



発電実証に向けた共通基盤について

資料5-2
第3回社会実装検討タスクフォース
令和7年11月7日

核融合科学研究所

NIFS: National Institute for Fusion Science



フュージョンエネルギー研究開発の新たな時代：産業化の視座

- NIFSは培ってきた技術基盤と知識基盤を産業界の利用に供し、**フュージョンイノベーション**を共創していく。**NIFSの本分**も発展。
- 試験施設・設備の刷新、最新化、増強による拠点機能整備とともに、大学共同利用機関としての国内外の幅広い学術ネットワークを通じて涵養された専門知を合わせたインテグレーションによって貢献する。



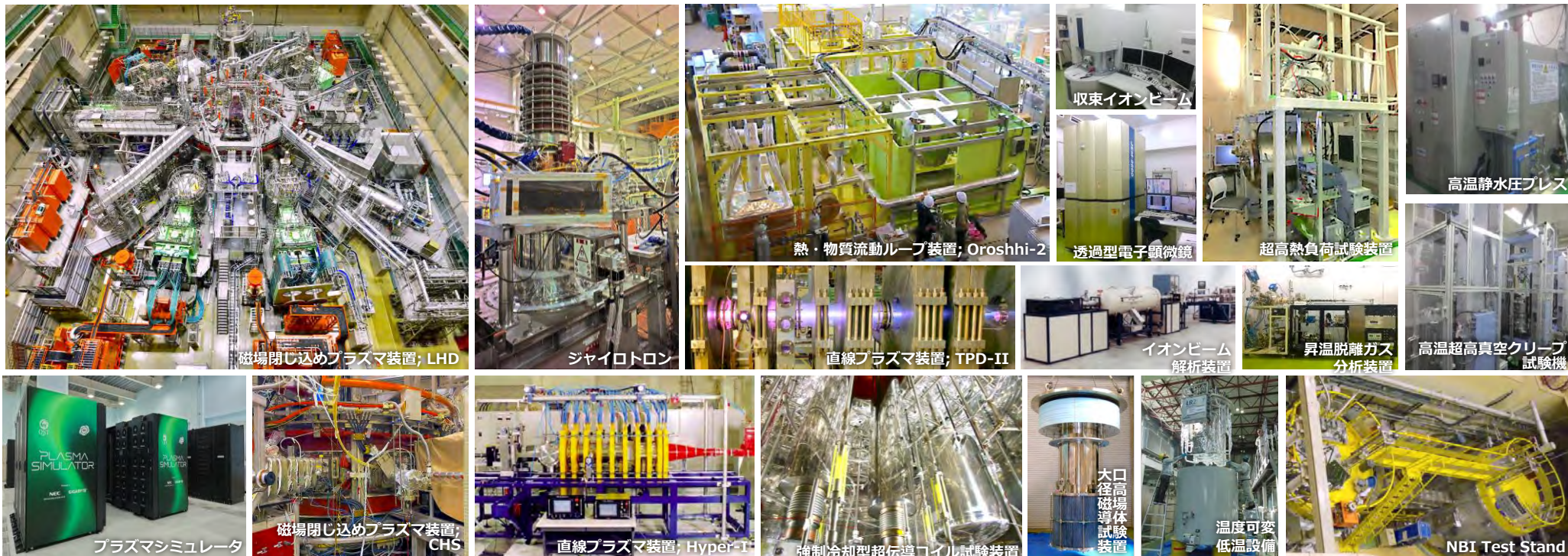
核融合科学を先導する世界トップレベルの研究施設基盤

- 大学共同利用機関として、長年にわたり多くの大型装置を開発、共同利用に供してきた実績
 - ・ 大型ヘリカル装置(LHD)
 - ・ スーパーコンピュータ(プラズマシミュレータ)
 - ・ 核融合工学プラットフォーム(超伝導、材料、ビーム等)

さらに最新化、増強することで、世界トップレベルの研究を推進

超伝導、材料分析、ジャイロトロン、加熱ビーム、ダイバータ試験、低放射化材料、計測器、プラズマ制御、トリチウム扱いなどに民間から協力要請

- 国内外に展開された大学・研究機関との紐帯を活かし、民間企業との連携／支援強化による新しい産業の創出へ





核融合科学学際連携センターによるプロデュースと支援

ユニット群を編成して、3方面の
前線へ展開させるイニシアティブ

開発フロンティア

- ITER計画
- BA活動
 - JT-60SA
 - IFMIF/EVEDA
 - IFERC
- 原型炉開発
 - アクションプラン 等





開発
研究連携

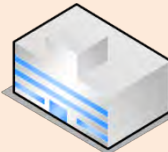
ユニット
コンテンポラリーな課題を
学際的に「定式化」

1. メタ階層ダイナミクス
2. 構造形成・持続性
3. 位相空間乱流
4. プラズマ量子プロセス
5. プラズマ・複相関輸送
6. 可知化センシング
7. プラズマ装置学
8. 複合大域シミュレーション
9. 超高流束協奏材料
10. 超伝導・低温工学

