



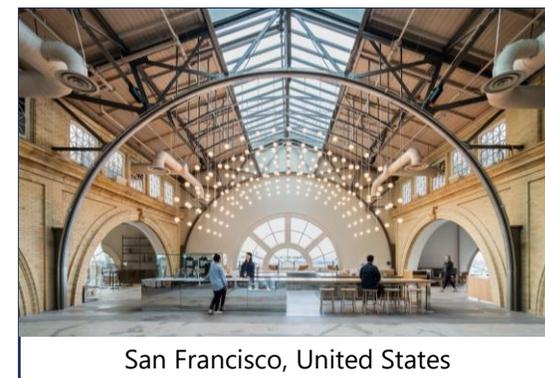
# EX-Fusion

Building the Future with Fusion

令和6年9月26日  
経済産業省資源エネルギー庁 基本政策分科会

# EX-Fusion 会社概要

会社名:	株式会社EX-Fusion
本社:	大阪府吹田市山田丘 2-8 テクノアライアンスC棟 C806
設立:	2021年7月19日
従業員数:	42名（業務委託含む）
経営陣:	CEO: 松尾 一輝 CTO: 森 芳孝
事業領域:	レーザー核融合炉の開発、およびその応用
子会社:	EX-Fusion Australia Pty. Ltd. EX-Fusion America Inc.
拠点:	大阪、浜松、アデレード（オーストラリア）、サンフランシスコ （アメリカ合衆国）
ホームページ:	<a href="http://www.ex-fusion.com">www.ex-fusion.com</a>



# EX-Fusionのミッション

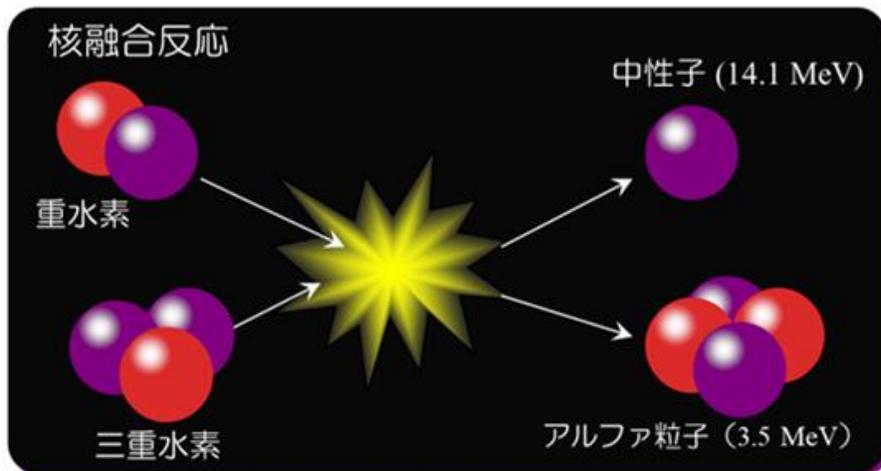
---

- **EXtract Fusion Energy** (フュージョンエネルギーの実現)
- **EXplore Fusion Application** (フュージョンアプリケーションの開発)
- **EXpand Fusion Possibilities** (フュージョンの可能性を拡張)



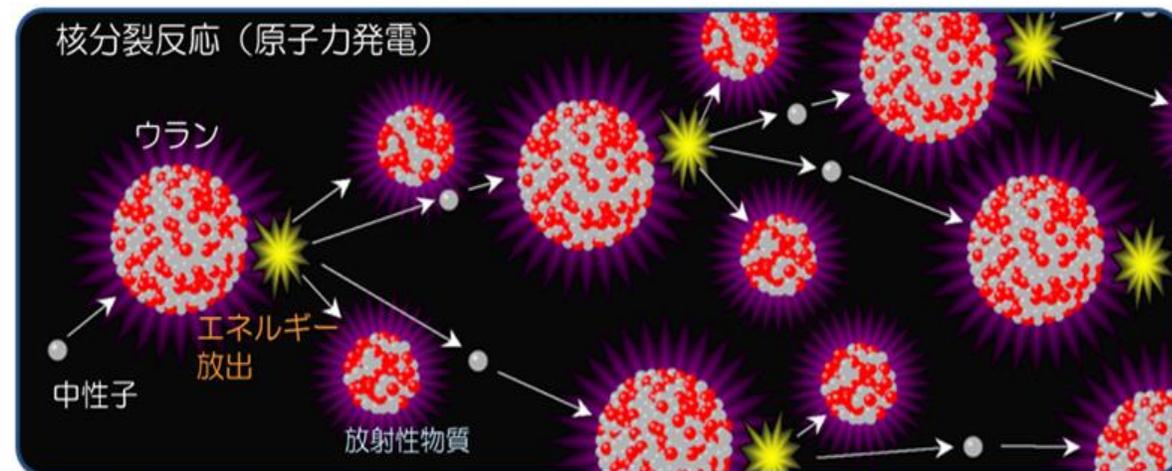
# フュージョン（核融合）とは？

## フュージョン（核融合）



- 核融合を利用した発電  
(原理的に暴走しない)
- 主燃料は水素の同位体  
(高レベル放射性廃棄物なし)

