資料１－１

STACY施設 設工認
（実験用装荷物の製作及びデブリ模擬炉心の新設）
【指摘事項回答】

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９月２８日

STACY設工認に係る審査会合（令和5年1月30日、3月24日）での論点

No.	指摘事項	対応状況	該当ページ
1	**【技術基準規則の適合性説明】** 試験研究の用に供する原子炉等の技術基準に関する規則（以下「技術基準規則」という。）との適合性説明の第8条（外部からの衝撃による損傷の防止）について、実験用装荷物が原子炉建家に内包され外部事象から護られるのであれば適合性説明の要否を再検討すること。	適合性説明の要否について再検討した結果、次の理由により、第8条の適合性要否は「否」とする。 「本申請の対象設備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。」	【資料1－1】 P.7（資料一式の通しページ。以下同じ。）
2	**【技術基準規則の適合性説明】** 技術基準規則第38条（実験設備等）第1項第1号について、耐震設計以外のことも要求しているため、すべての要求事項に対する適合性を記載すること。その他の条項についても設計方針や適合性の説明を拡充させること。	指摘事項を踏まえ、技術基準規則の適合性説明の記載を拡充した（補足説明資料1参照）。適合性説明を要する条項（第1編について第6、11、38条、第2編について第10条）の要点を本資料で説明する。 また、本設工認申請の設計条件が技術基準規則及び設計方針（設置（変更）許可申請書）と整合が取れ、記載が十分であることを確認するため、記載対比表を用いて確認した（補足説明資料2参照）。 補足説明資料1の内容を設工認申請書の添付書類に記載し、補足説明資料2（設計条件）の内容を設工認申請書の本文に記載して補正する。	【資料1－1】 P.7～22 補足説明資料1 P.87～129 補足説明資料2 P. 130～134

STACY設工認に係る審査会合（令和5年1月30日、3月24日）での論点

No.	指摘事項	対応状況	該当ページ
3	**【燃料試料挿入管の設計、Oリングの性能】** （技術基準規則第38条第1項第3号に係る指摘事項） ① 燃料試料挿入管は、放射線又は放射性物質の著しい漏えいを防止するにあたり、上部端栓を取り扱う時に容易に外れず、水密性を有する脱着式端栓にするとしているが、脱着式端栓はどの程度の水密性をどのように担保するのか、設計の考え方を説明すること。 その際、法令要求の内容を踏まえ、放射線業務従事者に対する放射性物質の漏えい及び放射線による被ばく影響、炉室での作業時間等、実験用装荷物取扱い時の運用についても説明すること。	技術基準規則第38条第1項第3号の適合性説明として回答する。 ① 燃料試料挿入管に求められる放射線の漏えい防止、放射性物質の漏えい防止、上部端栓の水密性に対する設計の考え方を説明する。 また、炉室における実験用装荷物取扱時の放射線量率や運用についても説明する。 燃料試料挿入管の検査については、補足説明資料3で説明する。 その内容を設工認申請書の添付書類に記載して補正する。また、補足説明資料3の内容を設工認申請書の添付書類に追加して補正する。	【資料1－1】 P.15～20 補足説明資料3 P.135～138
	② 燃料試料挿入管のOリングについて、熱、放射線、着脱時の摩擦による影響を説明すること。 その際、STACYの使用環境を定量的に説明すること。	② Oリングの使用環境を定量的に示し、その使用形態（上部端栓の脱着頻度、Oリングの交換頻度）において必要とされる耐熱性、耐放射線性、耐摩耗性について説明する。 その内容を設工認申請書の添付書類に追加して補正する。また、設工認申請書の本文構造図にOリングの材質（フッ素ゴム）を記載して補正する。	【資料1－1】 P.18,19

STACY設工認に係る審査会合（令和5年1月30日、3月24日）での論点

No.	指摘事項	対応状況	該当ページ
4	**【設置許可申請書の整合性説明】** 設置許可申請書との整合性について、設計条件の数値（表）だけではなく、文章部分（設計条件、炉心構成の考え方等）についても記載すること。	設置（変更）許可申請書との整合性について、設計条件の数値（表）だけではなく、文章部分（設計条件、炉心構成の考え方等）についても記載を拡充した。 次頁以降に、設工認第1編及び第2編の設計条件（文章部分）と設置許可申請書との整合性を示す。その他、設計条件の図・表、設計仕様の整合性については、補足説明資料4で説明する。 補足説明資料4の内容を設工認申請書の添付書類に記載して補正する。	【資料1－1】 P.23～28 補足説明資料4 P.139～156
5	**【コンクリートの組成（水分量）】** デブリ構造材模擬体のコンクリートの具体的な組成が示されていない。水分量、密度等、核的制限値に影響するパラメータの上限値などを示すこと。	**【令和5年3月24日第478回審査会合にて説明済】** コンクリートの組成が反応度に与える影響は、コンクリートに含まれる水分量の変化によるものが支配的であるため、設工認申請書のデブリ構造材模擬体（コンクリート）の設計仕様（主要材料）にコンクリートを記載し、設工認申請書の本文構造図にコンクリートの水分量（水分率）の上限値を記載して補正する。 詳細については、補足説明資料2＊で説明する。 （＊ 令和5年3月24日審査会合資料番号）	【資料1－1】 P. 40,85,86 補足説明資料 5－1 P.157～181

STACY設工認に係る審査会合（令和5年1月30日、3月24日）での論点

No.	指摘事項	対応状況	該当ページ
6	【核的制限値を満足する見通し】 ① デブリ模擬炉心（1）の核特性値が制限された範囲に収まる見通しを示すこと。その際、実際に製作する本数のデブリ構造材模擬体を配置した炉心で核的制限値（原子炉停止余裕、ワンロッドスタックマージン）が確保できる見通しを示すこと。	本設工認の範囲で構成可能な炉心の組合せ（例）を示し、その中から、核的制限値の中でも重要な原子炉停止余裕（中性子吸収材である安全板を緊急挿入したときの中性子実効増倍率）が厳しくなる炉心条件を説明する。具体的には、デブリ構造材模擬体（鉄、コンクリート）及び棒状燃料の装荷本数、それらの配列並びに格子間隔等を変化させた炉心の原子炉停止余裕（安全板全数挿入）及びワンロッドスタックマージン（最大反応度価値を有する安全板1枚が挿入不能）の変化傾向を示す。 その結果、安全板の効果が小さくなる、原子炉停止余裕を厳しくする傾向の炉心についての情報が得られ、核的制限値を満足しつつ運転できる見通しが得られた。 詳細については、補足説明資料5で説明する。 上記見通しを示す解析結果を設工認申請書の添付書類に追加して補正する。	【資料1－1】 P.35,39～45 補足説明資料 5－2 P.182～231 補足説明資料 5－3 P.232～330

（続く）

STACY設工認に係る審査会合（令和5年1月30日、3月24日）での論点

（続き）

No.	指摘事項	対応状況	該当ページ
6	【核的制限値を満足する見通し】 ② 臨界実験装置で核的制限値をどのように満足させるか、考え方を説明すること。	本設工認の範囲で構成可能な炉心の組合せ（例）の中で核的制限値（原子炉停止余裕）を厳しくする炉心条件（代表炉心）においても核的制限値を満足する見通しを得たが、供用段階においても、実験炉心（実験拡張）に対し核的制限値を満足する見通しを得つつ、原子炉を運転する。具体的には、炉心構成に係る安全確認手順（燃料体等の配置、配置替えに伴う炉心特性の算定とその承認）を保安規定に定め、事前解析値と実測値との比較検証により核的制限値を満足する見通しであることを確認しつつ、原子炉を運転する。 原子炉の運転に当たっては、核的制限値を担保するために①過剰反応度に係る炉心タンク水位の制限、②反応度添加率に係る水位上昇速度の制限、③原子炉停止余裕に係る安全板の位置及び挿入性の確認を行う。 また、それらの手順が正しく行われていることを事業者検査（品質マネジメントシステム検査）により確認する。 詳細については、補足説明資料6で説明する。 補足説明資料6の内容を設工認申請書の添付書類に追加して補正する。	【資料1－1】 P.29～34 補足説明資料6 P.331～337

技術基準規則の適合性説明

＜指摘事項 No.1＞
試験研究の用に供する原子炉等の技術基準に関する規則（以下「技術基準規則」という。）との適合性説明の第８条（外部からの衝撃による損傷の防止）について、実験用装荷物が原子炉建家に内包され外部事象から護られるのであれば適合性説明の要否を再検討すること。

＜回答＞

適合性説明の要否について再検討した結果、次の理由により、第８条の適合性要否は「否」とする。

理由：本申請の対象設備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。

＜指摘事項 No.2＞
技術基準規則第38条（実験設備等）第１項第１号について、耐震設計以外のことも要求しているため、すべての要求事項に対する適合性を記載すること。その他の条項についても設計方針や適合性の説明を拡充させること。

＜回答＞

指摘事項を踏まえ、技術基準規則の適合性説明の記載を拡充した（補足説明資料１参照）。適合性説明を要する条項（第１編について第６、11、38条、第２編について第10条）の要点を次頁以降で説明する。

また、本設工認申請の設計条件が技術基準規則及び設計方針（設置（変更）許可申請書）と整合が取れ、記載が十分であることを確認するため、記載対比表を用いて確認した（補足説明資料２参照）。

補足説明資料１の内容を設工認申請書の添付書類に記載し、
補足説明資料２（設計条件）の内容を設工認申請書の本文に記載して補正する。

技術基準規則の適合性説明

本申請のうち、「第1編　Ⅰ．実験設備　デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管」に係る適合性説明

条	項目	項	号	要求事項	適合性の説明
第6条	地震による損傷の防止	1	—	試験研究用等原子炉施設は、これに作用する地震力（試験炉許可基準規則第四条第二項の規定により算定する地震力をいう。）による損壊により公衆に放射線障害を及ぼすことがないものでなければならない。	P.9～12に示す。
第11条	機能の確認等	—	—	試験研究用等原子炉施設は、原子炉容器その他の試験研究用等原子炉の安全を確保する上で必要な設備の機能の確認をするための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できるものでなければならない。	P.13に示す。
第38条	実験設備等	—	—	試験研究用等原子炉施設に設置される実験設備等（試験炉許可基準規則第二十九条に規定する実験設備等をいう。以下この条において同じ。）は、次に掲げるものでなければならない。	P.14～21に示す。
			1	実験設備等の損傷その他の実験設備等の異常が発生した場合においても、試験研究用等原子炉の安全性を損なうおそれがないものであること。	
			2	実験物の移動又は状態の変化が生じた場合においても、運転中の試験研究用等原子炉に反応度が異常に投入されないものであること。	
			3	放射線又は放射性物質の著しい漏えいのおそれがないものであること。	
			4	試験研究用等原子炉施設の健全性を確保するために実験設備等の動作状況、異常の発生状況、周辺の環境の状況その他の試験研究用等原子炉の安全上必要なパラメータを原子炉制御室に表示できるものであること。	
			5	実験設備等が設置されている場所は、原子炉制御室と相互に連絡することができる場所であること。	

本申請のうち、「第2編　Ⅰ．炉心　デブリ模擬炉心（1）」に係る適合性説明

条	項目	項	号	要求事項	適合性の説明
第10条	試験研究用等原子炉施設の機能	1	—	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。ただし、試験炉許可基準規則第十五条第一項ただし書の規定の適用を受ける臨界実験装置に係る試験研究用等原子炉施設にあっては、試験研究用等原子炉固有の出力抑制特性を有することを要しない。	P.22に示す。

技術基準規則の適合性説明（第6条）

（地震による損傷の防止）
第６条　試験研究用等原子炉施設は、これに作用する地震力（試験炉許可基準規則第四条第二項の規定により算定する地震力をいう。）による損壊により公衆に放射線障害を及ぼすことがないものでなければならない。
２　耐震重要施設（試験炉許可基準規則第三条第一項に規定する耐震重要施設をいう。以下この条において同じ。）は、その供用中に当該耐震重要施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震による加速度によって作用する地震力（試験炉許可基準規則第四条第三項に規定する地震力をいう。）に対してその安全性が損なわれるおそれがないものでなければならない。
３　耐震重要施設は、試験炉許可基準規則第四条第三項の地震により生ずる斜面の崩壊によりその安全性が損なわれるおそれがないものでなければならない。

適合性

＜第１項＞

デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管は、これに作用する地震力による損壊により公衆に放射線障害を及ぼすことがないよう耐震重要度に応じたＢクラスで設計する。耐震計算の方針については、次頁以降で説明する。

＜第２項＞

ＳＴＡＣＹ施設は耐震重要施設を有しないため、該当しない。

＜第３項＞

ＳＴＡＣＹ施設は耐震重要施設を有しないため、該当しない。

上記の内容を設工認申請書の添付書類に記載して補正する。

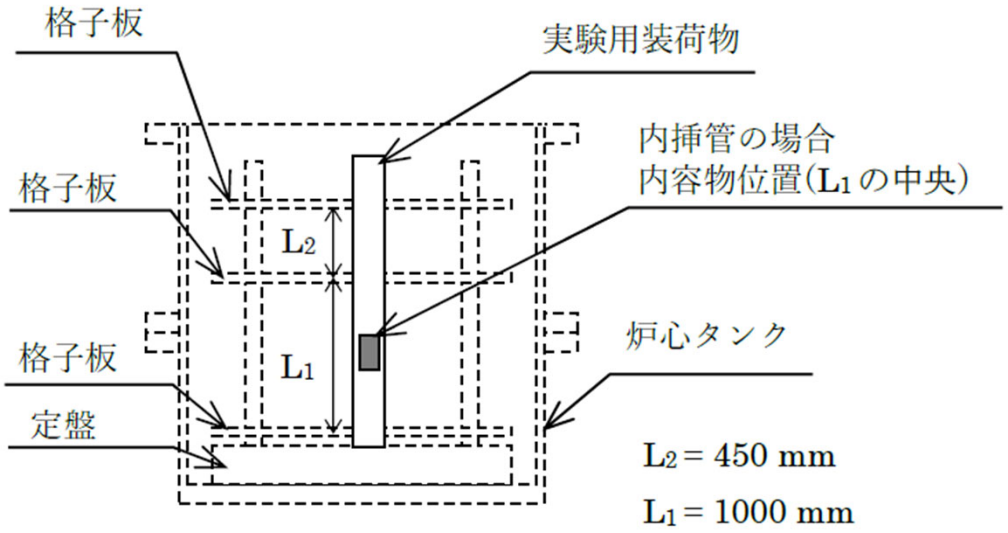
耐震設計方針（第6条関係）

＜基本方針＞

- 実験用装荷物の耐震設計は、「試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則」及び「試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」の基本的な考え方を参考にして以下のように行う。
- なお、設計管理については、「原子力科学研究所原子炉施設保安規定」、「原子力科学研究所原子炉施設及び核燃料物質使用施設等品質マネジメント計画書」及び「臨界ホット試験技術部の設計・開発管理要領」に基づき品質管理を行うものとする。
  - ・Bクラスの静的地震力に耐える耐震設計を行う。
  - ・Bクラスの静的地震力と地震力以外の荷重を組み合わせ（地震による軽水の揺動で生じる実験用装荷物に対する付加荷重を含む。）、その結果発生する応力が、安全上適切と認められる規格及び基準等を参考に設定される許容限界を超えずおおむね弾性状態に留まるよう耐震設計を行う。
  - ・なお、デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管は、炉心支持構造物に固定されないため、共振するおそれはない。

＜構造計画＞

実験用装荷物の構造は、下端は炉心タンクの定盤に接し、水平方向は格子板（3枚）に支持されるものとする。実験用装荷物の構造概略図を右に示す。



上記の内容を設工認申請書の添付書類に記載して補正する。

設工認に係る品質管理（第6条ほか工事全般関係）

原子炉施設保安規定（抜粋）

第1編　総則
　第3章　品質マネジメント計画
　（品質マネジメント計画）
　第17条　第2条に係る保安活動のための品質マネジメント活動を実施するに当たり、次のとおり品質マネジメント計画を定める。

品質マネジメント計画書（抜粋）

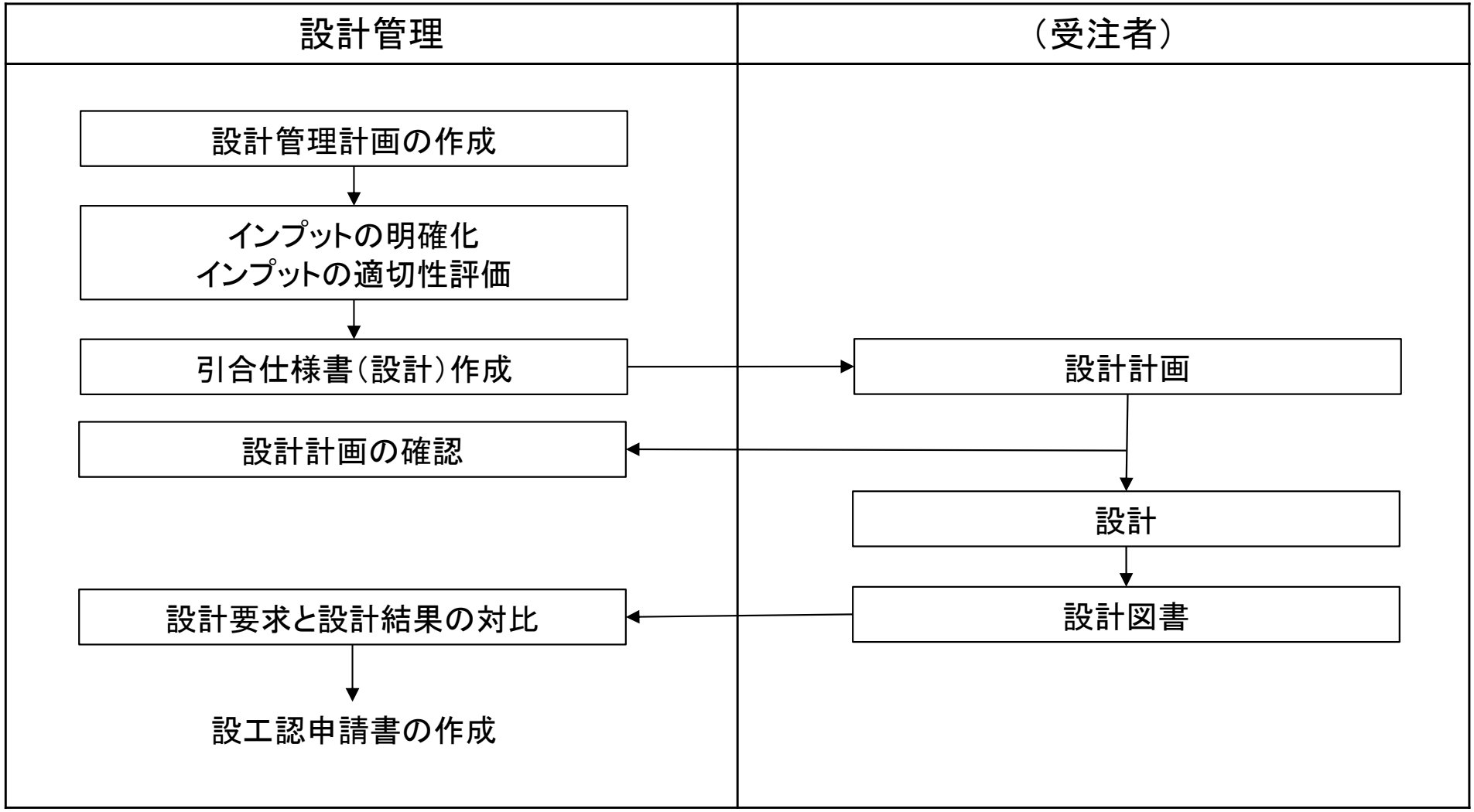
7．業務の計画及び実施
　7．3 設計・開発
　　所長又は設計・開発を行う部長は、原子炉施設等の改造、更新等に関する設計・開発を適切に実施するため、設計・開発に関する管理要領を定め、次の事項を管理する。

7.3	設計・開発	保安管理部設計・開発管理要領	保安管理部長	(科保)QAM-730
		放射線管理部設計・開発管理要領	放射線管理部長	(科放)QAM-730
		工務技術部設計・開発管理要領	工務技術部長	(科工)QAM-730
		研究炉加速器技術部設計・開発管理要領	研究炉加速器技術部長	(科研)QAM-730
		臨界ホット試験技術部の設計・開発管理要領	臨界ホット試験技術部長	(科臨)QAM-730

臨界ホット試験技術部の設計・開発管理要領

設工認に係る品質管理フロー（第6条ほか工事全般関係）

臨界ホット試験技術部の設計・開発管理要領に従い、以下のフローで品質管理を行う。



※設計に係る品質管理プロセスを抜粋・要約

技術基準規則の適合性説明(第11条)

（機能の確認等）
第11条　試験研究用等原子炉施設は、原子炉容器その他の試験研究用等原子炉の安全を確保する上で必要な設備の機能の確認をするための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できるものでなければならない。

適合性

- 設置(変更)許可申請書において、デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管は、安全上の機能別重要度分類PS-3に分類され、安全機能として「炉心の形成」が求められている。

- 炉心の形成のためには、デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管に、格子板に装荷できないほどの有意な変形があってはならない。また、デブリ構造材模擬体（コンクリート）、内挿管及び燃料試料挿入管の内部への浸水防止並びに燃料試料挿入管からの放射性物質の漏えい防止のために有意な傷があってはならない。

- デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管について、原子炉運転後にそれらの外観に有意な変形、有意な傷がないことを目視により確認するためには、放射線業務従事者の被ばくを考慮する必要がある。以下の運用とすることで、放射線業務従事者が著しく被ばくするおそれはなく、機能の確認をするための検査及びこれらの機能を健全に維持するための保守が可能である。デブリ構造材模擬体及び内挿管については炉心装荷前の保守、燃料試料挿入管については炉心装荷前後及び保管中の定期的な保守、並びにそれら三品の検査において、外観に有意な変形、有意な傷が確認された場合には、使用しない。

  - デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管の保守及び検査のための放射線作業に当たっては、保安規定の下部要領である「放射線安全取扱手引」に定める「放射線作業連絡票」を用いて、放射線業務従事者の被ばく影響について検討し、適切な放射線防護装備（アラーム付き電子ポケット線量計等）、作業時間等を決定する。

  - なお、ＳＴＡＣＹを１運転当たりの最大積算出力（0.1ｋＷ・ｈ）で運転した場合、運転停止から24時間後の炉心近傍（１ｍ）の空間線量率は400μSv／ｈ以下であり、上記の運用に支障はない。

- その他、燃料試料挿入管の密封性機能を維持するためのOリングは消耗品として扱い、上部端栓を開封するつど交換する。また、あらかじめ必要量を確保することとする。

上記の内容を設工認申請書の添付書類に記載して補正する。

技術基準規則の適合性説明（第38条）（1/4）

（実験設備等）
第38条　試験研究用等原子炉施設に設置される実験設備等（試験炉許可基準規則第二十九条に規定する実験設備等をいう。以下この条において同じ。）は、次に掲げるものでなければならない。
一　実験設備等の損傷その他の実験設備等の異常が発生した場合においても、試験研究用等原子炉の安全性を損なうおそれがないものであること。
二　実験物の移動又は状態の変化が生じた場合においても、運転中の試験研究用等原子炉に反応度が異常に投入されないものであること。

適合性

＜第１号＞

デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管は、それぞれの耐震重要度に応じたＢクラスで設計し、原子炉の運転中に電気的若しくは機械的な発熱、軽水その他炉内構造材との接触、中性子照射によって変形や状態変化することなく、炉心タンクや棒状燃料に損傷を与えない設計とする。

＜第２号＞

デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管の状態変化、損傷、逸脱等により運転中の原子炉に過度の反応度変化を与えない設計とする。このため、軽水の給排水及び浮力によって浮き上がらないように適切な自重を有する設計とする。なお、これらは炉心タンク内に設置した３枚の格子板により支持されるため、水平方向に移動することはない。

上記の内容を設工認申請書の添付書類に記載して補正する。

技術基準規則の適合性説明（第38条）（2/4）

（実験設備等）
第38条　試験研究用等原子炉施設に設置される実験設備等（試験炉許可基準規則第二十九条に規定する実験設備等をいう。以下この条において同じ。）は、次に掲げるものでなければならない。
三　放射線又は放射性物質の著しい漏えいのおそれがないものであること。

＜指摘事項 No.3 ①＞
燃料試料挿入管は、放射線又は放射性物質の著しい漏えいを防止するにあたり、上部端栓を取り扱う時に容易に外れず、水密性を有する脱着式端栓にするとしているが、脱着式端栓はどの程度の水密性をどのように担保するのか、設計の考え方を説明すること。その際、法令要求の内容を踏まえ、放射線業務従事者に対する放射性物質の漏えい及び放射線による被ばく影響、炉室での作業時間等、実験用装荷物取扱い時の運用についても説明すること。

＜指摘事項 No.3 ②＞
燃料試料挿入管のOリングについて、熱、放射線、着脱時の摩擦による影響を説明すること。その際、STACYの使用環境を定量的に説明すること。

＜回答＞

(1) 放射性物質の著しい漏えい（p.16～19）及び(2) 放射線の著しい漏えい（P.20）のおそれについて、それぞれ回答する。

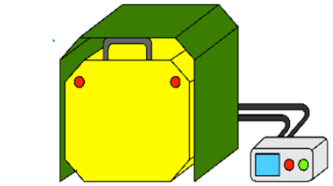
燃料試料挿入管の使用概要（第38条関係）

燃料試料挿入管の設計の考え方、使用環境、実験用装荷物取扱い時の運用を添付書類に記載して補正する。

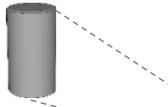
＜回答＞

(1) 放射性物質の著しい漏えいのおそれについて

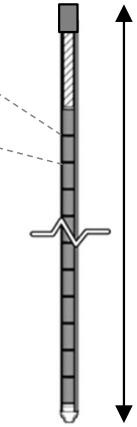
燃料試料挿入管は、少量核燃料物質であるデブリ模擬体を封入して使用するため、放射性物質の著しい漏えいを防止するように上部端栓が容易に外れない設計としている。燃料試料挿入管の使用概要をP.16に、上部端栓の構造をP.17、Oリングの熱、放射線、着脱時の摩擦による影響をP.18,19に示す。



デブリ模擬体調製設備
（核燃料使用施設）

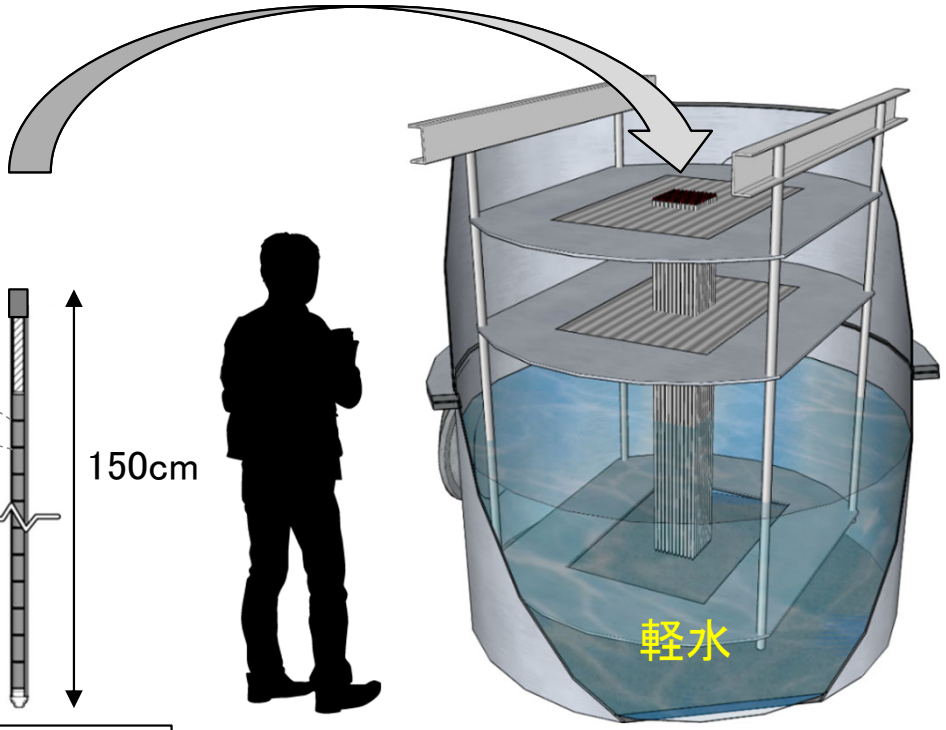


デブリ模擬体
（少量核燃料）



燃料試料挿入管

STACY炉心タンク
（直径 約180cm、高さ 約190cm）



STACYの特徴

- 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
- 臨界水位40cm～140cm

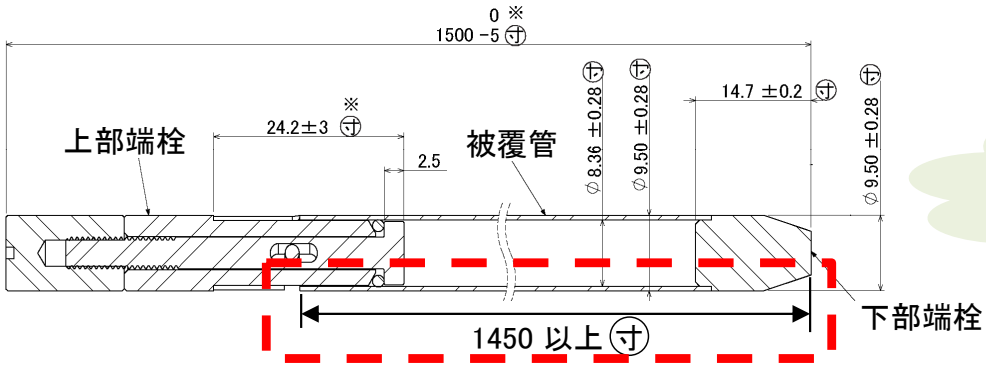
デブリ模擬体は少量核燃料物質であり、かつ、STACYは熱出力最大200W（臨界を取るだけの運転の場合は通常約1W）、積算出力最大0.1kW・h／1運転、0.3kW・h／週、3kW・h／年であり、棒状燃料及びデブリ模擬体中の核分裂生成物の蓄積（1.6×10^{14}核分裂＊1）及び放射化による放射線の放出（運転停止後1時間の炉心近傍（1m）での空間線量率200μSv/h＊2以下）は極めて小さく、燃料試料挿入管は直接手で取り扱うことができるものである。

燃料試料挿入管の使用概要

＊1　設置許可申請書における運転時の異常な過渡変化の評価のうち最大の値

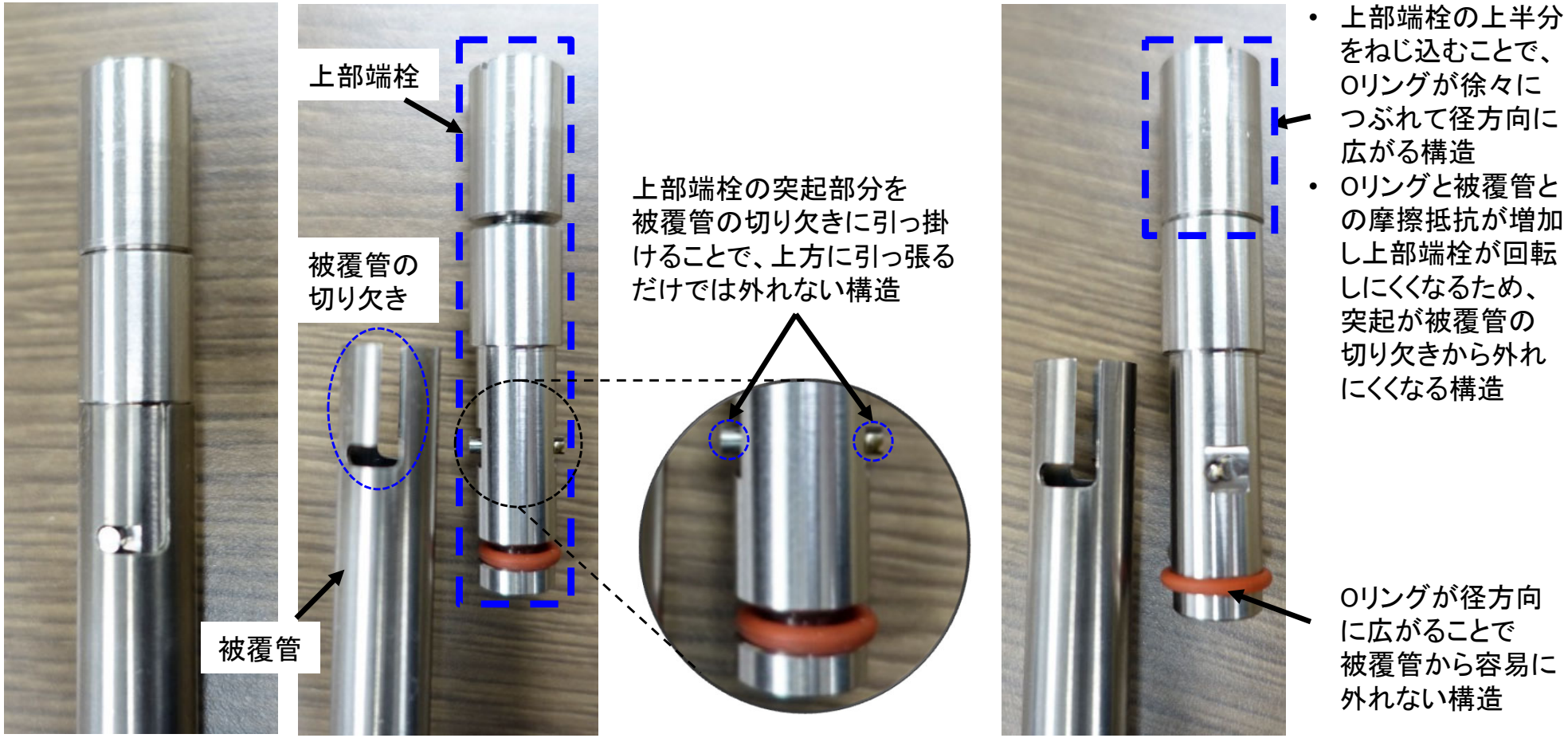
＊2　臨界を取るだけの運転 通常約1Wで1時間（積算出力1W・h）運転した場合の空間線量率

燃料試料挿入管の上部端栓の構造（第38条関係）



燃料試料挿入管　構造図

設工認申請書の構造図に被覆管の下端から切り欠き位置までの寸法を記載して補正する。（赤破線部）



- 上部端栓の上半分をねじ込むことで、Oリングが徐々につぶれて径方向に広がる構造
- Oリングと被覆管との摩擦抵抗が増加し上部端栓が回転しにくくなるため、突起が被覆管の切り欠きから外れにくくなる構造

Oリングが径方向に広がることで被覆管から容易に外れない構造

燃料試料挿入管（試作品）の上部外観

Oリングの熱、放射線、着脱時の摩擦による影響（第38条関係）（1/2）

＜指摘事項 No.3 ②＞
燃料試料挿入管のOリングについて、熱、放射線、着脱時の摩擦による影響を説明すること。その際、STACYの使用環境を定量的に説明すること。

＜回答＞
STACYは、最大熱出力200Wの低出力炉であり、常温から最高使用温度80℃の範囲で運転を行う。そのため、燃料試料挿入管のOリングに高度な耐放射線性、耐熱性は要求されないが、炉心に挿入して使用することから、一般に耐放射線性、耐熱性を有することで原子力施設に用いられているフッ素ゴムを材質とするOリングを使用する設計とする。このフッ素ゴムは、実用発電炉（高出力・高圧力・高熱の炉心）の制御棒駆動系水圧制御ユニット等のパッキンとして使用実績がある材質である。燃料試料挿入管（上部端栓）の構造図（Oリングの装着状態）をP.19に示す。

また、このOリングは消耗品であるため、あらかじめ必要量を確保し、上部端栓開封のつど交換＊1することから、着脱時の摩耗による影響は問題とならない。

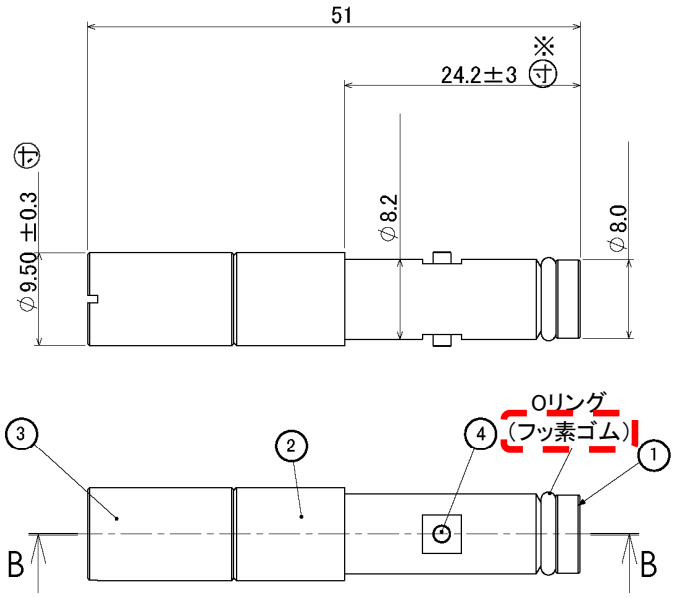
なお、燃料試料挿入管の開封頻度は実験目的に応じて異なるが、長期間開封しない場合でも最大数年程度と想定される。フッ素ゴムの耐用年数は、110℃の環境で30年以上と報告＊2されており、STACYの使用環境ではOリングの密封性能を喪失することはない。

上記の回答内容を設工認申請書の添付書類に記載して補正する。また、設工認申請書の本文構造図にOリングの材質（フッ素ゴム）を記載して補正する。Oリングの補正に係る記載は次頁参照。

＊1　Oリングの交換頻度については保安規定の下部規定で定める。
＊2　田村珠美, 金澤幸雄, 中野修, ゴム材料の寿命評価技術, 東芝レビュー Vol.70 No.1, p.40-43, (2015).

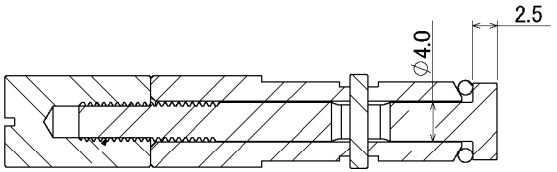
Oリングの熱、放射線、着脱時の摩擦による影響（第38条関係）（2/2）

設工認申請書の構造図にOリングの材質を
記載して補正する。（赤破線部）



部品番号	部品名	材質
1	シールシャフト	SUS304
2	シールキャップ	SUS304
3	ノブ	SUS304
4	ピン	SUS304

寸 ： 寸法検査対象箇所



断面図 B-B

燃料試料挿入管（上部端栓）構造図

技術基準規則の適合性説明（第38条）（3/4）

＜回答＞

(2) 放射線の著しい漏えいのおそれについて

放射線業務従事者に対する放射線による被ばく影響

実験用装荷物を取り扱う場合は、作業開始前に、保安規定の下部要領である「放射線安全取扱手引」に定める「放射線作業連絡票」*を用いて、放射線業務従事者の被ばく影響について検討し、適切な放射線防護装備（アラーム付き電子ポケット線量計等）、作業時間等を決定するため、放射線業務従事者が著しく被ばくするおそれはない。

なお、炉室(S)の扉にはインターロック（炉室内空間線量率200μSv/h以上で開不可）が設けられているため、空間線量率が高い状況で作業することはない。インターロック解除直後に入室することを想定した場合、炉心近傍（1m）の空間線量率は最大約7.2mSv/hと見積もられるが、このような場合、作業時間によっては1回の作業で実効線量1mSvを超えるため、時間減衰を待って作業する。

以上のことから、燃料試料挿入管について、放射線の著しい漏えい（放射線業務従事者への被ばく影響）の防止のためにハード対応は不要である。

その他、燃料試料挿入管の検査については、補足説明資料3で説明する。

上記の回答内容を設工認申請書の添付書類に記載して補正する。また、補足説明資料3の内容を設工認申請書の添付書類に追加して補正する。

＊ 1回の作業又は1週間以内の連続作業による実効線量が1mSv以下になる放射線作業が対象となる。

技術基準規則の適合性説明（第38条）（4/4）

（実験設備等）
第38条　試験研究用等原子炉施設に設置される実験設備等（試験炉許可基準規則第二十九条に規定する実験設備等をいう。以下この条において同じ。）は、次に掲げるものでなければならない。
四　試験研究用等原子炉施設の健全性を確保するために実験設備等の動作状況、異常の発生状況、周辺の環境の状況その他の試験研究用等原子炉の安全上必要なパラメータを原子炉制御室に表示できるものであること。
五　実験設備等が設置されている場所は、原子炉制御室と相互に連絡することができる場所であること。

適合性

＜第４号＞

炉心タンク周辺における発煙などの異常及び地震時等の周辺環境（炉室フード内）の異常の有無を監視できるよう、炉室（Ｓ）にカメラ、制御室にＴＶモニタが設置されている。なお、目視では確認することができない運転中の重要なパラメータである中性子束密度、温度及び水位は、既認可の計測制御系統施設で監視できる設計となっている。

＜第５号＞

デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管は、制御室と相互に連絡することができる炉室（Ｓ）に設置する。連絡には、既認可の通信連絡設備（ページング装置）を使用する。

上記の内容を設工認申請書の添付書類に記載して補正する。

技術基準規則の適合性説明（第10条）

（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＞

- STACY施設は、通常運転時において、給排水系による水位制御にて原子炉反応度を制御することで、反応度を安全かつ安定的に制御できる設計となっている。また、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時において、給排水系及び原子炉停止系により原子炉を制御し、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。これら給排水系及び原子炉停止系により原子炉施設の安全を確保する考え方は、既認可の「基本炉心（1）」と同様である。

- 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℃程度、減速材温度は1℃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。

- 運転に当たっては、炉心が核的制限値を満足し、かつ、設置許可申請書に定めた炉心特性の範囲になるよう、原則として計算解析により評価し、確認する。その確認手順は、原子力科学研究所原子炉施設保安規定（その下部規定を含む。）に定め、遵守する。

＜第2項＞
STACY施設は、船舶に設置しないため、該当しない。

上記の内容を設工認申請書の添付書類に記載して補正する。

設置許可申請書との整合性説明の記載拡充(1/6)

＜指摘事項 No.4＞
設置許可申請書との整合性について、設計条件の数値(表)だけではなく、文章部分(設計条件、炉心構成の考え方等)についても記載すること。

＜回答＞

設置(変更)許可申請書との整合性について、設計条件の数値(表)だけではなく、文章部分(設計条件、炉心構成の考え方等)についても記載を拡充した。次頁以降に、設工認第1編及び第2編の設計条件(文章部分)と設置許可申請書との整合性を示す。その他、設計条件の図・表、設計仕様の整合性については、補足説明資料4で説明する。

補足説明資料4の内容を設工認申請書の添付書類に記載して補正する。

設置許可申請書との整合性説明の記載拡充(2/6)

設置(変更)許可申請書(設計方針抜粋)

【添八 1.3 耐震設計方針 1.3.1 基本方針】
(1) STACY施設は、地震により発生するおそれのある安全機能の喪失及びそれに続く放射線による公衆への影響を防止する観点から、各施設の安全機能が喪失した場合の影響の相対的な程度(以下「耐震重要度」という。)に応じて分類し、それぞれに応じた地震力に十分耐えられるように設計する。また、必要に応じ、地震によるタンク又は容器内の液体の揺動の影響について適切に考慮するものとする。
(3) 静的地震力に対しておおむね弾性状態に留まる範囲で耐えるよう設計する。

(4) Bクラスの各施設は、共振するおそれのないように設計する。

【添八別1 6. 実験設備 6.1.2 設計方針】
(10) 実験用装荷物は、適切な方法により試験及び検査ができる設計とする。

【添八 1.6 試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則への適合 第29条(実験設備等)】
適合のための設計方針
(1) 実験設備等は、その損傷等が発生した場合においても、原子炉施設の安全性を損なうおそれがない設計とする。

【添八別1 6. 実験設備 6.1.2 設計方針】
(1) 実験用装荷物は、実用上可能な限り不燃性又は難燃性材料を使用する設計とする。大型の可燃性材料を使用する場合は、火災防護を考慮した設計とする。
(3) 実験用装荷物は、各構成要素が十分な強度を有し、その機能が保持される設計とするとともに、原子炉の運転中に電気的若しくは機械的な発熱、軽水その他炉内構造材との接触、中性子照射によって変形や状態変化することなく、炉心タンクや棒状燃料に損傷を与えない設計とする。

設工認申請書案(抜粋)

【第1編 実験用装荷物】
3. 設計
3. 1 設計条件
デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管の設計条件は、次のとおりとする。
・Bクラスの静的地震力に耐える耐震設計を行う。
・Bクラスの静的地震力と地震力以外の荷重を組み合わせ(地震による軽水の揺動で生じる実験用装荷物に対する付加荷重を含む。)、その結果発生する応力が、安全上適切と認められる規格及び基準等を参考に設定される許容限界を超えずおおむね弾性状態に留まるよう耐震設計を行う。
・デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管は、炉心支持構造物に固定されないため、共振するおそれはない。

・デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管は、有害な傷、ひび、割れ、腐食等について、試験又は検査で確認し、保守又は修理を実施できるよう、外観の確認ができる設計とする。

・デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管は、不燃性又は難燃性の材料を使用する設計とする。
・デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管は、耐震重要度に応じたBクラスで設計し、原子炉の運転中に電気的若しくは機械的な発熱、軽水その他炉内構造材との接触、中性子照射によって変形や状態変化することなく、炉心タンクや棒状燃料に損傷を与えない設計とする。

上記の内容を設工認申請書の添付書類に記載して補正する。

設置許可申請書との整合性説明の記載拡充(3/6)

設置(変更)許可申請書(設計方針抜粋)

【添八 1.6 試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則への適合 第29条(実験設備等)】
適合のための設計方針
(2) 実験設備等は、その状態変化、損傷、逸脱等により運転中の原子炉に過度の反応度変化を与えない設計とする。このため、配列式(格子板に配列)の実験用装荷物は、軽水の給排水及び浮力によって、支持された位置から逸脱することのないように設計する。可動式(駆動装置による移動)の実験用装荷物は、安定した駆動制御ができる設計とするとともに、反応度添加量及び反応度添加率を制限する。また、軽水中に挿入する実験用装荷物のうち内部が中空で軽水を排除する構造のものは、その損傷により炉心に過度の反応度を添加することがないよう、内部への浸水による置換反応度を可動式の装荷物による反応度添加量と合わせて制限する。

【添八別1 6. 実験設備 6.1.2 設計方針】
(2) 実験用装荷物は、炉心タンク内に設置したときに炉心が中性子反応の観点から垂直方向に一様とみなせる形状となるように設計する。垂直方向に不均一性を有する場合は、炉心の反応度制御に悪影響を与えないことを、計算解析又は実測データにより確認する。
(4) 配列式(格子板に配列)の実験用装荷物は、損傷、脱落はもとより軽水の給排水及び浮力によって、支持された位置から逸脱することのないように設計する。
(6) 減速材及び反射材中に挿入する実験用装荷物のうち内部が中空で軽水を排除する構造のものは、その損傷により炉心に過度の反応度を添加することがないよう、内部への浸水による置換反応度を可動装荷物による反応度添加量と合わせて制限する。
(9) 可溶性中性子吸収材は、軽水の使用温度範囲において析出しないよう設計及び管理する。また、可溶性中性子吸収材を添加した軽水は反応度係数が正となる場合があることから、核的制限値に関する炉心特性範囲内に制限する。

設工認申請書案(抜粋)

【第1編 実験用装荷物】
・デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管は、炉心タンク内に設置したときに炉心が中性子反応の観点から中性子反応の観点から垂直方向に一様とみなせる形状となるように設計する。
・デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管は、その状態変化、損傷、逸脱等により運転中の原子炉に過度の反応度変化を与えない設計とする。このため、軽水の給排水及び浮力によって浮き上がらないように適切な自重を有する設計とする。なお、これらは炉心タンク内に設置した3枚の格子板により支持されるため、水平方向に移動することはない。
・内部が中空で軽水を排除する構造である内挿管は、その損傷により炉心に過度の反応度を添加することがないよう、内部への浸水による置換反応度を可動装荷物による反応度添加量と合わせて制限する。

・可溶性中性子吸収材は、実験計画に応じて軽水に添加することとし、軽水の使用温度範囲において析出しないよう濃度を管理する。また、可溶性中性子吸収材を添加した軽水は反応度係数が正となる場合があることから、使用する場合は核的制限値に関する炉心特性範囲内に制限するとともに、津波水没時においても未臨界性を確保できる範囲に制限する。

上記の内容を設工認申請書の添付書類に記載して補正する。

設置許可申請書との整合性説明の記載拡充(4/6)

設置(変更)許可申請書(設計方針抜粋)

【添八 1.6 試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則への適合 第29条(実験設備等)】
適合のための設計方針
(3) 実験設備等は、放射性物質を内蔵する場合は密封性を考慮し、放射性物質の著しい漏えいのおそれがない設計とする。

【添八別1 6. 実験設備 6.1.2 設計方針】
(7) 放射性物質を内蔵する実験用装荷物は、密封性を考慮した設計とする。

【添八 1.6 試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則への適合 第29条(実験設備等)】
適合のための設計方針
(4) 実験設備等は、原子炉の安全上必要なパラメータを制御室に表示できる設計とする。このため、配列式の実験用装荷物は装荷状態を制御室で監視でき、可動式の実験用装荷物は制御室で位置が制御できる設計とする。

【添八別1 6. 実験設備 6.1.2 設計方針】
(8) 配列式の実験用装荷物の装荷状態は制御室より監視でき、可動式のものは制御室より駆動制御できる設計とする。

設工認申請書案(抜粋)

