

2023年9月12日

日本原燃株式会社  
日本原子力発電株式会社  
四国電力株式会社  
中国電力株式会社  
北陸電力株式会社

## 「放射能評価プログラム誤り事象」に係る不適合管理等の状況および 類似事象の再発防止に向けた取組みについて

### 1. はじめに

2023年2月7日および7月3日の面談においてご報告したとおり、日本原燃は日本原子力発電・敦賀発電所、中国電力・島根原子力発電所、四国電力・伊方発電所および北陸電力・志賀原子力発電所より、低レベル放射性廃棄物検査装置（以下、「検査装置」）で使用している均質・均一固化体用の放射能評価プログラムに誤りがあることを確認した旨の連絡を受けた。

今回発生した放射能評価プログラム誤り事象は、その事象に起因して廃棄体の放射能が適切に評価されなかったものであり、日本原燃における廃棄物埋設事業の信頼性に影響するものである。こうした事象の発生は、2017年に発生した検査装置における放射能濃度測定装置の不具合（スライス欠損事象）に続き二度目であり、日本原燃は、本事象の発生が廃棄物埋設事業の根幹に関わる重大な問題であると受け止めている。

日本原燃では、保安規定および「CAP システム要則」に基づく本事象の不適合処置については、1号埋設設備の埋設放射エネルギーの保守的な暫定値への置換えを終了するなどの処置を進めており、2023年9月末までに完了できるよう取組んでいる。

また、日本原燃では、本事象の再発防止を図るための是正処置として、日本原燃が電力に対して廃棄物確認監査を行う上で必要な基本的指標を定めた「監査ガイドライン」を改正し、これに基づき電力に対して厳格な監査を実施しているところである。

本資料では、2023年8月10日に実施した面談において頂いたコメントを踏まえ、各社における本事象に係る不適合管理等の状況を整理するとともに、本事象の発生原因を踏まえて実施している類似事象の再発防止に向けた取組みについて述べる。

### 2. 本事象に係る不適合管理等の状況

日本原燃および4電力では、各社の不適合管理ルールに則り、不適合管理等を実施している。以下では、日本原燃および4電力における不適合管理等の状況を整理する。

これらの不適合管理等の進捗状況については、各社におけるCAP活動に係る会議体等を通じ、日本原燃および各発電所における規制事務所に対して適時・適切に情報提供を行い、確実に処置を完了する。

【添付資料(1)】

(1) 日本原燃における不適合管理等の状況

日本原燃における不適合管理等（不適合処置、是正処置、N-CAQ 処置）の状況を表 1 に示す。

日本原燃は、プログラム誤りのあった均質・均一固化体用の放射能評価プログラムを不適合管理の対象としており、その処置として、本事象の影響を受ける文書の特定、識別表示および識別表示した文書等の放射能濃度等の修正を実施中であり、9 月末までに処置を完了する。また、本不適合に係る是正処置として、本事象の発生原因を踏まえて「監査ガイドライン」を 2023 年 8 月 15 日に改正しており、これ以降は改正した「監査ガイドライン」に基づき厳格に監査を行っている。

日本原燃では、4 電力より報告を受けたプログラム検証の結果等について、2023 年 6 月 5 日および 6 月 6 日に行った 4 電力に対する特別監査において、4 電力から提示された記録に基づき、充填固化体用の放射能評価プログラムは均質・均一固化体用の放射能評価プログラムからは独立していること、および、充填固化体用の放射能評価に影響を与える誤りがないことを確認していることを踏まえ、充填固化体の放射能は正しく評価されることを確認した。

本プログラム検証は、本来、4 電力が放射能評価プログラムを含む検査装置の導入時において、メーカーに対して放射能評価プログラムの評価方法の考え方等を示した資料と、当該プログラム内部の分岐に対する検証の実施を要求し、その結果を確認した上で放射能評価プログラムの妥当性確認を行う必要があった。しかしながら、4 電力は当時メーカーに対してそのような資料の提出を要求しておらず、その結果、計算処理内容の把握およびメーカーに対する必要な検証の要求ができなかったことから、4 電力はその代替措置として本プログラム検証を実施し、充填固化体用の放射能評価プログラムに誤りがないことを確認した。

いっぽう、日本原燃は 2023 年 7 月 3 日に行った面談の結果等を踏まえ、4 電力およびメーカーがそれまでに行っていたプログラム検証の結果に対し、埋設事業者として独自に検証および妥当性確認（V&V）を実施することの必要性を認識し、充填固化体用の放射能評価プログラムについて V&V を実施するための CR 登録を行った。本 CR に関し、日本原燃はそれまでに充填固化体の申請データに誤りはないことを確認しているため、本 CR は日本原燃におけるパフォーマンス改善会議（PIM）において N-CAQ と判断しており、日本原燃はその処置として、当該放射能評価プログラムを使用する伊方・島根・志賀の 3 発電所に対し、充填固化体用の放射能評価プログラムが健全であること、および、実計算によって申請データが正しいことを実証するよう、依頼を発出した。

この依頼に基づき 3 発電所が実施するプログラム健全性および申請データの実証に係る確認結果については、日本原燃がその妥当性を確認し、規制事務所に対して遅滞なく報告を行う。

