

## フランスの放射光施設 SOLEIL 利用報告

東京大学理学系研究科物理学専攻 湯川 龍

大学院へ進学し、現在の研究室（東大物性研松田研）に所属してから PF (BL-18) や SPring-8 (BL07LSU) にて放射光を使った研究を始めて1年あまりが経過しました。6月にフランスの放射光施設 SOLEIL で実験を行うという機会がありましたので、今回は、ユーザーとして海外のビームラインを使用した体験談をこの場を借りてお話ししたいと思います。

シャルルドゴール空港を北の起点として、パリの中心地を貫き南西方向に延びる郊外電車 RER B 線に乗ると、パリ市内から約30分で「ル・ギシュ」という駅に着きます。周りにお店が数軒しかありませんが、静かで綺麗な町の中にあります。この駅でバスに乗り換え、15分ほど走ると広大な麦畑に面した SOLEIL の施設が見えてきます。SOLEIL のある地域は、つくばや播磨のように科学推進都市としての開発が進められており、パリ第11大学やエコール・ポリテクニクをはじめ、国や企業の大きな研究所が数キロ圏内に点在しています。

さて、SOLEIL は2006年12月に完成したばかりの第三世代放射光施設であり、一周354m蓄積リング内に2.75 GeVの電子を走らせます。全部で26本あるビームラインのうち、20本のビームラインが外部ユーザーに開放され、今回僕はその中のビームライン「TEMPO」を使用しました。TEMPOビームラインはApple IIアンジュレータを2台(HU44, HU80)設置し、約50 eVから1500 eVの放射光を約 $10^{13}$  photons/secで取り出す事ができ、さらに偏光を水平、垂直、円偏光と切り替える事が可能です。エンドステーションには、電子エネルギー分析器としてSES2002 (VG SCIENTIA 社製)を備えた超高真空チャンバーが常設されており、光電子分光測定、NEXAFS測定が行える環境が整っています。TEMPOビームラインシステムの最大の売りは、レーザーと放射光を同期させた時間分解測定で、TEMPOという名前も”Time resolved Experiments on Materials with Photoemission spectroscopy”から来ています。時間分解測定を可能とするための様々な工夫が施されていますが、その最大のもはSES2002の電子検出器に二次元ディレイライン型アノードを採用している点です。残念ながら今回のビームタイムでは時間分解測定は行いませんでしたが、このディレイライン検出器を用いて光電子分光とNEXAFS測定を行いました。測定自体はSESシリーズの測定プログラムを用いるので、ディレイライン検出器の出力をイメージ化するウィンドウがモニター上に現れる以外は、通常のSESシリーズの測定と全く同じでした。言われなければディレイライン検出器を使っていることが分

からない程、うまく測定システムに組み込まれていました。

次に幾つか気になった施設環境について話させてください。放射光を利用した実験はビームタイムという時間的制約があるため、期間内に結果を出そうとすると、どうしてもビームラインにいる時間が長くなります。すると閉鎖的な環境からストレスや眠気、疲れが蓄積し、間接的に測定結果に悪い影響を及ぼすと言われています。海外のビームラインでは出来るだけ快適な環境で実験を行えるように、日本の放射光施設には無い様々な工夫がされているようです。日本の放射光施設に慣れた人が、初めて海外の放射光施設を利用した時に驚く事の一つがビームライン内の飲食ではないでしょうか。昨年、初めての海外での実験で、イタリアのELETTRAを利用した時は、ビームラインにピザを持ち込んで実験している姿をよく見かけ驚きました。SOLEILでは多くのビームラインにエスプレッソマシンが用意されており、実験で疲れた頭をリフレッシュさせたい時に重宝しました。また、測定PCの手前に置かれているテーブルの上には、誰かが買ってきてくれたパリのお菓子などが常に置いてあり、ディスカッションをしながらお菓子をつまむということもできました。海外の放射光施設でも蓄積リング近くなどの管理区域内は厳しく管理されていますが、ビームライン側は徹底的に放射線量がチェックされ、『管理区域外』と指定されているため、飲食物を持ち込めるようです。飲食物を持ち込める分、放射光施設内はよく清掃されていたので、綺麗な環境で実験を行うこと出来ました。

