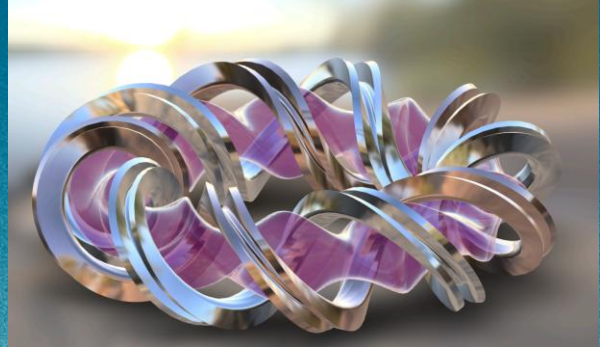




社会実装に向けた基本的な考え方検討タスクフォース向け

2030年代の発電実証を見据えた Helical Fusion社の開発計画

株式会社Helical Fusion
2025年10月15日

国立研究機関発スタートアップとして、 実用炉開発を商業化へ導く

Helical Fusion

J-Startup

経済産業省認定スタートアップ



自然科学研究機構

National Institutes of Natural Sciences

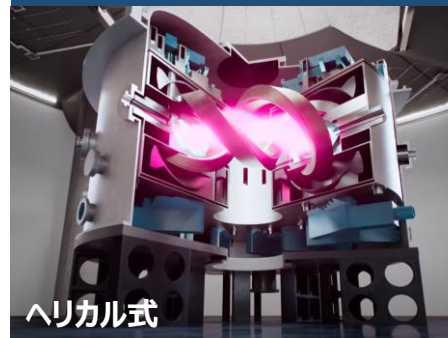
国立研究所認定スタートアップ

会社名： 株式会社Helical Fusion
設立： 2021年10月
拠点： 東京都（本社）、岐阜県（研究開発）、愛知県（事務所）
事業内容： フュージョンエネルギープラントの開発、要素技術の開発・提供など
出身母体： 国立研究機関（核融合科学研究所）のスピナウト

さまざまなバックグラウンドをもつ専門家集団



開発中の核融合炉



ヘリカル式

開発中の要素技術（超伝導）



20億円の補助金を活用して開発中

日本に もうひとつ 太陽をつくろう。

Helix Program

Helix HARUKA —ハルカ—

Helix KANATA —カナタ—

年々増え続ける電力消費と、止まらない地球温暖化。
そして、エネルギーを海外に依存せざるを得ない現状。

これらの課題に答えを出す鍵——
私たちが挑むフュージョンエネルギーの実用化です。

「太陽が持つ莫大なエネルギーを、地上で実現する」
それが私たちの挑戦です。

夢のエネルギーと呼ばれてきたこの技術は、
数十年におよぶ国家プロジェクトでの
科学研究の段階を超えて、
着実に現実のものとなりつつあります。

この最先端技術の実現には、
専門的な知識や技術だけでなく
日本のものづくりが持つ底力が欠かせません。

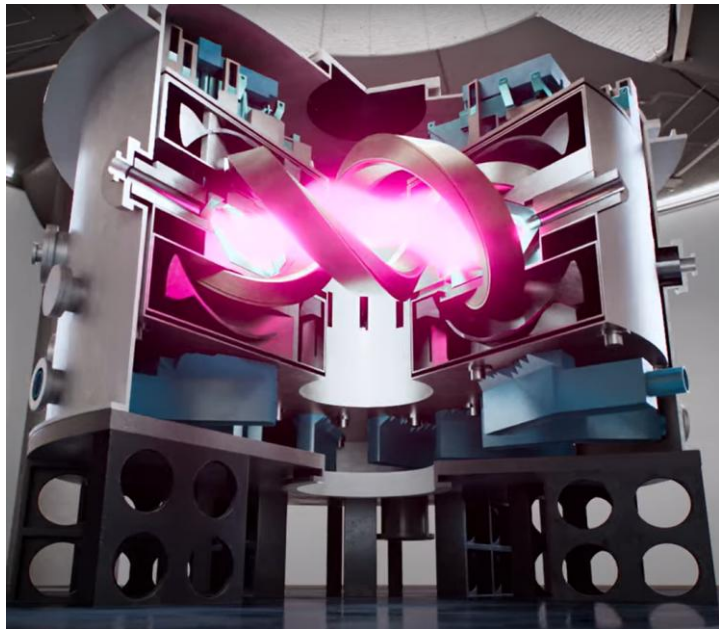
まさに日本の総力を結集して挑むべき
未来への大きな一歩であると信じています。

そして、日本に生まれたもうひとつの太陽が
遥か彼方まで世界を照らし続けるその未来を、
私たちは見えています。

実用化を見据えた『発電実証』

基礎研究の延長線上ではなく、社会実装を見据えた実用的な発電システムの確立に直結させる必要あり。
実発電を想定し、**バックキャスト思考**に基づいて炉設計・課題抽出・実証工程を構築。

