

N. Kanaya, S. Sato and T. Koide  
National Laboratory for High Energy Physics

## ABSTRACT

A star-network system is designed to control beam channels distributed around a 2.5 GeV storage ring at Photon Factory. It provides flexible linkages between a host and outlying microcomputers and permits independent control of beam channels under different experimental conditions.

## 1. はじめに

高エネルギー放射光施設の主な設備は2.5 GeVの電子蓄積リングとリングへの電子ビーム入射のための線型加速器(ライナック)である。前者は平均半径29.7 m, 周長187 mの楕円形であり, 後者は全長約400 mの直線形である。蓄積リングから発生するシンクロトロン放射(放射光)を極紫外から硬X線までの超強かな光源として利用し, 自然科学の広範囲な分野にわたる実験が1982年6月から行なわれている[1]。

実験はリングをとりまく楕円形の実験棟(光源棟)で行なわれ, リングからは放射光を実験室に導入する円形真空配管を基本とした基幹チャンネル(約10 m長)が電子軌道接線に沿って現在8基設置してある(図1)。これらの基幹チャンネルは各実験の利用形態に応じて互いに独立に稼動しており, 将来24基まで増設する見込である。

本稿では蓄積リングの周囲に配置した全てのチャンネルの独立した制御を確保すると共に, 中央における監視と情報処理量の軽減およびシステムの拡張性を目的とした分散制御システムについて述べる。

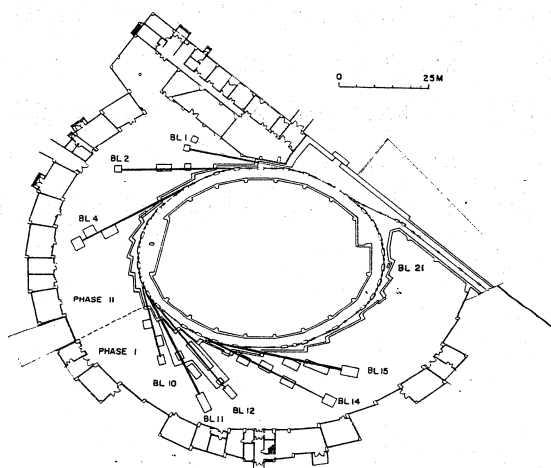


図1 基幹チャンネルと蓄積リング

## 2. システム構成

本システムは基本的には制御を目的としたLAN (Local Area Network) である。すでにふれたように, それぞれの基幹チャンネルでは複数の実験が同時かつ独立に行なわれ, その利用形態も全く異なる。したがって制御方式には各基幹チャンネルの個性に応じて柔軟性を果たせる一方, 中央において制御の優先権を許容する複合的なシステム構成が望まれる。また基幹チャンネルの増設に対処しやすいことも重要な要素である。

このような要請のもとに, 通信機能を有するマイクロコンピュータを内蔵した末端制御装置(子ノード)を各基幹チャンネルに割りあて, それらを統合する中央制御管理装置(親ノード)を置

いて分散制御ネットワークを組んだ[2]。

このネットワークはデータ転送速度が9600 baudと比較的低速であるため、ネットワーク間の伝送線路は安価な光ファイバケーブルで充分である。蓄積リングの周辺にはパルス電磁石や数十kWのRFクライストロンなどが設置しており、光ファイバケーブルは耐雑音性向上の点からも有利である。光ファイバケーブルはNEC製シリカファイバ(コア80 $\mu$ m, クラッド125 $\mu$ m, 減衰率5 dB/Km, Bw = 40 MHz)を用いた。

ネットワークの形状は星形で、親ノードがネットワークの管理を占有する(図2)。ここで子ノード間の通信は親ノードが禁止していなければ、常に可能であることは当然である。一方、特定の子ノードにシステムダウンが生じてても、親ノードはこれをネットワークから強制的に分離できる。同様に保守、改良などの目的で基幹チャンネルの運転を停止していても、他のノードはそれに関わりなくネットワークを利用できることになる。また基幹チャンネルの増設は各年度数本であり、拡張が容易な星形構造は有利である。

## 2.1 子ノード

1つの子ノードは一本分の基幹チャンネルにおける総ての制御を担当する。子ノードはZ80A(CROM 8kB, RAM 4kB)を内蔵した専用制御装置で、通信用インタフェースとしてEIA RS-232Cと光ファイバリンクを備えている(図3)。ネットワークとの通信は総てこの光ファイバリンクを介して行ない、運用データの交換を行なうほか、親ノードからのコマンドの受信と実行をする。基幹チャンネルにおける状態の変化は逐次親ノードに送られる。

