

フュージョンイノベーション拠点 (大阪大学レーザー科学研究所)

施設・装置の供用について

2026年5月1日

レーザーフュージョンサイエンスハブ

-レーザー核融合イノベーション拠点-

- ① 核融合燃焼を模擬できる高効率レーザー核融合試験装置を既存装置の高度化により整備する。(R6補正)
- ② 世界唯一の②繰り返しレーザー核融合試験装置開発を準備する。(R7補正)
- ③ デジタルツインによる高効率レーザーフュージョン試験装置を整備する。

大阪大学レーザー科学研究所の学術・産学・施設・国際連携ネットワークを活用し、スタートアップを含めた多様な分野の人材が参加するとともに、人材が育成できる拠点を実現し、レーザー核融合発電実証を目指す。

R6
補正
予算

① 高効率レーザー核融合燃焼模擬試験装置

- 1-1. 核融合燃焼模擬試験装置
- 1-2. スマート化した核融合燃料高密度圧縮装置



R7
補正
予算

② 繰り返しレーザー核融合試験装置

- 2-1. 繰り返し核融合試験用レーザー装置
- 2-2. 繰り返し核融合反応試験装置

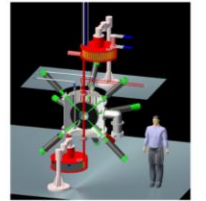


③ デジタルツイン高効率レーザーフュージョン試験装置

2030年までに多様な実験データベース(シングルショットレーザーによる高効率核融合実証実験や繰り返しレーザーによる定常的なレーザー核融合実験)、数値シミュレーション、技術データベースを基にしたメタバース上でのレーザーフュージョンエネルギー試験を実現する。この成果をもとに、2030年代に、効率的・効果的・現実的に発電実証を行うことを目指す。

世界に先駆けて発電原理実証できる

- ・レーザーフュージョン未臨界炉装置による核融合炉工学(発電実証)推進
- ・繰り返しレーザーによるフュージョンプラズマAIサイエンスの推進

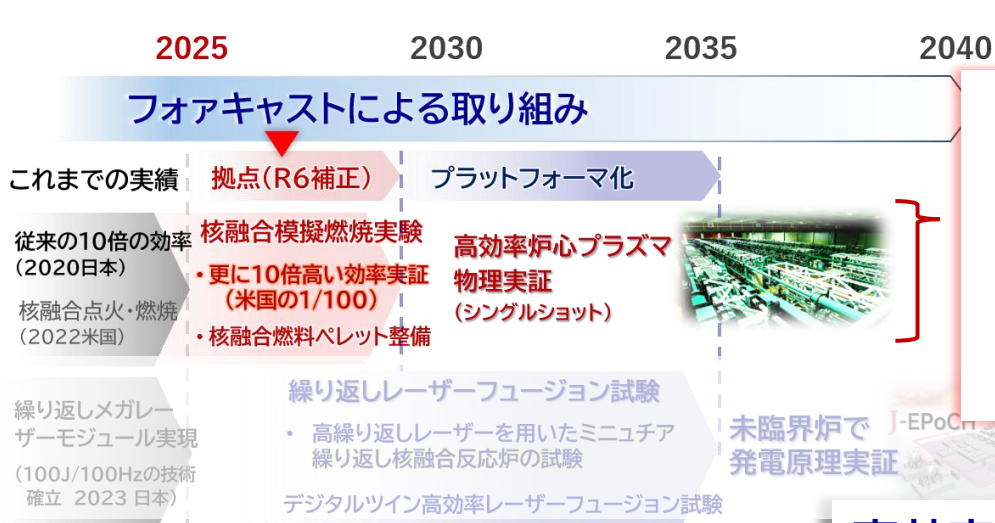


文科省ロードマップ2023
多様な知が活躍できるパワーレーザー国際共創プラットフォーム



フュージョンエネルギー発電実証に向けた(R6補正予算)

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



I. 高効率核融合イノベーション (シングルショット原理実証)

- 従来のにさらに10倍(中心点火の100倍)の効率の核融合を実証
- α 粒子による加熱が支配的な燃焼プラズマの実現。(NIFが2MJで2021年に出した状態に相当)

高効率フュージョン燃焼模擬試験装置整備中(R6補正)

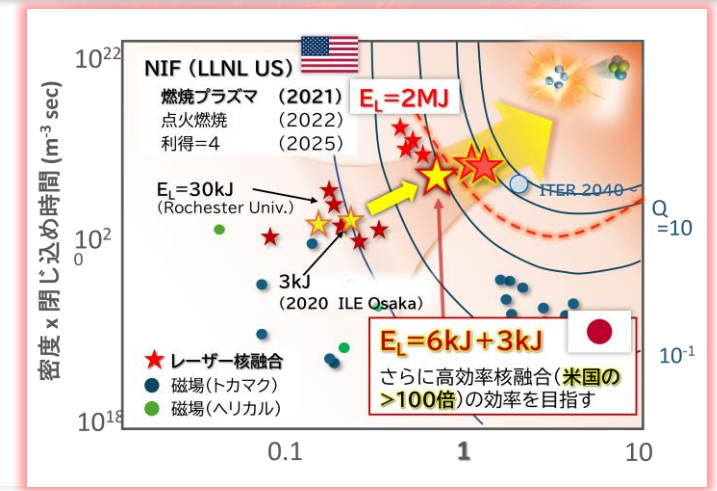
核融合燃料高密度圧縮装置

信頼性高い安定した核融合燃料の高密度圧縮を実現

+

核融合燃焼模擬試験装置

世界最高のエネルギー密度のレーザー光で高効率加熱



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

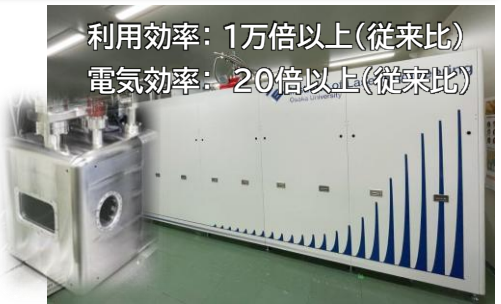


I. 高効率核融合イノベーション (連続核融合基盤技術)

- ・ 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

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 1kJ/10Hz



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

利用効率: 1万倍以上(従来比)
電気効率: 20倍以上(従来比)