実用できる発電システム



1. 定常運転

(1年を通して運転できる)

2. 正味発電

(外部に十分電気を出せる)

3. 保守性

(高いプラント稼働率実現が可能)

1. 365日の定常運転
2. 正味発電 ($Q_{\text{eng}} > 1$ 、 $> 50\text{MW}$)
3. 75%以上のプラント稼働率、
コスト競争力実現のカギとなる保守・交換の実現

※ QSTの原型炉の目標 (①数十万kWの電気出力、②実用に供し得る稼働率(～70%)、
③燃料の自己充足性) とも整合

原型炉相当の段階的開発計画

ITERレベルの技術統合と運転実証に向け、中間装置を介して技術実証する計画。小型ながら高密度な技術統合を行うことで、長時間運転・設備一体運用・保守性検証など、実機設計に必須の知見を蓄積。

科学的
実現性

科学的・技術的
実現性

技術的・経済的
実現性

実用化

① 新技術の個別実証

革新的コア技術の技術成熟
度向上による実現性の向上

② 新技術の統合実証、 超長期連続運転

技術・エンジニアリング課題の克服。
大型かつDT実証への道筋をつける
(技術課題を残さない)

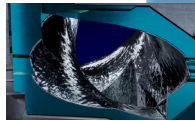
③ 正味発電($Q_{eng} > 1$)、 発電実証

商用化に足りうる正味発電、定常運転、
及び高稼働率（保守実現性）の実証

④ 本格商用 発電炉



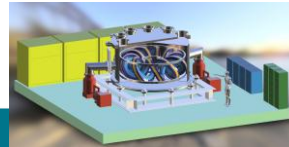
次世代型(HTS)
マグネット



液体金属壁
ブランケット

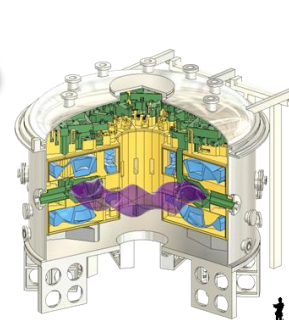
ITERとは違い
小型実証

中間実験装置での
技術実証



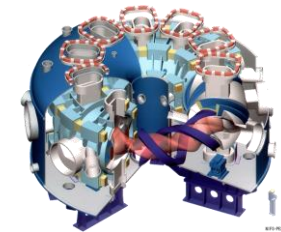
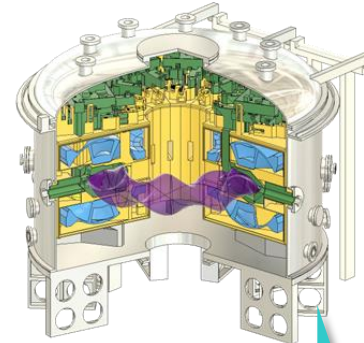
最終実験装置

“Helix HARUKA”



発電初号機（原型炉相当）

“Helix KANATA”



核融合科学研究所
LHD

Helical Fusion

長時間運転・統合実証を軸にした段階的課題解決

ITER等で注目される $Q_{sci} > 1$ のプラズマ物理実証とは異なり、長時間安定運転や炉心装置の統合実証といった、装置として必要な機能・性能に着目した段階的な技術検証を重視。