表 1 日本原燃における不適合管理等の状況

プログラム	区分	処置項目	処置期限
均質・均一 固化体用 の放射能 評価プロ グラム	不適合処置 (不適合の修正)	①事象の影響範囲の明確化 ②1号埋設設備の埋設放射エネルギーを保守的な暫定値に置換え、管理データとして使用することを業務管理文書に定める ③本事象の影響を受ける文書の特定、識別表示 ④識別表示した文書等の放射能濃度等の修正	①完了 (2/7) ②完了 (3/1) ③2023/9/E ④2023/9/E
	是正処置 (不適合の是正)	①監査ガイドラインの改正	①完了 (8/15)
充填固 体用の放 射能評価 プログラム	N-CAQ 処置	①充填固化体用の放射能評価プログラムの健全性確認や実機プログラム修正などの検討を依頼する文書の発出 (検討事項：a～c) a. メーカにおける充填固化体用の放射能評価プログラムの修正およびプログラム検証 b. 発電所における充填固化体用の放射能評価プログラムの修正およびプログラム検証 c. 充填固化体用の放射能評価プログラムの健全性に係る確認結果のまとめ	①完了 (8/3) (a.の処置期限) ・志賀：完了 (8/25) ・島根：9/E (※) ・伊方：9/E ※ 申請データ実証は 8/31 に完了

(2) 4 電力における不適合管理等の状況

4 電力は、均質・均一固化体用の放射能評価プログラム誤りに関する不適合管理として、表 2 に示すとおりソフト対策（調達管理手順の見直し等）およびハード対策（プログラムの修正または検査装置の除却・新設）を実施中である。4 電力におけるソフト対策については 2023 年 9 月末までにすべての処置が完了できる見込みであり、ハード対策については電力各社において 2023 年度内を目途に処置を終えられるよう取組む。

表 2 4 電力における不適合処置等の完了時期

機関	対策区分	対策項目	完了時期 (予定)
日本原電	ソフト対策	・影響廃棄体の特定／再評価 ・検査装置の設置／改造等の調達事項の明確化 ・当該メーカの実施する是正処置の確認	完了 (7/27) 2023 年 9 月末 2023 年 9 月末
	ハード対策	・プログラムの使用禁止措置 (※1)	完了 (1/27)
四国電力	ソフト対策	・影響廃棄体の特定／再評価 ・検査装置の設置／改造等の調達事項の明確化 ・当該メーカの実施する是正処置の確認	完了 (7/27) 完了 (8/21) 2023 年 9 月末
	ハード対策	・放射能評価プログラムの修正 (※2)	2024 年 3 月末
中国電力	ソフト対策	・検査装置の設置／改造等の調達事項の明確化 ・当該メーカの実施する是正処置の確認	完了 (7/31) 2023 年 9 月末
	ハード対策	・放射能評価プログラムの修正 (※2)	2024 年 3 月末
北陸電力	ソフト対策	・検査装置の設置／改造等の調達事項の明確化 ・当該メーカの実施する是正処置の確認	完了 (7/28) 2023 年 9 月末
	ハード対策	・放射能評価プログラムの修正 (※2)	2024 年 3 月末

※1 プログラム修正は行わず、現在保有している検査装置を除却し、新規の検査装置を導入する予定。

※2 均質・均一固化体用および充填固化体用の放射能評価プログラムのワーニング要因の除去を予定。改修スケジュール、発電所間の優先順位について要調整

4 電力は、充填固化体用の放射能評価プログラムに関しては、以下に示す理由により、本事象の影響を受けることがないことを確認済みである。しかしながら、充填固化体用の放射能評価プログラムにもワーニングの要因は存在しているため、当該放射能評価プログラムを使用する3発電所（伊方・島根・志賀）では、日本原燃から発出された依頼に基づき CR 登録を行い、その処置として充填固化体用の放射能評価プログラムの健全性確認を実施し、実計算により申請データが正しいことの実証を行っているところである。

- ✓ 充填固化体用の放射能評価プログラムは均質・均一固化体用の放射能評価プログラムとは異なり、独立したものであること。
  - ✓ プログラム検証の結果、充填固化体用の放射能評価プログラムは想定どおりに処理され、プログラム誤りがないことを確認できたこと。
  - ✓ 充填固化体用の放射能評価プログラムの健全性確認（※）の状況から、志賀・島根の廃棄体全数の申請データ（Co-60, Cs-137）について、正しいものであることが実証できていること。
- （※）日本原燃は、当該放射能評価プログラムを使用する3発電所に対し、以下の検討を依頼した。現在①を実施中であり、志賀では8月25日に、島根では8月31日に申請データの実証を完了し、伊方では9月15日に完了予定である。本検討に関し、志賀・島根の充填固化体用の放射能評価プログラムに対して実施したプログラム検証の結果を表3に示す。
- ①メーカーにおける充填固化体用の放射能評価プログラムの修正およびプログラム検証
  - ②発電所における充填固化体用の放射能評価プログラムの修正およびプログラム検証
  - ③充填固化体用の放射能評価プログラムの健全性に係る確認結果のまとめ

3 発電所では均質・均一固化体用の放射能評価プログラムの修正に合わせ、充填固化体用の放射能評価プログラムの修正を実施する。3 発電所におけるプログラムの修正後、日本原燃は後述するとおりこれらの発電所に対して特別監査を実施し、プログラム検証の妥当性等を厳格に確認する。

表3 メーカーにおける充填固化体用の放射能評価プログラムの修正・プログラム検証の結果  
(志賀・島根)

検証内容	検証結果
・放射能評価プログラムのソースコード内に存在するワーニング要因の除去	・除去済み
・ワーニング要因除去後のコンパイルチェック	・ワーニングの発生なし
・ワーニング要因除去前後の放射能評価プログラムへの模擬データ入力および放射能計算	・出力値に差異なし
・ワーニング要因除去前後の放射能評価プログラムへの実機の廃棄体データ（今年度搬出予定分の廃棄体のデータ）の入力および放射能計算	・出力値との帳票結果との間に差異なし

