

## STATUS OF KEKB ACCELERATORS CONTROL SYSTEM IN 2006

Tatsuro Nakamura<sup>A)</sup>, Atsuyoshi Akiyama<sup>A)</sup>, Kazuro Furukawa<sup>A)</sup>, Ichitaka Komada<sup>A)</sup>, Takuya Nakamura<sup>B)</sup>,  
Jun-ichi Odagiri<sup>A)</sup>, Noboru Yamamoto<sup>A)</sup>, Kenji Yoshii<sup>B)</sup>

<sup>A)</sup> High Energy Accelerator Research Organization (KEK)

1-1 Oho, Tsukuba, Ibaraki, 305-0801, Japan

<sup>B)</sup> Mitsubishi Electric System & Service Co., Ltd.

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

### Abstract

The KEKB accelerators control computer system has been operated since 1998. Although its system architecture based on Experimental Physics and Industrial Control System (EPICS) is still steadfast, some components of the system become out-of-date and hard to maintain. Recent updates of the network system, server computers, operation consoles, I/O Controllers (IOC) and field busses are described. Planned updates are also discussed. Key technologies of these updates are personal computers (PC), Linux and Ethernet.

## KEKB加速器制御システムの現況 (2006年)

### 1. はじめに

KEKB加速器は、1998年12月に蓄積リングの運転を開始して以来7年以上が経過した。この間KEKB加速器制御システムは大きな問題もなく稼動してきた。KEKB加速器制御システム<sup>[1][2]</sup>はネットワーク分散型のシステムであり、分散設置された100台あまりのIOC (I/O Controller)が制御対象の機器と接続されて下位層の制御を担い、上位層の制御・運転アプリケーションを中央のサーバ計算機群が担う構成となっている。制御システムのハードウェア、ソフトウェアに建設当初からの根本的な変更はなく、維持管理を続けている。しかしながら一般にハードウェア、ソフトウェアは年と共にサポートが打ち切られていく傾向にあるため、今後の維持管理を考えると順次更新していく必要がある。図1は2006年現在で進行中の更新も含め、システムを構成するハードウェアを概観したものである。近年の情報通信分野の技術革新はめざましく、特にPC、Linux、Ethernetは大きく発展したが、これらは制御システムにおいても応用範囲が広い。以下ではKEKB加速器制御システムの現況を報告し、現在進行中の更新、ならびに今後の計画について言及したい。

### 2. 基本制御ソフトウェア

制御システムの骨格となるソフトウェアにはEPICS (Experimental Physics and Industrial Control System)<sup>1</sup>を当初から採用している。EPICSは世界規模で多くの研究所が共同で開発・維持しているオープンソースのソフトウェアであり、加速器等の大型実験装置の計算機制御に向けた分散処理を特徴とする。KEKBでは建設当初よりEPICS R3.13を使ってきたが、現在EPICSの主流であるR3.14ではVxWorks以

外のOSもサポートするようになったためIOCの選択範囲が広まるなど、利便性が向上している。現在一部でR3.14を導入し始めている。

### 3. 制御ネットワーク

建設当初に加速器全体に張り巡らせたネットワークは、FDDIを幹線とし、室内の支線は10Base-T Ethernetとするものであった。その後のEthernetの技術革新は著しく、現在ではFDDIを維持していくのはコスト的にも性能的にも不利である。そのため現行のFDDIとは別系統の幹線をGigabit Ethernetによって構築し、FDDIから順次移行を進めており、2006年夏には移行がほぼ完了する予定である<sup>[3]</sup>。

### 4. サーバ計算機

#### 4.1 制御用サーバ計算機

建設当初は1台のサーバ計算機 (HP-UX) でIOCソフトウェアの開発・管理、ファイル管理、データベース管理 (RDBM)、上位層アプリケーションの実行といった機能を全て担っていたが、後に2台目 (HP-UX) を導入した。2006年には世代交代を図るためさらに2台 (Sun/Solaris、Linux) を導入した。特にLinuxサーバは今後システムの中核的役割を担う計算機であり、現在はこれに幾つかの機能を移行すべく準備を行なっている。

#### 4.2 アーカイブ専用サーバ計算機

運転時の各種測定値・設定値を収集して保管するためKEKBLog<sup>[4]</sup>と呼ばれるアーカイブ・ソフトウェアを用いている。ほぼ無停止で運用するため、これにLinuxサーバ2台を専用割り当てていたが、故障

