

高浜発電所 発電用原子炉設置変更許可申請
(1号及び2号原子炉施設の変更)
【使用済燃料ピットの未臨界性評価の変更】

2020年11月17日

関西電力株式会社

<未臨界性評価方針>

設置許可基準規則 第54条2項の評価を実施することに鑑み、以下の方針のもと各パラメータに対する基本ケース条件を設定したうえで、基本ケース条件に対する不確かさ要因を整理する。

【基本ケース条件の設定方針】

- ・原則として最確値（現実的な値）を設定する。
- ・最確値に対して不確かさ要因が発生した場合の評価結果への影響が小さいと判断できる場合には、感度解析ケース数の効率化の観点から、最確値に対し不確かさ要因を考慮した条件を基本ケース条件として設定する。
- ・最確値を明に設定できない条件については、最確値を含む保守的な値を基本ケース条件として設定する。
- ・運用に影響するパラメータについては、最確値に対し不確かさ影響を取り込んだ条件を基本ケース条件とする。

（参考） 実用発電用原子炉に係る炉心損傷防止対策及び格納容器破損防止対策の有効性評価に関する審査ガイド（抜粋）

2.2 有効性評価に係る標準評価手法

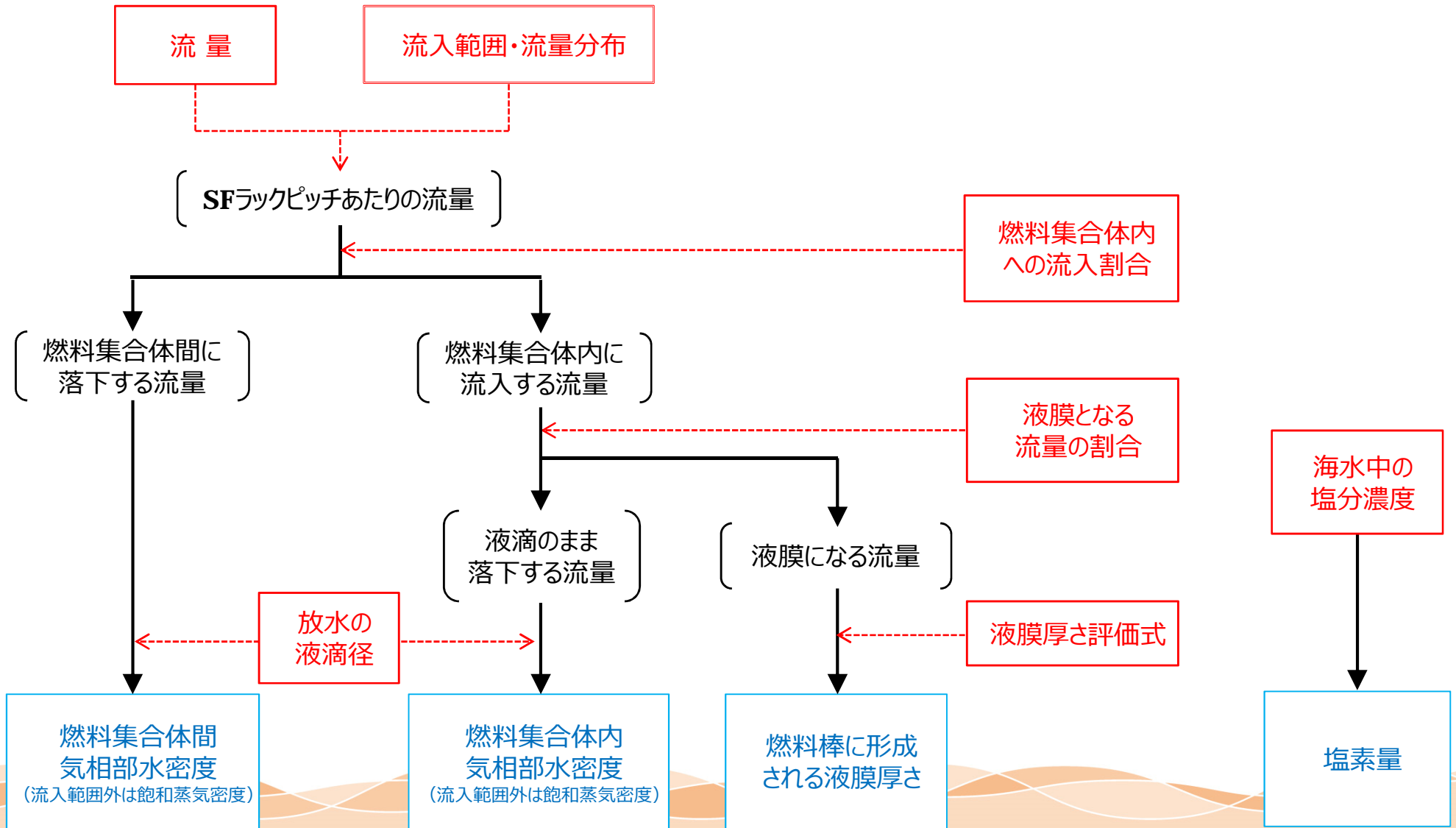
2.2.1 有効性評価の手法及び範囲

- (1) 有効性評価にあたっては最適評価手法を適用し、「2.2.2 有効性評価の共通解析条件」及び「2.2.3 事故シーケンスグループの主要解析条件等」の解析条件を適用する。ただし、保守的な仮定及び条件の適用を否定するものではない。
- (2) 実験等を基に検証され、適用範囲が適切なモデルを用いる。
- (3) 不確かさが大きいモデルを使用する場合又は検証されたモデルの適用範囲を超える場合には、感度解析結果等を基にその影響を適切に考慮する。

