

パソコンと CAMAC による偏極イオン源の制御

加速器センター 大 和 良 広

論文要旨

加速器センター9階のイオン源室にある偏極イオン源の様々な電源装置等をパソコンと CAMAC*で制御するシステムを開発した。本稿では、本システムの開発について報告する。

1. はじめに

筑波大学加速器センターのタンデム加速器においては、イオンビームを効率良く加速するために100 keV以上の入射エネルギーを必要とする。従って、そのイオン源は全て100 kVの高電圧下に設置されている。偏極イオン源から最適なビーム出力を得るためには、100 kV高電圧下に設置されている種々の電源装置等を調整する必要がある。今までこの調整は、高電圧防御フェンスの外から絶縁棒を介して手動で行なわれてきた。そのためイオン源の調整等は9階イオン源室の現場でしかできず、また、イオン源の各種パラメータの値を常に2階制御室で監視することができず不便を生じていた。そこで今回パソコンと CAMACを用いた制御システムを開発し、偏極イオン源(図-1)の各種パラメータを集中して現場及び2階制御室でコントロールできるように本システムを開発した。

2. システムの概要

本システムは、電源装置(電圧でコントロールでき、電流及び電圧のモニター出力の付いているもの)、パーソナルコンピュータ(PC-9801 E/M)、タッチパネルディスプレイ、CAMACモジュール(DAC, ADC)、PCモジュール(DAC, ADC)、RS-232C光ファイバーデータリンクより構成されている。

(1) 電源装置

デュオプラズマトロンイオン源からのビーム引き出し用定電圧電源(0~15 kV, 15 mA)、磁気レンズ用定電流電源(0~3 A, 50 V)、収束レンズ1用定電圧電源(0~20 kV, 5 mA)、収束レンズ2用定電圧電源(0~5 kV, 0.5 mA)、セシウム炉ヒーター用定電流電源(0~3 A, 50 V)、ディフレクター用定電圧電源(0~110 V, 1.5 mA)、ウィンフィルター用定電流電源(0~16 A, 18 V)これら全ての電源装置は、0~10 Vの電圧で出力電流又は出力電圧のフルスケールをコントロールでき、0~10 Vの電流及び電圧のモニター出力が付いている。

指導助言者：物理学系助教授 田 岸 義 宏

* CAMAC は、素粒子・原子核実験における計測及び制御用に制定された規格である。

CAMAC の特徴として、モジュラーシステムである。機能単位は、『プラグイン・ユニット(モジュールとコントローラー)』として『クレート(プラグイン・ユニットを入れる箱)』に入れられる。機械的構造は、集積回路向きである。プラグイン・ユニットは、『データウェイ(クレートの一部でありデータ線や制御線、電源線などから成っている)』に直接接続される。システムは、計算機に接続するように設計されている。プラグイン・ユニットと外部との接続は任意である等が挙げられる。

