

パーソナルコンピュータによるガンマ 10 データ収集系の更新

杉山昭彦

筑波大学研究事業部研究事業課 プラズマ研究センター

〒305-8577 茨城県つくば市天王台 1-1-1

概要

筑波大学プラズマ研究センターに設置されている核融合実験装置ガンマ 10 に付随する CAMAC*データ収集系の新システムへの更新作業を行った。また、立型電動発電機制御系機能の中の一部である加熱系波形データ収集機能のシステム移行作業も併せて行ったので報告する。

1. はじめに

筑波大学プラズマ研究センターにて長くデータ処理用コンピュータとして使われてきたミニコンピュータ TOSBAC 7/70E を主体とした旧 CAMAC データ収集システムから、パーソナルコンピュータを採用した新 CAMAC データ収集システムへのシステム更新作業を 2001 年度に開始し、初年度はその一部のクレートを新 CAMAC データ収集システムへ移行させた。今年度は、残ったクレートのすべてを新 CAMAC 収集システムへ移行し、システム全体の更新作業を完了させた。また同様に旧処理系で行っていた、既設ガンマ 10 用立型電動発電機制御システムが処理した、発電機出力データ及び加熱系波形データの、データサーバ格納も新データ収集システム側で行える

ようにした。

2. ガンマ 10 コンピュータシステム

当センターの核融合実験装置ガンマ 10 に付随するコンピュータシステムは、ガンマ 10 プラズマ実験に於いて各プラズマ計測装置の波形出力データを収集・処理しデータサーバへ格納する CAMAC データ収集系と、ガンマ 10 実験装置本体磁場コイルへの電力供給やプラズマ加熱用の電力を担う立型電動発電機の運転制御及び発電機の稼動状態監視全般を担当する立型電動発電機設備制御系を有する。

2.1 立型電動発電機設備制御システム

当センターに設置されている立型電動発電機は、重さ約 300 トンのフライホイールを約 450rpm で回転させ、その回転エネルギーを電気エネルギーに変換して、ガンマ 10 本体磁場コイルに流す電流やプラズマ加熱用の電力を供給している。この発電機の制御全般を担当するのが立型電動発電機設備制御システムであり、実験棟運転室及び発電機棟制御室の 2 箇所に配置され、互いに発電機制御システム専用 LAN によって接続された PLC (Programable Logic Controller) を用いることにより集中管理している。

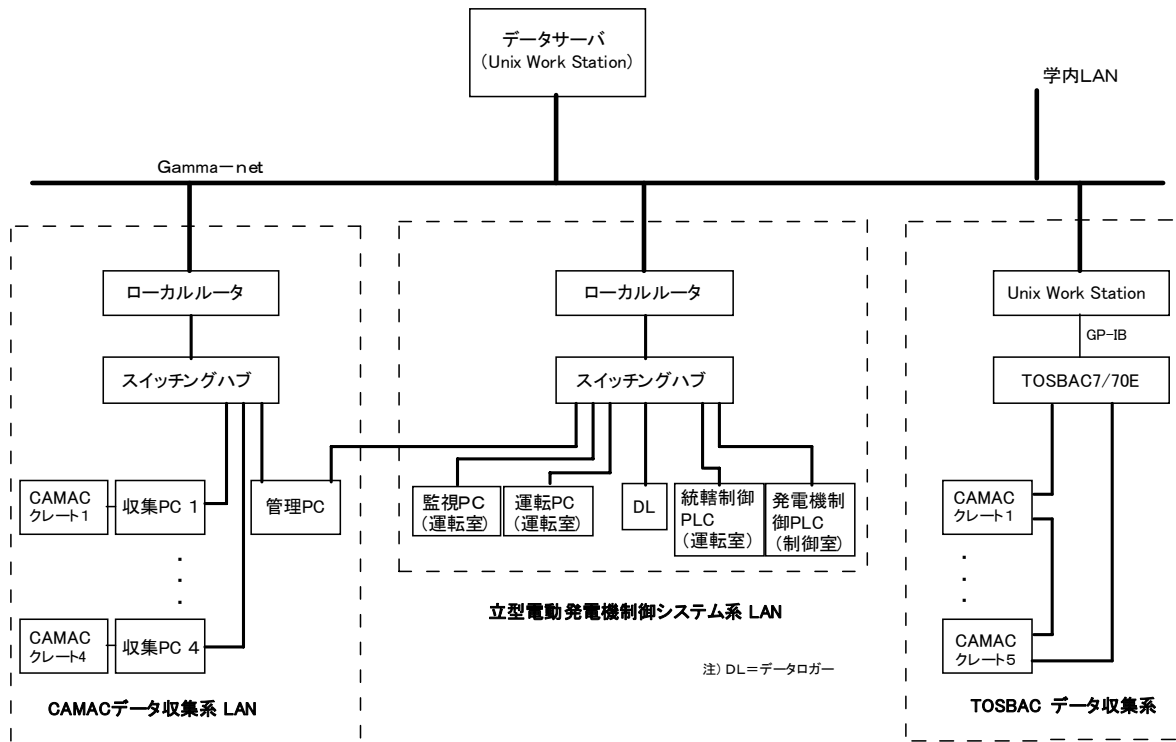


図 1 ガンマ 10 コンピュータシステム接続図(更新前)

