub> Sr <sub>0.4</sub> )(Co <sub>0.2</sub> Fe <sub>0.8</sub> )O <sub>3-δ</sub>
			2007B1957	BL14B2	伊藤 孝憲	
			2008A1780	BL14B2	伊藤 孝憲	
			2008B1896	BL14B2	伊藤 孝憲	
21596	Zhenwei Wang	9 (2012) 0210041	2009B1003	BL19B2	伊藤 孝憲	Evaluation of Porous Ni-YSZ Cermets With Ni Content of 0-30 Vol. % as Insulating Substrates for Segmented-in-Series Tubular Solid Oxide Fuel Cells

### Journal of Geophysical Research

21548	Yoshinori Tange	117 (2012) B06201	2008B1603	BL04B1	丹下 慶範	<i>P-V-T</i> Equation of State of MgSiO <sub>3</sub> Perovskite Based on the MgO Pressure Scale: A Comprehensive Reference for Mineralogy of the Lower Mantle
			2009A1892	BL04B1	丹下 慶範	
			2009B1272	BL04B1	丹下 慶範	
			2010A1794	BL04B1	丹下 慶範	
			2010B1566	BL10XU	丹下 慶範	
21710	Kenji Mibe	112 (2007) B03201	2003B0128	BL04B1	三部 賢治	Second Critical Endpoint in the Peridotite-H <sub>2</sub> O System

### The Journal of Physical Chemistry B

20930	Ryuhei Motokawa	116 (2012) 1319-1327	2011B1148	BL40B2	元川 竜平	Microscopic Structures of Tri- <i>n</i> -butyl Phosphate/ <i>n</i> -Octane Mixtures by X-ray and Neutron Scattering in a Wide <i>q</i> Range
21758	Yusuke Sanada	116 (2012) 87-94	2010A1432	BL40B2	櫻井 和朗	$\beta$ -1,3-D-Glucan Schizophyllan/Poly(dA) Triple-Helical Complex in Dilute Solution
			2010B1726	BL40B2	櫻井 和朗	
			2009A0012	BL40B2	櫻井 和朗	
			2009B1397	BL40B2	櫻井 和朗	

### Journal of Solid State Chemistry

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
21312	Laura Lynn Liew	189 (2012) 63-67	2008A1303	BL04B2	Sankar Gopinathan	Understanding the Defect Structure of Solution Grown Zinc Oxide
21497	Atsuro Sumiyoshi	187 (2012) 208-210	2009A1325	BL02B2	木村 薫	Structural Analysis of Li-intercalated Hexagonal Boron Nitride
			2010B1684	BL02B2	住吉 篤郎	

### Materials Science Forum

21517	Heiji Watanabe	717-720 (2012) 697-702	2010A3876	BL23SU	渡部 平司	Synchrotron Radiation Photoelectron Spectroscopy Study of Thermally Grown Oxides on 4H-SiC(0001) Si-face and (000-1) C-face Substrates
			2009A3875	BL23SU	渡部 平司	
			2008A3877	BL23SU	渡部 平司	
21518	Takuji Hosoi	717-720 (2012) 721-724	2009A3875	BL23SU	渡部 平司	Impact of Interface Defect Passivation on Conduction Band offset at SiO <sub>2</sub> /4H-SiC Interface
			2010A3876	BL23SU	渡部 平司	

### Nature Materials

19694	Hiroshi Sato	9 (2010) 661-666	2009A1569	BL02B1	松田 亮太郎	Photoactivation of a Nanoporous Crystal for On-Demand Guest Trapping and Conversion
21785	Naoaki Yabuuchi	11 (2012) 512-517	2011A1650	BL02B2	駒場 慎一	P2-type Na <sub>x</sub> [Fe <sub>1/2</sub> Mn <sub>1/2</sub> ]O <sub>2</sub> Made from earth-Abundant Elements for Rechargeable Na Batteries
			2010A1656	BL02B2	駒場 慎一	

### Physica B

20565	Ichiro Terasaki	405 (2010) S217-S220	2005B0971	BL02B1	池田 直	Nonequilibrium Charge Ordering in $\theta$ -(BEDT-TTF) <sub>2</sub> MM'(SCN) <sub>4</sub> (M= Rb, Cs; M'=Zn, Co)
20566	Masashi Watanabe	405 (2010) S229-S231	2005B0971	BL02B1	池田 直	Pressure Effect on the Competing Charge-Ordering Phase Transition in $\theta$ -(BEDT-TTF) <sub>2</sub> CsZn(SCN) <sub>4</sub>

### Physical Chemistry Chemical Physics

19965	Tomoki Nishimura	13 (2011) 15899-15905	2008A0012	BL40B2	櫻井 和朗	Metal-ion Induced Transition from Multi- to Single-Bilayer Tubes in Histidine Bearing Lipids and Formation of Monodisperse Au Nanoparticles
			2008B0012	BL40B2	櫻井 和朗	
			2009A0012	BL45XU	櫻井 和朗	
			2008A1727	BL45XU	西村 智貴	
			2009A1642	BL45XU	西村 智貴	
21405	Haijun Yu	14 (2012) 6584-6595	2010B1934	BL19B2	朝倉 大輔	High-Energy 'Composite' Layered Manganese-rich Cathode Materials <i>via</i> Controlling Li <sub>2</sub> MnO <sub>3</sub> Phase Activation for Lithium-ion Batteries

### Review of Scientific Instruments

21721	Yoshihisa Harada	83 (2012) 013116	2010A7403	BL07LSU	原田 慈久	Ultrahigh Resolution Soft X-Ray Emission Spectrometer at BL07LSU in SPring-8
			2010B7403	BL07LSU	原田 慈久	
			2011A7403	BL07LSU	原田 慈久	
21784	Takahisa Koyama	83 (2012) 013705	2010B3200	BL24XU	籠島 靖	Circular Multilayer Zone Plate for High-Energy X-ray Nano-Imaging
			2010A3200	BL24XU	籠島 靖	