<sup>1</sup> <http://www.aps.anl.gov/epics/>

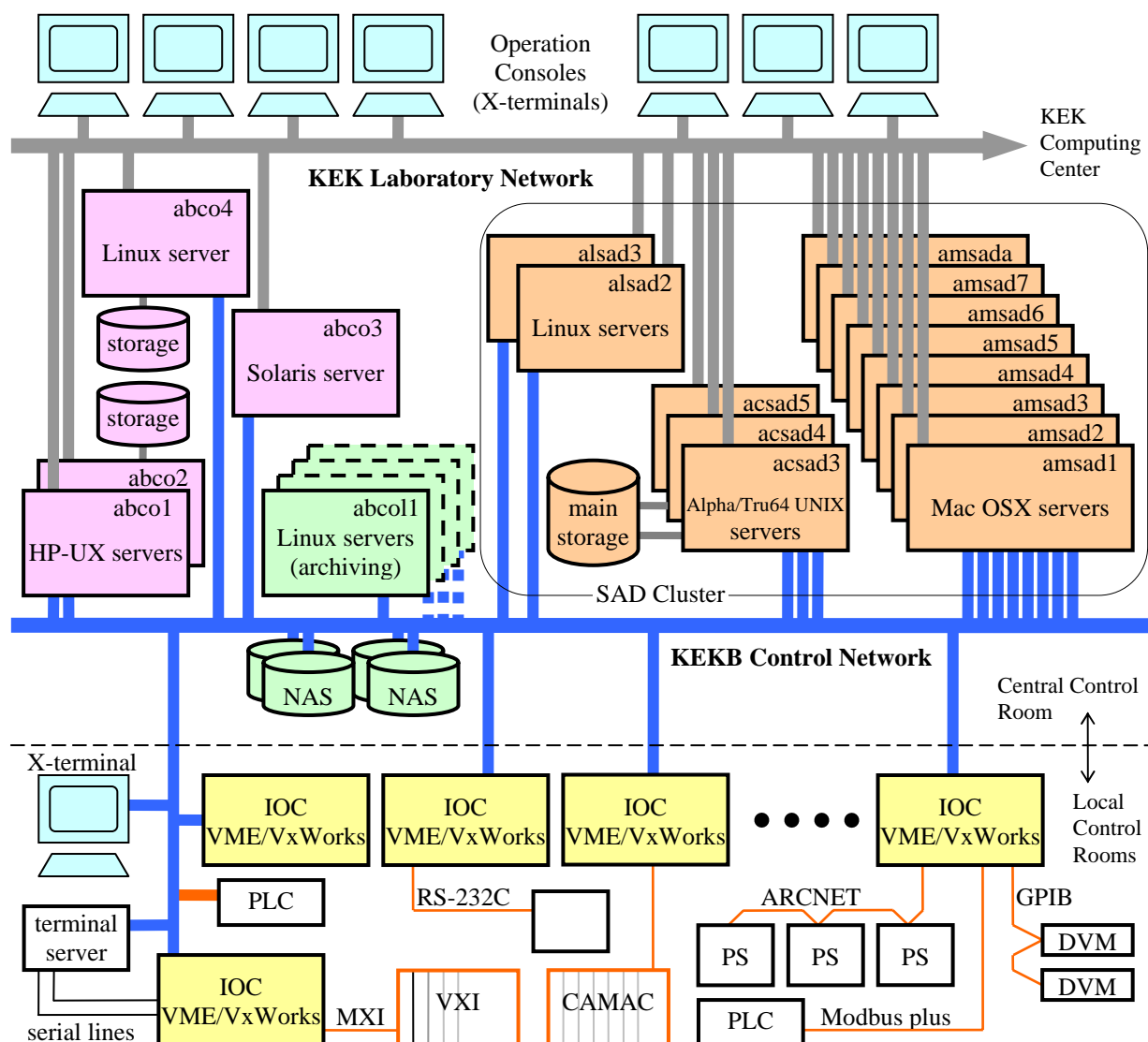


図 1 : 2006年現在のKEKB加速器制御システムの構成 (概念図)

により現在は1台で運用している。後継機種3台を新たに導入予定である。また、アーカイブ・データの保管にはNAS (Network Attached Storage)を活用しており、現在その総容量は約3.4TBである。収集するデータ量は徐々に増加傾向にあり、運転時には現在約4GB/日のデータを収集してアーカイブしている。

