

*Design of the control system  
for the injector linac of Spring-8*

H. Yoshikawa, Y. Itoh, A. Mizuno, H. Suzuki, N. Nakamura,  
K. Yanagida, S. Suzuki, K. Mashiko and H. Yokomizo.  
JAERI-RIKEN Spring-8 Project team  
2-4 Sirane, Sirakata, Tokai-mura, Ibaraki-ken, JAPAN.

**ABSTRACT**

We present the design of a control system of the injector linac for Spring-8. The linac is required to be operated full automatically as an reliable injector linac. Because of these requirements, we chose a distributed control system architecture of a single layer net-work to simplify the protocol between the net-work of the linac and of the booster synchrotron or the storage ring. VME computers of 68030 are distributed to each modulators, and all control signals are gathered to the nearest VME computer. OS-9, OS-9000 and Lynx-OS are on trial for investigation of the performance. The net-work protocol is tentatively chosen TCP/IP, but we expect MAP/MMS to make a high performance, and are preparing a test of it.

**大型放射光施設入射系線型加速器の制御系設計**

この線型加速器は大型放射光施設の入射器であることから、高い信頼性を求められるのみならず、運転に要する人員を最低限にするために、メンテナンスを含めた高度な自動化が要求されている。この自動化が線型加速器完成時に完全に達成されていることは必ずしも必要ではないが、将来的に達成し得るような構成となるように初期設計の段階から配慮しておく必要がある。

また、一般的に行われているような開発システムとターゲットによるトップダウンの構築手順ではなく、末端の機器のほうからボトムアップで積み上げていかなくてはならない。則ち、上位層の構成が決定していない段階で末端の制御機器を選定しなくてはならず、最終的に構築される制御系全体のパフォーマンスを落とさないように、フレキシビリティの高い機器選定やネットワークの透過性など考慮すべき点が非常に多い。

これらの条件を配慮し、上位層に対する柔軟性の高さや被制御機器との取り合いが明確に行えるものとして、VMEバス方式のコントローラを採用し、これをRF系、真空系、磁石系及びモニタ系等全てが共用してcpuの利用効率を高める方式をとる。線型加速器全体としては、このVMEバス方式のコントローラを各モジュレータ(27台)に1台ずつ配置した1層のみの分散制御方式とし、階層構造を多重化せず透過性を高め、上位層(例えばSpring-8の全系制御室)から要求のあったデータのみをネットワークで受け渡しを行う方式とする。これにより、ネットワークの負荷を低減するとともにネットワークを介しての応答速度を高めることができる。

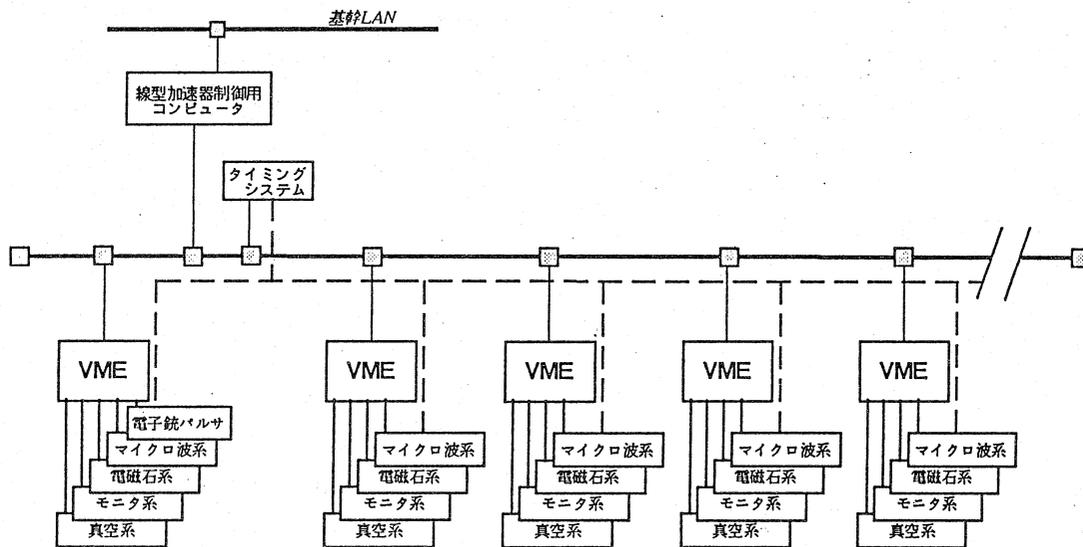
ソフトウェアに関しても構造化とオブジェクトオリエンテッドの思想を取り入れ、生産性と柔軟性の高いものとなるよう配慮する。また、制御系に要求されるリアルタイム性に対応するためにOSの入れ替えも有りうるとして、ソースコードの見やすさと移植性の高さも十分に考慮して製作する。

