

東日本大震災復興

この度の3月11日の東日本大震災に際しましては多くの方々がお亡くなりになり、また避難を余儀なくされておられる方も依然として多いと存じます。心からのお悔やみ、お見舞いを申し上げます。一方で、PFにも国内外の数多くの研究者の方々からお見舞いと励ましのメッセージをいただき、深く感謝いたします。復興に向けて作業を進めておりますPFスタッフにとって、大変な励みとなっております。地震の発生した3月11日午後は、ちょうどその日の朝、2010年度最後のビームタイムを終えたところで、PF 2.5 GeV、PF-ARとも電子ビーム、X線が出ていない状況でお陰様で負傷者はありませんでした。しかしながら、加速器、リング、ビームラインで相当の被害があり、4月～7月のユーザー運転を中止いたしました。厳しい電力制限のため復興に時間がかかってはおりますが、5月16日よりPFリングへの入射、蓄積の試験を開始しました。翌日17日朝200 mA、同日夜には450 mAの蓄積試験が出来ましたが、リングの半周が大气に晒されたこともあり、まだ寿命は短い状態です。今後加速器関係機器の調整を行った上で、23日よりビームラインへ光を導いての試験を開始しました。順調に進めば6月には各ビームラインで測定テストを始められる予定です。電力事情が許す限り7月7日まで試験運転を続け、線形加速器、リング、ビームライン、実験装置のすべてに亘って点検・整備を行い秋からのユーザー運転に備えたいと考えています。PFスタッフだけでは人数にも限りがありますので、各ビームラインの測定テストに際しコミュニティの皆様のご協力をビームライン担当者よりお願いすることになりますが、その節は宜しくお願い致します。

これに先立ち3月28日に文部科学省で量子ビーム施設の連携・協力に関する連絡会議があり、PFやJ-PARCだけでなくRIBF(RIビームファクトリー)の状況も報告され、全国の量子ビーム施設で今回の大震災被災施設の復興に向けた協力体制について議論されました。その中で特に佐賀県立九州シンクロトロン光研究センターの上坪宏道先生から、まず立ち上げる必要があるのは加速器であるから、フォトンファクトリー加速器復旧のための協力体制を検討するべく全国の加速器専門家に働きかけていただき、4月5日に協力支援体制検討会議を開催致しました。フォトンファクトリーの視察後の議論で、被災状況としてはある程度限定的で加速器スタッフメンバーが中心になって復旧作業ができるものと判断されるが、今後の復旧作業の進捗状況によって必要に応じて国内他施設の加速器専門家が迅速に協力できるようにする、また、計測器などで必要なものの貸与も行う、という結論をいただきました。

また、翌4月6日は、尾嶋正治放射光学会長がPF復旧に関する要望書を、朝倉清高PF懇談会会長がPF懇談会の

要望書とともにPF懇談会会員からごく短時間で集められた500人以上の署名をもって鈴木厚人機構長に会われ、コミュニティからの強い要望を伝えられました。また、4月19日には、同じく尾嶋会長、朝倉会長が文部科学省を訪問され、倉持隆雄復興局長、藤吉尚之量子放射線研究推進室長に文部科学大臣宛ての要望書を提出され、PF復興の緊急性を訴えていただきました。さらに、4月27日には44万会員からなる34学会の会長声明から大震災復興に関する声明文が出されましたが、その中でフォトンファクトリーについても具体的に言及されています。

復旧作業中のユーザー支援

SPring-8では震災被災量子ビーム施設支援として優先枠を設けていただき、5月～7月にかけて共用、理研ビームラインについて1ビームラインあたり250時間、また、年度後半でさらに250時間という長期のビームタイムをご用意いただき大変感謝しております。これに向けてPF実験課題責任者の方々に要望をお聞きしましたところ、113件の応募あり、最終的に104件の実験課題を採択していただき5月10日から実験が行われています。PFとしてはこのビームタイムは大学共同利用の一環として位置づけ、PFユーザーのSPring-8での実験にPFスタッフがサポートすることを基本とします。ただし、ビームラインごとに、どのようなサポートが必要かをあらかじめSPring-8の担当者としてPFスタッフが協議し実際のサポートの仕方を決めることにしています。また、震災被災量子ビーム施設支援ビームタイムの間SPring-8の中央棟にPF分室を設けていただき、PFユーザーやスタッフがオフィスとしても使用させていただいております。このようにSPring-8から多大なるサポートをいただくことで大学共同利用機関としてのユーザー支援をある程度継続することができることになりました。また、SPring-8の専用ビームラインからも多大なるご支援をいただき、JAEA 3課題、蛋白研9課題、NIMS 1課題の実験を行わせていただくことになりました。国内の他の施設からも多くのご支援をいただき、SAGA-LS 10課題、HiSOR 3課題、UVSOR 3課題、立命館放射光センター1課題、NewSUBARU 1課題を実施させていただくことになっています。