		LHD(NIFS)実績	HF社実績	HARUKA取組目標	KANATA取組目標
プラズマ 物理課題	プラズマ 性能	高性能プラズマ実証 (三重積: $0.5 \times 10^{20} \approx Q_{sci} > 0.05$) スケールン則の確立	プラズマ最適化に向けたNIFS との共同研究 (AI活用など)	スケールン則に沿った 実験結果の提示	$Q_{sci} > 10 / Q_{eng} > 1$ (高磁場 & サイズ最適化による性能改善)
	維持・連続	> 50分連続運転		> 24時間連続運転	> 1年間連続運転
主要機器 課題	コイル	超伝導コイル(LTS)での製作・ 組立実績	高温超伝導コイル ・導体ケーブルの開発 ☒ (複雑構造に使用可) ・ケーブルの性能実証 ☒ ・複雑形状コイル実証取組中 液体金属壁ブランケット ・ダイバータ機能を兼ね備えた ブランケットシステムの開発 ・素材(高マンガン鋼)開発	世界初のHTSヘリカル 実験装置の統合実証	大型構造物としての建造・組立、 統合実証
	ダイバータ	ダイバータ機構の実証 熱負荷試験		世界初のブランケット実装 実験装置の統合実証 HTSによるコンパクト化(熱負荷 上昇)にも対応できるシステム	
	ブランケット	未実装			
プラント システム 課題	炉設計・ 技術統合	世界最長の発電プラント設計 検討プロジェクトを牽引	発電炉の 査読済論文発表	民間主導型の実験炉 (コンソーシアムでの取組)	民間主導型の実証炉 (コンソーシアムでの取組)
	保守	-		クレーンを使用した ブランケット筐体交換手法の確立	高稼働率 (保守・交換の実証)

炉心主要機器の独自開発とインテグレーション能力

コイルやブランケットなど、炉心の最重要機器を自社開発する技術基盤を有する。加え、装置全体の統合設計（インテグレーション）を担う体制も整えており、自動車に例えればエンジン・駆動系の開発から車両全体設計までを一貫して担う存在。

高温超伝導導体(HTS)

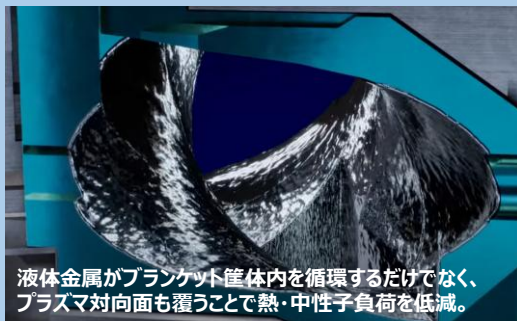
- 独自発案の**柔軟なケーブル型HTS導体**で特許取得。
- 2024年に**8T・40kA通電を実証**。
- 文科省SBIR支援(20億円)でコイル化を進め、世界で数少ないHTSコイル実証フェーズに到達。



ケーブル形状のコイル開発によりヘリカルコイル含む複雑形状への応用が可能に

液体金属壁ブランケット

- **日米FRONTIER計画を主導**した宮澤が発案。ダイバータとブランケットを液体金属で一体化する革新技術。
- **模擬装置GALOPを整備し実証を開始**、炉心小型化に伴う熱負荷対策として期待。



液体金属がブランケット筐体内を循環するだけでなく、プラズマ対向面も覆うことで熱・中性子負荷を低減。

炉設計の人材と知見

- **FFHR（世界最長の核融合炉設計計画）やJA-DEMOに関与した専門家が結集し、統合設計を主導。**
- 2023年には査読論文として発電プラント設計成果を発表、**実現性ある設計力を保有。**



スタートアップを核としたアジャイルな開発体制

宇宙・ロボット・防衛など他分野で見られるように、技術確立フェーズでは機動力あるスタートアップが主導する開発モデルが有効。フュージョン分野でも、技術の要諦を担うインテグレーター企業を、民間主導で段階的に育成・強化していく体制が、実用化スピードを左右。

		研究	技術開発	実証	実用化
主目的		原理(スケーリング則) 解明、基礎科学	要素技術開発・ 試作	システム統合・ 性能実証	事業化・ 量産・運用
主導主体	インテグレーター	国立研究所	スタートアップ	スタートアップ主導型 コンソーシアム	エネルギー企業等を 中心とした大企業JV
	開発連携 主体	大学・学術機関	国立研究所(施設開放) 中堅製造企業	エンジ企業、 重電・重工メーカー等	スタートアップ エンジ企業 重電メーカー等
協力主体	協力連携 主体	重電メーカー等	素材メーカー 機器メーカー等	エネルギー企業 大企業等	エネルギー企業・ 電力事業者等
	政府・ 公的機関 への期待	基礎科学研究への資金 配分、国際協力(ITER)	SBIRやマイルストーン型 プログラムの段階的支援	実験場(特区)整備、 公的機関による出資・融 資、初期市場創出(補 助・委託事業)	規制整備 許認可整備 電力供給支援

実用化加速に向けた政府支援への期待

1. フュージョンエネルギー推進プログラムの創設

- 民間による多様な炉型・技術アプローチを支援するため、**5年間で2000-3000億円の基金を創設**
- スタートアップ・大企業・国研・大学の混成コンソーシアム参加を可能とし、**マイルストーン達成で段階的に選別・集中**していく仕組みを提案。