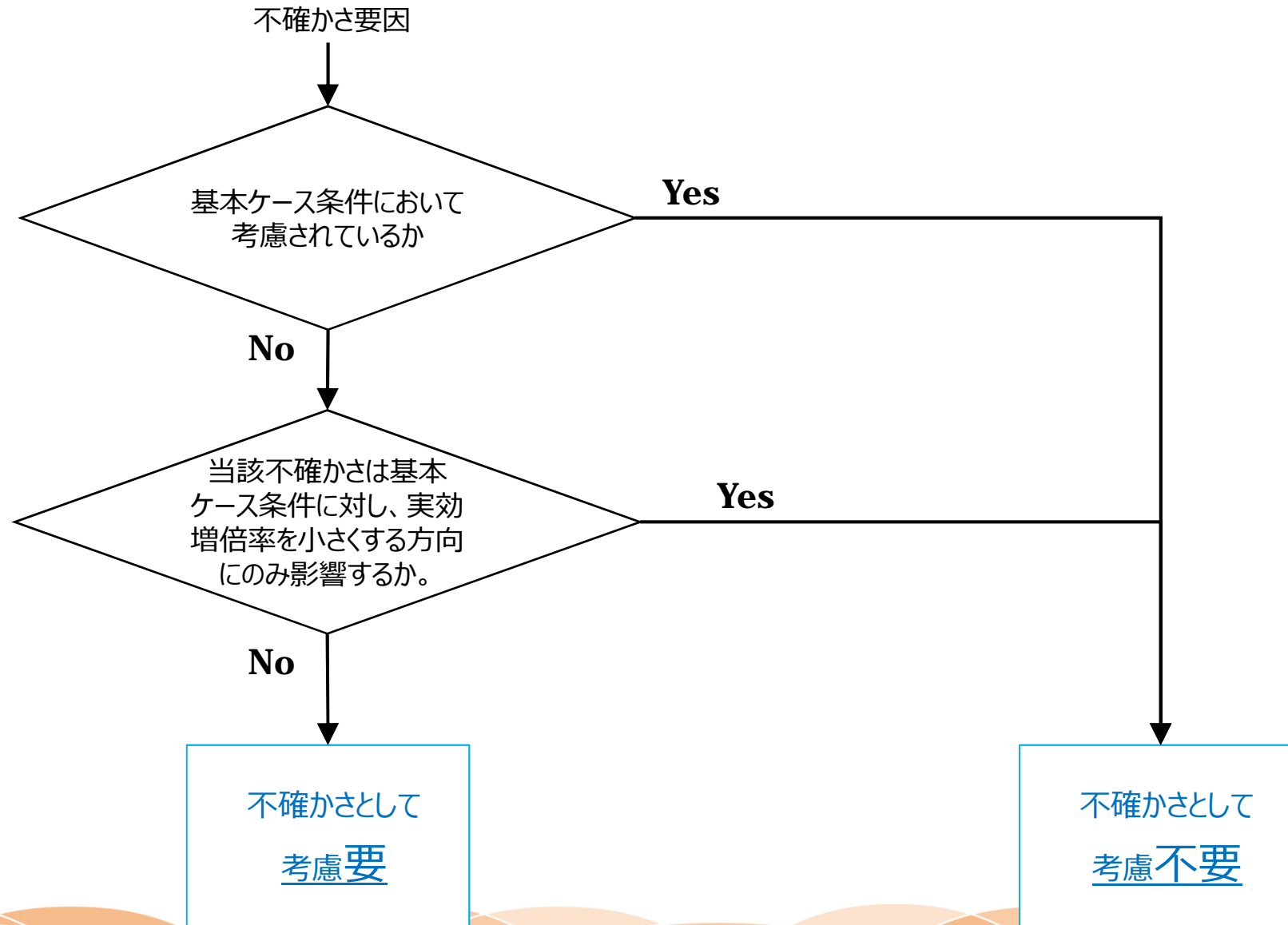
～以下 略～

パラメータの不確かさを踏まえた解析条件の検討 (1 / 8)

- 以下に示すフロー図は、水分条件に関するパラメータの関係性を整理したものである。
- 青字は臨界計算コードへの直接的な入力であり、赤字は入力の算出に必要なパラメータを示している。
- 赤字のパラメータについて基本ケース条件と不確かさが生じる要因を整理し、抽出された不確かさ要因同士の従属関係を踏まえ、重畳させるべき不確かさの有無を検討する。



- 基本ケース条件に対する各不確かさ要因の考慮要否判定フローを示す。



パラメータの不確かさを踏まえた解析条件の検討 (3 / 8)

各パラメータに対し不確かさが生じる要因について、それらが実効増倍率に与える影響を踏まえ、考慮要否を整理した。

パラメータ	基本ケース条件	基本ケース条件設定の考え方	不確かさが生じる要因	基本ケースに対して不確かさが生じる方向	実効増倍率が厳しくなる方向	考慮要否	
燃料条件	燃料配置	新燃料と燃焼燃料のチェッカーボード配置	・SFPは燃料で満杯 ・貯蔵燃料は新燃料と24GWd/t燃焼燃料のみ	貯蔵燃料燃焼度の多様性 【基本ケース条件で考慮】	燃焼度が高い燃料が貯蔵される	燃焼度が低い燃料が多く貯蔵、且つSFP満杯	不要
			燃料貯蔵体数 【基本ケース条件で考慮】	SFP満杯以下		不要	
	燃焼燃料の燃焼度	24GWd/t	・管理燃焼度25GWd/tから燃焼度計算誤差を考慮	原子炉熱出力の誤差	燃焼度を大きくする	燃焼度を小さくする	不要
				燃料集合体の相対出力誤差			
	AC組成	[] し燃焼させた組成 ・冷却日数は [] と設定 ([] を見込まない)	・実効増倍率が高くなるような燃焼条件を設定	[] を使用し燃焼 【基本ケース条件で考慮】	Pu生成量減少	Puの生成量が大きくなる	不要
				燃焼計算コードによる組成計算結果の差異	Pu生成量増加 or 減少		不要※1
				原子炉熱出力の誤差	Pu生成量減少		不要
				燃料集合体の相対出力誤差			不要
				[] 【基本ケース条件で考慮】	Pu生成量減少		不要
	臨界計算コードでの核種取り扱いの違い (ベンチマーク実績の有無等) 【基本ケース条件で考慮】	Pu生成量増加 or 減少 (ベンチマーク実績あり)	不要※2				
FP組成	[] を設定 ・冷却日数は [] と設定 (FP追加生成を見込まない)	・既許可と同じく燃焼燃料中に存在する核種のうち、燃焼期間、プールでの保管中、長時間にわたってペレット内にあり燃料核種と均一組成をなしていると思われる核種より設定	他のFP核種も存在 【基本ケース条件で考慮】	中性子吸収効果が増加	中性子吸収効果が小さくなる	不要	
			燃焼計算コードによる組成計算結果の差異	中性子吸収効果が増加 or 減少		不要※1	
			原子炉熱出力の誤差	中性子吸収効果が増加		不要	
			燃料集合体の相対出力誤差	中性子吸収効果が減少		不要※3	
			[] 【基本ケース条件で考慮】	中性子吸収効果が減少		不要	
臨界計算コードでの核種取り扱いの違い (ベンチマーク実績の有無等)	中性子吸収効果が増加 or 減少 (ベンチマーク実績がないFP核種あり)	要					
軸方向燃焼度分布	一定	・燃焼燃料には軸方向燃焼度分布があるが、低水位時の実効増倍率は燃焼度分布一定としたほうが厳しく、また解析上の煩雑さを避けるため設定	軸方向に燃焼度分布がある 【基本ケース条件にて考慮】	軸方向燃焼度分布あり	一定	不要	