### 3. 類似事象の再発防止に向けた取組み

#### (1) 本事象の発生原因および再発防止対策

本事象の発生原因について、日本原燃、4 電力および当該メーカーにおいてそれぞれ調査・分析等を実施のうえ特定し、発生原因を踏まえて再発防止対策を検討した。

#### 【添付資料(2)】

各機関において特定した本事象の発生原因および再発防止対策を表4に示す。各機関においてこれらの再発防止対策を確実に実施することにより、以下の効果を期待することができ、将来における類似事象の発生を未然防止し得る。

- ・ 日本原燃における「監査ガイドライン」の改正（実施済み）
  - ➡ 日本原燃は、今後全電力に対して実施する電力自主検査に対する監査において、電力が行う検査装置の設置、改造に際してなされたプログラム検証の範囲が、プログラム誤りを防ぐ上で十分なものであるかを厳格に確認する
- ・ 4 電力における調達に係る規定の見直し（9 月末までに 4 電力とも実施予定）
  - ➡ 4 電力は、プログラムの導入・更新のために発注メーカーに対して調達を行う場合、購入仕様書等において確実に設備図書の提出、全分岐処理の評価方法の検証等をメーカーに対して要求し、検収時にこれらの要求事項に照らして確認する
- ・ 当該メーカーにおける計算機プログラムの管理に係る規定の見直し（実施済み）
  - ➡ 当該メーカーは、今後プログラムを作成・更新しようとする場合、全ケースでのプログラム検証やコンパイル時のワーニング処置等を確実にを行う

## (2) 類似事象の再発防止に向けた取組み

1. に述べたとおり、日本原燃は、本事象の発生が廃棄物埋設事業の根幹に関わる重大な問題であると受け止めており、類似事象の再発を繰り返さないために、各機関における再発防止対策の進捗状況の把握に努め、確実に実施されることを確認するとともに、本事象の発生原因および再発防止対策を全電力に周知徹底し、発電所での監査等を通じ、類似事象の未然防止を図っていく。

(1)に示した再発防止対策については、今回発生した不適合事象の是正処置として講じたものであるが、以下に示すとおり、4 電力における類似事象の再発防止および 4 電力以外の電力における類似事象の未然防止の観点から十分なものである。

### 1) 4 電力における類似事象の再発防止

4 電力では、2023 年 7 月 3 日および 8 月 10 日の面談においてご報告したとおり、各発電所が有する放射能評価プログラムに対して検証を実施し、これまで報告した以外のプログラム誤りがないことを確認している。

日本原燃および当該メーカーにおいては、本事象の発生原因を踏まえた再発防止対策を実施済みであり、4 電力においても 2023 年 9 月末までに実施済みとなる予定である。これらの再発防止対策の完了により、今後の類似事象の再発防止に向け、①当該メーカーによるセルフチェック、②当該メーカー⇔4 電力および③4 電力⇔日本原燃での相互チェックが図られる仕組みが整うこととなる。

日本原燃は、今後、均質・均一固化体用および充填固化体用の放射能評価プログラム修正を行う 3 発電所（伊方・島根・志賀）に対し、改正した「監査ガイドライン」に基づきプログラム修正後に特別監査を実施し、プログラム検証の範囲がプログラム誤りを防ぐ上で十分なものであるかを含め、プログラム検証の結果および妥当性を改めて厳格に確認することとする。

また、日本原燃は、3 発電所に対する特別監査の終了後、本事象に係る是正処置の実効性を評価し、関連する記録の作成・管理に努める。

### 2) 4 電力以外の電力における類似事象の未然防止

各電力における現状の調達管理では、各発電所における保安規定や品質マネジメントシステムに基づき、調達製品の重要度に応じた調達先の技術評価、調達要求事項（調達製品の設計、工事、検証、提出文書等）等を定め、その時の状況や知見を踏まえた調達管理を行っている。このため、各電力が放射能評価プログラムを設置または改造する場合において、本事象に類似するプログラム誤りが発生することは考えにくいものの、さらに以下の措置を講じ、4 電力以外の類似事象の未然防止を図る。

日本原燃において改正した「監査ガイドライン」は、全電力に対して日本原燃が行う監査に適用するものであるため、4 電力以外の電力においても廃棄体の自主検査に係る規定類の見直しを図られることとなり、その結果、当該メーカ以外のメーカに対する購入仕様書等においても、4 電力における要求事項と同様に設備図書の提出やプログラム検証の実施等が要求事項として明記されていくこととなる。

日本原燃は、「監査ガイドライン」に基づき、2023 年 8 月より全電力に対して順次監査を実施しており、「監査ガイドライン」に照らして不足等が確認された発電所に対し、調達管理プロセスの改善を求める要望事項を提示している。

このため、今後、日本原燃が「監査ガイドライン」に基づき厳格な監査を実施することは、全電力における検査装置の設置または改造に際してなされるプログラム検証の範囲がプログラム誤りを未然防止する上で十分なものである。

