

施設だより

放射光科学研究施設長 若槻壮市

行政刷新会議事業仕分けと PF 予算

前号にも書きましたように昨年 11 月末の行政刷新会議の事業仕分けでは、非常に多くのプロジェクトが取り上げられました。高エネ機構の予算は国立大学運営費交付金の一部で、放射光や KEKB の運転経費は特別教育研究経費から手当てされています。放射光プロジェクト経費部分は昨年度の 29.9 億円から 9800 万円 (約 3%) 減って 28.9 億円になりましたが、PF のプロジェクト経費は、PF 共同利用実験経費の他に、加速器運転経費を始めとするそのほかの共通経費の支出に充てられます。実験経費以外について機構内で議論を行い、最終的に実験経費は昨年度比プラス 1% とすることができました。ただし、PF シンポジウムでも申し上げましたように、今年度は ERL 計画推進のために PF のプロジェクト経費からかなりの額を手当てする必要があります。また、KEKB の運転のない期間、入射器の運転を 8 GeV から 3 GeV に下げることが想定しており電気代が節約できるはずですが、そこでの節約分も考慮して全体の予算を決めていくことにしています。ただし、PF、PF-AR の実験時間は最低限 4000 時間確保いたします。

PF シンポ Ada Yonath, Herman Winick 教授特別講演

3 月 9, 10 日に開催した第 27 回 PF シンポジウムは 2009 年ノーベル化学賞を受賞した Ada Yonath 教授と、この間日本に滞在しておられた Stanford 大学放射光施設 SSRL の Herman Winick 教授のお二人の特別講演もあり、過去最高記録の昨年度をさらに上回る、405 人の参加者と 290 件のポスター発表がありました。Ada Yonath 教授はリボソームの機能を彼女の解明した X 線結晶構造から動画も使ってわかりやすく解説されました。1987 年から 10 年間 PF のユーザーでもあったことについても触れられました。講演後 KEK 特別栄誉教授号の授与式もあり、エポカルつくばの会場は三重の立ち見ができるほどの満員となりました。3 月 5 日にターゲットタンパク研究プログラムの公開シンポ



Ada Yonath 教授 (左) に特別栄誉教授の称号を授与する鈴木厚人機構長 (右)

ジウム、6 日は学術会議主催のシンポジウム、8 日は横浜理研での講演会と非常に多忙なスケジュールのなかで、3 月 6 日に 2 時間ほどのインタビューをさせていただき、彼女の生い立ち、構造生物学、リボソーム構造解析を始めた経緯や成功にいたるまでの苦労について詳しくお話を伺いました。それをまとめて現代化学に掲載いたしますので、機会があればご覧いただければと思います。また、文部科学省からも高谷浩樹量子放射線研究推進室長の挨拶、鈴木機構長の講演、5 件の招待講演等、充実したシンポジウムとすることができました。今年度は、来年 1 月 7 ~ 10 日に放射光学会・合同シンポをつくばで開催するので時期的には近いですが、PF シンポはやはり 3 月にエポカルつくばで開催する予定です。

PF-ISAC 光源分科会

PF シンポに先立ち、2 月 25, 26 日に PF-ISAC 光源分科会を開催しました。もともとはもっと早い時期の開催を考えていましたが、昨年度 4 月に放射光源研究系が加速器研究施設と融合し、新しい組織でしばらく活動してからということで (概要は本号 13 ページを参照) この時期になりました。生田加速器研究施設長も両日出席され加速器全体の中での放射光についてサポーターなど意見を多くいただきました。午前、午後にわたって PF と PF-AR の高度化とオペレーション、ERL、特にコンパクト ERL の技術開発について各担当者から詳細な発表がありました。委員の先生方からは、全体として若手も責任を持って活躍できる新体制ができ、新光源開発と既存施設の運転の両方が活発にすすめられているが、個人個人がいくつものタスクを背負っているというマンパワーの問題も指摘されました。PF と PF-AR の両リングについて継続的に行ってきている高度化についてもアドバイスを受けました。トップアップ運転、セプタムキッカー等について高い評価を受けましたが、同時に PF リングに BL-16 の新しい挿入光源のギャップ変動による軌道変動についてはフィードバック系の整備を進めることで解決すべきであるというようなアドバイスもいただきました。また、これまで PF では MTBF (mean time between failures) という指標は使ってきませんでした。今回の分科会で、Efim Gluskin 委員長から放射光施設のメルクマールとしてよく使われるものなので PF についても算出してほしいという要請がありました。計算の結果、PF リングでは MTBF がここ数年 220 ~ 504 時間となっており、各施設で計算方法に若干の違いがあるとはいえ、これまで最も長時間とされていた 150 時間をはるかに超える圧倒的な大きな数字であることが分かりました。MTBF が長いということにはいろいろな解釈があり得ますが、少なくとも、共同利用施設としてコンスタントにビームを供給することが一つの重要な使命であることから MTBF が長いことはマシンの信頼性を示す指標の一つととらえることができます。この数字に甘んじることなく PF の後継機が出来上がるまで、大学共同利用施設としての役割を担っていけるよう光源高度化、安定運転、運転時間の確保に努め

ていくつもりです。

なお、平成 22 年度は構造物性と物質化学の分科会の開催を検討しています。

コンパクト ERL レビュー

次期光源計画の一環としてコンパクト ERL (cERL) 開発を進めています。その建設場所として改修工事を続けてきた東カウンターホールの整備がこの度終わり 4 月 9 日にお披露目の会をおこないました(写真、詳細は 10 ページを参照ください)。現在、cERL は 2012 年度末に 35 MeV, 10 mA, 入射部エミッタンス 1 mm-mrad で周回させることを目標としていますが、技術的なフィージビリティと、予算・人員計画の妥当性を評価するため、生体加速器研究施設長を委員長として 4 月 22 日に ERL 評価専門委員会が開催されました。詳細は http://pfwww.kek.jp/ERLoffice/erl_hyouka/index.html と 11 ページをご覧くださいと思いますが、時をおかず 27 日に公開された評価報告書で、

- ・これまで進められてきた、cERL の設計・開発・建設の努力は、与えられた人員・予算等の制約条件のもとではきわめて順調であると思われる。関係者の努力に敬意を表する。
- ・本日の各担当者からの発表からは、世界に先駆けてこの最先端の加速器を実現しようとする意気込み、cERL の開発への強い意欲が十分に感じられた。特に比較的若手の研究者が中核となって研究開発に取り組んでいる点が強く印象に残った。その意欲と技術的水準はプロジェクトの推進に必要な critical mass に達していると思われる。

と記載されているように、大変充実した評価委員会だったと思います。ERL 計画の実現のためには、さまざまな基幹技術の確立が必要ですが、その中でも電子銃とドライブレーザーについて高エネ機構内に若手研究者による開発チームが形成され、精力的に開発を行っていることが明確に示されたと思います。

将来光源ワークショップ (米国)

ICFA (International Committee for Future Accelerators, <http://www.fnal.gov/directorate/icfa/>) では様々な関連ワークショップを開催していますが、3 月 1 ~ 5 日には米国 SLAC で将来光源のための加速器開発について提言をまとめるためのワークショップ ICFA Future Light Source 2010 (<http://www-conf.slac.stanford.edu/icfa2010/>) が開催され、ERL 関係では KEK 加速器第 7 系から宮島司助教、原研から羽島良一グループリーダーと西森信行研究副主幹、東大物性研から中村典雄准教授の 4 人が出席してきました。私も X 線分野 (特に生命科学) の視点から Plenary 講演をさせていただきましたが、その後、FEL, ERL, 極限リング型光源等の将来光源の発表の後はそれぞれの特質、予算規模、タイムラインについて非常にホットな議論があり、8 つの

分科会に分かれて検討し、現在最終的なレポートをまとめつつあるところです。上記 PF-ISAC 分科会委員でもある SSRL の Robert Hettel 氏は、よくおこなわれる放射光性能比較ではあまり明確に数値化されない指標として、偏光コントロール、オペレーションモード数、建設コスト、運転経費、同時に利用できるステーション数などをあげられ、何とかこれらを含めて新しい総合的な指標ができないだろうかという話をされ、

- ・ (利用できるフォトン数 / パルス数) ・ 1 秒あたり利用可能なパルス数 ・ ステーション数 ・ オペレーションモード数 / 施設全体の費用

という指標を提案されました。

また、APS では現在計画中のアップグレードとともに将来光源として ERL だけでなく共振器型 FEL (XFEL-O) を検討していますが、その提案者でもある Kwang-Je Kim 氏が 5 月の APS Users Meeting のワークショップとして Science Opportunities with an X-ray Free Electron Laser Oscillator を企画されています。PF からも足立伸一准教授が 5 月 5 日に招待講演を行う予定です。また、10 月 11 ~ 13 日には APS の Gopal Shenoy が Stanford の Uwe Bergmann の協力を得て、APS で *Evolution and Control of Complexity: Foremost Experiments to Define Future Sources of Hard X-rays* というワークショップが開催される予定です。私も諮問委員の一人として出席する予定ですが、上で述べた ICFA FLS ワークショップがマシンについての議論が中心だったのに対し、こちらのほうはサイエンスケースについて、より長期的な視点で議論することになると思います。

低速陽電子新体制

本年 4 月から低速陽電子実験施設が新体制で再出発しました。東京大学大学院総合文化研究科から兵頭俊夫先生が特別教授として着任され、これまでの UG 運営ステーションから施設運営の実験施設となりました。また、同時に和田健氏が同じく東京大学から特別助教として着任され、本年度から 3 年間 2 人体制で低速陽電子実験施設の運営とサイエンスの展開を図ることになりました。東京理科大学の長嶋泰之先生にも引き続きご協力をいただけることになっています。場所は、入射器のある建物の地下一階で PF, PF-AR の実験フロアとは若干離れていますが、陽電子、ポジトロニウム負イオン等を使う原子・分子物理などの基礎物理学、半導体や金属材料などの表面および表面近傍の物性実験に興味のある方はぜひご連絡いただけますようお願いいたします。

オーストラリア放射光と PF BL-20B

何度かこの欄でもご紹介していますが、昨年秋の施設長解任以来続いてきましたオーストラリア放射光の問題もようやく解決の方向でまとまりつつあります。1 月に多くのメンバーが辞任した SAC (科学諮問委員会) の補充と