※1 燃焼計算コードによる組成計算結果誤差の実効増倍率への影響は、組成を決定するうえでの燃焼計算手法が有する保守性に包絡されることを確認している。

※2 コードの不確実性として実効増倍率評価結果に考慮する。

※3 長半減期核種または安定核種のみを選定しているため、実効増倍率への影響は極小であり無視できる。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

パラメータの不確かさを踏まえた解析条件の検討 (4 / 8)

燃料条件と同様に水分条件についても不確かさ要因を整理した結果を以下に示す。

表 水分条件パラメータに対する不確かさ要因整理 (1 / 2)

パラメータ	基本ケース条件	基本ケース条件設定の考え方	不確かさが生じる要因	基本ケースに対し不確かさが生じる方向	実効増倍率が厳しくなる方向	考慮要否	
水分条件	流量	□ m ³ /h	<ul style="list-style-type: none"> ・54条に係る対応として整備する手順を全て同時に実施 ・各手順の流量には設計値を使用 	注水・放水手段の組合せ【基本ケースで考慮】	流量低下	流量増加	不要
				定格を上回る使用 (ポンプ揚程、ポンプ台数など)	流量増加		要
	SFPへの流入範囲、流量分布	流入範囲：SFP全面 流量分布：一様	<ul style="list-style-type: none"> ・燃料取扱建屋は全壊を想定 ・放水設備からの流量が、SFラック全面に一様分布で流入する。(単位面積当たりの流量は、放水設備の現実的な流量ピーク値より大きい。) 	注水・放水手段の組合せ【基本ケースで考慮】	広範囲化	流入範囲：局所化 流量分布：単位面積当たりの流量増加	不要
				定格を上回る使用 (ポンプ揚程、ポンプ台数など)			不要
				放水分布のばらつき【基本ケースで考慮】	単位面積当たりの流量低下		不要
				スプレイ分布のばらつき【基本ケースで考慮】	単位面積当たりの流量低下		不要
				風の影響 (分布のゆらぎ、風の強さ)	局所化 or 広範囲化		要
				建屋損壊状況 (天井の一部に穴が開く)	局所化		要
	燃料集合体内への流入割合	23%	<ul style="list-style-type: none"> ・ラックピッチと燃料集合体との幾何学面積比 ・集合体上部へ流入する水の一部は上部ノズル構造等により弾かれる。 ・無風を仮定 (斜めからの液滴落下は考慮しない。) 	内挿物の存在【基本ケースで考慮】	流入割合低下	流入割合増加	不要
				風の影響 (斜め方向の液滴落下による効果)	流入割合増加		要
液膜となる流量の割合	100%	<ul style="list-style-type: none"> ・燃料集合体の上部構造を經由した流入となることから、ほぼ全量が液膜となる。 ・液滴のまま落下するより、液膜となったほうが、体系内の水分量が多くなり実効増倍率が厳しくなる。 	流入形態 (一部の流量は液滴のまま落下)【基本ケースで考慮】	液膜となる流量が減る	液膜となる流量が増える	不要	

※ 共通するパラメータとして、流量に由来するものは赤ハッチング、風に由来するものは青ハッチングで示す。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

表 水分条件パラメータに対する不確かさ要因整理 (2 / 2)

パラメータ	基本ケース条件	基本ケース条件設定の考え方	不確かさが生じる要因	基本ケースに対し不確かさが生じる方向	実効増倍率が厳しくなる方向	考慮要否		
(続 き)								
水分条件	液膜厚さ評価式	実験式	・静的な実験環境で得られた液膜厚さ算出式 (層流域にはNusseltの式、乱流域にはZhivaikinの式)を適用	風の影響 (斜め方向の液滴落下による波立ち等の外乱)	液膜が薄くなる	液膜を厚くする	不要	
				他の実験式の存在	厚くなる or 薄くなる		要	
	放水の液滴径	一律1.5mm	・スプレイヘッドの実放水試験にて取得した平均液滴径 ・建屋は全壊を想定	注水・放水手段の組合せ 【基本ケースで考慮】	液滴径を大きくする	液滴径を小さくする	不要	
				定格を上回る使用 (ポンプ揚程、ポンプ台数など)				
				放水設備の違い (放水砲orスプレイヘッド) 【基本ケース条件で考慮】	液滴径を大きくする			不要
				建屋等の構造物の有無 (液滴が建屋等の構造物によってまとまる効果)	液滴径を大きくする			不要
				風の影響 (液滴径の大きさに対する効果)	液滴径を小さくする			要
				スプレイ試験におけるデータのばらつき	液滴径を大きくする or 小さくする			要
	海水中の塩分濃度	3.3%	・文献値をもとに小数点以下を切り捨てた値	海流の変化 【基本ケース条件で考慮】	塩素濃度増加	塩素濃度低下	不要	