産学連携

**技術フロンティア
(産業界)**

- 超伝導
- 極限材料
- プラズマプロセス
- 機能材料
- 水素エネルギー 等





国内外の企業

核融合科学学際連携センター

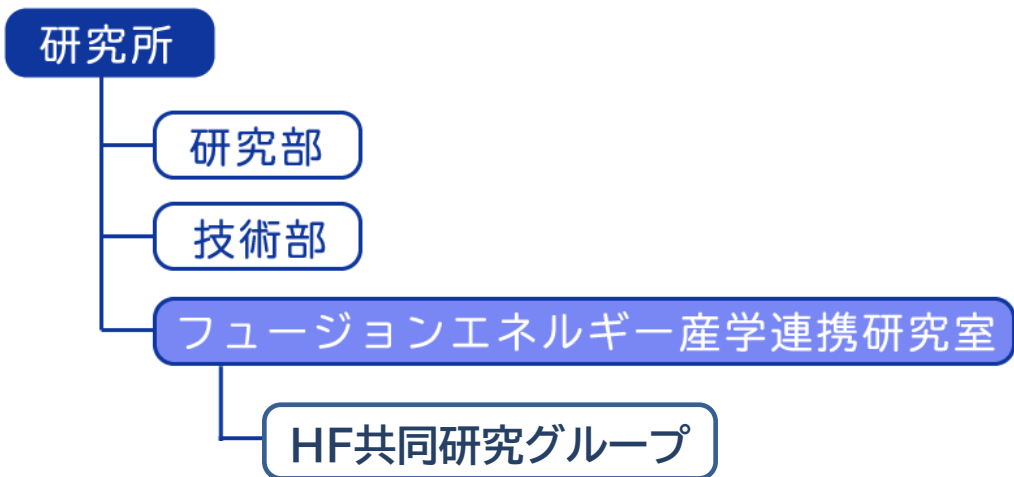
先端学術研究連携

学術フロンティア

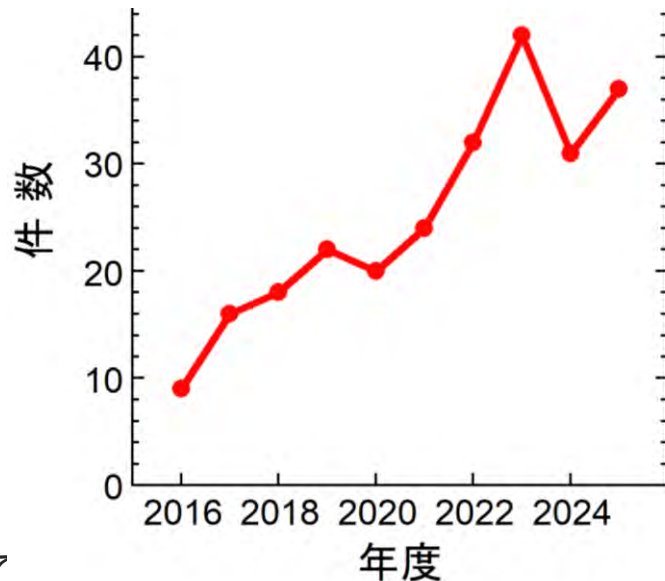
- 天体・宇宙物理学
- 地球・惑星科学
- 素粒子物理学
- 数理科学
- データサイエンス
- 環境学
- エネルギー科学
- 材料学 等

国内外の多くの大学・研究機関



民間との共同研究・受託研究件数



- 企業との共同研究・協業を専門とする所内組織として研究部とは独立の
フュージョンエネルギー産学連携研究室を設置
 - ✓ 利益相反を解消し、迅速・円滑な運用を可能に
 第1号 **HF共同研究グループ**
- NINS発ベンチャー称号授与: **ヘリカルフュージョン社**
- 京都フュージョニアリング、EX-Fusion等
 スタートアップと協力体制を構築



NINS発ベンチャー称号授与式 2025年9月19日

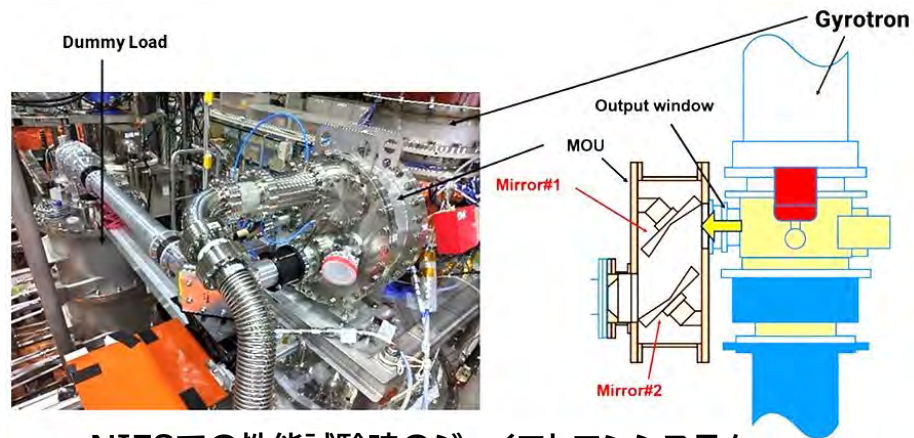
ジャイロトロン開発共同研究

京都フュージョニアリング株式会社 (KF)

<https://www.nifs.ac.jp/news/collabo/240112.html>

<https://kyotofusioneering.com/news>

- KF, NIFS, 筑波大学, 英国原子力公社 (UKAEA)、キヤノン電子管デバイスの国際産学共同研究として、英国の球状トカマク装置 MAST Upgrade用ジャイロトロンを共同開発
- 35 GHz低周波数ジャイロトロンシステムの性能試験において、3秒間の1 MW級での出力を実現



NIFSでの性能試験時のジャイロトロンシステム

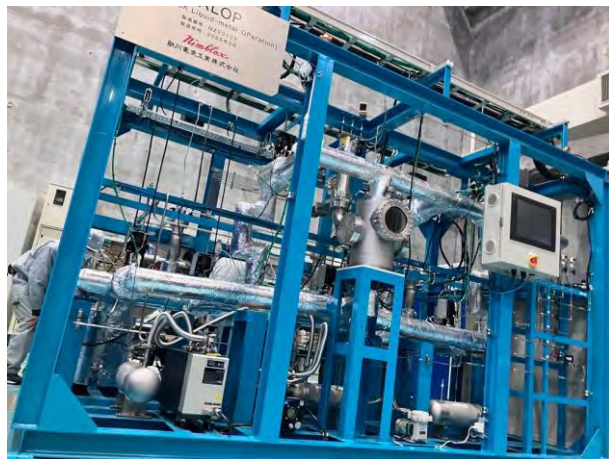
NIFSフュージョンエネルギー産学連携研究室「HF共同研究グループ」活動

株式会社 Helical Fusion (HF)

