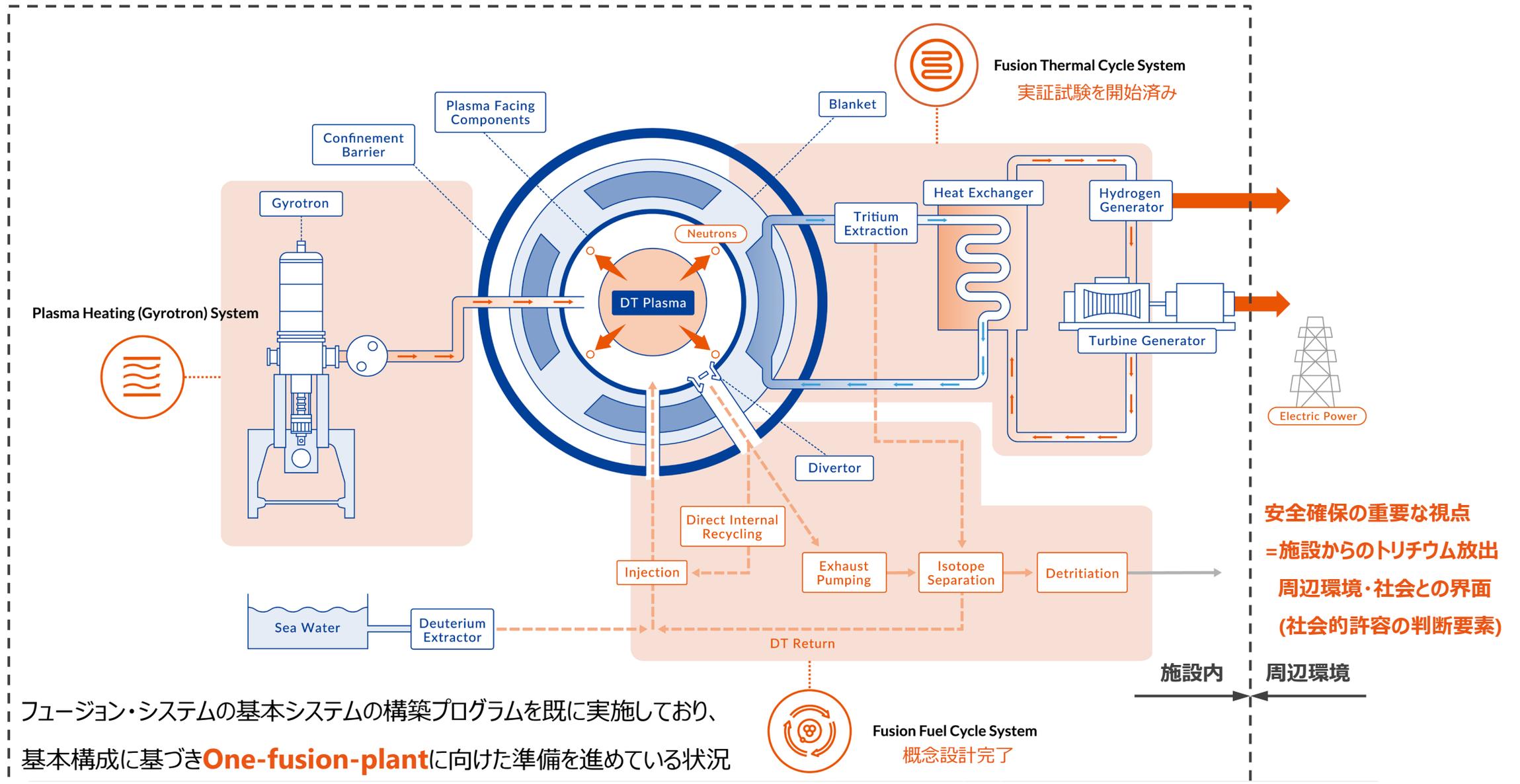


京都フュージョニアリングにおける フュージョン・システムの建設計画

Kyoto Fusionneering Ltd.
2024年09月17日

#	項目	スタートアップへのヒアリング内容	参照
1	計画しているフュージョン・システムの基本スペック	炉型、燃料、燃料増殖方式、核融合出力、大きさ/重量、運転期間等	P3
2	計画しているフュージョン・システムのハザードに関する情報	安全確保に関係するトリチウム（燃料）、中性子、放射性廃棄物に関する定量的なデータや、ハザードに関する情報	P4-5
3	計画のスケジュール	必要となる主要なR&D（安全規制との関係性の高い燃料サイクル等）の時期を含む	P6
4	その他、安全規制に関し得ること	規制体系、立地、核不拡散、核セキュリティ、第三者損害賠償等	P7-11