※ 共通するパラメータとして、流量に由来するものは赤ハッチング、風に由来するものは青ハッチングで示す。

考慮「要」と抽出された不確かさは、それぞれ相互に因果関係を持たないため全て独立であることから、各々の不確かさの重畳は考慮しない。

表 考慮「要」と抽出された不確かさ

臨界計算コードでの核種取り扱いの違い
定格を上回る使用 (ポンプ揚程、ポンプ台数等)
風の影響
建屋損壊状況
他の実験式の存在
スプレイ試験におけるデータのばらつき

各不確かさに相互の因果関係はない（例えば、不確かさ「定格を上回る使用」が発生したことに起因して、「風の影響」や「建屋損壊状況」等の不確かさが発生することはない）ため、これら不確かさは全て独立である。

パラメータの不確かさを踏まえた解析条件の検討（7 / 8）

前頁までの検討結果から不確かさ要因に従属関係はなく、同時に考慮する必要はないことを踏まえ、下表のとおり感度解析条件を纏める。

パラメータ	基本ケース条件	感度解析ケース① (流量による感度を確認)	感度解析ケース② (風による感度を確認)	感度解析ケース③ (建屋損壊状況による感度を確認)	感度解析ケース④ (液膜厚さ評価式による感度を確認)	
燃料条件	燃料配置	新燃料と燃烧燃料のチェッカーボード配置	新燃料と燃烧燃料のチェッカーボード配置	新燃料と燃烧燃料のチェッカーボード配置	新燃料と燃烧燃料のチェッカーボード配置	
	燃烧燃料の燃烧度	24GWd/t	24GWd/t	24GWd/t	24GWd/t	
	AC組成	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
	FP組成	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
	軸方向燃烧度分布	一定	一定	一定	一定	
水分条件	流量	<input type="text"/> m ³ /h	<input type="text"/> m ³ /h	<input type="text"/> m ³ /h	<input type="text"/> m ³ /h	
	SFPへの流入範囲、流量分布	SFP全面(一様)	SFP全面(一様)	局所(一様) ^{※1,2} (流入範囲は3×3範囲から拡大)	局所(一様) ^{※1} (流入範囲は3×3範囲から拡大)	SFP全面(一様)
	集合体内に流入する割合	23%	23%	46% ^{※2}	23%	23%
	液膜となる流量の割合	100%	100%	100%	100%	100%
	液膜厚さ評価式	実験式	実験式	実験式	実験式	包絡式 ^{※3}
	放水の液滴径	1.5mm	1.5mm	1.0mm ^{※2,4}	1.5mm	1.5mm
	海水中の塩分濃度	3.3%	3.3%	3.3%	3.3%	3.3%

ハッチングは基本ケース条件と異なる条件

- ※1 不確かさ【建屋損壊状況】を踏まえた値として設定
- ※2 不確かさ【風の影響】を踏まえた値として設定
- ※3 不確かさ【他の実験式の存在】を踏まえた値として設定
- ※4 不確かさ【スプレイ試験におけるデータのばらつき】を踏まえた値
- ※5 不確かさ【臨界計算コードでの取り扱いに係る違い】を踏まえた条件として設定
- ※6 大規模損壊を考慮し、2台目の放水砲を使用し、かつ1台分の流量が局所に流入する想定での条件においても未臨界となることを確認する。

パラメータの不確かさを踏まえた解析条件の検討 (8 / 8)

(続 き)

パラメータ	基本ケース条件	感度解析ケース⑤ (放水の液滴径による感度を確認)	感度解析ケース⑥ (FP組成による感度を確認)	参考ケース※6 (大規模損壊を仮定したケース)
燃料条件	燃料配置	新燃料と燃焼燃料の チェッカーボード配置	新燃料と燃焼燃料の チェッカーボード配置	新燃料と燃焼燃料の チェッカーボード配置
	燃焼燃料の燃焼度	24GWd/t	24GWd/t	24GWd/t
	AC組成	[]	[]	[]
	FP組成	[]	[]	ベンチマーク実績のある FP核種に限定。
	軸方向燃焼度分布	一定	一定	一定
水分条件	流量	[] m ³ /h	[] m ³ /h	[] m ³ /h
	SFPへの流入範囲、流量分布	SFP全面(一様)	SFP全面(一様)	SFP全面(一様) + 局所(一様) (流入範囲は3×3範囲から拡大)
	集合体内に流入する割合	23%	23%	23%
	液膜となる流量の割合	100%	100%	100%
	液膜厚さ評価式	実験式	実験式	実験式
	放水の液滴径	1.5mm	1.0mm※4	1.5mm
	海水中の塩分濃度	3.3%	3.3%	3.3%

ハッチングは基本ケース条件と異なる条件

- ※1 不確かさ【建屋損壊状況】を踏まえた値として設定
- ※2 不確かさ【風の影響】を踏まえた値として設定
- ※3 不確かさ【他の実験式の存在】を踏まえた値として設定
- ※4 不確かさ【スプレー試験におけるデータのばらつき】を踏まえた値
- ※5 不確かさ【臨界計算コードでの取り扱いに係る違い】を踏まえた条件として設定
- ※6 大規模損壊を想定し、2台目の放水砲を使用し、かつ1台分の流量が局所に流入する想定での条件においても未臨界となることを確認する。

＜液膜評価式＞ (基本ケース条件)

・静的な環境で取得されたデータをもとに液膜Re数に応じて設定される実験式を使用する。

【液膜厚さ評価式設定 (基本ケース条件) の検討】

- 液膜厚さは燃料棒にかかる流量等 (液膜Re数) に依存する。
- 液膜厚さ算出に当たっては、静的な実験環境で取得されたデータをもとに液膜Re数に応じて設定される実験式 (右図※) を用いて算出する。