### Academic Radiology

21490	Sinsuat Marodina	18 (2011) 594-604	2007B1893	BL20B2	仁木 登	Influence of Slice Thickness on Diagnoses of Pulmonary Nodules Using Low-Dose CT: Potential Dependence of Detection and Diagnostic Agreement on Features and Location of Nodule
-------	------------------	----------------------	-----------	--------	------	---

### Advanced Energy Materials

21786	Naoaki Yabuuchi	1 (2011) 759-765	2010B1800	BL46XU	駒場 慎一	Graphite-Silicon-Polyacrylate Negative Electrodes in Ionic Liquid Electrolyte for Safer Rechargeable Li-Ion Batteries
-------	-----------------	---------------------	-----------	--------	-------	---

### American Mineralogist

19663	Anton Shatskiy	96 (2011) 541-548	2007B1570	BL04B1	大谷 栄治	Pressless Split-Sphere Apparatus Equipped with Scaled-up Kawai-cell for Mineralogical Studies at 10-20 GPa
-------	----------------	----------------------	-----------	--------	-------	--

**Applied Radiation and Isotopes**

研究成果番号	著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
21588	Nobuteru Nariyama	70 (2012) 1214-1218	2009A1158	BL28B2	成山 展照	Macroscopic and Microscopic X-ray Dose Mappings with CCD-based GafChromic Film Dosimeters
			2009A1281	BL28B2	近藤 威	

**Biochimica et Biophysica Acta - Proteins and Proteomics**

21336	Shogo Nakano	1824 (2012) 739-749	2010B1666	BL38B1	中野 祥吾	Structural Implication for the Impaired Binding of W150A Mutant LOX-1 to Oxidized Low Density Lipoprotein, OxLDL
-------	-----------------	------------------------	-----------	--------	-------	--

**Biology Open**

21471	Masato Hoshino	1 (2012) 269-274	2010A1450	BL20B2	星野 真人	Phase-Contrast X-ray Microtomography of Mouse Fetus
			2010B1293	BL20B2	星野 真人	

**Biophysical Journal**

15748	Takaaki Sugiyama	97 (2009) 3132-3138	2005B0075	BL45XU	上村 慎治	Quick Shear-Flow Alignment of Biological Filaments for X-ray Fiber Diffraction Facilitated by Methylcellulose
			2006A1175	BL45XU	上村 慎治	
			2006B1498	BL45XU	上村 慎治	
			2007A1590	BL45XU	上村 慎治	
			2007B1470	BL45XU	上村 慎治	
			2008A1444	BL45XU	上村 慎治	
			2009A1032	BL45XU	上村 慎治	

**Biopolymers**

21487	Kenji Okuyama	97 (2012) 607-616	2009B6913	BL44XU	奥山 健二	Crystal Structure of (Gly-Pro-Hyp) <sub>3</sub> : Implications for the Collagen Molecular Model
			2009A6913	BL44XU	奥山 健二	
			2008B6809	BL44XU	奥山 健二	
			2008A6809	BL44XU	奥山 健二	

**Bulletin of the Chemical Society of Japan**

21308	Tomoki Nishimura	83 (2010) 1010-1018	2008B0012	BL40B2	櫻井 和朗	Synthesis of a Highly Hydrophobic Cationic Lipid and Structural and Thermodynamic Studies for Interaction with DNA
-------	---------------------	------------------------	-----------	--------	-------	--

**Catalysis Communications**

21248	Atsuko Tomita	17 (2012) 194-199	2011B1137	BL01B1	多井 豊	Pt/Fe-containing Alumina Catalysts Prepared and Treated with Water under Moderate Conditions Exhibit Low-temperature CO Oxidation Activity
			2010B1447	BL01B1	清水 研一	
			2010B1858	BL14B2	西堀 麻衣子	

**Chemical Geology**

21269	Jun-ichi Watanabe	306-307 (2012) 123-128	2011A1223	BL01B1	光延 聖	Concurrent Sorption of As(V) and Mn(II) during Biogenic Manganese Oxide Formation
-------	----------------------	---------------------------	-----------	--------	------	--

**Chemistry - A European Journal**

21254	Tomoaki Hinoue	18 (2012) 4634-4643	2008B2011	BL38B1	藤内 謙光	Regulation of $\pi$ -Stacked Anthracene Arrangement for Fluorescence Modulation of Organic Solid from Monomer to Excited Oligomer Emission
			2008B2137	BL38B1	藤内 謙光	
			2008B2187	BL38B1	藤内 謙光	
			2009A1130	BL38B1	藤内 謙光	
			2009B1509	BL38B1	藤内 謙光	
			2010A1266	BL38B1	藤内 謙光	

**Chemistry - An Asian Journal**

21623	Hiroshi Danjo	7 (2012) 1529-1532	2009B1225	BL38B1	檀上 博史	Tris(spiroborate)-Type Anionic Nanocycles
			2010B1122	BL38B1	檀上 博史	

**Chemistry of Materials**

21641	Alexei Belik	24 (2012) 2197-2203	2009B4505	BL15XU	Belik Alexei	Crystal Structures and Properties of Perovskites ScCrO <sub>3</sub> and InCrO <sub>3</sub> with Small Ions at the A Site
			2011B4512	BL15XU	Belik Alexei	

**Dalton Transactions**

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
21570	Tomoyuki Matsuda	41 (2012) 7620-7623	2010B1063	BL02B2	守友 浩	Control of the Alkali Cation Alignment in Prussian Blue Framework

**Earth and Planetary Science Letters**

21714	Yuki Shibazaki	313-314 (2012) 79-85	2010A1142	BL35XU	大谷 栄治	Sound Velocity Measurements in dhcp-FeH up to 70 GPa with Inelastic X-ray Scattering: Implications for the Composition of the Earth's Core
			2010B1185	BL35XU	大谷 栄治	
			2010A0028	BL10XU	大谷 栄治	
			2010B0028	BL10XU	大谷 栄治	

**Environmental Science & Technology**

21267	Satoshi Mitsunobu	46 (2012) 3304-3311	2010B1741	BL37XU	光延 聖	Bacteriogenic Fe(III) (Oxyhydr)oxides Characterized by Synchrotron Microprobe Coupled with Spatially-Resolved Phylogenetic Analysis
			2010B1363	BL01B1	光延 聖	
			2011A1223	BL01B1	光延 聖	

