

現 状

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4～6月の運転は以下の通りであった。

4月 5日	入射器運転開始
4月 12日	PF 運転開始
4月 15日	PF-AR 運転開始
4月 30日	PF, PF-AR, 入射器運転停止
5月 6日	入射器運転再開
5月 7日	PF 運転再開
5月 10日	PF-AR 運転再開
5月 13日	KEKB 運転開始
6月 30日	KEKB, PF-AR 運転停止
7月 1日	PF 運転停止
7月 2日	入射器運転停止 (夕)

3月19日からの停止のあと、4月5日から入射器の運転を開始した。5月13日から6月末までPF、KEKBへの同時トップアップ入射を順調に続けた。KEKBは6月30日午前9時、1999年から11年にわたる実験を終了し、加速器のアップグレードに入った。入射器は7月2日から9月6日まで夏期保守作業を行う。

入射器増強

SuperKEKBのための入射器増強の課題は、陽電子電流増強と電子ビームエミッタンス改善である。基本方針については先のKEKB Reviewで発表し講評していただいた。陽電子源については、集束系強化、口径の大きなLバンド加速管による陽電子捕獲、電子源についてはRF電子銃の採用などである。これらの方針に基づき主要な装置の要素開発を昨年度から始めている。

入射器改造を容易にするため、PF入射用電子銃を昨年度、3セクターに移動した。この夏、A～2セクターと3～5セクターをシールド壁で分離し、上流でのビーム開発と下流でのPF、PF-AR入射を独立して実施できるようにする。文部科学省への使用変更手続きも順調に進んでいる。SuperKEKBの周長は現在より若干伸びる見込みで、入射器の運転周波数(2855.990 MHz)を150 kHz程度下げる必要がある。この周波数の変化に合わせて加速管温度を約3°C上げて運転できるかどうかの試験を、施設部の協力を得て7月2日に行った。運転温度と周波数の変更、加速ビームの再現に関する限り問題ないことがわかった。

海外との研究協力

入射器が最近行っている海外の研究所との研究協力は以下の通りである。

ロシア BINP：陽電子捕獲用 Flux Concentrator の開発と S バンド大電力クライストロンとの学術交換に関連した研究協力を行っている。6～9月にBINPの研究者が相次いで来訪する予定になっている。

スイス CERN：Xバンド加速管の大電力試験に関する研究協力を継続中である。肥後、松本(修)、横山他の入射器メンバーが参加している。

中国 IHEP：入射ビームの安定化に関連して、古川、諏訪田、矢野、大澤らが調査協力の依頼を受け、出張した。

インド RRCAT：昨夏、INDUS-II 専用 550 MeV 入射器計画に関する検討のため、2名の研究員を1か月受け入れた。この計画に関する議論のため、今年3月、福田、明本が出張した。

イタリア INFN：Cバンド加速管の大電力試験に関連して2月に協力要請があり、9月の試験に向けて、肥後が対応している。

韓国 POHANG：PLSでのXFEL計画で用いるCバンド加速管の検討に関連して、4月に、紙谷、肥後、福田が出張して議論を行った。

中国上海放射光：6月、Cバンド加速管開発に関して協力要請があった。

大学支援事業(東京大学宇宙線研究所 TA リニアック)

昨年入射器での試験を終え米国に送り出したTAリニアックの現地ユタ州での立上げが始まった。立上げ支援のため、福田、今井(三菱電機サービス)、吉田、杉村が約1週間ずつ交代で渡米した。クライストロンの立上げ、加速管のエージング、電子銃ビームの確認まで完了した。ビーム加速にはOn-site radiation safety officerの立合いが必要で、今後の試験、運転について検討中である。



図1 米国ユタ州デルタ市郊外30 kmにある宇宙線観測基地でのTAリニアック立上げ風景。

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 リングは 4 月 12 日 (月) 9:00 に 2010 年度の運転を開始した。2 月に 1 台の RF 電源の故障で、夏の停止期間まで RF 3 台運転となったが、その他は特に問題はなく、リングは順調に立ち上がり、4 月 15 日 (水) 9:00 にユーザ運転が始まった。その後クライストロン OFF でビームダンプが一回あったが、ユーザ運転は概ね順調であった。5 月 27 日 (木) 9:00 からシングルバンチ運転への切り替え作業を行ない、バンチ純化装置の立ちあげ・調整、光モニター等や軌道を確認し、翌日 9:00 からユーザ運転が始まった。6 月に入ると、6 日～7 日にかけて空洞 #1 反射 RF によるビームダンプが多発し、一時 A1 ステーションを停止して RF 2 系統で 250 mA 運転を行った。10 日のエイジング中に A1 ステーションの PLL 回路の不調を発見し、回路モジュールを交換した。その後、10 日の夕方から 3 台運転に復旧した。今回のトラブルでは、空洞 #1 内部での放電を当初疑ったが、実際にはローレベル系の不調であったと思われる。A1 ステーションの位相が不安定になったか、またはスペクトルに余計なサイドバンドが出たことにより、空洞からの RF 反射が発生し、ビームダンプを起こしていたものと推察される。今回のような症状を早く診断するためには、各ステーションの RF 位相の高速モニターを追加するのが有効だと考えられる。この RF トラブル以外は、概ね順調で 7 月 1 日に停止した。

PF-AR は、PF より 3 日遅れの 4 月 15 日 (木) 9:00 に運転を、4 月 19 日 (月) 9:00 にユーザ運転を再開した。5 月に入っても運転は概ね順調だったが、5 月 25 日 (月) にビームダンプが頻発、全部で 4 回発生した。原因は、西 RF のクライストロンアノード電圧の異常であった。アノード電圧制御用の光信号変換モジュール交換を行い、ビームダンプがなくなった。6 月に入って冷却水流量計トラブルによるビームダンプもあったが、前期運転は比較的安定な運転であった。6 月 30 日に運転を停止した。

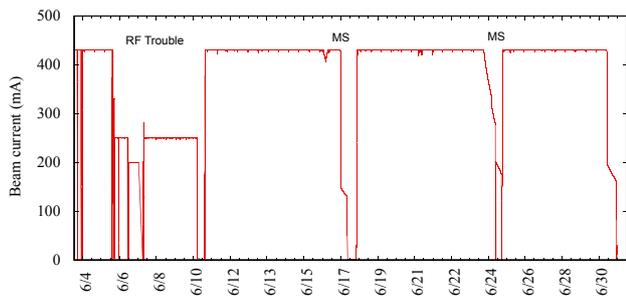


図 1 2010 年 6 月の PF リングにおける蓄積電流値の推移。MS はメンテナンス・マシン調整日を示す。

リングの運転統計 (真空関連)

