

ISSN 1341-9668
SPring-8 Document
D2013-003

SPring-8

INFORMATION
[利用者情報]

Vol.18 | No.1 2013.2




JASRI

SPring-8 Information

目次

CONTENTS

理事長室から - 産業利用の今後 -

Message from President - For Successful Continuation of Industrial Applications -

(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

1

1. 最近の研究から / FROM LATEST RESEARCH

二つの超伝導ドームを持つ電子ドープ型鉄系超伝導体 $\text{LaFeAsO}_{1-x}\text{H}_x$
Two-dome Structure in Electron-doped Iron Arsenide Superconductor $\text{LaFeAsO}_{1-x}\text{H}_x$

東京工業大学 応用セラミックス研究所
Materials and Structures Laboratory, Tokyo Institute of Technology
松石 聡
MATSUISHI Satoru
半那 拓
HANNA Taku
Department of Energy Science, Sungkyunkwan University
東京工業大学 応用セラミックス研究所
Materials and Structures Laboratory, Tokyo Institute of Technology

飯村 壮史
IIMURA Soshi
佐藤 光
SATO Hikaru
村場 善行
MURABA Yoshinori
金 聖雄
KIM Sung Wng
細野 秀雄
HOSONO Hideo

2

セントロメアの形成に必要な CENP-T-W-S-X の構造解析
Structural Analysis on CENP-T-W-S-X, Which is Required for Centromere Formation

国立遺伝学研究所 分子遺伝研究部門
Department of Molecular Genetics, National Institute of Genetics

西野 達哉
NISHINO Tatsuya
深川 竜郎
FUKAGAWA Tatsuo

8

2. ビームライン / BEAMLINES

先端触媒構造反応リアルタイム計測ビームライン BL36XU の稼働状況
BL36XU: Catalytic Reaction Dynamics for Fuel Cells

電気通信大学 燃料電池イノベーション研究センター
Innovation Research Center for Fuel Cells, The University of Electro-Communications

自然科学研究機構 分子科学研究所
Institute for Molecular Science, Department of Materials Molecular Science

電気通信大学 燃料電池イノベーション研究センター (兼) 大学院情報理工学研究所
Innovation Research Center for Fuel Cells, The University of Electro-Communications

宇留賀 朋哉
URUGA Tomoya
関澤 央輝
SEKIZAWA Ouki
唯 美津木
TADA Mizuki
横山 利彦
YOKOYAMA Toshihiko
岩澤 康裕
IWASAWA Yasuhiro

14

産業利用 III ビームライン BL46XU における測定代行の実施について
Measurement Service at Engineering Science Research III Beamline (BL46XU)

(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
陰地 宏 小金澤 智之
OJI Hiroshi KOGANEZAWA Tomoyuki

本間 徹生
HONMA Tetsuo
佐藤 真直
SATO Masugu

18

3. SACLA 通信 / SACLA COMMUNICATIONS

Multiport CCD 検出器の開発
Development of Multiport Charge-Coupled Device Detector

(独)理化学研究所 放射光科学総合研究センター XFEL 研究開発部門
XFEL Research and Development Division, RIKEN Spring-8 Center
(公財)高輝度光科学研究センター XFEL 研究推進室
XFEL Division, JASRI

初井 宇記
HATSUI Takaki
亀島 敬
KAMESHIMA Takashi

21

4. 研究会等報告 / WORKSHOP AND COMMITTEE REPORT

第 5 回 SPring-8 萌芽的研究アワード / 萌芽的研究支援ワークショップ報告
The 5th Workshop on the SPring-8 Budding Researchers Support Program /
Winners of Budding Researchers Award

SPring-8 萌芽的研究アワード審査委員会 委員長
Chair of The SPring-8 Budding Researchers Award Committee

高田 昌樹
TAKATA Masaki

25

AsCA12/CRYSTAL28 および Bragg Centennial Symposium 報告 Report on "AsCA2012/CRYSTAL28 and the Bragg Symposium"			
	(公財)高輝度光科学研究センター 利用研究促進部門 Research & Utilization Division, JASRI	藤原 明比古 FUJIWARA Akihiko	28
フロンティアソフトマター開発専用ビームライン産学連合体第2回研究発表会報告 The Report of the 2nd Symposium of Advanced Softmaterial BL Consortium (FSBL 03XU)			
	フロンティアソフトマター開発専用ビームライン産学連合体 研究連絡協議会世話役 Facilitator of FSBL User Group, Advanced Softmaterial Beamline Consortium 名古屋工業大学大学院 工学研究科 Graduate School of Engineering, Nagoya Institute of Technology	山本 勝宏 YAMAMOTO Katsuhiko	32
5. SPring-8 通信 / SPring-8 COMMUNICATIONS			
平成22年度指定パワーユーザー中間評価報告 Interim Review Report on Power Users Designated in FY2010			
	(公財)高輝度光科学研究センター 利用業務部 User Administration Division, JASRI		35
2011A期採択長期利用課題の中間評価について Interim Review Results of 2011A 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		36
2009B期採択長期利用課題の事後評価について -1- Post-Project Review of Long-term Proposals Starting in 2009B -1-			
	(公財)高輝度光科学研究センター 利用業務部 User Administration Division, JASRI		38
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		39
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		41
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		43
6. 告知板 / ANNOUNCEMENTS			
最近の SPring-8 関係功績の受賞 SPring-8 Related Achievements			59
「専用ビームライン 中間評価」について Interim Review Results of Contract Beamlines			
	(公財)高輝度光科学研究センター 利用業務部 User Administration Division, JASRI		61
第13回 SPring-8 夏の学校開催のご案内 -最先端の放射光科学を学ぶ- SPring-8 Summer School 2013			62
第21回 SPring-8 施設公開 -光が導く科学の未来 さくらとエイト!- Announcement of SPring-8 Open House			63

理事長室から

－産業利用の今後－



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

平成21年6月、14年ぶりに理事長としてJASRIに帰ってきた私は、SPring-8の順調な拡大・発展を見て大変嬉しく思いました（SPring-8利用者情報2009年8月号新理事長挨拶）が、特に喜ばしく感じたのは、SPring-8の産業利用の進展ぶりです。JASRIは設立にあたって経済界から大きな支援を頂きましたし、政策当局のご方針もSPring-8は基礎研究だけでなく産業界の利用を促進して我が国の産業競争力の強化に役立てるべき、ということでしたので、JASRIも産業界の方々のご相談しながら産業利用促進のお手伝いをさせて頂きました。

しかし、SPring-8供用開始直後の数年間は産業利用の割合は小さく（共用ビームラインで数%程度）、かつ分野も創薬関係やエレクトロニクス分野などに限定されていたように思います。

それが大きな転機を迎えたのは、文部科学省が産業利用促進策（トライアルユースや戦略活用プログラム）に本腰を入れ始めた平成13年ごろからで、平成18年ごろまでには共用ビームラインの産業利用の割合（利用課題数）は2割程度にまで上昇し、今日に至っています。また、同じく文部科学省の支援を受けたコーディネーター制度は大変有効で、新規ユーザーの発掘や利用分野の拡大が大いに進み、当初は予想しなかった企業（化粧品や食品会社など）や、素材関連でも金属や半導体から、高分子や建材などの広範な分野の製造業に利用の幅が広がっています。さらに、産学連携が大変活発に行われるようになったことも最近の特徴といえるでしょう。産業利用の割合と広がり大きさは、諸外国の放射光施設と比較してSPring-8の大きな特色となっています。

このように、活発な産業利用はSPring-8の大きな強みですが、現状をつぶさに分析し今後を展望す

れば、次のような課題も明らかになって来ています。

第一は、現在3本ある産業利用のビームラインを含め、共用ビームラインの建設が平成19年以降途絶えているため、企業が自由にアクセス可能なビームタイムが増えていないことです。産業用を含む専用ビームラインの建設は続いていますが、増大する産業界のニーズに十分応えられていません。

第二に、第一の点とも関連しますが、企業ニーズの高まりを受けて、いわゆる成果専有利用課題の割合が急速に増えているため、成果非専有利用課題の倍率が上昇し一般の成果非専有利用課題数がかえって減少傾向にあることです。これは、新規ユーザーの開拓の大きな阻害要因となる可能性があります。

第三は、産業界のユーザーの高度化によって、実験データの取得だけでなく、データ解析のニーズが高まっていることです。高輝度化や実験の自動化、測定代行サービスなどによって得られる大量のデータを解析し、有意な結果を導き出すためには、スパコン等の利用によるデータ処理の高度化も欠かせません。

JASRIとしては、これらの課題に対応すべく、産業界から寄せられるニーズ・要望を的確に把握・分析して、SPring-8が産業界の利用者にとってよりuser friendlyなものとなり、我が国産業界の再生・競争力強化に少しでもお役に立てるよう取り組んで行く所存ですが、そのためには施設設置者である理化学研究所や政策当局のご理解が不可欠です。特に、上記の第一と第二の点に関しては、SPring-8の十分な運転時間の確保とともに、（理研ビームラインを含む）SPring-8全体のビームライン・ポートフォリオの見直し・最適化が避けて通れない大きな課題になると考えています。

二つの超伝導ドームを持つ電子ドーピング型鉄系超伝導体 LaFeAsO_{1-x}F_x

東京工業大学 応用セラミックス研究所
飯村 壮史、松石 聡、佐藤 光
半那 拓、村場 善行
Sungkyunkwan University

金 聖雄
東京工業大学 応用セラミックス研究所
細野 秀雄

Abstract

LaFeAsO_{1-x}F_xはホール面と電子面から構成される二次元フェルミ面を持っており、それらの形状がよく似ているため、これらのポケット間に働く強いネスティング；ある波数に対するフェルミ面の重なり具合、が母相の構造および磁気相転移を誘起する。O²⁻サイトをF⁻に置換することにより電子ドーピングすると、これらの相転移が抑制され0.05 < x < 0.2において最高でT_C = 26 Kの超伝導が発現する。しかし、フッ素の酸素サイトへの固容量がLaOFの生成によって制限されるために、電子ドーピングによって超伝導が完全に消失する過剰ドーピング領域をこれまで観察できていなかった。そこで我々は新しい電子ドーパントとして水素を用い、この問題の解決を試みた。フッ素の代替として水素を用いることによりx ~ 0.5まで電子をドーピングすることに成功し、LaFeAsO_{1-x}F_xに見られていた超伝導ドーム (0.05 < x < 0.20) に加えて0.2 < x < 0.5に最高でT_C = 36 Kを示す二つ目のドームを見出した。電子構造計算によれば、xの増加に従いフェルミ面のネスティングは単調に弱くなるが、鉄の三つの3d軌道、d_{xy}、d_{yz}、d_{zx}から成るバンドがx = 0.36において縮退することが分かった。これらの結果から高いT_Cの発現にはバンド縮退が重要な寄与を果たしていると考えられる。

2008年初頭にLaFeAsO_{1-x}F_xが26 Kで超伝導転移を示すことが発見されて以降^[1]、Feの正方格子をもつ様々な物質が研究されてきた^[2-4]。現在、超伝導転移温度 (T_C) は1111系と呼ばれるLnFeAsO_{1-x}F_x (Ln = ランタノイド) において最高55 Kまで上昇している^[5]。LaFeAsO_{1-x}F_xは常温で正方晶の常磁性金属であり、150 Kで正方晶-斜方晶転移と反強磁性 (AFM) 転移を示す^[6, 7]。これらの相転移をキャリアドーピングもしくは外圧の印加によって抑制すると、超伝導が発現する。AFM秩序近傍で超伝導が生じることから、その起源としてホール面と電子面間のネスティングによって生じるスピンのゆらぎが提案されており^[8, 9]、このモデルは過剰電子ドーピングによる超伝導の消失や、各超伝導体によるT_Cの違いをフェルミ面のネスティングから説明することに成功している^[10]。

しかし、これまで報告されているLnFeAsO_{1-x}

F_x (Ln = La以外) の電子相図は酸素サイトに対するフッ素の固溶限界が低いためにドーピングによってT_Cが減少する領域が見られず不完全なものであった。最近、我々は酸素に対し高い固溶限界をもつ水素を用いて、(Ce, Sm)FeAsO_{1-x}H_xの合成とその完全な相図を報告してきた^[11, 12]。中性子回折実験とDFT計算から、水素は一価のアニオンとして排他的に酸素サイトを占有し、フッ素アニオンと同様に電子ドーパントとして働くことが分かった (O²⁻ = H⁻ + e⁻)。

LaFeAsO_{1-x}F_xと(Ce, Sm)FeAsO_{1-x}H_xの超伝導ドームを比較すると、La系は(Ce, Sm)系に比べ幅が狭く、また最高のT_Cも低い。加えてLaFeAsO_{1-x}F_xの常伝導状態における電気抵抗はフェルミ液体理論に従って温度に対し二乗で上昇するが^[13]、(Ce, Sm)FeAsO_{1-x}H_xは温度に対してリニアに抵抗が増加する非フェルミ液体的な挙動を

示す。これらの違いが生じる原因として、フッ素置換では電子量が十分ではなく、LaFeAsOの真の物性を引き出せていない可能性が考えられる。

本研究では、Ln-1111のひな形物質であるLaFeAsOに対し、フッ素の代わりに水素を用いてその電気特性および磁気特性を調べた。また、SPRING-8の高輝度放射光を用いた低温X線回折から求めた結晶構造を用いてDFT計算を行い、得られた超伝導の起源についても議論した。

Fig. 1 a, bにLaFeAsO_{1-x}H_xの電気抵抗の温度依存性を示す。x = 0.01, 0.04では150 K付近に構造、磁気相転移に起因する抵抗のキックが見られる。xが増加すると相転移は抑制されx > 0.08で超伝導に起因する零抵抗が見られる。T_Cはx = 0.08で29 Kとなり、x = 0.21では18 Kまで減少する。さらに電子をドーピングすると、T_Cはx = 0.36で36 Kまで上昇し、抵抗は温度に対してリニアに変化する。Fig. 1 e, fに各サンプルの体積磁気感受率の温度依存性を示す。金属Feの不純物があるため、すべての磁化率にはその強磁性成分がオフセットとして入っている。0.08 ≤ x ≤ 0.46ではいずれのサン

プルも遮蔽体積分率が40%を超えているが、x = 0.53になると20%以下まで減少する。

Fig. 2 a-dにρ(T)曲線の圧力依存性を示す。x = 0.08, 0.21および0.30では圧力に対しオンセットT_Cが単調に上昇するが、x = 0.46では常圧下のT_C = 33 Kが2.7 GPaにおいて32 Kに減少する。常圧下でのT_C(x)はx = 0.21周りに谷を持つが、それは高圧下で消失する。Fig. 2 eにLaFeAsO_{1-x}H_xの常圧、および3 GPa下におけるT_Cと常圧下のT_Sをまとめて示す。x = 0.08とx = 0.36を頂点として二つの超伝導ドームが見て取れる。一つ目のドームは構造相転移とAFM転移に近接し、LaFeAsO_{1-x}F_xのドームとよく一致している。一方で、二つ目のドームは一つ目のドームの高ドーピング側に隣接している。3 GPa下ではその二つのドームは合体し幅の広いドームとなり、その形状と最高T_CはCeFeAsO_{1-x}H_xとよく一致する。これはLaFeAsO_{1-x}H_xの収縮率をLaFeAsO_{1-x}F_xと同等であると仮定すると3 GPa下ではa軸長が約1%収縮するために、3 GPa下のLaFeAsO_{1-x}H_xの格子定数が常圧下のCeFeAsO_{1-x}H_xの格子定数に近づいた

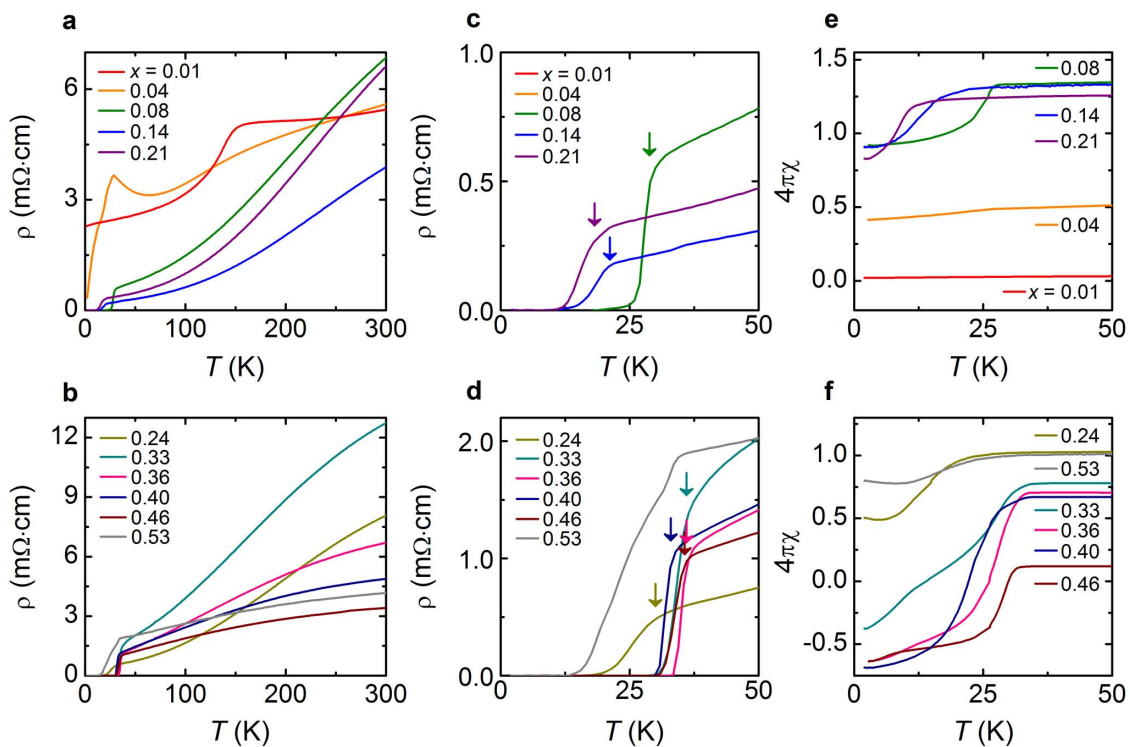


Fig. 1 LaFeAsO_{1-x}H_xの電気磁気特性

(a,b) x = 0.01-0.21 (a) および 0.24-0.53 (b) における電気抵抗の温度依存性。(c,d) x = 0.01-0.21 (c) および 0.24-0.53 (d) における T_C 近傍における ρ-T 曲線の拡大図。矢印はオンセット T_C を示している。(e,f) 零磁場冷却、10 Oe 下における x = 0.01-0.21 (e) および 0.24-0.53 (f) の磁気感受率。

ことによるものと考えられる[12, 15]。

ここでLa系と他のランタノイドを置換した1111系の物性の差異について考える。電気抵抗の温度依存性を比較するために、 $\rho = \rho_0 + AT^n$ で表されるべき乗フィッティングを行った。Fig. 3 aに水素量 x とその乗数 n の関係を示す。 $n = 2$ となるフェル

ミ液体的な振る舞いはLa系の低ドーピング領域のみに見られ、 $n < 2$ で示される非フェルミ液体的な振る舞いはLa系の高ドーピング側および、他の1111系の全ドーピング範囲で見られる。Fig. 3 bは乗数 n に対する T_C の変化を示している。どの系においても n が1に近づくにつれて、 T_C が最も高くなる。つまり、

La系の二つ目のドームにおいて見られる非フェルミ液体化に伴う T_C の上昇は1111系全般に見られる一般的な挙動であると言え、一方でLa系の一つ目のドームはLa系に特有の性質とみられる。Fig. 3 c-fにLa, Ce, SmおよびGd-1111の超伝導ドームを示す。LaからGdへと格子が収縮するにつれて最高 T_C を示す電子量が連続的に低濃度側へシフトしていることが分かる。

LaFeAsO_{1-x}H_xが示す二つの超伝導ドームを理解するために、20 Kにおける結晶構造を用いて電子状態の計算を行った。酸素サイトを水素で置換した電子ドーピングは仮想結晶近似を用いて計算した。つまり、水素は電子ドーパントとしては疑似フッ素として振る舞い電子をFeAs層に供給すると考えた[12]。つまり、酸素サイト (Z = 8) を Z = 8 + x の核電荷をもつ仮想原子に置換した (ここで x は水素量を示す)。Fig. 4 a-d に各電子量における二次元フェルミ面を示す。ここで x = 0.08 は一つ目のドームの頂点、x = 0.21 は T_C の谷、x = 0.36 は二つ目のドームの頂点、x = 0.4 は過剰電子ドーピング領域になる。x = 0.08 では Γ 点周りのホール面と M 点周りの電子面のサイズがよく似ており、 (π, π) 方向へのネスティングが強いと考えられる。x が増加すると、ホール面は単調に小さくなり、一方、電子面は単調に大きくなるために、ネスティングは弱くなる。一方、 d_{xy} 軌道から成るホール面は電子量が増加してもその大きさが変わらない。黒木らは鉄面からのニクトゲンの高さが高くなると、この d_{xy} ホール面が大きくなると指摘している[10]。今の場合、電子をドーピングするとヒ素は徐々に鉄面から離れていくため、電子ドーピングによるホール面の縮小がキャンセルアウトされているものと思われる。

鉄系超伝導体の場合、ホール面と電子面間に働く強いネスティングがスピンゆらぎの

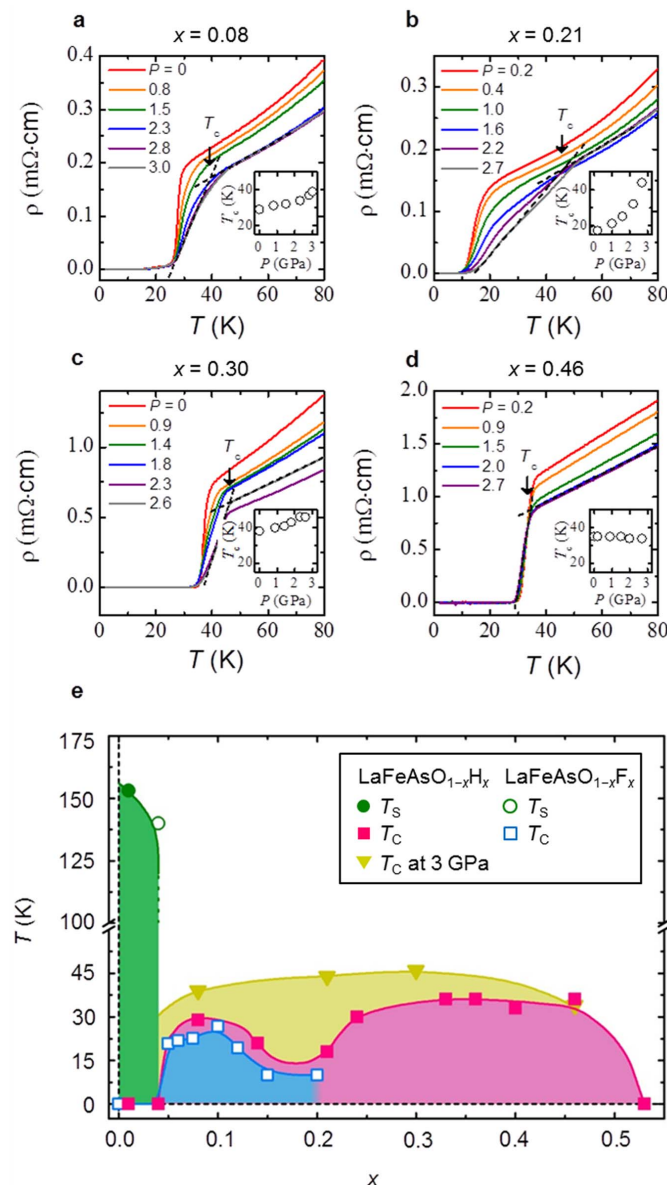


Fig. 2 3 GPa 以下における LaFeAsO_{1-x}H_x の電気抵抗の温度依存性と LaFeAsO_{1-x}(H, F)_x の相図

(a-d) 静圧下における $x = 0.08$ (a)、 0.21 (b)、 0.30 (c) および 0.46 (d) の電気抵抗の温度依存性。挿入図は T_C の圧力依存性を示している。(e) LaFeAsO_{1-x}H_x (filled symbols) および LaFeAsO_{1-x}F_x (open symbols)[14] の電子相図。 T_C は超伝導転移の前後を外挿し、その交点とした。また電気抵抗の温度依存性に見られるキックを T_S とした。

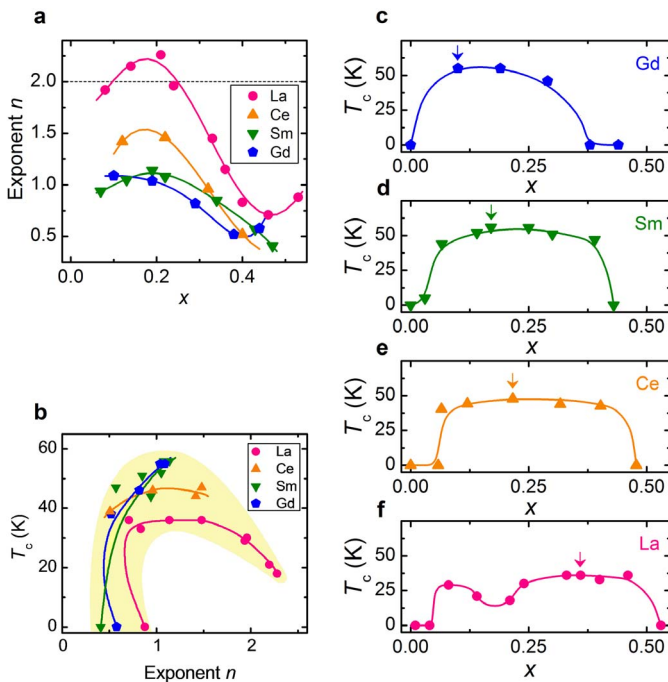


Fig. 3 ランタノイドイオンの効果

(a) $\text{LaFeAsO}_{1-x}\text{H}_x$ (pink circles)、Ce (yellow triangles)、Sm (green inverted triangles) と Gd (blue pentagons) の乗数 n とドーピング x の関係。乗数 n はべき乗則 $\rho = \rho_0 + AT^n$ のフィッティングから求めた。破線はフェルミ液体状態 ($n = 2$) を示している。(b) T_c vs. n 。(c-f) $\text{LnFeAsO}_{1-x}\text{H}_x$ [Ln = La (pink circles)、Ce (yellow triangles)、Sm (green inverted triangles) と Gd (blue pentagons)] の T_c ドーム。矢印は最高 T_c を示している。

原因と考えられている^[8, 9]。 $x = 0.08$ から $x = 0.21$ にかけての T_c の減少はネスティングが弱くなったことによるスピンゆらぎの減少として理解できるかもしれないが、二つ目のドームを形成する $x < 0.21$ の T_c の上昇は同様のネスティングでは説明できない。 Fig. 4 f-i に E_F 付近のバンド構造を示す。

$\text{LaFeAsO}_{1-x}\text{H}_x$ はユニットセル中に二つの鉄を含むために、 E_F 付近には鉄のバンドが計十本存在する。 d_{xy} 軌道間の反結合性軌道に由来するバンド (今後 anti- d_{xy} と呼ぶ) は電子ドーピングに対して大きくエネルギーを下げ、結合性軌道に由来するバンドと $x = 0.36$ で交差し、 Γ 点周りで鉄の $3d_{xy}$ 、 $3d_{yz}$ 、 $3d_{zx}$ 軌道が三重縮退する。しかし、 $x = 0.40$ では anti- d_{xy} バンドと結合性の $d_{yz,zx}$ バンドの間で再構成が起こり新しいバンドを作る。 Fig. 4 e において Fe As_4 四面体中の As-Fe-As の角度が $x = 0.33$ - 0.46 の高ドーピング領域でも正四面体の 109.5° よりもかなり離れていることに注意してほしい。つまり、 Γ 点

周りのバンド縮退は鉄周りの局所構造の変化ではなく各軌道へドーピングされた電子の非対称占有によって引き起こされていると思われる。それらのバンドは Γ -Z 方向にほとんど分散を持たないために、このバンド交差は DOS (E_F) を増加させ、電子系を不安定化させる。このような場合、一般にはバンドヤーンテラーのような構造相転移が起こると考えられるが、今の場合 $0.08 \leq x \leq 0.40$ の範囲において少なくとも 20 K 以上ではそのような構造相転移は見られなかった。

Table 1 に上記で述べた超伝導ドームの特徴をまとめた。最も重要な課題は二つ目のドームの起源、つまり 1111 系の高い T_c の起源は何なのかということである。 T_c 直上の電気抵抗の温度依存性は $x = 0.36$ に向かって T^2 から T に変化する。電子量の増加に従い、ホール面と電子面間のネスティングは単調に弱くなるため二つ目のドームに対するネスティングの寄与は大きくないと思われる。加えて、 $x = 0.36$ まわりでは鉄の $3d_{xy}$ 、 $3d_{yz}$ 、 $3d_{zx}$ 軌道に由来するバンドの交差により density of states が E_F 付近に肩を持つ。これらの結果からバンド縮退が二つ目のドームの発現に重要な寄与を与えているように思われる。最近、母相の構造相転移近傍でずれ弾性率のソフト化が観測

されたことをきっかけに新しいペアリングモデルが提案されている。このモデルは斜方晶への構造相転移によって $3d_{yz}$ 、 $3d_{zx}$ 軌道の縮退が溶けると鉄の d 軌道が秩序化し、その揺らぎも超伝導を誘起するというものである^[16-18]。もし、 $\text{LaFeAsO}_{1-x}\text{H}_x$ がこのモデルに従うとすると、電気抵抗が温度に対し

Table 1 $\text{LaFeAsO}_{1-x}\text{H}_x$ が示す二つのドームの特徴

Dome	First	Second
x	$0.05 \leq x \leq 0.2$	$0.2 < x \leq 0.5$
Exponent n	$2.0 \leq n \leq 2.3$	$0.7 \leq n \leq 2.0$
T_c^{\max}	29 K	36 K
T_c -sensitivity to x	High	Low
Under high pressure	Unified	
FS nesting between hole and electron pockets	Strong	Weak
DOS (E_F)	No shoulder	Shoulder

