資料1-3
第14回フュージョン戦略有識者会議
令和８年11月12日

2026年11月12日
イノベーション政策強化推進のための有識者会議
「フュージョンエネルギー」（第14回）

ビーム支援FRCによるp-^{11}B核融合発電の実証に向けて

株式会社LINEAイノベーション　代表取締役CEO　野尻 悠太

１．なぜp-^{11}B反応か

トリチウムを使わず、主反応で中性子を出さない反応を選び、商用化に向けた工学的課題を本質的に回避する

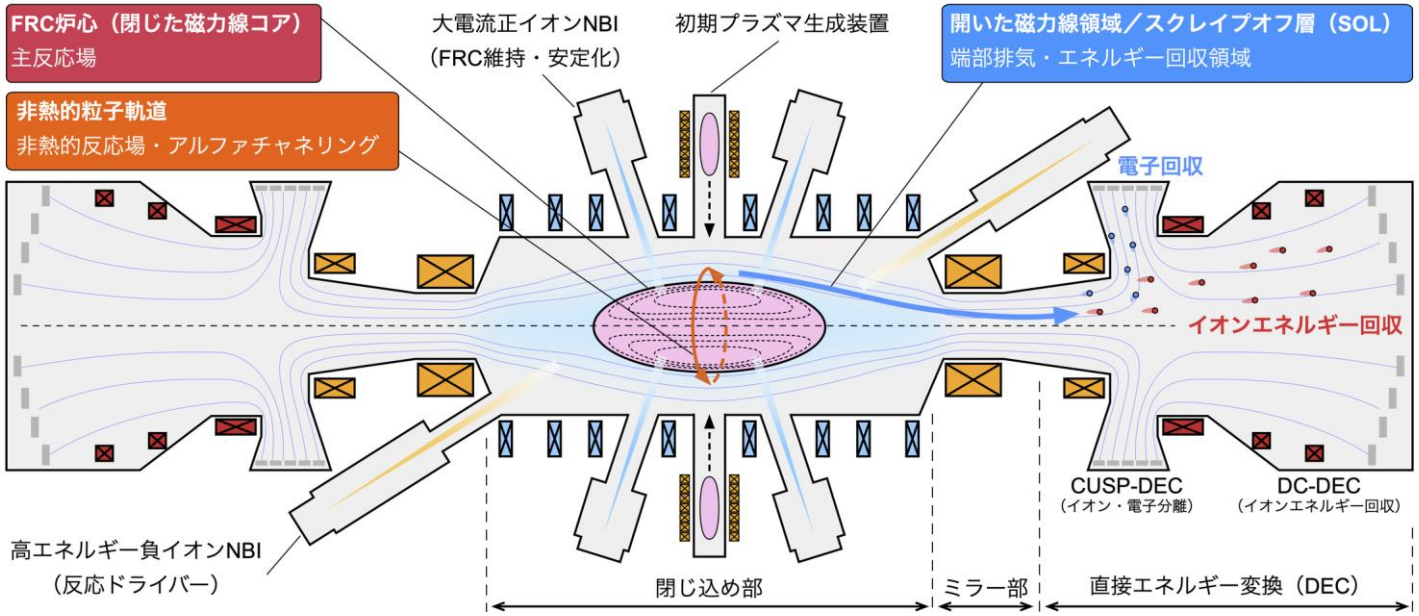
項目	D-T反応	p-^{11}B反応
燃料	重水素＋トリチウム（炉内で増殖）	水素＋ホウ素11（トリチウム不要）
主反応の生成物	α粒子＋中性子（14.1 MeV）	α粒子3個（中性子を出さない※1）
エネルギーの取り出し	中性子を熱に変えてタービンで発電	荷電粒子を直接エネルギー変換で回収も可能
必要なイオン温度の目安※2	10–20 keV（約1〜2億度）	100 keV超（10億度超）

