

KEKB リニアック入射部の機器制御用新型コントローラ

白川明広¹、大沢 哲、池田光男
高エネルギー加速器研究機構
〒305-0801 茨城県つくば市大穂 1-1

概要

KEKB 電子陽電子リニアック入射部の機器コントローラを、平成 12 年度から 13 年度にかけて更新した。電子銃電極等を制御するもの、電子銃真空インターロック系を制御するもの、及び集群系を制御するものの 3 種類である。各コントローラ的设计思想は共通しており、ユーザーインターフェースとしてタッチパネルを設け、信号処理用に PLC を使用している。これらにより、操作性、保守性等が向上した。

新型コントローラは加速器制御ネットワーク上の独立した 1 個体となり、通信速度の向上とあいまって、制御システム構築がより容易になった。

電子銃側の新型コントローラ 2 台は運用開始から約 1 年を経過し、期待通りの性能で安定に動作している。集群系の方は今秋の運用開始を予定している。これら新型コントローラについて、更新前との比較を交えて述べる。

1. はじめに

電子銃機器の制御は以前から PLC (プログラマブルコントローラ) 内蔵のコントローラで行っていたが、使用開始後 10 年以上を経過し幾つか支障が出てきた。それは、制御情報の増加要求に対し、入出力点数や通信速度が対応しにくくなっていることと、機器配置スペースが逼迫していること等である。

一方集群系制御では、パソコン(FC9801)に信号入出力ボードを装着し、コントローラとして使用中である。制御プログラムは「枯れて」おり極めて安定に動作しているが、故障時の代替品確保が困難になっている。また、入出力ボードの制御プログラムは機械語に近い低レベル言語で組まれており、変更要求があった場合には手数のかかる作業となる。

こうした背景から、高性能で小型の PLC とグラフィカルな操作画面を装備したコントローラを新しく設計し、更新することとなった。

2. 新型コントローラの共通仕様

上述のような要請に対し、次のような設計思想で対処した。

- ・信号処理系に PLC を使用する
 - ・液晶タッチパネルでユーザ操作画面を用意する
 - ・PLC を制御系イーサネットに直接接続する
- 各コントローラ共に、この共通の枠組みを持つ。

PLC は既にリニアックのビームトランスポート制御系や真空制御系等でも広範に採用されている^[1]。この度使用した PLC 機種は、互換性も考慮してそれらと同じ横河電機株式会社製の FA-M3 とした。

タッチパネルにはあらかじめ PLC との通信プロトコルが設定してあり、比較的簡単な作業で必要な制御画面を構築できた。タッチパネルと PLC 間の通信手段は RS232C としており、こちらは特に不足は無い。

各コントローラとリニアック制御系上位側との通信は、「デバイスマネージャ」として設置した PLC ドライバ用パソコンですべて仲介させている。

以下、各コントローラの個別仕様について述べる。

3. 電子銃高圧ステーションコントローラ

高圧ステーションコントローラは高圧ラック内に位置し、主に電子銃電極電源の制御を担う(表 1)。イーサネット回線とは別に、真空インターロックコントローラとの間に PLC 専用リンク線を持つ(図 1)。すべての機能について、タッチパネルによるローカル操作と通信による遠隔操作の両方が可能である。

外形は、EIA 規格 19 インチラック取り付け型の筐体で、高さは 4U(222 mm)である。前面にタッチパネルと信号入出力コネクタがある(図 2)。

表 1 : 高圧ステーションコントローラの機能

制御対象	機能	数
ヒーター	電流設定/読出、電圧読出	1
バイアス	電圧設定/読出	1
グリッド	電圧設定/読出	2
トリガディレイ	ファイン設定/読出	2
庫内温度計	温度読出	1
電源オンオフ	インターロックシーケンス	一式