【第1編 実験用装荷物】
・デブリ構造材模擬体は、放射性物質を内包する設備ではないため、該当しない。
・燃料試料挿入管は、内包する放射性物質の放射線及びその放射性物質の著しい漏えいを防止するために、上部端栓を、取扱い時に容易に外れず、水密性を有する脱着式の端栓とする。
・内挿管は、非密封の放射性物質を内包する設備ではないため、該当しない。
・STACYは低出力炉(熱出力最大200W)、積算出力最大3kW・h／年であるため、デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管の放射化に伴う放射線の放出、燃料試料挿入管に内包するデブリ模擬体中の核分裂生成物の蓄積は極めて小さく、それらは直接手で取り扱うことができるものである。

・デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管の異常の発生状況、周辺の環境の状況を監視できるように炉室(S)にカメラ、制御室にTVモニタを設置する。なお、炉心の中性子束密度、温度及び水位は、既認可の計測制御系統施設で監視できる設計となっている。

上記の内容を設工認申請書の添付書類に記載して補正する。

設置許可申請書との整合性説明の記載拡充(5/6)

設置(変更)許可申請書(設計方針抜粋)

【添八 1.6 試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則への適合 第29条(実験設備等)】
適合のための設計方針
(5) 実験設備等を設置している場所と制御室との間は、相互に連絡できる設計とする。

【添八別1 5.6 制御室等 5.6.2 設計方針】
(7) 制御室は、制御室と現場の主要箇所との連絡が可能な通信連絡設備を有する設計とする。

【本文】
5. 試験研究用等原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備
ハ 原子炉本体の構造及び設備
(4)原子炉容器
(ⅰ)構 造 (省略)
(ⅱ)最高使用圧力及び最高使用温度

最高使用圧力	静水頭(約2m水頭)
最高使用温度	80 ℃

設工認申請書案(抜粋)

【第1編 実験用装荷物】

・デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管を設置する炉室(S)と制御室の連絡を行う場合は、既認可の通信連絡設備であるページング装置を使用できる設計とする。

・デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管の最高使用圧力は静水頭(2.0 m)、最高使用温度は80℃の設計とする。

上記の内容を設工認申請書の添付書類に記載して補正する。

設置許可申請書との整合性説明の記載拡充(6/6)

設置(変更)許可申請書(設計方針抜粋)

【添八 1.6 試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則への適合 第15条(炉心等)】
適合のための設計方針
第1項及び第2項について
(1) STACYは、原子炉停止系及び安全保護系の設計とあいまって、総合的な反応度フィードバックが正になる炉心でも安全に運転制御できるよう、炉心特性の範囲を制限するとともに、核的制限値を満足するように炉心を構成する。

(2) STACYは、水位制御により原子炉の反応度を制御し、核分裂の連鎖反応を制御できる能力を有する設計とする。このとき、浸水に対し炉心の未臨界を確保するため、次の対策(運用制限)を講じる。
・構成可能な炉心は、安全板の性能とあいまって、浸水(海水による全水没)を想定しても未臨界を確保できる範囲に限定する。
・炉心構成作業は、安全板(又は中性子吸収効果の観点から安全板と同等の仕様の中性子吸収板)が炉心に挿入されている状態で行う。
なお、STACYは低出力であり、熱中性子束が小さいため、キセノンによる出力振動は発生しない。

第3項及び第4項について
(1) 炉心は、原子炉停止系、反応度制御系、計測制御系及び安全保護系の機能とあいまって、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時において、燃料要素の健全性を損なうことのない設計とする。
(2) 燃料要素、減速材及び炉心支持構造物ほか炉心内に設置する機器等は、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時において、原子炉を安全に停止させることができる設計とする。
なお、STACY施設で選定する設計基準事故は「棒状燃料の機械的破損」及び「溶液燃料の漏えい」であり、原子炉の停止に関係しない。

設工認申請書案(抜粋)

【第2編 デブリ模擬炉心(1)】
3. 設 計
3.1 設計条件
デブリ模擬炉心(1)の設計条件は、次のとおりとする。
・原子炉停止系及び安全保護系の設計とあいまって、総合的な反応度フィードバックが正になる炉心でも安全に運転制御できるよう、炉心特性の範囲を制限するとともに、核的制限値を満足するように炉心を構成する。

・水位制御により原子炉の反応度を制御し、核分裂の連鎖反応を制御できる能力を有する設計とする。このとき、浸水に対し炉心の未臨界を確保するため、次の対策(運用制限)を講じる。
(1) 構成可能な炉心は、安全板の性能とあいまって、浸水(海水による全水没)を想定しても未臨界を確保できる範囲に限定する。
(2) 炉心構成作業は、安全板(又は中性子吸収効果の観点から安全板と同等の仕様の中性子吸収板)が炉心に挿入されている状態で行う。
なお、STACYは低出力(熱出力最大200W)であり、熱中性子束が小さいため、キセノンによる出力振動は発生しない。

・炉心は、原子炉停止系、反応度制御系、計測制御系及び安全保護系の機能とあいまって、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時において、燃料要素の健全性を損なうことのない設計とする。
・燃料要素、減速材及び炉心支持構造物ほか炉心内に設置する機器等は、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時において、原子炉を安全に停止させることができる設計とする。

上記の内容を設工認申請書の添付書類に記載して補正する。

核的制限値の担保(1/6)

＜指摘事項 No.6 ②＞
臨界実験装置で核的制限値をどのように満足させるか、考え方を説明すること。

＜回答＞◆ 使用前事業者検査での確認事項であるハード（反応度制御系・計測制御系統、原子炉停止系等及び今回製作する実験用装荷物）とソフト（炉心構成と炉心核特性の安全確認手順）があいまって、核的制限値を満足させ、原子炉を安全に運転することができる。（試験炉技術基準規則第10条第１項関係）

	炉規法第28条第２項第１号 工事が設工認に従って行われたものであること	炉規法第28条第２項第２号 技術上の基準に適合するものであること	その他許可書、保安規定の要求事項
原子炉本体設備	◆**ハードとして製作仕様**を確認。 **【設工認第３回（基本炉心）で別途確認】** **（反応度制御系・計測制御系）** ・炉心給排水系設備（給水ポンプ、排水弁、給水停止スイッチ等）、核計装等 **（原子炉停止系）** ・安全保護回路、安全板装置、急速排水弁 **（その他）** ・インターロック回路、遮蔽等	◆**ハードとして機能・性能**を確認。 （試験炉技術基準規則第10条第１項） ・通常運転時において原子炉の**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原子炉固有の出力抑制特性を有するとともに、当該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**を有するものであること。	**（原子炉の仕様）** ・熱出力：最大200W ・燃料本数：最大900本 ・減速材対燃料ペレット体積比：0.9～11 ・減速材温度：常温～最大70℃ ・臨界水位：40cm～140cm ほか
実験用装荷物	◆**ハードとして製作仕様**を確認。	◆**ハードとして機能・性能**を確認。 （試験炉技術基準規則第38条）	**（反応度の仕様）** ・反応度価値　最大30セント
炉心	該当なし。 （炉心構成は、燃料体、減速材、反射材等の配置及び配置替えであって、工事ではないため。 試験炉保安規定審査基準参照）	該当なし。 （炉心構成は、燃料体、減速材、反射材等の配置及び配置替えであって、工事ではないため。 試験炉保安規定審査基準参照） （参考：試験炉許可基準規則第15条第３項） ・炉心は、《中略》原子炉停止系統、反応度制御系統、計測制御系統及び安全保護回路の機能と併せて機能することにより燃料の許容設計限界を超えないものでなければならない。 （注）STACYは、燃料の許容設計限界を超えるおそれはないため、原子炉運転において燃料破損は生じない。	◆**ソフトとして炉心仕様**を確認。 ・**炉心構成書**（事前解析、設計基準事故を超える津波冠水時の未臨界解析） ・**炉心証明書**（実測確認） ◆**ソフトとして炉心状態・機器機能**を確認。 ・起動前点検、月例点検等

核的制限値の担保(2/6)

◆原子炉運転中の異常な過渡変化時及び設計基準事故時には、異常な出力上昇を早期検知し、自動的かつ安全に原子炉を停止させることができる。（試験炉技術基準規則第10条第１項関係）

事象の進展

◆原子炉運転中の異常発生
（反応度制御機器の故障・誤動作・誤操作、事前の炉心解析の誤り・運転条件値の誤設定等）

↓

◆異常検知（核計装の多重性）
- **起動系、運転系対数出力系**（各２系統）
  ペリオド*監視（20秒でアラーム、５秒でスクラム信号）《＊原子炉出力がｅ倍（約2.7倍）になる時間》
- **安全出力系**（２系統）
  出力監視　（180W　でアラーム、220W　でスクラム信号）
  積分出力監視（ 40W･hでアラーム、100W･hでスクラム信号）
- **運転系線型出力系**（２系統）
  指示値逸脱監視（各レンジ指示値 90%でアラーム、100%で排水弁開のインターロック信号）

↓

◆スクラム動作（原子炉停止系の多様性）
- **安全板**自動挿入（1.5秒以内に自重落下。炉心によって枚数が異なる。）　→ **瞬時に未臨界状態**
- **急速排水弁**自動開（２系統。その他、通常排水弁（１系統）も自動開。）→ **未臨界状態を維持**

↓

◆原子炉の状態（運転時の異常な過渡変化に留まり、設計基準事故（機械的･熱的破損）に至らない。）
- 原子炉は、駆動力を要さず**自動的かつ安全に停止**し、かつ、燃料の許容設計限界を超えない（事故時ピーク出力989W、棒状燃料の温度上昇7.0℃）ため、**棒状燃料が機械的・熱的に破損するおそれはない。**（万一破損した場合でも、周辺公衆の実効線量は3.1×10^{-4}mSvである。）

核的制限値の担保(3/6)

◆炉心構成及び炉心特性の具体的な安全確認手順は、以下のとおり。

(炉心核特性を満足する見通しについて)

本設工認の範囲で構成可能な炉心の組合せ(例)の中で核的制限値(原子炉停止余裕)を厳しくする炉心条件(代表炉心)においても核的制限値を満足する見通しを得たが、供用段階においても、実験炉心(実験拡張)に対し核的制限値を満足する見通しを得つつ、原子炉を運転する。具体的には、炉心構成に係る安全確認手順(燃料体等の配置、配置替えに伴う炉心特性の算定とその承認)を保安規定に定め、事前解析値と実測値との比較検証により核的制限値を満足する見通しであることを確認しつつ(※)、原子炉を運転する。(P.32参照)

※保安規定に定める炉心構成書及び炉心証明書の作成と原子炉主任技術者等による確認を行う。(P.33参照)

なお、核的制限値を満足する見通しであることの確認において、解析値が実測値と大きく離れている場合、かつ、実測値が解析値よりも危険側(制限値に近い側)にある場合は、解析値と実測値の偏差基準(C/E値)を調整した上で改めて解析を行い、次の実験拡張における条件設定を慎重に行って再度実測値と比較・検証する。

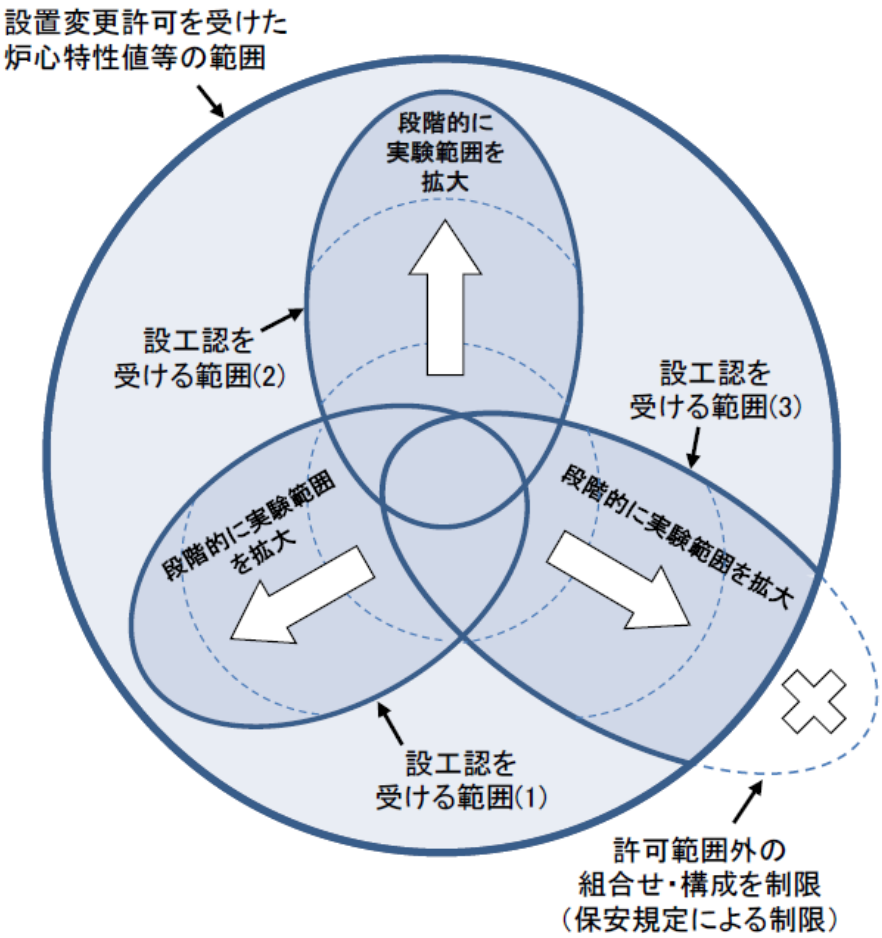
原子炉の運転に当たっては、核的制限値を担保するために①過剰反応度に係る炉心タンク水位の制限、②反応度添加率に係る水位上昇速度の制限、③原子炉停止余裕に係る安全板の位置及び挿入性の確認を行う。(P.34参照)

また、それらの手順が正しく行われていることを事業者検査(品質マネジメントシステム検査)により確認する。

詳細については、補足説明資料6で説明する。

補足説明資料6の内容を設工認申請書の添付書類に追加して補正する。

核的制限値の担保(4/6)



新しい炉心を構成する際の方針
(概念図)

臨界実験装置は、多種多様の燃料及び実験試料が使用され、炉心構成を変えるたびに制御棒価値、反応度フィードバック等の核特性、核計装の応答性等が異なることから、安全確保上、運転管理に負うところが大きい。

水冷却型試験研究用原子炉施設の安全評価に関する審査指針(平成3年7月18日原子力安全委員会決定、平成13年3月29日一部改訂)より抜粋引用。

【臨界実験装置の設計(許可)思想】

臨界実験装置の安全確保は運転管理に負うところが大きく、また、よく知られていない新しい炉心に対する潜在的危険性を小さくするために極低出力、極低燃焼度とする設計(許可)思想。

【STACYの核的安全性の確保】

実験計画に基づき、炉心構成(中略)の詳細及び範囲を決定し、臨界水位、各種反応度係数、安全板反応度価値等を計算解析によって求め、核的制限値を満足する見通しがあることを確認する。(中略)実験計画の作成に当たり、事前計算解析の間違いによる核的制限値からの逸脱を防止するため、未知の炉心構成における条件の変更は、臨界水位にあっては高水位から低水位に、実験用装荷物にあってはその反応度効果の小さいものから大きなものに変化させていく。
(設置変更許可申請書添付書類八「3.3 運転手順」より抜粋。)

核的制限値の担保(5/6)

炉心構成書

【主な記載事項】
1. 実験の目的
2. 最大熱出力
3. 炉心構成
   (1) 格子板の種類(格子間隔)
   (2) 棒状燃料の種類、濃縮度、本数
   (3) 可溶性中性子吸収材(ボロン濃度)
   (4) 安全板の枚数
   (5) 実験用装荷物の種類、本数
4. 臨界水位
5. 減速材及び反射材温度
6. 反応度
   (1) 給水制限(高速給水速度、低速給水速度)
   (2) 臨界近傍での反応度添加率
   (3) 最大過剰反応度
   (4) 安全板の反応度(原子炉停止余裕、ワンロッドスタックマージン、炉心が浸水(海水による全水没)した場合の安全板及び未臨界板の中性子実効増倍率)
   (5) 可動装荷物の最大添加反応度、反応度添加率

【承認プロセス】
部長が炉心構成書を作成し、所長の承認*を得る。

炉心証明書

【主な記載事項】
1. 最大熱出力
2. 炉心構成
   (1) 格子板の種類(格子間隔)
   (2) 棒状燃料の種類、濃縮度、本数
   (3) 可溶性中性子吸収材(ボロン濃度)
   (4) 安全板の枚数
   (5) 実験用装荷物の種類、本数
   (6) 減速材及び反射材温度
4. 臨界量(棒状燃料の本数及び臨界水位)
5. 反応度
   (1) 給水制限(高速給水速度、低速給水速度)
   (2) 臨界近傍での反応度添加率
   (3) 最大添加反応度
   (4) 最大過剰反応度
   (5) 安全板の反応度(原子炉停止余裕、ワンロッドスタックマージン)
   (6) 可動装荷物の最大添加反応度、反応度添加率
6. 炉心構成の変化範囲(格子板、棒状燃料、可溶性中性子吸収材、実験用装荷物)

【承認プロセス】
課長が、最大熱出力及び炉心構成に係る事項並びに臨界量、過剰反応度及び安全板反応度の推定値(計算解析により算定)を記載した炉心証明書を作成し、部長の承認*を得る。
承認を受けた炉心において試験運転を行い推定値と実測値を比較・検証する。
その結果を踏まえ、課長が炉心構成の変化範囲を記載した炉心証明書を作成し、部長の承認*を得る。

＊承認を得るときは、原子炉主任技術者の同意を得なければならない。

核的制限値の担保(6/6)

Hard 主に設備の設計により担保
Soft 主に保安規定により担保

主要な核的制限値の遵守

①過剰反応度

方法: 炉心タンクの水位を制限する

- Hard 水位スイッチの性能
- Soft 段階的臨界近接手順
- Hard 炉心形状の特性(垂直方向に一様とみなせる)

②給水による反応度添加率

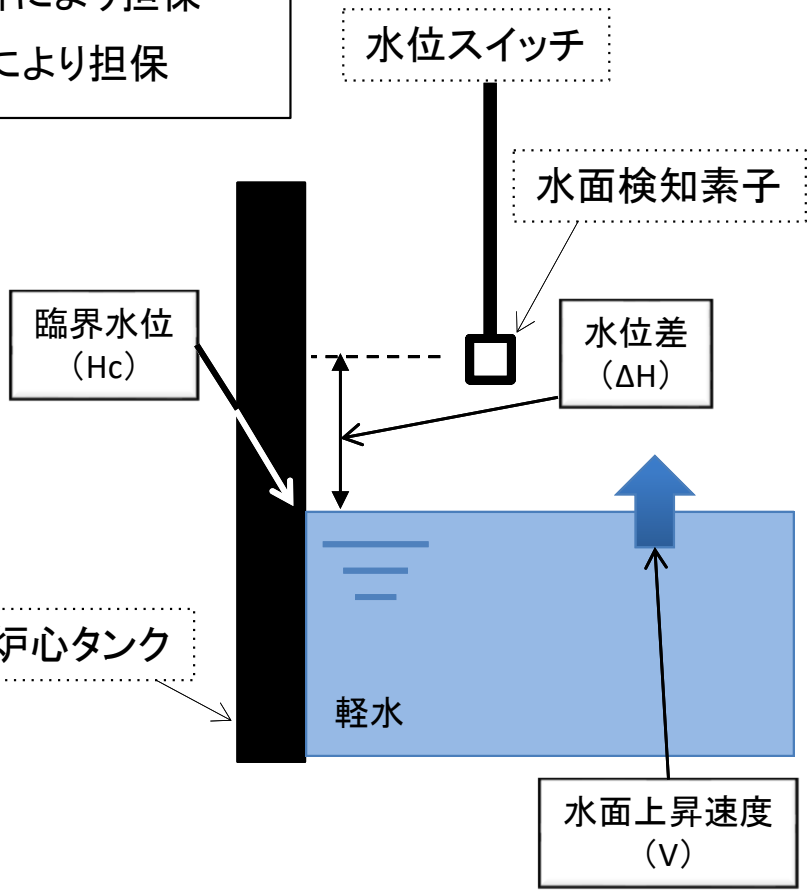
方法: 炉心タンクの水位上昇速度を制限する

- Hard 給水ポンプの性能
- Soft 段階的臨界近接手順
- Hard 炉心形状の特性(垂直方向に一様とみなせる)

③原子炉停止余裕

方法: 炉心構成に合わせた適切な位置に安全板を配置し、確実に挿入する

- Soft 計算解析による安全板反応度価値評価
- Hard 格子板スリットの形状



過剰反応度　$\rho = \Delta H \times d\rho/dH$
反応度添加率　$d\rho/dt = V \times d\rho/dH$

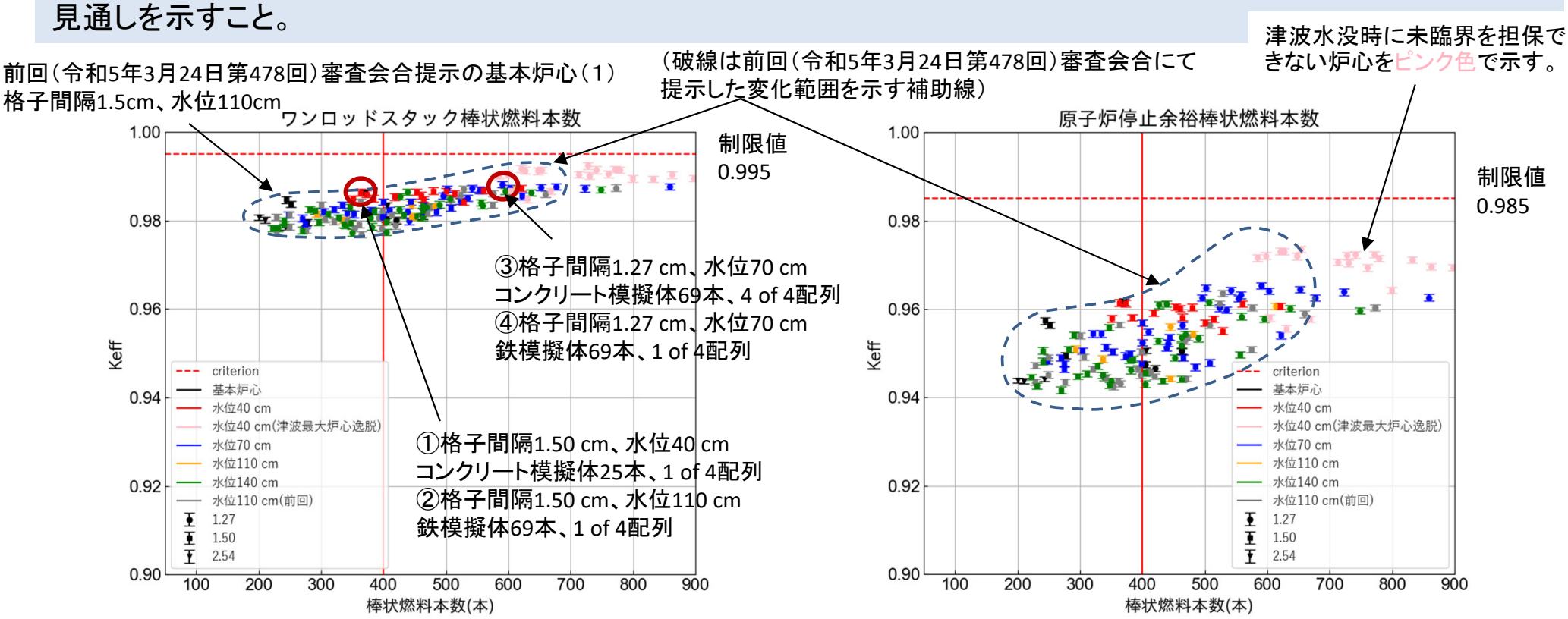
dρ/dH は、炉心が垂直方向に一様とみなせるとき、水平断面に依存せず、以下の式に従う(修正一群理論)。このため、STACYは、炉心の水平方向の形状にかかわらず水位制御に係る核的制限値を満足できる。

$$d\rho/dH = \frac{C}{(Hc+\lambda)^3}$$

C, λ : 炉心毎の定数

核的制限値が制限された範囲に収まる見通し

＜指摘事項 No.6 ①＞
デブリ模擬炉心（1）の核特性値が制限された範囲に収まる見通しを示すこと。その際、実際に製作する本数のデブリ構造材模擬体を配置した炉心で核的制限値（原子炉停止余裕、ワンロッドスタックマージン）が確保できる見通しを示すこと。



(a)ワンロッドスタックマージンの評価結果

(b)原子炉停止余裕の評価結果

誤差棒=1σ

- 解析範囲を広げたことによりX軸の正の方向にデータが追加されるものの、Y軸方向には前回審査会合で描いた補助線の範囲に収まることを確認。
- 棒状燃料が増え、炉心が大きくなるにつれておおむね右肩上がり（厳しくなる方向）に変化する（前回と同傾向）。
- 模擬体の種類（鉄／コンクリート）毎に中性子実効増倍率が最大となった炉心を選出(P. 36参照）。

本解析の結果を踏まえ、左記の見通しを示す解析結果を設工認申請書 第2編 デブリ模擬炉心（1）の添付書類として追加して補正する。

上図の変化傾向の詳細についてはP.39～45を参照。

代表炉心と使用前事業者検査炉心の考え方(1/2)

・事前解析によって求めた、安全板挿入時の中性子実効増倍率が厳しくなる炉心①～④のうち、現有400本の棒状燃料(※)で臨界となる①及び②（表１）を参考に、可能な限り厳しい条件で使用前事業者検査を実施するとした場合は、表２のような炉心が候補となる（次頁に続く）。

表１　安全板挿入時の中性子実効増倍率が最も厳しくなった炉心

No.	格子間隔 (cm)	コンクリート模擬体 (本)	鉄模擬体 (本)	配列パターン	臨界水位 (cm)	棒状燃料 (本)	備考
①	1.50	25†	0	1 of 4	40	363	400本以下最大
②	1.50	0	69	1 of 4	110	363	

† 69本とならない理由についてP.43で補足する。

表２　可能な限り厳しい条件で使用前事業者検査を実施するとした場合の受検炉心

No.	格子間隔 (cm)	コンクリート模擬体 (本)	鉄模擬体 (本)	配列パターン	臨界水位※ (cm)	棒状燃料※ (本)	備考
①’	1.50	25	0	1 of 4	40～50	363～311	
②’	1.50	0	69	1 of 4	90～140	377～346	

※臨界水位及び棒状燃料の装荷本数は可変条件であり、実測データ及び臨界近接の結果により決定する。
なお、上表の変化範囲は、コンクリート模擬体については±2$、鉄模擬体については±1$の反応度調整幅を確保するよう設定したものである。

代表炉心と使用前事業者検査炉心の考え方(2/2)

・（前頁から続き）ただし、STACY更新炉は未知炉心での運転を前提とした臨界実験装置であることから、新たな炉心を構成するときは、核的制限値からの逸脱を防止するため、適切な裕度を加味して段階的に模擬体（実験用装荷物）の本数を増やしていきたいと考えている。つまり、表３に示す複数の受検炉心（案）により段階的に表１の炉心構成に近づけ、最終的に表１の炉心に近い炉心条件により使用前事業者検査を受検することを提案する。

表３　段階的に厳しい条件とする場合の使用前事業者検査受検炉心の例

No.	格子間隔 (cm)	コンクリート模擬体 (本)	鉄模擬体 (本)	配列パターン	臨界水位※ (cm)	棒状燃料※ (本)	備考
①’	1.50	9	0	1 of 4	約70	約280	事前確認
	1.50	25	0	1 of 4	40～50	363～311	受検炉心
②’	1.50	0	25	1 of 4	約70	約340	事前確認
	1.50	0	69	1 of 4	90～140	377～346	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、実測データ及び臨界近接の結果により決定する。

解析の補足情報（目次）

（補足1）原子炉停止余裕以外の制限値について ---- P.39

（補足2）コンクリートの感度解析 ---- P.40

（補足3）デブリ構造材模擬体と安全板の効果 ---- P.41

（補足4）デブリ構造材模擬体の効果に関する補足1 ---- P.42

（補足5）デブリ構造材模擬体の効果に関する補足2 ---- P.43

（補足6）内挿管の解析結果 ---- P.44

（補足7）可溶性中性子吸収材の核的効果について ---- P.45

（補足8）使用前事業者検査炉心の考え方（基本炉心） ---- P.53,54

（補足1）原子炉停止余裕以外の制限値について

・安全板挿入時の中性子実効増倍率の大小に着目して予備解析結果を示してきたが、設置変更許可申請書に定めたその他の制限値（動特性パラメータ等）については、保安規定（令和4年12月23日付認可）に定め、設工認添付計算書に示した手順に従い、制限された範囲内に入ることを解析により確認する。なお、下表に示すとおり、表１（P. 36）に示した炉心及び表３（P. 37）に示した受検炉心については制限範囲内に入ることを確認済み。

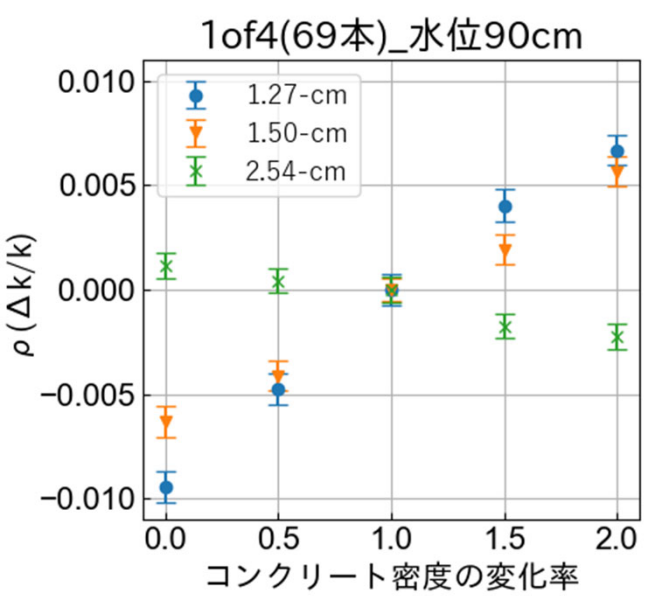
※No.は表1～3と共通。

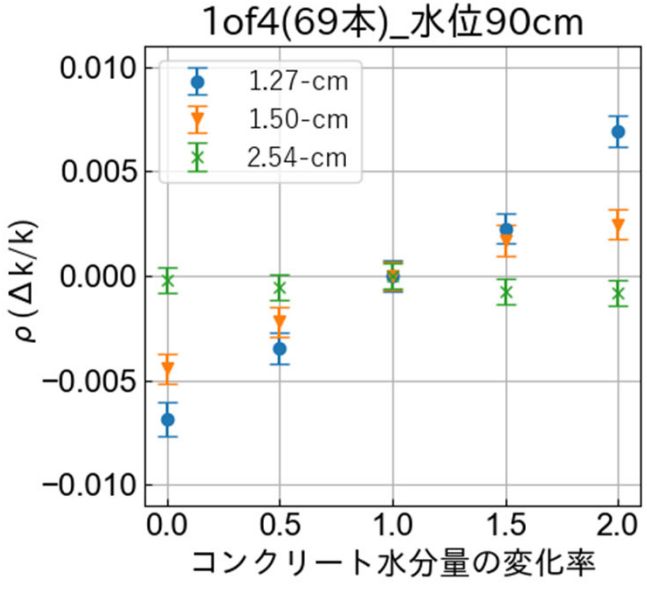
表4　動特性パラメータ等解析結果

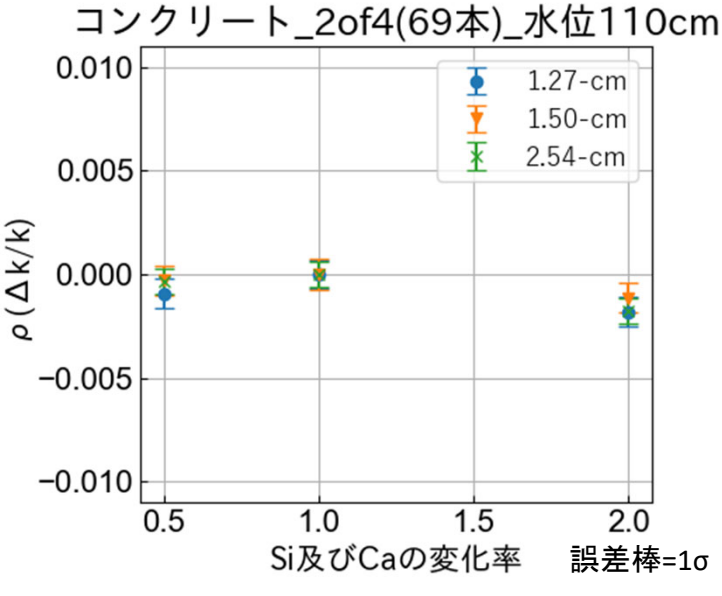
No.※	α_{TM}	α_{TF}	α_{V}	dρ/dH	β_{eff}	l	備考
名称	減速材温度反応度係数（Δk/k/℃）	棒状燃料温度反応度係数（Δk/k/℃）	ボイド反応度係数（Δk/k/%）	水位反応度係数（ドル/mm）	実効遅発中性子割合（－）	即発中性子寿命（s）	
制限範囲	-3.7×10^{-5} ～ $+3.8\times10^{-4}$	-4.1×10^{-5} ～ -8.5×10^{-6}	-3.8×10^{-3} ～ $+3.7\times10^{-3}$	$+2.0\times10^{-3}$ ～ $+6.0\times10^{-2}$	$+6.8\times10^{-3}$ ～ $+8.1\times10^{-3}$	$+6.9\times10^{-6}$ ～ $+8.4\times10^{-5}$	
①	2.52E-05	-1.88E-05	-1.98E-03	5.46E-02	7.88E-03	3.68E-05	400本以下最大
②	3.18E-05	-1.89E-05	-2.06E-03	4.64E-03	7.55E-03	3.68E-05	
①’	2.52E-05	-1.88E-05	-1.98E-03	5.46E-02	7.88E-03	3.68E-05	受検炉心（下限水位40cm）
	1.89E-05	-1.91E-05	-2.23E-03	3.32E-02	7.84E-03	3.75E-05	受検炉心（上限水位50cm）
②’	4.14E-05	-1.90E-05	-1.91E-03	7.53E-03	7.55E-03	3.67E-05	受検炉心（下限水位90cm）
	3.76E-05	-1.91E-05	-2.06E-03	2.39E-03	7.53E-03	3.68E-05	受検炉心（上限水位140cm）

減速材にボロンを添加した炉心についても、同様に保安規定及び設工認添付計算書に示した手順に従って解析し、制限値を超えない範囲でボロン濃度を決定する。（P. 45参照）

（補足2）コンクリートの感度解析







(a)コンクリートの密度を変化 (b)コンクリートの水分量を変化 (c)コンクリートの主要組成(Si及びCa)を変化

＜解析内容＞

・コンクリートの組成を、基準（密度2.3g/cm^3、水分率約９wt%）に対して0～2倍に変化させる感度解析を実施。変化させた組成は(a)全組成、(c)水分量、(b)水分以外の主要成分。

＜解析結果＞

・コンクリートの反応度効果は水分が支配的であること、その効果は最大で約7×10^{-3} Δk/k程度（約1$程度）であることを確認。

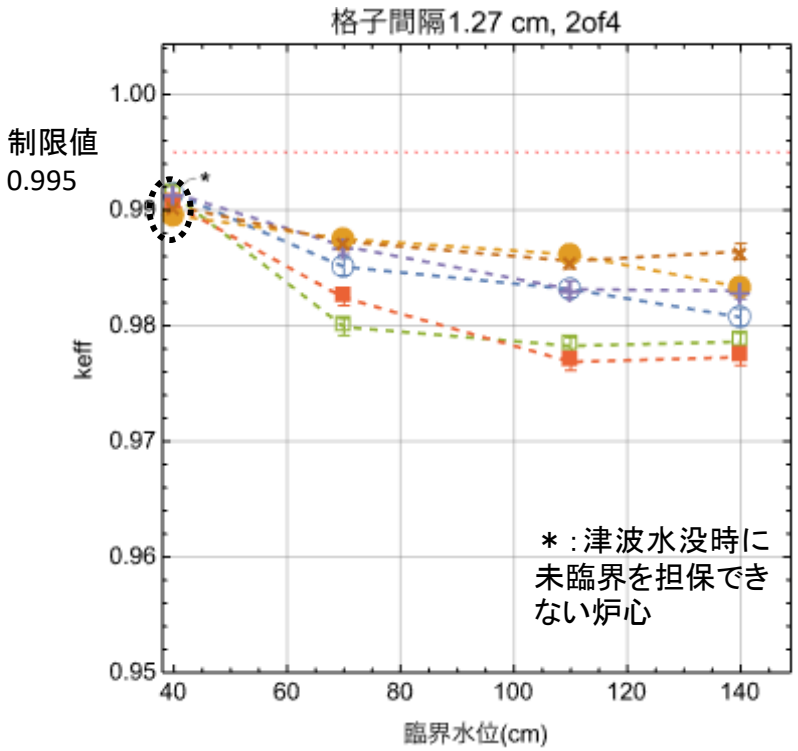
＜結論＞

・本設工認では、コンクリート模擬体の水分率に標準組成の2倍（最大16wt%※）の制限を設けて製作する。なお、2倍までの密度及び水分率の変化が安全板の原子炉停止効果に与える影響は小さいことを別途確認済み。

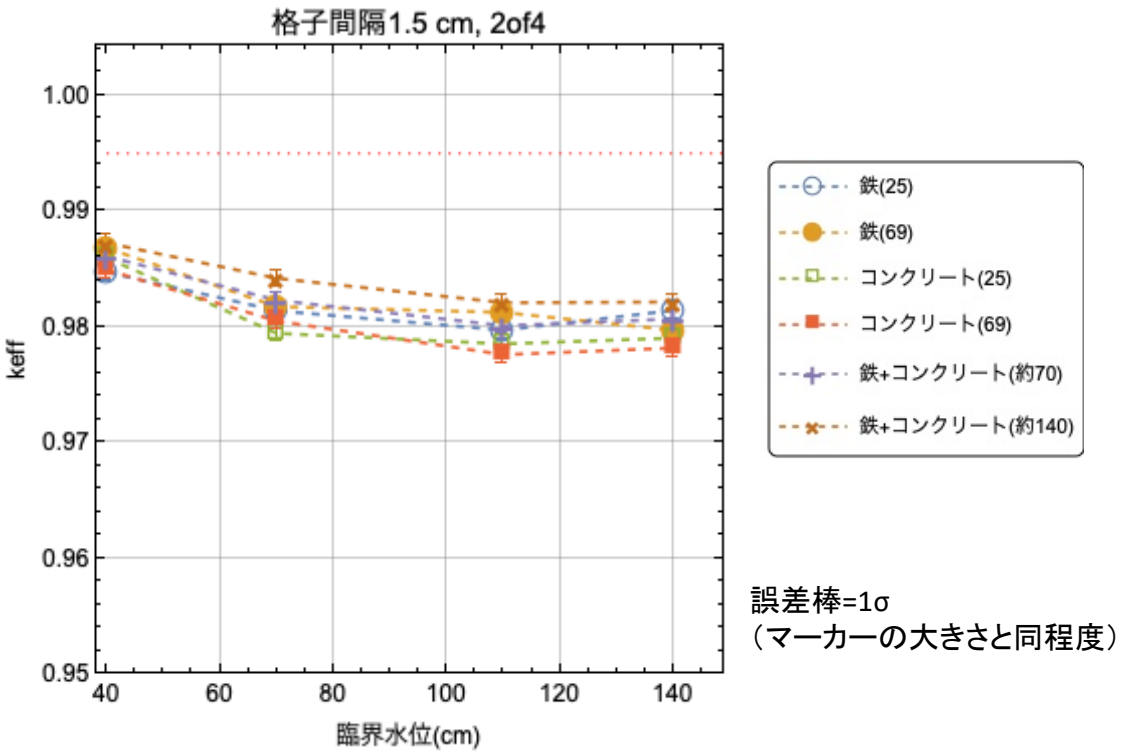
※水分量を2倍としているため、水分率は2倍にならない。
16wt%は、水:その他＝9:91→18:91の水分率 18/(91+18) = 16.5%
を丸めた値。

本ページの内容については令和5年3月24日第478回審査会合にて説明済。
本資料に掲載のデータは抜粋である。その他のデータについては補足説明資料5-1を参照。

（補足3）デブリ構造材模擬体と安全板の効果



デブリ構造材模擬体の効果の比較
（格子間隔1.27 cm、2 of 4 配列）



デブリ構造材模擬体の効果の比較
（格子間隔1.50 cm、2 of 4 配列）

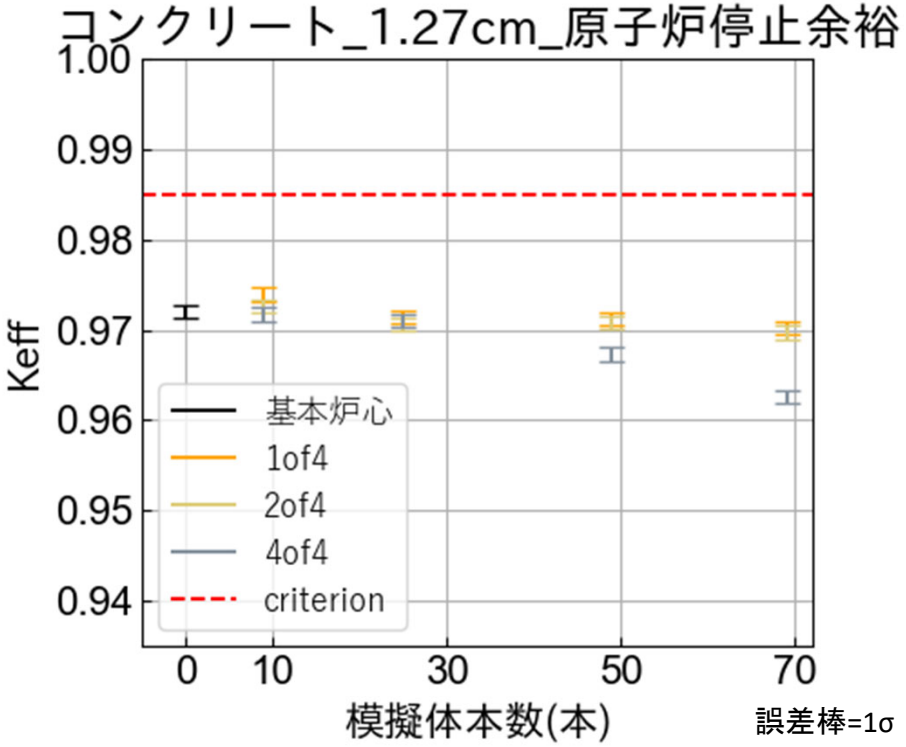
（変化傾向の要点）

- 臨界水位の上昇とともに、中性子実効増倍率が減少する（安全板の反応度効果が強まる）傾向が見られ、臨界水位が低い炉心のほうが原子炉停止余裕に関し厳しめとなった。
- 装荷本数が同数であればコンクリートよりも鉄のほうが、また、その本数が増えるほうが、中性子実効増倍率が高めの値（安全板の反応度効果が弱まる）となった。
- この傾向について、格子間隔1.27cm（減速不足の炉心）では臨界水位が下がるにつれてその差が小さくなり（収斂していき）、かつ、臨界水位40cmの炉心では逆転する例が見られる。この理由については今後の研究に委ねることになるが、これらの炉心は津波水没時に未臨界を担保できない炉心であるため構成することはしない。

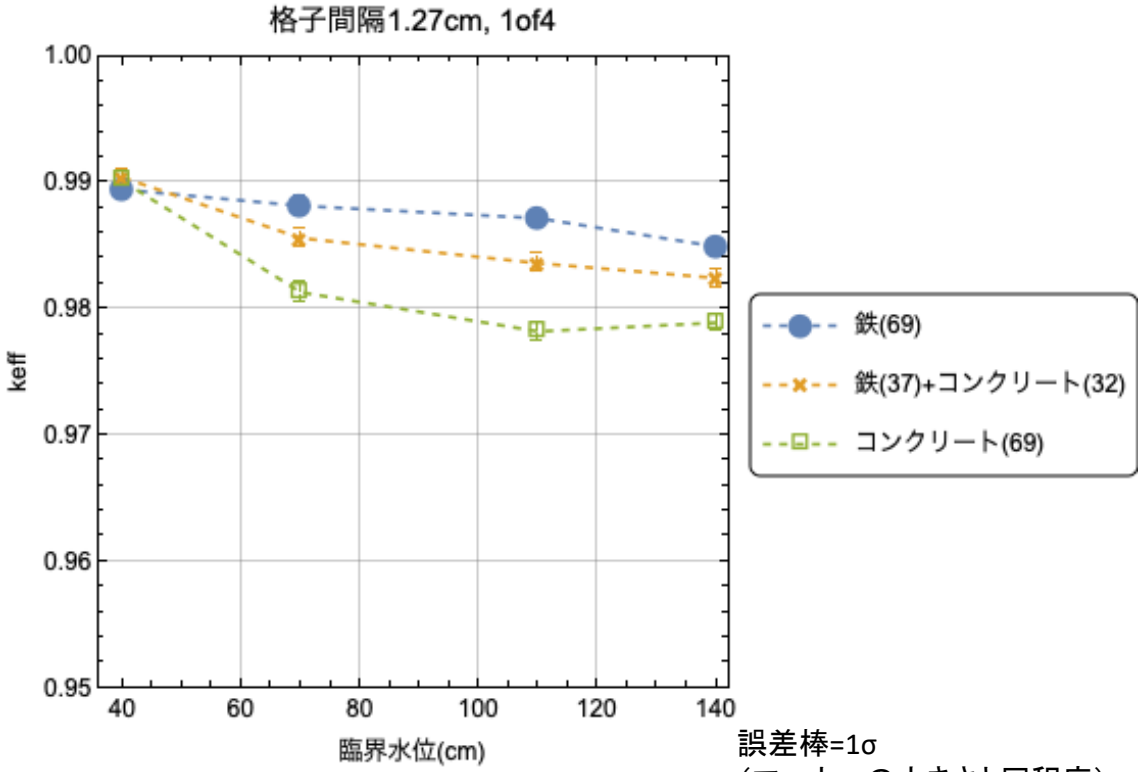
本資料に掲載のデータは抜粋である。その他のデータについては補足説明資料5-2を参照。

（補足4）デブリ構造材模擬体の効果に関する補足1

炉心形状固定の解析（左）及び複数種類のデブリ構造材模擬体の効果（右）



誤差棒=1σ



誤差棒=1σ
（マーカーの大きさと同程度）

- 安全板の効果が主として炉心の大きさに影響されることを確認するため、炉心形状を固定し、配列パターンを変えた解析（臨界は水位で調整）を実施。炉心形状を固定した場合、模擬体の配列の影響は大きくないことを確認。

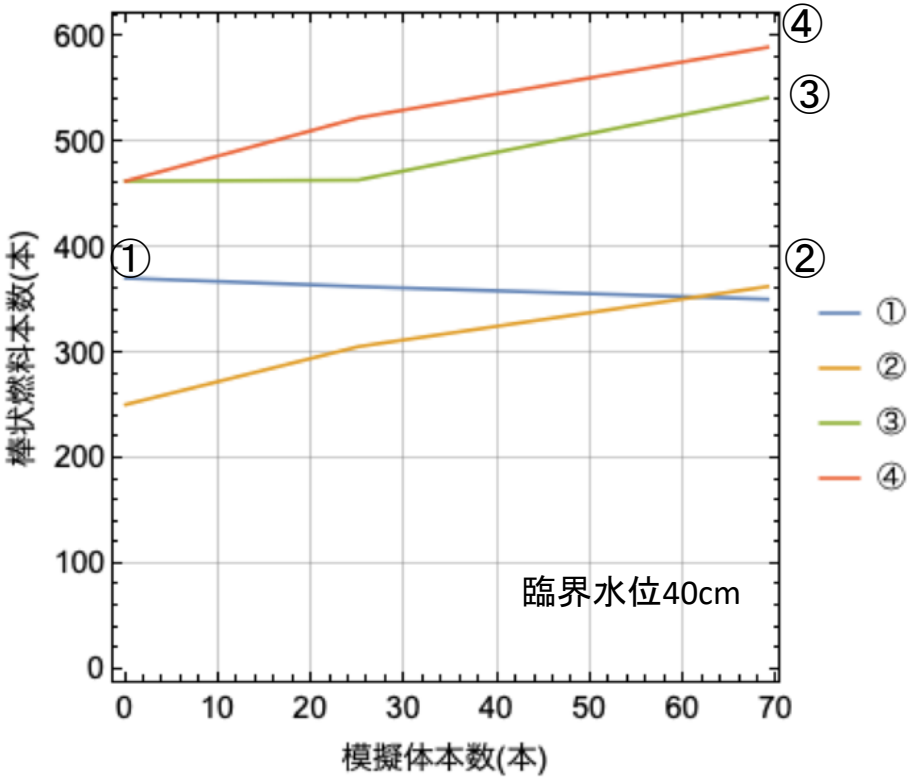
- 鉄とコンクリートの模擬体を混在させた炉心（右図✖マーク）は、それぞれを単独で使用した炉心（右図●マークおよび□マーク）に包含される傾向にある。
- 燃料試料挿入管に挿入する模擬デブリペレット（二酸化ウラン、鉄、コンクリート等の混合物）もそれぞれの単独の評価結果に包含されることが期待される。

