

核融合工学部会セッション

核融合炉の核的・放射線安全性と社会的受容性

Thermal and radiation safety of a nuclear fusion reactor and its social acceptance

(4) 核融合炉の放射性廃棄物管理シナリオ

(4) Management scenario of radioactive wastes for DEMO

*染谷 洋二

量子科学技術研究開発機構 六ヶ所核融合研究所

1. はじめに

核融合反応で発生する高エネルギー中性子に曝される炉内機器（図 1 参照：ブランケットセグメントおよびダイバータカセット）は構造材料の脆化やプラズマ対向壁の損耗などの観点から数年おきに交換が必要になる。近年の研究から、プラント運用後に炉内機器から発生する低レベル放射性廃棄物の総量が、廃炉時に発生する他の廃棄物量に匹敵する可能性が出てきた。さらに、これら放射化機器は原型炉運転開始時の比較的早期から管理することが求められ、ホットセルなどのサイト内に建設される放射性廃棄物取扱施設の概念検討を含めた放射性廃棄物管理シナリオの策定が設計段階から求められる。他方、核融合炉で大量に発生する低レベル放射性廃棄物の埋設区分であるが浅地中埋設処分（～L2 レベル）の範囲内に抑えることが社会受容性の観点で重要なポイントである。本発表では、原型炉設計合同特別チームで設計を進めているトカマク型原型炉を対象に検討した結果を報告する。

2. 放射性廃棄物管理シナリオ

核融合炉の定期保守時に交換される放射化機器（図 1 参照）は、吸蔵トリチウムやタングステンダストの拡散防止、並びに放射化機器が有する誘導放射能起因の放射線量や残留熱量に留意して構築を進める。例えば、プラント稼働率を向上させるためには、運転終了後に速やかに炉内機器を交換すべきであるが、交換のためには既設配管を切断する必要があり、交換対象機器からは除熱能力が喪失する。これは、ホットセル搬出時に故障等で止まった際は、残留熱が高い場合には機器温度が升温し、吸蔵したトリチウムが雰囲気中に拡散する。これより、策定中の管理シナリオでは、外部搬出時に自然対流で冷却可能な残留熱量に減衰する運転終了一か月後まで真空容器内で既設冷却システムにおいて冷却し保管することとした。さらに、真空容器内での保管中に残留熱により機器を升温し、運転中に吸蔵したトリチウム除染を実施する。これにより、炉内機器において大部分のトリチウムが存在する第一壁表面からトリチウム回収する事が可能である。発表当日には、上記のような核融合炉における機器の特性に基づき、管理シナリオの特性を報告すると共に軽水炉での廃棄体化手法をベースにいくつかの減容化のための廃棄体化手法について議論する。

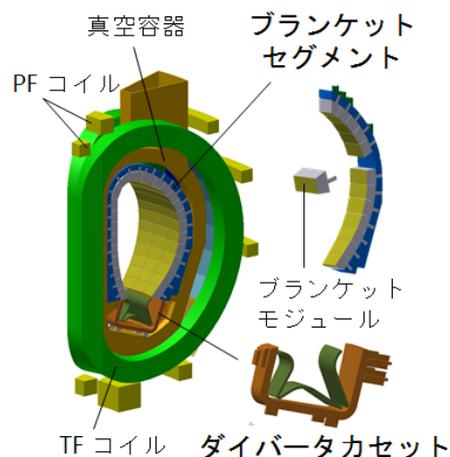


図 1 核融合原型炉での交換対象の炉内機器概念

3. 埋設区分解析

核融合炉原型炉において最も誘導放射能が高いブランケットモジュール（トリチウム増殖材: Li_2TiO_3 と中性子増倍材: Be_{12}Ti は除く）において、放射化時に発生する主要生成核種（1500 核種程度）に対して、コンクリートピット（L2 相当）での埋設手法に基づく浅地中核種移行解析を実施した。当該埋設処分体系での埋設濃度上限値（核種移行、生物圏での被ばく評価）を GSA-GCL コードにより求めた。なお、ブランケットモジュールの主要構造材には低放射化フェライト鋼を使用し、プラズマ側には厚さ $500\ \mu\text{m}$ のタングステンがコーティングされている。解析した結果、基本シナリオにおける生物圏での線量率が $3.4\ \mu\text{Sv/y}$ になることが分かった。この値は、埋設判断に用いるめやす線量（ $10\ \mu\text{Sv/y}$ ）以下であることから、原型炉で発生する放射性廃棄物は L2 廃棄物として浅地中処分が可能である見通しを得た。発表当日にはブランケット内で燃料を効率よく生産するために装荷するベリリウム内のウラン不純物の埋設区分への影響も含めて議論する。

*Youji Someya