

# プラズマ制御用積分器システムの開発

## Development of integrator system for plasma control

2026年1月19日

エムアイエス株式会社 (MIS Corporation)

プラットフォーム開発部 (Platform Development Department)

宇野 功一 (Koichi Uno)

## 目次 Contents

1. エムアイエスのご紹介  
Introduction of MIS Corporation
2. プラズマ形状の測定  
Measurement of plasma shape
3. 積分器システムの開発  
Development of the integrator system
4. 結び  
Conclusion

### ■プロフィール

社名	エムアイエス株式会社 MTT Industrial Systems
設立	2019年4月
本社所在地	東京都新宿区市谷本村町2番5号
資本金	5,000万円
社員数	79名

### ■事業概要



**DSP(デジタル信号処理)事業**  
研究開発(MBD)ツールから組込(DSP)まで



**IPC(産業用コンピュータ)事業**  
多様なニーズにお応えするコンピュータソリューション



**振動事業**  
国産振動試験コントローラ  
ご要求に合わせて振動試験環境を構築

### ■グループ会社



### ■ DSP事業～研究開発から量産まで～

#### DSP(デジタル信号プロセッシング)

積和演算・低消費電力に優れたDSPプロセッサを用い、高速・高精度を求められる信号処理分野で多く採用されております

DSP以外にもFPGA・ARMなどを使用した産業機器組込みボードを試作・量産の両面のフェーズで製造・販売しております

#### 納入実績(アプリケーション)

- \* 多点・同時計測システム  
(振動診断・計測、過渡現象計測、風洞計測・・・etc)
- \* 加速器用ビームポジションモニタ
- \* プラズマ可視化システム
- \* 電力系統シミュレータ
  
- \* 液晶露光装置、半導体露光装置の制御コントローラ
- \* 磁気浮上ポンプ用コントローラボード
- \* ガルバノミラー制御ボード



#### MBD(モデルベースデザイン)

MBDを用いた製品開発プロセスにおいて、RCPおよびHILSといった開発段階で利用可能なリアルタイムシミュレーション環境を提供

RCP：制御アルゴリズム検証

HILS：量産コントローラ開発で使用する制御対象シミュレータ実装するモデル次第でどちらのフェーズでも活用いただけます

#### 納入実績(アプリケーション)

- \* 建設機械油圧ショベルコントローラ (ECU) の開発
- \* 電気自動車、ハイブリッド車用モータの開発
- \* 先進運転支援システム (ADAS)や自動運転 (AD) 機能の開発
- \* 自動車室内環境開発 アクティブノイズコントロール (ANC)
- \* ロボットアームのRCP
- \* プリンタコントローラのRCP ...etc



### ■ IPC事業～多様なニーズにお応えするコンピュータソリューション～

#### 産業用コンピュータ

長期供給・保守対応でコンピュータのモデルチェンジによる設計・検証工数を大幅に削減  
信頼性・耐環境(温度・ノイズ等々)性能の向上により、長期安定動作を実現

#### 組込みコンピュータ

お客様の装置の要件(性能仕様・耐環境性・省スペース・静音性・保守性等)に合わせてカスタマイズ可能な組込みコンピュータ



#### 産業用タッチパネルモニタ

あらゆるシーンに対応できる、組込用タッチパネルモニタ  
高品質・長寿命液晶パネルの採用により長期安定動作を実現

#### 納入実績(アプリケーション)

- \* 半導体・液晶検査装置用組込コンピュータ
- \* 印刷検査装置組込コンピュータ
- \* 自動車生産設備用コンピュータ
- \* 店舗システム用組込コンピュータ
- \* 食品画像検査システム組込コンピュータ…etc



