

共通技術基盤SWGからのご報告

共通技術基盤SWG 事務局

ATF-PF 第2回全体会合

2026年3月5日

■ 設置趣旨:

- ATF-PFの実施内容に沿った実効的な検討を実施
 - 被覆管別SWGの中で「共通する技術」や「カバーされない技術」に焦点を絞り、本SWG参加者からの多角的なご意見を基に全員でフラットな議論
 - 本SWG参加者の関心が高い(と思われる)テーマを選定し、現状(及び一部取り組み含む)に関する情報を基に技術課題を議論
- 成果としてATF共通技術のテーマリストや課題整理表の作成を目指す

■ 体制(順不同):

- リード役: 大阪大・大石先生、東北大・笠田先生、早稲田大・山路先生
- 事務局: 電中研、JAEA
- SWGメンバー: 52名(大学、電力、メーカ、研究機関)

■ 開催実績:

- 第0回 2025/12/5 @ web
- 第1回 2026/2/16 @ 大阪大学 吹田キャンパス

現在までの本SWGの進め方(1/2)

それぞれの被覆管に着目している他のSWGに比べて、共通技術基盤SWG(以下、本SWG)はその対象範囲が非常に広く、他SWGではカバーされない領域や、横串的な課題を取り扱うことも期待されている。

そこで、本SWGの参加者の興味・関心・懸念点などを今一度洗い出すために、これまでに実施した2回の会合ではブレインストーミング(以下、ブレスト)を実施している。

【第0回 会合の概略】

- 日時: 2025年12月5日(金) 10:00-12:00
- 場所: web会議
- 出席者: 29名
- 目的: 本SWGでの議論内容や方向性を第1回会合で設定するために、その前準備として第0次回では参加者の興味・関心・懸念点などの洗い出しを目的とした。まずは話題提供として事務局から3件のプレゼン発表を実施。
 1. ATF実装化の観点から考える照射場(試験研究炉) JAEA・加治氏
 2. 燃料ペレット、ATCR、その他 電中研・園田氏
 3. 解析の観点から JAEA・田崎氏

【第1回会合の概略】

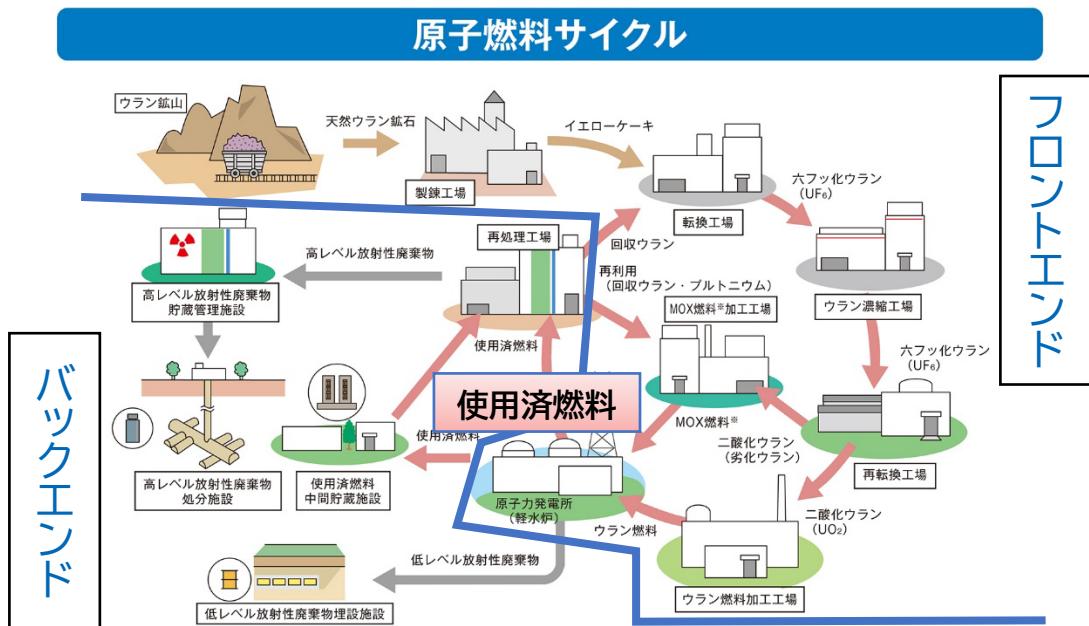
- 日時: 2026年2月16日(月)10:00-12:00
- 場所: 大阪大学吹田キャンパスA1棟113号室、およびZoomオンライン会議
- 出席者: 34名
- 主要議事:
 1. 事務局連絡
 2. 前回会合の振り返り
 3. 検討テーマ案の紹介①②(p5~)
 4. 今後の本SWGの進め方に関する議論
- ピックアップコメント:
 - 技術的な議論だけではなく、経済的ベネフィットに係る議論も行われた方が良い。(東北大・笠田先生、東大・阿部先生、阪大・大石先生など)
 - 材料試験炉については今後どのような議論が期待できるのか?(東大・阿部先生)
 - ATFの経済性評価はこれまでの範囲では検討が粗く、その一方で精緻化するとATFプラットフォームのスコープ外になるため扱いが難しい。また、成果最大化のためには報告書だけに依存しない新しいノレッジマネジメントが必要。(早稲田大学・山路先生)

