

### PF 滞在記

## BL-9A を利用した固定化錯体触媒の構造解析に関する研究

東京工業大学物質理工学院  
博士後期課程 1年 前田恭吾

私は東京工業大学物質理工学院応用化学系の本倉研究室に所属し、固定化触媒についての研究を行っています。より具体的には、「固体表面に金属錯体や有機塩基を固定化した触媒について、これらの活性点間の距離を制御し集積することによる高収率・高選択的な触媒反応の開発」をテーマとして研究を行っています。例えば、Rh 錯体をシリカの表面に固定した触媒を用いたヒドロシリル化反応が挙げられます。担体であるシリカ表面に Rh 錯体およびアミノ基を近接位置に固定することで、アミノ基の無い場合と比較してオレフィンのヒドロシリル化反応が促進されることを既に報告しています [1]。しかしながら、固体 NMR 測定や FT-IR 測定ではアミノ基の有無による構造の差が確認できず、アミノ基によるヒドロシリル化反応の促進機構についての詳細は分かっていませんでした。加えて、私が取り扱う触媒は、X線結晶構造解析のように単結晶のサンプルを必要とする測定には不向きです。そこで、単結晶を取り出さずとも、アモルファス担体表面の金属錯体の情報が得られる X線吸収微細構造 (X-ray absorption fine structure, XAFS) 測定を利用して分析を行い、錯体構造の変化を基に促進機構について考察してきました。

XAFS 測定のため、放射光施設には約半年に 1 度訪れ、1 回につき 1 日～2 日間測定を行います。また、その際には指導教員の本倉健准教授以外にも、共同研究者の田旺帝教授 (国際基督教大学教養学部) や上村洋平助教 (分子科学研究所, 現: ユトレヒト大学研究員) に協力して頂いて

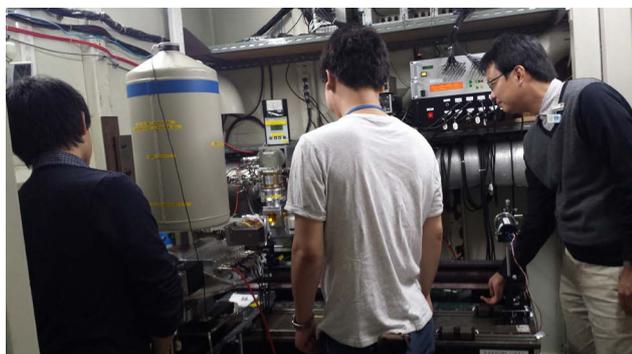


図 1 指導教員の本倉先生 (右) および後輩の福田拓磨君 (中央) と共に試料および検出器のセッティングを確認している著者 (左)。

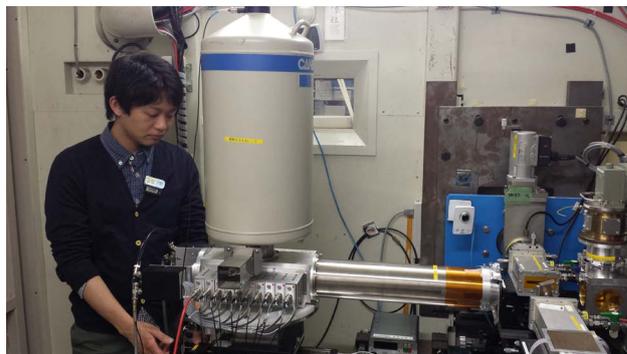


図 2 試料交換後、慎重に検出器を試料に近づける著者。

います。本記事では 2018 年 3 月に KEK, PF で行った実験の様子について書きたいと思います。

利用したビームラインは PF の BL-9A でした。これまでは Rh や Pd のサンプルを測定していたため、PF-AR のビームラインを使用していましたが、今回は最近研究対象としている Fe 触媒および Ir 触媒について XAFS 測定を行ったため、Fe K-edge および Ir L<sub>III</sub>-edge の吸収エネルギーに適した BL-9A を使用しました。上村先生と田先生の手厚い指導の下、測定条件の設定やソフトの使用法を学び、Ir サンプルから先に測定を始めました。今回のビームタイムは朝 9:00 から翌日の 21:00 までの 36 時間であり、昼間は全員で、夜中は指導教員の本倉先生と私、M1 の後輩の 3 人で測定を行い、食事休憩などは交代で取りました。Ir サンプルは早々に終了し、続いて Fe サンプルの測定を行いました。昼間のうちに先生方から測定のノウハウを聞き、夜中にミスしないように測定をルーチンワーク化して夜間の測定に臨みました。今回の測定では、サンプルの不備などの問題がありましたが、時間内に対処することができ、それ以外では特にトラブルも無かったため測定自体はスムーズに行えました。

私は、以前在籍していた研究室でも錯体触媒の研究をしていましたが、NMR や IR, GCMS, XRD といったオーソドックスな装置にしか触れたことがなかったため、加速器設備を利用した XAFS 測定は本倉先生の下で初めて知りました。KEK を最初に訪れた際は測定直後にスペクトルを比較しても、各スペクトルの差が全く分かりませんでした。現在は測定操作もスペクトルの解析も主体的に行えるようになり、測定に行く度に成長できていると思います。これからも KEK の設備を利用して良い研究が行えるよう励みたいと思います。

### 引用文献

- [1] K. Motokura, K. Maeda, W.-J. Chun, ACS Catal. 7, 4637 (2017).

## PF トピックス一覧 (2月～4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。

### 2018年2月～4月に紹介されたPF トピックス一覧

- 2.1 【KEK のひと #24】「研究を支える仕事, ドンピシャ」石井晴乃 (いしい・はるの) さん
- 2.1 【物構研トピックス】チョコレート・サイエンス @ 蒲都市生命の海科学館を開催
- 2.2 【物構研トピックス】西アフリカのニジェール大使が KEK を訪問, フォトンファクトリーを見学
- 2.9 【物構研トピックス】チョコレート・サイエンス @ 多摩六都科学館を開催
- 2.13 【物構研トピックス】岩手医科大学などの研究グループ, 糖尿病薬や抗がん剤開発に役立つ酵素の立体構造を解明
- 2.16 【物構研トピックス】チョコレート・サイエンス @ つくばエキスポセンターを開催
- 2.21 【KEK のひと #27】「生きている」とはどういうことか? 安達成彦 (あだち・なるひこ) さん
- 2.21 【物構研トピックス】理化学研究所の研究グループ, 髄膜炎菌がタンパク質に糖をつける独特な仕組みを明らかに
- 2.22 【物構研トピックス】つくば SKIP アカデミーの小中学生が物構研 SBRC の見学と実習に参加しました
- 2.26 【物構研トピックス】九州大学などの研究グループ, 麻疹 (はしか) ウイルスに対する感染阻害剤の作用メカニズムを解明
- 2.26 【プレスリリース】ミクロな見た目の "かたち" で材料の欠陥がわかる ~放射光計測と応用数学による世界初の視点~
- 2.27 【物構研トピックス】物構研 設立 20 周年記念シンポジウム プロシーディングスを公開
- 3.13 【物構研トピックス】2017 年度量子ビームサイエンスフェスタ開催
- 3.22 【プレスリリース】タンパク質結晶における動力学的回折現象の観察に成功 ~より高精度な構造解析法の確立に期待~
- 3.29 【プレスリリース】物構研 構造生物学研究センターが創薬標的遺伝子群同定のため日英の共同研究に参加 - 公益社団法人 グローバルヘルス技術振興基金
- 4.2 【物構研トピックス】物質構造科学研究所 新体制について
- 4.2 【プレスリリース】超薄膜から薄膜へ膜厚限界を打破 ~「バナジウムの異常な混合原子価」が導く絶縁体転移~
- 4.6 【物構研トピックス】東大の研究グループ, 微生物の DNA を感知する自然免疫受容体が 2 種類の DNA によって活性化する機構を解明
- 4.9 【KEK サイエンスカフェ】研究系技術職員インターンシップを開催
- 4.12 【物構研トピックス】フォトンファクトリー BL-19 の解体工事終了
- 4.18 【物構研トピックス】構造生物学研究センターにクライオ電子顕微鏡が導入されました
- 4.20 【トピックス】今年の文部科学省科学技術週間「一家に 1 枚」ポスターは「量子ビーム」
- 4.24 【トピックス】春のキャンパス公開を行いました
- 4.25 【トピックス】PF ユーザーの和達大樹氏, 科学技術分野の文部科学大臣表彰若手科学者賞受賞
- 4.26 【プレスリリース】わずか 2 分子の厚みの超極薄 × 大面積の半導体を開発 - 生体センシングデバイスの開発に期待 -
- 4.26 【物構研トピックス】千葉大 - KEK 連携 第 1 回合同シンポジウムが開催されました

