MOONSHOT
RESEARCH & DEVELOPMENT PROGRAM

QST National Institutes for Quantum Science and Technology

コンパクト核融合炉を実現する自律型先進ブランケットの開発

谷川博康

量子科学技術研究開発機構（代表機関）
六ヶ所フュージョンエネルギー研究所
ブランケット研究開発部　次長

研究開発機関

量子科学技術研究開発機構、物質・材料研究機構、株式会社IHI、株式会社 豊田自動織機、東北大学、東北大学金属材料研究所、静岡大学、京都大学、京都大学エネルギー理工学研究所、大阪大学接合科学研究所、山口東京理科大学、九州大学

NIMS 国立研究開発法人 物質・材料研究機構 National Institute for Materials Science
Explore the Engineering Edge IHI
TOYOTA
TOHOKU 東北大学 TOHOKU UNIVERSITY
Research
静岡大学 Shizuoka University
京都大学 KYOTO UNIVERSITY
JWRI 大阪大学 接合科学研究所
公立大学法人 山陽小野田市立 山口東京理科大学 Sanyo-Onoda City University
九州大学 KYUSHU UNIVERSITY

プロジェクトが目指す社会像

QSTが提案する**ITERサイズ原型炉**は、核融合発電炉の基本的成立性実証を目指す

“2030年代発電実証”実現に向け、ITERと同規模の炉を想定（ITERのリアルツインとして実現）

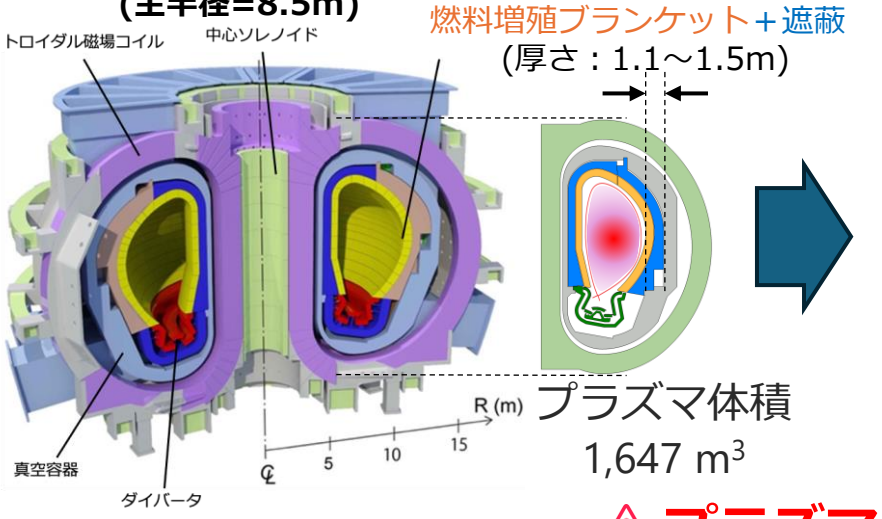
第一期運転では、ITER建設で培われた技術と経験を最大限に活かして**発電**を実証

第二期以降では、重水素-トリチウム（DT）核融合で必須の**燃料（トリチウム）自己供給**も実証

この主路線の開発の加速・強化

2050年頃にITERサイズの核融合炉で
商用炉として十分成立する発電量を実現する

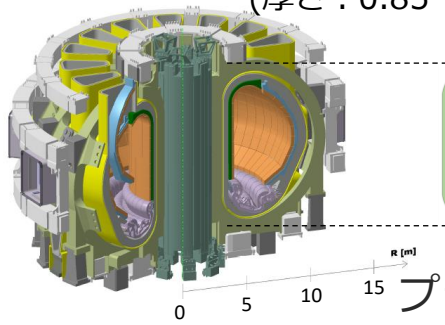
これまでの原型炉
(主半径=8.5m)



燃料増殖ブランケット＋遮蔽
(厚さ：1.1～1.5m)

プラズマ体積
1,647 m^3

ITERサイズ原型炉
(主半径=6.2m)



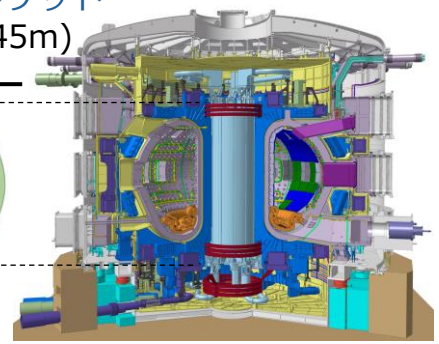
燃料増殖ブランケット＋遮蔽
(厚さ：0.85→0.65m)

プラズマ体積
>569 m^3

発電実証ブランケット
(厚さ：0.45m)

ITER
(主半径=6.2m)

遮蔽ブランケット
(厚さ：0.45m)

