資料4-6

DRAFT

Cr-Zry SWGからのご報告（中間報告）

Cr-Zry SWG 事務局

ATF-PF 第3回全体会合
2026年7月28日

Cr-Zry SWGの概要

【体制】

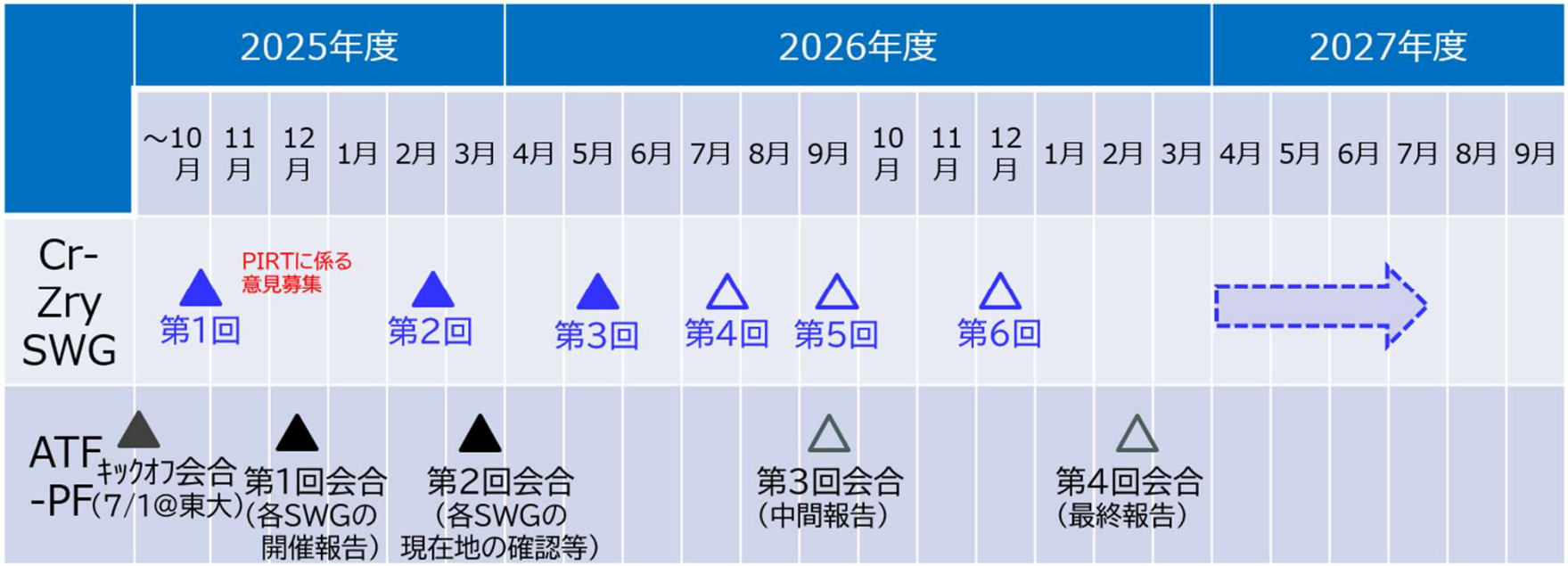
✓リード役：大阪大学牟田先生、事務局：MHI・JAEA

✓SWGメンバー：電力14名、メーカ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（5/29）、第4回（7/28）、第5回（9月予定）、第6回（12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。



本SWG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、**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 見直しの基本的進め方

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):

PI

- 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）
- 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

