

CONSTRUCTION OF DEVICE MANAGEMENT PROGRAM FOR VACUUM CONTROL SYSTEM

A. Shirakawa, I. Abe and K. Nakahara

High Energy Accelerator Research Organization (KEK)

1-1 Oho, Tsukuba, Ibaraki 305, Japan

ABSTRACT

Keeping pace with KEKB project, a new control system for e^+e^- linac vacuum system has been designed and put to practical use. In the new system, device interface controller is made up using programmable logic controller (PLC), and all the controllers are connected with a computer (Windows NT PC), named "device manager (DM)," via an Ethernet network.

We have developed a device-managing program for DM, for accumulating and handling all the vacuum data. Every operation for vacuum devices is accomplished through DM. Stability of data acquiring operation has been improved, and some operating functions are newly added after the rejuvenation.

真空機器制御系の機器管理プログラム構築

1. はじめに

KEKB 計画に伴う電子線形加速器の改造が進行中である。真空系機器についても増強が行われており、これを受けて真空制御システムを大幅に更新した。新しいシステムに於ては、加速器全長にわたって配置した機器コントローラ（後述）をネットワークで結び、その上に、情報を統括するコンピュータを置いている。コンピュータ上では、全ての真空系機器を統括管理するプログラムを実行させている。真空制御システムの刷新により、真空システムのデータが安定供給されるようになり、加速器制御系全体のアップグレードに寄与している。以下、今回開発した真空機器管理プログラムの詳細を中心に、新真空制御システムについて述べる。

2. 真空制御システムの全容

システム全体の概要は図1のようにになっている。一年余りにわたってこのシステムの構築を行って来たが、旧 2.5 GeV ライナック部分については置き換えが完了し、拡張される部分（J部）については進行中である。

制御系最下層の、機器アクセスを行うコントローラ（以下「機器コントローラ」と言う）は、プログラマブルコントローラ（シーケンサ）を核に

構築されている。[1] これを全体で20組配置しており、イーサネットにより接続している。シーケンサには、独自の規格のネットワークも用意されているが、通信速度や通信プロトコルの汎用性を考慮して、イーサネットを使用した。ネットワーク上には、全ての真空機器コントローラを統括するための専用のパソコン（「デバイスマネージャー」と呼ぶ）を置き、真空制御に関する通信は、全てここを経由させるようにしている。この形態をとることで、他のシステムに対する真空システムの独立

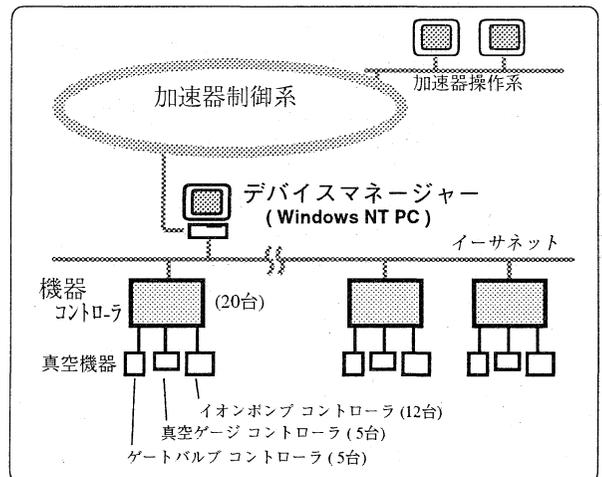


図1 真空制御系システム全容（概念図）

性と、機器情報管理の一元性が確保される。ネットワーク回線についても、物理的に専用のセグメントとなっている必然性があるが、現在では、事情により他の機器系統（ビームトランスポート系等）と混在したものになっている。

3. 機器管理プログラムの構造

デバイスマネージャ（以下「DM」と略す）の上では、Visual Basic™で作成した機器管理プログラムを実行させている。Visual Basicを使用した理由としては、グラフィック画面の作成が容易であること、オブジェクト指向プログラミングが比較的容易なこと、既存のプログラムとの整合が図れること、等が挙げられる。尚、パソコンのOSはWindows NT 4.0 (Workstation)としており、完全なマルチタスク環境である。

