

STACY施設 設工認(第3回申請)の変更について

日本原子力研究開発機構 原子力科学研究所
臨界ホット試験技術部

令和5年11月●日

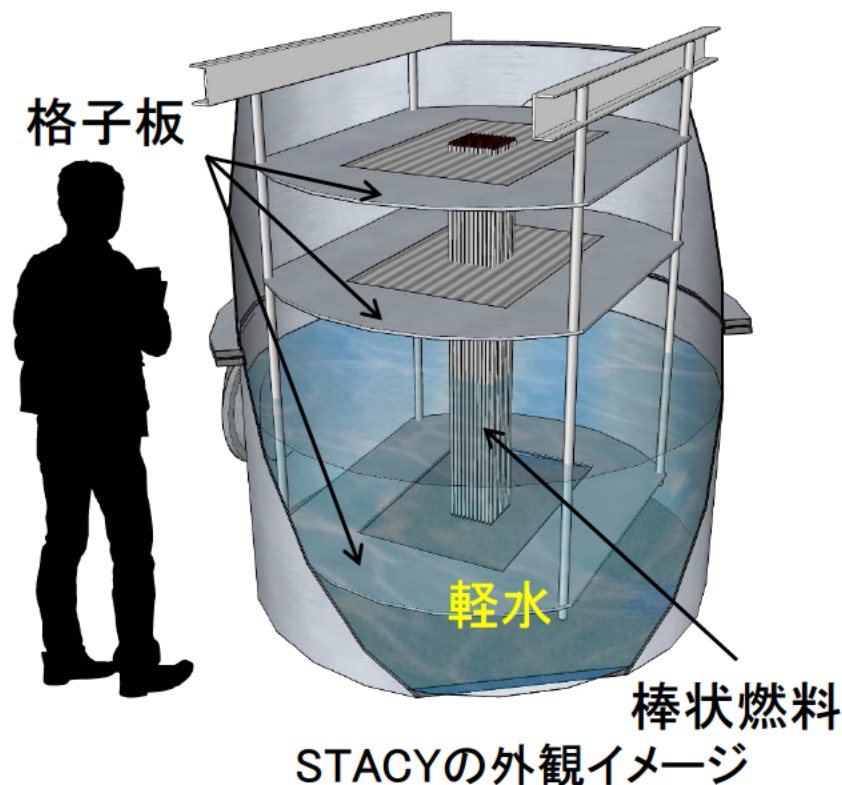
➤ STACYにおける臨界実験の目的

- 燃料デブリの臨界特性を明らかにする
- 燃料デブリを取り扱う解析計算の妥当性を示す

➤ STACYの特徴

- 棒状燃料(許可上最大900本)及び軽水減速材を用いる臨界実験装置
- ^{235}U 濃縮度10wt%以下(現有は約5wt%)
- 上部開放型の炉心タンク、格子板に棒状燃料を配列
- 水位で反応度制御するために給水ポンプ、排水弁を設置
- 緊急停止用として炉心タンク上部に安全板を配置

炉心タンク
(直径 約180cm、高さ 約190cm)



STACYの更新に係る申請は、8つの設工認に分割して認可を取得している。

設工認変更の背景と変更概要-1

(現行) 新規制基準適合対応

デブリ模擬臨界実験

フェーズⅠ

フェーズⅡ

フェーズⅢ

フェーズⅣ

第1回 旧炉心等の解体撤去

建家耐震改修

第2回 炉室フードの改造等

TRACYとの系統隔離

第3回 炉心本体
基本炉心(1)(燃料900本以下)

棒状燃料貯蔵設備Ⅱの製作
(先行使用)

第4回 燃料貯蔵設備の改造

ウラン棒状燃料(5wt%)900本

デブリ模擬炉心(1)
(燃料900本以下)

実験用装荷物
(デブリ構造材模擬体等)

フェーズⅢ以降へ移動

第3回設工認では、以下の区分を申請

- ・原子炉本体
- ・計測制御系統施設
- ・その他試験研究用等原子炉の付属施設

このうち原子炉本体は、次の施設から構成

- (1) 炉心
- (2) 燃料体
- (3) 原子炉容器
- (4) 放射線遮蔽体
- (5) その他の主要な事項

上記のうち、「(1) 炉心」は、以下の設備から構成

イ. 基本炉心(1)

変更の背景

- 既認可設工認(第3回)の基本炉心について、当初想定した棒状燃料900本の調達の見通しが立っていない。
- 第499回核燃料施設等の新規制基準適合性に係る審査会合(令和5年9月28日)において、第3回設工認申請書を変更するよう指摘を受けた。
- また、その変更申請の際にデブリ模擬炉心の使用前事業者検査受検炉心の考え方を基本炉心に追加するよう指摘を受けた。

⇒ 第3回設工認の基本炉心(1)について、炉心構成範囲を「現有400本のみ」とし、受検炉心の考え方を追加する変更を行う。

<変更の理由>

- 新規に調達する予定のウラン棒状燃料900本の当面の調達が困難となったことから、使用燃料体を既設のウラン棒状燃料400本に限定するため。
- 上記に伴い、STACY施設の変更に係る設計及び工事の計画の分割申請のうち、新規に調達する予定のウラン棒状燃料に係る申請を削除するため。

<変更の内容> 主な変更内容は以下のとおりである。

- (1) 原子炉本体のうち「I. 炉心」の「3.2 設計仕様」について、使用燃料体を既存の燃料400本に限定するため、「900本以下」から「400本以下」に変更する。
- (2) 原子炉本体のうち「I. 炉心」の「4. 工事の方法」の機能等検査について、使用前事業者検査の際の受検炉心の考え方を追記する。また、工事フローシートに記載した使用燃料体を既存の燃料400本に限定する。
- (3) 申請書の工事工程表を変更申請時点(令和5年10月31日)の情報に更新する。
- (4) 設計仕様の変更(使用燃料体900本→400本)に伴い、許可との整合性に関する説明書の一部を変更する。
- (5) 当初、新規制基準適合確認の対象としていた8分割の設工認のうち、ウラン棒状燃料製作の設工認を除外した7分割の設工認とする。
- (6) 炉心に係る技術基準規則との適合性において、該当しない条項についてはその理由を追加する。
- (7) 添付計算書に示していた棒状燃料400本を超える評価結果について、400本以下の結果に修正する、又は、400本を超える評価結果のままで問題ない理由を追記する。
- (8) 添付計算書に補足資料として、審査会合で説明した受検炉心の考え方を追記する。

なお、上記変更内容以外の設計及び工事の方法は、令和2年11月18日付け原規規発第2011187号をもって原子炉施設の変更に係る設計及び工事の計画の認可を受け、令和4年2月28日付け令03原機(科臨)017及び令和5年5月31日付け令05原機(科臨)004をもって変更を届け出た認可申請書と同じ。

