

女川原子力発電所2号炉
運転中の原子炉における
格納容器破損防止対策の有効性評価について
(水の放射線分解計算の誤りについて)

平成30年6月
東北電力株式会社

目次

1. はじめに
2. 有効性評価における水の放射線分解の計算誤りについて
3. 原因調査及び調査結果
4. 水平展開

1.はじめに

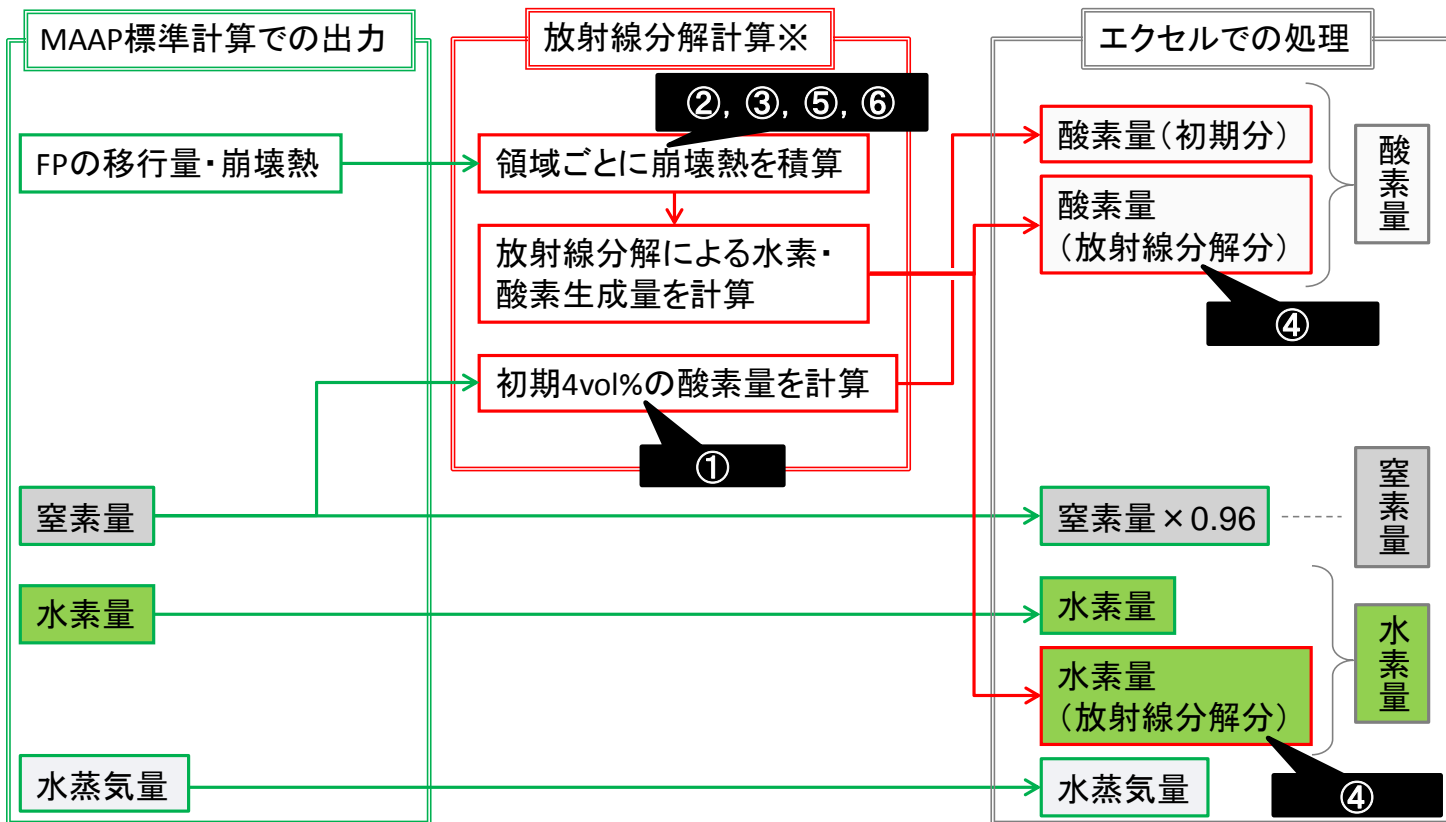
- 女川2号炉の適合性審査における水の放射線分解計算について誤りがあることを平成30年2月27日の審査会合にて説明した。
- 格納容器破損防止対策の有効性評価の審査に先立ち、計算誤りの内容、原因調査及び再発防止の実施状況についての確認結果を報告する。

