

学術研究基盤LHD計画

*LHD Project,
National Institute for Fusion Science*



核融合科学研究所
坂本隆一

学術研究基盤事業LHD計画

- ❖大規模学術フロンティア促進事業としてのLHDプロジェクトは2022年に終了
- ❖2023年度から3年間の学術研究基盤事業として、LHDを利用したプラズマ実験を実施
 - 1回目のキャンペーン（第25サイクル）：2024年3月から6月
 - 2回目のキャンペーン（第26サイクル）：2025年10月から12月
- ❖LHDプロジェクトで培われた研究成果を学術研究基盤として学際的展開
 - 超高温プラズマを安定的に生成できる大型ヘリカル装置（LHD）を学際的な研究基盤として活用し、核融合のみならず、宇宙・天体プラズマにも共通する様々な複雑現象の原理に迫る国際共同研究を実施
 - 装置シャットダウンに向けた真空容器内トリチウム除去対策

令和5年									令和6年												令和7年												令和8年		
4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
整備作業									整備作業												整備作業												整備作業		
● 保守点検 ● 整備, 改修 ● 真空容器内残留トリチウム対策 ▶ 新規カーボンタイルの製作									LHD真空容器排気												LHD真空容器排気												● 安全に停止・ 長期保管する ために必要と なる装置の 整備作業		
									冷却 定常冷却 加温												冷却 定常冷却 加温														
									プラズマ実験 R6年3月13日~6月20日												プラズマ実験 R7年9月25日~12月25日														
									● 保守点検 ● 整備, 改修 ● 真空容器内残留トリチウム対策 ▶ 使用後カーボンタイルの取外と, 新規カーボンタイルの設置 ▶ アイソトープ協会へのカーボンタイル等の引渡し																										

研究計画概要

超高温プラズマを安定的に生成できる大型ヘリカル装置（LHD）を学際的な研究基盤として活用し、核融合に限らず、宇宙・天体プラズマにも共通する様々な複雑現象の原理に迫る国際共同研究を実施

- **LHD**は、超高温プラズマの内部で起こる様々な複雑現象を観測・制御できる**多彩な計測装置群**と**強力な加熱装置群**を具備
- 実験研究を**理論・シミュレーション研究と一体となって推進**し、**核融合科学を多面的に展開し得る学術研究へ発展**
 1. 核融合科学として、**核融合炉の実現までに残された課題を解決**
 2. 科学・技術としての一般性を高め、分野を超えた協力によって**学際的なフロンティアを開拓**
- 学際性を高め、頭脳循環を生み出すために、他分野を含む広い研究者コミュニティにデータの利用を広げ、**オープンサイエンスを推進**

核融合科学の学際的展開に向けたパラダイム転換

ヘリカル核融合炉の可能性実証

パラダイム転換：核融合科学の学際的展開

平成10年
1998

平成25年
2013

重水素実験

令和5年
2023

令和8年
2026

令和18年
2036

大規模学術フロンティア促進事業

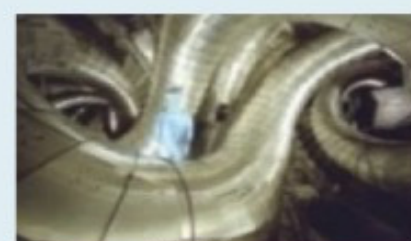
学術研究基盤事業

新学術研究基盤事業

超高性能プラズマの定常運転の実証

(自然科学研究機構核融合科学研究所)

我が国独自のアイデアによる「大型ヘリカル装置(LHD)」により、高温高密度プラズマの実現と定常運転の実証を目指す。また、将来の核融合炉の実現に必要な学理の探求と体系化を目指す。