変更内容 (1)

原子炉本体のうち「Ⅰ. 炉心」の「3.2 設計仕様」について、使用燃料体を既存の燃料400本に限定するため、「900本以下」から「400本以下」に変更する。

使用燃料体を既存の燃料400本に限定するため、以下のとおり設計仕様を変更する。

3.2 設計仕様 (既認可)

名称	基本炉心(1)	
使用格子板の格子間隔	15 mm(四角格子)	12.7 mm(四角格子)
使用燃料体	種類	ウラン棒状燃料
	²³⁵ U濃縮度	5 wt%
	装荷本数	50本以上900本以下 ただし、140cm超の給水によっても臨界とならない場合は900本以下
以下、省略		

3.2 設計仕様 (変更後)

名称	基本炉心(1)	
使用格子板の格子間隔	15 mm(四角格子)	12.7 mm(四角格子)
使用燃料体	種類	ウラン棒状燃料
	²³⁵ U濃縮度	5 wt%
	装荷本数	50本以上400本以下 ただし、140cm超の給水によっても臨界とならない場合は400本以下
以下、省略		

(既認可)

使用燃料体は、平成4年5月1日付け4安(原規)第56号で認可され、本申請の第1編原子炉本体のⅡ. 燃料体で設計条件の変更に係る申請をした既設のウラン棒状燃料を用いる他、〔ウラン棒状燃料の製作〕(平成30年5月30日付け原規規発第1805304号で認可)に記載するものを用いる。

(変更後)

使用燃料体は、平成4年5月1日付け4安(原規)第56号で認可され、本申請の第1編原子炉本体のⅡ. 燃料体で設計条件の変更に係る申請をした既設のウラン棒状燃料を用いる。

原子炉本体のうち「Ⅰ. 炉心」の「4. 工事の方法」の機能等検査について、使用前事業者検査の際の受検炉心の考え方を追記する。また、工事フローシートに記載した使用燃料体を既存の燃料400本に限定する。

基本炉心(1)の使用前事業者検査における受検炉心の選定の考え方を追記する。
なお、受検炉心の詳細については変更内容(8)で詳述する。

4.2.2 機能及び性能の確認に係る検査(機能等検査) (変更後)

(中略)

e. ワンロッドスタックマージン検査

原子炉の臨界状態において、安全板1枚を残し、残りの安全板を落下させ、中性子実効増倍率を測定し、所定の核的制限値を満足することを確認する。このとき、原子力科学研究所原子炉施設保安規定に定めた手順に従って安全板挿入時の中性子実効増倍率の解析を行い、解析範囲において中性子実効増倍率が高くなった炉心において検査を行う。ただし、ワンロッドスタックマージン検査と原子炉停止余裕検査は同一炉心で行う。

(中略)

g. 原子炉停止余裕検査

原子炉の臨界状態において、全安全板を落下させ、中性子実効増倍率を測定し、所定の核的制限値を満足することを確認する。このとき、原子力科学研究所原子炉施設保安規定に定めた手順に従って安全板挿入時の中性子実効増倍率の解析を行い、解析範囲において中性子実効増倍率が高くなった炉心において検査を行う。ただし、ワンロッドスタックマージン検査と原子炉停止余裕検査は同一炉心で行う。

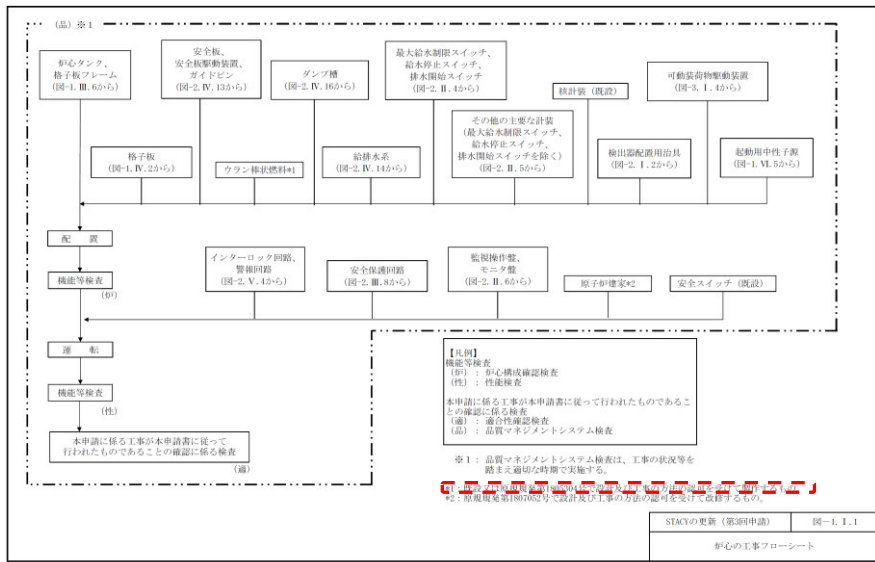
(中略)

変更内容 (2) -2

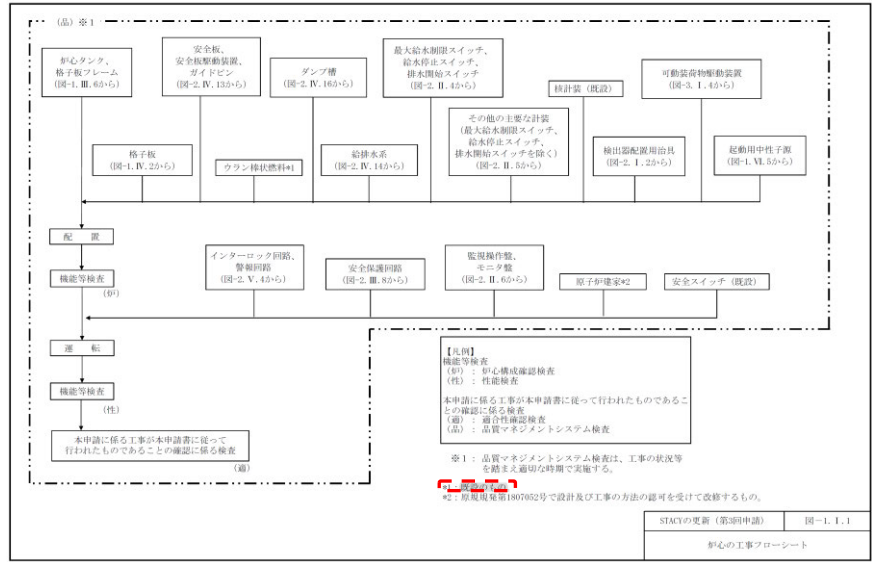
原子炉本体のうち「I. 炉心」の「4. 工事の方法」の機能等検査について、使用前事業者検査の際の受検炉心の考え方を追記する。また、工事フローシートに記載した使用燃料体を既存の燃料400本に限定する。