表 4 各機関において特定した本事象の発生原因および再発防止対策

機関	発生原因	再発防止対策
日本原燃	<ul style="list-style-type: none"> <li>過去の不具合対応のほか、これまでの検査装置の機能確認や自主検査監査を通じて、各発電所における検査装置が健全であるとの認識があった。</li> <li>過去の是正処置により「監査ガイドライン」に規定した「検査装置の新規設置、改造時に電力が実施する検証」の確認内容について、プログラム検証の範囲がプログラム誤りを防ぐ上で十分かといった視点が不足していた。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>「監査ガイドライン」を改正し、今後日本原燃が実施する電力自主検査に対する監査において、検査装置の設置、改造に際してプログラム検証の範囲がプログラム誤りを防ぐ上で十分なものであるかという視点からも確認を行う。 (2023/8/15 改正済み)</li> </ul>
4 電力 (共通)	<ul style="list-style-type: none"> <li>社内規定類にプログラムに係る設備図書の提出を要求する記載がなかったため、プログラムの詳細内容を確認できず、プログラムに分歧があることを認知できていなかった。</li> <li>社内規定類に調達時にプログラムを網羅的に検証することを要求する記載がなかったため、全ての分歧処理に対する検証を要求できず、プログラム検証に係る妥当性（検証の対象範囲等）の確認ができなかった。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>検査装置を更新・改造する場合は、プログラムに係る設備図書の提出を納入メーカに要求することを社内規定に反映する。 (2023/9/E までに 4 社とも完了予定)</li> <li>プログラム内部で分歧処理がある場合は、全ての分歧処理に対して検証を実施することを納入メーカに要求することを調達関係の社内規定に反映する。 (2023/9/E までに 4 社とも完了予定)</li> </ul>
当該メーカ	<ul style="list-style-type: none"> <li>プログラム検証において全ケースでの検証を規定するルールがなかった。 【プログラム検証に関する規格整備不足（製品プログラムの検証方法）】</li> <li>コンパイル時のワーニング処置、警告に対する影響評価を行うルールがなかった。 【プログラム制作作業の管理不足（コンパイル作業でのエラー／ワーニングの管理）】</li> <li>プログラムの詳細仕様を文書化して保管するルールがなかった。 【制作当時のプログラム管理に関する規準の未整備（各ステップで整備すべき資料が明確になっていなかった）】</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>「計算機プログラムの管理:NBS-RG-0049」を改訂し、全ケースでの検証の規定化を定める。 (2023/8/1 改訂済み)</li> <li>「計算機プログラムの管理:NBS-RG-0049」を改訂し、コンパイル時のワーニング処置、警告に対する影響評価のルールを定める。 (2023/8/1 改訂済み)</li> <li>2009 年に「計算機プログラムの管理:NBS-RG-0049 R0」を制定し、プログラムの詳細仕様の文書化を定めているが、今回の事象を踏まえ、関係者に対しプログラム仕様の管理に関する再教育等により再徹底する。</li> </ul>

#### 4. 添付資料

- (1) 日本原燃および 4 電力における不適合管理等の状況
- (2) 各機関における本事象の発生原因を踏まえた再発防止対策

以上

日本原燃および4電力における不適合管理等の状況

日本原燃および4電力における不適合管理の状況について、表1～表3および図1のとおり整理する。

- ✓ 表1 4電力における本事象の不適合管理の状況
- ✓ 表2 「均質・均一固化体用の放射能評価プログラム誤り」に係る不適合管理の状況
- ✓ 表3 「充填固化体用の放射能評価プログラム誤り」に係るCR登録の状況
- ✓ 図1 4電力における不適合処置/是正処置完了に向けた進捗状況

表1 4電力における本事象の不適合管理の状況

	【CR管理区分】		【原子力安全に対する影響】		【不適合管理区分】	【不適合対象】		【再発防止対策の検討】			【所内確認の全属性】						
	不適合事象	不適合未済事象	CAQ	Non-CAQ		LLW検査結果 <均質プログラム> <充填プログラム>	検査記録類	是正処置	根本原因分析	原因分析 背後要因の抽出	CAQ判断	対策内容	是正内容	妥当性判断			
															検査報告事象	検査記録類	検査報告事象
日本原燃 (総覧)	○	-	○	-	【レベル：L2】 【対象：設備(F1)】	<均質プログラム> <充填プログラム>	○	○	-	○	<背後要因分析>	○	<CRH>	○	<CRH>	○	<CRH>
四国電力 (伊方)	均質	○	-	高 <プログラム 検査記録類>	保安活動不適合	<プログラム>	○	<プログラム>	-	任意に実施 <4RSE原因分析>	<スクリーニング実施>	○	<スクリーニング実施状況 レビュー>	○	<スクリーニング実施状況 レビュー>	○	<スクリーニング実施状況 レビュー>
	充填	-	○	低	対象外	-	-	<マネジメント活動>	-	-	<スクリーニング実施>	○	<マネジメント活動>	-	<マネジメント活動>	-	<マネジメント活動>
中国電力 (鹿嶋)	均質	○	-	<プログラム>	<プログラム> <検査記録類>	<プログラム>	○	<プログラム>	-	-	<プログラム>	○	<CRH>	○	<CRH>	○	<CRH>
	充填	-	○	<プログラム>	対象外	<プログラム>	-	<プログラム>	-	<簡易原因分析>	<プログラム>	○	<CRH>	○	<CRH>	○	<CRH>
北陸電力 (志賀)	均質	○	-	<均質プログラム>	<Non-CAQ High>	<均質プログラム>	-	任意に実施	-	任意に実施 <4RSE原因分析>	<均質プログラム>	○	<CRH>	○	<CRH>	○	<CRH>
	充填	○	-	<充填プログラム>	<Non-CAQ High>	<充填プログラム>	-	-	-	-	<充填プログラム>	○	<CRH>	○	<CRH>	○	<CRH>