Peter Colman 教授（国際結晶学会副会長）と Keith Nugent 教授（メルボルン大学）の取締役会メンバー就任が大きな改善点です。この間、明確な理由の説明なく施設長が解雇されたことに対してスタッフが続けてきた「work to rule」という抗議行動が続いていました。これはユーザーサポートを平日午前9時から17時に限るといったもので、ユーザー実験にもかなりの支障が出始めていましたが、ようやく3月31日に終了しました。施設長のリクルートも進みつつあると聞いています。5月3、4日にはメルボルンでSAC会議があり、次期ビームラインのサイエンススペースを議論します。

一方PFのBL-20B オーストラリアビームラインは、オーストラリアユーザーの旅費を賄う研究費（オーストラリア放射光がホスト研究所）が今年12月31日に終了しますが、豪州からは現在でもXAFS関係のビームタイムが圧倒的に不足しており、来年以降もぜひBL-20Bを継続して欲しいという要望が出ています。そこで現在、シドニー大学のPeter Lay教授が中心になって新しいLIEF (Linkage Infrastructure, Equipment and Facilities) というグラントをAustralian Research Councilに提出する準備を進めています。PFとしても継続的に多くの成果を創出しているBL-20Bを可能な範囲でサポートしていくことにしており、LIEFグラント申請にも参加する予定です。

インドビームラインオフィス

インドビームラインBL-18Bは今年1月から立ち上げグループを拡大して利用実験が始まりました。このビームラインでは数人のビームライン関係者が常駐しており、この度、2号館にビームラインオフィスが完成し3月23日にタダティル・パンカジャクシャン博士（インド大使館科学技術部参事官）とミラン・サニアル教授（プロジェクトリーダー、サハ核物理学研究所長）を迎えてオープニングセレモニーを開きました（URL: <http://www.kek.jp/ja/news/topics/2010/IndianOfficeOpening.html>）。



インドビームラインオフィスのテープカット。Dr. タダティル・パンカジャクシャン インド大使館科学技術部参事官、下村理所長、Dr. ミランサニアルプロジェクトリーダー（左から）。

ターゲットタンパク研究プログラム ビームライン

2007年度から始まった文部科学省ターゲットタンパク研究プログラムの中心的な課題の一つとして「高難度タンパク質構造解析をめざした放射光X線結晶構造解析技術開発」を、SPring-8、北海道大学田中勲教授、京都大学三木邦夫教授、大阪大学中川敦史教授と進めてまいりました。このたび5月17日から、SPring-8 BL32XUとPF BL-1Aが同時に利用開始となりました。PF BL-1AはPF直線部増強で整備された4つの短直線部の一か所にPFで開発した周期長が11.2mmのショートギャップアンジュレーターを設置し、その1次光、波長3Å程度のX線を使ってタンパク質中の軽原子（イオウ、リンなど）の異常散乱の寄与からタンパク質構造の位相決定を行うものです。3Åという長波長のタンパク質結晶構造解析専用ビームラインとしては世界初のもので、重原子置換やタンパク質工学的にメチオニンのイオウをセレンで置換する方法を取れない高難度ターゲットタンパク質微小結晶の構造解析に威力を発揮できるものと期待しています。最初はターゲットタンパク研究プログラム内での利用から始めますが、随時U型課題という形でプログラム外からも受け付ける予定です。また、半年から一年以内に産業利用も開始いたします。

小林ホール記念シンポジウム

小林誠特別栄誉教授の2008年ノーベル物理学賞受賞を記念して研究本館内に整備された小林ホールが完成し、4月21日に記念シンポジウムが開催されました。鈴木機構長と磯田文雄研究振興局長の挨拶に続いて、相原博昭教授、十倉好紀教授、平尾泰男名誉教授、小林誠特別栄誉教授が講演されました。特に、物構研関係では十倉好紀先生から「物質科学研究の最先端とKEKへの期待」という演題でご講演をいただきました。小林ホールは可動式壁外のガラス越しに研究本館外部とホワイエが見え、外部との一体感もある248人収容の階段式講堂です。今後PF関係のワークショップ等でも使うことになると思います。

PF懇談会長、幹事の先生方の交代

本年度4月にPF懇談会長、幹事の交代がありました。2008、2009年度の2年間は京都大学三木邦夫PF懇談会長と幹事の先生方で、PF懇談会の活性化、ビームライン新設統廃合、運転モードなどについてのPFとユーザーとの間の議論の促進、行政刷新会議・事業仕分けに対する意見の提出などの活動を強力に進めていただきました。この場を借りてお礼申し上げます。今年度からは北海道大学朝倉清高先生がPF懇談会長になられ、新幹事の先生方と活動を始められました。特に今期はERL計画をPF懇談会の立場からサポートする活動を展開していただけるとのことで大変心強く感じています。将来計画だけでなく、PF、PF-ARの共同利用の促進、特に、ビームタイム配分における競争的な環境の導入、教育・人材育成を目指したビームタイム制度の導入等についても引き続きご議論、アドバイスをいただきたいと思います。

PF 懇談会新会長挨拶

PF 懇談会会長 朝倉清高
(北海道大学触媒化学研究センター)

三木邦夫先生より、PF 懇談会会長を引き継ぎました北海道大学触媒化学研究センターの朝倉清高です。2年間ではありますが、どうぞ宜しくお願いします。



私事になりますが、30年前に東京大学理学部化学教室の黒田晴雄先生の研究室に卒業研究で配属されて以来のPFとのお付き合いであり、PFに育てていただきました恩が少しでも返せると思い喜んでおります。

私の分野はX線吸収分光いわゆるXAFSです。XAFSは、放射光を光源とすることで、物質科学における一般的かつ不可欠なキャラクタリゼーション手法になり、多くのユーザがPFを利用するようになりました。技術には、生み出され確立するまでの揺籃期、それが広まっていく発展期、そして多くの一般ユーザの利用する成熟期という3つの相があると思いますが、現在は多くのPFの手法が成熟期に達していると思います。PF懇談会もこの3つの相に対応し、その役割を変えてきたと思います。今は、成熟期を迎え、PFを利用していかにユーザが良い科学を展開するかということがPF懇談会の第1の任務と考えられます。

さてPFも再来年で、30年を迎えます。人間の一生もそうですが、PFが物理的にいつまでも今のままの機能を持ち続けることはできません。いずれシャットダウンとなるでしょう。いまPFでは、次期計画が真剣に検討され、準備が進んでいます。ERL(Energy Recovery Linac)です。2000年前後に、次期計画として、今のストレージリング型の放射光か、FELかあるいは、ERLかという3つの可能性が真剣に議論されました。そして、わたしたちがえらんだのは、既存技術の延長線上にあるストレージリング放射光でも、未知な技術ながらコヒーレントで短パルスが得られるFELでもないERLという計画でした。ERLは、現在の多くのユーザのニーズを満足し、21世紀半ばのトップレベル光源として、高いコヒーレンス、高輝度と短パルス時間構造を実現できる光源です。そして、PF懇談会はその計画を支持しました(ERLの詳細は、<http://pfwww.kek.jp/ERLoffice/index.html>をご参照下さい。)

もちろんERL計画は、ERLという新たな加速器とその付帯設備を作らないといけません。技術的にもチャレンジングな面を多数持っています。新技術はPFそして、内外の研究者の知恵と協力で必ずや達成できる困難だと信じています。さらに私たちを取り巻く財政状況も厳しいものがあります。赤字国債を大量に発行し、600兆もの赤字を抱える国家財政状況を見ると、この大きな負担を国民の皆

さんをお願いすることは、とても難しいように思えます。しかし本当にそうでしょうか？ PFは大学共同利用機関法人に属しています。このような大変な国家財政状況だからこそ、新しい科学の基盤として重要な大型施設を共同して建設し、利用する発想が重要に思います。競争的資金と言う形で、限られたパイを研究者が奪い合い、特定の個人、大学、プロジェクトに投資を集中させ、限られた研究のみを行い、世界をリードするごく少数の世界トップを生み出すことも一つの立派な科学技術政策です。一方で、多くの人が納得して、すこしずつ限られた資源と知恵を出し合って共同利用できる施設、設備を一か所に作り、多くの人が自由かつ平等にアプローチし、多くの萌芽の研究を開花させる方策ももう一つの科学・技術政策としてあり得ると思います。こうした共同利用と言う概念はPFという物理的な存在が消えたとしても生き続ける貴重な概念だと思います。

ERL計画は、PFが掲げている計画ではありますが、大学共同利用機関である限り、大学人の支援が必要です。さらには、国民の多くの人たちにも承認していただかないといけません。まずはPF懇談会の皆さんと議論し、本当に必要であることを再確認しつつ、気長にERL計画を説明し、広く多くの支援を得ていく努力が必要と思っています。ERL計画は一朝一夕で実現できるものではありません。在任中の目標として長期にわたりERL計画をPF懇談会が推進していける体制を作ることとしたいと思います。どうぞ宜しくお願いします。

今年度PF懇談会幹事会メンバー

- 利用幹事：腰原伸也(東工大院理工)
近藤 寛(慶應大理工)
篠原佑也(東大院新領域創成科学)
中尾裕則(KEK/PF)
- 行事幹事：渡邊信久(名大シンクロトロン光研究セ)
兵藤一行(KEK/PF)
- 広報幹事：沼子千弥(徳島大院ソシオサイエンス)
- 庶務幹事：雨宮健太(KEK/PF)
- 会計幹事：青戸智浩(KEK/加速器第七研究系)
- 編集幹事：吉岡 聡(九大院工)



入射器の現状

電子・陽電子入射器
加速器第五研究系主幹 榎本收志

概況

2010年1-3月の運転は以下の通りであった。

- 1月7日 入射器運転開始
- 1月12日 PFへ入射開始
- 1月14日 PF-ARへ入射開始
- 3月19日 PF, PF-AR, 入射器運転停止

また、4-6月の予定は以下の通りである。

- 4月5日 入射器運転開始
- 4月12日 PFへ入射開始
- 4月15日 PF-ARへ入射開始
- 4月30日 PF, PF-AR, 入射器運転停止
- 5月6日 入射器運転開始
- 5月7日 PFへ入射再開
- 5月10日 PF-ARへ入射再開
- 6月30日 PF-AR, KEKB 運転停止
- 7月1日 PF 運転停止
- 7月4日 入射器運転停止

