

Tadashi Kambara and Masatoshi Odera

Linac Laboratory, the Institute of Physical and Chemical Research (RIKEN)

ABSTRACT

The RIKEN heavy ion linear accelerator uses a minicomputer and several microprocessors for the monitoring and operation of the accelerator devices. The microprocessors are linked to the computer via the HP-IB (IEEE Standard 488-1978) and execute processing of simple ASCII requests sent from the computer and send back the result. Two CRT display terminals and one control panel for fine tuning are the interface between operators and the control system. At present the magnet power supplies and several beam monitors are controlled from the control room via the system and the RF system are being linked to the system.

1. 概要

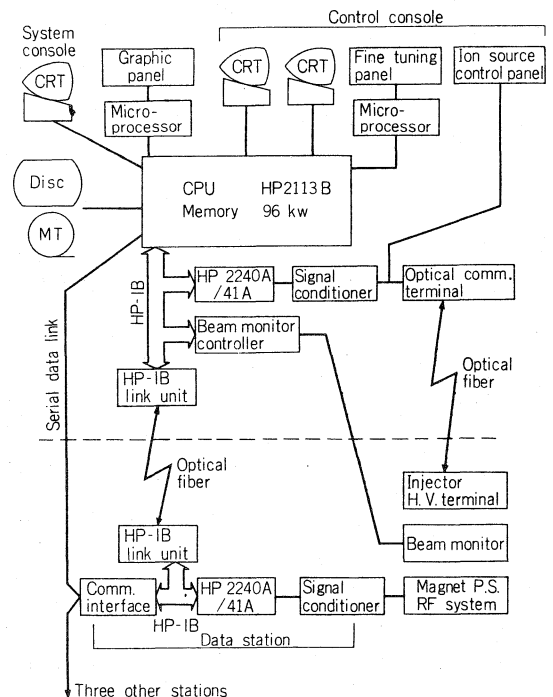
理研重イオンリニアックの電磁石電源、RF、ビームモニタの一部などの遠隔集中制御には 1台の小型計算機と複数個のマイクロプロセッサを用いた計測制御系が使われる。計算機を用いる利点として、1) 運転データの収集、記録、保存、整理の役に立つ、2) イオンの種類、加速条件に応じた加速器機器の初期設定や運転手順の一部の自動化ができる、3) デジタル化したデータをまとめてシリアル転送することで、データの劣化を防ぎ、また配線数を節約することができる、等があげられる。

計算機と計測制御プロセッサの間は HP-IB (IEEE 標準による計測用インタフェース) を通して 比較的簡単なASCII文字によるメッセージを交換し、プロセッサはこれを解読して与えられた手順で実際の入出力を実行する。結果は計算機があとで読みとるまでプロセッサ側のメモリ上に保持させる。従って計算機は細かい入出力の手順に立ち入ることなく、その処理時間を他の目的に使うことができる。

右図にシステムのブロック図を示す。

2. 計算機システム

計算機システムは米国 Hewlett-Packard 社のHP1000-モデル40を使用している。大容量記憶装置として磁気ディスク(HP7906)及び磁気テープ(HP7970)を各1台用いている。磁気ディスクはシステムプログラム及び応用プログラム、運転に用いる数値表の格納用として用い、磁気テープは磁気ディスクの内容や運転記録の長期保存に用いる。システムコンソールとしてプリンタ付CRTディスプレイ(HP2621P)が用いられる。紙テープ、紙カードは使用されず、プログラム開発は磁気ディスクで行なう。表1に概略の仕様を



示す。

表1. 計算機システム概要

CPU: HP2113 B メモリ参照時間 = 0.74 ~ 2 μsec, 浮動小数点演算 = 4.3 ~ 47 μsec
DMA rate = 2.28 MB/sec, レジスタ数 = 4
入出力チャンネル数 = 最大30 (現在11)
メインメモリ: 16 bit x 96 kw. サイクルタイム = 595 nsec
オペレーティングシステム: RTE IV A, ディスクベースマルチプログラミングシステム
磁気ディスク: 19.6 MB, 平均アクセス時間 = 33.3 msec, データ転送速度 = 937.5 kB/sec

3. 操作・表示系

3.1) 制御卓(コンソール)

中央制御室の制御卓には 2台のCRT-ディスプレイ(HP2645A, HP2648A)が設けられ、加速器の現状表示やオペレータからの入力に用いられる。またプログラム開発にも使用される。HP2645A は文字の表示、HP2648A は文字と図形の表示ができる。また制御卓の中央にはアナログ設定値微調用パネルがあり、3組のシャフトエンコーダと文字表示器がマイクロプロセッサを通して計算機に接続され、CRTディスプレイのキーボードで指定したアナログパラメータの設定値をほぼ連続的に変えることができる。このほか制御卓には 光ファイバー伝送系による高圧ターミナル内機器制御(別稿: 遠見官状)のための制御盤、真空度・ビーム強度・ビームプロファイルの表示盤などがあり、これは計算機システムと独立に配線されている。

3.2) 表示盤

中央制御室にはこのほか冷却系、真空排気系、ビーム強度計、放射線モニタ系の現状や測定値の表示盤がある。この測定系は計算機システムを経由せず直接加速器棟から配線されている。また汎用の測定用コネクタ盤や入射器高圧ターミナルとの間の光リンク用回路類も設置されている。