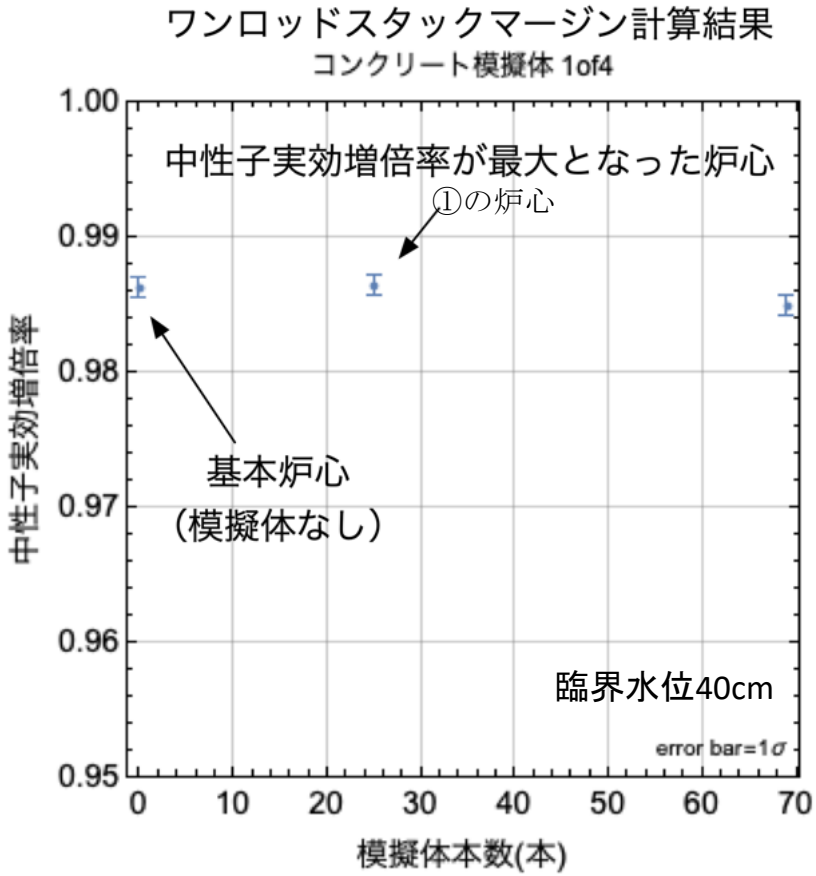
本資料に掲載のデータは抜粋である。その他のデータについては補足説明資料5-2を参照。

（補足5）デブリ構造材模擬体の効果に関する補足2

表1（P.36）の①の条件でコンクリート模擬体69本の炉心が最大値とならない理由

①～④はP.36表1の記号と同じ。



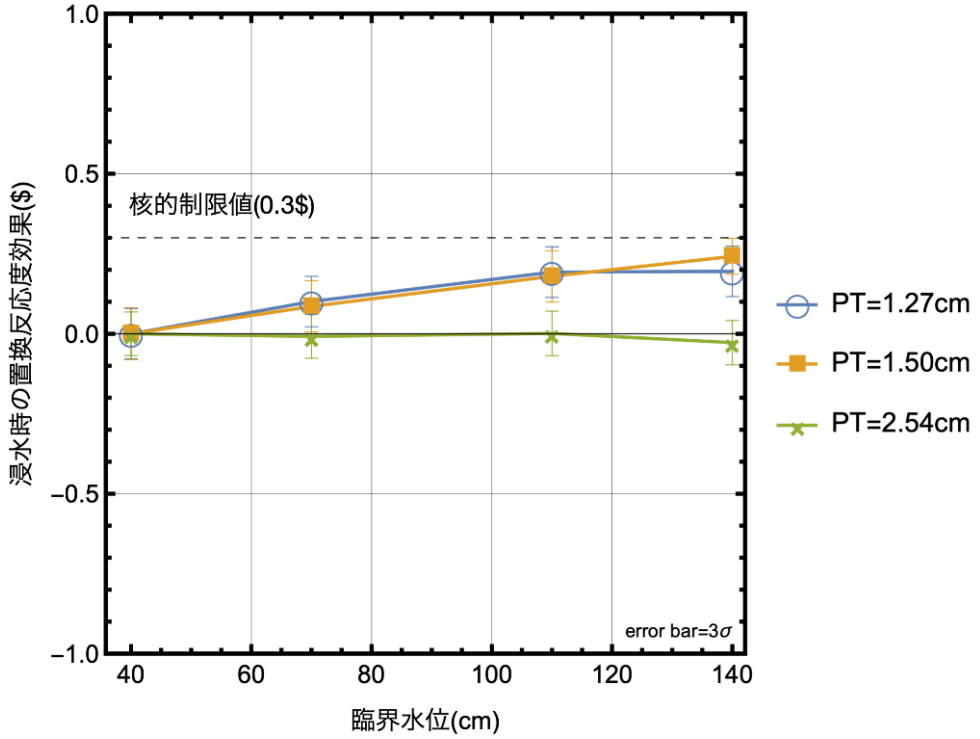


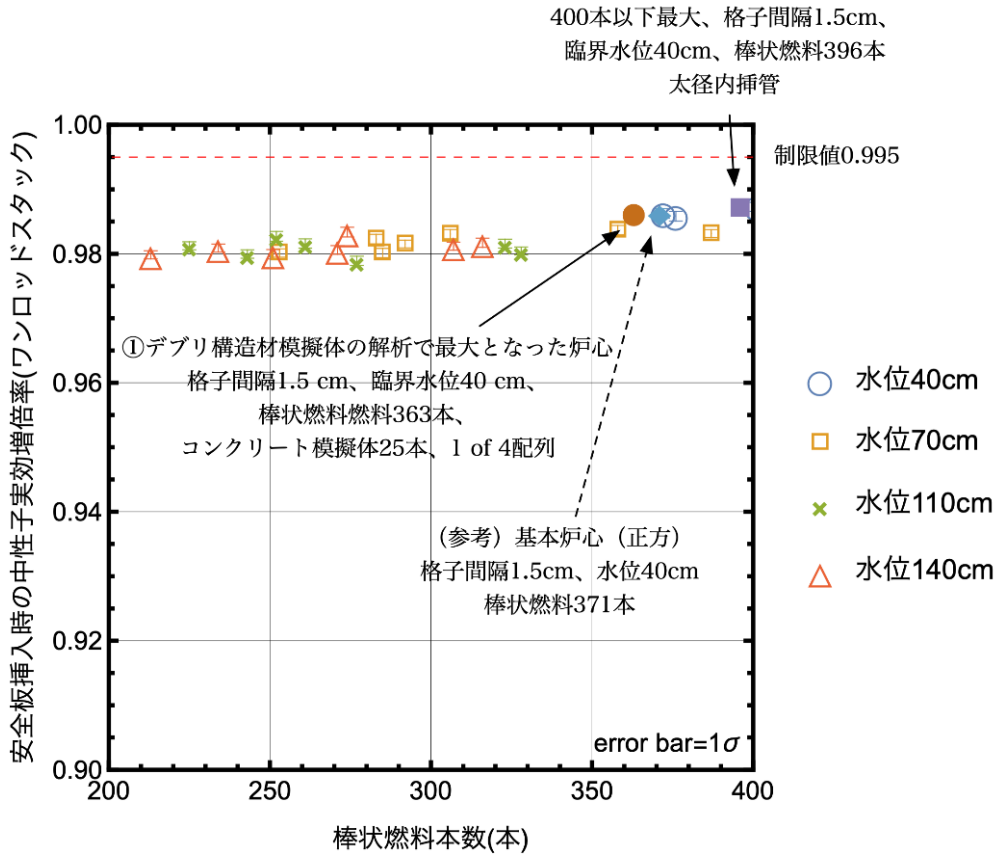
- 表１（P.36）の①の条件（格子間隔1.50cm、コンクリートのデブリ構造材模擬体使用）では、模擬体を増加させると臨界に要する棒状燃料本数が減少（左図）し、模擬体を最大数挿入すると中性子実効増倍率が減少する（右図）。また、本数が０本（挿入なし）～25本の間に中性子実効増倍率の違いは見られない（右図）。

本資料に掲載のデータは抜粋である。その他のデータについては補足説明資料5-2を参照。

（補足6）内挿管の解析結果

内挿管が浸水した場合の反応度効果(左)及び安全板挿入時の中性子実効増倍率(右)を評価





・内挿管（太径）が浸水した場合の置換反応度を評価し、実験範囲全体にわたり核的制限値（0.3$）を満足することを確認した。満足しない炉心は解析により事前に特定し、「構成してはならない炉心」として識別する。

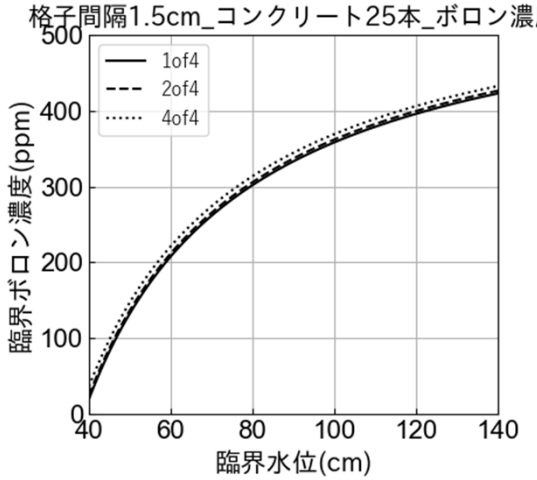
・内挿管（太径）を３本挿入した場合に安全板挿入時の中性子実効増倍率が最大となったが、P.35で棒状燃料400本以下で最大となった①の炉心との差は誤差の範囲（１標準偏差以内）であることを確認。

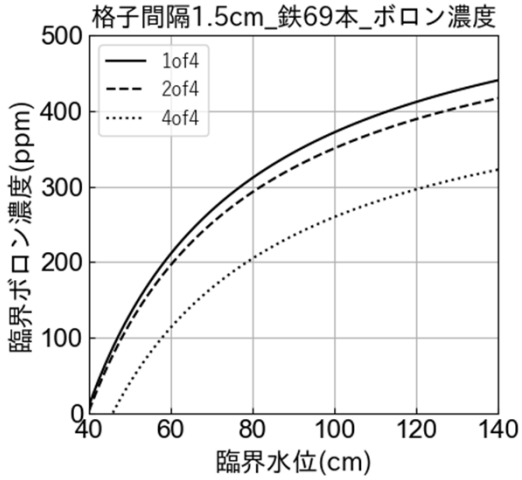
本資料に掲載のデータは抜粋である。その他のデータについては補足説明資料5-2を参照。

（補足7）可溶性中性子吸収材の核的効果について

デブリ模擬炉心で安全板挿入時の中性子実効増倍率が大きくなった条件（格子間隔1.5 cm、コンクリート模擬体25本又は鉄模擬体69本）における可溶性中性子吸収材（ボロン）の核的影響を検討した。

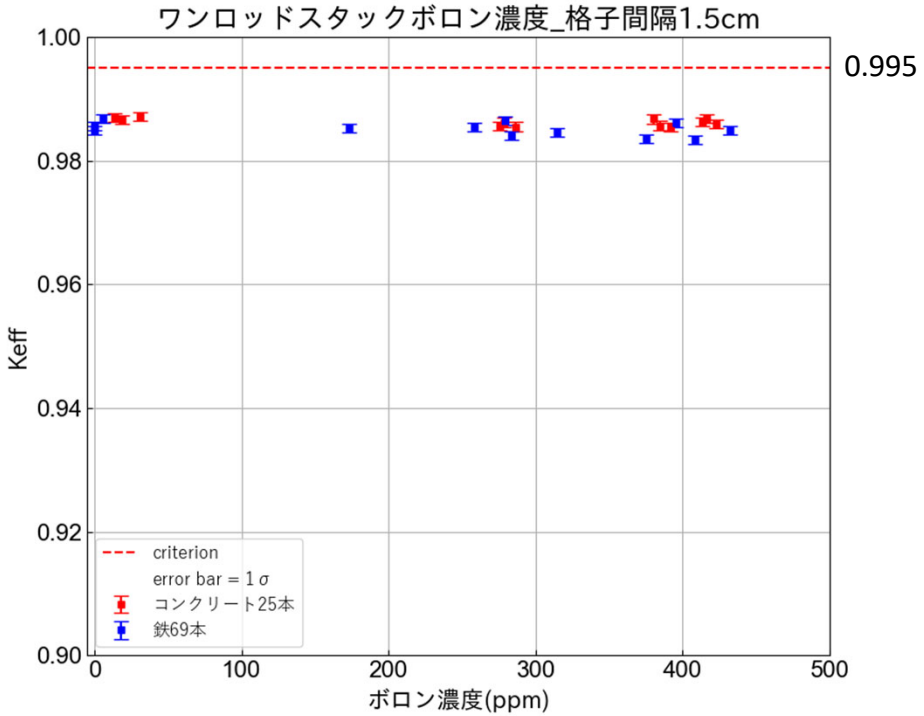
(1) 可溶性中性子吸収材の上限濃度の検討





・炉心への最大添加ボロン濃度は約430ppm程度。

(2) 可溶性中性子吸収材を添加した炉心における安全板挿入時の中性子実効増倍率



・可溶性中性子吸収材を添加した炉心について、上限濃度（約430ppm）までボロンを添加したが、安全板挿入時の中性子実効増倍率の変化は小さく、全ケースにおいて制限値を満足することを確認している。

本資料に掲載のデータは抜粋である。その他のデータについては補足説明資料5-2を参照。

設工認申請範囲の変更について（1/3 デブリ模擬炉心）

＜背景＞現在申請中の設工認（実験用装荷物等※）のデブリ模擬炉心及び既認可設工認（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。

＜対応＞「新規調達の900本及び現有の400本の棒状燃料を使用する」としていた設工認（実験用装荷物等）について、炉心構成範囲を「現有400本のみ」とする変更を行う。

＜変更内容＞設工認本文「3.2　設計仕様」に記載した使用燃料体の申請範囲を「50本以上900本以下」から「50本以上400本以下」に変更する。なお、設工認添付の計算書では、「50本以上、（許可上最大の）900本以下」で評価を行っているが、変更後の申請範囲（50本以上400本以下）の評価結果は、現行の申請範囲（50本以上900本以下）の評価結果に含まれることが明らかであるため（例えば P.35の図で構成可能な炉心のバリエーションが減少するのみ）、評価の変更はせず、使用燃料体の申請範囲を変更して補正する。今後燃料調達が可能となった場合は、別途設工認申請を行う。
詳細は、補足説明資料5-2の付録-4のとおり。

既認可設工認（第3回†）の変更については、P.47～54で別途説明する。

設工認申請書 第2編 デブリ模擬炉心（1）の設計仕様について、使用燃料体の本数を400本以下として補正する。また、本変更に係る設工認申請書の記載を同様に変更して、補正する。

3.2　設計仕様　（現行申請）

名称		デブリ模擬炉心（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　（一部補正）

名称		デブリ模擬炉心（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			

※ 令和4年11月8日令04原機（科臨）012号をもって申請。
† 令和2年11月18日付け原規規発第2011187号で認可取得、令和4年2月28日令03原機（科臨）017号をもって軽微変更を届出。

設工認申請範囲の変更について（2/3 基本炉心）

・デブリ模擬炉心と同様に、既に認可を取得した設工認（第３回）の基本炉心について、設計仕様を「50本以上900本以下」から「50本以上400本以下」に変更する。
・上記の変更を行う際の手続きについて、「試験研究用等原子炉における設工認手続きの範囲」（令和4年2月8日、研究炉等審査部門）を参考に、認可後に変更を行う場合の手続きを検討した結果、今回の変更が試験炉規則第二条の二第二項に基づく**「原子力規制委員会規則で定める軽微な変更」**に該当すると思われるため、届出にて変更することとしたい。

> 試験炉規則第二条の二第二項（**設計及び工事の計画の認可を要しない工事等**）
> ２　法第二十七条第二項ただし書の原子力規制委員会規則で定める**軽微な変更**は、**設備又は機器の配置の変更**であつて、同条第一項又は第二項の認可を受けたところによる**放射線遮蔽物の側壁における線量当量率の値を大きくしないもの**その他試験研究用等**原子炉施設の保全上支障のない変更**とする。

(1) 設備又は機器の配置の変更であること
- 第３回設工認は、既設の棒状燃料400本及び新設の棒状燃料900本を使用して、「50本以上900本以下」の任意の本数の棒状燃料を炉心（格子板）に配置できるように認可を取得している。本変更内容は、既設の棒状燃料400本を使用して、「50本以上400本以下」の任意の本数の棒状燃料を炉心（格子板）に配置するものである。このため、本変更は「設備又は機器の配置の変更」に該当する。

(2) 放射線遮蔽物の側壁における線量当量率の値を大きくしないものであること
- 第３回設工認では、最大熱出力200W及び最大積算出力0.3kW・h/週及び3kW・h/年を用いて線量当量率を算出し、技術基準に適合していることを評価している。原子炉の放射線放出特性は、棒状燃料の本数に依らず炉心全体の熱出力及び積算出力で決まるものであり、本変更で棒状燃料の本数を「50本以上400本以下」に変更した場合でも、最大熱出力及び最大積算出力に変更はないことから、線量当量率は既存の評価結果に変わりはない。このため、本変更は「放射線遮蔽物の側壁における線量当量率の値を大きくしないもの」である。

設工認申請範囲の変更について（3/3 基本炉心つづき）

(3)「その他試験研究用等原子炉施設の保全上支障のない変更」であることについて

(4)「試験研究用等原子炉における設工認手続きの範囲」における【保全上支障のない変更の確認の観点】を参考に、以下を確認。

① 変更の内容が、設備の仕様の変更であって性能に影響を及ぼすものでないこと。
また、他の安全設備に対して、影響を及ぼさないこと。

→ 第３回設工認は、「50本以上900本以下」のうち任意の本数の棒状燃料を用いて、P. 39に示す動特性パラメータ等の範囲内で**運転できる性能**があることに対し認可を取得しているものである。本変更により設計仕様を「50本以上400本以下」に変更しても、当該仕様変更は「50本以上900本以下」の設計仕様に包含されていることから（例えば P. 35の図参照）、この「運転できる性能」に影響を及ぼすものでない。
また、運転できる性能に影響を及ぼすものでないことから、他の安全設備に対して影響を及ぼすものではない。

② 変更の内容に対して、認可を得た工事の方法（工事の手順並びに使用前事業者検査の項目及び方法）に変更がなく、使用前事業者検査が実施可能であること。

→ 設計仕様の変更に伴い工事フローの脚注を変更するが、それは記載の整合（炉心構成は、新規製作するウラン棒状燃料は用いず、既設の400本のみを使用するとの明確化）のためのものであり、「工事の手順」を変更するものではない。
また、使用前事業者検査の項目及び方法（反応度添加率検査、原子炉停止余裕検査、線量当量率検査等）に変更はなく、既設の棒状燃料400本で使用前事業者検査が実施可能である。

以上のとおり、本変更は試験炉規則の第二条の二第二項で定める「設備又は機器の配置の変更であって、同条第一項又は第二項の認可を受けたところによる放射線遮蔽物の側壁における線量当量率の値を大きくしないものその他試験研究用等原子炉施設の保全上支障のない変更」すなわち「軽微な変更」に該当すると思われる。

設工認分割申請の変更(1/3)

使用する燃料本数を「900本以下」から「400本以下」に変更するに当たり、設工認分割申請を下記のとおり変更する。

（現行案）　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	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）		
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			

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。

ウラン棒状燃料設工認は、単独設備の申請であり、当該設工認をフェーズⅢ以降とした場合においてもフェーズⅠにおいて原子炉プラントとしての新規制基準適合対応は完了する。

（変更案）　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	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	
第2回 炉室フードの改造等	TRACYとの系統隔離		基本炉心(2)（燃料900本以下）	
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）		デブリ模擬炉心(2) （燃料900本以下）	
第4回 燃料貯蔵設備の改造				

設工認分割申請の変更(2/3)

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	ウ
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

※基本炉心の使用燃料体として「既設の棒状燃料400本」とともに新規に製作する「ウラン棒状燃料900本」の設工認を呼び出している。後者を除外し、最大400本とした場合でも、炉心核特性は評価済みの最大900本の結果に包含されることから（例えばP.35の図参照）、第10条への適合性評価を変更する必要はない。

設工認分割申請の変更(3/3)

「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。	ー
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。	ー
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。	ー

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。

フェーズⅡ:設工認(デブリ模擬炉心)への波及的影響

設工認(デブリ模擬炉心)の使用燃料体を現有400本に限定するため、炉心の設計仕様の記載を「50本以上400本以下」に変更する。ただし、最大400本の炉心の核特性は最大900本の評価結果に包含されるため(例えばP.35の図参照)、第10条に対する適合性評価への波及的影響はない。

STACYの設工認申請の状況

令和4年度まで　　令和6年度まで

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

原子炉プラントとして必要な設備の整備として設置(変更)許可申請書の工事計画に記載
(基本炉心(1)の設工認まで)

【使用する設備】
- 原子炉プラントとして必要な設備一式
- 可動装荷物駆動装置
  (下方から少量サンプル挿入)

【使用する炉心】
- 基本炉心(1)
  (燃料400本以下)

実験ニーズに応じて柔軟に対応するため設置(変更)許可申請書の工事計画に記載していない

【使用する実験用装荷物】
- デブリ構造材模擬体
- 燃料試料挿入管
- 内挿管

【使用する炉心】
- デブリ模擬炉心(1)
  (燃料400本以下)

【使用する実験用装荷物】
- 固定吸収体
- 構造材模擬体
- ボイド模擬体
- 可動装荷物駆動装置
  (高精度水位計)
- 可動装荷物駆動装置
  (上方から少量サンプル挿入)

【使用する格子板】
- 格子板(狭小格子間隔)

【使用する実験設備】
- パルス中性子発生措置
  (既設設備を新規に設工認申請する)

【使用する炉心】
- 軽水炉等模擬炉心(1)
  (仮称)

【使用する燃料】
- 濃縮度5wt%超棒状燃料
- 中性子毒物添加棒状燃料
- 短尺棒状燃料

【使用する炉心】
- 軽水炉等模擬炉心(2)
  (仮称)

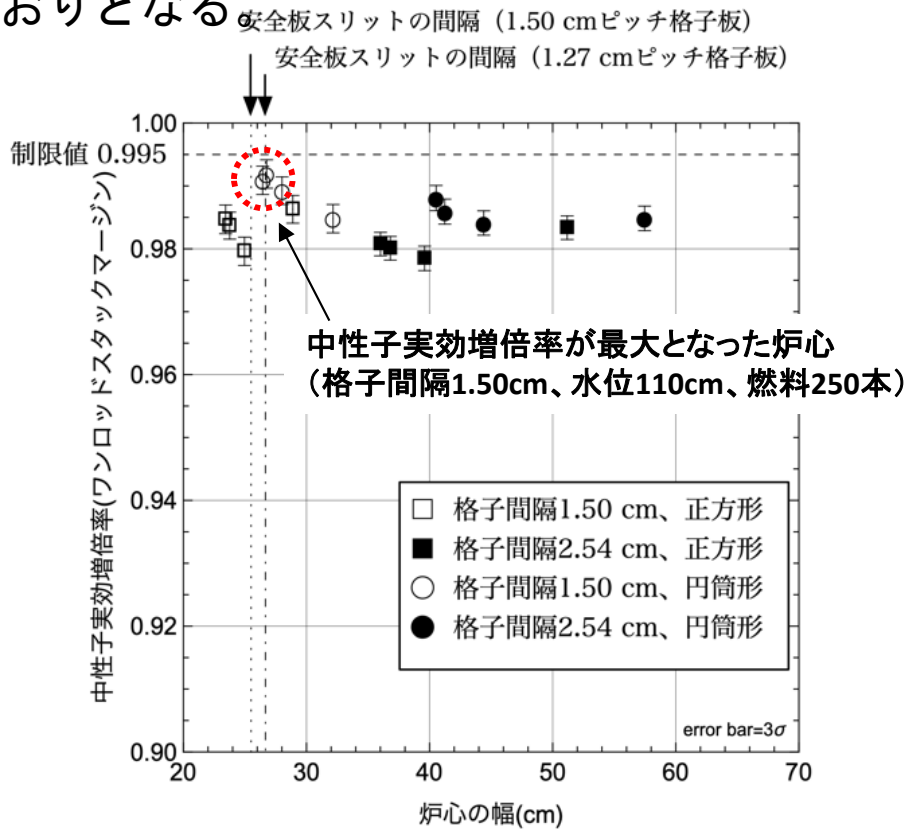
【使用する燃料】
- ウラン棒状燃料(5wt%)
  900本

【使用する炉心】
- 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)

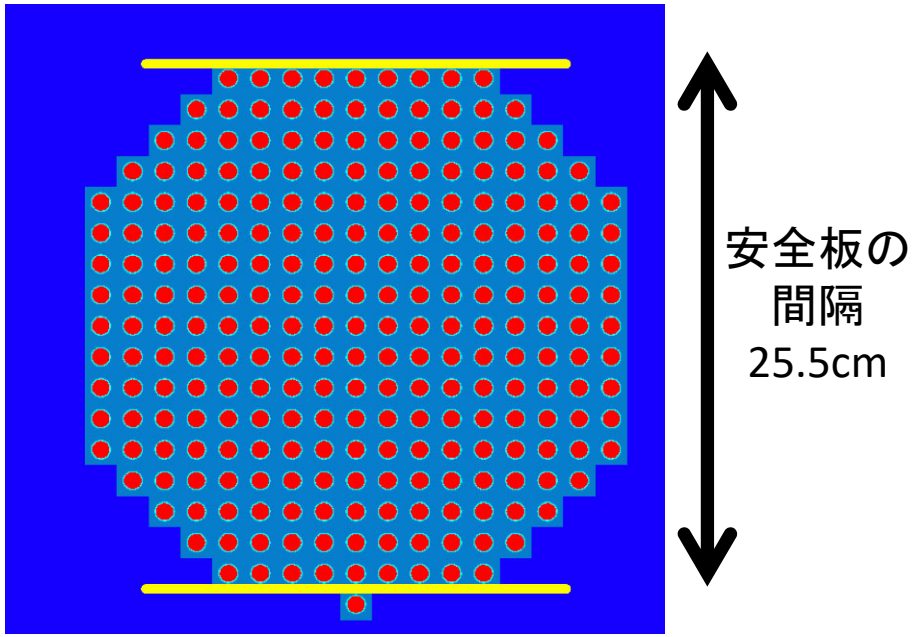
設工認の申請状況(色分け)
申請済:緑字
本申請:赤字
未申請:青字

（補足8）使用前事業者検査炉心の考え方（基本炉心）

・基本炉心については既認可であるため本設工認の審査対象ではないが、本設工認と同様に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

・基本炉心においても本設工認の解析結果と同様、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、補足説明資料5-2の付録-4のとおり。

（補足8）使用前事業者検査炉心の考え方（基本炉心）

・以上を踏まえ、基本炉心について、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*を使用前事業者検査の受検炉心として選定する場合、以下のような炉心が候補となる。詳細は、補足説明資料5-2の付録-4のとおり。

（＊デブリ模擬炉心での代表炉心及び受検炉心の選定も参考にして総合的に判断している。）

表５　段階的に厳しい条件とする場合の使用前事業者検査受検炉心の例（基本炉心）

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†	40～50	400～300*	円筒炉心	受検炉心

†1.27cmピッチの格子板に棒状燃料を1本飛ばしで挿入する。
※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、実測データ及び臨界近接の結果により決定する。
＊本数の大小が逆であるのは、臨界水位の大小と合わせたため（臨界水位が増大すると本数は減少する。）。

（参考）一部使用承認の適用

（一部使用承認の適用）

本設工認の申請設備のうちデブリ構造材模擬体（鉄）、内挿管及びデブリ模擬炉心(1)について、必要な実験データの早期取得に向け、当該設備の製作及び使用前事業者検査が終了次第、実験運転に供することとしたい。このため、これらの設備について、試験炉規則第3条の4（使用前確認を要しない場合）に基づく一部使用承認の適用を要望する。

（一部使用承認の対象範囲）

(1) その他試験研究用等原子炉の附属施設

主要な実験設備

実験用装荷物

デブリ構造材模擬体（鉄）、内挿管

(2) 原子炉本体

炉心

デブリ模擬炉心(1)

（完成した部分を使用しなければならない特別な理由）

本設工認の申請設備である①デブリ構造材模擬体（鉄）、②デブリ構造材模擬体（コンクリート）、③燃料試料挿入管、④内挿管は、それぞれ製作完了時期が異なる。燃料デブリに係る臨界データの早期取得に向けて、①デブリ構造材模擬体（鉄）、④内挿管及びこれらで構成される⑤デブリ模擬炉心(1)については、製作及び使用前事業者検査が終了次第、実験運転に供する必要がある。

（参考）全体工程（予定）

＊1：①デブリ構造材模擬体（鉄）、④内挿管、⑤デブリ模擬炉心(1)は、製作・検査を完了したものから実験運転に供するため、一部使用承認を要望する。
＊2：審査会合の指摘事項の反映、デブリ模擬炉心(1)の炉心構成範囲を現有400本以下とするなどの一部補正を行う。
＊3：基本炉心(1)の炉心構成範囲を現有400本以下とする変更を行う。
＊4：STACYの運転再開時期は、今後の工事の進捗状況により変更となる場合がある。

（参考）補足説明資料一覧

補足説明資料１
- 技術基準規則との適合性説明

補足説明資料２
- 技術基準規則、設置（変更）許可申請書、設工認申請書の適合性及び整合性に係る記載対比表

補足説明資料３
- 燃料試料挿入管の密封性確認検査の方法及びその詳細

補足説明資料４
- 設置（変更）許可申請書と設工認申請書案（設計条件・設計仕様）の整合性に係る記載対比表

補足説明資料５
- 炉心解析結果等に関する説明

  コンクリート及び鉄の反応度効果に関する感度解析（資料5-1）
  原子炉停止余裕及びワンロッドスタックマージンが厳しくなる炉心の傾向分析（資料5-2）
  炉心形状固定の解析（資料5-2の付録-1）
  燃料試料挿入管及び内挿管の核的影響（資料5-2の付録-2）
  デブリ構造材模擬体が遮蔽計算に及ぼす影響（資料5-2の付録-3）
  棒状燃料400本以下とした場合のデブリ模擬炉心及び基本炉心の受検炉心（資料5-2の付録-4）
  設工認（第３回）の基本炉心で使用する棒状燃料の申請範囲を変更する際の手続き（資料5-2の付録-5）
  使用前事業者検査受検炉心案の水位反応度係数について（資料5-2の付録-6）
  可溶性中性子吸収材の核的影響（資料5-2の付録-7）

補足説明資料６
- 臨界実験装置における核的制限値の担保

以降、参考資料

STACY施設 設工認
（実験用装荷物の製作及びデブリ模擬炉心の新設）
審査会合資料より抜粋

STACYの概要

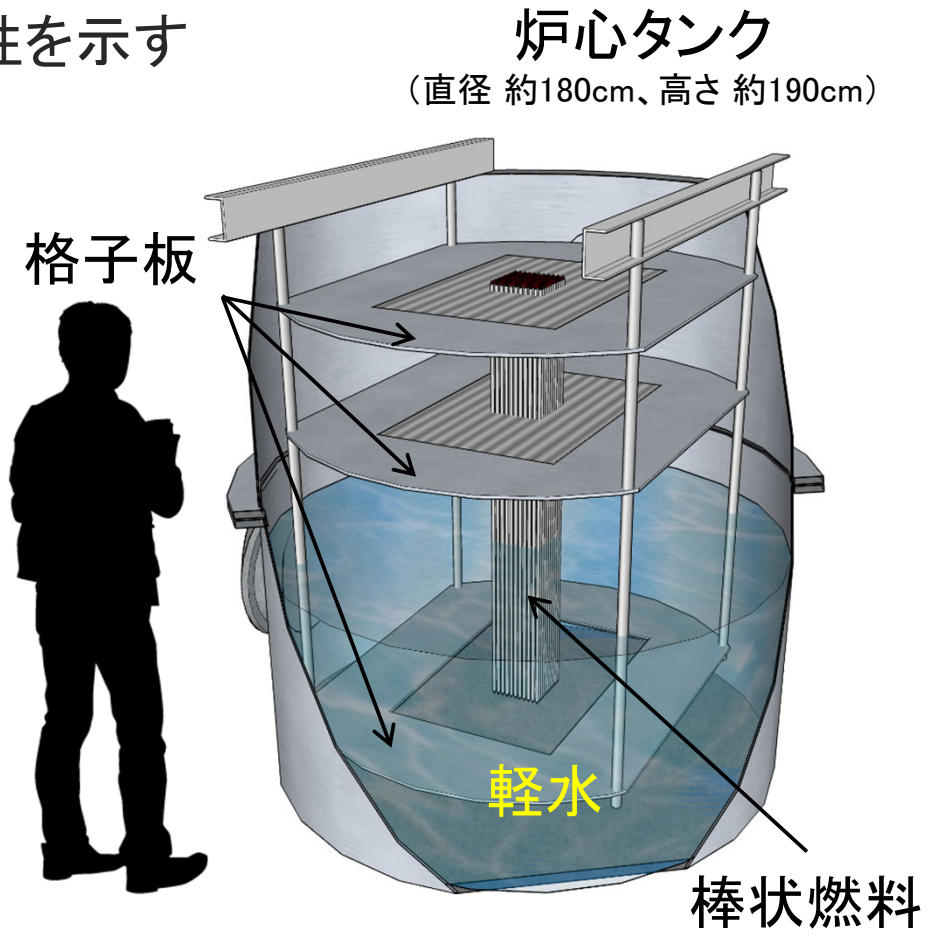
（参考）

➢ 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

- ウラン酸化物棒状燃料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



STACYの外観イメージ

目的:燃料デブリ取扱い時の臨界安全性検討

（参考）

（燃料デブリの問題）

- 組成・形状が不確かな核燃料物質の発生
  - 鉄・コンクリート等、通常の原子炉の燃料に含まれない構造材料の混入
  - 制御棒、可燃性毒物等、反応度影響の強い物質の変形、移動、混合

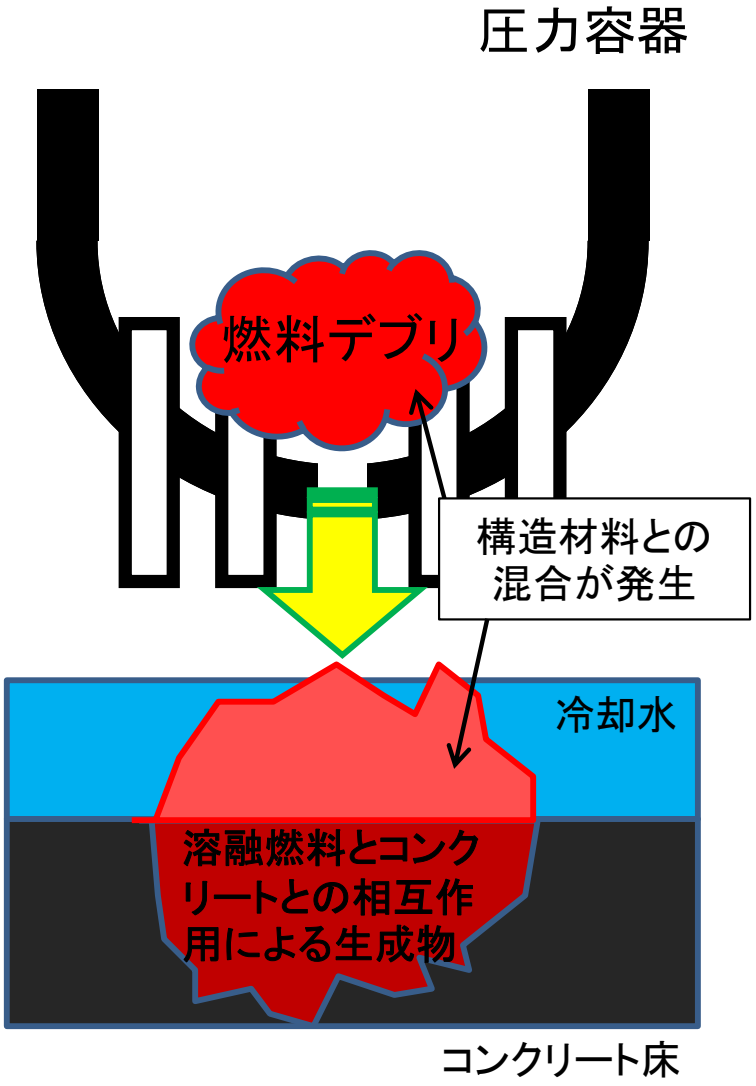
➔ 従来経験のない混合物の臨界安全性検討が必要

（燃料デブリ取出し時の性状変化）

- 取出し作業中の変形、粉砕、移動による性状、減速材対燃料体積比の変化
- 遮へい、冷却に使用する軽水の変化（可溶性中性子吸収材濃度変化、ボイド率変化）

➔ 取出し作業に先立ち、幅広い条件下の臨界安全性検討が不可欠

- JAEAは、想定される燃料デブリの臨界データを網羅的に収録したデータベース（臨界マップ）を解析により整備する。
- 上記データベースの精度確認のため、STACYを使用した臨界実験を計画している。

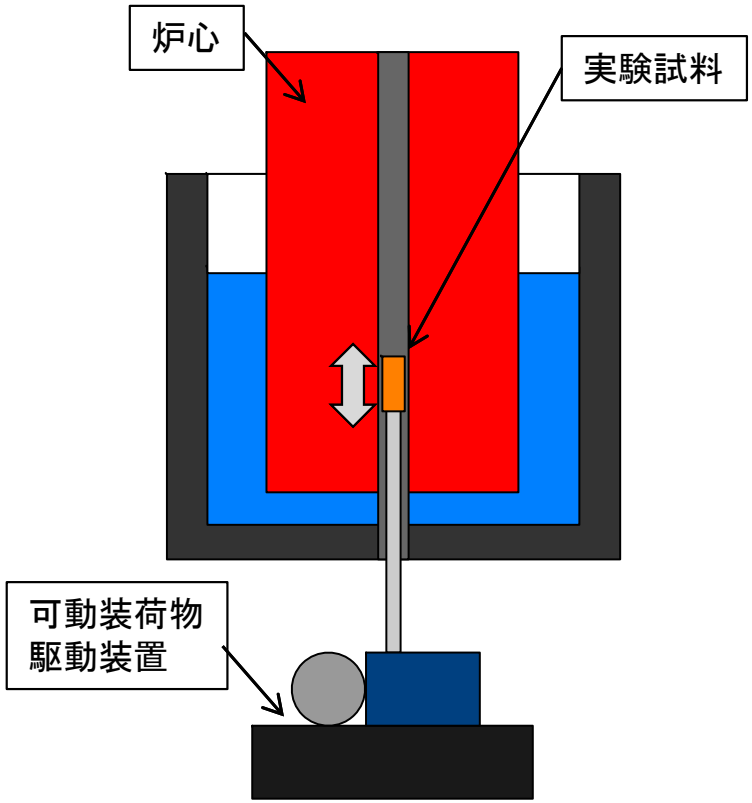


燃料デブリのイメージ

STACYで行う臨界実験の例

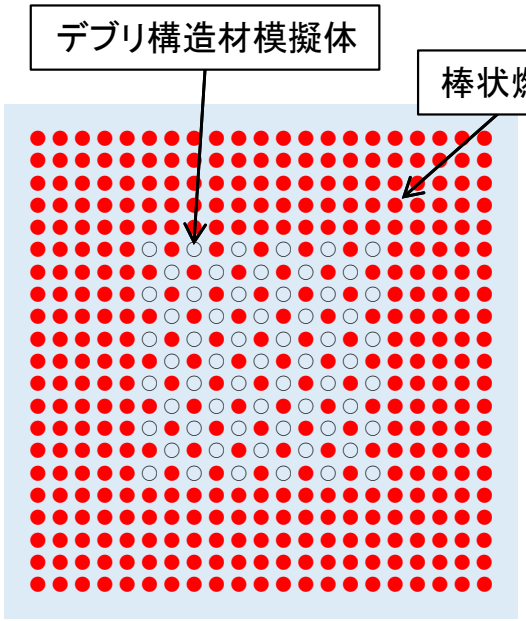
（参考）

(1) 反応度価値測定	(2) 全炉心デブリ模擬実験	(3) 燃料デブリ模擬体試験
少量の実験試料をテスト領域に挿入し、反応度価値、核データを測定・検証する。	炉心全体でデブリを核的に模擬（非均質）し、臨界量や反応度を測定する。また、計算モデルを検証する。	燃料試料（デブリ模擬体）をテスト領域に装荷して、反応度を測定する。



使用する実験用装荷物：

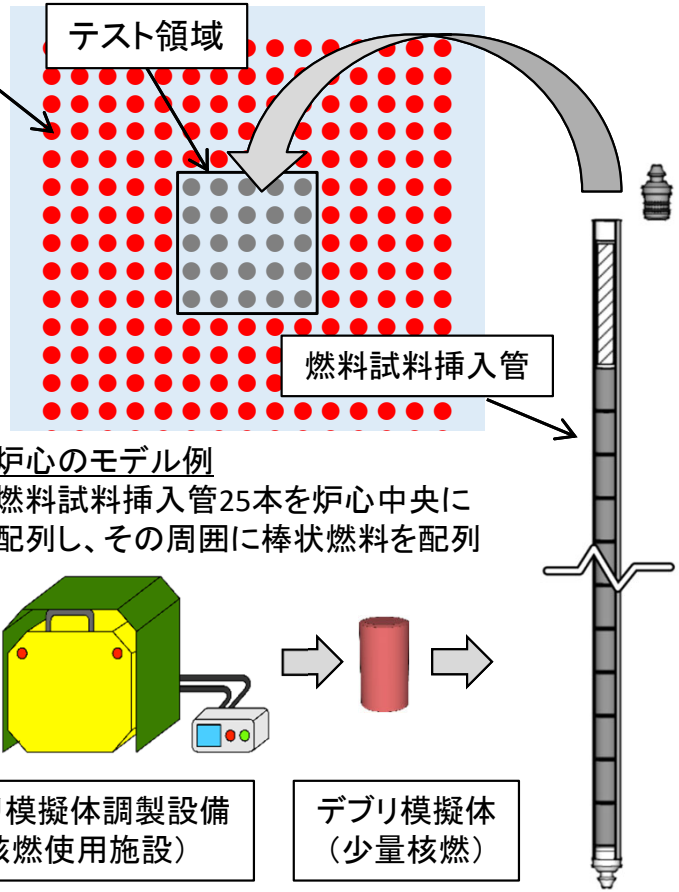
- 可動装荷物駆動装置
- 内挿管



炉心のモデル例
デブリ構造材模擬体61本を炉心中央に均一に配列し、その周囲に棒状燃料を配列

使用する実験用装荷物：

- デブリ構造材模擬体
- ボイド模擬体
- 固定吸収体
- 構造材模擬体



炉心のモデル例
燃料試料挿入管25本を炉心中央に配列し、その周囲に棒状燃料を配列

使用する実験用装荷物：

- 燃料試料挿入管

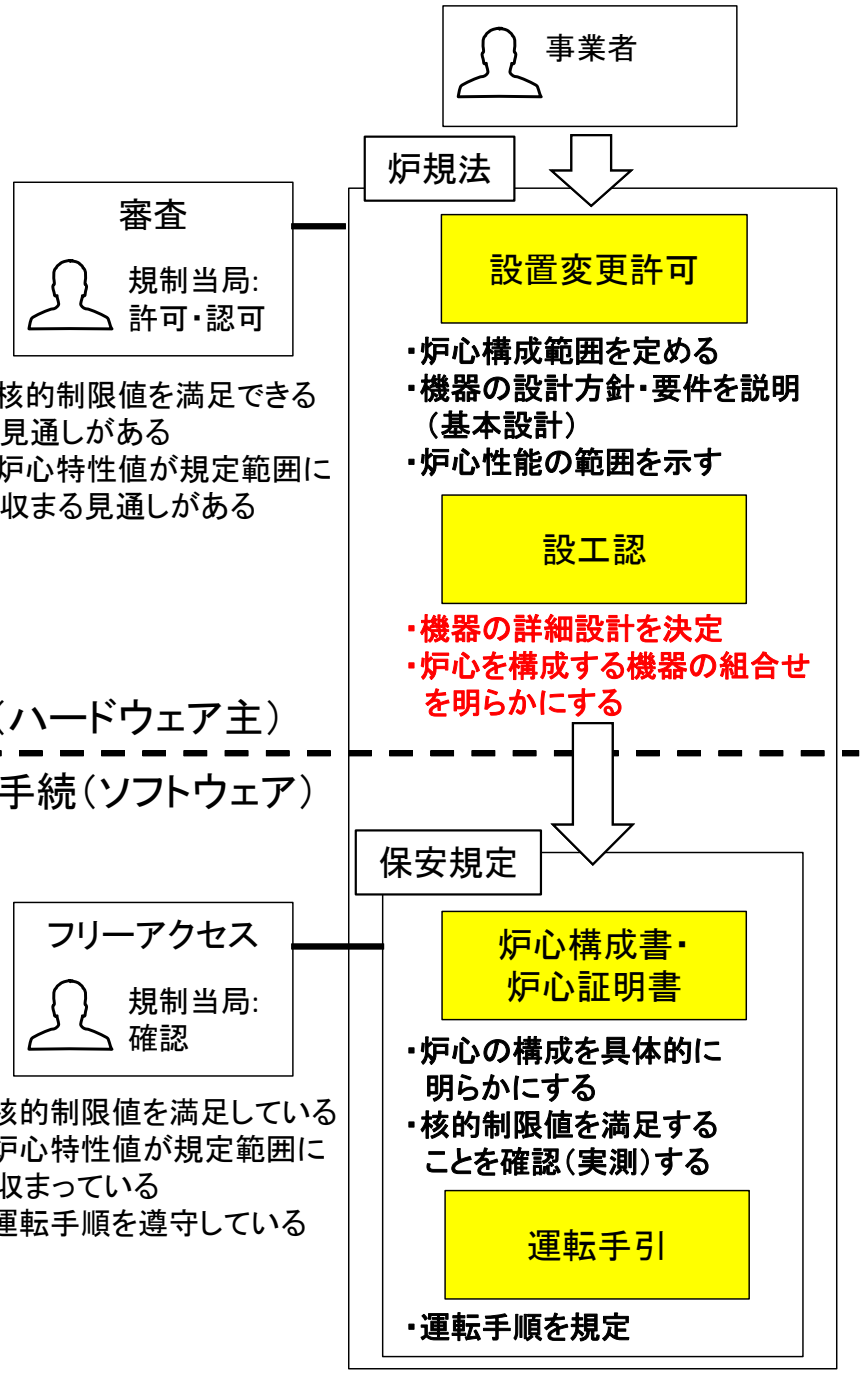
臨界実験装置の規制の特徴

（参考）

Hard （設置許可・設工認段階）

臨界実験装置は、①核特性等の測定を目的とするものであり、測定目的に応じて、**炉心構成及び運転モードの変更、減速材の水位及び温度の制御、運転中の燃料の移動等が行われる**とともに、多種多様の燃料及び実験試料が使用される。②**炉心構成を変えるたびに制御棒価値、反応度フィードバック等の核特性、核計装の応答性等が異なり、**総合的な反応度フィードバックが正になる範囲の実験が行われる場合もある。③**最大過剰反応度についての運転制限値を厳しく設定する等、安全確保上、運転管理に負うところが大きい。**《後略》

水冷却型試験研究用原子炉施設の安全評価に関する審査指針（平成3年7月18日原子力安全委員会決定、平成13年3月29日一部改訂）より引用。



Soft （供用段階）

試験炉規則第１５条第１項第６号イからハまで
試験研究用等原子炉施設の運転に関する体制、確認すべき事項、異状があった場合の措置等
《中略》
５．臨界実験装置については、以下の事項が定められていること。
・**燃料体、減速材、反射材等の配置及び配置替えに伴う炉心特性の算定及びその結果の承認**に関すること。
《省略》

試験研究の用に供する原子炉等における保安規定の審査基準
（制定 平成25年11 月27日、最新改正 令和2年2月5日原規規発第 2002054 号-7 ）

STACYの設工認申請状況

（参考）

令和4年度まで　　令和6年度まで

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

原子炉プラントとして必要な設備の整備として設置(変更)許可申請書の工事計画に記載
（基本炉心（1）の設工認まで）

【使用する設備】
- 原子炉プラントとして必要な設備一式
- 可動装荷物駆動装置（下方から少量サンプル挿入）

【使用する炉心】
- 基本炉心（1）

実験ニーズに応じて柔軟に対応するため設置(変更)許可申請書の工事計画に記載していない

【使用する実験用装荷物】
- デブリ構造材模擬体
- 燃料試料挿入管
- 内挿管

【使用する炉心】
- デブリ模擬炉心（1）

【使用する実験用装荷物】
- 固定吸収体
- 構造材模擬体
- ボイド模擬体
- 可動装荷物駆動装置（高精度水位計）
- 可動装荷物駆動装置（上方から少量サンプル挿入）

