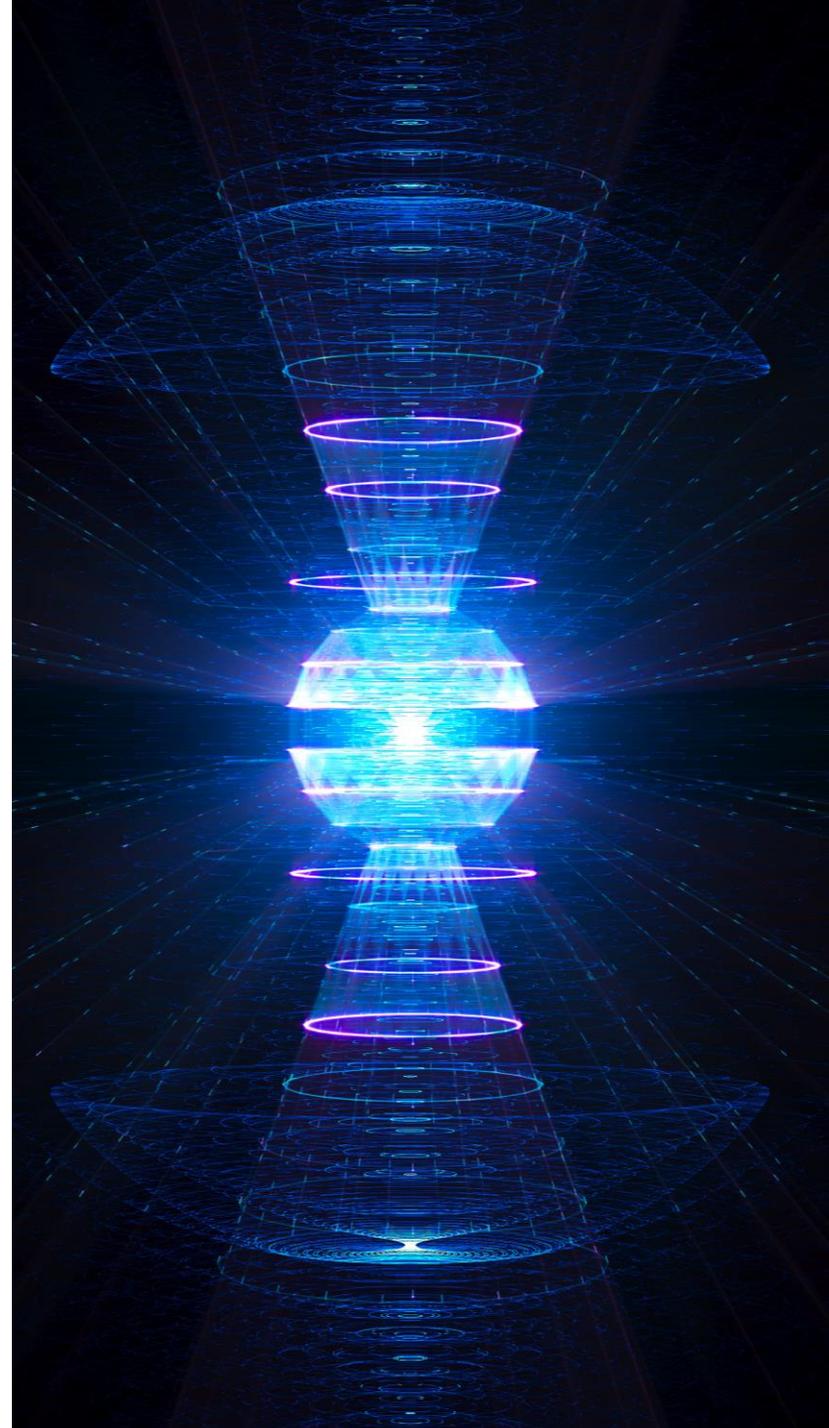


核融合エネルギーで より良い未来を築く

Ex-Fusionはレーザー核融合エネルギーの実用化に必要な技術開発を加速していきます。さらに、レーザー核融合商用炉実現を目指す過程で得られる最先端の光制御技術・知見等を活用し、エネルギー分野にとどまらず、様々な産業分野の技術開発に貢献していきます。