燃料開発におけるバックエンドの視点 ー新型燃料の実用化に向けてー 原子力機構 三島 理愛

話題提供の目的
ATF実用化に向けて、再処理や中間貯蔵といったバックエンドへの影響を確認する。

将来のATF使用済燃料を巡る課題

- 使用済燃料の受け渡し地点がフロントエンドとバックエンドの境界
 - フロントエンド側の仕様変更にもなって使用済燃料の性質は変化する
- ATF使用済燃料を取り扱うためにバックエンド側の設備・運転条件の再検討が必要となる



※MOX (Mixed Oxide) 燃料：プルトニウムとウランの混合燃料

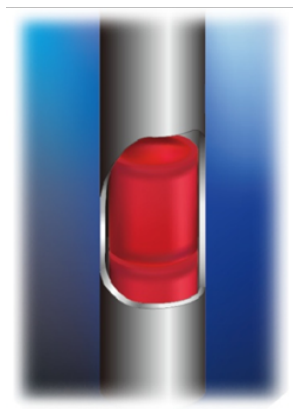
ATF使用済燃料の「保管・管理」、「再処理工程」、「ガラス固化体の製造」、「高レベル廃棄物の地層処分」に着目して、生じうる影響・課題を取り上げた。

従来UO ₂ 燃料からの変更点		使用済燃料に生じうる従来UO ₂ 燃料からの変化	保管・管理	再処理	ガラス固化	地層処分
被覆管材質	<ul style="list-style-type: none"> ・Cr-coated Zry ・FeCrAl ・SiC 	<ul style="list-style-type: none"> ・使用済燃料組成の変更 ・被覆管材料と燃料ペレット間の安定合金相の形成 ... ...	...	<ul style="list-style-type: none"> ・使用済燃料の溶解性の低下 ・U、Puの分離回収性の低下 ... 	<ul style="list-style-type: none"> ・ガラス原料の形状・組成の改良 ・ガラス固化体発生本数の増加 ... 	<ul style="list-style-type: none"> ・廃棄体専有面積の増加 ・単位量あたりの処分場面積の増加 ...
被覆管材質の影響; 新たな課題発生の可能性						
燃料ペレット	<ul style="list-style-type: none"> ・Cr添加UO₂ペレット 	<ul style="list-style-type: none"> ・使用済燃料組成の変更 ・添加剤との安定合金相の形成 ... ...	...	<ul style="list-style-type: none"> ・使用済燃料の溶解性 ・U、Puの分離回収性の低下 ... 	<ul style="list-style-type: none"> ・ガラス原料の形状・組成の改良 ... 	<ul style="list-style-type: none"> ・廃棄体専有面積の増加 ・単位量あたりの処分場面積の増加 ...
高燃焼度化の影響; 以前から検討されていて多数判明している						
高燃焼度化	<ul style="list-style-type: none"> ・5%超燃料 ・炉内滞在期間の長期化 	<ul style="list-style-type: none"> ・使用済燃料組成の変更 ・核分裂生成物(FP)の増加 ・超ウラン元素(TRU)の増加 ・白金族元素を主成分とする安定合金相の大粒径化 	<ul style="list-style-type: none"> ・臨界管理 ・発熱量(崩壊熱)の増加 ・温度管理 →保管設備の拡大、冷却期間の長期化 ... 	<ul style="list-style-type: none"> ・使用済燃料の溶解性の低下 ・不溶性残渣の発生量増加 ... 	<ul style="list-style-type: none"> ・ガラス原料の形状・組成の改良 ・溶融炉の更新、炉底形状の変更 ・白金族元素、Mo、発熱性元素の濃度管理によるガラス固化体発生本数の増加 ... 	<ul style="list-style-type: none"> ・廃棄体の発熱量(崩壊熱)の増加 ・廃棄体専有面積の増加 ・単位量あたりの処分場面積の増加 ...