PF リングと PF-AR における、リング改造後からの積分電流値 (A·h) に対する電流値とビーム寿命の積 $I\cdot\tau$ (A·min) および平均真空度を電流値で割った値 Pav/I (Pa/A) の推移をそれぞれ図 2 と図 3 に示す。PF リングの場合は直線部改造後の 2005 年 9 月から現在 2010 年 6 月までのデータで、PF-AR は高度化改造後の 2002 年 1 月から現在までのデータである。図 2 より、PF リングでは積分電流値 1000 A·h 付近で Pav/I の悪化が何度か起こっているが、これは、夏のシャットダウン中などに挿入光源 (U#03, U#16-1, U#01) をインストールしたことと、2006 年から 2007 年にかけて老朽化した放射光アブソーバからの真空リークが続発し、その対策として同様なアブソーバを約 50 本更新したことによる。 $I\cdot\tau$ に関しては Pav/I が下がるに伴い上昇し、一度 1000 A·min を越えたがその後は低下している。これは、縦方向バンチ毎フィードバックの導入で縦方向不安定性をある程度抑制し (2 極モードは抑制されたが、4 極モードが残っている)、RF 位相変調を弱くかけていることでバンチ長が短くなり (15 → 10 mm 程度)、Touschek 効果によってより強くビーム寿命が制限されるようになったためであるが、特にエネルギー分散に敏感なビームラインで、ビー

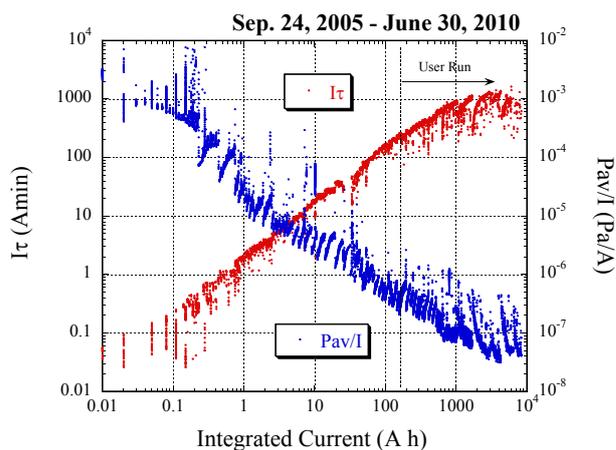


図 2 PF リングの積分電流値に対する $I\cdot\tau$ と Pav/I の推移

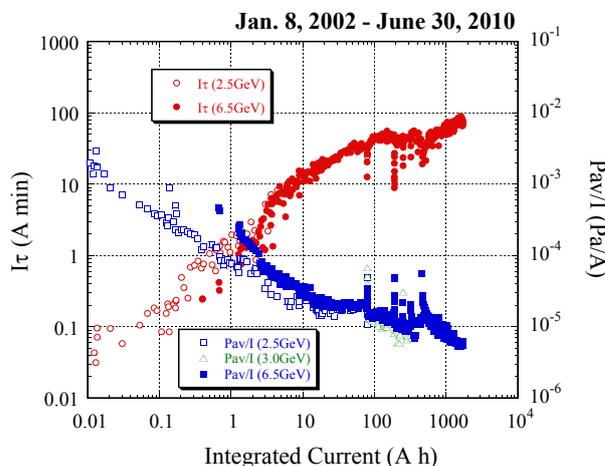


図 3 PF-AR の積分電流値に対する $I\cdot\tau$ と Pav/I の推移



図4 可変偏光アンジュレータ (U#16-2) の磁場測定の様子

ム強度変動の抑制に役立っている。ただし、昨年度からPFリングではトップアップ運転に移行しているため、 I_{τ} が多少減少しても、ユーザ運転への影響は小さいと考えている。図3から分かるように、PF-ARの場合も P_{av}/I の低下とともに I_{τ} が増加してきていたが、積分電流値 100 A-h を越えたあたりでそれらの値が停滞していた。しかし、積分電流値 500 A-h を越えてから再び P_{av}/I が低下し I_{τ} が増加し始めている。これは、2006年から2008年にかけて計61台のスパッタイオンポンプ (SIP) を増設し、その効果が現れた結果である。SIPの増強は、ビーム寿命急落現象を起こすダストの主要な発生要因である分布型イオンポンプ (DIP) の代替の役割も果たし、寿命急落発生頻度の低下にも寄与している。

可変偏光アンジュレータ2号機の進捗状況

可変偏光アンジュレータの2号機 (U#16-2) の磁場調整が4月末に順調に終了し、種々の運転条件での磁場測定も6月末までに完了した。図4は、磁場測定中の写真である。7月中に真空関連の作業を行い、8月末にPFリングにインストールする予定である。

放射光科学第一・第二研究系の現状

放射光科学第一研究系主幹 伊藤健二

運転・共同利用実験

2010年度は、PFリングでは4月12日に運転、4月15日に共同利用実験が開始されました。PF-ARでは4月15日運転開始、利用実験は4月19日から始められました。「光源の現状」にも書かれているように小さなトラブルはありましたが、両リングとも6月30日朝9時までで共同利用を無事終えることができました。PF-ISACでも指摘されたことですが、MTBF (mean time between failures) がPFリング、PF-ARでそれぞれ160時間、100時間と世界的に見ても驚異的な数字であり、加速器研究施設を始めとする関係者に

はあらためて感謝します。2010年9月以降の運転スケジュールについては、本号19ページをご覧ください。

かねてよりPF懇談会から要望がありましたリング運転情報 (ビームダンプ等) を配信するサービスについて検討を行っていましたが、この秋の運転からTwitterで発信できるよう、準備を進めています。ビームダンプと復旧見込み情報をはじめ、運転に関するトラブルや運転当番からのお知らせを掲載していく予定ですので、ご期待下さい。

ビームラインの改編・統廃合計画

BL-1では、外部資金 (ターゲットタンパク研究プロジェクト) により、微小タンパク結晶の低エネルギーSAD測定が行えるタンパク質結晶構造解析用ビームラインを2009年夏のシャットダウン中に建設しました。PFリングでは3番目のショートギャップアンジュレータで、1次光が4 keV 近辺になるように製作しています。昨年10月から12月のビームタイム中に液体窒素冷却方式のSiチャンネルカット結晶分光器を設置し、放射光による本格的な光学調整を行いました。2010年2-3月には単色光を集光するバイモルフミラー、試料周辺機器そしてX線CCD検出器などの設置・調整を行いました。5月17日から放射光共同利用実験に公開しています。これに伴い、タンパク質結晶構造解析用ビームラインとしてBL-5A, AR-NW12A, BL-17A, AR-NE3A, BL-1Aと5本の挿入光源ビームラインが整備されたことになります。リソースを集中する意味でも、長年に亘りタンパク質結晶構造解析用に使用されてきた偏向電磁石光源を利用するBL-6Aは、2010年3月末を以ってタンパク質結晶構造解析としての使用を停止しました。今後他目的への転用を進めていくことで検討が行われています。

