

DATA ARCHIVE SYSTEM USING EPICS TOOL AT THE KEK LINACShiro Kusano^{1,A)}, Takuya Kudou^{A)}, Artem Kazakov^{B)}, Kazuro Furukawa^{B)}, Masanori Satoh^{B)}^{A)} Mitsubishi Electric System & Service Co., Ltd

2-8-8 Umezono, Tsukuba, Ibaraki, 305-0045

^{B)} Accelerator Laboratory, High Energy Accelerator Research Organization

1-1 Oho, Tsukuba, Ibaraki 305-0801

Abstract

In the KEK Linac, we have used the home-made data archive system for the device status and the beam parameters. However, they are recorded by a different format for each type of local controller, and they need different kinds of display softwares. It causes the difficulty to study the correlation of the parameters coming from different types of local controller. For an effective data-mining, we developed the data archive system based on EPICS. It is very useful for a quick identification of the abnormal parameters. In this paper, we will present on these watch software tools.

KEK入射器におけるEPICS toolを用いた加速器情報蓄積システム**1. はじめに**

KEK入射器は、4つの異なる蓄積リングにビームを供給しており、年間の総運転時間は7000時間を超えている。PF及びPF-ARリングへは、1日数回の定時刻ビーム入射を行っているが、KEKBリングについては、連続的なビーム入射を行っている。連続入射運転により、KEKBの蓄積電流値はほぼ一定に保たれ、積分ルミノシティ向上に貢献している。このため、入射器のビーム調整及び保守時間を十分に確保することは困難である。長期安定なビーム運転のためには、各機器の状態を常時監視し、異常状態を迅速に検出するための履歴情報システムが不可欠である。

入射器では、各機器を監視するため、状態変化情報をファイルに蓄積している。これらの履歴情報は、独自開発のツール群によりグラフ表示が可能である。しかしながら、これらの履歴情報は、各機器の特性に合わせて開発されたため、異なるファイルフォーマットが使用されている。さらに、グラフツールも個別に開発されてきたため、互換性が欠如し、異なる機器データの相関を見ることが困難であり、ソフトウェアの更新及び管理作業も困難である。

EPICS(Experimental Physics and Industrial Control System)は、ネットワーク分散型の制御システムを構築するためのツールキットであり、アルゴンヌ国立研究所(ANL)及びロスアラモス国立研究所(LANL)によって開発された。現在では、ANLやLANLに加えて、ローレンスバークレイ国立研究所(LBNL)及びKEKなどの各研究機関により、国際共同研究で開発が進められている。標準的なコンポーネントが多数用意されており、短期間でソフトウェア開発が可能である。以上のことから、EPICSを用いた加速器履歴情報システムの構築を行った。

2. 入射器制御システムの構成

入射器の制御システムは、Unix計算機(HP Tru64 Unix: 3台、Linux-PC: 約6台)を中心としたサーバ部、多様のフロントエンド(VME: 約30台、PLC: 約140台、CAMAC: 約10台、VXI: 15台)による制御機器部及びコンソールシステム(Windows-PC: 約8台)・タッチパネル・X-Terminal(Linux-PC: 約3台)によるオペレータインターフェース部から構成されている。電磁石系・真空系など、制御対象グループ毎に独立なデバイスサーバを設置し、サーバ/クライアント間のネットワーク通信(TCP/UDP)には、Remote Procedure Call(RPC)を用いた独自ソフトウェアが使用されている。

3. 旧加速器情報蓄積システム**3.1 システム構成**

入射器では、制御機器の履歴情報蓄積のため、3種類の異なるシステムが用いられてきた。制御機器の状態変化のみを記録する変化情報蓄積システム^[1]は、クライストロン・電磁石及び真空系の機器に用いられている。また、加速管及びクライストロンギャラリー部の温度測定には、リレーショナルデータベース(MS-SQL)を用いたシステムを使用している。また、EPICS Channel Archiverシステム^[2]では、EPICS Gateway及びChannel Archiver(V1)を用いることにより、クライストロン・真空・BPMの情報をバイナリファイルに記録している。各システムの構成を表1にまとめる。

表1 各システムの構成

システム	機器	記録形式	表示
------	----	------	----

¹ E-mail: skusa@post.kek.jp

変化情報蓄	KLY,VAC ,MAG	ASCII文字列	Web CGI
温度測定	加速管 など	RDB	Visual Basic
Channel Archiver	KLY,VAC ,BPM	バイナリ	Web CGI

3.2 問題点

それぞれの蓄積情報システムが記録しているファイルフォーマットは、機器の種類毎に異なっているため、履歴データ用グラフツールも独立ソフトウェアを使用している。このため、異なる機器の間では、状態変化の相関情報を取得することが困難であり、また、ソフトウェアの更新作業が複雑になっている。