<https://www.nifs.ac.jp/news/researches/240418.html>

<https://www.helicalfusion.com/news>

- ヘリカル型核融合炉の実用化に向けた研究開発。特に、高温超伝導マグネットに関する実験などに関して重点的に共同研究
- NIFSの超伝導マグネット研究棟の大型導体試験装置で、高温超伝導導体試験を実施
- NIFSの計測実験棟大実験室の専有スペースに液体金属ブランケット試験装置を設置



↑ 専有スペースに設置された液体金属ブランケット試験装置(HF社)

← 大型導体試験装置における高温超伝導導体試験



米国スタートアップ TAE Technologies との革新的な共同研究成果

- スタートアップの老舗(創業1998年)であるTAE Technologies社
 - 13億ドル以上の民間資本, 1500件の特許取得
 - 中性子を発生しない p-¹¹B 反応核融合炉を目指す
- P-¹¹B反応の原理実証実験を実施できる環境を有しているのは世界でNIFSのみ
 1. 超高温プラズマを生成できる大型ヘリカル装置 (LHD)
 2. LHDが装備する負イオン源の高エネルギー中性粒子ビーム加熱装置(n-NBI)
 3. 国際共同研究によるボロン粉末落下装置
- 世界初をnature communications誌で発表
 - ➔ Top 1 %論文
 - 閉じ込め方式 (ヘリカル ↔ FRC)によらない科学のプロならでの成果

nature communications

Article

<https://doi.org/10.1038/s41467-023-36655-1>

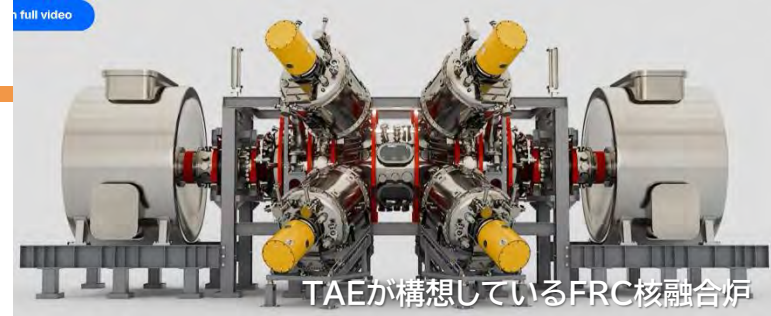
First measurements of p¹¹B fusion in a magnetically confined plasma

Received: 4 November 2022

Accepted: 10 February 2023

Published online: 21 February 2023

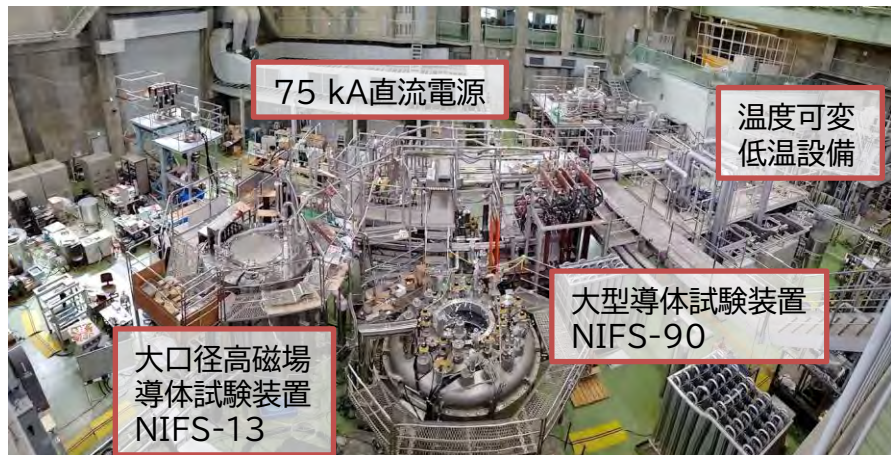
R. M. Magee¹, K. Ogawa², T. Tajima^{1,3}, I. Allfrey⁴, H. Gota⁵, P. McCarrroll⁶, S. Ohdachi⁷, M. Isobe⁸, S. Kamio^{9,10}, V. Klumper^{11,12}, H. Nuga¹³, M. Shoji¹⁴, S. Ziaei¹⁵, M. W. Binderbauer¹⁶ & M. Osakabe¹⁷



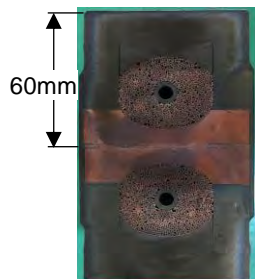
NIFSが有する核融合用超伝導導体試験設備の利用

- 現在稼働中で50kA以上を通電できる導体試験設備は世界に3つ(※)
- その内の2つがNIFSに

これまでに主要な核融合装置の導体開発に貢献



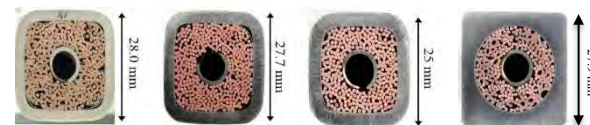
ITER



ITER-TF用
導体の接続部
11本の性能
確認試験

H.Kajitani et al.,
IEEE Trans.Appl.Sup.31(2021)

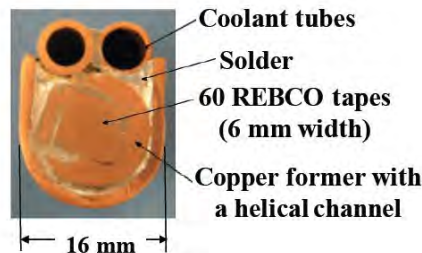
JT-60SA(QST)



Prototype EF-H EF-L CS
JT-60SA 中心ソレノイド(CS)/
平衡磁場(EF)コイル用導体4本
及び接続部7本の性能確認試験

T.Obana et al., Cryogenics 73 (2016)

SPARC(CFS)



SPARC用導体の原型
となったMIT提案の
REBCO導体を試験

T.Obana et al.,
Cryogenics 105 (2020)

Helix(HF)



