

NIFSにおける小型トカマクの立上げと運用計画

核融合研 渡邊清政・武村勇輝・

立上げる小型トカマクは、元名大・大野研のHYBTOK-IIで、装置の仕様は表のとおり。現在、核融合研・計測棟に仮置き中。現在、立上げ準備中。

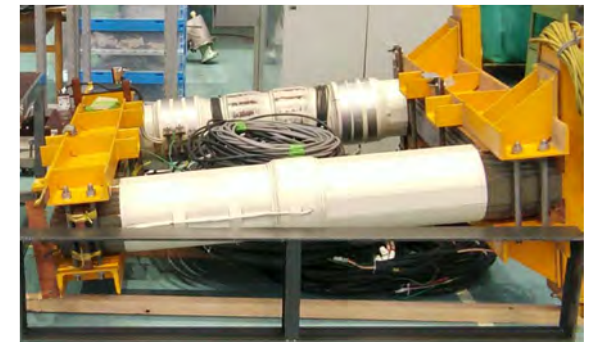
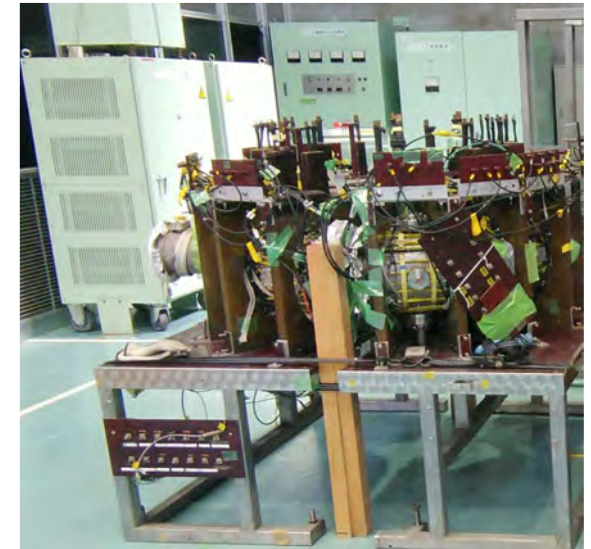
HYBTOK-II;

1988年頃; 稼働開始。DED(Dynamic Ergodic Divertor)の研究に利用。

2001年以降; コイル電源をインバータ電源に換装。10ms以上の再現性の高い放電が可能に。DEDやディスラプション研究を深化。

2012年以降; NIFSのネットワーク型共同研究やLHD計画共同研究に参加。大学におけるMHD研究の主要拠点として、名大以外の研究者にも門戸を開放。外部RMPの浸透・遮蔽特性研究、3次元コイルを用いた垂直位置不安定性抑制の予備実験、オーミックトカマクの流速特性研究、MHDスペクトロスコピー等に関する研究や真空容器挿入型の2次元磁気プローブアレイやトリプルプローブアレイ、マッハプローブアレイ等の新規開発計測器の性能評価等に利用。

真空容器大半径 R_0	40 cm
小半径(円形断面) a_0	12.8 cm
リミタ(Mo)半径 a_p	11 cm
プラズマ電流 I_p	< 15 kA
トロイダル磁場 B_t	< 0.5 T
放電時間	~< 12 ms
放電間隔	3 min
鉄心飽和磁束	~9 mVs



当面の利用目的とその枠組み

1. ~kHzのMHD現象の物理機構の解明とその成果の核融合炉への外挿検討

#「外部RMPのプラズマ伝搬研究」

科研費・一般(B) 代表/渡邊 2023~2026

2. 計測器の原理実証プラットフォーム(例、MHDスペクトロスコピー、ミリ波干渉計・干渉計を用いた密度・磁場揺動計測等)

#「偏光計を用いた磁場揺動分布計測法の開発」

科研費・一般(B) 代表/武村 2026~29

3. 核融合クラウド(LHD実験で運用されたデータの収集、保存、管理、解析環境を基礎とした核融合実験データの収集・解析プラットフォームの共通化)活動とそれを実験装置の遠隔操作環境構築に拡張する際のプロトタイプ整備

#「実験機器の遠隔操作環境の構築」

寄付金事業・代表/横山雅之(NIFS)・渡邊

#「小型トカマク取得データのIMAS化の検討と遠隔運転操作のための環境整備」

NINSネットワーク加速事業・代表/長壁正樹(NIFS)