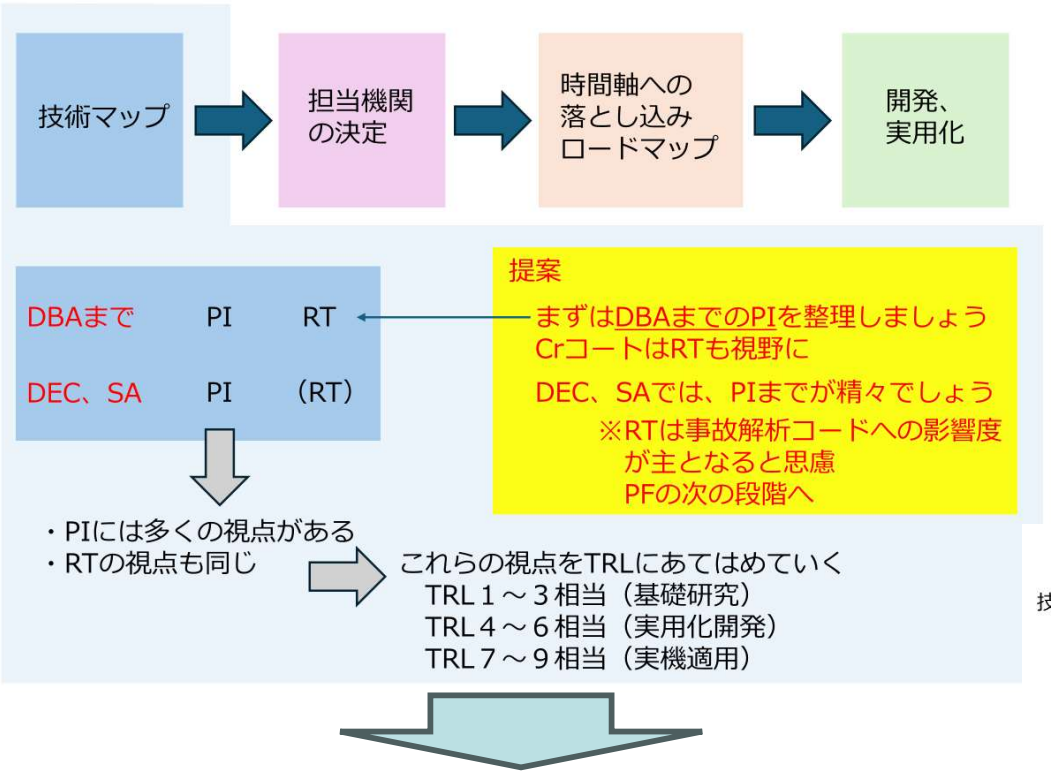
↓

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

第2回ATF-PFでの阿部先生の提案を受けての対応

開発の流れとATF-PFの位置



PFの所掌範囲の多軸性

- 燃料棒、燃料集合体、といった部材、部品
- 製造、輸送、使用、使用済燃料、再処理、処分といったLife
- 炉内運用、水化学、腐食、他機器への影響、安全
- 製造：工業生産性
- 規制基準、型式認証、民間規格
- 導入インセンティブ

PIの一例（LOCA基準、Crコート材）

技術レポート

部材		要求	基準値	他の基準との関連	考え方
燃料棒/冷やす機能/事故時	被覆管最高温度(PCT) 被覆管高温酸化量(ECR)	LOCA発生時に炉心の露出に伴い高温蒸気による酸化反応が進み，脆化した被覆管が，ECCSの注入による再冠水時の急冷時に生じる熱衝撃(引張)荷重に対して破断しないこと。	〔現行の判断基準値〕 (PCT)：1200℃ (ECR)：15%	・PCT/ECRの基準値の設定において，腐食減肉量及び水素吸収量の影響を考慮する。 ・確率論的安全性評価(PRA)，シビアアクシデント対策の有効性評価などでは，炉心損傷過程に関する知見が少ないことから，本項に示した被覆管最高温度(PCT)：1200℃の判断基準値を炉心損傷の判断基準として取り扱うことがある。	米国などではPCT 2200°F(1204℃)/ECR 17%を基準としている。 国内では15%のECR 基準値の設定に用いているB-J 式を評価においても用いている。一方，海外ではより現実的なCP式を用いている。また，リング圧縮試験から延性とECRの相関を評価する事例もある。 米国ではLOCA 基準の変更が検討されており，水素吸収量への依存性を考慮した基準値への変更とともに，次の要求の追加が検討されている。 ・温度評価におけるクラッド及び酸化膜の考慮 ・ペレット熱伝導率の燃焼に伴う低下の考慮 ・ブレイクアウェイ酸化の評価 漏えい燃料がLOCA時に破断した場合の炉心冷却阻害影響が近年の国内規制対応で論点となった。またOECD/NEA CSNIのWGFSの報告書及び米国の新LOCA基準の検討においては，漏えい燃料棒の本数は限定されるため，炉心の安全性に問題はないとの見解が示されている。

技術レポートはロバストな課題表としているが、部材や要求のレベルでの新規課題がある可能性もある
例：SiC被覆管の端栓、Cr材の水化学

1200℃、15%ECRはCrに適用できるのか？

1200℃はLOCA時の温度履歴からの知見

ECRはZryの水素脆化から⇒Cr材では使える考え方？

⇒Cr材でも同等と考えてよい
⇒確認は必要

基盤研究　TRL4～6
規制基準の検討　TRL7～9

⇒水素透過する？
⇒Crの変形能は十分？
⇒高温クリープは？
⇒界面割れは？

基礎研究（TRL1～3）

様々な視点
多様な意見

後の意見棄却は恐れない

整理学
RTやTRLへの連結

① DBAまでのPIの整理
② DBAまでのRTの整理
③ DEC・SAに係るPIの整理

上記それぞれについて、以下の順で検討

- 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の洗い出し
- Cr被膜に欠陥がある場合
- TRLとの紐づけ