REBCO導体を
用いて40 kA
@-258°C (15 K)
の通電に成功

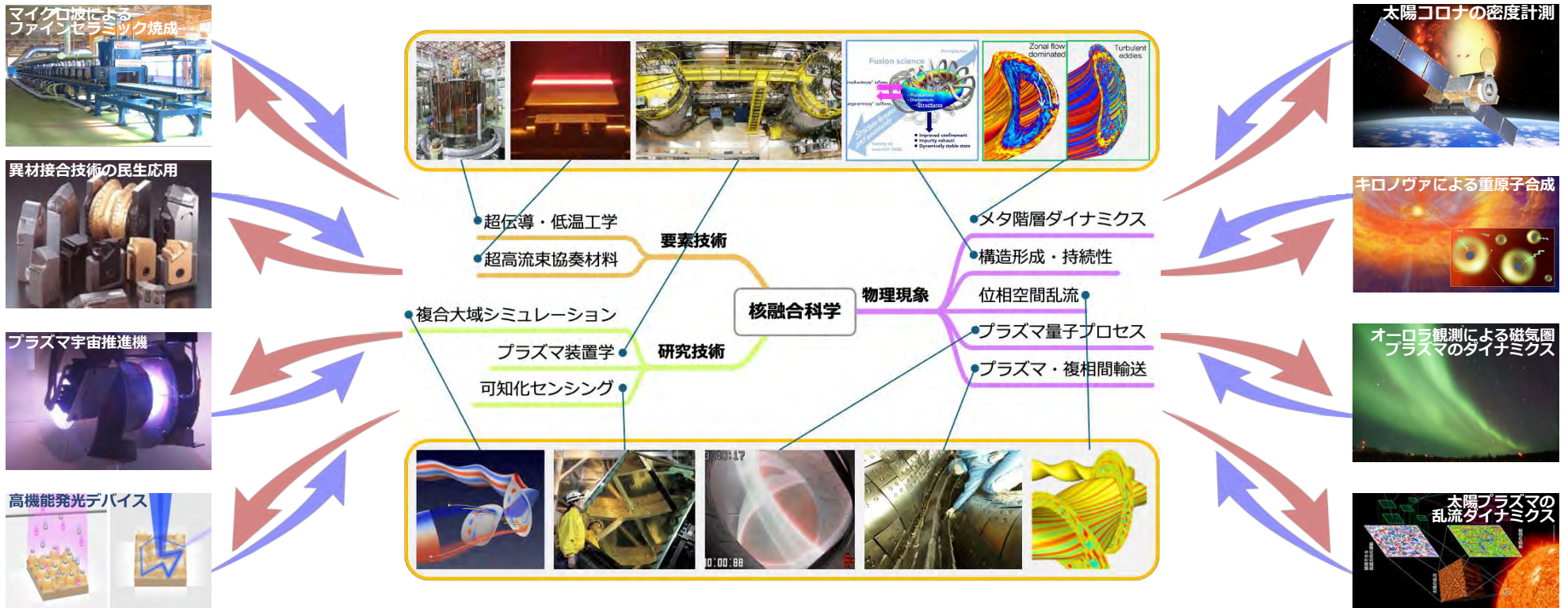
※ 導体試験設備とは、1週間程度で試験
が完了するものを指す。数ヶ月を要
するコイル試験を除く。
参考：2027年、中国ASIPPIにおいて、導体
試験設備Super-X(16 T, 100 kA)が稼働す
る予定

国	日本		スイス
研究機関	NIFS		EPFL-SPC
装置名称	大型導体試験装置 “NIFS-90”	大口径高磁場 導体試験装置 “NIFS-13”	“SULTAN”
試験体形状	直線形状	コイル形状	直線形状
最大磁場 設計(実績)	9 T	13 (9) T	10.5 T
最大試験電流	50 kA (定常) 75 kA (短時間)	25 kA (定常) 50 kA (短時間)	100 kA (短時間)
サンプル温度	4.2-60 K	4.2-60 K	4.5-50 K

特にNIFS-13では、コイル形状(最大外径700 mm)で、導体試験
ができるため、実環境の電磁力による特性劣化も評価できる

核融合科学を先導する知のネットワーク

- **学際的な展開** → フュージョンイノベーションの揺籃となる学術基盤構築
 - 学際的な共同研究チームであるユニットからなる研究組織に改編(所外メンバーが半数)
 - 近視眼的な成否への注目ではなく、原因・メカニズムの追究、科学的予見性の向上へ