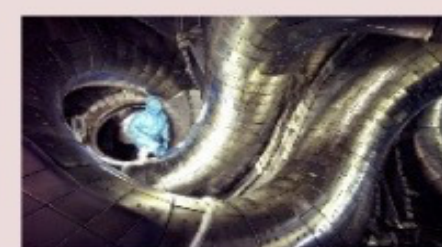


プラズマ・核融合科学の探求
と学際的展開へと転換

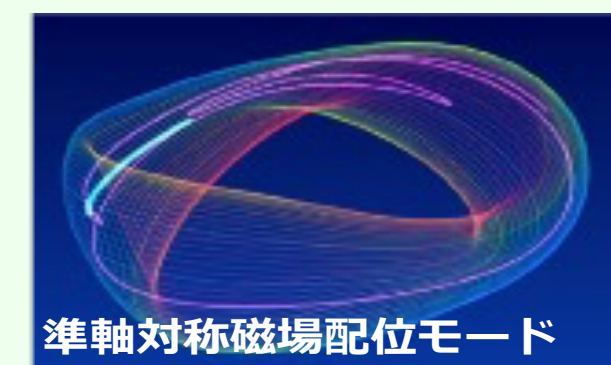
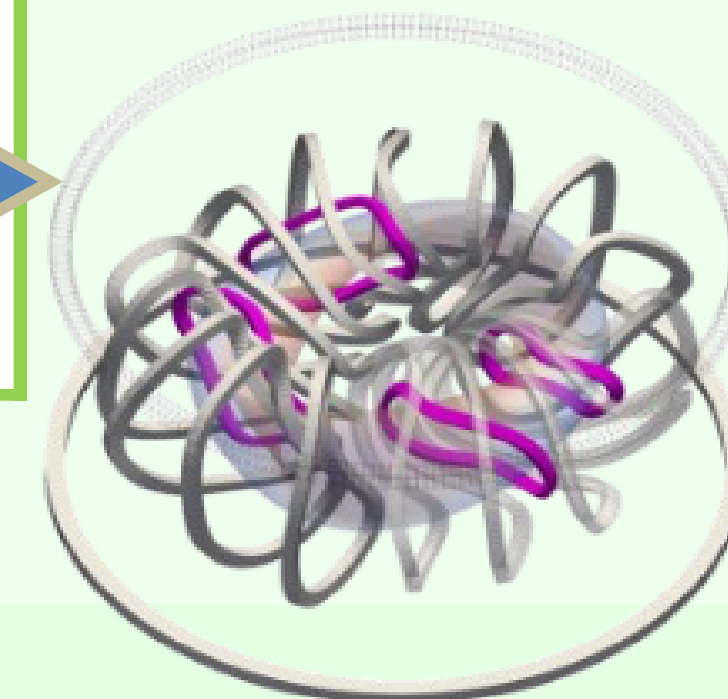
超高温プラズマ学術研究基盤 (LHD) 計画

(自然科学研究機構核融合科学研究所)

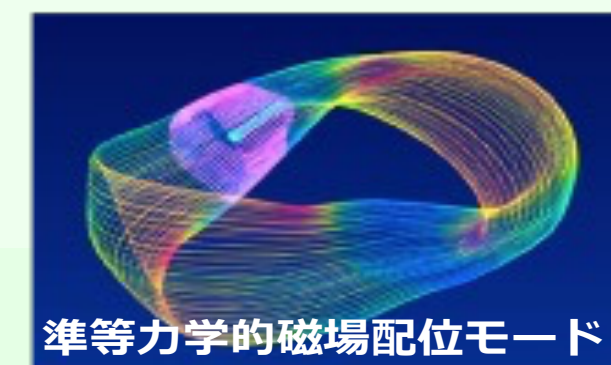
超高温プラズマを安定的に生成できる大型ヘリカル装置 (LHD) を学際的な研究基盤として活用し、その世界最高性能の計測システムによって、核融合に限らず、宇宙・天体プラズマにも共通する様々な複雑現象の原理を解明。



