

内閣府フュージョンエネルギーの社会実装に向けた基本的な考え方検討タスクフォースの開催に向けたヒアリング 2025.11. 7

フュージョンエネルギー発電実証に向けた共通基盤について

- レーザーフュージョンエネルギー -

- 社会実装に繋がる発電実証の定義
- レーザーフュージョンエネルギー早期実用化を目指したロードマップ
- 高効率フュージョンエネルギー実現を目指したイノベーション
- レーザーフュージョン発電原理実証によるイノベーション
- プラットフォーム化でつなぐ ― グランドエコシステムの創出
- 開発技術の成熟度(TRL)とプラットフォームの位置づけ



 Institute of Laser Engineering
The University of Osaka

大阪大学レーザー科学研究所
兒玉 了祐

社会実装に繋がる発電実証の定義

- ・ フュージョンエネルギーの社会実装には、以下のステップ(技術レベル)が考えられる。
- ・ 技術レベルで異なる発電実証が定義できる。

TRL5-6: 要素技術の確立

- ・ 「点火・燃焼」を実証する実験炉(NIF)
- ・ 小型(高効率)点火法の原理実証 (GEKKO/LFEX)
- ・ 連続運転の実証と**未臨界炉による発電実証(J-EPoCH)**



単発運転

連続運転



TRL6-7: プロトタイプによる実証炉

- ・ 連続燃焼プラズマによる発電実証(HYPERION-P)
- ・ 1ドライバー・複数核融合炉駆動の**中・高利得燃焼プラズマによる発電実証(HYPERION-T:工学試験)**

1ドライバーで炉心だけ増やし、
効率的かつ効果的に以下を実現

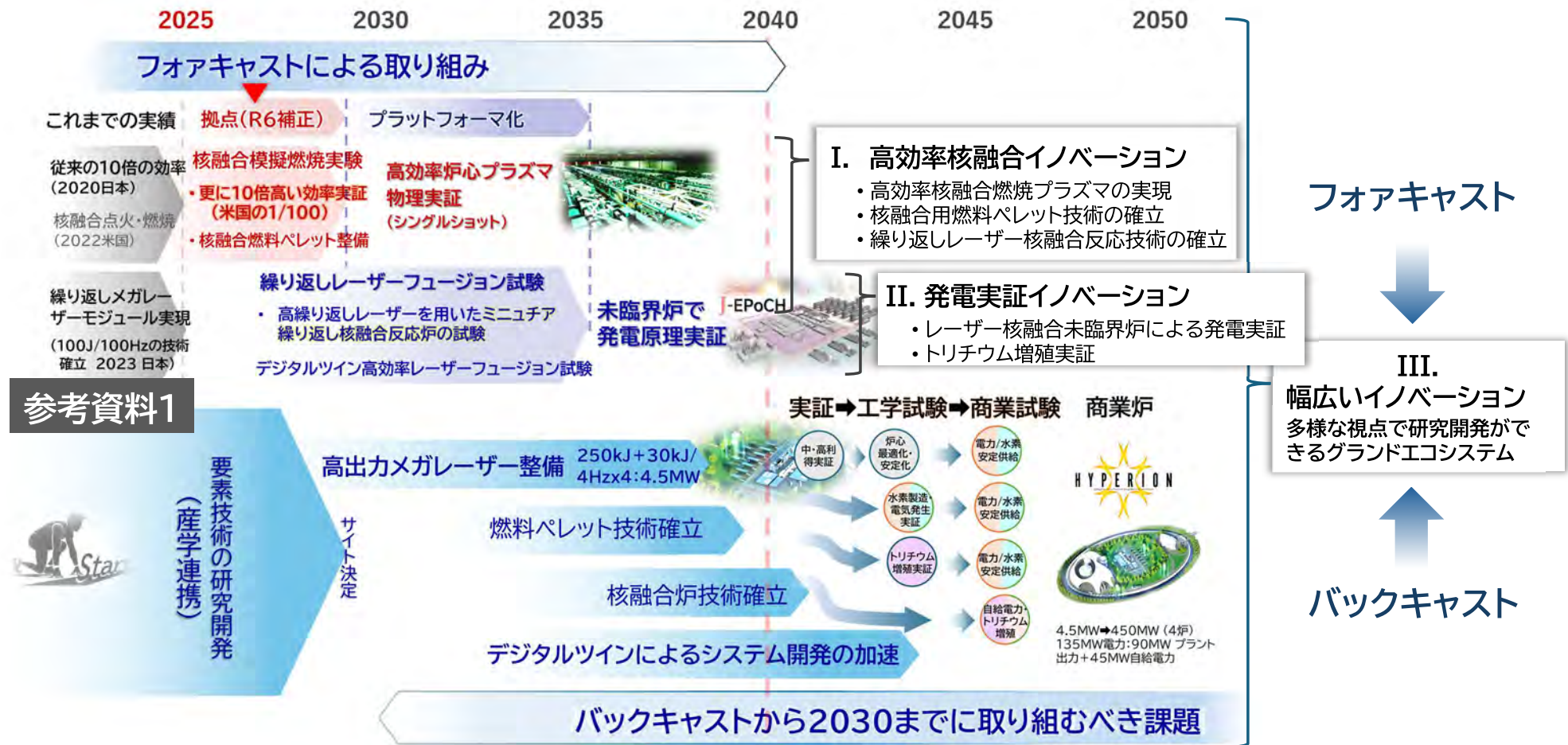
- ・ 発電実証(HYPERION-P)
- ・ 工学試験実(HYPERION-T)
- ・ 商業試験(HYPERION)