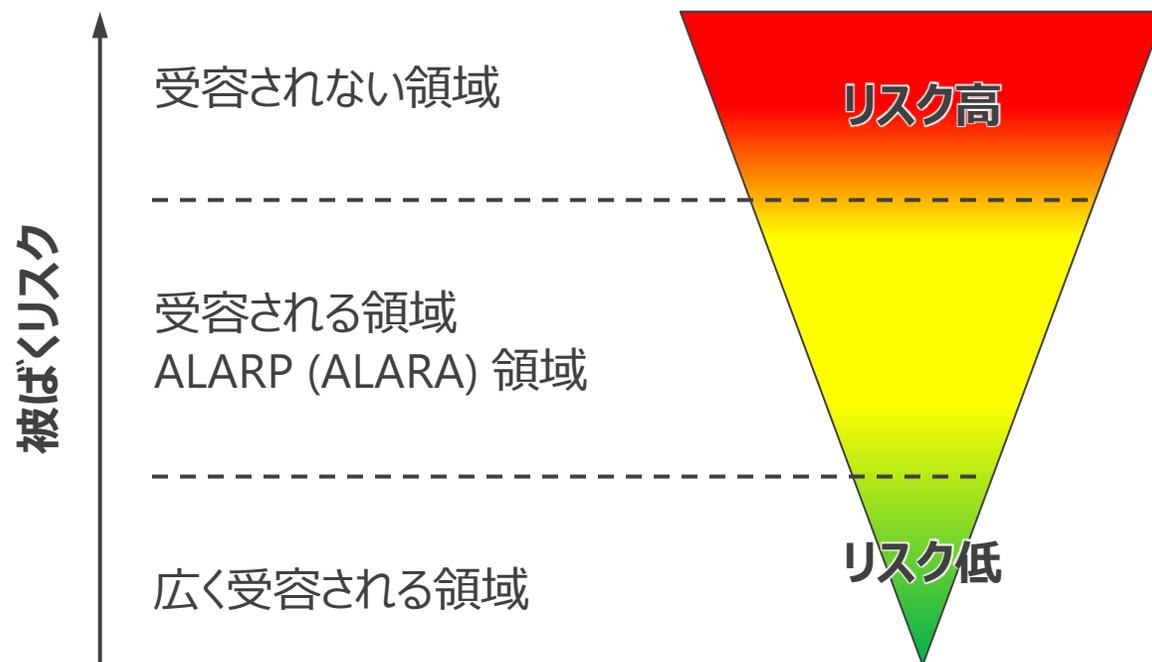
フュージョン・システムの基本構成



フュージョン・システムの基本システムの構築プログラムを既に実施しており、
基本構成に基づき**One-fusion-plant**に向けた準備を進めている状況

可動性のトリチウムの存在は、フュージョン・システムの安全確保及び社会受容性の重要な視点になる

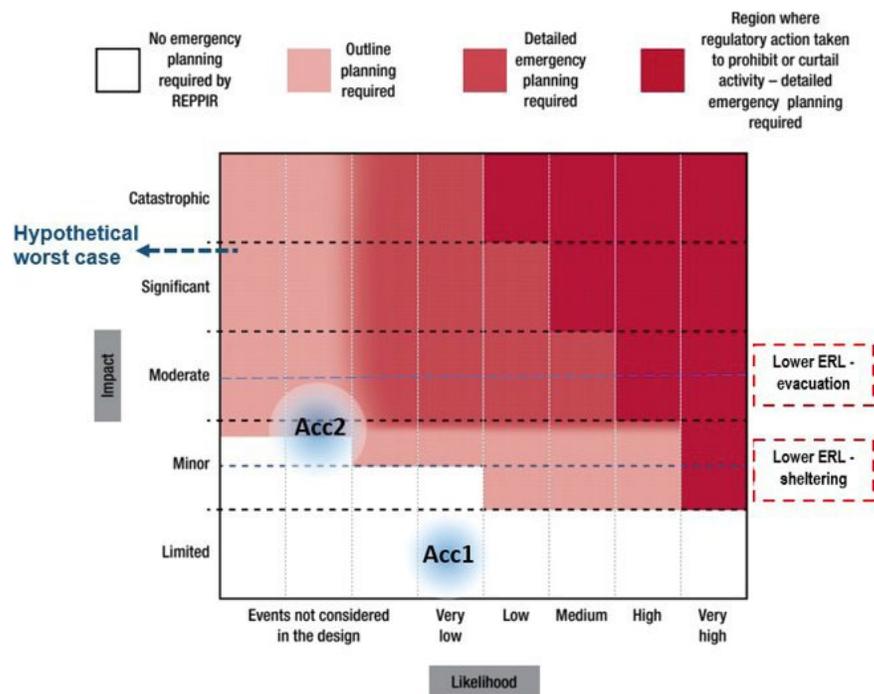
- **炉型・プロセスに関わらず根本的なハザードは共通**
施設から放出されるトリチウムの多寡が人と環境 (=周辺地域) への影響及び社会的許容を左右する
- **施設の設置可否の判断するポイント**
「通常時/緊急時に放出されるトリチウム」の管理とその対処
「敷地境界での被ばく線量」の受容可否
- **社会受容性**
放出されたトリチウムが環境や社会へ及ぼす影響を分析し
そのリスクが社会に受容されることが重要
- **リスク低減**
施設外へのトリチウム放出や機器損傷を防ぐ安全設計は、
事業者の責任において、一般産業の標準に則った品質が必要



UKAEA Technology Report (2021)* 1

- 事故シナリオのレビューにより、LOCA（冷却管の破断）を選定した評価を実施し、リスクマトリックス* 2 上に配置した。
 - "Acc1" (LOCA)** -真空容器内の体積膨張により放射性ソースタームの一部が、トリチウム除去システムを経由して、圧力緩和のためスタックから排気される。
 - "Acc2" (LOCA)** -「Acc1」に加えて、スタックへの経路が閉塞する。最終閉じ込め内が約2~3日間わずかに加圧され、トリチウムとダストの地上レベルの放出が生じる。

Acc1とAcc2の両方がICRP勧告値* 3とBSOの制限値* 4 以下であることを確認した。



*1 UKAEA, 'Technology report – safety and waste aspects for fusion power plants', Sep 2021

*2 ONR, 'The radiation (emergency preparedness and public information) regulations 2019', Apr 2019

表1 拘束値選択のもとになる年間確率の幅

通常被ばくの一部として扱われる線量をもたらす事象シーケンス	10^{-1} から 10^{-2}
線量限度を超えるが、確率的影響のみをもたらす事象シーケンス	10^{-2} から 10^{-5}
放射線影響のいくつかは確定的影響になる線量をもたらす事象シーケンス	10^{-5} から 10^{-6}
死亡が起こりうる線量をもたらす事象シーケンス	$<10^{-6}$

