

QSTにおける イノベーション拠点化設備

- ・本資料はR8年5月1日時点の情報です。今後、変更がある可能性があります。
 - ・本資料の再配布や一部利用については、QSTにご相談願います。
- [fusion-technology-innovation\[at\]qst.go.jp](mailto:fusion-technology-innovation[at]qst.go.jp)（e-mailアドレスの[at]を半角の'@'に置き換えてください）

令和7年度補正 イノベーション拠点化設備（QST）

名称	概要
燃料システム安全試験施設設備整備	原型炉に必要な各種トリチウム取扱技術の研究開発や性能試験を実施するための数十グラム規模のトリチウムが使用できるトリチウム大量取扱施設の設計と安全装置更新と分析装置の整備等を行う。
ブランケット開発・試験施設設備	発電用ブランケットの開発やリチウム回収、レアメタル精錬に関わる技術開発等の産学連携活動を可能とする施設・設備の整備および設計活動を行う。
理論・シミュレーション研究支援設備 (NIFSと共同)	ITERやJT-60SA等から得られたフュージョン装置に関するビッグデータとスパコン（AI解析、理論シミュレーション）を活用し、プラズマの高精度予測・解析研究を実施する。
産学共同研究開発施設設備	QST那珂フュージョン科学研究所は、ITER計画やサテライトトカマク（JT-60SA）計画など、プラズマ制御技術などフュージョンエネルギーの実現に向けて重要な研究開発を行っている。このQST那珂研のイノベーション拠点化を図るため、スタートアップにも裨益する設備等の整備を行う。 具体的には、ダイバータ開発、計測装置開発のための設備整備、産学共同研究開発のための共用インフラ整備（既存建屋の老朽化設備の更新・整備、共用建屋の居室整備）を行う。

燃料システム安全試験施設設備整備（1）

【概要】

- 個別の部品や装置の開発のため、老朽化した既存の極微量トリチウム取扱実験室の安全装置を更新するとともに、分析装置を整備して、供用を開始する。
- 原型炉に必要な各種トリチウム取扱技術の研究開発や性能試験を実施するための数十グラム規模のトリチウムが使用できるトリチウム大量取扱施設の設計を最終化する。

【極微量トリチウム取扱実験室】

- 原型炉R&D棟の実験室の1つであり、認可されたトリチウム貯蔵量は 7.4×10^{12} Bq（ T_2 ガスとして0.02g相当）
- 2011年7月に使用の許可を受領
- 1基のグローブボックス（最大使用量 3.7×10^{12} Bq/日）と9基（最大使用量 3.7×10^{11} Bq/日）のフードで実験が可能
- 大学との共同研究で活用

【分析装置等】

- イメージング装置（トリチウムの分布観察）や光電子分光装置などの分析機器は、トリチウムを含む試料の分析が可能
- 非密封のトリチウムが扱える貴重な施設



燃料システム安全試験施設設備整備（2）

【燃料システム安全試験施設】

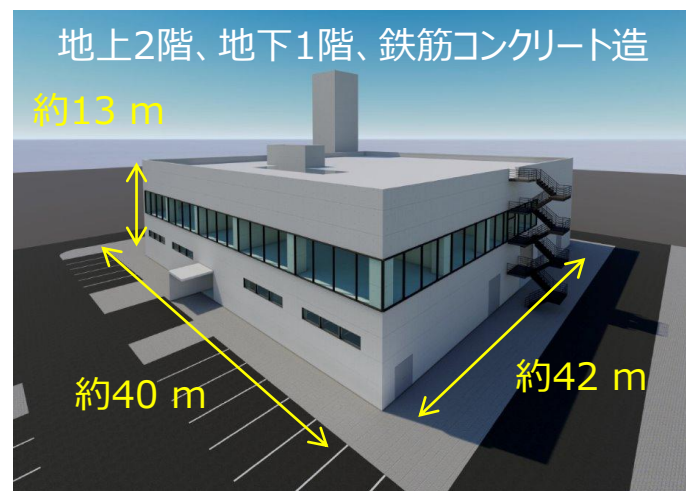
従来よりも地震等の災害時の安全性を重視する規制庁との意見交換を踏まえて、現在、耐震性強化及び安全設備等の設計の最終化中。

・供用開始時期：未定

トリチウム貯蔵量	3.7×10^{16} Bq (約103.4 g)
最大使用量	3.7×10^{16} Bq /日 (約103.4 g/d)
トリチウム貯蔵ベッド	ジルコニウム・コバルト (ZrCo) 合金
空気トリチウム浄化設備※	触媒酸化 + スクラバー塔除去方式 (ITERの非常用トリチウム除去設備と同方式)