第4回SWG以降の議論の進め方について

①PIの抜け漏れ確認：現行PIRT（＝**現行運用範囲（~DBA）**）のPIの抜け漏れが無い状態

- PIコメントについて、現行の運用範囲内か枠外か、どの技術分野へのコメントかを分析（以下のPI整理表参照）
- 現行PIに対するコメント反映を行う

PI再分析のイメージ【PI整理表】（RTも同様に再分析予定）

PIRT分類	コメント	技術分野					
		安全設計・評価（DBE, DBA）	安全設計・評価（炉心運用高度化）	DEC, SA	輸送・貯蔵	再処理	製造
PI追加	○○～	○					
	△△～			○			
	□□～				○		
R根拠補足	●●～		○				
	▲▲～	○					
…							

TRLまで分類できれば、先行照射までに対応すべき項目を特定できる

②RTの分析：現在得られている知見の整理・分析及び今後取得すべき知見の整理（～DBA）

- 本格的なRTコメント分析は第5回SWG以降※を想定（PIと同様の分析を予定）

③ TRL（技術分野）との紐付け：抜け漏れが無い状態のPI（~DBA）に対するTRL評価

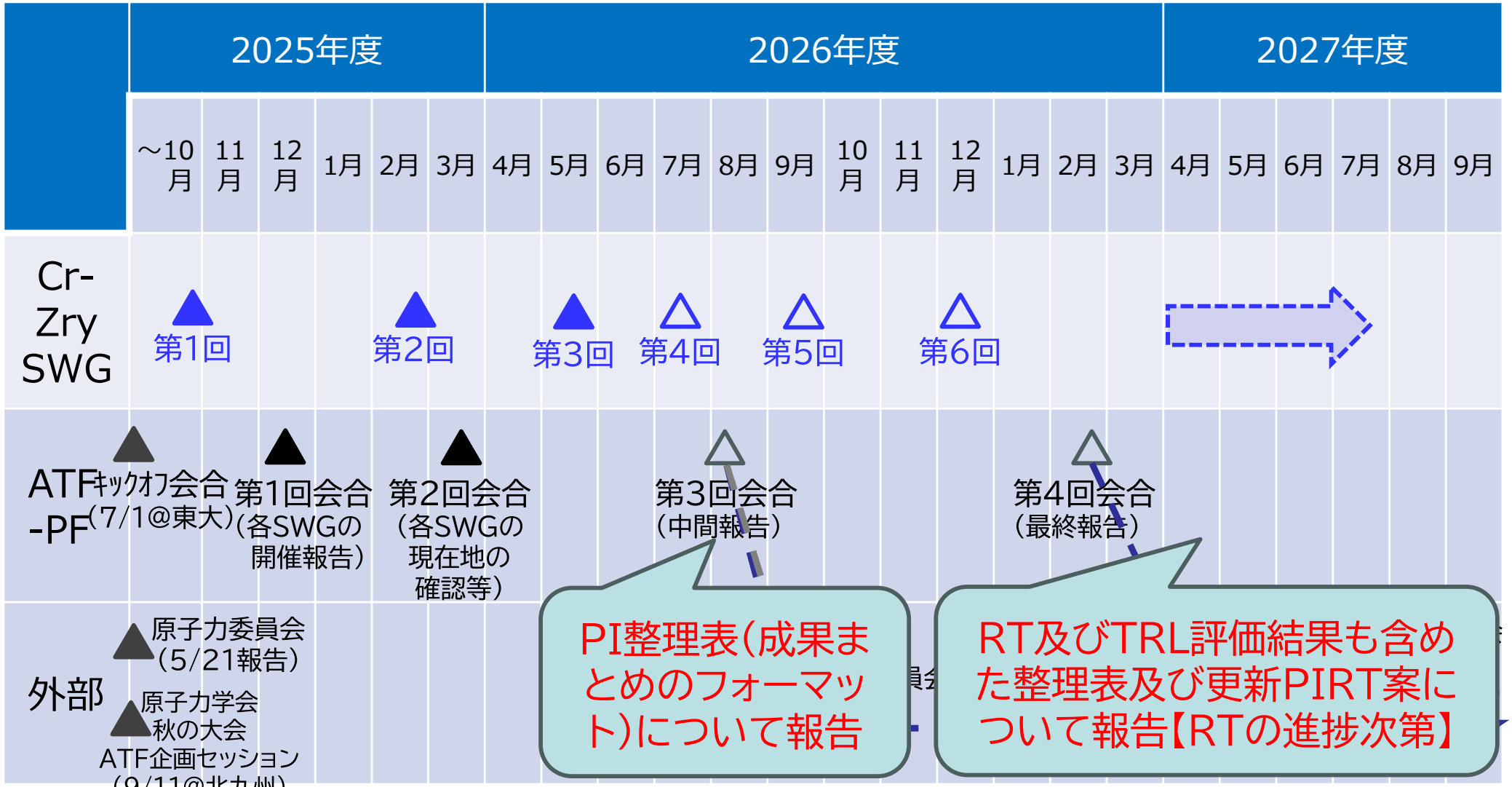
- 上記①のPIの抜け漏れ確認完了後、第5回SWG以降を想定

PI抽出：～DBA（DEC/SAについてはDBA範囲特定のためにアンケートのコメントを対象に議論）、
RT分析：～DBA、TRL評価：～DBA

⇨ **今年度に一定の成果をとりまとめる観点からDBAを重点化**