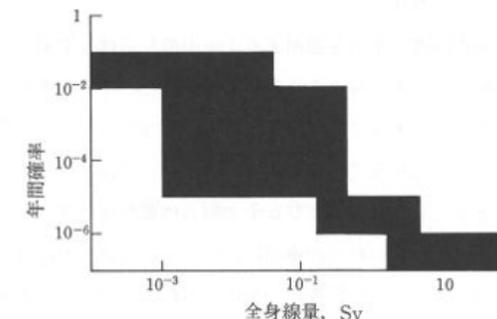
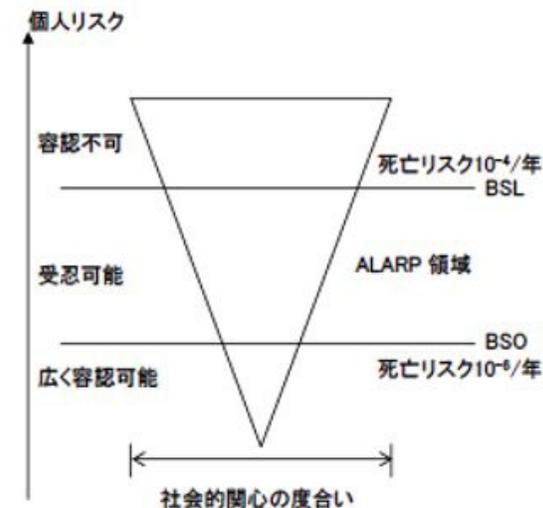
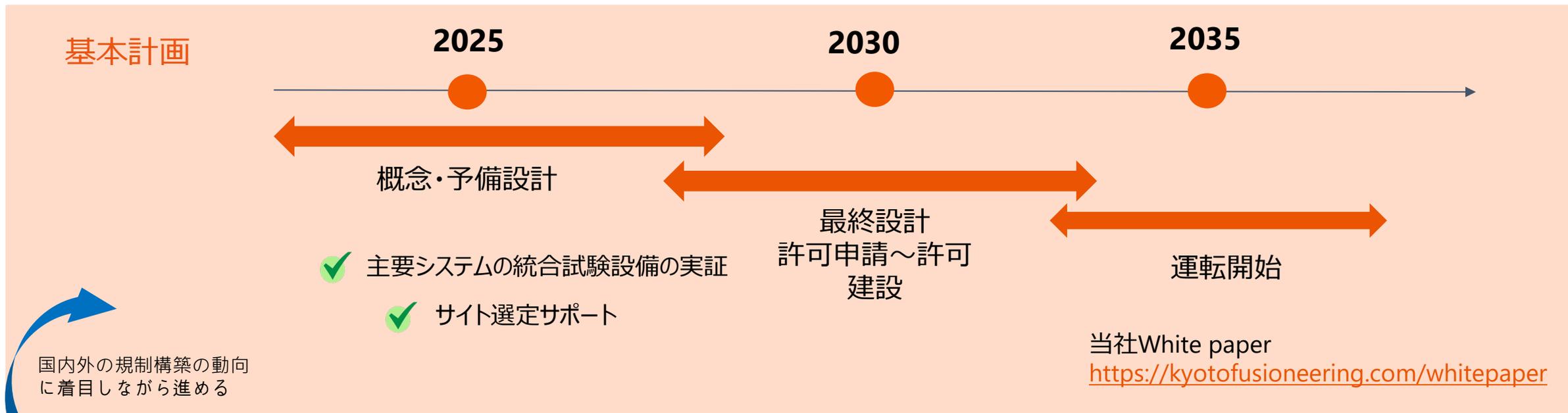


図1 潜在被ばくに対する拘束値

*3 ICRP 64, 'Protection from potential exposure: a conceptual framework'



*4 英国の安全評価原則 (SAP: Safety Assessment Principles)



(参考)
米国：規制構築



参考：米国NRC <https://adamswebsearch2.nrc.gov/webSearch2/main.jsp?AccessionNumber=ML24207A026>