【課題抽出表】 これまでにいただいたご意見の紹介

従来UO ₂ 燃料からの変更点		使用済燃料に生じる従来UO ₂ 燃料からの変化	保管・管理・低レベル廃棄物	再処理	ガラス固化	地層処分
被覆管材質	<ul style="list-style-type: none"> ・Cr-coated Zry ・FeCrAl ・SiC ... 	<ul style="list-style-type: none"> ・使用済燃料組成の変更 ・被覆管材料と燃料ペレット間の安定合金相の形成 ... 	<ul style="list-style-type: none"> ・ハル・エンドピースの処理・保管への影響、特にSiCについて ・放射化Crの取り扱い（関電・左右田氏） 	<ul style="list-style-type: none"> ・使用済燃料の溶解性の低下 ・U、Puの分離回収性の低下 ・SiC被覆管は現行のせん断設備で対応できるか。（阪大・大石先生） ・被覆管材質の変更は燃料のせん断および脱被覆に影響を及ぼしうる（東海大・浅沼先生） ... 	<ul style="list-style-type: none"> ・ガラス原料の形状・組成の改良 ・ガラス固化体発生本数の増加 ... 	<ul style="list-style-type: none"> ・廃棄体専有面積の増加 ・単位量あたりの処分場面積の増加 ...
燃料ペレット	<ul style="list-style-type: none"> ・Cr添加UO₂ペレット ・Mo添加UO₂ペレット（四電・大堀氏） ... 	<ul style="list-style-type: none"> ・使用済燃料組成の変更 ・添加剤との安定合金相の形成 ...	...	<ul style="list-style-type: none"> ・使用済燃料の溶解性の低下 ・U、Puの分離回収性の低下 ... 	<ul style="list-style-type: none"> ・ガラス原料の形状・組成の改良 ・Mo濃度上昇によるイテローフェーズ発生量増加 ... 	<ul style="list-style-type: none"> ・廃棄体専有面積の増加 ・単位量あたりの処分場面積の増加 ...
高燃焼度化	<ul style="list-style-type: none"> ・5%超燃料 ・炉内滞在期間の長期化 ... 	<ul style="list-style-type: none"> ・使用済燃料組成の変更 ・核分裂生成物(FP)の増加 ・超ウラン元素(TRU)の増加 ・白金族元素を主成分とする安定合金相の大粒径化 ... 	<ul style="list-style-type: none"> ・臨界管理 ・発熱量(崩壊熱)の増加 ・温度管理 →保管設備の拡大、冷却期間の長期化 ... 	<ul style="list-style-type: none"> ・使用済燃料の溶解性の低下 ・不溶性残渣の発生量増加 ... 	<ul style="list-style-type: none"> ・ガラス原料の形状・組成の改良 ・溶融炉の更新、炉底形状の変更 ・白金族元素、Mo、発熱性元素の濃度管理によるガラス固化体発生本数の増加 ... 	<ul style="list-style-type: none"> ・廃棄体の発熱量(崩壊熱)の増加 ・廃棄体専有面積の増加 ・単位量あたりの処分場面積の増加 ...
課題抽出表のまとめ方について	<ul style="list-style-type: none"> ・目標のタイムラインは主にCr-coated Zryを対象とするのか。（阪大・大石先生） ・現状では、定性的なもの、定量的に見れるもの、などが並列に記されている。過剰にリストアップすると大きな障壁に見えてしまう。（早稲田大・山路先生） ・経済的・社会的ベネフィットを包括的に見て、特に大きく効く部分は何か。（東北大・笠田先生） ・主に被覆管材質に着目するだけでなく、燃料ペレット、高燃焼度化も合わせてそれら相互の影響というまとめ方も必要ではないか。（電中研・樽見氏） 					