4. データ伝送系

計算機系と計測制御系の間はHP-IB による接続を標準としている。但しHP-IBでは配線の長さには上限(約20m)があるので、中央制御室外の機器制御のためには光ファイバ又はシールド対線によるシリアル伝送系を仲介している。なお現在シールド対線で伝送している系は将来順次光ファイバにおきかえる予定で、そのときはシールド対線の伝送系は光ファイバ系の故障時のバックアップとして使うとともに、そのターミナルを現場入出力用の簡易コンソールとしても使用できる。表2に各伝送方式の比較を示す。

表2. 伝送方式の比較

方式	速さ	最大距離	その他
HP-IB 直結	~500kB/sec	20m	接続機器数、14台まで。
光ファイバ経由	40kB/sec	1000m	1対1接続。
シールド対線経由	180B/sec	4000m	マルチポイント接続。現場側ターミナルはキーボードが付いている簡易コンソールとして使用できる。

5. 計測制御系

5.1) HP2240A/41A 系

加速器の機器との信号入出力のため、計算機の横に1ヶ所、加速器棟内に4ヶ所データステーションを設置している。ここにはHP-IB 接続される市販の計測制御用プロセッサ(HP 2240A/41A)及び制御対象との間の信号変換、電気絶縁のためのシグナルコンディショナー回路があり、このほか加速器棟内のステーションには上述のシリアル伝送系のためのターミナルもある。HP2240A/41Aにはマイクロプロセッサ及びCPU8枚までの各種入出力ボードがあり、最大256 点までのアナログ/デジタルの入出力ができる。これはHP-IB をとおして計算機から文字列で送られる指示を解読し、入出力の実行、その間のタイミング、外部信号待ち、計算機へのわりこみ発生、判定のくりかえしやスキップを行なう。結果を文字列に変換して計算機が読みとるのを待つ。また自己診断機能をもつていて故障の発見に便利である。しかし演算、条件分岐等の機能はもたない。現在はアナログ入力、デジタル入力及び出力の3種類の入出力ボードが使われ、アナログ出力はデジタル出力を外部のD/A変換器で変換している。

シグナルコンディショナーは制御対象にあわせてつくった回路でHP2240A/41Aと制御対象との信号レベル、入出力方式の変換、電氣的絶縁及び前述のD/A変換を行なう。

表3に各ステーションの目的、構成を示す。

表3. データステーション

ステーション	接続方式	アナログ 入力	アナログ 出力	デジタル 入力	デジタル 出力	目的
計算機室	HP-IB 直結	32	32	64	64	イオン源、ビームモニタ、真空度等
入射コース	シールド 対線	32	32	64	64	入射系電磁石電源
加速器前半	光ファイバ	32	32	96	80	RF系(#1~#3) 電磁石電源
加速器後半	シールド 対線	32	32	96	80	RF系(#4~#6) 電磁石電源
ビーム分配系	シールド 対線	32	32	64	64	ビーム分配系電磁石電源

各の電磁石電源に対しては電流値設定のためのアナログ出力、電流判定のためのアナログ入力各1チャンネル及び電源オンオフ状態、インタロック状態かんしのためのデジタル入力2チャンネルが対応する。各発振器/共振器系に対してはデジタル入出力各16ビットずつ、リレー出力8チャンネル、アナログ出力3チャンネルが対応する。

5.2) その他の計測制御系

駆動装置や多数のアナログデータを扱うビームエミッタンスやプロファイルのモニタ系に対しては理研工作部で製作したデータ収集システムを使用している。これはやはりHP-IB に接続されるが、インテル社のマイクロプロセッサを使用し、計算機からの指示でビームフローの駆動、判定の実行、判定系のゼロ点やゲインのチェックを行なう。転送されるアナログデータが多数(最大約500チャンネル)のび文字ではなく2進数で転送される。

6. リフトウェア

プログラムの開発、実行はRTE-ⅣAオペレーティングシステムのもとで行な

う。ほとんどのプログラムは FORTRAN でかかれしているが、ビームメモタ関係の一部のものは ASSEMBLER である。プログラムはいくつかの部分に分割され、必要に応じてオペレータ。他のプログラムあるいは時間間隔により Schedule される。またメインメモリの領域の節約のため 加速管パラメータに関する表などは 磁気ディスク上におかれている。

7 現状

電磁石電源の運転はほぼ1年このシステムを使って行なっているが、現在のところ応答速度が遅いこと、CRTディスプレイのキーボード操作がややわづらわしいことが問題である。応答速度は伝送系を光ファイバにおきかえればかなり改善できると思われる。操作は当面ソフトウェアの改善にまつ所が大きいが、将来は CRT のキーボードにかわるもっと操作に便利な操作盤を作ることが望まれる。また RF 系との接続は回路系のチェックとソフトウェア開発が進行中である。

計算機納入後約1年8ヶ月の間の主な故障は リードウエアでは CPU が1回、シールド線伝送系で2~3回、HP 2240A/41A では約1~2ヶ月に1回であり、これは YHP との保守契約により、比較的速やかに修理された。特に HP 2240A/41A 系では故障した入出力ボードを予備品と交換することにより、数分位で復帰できる。結局単一メーカーの標準製品を使用していることにより、保守、修理はかなり楽になっている。