PFには利用可能な中長直線部が7か所あります。そのうち5か所はVSX領域に専用化したビームラインを整備してきています。BL-13は、従来X線利用研究とビームタイムをシェアしてきましたが、2009年の夏期シャットダウン中に、有機薄膜に関する研究を行うためのVSX専



図1 新BL-1Aの実験ハッチ内の様子

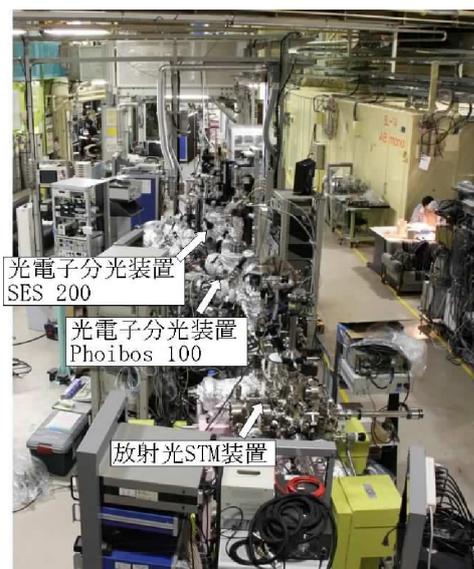


図2 新BL-13Aの下流側からの全体像

用BLとして生まれ変わりました。2009年10月に初めて光を導入し、その後BLの光学調整を進め、2010年1月29日から共同利用実験を開始しました。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線吸収分光等を駆使して、有機薄膜とその界面の構造、電子状態、振電相互作用、ダイナミクス、およびそれらの時間的・空間的変動等に関する精密な研究が始まっています。BL-13Aの主力実験装置である高分解能光電子分光器SES200は、これまでBL-11Dで使用されてきたものに改良を加えたものです。一方、BL-11Dには反射率計（入射角：3-90°、角度分解能：0.1°）を設置し、光学素子評価用BLとしました。この秋のビームタイムで、これまでVSX領域の反射率測定をBL-12Aで行ってきたユーザーのみなさんにBL-11Dを使っただけ、問題がなければBL-12Aは閉鎖することになります。

BL-16は、これまでのお知らせにもあるように、2台のAPPLE-II型アンジュレーターとキッカーを用いて、高速可変偏光スイッチングが行える軟X線分光ラインを整備していますが、2010年夏期シャットダウン中に念願の2台目のアンジュレーターが設置される予定です。秋から高速偏光スイッチング（ $\sim 10\text{Hz}$ ）の調整およびテスト実験が始まります。

そのほか、BL-2、BL-19、BL-28がVSX専用化した挿入光源BLですが、BL-13も含めて、挿入光源自体はリングの直線部増強以前のものをそのまま利用している状況で、挿入光源の更新を検討しています。ビームライン改編・統廃合計画が始まってから5年になり、挿入光源ビームラインについては、VSXに専用化されたビームラインの挿入光源本体の更新と最後のSGUビームラインを除いてほぼ形が見えてきました。今後はBL改編・統廃合計画の第2フェーズとして偏向電磁石を光源とするビームラインに着手していくこととなりますので、ユーザーの皆さんのご協力をお願いします。

運転時間の確保

挿入光源ビームラインでは、非常に競争率は高くなっています。例えばBL-16Aでは、ビームタイムの要求が配分可能時間の2倍を超えることさえあり、S型課題であっても十分なビームタイムを利用できないという状況になっています。PFとしては、整備してきた高性能ビームラインを最大限に利用していただくため、今後も運転時間の確保に努めていきたいと考えていますが、国の緊縮財政などを考慮すると、困難も予想されます。ユーザーのみなさんにおかれましては、ぜひともPFを使って良い成果が挙げられているということ、様々な機会にアピールしていただければ幸いです。

電気安全の確保について

PFの安全については日頃からご協力をいただきありがとうございます。しかしながら、実験ホール関連の漏電件数は減少の兆しが見えません。実験ホールの分電盤には漏電警報機あるいは漏電ブレーカーが取り付けられており、漏電流が30mAで発報あるいは送電を切断します。人体は1mAでも感じ、20mAでは筋肉の硬直、呼吸困難が生じ、体の自由が失われ、この状態が継続すると生命に危険が及ぶとされています。人体の電気抵抗は皮膚の乾燥度によって大きく変わりますが、一般的に5-10K Ω ですから、実験ホールで用いられる交流電圧に触れた場合は重大な事故につながるものが容易に想像されます。漏電の原因の一番は、ベーキング（良質の真空を得るために真空槽を200℃程度に加熱すること）です。毎年1回見ていただく安全講習ビデオでは、ベーキング作業の注意点を示しています。また、<http://pfwww.kek.jp/safety/general/safety.html>の「5. 電気安全」でも確認していただけます。そのほか、現場で行った電気配線作業の誤りが漏電の原因となっています。ビームタイムが限られているなど、急いで作業を行うため普段では考えられないようなミスを起こすことが十分考えられます。たとえば、1)現場での電気配線作業を極力避け、コネクターあるいはプラグなどの接続作業のみとする、2)やむを得ず配線作業を行った場合には、複数の実験者により作業のチェックを行う、などを各実験グループで取り決めをしておくことがトラブルあるいは事故を最小限に食い止める有効な方法であると考えます。関連事項として、PFでは、ロータリーポンプ、スライダック等を使用される場合はモーター焼損防止回路あるいは過電流保護回路を必ず使用していただくことになっておりますのでご協力をお願いします。

計測システム開発室の設立

放射光利用研究では、検出器開発は重要な問題です。今年5月、物構研全体の計測技術開発を強力に推進するために物構研の組織として「計測システム開発室」を設立しました。2010年5月12日に第1回の計測システム開発室ミーティングが開かれ、室長には岸本俊二准教授が選ばれました。ここには、物構研以外にも機構から多くの方が出席

されました。計測システム開発室が、今後他の部局とくに KEK 測定器開発室との連携およびインターフェイスとして機能していただけると期待しております。

教育用ビームタイム

放射光利用研究の発展と拡大の一つとして、大学学部および大学院での教育で放射光利用研究を実験・演習を実際に PF のビームラインで行っていただけるシステムを整備してきました。ここで実施される実験・演習は、学位等取得を目的とするオリジナルな研究を行っていただくものではなく、大学等の履修科目として登録されているものを想定しています。また、大学等運営ステーション制度も設定しています。この制度では、専攻あるいは研究科にビームラインの運営を委託するもので、委託されたグループの利用研究および R&D など優先的にビームタイムを使っておいただくこともできます。このようなシステムの利用を検討される場合はぜひご連絡いただきたいと思います。PF としては、放射光を教育に利用していただくことを積極的に支援させていただきたいと考えております。なお、現状では教育用ビームラインの協定を結んだ大学に限定して教育用ビームタイムが運用されていて、それ以外の場合は検討中であることをご了解ください。

