

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

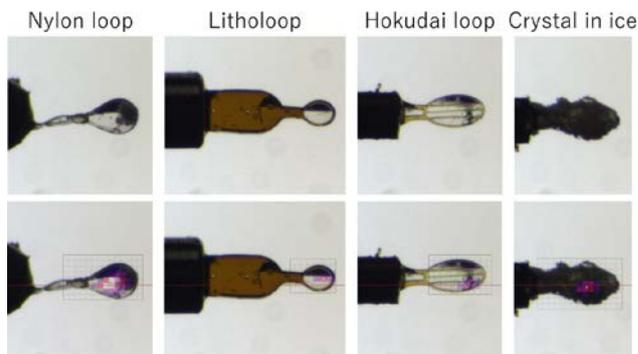


図1 様々なループでのセンタリング例。上が結晶観察カメラから取得された画像、下がその画像にX線スキャン領域（緑線）とタンパク質結晶からの回折点の数を基にしたヒートマップを重ね合わせたもの。

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