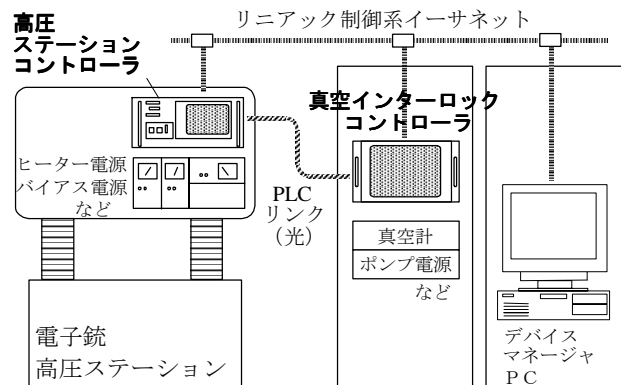


図 1 : 高圧ステーションコントローラと真空インターロックコントローラの位置付け

¹ E-mail: akihiro.shirakawa@kek.jp

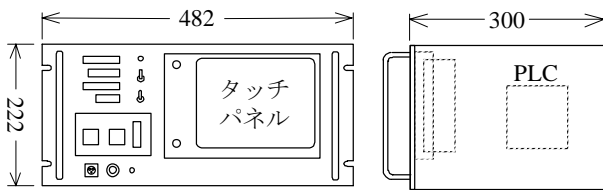


図 2：高圧ステーションコントローラ外形

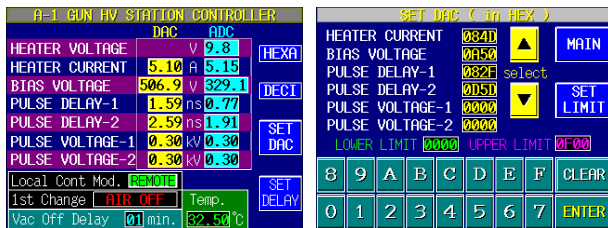


図 3：高圧ステーションコントローラ操作画面

内部機器は、PLC の他には信号駆動用の直流電源だけである。リニアックの通常運転時にはこのコントローラにアクセスできないため、操作画面は必要最低限なものとした。タッチパネルの画面サイズは、高圧ステーション内の空間節約のため6インチとした。ただし複数種類の画面を表示できるので、情報が少ないわけではない。操作画面例を図3に示す。

4. 真空インターロックコントローラ

真空インターロックコントローラは、電子銃チューンバーを中心とした真空機器の動作、特に粗排気系の動作シーケンスを主に管理する。また高圧ステーションに対して、電子銃内真空度の良否を示す信号と、電子銃冷却用圧縮空気の状態信号を送っている。

制御対象機器の内訳を表2に示す。ゲートバルブ開閉操作は、圧力値やポンプの動作状態により可否を判断したうえで行われる。なお表中の数値は最大制御可能数であり、一部の冷陰極ゲージなどは現在使用されていない。粗排気系の操作に関しては、外部からの遠隔操作を行わないこととしている。

コントローラの大きさは高さがEIA 6U(267mm)、幅が19インチである。10インチ画面のタッチパネルを

表 2：真空インターロックコントローラの制御対象

機器名	制御機能	台数
ゲートバルブ	開閉操作/状態読出	6
イオンポンプ	オンオフ状態読出	2
イオンゲージ	圧力値・状態読出	1
冷陰極ゲージ	状態読出	4
ピラニ/ペニングゲージ	オンオフ状態読出	1
ターボ分子ポンプ	動作状態読出	2
ロータリーポンプ	起動/停止	1

表 3：集群系コントローラの入出力信号とそれに対応する PLC モジュール

信号の種類	信号規格	入出力数	PLC モジュール構成
ステッピングモータ駆動	TTL パルス	出力 6	位置決めモジュール 3 個
エンコーダ位置情報読出	16bit デジタル	入力 6	接点入力モジュール 1 個
R F パワーメータ読出	GP-IB	1	GP-IB 通信モジュール 1 個
加速器制御系との通信	イーサネット	1	イーサネット通信モジュール 1 個