## ■ 振動事業～ご要求に合わせた振動試験環境の構築～

### 振動試験コントローラ

リアルタイムアプリケーションを実行可能な浮動小数点 DSPと高精度制御を実現するため24ビットA/D、D/Aを有したコントローラ



### 振動試験用ソフトウェア

お客様のご要求にお応えするための7つの標準パッケージソフトウェア各パッケージとも、動電型・油圧型振動発生機に対応



トカマク型核融合炉におけるプラズマ形状測定では以下の要求事項をクリアする必要があります。

1. 高エネルギーの中性子照射への耐性の高いセンサ
2. 長時間にわたって高精度の計測値を検出できるシステム

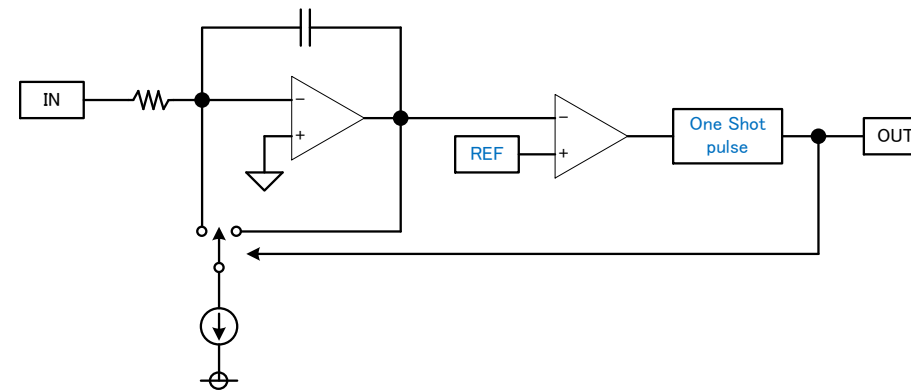


1.は磁気計測を行うセンサとなり、磁気計測センサとして代表的なものはホールセンサ等がありますが、半導体を用いているため中性子への耐性が高くありません。

そのため、より中性子耐性の高い磁気センサとしてソレノイド コイル（以降、電磁気センサ）を用います。

電磁気センサは磁場が変化した時に電圧を発生するセンサであるためファラデーの法則からセンサからの出力電圧を時間積分して磁場を算出する必要があります。

2.の計測システムは高精度で時間積分を行う必要があることから、計測する素子として積分回路を内蔵するVFコンバータを採用しました。