プラズマ全体を加熱するのではなく、高エネルギーの陽子ビームで反応を起こす非熱平衡な反応場を用いる

※1 副反応により中性子はわずかに発生する。
※2 熱平衡プラズマによる核融合を前提とした場合の目安（1 keV ≒ 1,160万度）。p-^{11}Bは熱平衡プラズマでは制動放射による損失が大きい。

2．目指す発電方式と社会実装の姿

p-^{11}B反応を、ビーム支援FRC／ミラー複合方式と直接エネルギー変換で発電に結びつける



社会実装時の目標

220 MW
核融合出力

50 MW
正味電気出力

6 か月
連続運転時間

主反応で中性子が発生せず※2、トリチウムも用いないため装置を単純化でき、分散型電源としての利用を目指す。

※1 概念図であり、装置寸法・性能を確定した設計図ではない。αエネルギー再配分・直接変換を含む統合性能は今後の検証対象。
※2 副反応により中性子はわずかに発生する。

３．発電実証までの道のり

実験装置で条件を段階的に引き上げ、2030年代に発電実証を行う

段階	主な検証内容
第1世代装置・第2世代装置 **既存装置・先行実験**	FRC／ミラー複合配位の形成（実証済み） 200 keV級ビームによるp-^{11}B反応の実証
第3世代装置 **実験装置**	100–200 keV級NBIによるビーム支援反応場 閉じ込め・減速・損失の評価
第4世代装置 **実験装置**	300–500 keV級ビーム・長パルス α粒子の生成・閉じ込め、高エネルギー粒子物理
第5世代装置 **2030年代の発電実証**	600–700 keV級ビームによるp-^{11}B反応場 反応場・回収・発電系を統合
第6世代装置・第7世代装置 **商用化前発電実証・社会実装**	正味電力出力の向上と長時間連続運転 分散型電源として利用可能な発電システム

資源エネルギー庁の補助事業（2026–2028年度／現時点では条件付採択）で第3世代装置の中核機器を開発。各段階の移行は検証結果で判断。

４．プラント諸元・目標年

2030年代の発電実証で、反応場・回収・発電系を統合し発電端出力を確認する

2030年代の発電実証における目標

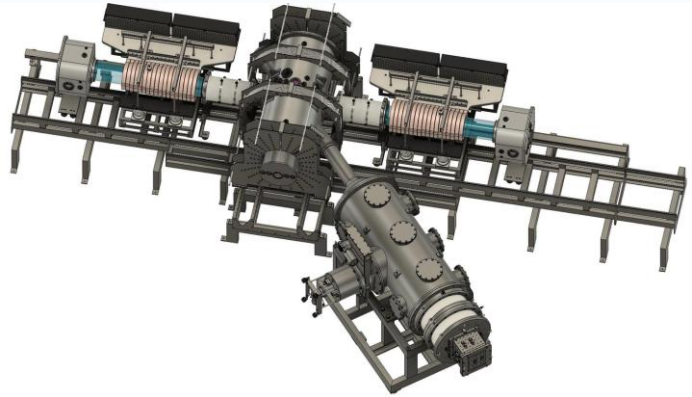
核融合出力	発電端電気出力	高エネルギー反応場	連続運転時間
数 MW	直接エネルギー変換装置を用い、発電端で有意な電気出力を確認	600–700 keV級の高エネルギー陽子成分を含む非熱平衡反応場を形成（エネルギー換算温度 100 keV超※）	**～100 秒**

実験装置（第3・第4世代装置）　反応場・エネルギー回収系の成立性を段階的に検証する。
社会実装　核融合出力220 MW、正味電気出力50 MW、連続運転時間6か月を目指す。