**The European Physical Journal D**

21226	Masaki Imamura	63 (2011) 289-292	2009B4902	BL15XU	保田 英洋	Photoluminescence Dynamics of Organic Molecule-Passivated Si Nanoclusters
-------	----------------	----------------------	-----------	--------	-------	---

**The FEBS Journal**

21368	Mizuki Tamura	279 (2012) 1871-1882	2011A1881	BL26B2	殿塚 隆史	Comparison of the Structural Changes in Two Cellobiohydrolases, CcCel6A and CcCel6C, from <i>Coprinopsis cinerea</i> - a Tweezer-like Motion in the Structure of CcCel6C
-------	---------------	-------------------------	-----------	--------	-------	--

**FEBS Letters**

21421	Len Ito	585 (2011) 555-560	2010A1900	BL32B2	長谷川 和也	Glycine Amide Shielding on the Aromatic Surfaces of Lysozyme: Implication for Suppression of Protein Aggregation
-------	---------	-----------------------	-----------	--------	--------	--

**Forensic Science International**

21717	Willy Shun Kai Bong	220 (2012) 33-49	2009A1919	BL19B2	大坂 恵一	Development of Heavy Mineral and Heavy Element Database of Soil Sediments in Japan Using Synchrotron Radiation X-ray Powder Diffraction and High-Energy (116 keV) X-ray Fluorescence Analysis 1. Case Study of Kofu and Chiba Region
			2009A2006	BL19B2	大坂 恵一	
			2009B1885	BL19B2	大坂 恵一	
			2009B1642	BL08W	大坂 恵一	
			2010A1753	BL19B2	大坂 恵一	
2010A1374	BL08W	大坂 恵一				

**IEEE Transaction on Electron Devices**

21478	Xun Gu	59 (2012) 1445-1453	2010A1732	BL46XU	河瀬 和雅	Cu Single Damascene Integration of an Organic Nonporous Ultralow- $\kappa$ Fluorocarbon Dielectric Deposited by Microwave-Excited Plasma-Enhanced CVD
-------	--------	------------------------	-----------	--------	-------	---

**IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**

19898	Yuji Mishima	18 (2011) 122002	2009B0084	BL02B2	久保田 佳基	Characterization of Carbon Composite $\text{LiMn}_{1-x}\text{Fe}_x\text{PO}_4$ Cathodes
			2010A0084	BL02B2	久保田 佳基	

**ISIJ International**

21702	Akitoshi Mizuno	52 (2012) 770-773	2009A1254	BL04B2	水野 章敏	Comparative Study on Structural Variations during Containerless Solidification Processes of Fe-B and Fe-C Eutectic Alloys
			2010B1054	BL04B2	水野 章敏	

**Journal of Alloys and Compounds**

20211	Souichiro Mizusaki	509 (2011) 8983-8986	2002B0110	BL08W	山本 勲	Fermi Surface Topology of Deuterium-Doped Vanadium: Compton Scattering Study
			2003A0329	BL08W	山本 勲	
			2003B0058	BL08W	山本 勲	

**Journal of Dentistry**

研究成果番号	著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
19876	Yuichi Kitasako	39 (2011) 771-779	2008B1995	BL40XU	田中 智子	Effects of a Chewing Gum Containing Phosphoryl Oligosaccharides of Calcium (POs-Ca) and Fluoride on Remineralization and Crystallization of Enamel Subsurface Lesions <i>in situ</i>
			2009A1885	BL40XU	田中 智子	

**Journal of Electron Spectroscopy and Related Phenomena**

研究成果番号	著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
20510	Jun Ishikawa	184 (2011) 284-286	2008A1053	BL25SU	宮原 恒あき	MCD Study on Ce@C <sub>82</sub> and Ce <sub>2</sub> @C <sub>80</sub> in the Soft-X-ray Region

**Journal of Experimental Botany**

研究成果番号	著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
21762	Noriko Yamaguchi	63 (2012) 2729-2737	2009B1137	BL37XU	山口 紀子	Role of the Node in Controlling Traffic of Cadmium, Zinc, and Manganese in Rice
			2010A1264	BL37XU	山口 紀子	

**Journal of Hazardous Materials**

研究成果番号	著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
21240	Mahtab Ahmad	209-210 (2012) 392-401	2007B1315	BL01B1	橋本 洋平	Immobilization of Lead in a Korean Military Shooting Range Soil Using Eggshell Waste: An Integrated Mechanistic Approach
			2008A1265	BL01B1	橋本 洋平	
			2009A1255	BL01B1	橋本 洋平	

**Journal of Inclusion Phenomena and Macrocyclic Chemistry**

研究成果番号	著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
21668	Yusuke Koito	72 (2012) Online Publication	2010A1090	BL40B2	安藤 慎治	Solid-State NMR and Wide-Angle X-ray Diffraction Study of Hydrofluoroether / $\beta$ -Cyclodextrin Inclusion Complex
			2009B1306	BL40B2	安藤 慎治	
			2009A1348	BL40B2	安藤 慎治	

**Journal of Luminescence**

研究成果番号	著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
21676	Keisuke Uegaito	132 (2012) 64-70	2010A1271	BL01B1	細川 三郎	Effect of Heat Treatments on the Luminescence Properties of Zn <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub> :Mn <sup>2+</sup> Phosphors Prepared by Glycothermal Methods

**Journal of Materials Chemistry**

研究成果番号	著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
21556	Wei Ma	22 (2012) 11887-11892	2010A1454	BL02B2	高原 淳	Application of Imogolite Clay Nanotubes in Organic-Inorganic Nanohybrid Materials

**Journal of Molecular Catalysis A: Chemical**

研究成果番号	著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
21448	Kenichi Shimizu	353-354 (2012) 171-177	2010B1447	BL01B1	清水 研一	Electronic Effect of Na Promotion for Selective Mono- <i>N</i> - alkylation of Aniline with Di- <i>iso</i> -propylamine by Pt/SiO <sub>2</sub> Catalysts