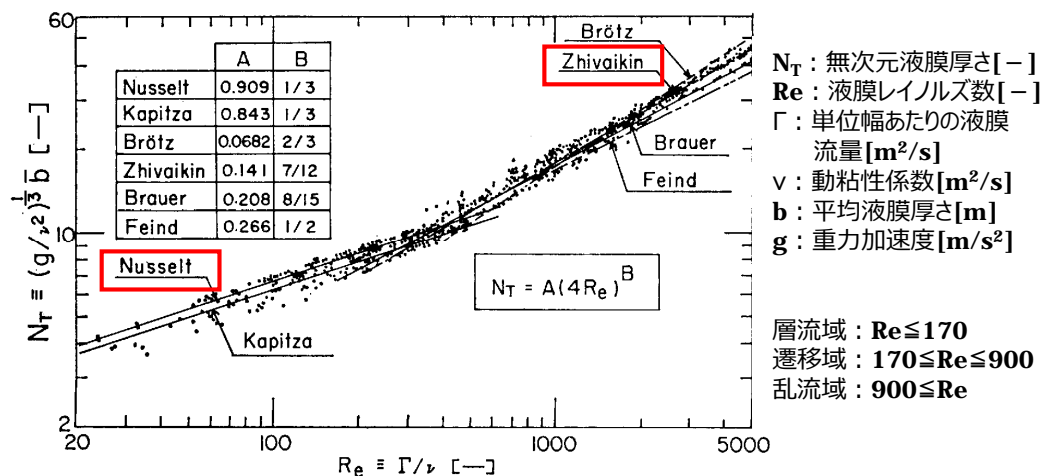
層流域 ($Re \leq 170$) : Nusseltの式

$$N_T = 0.909(4Re)^{1/3}$$

乱流域 ($900 \leq Re$) : Zhivaikinの式

$$N_T = 0.141(4Re)^{7/12}$$

遷移域 ($170 \leq Re \leq 900$) : Nusseltの式とZhivaikinの式のうち液膜厚さが大きくなる式



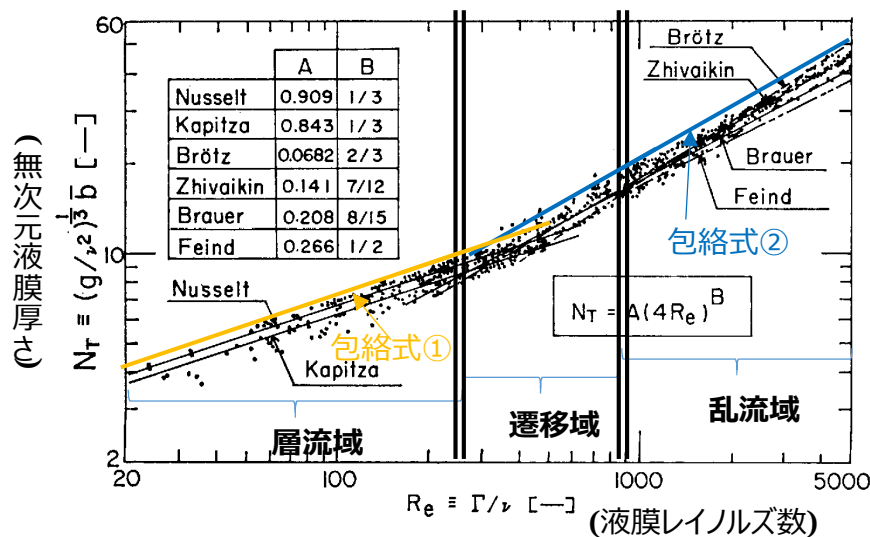
※ 新田勉他、垂直流下液膜における流動および波動特性、(1985)、化学工学論文集

＜液膜評価式＞ (不確かさを考慮した条件)

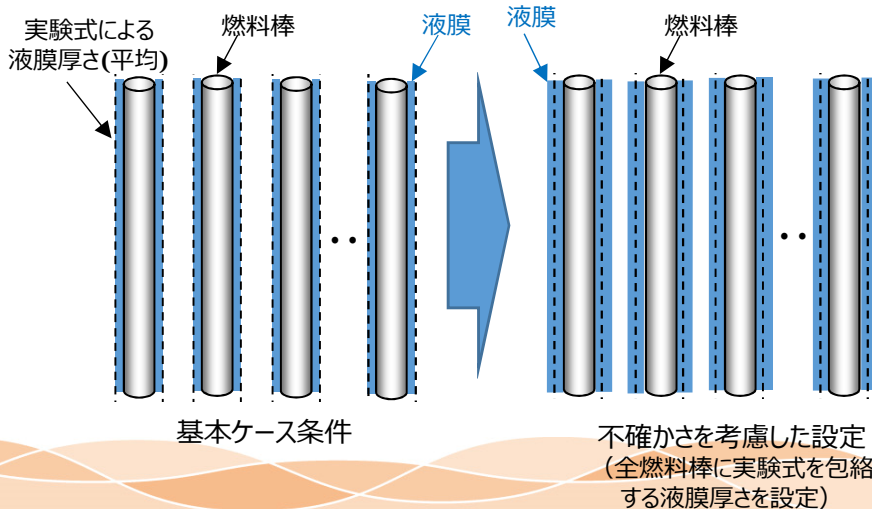
・液膜厚さが厚いほうが実効増倍率が高くなるため、実験式を包含する評価式 (包絡式) を設定する。

【包絡式設定の考え方】

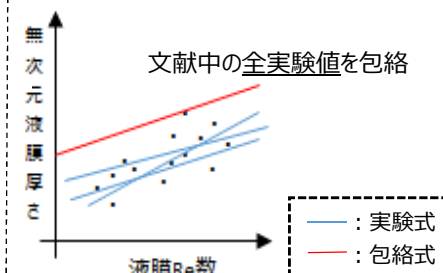
- 液膜厚さ算出式は、**1920年代にNusselt**の式が算定されて以降、多くの実験者により実験式が策定されている。
- 液膜が厚くなり燃料集合体内の水分量が多いほど実効増倍率が高くなるため、今回評価する Re 数範囲 (10 ~ 3000 以下) において、右図に示されるすべての実験式を包含する式を設定する。
- 具体的には、右図の公開文献の実験結果を参考に、代表的な実験式の傾き (右図の**B**の値) を保存し、層流域、乱流域それぞれの領域内で最も大きい実験結果を通る線を包絡式とする。
- 静的な環境で得られた実験式を包含する本包絡式を全燃料棒に適用することで、大幅な保守性を考慮する。
(なお比較的新しい研究※であるレーザーフォーカス変位計を用いた非接触手法による測定により、液膜界面に波立ちが発生する場合の液膜厚さは実験式を用いて求まる液膜厚さよりも薄くなる事が確認されている。)