使用燃料体を既存の燃料400本に限定するため、以下のとおり記載を修正する。

工事フローシート(既認可)



工事フローシート(変更後)



(既認可)

既設又は原規規発第1805304号で設計及び工事の方法の認可を受けて製作するもの。

(変更後)

既設のもの。

申請書の工事工程表を変更申請時点(令和5年11月2日)の情報に更新する。

工事工程表 (変更後)

I. 主要な耐圧部の溶接部に該当しない検査

1. 原子炉本体

原子炉本体の工事工程表

設備	1年		2年				3年				4年					
	1	4	7	10	13	16	19	22	25	28	31	34	37	40	43	46
I. 炉心 (1) 炉心 イ. 基本炉心(1)	▲設工認認可															
III. 原子炉容器 (3) 原子炉容器 イ. 炉心タンク	▽材:▽材▽材▽材 ▽材▽寸・外 ▽耐・据 ▽適															
ロ. 内部構造物 b. 格子板フレーム	▽材▽材 ▽寸・外▽寸・外 ▽据 ▽適															
・実験装置架台 ・移動支持架台	▽材 ▽材 ▽材 ▽材 ▽材 ▽据▽据 ▽適															

以下、同様に変更

設計仕様の変更(使用燃料体900本→400本)に伴い、許可との整合性に関する説明書の一部を変更する。

添付書類 Ⅲ-19 原子炉設置許可申請書との整合性に関する説明書 (変更後)

原子炉設置変更許可申請書 <u>(令和4年8月29日付け原規規発第2208291号)</u>	設工認申請書																													
<p>(1) 炉心</p> <table border="1" data-bbox="92 596 902 839"> <tr> <td colspan="2" data-bbox="92 596 902 625">(中略)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="92 625 309 706">使用燃料体</td> <td data-bbox="309 625 902 706"> <ul style="list-style-type: none"> ウラン棒状燃料 (^{235}U濃縮度10wt%以下) は、単一種類又は複数種類のを組み合わせて使用する。このとき、炉心の平均^{235}U濃縮度は10wt%以下とする。 </td> </tr> <tr> <td data-bbox="92 706 309 811">燃料体の最大挿入量</td> <td data-bbox="309 706 902 811"> 最大挿入量 720kgU 挿入本数 50本以上 900本以下 (ただし、棒状燃料の有効長下端より140cm超の給水によっても臨界とならない炉心については900本以下) </td> </tr> <tr> <td colspan="2" data-bbox="92 811 902 839">(中略)</td> </tr> </table> <p>(以下略)</p>	(中略)		使用燃料体	<ul style="list-style-type: none"> ウラン棒状燃料 (^{235}U濃縮度10wt%以下) は、単一種類又は複数種類のを組み合わせて使用する。このとき、炉心の平均^{235}U濃縮度は10wt%以下とする。 	燃料体の最大挿入量	最大挿入量 720kgU 挿入本数 50本以上 900本以下 (ただし、棒状燃料の有効長下端より140cm超の給水によっても臨界とならない炉心については900本以下)	(中略)		<p>第1編 原子炉本体のうちI. 炉心</p> <p>(1) 基本炉心 (1)</p> <p>(中略)</p> <p>3.2 設計仕様</p> <table border="1" data-bbox="1039 564 1787 839"> <tr> <td colspan="2" data-bbox="1039 564 1313 596">名称</td> <td colspan="2" data-bbox="1313 564 1787 596">基本炉心 (1)</td> </tr> <tr> <td colspan="2" data-bbox="1039 596 1313 629">使用格子板の格子間隔</td> <td data-bbox="1313 596 1535 629">15 mm (四角格子)</td> <td data-bbox="1535 596 1787 629">12.7 mm (四角格子)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1039 629 1072 811" rowspan="2">使用燃料体</td> <td data-bbox="1072 629 1313 668">種類</td> <td colspan="2" data-bbox="1313 629 1787 668">ウラン棒状燃料</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1072 668 1313 706">^{235}U濃縮度</td> <td colspan="2" data-bbox="1313 668 1787 706">5 wt%</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1039 706 1072 811" rowspan="2">燃料体</td> <td data-bbox="1072 706 1313 811">装荷本数</td> <td colspan="2" data-bbox="1313 706 1787 811">50本以上400本以下 ただし、140cm超の給水によっても臨界とならない場合は400本以下</td> </tr> <tr> <td colspan="2" data-bbox="1039 811 1787 839">(中略)</td> </tr> </table> <p>(以下略)</p>	名称		基本炉心 (1)		使用格子板の格子間隔		15 mm (四角格子)	12.7 mm (四角格子)	使用燃料体	種類	ウラン棒状燃料		^{235}U 濃縮度	5 wt%		燃料体	装荷本数	50本以上400本以下 ただし、140cm超の給水によっても臨界とならない場合は400本以下		(中略)	
(中略)																														
使用燃料体	<ul style="list-style-type: none"> ウラン棒状燃料 (^{235}U濃縮度10wt%以下) は、単一種類又は複数種類のを組み合わせて使用する。このとき、炉心の平均^{235}U濃縮度は10wt%以下とする。 																													
燃料体の最大挿入量	最大挿入量 720kgU 挿入本数 50本以上 900本以下 (ただし、棒状燃料の有効長下端より140cm超の給水によっても臨界とならない炉心については900本以下)																													
(中略)																														
名称		基本炉心 (1)																												
使用格子板の格子間隔		15 mm (四角格子)	12.7 mm (四角格子)																											
使用燃料体	種類	ウラン棒状燃料																												
	^{235}U 濃縮度	5 wt%																												
燃料体	装荷本数	50本以上400本以下 ただし、140cm超の給水によっても臨界とならない場合は400本以下																												
	(中略)																													

許可上の最大挿入量900本に対して、基本炉心(1)の装荷本数は400本であり、許可の範囲を超えない。

当初、新規制基準適合確認の対象としていた8分割の設工認のうち、ウラン棒状燃料製作の設工認を除外した7分割の設工認とする。

添付書類 Ⅲ-20 STACY施設の変更に係る設計及び工事の計画の分割申請の理由に関する説明書
 (変更後。取り消し線の部分は説明のために追加。)