SWGとATFプラットフォームのスケジュール(案)

- 第3回SWG:PIコメント(～DBA 18件、第2回持ち越し1件【計19件】)に関し議論
- 第4回SWG:PI整理表の確認(～DBA)、PI残り【計14件】に関し議論
- 第5回SWG:RTコメントに関し議論及びRTの根拠について共有(勉強会)
- 第6回SWG:RTの確認、TRL評価の確認←第5回SWG後RT/TRL評価案を提示



第3回会合の開催概要

- **日時：** 2026年5月29日(金) 13:30–15:30
- **場所：** 東京大学工学部8号館226会議室 + Teams
- **主要議事：**
  1. 議事録確認、SWG運営に係る諸注意説明
  2. 第3回SWGの進め方の説明
  3. PIRT整理方針に関する説明
  4. アンケート意見に関する議論(参加者全員での意見交換)
- **SWGでの議論についてピックアップ：**
  - *Crコーティング被覆管へのECR適用性及び評価指標の考え方について議論が行われ、現行ECRメカニズムを踏まえたRTでの継続的な検討が必要との認識が共有された。*
  - *Cr-Zr化合物(Laves相)の生成とその影響について議論した。PIRTで対象とする劣化現象における条件範囲等について整理の必要性が共有された。*
  - *Cr被膜の微小割れが通常運転時及び事故時の腐食・酸化挙動へ及ぼす影響について議論した。*
  - *Cr被膜の欠陥の定義・分類及び機械特性への影響について議論し、欠陥形態を明確化した上で健全性評価を進める必要性が共有された。*