4 . 新加速器情報蓄積システム

3.1 システム構成

新システムの構成を図1に示す。既存のEPICS Gatewayシステムに加えて、トリガー・マグネット・施設用のEPICS IOC、温度測定器用のEPICS IOCを新規に設置した。また、Channel Archiver用のファイルサーバ(PC-Linuxクラスター計算機)を導入し、高速かつ安定な運用を実現している。

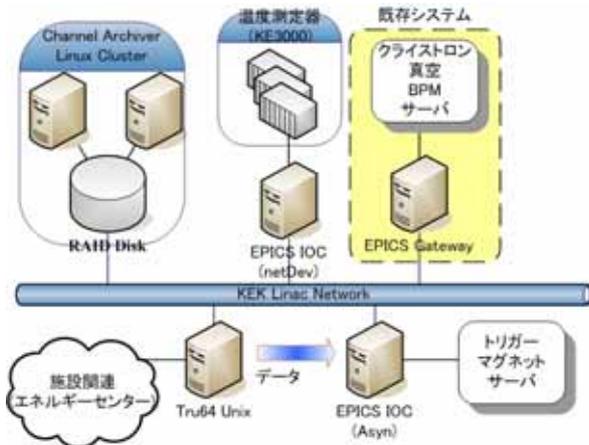


図1 システム構成図

3.2 EPICS IOC

EPICSは二階層構造を持ち、IOC(Input/Output Controller)と呼ばれるサーバ部及びオペレータインターフェイスなどのクライアント部から構成される。サーバ/クライアント間は、Channel Access(CA)プロトコルを介して接続されている。EPICS IOCは、VME上(VxWorks)で開発が進められてきたが、近年公開されたバージョン(R3.13)より、Linux-PC上でも動作可能となった。VxWorksは高価であり、ライセンス管理用のサーバ計算機を必要とする。一方、Linux-PCは、高性能なシステムを比較的安価に構築することが可能である。このため、本システムでは、EPICS IOCとしてLinux-PCを採用した。

3.3 EPICSドライバサポート

近年の加速器制御システムでは、ネットワーク経由によるデバイス制御が多数を占めている。このようなデバイスは、メッセージベースで通信を行うため、EPICドライバサポートにおける非同期制御が速度向上のために重要となる。

本システムでは、制御機器の情報を得るために2つのドライバサポート(Asynドライバ、netDevドライバ)を用いてシステム構築を行った。Asynドライバ(Asynchronous Driver Support)は、ANLで開発されており、主にオシロスコープなどの計測機器に利用されているネットワークプロトコル(VXI-11)もサポートしている。netDevはKEKで開発されており、主にPLCモジュールやデータロガーをサポートしている。

3.4 施設関連

施設関連の機器情報としては、入射器棟で使用されている冷却水量・電力及び空調温度などがある。施設と入射器では、異なるネットワークセグメントを使用しているため、両方のネットワークアドレスを持つ計算機がエネルギーセンターの情報を15秒周期で送受信し、そのデータをEPICS IOCのCacheメモリ上に展開している。Asynドライバは、Cacheメモリを読み取り、EPICSレコードに変換している。

3.5 トリガー及びマグネット

トリガー及びマグネットの情報取得の構成を、図2に示す。ローカル制御計算機としては、PLCが使用されている。EPICS IOC上で動作しているAsynドライバは、C言語で書かれたRPCライブラリを用いて各デバイスサーバと接続し、機器の制御を行っている。読み出しについては、ネットワーク負荷を軽減するために、Cacheサーバ/レシーバ⁽³⁾の仕組みを利用している。これは、各計算機の共有メモリ上にCache情報を展開し、各上位アプリケーションは、このメモリ情報を経由してPLCの状態を読み出している。現在の運転では、Cache情報の更新周期を1秒間隔に設定している。

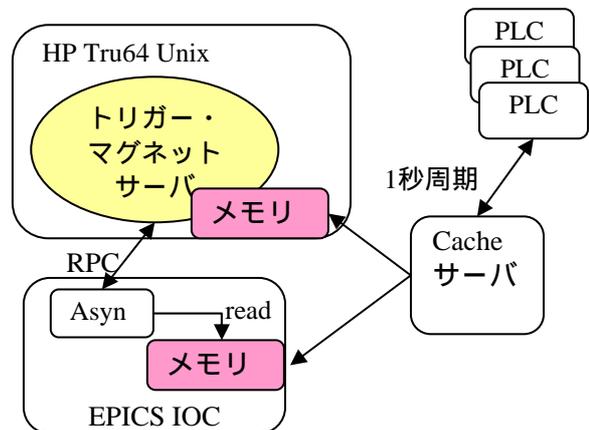


図2 トリガー・マグネットの構成

3.6 温度測定システム

現在の温度測定システムは、約10年前に導入されたため、老朽化が進み保守が困難になりつつある。その対応策として、本年より、データロガー(チノー社製; KE3000)を用いた新システムの構築を開始した^[4]。新温度測定システムでは、既存の測定箇所に加え、KLY窓・導波管窓・恒温槽内及びモジュレータ内の計測も行っている。EPICS IOC/KE3000間は、netDevドライバを介した通信を行っている。