て直線的に上昇する現象は軌道ゆらぎによるキャリアの散乱として理解できるかもしれない。

最後になぜLa系においてのみ二つのドームが見られるのかについて考えてみる。Feの三つのバンドの縮退は、FeAs₄四面体の正四面体からの歪による3d_{xy}軌道と3d_{yz,zx}軌道間のエネルギー差が、ドーパされた電子がこれらの軌道に非対称に占有されることによってキャンセルアウトされることで生じる。Laサイトをより小さなランタノイドイオンに置換すると、FeAs₄四面体はより正四面体に近づくためにこのエネルギー差は小さくなる^[19]。この正四面体からのずれはLa系が特に大きい。それ故Ce-Gd-1111ではこのバンド交差がx = 0.35よりも

より少ない電子量で起こるはずである。その結果、La系の場合はバンド縮退による二つ目のドームはより高ドーパ領域に現れるために、フェルミ面ネスティングによる一つ目のドームから分離して二つの超伝導ドームを形成したのではないかとと思われる。

この軌道揺らぎに対する議論はDFT計算の結果をもとに行っている。今後このアイデアを実験的に証明するには単結晶の角度分解能光電子分光実験や弾性率の測定が必要である。

謝辞

東京理科大学の福山秀敏教授には本研究を進めるに当たり有益なご議論を交わしていただいた。厚く

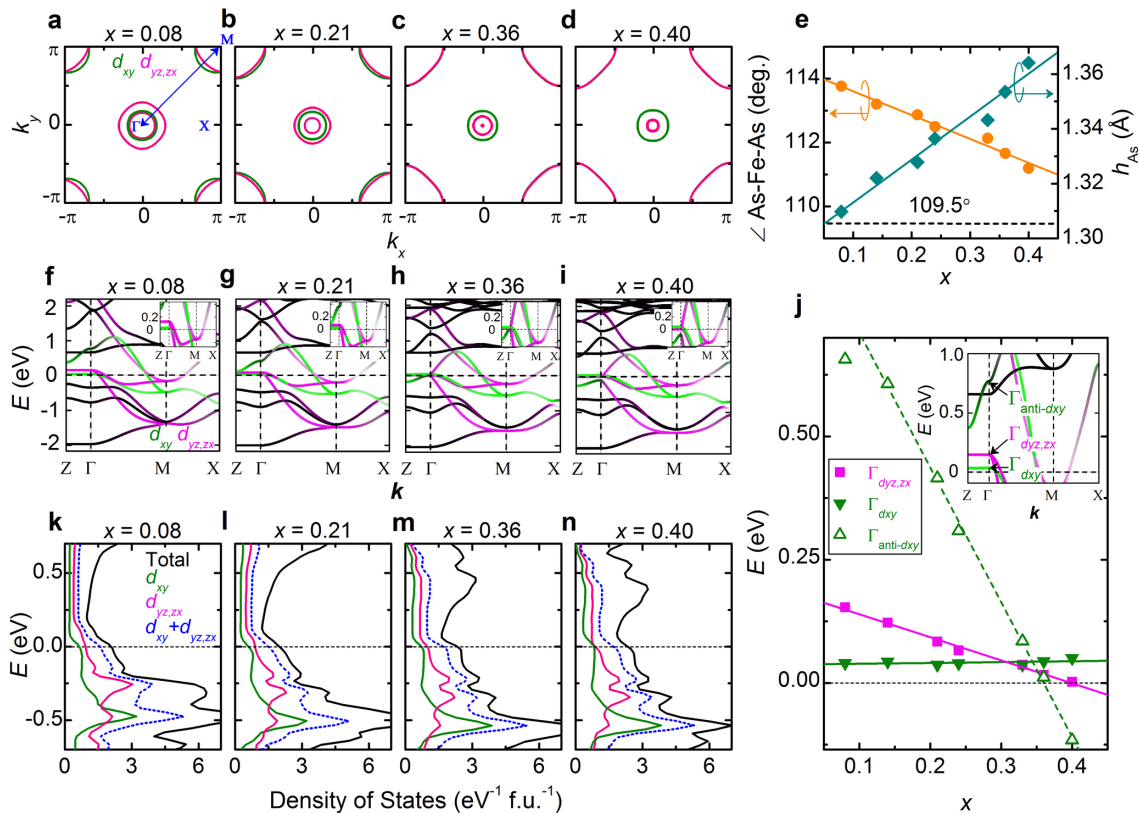


Fig. 4 LaFeAsO_{1-x}H_xの電子構造

(a-d) LaFeAsO_{1-x}H_x [x = 0.08(a)、0.21(b)、0.36(c) および 0.40(d)] の二次元フェルミ面。青矢印は (π π) 方向のネスティングベクトルを示している。Feのd_{xy}軌道とd_{yz,zx}軌道の寄与はそれぞれ緑とピンクで色分けしている。(e) As-Fe-As角度とFe平面からのAsの高さ(h_{As})の電子量依存性。角度とh_{As}は20 K下の放射光X線回折により求めた。(f-i) LaFeAsO_{1-x}H_x [x = 0.08(f)、0.21(g)、0.36(h) および 0.40(i)] のバンド図^[20]。(j) Γ点におけるFeの3dバンドエネルギーの電子量依存性。挿入図はx = 0.08のバンド図を示している [Γ_{dxy} (open green triangles)、Γ_{anti-dxy} (filled green inverted triangles)、Γ_{dyz,zx} (filled pink squares) はΓ点におけるFeの各3dバンドのエネルギー]。(k-n) LaFeAsO_{1-x}H_x [x = 0.08(k)、0.21(l)、0.36(m) および 0.40(n)] のtotal-DOS(solid black line)、Feの3d_{xy}のp-DOS(solid green line)、Feの3d_{yz,zx}のp-DOS(pink green line)。Feの3d_{xy}と3d_{yz,zx}のp-DOSの和も示してある(dotted blue line)。

お礼を申し上げます。

SPring-8での実験は2011A1142のビームタイムで得られた結果をもとにしている。実験にご協力いただいたJASRIの金延恩博士、理研の高田昌樹博士に厚くお礼を申し上げます。

また、本研究は世界最先端研究 (FIRST) プログラムより補助を受けた。

参考文献

- [1] Y. Kamihara, T. Watanabe, M. Hirano and H. Hosono: *J. Am. Chem. Soc.* **130** (2008) 3296-3297.
- [2] M. Rotter, M. Tegel and D. Johrendt: *Phys. Rev. Lett.* **101** (2008) 107006.
- [3] X. Wang et al.: *Solid State Commun.* **148** (2008) 538-540.
- [4] X. Zhu et al.: *Phys. Rev. B* **79** (2009) 220512.
- [5] Z. A. Ren et al.: *Chin. Phys. Lett.* **25** (2008) 2215-2216.
- [6] C. de la Cruz et al.: *Nature* **453** (2008) 899-902.
- [7] T. Nomura et al.: *Supercond. Sci. Technol.* **21** (2008) 125028.
- [8] I. I. Mazin, D. J. Singh, M. D. Johannes and M. H. Du: *Phys. Rev. Lett.* **101** (2008) 057003.
- [9] K. Kuroki et al.: *Phys. Rev. Lett.* **101** (2008) 087004.
- [10] K. Kuroki, H. Usui, S. Onari, R. Arita and H. Aoki: *Phys. Rev. B* **79** (2009) 224511.
- [11] T. Hanna et al.: *Phys. Rev. B* **84** (2011) 024521.
- [12] S. Matsuishi et al.: *Phys. Rev. B* **85** (2012) 014514.
- [13] M. Imada, A. Fujimori and Y. Tokura: *Rev. Mod. Phys.* **70** (1998) 1039.
- [14] C. Hess et al.: *Europhys. Lett.* **87** (2009) 17005.
- [15] H. Takahashi et al.: *J. Phys. Soc. Jpn.* **77** (2008) 78.
- [16] M. Yoshizawa et al.: *J. Phys. Soc. Jpn.* **81** (2012) 024604.
- [17] H. Kontani and S. Onari: *Phys. Rev. Lett.* **104** (2010) 157001.
- [18] Y. Yanagi, Y. Yamakawa, N. Adachi and Y. Ōno: *J. Phys. Soc. Jpn.* **79** (2010) 123707.
- [19] P. Wang, Z. M. Stadnik, C. Wang, G. H. Cao and Z. A. Xu: *J. Phys.: Condens. Matter.* **22** (2010) 145701.
- [20] M. W. Haverkort, I. S. Elfimov, L. H. Tjeng, G. A. Sawatzky and A. Damascelli: *Phys. Rev. Lett.* **101** (2008) 026406.

飯村 壮史 IIMURA Soshi

東京工業大学 応用セラミックス研究所
〒226-8503 神奈川県横浜市緑区長津田町 4259
TEL : 045-924-5134
e-mail : s_iimura@lucid.msl.titech.ac.jp

松石 駿 MATSUISHI Satoru

東京工業大学 応用セラミックス研究所
〒226-8503 神奈川県横浜市緑区長津田町 4259
TEL : 045-924-5134
e-mail : satoru@lucid.msl.titech.ac.jp

佐藤 光 SATO Hikaru

東京工業大学 応用セラミックス研究所
〒226-8503 神奈川県横浜市緑区長津田町 4259
TEL : 045-924-5134
e-mail : h_sato@lucid.msl.titech.ac.jp

半那 拓 HANNA Taku

東京工業大学 応用セラミックス研究所
〒226-8503 神奈川県横浜市緑区長津田町 4259
TEL : 045-924-5134
e-mail : taku@lucid.msl.titech.ac.jp

村場 善行 MURABA Yoshinori

東京工業大学 応用セラミックス研究所
〒226-8503 神奈川県横浜市緑区長津田町 4259
TEL : 045-924-5134
e-mail : muraba@lucid.msl.titech.ac.jp

金 聖雄 KIM Sung Wng

Department of Energy Science, Sungkyunkwan University
300, Cheoncheon, Jangan-ku, Suwon, Korea
TEL : +81-31-299-4273
e-mail : sungwngkim@gmail.com

細野 秀雄 HOSONO Hideo

東京工業大学 応用セラミックス研究所
〒226-8503 神奈川県横浜市緑区長津田町 4259
TEL : 045-924-5134
e-mail : hosono@msl.titech.ac.jp

セントロメアの形成に必須な CENP-T-W-S-X の構造解析

国立遺伝学研究所 分子遺伝研究部門
西野 達哉、深川 竜郎

Abstract

細胞分裂の過程において、紡錘体微小管は染色体上の特殊領域に結合して染色体を娘細胞へと均等に分配する。紡錘体微小管が結合する染色体上の特殊構造はキネトコアと呼ばれ、キネトコアが形成される染色体領域はセントロメアと定義されている。通常、染色体上にセントロメア領域は一カ所だけであるが、その領域はDNA配列の特異性によって規定されていない。しかし、いったん決まったセントロメア領域は、次世代細胞においてもセントロメアとなるので、DNA配列以外のエピジェネティックな機構により、セントロメア領域は規定されていると考えられる。エピジェネティックマーカーとしては、セントロメアに特異的なヒストンであるCENP-Aが注目されている。筆者らは、CENP-Aに加えてセントロメアに特異的なクロマチン構造の構築には、CENP-T-W-S-Xと名付けた複合体が重要であると提唱している。最近、CENP-T-W-S-Xの構造解析に成功し、その構造からセントロメア形成に重要である特異的なクロマチン構造の実体が見えてきた。

はじめに

生物の生命維持のためには、全ゲノム情報を担う染色体が、細胞周期の過程を通じて正確に複製され、娘細胞へと均等に分配されなければならない。染色体の複製や分配に異常がおきると、娘細胞における染色体数に変化が生じて、がん化の原因になることが知られている。したがって、正確な均等分配を保障する染色体分配の分子機構を解明することは、基礎生物学および医科学の両面から大切な研究である。細胞周期のS期で複製された染色体は、M期に両極から伸びた紡錘体微小管によって捉えられ、娘細胞へと分配されるが、この染色体分配の際に、紡錘体微小管と結合する染色体上の特殊構造がキネトコア（動原体）と呼ばれている（図1）。キネトコアが形成される染色体領域が、セントロメアと定義される。セントロメアは、通常染色体上に一カ所形成されるが、セントロメア領域に特異的なDNA配列は存在しない。しかし、セントロメア領域の位置は、世代を超えて受け継がれるので、DNA配列に依存しない分子機構（このことをエピジェネティックな分子機構と呼ぶ）によってセントロメア領域の位置情報は規定されていると考えられている。このセントロメア領域の位置情報を規定する目印（これをエピジェネティックマーカーと呼ぶ）は大変興味深い。DNA配列が目印でないとすると、DNAと結合するクロマチンタンパク質の中に目印情報が潜

んでいる可能性が高い。これまでの多くの研究によって、セントロメア領域を規定するエピジェネティックマーカーの一つは、セントロメア領域に特異的に存在するヒストンH3であるCENP-Aであると考えられている^[1, 2]。CENP-Aは種を超えて保存され、どのようなDNA配列を持つセントロメア領域にもCENP-Aは存在しているので、CENP-Aがセントロメアの形成に重要な働きを担っていることは示唆される。しかし、CENP-Aだけでは、キネトコアは形成できないので^[2]、CENP-Aと一緒にセントロメ

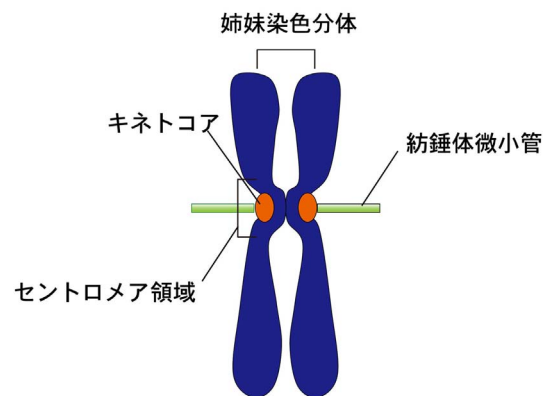


図1 分裂期染色体

分裂期の染色体は、両極から伸びた紡錘体微小管によって捉えられ、娘細胞へ分配される。紡錘体微小管の結合する染色体の特殊構造がキネトコアであり、キネトコアが形成される染色体領域をセントロメアと呼ぶ。

ア領域に特異的なクロマチン構造の構築や機能的なキネトコアの形成に關与するタンパク質の役割を解明することが重要であると筆者らは考えていた。そこで、セントロメアDNAに結合するタンパク質の探索を行った結果、CENP-T-Wというタンパク質がセントロメアに存在しているDNA(特異的な配列はない)と結合することを数年前に見いだした^[3]。そこで、セントロメア領域に特異的なクロマチン構造の実体の解明がセントロメア形成の分子機構の理解につながると考え、CENP-T-Wの構造解析を手がかりに研究を進めることにした。

1. セントロメアDNAと結合するCENP-T-W複合体

我々の研究室では、セントロメアに特異的なクロマチン構造を構成するタンパク質を同定する目的で、セントロメアタンパク質CENP-HおよびCENP-Iと結合するタンパク質の探索を行い、複数のセントロメアタンパク質を同定した^[4]。同時期に、日米の他のグループは、セントロメア特異的なヒストンであるCENP-Aとゆるやかに結合するタンパク質の同定を試みて、複数のタンパク質の同定に成功している^[5, 6]。これらの結果と我々の研究室での解析を併せて、CENP-C, -H, -I, -K, -L, -M, -N, -O, -P, -Q, -R, -S, -T, -U, -W, -Xの16種類がセントロメアのクロマチン領域に存在するタンパク質である。これにCENP-Aを加えたタンパク質が、細胞周期を通じて、セントロメアのクロマチン領域に存在している。これらタンパク質は、細胞周期を通じて構成的にセントロメア領域に存在していることから、我々はこれらをCCAN (Constitutive Centromere Associated Network) タンパク質と呼んでいる^[7, 8]。

我々は、これらCCANタンパク質の中で、CENP-TとCENP-Wに特に注目して研究を行い、これらが複合体を形成して、セントロメアのDNAと直接に結合していることを見いだした^[3]。当初、CENP-T-WがセントロメアDNAと結合することから、CENP-Aと結合していることを予想していたが、意外なことに、CENP-T-W複合体とDNAとの結合は、CENP-Aとは非依存的におこることが明らかとなった^[3]。しかしながら、CENP-T-Wのセントロメアへの局在性には、CENP-Aヌクレオソームの存在が必要であることから、セントロメアに特異的なクロマチン構造では、CENP-T-W-DNA複合体とCENP-Aを含むヌクレオソームの両方が重要であると考察した^[3]。次の疑問点は、どのようにCENP-T-W複合体は、

セントロメア領域を認識してセントロメアDNAと結合しているのだろうかということであった。さらに、CENP-T-Wがどのように、セントロメア形成に關与しているのかについては不明な点が多かった。そこで、我々は、CENP-T-W複合体とセントロメアのクロマチン構築との関連を明らかにする目的で、構造生物学、生化学、細胞生物学を駆使して研究を行い興味深い結果を得ることができた^[9]。

2. CENP-T-Wの構造解析

我々の研究室では、タンパク質の生体内での機能解析には、ニワトリのDT40細胞を使用している。ニワトリのDT40細胞内では、遺伝子変化が比較的効率よく行うことができるためである。そこで、ニワトリのCENP-TおよびCENP-Wの構造解析を試みた。CENP-Tは、600アミノ酸程度の長さを持つタンパク質であるが、我々は、以前にC末端領域約110アミノ酸の領域がCENP-Wと結合してDNAと相互作用することを見いだしていた。そこで、ニワトリCENP-TのDNA結合に關わるC末端領域約110アミノ酸の領域と完全長のニワトリCENP-Wを大腸菌内で発現させて精製した後、複合体の再構成を行った。その後、再構成したCENP-T-W複合体の結晶化を試み、結晶のX線構造解析を行った。X線構造解析は、SPring-8のBL38B1およびBL44XUのビームライン(課題番号: 2010B1060, 2011A6633, 2011A1213)を用いた。その結果、2.2 Å分解能で構造決定に成功した(図2, PDB: 3BOC, 3BOD)。構造解析の結果、CENP-T-Wはヘテロ2量体を形成し、構造は、ヌクレオソーム中のヒストン^[10]の2量体部分と類似していた。ヌクレオソームは、ヒストンH2A、H2B、H3、H4を2分子ずつ含む8量体のまわりをDNAが1.65回巻いた構造をとることが明らかにされているが^[10]、構造解析の過程でヒストン分子とDNAの結合部位が明らかにされている。その情報を参考にして、CENP-TおよびCENP-WのDNA結合に關わる領域を予想した。実際に、その領域に変異を持つCENP-T-W複合体を精製してDNA結合活性を解析した結果、結合活性が低下することを確認できた。

さらに、このDNA結合活性の低下が、生体内のCENP-T-W複合体の機能と関連しているかを調べる目的で、野生型のCENP-Wの代わりに、DNA結合が低下した変異型CENP-Wを発現するようなDT40細胞を作成したところ、変異タンパク質はセ

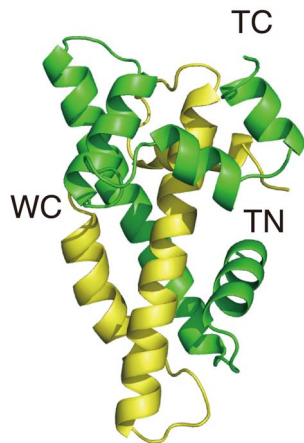


図2 CENP-T-W複合体の構造
CENP-T-W 2量体の構造(リボン図)。CENP-T、CENP-Wは、それぞれ、緑、黄色で表している。

セントロメアへ局在できないため機能しないことが明らかになった^[9]。構造解析、生化学および細胞生物学実験の結果を総合的に考察して、ヒストンに構造が類似したセントロメアタンパク質複合体CENP-T-WとDNAとの結合は、セントロメア機能に必須であると結論した。

3. CENP-T-W複合体と構造が類似したCENP-S-X複合体

我々の研究室では、複数のセントロメアタンパク質を解析する過程において、CENP-S-X複合体を同定していた^[11]。興味深いことに、CENP-S-X複合体は、CENP-T-Wと共沈降することが、CENP-Sの免疫沈降実験から示されていた^[11]。そこで、セントロメアのクロマチン形成や機能形成を理解するためには、CENP-T-W複合体とCENP-S-X複合体との関係をより詳細に解析する必要があると考えて、CENP-T-W複合体の解析と同様に、ニワトリCENP-S-X複合体を大腸菌内で発現、精製後、構造生物学的解析を行った。X線構造解析は、SPRING-8のBL38B1のビームライン(課題番号: 2010B1059, 2011A1211)を用いた。精製したCENP-S-X複合体をゲル濾過に供したところ、CENP-S-Xの予想される分子量より大きい場所にピークが得られたので、CENP-S-X複合体は多量体を形成することが示唆された。結晶化した後に、X線結晶構造解析を行った結果、2.15 Å分解能で構造決定に成功し、結晶中では、CENP-S-X複合体は4量体構造を形成することが明らかとなった(図3, PDB: 3B0C)。

CENP-S-X複合体の構造もまた、ヒストンに類似しており、ヒストンとの構造類似性から、DNA結合領域を予想できた。CENP-Wと異なり、DNAへの結合性を低下させた変異型CENP-S-X複合体は、セントロメアへの局在そのものは可能であったものの、他のセントロメアタンパク質の集合に不全がおきており、CENP-S-Xの機能が正常に機能していなかった^[9]。以上の結果から、CENP-S-X複合体の機能にもDNA結合活性が貢献していると考察できた。

4. ヘテロ4量体構造を形成するCENP-T-W複合体とCENP-S-X複合体

CENP-T-W複合体とCENP-S-X複合体は、ともにヒストンに構造が類似していた(図2, 3)。CENP-T-W複合体は2量体を形成し、CENP-S-X複合体は4量体を形成するといった違いはあるものの、この構造の類似性は、機能的に類似していることを予想させる。また、以前の研究で、CENP-T-W複合体とCENP-S-X複合体が結合していることが示唆されていたので^[11]、セントロメア内において、これらの両複合体が協調して機能している可能性を考えた。そこで、CENP-T-W複合体とCENP-S-X複合体の結合様式を理解する目的で、両複合体を混合してゲル濾過解析を行った。上述のように、結晶中ではCENP-T-W複合体は2量体をCENP-S-Xは4量体構造を形成しているため、この両複合体が結合すれば、6量体かあるいは多量体を形成して、より分子量の大きい場所にゲル濾過のピークが検出できると考えた。ところが、1本のピークが、CENP-S-X複

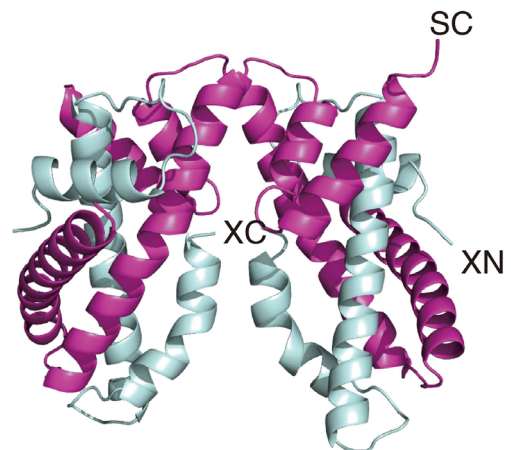


図3 CENP-S-X複合体の構造
CENP-S-X 4量体の構造(リボン図)。CENP-S、CENP-Xは、それぞれ、マゼンタ、シアンで表している。



図4 CENP-T-W-S-X複合体の構造

CENP-T-W-S-Xヘテロ4量体の構造(リボン図)。CENP-T、CENP-W、CENP-S、CENP-Xは、それぞれ、緑、黄色、マゼンタ、シアンで表している。

合体単独のピーク(4量体と予想されるピーク)より、分子量がやや小さい場所に検出できた。実際に、このピーク内には、CENP-T、-W、-S、-Xが、ほぼ同じ量ずつ含まれることは、SDS-PAGEの解析で明らかになった。これらの結果を総合的に考察すると、CENP-S-X単独とCENP-T-W単独ではそれぞれ4量体と2量体を形成するが、両者を混合させると、CENP-S-Xの4量体の一部がCENP-T-Wの2量体と交換してCENP-T-W-S-Xのヘテロ4量体を形成すると考えられた^[9]。

そこで、この生化学的解析の結果による考察を明らかにするために、CENP-T-W-S-X複合体を結晶化しての構造解析を試みた。X線構造解析は、SPRING-8のBL38B1のビームライン(課題番号: 2011B1146)を用いた。その結果、2.4 Å分解能でCENP-T-W-S-X複合体の構造を決定することができた(図4, PDB: 3VH5, 3VH6)。予想通りに、CENP-T-W-S-Xはヘテロ4量体を形成しており、このヘテロ4量体に必要な自由エネルギーは、CENP-S-Xの4量体形成よりも、低いことが計算された。このことは、CENP-T-W-S-X 4量体が、CENP-S-Xの4量体に比べて安定であること示している^[9]。さらに、結晶構造の解析から4量体形成に必要なCENP-SおよびCENP-Tのアミノ酸部位を予想することができた。実際に、これらのアミノ酸部位に変異を加えたCENP-Sあるいは、CENP-T変異タンパク質を精製して生化学的解析を行った結果、変異型CENP-Sあるいは変異型CENP-Tは、それぞれCENP-XあるいはCENP-Wと2量体を形成することはできるも

の、CENP-T-W-S-Xのヘテロ4量体を形成できないことが判明し、予想したアミノ酸領域が4量体形成に関わることを証明できた^[9]。

5. 機能的なキネトコアの形成に必要なCENP-T-W-S-Xのヘテロ4量体構造

*in vitro*で再構成されたCENP-T-W-S-Xが、溶液あるいは結晶中では、ヘテロ4量体を形成することは明らかになったが、この4量体形成が細胞内でセントロメア機能とどのように関わっているかを明らかにすることは重要である。我々は、CENP-SあるいはCENP-Tのノックアウト細胞を保有しているので、4量体が形成できない変異型CENP-Sあるいは変異型CENP-Tをそれぞれのノックアウト細胞へ導入してそれぞれの機能を補えるかどうかを解析した(図5)。4量体形成ができないCENP-S変異体は、核内に拡散した局在を示し、セントロメアへ局在できなかった(図5A)。この結果は、CENP-Sのセントロメアへの局在には、CENP-T、-W、-Xとの4量体形成が必須であること示している。また、CENP-Tの変異体をCENP-TのノックアウトDT40細胞へ導入した結果、変異型CENP-Tは、セントロメアには局在できるものの、シグナルの強さは、野生型のシ

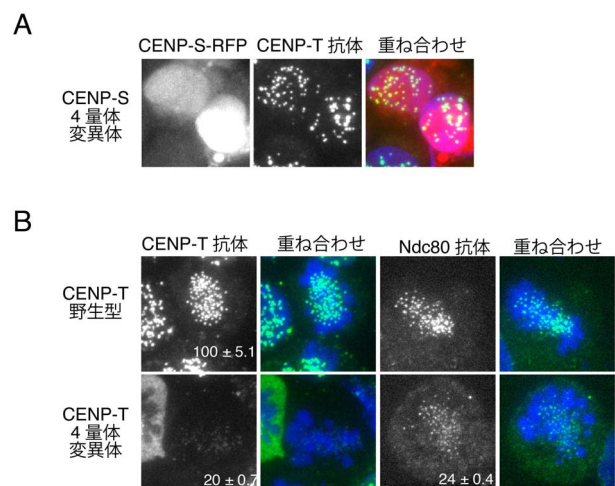


図5 CENP-T-W-S-Xの4量体形成変異体は、セントロメア機能を失う

(A) 変異を導入して4量体を形成できないCENP-SにRFPを融合したCENP-S-RFP(赤)は、セントロメアに局在しない。セントロメアの場合はCENP-T抗体(緑)でマークした。(B) 変異を導入して4量体を形成できないCENP-Tは、セントロメア局在が大きく失われる。この細胞では、微小管結合タンパク質Ndc80の局在も失われる。

グナルに比べて20%程度に減少していた。さらに、細胞分裂期に異常を持つ細胞が多く観察され、セントロメア形成に不全がおきている可能性が考えられた。そこで、セントロメアに存在する微小管結合タンパク質であるNdc80の局在を調べると、そのセントロメア局在も大きく損なわれていた(図5B)。これらの結果から、CENP-T-W-S-Xのヘテロ4量体構造の形成は、細胞内においてもセントロメア領域の正常なクロマチン構造の構築に必須であることが、明らかとなった^[9]。

6. ヌクレオソームに似た特性を持つ DNA-CENP-T-W-S-X 複合体

ヒストン8量体の周りにDNAが、1.65回巻きついて、ヌクレオソーム構造をとることは、よく知られている^[10]。ヒストンと構造が類似したCENP-T-W-S-Xヘテロ4量体も、DNA結合部位が類似していることから、DNAがCENP-T-W-S-X複合体の周辺を巻いたように結合する可能性も予想された。この予想に答えるために、CENP-T-W-S-X複合体がDNAへ超らせんを導入する活性(DNAスーパーコイル導入活性)を有しているかどうかを解析した。これは確立した手法があり、環状型のDNA(プラスミドDNAなど)を酵素トポイソメラーゼIによりリラックス型に変換させたのち、DNAへ対象とするタンパク質を加えて、DNAの高次構造の変化をアガロース電気泳動で解析する方法である。ヒストンを用いてこの実験を行うと、ヌクレオソームの形成に準じて、環状型DNAのトポアイソマーを電気泳動においてはしご状に検出することができる。実際にCENP-T-W-S-X複合体を用いてDNAスーパーコイル導入活性を調べると、ヒストンより活性は弱いものの、トポアイソマーが検出でき、スーパーコイル導入活性を有することが明らかになった(図6)。CENP-SあるいはCENP-Xの変異型タンパク質では、スーパーコイル導入活性が減少したことから、CENP-T-W-S-Xの周辺をDNAが巻くように結合している可能性が高いと結論した。ただし、ヒストンに比べてその活性が弱いことから、ヒストンのようにDNAが約1.65回完全に巻き付くような結合ではないと予想している。