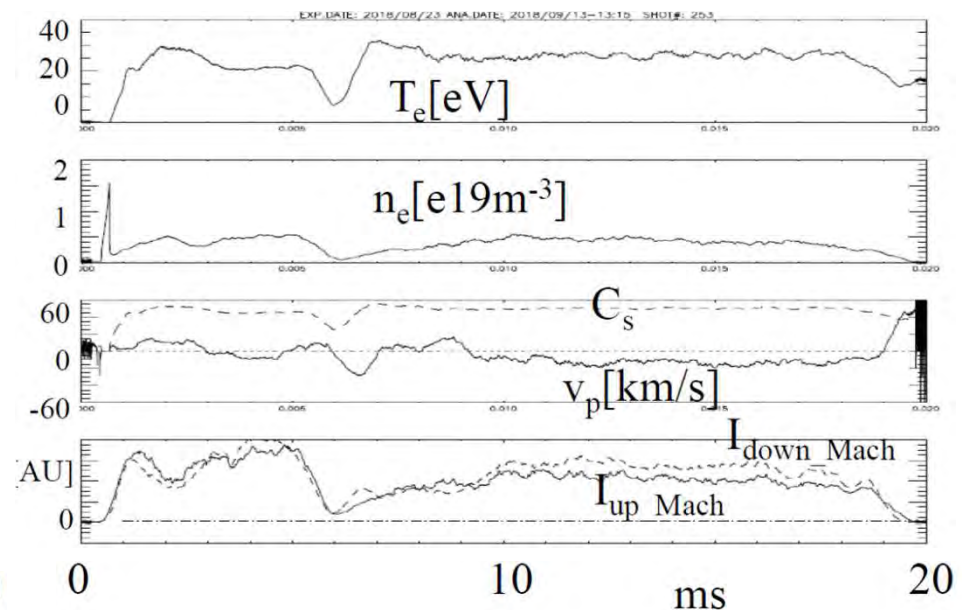
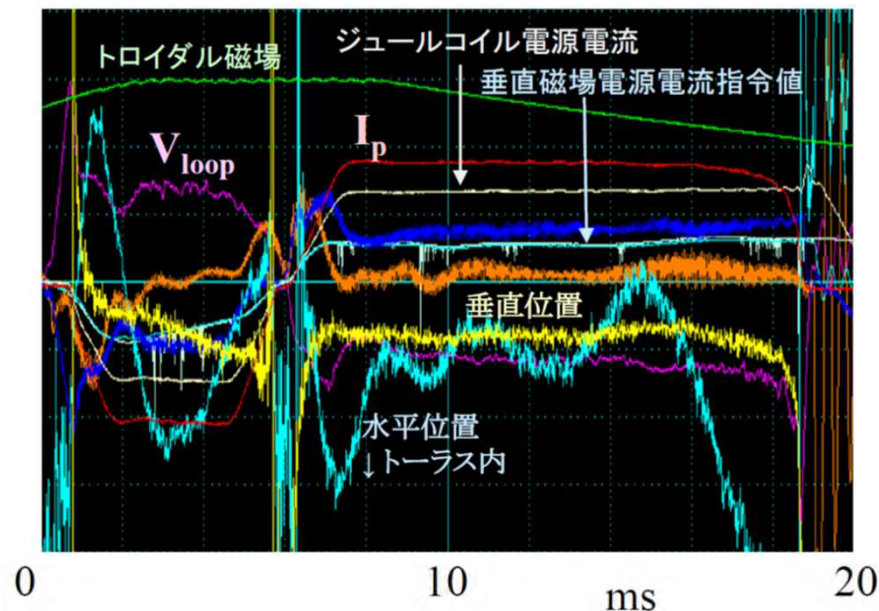
関連研究「小型磁場閉じ込めプラズマ実験装置の遠隔実験参加環境整備」

核融合研・一般共同研究・代表/稲垣滋(京大)

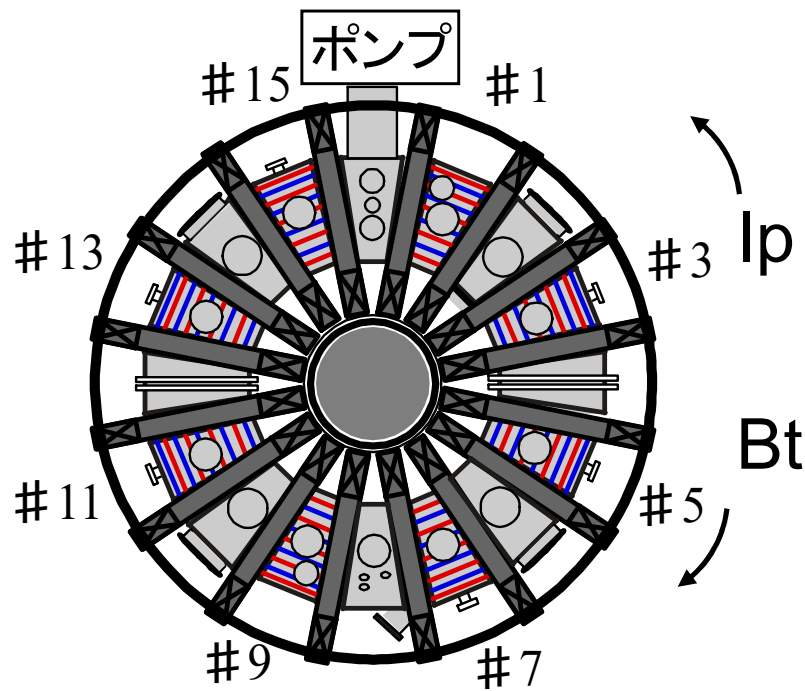
*いずれも可知化ユニットのターゲットと一致

高いポテンシャルを持つRECTOK-ST(仮称)

