

修士論文紹介コーナー

共鳴軟・硬 X 線散乱によるマルチフェロイック物質 SmMn_2O_5 の研究

東北大学大学院 理学研究科 石井祐太

【修士号取得大学】

東北大学大学院理学系研究科
(2016 年 3 月)

【実験を行ったビームライン】

BL-3A, BL-4C, BL-19B

【論文趣旨】

マルチフェロイック物質 RMn_2O_5 (R = 希土類元素) は、強誘電性と反強磁性が共存し、温度や磁場等の外場によって同時相転移を起こす。さらに希土類元素を変えることで多彩な性質を示すことが知られ、物性基礎・応用の両面で研究が行われている。 SmMn_2O_5 の場合、 Sm の大きな中性子吸収断面積のため、その微視的な磁性は明らかにされてこなかった。本研究では、共鳴軟・硬 X 線散乱実験を $\text{Sm } L_{\text{III}}$ 端、 $\text{Mn } K$ 、 L_{III} 端、 $\text{O } K$ 端近傍において行い、 SmMn_2O_5 の微視的な磁性について元素選択的に調べた。

$\text{Sm } L_{\text{III}}$ 端と $\text{Mn } K$ 端の硬 X 線共鳴散乱実験により、低温相 ($T < 26 \text{ K}$) において Sm と Mn の磁気モーメントは磁気伝搬ベクトル $\mathbf{q}_M = (1/2, 0, 0)$ で反強磁性秩序を持つことが明らかになった (図 1(a)(b))。また、散乱強度のアジマス角依存性から、 Sm と Mn の磁気モーメントは c 軸方向を向くことが判明した。この結果と群論的考察から、他の RMn_2O_5 系では見られない SmMn_2O_5 特有の磁気構造を提案し、この成果が最近学術誌に掲載された [1]。さらに $\text{Mn } L_{\text{III}}$ 端での軟 X 線共鳴散乱実験では、中間相 ($26 \text{ K} < T < 34 \text{ K}$) において Mn の磁気モーメントが $\mathbf{q}_M = (1/2, 0, 1/3 + \delta)$ で反強磁性的に配列することが判明した (図 1(b))。この相では、 Sm の磁気秩序は観測されず Mn の磁気秩序が支配的であり、一方で低温相では Sm の秩序化により Mn の磁気モーメントの再配列が起こると考えられる。さらに、 $\text{O } K$ 端での測定から、酸素も低温相で反強磁性的なスピン偏極を起こしていることが分かった (図 1(c))。また、 $\text{O } K$ 端のエネルギースペクトルの様相も他の RMn_2O_5 系と異なることが判明し、 SmMn_2O_5 は他の系とは異なる強誘電性の起源を持つ可能性が考えられる。以上と、磁化率測定 (図 1(d)) や誘電率・電気分極測定 (図 1(e)) の結果から、図 1(f) に示すような SmMn_2O_5 の誘電磁気相図を決定した。

[1] Y. Ishii, et al., Phys. Rev. B 93, 064415 (2016).

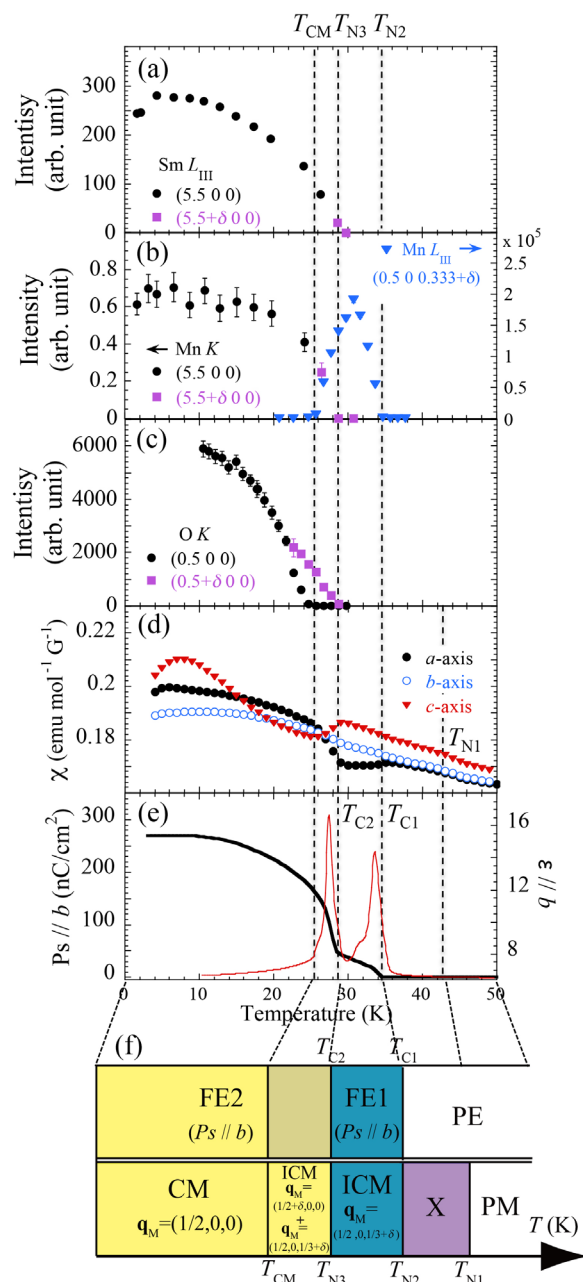


図 1 (a) $\text{Sm } L_{\text{III}}$ -edge, (b) $\text{Mn } K$ -, L_{III} -edge, (c) $\text{O } K$ -edge における共鳴散乱強度と、(d) 磁化率と (e) 誘電率、電気分極の温度依存性。 (f) SmMn_2O_5 の誘電・磁気相図。

<最後に。。。>

以上の実験は、BL-3A, BL-4C, BL-19B の 3 つのビームラインで行いました。Mn K 端における硬 X 線共鳴散乱実験 (BL-3A) では、元々 Mn K 端のシグナルは非常に弱いので観測に苦労した分、シグナルを観測できた時は大変嬉しかったです。今後も、軟・硬 X 線の両方を駆使して研究に従事していきたいと思っています。

PF-AR で撮影した写真, 科学技術の「美」パネル展「最優秀賞」に

物構研トピックス
2016 年 4 月 28 日

平成 27 年度の科学技術週間に
おいて, 科学技術団体連合主催
の第 10 回科学技術の「美」パネ
ル展に出品しておりました PF ユ
ーザーの荒川悦雄さん(東京学
芸大学・准教授)らの作品「X
線で光る宝石と岩塩」が, 最優
秀賞に選定されました。この賞
は, 表記パネル展に出品してい
た作品を全国の科学館等で巡回
展示した際に, 見学者による投
票アンケートにより選出された
ものです。



図 1 表彰式後の荒川悦雄
さん(左)と有馬朗
人会長(右)。作品
は号表紙に採用。

平成 28 年 4 月 15 日に国立研究開発法人・科学技術振興
機構・東京本部別館にて, 最優秀賞・優秀賞に対する表彰
式が執り行われ, 科学技術団体連合の有馬朗人会長より表
彰状および盾が授与されました。

PF トピックス一覧 (2 月～ 4 月)

KEK では 2002 年より「トピックス」, 「ハイライト」,
「プレスリリース」と題して最新の研究成果やプレスリリ
ースなどを紹介していますが, PF のホームページ ([http://
pfwww.kek.jp/indexj.html](http://pfwww.kek.jp/indexj.html)) でも, それらの中から, または
PF 独自に記事を作成して掲載しています。各トピックス
の詳細は「これまでのトピックス」([http://pfwww.kek.jp/
topics/index.html](http://pfwww.kek.jp/
topics/index.html)) をご覧下さい。

2016 年 2 月～ 4 月に紹介された PF トピックス一覧

- 2. 5 【物構研トピックス】放射光で確認, 亜鉛で毛髪
のハリコシ回復
- 2. 15 【トピックス】足立区立千寿青葉中学校の生徒が
KEK で職場体験
- 3. 9 【物構研トピックス】タンパク質結晶の改善技術
- 3. 18 【物構研トピックス】2015 年度量子ビームサイエ
ンスフェスタ開催
- 3. 22 【物構研トピックス】チョコレイト・サイエンスを
開催
- 3. 23 【物構研トピックス】KEK と産総研, 産業利用での
連携を目指した意見交換会を開催
- 4. 1 【物構研トピックス】小角散乱を徹底討論! PF 研
究会を開催
- 4. 11 【物構研トピックス】「水素」ポスター制作チーム,

