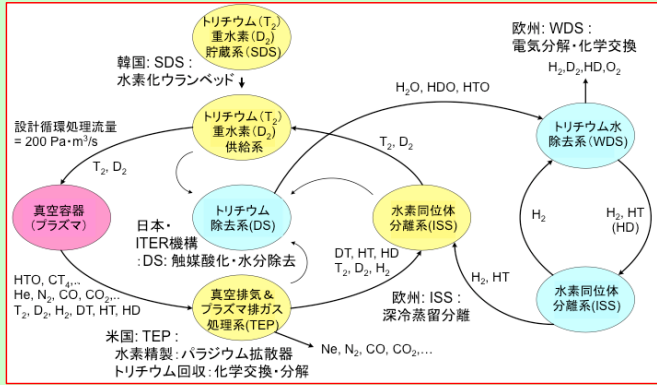




**緒言** ★ITERでは、本格的DT燃焼運転期間、トリチウムを最大4 kg保有、定常的に約1kgのトリチウムを循環処理し使用。トリチウムプラントの構成を下図に示す。

固体水素又はガスで真空容器内に注入したDT燃料の99%以上は、未燃焼で真空排気される。プラズマ排気ガスから未燃焼燃料を精製回収し、DT燃料を分離、貯蔵設備を経由して再注入する。この設備群からの排出ガスは、残留トリチウム成分をトリチウム除去系にて酸化トリチウム水蒸気を回収除染後、排気塔から排出する。回収トリチウム水は化学交換塔で処理され、トリチウムを燃料循環系に戻す。



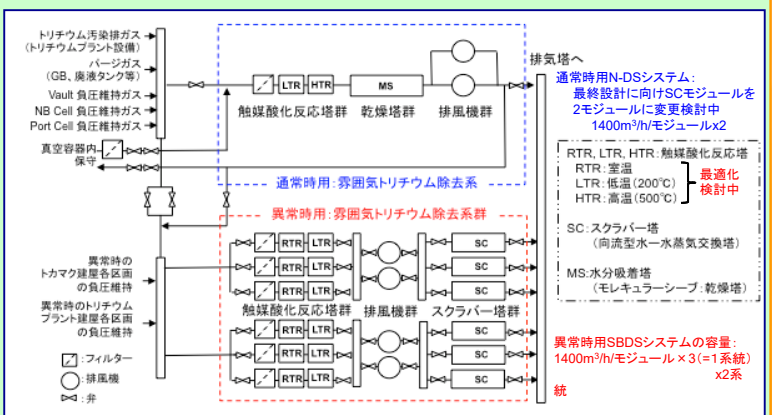
### トリチウムプラント機器の調達状況

- 1. トカマク排気ガス処理系: Tokamak Exhaust Processing System: TEP, 分担極: 米国**  
プラズマ排気ガス中の水素同位体ガスをパラジウム合金透過膜拡散器(PD)により精製、残った不純物ガス中のトリチウムは触媒反応(分解、化学交換など)により化学的に水素ガスに変換してPDで回収するシステム。現在、詳細設計段階。
- 2. 水素同位体分離系: Isotope Separation System: ISS, 分担極: 欧州**  
TEPで精製回収した水素同位体ガスを深冷蒸留分離法(液体水素の蒸留)により同位体分離を行い、重水素、トリチウム成分のみを回収するシステム。現在、概念設計段階。
- 3. トリチウム水処理系: Water Detritiation System: WDS, 分担極: 欧州**  
ITERで発生したトリチウム水を液相化学交換塔により同位体分離し、電気分解(高分子電解膜)法を組み合わせて、トリチウム成分を水素ガスとして回収するシステム。現在貯留タンクはITERサイト納入済、それ以外は詳細設計段階(一部概念設計中の機器もあり)。
- 4. トリチウム貯蔵系: Tritium Storage & Delivery system: SDS, 分担極: 韓国**  
トリチウムを劣化ウランに吸蔵させ金属水素化合物で常温貯蔵。各種実験ガスを含め供給するとともに、貯蔵トリチウムの崩壊熱を測定しトリチウムを計量。現在、詳細設計段階。
- 5. トリチウム除去系: Atmosphere Detritiation System: ADS, 分担極: IO/日本**  
トリチウムを雰囲気中/排気ガス中から除去、トリチウムの環境漏洩を防止・緩和する安全系。現在、最終設計段階。IO/日本の共同調達(50%:50%)。詳細は以下参照。

### トリチウム除去系(DS)の種類と要求

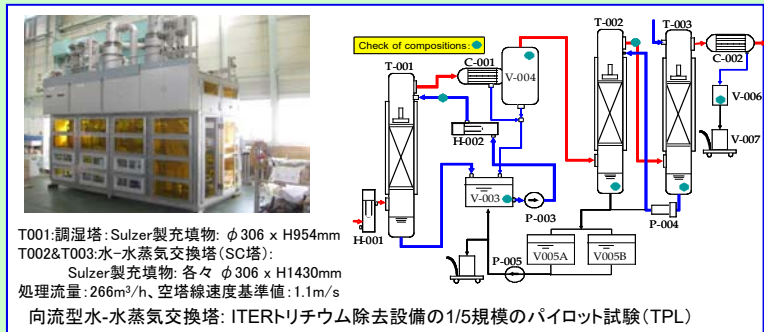
- ★種類 ○トカマク建家用DS (TC-DS) ○ホットセル施設用DS (HCF-DS) ○グローブボックス (GB)用DS (GDS) ○サプレッション容器排気系 (STVS)
- ★ADSの機能要求 ①通常時の全トリチウム取扱機器からの排気中のトリチウム除去、②保守時の真空容器、GBやセル等の雰囲気トリチウム濃度制御、③定常汚染区画等の段階的負圧維持と排気ガストリチウム除去、④異常時のトカマク複合建屋、ホットセル建屋の負圧維持と排気ガストリチウム除去
- ★ADSのトリチウム除去性能要求は、設計値で99.9%、非火災異常時で99%、火災時で90%を最低限満たすこと。
- ★ADSの処理要求量は、通常時は上記の①②③の合計値、異常時は上記④の中の最大容積区画の負圧維持量で決定。ITERの最大容積区画(Tokamak Gallery)は約72,000m<sup>3</sup>であり、100vol%/dayの気密度から、約3,000m<sup>3</sup>/hの処理量が必要。この要求に、停電、ADS保守、火災、及び異常時の単一故障の重ねあわせなどの複合事象を考慮する。
- ★TC-DSの構成検討の1例を下図に示す。(現在、最適化改訂中)