機器管理プログラムは、幾つかの部分に細分化し、機能ごとに構造化している（図2）。以下、各機能について説明する。

状態読出部（図2中のA）

全ての機器コントローラから、定期的に、真空圧力値や機器ステータスデータを読み出す。現在は1ヘルツで実行中。

変動監視部（図2中のB）

状態読出値の変化を常時監視し、変動があった際に、あらかじめ登録されたクライアントに対して、変化情報通知文を発信する。

データベース記録部（図2中のC）

一定時間間隔を置いて履歴をファイルに記録する。現在は1時間に1回記録実行しており、長期的な変動が観測できる。

コマンド実行部（図2中のD）

機器コントローラに対して、「出力ON/OFF」や設定変更等の命令文を発行する。

通信実行部（対制御系上位）（図2中のE）

加速器制御系上位層との間の、通信ゲートウェイ部分。UDP/IPプロトコルによって上位から送られて来る電文を解釈し、適宜、他の機能パートに転送する。上位に対してサポートしている機能については、第4章に改めて記述する。

機器コントローラとの通信は、イーサネット回線上でUDP/IPプロトコルにより行われる。しかし、通信文の文法がシーケンサ独自のものであるため、通信実行部分を機器管理プログラムと切り離し、抽象化して、別個のプログラムとしている（図2中のF）。従って、機器管理プログラムのパートAやパートDは、この通信抽象化プログラムを呼び出して、機能を達成する。

又、DM上には、機器担当者向けの保守用プログラムを搭載している。従来は、担当者は加速器オペレータ用のプログラムを使用していたが、両者の必要とする情報範囲は必ずしも一致しないため、別個のプログラムを用意した。例として、圧力値一覧をモニタ電圧値と同時に表示する画面や、イオンポンプ圧力のモニタ値校正用プログラムを、担当者向けに作成した。

4. 加速器制御系上位層に対する機能

DMは、制御系上位層からの様々な要求に応じて、適宜、真空機器の操作やデータ取得を行う役割を持つ。DMがサポートしている機能を表1にまとめる。表中の「一括操作」は、複数台の機器を1回の命令文によって操作することを意味する。安全管理上、ゲートバルブ開放等の一部の機能については、一括操作を行わないようにしている。

データ値の取得要求がなされた時は、デバイスマネージャは、その都度機器コントローラまで

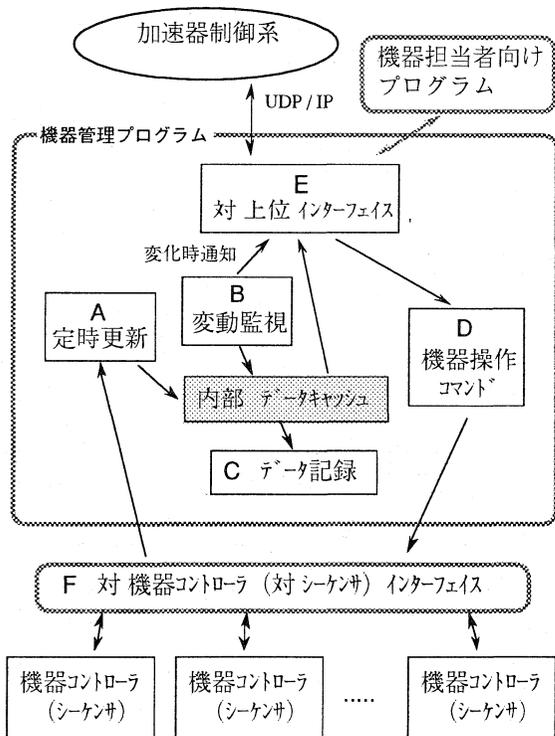


図2 デバイスマネージャ内部のプログラム構造

表1 デバイスマネージャーが制御系上位に対してサポートする機能

操作機能	個別操作	一括操作
ポンプ、ゲージの圧力値取得	可	可
各機器の動作ステータス取得	可	可
イオンポンプの出力 ON/OFF	可	不可
ゲートバルブ開放	可	不可
ゲートバルブ閉鎖	可	可