子ノードの制御対象とする遠隔操作機器のようすを図4に示す[3]。またその内訳は次の通りである。

1. Absorber Valve : 放射光の熱エネルギーを吸収し他の真空機器を強力な熱照射から保護する。
2. Pneumatic Valve : 真空用遮断バルブ。
3. Beam Shutter : 蓄積リングに電子を入射する際に発生するγ線などの放射線を遮断する。
4. Large Valve : 基幹チャンネルと外部実験室を真空的に分離するバルブ。

以上の遠隔操作機器の動作は常に子ノード側で監視しており、異常時には基幹チャンネルの自動閉鎖などの緊急処置がとられる。通常基幹チャンネルの開閉は実験室側からの開要求信号を

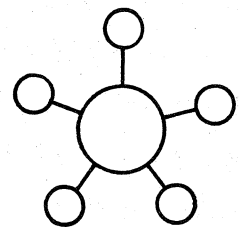


図2 星形ネットワーク

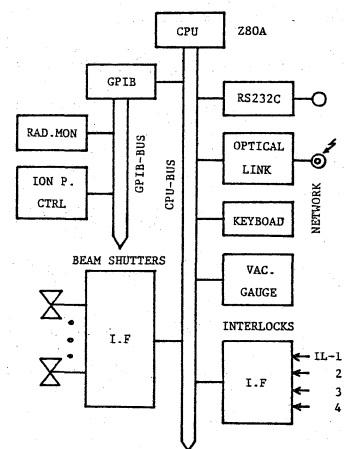


図3 子ノードの構成[2]

子ノード側で受け、インタロックなどの安全条件を子ノードが判断してから開放する。

真空度の監視は子ノードの重要な役割である。基幹チャンネルは蓄積リングに直結しており、その真空度は超高真空 ( $< 10^{-9} \sim 10^{-10}$  Torr) を保持しなければならない。

このため排気系は4基のイオンポンプと2基のチタニウム・サブリメーションポンプで構成している。本システムでは、真空度の監視はその悪化の時間的緩急に応じて二系統に分割してある。すなわち、急激な真空度の悪化に対してはFast Closing

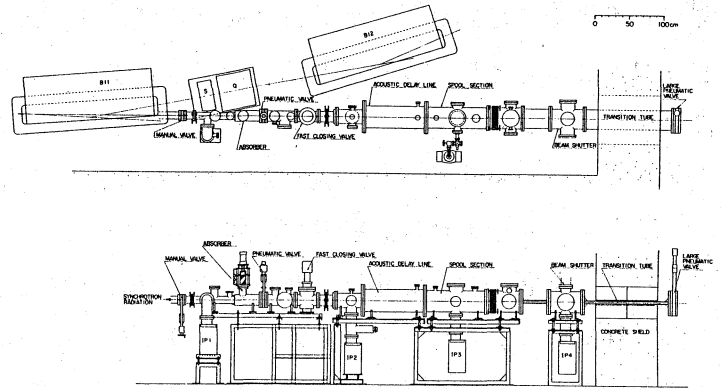


図4 遠隔操作機器と基幹チャンネルの詳細〔3〕。

Valve の高速遮断と、それにとまなう全遠隔機器閉鎖である。

これに対し、緩慢な悪化については、超高真空ゲージを子ノードが監視し、その判断のもとに基幹チャンネルを閉鎖し、次いで警報を親ノードに発信する。そのほか、4基のイオンポンプについてもイオン電極の電流を監視しており、必要に応じて同ポンプ高圧電源の Power ON/OFF や Protection ON/OFF の制御を行なっている。このように、真空度を複数の測定点で監視して、蓄積リングの安定した運転の一助をなしている。

## 2.2 親ノード

ネットワークの制御をしている親ノードにはDEC社製マイクロコンピュータLSI-11/23を置く。その構成はRT-11 OS, 256 KBメモリ, 1 MB x 2 フロッピーを主体にZ-80A通信制御装置, NEC PC-8800 (1 MB フロッピー, カラーCRT, ROMライタ, その他) を接続してある。また中規模計算機FACOM M-200のデータベースをアクセスするための専用回線を設けてある。親ノードは総ての基幹チャンネルの制御データをカラーCRT上に表示するほか、データベースに送る。これらのデータは基幹チャンネルだけでなく蓄積リング他の保守管理に利用する。親ノードは必要に応じて制御コマンドやパラメータを送出して、特定の子ノードを直接制御する機能をもつだけでなく〔2〕, ネットワーク全体の管理も行なう。

### <参考文献>

- [1] K. Kohra et al "Present Status of the Photon Factory," Nucl. Instr. and Meth. 208 (1983), pp 23-30, North-Holland Pub. Co.
- [2] 金谷他「放射光用電子蓄積リングにおける基幹チャンネル分散制御システム」昭和58年度電子通信学会総合全国大会. p1547
- [3] S. Sato et al "Front ends for the Photon Factory Beam Lines," Nucl. Instr. and Meth. 208 (1983), pp 23-30, North-Holland Pub. Co.