

高浜発電所第1, 2号機審査資料	
資料番号	2-2 改5
提出年月日	2023年6月30日

SFP 水位低下時における不確定性に関する補足説明

関西電力株式会社

目 次

1. はじめに
2. 臨界実験ベンチマーク数について
3. 水位低下時における解析コード適用の妥当性について
4. 極低水位における解析結果の妥当性について
5. 解析結果の不確定性について
6. まとめ

1. はじめに

本資料は、SCALE ver6.0（以下、「本解析コード」という）を本評価に適用することの妥当性確認に用いた臨界実験ベンチマーク数を整理し、水位低下時における本解析コード適用の妥当性について述べるとともに、水位低下時における「計算コードに係る不確定性」及び「製作公差に基づく不確定性」の取扱いについて補足説明するものである。

2. 臨界実験ベンチマーク数について

本解析コードの使用に際して、臨界実験ベンチマーク集（「INTERNATIONAL HANDBOOK OF EVALUATED CRITICALITY SAFETY BENCHMARK EXPERIMENTS」 September 2010 Edition(OECD/NEA)）に登録されている臨界実験のベンチマーク解析を実施することで解析コードの妥当性確認を実施している。その際、本評価体系と完全に一致する臨界実験は存在しないものの、国内 PWR の燃料貯蔵設備及び燃料仕様のパラメータ範囲を包絡するよう臨界実験を選定し、ベンチマーク解析を行っている。

既工事計画並びに今回評価に係る設置許可及び設工認申請における臨界実験ベンチマークの取扱いを第 1 表に示す。既工事計画においては、ウラン新燃料を用いた臨界実験及び MOX 新燃料を用いた臨界実験に対してベンチマークを実施し、妥当性確認を行った。今回評価に係る設置許可申請に際しては、既工事計画で実施したベンチマークに加え、燃焼燃料を含んだ体系及び塩素を含んだ体系への本解析コード適用の妥当性を確認するために、FP を含んだウラン燃料の臨界実験及び塩素を含んだ体系の臨界実験のベンチマークを追加し、計□ケースの臨界実験ベンチマークにより、本解析コード適用の妥当性を確認していた。また参考として、水位低下時における解析値の傾向を確認するために、水位低下時の EALF (Energy corresponding to the Average neutron Lethargy causing Fission:核分裂に寄与する中性子平均エネルギー) に相当する臨界実験のベンチマークを実施し、C/E (C:計算値と E:測定値の比) の傾向を示していた。

その後、設工認審査の過程で塩素を考慮しない体系に変更したことから、塩素を含む体系のケースを妥当性確認の対象ケースから除外する一方で、低水位状態における適用妥当性の確認結果を拡充するべく、水位低下時の EALF に相当する臨界実験のベンチマーク（第 2 表参照）を加え、許可時のベンチマーク数と同じ計□ケースとしている。

3. 水位低下時における解析コード適用の妥当性について

本評価体系における液相部高さ と EALF の関係を第 1 図に、妥当性確認に選定したベンチマーク実験ケースの EALF と C/E の関係を第 2 図に示す。冠水状態から水位 1,000mm 程度まで EALF は横ばいであることから実効増倍率への寄与は液相部が支配的であり、さらに水位が低下した場合には EALF が上昇し、気相部が支配的な状態へと遷移していく。臨界実験ベンチマークには、部分水位で臨界となった臨界実験（第 3 表参照）及び 1.0g/cm^3 よりも低い水密度での臨界実験（第 4 表参照）が含まれており、平均 C/E は 1.0 近傍であり、特異な傾向はみられない。また、気相部による実効増倍率への寄与が支配的になる水位 200mm 程度の EALF (約 7eV) に相当する臨界実験（第 2 表参照）を含む範囲において、C/E は 1 近傍で特異な傾向はみられないことから、冠水から水位 200mm までの範囲において本解析コードを適用することは妥当である。

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。

4. 極低水位における解析結果の妥当性について

水位 0～200mm の範囲について解析した結果、水位の低下に応じて実効増倍率が単調減少する結果が得られた（第 3 図、第 4 図参照）。補足説明資料 別添 2 「解析結果の妥当性確認について」に示す通り、類似解析として示す水密度を一様に変化させた場合の実効増倍率は水密度約 $0.1\text{g}/\text{cm}^3$ で最大値をとり、その後水密度が小さくなるに伴い低下していく推移を示す。基本ケースの水位 0mm の状態の水分条件を空間平均水密度に換算した場合の結果は概ねこの推移上に位置しており、この水密度では冠水状態（水密度 $1.0\text{g}/\text{cm}^3$ ）と比較して実効増倍率が小さいことを確認した。加えて、補足説明資料 別添 6 「流量条件に対する使用済燃料ピットの未臨界性上の頑健性について」に示す通り、 $7000\text{m}^3/\text{h}$ まで流入流量を増加させた場合においても中性子最適減速状態は発現していないことから、今回の水分条件においては解析結果と同様に水位 200mm 以下の領域においても水位が低下するに伴い単調減少傾向が継続し未臨界を維持することは確認できたため、当該範囲における解析コードの精度を必要としなくなるので、適用妥当性確認をしていなかったとしても問題はない。

5. 解析結果の不確定性について

解析結果の不確定性には「計算コードの不確定性」と「製作公差に基づく不確定性」があり、それらの設定の考え方について説明する。

（1）計算コードの不確定性

「計算コードの不確定性」は、計算コードの妥当性確認に用いた臨界実験ベンチマーク結果の平均誤差及びその不確かさより算出しているため、どの臨界実験ベンチマーク結果を用いるかに依存する（第 5 表参照）。

