

## 核融合原型炉の燃料循環装置に対する課題抽出

## Conceptual designs and discussions of tritium fuel cycle R&amp;D system for DEMO

芦川直子<sup>1)2)</sup>、片山一成<sup>3)</sup>、岩井保則<sup>4)</sup>、有川安信<sup>5)</sup>、波多野雄治<sup>6)</sup>、大矢恭久<sup>7)</sup>、  
染谷洋二<sup>4)</sup>、鳥養祐二<sup>8)</sup>

N. Ashikawa<sup>1)2)</sup>, K. Katayama<sup>3)</sup>, Y. Iwai<sup>4)</sup>, Y. Arikawa<sup>5)</sup>, Y. Hatano<sup>6)</sup> et al.,

<sup>1)</sup>核融合研、<sup>2)</sup>総研大、<sup>3)</sup>九大、<sup>4)</sup>量研機構、<sup>5)</sup>大阪大、<sup>6)</sup>富山大、<sup>7)</sup>静大、<sup>8)</sup>茨城大

<sup>1)</sup>NIFS, <sup>2)</sup>SOKENDAI, <sup>3)</sup>Kyushu Univ., <sup>4)</sup>QST, <sup>5)</sup>Osaka Univ., et al.,

## 本文

重水素-トリチウムを燃料とする核融合原型炉では、トリチウムが希少資源であり、かつ管理対象物質であるため、プラズマ真空容器から排出された余剰トリチウム・ガスを循環し再利用する必要がある。その際、不純物や同位体分離の処理時間を節約すると共にサイト内のトリチウム備蓄量を軽減させるため、ダイレクト・リサイクリングパス[1]の概念が提案されている。特に近年では、ブランケットでのトリチウム増殖率や初期装荷トリチウム量に関する議論の進展もあり、このダイレクト・リサイクリングパスは原型炉を運用する上での必須事項として考えられている。ITER と異なり原型炉は使用するガス種が限定されるため、発電実証運転に特化した処理プラントの設計が可能である。一例として重水素とトリチウムの混合ガスの一部は同位体分離処理をせず、混合ガスのまま再度燃料として使用する計画がダイレクト・リサイクリングパスを前提として提案されている[2]。しかしながら、このようなコンセプトに必要な要素技術に関する詳細検討は世界的にもまだ行われていない。

国内のトカマク原型炉設計活動（原型炉設計合同特別チーム）では、将来の原型炉トリチウム使用に向けてトリチウム諸課題検討ワーキンググループを立ち上げ[3]、またトリチウム・プラント設計に向けて次期大量トリチウム取扱施設の検討が進められている。本グループの検討対象は、次期大量トリチウム取扱施設で新たに必要となる要素技術を実験室レベルで事前検討を行うことを前提とした実験課題の精査である。国内のレーザー核融合に向けた次期装置検討[4]においても、トリチウムの循環、再利用での課題は磁場閉じ込め核融合とほぼ同様であることが分かっている。それ故、管理区域の設定や取り扱い使用量等の制約が生じる

トリチウム関連研究施設の利用に対し、原型炉設計に向けた共通課題として磁場閉じ込め、レーザー双方の核融合発電方式が協力して検討を進めることが可能である。

図1に、原型炉トリチウム循環系の設計に必要な要素課題を組み合わせた実験装置案を示す。この装置検討で重要な点として、1) 閉じた系での循環であり、その経路内に圧力や処理速度が異なる部位が含まれること、2) トリチウムはβ崩壊により減衰するため、重水素と異なる減衰過程を含むこと、3) 異常時の緊急遮断の必要性も含め、局所的な圧力増加を防ぐ循環系の検討が必要なこと、4) 原型炉での予測制御を想定したモニター設置箇所の選定および制御法の構築が必要なこと、が挙げられる。詳細は講演にて。

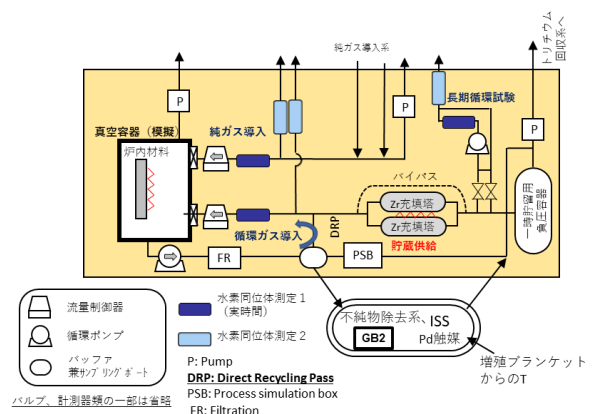


図1. 原型炉トリチウム循環系設計に向けた要素研究用実験装置案（概略図）

[1] C. Day and T. Giegerich, Fusion Eng. Dens. 88, 661- 620 (2013).

[2] 岩井保則他、本年会(2021) 24Dp01.

[3] [https://www.fusion.qst.go.jp/rokkasyo/project/reactor\\_document/tritium\\_.html](https://www.fusion.qst.go.jp/rokkasyo/project/reactor_document/tritium_.html)

[4] 森芳孝他、プラズマ・核融合学会誌 97 (2021) p. 352.