資産を最大限
活用・再利用



準軸対称磁場配位モード

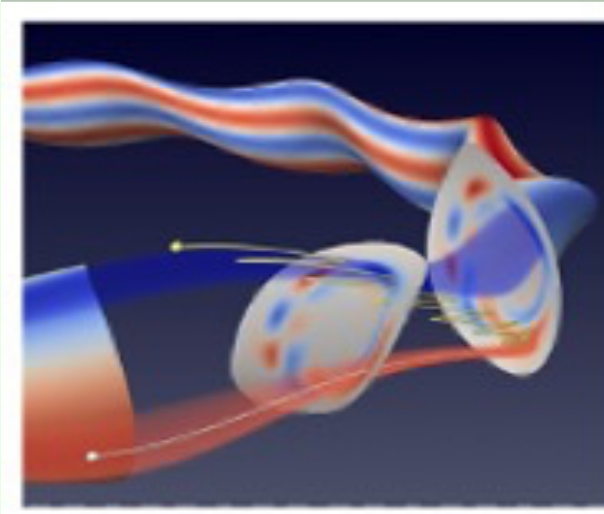


準等力学的磁場配位モード

超高温プラズマの「ミクロ集団現象」を中核とした核融合科学の学術研究基盤計画

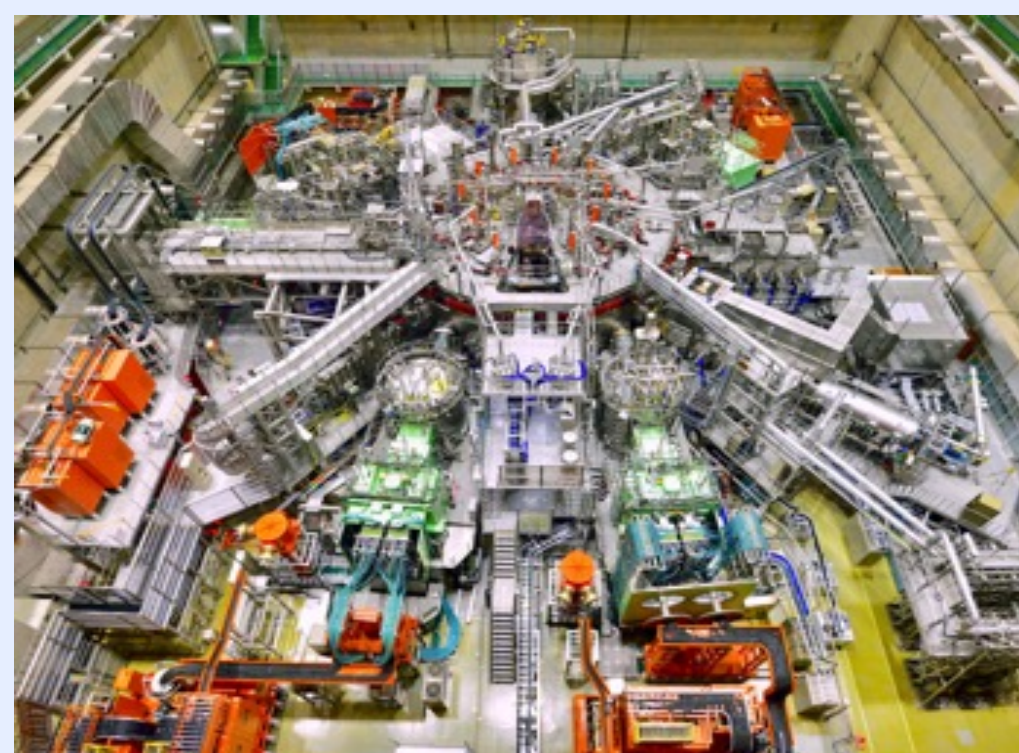
(自然科学研究機構核融合科学研究所)

超高温プラズマを高精度で制御・操作し、世界最高の分解能で計測する実験システムを構築することで、核融合炉のみならず宇宙・天体にも共通するプラズマに独特な揺らぎの発生原因とその影響を解明する。計測と理論・シミュレーションを連携し、核融合イノベーションを駆動する科学的指導原理の構築を目指す。



CHD/CHD-Uを中核とし、シミュレーションと複数の実験を合わせた精密さの追求

- LHDより小型でも柔軟性、機動性、可変性に富んだヘリカル装置(CHD/CHD-U)
- プラズマシミュレータ(スパコン)とデータ科学を合わせた予測性能の高度化
- JT-60SAやW7-Xなどの大型装置及び国内大学の中小型装置横断的に活用する共同研究