2. 要素技術・中間実験装置の開発支援

- 原型炉相当装置に至る前段階として、**中間実験装置での統合実証**が重要。
- CFS社など海外スタートアップも同様に中間実験装置への取組を行っており、SBIR等を活用した継続的支援が必要。

3. 国研と民間の共用・連携体制の構築

- **国研設備の民間開放とインフラ共用**により、官民連携を加速。
- 例：Helical Fusionの実験装置「**HARUKA**」を国研敷地内に建設し、既存インフラを活用。
トリチウム・超伝導・ダイバータ等の実証設備を国研主導で拡充し、民間に共有化することで、限られた国家資源の効果的活用を図る。

【参考】スタートアップ×国研等協力の海外事例

① CFS × 米マサチューセッツ工科大学（MIT）

- CFSのトカマク型実証炉SPARC（2027年実証予定）の開発に当たり、MITは基礎研究（Alcator C-Mod）の成果提供、設計シミュレーション、HTS磁石（高温超電導磁石）の共同開発、人材参画等の幅広い協力を実施
- MITの20Tに対応した超伝導実験設備等も活用

CFS-MIT High-Field Magnet
Technology for Commercial Fusion
Experimentally Validated



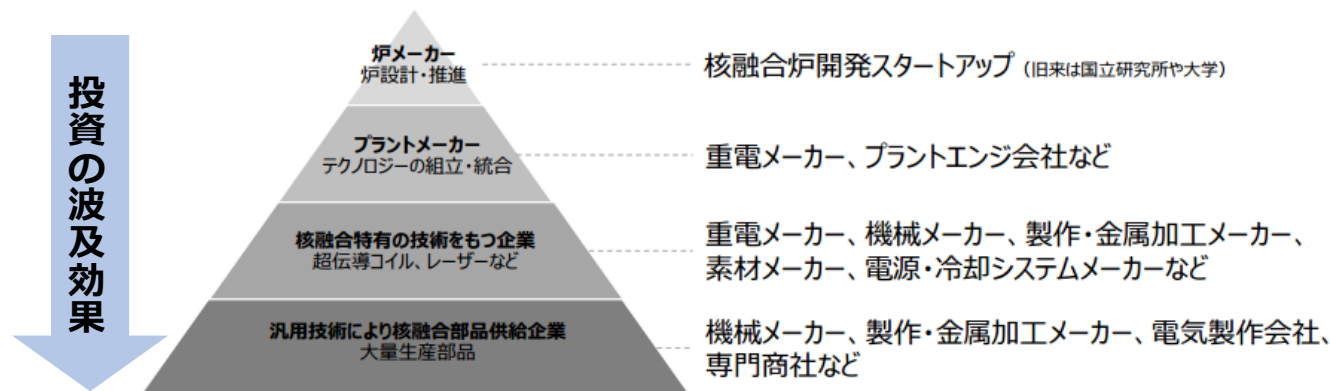
② Proxima Fusion × 独マックス・プランク・プラズマ物理学研究所（IPP）

- Proxima Fusionのステラレーター型核融合炉の開発に際し、IPPはステラレーター物理・実験装置（W7-X）の知見提供、公的資金を受けたHTS磁石の共同開発・評価等の幅広い協力を実施



