

# ISSP 柏賞を受賞して

極限コヒーレント光科学研究センター 伊藤 功

## はじめに

この度 ISSP 柏賞という栄誉ある賞をいただきまして、誠にありがとうございます。推薦・選考していただいた皆様に御礼申し上げます。対象となった「LabVIEW による測定システムの構築」は加速器制御システムに関する仕事です。物性研から加速器の仕事を評価していただいたこと、非常にうれしく思います。2005 年に極紫外・軟 X 線高輝度放射光源計画が中止になり、当時の私は加速器の無いところで加速器の仕事をしなければならない境遇に日々不安を感じていました。当時の自分に「不安に思うことはない、未来はある」と励ましてあげたい気持ちです。授賞式の際に挨拶として技術的な話をさせていただきました。今回さらに物性研だよりに記事を書く機会をいただきましたので、ここでは受賞の挨拶では割愛した開発の経緯や背景についてご紹介するとともに、これまでお世話になった加速器、レーザー関係者の皆様への感謝の気持ちをお伝えしたいと思います。

## LabVIEW Real-Time を用いた電磁石型移相器制御システム

私は 2004 年に東北大学の修士課程を修了後、軌道放射物性研究施設 (SOR 施設) に着任しました。SOR 施設では加速器グループ中村研究室に所属し、極紫外・軟 X 線高輝度放射光源計画で建設が予定されていた第三世代放射光源加速器“Super SOR”の制御システムの性能評価を担当しました。制御システムは、OS やプログラムなどの「ソフトウェア」と、コンピュータやアナログ・デジタル変換器などの「ハードウェア」で構成されます。加速器の制御システムにおいて、PC で起きるタイミングジッターや割り込み、フリーズは著しく加速器運転を乱すことから、制御用コンピュータには Windows などの汎用 OS ではなく、Real-Time OS が使われます。ソフトウェアにおける Real-Time とは、定められた時間内に処理を確実に実効できる「確定性」と、長時間の運転において安定に動作を保証する「信頼性」の 2 つを兼ね備えている事を意味します。そして Real-Time OS とは処理を高確定(ジッターが小さく割り込みがない)で高信頼(フリーズしない)に実効するための機能を搭載した OS です。代表的なものに Phar Lap や VxWorks があります。私の仕事は電磁石一台の制御と真空ゲージ 1 台の読み出しを行う小規模制御システムを構築し、その小規模制御システムの Real-Time OS 上で仮想的に Super SOR 規模の制御システムを構築して、その性能を評価するものでした。

2008 年から今回の受賞対象である移相器の開発に携わりました。放射光源加速器ではアンジュレータと呼ばれる周期的に磁極を反転させた永久磁石列で電子ビームを水平(垂直)方向に蛇行させて水平(垂直)偏光の高輝度放射光を発生させます。移相器とは水平偏光アンジュレータと垂直偏光アンジュレータの間にバンブ軌道を作る電磁石です。このバンブ軌道で水平偏光と垂直偏光の位相差を調整し、それら水平・垂直偏光を重ね合わせることで直線偏光と左右円偏光の両方を自由自在に発生させることができます。

移相器の設計・製作は中村典雄先生と技術専門職員の篠江憲治さんによって行われました。製作した移相器の性能評価のために、加速器運転時と同様の Real-Time 制御をしながら、出力磁場を高速・高精度で測れる制御システムが必要になり、Super SOR 制御システムの構築・評価の経験のある私に白羽の矢が立ちました。

システム構築でまず始めに行ったことはソフトウェアとハードウェアの選定でした。候補は二つあって、1 つは MATLAB/Simulink と DSP(Digital Signal Processor)、もう一つが LabVIEW と PXI(PCI eXtension for Instrumentation) でした。それぞれのメーカーから一ヶ月間機材一式を借用してテストベンチを組んでやりたい実験ができるか確認しました。ソフトウェアについては MATLAB/Simulink と LabVIEW のどちらもアイコンを線で結ぶ直感的なプログラミングでわかりやすかったのですが、ハードウェアについてはステッピングモーターなどの機械制御も可能であること、Real-Time OS を使えることから、LabVIEW + PXI を選びました。





ための速いPID と、速いフィードバックを長時間持続させるための遅いPI が必要です。授賞式のあいさつでは遅いP(比例)とI(積分)をFPGAで行ったことを紹介しました(図2)。その授賞式の後、速いI(積分)をFPGAに行わせることに成功しました。現在、速いP(比例)とD(微分)をFPGAでできるように開発・実験に取り組んでいます。小林先生が蒔いた種は着実に芽吹き始めています[4]