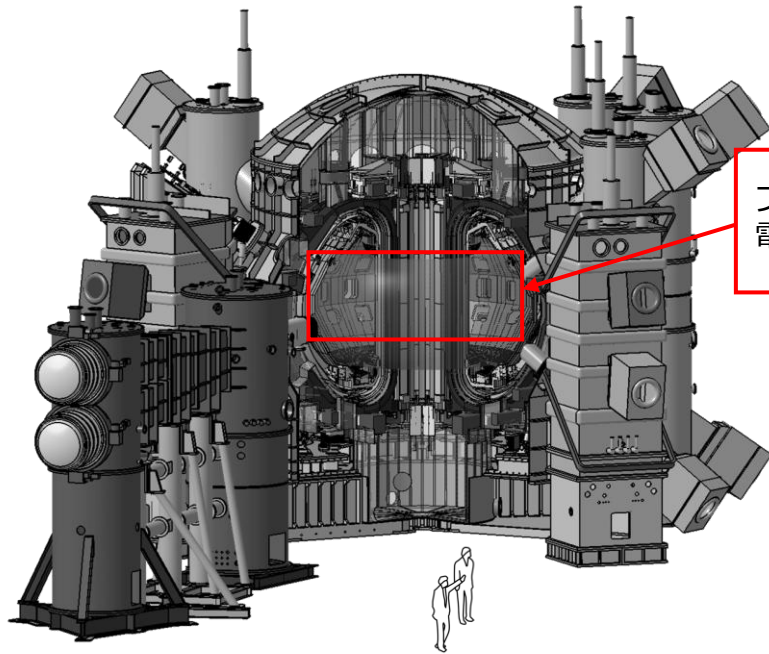


VFCブロック図

VFコンバータは入力する電圧に応じて出力する信号の周波数が変動する素子であり低変換遅延で高分解能のデジタル値を得ることができます。

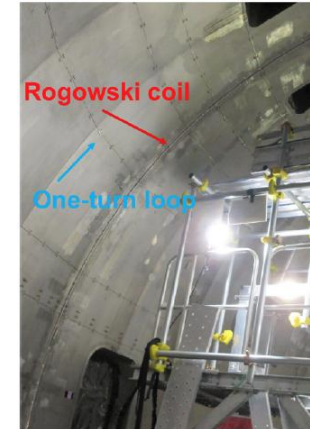


## 2. プラズマ形状の測定 Measurement of plasma shape



ブランケット裏、真空容器内側に  
電磁気センサ取付

JT-60SA鳥観図



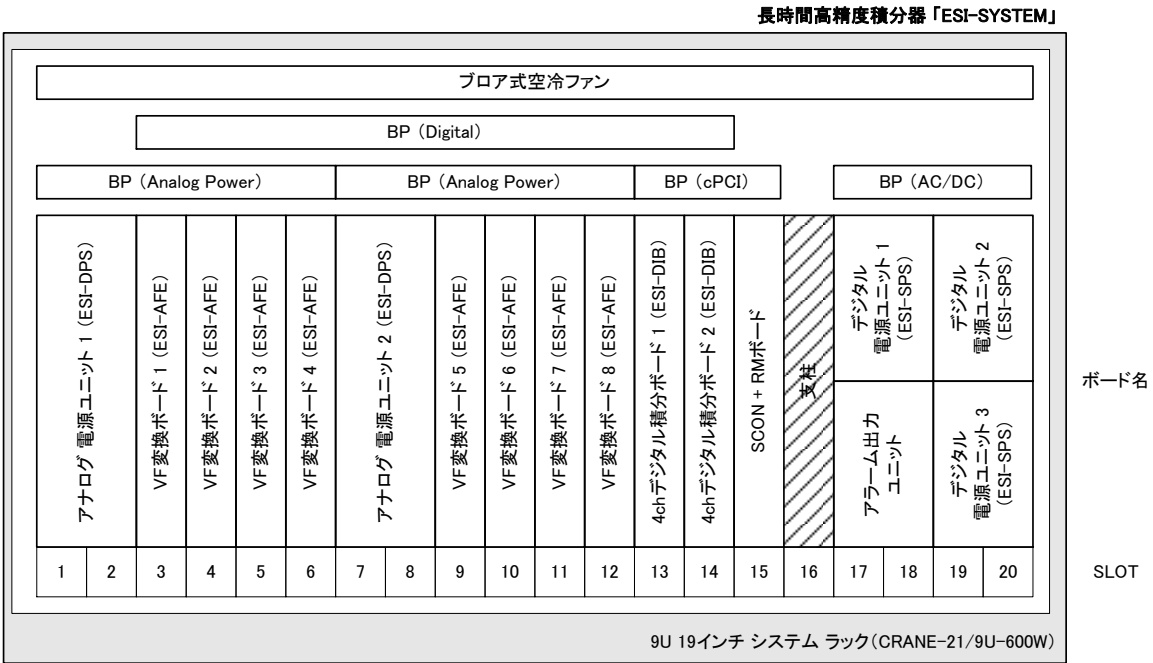
真空容器内側写真



電磁気センサ写真

3. 積分器システムの開発  
Development of the integrator system

積分器システムは主に以下の電子回路基板で構成されています。



積分器システム ブロック図

- **VF変換ボード**  
センサからの信号を±1V、 ±10V、 ±500Vの各レンジで同時に周波数変換します。
- **デジタル積分ボード**  
VF変換ボードから送られたパルス信号をカウントし定められた周期毎にカウント値を更新します。
- **SCON+RMボード**  
デジタル積分ボードのカウント値を読み出し、カウント値の更新周期から周波数を算出し、工学値変換を行います。