【使用する格子板】
- 格子板（狭小格子間隔）

【使用する実験設備】
- パルス中性子発生措置（既設設備を新規に設工認申請する）

【使用する炉心】
- 軽水炉等模擬炉心（1）（仮称）

【使用する燃料】
- 濃縮度5wt%超棒状燃料
- 中性子毒物添加棒状燃料
- 短尺棒状燃料

【使用する炉心】
- 軽水炉等模擬炉心（2）（仮称）

設工認の申請状況（色分け）
申請済：緑字
本申請：赤字
未申請：青字

炉心構成及び炉心性能の安全確保（設工認段階）（参考）

（設工認段階）

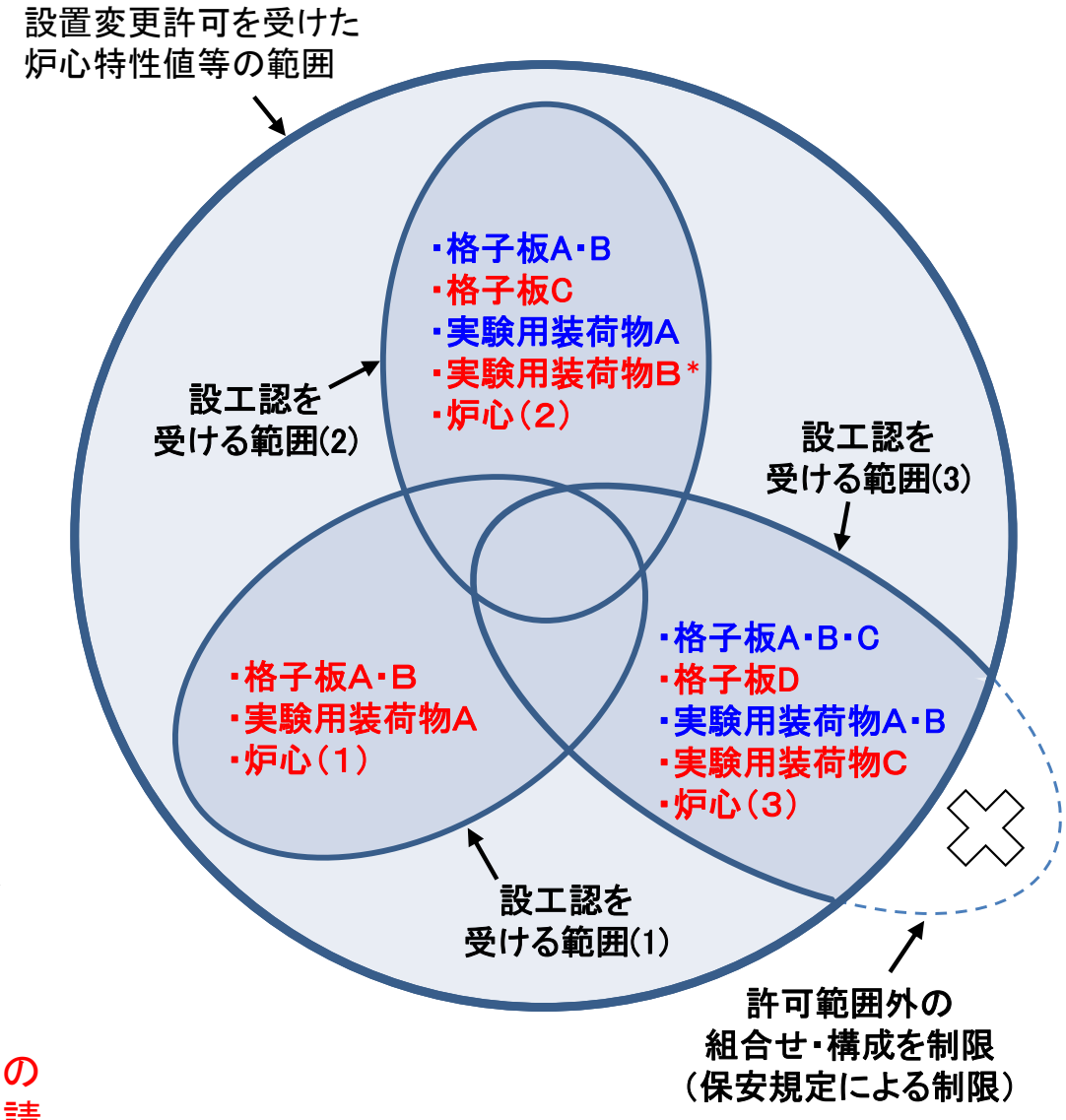
(1) 炉心構成要素の組合せ範囲の明確化

- 炉心支持構造物（格子板パターン等）
- 棒状燃料（種類、本数）
- 減速材対燃料ペレット体積比
- 安全板（挿入位置、枚数）
- 実験用装荷物＊（中性子吸収体、他）

(2) 炉心性能の説明

- 核特性値が制限された範囲に収まる見通しを示す
- 核的制限値を満足できる見通しを示す
- 制限範囲を逸脱する条件を特定、保安規定により制限する手順を示し、許可範囲内で運転できる見通しを示す

＊：実験用装荷物のうち核特性への影響が申請済みの炉心評価に包含される場合は、炉心としての申請を省略する。
（実験試料等　核的影響の小さいものを装荷する内挿管、水面の上方で使用する高精度水位計、申請済み実験用装荷物の寸法等軽微設計変更など）



新しい炉心を構成する際の方針（概念図）
その1：設工認段階

実験設備（実験用装荷物等）と炉心の組合せ

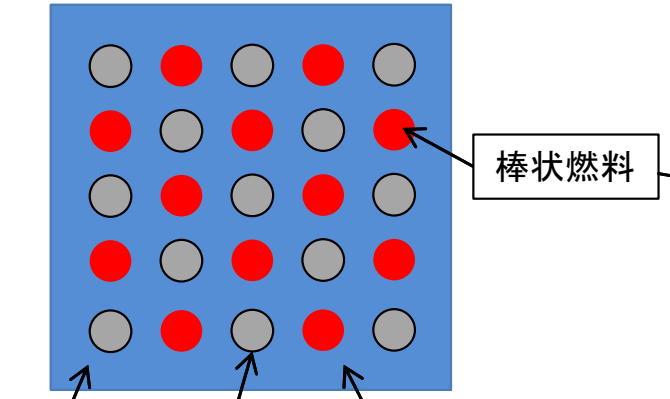
（参考）

炉心の種類	格子板（12.7mm、15mm）	可溶性中性子吸収材（ボロン）	デブリ構造材模擬体（鉄、コンクリート）	燃料試料挿入管＊	内挿管＊（細径、太径）	可動装荷物駆動装置＊（下方から少量サンプル挿入）
基本炉心（1）	○	○	×	○	○	○
デブリ模擬炉心（1）	○	○	○	○	○	○

凡例　○：組合せ可、×組合せ不可

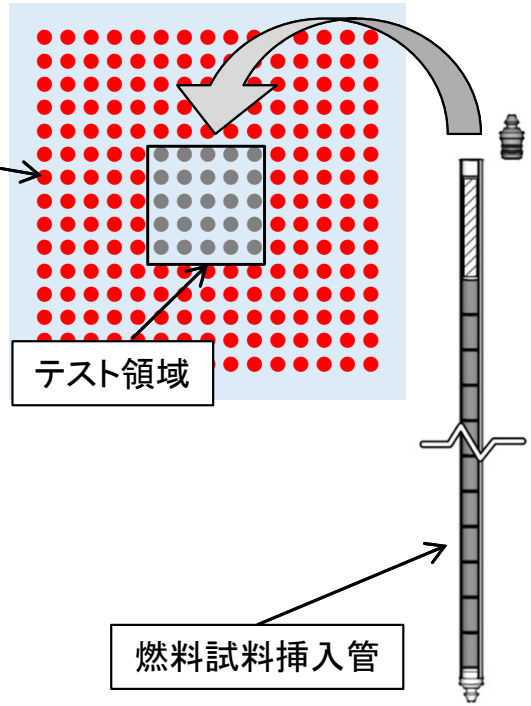
＊：実験試料等　核的影響の小さいものを装荷するものとして、設工認申請済みの炉心に装荷して用いる。

デブリ構造材模擬体
可溶性中性子吸収材
イメージ

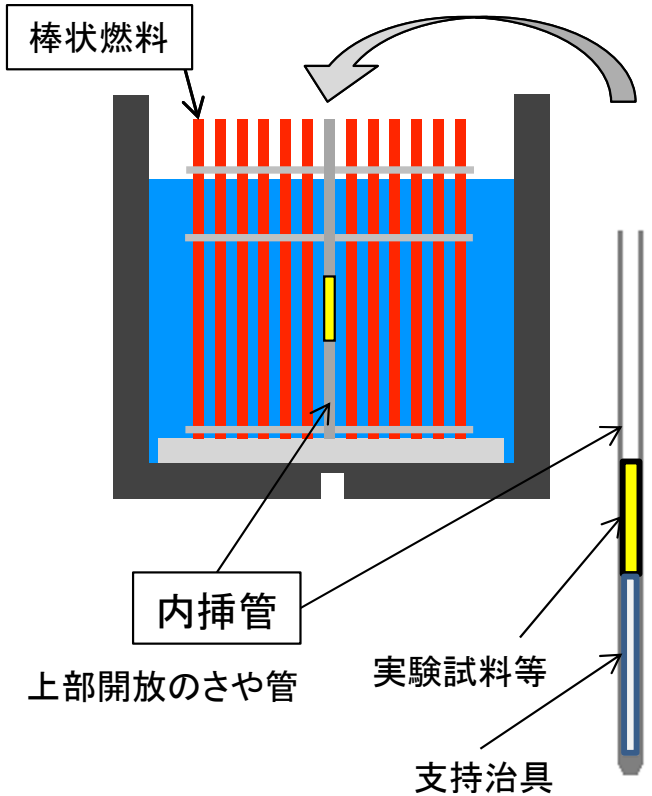


構造材料（鉄・コンクリート）を棒状燃料と混合して配列する装荷物を使用

燃料試料挿入管
イメージ



内挿管
イメージ

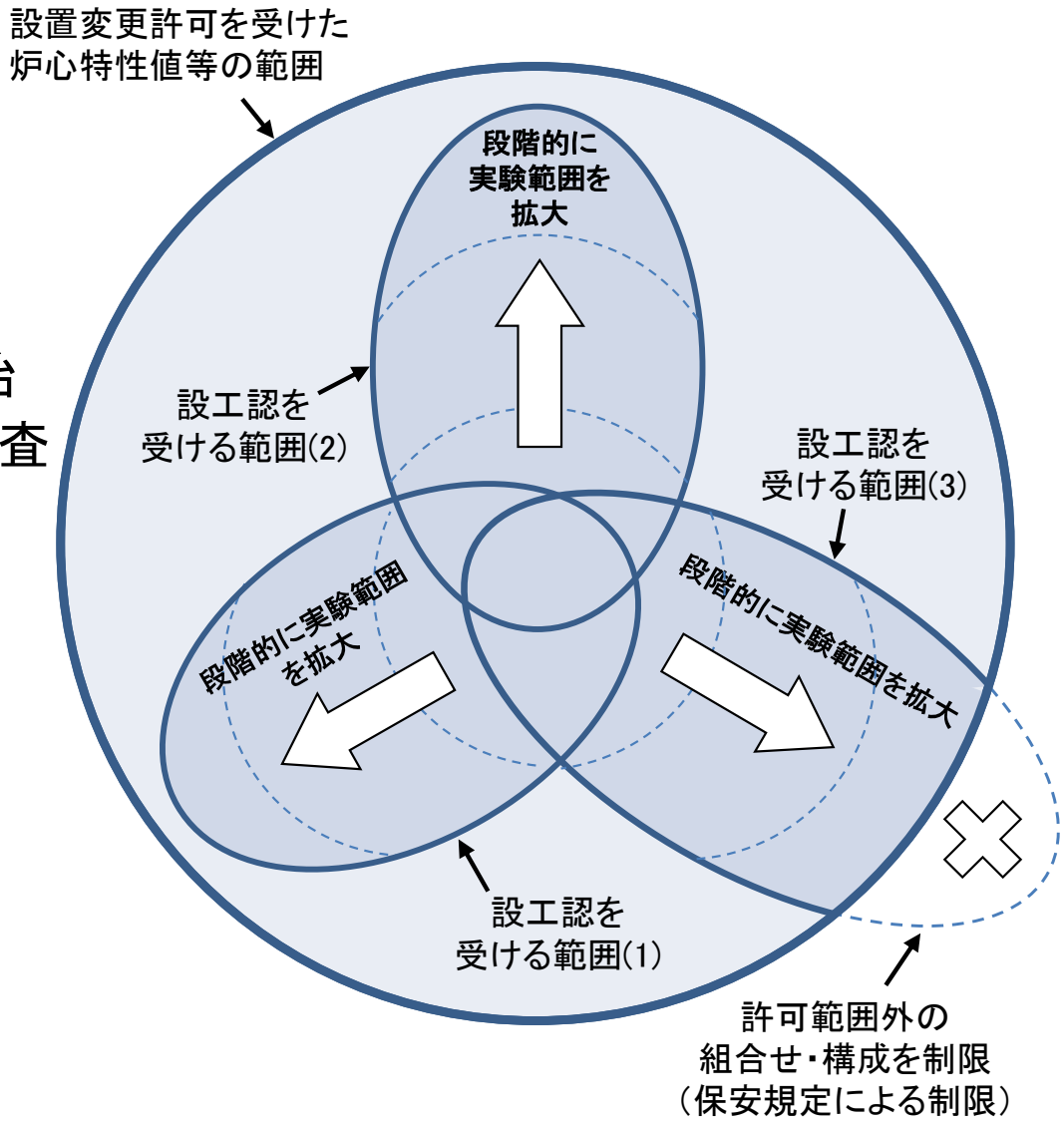


炉心構成及び炉心性能の安全確保（供用段階）　（参考）

（保安規定）

(1) 炉心構成の変更に関すること

- 実験炉心構成計画の明確化
  - 設工認で認可を受けた範囲内かつ実験計画範囲内において、核特性が比較的よく知られた炉心から実験を開始（使用前事業者検査及び定期事業者検査でも同様とする）
  - 実測等による検証を進めつつ、段階的に実験範囲を拡大
- 炉心構成手順の明確化
  - 炉心構成の手順（制限・禁止事項等）（炉心構成制限事項の遵守、棒状燃料装荷時の注意事項等）
  - 炉心構成状態の確認点検



新しい炉心を構成する際の方針（概念図）
その2：供用段階

第１編　その他試験研究用等原子炉の附属施設　（参考）

本申請は、ＳＴＡＣＹ（定常臨界実験装置）施設で用いる実験用装荷物の製作及びデブリ模擬炉心を新設するために申請するものである。

第１編　その他試験研究用等原子炉の附属施設のうち
　　Ⅰ．実験設備

第２編　原子炉本体のうち
　　Ⅰ．炉心

構成及び申請範囲

（参考）

その他試験研究用等原子炉の附属施設は、次の施設から構成される。
(1) 非常用電源設備
(2) 主要な実験設備
(3) その他の主要な事項

上記のうち、(2)主要な実験設備は、次の設備から構成される。
イ. 実験用装荷物
ロ. パルス中性子発生装置

上記のうち、イ. 実験用装荷物は、次の設備から構成される。
a. 固定吸収体
b. 構造材模擬体
c. デブリ構造材模擬体
d. ボイド模擬体
e. 燃料試料挿入管
f. 内挿管
g. 可動装荷物駆動装置
h. 可溶性中性子吸収材

今回申請する範囲は、上記(2)主要な実験設備のうち、イ. 実験用装荷物のうち、c. デブリ構造材模擬体、e. 燃料試料挿入管、f. 内挿管の製作に関するものである。

設計条件

（参考）

設工認申請書では技術基準に対しどのように設計するかを記載していないため、本スライドのような記載を追加して補正する。

実験設備等（デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管に限る。）は、STACYの炉心に配置して使用する。その使用環境下でSTACYの安全性を損なうおそれがない設計とする。

- 設置(変更)許可申請書の耐震重要度分類に従い耐震Bクラスの設計とする。
  - Bクラスの静的地震力に耐える耐震設計を行う。
  - Bクラスの静的地震力と地震力以外の荷重を組み合わせ、その結果発生する応力が、安全上適切と認められる規格及び基準等を参考に設定される許容限界を超えず、おおむね弾性状態に留まるよう耐震設計を行う。
  - 共振するおそれのないように設計する。
- 機器種別は、基準＊に従い、主要な実験設備であるため機器種別のクラスなしとして設計する。
- 最高使用圧力及び最高使用温度は、設置(変更)許可申請書で定める原子炉容器の値と同じ静水頭（2.0m）、80℃で設計する。
- 実験設備等に必要な機能を確認するための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を実施できるよう、外観の確認ができる設計とする。
- 実験設備等の移動又は状態の変化が生じた場合においても反応度が異常に投入されないように設計する。
- 放射線又は放射性物質の著しい漏えいのおそれがない設計とする。
- 実験設備等の動作状況、異常発生状況、周辺の環境の状況その他の安全上必要なパラメータを制御室に表示できる設計とする。
- 実験設備等が設置される炉室は、制御室と相互に連絡することができる設計とする。

＊：試験研究用原子炉施設に関する構造等の技術基準（文部科学省：平成15年5月30日付け15科原安第13号）

設計仕様（デブリ構造材模擬体）

（参考）

名称		デブリ構造材模擬体（鉄）
型式		棒状形状
主要寸法	直径	9.5 mm
	全長	1500 mm
主要材料	SUS棒	SUS304
本数		70 本

名称		デブリ構造材模擬体 （コンクリート）
型式		棒状形状
主要寸法	被覆管外径	9.5 mm
	被覆管内径	7.5 mm
	全長	1500 mm
主要材料	被覆管	アルミニウム合金＊1
	上部端栓	アルミニウム合金＊2
	下部端栓	アルミニウム合金＊2
本数		70 本

＊1　JIS H 4080相当

＊2　JIS H 4000相当

設計仕様(燃料試料挿入管)

(参考)

名称			燃料試料挿入管
型式			棒状形状
主要寸法	被覆管外径		9.5 mm
	被覆管内径		8.36 mm
	下部端栓長さ		14.7 mm
	全長		1500 mm
主要材料	被覆管		ジルカロイ−4＊1
	下部端栓		ジルカロイ−4＊1
	上部端栓	シールシャフト	SUS304
		シールキャップ	SUS304
		ノブ	SUS304
		ピン	SUS304
本数			25 本

＊1　JIS H 4751相当

設計仕様(内挿管)

(参考)

名称		内挿管(細)
型式		棒状形状
主要寸法	管体外径	9.5 mm
	管体内径	8.36 mm
	全長	1495 mm
主要材料	管体	ジルカロイ−4*1
	下部端栓	ジルカロイ−4*1
本数		30 本

＊1　JIS H 4751相当

名称		内挿管(太)
型式		棒状形状
主要寸法	管体外径	28.8 mm
	管体内径	27.0 mm
	全長	1495 mm
主要材料	管体	アルミニウム合金*1
	下部端栓	アルミニウム合金*2
	おもり	鉛*3
本数		3 本

＊1　JIS H 4080相当
＊2　JIS H 4040相当
＊3　JIS H 2105相当

その他設計仕様

（参考）

設計条件に対応する設計仕様を拡充し補正する。

（耐震性）
- デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管は、3枚の格子板に支持されるため、共振するおそれはない。

（閉じ込め）
- 燃料試料挿入管は、放射線又は放射性物質の著しい漏えいを防止するために、上部端栓を、取扱い時に容易に外れず、水密性を有する脱着式の端栓とする。

（状態監視）
- デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管の異常の発生状況、炉心周辺の環境の状況を監視できるように炉室（S）にカメラ、制御室にTVモニタが設置されている。

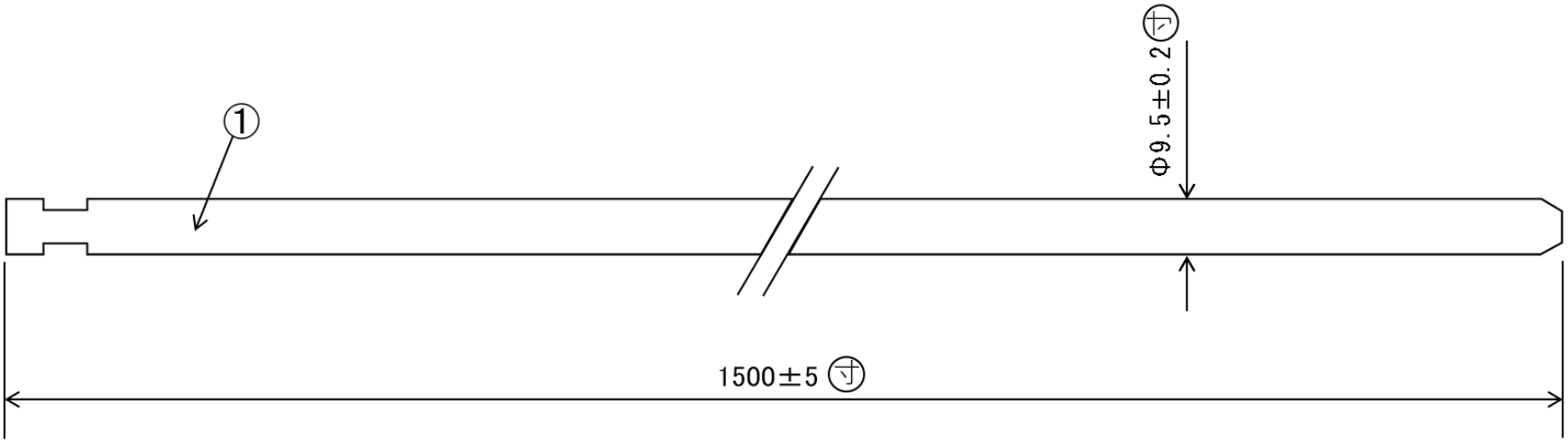
（通信連絡）
- デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管を使用する炉室は、制御室とページング装置で相互に連絡することができる。

デブリ構造材模擬体の構造図

（参考）

部品番号	部品名	材質
1	SUS棒	SUS304

寸 ： 寸法検査対象箇所



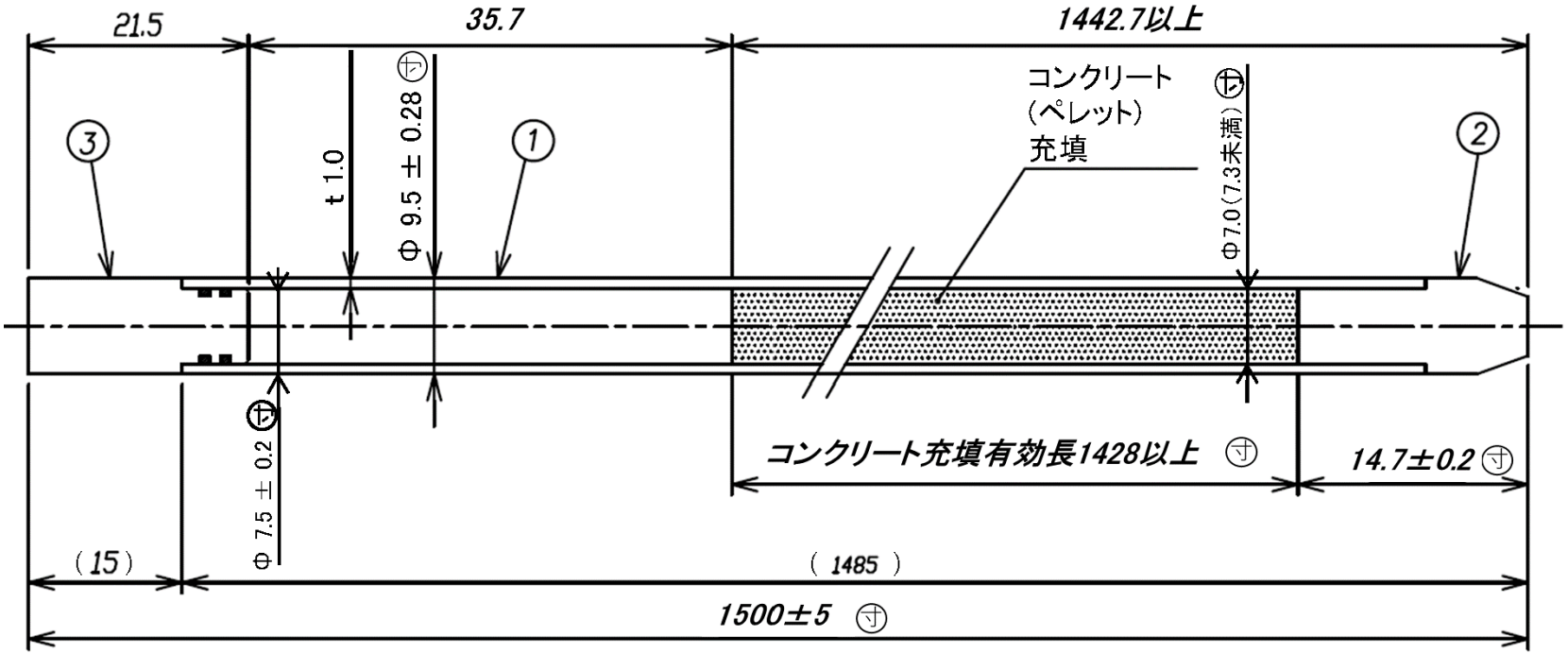
デブリ構造材模擬体（鉄）の構造図

デブリ構造材模擬体（コンクリート）の構造図

（参考）

部品番号	部品名	材質
1	被覆管	アルミニウム合金
2	下部端栓	アルミニウム合金
3	上部端栓	アルミニウム合金

寸 ： 寸法検査対象箇所



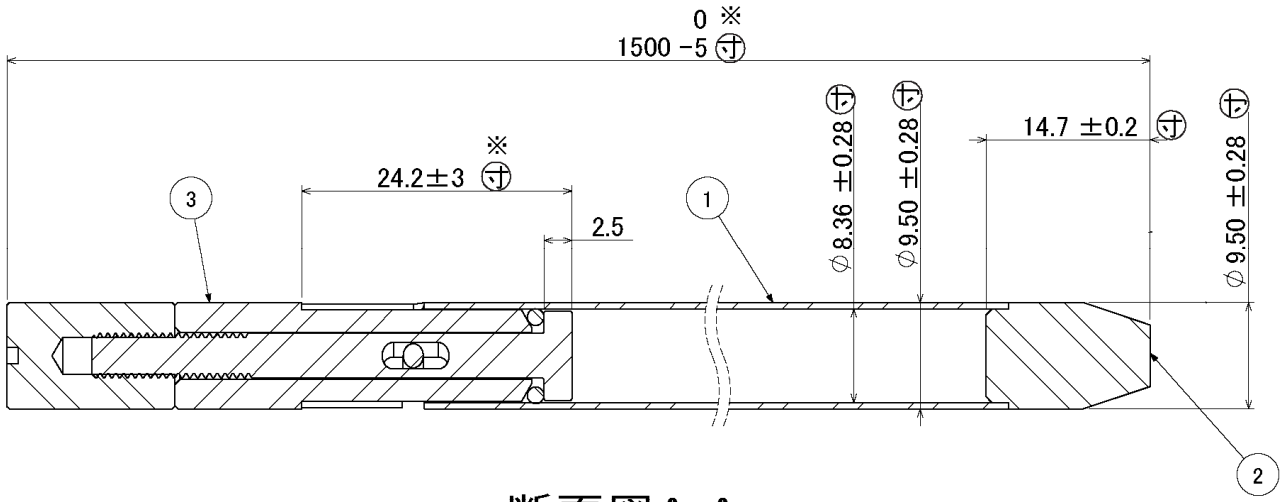
デブリ構造材模擬体（コンクリート）の構造図

燃料試料挿入管の構造図

（参考）

部品番号	部品名	材質
1	被覆管	ジルカロイ－4
2	下部端栓	ジルカロイ－4
3	上部端栓	部品図参照 ← 次頁参照

寸 ： 寸法検査対象箇所



断面図A-A

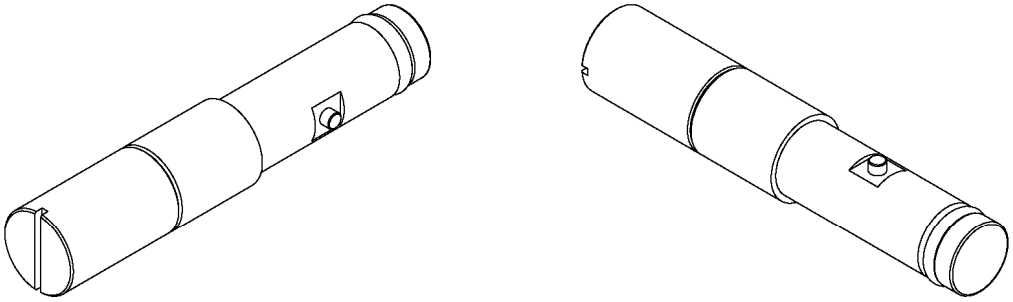
燃料試料挿入管の構造図

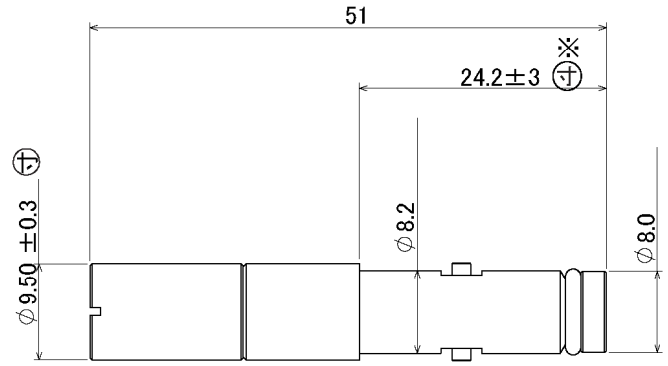
燃料試料挿入管（上部端栓）の構造図

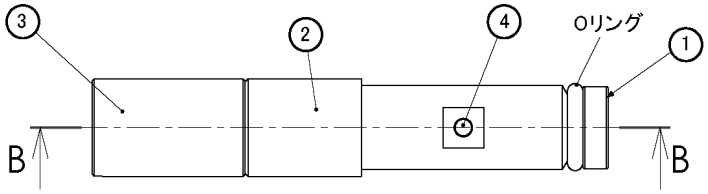
（参考）

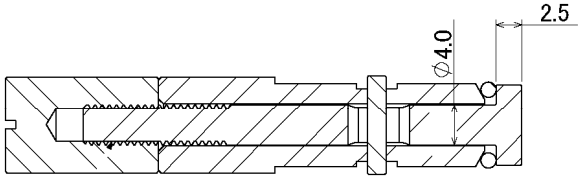
部品番号	部品名	材質
1	シールシャフト	SUS304
2	シールキャップ	SUS304
3	ノブ	SUS304
4	ピン	SUS304

寸 ： 寸法検査対象箇所









断面図 B-B

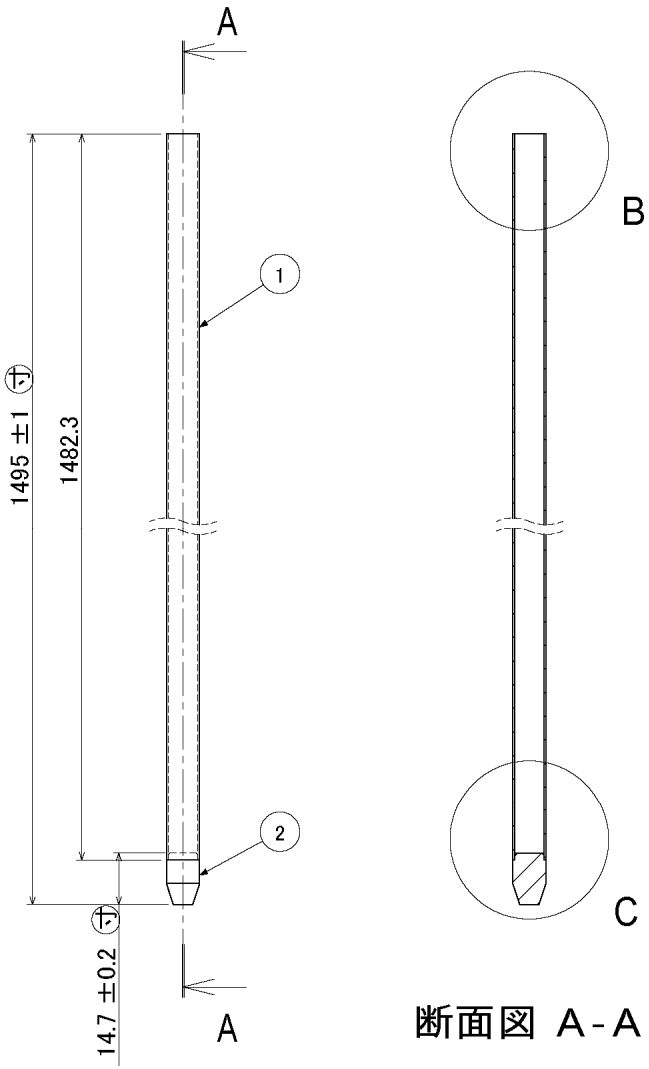
燃料試料挿入管の構造図

内挿管(細)の構造図

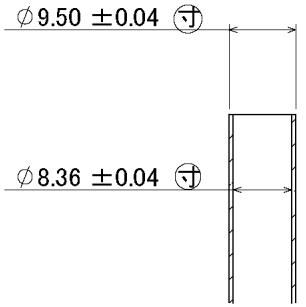
(参考)

部品番号	部品名	材質
1	管体	ジルカロイ－4
2	下部端栓	ジルカロイ－4

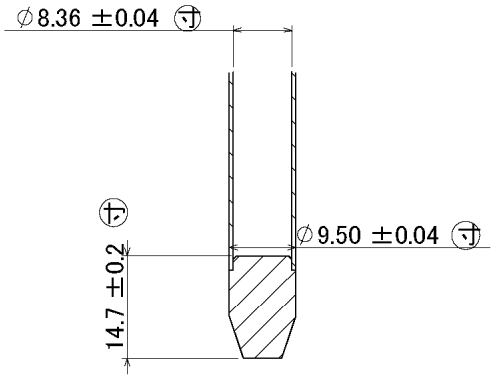
寸 : 寸法検査対象箇所



断面図 A-A



詳細図 B



詳細図 C

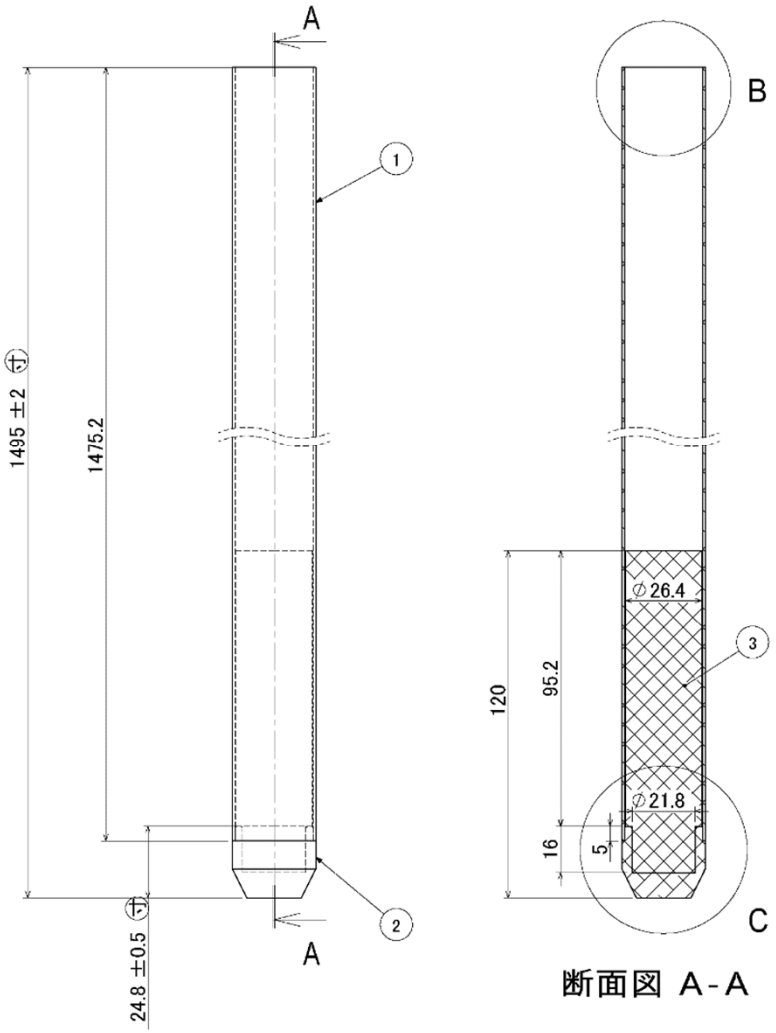
内挿管(細)の構造図

内挿管(太)の構造図

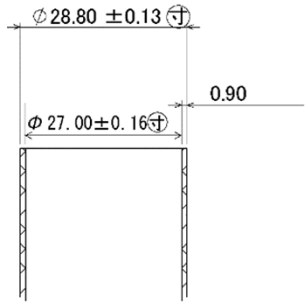
(参考)

部品番号	部品名	材質
1	管体	アルミニウム合金
2	下部端栓	アルミニウム合金
3	おもり	鉛

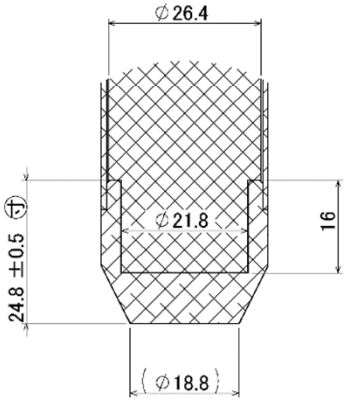
寸 : 寸法検査対象箇所



断面図 A-A



詳細図 B



詳細図 C

内挿管(太)の構造図

第2編　原子炉本体

（参考）

本申請は、STACY（定常臨界実験装置）施設で用いる実験用装荷物の製作及びデブリ模擬炉心を新設するために申請するものである。

第1編　その他試験研究用等原子炉の附属施設のうち
　　Ⅰ．実験設備

第2編　原子炉本体のうち
　　Ⅰ．炉心

構成及び申請範囲

（参考）

原子炉本体は、次の施設から構成される。

(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される。

イ. 基本炉心（1）
ロ. デブリ模擬炉心（1）

今回申請する範囲は、上記「(1) 炉心」のうち、「ロ. デブリ模擬炉心（1）」の新設に関するものである。

設計条件(1/2)

（参考）

- デブリ模擬炉心（1）は、設置(変更)許可を受けた炉心構成条件、核的制限値に関連する炉心特性値、STACYで構成される炉心の動特性定数の範囲内において、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構成する。
- これら炉心構成の確認は保安規定に基づき実施する。

設工認申請書では炉心構成条件等の説明をしていないため、本スライドのような記載を追加して補正する。

炉心構成条件

名称	デブリ模擬炉心（1）
臨界水位	40 cm以上 140 cm以下
最大過剰反応度	0.8 ドル
給排水系による最大添加反応度	0.3 ドル
反応度添加率	臨界近傍で3セント／s以下
安全板による停止時の中性子実効増倍率	0.985 以下
最大反応度価値を有する安全板1枚が挿入不能時の中性子実効増倍率	0.995 以下
減速材・反射材対燃料ペレット体積比	0.9以上　11以下
最高温度	70℃
実験用装荷物による最大添加反応度	0.3 ドル

設計条件(2/2)

（参考）

核的制限値に関連する炉心特性値

炉心特性値	最大値	最小値
水位反応度係数 （ドル／mm） $\frac{d\rho}{dH}$	6.0×10^{-2}	2.0×10^{-3}
最大反応度添加率 相当給水流量 Vlim※ （ℓ／min）	1915	65

※炉心タンク内の水面の断面積を15%減として評価

STACYで構成される炉心の動特性定数

動特性定数	最大値	最小値
減速材温度反応度係数 （Δk/k／℃）	$+3.8\times10^{-4}$	-3.7×10^{-5}
減速材ボイド反応度係数 （Δk/k／vol%）	$+3.7\times10^{-3}$	-3.8×10^{-3}
棒状燃料温度反応度係数 （Δk/k／℃）	-8.5×10^{-6}	-4.1×10^{-5}
即発中性子寿命 （s）	8.4×10^{-5}	6.9×10^{-6}
実効遅発中性子割合 （－）	8.1×10^{-3}	6.8×10^{-3}

設計仕様

（参考）

名称		デブリ模擬炉心（1）	
使用格子板の格子間隔（既設）		15 mm（四角格子）	12.7 mm（四角格子）
使用燃料体（既設）	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	
減速材、反射材		軽水（実験計画に応じて可溶性中性子吸収材（ボロン）を添加）	
制御材（既設）		減速材、反射材（軽水）に加え、安全板	
関連主要設備（既設）	計装	最大給水制限スイッチ（2系統） 給水停止スイッチ（2系統） 排水開始スイッチ（1系統）	
	制御設備	給排水系、安全板（2～4枚）	
主要な実験設備（新設）	実験用装荷物	デブリ構造材模擬体	

運転に当たり、炉心が核的制限値を満足し、かつ、設置変更許可申請書に定めた炉心特性の範囲になるよう、原則として計算解析により評価し、確認する。その確認の手順は原子力科学研究所原子炉施設保安規定（その下部規定を含む。）に定め、遵守する。

コンクリートの設計仕様（その１）

（参考）

＜指摘事項 No.6＞
デブリ構造材模擬体の設計仕様の材料にコンクリートを挙げること。

＜回答＞
第１編 実験用装荷物のデブリ構造材模擬体（コンクリート）の設計仕様（主要材料）にコンクリートを記載して補正する。
詳細については、補足説明資料2で説明する。
その内容を第2編 デブリ模擬炉心（1）の添付書類に追加して補正する。

設工認申請書第１編 実験用装荷物のデブリ構造材模擬体（コンクリート）の設計仕様（主要材料）に、その水分率を記載（赤破線部）し、補足説明資料2の内容を第2編 デブリ模擬炉心（1）の添付書類に追加して補正する。

コンクリートの設計仕様

名称		デブリ構造材模擬体（コンクリート）
型式		棒状形状
主要寸法	被覆管外径	9.5 mm
	被覆管内径	7.5 mm
	全長	1500 mm
主要材料	被覆管	アルミニウム合金＊1
	上部端栓	アルミニウム合金＊2
	下部端栓	アルミニウム合金＊2
	コンクリート	水分率 9 wt%＊3
本数		70 本

＊1　JIS H 4080相当
＊2　JIS H 4000相当
＊3　臨界安全ハンドブックの標準組成

コンクリートの水分量（水分率）の範囲

（参考）

＜指摘事項 No.7＞
コンクリートの組成が具体的に示されていない。STACYの反応度は燃料棒周りの水素原子の量に影響されると理解している。コンクリート中の水素原子の量及びその範囲について上限値などを示すこと。

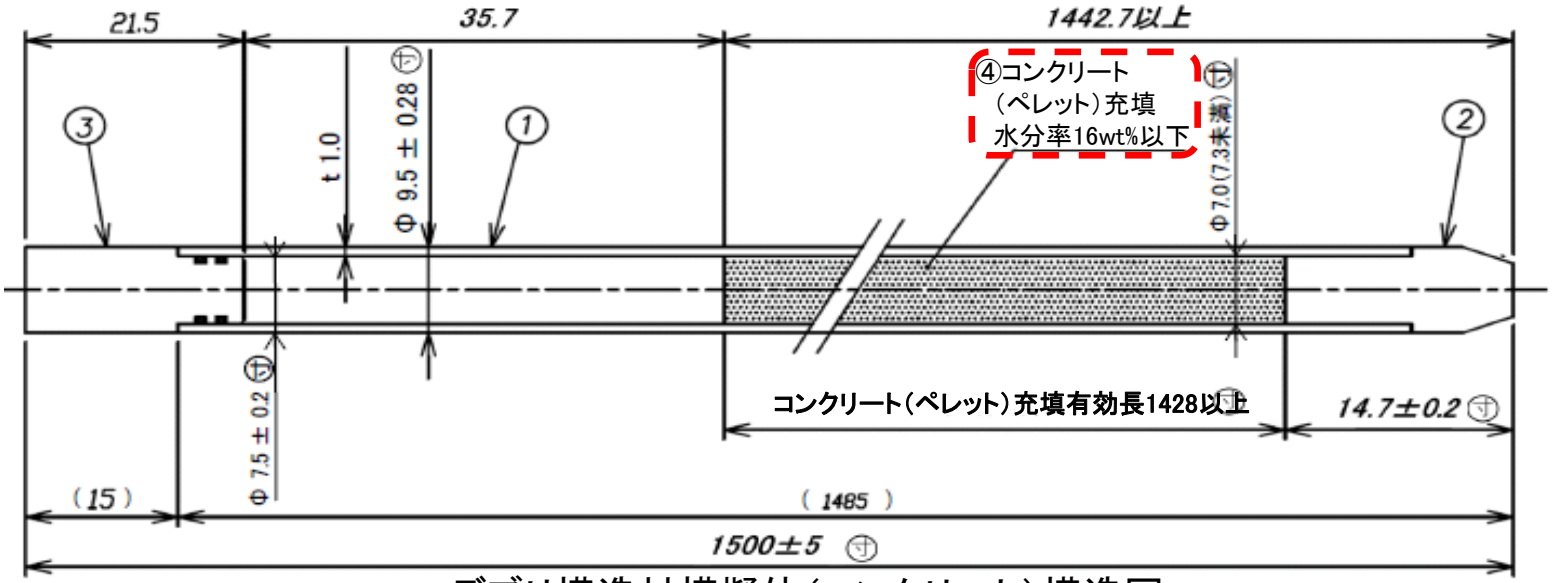
＜回答＞
コンクリートの組成が反応度に与える影響は、コンクリートに含まれる水分量の変化によるものが支配的であるため、第1編 実験用装荷物の本文構造図にコンクリートの水分量（水分率）の上限値を記載して補正する。
詳細については、補足説明資料2で説明する。
その内容を第2編 デブリ模擬炉心（1）の添付書類に追加して補正する。

設工認申請書第1編 実験用装荷物の本文構造図に水分率の上限を記載（赤破線部）し、補足説明資料2の内容を第2編 デブリ模擬炉心（1）の添付書類に追加して補正する。

部品番号	部品名	材質
1	被覆管	アルミニウム合金
2	下部端栓	アルミニウム合金
3	上部端栓	アルミニウム合金
4	コンクリート（ペレット）	コンクリート

（参考）コンクリートの水分量

組成	水分量 w (g/cm³)	水分以外の組成 o (g/cm³)	水分率 w/(w+o) (wt%)
標準組成	0.206	2.094	9.0
水分量0.5倍	0.103	2.094	4.7
水分量2.0倍	0.412	2.094	16.4



寸 ： 寸法検査対象箇所

デブリ構造材模擬体（コンクリート）構造図

補足説明資料１

令和５年９月28日
日本原子力研究開発機構
原子力科学研究所

STACY設工認（実験用装荷物の製作及びデブリ模擬炉心の新設）の技術基準規則への適合性について

本申請のうち、「第１編　Ⅰ．実験設備　デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管」に係る適合性説明

条	項目	項	号	要求事項	適合性説明の必要の有無	適合性の説明
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	－	特別の理由により原子力規制委員会の認可を受けた場合は、この規則の規定によらないで試験研究用等原子炉施設を設置することができる。	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	－	前項の認可を受けようとする者は、その理由及び設置方法を記載した申請書に関係図面を添付して申請しなければならない。		
第4条	廃止措置中の試験研究用等原子炉施設の維持	－	－	法第四十三条の三の二第二項の認可を受けた場合には、当該認可に係る廃止措置計画（同条第三項において準用する法第十二条の六第三項又は第五項の規定による変更の認可又は届出があったときは、その変更後のもの。以下この条において同じ。）で定める性能維持施設（試験炉規則第十六条の五の二第十一号の性能維持施設をいう。）については、この規則の規定にかかわらず、当該認可に係る廃止措置計画に定めるところにより、当該施設を維持しなければならない。	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	－	－	試験研究用等原子炉施設（船舶に設置するものを除く。第六条、第七条及び第八条第一項において同じ。）は、試験炉許可基準規則第三条第一項の地震力が作用した場合においても当該試験研究用等原子炉施設を十分に支持することができる地盤に設置されたものでなければならない。	無	ＳＴＡＣＹ施設の原子炉建家は、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	－	試験研究用等原子炉施設は、これに作用する地震力（試験炉許可基準規則第四条第二項の規定により算定する地震力をいう。）による損壊により公衆に放射線障害を及ぼすことがないものでなければならない。	有	**別紙１**に示すとおり。
		2	－	耐震重要施設（試験炉許可基準規則第三条第一項に規定する耐震重要施設をいう。以下この条において同じ。）は、その供用中に当該耐震重要施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震による加速度によって作用する地震力（試験炉許可基準規則第四条第三項に規定する地震力をいう。）に対してその安全性が損なわれるおそれがないものでなければならない。	無	ＳＴＡＣＹ施設は、耐震重要施設を有しないため、該当しない。

条	項目	項	号	要求事項	適合性説明の必要の有無	適合性の説明
		3	－	耐震重要施設は、試験炉許可基準規則第四条第三項の地震により生ずる斜面の崩壊によりその安全性が損なわれるおそれがないものでなければならない。		
第7条	津波による損傷の防止	－	－	試験研究用等原子炉施設は、その供用中に当該試験研究用等原子炉施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波（試験炉許可基準規則第五条に規定する津波をいう。）によりその安全性が損なわれるおそれがないものでなければならない。	無	本申請の対象設備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。
第8条	外部からの衝撃による損傷の防止	1	－	試験研究用等原子炉施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。）によりその安全性を損なうおそれがある場合において、防護措置、基礎地盤の改良その他の適切な措置が講じられたものでなければならない。	無	本申請の対象設備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	－	試験研究用等原子炉施設は、周辺監視区域に隣接する地域に事業所、鉄道、道路その他の外部からの衝撃が発生するおそれがある要因がある場合において、事業所における火災又は爆発事故、危険物を搭載した車両、船舶又は航空機の事故その他の敷地及び敷地周辺の状況から想定される事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）により試験研究用等原子炉施設の安全性が損なわれないよう、防護措置その他の適切な措置が講じられたものでなければならない。		
		3	－	試験研究用等原子炉を船舶に設置する場合にあっては、原子炉格納容器に近接する船体の部分は、衝突、座礁その他の要因による原子炉格納容器の機能の喪失を防止できる構造でなければならない。	無	ＳＴＡＣＹ施設は、船舶に設置しないため、該当しない。
		4	－	試験研究用等原子炉施設は、航空機の墜落により試験研究用等原子炉施設の安全性を損なうおそれがある場合において、防護措置その他の適切な措置が講じられたものでなければならない。	無	ＳＴＡＣＹ施設の原子炉建家は、航空機の落下確率が防護設計の要否を判断する基準（10^{-7}/年）を下回るため、防護措置その他の適切な措置は不要であることを設置（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。
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	－	－	試験研究用等原子炉を設置する工場又は事業所（以下「工場等」という。）は、試験研究用等原子炉施設への人の不法な侵入、試験研究用等原子炉施設に不正に爆発性又は易燃性を有する物件その他人に危害を与え又は他の物件を損傷するおそれがある物件が持ち込まれること及び不正アクセス行為（不正アクセス行為の禁止等に関する法律（平成十一年法律第百二十八号）第二条第四項に規定する不正アクセス行為をいう。第三十二条第六号において同じ。）を防止するため、適切な措置が講じられたものでなければならない。	無	本申請の対象設備は、ＳＴＡＣＹ施設の人の不法な侵入、不正アクセス行為を防止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	1	－	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	無	ＳＴＡＣＹ施設は、給排水系による水位制御

