

CSS を用いた SuperKEKB 安全管理システムの構築

CONSTRUCTION OF SUPERKEKB SAFETY SYSTEM BASED ON CSS

吉井 兼治^{#, A)}, 小田切 淳一, 小野 正明, 工藤 喜久雄, 佐藤 政行, 三増 俊広,
浅井 裕仁, 田中 直樹, 田中 幹朗

Kenzi Yoshii^{#, A)}, Junichi Odagiri^{B)}, Masaaki Ono^{B)}, Kikuo Kudo^{B)}, Masayuki Sato^{B)}, Toshihiro Mimashi^{B)},
Hirohito Asai^{A)}, Naoki Tanaka^{A)}, Mikio Tanaka^{A)}

^{A)} MITSUBISHI ELECTRIC SYSTEM & SERVICE CO., LTD.

^{B)} High Energy Accelerator Research Organization (KEK)

Abstract

The KEKB operation was terminated on 2010/6/30 and the construction of SuperKEKB started. The safety system is being upgraded step by step. The EPICS (Experimental Physics and Industrial Control System) that had been adopted for the KEKB control system, was introduced to the safety system. EPICS has been used also in other accelerators control system, such as AR, BT and Damping Ring. A variety of drawing tool is increased by introducing EPICS. The OPI of old safety system had been developed with a software tool based on FIX-FA. For the new safety system, the OPI (Operator Interface) base on CSS (Control System Studio) BOY, is chosen as a software tool, because it fits EPICS framework. Moreover, CSS Archiver is chosen as a logging software. This report shows present status and recent developments of KEKB/PF-AR safety system based on CSS BOY and CSS Archiver.

1. はじめに

KEKB 運転が 2010/6/30 に終了し、Upgrade の為建設工事が始まっている。安全管理システムも更新作業が行われており、ソフトウェア部分では、EPICS^[1] (Experimental Physics and Industrial Control System)の導入^[2]が図られた。EPICS は、表示のみに用いられ、インターロックのロジックはラダーソフトで、組み立てられている。EPICS は以前より KEKB でも活用されていて、加速器制御に広く用いられている。AR、BT、Damping Ring など他のエリアの安全管理システムについても導入が進められている。安全管理システムからの情報取得インターフェースとして EPICS が導入されたことで、EPICS Record を通じて安全管理の情報取得ができるようになった。KEKB では EPICS の情報を表示するための Tool が既に多く活用されている。そのため EPICS の導入によって Tool の選択肢が増えた。

放射線管理施設の状態（主に扉の開閉、スイッチ、鍵など加速器（放射線発生装置）の運転に係るインターロック情報）を監視するために、基本的に必要となる機能としては、人が確認しやすい GUI を用いた監視機能や、記録として残すための機能及び、動作の履歴を表示する機能である。今回、これらの機能を有する Tool として、EPICS と親和性が高く、アーカイブや、表示する機能を各種提供している CSS^[3] (Control System Studio) を導入した。

これまで安全管理表示の監視機能には Tool として、FIX-FA^[4]を用いた OPI (Operator Interface :

運転（監視）員向けインターフェース)を使用してきた。EPICS の導入に伴い、OPI の更新を図っていた。そこで KEKB 制御グループで、既に評価が始まっていた、CSS BOY をベースにした OPI 作成技術を活用することにした。第一段階としては、FIX-FA で表示していた GUI に準じた画面を作成した。また動作記録をする機能には、KEKB 制御で使用実績があった、EPICS Archiver の後継となる CSS Archiver を用いた。

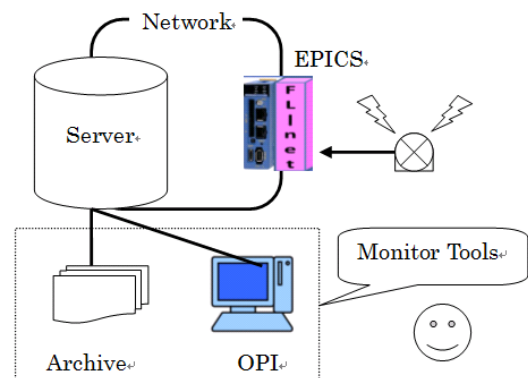


Figure 1: Renewal Monitor Tools.

