

PANTAデータ収集システムの開発

新谷, 一郎
九州大学応用力学研究所

<https://doi.org/10.15017/4794810>

出版情報 : 九州大学応用力学研究所技術室 技術室報告. 4, pp.34-37, 2022-07. Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu University

バージョン :

権利関係 :

PANTA データ収集システムの開発

新谷 一朗

要 旨

応用力学研究所の核融合力学部門では、乱流プラズマ実験装置（PANTA）を用いてプラズマに関する基礎研究を行っている。PANTAには、プラズマの密度や磁場などを計測するプローブやトモグラフィ用光ファイバが取り付けられている。筆者は、これらの計測器からデータを収集するシステムの開発を依頼された。本稿では、開発した当該システムの概要について紹介する。

キーワード

PANTA システム開発 LabVIEW Python

1. はじめに

応用力学研究所の核融合力学部門では、乱流プラズマの基礎物理について研究するため、乱流プラズマ実験装置（PANTA：Plasma Assembly for Nonlinear Turbulence Analysis、図1）を用いて、実験を行っている。

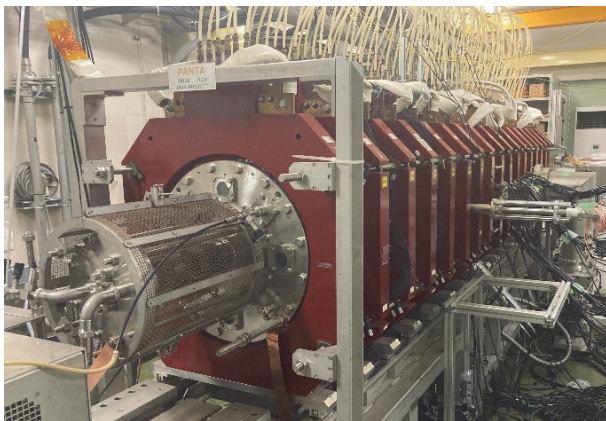


図1 PANTAの写真

PANTAでは、直線状のプラズマを生成し、プローブやトモグラフィ用光ファイバを用いて、様々な物理量を計測している（図2）。プローブは主に、プラズマの局所的な密度や磁場、温度を計測するために、トモグラフィ用光ファイバはプラズマの局所発光量を算出するために用いられている。これらのデータを収集する際、今まで横河電機製のWE7000（図3）という機器を使用して

いた。しかし、WE7000は既に販売終了しており、当該機器の保証期限も超過していた。そのため、WE7000に代わって、プローブ等のデータを収集するシステムが求められていた。

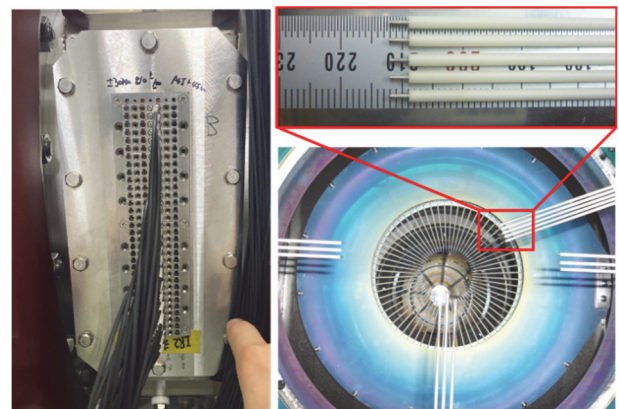
図2 PANTAの計測器
（左側：光ファイバ、右側：プローブ）

図3 WE7000の外観図

そこで今回、これらのデータ計測・収集に加え、操作用 PC から遠隔で PANTA にプラズマを生成させるためのシーケンス機能やトリガ信号出力機能を統合したデータ収集システムを開発した。なお、今回のシステム開発では、主に National Instruments 製プログラミング言語の LabVIEW を使用し、収集したデータをグラフ表示させる部分は Python 言語を用いた。

2. データ収集システムについて

図 4 にデータ収集システムの構成図を示す。本システムは、操作用 PC、中央制御、シーケンサなどで構成されている。

操作用 PC は、計測に関するパラメータやシーケンススタート/ストップの指令を中央制御に送る役割を持つ。中央制御は、本システムの仲介役として操作用 PC から受け取ったパラメータ等をシーケンサに送信し、シーケンサで収集したデータをストレージに送る役目を担う。本システムの要であるシーケンサは、PXI シャーシに組込コンピュータと DAQ (データ集録) デバイス 5 台が搭載された装置であり、データ収集に加え、トリガ信号出力の機能を持つ。