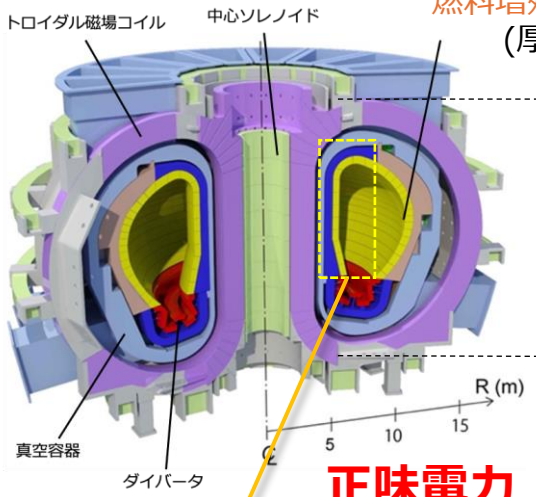


プラズマ体積
835 m^3

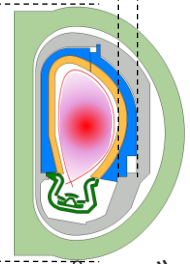
⚠プラズマはITERよりも小さい＝プラズマ性能が上がっても出力に限界がある

ITERサイズ商業炉実現にむけて克服すべき課題

これまでの原型炉
(主半径=8.5m)



燃料増殖ブランケット＋遮蔽
(厚さ：1.1～1.5m)

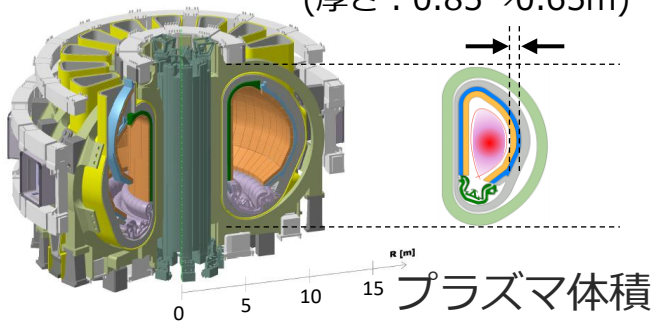


プラズマ体積
1,647 m^3

正味電力　～25万kW

ITERサイズ原型炉
(主半径=6.2m)

燃料増殖ブランケット＋遮蔽
(厚さ：0.85→0.65m)



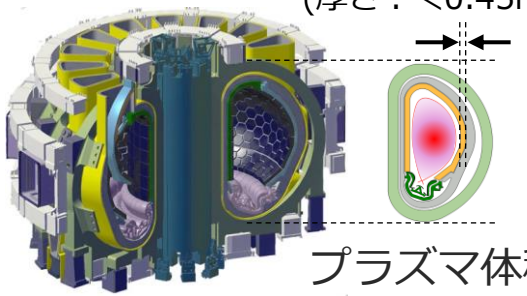
プラズマ体積
>569 m^3

正味電力　～10万kW

商用炉としては小さすぎる

ITERサイズ商用炉
(主半径=6.2m)

燃料増殖ブランケット＋遮蔽
(厚さ：<0.45m)



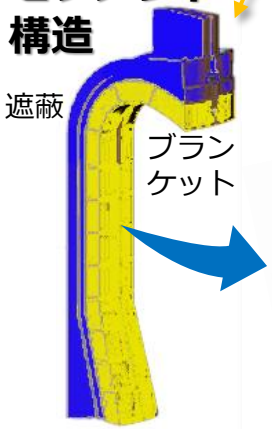
プラズマ体積
835 m^3
(ITER並)

燃料増殖ブランケットの厚みを薄くできれば
= ITER並のプラズマ体積を確保できれば

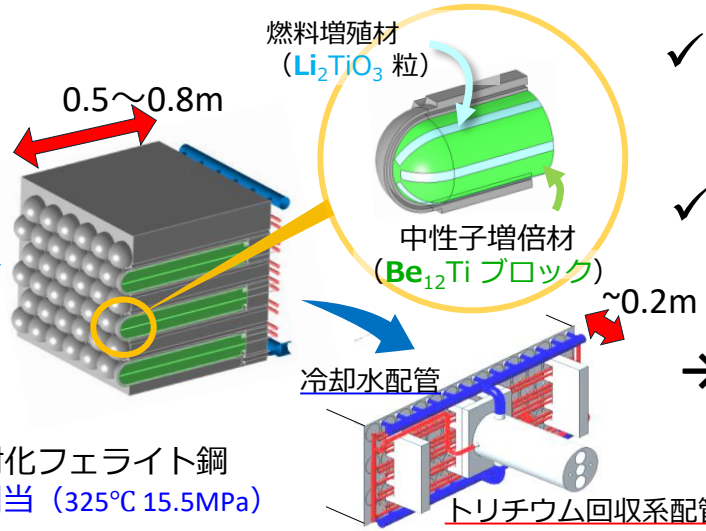
⇒ ITERサイズの核融合炉でもコイル性能・プラズマ性能向上に応じた高出力化が期待できる。