- # 装置・周辺機器がコンパクト => 最低1名で実験実施が可能。
- # $B_t=0.2\text{T}$ 以上のトカマク放電が10ms以上可能。 $q_a \sim 2.5 @ 0.25\text{T}$ が可能。
主要なコイル電源が定電流電源。
=> $\sim\text{kHz}$ の多彩なMHD不安定性が研究可。平衡制御の研究も可能。
- # 回転共鳴磁場印加用電源有。=> 外部RMPを使ったMHDの研究が可能。
- # 典型的な電子温度が30eV程度で、規格化小半径 ~ 0.5 までの直接探針計測が可能。多彩な挿入プローブアレイを装備
=> MHD研究の他、乱流の基礎実験にも適用可能。



計測器



#1下ポート: Brアレイ

#7横/8上ポート: マツハ(v_θ , v_ϕ)アレイ

#7下ポート: B_θ アレイ

#12容器外: B_θ アレイ(ポロイダル方向)

#11上ポート: Br B_θ プローブ

#14外ポート: トリプルプローブ

#15上ポート: トリプルプローブアレイ

Brプローブアレイ



空間分解能: 3.8mm
ch数: 12

マツハプローブアレイ



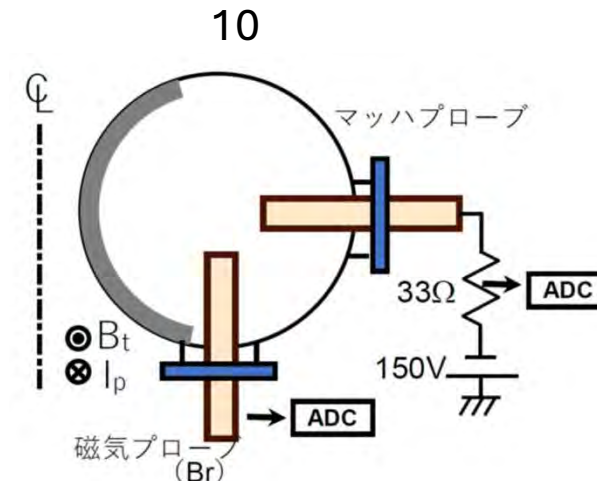
空間分解能(ch数)	2 mm (30 ch)
------------	--------------

トリプルプローブアレイ



性能試験中

空間分解能; 3.6mm, Ch数;



プローブ
計測器が
豊富

今後の展開

1. 「 $\sim$ kHzの多彩なMHD不安定性の研究可能性」、「充実した挿入プローブ計測」を利用した核融合炉への外挿可能なMHD研究課題への新たな取り組みや乱流研究への適用検討(例、外部RMPとMHD不安定性の相互作用、MHDスペクトロスコピー等)
 - # 2026年度NIFS共同研究「核融合炉心開発研究に有効な小型トカマクを活用したMHD研究利活用法の検討」代表/岡本征晃(石川高専)が採択。
 - # 直線装置でのデータ収集が主だった乱流実験研究の比較対象としての利用を乱流研究コミュニティへ提案(2026年度NIFS共同研究申請では不採択)。
2. 「コイル電源が定電流電源」、「放電時間が10msを超える」、「挿入プローブ計測器が充実」、「少人数で運転が可能」、「遠隔運転操作環境が整備されつつある」から、プラズマ・核融合研究初心者の教育・訓練のための研究設備としての利用を検討。(例、トカマクの運転制御の実習や挿入プローブ計測の基礎教育、環状磁場プラズマ装置の運転体験等)
 - # 2026年度NIFS共同研究「核融合・プラズマ教育及び研究者育成のための小型トカマク装置利活用法の検討と試行」代表/岡本 敦(名大)が採択。実習プログラムや形態、運営環境等の課題を整理予定。

まとめ

1. NIFSにおける小型トカマク(仮称; RECTOK-ST)立ち上げの当面の目的と枠組みを紹介。
2. RECTOK-STの高いポテンシャルについて説明。特に、多彩な挿入型計測プローブについて説明。
3. RECTOK-STの高いポテンシャルを利用した今後の利用計画について紹介。