市長を表敬訪問

- 4. 14 【トピックス】マレーシア高等教育大臣が KEK を
来訪
- 4. 14 【トピックス】平成 27 年度 KEK 技術職員シンポジ
ウム・KEK 技術研究会の開催
- 4. 26 【トピックス】科学技術週間で春のキャンパス公開
を実施
- 4. 28 【物構研トピックス】PF-AR で撮影した写真, 科学
技術の「美」パネル展「最優秀賞」に
- 4. 28 【物構研トピックス】一家に 1 枚「水素」の深読み
サイエンスカフェを実施

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

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

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

【投稿フォーマット】

1. 修士論文タイトル
2. 現所属, 氏名, 顔写真
3. 連絡先メールアドレス(希望者のみで可)
4. 修士号取得大学, 取得年月
5. 実験を行ったビームライン
6. 論文要旨(本文 1000 文字以内)
7. 図 1 枚

【原稿量】

図とテキストで刷り上り 1 ページ(2 カラム)。

【提出物・提出方法】

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

SLS, MAX IV 視察記

加速器第七研究系 原田健太郎

現在 KEK では、最先端の 3 GeV 蓄積リング型光源計画 (KEK 放射光計画) を推進することが決まっている。決定までの間には、PF 将来計画検討委員会による議論と物構研運営会議に対する報告書の提出と運営会議の承認、研究推進会議による ERL から 3 GeV リングへのロードマップの書き換え、PIP (Project Implementation Plan) 国際評価委員会 (5/21-22) による KEK 放射光計画に関する評価が行われた。その、PIP 国際評価委員会に先立ち、5/8-11 に山内正則機構長、野村昌治理事によるヨーロッパの最先端放射光施設、SLS, MAX IV の視察が行われ、村上洋一 PF 施設長、放射光科学第一研究系の船守展正教授と原田が同行した。ここでは、その視察についての報告を行う。

2001 年にユーザー運転を開始した SLS (Swiss Light Source) は、世界初の「新」第 3 世代光源と言われている。真空封止短周期挿入光源を利用することで、電子ビームのエネルギーの割に高いエネルギーの X 線まで高輝度に発生させることができるようになった点で「新」という。SLS では、2.4 GeV で 10 keV 程度までアンジュレータ光が利用可能であるが、真空封止なしなら、1 keV がギリギリである。真空封止アンジュレータの特徴は磁極列間のギャップを数 mm まで閉じて運転することであり、その状態で長時間の安定な運転、トップアップ入射を行うには、高度なビーム安定性と制御が必要となる。建物の設計から同じトンネルに配置したブースターリングに至るまで、考え抜かれたデザインは未だに様々な施設が手本としている。周長は約 290 m、電子ビームのエミッタンスは水平 5.5 nmrad、垂直 3 pmrad である。オプティクス、電磁石誤差の補正など、高度に設計、調整されている。加速器は 3 回対称で、TBA (Triple Bend Achromat) 12 セル、直線部も 12 本だが内 1 本が入射、2 本が RF で使われており、残り 9 カ所に挿入光源が設置されている。その内の 1 箇所は 3 倍波空洞と短い挿入光源が共有している。

PSI (ポール・シェラー研究所) はスイスにおける KEK のような複合加速器研究施設で、SLS の他に、中性子源やミュオン源としても使われている 590 MeV、1.3 MW の陽子加速器が存在し、同じ制御室から制御されている。また、Swiss FEL という、エネルギー 5.8 GeV で約 10 keV の X 線まで利用可能な常電導自由電子レーザーの建設がほぼ完了段階である。視察時には、SLS 施設長の Gabriel Aeppli 氏による SLS 全体の紹介、加速器部門の Andreas Streun 氏による SLS アップグレード計画の紹介が行われ、SLS 実験ホール見学の後、機構長は PSI で行われている日本との共同研究 MEG ($\mu \rightarrow e\gamma$ 崩壊) 実験を引き続き視察し、他の

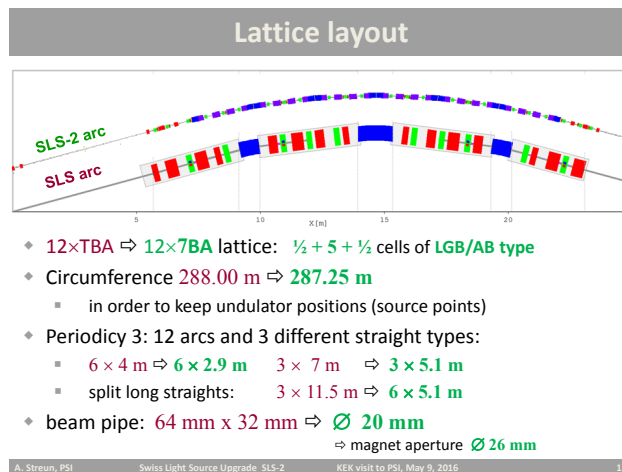


図 1 SLS アップグレードに関する Streun 氏の資料の抜粋。3 次高調波空洞ありで約 150 pmrad、逆ベンドを含めた偏向電磁石の曲げ角は合計 585° である。

メンバーは Swiss FEL の広報施設を見学した。

SLS アップグレード計画は逆ベンドを積極的に導入したオプティクス最適化とダンピング効果で、既存の SLS の置き換えながら、自然エミッタンス 137 pmrad を実現する計画である (IPAC2016 等でも発表されているので資料は web 検索でも手に入る)。Streun 氏によるとハードウェア的にまだ詰められていないとのことだが、2.4 GeV とはいえ、我々の KEK 放射光計画の半分の周長で 100 pmrad 台のエミッタンスというのは大いに驚かされた (エネルギー 3 GeV に換算すると 200 pmrad、ただし、挿入光源は 9 カ所で、直線部の長さは現状より短くなる)。

さて、山内機構長と野村理事は 5/8 成田発、現地同日午後にコペンハーゲン着、乗り継いで午後 8 時頃にチューリッヒ着の予定であったが、乗り継ぎの飛行機が遅れ、午後 10 時くらいになってしまったとのことであった。村上さん、船守さんと原田は飛行機代 (1 日早いだけで値段が 2/3 になった) の為に、5/7 成田発チューリッヒ着の飛行機を利用した。PSI はチューリッヒから電車で 20 分程度のフリリゲンという場所にある。PSI で全員合流し、5/9 朝 9 時から午後 2 時まで PSI に滞在、その後、午後 5 時の飛行機でコペンハーゲンへ向かった。翌 5/10 朝に海底トンネルと橋でスウェーデンに渡り、MAX IV へと向かった。機構長と理事は 5/10 の内にコペンハーゲンから帰国、村上さんと原田は翌 5/11 にコペンハーゲンからチューリッヒ経由で帰国、船守さんは高圧関係の研究で有名なパイロイトと DESY の阪井さん (KEK から 1 年出張中、元加速器七系、一緒に将来計画検討を行ってきた仲である) を訪ねた後、デュッセルドルフ経由で帰国した。機構長と理事のスケジュールを計算してみると、研究所滞在 9 時間に対し飛行機 25 時間 45 分、村上施設長と原田は 12 時間 /27 時

間 45 分となり、ほとんど飛行機に乗りに行ったようなものだと言えなくもない。

MAX IV は世界初の第 4 世代蓄積リング型放射光源であり、現在コミッショニング中である。3 GeV の LINAC, 1.5 GeV リング, 3 GeV リングからなり、3 GeV リングは周長 528 m, 7BA (Seven Bend Achromat) で直線部 20 本, 自然エミッタンス 328 pmrad である。電子銃はリングの積み上げ時には熱電子銃だが、フォトカソード RF 電子銃 (光陰極高周波電子銃) もあり、LINAC 端の挿入光源で 100 fs の短パルス光を発生させて実験を行うビームラインもある。ゆくゆくは挿入光源を増強し、レーザー発振させる計画とのこと。現状の自発放射のみの段階では光子数は FEL に比べれば桁違いに少ないのだが、バンチスライスをやっていた頃に比べると十分多いのだとか。