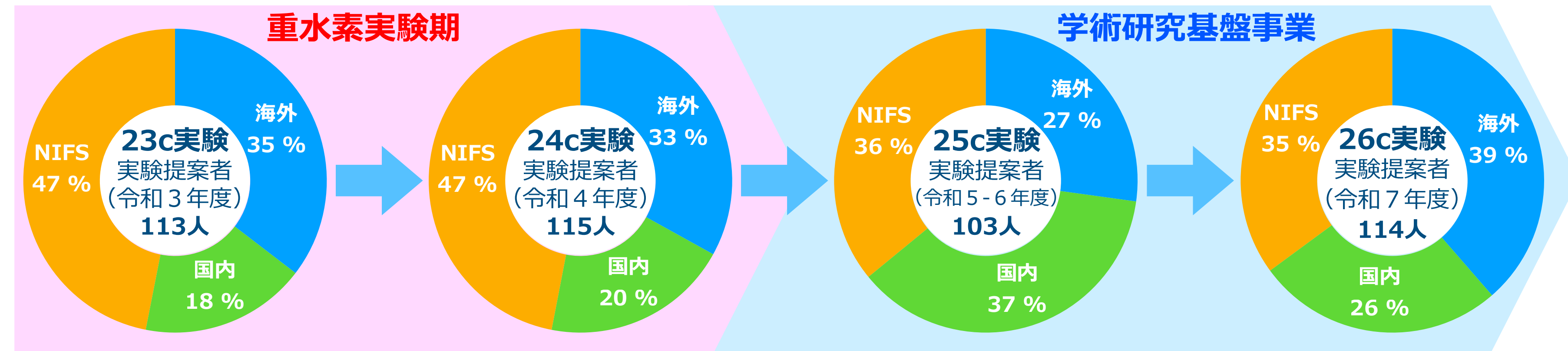
大型ヘリカル装置(LHD)

核融合の高性能化、安定的持続の課題を解決するために建設(1997年)