**Journal of Molecular Liquids**

研究成果番号	著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
21307	Orsolya Gereben	169 (2012) 63-73	2008B1073	BL04B2	Pusztai Laszlo	The Liquid Structure of Some Food Aromas: Joint X-ray Diffraction, All-Atom Molecular Dynamics and Reverse Monte Carlo Investigations of Dimethyl Sulfide, Dimethyl Disulfide and Dimethyl Trisulfide

**Journal of Molecular Structure**

研究成果番号	著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
21464	G. S. E. Antipas	1019 (2012) 151-158	2011A1103	BL04B2	小原 真司	A Containerless Study of Short-Range Order in High- Temperature Fe-Si-Al-Ca-Mg-Cr-Cu-Ni Oxide Systems

**Journal of Physics B: Atomic, Molecular and Optical Physics**

研究成果番号	著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
21253	Lin Fan Zhu	44 (2011) 025203	2008A4262	BL12XU	Feng Donglai	Inelastic X-ray Scattering Study on the Single Excitations of Helium

**Journal of Physics: Conference Series**

研究成果番号	著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
21568	Hidekazu Okamura	359 (2012) 012013	2009A0089	BL43IR	岡村 英一	A Simple Method for the Kramers-Kronig Analysis of Reflectance Spectra Measured with Diamond Anvil Cell
			2009B0089	BL43IR	岡村 英一	
			2010A0089	BL43IR	岡村 英一	
			2010B0089	BL43IR	岡村 英一	
			2011A0089	BL43IR	岡村 英一	

**Journal of Polymer Science Part B: Polymer Physics**

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
21598	Yunfeng Zhao	49 (2012) 214-221	2008A1222	BL40B2	松葉 豪	Relaxation of Shish-Kebab Precursor in Isotactic Polystyrene after Short-Term Shear Flow
			2006A1202	BL40B2	松葉 豪	

**Journal of Structural Biology**

21515	Masaya Nishiura	178 (2012) 329-337	2005B0384	BL40XU	岩本 裕之	X-ray Diffraction Recording from Single Axonemes of Eukaryotic Flagella
			2007A1191	BL40XU	岩本 裕之	
			2007B1883	BL40XU	岩本 裕之	
			2007B1294	BL40XU	大岩 和弘	
			2008A1020	BL40XU	上村 慎治	
			2008A1123	BL40XU	大岩 和弘	
			2008B1143	BL40XU	大岩 和弘	
			2009B1616	BL40XU	榊原 齊	
			2010A1252	BL40XU	西浦 昌哉	
			2010B1280	BL40XU	西浦 昌哉	
			2011A1252	BL40XU	西浦 昌哉	
2011B1301	BL40XU	西浦 昌哉				

**Journal of the American Chemical Society**

21296	Christine Tinberg	132 (2010) 18168-18176	2010A1073	BL09XU	Cramer Stephen	Characterization of Iron Dinitrosyl Species Formed in the Reaction of Nitric Oxide with a Biological Rieske Center
-------	----------------------	---------------------------	-----------	--------	-------------------	--

**Langmuir**

21757	Shota Fujii	28 (2012) 3092-3101	2011A1668	BL40B2	櫻井 和朗	A Stimulus-Responsive Shape-Persistent Micelle Bearing a Calix[4]arene Building Block: Reversible pH- Dependent Transition between Spherical and Cylindrical Forms
			2011B1468	BL40B2	櫻井 和朗	
			2009A0012	BL40B2	櫻井 和朗	
			2009B1397	BL40B2	櫻井 和朗	
			2010A1089	BL40B2	櫻井 和朗	
			2010B1726	BL40B2	櫻井 和朗	

**Macromolecules**

21640	Kazuhiro Takizawa	45 (2012) 4764-4771	2009B1306	BL40B2	安藤 慎治	Variations in Aggregation Structures and Fluorescence Properties of a Semialiphatic Fluorinated Polyimide Induced by Very High Pressure
			2009A1348	BL40B2	安藤 慎治	
			2008B1434	BL40B2	安藤 慎治	

**Metrologia**

21522	Takahiro Tanaka	49 (2012) 501-506	2009B1190	BL27SU	齋藤 則生	First Comparison of Spectral Responsivity in the Soft X-ray Region
			2010B1304	BL27SU	齋藤 則生	

**Nature Chemistry**

21315	Qing-Fu Sun	4 (2012) 330-333	2010A1012	BL38B1	藤田 誠	An $M_{18}L_{24}$ Stellated Cuboctahedron through Post- Stellation of an $M_{12}L_{24}$ Core
			2010B1423	BL38B1	佐藤 宗太	
			2011A1102	BL38B1	佐藤 宗太	

**Nature Communications**

21441	Katsumasa Irie	3 (2012) 1-8	2009B1211	BL38B1	入江 克雅	The C-terminal Helical Bundle of the Tetrameric Prokaryotic Sodium Channel Accelerates the Inactivation Rate
			2010A1270	BL38B1	入江 克雅	
			2010A1803	BL38B1	馬場 清喜	
			2010B1232	BL38B1	入江 克雅	

**Optics Communications**

21656	Yuka Ikemoto	285 (2012) 2212-2217	2010B1310	BL43IR	池本 夕佳	Development of Scattering Near-Field Optical Microspectroscopy Apparatus Using an Infrared Synchrotron Radiation Source
			2010A1199	BL43IR	池本 夕佳	
			2010A1488	BL43IR	池本 夕佳	
			2010A0089	BL43IR	岡村 英一	
			2010B0089	BL43IR	岡村 英一	
			2011A0089	BL43IR	岡村 英一	
			2011A1274	BL43IR	池本 夕佳	

**Optics Express**

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
21286	Takahiko Yamanaka	19 (2011) 24583-24588	2010B1940	BL19B2	原 滋郎	A Narrow Band-rejection Filter Based on Block Copolymers

**Organometallics**

21557	Tomohiro Agou	31 (2012) 3806-3809	2011B1296	BL38B1	笹森 貴裕	Synthesis, Structure, and Properties of a Stable 1,2-Dibromodialumane(4) Bearing a Bulky Aryl Substituent
-------	------------------	------------------------	-----------	--------	-------	---