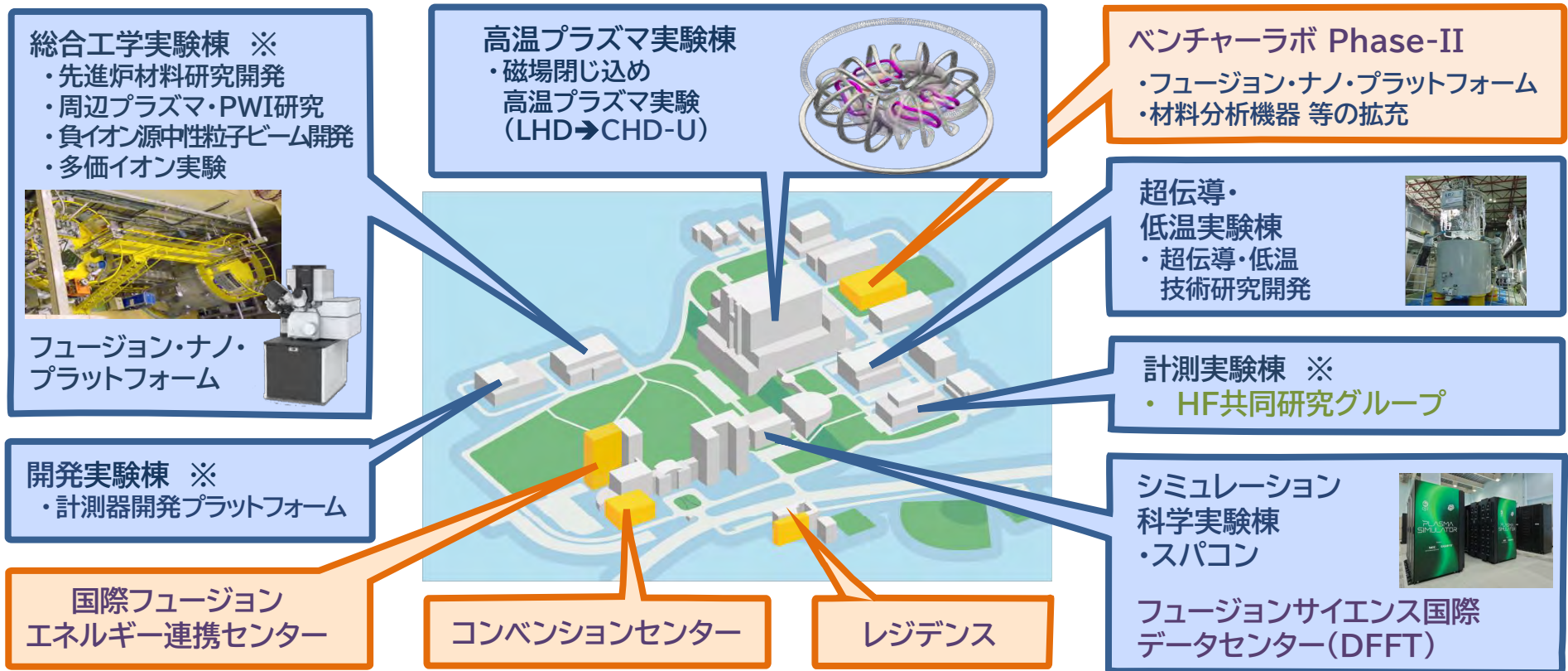
人と知識の水平展開と巻き込みによる核融合科学分野の拡大

本多光太郎先生 「産業は学問の道場なり」

国際的なイノベーション拠点形成に向けたキャンパス計画

グランドプラン： フュージョンサイエンスヒルズ構想

国が定めた「フュージョンエネルギー・イノベーション戦略」の拠点に指名



※ ベンチャーラボ Phase-I では既設実験棟等の改修により整備



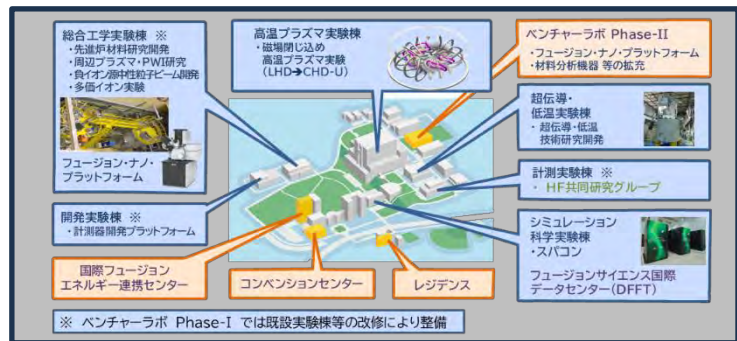
発電実証に向けた共通基盤整備

✓ 高温プラズマ実験システム

✓ フュージョン・ナノ計測基盤装置

超伝導技術の評価装置の整備

小型で高性能な核融合炉の実現に欠かせない「高温超伝導体」の研究開発において、強い電磁力による超伝導性能の低下や絶縁物の破損等の重要課題に対応できる研究環境を整備。



先進炉材料研究開発設備

核融合炉内材料が中性子によって受ける損傷等を評価するため、中性子照射環境を通常の実験室で模擬できる研究システムを導入。



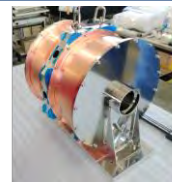
シミュレーション環境整備

大規模なシミュレーションが可能なスパコンとコードやデータの供用などの研究環境を整備。



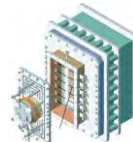
多価イオン実験装置

プラズマの温度を下げる原因となる重元素の多価イオンの性質を明らかにするため、高精度で多価イオンを研究できる設備を整備。



負イオン源中性粒子ビーム開発

高効率なプラズマ加熱に必要な「中性粒子ビーム入射装置」を開発するための設備を整備。



周辺プラズマ・PWI研究

炉心プラズマの安定維持と対向材料の長寿命化の実現に必要なプラズマ壁相互作用の研究のため、超伝導コイルで核融合炉環境を模擬できる直線型プラズマ装置を整備。



出典:
Magnum-PSI
(FOM研究所、
蘭)

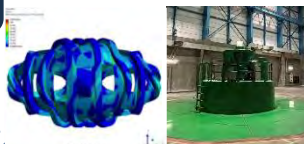
バンチャーラボ整備

産業界との連携研究用専有ラボ群等を整備。



計測器開発プラットフォーム

核融合炉環境で使える計測機器を開発するために必要な、超高温プラズマ発生装置の基本設計と、その研究環境を整備。



将来計画

- ・高温プラズマ実験 Phase-II
- ・プラズマシミュレータ Phase-II
- ・フュージョンサイエンス国際データセンター
- ・バンチャーラボ Phase-II
- ・国際フュージョンエネルギー連携センター
- ・コンベンションセンター 等



以下、参考資料



- 平成元年5月「核融合プラズマの学理とその応用の研究」の推進のため、**大学共同利用機関**として設置
- 世界最大級の超伝導ヘリカル装置 LHD やプラズマシミュレータ、工学研究施設等を**共同利用**に供し、世界をリードする**学術共同研究**を推進
- 平成16年度に法人化(**大学共同利用機関法人 自然科学研究機構**)
- 令和5年4月に研究組織等を改編、**ユニット体制移行 核融合科学学際連携センター**等の設置
- 令和7年6月発出の「**フュージョンエネルギー・イノベーション戦略**」において「**イノベーション拠点化**」「**体系的な人材育成システム**」「**アウトリーチ**」の中核として指名

