

フュージョンエネルギー開発のための 基盤整備について

量子科学技術研究開発機構

○ 産業界からQSTに期待されている施設・設備

- ◆ トリチウム取扱施設
- ◆ 遠隔保守技術開発・試験施設
- ◆ 中性子照射施設
- ◆ 高周波加熱装置試験施設
- ◆ NBI開発・試験施設
- ◆ 照射後試験・ホット試験施設
- ◆ 超伝導導体開発・試験施設
- ◆ ダイバータ開発・試験施設
- ◆ 那珂サイトの既存設備の拡充（上記の他、JT-60SA装置・電源施設）
- ◆ 六ヶ所サイトの既存設備の拡充（上記の他、熱負荷試験装置などのブランクett安全実証試験装置群、材料研究施設）

○ 産業界連携ラボに対する産業界のニーズ

- ◆ 得られた要素技術を民間企業にも継承する人材育成機能や訓練設備
- ◆ 薬品取扱試験が実施できる設備や備品、各種分析装置
- ◆ 放射線、放射化物、RIを扱った研究ができるホットエリア（各種分析装置含む）
- ◆ 30名程度の常駐者と30名程度の短期滞在者の居室等
- ◆ 400m²程度の共有ラボの希望が多い

- 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。

The diagram illustrates a fusion reactor system with several key components and processes:

- Fusion Reaction:** A top-left box shows two deuterium atoms (D) fusing to form helium-3 (He^3) and a neutron (n). The reaction releases 3.5 MeV from the helium-3 and 14.1 MeV from the neutron.
- Neutron Capture:** A central box labeled $Q=10$ indicates that neutrons are captured by a blanket to produce tritium (T), which is then recycled back into the fuel cycle.
- Blanket and Heating:** A section labeled "ブランケット" (Blanket) describes how neutrons transfer heat to a liquid lithium blanket, which then heats water to generate steam for power production.
- Core Components:** The central core includes the "燃焼プラズマ" (Fusion Plasma), "真空容器" (Vacuum Vessel), and "中性子" (Neutrons).
- Support Systems:** Other systems shown include "燃料の供給" (Fuel Supply), "加熱装置の高効率化・高出力化" (High-efficiency/high-output heating device), "タービン発電機" (Turbine generator), and "三重水素回収・放散扱い" (Tritium recovery/disposal).

核融合発電炉実機用超伝導導体の品質確認試験や将来の商用炉に向けた強磁場・電磁力環境下でも動作する高温超伝導体の開発が課題であり、超伝導導体の試験やR&Dが必要。

熱の取り出しと燃料増殖(TBR>1)を両立するブランケットの開発が課題。実用に供し得る稼働率を実現するとともに、放射化物を安全に取り扱うための遠隔保守技術の開発と放射化物の定量的評価も課題。

運転の許認可を得るため、構造材料である低放射化フェライト鋼の寿命確認のためのデータ蓄積が課題。

— 産業実用化・普及の課題 —

小型で高出力の核融合発電炉はダイバータ熱負荷がITERより高くなるため、ITERよりも熱性能の高いダイバータの開発が課題。

技術課題	必要な施設・設備
燃焼プラズマ維持・高圧力運転実証	<p>【那珂：那珂サイトインフラ整備】 拠点を支える中央変電所等のインフラ更新 那珂研各施設を利用する産業界等への供用等に必要なインフラ整備、 産学共同研究棟新設等</p> <p>【那珂：高度計測開発試験・施設】 計測装置研究開発拠点増強</p> <p>【六ヶ所：理論・シミュレーション研究支援施設】 フュージョンインフォマティクスセンター構築</p>
加熱装置の高効率化・高出力化	<p>【那珂：加熱・電流駆動システム開発・試験施設】 高周波加熱装置試験施設増強、原型炉用ビーム加熱装置試験施設新設</p>
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	<p>【六ヶ所：六ヶ所サイトインフラ整備、燃料システム安全試験施設】 六ヶ所サイトに新設する各施設のためのインフラ整備 燃料システム安全試験施設新設、既存実験室設備更新</p>
超伝導導体性能確認	<p>【那珂：超伝導コイル開発・試験施設】 超伝導機器試験施設増強＆新設</p>
ブランケットにおける燃料増殖技術	<p>【六ヶ所：ブランケット開発・試験施設】 コールド施設及び産業界連携ラボ新設、分析装置等増強</p> <p>【六ヶ所：原型炉用核融合中性子照射試験施設】 中性子照射施設新設</p> <p>【六ヶ所：照射後試験・ホット試験施設】 施設建設、ホット試験設備・材料照射後試験設備の整備</p>
放射化したブランケット・ダイバータの遠隔保守技術	<p>【六ヶ所：遠隔保守技術開発・試験施設】 大規模保守技術開発棟新設、試験設備の整備</p>
ダイバータ除熱性能向上	<p>【那珂：ダイバータ開発・試験施設】 施設建設、熱負荷試験装置改造・新設</p>

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。