**Philosophical Magazine**

21264	Alok Singh	92 (2012) 1106-1128	2010A4800	BL15XU	小林 啓介	Solidification of Tin on Quasicrystalline Surfaces
-------	------------	------------------------	-----------	--------	-------	--

**Physica C**

20215	Gaku Eguchi	470 (2010) S762-S763	2009B0083	BL02B1	澤 博	Superconducting Properties of Noncentrosymmetric CaIrSi <sub>3</sub>
-------	----------------	-------------------------	-----------	--------	-----	--

**Physical Review A**

21681	Jelena Schmalz	84 (2011) 023808	2011A1268	BL20B2	Pavlov Konstantin	Phase Retrieval Using Radiation and Matter-Wave Fields: Validity of Teague's Method for Solution of the Transport-of-Intensity Equation
-------	-------------------	---------------------	-----------	--------	----------------------	---

**Physics and Chemistry of Minerals**

21498	Tetsuya Komabaya shi	39 (2012) 329-338	2008B1171	BL10XU	駒林 鉄也	In situ X-ray Diffraction Measurements of the <i>fcc-hcp</i> Phase Transition Boundary of an Fe-Ni Alloy in an Internally Heated Diamond Anvil Cell
			2010A0087	BL10XU	廣瀬 敬	
			2011A0087	BL10XU	廣瀬 敬	

**Polymer Degradation and Stability**

21280	Kengo Kitadokoro	97 (2012) 771-775	2011A6615	BL44XU	北所 健悟	Crystal Structure of Cutinase Est119 from <i>Thermobida alba</i> AHK119 that can Degrade Modified Polyethylene Terephthalate at 1.76 Å Resolution
-------	---------------------	----------------------	-----------	--------	-------	---

**Polymers**

20818	Terumi Furuta	3 (2011) 2133-2141	2009A1906	BL19B2	鹿屋 出	Design of Improved Metal-Organic Framework (MOF) H <sub>2</sub> Adsorbents
-------	------------------	-----------------------	-----------	--------	------	--

**Protein Science**

20970	Shogo Nakano	21 (2012) 383-395	2007B6906	BL44XU	片柳 克夫	Structure-function Relationship of Assimilatory Nitrite Reductases from the Leaf and Root of Tobacco Based on High-Resolution Structures
			2008B6810	BL44XU	片柳 克夫	
			2009A1604	BL41XU	片柳 克夫	
			2010B1666	BL38B1	中野 祥吾	

**Proteins: Structure, Function, and Bioinformatics**

21414	Ihsanawati Yasin	61 (2005) 999-1009	2003A0718	BL40B2	田中 信夫	Structural Basis of the Substrate Subsite and the Highly Thermal Stability of Xylanase 10B from <i>Thermotoga maritima</i> MSB8
			理研	BL26B2		

**RSC Advances**

21450	Kenichi Shimizu	1 (2012) 1310-1317	2010B1447	BL01B1	清水 研一	Silver Cluster-Promoted Heterogeneous Copper Catalyst for N-Alkylation of Amines with Alcohols
-------	--------------------	-----------------------	-----------	--------	-------	--

**Science**

21289	Daigo Miyajima	336 (2012) 209-213	2008B1777	BL02B2	山本 洋平	Ferroelectric Columnar Liquid Crystal Featuring Confined Polar Groups within Core-Shell Architecture
			2009A1651	BL02B2	櫻井 庸明	
			2009A1699	BL02B2	山本 洋平	
			理研	BL44B2		

**Science and Technology of Advanced Materials**

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
20083	Motoko Harada	12 (2011) 044606	2007A3629	BL14B1	魚崎 浩平	Construction of Multilayer Assembly of bare and Pd Modified Gold Nanoclusters and their Electrocatalytic Properties for Oxygen Reduction

**Scientific Report**

21410	John Tse	2 (2012) 372	2009B1066	BL10XU	Tse John	Large Amplitude Flexional Behaviour of Elemental Calcium under High Pressure
-------	----------	--------------	-----------	--------	----------	--

**Scripta Materialia**

21270	Makoto Matsuura	66 (2012) 927-930	2010B1364	BL01B1	松浦 真	Direct Structural Evidence of the Dynamic Heterogeneity in the Supercooled Liquid for the Bulk Metallic Glass
			2010A1029	BL01B1	松浦 真	

**Small**

21593	Satoshi Abe	8 (2012) 1314-1319	2010A1135	BL38B1	上野 隆史	Rh-catalyzed Polymerization of Phenylacetylene: Porous Lysozyme Crystals as Reaction Vessels for Preparation of Magnetic CoPt Nanoparticles
			2009B1065	BL38B1	上野 隆史	

**Solid State Communications**

21222	Takashi Kataoka	152 (2012) 806-809	2008A3824	BL23SU	藤森 淳	X-Ray Magnetic Circular Dichroism Study of the $\pi$ - $d$ Molecular Ferromagnet $\beta$ -Mn phthalocyanine Studied by Soft X-ray Magnetic Circular Dichroism
-------	-----------------	-----------------------	-----------	--------	------	---

**Solid State Ionics**

21747	Hironori Kobayashi	178 (2007) 1101-1105	2003B0684	BL02B2	小林 弘典	Investigation on Lithium De-intercalation Mechanism for $\text{LiNi}_{0.45}\text{Mn}_{0.45}\text{Al}_{0.1}\text{O}_2$
-------	--------------------	-------------------------	-----------	--------	-------	---

**Spectrochimica Acta Part B**

20247	Hideyuki Yamazaki	64 (2009) 808-811	2005B5060	BL16XU	山崎 英之	High-sensitivity X-ray Absorption Fine Structure Investigation of Arsenic Shallow Implant in Silicon
			2006A5060	BL16XU	山崎 英之	
			2006B5060	BL16XU	山崎 英之	
			2007A5060	BL16XU	山崎 英之	

**Structure**

21480	Xingliang Zhang	20 (2012) 780-790	2009B1155	BL41XU	Chen Zhongzhou	Complex Structures of the Abscisic Acid Receptor PYL3/RCAR13 Reveal a Unique Regulatory Mechanism
-------	-----------------	----------------------	-----------	--------	----------------	---