既工事計画においては、評価体系に類する燃料要素を用いたベンチマーク結果をもとに計算コードの不確定性を算出している。評価体系にはウラン新燃料及び燃焼燃料が含まれるが、選定ケース数を増加させた場合、信頼係数の観点から不確定性が小さくなることから、燃焼燃料により組成が近く、評価条件が厳しくなるよう MOX 新燃料のケースのみを使用して不確定性算出を行っている。

本申請においても同様に燃料要素に着目し、プルトニウムや FP を含んだ体系のベンチマークを用いることなく、第 5 図に示す FP を含まないウラン燃料の ケースを選定して計算コードの不確定性を算出しており、それらのケースは部分水位状態を含む臨界実験が含まれている。

ここで、計算コードの不確定性は評価体系の水位に依らず一定の値を用いることとしているが、その妥当性については、低水位時相当の EALF のベンチマークケースを加えて算出した計算コードの不確定性（平均誤差 δk 及び不確かさ ϵ_k ）に変化がないことでもって確認している。（第 5 表参照）

（2）製作公差に基づく不確定性

「製作公差に基づく不確定性」は、評価体系において入力項目別に算出しており、ノミナル値を入力値として算出した実効増倍率に対して、製作公差の範囲で入力値を変化させた際の最大となった実効増倍率との差をその入力項目に起因する不確定性としたものであり、評価体系の水位の変動により、入力値及び不確定性は変動しうるものである。

冠水状態から水位 1,000mm 程度までは、EALF 及び実効増倍率は横ばいであることから（第 1 図、第

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。

3 図参照)、実効増倍率への寄与は液相部が支配的であることが確認できる。その場合、不確定性を考慮しないノミナルの実効増倍率と入力値に製作公差を考慮した実効増倍率の差により決定される不確定性についても液相部の評価結果に依存しており、冠水時の不確定性を液相部が支配的な状態に対して適用することは妥当である。

冠水時の不確定性は 0.0115 (第 6 表参照)、水位 1,000mm の不確定性は 0.0104 (第 7 表参照) であり、両者の差 (0.0011) はモンテカルロ法による統計誤差 σ の 2 倍程度と小さく、この範囲においてはどの不確定性を用いて評価しても判定に影響を与えるものではないことから、今回の評価においては冠水時の不確定性を代表的に用いる。なお、上記において、冠水時と水位 1,000mm では塩素の考慮に違いがあるが、塩素は気相部にのみ考慮していること、上記の水位範囲において実効増倍率は液相部支配で決まることから、塩素の考慮の違いによる影響は無視できる。(第 3 図参照)

また、さらに水位が低い状態においては気相部支配で実効増倍率が決まってくるが、水位 200mm (塩素考慮なし) での不確定性は 0.0111 であり (第 8 表参照)、冠水時の値とほとんど変わらないことを確認している。

6. まとめ

臨界実験ベンチマークとして、国内 PWR の燃料貯蔵設備及び燃料仕様のパラメータ範囲を包絡する臨界実験及び水位低下時の EALF に相当する臨界実験を選定し、冠水から水位 200mm までの範囲において本解析コードを適用することの妥当性を確認した。

計算コードの不確定性は、今回の評価体系と類似の燃料要素である FP を含まないウラン燃料のケースを選定して算出した。

製作公差に基づく不確定性は、冠水時の不確定性を液相部が支配的な状態に対して適用することは妥当であり、気相部が支配的な水位 200mm での不確定性とほとんど変わらないことを確認した。

第1表 臨界実験ベンチマーク体系と取扱い

臨界実験の評価体系	ウラン燃料		MOX燃料		FPを含む ウラン燃料	塩素を含む 体系	低水位時の EALF 相当の体系	合計
	部分 水位	その他	部分 水位	その他				
ケース数								
既工事計画	計算コードの妥当性評価	○	○	○	○			
	計算コードの不確定性算出			○	○			
	塩素の不確定の評価	体系に塩素を考慮しない						
設置許可	計算コードの妥当性評価	○	○	○	○	○		
	計算コードの不確定性算出	○	○					
	塩素の不確定性の評価					○		
設工認	計算コードの妥当性評価	○	○	○	○		○	
	コードの不確定性算出	○	○					
	塩素の不確定性評価	体系に塩素を考慮しない						

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。

第2表 水位低下時の中性子エネルギー近傍の臨界実験 (1/2)

項目		単位	燃料貯蔵設備及び燃料仕様のパラメータ範囲	
			MIN	MAX
燃料	²³⁵ U濃縮度	wt%	1.6	4.8
	Pu含有率	wt%	5.5	10.9
	燃料材径	mm	8.19	9.29
	燃料体内の減速材 体積／燃料体積	—	1.88	2.00
	被覆管外径	mm	9.5	10.72
	被覆材材質	—	ジルコニウム合金	
	燃料要素ピッチ	mm	12.6	14.3
	燃料要素配列条件	—	正方配列	
	体系条件	—	燃料体配列体系	
	減速	減速材	—	無／軽水
水位		mm	完全喪失／冠水	
反射体	反射体材質	—	軽水／コンクリート	
	EALF	eV	0.2～約50eV*	
解析ケース	実験ケース数	—	—	
	解析ケース数	—	—	
	実験施設	—	—	