図1はTEMPOビームラインの測定ハッチ内から撮影した施設内の様子です。SOLEILでは窓から外光をふんだんに取り入れているのが特徴です。夜の施設内の照らし方も工夫されており、真上からではなく、あえて周囲の壁際から強い光を施設内部側に向かって照らすことで自然光らしい光を演出しています。また建物の外壁や天井の梁などに



図1 屋は窓から外の光が入り、施設内を明るく照らす。屋根や外壁には多くの木が使われている。



図2 PREVAC社のLEDライト。ビューポートの縁に取り付ける事で、手やビューポートを塞がずにチャンパー内部を明るく照らすことが出来る。

多くの木が利用されているため、温かみを感じられるようになっています。

海外の放射光施設を使用することで、日本の優れている点にも改めて気付かされることもあります。その一つが売店の存在です。海外では売店が無い放射光施設が多く、食料や、ちょっとした小物を買いたいときは町までいかなければなりません。また宿舎に洗濯機や乾燥機が備わっているのも日本の放射光施設の特徴でしょう。ユーザーが快適に実験に集中できるようにするための施設環境の作り方も、様々な放射光施設が行っている工夫などを研究して、現在計画中のERLで是非活かして欲しいと思います。

皆様も経験があると思いますが、初めてのビームラインへ行く时必须の面白い工夫や便利な道具を発見します。今回、TEMPOビームライン使用して特に感動したアイテムの一つを紹介したいと思います。誰でもチャンパー内を照らしたい時に不便に思ったことが少なからずあると思います。懐中電灯形だと手が一つ埋まってしまうため、両手を使いたい作業の時には困り、ライトガイド型だと本体の置場所に困ることがあります。ビューポート固定型では、ビューポートが一つ塞がれます。TEMPOではこれらの不便さを一挙に解消するPREVAC社のLEDライトを使っています(図2)。チャンパー内を照らすことを目的に作られており、ビューポートサイドのボルトにライトを固定します。細いケーブルで電源とライトを繋ぐため場所を選ばないばかりか、使用時に貴重なビューポートを塞がずに内部を明るく照らす事が出来るため、TEMPOでは大変重宝しました。

TEMPOビームラインで感心した工夫の一つに、レーザー使用時の安全性を確保するための取組みがありました。レーザーをチャンパー内に導入する際、直接もしくは内部で乱反射した光が外に漏れないようにする為、ビューポートにカバーをつけるのが一般的です。TEMPOビームラインには全てのビューポートを塞がない限り、レーザーを使えないような仕掛けがあります。それはビューポートカバーの鍵です。ビューポートにカバーを取り付けると、その鍵を外すことが出来ます。TEMPOのチャンパーには全部で6つのビューポートがあるので、6つの鍵が手に入ります。これらの鍵を全てキーホルダーに挿すと、レーザーのシャッターを開ける7番目の鍵を手に入れることが出来ま

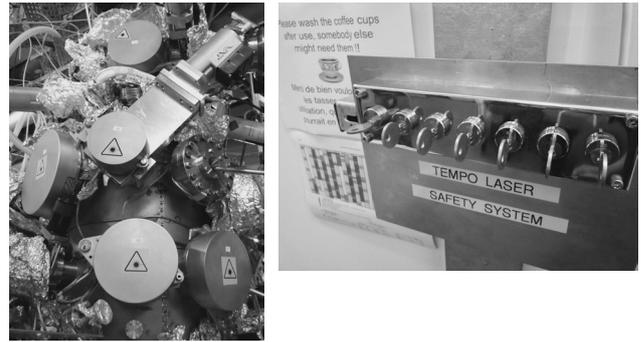


図3 レーザー使用時の安全対策。全てのビューポートが鍵付きのカバーで塞がれている(左図)。右側6つの鍵が揃わないと、レーザーチャンパーへ通すためのシャッター用の鍵(写真の一番左)を抜くことが出来ない(右図)。



図4 写真左上から時計回りに、著者、小澤健一さん(東工大助教)、山本達さん(東大助教)、Marie D'angeloさん(パリ大准教授)。TEMPOビームラインにて撮影。

す(図3)。つまり、完全にビューポートを塞がない限り、レーザーをチャンパーへ導入できないようになっています。多少不便になりますが、非常に安全性を重視した設計となっており、安全性を究極に高めています。