TRL8-9: 商業試験炉による実証

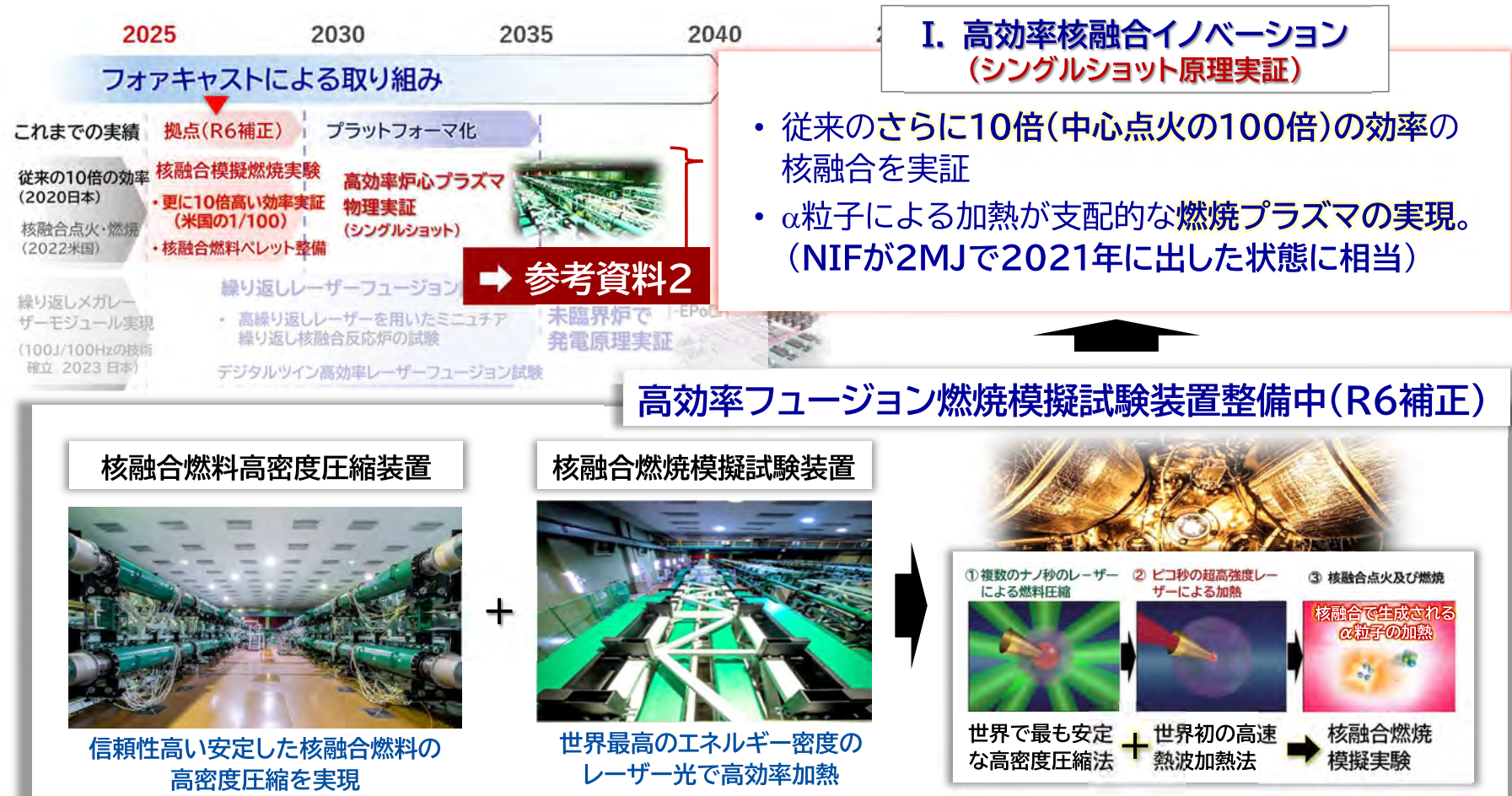
- ・ 1ドライバー・4核融合炉駆動による**自立型プラント発電実証(HYPERION:商業試験)**



