

2025年9月11日 日本原子力学会2025年秋の大会（小倉）

核燃料部会企画セッション／標準委員会共催

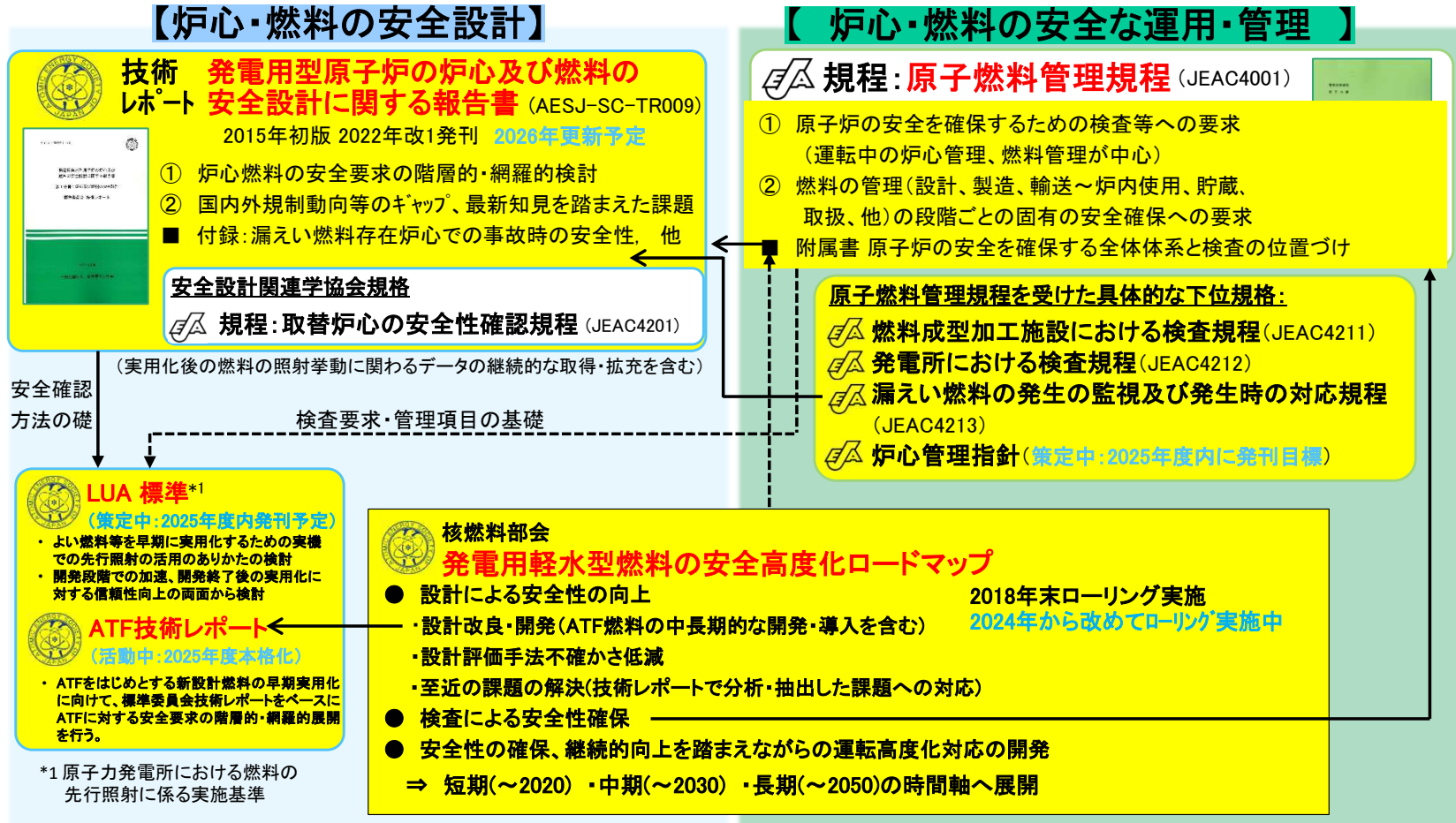
Advanced Technology Fuels (ATFs)  
についての企画セッション