## 原子力発電（核分裂）

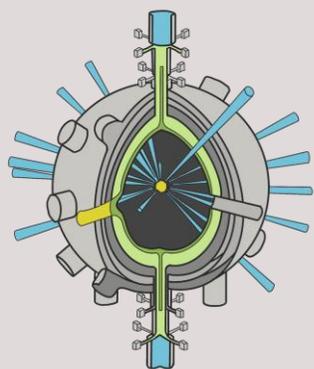


- 核分裂を利用した発電  
(暴走への不安)
- 主燃料はウランかプルトニウム  
(高レベル放射性廃棄物あり)

# ベースロードからピーク電源まで

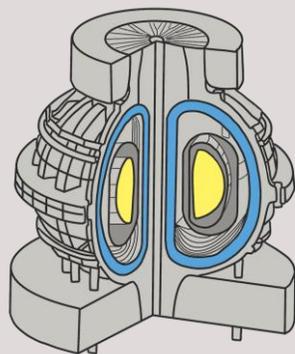
レーザーフュージョンはごく短時間の核融合反応を繰り返すことで発電量を稼ぐため、繰り返し数を一定にすることで定常的なベースロード電源として運用することも、繰り返し数を増減させることでピーク電源としても運用することも可能

### レーザー方式

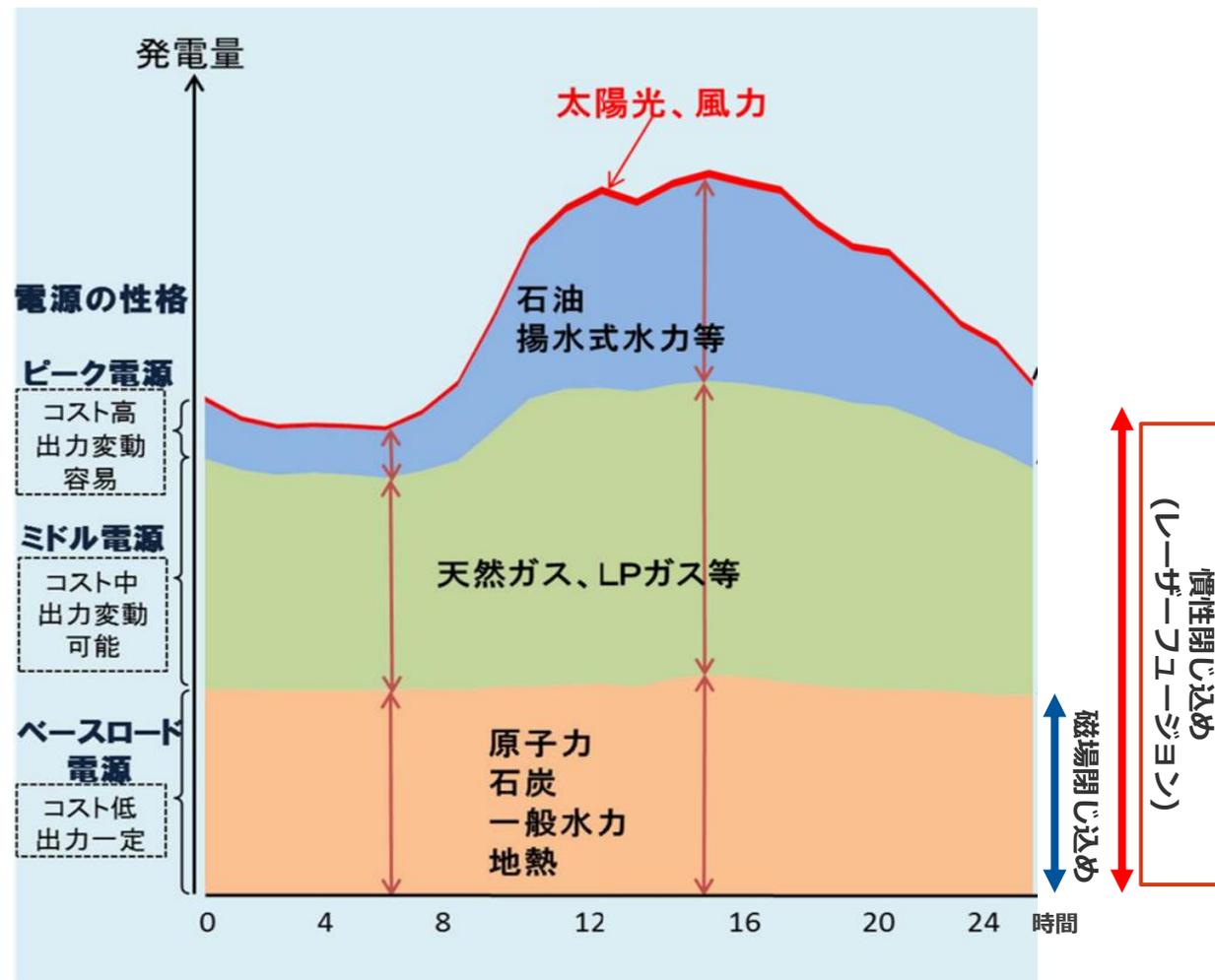


強力なレーザーで燃料を  
圧縮・加熱し、瞬間的な  
反応を繰り返して発電する