産学官の力を本格的に結集し、 レーザーフュージョンエネルギー早期実用化を目指したロードマップ



フュージョンエネルギー発電実証に向けた シングルショットレーザーによる高効率核融合イノベーション



フュージョンエネルギー発電実証に向けた 連続レーザーフュージョンによる高効率核融合イノベーション



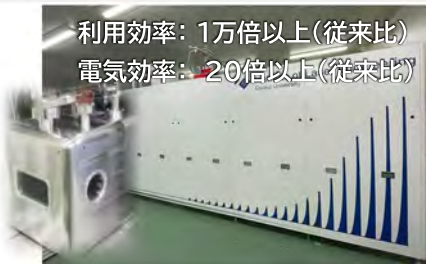
I. 高効率核融合イノベーション (連続核融合基盤技術)

- ・ 繰り返しパワーレーザー技術を確立する。
- ・ 燃料ペレットの大量生産・評価、トリチウム取扱い技術とともに連続燃料ペレット入射技術を確立する
- ・ これら組み合わせることで、連続的な核融合中性子の発生を実証する

→ 参考資料3

繰り返しレーザー核融合試験装置-I

連続レーザーフュージョン 基盤開発装置



レーザーフュージョンエネルギーを
実現する高繰り返しパワーレーザー

フュージョン反応試験装置

高繰り返し反応実現のための大量燃料製造・評価技術

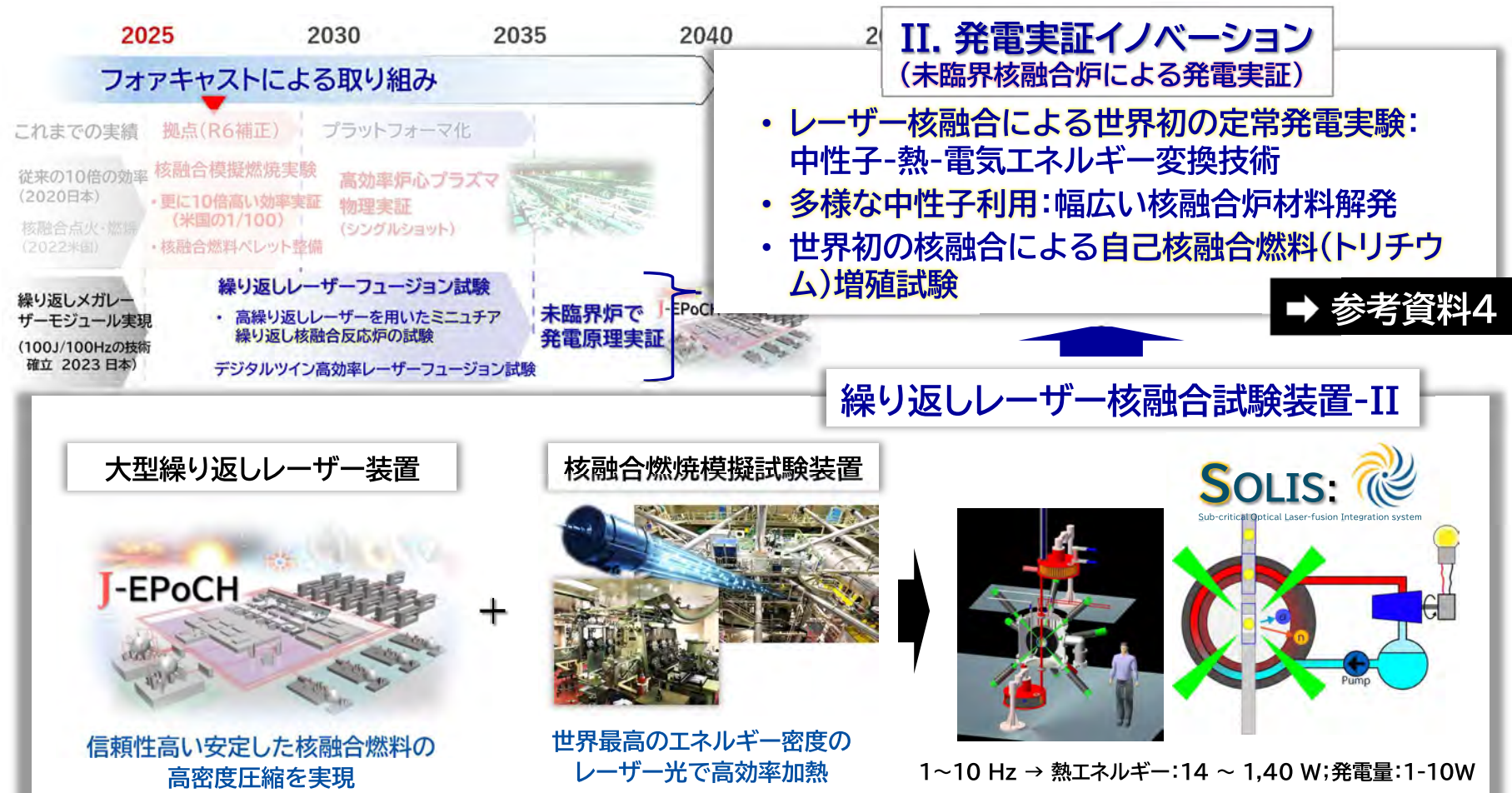


連続フュージョン反応を実現する
エネルギー変換システム

高繰り返し連続核融合反応の実現



フュージョンエネルギー発電実証に向けた レーザーフュージョン発電原理実証によるイノベーション



産学官の力を本格的に結集し、 レーザーフュージョンエネルギー早期実用化を目指したロードマップ



拠点のプラットフォーム化でつなぐ ― グランドエコシステムの創出

エネルギー問題の根本解決、広範な技術革新、そして将来的な「強い経済」の実現を目指して

■ 多様なエコシステム(現状)