※：建屋外へ規制値を超えるトリチウムを放出しないように抑制する設備

水素同位体分離設備で99%以上の純度のトリチウムを得るだけでなく、水トリチウム除去設備との組み合わせにより、施設内で使用したトリチウムを再利用する。



ブランケット開発・試験施設設備（1）

【概要】

- 発電用ブランケットの開発や6リチウム濃縮やレアメタル精錬に関わる技術開発等の産学連携活動を加速する施設・設備の整備および設計活動を行う。

【リチウム分析システム】

- リチウムやトリチウムの微量分布を高精度に評価可能
- 大気非暴露での試料準備および装置への搬送が可能
- 放射化試料の分析が可能（放射線管理区域に設置）

← 管理区域設置設備としては世界唯一

供用開始時期：R9.4.1以降

結合状態に関わらないリチウムの分布分析

- ・飛行時間型二次イオン質量分析装置（ToF-SIMS）付集束イオンビーム加工・走査型電子顕微鏡複合装置（FIB/SEM）

導入予定機種：Zeiss Crossbeam 550L

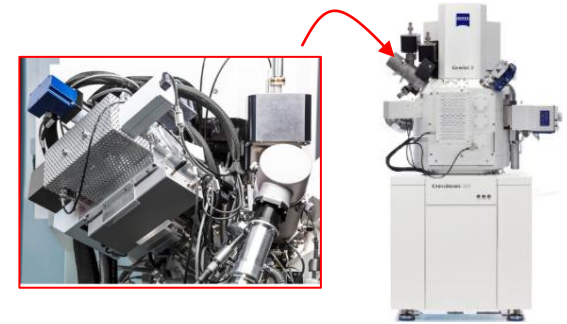
- ✓ フェムト秒レーザー加工、3D-EBSD/EDS分析が可能

金属リチウムの分布分析

- ・既設の電子線マイクロアナライザー（EPMA）JEOL JXA-8530Fに、軟X線発光分光器（SXES）を追加

リチウムの結合状態・分布分析

- ・大気非暴露・窒素フリー観察が可能な共焦点ラマン顕微鏡システム
導入予定機種：Oxford Instruments witec360



飛行時間型二次イオン質量分析装置（ToF-SIMS）付き集束イオンビーム加工・走査型電子顕微鏡複合装置（FIB/SEM）



大気非暴露観察ラマン顕微鏡システム

ブラケット開発・試験施設設備（2）

【その他の導入予定装置】

- ・Windowless EDS付き高分解能走査電子顕微鏡（SEM）
導入予定機種：Zeiss Gemini SEM 560
 - ✓ EBSD、低真空高分解能観察（極表面分析）が可能
 - ✓ ナノインデント試験（強度評価）が可能
- ・原子分解能分析顕微鏡（TEM/STEM）
導入予定機種：Thermo Fisher Scientific Iliad Ultra
 - ✓ 化学組成・電子構造解析、トモグラフィー、4D-STEM等が可能
- ・転位解析・事前観察用 汎用電子顕微鏡（TEM/STEM）
導入予定機種：JEOL JEM-F200
- ・X線回折装置（XRD）※
導入予定機種：リガク SmartLab
 - ✓ 様々な光学系に切り替え可能、1500℃でのin-situ測定可能

【分析試料製作システム】

- ・イオンミリング装置
導入予定機種：日立ハイテク ArBlade 5000 等
 - ✓ 冷却ステージによる-100℃での加工が可能
- ・フェムト秒レーザー加工装置※
導入予定機種：3D-Micromac microPREP Pro FEMTO
 - ✓ 非熱、非暴露（大気・水）での加工が可能



原子分解能分析顕微鏡
(TEM/STEM)



汎用電子顕微鏡
(TEM/STEM)