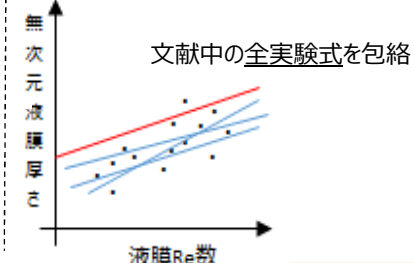
N_T : 無次元液膜厚さ [—]
 Re : 液膜レイノルズ数 [—]
 Γ : 単位幅あたりの液膜流量 [m^2/s]
 ν : 動粘性係数 [m^2/s]
 b : 平均液膜厚さ [m]
 g : 重力加速度 [m/s^2]
 層流域: $Re \leq 170$
 遷移域: $170 \leq Re \leq 900$
 乱流域: $900 \leq Re$
 層流域のNusseltの式ベースの包絡式①
 $N_T = 0.995(4Re)^{1/3}$
 乱流域のZhivaikinの式ベースの包絡式②
 $N_T = 0.157(4Re)^{7/12}$



包絡式設定方法の変更イメージ
 <2020/10/5会合時点>



<今回>



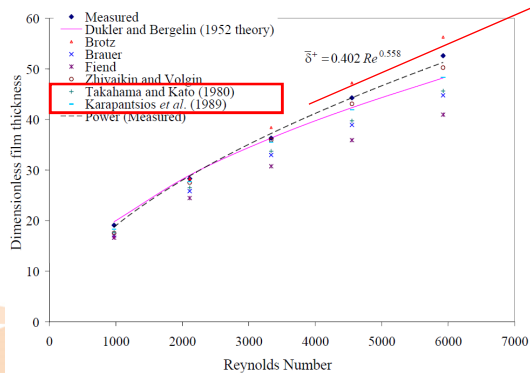
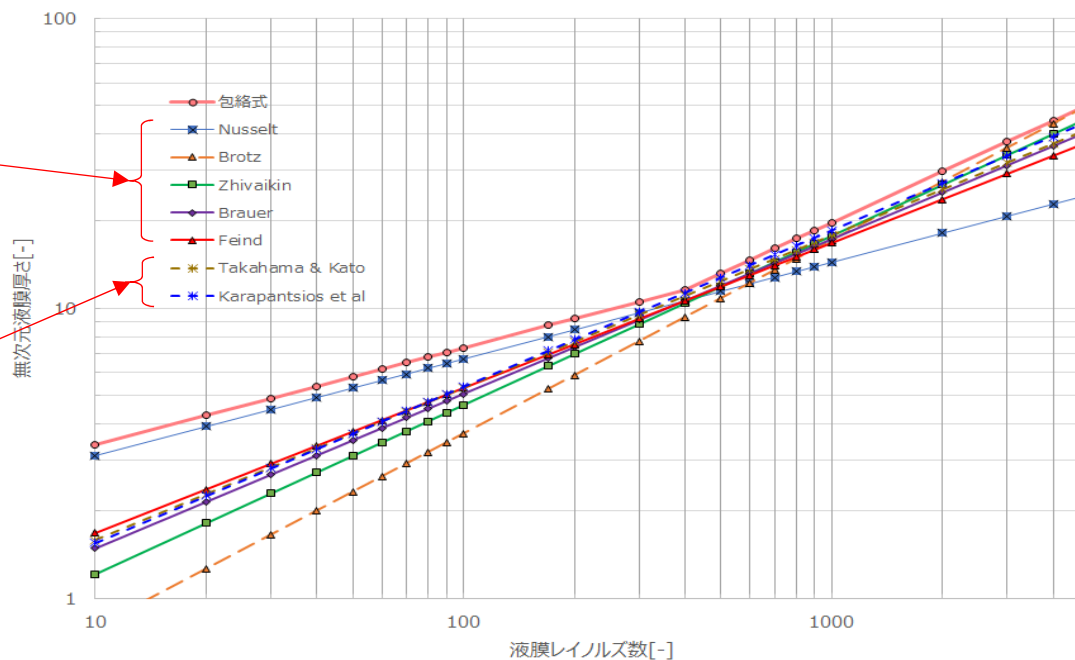
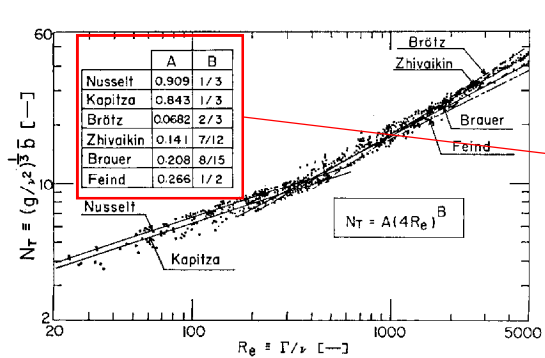
※「レーザーフォーカス変位計による鉛直流下液膜の測定 (第3報,円管内壁面の液膜界面波形の測定原理) (1998)」、日本機械学会論文集

(続 き)

- 本評価において設定する不確かさを考慮した条件である包絡式は、各解析における液膜レイノルズ数の範囲 (10 ~ 3000 以下) において、比較的新しい **Takahama and Kato** および **Karapantsios** らの液膜算出式を包絡している。

表 各解析ケースにおける液膜レイノルズ数

番号	流入流量[m ³ /h]	流入範囲[-]	流入割合[%]	液膜レイノルズ数[-]
基本ケース条件		SFP全面 (424ラック)	23	16
感度解析ケース①		SFP全面 (424ラック)	23	28
感度解析ケース②		局所 (3×3ラック~)	46	~1476



