

Cr-Zry SWGの概要報告

2026年3月5日

- 第2回Cr-Zry SWGでの議論の概要
 - SWGの体制とスケジュール
 - SWGにおける議論の進め方
 - Cr-Zry PIRT 見直しの進め方
 - 議論の進め方について
 - 議題の選択方針
 - 当日議論したいコメント（アンケート）結果

 - Cr-Zry PIRTのPI洗い出し 議題案
 - Cr-Zry PIRTのPI洗い出し 議論の概要
 - 第2回SWGの概要

Cr-Zry SWGの体制とスケジュール

【体制】

- ✓ リード役：大阪大学牟田先生、事務局：MHI・関西電力・JAEA
- ✓ SWGメンバー：電力14名、メーカー8名、大学7名、研究機関12名、政府機関3名 合計44名（水化学3名含む）

【スケジュール】

- ✓ 2年間かけてPIRTをベースにTRLに照らし、技術課題の抽出等を実施
- ✓ 第1回SWG(10/28)でPIRT全体概要を説明。その後意見募集を実施(12月)。第2回(2/25)、第3回(5月予定)、第4回(10月予定)で集約した意見を中心にPIRTに関する議論を実施。必要に応じて開催回数の変更も検討。

	2025年度												2026年度											
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
SWG							△ 第1回	△ PIRTに係る 意見募集 (12月初旬締切)				△ 第2回			△ 第3回				△ 第4回					
ATF-PF			△ キックオフ会合 (7/1@東大)				△ 第1回会合 (Cr-Zry SWG を議論)					△ 第2回会合 (各SWGの 現在地の確認等)			△ 第3回会合 (中間報告)								△ 第4回会合 (最終報告)	

SWGにおける議論の進め方

- ✓ 参加者の知識レベルをそろえ、共通理解を得るため、第1回はPIRTの概要や進め方の説明のみとし、議論は第2回以降に進める。

第1回

- ・Cr-Zryの開発経緯
- ・PIRT概要紹介

意見募集
～集約

第2回以降
・PIRT議論

...

最終回
・総括

第2回までの対応のお願い

PIRT表（配布）

- ・評価項目を細分化
- ・項目番号を付記

意見募集フォーム（WEB）

URL: <https://forms.office.com/r/XABZq3B6cE?origin=lprLink>

第2回以降の進め方

- ✓ 回数：必要に応じ柔軟に対応
- ✓ 時期：集中的に議論できるよう配慮
- ✓ 集約した意見の状況を踏まえ、各回で深堀する切り口（テーマ）を選定



第2回以降における議論のルール

- 🗨️ 投稿者が意見を読み上げ
- 👤 全員が発言
- 🎤 リード役（牟田先生）が指名

本SWGでは、燃料分野以外の立場からの視点についても積極的に取り入れるため、**第1回終了後に意見募集を行い、多様な着眼点を次回以降の議論に反映する。**

Cr-Zry PIRT 見直しの進め方

ATF-PFのねらい：

「客観的、包括的、かつ漏れ欠けの無い技術課題を抽出し」その影響度を評価すること

➡ 技術課題に関する事象の洗い出し（PIRTのPI）が最優先

Cr-Zry PIRT見直しの進め方（案）：

- アンケート結果からPIに関するコメントを抽出
- 炉心燃料の安全性確認を中心としたPIに加え、範囲を広げて※事象を洗い出し（※例：製造、炉物理、輸送・貯蔵、再処理）