X線回折装置（XRD）



フェムト秒レーザー
加工装置

※ コールド実験室に導入

ブランケット開発・試験施設設備（3）

【発電ブランケット用大面積熱負荷試験装置】

- ・加熱系、計測制御系の増強、および先進ブランケット（液体金属冷却）対応の増強を想定した実施設計活動を予定

【安全実証試験装置】

- ・流動腐食試験装置の高磁場下試験、および噴出漏洩試験装置の炉内漏洩試験対応を想定した実施設計活動を予定

いずれもR9以降の基盤設備整備活動で整備予定。

【試験前後調整、補完試験システム】

- 熱負荷試験や流動腐食試験の前後に必要な処理に要する装置を整備
- 補完的な計測等を実施するための装置を整備

供用開始時期：R9.4.1以降（一部、R8中に供用開始）

- ・原子層堆積 (Atomic Layer Deposition)装置 Beneq TFS500
 - ✓ R6補正整備：R8中から供用可能、Be取扱区域に導入、膜厚測定装置も整備済
- ・高分解能非破壊X線顕微鏡システム (XRM) Zeiss Versa XRM730
 - ✓ In-Situステージ (5kN引張・圧縮) による強度試験下解析、結晶解析が可能
- ・炉内機器流体可視化試験装置 (PIV)
- ・高温真空炉 (最高1250℃、 10^{-3} Pa, ガス雰囲気(H_2 , N_2 , Ar, He))
- ・先進機能材 3Dプリンティング用粉末製造装置 (アトマイザー)

【Plasma Simulatorの性能概要】

システム	サブシステムA	サブシステムB	サブシステムC	データ処理部	JFRS-1
ノード数	360	70	48	12	1370
プロセッサ	Intel Xeon 6980P (2.0GHz/128C)	AMD MI300A (APU)	Intel Xeon Gold 6544Y (3.6GHz/16C)	Intel Xeon 6980P (2.0GHz/128C)	Intel Xeon Gold 6148 (2.4GHz/20C)
プロセッサ数/node	2	4	2	2	2
演算性能 (PF)	5.898PF	34.328PF	0.176PF	0.1966PF	4.208PF
FLOPS/Node	16.384TF	490.4TF	3.6864TF	16.384TF	3.072TF
FLOPS/Node(HPL)	15.14TF	227.57TF			2.045TF
総主記憶容量	270TiB	35TiB	72TiB	27TiB	256TiB
GB/Node	768GiB	512GiB	1536GiB	2304GiB	192GiB
GB/Core	3GiB	-	48GiB	9GiB	4.8GiB
Bandwidth/Node	1689.6GB/s	5.3TB/s*	665.6GB/s	1228.8GB/s	255.94GB/s

*サブシステムBのメモリバンド幅はノード当たりではなく、APU当たりの数値です。

開発環境

サブシステム A サブシステム C	Intel oneAPI (コンパイラ、通信ライブラリ、数値ライブラリ、デバッグ、プロファイラ等) Julia、Python
サブシステム B	AMD Optimizing C/C++&Fortran compiler (AOCC):CPU 用 AMD Optimizing CPU Libraries (AOCL) Python AMD ROCm : GPU ソフトウェアスタック (C/C++ & Fortran コンパイラ、デバッグ、プロファイラ、数値ライブラリ等) AI・機械学習用エコシステム : TensorFlow、PyTorch、Scikit-learn
データ処理部	Intel oneAPI、Julia、Python、Paraview、VTK、NVIDIA HPC SDK、 TensorFlow、PyTorch、Scikit-learn

その他標準的な C/C++/Fortran/Python 用数値ライブラリ等を提供予定



・供用開始時期
R8年夏以降
(料金体系決定後)

計算能力増強の仕様については、NECと最終調整中

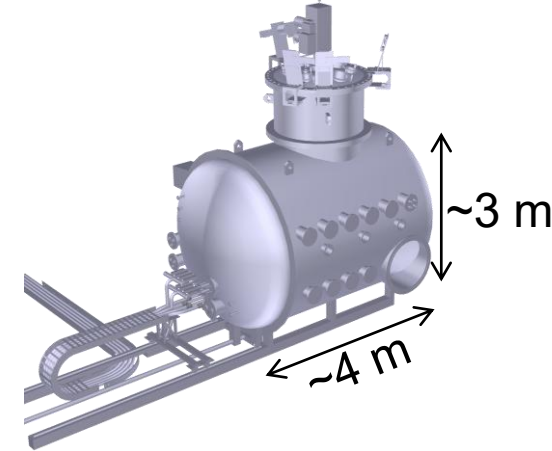
産学共同研究開発施設設備

【概要】

○ダイバータ開発、計測装置開発等のための設備整備、産学共同研究開発のための供用インフラ整備を実施する。

【プラズマ対向機器（ダイバータ）高熱負荷試験装置】

- ・供用開始時期：R9年8月頃（予定）
- ・出力： ≤ 300 KW
(吸収熱流束： ≤ 22 MW/m²(試験面積 ~ 30 cm²の場合))
- ・試験体サイズ：長さ1.6 m, 幅0.4 m, 高さ0.75 m程度まで。
(ITERダイバータプラズマ対向ユニット実機スケールの試験が可能)
- ・冷却水条件： ≤ 200 °C, ≤ 4 MPa, ≤ 600 L/min
(原型炉(Q-DEMO)前期の冷却水管理システムでの試験が可能。)
- ・真空容器内に駆動機構を備え、様々な体勢・条件での試験が可能。