安全確保（安全規制）に考慮すべき事項

● 安全確保の考え方として考慮すべき視点

- 一般化したフュージョン・システムのハザードとリスクの理解
- トリチウムの影響経路と社会影響
- フュージョン・システムの社会的受容性

● 規制構築と産業促進の両立

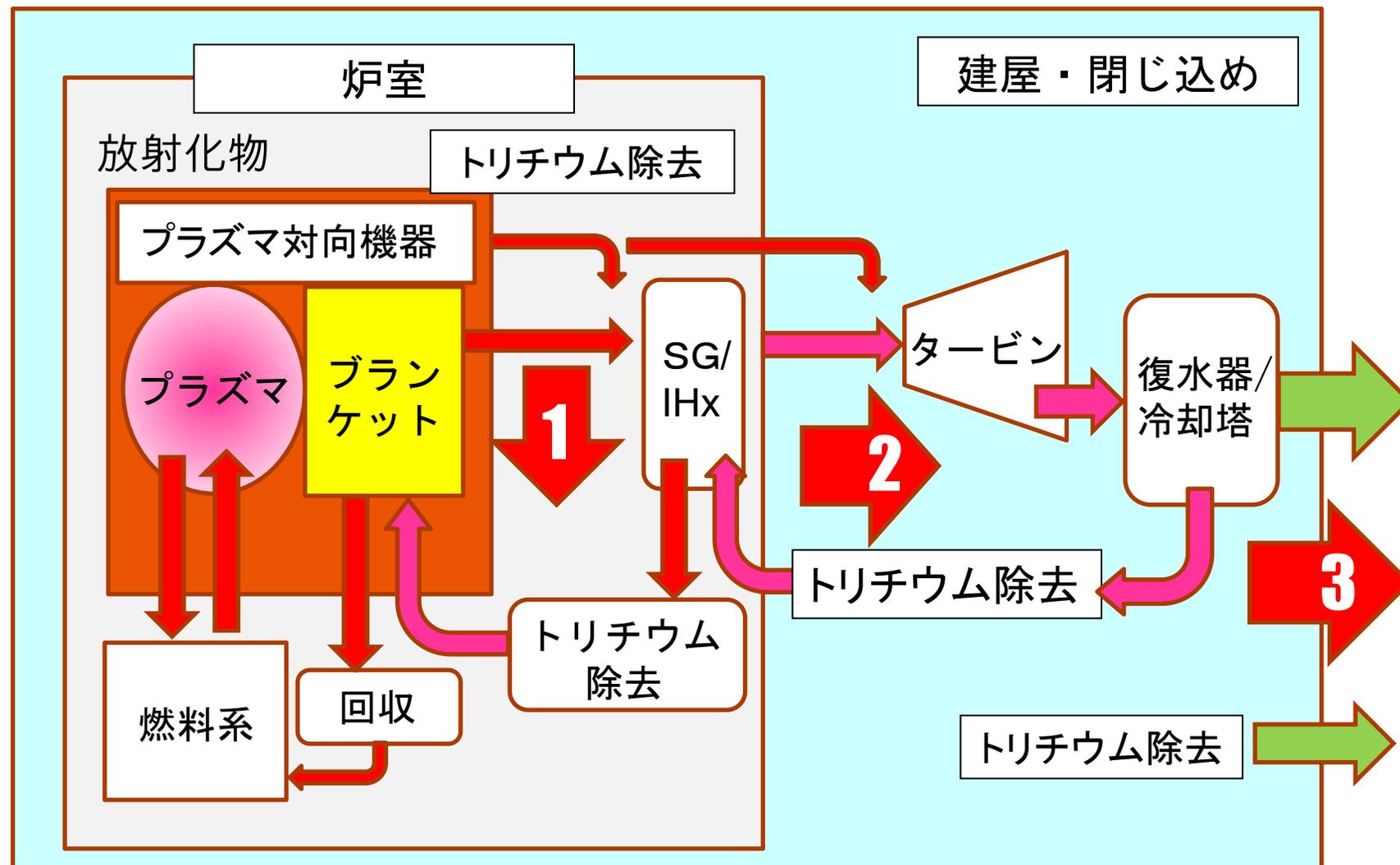
- 規制構築のタイムラインの提示（事業者の申請タイミング）
- フュージョン産業の国産事業化の促進（至近10年での事業機会喪失の防止）
- 国際的な考え方との協調（米英等の国際連携、IAEA等との連携）