### 磁場閉じ込め方式



加熱されたプラズマを  
強力な磁場で  
長時間閉じ込めて発電する



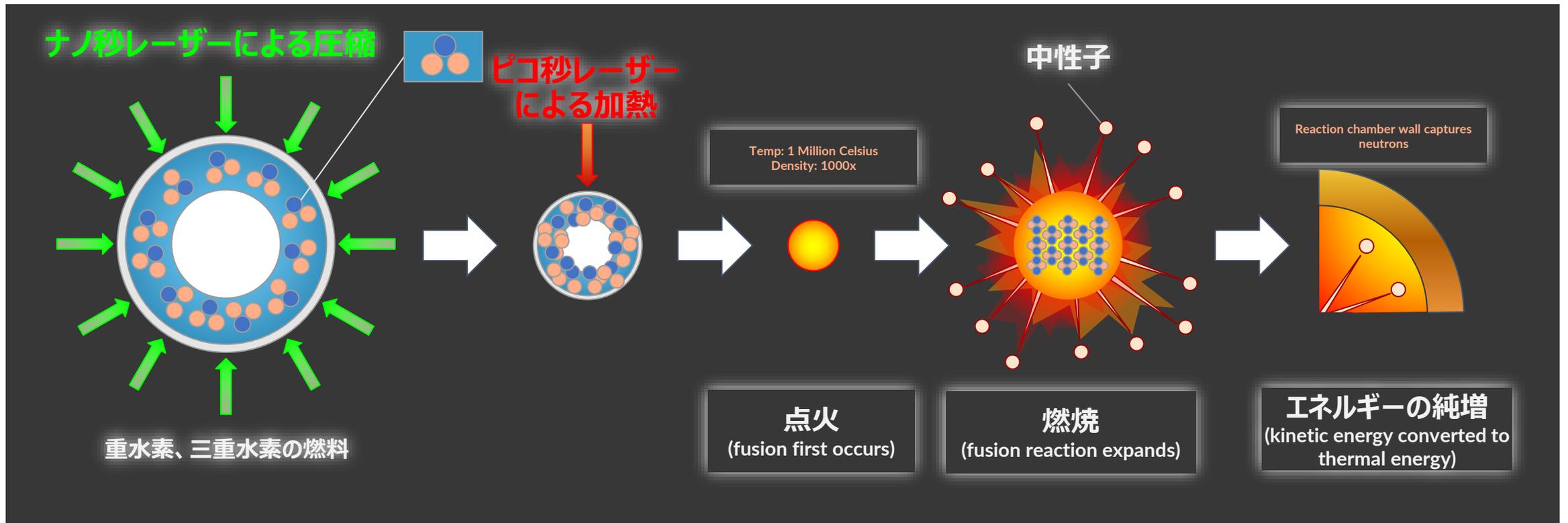
# レーザーフュージョンとは？

数ある核融合方式の中で、唯一エネルギーの純増に実験的に成功：2022年12月ゲイン1.5達成、現在は2.5程度と増加中

高速点火方式（日本発案の点火方式）：2022年12月に点火実験に成功した米国・ローレンス・リバモア国立研究所の中心点火方式より、10倍以上のエネルギー効率を出せる可能性を実証

[H. Abu-Shawareb et al., Phys. Rev. Lett. 129, 075001 \(2022\)](#)

[K. Matsuo et al., Phys. Rev. Lett. 124, 35001\(2020\)](#)



