

PRILIMINARY DESIGN OF CONTROL SYSTEM FOR HIGH CURRENT CW ELECTRON LINAC IN PNC

Shin'ichi TOYAMA and Hayanori TAKEI

Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation (PNC),
Oarai Engineering Center, Technology Development Division
Frontier Technology Development Section

ABSTRACT

A control system for high current CW electron linac has now been developing. This system monitors the linac and its utilities in the accelerator facility. A layer structure for data handling is introduced as a basic design principle. VME modules are used for inner data processing in this layer structure.

大電流CW電子線形加速器のコントロールシステムの予備設計

1. はじめに

大洗工学センターでは核変換技術開発の一環として大電流CW電子線形加速器の要素開発¹⁾を行っている。

加速器を運転する際には、ビームの形状や強度のみならず、電源・RF系や熱交換器・空調等ユーティリティー系、放射線モニタ系等加速器施設全体的な制御が必要である。現在大洗工学センターで開発が行われている大電流CW電子線形加速器はビーム強度が平均で20mAに達しこれを安定に加速するには加速管や電子銃の状態を最適に維持する必要があり、この維持が不適切であれば、ビームの発散や場合によっては加速器や付帯設備の損傷を導くことになる。また、研究開発の立場では、ビーム利用時の加速器の運転はある程度の自動化運転が望まれる。

ここでは主に加速器のコントロールの基本的な設計を、ビームコントロールを中心に述べる。

2. コントロール系の構成

加速器開発施設では、次のように機能別に各機器の状態をモニタする。

加速器

入射部、加速管、及びビームダンプで、ビーム電流や形状及び加速管温度を検知し最適な状態に保つ。本加速器は進行波還流型加速管を採用しているため、移相器やスタブチューナをコントロールする。また、クライストロンや立体回路のRF状態をモニタする。施設で最も重要な部分である。

熱交換器設備

本加速器施設のような効率の良いものでも50%の電力が熱になり、熱変形を防止するため冷却系が必要である。熱交換系は0.2℃の精度で機器を冷却する精密温調系と粗温調系に分かれる。現在の技術ではこの自動化は困難ではない。

排ガス処理設備

電子ビームと空気の相互作用により、オゾンやNOXが発生するため、その処理装置が設置され、加速器本体室の排ガス処理の状態をモニタする必要がある。

放射線管理モニタ設備

本加速器は加速器運転に伴い多量の放射線(X線)を発生する。環境への漏れや、入室可能であることを確認するために施設の放射線をモニタする。

実験設備

ここで加速器の完成後にはいろいろなビーム利用実験が予想されるが、コント

ロールすべき対象・基準は実験による。

これらの機器からの情報はコントロール室で統括的に監視され運転される。その模式図を図1に示す。各機器はEther-netループにより繋がる。

3. コントロール系におけるデータの流れ

加速器運転におけるモニタや制御の流れは、大きな自由度を確保するとマンマシンインターフェースが複雑になりやすい。これを避けるためにはコントロール装置の階層の明確化と階層内でのデータ処理が必要である。

3.1 コントロール系の階層化

コントロール系の設計の見通しを良くし保守の労力低減のためには、このようなデータフローを機器毎に階層化すると良い。階層はデータ処理の観点から次のように分類する。

- 階層A 測定器（センサ）あるいは制御機器に直接信号の入出力が行われる。この領域はデータ処理の観点からフロントエンドと呼ばれ、この段階で信号はデジタル化される。
- 階層B フロントエンドとコントロール用計算機の媒介をする。この階層でデータの圧縮（中間処理）を行い、コントロール系のデータ管理の負担を軽減する。自動運転の主処理はここで行う。
- 階層C 各機器単位の統括的データ処理を行い、コントロール命令を発行する。運転のパラメータはこの階層で管理保存される。
- 階層D 施設全体を統合管理する。各機器からのデータを判断し他の機器へコントロール命令を発行する。また、ここでは計算センタへのゲートウェイを有する。

このように、加速器のモニタデータは階層Aから階層Dへ流れ、コントロールデータは逆に階層Dから階層Aへ流れる。この階層化データフローで、階層Bの中間処理は極めて重要であり、機器端の運転の容易化に決定的な影響を与える。そのため階層Bは汎用性のあるマイクロプロセッサを持ち、また命令タイミング用のトリガー装置（タイミングコントローラ）が設置される。加速器施設のコントロール装置類は保守の観点から原則として加速器開発施設コントロール室に設置される。ビームモニタを例にとった加速器のコントロール系の概念図を図2に示す。この図で分かるように、加速器のコントロールシステムは機器相互のデータ通信等の主ループと、要素機器内のデータ通信の副ループの2階層になっている。

3.2 データの階層内処理

3.1で述べたように階層Bではデータ圧縮や自動制御のための中間処理を行う。加速器からのデータのなかには、エミッタンスモニタ等ハード的な処理をしてもなお大きなデータサイズを持つものがあり、この場合は階層Bでエミッタンスという物理量に変換する。このように階層Bではモニタからの信号は出来るだけ物理量に変換する。これは、自動化運転を行う際、図2の副データ通信ネットワークを介する階層B間の情報交換の定義が容易であるからである。