その値を他の積分器システムと共有しているメモリに転送することで、プラズマ制御を行う上位のシステムが多数のセンサ値を一括して取り扱うことを可能とします。

### 3. 積分器システムの開発 Development of the integrator system



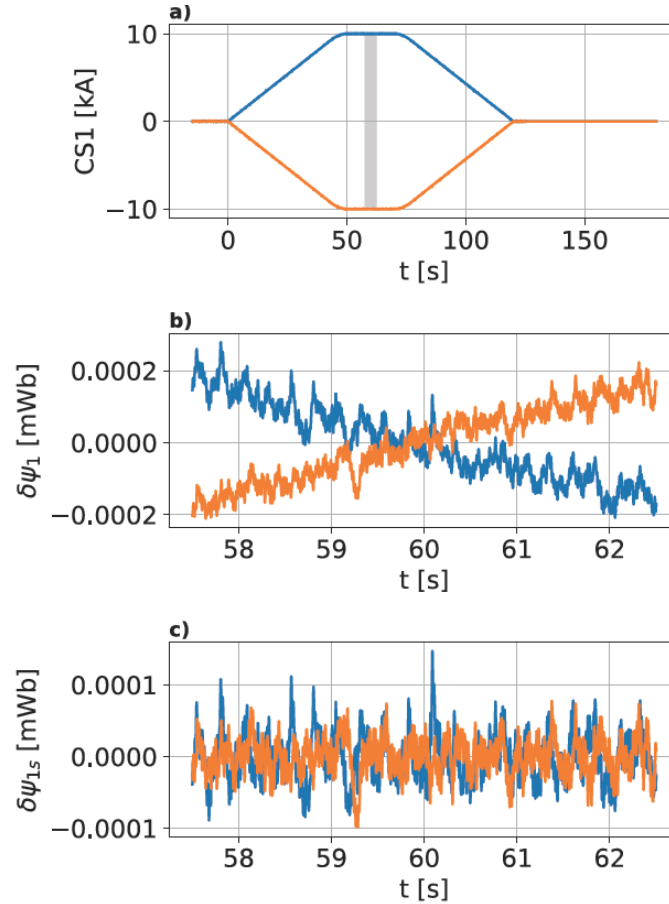
積分器システム写真



積分器システム拡大写真

### 3. 積分器システムの開発 Development of the integrator system

#### 測定データ



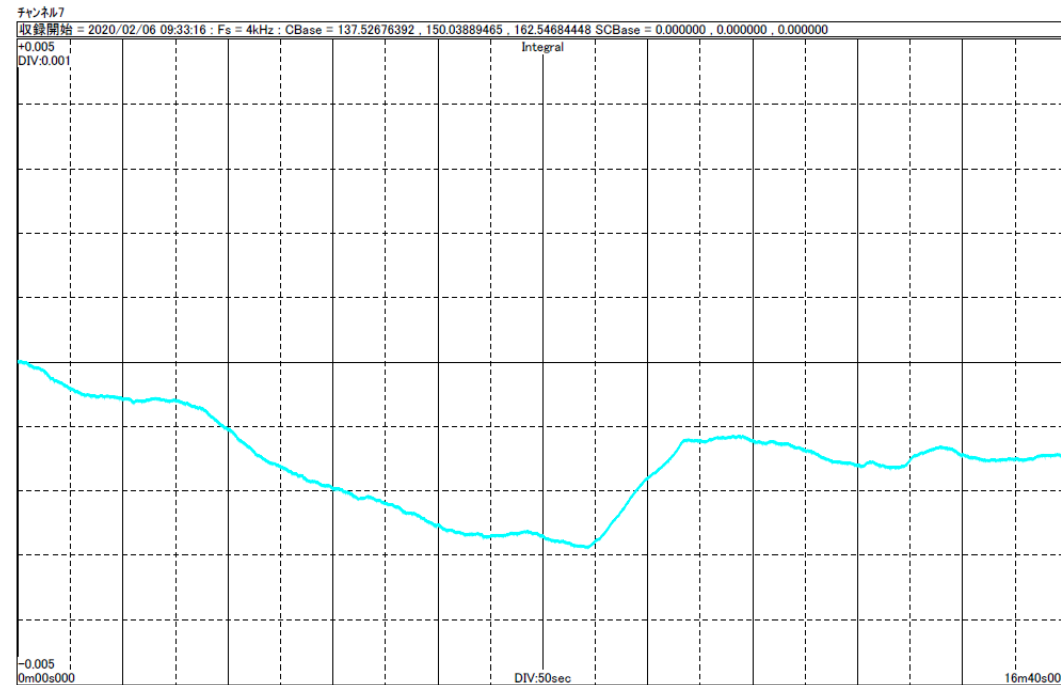
a) コイル電流の時間変化

b) 電磁気センサのノイズ成分  
(ハイパス フィルタなし)

c) 電磁気センサのノイズ成分  
(ハイパス フィルタあり)

### 3. 積分器システムの開発 Development of the integrator system

参考データとして、MIS社内での1000秒間の長時間積分評価試験結果を掲載します。  
(但し、電磁気センサ入力ではなく0V入力)



1000秒間の長時間積分評価結果

長時間積分の場合、温度や電源電圧変動による回路誤差が蓄積すると測定結果が発散してしまう問題が発生しますが、安定した電源の採用やVFコンバータの温度制御等を行うことで問題への軽減対策を行いました。

**JT60SAで求められている性能以上となる1000秒を測定できる  
積分器システムを構築できました。**

以上です。  
ご静聴頂き、ありがとうございました。