今期は昨年同期同様 KEKB の運転がなく、PF のトップアップ連続入射と PF-AR の入射のみであったが、大きなトラブルもなく、順調に運転が続けられた。

2009年度入射器運転統計

2009年度の入射器運転時間は、6,362時間で昨年度より200時間少なかった。総故障時間は108時間で、昨年より9時間減少した。故障は、ここ6年間、100時間前後で安定している。運転時間がやや少なかったとは言え、PFとKEKBの同時トップアップ入射という複雑な運転システムへの移行を実施するなかで、むしろ故障時間を減らし安定な運転が続けられたことは特筆に値する。4リングへの入射遅延は合計約34時間で、これも昨年度より1時間少ない。ただ、PFが従来の1日2回入射から連続入射に移行したことにより、全ての入射器故障が直接影響するようになり、PFに対する入射遅延時間は増加した。PF-ARは1日2回入射であるが、入射が安定し、入射時間は2003年度から150時間、98時間、63時間、55時間、52時間、35時間、27時間と年々減少している。

2010年度の体制と方針

加速器第5研究系職員は、現在、32名である。この間の人の動きとして、1月荒川さんが第1研究系から入射器に異動、2月末でカザコフ氏がFNALに転勤、3月末

CERNに滞在していた横山さんが帰国した。私の他に、RFグループが16名、加速管グループが7名、制御グループが6名、運転管理グループが2名の構成である。

今年度の入射器の課題はPF、PF-AR、KEKBへの安定な入射を続けると同時に、前号でも書いたように、KEKBの増強に関連して、入射器電子ビームと陽電子ビームの電流とエミッタンスの改善を行うことである。そのための準備として、既に昨年秋からPF-AR入射用電子銃を入射器下流（第3セクタ）に移動して運転しているが、今年の夏工事で上下流をシールド壁で分断して、上流側での電子・陽電子ビームのスタディと、下流側でのPF、PF-ARへの入射運転を独立して行えるようにする予定である。

この他、RFグループを中心として、物構研の将来計画としてのERLや国際リニアコライダILC計画のR&Dにも貢献する。入射器のRFグループは、長年にわたり、PS、PF、TRISTAN/KEKB、JPARCなどの入射器の建設や運転にたずさわって、周波数を問わず種々のRFパルス源とRFコンポーネントの設計、製造技術を蓄積してきた。その結果、ILCやERLに必要なとされる新しいRF源の開発にも対応できる人的資産を得た。入射器スタッフの数は十分とは言えないが、外部委託の運転・サービス要員の育成につとめ、彼らとの協力によって、現在の電子・陽電子入射器の安定な運転を維持しながら、これらの課題を遂行していくつもりである。

光源の現状

加速器第七研究系主幹 小林幸則

光源リングの運転状況

PFリングでは、2010年1月の立ち上げ以降、RFに起因するビームダンプが数回発生しました。図1に、1月12日の立ち上げから3月11日までの蓄積電流値の推移を示します。特に、2月26日のダンプの原因を調査していくと、PF電源棟に設置してある高圧電源に使用している自動電圧調整装置(AVR)中段磁気増幅器の破損によるものであることが判明しました。高圧電源の構成は、3相6.6kVを受電した後、AVRで電圧の調整と安定化を行った後、昇圧整流して直流高圧を得る仕組みとなっています。AVRは、3台の主磁気増幅器、1台の中段磁気増幅器、1台の検出部から構成されていて、今回はこのうち中段磁気増幅器が故障しました。故障の具合から、電源を直ちに復旧することは不可能と判断し、このRFを運転から切り離し3台でユーザ運転を行うことにしました。昨年前期の運転でも1台のクライストロンが不調になり、3台運転を行ったことがありましたが、今回もそのときと同様に蓄積電流値を450mAから430mAに少し下げて運転することとしました。さらに翌日2月27日早朝、今度はPF光源棟地下室で水漏れが発生しました。発生場所は超伝導ウィグラーの励磁電源内で、原因は冷却水ホース(シンプレックス)

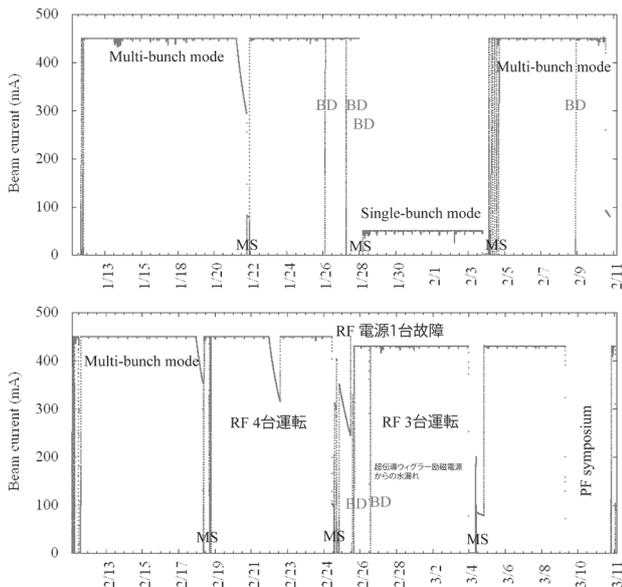


図1 PFリングの1月12日から3月11日までのおよそ2ヶ月の蓄積電流値の推移を示します。MSはメンテナンス・マシン調整日であり、BDはビームダンプを意味しています。

ューブ)を接続している接続部の内筒が、エロージョン(乱流によって削られる現象)によって削られ、ホースをつかんでおくことができなくなり、外れたことによります。エネルギーセンターの調査によると、水漏れした量は2t程度でした。この電源は20年以上使用していて、毎年定期点検を行っているものの、今回の故障は目視ではなかなか判断できない部分で進行している老朽化によるトラブルでした。超伝導ウイグラーが永久電流モードで運転していること、運転当番および駆けつけた職員による迅速な復旧作業により、約2時間半の中断で運転再開することが可能となり、トラブルによるユーザ運転の中断はわずかですみました。

一方、この期間PF-ARも2台の4極電磁石電源で故障が起きましたが、どちらも冷却ファンの故障によるトラブルでした(この冷却ファンは停止期間中に全数交換しました)。また、PF-ARでは、電磁石、RF系の冷却水のポンプの故障(老朽化)によるビームダンプが何度か発生しています。PFリング、PF-ARともに1980年代前半に建設されたリングで30年近くが経っていますので、このような老朽化による故障は避けられません。しかしながら、昨今の厳しい運転経費の中、各装置の定期保守や維持管理を行うことで、ここ数年はユーザ運転時の故障率(天災によるビームダンプも含めて)は、PFリングでは1%以下、PF-ARでは2%以下を維持しています。

2009年度の運転統計

平成21年度の総運転時間、ユーザ運転時間、マシン調整時間・保守作業時間、故障時間の統計時間を、PFリング、PF-ARそれぞれについて以下に示しています。総運転時間はともに約5000時間で、そのうちユーザ運転時間はPFリングで約4000時間、PF-ARで約4500時間となっ

ています。PFリングは昨年度から常時トップアップ運転でユーザ運転中に連続で入射されていますので、入射時間はユーザ運転に含まれることになります。ただし、ユーザ運転は続行されているが、何らかの理由で連続入射が中断した時間があります。それが年間で122.0時間ありました。その中には、1日2回(1回の入射時間およそ15分程度)のPF-ARの入射時間、PFリングの入射系のトラブル、入射器のトラブルに対応した時間が含まれています。現時点では、連続入射中断時間はユーザ運転の中断にはなっていないので故障時間には含んでいませんが、入射系のトラブルをどのように扱うかまた蓄積電流値がどこまで低下した場合に故障と判断するか等の基準を決めていく必要があります。

(PFリング)

総運転時間：	4976.0時間(100.0%)
ユーザ運転時間：	3961.9時間(79.6%)
マシン調整時間・保守作業：	979.5時間(19.7%)
故障時間：	34.5時間(0.69%)

連続入射中断時間：122.0時間
(内訳)

PF-AR 入射時間：	91.2時間
PF 入射トラブル：	16.4時間
入射器トラブル：	14.4時間

(PF-AR)

総運転時間：	5063.0時間(100.0%)
ユーザ運転時間：	4445.7時間(87.8%)
マシン調整・保守作業時間：	542.5時間(10.7%)
故障時間：	74.8時間(1.48%)

ビーム寿命急落現象

PF-ARにおける安定な放射光実験を妨げる要因の1つに、ビーム寿命急落現象があります。ユーザ実験中に突然ビーム寿命が低下して、放射光強度が短時間の内に減少してしまうことに加え、実験ホールにおいて放射線量が増加することもあるためやっかいな現象です。これは、正に帯電したミクロンサイズのダストが電子ビームに捕獲される「ダストトラッピング」によって引き起こされると考えられていますが、未だ根本的な解決策の確立や現象の解明には至っていません。

PF-ARでは2001年以降の高度化改造以後約8年間にわたってこの現象を観察し続け(図2)、偏向電磁石内で高電圧を印加する分布型イオンポンプ(DIP)や、真空封止型アンジュレータなどのビーム電場の影響を受けやすい装置における放電が主要なダスト発生要因であることを突き止めました。DIPでの放電によるダスト放出に対しては、56台すべてのDIPをOFFして運転することで抑制しました。ただし、DIPをOFFすることは定常的なビーム寿命の低下に繋がるため、その代わりに真空ポンプとして

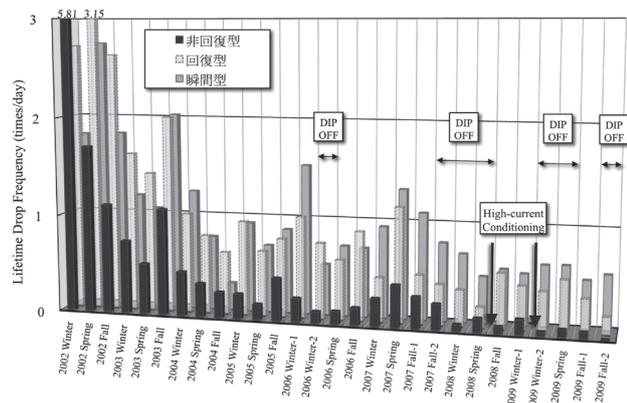


図2 PF-AR 高度化改造（2001年）以降のビーム寿命急落現象発生頻度の推移。寿命急落現象を持続時間の違いによって、非回復型、回復型、瞬間型の3パターンに分類し、それぞれの1日平均の発生回数を統計的に纏めてプロットしています。