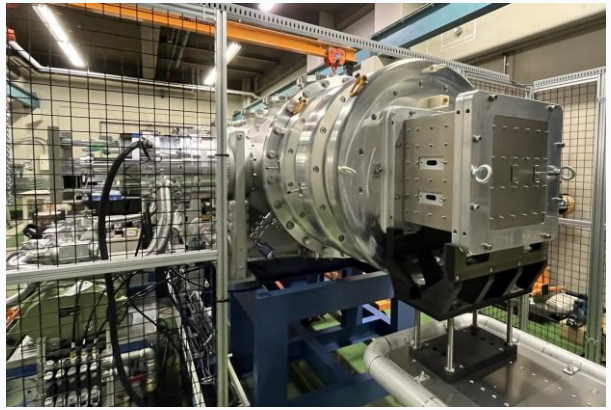
※エネルギー換算温度：熱的な背景プラズマと高エネルギー陽子成分のエネルギーを合わせて温度に換算した指標であり、熱平衡プラズマの温度とは異なる。
目標値は現時点の設計検討に基づくもので、今後の検討・設計により変わりうる。

５．研究開発の進捗と技術的ハードル

反応場形成の基礎は計画より前倒しで実証。次の関門は$p\text{-}^{11}B$反応の定量的な成立性



第2世代装置（反応実証実験）の構成図



自社で製作中のNBI関連装置

実証済み

FRC／ミラー複合配位の形成（2024–25年、計画より前倒し）
筑波大学GAMMA 10/PDXへのプラズモイド入射（2025年、1年以上前倒し）

準備中

第2世代装置での200 keV級ビームによる$p\text{-}^{11}B$反応の実証実験
反応ドライバー（高エネルギーNBI）を自社で設計・製作

主な技術的ハードル

効率的な反応場形成	高速イオンの閉じ込め・減速、ボロンの空間分布制御
NBI	600–700 keV級への高エネルギー化と総合効率の向上
エネルギー回収・発電	直接エネルギー変換・熱回収の効率（Qengを左右）
統合運転	各機器の連携による反応場の維持、ヘリウム灰の排気

６．ファイナンスの状況

シリーズAの調達と補助事業により第3世代装置の中核機器開発に着手。以降は段階ごとの成果をもとに調達を重ねる

民間資金

17.5 億円

シリーズA（2025年5月）　VC・事業会社等から調達

公的資金

資源エネルギー庁
フュージョンエネルギー発電実証推進事業補助金
条件付採択（事業期間 2026–2028年度）

今後の資金確保の考え方

第3世代装置の中核機器開発は、シリーズAで調達した資金と補助事業で進める。
第3世代装置の装置建設以降は、各段階の検証成果をもとに、開発段階ごとに資金を確保していく。

６．推進体制・サイト選定

LINEAが装置統合と事業化を担い、母体の日本大学・筑波大学をはじめとする研究拠点と要素技術を検証する

株式会社LINEAイノベーション

装置統合と事業化を担う中核

- 装置全体の設計・統合と発電システム化
- 要素技術の要求条件設定と実験データの提供
- 資金調達・サイト確保・人材獲得

経営体制（2023年設立、役職員11名）

CEO 野尻 悠太　　CSO 浅井 朋彦（日本大学）
CTO 坂本 瑞樹（筑波大学）　　CFO 玉木 諒

日本大学

プラズマ理工学研究室

- FRC／ミラー反応場形成
- S-NBI開発
- FRC生成・制御
- プラズマ・ビーム計測

筑波大学

プラズマ研究センター

- NBI・エネルギー回収
- MMC・電力変換回路等の基礎設計

その他の連携先

神戸大学　直接エネルギー変換（DEC）　**TAE**　FRC生成・制御、プラズマ計測
大学・研究機関・事業会社等　プラズマ生成・維持、FRCシミュレーション、高エネルギーNBI、ボロン供給、ビーム／材料相互作用 等

今後の連携希望先　高エネルギーNBI・シミュレーション・材料・計測等

サイト選定

第3世代装置
建設サイトを選定中

第4世代装置以降
開発段階に応じて順次選定