PLS アップグレード期間の PAL ユーザーサポート

PAC 報告（本号 52 ページ）にも記述されていますが、来年 1 月からほぼ 1 年半にわたり Pohang Light Source（浦項，韓国）はアップグレードのため放射光利用ができません。この件については、Pohang Accelerator Laboratory の Moonhor Ree 所長から PLS ユーザーの支援について正式な依頼がありました。PF と PAL の間では、韓国からの課題の審査は PF における他の課題と同様に PF で一元的に行うこと、PF は韓国からの課題が実施されるように努力すること、などを盛り込んだ MOU を締結しました。皆様には BT 配分でご迷惑をお掛けすることになるかも知れませんが、韓国との科学交流のいい機会と考えていただきぜひご協力をお願いします。

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

4 月末の評価専門委員会の答申を受け、5 月に今年度予算額が確定し 2012 年度末にコンパクト ERL (cERL) の運転を開始すべく、複数年度契約で進めている超伝導空洞の製作、電子銃の高圧電源等の大物の発注・入札作業も開始しました。関係者が一丸となって cERL の建設とその運転に向けて進んでいます。6 月 15-16 日に PF の ISAC が行われましたが（関係記事は 12 ページを参照）、この ISAC でも cERL、および cERL から 5 GeV-ERL の進め方に関して、

以下のような貴重なコメント、激励、アドバイスを受けています。

cERL に関しては、

- その建設と運転に向けてできる限りの努力を払って前に進めることは技術的にも戦略的にも非常に重要である。
- cERL の建設プロジェクトが成功することは、将来の KEK そして世界の ERL の発展において非常に重要なマイルストーンである。
- PF-ISAC は cERL の鍵となる加速器要素技術：高輝度電子銃、レーザーシステム、超伝導空洞、ヘリウム冷凍設備において重要な技術的な進展がみられたことを指摘したい。

cERL/KEK-X/ERL の将来構想の進め方に関して、特に ERL に関係するところに関しては、

- cERL の R&D から 5 GeV クラスの ERL の実現までに長い期間を要することに関して、PF と KEK のマネジメントはこのギャップを埋める手立てを実現するように強く勧める。

この内容は ISAC の終わりに提示された内容であり、その後の修正がある可能性があることは含みおき下さい。

プロジェクトの情報発信では、5 月 23-28 日に京都で開催された IPAC (International Particle Accelerator Conference) で ERL プロジェクトの全体概要の報告を坂中章悟氏 (KEK) が行ったのを始めとして、全部で 19 件の各要素の開発研究を発表しました。この IPAC の後に、軟 X 線放射光施設がある BESSYII の Helmholtz-Zentrum Berlin の Dr. Michael Abo-Bakr が KEK を訪れ、現在建設中（設計中）の BERL inPro: a Proposal for a High Current ERL Test Facility の紹介と、それに伴うビームダイナミクスの議論を KEK の関係者と行いました。BERL inPro は 100 MeV, 100 mA の ERL テストマシンであり、我々が建設を進めている cERL に極めて近いものです。また 7 月 6-9 日に韓国の PAL で開催されたアジアオセアニアフォーラム (AOFSTR) では、KEK の梅森健成氏が ERL プロジェクトの現状報告 (Status of the Compact ERL Project in Japan) の招待講演を行いました。PAL では PLS のアップグレード計画 PLSII が現在進行していますが、さらに 10 GeV の XFEL 計画を提案しており、その状況を受けて SLAC の LCLS, 理研の SCSS, Euro-XFEL をはじめとした講演があり、SASE-FEL をベースにした XFEL 計画が現実のものとなってきていることを強く印象付けるプログラムとなっていました。その中で Kwang-Je Kim 氏 (APS/ANL) がその更なる進化形である共振器型 XFEL (XFEL-O) の内容を基調講演し、その中で KEK-JAEA の ERL 計画がこの XFEL-O も射程に入れた計画であることを紹介していました。XFEL-O の実現には、ERL で開発している、超伝導空洞技術、高輝度電子銃技術、そして高度な X 線光学技術を必要とするものです。KEK では、我々の 5 GeV・ERL 計画の中に XFEL-O を繰

り込むことを想定しています。また、この XFEL-O の技術開発を射程に入れた国際協力として 5 月 26 日に ERL と XFEL-O の加速器科学および利用技術に関する協力協定を APS と締結しました。

さて、cERL の建設およびその開発に関しては、はじめに cERL 用 2 K ヘリウム冷凍システム（先端加速器開発用ヘリウム冷凍設備）の進捗状況および今後の予定に関して紹介します。東カウンターホールに建設中の cERL では、前段加速部（入射部）と主加速部に 2 種類の超伝導加速空洞を使用しますが、これらの超伝導加速空洞は 2 K の超流動ヘリウムで冷却する必要があります。超伝導加速空洞を 2 K で冷却するためのヘリウム冷凍設備は、液体ヘリウムを生成するヘリウム液化冷凍機と 2 K の超流動ヘリウムを生成する 2 K 冷凍機から構築されています。ヘリウム液化冷凍機の主要な機器は、物質・材料研究機構および高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所より譲渡され、ヘリウム精製器など一部の機器のみを新規に購入するにとどめることができました。一方、2 K 冷凍機は、液体ヘリウムや液体窒素を超伝導加速空洞クライオスタットまで輸送するためのトランスファーラインを含め、すべて新規に製作しました。また、超流動ヘリウムの生成は液体ヘリウムの減圧によって行うため、減圧するためのメカニカルブースターポンプおよび油回転ポンプ（減圧ポンプユニット）が必要となりますが、この減圧ポンプユニットを

4 セット導入しています。このヘリウム冷凍設備は高圧ガス保安法の適用を受けるため、8 月に予定している茨城県の完成検査を受検し、合格した後に正式にヘリウム冷凍設備の運転を開始する予定です。昨年度末までに、すべての機器と各機器を接続するトランスファーラインの設置を完了することができました（図 1 および図 2）。まず、完成検査合格の後に 2 K 冷凍機を含まないヘリウム液化冷凍機の部分のみを運転し、液体ヘリウムの生成を開始します。不都合があれば手直しを行い、仕様性能を得るための調整を行って冷凍機を最適化する予定です。次に、2 K 冷凍機の設置後に再び茨城県の完成検査を受検し、その合格後に超流動ヘリウムの生成を行い、ヘリウム冷凍設備全体としての性能チェックを今年度中に終了する予定です。