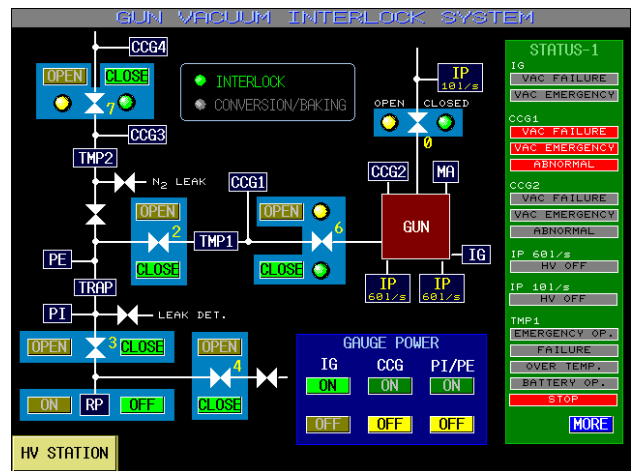


図 4：真空インターロックコントローラ操作画面

前面に取付け、信号コネクタは背面に設けている。真空系操作画面の例を図4に示す。

真空インターロックコントローラでは、本来の用途の他に、高圧ステーションの制御も可能とした。関係する情報はすべて PLC 専用リンク線を通じて授受し、そのための操作画面も用意した。

5. 集群系コントローラ

KEKB リニアック入射部の移相器・減衰器は、2 台のショートプランジャを同時に変位させて、位相または減衰度の一方のみを変化させられる^{[2][3]}。集群系コントローラの役割は、このプランジャを制御することである。具体的には図5のような位置付けであり、ステッピングモータドライバおよびエンコーダドライバを経由して制御を行う。コントローラの入出力信号について、対応する PLC モジュールと併せて表3にまとめる。最大3組(6台)のプランジャが制御可能である。現在はプリバンチャーとバンチャーに1組ずつ使用されている。

コントローラ筐体の高さはEIA 7U (310mm)で、幅はやはり19インチである。タッチパネルサイズは12インチと大きいですが、設置場所がパソコンを撤去した跡で、スペースに余裕があるため採用できた。コントローラ内部機器は PLC と制御信号用の直流電源3台がすべてで、内部はかなり空いている。入出力信号コネクタは背面にある。