株式会社 EX-Fusion

- 設立 2021年7月
- 代表 松尾 一輝
- 本社 〒565-0871 大阪府吹田市山田丘2-8 大阪大学テクノアライアンスC棟 C806
- 浜松開発拠点 〒430-0933 静岡県浜松市中区鍛冶町 ザザシティ浜松中央館B1F Fuse
- 従業員 15名(2023年1月現在)
- 事業概要 レーザープラズマの受託研究/プラズマ連続発生装置の製造/核融合システムの技術提供

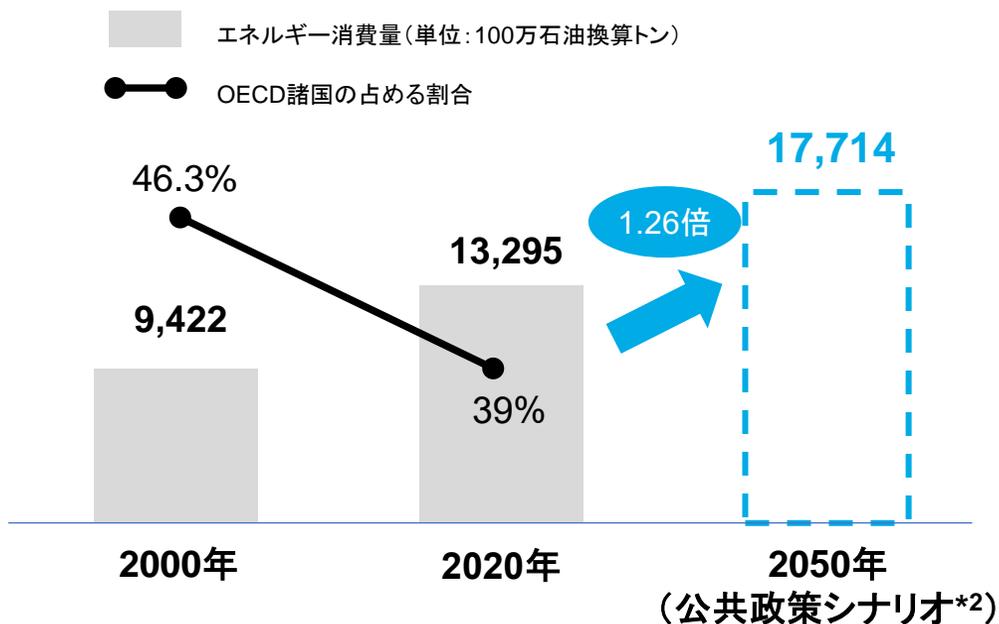


Issue: エネルギー需要拡大への対応と、脱炭素の同時実現

エネルギー需要拡大への対応

エネルギー消費量は主に新興国の経済成長とともに増加し、2050年には全世界で2020年度比で1.26倍に増える見込み

世界のエネルギー消費量推移*1

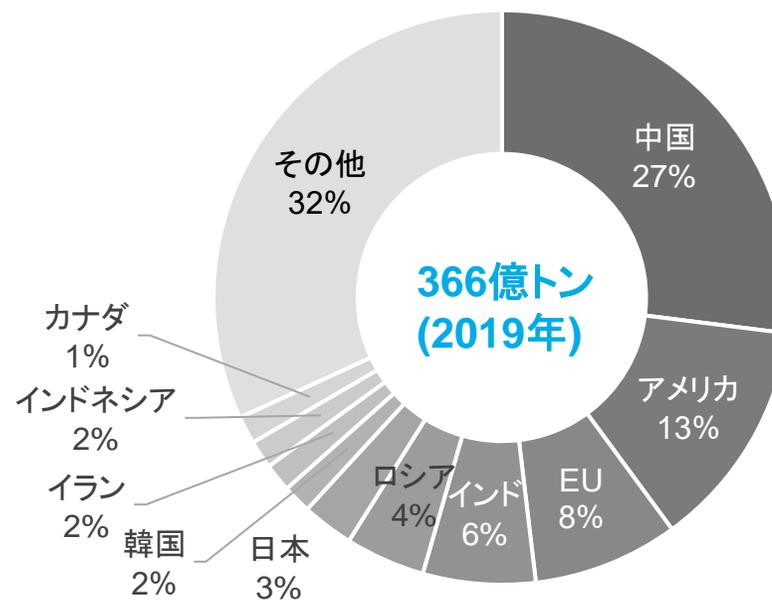


+

脱炭素社会への移行

世界におけるエネルギー起源のCO2排出量は366億トンにおよび、気候変動の1.5度シナリオに向けて、脱炭素社会への移行は喫緊の課題

世界のエネルギー起源CO2排出量*3



※1:「令和3年度エネルギーに関する年次報告(エネルギー白書2022)」/経済産業省 資源エネルギー庁

※2:公表政策シナリオ(Stated Policies Scenario)は、セクター別政策の評価をベースに世界中の政府が発表した現在の政策を反映したケース/IEA