前号で、前段加速空洞・入力カプラーのパワーテストを PF 電源棟で立ち上げていた 300 kW クライストロンを用いて行っていることを報告しましたが、いよいよ東カウンターホールの準備が整い、また正規の RF 電源が納入されたことから（今までクライストロンの立ち上げに使用していた電源は、PF リングの昔の RF 電源であり、そのためにクライストロンのパワーテストは 170 kW までしか行われていません）、東カウンターホールへの移設作業が開始され、正規の場所に設置されました（図 3）。30 kW の IOT 電源も設置され、前段加速超伝導空洞の入力カプラーテストスタンド、主加速部入力カプラーテストスタンドもこの RF 源の整備に伴い、東カウンターホールに移設され



図 1 東カウンターホール内ヘリウム冷凍設備



図 3 東カウンターホールに設置された 300 kW クライストロン



図 2 物質・材料研究機構から譲り受けたヘリウム冷凍機とバッファタンク



図 4 LLRF の制御室に設置されたモジュールを搭載するラック・スタンド

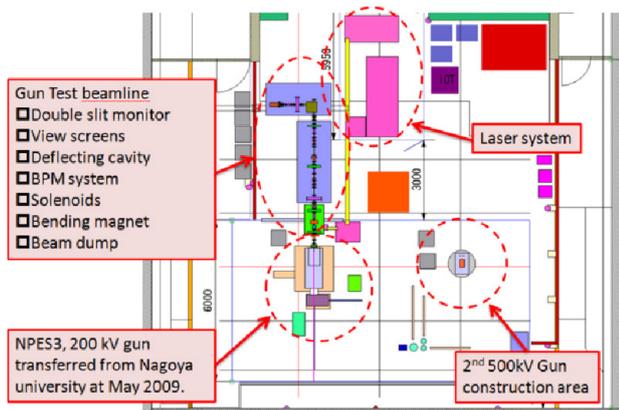


図5 PF-AR 南棟概略

つつあります。また LLRF の制御室には RF 源のパワーをコントロールするモジュールを搭載するラック・スタンドも納入されました (図4)。今後の予定は、クライストロン電源の単体試験を終えた後に、7月下旬にはクライストロンと組み合わせて、ハイパワーテストを開始、IOT も9月には立会い試験、そして、これらのテストを終えて、9月から秋にかけて、それぞれの入力カプラーテストスタンドを立ち上げ、カプラーテストを再開する予定です。

また、東カウンタホールだけではなく、AR 南棟において、cERL 入射器グループによる 500 kV 第二電子銃の開発、フォトカソード励起用のレーザーシステムの開発、ビーム診断用ビームラインの開発、そして電子銃を用いたビーム試験が進行されています (図5)。

まず、電子銃開発については、JAEA を中心に進められている 500 kV 第一電子銃開発と並行して、KEK では 2009 年度から PF-AR 500 kV 第二電子銃の開発を進めています。500 kV 第二電子銃開発では、カソードの長寿命化のために極高真空を達成することを第一の目標として機器の設計を行い、チャンバー材質としてガス放出速度の低いチタンを用い、高い排気速度を実現するためにクライオポンプを採用し、 10^{-10} Pa 台の極高真空を実現すべく製作を進めています。2009 年度末までにチタン製の電子銃真空チャンバーや絶縁用セラミックチャンバーなどの電子銃本体の主要な機器が納入され、2010 年 4 月から各機器の真空試験および組み立てを開始しています。第二電子銃の特徴の一つであるクライオポンプシステムの立ち上げもこの夏から開始するとともに、電子銃に高電圧を供給するための高圧電源については、2010 年 7 月に入札が行われ、今年度中に納入される予定です。

また、一昨年度から開発を進めていた励起用レーザーシステムの開発では、外部同期 1.3 GHz ファイバーレーザー発振器とファイバー増幅器により生成した $1 \mu\text{m}$ 帯のレーザー光を、ビーム運転に必要なパルス構造に切り出した後、2倍波変換する構成で進めています。現在 2倍波である green のレーザーで 700 mW の出力を達成し (図6)、これは、カソードの量子効率を 3% としたとき cERL の第 1 目標であるビーム電流 10 mA に対応するパワーです。さらに、

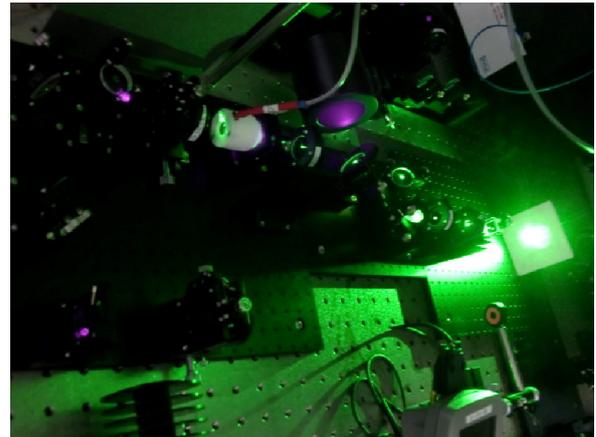


図6 PF-AR 南で開発している励起レーザーシステム



図7 組み立て調整が進む診断部

最終目標である 100 mA の励起レーザーを目指して開発を進めています。

電子銃から生成されたビームの性能を診断するためのビームライン開発では、2009 年度中にビュースクリーン、ビーム位置モニタ、ダブルスリットシステム、偏向空洞システム等の主要な診断装置及び真空チャンバーの製造を終了し、2010 年 4 月から各機器の試験およびビームラインの組み立てを開始しています (図7)。ビームラインは、入射部 (cERL 実機のビームラインと共通)、診断部、ビームダンプ部の 3 つから構成され、電子銃のカソードの寿命を保つために高い真空度が要求されます。8月初旬には各ビームラインのベークングを終了して、ビーム試験を開始する予定です。

ビーム試験では、次の 3 つのフェーズを予定しています。最初のフェーズでは名古屋大学から移設された NPES3 200 kV 電子銃の性能を確認するための 200 kV 電子銃 + NPES3 オリジナルのビームラインでの試験、2 番目のフェーズではカソードの性能評価およびビーム診断法の開発を目的とした 200 kV 電子銃 + 新たな診断用ビームラインを用いた試験、そして 3 番目のフェーズとして cERL 入射部前半のビーム調整法確立のための 500 kV 電子銃 + 診断用ビームラインを用いたビーム試験を行う予定です。2010 年 4 月から最初のフェーズである NPES3 200 kV 電子銃を用い