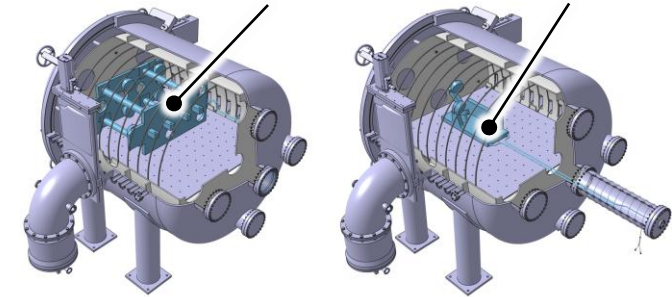


270 kgの
供試体

3 mの
長尺供試体

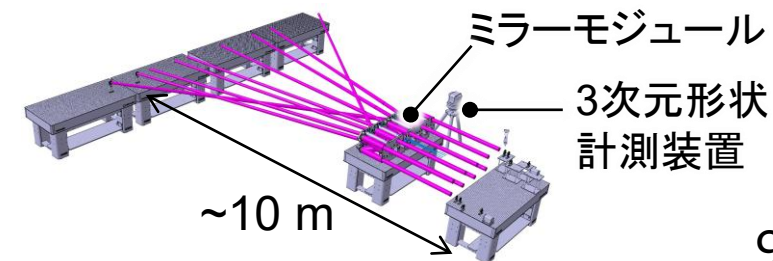
【熱真空試験装置】

- ・供用開始時期：R9年6月頃（予定）
- ・原型炉を想定した真空容器内機器の熱サイクル試験や脱ガス処理が可能。温度範囲は室温 ~ 300 度。300度時の真空度は 10^{-3} Pa 以下。



【3次元形状計測装置】

- ・供用開始時期：R9年4月頃（予定）
- ・ミラーモジュールを取り付ける場所や、ミラーモジュールの形状を $10\mu\text{m}$ オーダーの精度で測定可能。



參考資料

利用方法・料金・利用に関する制約条件

【利用方法】

QSTのオープンイノベーション総合窓口の下記ウェブサイトをご確認の上、
具体的な内容についてメールでご相談ください。

<https://www.qst.go.jp/site/open-innovation/>

【従来の料金の考え方】

供用施設に関する経費算定方法

利用料金： $F = A + Z + W$ （消費税及び地方消費税を含む）

A：施設の運転に係る経費（間接経費含む）

Z：追加経費（特別な経費を必要とする場合）

W：施設利用に伴う放射性廃棄物処理費

（追加経費：利用者の求めに応じて必要となる役務提供及び技術支援、
共用施設以外の施設等の利用並びに消耗品の手配等に係る経費）

今回、新規に整備される施設・設備については、
ライフサイクルを考慮した供用が求められているため、検討中です。

【制約条件】

知財の取り扱いについては約款もしくは契約に基づきます。

成果の公開は求めています。

既存の供用施設・設備

供用の対象とする施設・設備等一覧

○ 那珂フュージョン科学技術研究所

施設名	供用の対象設備
超伝導機器試験施設	CS モデルコイル試験装置
プラズマ対向機器試験施設	JEBIS、高温 He リーク試験装置
高周波加熱装置試験施設	長パルスジャイロトロン試験装置
中性粒子入射加熱装置試験施設	MeV 級イオン源試験装置、大電流イオン源試験装置 (DATS)

○ 六ヶ所フュージョンエネルギー研究所

施設名	供用の対象設備
原型炉 R&D 棟	微細構造解析装置群 (走査型電子顕微鏡、透過型電子顕微鏡、電子プローブマイクロアナライザー、集束イオンビーム加工装置、超微小硬さ試験機など)、多目的 RI 実験室、Be 製造設備室
ブランケット工学試験棟	ブランケット安全実証試験装置群 (大面積熱負荷試験装置、噴出漏洩試験装置、高温高圧水腐食試験ループ装置、ベリリウム-水蒸気反応試験装置)
共同研究棟	強度試験装置群 (万能試験機、疲労試験機、クリープ試験機、シャルピー衝撃試験機など)、高温高圧水腐食試験装置群 (静水腐食試験装置、流動腐食試験装置、腐食疲労試験機など)、Be 製造室
計算機・遠隔実験棟	スパコン、遠隔実験室