【燃焼度の測定手法】

- 各集合体の燃焼度は、定期的に可動式小型中性子束検出器（以下、「M/D」という。: **Movable Detector**）を用いて測定した炉内の中性子束分布をもとに各集合体の相対出力分布を求め、炉心全体の発熱量（MWd）を掛けることで求められる。

【燃焼度の信頼性】

- 上記手法により計算された燃焼度は燃料取替毎の炉心設計における入力値として使用され、その妥当性は炉物理検査（臨界ボロン濃度、原子炉停止余裕、出力分布等）において、設計値との差異が判定基準内に収まることをもって確認される。高浜1,2号炉ではそれぞれ過去全ての炉物理検査により妥当性を確認している。

【燃焼度の不確かさ】

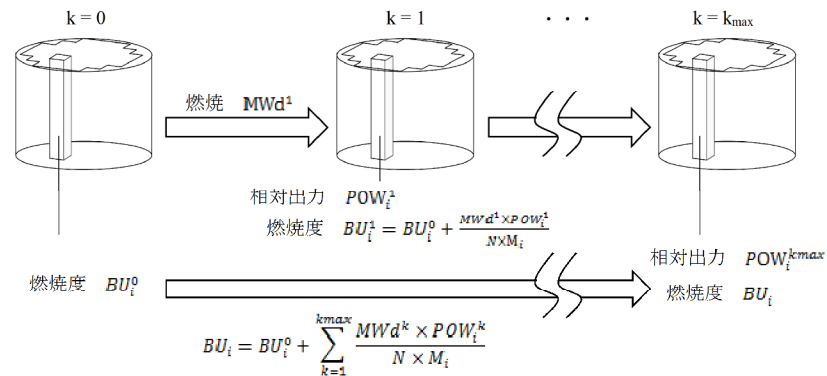
- 燃焼度は、原子炉熱出力と燃料集合体相対出力の誤差に影響を受け、それぞれの誤差の程度は以下の通り。

誤差を有する因子	誤差	出典
原子炉熱出力	1.55 %	熱出力計算に適用するパラメータ測定時の計器誤差
燃料集合体の相対出力	□ %	取替炉心に対する測定値と設計値の差を評価、統計処理

- 上表の誤差因子は独立であるものの、誤差の算出方法が異なることを踏まえ、単純和とした値を切り上げた4%を燃焼度の不確かさとして見積もる。

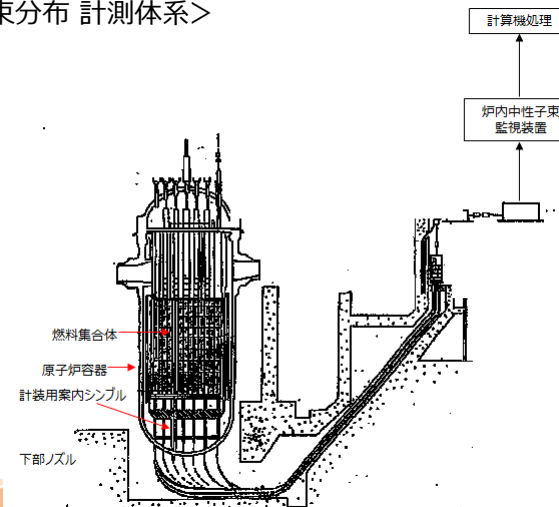
$$1.55 + \square \doteq 4\%$$

<燃料集合体内の燃焼度計算手法>



- BU_i 最新の積算後の燃料集合体 i の燃焼度 (MWd/t)
- BU_i^0 サイクル初期の燃料集合体 i の積算燃焼度 (MWd/t)
- POW_i^k k 番目の出力分布結果中の燃料集合体 i の相対出力
- MWd^k k-1~k 番目の間に出力分布結果で加わった炉心全体の熱出力量 (MWd)
- M_i 燃料集合体 i の初期金属燃料の重量 (t)
- N 炉心に装荷されている燃料集合体数
- $kmax$ 今回の燃焼度を積算する出力分布結果の数

<炉内中性子束分布 計測体系>



<原子炉熱出力誤差の内訳>

原子炉熱出力は、蒸気発生器の給水流量等を基にエンタルピ計算により算出している。エンタルピ計算に用いる各パラメータの測定精度(計器誤差)および原子炉熱出力への誤差は下表のとおり。

パラメータ	測定精度	熱出力計算に及ぼす影響
給水温度	±2%	±0.3%
給水圧力	±5%	
蒸気圧力	±2%	
給水流量	±1.25%	±1.25%
誤差合計		±1.55%

【熱出力への誤差計算手法】

- 蒸気発生器の熱出力計算は下式の通り。

$$Q = (Ws \times Hs) + (Wb \times Hb) - (Wf \times Hf)$$

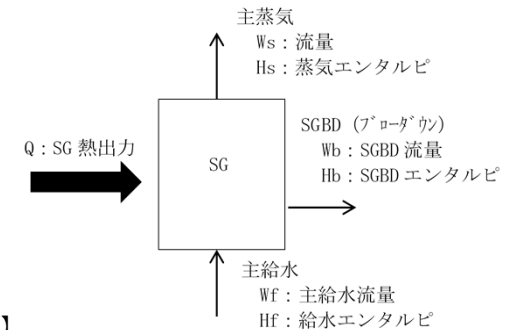
$$= (Wf - Wb) \times (Hs - Hf) + Wb \times (Hb - Hf)$$
- 各パラメータには左表のとおり計器誤差が含まれる。圧力・温度による誤差については、圧力/温度の誤差幅から蒸気表を用いてエンタルピ誤差を算出する。

(3ループプラントの例)

給水エンタルピ誤差: 1.22 kcal/kg
 蒸気エンタルピ誤差: 0.31 kcal/kg
 蒸気エンタルピと給水エンタルピの差: 438.2 kcal/kg

