

Present Status and Upgrade of VME Computers in KEKB

Kenzi Yoshii^{1,A)}, Takuya Nakamura^{A)}, Tomohiro Aoyama^{A)}
 Kazuro Furukawa^{B)}, Tatsuro Nakamura^{B)}, Eiji Kikutani^{B)}, Kenji Mori^{B)}

^{A)} Mitsubishi Electric System & Service Co., Ltd.

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

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

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

Abstract

We controlled main equipment of the accelerator used Epics based control system in KEKB. We had stabilized operation and development in basics as the upper limit, and Epics3.13, the CPU (PPC 6750), which we used from start up time now. However, the speedup of the network and the speedup of the CPU advanced, and the part that cannot correspond under the present conditions has become a problem gradually. Therefore, the necessity of Epics and CPU upgrade has gradually risen to us. We started development including upgrade CPU with PPC-MVME5500 and Epics with 3.14 form 2006 in KEKB. We have succeeded in the VME control by CPU PPC-MVME5500, which carried VXI, Trigger Receiver, PVME501, and CAMAC so far. We were realized five places of operation in present KEKB.

In addition, the replacement is scheduled to be advanced as upgrade of CPU and Epics in the future based on the result. Here, this reports on the present status and upgrade of VME computers in KEKB.

KEKBにおける制御用VME計算機更新の現状

1. はじめに

KEKBの制御システムにおいては運転開始から現在まで、EPICS (Experimental Physics and Industrial Control System) 制御ソフトウェアの枠組みを使用したVME計算機で加速器の各コンポーネントの制御を行ってきた。運転開始時の主なVME計算機のCPUはPowerPC (PPC) 6750、EPICSのバージョンは 3.13、オペレーティングシステムは VxWorks-5.3 であった。現在でもこの組み合わせはVME 計算機全体の78%を占めている。

これまでは運転開始時から使用してきたEPICS、CPUの開発や運用を行ってきたが、運転形態の高度化に伴い、ハードウェア、ソフトウェアの処理速度、通信速度が遅いこと、さらに一番重要なのはメーカ保守が切れていおり、Epics, CPUの更新の必要性が高まってきた。

2006年からEPICSのバージョンを3.14に、VxWorksをバージョン 5.5 に、CPUを同じPPCの上位機種である、MVME5500 (現状でPPCの主流ボード) に移行する為のソフトウェア開発を始め、これまでにVXI (MXI)、Trigger Receiver、デジタル入出力 (PVME501)、CAMACを搭載したいくつかのVME計算機でMVME5500による制御を実現してきた。ここでは、MVME5500へ移行した経緯の紹介と、KEKBにおける、制御用VME計算機のCPUの更新の現状について合わせて報告する。

2. KEKB の VME モジュールの現状

KEKBで使用しているVME計算機のCPUの現状 (KEKBとPFARの予備に区別がないため、運用枚数にPFARも含める)は、表1のKEKB 計算機のCPU使用状況で示すように、PPC6750が大部分を占めていることがわかる (表1の下段程新しいCPU)。しかしCPU6750の製造販売はすでに終了しており、入手が困難な状況になっているため、徐々にCPUを更新する必要性が高まっていた。CPUを更新するには、VMEにCPUと共に搭載されている各種入出力モジュールを動作させなくてはならない。そのためには、動作させるためのソフトウェアの開発が必要になるため、EPICSの更新も合わせて検討された。

表1: KEKB VME計算機のCPU使用状況

CPU TYPE (PPC)	運用枚数	予備数
FORCE SYS68K CPU-40B/16	6枚	7枚
FORCE SYS68K CPU-64D	9枚	4枚
FORCE PPC6603	7枚	1枚
PPC6750	99枚	9枚
MOTOROLA MVME5500	6枚	11枚

表2はKEKBのVME計算機で使用しているCPU以外の入出力モジュールの現状である。今回20枚以上使用されているモジュールを集計の対象とした。

各組み合わせによって、使用しているVME計算機の台数とモジュールの枚数は違うが、表のモジュールを、更新したCPUで使用できるように開発を進め

¹ E-mail: kenzi@post.kek.jp

る必要がある。

表 2 : KEKB VME 計算機で使用している
入出力モジュールの現状

Module TYPE	現場投入数	予備数	対応する VME 台数
GPIOB	81枚	6枚	75台
ARD (Arcnet)	69枚	11枚	24台
CSD (Camac)	47枚	8枚	47台
MXI (I, II)	27枚	5枚	27台
EVR	25枚	6枚	25台
EVT	25枚	1枚	21台

3. CPUの更新を検討

CPU6750を更新する理由を挙げると、以下の項目が挙げられる。

- ・ 製造販売がすでに終了し、メーカーからの保守支援が受けられない
- ・ 処理速度が遅く、起動やダウンロードも時間がかかる

在庫の確保とCPUの更新を実施するVME計算機の台数拡大のためには、CPU6750を多く使用しているグループのVME計算機のMVME5500への更新と、KEKBで多く使用しているモジュールのMVME5500で使用するソフトウェアの開発を進めることで、結果として多数の更新ができる。実際KEKBでは、VXI、Trigger Receiver、GPIOB、CAMACを使用し、CPU6750を使用しているVME計算機は90箇所以上になる。

