

BL14B2 における透過配置遠隔自動 XAFS システムの開発 Development of Remote Auto-XAFS (Transmission mode) System at BL14B2

高垣 昌史^{a)}, 井上 大輔^{a)}, 古川 行人^{a)}, 西尾 光司^{b)}, 本間 徹生^{a)}
Masafumi Takagaki^{a)}, Daisuke Inoue^{a)}, Yukito Furukawa^{a)}, Kouji Nishio^{b)}, Tetsuo Honma^{a)}

^{a)}(公財)高輝度光科学研究センター, ^{b)}スプリングエイトサービス
^{a)}JASRI, ^{b)}SPRING-8 Service Co., Ltd.

BL14B2において開発を進めている遠隔 XAFS システムを統括制御するプログラム「Auto-XAFS」の開発を行った。光学調整、試料交換等を含む完全自動測定は概ね良好な動作結果を得た。

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、ユーザー実験は少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反映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であれば、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。

課題番号 2014B1900 までの実施課題(*1)により、以下の如く、透過配置による遠隔 XAFS 実験が可能となった。

- (1) 自動光学調整プログラム「Auto-Optics」による光学調整
- (2) 試料自動搬送ロボット「Sample Catcher」による試料交換
- (3) カレントアンプ自動調整プログラム「amptune」によるゲイン調整
- (4) Quick XAFS 測定プログラム「QXAFS」による透過配置測定
- (5) 「SPRING-8 実験データリポジトリシステム」からのデータのダウンロード

本申請では、上記(1)から(4)を統括する自動連続測定プログラム「Auto-XAFS」の開発を行った。Auto-XAFS は、あらかじめ設定した手順リストに従って、最大 80 試料を連続的に測定する。手順リストには光学調整等も含まれるため、連続測定中、遠隔地のユーザーがすべき操作は、データのダウンロードのみである。Auto-XAFS の完成をもって、透過配置遠隔 XAFS システムは完成となる。

方法と結果：

ウェブブラウザにより、BL-USER-LAN(*2)の外部(OA-LAN)から WRES(*3)にアクセスし、ログイン認証を経て BL14B2 のポータルサーバマシン上のウェブソケットサーバに接続した。Auto-XAFS をはじめとする全てのサーバプログラムはポータルサーバマシンで実行され、ウェブソケットサーバ経由でウェブブラウザと通信を行う。手順リストは CSV ファイルとして記述され、これを Auto-XAFS にアップロードすることで、調整/測定手順が認識される。図 1 に CSV ファイルの例を示す。上記(1)から(4)の各項目は「タスク」と呼ばれ、CSV ファイルの 1 行が 1 タスクにあたる。タスクは上の行から順に実行される。コマンドで区切られた第 1 コラムが「タスク名」であり、(1)「optics」が Auto-Optics、(2)「sample」が Sample Catcher、(3)「amptune」が amptune、(4)「qxafs」が QXAFS を制御する。第 2 コラム以降は、各タスクに付随するパラメータ群である。例えばタスク optics はパラメータとして「edge」と「netplane」を有する。前者は吸収端、後者はモノクロの結晶面である。図 1 の第 1 行目のタスク optics は、Fe-K 端、Si(111)のための光学調整

を指示している。アップロードされた CSV ファイルの内容は、Auto-XAFS のウェブクライアント上に、タスクごとに色分けされてリスト表示される(図 2)。タスク処理の進行状況は、リストの左端にアイコン表示される。アイコンの凡例は、図 2 のリストの上部の通りである。各タスク内の処理状況は、各々の専用ウェブクライアント画面で確認する。

本課題は 2 シフト×3 回で実施した。第 1 回目は、Auto-XAFS から各タスクを呼び出す機能を個別にテストした。また、(5)のデータリポジトリがセキュリティ向上を目指して全面的に改修されたのを受けて、QXAFS および付随する各サブシステム群との連携動作の確認を行った。第 2 回目は、CSV ファイルのアップロード機能に重点を置いたテストを行った。これは、CSV ファイルの安全なアップロード方式を確立するため、ウェブソケットサーバーをはじめとするインフラレベルでの改造を行ったためである。アップロード機能、およびウェブクライアント上でのタスクリストの視覚化を確認し、タスク呼び出しのテストとして、amptune を実行した。モノクロの動作を伴うカレントアンプ調整が問題なく実行できることを確認した。第 3 回目は、4 つのタスク「optics」「sample」「amptune」「qxafs」を記述した CSV ファイルによる、一連の透過 XAFS 測定の自動動作をテストした。各タスク間の遷移の安定性が確認され、Auto-XAFS としての動作テストは良好であった。一方、動作途中でカウンターとの通信不良が発生し、本ビームタイム中における原因解明には至らなかった。今後速やかに改修を進める予定である。なお、QXAFS のデータのクオリティに関しては、課題番号 2014A1520 の報告[1]を参照されたい。

今後の予定：

Auto-XAFS の完成をもって、透過配置による遠隔 XAFS システムが完成し、先行してユーザー提供を開始する予定である。次段階として、19 素子蛍光 X 線検出器による蛍光配置遠隔 XAFS の開発を予定している。

(*1) 2013A1180、2013A1827、2013A1896、2013B1532、2014A1520、2014A1891、2014B1900。

(*2) 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 には直接アクセスできず、この意味で OA-LAN と SPRING-8 外部のネットワークは同等である。

(*3) Wide-area Remote Experiment System (WRES)。本遠隔システムのうち、唯一 SPRING-8 外部に公開されるサーバー。時限付き認証ファイルによるログイン機能を有する。

```
optics, edge=Fe-K, netplane=111
sample, no=1, mode=norecognition
amptune, edge=Fe-K|Fe-K:20
qxafs, datafile=Fe-foil.dat, edge=Fe-K, dwell=10msec
:
```

図 1 CSV ファイルの例
















status:  = Running,  = Completed,  = Interrupted,  = Error				
	1	optics	netplane = 111	edge = Fe-K
	2	sample	mode = norecognition	no = 1
	3	amptune	edge = Fe-K Fe-K:20	
	4	qxafs	dwell = 10msec	datafile = Fe-foil.dat edge = Fe-K
	5	sample	mode = auto	no = 2
	6	amptune	edge = Fe-K Fe-K:20	
	7	qxafs	dwell = 10msec	datafile = FeO.dat edge = Fe-K
	8	optics	netplane = 311	edge = Pt-L3
	9	sample	mode = norecognition	no = 3
	10	amptune	edge = Pt-L3 Pt-L3:20	
	11	qxafs	dwell = 10msec	datafile = Pt-foil.dat edge = Pt-L3

図 2 Auto-XAFS ウェブクライアントのタスクリスト表示

参考文献：

[1] 高垣昌史ら, SPring-8/SACLA 利用研究成果集, **6**, 93, (2018).

©JASRI

(Received: September 6, 2018; Early edition: November 28, 2018;
Accepted: December 17, 2018; Published: January 25, 2019)