産業界、研究機関、スタートアップ、国内外の拠点など個別に価値を生み出すネットワークが形成。

■ 開発拠点をプラットフォーム化

多様なエコシステムを横断的にリンクし、人とデータが有機的に結びつく基盤を構築。

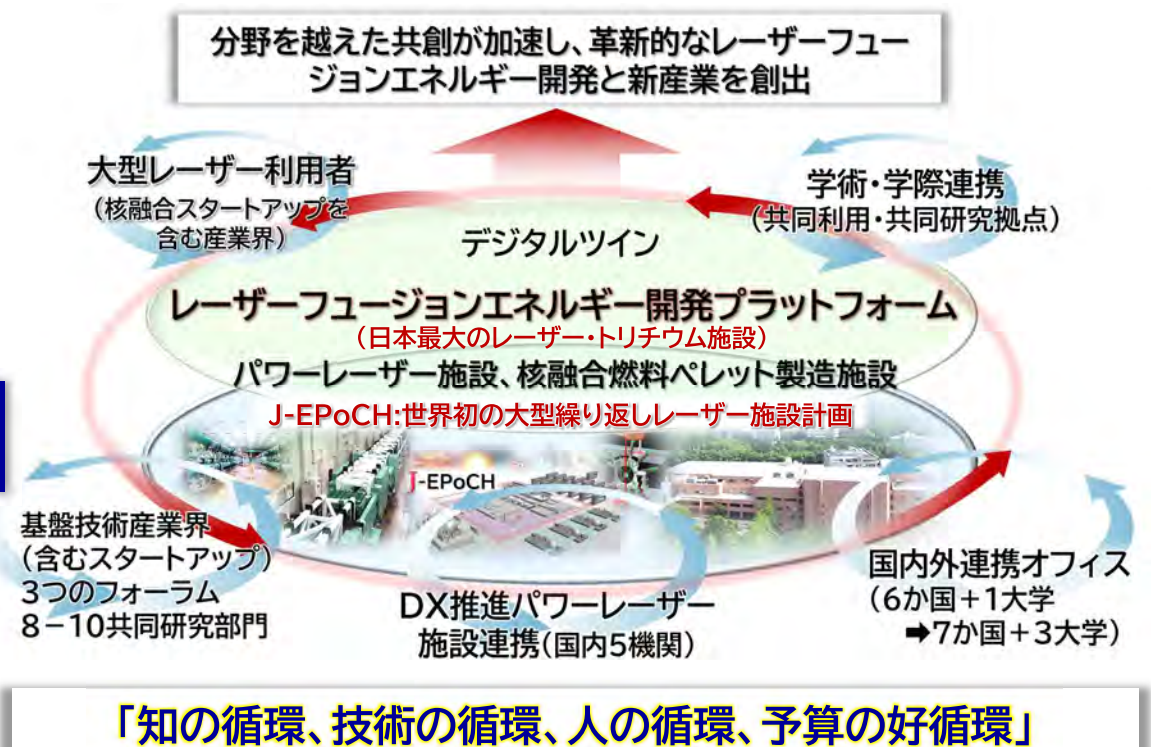
高効率核融合プラットフォーム
発電実証プラットフォーム

■ グランドエコシステムへ進化

分野を越えた共創が加速し、革新的なレーザーフュージョンエネルギー開発と新産業を創出。

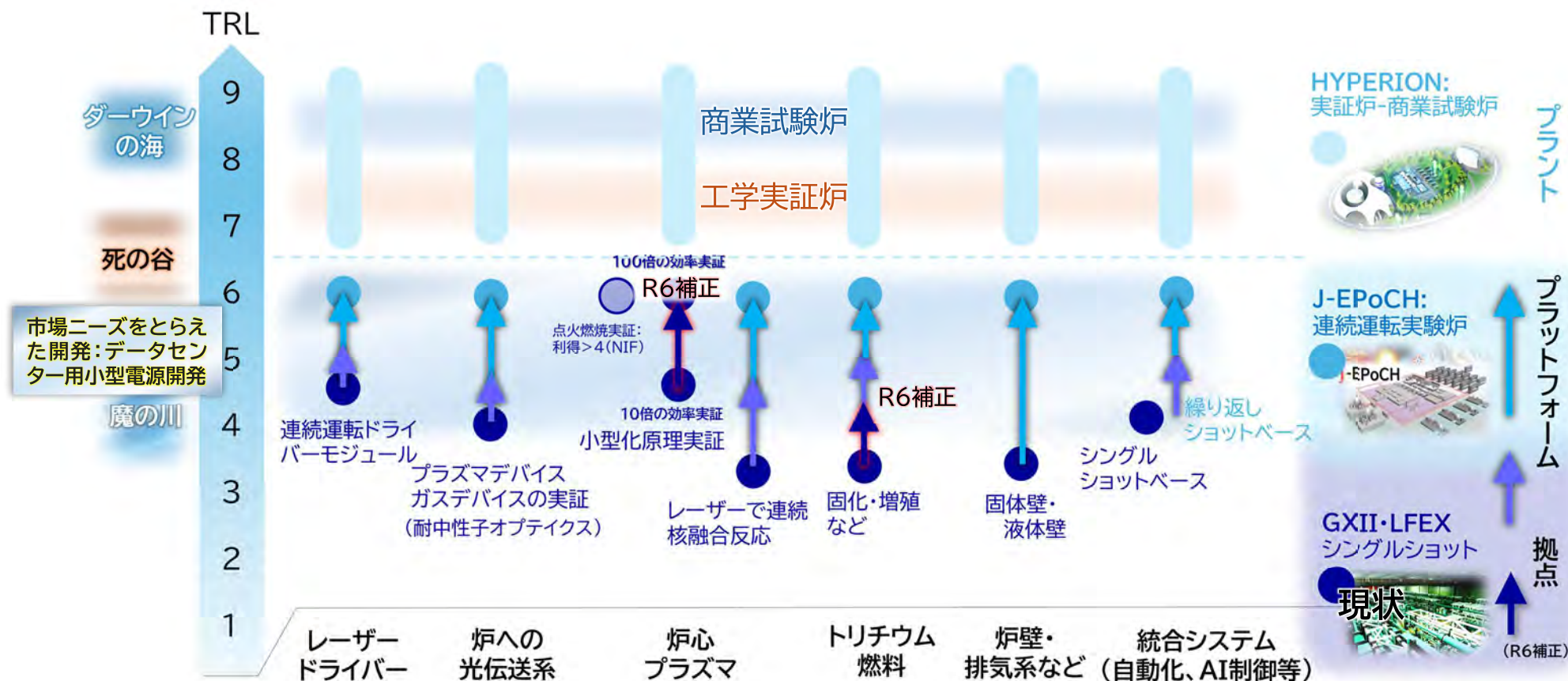
裾野の広い産業創出と技術革新

幅広いイノベーションプラットフォーム



➡ 参考資料6,7

レーザーフュージョンエネルギー開発における 技術の成熟度(TRL)とプラットフォーム



ご清聴、ありがとうございました

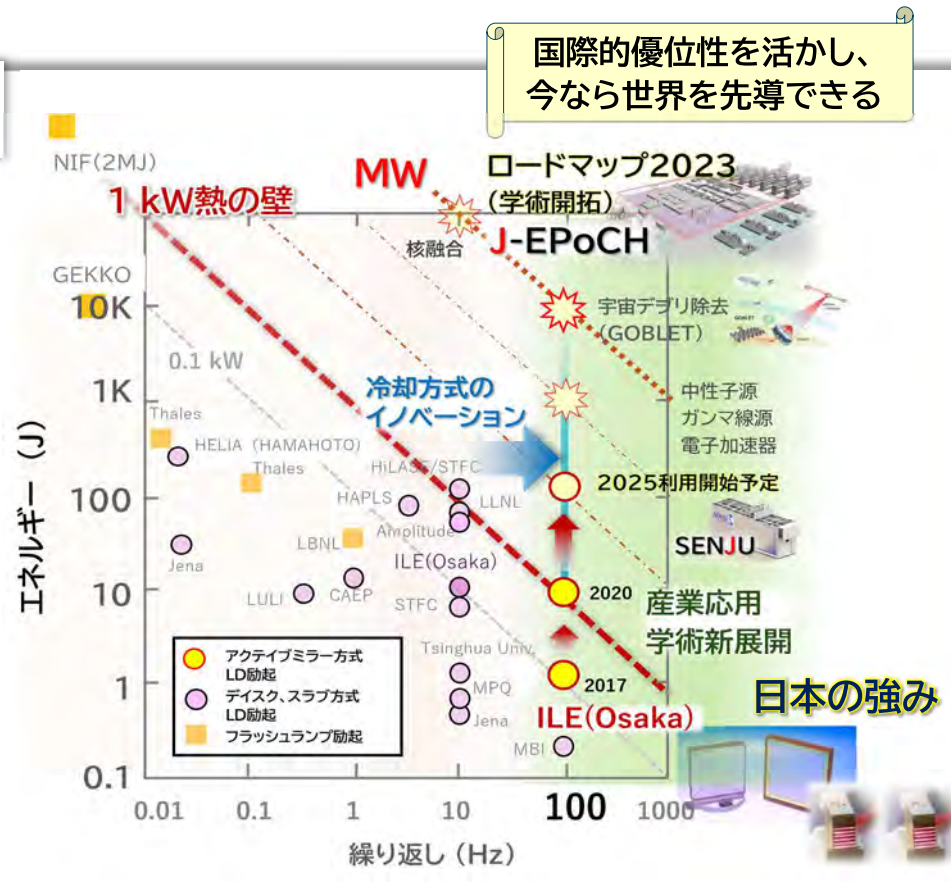


参考資料