表1 主な時系列

日付	出来事
平成29年12月 5日(火)	当社は、適合性審査において実施した追加解析に対する確認作業の過程において、酸素濃度初期値の相違を認知し、メーカーに事実照会
平成30年 1月 9日(火)	メーカーより、誤りの可能性について第一報受信
平成30年 1月23日(火)	当社は、メーカー事業所にて誤りの内容及び当該解析の検証状況の確認等を行い、水の放射線分解の計算に誤りを含んでいることを確認 (計算誤りの影響と範囲は未確定)
平成30年 2月16日(金)	当社は、メーカー事業所にて検証状況の詳細を確認し、計算誤りの影響と範囲を確認
平成30年 2月20日(火)	規制庁側へ計算誤りの発生について報告
平成30年 2月23日(金)	規制庁側へ計算誤りの内容について説明
平成30年 2月27日(火)	審査会合にて計算誤りの内容について説明
平成30年 3月 8日(木)	当社は、メーカー事業所にて計算誤りの調査結果を確認し、計算誤りの調査結果(新たに2箇所 の誤りの発見)及びその影響を確認
平成30年 3月29日(木)	当社は、メーカーによる計算誤りの原因調査、再発防止及び水平展開の計画について確認
平成30年 4月19日(木)	当社は、メーカー事業所にて誤り修正後の評価結果の解析調査、原因調査結果、再発防止及び水平展開の状況を確認

2.有効性評価における水の放射線分解の計算誤りについて(1/2)

- 計算誤り箇所について、前回(平成30年2月27日審査会合説明時)から新たに2箇所確認され、図1に示すとおり、全体で6箇所であった。
- 本計算誤りの影響について改めて確認し、有効性評価の判断基準を満足していることに対して影響がないことを確認した。
- 誤りの具体的な内容については、表2に示す。



※ MAAP標準計算での出力を用いて放射線分解計算を実施。この演算処理はMAAPの入力データ(インクルードファイル)として付加

●丸数字は下表にて誤りの内容を説明(⑤, ⑥は新たに確認された誤り)

図1 水の放射線分解の評価フロー

2.有効性評価における水の放射線分解の計算誤りについて(2/2)

表2 水の放射線分解の計算誤りの内容

No	誤りの内容	影響度合い※1	
		RPV健全シナリオ	RPV破損シナリオ
①	初期酸素濃度の設定誤り	小	小
②	燃料領域における崩壊熱の未積算	大※2	小
③	RPV気相, PCV気相, PCVヒートシンク沈着等のFPの崩壊熱の未積算	中	中
④	放射線分解により発生する水素及び酸素の流動の取扱	中	中
⑤	下部プレナム堆積溶融炉心からの崩壊熱の未積算	—※2	小
⑥	ペDESTAL落下溶融炉心の崩壊熱計算の誤り	—※2	小

⑤, ⑥は新たに確認された誤り

※1:放射線分解による水素及び酸素の発生量は、崩壊熱を基に計算していることから、誤りに対する影響度合いは、誤りにより計算に含まれていなかった領域における7日後の崩壊熱割合により評価している。

※2:RPV健全シナリオの場合は、燃料領域に溶融燃料が残存することから、②の影響が大である。ただし、下部プレナムやペDESTALに溶融炉心は落下しないため、⑤, ⑥の誤りの影響はない。

3.原因調査及び調査結果

- 本計算誤りについて、メーカーにて計算誤りに至る時系列を整理した上で要因分析を行い、表3のとおり問題点を抽出した。
- 抽出した問題点は、(1)MAAP演算式入力、エクセル含むツールの管理不十分、(2)演算式を含んでいるMAAP入力についての検証不足、(3)入力データのエビデンスに漏れがないことの確認不足の3点であると考えられ、それらの問題点について、メーカーにて原因を究明し、対策の立案を行った。
- 当社としても、メーカーにおける原因究明及び対策の立案の一連のプロセスについて、要因分析の実施状況等の確認を行った。
 - ・問題点(1)に対する対策としては、ツールの検証作業のために必要な作業について、業務ガイドに明記することとする。
 - ・問題点(2)に対する対策としては、インプットに演算式が含まれる場合の演算式の検証の必要性について、業務ガイドに明記することとする。
 - ・問題点(3)に対する対策としては、入力データのエビデンスの網羅性の可視化及び入力データファイルごとに演算式の有無の識別を行うことについて、業務ガイドに明記することとする。