タッチパネルの操作画面では、2 台のプランジャを同時に変化させる「デュアル」モードコマンドと、片方のみ変化させる「シングル」モードコマンドを用意している。

集群系コントローラは、今夏の加速器保守期間中に新型への置き換えを予定している。

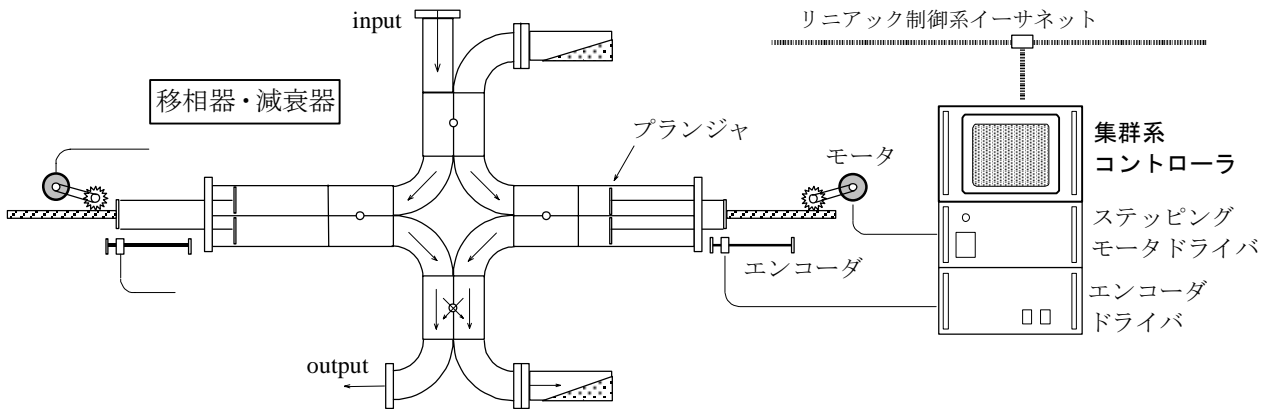


図5：集群系コントローラの位置付け

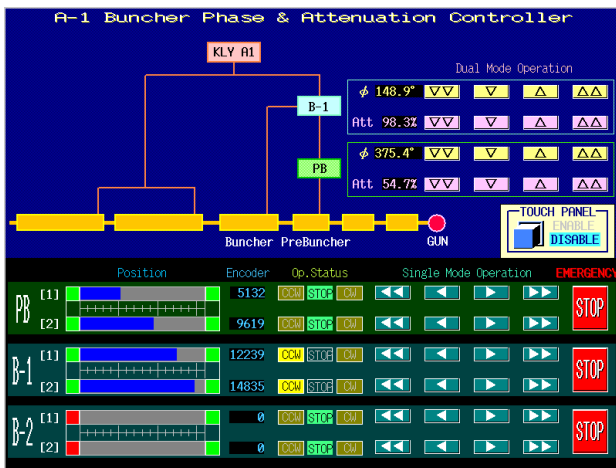


図6：集群系コントローラの操作画面

6. コントローラ更新による改善点

6.1 操作性の向上

タッチパネルによるグラフィカル操作環境は視認性にすぐれ、きめ細かい情報提供が可能となった。集群系コントローラでは、加速器制御室の操作卓と似通った操作画面を用意しており、オペレータにわかりやすいものとなっている。

いずれのコントローラでも複数種類の画面を表示可能であり、多くの情報量を提供できる。

6.2 通信の高速化・安定化

更新以前はコントローラとマネージャ PC との間の通信は RS232C (9600bps) であった。これをイーサネット (10Mbps) にしたことで、大量・高速の通信が可能となった。また、マネージャ PC は現在電子銃室に置いているが、制御系イーサネットの届く範囲であれば設置場所は問わず、自由度が高い。

電子銃高圧ステーションへの通信経路は、以前は PLC 専用リンク線の 1 系統しか無かった。イーサネット通信が可能となったことで複数かつ大容量の通信経路が確保された。この結果、大電流ビームと小電流ビームの切替に伴う電子銃の各種電源電圧等の

変更がスムーズになった。1日に40回程の切替があるが、極めて安定で信頼性の高いシステムとなった。

6.3 保守性の向上

ハードスイッチを廃止してタッチパネルに切り替えた効果は大きい。使用部品数が激減し、内部配線も簡素になった。そのため入出力モジュールも不要となり、PLCシーケンスプログラムも縮小された。使用している部品の殆どは汎用工業製品である。

タッチパネル画面の作成はパソコン上で専用ソフトウェアにより簡便に行うことができる。変更要求に対しても柔軟な拡張性を持つ。2バンチ加速要求^[4]のように、ビーム仕様は常に新たな要求が加わる。このような場合にも柔軟で迅速に対応できるようにしておくことが重要である。

また高圧ステーションコントローラでは本体寸法の縮小を優先させた結果、容積比で半分以下となり、重量、コストと共に大幅に軽減された。高圧ステーション内は限られたスペースであるので、小型化により次の改良のための余地が生まれたことになる。

7. まとめ

KEKB リニアック入射部において、3種類の機器制御コントローラを更新した。電子銃関連の2台については既に1年余にわたって運用しており、操作性、制御通信、保守性等の面で期待通りの性能を維持している。集群系の新型コントローラは今秋より運用開始予定で、こちらも同様の効果が見込まれる。

参考文献

- [1] A. Shirakawa, et al., "Renewal of Magnet Controller for e+/e- LINAC", Proceedings of the Meeting on Engineering and Technology in Basic Research, KEK Proceedings 99-16, 1999
- [2] M. Yokota, et al., "PreBuncher and Buncher Control System for the KEK PF 2.5-GeV LINAC(II)", Proceedings of the 17th Linear Accelerator Meeting in Japan, 1992
- [3] S. Ohsawa et al., "PF 2.5-GeV LINAC INJECTION SYSTEM UPGRADE (II)", Proceedings of the 17th Linear Accelerator Meeting in Japan, 1992
- [4] Y. Ogawa et al., this proceeding