シングルショットレーザーの原理実証から繰り返しレーザーによる社会実装への変革 日本の強みを活かしたパワーレーザーの革新

シングルショット
パワーレーザー

(学際的な学術)
過去



高繰り返しパワーレーザー応用

- 新たな学術開拓
(高いエネルギー密度状態の量子科学)
- エネルギー問題・環境問題
(レーザー核融合炉: 電力、水素製造)
- 宇宙環境・大気環境問題
(宇宙デブリ除去、全天ライダー)
- 産業構造の変革
(加工から新物質材料創生)
- インフラ老朽化問題
(老朽化診断)
- 先端医療の課題
(超小型量子ビーム)
- 食料問題
(害虫駆除)

(学際的な学術)
これから
多様な産業創出

α 粒子加熱が支配的な燃焼プラズマの実現(R6補正予算)

安定した独自の高密度圧縮法の実証

GX-XII

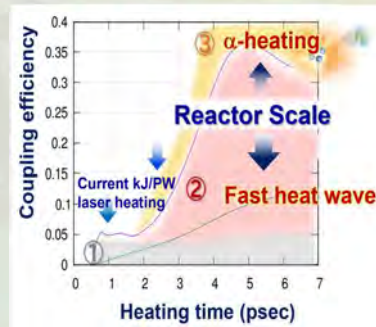


より安定な高効率
核融合燃料爆縮を
目指す(特第
7519681号)