ここではこれまでに構築した CSS BOY、CSS Archiver を選択した理由を述べ、また CSS を用いた新安全ソフトウェアについて紹介する。

2. Tool 更新についての課題

EPICS が導入されたことで、モニタ用 Tool の選択肢が増えた。今まで利用していた、FIX-FA には、以下の検討課題があった。

[#] kenzi@post.kek.jp

- 製品ライセンスで制限されている
 - KEKB 内での FIX-FA を利用した開発技術者が減少
 - 十年単位で保守を考えた場合、製品であるため供給元の開発方針に依存してしまう
- モニタ用 Tool を更新する場合、主に検討すべき課題は以下のことであった。

- 導入及び新規作成にかかるコスト
- メンテナンスにかかるコスト

CSS を活用するにあたって、導入コスト及び新規作成にかかるコストについては、製品サポートのある既成ソフトウェアに比べて、高くなると予想されたが、KEKB での実績があることや、既存のデザイン、レイアウトに準じた作成であることから、開発、導入、作成でのコストが軽減でき、大きなデメリットにならないと考えた。またメンテナンスコストについては、ソフトウェアのライセンス更新コストを考えなくてもよくなることや、新しくすることで身近での情報共有が可能となるなどメリットもある。

3. CSS を選択した理由

3.1 OPI として CSS BOY を選択した理由

KEKB では以前より EPICS、Python を活用してきた実績があるため、特に開発段階においては導入、開発コストの大幅な削減ができることが想定できた。また移行直後においては、移行によって OPI のデザイン、レイアウトが大きく変わることを避けるため、FIX-FA で表示していた画面に準じた作成ができることなども重要な項目でもあった。これらのことから CSS BOY を選択した理由としては以下のことが挙げられる。

- 画像作成のフレームワークが整っている
- 開発環境の構築（インストール）が容易
- EPICS と親和性が高い
- 表示画面を製作するための処理が組み込める
- 複数をモニタしたりなどの複雑な処理を、Python を使って記述できる

3.2 Archive として CSS Archiver を選択した理由

EPICS から得られる情報を残す方法は様々あったが、今回は情報の量、精度、Tool の安定性を重視し、管理ほか、残した情報の利用を念頭に検討した。以下に CSS Archiver を選択した理由を挙げる。

- EPICS と親和性が高い
- 値の変化によって記録されるため、ポーリングによる記録に比べて、記録落ちがない。
- 標準化されたものを使用するため、長期間の保守が可能になる。
- EPICS Archiver の後継ソフトウェアとして、今後も継続したメンテナンスが期待できる
- EPICS Archiver での実績がある
- KEKB 制御システムでも利用実績がある
- リレーショナルデータベースを利用できる
- 標準的な管理機能が揃っている

バックエンドにはリレーショナルデータベースが

選択でき、KEKB でよく利用する PostgreSQL を選択することができることも導入要因のひとつであった。

4. 紹介

4.1 旧システムの OPI

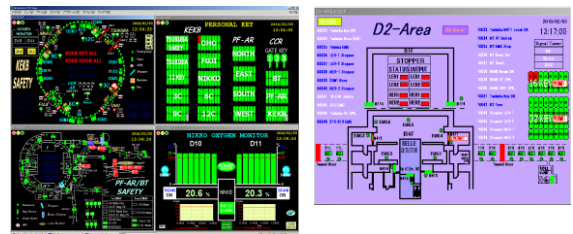


Figure 2: OPI based on FIX-FA

代表的な表示で、KEKB 全体、D02(トンネル内を含む建屋)、日光酸素濃度の状態グラフ、AR、全体の加速器管理区域内入室用パーソナルキーの状態画面を Figure 2 に挙げる。緑が正常状態、赤がインターロックの掛かったアラーム状態を表している。主にインターロック表示で、スイッチ、鍵、放射線量、酸素濃度など多彩な情報を伝える OPI である。

