

## Construction of Main PLCs for XFEL/SPring-8 Facility Utility Control System

Masanobu Kitamura<sup>1,A)</sup>, Toshiyuki Monji<sup>A)</sup>, Takeshi Bito<sup>B)</sup>, Satoshi Miyamoto<sup>A)</sup>,  
Miho Ishii<sup>C)</sup>, Toru Fukui<sup>C)</sup>, Takemasa Masuda<sup>C)</sup>

<sup>A)</sup> Hitachi Zosen Corporation, 7-89 Nanko-Kita 1-chome, Suminoe-ku, Osaka, 559-8559

<sup>B)</sup> IMT Co., Ltd., 1333 Nishinoji, Inami-cho, Hidaka-gun, Wakayama, 649-1528

<sup>C)</sup> RIKEN/JASRI XFEL Joint Project Team, 1-1-1 Kouto, Sayo-cho, Sayo-gun, Hyogo 679-5148

### Abstract

In the XFEL/SPring-8 facility, control for facility utilities such as cooling water and air conditioner is important to achieve steady X-ray lasing. The facility utility system consists of the following three components; (1) machine cooling-water system; (2) electrical equipment system; (3) air-conditioning and plumbing system. A total number of 26 PLCs called remote stations (RSs) are installed near the utility components for local control. We have constructed main PLCs to manage all the RSs both from the SPring-8 facility monitoring center and the XFEL control room, and to pass all the required data to the XFEL accelerator control system. In this paper, we describe the features of the main PLCs and the notes of the construction.

## XFEL/SPring-8施設制御のためのメインPLC構築

### 1. はじめに

X線自由電子レーザー施設(XFEL)での安定的なレーザー発振のためには、周囲温度、冷却水温などの安定化が重要である。故に、直接的な加速器装置の制御に加えて、XFEL施設ユーティリティの制御も重要になってくる。加速器制御系から施設ユーティリティ系の状態が必要な精度と必要なサンプリング周期で直接監視できることはもちろんのこと、必要ならば加速器制御系からの制御が行えることが求められる。

XFEL施設ユーティリティは、次の3系統から構成されており、各々ローカル制御を行うためのRS(Remote Station)と呼ばれるPLC(Programmable Logic Controller)とGP(Graphic Panel)が、XFEL内に合計26式設置されている。

装置冷却水系(第1期で8式、第2期で2式の計10式):

加速管および水冷ラック等に一定温度の冷却水を供給するチラーの制御を目的としたRS系統。

電力系(第1期で5式、第2期で1式の計6式):

XFELに電力配分するキュービクルの制御を目的としたRS系統。

空調・衛生系(第1期で7式、第2期で3式の計10式):

XFELの室内空調を制御するヒートポンプチラーやファンコイルユニット等の空調関連周辺機器の制御を目的としたRS系統。

これら全てのRSをXFEL制御室および中央監視室から一括管理し、加速器制御系に必要なデータを渡すためのメインPLCを構築した。安定なレーザー発振を実現するために重要となる装置冷却水系統につ

いては、加速器制御系から直接制御が可能となるよう製作した。第1期は、XFEL加速器棟と光源棟を構築し、第2期として利用実験棟およびXSBT(XFEL Storage-ring Beam Transport)を拡張した。ここでは、メインPLCの特徴および構築上の留意点について述べる。

### 2. コンセプト

当初のシステム要求が、監視場所としてSPring-8中央監視室とXFEL制御室の2ヶ所から行えること、RSからのデータ収集と管理を行うこと、装置冷却水系については、加速器制御系から直接制御が行えることであった為、次をコンセプトとして取り組むことにした。

1. 運用に有意なシステムとして安定的に稼働し続けること。
2. XFELが建設途中である為、変更に対応しやすいこと。但し、メンテナンス性および可読性を損ねないこと。

具体的には、次の項目を実施した。

- ・ 故障発生率を抑えるよう必要最低限のハードウェア構成にし、システム不足分はソフトウェアで吸収した。
- ・ 機能役割を明確にして、PLCは信号処理、GPは信号表示を行うように、処理の差別化を徹底した。
- ・ PLCラダーのコメントをヘッダおよび機能単位に付記し、一般的なプログラミング規約を用いた。

<sup>1</sup> E-mail: kitamura\_ma@hitachizosen.co.jp

- GPの同じ機能および部品は、ライブラリ化を行った。逆にPLCラダーは、変更に対応しやすいようにライブラリ化を行わず製作した。
- SPring-8中央監視室とXFEL制御室のGPは、別々の画面プログラムではなく、1つの画面プログラムとして製作し、IPアドレスから判別して処理分別を行った。
- 加速器制御系から制御ができるように、系統別にFL-net通信を分離し、メインPLCユニットに3つのFL-net I/Fを持たせた。
- メインPLCがゲートウェイの役割となるように各RSとVMEのFL-net通信も分離した。

### 3. システム構成

XFEL施設ユーティリティ制御系は、冷却水系10式、電力系6式、空調・衛生系10式のRSで構成され、メインPLCは、これら全てのRSから収集したデータをVMEに橋渡し、MADOCA(Message And Database Oriented Control Architecture)を用い、データベースに蓄積される。また、装置冷却水系制御用VMEから送られた制御コマンドについても、VMEに制御権がある場合に限り、メインPLCが橋渡しをして指定RSに制御指令を送る。図1にXFEL施設ユーティリティ制御システム概略図を示す。