3.7 Channel Archiver (V2)

Channel Archiverは、オークリッジ国立研究所 SNS(Spallation Neutron Source)で開発されているEPICS tool群のひとつである。Channel Archiver(V2)では、安定した運用とサービスを提供するためにLinux-PCクラスターで構成されたファイルサーバにデータを蓄積している^[5]。

新加速器情報蓄積システムでは、クライストロン・マグネット・真空・施設情報・温度及びBPMの情報をChannel Archiverによって蓄積している。各制御機器の信号点数・監視周期及び1日あたりのデータ蓄積容量を表2に示す。

表2 各制御機器の信号点数及びファイル容量

デバイス	繰り返し	点数	データ量/日
KLY	10秒	869	約80MB
Magnet	1,10秒	3090	約120MB
施設	10秒	324	約60MB
温度	10秒	266	約30MB
BPM	10秒	1719	約300MB

Channel Archiver(V2)では、CGIExportが廃止され、その代わりにXML-RPC(Extensible Mark-up Language Remote Procedure Call)によるデータサーバが用意されている。XML-RPCを利用することでWebブラウザのみならず、Java及びPythonによる履歴データ表示が可能となった。



図3 Archiver viewer(Java)

4 . 課題

4.1 Channel Archiverの異常動作

Channel Archiver(V2)では、取得したデータを日付ごとのファイルにするには、データ収集用プログラ

ムであるArchiver Engineの再起動が必要である。しかしながら、再起動の際、Archiver Engineが正常に停止しない現象がしばしば生じる。現在、原因究明のための調査を継続している。

4.2 高周波監視システムの対応

新システムでは、高周波監視システムによるクライストロンの情報蓄積も行っている^[6]。高周波監視システムでは、HP VEE言語によって構築されたソフトウェアが、VXIコントローラ上で動作している。既存のシステムをEPICS IOC化することは困難であるため、VEEにEPICSのコマンドを組み込んで制御機器の情報をEPICSレコードに変換する予定である。

4.3 50Hz信号監視モジュールへの対応

タイミングシステムの監視を目的として、50Hz信号監視モジュールを既に開発し、主タイミングステーションなどに導入されている^[7]。本モジュールは、ネットワークインターフェースを持ち、入射器制御システムのライブラリソフトウェアを用いて制御されている。現在、これらの情報は、独立した情報蓄積システムに記録されているが、AsynまたはnetDevを利用したEPICSレコード化を検討している。

5 . まとめ

新加速器情報蓄積システムの開発を行い、情報蓄積形式の異なる既存システムを統合した。このため、共通のグラフツールを用いた履歴情報閲覧が可能となり、異なる機器情報の相関解析が容易となった。また、EPICSを採用したことにより、KEKB/入射器間での情報相互利用が可能となり、ビーム入射不調時の原因究明などに役立っている。本システムの開発により、さらに安定したビーム運転が期待できる。

参考文献

- [1] T.Kudou, et al., “KEK-LinacにおけるWebベース機器履歴表示システム”, Proc. of 30th Linear Accelerator Meeting in Japan, Saga, 2005
- [2] K.Nakao, et al., “KEK 入射器におけるEPICS Gatewayの構築”, Proc. of 29th Linear Accelerator Meeting in Japan, Funabshi, 2004, p.486.
- [3] S.Kusano, et al., “Linux PC を用いたデバイスの監視”, Proc. of 26th Linear Accelerator Meeting in Japan, Tsukuba, 2001, p.352.
- [4] Y.Yano, et al., “KEK Linacの温度計測システム”, these proceedings.
- [5] S.Kusano, et al., “Linux-PCを用いた高可用性クラスタシステム”, Proc. of 31st Linear Accelerator Meeting in Japan, Saga, p.454.
- [6] M.Kawase, et al., “KEK Injector Linac 高周波源出力及び位相モニター用プログラム開発”, Proc. of 27th Linear Accelerator Meeting in Japan, Kyoto.
- [7] K.Furukawa, et al., “加速器制御のためのネットワーク接続機器の開発”, Proc. of 29th Linear Accelerator Meeting in Japan, Funabshi, 2004, p.495.