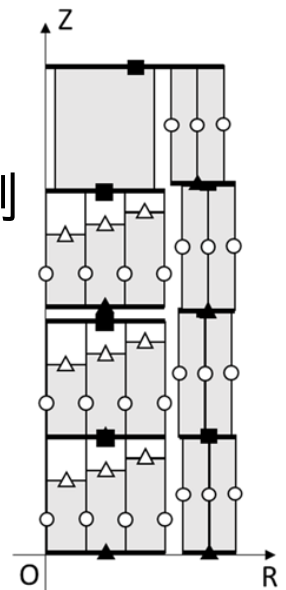
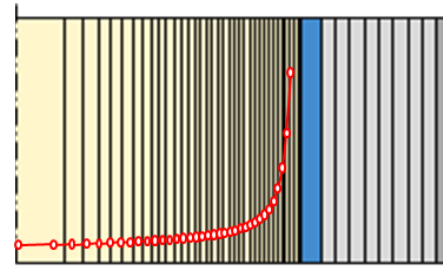
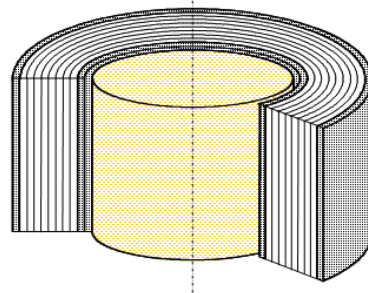
- 日本原子力研究開発機構は、ATF(CCZ, FeCrAl, SiCなど)実用化に向けた共通技術基盤となるコード開発に取り組んでおり、燃料挙動解析コードFEMAXIへのATF物性及び挙動モデルの組み込みとモデルの検証を進めている。
- FEMAXIが、共通技術基盤としてATFの実用化に向けた活動を加速・補助するためには、まずモデル等の課題整理・検証を適切に進めることで、コードの信頼性を高める必要がある。
- FEMAXIの解析体系: 1D/1.5Dの簡素な熱/力学計算モデル



モデル化



プレートと被覆管の径方向メッシュ分割



- 各ATF材料・ペレットについて、モデル化及び検証の進捗、課題の整理を行う。
(26年末くらいを目途にまとめる。◎が「特段追加の検討は無い」の意。)

材料	特性・挙動	モデルの充実度	モデル検証	課題(一例)	想定する事故条件(昇温速度など)の考え方や妥当性についても良く整理されるべき。 (東北大・小無先生)
Cr-coated Zry	熱機械物性	○	×	照射効果	
	腐食	○	△	燃焼度進行に伴う腐食 コーティング割れが伴う場合	
	共晶	○	△	厚さや昇温速度(RIAも含む)が及ぼす影響	
	破損	×	×	基本的な機械物性の検証がまず先	
	表面熱伝達	×	×	照射効果、事故時	
FeCrAl	熱機械物性	△	×	照射効果	
	
SiC	熱機械物性	○	×	照射効果	
	
ペレット	熱機械物性	△	△	高ガドリニア含有、クロミア・アルミナ添加など	
	

⇒ 検証結果や抽出された課題は各SWGの活動・PIRTへのフィードバックになる。

期待される成果物(例えばCCZ高温酸化挙動の場合)

- 検証規模の拡大、課題抽出、必要なモデルの拡充に取り組む。(短期)

 - 参加者から意見を聴衆し、漏れなく課題整理することが重要。
 - JAEAが上記の取り組みに努める一方、試験数を早期に増やすのは難しい。
 - ATFに係る試験は国内外の様々な機関で実施されている可能性があり、SWGでこれらの情報や得られた知見を集約することで取り組みを加速できる可能性。

- 各SWGで行われるPIRT活動を解析面からフィードバックする。(中期)

