

2014A1891

BL14B2

## BL14B2 における遠隔 XAFS 環境の開発 Development of Remote-XAFS at BL14B2

高垣 昌史, 井上 大輔, 古川 行人, 本間 徹生  
Masafumi Takagaki, Daisuke Inoue, Yukito Furukawa, Tetsuo Honma

(公財)高輝度光科学研究センター  
JASRI

BL14B2 において開発を進めている遠隔 XAFS システムの基盤である MADOCA が MADOCA2 にバージョンアップしたのを受けて、遠隔 XAFS システムを構成する、自動試料搬送、Quick XAFS 測定、および自動光学調整プログラムの MADOCA2 への移行、および動作試験を行った。

キーワード： 遠隔実験、XAFS

### 背景と目的：

産業利用推進室では、制御・情報部門との協力体制のもと、BL14B2 の XAFS 自動化技術を基盤として、インターネット経由で XAFS 測定を可能とする「遠隔 XAFS システム」の開発を進めている。産業利用分野においては、人的、資金的、時間的資源上の制約から、ユーザー実験は小数の熟達した測定担当者が行い、実験結果を真に求めている試料提供者が実験に参加できず、その意見が実験進行にフィードバックされづらいケースが少なくない。遠隔 XAFS システムが完成すれば、ネット接続が可能な環境にいる限り、どこからでも実験に参加することが可能となるため、試料提供者の意見をリアルタイムにフィードバックすることが可能となり、より商品開発に密着した高品質の実験結果の創出が期待される。

遠隔 XAFS システムの基盤である制御フレームワーク「MADOCA」が「MADOCA2」にバージョンアップしたのを受けて、本課題では、(1) 自動試料搬送ロボット制御プログラム「Sample Catcher」、(2) Quick XAFS 測定プログラム「QXAFS」、(3) 自動光学調整プログラム「Auto-Optics」の MADOCA2 への移行、および動作試験を行った。各プログラムは、サーバー側とウェブクライアント側の一対で構成されており、双方の動作を確認した。

### 方法と結果：

MADOCA2 への移行作業は、サーバー間の通信を担う「Message Server」を中心とした基幹サーバー群、および専用マクロ言語「Command Interpreter (CI)」のバージョンアップというかたちで実施された。以下で試験を行った 3 つのプログラムのほとんどは CI で記述されたものである。

Sample Catcher では、ピンホールスキャンによる X 線光軸上への試料搬送ロボットのアライメント、試料のピックアップ動作、試料アライメント用カメラの動作の 3 点に関して試験を行った。サーバー側プログラムは良好な結果を得たが、ウェブクライアントへのメッセージ配信において、送信メッセージの不要な結合、重複配信等の、一部不具合が発見された。これらの不具合は、制御・情報部門の協力のもと、ウェブクライアント接続に関わるサーバー構成の見直し等によって解決した。加えてこの見直しにより、メッセージの送信処理能力が約 10 倍向上し、1 メッセージあたり約 7 ミリ秒で処理が可能となった。

QXAFS の動作試験は、BL-USER-LAN(\*1)の外部からの操作で行った。OA-LAN からウェブブラウザでユーザー認証接続を行い、Cu-K で XAFS 測定を行った。この試験を前後 2 期間に分けて行った。前半において発見された不具合を修正し、後半において再試験を行った。

第 1 の不具合は、1 測定動作(所要時間約 60 秒)中にウェブクライアントとサーバーの接続が頻繁に切断されるというものであった。これは WebSocket 接続機構の問題であり、制御・情報部門の協力により解決した。

第 2 の不具合は、モノクロ角度のスイープ動作を開始する際のタイミングループチン上の問題である。本来、モノクロ角度の台形加速動作終了とともに測定動作を開始するところ、台形加速終了を待たずに測定を開始する、というものであった。これは、CI 上の問題であることが確認されており、本課題においては、OS の遅延コマンドを利用するかたちで暫定的に対応した。CI に関して