**Ultramicroscopy**

21682	Sergey Podorov	111 (2011) 782-787	2009A1376	BL20XU	Pavlov Konstantin	Mask-assisted Deterministic Phase-Amplitude Retrieval from a Single Far-Field Intensity Diffraction Pattern: Two Experimental Proofs of Principle using Visible Light
-------	----------------	-----------------------	-----------	--------	-------------------	---

**Tribology International**

19943	Tomoko Hirayama	42 (2009) 88-92	2006A3611	BL14B1	平山 朋子	Structural Analysis of Simple Base Oils under High Pressure Using Synchrotron Radiation X-ray Diffraction: First Trial
-------	-----------------	--------------------	-----------	--------	-------	--

**X線分析の進歩 (Advances in X-ray Chemical Analysis, Japan)**

21745	Hiroki Taoka	43 (2012) 355-368	2010A1673	BL37XU	中井 泉	Study on Transportation and Accumulation Mechanism of Cadmium in Metal-hy@eraccumulating Fern, <i>Athyrium yokoscense</i> , by Synchrotron Radiation X-Ray Fluorescence Analysis
			2011A1457	BL37XU	中井 泉	

**高分子論文集 (Japanese Journal of Polymer Science and Technology)**

15508	Go Matsuba	66 (2009) 419-427	2005B0444	BL40B2	金谷 利治	Oriented Structure in Isotactic Polystyrene Melt Induced by Shear Flow
			2006A1202	BL40B2	松葉 豪	
			2008A1222	BL40B2	松葉 豪	

## 電子情報通信学会論文誌D (IEICE Transactions on Information and Systems (Japanese Edition))

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
21495	Noboru Niki	J91-D (2008) 1715-1729	2007B1893	BL20B2	仁木 登	Development of Computer Aided Diagnosis for Lung Cancer CT Screening

## 日本金属学会誌 (The Journal of the Japan Institute of Metals)

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
21241	Hiroyuki Saitoh	76 (2012) 139-143	2010A3603 2010B3603 2011A3602	BL14B1 BL14B1 BL14B1	齋藤 寛之 齋藤 寛之 齋藤 寛之	Hydrogenation Reactions of A6061 Alloys at Ultra-High Pressures

## 博士論文 (Johannes Gutenberg-Universität, Mainz)

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
21234	Siham Ouardi	(2012)	2007A4903 2007B4904 2008A4905 2008B4903 2009A4905 2010A4903 2010B4903 2011A4901 2011A1464 2008A0017 2010B0017	BL15XU BL15XU BL15XU BL15XU BL15XU BL15XU BL15XU BL15XU BL47XU BL47XU BL47XU	Fecher Gerhard Felser Claudia Felser Claudia Felser Claudia Felser Claudia Fecher Gerhard Fecher Gerhard Fecher Gerhard Fecher Gerhard Felser Claudia Felser Claudia	Electronic Structure and Physical Properties of Heusler Compounds for Thermoelectric and Spintronic Applications
21235	Vajiheh Aliani	(2011)	2008B0017 2008B4903	BL47XU BL15XU	Felser Claudia Felser Claudia	Structure and Properties of Quaternary and Tetragonal Heusler Compounds for Spintronics and Spin Transfer Torque Applications

## 博士論文 (東京大学)

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
21465	Hisako Niko	(2008)	2005B0739	BL46XU	二河 久子	Study on Multi-grid-type MicroStrip Gas Chamber with Novel Electrode Structure

## 博士論文 (東北大学)

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
21479	Xun Gu	(2012)	2010A1732	BL46XU	河瀬 和雅	A Study on Integration Technology of Non-Porous Low-k Dielectric Fluorocarbon into Multilayer Cu Interconnects for High Speed LSI

## 課題以外の成果として登録された論文

## The Journal of Biological Chemistry

研究成果番号	主著者	雑誌情報	関連情報	ビームライン	タイトル
20353	Takashi Fujishiro	286 (2011) 29941-29950	理研	BL26B1	Crystal Structure of H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> -dependent Cytochrome P <sub>450</sub> SP <sub>α</sub> with Its Bound Fatty Acid Substrate INSIGHT INTO THE REGIOSELECTIVE HYDROXYLATION OF FATTY ACIDS AT THE α POSITION
21274	Tatsuya Yamamoto	286 (2011) 42337-42348	理研	BL45XU	Evidence for ATP-dependent Structural Rearrangement of Nuclease Catalytic Site in DNA Mismatch Repair Endonuclease MutL
21275	Takahito Imagawa	286 (2011) 44078-44085	理研	BL26B2	Structural Basis of Free Reduced Flavin Generation by Flavin Reductase from <i>Thermus thermophilus</i> HB8
21300	Hiroimichi Saino	286 (2011) 16392-16401	理研	BL26B2	The Catalytic Architecture of Leukotriene C <sub>4</sub> Synthase with Two Arginine Residues

## Journal of Physics: Condensed Matter

研究成果番号	主著者	雑誌情報	関連情報	ビームライン	タイトル
21388	Andrew James Princep	24 (2012) 075602	理研	BL19LXU	High-order Ho Multipoles in HoB <sub>2</sub> C <sub>2</sub> Observed with Soft Resonant X-ray Diffraction
21406	Kazuto Yamauchi	23 (2011) 394206	理研	BL29XU	Single-Nanometer Focusing of Hard X-rays by Kirkpatrick-Baez Mirrors

## Physical Review B

研究成果番号	主著者	雑誌情報	関連情報	ビームライン	タイトル
20804	Hitoshi Yamaoka	84 (2011) 161404	理研	BL17SU	Electronic State of an Organic Molecular Magnet: Soft X-ray Spectroscopy Study of α-TDAE-C <sub>60</sub> Single Crystal
21344	Noriki Terada	81 (2010) 064424	理研	BL29XU	Charge Disproportionation Associated with Spin Ordering in Delafossite CuFeO <sub>2</sub> as Seen via Resonant X-ray Diffraction