またKEKBでのCPU6750の使用環境では、以下の問題点も挙げられる。

- ・ Network の通信速度に問題があり、処理速度に制限がある
- ・ ネットワークソケットの資源が不足する傾向のあるVME計算機があり、定期的にRebootして、資源不足を解消するする必要があった

Network の通信速度に問題があり、処理速度に制限がある問題に関しては、CPUと接続しているネットワークスイッチのポートを100Mbpsで接続すると、CPU側のドライバソフトウェアが適切な接続状態(duplex)を選択できず、パケットの衝突が起きて通信に失敗し、結果として通信速度が上げられない現象が起きていた。そのため、10Mbps固定での運用を実施していた。この症状についてはソフトウェアの問題である事がすでに調査によって判明していたが、ソフトウェアのみの更新は実施せず、CPUの更新によるソフトウェアの更新をすることにした。

ネットワークソケットの資源が不足する問題については、増加の現象が2パターンあり、図1のある時点から1時間前後で急激に増加し、増加が始まると通信不具合になるパターンと、図2の緩やかに増加していき、CPUのメモリが不足し通信不具合になるパターンがあった。いずれもネットワークソケット数が増えているように見えるが、ソケットの解放は行われているため、実際は資源の減少が問題となる。この問題に関しても、EPICSやCPUを更新することで改善する可能性があったため、更新を検討した。

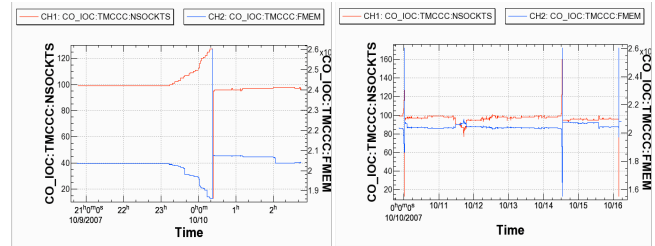


図 1 : ネットワークソケット数が急激に増加
横軸 : 時間 (左図 : 約 1 日、右図 : 約 1 週間)
縦軸 : 左 (赤 : ネットワークソケット数)
右 (青 : メモリ残量)

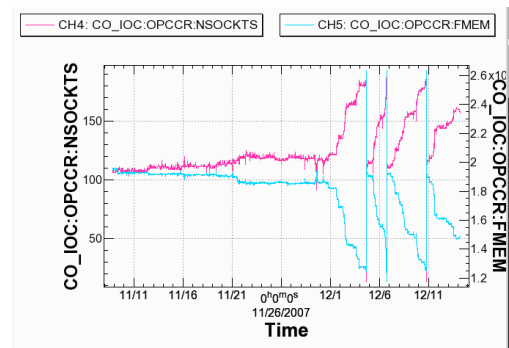


図 2 : ネットワークソケット数が時間をかけて増加
横軸 : 時間 (約 1 ヶ月)
縦軸 : 左 (赤 : ネットワークソケット数)
右 (青 : メモリ残量)

4. CPU 更新について

4.1 CPUのみの更新

まずCAMAC、GPIOBなどハードウェアのモジュールを追加していない構成のVME計算機で、CPU PMVME5500、EPICS3.14を使用しての移行が行われた。さらにこのVME計算機では、安定した通信速度も必要とされた。この更新により100Mbpsでの使用はもちろん1000Mbpsでの使用も可能になり、Auto Negotiation の1000Mbpsで運用中である。

4.2 VXI (MXI)、Trigger Receiverに対応

次にBPM (Beam Position Monitor) で使用されている、VXI (MXI)、Trigger Receiver モジュールを構成したハードウェアについてMVME5500での開発が行われた[1]。この開発については、2007年夏から始まり、導入試験は行われているが、現在も開発が継続して実施されている。今回は新規導入について開発されたが、同じ構成で使用されているBPMのCPU6750への置き換えも可能になる。

4.3 VME計算機の置換え

また、DP07104というオシロスコープを使用した、ビームトランスポート用BPMの読み出しも現在導入され運用中である。現在も継続して開発が進められている[1]。DP07104のOSはWindowsなので、Cygwinという環境とMicrosoftのコンパイラを組み合わせ

てソフトウェアを開発し、EPICSを動作させてIOCとして、オシロスコープで取得した信号を処理しBPMの位置データを提供している。

4.4 CAMACに対応

次にCAMACモジュールを構成しているIOCの移行作業を行った。CAMACについては、ドライバーソフトウェアの修正を実施し、動作可能となった。しかし、このとき使用していたEpics3.14.9については、calcレコードの条件式の判定が正常に動作せず、Epics3.14.8.2を使用する事になった。将来的には保守の制約からCAMACの使用は減少させる方向であるが、既存のハードウェアに対してはソフトウェアを更新しながら維持することになっている。しかし今回、CAMACへ対応が可能となったことで、今後CAMACが搭載されているVMEのCPU更新も可能となった。