【エンタルピ計算】

$$\sqrt{(1.22^2 + 0.31^2)} \div 438.2 = 0.29\% \Rightarrow 0.3\%$$



<燃料集合体出力の誤差の内訳>

2～4ループの取替炉心に対して、サイクル初期・中期・末期それぞれにおける高温全出力時での燃料集合体出力測定値と計算値の差を評価し、統計処理※1することで求める。

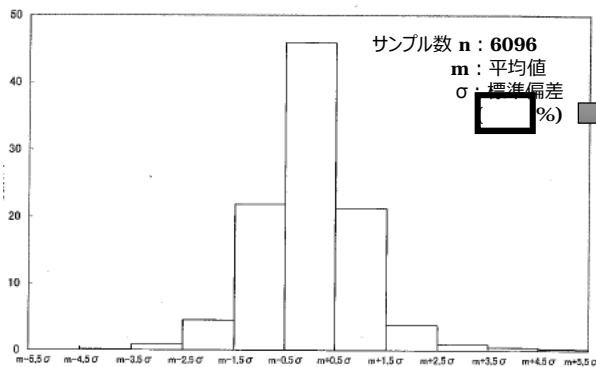


図 燃料集合体出力分布の測定値と計算値の差の度数分布※2

表 サンプルとした炉心出力分布測定(マップ)数

プラント	マップ数

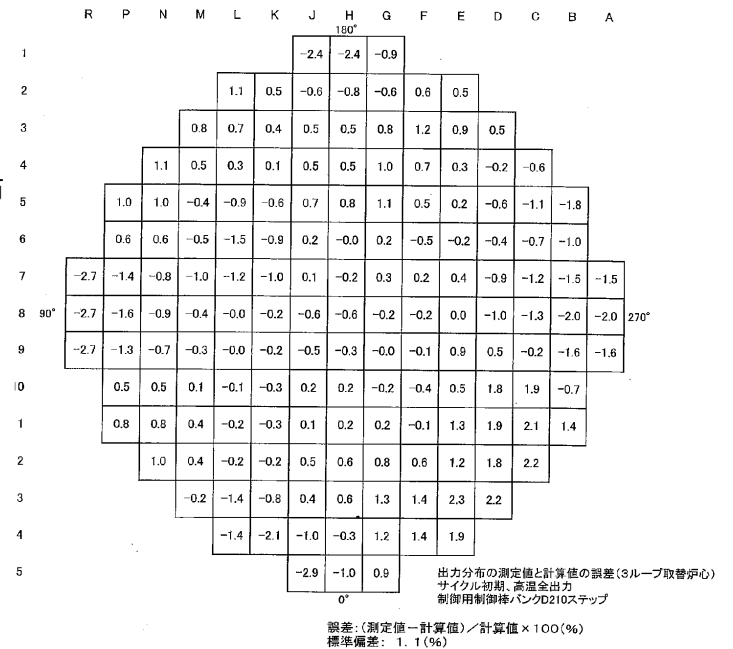


図 取替炉心における各燃料集合体の出力分布測定値と計算値の差※2 (3ループ、サイクル初期、高温全出力の例)

- 燃焼度の不確かさについては4%と見積もる。これは、米国ガイドの「約5%以内」との記載とも整合する。
燃焼燃料の燃焼度は、想定する25GWd/tに上記の不確かさ4%を考慮し、24GWd/tを基本ケース条件として設定する。
- 領域管理の実運用において貯蔵される燃料の燃焼度は、燃焼度の不確かさが存在することを踏まえた基本ケース条件とすることから、実運用においては25GWd/tで管理する。

<米国ガイドNEI 12-16抜粋>

5.1.5 Reactor Record Burnup Uncertainty

… The EPRI and ORNL reports agree that burnup estimations based on the flux measurements followed by time integration are within 5% of the true assembly burnup, and as such using 5% as the BMU is conservative. …

5.1.5 原子炉レコードの燃焼度の不確かさ

… EPRIおよびORNLレポートは、フラックス測定とそれに続く時間積分に基づく燃焼推定が、実際のアセンブリ燃焼度の5%以内であり、**BMU (Burnup Measurement Uncertainty)** が保守的であるため、5%を使用することに同意しています。…

燃料集合体やラックの寸法および燃料材条件等の設定

燃料集合体やラックの寸法条件および燃料材条件等の設定については、既許可から変更せず以下の通り設定し、公称値を設定するパラメータについては、製作公差の影響を不確定性として別途考慮する。

表 燃料集合体・ラック寸法および燃料材条件等の設定

パラメータ	基本ケース条件	基本ケース条件 設定の考え方	不確かさが生じる要因	考慮 要否	
燃料集合体・ラック寸法および燃料材条件	初期濃縮度	□ wt%	公称値に、製作公差を実効増倍率を厳しくする方向へ見込んだ値	製作公差 【基本ケースで考慮】	不要
	燃料有効長	□ mm	公称値から実効増倍率を大きくする方向へ延長した値	製作公差 【基本ケースで考慮】	不要
	ラック厚さ	□ mm	公称値に、製作公差を実効増倍率を厳しくする方向へ見込んだ値	製作公差 【基本ケースで考慮】	不要
	ラックの中心間距離	公称値 (ノミナル値)	最確値として設定。	製作公差	要
	ラックの内り				
	ラック内燃料偏心				
	燃料材の直径及び密度				
	燃料被覆材の内径及び外径				
燃料集合体外寸					
使用済燃料ピット内 ほう素濃度	0 ppm	使用済燃料ピット内の水は純水とし、残存しているほう素濃度は考慮しない。	純水または海水の注水によるほう素濃度低下 【基本ケースで考慮】	不要	
反射体条件	燃料有効長上部 : 水反射体(30cm) 燃料有効長下部 : コンクリート(1m)	大量の水の漏えい時の燃料有効長上下部の状態を踏まえ、十分な反射効果が得られる(中性子反射効果が飽和する)厚さとして設定。	放水・注水による反射効果の変化 【基本ケースで考慮】	不要	

正負の製作公差を未臨界性評価上厳しくなる側に不確定性として別途考慮する。