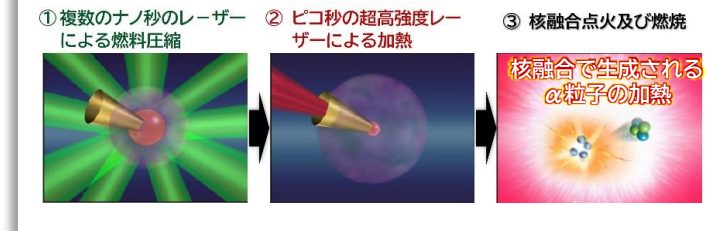
フュージョン反応試験装置

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



核融合燃料高密度圧縮装置

核融合燃焼模擬試験装置



フュージョン反応試験装置



● 超大型レーザー実験棟

研究棟

● レーザー研
ペレット棟

連続レーザーフュージョン基盤開発装置

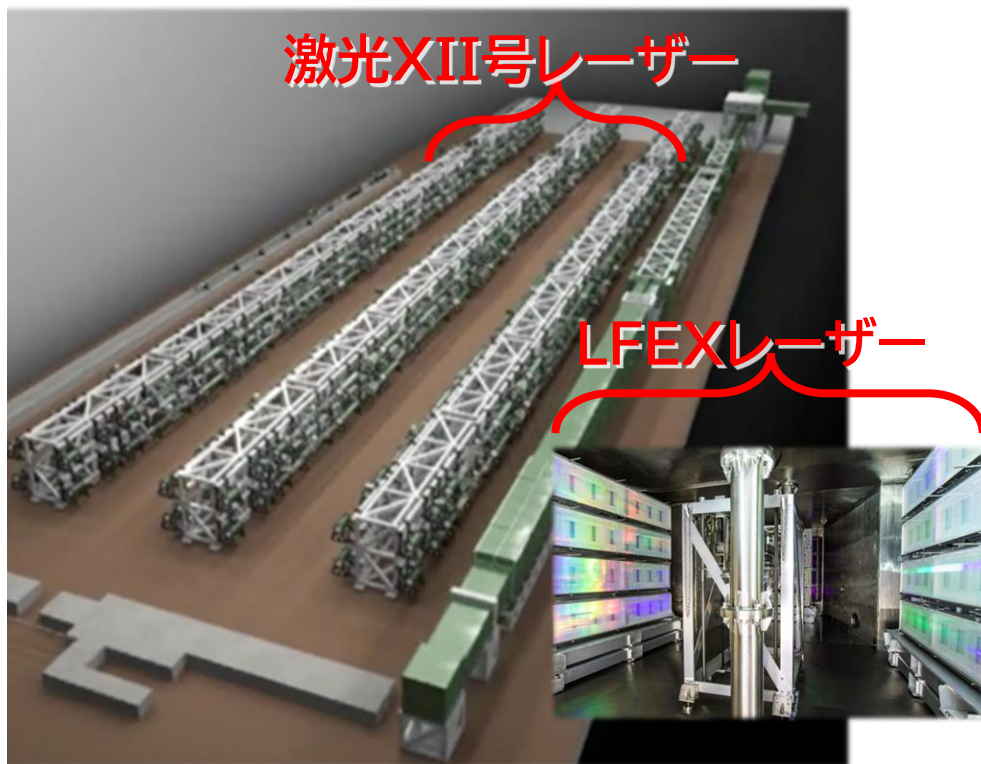
● レーザーイノベーション棟

令和6年度補正予算による**既存大型シングルショットレーザー装置**の整備

核融合燃料高密度圧縮装置 (**激光XII号レーザー**)

ビーム数
12 beams
エネルギー
500 J/beam/1 ns
波長
0.351 μm

- ✓ 高精度パルス波形制御
- ✓ 高精度ビームモニター
- ✓ フレキシブルなレーザー照射条件



核融合燃焼模擬試験装置 (**LFEXレーザー**)

ビーム数
4 beams
エネルギー
800 J/beam/1-10 ps
波長
1.053 μm
照射サイズ/強度
10 μm /10²¹W/cm²

- ✓ 高コントラスト波形
- ✓ 可変形鏡による集光性能向上
- ✓ 光学素子刷新による出力向上

供用開始時期

2027年10月～(有償利用の実績あり、週単位で供用)

連続レーザーフュージョン基盤開発装置

励起用光源

(レーザー媒質の励起)

レーザー媒質を励起(=エネルギー注入)するための光源

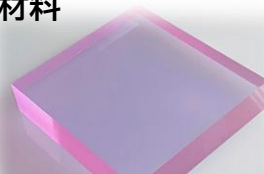


高輝度レーザーダイオード

レーザー媒質

(レーザー光の増幅)

レーザー光を強くする(=強度を増強する)ための材料



レーザー用セラミックス

課題:

高輝度・高効率化、
大出力化、高繰り返し化

多数の
レーザー増幅器

光学部品

(レーザー光の伝送・制御)

パワーレーザーを伝送・集光・制御するための大型光学部品

多数の
光学部品

大口径レーザーウィンドウ

課題:

大口径化、高強度化、高
耐損傷化、波面制御の
高度化

レーザーフュージョン用パワーレーザーは多数のレーザー増幅器・光学部品で構成し、それらが緻密に組織・連携させることが必須

連続レーザーフュージョン基盤開発装置

セラミック成型焼成システム



装置の特徴

高平均出力レーザー開発においてカギとなる次世代レーザー媒質開発のためのセラミックス成形・焼成システム

仕様

高温高圧加圧装置

到達温度 1500度

到達圧力 200MPa

冷間等方圧加圧装置

到達圧力 392MPa

圧縮空気圧力 0.4Mpa

電気炉

最高炉内温度 1200度

ヒートゾーンサイズ W200×H200×D200mm

供用開始時期

2027年4月～

(使用時間に応じた利用料)