■ 予算規模 (令和7年度) 71億円
(令和6年度補正予算 52億円の支援)

■ 施設規模 46万m²

■ 職員数 (令和7年7月1日現在) 計 217名

・ 所長	1名	
・ 研究教育職員	106名	
・ 技術職員	42名	
・ 事務職員	42名	
・ 年俸制職員(特任教授他)	26名	(うちURA職員 2名)



研究所入り口正面



大型ヘリカル実験棟

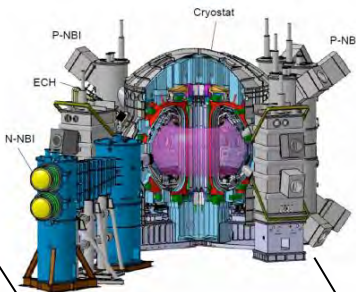


核融合科学に関する共同研究の中核・ハブ機能を担う



京都大学
エネルギー理工学研究所
Heliotron-J

量子科学技術研究開発機構 (QST)
JT-60SA



北海道地方
北大、北見工大等
6機関

筑波大学
GAMMA 10/PDX



東北地方
東北大、
山形大等
10機関

北陸地方
富山大、
金沢大等
6機関

関東甲信越地方
筑波大、東大、東海大
総研大、量研機構等
69機関

東海地方
名大、中部大、
名工大等
15 機関

近畿地方
京大、阪大、
兵庫県立大等
24 機関

中国・四国地方
岡山大、山口大等
16 機関

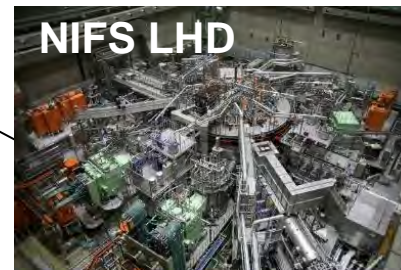
九州地方
九大、琉球大等
19機関



九州大学 応用力学研究所
QUEST



大阪大学レーザー科学研究所
GEKKO-XII Laser



LHDプロジェクトは2025年度をもって完遂
ポストLHDプロジェクトへと発展

NIFSが実施している 共同研究

- (1) 一般共同研究
346 課題
- (2) 基盤施設型共同研究
5課題
- (3) 核融合開発共同研究
3課題
- (4) 課題提案型共同研究
43課題
- (5) 研究コア提案型共同研究
3課題

共同研究相手先
機関数: **165 機関**
共同研究者: 約**1,700名**

国際共同研究においても中核・ハブ機能を担う

国際協定の日本代表機関

- **6 二国間協定** (オーストラリア、中国、欧州、韓国、ロシア、米国)
- **3 多国間協定** (国際エネルギー機関(IEA)実施協定)