表 2 「均質・均一固化体用の放射能評価プログラム誤りに係る不適合管理の状況

機関	CR 登録件名	不適合レベル	原因調査の要否	特定した原因	不適合処置		是正処置	
					項目	期限	項目	期限
日本原燃	廃棄体検査装置プログラムの誤りについて	CAQ レベル B (*1)	RCA 不要 任意調査	<ul style="list-style-type: none"> <li>「監査ガイドライン」のうち、電力自主検査に関する確認は過去の電力不具合事象を踏まえ規定。</li> <li>しかしながら、日本原燃が監査時に電力に確認する視点として、プログラム検証の範囲がプログラム誤りを防ぐ上で十分かという視点が不足。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 事象の影響範囲の明確化</li> <li>② 1号埋設設備の埋設放射能量を保守的な暫定値に置き換え、管理データとして使用することを業務管理文書等に定める</li> <li>③ 本事象の影響を受ける文書の特定、識別表示</li> <li>④ 識別表示した文書等の放射能濃度等の値の修正</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 完了 (2/7)</li> <li>② 完了 (3/1)</li> <li>③ 2023/9/E</li> <li>④ 2023/9/E</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 「監査ガイドライン」の改正 (検査装置の新規設置、改造時の検証方法に「検証範囲の網羅性 (ワーキングチェック、分岐プログラムの検証、ソースコード点検等) の視点」を追加)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 完了 (8/15)</li> </ul>
日本原電	敦賀発電所 低レベル放射性廃棄物搬出設備における均質・均一固化体放射能評価プログラム誤り	CAQ レベル 2 (*2)	RCA 不要 背後要因分析	<ul style="list-style-type: none"> <li>LLW 搬出設備の放射能評価プログラムに係る設備図書の提出を明確に要求しなかった。</li> <li>対外報告として使用する放射能評価プログラムの検証記録の提出を要求するルールが定められていなかった。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>① LLW 搬出設備 (均質固化体、充填固化体) の使用禁止措置</li> <li>② 本事象の影響を受けた均質固化体の特定</li> <li>③ 当該均質固化体の放射能濃度および放射能量の評価、記録の識別、訂正</li> <li>④ 日本原燃および原燃輸送へ事象報告し、必要な対応を行う</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 完了 (1/27)</li> <li>② 完了 (2/1)</li> <li>③ 完了 (7/27)</li> <li>④ 2023/9/E</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>① メーカーの是正処置内容の確認</li> <li>② LLW 搬出設備に係る社内規定の改正 (調達要求事項の追加) <ul style="list-style-type: none"> <li>a. 放射能評価プログラムに係る設備図書の提出</li> <li>b. 放射能評価プログラム内部で分岐処理している場合の対応</li> </ul> </li> <li>・設備図書に分岐処理毎の評価方法を明記</li> <li>・全分岐処理の評価方法の検証</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 2023/9/E</li> <li>② 2023/9/E</li> </ul>
四国電力	LLW 搬出検査装置放射能評価プログラム不具合	N-CAQ 高 (*3)	RCA 不要 任意に原因分析	<ul style="list-style-type: none"> <li>プログラム設計時から事象発生時までの時系列の振り返りおよび 4MSE 原因分析により以下の原因を抽出。</li> <li>プログラム処理に係る設備図書を要求しておらず、Mode が多岐にわたっていることを把握できていなかった。</li> <li>放射能評価プログラムの検証に係る要求が明確にされていないかった。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 影響評価の実施</li> <li>② 日本原燃への再評価結果の報告</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 完了 (2/2)</li> <li>② 完了 (7/27)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 社内規定の改定</li> <li>② メーカーへの是正処置状況の確認</li> <li>③ プログラムの修正</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 完了 (8/21)</li> <li>② 2023/9/E</li> <li>③ 2024/3/E</li> </ul>



機関	CR登録件名	不適合レベル	原因調査の要否	特定した原因	不適合処置		是正処置	
					項目	期限	項目	期限
中国電力	低レベル放射性廃棄物検査装置の放射能評価プログラムの不具合について	NCAQ グレードD (*4)	RCA 不要 簡易原因分析	・LLW 検査装置の調達時にプログラム製作という観点での計算機プログラムに関する図書要求を行っていないかった。これにより設備図書にプログラム仕様書等が含まれていなかったことにより放射能評価プログラムにおける分岐処理の事実が確認できず、プログラム検証の不足に気付くことが出来なかった。	①プログラムの修正	①2024/3/E	①社内規定の改定（計算機プログラムに係る設備図書の提出要求、全ての分岐に対する検証の実施） ②メーカーでの是正処置状況の確認	①完了 (7/31) ②2023/9/E
	過去廃棄体（均質固化体）の放射能濃度等の誤りについて	CAQ 低 グレードC (*5)	不要	—	・影響評価の結果、過去搬出した廃棄体の放射能濃度は正しく評価されていることを確認したことから処置不要とした。	—	—	—
北陸電力	日立GEニュークリア・エナジー株式会社製のLLW 廃棄体検査装置におけるLLW 均質・均一固化体の放射能評価プログラム誤りに関する情報の入手について	N-CAQ High (*6)	RCA 不要 任意に原因分析	○4MSE 原因分析により問題（納入メーカーの検証不足の見逃し）を誘発した当社の要因として以下を抽出 ・プログラムに係る設備図書の提出要求がなかったため、プログラムに分岐があることを認知できなかった。 ・プログラム検証の網羅性まで要求しなかったため、プログラム検証の妥当性（検証の対象範囲等）を確認できなかった。	①以下のプログラム修正の実施 ・引数誤りの修正 ・ワーニング発生要因の除去	①2024/3/E	①社内規定の改訂 ・プログラムに係る設備図書の要求を明記 ・プログラム内部において分岐処理がある場合の全ての分岐処理に対する検証実施要求の明記 ・プログラム検証時の留意事項の事例（本事象の概要とその原因）の追記 ②納入メーカーが実施する是正内容の確認（完了確認）	①完了 (7/28) ②2023/9/E

\*1：原子力安全への影響度が低いCAQ。原因の明確さに応じ、レベル4（任意調査（状態を是正））とレベル5（調査不要（状態を是正））とに区分している。

\*2：CAQ 判断フローにおける「対外報告が必要な事象」に該当することから、「CAQ」と判断した。

\*3：均質・均一固化体の放射能評価プログラムは、社内規定に定めるCAQの状態に該当しない。かつ、不適合であることから「Non-CAQ 高」と判断した。

\*4：均質・均一固化体の放射能評価プログラムであり、現在、当該装置にて検査を行っている充填固化体への影響はないことから「NCAQ」、設備の重要度分類から「グレードD」と判断。ただし、電力管理面においても不足していた部分があると認識したことから、是正処置が必要と判断した。