おわりに

ここで紹介した研究結果は、いくつかの新規セントロメアタンパク質の構造解析にとどまらず、セン

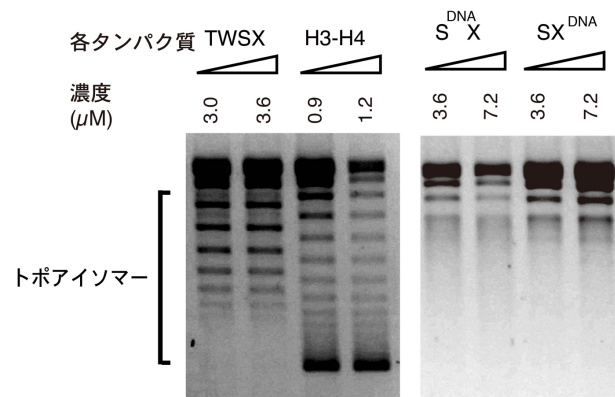


図6 CENP-T-W-S-XによるDNA超らせん化導入活性検定

CENP-T-W-S-Xを対象としたDNAスーパーコイル導入活性のアッセイ結果(左の2レーン)。ヒストンH3-H4と同様にトポアイソマーが観察できる(3, 4レーン)。一方、CENP-Sあるいは、CENP-Xに変異を導入すると活性は見られない(右のゲル)。

トロメアにおける新規のクロマチン構造の存在を示唆したものである(図7)^[12]。これは、構造生物学や、セントロメア生物学の分野だけでなく、クロマチン生物学全体に大きなインパクトを与えるものと考えている。ヒストンには、多くのタイプが存在して、様々なタイプの組み合わせによって独自のクロマチン機能を果たすことが知られている。例えば、ヒストンH2AZとH3.3がハイブリッドヌクレオソームを形成して転写の活発な領域に存在することが近年報告されている^[13]。このように、多様なヒストンタイプの組み合わせは、ヒストン修飾とは次元を異にするクロマチンマークである。セントロメア領域にも、ヒストンH3のあるタイプであるCENP-Aが独自にヌクレオソームを形成して、セントロメアのアイデンティティを獲得している。近年、CENP-Aを含むヌクレオソームのX線結晶構造も明らかにされている^[14]。CENP-T-W-S-Xに関しては、この組み合わせにおいてセントロメアで機能を発揮することは、明らかであるが、CENP-S-Xは、セントロメア領域に加えてDNA損傷部位に存在することが知られている^[15, 16]。その際、CENP-S-Xは、FANCMというタンパク質と複合体を形成している^[17]。もちろん、DNA損傷部位には、CENP-T-Wが存在しないことから、その部位ではCENP-S-X-FANCM複合体でDNAと結合している可能性が考えられる。しかしながら、CENP-S-Xタンパク質がCENP-T-Wと結合すると、セントロメアに局在し独自のク

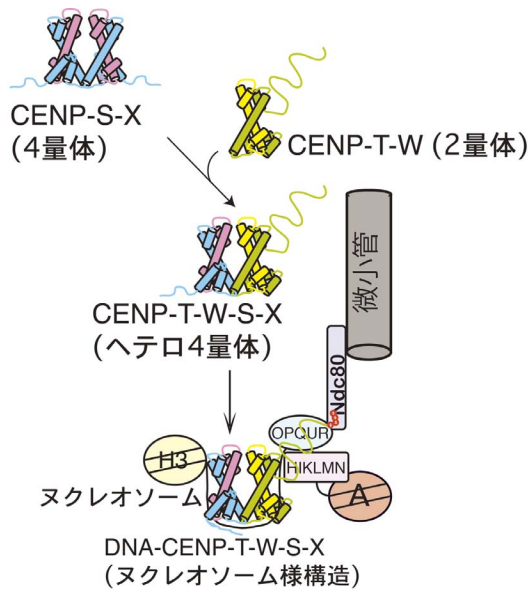


図7 セントロメアに特異的なクロマチン構造

CENP-S-Xの4量体とCENP-T-Wの2量体が結合して、CENP-T-W-S-Xのヘテロ4量体を形成する。CENP-T-W-S-X複合体は、ヒストンに似た構造をとっており、通常のヒストンの周りをDNAが巻くように、CENP-T-W-S-Xの周りも、DNAが巻いたような独自の構造をつくる（DNA-CENP-T-W-S-X構造：ヌクレオソーム様構造）。セントロメアには、CENP-Aを含むヌクレオソーム、ヒストンH3からなるヌクレオソーム、そして、CENP-T-W-S-Xを含むヌクレオソーム構造が強調して働いていると考えている。

クロマチン構造を形成するような機能の使い分けが行われているようである（図7）。既存のヒストンタイプでなく、ヒストンと類似したタンパク質の組み合わせで独自の機能を発揮するという我々のモデルは、これまでのモデルを広げた新しいクロマチンコードと言える^[12, 18]。このように、ヒストンと類似タンパク質の組み合わせによるコードは、今後も発見される可能性は高いと我々は考えている。

謝辞

本研究におけるX線結晶構造解析は、Spring-8のBL38B1およびBL44XUのビームラインを使用している（課題番号は本文参照）。ここに感謝する。

参考文献

- [1] B. E. Black and D. W. Cleveland: *Cell* **144** (2011) 471-479.
 [2] M. Perpelescu and T. Fukagawa: *Chromosoma* **120** (2011) 425-446.

- [3] T. Hori, M. Amano, A. Suzuki, C. B. Backer, J. P. Welburn *et al.*: *Cell* **135** (2008) 1039-1052.
 [4] M. Okada, I. M. Cheeseman, T. Hori, K. Okawa, I. X. McLeod *et al.*: *Nat. Cell Biol.* **8** (2006) 446-457.
 [5] D. R. Foltz, D. R. Jansen, L. E. Black, B. E. Bailey, A. O. Yates, J. R. III *et al.*: *Nat. Cell Biol.* **8** (2006) 458-469.
 [6] H. Izuta, M. Ikeno, N. Suzuki, T. Tomonaga, N. Nozaki *et al.*: *Genes Cells* **11** (2006) 673-684.
 [7] I. M. Cheeseman and A. Desai: *Nat. Rev. Mol. Cell. Biol.* **9** (2008) 33-46.
 [8] T. Hori and T. Fukagawa: *Chromosome Res.* **20** (2012) 547-561.
 [9] T. Nishino, K. Takeuchi, K. E. Gascoigne, A. Suzuki, T. Hori *et al.*: *Cell* **148** (2012) 487-501.
 [10] K. Luger, A. W. Mäder, R. K. Richmond, D. F. Sargent and T. J. Richmond: *Nature* **389** (1997) 251-260.
 [11] M. Amano, A. Suzuki, T. Hori, C. Backer, K. Okawa *et al.*: *J. Cell Biol.* **186** (2009) 173-182.
 [12] T. Fukagawa: *Epigenetics* **7** (2012) 672-675.
 [13] C. Jin, C. Zang, G. Wei, K. Cui, W. Peng *et al.*: *Nat. Genet.* **41** (2009) 941-945.
 [14] H. Tachiwana, W. Kagawa, T. Shiga, A. Osakabe, Y. Miya *et al.*: *Nature* **476** (2009) 232-235.
 [15] T. R. Singh, D. Saro, A. M. Ali, X. F. Zhen, C. H. Du *et al.*: *Mol. Cell* **37** (2010) 879-886.
 [16] Z. Yan, M. Delannoy, C. Ling, D. Daece, F. Osman *et al.*: *Mol. Cell* **37** (2010) 865-878.
 [17] Y. Tao, C. Jin, X. Li, S. Qi, L. Chu *et al.*: *Nat. Commun.* **3** (2012) 782.
 [18] D. R. Foltz and P. T. Stukenberg: *Cell* **148** (2012) 394-396.

西野 達哉 NISHINO Tatsuya

国立遺伝学研究所 分子遺伝研究部門
 〒411-8540 静岡県三島市谷田1111
 TEL : 055-981-6744
 e-mail : tnisnio@nig.ac.jp

深川 竜郎 FUKAGAWA Tatsuo

国立遺伝学研究所 分子遺伝研究部門
 〒411-8540 静岡県三島市谷田1111
 TEL : 055-981-6792
 e-mail : tfukagaw@nig.ac.jp

先端触媒構造反応リアルタイム計測ビームライン BL36XUの稼働状況

電気通信大学 燃料電池イノベーション研究センター
宇留賀 朋哉、関澤 央輝
自然科学研究機構 分子科学研究所
唯 美津木、横山 利彦
電気通信大学 燃料電池イノベーション研究センター
(兼) 大学院情報理工学研究科
岩澤 康裕

電気通信大学および分子科学研究所が中心となって建設を行った先端触媒構造反応リアルタイム計測ビームライン(BL36XU)が2012年11月に完成した。

BL36XUは、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)「固体高分子形燃料電池実用化推進技術開発」プロジェクトの研究開発テーマ「時空間分解X線吸収微細構造(XAFS)等による触媒構造反応解析」の一環として建設され、高い時間・空間分解能をもつ専用XAFS計測ステーションを駆使して、燃料電池電極触媒の高性能化および高耐久性を実現するために必要な基盤情報を提供することを目的としている。本研究開発の目的およびビームライン設計の概要については、既に本誌^[1]で報告した。本稿では、BL36XUの整備状況および稼働状況について報告する。

1. はじめに

BL36XUは、2010年9月より建設を開始し、約

2年間の建設期間を経て完成し、2012年12月26日にSPRing-8サイトで竣工記念式典が執り行われた(図1)。燃料電池研究の専用ステーションとして世界オンリーワンであり、かつ世界最高レベルの性能をもつビームラインである。BL36XUは、2012年10月より立ち上げ調整およびテスト計測を行い、2013年1月より本利用実験を開始した。以下ではまずビームラインの概要を述べる。

2. ビームライン概要

BL36XUは、燃料電池の中で、特に固体高分子形燃料電池をターゲットとしており、電池発電動作下における電極触媒の化学反応状態および劣化過程をリアルタイムでその場観察し、そのメカニズムを解明することを目標としている。燃料電池触媒の反応・劣化過程の解明には、発電時における様々な時系列反応を100マイクロ秒から秒オーダーの時間分解能で追跡することが必要である。また、劣化過



図1 BL36XU 竣工記念式典(テープカット)

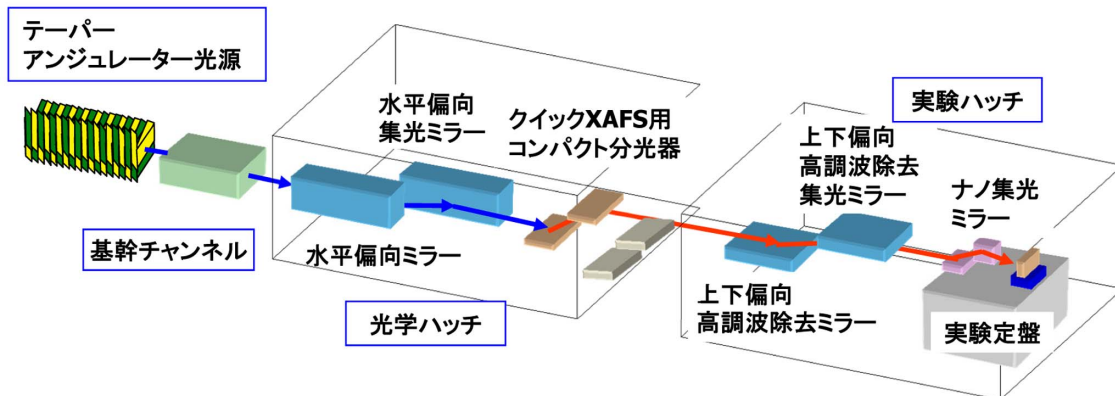


図2 BL36XU ビームライン装置類配置の概要

程では、触媒層内の触媒粒子の化学状態変化や凝集・溶解などが、どのような深さ界面で起こるのかを解明することが必要である。そのため、平面的な空間分解能と深さ方向の空間分解能を併せ持った *in situ* 計測法が必要となる。この実現のために XAFS 計測に求められた性能仕様は、時間分解能：100 μs、2次元空間分解能：200 nm、3次元空間分解能：1 μmである。これらはいずれも世界最高レベルの性能であり、全てを同時に実現するには、新しいビームラインの建設が必要であった。

図2にBL36XUの光源および輸送系光学素子の配置の概要を示す。また、図3に実験ハッチ内に配



図3 BL36XU実験ハッチ内のXAFS計測装置類

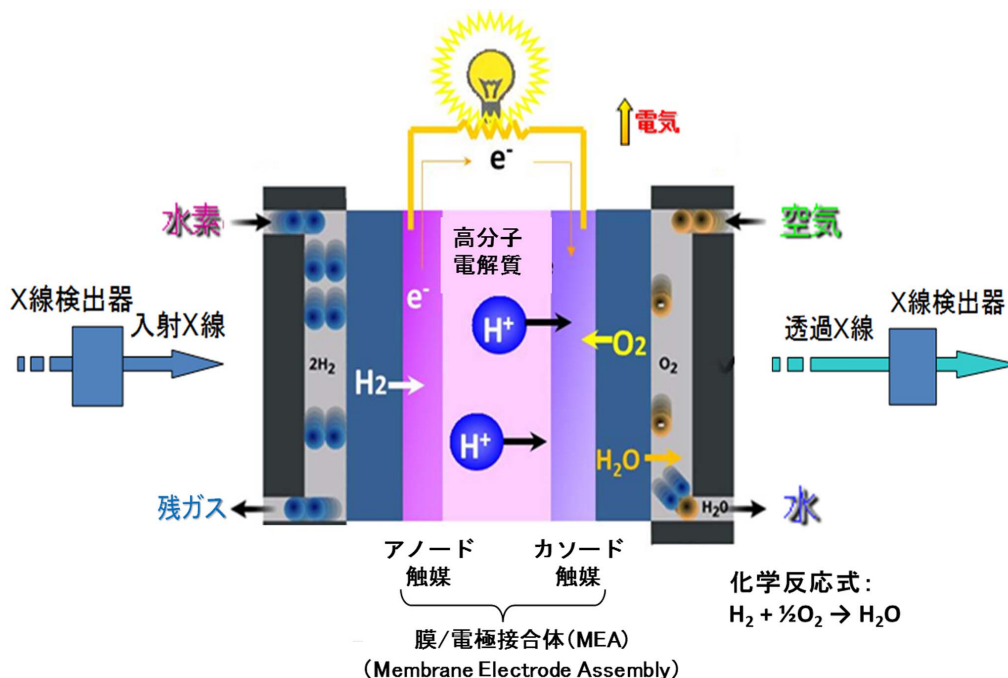


図4 燃料電池の基本原理と *in-situ* 透過 XAFS 測定

置したXAFS計測装置類の様子を示す。BL36XUの光源やビームライン光学素子類の性能仕様については、文献^[1, 2]をご覧ください。

固体高分子形燃料電池（単セル）は、固体高分子膜（電解質膜）の両側にアノード触媒層とカソード触媒層を密着接合した膜/電極接合体（Membrane Electrode Assembly, MEA）を電気化学反応の中心部位とする。MEAは、その両側に反応ガス（水素、酸素など）を供給する流路をもつセパレータとガス拡散層を配する（図4）^[3]。XAFS計測は、燃料電池セルに設けられた窓を通して行われる（XAFSセルの詳細は省略）。燃料電池セルは多層複合体であることに加え、内部の各層にガスおよび水分が混在するため、*in-situ* XAFS計測を行う上で、測定難度の高い対象の一つといえる。そのためBL36XUには、時間空間分解性能に加えて、固体高分子形燃料電池セルの構造や形状を考慮し最適化されたXAFS計測システムを構築することが併せて求められた。

以下では、BL36XUに整備した時間空間分解XAFS計測システムの概要について述べる。新規計測法の基盤となる技術は、BL36XUの稼働から直ちに利用実験を開始できるようにするため、BL36XU建設と並行して、既存の共用ビームラインにおいてJASRI協力の下、開発を行った。

3. XAFS計測システム

3-1 時間分解XAFS計測システム

BL36XUにおける時間分解計測は、時間分解能により、以下に述べる3つの計測システムを整備した。時間分解能10 msのクイックXAFSシステムには、分光器として液体窒素冷却型コンパクト分光器^[4]を整備した。Si 111およびSi 220結晶をそれぞれ備える2台の分光器により、4.5～35 keVのエネルギー領域をカバーしている。高速X線検出には、電極間隔3 mmの高速イオンチェンバーとPINフォトダイオード検出器を整備した。本システムがBL36XUの基盤XAFS計測システムである。

時間分解能800 μ sのクイックXAFSシステムには、BL40XUで技術開発を進めた小型チャネルカット結晶とガルバノモーターとからなる高速角度走引分光器を導入した。本分光器は実験ハッチのHeチェンバー内に設置し、軽量化のため冷却機構は装備していない。入射X線による熱負荷を低減するため、ミラーによる高エネルギーX線除去、アブソー

バーによる低エネルギーX線除去および、フロントエンドスリットの開口調整により、分光結晶への熱負荷を5 W以下に低減するように調整している。

100 μ s時間分解計測には、高濃度試料に対する高速計測専用、エネルギー分散XAFS計測システムを導入した。分光器としては、ブラッグ型（4.5～12 keV）およびラウエ型（12～35 keV）のSi湾曲ポリクロメーターを整備した。検出器としては、高速CMOSカメラと可視光変換ユニットを組み合わせたX線イメージングシステムを整備した。

これらの高時間分解XAFS計測を実現するために、光源としてエネルギー幅の調整可能なSPRING-8標準真空封止型テーパアンジュレーターを導入した。

3-2 2次元空間分解XAFS計測システム

2次元空間分解XAFS計測システムとしては、試料内の触媒金属の担持量に依存して以下の2種類を整備した。透過法XAFS計測が可能な試料に対しては、透過イメージング型顕微XAFS計測システムを整備した。検出器としては、高空間分解能型X線イメージングシステムを用いる。これをクイックXAFS法と組み合わせることにより、時間分解能：1 s、空間分解能：500 nmの時間空間分解XAFS計測を実現した。

蛍光法XAFS計測が必要な希薄濃度試料に対しては、BL39XUで技術開発を進めた高速走査型顕微XAFS計測システム^[5]を整備した。この計測法では、Kirkpatrick-Baezミラーにより集光したX線を試料に照射し、試料セルを高速ピエゾステージにより2次元連続走査し蛍光X線像を計測する。これを各XAFS計測エネルギー点で計測することにより、2次元XAFSイメージを構成する。空間分解能は、集光X線のサイズで決定される。BL36XUでは現状、100（水平） \times 110（上下）nm（半値幅）が実現されている。蛍光X線検出器としては、4素子Siドリフト検出器および、21素子Ge検出器を整備した。

3-3 3次元空間分解XAFS計測システム

燃料電池は、上述したように多層構造をもち、電極触媒層の外側にガス拡散層やセパレータが存在する。このような構造に対応するため、BL47XUにおいて膜状試料に適用できる3次元空間分解XAFS計測法であるラミノグラフィXAFS計測法^[6]を開発した。ラミノグラフィ法は、試料膜面を鉛直方向

から 30° 程度傾けた回転軸の周りに回転しながら透過 X 線イメージを計測し、3次元再構成を行う手法である。この計測を各 XAFS 計測エネルギーで行い、3次元 XAFS イメージを構築する。検出器は、高空間分解能型 X 線イメージングシステムを用いる。BL36XU では、従来の 10 倍以上迅速な計測を可能とするシステムの整備を進めている。

3-4 燃料電池制御・調整システム

燃料電池の *in-situ* 実験に使用する装置類として、燃料電池の電気化学反応を制御・評価するシステムおよび、反応ガスの供給除害システムを実験ハッチに整備した。燃料電池の電圧制御や反応ガスの調整などは実験ハッチ外の PC より遠隔操作する。

また測定準備室には、燃料電池試料の調整や電気化学計測をするための装置類を整備した。

4. 今後の計画

本研究開発プロジェクトは、5年間のプロジェクトであり、2013年2月時点で残る期間は、およそ2年である。今後、BL36XUの最先端性能をフルに使い、データ計測から解析までの一連のステップを迅速かつ効率的に行えるよう実験ステーション全体の構築を進める計画である。

謝辞

BL36XUの建設に当たっては、JASRIの後藤俊治、高田昌樹、竹下邦和、高橋直、佐野睦、青柳秀樹、渡部貴宏、成山展照、大橋治彦、湯本博勝、小山貴久、仙波泰徳、竹内智之、古川行人、大端通、松下智裕、石澤康秀、工藤統吾、木村洋昭、山崎裕史、備前輝彦、清家隆光、新田清文、加藤和男、辻卓也、谷田肇、上杉健太郎、星野真人の各氏、および理化学研究所の北村英男、田中隆次らの各氏より、多大な協力をいただいた。また、JASRIの大野英雄前専務理事、理研の石川哲也播磨研究所長には多大なご配慮をいただいた。この場を借りて謝意を表したい。

BL36XUの建設は、NEDO「固体高分子形燃料電池実用化推進技術/基盤技術開発/MEA材料の構造・反応・物質移動解析開発/時空間分解 X 線吸収微細構造 (XAFS) 等による触媒構造反応解析」プロジェクトから支援を受けている。

参考文献

- [1] 宇留賀朋哉、唯美津木、岩澤康裕：SPring-8 利用者情報 **16** (2011) 81.
- [2] O. Sekizawa et al.: *J. Phys. Conf. Ser.* in press.
- [3] 岩澤康裕：SPring-8 Channel (YouTube)
http://www.youtube.com/watch?v=WR_4gnMDMUU&feature=youtu.be; 研究成果 (概略と動画)
<http://commune.spring8.or.jp/finding/120601.html>
- [4] T. Nonaka et al.: *Rev. Sci. Instrum.* **83** (2012) 083112.
- [5] T. Tsuji et al.: *J. Phys. Conf. Ser.* in press.
- [6] T. Saida et al.: *Angew. Chem. Int. Ed.* **51** (2012) 10311.

宇留賀 朋哉 *URUGA Tomoya*

電気通信大学 燃料電池イノベーション研究センター 特任教授
〒182-8585 東京都調布市調布ヶ丘 1-5-1
TEL : 042-443-5922
e-mail : urugat@spring8.or.jp

関澤 央輝 *SEKIZAWA Ouki*

電気通信大学 燃料電池イノベーション研究センター 特任助教
〒182-8585 東京都調布市調布ヶ丘 1-5-1
TEL : 042-443-5922
e-mail : sekizawa@pc.uec.ac.jp

唯 美津木 *TADA Mizuki*

分子科学研究所 物質分子科学研究領域 准教授
〒444-858 愛知県岡崎市明大寺町字西郷中 38
TEL : 0564-55-7351
e-mail : mtada@ims.ac.jp

横山 利彦 *YOKOYAMA Toshihiko*

分子科学研究所 物質分子科学研究領域 教授
〒444-858 愛知県岡崎市明大寺町字西郷中 38
TEL : 0564-55-7345
e-mail : yokoyama@ims.ac.jp

岩澤 康裕 *IWASAWA Yasuhiro*

電気通信大学 燃料電池イノベーション研究センター長・特任教授 ((兼) 大学院情報理工学研究所先進理工学専攻)
〒182-8585 東京都調布市調布ヶ丘 1-5-1
TEL : 042-443-5921
e-mail : iwasawa@pc.uec.ac.jp

産業利用ⅢビームラインBL46XUにおける 測定代行の実施について

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
本間 徹生、陰地 宏、小金澤 智之、佐藤 眞直

1. はじめに

2012B第2期(12月)より、産業利用ⅢビームラインBL46XUにおいて、新たに

○硬X線光電子分光(HAXPES)測定代行

測定手法:HAXPES:Hard X-ray Photoemission Spectroscopy

○薄膜評価(GIXD/XRR)測定代行

測定手法:GIXD:Grazing Incidence X-ray Diffraction、XRR:X-ray Reflectivity

を開始しました。

2. JASRI産業利用ビームラインでの測定代行

測定代行は、ユーザーから送付された試料をJASRI担当スタッフがユーザーに代わってSPring-8を利用した測定を行うものです。ユーザーのSPring-8への来所は任意としており、当制度は放射光利用に熟練した専門家を確保することが困難な企業や研究組織等への利便性拡大と即時利用のニーズへの対応を目的としています。

JASRI産業利用推進室が運営・管理を行うビームラインでは、2007B第2期からBL14B2においてXAFS測定代行と、2009B第2期からBL19B2において粉末X線回折測定代行が実施されています^[1]。2時間単位利用・随時募集・立ち合い不要(立ち合いをする場合でも少数の来所ですむ)などの点が高く評価されており、期毎に35件程度の測定代行が実施されています(図1)。2012B期は12月末までで32課題が実施され、期全体で45課題が実施される予定となっており増加傾向にあります。また、応募が実施枠を上回る場合があるなど測定代行への期待が高まっています。更に、SPring-8研修会やSPring-8利用推進協議会主催の研究会において実施されたアンケートでは、新しい測定手法へ拡大することの要望の高さが伺える結果となっています。そこで測定代行をBL46XUで共用している測定手法のHAXPES(Hard X-ray Photoemission

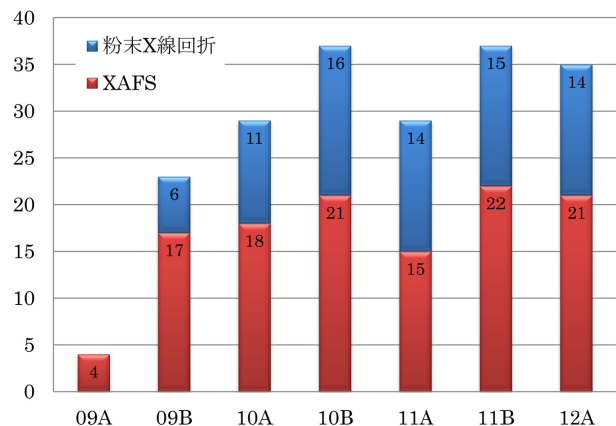


図1 XAFS(BL14B2)および粉末X線回折(BL19B2)測定代行の課題数

Spectroscopy)とGIXD/XRR(Grazing Incidence X-ray Diffraction / X-ray Reflectivity)にも拡大します。

3. 新規測定代行のビームライン、測定手法、対象とする試料

3-1 対象ビームライン

今回新たに測定代行を開始した産業利用ⅢビームラインBL46XUは、産業界による放射光利用の促進を主な目的とする、標準型真空封止アンジュレータ光源を用いたビームラインです。光学ハッチにはSi(111)を分光結晶とする二結晶分光器とRhコート横集光ミラー、チャンネルカット分光器(HAXPES測定時のみ使用)が設置されています。実験ハッチには硬X線光電子分光装置と多軸X線回折装置を常設しています(図2)。

3-2 測定手法、対象とする試料

測定手法はHAXPESとGIXD/XRRです。生物(動物・植物・微生物)試料や取扱いに際し国または県の許可が必要な物質等は対象外とします。測定用の試料調製はユーザーに行っていただき、JASRI

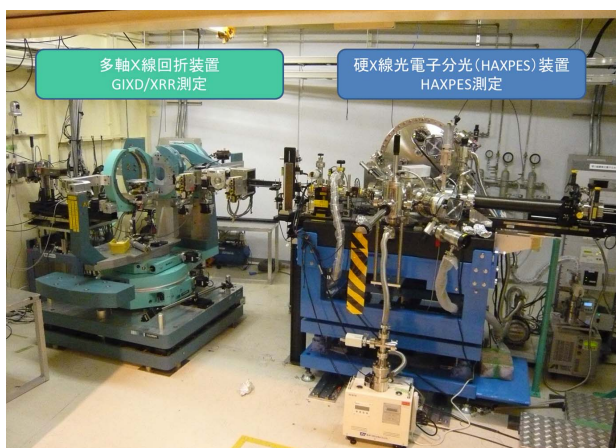


図2 BL46XU第一ハッチに設置されている硬X線光電子分光装置と多軸X線回折装置。硬X線光電子分光装置ではHAXPES測定代行を、多軸X線回折装置ではGIXD/XRR測定代行を随時受付けている。2013年4月からは硬X線光電子分光装置は第二ハッチに移設する。

担当スタッフは送付された試料、または立会い者が持ち込んだ試料を機器にセットし、ユーザーとの事前相談で決められた条件で測定を行います。

3-2-1 HAXPES

HAXPESはSPRING-8の高輝度放射光を利用することで硬X線による光電子分光測定を行う技術で、硬X線により励起された脱出深度の深い高エネルギーの光電子を利用して、深い材料内部の電子状態分析を可能としています。例えば、 SiO_2 の場合、光電子の非弾性平均自由行程は、AlをターゲットとしたX線光源を用いたラボ装置では4 nm程度となりますが、BL46XUで主に使用されているX線のエネルギー(8 keV)では16 nm程度となります。装置にはVG-Scienta社のR4000電子エネルギー分析器を使用しています。入射X線のエネルギーは8 keVです。測定試料は基板上的薄膜などの固体試料で現有装置の試料ホルダーに取り付けることが可能なものに限ります。以下の試料・測定は測定代行対象外とさせていただきます。

- (i) ガスや水分を含む試料など、装置の真空度に悪影響を与えることが懸念される試料
- (ii) 絶縁物等、帯電の可能性がある試料(中和銃を用いた測定は行いません)
- (iii) 真空ベッセルを用いた試料移送
- (iv) その場測定

なおHAXPES測定には真空引きに1~2時間程度要するため、利用最少時間を4時間とさせていただきます。試料調製についての詳細は次のURLをご参照ください。

http://support.spring8.or.jp/HAXPES/s-haxpes_manual.pdf

3-2-2 GIXD/XRR

SPRING-8アンジュレータ光源からの高輝度X線を利用し、GIXD/XRRを測定手法とした薄膜評価を実施することができます。測定装置にはHUBER社製多軸X線回折装置を使用しています。GIXD/XRRはX線回折/散乱を利用した薄膜評価手法として広く用いられており、基板の上に成膜された薄膜の結晶性・配向性、薄膜厚などを評価することができます。入射X線のエネルギーは原則12.39 keV(波長1 Å)です。試料はシリコンやガラス基板などに成膜された薄膜に限ります。測定は原則室温・大気中で行います。

測定方法についての詳細は次のURLをご参照ください。

https://support.spring8.or.jp/daikou/bl46xu_huber_measurement_service_info_20121108.pdf

4. 利用料金、申込方法等

測定代行は「成果専有時期指定課題」の一形態として取り扱い、ビーム使用料および消耗品実費負担に関しても、成果専有時期指定課題に準じた金額となります。また、得られた成果を独占的に専有することができ、利用申請内容に係わる機密は保持されますので、情報を開示することなく研究開発等を進めることが可能です。

4-1 利用料金

利用料金は、次の1)および2)の合計金額となります。

1) ビーム使用料

ご利用時間はまずJASRI担当スタッフと十分に事前打合せを行っていただき、必要ビームタイムとビーム使用料(時期指定利用 成果専有時期指定料金相当: 180,000円/2時間)を算出いたします。

2) 消耗品実費負担相当額

消耗品実費負担相当額として、定額分(2,575円/2時間)および従量分(測定代行中に使用した消耗品等の金額)を算出します。

4-2 申込方法

測定代行の申込みは随時受け付けています。申し込みの詳細は下記の URL をご参照ください。

HAXPES 測定代行

http://www.spring8.or.jp/ja/users/proposals/call_for/indu_haxpes_substitu

GIXD/XRR 測定代行

http://www.spring8.or.jp/ja/users/proposals/call_for/indu_xrd_substitu

測定手法毎にご相談フォームがあり、上記 URL にリンクがあります。まずはフォームに必要事項を記入し送信してください (Web 入力)。

5. その他

申込み方法や、試料の事前調製、測定条件など不明な点がございましたら、下記のメールアドレスにご連絡ください。

HAXPES 測定代行

daikou46-haxpes@spring8.or.jp

GIXD/XRR 測定代行

daikou46-xrd@spring8.or.jp

参考文献

- [1] 廣沢 一郎：SPring-8 利用者情報 Vol.15, No.3 (2010) 163-165.