通信アクセスをするのでなく、定時読出によって内部に蓄積しているデータを返信する。すなわち、返信されるデータは、1秒おきに更新されている。この程度の頻度でも、圧力値の急激な変動を捕えることは可能である。また、圧力値は、読み出し時点での値のみでなく、読み出し時点から溯った短い時間（～10秒）における、最大値や標準偏差といった統計的数値の取得も可能としている。

制御系最上位層に於ける、真空系データを扱った様子を示す例として、全イオンポンプの圧力値をWWW上に表示した画面を、図3に示す。

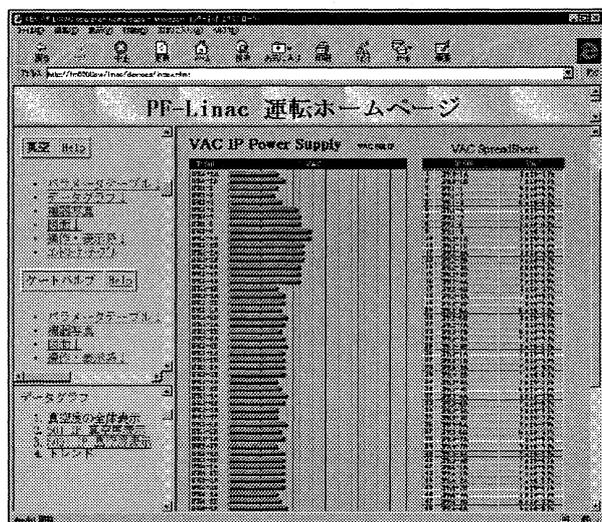


図3 加速器操作・表示系に於ける真空系制御画面

5. 考察

更新前のシステムでは、機器コントローラにシングルボードコンピュータを用い、データマネージャーに相当する部分にVME計算機+OS9という構成であった。[2][3] これを構築するのに要した時間、費用に比して、新システムの方は、その間の技術進歩があったとは言え、いずれも格段に少ない。又、更新後には、動作がより安定した

り、新たに加わったりした機能がある。具体的には、イオンポンプ真空値等のデータ取得を、加速器オペレータ層（制御系最上位層）まで安定して行えるようになった点が挙げられる。更新に合わせて、圧力モニタ値の較正も行ったので、より正確な値が得られている。このことは、クライストロンの自動コンディショニングプログラムを実行させる際に、必要不可欠な条件である。又、ゲートバルブ開閉の遠隔操作等は、以前は実現されていなかった機能である。

現在、DMとして稼働しているのはパソコン1台のみであるが、台数を増やして、機器コントローラ管理を分担させることで、処理速度等が改善され、より性能が向上する。その際には、現在運用中のプログラムを、容易に移植させられる。

又、この機器管理プログラムは、他の機器システムの制御システムに対しても、かなりの部分で応用が効く。例としては、現在並行して増強中の、ビームトランスポート電磁石系統がある。その制御システムのハードウェア構成はほぼ共通であり、プログラム改編は、機器操作機能を電磁石系に適合させる作業が大半である。実際、そのようにして応用を行なっている。他にも、入射部（電子銃、バンチャー）制御系やクライストロンのパルス電源筐体制御系などへの応用も考えられる。

6. まとめ

電子線形加速器の増強改造に合わせて、新しい真空機器制御システムを構築した。機器インターフェイスとなるコントローラにシーケンサを用い、それらを結んだネットワーク上にパソコンを置いた。パソコン上に、全ての制御情報を統括管理するためのプログラムを開発し、使用を開始した。これにより制御機能が強化され、加速器全体の性能向上につながっている。

参考文献

- [1] A. Shirakawa et al., Proc. of the 21st Linear Accelerator Meeting in Japan (1996) p.168.
- [2] K. Nakahara, et al., "CONTROL SYSTEM FOR THE PHOTON FACTORY 2.5GeV ELECTRON LINAC," Nuc. Instr. and Meth. in Phys. Research A251 (1986) 327.
- [3] N. Kamikubota, "Control System for the KEK e- / e+ Linac," KEK Internal 95-22 (1996).