共同研究の広がり

❖ 実験提案者数

- 所外からの実験提案者が増加

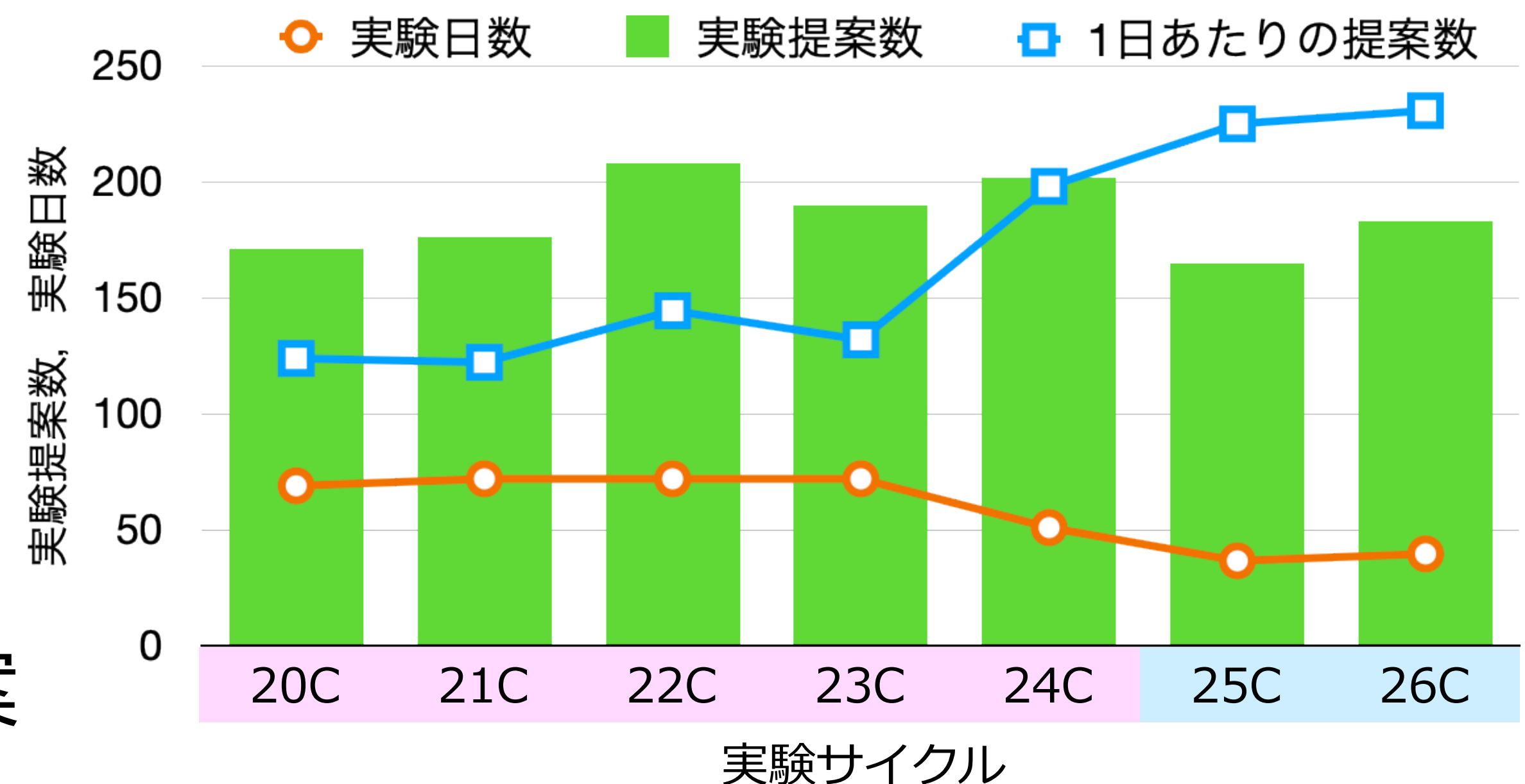


❖ 実験提案数

- 25C : 165提案 / 6,335ショット
- 26C : 183提案 / 6,553ショット

❖ 新しい共同研究者

- 共同研究参加機関数が25 %増加
- 海外スタートアップからの実験提案



LHD研究成果の社会への発信

❖ 乱流物理，位相空間計測，AI制御技術，オープンサイエンス等，さまざまな研究成果をプレスリリース

■ NIFS Web 研究成果ページ, <https://www.nifs.ac.jp/news/researches.html>

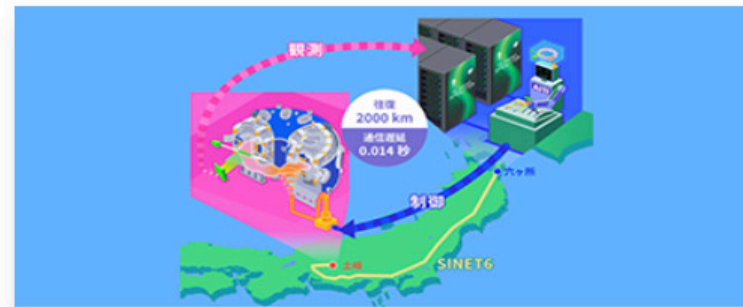


Spakona、核融合科学研究所と共同で
核融合プラズマの安定化に向けたAI制御技術の実証実験を実施

研究成果（プレスリリース）

2025年12月24日

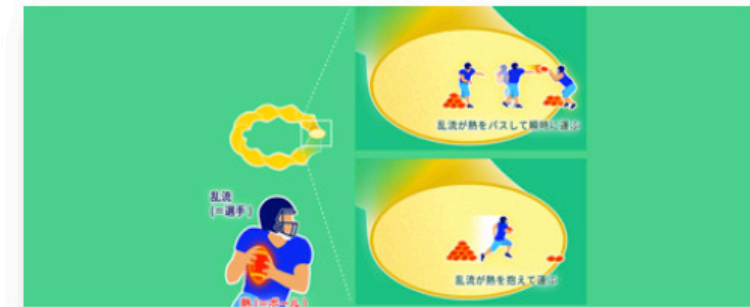
株式会社Spakona、核融合科学研究所と共同で核融合プラズマの安定化に向けたAI制御技術の実証実験を実施（鈎持 尚輝准教授ら）