PI ➤ 安全性確認PIに必要なフィードバックがないか確認



- 実用化全体の目線から漏れ欠けのない技術課題の洗い出し

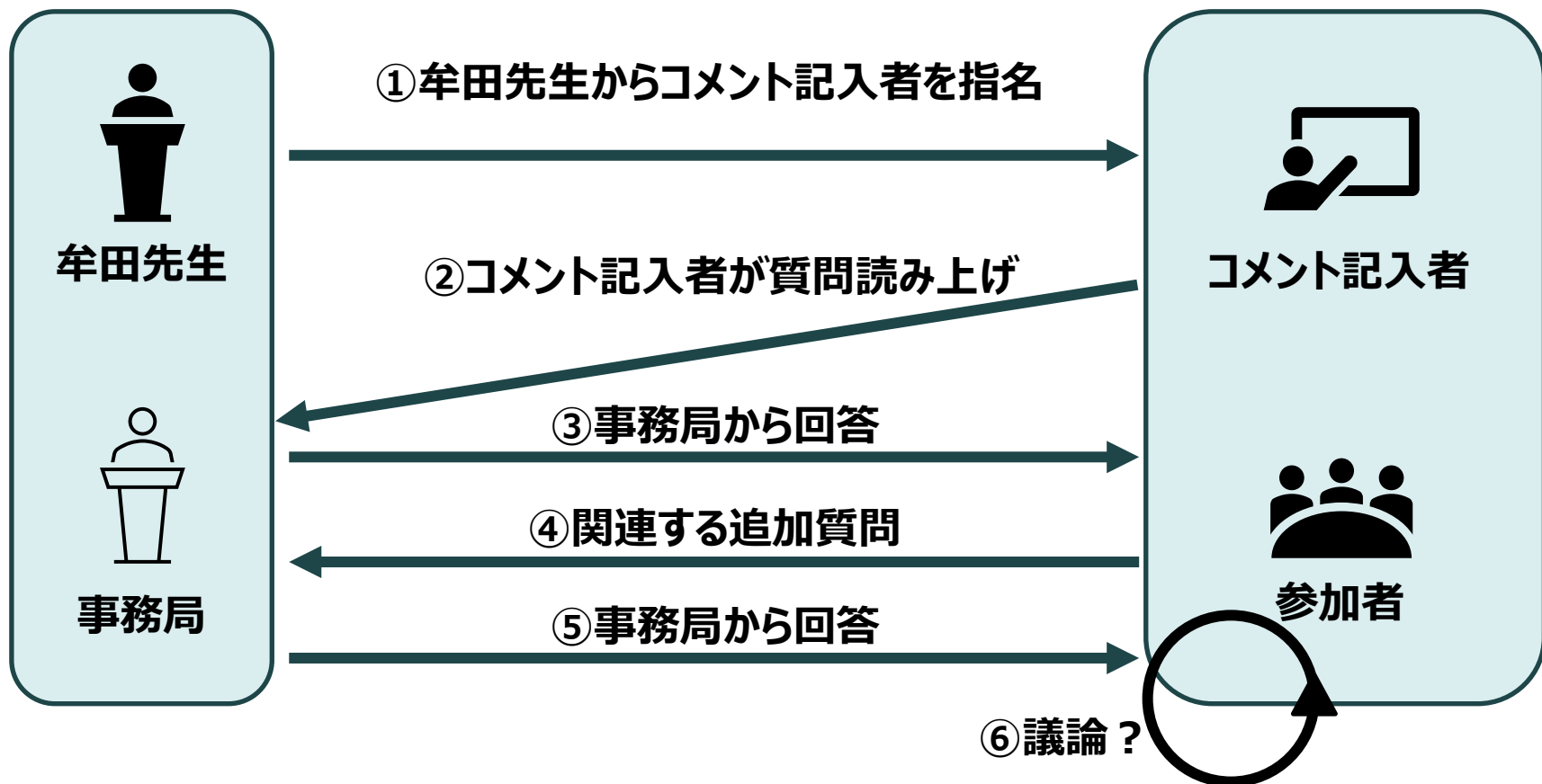


RT ➤ ランキングに関するコメントに対応後、影響度評価について協議

議論の進め方について(1)

コメントリストの読み上げ箇所

分類1	分類2	ご質問	回答
PIRT PI	PIRT拡張	<p>・よって、上記パラメーターを評価対象として追加する場合でも、影響レベルは「L」でよいかと考えます。また、既存②章ツールで十分確認可能ですので、知識レベルは「H」になるかと考えます。</p>	<p>[RT]Cr膜による炉心の核特性への影響については、ご指③通りと考えており、影響レベルは「③」知識レベルは「H」と考えています。</p>