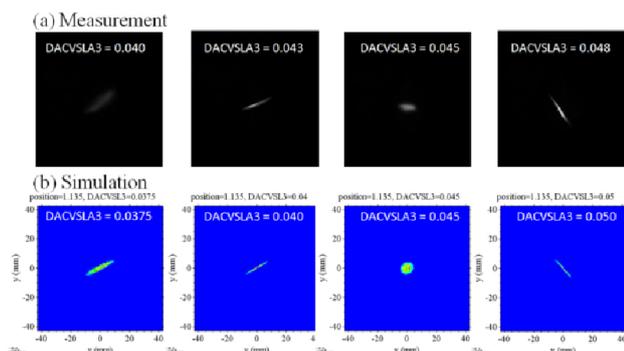


図8 第一フェーズ (NPES3-AR ビームライン) でのビーム試験の結果上図: ビーム測定結果, 下図: シミュレーションによる結果。

たビーム運転を開始しました。ビーム試験の目的は、移設による機器の損傷がないかチェックすること、及びフォトカソードから生成された低エネルギービームの調整法を確立することです。ビーム試験では、電子銃に 100 kV の電圧を印加し、100 keV のビームを生成しビームダンプまで輸送している。ソレノイド及び補正電磁石を調整した後、カソードから生成されたビーム 31.5 nA の 95% をビームダンプまで輸送できるようになっています。また、スクリーン上でのビームプロファイル測定とソレノイドスキャンも実施し、シミュレーションとほぼ同じ傾向を示す電子ビームを得ることができています (図 8)。今後は、ビームラインのより詳細な調整を行い、本番用の新たなビーム診断ラインを接続した後の運転を睨んでエミッタンス測定法の検証等を進めていく予定です。

放射光科学研究施設国際諮問委員会 光源分科会の開催報告

PF-ISAC の光源分科会 (LSS) が 2 月 25 日、26 日に開かれました。委員、プログラムについては前号に記載されていますし、既に最終報告書が <http://pfwww.kek.jp/ISAC09Feb/index.html> に掲出されていますので、簡単に要約します。

Summary

0. 総論

- 長い MTBF (Mean Time Between Failure) に代表される PF の優れた加速器を評価する。これは加速器第七系職員の献身的努力によるものである。Top-up 入射は光源安定性を向上させ、ユーザーのためになるものである。また、高性能の挿入光源を開発し、運用している。
- cERL 開発の優れた進捗を評価する。特に多くの機関と協力した DC 電子銃の開発とその達成性能を評価する。この成功は光源系が加速器研究施設に属した賜である。
- PF の将来にとって 5GeV ERL は非常に魅力的であり、XFEL 等革新的な拡張を検討している。
- KEK-X はもう一つの魅力的な候補である。

1. 2.5 GeV PF と PF-AR の運転は最近の放射光施設の水準を満たしているか?

MTBF は世界最高であり、ビームダンプ時の回復時間も短く、ビーム利用割合が 98% に上っており、PF の運転性能は世界最高水準にある。

Top-up 入射の導入はビーム安定性を向上させ、ユーザーに歓迎されている。

2. 蓄積リングの改造, 挿入光源の開発は適切か?

PF は持続的な運転と将来の改良に必要な業務、開発をきちんと理解している。ビーム安定性を向上するにはビーム位置モニター (BPM) や高速フィードバックを改良することが有効である。挿入光源の運転状態を変更している間の安定性を改善するために挿入光源のフィードフォワードシステムの改良を継続すべきである。

3. ERL のキーとなる技術開発の進捗は適切か? それらは適切にフォーカスし, 妥当な速度で進捗しているか? cERL の建設計画は妥当か? 正しい方向に向かっているか?

cERL 開発は優れた進捗をしている。これは組織改編の恩恵を受け、多くのインフラの備わった東カウンターホールを利用出来る様になっている。2012 年に 35 MeV 10 mA, 2016 年に 2 パスで 125 MeV, 最終的に 245 MeV で運転するという cERL 開発の目標は良く定義され、その計画は適切である。

DC 電子銃, 電子銃駆動レーザー系, 超伝導空洞等が優れたチームによって開発されており、その実績を評価する。

5 GeV ERL の研究は初期段階にあり、詳細な概念設計を作るには一層の努力が求められる。開発チームは非常に魅力的な XFEL の研究をすすめており、国内外と協力して進めることを強く勧める。

4. KEK-X は高エネルギー物理実験と共存できれば放射光利用にとって非常に魅力的と考えるが, SR の進捗に照らしてどう評価するか. 注意すべき点は?

KEK の加速器戦略は今後世界をリードする高エネルギー物理と放射光科学の長期計画に依拠している。KEK-X は高輝度 X 線の可能性を有しており、もう一つの第一級の放射光施設となる。この実現には加速器研究施設が技術上、運用上の挑戦を克服することが求められる。KEK-X の実現には更なる努力が必要であるが、KEK 加速器は力を有しており、KEK の中における優先度の問題が成否を決める。

5. 財政的, 人的制約を考えた時, 現在の cERL/KEK-X/ERL というシナリオは適切か?

このシナリオは興味深く、高い可能性を有しており、計画は適切である。しかしながら、加速器研究施設が今のリソースで進めるならば、15 年経っても実現できるか明らかでない。

6. 光源系は既存施設の維持と将来光源の開発のバランスに最大の努力をしている。既存光源の運営効率を高めるために何か提言があるか？

一つの方法はコントロールルームで行われている業務の自動化を一層進めることである。BPM や軌道修正の向上を進めることで、利用者に対してより効率的にビームを供給出来るようになる。

安定な運転を維持し、更に改良を進めるリソースを確保することが重要である。

7. その他の結論およびコメント

ERL のダブルループのビームダイナミクスを詳細に研究する必要がある。将来の ERL や XFEL の魅力的なオプションとしてダブルループを cERL で試すべきである。5 GeV ERL は SASE FEL 光源としても検討されたい。

Super KEKB と KEK-X の同時運転の実現には、dynamic aperture の最適化などいくつかの加速器技術上の課題を克服する必要がある。そのようなアルゴリズムを開発している組織と協力することを勧める。

PF リングの BPM エレクトロニクスは更新すべきで、NSLS-II の BPM プロセッサを利用することが有効であろう。軌道フィードバックシステムの改良はビームサイズの 5% 以内の安定性を実現し、挿入光源の運転条件変更中も維持できよう。高速可変偏光光源の実現は非常に有用である。

第 5 回放射光科学研究施設国際諮問委員会 (PF-ISAC) の開催報告

第 5 回の PF-ISAC が 6 月 15 日、16 日に開かれました。今回も PF からの諮問事項に対して ISAC が答申を出す形で行われ、多くの貴重なご意見をいただきました。今回の委員、プログラム、および "Executive Summary and Closing Remarks" の要約を以下に紹介します。"Executive Summary and Closing Remarks" の詳細は最終版がまとまり次第 web に掲載予定です。

Members

Ernest Fontes (Cornell University) *
 Hidetoshi Fukuyama (Tokyo University of Science) *
 Efim Gluskin (Advanced Photon Source)
 Keith Hodgson (Stanford Synchrotron Radiation Laboratory)
 chairperson
 Yasuhiro Iwasata (University of Electro-Communications)
 Ingolf Lindau (Stanford University) vice-Chair
 Kunio Miki (Kyoto University) *
 Junichiro Mizuki (Japan Atomic Energy Agency)
 Toshiaki Ohta (Ritsumeikan University)
 Moonhor Ree (Pohang Accelerator Laboratory)
 Volker Saile (University of Karlsruhe)