最終報告書：PIRTに関する意見募集コメント整理結果例

質問・コメント

回答

技術分野

投票数	ID	分類1	分類2	ご質問	回答	PIコメント再分析 安全設計・評価(DBE,DBA)	安全設計・評価(炉心運用高度化)	DEC, SA	輸送/貯蔵/ハンドリング	再処理	製造	前提条件/波及影響	方針/記載等
1	11.01	PIRT PI	PI方針	通し番「2」などの「外面腐食」に係るところで、クラッドなどを起点としたCr系の局部腐食生成物が発生した場合、その水溶性に対しての懸念はないでしょうか。減肉などの原因となりえるかもしれません。	ご指摘の懸念につきましては通し番号2（外面腐食）で整理します。	○	【分類の考え方】 ・安全設計・評価(DBE,DBA)...燃料(燃料棒/燃料集合体)について、運転時の安全評価(止める、冷 ・安全設計・評価(炉心運用高度化)...燃料について、炉心内での安全評価に直接関係するが、炉 ・DEC,SA...燃料が破損していく※領域に関係するもの ※ 燃料が破損しないことは求められていな ・輸送/貯蔵/ハンドリング...炉心内で使われない状況での燃料健全性・プラント安全性に関わるも ・再処理...再処理影響に関するもの ・製造...製造影響に関するもの ・前提条件/波及影響...核設計や被ばく評価等、燃料の安全評価に直接関係しないもの （燃料の安全評価のインプット、燃料の外側に波及する評価等） 【個票の考え方】 ・個票は知見(RT)の取得計画を詳細化するもの。 ・第2回SWGにおいて、安全設計・評価に関係しないものは個票でまとめるとしていた。 ➡コメントを技術分野に整理することとし、まとめ方は別途協議(例：各分野のPIRTを作成する等)						
	15.10	PIRT PI	PI方針	27.1, 27.2, 27.3: ECRは直接の評価項目として適当でない。	Crコーティング被覆管のLOCA時の酸化脆化、Cr-Zr中間層の形成、並びにCr被膜とグリッド材料との相互作用については、ご指摘のとおり現行ジルカロイのECRで評価できるものではありませんが、ECRを決める被覆管温度とその時刻歴が関連する評価項目として整理したいと思います。	○							
2	17.01	PIRT PI	PI方針	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 の燃焼度を目指すことを前提に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。 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。	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。 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。	-							
	8.01	PIRT PI	PI追加	①「Cr膜に欠陥がある場合」のグリッドフレッティング（通し番号6）では、フレッティングがCr被膜の剥がれを助長する可能性ありという記載があります。一方で、異物フレッティング（通し番号7）ではその記載がありません。この違いは、グリッドフレッティングと異物フレッティングのどういった違いに起因するのか、ご教示頂きたく。	異物フレッティング（通し番号7）についても、グリッドフレッティング（通し番号6）と同じく、フレッティングがCr被膜の剥がれを助長する可能性があることを追記致します。なお、この記載は、はがれたCr被膜が被覆管のフレッティングに影響する可能性あり、との米国PIRT記載を参考としたものです。	○	-	-	-	-	-	-	-
	9.08	PIRT PI	PI追加	・【番号2】注釈で記載されているクラッド付着起因のAOAは一つの評価項目に起こして整理することが望ましいと思います。	PIRTの項目は炉心燃料の安全設計に関する評価項目であり、燃料の損傷モードに関連しますが、AOAは損傷モードではないため、評価項目に起こすのではなく、通し番号2の評価において要すればAOAを考慮する、という整理がよいと思います。	○	-	-	-	-	-	-	-
	9.10	PIRT PI	PI追加	・【番号9.2】Cr-Zr化合物が生成されることもあるかと思いますが、Cr-Zr界面反応後の外側のCr膜がはがれたときの影響（Cr-Zr化合物が炉水に触れたときの影響）は確認する必要はないでしょうか？	Cr-Zr化合物が炉水に触れた時の影響として、耐食性への影響を考慮し、通し番号2のCr被膜に欠陥がある場合の欄にご指摘の旨を追記します。	○	-	-	-	-	-	-	-
	9.11	PIRT PI	PI追加	・【番号12】DNBRの評価項目に対して、Cr膜の材料特性・挙動には表面粗さだけが抽出されていますが、熱伝導の観点で考慮する必要はないでしょうか？	通し番号12の表面粗さは熱伝達への影響を考慮して記載していたので、その旨を追記します。	○	-	-	-	-	-	-	-
	10.01	PIRT PI	PI追加	Cr膜をつけることによってZryとは異なることが起こらないのかという点でのコメントを下記に示します。 ・Cr膜に微小な割れが発生した場合、通常運転時の腐食挙動に影響を与えないのか、具体的にはCr膜が割れた部位において局所腐食など部分的に腐食が進行することがないのか。また、LOCA等の事故時の高温酸化挙動においても局所的に参加が進み水素発生し水素化が加速することなどないのか。水素発生量についてもZryの場合より増えるということはないのか。	Cr被膜に割れなどの欠陥がある場合、次の評価項目のCr被膜に欠陥がある場合の列で整理したいと思います。 ・通常運転時の局所腐食については、通し番号2 ・LOCA時等の局所高温酸化については、通し番号16.1, 21.4, 27.1, 29.2, 30, 32.2 ・[RT]LOCA時等の被覆管の水素化は、被覆管の酸化が進んでいない箇所で高温水蒸気の水素分圧が高くなると加速するため、Cr被膜割れ位置での局所酸化の影響はないと考えています。 ・[RT]LOCA時等の水素発生量については、Cr被膜の割れの頻度によっては増加する可能性があるため、関連個所に追記します。	○	-	-	-	-	-	-	-
	15.04	PIRT PI	PI追加	12, 16.1, 16.2, 20:Cr被膜の照射に伴う表面性状（濡れ性等）が従来材酸化膜表面と異なり、伝熱挙動に影響を及ぼす可能性がある。(M-L)	Cr被膜の割れが伝熱特性に影響する可能性について、通し番号12、16.3(新規)、20に追記します。	○	-	-	-	-	-	-	-
	15.05	PIRT PI	PI追加	12, 16.1, 16.2, 20PIRT右:微細な欠陥が表面性状（濡れ性等）を介して、照射効果と相まって伝熱挙動に影響を及ぼす可能性がある。(M-L)	Cr被膜の割れが伝熱特性に影響する可能性について、通し番号12、16.3(新規)、20に追記します。	○	-	-	-	-	-	-	-

