

# UPGRADE PLAN FOR THE KEK 2.5GeV LINAC CONTROL SYSTEM

K. Furukawa and N. Kamikubota

National Laboratory for High Energy Physics (KEK)  
1-1, Oho, Tsukuba, Ibaraki, 305, Japan

## ABSTRACT

In order to keep the reliable operation of KEK 2.5GeV LINAC, it became necessary to refresh and extend the control system in a few years. Several minicomputers and main network system will be replaced. In the new control system international or de facto standards will be employed. As new standards we adopt VME (IEEE1014) for front-ends, TCP/IP (DARPA) for the main network and UNIX operating system for main computers. In this article the architecture of the new control system is described.

## KEK 2.5GeV LINAC の次期制御システム

### 1. はじめに

高エネルギー物理学研究所の2.5GeV電子/陽電子線形加速器(KEK・LINAC)は多数の計算機とネットワークからなる分散制御システムによって運転されてきた<sup>1)</sup>。この制御システムの中核となっている8台のミニコンピュータと主ネットワークの置き換えを含めたシステムの更新を現在進めている<sup>2, 3, 4)</sup>。新しいシステムではできるだけ技術的に確立されている標準規格を採用することとし、また一時に全ての系を置き換える必要のないよう考慮している。以下ではこの次期の制御システムの構成について検討してみる。

### 2. これまで

KEK・LINACの制御システムは1979年に設計され、1982年の加速器の運転開始以来、順調に動作してきた。その基本的な考え方は、(a)クライストロンモジュレータのスイッチングノイズの影響を抑えるために光によるアイソレーションを積極的に利用する、(b)加速器の各装置のローカルコントローラは自立して動作を可能にする、(c)オペレータに対してリアルタイムな操作感を提供する、というものであった<sup>1)</sup>。構造的には階層的な高速、中速、低速の計算機ネットワークによって、8台のミニコンピュータと300台以上のマイクロコンピュータを接続した、分散制御処理システムになっている。またオペレータコンソールのための操作表示用のパーソナルコンピュータも多数導入された<sup>5, 6)</sup>。制御は計算機ネットワーク上での統一されたフォーマットに従うメッセージの交換によって行なわれ、状態の読み出しはメッセージの交換、または各計算機上に分散しておかれた共有メモリへのアクセスによって行なわれる。各制御機器の情報は動的、静的なものをあわせて共有メモリに分散しておかれている。

最近、この制御システムに対する要求も変化してきており、自動的に様々な情報を処理する機能が求められている。しかし、その要求に十分応えられていない部分も多い。制御システムの基本的な考え方には問題はないが、計算機の資源(メモリや同時走行可能なプログラムの数)が限られているために問題を複雑にしていると思われる。また、開発時(1978年)から十年以上が経過しているので、制御システムやその中で使用されている計算機など進歩の速い機器の特性が、他のグループの担当者がもっている考え方と、ずれてきてしまったことも考えられる。

この問題に対する解決策を探るために新しいミニコンピュータが1988年に導入され、機能の拡張が行なわれてきた。さらに初期の8台のミニコンピュータと主ネットワークの保守が数

年のうちに打ち切られるので、それらの置き換えを前提としてシステムの増強を進めている。そこで特に制御システムを構成する上で重要な制御計算機ネットワークについての検討を実際の運転に利用しながら行なってきて、方針を絞ることができた<sup>3, 4)</sup>。以下では更に制御システム全体の構成について検討する。

### 3. 制御システムの条件

制御システムの置き換えを行なう場合に特に考慮しておく必要があると思われる項目としては、以下のようなものがある。(a) 他の加速器のコンポーネントと異なり、比較的短い期間で置き換えが必要になるので、将来の置き換えを見越しておく必要がある。(b) 加速器の運転モードが頻繁に変更されるので、柔軟に変更に対処できるシステムを作る。(c) 下流の加速器や測定器と直接情報のやり取りや制御を行なえるようにすると同時に、その制限もできるようにする。(d) 計算機や制御機器などの資源の増減に柔軟に対応できるシステムにする。(e) 製品を利用する場合には、将来の置き換えを考え、一つのベンダに頼らないようにする。

これらを実現するためには、次のようなことを心掛ける必要がある。(f) 少ないマンパワーで柔軟な拡張性のある制御系を目指す。(g) まず低レベルの制御系を確実に動作させ、その上にフィードバック系、エキスパートシステム、他の加速器や測定器との接続系などを構築し、全体の系の構成をはっきりさせる。うへの条件のいずれについても、(h) できるだけ国際標準や業界標準を採用する、(i) ハードウェアソフトウェアにわたってモジュール化を進める、ということが重要である。

### 4. 標準規格の利用

加速器が大型化した高度な機能が求められるに従って加速器の制御は複雑になってきた。ところで最近、計算機や電子回路などに関連する技術分野では特に標準化に対する関心が供給者、利用者ともに高くなっており、実際市場にでる製品については何らかの標準に準拠していることが必要条件になってきている。これは10年前には小さな分野内の規格だけが利用されていたことに比べると大きな変化である。