4.5 ソケット資源不足問題についてCPUを更新

ネットワークソケットの資源が不足する問題のうち、ある時点で急激に増加し、増加が始まると通信不具合になる問題は、VME計算機に搭載しているモジュールを2台のVME計算機に分担させて、ハードウェア別の切り分け調査を実施した。その結果、PVME501のボードと、ハードウェアに直接依存していないソフトウェア部分を残し、症状が再現することまではわかった。しかしPVME501を予備品と交換したが改善しなかったため、CPUとソフトウェア部分との不具合があると考え、CPUの更新を実施した。その後運転に使用し、6ヶ月間の使用で症状が再現しなくなったため改善とした(図3)。

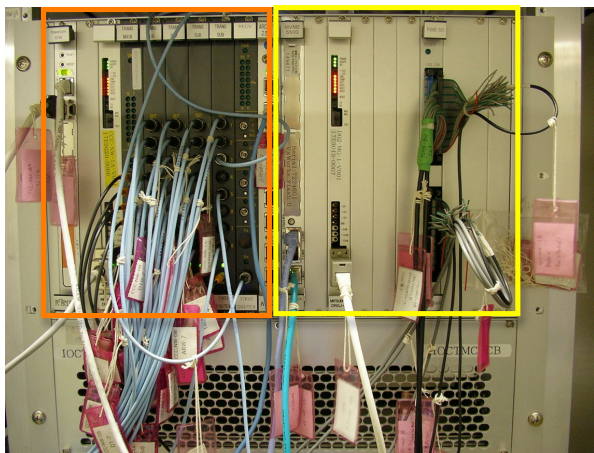


図3：2分割後、右側をCPU5500へ移行

一方、ネットワークソケット数が緩やかに増加していき、CPUのメモリが不足し通信不具合が起こる問題についても、CPUを更新する対応を実施したが、ネットワークソケット数の増加は改善しなかった(図4)。しかしCPUの更新によって搭載メモリが増えた分Rebootをしなくてよい期間が伸びた。そのため運転中のRebootは必要無くなった。今後はネットワークソケット数を増やしているクライアントの

調査など、さらなる調査を検討している。

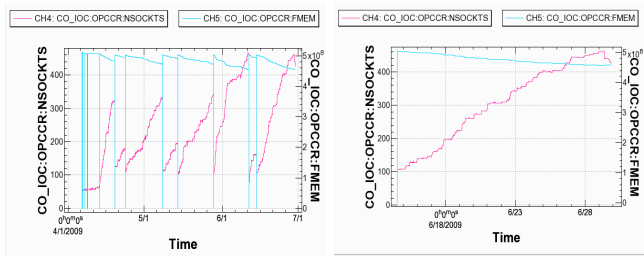


図4：ネットワークソケット数が緩やかに増加(赤)
*メモリに余裕があるため
改善前より長期稼働可能になった

横軸：時間(左図：約3ヶ月、右図：約1.5ヶ月)
縦軸：左(赤：ネットワークソケット数)
右(青：メモリ残量)

5. おわりに

これまでの経験で、ハードウェアやソフトウェアが導入されてから、5年を経過するころからさまざまな制約が生じ更新の手順が複雑になり、10年を経過してしまうと、更新が困難になる。今後は5年を経過した場合にはハードウェア、オペレーティングシステム、未ドルウェア、アプリケーションソフトウェアのバランスの取れた更新計画が必要となることが分かった。

徐々に更新を進めているが、解決に至っていない部分も残っている。今後KEKBは長期メンテナンスに入る予定もあり、現状も含め以下の項目についてさらに検討が必要である。

- 入出力モジュールのサポートソフトウェアの開発 (GPIB, ARCNET)
- ネットワークソケット資源不足問題についてさらに原因を絞り込む
- VXI (MXI)、Trigger Receiver モジュールのソフトウェアの開発促進
- 実際に置換える時期の検討
- CPUを更新する対象の検討
- VME 計算機以外での制御の検討 (PLC, PC (Linux) など)

GPIB については VME 計算機に接続するのではなく、自由度を向上させるため、ネットワーク接続の GPIB コントローラの利用を進めている[2]。合わせて更新について検討する必要がある。

参考文献

[1] 青山知寛, et al., “KEKBにおけるビームトランスポート用BPMの読み出し高速化”, 第6回日本加速器学会年会, 茨城県那珂郡東海村, Aug.5-7, 2009, 270, TPCOA11

[2] 中村卓也, et al., “F3RP61によるビームマスク制御システムの開発”, 第6回日本加速器学会年会, 茨城県那珂郡東海村, Aug.5-7, 2009, 264, TPCOA10