● フュージョン・システムの設計・運転経験の蓄積

- 事業者が実証試験レベルから段階的な経験を積むことが重要
- 事業者自ら、上記「安全確保の着目すべき視点」を踏まえたリスクマネジメント・安全文化の構築が重要

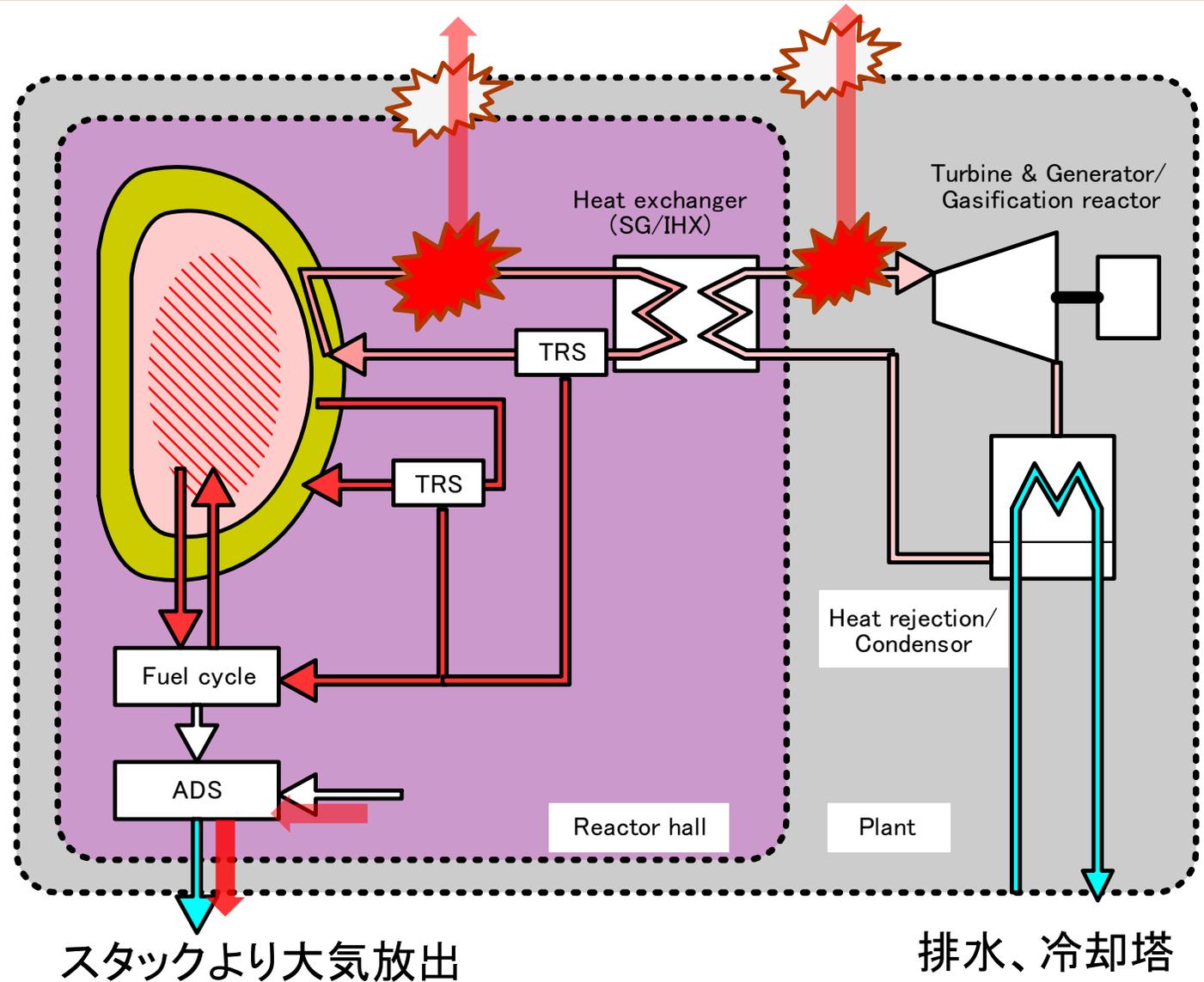
一般化したフュージョン・システムのハザードとリスク

- ① プラズマ、ブランケットにかかわらず、フュージョンプラントは右図のハザード構造を持つ。
- ② 主要核種はトリチウムと放射化物。
- ③ トリチウムは能動的に除去され、閉じ込められる。
- ④ 事業者の責任はサイト境界内とそこからの放出。