- 自由なレーザーパルス
波形整形の実現

新たな発見、新たな発明の実証

LFEX

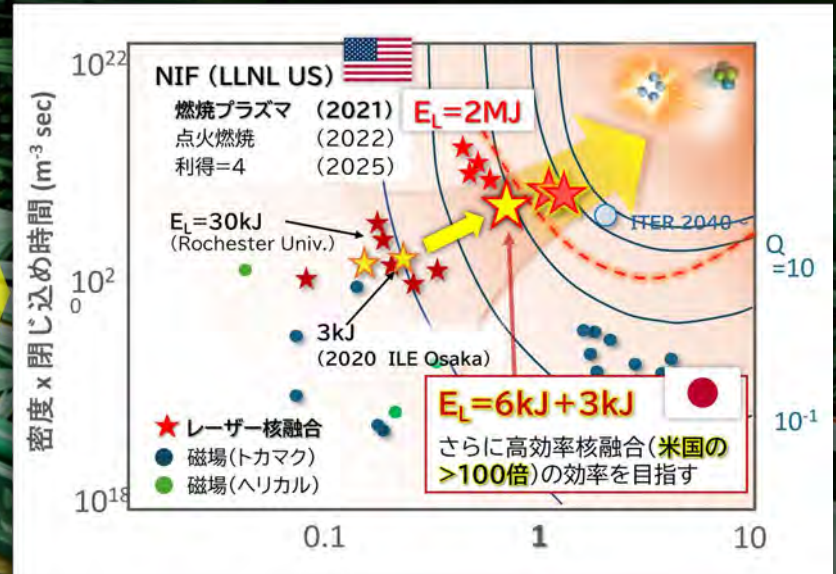


超高強度・高出力
レーザー(核融合炉
レベルの加熱)で超
高効率加熱を実証

- 大型レーザーで世界初の
多ビームコヒーレント結合

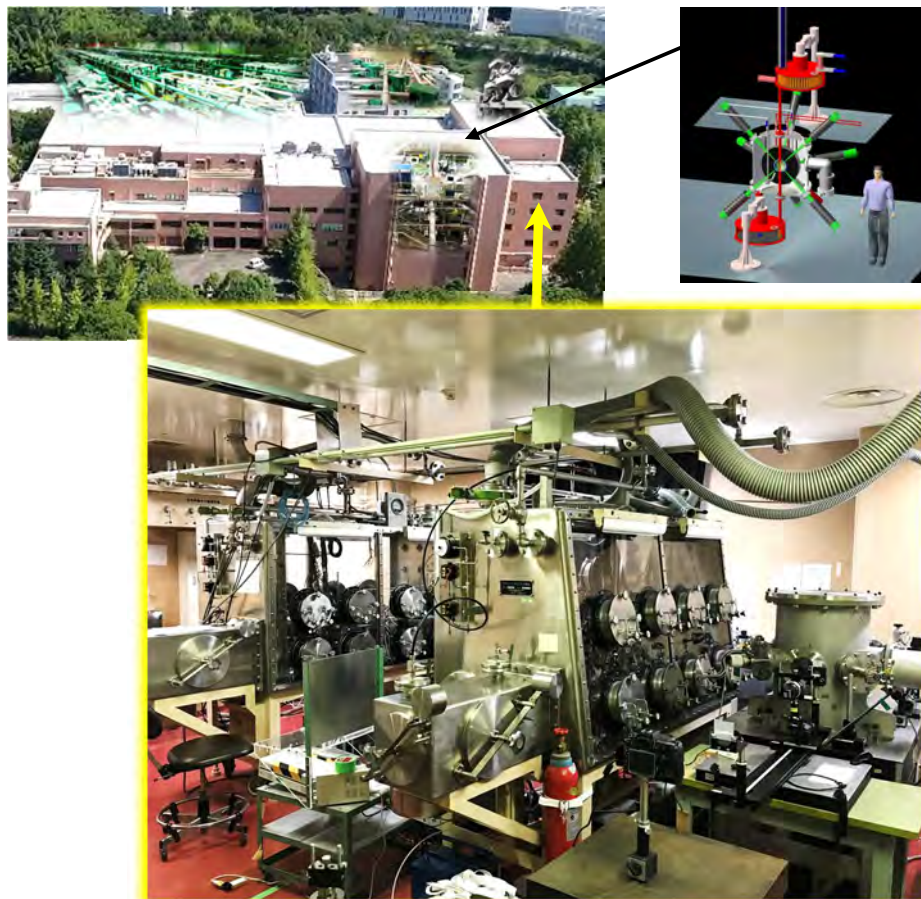
新たな高効率(約10倍)加熱法の実証

2021年、NIFが2MJで実現した状態を<10kJで実現



フュージョンエネルギー発電実証に向けた

国内最大級のトリチウム燃料取り扱い施設の多様な活用の可能性



■ 国内のトリチウム燃料取り扱い施設

- 阪大レーザー研: 使用量:1日30TBq(約0.08g); 国内
内で唯一、極低温でトリチウムを固化した実績 (現状)
- 富山大水素研(使用量:1日185GBq)
- QST新TPL(トリチウムプロセス棟):使用量1日100g程
度(2024年より設計開始、5年後の完成を目指す)

- 日本最大のトリチウム施設を活用したレーザーによる**トリチウム核融合反応実験プラットフォーム(ユーザーへの対応)**の基盤整備ができる。
- **核融合燃料に関するプラットフォーム化**で、QST六ヶ所、NIFSや国内外機関並びに核融合スタートアップなど企業などとの連携強化(共同研究部門、協働研究所の設置)が期待できる。