PLC は、稼動中の立型電動発電機の回転数や出力電流の制御、冷却水動作制御や水温監視、発電機出力をガンマ10本体磁場コイルやプラズマ加熱装置に供給するためのトランスや整流器及び真空遮断器等の状態変化を監視・管理する発電機制御機能、総合実験に於いてオペレーターが統轄用 PC から入力したコイル通電電流値及びショット間隔時間を設定し、総合実験時の統轄運転シーケンス制御を行う発電機運転条件設定機能、ガンマ10本体磁場コイルへ通電した電流値の時間変化を収集する発電機出力波形データ収集機能、データロガーを介して各プラズマ加熱系からの出力データを取込むプラズマ加熱系波形データ収集機能などを有する。

また PLC は総合実験ショット進行中において、新 CAMAC データ収集システムの主体である CAMAC 管理 PC に、発電機制御システム専用 LAN を介して同期タイミング信号（実験準備、3 分前、2 分前、1 分前、10 秒前、発電、通電、フラットトップ、実験終了）及びショット終了後のショット番号を配している。

2.2 CAMAC データ収集システム

CAMAC データ収集システムは、ガンマ10プラズマ実験に於いて各プラズマ計測装置の波形出力データを収集・処理しデータサーバへ格納するシステムである。

昨年度のデータ収集システムは、TOSBAC 7/70E 系処理システムに 5 台の CAMAC クレートが、WindowsPC 系処理システムに 4 台の CAMAC クレートがそれぞれ接続され、各々データ収集を賄うという旧方式と新方式が混在したシステム運用形態になっていた。図 1 が更新作業前のコンピュータシステムのネットワーク接続図である。その方式では、まず TOSBAC 7/70E システムがデータサーバ内に最新 shot ディレクトリを作成し、引き続いて TOSBAC 7/70E システムが収集した 5 台分の CAMAC クレートのデータと PLC からのプラズマ加熱系波形データと発電機出力波形データを gamma-net 経由でディレク

トリ内に格納、同様に Windows 管理 PC は収集 PC が処理した 4 台分の CAMAC クレートデータを CAMAC データ収集系専用 LAN を経由してデータサーバ内最新 shot ディレクトリに転送し、双方のデータの書き込み完了で 1shot 分のデータとなる。

今年度は、旧データ収集システムの主体である TOSBAC 7/70E を使用した収集系を完全に廃止する為、これまで旧方式でデータ収集していた 5 台の CAMAC クレートへ Windows 収集 PC を接続し、さらに新規にもう 1 台を増設して合計 6 台の CAMAC クレートを新 CAMAC 収集システムへと切り替えた。これによって総合実験時に稼働させている 10 台すべての CAMAC クレートを WindowsPC 機による新データ収集系へと更新した。図 2 に更新作業を完了した新データ収集系の全体図を示す。なお、管理 PC 及び収集 PC に組込んでいる収集制御ソフトウェアは（株）東芝製である。

加えて PLC で処理しているデータ中の、プラズマ加熱系波形データと発電機出力波形データに関しては、CAMAC データ収集システムで処理されたプラズマ計測系データと同一の shot ディレクトリ内に取り込み Unix データサーバへ格納する必要がある。これまではプラズマ加熱系波形データ・発電機出力波形データをデータサーバへ転送・格納する機能は、旧データ収集系側が有していた。今年度のシステムの更新作業では、これら PLC が収集したデータの転送・格納機能も新データ収集システム系側で処理できるようにプログラム変更した。

3. 追加プログラム

次に、新データ収集系への移行に伴い追加したプログラムについて述べる。

今年度 WindowsPC（収集 PC）制御へ更新した 5 台の CAMAC クレートの中に、8212 CAMAC モジュールが組み込まれているクレートが存在する。8212 モジュールは他の CAMAC モジュールと比べデータバス転送速度が遅く、その転送速度の違いから現行の WindowsPC 機を接続してデータ収集処理を行った場