※3:「世界のエネルギー起源CO2排出量(2019年)」/環境省

Solution: 化石燃料に依存しない核融合エネルギーの実用化

核融合エネルギーとは

原子核の融合反応を用いたエネルギーであり、CO2を発生しないクリーンエネルギー（Clean）で、海水から豊富に採れる資源をもとに、安定的（Sustainable）にかつ安全（Safe）に、大電力を供給できる全く新しい、革新的な発電システム

Clean

核融合エネルギーによるCO2排出

0 t

- 核融合反応によって発生するのはヘリウムと中性子のみであり、**温室効果ガスは発生しない**
- 気象条件等の環境に左右されない**ため、太陽光や風力などの他のクリーンエネルギーよりも、大電力を安定的に供給できる

Sustainable

核融合に必要な燃料の埋蔵量（海水内）

“人類の歴史の範囲内は、十分まかなえるだけの量”

- 核融合の燃料（重水素・三重水素）は、海水から無尽蔵に取り出すことができる
 - 重水素：海水から抽出可能
 - 三重水素：海水から抽出したリチウムを、核融合の反応の結果発生する中性子に当てることで作られる
- 国や地域に隔たりなく資源を確保することができるため、**エネルギー自給率の向上**にも寄与

Safe

- 原子力とは真逆の原理によって作られるエネルギーであるため、安全性が高い

	反応の仕組み / 燃料	安全性
原子力	<ul style="list-style-type: none">核「分裂」反応反応は連鎖的燃料はウラン	<ul style="list-style-type: none">反応を止めるのに制御が必要事故発生時、暴走が起きる可能性がある高レベル放射性廃棄物が発生
核融合	<ul style="list-style-type: none">核「融合」反応反応は一度きり燃料は水素の同位体	<ul style="list-style-type: none">事故発生時でも、装置が止まれば反応は止まり、暴走は起きない低レベル放射性廃棄物が発生するが半減期はウランの約1/1000

Solution: 負荷変動に対応できる「レーザー核融合方式」

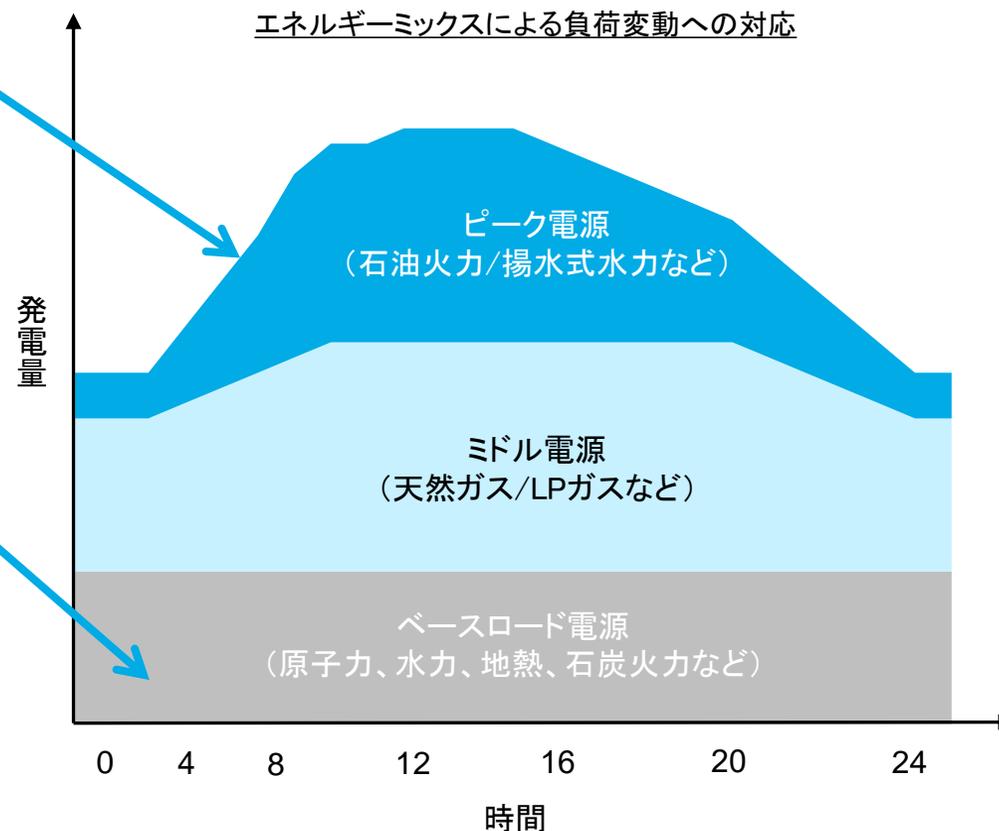
- EX-Fusionが実用化を目指す核融合エネルギーは、「レーザー核融合方式」と言われる、レーザー技術を活用したソリューション
- 「磁場閉じ込め方式」と比較して、**電力の負荷変動に対応できる点がメリット**であり、ピーク電源の代替として検討されている