### 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](mailto:pf-news@pfqst.kek.jp)) までお送り下さい。

## タンパク質X線結晶構造解析ビームラインにおいて全自動測定ビームタイムが始まりました。

放射光科学第二研究系 山田悠介・篠田晃

タンパク質X線結晶構造解析ビームラインでは2018年5-6月期から新たな利用形態として、全自動測定ビームタイムを開始しました。このビームタイムはG, P, T型課題を対象に、利用者がビームタイムの4日前までに利用申請をして、ビームタイム当日までに試料をPFに送付することで、ビームラインスタッフが全自動測定システムによってデータ測定を行うものです。これによって利用者の測定機会が増し、研究サイクルが短縮化されると共に成果創出が増加することを目指しています。

全自動測定システムは、

1. PAMによる自動結晶交換
2. ループ形状の3次元認識
3. X線回折スキャンによるタンパク質結晶の外形認識と重心へのセンタリング
4. サンプルリストに入力された条件にてデータ測定（スナップショット測定、ないし連続データセット測定）  
測定されたデータは自動処理される（XDS）

の4つの工程からなります。この中で工程2.と3.が新しく開発されたものであり、全自動測定システムの信頼性・効率性を大きく左右します。

2018年5-6月期はビームラインAR-NE3Aで毎週金曜日（6月28日だけ木曜日）に全自動測定ビームタイムを実施しましたが、利用状況は表1のとおりでした。試料センタリングについては、ビームタイム期を通じて改良を加えていきましたが、各ビームタイムでセンタリングの工程（上記2, 3）に要した平均時間は表1のとおりです。測定条

表1 全自動測定ビームタイムの利用実績

ビームタイム	ビームライン	利用課題数	総試料数	センタリングに要した時間
5月18日	AR-NE3A	3	146	2分24秒
5月25日	AR-NE3A	2	52	2分13秒
6月1日	AR-NE3A	3	67	2分20秒
6月8日	AR-NE3A	3	130	2分14秒
6月15日	AR-NE3A	3	103	2分17秒
6月22日	AR-NE3A	2	92	1分42秒
6月28日	AR-NE3A	3	101	2分27秒

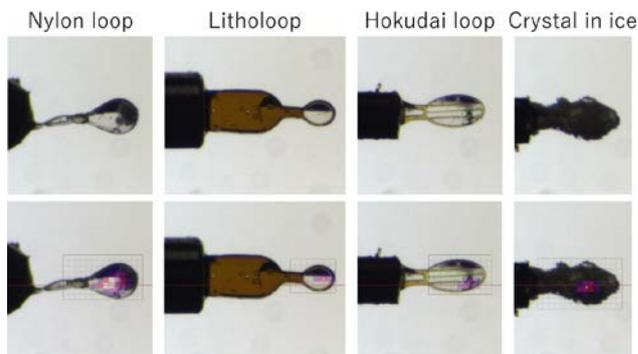


図1 様々なループでのセンタリング例。上が結晶観察カメラから取得された画像、下がその画像にX線スキャン領域（緑線）とタンパク質結晶からの回折点の数を基にしたヒートマップを重ね合わせたもの。

件にもよりますが、例えば1試料のデータ測定に3分要する（1度/秒で180度分のデータ測定）とすると、1試料に対して結晶交換とセンタリング、データ測定までを含めた時間は約7分となり、1日当たり約200試料の測定が可能だったという結果になります。

今期のビームタイムで持ち込まれた試料とセンタリング結果の一例を図1に示します。このように様々な種類のループに対して適切なX線スキャン領域を決定し、さらにその中からタンパク質結晶を認識出来ていることが分かります。

全自動測定ビームタイムは2018年11-12月期ビームタイムでも同様に毎週金曜日にAR-NE3Aで実施する予定です。多量の結晶からのデータ測定のみならず、突発的に出た結晶の評価や、自身のビームタイム前の予備実験など、様々な利用方法があると思いますので、是非皆さんの実験へ有効に取り入れていただければと思います。

## 「松下正先生を偲ぶ会」報告

「松下正先生を偲ぶ会」世話人  
足立伸一・雨宮慶幸・飯田厚夫・  
河田洋・野村昌治・村上洋一

去る2018年7月7日に、元物質構造科学研究所副所長・松下正先生を偲ぶ会を、KEK小林ホールで開催致しました。月日の経つのは早いもので、この日は松下先生がご逝去されて一周忌にあたります。偲ぶ会には、松下先生ゆかりの方々73名が参加され、記念講演会に引き続き献杯・歓談会がつつがなく執り行われました。

記念講演会は、河田の司会進行により、ご参加賜りましたご遺族7名の紹介から始まりました。小杉信博物構研所



図1 松下正先生を偲ぶ会の記念講演会（白澤徹郎先生がご講演中）

長からは開会挨拶として、松下先生のご経歴・ご業績などが述べられました。その後、以下の3名の講演者の方々から、松下先生との思い出を交え、学術的業績について分かり易い解説がなされました。

### 野村昌治「DXAFS と松下先生」

松下先生の代表的業績の一つとして、EXAFS(Extended X-ray Absorption Fine Structure) スペクトルを同時に測定する Dispersive EXAFS 法の開発がありますが、開発の経緯や時間分解測定の開発などについて、EDXAS2009で松下先生ご自身が使われた説明を基に解説しました。この方法はPFをはじめ世界中の多くの放射光施設で広く利用されています。また、松下先生が Photon Factory や物構研の運営に、さらには日本の放射光科学の発展に力を注がれたことを紹介し、広汎な研究のニーズに施設がどう対応しているかなど、今後に向けて学び直すべきことが多いと指摘しました。

### 産総研主任研究員・白澤徹郎先生「松下正先生の最近のご研究：表面X線散乱高速測定法の開発」

松下先生が物構研副所長を退いてから取り組まれた、表

面X線散乱（X線反射率およびX線 CTR(Crystal Truncation Rod) 散乱）の迅速測定法の開発に関して紹介して頂きました。この湾曲結晶のポリクロメータ(通称、松下プリズム)を用いた多波長同時分散型の表面X線散乱法は、松下先生が開発され長年心に温められてきたもので、従来比100倍以上の高速化を達成し、界面構造変化の時分割観察への道を拓かれたとのことでした。病魔と闘いながらも熱い情熱を持ち、最後まで学究の徒であられた松下先生の生き様に、参加者の方々は大いに感動されたと思います。