連続レーザーフュージョン基盤開発装置

セラミック性能評価電子顕微鏡



装置の特徴

レーザー媒質セラミックの性能を評価するための計測装置

- 1.電界放出形電子顕微鏡
- 2.エネルギー分散型X線分析システム (EDS)
- 3.波長分散型X線マイクロアナライザシステム (WDS)

仕様

分解能

高真空環境入射電圧20kVにおいて、0.7nm以上

1kVにおいて、1.3nm以上

供用開始時期

2027年4月～

(使用時間に応じた利用料)

連続レーザーフュージョン基盤開発装置

熱定数測定装置



装置の特徴

熱電材料をはじめ、幅広い材料の熱伝導率測定。レーザフラッシュ法によって熱電材料、セラミックス、カーボン、金属など均質な固体材料の熱3定数(熱拡散率、比熱容量、熱伝導率)を測定する装置。

仕様

温度範囲	-120 ~ 200℃
昇温速度	10℃ /min
試料寸法	φ10mm×厚1 ~ 3mm(厚さ方向測定)
測定雰囲気	低圧Heガス中

供用開始時期

2027年4月～
(使用時間に応じた利用料)

連続レーザーフュージョン基盤開発装置

光学材料X線回折装置

装置の特徴

高分解能・高角度精度・高PB比の多目的粉末X線回折分析装置

仕様

封入管式X線発生装置

2 θ / θ 連動式ゴニオメータ

一次元半導体検出器

8試料自動交換機

ASC-8用ガラス試料ホルダ 18 ϕ ×0.5mm深さ 10枚/組

ASC-8用無反射試料ホルダ 5 ϕ ×0.2mm深さ 2枚/組



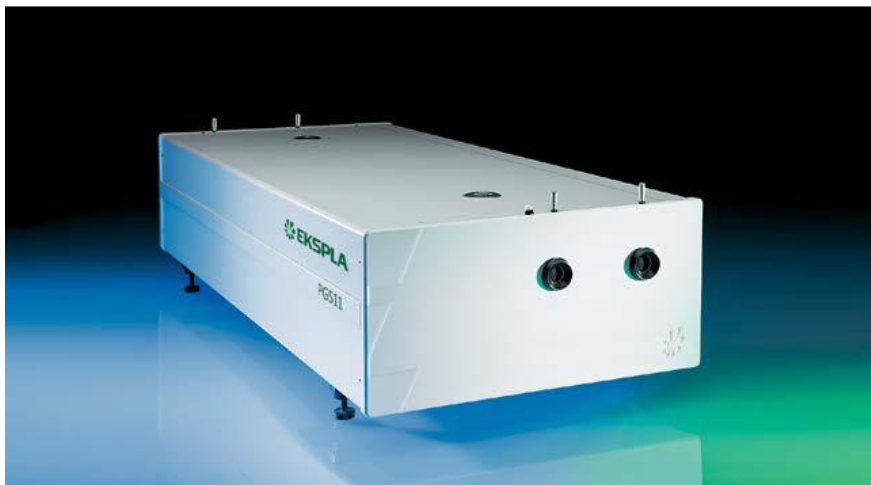
供用開始時期

2027年4月～

(使用時間に応じた利用料)

連続レーザーフュージョン基盤開発装置

光学材料非線形応答分光装置



装置の特徴

従来のナノ秒レーザーでは、材料内部の非線形応答の時間分解が困難であり、またフェムト秒レーザーではパルスエネルギーが不足するため、分光や誘導散乱の定量評価に支障が生じる。本ピコ秒レーザーを使用することで十分な信号雑音比で非線形応答などの分光計測が可能

仕様

出力波長調整範囲

シグナル 410–709 nm

アイドラー 710–2300 nm

出力パルスエネルギー

シグナル 700 μJ

アイドラー 250 μJ

繰り返し周波数 50 Hz

パルス時間幅 ~ 20 ps

供用開始時期

2027年4月～

(使用時間に応じた利用料)

連続レーザーフュージョン基盤開発装置

高耐力薄膜開発装置



装置の特徴

原子層堆積(ALD)成膜技術を用いて、薄膜を形成するための装置。ALDは、自己制御的な表面反応を利用して、原子層を1層ずつ積み上げることで膜を形成。半導体デバイスの微細化や先端技術の発展に寄与。CVDやスパッタリングなどの他の成膜技術と比較して、膜厚制御性や段差被覆性において優位。

仕様

- ・熱ALDおよびプラズマALDプロセス方式
- ・300W RF発生器およびオートマッチユニット(AMU)を備えた240mmバイアス電極、最大550°C、取り外し可能なカバープレート付き
- ・600W RF発生器およびオートマッチユニット(AMU)を備えたリモートプラズマソース
- ・オンボードガスポッド構成:無毒ガスライン 4本、有毒ガスライン 1本
- ・3種類のプリカーサーに対応したプリカーサーキャビネット
ライン1:冷却式、蒸気吸引方式、200 mlポット
ライン2:加熱式、蒸気吸引方式、200 mlポット

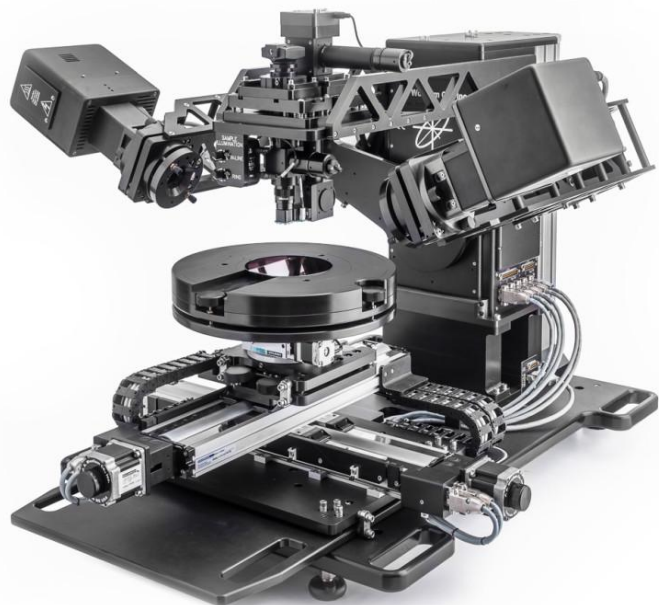
供用開始時期

2027年4月～

(使用時間に応じた利用料)