条	項目	項	号	要求事項	適合性説明の必要の有無	適合性の説明
	炉施設の機能			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。ただし、試験炉許可基準規則第十五条第一項ただし書の規定の適用を受ける臨界実験装置に係る試験研究用等原子炉施設にあっては、試験研究用等原子炉固有の出力抑制特性を有することを要しない。		にて原子炉の反応度を調整し、原子炉停止系の停止能力と併せて、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	－	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。	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	－	－	試験研究用等原子炉施設は、原子炉容器その他の試験研究用等原子炉の安全を確保する上で必要な設備の機能の確認をするための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できるものでなければならない。	有	**別紙２**に示すとおり。
第12条	材料及び構造	1	－	試験研究用等原子炉施設に属する容器、管、弁及びポンプ並びにこれらを支持する構造物並びに炉心支持構造物のうち、試験研究用等原子炉施設の安全性を確保する上で重要なもの（以下この項において「容器等」という。）の材料及び構造は、次に掲げるところによらなければならない。この場合において、第一号（容器等の材料に係る部分に限る。）及び第二号の規定については、法第二十八条第二項に規定する使用前事業者検査の確認を行うまでの間適用する。	無	本申請の対象設備（実験設備）は、「試験研究用等原子炉施設に関する構造等の技術基準（文部科学省15科原安第13号）」により、試験研究用等原子炉施設の安全性を確保する上で重要なものに区分されないため、該当しない。
		1	1	容器等がその設計上要求される強度及び耐食性を確保できるものであること。		
		1	2	容器等の主要な耐圧部の溶接部（溶接金属部及び熱影響部をいう。以下この号において同じ。）は、次に掲げるところによるものであること。 イ　不連続で特異な形状でないものであること。 ロ　溶接による割れが生ずるおそれがなく、かつ、健全な溶接部の確保に有害な溶込み不良その他の欠陥がないことを非破壊試験により確認したものであること。 ハ　適切な強度を有するものであること。 ニ　機械試験その他の評価方法により適切な溶接施工法及び溶接設備並びに適切な技能を有する溶接士であることをあらかじめ確認したものにより溶接したものであること。		
		2	－	試験研究用等原子炉施設に属する機器は、その安全機能の重要度に応じて、適切な耐圧試験又は漏えい試験を行ったとき、これに耐え、かつ、著しい漏えいがないものでなければならない。		
		3	－	試験研究用等原子炉施設に属する容器であって、その材料が中性子照	無	ＳＴＡＣＹは低出力（熱出力最大200W）の臨

条	項目	項	号	要求事項	適合性説明の必要の有無	適合性の説明
				射を受けることにより著しく劣化するおそれがあるものの内部は、監視試験片を備えたものでなければならない。		界実験装置であり、中性子照射により著しく劣化するおそれはないため、該当しない。
第13条	安全弁等	－	－	試験研究用等原子炉施設には、その安全機能の重要度に応じて、機器に作用する圧力の過度の上昇を適切に防止する性能を有する安全弁、逃がし弁、破壊板又は真空破壊弁（第十五条第二項において「安全弁等」という。）が必要な箇所に設けられていなければならない。	無	本申請の対象設備は、安全弁等を有しないため、該当しない。
第14条	逆止め弁	－	－	放射性物質を含む一次冷却材その他の流体を内包する容器若しくは管又は放射性廃棄物を廃棄する設備（排気筒並びに第十七条及び第三十六条（第五十二条、第五十九条及び第七十条において準用する場合を含む。）に規定するものを除く。）へ放射性物質を含まない流体を導く管には、逆止め弁が設けられていなければならない。ただし、放射性物質を含む流体が放射性物質を含まない流体を導く管に逆流するおそれがない場合は、この限りでない。	無	本申請の対象設備は、逆止弁を有しないため、該当しない。
第15条	放射性物質による汚染の防止	1	－	試験研究用等原子炉施設は、通常運転時において機器から放射性物質を含む流体が漏えいする場合において、これを安全に廃棄し得るように設置されたものでなければならない。	無	本申請の対象設備は、通常運転時において、放射性物質を含む流体が漏えいする機器ではないため、該当しない。
		2	－	試験研究用等原子炉施設は、安全弁等から排出される流体が放射性物質を含む場合において、これを安全に廃棄し得るように設置されたものでなければならない。	無	本申請の対象設備は、安全弁等を有しないため、該当しない。
		3	－	試験研究用等原子炉施設は、工場等の外に排水を排出する排水路（湧水に係るものであって、放射性物質により汚染するおそれがある管理区域内に開口部がないものを除く。以下この項において同じ。）の上に、当該施設の放射性物質により汚染するおそれがある管理区域内の床面がないものでなければならない。ただし、液体状の放射性廃棄物を廃棄する設備が設置される施設（液体状の放射性廃棄物の漏えいが拡大するおそれがある部分に限る。）以外の施設であって当該施設の放射性物質により汚染するおそれがある管理区域内に当該排水路の開口部がない場合並びに当該排水路に放射性物質を含む排水を安全に廃棄する設備及び第三十一条第二号に掲げる事項を計測する設備が設置されている場合は、この限りでない。	無	本申請の対象設備は、ＳＴＡＣＹ施設の排水路、管理区域内の床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。
		4	－	試験研究用等原子炉施設のうち、人が頻繁に出入りする建物又は船舶の内部の壁、床その他の部分であって、放射性物質により汚染されるおそれがあり、かつ、人が触れるおそれがあるものの表面は、放射性物質による汚染を除去しやすいものでなければならない。	無	本申請の対象設備は、ＳＴＡＣＹ施設の内部の壁、床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。
第16条	遮蔽等	1	－	試験研究用等原子炉施設は、通常運転時において当該試験研究用等原子炉施設からの直接線及びスカイシャイン線による工場等周辺の空間線量率が原子力規制委員会の定める線量限度を十分下回るように設置	無	本申請の対象設備は、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。

条	項目	項	号	要求事項	適合性説明の必要の有無	適合性の説明
				されたものでなければならない。		
		2	—	工場等（原子力船を含む。）内における外部放射線による放射線障害を防止する必要がある場所には、次に掲げるところにより遮蔽設備が設けられていなければならない。		
		2	1	放射線障害を防止するために必要な遮蔽能力を有するものであること。		
		2	2	開口部又は配管その他の貫通部がある場合であって放射線障害を防止するために必要がある場合は、放射線の漏えいを防止するための措置が講じられていること。		
		2	3	自重、熱応力その他の荷重に耐えるものであること。		
第17条	換気設備	—	—	試験研究用等原子炉施設内の放射性物質により汚染された空気による放射線障害を防止する必要がある場所には、次に掲げるところにより換気設備が設けられていなければならない。	無	本申請の対象設備は、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。
		—	1	放射線障害を防止するために必要な換気能力を有するものであること。		
		—	2	放射性物質により汚染された空気が漏えい及び逆流のし難い構造であるものであること。		
		—	3	ろ過装置を有する場合にあっては、ろ過装置の放射性物質による汚染の除去又はろ過装置の取替えが容易な構造であること。		
		—	4	吸気口は、放射性物質により汚染された空気を吸入し難いように設置されたものであること。		
第18条	適用	—	—	—	—	—
第19条	溢水による損傷の防止	1	—	試験研究用等原子炉施設は、当該試験研究用等原子炉施設内における溢水の発生によりその安全性を損なうおそれがある場合は、防護措置その他の適切な措置が講じられたものでなければならない。	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	—	試験研究用等原子炉施設は、当該試験研究用等原子炉施設内の放射性物質を含む液体を内包する容器又は配管の破損により当該容器又は配管から放射性物質を含む液体があふれ出るおそれがある場合は、当該液体が管理区域外へ漏えいすることを防止するために必要な措置が講じられたものでなければならない。	無	本申請の対象設備は、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	—	—	試験研究用等原子炉施設には、次に掲げる設備が設けられていなければならない。	無	本申請の対象設備は、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。
		—	1	その位置を明確かつ恒久的に表示することにより容易に識別できる安全避難通路		
		—	2	照明用の電源が喪失した場合においても機能を損なわない避難用の照明		
		—	3	設計基準事故が発生した場合に用いる照明（前号の避難用の照明を除		

条	項目	項	号	要求事項	適合性説明の必要の有無	適合性の説明
				く。）及びその専用の電源		
第21条	安全設備	－	－	安全設備は、次に掲げるところにより設置されたものでなければならない。	無	本申請の対象設備は、ＳＴＡＣＹ施設の安全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	第二条第二項第二十八号ロに掲げる安全設備は、二以上の原子力施設において共用し、又は相互に接続するものであってはならない。ただし、試験研究用等原子炉の安全を確保する上で支障がない場合にあっては、この限りでない。		
		－	2	第二条第二項第二十八号ロに掲げる安全設備は、当該安全設備を構成する機械又は器具の単一故障（試験炉許可基準規則第十二条第二項に規定する単一故障をいう。第三十二条第三号において同じ。）が発生した場合であって、外部電源が利用できない場合においても機能できるよう、当該系統を構成する機械又は器具の機能、構造及び動作原理を考慮して、多重性又は多様性を確保し、及び独立性を確保するものであること。ただし、原子炉格納容器その他多重性、多様性及び独立性を有することなく試験研究用等原子炉の安全を確保する機能を維持し得る設備にあっては、この限りでない。		
		－	3	安全設備は、設計基準事故時及び設計基準事故に至るまでの間に想定される全ての環境条件において、その機能を発揮することができるものであること。		
		－	4	火災により損傷を受けるおそれがある場合においては、次に掲げるところによること。 イ　火災の発生を防止するために可能な限り不燃性又は難燃性の材料を使用すること。 ロ　必要に応じて火災の発生を感知する設備及び消火を行う設備が設けられていること。 ハ　火災の影響を軽減するため、必要に応じて、防火壁の設置その他の適切な防火措置を講ずること。		
		－	5	前号ロの消火を行う設備は、破損、誤作動又は誤操作が起きた場合においても試験研究用等原子炉を安全に停止させるための機能を損なわないものであること。		
		－	6	蒸気タービン、ポンプその他の機器又は配管の損壊に伴う飛散物により損傷を受け、試験研究用等原子炉施設の安全性を損なうおそれがある場合には、防護施設の設置その他の適切な損傷防止措置が講じられていること。		
第22条	炉心等	1	－	燃料体、減速材及び反射材並びに炉心支持構造物の材料は、運転時における圧力、温度及び放射線につき想定される最も厳しい条件の下において、必要な物理的及び化学的性質を保持するものでなければなら	無	本申請の対象設備は、燃料体、減速材及び反射材並びに炉心支持構造物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。

条	項目	項	号	要求事項	適合性説明の必要の有無	適合性の説明
				ない。		
		2	－	燃料体、減速材及び反射材並びに炉心支持構造物は、最高使用圧力、自重、附加荷重その他の燃料体、減速材及び反射材並びに炉心支持構造物に加わる負荷に耐えられるものでなければならない。		
		3	－	燃料体、減速材及び反射材並びに炉心支持構造物は、冷却材の循環その他の要因により生ずる振動により損傷を受けることがないように設置されたものでなければならない。		
第23条	熱遮蔽材	－	－	試験研究用等原子炉施設には、原子炉容器の材料が中性子照射を受けることにより著しく劣化するおそれがある場合において、これを防止するため、次に掲げるところにより熱遮蔽材が設けられていなければならない。	無	ＳＴＡＣＹ施設は低出力（熱出力最大200W）の臨界実験装置であり、中性子照射により著しく劣化するおそれはなく、熱遮蔽材を有しないため、該当しない。
		－	1	熱応力による変形により試験研究用等原子炉の安全に支障を及ぼすおそれがないこと。		
		－	2	冷却材の循環その他の要因により生ずる振動により損傷を受けることがないこと。		
第24条	一次冷却材	－	－	一次冷却材は、運転時における圧力、温度及び放射線について想定される最も厳しい条件の下において、必要な物理的及び化学的性質を保持するものでなければならない。	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	－	－	核燃料物質取扱設備は、次に掲げるところにより設置されていなければならない。	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。
		－	1	通常運転時において取り扱う必要がある燃料体又は使用済燃料（以下「燃料体等」と総称する。）を取り扱う能力を有するものであること。		
		－	2	燃料体等が臨界に達するおそれがないこと。		
		－	3	燃料体等の崩壊熱を安全に除去することにより燃料体等が溶融しないものであること。		
		－	4	取扱中に燃料体等が破損するおそれがないものであること。		
		－	5	燃料体等を封入する容器は、取扱中における衝撃及び熱に耐え、かつ、容易に破損しないものであること。		
		－	6	前号の容器は、燃料体等を封入した場合に、その表面及び表面から一メートルの距離における線量当量率がそれぞれ原子力規制委員会の定める線量当量率を超えないものであること。ただし、管理区域内においてのみ使用されるものについては、この限りでない。		
		－	7	燃料体等の取扱中に燃料体等を取り扱うための動力の供給が停止した場合に、燃料体等を保持する構造を有する機器により燃料体等の落下を防止できること。		
		－	8	次に掲げるところにより燃料取扱場所の放射線量及び温度を測定できる設備を備えるものであること。		

条	項目	項	号	要求事項	適合性説明の必要の有無	適合性の説明
				イ　燃料取扱場所の放射線量の異常を検知し、及び警報を発することができるものであること。 ロ　崩壊熱を除去する機能の喪失を検知する必要がある場合には、燃料取扱場所の温度の異常を検知し及び警報を発することができるものであること。		
第26条	核燃料物質貯蔵設備	1	－	核燃料物質貯蔵設備は、次に掲げるところにより設置されたものでなければならない。	無	本申請の対象設備は、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	1	燃料体等が臨界に達するおそれがないこと。		
		1	2	燃料体等を貯蔵することができる容量を有すること。		
		1	3	次に掲げるところにより燃料取扱場所の放射線量及び温度を測定できる設備を備えるものであること。 イ　燃料取扱場所の放射線量の異常を検知し及び警報を発することができるものであること。 ロ　崩壊熱を除去する機能の喪失を検知する必要がある場合には、燃料取扱場所の温度の異常を検知し及び警報を発することができるものであること。		
		2	－	使用済燃料その他高放射性の燃料体を貯蔵する核燃料物質貯蔵設備は、前項に定めるところによるほか、次に掲げるところにより設置されていなければならない。		
		2	1	使用済燃料その他高放射性の燃料体の被覆が著しく腐食することを防止し得るものであること。		
		2	2	使用済燃料その他高放射性の燃料体からの放射線に対して適切な遮蔽能力を有するものであること。		
		2	3	使用済燃料その他高放射性の燃料体の崩壊熱を安全に除去し得るものであること。		
		2	4	使用済燃料その他高放射性の燃料体を液体中で貯蔵する場合は、前号に掲げるところによるほか、次に掲げるところによること。 イ　液体があふれ、又は漏えいするおそれがないものであること。 ロ　液位を測定でき、かつ、液体の漏えいその他の異常を適切に検知し得るものであること。		
第27条	一次冷却材処理装置	－	－	試験研究用等原子炉施設は、放射性物質を含む一次冷却材（次条第一項第四号に掲げる設備から排出される放射性物質を含む流体を含む。）を通常運転時において系統外に排出する場合は、これを安全に廃棄し得るように設置されたものでなければならない。	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	－	－	試験研究用等原子炉施設には、次に掲げる設備が設けられていなければならない。ただし、試験研究用等原子炉の安全を確保する上で支障がない場合にあっては、この限りでない。	無	ＳＴＡＣＹ施設は、冷却設備等を有しないため、該当しない。

条	項目	項	号	要求事項	適合性説明の必要の有無	適合性の説明
		－	1	原子炉容器内において発生した熱を除去することができる容量の冷却材その他の流体を循環させる設備		
		－	2	液体の一次冷却材を用いる試験研究用等原子炉にあっては、運転時における原子炉容器内の液位を自動的に調整する設備		
		－	3	密閉容器型原子炉（燃料体及び一次冷却材が容器（原子炉格納施設を除く。）内に密閉されている試験研究用等原子炉をいう。）にあっては、原子炉容器内の圧力を自動的に調整する設備		
		－	4	一次冷却材に含まれる放射性物質及び不純物の濃度を試験研究用等原子炉の安全に支障を及ぼさない値以下に保つ設備		
		－	5	試験研究用等原子炉停止時における原子炉容器内の残留熱を除去する設備		
		－	6	試験研究用等原子炉施設の損壊又は故障その他の異常が発生したときに想定される最も厳しい条件の下において原子炉容器内において発生した熱を除去できる非常用冷却設備		
		－	7	前二号の設備により除去された熱を最終ヒートシンクへ輸送することができる設備		
		2	－	前項の設備は、冷却材の循環その他の要因により生ずる振動により損傷を受けることがないように設置されたものでなければならない。		
		3	－	試験研究用等原子炉施設には、一次冷却系統設備からの一次冷却材の漏えいを検出する装置が設けられていなければならない。		
第29条	液位の保持等	1	－	液体の一次冷却材を用いる試験研究用等原子炉施設にあっては、一次冷却材の流出を伴う異常が発生した場合において原子炉容器内の液位の過度の低下を防止し、炉心全体を冷却材中に保持する機能を有する設備は、試験研究用等原子炉施設の損壊又は故障その他の異常に伴う温度の変化による荷重の増加その他の当該設備に加わる負荷に耐えるものでなければならない。	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		試験研究用等原子炉施設のうち、冠水維持設備を設けるものにあっては、前項に定めるところによるほか、原子炉容器内の設計水位を確保できるものでなければならない。		
第30条	計測設備	1	－	試験研究用等原子炉施設には、次に掲げる事項を計測する設備が設けられていなければならない。この場合において、当該事項を直接計測することが困難な場合は、これを間接的に計測する設備をもって代えることができる。	無	本申請の対象設備は、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	1	熱出力及び炉心における中性子束密度		
		1	2	炉周期		
		1	3	制御棒（固体の制御材をいう。以下同じ。）の位置		
		1	4	一次冷却材に関する次の事項		

条	項目	項	号	要求事項	適合性説明の必要の有無	適合性の説明
				イ　含有する放射性物質及び不純物の濃度 ロ　原子炉容器内における温度、圧力、流量及び液位		
		2	—	試験研究用等原子炉施設には、設計基準事故が発生した場合の状況を把握し及び対策を講ずるために必要な試験研究用等原子炉の停止後の温度、液位その他の試験研究用等原子炉施設の状態を示す事項（以下「パラメータ」という。）を、設計基準事故時に想定される環境下において、十分な測定範囲及び期間にわたり監視し及び記録することができる設備が設けられていなければならない。		
第31条	放射線管理施設	—	—	工場等には、次に掲げる事項を計測する放射線管理施設が設けられていなければならない。この場合において、当該事項を直接計測することが困難な場合は、これを間接的に計測する施設をもって代えることができる。	無	本申請の対象設備は、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。
		—	1	放射性廃棄物の排気口又はこれに近接する箇所における排気中の放射性物質の濃度		
		—	2	放射性廃棄物の排水口又はこれに近接する箇所における排水中の放射性物質の濃度		
		—	3	管理区域における外部放射線に係る原子力規制委員会の定める線量当量及び空気中の放射性物質の濃度		
第32条	安全保護回路	—	—	試験研究用等原子炉施設には、次に掲げるところにより安全保護回路が設けられていなければならない。	無	本申請の対象設備は、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。
		—	1	運転時の異常な過渡変化が発生する場合又は地震の発生により試験研究用等原子炉の運転に支障が生ずる場合において、原子炉停止系統その他系統と併せて機能することにより、燃料の許容設計限界を超えないようにできるものであること。		
		—	2	試験研究用等原子炉施設の損壊又は故障その他の異常により多量の放射性物質が漏えいするおそれがある場合において、これを抑制し又は防止するための設備を速やかに作動させる必要があるときは、当該設備の作動を速やかに、かつ、自動的に開始させるものであること。		
		—	3	安全保護回路を構成する機械若しくは器具又はチャンネルは、単一故障が起きた場合又は使用状態からの単一の取り外しを行った場合において、安全保護機能を失わないよう、多重性又は多様性を確保するものであること。		
		—	4	安全保護回路を構成するチャンネルは、それぞれ互いに分離し、それぞれのチャンネル間において安全保護機能を失わないように独立性を確保するものであること。		
		—	5	駆動源の喪失、系統の遮断その他の試験研究用等原子炉の運転に重要な影響を及ぼす事象が発生した場合においても、試験研究用等原子炉		

条	項目	項	号	要求事項	適合性説明の必要の有無	適合性の説明
				施設への影響が緩和される状態に移行し、又は当該事象が進展しない状態を維持することにより、試験研究用等原子炉施設の安全上支障がない状態を維持できるものであること。		
		－	6	不正アクセス行為その他の電子計算機に使用目的に沿うべき動作をさせず、又は使用目的に反する動作をさせる行為による被害を防止するために必要な措置が講じられているものであること。		
		－	7	計測制御系統施設の一部を安全保護回路と共用する場合において、その安全保護機能を失わないよう、計測制御系統施設から機能的に分離されたものであること。		
		－	8	試験研究用等原子炉の安全を確保する上で必要な場合には、運転条件に応じてその作動設定値を変更できるものであること。		
第33条	反応度制御系統及び原子炉停止系統	1	－	試験研究用等原子炉施設には、通常運転時において、燃料の許容設計限界を超えることがないように反応度を制御できるよう、次に掲げるところにより反応度制御系統が設けられていなければならない。	無	本申請の対象設備は、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。
		1	1	通常運転時に予想される温度変化、キセノンの濃度変化、実験物（試験炉許可基準規則第十九条第一号に規定する実験物をいう。以下同じ。）の移動その他の要因による反応度変化を制御できるものであること。		
		1	2	制御棒を用いる場合にあっては、次のとおりとすること。 イ　炉心からの飛び出し又は落下を防止するものであること。 ロ　当該制御棒の反応度添加率は、原子炉停止系統の停止能力と併せて、想定される制御棒の異常な引き抜きが発生しても、燃料の許容設計限界を超えないものであること。		
		2	－	試験研究用等原子炉施設には、次に掲げるところにより原子炉停止系統が設けられていなければならない。		
		2	1	制御棒その他の反応度を制御する設備による二以上の独立した系統を有するものであること。ただし、当該系統が制御棒のみから構成される場合であって、次に掲げるときは、この限りでない。 イ　試験研究用等原子炉を未臨界に移行することができ、かつ、未臨界を維持することができる制御棒の数に比し当該系統の能力に十分な余裕があるとき。 ロ　原子炉固有の出力抑制特性が優れているとき。		
		2	2	運転時において、原子炉停止系統のうち少なくとも一つは、燃料の許容設計限界を超えることなく試験研究用等原子炉を未臨界に移行することができ、かつ、少なくとも一つは、低温状態において未臨界を維持できるものであること。		
		2	3	試験研究用等原子炉施設の損壊又は故障その他の異常が発生した場合		

条	項目	項	号	要求事項	適合性説明の必要の有無	適合性の説明
				において、原子炉停止系統のうち少なくとも一つは、速やかに試験研究用等原子炉を未臨界に移行することができ、かつ、少なくとも一つは、低温状態において未臨界を維持できるものであること。		
		2	4	制御棒を用いる場合にあっては、一本の制御棒が固着した場合においても、前二号の機能を有するものであること。		
		3	－	制御材は、運転時における圧力、温度及び放射線について想定される最も厳しい条件の下において、必要な物理的及び化学的性質を保持するものでなければならない。		
		4	－	制御材を駆動する設備は、次に掲げるところによるものでなければならない。		
		4	1	試験研究用等原子炉の特性に適合した速度で制御材を駆動し得るものであること。		
		4	2	制御材を駆動するための動力の供給が停止した場合に、制御材が反応度を増加させる方向に動かないものであること。		
		4	3	制御棒の落下その他の衝撃により燃料体、制御棒その他の設備を損壊することがないものであること。		
		5	－	制御棒の最大反応度価値及び反応度添加率は、想定される反応度投入事象（試験研究用等原子炉に反応度が異常に投入される事象をいう。第六十四条第五項において同じ。）に対して炉心冠水維持バウンダリを破損せず、かつ、炉心の冷却機能を損なうような炉心又は炉心支持構造物の損壊を起こさないものでなければならない。		
		6	－	原子炉停止系統は、反応度制御系統と共用する場合には、反応度制御系統を構成する設備の故障が発生した場合においても通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時に試験研究用等原子炉を未臨界に移行することができ、かつ、低温状態において未臨界を維持できるものでなければならない。		
第34条	原子炉制御室等	1	－	試験研究用等原子炉施設には、原子炉制御室が設けられていなければならない。	無	本申請の対象設備は、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	－	原子炉制御室は、試験研究用等原子炉の運転状態を表示する装置、試験研究用等原子炉の安全を確保するための設備を操作する装置、異常を表示する警報装置その他の試験研究用等原子炉の安全を確保するための主要な装置が集中し、かつ、誤操作することなく適切に運転操作することができるよう設置されたものでなければならない。		
		3	－	原子炉制御室は、従事者が設計基準事故時に容易に避難できる構造でなければならない。		
		4	－	原子炉制御室及びこれに連絡する通路は、試験研究用等原子炉施設の損壊又は故障その他の異常が発生した場合において、試験研究用等原		

条	項目	項	号	要求事項	適合性説明の必要の有無	適合性の説明
				子炉の運転の停止その他の試験研究用等原子炉施設の安全性を確保するための措置をとるため、従事者が支障なく原子炉制御室に入り、かつ、一定期間とどまることができるように、遮蔽設備の設置その他の適切な放射線防護措置が講じられたものでなければならない。		
		5	－	試験研究用等原子炉施設には、火災その他の要因により原子炉制御室が使用できない場合に、原子炉制御室以外の場所から試験研究用等原子炉の運転を停止し、かつ、安全な状態を維持することができる設備が設けられていなければならない。ただし、試験研究用等原子炉の安全を確保する上で支障がない場合にあっては、この限りでない。		
第35条	廃棄物処理設備	1	－	工場等には､次に掲げるところにより放射性廃棄物を廃棄する設備(放射性廃棄物を保管廃棄する設備を除く｡)が設けられていなければならない。	無	本申請の対象設備は、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	1	周辺監視区域の外の空気中及び周辺監視区域の境界における水中の放射性物質の濃度が、それぞれ原子力規制委員会の定める濃度限度を超えないように、試験研究用等原子炉施設において発生する放射性廃棄物を廃棄する能力を有するものであること。		
		1	2	放射性廃棄物以外の廃棄物を廃棄する設備と区別すること。ただし、放射性廃棄物以外の流体状の廃棄物を流体状の放射性廃棄物を廃棄する設備に導く場合において、流体状の放射性廃棄物が放射性廃棄物以外の流体状の廃棄物を取り扱う設備に逆流するおそれがないときは、この限りでない。		
		1	3	放射性廃棄物に含まれる化学薬品の影響その他の要因により著しく腐食するおそれがないものであること。		
		1	4	気体状の放射性廃棄物を廃棄する設備は、排気口以外の箇所において気体状の放射性廃棄物を排出することがないものであること。		
		1	5	気体状の放射性廃棄物を廃棄する設備にろ過装置を設ける場合にあっては、ろ過装置の放射性物質による汚染の除去又はろ過装置の取替えが容易な構造であること。		
		1	6	液体状の放射性廃棄物を廃棄する設備は、排水口以外の箇所において液体状の放射性廃棄物を排出することがないものであること。		
		1	7	固体状の放射性廃棄物を廃棄する設備は、放射性廃棄物を廃棄する過程において放射性物質が散逸し難いものであること。		
		2	－	液体状の放射性廃棄物を廃棄する設備（液体状の放射性廃棄物を保管廃棄する設備を除く。以下この項において同じ。)が設置される施設(液体状の放射性廃棄物の漏えいが拡大するおそれがある部分に限る。)は、次に掲げるところにより設置されていなければならない。		
		2	1	施設内部の床面及び壁面は、液体状の放射性廃棄物が漏えいし難いも		

条	項目	項	号	要求事項	適合性説明の必要の有無	適合性の説明
				のであること。		
		2	2	施設内部の床面は、床面の傾斜又は床面に設けられた溝の傾斜により液体状の放射性廃棄物がその受け口に導かれる構造であり、かつ、液体状の放射性廃棄物を廃棄する設備の周辺部には、液体状の放射性廃棄物の漏えいの拡大を防止するための堰せきが設けられていること。		
		2	3	施設外に通ずる出入口又はその周辺部には、液体状の放射性廃棄物が施設外へ漏えいすることを防止するための堰せきが設けられていること。ただし、施設内部の床面が隣接する施設の床面又は地表面より低い場合であって液体状の放射性廃棄物が施設外へ漏えいするおそれがないときは、この限りでない。		
第36条	保管廃棄設備	1	－	放射性廃棄物を保管廃棄する設備は、次に掲げるところによるものでなければならない。	無	本申請の対象設備は、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	1	通常運転時に発生する放射性廃棄物を保管廃棄する容量を有すること。		
		1	2	放射性廃棄物が漏えいし難い構造であること。		
		1	3	崩壊熱及び放射線の照射により発生する熱に耐え、かつ、放射性廃棄物に含まれる化学薬品の影響その他の要因により著しく腐食するおそれがないこと。		
		2	－	固体状の放射性廃棄物を保管廃棄する設備が設置される施設は、放射性廃棄物による汚染が広がらないように設置されたものでなければならない。		
		3	－	前条第二項の規定は、流体状の放射性廃棄物を保管廃棄する設備が設置されている施設について準用する。		
第37条	原子炉格納施設	－	－	試験研究用等原子炉施設には、次に掲げるところにより、原子炉格納施設が設けられていなければならない。	無	本申請の対象設備は、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。
		－	1	通常運転時に、その内部を負圧状態に維持し得るものであり、かつ、所定の漏えい率を超えることがないものであること。ただし、公衆に放射線障害を及ぼすおそれがない場合にあっては、この限りでない。		
		－	2	設計基準事故時において、公衆に放射線障害を及ぼさないようにするため、原子炉格納施設から放出される放射性物質を低減するものであること。ただし、公衆に放射線障害を及ぼすおそれがない場合にあっては、この限りでない。		
第38条	実験設備等	－	－	試験研究用等原子炉施設に設置される実験設備等（試験炉許可基準規則第二十九条に規定する実験設備等をいう。以下この条において同じ。）は、次に掲げるものでなければならない。	有	**別紙３**に示すとおり。
		－	1	実験設備等の損傷その他の実験設備等の異常が発生した場合においても、試験研究用等原子炉の安全性を損なうおそれがないものであるこ		

条	項目	項	号	要求事項	適合性説明の必要の有無	適合性の説明
				と。		
		―	2	実験物の移動又は状態の変化が生じた場合においても、運転中の試験研究用等原子炉に反応度が異常に投入されないものであること。		
		―	3	放射線又は放射性物質の著しい漏えいのおそれがないものであること。		
		―	4	試験研究用等原子炉施設の健全性を確保するために実験設備等の動作状況、異常の発生状況、周辺の環境の状況その他の試験研究用等原子炉の安全上必要なパラメータを原子炉制御室に表示できるものであること。		
		―	5	実験設備等が設置されている場所は、原子炉制御室と相互に連絡することができる場所であること。		
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	―	―	中出力炉又は高出力炉に係る試験研究用等原子炉施設は、発生頻度が設計基準事故より低い事故であって、当該試験研究用等原子炉施設から多量の放射性物質又は放射線を放出するおそれがあるものが発生した場合において、当該事故の拡大を防止するために必要な措置が講じられたものでなければならない。	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	―	試験研究用等原子炉施設には、外部電源系統からの電気の供給が停止した場合において、試験研究用等原子炉施設の安全を確保し必要な設備の機能を維持するために、内燃機関を原動力とする発電設備又はこれと同等以上の機能を有する非常用電源設備が設けられていなければならない。ただし、試験研究用等原子炉施設の安全を確保する上で支障がない場合にあっては、この限りでない。	無	本申請の対象設備は、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	―	試験研究用等原子炉の安全を確保する上で特に必要な設備は、無停電電源装置又はこれと同等以上の機能を有する設備に接続されているものでなければならない。		
		3	―	試験研究用等原子炉施設には、必要に応じ、全交流動力電源喪失時に試験研究用等原子炉を安全に停止し、又はパラメータを監視する設備の動作に必要な容量を有する蓄電池その他の非常用電源設備が設けられていなければならない。		
第41条	警報装置	―	―	試験研究用等原子炉施設には、その設備の機能の喪失、誤操作その他の要因により試験研究用等原子炉の安全を著しく損なうおそれが生じたとき、第三十一条第一号の放射性物質の濃度若しくは同条第三号の線量当量が著しく上昇したとき又は液体状の放射性廃棄物を廃棄する設備から液体状の放射性廃棄物が著しく漏えいするおそれが生じたときに、これらを確実に検知して速やかに警報する装置が設けられていなければならない。	無	本申請の対象設備は、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	―	工場等には、設計基準事故が発生した場合において工場等内の人に対	無	本申請の対象設備は、ＳＴＡＣＹ施設の通信

条	項目	項	号	要求事項	適合性説明の必要の有無	適合性の説明
				し必要な指示ができるよう、通信連絡設備が設けられていなければならない。		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	－	工場等には、設計基準事故が発生した場合において当該試験研究用等原子炉施設外の通信連絡をする必要がある場所と通信連絡ができるよう、多重性又は多様性を確保した通信回線が設けられていなければならない。		
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	－	－	省略	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	－	－	省略	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	－	－	省略	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	雑則	－	－	－	－	－

本申請のうち、「第２編　Ⅰ．炉心　デブリ模擬炉心（１）」に係る適合性説明

条	項目	項	号	要求事項	適合性説明の必要の有無	適合性の説明
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	－	特別の理由により原子力規制委員会の認可を受けた場合は、この規則の規定によらないで試験研究用等原子炉施設を設置することができる。	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	－	前項の認可を受けようとする者は、その理由及び設置方法を記載した申請書に関係図面を添付して申請しなければならない。		
第4条	廃止措置中の試験研究用等原子炉施設の維持	－	－	法第四十三条の三の二第二項の認可を受けた場合には、当該認可に係る廃止措置計画（同条第三項において準用する法第十二条の六第三項又は第五項の規定による変更の認可又は届出があったときは、その変更後のもの。以下この条において同じ。）で定める性能維持施設（試験炉規則第十六条の五の二第十一号の性能維持施設をいう。）については、この規則の規定にかかわらず、当該認可に係る廃止措置計画に定めるところにより、当該施設を維持しなければならない。	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	－	－	試験研究用等原子炉施設（船舶に設置するものを除く。第六条、第七条及び第八条第一項において同じ。）は、試験炉許可基準規則第三条第一項の地震力が作用した場合においても当該試験研究用等原子炉施設を十分に支持することができる地盤に設置されたものでなければならない。	無	ＳＴＡＣＹ施設の原子炉建家は、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	－	試験研究用等原子炉施設は、これに作用する地震力（試験炉許可基準規則第四条第二項の規定により算定する地震力をいう。）による損壊により公衆に放射線障害を及ぼすことがないものでなければならない。	無	本申請の対象設備は、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）であるため、該当しない。なお、炉心を構成する各機器の耐震性は、それぞれの設工認申請書で適合性を説明している。デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管については、本設工認申請書第１編にて適合性を説明する。
		2	－	耐震重要施設（試験炉許可基準規則第三条第一項に規定する耐震重要施設をいう。以下この条において同じ。）は、その供用中に当該耐震重要施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震による加速度によって作用する地震力（試験炉許可基準規則第四条第三項に規定する地震力をいう。）に対してその安全性が損なわれるおそれがないものでなければならない。	無	ＳＴＡＣＹ施設は、耐震重要施設を有しないため、該当しない。
		3	－	耐震重要施設は、試験炉許可基準規則第四条第三項の地震により生ずる斜面の崩壊によりその安全性が損なわれるおそれがないものでなければならない。		

条	項目	項	号	要求事項	適合性説明の必要の有無	適合性の説明
第7条	津波による損傷の防止	－	－	試験研究用等原子炉施設は、その供用中に当該試験研究用等原子炉施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波（試験炉許可基準規則第五条に規定する津波をいう。）によりその安全性が損なわれるおそれがないものでなければならない。	無	本申請の対象設備を設置する原子炉建家は、ＳＴＡＣＹ施設として考慮すべきL2津波は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。
第8条	外部からの衝撃による損傷の防止	1	－	試験研究用等原子炉施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。）によりその安全性を損なうおそれがある場合において、防護措置、基礎地盤の改良その他の適切な措置が講じられたものでなければならない。	無	本申請の対象設備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	－	試験研究用等原子炉施設は、周辺監視区域に隣接する地域に事業所、鉄道、道路その他の外部からの衝撃が発生するおそれがある要因がある場合において、事業所における火災又は爆発事故、危険物を搭載した車両、船舶又は航空機の事故その他の敷地及び敷地周辺の状況から想定される事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）により試験研究用等原子炉施設の安全性が損なわれないよう、防護措置その他の適切な措置が講じられたものでなければならない。		
		3	－	試験研究用等原子炉を船舶に設置する場合にあっては、原子炉格納容器に近接する船体の部分は、衝突、座礁その他の要因による原子炉格納容器の機能の喪失を防止できる構造でなければならない。	無	ＳＴＡＣＹ施設は、船舶に設置しないため、該当しない。
		4	－	試験研究用等原子炉施設は、航空機の墜落により試験研究用等原子炉施設の安全性を損なうおそれがある場合において、防護措置その他の適切な措置が講じられたものでなければならない。	無	ＳＴＡＣＹ施設の原子炉建家は、航空機の落下確率が防護設計の要否を判断する基準（10^{-7}/年）を下回るため、防護措置その他の適切な措置は不要であることを設置（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。
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	－	－	試験研究用等原子炉を設置する工場又は事業所（以下「工場等」という。）は、試験研究用等原子炉施設への人の不法な侵入、試験研究用等原子炉施設に不正に爆発性又は易燃性を有する物件その他人に危害を与え又は他の物件を損傷するおそれがある物件が持ち込まれること及び不正アクセス行為（不正アクセス行為の禁止等に関する法律（平成十一年法律第百二十八号）第二条第四項に規定する不正アクセス行為をいう。第三十二条第六号において同じ。）を防止するため、適切な措置が講じられたものでなければならない。	無	本申請の対象設備（炉心）は、ＳＴＡＣＹ施設の人の不法な侵入、不正アクセス行為を防止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	－	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	有	**別紙４**に示すとおり。

条	項目	項	号	要求事項	適合性説明の必要の有無	適合性の説明
				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。ただし、試験炉許可基準規則第十五条第一項ただし書の規定の適用を受ける臨界実験装置に係る試験研究用等原子炉施設にあっては、試験研究用等原子炉固有の出力抑制特性を有することを要しない。		
		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。	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	－	－	試験研究用等原子炉施設は、原子炉容器その他の試験研究用等原子炉の安全を確保する上で必要な設備の機能の確認をするための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できるものでなければならない。	無	本申請の対象設備は、炉心であるため、該当しない。なお、デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管の機器については、本設工認申請書第１編にて適合性を説明する。
第12条	材料及び構造	1	－	試験研究用等原子炉施設に属する容器、管、弁及びポンプ並びにこれらを支持する構造物並びに炉心支持構造物のうち、試験研究用等原子炉施設の安全性を確保する上で重要なもの（以下この項において「容器等」という。）の材料及び構造は、次に掲げるところによらなければならない。この場合において、第一号（容器等の材料に係る部分に限る。）及び第二号の規定については、法第二十八条第二項に規定する使用前事業者検査の確認を行うまでの間適用する。	無	本申請の対象設備は、炉心であるため、該当しない。
		1	1	容器等がその設計上要求される強度及び耐食性を確保できるものであること。		
		1	2	容器等の主要な耐圧部の溶接部（溶接金属部及び熱影響部をいう。以下この号において同じ。）は、次に掲げるところによるものであること。 イ　不連続で特異な形状でないものであること。 ロ　溶接による割れが生ずるおそれがなく、かつ、健全な溶接部の確保に有害な溶込み不良その他の欠陥がないことを非破壊試験により確認したものであること。 ハ　適切な強度を有するものであること。 ニ　機械試験その他の評価方法により適切な溶接施工法及び溶接設備並びに適切な技能を有する溶接士であることをあらかじめ確認したものにより溶接したものであること。		
		2	－	試験研究用等原子炉施設に属する機器は、その安全機能の重要度に応じて、適切な耐圧試験又は漏えい試験を行ったとき、これに耐え、かつ、著しい漏えいがないものでなければならない。		
		3	－	試験研究用等原子炉施設に属する容器であって、その材料が中性子照射を受けることにより著しく劣化するおそれがあるものの内部は、監視試験片を備えたものでなければならない。		
第13条	安全弁等	－	－	試験研究用等原子炉施設には、その安全機能の重要度に応じて、機器	無	本申請の対象設備（炉心）は、安全弁等を有

条	項目	項	号	要求事項	適合性説明の必要の有無	適合性の説明
				に作用する圧力の過度の上昇を適切に防止する性能を有する安全弁、逃がし弁、破壊板又は真空破壊弁（第十五条第二項において「安全弁等」という。）が必要な箇所に設けられていなければならない。		しないため、該当しない。
第14条	逆止め弁	－	－	放射性物質を含む一次冷却材その他の流体を内包する容器若しくは管又は放射性廃棄物を廃棄する設備（排気筒並びに第十七条及び第三十六条（第五十二条、第五十九条及び第七十条において準用する場合を含む。）に規定するものを除く。）へ放射性物質を含まない流体を導く管には、逆止め弁が設けられていなければならない。ただし、放射性物質を含む流体が放射性物質を含まない流体を導く管に逆流するおそれがない場合は、この限りでない。	無	本申請の対象設備（炉心）は、逆止弁を有しないため、該当しない。
第15条	放射性物質による汚染の防止	1	－	試験研究用等原子炉施設は、通常運転時において機器から放射性物質を含む流体が漏えいする場合において、これを安全に廃棄し得るように設置されたものでなければならない。	無	本申請の対象設備は、炉心であるため、該当しない。
		2	－	試験研究用等原子炉施設は、安全弁等から排出される流体が放射性物質を含む場合において、これを安全に廃棄し得るように設置されたものでなければならない。	無	本申請の対象設備（炉心）は、安全弁等を有しないため、該当しない。
		3	－	試験研究用等原子炉施設は、工場等の外に排水を排出する排水路（湧水に係るものであって、放射性物質により汚染するおそれがある管理区域内に開口部がないものを除く。以下この項において同じ。）の上に、当該施設の放射性物質により汚染するおそれがある管理区域内の床面がないものでなければならない。ただし、液体状の放射性廃棄物を廃棄する設備が設置される施設（液体状の放射性廃棄物の漏えいが拡大するおそれがある部分に限る。）以外の施設であって当該施設の放射性物質により汚染するおそれがある管理区域内に当該排水路の開口部がない場合並びに当該排水路に放射性物質を含む排水を安全に廃棄する設備及び第三十一条第二号に掲げる事項を計測する設備が設置されている場合は、この限りでない。	無	本申請の対象設備は、炉心であるため、該当しない。
		4	－	試験研究用等原子炉施設のうち、人が頻繁に出入りする建物又は船舶の内部の壁、床その他の部分であって、放射性物質により汚染されるおそれがあり、かつ、人が触れるおそれがあるものの表面は、放射性物質による汚染を除去しやすいものでなければならない。	無	本申請の対象設備（炉心）は、ＳＴＡＣＹ施設の内部の壁、床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。
第16条	遮蔽等	1	－	試験研究用等原子炉施設は、通常運転時において当該試験研究用等原子炉施設からの直接線及びスカイシャイン線による工場等周辺の空間線量率が原子力規制委員会の定める線量限度を十分下回るように設置されたものでなければならない。	無	本申請の対象設備（炉心）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	－	工場等（原子力船を含む。）内における外部放射線による放射線障害を防止する必要がある場所には、次に掲げるところにより遮蔽設備が設		

条	項目	項	号	要求事項	適合性説明の必要の有無	適合性の説明
				けられていなければならない。		
		2	1	放射線障害を防止するために必要な遮蔽能力を有するものであること。		
		2	2	開口部又は配管その他の貫通部がある場合であって放射線障害を防止するために必要がある場合は、放射線の漏えいを防止するための措置が講じられていること。		
		2	3	自重、熱応力その他の荷重に耐えるものであること。		
第17条	換気設備	－	－	試験研究用等原子炉施設内の放射性物質により汚染された空気による放射線障害を防止する必要がある場所には、次に掲げるところにより換気設備が設けられていなければならない。	無	本申請の対象設備（炉心）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。
		－	1	放射線障害を防止するために必要な換気能力を有するものであること。		
		－	2	放射性物質により汚染された空気が漏えい及び逆流のし難い構造であるものであること。		
		－	3	ろ過装置を有する場合にあっては、ろ過装置の放射性物質による汚染の除去又はろ過装置の取替えが容易な構造であること。		
		－	4	吸気口は、放射性物質により汚染された空気を吸入し難いように設置されたものであること。		
第18条	適用	－	－	－	－	－
第19条	溢水による損傷の防止	1	－	試験研究用等原子炉施設は、当該試験研究用等原子炉施設内における溢水の発生によりその安全性を損なうおそれがある場合は、防護措置その他の適切な措置が講じられたものでなければならない。	無	ＳＴＡＣＹ施設（炉心）は、溢水防護対象設備を有しないため、該当しない。
		2	－	試験研究用等原子炉施設は、当該試験研究用等原子炉施設内の放射性物質を含む液体を内包する容器又は配管の破損により当該容器又は配管から放射性物質を含む液体があふれ出るおそれがある場合は、当該液体が管理区域外へ漏えいすることを防止するために必要な措置が講じられたものでなければならない。	無	本申請の対象設備（炉心）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	－	－	試験研究用等原子炉施設には、次に掲げる設備が設けられていなければならない。	無	本申請の対象設備（炉心）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。
		－	1	その位置を明確かつ恒久的に表示することにより容易に識別できる安全避難通路		
		－	2	照明用の電源が喪失した場合においても機能を損なわない避難用の照明		
		－	3	設計基準事故が発生した場合に用いる照明（前号の避難用の照明を除く。）及びその専用の電源		
第21条	安全設備	－	－	安全設備は、次に掲げるところにより設置されたものでなければならない。	無	本申請の対象設備（炉心）は、ＳＴＡＣＹ施設の安全設備に関する設計に影響を与えるも

条	項目	項	号	要求事項	適合性説明の必要の有無	適合性の説明
		―	1	第二条第二項第二十八号ロに掲げる安全設備は、二以上の原子力施設において共用し、又は相互に接続するものであってはならない。ただし、試験研究用等原子炉の安全を確保する上で支障がない場合にあっては、この限りでない。		のではないため、該当しない。
		―	2	第二条第二項第二十八号ロに掲げる安全設備は、当該安全設備を構成する機械又は器具の単一故障（試験炉許可基準規則第十二条第二項に規定する単一故障をいう。第三十二条第三号において同じ。）が発生した場合であって、外部電源が利用できない場合においても機能できるよう、当該系統を構成する機械又は器具の機能、構造及び動作原理を考慮して、多重性又は多様性を確保し、及び独立性を確保するものであること。ただし、原子炉格納容器その他多重性、多様性及び独立性を有することなく試験研究用等原子炉の安全を確保する機能を維持し得る設備にあっては、この限りでない。		
		―	3	安全設備は、設計基準事故時及び設計基準事故に至るまでの間に想定される全ての環境条件において、その機能を発揮することができるものであること。		
		―	4	火災により損傷を受けるおそれがある場合においては、次に掲げるところによること。 イ　火災の発生を防止するために可能な限り不燃性又は難燃性の材料を使用すること。 ロ　必要に応じて火災の発生を感知する設備及び消火を行う設備が設けられていること。 ハ　火災の影響を軽減するため、必要に応じて、防火壁の設置その他の適切な防火措置を講ずること。		
		―	5	前号ロの消火を行う設備は、破損、誤作動又は誤操作が起きた場合においても試験研究用等原子炉を安全に停止させるための機能を損なわないものであること。		
		―	6	蒸気タービン、ポンプその他の機器又は配管の損壊に伴う飛散物により損傷を受け、試験研究用等原子炉施設の安全性を損なうおそれがある場合には、防護施設の設置その他の適切な損傷防止措置が講じられていること。		
第22条	炉心等	1	―	燃料体、減速材及び反射材並びに炉心支持構造物の材料は、運転時における圧力、温度及び放射線につき想定される最も厳しい条件の下において、必要な物理的及び化学的性質を保持するものでなければならない。	無	本申請の対象設備（炉心）は、燃料体、減速材及び反射材並びに炉心支持構造物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	―	燃料体、減速材及び反射材並びに炉心支持構造物は、最高使用圧力、自重、附加荷重その他の燃料体、減速材及び反射材並びに炉心支持構		