議論における前提条件

【PIに関する議論の順序】

- ① 現行被覆管と同等の条件でのCrコーティング被覆管について、Crコーティングに欠陥がないことを前提とした議論
- ② Crコーティングに欠陥があった場合の議論
- ③ 運用高度化（燃烧度向上、温度条件変更）を踏まえた議論

【目標】

- ✓ ATF-PFでは①と②は最終報告書までの必達目標とし、③は時間に余裕があれば議論する
- ✓ ATF-PFに第2期が続くならば③の議論を続けていく

議論の進め方について(2)

- ✓ 募集した意見を集約した結果、以下のとおり整理できた
- ✓ 第2回SWGではPIRTのPIから議論を進めていくこととする

分類1		分類2	
リスト項目	該当数	リスト項目	該当数
PIRTカテゴリ分け	6	カテゴリ追加	3
		カテゴリ説明見直し	3
PIRT PI	43	PI方針	7
		PI追加	11
		PIRT拡張	22
		PI削除	1
		PI説明見直し	2
PIRT RT	31	R方針	5
		R根拠・補足	10
		R説明見直し	16
その他	26	全体方針	9
		表現、体裁の修正	17

議論の順序は次頁

冒頭で紹介するものの
進め方については
全体会合で同意を得る

議題の選択方針

- SWG参加者に意見集約結果（1次回答案を含む）を2月上旬（第2回SWGの3週間前）に事前送付する
- その際、意見を入力いただいた方に対して、1次回答案の内容を確認いただき、回答案へのコメントを事前にメールで送付いただく
- PIRT PIに関する意見に関して、「当日議論したいコメント（アンケート）」を事前に実施・投票いただく。その結果を基に、議題の順序を決定する

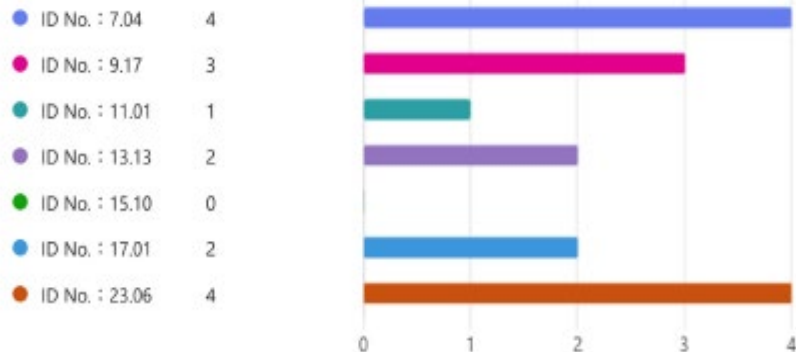
【アンケートフォームのURL】

<https://forms.office.com/r/vbhbK3ukE3>

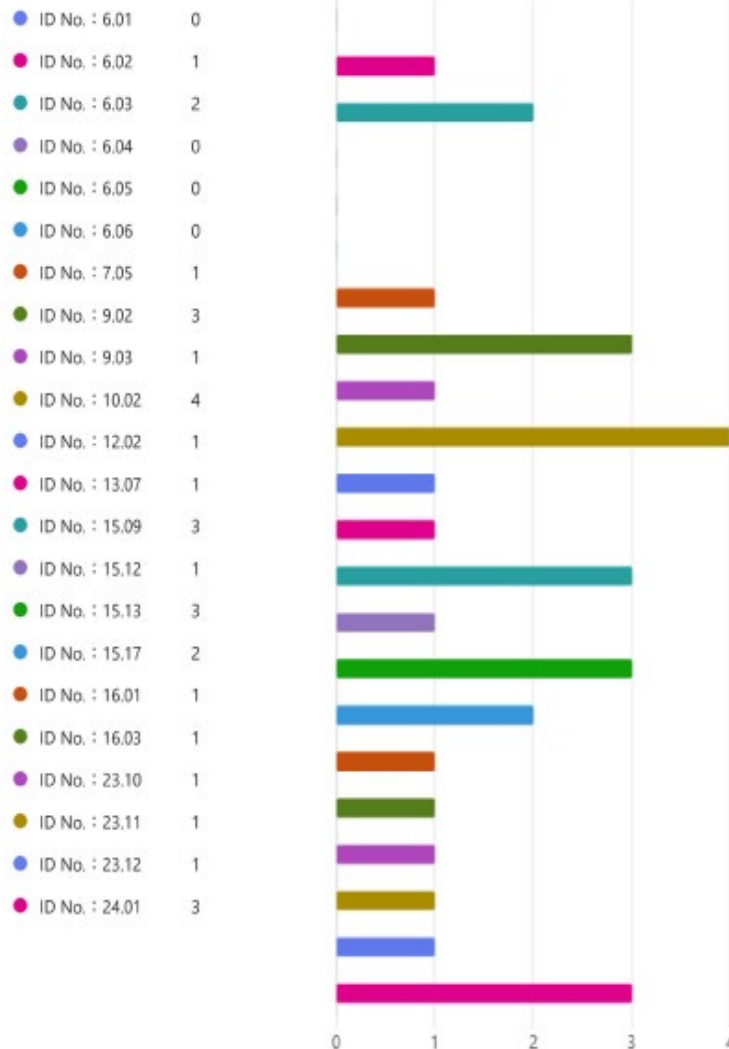
- 1回のSWGでの議論する議題数は10～20件ほどとする
- 第2回SWGでの議論の進み方をみて、第3回以降の議題の順序・進め方を変更する等、数回のSWGで議論を集約する工夫を検討する