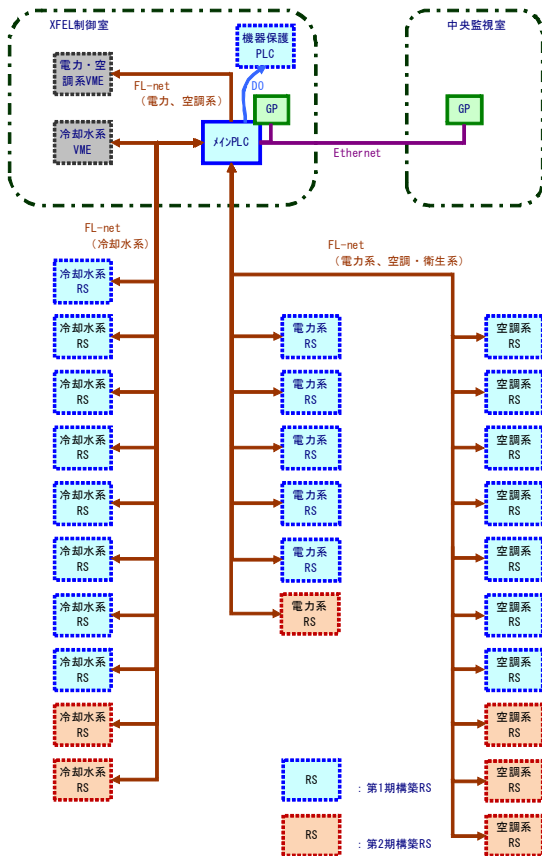


図1. XFEL施設ユーティリティ制御システム

### 4. インターフェイスユニット

XFEL制御室に設置したメインPLCユニットは、各RSの制御とデータ収集を行うため、2式のPLC(横河電機FA-M3)とGP(発紘電機V812iS)を組み込んだ。サイズはEIA規格の7Uサイズで、奥行き550mmである。また、ユニットは開放型にして、PLC状態を確認しやすいように垂直に設置し、故障時には速やかに交換できるよう配慮した。図2にXFEL制御室に設置したユニット外観写真を示す。

当初案のメインPLCユニットは、1式のPLCに3つのFL-net I/F構成を考えていたが、横河電機製PLCは、FL-net I/F実装制限数が最大2枚となっていた。よって、PLCを分割して対応した。

中央監視室に設置するユニットは、GP(発紘電機V812iS)のみとし、卓上で使用できるように構築した。第2期には、警報音を鳴らすために、音声出力ユニットとスピーカを準備した。図3に中央管理室の卓上に設置したユニット外観写真を示す。

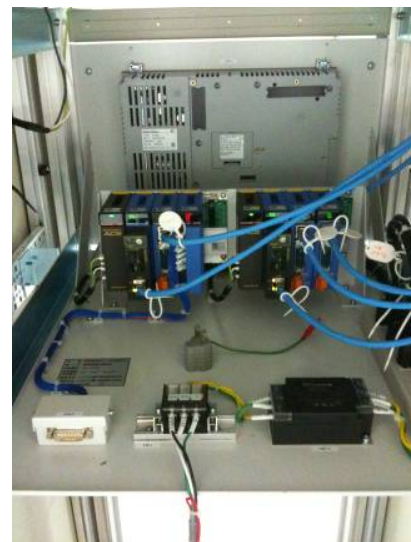


図2. XFEL制御室設置ユニット  
(上) ユニット前面、(下) ユニット背面



図3. 卓上ユニット

## 5. 運用と拡張

第1期の機能として、次のようなものがあつた。

- RSの状態表示および設定操作が可能である。
- 警報及び設定操作の履歴を記録する。
- 2ヶ所にGPが設置されるので、RSに対する設定操作の制御権を設け、制御権のあるGPでのみ操作可能とする。
- 冷却水系は、VMEから設定操作を行う為、GP画面の製作は必要ない。

シンプルなものだった為、稼働開始から大きな問題もなく運用された。数ヶ月が経過して、安定運用している最中、第2期の話があがった。

第2期は、利用実験棟建設に伴う信号点数の追加と、より便利に使いやすくという観点から、次の要求があつた。

- 警報発報時、自動的に警報画面を表示し、その発報した警報レベル(重故障、軽故障、注意喚起)によって警報音を鳴らす。
- 装置冷却水系の設定操作をVMEとGPの両方から行うことができるように、制御権を設け制御権のあるVMEまたはGPからのみ設定操作ができるようにする。
- 設定操作時に誤動作防止ダイアログを表示する。
- RS側でメンテナンス作業を行う場合、不必要な警報を発報しないように、Disable機能を追加する。
- 各RSのFL-net参加離脱情報を表示する。

図2のように、メインPLCは、2式のPLCユニットと1式のGPから構成され、1つは装置冷却水系、もう1つは電力系および空調・衛生系の監視制御を行う。このPLC間のデータ通信は行っていない為、警報レベルによって警報音を鳴らす比較処理をPLCラダーで行うことが出来ず、GPマクロを使用した。

このことは、コンセプトの役割の明確化とトレードオフする結果となり、複雑な処理となった。

## 6. まとめ

内部処理は複雑なものとなったが、大きな問題もなく安定的に稼働し、機器異常時の手助けとなっている。設計コンセプトとして、GPをライブラリ化にし、PLCラダーをライブラリ化にしないことによって、第1期から第2期への対応は、スムーズに行うことができた。

現在、収集したデータはMADOCAシステムにより蓄積され、XFELの施設ユーティリティ状況が、webベースで把握できるようになっている。

## 謝辞

XFEL施設ユーティリティには、数多くのメーカーが参加され、皆様の協力があつて実現したことに感謝します。また、山武の川辺氏、ジェーアンドエフの渡邊氏には、FL-net通信の信号取合いで、お世話になり感謝します。