 - 特にRT(影響レベル)は感覚的な評価になりやすいため、例えばFEMAXIを用いた感度解析で影響度の定量化を行う。

成果物:解析によって補強された各材料PIRT結果

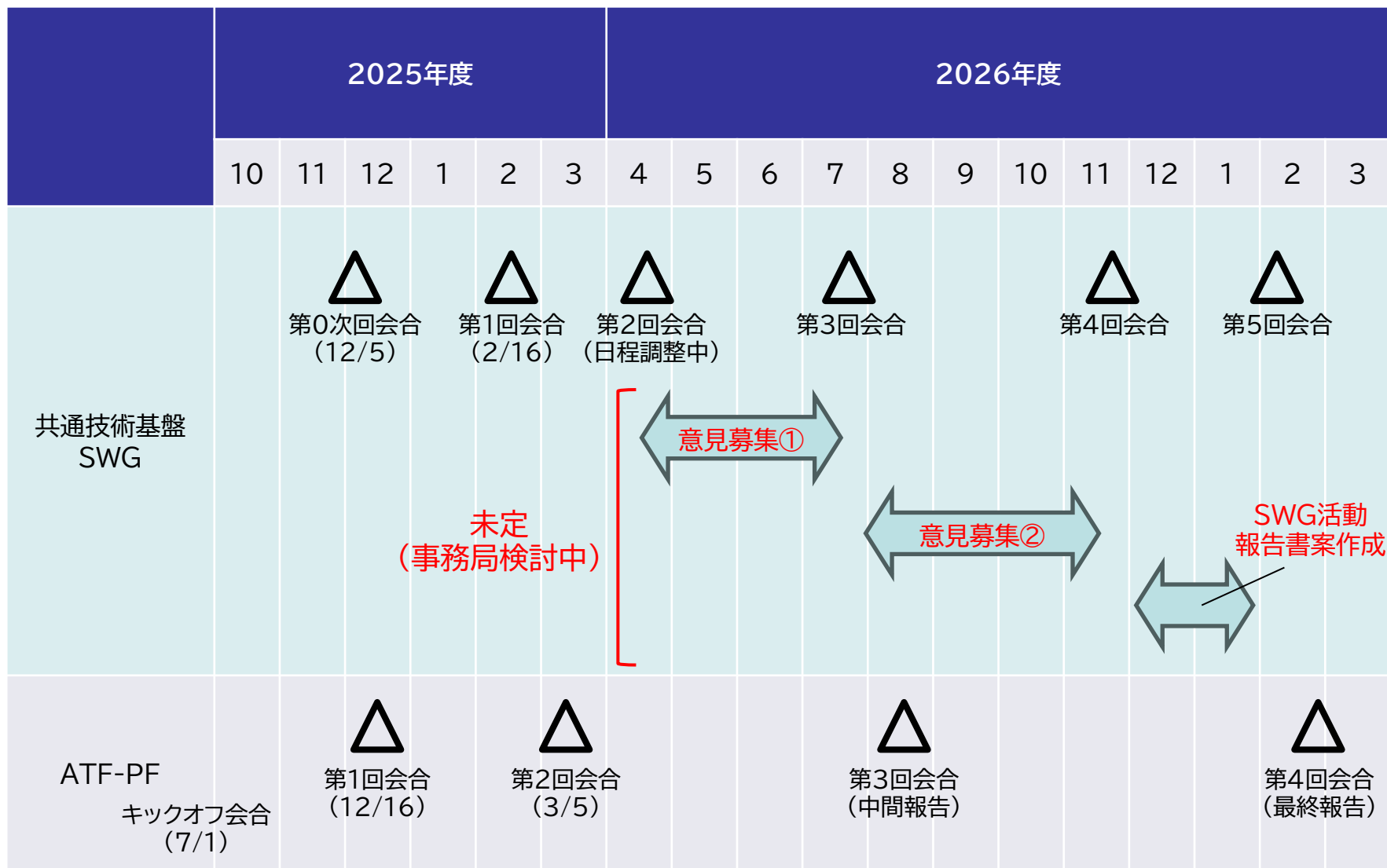
FeCrAlやSiCについてもどのような成果が期待できるか整理されるとよい。(電中研・樽見氏)

- モデルの拡充・検証が進んだFEMAXIを用いた解析を議論の足場として、従来材との酸化挙動の違いを整理し、CCZ向けの合理的な安全要求を検討する。(長期:2030年)

 - 保護性能がある以上、従来材向けに良く使われているBJ-ECRの考え方をそのまま使用することはできない。
 - 検討内容としては、妥当なECRの評価手法、ECRでない考え方、BJ-ECRと比較した保守性などが考えられる。(→CCZ-LOCA基準SWG?)

成果物:CCZ向け酸化評価指針、指針の根拠となる共通技術基盤としてのFEMAXI

今後のスケジュール及び進め方



⇒本SWGの議論の進め方、まとめ方については、適宜本SWGのリード役の先生方、事務局関係者(電中研とJAEA)で議論を重ねながら、柔軟に最適解を探索していきたい。

参考資料(第1回会合検討テーマ2件に対する主な意見やコメント)

【検討テーマ①:燃料開発におけるバックエンドの視点－新型燃料の実用化に向けて－】

- ✓ ATFという観点ではMo添加 UO_2 ペレットが検討。一方、Moはガラス固化体のイエローフェーズ生成という点で問題。課題抽出表の燃料ペレットの欄は、Cr添加 UO_2 に限らずに今一度整理すべき。(電力関係者)
- ✓ 本SWGでは燃料自体も見ていくべき。主に被覆管材質に着目するだけでなく、燃料ペレット、高燃焼度化も合わせてそれら相互の影響というまとめ方も必要ではないか。(研究機関関係者)
- ✓ 被覆管材質の変化によってハルのような低レベル廃棄物の処理方法、保管設備などへの影響や、放射化Crによる影響も生じ得る。高レベル廃棄物だけでなく、低レベル廃棄物の視点も検討に加えるべき。(電力関係者)

【検討テーマ②:共通技術基盤としてのFEMAXI-8.1の信頼性向上と成果創出に向けた展望】

- ✓ ATF材のLOCA試験をする際には、想定する事故条件(昇温速度など)の考え方や妥当性についても良く整理されるべき。(大学関係者)
- ✓ FeCrAlやSiCについてもどのような成果が期待できるか整理されるとよい。(研究機関関係者)