当日議論したいコメント（アンケート）結果

1. 資料2-3：Cr-Zry PIRTに関する意見募集コメント整理結果をご参照いただき、下記の「PI方針」に関するもの
のうち、当日のSWGで議論したいコメントにチェックをお願いします。なお、下記選択肢は資料2-3の「アンケート
意見集約シート」の「分類2」欄の「PI方針」に関する「ID」を示しています。（0 点数）



2. 資料2-3：Cr-Zry PIRTに関する意見募集コメント整理結果をご参照いただき、下記の「PIRT拡張」に関するもの
のうち、当日のSWGで議論したいコメントにチェックをお願いします。なお、下記選択肢は資料2-3の「アンケート
意見集約シート」の「分類2」欄の「PIRT拡張」に関する「ID」を示しています。（0 点数）



ご投票いただいたIDの項目（アンケート分析エクセルのB
列）に黄色で網掛け。投票結果に対する事務局の分析
は下記のとおり：

[PI方針] …論点確認

- ・Cr膜欠陥なし⇒欠陥あり⇒運用高度化の順番
- ・現行燃料からの差分の洗い出しのやり方、考え方
- ・差分の洗い出しの順番

[PIRT拡張] …「別途（例：個票で整理）」に対する
ご意見、個別のCrコーティング影響に関する議論

Cr-Zry PIRTのPI洗い出し 議題案

議題案[PI方針]…アンケート意見集約リストより抽出

投票数	ID	分類1	分類2	ご質問	回答
4	23.06	PIRT PI	PI方針	<p>"Cr-Zryに関する懸念事項 (2) 規制基準</p> <p>●規制基準の見直しは必要ないか。現行ジルコイ材の規制基準を単純に応用することが期待されているが、これで必要十分であることの確認はできていない。</p>	<p>Crコーティング被覆管のPIRT作成の前提条件については、まず現行PWR燃料と同じ前提条件において、欠陥のないCr被膜を付与することによる現行燃料（Cr膜なし）との差分を洗い出すことから始めようと考えています。この検討を進めるための方法は、炉心燃料分科会のWGでレポートにまとめられており、並行して検討を進めます。</p> <p>Cr被膜に欠陥がある場合については、上記のCr被膜に欠陥がない場合のPIRTを土台として、次ステップで検討を進めたいと思います。これらの検討により、漏れ欠けなく評価項目を洗い出し、現行燃料の評価項目で不足はないか、確認したいと思います。</p>
3	7.04	PIRT PI	PI方針	<p>PIRTの作成にあたっては、前提条件を定める必要がありますので、ご検討ください。</p> <p>具体的には、プラント型式、使用環境(運転条件(温度、圧力)、想定事象(含む事象の継続時間)、コーティングに影響を及ぼす外的要因(被覆管の焼き入れ/AOO時の想転移))を定めることで、事象の特定(Phenomena Identification)が可能になります。</p> <p>例えば、本PIRTは、Cr被膜に欠陥がある場合を、特に影響/知識レベルの検証が必要な場合とされたとお見受けしますが、その前提、検討過程などの情報が必要と思います。</p>	<p>Crコーティング被覆管のPIRT作成の前提条件については、まず現行PWR燃料と同じ前提条件において、欠陥のないCr被膜を付与することによる現行燃料（Cr膜なし）との差分を洗い出すことから始めようと考えています。この検討を進めるための方法は、炉心燃料分科会のWGでレポートにまとめられており、並行して検討を進めます。</p> <p>Cr被膜に欠陥がある場合については、上記のCr被膜に欠陥がない場合のPIRTを土台として、次ステップで検討を進めたいと思います。</p>