大震災直後は高エネ機構のメールサーバーが復帰しなかったため、海外との連絡が十分に取れませんでした。サーバーが復帰しメールが読めるようになると国外の他の放射光施設、大学関係者から安否を気遣うメールが非常に多く届いておりました。一通一通返信を書き始めたところそれではとても追いつかないことがわかり、タンパク質関係のブルティンボードCCP4BBに簡単な報告を書きましたところ、そのコピーがSSRLのHerman Winick教授らによって放射光関係者にも転送され、世界中の放射光施

設から即刻ビームタイム支援の申し出をいただきました。CCP4BB にまず掲載されたこともあり最初はタンパク質結晶構造解析関係の施設からのメールが多くあり、中には1, 2週間後には実験をしてもらえるようにビームタイムを用意していただいた施設（APS の複数の CAT ビームライン、オーストラリア放射光, カナダ放射光, SSRL）や、英国ダイヤモンド放射光では春のビームタイム終了後リング運転を延長することも検討できると言っていたところもありました。また、HKL2000 というデータ解析ソフトウェアの Wladek Minor 教授からは PF ユーザーが海外の放射光施設で実験する場合、HKL2000 使用ライセンスを自動的に発行する、また、むしろ2年間 PF でのライセンスを半額にするというオファーもいただきました。その後すこし時間をおいて、諸外国の施設長、ディレクターの方々からもビームタイム支援のオファーが数多く届くようになりました。そこで、PAC 課題責任者の方々にご希望調査をさせていただき、相手方との相談後、以下のように20件ほどの実験が海外施設で行われることになっています。

上海 SSRF	4	台湾 NSRRC	4
欧州 ESRF 1-2 (調整中)		米国 APS	1
米国 SSRL	4	米国 ALS	4
スウェーデン MAX	1	豪州 AS	1

このように国内外の多くの放射光施設から PF 復興中のユーザー実験につきまして多大なるご支援をいただき、遅ればせながらこの場を借りて御礼申し上げます。

震災による関連行事の延期

大震災によりいろいろな行事にも影響が出ました。震災後高エネ機構、つくば国際会議場の状況を考慮し、3月14, 15日 PF シンポジウム、4月12, 13日 Q2XAFS 国際ワークショップ、4月15, 16日 PF-SAC をキャンセルせざるを得ませんでした。PF シンポジウムは7月12, 13日、PF-SAC は10月、Q2XAFS は12月8, 9日小林ホールで物構研シンポジウムの翌日からサテライトワークショップとして開催すべく準備を進めています。

PF シンポジウムは7月11日の ERL シンポジウム(後述)に続けて12, 13日につくば国際会議場で行います(詳細は28ページ参照)。大震災復興についての議論の時間を設けるため、例年に比べると圧縮されたプログラムになっており、3月の時にお願しました7件の招待講演の内、今回は2件のみお願いしました。13日には PF 懇談会の全員入会制度、既存施設の最大限の利用形態、将来計画早期実現に向けての PF 懇談会の役割等に関する議論や、セッション ERL 計画「PF から ERL へ-私の実験はどうなる?」(仮題)を行いますので、多数のユーザーの方々の活発な議論をお願いします。

12月に延期した Q2XAFS ワークショップは国際結晶学会の放射光コミッションと XAFS コミッション, IXAS (国際 X 線吸収分光学会)、日本 XAFS 研究会と協議しながら

数年前から準備しているもので、低分子結晶構造やタンパク質結晶構造データベースのように国際的に実験手法、データ解析法、構造評価法が確立している分野の経験も参考にしながら X 線吸収分光の実験法とデータ解析、データベースの標準化を議論します。結果は Journal of Synchrotron Radiation 誌の特集号として掲載する予定です。