\*5：CAQ 基準における「廃棄体の品質基準を逸脱した廃棄体の事業所外への搬出で公衆に影響しない場合」に該当することから「CAQ 低、グレードC」と判断。

\*6：均質・均一固化体の搬出実績および当該プログラムの使用実績がなく、本事象による影響がない（北陸電力が搬出した実績がある充填固化体の放射能評価等に影響がない）ことから「Non-CAQ」と判断。ただし、北陸電力の不適合管理ルールで定める「不適合に該当しない標準」に該当しないことから不適合事象と判断した。（かつ、任意の是正処置が必要と判断）

表3 「充填固化体用の放射能評価プログラム誤り」に係るCR登録の状況

機関	CR登録件名	不適合レベル	原因調査の要否	特定した原因	CR登録に係る処置		期限
					項目		
日本 原燃	廃棄体検査装置プログラムの誤りについて(その3)	N-CAQ	不要	—	①充填固化体用放射能評価プログラムの健全性の説明性の向上や実機プログラムの修正など検討が必要な項目を明記した依頼文書を作成し、北陸、四国、中国電力へ発出する。 【検討内容】 a. メーカーにおける充填固化体用の放射能評価プログラムの修正およびプログラム検証 b. 発電所における充填固化体用の放射能評価プログラムの修正およびプログラム検証 c. 充填固化体用の放射能評価プログラムの健全性に係る確認結果のまとめ	①完了(8/3)	
日本 原電	「敦賀発電所 低レベル放射性廃棄物搬出設備における均質・均一固化体放射能評価プログラム誤り」に関する不適合管理にて処置	—	—	—	(「敦賀発電所 低レベル放射性廃棄物搬出設備における均質・均一固化体放射能評価プログラム誤り」に関する不適合管理にて処置)	—	
四国 電力	充填固化体用放射能評価プログラム修正確認	N-CAQ 低(*1)	不要	—	①メーカーにおける充填固化体用の放射能評価プログラムの修正およびプログラム検証 ②発電所における充填固化体用の放射能評価プログラムの修正およびプログラム検証	①2023/9/E ②2024/3/E	
中国 電力	充填固化体の放射能評価プログラムの健全性向上について	NCAQ 不適合管理対象外(*2)	不要	—	①メーカーにおける充填固化体の放射能評価プログラムの修正およびプログラム検証 ②発電所における充填固化体の放射能評価プログラムの修正およびプログラム検証	①2023/9/E ②2024/3/E	
北陸 電力	LLW 搬出検査装置における「放射能評価プログラム誤り事象」の発生を踏まえた充填固化体用放射能評価プログラムに係る検討依頼書の受領について	N-CAQ High(*3)	不要	—	①メーカーにおける充填固化体の放射能評価プログラムの修正およびプログラム検証 ②発電所における充填固化体用の放射能評価プログラムの修正およびプログラム検証	①完了(8/25) ②2024/3/E	

\*1：確認されたワーニングはプログラムに影響しない箇所であり、当該装置および充填固化体の放射能評価プログラムへの影響はないことから、「Non-CAQ 低」と判断。ただし、プログラムの健全性向上のためにプログラムの修正等が必要と判断したことから、任意の対応として処置を実施する。

\*2：確認されたワーニングはプログラムに影響しない箇所であり、当該装置および充填固化体の放射能評価プログラムへの影響はないことから、「NCAQ、不適合管理対象外」と判断。ただし、プログラムの健全性向上のためにプログラムの修正等が必要と判断したことから、任意の対応として処置を実施する。

\*3：確認されたワーニングは充填固化体の放射能評価に影響しないことから「Non-CAQ」と判断。ただし、プログラムを修正することから、北陸電力の不適合管理で定める「不適合に該当しない基準」に該当せず、不適合事象と判断した。

種類	対象区分	対象項目	実施時期(予定)	実施主体	2022年度	2023年度	2024年度	
均質 均一	検証作業	・プログラムの妥当性検証 (本事象で確認された以外のプログラム誤りが ないことの検証)	2023年2～6月	メーカー・電力 電力 日本原燃	■ ▼妥当性検証 ▼検証結果報告(4電力⇒日本原燃) ▼特別監査(日本原燃⇒4電力)			
		・影響廃棄体の特定/再評価 【日本原電・四国電力のみ】	2023年2～7月	電力 日本原燃 電力	▼特定・影響評価の実施 ▼特別監査(日本原燃⇒2電力) ▼再評価結果報告			
	ソフト対策	・検査装置の設置/改造等の調達事項の明確化	2023年7～9月	電力	■ 社内規定改正			
		・当該メーカーの実施する是正処置の確認	2023年8～9月	メーカー 電力	▼是正処置実施 ▽是正措置状況の確認			
	ハード対策	・放射能評価プログラムの修正およびプログラム ム検証 【四国電力・中国電力・北陸電力のみ】	2024年1～3月	メーカー・電力		■ プログラム修正・検証(3発電所)		
		・放射能評価プログラム修正後の特別監査	2024年2～5月	日本原燃		■ 特別監査(日本原燃⇒3電力)		
	充填	特別監査	・プログラムの妥当性検証 (プログラム誤りがないことの検証)	2023年2～6月	メーカー・電力 電力 日本原燃	■ ▼妥当性検証 ▼検証結果報告(4電力⇒日本原燃) ▼特別監査(日本原燃⇒4電力)		
			・メーカーにおける放射能評価プログラムの修正 およびプログラム検証	2023年8～9月	メーカー・電力 電力	■ ■ プログラム修正・検証 検証結果報告(4電力⇒日本原燃)		
		ハード対策	・発電所における放射能評価プログラムの修正 およびプログラム検証 【四国電力・中国電力・北陸電力のみ】	2024年1～3月	メーカー・電力		■ ■ プログラム修正・検証(3発電所)	
			・放射能評価プログラム修正後の特別監査	2024年2～5月	日本原燃		■ 特別監査(日本原燃⇒3電力)	