STACYの更新に係る申請は、工程上、表1に示すとおり、STACYの更新第1回から第4回、棒状燃料貯蔵設備Ⅱの製作等、~~ウラン棒状燃料の製作~~、実験棟Aの耐震改修、TRACY施設との系統隔離措置に分割して行う。本申請は、STACY(定常臨界実験装置)施設の更新に係る施設のうち、原子炉本体、計測制御系統施設及びその他試験研究用等原子炉の附属施設について、工程上先に新設及び改造の工事に着手しなければならないものについて分割して申請するものである。

表1 STACY(定常臨界実験装置)施設の設工認申請対象の施設区分、項目及び分割申請(1/3)

設備区分			項目	分割申請回数	今回申請	備考
設工認申請	設置許可申請					
イ 原子炉本体	ハ 原子炉本体の構造及び設備	(1)炉心	炉心	第3回	○	新設
		(2)燃料体	棒状燃料(既設)	第3回	○	設計変更*1
			棒状燃料(新設)	棒状燃料の製作		
(以下略)						

変更前後の設工認分割条件は以下のとおりとなる。

(既認可) 新規制基準適合対応

デブリ模擬臨界実験

フェーズ I

フェーズ II

フェーズ III

フェーズ IV

第1回 旧炉心等の解体撤去	建家耐震改修
第2回 炉室フードの改造等	TRACYとの系統隔離
第3回 炉心本体 基本炉心(1)(燃料900本以下)	棒状燃料貯蔵設備IIの製作 (先行使用)
第4回 燃料貯蔵設備の改造	ウラン棒状燃料(5wt%)900本

デブリ模擬炉心(1) (燃料900本以下)
実験用装荷物 (デブリ構造材模擬体等)

ウラン棒状燃料の設工認申請時期を
フェーズ I からフェーズ III 以降に変更し、
8分割申請を7分割申請とする。



(変更後) 新規制基準適合対応

デブリ模擬臨界実験

フェーズ I

フェーズ II

フェーズ III

フェーズ IV

第1回 旧炉心等の解体撤去	建家耐震改修
第2回 炉室フードの改造等	TRACYとの系統隔離
第3回 炉心本体 基本炉心(1)(燃料400本以下)	棒状燃料貯蔵設備IIの製作 (先行使用)
第4回 燃料貯蔵設備の改造	

デブリ模擬炉心(1) (燃料400本以下)
実験用装荷物 (デブリ構造材模擬体等)

ウラン棒状燃料(5wt%)900本
基本炉心(2)(燃料900本以下)
デブリ模擬炉心(2) (燃料900本以下)

STACY施設の新規制基準適合性説明の整理表（技術基準規則条文と設工認申請の関係）

技術基準規則の条項		適合性を説明した設工認申請						
		1	2	3	4	建	貯	T
第1条	適用範囲							
第2条	定義							
第3条	特殊な設計による試験研究用等原子炉施設	該当なし						
第4条	廃止措置中の試験研究用等原子炉施設の維持	該当なし						
第5条	試験研究用等原子炉施設の地盤					○		
第6条	地震による損傷の防止		○	○	○	○	○	○
第7条	津波による損傷の防止			○				
第8条	外部からの衝撃による損傷の防止		○	○	○	○	○	○
第9条	試験研究用等原子炉施設への人の不法な侵入等の防止		○	○			○	
第10条	試験研究用等原子炉施設の機能			○*				
第11条	機能の確認等		○	○	○		○	○
第12条	材料及び構造	○		○			○	
第13条	安全弁等	既認可設備からの変更がないため説明不要						
第14条	逆止め弁	既認可設備からの変更がないため説明不要						
第15条	放射性物質による汚染の防止	既認可設備からの変更がないため説明不要						
第16条	遮蔽等			○				
第17条	換気設備	既認可設備からの変更がないため説明不要						
第18条	適用							
第19条	溢水による損傷の防止		○	○	○			
第20条	安全避難通路等						○	
第21条	安全設備			○	○		○	
第22条	炉心等			○				○
第23条	熱遮蔽材	該当なし						
第24条	一次冷却材	該当なし						
第25条	核燃料物質取扱設備	既認可設備からの変更がないため説明不要						
第26条	核燃料物質貯蔵設備		○		○		○	

技術基準規則の条項		適合性を説明した設工認申請							
		1	2	3	4	建	貯	T	ウ
第27条	一次冷却材処理装置								該当なし
第28条	冷却設備等								該当なし
第29条	液位の保持等								該当なし
第30条	計測設備		○	○				○	
第31条	放射線管理施設		○					○	
第32条	安全保護回路			○					
第33条	反応度制御系統及び原子炉停止系統			○					
第34条	原子炉制御室等			○					
第35条	廃棄物処理設備	既認可設備からの変更がないため説明不要							
第36条	保管廃棄設備		○		○				
第37条	原子炉格納施設		○						
第38条	実験設備等			○				○	
第39条	多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止	該当なし							
第40条	保安電源設備							○	
第41条	警報装置		○	○	○				
第42条	通信連絡設備等							○	

【凡例】

- 1：第1回 旧炉心等の解体撤去
- 2：第2回 炉室フードの改造等
- 3：第3回 炉心本体
- 4：第4回 燃料貯蔵設備の改造
- 建：建家耐震改修
- 貯：棒状燃料貯蔵設備IIの製作
- T：TRACYとの系統隔離
- ウ：ウラン棒状燃料（5wt%）900本

ウラン棒状燃料製作設工認は、単独設備の申請であり、8分割の設工認から除外しても、原子炉プラントとしての新規制基準適合性対応は残りの7分割の設工認で完結する。詳細は次頁。

「ウラン棒状燃料(5wt%)900本」申請の技術基準規則適合性説明の整理表(設工認抜粋要約)

技術基準規則 の条項		説明の必要性の有無		適合性説明(要約)	他設工認 との関連
		有・無	項・号		
第6条	地震による損傷の防止	有	第1項	ウラン棒状燃料は、耐震設計上の重要度分類Cクラスとして耐震設計を行う。	単独
		無	第2項 第3項	STACY施設には耐震重要施設がないことから、適用外である。	—
第8条	外部からの衝撃による損傷の防止	有	第1項 第2項	ウラン棒状燃料はすべて原子炉建家に内包されていることから、外部からの衝撃に対する防護措置等の適合性評価に当たっては、原子炉建家への影響の有無により確認する。	他設工認で 建家の評価を 同様に実施
		無	第3項 第4項	第3項は原子炉施設を船舶に設置する場合であるため、適用外である。第4項の航空機落下は、評価した結果、防護措置の要否を判断する基準を超えていないことについて設置(変更)許可を受けていることから適用外である。	—
第11条	機能の確認等	有	第1項	ウラン棒状燃料は、試験又は検査及びこれらの機能を健全に維持するための保守又は修理が可能である。	単独
第22条	炉心等	有	第1項 第2項	ウラン棒状燃料は、最高使用圧力、自重、附加荷重その他の燃料体に加わる負荷に耐えるように設計している。	単独
		無	第3項	炉心は冷却を必要とせず、減速材及び反射材の給水速度も低く流れの乱れや渦も生じないことから、高サイクル疲労を生じさせるおそれのある振動は発生しないため、適用外とする。	—