連続レーザーフュージョン基盤開発装置

分光エリプソメトリ装置



装置の特徴

分光エリプソメトリ法によって、膜厚と光学定数を非破壊、非接触で測定するための精密分析装置。

仕様

二重回転補償子型多入射角高速分光エリプソメーター

- 1) ダイオードアレイ式二重回転補償子型
- 2) 測定ダイナミックレンジ ($\Psi=0-90$ 、 $\Delta=0-360$ 度)フルレンジ
- 3) 測定ミューラー行列データ: 全16成分
- 4) 測定波長範囲: 193-1000nm間の800波長を同時測定(数秒)
- 5) 測定・解析ソフトウェア
- 6) 自動入射角ゴニオメーター (水平置型, 入射角: 45度-90度)

供用開始時期・供用条件

2027年4月～

(使用時間に応じた利用料)

大口径干渉計



装置の特徴

大口径干渉計は、2種類の波長(633nmおよび1053nm)を有するフィゾー型干渉計で、測定すべき光学試料の透過波面、反射波面を高精度に計測解析する機能を持つ。既存の24インチ干渉計と一体で運用される。

仕様

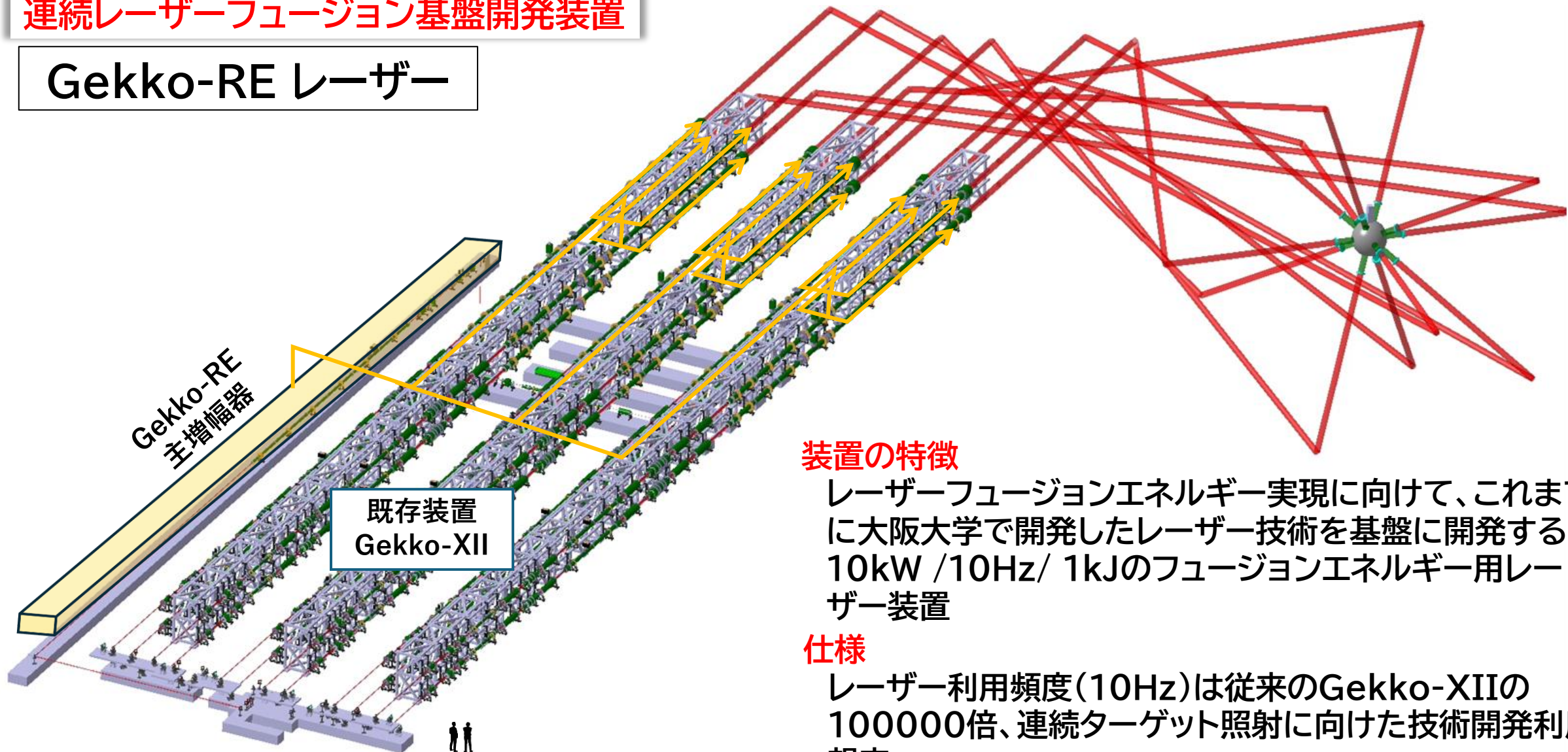
測定可能干渉本数	600本
イメージ分解能	130 μm (8l/mm)以下
画像歪み(水平方向)	0.06%未満
計測RMS再現性	<0.6 nmRMS1 σ (36回測定)
フリンジ分解能	600 fr/aperture

供用開始時期

2027年4月～
(使用時間に応じた利用料)

連続レーザーフュージョン基盤開発装置

Gekko-RE レーザー



装置の特徴

レーザーフュージョンエネルギー実現に向けて、これまでに大阪大学で開発したレーザー技術を基盤に開発する10kW / 10Hz / 1kJのフュージョンエネルギー用レーザー装置