*本評価体系における水位0mmでの値

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ありません。

第2表 水位低下時の中性子エネルギー近傍の臨界実験(2/2)

項目	
実験体系	
ベンチマーク 解析結果	SCALE Ver. 6.0による C/Eの平均、 σ

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。

第3表 水位調整による臨界実験 (1/6)

項目		単位	燃料貯蔵設備及び燃料仕様の パラメータ範囲	
			MIN	MAX
燃料	²³⁵ U濃縮度	wt%	1.6	4.8
	燃料材径	mm	8.19	9.29
	燃料体内の減速材 体積/燃料体積	—	1.88	2.00
	被覆管外径	mm	9.5	10.72
	被覆材材質	—	ジルコニウム合金	
	燃料要素ピッチ	mm	12.6	14.3
	燃料要素配列条件	—	正方配列	
	体系条件	—	燃料体配列体系	
	減速	減速材	—	無/軽水
水位		mm	完全喪失/冠水	
反射体	反射体材質	—	軽水/コンクリート	
	EALF	eV	0.2~約50eV※	
解析ケース	実験ケース数	—	—	
	解析ケース数	—	—	
	実験施設	—	—	

※本評価体系における水位0mmでの値

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。

第3表 水位調整による臨界実験 (2/6)

項目	
実験体系	
ベンチマーク 解析結果	SCALE Ver. 6.0による C/Eの平均、 σ

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。

第3表 水位調整による臨界実験 (3/6)

項目		単位	燃料貯蔵設備及び燃料仕様の パラメータ範囲	
			MIN	MAX
燃料	²³⁵ U濃縮度	wt%	1.6	4.8
	燃料材径	mm	8.19	9.29
	燃料体内の減速材 体積/燃料体積	—	1.88	2.00
	被覆管外径	mm	9.5	10.72
	被覆材材質	—	ジルコニウム合金	
	燃料要素ピッチ	mm	12.6	14.3
	燃料要素配列条件	—	正方配列	
	体系条件	—	燃料体配列体系	
	減速	減速材	—	無/軽水
水位		mm	完全喪失/冠水	
反射体	反射体材質	—	軽水/コンクリート	
	EALF	eV	0.2~約50eV※	
解析ケース	実験ケース数	—	—	
	解析ケース数	—	—	
	実験施設	—	—	

※本評価体系における水位0mmでの値

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。

第3表 水位調整による臨界実験 (4/6)

項目	
実験体系	
ベンチマーク 解析結果	SCALE Ver. 6.0による C/Eの平均、 σ

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。

第3表 水位調整による臨界実験 (5/6)

項目		単位	燃料貯蔵設備及び燃料仕様の パラメータ範囲	
			MIN	MAX
燃料	²³⁵ U濃縮度	wt%	1.6	4.8
	Pu含有率	wt%	5.5	10.9
	燃料材径	mm	8.19	9.29
	燃料体内の減速材 体積／燃料体積	—	1.88	2.00
	被覆管外径	mm	9.5	10.72
	被覆材材質	—	ジルコニウム合金	
	燃料要素ピッチ	mm	12.6	14.3
	燃料要素配列条件	—	正方配列	
	体系条件	—	燃料体配列体系	
	減速材	減速材	—	無／軽水
水位		mm	完全喪失／冠水	
反射体	反射体材質	—	軽水／コンクリート	
EALF		eV	0.2～約50eV*	
解析 ケ ー ス	実験ケース数	—	—	
	解析ケース数	—	—	
	実験施設	—	—	

※本評価体系における水位0mmでの値

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。

第3表 水位調整による臨界実験 (6/6)

項目	
実験体系	
ベンチマーク 解析結果	SCALE Ver. 6.0による C/Eの平均、 σ

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。

第4表 低水密度の臨界実験 (1/3)

項目		単位	燃料貯蔵設備及び燃料仕様の パラメータ範囲	
			MIN	MAX
燃料	²³⁵ U濃縮度	wt%	1.6	4.8
	燃料材径	mm	5.5	10.9
	燃料体内の減速材 体積／燃料体積	—	8.19	9.29
	被覆管外径	mm	1.88	2.00
	被覆材材質	—	ジルコニウム合金	
	燃料要素ピッチ	mm	12.6	14.3
	燃料要素配列条件	—	正方配列	
	体系条件	—	燃料体配列体系	
減速材	減速材	—	無／軽水	
	水位	mm	完全喪失／冠水	
反射体	反射体材質	—	軽水／コンクリート	
EALF		eV	0.2～約50eV※	
解析ケース	実験ケース数	—	—	
	解析ケース数	—	—	
	実験施設	—	—	

※本評価体系における水位 0mm での値

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。

第4表 低水密度状態の臨界実験(2/3)

項目	
実験体系	
ベンチマーク 解析結果	SCALE Ver. 6.0による C/Eの平均、 σ

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。

第4表 低水密度状態の臨界実験 (3/3)

臨界実験	減速材密度	ケース数

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。

第5表 SCALE ver. 6.0システムの平均誤差及び不確かさ

条件	計算コード	SCALE6.0 システム (KENO-VI)						
	ベンチマーク概要	ウラン燃料 (FP なし)	ウラン燃料 (FP なし) + 低水位 ^{※1}	低水位	MOX 燃料 (FP なし)	MOX 燃料 ^{※2} (FP なし)	ウラン燃料 (FP あり)	全ベンチマーク ^{※3}
	ベンチマークケース数							
評価結果	平均誤差 δk	0.0007	0.0007	0.0001	0.0007	0.0013	0.0001	0.0001
	不確かさ $\epsilon_c (=U \times S_p)$	0.0065	0.0065	0.0376	0.0110	0.0104	0.0067	0.0062
	信頼係数 U ^{※4}							
	$\overline{k_{eff}}$ の不確かさ (S_p)							