#### 4.3 運転用計算機 (SAD Cluster)

これらKEKB制御専用のサーバ計算機とは別に、SAD Clusterと呼ばれる一群の計算機も運転アプリケーション (主としてSAD<sup>2</sup>) の実行のために使われている。元来SAD Clusterは加速器のモデリング計算用であったが、KEKB加速器の運転開始と共に運転にも使われるようになった。現在の構成はAlpha/Tru64 UNIX 3台、Linux 2台、Macintosh 8台 (うち1台はoff-line専用) で、建設当初から比べるとCPU資源が大幅に増強されている。

## 5. コンソール

中央制御室の運転用コンソールはX端末を採用しているが、その構成は専用X端末、PC/Windows+エミュレータ、PC/Linux、Macintosh (OS9以前)+エミュレータなど多様な変遷を辿って来た。現在そのほとんどはMacintosh/OSXで占められている。

ローカル制御室にも開発・保守のためX端末を1台ずつ置いている。このX端末として、安価であることとディスクレスで保守性が良いことから小型軽量のNetwork Stationと呼ばれるIBM製端末を使用してきたが、専用のブートサーバの維持が困難になってきたため新たなX端末としてMac Miniを導入し、2006年夏に全面的に入れ替えを行なった。Mac Miniもまた小型で安価であり、軽装備のX端末としての用途に向いている。

<sup>2</sup> <http://acc-physics.kek.jp/SAD/sad.html>

## 6. IOC

建設当初設置したIOCは全てVME計算機でありVxWorks/EPICS R3.13を採用している。CPUは主にPowerPCだが、一部68060が今でも使われている。その後EPICS R3.14を採用したPC/LinuxのIOCを数台導入している。2006年にはVME/VxWorksのIOC 1台にEPICS R3.14を導入したが、全般的には台数が多いこともありVME計算機の世代交代はハードウェア、ソフトウェア共にあまり進んでいない。長期的に更新を計画していきたい。

## 7. フィールドバス

IOCと制御対象の機器とを結ぶフィールドバスはKEKBでは表1のように多くの種類が使われている。この中でEthernetは建設当初フィールドバスとしては使われていなかったが、Ethernet上のTCP/IP通信のためのEPICSのデバイス/ドライバ・サポート<sup>[5]</sup>が開発されて以来、その使用が増えつつある。その一方でCAMACのハードウェアはTRISTAN加速器以来20年以上も使用されて来たもので、今後の保守を考えると更新が必要である。そこでCAMACに替えてEthernetインターフェースを持ったPLCを使う事を計画している。かつてはGPIBやRS-232Cで接続されていた計測・制御機器も近年ではEthernetインターフェースを備えるものが多くなり、今後はフィールドバスでもEthernetが多用されることになる。

表1：KEKB で使われているフィールドバス

フィールドバス	主な使用箇所
ARCNET	電磁石電源
VXI-MXI	BPM
CAMAC	RF、真空、BT
Modbus plus	インターロック系
GPIB	随所
RS-232C	随所
Ethernet	随所

## 8. まとめ

計算機を市場の製品から調達する以上、計算機制御システムもまた市場の動向に左右され易く、その維持のためには比較的短いサイクルでの更新を余儀なくされる宿命にある。この7年間での大きな変化としてPCハードウェアの高性能化、Linuxの台頭、Ethernetの普及と高性能化が挙げられよう。EPICSがR3.14からマルチ・プラットフォーム対応になったことと合わせ、あらゆる分野でPC（特にPC/Linux）の進出が著しい。かつてはコンソール、サーバ、IOCといったそれぞれ異なる層は異なるアーキテク

チャで構成していたものが、PCおよびLinuxによりそれらの垣根が崩れつつある。またEthernetもフィールドバスへと進出しており、あらゆる接続に応用されつつある。

もちろんリアルタイム性が要求される分野など、対応しきれない部分が一部は残るものの、PC、Linux、Ethernetの柔軟な活用が今後のシステム更新の要になると思われる。

## 参考文献

- [1] N. Yamamoto et al., “KEKB control system: the present and the future”, Proceedings of the 1999 Particle Accelerator Conference, New York, 29 Mar.-2 Apr. 1999, pp. 343-345
- [2] Nobumasa Akasaka et al., “KEKB accelerator control system”, Nucl. Instr. and Meth. A499 (2003) 138-166
- [3] Takuya Nakamura et al., “Upgrade of KEKB Control Network System”, in this meeting
- [4] T. T. Nakamura et al., “Data Archiving System in KEKB Accelerators Control System”, 10th ICALEPCS, Geneva, 10-14 Oct 2005
- [5] Jun-ichi Odagiri et al., “Development of EPICS Device/Driver Support Modules for Network-Based Devices”, in this meeting