仕様

レーザー利用頻度(10Hz)は従来のGekko-XIIの100000倍、連続ターゲット照射に向けた技術開発利用を想定

供用開始時期

2029年4月～、1週単位

フュージョン反応試験装置

超大型レーザー実験棟

実験する

液体DTターゲット供給装置

レーザー核融合実験により生成される不純物評価装置

ターゲットを作る

トリチウムを使う
トリチウムを回収する

トリチウム充填再利用装置

DTガス回収装置

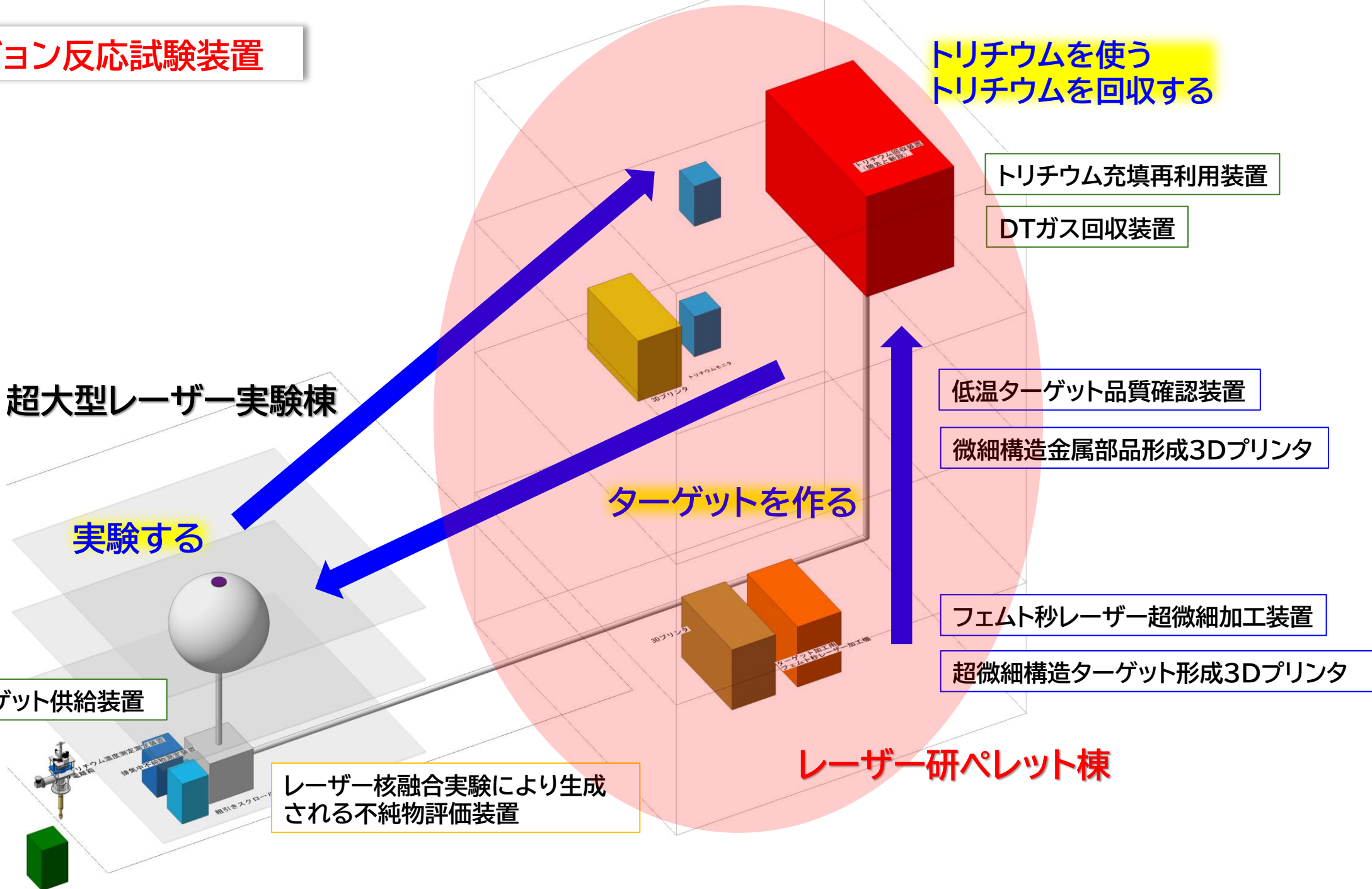
低温ターゲット品質確認装置

微細構造金属部品形成3Dプリンタ

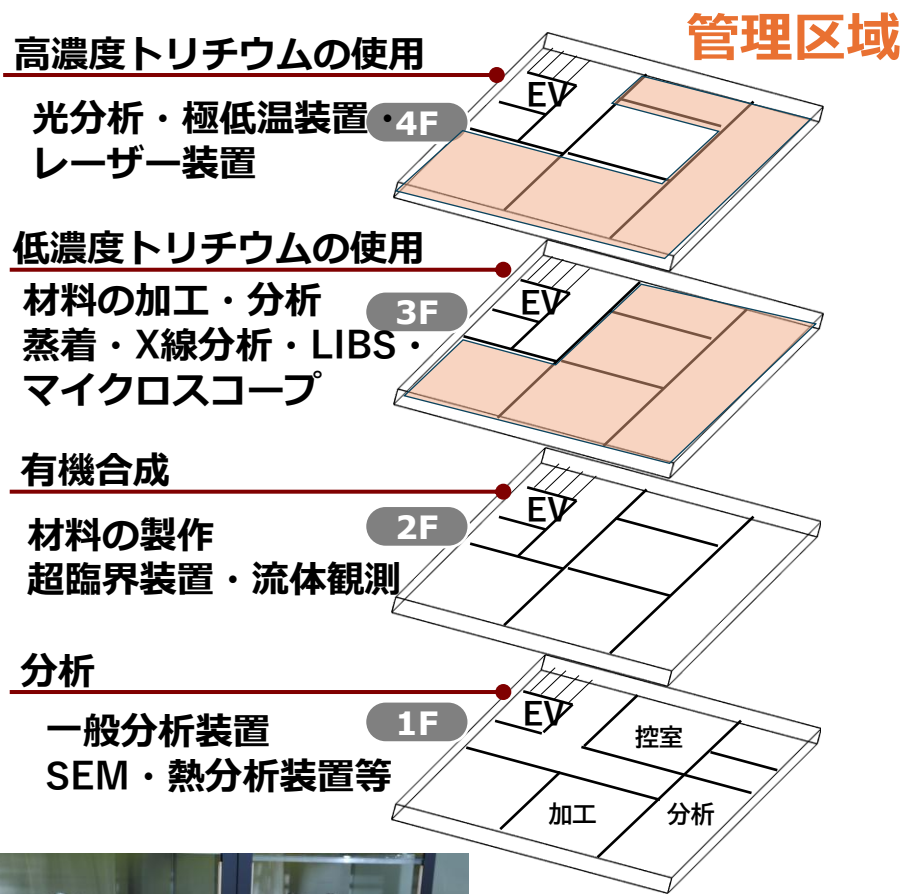
フェムト秒レーザー超微細加工装置

超微細構造ターゲット形成3Dプリンタ

レーザー研ペレット棟



レーザー研ペレット棟(概要)



装置(設備)の特徴

- 管理区域において非密封トリチウムの使用施設で核融合燃料・トリチウム燃料の取扱い

各階の用途

4階 使用量:1日30 TBq

- トリチウムの液化・固化実験
- 燃料ターゲットの作製
- トリチウム検出器の校正など、

3階 使用量:1日14.8 GBq

- 少量トリチウムの利用
- 無機酸化物・有機物の成膜
- マニピレーターによる微細組み立て
- 元素分析(LIBS)
- X線蛍光測定
- 顕微鏡

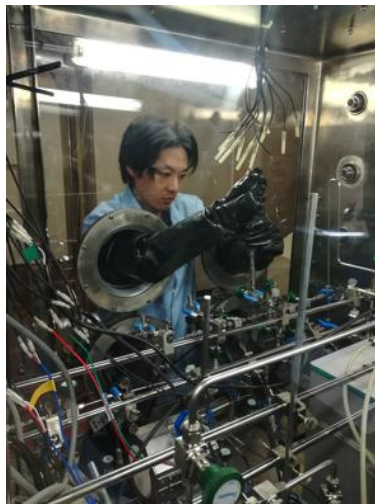
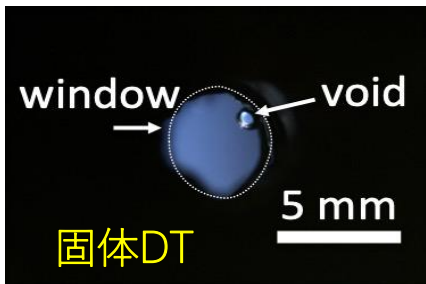
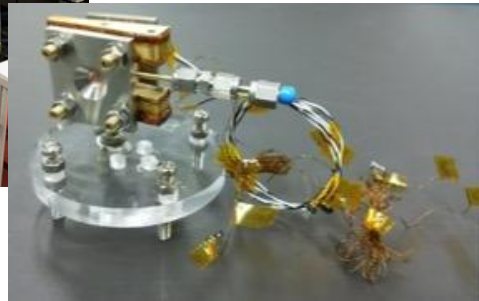
2階 有機合成

- 高分子合成と加工成形
- 重水素化材料の合成

令和8・9年度に建物の大規模改修を予定