※1 計算コードの妥当性確認に追加した低水位相当のEALFを持つ臨界実験のベンチマーク

※2 低水位相当のEALFを持つケースを含まない場

※3 FPを含まないウラン燃料+MOX燃料+FPを含むウラン燃料の全ケースを合わせたもの

※4 ベンチマーク解析ケース数に対する95%信頼度・95%確率での信頼係数

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。

第6表 高浜1/2号機 大規模漏えい時の未臨界性における不確定性評価結果（純水冠水時）

臨界計算上の不確定性評価項目				不確定性	
計算コード	平均誤差		δk	0.0007 (注1)	
の不確定性	95%信頼度×95%確率		ϵ_c	0.0065 (注2)	
				不確定性	入力値 (注3)
製作公差に基づく不確定性	[]	ラックの内のり公差	ϵ_w	0.0023	[]
		燃料製作公差	ϵ_r	0.0061	—
		—燃料材直径	ϵ_d	(0.0014)	[]
		—燃料材密度	ϵ_l	(0.0038)	[]
		—被覆材内径	ϵ_{cr}	(0.0014)	[]
		—被覆材外径	ϵ_{cd}	(0.0032)	[]
		—燃料体外寸	ϵ_a	(0.0029)	[]
	[]	ラック内燃料偏心	ϵ_f	0.0042 (注4)	—
[]	ラックの中心間距離公差	ϵ_p	0.0036 (注5)	[]	
統計誤差			σ	0.0005	
不確定性合計 (注6)			ϵ	0.0115	

(注1) 国際的に臨界実験データを評価収集しているOECD/NEAによるINTERNATIONAL HANDBOOK OF EVALUATED CRITICALITY SAFETY BENCHMARK EXPERIMENTSに登録されているウラン燃料に係る臨界実験を対象にSCALE Ver. 6.0システムのベンチマーク解析を実施して得られる加重平均実効増倍率の平均誤差。

(注2) 上記の臨界実験を対象にSCALE Ver. 6.0システムのベンチマーク解析を実施して得られる加重平均実効増倍率の不確かさ（95%信頼度×95%確率での信頼係数を考慮）。

(注3) 正負の製作公差のうち未臨界性評価上厳しくなる側の値を入力値とした。

(注4) [] のラック内での燃料体の偏心モデルでの [] [] 評価結果。なお、評価結果は下表のとおり。

ラックの中心間距離公差による不確定性評価結果	
解析モデル	不確定性評価結果
[]	[]

(注5) 未臨界性評価にはラック間隔が [] を使用する。

(注6) []

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。

第7表 高浜1/2号機 大規模漏えい時の未臨界性評価における不確定性評価結果
(塩素を考慮するケース(旧基本ケース)、水位1,000mm)

臨界計算上の不確定性評価項目				不確定性	
計算コード の不確定性	平均誤差		δk	0.0007	
	95%信頼度×95%確率		ϵ_c	0.0065	
				不確定性	入力値 ^{※1}
製作公差に 基づく不確 定性	[Redacted]	ラックセルの内のり公差	ϵ_w	0.0016	[Redacted]
		燃料製作公差	ϵ_r	0.0044	—
		—燃料材直径	ϵ_d	(0.0014)	[Redacted]
		—燃料材密度	ϵ_l	(0.0025)	[Redacted]
		—被覆材内径	ϵ_{cr}	(0.0015)	[Redacted]
		—被覆材外径	ϵ_{cd}	(0.0026)	[Redacted]
		—燃料体外寸	ϵ_a	(0.0014)	[Redacted]
	[Redacted]	ラックセル内燃料偏心	ϵ_f	0.0039 ^{※2}	—
	[Redacted]	ラックセルの中心間距離 公差	ϵ_p	0.0035	[Redacted]
統計誤差			σ	0.0005	—
不確定性合計 ^{※3}			ϵ	0.0104	

※1 正負の製作公差のうち未臨界性評価上厳しくなる側の値を入力値とした。

※2 [Redacted] のラックセル内での燃料体の偏心モデルでの [Redacted] [Redacted] 評価結果。なお、評価結果は下表のとおり。

ラックセル内燃料偏心による不確定性評価結果

解析モデル	不確定性評価結果
[Redacted]	[Redacted]

※3 [Redacted]

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。

第8表 高浜1/2号機 大規模漏えい時の未臨界性評価における不確定性評価結果
(塩素を除いたケース(新基本ケース)、水位200mm)

臨界計算上の不確定性評価項目				不確定性	
計算コード の不確定性	平均誤差		δk	0.0007	
	95%信頼度×95%確率		ϵ_c	0.0065	
				不確定性	入力値 ^{※1}
製作公差に 基づく不確 定性	[]	ラックセルの内のり公差	ϵ_w	0.0012	[]
		燃料製作公差	ϵ_r	0.0066	—
		—燃料材直径	ϵ_d	(0.0012)	[]
		—燃料材密度	ϵ_l	(0.0017)	[]
		—被覆材内径	ϵ_{cr}	(0.0018)	[]
		—被覆材外径	ϵ_{cd}	(0.0058)	[]
		—燃料体外寸	ϵ_a	(0.0017)	[]
	[]	ラックセル内燃料偏心	ϵ_f	0.0021 ^{※2}	—
	[]	ラックセルの中心間距離 公差	ϵ_p	0.0037	[]
統計誤差			σ	0.0004	—
不確定性合計 ^{※3}			ϵ	0.0111	