最終報告書：PIRT修正版の例

Cr被膜が健全な場合

Cr被膜に欠陥がある場合

通し番号	部材、機能要求、条件	評価項目	具体的な考え方	Cr膜の材料特性・挙動	被覆管外面のCrコーティングが燃料挙動に影響する可能性	影響レベル　（性能向上：赤字） H:影響が明確 M:影響が有意となる可能性あり L:影響なし、または定性的に影響が軽微	知識レベル H:評価モデル設定が可能 M:影響評価は可能だが、データ拡充が必要 L:評価に必要なデータが限定的	個票	被覆管外面のCrコーティングの欠陥（製造時及び使用中の割れ、はがれ）が燃料挙動に影響する可能性	影響レベル H:影響が明確 M:影響が有意となる可能性あり L:影響なし、または定性的に影響が軽微	知識レベル H:評価モデル設定が可能 M:影響評価は可能だが、データ拡充が必要 L:評価に必要なデータが限定的
1	燃料棒/閉込め機能/通常運転時	燃料棒内圧	被覆管の内圧が上昇し、内外圧力差による通常運転時の外向きのクリープ変形で被覆管が破損しないこと。 (被覆管の外向き変形によるペレットと被覆管のギャップの増加によって燃料中心温度が上昇しペレットの溶融を生じないこと。)	1.クリープ、脆れ・破裂	Cr被膜のクリープ特性が従来の被覆管材料（Zr合金）と異なることにより、Cr被膜が被覆管のクリープ強度に影響する可能性がある。	L-M:薄いCr被膜による被覆管全体のクリープ強度への影響は軽微と予想されるが、Zrよりもクリープしにくいcr被膜による被覆管全体の外向きのクリープ抑制が期待される。	M:炉外試験データより、Cr被膜は被覆管の熱クリープを抑制する傾向を示した。 Cr被膜による被覆管のクリープ抑制効果を定量的に確認するためには、照射データを取得する必要がある。	001	Cr被膜が被覆管のクリープを抑制する場合、Cr被膜の欠陥位置でクリープ変形が進む可能性がある。	M:Cr被膜の欠陥が局所的に発生し、その位置で局所的にクリープが進展する場合、影響が有意となる可能性がある。	M:Cr被膜の欠陥による局所的なクリープへの影響を定量的に確認するためには、試験データを取得する必要がある。
2	燃料棒/閉込め機能/通常運転時	被覆管外面腐食による減肉 (通常運転時の酸化膜厚)	通常運転時において被覆管外面の腐食による被覆管母材部の減肉が進み、貫通性の損傷に至らないこと。 ※クラッド付着に伴う局所熱障壁の影響、及び出力分布歪にともなう局所出力増加の影響についても考慮する必要がある。クラッド付着に起因して燃料棒の線出力密度が局所的に増加するまでの現象はAOA 又は CIP と呼ばれる。	2.腐食・水素吸収、酸化	Cr被膜の耐食性が従来の被覆管材料（Zr合金）と異なることにより、Cr被膜が被覆管外面の耐食性に影響する可能性がある。	H:Cr被膜の従来材（Zr合金）よりも高い耐食性が期待される。	M:炉外試験データより、Cr被膜により被覆管の腐食増量がほぼゼロになった。 Cr被膜による耐食性の向上効果を定量的に確認するためには、照射データを取得する必要がある。	004	Cr被膜の欠陥位置で耐食性が低下し、腐食が局所的に進む可能性がある。	M:Cr被膜の欠陥位置で局所的に腐食が進展する場合には、被覆管の強度評価に影響する可能性がある。	L:Cr被膜の欠陥による局所的な耐食性への影響はデータ不足により不明であるため、試験データを取得する必要がある。
3	燃料棒/閉込め機能/通常運転時	被覆管外面腐食による減肉 (通常運転時の酸化膜厚)	通常運転時において被覆管外面の腐食による被覆管母材部の減肉が進み、貫通性の損傷に至らないこと。	8.その他の特性	**Crが溶出**し放射化して被ばく評価に影響する可能性がある。	M:Crの溶出が有意である場合、被ばくが増加する方向になる可能性がある。	L-M:Cr被膜の溶出を定量的に把握するためには、試験データを取得する必要がある。	-	(なし)	-	-
4	燃料棒/閉込め機能/通常運転時	被覆管水素吸収	通常運転時の被覆管の水素吸収によって延性が大幅に低下し、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に想定される熱応力などの負荷に対して被覆管に貫通性の損傷が生じることがないこと。	2.腐食・水素吸収、酸化	Cr被膜の腐食に伴う水素発生及び水素吸収が従来の被覆管材料（Zr合金）と異なることにより、Cr被膜が被覆管の水素吸収に影響する可能性がある。また、Cr被膜により水素吸収率が変化し、腐食量に基づく水素吸収量の評価に影響する可能性がある。	H:Cr被膜の従来材（Zr合金）よりも高い耐食性により、水素発生及び吸収の抑制が期待される。	L-M:Cr被膜による腐食に伴う水素発生及び吸収の抑制効果を定量的に確認するためには、試験データを取得する必要がある。	005	Cr被膜の欠陥位置で耐食性が低下し、局所的に水素吸収が進む可能性がある。 また、はがれ位置の被覆管外面温度が低下することにより、局所的に水素が集積する可能性がある。	M:Cr被膜の欠陥位置で局所的に腐食及び水素吸収が進展する場合には、被覆管の強度評価に影響する可能性がある。	L:Cr被膜の欠陥による局所的な水素吸収への影響はデータ不足により不明であるため、試験データを取得する必要がある。