核融合科学における標準的データベースを主導

- 閉じ込め物理データベース
- 原子-分子データベース

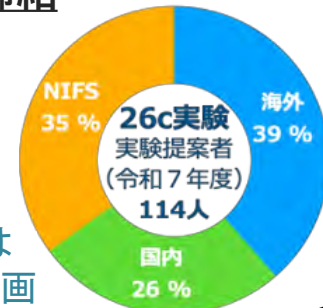
民間核融合企業との協働

- 協力と共同作業の促進

32の海外機関と学術交流協定を締結

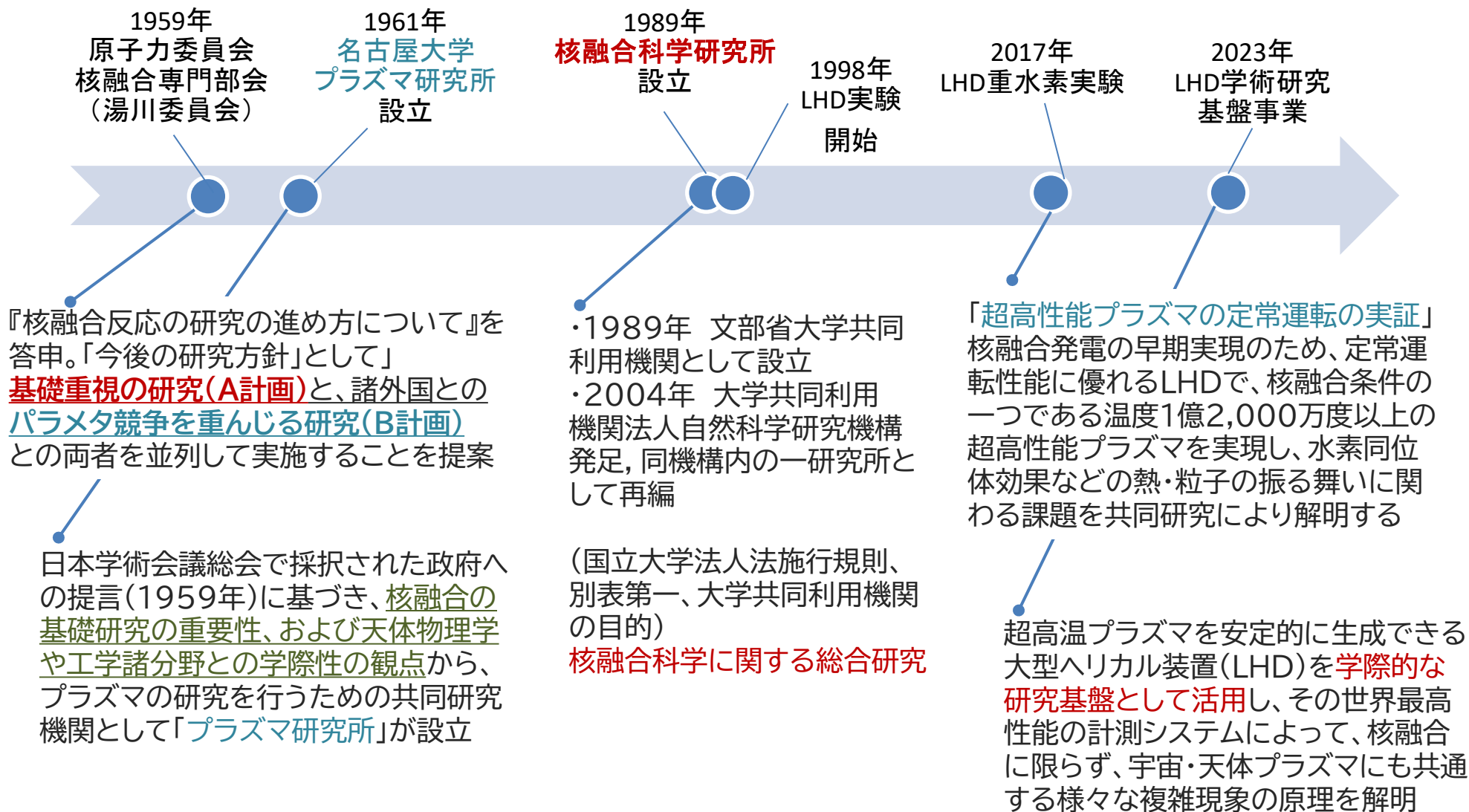
- 協力と共同作業の促進
- データ、材料、機器の交換
- 人材育成と教育

LHD実験への提案は
4割が海外からの参画



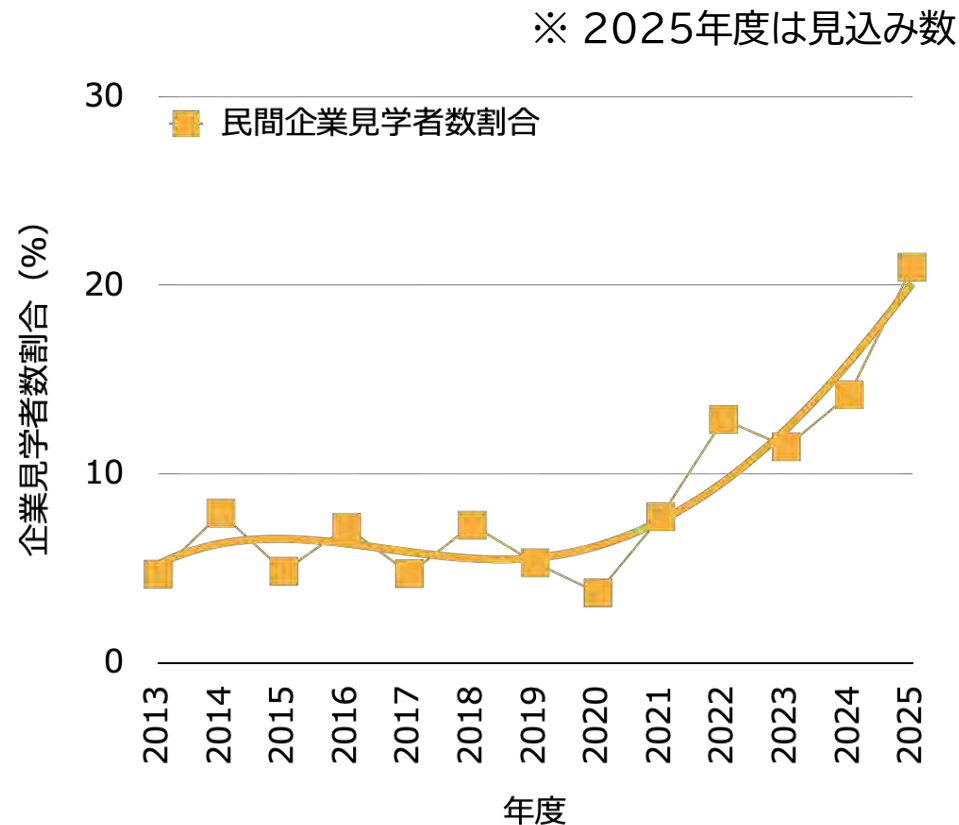
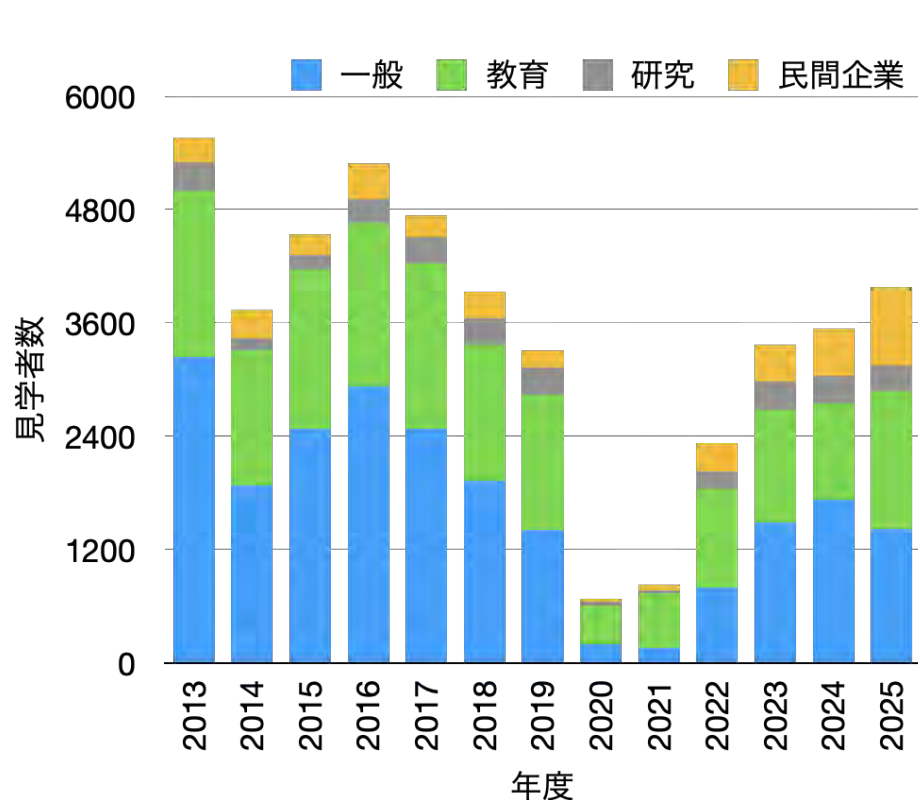