※1 正負の製作公差のうち未臨界性評価上厳しくなる側の値を入力値とした。

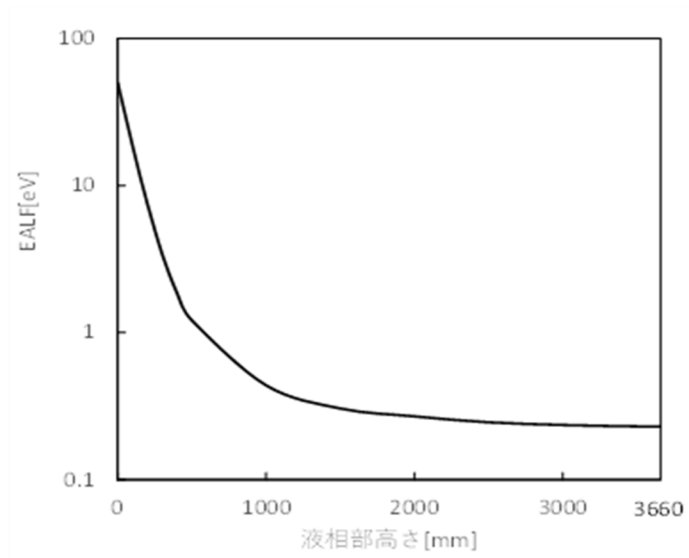
※2 [] のラックセル内での燃料体の偏心モデルでの []
[] 評価結果。なお、評価結果は下表の
とおり。

ラックセル内燃料偏心による不確定性評価結果

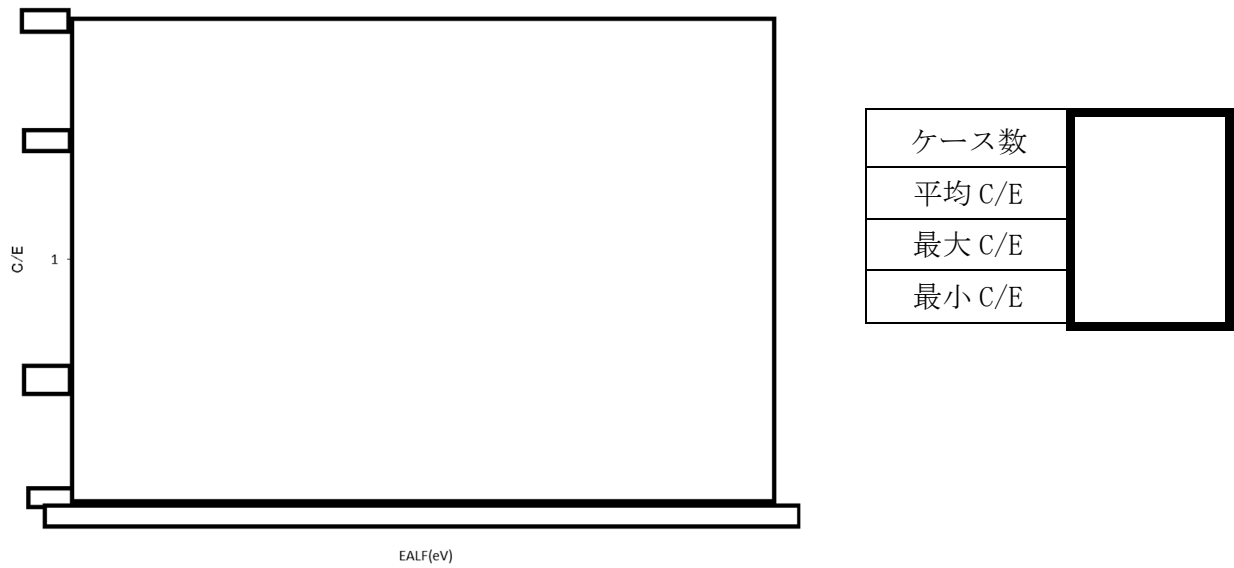
解析モデル	不確定性評価結果
[]	[]

※3 []