表3 水の放射線分解誤りの原因調査及び再発防止対策

問題点		原因	再発防止対策
問題点(1)	MAAP演算式入力、エクセル含むツールの適用範囲を明確にしていなかつた等、管理方法が不十分であった (誤り①, ②, ③, ④, ⑤, ⑥)	業務ガイドでは、ツール検証作業のために必要な行為を明確にしていなかつたから	<ul style="list-style-type: none"> ・業務ガイドを改訂し、ツールの検証作業のために必要な作業として、以下の項目を実施することを明記する。 (1)ツールが満たすべき機能の文書化 (2)ツールが含む計算モデルの適切性の文書化 (3)ツールの適用範囲の文書化 (4)必要な検証作業の計画とその結果及びそれにより要求機能の達成が確認されていることの文書化
問題点(2)	演算式を含んでいるMAAP入力について、検証がされていなかつた (誤り①, ②, ③, ⑤, ⑥)	業務ガイドでは、演算式を含むMAAP入力をツールとして検証する必要があることを決めていなかつたから	<ul style="list-style-type: none"> ・業務ガイドを改訂し、インプットに演算式が含まれる場合の演算式の検証の必要性を明記する。
問題点(3)	入力データのエビデンスに漏れがないことの確認が不足していつた (誤り①, ②, ③, ⑤, ⑥)	業務ガイドでは、固定入力ファイルの管理手順及び固定入力ファイルを使用した場合の入力データのエビデンスに漏れがないことを確認する手順に不備があつたから	<ul style="list-style-type: none"> ・業務ガイドを改訂し、各解析業務について、入力データをリスト化しエビデンスとの紐付けをする等の可視化することにより、入力データのエビデンスに漏れがないことを確認することとする。 ・演算式を入力する機能を有するコードであるMAAP等については、入力データファイルが演算式入力を含むかどうか確認し識別する。

4.水平展開(1/2)

- 当該メーカーにおいて実施している適合性審査の解析業務について、今回の計算誤りと類似の事象発生の有無を調査した。
- 調査の観点は以下のとおりであり、調査の結果、類似の事象の発生がないことを確認した。
- 当社としても、その調査結果について確認した。

調査1：解析コードに演算式を入力している場合において、演算式を含む入力の検証不足(問題点(2))及びエビデンスの確認漏れ(問題点(3))があった。これを踏まえ、入力に演算式を含むものについて、適切に検証がなされているかの確認を行った。

調査2：後処理工程にて物理演算を行っている場合において、その技術的判断が不十分(問題点(1))であり、エクセルの適用範囲を誤った。これを踏まえ、後処理工程の物理演算について、適切にその技術的判断がなされているかの確認を行った。