研究成果（プレスリリース）

2025年12月19日

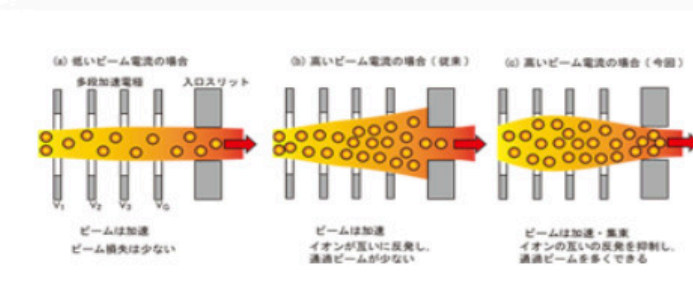
核融合プラズマの遠隔リアルタイム予測制御を実証 - 1,000 km離れたスーパーコンピュータにデジタルツインを実現 - （鈎持 尚輝准教授ら）



研究成果（プレスリリース）

2025年12月10日

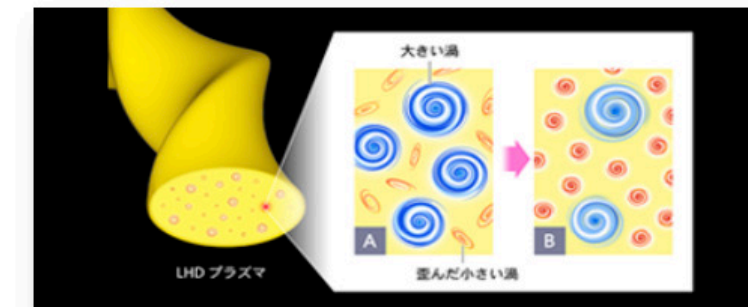
プラズマ中の乱流の「一人二役」を発見 - 高精度観測で、乱流が「熱の運搬役」と「熱のつなぎ役」の2つの役割を持つことを世界で初めて明確化 - （鈎持 尚輝准教授ら）



研究成果（プレスリリース）

2025年11月13日

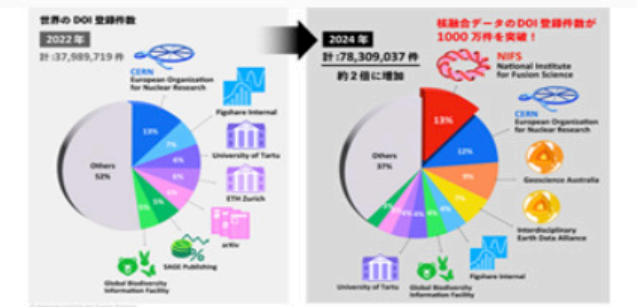
核融合炉に重要なプラズマ内部の電位変化を高精度計測 - 高効率加速器×非接触計測で実現 - （西浦 正樹准教授ら）



研究成果（プレスリリース）

2025年10月22日

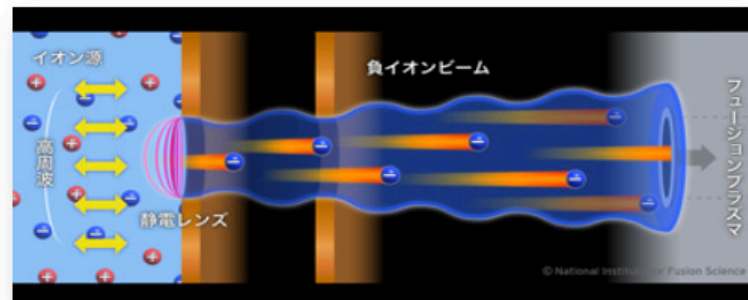
プラズマ閉じ込め性能を決める新たなメカニズムを発見 - 大きい渦が小さい渦を引き伸ばしたり抑えつけたりしている - （徳沢 季彦教授ら）



研究成果（プレスリリース）

2025年2月21日

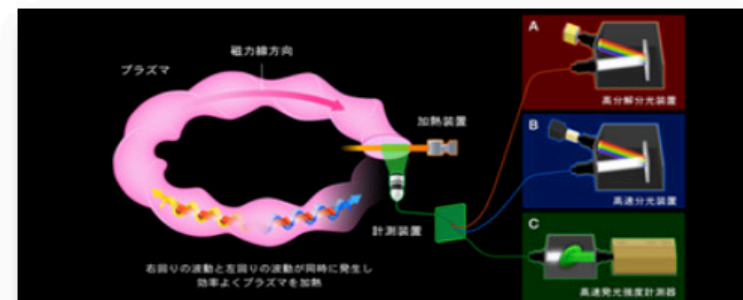
フュージョンエネルギー研究データの公開登録数が世界初の一千万件を突破！（中西 秀哉准教授ら）