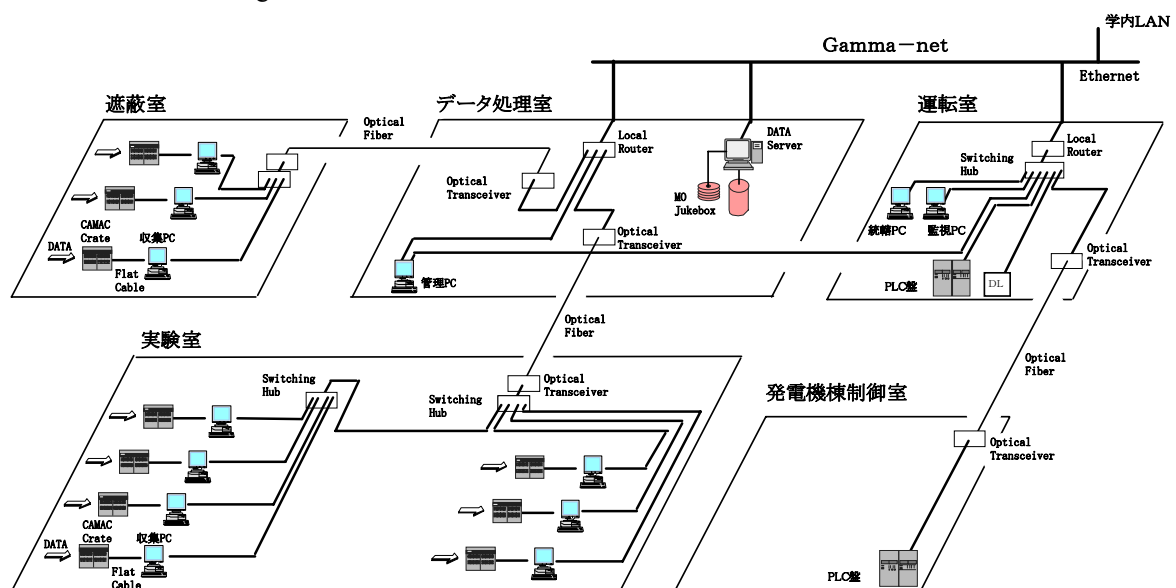


図2 新データ収集系全体図

合、8212 モジュールが有する全 32ch の入力 Port 毎に、32 個それぞれ単独の出力ファイルを作成をすることができなかった。その為 8212 モジュールについては、各 ch 入力を Port 毎にファイル出力せず、全 ch の入力データを 1 つのファイルとしてまとめて取り込むマルチ収集方式で処理することとした。しかしマルチ収集形式のファイルは、前述した様に 32ch 分のデータが 1 つのファイルに収まった形式のデータであり、そのままでは Port 毎の波形データとして解析作業が行えない。従って一般ユーザーに開放する前に、これらのファイルを Port 毎データとして展開操作する必要がある、データサーバ上でマルチファイル展開プログラムを稼働させている。

ここで、今回追加した各収集プログラムの起動タイミングについて記す。

8212 モジュールのマルチファイル用展開プログラムの起動タイミングは、管理 PC からデータサーバ上に最新の shot データをすべて転送し終わった後にスタ

ートさせる必要がある。データ転送の終了を確認する方法として、shot_no という最新 shot 番号確認用ファイルを Unix データサーバ上に作成しておき、CAMAC 管理 PC が、まず最新収集データをサーバへ転送し、全ファイルの転送終了を確認後、今度はサーバ上の shot_no ファイルの中身を 1shot 前の番号から最新 shot 番号へと更新する。展開プログラムは常に shot_no ファイルの中身を確認し、ショット番号が更新されたらマルチ収集形式ファイルの展開操作を開始する。そして展開操作が完了したら次の shot 番号に更新されるまで待機状態を保つように動作する。さらに展開プログラムと同様な起動方法で動作する PLC データの取り込みプログラムも待機している。

これら一連の命令が完了した後、データサーバの格納領域を維持するため、サーバ上で最新のデータが収集される毎に最古データから順にファイルを削除するプログラムが起動する。このプログラムも展開プログラム同様に shot_no ファイルを常時確認し、