正味電力　＞50万kW

セグメント構造



水冷却固体増殖型燃料増殖ブランケット



構造材：低放射化フェライト鋼
冷却水：PWR相当（325℃ 15.5MPa）

- ✓ 使ったトリチウム以上のトリチウムを増殖するには一定の***厚み***が必要
- ✓ 冷却水およびトリチウム回収系の複雑な配管構造が必須

→ コイル高性能化による小型化やプラズマ性能向上が実現しても、プラズマ体積が確保できない限り高出力化に限界がある

コンパクト核融合炉を実現する自律型先進ブランケットの開発

プロジェクト概要

従来路線のブランケットでは、炉のコンパクト化が実現しても十分な核融合出力を得られるだけのプラズマ体積が確保できないリスクの解決を図ります。

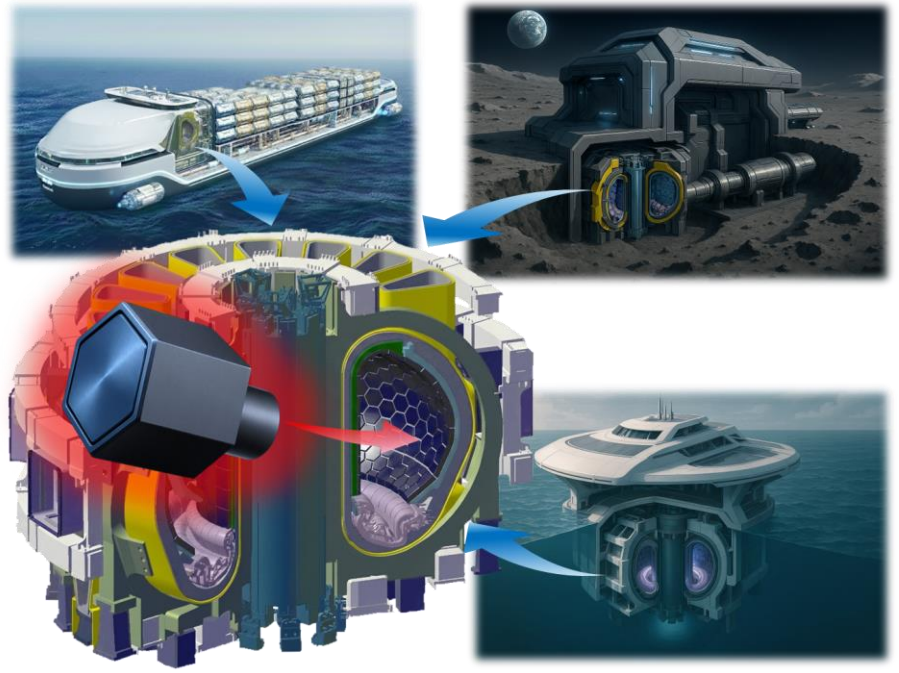
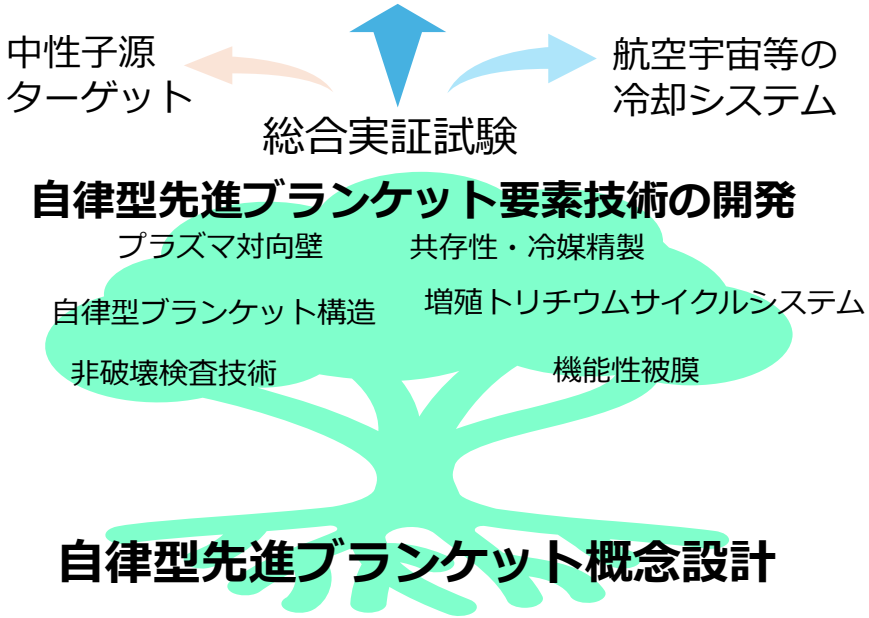
- ITERサイズ炉においても、商業炉として成立する核融合出力と安定性が期待でき、且つプラント全体でのトリチウム保有量を革新的に低減できる可能性をもつ、画期的な燃料増殖ブランケットの実現を目指します。
- プラズマ対向面への熱・中性子負荷が増大すると除熱性能・燃料増殖性能が自律的に増大する先進ブランケット※の開発を進めます。

（※特許申請済アイディア-3月2日時点未公開-）

- その汎用性により燃料増殖ブランケット設計の世界標準となることで、全世界でのDT核融合の社会実装を加速します。

2029年までのマイルストーン

自律型先進ブランケット成立の根幹をなす要素技術の見通しを得ることを目標として開発をすすめます。



コンパクト核融合炉への実装