は、制御・情報部門の協力のもと対応予定である。

Auto-Optics(図 1)の動作試験では、イオンチャンバースガス混合機の制御サーバー、モノクロ $\Delta\theta$ 軸スキャン、高調波除去ミラーおよびスリットのスキャン、関連サーバーの動作状況の総合チェック機能と、各機能の個別試験、および総合試験を行った。総合試験では、QXAFSと同様、OA-LAN からウェブブラウザで接続し、Cu-K 端用の光学調整をモノクロ結晶面 Si(111)と Si(311)で、Fe-K 端用の調整を Si(111)で行った。調整対象機器は、上流から順に TC スリット 1、モノクロ、TC スリット 2、第 1 ミラー、第 2 ミラー、実験ハッチ内定盤、定盤上に設置された 4D スリットおよびイオンチャンバーである。各機器の調整パラメータはデータベースに保存されており、吸収端名(“Cu-K”, “Fe-K”等)とモノクロ結晶面(Si(111)もしくは Si(311))を指定するだけで、完全自動の光学調整が行われる。調整手順は従来版 Auto-Optics[1]に準じており、いずれも問題は確認されず、良好な結果を得た。

#### 今後の予定：

光学調整、試料交換、Quick XAFS 測定と、個別の実験操作を担うプログラムの安定動作が確認されたことを受けて、全体を統括する、完全自動実験プログラム「Auto-XAFS」の開発を進める予定である。Auto-XAFS は、ユーザーがあらかじめ入力した実験手順に従い、上記 3 つのプログラム、およびカレントアンプゲイン自動調整プログラム「amptune」を統括制御することで、完全自動実験を実現する。Auto-XAFS の完成をもって、遠隔 XAFS システム(透過配置)が完成する予定である。

(\*1) ビームラインが属する SPring-8 内サブネットワーク。同じく事務等を行う OA-LAN がある。セキュリティ上、OA-LAN から BL-USER-LAN にはアクセス出来ず、この意味で OA-LAN と外部ネットワークは同等である。

#### 参考文献：

[1] Hiroshi Oji, *et al. J. Synchrotron Rad.* **19** (2012) 54-59.

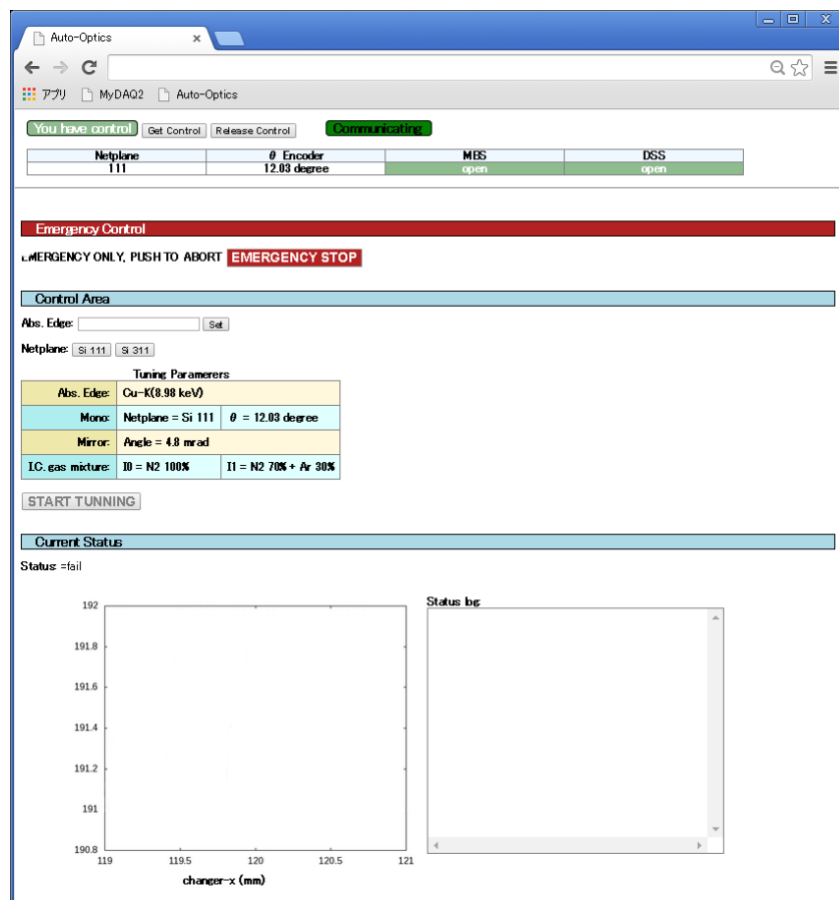


図 1. Auto-Optics のウェブクライアント画面(プロトタイプ)

©JASRI

---

(Received: September 13, 2017; Early edition: December 8, 2017;  
Accepted: December 18, 2017; Published: January 25, 2018)