このような確立された標準規格を採用すれば、(a) 規格が良く検討されていてあいまいさがないので、それに基づいた技術を開発しやすい。(b) 必要とするものが製品となっている可能性が高く、開発期間を大幅に短縮できる。また複数の開発元から入手できる可能性も高く、将来にわたってリスクが少ない。(c) 異なる分野の標準規格についても相互に利用できる方法が用意されていることが多く、全体の系の構成を行ないやすい。また新しい技術が現われた場合にも既存の標準規格には合致することが期待され、新しい技術を採用しやすい。(d) 将来新しい国際規格が設定される際には、現在の標準規格を無視することは余り考えられず、移行がしやすいと思われる。標準規格を採用すると特殊な機能を利用できない場合もあり、また無駄も生じる可能性がある。しかし、最近標準化に対する考え方がますます進んできており、補って余りあると思われる。

### 5. システムの構成

上のような検討に基づいて現在計画している制御系は以下のようなものである。

まず主ネットワークとしてはTc p / I p (DARPA) プロトコルを全面的に採用することを目指し、メディアについては既に敷設されているE t h e r n e t (I E E E, I S O) を当面使用する<sup>3, 4)</sup>。そして下流の加速器である放射光R i n g, T r i s t a n にもその採用を働きかけていく。そして近い将来、F D D I などのより信頼性の高いネットワークに移行する。ただし、制御機器が直接接続されるネットワーク(光ファイバL o o p - 2, 3)については資産が大きいことから、当面使用を継続し後で述べる方法で接続する。所内ネットワークとも制限を設けた接続を既設のゲートウェイを通して行ない、様々なデータ処理や監視に備える。

コンソールステーションと呼ばれていた2台のミニコンピュータに代わるものとしてはUnix, とくにある程度リアルタイムのソフトウェアに対応できるBSD-MachをベースとしたOSFのシステムを主力として, 一つのベンダに頼らないように導入する。現在でも完全プライオリティスケジューリングを除けば, Unixの上で非同期入出力やメモリ管理など充分リアルタイムの機能は実現されているが, 近い将来リアルタイムUnixの標準も実用になったら採用することを考える。

既存のローカルデバイスコントローラとネットワークの接続には, LINAC独自の規格であるLoop-2, 3を当面残すが, ミニコンピュータ6台の代わりには, VME (IEEE) のシステムを採用する。また新しいデバイスコントローラの開発にも, 簡単なものを除きVMEを採用していくようにする。VMEのオペレーティングシステムとしては, 当面はUnixは使用せずに管理のしやすい小型のリアルタイムOSを動作させる。新しいシステムへの移行時の混乱を避けるため, Loop-2, 3へは新旧のネットワークから乗り入れられるようにする。

オペレータとのインターフェースには当分のあいだ, パーソナルコンピュータによる操作表示系をサポートする<sup>5, 6)</sup>が, より汎用性があり, ネットワークにも対応しやすいX-Windowとその上でのツールキットに徐々に移行することを目指し, 他の加速器との接続を容易にすることを考慮する。

制御ソフトウェアとしてはハードウェア技術と同様に再利用性を向上させるためにオブジェクトオリエンテッドな構成を目指す。特に新しい言語を使用することは避けるが, 最近制御の中核となるソフトウェアについてもCEBAFなどを中心としてツールキット化が進んでいるので, 将来Tristanなどでそのようなものが採用された場合を考慮し, ソフトウェアの接続口を明らかにする。

基本的にはこれまでのメッセージ交換による制御の上にソフトウェアを構築し, これまでのソフトウェアの資産を生かす。ネットワーク上でファイルサーバ, 制御パラメータのスタティックなデータベースサーバ, 制御状態のダイナミックデータベースサーバ, 制御資源のロッキングサーバ, 異常監視用のアラームサーバ, リレーショナルデータベースサーバ, 時刻サーバなどの機能を実現し, ソフトウェアの重複した開発を避ける。これまで共有メモリに依存していたプログラムが多数あるので, また通信効率を考慮して各計算機上でダイナミックなデータベースについては簡単なキャッシングを行なう。

リモートプロシージャコール (RPC) についてもネットワークを多用することに伴って導入をする必要があると思われる。

## 6. 開発の現状と移行の予定

基本的な主ネットワークの環境については既に設置が完了しており, 下流の加速器とも近く接続を予定している。制御メッセージの交換は旧ネットワークとのゲートウェイを経由して現在実現している。旧ネットワークを経由しないで既存の制御機器と通信をするためのVME用のLoop-2, 3のインタフェースは開発中である。これが完成すれば, VME側のソフトウェアの開発は既に進んでいるので, まずLoop-3から旧ネットワークを経由しない通信に切り替える。ソフトウェアの開発は主にDecStation/UltrixというUnixの環境で行ない, 他の種類の計算機でも動作を確認しながら進めている。置き換えは徐々に進む計画になっているので, 特に問題なく進むことを期待している。

## 参考文献

- 1) K. Nakahara et.al., Nucl. Instr. and Meth. **251** (1986) 327.
- 2) K. Furukawa et.al., Nucl. Instr. and Meth. **A293** (1990) 16.
- 3) K. Furukawa et.al., Proc. 15th Linear Accelerator Meeting in Japan (1990) 168.
- 4) N. Kamikubota et.al., this meeting.
- 5) K. Nakahara et.al., Nucl. Instr. and Meth. **A293** (1990) 446.
- 6) A. Shirakawa et.al., this meeting.