本間 徹生 HONMA Tetsuo

(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 : 0791-58-0924
e-mail : honma@spring8.or.jp

陰地 宏 OJI Hiroshi

(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 : 0791-58-0924
e-mail : oji-h@spring8.or.jp

小金澤 智之 KOGANEZAWA Tomoyuki

(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 : 0791-58-0924
e-mail : koganeza@spring8.or.jp

佐藤 眞直 SATO Masugu

(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 : 0791-58-0924
e-mail : msato@spring8.or.jp

Multiport CCD 検出器の開発

独立行政法人理化学研究所 放射光科学総合研究センター
XFEL研究開発部門 初井 宇記
公益財団法人高輝度光科学研究センター
XFEL研究推進室 亀島 敬

Abstract

X線自由電子レーザー施設SACLAでは、大強度のフェムト秒X線レーザーが生成される。SACLAの利用実験では試料をパルス毎に取り換えながら実験を行うこと・X線レーザーのSASEに由来するパルス特性の揺らぎを考慮した実験データ解析を行うことを目的とし、パルスと同期して実験データを取得できるX線2次元検出器システムを開発した。このシステムは現在SACLAの利用実験で供用中であり、最大で4 Mpixelのイメージ領域を持つ検出器が利用可能である。

1. はじめに

SPring-8敷地内に建設されたX線自由電子レーザー施設SACLAでは、空間コヒーレンスを持つ高強度のフェムト秒X線レーザー（以降XFEL）が生成される。SACLAの利用実験では、試料に照射すると試料が破壊されることが多いため、パルス毎に試料を交換しながら実験を行う。このような実験で、光源の持つ特徴を最大限に引き出すためにはパルス毎に実験データを取得・整理しながら結果を解釈していく、という実験手法が主流となる。また、SASEによるレーザー発振ではパルス毎にスペクトルや強度が揺らぐことが避けられないが、パルスと同期してデータを取得することでXFELパルスの光特性の揺らぎと実験データの相関を考慮したデータ解析が可能となる。

スペクトルや散乱計測では、波長や回折角をスキャンして1次元検出器で信号を検出するのではなく、これらを空間的に射影して同イベントで計測することが実験データの精度・品質上有利になるので、検出器としてはX線2次元検出器が最適となる。XFELの利用実験では、フェムト秒スケールの時間内に多数のX線光子が同一ピクセルに飛来するので、電子回路でX線光子数を計数することは不可能となる。従って、X線によってセンサー内に生じた信号電荷の総量を正確に読み取る（1）積分型のXFEL専用の検出器開発が必要である。さらに、（2）1光子レベルの信号を検出するために直接検出型のセンサーかつ、（3）X線照射耐久性の高いセンサー

が必要となる。また、（4）SACLAの運転最大定格周波数60 Hzに対応した読み出し速度60 frame/secを低ノイズで実現するための高速読み出しも必要となる。

本稿では、これらの要求を満たすX線2次元検出器、特に供用可能となっているMultiport Charge-Coupled Device（以降MPCCD）検出器の概要を述べる。

2. MPCCD 検出器の概要

XFELを使用する多くの利用実験では、1光子から多数の光子までを検出できる低ノイズ高ダイナミクス性と、パルス毎にデータを取得するための高速読み出しを兼ね備えた2次元検出器が必要となる。このような性能を全て満たす検出器は存在しないため、SACLAだけでなくLCLSやEuro XFELなどで検出器開発が活発に行われている。SACLAでは供用開始時に確実に利用可能とする検出器としてMPCCD検出器を、供用開始後の高度化時に利用可能とするSilicon on insulator（以降SOI）センサー技術を利用したSOPHIAS（Silicon-On-Insulator Photon Imaging Array Sensor）検出器^[1]を2009年に選定し開発を進めてきた。以下では現在供用に付しているMPCCD検出器の概要について述べる。

XFEL利用実験では多様な実験スキームが提案されているが、要求されるX線2次元検出器の基本性能は似通っている。そこでSACLAでは、各実験に最適化した検出器を複数開発するのではなく、多様な検出器

形状に柔軟に適用できる検出器プラットフォームを開発することにした。このプラットフォームでは、センサーを含む検出器の各コンポーネントをモジュール化し、実験毎の要求の差異をモジュール構成の違いで吸収する。MPCCD検出器では、ビームラインのビーム診断用分光器やゴニオメーターに搭載するブラック回折計測などにはMPCCDセンサーを1個搭載した小型の検出器を使用し、コヒーレント回折顕微鏡や微小結晶構造解析などの用途には、同一センサーを8個モザイク状に並べた検出器(MPCCD Octal Sensor Detector)を使用する。量産に成功したMPCCD Phase Iセンサーの性能をTable 1に示す。センサー内の8個の読み出しポートから並列に読み出すことで60 frame/secを実現している。

X線1光子の検出例を図1に示す。X線はシリコン半導体中で光電効果により吸収されると、実効的イオン化エネルギー3.65 eVで特徴づけられる電子ホールペアを多数生じる。MPCCDの想定利用エネルギーは6~12 keVである。この範囲で一番1光子検出が難しい6 keVでは、このセンサーは電子を計測するので約1600 e⁻が1光子から検出される。MPCCDの定格読み出しノイズは300 e⁻rms以下であるが、これは6 keVのX線光子に対して0.18光

子以下に相当する。このノイズ性能により、1光子レベルの微弱な信号計測が可能となる。

Phase Iのセンサーでは、結晶性試料のブラック反射など強い局所的なX線信号を検出する場合に最大信号強度が不足する場合がある。そこで、phase Iセンサーに蛍光体をFOP (Fiber-Optic Plate) を

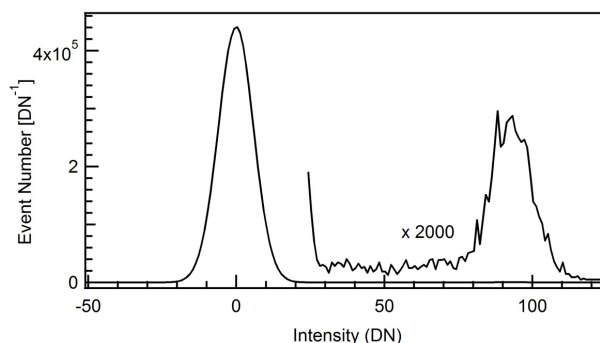


図1 X線光子(5.9 keV)を照射したときの信号強度のヒストグラム。バックグラウンド補正を行ったデータに対して、横軸をDigital Number (DN) 単位で表示している。1光子の信号に由来する90 DN近傍のピークが、バックグラウンドのピーク(0 DN近傍)と明瞭に分離されて観測されていることから1光子検出が可能であることが判る。このときの読み出しノイズは110 e⁻rmsである。

TABLE 1 MPCCD Phase Iセンサーの主要な性能パラメータと到達性能

諸元	値	単位
ピクセルサイズ	50 × 50	μm
ピクセル数	1024 × 512	—
イメージ領域	51.2 × 25.6	mm ²
有感層	Epitaxial Silicon	—
有感層の厚み	50	μm
センサー構造	表面入射	—
センサーフォーマット	フルフレームトランスファー	—
動作温度 ¹⁾	0 ~ -30	°C
量子効率	80	% @ 6 keV ²⁾
	20	% @ 12 keV
読出ノイズ ²⁾	200 - 300	e ⁻ rms
	0.18	photons@6 keV
ピーク信号量 ²⁾	2500 - 3000	photons/pixel@ 6 keV
	4.1 - 5.0	Me ⁻ /pixel
X線照射耐性	>1.6 × 10 ¹⁴	photons/mm ² @ 12 keV
フレームレート ³⁾	60	Hz
読出速度 ³⁾	5.4	MHz
読出ポート数	8	—
リーク電流	600	ke ⁻ /pixel/sec@ 20°C

1) センサーはX線損傷によるリーク電流を抑制するため-20°C以下で動作させる必要がある。2) 性能はロット依存性がある。3) 供用での動作条件は、30 frame/sec (読出速度3.3 MHz) である。

介して接続したセンサーも開発した。この phase II センサーでは6光子程度のノイズがあるが、高強度のX線ピークであっても計測が可能である。

3. MPCCD検出器のモジュール構成

センサーモジュールの外観を図2に示す。センサー本体の下部にインバー部材を接着し、さらにインバーブロックよりもセンサーが外側へ張り出す構造となっている。この構造によって、センサーを長辺方向と短辺方向の両方向に敷き詰めることができる。現在稼働中の8つのセンサーを並べた検出器(MPCCD Octal-Sensor Detector)を図2(c)に示す。この検出器の中央に入射X線極小角散乱を下流に導く開口部を設けており、開口サイズをモーターにより制御することが可能である。これは、センサーからの配線に柔軟性をもつS字型のフレキシブルケーブルを採用することで実現している。

MPCCDは表面入射型の金属酸化膜半導体(MOS)構造を持つセンサーのため、一般にX線照射に対する耐久性は低い。そこで、年間X線照射量^[2]を 1.6×10^{14} photon/mm²と想定し試作センサーについて耐久性評価を行ったところ、XFEL用途の場合はリーク電流の増大と酸化物層の帯電による動作電圧のシフトがセンサーの寿命を制限することを明らかにした。この結果をもとにピクセル構造を最適化した実センサーを製造したところ、1年間の想定X線照射量を浴びても全体性能が劣化しないことが確認出来た。図3にX線照射後のリーク電荷量の温度依存性を示す。センサーを -20°C 程度まで冷却することによりリーク電流を大幅に低減でき、ノイズ性能に悪影響を与えないことがわかる。最大信号強度(飽和電荷量)は設計目標が5 Me⁻であったが、実際に製造したセンサーを測定したところ4.1~5.0 Me⁻の間に分布していた。十分な歩留まりを実現するため、4.1 Me⁻を満たすべき仕様性能とし供用に用いている。

センサーモジュールは読み出し回路に接続しており、ここでセンサーが出力する電圧信号をデジタル信号に変換する。読み出し回路には高ゲインと低ゲインの2系統の信号処理回路を備えており、信号強度に応じてピクセル毎に適切な回路からのデータを出力する。各系統の回路特性は事前に校正を行い、校正パラメーターを各画像データに追加して出力する設計となっている。後段のデータ取得システム中で校正パラメーターを用いて自動的に校正が行われる

ので、利用者はバックグラウンド補正などの簡単な補正のみでデータの可視化・保存ができる。読み出し回路もモジュール化されており、単独および複数を連結した場合いずれも動作するように設計されている。

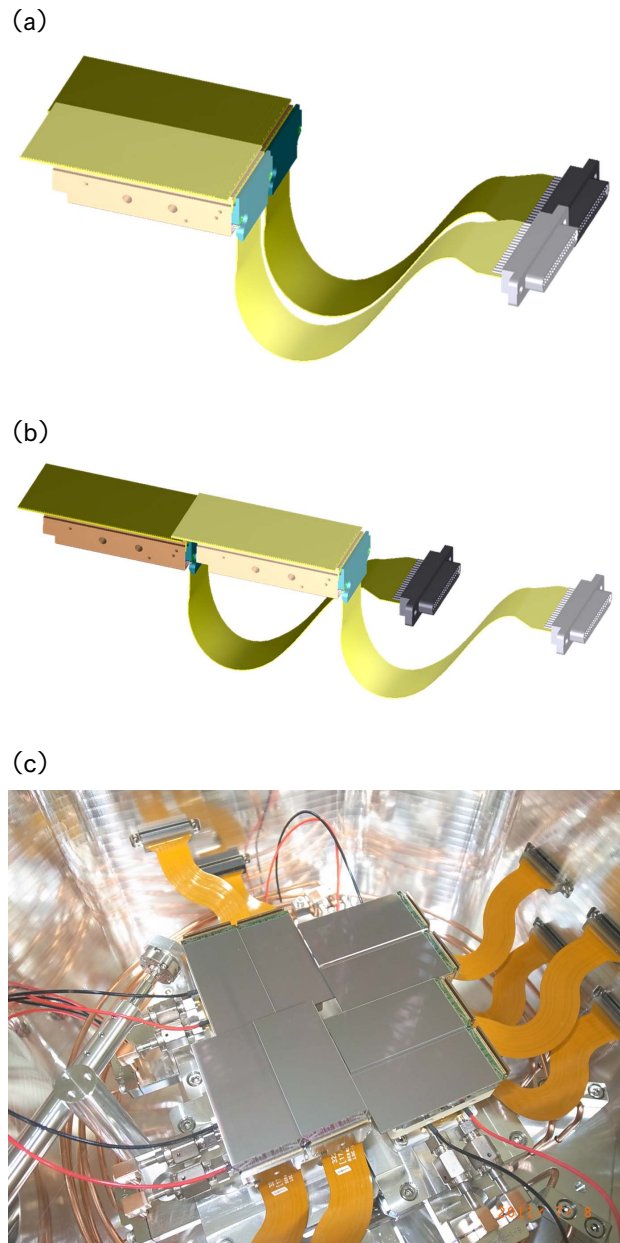


図2 センサーモジュールの並べ方の例。(a) 1024×1024 pixel構成 (b) 512×2048 pixel構成。センサーは4方向に並べることが可能なパッケージとなっている。供用している検出器で最大のセンサー面積を持つ8センサーアレイ (c)。この場合、2048×2048 pixelが利用可能である。小角散乱実験時に入射光がセンサーに照射されないようにするため、中央に開口部を設けており、開口サイズをモーターにより制御することが出来る。

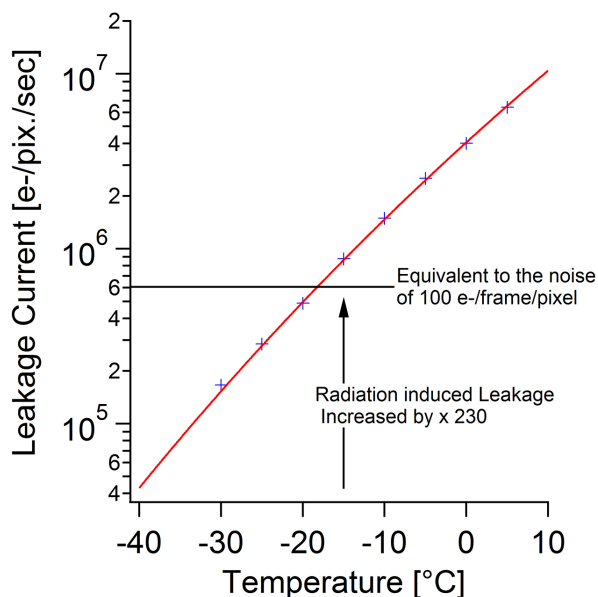


図3 X線照射後のリーク電流とその温度依存性。X線は、定格運転時に約1年運転した時のX線照射量 1.6×10^{14} photons/mm² (12 keV) を照射した。リーク電流は照射前の230倍にまで増大するが、-20°Cまで冷却を行うことで 6×10^5 e⁻/pixel/sec以下(ノイズ100 e⁻rms以下に相当)まで抑制できることを示している。

4. まとめ

MPCCD検出器は供用実験に利用され、着実な成果を生みつつある。現在は加速器運転周波数が10 Hzであるのに対応して、30 frame/secでの運用を行っている。運転周波数が定格の60 Hzになる前に60 frame/secへ移行していく。また、校正パラメーターの精密化、SACLAに設置されているPCクラスターに実装されている解析ツールとの連携強化を進める。

現在供用しているMPCCD Phase Iセンサーは、空間分解能とピーク信号を優先させた設計となっている。このため、高エネルギーX線領域での感度に難がある。そこで、有感層を50 μmから300 μmへ厚くすることにより感度特性を改善したphase IIIセンサーを開発しており、2014年度に供用開始の予定である。これにより12 keVでの量子効率phase Iの20%から70%へ改善される。

CCD技術では単位面積あたりの最大ピーク信号量には技術的限界がある。MPCCDはピクセル構造を最適化することにより、SACLAで一般的に必要とされる性能を実現しているが、より高いピーク信号量、およびより大きなセンサー面積が必要となる実

験も多い。これを実現するため、SOPHIAS (Silicon-On-Insulator Photon Imaging Array Sensor) 検出器^[1]も開発しており2014年から順次実用化していく予定である。

謝辞

本研究は、小野峻、桐原陽一、工藤統吾、小林和生、遠茂谷誠彦、尾崎恭介、城地保昌、堀米利夫(分子科学研究所)、山鹿光裕、古川行人、阿部利徳、清道明男、杉本崇、広野等子、大端通、Arnaud Amsellem、田中良太郎、矢橋牧名(敬称略)らの方々、エンジニアリングチームの皆様、および多くの関係企業、特にe2v plc.および明星電気株式会社と共に開発を行った成果です。また、石川哲也所長には貴重なアドバイスと励ましをいただきました。この場をお借りして厚く御礼申し上げます。

参考文献

- [1] Multi-via概念を利用した高ダイナミクスセンサーで、これまでMulti-via検出器と呼んでいたもの。
- [2] 各フレームに対して1 pixelあたり12 keVのX線が500光子センサー面に到達する条件で、60フレーム/秒で150日間連続して実験を行ったときに相当するX線照射量。

初井 宇記 HATSUI Takaki

(独)理化学研究所 放射光科学総合研究センター

XFEL研究開発部門

ビームライン研究開発グループ データ処理系開発チーム

〒679-5148 兵庫県佐用郡佐用町光都1丁目1-1

TEL : 0891-58-0802 ex 3948

e-mail : hatsui@spring8.or.jp

亀島 敬 KAMESHIMA Takashi

(公財)高輝度光科学研究センター XFEL研究推進室

測定器グループ

〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都1丁目1-1

TEL : 0791-58-0802 ex 3385

e-mail : kameshima@spring8.or.jp

第5回 SPring-8 萌芽的研究アワード / 萌芽的研究支援ワークショップ報告

SPring-8 萌芽的研究アワード審査委員会
委員長 高田 昌樹

1. はじめに

SPring-8では、将来の放射光科学研究の発展を担う若い人材の育成を目的に、萌芽的・独創的な研究課題やテーマを創出する可能性のある大学院生を支援する「萌芽的研究支援プログラム」を実施しています。本プログラムは、大学院生自らが実験責任者としてSPring-8を利用できる制度で、平成17年度に開始して以降、昨年度までに約270課題が実施されました。

一般課題と同じ基準による課題審査を経て採択される萌芽的研究支援課題は、成果発表も活発に行われており、これまで2度にわたり行われた外部有識者による評価においても、研究者としての自立意識を育む意義深い制度であると高い評価をうけるとともに、学生の研究をさらに奨励する施策の提言をいただき、支援の充実化を図ってきました。

その一環として、平成20年度から、学生の若手研究者としての新しい利用分野の開拓や独創的な研究課題への挑戦を奨励することを目的に、同プログラムにおいて優秀な成果を上げた学生（当時）を表彰する「SPring-8 萌芽的研究アワード」を設置しました。また、併せて、様々な分野、手法で研究に取り組むアワード受賞候補者による口頭発表やポスターセッションの議論を通じた異分野交流を推奨するため、「萌芽的研究支援ワークショップ」を開催しています。

第5回を迎えたSPring-8 萌芽的研究アワードは、2010A期から2011B期に実施された67課題を対象に、第一次審査として応募申請書による書類審査を行い、11月27日に開催されたワークショップにおいて口頭発表による第二次審査を行い、審査の結果、以下のとおり受賞者を選出しました。

第5回 SPring-8 萌芽的研究アワード 受賞者
池田 暁彦氏
(東京大学大学院工学系研究科)

「物理吸着クリプトン単原子層のメスバウアー分光：表面電場勾配のプロブとして」

松井 公佑氏

(奈良先端科学技術大学院大学物質創成科学研究科)
「Ni₂P 及び関連合金表面の原子構造・電子状態と触媒活性の比較」

2. 萌芽的研究アワード

SPring-8 萌芽的研究アワードは、審査基準にもとづき審査を行い、最大2名に授与されます。審査基準は、

- ①研究テーマの新規性・独創性・発展性
- ②研究成果におけるSPring-8の有効性
- ③実施体制における主体性

の3項目で、第一次審査および第二次審査ともに、SPring-8 萌芽的研究アワード審査委員会の審査委員7名が審査基準ごとに5段階評価を行い、集計結果をもとに合議審査を行いました。

書類審査では、今後の研究活動に役立てていただけるよう、応募者全員に、審査委員のコメント・アドバイス等をフィードバックしており、研究のさらなる発展を期待しています。

3. 萌芽的研究支援ワークショップ（口頭発表・ポスター発表）

11月27日、キャンパス・イノベーションセンター東京（東京都港区）にて開催されたワークショップには、約30名の参加がありました。

アワード受賞候補者6名の研究成果発表は、生命科学、環境科学、触媒など多彩なテーマで、手法もX線回折、分光分析、XAFS、軟X線分光、核共鳴散乱など様々で、多種多様な研究発表となりました。また、研究へのアプローチも興味深く、口頭発表後に行われた審査会でも、審査委員から発表者のユニークな着目、独創的な手法に、面白味を感じた、とのコメントが聞かれました。

口頭発表は人材育成の観点からディスカッションを重視し、発表時間20分に対し質疑応答10分と、質疑応答を長く設定していますが、審査委員から多くの質問があり時間を超過する場面もありました。異なる分野の審査委員からの多角的な質問に対しても、いずれの発表者もしっかりと答えており、自ら主体的に研究を実施するという本プログラムの趣旨が成果を上げつつあることがうかがえました。

また、ポスターセッションでは、発表者が審査員や他の参加者と分野を超えて交流することができ、若手研究者にとって放射光利用を通じた異分野交流の機会ともなりました。

4. おわりに

萌芽的研究アワードは回を重ねるごとに、研究テーマの分野が広がり、発表内容やプレゼンテーションの質も着実に向上しています。そのため、書類審査、口頭発表のいずれも、発表者の優劣を付けることが難しくなっています。また、学生が明確な目的意識を持ち、チャレンジングなテーマに意欲的に取り組む姿勢に接するたびに、本プログラムを遂行することの意義を改めて確認できることは、利用者を支援する立場のものとして喜ばしく思います。そして、SPring-8が、分野を超えてリーダーシップを発揮する人材を育成する揺籃でもあることを確

信するようになりました。

受賞者2名は、今後開催が予定されているSPring-8コンファレンスにおいて表彰され、多くの出席者の前で受賞講演を行う予定です。また、ワークショップで発表されたその他のプログラム参加者も、ポスター展示によりコンファレンスに参加する予定です。多彩な研究分野における若い研究者の独創的な利活用と、完成度の高い研究成果は、さらに次の世代の学生の放射光利用研究をエンカレッジし、多くの方に本支援プログラムの活用を考えていただく機会となると思っております。

本支援プログラムは、支援の教育的効果を高めるため、平成24年（2012A期）から実験責任者の応募資格をこれまでの博士後期課程から博士前期（修士）課程まで拡大しています。また主要な大学を会場に、本支援プログラムの説明会を行い、プログラムの趣旨の周知に努めるとともに、学生の相談窓口を設けました。

本支援プログラムを利用し、学生が大型研究基盤の先端活用を自ら考え経験する機会を得ることが、将来、研究開発の現場でリーダーシップを発揮する上で何らかのお役に立つことと思います。大学・大学院の指導教員の先生方にも、この点をご理解いただき、引き続き、萌芽的研究支援課題への学生の応募を奨励下さるよう、御協力をお願いいたします。



○アワード候補者およびポスター発表研究タイトル一覧

1. 「放射光白色X線によるウシ大腿骨皮質骨内部の残留応力測定」
山田 悟史 (北海道大学大学院工学研究院)
2. 「Low and High Temperature Structural Investigation of $\text{YBa}_2\text{Fe}_3\text{O}_7$ 」
Cédric Tassel (Kyoto University)
3. 「両親媒性有機半導体化合物の単分子膜の構造解析と光電流特性に関する研究」
赤羽 千佳 (宇都宮大学大学院工学研究科)
4. 「ヒ素およびセレンのカルサイトへの分配機構とその地下環境での役割」
横山 由佳 (広島大学大学院理学研究科)
5. 「 Ni_2P 及び関連合金表面の原子構造・電子状態と触媒活性の比較」
松井 公佑 (奈良先端科学技術大学院大学物質創成科学研究科)
6. 「物理吸着クリプトン単原子層のメスバウアー分光：表面電場勾配のプローブとして」
池田 暁彦 (東京大学大学院工学系研究科)

高田 昌樹 *TAKATA Masaki*

(公財)高輝度光科学研究センター 利用研究促進部門

〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都 1-1-1

TEL : 0791-58-2750

e-mail : takatama@spring8.or.jp

○萌芽的研究アワード審査委員会

- 委員長 高田 昌樹 公益財団法人高輝度光科学研究センター 利用研究促進部門長
- 委員 岡田 明彦 住友化学株式会社 先端材料探索研究所 材料物性科学グループ 研究グループマネージャー
- 委員 栗原 和枝 東北大学原子分子材料科学高等研究機構および多元物質科学研究所 教授
- 委員 坂井 信彦 兵庫県立大学大学院物質理学研究科 名誉教授
- 委員 鈴木 謙爾 公益財団法人特殊無機材料研究所 代表理事
- 委員 鈴木 昌世 公益財団法人高輝度光科学研究センター 研究調整部長
- 委員 八木 直人 公益財団法人高輝度光科学研究センター 利用研究促進部門副部門長

AsCA12/CRYSTAL28 および Bragg Centennial Symposium 報告

公益財団法人高輝度光科学研究センター
利用研究促進部門 藤原 明比古

1. はじめに

結晶学創始者のひとりとして有名な W. L. Bragg ゆかりの地アデレード(オーストラリア)において、アジア・オセアニア地区の結晶学関連の会議(AsCA 12/CRYSTAL 28)と Bragg の研究から 100 年を記念したシンポジウム(The Bragg Centennial Symposium)が開催された^[1]。合同で開催された Asian Crystallographic Association の会議(AsCA 12)と Society of Crystallographers in Australia and New Zealand の会議(CRYSYAL 28)は、純粋に研究成果発表と議論の場として、2012年12月2日から5日まで開催された。一方、翌12月6日に開催された The Bragg Centennial Symposium は記念式典の色彩が強い会議であった。

2. AsCA 12/CRYSTAL 28

AsCA 12/CRYSTAL 28 は、アデレードコンベンションセンターで、オージー気質を反映し、リラックスした雰囲気の中で開会が宣言された(図1)。



図1 Opening Ceremony

	午前		午後		
12月2日				Opening Ceremony Welcome Mixer	Special Plenary Lecture "Multi-crystal Native SAD Analysis of Macromolecular Structure" Prof. Wayne Hendrickson (Columbia University)
12月3日	Plenary "Protein Nano-crystallography with X-ray laser pulses" Prof. Henry Chapman (GFEL DESY)	MS Hot structures in Biology	Poster Session I	MS Membrane Proteins	MS Diffraction imaging and XFELS
	MS Metallo-organic structural chemistry	MS Non-ambient and in-situ Diffraction Studies			
	MS Diffraction Physics and applications of crystallography	MS Synchrotron and neutron sources, instrumentation and application			
12月4日	Keynote "The Natural Killer Cell Receptor 3DL1 - Looking for missing self" Dr Julian Vivian (Monash University)	MS Drug discovery	Poster Session II	MS Macromolecular assemblies (Viral proteins)	
	Keynote "Exploring the Hierarchy and Architecture of Solid Solutions with Atom Probe Microscopy" Prof. Simon Ringer (The University of Sydney)	MS Energy related materials		MS Chemical crystallography	
	MS Dynamic aspects of molecular and solid state crystals	MS Structural proteomics and bioinformatics			
12月5日	Keynote "In situ photo-crystallography discovers optoelectronic applications" Prof Jacqueline Cole (University of Cambridge)	MS Enzymes		Plenary "Metal Azolate Frameworks: from Crystal Engineering to Functional Materials" Prof. Xiao-Ming Chen (Sun Yat-Sen University)	Closing Ceremony
	Keynote "Polar nanoregions and diffuse scattering in the relaxor ferroelectrics" Richard Welberry (Australian National University)	Small angle scattering			
		MS Crystal growth and engineering			

図2 AsCA 12/CRYSTAL 28 プログラム概要

テーブルは pdf ファイルを、詳しくは <http://sapmea.asn.au/conventions/crystal2012/program.html> をご参照ください。

Opening Ceremonyに続いてSpecial Plenary LectureからScientific Programが始まり、2件のPlenary Lecture、4件のKeynote、16のMicrosymposia (MS)と2つのPoster Sessionで構成されたプログラム(概要は図2参照)で、熱い議論が交わされた。