### トリチウム除去系:TC-DSの構成例(予備設計評価時)



### トリチウム除去系主要機器の性能確認の現状と計画

- ★ITERのトリチウム除去系は、左記のように触媒酸化-水除去方式であるが、異常時においては、その長期運転要求時の故障率(乾燥塔の切り替えに伴う故障率の増加)を考慮し、従来の乾燥塔ではなく、スクラバー(SC)塔(向流型水-水蒸気交換塔)を採用。
- ★スクラバー塔は、多くの化学プラントにて有害物質除去に実用されているが、トリチウム水蒸気を水で除去するというトリチウム除去用には使用実績がなく、性能確認実験が必要となった。ロシアでの基礎試験を経て、日本(TPL/JAEA)で約1/5規模のパイロット規模での実証試験をITERタスクとしての実施。2013年最終報告書を提出。
- ★触媒酸化反応塔の触媒についても、独自の関連基礎試験を実施し、室温飽和水蒸気下でのトリチウム酸化性能の確認が求められるとともに、ITERで使用予定の低ハロゲンケーブル火災を想定し、火災時に発生するガスによる被毒影響を評価。一次仮定した条件下では問題がないことを確認。  
⇒ 詳細は、14P056, 14P057のポスター発表を参照。
- ★ITERのADSに関しては、ITERの安全を監督するフランスの原子力規制当局も関心を寄せており、2012年にITERの建設が許可された省令(ITER Creation Decree: Decree No.2012-1248 9 Nov. 2012) においては、DSの性能に関するQualificationが求められた。さらに2013年に決定されたTechnical Prescription (ASN Decision No. 2013-DC-0379)において、SC塔、酸化触媒の有効性の確認やこれらの組み合わせ統合システムとしての有効性の確認等の6項目の技術的検証が求められた。
  - SC塔の有効性の確認報告書は、2015年6月報告済み。
  - 酸化触媒の性能報告書はADS全体のQualification計画書と共に、2018年第四半期に提出要(英語版は2017.6目標)。このQualification計画書と整合させ、TPLにおいてトリチウムを使用したDSの性能確認試験を分担して実施予定。
- ★IOと検討中も以下の試験を想定。
  - ①SC-DSの実用条件運転試験及びAging試験: 既設1/5SC塔(以下の図参照)をITERにおける実用条件での運転(断熱増湿運転)試験用に整備し、性能実証と、経年変化の有無を確認。
  - ②ミッション試験: ①の1/5SC塔をTPLの既設のトリチウム除去設備と連結し、長期間、実際のトリチウム施設のDSとしての運転実績を蓄積。
  - ③SC-DS統合試験: 標準設計に基づき、適切な規模の触媒塔及びSC塔を製作して連結し、SC-DSモジュールシステムとしての統合トリチウム除去性能を実証



### トリチウム除去系の共同調達作業の進展

- ★2014年12月に、IOとJADAで共同で調達活動を行うための取決めを締結。
- ★この取決めの下で、現在、DSの本格的な調達活動の開始に向け、共同チームを発足させ設計作業を実施中。
- ★2015年9月にDS調達に関する第1期の調達取決めが発効し、JADAにおける統合性能試験を開始(上述の①)
- ★DS調達に関しては、全体を共同調達チームが管理するが、主として最終設計(2019年完了予定)や実機の調達活動(2025年据付完了予定)はIO側主導で、統合性能試験対応(2020年頃まで)はJA側主導で実施していく予定である。

| (年度)                 | 2013 | 2014 | 2015        | 2016 | 2017 | 2018        | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025           |
|----------------------|------|------|-------------|------|------|-------------|------|------|------|------|------|------|----------------|
| 性能確認試験 (JADAで実施)     |      |      | ASN報告 Part1 |      |      | ASN報告 Part2 |      |      |      |      |      |      | ASN報告 Part3 未定 |
| ダクト・配管調達 (IO/JA共同調達) |      |      |             |      |      |             |      |      |      |      |      |      |                |
| コアシステム調達 (IO/JA共同調達) |      |      |             |      |      |             |      |      |      |      |      |      |                |
| コア現地据付               |      |      |             |      |      |             |      |      |      |      |      |      |                |

### 当面する作業

- ★ASN報告書(Part2) (Nuclear OperatorであるIOの責任)に向けた対応の検討と支援(英文報告書は、2017.6完成目標)
- ★IO実施のADSの最終設計に向けた準備作業の支援、ADSの標準モジュール仕様の見直し改訂。
- ★現調達取決めに基づく、SC試験に向けた設備整備と試験の遂行