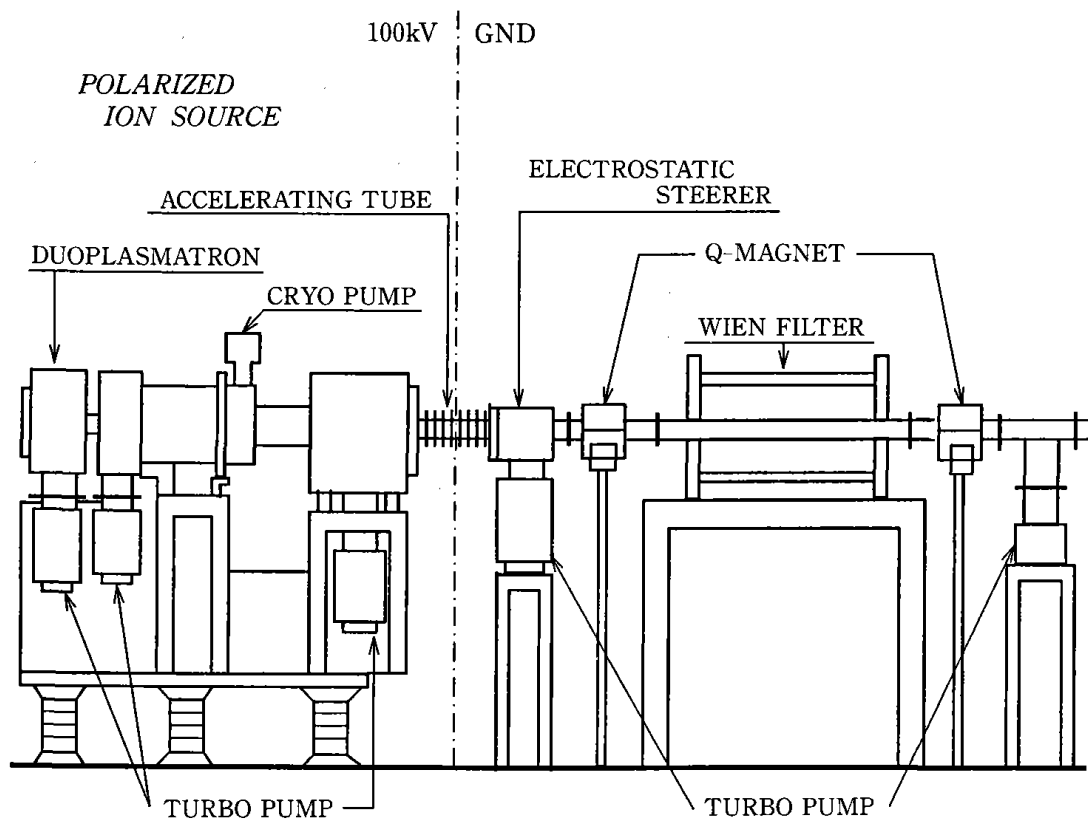


図-1 偏極イオン源

(2) パーソナルコンピューター

NEC PC-9801 E

(含: RAM 256 kB, RS-232 C 増設ボード, 1 MB フロッピーディスクインターフェース, PC モジュール DAC, ADC)

NEC PC-9801 M

(含: CAMAC クレートコントローラーインターフェース)

(3) タッチパネルディスプレイ

予めタッチスイッチのエリア(座標)をパソコンにより設定しておく、LED と PD で指が触れた座標又は予め設定した文字をパソコンに送り返すデジタル RGB ディスプレイ。(RS-232C 仕様)

(4) CAMAC モジュール

ア. クレートコントローラー

CAMAC の種々のモジュールをコントロールし、パソコンとデータ交換をする。

イ. DAC (デジタル-アナログコンバータ)

パソコンから送られたデジタル信号をアナログ信号(電圧)に変換するモジュール。(8チャンネル)

ウ. ADC (アナログ-デジタルコンバータ)

電源装置のモニター出力から出された電圧をデジタル信号に変換するモジュール。(16チャンネル)

(5) PC モジュール

DAC/ADC

100 kV 上以外の電源装置等をコントロールするためのモジュール。

(DAC: 2チャンネル)

ADC: 8チャンネル)