3	9.17	PIRT PI	PI方針	<p>全体的なコメントして、現在のPIRTの知識レベルは現行運用範囲を想定した整理となっていることですが、将来の炉心運用高度化（高燃焼度化、サイクル延長、出力増強など）のために必要となるデータの有無についても今後整理していくことが望ましいと考えます。（ATFと炉心運用高度化は親和性があり、セットで導入していくことが望ましいと考えております。）</p>	<p>Crコーティング被覆管のPIRT作成については、まず現行PWR燃料と同じ運用条件を前提として、欠陥のないCr被膜を付与することによる現行燃料（Cr膜なし）との差分を洗い出すことから始めようと考えています。この検討を進めるための方法は、炉心燃料分科会のWGでレポートにまとめられており、並行して検討を進めます。</p> <p>このように作成したPIRTを基礎として、運用高度化することによるPIRTへの影響をPI→RTの順番に整理することにより、漏れ欠けのリスクを下げつつ分かりやすい整理に繋がると考えています。</p>
2	13.13	PIRT PI	PI方針	<p>【今後の進め方】 今後も全項目を一気に検討を進めるのでしょうか？ 全体のボリュームが大きく、複数の項目で同じような意見・コメント等も出ることも予想されるため、「Cr膜の材料特性・挙動」の項目毎に検討を進め、他の項目に同様の反映等が必要かを検討する等、まずは進め方の議論・調整も必要ではないでしょうか？</p>	<p>アンケートで頂戴したご意見を分類し、技術課題に関する事象の洗い出し（PIRTのPI）を最優先に議論を進める方針です。PIの中でも優先順位をつけるため、さらなる分類を検討します。</p>
2	17.01	PIRT PI	PI方針	<p>Cr皮膜が健全／欠陥で分けるのは良いと思います。性能向上を赤字で示しているのは（重要なのは理解しますが、PIRTとしては少し）違和感があります。性能向上を織り込んで設計しているものの、性能向上に不安がある場合に、それがPIRTの中で重視されることは当然ですが、例えば>>55GWd/tの燃焼度を旨指すことを前提にPIRTを組むならば、期待されている効果である赤字部分がHの重要度であることはうなずけます。</p> <p>その場合、Cr皮膜に欠陥がある場合は、欠陥があっても>>55GWd/tに行けるということを示すことに主眼が置かれるはずですが。</p>	<p>Crコーティング被覆管のPIRT作成については、まず現行PWR燃料と同じ運用条件を前提として、欠陥のないCr被膜を付与することによる現行燃料（Cr膜なし）との差分を洗い出すことから始めようと考えていますので、性能向上を含め黒字に修正します。なおこの検討を進めるための方法は、炉心燃料分科会のWGでレポートにまとめられており、並行して検討を進めます。</p> <p>このように作成したPIRTを基礎として、運用高度化することによるPIRTへの影響をPI→RTの順番に整理することにより、漏れ欠けのリスクを下げつつ分かりやすい整理に繋がると考えています。</p>