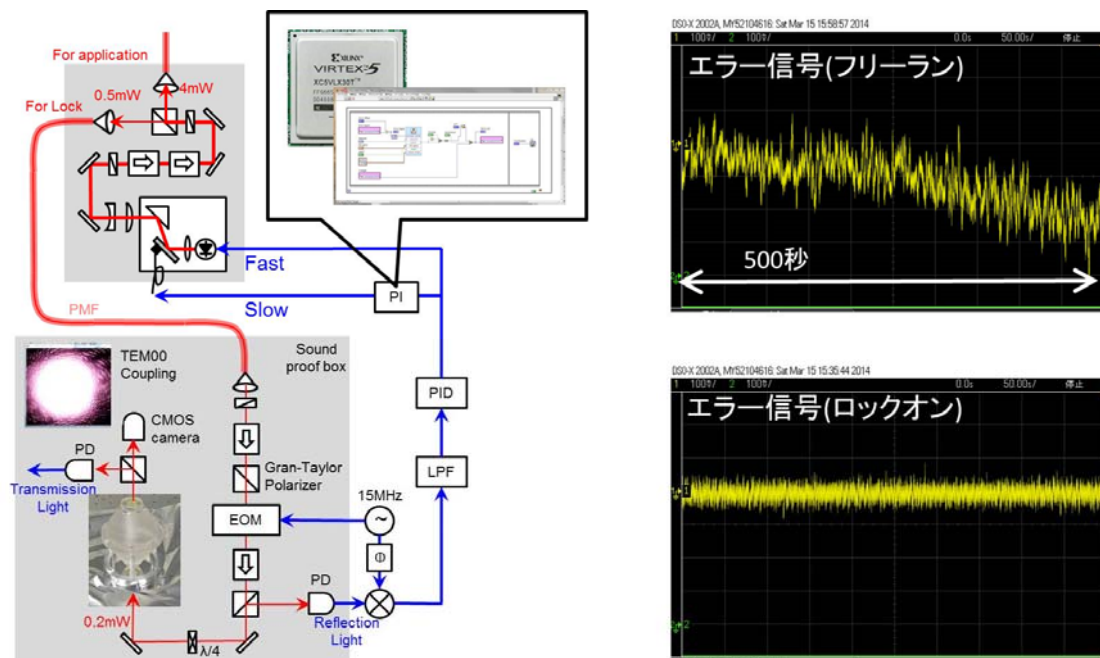


図2. 高精度 CW レーザー

## 最後に

SOR 施設在籍時は加速器がない環境に悲観になっていましたが、実は加速器がないからこそ加速器を作ることに専念できましたし、さらに KEK の線形加速器や放射光源加速器、先端加速器試験装置などのいろいろな加速器で仕事できました。加速器で身につけた技術や実験に向かう姿勢が今の自分の強みになっていると実感しています。機会を与えてくださった中村先生(現、KEK)、元施設長の柿崎明人先生、加速器実験でご指導いただいた技術専門職員の篠江憲治さん(現、KEK)、助教の阪井寛志さん(現、KEK)、高木宏之さん(現、KEK)に感謝申し上げます。

小林研に移籍直後、加速器からレーザーへの分野替えで戸惑うことが多かったのですが、小林先生をはじめ、技術専門職員の金井輝人さん、助教の小澤陽さん(現、マックスプランク光量子研究所)、小林研学生メンバーに大変お世話になりました。皆様のサポートのおかげで高精度 CW レーザーを小林研の実験に使ってもらえるクオリティまで仕上げるのが出来ました。次は自分の持ち味を活かして、高精度 CW レーザーに新しい技術やアイデアを導入して、小林研ブランドのレーザー開発に貢献できればと思っています。

これからも中村研での知識・経験を大切にしながら、小林研のレーザー開発で物性研に貢献できるように頑張ります。

## 参考文献

- [1] 発表資料は <http://yohei.issp.u-tokyo.ac.jp/isao/isao.html> からダウンロードできます。
- [2] 制御システムの詳細は <http://japan.ni.com/apcon/2010> に掲載されています。
- [3] I. Ito et al., Proceedings of Particle Accelerator Society Meeting 2009, JAEA, Tokai, Naka-gun, Ibaraki, Japan, p664.
- [4] 小林洋平、物性研だより、第 54 巻第 1 号 P3.