フェーズ I : 新規制基準適合確認(原子炉本体及び基本炉心)への波及的影響

ウラン棒状燃料(5wt%)900本の設工認は、当該申請設備であるウラン棒状燃料のみに対する適合性を説明している。したがって、**当該設工認を除外した場合**においても、STACY運転再開に係る**新規制基準適合確認に影響を及ぼさない。**

炉心に係る技術基準規則との適合性において、該当しない条項についてはその理由を追加する。

条	項目	項	号	説明の 必要性 の有無	適合性
第1条	適用範囲	—	—	—	—
第2条	定義	—	—	—	—
第3条	特殊な設計による試験研究用等原子炉施設	1	—	無	STACY施設は、特殊な設計による試験研究用等原子炉施設ではないため、該当しない。
		2	—		
第4条	廃止措置中の試験研究用等原子炉施設の維持	—	—	無	STACY施設は、廃止措置中の試験研究用等原子炉施設ではないため、該当しない。
第5条	試験研究用等原子炉施設の地盤	—	—	無	STACY施設の原子炉建家には、十分に支持することができる地盤に設置していることを既認可で確認している。本申請はその設計を変更するものではないため、該当しない。
第6条	地震による損傷の防止	1	—	無	本申請の範囲は、炉心(棒状燃料、格子板、安全板装置、実験用装荷物等の機器を組み合わせたもの)であり、それら炉心構成設備についてはそれぞれ適合性を確認している。本申請はその設計を変更するものではないため、該当しない。
		2	—	無	STACY施設は、耐震重要施設を有しないため該当しない。
		3	—	無	STACY施設は、耐震重要施設を有しないため該当しない。
第7条	津波による損傷の防止	—	—	無	本申請の炉心を設置する原子炉建家には、STACY施設として考慮すべきL2津波が到達しないことを設置(変更)許可で確認している。本申請はその設計を変更するものではないため、該当しない。

条	項目	項	号	説明の 必要性 の有無	適合性
第8条	外部からの衝撃による損傷の防止	1	—	無	本申請の炉心を設置する原子炉建家は、外部からの衝撃によりその安全性を損なうおそれがないことを既認可で確認している。本申請はその設計を変更するものではないため、該当しない。
		2	—		
		3	—		
		4	—		
第9条	試験研究用等原子炉施設への人の不法な侵入等の防止	—	—	無	本申請の範囲は、STACY施設への人の不法な侵入等の防止に関する設計に影響を与えるものではないため、該当しない。
第10条	試験研究用等原子炉施設の機能	1	—	有	添付書類Ⅲ-9-2、添付書類Ⅲ-9-3-(1)及び添付書類Ⅲ-9-3-(2)に示すとおり。
		2	—	無	STACY施設は、船舶に設置しないため、該当しない。
第11条	機能の確認等	—	—	無	本申請の範囲は、炉心(棒状燃料、格子板、安全板装置、実験用装荷物等の機器を組み合わせたもの)であり、それら炉心構成設備についてはそれぞれ適合性を確認している。本申請はその設計を変更するものではないため、該当しない。
第12条	材料及び構造	1	1	無	本申請の範囲は、炉心(棒状燃料、格子板、安全板装置、実験用装荷物等の機器を組み合わせたもの)であり、それら炉心構成設備についてはそれぞれ適合性を確認している。本申請はその設計を変更するものではないため、該当しない。
		1	2		
		2	—		
		3	—		
第13条	安全弁等	—	—	無	本申請の範囲は、安全弁等を有しないため、該当しない。
第14条	逆止め弁	—	—	無	本申請の範囲は、逆止め弁を有しないため、該当しない。

条	項目	項	号	説明の 必要性 の有無	適合性
第15条	放射性物質による汚染の防止	1	—	無	本申請の範囲は、炉心(棒状燃料、格子板、安全板装置、実験用装荷物等の機器を組み合わせたもの)であり、それら炉心構成設備についてはそれぞれ適合性を確認している。本申請はその設計を変更するものではないため、該当しない。
		2	—	無	
		3	—	無	
		4	—	無	
第16条	遮蔽等	1	—	無	本申請の範囲は、STACY施設の遮蔽等に関する設計に影響を与えるものではないため、該当しない。
		2	1		
		2	2		
		2	3		
第17条	換気設備	—	1	無	本申請の範囲は、STACY施設の換気設備に関する設計に影響を与えるものではないため、該当しない。
		—	2		
		—	3		
		—	4		
第18条	適用	—	—	—	—
第19条	溢水による損傷の防止	1	—	無	STACY施設は、溢水防護対象設備を有しないため、該当しない。
		2	—	無	本申請の範囲は、放射性物質を含む液体を内包する設備ではないため、該当しない。
第20条	安全避難通路等	—	1	無	本申請の範囲は、STACY施設の安全避難通路等に関する設計に影響を与えるものではないため、該当しない。
		—	2		
		—	3		
第21条	安全設備	—	1	無	本申請の範囲は、炉心(棒状燃料、格子板、安全板装置、実験用装荷物等の機器を組み合わせたもの)であり、それら炉心構成設備についてはそれぞれ適合性を確認している。本申請はその設計を変更するものではないため、該当しない。
		—	2		
		—	3		
		—	4		
		—	5		
		—	6		

条	項目	項	号	説明の 必要性 の有無	適合性
第22条	炉心等	1	—	無	本申請の範囲は、炉心(棒状燃料、格子板、安全板装置、実験用装荷物等の機器を組み合わせたもの)であり、それら炉心構成設備についてはそれぞれ適合性を確認している。本申請はその設計を変更するものではないため、該当しない。
		2	—		
		3	—		
第23条	熱遮蔽材	—	1	無	STACY施設は、熱遮蔽材を有しないため、該当しない。
		—	2		
第24条	一次冷却材	—	—	無	STACY施設は、一次冷却材を有しないため、該当しない。
第25条	核燃料物質取扱設備	—	1	無	STACY施設は、核燃料物質取扱設備を有しないため、該当しない。
		—	2		
		—	3		
		—	4		
		—	5		
		—	6		
		—	7		
		—	8		
第26条	核燃料物質貯蔵設備	1	1	無	本申請の範囲は、STACY施設の核燃料物質貯蔵設備に関する設計に影響を与えるものではないため、該当しない。
		1	2		
		1	3		
		2	1		
		2	2		
		2	3		
第27条	一次冷却材処理装置	—	—	無	STACY施設は、一次冷却材処理装置を有しないため、該当しない。
		—	—		
第28条	冷却設備等	1	1	無	STACY施設は、冷却設備等を有しないため、該当しない。
		1	2		
		1	3		
		1	4		
		1	5		
		1	6		
		1	7		
		2	—		
3	—				