- これらにより、**知の循環とともに人材育成や技術の統合**が期待でき、発電原理実証へ向けたオールジャパン体制と技術の集約が期待できる。
- **レーザー核融合に限らず**、①固体燃料ペレット製造技術(燃料(DT)ペレットの基礎物性の評価、製造・入射技術)や②真空ポンプの能力と燃料プロセスへの影響等の評価など磁場核融合の分野への貢献も期待できる。

日本の強みを活かした世界初の繰り返し大型レーザー施設で、 10年以内に、未臨界炉による発電と水素製造の実証

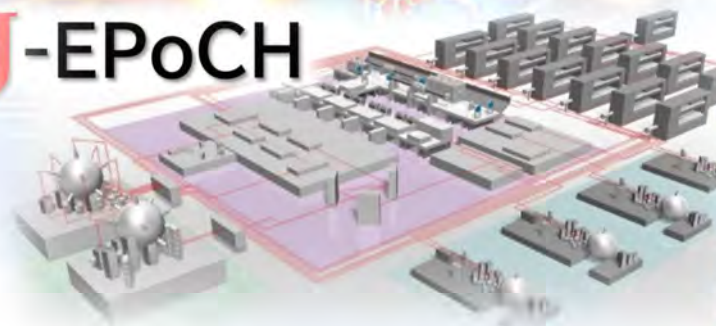
■レーザー核融合による世界初の定常発電実験：中性子-熱-電気エネルギー変換技術

➢ 1~10 Hz → 熱エネルギー：14~140 W；発電量：~W

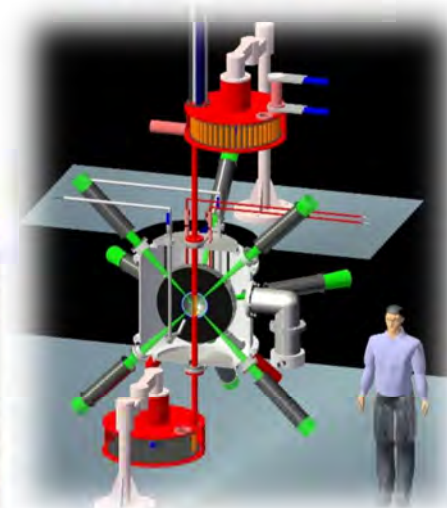
■世界初の核融合による自己核融合燃料(トリチウム)増殖試験

SOLIS:
Sub-critical Optical Laser-fusion Integration system

J-EPoCH



日本最大の核融合燃料
(3重水素)取り扱い施設



- ✓ 小規模な実験環境
- ✓ レーザー核融合発電炉の系統を再現できる

14MeVパルス中性子源(点線源)