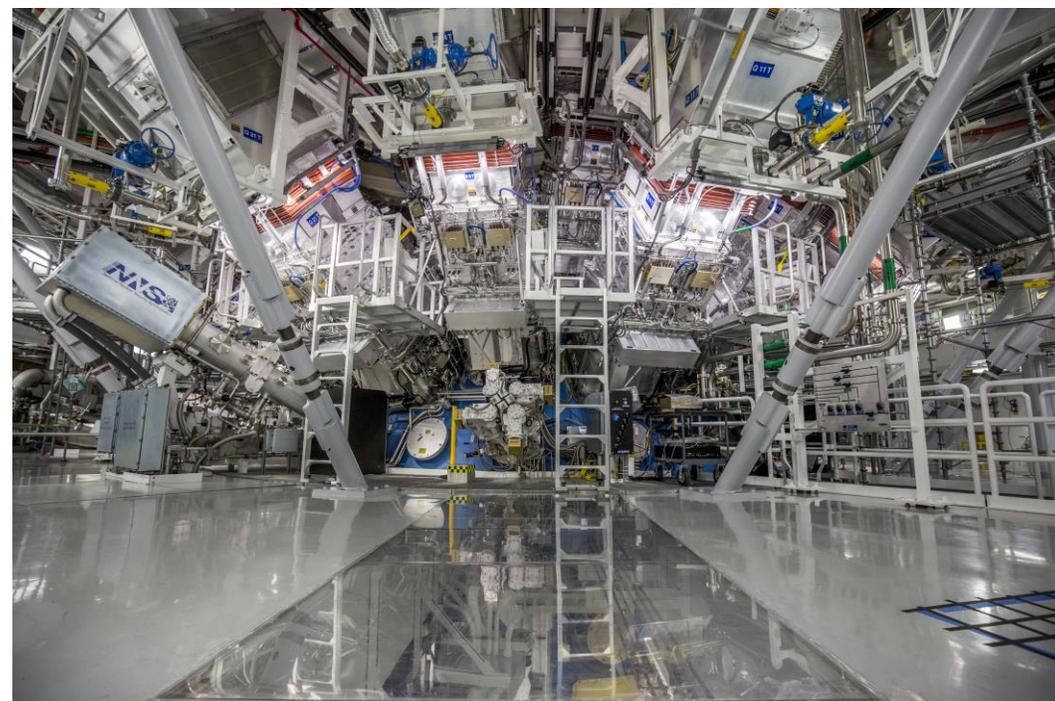
# エネルギーの純増に成功

## 2022年12月5日、アメリカが世界で初めてフュージョンエネルギーの純増に成功

192本のレーザーを、直径3ミリほどの水素の同位体に同時に照射し、完璧に近い圧縮、点火、そして燃焼という核融合の実現に必要な3フェーズの達成に成功した。これにより、アメリカがレーザーを用いた核融合反応で**投入したエネルギーより生み出されたエネルギーが多い、「エネルギーの純増」を達成**した。これは、他の方式ではまだなし得ていない功績であり、レーザー方式の純増率が2.5倍以上に対して磁場は0.69倍が世界記録である。



米国エネルギー省、国家核安全保障局、ローレンス・リバモア国立研究所の共同プレスリリース画

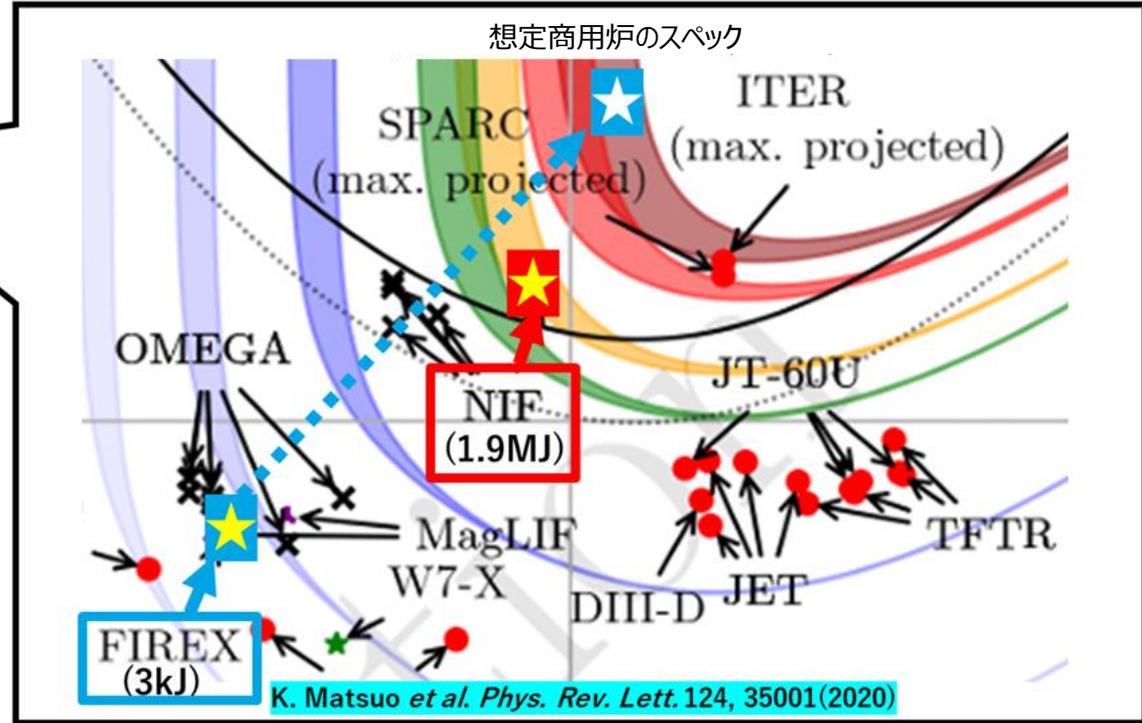
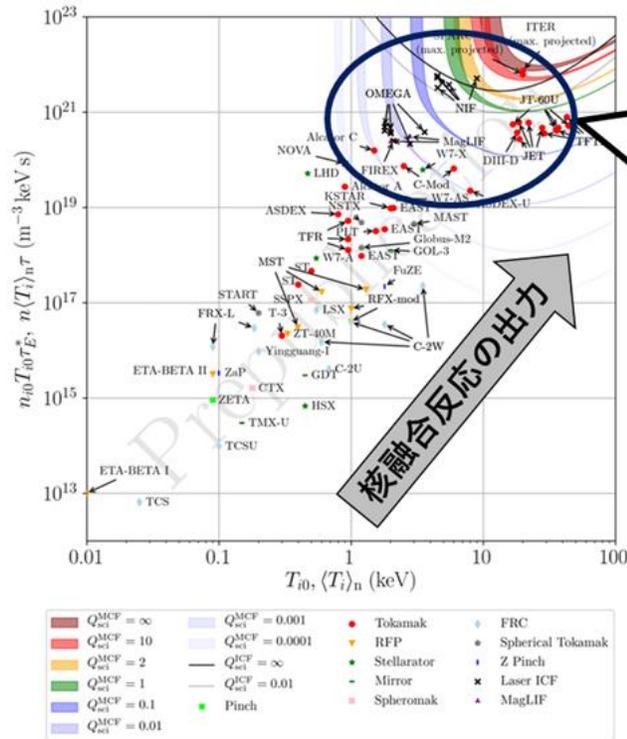