3. プログラム

コントロールソフトのプログラム言語は、PC-9801 シリーズの特殊な機能をフルに活用するため、BASIC を使用した。

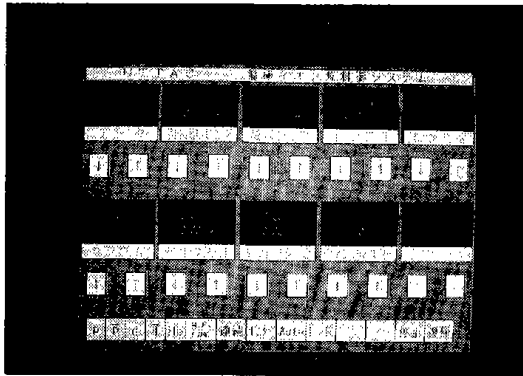


写真-1 コントロール画面

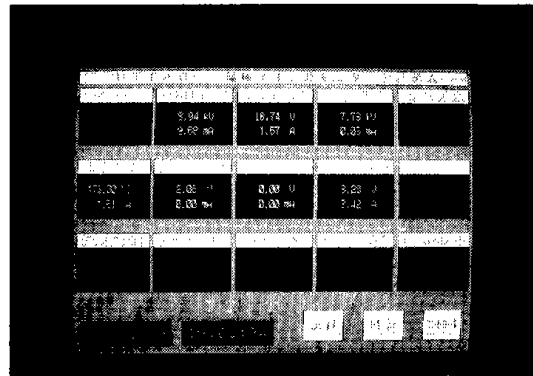


写真-2 モニター画面

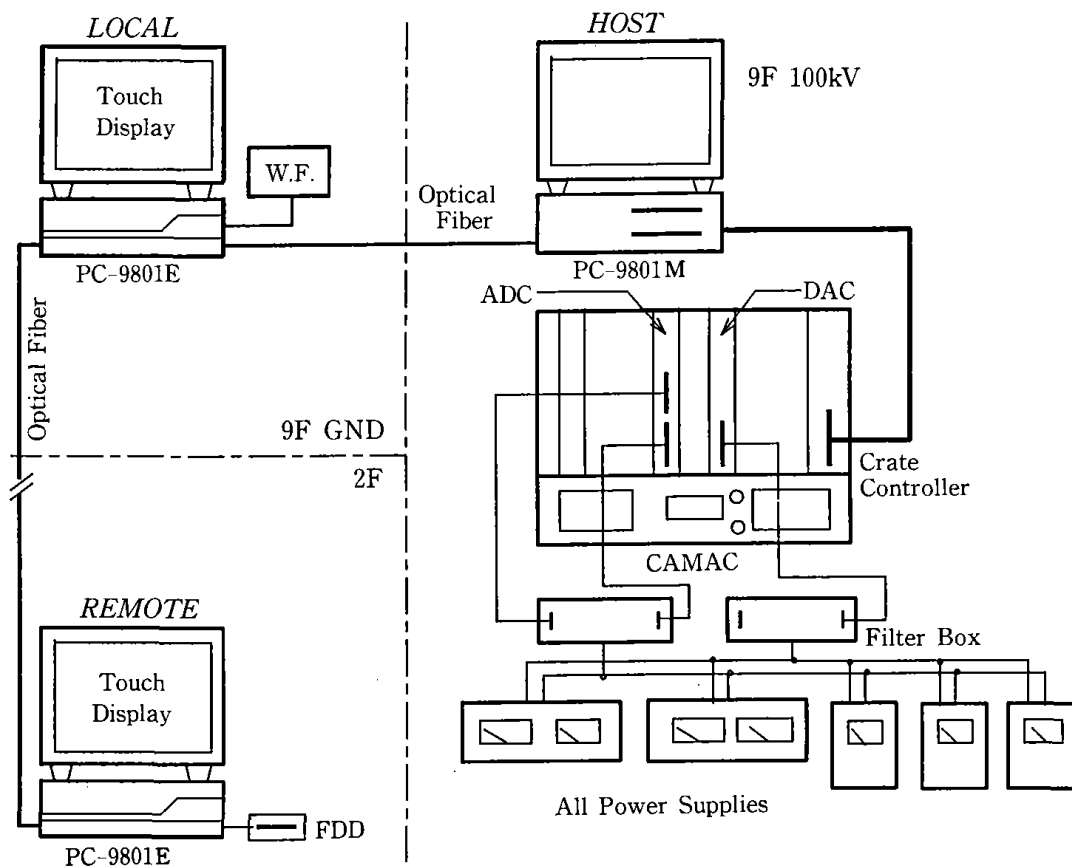


図-2 システム配置図

(動作環境は、MS-DOS 上の BASIC コンパイラでコンパイルしたものを使用している)
 マン・マシンインターフェースの充実を図るために、グラフィックス(写真-1, 写真-2)は、タッチスイッチの位置、メーターの位置等を考え念入りにプログラムした。