条	項目	項	号	要求事項	適合性説明の必要の有無	適合性の説明
				造物に加わる負荷に耐えられるものでなければならない。		
		3	－	燃料体、減速材及び反射材並びに炉心支持構造物は、冷却材の循環その他の要因により生ずる振動により損傷を受けることがないように設置されたものでなければならない。		
第23条	熱遮蔽材	－	－	試験研究用等原子炉施設には、原子炉容器の材料が中性子照射を受けることにより著しく劣化するおそれがある場合において、これを防止するため、次に掲げるところにより熱遮蔽材が設けられていなければならない。	無	ＳＴＡＣＹ施設は､熱遮蔽材を有しないため、該当しない。
		－	1	熱応力による変形により試験研究用等原子炉の安全に支障を及ぼすおそれがないこと。		
		－	2	冷却材の循環その他の要因により生ずる振動により損傷を受けることがないこと。		
第24条	一次冷却材	－	－	一次冷却材は、運転時における圧力、温度及び放射線について想定される最も厳しい条件の下において、必要な物理的及び化学的性質を保持するものでなければならない。	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	－	－	核燃料物質取扱設備は、次に掲げるところにより設置されていなければならない。	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。
		－	1	通常運転時において取り扱う必要がある燃料体又は使用済燃料（以下「燃料体等」と総称する。）を取り扱う能力を有するものであること。		
		－	2	燃料体等が臨界に達するおそれがないこと。		
		－	3	燃料体等の崩壊熱を安全に除去することにより燃料体等が溶融しないものであること。		
		－	4	取扱中に燃料体等が破損するおそれがないものであること。		
		－	5	燃料体等を封入する容器は、取扱中における衝撃及び熱に耐え、かつ、容易に破損しないものであること。		
		－	6	前号の容器は、燃料体等を封入した場合に、その表面及び表面から一メートルの距離における線量当量率がそれぞれ原子力規制委員会の定める線量当量率を超えないものであること。ただし、管理区域内においてのみ使用されるものについては、この限りでない。		
		－	7	燃料体等の取扱中に燃料体等を取り扱うための動力の供給が停止した場合に、燃料体等を保持する構造を有する機器により燃料体等の落下を防止できること。		
		－	8	次に掲げるところにより燃料取扱場所の放射線量及び温度を測定できる設備を備えるものであること。 イ　燃料取扱場所の放射線量の異常を検知し、及び警報を発することができるものであること。 ロ　崩壊熱を除去する機能の喪失を検知する必要がある場合には、		

条	項目	項	号	要求事項	適合性説明の必要の有無	適合性の説明
				燃料取扱場所の温度の異常を検知し及び警報を発することができるものであること。		
第26条	核燃料物質貯蔵設備	1	－	核燃料物質貯蔵設備は、次に掲げるところにより設置されたものでなければならない。	無	本申請の対象設備（炉心）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	1	燃料体等が臨界に達するおそれがないこと。		
		1	2	燃料体等を貯蔵することができる容量を有すること。		
		1	3	次に掲げるところにより燃料取扱場所の放射線量及び温度を測定できる設備を備えるものであること。 イ　燃料取扱場所の放射線量の異常を検知し及び警報を発することができるものであること。 ロ　崩壊熱を除去する機能の喪失を検知する必要がある場合には、燃料取扱場所の温度の異常を検知し及び警報を発することができるものであること。		
		2	－	使用済燃料その他高放射性の燃料体を貯蔵する核燃料物質貯蔵設備は、前項に定めるところによるほか、次に掲げるところにより設置されていなければならない。		
		2	1	使用済燃料その他高放射性の燃料体の被覆が著しく腐食することを防止し得るものであること。		
		2	2	使用済燃料その他高放射性の燃料体からの放射線に対して適切な遮蔽能力を有するものであること。		
		2	3	使用済燃料その他高放射性の燃料体の崩壊熱を安全に除去し得るものであること。		
		2	4	使用済燃料その他高放射性の燃料体を液体中で貯蔵する場合は、前号に掲げるところによるほか、次に掲げるところによること。 イ　液体があふれ、又は漏えいするおそれがないものであること。 ロ　液位を測定でき、かつ、液体の漏えいその他の異常を適切に検知し得るものであること。		
第27条	一次冷却材処理装置	－	－	試験研究用等原子炉施設は、放射性物質を含む一次冷却材（次条第一項第四号に掲げる設備から排出される放射性物質を含む流体を含む。）を通常運転時において系統外に排出する場合は、これを安全に廃棄し得るように設置されたものでなければならない。	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	－	－	試験研究用等原子炉施設には、次に掲げる設備が設けられていなければならない。ただし、試験研究用等原子炉の安全を確保する上で支障がない場合にあっては、この限りでない。	無	ＳＴＡＣＹ施設は、冷却設備等を有しないため、該当しない。
		－	1	原子炉容器内において発生した熱を除去することができる容量の冷却材その他の流体を循環させる設備		
		－	2	液体の一次冷却材を用いる試験研究用等原子炉にあっては、運転時に		

条	項目	項	号	要求事項	適合性説明の必要の有無	適合性の説明
				おける原子炉容器内の液位を自動的に調整する設備		
		―	3	密閉容器型原子炉（燃料体及び一次冷却材が容器（原子炉格納施設を除く。）内に密閉されている試験研究用等原子炉をいう。）にあっては、原子炉容器内の圧力を自動的に調整する設備		
		―	4	一次冷却材に含まれる放射性物質及び不純物の濃度を試験研究用等原子炉の安全に支障を及ぼさない値以下に保つ設備		
		―	5	試験研究用等原子炉停止時における原子炉容器内の残留熱を除去する設備		
		―	6	試験研究用等原子炉施設の損壊又は故障その他の異常が発生したときに想定される最も厳しい条件の下において原子炉容器内において発生した熱を除去できる非常用冷却設備		
		―	7	前二号の設備により除去された熱を最終ヒートシンクへ輸送することができる設備		
		2	―	前項の設備は、冷却材の循環その他の要因により生ずる振動により損傷を受けることがないように設置されたものでなければならない。		
		3	―	試験研究用等原子炉施設には、一次冷却系統設備からの一次冷却材の漏えいを検出する装置が設けられていなければならない。		
第29条	液位の保持等	1	―	液体の一次冷却材を用いる試験研究用等原子炉施設にあっては、一次冷却材の流出を伴う異常が発生した場合において原子炉容器内の液位の過度の低下を防止し、炉心全体を冷却材中に保持する機能を有する設備は、試験研究用等原子炉施設の損壊又は故障その他の異常に伴う温度の変化による荷重の増加その他の当該設備に加わる負荷に耐えるものでなければならない。	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		試験研究用等原子炉施設のうち、冠水維持設備を設けるものにあっては、前項に定めるところによるほか、原子炉容器内の設計水位を確保できるものでなければならない。		
第30条	計測設備	1	―	試験研究用等原子炉施設には、次に掲げる事項を計測する設備が設けられていなければならない。この場合において、当該事項を直接計測することが困難な場合は、これを間接的に計測する設備をもって代えることができる。	無	本申請の対象設備（炉心）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	1	熱出力及び炉心における中性子束密度		
		1	2	炉周期		
		1	3	制御棒（固体の制御材をいう。以下同じ。）の位置		
		1	4	一次冷却材に関する次の事項 イ　含有する放射性物質及び不純物の濃度 ロ　原子炉容器内における温度、圧力、流量及び液位		
		2	―	試験研究用等原子炉施設には、設計基準事故が発生した場合の状況を		

条	項目	項	号	要求事項	適合性説明の必要の有無	適合性の説明
				把握し及び対策を講ずるために必要な試験研究用等原子炉の停止後の温度、液位その他の試験研究用等原子炉施設の状態を示す事項（以下「パラメータ」という。）を、設計基準事故時に想定される環境下において、十分な測定範囲及び期間にわたり監視し及び記録することができる設備が設けられていなければならない。		
第31条	放射線管理施設	－	－	工場等には、次に掲げる事項を計測する放射線管理施設が設けられていなければならない。この場合において、当該事項を直接計測することが困難な場合は、これを間接的に計測する施設をもって代えることができる。	無	本申請の対象設備（炉心）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。
		－	1	放射性廃棄物の排気口又はこれに近接する箇所における排気中の放射性物質の濃度		
		－	2	放射性廃棄物の排水口又はこれに近接する箇所における排水中の放射性物質の濃度		
		－	3	管理区域における外部放射線に係る原子力規制委員会の定める線量当量及び空気中の放射性物質の濃度		
第32条	安全保護回路	－	－	試験研究用等原子炉施設には、次に掲げるところにより安全保護回路が設けられていなければならない。	無	本申請の対象設備（炉心）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。
		－	1	運転時の異常な過渡変化が発生する場合又は地震の発生により試験研究用等原子炉の運転に支障が生ずる場合において、原子炉停止系統その他系統と併せて機能することにより、燃料の許容設計限界を超えないようにできるものであること。		
		－	2	試験研究用等原子炉施設の損壊又は故障その他の異常により多量の放射性物質が漏えいするおそれがある場合において、これを抑制し又は防止するための設備を速やかに作動させる必要があるときは、当該設備の作動を速やかに、かつ、自動的に開始させるものであること。		
		－	3	安全保護回路を構成する機械若しくは器具又はチャンネルは、単一故障が起きた場合又は使用状態からの単一の取り外しを行った場合において、安全保護機能を失わないよう、多重性又は多様性を確保するものであること。		
		－	4	安全保護回路を構成するチャンネルは、それぞれ互いに分離し、それぞれのチャンネル間において安全保護機能を失わないように独立性を確保するものであること。		
		－	5	駆動源の喪失、系統の遮断その他の試験研究用等原子炉の運転に重要な影響を及ぼす事象が発生した場合においても、試験研究用等原子炉施設への影響が緩和される状態に移行し、又は当該事象が進展しない状態を維持することにより、試験研究用等原子炉施設の安全上支障がない状態を維持できるものであること。		

条	項目	項	号	要求事項	適合性説明の必要の有無	適合性の説明
		－	6	不正アクセス行為その他の電子計算機に使用目的に沿うべき動作をさせず、又は使用目的に反する動作をさせる行為による被害を防止するために必要な措置が講じられているものであること。		
		－	7	計測制御系統施設の一部を安全保護回路と共用する場合において、その安全保護機能を失わないよう、計測制御系統施設から機能的に分離されたものであること。		
		－	8	試験研究用等原子炉の安全を確保する上で必要な場合には、運転条件に応じてその作動設定値を変更できるものであること。		
第33条	反応度制御系統及び原子炉停止系統	1	－	試験研究用等原子炉施設には、通常運転時において、燃料の許容設計限界を超えることがないように反応度を制御できるよう、次に掲げるところにより反応度制御系統が設けられていなければならない。	無	本申請の対象設備（炉心）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	1	通常運転時に予想される温度変化、キセノンの濃度変化、実験物（試験炉許可基準規則第十九条第一号に規定する実験物をいう。以下同じ。）の移動その他の要因による反応度変化を制御できるものであること。		
		1	2	制御棒を用いる場合にあっては、次のとおりとすること。 イ　炉心からの飛び出し又は落下を防止するものであること。 ロ　当該制御棒の反応度添加率は、原子炉停止系統の停止能力と併せて、想定される制御棒の異常な引き抜きが発生しても、燃料の許容設計限界を超えないものであること。		
		2	－	試験研究用等原子炉施設には、次に掲げるところにより原子炉停止系統が設けられていなければならない。		
		2	1	制御棒その他の反応度を制御する設備による二以上の独立した系統を有するものであること。ただし、当該系統が制御棒のみから構成される場合であって、次に掲げるときは、この限りでない。 イ　試験研究用等原子炉を未臨界に移行することができ、かつ、未臨界を維持することができる制御棒の数に比し当該系統の能力に十分な余裕があるとき。 ロ　原子炉固有の出力抑制特性が優れているとき。		
		2	2	運転時において、原子炉停止系統のうち少なくとも一つは、燃料の許容設計限界を超えることなく試験研究用等原子炉を未臨界に移行することができ、かつ、少なくとも一つは、低温状態において未臨界を維持できるものであること。		
		2	3	試験研究用等原子炉施設の損壊又は故障その他の異常が発生した場合において、原子炉停止系統のうち少なくとも一つは、速やかに試験研究用等原子炉を未臨界に移行することができ、かつ、少なくとも一つは、低温状態において未臨界を維持できるものであること。		

条	項目	項	号	要求事項	適合性説明の必要の有無	適合性の説明
		2	4	制御棒を用いる場合にあっては、一本の制御棒が固着した場合においても、前二号の機能を有するものであること。		
		3	－	制御材は、運転時における圧力、温度及び放射線について想定される最も厳しい条件の下において、必要な物理的及び化学的性質を保持するものでなければならない。		
		4	－	制御材を駆動する設備は、次に掲げるところによるものでなければならない。		
		4	1	試験研究用等原子炉の特性に適合した速度で制御材を駆動し得るものであること。		
		4	2	制御材を駆動するための動力の供給が停止した場合に、制御材が反応度を増加させる方向に動かないものであること。		
		4	3	制御棒の落下その他の衝撃により燃料体、制御棒その他の設備を損壊することがないものであること。		
		5	－	制御棒の最大反応度価値及び反応度添加率は、想定される反応度投入事象（試験研究用等原子炉に反応度が異常に投入される事象をいう。第六十四条第五項において同じ。）に対して炉心冠水維持バウンダリを破損せず、かつ、炉心の冷却機能を損なうような炉心又は炉心支持構造物の損壊を起こさないものでなければならない。		
		6	－	原子炉停止系統は、反応度制御系統と共用する場合には、反応度制御系統を構成する設備の故障が発生した場合においても通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時に試験研究用等原子炉を未臨界に移行することができ、かつ、低温状態において未臨界を維持できるものでなければならない。		
第34条	原子炉制御室等	1	－	試験研究用等原子炉施設には、原子炉制御室が設けられていなければならない。	無	本申請の対象設備（炉心）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	－	原子炉制御室は、試験研究用等原子炉の運転状態を表示する装置、試験研究用等原子炉の安全を確保するための設備を操作する装置、異常を表示する警報装置その他の試験研究用等原子炉の安全を確保するための主要な装置が集中し、かつ、誤操作することなく適切に運転操作することができるよう設置されたものでなければならない。		
		3	－	原子炉制御室は、従事者が設計基準事故時に容易に避難できる構造でなければならない。		
		4	－	原子炉制御室及びこれに連絡する通路は、試験研究用等原子炉施設の損壊又は故障その他の異常が発生した場合において、試験研究用等原子炉の運転の停止その他の試験研究用等原子炉施設の安全性を確保するための措置をとるため、従事者が支障なく原子炉制御室に入り、かつ、一定期間とどまることができるように、遮蔽設備の設置その他の		

条	項目	項	号	要求事項	適合性説明の必要の有無	適合性の説明
				適切な放射線防護措置が講じられたものでなければならない。		
		5	－	試験研究用等原子炉施設には、火災その他の要因により原子炉制御室が使用できない場合に、原子炉制御室以外の場所から試験研究用等原子炉の運転を停止し、かつ、安全な状態を維持することができる設備が設けられていなければならない。ただし、試験研究用等原子炉の安全を確保する上で支障がない場合にあっては、この限りでない。		
第35条	廃棄物処理設備	1	－	工場等には、次に掲げるところにより放射性廃棄物を廃棄する設備（放射性廃棄物を保管廃棄する設備を除く。）が設けられていなければならない。	無	本申請の対象設備（炉心）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	1	周辺監視区域の外の空気中及び周辺監視区域の境界における水中の放射性物質の濃度が、それぞれ原子力規制委員会の定める濃度限度を超えないように、試験研究用等原子炉施設において発生する放射性廃棄物を廃棄する能力を有するものであること。		
		1	2	放射性廃棄物以外の廃棄物を廃棄する設備と区別すること。ただし、放射性廃棄物以外の流体状の廃棄物を流体状の放射性廃棄物を廃棄する設備に導く場合において、流体状の放射性廃棄物が放射性廃棄物以外の流体状の廃棄物を取り扱う設備に逆流するおそれがないときは、この限りでない。		
		1	3	放射性廃棄物に含まれる化学薬品の影響その他の要因により著しく腐食するおそれがないものであること。		
		1	4	気体状の放射性廃棄物を廃棄する設備は、排気口以外の箇所において気体状の放射性廃棄物を排出することがないものであること。		
		1	5	気体状の放射性廃棄物を廃棄する設備にろ過装置を設ける場合にあっては、ろ過装置の放射性物質による汚染の除去又はろ過装置の取替えが容易な構造であること。		
		1	6	液体状の放射性廃棄物を廃棄する設備は、排水口以外の箇所において液体状の放射性廃棄物を排出することがないものであること。		
		1	7	固体状の放射性廃棄物を廃棄する設備は、放射性廃棄物を廃棄する過程において放射性物質が散逸し難いものであること。		
		2	－	液体状の放射性廃棄物を廃棄する設備（液体状の放射性廃棄物を保管廃棄する設備を除く。以下この項において同じ。）が設置される施設（液体状の放射性廃棄物の漏えいが拡大するおそれがある部分に限る。）は、次に掲げるところにより設置されていなければならない。		
		2	1	施設内部の床面及び壁面は、液体状の放射性廃棄物が漏えいし難いものであること。		
		2	2	施設内部の床面は、床面の傾斜又は床面に設けられた溝の傾斜により液体状の放射性廃棄物がその受け口に導かれる構造であり、かつ、液		

条	項目	項	号	要求事項	適合性説明の必要の有無	適合性の説明
				体状の放射性廃棄物を廃棄する設備の周辺部には、液体状の放射性廃棄物の漏えいの拡大を防止するための堰せきが設けられていること。		
		2	3	施設外に通ずる出入口又はその周辺部には、液体状の放射性廃棄物が施設外へ漏えいすることを防止するための堰せきが設けられていること。ただし、施設内部の床面が隣接する施設の床面又は地表面より低い場合であって液体状の放射性廃棄物が施設外へ漏えいするおそれがないときは、この限りでない。		
第36条	保管廃棄設備	1	－	放射性廃棄物を保管廃棄する設備は、次に掲げるところによるものでなければならない。	無	本申請の対象設備（炉心）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	1	通常運転時に発生する放射性廃棄物を保管廃棄する容量を有すること。		
		1	2	放射性廃棄物が漏えいし難い構造であること。		
		1	3	崩壊熱及び放射線の照射により発生する熱に耐え、かつ、放射性廃棄物に含まれる化学薬品の影響その他の要因により著しく腐食するおそれがないこと。		
		2	－	固体状の放射性廃棄物を保管廃棄する設備が設置される施設は、放射性廃棄物による汚染が広がらないように設置されたものでなければならない。		
		3	－	前条第二項の規定は、流体状の放射性廃棄物を保管廃棄する設備が設置されている施設について準用する。		
第37条	原子炉格納施設	－	－	試験研究用等原子炉施設には、次に掲げるところにより、原子炉格納施設が設けられていなければならない。	無	本申請の対象設備（炉心）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。
		－	1	通常運転時に、その内部を負圧状態に維持し得るものであり、かつ、所定の漏えい率を超えることがないものであること。ただし、公衆に放射線障害を及ぼすおそれがない場合にあっては、この限りでない。		
		－	2	設計基準事故時において、公衆に放射線障害を及ぼさないようにするため、原子炉格納施設から放出される放射性物質を低減するものであること。ただし、公衆に放射線障害を及ぼすおそれがない場合にあっては、この限りでない。		
第38条	実験設備等	－	－	試験研究用等原子炉施設に設置される実験設備等（試験炉許可基準規則第二十九条に規定する実験設備等をいう。以下この条において同じ。）は、次に掲げるものでなければならない。	無	本申請の対象設備は、炉心であるため、該当しない。なお、デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管の機器については、本設工認申請書第１編にて適合性を説明する。
		－	1	実験設備等の損傷その他の実験設備等の異常が発生した場合においても、試験研究用等原子炉の安全性を損なうおそれがないものであること。		
		－	2	実験物の移動又は状態の変化が生じた場合においても、運転中の試験研究用等原子炉に反応度が異常に投入されないものであること。		

条	項目	項	号	要求事項	適合性説明の必要の有無	適合性の説明
		－	3	放射線又は放射性物質の著しい漏えいのおそれがないものであること。		
		－	4	試験研究用等原子炉施設の健全性を確保するために実験設備等の動作状況、異常の発生状況、周辺の環境の状況その他の試験研究用等原子炉の安全上必要なパラメータを原子炉制御室に表示できるものであること。		
		－	5	実験設備等が設置されている場所は、原子炉制御室と相互に連絡することができる場所であること。		
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	－	－	中出力炉又は高出力炉に係る試験研究用等原子炉施設は、発生頻度が設計基準事故より低い事故であって、当該試験研究用等原子炉施設から多量の放射性物質又は放射線を放出するおそれがあるものが発生した場合において、当該事故の拡大を防止するために必要な措置が講じられたものでなければならない。	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	－	試験研究用等原子炉施設には、外部電源系統からの電気の供給が停止した場合において、試験研究用等原子炉施設の安全を確保し必要な設備の機能を維持するために、内燃機関を原動力とする発電設備又はこれと同等以上の機能を有する非常用電源設備が設けられていなければならない。ただし、試験研究用等原子炉施設の安全を確保する上で支障がない場合にあっては、この限りでない。	無	本申請の対象設備（炉心）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	－	試験研究用等原子炉の安全を確保する上で特に必要な設備は、無停電電源装置又はこれと同等以上の機能を有する設備に接続されているものでなければならない。		
		3	－	試験研究用等原子炉施設には、必要に応じ、全交流動力電源喪失時に試験研究用等原子炉を安全に停止し、又はパラメータを監視する設備の動作に必要な容量を有する蓄電池その他の非常用電源設備が設けられていなければならない。		
第41条	警報装置	－	－	試験研究用等原子炉施設には、その設備の機能の喪失、誤操作その他の要因により試験研究用等原子炉の安全を著しく損なうおそれが生じたとき、第三十一条第一号の放射性物質の濃度若しくは同条第三号の線量当量が著しく上昇したとき又は液体状の放射性廃棄物を廃棄する設備から液体状の放射性廃棄物が著しく漏えいするおそれが生じたときに、これらを確実に検知して速やかに警報する装置が設けられていなければならない。	無	本申請の対象設備（炉心）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	－	工場等には、設計基準事故が発生した場合において工場等内の人に対し必要な指示ができるよう、通信連絡設備が設けられていなければならない。	無	本申請の対象設備（炉心）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	－	工場等には、設計基準事故が発生した場合において当該試験研究用等		

条	項目	項	号	要求事項	適合性説明の必要の有無	適合性の説明
				原子炉施設外の通信連絡をする必要がある場所と通信連絡ができるよう、多重性又は多様性を確保した通信回線が設けられていなければならない。		
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	－	－	省略	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	－	－	省略	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	－	－	省略	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	雑則	－	－	－	－	－

（地震による損傷の防止）
第六条　試験研究用等原子炉施設は、これに作用する地震力（試験炉許可基準規則第四条第二項の規定により算定する地震力をいう。）による損壊により公衆に放射線障害を及ぼすことがないものでなければならない。
２　耐震重要施設（試験炉許可基準規則第三条第一項に規定する耐震重要施設をいう。以下この条において同じ。）は、その供用中に当該耐震重要施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震による加速度によって作用する地震力（試験炉許可基準規則第四条第三項に規定する地震力をいう。）に対してその安全性が損なわれるおそれがないものでなければならない。
３　耐震重要施設は、試験炉許可基準規則第四条第三項の地震により生ずる斜面の崩壊によりその安全性が損なわれるおそれがないものでなければならない。

＜第１項＞
デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管は、これに作用する地震力による損壊により公衆に放射線障害を及ぼすことがないよう耐震重要度に応じたＢクラスで設計する。耐震計算の方針については、添付書類「１．実験用装荷物の耐震計算方針書」に示す。

＜第２項＞
ＳＴＡＣＹ施設は、耐震重要施設を有しないため、該当しない。

＜第３項＞
ＳＴＡＣＹ施設は、耐震重要施設を有しないため、該当しない。

（機能の確認等）
第十一条　試験研究用等原子炉施設は、原子炉容器その他の試験研究用等原子炉の安全を確保する上で必要な設備の機能の確認をするための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できるものでなければならない。

設置変更許可申請書において、デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管は、安全上の機能別重要度分類PS-3に分類され、安全機能として「炉心の形成」が求められている。

炉心の形成のためには、デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管に格子板に装荷できないほどの有意な変形があってはならない。また、デブリ構造材模擬体（コンクリート）、内挿管及び燃料試料挿入管の内部への浸水防止並びに燃料試料挿入管からの放射性物質の漏えい防止のために有意な傷があってはならない。

デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管について、原子炉運転後にそれらの外観に有意な変形、有意な傷がないことを目視により確認するためには、放射線業務従事者の被ばくを考慮する必要がある。以下の運用とすることで、放射線業務従事者が著しく被ばくするおそれはなく、機能の確認をするための検査及びこれらの機能を健全に維持するための保守が可能である。デブリ構造材模擬体及び内挿管については炉心装荷前の保守、燃料試料挿入管については炉心装荷前後及び保管中の定期的な保守、並びにそれら三品の検査において、外観に有意な変形、有意な傷が確認された場合には、使用しない。

デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管の保守及び検査のための放射線作業に当たっては、保安規定の下部要領である「放射線安全取扱手引」に定める「放射線作業連絡票」を用いて、放射線業務従事者の被ばく影響について検討し、適切な放射線防護装備（アラーム付き電子ポケット線量計等）、作業時間等を決定する。

なお、ＳＴＡＣＹを１運転当たりの最大積算出力（0.1ｋＷ・ｈ）で運転した場合、運転停止から24時間後の炉心近傍（１ｍ）の空間線量率は400μSv／ｈ以下であり、上記の運用に支障はない。

その他、燃料試料挿入管の密封性機能を維持するための0リングは消耗品として扱い、上部端栓を開封するつど交換する。また、あらかじめ必要量を確保することとする。

（実験設備等）
第三十八条　試験研究用等原子炉施設に設置される実験設備等（試験炉許可基準規則第二十九条に規定する実験設備等をいう。以下この条において同じ。）は、次に掲げるものでなければならない。
一　実験設備等の損傷その他の実験設備等の異常が発生した場合においても、試験研究用等原子炉の安全性を損なうおそれがないものであること。
二　実験物の移動又は状態の変化が生じた場合においても、運転中の試験研究用等原子炉に反応度が異常に投入されないものであること。
三　放射線又は放射性物質の著しい漏えいのおそれがないものであること。
四　試験研究用等原子炉施設の健全性を確保するために実験設備等の動作状況、異常の発生状況、周辺の環境の状況その他の試験研究用等原子炉の安全上必要なパラメータを原子炉制御室に表示できるものであること。
五　実験設備等が設置されている場所は、原子炉制御室と相互に連絡することができる場所であること。

＜第１号＞
デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管は、それぞれの耐震重要度に応じたＢクラスで設計し、原子炉の運転中に電気的若しくは機械的な発熱、軽水その他炉内構造材との接触、中性子照射によって変形や状態変化することなく、炉心タンクや棒状燃料に損傷を与えない設計とする。

＜第２号＞
デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管の状態変化、損傷、逸脱等により運転中の原子炉に過度の反応度変化を与えない設計とする。このため、軽水の給排水及び浮力によって浮き上がらないように適切な自重を有する設計とする。なお、これらは炉心タンク内に設置した３枚の格子板により支持されるため、水平方向に移動することはない。

＜第３号＞
燃料試料挿入管は、少量核燃料物質であるデブリ模擬体を封入して使用するため、放射性物質の著しい漏えいを防止するように上部端栓が容易に外れず、密封性を有する脱着式の端栓とする。密封性を担保する0リングについて、ＳＴＡＣＹは、最大熱出力200Wの低出力炉であり、常温から最高使用温度80℃の範囲で運転を行うため、0リングに高度な耐放射線性、耐熱性は要求されないが、炉心に挿入して使用することから、一般に耐放射線性、耐熱性を有することで原子力施設に用いられているフッ素ゴムを材質とする0リングを使用する。なお、デブリ構造材模擬体は放射性物質を内包する設備ではなく、内挿管は非密封の放射性物質を内包する設備ではないため、設計対応は不要である。

放射線業務従事者に対する放射線による被ばく影響については、実験用装荷物を取り扱う場合は、作業開始前に保安規定の下部規定である放射線安全取扱手引に定める放射線作業連絡票を用いて、放射線業務従事者の被ばく影響について検討し、適切な放射線防護装備（アラーム付き電子ポケット線量計等）、作業時間等を決定するため、放射線業務従事者が著しく被ばくするおそれはない。また、実験用装荷物を装荷する炉心タンクは炉室（Ｓ）に設置され､本設工認申請は既認可の炉室(Ｓ)の遮蔽設計を変更するものではなく､炉室(Ｓ)外の放射線業務従事者に対しても著しい被ばく影響を及ぼすおそれはない｡なお､炉室(Ｓ)の扉にはインターロック（炉室内空間線量率200μSv/ｈ以上で開不可）が設けられているため、空間線量率が高い状況で作業することはない。インターロック解除直後に入室することを想定した場合、炉心近傍（１ｍ）の空間線量率は最大約7.2mSv/ｈと見積もられるが、このような場合、作業時間によっては１回の作業で実効線量１mSvを超えるため、時間減衰を待って作業する。

ＳＴＡＣＹは低出力炉（熱出力最大200W）、積算出力最大0.1kW・ｈ/１運転、0.3kW・ｈ/週、３kW・ｈ/年であり、棒状燃料及びデブリ模擬体中の核分裂生成物の蓄積（設置許可申請書における運転時の異常な過渡変化の評価のうち最大の値で1.6×10^{14}核分裂）及び放射化による放射線の放出（臨界を取るだけの運転 通常約１Wで１時間（積算出力１W・ｈ）運転した場合の空間線量率は、運転停止後１時間の炉心近傍（１ｍ）で200μSv/ｈ以下）は極めて小さく、燃料試料挿入管は直接手で取り扱うことができるものである。

＜第４号＞

炉心タンク周辺における発煙などの異常及び地震時等の周辺環境（炉室フード内）の異常の有無を監視できるよう、炉室（Ｓ）にカメラ、制御室にＴＶモニタが設置されている。なお、目視では確認することができない運転中の重要なパラメータである中性子束密度、温度及び水位は、既認可の計測制御系統施設で監視できる設計となっている。

＜第５号＞

デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管は、制御室と相互に連絡することができる炉室（Ｓ）に設置する。連絡には、既認可の通信連絡設備（ページング装置）を使用する。

（試験研究用等原子炉施設の機能）
第十条　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。

＜第１項＞

ＳＴＡＣＹ施設は、通常運転時において、給排水系による水位制御にて原子炉反応度を制御することで、反応度を安全かつ安定的に制御できる設計となっている。また、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時において、給排水系及び原子炉停止系により原子炉を制御し、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。これら給排水系及び原子炉停止系により原子炉施設の安全を確保する考え方は、既認可の「基本炉心（１）」と同様である。

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℃程度、減速材温度は１℃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。

なお、設置変更許可申請書に定めた炉心特性の範囲（第２編 本文 ３．１ 設計条件 表１及び表２に示す。）で運転する。また、運転に当たっては、炉心が核的制限値を満足し、かつ、設置変更許可申請書に定めた炉心特性の範囲（第２編 本文 ３．２ 設計仕様 表１及び表２に示す。）になるよう、原則として計算解析により評価し、確認する。計算解析の方針は、添付書類「２．デブリ模擬炉心についての評価書」に従うものとし、確認の手順は原子力科学研究所原子炉施設保安規定（その下部規定を含む。）に定め、遵守する。

デブリ模擬炉心（１）が、制御設備の能力とあいまって、主要な核的制限値についての条件を満足していることに関する評価の基本方針及び評価結果については、添付書類「２．デブリ模擬炉心についての評価書」に示す。

＜第２項＞

ＳＴＡＣＹ施設は、船舶に設置しないため、該当しない。

添付書類

１．実験用装荷物の耐震計算方針書

目　　次

１．一般事項 添-41
２．構造設計方針 添-41
３．設計仕様 添-42
４．設工認に係る品質管理フロー..... 添-43

１．一般事項

実験用装荷物は、実験棟Ａ１階の炉室（Ｓ）に設置するＳＴＡＣＹの炉心タンクに装荷して用いる。

２．構造設計方針

(1) 基本方針

実験用装荷物の耐震設計は、「試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則」及び「試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」の基本的な考え方を参考にして以下のように行う。

なお、設計管理については、「原子力科学研究所原子炉施設保安規定」、「原子力科学研究所原子炉施設及び核燃料物質使用施設等品質マネジメント計画書」及び「臨界ホット試験技術部の設計・開発管理要領」に基づき品質管理を行うものとする。

・Ｂクラスの静的地震力に耐える耐震設計を行う。
・Ｂクラスの静的地震力と地震力以外の荷重を組み合わせ（地震による軽水の揺動で生じる実験用装荷物に対する付加荷重を含む。）、その結果発生する応力が、安全上適切と認められる規格及び基準等を参考に設定される許容限界を超えずおおむね弾性状態に留まるよう耐震設計を行う。
・なお、デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管は、炉心支持構造物に固定されないため、共振するおそれはない。

(2) 構造計画

実験用装荷物の構造は、下端は炉心タンクの定盤に接し、水平方向は格子板（３枚）に支持されるものとする。実験用装荷物の構造概略図を図3.1に示す。

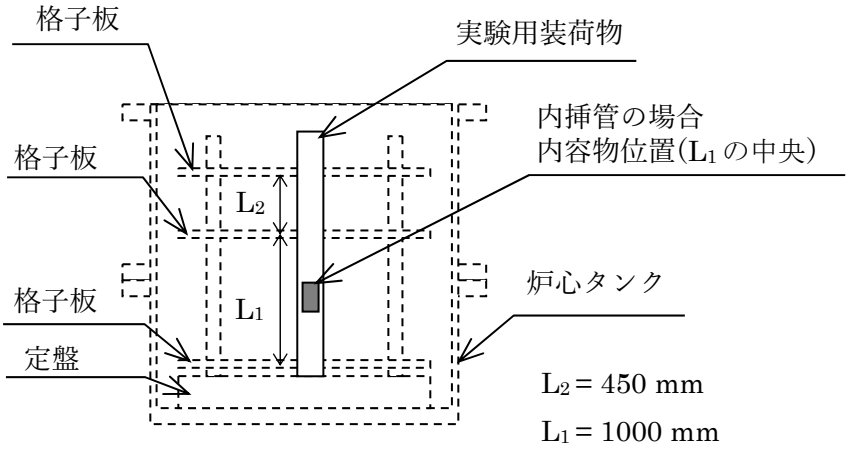
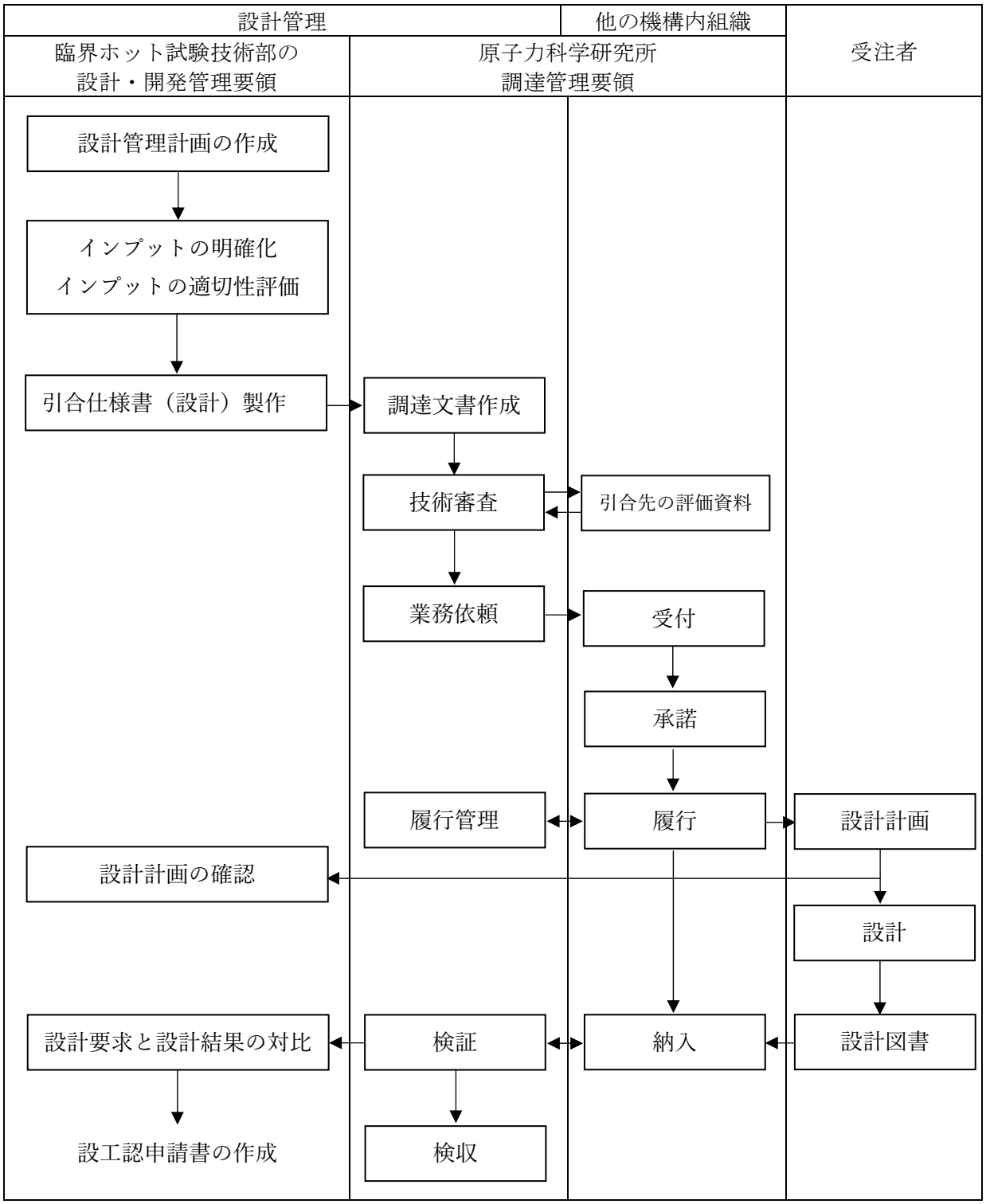


図3.1　実験用装荷物の構造概略図

３．設計仕様

実験用装荷物の仕様は、第１編その他試験研究用等原子炉の附属施設のうちⅠ．実験設備の３．２設計仕様のとおりとする。

４．設工認に係る品質管理フロー



本設工認の設計管理における検証及び検収に係る品質管理プロセスは、「臨界ホット試験技術部の設計・開発管理要領」に基づき、課長が、設計結果（設計図書等）について設計要求との対比を行い、要求事項を満足していることを確認して承認している。

補足説明資料２

令和５年９月28日

日本原子力研究開発機構

原子力科学研究所

技術基準規則、設置(変更)許可申請書、設工認申請書の適合性及び整合性に係る記載対比表

＜第１編　Ⅰ．実験設備　デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管＞

試験研究の用に供する原子炉等の技術基準に関する規則			設置(変更)許可申請書	設工認申請書
条	項	記載内容	記載内容（設計方針抜粋）	記載内容案（設計条件）又は該当なしの理由
第６条（地震による損傷の防止）	1	試験研究用等原子炉施設は、これに作用する地震力（試験炉許可基準規則第四条第二項の規定により算定する地震力をいう。）による損壊により公衆に放射線障害を及ぼすことがないものでなければならない。	【添八 1.3耐震設計方針 1.3.1基本方針】 (1) ＳＴＡＣＹ施設は、地震により発生するおそれのある安全機能の喪失及びそれに続く放射線による公衆への影響を防止する観点から、各施設の安全機能が喪失した場合の影響の相対的な程度（以下「耐震重要度」という。）に応じて分類し、それぞれに応じた地震力に十分耐えられるように設計する。また、必要に応じ、地震によるタンク又は容器内の液体の揺動の影響について適切に考慮するものとする。 (2) 建物・構築物は、耐震重要度に応じて定める地震力が作用した場合においても当該施設を十分に支持することができる地盤に設置する。 (3) 静的地震力に対しておおむね弾性状態に留まる範囲で耐えるよう設計する。 (4) Ｂクラスの各施設は、共振するおそれのないように設計する。	デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管の耐震設計は、次のとおりとする。 ・Ｂクラスの静的地震力に耐える耐震設計を行う。 ・Ｂクラスの静的地震力と地震力以外の荷重を組み合わせ（地震による軽水の揺動で生じる実験用装荷物に対する付加荷重を含む。）、その結果発生する応力が、安全上適切と認められる規格及び基準等を参考に設定される許容限界を超えずおおむね弾性状態に留まるよう耐震設計を行う。 ・デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管は、炉心支持構造物に固定されないため、共振するおそれはない。
	2	耐震重要施設（試験炉許可基準規則第三条第一項に規定する耐震重要施設をいう。以下この条において同じ。）は、その供用中に当該耐震重要施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震による加速度によって作用する地震力（試験炉許可基準規則第四条第三項に規定する地震力をいう。）に対してその安全性が損なわれるおそれがないものでなければならない。	【添八 1.6試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則への適合 第４条（地震による損傷の防止)】 ＳＴＡＣＹ施設は、安全機能の喪失（地震に伴って発生するおそれがある津波及び周辺斜面の崩壊等による安全機能の喪失を含む。）を想定しても一般公衆に対する放射線影響が小さい（５mSvを超えるおそれがない）原子炉施設であり、許可基準規則に定める耐震重要施設を有しない。	・STACY 施設は、耐震重要施設を有しないため、該当しない。
	3	耐震重要施設は、試験炉許可基準規則第四条第三項の地震により生ずる斜面の崩壊によりその安全性が損なわれるおそれがないものでなければならない。		

第11条（機能の確認等）	1	試験研究用等原子炉施設は、原子炉容器その他の試験研究用等原子炉の安全を確保する上で必要な設備の機能の確認をするための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できるものでなければならない。	【添八別１　6.実験設備 6.1.2設計方針】 (10) 実験用装荷物は、適切な方法により試験及び検査ができる設計とする。	・デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管は、有害な傷、ひび、割れ、腐食等について、試験又は検査で確認し、保守又は修理を実施できるよう、外観の確認ができる設計とする。
第38条（実験設備等）	1	試験研究用等原子炉施設に設置される実験設備等（試験炉許可基準規則第二十九条に規定する実験設備等をいう。以下この条において同じ。）は、次に掲げるものでなければならない。 一　実験設備等の損傷その他の実験設備等の異常が発生した場合においても、試験研究用等原子炉の安全性を損なうおそれがないものであること。	【添八 1.6試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則への適合 第29条（実験設備等）】 適合のための設計方針 (1) 実験設備等は、その損傷等が発生した場合においても、原子炉施設の安全性を損なうおそれがない設計とする。 【添八別１　6.実験設備 6.1.2設計方針】 (1) 実験用装荷物は、実用上可能な限り不燃性又は難燃性材料を使用する設計とする。大型の可燃性材料を使用する場合は、火災防護を考慮した設計とする。 (3) 実験用装荷物は、各構成要素が十分な強度を有し、その機能が保持される設計とするとともに、原子炉の運転中に電気的若しくは機械的な発熱、軽水その他炉内構造材との接触、中性子照射によって変形や状態変化することなく、炉心タンクや棒状燃料に損傷を与えない設計とする。	・デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管は、不燃性又は難燃性の材料を使用する設計とする。 ・デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管は、それぞれの耐震重要度に応じたＢクラスで設計し、原子炉の運転中に電気的若しくは機械的な発熱、軽水その他炉内構造材との接触、中性子照射によって変形や状態変化することなく、炉心タンクや棒状燃料に損傷を与えない設計とする。
	1	二　実験物の移動又は状態の変化が生じた場合においても、運転中の試験研究用等原子炉に反応度が異常に投入されないものであること。	【添八 1.6試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則への適合 第29条（実験設備等）】 適合のための設計方針 (2) 実験設備等は、その状態変化、損傷、逸脱等により運転中の原子炉に過度の反応度変化を与えない設計とする。このため、配列式（格子板に配列）の実験用装荷物は、軽水の給排水及び浮力によって、支持された位置から逸脱することのないように設計する。可動式（駆動装置による移動）の実験用装荷物は、安定した駆動制御ができる設計とするとともに、反応度添加量及び反応度添加率を制限する。また、軽水中に挿入する実験用装荷物のうち内部が中空で軽水を排除する構造のものは、その損傷により炉心に過度の反応度を添加することがないよう、内部への浸水による置換反応度を可動式の装荷物による反応度添加量と合わせて制限する。 【添八別１　6.実験設備 6.1.2設計方針】 (2) 実験用装荷物は、炉心タンク内に設置したときに炉心が中性子反応の観点から垂直方向に一様とみなせる形状となるように設	・デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管は、炉心タンク内に設置したときに炉心が中性子反応の観点から中性子反応の観点から垂直方向に一様とみなせる形状となるように設計する。 ・デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管は、その状態変化、損傷、逸脱等により運転中の原子炉に過度の反応度変化を与えない設計とする。このため、軽水の給排水及び浮力によって浮き上がらないように適切な自重を有する設計とする。なお、これらは炉心タンク内に設置した３枚の格子板により支持されるため、水平方向に移動することはない。 ・内部が中空で軽水を排除する構造である内挿管は、その損傷により炉心に過度の反応度を添加することがないよう、内部への浸水による置換反応度を可動装荷物による反応度添加量と合わせて制限する。 ・可溶性中性子吸収材は、実験計画に応じて軽水に添加することとし、軽水の使用温度範囲において析出しないよう濃度を管理する。また、可溶性中性子吸収材を

			計する。垂直方向に不均一性を有する場合は、炉心の反応度制御に悪影響を与えないことを、計算解析又は実測データにより確認する。 (4) 配列式（格子板に配列）の実験用装荷物は、損傷、脱落はもとより軽水の給排水及び浮力によって、支持された位置から逸脱することのないように設計する。 (6) 減速材及び反射材中に挿入する実験用装荷物のうち内部が中空で軽水を排除する構造のものは、その損傷により炉心に過度の反応度を添加することがないよう、内部への浸水による置換反応度を可動装荷物による反応度添加量と合わせて制限する。 (9) 可溶性中性子吸収材は、軽水の使用温度範囲において析出しないよう設計及び管理する。また、可溶性中性子吸収材を添加した軽水は反応度係数が正となる場合があることから、核的制限値に関する炉心特性範囲内に制限する。	添加した軽水は反応度係数が正となる場合があることから、使用する場合は核的制限値に関する炉心特性範囲内に制限するとともに、津波水没時においても未臨界性を確保できる範囲に制限する。
	1	三　放射線又は放射性物質の著しい漏えいのおそれがないものであること。	【添八 1.6試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則への適合 第29条（実験設備等）】 適合のための設計方針 (3) 実験設備等は、放射性物質を内蔵する場合は密封性を考慮し、放射性物質の著しい漏えいのおそれがない設計とする。 【添八別１　6.実験設備 6.1.2設計方針】 (7) 放射性物質を内蔵する実験用装荷物は、密封性を考慮した設計とする。	・デブリ構造材模擬体は、放射性物質を内包する設備ではないため、該当しない。 ・燃料試料挿入管は、内包する放射性物質の放射線及びその放射性物質の著しい漏えいを防止するために、上部端栓を、取扱い時に容易に外れず、水密性を有する脱着式の端栓とする。 ・内挿管は、非密封の放射性物質を内包する設備ではないため、該当しない。 ・ＳＴＡＣＹは低出力炉（熱出力最大200W）、積算出力最大３ｋＷ・ｈ／年であるため、デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管の放射化に伴う放射線の放出、燃料試料挿入管に内包するデブリ模擬体中の核分裂生成物の蓄積は極めて小さく（運転時の異常な過渡変化の評価における核分裂数は最大で1.6×10^{14}個）、それらは直接手で取り扱うことができるものである。
	1	四　試験研究用等原子炉施設の健全性を確保するために実験設備等の動作状況、異常の発生状況、周辺の環境の状況その他の試験研究用等原子炉の安全上必要なパラメータを原子炉制御室に表示できるものであること。	【添八 1.6試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則への適合 第29条（実験設備等）】 適合のための設計方針 (4) 実験設備等は、原子炉の安全上必要なパラメータを制御室に表示できる設計とする。このため、配列式の実験用装荷物は装荷状態を制御室で監視でき、可動式の実験用装荷物は制御室で位置が制御できる設計とする。 【添八別１　6.実験設備 6.1.2設計方針】 (8) 配列式の実験用装荷物の装荷状態は制御室より監視でき、可動	・デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管の異常の発生状況、周辺の環境の状況を監視できるように炉室（Ｓ）にカメラ、制御室にＴＶモニタを設置する。なお、炉心の中性子束密度、温度及び水位は、既認可の計測制御系統施設で監視できる設計となっている。

			式のものは制御室より駆動制御できる設計とする。	
	1	五　実験設備等が設置されている場所は、原子炉制御室と相互に連絡することができる場所であること。	【添八 1.6試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則への適合 第29条（実験設備等)】 適合のための設計方針 (5) 実験設備等を設置している場所と制御室との間は、相互に連絡できる設計とする。 【添八別１ 5.6制御室等 5.6.2設計方針】 (7) 制御室は、制御室と現場の主要箇所との連絡が可能な通信連絡設備を有する設計とする。	・デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管を設置する炉室（Ｓ）と制御室は、相互に連絡できる設計とする。