研究成果（プレスリリース）

2025年1月17日

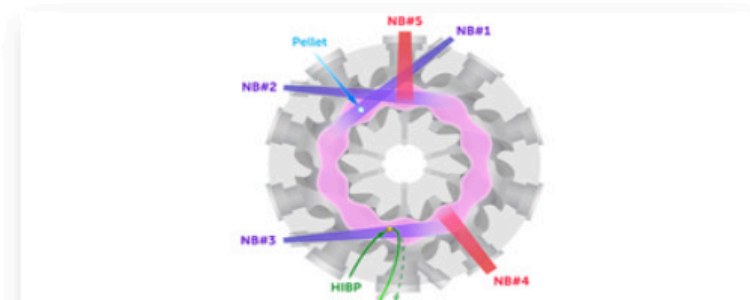
負イオンビームの高周波振動現象の観測 - ITERや負イオンビーム応用の開拓に貢献 - （永岡 賢一教授ら）



研究成果（プレスリリース）

2024年12月4日

データ科学で未踏空間「プラズマ位相空間」に迫る - フュージョンエネルギー開発の課題解決に寄与 - （小林 達哉准教授ら）



研究成果（プレスリリース）

2024年6月24日

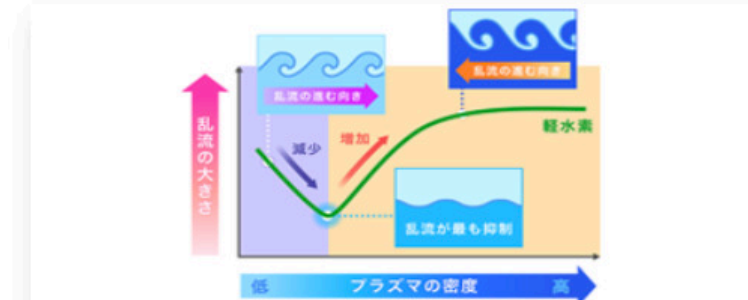
高エネルギーイオンによる高温プラズマの自発的な流出入状態を発見 - フュージョンエネルギーによるゼロエミッション社会の実現を目指して（西浦 正樹准教授ら）



研究成果（プレスリリース）

2024年6月14日

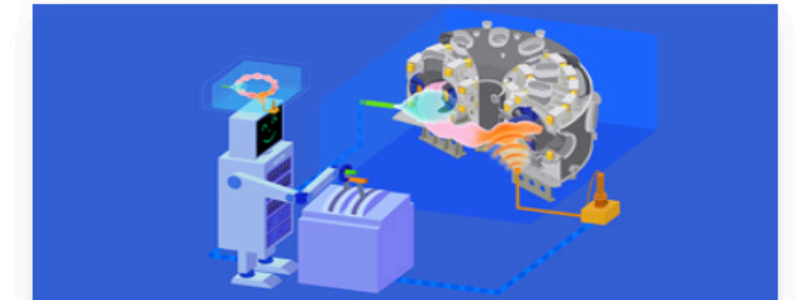
大規模なフュージョンエネルギー実験データ25年分をクラウド上で完全オープン - 誰でも利用可能に - （中西 秀哉准教授ら）



