

PLATO トモグラフィシステムの導入支援

新谷, 一郎
九州大学応用力学研究所

<https://doi.org/10.15017/7375870>

出版情報 : 九州大学応用力学研究所技術室 技術室報告. 7, pp.28-30, 2025-07. Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu University

バージョン :

権利関係 :



PLATO トモグラフィシステムの導入支援

新谷 一朗

要 旨

本研究所の核融合力学部門では、トーラスプラズマ装置（PLATO）を用いたプラズマ実験が行われている。昨年より、PLATO 真空容器内に生成したプラズマを大域計測するため、プラズマの発光量を計測して、プラズマの断面を観測することができるトモグラフィシステムの導入に係る準備が進められてきた。本稿では、当該システム導入の際に取り組んだ技術支援について紹介する。

キーワード

PLATO トモグラフィシステム 光ファイバ Python

1. はじめに

応用力学研究所の核融合力学部門では藤澤彰英主幹教授先導の元、トーラスプラズマ装置（以下、PLATO: PLAsma Turbulence Observatory、図 1）を用いたプラズマ実験が行われている。PLATO とは、真空容器内に生成したトーラス型プラズマをトモグラフィや重イオンビームプローブなどの計測器を用いて観測し、乱流プラズマに関する諸現象について解明するために製作された装置である。

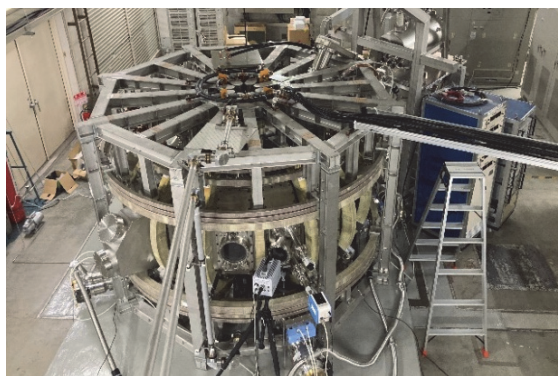


図 1 PLATO

PLATO が運用されてから現在に至るまで、高温かつ高密度な高性能プラズマを生成するため多くの実験が実施されてきた。その結果、プラズマ電流の増大および放電時間の伸長が達成され、

高性能プラズマの生成が徐々に実現しつつある。プラズマ研究の更なる発展のため、PLATO で生成したプラズマを大域的に計測できるトモグラフィシステムを導入することとなり、昨年よりその準備が進められてきた。本稿では、当該システム導入時に取り組んだ技術支援について紹介する。

2. トモグラフィシステムについて

トモグラフィとは断層映像法のことであり、医療現場において X 線 CT や MRI などに利用されている。今回 PLATO に導入するトモグラフィシステム（図 2）は、プラズマの発光量を計測して、

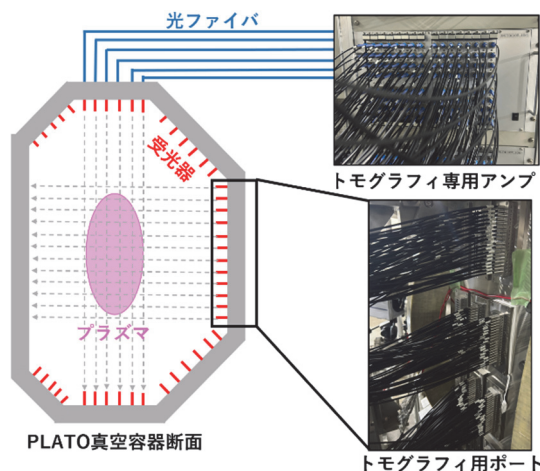


図 2 トモグラフィシステムの概略図

プラズマ断面を観測するシステムとなっている。PLATO 真空容器の一部ポートには、多数の受光器が設置されており、その受光器を用いて様々な方向からプラズマ発光量に対応した光信号を収集することができる。収集した光信号は、光ファイバケーブルを介してトモグラフィ専用アンプ（以下、アンプ）へ伝送されバイナリデータとして保存される。その後、収集したデータをもとに画像再構成の処理を行うと、プラズマ断面の観測が可能となる。