2006年から2008年の3年間で合計61台のスパッタイオンポンプを増強しました。アンジュレータなどでの放電に対しては、ユーザ運転前に通常よりも約25%高い電流値を蓄積して、放電源のコンディショニングを実施しました。その結果、ユーザ運転に最も影響する非回復型の寿命急落現象の発生頻度は、上記対策前に対して約3割まで抑制することができました。

さらに、上記2種類の放電によるダスト発生の実証実験も行っています。人為的な放電発生装置をPF-AR南長直線部に設置して、そこで発生したダストを実際のビームにトラップさせ、これらの放電がダスト発生要因になりうることを実証しました。また、この実験において得られたもう一つの特筆すべき成果は、ビームにトラップされたダストのビデオカメラによる視覚的な観測に世界で初めて成功したことです（図3）。この映像によって、ダストの温度や運動に関する情報を得ることもできました。

PF-ARでの実証実験による一連の成果は、ダストトラッピング研究の新たな展開に繋がる実験手法を示したことです。すなわち、効率的にダストトラッピングが再現できる実験手法を示し、さらにトラップされたダストを視覚的

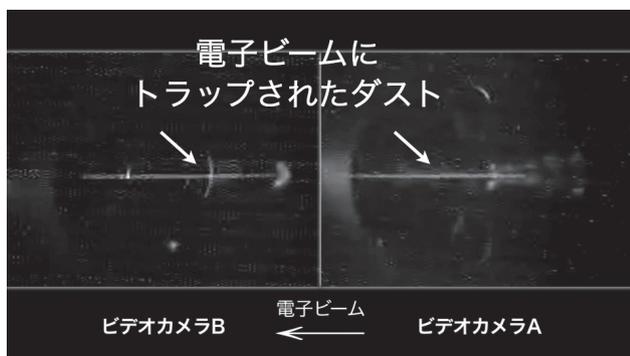


図3 電子ビームにトラップされたダストを初めて捉えた映像です。電子ビームは画面の中心を右から左に通過しており、ダストがビーム軸にそって移動している状況が2台のビデオカメラによって撮影されました。

に観測することがダストの特徴や運動を探索する手段として非常に有効であることを示したのです。例えば、今後ダストからの発光のスペクトル測定やハイスピードカメラによるダスト運動の詳細な観測を行うことにより、長年未解決の課題であったダストトラッピングメカニズムの解明に繋がる有益な知見が得られると考え、継続してこの現象の観測を行っていく予定です。

ISAC 光源分科会

2月25日、26日の二日間に渡り、ISAC光源分科会が行われました。概要はp12をご覧ください。

人の動き

加速器第七研究系の芳賀開一さんが、3月16日付けで講師に昇任しました。芳賀さんには引き続き、光源第4グループに所属していただき、ビーム診断に関する研究・開発を行っていただくとともに、cERLの施設関連および放射線遮蔽検討を行っていただく予定です。また、野上隆史さん、長橋進也さんが、3月1日付けで、技師に昇任されました。それぞれ、光源第3グループ、第5グループで、さらに活躍していただけることと思います。それから、特別助教の山本将博さん、博士研究員の島田美帆さんの2名が、4月1日付けで助教となりました。山本さんには光源第6グループに所属していただき、引き続きERL用DC光陰極電子銃の開発・研究を、島田さんに光源第1グループに所属していただき、軌道・電磁石関連の開発・研究を行っていただくことになりました。

放射光科学第一・第二研究系の現状

放射光科学第二研究系主幹 野村昌治

運転・共同利用実験

PF、PF-ARとも前号の報告以降PFシンポジウム期間の3月9、10両日の停止を除き、3月19日朝まで運転を行いました。この間、「光源の現状」に記載されていますように、PFでは2月26日にRF電源の障害のためビームダンプしました。このため通常4台のRFでエネルギー供給をするところが3台となり、蓄積電流値を430mAとしています。夏までこの状態で運転を行う予定です。

4月以降の運転はPFでは4月12日～4月30日、5月6日～7月1日、PF-ARでは4月15日～4月30日、5月7日～6月30日を予定しています。PFの最後の24時間はマシンスタディに当てられます。秋以降の運転予定は未定ですが、決まり次第、web等でご案内します。

4月から運転当番補助者のユニフォームの色が変わったことにお気づきの方も多いと思います。これまで三菱電機システムサービス(株)が運転当番業務の補助業務や貸出し機器の管理業務等を行っていましたが、4月より(株)日本アクシスがこれらの業務を行うこととなりました。業

務に習熟するまで多少ご不便をおかけするかも知れませんが、ご容赦下さい。

3月9～10日には第27回PFシンポジウムが開催され、今回は昨年のノーベル化学賞受賞者のAda Yonath教授の特別講演、Yonath教授への特別名誉教授号授与式、Herman Winick博士の特別講演等の特別企画のほか、施設報告、招待講演、ERL計画の進捗状況、光源・ビームライン整備の進捗状況について報告、議論をいただきました。例年にも増して多くの参加者、特に若手研究者の参加が多く、懇親会にも多くの参加をいただきました。機構長からは、事業仕分けに対して機構が行ったことや事業仕分けに関して国内外から約800通の意見を頂き、政務三役に届けたこと、予算の状況、将来構想や社会・国民へのアピールに関する提案も行われました。特に、昨年に引き続き、放射光コミュニティに対して、「中では取っ組み合いしても、外には一枚岩で臨んでほしい」という要請がされました。詳細は別項(p35)をご参照下さい。共同利用に関する部分について、提案段階ですが、別稿に記しますのでご意見を下さい。

Pohang Accelerator Laboratory へのビームタイム協力

前号の施設だよりも記されたように、今年12月から2012年7月に掛けて、韓国の放射光施設PAL (Pohang Accelerator Laboratory) が改造のため利用出来なくなります。この間、ビームタイム面での協力要請がなされ、3月8日には視察団一行8名が来所され、ビームラインの状況等について詳細な下見をしました。その後、物構研とPALの間でMOUを締結し、PAL側での予備審査コメントを尊重しながら、PF-PACで最終的な課題の評価を行うこと、韓国ユーザーを支援するため、出来るだけPALのスタッフが同行すること等が合意されました。陽子シンクロトン停止からJ-PARC稼働までの間、日本の中性子、ミュオン研究者も海外の施設を使って研究を継続し、人材を育成して来たのと同様に、我々も近隣諸国の人材育成に対しても貢献することが求められます。ユーザーの方々には不自由をおかけしますが、担当者との事前相談や一層丁寧な実験準備等により、限られたビームタイムの中で日韓双方の研究者、院生が成果を上げられることを期待します。

ビームラインの建設等

3月末から4月頭に掛けての短い停止期間中に、ビームライン関係でいくつかの大きな作業が行われました。

挿入光源利用ビームライン関係では、BL-1では中二階デッキの建設や関連してBL-2メインハッチの遮蔽強化が行われました(図1)。昨年より稼働したBL-13Aでは第二後置鏡の設置作業が行われました。後置鏡の切り替えにより二つの実験装置へ光を供給することが可能となり、実験効率の向上が期待されます。

一方で、挿入光源を用いるビームライン整備に伴い、使命を終えたビームラインの閉鎖、撤去も進められています。構造生物研究では挿入光源から得られる微小なビームを用

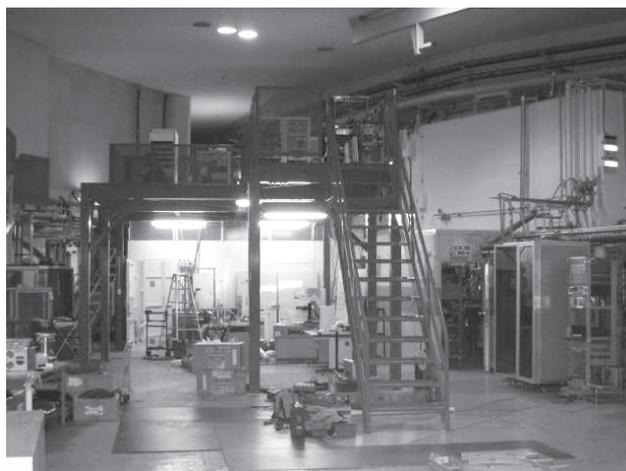


図1 建設されたBL-1中二階デッキ

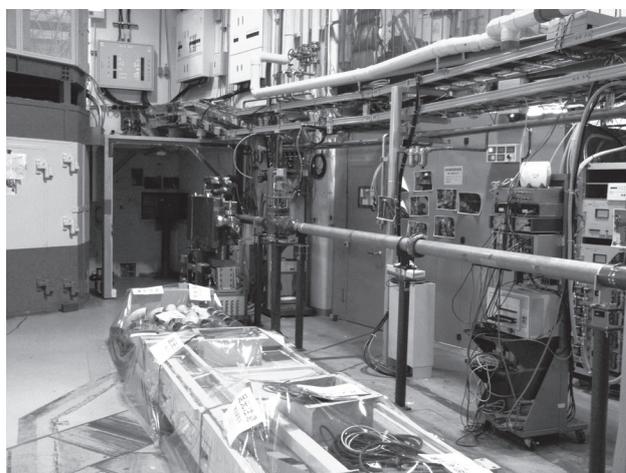


図2 撤去された旧BL-6A実験ハッチ

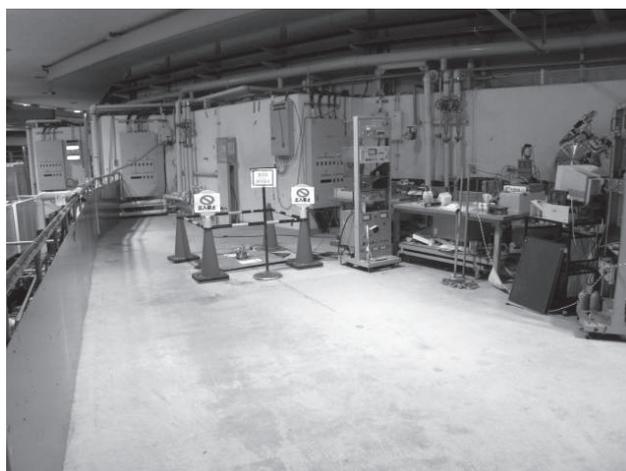


図3 閉鎖、撤去されたBL-11C

いて微小タンパク結晶の構造解析を短時間に行うことが主流となってきています。このような環境の中、昨年10月に行われたPF懇談会のユーザーグループ(UG)との合意に基づき、Ada Yonath教授も使った偏向電磁石を光源とするビームラインBL-6Aが閉鎖されました。今後、最後の短直線部BL-15を活用するために、1982年以来稼働している小角散乱実験ステーションBL-15Aを移設すること