(5) 総合討論

# 各セッションをふりかえって

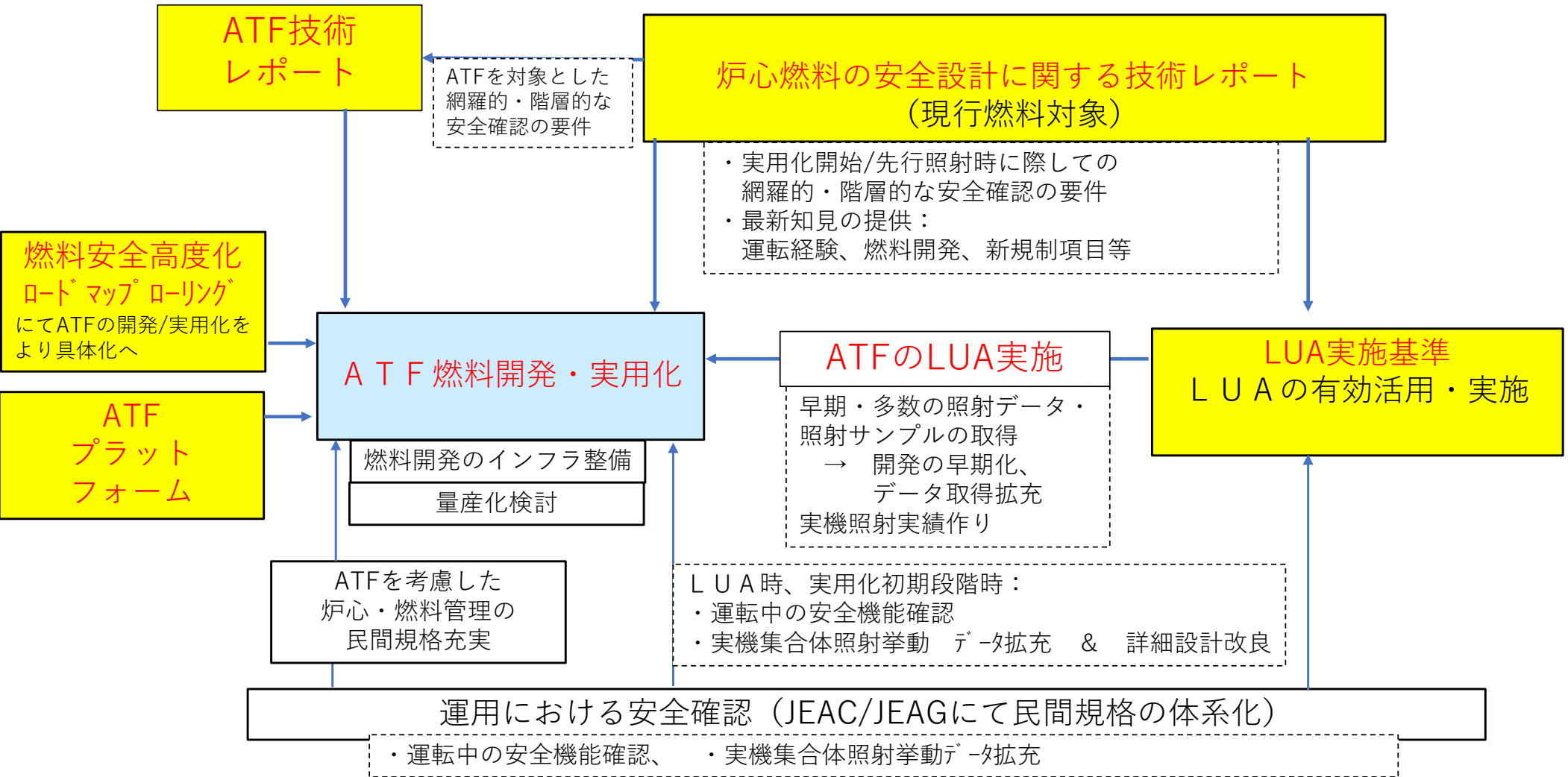
- ・ 現行燃料に対する詳細な民間規格類は、学協会活動においてほぼ出そろった状況にある。
  - ・ 設計の安全要求事項の展開、管理の規定・指針
  - ・ 実機における小数体先行照射の実施基準
- ・ 今後、これらをもとに、ATF導入において、上記の規定類の改定又は作成を行っていく。
- ・ 民間規格と並んで、重要な技術的な情報・知見・データ等の基盤技術データの整備は、ATFプラットフォームの整備が行われていく。
  - Toolは整備されつつあるが国内への実際の導入計画（ロードマップで具体化予定）及び産業界の導入のモチベーションは？

# ・ 炉心燃料の安全性向上へ向けた学協会での体系的活動



\*1 原子力発電所における燃料の先行照射に係る実施基準

# 技術レポート更新、ATF燃料WG、LUA WGの体系的・有機的活動



## 視点（1）

- ◆ 事故耐性燃料（ATF）の国内早期導入、実用化に向けての検討課題：
  - ・ 導入目的がSA（炉心溶融時間引き延ばし）のみでは寂しい
  - ・ 米国PWRでは、1F事故後水素発生への信頼性向上は、ATF燃料の導入を念頭としている。
    - ⇒ 日本ではPAR,イグナイタを設置している。
  - ・ Crコート被覆管を例にとると、SA以外に、以下でメリットが生まれる可能性がある。
    - ・ 通常時(腐食/水素脆化低減)→事故時の判断基準引き上げ
    - ・ 炉心運用高度化でネックとなるFFRDが激減の可能性も。（今後、詳細確認）
  