ローレンス・リバモア国立研究所内のチャンパー機構

# 商用炉を見据えた日本独自の方式：高速点火方式

高速点火方式は元々大阪大学レーザー科学研究所で考案された点火方式であり、**EX-Fusion共同創業者兼代表取締役社長、松尾一輝が現行の中心点火方式に比べて約10倍の高効率化を2020年に実証。**同年とその翌年に、関連する2編の論文をPhysical Review Lettersに掲載済。

出典:アメリカエネルギー省(2022)  
<https://arxiv.org/abs/2105.10954>

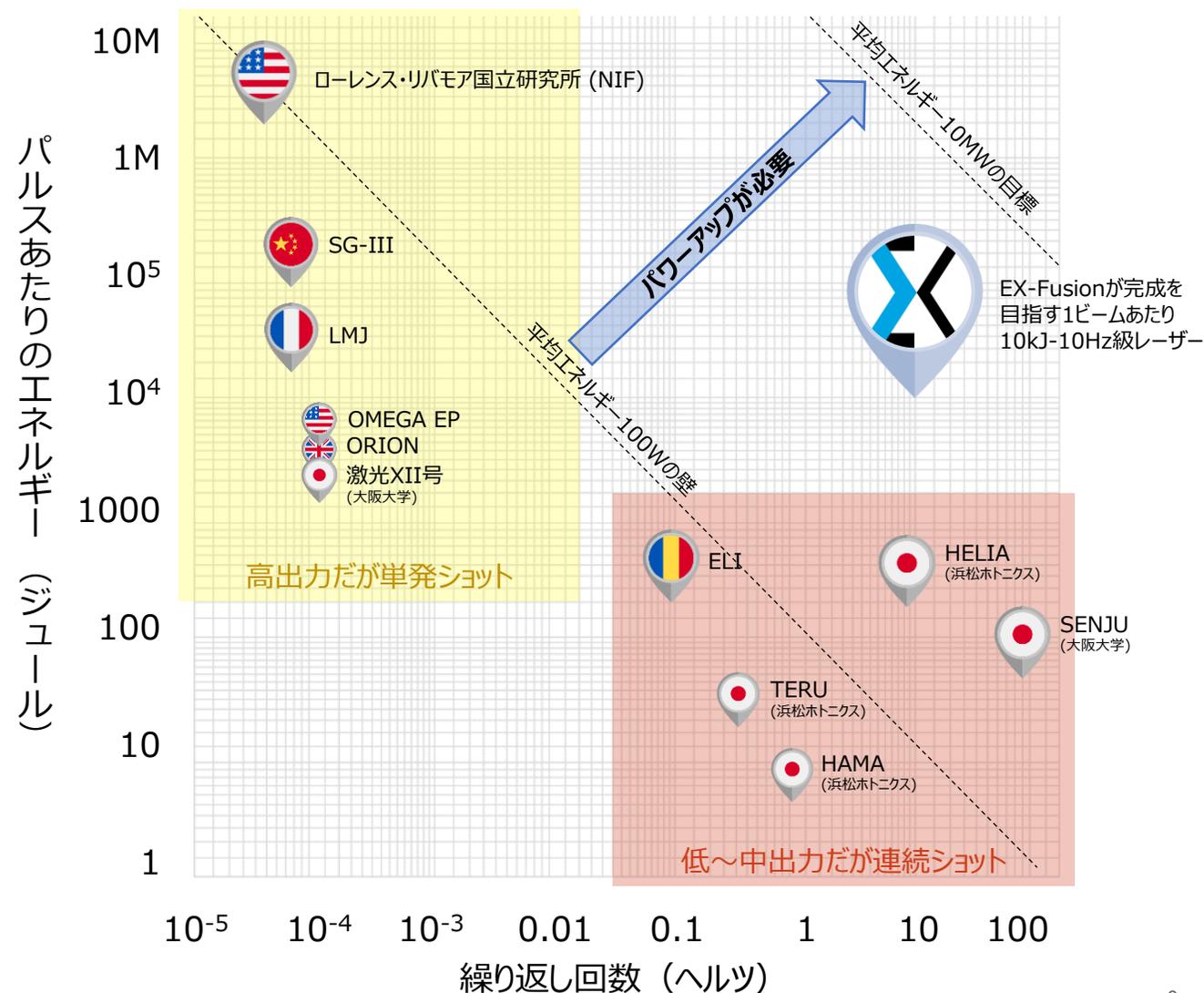


# 実現のカギとなる高繰り返し化は日本のアドバンテージ

- レーザーフュージョン商用化に必要な技術は、平均エネルギーが高出力かつ**高繰り返し化**できるレーザーとその**制御技術**
- ローレンス・リバモア国立研究所は高エネルギーでレーザー照射することで、核融合反応を起こすことを実証、ただしリバモアはシングルショット方式
- 日本の研究開発は高繰り返し化に集中

