

東京都産業労働局「ゼロエミッション東京の実現等に向けたイノベーション促進事業」
令和5年度採択案件

「核融合を想定した 高温熱取り出しと発電・水素製造」

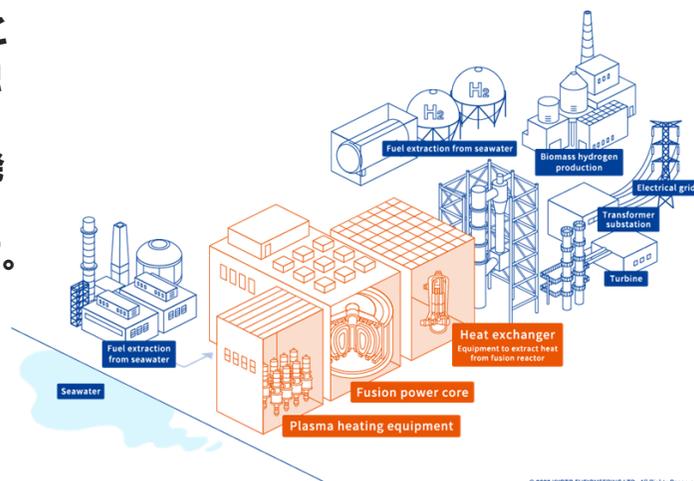
第1回評価書
【概要版】

令和6年10月

はじめに

(1) 本事業の背景と課題

- 核融合は温室効果ガスを排出しない、1,000万年にわたりエネルギーを供給できる、原理的に暴走しない、高レベル放射性廃棄物を出さない、などの利点があることから、「究極のゼロエミッションエネルギー」である。特に大都市においては、核融合は最適な大型集中エネルギー源となる。近年、世界各国で核融合の開発競争が進んでおり、特に欧米は国家重要施策として多額の補助金も拡充しながら開発を急いでいる。国家や主要都市が開発をリードするフェーズへ移行しており、世界的都市の一つで電力・エネルギー需要が高い東京都の主導が必要とされています。
- 本事業では2050年実質ゼロに向けた革新的技術である核融合開発、その中の重要課題の一つであるエネルギー変換技術「高温熱取り出しと発電、水素製造」に取り組む(核融合反応そのものは起こさない)。本開発を行うことで核融合の実用化を加速させ、ゼロエミッション東京を実現する。また核融合という裾野が広い産業の中で都内企業を中心としたサプライチェーンを作り上げ、技術立国日本の再興を狙います。



(2) 本事業で開発する技術・サービス

- 究極のクリーンエネルギーである核融合の開発競争が国際的に激化する中、世界に先駆けて核融合プラントの主要システム(熱交換器、発電・水素製造システム等)を開発し、核融合発電の社会実装を加速させて2050年までのゼロエミッション社会を実現する。同時に既に6,000億円規模まで成長している核融合市場の需要を日本に取り込むことで東京都や国内サプライチェーンの強靱化や産業基盤の強化、次世代産業創成に貢献します。

(3) 本事業により期待される「ゼロエミッション」効果

- 仮に現在、原子力発電が担う、安定したゼロエミッションの大規模電源としての役割を核融合発電が肩代わりすると仮定した場合、その温室効果ガス削減量は東京都単体で2億8千万トンCO₂/ライフサイクルと膨大な削減効果が見込まれます。
- 本事業は、核融合実用化の大きな課題となる核融合発電システムの開発と商業化に関わる事業であり、完了した場合における上記の膨大な温室効果ガス削減量を鑑みれば、ゼロエミッション東京を実行的に実現し得る取り組みです。

本事業の概要

事業者名	京都フュージョニアリング株式会社
都内所在地	東京都千代田区大手町1-6-1 大手町ビル 5 階
代表者名	代表取締役社長 小西 哲之
本事業の統括責任者	同上
本事業の実施期間	令和6年4月～令和9年3月
プロジェクトメンバー	株式会社INPEX

本事業の実施内容

本事業で開発する技術とシステムは、核融合発電および水素製造の実現に不可欠である。現在、世界の核融合プレーヤーの大半は、官民ともに「プラズマの閉じ込め燃焼」、つまり核融合反応そのものを安定的かつ継続的に実現するための物理研究に注力しているが、そのエネルギーを熱に変換し、発電や水素製造などに利用可能とするまでのプロセス(核融合エネルギーを熱に変換し、取り出し、運搬する)に必要な工学技術開発に取り組んでいる企業はいない。

核融合の持つ莫大なエネルギーは、当社が世界に先駆けて開発する技術をもって初めて、電力や水素などの低炭素エネルギーとして利用可能となる。本開発は核融合エネルギー開発にとって極めて重要で不可欠なシステムである。

開発物イメージ: 核融合熱を想定した高温熱取り出しと発電・水素製造システム



本事業終了時点(令和8年度)の達成目標



目標①

核融合模擬環境から
熱を取り出し輸送する
機能

- 熱交換器を用いて熱を輸送する。液体リチウム鉛から熱を取り出す(核融合模擬環境の運転温度は約500度～850度)



目標②

核融合模擬環境から
水素ガスを取り出す
機能

- 水素ガス取り出し時の液体リチウム鉛流量: 毎分500ミリリットル(現状の装置の20倍)