QSTのイノベーション拠点整備計画の全体像（1）

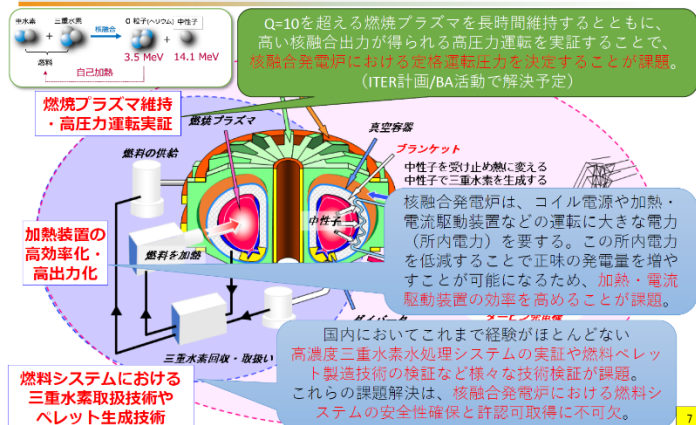


技術課題解決のための基盤整備案

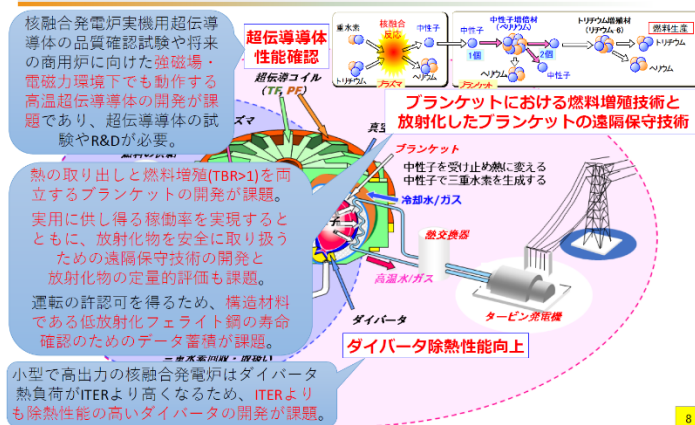
第3回社会実装
TF資料より

- 産業界における基盤整備のニーズ、ITER計画やBA活動で培った技術と経験、QSTが保有する施設・設備の現状も踏まえ、フュージョンテクノロジー・イノベーション拠点として整備すべきと考える施設・設備は以下の通り。
 - ◆ 燃料システム安全試験施設
 - ◆ 遠隔保守技術開発・試験施設
 - ◆ 加熱・電流駆動システム開発・試験施設
 - ◆ 超伝導コイル開発・試験施設
 - ◆ ブランケット開発・試験施設
 - ◆ 核融合中性子照射試験施設
 - ◆ 照射後試験・ホット試験施設
 - ◆ ダイバータ開発・試験施設 など
- これらの基盤整備により、技術課題解決だけでなく、産業界における新たなフュージョンテクノロジー創出やトカマク以外の方式の研究開発にも貢献可能。

QST 核融合発電炉にむけた主な技術課題 1



QST 核融合発電炉にむけた主な技術課題 2





早期の供用を目指す設備

燃料システムにおける三重水素取扱技術やペレット生成技術

- DT混合ペレット生成を含む各種トリチウム取扱技術の研究開発や性能試験を実施するための数10g規模のトリチウムが使用できる燃料システム安全試験施設を新設する。

ブランケットにおける燃料増殖技術

- 発電用ブランケットの開発のためのブランケット開発・試験施設として、材料分析装置の整備に加えて、大面積熱負荷試験装置・安全実証試験装置等を増強するとともに、実規模試験に向けたコールド試験施設と機能材料等の開発に向けた産業界連携ラボの建設を目指す。

ダイバータ除熱性能向上

- スタートアップ(SU)等も利用可能な産学共同研究開発施設等として、核融合炉の出力限界を決めるダイバータの除熱性能の向上を目指し、熱負荷試験設備を整備する。

燃焼プラズマ維持・高圧力運転実証

- JT-60SA等のビッグデータとスパコン(AI解析、理論シミュレーション)を活用し、SU等の計画を含む原型炉やITER等のための高精度予測・解析研究を実施するためのフュージョンインフォマティクスセンターを構築する。
- 計測装置開発のための設備を含む産学共同研究開発施設等の整備により、那珂サイトの既存設備を活用した炉心プラズマ研究の加速とSU等を含む産業界の総合技術力の向上を図る。