### 雨宮慶幸「松下さんのX線光学系開発における業績と情熱」

松下先生の多岐にわたる研究業績の中でも大きな波及効果をもたらした研究として、完全結晶を用いたX線精密光学系の開発と、一般化位相空間ダイヤグラムを用いた新しいX線分光結晶光学系の開発について紹介しました。PFの建設に備えての研究に始まり、建設後は実際にその研究結果を利用され、役立つツールにまで発展させられた業績は、それ以降の放射光科学に大きな影響を及ぼしたことを説明しました。雨宮は、大雨のため関西地区への出張から戻ってこることが出来ず、スカイプを通して講演を行いました。

記念講演会の最後には、松下先生と古くからの交友関係にある研究者から頂いたビデオメッセージが紹介されました。ヨーロッパ(ESRF)からは、Sakura PascarelliさんとAlain Fontaineさんから日本語字幕付きのメッセージを頂きました。A. Fontaineさんは松下先生が開発されたDXAFSをフランスで発展させ、S. PascarelliさんはESRFでDXAFSを担当されている研究者です。アメリカ(SLAC)からは、Britt Hedmanさん、Keith Hodgsonさん、Paul Phizackerleyさん、そして若槻壯市さんです。P. Phizackerleyさんは松下先生と共に、SSRLでDXAFSの開発に携わった方、B. Hedmanさん、K. HodgsonさんはSSRLでXAFSを使った研究や施設運営に携わった方、若



図2 松下正先生を偲ぶ会の集合写真（小林ホール前）

槻さんは説明を要しないでしょう。それぞれの方々が、良き友・良き同僚・良き師としての松下先生の思い出を語られ、上質のジョークを交えた心温まるメッセージでした。

記念講演会に引き続き、献杯・歓談会が小林ホール前のラウンジで行われました。足立による司会進行で、まず、古くから松下先生のご友人であられた東大名誉教授・KEKダイヤモンドフェローの藤井保彦先生より、献杯のご挨拶を頂きました。歓談会の中で、松下先生と特に親しかった、坂田誠大名誉教授、飯田厚夫、柿崎明人筑波研究学園理事長、Wolfgang Voegeli 東京学芸大助教、そして下村理元物構研所長より、松下先生との思い出をお聞かせ頂きました。歓談会の最後に、ご長男の松下大悟さんは、「これまで知らなかった父の一面に接することができました」と述べられ、偲ぶ会参加者へ感謝の気持ちを伝えられました。短い時間ではありましたが、松下先生の在りし日の面影を、ご遺族も含め参加者の皆様と一緒に偲ぶことができましたかと思えます。

さて、この偲ぶ会を機会に、「松下正先生 追悼文集」をまとめることができ、偲ぶ会の当日、参加者の方々などにお配りしました。この追悼文集には、思い出の写真・松下先生の学術的業績の紹介・論文リスト・代表的論文選集、そして皆様から頂きました松下先生との思い出を綴った文章が含まれています。もし追悼文集をご希望の方がおられましたら、「松下正先生を偲ぶ会」事務局 (tyoshimi@post.kek.jp) までご連絡下さい。電子版のみになりますが、ご案内いたします。

松下正先生を偲ぶ会では、先生が放射光科学の創成期からサイエンスを牽引されると共に、ユーザーコミュニティの形成、施設・研究所運営、人材育成を主導されてきたことを、あらためて思い知ることができました。早すぎるご逝去に、心から哀悼の意を表します。



図3 献杯・歓談会の様子(藤井保彦先生が献杯の挨拶中、小林ホール前ラウンジ)

## PF トピックス一覧 (5月～7月)

PF のホームページ (<https://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。

### 2018年5月～7月に紹介されたPFトピックス一覧

- 5.1 【物構研トピックス】東工大の研究グループ、ウィルスでできた熱伝導フィルムを開発
- 5.1 【物構研トピックス】「はやぶさ2」が戻ってきたら
- 5.9 【物構研トピックス】発明改良功績(軟X線高分解・高回折効率ホログラフィック回折格子及びそれを応用した分光器の開発)
- 5.9 【トピックス】PF ユーザーの小池雅人氏、平成30年春の褒章で紫綬褒章を受章
- 5.15 【物構研トピックス】東京大学の研究グループ、分子の世界のベアリングにはほぼ摩擦がないことを発見
- 5.22 【物構研トピックス】信州大学などの研究グループ、新たな鎖状連結タンパク質ナノブロックを開発
- 5.28 【物構研トピックス】東大などの研究グループ、X線自由電子レーザーによる高調波発生を利用した元素マッピングの基礎技術を実証
- 5.29 【物構研トピックス】東大などの研究グループ、CoPd 薄膜界面にて磁化を膜垂直方向に揃える界面電子軌道の形を解明
- 6.13 【物構研ハイライト】「磁気スキルミオン」を放射光で見る(1) 磁気スキルミオンとは
- 6.13 【物構研ハイライト】「磁気スキルミオン」を放射光で見る(2) 世界初の測定手法とクマさんの鍵穴
- 6.21 【物構研トピックス】物構研の教育活動 CUPAL 放射光利用技術入門コース～第7回X線イメージング～
- 6.26 【物構研トピックス】SBRC International Cryo-EM Seminar1 を開催
- 7.4 【物構研ハイライト】水の惑星分析班
- 7.9 【プレスリリース】GaN の結晶欠陥を大面積且つ非破壊で検出・分類する方法を開発 ～青色LEDから電力制御素子まで、GaN 結晶の高品質化を加速～
- 7.31 【プレスリリース】ディラック線ノードの直接観測に成功 ートポロジカル量子コンピューター基盤物質を発見ー

PF 滞在記

### AR-NW10A を利用したメタン活性化触媒の作用機構に関する研究

東京工業大学物質理工学院応用化学系  
博士後期課程 2年 西川祐太

私は東京工業大学物質理工学院応用化学系に所属し、山中一郎教授のご指導のもと、メタン活性化触媒の作用機構を明らかにするための研究を行っています。メタンといえば都市ガスや発電のための燃料として広く利用されていますが、化学原料としての利用が大変難しい物質です。しかしその豊富な資源量と価格の安さから、多くの研究者がメタンから化成品への直接転換反応に取り組んでいます。メタンの C-H 結合を二つ切り、その二つをくっつけば、あっという間に化学工業の基幹原料として重要なエチレンが出来上がる、などと絵に描くのは非常に簡単ですが、これが本当に難しいのです。試行錯誤の末、私はメタンからエチレン、プロピレン、ベンゼンなどに直接転換可能な液体インジウム触媒を見出しました。これまで様々なアプローチでインジウムの液体金属としての触媒作用機構解明に取り組んできましたが、反応前後の触媒の情報から推察するしかありませんでした。謂わばワールドカップの出場メンバーとその試合結果だけを知らされたようなものです。結果だけでもあれこれ類推できますが、まさか優勝候補のベルギー戦で日本が2点を先制し、終了間際にカウンターで逆転を許す展開など誰が予測できたでしょうか。やはり試合は生で見たいというのが性です。ただ高温の反応条件下で触媒を分析できる手段は限られます。そこで今回、触媒が作用中の状況を観察できる強力な武器として、*Operando* XAFS 測定を行いました。