研究成果（プレスリリース）

2024年6月10日

核融合プラズマの新たな乱流遷移を発見 - 核融合炉の革新的な運転シナリオの確立へ - （田中 謙治教授ら）



研究成果（プレスリリース）

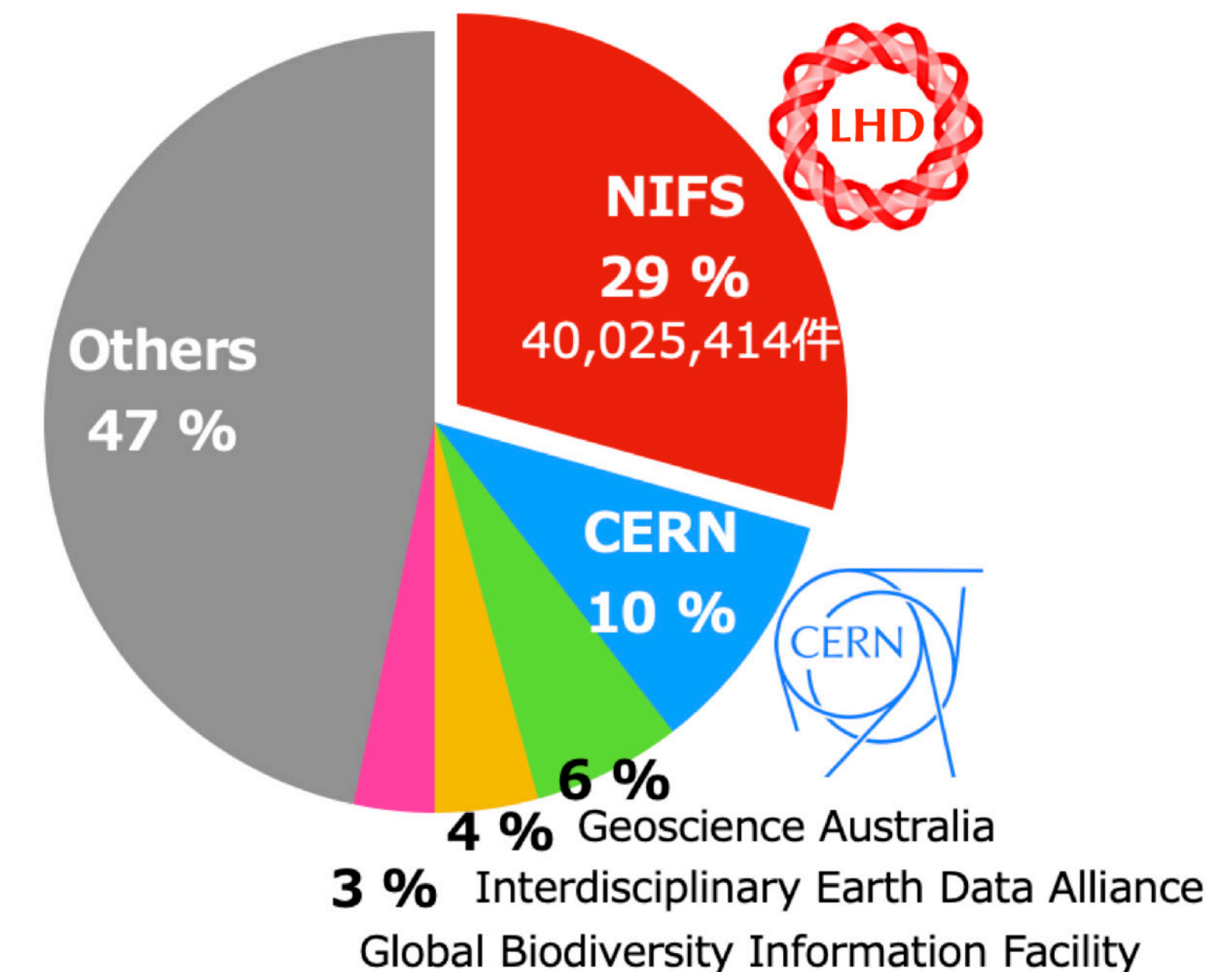
2024年1月26日

核融合プラズマのデジタルツインによる予測制御の初実証 - データ同化の適応予測制御への応用 - （鈎持 尚輝助教ら）

オープンデータ

❖ 核融合・プラズマ分野では，世界に先駆けて計測・解析データを完全オープン化

- 1998年3月31日のファーストプラズマから28年分，
おおよそ**2 PBのデータ**を公開
 - ▶ 解析データ：<https://doi.org/10.57451/lhd.analyzed-data>
 - ▶ 生データ：https://w3.lhd.nifs.ac.jp/LHD_Opendata.htm
 - ▶ 生データ（AWS）：<https://registry.opendata.aws/nifs-lhd/>
- **DOI登録数**は，2024年にCERNの登録数1,000万件を超え，2026年には**4,000万件**へ到達



❖ LHD終了後も，データの公開とメンテナンスを継続し，新しいデータ解析環境を整備

- 今後の共同研究に活用