基本的に、この線型加速器は通常のものと同様フィードフォワード制御で運転される。あるビームの挙動を計測して次のビームの制御条件を決定する。従ってビームに関する計測データはもちろんのこと、各種機器の運転ログを取ることはたいへん重要である。そのログデータ項目の変更が容易である事、これらのデータを単なるデータの羅列にならないようする事等に留意してデータベースの構築方法を検討している。

以上、ハードウェアとソフトウェアの構成に関する概略を述べた。ソフトウェアについては開発のためのワークベンチやOS等の試用を始めたところで、明確な形になっていないが、それらの具体的な内容を以下に述べる。

## 1. ネットワーク構成

VMEバス方式のコントローラを各モジュールに配し、それをイーサネット で結びLANを構成する。大型放射光施設全体のバックボーンLANとしてFD DIが設置される予定であり、各コントローラはサーバとなるワークステーションとこのバックボーンLANを経由してほかの加速器のサーバや全系制御室の端末と結合される。ネットワークにのる情報は設定値や状態値の授受であり実時間性の要求されない物が主である。また、画像データは各コントローラで処理し抽象化したもののみを転送する事を原則とする。従ってネットワーク経由で転送される情報は小量で応答速度が高められる。線型加速器では、ネットワークのパフォーマンスを高めるために、ルーターやブリッジなどを介してコントローラの下にサブのネットワークを置くことはしない。1階層であることにより達成される、上位(全系制御室)からの見通しの良さを損なわないようにシリアルインターフェースによるブランチも必要最低限にする。初期段階ではコストとの兼ね合いで磁石電源にGPIBを用いるが、市販の電源でないものについては入出力信号を指定し、VMEコントローラで直接制御する。



制御系ネットワークの構成

## 2. 通信プロトコル

まず、第1段階としてイーサネットにTCP/IPの組み合わせでLANを構成する。サーバとなるワークステーションのUNIX、VMSやコントローラのOS9等を含めほとんどのOSが標準でサポートしており、初期の機器試験に際してのトラブルを軽減できる。ただし、ファイル転送と仮想端末の機能だけでは不十分であると考えられ、また実時間性の要求にも対応できるようにブロードバンドMAPと第7層のMMSまで含めたMAPプロトコルを試用し最終的なプロトコルを選択する。その他、プロトコル選択のために検討したものを以下にあげる。

- ・UDP/IP
- ・CAMACのシリアルハイウェイ
- ・MIL1553Bを簡略化したもの

## 3. VMEのOS

各コントローラには実時間性をもったOSを採用する。これ以外の選定条件として、開発システムを必要としないこと、スタンドアロンで動作及びデバッグができること、当然の事ながらマルチタスクであること、ソフトの一部外注が可能なおよびある程度市場に普及していること、などを考慮してOS9を選択した。しかし、OS9は中規模以上のシステムで使用することを想定してつくられていないので、マルチタスクでありながらセキュリティ等の機能に不十分な点がある。その他、OS選択のために検討したものを以下にあげる。

- ・VxWORKS
- ・VRTX
- ・VMEexec

## 4. 制御対象との取り合い

制御対象となる機器はモジュレータ、クライストロン、マイクロ波回路、磁石電源、真空ポンプ、真空計及びモニタ系である。モニタ系以外の機器はすべてVMEバスで取り合うものとする。機器側の独立した制御部（シーケンサ等）は原則として用いず、VMEコントローラを有効に生かすようにする。機器側では各種信号をデジタルI/OやアナログI/O等一般的なモジュールで授受するための信号整形回路のみを持つ。ただし、モニタ系は、特に伝送距離や1次信号のS/N等に特殊な工夫を要する部分が多く、制御機器側は、モニタ系で用意する一次処理回路（積分回路、マルチプレクサ等）の出力を受け取るものとする。従って応答速度などに問題がない限り、モニタの出力は一次処理回路で一般的なVMEモジュールに入力できる形の信号に整形されるものとする。