Cr-Zry PIRTのPI洗い出し 議題案

議題案[PIRT拡張]…アンケート意見集約リストより抽出

投票数	ID	分類1	分類2	質問	回答
4	10.02	PIRT PI	PIRT拡張	<p>・CrとZrは約1300度で共晶反応がおこるので、これが事故時の高温酸化に及ぼす影響はしっかり押さえておく必要があるが、知識は十分ではないのではないか。</p>	<p>事故時のCrとZrとの共晶反応については、次のとおり整理したいと思います。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・RIA時については、通し番号31 ・LOCA時については、被覆管温度1300℃は現行の設計基準事故時の制限1200℃を超えるため、まずはPIRTとは別途（例：個票）で整理したいと思います。
3	9.02	PIRT PI	PIRT拡張	<p>以下の通り大きく3つに分けてコメントします。</p> <p>①PIRTに対するコメントとして適切か否か判断できませんでしたが、コメント依頼の主旨を踏まえ幅広くコメントするという観点から、以下の項目についてはCrコーティングによる影響があると思われるのでコメントします。必要に応じ項目を追加したほうが良いかと思います。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・事故時被ばくへの影響（番号3は平常時被ばくのみ言及） ・Crコーティング被覆管自体の耐熱性 ・通常運転時のグリッド拘束力（燃料棒保持機能の観点、類似の項目としては番号36が該当） ・燃料集合体伸び、トータルギャップ、運転中グリッド位置ずれ量への影響 ・燃料輸送時の振動による疲労や被覆管摩耗 ・燃料集合体落下時の燃料棒破損本数評価 ・核特性への影響（燃料棒機械設計や熱水力設計、安全解析のインプットになるため影響確認が必要） ・（被覆管外径の変更があれば）炉心圧損や冷却材流動変更などによる燃料健全性への影響 	<ul style="list-style-type: none"> ・事故時被ばく影響については、通し番号19～22において言及していますが、被ばく関連の評価項目については、炉心燃料の安全設計以外のPIとして、別途（例：個票）で整理したいと思います。 ・[RT]被覆管の耐熱性については、ペレット中心温度（通し番号1）などで、被覆管材の融点や相変態温度などの高温特性を把握し問題がないとの前提を確認したうえで、評価しており、Crコーティング被覆管についても同様に整理することができると考えています。この視点が抜けがないように留意致します。 ・通常運転時のグリッド拘束力（燃料棒保持力）については、具体的考え方に通常運転時に関する記載はありませんが、通し番号37,38の評価が該当します。 ・[RT]燃料集合体伸び、トータルギャップについては、これらの燃料集合体の挙動を考慮することが明記されていませんが、通し番号45の評価が該当します。運転中グリッド位置ずれ量については、この影響を考慮することが明記されていませんが、通し番号39（グリッド同士が衝突する前提でのグリッド衝突）、6,36（グリッド位置ずれによる横流れがない前提でのフレットング摩耗）の評価が該当します。この視点が抜けがないように留意致します。 ・輸送時の評価項目については、炉心燃料の安全設計以外のPIとして、別途（例：個票）で整理したいと思います。 ・燃料集合体の落下事故時の評価項目については、炉心燃料の安全設計以外のPIとして、別途（例：個票）で整理したいと思います。 ・核特性の評価項目については、炉心燃料の安全設計以外のPIとして、別途（例：個票）で整理したいと思います。 ・[RT]被覆管外径を変更した場合の熱水力条件の変更による影響については、関連する燃料健全性評価において考慮します。
3	15.09	PIRT PI	PIRT拡張	<p>27.1: 1200℃超の高温下で形成するクロミア含みの酸化膜が、高温下での燃料棒の自立性や注水時破断特性、Zr母相溶融時の反応性に影響を及ぼす可能性がある。(M-L)</p>	<p>通し番号27.1のLOCA時挙動について、被覆管温度が設計基準事故時の制限1200℃を超える条件の評価項目については、まずはPIRTとは別途（例：個票）で整理したいと思います。</p>
3	15.13	PIRT PI	PIRT拡張	<p>29.1, 29.2: 共晶反応後の共晶層そのものの耐腐食性・侵食性・機械特性が事故後の長期冷却性に影響を及ぼす可能性がある（MorL-L）</p>	<p>通し番号29のLOCA後挙動について、被覆管温度が設計基準事故時の制限1200℃を超える条件の評価項目については、まずはPIRTとは別途（例：個票）で整理したいと思います。</p>
3	24.01	PIRT PI	PIRT拡張	<p>・OECD/NEA の国際プロジェクトにおいてソースタームへの影響に関する検討が進められていることから、シビアアクシデントまでのソースタームを含む各種挙動について、記載を追加しておくことが望ましいと思いました。</p>	<p>Crコーティング被覆管のソースターム影響を明確にすることは、事故耐性を明確にするうえで重要と考えられ、知見を拡充したいと思います。</p> <p>被ばく関連の評価項目については、炉心燃料の安全設計以外のPIとして、別途（例：個票）で整理したいと思います。</p>
2	15.17	PIRT PI	PIRT拡張	<p>・放射性Crが冷却材中に溶出する可能性がある。</p>	<p>ご指摘の評価項目は通し番号3に記載しています。但し、コメントID13.07のご指摘を踏まえ別途（例：個票）で整理したいと思います。</p>