視察では、MAX IV 研究所長の Christoph Quitmann 氏による研究所紹介の後、振動対策ワーキンググループのリーダーで副技師長の Brian Norsk Jensen 氏から地盤安定化や振動対策に関して講演して頂いた。施設見学は加速器部門長の Pedro Fernandes Tavares 氏と Jensen 氏に案内して頂いた。サイエンスについては利用部門長の Jesper N. Andersen 氏にお話をお伺いした。

Jensen 氏によると、MAX IV では当初、床を 70 cm 厚のコンクリートで考えていたが、それを 30 cm に減らし、代わりに 4 m 深く掘って、掘った土に石灰を混ぜて固化させる Lime stabilized soil という手法をとった。40 cm のコンクリートよりも 4 m の LIME 安定化土壌の方が値段は半額以下で、安定性 (曲がりにくさ) はずっと優れており、工法としても特殊なものではなく、空港や道路の建設でも広く使われている手法 (日本でも行われている)。MAX IV の地盤震動源は主に近くを通る高速道路で、3 ~ 18 Hz 付近に振動のピークがあるが、施設全体を堅い巨大な船のように作ることで、短波長、高周波数の波では揺れない、つまり、局所的に振動しない様になっている。全体を揺らす長波長、低周波では、施設全体が一体として揺れるので、

Civil Engineering

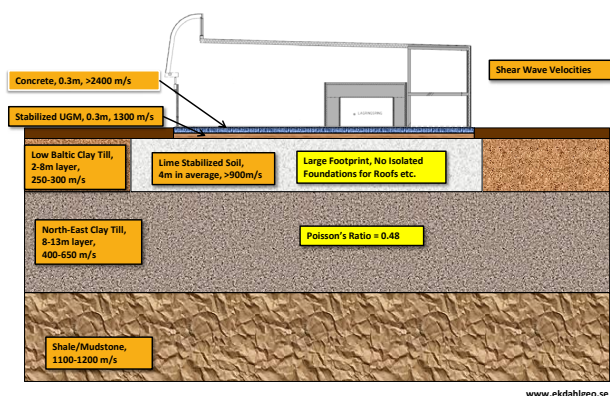


図 2 MAX IV の地盤に関する Jensen 氏の資料の抜粋。30 cm コンクリートに下に 4 m 分、土壌を石灰安定化してある。固い地盤は約 30 m 下だが、杭打ちはなし。



図 3 MAX IV のプロトタイプ電磁石の視察中の機構長、理事と施設長。Quitmann 氏には、我々は "Synchrotron Radiation Junkies" なのだ、君たちもそうだろう、がんばれ！と励まして頂いた。



図 4 スプリングを挟んだ冷却水ポンプの設置。台車に乗ったスクロールポンプなども含め、機械振動を引き起こすもの全てにスプリングが挟んであった。

実験に影響しない。きちんと対策すれば、地盤振動はどこでも大きな問題にはならないだろうとのことであった。内部の震動源もきちんと対策されており、真空ポンプや冷却水ポンプ、チラーなど機械振動の原因となるものの下には必ずスプリングが設置されている。スプリングはわずか数百円で、効果は大きいとのこと。電磁石は架台とセットで数台分が一体の鉄から作られており、架台は石である。電磁石は想像よりもコンパクトにまとめられていた。

偏向電磁石ビームラインはなし、建屋にクレーンもなし、加速器シールドも解体できず、天井も開かない。床はすべて磨き上げられて段差がなく、重量物はエアパレットで運搬される。20 セルからなるが、各セルごとに建屋内側に搬入口が 1 カ所、トンネル上部に電源室がある。磁石や挿入光源はその 20 カ所の搬入口を使って設置された。真空

は NEG ポンプを採用、現場での再活性化はなし、ダクトは容易に曲がるほど細く薄い丸管……建物のコンセプトから加速器本体に至るまで、切り捨てられる部分をばっさり諦めることで、割り切ったシンプルな設計になっている。現在までに 120mA までの蓄積に成功、ビームライン焼き出しの都合で蓄積電流値を決めているそうである。

リング RF は 100 MHz で 3 倍波空洞が 300 MHz である (IPAC 等の情報では、100 MHz の空洞は高調波減衰型ではないので、120 mA ではビーム不安定性が発生しており、フィードバックの立ち上げなど解決を急いでいるとのこと)。屋上は緑化されており、雨水もいったん貯めてからゆっくり排水、加速器の廃熱はヒートポンプを通して付近施設の空調等に利用されているとのこと。新しい施設全体が居室部分も含めて明るく美しくスタイリッシュで、何を見てもどこへ行っても溜息しか出なかった。我々もそのような施設を目指したい。

KEK 放射光計画は KEK 全体として推進することが決まり、利用側を含めた CDR を 10 月までに完成させることが目標となっている。光源設計については、来年 3 月に予定されている Machine Advisory Committee (委員長は APS の Michel Borland 氏の予定) に向けて具体的な詳細検討が進められており、MAC 後には TDR (Technical Design Report) にまとめられる予定である。なお、原田は飛行機が非常に苦手、やせるほど怖かった (普通の人にとっては別になんてことないのだが) ……。

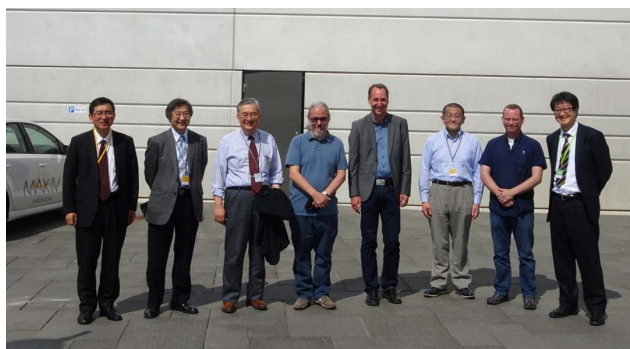


図 5 MAX IV での集合写真。左から、村上洋一施設長、野村昌治理事、山内正則機構長、Pedro Fernandes Tavares 加速器部門長、Christoph Quitmann 所長、筆者、Brian Norsk Jensen 副技師長、船守展正教授。

PF ユーザーから多数受賞 文部科学大臣表彰

物構研トピックス
2016 年 5 月 11 日

平成 28 年度科学技術分野の文部科学大臣表彰が 4 月 20 日、文部科学省にて行われました。今年もフォトンファクトリー (PF) のユーザーから以下の方が PF 利用の成果により受賞されました。この賞は科

学技術に関する研究開発、理解増進等において顕著な成果を収めた者について、その功績を讃えることにより、科学技術に携わる者の意欲の向上を図り、我が国の科学技術水準の向上に寄与することを目的に定められたものです。



文部科学大臣表彰の様子 (写真提供：文部科学省)

科学技術賞

- ・森 初果 (東京大学 物性研究所 教授)

電子とプロトンが関連した機能性有機物質の開発と物性研究過去の関連記事：

2014.8.26 プレスリリース電気伝導性と磁性が切り替わる純有機物質の開発

2013.1.9 プレスリリース金属状態を示す純有機単成分導体の発見

若手科学者賞

- ・中山 耕輔 (東北大学大学院理学研究科 助教)

鉄系高温超伝導体バルク及び原子層薄膜の電子構造の研究過去の関連記事：2015.11.5 トピックス PF ユーザーら、物理学会若手奨励賞を受賞

- ・橋口 隆生 (九州大学大学院医学研究院 准教授)

RNA ウイルスの細胞侵入と抗体による中和に関する研究過去の関連記事：2015.3.20 トピックス マールブルグウイルス・エボラウイルスの感染を阻害するメカニズムを解明

- ・山崎 優一 (東北大学 多元物質科学研究所 助教)