フュージョン反応試験装置

ペレットファクトリー棟(4階)



設備の特徴

- グローブボックスを使用するトリチウム実験
- 非密封トリチウムの使用施設で核融合燃料・トリチウム燃料の取扱い

仕様

- 使用量:1日810Ci(30 TBq)
- グローブボックス2台
 - トリチウムを使った実験
- 水素同位体の分離・混合
 - 同位体比測定:ラマン分光
 - レーザー干渉計測
- 液体・固体トリチウムの物性研究
 - 小型GM冷凍機を使った冷却装置
 - 温度コントローラによるmK精度の温度制御
 - 最低到達温度~10K

供用開始時期・供用条件

2028年4月~

トリチウムの使用量、利用時間、利用面積、各装置の利用料

フュージョン反応試験装置

超微細構造ターゲット製造装置群



装置の特徴

- 様々な形状のターゲット部品を製作・組み立て・試験

構成装置

- 超微細構造ターゲット形成3Dプリンタ
- フェムト秒レーザー超微細加工装置
- 微細構造金属部品形成3Dプリンタ
- 低温ターゲット品質確認装置

フュージョン反応試験装置

超微細構造ターゲット製造装置群 (フェムト秒レーザー超微細加工装置)



装置の特徴

- 様々な形状のターゲット部品を加工する

仕様

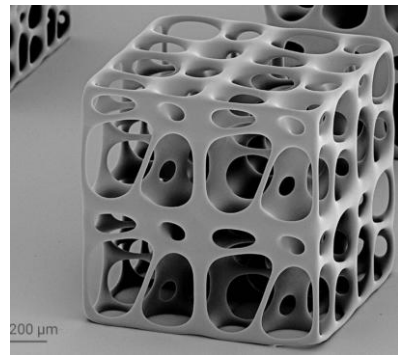
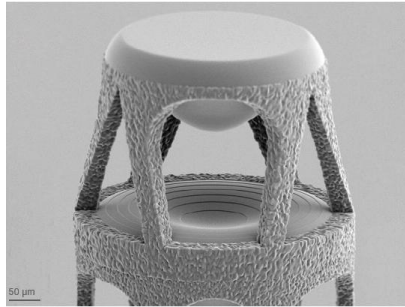
- 金属、樹脂の平板および球体の加工が可能
- ガルバノミラーとXYZステージを併用
 - 分解能1 μ m以下
- 加工範囲
 - XY面 15mm x 15mm
- 繰り返し位置精度1 μ m以下
- 500 kHz で20 μ J/パルス、平均出力約10 W
- 波長343nm
- 集光サイズ3.5 μ m以下