基本的な測定は以前 KEK を訪れた際に既に行っており、サンプルは大学で予めペレット成形し、現場では試料の設置と測定を繰り返します。共同研究者である北海道大学の朝倉清高教授と永松伸一博士にご指導頂き、なんとか簡単な測定ができるようになりました。とはいえ今回の測定は設置や測定の手順がこれまでと大きく異なります。*Operando* XAFS 測定に際しては朝倉先生に加えて東京医科大学の和田敬広助教にご指導頂きました。

事前に打ち合わせを行った上、何度も部品の組立作業と確認実験を繰り返しました。そしてビームタイム前日、東工大からガスシステムに関する各種部品、昇温装置、MSなどを搬入し、準備万端で KEK へ向かった…はずだったのですが、何事にもトラブルは付き物。手続きに問題が発生し、管理区域への立ち入りができませんでした。放射線管理室受付の前で呆けていると、朝から彷徨う東工大の他研究室の方々に遭遇しました。どうやら自分たちだけではないようでした。東工大側の担当の先生に連絡を取り、午後

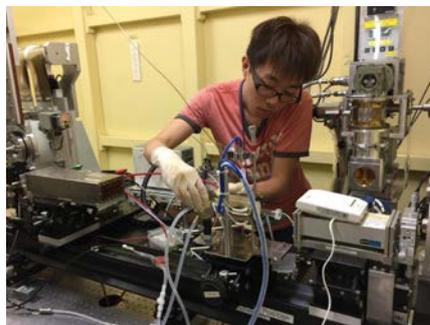


図1  
反応管の設置をする著者

から入域できることとなり少しホッしました。それも束の間、ここからが勝負と気を引き締めます。ビームタイムは72時間あるとはいえ、大幅な時間ロスはかなりの手です。速やかにビームラインでガス配管工事を開始。黙々と作業を続け、夜にはガスラインが完成しました。万が一の事を考えて夜通しで可燃性気体を取り扱わないことにしていたため、ペレットで持ち込んだ別の試料を翌朝まで測定することとし、翌日の *Operando* 測定まで私は睡眠をとりました。翌早朝、早速反応管に試料を設置し、測定のための調整を行い、朝の入射終了とともに *Operando* 測定を開始しました。これまでとは異なる緊張感。一度始めれば実験は止められません。多くの方々の協力のもと、自ら見出した触媒の解析のためにこのような大掛かりな装置を稼働できていることを考えると、身の引き締まる思いです。温度を徐々に変えながらスペクトルと MS のシグナルを見つめつつ、実験は順調に進み、その日の夜10時頃、2日目の *Operando* 測定を終えて深夜測定組と交代しました。翌朝は3日目最終日、早朝から測定調整を行いましたが、いくらか慣れたようで早々に調整が終了しました。昨日同様朝の入射終了とともに測定を開始しました。昨日今日と比較できるデータが出ると、やはり気になることが出てきます。残り少ない時間、次は何をすべきかを先生方と議論し、測定しながら次の測定計画の詳細を練りました。夕方の測定中は計画に従い数時間仮眠をとり、日付が変わる前に復帰。ラストスパートです。午前4時前、測定はようやく終わりを迎えました。残るは撤収作業ですが、ガスラインや MS を設置した今回の測定は撤収も大掛かり。測定が終了した安堵感で石英反応管を割らぬよう、最後まで気が抜けません。無事に撤収作業が終了した頃には既に外は明るくなっていましたが、冷たい雨模様。どっと疲れが出るのを感じながら帰路に着きました。

日々研究の中で新しいことに挑戦する度に様々な知識や技術を吸収でき、その都度自分の成長を感じることが出来ます。殊に KEK の放射光設備を利用して様々な実験を何度も行うことは、望んでいる人全員ができることではないと思います。このような恵まれた環境で学生として研究できることに感謝し、今後自分の研究に励みたいと思います。

## 中小オーナー企業の経営者となって

株式会社 小池弥太郎商店 小池祐一郎

PF 関係者の皆様、はじめまして（もしくはご無沙汰しております）。小池祐一郎と申します。平成 13 年から 18 年まで、北海道大学触媒化学研究センター（現触媒科学研究所）朝倉清高先生、田旺帝先生（現国際基督教大学教授）の下で主に BL-9A, 12C を利用した XAFS の研究にて学位を取得させて頂き、18 年から 20 年まで、野村昌治先生（現 KEK ダイヤモンドフェロー）、稲田康宏先生（現立命館大学教授）の下で博士研究員として PF-AR NW10A のビームライン立ち上げを含む研究に従事させて頂きました。その後、地元の静岡で父親が経営していた建材の加工販売を行っている会社を引き継ぎ、日々忙しくさせて頂いております。今回、大学の研究室の後輩で、PF ニュースの編集委員である東京医科歯科大学の和田君からこのお話を頂き、自分が PF を卒業してから 10 年以上が経っていることに気づき、月日の流れの速さを実感しております。

学生時代、研究員時代と PF での生活を思い返しますと、初めて PF を訪れた時にカードリーダーで実験ホールへ入ることが、秘密基地にはいるような感覚でわくわくしたことを覚えております。そして、ミスによりスタッフの方々をはじめ多くの方にご迷惑をお掛けしました。夜間、予備実験で試料を電気炉でアニールした時、中に銅板が入っていることに気付かずそのままセットしたため、銅が溶け出して地絡させて、夜中に連絡を受けた時や、真空チャンバーの Be 窓を割ったときのターボ分子ポンプの音など、今思い出しても血の気が引く思いです。さて、科学の分野から 10 年以上離れており（三角関数すらあやしい？）、専門的な話はとてもできませんので、研究以外の話をしたいと思います。

PF での実験以外の思い出というとならば、「食」が頭に浮かびます。ビームタイムという限られた時間の中で何らかのデータを取らなければいけない、非日常的な時間の中では気分転換や、データがうまく取れなかったり、ビームダンプ（最近は無いかもかもしれませんが）の際のゲン担ぎなど理由をつけてはいろいろな店に行った記憶があります。幸い、車がありましたので、いちむら（ラーメン定食）、三徳（日替わり定食）といった近場以外にも、泉食堂（とんかつ）、高麗（キムチチゲ）、まっちゃん（餃子）、魚八（魚と揚げ物）、旭屋（刺身）等々、だいぶエンゲル係数高めの生活を送った気がします。最新の PF ニュースの KEK 周辺生活マップを見ますと、周辺にもさまざまな店舗ができていますので、時間の流れを感じました。

現在私は、静岡にて（株）小池弥太郎商店（<http://www.koike-s.jp/>）という会社を運営させて頂いております。住宅や、工場、倉庫といった様々な建物の主に鋼板を用いた金属屋根・外壁の加工・販売を行っております。材料と



図 1 理化学研究所での入射系建屋外壁及び防水改修工事（設計・監理：株式会社 内藤設計）

なる鋼板は、かつては鉄の芯材に亜鉛をメッキしたトタン（Zn）が使用されておりました。1980 年代からは亜鉛とアルミの合金メッキのガルバリウム鋼板（55%Al-1.6%Si-Zn）が広く普及し、現在もっとも一般的に使用される外装材用鋼板となっております。今年の上旬には、SPring-8 の入射系建屋の外壁に弊社の材料をご採用頂いております（図 1）。近年ではこのガルバリウム鋼板のメッキ層に Mg を添加することで耐食性を 3 倍強向上させた超高耐食鋼板（55%Al-2%Mg-1.6%Si-Zn）が登場し（<http://www.nisc-s.co.jp/products/sgl.html>）、更なる高品質化・建物のメンテナンスフリー・高寿命化が進んでおります。弊社はこれらの鋼板をメーカーから購入し、加工することで市場へ拡販する役割を担っているわけですが、今思い返せば、XAFS 討論会等で当時新日鐵の木村正雄先生（現物質構造科学研究所 放射光科学第二研究系 教授）がサビのメカニズム等のご講演をされていたことが思い出され、ユーザーとしてこれらの製品が個人的に身近に感じたりもしています。