図 5 に組込コンピュータおよび DAQ デバイスの仕様を示す。使用した DAQ デバイスは 1 台につき 8CH 分のデータを収集できるため、本システムでは最大 40CH 分のデータ収集が可能である。また各 DAQ デバイスには、BNC 端子台 (BNC-2090A) が接続されている。

データ収集が完了すると、データは外付けのストレージに保存され、データ表示用 PC にて、収集したデータのグラフが自動で表示される。

2-1. データ収集システムを用いたプラズマ生成およびデータ収集の流れ

図 6 に、開発したデータ収集システムのシーケンス図を示す。本システムでプラズマ生成およびデータ収集を行う際、操作用 PC より以下の項目を設定し、シーケンサへ送る。

- ・ トリガ信号出力までの待機時間
- ・ シーケンス終了時間
- ・ トリガ信号の波形
- ・ データ収集時の計測時間およびサンプリング周波数

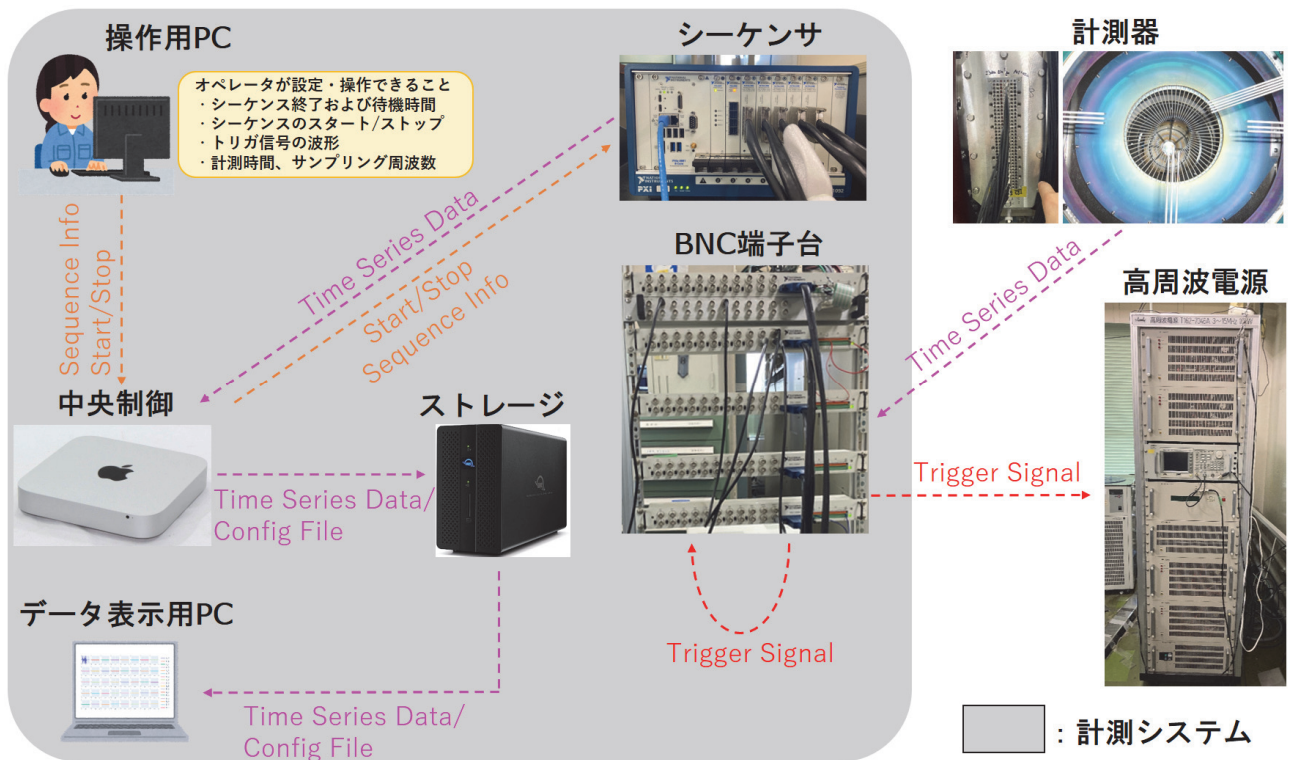
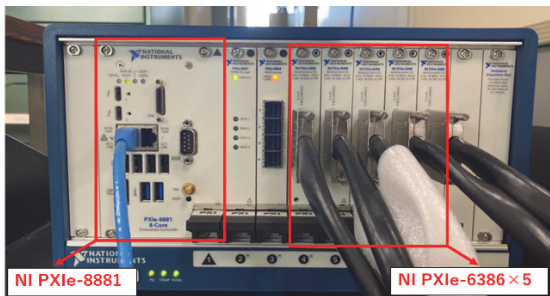