供用開始時期・供用条件

2027年4月～
(使用時間に応じた利用料)

フュージョン反応試験装置

超微細構造ターゲット製造装置群 (超微細構造ターゲット形成3Dプリンタ)



装置の特徴

レーザー実験用プラスチックセルやフォームセルを製作する

仕様

- 2光子重合の原理を使った微細構造プリント
- 専用フォトレジスト
- スモールフィーチャー
 - 形状精度 ≤ 200 nm
 - 最大水平方向サイズ 270 μm
 - 最大高さ 3 mm
- ミディアムフィーチャー
 - 形状精度 ≤ 600 nm
 - 最大水平方向サイズ 700 μm
 - 最大高さ 3 mm
- プリント方法により表面粗さ ≤ 10 nm

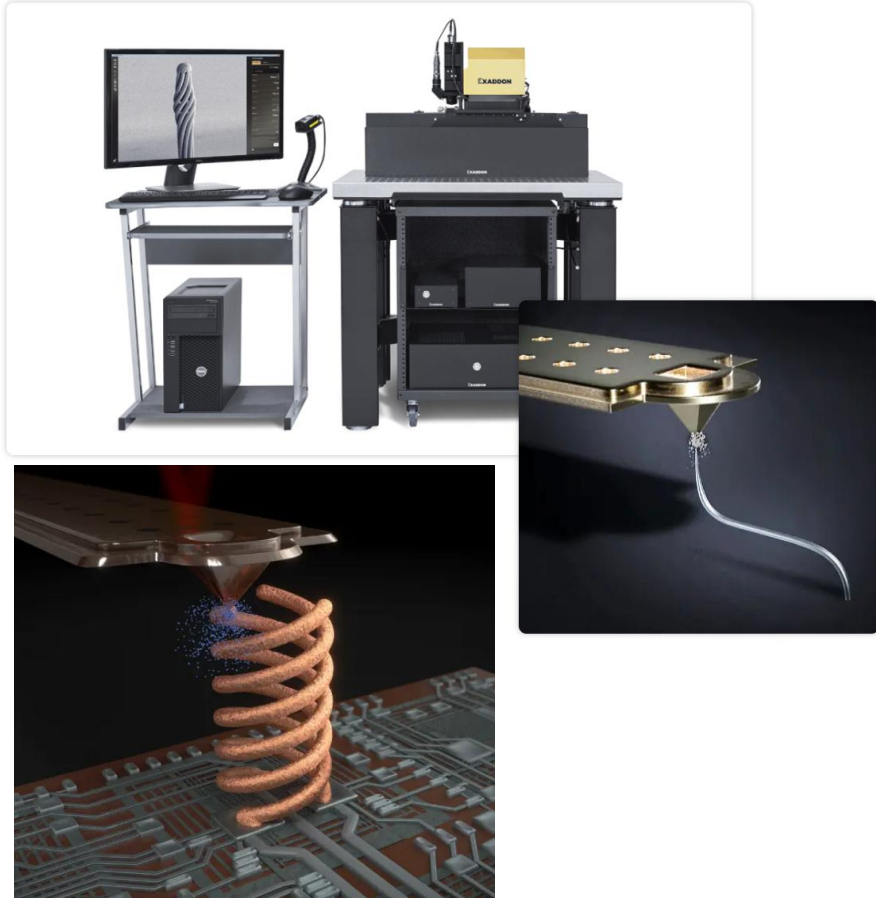
供用開始時期・供用条件

2027年4月～

(使用時間及び消耗品費に応じた利用料)

フュージョン反応試験装置

超微細構造ターゲット製造装置群 (微細構造金属部品形成3Dプリンタ)



装置の特徴

- レーザー実験用ターゲットの金属部品を製作する

仕様

- 銅、金、銀、ニッケル、プラチナを使った3Dプリント
 - 現状は銅と金
- Voxcelサイズ $\leq 2 \mu\text{m}$
- 一辺のサイズ $\geq 1 \text{ mm}$
- 熱やレーザーを使用せず、後処理の必要なし
 - 必要な場所にプリント可能

供用開始時期・供用条件

2027年4月～

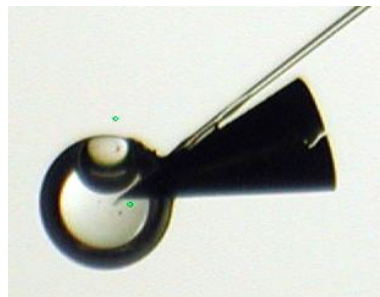
(使用時間及び消耗品費に応じた利用料)

フュージョン反応試験装置

超微細構造ターゲット製造装置群 (低温ターゲット品質確認装置)



液体水素



装置の特徴

- フィルチューブ付きシエルの極低温環境下リーク試験により、組み立て後の健全性(ガスリークなし)評価

仕様

- 真空容器内で $\sim 10\text{K}$ 付近までフィルチューブ付きターゲット冷却
- 複数のシエルを同時冷却可能
- ヘリウムリークディテクタによる検出可能リークレート $10^{11} \text{ Pa m}^3/\text{sec}$
- シエルのリーク試験以外に極低温環境下でのガス透過率の温度依存性評価も可能

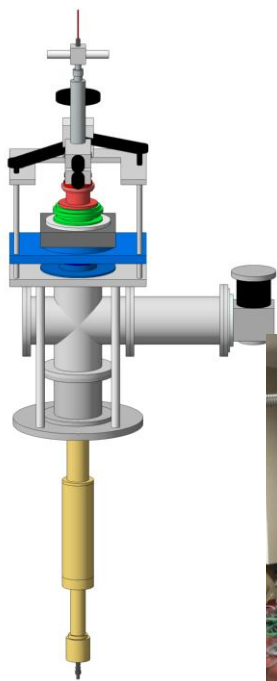
供用開始時期・供用条件

2027年4月～

(冷却回数に応じた利用料)