条	項目	項	号	説明の 必要性 の有無	適合性
第29条	液位の保持等	1	—	無	STACY施設は、一次冷却材及び冠水維持設備を有しないため、該当しない。
		2	—		
第30条	計測設備	1	1	無	本申請の範囲は、STACY施設の計測設備に関する設計に影響を与えるものではないため、該当しない。
		1	2		
		1	3		
		1	4		
		2	—		
第31条	放射線管理施設	—	1	無	本申請の範囲は、STACY施設の放射線管理施設に関する設計に影響を与えるものではないため、該当しない。
		—	2		
		—	3		
第32条	安全保護回路	—	1	無	本申請の範囲は、STACY施設の安全保護回路に関する設計に影響を与えるものではないため、該当しない。
		—	2		
		—	3		
		—	4		
		—	5		
		—	6		
		—	7		
—	8				
第33条	反応度制御系統及び原子炉停止系統	1	1	無	本申請の範囲は、STACY施設の反応度制御系統及び原子炉停止系統に関する設計に影響を与えるものではないため、該当しない。なお、STACYの反応度制御については、第10条にて説明する。
		1	2		
		2	1		
		2	2		
		2	3		
		2	4		
		3	—		
		4	1		
		4	2		
		4	3		
5	—				
6	—				
第34条	原子炉制御室等	1	—	無	本申請の範囲は、STACY施設の原子炉制御室等に関する設計に影響を与えるものではないため、該当しない。
		2	—		
		3	—		
		4	—		
		5	—		

条	項目	項	号	説明の 必要性 の有無	適合性
第35条	廃棄物処理設備	1	1	無	本申請の範囲は、STACY施設の廃棄物処理設備に関する設計に影響を与えるものではないため、該当しない。
		1	2		
		1	3		
		1	4		
		1	5		
		1	6		
		1	7		
		2	1		
		2	2		
第36条	保管廃棄設備	1	1	無	本申請の範囲は、STACY施設の保管廃棄設備に関する設計に影響を与えるものではないため、該当しない。
		1	2		
		1	3		
		2	—		
第37条	原子炉格納施設	—	1	無	本申請の範囲は、STACY施設の原子炉格納施設に関する設計に影響を与えるものではないため、該当しない。
		—	2		
		—	—		
第38条	実験設備等	—	1	無	本申請の範囲は、炉心(棒状燃料、格子板、安全板装置、実験用装荷物等の機器を組み合わせたもの)であり、それら炉心構成設備についてはそれぞれ適合性を確認している。本申請はその設計を変更するものではないため、該当しない。
		—	2		
		—	3		
		—	4		
		—	5		
第39条	多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止	—	—	無	STACY施設は、中出力炉又は高出力炉ではないため、該当しない。
第40条	保安電源設備	1	—	無	本申請の範囲は、STACY施設の保安電源設備に関する設計に影響を与えるものではないため、該当しない。
		2	—		
		3	—		
第41条	警報装置	—	—	無	本申請の範囲は、STACY施設の警報装置に関する設計に影響を与えるものではないため、該当しない。
第42条	通信連絡設備等	1	—	無	本申請の範囲は、STACY施設の通信連絡設備等に関する設計に影響を与えるものではないため、該当しない。
		2	—		

条	項目	項	号	説明の 必要性 の有無	適合性
第43条 ～ 第52条	第三章 研究開発段階原子炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項	—	—	無	STACY施設は、研究開発段階原子炉ではないため、該当しない。
第53条 ～ 第59条	第四章 ガス冷却型原子炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項	—	—	無	STACY施設は、ガス冷却型原子炉ではないため、該当しない。
第60条 ～ 第70条	第五章 ナトリウム冷却型高速炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項	—	—	無	STACY施設は、ナトリウム冷却型高速炉ではないため、該当しない。
第71条	第六章 雑則	—	—	—	—

(試験研究用等原子炉施設の機能)

第10条 試験研究用等原子炉施設は、通常運転時において試験研究用等原子炉の反応度を安全かつ安定的に制御でき、かつ、運転時の異常な過渡変化時においても試験研究用等原子炉固有の出力抑制特性を有するとともに、当該試験研究用等原子炉の反応度を制御することにより原子核分裂の連鎖反応を制御できる能力を有するものでなければならない。

2 船舶に設置する試験研究用等原子炉施設は、波浪により生ずる動揺、傾斜その他の要因により機能が損なわれることがないものでなければならない。

適合性

<第1項> (変更なし)

- STACY施設は、既設の起動用中性子源(約74GBqのAm-Be)を用いて原子炉を起動し、給排水系による水位制御にて原子炉の反応度を制御し、原子核分裂の連鎖反応を制御できる能力を有する設計となっている。なお、起動用中性子源による反応度変化は無視できる。
- STACYでの実験炉心は、設置(変更)許可を受けた炉心構成、核的制限値及び炉心特性の範囲内において、実験計画に基づき、格子板及び炉心に装荷する機器等を選定し、核的制限値を満足するよう構成する。また、実験炉心を構成する前に原則として計算解析を実施し、核的制限値や炉心特性範囲を満足していることを確認する。設置(変更)許可を受けた炉心構成条件の範囲内であれば正の反応度係数の絶対値は小さい。また、安全保護系(熱出力変化の早期検知)及び原子炉停止系(1.5秒以内の安全板挿入他)により出力上昇が制限されることで、総合的な反応度フィードバックが正となる炉心を許容できる設計とする。STACYの運転中(最大200W)の温度変化は小さく、事故時でも温度上昇は小さいため(棒状燃料温度は7°C程度、減速材温度は1°C程度)、炉心を、設置(変更)許可を受けた炉心特性の範囲で構成することにより、総合的な反応度フィードバックが正となる炉心においても十分な安全性を有する。

<第2項> (追記)

STACY施設は、船舶に設置しないため、該当しない。

添付計算書に示していた棒状燃料400本を超える評価結果について、400本以下の結果に修正する、又は、400本を超える評価結果のままで問題ない理由を追記する。

添付書類 Ⅲ-9-2 反応度制御についての説明書

【補足資料1】起動用中性子源の挿入位置による反応度変化が無視できることについて (変更後)