3. トモグラフィシステム導入時に行った支援

PLATO でトモグラフィシステムを用いた計測ができるよう、様々な技術支援に取り組んだ。本章では実際に取り組んだ支援内容について紹介する。

3-1. 光ファイバのラベリングおよび敷設作業

PLATO 真空容器内の受光器から 500CH 以上の光信号を収集できるよう、真空容器からアンプまで同数の光ファイバケーブルを敷設する必要があった。また各ファイバがどこの受光器と接続されているか識別できるよう、敷設前に全ファイバの両端にマーキングバンドを付けてラベリングすることも必須であった。そこで、光ファイバのラベリングおよび敷設作業（図 3）に取り組んだ。関連研究室の学生と協力し、数週間かけて作業を行った。

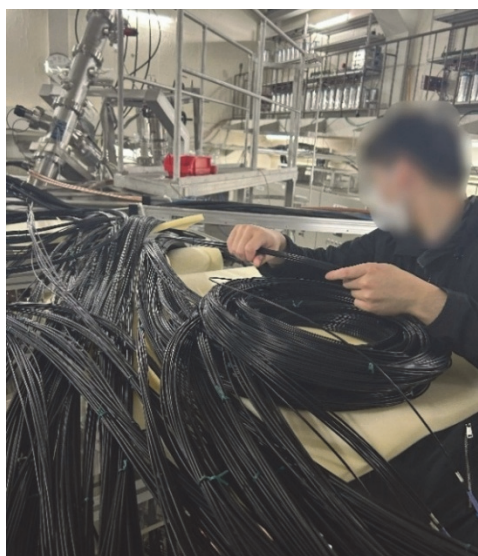


図 3 光ファイバ敷設作業の様子

3-2. アンプの動作検証

アンプ（図 4）は計測器専門メーカーが製作した装置で、収集した光信号に対して、光電圧変換・信号増幅・AD 変換を行うものである。計測する際は、同社が開発した専用ソフトをインストールした PC にてアンプの設定、データ収集およびデータ保存が可能となる。

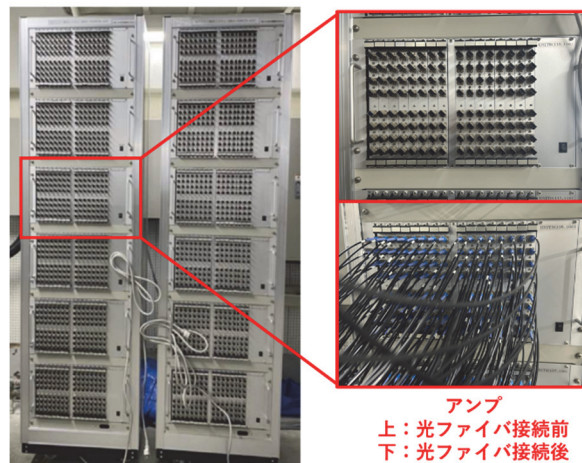


図 4 アンプの外観

アンプは PLATO が設置されている実験棟内に未使用のまま長期間保管されていたため、アンプが正常に動作するか事前に検証する必要があった。実際に動作検証をしたところ、アンプと PC 間の接続不調やデータ不良（ノイズが大きい）といった不具合が発生したため、問題があったアンプ数台の修理対応をメーカーに依頼した。後日、不具合の原因について確認したところ、アンプと PC 間の接続不調の原因はアンプ内部に挿入されている SD カードの破損であった。また、データ不良の原因は内部のはんだ付け不良および内蔵スイッチング電源の故障であることが判明した。修理完了後、再度動作検証を実施したところ、すべてのアンプが正常に動作することを確認した。

3-3. グラフ表示用プログラムの開発

アンプで収集したトモグラフィのデータを速やかにグラフ表示するプログラムを開発した。開発時に使用したプログラミング言語は Python である。グラフや図の描画で用いられる Python ライブラリはいくつか存在するが、今回は「plotly-

resampler」,「ipywidgets」および「Voila」というライブラリを利用した。plotly-resampler^[1]は、膨大な時系列データを自動で間引いて高速表示できるライブラリであり、計測 1 回あたりのデータサイズが 1GB 以上となるトモグラフィデータを迅速に可視化するために採用した。plotly-resampler には、表示範囲によってプロット点数を自動調整する機能があるため、拡大表示した際も自動でデータをリサンプルして細やかなグラフを出力することができる。ipywidgets と Voila は、Python プログラムの GUI を組み込む際に使用したライブラリである。ipywidgets は、GUI を構成するボタンやドロップダウンリストなどを作成するためのライブラリであり、Voila は、作成した GUI をブラウザ上に表示するためのライブラリである。