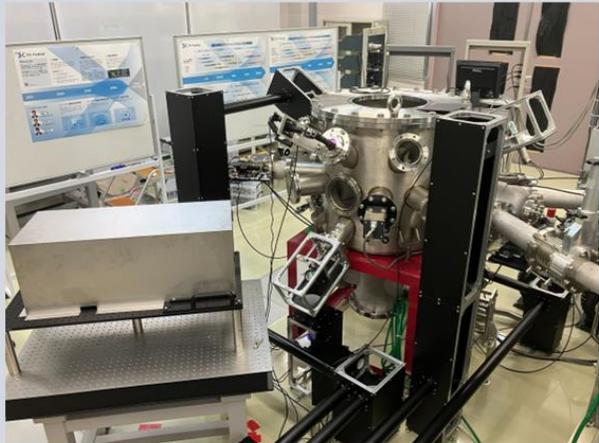
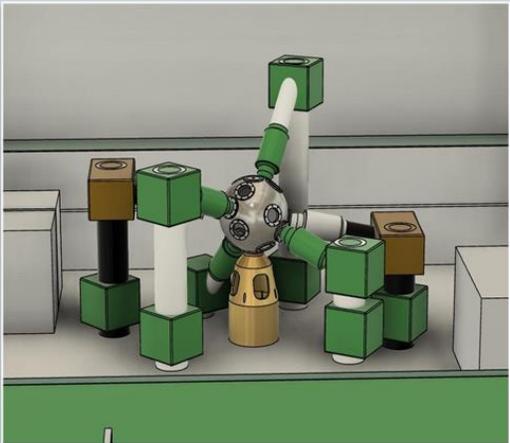
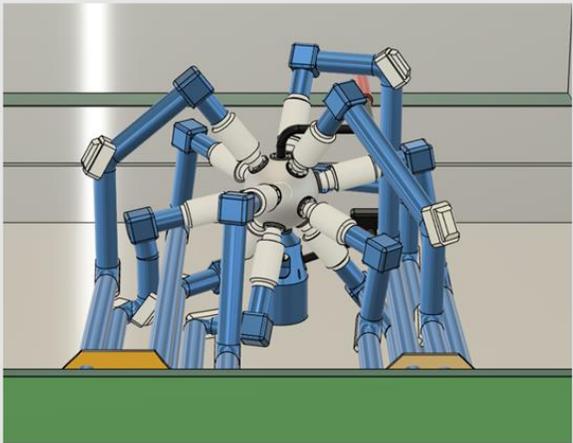
EX-Fusionは独自のレーザー媒質と設計を用いて**自社オリジナルの1ビームあたり、10キロジュール&10ヘルツのレーザー**を開発中

商用化を視野に、量産化に適した低コスト製造かつ高繰り返しのレーザーの設計に従事



# レーザーフュージョン実現への開発ロードマップ

レーザーフュージョンは各要素技術をモジュールごとに開発、コンパクトな統合実証が可能

	2024	2027	2030
ステータス	<p><b>要素技術統合検証炉</b></p>  <p>各種開発システムの統合 レーザー照射・レーザー制御・ターゲット射出の システム統合と10Hzでの連続運転</p>	<p><b>連続中性子発生検証炉</b></p>  <p>中性子連続発生 10Hz, 1時間</p>	<p><b>発電実証炉</b></p>  <p>レーザーフュージョンによる 熱電変換とトリチウムブリーディング</p>
	ゴール	<p>0.6J/60fs/10Hz x 1beam 0.2J/8ns/10Hz x 4beam 中性子数 &gt; <math>10^4</math>個/shot</p>	<p>1kJ/1~10ns/10Hz x 4beam 中性子数 &gt; <math>10^5</math>個/shot</p>