が検討されており、旧 BL-6A 実験ハッチの撤去が行なわれました(図2)。

BL-11C は 1982 年以來稼働していた瀬谷・波岡型分光器を用いる直入射ビームラインですが、昨年7月のPF懇談会の運営委員・UG 代表者合同会議での議論に基づき 2010 年3月を以て閉鎖、撤去しました(図3)。

BL-9C では真空漏れが発生し、応急処置の上使用していた下流シャッターの更新が春の運転中に行われました。光学系をシンプルにする目的もあり、最近の利用状況を見て単色 X 線利用専用に変更しました。

いずれのビームラインも安全検査を行い、安全を確認した上で、4月の運転を開始しています。これらのビームラインの統廃合や人事異動にともない、ビームライン担当者が変わっていますので、巻末資料をご参照下さい。

人の動き

この春にも多くの職員の異動がありました。まず、PF で理論研究をされてきた那須奎一郎教授が定年退職されました。那須先生は光誘起相転移の研究の理論的支柱として大きな役割を果たされたのみならず、特定領域研究を牽引されるなど実験を含めて広く光誘起相転移研究の発展に大きな貢献をされてきました。また教育面でも数物研究科長として総研大の発展に貢献されてきました。名誉教授となられ、今後も活発に研究を展開されます。また、小林克己氏が、共同利用者等の受入体制の強化を図るため機構に新たに設けられた共同利用研究推進室長に教授として昇任、異動されました。

一方で新たに、兵頭俊夫特別教授、阿部仁准教授、和田健特別助教が着任されました。阿部さんは慶応大学の近藤研の助教として磁性薄膜の膜厚変化に伴うスピン再配列研究や数 Torr の環境下での XPS 測定を可能とする ambient pressure XPS 装置の開発をされてこられました。今後は PF の XAFS 関係全体のまとめや時分割実験の牽引をしていただく予定です。兵頭先生については前号にも紹介があり、改めてご紹介するまでもないでしょうが、ポジットロニウムと物質の相互作用に関する研究を進展させるとともに、低速陽電子施設を牽引するリーダーとしてご活躍いただきます。また和田さんは兵頭先生とともに低速陽電子施設の性能向上、共同利用を進めていただきます。

小山篤さんが先任技師に昇格されました。ビームラインの建設、施設管理、業務委託のとりまとめ等の業務をされてこられました。従来に増して技術面からの支援、技術開発を進めていただきます。また放射光担当の技術副主幹としての仕事もしていただくこととなります。また、軟 X 線関係のビームライン建設等に従事されてきた菊地貴司さんが技師に昇格されました。

本誌も記されているように、将来光源の利用計画推進、利用研究開拓をする教授(物構研 10-1)の人事公募が行われます。日程的に PF ニュースに掲載できない場合がありますが、このほかにも研究員の公募等がなされます。人事公募情報は機構のホームページ等に掲載されます。PF

にどなたが beamline scientist として居るかは、当該研究分野の将来を左右しますので、多くの優秀な方の応募をお願いします。

国大協保険の受託物損壊担保特約について

放射光科学第二研究系 野村昌治

国立大学法人の多くは火災等様々なリスクに備えて、国立大学法人総合損害保険(国大協保険)に加入していることと思います。PF シンポジウムでも紹介しましたが、今年度より国大協保険に受託物損壊担保特約が設けられました。説明に依ると「被保険者が管理または使用する受託物を滅失・破損・汚損または紛失もしくは盗取されたことにより、受託物について正当な権利を有する者に対する賠償責任を、被保険者が所有、使用または管理している施設以外の受託物に限り担保します。」と記されています。この文章では分かり難いので、記されていた事例を示しますと、

事例 1) A 大学の教員 B は、共同研究のため C 社が所有する研究機器を利用するため C 社を訪問。研究機器を使用中に、誤って損壊させてしまった。

事例 2) A 大学の教員 B は、共同研究のため C 社が所有する研究機器を借り受け、A 大学構内において研究機器を使用中に、誤って損壊させてしまった。

の内、事例 1 にはこの特約が適用されますが、事例 2 は適用外となります。粗く整理すると、所属機関以外の場所で、実験・実習等で使用していた機器を壊したり、盗まれたりした時に保険が適用されるということです。免責金額 10 万円で、1000 万、3000 万、5000 万のコースがあるようです。

PF 運転開始前の話ですが、KEK では学生がクレーン操作を誤って、コンピュータの入ったエレキハットを落下させ、その後自ら命を絶ったという悲しい歴史があります。このようなことはあってはならないことですが、PF に限らず他機関で実験中に誤って高額な機器を損壊しないとも限りませんので、セーフティネットの一つとして、このような特約制度が設けられたことを紹介しておきます。各大学法人においてご検討頂けると幸いです。

共同利用の一層の活性化のために

放射光科学第二研究系 野村昌治

PF シンポジウムでも話しましたが、今の共同利用をどう改善すれば、我々研究者・教育者の目指す「良い研究成果を上げたい、良い人材を輩出したい」という目標を実現出来るかということについて提案の第一弾です。

PF に対しては「論文未登録の課題が多いのではないか」、「課題の採択率が高すぎるのではないか」という批判が投

げられています。前者に応えるためには論文・学位論文の登録を一層促進する必要があります。また今の共同利用の制度ややり方に問題があり、成果を生み出し難くしているのであれば、改善策を立てる必要があります。論文、学位論文の登録についてはこれまでも継続的にお願いしてきました。これまでも、審査中の課題が有効になる時点で2.5年から6.5年前の期間に採択された課題が2件以上あり、半数を超える課題について報文が登録されていない実験者には報文登録数の少ない理由の説明を求め、回答内容に応じて最大0.5点まで減点、未回答の方は回答を条件とした採択としてきました。しかしながら、出版したら登録という行動が習慣化されるには至っていません。ISACでは、「この基準では甘すぎる」という意見を頂きました。また、ユーザーの方からは「ユーザーが目を開くような提案をしないと登録は進まない」という趣旨のご意見もあり、目を開いていただけるかどうか分かりませんが以下の提案をしました。

申請課題の採択時から遡って2.5年前から8.5年前に採択された課題について

1. 採択課題数の1/3以上の課題について論文が登録されていない実験責任者について、事情を照会する(yellow card 調査対象)。
2. 調査の回答に基づき、問題点の解析を行う。
3. 回答がない実験責任者の申請課題は不採択とする。
4. 論文登録の少ない実験責任者の申請については、実験責任者からの回答、該当期間の課題に関する論文登録状況、学位論文等の登録状況を考慮して、PAC分科会で提案し、PACで決定する。

2/3以上の課題について論文登録がない場合は、-1.0を基準とする。

1/3を越える課題について論文登録がない場合は-0.5を基準とする。

会場からは「論文登録に対する重さの認識不足の面もあるのではないか」という意見も出され、特に異論は出ませんでした。今後、PF-PACでも議論いただき、制度化していきたいと考えています。

同時に、コミュニティを一層活性化し、競争を活発にすることと国立大学の中で存在感の十分でない大学共同利用機関を大学法人に認知していただくことを目的に、(1)これまで放射光を使っていないが、顕著な成果を上げられそうなグループを巻き込むことも期待して、大学教員とPF職員がそれぞれの専門性を生かして、有為な人材(大学院生)育成に当たる人材育成型課題(仮称)、(2)大学として共同利用機関であるKEK-PFを位置付けてもらうことを期待し、大学でのカリキュラムとして、教育(実験、演習)へ活用する教育用BT、(3)大学院生を計画的に指導し、有為な人材を輩出する学位取得用課題(仮称)等の提案も行いました。PFシンポジウム後の議論では、PFで今後発展させるべき萌芽的研究分野の研究者がとっつき易

い制度を作れないか等のご意見も頂いています。放射光利用研究者の仲間を増やし、この分野から良い研究成果が出ることは、ますますコミュニティの発展につながります。教育の場に携わられている方々からの提案をお待ちしています。

ERL 計画推進室報告

ERL 計画推進室長 河田 洋

この3ヶ月間の動き

まず、一番に報告すべきことは、2008年度、2009年度の複数年度に渡って補正予算で進めていたコンパクトERLの建設場所である東カウンターホールそのものの改修工事、付随する電気・冷却水設備工事、ヘリウム冷凍設備、RF電源設備、超伝導空洞組み立て用クリーンルームの整備が終了した事です。尽力頂いた施設部の方々、素核研の方々、放射線管理の方々、そして各担当者の皆様に深く感謝いたします。

4月9日に東カウンターホール改修工事現場見学会に引き続き完成祝賀会を行いました。予想をはるかに上回る見学者、および祝賀会への参加者を頂き、盛大なお披露目を行うことができました(図1~2)。この東カウンターホール改修の完成は、コンパクトERLの建設に取り掛かるための大きな第一歩と位置づけることができます。

一方、今までのERLの加速器技術の開発状況および今後のマイルストーン(35 MeV, 10 mA マシンを2012年度

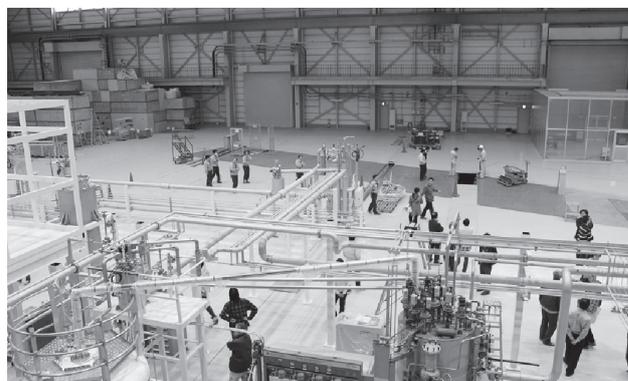


図1 東カウンターホールのギャラリーを埋め尽くした見学者(上)と実験ホールの様子(下)。下の写真の手前の設備は超伝導空洞を冷却するためのヘリウム冷凍設備。



図2 東カウンターホール完成祝賀会の様子



図3 3号館セミナーホールで行われた ERL 評価専門委員会にて

未までに運転を開始する) に関して、2月25日、26日のISAC (International Science Advisory Committee) の光源分科会 (13 ページ参照) で貴重なアドバイスをいただきました。今後詳細なレポートが出る予定ですが、26日段階でまとめられた Executive Summary and Closing Remarks では、コンパクト ERL の現在の開発、および今後のマイルストーンに関して高い評価と激励を頂き、関係者一同、次に向けての活力を得た次第です。