プログラムからもわかるとおり、セッションは、共通の材料やその機能にフォーカスしたものから測定手法や計測術にフォーカスしたものまで、様々な視点で企画されたMSが開催された。この傾向は、多かれ少なかれどのような学会にも存在するが、学問が成熟した結晶学関連の学会ではその傾向が強いと感じる。それは、学問の発展とともに、材料や手法など特定の興味を共有する様々なコミュニティーが時間をかけて分化した結果なのだと勝手に理解している。このような学会では、セッション内ではフォーカスされたトピックに関する深い議論ができる一方、“Dynamic aspects of molecular and solid state crystal”のセッションで、様々な物質の動的物性研究の最先端に触れたと思えば、“Synchrotron and neutron sources, instrumentation and application”のセッションで、様々な施設の動向を知るなど、多面的な情報収集をするという楽しみ方もできる。

今回のAsCA 12/CRYSTAL 28で注目すべきセッションは、パラレルセッションが基本であるMSの中で、唯一単独セッションで開催された“Diffraction imaging and XFEL”であろう。このセッションでは、先端的材料科学研究とコヒーレント光など先端計測技術の融合による新しい展開への取り組みが紹介され、新しい分野を開拓する研究者の勢いを感じさせるセッションであった。夕刻の開催にもかかわらず、大きなメイン会場が活気あふれる雰囲気に包まれたのが印象的であった。また、このようなセッションの設定は、成熟した結晶学が今後どのように進んでいくかを問う、問題提起を聴衆に投げかけたセッションでもあった。

会議は終始オーグースタイルが貫かれ、Closing Ceremonyでは、非常にシンプルに次回開催場所が案内され、幕を閉じた。国際会議で恒例となっている集合写真は、Closing Ceremony終了後、参加者が退室時に会場出口に集まったところで、これまた非常にアットホームな雰囲気の中で撮影された。筆者がこの学会で一番学んだのはオーグー気質かもしれない。

3. Bragg Centennial Symposium

Bragg Centennial Symposiumは、オーストラリアで最も素晴らしく、最も歴史的なコンサートホールの一つとして有名なアデレード大学のElder Hall(図3)で開催された。Elder Hallは、その洗練された内装から授賞式などのセレモニーや学会・会議にも使用されているホールであり、W. H. Braggが



図3 The Bragg Centennial Symposiumが開催されたthe University of AdelaideのElder Hall

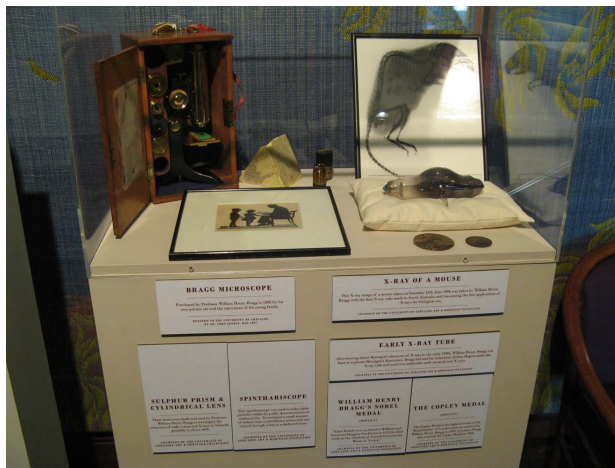


図4 Elder Hallに展示されている“Bragg Collection”の一部



図5 The Bragg Centennial SymposiumのOpening Session

音響効果の改善に貢献したゆかりの深い施設でもあることも紹介され、参加者の一人として感慨深いものがあつた。ホール内には、Bragg Collectionの一部も展示されていた(図4)。Bragg Centennial Symposiumは、AsCA 12/CRYSTAL 28から一転して荘厳な雰囲気の中で開催された(図5)。

このシンポジウムは、W. L. Braggのご令嬢の講演、Bragg親子がノーベル賞を受賞するに至った経緯、生前のW. L. Braggのインタビュー映像や公開講座の様子などメモリアルな内容が数多く紹介された。シンポジウム後半は、Bragg親子が開拓したX線結晶学に続く中性子線・電子線の利用、現在の最先端の取り組みにも通ずるW. L. BraggによるMicrodiffractionの取り組みや現在進行形の先端研究への系譜が紹介され、100年間の結晶学の発展を目の当たりにしたとさえ感じられた一日であつた^[2]。

4. おわりに

結晶学の起点となるW. L. Braggの講演から100周年を迎え、幅広く、奥深くなった現代結晶学は様々な分野で有用な手段として用いられていることは言うまでもない。一方で、AsCA 12/CRYSTAL 28では新しい結晶学の胎動も感じられた。国際結晶学連合、各国の結晶学関連学会の働きかけにより、国連は2014年を世界結晶年(IYCr2014)^[3]として制定した。結晶学の次の100年のスタートとして、どのように貢献すべきかと考えさせられた学会であつたが、オーグスタイルで肩の力を抜き、視野を広く持って俯瞰せよと言われた気もした。

The Bragg Centennial Symposium プログラム

09:00 Opening Session

Welcome and Introduction

Prof. P. Colman (*Walter & Eliza Hall Institute*)

Opening of the Symposium

The Hon Tom Kenyon MP

(*South Australian Minister for Science and the Information Economy*)

“The Braggs and the Foundations of Modern Crystallography”

Prof. Gautam Desiraju

(*President of the IUCr/Indian Institute of Science, Bangalore*)

09:30 “A Tribute to my Father”

Mrs. Patience Thomson

(*younger daughter of Sir Lawrence Bragg*)

09:50 “Braggs’ Law or Bragg’s Law: Due Credit at Last, 100 years late?”

Dr. John Jenkin (*La Trobe University*)

The Braggs – the early days

11:00 “Lawrence Bragg’s Interest in the Deformation of Metals and 1950–53 in the Cavendish”

Professor Anthony Kelly

(*University of Cambridge*)

11:30 “The Bragg Legacy: Early Days in Macromolecular Crystallography”

Prof. Brian Matthews (*University of Oregon*)

12:00 “Background to the Nobel Prizes to the Braggs”

Prof. Anders Liljas (*Lund University*)

Other techniques for crystallography

(Chair: Dr. Rob Robinson, ANSTO)

13:30 “The Early Development of Neutron Diffraction: Science in the Wings of the Manhattan Project”

Dr. Thom Mason

(*Oak Ridge National Laboratory*)

14:00 “Bragg’s Law and Electron Crystallography”

Prof. Colin Humphreys

(*University of Cambridge*)

14:30 “Lawrence Bragg and Microdiffraction”

Prof. John Spence

(*Arizona State University/University of California, Berkeley*)

Frontiers in Diffraction Science

(Chair: Prof. Keith Nugent, *University of Melbourne*)

15:30 “Changing Practice in How Structures are Solved from X-ray Diffraction”

Prof. Wayne Hendrickson

(*Columbia University*)

16:00 “Materials Chemistry with X-rays and Neutrons”

Prof. Tony Cheetham

(*University of Cambridge*)

16:30 “A Tribute to Professor Dame Louise Johnson”

Prof. Jenny Martin (*University of Queensland*)

16:40 Some Short Excerpts of Videos about Sir Lawrence Bragg

Prof. Anthony Klein (*University of Melbourne*)

17:00 **Discussion**

17:10 **Close**

- [1] プログラム詳細等は会議ホームページに掲載されている。 <http://sapmea.asn.au/conventions/crystal2012/index.html>
- [2] Bragg Centennial IssueがActa Crystallographica Section Aに掲載されている。 <http://journals.iucr.org/a/issues/2013/01/00/issconts.html>
- [3] Bragg Centennial SymposiumもふくめIYCr2014に向けた取り組みが専用ホームページにて紹介されている。 <http://www.iycr2014.org/>

藤原 明比古 FUJIWARA Akihiko

(公財)高輝度光科学研究センター 利用研究促進部門

〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都 1-1-1

TEL : 0791-58-2750

e-mail : fujiwara@spring8.or.jp

フロンティアソフトマター開発専用ビームライン産学連合体 第2回研究発表会報告

フロンティアソフトマター開発専用ビームライン産学連合体
研究連絡協議会世話役
名古屋工業大学大学院 工学研究科 山本 勝宏

1. はじめに

フロンティアソフトマター開発専用ビームライン (BL03XU) 産学連合体 (以下 FSBL) は第2回研究発表会を平成25年1月9日九州大学医学部百年講堂にて開催した。FSBL^[1, 2] は SPring-8 初の産学連携によるソフトマター研究開発専用ビームラインとして2010年2月に竣工し、2年余りが経過した。その間 FSBL メンバーによる活発な研究活動が行われてきた。本報告会は2011年度の成果を発表する場として開催された。

2. 開会の挨拶

FSBL 運営委員会委員長 高原淳教授 (九州大学) の司会の下、FSBL 代表 竹田敏郎氏 (住友ベークライト (株) 先進技術開発研究所所長) の挨拶に始まり、高分子学会副会長 君塚信夫教授 (九州大学)、FSBL 学術諮問委員長 梶山千里先生 (福岡女子大学理事長兼学長) からのご挨拶を頂いた。梶山先生より、竣工から2年余り、関わってきた方々への感謝の意を伝えられるとともに、これまで一定の成果を上げていることを認めて頂いた。ただし、理研や JASRI の支援の下 (国の支援) であり、SPring-8 やスーパーコンピュータ「京」は国の科学インフラとしての位置づけであることを意識し、成果を



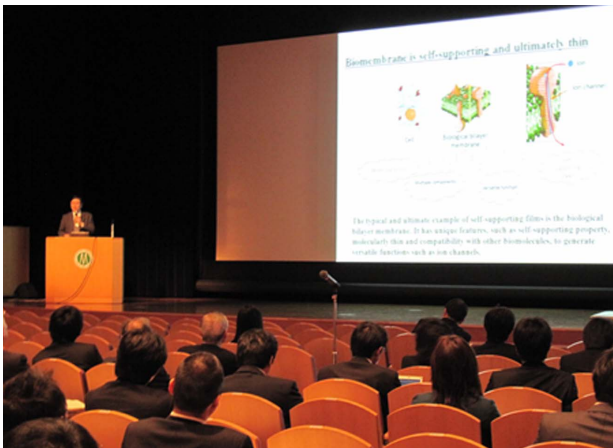
竹田代表より開会の挨拶

“オープン” にしなければならないことを忘れてはならないとご指摘された。さらに、サマースクールのような教育訓練の場を通じた若手研究者の人材育成も重要な課題であり、ソフトマターの構造解析、動的な構造解析ができる人材育成が欠かせないとのことをお言葉を頂いた。

3. 講演会第一部

FSBL 産学連携将来高度化委員会委員 両宮慶幸教授 (東京大学) の座長の下、FSBL 参加企業グループから、クラレグループ 浅田光則氏 ((株) クラレ) より「温度ジャンプ装置の開発と高耐熱性樹脂開発への適応」、東洋紡グループ 村瀬浩貴氏 (東洋紡 (株)) より「高分子フィルムの延伸過程での構造形成の直接観察」と題して研究発表がなされた。続いて、高度計測技術開発プロジェクトの成果として、プロジェクトリーダー 高田昌樹先生 (理化学研究所 (RIKEN) / 高輝度光科学研究センター (JASRI)) から高度化プロジェクトの概要についての説明がなされ、プロジェクトチームリーダーの櫻井和朗教授 (北九州市立大学) からは第二ハッチにおける「異常分散を利用した小角 X 線散乱技術の確立と動的測定への応用」課題、山本勝宏准教授 (名古屋工業大学) からは第一ハッチにおける「斜入射小角、小角・広角 X 線散乱法を用いた高性能薄膜デバイスの階層構造の解明」課題の研究結果報告がなされた。

特別講演には「巨大ナノ膜 ～ナノとマクロを結ぶソフトマター～」と題し國武豊喜先生 (北九州産業学術推進機構 理事長) にご講演頂いた。一般に高密度ネットワーク構造を持つ材料は機械的強度が大きいですが、その加工性が低く、高分子特有のソフトな性質が失われてしまう。しかしナノメートルの厚みとなると柔軟性を示すことを見出された。ご研究は、厚み 20～30 nm で数センチ角以上の自立性の膜 (ナノ膜) の創製とその応用に関するものであり、有機・無機ハイブリッド膜や金属酸化物でも適応で



特別講演 國武豊喜先生

きることを述べられた。無機ハイブリッド膜でも厚みが極度に小さくなると自立性を示し、丈夫かつ極めて柔軟な薄膜となる。引っ張り強度試験では、ナノ膜が100メガパスカルという十分の強度を備えていることを明らかにされた。これらの材料が物質透過膜（プロトン伝導膜、イオン伝導膜など）、燃料電池用の電解質膜としてのポテンシャルを有することを示され、非常に興味深い講演であった。

4. ポスター発表

講演会第一部終了後、FSBL 参画 19 グループのポスター発表を行い、参加者、企業グループ関係者らが活発な議論を交わした。

5. 講演会第二部

FSBL運営委員会副委員長 櫻井和朗教授の座長の下、FSBL参加企業グループから、住友ベークラ



ポスター発表

イトグループ 妹尾政宣氏（住友ベークライト(株)）より「医療用超高引裂きシリコンゴムの開発」、三菱化学グループ 小島優子氏（(株)三菱化学科学技術研究センター）より「塗布乾燥における有機太陽電池用薄膜のナノ構造形成過程」と題して研究発表がなされた。続いて、BL03XUの2012年度の新規整備状況について、ビームライン担当 増永啓康博士（JASR）(第二ハッチ)、小川紘樹博士（JASR）(第一ハッチ) から報告がなされた。

講演会の最後は、FSBL今後の展望として、FSBL運営委員会委員長 高原淳教授から、FSBLにおける実験の実績として、Polymer Journal特集号^[3]の発刊、受賞者リストやPR活動について紹介があった。今後は、どのような構造を評価したいのか、そのための新規概念の装置を含めた高度化を目指すこととし、形態学的観察、散乱・回折の同時測定、マイクロビームを用いた局所構造解析におけるさらに小さな領域への挑戦、元素特有の吸収を用いたASAXSの開発、高エネルギーX線を用いた水界面、X線光子相関分光法（XPCS）の開発、斜入射X線散乱（GI）における解析手法やソフトウェア開発を進めることを明らかにした。またトップサイエンス成果を国際的な学術雑誌へ積極的に投稿すること、設備向上のための予算獲得、基礎力（散乱・回折の原理、高分子構造・物性）のある若手の育成、横断的な研究会の発足（熱硬化性分科会、GI分科会）による相互交流を進めることを強調した。GIの分野で米田先生（当時九州大学）がPhysical Review^[4]にAnomalous Surface Reflection（いわゆるYoneda Wing）について発表してから今年がちょうど50年目であることが紹介され、その歴史を認識させられた。

6. 総括

最後に研究発表会の総括をFSBL学術諮問委員 安部明廣先生（東京工業大学名誉教授）から頂いた。初めに、FSBLの立ち上げからご尽力頂き、初代FSBL学術諮問委員長を務めて頂いた故堀江一之先生（JASRI/東京大学名誉教授）への哀悼の意を表された。FSBL発足当初から1年程度はまだコミュニティとは呼べない状況であったが、ようやくデータベースを超えたコミュニティとして形を成してきた。これは故堀江先生が最も気にされていたことで、その心配がなくなる方向へ進んでいると前向きなお言葉を頂いた。研究発表の内容にも物理や

化学のサイエンスや物の本質に深く迫った議論、哲学的になるかもしれないが、見ているものを越えた議論を期待したいと締めくくられた。

閉会の挨拶として、FSBL運営委員会副委員長 金谷利治教授（京都大学）から、FSBLが国の予算で始まっている以上、どのように成果を見せていくか？産学連携の形をどうやって行っているのか？そのことをどう見せるか？若手研究者が育ってきていることをどのようにアピールしていくか？を考えながら進める必要があることを述べられた。

7. 懇親会

続く懇親会には、研究会参加者のほとんどが出席し、情報交換および懇親を深めることができた。金谷利治教授の開会の挨拶に始まり、来賓からの挨拶として、九州シンクロトロン光研究センター所長 上坪宏道先生より、ユーザーのニーズに対応した装置アップグレードや産学連携が新しい活動であるとの言葉を頂いた。乾杯のご発声は、学術諮問委員 橋本竹治先生（京都大学名誉教授）に頂いた。中ほどで、JASRI 熊谷教孝専務理事よりFSBLのコンセプト、ユーザーニーズ対応の装置開発にお褒めのお言葉を頂き、若手実験者（学生、企業人）が多いことなど今後のFSBLの活動にエールを頂いた。続いて学術諮問委員 西敏夫先生（東京大学・東京工業大学名誉教授）にも挨拶を頂き、ご自身の古い研究テーマであったX線による動的構造解析に途方もない時間を費やし実験を行ったことを振り返られ、昨今のX線解析の進歩に感銘を受けられたことを述べられた。また、企業にとってはSPRING-8の利用による製品開発・技術開発においてトラブルシューティングも重要であることをご指摘された。最後のご挨拶として高田昌樹先生から、FSBLが海外からも注目され、産学連携でのイノベーションに取り組む協力は一般に難しいと言えるが、ものづくりの国である日本は欧米に比べまだまだ製造業は強く、さらにそれを強くすべく、そのきっかけとなるようお手伝いをしたいとお言葉を頂いた。閉会の挨拶として、FSBL運営委員会副委員長 櫻井和朗先生より、研究はマニアックでよいが、可視化やモデリングにより一般にわかりやすく見せることも重要であると締められた。

8. 最後に

全体として、各企業グループの研究成果が着実に積み重ねられてきていることが確認できた。また、企業利益、学術的研究の発展の追求のみならず、国の科学インフラとしてのSPRING-8利用を通して、社会に還元していくこともFSBLの重要な使命であることが共通の認識となった。

本研究発表会は（独）理化学研究所、（公財）高輝度光科学研究センター、九州大学シンクロトロン光利用研究センター、（社）高分子学会、（社）繊維学会、（社）日本ゴム協会、日本化学会、日本中性子科学会、日本放射光学会、産業用専用ビームライン建設利用共同体（サンビーム）、京都大学革新型電池先端基礎科学ビームライン、東京大学放射光連携研究機構（東大ビームライン）、（株）豊田中央研究所（豊田ビームライン）の協賛の下で開催されたことに感謝の意を表します。

- [1] H. Masunaga, H. Ogawa, T. Takano, S. Sasaki, K. Sakurai et al.: *Polym. J.* **43** (2011) 471-477.
- [2] H. Ogawa, H. Masunaga, S. Sasaki, S. Goto, T. Tanaka et al.: *Polym. J.* **45** (2013) 109-115.
- [3] 特集号“Application of Quantum Beams to Polymer Science and Engineering” *Polym. J.* **45** (2013)
- [4] Y. Yoneda: *Phys. Rev.* **131** (1963) 2010-2013.

山本 勝宏 YAMAMOTO Katsuhiko

名古屋工業大学 大学院工学研究科
〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町
TEL : 052-735-5277
e-mail : yamamoto.katsuhiko@nitech.ac.jp

平成 22 年度指定パワーユーザー中間評価報告

公益財団法人高輝度光科学研究センター
利用業務部

パワーユーザー制度は平成 15 年度より導入され、公募・審査を経て指定（指定期間は最大 5 年間）されています。パワーユーザー中間評価は、パワーユーザー審査委員会において、開始から 3 年目となったパワーユーザーを対象とし、あらかじめ提出されたパワーユーザー中間報告書に基づいたパワーユーザーによる発表とヒアリングにより、提案時の目的達成度と得られた成果および 4 年目以降の計画の妥当性を評価し、4 年目以降を実施するかどうか判断されます。今回は、平成 22 年度指定のパワーユーザー 1 名について、中間評価（平成 24 年 10 月 15 日開催）を行いました。

以下にパワーユーザー審査委員会がとりまとめた評価結果等を示します。

1. 入船 徹男（愛媛大学）

(1) 実施内容

研究テーマ：マルチアンビル実験技術の高度化と下部マントル条件下でのレオロジー・弾性波速度・相関係の精密決定：地球深部のダイナミクスと進化過程の解明に向けて

装置整備：大型 D-DIA 型ガイドブロックシステムの導入・開発と周辺装置の高度化

利用研究支援：当該装置を用いた共同利用研究の支援

(2) ビームライン：BL04B1

(3) 評価結果：4 年目以降を実施する

(4) 評価コメント

本 PU は、総合評価として (1) 優れた研究成果の創出、(2) 実験ステーションの整備、高度化、(3) 利用研究の拡大・推進、および利用者支援、いずれにおいても満足のいく成果を上げている。以下にそれぞれについてコメントする。

(1)：変形実験について、高温高圧下でのレオロジー研究手段が確立され、主要鉱物についての

粘性、塑性強度が測定できるようになったことは高く評価できる。特に hcp-Fe の選択配向についての知見が得られたことは、今後の発展が期待される。弾性波測定について安定して結果が得られるようになってきている。特にステイショバイトに関する新しい情報は有意義である。さらにヒメダイヤの創製・開発は素晴らしい成果であり、大型プレスによる高圧実験の圧力拡大に多大な貢献をしている。さらなる開発とこの技術を利用した地球科学への応用研究を期待する。

(2)：二次元 X 線回折測定システムの整備、拡大光学系の整備を進めており、整備完成後の測定精度の向上に寄与することが期待される。

(3)：地球科学分野だけでなく、材料科学分野にも成果が出るように支援を行っていることが高く評価される。また、海外の研究者に対しても多くの支援を行っていることは、高圧分野のみならず、SPring-8 のグローバル化にも寄与しており評価される。

このように PU の 3 つのミッションを理解し、それぞれに対して高く評価される成果を出しており、残りの 1 年半 PU として当初の計画を全うするように研究を続けていただきたい。

2011A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

第42回SPring-8利用研究課題審査委員会長期利用分科会（平成24年10月）において、2011A期に採択された3件の長期利用課題の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。

－ 課題1－

課題名	X線マイクロトモグラフィ法によるヒト脳神経回路の解析
実験責任者(所属)	水谷 隆太 (東海大学)
採択時の課題番号	2011A0034 (BL20XU)、 2011A0041 (BL47XU)
利用ビームライン	BL20XU、BL47XU (併用)
評価結果	3年目を実施する

〔評価コメント〕

申請者は、X線マイクロトモグラフィ法により、ヒト脳神経回路三次元構造を調べ、複雑なネットワークをなす線状構造のトレースに成功している。採択時審査コメントとして、実験者が実験責任者と内部スタッフのみから構成され、研究体制として不十分である事が指摘されたが、外部医療機関に共同研究者を広げ、医学的に意義の有る試料入手が可能になった。これによって、精神疾患患者脳の三次元構造解析に世界に先駆け成功した。また、通常者脳との比較を行う事が出来、明確な差を認める事ができた。さらに、高分解能結像光学系を使用し、ヒト組織で最も高い分解能での神経ネットワーク構造の三次元解析が達成された。試料の性格上、膨大なデータ取得は難しいが、予定通りに研究目標を達していると判断される。よって、引き続き、本課題を遂行すべきであると考えられる。

ただし、脳神経回路の三次元構造について、定量的な検討がほとんどなされておらず、統計数から考えても病理学的な知見が達成されているとは言えない。例えば線状構造の長さ、分岐の数値化を行って、医学的に意味のあるデータセットとして蓄積し、統計解析をすべきである。さらに、中間審査報告では、長期利用課題終了後の展開が十分に示されなかった。治療法に結び付けてゆく事も想定してゆくののか、ビジョンをより明確にして、ビームタイムを最大限有効に活用して欲しい。

－ 課題2－

課題名	Energy scanning X-ray diffraction study of extraterrestrial materials using synchrotron radiation
実験責任者(所属)	Michael Zolensky (NASA Johnson Space Center)
採択時の課題番号	2011A0035
利用ビームライン	BL37XU
評価結果	3年目を実施する

〔評価コメント〕

Zolensky's group has been applying energy scanning X-ray diffraction to many kinds of extraterrestrial samples in order to understand the birth and evolution of the solar system. In the first two years of the long-term project, Zolensky's group has revealed valuable information in each topic, although the targets are widely distributed, such as 1) Stardust mission samples, 2) Hayabusa mission samples, 3) interplanetary dust particles, 4) lunar regolith samples, 5) carbonaceous chondrite meteorites and 6) ordinary chondrite meteorites. The most striking outcome is that the particular sample from Itokawa, #49-1, was essentially unshocked different from the vast majority of samples. Because immediate and timely experiments on Itokawa

samples will be effectively conducted by the long-term project, the committee supports to continue the next half of this project.

Although the results include much information and one of results will be published in *Science*, the relation among individual topics was not clear at the evaluation. Therefore, the committee strongly recommends the project leader, Dr. Zolensky, to organize all outcomes into one story and to relate it to the birth and evolution of the solar system as one project, so as to make the project a success.

あることから、今後も論文掲載を通じた積極的な成果発表を期待する。

－ 課題3－

課題名	リアルタイム 2D-GIXD による有機半導体超薄膜の成長初期過程の観察
実験責任者(所属)	吉本則之 (岩手大学)
採択時の課題番号	2011A0036
利用ビームライン	BL19B2
評価結果	3年目を実施する

〔評価コメント〕

本長期利用課題は、高性能な有機薄膜トランジスタや有機薄膜太陽電池を開発する上で重要な技術となる有機分子結晶の配向制御を目指して薄膜成長の初期過程の研究を、2次元検出器を用いたすれすれ入射X線回折法により行うものである。本課題においては、二元蒸着や製膜中のトランジスタ特性の評価が可能となるその場観察用高真空チャンバーを開発し、それを用いた成果が報告されはじめています。また、本課題の成果が掲載された論文は少なくとも4編にのぼり、研究は計画通りに進捗しているものと認められる。また、実験能率向上のために2機目の高真空チャンバーを作製する計画も妥当なものと考えられる。今後も、装置開発、解析法の開発も含め着実な進展が期待できるため、本課題は継続して実施すべき課題である。

なお、実験責任者が認識しているとおり、結晶配向制御の検討を行う場合には基板の表面状態がよく定義(制御)されていることが必要である。高真空チャンバー2機の体制になれば、製膜前にチャンバー内で基板加熱を行うなどの清浄化処理も能率よく実施できると期待されるため、今後は現有装置で可能な範囲内で基板の表面状態制御も含めてデバイス応用との関係を明確にしながら研究を行うことを推奨する。また、興味深い成果が着実に得られつつ

2009B期 採択長期利用課題の事後評価について - 1 -

公益財団法人高輝度光科学研究センター
利用業務部

2009B期に採択された長期利用課題について、2012A期に3年間の実施期間が終了したことを受け、第42回SPring-8利用研究課題審査委員会長期利用分科会（平成24年10月）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5課題のうち評価を受けた1課題の評価結果を示します。研究内容については次号5月号の「最近の研究から」に実験責任者による紹介記事を掲載する予定です。

なお、2009B期に採択された長期利用課題5課題のうち残り4課題については、平成25年春頃に事後評価を実施する予定です。

課題名	膜輸送体動作機構の結晶学的解明
実験責任者(所属)	豊島近 (東京大学)
採択時課題番号	2009B0025
ビームライン	BL41XU
利用期間/配分総シフト	2009B～2012A/148.5シフト

〔評価結果〕

本課題では、生体膜を通してイオンを輸送する膜輸送体の動作機構の解明を目指し、(i)Ca²⁺-ATPase、(ii)Na⁺, K⁺-ATPase、(iii)H⁺-PPaseの3つの膜タンパク質のX線結晶構造解析と、結晶中の脂質二重膜の可視化を目指す (iv) コントラスト変調法を用いた脂質二重膜の可視化の4つの研究テーマを進めた。

(i) については、本研究期間内で初めて構造決定に成功したE1状態を含む、様々な反応中間体の構造決定に成功し、Ca²⁺-ATPaseの反応機構をほぼカバーする中間体の構造を明らかにした。これらのうちNPxPとの複合体の構造解析については

PNASに報告され、また、E1状態の成果についても現在Natureに投稿・改訂中である。さらに大量発現系を確立し、結晶化・構造解析に成功したことは、本タンパク質の機能解明に重要な変異体の構造解析を行えるようになったことを意味しており、今後さらなる研究の発展が期待できる。(ii) については、本研究期間中に、E2・2K⁺・Piアナログ複合体の構造をNatureに、ウアバインとの低親和性結合状態の構造をPNAS誌に報告している。さらに、まだ論文としてはまとめられていないが成果がいくつも得られており、それらの完成が期待される。(iii) については、台湾およびフィンランドのグループから同じタンパク質の構造解析が報告されたが、豊島らは、複数の基質アナログとの複合体の構造解析に成功し、さらに詳細な反応メカニズムを理解する成果を得ており、その結果の完成が期待される。(iv) については、新規方法論の開発であり、その成果が現れてきている。残念ながら期間内での完成には到っていないが、手法の開発は進んできており、今後の展開が期待される。

以上のように、当初計画で挙げられた4つのテーマについて、いずれも非常に困難なテーマであったにも関わらず、計画以上の成果が挙げられている。これは、長期利用課題のメリットを生かしたビームタイム配分が有効に機能した結果であり、また、ビームライン担当者との緊密な情報共有を通して、研究が進められたことは特筆すべきである。

本研究を進展させるため、さらに、SPring-8のさらなる高度化・活性化のために、次回以降も長期利用課題を申請して頂くことを強く期待する。

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 9～11 月の運転・利用実績

SPring-8 は 9 月 24 日から 10 月 20 日までセベラルバンチ運転で第 4 サイクルの運転を行い、10 月 22 日から 11 月 23 日までセベラルバンチ運転で第 5 サイクルの運転を実施した。第 4～5 サイクルでは瞬時電圧低下によるアボー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 4 サイクルは約 0.9%、第 5 サイクルは 0.6% 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 4 サイクルは合計 210 件、利用研究者は 975 名で、専用施設利用研究の実験数は合計 116 件、利用研究者は 648 名であった。第 5 サイクルは合計 331 件、利用研究者は 1,524 名で、専用施設利用研究の実験数は合計 197 件、利用研究者は 983 名であった。