＜第２編　Ⅰ．炉心　デブリ模擬炉心（１）＞

試験研究の用に供する原子炉等の技術基準に関する規則			設置(変更)許可申請書	設工認申請書
条	項	記載内容	記載内容（設計方針抜粋）	記載内容案（設計条件）又は該当なしの理由
第10条（試験研究用等原子炉施設の機能）	1	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。ただし、試験炉許可基準規則第十五条第一項ただし書の規定の適用を受ける臨界実験装置に係る試験研究用等原子炉施設にあっては、試験研究用等原子炉固有の出力抑制特性を有することを要しない。	【添八 1.6試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則への適合 第15条（炉心等）】 適合のための設計方針 第１項及び第２項について (1) ＳＴＡＣＹは、原子炉停止系及び安全保護系の設計とあいまって、総合的な反応度フィードバックが正になる炉心でも安全に運転制御できるよう、炉心特性の範囲を制限するとともに、核的制限値を満足するように炉心を構成する。 (2) ＳＴＡＣＹは、水位制御により原子炉の反応度を制御し、核分裂の連鎖反応を制御できる能力を有する設計とする。このとき、浸水に対し炉心の未臨界を確保するため、次の対策（運用制限）を講じる。 ・構成可能な炉心は、安全板の性能とあいまって、浸水（海水による全水没）を想定しても未臨界を確保できる範囲に限定する。 ・炉心構成作業は、安全板（又は中性子吸収効果の観点から安全板と同等の仕様の中性子吸収板）が炉心に挿入されている状態で行う。 なお、ＳＴＡＣＹは低出力であり、熱中性子束が小さいため、キセノンによる出力振動は発生しない。 第３項及び第４項について (1) 炉心は、原子炉停止系、反応度制御系、計測制御系及び安全保護系の機能とあいまって、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時において、燃料要素の健全性を損なうことのない設計とする。 (2) 燃料要素、減速材及び炉心支持構造物ほか炉心内に設置する機器等は、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時において、原子炉を安全に停止させることができる設計とする。 なお、ＳＴＡＣＹ施設で選定する設計基準事故は「棒状燃料の機械的破損」及び「溶液燃料の漏えい」であり、原子炉の停止に関係しない。	・ＳＴＡＣＹは、原子炉停止系及び安全保護系の設計とあいまって、総合的な反応度フィードバックが正になる炉心でも安全に運転制御できるよう、炉心特性の範囲を制限するとともに、核的制限値を満足するように炉心を構成する。 ・ＳＴＡＣＹは、水位制御により原子炉の反応度を制御し、核分裂の連鎖反応を制御できる能力を有する設計とする。このとき、浸水に対し炉心の未臨界を確保するため、次の対策（運用制限）を講じる。 (1) 構成可能な炉心は、安全板の性能とあいまって、浸水（海水による全水没）を想定しても未臨界を確保できる範囲に限定する。 (2) 炉心構成作業は、安全板（又は中性子吸収効果の観点から安全板と同等の仕様の中性子吸収板）が炉心に挿入されている状態で行う。 なお、ＳＴＡＣＹは低出力（熱出力最大200W）であり、熱中性子束が小さいため、キセノンによる出力振動は発生しない。 ・炉心は、原子炉停止系、反応度制御系、計測制御系及び安全保護系の機能とあいまって、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時において、燃料要素の健全性を損なうことのない設計とする。 ・燃料要素、減速材及び炉心支持構造物ほか炉心内に設置する機器等は、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時において、原子炉を安全に停止させることができる設計とする。
	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。		・ＳＴＡＣＹ施設は、船舶に設置しないため、該当しない。

補足説明資料３

令和５年９月28日

日本原子力研究開発機構

臨界ホット試験技術部

燃料試料挿入管の密封性確認検査の方法について

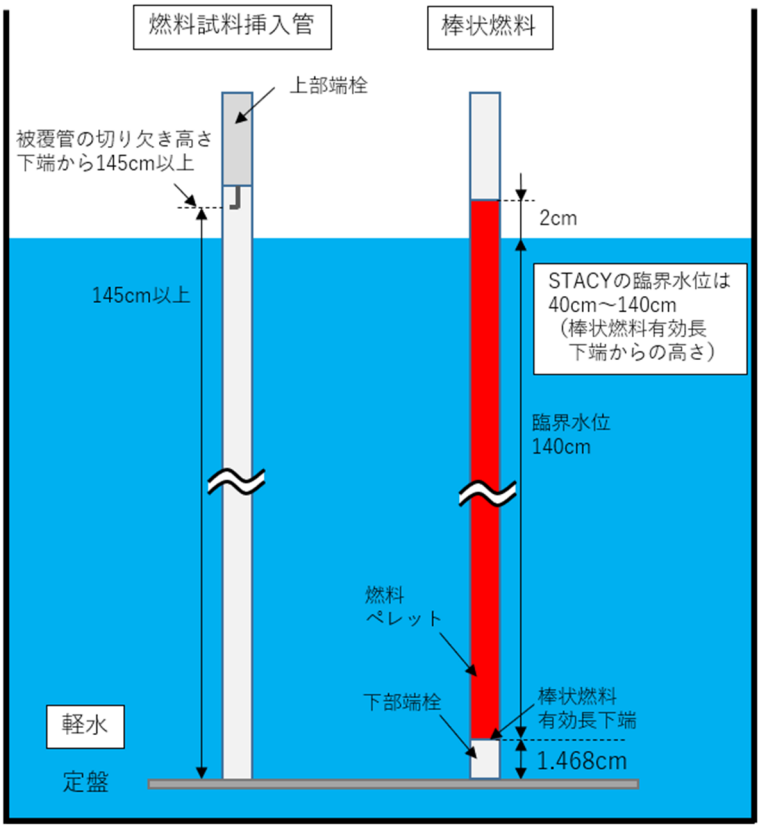
燃料試料挿入管（**図１**参照）は、炉心に装荷して使用する際に想定される最大圧力（静水頭（2.0m）圧力）に対して密封性（水密性）を有する必要があるため、被覆管及び上部端栓の接続部を対象として密封性確認検査を実施する。

密封性確認検査では、燃料試料挿入管の内部に水が浸入しないこと（及び内部の放射性物質が漏えいしないこと）並びに水圧により燃料試料挿入管に変形等の異常が生じることなく密封性が保持されることを確認する。なお、密封性喪失に係る変形等の異常については、燃料試料挿入管の内部に水が浸入しないことをもって確認することができる。

密封性確認検査の内容としては、燃料試料挿入管を水中（静水頭（2.0m）以上の圧力条件下）に浸漬させ、水が燃料試料挿入管の内部に浸入しないこと及び燃料試料挿入管に変形等の異常が無いことを確認する。密封性確認検査の詳細を別紙１に示す。

なお、原子炉設置（変更）許可申請書（添付書類八 別１ 第6.1-1表(2)）において、燃料試料挿入管の上部端栓の位置（被覆管の固定用切り欠き高さ）は下端より145cm以上としており、STACYが運転する臨界水位の上限である140cmより高い位置にあるため、通常の使用状態では燃料試料挿入管の内部に浸水するおそれはない（**図２**参照）。

図１　燃料試料挿入管（試作品）の上部外観



【燃料試料挿入管の上部端栓（被覆管の切り欠き高さ）が浸水しない位置にあることについて】
STACY の炉心タンク水位は、棒状燃料の有効長下端（燃料ペレット最下端）からの高さとしている。炉心タンク水位を 140cm に設定する場合、燃料試料挿入管の下端（定盤上面）から 141.468cm の水位であり、燃料試料挿入管の切り欠き高さ 145cm を超えないため、燃料試料挿入管に浸水することはない。

図２　燃料試料挿入管の上部端栓位置と水位の関係

別紙１

燃料試料挿入管の密封性確認検査の詳細

燃料試料挿入管の密封性確認検査の検査体系を下図に示す。下図に示すように、燃料試料挿入管の内部に、水分検出用試験紙（塩化コバルト紙等）を入れ、上部端栓を下にして静水頭（2.0m）以上の圧力となる容器に浸漬させる。検査前後において、水分検出用試験紙の色変化（浸水の有無）が無いことを確認する。

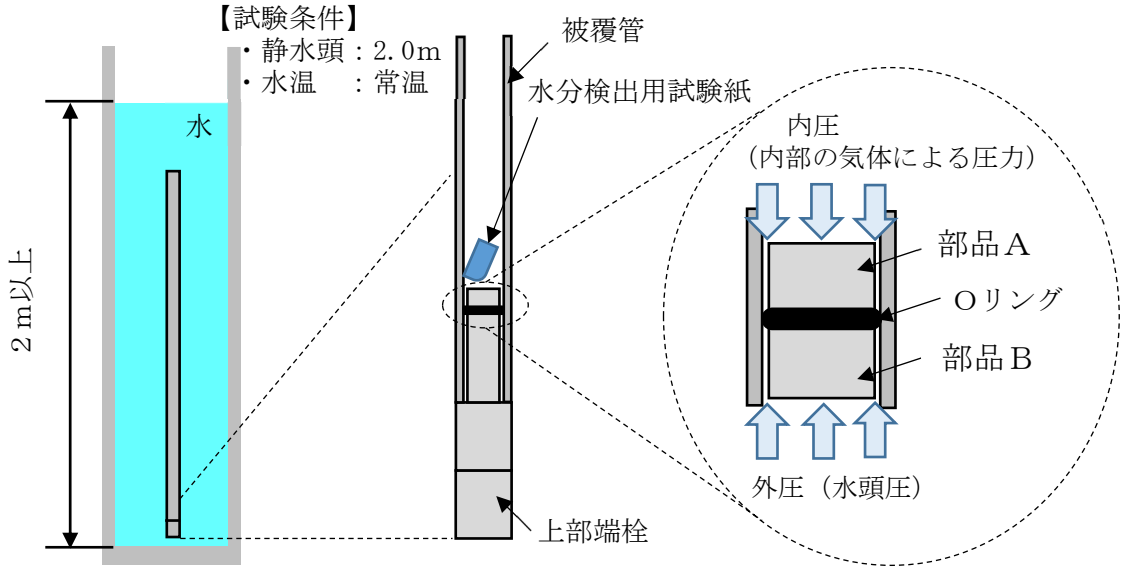


図　燃料試料挿入管の密封性確認検査体系図

【密封構造と検査条件について】

燃料試料挿入管の密封性は、上図拡大図のとおり、Oリングを上部端栓の部品A及び部品Bで挟んで締め付け、Oリングを押しつぶして被覆管内壁に密着させることで気密を保持する構造で実現する。このため、外圧＞内圧、外圧＜内圧のどちらの条件であっても、密封性能を確認する上で機能上の差はない。

この密封性確認検査においては、外圧と内圧の差が大きくなるように検査条件を設定する。STACYの運転において燃料試料挿入管の内圧が大きくなるのは、減速材（軽水）を昇温して給水する昇温運転のときである。すなわち、常温下で燃料試料挿入管を炉心に装荷し、そこに最高70℃まで昇温した軽水を給水するとき、燃料試料挿入管内部の温度が常温から最高70℃付近まで高められる場合である。STACYで想定される最高使用温度は80℃（事故時の燃料中心最高温度77℃を考慮したもの）であり、この温度上昇による内圧は水頭圧約1.9mに相当する。このため、外圧を静水頭（2.0m以上）の圧力とし水温を常温（静水頭による外圧が昇温運転時の内圧よりも大きい）とすることで、燃料試料挿入管に掛ける圧力差が最大となる。

本検査により、燃料試料挿入管の内部に水が浸入しないこと（及び内部の放射性物質が漏えいしないこと）を確認することが可能である。また、Oリングは規格品であり、同じ使用方法をとることで密封性能が確保できることから、上部端栓を脱着する都度の密封性確認検査は不要である。

以 上

補足説明資料４

令和５年９月28日

日本原子力研究開発機構

原子力科学研究所

設置(変更)許可申請書と設工認申請書案（設計条件・設計仕様）の整合性に係る記載対比表

設置(変更)許可申請書（設計方針抜粋）

【添八 1.3 耐震設計方針 1.3.1 基本方針】

(1) ＳＴＡＣＹ施設は、地震により発生するおそれのある安全機能の喪失及びそれに続く放射線による公衆への影響を防止する観点から、各施設の安全機能が喪失した場合の影響の相対的な程度（以下「耐震重要度」という。）に応じて分類し、それぞれに応じた地震力に十分耐えられるように設計する。また、必要に応じ、地震によるタンク又は容器内の液体の揺動の影響について適切に考慮するものとする。

(2) 建物・構築物は、耐震重要度に応じて定める地震力が作用した場合においても当該施設を十分に支持することができる地盤に設置する。

(3) 静的地震力に対しておおむね弾性状態に留まる範囲で耐えるよう設計する。

(4) Ｂクラスの各施設は、共振するおそれのないように設計する。

第1.3-1表(1) ＳＴＡＣＹ施設の耐震重要度分類

耐震クラス	クラス別設備	設備等名称 主要設備※1	クラス	支援設備※2	クラス	当該設備を支持する建物・構築物	支持機能を確認する地震動	備考
B	ＳＴＡＣＹの緊急停止のために急激に負の反応度を添加するための設備、及びＳＴＡＣＹの停止状態を維持するための設備	計測制御系統施設（安全板駆動装置、急速排水弁、低速給水吐出弁、低速流量調整弁、低速給水バイパス弁）	B	安全保護回路	B	炉室 炉下室	S_B※3	
		計測制御系統施設（最大給水制限スイッチ※1、給水停止スイッチ※1、排水開始スイッチ※1、安全保護系の核計装設備） 炉心タンク格子板フレーム、格子板実験設備（実験用装荷物※2）	B	－	－	炉室	S_B※3	＊1 駆動軸を除く。 ＊2 炉心タンク内又は炉心上方に固定するもの。
	放射性廃棄物以外の放射性物質に関連した設備で、その破損により、公衆及び従事者に過大な放射線被ばくを与える可能性のある設備	核燃料物質貯蔵設備（Ｐｕ保管ピット本体）	B	－	－	実験棟Ａ	S_B※3	

※1 当該機能に直接的に関連する系統・設備。
※2 当該機能に間接的に関連し、主要設備の支援的役割を持つもの。
※3 地上部分では「建築基準法施行令」より求まる層せん断力係数に係数1.5を、地下部分では水平震度に係数1.5を乗じて得られる静的地震力。

設工認申請書案（設計条件・設計仕様）

【第１編 実験用装荷物】

３．設計

３．１ 設計条件

デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管の設計条件は、次のとおりとする。

・Ｂクラスの静的地震力に耐える耐震設計を行う。

・Ｂクラスの静的地震力と地震力以外の荷重を組み合わせ（地震による軽水の揺動で生じる実験用装荷物に対する付加荷重を含む。）、その結果発生する応力が、安全上適切と認められる規格及び基準等を参考に設定される許容限界を超えずおおむね弾性状態に留まるよう耐震設計を行う。

・デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管は、炉心支持構造物に固定されないため、共振するおそれはない。

設置(変更)許可申請書（設計方針抜粋）	設工認申請書案（設計条件・設計仕様）
【添八別１　６．実験設備 6.1.2 設計方針】 (10) 実験用装荷物は、適切な方法により試験及び検査ができる設計とする。	・デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管は、有害な傷、ひび、割れ、腐食等について、試験又は検査で確認し、保守又は修理を実施できるよう、外観の確認ができる設計とする。
【添八　1.6　試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則への適合 第29条（実験設備等)】 適合のための設計方針 (1) 実験設備等は、その損傷等が発生した場合においても、原子炉施設の安全性を損なうおそれがない設計とする。	・デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管は、不燃性又は難燃性の材料を使用する設計とする。 ・デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管は、耐震重要度に応じたＢクラスで設計し、原子炉の運転中に電気的若しくは機械的な発熱、軽水その他炉内構造材との接触、中性子照射によって変形や状態変化することなく、炉心タンクや棒状燃料に損傷を与えない設計とする。
【添八別１　６．実験設備 6.1.2 設計方針】 (1) 実験用装荷物は、実用上可能な限り不燃性又は難燃性材料を使用する設計とする。大型の可燃性材料を使用する場合は、火災防護を考慮した設計とする。 (3) 実験用装荷物は、各構成要素が十分な強度を有し、その機能が保持される設計とするとともに、原子炉の運転中に電気的若しくは機械的な発熱、軽水その他炉内構造材との接触、中性子照射によって変形や状態変化することなく、炉心タンクや棒状燃料に損傷を与えない設計とする。	
【添八　1.6　試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則への適合 第29条（実験設備等)】 適合のための設計方針 (2) 実験設備等は、その状態変化、損傷、逸脱等により運転中の原子炉に過度の反応度変化を与えない設計とする。このため、配列式（格子板に配列）の実験用装荷物は、軽水の給	・デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管は、炉心タンク内に設置したときに炉心が中性子反応の観点から中性子反応の観点から垂直方向に一様とみなせる形状となるように設計する。 ・デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管は、その状態変化、損傷、逸脱等により運転中の原子炉に過度の反応度変化を与えない設計とする。このため、軽水の給排水

設置(変更)許可申請書（設計方針抜粋）	設工認申請書案（設計条件・設計仕様）
排水及び浮力によって、支持された位置から逸脱することのないように設計する。可動式（駆動装置による移動）の実験用装荷物は、安定した駆動制御ができる設計とするとともに、反応度添加量及び反応度添加率を制限する。また、軽水中に挿入する実験用装荷物のうち内部が中空で軽水を排除する構造のものは、その損傷により炉心に過度の反応度を添加することがないよう、内部への浸水による置換反応度を可動式の装荷物による反応度添加量と合わせて制限する。 【添八別１　６．実験設備 6.1.2 設計方針】 (2) 実験用装荷物は、炉心タンク内に設置したときに炉心が中性子反応の観点から垂直方向に一様とみなせる形状となるように設計する。垂直方向に不均一性を有する場合は、炉心の反応度制御に悪影響を与えないことを、計算解析又は実測データにより確認する。 (4) 配列式（格子板に配列）の実験用装荷物は、損傷、脱落はもとより軽水の給排水及び浮力によって、支持された位置から逸脱することのないように設計する。 (6) 減速材及び反射材中に挿入する実験用装荷物のうち内部が中空で軽水を排除する構造のものは、その損傷により炉心に過度の反応度を添加することがないよう、内部への浸水による置換反応度を可動装荷物による反応度添加量と合わせて制限する。 (9) 可溶性中性子吸収材は、軽水の使用温度範囲において析出しないよう設計及び管理する。また、可溶性中性子吸収材を添加した軽水は反応度係数が正となる場合があることから、核的制限値に関する炉心特性範囲内に制限する。	及び浮力によって浮き上がらないように適切な自重を有する設計とする。なお、これらは炉心タンク内に設置した３枚の格子板により支持されるため、水平方向に移動することはない。 ・内部が中空で軽水を排除する構造である内挿管は、その損傷により炉心に過度の反応度を添加することがないよう、内部への浸水による置換反応度を可動装荷物による反応度添加量と合わせて制限する。 ・可溶性中性子吸収材は、実験計画に応じて軽水に添加することとし、軽水の使用温度範囲において析出しないよう濃度を管理する。また、可溶性中性子吸収材を添加した軽水は反応度係数が正となる場合があることから、使用する場合は核的制限値に関する炉心特性範囲内に制限するとともに、津波水没時においても未臨界性を確保できる範囲に制限する。
【添八　1.6　試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則への適合 第29条（実験設備等)】 適合のための設計方針 (3) 実験設備等は、放射性物質を内蔵する場合は密封性を考慮し、放射性物質の著しい漏え	・デブリ構造材模擬体は、放射性物質を内包する設備ではないため、該当しない。 ・燃料試料挿入管は、内包する放射性物質の放射線及びその放射性物質の著しい漏えいを防止するために、上部端栓を、取扱い時に容易に外れず、水密性を有する脱着式の端栓とする。

設置(変更)許可申請書（設計方針抜粋）	設工認申請書案（設計条件・設計仕様）
いのおそれがない設計とする。 【添八別１　６．実験設備 6.1.2 設計方針】 (7) 放射性物質を内蔵する実験用装荷物は、密封性を考慮した設計とする。	・内挿管は、非密封の放射性物質を内包する設備ではないため、該当しない。 ・ＳＴＡＣＹは低出力炉（熱出力最大200W)、積算出力最大３ｋＷ・ｈ／年であるため、デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管の放射化に伴う放射線の放出、燃料試料挿入管に内包するデブリ模擬体中の核分裂生成物の蓄積は極めて小さく、それらは直接手で取り扱うことができるものである。
【添八　1.6　試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則への適合 第29条（実験設備等)】 適合のための設計方針 (4) 実験設備等は、原子炉の安全上必要なパラメータを制御室に表示できる設計とする。このため、配列式の実験用装荷物は装荷状態を制御室で監視でき、可動式の実験用装荷物は制御室で位置が制御できる設計とする。 【添八別１　６．実験設備 6.1.2 設計方針】 (8) 配列式の実験用装荷物の装荷状態は制御室より監視でき、可動式のものは制御室より駆動制御できる設計とする。	・デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管の異常の発生状況、周辺の環境の状況を監視できるように炉室（Ｓ）にカメラ、制御室にＴＶモニタを設置する。なお、炉心の中性子束密度、温度及び水位は、既認可の計測制御系統施設で監視できる設計となっている。
【添八　1.6　試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則への適合 第29条（実験設備等)】 適合のための設計方針 (5) 実験設備等を設置している場所と制御室との間は、相互に連絡できる設計とする。	・デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管を設置する炉室（Ｓ）と制御室は、相互に連絡できる設計とする。

設置(変更)許可申請書（設計方針抜粋）	設工認申請書案（設計条件・設計仕様）
【添八別１ 5.6 制御室等 5.6.2 設計方針】 (7) 制御室は、制御室と現場の主要箇所との連絡が可能な通信連絡設備を有する設計とする。 【本文】 ５．試験研究用等原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備 ハ　原子炉本体の構造及び設備 （４）原子炉容器 （ⅰ）構　造　（省略） （ⅱ）最高使用圧力及び最高使用温度 最高使用圧力　　静水頭（約２ｍ水頭） 最高使用温度　　80 ℃	・デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管の最高使用圧力は静水頭（2.0 m）、最高使用温度は80℃の設計とする。

設置(変更)許可申請書（設計方針抜粋）	設工認申請書案（設計条件・設計仕様）

ヌ　その他試験研究用等原子炉の附属施設の構造及び設備

（２）主要な実験設備の構造

（ｉ）実験用装荷物　（省略）

c. デブリ構造材模擬体

種　　類　アルミニウム合金、ジルコニウム合金、鉄その他の金属、コンクリートその他の原子炉施設及び核燃料サイクル施設の構造材料又はそれらの混合物（実験計画に応じて中性子毒物を添加する。）

構造棒状　（コンクリート等で構造維持上必要な場合は、金属で被覆する。）

設置方法　格子板に配列中性子毒物 ガドリニウム、サマリウム、ボロンその他の中性子吸収材（添加する場合）

e. 燃料試料挿入管

構　　造　　脱着式端栓を備えた円筒形被覆管（内部に単一種類又は複数種類のウラン酸化物を充填して炉心に装荷する。ウラン酸化物には実験計画に応じて中性子毒物、構造材模擬材を添加する。）

設置方法　　格子板に配列

^{235}U濃縮度　10wt%以下

中性子毒物　　ガドリニウム、エルビウム、サマリウム、ボロンその他の中性子吸収材（添加する場合）ただし、炉心に装荷する中性子毒物添加量（棒状燃料を含む。）は、炉心に装荷する総ウラン重量（棒状燃料を含む。）の１／100 を超えないこと。

構造材模擬材　アルミニウム合金、ジルコニウム合金、鉄、コンクリートその他の原子炉施設及び核燃料サイクル施設の構造材料（添加する場合）

被覆管材料　　アルミニウム合金、ジルコニウム合金又はステンレス鋼

炉心装荷量　　燃料試料挿入管に含まれる^{235}Uの重量が炉心装荷総^{235}U重量の５／100 以下

３．２　設計仕様

デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管の設計仕様は、次に示すとおりである。また、それらの構造を図1.Ⅰ.1～図1.Ⅰ.3に示す。

名称		デブリ構造材模擬体（鉄）
型式		棒状形状
主要寸法	直径	9.5 mm
	全長	1500 mm
主要材料	SUS 棒	SUS304
本数		70 本

名称		デブリ構造材模擬体（コンクリート）
型式		棒状形状
主要寸法	被覆管外径	9.5 mm
	被覆管内径	7.5 mm
	全長	1500 mm
主要材料	被覆管	アルミニウム合金*1
	上部端栓	アルミニウム合金*2
	下部端栓	アルミニウム合金*2
	コンクリート	水分率９wt%
本数		70 本

設置(変更)許可申請書（設計方針抜粋）	設工認申請書案（設計条件・設計仕様）

f. 内挿管

核的制限　反応度価値 合計 0.3 ドル以下

（浸水による置換反応度。同時に設置する全内挿管及び可動装荷物駆動装置の反応度価値を含む。）

種　　類　アルミニウム合金、ジルコニウム合金、ステンレス鋼その他の金属又はそれらにボロン、カドミウム、ハフニウムその他の中性子吸収材を含有若しくは付加させたもの

構　　造　中空パイプ状又はそれを組み合わせたもの

設置方法　格子板に配列

【添八 6．実験設備】

第6.1-1表(1)　実験用装荷物の主要仕様

1．～2．省略		
3．デブリ構造材模擬体	種　　類	アルミニウム合金、ジルコニウム合金、鉄その他の金属、コンクリート等又はそれらの混合物（実験計画に応じて中性子毒物を添加する。）
	構　　造	棒状（必要に応じて金属で被覆する。）
	主要寸法	高さ　約150cm 直径　2.6cm以下
	中性子毒物	ガドリニウム、エルビウム、サマリウム、ボロン等
4．省略		

＊1　JIS H 4080 相当

＊2　JIS H 4000 相当

＊3　臨界安全ハンドブックの標準組成

名称			燃料試料挿入管
型式			棒状形状
主要寸法	被覆管外径		9.5 mm
	被覆管内径		8.36 mm
	下部端栓長さ		14.7 mm
	全長		1500 mm
主要材料	被覆管		ジルカロイ－4[*1]
	下部端栓		ジルカロイ－4[*1]
	上部端栓	シールシャフト	SUS304
		シールキャップ	SUS304
		ノブ	SUS304
		ピン	SUS304
本数			25 本

＊1　JIS H 4751 相当

設置(変更)許可申請書（設計方針抜粋）	設工認申請書案（設計条件・設計仕様）

第6.1-1表(2)　実験用装荷物の主要仕様

５．燃料試料挿入管　構　　造	脱着式端栓を備えた円筒形被覆管（内部に単一種類又は複数種類のウラン酸化物を充填・密封し、炉心に装荷する。ウラン酸化物には実験計画に応じて中性子毒物、構造材模擬材を添加する。）
^{235}Ｕ濃縮度	10wt％以下
ウラン酸化物直径	約８㎜
中性子毒物	ガドリニウム、エルビウム、サマリウム、ボロン等ただし、炉心に装荷する中性子毒物添加量（棒状燃料を含む。）は、炉心に装荷する総ウラン重量（棒状燃料を含む。）の１／100を超えないこと。
構造材模擬材	アルミニウム合金、ジルコニウム合金、鉄、コンクリートその他の軽水炉等の構造材を模擬した材料
ウラン重量	800ｇＵ／本以下
高　　さ	約150cm
上部端栓位置	下端より145cm以上
燃料有効長	約145cm 又は 約70cm
被覆管材料	アルミニウム合金、ジルコニウム合金 又はステンレス鋼
被覆管外径	約9.5mm
炉心装荷量	燃料試料挿入管に含まれる^{235}Ｕの重量が炉心装荷総^{235}Ｕ重量の５／100以下

名称		内挿管（細）
型式		棒状形状
主要寸法	管体外径	9.5 mm
	管体内径	8.36 mm
	全長	1495 mm
主要材料	管体	ジルカロイ－4*1
	下部端栓	ジルカロイ－4*1
本数		30 本

＊1　JIS H 4751 相当

名称		内挿管（太）
型式		棒状形状
主要寸法	管体外径	28.8 mm
	管体内径	27.0 mm
	全長	1495 mm
主要材料	管体	アルミニウム合金*1
	下部端栓	アルミニウム合金*2
	おもり	鉛*3
本数		3 本

＊1　JIS H 4080 相当

＊2　JIS H 4040 相当

＊3　JIS H 2105 相当

設置(変更)許可申請書（設計方針抜粋）	設工認申請書案（設計条件・設計仕様）
第6.1-1表(3)　実験用装荷物の主要仕様 ６．内挿管　種　類　アルミニウム合金、ジルコニウム合金、ステンレス鋼その他の金属又はそれらにボロン、カドミウム、ハフニウムその他の中性子吸収材を含有若しくは付加させたもの 構　造　中空パイプ状 核的制限　反応度価値　合計0.3ドル以下 （浸水による置換反応度。同時に設置する全ての内挿管及び可動装荷物駆動装置の反応度価値を含む。） 主要寸法　高さ　約150cm 内径　11cm以下（外径が１cm以下の細径内挿管は、水平の枝管を用いて組み合わせることができる。） ７．～８．省略	(1) 内挿管の置換反応度 内挿管の内部への浸水による置換反応度を可動装荷物による反応度添加量と合わせて制限することについては、原子力科学研究所原子炉施設保安規定（その下部規定を含む。）に定め、遵守する、 (2) 中性子吸収材の管理及び制限 可溶性中性子吸収材を使用する場合の濃度管理及び制限については、原子力科学研究所原子炉施設保安規定（その下部規定を含む。）に定め、遵守する、 (3) 実験用装荷物の監視 炉心タンク周辺における発煙などの異常及び地震時等の周辺環境（炉室フード内）の異常の有無を監視できるように炉室（Ｓ）にカメラ、制御室にＴＶモニタが設置されている。なお、目視では確認することができない運転中の重要なパラメータである中性子束密度、温度及び水位は、既認可の計測制御系統施設で監視できる設計となっている。 (4) 通信連絡設備の設置 デブリ構造材模擬体、燃料試料挿入管及び内挿管は、制御室と相互に連絡することができる炉室（Ｓ）に設置する。連絡には、既認可の通信連絡設備（ページング装置）を使用する。

設置(変更)許可申請書（設計方針抜粋）	設工認申請書案（設計条件・設計仕様）
【添八　1.6　試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則への適合 第15条（炉心等)】 適合のための設計方針 第１項及び第２項について (1) ＳＴＡＣＹは、原子炉停止系及び安全保護系の設計とあいまって、総合的な反応度フィードバックが正になる炉心でも安全に運転制御できるよう、炉心特性の範囲を制限するとともに、核的制限値を満足するように炉心を構成する。 (2) ＳＴＡＣＹは、水位制御により原子炉の反応度を制御し、核分裂の連鎖反応を制御できる能力を有する設計とする。このとき、浸水に対し炉心の未臨界を確保するため、次の対策（運用制限）を講じる。 ・構成可能な炉心は、安全板の性能とあいまって、浸水（海水による全水没）を想定しても未臨界を確保できる範囲に限定する。 ・炉心構成作業は、安全板（又は中性子吸収効果の観点から安全板と同等の仕様の中性子吸収板）が炉心に挿入されている状態で行う。 なお、ＳＴＡＣＹは低出力であり、熱中性子束が小さいため、キセノンによる出力振動は発生しない。 第３項及び第４項について (1) 炉心は、原子炉停止系、反応度制御系、計測制御系及び安全保護系の機能とあいまって、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時において、燃料要素の健全性を損なうことのない設計とする。 (2) 燃料要素、減速材及び炉心支持構造物ほか炉心内に設置する機器等は、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時において、原子炉を安全に停止させることができる設計とする。 なお、ＳＴＡＣＹ施設で選定する設計基準事故は「棒状燃料の機械的破損」及び「溶液燃料の漏えい」であり、原子炉の停止に関係しない。	【第２編　デブリ模擬炉心（１)】 ３．設　計 ３．１　設計条件 デブリ模擬炉心（１）の設計条件は、次のとおりとする。 ・原子炉停止系及び安全保護系の設計とあいまって、総合的な反応度フィードバックが正になる炉心でも安全に運転制御できるよう、炉心特性の範囲を制限するとともに、核的制限値を満足するように炉心を構成する。 ・水位制御により原子炉の反応度を制御し、核分裂の連鎖反応を制御できる能力を有する設計とする。このとき、浸水に対し炉心の未臨界を確保するため、次の対策（運用制限）を講じる。 (1) 構成可能な炉心は、安全板の性能とあいまって、浸水（海水による全水没）を想定しても未臨界を確保できる範囲に限定する。 (2) 炉心構成作業は、安全板（又は中性子吸収効果の観点から安全板と同等の仕様の中性子吸収板）が炉心に挿入されている状態で行う。 なお、ＳＴＡＣＹは低出力（熱出力最大200W）であり、熱中性子束が小さいため、キセノンによる出力振動は発生しない。 ・炉心は、原子炉停止系、反応度制御系、計測制御系及び安全保護系の機能とあいまって、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時において、燃料要素の健全性を損なうことのない設計とする。 ・燃料要素、減速材及び炉心支持構造物ほか炉心内に設置する機器等は、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時において、原子炉を安全に停止させることができる設計とする。

設置(変更)許可申請書（設計方針抜粋）	設工認申請書案（設計条件・設計仕様）

【設置（変更）許可申請書の主要事項抜粋】

炉心

構造	・炉心は、単一種類又は複数種類の燃料体（棒状燃料）等を炉心タンク内の格子板フレームに取り付けた格子板に垂直になるよう配列した後、減速材及び反射材（軽水。実験計画に応じて可溶性中性子吸収材を添加する。）を炉心タンクに給水することにより構成する。 ・棒状燃料の種類、本数及び配置、格子板フレーム・格子板の種類及び組合せ、炉心平均の減速材対燃料ペレット体積比並びに炉心温度は、炉心構成及び核的制限値の範囲内において、実験計画に基づき決定する。 ・原子炉停止系及び安全保護系の設計とあいまって、総合的な反応度フィードバックが正になる炉心でも安全に運転制御できるよう、炉心特性の変化範囲に制限を設ける。
臨界水位	棒状燃料の有効長下端より40cm以上140cm以下の範囲
減速材対燃料ペレット体積比（炉心平均）	0.9 以上 11 以下
使用燃料体	・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も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）
炉心特性範囲	・炉心の特性が第１表及び第２表に示す炉心特性範囲内であること。

名称	デブリ模擬炉心（１）
臨界水位	40 cm以上 140 cm以下
最大過剰反応度	0.8 ドル
給排水系による最大添加反応度	0.3 ドル
反応度添加率	臨界近傍で３セント／ｓ以下
安全板による停止時の中性子実効増倍率	0.985 以下
最大反応度価値を有する安全板１枚が挿入不能時の中性子実効増倍率	0.995 以下
減速材・反射材対燃料ペレット体積比	0.9以上　11以下
最高温度	70℃
実験用装荷物による最大添加反応度	0.3 ドル

その他、設置変更許可申請書に定めた炉心特性の範囲（表１及び表２に示す。）で運転する。

設置(変更)許可申請書（設計方針抜粋）			設工認申請書案（設計条件・設計仕様）
主要な核的制限値	最大過剰反応度	0.8 ドル	
	給水による最大添加反応度	0.3 ドル	
	安全板による停止時の中性子実効増倍率	0.985 以下	
	最大反応度価値を有する安全板１枚が挿入不能の場合の中性子実効増倍率	0.995 以下	
	制御設備による最大反応度添加率	３セント／ｓ	
	可動装荷物による最大反応度添加率	３セント／ｓ	
	可動装荷物の反応度価値	0.3 ドル以下	
主要な熱的制限値		70 ℃ 以下	

設置(変更)許可申請書（設計方針抜粋）	設工認申請書案（設計条件・設計仕様）

第１表　核的制限値に関連する炉心特性値

炉心特性値	最大値	最小値
水位反応度係数 $\frac{d\rho}{dH}$（ドル／mm）	6.0×10^{-2}	2.0×10^{-3}
最大反応度添加率相当給水流量 Vlim※ (ℓ／min)	1915	65

※炉心タンク内の水面の断面積を 15%減として評価

表１　核的制限値に関連する炉心特性値

炉心特性値	最大値	最小値
水位反応度係数 $\frac{d\rho}{dH}$（ドル／mm）	6.0×10^{-2}	2.0×10^{-3}
最大反応度添加率相当給水流量 Vlim※ (ℓ／min)	1915	65

※炉心タンク内の水面の断面積を 15%減として評価

設置(変更)許可申請書（設計方針抜粋）

第２表　ＳＴＡＣＹで構成される炉心の動特性定数

動特性定数	最大値	最小値
減速材温度 反応度係数 （Δk/k／℃）	$+3.8\times10^{-4}$	-3.7×10^{-5}
減速材ボイド 反応度係数 （Δk/k／vol%）	$+3.7\times10^{-3}$	-3.8×10^{-3}
棒状燃料温度 反応度係数 （Δk/k／℃）	-8.5×10^{-6}	-4.1×10^{-5}
即発中性子寿命 （ｓ）	8.4×10^{-5}	6.9×10^{-6}
実効遅発 中性子割合 （－）	8.1×10^{-3}	6.8×10^{-3}

設工認申請書案（設計条件・設計仕様）

表２　ＳＴＡＣＹで構成される炉心の動特性定数

動特性定数	最大値	最小値
減速材温度 反応度係数 （Δk/k／℃）	$+3.8\times10^{-4}$	-3.7×10^{-5}
減速材ボイド 反応度係数 （Δk/k／vol%）	$+3.7\times10^{-3}$	-3.8×10^{-3}
棒状燃料温度 反応度係数 （Δk/k／℃）	-8.5×10^{-6}	-4.1×10^{-5}
即発中性子寿命 （ｓ）	8.4×10^{-5}	6.9×10^{-6}
実効遅発 中性子割合 （－）	8.1×10^{-3}	6.8×10^{-3}

設置(変更)許可申請書（設計方針抜粋）	設工認申請書案（設計条件・設計仕様）

【添八 別１ 3.2 炉心構成の範囲】

(2) 燃料

次に示す燃料体（棒状燃料）を用いる。棒状燃料は、単一種類又は複数種類のも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。

a. ウラン棒状燃料

炉心は、主としてウラン棒状燃料を用いて構成する。

（ｉ）二酸化ウランペレット

^{235}U濃縮度 10 wt%以下

ペレット直径 約８ mm

燃料有効長 約145 cm 又は 約70 cm

（このとき、燃料有効長約70cmの短尺棒状燃料は、臨界水位が65cm超の炉心には使用しない。また、同一の棒状燃料には同一仕様のペレットを用いる。）

ペレット密度 約95%T.D.

c. 挿入量

（ｉ）最大挿入量 720 kgU

（ⅱ）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）

(3) 減速材及び反射材

減速材及び反射材には軽水を用いる。減速材は、格子間隔の異なる格子板への交換又は格子板へ実験用装荷物（ボイド模擬体ほか）を配列することにより、減速材対燃料ペレット体積比（炉心平均）を変化させる。軽水には、実験計画に応じて可溶性中性子吸収材を添加す

３．２　設計仕様

名称		デブリ模擬炉心（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	
減速材、反射材		軽水（実験計画に応じて可溶性中性子吸収材（ボロン）を添加）	
制御材		減速材、反射材（軽水）に加え、安全板	
関連主要設備	計装	最大給水制限スイッチ（２系統） 給水停止スイッチ（２系統） 排水開始スイッチ（１系統）	
	制御設備	給排水系、安全板（２～４枚）	
主要な実験設備	実験用装荷物	デブリ構造材模擬体	

格子板は、実験計画に応じて交換して使用する。格子板には棒状燃料挿入孔を設けたドライバー領域の中央部に矩形のテスト領域を設け、実験計画に応じて別途製作するテスト領域用アタッチメントと付替えることができる構造とする。なお、格子板（アタッチメントを含む。）については、既設のものを用いる。

使用燃料体は、平成４年５月１日付け４安(原規)第56号で認可された、既設のウラン棒

設置(変更)許可申請書（設計方針抜粋）	設工認申請書案（設計条件・設計仕様）
る。 （ｉ）減速材対燃料ペレット体積比 0.9 以上 11 以下（炉心平均） （ⅱ）使用温度範囲 常温～70℃ 【本文　（３）制御設備】 （ｉ）制御材の個数及び構造 （中略） b. 安全板 (a) 個 数 ２枚以上８枚以下 (b) 構 造 吸収材 カドミウム 被覆材 ステンレス鋼 形 状 平板形状 寸 法 吸収材有効幅 20 cm 以上 又は 約 10 cm 厚 さ 約 ２ mm 吸収材有効長 約 150 cm （ⅱ）制御材駆動設備の個数及び構造 a. 給排水系 給排水系は、給水系と排水系及びダンプ槽より成る。給水系には、高速給水系及び低速給水系があり、それぞれ給水ポンプ、給水吐出弁、流量調整弁、給水バイパス弁、配管等から構成する。排水系は、通常排水弁、急速排水弁、配管等から構成する。 【添八 別１ 5.3 プロセス計装設備】 5.3.1 概要	状燃料を用いる。 関連主要設備の計装及び制御設備は、既設のものを用いる。 主要な実験設備の実験用装荷物は、本申請の第１編実験設備に記載するデブリ構造材模擬体を用いる。 運転に当たり、炉心が核的制限値を満足し、かつ、設置変更許可申請書に定めた炉心特性の範囲（表１及び表２に示す。）になるよう、原則として計算解析により評価し、確認する。計算解析の方針は、添付書類「２．デブリ模擬炉心についての評価書」に従うものとし、確認の手順は原子力科学研究所原子炉施設保安規定（その下部規定を含む。）に定め、遵守する。

設置(変更)許可申請書（設計方針抜粋）	設工認申請書案（設計条件・設計仕様）
プロセス計装設備は、ＳＴＡＣＹ施設内の各種プロセス量を測定し、ＳＴＡＣＹの運転制御及び安全保護動作に必要な情報を得るため、次に示す安全保護系のプロセス計装設備及び計測制御系のプロセス計装設備で構成する。ＳＴＡＣＹの主要なプロセス計装を第5.3-1図に示す。 (1) 安全保護系のプロセス計装設備 最大給水制限スイッチ (2) 計測制御系のプロセス計装設備 給水停止スイッチ 排水開始スイッチ サーボ型水位計 高速流量計及び低速流量計 炉心温度計 ダンプ槽温度計 ダンプ槽電導度計 放射線線量率計 等 【添八 ３．原子炉及び炉心】 3.3 運転手順 ＳＴＡＣＹの核的安全性の確保は、次に示す手順に従って行う。 (1) 炉心構成の選定 実験計画に基づき、炉心構成（棒状燃料の種類、本数及び配置、格子板の種類及び組合せ、安全板装置の配置、核計装の配置、実験用装荷物の種類及び配置並びに減速材及び反射材（軽水。実験計画に応じて可溶性中性子吸収材を添加する。）の減速材対燃料ペレット体積比（炉心平均）及び温度）の詳細及び範囲を決定し、臨界水位、各種反応度係数、安	

設置(変更)許可申請書（設計方針抜粋）	設工認申請書案（設計条件・設計仕様）
全板反応度価値等を計算解析によって求め、核的制限値を満足する見通しがあることを確認する。ただし、実測データにより見通しが明らかな場合は、計算解析を省略することができる。また、正の炉心温度反応度係数を有する炉心については、同様にして熱的制限値を満足する見通しがあることを確認する。さらに、これらの事前計算解析では、海水により炉心が全水没した場合でも、安全板（又は中性子吸収効果の観点から安全板と同等の仕様の中性子吸収板）により炉心が未臨界であることを確認する。実験計画の作成に当たり、事前計算解析の間違いによる核的制限値からの逸脱を防止するため、未知の炉心構成における条件の変更は、臨界水位にあっては高水位から低水位に、実験用装荷物にあってはその反応度効果の小さいものから大きなものに変化させていく。ただし、既存のデータにより核的制限値を満足できると判断できる場合は、この限りでない。	

補足説明資料 5-1

令和 5 年 9 月 28 日

日本原子力研究開発機構

臨界ホット試験技術部

STACY 設工認に係る審査会合（令和 5 年 1 月 30 日）での指摘事項対応のための解析結果

１．概要

デブリ構造材模擬体（コンクリート）の組成が反応度に与える影響について、ペレット密度及び水分量をパラメータとした感度解析を行った。その他、デブリ構造材模擬体の種別（鉄又はコンクリート）と挿入量が水位反応度係数に及ぼす影響並びに鉄製のデブリ構造材模擬体の組成が原子炉停止余裕に及ぼす影響を確認した。なお、主要な核的制限値である安全板の原子炉停止余裕及びワンロッドスタックマージンの評価については令和 5 年 3 月 24 日の審査会合の指摘事項に対応し、補足説明資料 5-2 に示す。以下に解析の結果及び当該結果を受けた設工認申請書の補正方針を示す。

２．解析結果

2.1　デブリ構造材模擬体（コンクリート）の組成が反応度に与える影響について

デブリ構造材模擬体（コンクリート）の組成が反応度に与える影響について、コンクリート密度及び水分量をパラメータとした感度解析を行った。解析対象とした炉心の詳細については本資料末の参考データ参－１に示す。

① コンクリート密度の感度解析

デブリ模擬炉心のうち、デブリ構造材模擬体本数が現実的に最大に近い 69 本、及び、実験時の代表的な基準水位として狙う臨界水位 90 cm の炉心における安全板の原子炉停止効果についてコンクリート密度を変化させた感度解析を行い、影響を反応度（Δk/k）で評価した。密度は、普通コンクリート（臨界安全ハンドブック標準組成、密度 2.3 g/cm^3、水分率約 9 wt%、末尾の付録表参照）を基本とし、製作上コンクリート材料の公差から想定される密度の振れ幅を十分包含できる範囲として、最大 2 倍から最小 0.5 倍とする構造材模擬体を装荷した炉心を評価した。なお、コンクリートの主要成分（ケイ素 Si、カルシウム Ca）の感度解析も別途実施した。

コンクリート密度の感度解析の結果を**図１**に示す。なお、密度 0（すなわち解析上はボイドとなる。）の点は変化傾向を確認するために追加したものである。コンクリート密度の影響は、中性子エネルギースペクトルが過剰減速となる格子間隔 2.54 cm の炉心については最大で 3×10^{-3} Δk/k 程度であり大きな反応度効果は見られない。一方、格子間隔 1.27 cm（減速不足）及び 1.50 cm（最適減速）の炉心では、1 of 4 及び 2 of 4 の配列については密度増加に対して正の反応度効果が、4 of 4 配列では負の反応度効果が見られ、

その大きさは約 7×10^{-3} Δk/k と見積もられた。これはコンクリート製のデブリ構造材模擬体が、1 of 4 及び 2 of 4 配列では減速材として、4 of 4 炉心では吸収材として働いていることを示している。

また、コンクリートの主要な成分であるケイ素（Si）及びカルシウム（Ca）を密度の感度解析の範囲と同様の 0.5 倍、2.0 倍に変化させた感度解析の結果を**図２**に示す。Si 及び Ca の量の感度は、密度のそれに対して小さく、密度変化の感度に包含されることが確認できる。この結果から、コンクリート密度の反応度に対する感度は、Si や Ca 等の主要成分ではなく、水分に由来していることが推測できる。

② 水分量の感度解析

①の推測を確認するため、①と同じ炉心について、コンクリート内部の水分量のみを変化させた感度解析を行い、影響を反応度（Δk/k）で評価した。水分量は、普通コンクリート（臨界安全ハンドブック標準組成、密度 2.3 g/cm^3、水分率約 9 wt%）を基本とし、コンクリート密度と同様の倍率として水分量が 0.5 倍（水分率約 4.7 wt%）と 2.0 倍（水分率約 16 wt%）、その他水分 0（水なし）の炉心の核特性を評価した（組成については末尾の付録表を参照。）。コンクリートの水分量の感度解析結果を**図３**に示す。水分量の変化に対する反応度の応答は、コンクリート密度のそれと傾向、変化量ともにほぼ同じであり、コンクリートの密度変化に対する反応度への影響は水分量が支配的であることが確認できた。

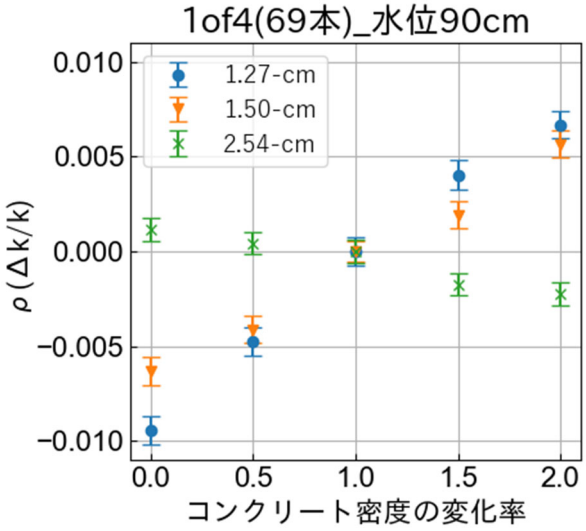
設工認申請書の補正方針： ①及び②の結果を踏まえ、設工認申請書 第 1 編 実験用装荷物のデブリ構造材模擬体（コンクリート）の設計仕様に水分率を追記するとともに、コンクリートのデブリ構造材模擬体の製作に当たっては、本解析の評価範囲に収まるよう、水分率について最大 16 wt%の制限を設けて製作する方針とし、設工認申請書 第 1 編 実験用装荷物の本文構造図にコンクリートの水分率の上限値を追記する。

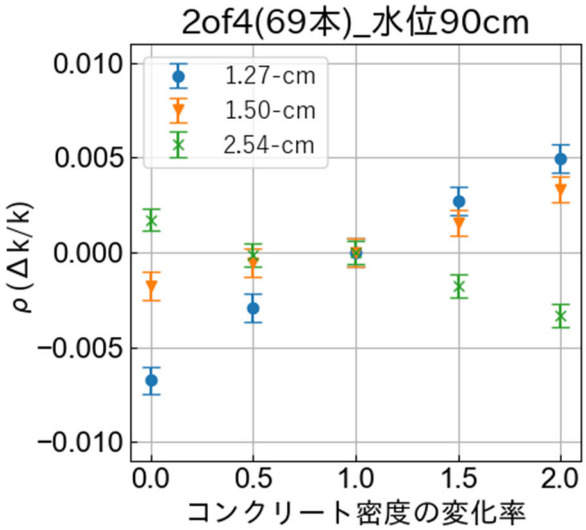
2.2　デブリ模擬炉心が核的制限値を満足する見通しについて

④ コンクリート密度及び水分量が安全板の原子炉停止効果に与える影響

コンクリートの密度及び水分量が、炉心の重要な核的制限値である原子炉停止余裕及びワンロッドスタック（最大反応度効果を持つ安全板1枚が挿入不能時）マージンに及ぼす影響を評価するため、①及び②でコンクリート密度及び水分量を変化させた炉心とそれに安全板1枚を挿入した炉心との反応度差を解析した。このとき、安全板挿入位置は、すべてのケースで炉心中央付近のスリットに統一し、安全板挿入による水位上昇等の考慮は、設工認添付計算書（保安規定に基づく炉心構成解析での手順と同じ。）と同様とした。コンクリート密度及び水分量が安全板の原子炉停止効果に与える影響評価の結果をそれぞれ**図４**及び**図５**に、安全板の挿入位置の例を**図６**に示す。図の縦軸は、基準とした普通コンクリート組成の炉心（基準炉心）に安全板を挿入したときの反応度効果と、密度及び水分量を変化させた炉心（変化炉心）において基準炉心と同じ位置に安全板を挿入したときの反応度の差で表し、負の値（図の下側）となる場合は、安全板の原子炉停止効果がより高まった安全側の変化であることを意味する。評価の結果、コンクリート密度及び水分量の変化に対する顕著な応答は見られず、正の値（図の上側）の増分は最大でも 2×10^{-3} Δk/k（2標準偏差程度）であり、モンテカルロ計算に由来する統計誤差で説明できる範囲である。これらの結果から、2.0倍までのコンクリート密度及び水分量の変化が安全板の原子炉停止効果に与える影響は小さいことが確認できる。このため、以下の解析では、コンクリートは標準組成のものを使用する。