4. 動作

3台のパソコン、CAMAC、PC モジュール等がどういう働きをするか説明する。(システムの配置等は図-2 参照)

(1) イオン源本体が設置されている 100 kV 高電圧架上にあるパソコン(写真-3)が HOST

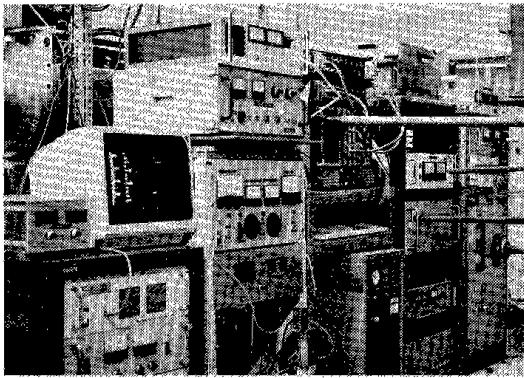


写真-3 HOST & CAMAC

である。HOSTは、アース側にあるパソコン (LOCAL コントローラー以後 LOCAL と呼ぶ) (写真-4) から、RS-232C (光ファイバー) で命令を受けると CAMAC の DAC をコントロールし、電源装置の出力を調整する。なお、電源装置の分解能 (STEP) はソフトによって変えることができる。それから、各々の電流及び電圧 (パラメータ) を ADC により読みだし、LOCAL ヘデータを送る。

(2) LOCAL は、画面のスイッチにより様々な制御をすることができる。

コントロール画面 (写真-1) では、『↑』を押す毎に指定された分解能の分だけ出力をアップさせ、『↓』はダウンさせる。出力ビーム強度が最大になるように上下して調整するのである。

『p』、『p̄』、『d』、『d̄』、『He』は、ビームの種類により各々の標準パラメータがあるが、それらを自動設定する。例えば『p』を押すとプロトンの無偏極ビームの標準パラメータを設定する。この機能により電源装置の立ち上げが飛躍的に速くなる。

『W.F.FINE』は、ウィンフィルター (磁場) の電源装置の分解能を押す度に COARSE と FINE を切り換える。

『断続』を押すと表示が『連続』に変わり、タッチパネルのモードが、触れている間連続的に動くようになる。もう一度押すと『断続』に戻る。『断続』は、一度画面から指を離さないとも再び反応しないようになっている。

『モニター』を押すとモニター画面 (写真-2)

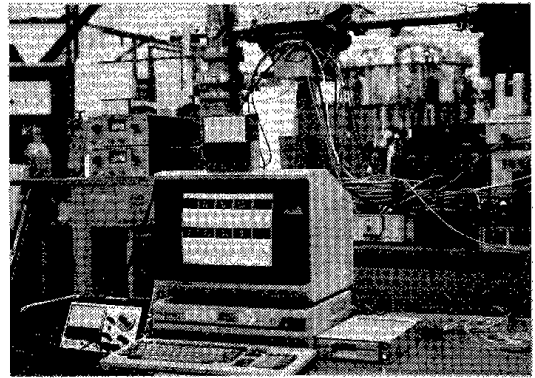


写真-4 LOCAL コントローラー

に切り換わる。

『L/R』は、押す度に LOCAL (9 階)、REMOTE (2 階) を切り換える。

『停止』は、全ての電源装置の出力を 0 にすると同時に DAC をリセットする。

『復帰』は、停止した後、電源装置等を最終パラメータに自動復帰させる。

モニター画面 (写真-2) では、リアルタイムにパラメータを表示し、日付と時刻を表示するようになっている。割り込み処理により、コントロール画面に戻ることと DISK に日時、パラメータの記録をすることができる。この機能により、今まで一々ノートに記入していた電源装置のパラメータ等を瞬時に記録でき、後でパラメータを検索するのが大変容易になる。

ウィンフィルター等のアース側にある電源装置は、LOCAL 本体 (PC-9801 E) の後ろのスロットに入っている PC モジュールの DAC で操作し、パラメータは ADC により読みだす。