PF での研究員から中小企業のオーナー経営者と 180° 仕事内容は変化して 10 数年が経ちました。最も大きな変化は、プレイヤーからマネージャーという立場の変化です。通常組織であれば研究者も会社員もこの立場の変化はキャリア（経験・実績）に応じて変化していくわけですが、中小オーナー企業ではしばしば血縁のみでこのポジションに就く（就けてしまう）ケースが発生します。私自身もこのケースに当てはまりました。最初の半年は研修を兼ねて実務を行いました。当然、弊社の扱ひ商品等に専門的な知識や経験は他の社員に比べて低い状態で社員の上に立つことになりました。そのような環境で、社員、取引先様を

はじめとする周りの人々に助けられながら会社を継続できていることは、学生・研究員時代に受けた教育・経験のおかげだと実感しております。放射光や表面科学、触媒に関する専門知識を役立てる機会は残念ながら現状ではありませんが、相手を尊重して話を聞く・話す、相手に納得して(動いて)もらうために筋道たてて、客観性のある数字を用いて説明する、といったトレーニングをPFでの研究を通じて学生・研究員時代受けられたことは、大きな財産となっております。一方で、今のビジネスに対する経験が深まる中で、人に任せることの難しさを痛感するようになっており、振り返ると先生方が知識も経験も浅い私に様々な仕事を任せて下さった器の大きさに今更ながら感謝しております。

中小企業の経営者となって、先ほどの弊社加工材料のメッキ鋼板の性能向上や、日々のちょっとした発展などを目にするにつけ、自分の会社という局所的、短期的な低い目線になりがちなか中、その対極にある日本全体(本来は人類でしょうか?)のための未来への投資である高い目線での研究開発の重要性を強く感じております。本来であれば研究者・技術者として成長することで恩返しとなるわけですが、私の場合は会社を永続させ、少しでも日本の未来への投資である科学技術の発展に間接的にも寄与できるように努力することで恩返しをしていければと思っております。PFニュースに似つかわしくない、具体性の無い文章となってしまうましたが、研究・科学技術に全く携わっていない現在文系人間が書いた文章ということでお許しいただければと思います。

## 大柳 宏之氏, XAFS2018 にてエド・スターン賞を受賞

物構研トピックス  
2018年8月7日

7月27日、ポーランドのクラコフ市で開催された17th International Conference on X-Ray Absorption Fine Structure (XAFS2018)において、2018年度 International X-ray Absorption Society (IXAS)の表彰式が行われ、PFを利用した研究によりKEK物構研協力研究員の大柳宏之氏がロナルド・フラーム教授(ベルク大学ヴッパータール)とともに、IXAS最高の賞であるThe Edward Stern Outstanding Achievement Award(エド・スターン賞)を受賞しました。

この表彰は、XAFSおよび関連分野の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関連科学技術に携わる研究者の意欲の向上を図り、XAFSおよび関連分野の科学技術水準の向上に寄与することを目的としています。3年毎に開かれるXAFS国際会議において授与されます。

受賞対象となったのはフォトンファクトリー(PF)で行われた「局所構造と機能の関係性」に関する一連の研究です。入射角を制御しながら結晶を光軸の周りに回転させ



図1 XAFS2018の会場

て蛍光検出を行う独自の偏光依存XAFS測定法による研究業績が、国際的に評価されました。

同氏は、1980年代に故松下正教授とともにPF初のXAFS専用ステーションBL-10Bを立ち上げ、当時筑波大学に在籍していた白川英樹教授(2000年ノーベル化学賞受賞)と共同でポリアセチレンの導電性と局所構造の関係を明らかにしたのをはじめ、ミオグロビンのヘム鉄局所構造とスピン状態など、多くの成果をあげました。また同氏は、同手法を高温超伝導体単結晶へ適用し、超伝導転移温度近傍で格子異常現象を見出しました。この成果は高温超伝導研究者にも大いに注目を集め、PFを利用したローマ大学との国際コラボレーションが世界を先導することとなりました。

最近では、電子励起下での「構造と機能」に注目して光誘起構造変化や中間状態に関する一連の研究を行っています。

同氏はIXASの執行委員会の幹事/会計、副議長、議長として長年国際的に貢献してきたことも評価されました。産総研退職以後、KEK協力研究員およびNSRL(中国科学技術大学)客員教授として現在も積極的に後進の指導にあたり、研究活動や国際会議の支援にも携わっています。(物構研トピックス(<https://www2.kek.jp/imss/news/2018/topics/0727XAFS2018EdStern/>)より転載)

## 産業利用促進運転日実施報告

放射光科学第二研究系 君島堅一

既にご案内しておりますように、KEK物構研フォトンファクトリー(PF)では、機構の予算による運転とは別に放射光加速器の運転を検討しています。これは、産業利用の推進を主な目的に、施設利用等の利用料収入を用いて運転時間の延長を行なうものです。平成30年度1期(2018年5~7月期)には、試験的に運転期間を延長して産業利用促進運転日(産促日)制度の検討を行いましたので報告致します。

**実施内容:**2018年6月30日午前9:00~7月6日午前9:00(6

日間)。この期間は施設利用料収入で運転経費を賄い、有償による利用を優先しました。対象は、PFリングのビームラインで、PF-ARは含まれません。一部のビームラインでは、随時利用が可能になるように実施期間を分散させて運用されました。

**実施実績：**10社・2団体（12課題）で、13ビームタイム／のべ290時間の利用がありました。その利用料収入の80%が運転経費に充当されましたが、これはPFリング（運転に必要な線形加速器の経費を含む）の運転を約5.5日延長する分に相当します（現時点での光熱費単価に基づく）。

今回の産促日運転の実施結果により、利用料収入による運転時間の延長の可能性が示されるとともに、いくつかの課題が明らかになりました。ユーザーの立場からは、通常の施設利用との区別、対象の利用制度の制限などや、利用手続きが煩雑になるなどの問題が指摘されました。また、利用料収入配分の問題など、継続的に実施するには更なる検討が必要です。なお、有償施設利用の希望がなかったビームライン・ビームタイムでは大学共同利用一般課題（G課題・S課題等）にビームタイムが配分されました。KEK-IMSS-PF全体として、大学共同利用を圧迫することなく企業等による有償施設利用の時間の確保と共に、企業のPF利用による大学共同利用への還元につながったと考えております。

来年度以降の実施については、今回得られた知見を基に実施の有無を含めて検討を進めているところであります。産促日利用者や所外担当者を含めたビームライン担当者へは、本制度についてのアンケートを実施し意見を収集しているところでありますが、その他のユーザーの方々につきましても本制度へのコメント・ご意見を頂きたくお願い申し上げます。ご意見は、物質構造科学研究所・放射光科学研究施設 主幹秘書室 (Email: pf-sec@pfiqst.kek.jp) まで、お願い申し上げます。

## PF トピックス一覧 (8月～10月)

PFのホームページ (<https://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。

### 2018年8月～10月に紹介されたPF トピックス一覧

- 8.7 【プレスリリース】染色体の構造変換を司るタンパク質の構造を解明
- 8.7 【物構研トピックス】大柳 宏之氏, XAFS2018にてエド・スターン賞を受賞
- 8.8 【トピックス】PF 構造物性グループの田端 千紘さんが, ICM2018 ポスター賞を受賞
- 8.24 【物構研トピックス】多摩六都科学館にて「イマドキの生物学者になってみよう」を開催
- 9.7 【物構研トピックス】KEK 一般公開 2018 開催報告