多重計測電子分光による電子波動関数の立体形状の研究過去の関連記事：2013.3.29 トピックス 山崎優一氏、日本物理学会若手奨励賞を受賞

高木秀彰氏、繊維学会奨励賞を受賞

物構研トピックス
2016年6月16日

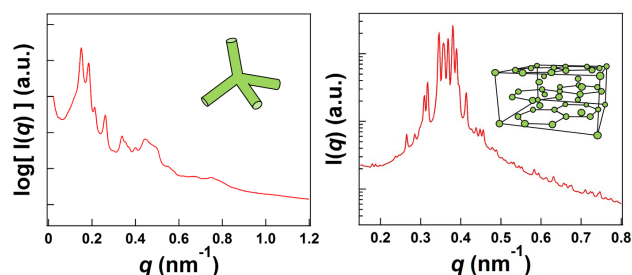
KEK 物質構造科学研究所の高木秀彰研究員が、第2回（平成27年度）繊維学会奨励賞を受賞しました。この賞は、繊維科学もしくは繊維技術全般について優秀な研究を行い、今後も継続して活躍が期待できる新進気鋭の研究者に授与されるものです。



授賞式の様子。左から、繊維学会会長 鞠谷雄士氏（東京工業大学大学院理工学研究科教授）、高木秀彰氏（KEK 物質構造科学研究所研究員）。

受賞対象となった研究は「放射光X線小角散乱法によるブロック共重合体/ホモポリマーブレンドが形成する新種ミクロ相分離構造に関する研究」です。高木氏は、種類の異なる高分子鎖の末端同士が結合したブロック共重合体と呼ばれる高分子化合物が作るミクロな構造について、フォトンファクトリーの放射光X線小角散乱法（SAXS）を用いて研究しています。ブロック共重合体は、ナノメートルオーダーの非常に規則正しい構造を形成することが知られています。ブロック共重合体にホモポリマーを混合したときに形成する構造を高空間分解能 SAXS で詳細に調べることにより、ダブルダイヤモンド型のネットワーク構造（図1）や、準結晶の近似結晶として知られている σ 相（図2）などの複雑な構造を形成することを発見しました。

ブロック共重合体による新材料は、従来の塊状の材料から切り出して加工する方法と比較して、非常に簡易な方法でナノメートルオーダーの微細な構造を形成できるため、次世代のリソグラフィ法や先端的なナノテク材料への応用が期待されています。こうした発見や測定手法は、従来の繊維高分子材料科学にとらわれない独創的な研究であるとして高く評価されました。これらは現在 PF の BL15A2 で利用が可能となっています。



（左） 図1 ダブルダイヤモンド型の構造の SAXS プロファイル。10 nm 程度のダブルダイヤモンド型のネットワーク構造が存在することを実証した。
（右） 図2 σ 相の SAXS プロファイル。半径 7 nm の球が集まって複雑な格子を形成することが分かった。

PF トピックス一覧（5月～7月）

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

2016 年 5 月～7 月に紹介された PF トピックス一覧

- 5.11 【物構研トピックス】PF ユーザーから多数受賞 文部科学大臣表彰
- 5.23 【トピックス】TYL スクール理系女子キャンプ 2016 開催
- 5.24 【ハイライト】髪本来のハリコシを
- 5.31 【プレスリリース】光センサータンパク質の構造を原子レベルで解明 - 神経細胞内の情報伝達物質を光で操作し、軸索の成長促進に成功；再生医療や新薬開発への貢献を期待 -
- 6.1 【トピックス】G7 茨城・つくば科学技術大臣会合特別展に出展
- 6.3 【プレスリリース】太陽光による水分解を高効率化するナノコンポジット結晶を開発
- 6.16 【物構研トピックス】高木秀彰氏、繊維学会奨励賞を受賞
- 6.17 【物構研トピックス】分子進化の新たな解析法を発見
- 6.20 【物構研トピックス】精子と卵子を認識するタンパク質の構造を解明
- 6.30 【物構研トピックス】化学と数学でひもとくベルト状分子の構造
- 6.30 【プレスリリース】永久磁石材料の内部磁気構造を定量評価する手法を開発
- 7.13 【トピックス】物構研の北村未歩氏、PF ユーザーの丹治裕美氏、ロレアル・ユネスコ女性科学者 日本奨励賞を受賞
- 7.19 【トピックス】PF で実験を行った福島成蹊高校が「日本水大賞文部科学大臣賞」を受賞

Brookhaven National Laboratory 滞在記 ～生活スタート編～

放射光科学第二研究系 山田悠介

こんにちは、PFの生命科学グループの山田悠介です。KEKの長期海外派遣制度の機会をいただき、2016年8月9日から2017年2月7日までの約6ヶ月間の予定でアメリカ合衆国のニューヨーク州にあるブルックヘブン国立研究所(BNL, Brookhaven National Laboratory)というところに滞在しています。BNLには近年稼働を開始したNSLS-IIがあり、私はそのNSLS-IIにあるAMX(Automated Macromolecular Crystallography)とFMX(Frontier Macromolecular Crystallography)という2つのタンパク質X線結晶構造解析ビームラインの開発に参加させていただいています。BNL滞在の様子を複数回に分けて紹介させていただきたいと思います。今回は特にこちらでの生活について述べたいと思います。

BNLはよくご存知の方もいらっしゃると思いますが、ニューヨーク州のマンハッタン島のすぐ東にあるロングアイランドという東西に伸びた島のちょうど真ん中に位置しています。ロングアイランドにはLIRRと呼ばれる鉄道があり、マンハッタンやJFK空港からはそのLIRRを使って1時間～1時間30分ほど電車に乗り、ロンコンコマという駅から20分ほど車に乗ると研究所に着くことが出来ます。アメリカに着いた日はKEKの知り合い人経由でBNL(RHIC関連)に勤めている日本人の池田さんという方に車でロンコンコマまで迎えに来てもらうことになっていたのですが、私の乗った電車は複数回の信号トラブルに巻き込まれてしまい、4時間ほどかかってしまうという強烈な



図1 BNLキャンパス内の道路にて車の前を横切るガンの群れ。人が少なくなる土日は特にこのような光景を見ることが出来ます。



図2 アパートときれいに整備された芝生の広場。右にある白い平屋の建物がアパートです。

洗礼を受けてしまいました。池田さんにも駅でずっと待ってもらい本当にお世話になりました。後日、現地のの人に聞くと、LIRRのトラブルはそんな珍しいことではないようで……。実験などでBNLに来る機会がある方には空港でレンタカーを借りることを断然オススメします。また、後ほど述べますが車が無いと結構辛いです、BNLでの生活。

BNLはとてもキャンパスが大きく、周りは森で囲まれた自然豊かな環境です。キャンパス内で目を引くものの一つとして、建物の周りを囲むキレイに整備された芝生かと思えます。この夏のシーズンで天気の良いときには青空と緑の芝生の対比がとてもキレイで気持ちが良いです。ただ、「欧米」と「芝生」という言葉から、芝生の上で日光浴を楽しむ人々を想像する方もいらっしゃると思いますが(こんな安易な想像をするのは筆者だけでしょうか……)、BNLでは芝生の上を誰も歩こうともしません。それは芝生にはある種のダニが生息していて、噛まれると大変で最悪病院送りになってしまうからです。BNLに入所する際にEラーニングを受けるのですが、そこでもダニの話は出てきますし、私が芝生の上を歩いていたら同じグループの人から注意されました。森に囲まれているということでキャンパス内にはシカ、ガンや七面鳥の群れ、モグラなどを頻繁に見ることが出来ます(図1)。駐車場もよく見るとシカの糞だらけです。こんな自然いっぱいキャンパスですが、その中には警察や消防の派出所があったり、自動車整備工場があったりとまるで一つの村のようです。その割には食堂や売店等は充実していないのですが……。

BNLではキャンパス内にアパートがあり、そこに住んでいます(図2)。1ベッドルームとキッチン、ダイニング、リビングが付いた100m²弱の部屋で、1人で生活するには十分過ぎる広さです。家具が最初から付いているせいもあるのですが家賃は月額20万円弱と決して安くはなく、住居関連の物価の高さを感じます。アパートはキャンパスの南西に位置していて、だいたい中心を西に少し



図3 BNLの前を通る幹線道路。奥にある四角い看板の向こう側にBNLキャンパスの入り口があります。車は時速120キロ前後でジュンジュンと走っていて、夜などはとても歩いたり自転車で走ったりしようとは思えません。