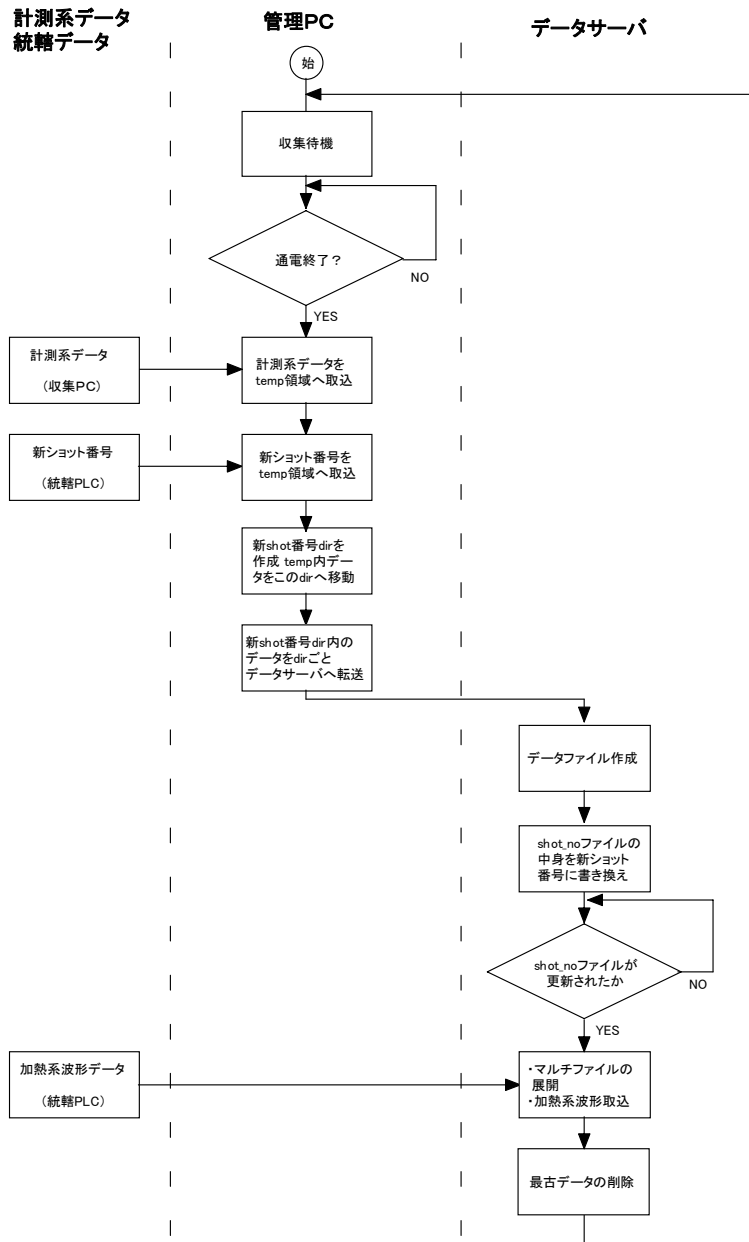


図3 新データ収集システムフローチャート

ショット番号の更新が確認できるとサーバの CPU 負荷が軽減される時間帯まで wait を掛け、ファイル削除動作を開始する。図 3 に新データ収集システムのフローチャートを示す。

尚、新データ収集システムの CAMAC 管理 PC は、2つのローカルエリア接続機能 (CAMAC データ収集系専用 LAN、発電機設備制御系専用 LAN) を有し、PLC が発した同期タイミング信号及び shot 番号を用いて CAMAC データ収集システムからのプラズマ計測系データ及び立型電動発電機設備制御システムからの発電機出力波形データ・加熱系波形データの双方の処理を行っている。

最後に、一度 Unix データサーバ上に取り込まれたデータは削除プログラムの対象となる前に光磁気ディスクへとコピーされ、ディスクチェンジャー装置によって過去のデータがいつでも読み出しできるよう管理される。

4. まとめ

前述したように昨年度までのデータ収集システムは、旧方式と新方式が混在したシステム運用形態になっており、その中核が旧データ処理システムの TOSBAC 7/70E であった。新旧混在したシステム形態時では、TOSBAC 7/70E がサーバ上にショットディレクトリを作成し、データを書き込むという形態だったため、その処理能力上、先に収集作業を終えている Windows PC 側では、TOSBAC 7/70E がサーバ上に最新ショットディレクトリを作成するまでの間、データ転送の待機を強いられていた。今年度は、従来方式でデータ収集していた残りの CAMAC クレートをすべて新方式の Windows 収集 PC 機に切り替えたことによる処理速度の向上が認められ、さらにデータ転送時に無駄な待機時間ができてしまうことがなくなり全体のデータ収集時間を昨年度より 3 分の 2 程度、それ以前の TOSBAC7/70E 収集システムを主とした時期と比べては 2 分の 1 以下に短縮することができた。また懸念であった、メーカー保守可能期間を過ぎてしまった TOSBAC 7/70E からの完全システム切り替え作業が完結できた。

謝辞

本データ収集システムの更新にあたっては、プログラム開発において当センター立松芳典先生を中心として、ハードウェア構築で当センター檜垣浩之先生ご指導のもと作業を進め、無事システム更新が終了できましたことを深く感謝いたします。

*CAMAC

Computer Aided Measurement And Control の略。コンピュータを用いて大量のデジタル情報を取扱う際の国際規格。

参考文献

杉山昭彦：パーソナルコンピュータによる CAMAC データ収集系
筑波大学技術報告 No.24 (2004) p137.