～フォトンファクトリー編, 研究本館ほか編

- 9.10 【プレスリリース】自発的に折りたたまれるポリマー材料の開発に成功ータンパク質の機能を模倣する新素材への応用に期待ー
- 9.19 【物構研トピックス】慶應大学と信州大学の研究グループ, タンパク質でサッカーボール型分子を創出
- 9.20 【物構研トピックス】東北大ほか, GaN 高速トランジスタの表面電子捕獲のナノスケールその場分析にはじめて成功
- 9.26 【プレスリリース】鉄系高温超伝導体における新奇な磁性と超伝導の共存の観測に成功
- 10.1 【KEKのひと #37】夫婦の信念「生涯第一線の研究者でいたい」坂部知平(さかべ・のりよし)さん
- 10.2 【プレスリリース】薬剤耐性の原因「薬剤汲み出しタンパク質」の排出メカニズムを解明～多剤排出トランスポーター MdfA の分子機構～
- 10.15 【物構研トピックス】徳島大学の真板 准教授、新しいタンパク質の結晶化法「高分子での結晶スポンジ法」に成功
- 10.19 【トピックス】「大学共同利用機関シンポジウム 2018～最先端研究大集合～」に出展

### 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@pfiqst.kek.jp) までお送り下さい。

### PF 滞在記

### PF-AR NE7A にて行った高温高圧におけるコーサイトの变形実験

愛媛大学理工学研究科数理物質科学専攻  
博士前期課程 2年 土居峻太

私は愛媛大学理工学研究科数理物質科学専攻で西原遊先生のご指導を受けながら、高温高圧におけるコーサイトの粘性率について研究しています。コーサイトは3-9 GPaで安定なシリカ鉱物で、地球深部に沈み込んだ大陸地殻の变形を司ると考えられています。しかし圧力5 GPa以上におけるコーサイトの变形実験は行われておらず、粘性率の圧力依存性は分かっていません。私は圧力3-9 GPaの条件でコーサイトの变形実験を行い、粘性率の圧力依存性を決定しました。圧力5 GPa以上の变形実験は新学術領域研究「核-マントル相互作用と共進化」の一環として西原先生らが新しく導入したD111型装置によって行ったので、D111型装置の立ち上げ作業と私の研究内容とを並列して記したいと思います。

今回の立ち上げ作業に愛媛大学から西原先生と私が、岡山大学から山崎大輔先生と辻野典秀さんと芳野極先生が、九州大学から久保友明先生と今村公裕さんが集結しました。まず、NE7Aにクレーンを用いてD111型ガイドブロックを設置します。ガイドブロックの高さを加工し直してもらうなど様々な苦難を乗り越え、プレス機MAX-IIIにD111型ガイドブロックを組み合わせることができました。この新型ガイドブロックはサンプルを8方向から加圧することで、より高圧をより安定して発生させることができます。Ni球を用いて等方的に圧縮できているか確認する実験や、標準物質の相転移圧を利用した荷重圧力校正実験を試験的に行い、本実験の前準備としました。またフラットパネルセンサーを用いた二次元X線回折測定システムを構築し、粘性率決定に必要な差応力・圧力の測定をより高精度かつ効率的に行えるようにしました。

立ち上げ作業が終わった後、集結した人たちの中で最も目標圧力が低い私の実験から始まりました。まず標準試料CeO<sub>2</sub>を使ってカメラ長などの光学的なパラメータを決定します。内部に加熱回路・断熱材・熱電対・コーサイト・変形用ピストン・歪マーカーが仕込まれた圧力媒体を8つの二段目アンビルの中心へ設置します。その二段目アンビルごとD111型装置によって圧縮することで、目標とする圧力の発生に成功しました。初めて実験した時は加熱回路の方向と熱電対線が出ていく方向、放射光X線が入射する方向の三次元的な幾何学関係を分かっておらず、二段目アンビルを組み直さなければなりませんでした。そしてコーサイト近傍のW-Re熱電対で温度計測しながら、グラフィットヒーターに電力を投入して目標温度まで加熱しまし



図1 MAX-III (右) にインストールされる直前のD111型ガイドブロック (左)

た。30分から1時間焼きなました後、上下の作動ラムを一定速度で前進させることでコーサイトを圧力媒体ごと一軸圧縮しました。実験中のコーサイトに対し50 keVの単色X線を入射して透過像と二次元回折像を交互に取得し、コーサイトの歪・差応力・圧力のその場観察を行いました。2-8時間変形した後、変形終了・急冷して、減圧きってからコーサイトを回収します。以上の手続きに従って圧力3-9 GPa、温度800-1200°C、歪速度 $8.9 \times 10^{-6}$ - $7.3 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ の範囲で合計12の条件で実験を行いました。実験の結果、コーサイトの粘性率は圧力にほとんど依存しないことが分かりました。

作業に集中する私たちを支えてくれたのはKEK周辺の食事でした。美味しいラーメン定食で腹がはち切れそうになる『いちむら食堂』、懇意にしているKEKの特別助教から教えてもらった『魚八』、帰りの飛行機が欠航して一日追加で滞在した時に食べた『百香亭』。他にもカレー、うどん・そば、お好み焼きなどバラエティーに富んだ食事環境によって心身ともに回復することができました。また夕食で食事店へ移動する時、地上の肌寒く澄んだ空気を通して見える満天の星空も私にとっては大きな癒しでした。

2018年12月現在、PF-AR NE7Aで得られた結果を修士論文にまとめている最中です。装置の立ち上げと実験に関してC&Tファクトリーの山本周平氏、東北大学の鈴木昭夫准教授、KEKの亀卦川卓美シニアフェロー、若林大佑特別助教、船守展正教授に大変お世話になりました。支えて下さった方々に報いることができるよう、研究に専念しようと思います。

## 俺はまだ暗闇の中を走っているんだ！ ～ビームタイムを楽しむことは人生を楽しむことに他ならない～

2018年度横浜市立大学大学院修了 治面地智宏

0泊2日の合宿。場所はBL-10Cだ。2017年の冬。当時、横浜市立大学の修士課程に在学中の私は、指導教員である有田恭平准教授の指導の下、SEC-SAXS (Size Exclusion Chromatography -Small Angle X-ray Scattering) を用いて溶液中のタンパク質の立体構造解析を行っていた。

私にとってPFと言えは24時間のビームタイム中に、可能な限りSEC-SAXSの実験を行いデータを取ることを意味していた。

ビームラインでのSEC-SAXSの実験は多忙を極める。1回の測定はおよそ40分程度だが、その待ち時間には前のデータの解析に取り組む。測定とデータ解析の繰り返しを、時折短い休憩を挟みながら時間が許す限り続けるのだ。24時間という限られた時間の中で、より多くの測定を行なうためには、効率の良さが求められる。それには周到な準備と状況判断が不可欠である。事前にサンプル濃度から希釈系列を計算しておき、現場では測定に合わせて希釈するだけにしておく。測定中は常に進捗を見て次の測定に使うサンプルとbufferの準備をしておく。常にタイムマネジメントを意識していた。

PFでの実験に臨む際に個人的に欠かせないものがある。「黒棒」と「緑茶」だ。黒棒とは主に九州地方で作られてきた焼き菓子の一種である(図1)。留学生にも大好評の日本のお茶菓子だ。ビームタイム中は24時間0交代で実験を行なっているので息抜きが必要である。ティーバッグとタンブラーを持って行けば、談話室の電気ケトル(無料)を使って、何時でも熱い緑茶が飲める。貧乏学生だった私にとってはありがたい設備である。