【参考】核融合スタートアップへの支援と産業競争力強化 Helical Fusion

- 核融合産業の裾野は極めて広く、日本には世界トップクラスのものづくり企業群が存在
- 核融合スタートアップへの支援は、ものづくりサプライチェーンの強化に繋がる



例1) 文科省SBIRのご支援を受け、菱輝金型工業
にコイルケースの製作を委託



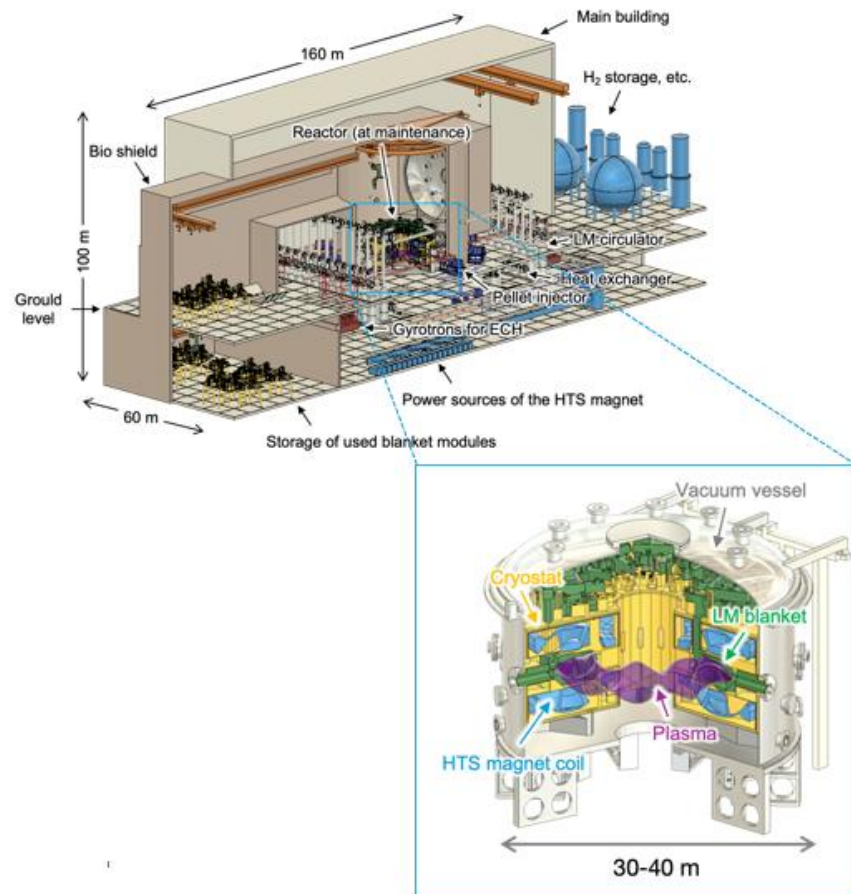
例2) 6月の核融合戦略改定の影響もあり、関連製造
業銘柄の株価が上昇

- ・助川電機：株価が約34年ぶりの高値
- ・木村化工機：4月安値（580円）から8月高値（1097円）まで強力な上昇
- ・神島化学工業：6期連続の増配。株価は核融合関連株の位置づけで直近好調

出典：再点火が秒読み、国策追い風に燃え上がる「核融合発電」銘柄リスト <株探トップ特集>

【参考】Helix KANATA 装置パラメーター一覧(暫定値)

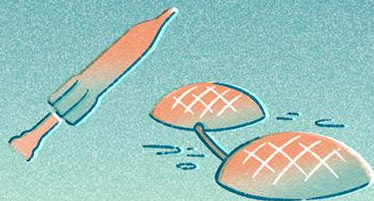
		Helix KANATA	ITERサイズ原型炉 (第3期)
サイズ・配位	超伝導コイルの種類	高温超伝導 (REBCO)	低温超伝導 (Nb3Sn)
	超伝導コイルの冷却	20Kガスヘリウム	4K液体ヘリウム
	主半径	8~10 m	6.2 m
	小半径	約1.2~1.5 m	1.65 m
	プラズマ体積	200~400 m ³	569 m ³
	プラズマ電流	0 (駆動電流なし)	8 MA
	トロイダル磁場	6~9 T	5.3 T
	パルス幅	定常	定常(仮)
核融合性能	核融合出力	約300 MW	820 MW
	エネルギー増倍率 $Q_{50\%}$	10~20	14
	外部加熱入力	20~30 MW	56.8MW
	発電端出力	約120 MWe以上	307MWe
	正味電力	20 MWe以上	82.5MWe
プラズマ性能	中心イオン密度	約 40×10^{13} 個/cm ³	約 8.9×10^{13} 個/cm ³
	中心イオン温度	約1億 °C	1.4億°C (体積平均)
	閉じ込め時間	約5 s	1.72 s
ブランケット・ダイバータ	冷却材	液体金属, 300~600 °C, 約1 MPa	水, ~300 °C, 15.5 MPa
	構造材料	低放射化高Mn鋼, SiC	F82H
	機能材料	液体金属	Li ₂ TiO ₃ /Be12Ti
	トリチウム増殖比	1.05~1.15	1.05
	ダイバータ材質	液体金属 (増殖ブランケットが兼ねる)	タングステン, F82H



人類は 核融合で進化する

我々はヘリカル核融合炉で
持続的かつ安定したエネルギーを創造し
このさき百万年続く地球と人類の共生を可能にします。

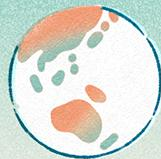
Helical Fusion



宇宙進出



エネルギー自給



世界平和



カーボンニュートラル



水素社会