5	燃料棒/閉込め機能/通常運転時	被覆管コラプス	外圧支配のクリープ変形が進み被覆管がコラプスしないこと。	1.クリープ、脆れ・破裂	Cr被膜のクリープ特性が従来の被覆管材料（Zr合金）と異なることにより、Cr被膜が被覆管のクリープ強度に影響する可能性がある。	L-M:薄いCr被膜による被覆管全体のクリープ強度への影響は軽微と予想されるが、Zrよりもクリープしにくいcrが被覆管全体のクリープを抑制する可能性もある。	M:炉外試験データより、Cr被膜は被覆管の熱クリープを抑制する傾向を示した。 Cr被膜による被覆管のクリープ抑制効果を定量的に確認するためには、照射データを取得する必要がある。	002	Cr被膜が被覆管のクリープを抑制する場合、Cr被膜の欠陥位置でクリープ変形が進む可能性がある。	M:Cr被膜の欠陥が局所的に発生し、その位置で局所的にクリープが進展する場合、影響が有意となる可能性がある。	M:Cr被膜の欠陥による局所的なクリープへの影響を定量的に確認するためには、試験データを取得する必要がある。
6	燃料棒/閉込め機能/通常運転時	被覆管 フレッティング摩耗減肉	被覆管と接触する構成部材(グリッド)とのフレッティング摩耗で貫通性の損傷を生じないこと。 ・燃料の流動不安定振動が生じないこと。 ・通常の流動下での燃料棒、燃料集合体のランダムな振動による被覆管のフレッティング摩耗によって、寿命を通じて貫通性の損傷が生じないこと。	3.耐摩耗性・硬さ	Cr被膜の耐摩耗性が従来の被覆管材料（Zr合金）と異なることにより、被覆管外面の耐摩耗性に影響する可能性がある。	H:Cr被膜の従来材（Zr合金）よりも高い耐摩耗性が期待される。	L-M:硬さ試験データより、Cr被膜はZr基材よりも硬かった。 Cr被膜による耐摩耗性の向上効果を定量的に確認するためには、試験データを取得する必要がある。	003	Cr被膜がはがれた被覆管の基材が直接グリッドの被覆管支持部（スプリング、ディンプル）と触れる場合、Cr被膜による耐摩耗性が失われる可能性がある。 また、フレッティングがCr被膜のはがれを助長する可能性がある。	M:Cr被膜のはがれが十分に大きい場合、フレッティング摩耗が進展する可能性がある。 M:フレッティングがCr被膜のはがれを助長する可能性がある。	L:実際にCr被膜に生じ得るはがれの大きさを定量的に確認するためには、試験データを取得する必要がある。 L：フレッティングがCr被膜のはがれを助長するかどうかを確認するためには、試験データを取得する必要がある。
7	燃料棒/閉込め機能/通常運転時	被覆管 フレッティング摩耗減肉	燃料に混入した異物とのフレッティング摩耗によって、被覆管に貫通性の損傷が生じないこと。	3.耐摩耗性・硬さ	Cr被膜の耐摩耗性が従来の被覆管材料（Zr合金）と異なることにより、被覆管外面の耐摩耗性に影響する可能性がある。	H:Cr被膜の従来材（Zr合金）よりも高い耐摩耗性が期待される。	L-M:硬さ試験データより、Cr被膜はZr基材よりも硬かった。 Cr被膜による耐摩耗性の向上効果を定量的に確認するためには、試験データを取得する必要がある。	003	Cr被膜がはがれた被覆管の基材が直接グリッドやディンプルと触れる場合、Cr被膜による耐摩耗性が失われる可能性がある。	M:Cr被膜のはがれが十分に大きい場合、フレッティング摩耗が進展する可能性がある。	L:実際にCr被膜に生じ得るはがれの大きさを定量的に確認するためには、試験データを取得する必要がある。
8	燃料棒/閉込め機能/通常運転時	被覆管の局所水素化による貫通性損傷 (製造要因による内外面水素化)	被覆管の内面又は外面から水素化物の析出と進展が生じ、それによって貫通性の損傷が生じないこと。	2.腐食・水素吸収、酸化	Cr被膜の局所的な水素吸収の要因が従来の被覆管材料（Zr合金）と異なることにより、被覆管の局所的な水素吸収について新たな要因が挙げられる可能性がある。（なお、被覆管内面についてはCr被膜がないため影響はないと考えられる。）	L:Cr被膜には、Zr合金へのNi付着による局所水素化のような懸念（知見）は見当たらない。	-	-	Cr被膜の欠陥位置で耐食性が低下し、局所的に水素吸収が進む可能性がある。 また、はがれ位置の被覆管外面温度が低下することにより、局所的に水素が集積する可能性がある。	M:Cr被膜の欠陥位置で局所的な水素吸収及び水素集積が進展する場合には、被覆管の強度評価に影響する可能性がある。	L:Cr被膜の欠陥による局所的な水素吸収及び水素集積への影響はデータ不足により不明であるため、試験データを取得する必要がある。