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。

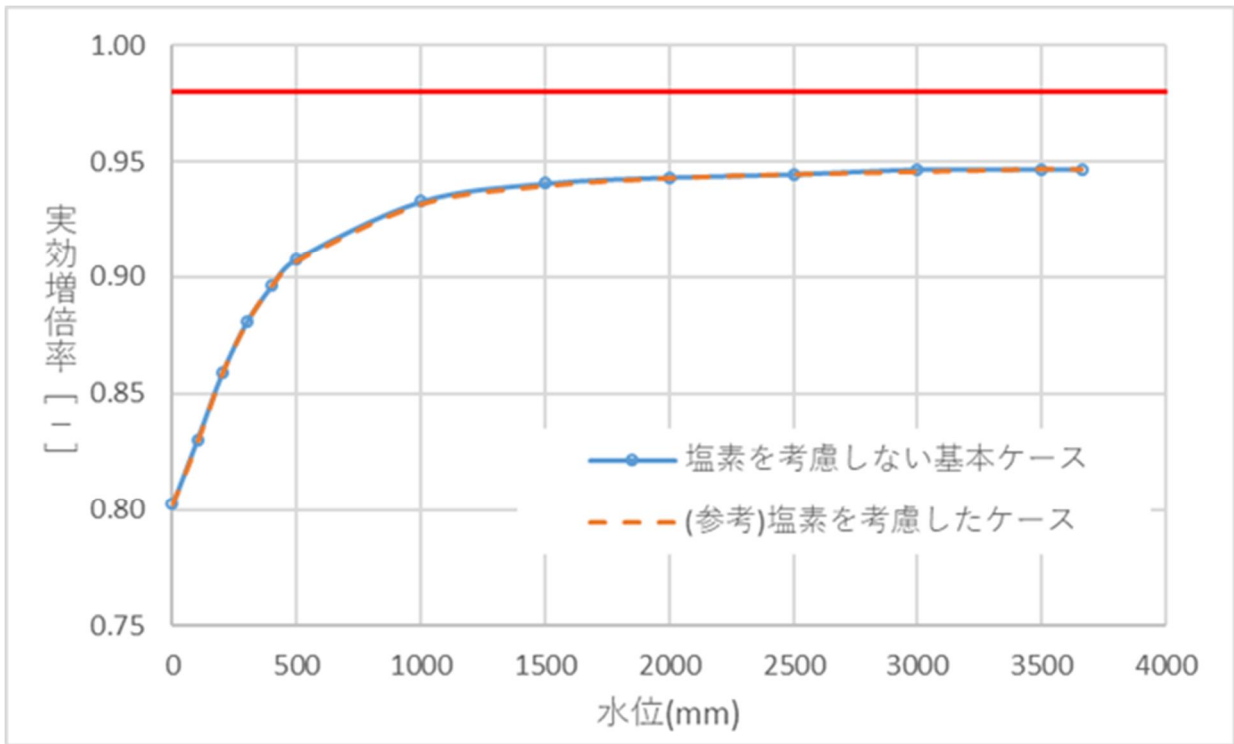


第1図 本評価体系における液相部高さとEALFの関係



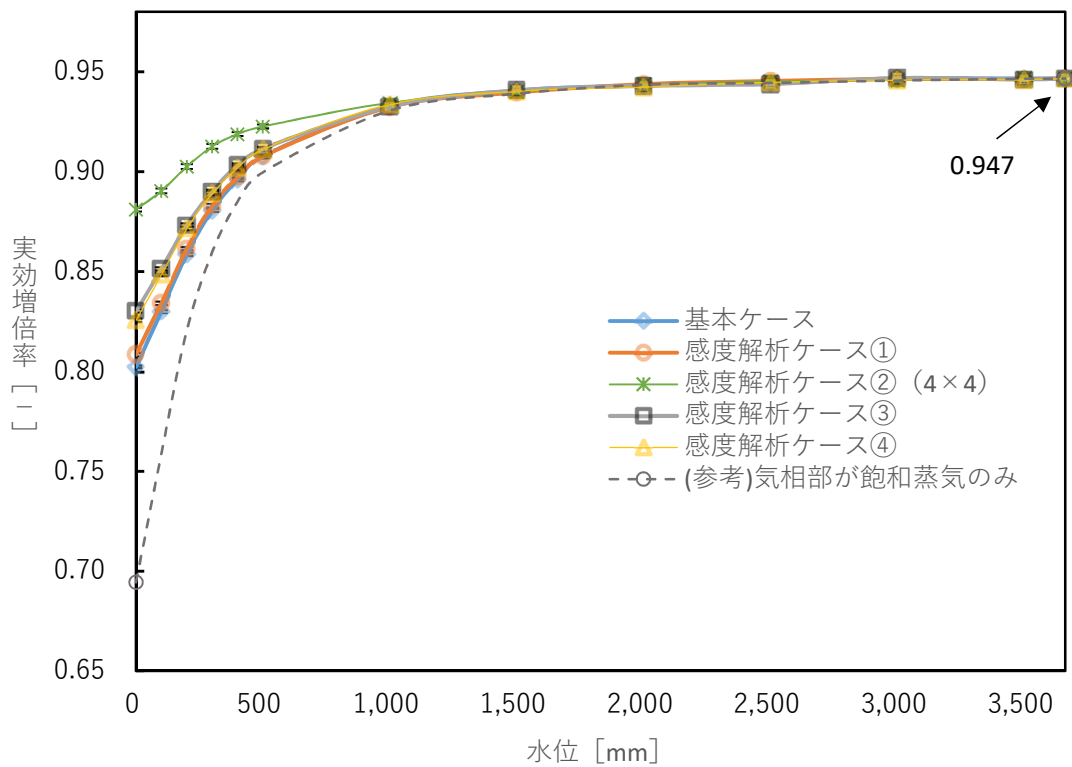
第2図 妥当性確認に用いたベンチマーク実験のEALFとC/Eの関係

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。



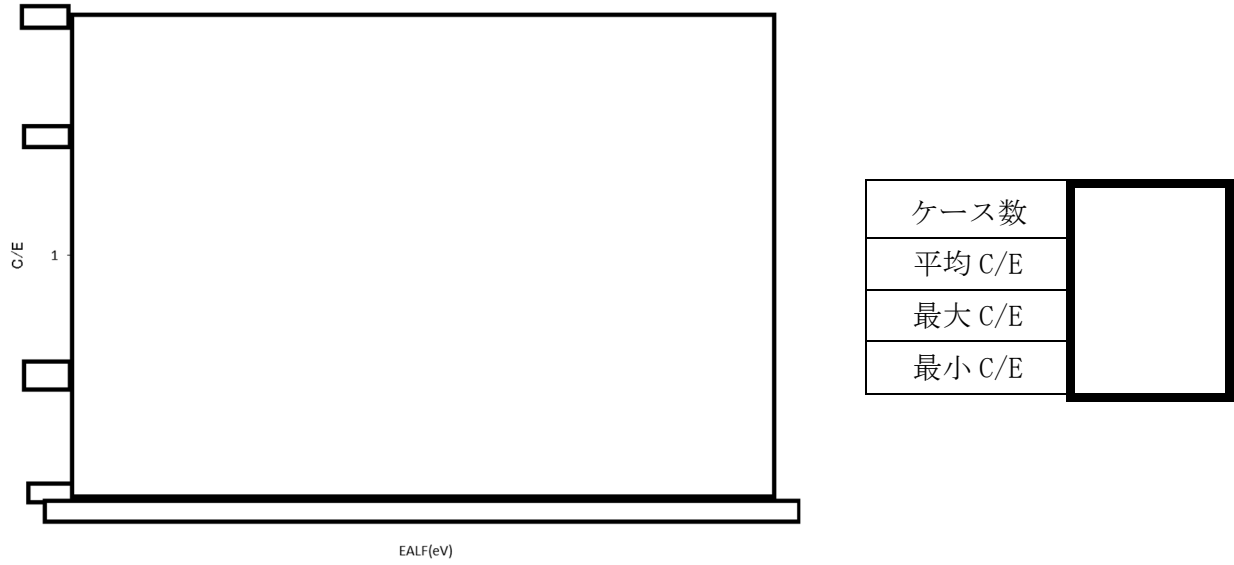
第3図 実効増倍率評価結果*

※不確定性を含まない値



第4図 各ケース実効増倍率評価結果*

※不確定性を含まない値



第5図 不確定性の算出に用いたベンチマーク実験のEALFと C/Eの関係

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。

(参考) ベンチマークの体系詳細 (ウラン燃料 (FPなし)) (1/10)

項目		単位	燃料貯蔵設備及び燃料仕様のパラメータ範囲	
			MIN	MAX
燃料	²³⁵ U濃縮度	wt%	1.6	4.8
	燃料材径	mm	8.19	9.29
	燃料体内の減速材 体積/燃料体積	—	1.88	2.00
	被覆管外径	mm	9.5	10.72
	被覆材材質	—	ジルコニウム合金	
	燃料要素ピッチ	mm	12.6	14.3
	燃料要素配列条件	—	正方配列	
	体系条件	—	燃料体配列体系	
	減速材	減速材	—	無/軽水
水位		mm	完全喪失/冠水	
反射体	反射体材質	—	軽水/コンクリート	
	EALF	eV	0.2~約50eV*	
解析ケース	実験ケース数	—	—	
	解析ケース数	—	—	
	実験施設	—	—	

*本評価体系における水位 0mm での値

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。

(参考) ベンチマークの詳細体系 (ウラン燃料 (FPなし)) (2/10)

項目	
実験体系	
ベンチマーク 解析結果	SCALE Ver. 6.0による C/Eの平均、 σ

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。