(中略)

以上のことから、起動用中性子源が運転に及ぼす影響は無視することができる。なお、本評価は起動用中性子源の反応度効果が無視できることを示す解析であり、炉心の大きさ(棒状燃料の装荷本数)は結果に影響しない。

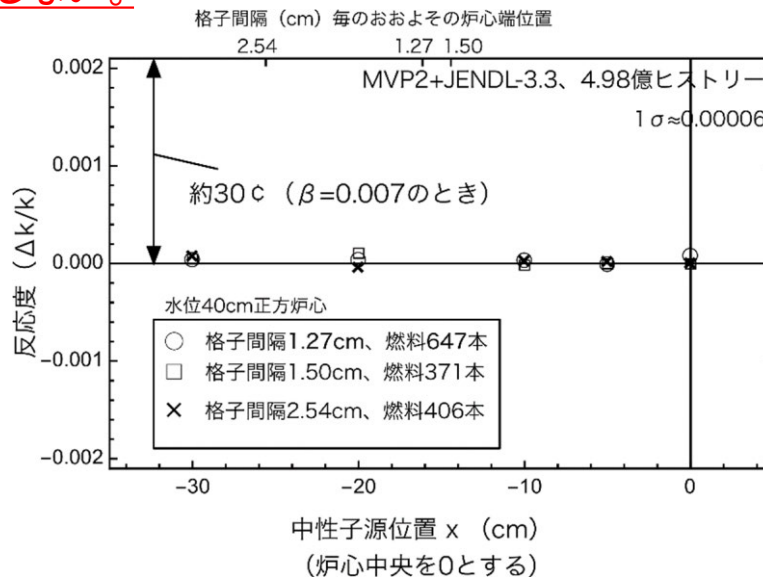


図1(1) STACY の起動用中性子源の挿入位置による効果(臨界水位40cm)

400本を超える評価結果について、炉心の大きさ(棒状燃料の装荷本数)によらず、起動用中性子源が運転に及ぼす影響は無視することができることを追記。

添付計算書に示していた棒状燃料400本を超える評価結果について、400本以下の結果に修正する、又は、400本を超える評価結果のまま問題ない理由を追記する。

添付書類 Ⅲ-9-3-(2) 基本炉心(1)の核的設計計算書 (変更後)

4.1 臨界炉心の評価結果

臨界炉心の評価結果を表4.1 及び図4.1 に示す。また、代表的な炉心の配列の例を図 4.2に示す。なお、格子間隔2.54 cm の条件においては、低水位(40 cm)における棒状燃料本数が400 本をやや上回る(正方炉心において406 本、円筒炉心において402 本)ことから、棒状燃料本数が400 本となるよう、臨界水位を調整して以下の解析を行った。

4.2 安全板(未臨界板)評価の結果

原子炉停止余裕の計算結果について、表4.2-1 に示す。また、ワンロードスタックマージンの計算結果について表4.2-2 に示す。さらに、津波最大炉心の計算結果を、安全板によるものを表4.2-3 に、未臨界板によるものを表4.2-4 に示す。なお、棒状燃料本数が400 本を超えても臨界にならない条件については「未臨界」と示す。

上記より、すべての臨界炉心について原子炉停止余裕及びワンロードスタックマージンが満足できることが確認できた。また、津波最大炉心の評価においてもすべての炉心で安全板又は未臨界板で未臨界を確保できることが確認され、「構成してはならない炉心」として識別される炉心は無かった。

4.3 可溶性中性子吸収材評価の結果

減速材及び反射材に可溶性中性子吸収材(ボロン)を添加する実験のため、4.2 で評価した津波最大炉心に対して、臨界水位を40 cm、70 cm、110 cm、140 cm としたときの臨界ボロン濃度を計算した。なお、4.2 で「構成してはならない炉心」として識別された炉心又は未臨界となった炉心があった場合には、それらは評価対象から外すものとする。

可溶性中性子吸収材評価の結果を表4.3-1 及び図4.3-1 に示す。

既認可には、400本を超える評価結果の記載があるため、棒状燃料本数が400 本となるよう評価を変更する。

既認可では「構成してはならない炉心」が確認されたが、400本以下の評価結果では確認されなかったため、記載を変更する。なお、今後の運用において確認された場合の対応を記載する。

添付計算書に示していた棒状燃料400本を超える評価結果について、400本以下の結果に修正する、又は、400本を超える評価結果のままで問題ない理由を追記する。

添付書類 Ⅲ-9-3-(2) 基本炉心(1)の核的設計計算書 (変更後)

4.4 炉心特性評価の結果

4.1～4.3 で評価した炉心について、炉心特性値の評価を行った。評価の結果を表4.4-1～6 に示す。また水位反応度係数の変化を図4.4-1 に示す。評価の結果、すべての炉心について、炉心特性範囲を逸脱しないことが確認され、「構成してはならない炉心」として識別される炉心は無かった。

4.5 構成してはならない炉心の再評価

4.1～4.4 の評価を通じて「構成してはならない炉心」が識別された場合、これらの炉心は、棒状燃料の本数が「津波最大炉心」を上回るか、核的制限値を満足しないか又は炉心特性範囲を逸脱するため、構成することができない。このときは、追加の解析によりパラメータサーベイを行い、構成できる炉心の範囲を明確化するものとする。上記手順を通じて、構成できるすべての炉心特性が制限の範囲に入ることを確認する。

5. まとめ

STACYの基本炉心(1)について、炉心構成条件の範囲で臨界となる棒状燃料本数と可溶性中性子吸収材(ボロン)濃度を計算し、それらすべての炉心で核的制限値を満足できることを確認した。また、想定を超える津波により炉心が水没した場合、臨界となる可能性が否定できない条件がある場合、核的制限値を満足しない場合、あるいは炉心特性範囲を逸脱する場合には、当該炉心を「構成してはならない炉心」として識別する手順を示した(以下これらを「識別した炉心」という)。識別した炉心は、原子力科学研究所原子炉施設保安規定に定める手続きにおいて炉心構成範囲外として取り扱われる。本評価においては、識別した炉心は特定されず、全臨界炉心に対して炉心特性値を計算した結果、評価したすべての炉心について、炉心特性範囲を逸脱しないことを確認した。さらに、識別した炉心について、構成できる炉心構成条件の範囲を明らかにし、炉心構成範囲を明確化するとともに、炉心の特性が炉心特性範囲を逸脱しないことを確認する手順を示した。

STACYは、実験計画に応じて炉心構成を変更する臨界実験装置であるため構成可能な炉心は多岐にわたるが、炉心構成の手順を原子力科学研究所原子炉施設保安規定に定め、計画に際して本書に示した評価を確実に行い、構成してはならない炉心を識別することにより、核的制限値及び炉心特性の範囲で運転を行うことができる。