越えたところにあるNSLS-IIまでは約3 kmの距離があります。BNLに着いて最初の1ヶ月は車が無くレンタルした自転車で行き来していました。地味に長い坂があるなど結構な運動になります。BNLに来るまでは自転車のみで、週末必要ときだけレンタカーを借りて生活できるかな？なんてことも考えていました。毎週水曜日の夕方と土曜日の午前中に近所のショッピングセンターへシャトルバスが出るので買い物して自炊すれば良いし、万が一の場合も近所の食堂かコンビニまで自転車で行けばいいんだと思っていました。でも、それは甘い考えで、研究が進んでくるとシャトルバスを逃すことも多々出てきますし、車がびゅんびゅんと飛ばしているBNLの前のだらだら広い幹線道路をとても夜中自転車で走ろうとは思えないことが分かりました(図3)。

ちなみにBNLキャンパス内にはカフェテリアがあって平日の朝と昼は営業しています。私も昼は同じグループの人と食べに行くことも多いです。Yelp(アメリカで一般的な口コミサイト)ではあまり良くない評価とコメントが並んでいますが、最近改善に力を入れているということなので、一度行ったことのある人もまた行ってみたいのではないでしょうか？という私もカフェテリアではサラダとスープばかり食べています。

ということで、BNLに着いて1ヶ月も立たない内に心変わりして車探しをすることとなりました。BNLでは内部向けのイントラネットに掲示板があり、そこで中古車の個人売買に関する情報が貼り出されています。アメリカでは車の個人売買は極めて一般的なようで、情報は頻繁に更新されています。幸運にも車探しを始めてから間もなく適当な車が見つかったので購入することにしました。22万キロ強走っている日本車でしたが、状態も良くそれなりの価格で購入しました。やはりこちらでは日本車への信頼は高く人気のようで、日本車の割合は本当に高いです。車が手に入ると平日のみならず週末も気軽に外出をするようになり、随分生活に幅が出てきました。

私にとって今回の長期出張の目的は、NSLS-IIでの最新のビームライン技術を学ぶことと同時に人脈を広げること

です。そのためにはまずは何としても苦手な英語を克服しなくてはならないという思いでキャンパス内にある英会話クラスに参加しています。英会話クラスはEOLS(English for Other Language Speaking)と呼ばれており、BNLから雇用された専門のコーディネータによって行われています。Beginner/intermediateというクラスに参加していますが、参加者は研究者から技術者、それらの家族と様々で、出身国も世界各国に渡り、Diversityを重んじるアメリカの風土が感じられます。クラスの内容はハロウィンやコロンブスの日といった記念日の歴史的背景や、現在全米のみならず全世界が注目する大統領選挙の仕組みや情勢などの時事ネタを、丁寧に解説してくれます。こういった時事ネタで使われる語彙は普段研究室での会話では用いられることのないもので、大変勉強になります。研究室での他愛のない会話にも少しずつですが参加出来るようになってきたので、より深い関係を築くことが出来ればと思っています。英会話の他に、バスケットボールや卓球といった課外活動にも参加しています。卓球にはNSLS-IIの関係者も多数いて、こういったところからも交流の輪を広げられればと思っています。

先程申し上げた大統領選挙はもちろん研究所内でも盛り上がり上がっており、討論会の翌日などは議論好きのアメリカ人たちが活発に議論しています。その内容を聞いていると日本やアメリカでメディアが報道していることと、実際人々が思っていることとの間には少なからず違いがあるようで興味深いです。

今回はBNLでの長期派遣における生活について紹介しましたが、研究活動のほうも軌道に乗り始めたところです。次回はこちらでの私自身の研究や、NSLS-IIでの研究生活で感じたことなどを紹介させてもらえればと思います。末筆ながらこのような機会を与えていただいたKEK、PFおよび構造生物学研究センター、そして私の家族に感謝申し上げます。

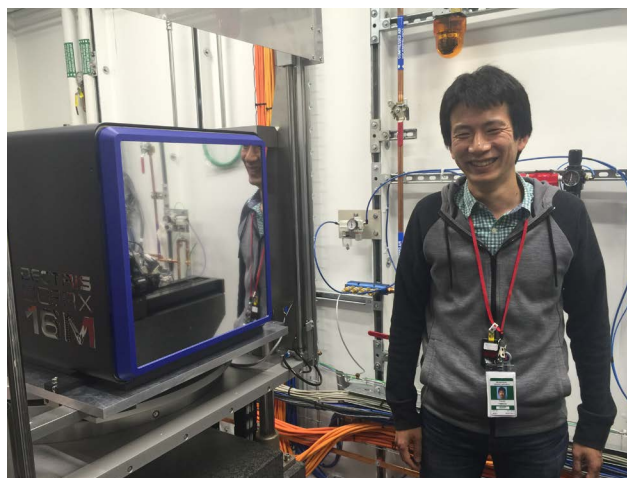


図4 NSLS-IIのFMXに設置された最新型X線検出器EIGER X16Mの前にて。アメリカで現地の床屋に挑戦してみたところ、散々な結果に……。この写真は随分馴染んできた頃です。

物構研の北村未歩氏, PF ユーザーの丹治裕美氏, ロレアル・ユネスコ女性科学者日本奨励賞を受賞

物構研トピックス
2016年7月13日

KEK 物質構造科学研究所の博士研究員の北村未歩氏, フォトンファクトリー (PF) ユーザーである東京大学大学院蛋白構造生物学教室の丹治裕美氏が, 2016 年度第 11 回 ロレアル・ユネスコ女性

科学者の日本奨励賞を受賞しました。この賞は日本の若手女性科学者が, 国内の教育・研究機関で研究活動を継続できるよう奨励することを目的に, 日本ロレアルと日本ユネスコ国内委員会の協力により創設されたもので, 物質科学または生命科学の博士後期課程に在籍または, 同課程に進学予定の女性科学者から選ばれます。今年は物質科学分野から 2 名, 生命科学分野から 1 名の計 3 名が受賞し, そのうち 2 名が PF での成果による受賞でした。授賞式は, 7 月 8 日, フランス大使公邸にて行われました。

■北村未歩 (KEK 物質構造科学研究所) 【物質科学分野】

タイトル: 異なる酸化物の界面で発現する特異な強磁性の起源を放射光を用いて解明する

北村氏は, 東京大学大学院工学研究科に在学中には KEK の特別共同利用研究員として, 今年度からは博士研究員として, PF で放射光を用いた酸化物の界面の性質を

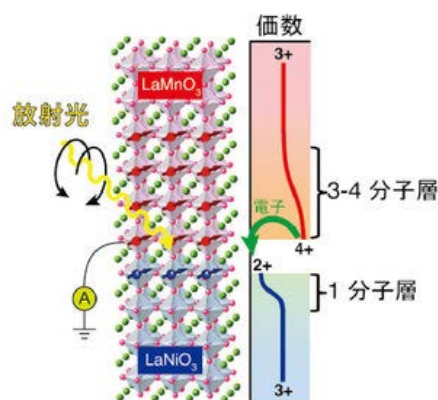


図1 界面磁石を発現する酸化物の構造と電子状態

調べる研究をしています。大学院在学中には, PF の大学院生奨励課題 (T型課題) にも採択されています。界面では元素の組み合わせによって磁性を発現するという, 特異的な現象が起こります (界面磁石)。この仕組みを解明するために, PF では酸化物を一層ずつ積層しながら, その場で放射光測定をできる装置を MUSASHI (BL-2) に設置しています。北村氏はこの装置の立上げから関わり, 酸化物界面を精密測定を行ってきました。その結果, 界面の異種酸化物間で起こる電子のやり取りが起きていること, また BL-16A を使って界面磁石が発現することを解明しました。そして界面でやり取りされる電子が物質によって空間的に閉じ込められたり, 広がったりすることが重要であることを解明しました。これらの成果は, 界面での電子のやり取りを制御する新規な界面磁石の設計に大きな指針を与えます。