しかし、4月に入り、現在 KEK 内での予算およびマンパワーが非常に厳しい状況であることから、再度機構内で「コンパクト ERL 建設のフィージビリティ」に関する状況を確認したいとの打診を受け、ERL 計画推進委員会の中に評価専門委員会を立ち上げ、委員長に生田勝宣 加速器研究施設長 (KEK) を迎え、熊谷教孝氏 (理研)、山口誠哉氏 (KEK)、加藤政博氏 (分子研)、榎本収志氏 (KEK)、花木博文氏 (JASRI)、赤井和憲氏 (KEK)、小林仁氏 (KEK) 各氏の委員のもと、コンパクト ERL のレビューを4月22日に一日かけて行いました。アジェンダは以下の通りです。

****ERL 計画評価専門委員会 (4/22) のアジェンダ ****

10:00 ~ 12:05

- はじめに 高崎 史彦 (5分)
- 放射光科学の意義: 若槻 壮市 (10分)
- 全体の概要 予算: 河田 洋 (20分)
- cERL と ERL プロジェクト: 坂中 章悟 (30分)
- 高輝度電子銃: 山本 将博 (20分)
- 励起レーザー開発: 本田 洋介 (20分)
- 前段加速超伝導空洞: 加古 永治 (20分)

12:05 -13:20 (昼食, 休憩)

13:20 ~ 15:00

- 主加速部超伝導空洞: 梅森 健成 (20分)
- ヘリウム冷凍機設備: 仲井 浩孝 (20分)
- RF 源: 道園真一郎 (20分)
- 周回部: 原田健太郎 (20分)
- 施設・設備: 芳賀 開一 (20分)

15:00 ~ 15:20 (休憩)

総合討論: (60分)

16:20 ~ 17:20 評価委員による議論 (60分)

17:20 評価委員による評価概要説明 (30分)

評価報告書では、cERL の全体計画のところで、「KEK に相応しい最先端の光源加速器の建設を急ぐべきである。ERL は技術的に難しい点が多く、尻込みする国や機関も多いが、それだからこそ KEK の総力を挙げて取り組むのに相応しいのではないか。また、KEK で長年蓄積されてきた超電導加速空洞技術を活用できる大きなチャンスでもある。」という前置きの後に、「当面の目標として『35 MeV, 10 mA 入射部エミッタンス 1 μm』は妥当なマイルストーンであり、2012 年度末までにこの目標を達成する上での、コスト・人員・技術の致命的な問題点は見つからない。」というものでした。また、それぞれの要素技術に対して貴重なアドバイス、コメントを受け、今後の開発に大きな助言をいただきました。詳細は http://pfwww.kek.jp/ERLoffice/erl_hyouka/index.html のサイトをご覧ください。

以上のような「厳しい予算環境」という荒波の中におりますが、技術開発は着実にその成果を上げてきています。先ず第 1 に高輝度電子銃の実現に向けて、500 KV の DC 電子銃を開発してきていますが、その一つの技術的壁であった高圧印加 (500 KV 印加) の技術開発に原子力研究機構、広島大学、名古屋大学、そして KEK の共同研究で成功し、3月10日にプレス発表を行いました。詳細は 15 ページの関係記事を参照していただきたいと思います。この技術開発は ERL での回折限界の X 線利用研究を実現するために最も重要な技術開発のひとつです。

また、もう一つの大きな技術開発要素である超伝導空洞の進展と建設開始状況を今回報告いたします。コンパクト ERL では高輝度電子銃から出た電子ビームを 5 MeV まで加速する前段加速超伝導空洞と、そのビームをさらに加速し、また周回してきた電子ビームを減速 (エネルギー回収) する主加速部超伝導空洞の 2 つのタイプの超伝導空洞が必要です。それぞれ、加速器第 6 系の野口修一氏 (この 3 月末に退職されましたが現在も再雇用職員として活躍されています) を中心に加古永治氏、渡邊謙氏、佐藤昌史氏、穴戸寿郎氏、そして山本康史氏からなる前段加速部超伝導空洞開発グループと KEK 加速器 (古屋貴章氏、梅森健成氏、阪井寛志氏、高橋毅氏、坂中章悟氏)、東大物性研 (篠江憲治氏)、原科研 ERL (沢村勝氏) の 7 名の組織をまたがる主加速部超伝導空洞開発グループによって開発が進められています。

前段加速超伝導空洞は、5 GeV ERL での最終目標である

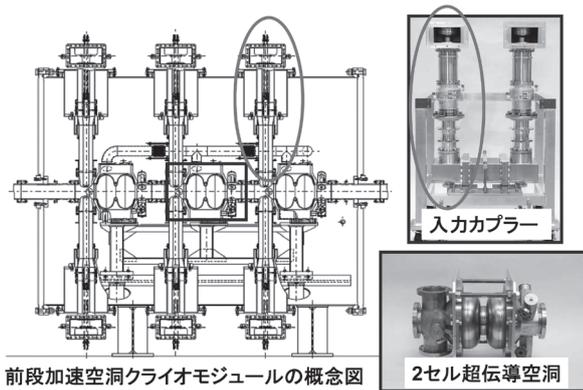


図4 前段加速超伝導空洞の概念図

10 MeV, 100 mA の CW 加速を念頭において、図4に示すように2セル空洞3台からなるものです。それぞれの空洞には2台の大電力入力カプラー、5台の高調波取出カプラーが装着されています。2007年と2008年に各1台のプロトタイプ空洞を製作し、加速勾配の試験を行い前段加速空洞として必要となる15 MV/m以上の性能をすでに十分に達成しています。2009年からは3年契約で図4のクライオモジュールの製作に着手し、2011年の秋にはクライオモジュールの組立にかかる予定で進めています。また前段加速空洞ではエネルギー回収はありませんので、大電力高周波を入力できる入力カプラーが重要な開発要素です。そのため、2009年度に2台の入力カプラーを試作しています。最終目標は10 MeV, 100 mA の CW 加速ですので、1空洞あたり、333 kW の高周波電力の導入が必要となります。KEKBでの実績、周波数の違いを考慮し、KEKで開発されたものを小型化した入力カプラーを空洞1台について図に示すように上下から2台使用する設計を導入しています。それでも一台当りの入力パワーは約170 kWに達します。問題は高周波損失による発熱で、熱負荷計算に従い短めの外導体に5 Kと80 Kの熱的なアンカーを取付けた構造をとっています。2009年度にPFの電源棟で立ち上げていた300 kWのクライストロン高周波源を用いて入力カプラーのテストスタンドでの試験をいよいよ4月から開始しました。現在、徐々に入力パワーを上げていますが、4月中旬現在で平均電力26 kWまでのエージングを完了し、さらに現在継続しています。この26 kWの入力パワーは、すでに2012年度末に当面の目標としている5 MeV, 10 mA運転を確実に担保することを示しています。

一方、主加速部超伝導空洞では、15～20 MV/m, 100 mA の CW 加速を目標として、これまでに高調波減衰型の9セル超伝導空洞、20 kW 級全反射仕様の入力結合器、150 W 高調波減衰器などの要素開発を進めてきましたが、2009年度はさらにそれらを集約するモジュール設計に着手しています(図5参照)。9セル超伝導空洞は、リニアコライダークラウドが開発中のものから、100 mA, CW 運転時に問題となる高調波対策を考慮して、その形状を最適化したのが ERL-model 2 と呼ばれるものです。現在の最大の開発課題はその形状変更により電場の集中と、それに

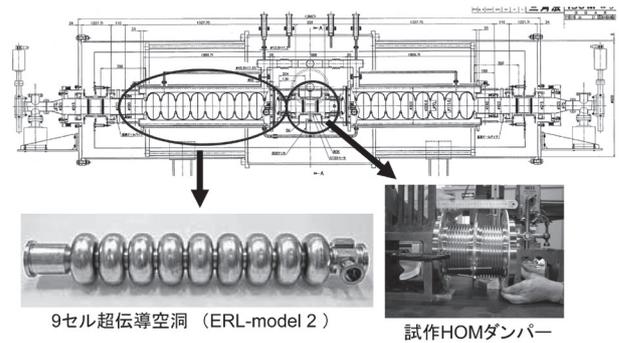


図5 9セル超伝導空洞が2台収容されたモジュールの断面

伴う電子放出の影響であり、試作9セル超伝導空洞のこれまでの最高電場は17 MV/mまでにとどまっている点です。この値は決して致命的な問題ではありませんが、更なる加速勾配の安全領域の拡大を目指し、電子放出などの現象を正確に把握しその場所を特定するための空洞診断技術の開発を進めて、その電子放出現象の対策を進めてきています。

主加速部超伝導空洞では、エネルギー回収のために前段加速空洞ほどの大電力の入力カプラーの開発は必要ではありませんが、それでも20 kW クラスの高周波電力の導入に耐えるものでなければなりません。2007年度からセラミック窓等の試作部品の高周波導入テストを行った結果、高周波のある定在波条件下では4 kWでもセラミック窓が昇温・破損することが検知されました。この原因は、セラミック部に1.3 GHzの共振モードが出現したために生じた発熱であることが判明し、その対策としてセラミック厚みを6.2 mmから5.4 mmへの変更を行い、すでに20 kWの高周波電力の導入ができることを確認しています。

150 Wの高調波(HOM)減衰器はフェライトを用いたビームライン型減衰器を採用しています。フェライトは80 Kに冷却され、2K空洞への熱侵入を減らすためにクシ歯型のRFコンタクト付きベローズで熱絶縁される構造を設計し、80 Kでのフェライトの減衰特性の計測を進めるとともにフェライトなしのベローズ構造を試作し、切削油や製作手順などフェライトを保護する製作手法の確立、両フランジ間の自由度計測、冷却方式の検証を行っています。