4.2 新システムの OPI

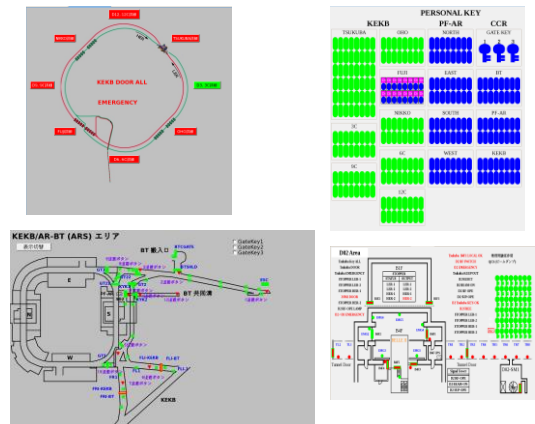


Figure 3: OPI based on CSS BOY

ハードウェア更新中のエリアもあるが、FIX-FA の OPI と同じ機能、表示ができています。CSS BOY を利用した OPI では、以下のようなメリットも他に挙げられる。

- 対応 OS が Linux, Windows, Macintosh と選択肢が多い
- 表示に写真画像など多くのメディアへ対応が可能のため、より見やすい OPI を作成することも可能。

4.3 旧システムのデータロギング

Figure 4 は、FIX-FA を利用した動作記録の情報表示画面である。

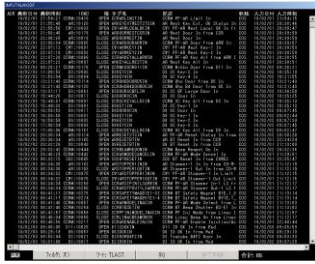


Figure 4: Archive based on FIX-FA

FIX-FA のデータロギング機能を有したアプリケーションは、サーバとなる計算機上で稼動している。FIX-FA のサーバ用ライセンスを必要とする。定期的な周期で情報を収集し、日付毎のテキスト形式のファイルで保存されている。検索や表示機能もあると想定されるが、KEKB では特に開発はしていないため、OPI としては使用していない。必要になったときに履歴確認に使用している。

4.4 新システムのデータロギング

CSS のデータロギング機能を有したアプリケーションである CSS Archiver は、サーバとなる計算機上で稼動している。情報表示については、CSS の Data Browser (グラフ表示) でも可能だが、データベースに情報が記録されるようになったことで、直接 SQL で確認することもできるようになった。このことで、Web ブラウザで表示することも可能になるなど、情報の表現する手段が増えた。また Archiver の監視周期は、PLC によるスキャンの設定速度に依存する。現在 Archiver 側では制限されていない。

Archiver の管理は、Web で簡易な管理、確認をすることも可能である。対象のエリアの archiver が動作しているのか、どの EPICS Record の情報を Archive しているのかなど多くの情報を確認できる。



Figure 5: Web based Management tool

現在安全管理システムからの EPICS の情報としては、インターロックの ON/OFF の確認が主であるため、ある時間における動作がどの場所で起きたのかを知りたい。この場合、Data Browser で EPICS

Record の刻み値や、時間を決めての表示をするよりも、時間を決めてどのレコードが動作したのかを確認したい場面が多い。情報を SQL で取得できることを活用して、以下の Web アプリケーションを作成した。



Figure 5: Web based Archive OPI

これは、時間を設定し履歴を確認できるアプリケーションで、確認したい EPICS Record は絞り込むこともできるし、すべてを対象にもできる。Web アプリケーションであるため、Web 技術の活用も可能である。

5. まとめと今後の予定

EPICS 導入により、安全管理システムのインターロック情報が EPICS の Record を通じて取得できるようになった。このことで、モニタ Tool の選択肢が増え、情報を活用する機会が増えた。今回の CSS の活用も、EPICS 導入による利点を生かすことができた例といえる。

また今回の CSS 導入によって、今後のメンテナンスを考える上で、有用であったと考えられる。

引き続き今後も EPICS 環境下で、以下のことを検討、整備中である。

- EPICS caGateway を活用し、異なるネットワーク間で、安全の情報共有を可能にする。
- 表示に関しては、出来るだけ EPICS で処理を行わせ、ラダーソフトを単純化する。例えば表示について論理の変更を一元的にコントロールできるようにする。
- EPICS Record 作成において、データベースより情報を取得できるようにし、その情報から Record を生成できるように一元管理にしたい。

参考文献

[1] <http://www.aps.anl.gov/epics/>
 [2] J.Odagiri et al., "Application of Embedded EPICS to SuperKEKB Accelerator Control", Proceedings of the International Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, Osaka, Japan, Aug. 8-11, 2012.FRUH03
 [3] <http://www.aps.anl.gov/epics/eclipse/>
 [4] <http://www.ge-ip.co.jp/fixfa.html>