朝9時からビームラインに居て、26時頃になると、空腹というかなんとか「足りない」という感覚になる(昼夕食も食べているが)。その時に黒棒と緑茶が真価を發揮



図1 黒棒こと「黒棒名門」



図2 PFで借りた自転車と筆者(当時)

する。黒棒はいつ食べても美味いが、26時の黒棒は格別に美味しい。黒棒を頬張って、口に残った美味しいのを熱い緑茶で流し込めば最高の一言。実験の息抜きにも国際交流にも使える黒棒、スーパーの半生菓子コーナーで買えるので、PFにお越しの際には是非持参されることをお勧めしたい。

深夜の実験はテンションで乗り切ることができるけども、明け方はどうにもならない。そこで私は眠気覚ましを兼ねて朝食の購入に出掛ける。PFに行くのは決まって冬から春にかけての日の短い時期だから、早朝4~5時の外は真っ暗だ。外のコンビニに行くのにPFで借りた自転車(図2)を使って大体10分の道のり。電灯はゼロ。自分の自転車のライトのみが道を照らす。大げさだが、頼れるのは自分だけ。ライトで見える範囲は限られている。時折、車のヘッドライトで道がぼおっと明るくなる。暗闇の中をひたすら漕ぐ。冷たい夜風が眠気を後方に飛ばしてくれる。まだ暗闇の中を漕ぐ。横道から出てきた車のヘッドライトをゴール(KEK入り口)の灯りと錯覚する。その光は目的地じゃない。

ゴールが見えたと思ったらその先にもゴールがある感じは、研究そのものであるし、俺の人生にも似てる。俺はそうやって、先の見えない状況の中でも目の前のことに全力を注いできた。

現在私は横浜市のお癸巳(キシ)化成株式会社に就職し抗体医薬の製造に関わっている。昨年の本庶先生のノーベル賞受賞からもわかる通り、ホットで重要な分野だ。私は今、任されている膨大な資料作成、GMP (Good Manufacturing Practice) 施設の維持管理、細胞実験などの仕事に全力で取り組んでいる。PFで培ったタイムマネジメントは仕事で大変役立っている。与えられた時間の中で、可能な限り仕事をやる状況はビームタイムと同じであるからだ。

この先の人生がどうなっていくのかは分からないが、好きなことを好きなだけやって、とにかく楽しみたい。もし暗闇で先が見えなくとも、全力で突き進んでいきたい。その過程で再度PFで実験が出来る機会が得られれば、こんな幸せはない。

## PFの宇佐美 徳子 講師，日本放射線影響学会女性研究者顕彰・岩崎民子賞を受賞

物構研トピックス  
2018年11月15日

物構研放射光科学研究系の宇佐美徳子講師が，平成30年度日本放射線影響学会女性研究者顕彰・岩崎民子賞を受賞しました。この賞は，同学会名誉会員である岩崎民子博士の寄付による基金をもとに，放射線科学の活性化と学会の発展に寄与した女性研究者を顕彰するために創設されたものです。



図 宇佐美徳子講師（左），放射線影響学会島田義也理事長（右）授賞式にて。

宇佐美講師は，放射光を用いた放射線生物学において継続的な研究と研究支援を行い，関連分野の活性化に大いに貢献したほか，東日本大震災以降の放射線リスクコミュニケーション活動等を通じた学会への貢献も貴重であると評価され，今後の継続的な活躍を期待しての顕彰となりました。

授賞式および受賞講演は，11月8日に，長崎市で開催された日本放射線影響学会第61回大会で行われました。

## KEK スチューデント・デイで，総研大物質構造科学専攻の亀沢知夏さんが機構長賞を受賞

物構研トピックス  
2018年11月15日

11月13日，KEK つくばキャンパスで開催された「KEK スチューデント・デイ」の研究発表において，総合研究大学院大学高エネルギー加速器科学研究科物質構造科学専攻の亀沢知夏（かめざわちか）さんが機構長賞を受賞しました。



図 研究発表ポスターの前で亀沢知夏さん

亀沢さんは，物質構造科学研究所 兵藤一行准教授の指導と，東北大学への特別研究派遣学生として多元物質科学研究所 矢代 航 准教授の指導のもと，フォトンファクトリーの放射光や実験室のX線発生装置を用いたイメージングで物質の「かたさ」を評価する手法開発に取り組んでいます。このような手法は

エラストグラフィと呼ばれる，超音波を用いた装置はすでに実用化され，乳がんの検査などに使われています。X線を用いると画像の空間分解能が飛躍的に上がることから，より初期のがんの発見やがんの機序の解明に繋がる知見が得られることが期待されます。

KEK では，総合研究大学院大学をはじめ，連携大学院，特別共同利用研究員など，100名を超える大学院生が学び，研究を行なっています。KEK スチューデント・デイはそれらの大学院生が一堂に会し，研究成果を発表することにより交流を深めるイベントで，毎年1回行われています。

## PFの若林大佑特別助教，日本高圧力学会奨励賞を受賞

物構研トピックス  
2018年12月4日

日本高圧力学会の2018年度奨励賞に放射光科学第一研究系の若林大佑（わかばやしだいすけ）特別助教が選出され，11月26日～28日に行われた第59回高圧討論会において授与されました。奨励賞は高圧力の科学・技術の進歩に貢献した若手研究者・技術者2名までに授与されるものです。

受賞対象の研究課題名は「SiO<sub>2</sub> ガラスの永久高密度化に関する総合的理解」です。SiO<sub>2</sub> ガラスの永久高密度化はノーベル物理学賞を受賞したブリッジマン博士によって20世紀の中頃に発見された現象で，この物質に数万気圧を超える圧力を加えた後に常圧に戻すと，加えた圧力に応じて約20%増までの任意の密度をもつ状態で回収されるというものです。SiO<sub>2</sub> ガラスは，窓ガラスの主成分でもあり，理化学実験等にも様々な用途のある実用材料です。しかし，永久高密度化を始めとするガラス固有の現象の理解は構造情報の取得の困難さなどから十分には進んでおらず，単純な化学組成をもつSiO<sub>2</sub> ガラスの研究は，ガラス研究の本流として今なお多くの研究者の関心を集めています。

若林氏は，フォトンファクトリーのビームライン BL-



図 受賞講演で質問に答える若林大佑氏

18C および AR-NE1A を利用し、高圧を発生させる装置「ダイヤモンドアンビルセル」と放射光を組み合わせ、研究を進めてきました。永久高密度化ガラスが、結晶と同様に加減圧に伴って可逆に構造を変化させることを実証し、ガラスであるにも関わらず割れずに大きく変形すること（塑性変形）、および変形後のガラスの構造に大きな異方性が残留すること（残留偏差歪）を発見しました。さらに、高圧下その場小角 X 線散乱手法の開発に中心的な役割を果たし、 $\text{SiO}_2$  ガラスの相転移の中間状態においてサブナノメートルスケールの構造不均質が出現すること（二相混合状態）を明らかにしました。これらの研究では、放射光に加えて、光学顕微鏡観察、ラマン散乱測定など、様々な実験手法が駆使されています。

このように実験によって顕著な業績を収めたのに加え、第一原理分子動力学計算やその結果を機械学習させることによる大規模分子動力学計算、相転移カイネティクスモデル化、さらには地球科学的な応用として、ケイ酸塩メルトの状態方程式のモデル化やその元となる静的圧縮と動的圧縮のデータの分析でも業績を収めています。