* absent for this ISAC

Agenda

June 15 Tuesday

- | | |
|-------------|---|
| 9:00-9:20 | Introduction (O. Shimomura & K. Hodgson) |
| 9:20-10:30 | Status report of the Photon Factory (S. Wakatsuki)
Charge to the PF-ISAC
Response to the previous ISAC
Present status of Photon Factory
Future light source developments |
| 10:50-11:50 | Science topics
Photoemission studies on metal-insulator transition
Hiroshi Kumigashira (Univ. of Tokyo)
Structure of Protochlorophyllide Reductase: a Greening Mechanism of Plants in the Dark
Genji Kurisu (Osaka Univ.) |
| 11:50-12:20 | Beamline development strategy (K. Ito)
New BL-1A (N. Matsugaki)
New BL-13A (K. Mase) |
| 13:10-13:20 | New users' office (K. Kobayashi) |
| 13:20-14:00 | User support and dissemination system (M. Nomura) |
| 14:00-14:10 | IMSS detector system development team (S. Kishimoto) |
| 14:10-14:35 | Report of Light Source Subcommittee (E. Gluskin) |
| 14:35-14:40 | Responses from KEK-PF (Y. Kobayashi) |
| 15:00-15:15 | First direct observation of the dust trapping (Y. Tanimoto) |
| 15:15-15:40 | Progress of cERL project (H. Kawata) |
| 15:40-16:20 | Visit to East Counter Hall (construction site of cERL) |
| 16:20-16:40 | Role and Function of the PF Users' Association (K. Asakura/Hokkaido Univ.) |
| 16:40-17:10 | Informal talks with PF group leaders and senior scientists (ISAC members) |
| 17:10-17:50 | Discussion with PF Directorate <CLOSED> |
| 17:50-18:30 | Executive session <CLOSED> |

June 16 Wednesday

- | | |
|-------------|-----------------------------------|
| 9:00-10:30 | Executive sessions <CLOSED> |
| 10:30-11:00 | Summary and closeout (K. Hodgson) |

Summary

0. 総論

- 光源系が加速器研究施設に移ったことにより加速器開発上の多くの効果があった。
- KEK-X は PF-AR より進んだ光源で、将来の ERL との間を橋渡しするものであるが、super KEKB の衝突実験時の運転パラメータは放射光利用に適さない可能性がある。ビームの安定性、ビームライン数、放射光利用時間を含めた総合的な技術的適合性を評価し、代替案も検討



ISAC 委員及び参加者による集合写真 (6/15)

すべきである。

- ・ 国にとって必要なエネルギー材料、技術、環境や健康関係を含めた放射光科学を含む広汎なユーザーコミュニティを含めることが重要である。
- ・ ISAC は将来に亘り放射光コミュニティのニーズに応え、世界をリードする KEK の戦略に注視する。
- ・ ISAC は光源分科会の報告を支持する。

1. 学術会議に示した日本の大型放射光施設のロードマップ中の KEK-PF(cERL/KEK-X/ERL) の戦略は適切か？

ISAC は日本の放射光ロードマップを作る戦略やそれを学術会議に提出したことを強く支持する。ユーザーコミュニティとともにリファインし、明確な目的を学術会議に理解してもらうことが重要である。ロードマップにユーザーが強く関わるのが国の決断に重要である。日本の軟 X 線コミュニティは PF の将来計画に関わるべきである。cERL から 5 GeV ERL の間が長いことを懸念する。KEK は現在と ERL の間を橋渡しする研究することを強く奨める。R&D をスピードアップし、ERL 建設を早めることが一つの解である。

2. 光源分科会による cERL の評価は KEK のフォトンサイエンスの全体像の中で適切か？

cERL を建設し、立ち上げることは技術的、戦略的に極めて重要であり、将来の ERL 建設に向けた重要な一里塚である。ISAC はキーとなる技術開発の進捗に感嘆し、加速器職員の協力を賞賛する。

3. 光源分科会 (LSS) の勧告に対する対応は適切か？

世界で最初の放射光施設の一つである PF の加速器システムの顕著な性能に感銘した。200 時間に上る MTBF(mean time between failure) は世界最高であり、PF の象徴であり、これを維持するために適切なリソースを維持すべきである。PF のビーム安定性改善に向けたアプローチを評価する。

4. 次世代ビームラインやアップグレードの戦略は適切か？

新しいビームライン (BL) は PF の Areas of Excellence に基づいて建設され、アクティビティの低い BL は閉鎖されている。アステラス製薬による BL は性能を発揮し、活発に利用されており、高速可変偏光を利用する BL-16 も二台目のアンジュレーターの設置により完成する。わずかな数年の内に BL の改造を進めた PF 職員に敬意を表する。

5. 有機薄膜研究用の新 BL-13A について

日本人研究者は有機物研究で評価されており、BL-13A は有機物の電子状態研究に有用である。初期の研究で成果が出始めており、ブランチラインの追加や挿入光源の更新を中期的に進めることを支持する。

6. 低エネルギー SAD 実験用 SBRC BL-1A の進捗について

BL-1A は S や P の異常分散を使った SAD 法のため 4 keV に最適化されており、順調に建設された。この長波長はタンパク結晶にとってそのハンドリングや放射線損傷等チャレンジングであるが新技術開発として適切である。

7. 新しい物構研検出器開発チームのスコープと戦略について

検出器はしばしばデータ収集のボトルネックになり、X 線、電子線、中性子、ミュオンの検出系開発における協奏関係を評価する。このような検出系開発は PF の将来のみならず、KEK-X、cERL や ERL での研究展開に必須である。

8. 共同利用研究推進室、論文出版数に対する PAC の対応、PF 懇談会との関係

ユーザーオフィスの拡張は好ましく、ユーザーに便益をもたらす。課題採択率は国際標準に照らして高いと感じる。課題審査はポジティブ過ぎ、もっと批判的な評価を勧める。研究グループによる成果データを課題審査により反映することを勧める。論文の生産性は国際レベルにあるが、論文が登録されていない課題が多くあり、その改善に向けた努力を支持する。PF 懇談会委員の数を増やすことに全力を尽くすべきである。

9. 国際協力：オーストラリア、インド、韓国、SESAME

PF は日本、アジア、その他の国々に対して、30 年に亘り科学を牽引し、コミュニティを育成してきた。この努力を継続することを勧め、特に韓国 PLS はその停止期間中、PF の支援を必要としている。ERL 技術に関するコーネル大や APS との国際協力は優れた成果を上げている。