- ◆ 経済的にPayしなければ、導入動機付けが弱い。
  - ⇒ 米国では濃縮度5%超の燃料導入による長サイクル・高燃焼度とのセットでの導入の展望あり。
  - ・ 日本でも、プラント寿命延長及び新增設の導入の早期化が簡単ではないことより、長サイクル、高燃焼度化、出力Up等の炉心運用高度化とともに、CrコートをはじめとするATF燃料の導入ターゲットを明確にすることが望まれる。
  - ⇒ 原子力学会 燃料安全高度化RMでも検討中

## 日米と欧州の水素安全対策の比較（PWR S A時）

	米 国	日 本	欧 州
水素の処理装置	イグナイタはアイスコンテナ型CVのみ。 ドライ型CVにはサーマルリコンバイナ設置（PARは不採用）	<b>イグナイタ(10数台)及びPAR(5台)</b> → 日本は米国と欧州の双方を取り入れ。	基本的にPARのみ (多数台:約50台～) (イグナイタは基本的に不採用)
水素燃焼時の火炎加速の防止	<b>ドライ型CVに対しては特に規制要求なし (福島第1原子力発電所の事故の前後で変わらず)</b>	爆轟遷移(DDT)防止 → 水素濃度 < 13%(CV平均) → 水素成層化が生じないことも要求	爆轟遷移(DDT)のみでなく速い爆燃への遷移(FA)も防止を追及の動き。 → 仏独ではCV内水素最大濃度を局所10%、平均8%以下に抑える目標あり。
水素処理（濃度低減）の基本的考え方	CVスプレイにより水蒸気の凝縮とCV内雰囲気冷却が行われる。	CVスプレイにより水蒸気凝縮され、水素は可燃雰囲気のもと、イグナイタ・PARで処理される。PARは長期的な水素(放射性分解により発生水素)の処理が主目的。 → PWRの広大なCV内容積(除、アイスコンテナ型)により、イグナイタの効果を期待しなくて<13%を達成。	水素発生事故時には、あえてCVスプレイを作動させず、水蒸気による非燃性雰囲気を維持。その間にPARのみ(イグナイタの効用なし)で水素を処理し4%以下に下げる。
時間的制約の有無	特になし。	事故後48時間以降フィルタベントを開始する際に、水素の燃焼によるフィルタ損傷を未然防止するため、CV内の水素濃度の4%以下への低減が望まれている。	事故後所定の期間(例：炉心損傷後最低6時間)までは、CVスプレイを作動させず、その間に4%以下への水素低減が推奨されている。
【参考】CVスプレイの目的	日本と同じ。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ CV内雰囲気の除熱</li> <li>・ 原子炉下部キャビティへの注水（MCCI対策）</li> <li>・ CV内の早期の水素の可燃性雰囲気</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 水素濃度低減後のCV内雰囲気の除熱（仏はSAのみで、DBA LOCAではスプレイなし。）</li> </ul>
【参考】MCCI 対策	ウェットキャビティ方式	ウェットキャビティ方式 本体スプレイが機能しない場合は可搬式ポンプによる代替スプレイで注水。	ドライキャビティ方式（蒸気爆発回避） 既設で犠牲コンクリート敷設の改造工事例あり。

日本ではMCCIが生じても注水対策を施しており欧州に比べCOの発生量は微量

米国PWRでは1F事故以降、規制要求の追加はなし。水素の発生を遅らせる、又は生じさせない燃料（ATF：事故耐性燃料）の開発と導入を先導している。6

## 視点（２）

- ◆ 燃料製造のコストアップは許容できるか？
  - ⇒ 燃料メーカー：米国で実用化できているのだからできるはず。  
そのうえで、コストアップは間違いない。  
Crコートは、PWR制御棒被覆管への適用実績は豊富ではあるが。
  - ⇒ 国：ATFを日本国総力挙げての燃料と位置づけ、製造施設負担を助勢願うことも。
  
- ◆ 日本国総力の燃料としていくには？
  - ・ よいものであることはもちろん、
  - ・ 開発途上での失敗は回避したい。
  - ・ 極力早期実用化を図る一方で、先行の米国等の照射&PIEの知見を十分に分析・活用
    - プラットフォームの重要性
  - ・ 国内すべてのステークホルダーが、開発・実用化のどの段階においても  
実用的研究・検討 ⇔ 基礎的な研究・検討（Crコートにおいては密着性維持等）  
の検討の継続が重要。