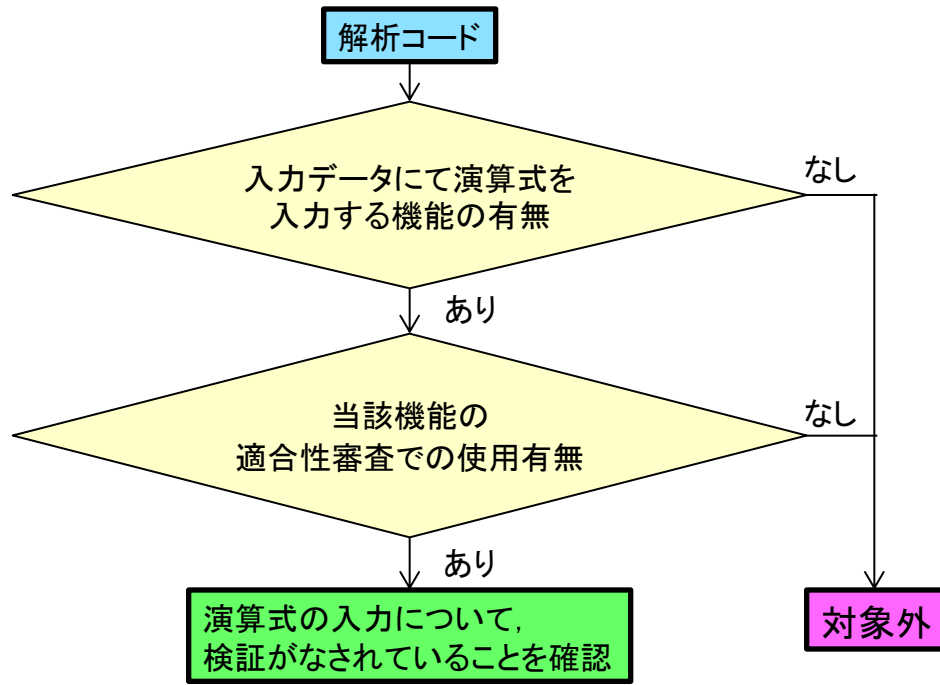


図2 演算式の検証の適切性確認フロー
(調査1)

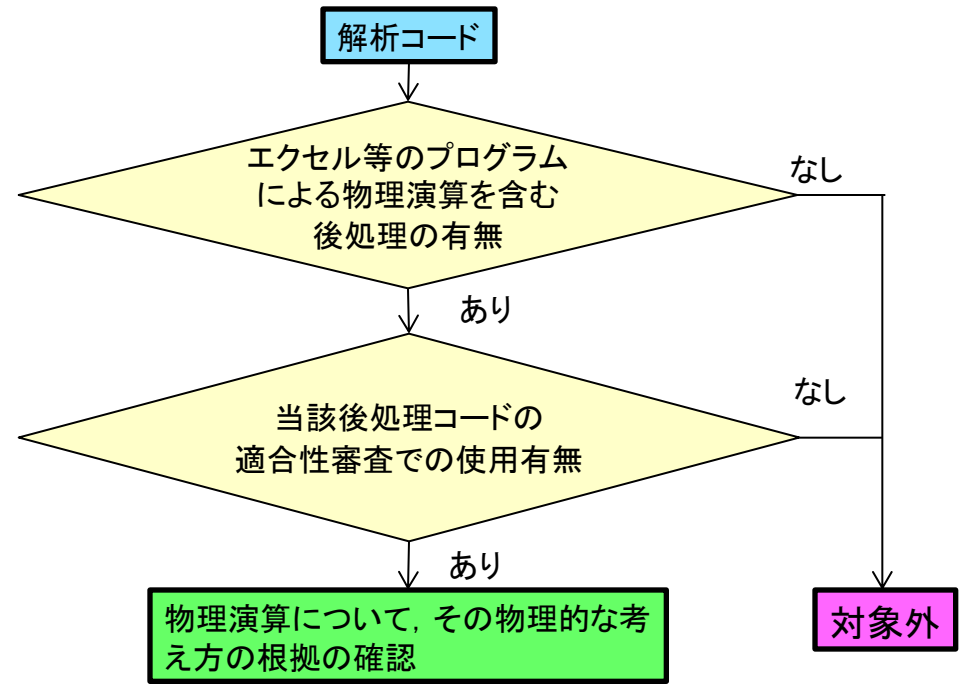


図3 後処理における物理演算の技術的妥当性の確認フロー
(調査2)

4.水平展開(2/2)

- 当社は、女川2号の適合性審査に関する解析を実施している他メーカーに対して、今回の不適合内容を周知するとともに、適合性審査に関する解析業務において、前ページの調査1及び調査2の手法にて類似の事象発生の有無を調査をした。調査の結果、類似の事象の発生がないことを確認した。
- 当社は、品質保証部門を含めた体制で、メーカーの再発防止策の立案までの一連のプロセスについて確認した。今後、社内規定に基づく不適合発生箇所に対する臨時監査を実施し、当該メーカーにおける品質保証活動の適切性を確認していく。
- 今回の不適合事象の内容について、社内外関係者に対して情報共有を行った。また、今回の再発防止対策である解析実施にあたり入力エビデンスの網羅性を確認することについて、当社としても確認するため、解析調査のチェック項目にエビデンスの網羅性を確認することを暫定的に追加し、解析調査を行った。今後、暫定措置について、社内規定の見直しを行う。
- 調達業務に関わる社内規程に今回の不適合事象の内容や原因を不適合の例として記載することにより、類似の不適合事象の発生防止及び事案の風化の防止に努めていく。
- 今回の再発防止対策も含め、継続的な改善を行い、解析の信頼性の更なる向上に努めていく。