**Proteins: Structure, Function, and Bioinformatics**

研究成果番号	主著者	雑誌情報	関連情報	ビームライン	タイトル
21276	Yoshihiro Agari	80 (2012) 958-962	理研	BL26B2	Crystal Structure of Hypothetical Protein TTHB210, Controlled by the $\sigma^E$ /Anti- $\sigma^E$ Regulatory System in <i>Thermus thermophilus</i> HB8, Reveals a Novel Homodecamer
21278	Yoshihiro Agari	80 (2012) 1490-1494	理研	BL26B2	X-ray Crystal Structure of TTHB099, a CRP/FNR Superfamily Transcriptional Regulator from <i>Thermus thermophilus</i> HB8, Reveals a DNA-binding Protein with no Required Allosteric Effector Molecule

**Acta Crystallographica Section F**

21415	Toshio Iwasaki	62 (2006) 993-995	理研	BL26B1	Crystallization and Preliminary X-ray Diffraction Studies of a Hyperthermophilic Rieske Protein Variant (SDX-triple) with an Engineered Rubredoxin-like Mononuclear Iron Site
-------	----------------	----------------------	----	--------	---

**Advanced Materials**

21545	George Akiyama	23 (2011) 3294-3297	理研	BL44B2	Cellulose Hydrolysis by a New Porous Coordination Polymer Decorated with Sulfonic Acid Functional Groups
-------	----------------	------------------------	----	--------	--

**ICFA Beam Dynamics Newsletters**

21295	Yoshito Shimosaki	57 (2012) 35-47	加速器		Lattice Design of a Very Low Emittance Storage Ring for the SPring-8 Upgrade Plan
-------	-------------------	--------------------	-----	--	---

**Inorganic Chemistry**

20352	Akira Onoda	50 (2011) 4892-4899	理研	BL26B1	Crystal Structure and Spectroscopic Studies of a Stable Mixed-Valent State of the Hemerythrin-like Domain of a Bacterial Chemotaxis Protein
-------	-------------	------------------------	----	--------	---

**Journal of Biological Inorganic Chemistry**

21288	Kengo Hanaya	17 (2012) 517-529	理研	BL26B2	Potent Inhibition of Dinuclear Zinc(II) Peptidase, an Aminopeptidase from <i>Aeromonas proteolytica</i> , by 8-quinolinol Derivatives: Inhibitor Design Based on Zn <sup>2+</sup> Fluorophores, Kinetic, and X-ray Crystallographic Study
-------	--------------	----------------------	----	--------	---

**Journal of Molecular Biology**

21277	Shuhei Nakane	417 (2012) 179-196	理研	BL26B2	The Structural Basis of the Kinetic Mechanism of a Gap-Filling X-Family DNA Polymerase That Binds Mg <sup>2+</sup> -dNTP Before Binding to DNA
-------	---------------	-----------------------	----	--------	--

**Journal of Nanoscience and Nanotechnology**

21391	Akira Saito	11 (2011) 2873-2881	理研	BL19LXU	Direct Observation of X-ray Induced Atomic Motion using Scanning Tunneling Microscope Combined with Synchrotron Radiation
-------	-------------	------------------------	----	---------	---

**Journal of Physics: Conference Series**

21341	Noriki Terada	211 (2010) 012005	理研	BL29XU	Exchange-Striction Associated with the Elliptical Proper Helical Magnetic Structure in the Ferroelectric Phase of CuFe <sub>1-y</sub> Ga <sub>y</sub> O <sub>2</sub>
-------	---------------	----------------------	----	--------	--

**Journal of the American Chemical Society**

21543	Joobeom Seo	133 (2011) 9005-9013	理研	BL44B2	Soft Secondary Building Unit: Dynamic Bond Rearrangement on Multinuclear Core of Porous Coordination Polymers in Gas Media
-------	-------------	-------------------------	----	--------	--

**Journal of the Physical Society of Japan**

21343	Shojiro Kimura	79 (2010) 043706	理研	BL19LXU	Field Induced Lattice Deformation in a Quasi-One-Dimensional Antiferromagnet BaCo <sub>2</sub> V <sub>2</sub> O <sub>8</sub>
-------	----------------	---------------------	----	---------	--

**Microbiology**

21272	Yoshihiro Agari	157 (2011) 1589-1601	理研	BL26B2	TetR-family Transcriptional Repressor <i>Thermus thermophilus</i> FadR Controls Fatty Acid Degradation
-------	-----------------	-------------------------	----	--------	--

**Microporous and Mesoporous Materials**

研究成果番号	主著者	雑誌情報	関連情報	ビームライン	タイトル
21544	George Akiyama	157 (2012) 89-93	理研	BL44B2	Effect of Functional Groups in MIL-101 on Water Sorption Behavior

**Nature Physics**

20810	Kenji Tamasaku	7 (2011) 705-708	理研	BL19LXU	Visualizing the Local Optical to Extreme-Ultraviolet Radiation with a Resolution of $\lambda/380$
-------	----------------	---------------------	----	---------	---

**Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A**

20576	Hiroaki Utsunomiya	538 (2005) 225-233	加速器		Ten-Tesla Superconducting Wiggler at SPring-8 as a Photon Source for Nuclear Astrophysics
-------	--------------------	-----------------------	-----	--	---

**Proceedings of SPIE**

21407	Satoshi Matsuyama	8139 (2011) 813905	理研	BL29XU	Development of a One-Dimensional Wolter Mirror for Achromatic Full-field X-ray Microscopy
-------	-------------------	-----------------------	----	--------	---

**Review of Scientific Instruments**

21265	Togo Kudo	83 (2012) 043108		XFEL	A Photodiode Amplifier System for Pulse-by-Pulse Intensity Measurement of an X-ray Free Electron Laser
-------	-----------	---------------------	--	------	--

**情報処理学会デジタルプラクティス (Journal of Digital Practices)**

21292	Keiichi Shinbe	3 (2012) 155-163	その他		Development and Operation of Web Application System for Shared Facility Users
-------	----------------	---------------------	-----	--	---

**日本結晶学会誌 (Journal of the Crystallographic Society of Japan)**

16582	Masayoshi Nakasako	51 (2009) 37-39		over all	Water Clusters in Molecular Crystals, Coordination Polymers and Biological Macromolecule
-------	--------------------	--------------------	--	----------	--