(参考) ベンチマークの詳細体系 (ウラン燃料 (FPなし)) (3/10)

項目		単位	燃料貯蔵設備及び燃料仕様のパラメータ範囲	
			MIN	MAX
燃料	²³⁵ U濃縮度	wt%	1.6	4.8
	燃料材径	mm	8.19	9.29
	燃料体内の減速材 体積/燃料体積	—	1.88	2.00
	被覆管外径	mm	9.5	10.72
	被覆材材質	—	ジルコニウム合金	
	燃料要素ピッチ	mm	12.6	14.3
	燃料要素配列条件	—	正方配列	
	体系条件	—	燃料体配列体系	
	減速材	減速材	—	無/軽水
水位		mm	完全喪失/冠水	
反射体	反射体材質	—	軽水/コンクリート	
	EALF	eV	0.2~約50eV*	
解析ケース	実験ケース数	—	—	
	解析ケース数	—	—	
	実験施設	—	—	

※本評価体系における水位 0mm での値

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。

(参考) ベンチマークの詳細体系 (ウラン燃料 (FPなし)) (4/10)

項目	
実験体系	
ベンチマーク 解析結果	SCALE Ver. 6.0による C/Eの平均、 σ

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。

(参考) ベンチマークの詳細体系 (ウラン燃料 (FPなし)) (5/10)

項目		単位	燃料貯蔵設備及び燃料仕様のパラメータ範囲	
			MIN	MAX
燃料	²³⁵ U濃縮度	wt%	1.6	4.8
	燃料材径	mm	8.19	9.29
	燃料体内の減速材 体積/燃料体積	—	1.88	2.00
	被覆管外径	mm	9.5	10.72
	被覆材材質	—	ジルコニウム合金	
	燃料要素ピッチ	mm	12.6	14.3
	燃料要素配列条件	—	正方配列	
	体系条件	—	燃料体配列体系	
	減速材	減速材	—	無/軽水
水位		mm	完全喪失/冠水	
反射体	反射体材質	—	軽水/コンクリート	
	EALF	eV	0.2~約50eV*	
解析ケース	実験ケース数	—	—	
	解析ケース数	—	—	
	実験施設	—	—	

*本評価体系における水位 0mm での値

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。

(参考) ベンチマークの詳細体系 (ウラン燃料 (FPなし)) (6/10)