クライオモジュール設計はCW運転のERLで必要となる冷却能力を確保することから、直径300 mmのヘリウムジャケットに収納された9連空洞2台が図5のように収められる構造で進めています。今年度には必要となる高圧ガスの申請とともに空洞の製作が開始し、2011年度末には製作を完了する予定で進めています。

以上のように、一步一步ですが確実に2012年度末のビーム運転を目指してコンパクトERLの建設が進んできています。5 GeV ERLはその次ではありますが、どうぞ次期光源実現に向けてユーザーの皆さんのご支援をお願いしたいと思います。尚、より詳細なERLの開発、及び建設の進捗状況はERL計画推進室のホームページ <http://pfwww.kek.jp/ERLoffice/> に掲載してありますのでご覧下さい。

放射光科学研究施設国際諮問委員会 (PF-ISAC) 光源分科会の開催

2月25日、26日の二日間に渡り、ISAC光源分科会が行われました。ISACには9ヶ月ごとに行われている親委員会と各分科会がありますが、2009年度の分科会は光源が担当することになりました。分科会委員は5名で、委員長 E. Gluskin (APS), R. Hettel (SLAC), J. Pfluger (European XFEL), H. Ohkuma (SPring-8), T. Hori (HiSOR) です。2月25日の午前中は既設光源 (PF リングおよび PF-AR) の現状について、午後は将来光源計画 cERL/ERL, KEK-X についての進捗状況についての報告を行いました。翌日の午後は、KEK で行われている ERL 関連の開発状況の見学ツアーを企画し、委員の方々を案内しました。写真は、4号館前で撮影した全体集合写真です。ISAC光源分科会委員による報告書は近々にWEBで公開される予定です。

Agenda

Thursday February 25th 2010

- 09:00 - 09:20 Executive session <Closed>
- 09:20 - 09:25 Welcome (O. Shimomura)
- 09:25 - 09:30 Welcome (K. Oide)
- 09:30 - 09:45 Charge to the subcommittee (S. Wakatsuki)
- 09:45 - 10:00 Introduction of light source division
(Y. Kobayashi)

PF ring and PF-AR

- 10:00 - 10:50 Operation status (T. Honda)
- 10:50 - 11:10 Coffee break
- 11:10 - 11:40 Development of beam diagnostics (T. Obina)
- 11:40 - 12:10 Development of insertion devices (K. Tsuchiya)

ERL & KEK-X

- 13:30 - 13:50 Introduction (H. Kawata)
- 13:50 - 14:40 Overview of cERL and ERL project
(S. Sakanaka)
- 14:40 - 15:20 Development of electron gun (M. Yamamoto)
- 15:20 - 16:00 Development of SC cavity (K. Umemori)
- 16:00 - 16:20 Coffee break



ISAC光源分科会委員及び参加者による集合写真(2/25)。

- 16:20 - 17:00 Beam dynamics of injector (T. Miyajima)
- 17:00 - 17:40 Beam dynamics of return loop (K. Harada)
- 17:40 - 18:00 Introduction of KEK-X project (Y. Kobayashi)
- 18:00 - 18:30 Discussion
- 19:00 Dinner

Friday February 26th 2010

- 09:00 - 11:00 Executive session <Closed>
- 11:00 - 11:30 Summary presentation
- 13:00 - 15:00 Tour (South AR, East Counter Hall, STF)

BL-1A の共同利用実験開始のお知らせ

放射光科学第二研究系 松垣直宏

PF2.5GeV リング実験ホールに2007年から準備・建設してきました構造生物学ビームライン BL-1A は、2010年5月17日から共同利用実験に公開されることになりました。本ビームライン開発は文部科学省「ターゲットタンパク研究プログラム」の技術開発課題のひとつであるため、S2課題のユーザー（プログラム内のユーザー）への公開が優先されます。一般課題のユーザーへは2010年度秋以降に公開される予定です。

新 BL-1A は、10 ミクロン程度の微小結晶からの重原子ラベルなしでの結晶構造解析（低エネルギー SAD 法）を目的としたビームラインです。Short Gap Undulator (SGU) を光源とし、一次光で4 keV 近傍の高輝度X線ビームが利用できるよう設計されています。試料結晶と同程度（10 ミクロン前後）の大きさの高輝度ビームを安定して試料に照射すると同時に、測定のパックグラウンドを低減する装置（ヘリウムガス吹き付け装置やヘリウムチャンバー）が整備される予定です。詳細につきましては、担当者（放射光科学第二研究系・松垣直宏 (naohiro.matsugaki@kek.jp)）までお問い合わせ下さい。

高輝度真空紫外軟 X 線ビームライン BL-13A の現状

放射光科学第一研究系 間瀬一彦

第27回 PF シンポジウムで報告しましたように、有機薄膜研究用の高輝度真空紫外軟 X 線ビームライン BL-13A の建設 [1-5] (図1) は順調に進み、光強度モニター、フィルター用超高真空槽 (図2) と放射光エネルギー較正用超高真空槽 (図3) を設置して調整を行い、2010年1月29日 (金) から共同利用への提供が始まりました。本ビームラインでは、高分解能角度分解紫外光電子分光、高分解能内殻光電子分光、高分解能軟 X 線吸収分光を駆使して、有機薄膜とその界面の構造、電子状態、振電相互作用、ダイ

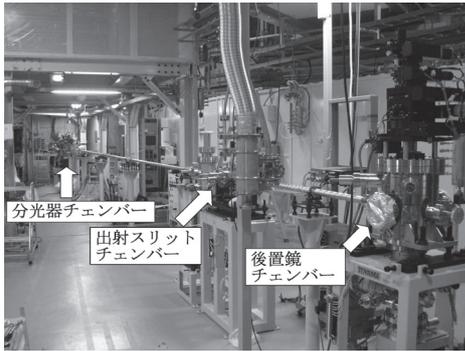


図1 建設直後のBL-13A

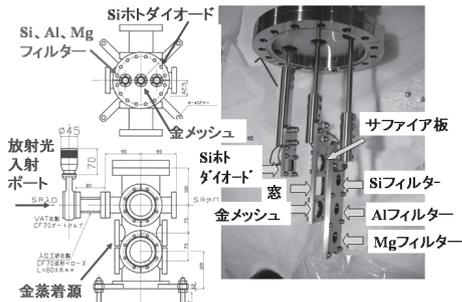


図2 光強度モニター, フィルター用超高真空槽

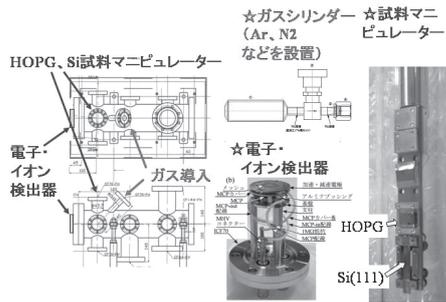


図3 放射光エネルギー較正用超高真空槽

ナミクス, およびそれらの時間的・空間的変動等を精密に研究する予定です [6]。本ビームラインの設計仕様は, エネルギー領域 30 ~ 1,000 eV, 最高分解能 30,000 ~ 7,000, 光フラックス $10^{12} \sim 10^{10}$ photons/s, スポットサイズ約 $130 \mu\text{m} \times 40 \mu\text{m}$ です [5]。性能評価の結果, 以下の事がわかりました。

- $h\nu = 30 \sim 1,200$ eV で利用可能。
- 分解能は計算値よりやや悪い ($h\nu = 401$ eV で計算値 $E/\Delta E = 12,000$ 程度のところ, 測定値は $E/\Delta E = 10,000$) [2, 4]。
- 光量は計算値より 1 桁程度少ない (図 4)。
- 試料上のスポットサイズ約 $130 \mu\text{m} \times 40 \mu\text{m}$ はほぼ達成できている。
- $h\nu = 244$ eV での光エネルギーの短期ドリフト, 長期ドリフトは 0.02 eV 以内 (図 5)。
- 炭素 K 吸収端 ($h\nu = 285 \sim 290$ eV) における光強度の低下は最大 15% 程度 (図 6)。
- $h\nu = 30$ eV では 2 次光, 3 次光が強いが Mg フィルター

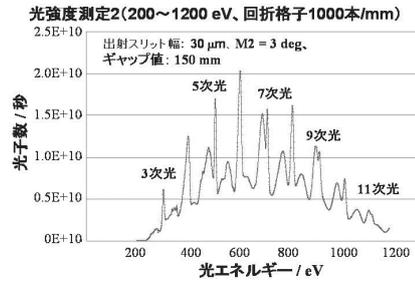
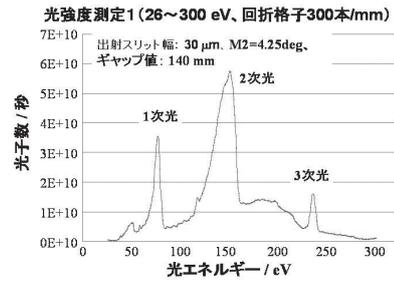


図4 BL-13A のアンジュレータースペクトル

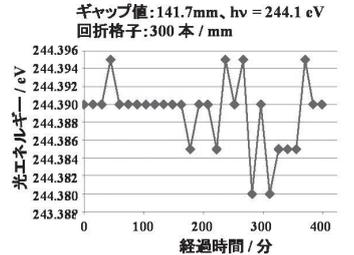
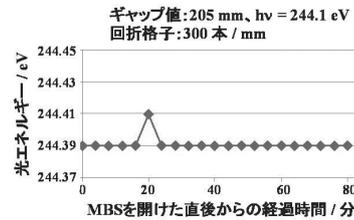


図5 $h\nu = 244$ eV での光エネルギーの短期ドリフト (上), 長期ドリフト (下)