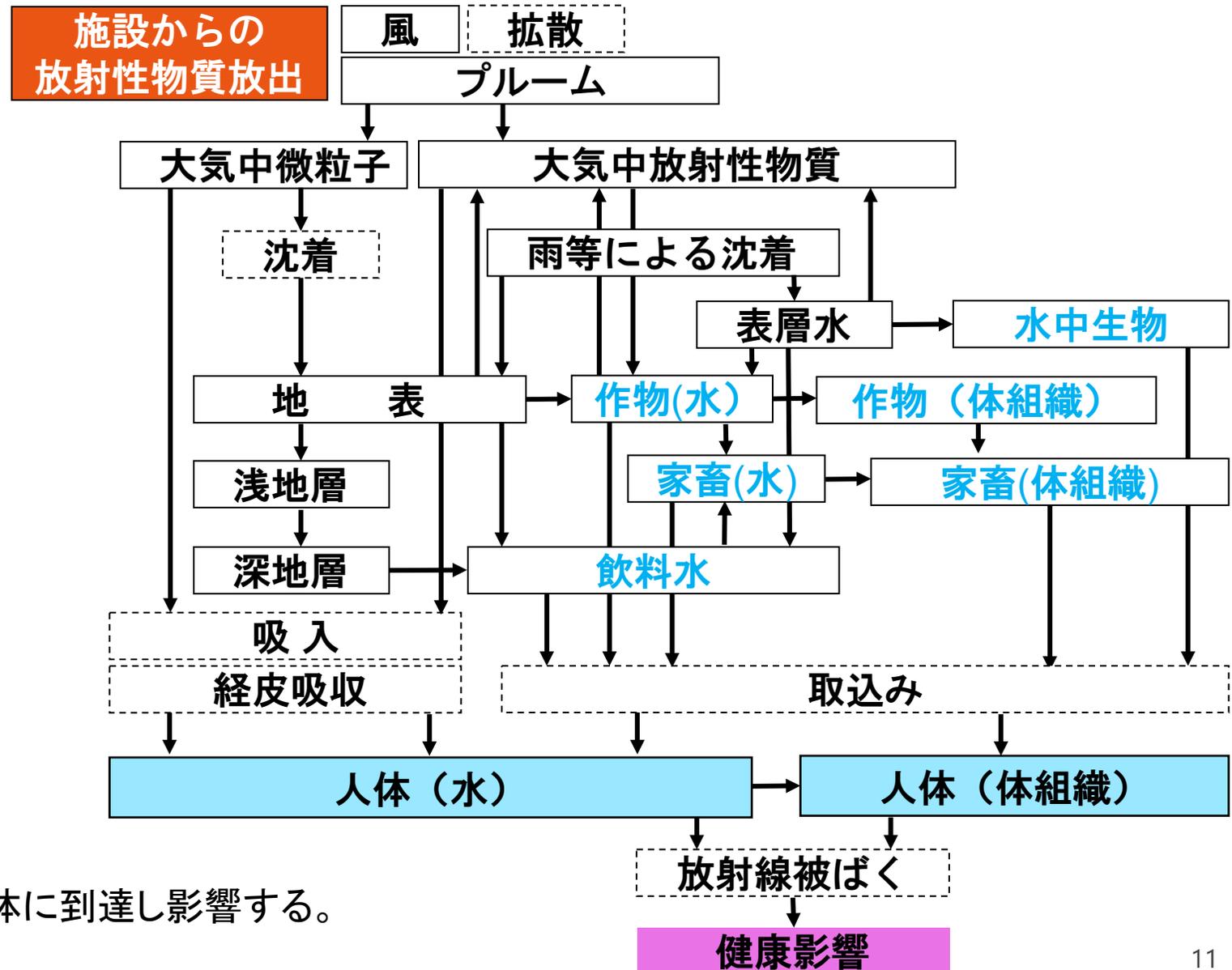
一般化したフュージョン・システムのハザードとリスク

- ① トリチウム除去システム、閉じ込めとも、通常時と異常時は共通。
- ② 放出経路も、一部の破れを除きほぼ同じ。事象分析(FMEA等)は最小。
- ③ 放出量は事故時の最大は通常時の2桁程度。
- ④ サイトからのトリチウム放出で一般化できる。
- ⑤ シビアアクシデント相当はなく、確率論的評価不要。



トリチウムの影響経路

- ① 事業者(施設運営者)の責任は、放出量を法定限度等に従い守ること。
- ② 法定限度は、周辺住民の被ばく量推定で決まる。
- ③ トリチウムの環境挙動は複雑。簡略化したモデルで想定可能。



放出したトリチウムは様々な経路で人体に到達し影響する。

- ① フュージョン施設は、現在は研究開発施設、その後エネルギープラントが複数、世界的に国際的なサプライチェーンを用いて建設される。
- ② これらの取り扱うハザードはトリチウムと放射化物という有害物質と、熱、電磁気、ニュークリアのエネルギーがある。中性子以外はUNITY-1及びUNITY-2で工学的に検証される。
- ③ これらのハザードはフュージョン装置施設的设计者において十分な解析が可能であり、また現在成立している原子炉、RI及び一般産業施設の安全確保の概念の中において、これらは十分管理可能である。
- ④ 事業者、設置者、出資者側は、これらが周辺住民、環境、社会に対して及ぼしうる影響、リスクを事前に分析し、設計により対応し、設置運営においてその対策が十分な信頼性で実行されることを担保する責任を負う。
- ⑤ 周辺社会及び設置事業にかかる行政等ステークホルダーは、十分な説明と理解に基づく合意によりその設置と運営の許認可を決定することが可能。



FUSION for
the **FUTURE.**



*Japan's first fusion start-up,
a spinout of Kyoto University.*