フュージョン反応試験装置

DT燃料供給装置群



旧トリチウム回収装置

装置(設備)の特徴

- DTクライオターゲットをレーザー実験に供給する
- ターゲットチャンバーでは8GBq/1day1shotのトリチウムが使用可能

仕様

- ① トリチウム充填再利用装置(グローブボックス内)
 - 購入したトリチウムを取り出し、精製、保管する
 - 重水素と混ぜてDT燃料とする
 - ガス状態でDT比を計測(ラマン分光)
 - シェルに充填して、ターゲットチャンバーへ
 - 使用しなかったDTは分離して再利用することが可能
- ② 液体DTターゲット供給装置
 - 20K以下まで冷却可能な装置
 - 直径250~500umシェルに充填したDT燃料を液体にする。
 - レーザー実験を行う
 - 位置精度:1um以下(XY軸),3um以下(Z軸)
- ③ DTガス回収装置
 - ターゲットチャンバーに放出されたDT燃料を回収する。
 - 水として回収する

供用開始時期

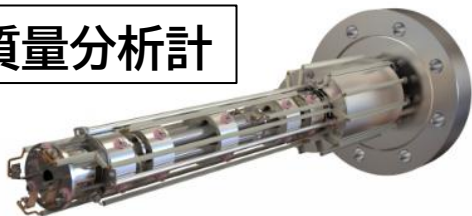
2027年4月~

(レーザー照射実験のショット数、又はトリチウム使用量と利用時間・面積に応じた利用料)

フュージョン反応試験装置

レーザー実験により生成される不純物評価装置

四重極質量分析計



ガスクロ



トリチウムモニタ

装置(設備)の特徴

- 核融合実験時に発生する不純物(ガス)を評価し、核融合炉のトリチウム回収装置の設計へフィードバック

仕様

- ガスクロマトグラフィー
 - キャピラリーカラム
 - 水素測定範囲0.001%以下~100%
- 電離型四重極質量分析装置
 - 質量電荷比 1~10m/z
 - 最小動作圧力 1.33×10^{-2} Pa
- 電離箱
 - トリチウム検出濃度 6×10^{-3} Bq/cc
- 水バブラー

供用開始時期

2027年4月~

(データ提供のみ、基本的には利用料はレーザー実験に含まれる)

フュージョン反応試験装置

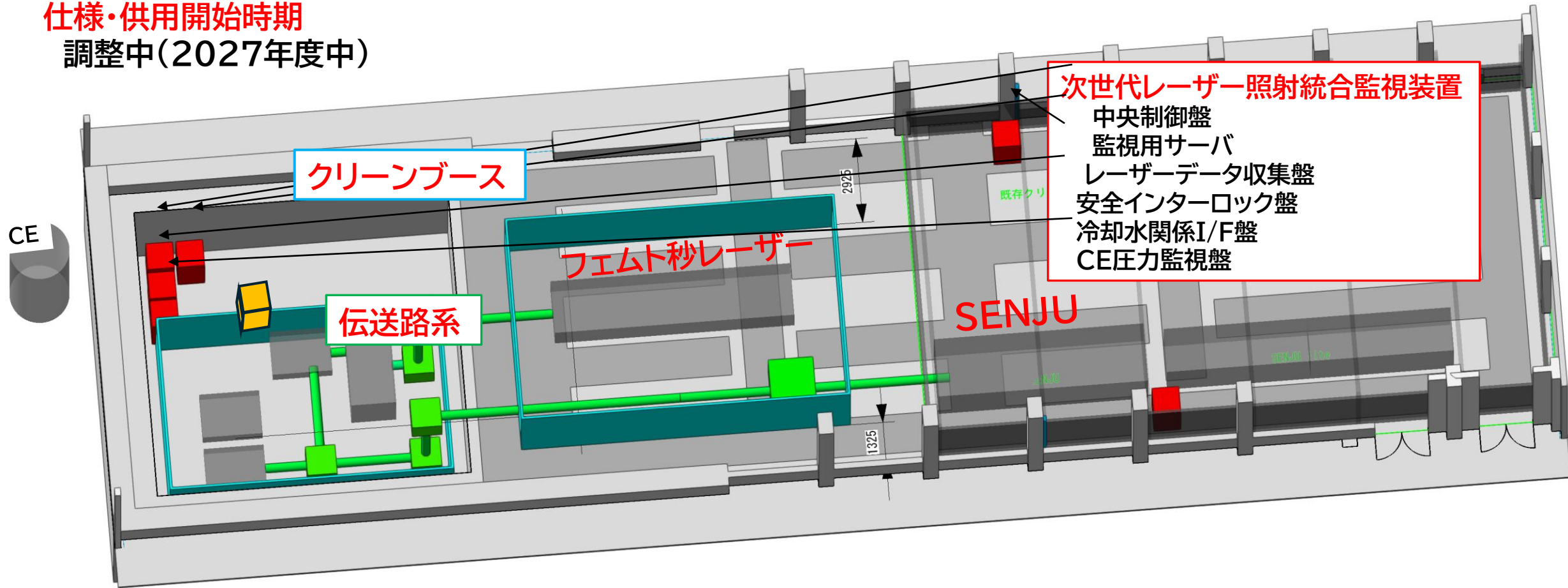
フュージョン反応模擬試験装置

装置(設備)の特徴

- 高繰り返しパワーレーザーと接続した照射システム
- レーザー供給装置やプラズマ診断装置と組み合わせて照射模擬環境を提供

仕様・供用開始時期

調整中(2027年度中)



装置供用の枠組み(大阪大学ILEとして)

①共同利用・共同研究拠点の課題として実施

年度毎に公募、審査を経て採択された研究課題を共同研究として実施(成果は公開)

→主にアカデミックユース

②共同研究(技術相談, 共同研究部門, 協働研究所など)

研究テーマごとに大学と共同研究契約を締結して実施, 研究の実施に必要な経費(装置の供用を含む)を共同研究費として納付する

→主に産業界との共同研究

③装置有償利用(供用)

装置のマシントイムを優先的に利用することが可能であり、成果の公開・非公開によって料金体系が異なる

→アカデミック/産業界ともに実績あり、共同研究契約を締結せずに実施することも可能