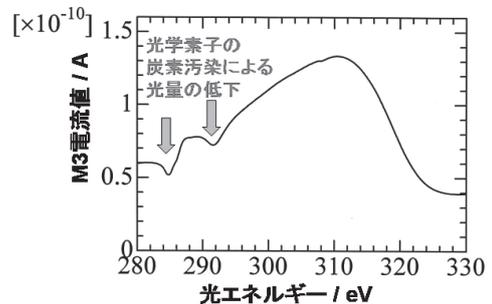


図6 炭素 K 吸収端 ($h\nu = 285 \sim 290$ eV) における光強度の低下

によりある程度除去できる。

また, 2009S2-007 課題 (実験責任者: 東大物性研, 吉信教授) メンバーにお願いして, 常設の高分解能角度分解光電子分光装置 (SES-200, Scienta, 到達圧力 2×10^{-8} Pa, 図 7), 試料加熱冷却面内回転トランスファー機構 (図 8),

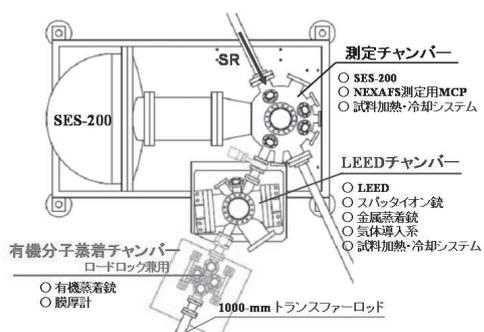


図7 高分解能角度分解光電子分光装置

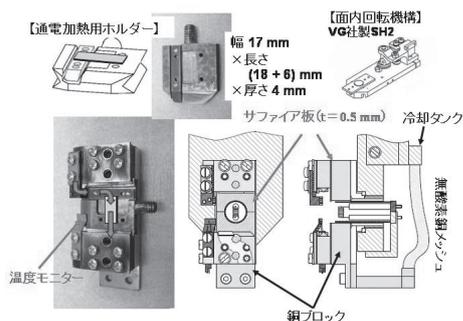


図8 試料加熱冷却面内回転トランスファー機構

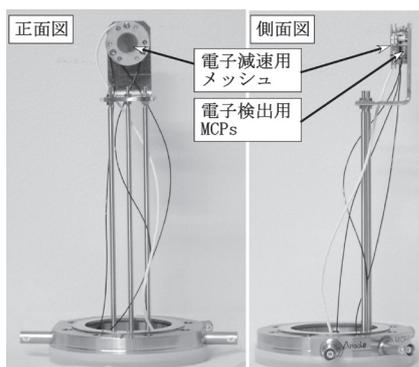


図9 NEXAFS 測定用の電子検出器

準常設の高分解能内殻光電子分光装置 (Phoibos 100, 東大物性研, 吉信研究室所有), 放射光励起 STM 装置 (東大物性研, 長谷川研究室所有) などを整備していただきました。さらに, ビームライン制御グループに依頼して分光器制御ソフトを整備し, BL-13A 分光器マニュアルを作成しました。3月31日(水)には NEXAFS 測定用の電子検出器(図9) [7] を SES-200 装置に設置し, 4月5日(月)には後置鏡チャンバーに第2後置鏡を設置しました(図10)。今後は, ビームラインの再調整(2010年4月), 水冷可動4象限マスクの更新(2010年7-9月), アンジュレーターギャップと分光器の同時掃引, 光電子分光装置 SES-200 の調整, 試料作製槽の改良, ロードロックチャンバーの設置などを進めてゆく予定です。詳細につきましては, 担当者(間瀬一彦, 放射光科学第一研究系, mase@post.kek.jp)までお問い合わせください。また, 2010年3月8日(月)に開催した表面化学ユーザーグループミーティングの議事録および資料 (<http://pfwww2.kek.jp/pf-kondankai/kondan/UG/>



図10 第2後置鏡の設置

UGjyouhou.htm)にも詳しい報告を掲載しておりますので, 併せてご参照ください。

BL-13A 建設は, KEK 物構研の間瀬, 豊島, 菊地, 田中, 雨宮, 伊藤(健)が担当し, インターロックシステム, 制御系の構築は小菅, 濁川, 斉藤, 永谷が行ないました。

最後になりましたが, BL-13A 建設にご尽力くださいました鈴木氏, 川瀬氏, 山口氏, 加藤氏(トヤマ), 大田氏, 木村氏, 峯岸氏, 渡辺氏(三菱SC), 入江氏, 平尾氏, 寺地氏, 木下氏, 吉村氏(日本アクシス), エンドステーションの整備を担当された小澤氏(東大院理工), 奥平氏, 坂本氏, 西氏(千葉大院融合科学), 吉信氏, 吉本氏, 向井氏, 古橋氏(東大物性研), 近藤氏(慶応大理工), 櫻井氏(筑波大), 長谷川氏, 江口氏(東大物性研), 各研究室の学生の諸氏, 試料加熱冷却面内回転トランスファー機構に関してアドバイスをくださった組頭氏, 堀場氏(東大院工)に感謝いたします。

参考文献

[1] 間瀬: 第26回 PF シンポジウム要旨集, 19 (2009).
 [2] 間瀬: 第27回 PF シンポジウム要旨集, 18 (2010).
 [3] 間瀬: PHOTON FACTORY NEWS 27(3), 11 (2009).
 [4] 間瀬: PHOTON FACTORY NEWS 27(4), 9 (2010).
 [5] K. Mase, A. Toyoshima, T. Kikuchi, H. Tanaka, K. Amemiya, and K. Ito, AIP conference proceedings, submitted.
 [6] 馬場, 奥平, 吉信, 近藤, 雨宮, 間瀬 (編): 新 BL-13 有機薄膜・生体分子研究用高輝度真空紫外・軟X線分光ビームラインの検討, KEK Internal, 2008-5 (2008).
 [7] 藤田斉彦, 間瀬一彦, 真空, 50 (2007) 583-585.

●●●●● プレスリリース ●●●●●

**2009年ノーベル化学賞受賞者
アダ・ヨナット教授に
特別荣誉教授の称号授与を決定**

2010年3月4日

高エネルギー加速器研究機構は、3月4日、昨年ノーベル化学賞を受賞したイスラエル・ワイツマン研究所のアダ・ヨナット (Ada Yonath) 教授に、特別荣誉教授の称号を授与することを決定しました。

本機構の特別荣誉教授は、機構に対する著しい学術の貢献があった者に対し、その功績を顕彰するもので、本機構が特別荣誉教授の称号を授与するのは、2008年にノーベル物理学賞を受賞した小林誠特別荣誉教授に続いて二人目となります。

【授与理由】

アダ・ヨナット教授は、タンパク質を合成する巨大な分子装置であるリボソームの構造決定とそれに基づく機能の解明により、ベンカトラマン・ラマクリシュナン博士 (英国:MRC 分子生物学研究所)、トーマス・スタイツ博士 (米国:エール大学) とともに2009年にノーベル化学賞を受賞されました。

細胞における生産工場とも言えるリボソームが、どのような形をしていてどのように働くかを知ることは永年生命科学の大命題でしたが、ヨナット教授らは放射光を用いたX線結晶構造解析で見事にその立体構造を決定し、どのように働くかについての大きな知見を人類に与えました。

ヨナット教授は、1987年に本機構の放射光科学研究施設 (PF: フォトン・ファクトリー) に開設された世界初の巨大分子用X線結晶構造解析ステーションの最初の共同利用研究者の一人として、約10年間にわたり研究を行われました。その後、放射光科学研究施設の最も活動的な共同利用研究者として巨大で非常に測定が困難であるリボソームの測定を繰り返し行い、その後の測定データの向上等も図られ、最終的なリボソームの構造解析に繋がりました。

共同利用研究者の本機構での研究成果がノーベル賞の受賞の礎となったことは、日本及び本機構の研究レベルの高さと国際協力体制の高さを改めて世界に知らしめることとなりました。

また、ヨナット教授は極低温で生体分子結晶の測定をする分野のパイオニアでもあり、その検討の多くは本機構でもなされているものです。その測定方法はその後多くの改良を経て、本機構の放射光科学研究施設はもちろん、世界中の放射光施設や実験室で使われています。

【授与式】

本年3月9日、つくば市内で開催予定の本機構主催のPFシンポジウムにおいて行われる予定です。

**次世代光源用の直流電子銃で
世界最高の500 kVの電圧を達成**

2010年3月10日

日本原子力研究開発機構
高エネルギー加速器研究機構
広島大学
名古屋大学

日本原子力研究開発機構 (以下、機構という) 量子ビーム応用研究部門の羽島良一グループリーダー、高エネルギー加速器研究機構加速器研究施設の山本将博特別助教、広島大学先端物質科学研究科の栗木雅夫教授および名古屋大学の中西暁名誉教授らの共同研究グループは、高輝度大電流電子ビームを発生する光陰極直流電子銃として、世界最高の500 kVの電圧を達成しました。

これにより、放射性同位体の非破壊分析、貨物中の核物質や爆発物の検知を可能とする大強度γ線源や化学反応リアルタイム観測、生体細胞の高分解能イメージングを可能にする高輝度・短パルスX線源などの次世代光源実現への道を開きました。

次世代X線放射光源、自由電子レーザーの開発を目的としたエネルギー回収型リニアック (ERL) の研究が、本共同研究グループのほか、米国 (ジェファーソン研究所、コーネル大学、ブルックヘブン研究所)、英国 (ダレスベリー研究所)、ドイツ (ベルリン・ヘルムホルツ研究所)、中国 (北京大学) などで行われています。この光源を実現するためには、高品質の電子ビームを大電流で発生可能な500 kV以上の電圧を持った光陰極直流電子銃の開発が必須とされてきました。しかし、この電子銃で500 kVを達成することは容易でなく、世界のERL計画が開始された2002年ごろから現在まで、さまざまな失敗が繰り返されてきました。

共同研究グループは、今回、電圧が一様に印加できる分割型セラミック管とその中央に設置される金属支柱からの電界放出電子がセラミック管壁に衝突することを防ぐためのガードリングを採用し、この形状を最適化しました。その結果、500 kVの安定な電圧印加に成功しました。これにより、高輝度大電流電子ビーム発生が可能となり、ERL型次世代放射光源の実現が可能になりました。

本研究の一部は文部科学省の「量子ビーム基盤技術開発プログラム」によるものです。なお、本研究の成果は、Review of Scientific Instruments 誌掲載に先立ち、同誌の電子版に2010年3月10日 (現地時間) に掲載される予定です。(詳細は KEK プレスリリース <http://www.kek.jp/ja/news/press/2010/jisedaikougen.html> をご覧ください。)