図 5 にグラフ表示用プログラムを実行した時のブラウザ画面を示す。同図では、サンプリングレート 1MHz で 1 秒間計測した 256CH 分のトモグラフィデータをブラウザ 1 ページ上にすべて表示している。

4. おわりに

今春にトモグラフィシステムの導入が無事完了し、運用が開始された。当該システムは特段問題なく稼働している状況である。今後も、PLATO 実験環境の高度化に向けて、様々な技術支援に取り組みたい。

参考文献

- [1] <https://qiita.com/key353/items/b168fc9e1bfba5c92bbb>

謝辞

トモグラフィシステム導入に係る支援を行う機会を与えてくださった核融合力学部門の藤澤彰英主幹教授、学術研究員の小林大輝氏に深く感謝いたします。

また、光ファイバのラベリングおよび敷設作業を手伝ってくださった学生の皆様にも御礼申し上げます。

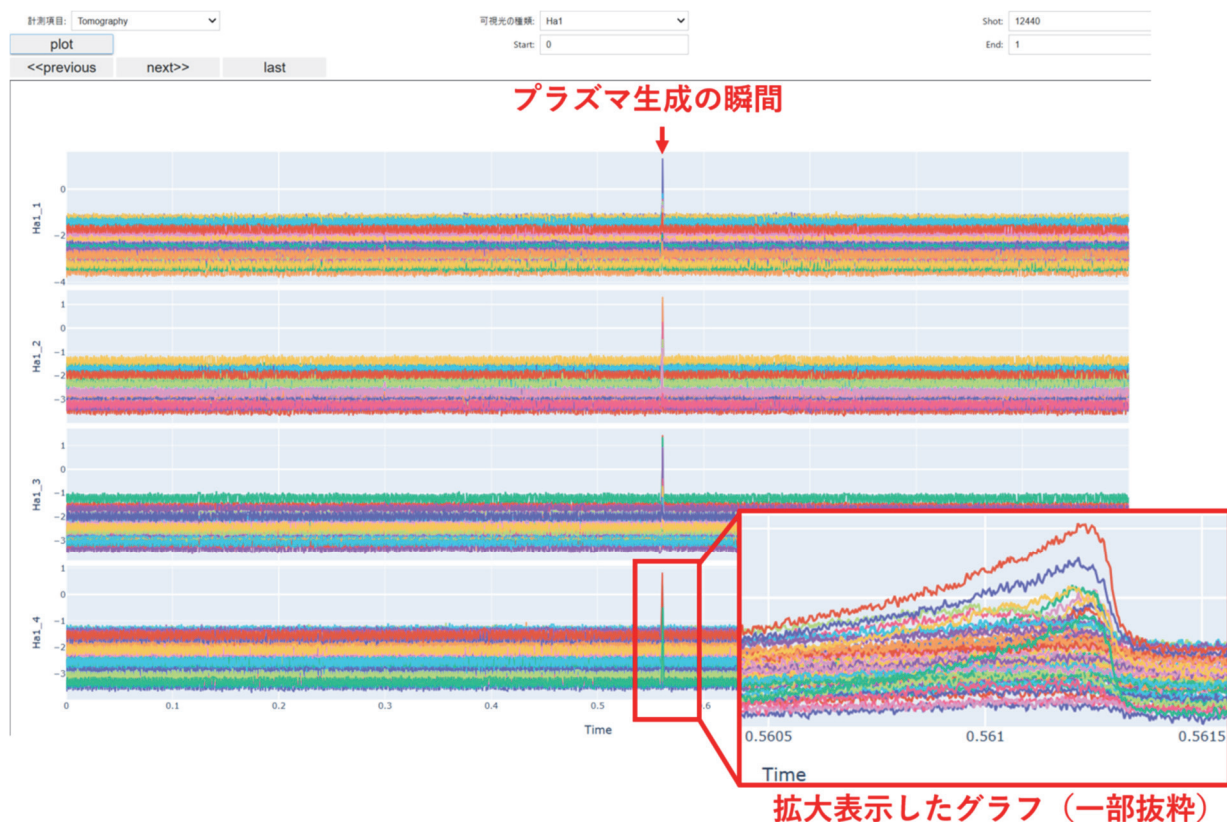


図 5 グラフ表示用プログラム実行時のブラウザ画面