図1 4 電力における不適合処置/是正処置完了に向けた進捗状況

## 各機関における本事象の発生原因を踏まえた再発防止対策

日本原燃、4 電力および当該メーカーが特定した本事象の発生原因および発生原因を踏まえて講じることとした再発防止対策を以下に整理する。

### 1. 日本原燃における発生原因および再発防止対策

#### (1) 本事象の発生原因

日本原燃は、図 1 に示すとおり、過去の電力不具合事象（直接原因）を踏まえ、以下のとおり是正処置や水平展開調査を実施している。

- ・ 電力各社との合意事項を定めた「監査ガイドライン」を含む社内規程類の見直し
- ・ 過去の不具合で特定された直接原因に係る確認のための水平展開調査

こうした過去の不具合対応のほか、これまでの検査装置の機能確認や自主検査監査を通じて、日本原燃は各発電所における検査装置が健全であるとの認識があった。また、日本原燃が過去の是正処置により「監査ガイドライン」に規定した「検査装置の新規設置、改造時に電力が実施する検証」の確認内容について、プログラム検証の範囲が、プログラム誤りを防ぐ上で十分なものであるかといった視点が不足していた。

#### (2) 発生原因を踏まえた再発防止対策

(1)に示した発生原因を踏まえ、日本原燃では「監査ガイドライン」を改正し、今後日本原燃が実施する電力自主検査に対する監査において、検査装置の設置、改造に際してプログラム検証の範囲がプログラム誤りを防ぐ上で十分なものであるかという視点からも厳格な確認を行う仕組みとした。

	2007年	2008年	～	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年	2022年
過去不具合事例 (影響プラント)	表面線量当量率演算プログラムに係る設定値の誤り (2007年12月)	▼(影響プラント: 美浜)		～						
	放射能演算プログラムの不備 (2016年2月)			～	▼(影響プラント: 玄海)					
	放射能測定プログラムの不具合 (2017年8月)			～		▼(影響プラント: 島根・伊方・高井・敦賀)				
原燃社内規程類の変遷 (是正処置)	監査ガイドライン	▼初版制定 (監査型)	▼改正1 (検査装置新設改造時の妥当性確認を追記)	▼改正2 (検査装置の演算に係る全てのプログラムを確認する旨を追記)	▼改正3 (汎用機器を含むエラー信号のインターフェースを検証する旨を追記)					
	監査細則	▼初版制定 (監査型)		～		▼改正10 (自主検査監査時に検査装置の始業前点検に立会い、点検状況を確認する旨の対応を追記)				
原燃監査等の実績 (水平展開)	表面線量当量率演算プログラムに係る設定値の誤り (2007年12月) に対する水平展開		▼水平展開調査	～						
	放射能演算プログラムの不備 (2016年2月) に対する水平展開			～	▼水平展開調査	▼水平展開に係る監査	▼水平展開に係る監査	▼水平展開に係る監査		
	放射能測定プログラムの不具合 (2017年8月) に対する水平展開			～		▼水平展開調査	▼水平展開に係る監査	▼水平展開に係る監査		▼水平展開に係る監査

図 1 過去の不具合事例における日本原燃の対応実績

## 2. 4 電力における発生原因および再発防止対策

### (1) 本事象の発生原因

事象発生の原因に係る調査・分析等は、各電力における不適合管理等に係る CAP 活動の一環として実施しており、担当部門だけでなく、発電所幹部や品質保証部門も交えた体制下（CAP 活動に係る会議体（CRM、CAP 会議等））において確認がなされている。各電力における CAP 活動に係る会議体では、各電力が定めた不適合管理等のルールに基づき、CR 登録後の事象のスクリーニング、不適合管理区分の判定、管理区分に応じた不適合の修正、原因調査および是正の要否判断を行っており、原因調査および不適合の是正が必要と判断された事象に関し、各電力において事象ごとに適切な手法を用いて原因分析が行われることとなる。

本事象は、4 電力のいずれにおいても、CAP 活動に係る会議体において根本原因分析を要する不適合事象に該当するものではないと判定されており、一部の電力では不適合の原因調査・是正について任意と判定されたところもあった。しかしながら、均質・均一固化体用の放射能評価プログラム誤り事象に関しては、以下のようなプロセスにより、4 電力のいずれにおいても事象発生の原因分析を実施し、特定した原因に対して再発防止対策を立案した。

- ✓ 本事象は、検査装置の設置当初からプログラム誤りが生じていることが判明したことから、検査装置の設置工事の設計時点である 1990 年頃からの時系列を整理し、背後要因分析（あるべき姿、問題点、原因）を実施した。
- ✓ 4M5E 原因分析手法を活用し、上記により抽出された要因に対する再発防止策を検討した。【一部電力】
- ✓ 本事象は、2017 年度に発生した検査装置のプログラム誤り（スライス欠損事象）の再発事象と捉え、当時の不適合管理における是正処置の検討・実施内容に対して振り返りを行い、有効でなかったプロセスに対して再発防止対策を検討した。【一部電力】
- ✓ 各発電所での活動状況は、適宜 4 電力および関係者（当該メーカ、日本原燃等）に共有し、相互補完的に原因分析・対策立案を行った。