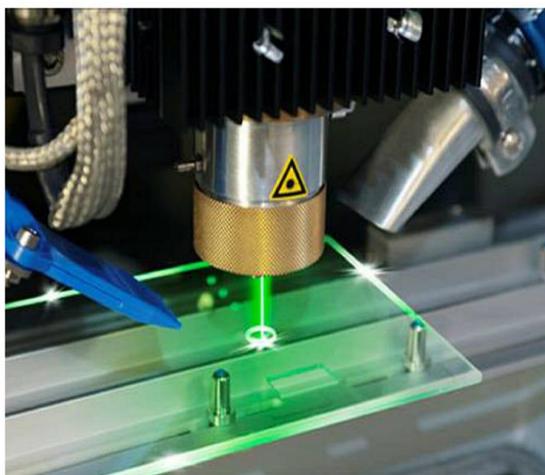
# 実現の過程で生み出される産業応用

## レーザー加工

レーザー  
制御装置



- レーザー制御技術を応用し、加工方法の特許取得。NEDO STSに採択され開発推進中。
- 従来より高速、高精度で、きれいな加工が可能。

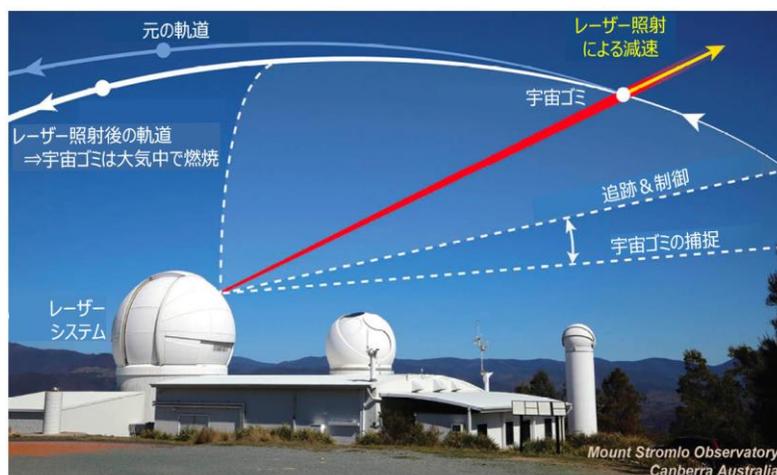


## 宇宙デブリ捕捉・除去

レーザー  
制御装置



- オーストラリアのEOS SPACE社と、共同で宇宙デブリの捕捉を行う覚書を締結。
- これまで地上からは捉えにくかった10cm未満の宇宙デブリの捕捉を、当社のレーザー制御技術を活用して実証を目指す。

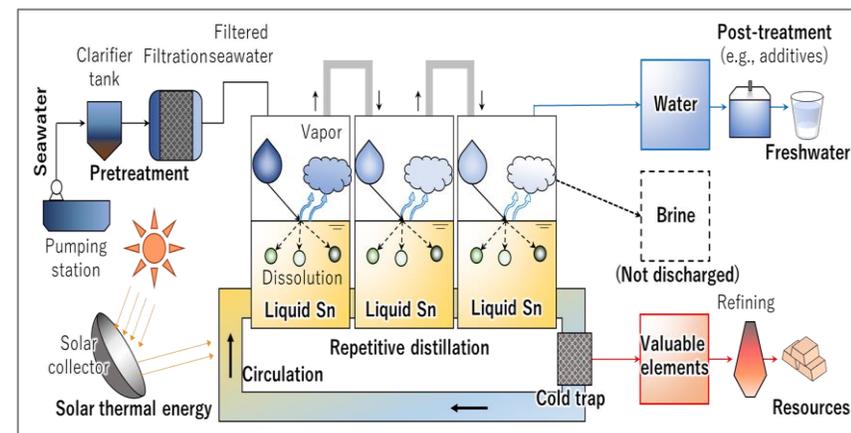


## 海水淡水化

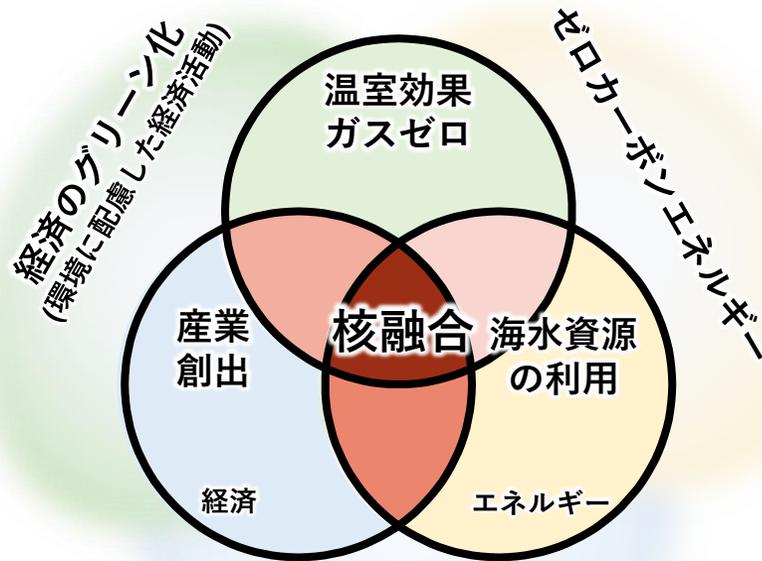
ブランケット  
(液体金属)



- 東京工業大学との共同研究を通じて、海水淡水化システムを開発。
- ブライン(高濃度の塩水)を出さずに、淡水と希少資源を回収できる。
- 従来より電力消費量も削減できる。