レーザー核融合方式

- 強力なレーザーを照射して、燃料を超高密度に圧縮加熱し、瞬間的に核融合を起こさせる
- レーザーのパワーが大きいほど発電量が多くなるため、レーザーの高繰り返し技術の開発が鍵を握る
- 反応頻度を調整することで、発電量を自由に増減でき、負荷変動にも対応できることから、**現在石油火力発電が担っている「ピーク電源」としての役割を代替できる**

磁場閉じ込め方式

- 磁場を利用して高温プラズマを安定に閉じ込め、そのプラズマに核融合反応を起こさせる
- 装置サイズが大きいほど発電量が多くなるため、スケールアップが鍵を握る
- 常に一定のエネルギーが発生するため、ベースロード電源としての適用が想定されている



Impact: 2050年に全世界の14%相当のCO2削減を目指す

核融合エネルギーの実用化、およびレーザー技術を軸とした産業界への脱炭素ソリューションの適用により、2050年までに**全世界の14%に相当する、約49億トンのCO2削減**を目指す



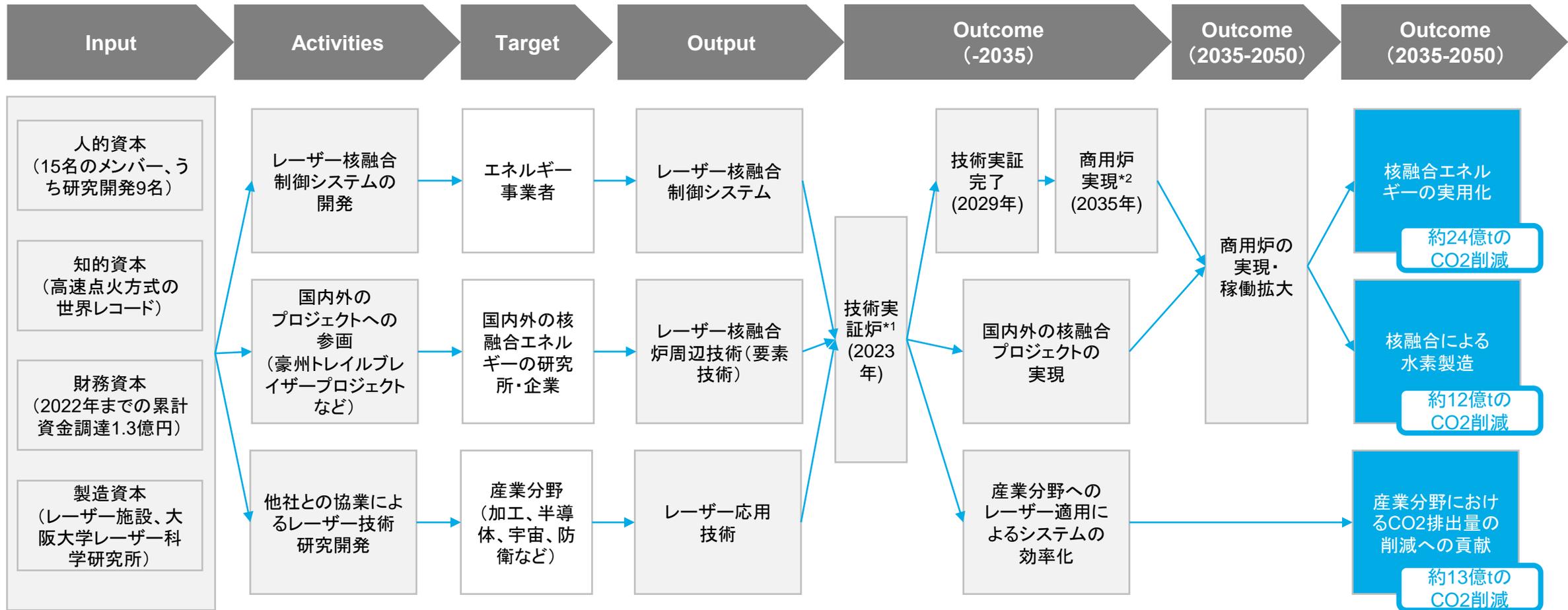
※1: ターゲット7カ国(米国、中国、日本、韓国、ドイツ、フランス、イギリス)におけるエネルギー消費量のうち、2050年時点で合計100基程度の核融合炉分の稼働によるエネルギー消費にかかるCO2排出を抑制できると仮定し試算。7カ国全体で排出している化石燃料由来のエネルギー起源CO2排出量の約9%に相当する値を目標値として設定。