1. 装置運転関係

(1) 運転期間

第 4 サイクル（9/24（月）～10/20（土））

第 5 サイクル（10/22（月）～11/23（金））

(2) 運転時間の内訳

第 4 サイクル

運転時間総計 約 622 時間

①装置の調整およびマシンスタディ等 約 190 時間

②放射光利用運転時間 約 428 時間

③故障等による down time 約 4 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 5 サイクル

運転時間総計 約 768 時間

①装置の調整およびマシンスタディ等 約 73 時間

②放射光利用運転時間 約 691 時間

③故障等による down time 約 4 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 0.6%

(3) 運転スペック等

第 4 サイクル（セベラルバンチ運転）

・ 1/14 filling + 12 bunches

・ 11 bunch train × 29

第 5 サイクル（セベラルバンチ運転）

・ 11 bunch train × 29

・ 4/58 filling + 53 bunches

・ 203 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

・ 瞬時電圧低下によるアボート

2. 利用関係

(1) 放射光利用実験期間

第 4 サイクル（10/2（火）～10/20（土））

第 5 サイクル（10/23（火）～11/23（金））

(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 4 サイクル（暫定値）

共同利用研究実験数 210 件

共同利用研究者数 975 名

専用施設利用研究実験数 116 件

専用施設利用研究者数 648 名

第 5 サイクル（暫定値）

共同利用研究実験数 331 件

共同利用研究者数 1,524 名

専用施設利用研究実験数 197 件

専用施設利用研究者数 983 名

◎平成 24 年 11～平成 25 年 1 月の運転・利用実績

SPring-8 は 11 月 26 日から 12 月 27 日までセベラルバンチ運転で第 6 サイクルの運転を実施した。

12 月 28 日から 1 月 14 日まで冬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を行った。

1 月 15 日から 2 月 8 日までセベラルバンチ運転で第 7 サイクルの運転を実施する。第 6 サイクルおよび第 7 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

- (1) 2 月 9 日から 3 月 31 日まで年度末点検調整期間とし、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。
- (2) 年度末点検調整期間後の運転条件については決定しだいユーザーに SPring-8 の WWW 等で報告する。

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12月31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	32	39	36	51	53	47	67	45	504		
	BL02B1	Single Crystal Structure Analysis (1997.10)	34	16	11	14	10	10	10	9	19	11	7	151		
	BL02B2	Powder Diffraction (1999. 9)	74	47	44	46	43	47	65	60	51	71	30	578		
	BL04B1	High Temperature and High Pressure Research (1997.10)	46	8	22	12	12	14	13	17	18	17	12	191		
	BL04B2	High Energy X-ray Diffraction (1999. 9)	21	8	19	12	20	40	17	24	28	21	26	236		
	BL08W	High Energy Inelastic Scattering (1997.10)	30	10	9	10	17	15	7	7	11	19	16	151		
	BL09XU	Nuclear Resonant Scattering (1997.10)	24	13	7	8	11	12	12	8	7	13	8	123		
	BL10XU	High Pressure Research (1997.10)	68	19	20	29	20	32	32	24	33	25	19	321		
	BL13XU	Surface and Interface Structure (2001. 9)		7	12	21	15	21	25	18	17	15	5	156		
	BL14B2	Engineering Science Research II (2007. 9)								2	14	20	29	24	89	
	BL19B2	Engineering Science Research I (2001.11)		6	14	20	18	19	20	17	18	29	32	193		
	BL20B2	Medical and Imaging I (1999. 9)	36	12	25	13	16	15	22	11	10	20	15	195		
	BL20XU	Medical and Imaging II (2001. 9)	2	13	4	7	8	21	24	24	30	21	11	165		
	BL25SU	Soft X-ray Spectroscopy of Solid (1998. 4)	62	13	31	39	20	41	24	19	20	22	14	305		
	BL27SU	Soft X-ray Photochemistry (1998. 5)	43	18	25	45	40	25	37	14	19	30	6	302		
	BL28B2	White Beam X-ray Diffraction (1999. 9)	3	9	7	8	7	15	15	13	9	11	8	105		
	BL35XU	High Resolution Inelastic Scattering (2001. 9)	3	5	8	5	3	13	19	4	8	12	6	86		
	BL37XU	Trace Element Analysis (2002.11)		1	12	11	11	13	12	12	19	19	10	120		
	BL38B1	Structural Biology III (2000.10)	5	13	31	37	47	42	41	48	41	41	37	383		
	BL39XU	Magnetic Materials (1997.10)	42	11	17	10	10	19	13	26	13	19	13	193		
	BL40B2	Structural Biology II (1999. 9)	42	30	39	36	31	44	21	26	37	35	31	372		
	BL40XU	High Flux (2000. 4)	8	3	9	10	12	14	9	10	9	11	13	108		
	BL41XU	Structural Biology I (1997.10)	82	36	63	61	66	69	59	76	55	49	16	632		
	BL43IR	Infrared Materials Science (2000. 4)	6	5	6	10	5	8	12	8	5	8	7	80		
	BL46XU	Engineering Science Research III (2000.11)	4	6	3	8	14	12	17	11	13	17	7	112		
	BL47XU	HXPES・MCT (1997.10)	37	6	17	26	25	26	20	25	17	24	7	230		
	Public Use at Other Beamlines	BL11XU	Quantum Dynamics (1999. 3)	3	3	1	1	2	1	4					15	
		BL14B1	Materials Science (1998. 4)	13	5	2	3	3	7	3	3	2	1	1	43	
		BL15XU	WEBRAM (2002. 9)			6	4	8	7	7	2	1	1	1	37	
		BL17SU	RIKEN Coherent Soft X-ray Spectroscopy (2005. 9)						1	2	3	1	7	5	19	
		BL19LXU	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	3	6	
		BL26B2	RIKEN Structural Genomics II (2009. 4)									1			3	
		BL29XU	RIKEN Coherent X-ray Optics (2002. 9)		1	2	1	4	2	4	1				15	
		BL32XU	RIKEN Targeted Proteins (2010.10)										3	2	5	
		BL44B2	RIKEN Materials Science (1998. 5)	5	1	2	3								11	
		BL45XU	RIKEN Structural Biology I (1997.10)	14	9	12	5	6	11	3	8	7	9	3	87	
		Subtotal			803	359	504	556	557	665	627	597	588	680	443	6379
		Contract Beamlines	BL03XU	Advanced Softmaterials (2009.11)									1	4	8	13
	BL07LSU		University-of-Tokyo Synchrotron Radiation Outstation (2009.11)									1	4	3	8	
	BL08B2		Hyogo Prefecture BM (2005. 9)									1	1	3	5	
	BL11XU		Quantum Dynamics (2001. 9)	10	3	7	10	7	13	8	7	8	6	8	87	
	BL12B2		NSRRRC BM (2003. 2)	4	16	20	24	15	8	8	7	8	3	1	114	
BL12XU	NSRRRC ID (2003. 2)			1		5	6	6	8	5	15	9	6	61		
BL14B1	Materials Science (2001. 4)		16	5	7	7	7	11	18	15	17	15	3	121		
BL15XU	WEBRAM (1999. 9)		18	13	5	3	13	14	15	28	34	42	28	213		
BL16B2	Sunbeam BM (1999. 9)		12	1	1	2	7	5	3	4	5	4	2	46		
BL16XU	Sunbeam ID (1999. 9)		3	1	4	5	6	4	2	5	4	1	1	36		
BL22XU	Quantum Structural Science (1998. 6)				1	4	13	12	5	8	14	10	6	73		
BL23SU	Actinide Science (1998.10)		29	11	13	8	10	14	21	21	14	20	11	172		
BL24XU	Hyogo Prefecture ID (2002. 9)		58	13	11	9	7	12	6	7	5	6	7	141		
BL32B2	Pharmaceutical Industry (2000.10)				6	3	2	4	6	1	2	2		26		
BL33LEP	Laser-Electron Photon (2009. 5)		12	2		2	2	2	2	4	3			29		
BL33XU	Toyota (2000. 2)										2	5	7			
BL44XU	Macromolecular Assemblies (2000. 2)	10	12	17	27	31	27	22	28	16	37	21	248			
Subtotal			172	78	92	109	126	132	124	140	148	166	113	1400		
RIKEN Beamlines	BL17SU	Coherent Soft X-ray Spectroscopy (2005. 9)			2	5	4	10	18	13	9	5	6	72		
	BL19LXU	SR Physics (2002. 9)	8	2	11	6	11	12	5	10	3	3	4	75		
	BL26B1	Structural Genomics I (2009. 4)		2	18	35	23	19	23	11	5	3	2	141		
	BL26B2	Structural Genomics II (2009. 4)		1	5	5	6	6	18	4	4	9	7	65		
	BL29XU	Coherent X-ray Optics (2002. 9)	27	19	13	17	9	20	14	9	9	6		143		
	BL32XU	Targeted Proteins (2010.10)										1	5	6		
	BL45XU	Structural Biology I (1997.10)	55	29	23	19	18	20	14	9	6	11	8	213		
Subtotal			146	74	92	104	87	101	107	65	42	41	32	891		
Hardware / Software R & D			226	26	25	23	29	16	9	27	18	14	7	420		
NET Sum Total			1163	450	599	682	662	787	751	733	703	761	494	7785		

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等登録データベース (<http://user.spring8.or.jp/?p=748&lang=ja>) に2012年12月31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。

・本登録数は別刷り等で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12月31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) 504	52	70	626	
	BL02B1	Single Crystal Structure Analysis	(1997.10) 151	15	24	190	
	BL02B2	Powder Diffraction	(1999. 9) 578	36	65	679	
	BL04B1	High Temperature and High Pressure Research	(1997.10) 191	8	38	237	
	BL04B2	High Energy X-ray Diffraction	(1999. 9) 236	12	32	280	
	BL08W	High Energy Inelastic Scattering	(1997.10) 151	10	33	194	
	BL09XU	Nuclear Resonant Scattering	(1997.10) 123	14	24	161	
	BL10XU	High Pressure Research	(1997.10) 321	21	50	392	
	BL13XU	Surface and Interface Structure	(2001. 9) 156	11	29	196	
	BL14B2	Engineering Science Research II	(2007. 9) 89	6	14	109	
	BL19B2	Engineering Science Research I	(2001.11) 193	40	59	292	
	BL20B2	Medical and Imaging I	(1999. 9) 195	63	63	321	
	BL20XU	Medical and Imaging II	(2001. 9) 165	74	68	307	
	BL25SU	Soft X-ray Spectroscopy of Solid	(1998. 4) 305	17	45	367	
	BL27SU	Soft X-ray Photochemistry	(1998. 5) 302	17	26	345	
	BL28B2	White Beam X-ray Diffraction	(1999. 9) 105	13	20	138	
	BL35XU	High Resolution Inelastic Scattering	(2001. 9) 86	6	11	103	
	BL37XU	Trace Element Analysis	(2002.11) 120	19	28	167	
	BL38B1	Structural Biology III	(2000.10) 383	10	33	426	
	BL39XU	Magnetic Materials	(1997.10) 193	14	61	268	
	BL40B2	Structural Biology II	(1999. 9) 372	11	67	450	
	BL40XU	High Flux	(2000. 4) 108	14	46	168	
	BL41XU	Structural Biology I	(1997.10) 632	3	67	702	
	BL43IR	Infrared Materials Science	(2000. 4) 80	12	34	126	
BL46XU	Engineering Science Research III	(2000.11) 112	9	18	139		
BL47XU	HXPES・MCT	(1997.10) 230	92	95	417		
Public Use at Other Beamlines	BL11XU	Quantum Dynamics	(1999. 3) 15	2	3	20	
	BL14B1	Materials Science	(1998. 4) 43	1	10	54	
	BL15XU	WEBRAM	(2002. 9) 37	19	7	63	
	BL17SU	RIKEN Coherent Soft X-ray Spectroscopy	(2005. 9) 19	1	17	37	
	BL19LXU	RIKEN SR Physics	(2002. 9) 5		1	6	
	BL22XU	Quantum Structural Science	(2004. 9) 5			5	
	BL23SU	Actinide Science	(1998. 6) 46	5	17	68	
	BL26B1	RIKEN Structural Genomics I	(2009. 4) 6			6	
	BL26B2	RIKEN Structural Genomics II	(2009. 4) 4			4	
	BL29XU	RIKEN Coherent X-ray Optics	(2002. 9) 15		1	16	
	BL32XU	RIKEN Targeted Proteins	(2010.10) 5			5	
	BL44B2	RIKEN Materials Science	(1998. 5) 11		3	14	
	BL45XU	RIKEN Structural Biology I	(1997.10) 87	5	14	106	
		Subtotal		6379	632	1193	8204
	Contract Beamlines	BL03XU	Advanced Softmaterials	(2009.11) 13		1	14
BL07LSU		University-of-Tokyo Synchrotron Radiation Outstation	(2009.11) 8			8	
BL08B2		Hyogo Prefecture BM	(2005. 9) 5			5	
BL11XU		Quantum Dynamics	87	6	8	101	
BL12B2		NSRRC BM	(2001. 9) 114	1	1	116	
BL12XU		NSRRC ID	(2003. 2) 61	6	3	70	
BL14B1		Materials Science	121	10	34	165	
BL15XU		WEBRAM	(2001. 4) 213	7	25	245	
BL16B2		Sunbeam BM	(1999. 9) 46	9	41	96	
BL16XU		Sunbeam ID	(1999. 9) 36	8	34	78	
BL22XU		Quantum Structural Science	73	2	21	96	
BL23SU		Actinide Science	172	36	77	285	
BL24XU		Hyogo Prefecture ID	(1998.10) 141	17	48	206	
BL32B2		Pharmaceutical Industry	(2002. 9) 26		3	29	
BL33LEP		Laser-Electron Photon	(2000.10) 29	24	3	56	
BL33XU		Toyota	(2009. 5) 7	1	3	11	
BL44XU		Macromolecular Assemblies	(2000. 2) 248		26	274	
	Subtotal		1400	127	328	1855	
RIKEN Beamlines	BL17SU	Coherent Soft X-ray Spectroscopy	72	4	7	83	
	BL19LXU	SR Physics	75	7	18	100	
	BL26B1	Structural Genomics I	141	2	18	161	
	BL26B2	Structural Genomics II	65	1	11	77	
	BL29XU	Coherent X-ray Optics	143	14	24	181	
	BL32XU	Targeted Proteins	6	1	1	8	
	BL44B2	Materials Science	213	2	14	229	
	BL45XU	Structural Biology I	176	5	38	219	
	Subtotal		891	36	131	1058	
Hardware / Software R & D			420	446	408	1274	
NET Sum Total			7785	1078	1571	10434	

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/

このデータベースに登録された原著論文の内、平成24年10月～12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/

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10月～12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	10	The Journal of Biological Chemistry	4
Journal of the Physical Society of Japan	9	Angewandte Chemie International Edition	3
Japanese Journal of Applied Physics	8	Applied Physics Letters	3
Acta Crystallographica Section F	7	Biochemistry	3
Journal of Applied Physics	6	Journal of the American Chemical Society	3
The Journal of Physical Chemistry B	6	Nucleic Acids Research	3
Journal of Physics: Condensed Matter	5	Polymer	3
Journal of Power Sources	4	Solid State Ionics	3
Macromolecules	4		

他全105誌、計 186報

課題の成果として登録された論文

Journal of the Physical Society of Japan

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
21750	Makina Saitou	81 (2012) 023001	2011A0086	BL09XU	瀬戸 誠	Small and Large Angle Quasi-elastic Scattering Experiments by Using Nuclear Resonant Scattering on Typical and Amphiphilic Liquid Crystals
21752	Makina Saitou	80 (2011) 123001	2009B0086	BL09XU	瀬戸 誠	Improvement of Efficiency of Time-Domain Interferometry Method Using Two Driven Nuclear Absorbers
			2010A0086	BL09XU	瀬戸 誠	
			2010B0086	BL09XU	瀬戸 誠	
			2011A0086	BL09XU	瀬戸 誠	
22285	Kazuaki Iwasa	81 (2012) 113601	2011A1304	BL35XU	岩佐 和晃	Renormalized Motion of Dysprosium Atoms Filling Boron Cages of DyB ₆
			2011B1215	BL35XU	岩佐 和晃	
			2009A1224	BL35XU	岩佐 和晃	
			2007B1328	BL35XU	岩佐 和晃	
22369	Takeshi Yajima	81 (2012) 103706	2011A4902	BL15XU	Tassel Cedric	Superconductivity in BaTi ₂ Sb ₂ O with a d ¹ Square Lattice
			2012A4512	BL15XU	松下 能孝	
22433	Takashi Yamamoto	80 (2011) 123709	2010A1261	BL43IR	山本 貴	Interdimer Charge Disproportionation in <i>Triclinic</i> -EtMe ₃ P[Pd(dmit) ₂] ₂ (dmit: 1,3-Dithiole-2-thione-4,5-dithiolate)
22454	Fumihiko Matsui	81 (2012) 114604	2009A1408	BL25SU	松井 文彦	Photoemission Diffraction and Holographic Reconstruction of Graphite
			2009B1769	BL25SU	松井 文彦	
22473	Satoshi Tsutsui	81 (2012) SB022	2009A1353	BL08W	筒井 智嗣	Magnetic Compton Scattering and Mössbauer Studies of an Itinerant Ferromagnet UFe ₂
22704	Mizuki Tada	82 (2013) 021013	2010A1408	BL37XU	唯 美津木	Hard X-ray Time-Resolved/Space-Resolved X-ray Absorption Fine Structure Analysis for Heterogeneous Metal Catalysis
			2010B1014	BL01B1	岩澤 康裕	
			2010B1017	BL40XU	岩澤 康裕	
			2011A1031	BL01B1	岩澤 康裕	
			2011A1033	BL40XU	岩澤 康裕	
22772	Toyohiko Kinoshita	82 (2013) 021005	2007B2007	BL25SU	木下 豊彦	Observation of Micro-Magnetic Structures by Synchrotron Radiation Photoelectron Emission Microscopy
			2007A1835	BL17SU	新井 邦明	
			2008A1723	BL17SU	新井 邦明	
			2008A1726	BL25SU	新井 邦明	
			2008A2052	BL25SU	木下 豊彦	
			2009A1667	BL17SU	新井 邦明	
			2006B1236	BL25SU	福本 恵紀	
			2007A1117	BL25SU	大谷 義近	
			2007B1739	BL25SU	大谷 義近	
			2008A1298	BL25SU	大谷 義近	
			2009A1755	BL25SU	奥田 太一	
			2009B1415	BL25SU	大河内 拓雄	
			2009B1736	BL25SU	奥田 太一	
			2009B2120	BL25SU	大河内 拓雄	
			2010A1645	BL25SU	菅 滋正	
			2010B1157	BL25SU	大沢 仁志	
			2010B1699	BL25SU	奥田 太一	
			2010B1709	BL25SU	山口 明啓	
			2011A1183	BL25SU	大河内 拓雄	
			2011A1377	BL25SU	大沢 仁志	
2011A1657	BL25SU	山口 明啓				
2011A2056	BL25SU	大河内 拓雄				

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
22195	Yoichi Nii	86 (2012) 125142	2009B1242	BL02B1	有馬 孝尚	Orbital Structures in Spinel Vanadates AV_2O_4 ($A=Fe, Mn$)
			2010A1397	BL02B1	有馬 孝尚	
			2011A1025	BL02B1	有馬 孝尚	
22336	Yuki Utsumi	86 (2012) 115114	2010B4801	BL15XU	佐藤 仁	Electric Structure of Kondo Lattice Compounds $YbNi_3X_9$ ($X = Al, Ga$) Studied by Hard X-ray Spectroscopy
			2011A4803	BL15XU	佐藤 仁	
			2011B4801	BL15XU	佐藤 仁	
			2011B4260	BL12XU	辻井 直人	
			2012A4266	BL12XU	佐藤 仁	
22370	Yanfeng Guo	86 (2012) 054523	2010B4800	BL15XU	小林 啓介	Continuous Critical Temperature Enhancement with Gradual Hydrogen Doping in $LaFeAsO_{0.85}H_x$ ($x = 0-0.85$)
22423	Tetsuo Okane	86 (2012) 125138	2009B3823	BL23SU	岡根 哲夫	Magnetic Behavior Near the Boundary of $4f$ Delocalization in Ferromagnetic $CeRu_2Ge_2$ and Paramagnetic $CeRu_2Si_2$ Observed by $Ce M_{4.5}$ XAS and XMCD
			2010A3823	BL23SU	岡根 哲夫	
			2011A3835	BL23SU	岡根 哲夫	
22472	Satoshi Tsutsui	86 (2012) 195115	2005A0369	BL35XU	筒井 智嗣	Atomic Dynamics of Low-Lying Rare-Earth Guest Modes in Heavy Fermion Filled Skutterudites ROs_4Sb_{12} ($R =$ Light Rare-Earth)
			2005B0127	BL01B1	水牧 仁一朗	
			2006A1039	BL35XU	筒井 智嗣	
			2007A1301	BL35XU	筒井 智嗣	
			2007B2077	BL35XU	筒井 智嗣	
			2008A1058	BL35XU	筒井 智嗣	
			2008B2194	BL39XU	河村 直己	
			2009A1961	BL39XU	河村 直己	
			2009B1126	BL35XU	筒井 智嗣	
22502	Gaku Eguchi	86 (2012) 184510	2011B1710	BL47XU	和達 大樹	Large Spin-orbit Splitting and Weakly Anisotropic Superconductivity Revealed with Single-Crystalline Noncentrosymmetric CaR_3Si_3
			2012A1624	BL47XU	和達 大樹	
22653	Hideaki Sakai	86 (2012) 104407	2010A1552	BL35XU	酒井 英明	Soft Phonon Mode Coupled with Antiferromagnetic Order in Incipient-Ferroelectric Mott Insulators $Sr_{1-x}Ba_xMnO_3$
			2010B1579	BL35XU	酒井 英明	
			2011A1502	BL35XU	酒井 英明	
22678	Takahiro Kondo	86 (2012) 035436	2010B1758	BL27SU	原田 慈久	Atomic-scale Characterization of Nitrogen-doped Graphite: Effects of Dopant Nitrogen on the Local Electronic Structure of the Surrounding Carbon Atoms
22692	Yukio Kajihara	86 (2012) 214202	2008B1062	BL04B2	梶原 行夫	Density Fluctuations at the Continuous Liquid-Liquid Phase Transition in Chalcogen Systems
			2009A1288	BL04B2	梶原 行夫	
			2009B1583	BL04B2	梶原 行夫	
			2010A1325	BL04B2	梶原 行夫	

Japanese Journal of Applied Physics

22246	Akio Ohta	50 (2011) 10PE01	2010A0026	BL46XU	宮崎 誠一	X-ray Photoelectron Spectroscopy Study of Interfacial Reactions between Metal and Ultrathin Ge Oxide
22247	Akio Ohta	50 (2011) 10PH02	2010A0026	BL46XU	宮崎 誠一	Evaluation of Chemical Structure and Resistance Switching Characteristics of Undoped Titanium Oxide and Titanium-Yttrium Mixed Oxide
22362	Feng Gao	51 (2012) 10NC28	2011B1541	BL01B1	山添 誠司	Structural Study of Cu-Deficient $Cu_{2(1-x)}ZnSnSe_4$ Solar Cell Materials by X-ray Diffraction and X-ray Absorption Fine Structure
			2010B1502	BL01B1	山添 誠司	
			2010B1502	BL01B1	山添 誠司	
			2010A1197	BL01B1	山添 誠司	
22364	Feng Gao	51 (2012) 10NC29	2011B1541	BL01B1	山添 誠司	Structural and Optical Properties of In-Free $Cu_2ZnSn(S,Se)_4$ Solar Cell Materials
			2010B1502	BL01B1	山添 誠司	
			2010A1197	BL01B1	山添 誠司	
22522	Shuichi Ogawa	51 (2012) 11PF02	2010B3873	BL23SU	高桑 雄二	Vacuum Annealing Formation of Graphene on Diamond C(111) Surfaces Studied by Real-Time Photoelectron Spectroscopy
			2010B3879	BL23SU	高桑 雄二	
			2011B3871	BL23SU	高桑 雄二	
22524	Takuo Ohkouchi	51 (2012) 128001	2010B1709	BL25SU	山口 明啓	Progress in Time-Resolved Photoemission Electron Microscopy at BL25SU, SPring-8: Radiofrequency Field Excitation of Magnetic Vortex Core Gyration
			2011A1657	BL25SU	山口 明啓	
22537	Yasuhiro Yoneda	51 (2012) 09LE06	2010B1351	BL04B2	米田 安宏	Local Structure Analysis of Bi_2WO_6

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
22540	Yoshio Suzuki	51 (2012) 086701	2009A1344	BL20XU	鈴木 芳生	Gabor Holography with Speckle-Free Spherical Wave in Hard X-ray Region

Acta Crystallographica Section F

18223	Kazuki Kawahara	66 (2010) 1067-1070	2009B1417	BL38B1	中村 昇太	Cloning, Expression, Crystallization and Preliminary X-ray Crystallographic Analysis of a Human Condensin SMC2 Hinge Domain with Short Coiled Coils
20320	Toshiyuki Chatake	67 (2011) 1334-1338	2007A1352	BL38B1	茶竹 俊行	High-resolution X-ray Study of the Effects of Deuteration on Crystal Growth and the Crystal Structure of Proteinase K
21432	Hongyu Xinag	67 (2011) 1649-1652	2011A2031	BL38B1	加藤 悦子	Crystallization and Preliminary X-ray Crystallographic Analysis of a Helicase-like Domain from a Tomato Mosaic Virus Replication Protein
21435	Kouji Nishikawa	66 (2010) 23-25	2008A1464	BL41XU	庄村 康人	Crystallization and Preliminary X-ray Analysis of NADH:rubredoxin Oxidoreductase from <i>Clostridium acetobutylicum</i>
			理研	BL26B1		
22413	Yumi Uchida	68 (2012) 1307-1310	2009B1001	BL41XU	山本 雅貴	Crystallization and Preliminary X-ray Analysis of the FliH-FliI Complex Responsible for Bacterial Flagellar Type III Protein Export
			2009B1031	BL41XU	山本 雅貴	
			2010A1010	BL41XU	山本 雅貴	
			2011A1004	BL41XU	山本 雅貴	
22415	Yoshihiro Fukuda	67 (2011) 692-695	2009A6931	BL44XU	野尻 正樹	Cloning, Expression, Purification, Crystallization and Preliminary X-ray Crystallographic Study of GK0767, the Copper-Containing Nitrite Reductase from <i>Geobacillus kaustophilus</i>
			2010A1921	BL38B1	玉田 太郎	
22538	Masaki Unno	68 (2012) 668-670	2011B6607	BL44XU	海野 昌喜	Crystallization and Preliminary X-ray Crystallographic Analysis of Human Peptidylarginine Deiminase Type III

Journal of Applied Physics

15640	Jose Garitaonandia	105 (2009) 07A907	2006B1536	BL39XU	Garitaonandia Jose	Thiol-capped Ferromagnetic Au Nanoparticles Investigated by Au L_3 X-ray Absorption Spectroscopy
			2008A1701	BL39XU	Garitaonandia Jose	
21629	Norihiko Okamoto	100 (2006) 073504	2003B0701	BL02B2	乾 晴行	Crystal Structure and Thermoelectric Properties of Type-I Clathrate Compounds in the Ba-Ga-Ge System
21631	Jung-Hwan Kim	102 (2007) 034510	2006B1325	BL02B2	乾 晴行	Thermoelectric Properties and Crystal Structure of Type-III Clathrate Compounds in the Ba-Al-Ge System
21632	Jung-Hwan Kim	102 (2007) 094506	2006B1325	BL02B2	乾 晴行	Crystal Structure and Thermoelectric Properties of Type-III Clathrate Compounds in the Ba-In-Ge System
			2007A2076	BL02B2	金正煥	
22189	Yongtao Zou	112 (2012) 014910	2011B0082	BL04B1	入船 徹男	Elasticity and Sound Velocities of Polycrystalline $Mg_3Al_2(SiO_4)_3$ Garnet up to 20 Gpa and 1700 K
			2011A0082	BL04B1	入船 徹男	
22703	Christian Papp	112 (2012) 114501	2008A4906	BL15XU	Fadley Charles	No destructive Characterization of TiN Metal Gate: Chemical and Structural Properties by Means of Standing-Wave Hard X-ray Photoemission Spectroscopy

The Journal of Physical Chemistry B

22282	Viktória Mile	116 (2012) 9758-9767	2007B1273	BL04B2	Pusztai Laszlo	On the Structure of Aqueous Cesium Fluoride and Cesium Iodide Solutions: Diffraction Experiments, Molecular Dynamics Simulations, and Reverse Monte Carlo Modeling
22350	Ken Terao	116 (2012) 12714-12720	2007A1034	BL40B2	寺尾 憲	Side-Chain-Dependent Helical Conformation of Amylose Alkylbamates: Amylose Tris(ethylcarbamate) and Amylose Tris(<i>n</i> -hexylcarbamate)
			2007B1296	BL40B2	寺尾 憲	
			2008A1313	BL40B2	寺尾 憲	
			2009A1049	BL40B2	寺尾 憲	
			2010A1587	BL40B2	中村 泰子	
22482	Takanori Takiue	116 (2012) 13739-13748	2010A1190	BL37XU	瀧上 隆智	Multilayer Formation of the Fluoroalkanol- ω -Hydrogenated Fluorocarbon Mixture at the Hexane/Water Interface Studied by Interfacial Tensiometry and X-ray Reflection
			2011A1202	BL37XU	瀧上 隆智	
			2012A1203	BL37XU	瀧上 隆智	

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
22550	Orsolya Gereben	116 (2012) 9114-9121	2008B1073	BL04B2	Pusztai Laszlo	Molecular Conformations and the Liquid Structure in Bis(methylthio)methane and Diethyl Sulfide: Diffraction Experiments vs Molecular Dynamics Simulations
22664	Yusuke Sanada	116 (2012) 8241-8250	2009A0012	BL40B2	櫻井 和朗	Composition Dependence of the Micellar Architecture Made from Poly(ethylene glycol)- <i>block</i> -Poly(partially benzyl-esterified aspartic acid)
			2009B1397	BL40B2	櫻井 和朗	
			2010A1089	BL40B2	櫻井 和朗	
			2010B1726	BL40B2	櫻井 和朗	
22745	Shoichi Kutsumizu	113 (2009) 640-646	2005B0383	BL45XU	櫻井 伸一	Smectic C to Cubic Phase Transition of 4'- <i>n</i> -docosyloxy-3'-nitrophenyl- 4-carboxylic Acid and AC Electric Field Effect
			2003B0417	BL45XU	櫻井 伸一	
			2004A0392	BL45XU	櫻井 伸一	
			2004B0144	BL45XU	櫻井 伸一	