議論の進め方（案）

- [PI方針] 現行PWR燃料と同じ運用条件を前提として、
①欠陥のないCr被膜を付与することによる現行燃料との差分を洗い出すことから開始する。その後②Cr被膜に欠陥がある場合を整理し、これを土台として③運用高度化の影響を整理する。
 - 現行燃料からの差分の洗い出しのやり方
 - 洗い出しの順番(例:あるCr膜特性分類に着目⇒他分類へ展開)
- [PIRT拡張] PIRTに加え、PIRTとは別途（例：個票）で整理としているPIに関する質疑応答のうち、投票数の多かったものについて、上記①の議論を進める。
 - 個票に整理でよいか／整理のやり方
- [その他] ご指摘をいただいた回答案についてご紹介（アンケート分析エクセルに**緑色**で網掛け）。

第2回SWGの概要(1/2)

日時：2026年2月25日(水) 13:30-15:30

場所：AP新橋4階E室 および Web会議

参加者：29名（対面20名、Web9名）

議事摘要：

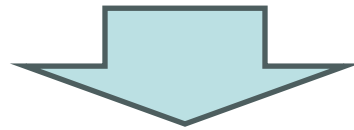
- PI（重要度事象の特定）に関する議論の進め方として、現行PWR燃料と同じ運用条件を前提として、①欠陥のないCr被膜を付与することによる現行燃料との差分を洗い出す、②Cr被膜に欠陥がある場合を整理する、③運用高度化の影響を整理する、方針が合意され、①から議論を進めた。
- 優先順位に従って、意見発信者から内容の説明、事務局から回答案を説明後、関連する内容について議論を実施した。その結果、まずDBA（設計基準事故）までの範囲でPIRT表を充実させることに関して参加者からの合意が得られた。一方、DEC（設計拡張事象）・SA（過酷事故）に関連する内容等のPIRT拡張に関する項目の整理方法は事務局で検討することとした。

トピックス的な議論：

- 意見の分類方法や今後のSWGの進め方について下記のような議論があった；
 - PIRTの整理方針はこれで良いが、データ取得のための実験は将来の運用高度化を見据えたものを行うべき
 - ボリュームと時間を考えて、「Cr膜の母材の特性・挙動への影響」という切り口で検討を進めてはどうか
 - 水化学の観点（停止時の環境条件での挙動、表面クラッドへの影響、Cr溶出等）での検討も重要
 - 事故時のCrとZrの共晶反応などどこまで扱うのか。米国での取扱など参考にできるのではないか。コーティングは製法の違いがあり、国内材のデータが必要
 - 設計条件を超える場合の課題等を報告書では見える形にしておくべき
 - PIRT拡張については、ATF-PFで議論の進め方を議論すべき

まとめとATF-PFへの提案

- PIに関する議論の進め方として、①Cr被膜に欠陥がない場合、②Cr被膜に欠陥がある場合、③運用高度化の整理、で議論することが合意された。
- DBAを越える条件での課題や実装化に向けた課題（製造・再処理等）などの整理方法は今後要検討。



- 第2回SWGでの議論を踏まえて、議論のとりまとめ方として、
 - ①DBAまでに係るPIはPIRT表
 - ②DEC・SAまでに係るPIは別表で整理する形にしてはいいかがか。