目標③

核融合模擬環境から
発電・水素製造する
機能

- 発電端電気出力: 15kW以上
- 水素製造: 10kW以上

令和6年度上期 取組状況と成果①

(1) 達成目標に関する取組と成果

大項目	小項目	令和6年度上期目標	令和6年度上期の取組と成果	評価
目標①	核融合模擬環境から熱を取り出し輸送する機能	<ul style="list-style-type: none">約500度の熱取り出しと輸送を実現するための液体リチウム鉛循環システムを製作液体リチウム鉛をシステム内で安全に循環させられる設計になっていること	<ul style="list-style-type: none">熱の取り出しを実証するための環境として高温熱輸送を行う液体リチウム鉛を循環させるループを開発、製造に向け、ループを安全に運転するため、設計要素を詳細に解析し設計し、製造委託先と設計に関して合意した。	○
目標②	核融合模擬環境から水素ガスを取り出す機能	<ul style="list-style-type: none">水素ガス移送及び取り出し装置の設計、製作液体リチウム鉛流量毎分100ミリリットルが達成できる設計となっていること	<ul style="list-style-type: none">設計の最適化のため行った実験データをもとに、水素ガス取り出し装置の設計および製作を行った。同装置は設計製作を1社で行える企業がいなかったため、複数企業と協議の上、作業スコープを整理し、装置の主要構成部品を製作し、装置として組み上げた。	○
目標③	核融合模擬環境から発電・水素製造する機能	<ul style="list-style-type: none">核融合模擬環境からの発電実証設備の設計発電端電気出力15kWが達成できる設計になっていること	<ul style="list-style-type: none">液体リチウムループに投入する熱エネルギー、液体リチウム内での熱輸送により消費されるエネルギー、液体リチウムループに接続する熱交換器の効率を加味し、発電機で利用できる熱エネルギーを算出検討し、発電機で利用できる熱エネルギーを算出検討し、製造委託先と設計を合意した。	○

令和6年度上期 取組状況と成果②

(3) その他の主な取組と成果

取組内容	主な成果
知的財産	<ul style="list-style-type: none">耐腐食性・耐熱性のある特殊合金を使用した熱交換器および配管製作のために同素材の製作性の確認、接合方法の開発を行う。同特殊合金を用いる板材や配管材同士の接合に用いる技術に一定の成果あり。共同開発を行う企業と特許を共願で申請する準備を開始した。
マーケティング・販路開拓	<ul style="list-style-type: none">IAEA Fusion Energy Conference、Technology of Fusion Energy (TOFE)、Symposium on Fusion Technology (SOFT) への参加と本事業の紹介を行った。
事業会社とのオープンイノベーション	<ul style="list-style-type: none">株式会社INPEXと市場で利用可能な水素製造技術の検討と各技術の技術レベルに関する協議を行った。

機能達成と性能向上に向けた継続検討

補助事業は順調に進展しているが、機能達成と性能(より高い温度からの熱取り出しや、より大流量の液体リチウム鉛での水素ガス移送および取り出し)の向上に向け引き続き取り組む必要がある。

課題に対する対応策

- ・ 協力会社と密に連携し設計・製作の進捗を管理を継続していく。

令和6年度下期までの実施計画

大項目	小項目	令和6年度計画				令和6年度下期の目標
		1Q	2Q	3Q	4Q	
目標①	核融合模擬環境から熱を取り出し輸送する機能	液体リチウム鉛循環システムの設計・一部製作	液体リチウム鉛循環システムの製作	液体リチウム鉛循環システムの組立完成	液体リチウム鉛がシステム内で循環できること	<ul style="list-style-type: none"> ・約500度の熱取り出しと輸送を実現するための液体リチウム鉛循環システムの運転 ・約500度での液体リチウム鉛がシステム内で循環できること
目標②	核融合模擬環境から水素ガスを取り出す機能	水素ガス取り出し装置の設計			液体リチウム鉛流量毎分100ミリリットルの実証	<ul style="list-style-type: none"> ・水素ガス移送及び取り出し装置の運転 ・液体リチウム鉛流量毎分100ミリリットルに対応
目標③	核融合模擬環境から発電・水素製造する機能	発電システム(圧縮機、ガスタービン、発電機)の設計	発電システム(熱交換器、配管、計器、鉄骨、制御盤)の設計	液体リチウム鉛流量毎分100ミリリットルの実証	<ul style="list-style-type: none"> ・核融合模擬環境からの発電実証設備の製作 ・水素製造システムの製作開始 ・発電端電気出力15kWが達成できる仕様に基づき製作すること 	

(1) 令和6年度上期目標の達成状況

- 令和6年度上期における達成目標は、いずれも達成済みであることが確認された。

(2) 特に評価できる点や本事業の強み・アピールポイント

- 本事業は、未来のクリーンエネルギーとして期待され、全世界で開発競争が進められている核融合について、その要素技術の開発を行うものであり、脱炭素分野での日本の競争力を高めるうえで意義深いものであると評価できる。
- 本事業の主任研究員ある小西哲之京都大学名誉教授は、核融合に関連する研究に長年従事されてきたご経験を有するなど、同社が持つ知見は世界的にも高いものと評価できる。
- 核融合研究は現在発展途上にあり、各国が核融合により十分なエネルギーを取り出すことに注力している一方、本事業では技術的不確実性の高い当該研究にはあえて取り組まず、要素技術として将来的に必要となり、かつ、比較的技術的不確実性の低い熱交換器の開発に注目した点が画期的であると評価できる。

(3) 今後の事業にあたって留意すべき事項

- リチウム鉛は酸化による固形物の形成を避けるために還元環境を整えるなど、つまりや漏れが発生しないようにするための配慮が必要となる。
- 今回開発する装置の規模拡大を実施する際に、装置そのものを大型化するのか、小型のモジュールを複数台稼働させるのかといった、規模拡大についての方向性を検討しておく必要がある。
- 核融合の実用化には時間がかかる可能性があるため、それまでの間に本技術を収益化できる分野がないかを検討しておく必要がある。