項目	
実験体系	
ベンチマーク 解析結果	SCALE Ver. 6.0による C/Eの平均、 σ

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。

(参考) ベンチマークの詳細体系 (ウラン燃料 (FPなし)) (7/10)

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。

項目		単位	燃料貯蔵設備及び燃料仕様のパラメータ範囲	
			MIN	MAX
燃料	²³⁵ U濃縮度	wt%	1.6	4.8
	燃料材径	mm	8.19	9.29
	燃料体内の減速材 体積/燃料体積	—	1.88	2.00
	被覆管外径	mm	9.5	10.72
	被覆材材質	—	ジルコニウム合金	
	燃料要素ピッチ	mm	12.6	14.3
	燃料要素配列条件	—	正方配列	
	体系条件	—	燃料体配列体系	
	減速材	減速材	—	無/軽水
水位		mm	完全喪失/冠水	
反射体	反射体材質	—	軽水/コンクリート	
	EALF	eV	0.2~約50eV*	
解析ケース	実験ケース数	—	—	
	解析ケース数	—	—	
	実験施設	—	—	

*本評価体系における水位0mmでの値

(参考) ベンチマークの詳細体系 (ウラン燃料 (FPなし)) (8/10)

項目	
実験体系	
ベンチマーク 解析結果	SCALE Ver. 6.0による C/Eの平均、 σ

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。

(参考) ベンチマークの詳細体系 (ウラン燃料 (FPなし)) (9/10)

項目		単位	燃料貯蔵設備及び燃料仕様のパラメータ範囲	
			MIN	MAX
燃料	²³⁵ U濃縮度	wt%	1.6	4.8
	燃料材径	mm	8.19	9.29
	燃料体内の減速材 体積/燃料体積	—	1.88	2.00
	被覆管外径	mm	9.5	10.72
	被覆材材質	—	ジルコニウム合金	
	燃料要素ピッチ	mm	12.6	14.3
	燃料要素配列条件	—	正方配列	
	体系条件	—	燃料体配列体系	
減速材	減速材	—	無/軽水	
	水位	mm	完全喪失/冠水	
反射体	反射体材質	—	軽水/コンクリート	
EALF		eV	0.2~約50eV ^{※1}	
解析ケー	実験ケース数	—	—	
	解析ケース数	—	—	
	実験施設	—	—	

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。

※1 本評価体系における水位 0mm での値

※2 第 4 表に示すケースを含む

(参考) ベンチマークの詳細体系 (ウラン燃料 (FPなし)) (10/10)

項目	
実験体系	
ベンチマーク 解析結果	SCALE Ver. 6.0による C/Eの平均、 σ

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。

(参考) ベンチマークの詳細体系 (MOX燃料 (FPなし)) (1/2)

項目		単位	燃料貯蔵設備及び燃料仕様のパラメータ範囲	
			MIN	MAX
燃料	²³⁵ U濃縮度	wt%	1.6	4.8
	Pu含有率	wt%	5.5	10.9
	燃料材径	mm	8.19	9.29
	燃料体内の減速材 体積/燃料体積	—	1.88	2.00
	被覆管外径	mm	9.5	10.72
	被覆材材質	—	ジルコニウム合金	
	燃料要素ピッチ	mm	12.6	14.3
	燃料要素配列条件	—	正方配列	
	体系条件	—	燃料体配列体系	
減速材	減速材	—	無/軽水	
	水位	mm	完全喪失/冠水	
反射体	反射体材質	—	軽水/コンクリート	
EALF		eV	0.2~約50eV*	
解析ケース	実験ケース数	—	—	
	解析ケース数	—	—	
	実験施設	—	—	

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。

※本評価体系における水位 0mm での値

(参考) ベンチマークの詳細体系 (MOX燃料 (FPなし)) (2/2)

項目	
実験体系	
ベンチマーク 解析結果	SCALE Ver. 6.0による C/Eの平均、 σ

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。

(参考) ベンチマークの詳細体系 (ウラン燃料 (FPあり)) (1/3)

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。

項目		単位	燃料貯蔵設備及び燃料仕様の パラメータ範囲	
			MIN	MAX
燃料	²³⁵ U濃縮度	WT%	1.6	4.8
	燃料材径	mm	8.19	9.29
	燃料体内の減速材 体積/燃料体積	—	1.88	2.00
	被覆管外径	mm	9.5	10.72
	被覆材材質	—	ジルコニウム合金	
	燃料要素ピッチ	mm	12.6	14.3
	燃料要素配列条件	—	正方配列	
	体系条件	—	燃料体配列体系	
減速材	減速材	—	無/軽水	
	水位	mm	完全喪失/冠水	
反射体	反射体材質	—	軽水/コンクリート	

(参考) ベンチマークの詳細体系 (ウラン燃料 (FPあり)) (2/3)

項目	単位	燃料貯蔵設備及び燃料仕様の パラメータ範囲	
		MIN	MAX
EALF	eV	0.2～約50eV※	
中 性 子 吸 収 材	FP (中性子吸収体) 核種/元素	収率曲線に応じた核種	
	中性子吸収体性状	固体/液体/気体	
解 析 ケ ー ス	実験ケース数	-	
	解析ケース数	-	
	実験施設	-	

※本評価体系における水位0mmでの値

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。

項目	
実験体系	
ベンチマーク解 析結果	SCALE Ver. 6.0による C/Eの平均、 σ

枠囲みの範囲には機密に係る事項ですので公開することはできません。