(3) 2 階制御計数室 (コントロールルーム) に

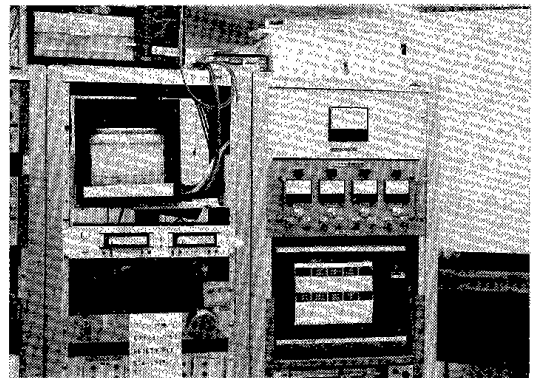


写真-5 REMOTE コントローラー

あるパソコン (REMOTE コントローラー以後 REMOTE と呼ぶ) (写真-5) は, LOCAL をリモートモードにすると一部を除き 9 階と同じように制御することができる。

REMOTE は, LOCAL を中継して HOST へ命令を送り, データを受ける。データの送受信は, 9 階から 2 階まで張られた光ファイバーの RS-232C により行なわれる。

このシステムは, LOCAL がメインであるので, 2 階で操作中に 9 階でローカルモードに戻すと, REMOTE は, 『ローカルモードです。9 階で操作中です。』と表示され, 再び 9 階でリモートモードにしない限り操作することができなくなる。これは, 9 階と 2 階で一度に操作すると誤動作を起こしかねないし, 危険なので操作は 1 カ所で行なえないようにするためである。

5. ノイズ対策

偏極イオン源では, 電源装置やロータリーポンプ, ターボ分子ポンプ, クライオポンプなどの真空ポンプやコイルの磁場の反転のためのリレースイッチや引き出しレンズ電極の放電等から, 多種多様なノイズが発生している。このため, コンピューターや CAMAC は誤動作を起こしたり, システムダウンを起こしたりしやすい。そのため, ノイズを極力抑えなければならない。

まず, 真空ポンプの電源装置等から出る微少な電磁ノイズにより, 電源装置のパラメータを ADC により読みだしたとき大変なバラツキを生じ正確な電源装置のパラメータを読むことができなかった。これに対し, フィルターボックスを設けフィルターボックスを通すことにより安定したパラメータを読み取ることができるようになった。

それから, 引き出しレンズ電極の放電等によ

り, CAMAC の DAC が出力を停止するという事態が発生した。何もノイズ対策を施していなかった時には, 大変頻繁に DAC が止まったが, 電源供給を絶縁トランス, 安定化電源, OA 用ノイズフィルターを通して行ない, DAC 本体にバイパスコンデンサーを設けることによってこのような事態の発生が極めてまれになった。

今後, このような事態が起きないようにさらに原因の究明, 適切な処置が必要である。

6. まとめ

このシステムにより, 実験室へのビームの輸送を効率良く行なえるようになり, また, 2 階制御室で偏極イオン源の各々のパラメータの監視, 記録が常にできるようになった。

現在このシステムは正常に可動しており, 偏極イオン源の操作に大変役立っている。

今後 (1) 真空度を読みだせるようにする。

(2) 未だ, 制御できない電源装置 (アーク電源等) を順次できるようにする。

(3) ビームカレントを ADC により読みだして, ビーム調整のオート化を図る。

等, ソフト及びハードの開発を進めてより良い制御システムを作りあげていくようにする。

謝 辞

本報告書の作成にあたり, 助言, 御指導くださいました田岸義宏助教授, システムの設置に御協力くださいました富沢正人助手, 光ファイバーの設置に御協力くださいました石原豊之助教授, アナログ回路について助言, 御指導くださいました大島弘行氏, ソフトのプログラムについて助言, 御指導くださいました新井一郎講師, 木村博美氏, 皆倉輝志氏に深く感謝いたします。