

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」

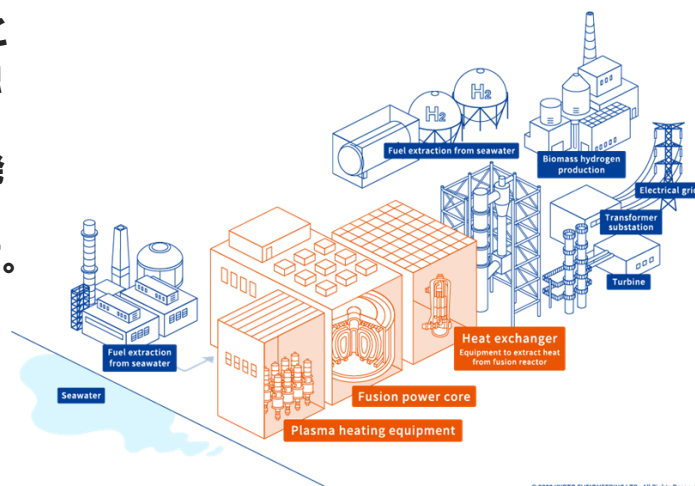
第2回評価書 【概要版】

令和7年3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	東京都大田区平和島六丁目1番1号 東京流通センター 物流ビルA棟 AW1-S
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



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年度下期 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年度下期目標	令和6年度下期の取組と成果	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	- 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	- 設計・製作が完了した液体リチウム鉛ループの運転を行い、熱の取り出しを実証するための環境を整えた。 - 高温熱源で高効率の熱交換を行える熱交換器の開発のため、プレート熱交換器のモックアップの設計・製作を行った。 - 液体リチウム鉛ループの循環運転を行い、約500度での加熱運転を達成した。加熱運転では熱伸びや保温等の問題もなく運転に成功し、循環運転停止動作や緊急ドレン動作も正常に機能することを確認した。	○
目標②	核融合模擬環境から水素ガスを取り出す機能	- 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	- 水素ガスの移送や抽出に係る装置類の開発及び運転を行った。今年度下期は、設計及び製作が完了した水素ガス取り出し装置の運転を行った。 - 水素ガス取り出し装置の運転を行い、塔頂タンクからの滴下により、今期目標であった液体リチウム鉛流量毎分100ミリリットルを達成した。	○
目標③	核融合模擬環境から発電・水素製造する機能	- 核融合模擬環境からの発電実証設備の製作開始 - 発電端電気出力15kWが達成できる仕様に基づき製作を開始していること	上期に取り組んだ発電機で利用できる熱エネルギーの算出や設計を基に、施設でのレイアウトの詳細検討を行い、協力会社にて発電システム(圧縮機、ガスタービン、発電機、熱交換器、電気自動車充電用スタンドとそれにかかわる配管、計器とコントローラ式)の製作を開始した。	○

令和6年度下期 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	耐腐食性・耐熱性のあるモリブデン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った。
マーケティング・ 販路開拓	- 東京で開催された世界中のフュージョンエネルギー企業、サプライチェーン、そして投資家のネットワーキングイベントに参加し、講演やパネルディスカッションを行った。 - 国内外のプレイヤーの最新動向を把握するとともに、顧客や投資家向けに本事業の紹介を行った。また、イベント後には当社の研究開発拠点を見学するツアーを主催し、当社の技術力を紹介した。
事業会社との オープンイ ノベーション	水素製造技術に関する協力会社との協議を踏まえて、本事業で採用する水素製造プロセス選定のための追加の検討を行った。

令和7年度上期に向けた課題と対応策

「核融合模擬環境から水素ガスを取り出す機能」に関する対応①

今年度下期の目標であった水素ガス移送及び取り出し装置の運転、及び目標の液体リチウム鉛流量は達成することができた。今後はより長時間の連続運転と流量の増加が課題となる。

課題に対する対応策

- ・ 水素ガス取り出し装置をバッチ運転からより長時間の連続運転にするため、システム系内のリチウム鉛の流量を増やすことで流速をあげる等のオペレーション条件の最適化に取り組む。

「核融合模擬環境から発電・水素製造する機能」に関する対応②

発電端電気出力15kWが達成できる仕様に基づき製作を開始するという、今年度下半期の目標を達成することができた。今後は核融合模擬環境から回収される熱を利用した水素製造技術の開発が課題となる。

課題に対する対応策

- ・ 水素製造プロセスの選定およびプロセス計算を実施し、水素製造が可能である見通しを立てる。また、機器の能力や容量の検討を進め、施設内のフットプリント等の条件を加味したレイアウト検討を進める。

令和7年度の実施計画

大項目	小項目	令和7年度計画				令和7年度の目標
		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追加コンポーネントの設計		液体リチウム鉛循環システム追加コンポーネントの製作		・約850度の熱の取り出しと輸送が行うための既存システムへの追加コンポーネントの製作 ・追加コンポーネントの仕様レベルで850度の熱の取り出し輸送が行える仕様となっていること
目標②	核融合模擬環境から水素ガスを取り出す機能	流量増加のための水素ガス取り出し装置のオペレーション条件の最適化方法の検討		流量増加のための水素ガス取り出し装置のオペレーション条件の最適化方法の検討		・流量増加のための水素ガス取り出し装置のオペレーション条件の最適化方法の検討 ・液体リチウム鉛流量毎分500ミリリットルが達成できるオペレーション条件および仕様となっていること
目標③	核融合模擬環境から発電・水素製造する機能	発電実証設備の主要機器(圧縮機、ガスタービン、発電機)の製作		発電実証設備(熱交換器、配管、計器、鉄骨、制御盤)の製作	発電実証設備の運転	・500度の熱交換を用いた発電実証設備の運転 ・発電端電気 15kWを出力すること ・水素製造システムの製作 ・10kW相当の水素製造ができる装置を製作する
		水素製造システムの設計		水素製造システムの製作		

(1) 令和6年度下期目標の達成状況

- 令和6年度下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。