■丹治裕美 (東京大学大学院薬学系研究科 蛋白構造生物学教室) 【生命科学分野】

タイトル: 自然免疫で働くセンサータンパク質がウイルス感染を感知する仕組みの解明

丹治氏は, 細菌やウイルスなどの病原体に対する防御機構である自然免疫の仕組みを研究しています。その中で Toll 様受容体 (TLR) は, 病原体を感知して自然免疫を発動する機能を役割を担い, 特に, TLR8 および TLR7 はウイルス由来の一本鎖 RNA を認識する受容体で, 炎症, 抗ウイルス応答を引き起こすと考えられています。丹治氏は, この TLR8 を PF の AR-NE3, BL-5A および SPring-8 を利用して X線構造解析により詳細な立体構造を得ました。その結果, TLR8 が薬剤や RNA を検知する詳細な仕組みと, TLR8 が自然免疫応答を引き起こす仕組みを解明しました。TLR8 は全身性エリテマトーデス (全身の臓器に原因不明の炎症が起こる) などの自己免疫疾患にも関わっていることが報告されていることから, この研究成果は抗ウイルス薬や自己免疫疾患治療薬などの創薬への応用に大きく貢献すると考えられます。

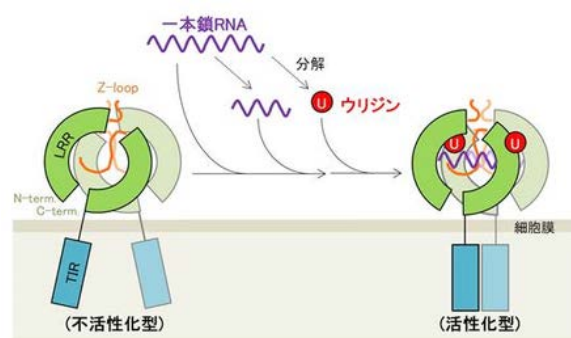


図2 一本鎖 RNA による TLR8 の活性化機構のモデル図
一本鎖 RNA の分解産物であるウリジンは第一結合部位に, 一本鎖 RNA やその分解産物であるオリゴヌクレオチドは第二結合部位にそれぞれ結合し, 協調的に TLR8 を活性化する。

武市 泰男氏, AUMS Young Researcher Award を受賞

物構研トピックス
2016 年 8 月 10 日

KEK 物 構 研
の武市泰男助教
が, Asian Union of
Magnetics Societies
(AUMS) の Young
Researcher Award
を受賞, 8 月 1 日
~ 5 日の日程で開
催された第 4 回
IcAUMS にて授賞
式が行われました。



授賞式での武市泰男氏 (右)

この賞は, 磁気の学理及び応用に関する研究の進展に大きく寄与し, 優れた研究功績を挙げた 40 歳未満の者に与えられるものです。

受賞対象となったのは, "Compact STXM: Development and Application for Magnetic Materials" で, 放射光 X 線を用いた全く新しい X 線顕微鏡の開発と, それによる磁区の観察です。

ハイブリッドカーなどに利用されるモーター用磁石には, 耐高熱, 高保磁力, またレアメタルフリーなどが求められ, 磁性材料開発の競争は世界中で激化しています。この様な背景の下, 磁石としての性質を決定する磁区は磁性材料の開発において重要な情報となります。X 線顕微鏡では, 数 10 ナノメートルという高い空間分解能で磁区を観察できることや, 得られた磁気コントラストから元素別のスピン・軌道磁気モーメントを定量的に決定できるなど, 磁性材料研究に極めて役に立つ手法です。しかしながら, アジア地区には X 線磁気円二色性を用いた走査型透過 X 線顕微鏡 (STXM, スティックサム) は設置されておらず, 研究のためには欧米へ行く必要がありました。

武市氏は独力で全くオリジナルな STXM 装置を開発し, 国内で数 10 ナノメートル分解能での磁気イメージングを可能にしました。開発した STXM 装置は, A4 サイズに収まるほど極めてコンパクトな設計で可搬型, 加えてレーザー干渉計によるフィードバック制御など独自のアイデアにより, 従来型 STXM の問題点であった試料ドリフトの問題を解決しました。

また, X 線顕微鏡で得られた磁気イメージから磁気双極子相互作用エネルギー可視化を行うなど, 磁気イメージング分野において研究成果をあげていることも高く評価されました。STXM は現在フォトンファクトリーの BL-13 に設置され, 既に利用が公開されており, 有機材料分野などへも研究の幅が広がり, 将来的には有機スピントロニクス材料などへの展開も期待されます。

PF トピックス一覧 (8 月 ~ 10 月)

PF のホームページ (<http://www2.kek.jp/imss/pf/>) では, PF に関する研究成果やイベント, トピックスなどを順次掲載しています。各トピックスの詳細は PF ホームページをご覧ください。

2016 年 5 月 ~ 7 月に紹介された PF トピックス一覧

- 8.10 【物構研トピックス】武市 泰男氏, AUMS Young Researcher Award を受賞
- 8.18 【トピックス】清泉女学院高校の生徒が KEK で職場体験
- 8.24 【トピックス】KEK キャラバン, 6 月は富山, 茨城, 神奈川, 千葉, 東京に派遣
- 9. 9 【トピックス】SLS, MAX IV 視察記
- 9.28 【物構研トピックス】「おたふくかぜ」感染のしくみを解明
- 9.28 【トピックス】つくばキャンパスで KEK 一般公開 2016 を開催
- 9.30 【トピックス】「環境報告 2016」の公表について
- 10. 5 【物構研トピックス】放射光で見た, オートファジーの分子メカニズム
- 10.12 【物構研トピックス】KEK キャラバン, 7 月は岩手, 神奈川, 大阪, 茨城, 千葉, 福岡, 京都, 山形, 東京に派遣
- 10.14 【高校生等実習受入事業】夏期に 12 機関延べ 354 名の高校生らを受入れました
- 10.17 【トピックス】スウェーデン代表団が KEK を訪問
- 10.18 【トピックス】第 57 回 KEK コンサートを開催しました

木村嘉孝名誉教授が平成 28 年度秋の叙勲 において瑞宝中綬章を受章

物構研トピックス
2016 年 12 月 14 日

KEK の木村嘉孝名誉教授が、長年にわたる我が国の教育研究への貢献が評価され、平成 28 年度秋の叙勲において瑞宝中綬章を受章しました。



木村嘉孝名誉教授

木村名誉教授は、1966 年東京大学において理学博士の学位を取得し、同理学部助手を経て、1967 年から 1969 年まで同工学部物理工学科講師として極低温と超伝導を用いる原子核実験装置の開発を行い、その後 1970 年から 1971 年にかけ欧州共同原子核研究機構 (CERN) に滞在、CERN 陽子シンクロトロンによる高エネルギー物理学実験に従事。1971 年に KEK の前身である高エネルギー物理学研究所の設立とともに助教授として着任し、KEK 12 GeV 陽子シンクロトロン (KEK-PS) の設計・建設、特に加速器のビーム輸送や制御などビームの性能向上のための研究に携わり、KEK-PS の成功に大きく貢献しました。

その後は KEK における加速器研究の責任者として、トリスタン加速器計画を立案、その設計と建設を主導し、完成後は同加速器の運転の指揮をとり、同加速器が当時の電子加速器として世界最高のエネルギー性能を実現することに寄与。1994 年からは副所長として、研究所の運営や、B ファクトリー計画、ニュートリノ振動実験をはじめとする研究・開発プロジェクトの推進に尽力してきたのです。

1997 年には、高エネルギー加速器研究機構の発足に伴い、物質構造科学研究所の所長に就任、同研究所の目指すべき方向性の検討や組織の整備などについて指導力を発揮し、また放射光研究施設の高度化計画や、中性子・中間子研究施設の拡充計画、大強度陽子加速器研究施設 (J-PARC) の日本原子力研究所 (現：日本原子力研究開発機構) との共同建設計画などを推進するなど、長年にわたって KEK の発展に運営面からも多大な貢献を続けました。

木村名誉教授は、高エネルギー物理学研究所運営協議員、科学技術・学術審議会専門委員、国立学校財務センター運営委員、総合研究大学院大学評議員、総合研究大学院大学数物科学研究科長を歴任し、その研究業績に対して、井上学術賞、高エネルギー加速器科学研究奨励賞を受賞すると