## SPring-8 ユーザー協同体 (SPRUC) 会長に就任して

SPring-8 ユーザー協同体 (SPRUC) 会長  
 東京大学大学院 新領域創成科学研究科 教授  
 雨宮 慶幸

5月11日に開催された第1回評議員会で、評議員の互選により、SPRUCの会長に選出されました。微力ですが、新しく出発したSPRUCが所期の目的に沿ってアクティブな活動ができるように精一杯取り組んでいきたいと思っています。皆様のご協力を賜りたく、よろしくお願ひします。

各幹事は、下記の方々をお願いすることに致しました。

庶務幹事	西堀 英治 (名古屋大学)
広報・渉外幹事	高尾 正敏 (大阪大学)
利用幹事	佐藤 衛 (横浜市立大学)
会計幹事	原田 慈久 (東京大学)
行事幹事	久保田佳基 (大阪府立大学)
行事幹事	佐々木 園 (京都工芸繊維大学)
編集幹事	籠島 靖 (兵庫県立大学)
運営幹事	佐々木 聡 (東京工業大学)

また、各研究会の全体を取りまとめる利用委員会の委員長は、中川敦史氏 (大阪大学) に引き受けていただきました。

SPring-8の利用者は頭数で10,000人に達しようとしています。すなわち、SPRUC会員は10,000人規模になる訳です。「SPring-8のユーザー」という点では会員間に共通要素はあるものの、その研究分野は極めて広範であり、利用形態、利用頻度、利用時間等多種多様であり、全会員が同じテーブルについて何か共通な事柄についての議論を行うことは極めて困難な事だと考えています。しかしながら、この困難を克服する努力無くして、真なる意味でのユーザーコミュニティーを形成することはできないことを考えると、この困難を克服するための取り組みは、極めて意義のあるチャレンジであると思っています。

新たに設けた代表機関会議から適宜アドバイスを求めながら、評議員会では、SPRUCの運営および

活動方針を、中期、長期的な視点に立って議論していきたいと考えています。また、利用委員会の中にある分野別の各研究会活動を更に活発化させ、SPring-8の更に有効な利活用に関して議論を行うと共に、研究成果を中心にした各分野でのサイエンスの議論が活性化するように、SPRUCを運営していきたいと考えています。

SPRUCの中心活動の一つとして、来る8月25日(土)、26日(日)には、SPRUCの代表機関の一つである大阪大学にて、SPring-8シンポジウム2012を開催する予定です。このシンポジウムは、様々な分野にわたるユーザーの科学技術的交流の場として、学協会、SPRUCを構成する代表機関、SPring-8施設者(理研・JASRI)と共に開催するものです。学術・産業界のSPring-8利用者による研究成果発表や、チームラインのスクラップ&ビルドやSPring-8将来計画についての議論を通じて、SPring-8の利活用の促進と発展のための情報を共有し、利用者相互および施設との意見交換により、SPring-8の発展的な利活用の方向性について議論することを目的としています。

SPring-8を利用するユーザーの皆様の積極的なご参加を期待します。詳細は下記のWEBページをご参照ください<sup>[1]</sup>。

[1] <http://www.spring8.or.jp/ja/science/meetings/2012/sp8sympo2012>



雨宮 慶幸 AMEMIYA Yoshiyuki  
 東京大学大学院 新領域創成科学研究科  
 〒277-8561 柏市柏の葉5-1-5  
 基盤棟601  
 TEL : 04-7136-3750  
 e-mail : amemiya@k.u-tokyo.ac.jp

## 読者の皆さまへ ～ご投稿について～

SPring-8利用者情報は読者の皆さまからの以下のカテゴリのご投稿をお待ちしています。詳しくは投稿前に下記事務局までお問い合わせください。

### 【最近の研究から】

SPring-8を用いた様々な研究の成果をお寄せください。なお、基本的に他誌Journal等にて査読済みのものに限らせていただきます。

### 【研究会等報告】

国際会議等に参加された方のご報告をお寄せください。

### 【談話室・ユーザー便り】

SPring-8をご利用いただいたユーザーの皆さまからの実験にまつわるエピソードなど、お寄せください。

詳しくは下記事務局まで

〒678-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都1丁目1番1号  
公益財団法人 高輝度光科学研究センター  
利用業務部 図書情報課 前川・神田  
TEL：0791-58-2797 (EXT：2272 PHS：3218)  
E-mail：sp8info@spring8.or.jp

## SPring-8 利用者情報 編集委員会

委員長	牧田 知子	利用業務部
委員	田口 哲也	研究調整部
	桑野富美子	利用業務部
	淡路 晃弘	広報室
	水野 明彦	加速器部門
	松下 智裕	制御・情報部門
	竹下 邦和	光源・光学系部門
	熊坂 崇	利用研究促進部門
	小原 真司	利用研究促進部門
	小金澤智之	産業利用推進室
	後藤 俊治	XFEL研究推進室
	矢橋 牧名	XFEL研究開発部門
	梶 義則	安全管理室
	籠島 靖	SPring-8ユーザー協同体 (SPRUC) 編集幹事 (兵庫県立大学)
事務局	前川 照夫	利用業務部
	神田ゆかり	利用業務部

## SPring-8 利用者情報

Vol.17 No.3 AUGUST 2012

### SPring-8 Information

発行日 平成24年（2012年）8月15日

編集 SPring-8 利用者情報編集委員会

発行所 公益財団法人 高輝度光科学研究センター  
TEL 0791-58-0961 FAX 0791-58-0965

(禁無断転載)



夕暮れ近づく SPring-8 キャンパスに二重虹の贈り物



公益財団法人 **高輝度光科学研究センター**  
Japan Synchrotron Radiation Research Institute

〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都<sup>こうと</sup>1-1-1  
[広報室] TEL 0791-58-2785 FAX 0791-58-2786  
[総務部] TEL 0791-58-0950 FAX 0791-58-0955  
[利用業務部] TEL 0791-58-0961 FAX 0791-58-0965  
e-mail : sp8jasri@spring8.or.jp  
SPring-8 homepage : <http://www.spring8.or.jp/>