APS ワークショップ：長波長 SAD とダイヤモンド

5月4日にシカゴの APS でジョージア大学の B.C. Wang 教授の主催による Extended Wavelength X-ray Protein Crystallography ワークショップがあり、参加してきました。Wang 教授は長波長 SAD 法という低エネルギー X 線を用いた構造解析法の開発で著名な研究者で新たに APS で National Resource for Extended Wavelength X-ray Protein Crystallography というビームラインを提案しており、今回のワークショップでは世界各国から長波長 X 線相決定法を開発している研究者が集まり最新の研究成果と将来展望について議論しました。ESRF(ID29), ダイヤモンド (I23), BESSY(BI14.2) と並んで、フォトンファクトリーでターゲットタンパク研究プログラム解析 C 課題で開発した BL-1A について発表しました。Chinese Academy of Science (北京) の James Liu 教授が PF の BL-1A と BL-17A を使って初めて構造決定が可能となったタンパク質の構造解析例を発表されました。Liu 教授からは、今回のタンパク質構造解析が初めて成功した理由は PF ビームの安定さと長波長利用にあると明言されていました。また、短期招聘研究員として3月に PF に滞在し BL-1A で実験を行った経験をベルリン BESSY の Manfred Weiss 博士が紹介され、参加者から BL-1A の有効性がよく理解できたと評価していただきました。翌5月5日には、Wang 教授のビームライン提案の諮問委員会があり、技術的な検討課題、アメリカ全土の構造生物学者のための施設としてどのように制度設計をしたらよいかについて議論しました。

また、同じ APS で5月5, 6日にダイヤモンドワークショップ (Workshop on Diamonds for Modern Light Sources) があり、光学素子、X線窓、検出器など多岐にわたるダイヤモンド応用について議論されました。PF からは杉山弘氏が参加しました。KEK で進めている ERL 計画には共振器型 X 線自由電子レーザー (XFEL-O) がありますが、この XFEL-O のレーザー発振をさせるのには完璧なダイヤモンドが必要となるため、PF の先端技術・基盤整備・安全グループでも EDP の藤森博士とダイヤモンド結晶の研究を進めています。

国際構造ゲノミクス会議

その翌週5月10~14日にはカナダ・トロントで国際構造ゲノミクス会議が開催されターゲットタンパク研究プログラム解析 C 課題「高難度タンパク質の構造解析を可能にする放射光 X 線ビームライン開発」について発表しました。参加者の大震災後の PF の復興についての関心が非常に高く、発表の最初の数分間は LINAC の Q マグネットの

動画も含めて被災状況、復興作業進捗について紹介しました。会議は5日間でしたが、初日にハンズオンワークショップもあり、欧米、アジア、オセアニアから構造生物学研究者が最新の成果を持ち寄り議論しました。わが国では2007年から基本的生命、医学・薬学、食品・環境にターゲットを絞ったターゲットタンパク研究プログラムが進められていますが、アメリカでは昨年7月からNIH-NIGMSによるPSI-Biology計画が始まり、4つの大きなセンターのそれぞれに数か所のバイオロジーチームが参加してターゲットを絞った構造プロテオミクスプロジェクトを推進しています。ヨーロッパでは、放射光X線結晶構造解析、X線小角散乱に加えて、電顕、NMR、光学顕微鏡などを組み合わせて階層的な構造機能解析を行うというIntegrative biologyに重点が置かれつつあります。これは、本会議でも紹介した瀧木理教授（東京大学）、岩田想教授（京都大学、Imperial College, Diamond）、高木淳一教授（大阪大学）らと検討しているタンパク研究プラットフォーム「原子座標ダイナミクス」の中でも提唱している相関構造解析法と非常によく似た考え方で、フランス、イタリアの研究者から非常に強い興味をもたれ発表資料を請求されました。また、ポスター賞の審査員をいたしました。135件のポスターを5人で手分けして審査し、3件にポスター賞を授与しました。そのうちの一件はPurdue大学のDaisuke Kihara博士が受賞されました。今回比較的目標だったのは、アメリカやドイツでポストドク、もしくは独立のポジションを持っている日本人の若手研究者が顕著な活躍をしている点でした。次回2013年の国際構造ゲノミクス会議は構造生物学研究センターが中心になりつくばで開催することが決まりました。2013年はX線研究100周年としてユネスコにも国際結晶年として申請していますが、国際構造ゲノミクス会議もその一環として放射光X線構造解析を前面に出した会議にしたいと考えています。