ともに、アメリカ物理学会フェローの称号を受けています。

木村名誉教授は受章にあたって、自身の研究生生活について「日本における高エネルギー物理学を最初期から牽引された西川哲治先生とともに、多くの研究活動を行うことができ、大変恵まれたものでした。中でもその大部分は KEK に負ったものであり、この叙勲は、私個人というよりも、KEK に与えられたようなものだと思っています」と振り返っています。そして若手研究者や学生たちに対して「どの研究分野でも、草創期から爛熟期に入ると、新しい研究成果を生むのが次第に難しくなってきます。しかし一方では、組織や大型装置などが整備され、研究環境としてはより恵まれているとも言えます。つまり、アイデア次第では直ちに面白いサイエンスにつながる研究が可能となるわけで、是非新しい研究に果敢に取り組み、大きな成果につなげてほしいと思います」と応援の言葉を述べています。

KEK は今や世界有数の加速器科学の研究拠点に成長し、今後もますますの進展が期待されていますが、これらは木村名誉教授に負うところが大きかったといえるでしょう。

上村洋平氏、日本放射光学会奨励賞を受賞

物構研トピックス
2017 年 2 月 3 日

自然科学研究機構・分子科学研究所助教の上村洋平氏が、第 21 回日本放射光学会奨励賞を受賞し、2017 年 1 月 7～9 日に神戸市で開催された第 30 回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウムで表彰式ならびに受賞講演が行われました。この賞は、日本放射光学会員である 35 歳未満の若手研究者を対象に、放射光科学に関する優れた研究成果に対して授与されるものです。

受賞対象となった研究は「超高速時間分解 XAFS による不均一触媒のメカニズムの研究」です。自動車の排ガス浄化や様々な化学工業で用いられている触媒の多くは、固体表面で化学反応が進行する不均一触媒です。放射光を用いた XAFS 法は、試料の形状に制約がほとんどなく、多くの共存元素の中で特定の元素に着目し、その周りの構造や電子状態を知ることができるので、不均一触媒の研究に適した手法です。しかし通常の XAFS では静的な情報しか得られないため、化学反応が「いつ」「どこで」「どのように」進行するのかという、触媒にとって重要な情報を知ることができません。上村氏は、波長分散型 XAFS (DXAFS) 法や、ポンプ・プローブ XAFS 法などの様々な時間分解 XAFS 法により、触媒が反応する過程を追跡し、反応メカニズムに迫る研究を行いました。そのひとつが、可視光応



授賞式での上村洋平氏（上，下右）。下左は日本放射光学会長 石川哲也氏（理化学研究所）。(写真：日本放射光学会提供)

答型光触媒 WO_3 の光励起過程です。PF の AR-NW14A と、X線自由電子レーザー SACLA を用いたポンプ・プローブ XAFS 法により、この触媒がまず 500 フェムト秒で電子状態の変化を起こし、さらに約 200 ピコ秒遅れて構造変化が起こるという、多段階の過程を経て反応していることを明らかにしました。これは、時間分解能の異なる多様な時間分解 XAFS 法を組み合わせ初めて明らかになる成果であり、放射光科学、および触媒化学研究両面において独自性の高い優れた業績であることが高く評価されました。

上村氏は、博士課程在籍時の 2007 年度～2009 年度には特別共同利用研究員として、また 2010～2011 年度にはポスドクとしてフotonファクトリーに在籍し、その間に多様な時間分解 XAFS 法を用いた研究を精力的に実施しました。上村氏は受賞講演で「触媒と基質の反応の全容を解明するには、別な手法も含めて様々な時間スケールで追跡する必要があります。」と話しました。実現が期待されている次世代放射光源の利用も見据えて、触媒のダイナミクスを追跡する挑戦が今も続いています。

カリフォルニア滞在雑記

放射光科学第二研究系 武市泰男

2016 年 12 月 6 日から 21 日の 2 週間ほど、AR-NW2A に導入予定の放射光 X 線顕微鏡システムについての打ち合わせとトレーニングのため、筆者と丹羽尉博氏のふたりで米国カリフォルニア州プレザントンの Carl Zeiss X-ray Microscopy 社（以下 Zeiss）に滞在した。プレザントンは、サンフランシスコから湾を渡って東に 60 km ほどの位置にある。サンフランシスコ空港からは、車で 1 時間ほどだ。

USA トウデイが 2014 年に報じたところによると、プレ

ザントンは、24/7 Wall St. が人口動向や犯罪率、雇用・教育・居住などの様々な条件から調べた「アメリカで住みよい街ランキング」で全米第 4 位に挙げられている。ちなみに同ランキングの 3 位は Google で名高いカリフォルニア州マウンテンビューだ。2 週間ほど滞在して、ランキングは納得のいくものだと感じた。

理由その 1。プレザントンの街で、小学生が徒歩で下校しているのを見かけた。日本ではありふれた光景だが、小学生が大人の引率なしに徒歩通学できる治安というのは、アメリカではかなりのものだろう。

理由その 2。夏は涼しく、冬は暖かい。とはいっても、一年中気温のほとんど変わらないサンフランシスコほどではない。滞在期間中、早朝は氷点下になる日も多かった。つくば住民の感覚からすれば普通のことだが、彼らに言わせれば、カリフォルニアでのそれは「寒波」だろう。

理由その 3。飯がうまい。これは重要。飲食店はファーストフードだけ、などという寂しいことはなく、日本料理（不味くはなかった）含めバラエティに富んだ飲食店が点在している。カリフォルニアがもともとメキシコであったためか、ここで出てくる「アメリカ料理」にはメキシコ料理の影響を随所に感じる。丹羽さんは基本的に好き嫌いのない人だが、曰く「パクチーだけはごめん無理」だろう。ベトナムフォーでもおなじみのパクチーは、メキシコ系料理ではシラントローと呼ばれ、トルティーヤロールやチリコンカンなどあっちこっちに使われて食卓に出てくる。私はパクチーが好きなので、チリの上にもりもり乗せて食べるのだが、隣で丹羽さんが顔をしかめるので、そのたびに皆で面白がっていた。日本人にはパクチーが苦手という人が少なくないが、アメリカではそうではないらしい。

仕事のしかたも当然、日本とは大きく異なる。仕事は 9 時～17 時、土日は休み。日本との時差は 17 時間だから、現地にいると夕方ごろから日本からのメールが来はじめる。Zeiss の会議室をかりて仕事をしたりしていたのだが、18 時もすぎればオフィスにはほとんど誰もいない。

アメリカ人は会議が好き、なわけではないかもしれない

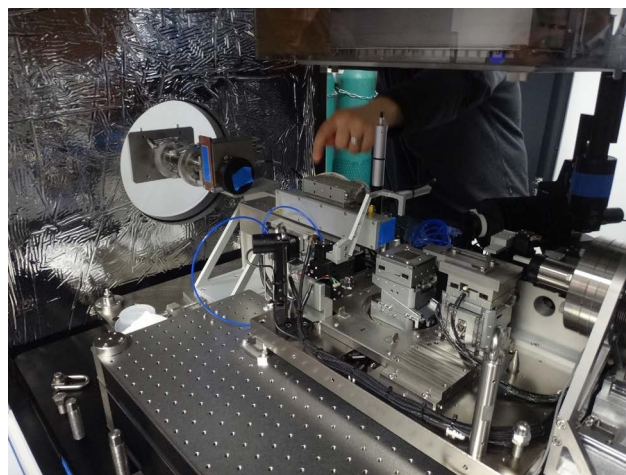


図 1 KEK に納入予定の X 線顕微鏡システムの内部。ここに写っているだけでも 13 の駆動軸がある。

が、とにかく会議が多い。アメリカに來たばかりのとあるスウェーデン人エンジニアもぼやいていた。独りですべてをやって何かひと仕事を成し遂げる、ということは基本的になく、小さなプロジェクトでもそれぞれの専門性をもったメンバーが協力して仕事を行う。会議で情報共有して仕事内容を詰めたら、あとは分担。人の領分に首をつっこむこともない。基本的に終身雇用ではないので、いつ誰がいなくなっても首がすぐ変わっても、プロジェクトが進んで行くようにできている。

彼らはもともと Xradia という、NSLS で投影型 X 線顕微鏡を中心に開発を続けてきたメンバーがドロップアウトしてできた会社だ。放射光業界に端を発する彼らだが、現在の主なマーケットはラボ X 線源を使った X 線顕微鏡に移っている。Zeiss の最大の強みは、コンデンサーキャピラリーやゾーンプレート、撮像用シンチレータといった、X 線顕微鏡の性能の鍵になる素子を作る技術。放射光を使わずとも時間さえかければ高度な観察ができるほど、素子の性能が高いのだ。そして、もうひとつの強みは、高精度・高速・長時間安定性をトータルに実現する高度なシステムインテグレーションである。