# レーザーフュージョンが解決する 21世紀のS+3Eトリレンマ問題



核融合市場の開拓 新しいサプライチェーン

原子力とは異なる固有の安全性

## <安全性>

原理的に暴走しない、高レベル放射性廃棄物のない  
安全な発電方法

## <エネルギー資源の安定供給>

海水に含まれる無尽蔵のエネルギー資源を利用

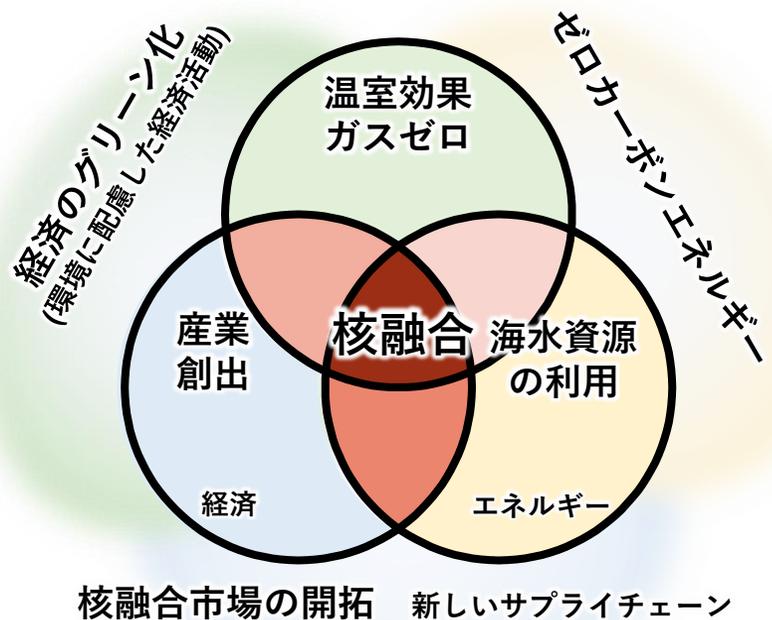
## <地球環境への配慮>

温室効果ガス排出ゼロ。

## <エネルギーの枠を超える経済効果>

長期的にはフュージョンの世界市場は100兆円規模  
短中期的には派生した技術で産業創出が可能

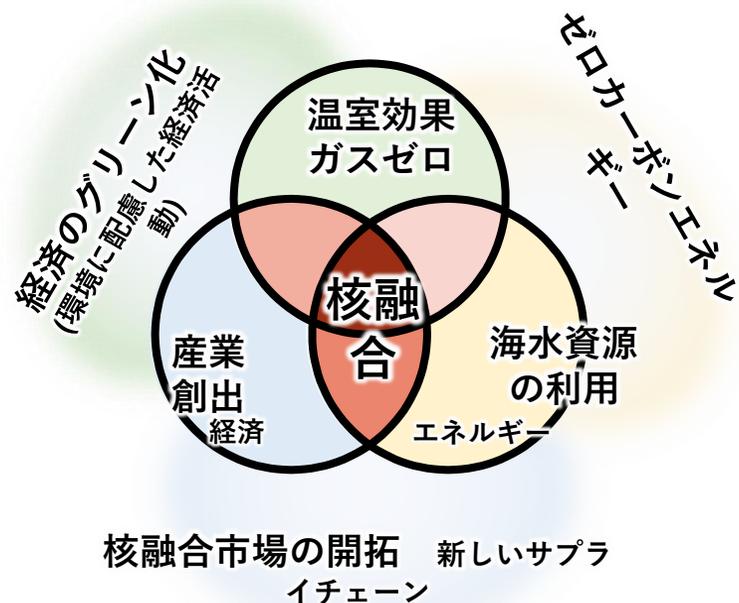
# ディープテックで切り開くエネルギーの未来像 —短期中期視点から—



原子力とは異なる固有の安全性

- 大企業との連携に対する補助  
→ディープテック分野は総じてスタートアップ一社でできることが限定的
- 長期視点が必要となるディープテック分野でのマイルストーンベースの段階的な補助金  
→民間からの資金流入を加速するための政府からの資金援助

# ディープテックで切り開くエネルギーの未来像 —長期の視点から— レーザーフュージョンが解決する 21世紀のS+3Eトリレンマ問題



## ・核融合『電力買取制度』

安定した収益性の確保  
サプライチェーン強化  
新規参入の促進  
資金流入の促進  
技術革新の加速

- ⇒電力買取価格制度により、保証された価格で買い取れることで、事業者は長期かつ安定した収益モデルを構築できる。
- ⇒リスクが高い研究開発に投資動機する付けになりうる。
- ⇒電力の安定的な買収が見込まれることで、新たな企業、投資家がこの市場に参入しやすい。

The image features a stylized logo and text centered against a background of two overlapping spheres. The spheres are light blue and white, with a bright, multi-colored light burst emanating from their point of contact. The background is filled with a dense pattern of thin, radiating lines in various colors, creating a starburst or fiber-optic effect. The logo consists of a blue 'X' shape on the left, followed by a black 'K' shape, and the text 'EX-Fusion' in a bold, black, sans-serif font to the right.

**EX-Fusion**