日本における核融合研究の体制：A計画とB計画の協創





研究所見学者数の推移：民間企業からの見学数が急増



- 核融合科学研究所では、一般の方に広く研究所を開放し、毎年多くの見学者を受け入れ
- 2020年度以降は、民間企業による見学者数が急増している
- 民間企業からの見学者数は20%に
- 見学件数では30%になる(440件中130件)。団体組織よりも企業体毎が増加



フュージョンエネルギー産業協議会とNIFSの合同セミナー実施



講演会の様子 (講演: J-Fusion 3件、NIFS 2件)



企業展示 6社



NIFSポスター展示(技術シーズの紹介)20件

日時 2025年9月5日(金) 13:00 - 17:15

会場 核融合科学研究所

主催 一般社団法人フュージョンエネルギー産業協議会

核融合科学研究所(核融合科学学際連携センター 産学官連携部門)

参加者数 LHD見学(午前) 50名

講演会・展示会 94名 (J-Fusion 59名、NIFS他 35名)



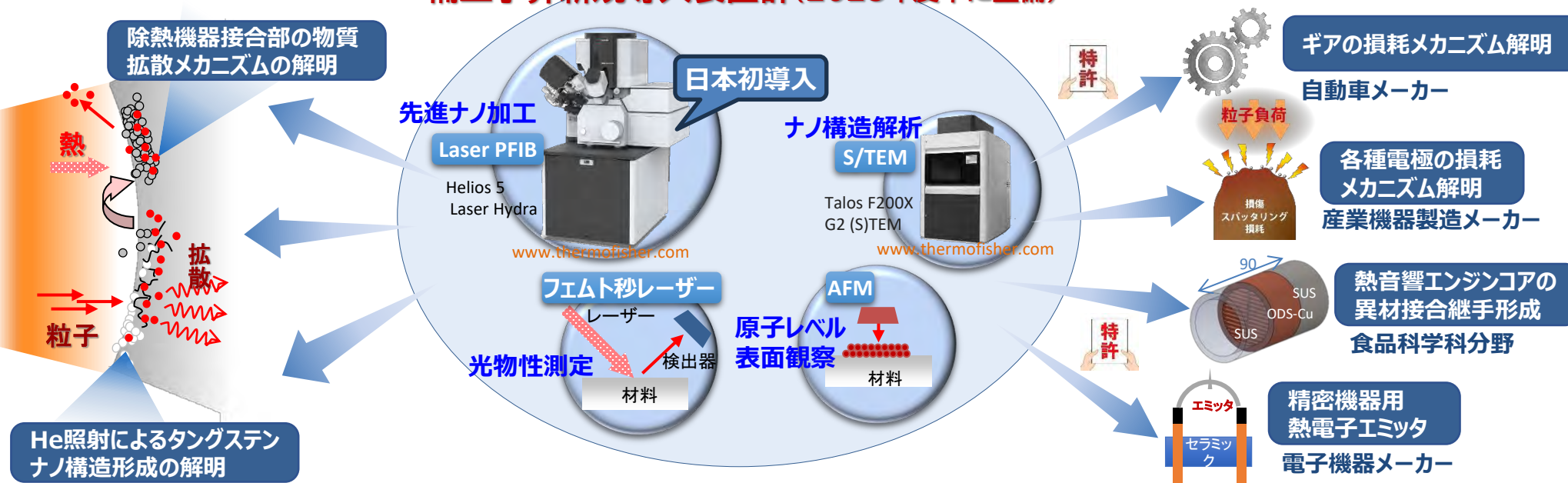
期待される成果・効果

- 「フュージョンエネルギー・ナノプラットフォーム」は、世界で類を見ない核融合材料科学・先端技術の共同利用・共同研究中核拠点
- 同プラットフォームは核融合科学の先端技術である「ナノスケールのプロファイリング技術」を基盤
- 同技術で得られた知見は産業界を含めた異分野へもイノベーションを引き起こせる

核融合科学の推進

フュージョンエネルギー・ナノプラットフォーム 補正予算新規導入装置群(2025年度中に整備)

異分野・民間共同研究



“ナノスケールのプロファイリング技術”による共同研究が進展



国際データセンターが繋ぐフュージョンエネルギー早期実用化のための研究開発エコシステム

核融合、材料、モノづくり他のビッグデータ(多くが非公開で活用不十分)

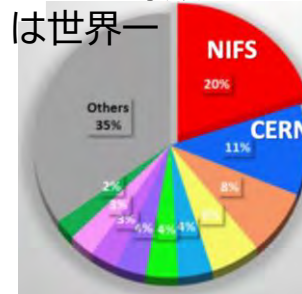


ITER Euro Fusion IAEA QST

その他諸機関

- ・大規模プロジェクト
- ・公的研究機関
- ・学术界 (核融合、プラズマ、材料、...)
- ・産業界 (材料、炉工学、モノづくり、...)

NIFSのDOI登録数は世界一



データ共有 (原データ移転は原則なし)

フュージョンサイエンスヒルズ

国際データセンター

六ヶ所村, 理研, 東大他

スパコン

高速回線

QST・NIFS共同調達他

Vラボ/AI
(バーチャル実験環境)

直結

ムーンショット10で開発

核融合DFFT
(トラストできるデータスペース)

- ✓ データ提供者・利用者のトラスト管理
- ✓ トラストレベルに応じたアクセス制御
- ✓ 各データの価値算出, 報賞基礎データベース化

内閣府SIP「データ連携基盤」の核融合向け拡充開発

原データ移転

Rラボ
(リアル実験環境)

継続整備

ナノプラットフォーム
原子・分子データベース

データ利活用

産業界・スタートアップ・学术界・公的研究機関・大規模プロジェクト