9.1	燃料棒/閉込め機能/通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時	被覆管歪 (PCMI)	運転時の異常な過渡変化時にペレットの発熱量増加に伴う熱変形によって被覆管に円周方向の引張歪が増大することで、被覆管に貫通性の損傷が生じないこと。	4.強度・延性	Cr被膜の延性が従来の被覆管材料（Zr合金）と異なることにより、	L-M:薄いCr被膜による被覆管全体の機械特性への影響は軽微と考えられる。Cr被膜は硬く延性を低下させる方向だが、Cr被膜は基材に比べて薄く、歪基準の基礎となる引張試験結果への影響も小さいと想定される。	M:未照射材の引張試験データより、Cr被膜による被覆管の機械特性への影響はほとんどなかった。 Cr被膜による被覆管の機械特性への影響を定量的に確認するためには、照射材の試験データを取得する必要がある。	006	Cr被膜の欠陥位置の強度が局所的に低下する可能性がある。	M:Cr被膜の欠陥が局所的に発生し、その位置で局所的に変形が進展する場合、影響が有意となる可能性がある。	M:Cr被膜の欠陥による局所的な変形への影響を定量的に確認するためには、試験データを取得する必要がある。
9.2	燃料棒/閉込め機能/通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時	被覆管歪 (PCMI)	運転時の異常な過渡変化時にペレットの発熱量増加に伴う熱変形によって被覆管に円周方向の引張歪が増大することで、被覆管に貫通性の損傷が生じないこと。	8.その他の特性	また、**Cr被膜とZr基材との界面反応**により、Cr被膜が被覆管の延性に影響する可能性がある。	M:Cr-Zr界面での中間相の形成により、被覆管が脆化する可能性がある。	L-M:Cr-Zr界面反応による中間層形成による機械特性への影響を定量的に確認するためには、試験データを取得する必要がある。		(なし)	-	-
10	燃料棒/閉込め機能/通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時	被覆管応力	通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に被覆管に働く種々の応力の合応力が過大となることで、被覆管に貫通性の損傷が生じないこと。	4.強度・延性	Cr被膜の強度が従来の被覆管材料（Zr合金）と異なることにより、Cr被膜が被覆管の強度に影響する可能性がある。	L:薄いCr被膜による被覆管全体の機械特性への影響は軽微と考えられる。Cr被膜は硬く強度を増加させる方向だが、仮に50μmのCr膜厚分が減肉したと想定しても、現在の腐食による減肉影響相当であり、応力増加は10%未満である。	M-H:定性的には影響は軽微といえるが、Cr被膜による被覆管の機械特性への影響を定量的に確認するためには、試験データを取得する必要がある。	-	Cr被膜の欠陥位置の強度が局所的に低下する可能性がある。	M:Cr被膜の欠陥が局所的に発生し、その位置で局所的に強度が低下する場合、影響が有意となる可能性がある。	M:Cr被膜の欠陥による局所的な強度低下への影響を定量的に確認するためには、試験データを取得する必要がある。

まとめ

- 今後の議論の進め方として、下記の順で整理することを確認
  - ① DBAまでのPIの整理
  - ② DBAまでのRTの整理
  - ③ DEC・SAに係るPIの整理

- 上記それぞれについて、以下の順で検討
  - 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の洗い出し
  - Cr被膜に欠陥がある場合
  - TRL(技術分野)との紐づけ

- 最終報告書には以下を成果として記載予定
  - PIRTに関する意見募集コメント整理表
  - PIRT修正版
  - SWGでの議論のトピックス整理(表)
  - 中間報告:第4回SWGまでで、上記①の項目まで議論・コメント整理表・PIRT修正版のドラフト作成終了。引き続き②DBAまでのRTの議論・整理、③DEC・SAに係るPIの議論・整理を進める
  - ・・・・・