6月のフランスは19時頃でも真昼のように明るく、しばし驚かされます。日本よりもフランスの緯度が高く、サマータイムも導入しているためです。パリ市内からSOLEILの宿舎へ帰宅する際に何度か21時頃の終バスを乗りそびれて、駅からSOLEILまで歩く事になったことがあります。夜11時近くに広い畑の一本道を沈みかける太陽を追いながら歩いた事はとても感動的な体験となりました。

今回は、SrTiO<sub>3</sub>表面の電子構造評価を行いました。短いビームタイムでありながら十分な成果を出すことができました。システム全体が良く考えられて作られており、使いやすくてできている点、その理由の一つに挙げられますが、それにも増してビームラインマネージャー(Dr. Fausto Sirotti)やビームラインサイエンティスト(Dr. Mathieu Silly)による手厚いサポートがあったお陰です。またSOLEILでの実験を通じて多くの方に指導いただきました。この場をお借りして改めてお礼申し上げます。最後までお読みいただきありがとうございます。

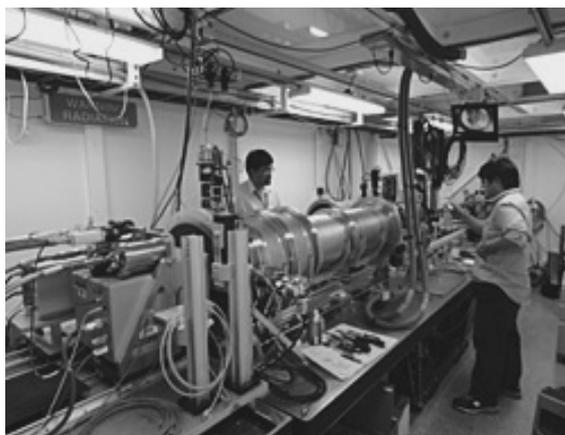
## スタンフォード放射光研究所 (SSRL) での PF 震災枠ビームタイム

放射光科学第一研究系 五十嵐教之

3月に発生した東北地方太平洋沖地震により KEK 全体が被害を受け、PF も予定していた春の共同利用実験が取り止めになりました。この非常事態に、嬉しいことに数多くの国内外の放射光施設からビームタイムの協力の申し出があり、多くの共同利用実験が PF 震災枠の形で実施されました。SSRL も structural molecular biology center (SMB) を中心に、震災直後から全面的な協力を申し出てくれ、最終的に7月に小角散乱ビームライン BL4-2 で約1週間の PF 震災枠を設定して頂きました (7/15 ~ 7/21)。このビームタイムでは、前半を関西医大の木原先生のグループ、後半を我々 PF の小角散乱ビームラインスタッフが実験を行い、木原先生のグループでは関西医大 (2011G188) と東大 (2010G517)、我々の方は構造生物学研究センター (2009G642) と北大 (2009G130) の実験を実施しました。

びっくりしたのは、この PF 震災枠ビームタイムの最中、スタンフォード線形加速器センター (SLAC) の広報担当が突然取材に来て、PF の震災の影響や SSRL での震災枠ビームタイムについてインタビューを受けました。非常にフランクなインタビューで、後半はつつい話が脱線し、日本の文化の話で盛り上がっていたため、記事がどうなるか心配だったのですが、うまくまとめて頂き、SLAC のウェブサイトや地元情報サイト (InMenlo) で紹介されました。

今回の SSRL での PF 震災枠ビームタイムでは、PF の共同利用実験を実施できたことはもちろんなのですが、普段利用する機会があまり無い SSRL のビームラインや実験装



SSRL のビームライン 4-2 ビームライン担当者の松井勉博士 (左) と清水伸隆特別准教授

置を使わせて頂き、担当者とも現場でじっくりと話をすることができ、情報交換と言う意味でも大変意義深いものでした。このせつかくの貴重な機会を活かし、今後も相互交流をすることでより深い協力関係を築いてゆきたいと考えています。この PF 震災枠の設定ではビームライン担当者の鶴田博嗣博士が、実際の利用にあたってはビームラインサイエンティストの松井勉博士が献身的なサポートをして下さいました。この場をお借りして御礼を申し上げます。

### 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？

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、その研究内容がアピール出来る場ですので、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. 修士号取得大学
4. 実験を行ったビームライン
5. 論文要旨 (本文 650 文字程度)
6. 図 1 枚

【原稿量】

図とテキストで刷り上り最大 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) までお送り下さい。



地元情報サイトでの掲載記事 (写真は実験中の清水伸隆特別准教授)