※2: 「提言書 2050年カーボンニュートラルへのレーザー技術の貢献」/2022年1月 一般社団法人レーザー学会」において試算された、レーザー核融合エネルギーによる水素製造に伴い削減されるCO2量の試算データを参照

※3: *2の提言書において試算された、「レーザー適用によるシステム革新」の結果削減されると想定されるCO2排出量。ただし、「光無線給電」を除く

Impact story: 脱炭素社会の実現に向けたストーリー

EX-Fusionは、レーザー核融合エネルギーの実用化に向けて必要不可欠な「制御システム」の構築を行い2035年にパイロットプラントを実現させる。また、周辺技術や応用技術を様々なプロジェクトや企業へと展開し、幅広い分野における脱炭素社会の実現を加速させる



※1:レーザー核融合反応を定常的に起こすことができる核融合炉

※2:レーザー核融合反応によるエネルギー供給を実用化レベルで行うことができる核融合炉の第一号

Challenge: 実用化に向けた課題

実用化に向けては、技術課題だけでなく、法規制や燃料確保の課題など、様々な課題への対応が必要。
EX-Fusionは、数百年に1度と言われるこの「エネルギー革新」を起こすべく、あらゆる検証を行いこれらの課題を解決していく。

□ 投入エネルギーを超える核融合出力の最大化

- 2022年12月、米国のローレンス・投入したエネルギー以上のエネルギーを生み出す核融合反応(ネット・エネルギー・ゲイン: 正味のエネルギー利得)に初めて成功し、画期的進歩を遂げている
- 一方で、商用炉の実現に向けては、さらに持続的にエネルギーを生み出すための連続的な点火のための技術開発が必要
- また、電力やコストの観点を含めたQ値の最大化が必要

□ 核融合の特性を踏まえた法・規制の整備

- 現状核融合発電は、原子力発電と同じ炉規法が適用され、厳しい基準を満たす必要がある
- 実際には、原子力と比較しても真逆の原理で起きる反応であり、安全性も高いことから、核融合に適した法整備が必要
- 気候変動対策を最優先課題とするイギリスでは、2021年に厳しい法規制は不要との見解が提示されており、アメリカ・日本においても検討が進んでいる

□ スケールアップ・量産化に関わる技術課題

- 装置をスケールアップさせた際の精度の確保、故障リスクへの対応、モジュールの量産化に伴う生産キャパシティやサプライヤーの確保、そのための規格化などの対応が必要

□ 燃料であるトリチウムの確保

- 初回の核融合反応発生時以降は、トリチウムを自給自足することができるが、初回の反応を起こすためには大量のトリチウムが必要
- 他システムのと併設による活用など様々な対応案が検討されている