Journal of Physics: Condensed Matter

22645	Hisao Kobayashi	25 (2013) 022201	2009A1305	BL09XU	小林 寿夫	Observation of a Pressure-Induced As-As Hybridization Associated with a Change in the Electronic State of Fe in the Tetragonal Phase of EuFe ₂ As ₂
			2009B1408	BL09XU	小林 寿夫	
22689	Yohko Yano	24 (2012) 503101	2007B1091	BL37XU	矢野 陽子	Kinetics of Protein Unfolding at Interfaces
			2008A1197	BL37XU	矢野 陽子	
			2009A1686	BL37XU	矢野 陽子	
			2009B1308	BL37XU	矢野 陽子	
22691	Roberto Boada	25 (2013) 035604	2008B1753	BL39XU	Boada Roberto	Competing Effects in the Magnetic Polarization of Non-Magnetic Atoms
22698	Sergey Suturin	25 (2013) 046002	2011A1984	BL25SU	Sokolov Nikolai	Proximity Effects and Exchange Bias in Co/MnF ₂ (111) Heterostructures Studied by X-ray Magnetic Circular Dichroism

Journal of Power Sources

21687	Yueming Zheng	208 (2012) 447-451	2010A1742	BL14B2	菅野 了次	High-capacity Phase Formation by Surface Modification of Li ₃ PO ₄ on Nanosized Li ₂ RuO ₃ Electrode for Lithium Batteries
			2011A1866	BL46XU	菅野 了次	
22358	Kazuhiko Mukai	224 (2013) 230-235	2011A1854	BL19B2	岸田 佳大	Thermal Expansion in Lithium Manganese Oxide Spinels Li[L _x Mn _{2-x}]O ₄ with 0 ≤ x ≤ 1/3
22542	Hideharu Niwa	223 (2013) 30-35	2008B1177	BL27SU	原田 慈久	Probing Carbon Edge Exposure of Iron Phthalocyanine-Based Oxygen Reduction Catalysts by Soft X-ray Absorption Spectroscopy
			2009A1008	BL27SU	尾嶋 正治	
22612	Yoshinori Arachi	196 (2011) 6939-6942	2009B1037	BL02B2	荒地 良典	Changes in Electronic Structure of Li _{2-x} CuO ₂
			2010B1968	BL14B2	荒地 良典	

Macromolecules

22208	Isamu Akiba	45 (2012) 6150-6157	2010B1367	BL40B2	秋葉 勇	Anomalous Small-Angle X-ray Scattering Study of Structure of Polymer Micelles Having Bromines in Hydrophobic Core
			2010B1051	BL40B2	秋葉 勇	
			2011A1431	BL40B2	秋葉 勇	
			2010A1089	BL40B2	櫻井 和朗	
22649	Yuan Yuan	44 (2011) 9341-9350	2011A1279	BL40B2	Zhang Jianming	Polymorphism and Structural Transition around 54°C in Regioregular Poly(3-hexylthiophene) with High Crystallinity As Revealed by Infrared Spectroscopy
22712	Shinichi Sakurai	42 (2009) 2115-2121	2005B0383	BL45XU	櫻井 伸一	Spontaneous Perpendicular Orientation of Cylindrical Microdomains in a Block Copolymer Thick Film
22726	Wonchalem Rungswang	44 (2011) 9276-9285	2009A1153	BL45XU	櫻井 伸一	Directing Thermoplastic Elastomer Microdomain Parallel to Fiber Axis: A Model Case of SEBS with Benzoxazine through π-π Stacking

Applied Physics 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
22312	Yasushi Kagoshima	101 (2012) 163102	2009B3200	BL24XU	籠島 靖	Inclined-Incidence Quasi-Fresnel Lens for Prefocusing of Synchrotron Radiation X-ray Beams
			2010B3200	BL24XU	籠島 靖	
22695	Albert Greer	101 (2012) 202402	2010A4902	BL15XU	Fadley Charles	Observation of Boron Diffusion in an Annealed Ta/CoFeB/MgO Magnetic Tunnel Junction with Standing-Wave Hard X-ray Photoemission
			2010B4900	BL15XU	Panaccione Giancarlo	
			2011A4606	BL15XU	小林 啓介	
22650	Mohammad Ghafari	101 (2012) 243104	2011A1316	BL08W	Kamali- Moghaddam Saeed	Evidence of Itinerant Magnetism in a Metallic Nanoglass

Biochemistry

22280	Daigo Shiga	51 (2012) 7901-7907	2011B1238	BL01B1	田中 俊樹	Creation of a Binuclear Purple Copper Site within a <i>de novo</i> Coiled-Coil Protein
22471	Yoshiteru Yamada	51 (2012) 3963-3970	2009B1547	BL40XU	山田 好輝	A Compact Intermediate State of Calmodulin in the Process of Target Binding
			2010B2031	BL40XU	岩本 裕之	
			2011B2081	BL40XU	岩本 裕之	
22637	Yugo Hayashi	51 (2012) 8608-8616	2011A1204	BL38B1	長尾 聡	Domain Swapping of the Heme and N-Terminal α -Helix in <i>Hydrogenobacter thermophilus</i> Cytochrome <i>c</i> ₅₅₂ Dimer
			2011B1086	BL38B1	長尾 聡	
			2010B1041	BL38B1	廣田 俊	

Journal of the American Chemical Society

22667	Jun-ichi Nishigaki	134 (2012) 14295-14297	2011B1541	BL01B1	山添 誠司	A New Binding Motif of Sterically Demanding Thiolates on a Gold Cluster
			2011A1970	BL14B2	一國 伸之	
22687	Takuji Hatakeyama	134 (2012) 19600-19603	2009B1785	BL19B2	畠山 琢次	Azaboradibenzo[6]helicene: Carrier Inversion Induced by Helical Homochirality
			2010A1721	BL19B2	畠山 琢次	
22770	Takuji Hatakeyama	134 (2012) 20262-20265	2011B1418	BL27SU	高谷 光	Iron-Catalyzed Aromatic Amination for Nonsymmetrical Triarylamine Synthesis
			2012A1636	BL27SU	高谷 光	
			2011B1945	BL14B2	高谷 光	
			2012A1595	BL14B2	高谷 光	

Nucleic Acids Research

19224	Osamu Nureki	38 (2010) 7286-7297	2010A1086	BL41XU	瀧木 理	Structure of an Archaeal Non-discriminating Glutamyl- tRNA Synthetase: a Missing Link in the Evolution of Gln-tRNA ^{Gln} Formation
21313	Tatsuhiko Someya	40 (2012) 1856-1867	2008B1506	BL38B1	染谷 龍彦	Crystal Structure of Hfq from <i>Bacillus subtilis</i> in Complex with SELEX-derived RNA Aptamer: Insight into RNA- binding Properties of Bacterial Hfq
			2011A2043	BL38B1	馬場 清喜	
22527	Akira Hirata	40 (2012) 10554-10566	2012A1098	BL38B1	平田 章	X-ray Structure of the Fourth Type of Archaeal tRNA Splicing Endonuclease: Insights into the Evolution of a Novel Three-Unit Composition and a Unique Loop Involved in Broad Substrate Specificity

Polymer

22707	Shinichi Sakurai	50 (2009) 1566-1576	2007B1218	BL40B2	櫻井 伸一	Ultra Small-Angle X-ray Scattering Studies on Structural Changes in Micrometers Upon Uniaxial Stretching of Segmented Polyurethaneureas
			2005A0690	BL45XU	竹中 幹人	
22713	Shinichi Sakurai	49 (2008) 2781-2796	2007B1281	BL40B2	櫻井 伸一	Progress in Control of Microdomain Orientation in Block Copolymers – Efficiencies of Various External Fields
			2006A1090	BL40B2	櫻井 伸一	
			2005B0245	BL40B2	櫻井 伸一	
			2005B0383	BL45XU	櫻井 伸一	
22725	Wonchalerm Rungswang	52 (2011) 844-853	2009A1153	BL45XU	櫻井 伸一	Existence of Microdomain Orientation in Thermoplastic Elastomer through a Case Study of SEBS Electrospun Fibers

Solid State Ionics

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
22309	Kiyoshi Kobayashi	225 (2012) 443-447	2010A4503	BL15XU	小林 清	Electrical Conductivity and X-ray Diffraction Analysis of Oxyapatite-Type Lanthanum Silicate and Neodymium Silicate Solid Solution
22375	Hironori Kobayashi	225 (2012) 580-584	2010B1023	BL19B2	鹿野 昌弘	Study on Li De-Intercalation/Intercalation Mechanism for a High Capacity Layered $\text{Li}_{1.20}\text{Ni}_{0.17}\text{Co}_{0.10}\text{Mn}_{0.53}\text{O}_2$ Materials
			2009B1776	BL02B2	荒地 良典	
22647	Yoshinori Arachi	176 (2005) 895-903	2001B0484	BL01B1	荒地 良典	Li De-Intercalation Mechanism in $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{0.5}\text{O}_2$ Cathode Material for Li-Ion Batteries
			2002A0370	BL02B2	小林 弘典	
			2003A0062	BL02B2	小林 弘典	

Angewandte Chemie International Edition

21886	Takui Hatakeyama	51 (2012) 8834-8837	2011B1945	BL14B2	高谷 光	Iron-Catalyzed Alkyl-Alkyl Suzuki-Miyaura Coupling
			2009B1783	BL14B2	畠山 琢次	
			2009A1848	BL14B2	畠山 琢次	
			2012A1595	BL14B2	高谷 光	
22293	Takahiro Saida	51 (2012) 10311-10314	2011A1537	BL47XU	唯 美津木	4D Visualization of a Cathode Catalyst Layer in a Polymer Electrolyte Fuel Cell by 3D Laminography-XAFS
			2011B1015	BL01B1	横山 利彦	

Bulletin of the Chemical Society of Japan

22489	Kojirou Fuku	84 (2011) 979-981	2010A1540	BL01B1	森 浩亮	Highly-Efficient Thermal Decomposition of Volatile Organic Compound by Pt/CeO ₂ /ZSM-5
22495	Shusuke Okada	85 (2012) 1057-1059	2011B1107	BL01B1	森 浩亮	Hydrogenation of Phenol Using Silica Supported Pd and PdAu Catalysts in the presence of H ₂ and O ₂

Chemical Communications

22388	Ryosuke Kotani	48 (2012) 11316-11318	2012A1207	BL02B2	近藤 篤	Gate Adsorption of CO ₂ on a Flexible One-Dimensional Copper-Based Coordination Polymer Crystal
22493	Kohsuke Mori	48 (2012) 8886-8888	2011B1107	BL01B1	森 浩亮	Unexpected Pd-catalyzed Hydrogenation of Phenol into 2-Cyclohexene-1-one: Enhanced Activity and Selectivity Assisted by Molecular Oxygen

ChemSusChem

22514	Takashi Kudo	5 (2012) 2271-2277	2010B1469	BL02B2	加納 博文	Diffusion-Barrier-Free Porous Carbon Monoliths as a New Form of Activated Carbon
22598	Tamao Ishida	5 (2012) 2243-2248	2009B1007	BL14B2	春田 正毅	Base-Free Direct Oxidation of 1-Octanol to Octanoic Acid and its Octyl Ester over Supported Gold Catalysts

Dalton Transactions

22342	Satoshi Nagao	41 (2012) 11378-11385	2011A1204	BL38B1	長尾 聡	Structural and Oxygen Binding Properties of Dimeric Horse Myoglobin
			2011B1086	BL38B1	長尾 聡	
22451	Atsushi Ikeda-Ohno	41 (2012) 7190-7192	2009A3504	BL11XU	池田 篤史	Dinuclear Complexes of Tetravalent Cerium in an Aqueous Perchloric Acid Solution

e-Journal of Surface Science and Nanotechnology

21482	Tomohiro Matsushita	9 (2011) 153-157	2005A0445	BL25SU	松下 智裕	Reconstruction Algorithm for Atomic Resolution Holography
			2006B1019	BL25SU	松下 智裕	
			2007A1278	BL25SU	松下 智裕	
			2005B0726	BL25SU	松井 文彦	
22442	Masaichiro Mizumaki	10 (2012) 575-577	2008B1222	BL27SU	水牧 仁一朗	X-Ray Spectroscopic Studies of A-Site Ordered Perovskite $\text{LaMn}_3\text{B}_4\text{O}_{12}$ (B=V, Cr)
			2009B1017	BL27SU	島川 祐一	
			2009B1210	BL27SU	水牧 仁一朗	

Fuel

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
22402	Hiroyuki Akiho	89 (2010) 2490-2495	2006A5352	BL16B2	山本 融	Effect of Oxidizing Agents on Selenate Formation in a Wet FGD
			2006B5351	BL16B2	栢原 義久	
			2007A5351	BL16B2	栢原 義久	
			2007B5350	BL16B2	栢原 義久	
22403	Hiroyuki Akiho	102 (2012) 156-161	2005B5352	BL16B2	栢原 義久	Speciation and Oxidation Reaction Analysis of Selenium in Aqueous Solution using X-ray Absorption Spectroscopy for Management of Trace Element in FGD Liquor
			2006A5352	BL16B2	山本 融	
			2006B5351	BL16B2	栢原 義久	
			2007A5351	BL16B2	栢原 義久	
			2007B5350	BL16B2	栢原 義久	
2008A5350	BL16B2	栢原 義久				

IOP Conference Series: Materials Science and Engineering

21741	Hideyuki Yasuda	33 (2012) 012053	2009B0014	BL20B2	安田 秀幸	Macroscopic Modelling of Semisolid Deformation for Considering Segregation Bands Induced by Shear Deformation
			2009A0014	BL20B2	安田 秀幸	
			2010A1420	BL20B2	柳楽 知也	
			2010B1242	BL20B2	柳楽 知也	
			2011A1209	BL20B2	Gourlay Christopher	
22715	Shinichi Sakurai	14 (2010) 012004	2007B1281	BL40B2	櫻井 伸一	Spontaneous Perpendicular Orientation of Cylindrical Microdomains in a Thick Film of Block Copolymers
			2009A1742	BL40B2	櫻井 伸一	

The Journal of Biological Chemistry

22559	Yusuke Sato	287 (2012) 25860-25868	2011B1170	BL41XU	深井 周也	Molecular Basis of Lys-63-linked Polyubiquitination Inhibition by the Interaction between Human Deubiquitinating Enzyme OTUB1 and Ubiquitin-conjugating Enzyme UBC13
			2011A1052	BL41XU	深井 周也	
			2011B1160	BL41XU	深井 周也	
			2011B1237	BL41XU	山形 敦史	
			2010B1978	BL41XU	山形 敦史	
			2010B1977	BL32XU	深井 周也	
22603	Umeharu Ohto	287 (2012) 40611-40617	2011A1912	BL41XU	大戸 梅治	Structural Analyses of Human Toll-like Receptor 4 Polymorphisms D299G and T399I
			理研	BL32XU		

Journal of Molecular Biology

22103	Keiko Kubota	422 (2012) 366-375	2011B1237	BL41XU	山形 敦史	Get1 Stabilizes an Open Dimer Conformation of Get3 ATPase by Binding Two Distinct Interfaces
			2010B1978	BL41XU	山形 敦史	
			2009B1287	BL41XU	山形 敦史	
			2009A1267	BL41XU	山形 敦史	
			2009A1167	BL41XU	山形 敦史	
			2008B1329	BL41XU	山形 敦史	
			2011A1396	BL32XU	山形 敦史	
			2011B1170	BL41XU	深井 周也	
			2011A1052	BL41XU	深井 周也	
			2010B1977	BL32XU	深井 周也	
			2010A1939	BL41XU	深井 周也	
			2010A1904	BL41XU	深井 周也	
			2009A1202	BL41XU	深井 周也	
			2008B1497	BL41XU	深井 周也	
2008A1971	BL41XU	深井 周也				
22414	Yoshinari Shoyama	423 (2012) 96-105	2004A0827	BL41XU	黒木 良太	Structure and Function of Δ 1-Tetrahydrocannabinolic Acid (THCA) Synthase, the Enzyme Controlling the Psychoactivity of <i>Cannabis sativa</i>
			2004B0132	BL38B1	森元 聡	
			2005A0376	BL41XU	森元 聡	

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
22494	Kohsuke Mori	16 (2012) 18873-18877	2011B1107	BL01B1	森 浩亮	Intercalation of Pt(II) Terpyridine Complexes into Layered $K_4Nb_6O_{17}$ and Visible-Light-Driven Photocatalytic Production of H_2
22688	Ken-ichi Saitow	116 (2012) 17252-17258	2008A1655	BL40B2	矢野 陽子	Fractal of Gold Nanoparticles Controlled by Ambient Dielectricity: Synthesis by Laser Ablation as a Function of Permittivity

Journal of Physics: Conference Series

22706	Satoshi Tsutsui	391 (2012) 012074	2005A0369	BL35XU	筒井 智嗣	Inelastic X-ray Scattering of Heavy Fermion Compounds RO_4Sb_{12} (<i>R</i> : Light Rare-Earth)
			2006A1039	BL35XU	筒井 智嗣	
			2007A1301	BL35XU	筒井 智嗣	
			2007B2077	BL35XU	筒井 智嗣	
			2008A1058	BL35XU	筒井 智嗣	
22755	Junichi Yamaura	391 (2012) 012112	2009B1200	BL02B1	大隅 寛幸	Phase Transition and Magnetic Structure of Pyrochlore Oxide $Cd_2Os_2O_7$
			理研	BL19LXU		
			2011A1128	BL09XU	山浦 淳一	

Journal of Solid State Chemistry

22270	Alexei Belik	195 (2012) 32-40	2009A1136	BL02B2	Belik Alexei	Polar and Nonpolar Phases of $BiMO_3$: A Review
22368	C. I. Sathish	196 (2012) 579-585	2010B4800	BL15XU	小林 啓介	Superconducting and Structural Properties of δ - $MoC_{0.681}$ Cubic Molybdenum Carbide Phase

Journal of Synchrotron Radiation

21622	Umeharu Ohto	15 (2008) 262-265	2006B1687	BL38B1	大戸 梅治	Crystal Twinning of Human MD-2 Protein Recognizing Endotoxin Cores of Lipopolysaccharide
			2006A1578	BL38B1	大戸 梅治	
22660	Taiki Hoshino	19 (2012) 988-993	2012A1025	BL19B2	高原 淳	X-ray Photon Correlation Spectroscopy Using a Fast Pixel Array Detector with a Grid Mask Resolution Enhancer
			理研	BL19LXU		

Journal of the Ceramic Society of Japan

21675	Yuichi Masuda	119 (2011) 850-854	2009B1356	BL01B1	細川 三郎	Combustion Activities of the Ru Catalysts Supported on Hexagonal $YbFeO_3$
22539	Toru Wakihara	120 (2012) 341-343	2011A1292	BL04B2	脇原 徹	Preparation of Nano-Zeolite X by Bead-Milling and Post-Milling Recrystallization

Protein Science

22416	Nobuo Okazaki	21 (2012) 539-552	2000B0289	BL41XU	黒木 良太	Substrate Recognition Mechanism of a Glycosyltrehalose Trehalohydrolase from <i>Sulfolobus solfataricus</i> KM1
			2001A0544	BL41XU	黒木 良太	
22563	Taro Masuda	21 (2012) 786-796	2011B1327	BL38B1	増田 太郎	The Extension Peptide Contributes to Phytoferritin Shell Stability and Surface Hydrophobicity

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

22599	Hiroaki Nishikawa	43 (2012) 285-292	2010A1001	BL14B2	春田 正毅	State Analysis of Au Nanoparticles Supported on NiO
			2010B1006	BL14B2	春田 正毅	
			2011A1003	BL14B2	春田 正毅	
			2011B1001	BL14B2	春田 正毅	
22600	Daisuke Kawamoto	43 (2012) 293-302	2011A1003	BL14B2	春田 正毅	Characterization of Gold Nanoparticles Supported on Metal Oxides by X-Ray Absorption Spectroscopy and ^{197}Au Mössbauer Spectroscopy: Detection of Gold Alloy
			2011B1001	BL14B2	春田 正毅	

ACS Macro Letters

22521	Ken Terao	1 (2012) 1291-1294	2010B1126	BL40B2	寺尾 憲	Rigid Cyclic Polymer in Solution: Cycloamylose Tris(phenylcarbamate) in 1,4-Dioxane and 2-Ethoxyethanol
			2011A1049	BL40B2	寺尾 憲	

Acta Crystallographica Section D

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
22652	Shunsuke Fukakusa	68 (2012) 1418-1429	2011B1259	BL38B1	中村 昇太	Structure of the CFA/III Major Pilin Subunit CofA from Human Enterotoxigenic <i>Escherichia coli</i> Determined at 0.90 Å Resolution by Sulfer-SAD Phasing

Acta Materialia

21630	Norihiko Okamoto	54 (2006) 5519-5528	2003B0701	BL02B2	乾 晴行	Splitting of Guest Atom Sites and Lattice Thermal Conductivity of Type-I and Type-III Clathrate Compounds in the Ba-Ga-Ge System
-------	---------------------	------------------------	-----------	--------	------	--

Advances in X-Ray Analysis

21701	Yoshiaki Akinawa	52 (2009) 493-500	2007B1372	BL02B1	秋庭 義明	Effect of Residual Stresses on Fatigue Strength of Severely Surface Deformed Steels by Shot Peening
-------	---------------------	----------------------	-----------	--------	-------	---

Biochemical Journal

22256	Satoshi Kume	446 (2012) 279-289	2008A1657	BL40B2	乾 隆	Systematic Interaction Analysis of Human Lipocalin-Type Prostaglandin D Synthase with Small Lipophilic Ligands
			2008B1784	BL40B2	乾 隆	
			2009A1695	BL40B2	乾 隆	
			2010A1603	BL40B2	宮本 優也	

Biochimica et Biophysica Acta - Biomembranes

22589	Shinichi Mochizuki	1828 (2013) 412-418	2010A1089	BL40B2	櫻井 和朗	The Role of the Helper Lipid Dioleoylphosphatidylethanolamine (DOPE) for DNA Transfection Cooperating with a Cationic Lipid Bearing Ethylenediamine
-------	-----------------------	------------------------	-----------	--------	-------	---

Biochimica et Biophysica Acta - Molecular Cell Research

22287	Chikashi Toyoshima	1793 (2009) 941-946	2006B0013	BL41XU	豊島 近	How Ca ²⁺ -ATPase Pumps Ions across the Sarcoplasmic Reticulum Membrane
-------	-----------------------	------------------------	-----------	--------	------	--

Biomaterials

22696	Peng Mi	34 (2013) 492-500	2012A1706	BL37XU	Cabral Horacio	Gd-DTPA-Loaded Polymer-Metal Complex Micelles with High Relaxivity for MR Cancer Imaging
-------	---------	----------------------	-----------	--------	-------------------	--

Carbohydrate Polymers

16111	Kayoko Kobayashi	79 (2010) 882-889	2007B1591	BL38B1	木村 聡	Crystal Transition between Hydrate and Anhydrous β - chitin Monitored by Synchrotron X-ray Fiber Diffraction
-------	---------------------	----------------------	-----------	--------	------	--

Chemistry - A European Journal

22491	Kohsuke Mori	18 (2012) 415-418	2010A1540	BL01B1	森 浩亮	Photoluminescence Emission and Photoinduced Hydrogen Production Driven by Pt ^{II} Pyridyl Complexes Anchored onto Mesoporous Silica
-------	-----------------	----------------------	-----------	--------	------	--

Chemistry - An Asian Journal

22310	Ichiro Hisaki	7 (2012) 2607-2614	2012A1330	BL38B1	久木 一朗	Crystal Structure of Quinine: The Effects of Vinyl and Methoxy Groups on Molecular Assemblies of Cinchona Alkaloids Cannot Be Ignored
-------	------------------	-----------------------	-----------	--------	-------	---

Chemistry Letters

22464	Hajime Shigemitsu	41 (2012) 1535-1537	2010B1370	BL38B1	久木 一朗	Guest-dependent Structural Transformation of Dehydrobenzoannulene Inclusion Crystals Composed of π-Stacked Parallelogram Columnar Motifs
			2011A1341	BL38B1	久木 一朗	
			2011B1587	BL38B1	久木 一朗	

Chemistry of Materials

22481	Masatomo Yashima	24 (2012) 4100-4113	2011A1442	BL02B2	八島 正知	Role of Ga ³⁺ and Cu ²⁺ in the High Interstitial Oxide-Ion Diffusivity of Pr ₂ NiO ₄ -Based Oxides: Design Concept of Interstitial Ion Conductors through the Higher-Valence d ¹⁰ Dopant and Jahn-Teller Effect
			2011B1995	BL02B2	八島 正知	
			2012A1415	BL02B2	八島 正知	

Crystal Growth and Design

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
22762	Kotaro Fujii	12 (2012) 6165-6172	2007B1836	BL19B2	寺田 勝英	Mechanism of Dehydration-Hydration Processes of Lisinopril Dihydrate Investigated by ab Initio Powder X-ray Diffraction Analysis
			2008A1932	BL19B2	寺田 勝英	

Current Applied Physics

22665	Takayoshi Shimura	12 (2012) S69-S74	2008B1453	BL20B2	志村 考功	Synchrotron X-ray Topography of Supercritical-Thickness Strained Silicon-on-Insulator Wafers for Crystalline Quality Evaluation and Electrical Characterization Using Back-gate Transistors
			2009B1490	BL20B2	志村 考功	
			2011A1253	BL20B2	志村 考功	

Earth and Planetary Science Letters

22260	Yuki Kudo	349-350 (2012) 1-7	2010A0087	BL10XU	廣瀬 敬	Sound Velocity Measurements of CaSiO ₃ Perovskite to 133 GPa and Implications for Lowermost Mantle Seismic Anomalies
			2010B0087	BL10XU	廣瀬 敬	
			2011A0087	BL10XU	廣瀬 敬	

ECS Transactions

22610	Yoshinori Arachi	41 (2012) 1-7	2010B1899	BL19B2	荒地 良典	Effect of CuO on the Electrochemical Activity of Li ₂ MnO ₃
			2010B1968	BL14B2	荒地 良典	

Electrochemistry

22609	Yoshinori Arachi	80 (2012) 829-833	2007A1702	BL02B2	荒地 良典	Ion Distributions and the Electrochemical Properties of LiNi _{0.5} Mn _{0.5} O ₂ Prepared by Ion-Exchange for Positive Electrode
-------	------------------	----------------------	-----------	--------	-------	--

EuroPhysics Letters

20561	Takayoshi Ito	84 (2008) 026002	2005B0971	BL02B1	池田 直	Temperature and Electric-current Dependence of Charge-ordered Domains in θ -(BEDT-TTF) ₂ CsZn(SCN) ₄
-------	---------------	---------------------	-----------	--------	------	---

FEBS Letters

22474	Satoshi Yamashita	586 (2012) 2404-2410	2011A1873	BL26B1	吉田 裕美	Carbohydrate Recognition Mechanism of HA70 from <i>Clostridium botulinum</i> Deduced from X-ray Structures in Complexes with Sialylated Oligosaccharides
-------	-------------------	-------------------------	-----------	--------	-------	--

Ferroelectrics

22771	David Ellis	441 (2012) 42-47	理研	BL44B2		Growth and Characterization of EuTiO ₃ Crystals
			2012A1362	BL35XU	Ellis David	

Geophysical Research Letters

22756	Yoshio Kono	39 (2012) L24306	2007B1648	BL04B1	河野 義生	Sound Velocities of MORB and Absence of a Basaltic Layer in the Mantle Transition Region
			2008B1245	BL04B1	入船 徹男	

Gold Bulletin

22594	Kazu Okumura	45 (2012) 83-90	2012A1089	BL01B1	奥村 和	Formation of Nanometer-sized Au Particles on USY Zeolites under Hydrogen Atmosphere
			2011B1095	BL01B1	奥村 和	

High Pressure Research

18538	Kenichi Funakoshi	30 (2010) 60-64	2003A0688	BL04B1	舟越 賢一	<i>In situ</i> Viscosity Measurements of Liquid Fe-S Alloys at High Pressures
			2006B1276	BL04B1	大高 理	
			2008B2212	BL04B1	舟越 賢一	

IEICE Transactions on Electronics

22499	Ichir Hirose	E95-C (2012) 1749-1751	2007A1263	BL19B2	廣沢 一郎	Orientation of Crystalline and Non-crystalline PMDA-ODA Polymers at Rubbet Film Surface
			2007A1859	BL19B2	廣沢 一郎	
			2008A1860	BL19B2	廣沢 一郎	
			2008B1870	BL19B2	廣沢 一郎	

Industrial & Engineering Chemistry Research

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
22765	Duangta Tongsakul	51 (2012) 16182-16187	2011A1607	BL01B1	西村 俊	Hydrotalcite-Supported Platinum Nanoparticles Prepared by a Green Synthesis Method for Selective Oxidation of Glycerol in Water Using Molecular Oxygen

Inorganic Chemistry

22699	Kazuya	50 (2011)	2010A1261	BL43IR	山本 貴	Electronic State of a Conducting Single Molecule Magnet Based on Mn-salen Type and Ni-Dithiolen
	Kubo	9337-9344	2009B1542	BL43IR	山本 貴	

Journal of Applied Crystallography

22741	Hiroshi Okuda	45 (2012) 119-121	2012B1083	BL40XU	櫻井 伸一	Contrast Matching of an Si Substrate with Polymer Films by Anomalous Dispersion at the Si K Absorption Edge
			2010A1636	BL40B2	櫻井 伸一	
			2009A1573	BL40B2	櫻井 伸一	
			2008B1515	BL40B2	櫻井 伸一	
			2007B1218	BL40B2	櫻井 伸一	
			2011A7297	BL03XU	奥田 浩司	