図 4 データ収集システムの構成図



組込コンピュータの仕様	DAQデバイスの仕様
製品名：NI PXIe-8881 8-Core CPU：Intel Xeon W-2245	製品名：NI PXIe-6386 機能：アナログ入力8CH アナログ出力2CH デジタル入出力24CH
メモリ：32GB	最大サンプリング周波数： 14MHz

図5 組込コンピュータとDAQデバイスの仕様

その後、操作用 PC からシーケンススタートすると、タイマーが1秒ずつカウントアップされる。タイマーが0秒になると、設定した波形でトリガ信号が出力される。

出力されるトリガ信号のうち、本システムでは2CH分のトリガ(プラズマ点火用トリガと計測開始用トリガ)を利用する。プラズマ点火用トリガは、PANTA 付近に設置されている高周波電源に送るトリガで、当該電源がこのトリガを受信すると、PANTA の容器内にマイクロ波が入射されプラズマが生成される。計測開始用トリガは、プラズマが生成されたタイミングでシーケンサから出力され、BNC 端子台を通じて、再度シーケンサ

自身に送られる。シーケンサがこのトリガを受け取ると、指定した時間およびサンプリング周波数で計測が行われる。

プラズマ生成およびデータ収集が完了し、シーケンス終了時間が経過すると、計測データおよび設定ファイルがストレージに保存される。

なお、事前にデータ表示用 PC の Python プログラムを実行しておく、ファイルが保存されるたびに、自動でディスプレイ上にグラフが表示されるようになる。

2-2. PANTA データ収集システムの特徴

PANTA データ収集システムのデータ収集機能やシーケンス機能、トリガ信号出力機能などは、筆者が以前開発した PLATO 制御システム^[4]の機能を踏襲している。これら2つのシステムは類似したシステムではあるが、用途に違いがある。表1に PANTA データ収集システムおよび PLATO 制御システムの使用機能を示す。

PANTA データ収集システムは、最大14MHzでの高速サンプリングができ、さらに各CHの計測項目名や電圧レンジの設定も可能なデータ収集に特化したシステムとなっている。また、制御する大型装置の数が少ないため、アナログ信号およびトリガ信号出力機能をあまり使用していない。