以上の変更に従い、評価結果の図表を修正する。

添付計算書に補足資料として、審査会合で説明した受検炉心の考え方を追記する。

第478回(令和5年3月24日)及び第499回(令和5年9月28日)の審査会合で議論したデブリ模擬炉心における使用前事業者検査の受検炉心の考え方にに基づき、基本炉心(1)の受検炉心の考え方を添付書類に追加する。

添付書類 Ⅲ-9-3-(2) 基本炉心(1)の核的設計計算書

補足資料 設工認(第3回)「基本炉心(1)」の受検炉心について [\(要約\)](#)

基本炉心(1)における炉心核特性の解析結果は以下のとおりである。

- 安全板挿入時の中性子実効増倍率は、円筒形のほうが大きくなる傾向が得られた。
- 低水位40 cmにおいて中性子実効増倍率が低くなる傾向が得られた。
- 格子間隔1.50 cmのワンロッドスタックマーヅンの評価において臨界水位110 cmの炉心が最大となった。
- 格子間隔2.54 cmのワンロッドスタックマーヅン及び原子炉停止余裕で高水位側140 cmの炉心で中性子実効増倍率が大きくなる傾向が得られた。

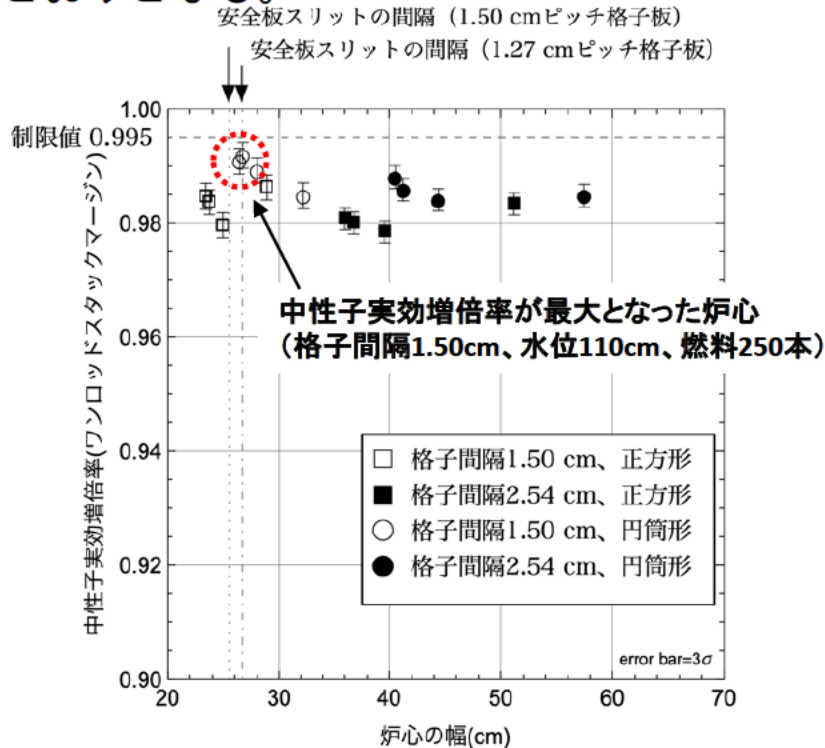
以上の結果から、以下の炉心にて使用前事業者検査を受検することとしたい。なお、炉心構成に当たっては、原子力科学研究所原子炉施設保安規定に定める手続きに従って詳細解析を行い、その結果を臨界水位及び棒状燃料本数に反映する。

No.	格子間隔(cm)	臨界水位(cm)	棒状燃料(本)	配列パターン	備考
①	1.50	約70	約274	円筒炉心	事前確認
	1.50	90~140	255~240*	円筒炉心	受検炉心
②	2.54	約70	約240	円筒炉心	事前確認
	2.54	90~140	215~200*	円筒炉心	受検炉心

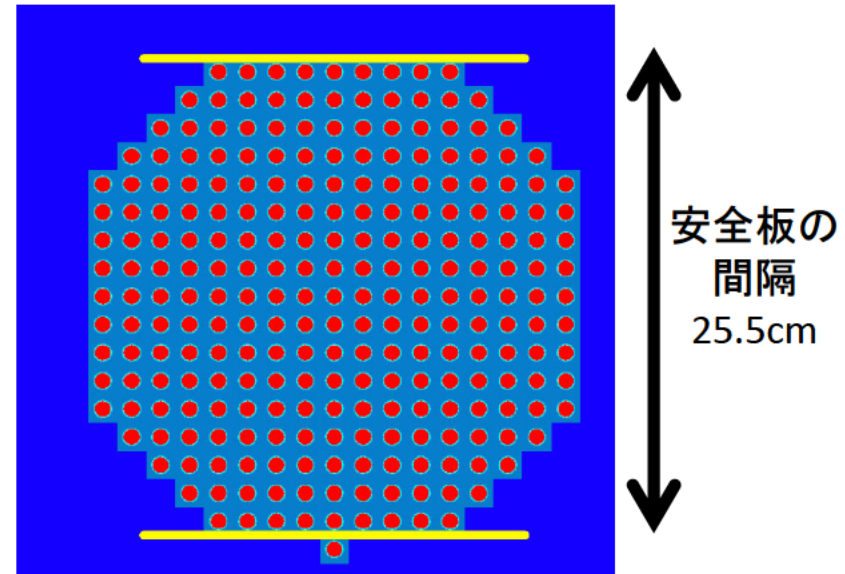
※臨界水位及び棒状燃料の装荷本数は可変条件であり、詳細解析、実測データ又は臨界近接の結果により決定する。

<第499回核燃料施設等の新規制基準適合性に係る審査会合資料を編集>

- 安全板挿入時の中性子実効増倍率がなるべく大きくなる炉心の傾向を整理すると、以下のとおりとなる。



基本炉心のワンロッドスタックマージンの評価結果



中性子実効増倍率が最大となった炉心
(格子間隔1.50cm、水位110cm、燃料250本)と
安全板(黄色線)の位置関係

- 基本炉心(1)において、炉心が大きくなるにつれて中性子実効増倍率が微増する傾向が見られたが、炉心が小さくなり安全板の間隔に近づくと(熱中性子束分布と安全板の位置関係により)中性子実効増倍率が増大する傾向も見られた。ワンロッドスタックマージン評価において最大となったのは、安全板の間隔と炉心の大きさがほぼ同等の円筒炉心である。

詳細は、申請書添付書類Ⅲ-9-3-(2)「基本炉心(1)の核的設計計算書」のとおり。 23