10. その他のコメント

個々の研究者とのミーティングは非常に有益であった。また、国立大学との関係を強化する努力を評価する。任期を終える委員 (Volker Saile, Ernest Fontes, Hidetoshi Fukuyama, Toshiaki Ohta), 次期委員長となる Ingolf Lindau 氏に感謝する。

共同利用の一層の活性化のために

PF-PAC 委員長 野村昌治

研究成果の登録と課題審査への反映について

事業仕分けにも見られる様に、我々研究者も納税者に対する説明責任を一層求められています。国の財政状況が厳しい中、PF の運転には年間約 30 億の予算が使われており、投資以上の成果が出ていることをいつでも示せる体制を整えておく必要があります。その一つの手段が研究成果、教育成果としての論文、学位論文です。ビームタイムを利用してこれらの成果が作られながら、PF が把握出来ていないがために評価を下げるようなことは賢人の行うことではありません。

現状では終了して 2 年以上経過した課題のうち約 30% の課題で論文が登録されていません。出版されているのに登録されていないのは放射光コミュニティにとって損ですし、何らかの理由があって出版されていないのであれば、施設側、ユーザー側で協力してその問題を解決していく必要があります。PF-ISAC でもこれまでの研究成果を一層課題審査に活用することが求められています。この問題は PF シンポジウム、PF 懇談会等の場を通して継続的に議論してきましたが、今回の課題審査から以下の様にすることが PF-PAC で承認されました。

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が 2 件以上ある場合について

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。
 2. 照会の回答に基づき、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 分科会で評点の減点を提案し、PAC で決定する。減点は以下の基準で行う。
- * 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。

補足しますと、機械的な評点調整ではなく、PAC 分科会において論文未登録の事情を考慮して調整する方式です。例えば非常にチャレンジングな研究であるため、難航しているケースと実験準備が十分でなかったために未出版のケースでは自ずから調整点が異なってくると期待されます。

論文、学位論文が出版された時は速やかに PF のホームページからデータベースに登録して下さい。

S 型課題

S2 型課題は「長期のビームタイムを必要とする放射光を駆使した高度な研究。技術的困難度が高いが成功すれば高い評価の得られる実験も含む。」として、多くのユーザ

ーの方々も注目する研究課題です。このため、課題審査時にはヒアリングを行い、毎年の PF シンポジウムでポスター発表を行い、中間評価を行っています。成果報告として終了後に冊子体の報告書を提出して頂くこととしました。資料作成に多大な時間を費やすことは賢明でないので、S2 課題に関連した外部資金の報告書に前書きを付ける様な形態を期待しています。

研究の進捗状況に関する visibility を上げるために、PF シンポジウムでのポスターや報文、発表リストを掲示することや中間評価の方法についても検討しています。

課題の有効期間と再申請について

G 型課題の有効期間は 2 年、P 型は 1 年としていますが、この期間内に当初の研究が完了した場合は、「終了届」を提出して課題を終了して、新たな課題を申請することが出来ます。

また、申請者の意図が十分に伝わらずに PAC で期待に反する評価を受けた時や研究の進捗により、より高い評点を期待出来る場合には、レフェリーのコメント等を参考にして、ほぼ同一内容で課題を再申請することが出来ます。但し、この場合は申請書に課題番号〇〇の再申請であることを明示し、課題審査後に先行課題か新しい課題の一方を終了（または取り下げ）して頂く必要があります。

●●●●● プレスリリース ●●●●●

北海道大学と高エネルギー加速器研究機構 が連携協力協定を締結— 日本中の研究者が 活用できる触媒の構造・機能解析システム 発展に寄与—

平成 23 年度概算要求基準（シーリング） による「国立大学法人運営費交付金」の 削減反対!!（共同声明）

2010 年 7 月 13 日

2010 年 7 月 1 日

【概要】

国立大学法人北海道大学（以下、北海道大学 総長 佐伯 浩）と大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構（以下、KEK 機構長 鈴木 厚人）は、我が国の学術研究と教育の発展、加速器科学技術の向上に新たな重要な役割を果たすことを目的とし、2010 年 7 月 1 日に連携協力協定を締結しました。

【目的】

両機関における相互の研究開発能力及び人材等を活かし、物質科学研究、生物科学、量子ビーム科学、触媒化学、素粒子物理学、医学などの個別研究領域の推進を図るとともに、人材の育成、人材交流をますます発展させ、世界の第一線で先導的な役割を果たすべく、異分野融合型の研究開発の連携・協力を積極的に推進することを目的とします。

【有効期間】

平成 22 年 7 月 1 日から平成 25 年 3 月 31 日まで

【連携内容】

1. 共同研究等の研究協力
 - a. 共同研究を推進
 - ・放射光新規材料開発
 - ・環境触媒の界面解析
 - ・素粒子理論と実験の共同研究
 - ・小型加速器建設（量子ビーム応用、医療応用研究、検出器開発）支援
 - ・その他に両機関の教員が必要と認めた共同研究
2. 大学院連携
 - a. 連携講座設置など、相互の連携協力
3. 研究交流及び人材交流
 - a. シンポジウム、ワークショップの開催
4. 教育・人材育成の相互支援
 - a. セミナー、講義等の開催
5. 研究施設・設備の相互利用
 - a. KEK のビームライン等の運用への協力・参画
 - b. KEK の施設設備を利用した共同研究を展開

【期待される成果】

従来以上に生物、物質・材料、環境・資源・エネルギー分野、素粒子科学、医学、加速器科学における共同研究が発展するだけでなく、特に北海道大学の日本で唯一の触媒化学を専門とした「北海道大学触媒化学研究センター」と巨大加速器等の構造・機能解析装置を所有する KEK が結びつくことにより、内外の研究者が活用できる触媒の構造・機能解析システムを構築し、サステナブル社会（持続可能社会）実現に寄与します。

我々国立大学協会関東甲信越地区支部所属の 14 大学の学長及び機構長は、国立大学等が「新成長戦略」等に位置づけられた国家戦略を実施していくための役割の大きさに鑑み、平成 23 年度概算要求基準（シーリング）において国立大学法人運営費交付金を削減対象としないことを強く要望します。

【国立大学協会関東・甲信越地区支部所属大学等】

茨城大学長	池田 幸雄
筑波大学長	山田 信博
筑波技術大学長	村上 芳則
宇都宮大学長	進村 武男
群馬大学長	高田 邦昭
埼玉大学長	上井 喜彦
千葉大学長	齋藤 康
横浜国立大学長	鈴木 邦雄
新潟大学長	下條 文武
長岡技術科学大学長	新原 皓一
上越教育大学長	若井 彌一
山梨大学長	前田秀一郎
信州大学長	山沢 清人
総合研究大学院大学長	高畑 尚之
高エネルギー加速器研究機構長	鈴木 厚人