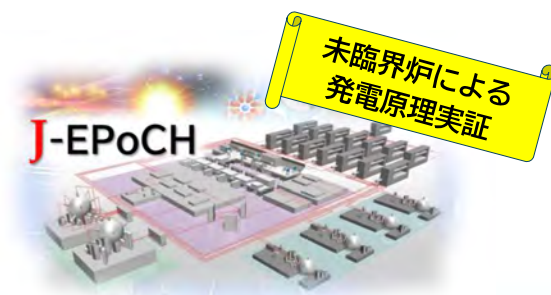
技術開発から事業化に至るまでの独自のビジネスモデル

- ・ 連続運転を可能にする繰り返しパワーレーザーの実用化段階からパワーレーザー応用の新たな市場が期待できる。
- ・ 小型化が可能なレーザー核融合プラントの最初のマーケットは、独立性(オフグリッド)あるセキュアな電力源が期待されているデータセンター。

2030s

J-EPoCH:

実験炉(未臨界核融合炉)



繰り返し大型パワーレーザーの実用化

- ・ 宇宙環境・大気環境問題
(宇宙デブリ除去、全天空ライダー)
- ・ 産業構造の変革
(加工から新物質材料創生)
- ・ インフラ老朽化問題
(老朽化診断)
- ・ 先端医療の課題
(超小型量子ビーム)

マーケット

2040s

HYPERION:

実証炉ー商業試験炉→商業炉

データセンター直結のオフグリッド小型電源
- 新たなエネルギー集約型産業 -



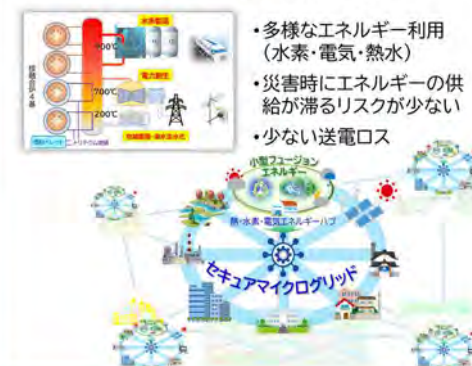
大規模データセンター(クラウド、ハイパースケール)
・ 電力消費量: 5MW~100MW 以上
・ 用途: 巨大クラウドサービス
・ 特徴: エネルギー効率を最適化し、専用の変電所を持つ

超スマート社会実現に不可欠な
エネルギー(データセンター用
独立小型電源)

2050s

商業用発電プラント

地域ごとの多様なエネルギーネットワーク
- セキュアなマイクログリッド -



カーボンニュートラルを実現する
エネルギー源(レーザー核融合炉:
電力、水素製造、地域温水)

総合技術としての大型パワーレーザー:多様な革新が芽吹く技術の沃野

-学術・技術・産業をつなぐイノベーション・エコシステム-

レーザー研 4基幹部門 + 共同研究部門・協同研究所:9件(令和7年度)



プラットフォームにおいて、フュージョンイノベーションを駆動する企業例

主要要素技術の課題

■ 繰り返しパワーレーザー

- | | |
|-----------------|-------------------------------|
| ・ レーザー材料 | 国内企業1、スタートアップ1 |
| ・ 高耐力光学薄膜・光学材料 | 国内企業2、スタートアップ2 |
| ・ 高効率励起用半導体レーザー | 国内企業3、スタートアップ2、3、4(US) |
| ・ システム低コスト化技術 | スタートアップ2 |
| ・ システムスマート化 | スタートアップ2、国内企業4 |
| ・ 大型レーザー利用 | スタートアップ3、4(US) 、5(US) 、6(AUS) |

■ 核融合燃料(トリチウム)

- | | |
|--------------------|-----------------------|
| ・ 固体・液体核融合燃料取り扱い技術 | スタートアップ3、4(US) |
| ・ ペレットインジェクション技術 | スタートアップ3 |
| ・ トリチウム燃料実験利用 | スタートアップ3、4(US) 、5(US) |

■ 炉材料(繰り返し中性子源利用)

- | | |
|----------------|----------------|
| ・ 耐中性子光学材料 | 国内企業2、スタートアップ2 |
| ・ 核融合炉ブランケット材料 | スタートアップ3、4、7 |
| ・ 各癒合エネルギー熱変換 | スタートアップ8 |