原因分析の結果、4 電力は検査装置に使用されているプログラムの詳細仕様（プログラム内に分岐が存在すること）を認知することができておらず、このため、納入時および運用期間中、更には過去に発生した類似事象の発生に係る水平展開時において、必要なプログラム検証等が行われてこなかったことを確認できず、本事象のプログラム誤りをこれまで発見できなかった。

### (2) 発生原因を踏まえた再発防止対策

(1)に示した本事象の発生原因を鑑み、必要なプログラム検証等の実施について、電力事業者として認知できなかった重要となる原因を推定し、再発防止対策として表 1 のとおり対応することとした。

表 1 4 電力が特定した本事象の発生原因と再発防止対策

原因	再発防止対策
・社内規定類にプログラムに係る設備図書の提出を要求する記載がなかったため、プログラムの詳細内容を確認できず、プログラムに分岐があることを認知できていなかった。	・検査装置を更新・改造する場合は、プログラムに係る設備図書の提出を納入メーカに要求することを社内規定に反映する。
・社内規定類に調達時にプログラムを網羅的に検証することを要求する記載がなかったため、全ての分岐処理に対する検証を要求できず、プログラム検証に係る妥当性の確認ができなかった。	・プログラム内部で分岐処理がある場合は、全ての分岐処理に対して検証を実施することを納入メーカに要求することを調達関係の社内規定に反映する。

上記の原因および再発防止対策は、各発電所における CAP 活動に係る会議体へ報告・審議し、内容の妥当性を確認している。

現在、上記再発防止対策としての社内規定の改正は実施中（一部電力は完了）であり、これにより今後 4 電力がプログラムの導入・更新のための発注メーカーに対して行う場合は、購入仕様書等において確実に設備図書の提出、全分岐処理の評価方法の検証等をメーカーに対して要求し、検収時にこれらの要求事項に照らして確認が行われる仕組みとなる。

### 3. 当該メーカーにおける発生原因および再発防止対策

#### (1) 本事象の発生原因

当該メーカーでは、重大な事故・不具合が発生した場合、社内規則に基づき、事後・不具合対応組織を確立し対応することとしている。本事象は、LLW 搬出や過去の埋設に係る検査結果への影響を及ぼす重大な事象として、社長を統括責任者とし、設計／品質保証／プロジェクト各部門により構成された事故対策組織を構築し対応している。本事象の再発防止対策の検討に際しては、直接原因だけではなく、背後要因の特定に基づく根本的な再発防止対策を行った。具体的には、事故対策組織により背後要因の検討を実施するため、当時の工事記録やヒアリング等を元に、約 30 年前まで遡り、出来事流れ図を作成し、不良事象に対する根本原因を特定した。

原因究明に当たっては、当時の工事記録等に基づき、検査装置の開発・納入から現在に至るまでの出来事流れ図（時系列）から問題点を抽出した。その結果、均質・均一固化体用の放射能評価プログラムに対する以下 3 つの検証不足によるものであった。

- a. プログラム製作時の検証において、全ての計算過程を考慮した検証ができていなかった。
- b. プログラム実行ファイル作成時（コンパイル時）に発生した警告（ワーニング）を見落とした。  
（プログラム製作時の検証、その後に実施された検証も含む）
- c. 過去のプログラム誤り発生時の水平展開時に、当該プログラムを詳細に検証しなかった。

また、根本原因分析を実施したところ、以下の根本原因を抽出した。

- ✓ プログラムの処理ケース全ての組み合わせにおいて検証が必要であることに、当時の担当者および組織として、思い至らなかったことや、当時、プログラムの管理に関する社内規格がなく、プログラム全体を適切に検証する規定が不足していたため、プログラムの誤りに気付くことができなかった。
- ✓ プログラム検証に係る明確なルールがなかったため、プログラム中に未定義の引数が使われていることの警告を見落とした、あるいは適切に処置しなかった。
- ✓ プログラム検証に係る明確なルールがなかったため、実大校正線源による動作確認等でプログラムの検証が出来ると考えていたことから、動作確認だけでは検証できないモードがあるとの考えに至らず、十分な検証が行われなかった。

#### (2) 発生原因を踏まえた再発防止対策

上記のような分析結果を踏まえ、当該メーカーでは表 2 に示す 3 点を根本原因と特定し、再発防止対策として検証に係るプロセスを規定化・明確化し、プログラム誤りを防止できる仕組みを構築した。

表 2 当該メーカーが特定した根本原因および再発防止対策

	根本原因	再発防止対策
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>当該メーカー内にはプログラム検証において全ケースでの検証を規定するルールがなかった。 【プログラム検証に関する規格整備不足（製品プログラムの検証方法）】</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>「計算機プログラムの管理:NBS-RG-0049」を改訂し、全ケースでの検証の規定化を定める。 (2023/8/1 改訂済み)</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>当該メーカー内にはコンパイル時のワーニング処置、警告に対する影響評価を行うルールがなかった。 【プログラム制作作業の管理不足（コンパイル作業でのエラー/ワーニングの管理）】</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>当該メーカーでは、「計算機プログラムの管理:NBS-RG-0049」を改訂し、コンパイル時のワーニング処置、警告に対する影響評価のルールを定める。 (2023/8/1 改訂済み)</li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>当該メーカー内にはプログラムの詳細仕様を文書化して保管するルールがなかった。 【制作当時のプログラム管理に関する規準の未整備（各ステップで整備すべき資料が明確になっていなかった）】</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>当該メーカーでは、2009年に「計算機プログラムの管理:NBS-RG-0049 R0」を制定し、プログラムの詳細仕様の文書化を定めているが、今回の事象を踏まえ、関係者に対しプログラム仕様の管理に関する再教育等により再徹底する。</li> </ul>

以上