このように、階層Bではマイクロプロセッサ付きの制御機器が必要になるが、その規格を統一する必要がある。その解としてはシーケンサ、CAMAC、VME等がある。これらは、現在基礎研究から応用まで広く用いられている。シーケンサはコスト的に安価であるが、データのやりとりに標準性がなく拡張性に乏しい。CAMAC、VMEはデータ操作の規格に柔軟性に富みとりわけVMEはデータバスの容量や処理時間がCAMACより優れており、将来性がある。近年はワークステーションと組み合わせてUNIX言語による加速器の制御²⁾が一般化しつつある。よって、現在開発されている資源の活用の観点と規格の統一性から階層BではVMEをハードウェアとして採用する。

4. まとめとこれからの展望

加速器施設のコントロール系の構造を検討し機器における階層化を行った。これによってより詳細な設計や試作の指針が得られた。今後は、加速器位階のユーティリティ、放管設備などを階層化分類を行い設計を進めると同時に、VMEを用いたパフォーマンステストを試験や、実際の運転シミュレーションを行う必要がある。

参考文献

- 1) S.TOYAMA et al., Proc. of the 14th Linear Accelerator Meeting in Japan p.215(1989)
- 2) J. Urakawa et al., Nucl. Instr. and Meth. A293 (1990) P.23

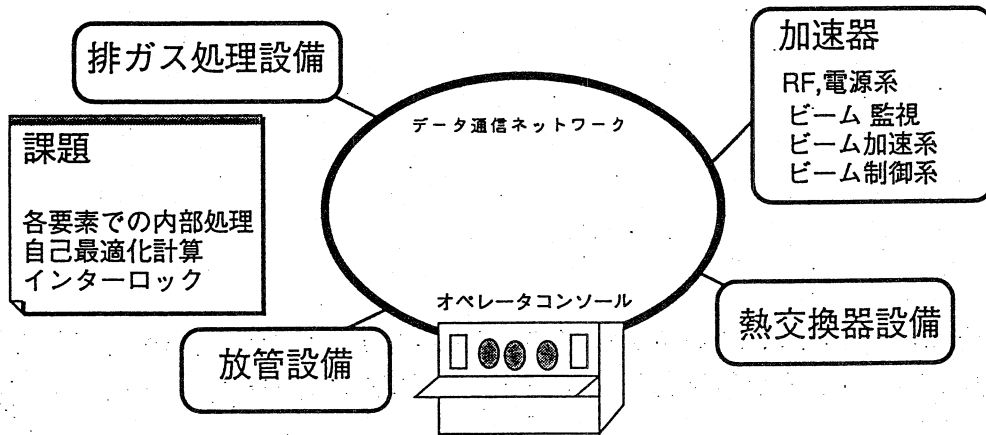


図1. 加速器施設コントロールシステム概念図

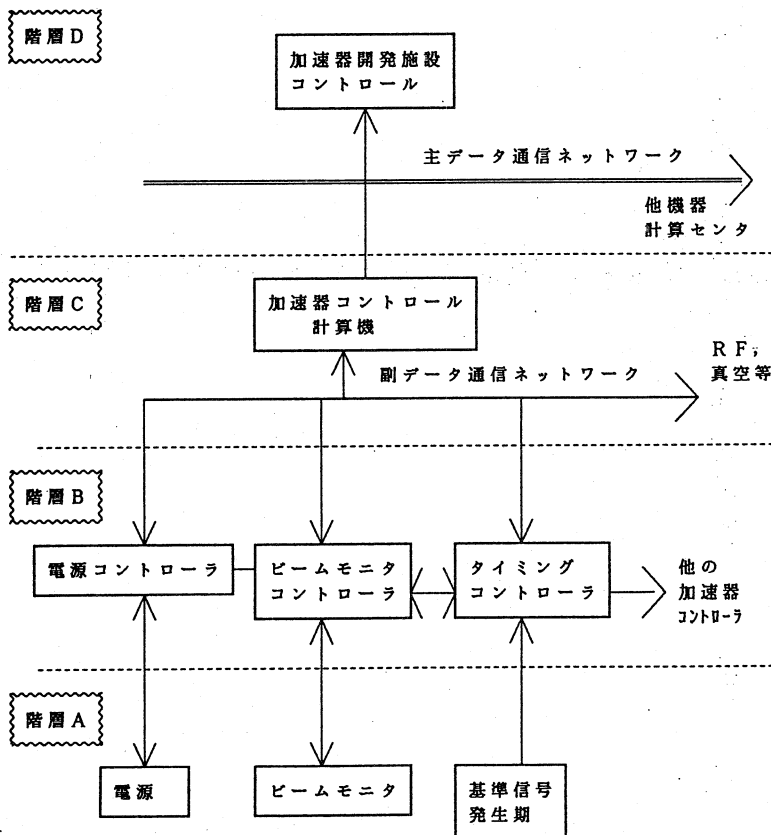


図2. 加速器コントロール概念図