それに対し、PLATO 制御システムは多くの大型装置を制御するため、アナログ信号およびトリガ信号出力機能をメインで使用している。加えて、

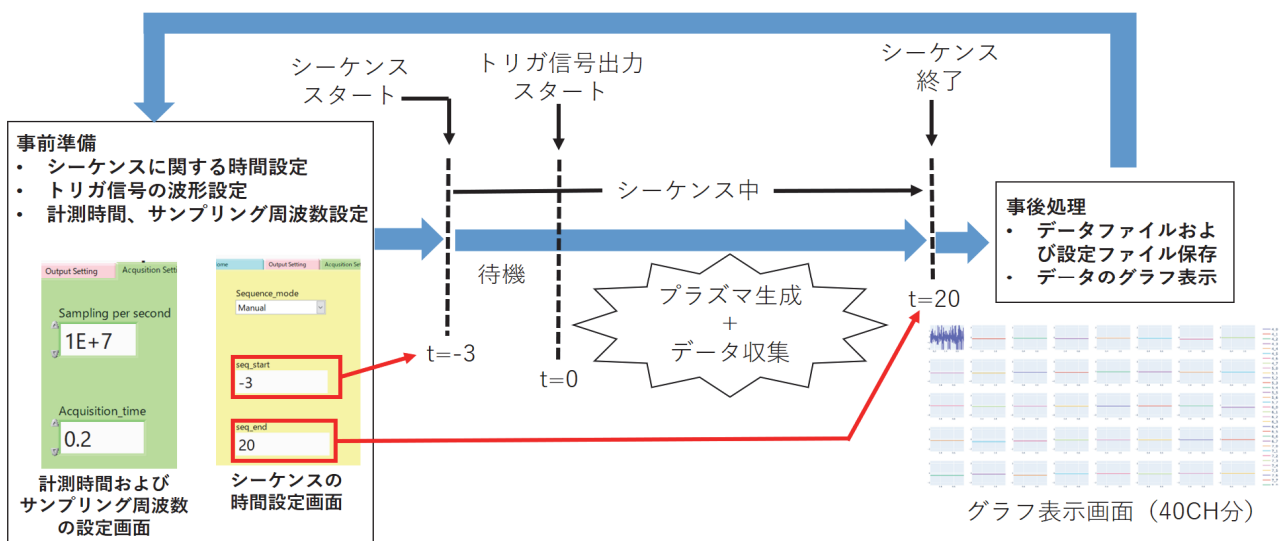


図6 データ収集システムのシーケンス図

表 1 PANTA データ収集システムおよび PLATO 制御システムの使用機能

	PANTA データ収集システム	PLATO 制御システム
アナログ信号出力機能	<ul style="list-style-type: none"> 現在不使用 	<ul style="list-style-type: none"> 8CH 分出力可能 現在全 CH 使用
トリガ (デジタル) 信号出力機能	<ul style="list-style-type: none"> 13CH 分出力可能 現在 13CH のうち 2CH 使用 	<ul style="list-style-type: none"> 13CH 分出力可能 現在 13CH のうち 6CH 使用
データ収集 (アナログ信号入力) 機能	<ul style="list-style-type: none"> 40CH 分信号収集可能 サンプリング周波数は最大 14MHz 現在は 10MHz に設定 	<ul style="list-style-type: none"> 現在不使用
その他	<ul style="list-style-type: none"> データ収集の際、各 CH の計測項目名や電圧レンジに係る設定が可能 	<ul style="list-style-type: none"> 各種コイル電源のパラメータ設定が可能

各種コイル電源のパラメータ設定機能も搭載しており、大型装置間の連携制御を重視したシステムと言える。

3. 実際にシステムの動作を確認した時の様子

図 7 にシステムの動作確認を実施した時の様子を示す。この際、PANTA に取り付けられている磁気プローブ 2CH 分のデータ収集を行った。収集したデータのグラフ表示画面 (一部抜粋) を図 8 に示す。これらの結果より、プラズマ生成およびデータ収集が問題なくできていることを確認できた。

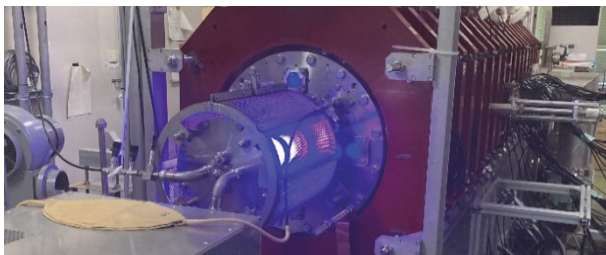


図 7 動作確認の様子 (プラズマ点火時)

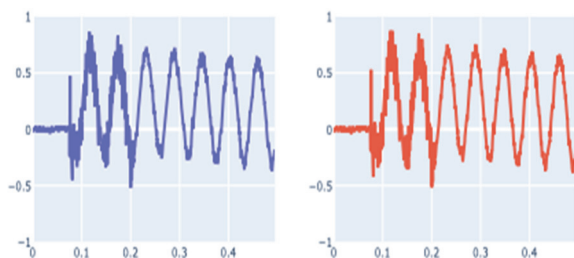


図 8 グラフ表示画面 (一部抜粋)

4. おわりに

現在、PANTA データ収集システムは、実験に利用されはじめた。今後、計測器の数が増えることが予想されるため、40CH 以上のデータ収集もできるようにシステム改修に取り組んでいきたい。

参考文献

- [1] 新谷一朗: PLATO 制御システムの開発, 九州大学応用力学研究所技術室 技術室報告, 2, 35-42, 2020.

謝辞

本システムの開発に係るサポートしてくださった九州大学応用力学研究所核融合力学部門の文贊鎬助教、西澤敬之助教、室員の野田穰士朗氏に深く感謝いたします。

また、本システムを開発する機会をくださった京都大学エネルギー理工学研究所エネルギー生成研究部門 (元九州大学応用力学研究所核融合力学部門) の稲垣滋教授にもこの場を借りてお礼申し上げます。