今回の滞在の最も大きな目的は、彼らを作る X 線顕微鏡システムのことを知り尽くすことだ。顕微鏡システムの細部から全体までを把握し、何かあった時には基本的に自分たちでトラブルシューティングを行うことができるよう習熟しなければならない。

Zeiss から導入予定の X 線顕微鏡には、各種光学素子から検出器、調整用素子まで含めて 30 もの駆動軸がある。駆動方式もステッピングモーター、サーボモーター、ピエゾなど多種多様だ。これらがすべて DELTA TAU 社の PMAC（高機能多軸コントローラー）により制御され、PC と命令やデータのやりとりをする。放射光での長年の経験に基づく統合的な制御と、それぞれの素子をうまく調整するための考え方、ナノメートル分解能を実現するための制振や温度管理などについて、KEK に納入されるシステムやエンジニアリング用システムなどを使って操作し、学習した。

滞在の目的のもうひとつは、試料の取り扱いのノウハウを得ることだ。ナノメートル分解能の顕微観察では、試料準備がうまくできないと研究に必要なデータが得られない。彼らが行う観察のための試料の切り出しやマウント方法は、カッターで切る、接着剤をつけたピン先で拾い上げる、といった、どれもシンプルなものだ。しかし、シンプルだけに、論文の文面などには現れないキモを抑えないといけない。実際やってみるとなかなか難しいものであったが、議論しつつ楽しみながら試料作製から観察までを行った。

日本の放射光業界では、何かと「出来合いの装置を買ってくる」ことは忌避される傾向にあるように思う。確かに、装置をメーカーから買って、マニュアル通りに使っているだけではノウハウが蓄積されない。コミュニケーションがうまくいかなければ思った通りのものにならないし、機能

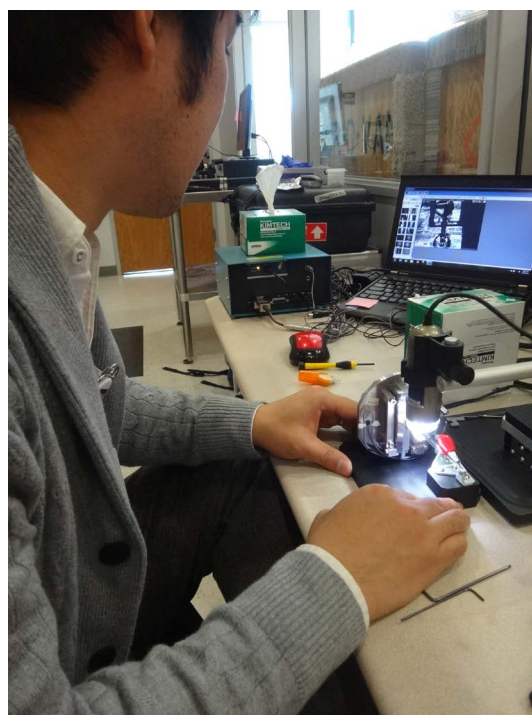


図2 引張り試験試料セルの調整。モニタ上で光学顕微鏡観察しながら、セルの調整を行う。

追加などのアップデートにはメーカー側にとってビジネスになりづらいので消極的だ。だが、これらの問題の多くは、買う側、つまり我々のスタンスの問題であるように感じた。目標は最先端の研究をすることであり、そのためのノウハウが世界、あるいはメーカーにすでにあるなら学ぶべきで、わざわざ自分たちでゼロから積み上げなくともよいではないか。装置を購入することでそれができるなら、人的・時間的には実はもっとも効率がよい。すべてが目覚ましく発展する現代において、「今あるもの」「今できること」に最速で追いつかなければ、「その先」へ進むことはできないのだ。

9 時～17 時、土日休みで仕事をして「その先」へ進めるほどの能力があれば幸せかもしれないが、現実には厳しいものだ。

防災・防火訓練が実施されました

放射光科学第二研究系 防火・防災担当 松岡亜衣
野澤俊介

2016 年度の KEK 防災・防火訓練が 11 月 2 日（水）に実施されました。PF-AR は運転停止中でしたが、PF では多くのユーザーの皆様の実験を中断して避難訓練にご参加いただきました。

当日は正確な開始時刻が伏せられ、いつ訓練地震が来るかわからない状況が作られました。これはほとんどの職員にとっても同様でした。13 時 15 分頃に緊急地震速報（訓練）



避難場所での様子



PF 自衛消防隊消火班（PF 職員）による放水訓練

が発報され訓練が開始されました。皆様には放送から地震到達までの間に身の安全を確保し、使用中の機器の電源を切るなど適切な対応をしていただきました。そして地震が収まった後に職員の誘導により指定の避難場所に避難していただきました。今回の訓練で PF 地区、PF-AR 地区では、約 150 名の職員とユーザーの方々が集まり、人員確認を行いました。その後、PF 自衛消防隊員は各自の役割を踏まえて負傷者役の搜索、安全防護状況の確認、重要書類の搬出といった緊急時の動きを確認しました。機構全体での防災訓練終了後には、毎年各研究所が持ち回りで担当している防火訓練と緊急事態対応訓練を PF にて行いました。研究棟前には自衛消防隊本部が設置され、防火訓練では実験ホール東搬入口付近（屋外）での火災を想定し、消火器や消火栓を実際に使用した訓練を実施しました。緊急事態対応訓練では研究棟結晶準備室内で少量のアセトンが漏れいたことを想定し、担当者らが防護用具を身につけて対処を行いました。

避難訓練終了後にユーザーの皆様へお願いしたアンケートでは、48 名の方々から有意義なご意見をいただきました。避難場所を知らなかったと回答された方は約 20% で、年々減少傾向にあります周知徹底の努力を続けてまいり

ます。昨今の大変厳しいチームタイム事情の中、貴重なチームタイムを中断することに関してお叱りを受けることも覚悟しておりましたが、アンケートでは「年に 1 回程度ユーザーも参加して実施するべき」というご意見を多くいただきました。KEK のような共同利用施設の安全文化の醸成は職員だけでなく、皆様の協力なくしては決して成り立たないものです。今後とも訓練のみならず日頃のチームタイムなどでも防災、安全に関してご協力をお願いいたします。

最後になりましたが、作業を中断して訓練にご参加いただいたユーザーの皆様には本誌面を借りて御礼申し上げます。どうもありがとうございました。

PF トピックス一覧（11 月～1 月）

PF のホームページ（<http://www2.kek.jp/imss/pf/>）では、PF に関係する研究成果やイベント、トピックスなどを順次掲載しています。各トピックスの詳細は PF ホームページをご覧ください。

2016 年 11 月～2017 年 1 月に紹介された PF トピックス一覧

2016 年

- 11.2 【ハイライト】筋ジストロフィー発症のしくみ
- 11.4 【物構研トピックス】水素を深読みサイエンスカフェを実施
- 11.9 【トピックス】KEK スチューデント・デイを開催
- 11.11 【物構研トピックス】イヌ用人工血液の合成と構造解析に成功
- 11.14 【物構研トピックス】サマーチャレンジ秋実習を実施
- 11.28 【物構研トピックス】自発的に組み上がる二輪型分子ベアリング
- 11.30 【ハイライト】オートファジー 一筋
- 12.14 【トピックス】木村嘉孝名誉教授が平成 28 年度秋の叙勲において瑞宝中綬章を受章
- 12.22 【トピックス】駐日インド大使が KEK を訪問、インドチームライン第二期開始を祝う

2017 年

- 1.4 2017 年 年頭のご挨拶
- 1.13 【物構研トピックス】物構研 年頭挨拶
- 1.17 【トピックス】つくば市立竹園東中学校の生徒が KEK を訪れました
- 1.24 【トピックス】「科学と音楽の饗宴 2016」を開催しました
- 1.27 【トピックス】つくば科学フェスティバルでつくば 3E フォーラム賞を受賞しました
- 1.30 【ハイライト】悪臭が世界を救う!? アンモニア合成の最前線