若林氏の挙げた業績はまさに「総合的」というに相応しいものであり、将来を嘱望される新進気鋭の研究者として高く評価されました

## 渡邊一樹氏、日本高圧力学会功労賞を受賞

物構研トピックス  
2018年12月4日

日本高圧力学会の2018年度功労賞に渡邊一樹氏が選出され、11月26日～28日に行われた第59回高圧討論会において授与されました。渡邊氏は三菱電機システムサービス株式会社(三菱SC)に所属し、フォトンファクトリー(PF)に常駐して高圧ビームラインの支援業務を担当されています。同学会の功労賞は、高圧力研究における技術の進歩・発展への著しい貢献に対して贈られるものです。

渡邊氏は、三菱SCに入社以来、一貫してPFの利用支援に尽力されてきました。特に2010年4月からは、PFの



図 授与式で挨拶をする渡邊一樹氏

高圧関連の4ビームライン（AR-NE1A, NE5C, NE7A, BL-18C）の担当として、自発的かつ献身的な利用支援、そしてビームラインの整備と高度化に関する技術支援により、PFにおける高圧力科学の発展に大きく貢献されています。

このことから、今年3月に開催されたPFの高圧ユーザーグループミーティングにおいて、「渡邊氏の多大なる貢献に感謝するとともに、益々の活躍と高圧力研究の発展への更なる貢献を祈念・確信して、日本高圧力学会功労賞に推薦する」ことが決定しました。今回の受賞は、ユーザーグループ代表の高橋博樹氏（日本大学）により、多数の連名での推薦が行われたことによるものです。

授与式では賞状と記念の盾が贈られ、渡邊氏から挨拶がありました。

## 菊地貴司氏、KEK 技術賞を受賞

物構研トピックス  
2019年1月21日

物構研 放射光科学第一研究系技師 菊地 貴司氏が平成30年度 KEK 技術賞を受賞しました。この賞は、機構内の技術者を対象とし、技術の創造性、具体化、研究への貢献、技術伝承への努力等を審査し授与されるものです。今年度受賞したのは、菊地氏と、加速器研究施設技師 原 和文氏の2名で、1月16日に開催された KEK 技術職員シンポジウムでは両氏の講演が行われました。

非蒸発型ゲッター (Non-evaporable getter, NEG) ポンプとは、チタン (Ti)、ジルコニウム (Zr)、バナジウム (V) などの金属を真空中で加熱して活性な表面を作製し（活性化）、水素 ( $\text{H}_2$ ) や一酸化炭素 (CO) などの残留ガスを化学吸着して排気する真空ポンプです。 $\text{H}_2$  に対して高い排気速度を持ち、超高真空を維持できるだけでなく、オイルフリー、省エネルギー、軽量といった利点から、フォトンファクトリー (PF) や、KEKB をはじめ国内外の加速器施設で広く使用されています。しかし、従来の NEG ポン



図 受賞者と KEK 役員（中央は山内 正則機構長）  
受賞者左：原 和文氏（加速器研究施設）右：菊地 貴司氏（物質構造科学研究所）

は、製造を海外のメーカーが独占しており、高価で納期に時間がかかるものでした。PF で真空技術を担当する菊地氏は、低コストかつ高機能の国産 NEG ポンプの開発を目指し、2010 年ごろから NEG ポンプの自作を開始しました。

2017 年に菊地氏は、間瀬 一彦准教授と共に、無酸素 Pd/Ti コーティングという新しい技術を開発しました。これは、真空容器や真空部品の内面に、超高真空中で無酸素の Ti を成膜し、さらに無酸素のパラジウム (Pd) で覆って保護するという方法です。このコーティングを施した真空容器は、大気開放、ベーキング (真空加熱) を繰り返しても排気性能が低下しないことが確認されました。また、133 ~ 150°C という従来よりも低い温度で活性化させることが可能で、コーティングの手順が容易なことや、低コストで利用できるという利点も併せ持ちます。H<sub>2</sub>O, CO, CH<sub>4</sub> 等の残留ガスについても、酸素を導入しながらベーキングすることで除去することができるため、光学素子の炭素汚染を低減することにつながると期待されます。さらに菊地氏はこの無酸素 Pd/Ti コーティングを使った NEG ポンプも開発しました。

菊地氏は、「今後これらの技術を放射光源、ビームライン、エンドステーションに応用すれば、建設とメンテナンスのコストとマンパワーを大幅に削減することができる。また、産業界に技術展開し、新しい非蒸発型ゲッターポンプの製造・販売を実現したい。」と話しています。

## PF トピックス一覧 (11 月 ~ 1 月)

PF のホームページ (<https://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。

### 2018 年 11 月 ~ 2019 年 1 月に紹介された PF トピックス一覧

- 11.7 【物構研ピックス】 ファインセラミックスセンター 姚 永昭 氏ほか、PF の共同利用の成果で応用物理学会 Poster Award を受賞
- 11.9 【ハイライト】 国際単位系 (SI) kg 再定義の舞台裏
- 11.15 【物構研ピックス】 KEK スチューデント・デイで、総研大 物質構造科学専攻の亀沢知夏さんが機構長賞を受賞
- 11.15 【物構研トピックス】 PF の宇佐美徳子講師、日本放射線影響学会 女性研究者顕彰・岩崎民子賞を受賞
- 11.28 【物構研トピックス】 PF ユーザーの富山県立大と立命館大の研究グループ、クジラの海洋適応に伴うタンパク質進化のしくみを解明
- 11.30 【プレスリリース】 いつでもどこでも誰でも光をあてるだけで簡単に性質を操ることの出来る材料を開発 — 溶媒不要の高分子形状リセット法「T・レック

ス」の実現—

- 12.4 【物構研トピックス】 渡邊一樹氏、日本高圧力学会 功労賞を受賞
- 12.4 【物構研トピックス】 フォトンファクトリーの若林大佑特別助教、日本高圧力学会奨励賞を受賞 9.20
- 【物構研トピックス】 東北大ほか、GaN 高速トランジスタの表面電子捕獲のナノスケールその場分析にはじめて成功
- 12.6 【物構研トピックス】 物構研の量子ビームユーザーが 2018 年の高被引用論文著者に選ばれました
- 12.10 【物構研トピックス】 私にスピンをわからせて！ ~ 第 2 回転「スピンの正体とは？」
- 12.14 【物構研トピックス】 私にスピンをわからせて！ スピンオフコラム ~ KEK の 2 つの研究所 ~
- 1.21 【物構研トピックス】 菊地 貴司氏、KEK 技術賞を受賞
- 1.22 【プレスリリース】 結晶にも液晶にも液体にも分類されない新物質を発見—分子自己集合体の科学における新知見—

### 【訃報】 フォトンファクトリー初代施設長 高良和武先生がご逝去されました

2019 年 2 月 1 日

フォトンファクトリー初代施設長 (1978 年 4 月 ~ 1984 年 3 月 高エネルギー物理学研究所・放射光実験施設長) であり、KEK 名誉教授の高良和武先生 (享年 97) におかれましては、1 月 30 日 (水) にご逝去されました。ここに謹んでお知らせいたします。高良先生のご冥福を心よりお祈り申し上げます。



在りし日の高良和武先生。写真は「第 29 回 PF シンポジウム」の 2 日目に開催された「30 周年記念講演」(2012 年 3 月 16 日)の中で、「放射光施設誕生の頃の裏話」の講演中の様子。