The Journal of Chemical Physics

22754	Emiko Sugimura	137 (2012) 194505	2010B0087	BL10XU	廣瀬 敬	Experimental Evidence of Superionic Conduction in H ₂ O Ice
-------	-------------------	----------------------	-----------	--------	------	--

Journal of Electron Spectroscopy and Related Phenomena

22541	Toyohiko Kinoshita	185 (2012) 389-394	2006B1236	BL25SU	福本 恵紀	Status of Pump-Probe Time-Resolved Photoemission Electron Microscopy at SPring-8
			2007A1117	BL25SU	大谷 義近	
			2007B1739	BL25SU	大谷 義近	
			2008A1298	BL25SU	大谷 義近	
			2009A1755	BL25SU	奥田 太一	
			2009B1415	BL25SU	大河内 拓雄	
			2009B1736	BL25SU	奥田 太一	
			2009B2120	BL25SU	大河内 拓雄	
			2010A1645	BL25SU	菅 滋正	
			2010B1157	BL25SU	大沢 仁志	
			2010B1699	BL25SU	奥田 太一	
			2010B1709	BL25SU	山口 明啓	
			2011A1183	BL25SU	大河内 拓雄	
			2011A1377	BL25SU	大沢 仁志	
			2011A1657	BL25SU	山口 明啓	
			2011A2056	BL25SU	大河内 拓雄	
			2007A1317	BL39XU	大沢 仁志	
			2007B1641	BL39XU	大沢 仁志	
2009B1558	BL39XU	大沢 仁志				
2010A1318	BL37XU	大沢 仁志				
2010B1411	BL37XU	大沢 仁志				

Journal of Materials Chemistry

22492	Kojirou Fuku	22 (2012) 16243-16247	2011B1107	BL01B1	森 浩亮	Enhanced Hydrogenation Activity of Nano-sized Pd-Ni Bimetal Particles on Ti-containing Mesoporous Silica Prepared by Photo-assisted Deposition Method
-------	-----------------	--------------------------	-----------	--------	------	---

Journal of Medicinal Chemistry

22646	Naoyuki Kuwabara	55 (2012) 893-902	2010B1156	BL38B1	大山 拓次	Peroxisome Proliferator-Activated Receptors (PPARs) Have Multiple Binding Points That Accommodate Ligands in Various Conformations: Phenylpropanoic Acid-Type PPAR Ligands Bind to PPAR in Different Conformations, Depending on the Subtype
-------	---------------------	----------------------	-----------	--------	-------	--

Journal of the American Ceramic Society

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
22496	Yasushi Idemoto	95 (2012) 3906-3911	2008B2060	BL19B2	伊藤 孝憲	Crystal and Electronic Structure Analyses on Bi ₂ SiO ₅ -Added SrBi ₂ (Ta _{1-x} Nb _x) ₂ O ₉ by Using Pulsed Neutron and Synchrotron X-Ray Sources

Materials Characterization

22327	Masakazu Kobayashi	69 (2012) 52-62	2009A1154	BL20XU	小林 正和	Three-Dimensional Evaluation of the Compression and Recovery Behavior in a Flexible Graphite Sheet by Synchrotron Radiation Microtomography
-------	--------------------	--------------------	-----------	--------	-------	---

Materials Chemistry and Physics

22588	Hideki Hashimoto	137 (2012) 571-575	2007A1883	BL04B2	田辺 潔	Amorphous Structure of Iron Oxide of Bacterial Origin
-------	------------------	-----------------------	-----------	--------	------	---

Materials Research Bulletin

22529	László Temleitner	47 (2012) 4409-4413	2011A1113	BL04B2	Pusztai Laszlo	Microscopic and Mesoscopic Structural Features of an Activated Carbon Sample, Prepared from Sorghum via Activation by Phosphoric Acid
-------	-------------------	------------------------	-----------	--------	----------------	---

Materials Science Forum

22663	Takayoshi Shimura	725 (2012) 153-156	2009A1313	BL28B2	志村 考功	Analysis of Lattice Distortion in Multicrystalline Silicon for Photovoltaic Cells by Synchrotron Ehte X-ray Microbeam Diffraction
			2010A1191	BL28B2	志村 考功	
			2010B1316	BL28B2	志村 考功	
			2011A1253	BL20B2	志村 考功	

Nature

21440	Motohiko Murakami	485 (2012) 90-94	2008B0099	BL10XU	廣瀬 敬	A Perovskitic Lower Mantle Inferred from High-Pressure, High-Temperature Sound Velocity Data
			2009A0087	BL10XU	廣瀬 敬	

Nature Communications

22218	Daishi Fujita	3 (2012) 1093	2010B1423	BL38B1	佐藤 宗太	Protein Encapsulation within Synthetic Molecular Hosts
			2011A1102	BL38B1	佐藤 宗太	
			2011A1992	BL38B1	佐藤 宗太	
			2011A1933	BL26B2	佐藤 宗太	
			2011B0039	BL38B1	藤田 誠	
			2011B0042	BL41XU	藤田 誠	

Nature Materials

22337	Alexander X. Gray	11 (2012) 957-962	2009A4906	BL15XU	Fadley Charles	Bulk Electronic Structure of the Dilute Magnetic Semiconductor Ga _{1-x} Mn _x As through Hard X-ray Angle-Resolved Photoemission
-------	-------------------	----------------------	-----------	--------	----------------	---

Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A

21483	Hiroshi Daimon	648 (2011) S139-S141	2005B0647	BL25SU	大門 寛	Direct Imaging of Three-Dimensional Atomic Arrangement by Stereophotography Using Two-Dimensional Photoelectron Spectroscopy
			2007A2049	BL25SU	大門 寛	
			2008A1424	BL25SU	大門 寛	
			2009A1753	BL25SU	大門 寛	
			2009B1528	BL25SU	大門 寛	
			2010A1468	BL25SU	大門 寛	

Optics Express

22498	Ichiro Inoue	20 (2012) 26878-26887	2011A1112	BL40XU	篠原 佑也	Effect of Shot Noise on X-ray Speckle Visibility Spectroscopy
			2011B1131	BL40XU	篠原 佑也	

Organic Electronics

21773	Ryosuke Matsubara	12 (2011) 195-201	2008A1813	BL46XU	中村 雅一	Crystal Order in Pentacene Thin Films Grown on SiO ₂ and Its Influence on Electronic Band Structure
-------	-------------------	----------------------	-----------	--------	-------	--

Pharmaceutical and Medical Device Regulatory Science

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
22763	Shuji Noguchi	43 (2012) 1129-1135	2011B1912	BL19B2	野口 修治	Structural Analysis of Polymorphism of Drugs by Synchrotron X-ray Powder Diffraction Method
			2011B1791	BL19B2	野口 修治	
			2012A1043	BL19B2	野口 修治	

Physica Status Solidi A

21188	Tetsuo Narita	208 (2011) 1541-1544	2009B2008	BL46XU	杉本 雅裕	Study of Etching-Induced Damage in GaN by Hard X-ray Photoelectron Spectroscopy
			2010A1805	BL46XU	高橋 直子	

Physica Status Solidi C

21190	Daigo Kikuta	9 (2012) 927-930	2010B1915	BL46XU	高橋 直子	Post-etching Processes for p-type GaN using HAX-PES
-------	-----------------	---------------------	-----------	--------	-------	---

Physical Review Letters

21719	Taras Kolodiazhnyi	104 (2010) 147602	2010A1554	BL02B2	川路 均	Persistence of Ferroelectricity in BaTiO ₃ through the Insulator-Metal Transition
-------	-----------------------	----------------------	-----------	--------	------	---

Plant Physiology

22693	Toru Iwai	160 (2012) 2007-2014	2009B1724	BL37XU	吉田 薫	Dynamic Changes in the Distribution of Minerals in Relation to Phytic Acid Accumulation during Rice Seed Development
			2010B1695	BL37XU	吉田 薫	

Polymer Journal

21756	Ken Kojio	43 (2011) 692-699	2010A7210	BL03XU	下平 祥貴	Simultaneous Small-Angle X-ray Scattering/Wide-Angle X-ray Diffraction Study of the Microdomain Structure of Polyurethane Elastomers during Mechanical Deformation
-------	-----------	----------------------	-----------	--------	-------	--

Polymers

22708	Takuya Kouta	3 (2011) 36-50	2006B1125	BL40B2	櫻井 伸一	Spontaneous Enhancement of Packing Regularity of Spherical Microdomains in the Body-Centered Cubic Lattice Upon Uniaxial Stretching of Elastomeric Triblock Copolymers
			2009A1573	BL40B2	櫻井 伸一	

Proceedings of the 13th Asian Conference on SOLID STATE IONICS

22219	Hiroyuki Kageyama	(2012) 621-628	2009A2007	BL14B2	蔭山 博之	XAFS Study of Platinum Group Metals Occluded in LaScO ₃ -Based Perovskite Oxide by Solid-Phase Reaction at High Temperatures
			2009B1990	BL14B2	蔭山 博之	

Proceedings of the 15th International Conference on Experimental Mechanics

22683	Yoshikazu Nakai	(2012) 2635	2010A1859	BL19B2	牧野 泰三	Observation of Cracks in Carbon Steel under Contact Rolling Fatigue by Micro CT Imaging Using Ultrabright Synchrotron Radiation
			2010B1859	BL19B2	牧野 泰三	

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

22406	Tatsuhiko Kawamoto	109 (2012) 18695-18700	2005B0013	BL04B1	川本 竜彦	Separation of Supercritical Slab-Fluids to Form Aqueous Fluid and Melt Components in Subduction Zone Magmatism
			2006A1004	BL04B1	川本 竜彦	
			2008A1017	BL04B1	川本 竜彦	

Proceedings of the Visual-JW2012

22604	Tomoya Nagira	(2012) 215-216	2008A0014	BL20B2	安田 秀幸	In-situ Observation of Shear Deformation in Semi-solid Al-Cu Alloys
			2008B0014	BL20B2	安田 秀幸	
			2009A0014	BL20B2	安田 秀幸	
			2009B0014	BL20B2	安田 秀幸	
			2010A1420	BL20B2	柳楽 知也	
			2011A1209	BL20B2	Gourlay Christopher	
			2011B1096	BL20XU	柳楽 知也	

Proteins: Structure, Function, and Bioinformatics

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
21436	Kouji Nishikawa	78 (2009) 1066-1070	2008A1464	BL41XU	庄村 康人	Crystal Structure of NADH:rubredoxin oxidoreductase from <i>Clostridium acetobutylicum</i> : A Key Component of the Dioxygen Scavenging System in Obligatory Anaerobes
			理研	BL26B1		

RSC Advances

22490	Kohsuke Mori	2 (2012) 1047-1054	2011A1092	BL01B1	森 浩亮	Synthesis of Pd Nanoparticles on Heteropolyacid-supported Silica by Photo-assisted Deposition Method: an Active Catalyst for Direct Synthesis of Hydrogen Peroxide
			2010B1098	BL01B1	森 浩亮	

Science

22380	Peter Jenniskens	338 (2012) 1583-1587	2012A0035	BL37XU	Zolensky Michael	Radar Enabled Recovery of Sutter's Mill, a Unique Carbonaceous Chondrite Regolith Breccia
-------	------------------	-------------------------	-----------	--------	------------------	---

Scripta Materialia

22268	Hiroshi Suzuki	66 (2012) 801-804	2009A3771	BL22XU	佐藤 成男	Evaluation of Compressive Deformation Behavior of Zr ₅₅ Al ₁₀ Ni ₅ Cu ₃₀ Bulk Metallic Glass Containing ZrC Particles by Synchrotron X-ray Diffraction
-------	----------------	----------------------	-----------	--------	-------	--

Soft Matter

22441	Kiyotaka Shigehara	8 (2012) 11544-11551	2009A1349	BL40B2	古川 英光	Nematic Growth of Microtubules that Changed into Giant Spiral Structure through Partial Depolymerization and Subsequent Dynamic Ordering
			2011A1116	BL40B2	敷中 一洋	

Surface Science

21651	Andre Proessdorf	606 (2012) 1458-1461	2010B3572	BL11XU	Proessdorf Andre	The Physical Origin of the InSb(111)A Surface Reconstruction Transient
-------	------------------	-------------------------	-----------	--------	------------------	--

Transactions of the Materials Research Society of Japan

20630	Yasuro Ikuma	36 (2011) 535-539	2008B1393	BL13XU	伊熊 泰郎	Preparation of Ordered 1x1 Surface of Rutile TiO ₂ (001) for Surface X-ray Diffraction Study
			2008B2208	BL13XU	田尻 寛男	
			2009B1445	BL13XU	伊熊 泰郎	
			2010A1258	BL13XU	伊熊 泰郎	

高分子論文集(Kobunshi Ronbunshu)

22728	Hideaki Takagi	67 (2010) 521-529	2006A1060	BL40B2	山本 勝宏	Small-Angle X-ray Scattering Study on Phase Transition Behavior from Crystalline-Amorphous Alternative Lamellar Structure to Gyroid Phase of Semicrystalline polybutadiene-block-poly(ϵ -caploractone)/polybutadiene
			2005B0245	BL40B2	櫻井 伸一	

表面科学(Journal of the Surface Science Society of Japan)

22419	Hirokazu Fukidome	33 (2012) 546-551	2009B3875	BL23SU	末光 眞希	Nanoscale Control of Structural and Electronic Properties of Graphene through Substrate Interaction
			2010A3875	BL23SU	末光 眞希	
			2009B1735	BL17SU	吹留 博一	
			2010A1674	BL17SU	吹留 博一	
			2010B1712	BL17SU	吹留 博一	

マテリアルインテグレーション(Materials Integration)

22642	Hitoshi Yusa	25 (2012) 40-45	2008A1253	BL10XU	遊佐 斉	Collaborative Research on High-Pressure Experiments and ab initio Calculations: Search for High Density and High Coordinated Phases in III Sesquioxide
			2009B1217	BL10XU	遊佐 斉	
			2010B1192	BL10XU	遊佐 斉	
			2011B1204	BL10XU	遊佐 斉	
			2011B1347	BL04B2	遊佐 斉	

博士論文 (静岡県立大学)

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
22574	Sadahiro Fujiki	(2012) 1-76	2011B1791	BL19B2	野口 修治	Preparation and Evaluation of Novel Sustained-Release Formulations Based on the Physicochemical Properties of Clarithromycin
			2011B1912	BL19B2	野口 修治	

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
22450	Tsuneaki Sakurai	(2012) 1-244	理研	BL44B2		Design of Novel Liquid Crystalline Organic Semiconductors from Triply Fused Metalloporphyrin Dimers
			2009A1651	BL02B2	櫻井 庸明	

博士論文 (名古屋大学)

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
22606	Toshitaka Tanabe	(2012) 1-138	2011B7001	BL33XU	長井 康貴	Combining High Activity and Durability in Automotive Three-Way Catalysts
			2011A7001	BL33XU	長井 康貴	
			2010B7001	BL33XU	長井 康貴	

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	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
22294	Sotaro Kikuchi	287 (2012) 33847-33852	理研	BL32XU		Structural Basis of Recruitment of DNA Polymerase ζ by Interaction between REV1 and REV7 Proteins
22295	Takuya Yoshizawa	287 (2012) 18710-18716	理研	BL32XU		Structural Basis for Inhibition of Xyloglucan-Specific Endo- β -1,4-glucanase (XEG) by XEG-Protein Inhibitor

Angewandte Chemie International 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
22417	Jeongho Jay Lee	51 (2012) 8490-8494	理研	BL44B2		Discotic Ionic Liquid Crystals of Triphenylene as Dispersants for Orienting Single-Walled Carbon Nanotubes

Chemistry - A European Journal

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
22418	Seiya Tanaka	18 (2012) 10554-10561	理研	BL44B2		Toward Ultralow-Bandgap Liquid Crystalline Semiconductors: Use of Triply Fused Metalloporphyrin Trimer-Pentamer as Extra-Large π -Extended Mesogenic Motifs

Journal of Applied Crystallography

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
22204	Hironori Murakami	45 (2012) 234-238	理研	BL26B1		Upgrade of Automated Sample Exchanger SPACE
			理研	BL26B2		
			理研	BL32XU		

Journal of Bacteriology

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
22339	Yoshihiro Agari	194 (2012) 4630-4641	理研	BL26B2		Transcriptional Repression Mediated by a TetR Family Protein, PfmR, from <i>Thermus thermophilus</i> HB8

Journal of Physics: Condensed Matter

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
21428	Stephen W. Lovesey	20 (2008) 272201	理研	BL17SU		Resonant Diffraction of Circularly Polarized X-rays by a Chiral Crystal (Low Quartz)

Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A

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
22638	Kenji Fukami	694 (2012) 1-5	加速器			Beam-Based Alignment of Injection Bump Magnets Using Remote-Controlled Tilt Adjustment System at SPring-8

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
21427	Yuji Hiraoka	84 (2011) 064418	理研	BL17SU		Spin-chiral Domains in Ba _{0.5} Sr _{1.5} Zn ₂ Fe ₁₂ O ₂₂ Observed by Scanning Resonant X-ray Microdiffraction

最近の SPring-8 関係功績の受賞

※功績が認められ最近受賞された SPring-8 利用者等を掲載しています。

2012 年度朝日賞 受賞

主催：朝日新聞文化財団

受賞者	神谷 信夫
	大阪市立大学 理学部化学科 教授
	沈 建仁
	岡山大学大学院 自然科学研究科 教授
受賞テーマ	光合成における水分解・酸素発生の分子機構の解明
ビームライン	BL44XU、BL41XU、BL38B1
研究内容	光合成において太陽の光エネルギーを利用し水を分解して酸素を発生させている光化学系 II (PSII) の結晶構造を、大型放射光施設 SPring-8 を利用して 1.9 Å の分解能で明らかにしました。これにより PSII の中で働くマンガンクラスターが、 Mn_4CaO_5 の組成を持って「歪んだ椅子」の形をしており、また 4 個の内の 1 個の Mn と Ca にはそれぞれ 2 個の水が配位していることが世界で初めて明らかとなりました。太陽の光エネルギーを生物が利用可能な化学エネルギーに変換する反応の機構を解明することにつながるものであり、光合成および人工光合成に向けた今後の研究の進展につながる成果といえます。
受賞理由	朝日賞は「学術、芸術などの分野で傑出した業績をあげ、わが国の文化、社会の発展、向上に多大の貢献をされた個人または団体」に対して贈られる賞であり、お二人は長年にわたり光合成タンパク質の構造解析の研究を行ってこられ、光合成のなぞを解く鍵である「マンガンクラスター」の分子構造を解明されるという功績を挙げられたことが高く評価されました。 本成果は世界に大きな衝撃を与え、アメリカの国際科学雑誌 Science によって 2011 年に得られた画期的な 10 の科学成果「Breakthrough of the Year 2011」の 1 つに選出されています。

第 10 回ひょうご SPring-8 賞 受賞

主催：ひょうご SPring-8 賞実行委員会

受賞者	岸本 浩通
	住友ゴム工業株式会社 材料開発本部材料第三部 主査
受賞テーマ	低燃費タイヤ開発への貢献
ビームライン	BL20XU、BL03XU、BL40B2
研究内容	自動車におけるエネルギー消費の約 20% は、タイヤの転がり抵抗によります。そのため、地球環境への負荷を低減させるために低燃費タイヤの開発が急務でした。しかしながら、タイヤ用ゴムは低燃費化させるとグリップ性能が低下する相反性能を示します。過去より、タイヤ転がり抵抗とグリップ性能は、ゴム中に配合されたシリカ等のナノ粒子が形成する階層構造が密接に関係すると考えられてきましたが、未だ良く分かっていませんでした。 そこで本研究では、SPring-8 を利用し、二次元極小角／小角 X 線散乱 (2D-USAXS/SAXS) により数 μm ～数 Å までの幅広い空間スケールでの構造解析を実施し、シリカの高次凝集構造がタイヤ低燃費性能に密接に関係することを明らかにしました。

受賞理由	岸本氏のグループは、SPring-8の高輝度X線の特性を活かし、二次元極小角/小角X線散乱(2D-USAXS/SAXS)によりゴムに添加したシリカ等のナノ粒子が内部で形成する階層構造を解析し、その構造が性能に深くかかわっていることを明らかにされました。さらに、シミュレーション技術も併せ、三次元構造を可視化することで、両末端マルチ変性ポリマーを開発し、従来製品より自動車の燃費を約6%低減させるタイヤ「エナセーブ PREMIUM」の開発に大きく貢献されました。また、同氏の先駆的な研究は、当該分野の利用の広がりにも大きく貢献しています。
------	--

第10回ひょうごSPring-8賞・奨励賞 受賞

主催：ひょうごSPring-8賞実行委員会

受賞者	高木 由紀夫 エヌ・イーケムキャット株式会社 触媒開発センター 副センター長
受賞テーマ	第一級アミン合成および鈴木カップリング用Pd触媒の開発
ビームライン	BL14B2
研究内容	本研究は、BL14B2のXAFS測定を用い、Pd工業触媒の合金化や担体材料による触媒構造の変化を調べ、触媒性能との関係を明らかにしました。 Pd工業触媒は一般に安全性が高く、医薬品、化学品などの製造に広く用いられています。しかし、鈴木カップリング反応や第一級アミン合成において、副生成物やPd金属の混入が起きてしまい、後工程での精製処理が多くの場合必要であるという問題点がありました。 本成果により、上記欠点を克服する対策を見出し、産業界のニーズにあった工業触媒の開発・実用化に成功し、市販を開始しました。これらの開発触媒は従来の触媒に比べて大幅に反応効率が向上し、産業あるいは社会が注目する新製品を生み出す可能性が十分にあります。
受賞理由	SPring-8を利用して改良を重ね、開発に成功・市販化を公表した初めての工業触媒であり、今後放射光を利用した新工業触媒の開発・製品化や、産業界の競争力向上への寄与が期待されます。

2012年度仁科記念賞 受賞

主催：仁科記念財団

受賞者	細野 秀雄 東京工業大学 フロンティア研究機構 教授
受賞テーマ	鉄系超伝導体の発見
ビームライン	BL02B2
研究内容	大きな磁気モーメントをもつ鉄は、超伝導発現には極めて不向きというのが常識となっていました。細野氏は、フッ素ドーピングした層状化合物LaFeAsOがTc = 26 Kを示すことを2008年2月に発表しました。さらに高圧下で43 Kまで増大することを見出しました。このTcは銅系酸化物を除くと最高であり、これによって高温超伝導物質にはCu-O結合が必須というこれまでの常識を覆しました。
受賞理由	細野秀雄氏は、固体化学の深い造詣と独自の物質センスにより3d磁性元素の化合物で新規の超伝導体を創製し、物性物理の分野に新しい領域を拓かれました。特に鉄系超伝導の発見は、銅酸化物超伝導体に匹敵するインパクトを与えました。

「専用ビームライン 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

SPring-8の専用ビームライン(以下専用BLと記します)は、独)理化学研究所以外の設置者が、その利用目的に添った計画を立案し、登録施設利用促進機関であるJASRIに設置した専用施設審査委員会およびSPring-8選定委員会において「放射光専用施設の設置計画の選定に関する基本的考え方」に基づき検討評価され、選定されます。

現在、SPring-8には国内外、産学官を問わず18本の専用BLが稼働中で、1本が建設中です。設置が認められた専用BLは、その設置期間の中間期に専用施設審査委員会等において、その使用状況および研究成果等の中間評価(継続、改善、中止等)が行われます。

この度、独)物質・材料研究機構が設置している広エネルギー帯域先端材料解析ビームライン(BL15XU)と兵庫県が設置している兵庫県IDビームライン(BL24XU)については初期設置から10年以上経過し、現在、次期計画を実行中です。その中間期にあたる平成24年10月に専用施設審査委員会による、中間評価が行われました。その評価結果は平成25年2月に開催されたSPring-8選定委員会で審議され、引き続きビームラインの運用を「**継続**」する旨の結果を得ましたので、財団より、各設置者へ通知いたしました。

第13回 SPring-8夏の学校開催のご案内 － 最先端の放射光科学を学ぶ －

開催日：平成25年6月30日（日）～7月3日（水）（予定）

場 所：SPring-8（兵庫県佐用郡佐用町光都1-1-1）

参加費：無料（但し宿泊費・交通費等は自己負担）

募集人数：60名程度

対 象*：❖大学院修士（博士前期）課程に在学中の学生
❖人数に余裕があれば学部4年生も受入れ可
❖主催大学の推薦枠あり
❖所属大学で放射線業務従事者として教育を受け登録されていること
（詳細はホームページをご覧ください）

カリキュラム概要：基礎講座 / 応用講座 / ビームライン実習

参加登録*：WEBでのOn-line登録による参加申し込みとなります。
（応募者多数の場合は参加登録の内容をもとに選考させていただきます。）

参加登録受付期間：4月15日（月）10:00～5月10日（金）17:00（予定）

*詳しくはSPring-8ウェブサイトをご覧ください。

<http://www.spring8.or.jp/ja/>⇒「大学生・院生の方へ」⇒「夏の学校」⇒「第13回」
（Webサイトは3月下旬頃にオープン予定）

主 催：（公財）高輝度光科学研究センター
（独）理化学研究所 播磨研究所
（独）日本原子力研究開発機構 量子ビーム応用研究部門
兵庫県立大学大学院物質理学研究科・生命理学研究科
兵庫県立大学高度産業科学技術研究所
関西学院大学大学院理工学研究科
東京大学放射光連携研究機構
岡山大学
北陸先端科学技術大学院大学

後 援：（公財）ひょうご科学技術協会

問い合わせ先：SPring-8夏の学校事務局
（公財）高輝度光科学研究センター 研究調整部
TEL：0791-58-0987 FAX：0791-58-0830
e-mail：2013summerschool@spring8.or.jp

第21回 SPring-8 施設公開 — 光が導く科学の未来 さくらとエイト! —

理化学研究所播磨研究所と高輝度光科学研究センターは、敷地内の各研究機関のご協力のもと、本年も「施設公開」を下記のとおり開催いたします。この施設公開は、周辺地域のみなさまに施設とその成果をご覧いただき、研究活動について理解を深めていただくために、科学技術週間にちなんで毎年4月下旬に実施しているものです。

今年は「光が導く科学の未来 さくらとエイト!」をキャッチフレーズに、SPring-8、SACLAをはじめとする敷地内の各施設・装置の公開や研究成果紹介、科学講演会、光科学に関する実験・実演など、施設をより身近に感じていただけるようなイベントを企画しております。

みなさまのご来場をお待ちしております。

記

◎日 時：平成25年4月27日（土）

9時30分～16時30分（受付は15時30分まで）

◎場 所：大型放射光施設 SPring-8 キャンパス

◎内 容：施設・装置の公開、研究成果紹介、科学講演会、科学実演・工作、見学ツアーなど

◎入場料：無料

◎事前予約：不要

※当日は、キャンパス内への車乗り入れはできません。播磨科学公園都市内の共同駐車場（無料）をご利用ください。共同駐車場からは無料バスを運行しています。

第21回 SPring-8
施設公開
2013 4月27日(土)
9:30~16:30
(15:30受付終了)
予約不要・入場無料

光が導く科学の未来
さくらとエイト!

【公開施設】
大型放射光施設 SPring-8
X線自由電子レーザー施設 SACLA
兵庫県立大学ニュースパルク放射光施設
兵庫県放射光ファンテック研究所
放射光普及館

【イベント】
科学講演会
科学実演・工作
研究成果紹介
見学ツアー

主催：独立行政法人 理化学研究所
公益財団法人 高輝度光科学研究センター
播磨 高輝度教育普及センター

問い合わせ先
実行委員会事務局
TEL: 0791-58-0900 FAX: 0791-58-0800
E-mail: sp8open2013@riken.jp

WEBサイト・携帯サイト
SPring-8 施設公開

アクセス
〒670-6461 兵庫県播磨郡三木町下田5-1
【公共交通機関】
JR山陽本線 三木駅より徒歩15分
【自動車】
SPring-8 敷地内には駐車場が整備されています。
SPring-8 敷地内には無料駐車場が整備されています。
SPring-8 敷地内には無料駐車場が整備されています。

【問い合わせ先】

第21回 SPring-8 施設公開実行委員会事務局
理化学研究所 播磨研究所 研究推進部 企画課
高輝度光科学研究センター 広報室

TEL：0791-58-0900 FAX：0791-58-0800

E-mail：sp8open2013@riken.jp

URL：http://www.spring8.or.jp/ja/news_publications/events/open_sp813/



第21回施設公開ポスター

これまでの様子

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
	梶 義則	安全管理室
	矢橋 牧名	XFEL研究開発部門 (独)理化学研究所 播磨研究所)
	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	小南 篤史	利用業務部
	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.18 No.1 FEBRUARY 2013

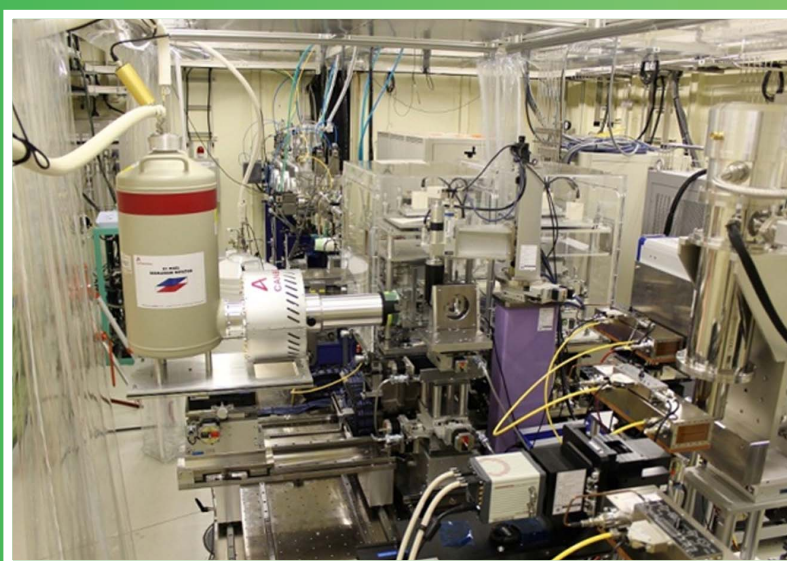
SPring-8 Information

発行日 平成 25 年 (2013 年) 2 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)



先端触媒構造反応リアルタイム計測ビームライン
BL36XU 実験ハッチ内の XAFS 計測装置類