ERL 戦略

フォトンファクトリーは来年運転を開始して30年を迎えます。幾度もの高度化を経て現在でも3400人以上の研究者に使っていただいておりますが、国際的な競争力を保つためにも将来計画の早期実現が極めて重要と考えます。高エネ機構ではかねてよりエネルギー回収型線形加速器（Energy Recovery Linac, ERL）という次世代の放射光の開発を進め、実証機としてコンパクトERLをERL開発棟（旧称東カウンターホール）で開発しています。震災後の厳しい経済状況の中、既存施設の実験装置を最大限に再利用し、世界最高性能の次世代放射光を建設したいと考えております。エネルギーを3 GeV クラスにし、ビームラインはPF、PF-ARから選んで移設するものと競争的資金による新設を組み合わせることで、コストを300億円レベルに抑えたいと考えます。これに向け5月9日ERL責任者打ち合わせでこの路線で建設費の検討を始めることにしました。加速エネルギーを3 GeV クラスにすることでエミッタンスは10 pmrad から15 pmrad になり、10 keV のX線で回折限

界からはすこしだけ大きくなってしまいますが、そうすることで、コストを格段に下げられるだけでなく、軟X線の超高輝度光源としての性格も強く打ち出せることとなります。逆に3 GeVにすることで非常に高いエネルギーの硬X線は出しにくくなる面もありますがERLは高次高調波の輝度が落ちにくいということが理論計算からわかっており、高次光の利用により30~40 keV までは確実に超高輝度X線を利用できるようにいたします。

また、共振器型のXFEL-Oは第2期計画とし、3 GeV から3.5 GeV への高エネルギー化と、主加速部でエネルギー回収ではなく、再度加速を行うことで7 GeV の高輝度電子ビームを先ず達成します。その加速器から発生するアンジュレーターX線をダイヤモンド光学系に導くことで電子ビームとX線を共振させ、XFEL-Oを実現する計画です。

このような考え方により、ERL計画の早期実現を目指しますが、そこで決定的に重要なのは「なぜERLでなくてはならないか」という明確なサイエンスケースを鮮明にすることです。「究極の放射光(ultimate storage rings)」という概念がありますが、ERLはこの究極の放射光を超える光源です。エミッタンスという点ではどちらもほぼ回折限界を達成するとされていますが、X線ビームの時間構造としては、放射光ではパンチスライシングを用いた特殊な場合をのぞいて数十ピコ秒が限界であるのに対して、ERLでは10ピコ秒から100フェムト秒までの光をすべてのビームラインで供給することができます。したがって、ERLサイエンスケースを確立する上で、超低エミッタンス、超高輝度という特性はもちろんのこと、繰り返し実験を前提にした10ピコ秒から100フェムト秒の超高時間分解能実験を必要とする研究をその中心に据えることが重要と考えます。

そのような観点から、今後のERLサイエンスケースでは、人工光合成、触媒、強相関電子系（高温超伝導など）の分野を集中的に進め、エネルギー問題の解決、持続可能な社会を実現するための研究を支援する光科学研究施設を目指します。当計画を広く研究者コミュニティ、一般の方々にも知っていただくため今後も公開シンポジウムを何度か開催していきたいと考えております。まずは7月11日午後につくば国際会議場で開催するべく準備をしています（プログラム等は本号32ページを参照）。

また、前号でも紹介しましたが6月にはコーネル大学CHESS放射光施設でXDL11（X線回折限界）というERLのサイエンスケースを議論する6つのワークショップが開催されます。これにはDESY、SSRLとともにフォトンファクトリーも共催団体として参加しています。日本からは西野吉則先生（北海道大学）、篠原佑也先生（東京大学）、足立伸一氏（PF）が招待講演を行います。関心のある方はURL（http://erl.chess.cornell.edu/gatherings/2011_Workshops/index.htm）をご覧ください。