以　上





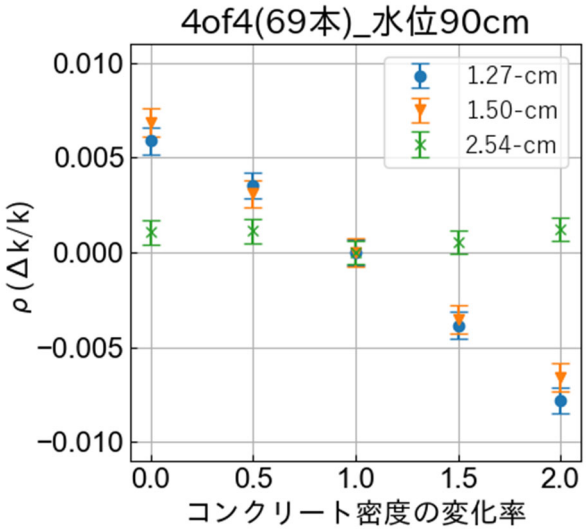


図１　コンクリート密度の感度解析結果（表参－４）

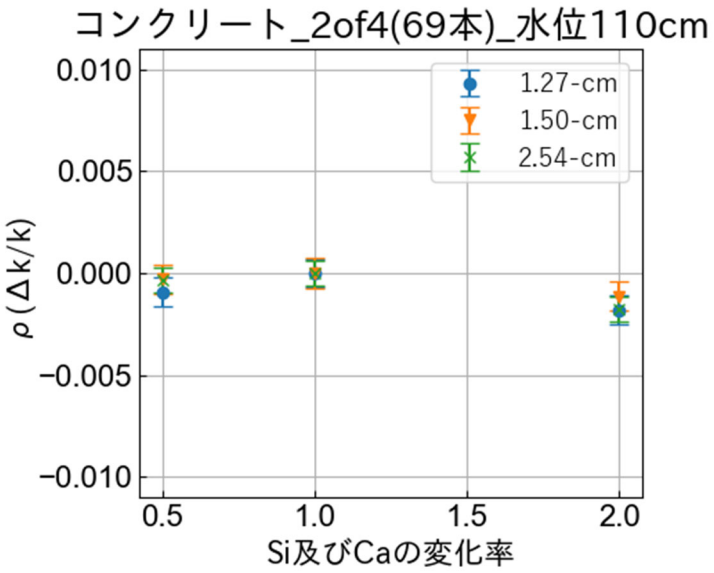
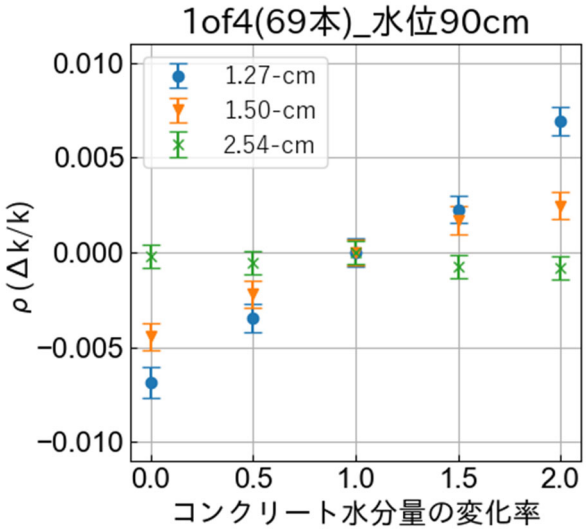
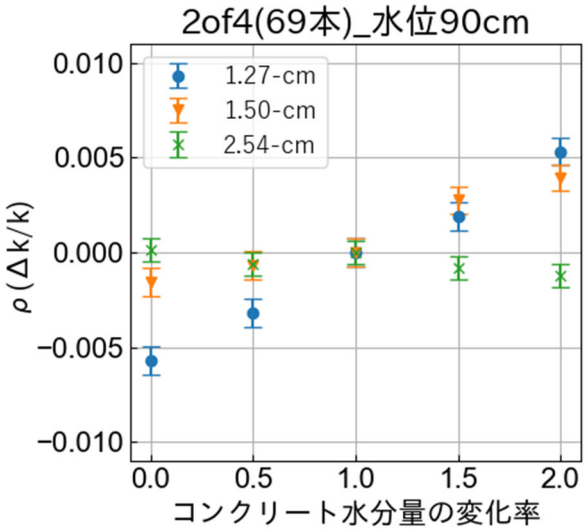


図２　コンクリート主要成分の感度解析結果（表参－５）





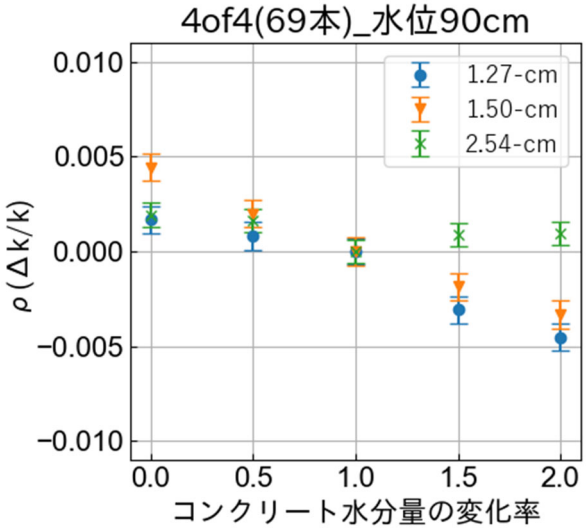
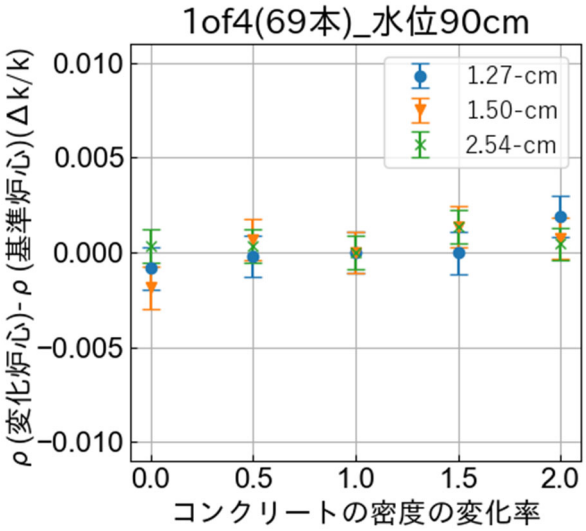
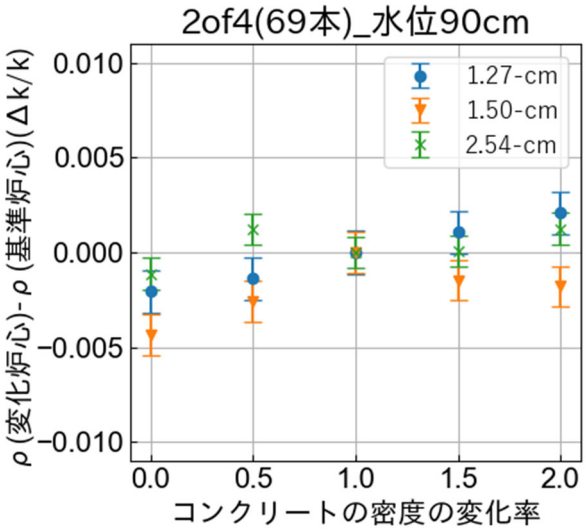


図３　コンクリートの水分量の感度解析結果（表参－６）





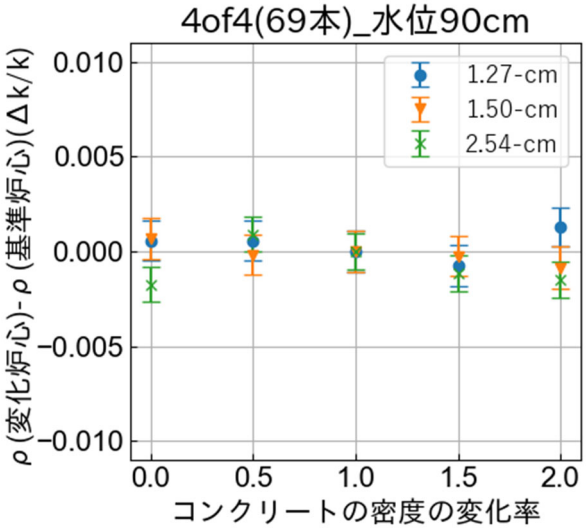


図４　コンクリート密度が安全板の原子炉停止効果に及ぼす影響解析結果

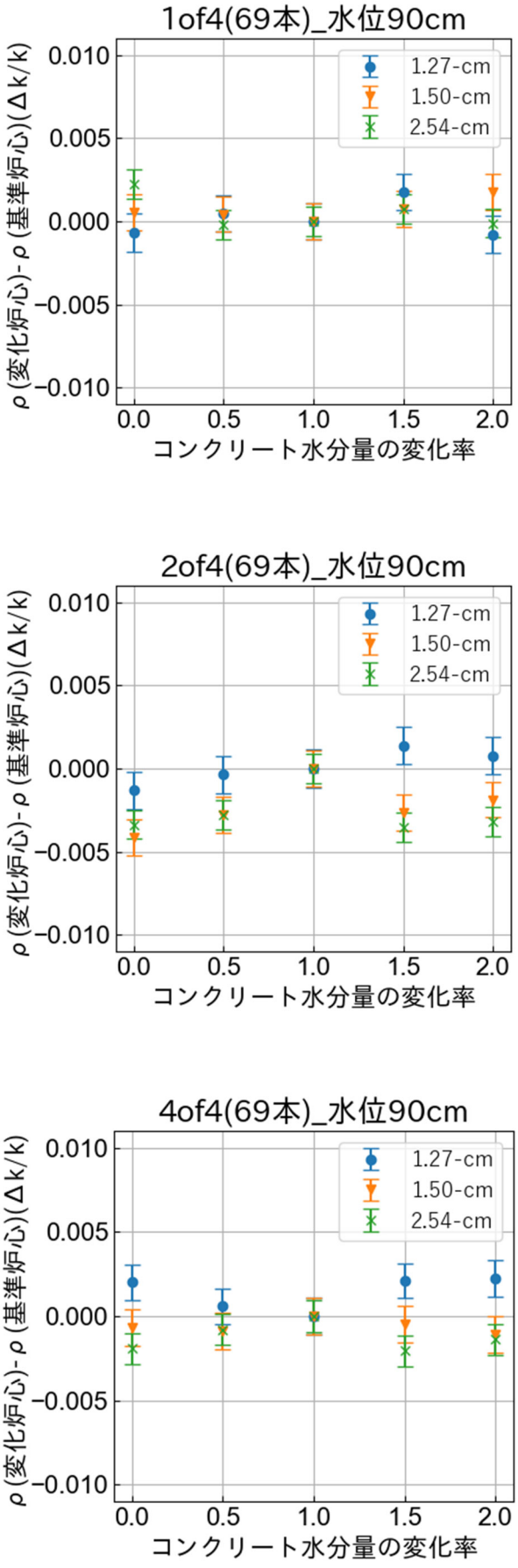
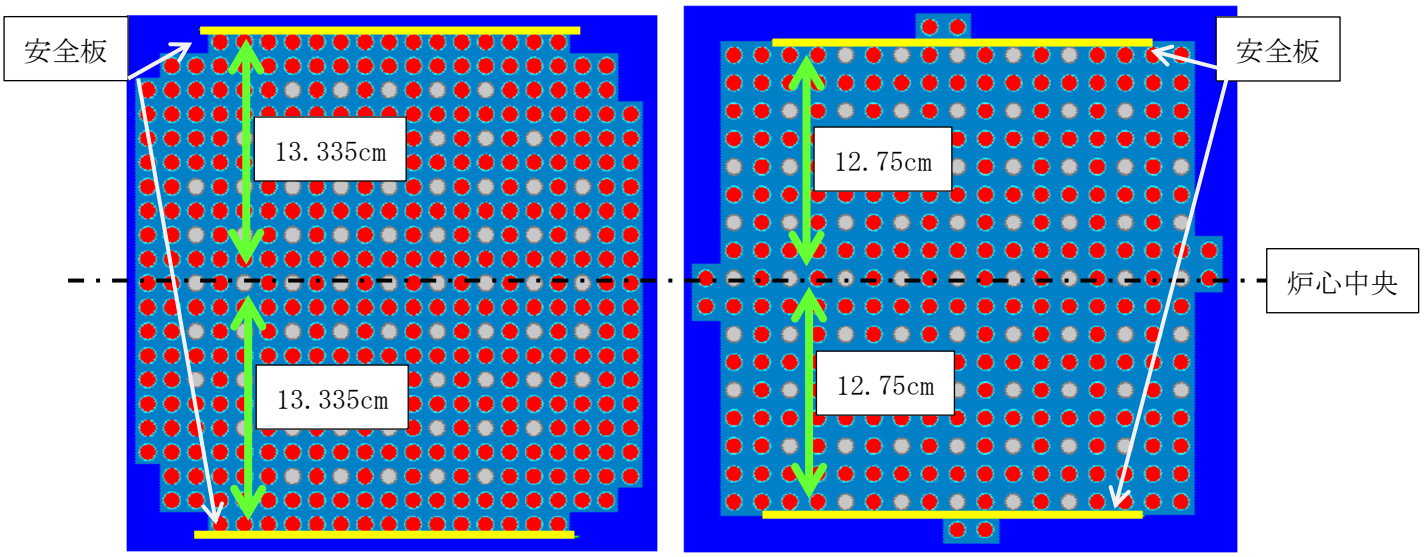
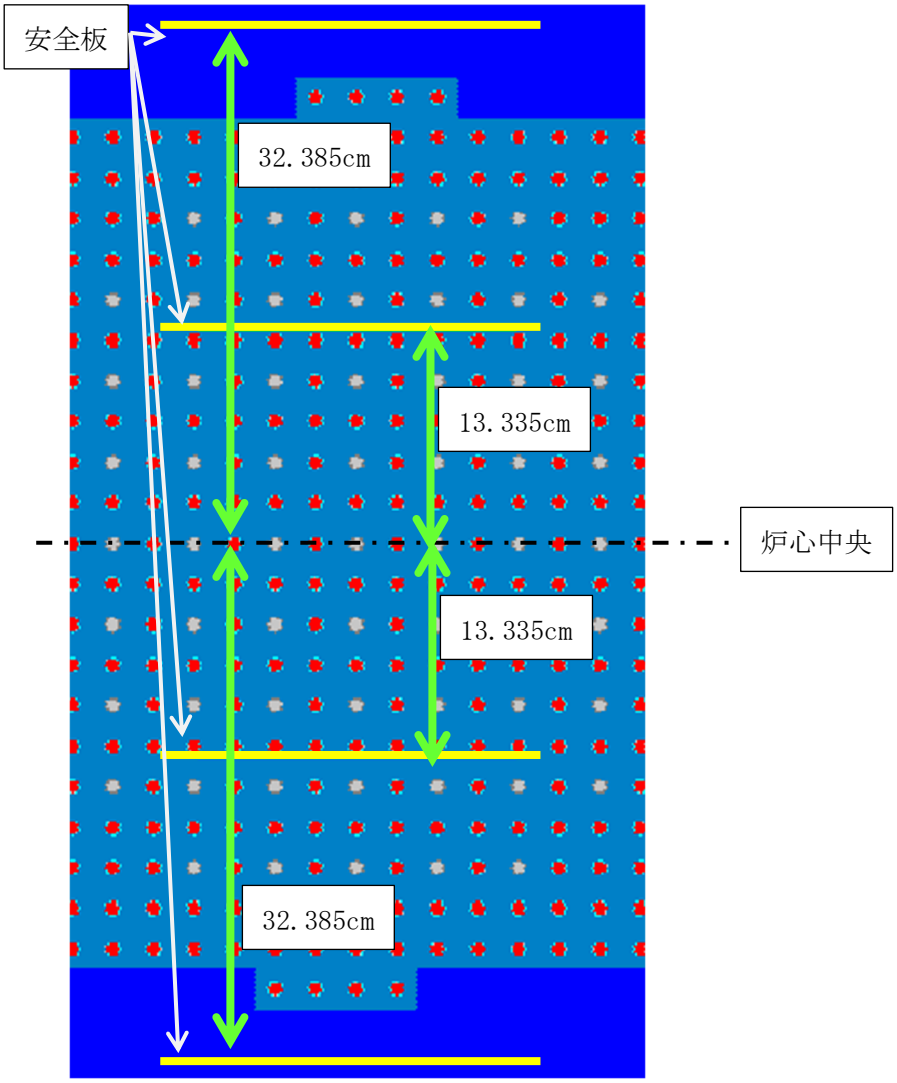


図５　コンクリート水分量が安全板の原子炉停止効果に及ぼす影響解析結果



（左）格子間隔 1.27 cm、（右）格子間隔 1.50 cm



格子間隔 2.54 cm

図６　安全板の挿入位置（例）

参考データ

以下、参考データとして(1)解析対象とした臨界炉心、(2)主要な核的制限値のひとつである水位反応度係数に係る評価、(3)デブリ構造材模擬体（鉄）の組成の感度解析の結果を示す。また、本文中の図１，２，３のプロットに用いたデータを表で示す。

参－１　解析対象とした臨界炉心

今回の申請で実際に構成できる最大に近いデブリ構造材模擬体挿入炉心として、今回製作するデブリ構造材模擬体 70 本のうち 69 本を挿入した炉心の臨界量(棒状燃料本数)を解析した。また、デブリ構造材模擬体の挿入量に対する炉心核特性の傾向を確認するため、デブリ構造材模擬体 25 本を装荷した炉心についても検討する。計算コード及び核データライブラリは、設工認添付計算書で使用したものと同じ MVP2 及び JENDL-3.3 を使用した。ヒストリー数も添付計算書と同様（1 ヒストリー当たり 1 万粒子×500 バッチ；200 スキップバッチで実効 300 万粒子）である。デブリ構造材模擬体の配列パターンは、想定される典型的な実験炉心パターンとして、炉心中央に隙間なく配列（4 of 4）するほか、棒状燃料 3 本に対してデブリ構造材模擬体 1 本（1 of 4)、棒状燃料 2 本に対してデブリ構造材模擬体 2 本（2 of 4）の合計 3 種類とした（**図参－１**）。炉心水位は、水位反応度係数を評価するため､許可上の臨界水位の下限 40 cm から上限 140 cm までの 40, 70, 110, 140 cm の 4 種類とし、格子間隔は、実験に使用する格子板の間隔 1.27 cm 及び 1.50 cm のほか、1.27 cm 格子板を 1 本飛ばしで使用した 2 本間隔の 2.54 cm とした。これらの条件に対し、棒状燃料本数をパラメータとして臨界調整を行った。臨界サーベイの解析範囲を**表参－１**に示す。

表参－１　臨界サーベイの解析範囲

パラメータ	変化範囲	備考
デブリ構造材模擬体本数	25, 69	
配列パターン	4 of 4、1 of 4、2 of 4	
格子間隔（cm）	1.27, 1.50, 2.54(1.27cm 格子板の 2 本間隔)	
棒状燃料本数	900 本以下	パラメータ。900 本は許可上最大本数。
水位（cm）	40, 70, 110, 140 cm	コンクリート 69 本の炉心のみ水位 90cm の臨界サーベイも行った。

臨界サーベイの結果を**図参－２**に示す。図には、使用前事業者検査で使用が想定されている棒状燃料 400 本以下で構成できる炉心の上限を赤い破線で示す。

参－２　水位反応度係数の評価

STACY は、水位反応度係数（臨界近傍における単位水位変化当たりの反応度効果）を許可上の上限値 6 ¢/mm 以下で運転することとしている。デブリ構造材模擬体の挿入本数及び種別が水位反応度係数に及ぼす影響を確認した。計算コード及び核データライブラリは、設工認添付計算書と同様、DANTSYS 及び JENDL-3.3 を使用した。

挿入本数への依存性を評価するため、デブリ構造材模擬体の配列本数を 2.2 ⑤の評価と同様の 25 本、69 本を配列した条件に加え、デブリ構造材模擬体挿入本数が 0 本の基本炉心（１）の条件及び炉心全面に配列した条件を加えて比較した。このとき、配列パターンは、後述の鉄とコンクリートを同条件で比較するため、1 of 4 配列とした。

次に、種別の依存性を評価するため、25 本の鉄とコンクリートのデブリ構造材模擬体を 1 of 4 パターンで装荷した条件で比較した。

このとき、臨界水位は、設工認申請書添付計算書の解析と同様の 40, 70, 110, 140 cm とした。デブリ構造材模擬体の挿入本数及び種別が水位反応度係数に及ぼす影響評価の結果を**図参－３-(a),(b)**及び**表参－２**にそれぞれ示す。図参－３-(a)より、挿入本数によって結果に差がわずかにみられるものの、著しい変化を与える要因にはならないことが確認された。

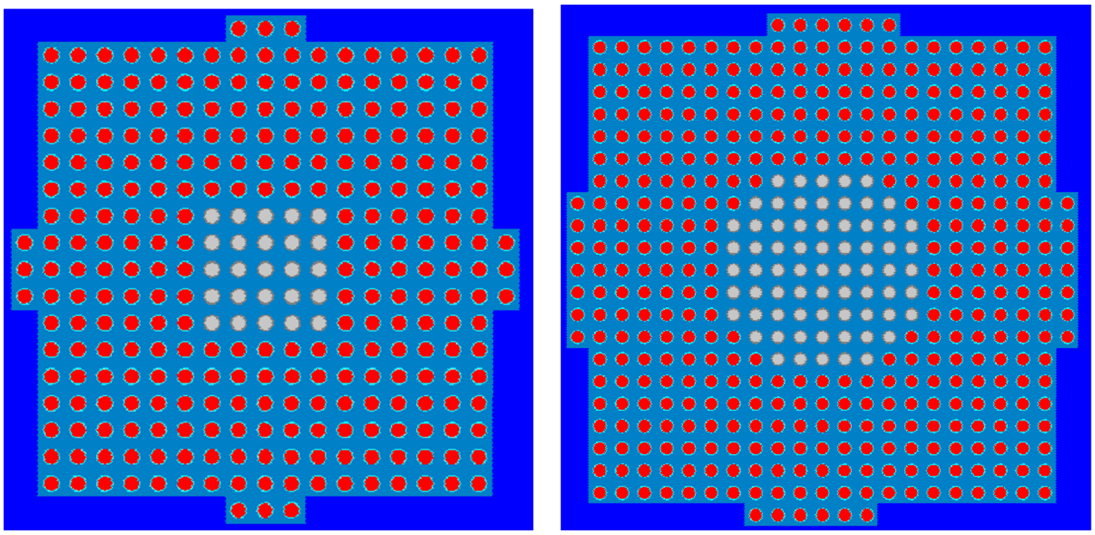
図参－３-(b)より、コンクリートのデブリ構造材模擬体を装荷した場合、水位反応度係数がやや大きくなるような傾向がみられるものの、その効果は基本炉心（１）の水位反応

度係数に対して最大約 5%程度であり、全体傾向から大きく逸脱するような変化がないことが確認された。以上より、水位反応度係数は、デブリ構造材模擬体の種別及び挿入本数を変えても原子炉の運転操作に支障がないと言える。また、水位反応度係数は臨界水位の３乗に反比例して低下することから、想定臨界水位を数 cm 程度上げることで、水位反応度係数の上限値（6￠/mm）以下に収められる見通しが確認できた。

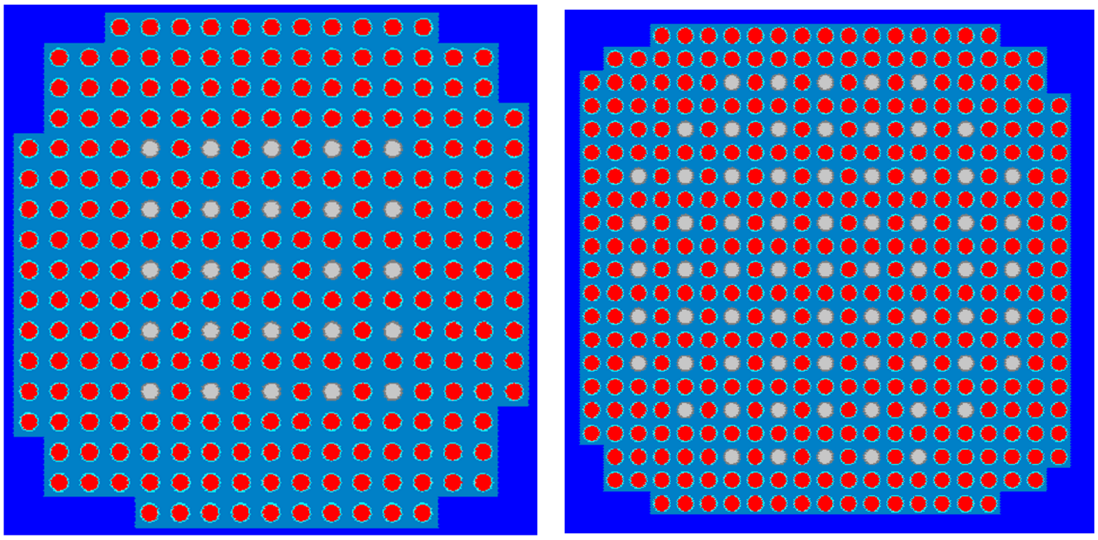
参－３　鉄の感度解析

デブリ構造材模擬体（鉄）の材料であるステンレス鋼（SUS304）は JIS 規格の材料を用いるため、想定される組成の変化幅は小さく、その反応度効果は無視し得ると考えられる。確認のため、ステンレス鋼の主要組成である鉄の比率を、規格上最低（約 66.4 wt%）から最大（約 70.8 wt%）まで変化させた感度解析を実施した。

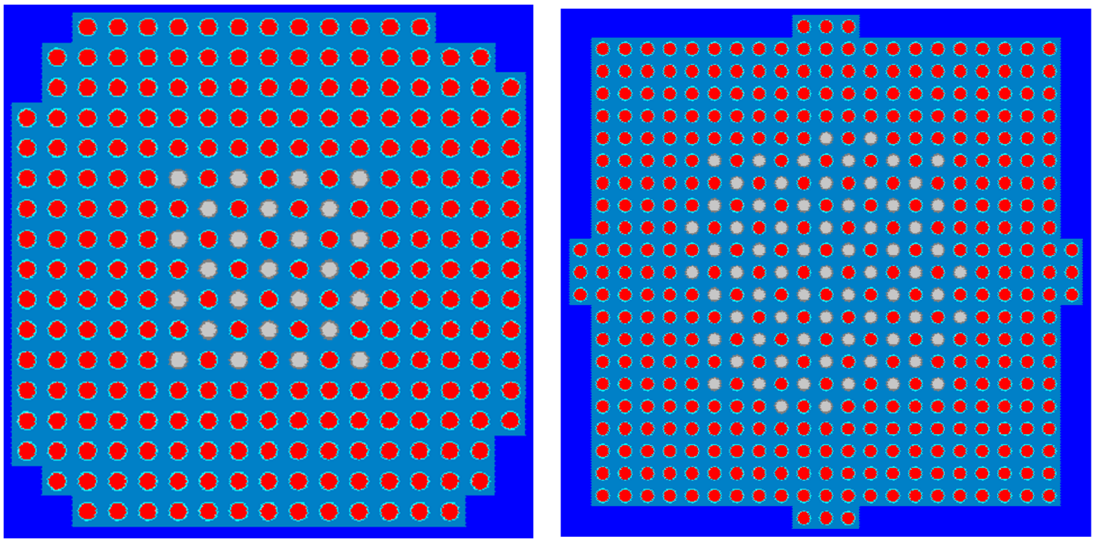
解析結果を図参－４及び表参－３にそれぞれ示す。図より、鉄の比率を最低から最大まで変化させた場合、最も反応度効果が大きかった炉心（格子間隔 2.54 cm、鉄比率約 70.8 wt%）でも、その反応度効果は 1×10^{-3} Δk/k 程度（２標準偏差程度）であり、無視できることが確認できた。



（4 of 4 配列；（左）模擬体 25 本、棒状燃料 276 本、（右）模擬体 69 本、棒状燃料 398 本）



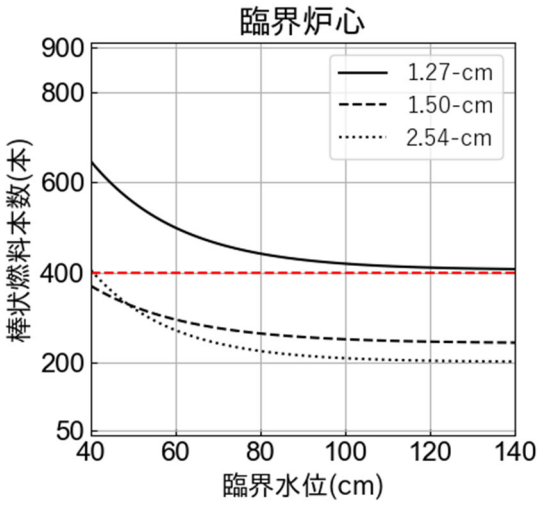
（1 of 4 配列；（左）模擬体 25 本、棒状燃料 241 本、（右）模擬体 69 本、棒状燃料 354 本）



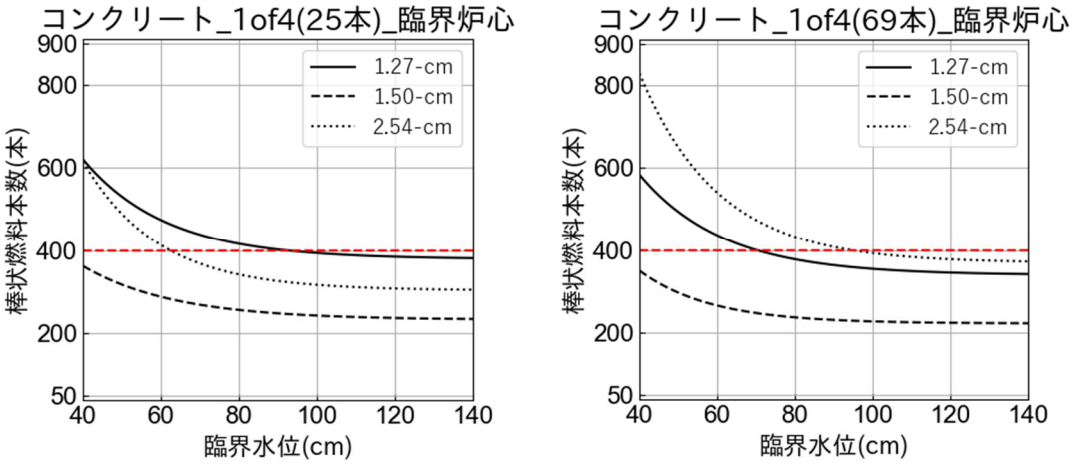
（2 of 4 配列；（左）模擬体 25 本、棒状燃料 249 本、（右）模擬体 69 本、棒状燃料 384 本）

（凡例）●棒状燃料、○デブリ構造材模擬体

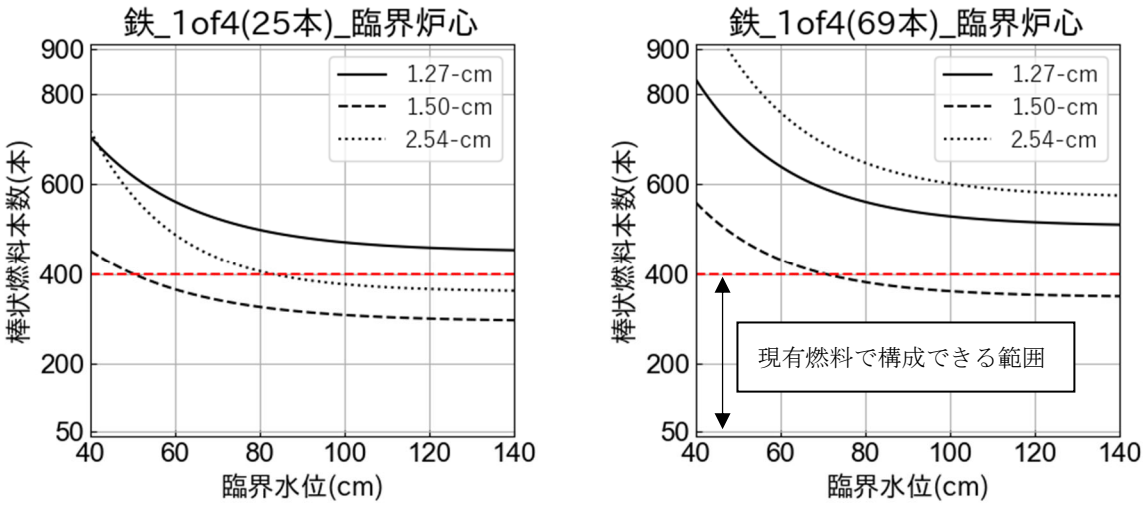
図参－１　デブリ構造材模擬体配列パターン例（上から 4 of 4、1 of 4、2 of 4）



(1)　参考：基本炉心

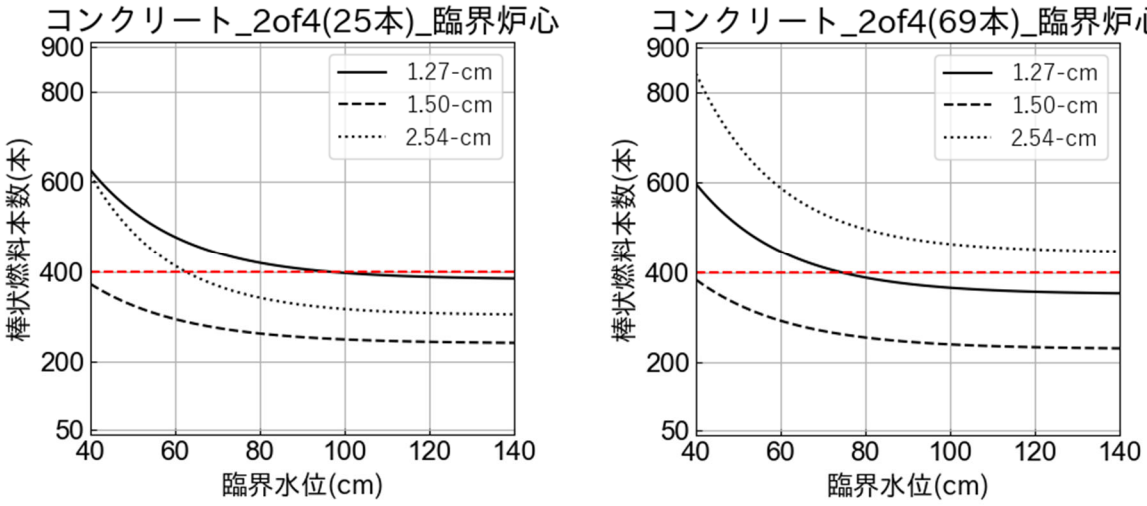


(2) デブリ構造材模擬体（コンクリート）1 of 4 配列（左：25 本、右：69 本）

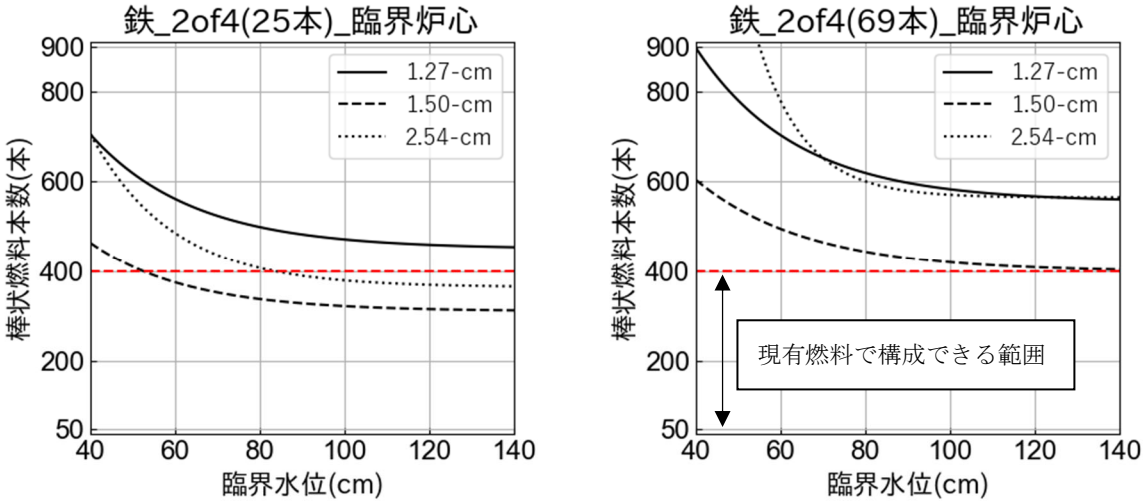


(3)　デブリ構造材模擬体（鉄）1 of 4 配列（左：25 本、右：69 本）

図参－２（1/3）　臨界サーベイ結果

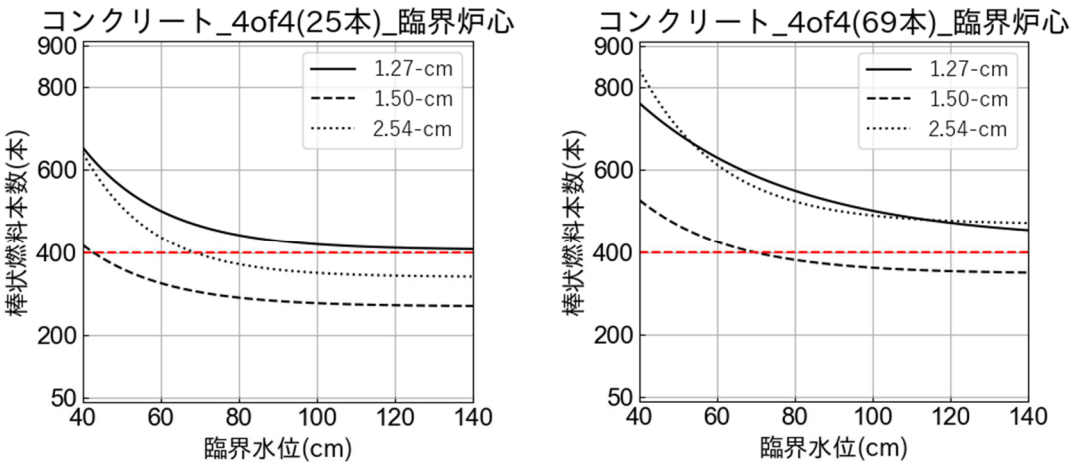


(4) デブリ構造材模擬体（コンクリート）2 of 4 配列（左：25 本、右：69 本）

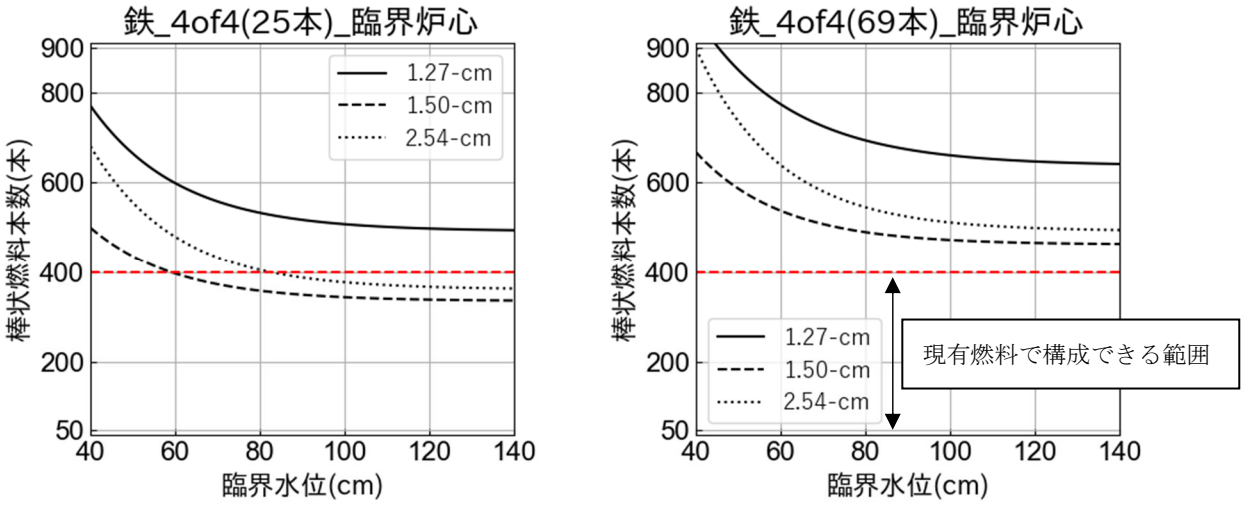


(5) デブリ構造材模擬体（鉄）2 of 4 配列（左：25 本、右：69 本）

図参－２ (2/3)　臨界サーベイ結果（続き）

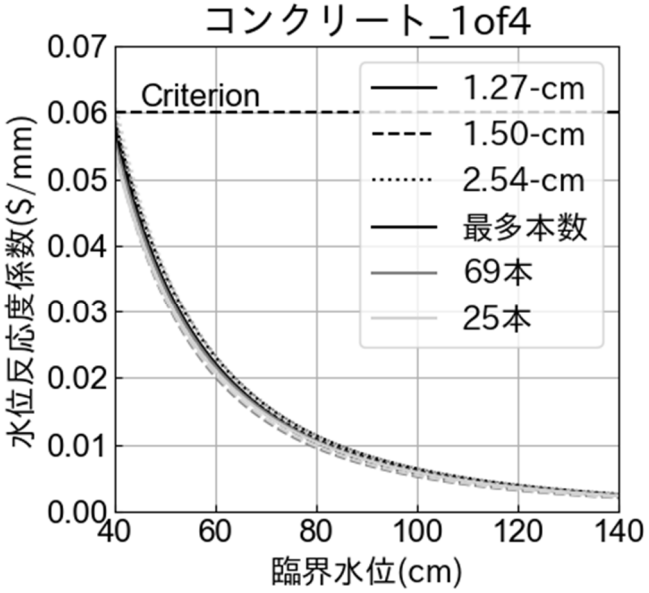


(6) デブリ構造材模擬体（コンクリート）4 of 4 配列（左：25 本、右：69 本）

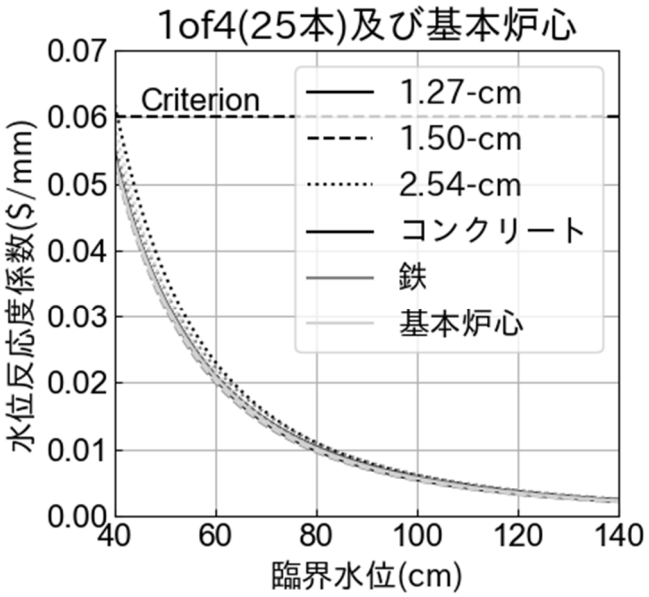


(7) デブリ構造材模擬体（鉄）4 of 4 配列（左：25 本、右：69 本）

図参－２（3/3） 臨界サーベイ結果（続き）

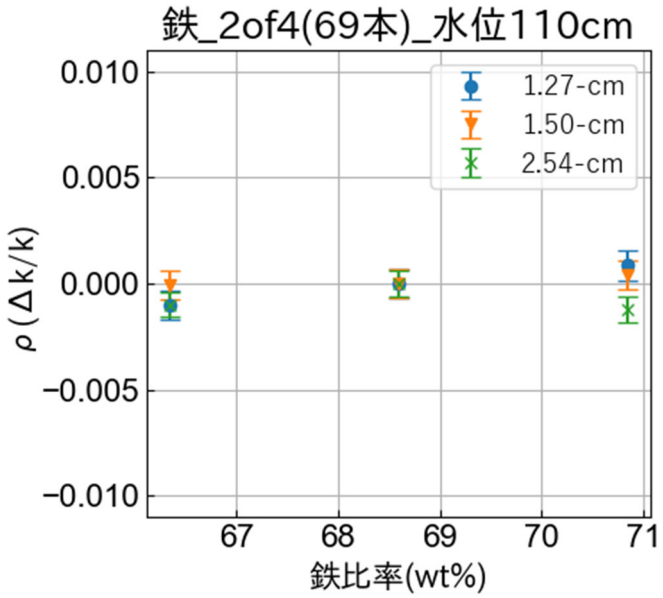


(a) 構造材模擬体挿入本数の比較（コンクリート）



(b) 構造材模擬体種別の比較

図参－３　デブリ構造材模擬体の挿入本数及び種別が水位反応度係数に及ぼす影響の評価結果（表参－２）



図参－４　鉄の感度解析結果（表参－３）

表参－２　水位反応度係数フィッティングパラメータ（図参－３関連）

条件	格子間隔 (cm)	変換定数 C ($\cdot cm^2$)	外挿距離 λ (cm)
コンクリート（最多本数）	1.27	8.97×10^4	14.0
	1.50	7.84×10^4	11.3
	2.54	9.66×10^4	14.7
コンクリート（69 本）	1.27	8.80×10^4	14.0
	1.50	7.14×10^4	10.8
	2.54	9.62×10^4	14.4
コンクリート（25 本）	1.27	8.89×10^4	15.0
	1.50	7.60×10^4	11.8
	2.54	8.40×10^4	11.4
鉄（25 本）	1.27	8.64×10^4	14.3
	1.50	7.48×10^4	12.1
	2.54	9.57×10^4	15.5
基本炉心	1.27	8.32×10^4	13.7
	1.50	7.70×10^4	12.5
	2.54	7.40×10^4	10.1

図中の曲線の式：$d\rho/dH=C/(Hc+\lambda)^3$

表参－３　鉄の感度解析結果（図参－４関連）

2 of 4(69 本)、水位 110 cm

格子間隔 (cm)	棒状燃料本数 (本)	鉄比率(wt%)	$\rho(\Delta k/k)^* \pm 1\sigma$
1.27	576	66.4	−0.0010±0.0007
		68.6	0.0000±0.0007
		70.8	0.0009±0.0007
1.50	413	66.4	−0.0001±0.0007
		68.6	0.0000±0.0007
		70.8	0.0004±0.0007
2.54	574	66.4	−0.0010±0.0006
		68.6	0.0000±0.0006
		70.8	−0.0012±0.0006

＊ 密度変化前の反応度係数から密度変化後の反応度を引いた値

表参－４　コンクリート密度の感度解析結果（図１関連）

1 of 4(69 本)、水位 90 cm

格子間隔 (cm)	棒状燃料本数 (本)	コンクリート密度の変化率	ρ（Δk/k） ± 1σ
1.27	374	0.0	−0.0095±0.0008
		0.5	−0.0048±0.0007
		1.0	0.0000±0.0008
		1.5	0.0040±0.0008
		2.0	0.0067±0.0007
1.50	234	0.0	−0.0063±0.0007
		0.5	−0.0041±0.0007
		1.0	0.0000±0.0005
		1.5	0.0019±0.0007
		2.0	0.0057±0.0007
2.54	410	0.0	0.0011±0.0006
		0.5	0.0004±0.0006
		1.0	0.0000±0.0006
		1.5	−0.0016±0.0006
		2.0	−0.0022±0.0006

2 of 4(69 本)、水位 90 cm

格子間隔 (cm)	棒状燃料本数 (本)	コンクリート密度の変化率	ρ（Δk/k） ± 1σ
1.27	379	0.0	−0.0067±0.0007
		0.5	−0.0029±0.0007
		1.0	0.0000±0.0008
		1.5	0.0027±0.0008
		2.0	0.0049±0.0007
1.50	248	0.0	−0.0017±0.0007
		0.5	−0.0006±0.0007
		1.0	0.0000±0.0007
		1.5	0.0016±0.0007
		2.0	0.0033±0.0007
2.54	485	0.0	0.0017±0.0006
		0.5	−0.0001±0.0006
		1.0	0.0000±0.0006
		1.5	−0.0018±0.0006
		2.0	−0.0033±0.0006

表参－４　コンクリート密度の感度解析結果（図１関連）（続き）

4 of 4(69 本)、水位 90 cm

格子間隔 (cm)	棒状燃料本数 (本)	コンクリート密度の変化率	ρ（Δk/k） ± 1σ
1.27	490	0.0	0.0059±0.0007
		0.5	0.0035±0.0007
		1.0	0.0000±0.0007
		1.5	-0.0038±0.0007
		2.0	-0.0078±0.0007
1.50	377	0.0	0.0068±0.0007
		0.5	0.0031±0.0007
		1.0	0.0000±0.0007
		1.5	-0.0035±0.0007
		2.0	-0.0066±0.0007
2.54	504	0.0	0.0011±0.0006
		0.5	0.0011±0.0007
		1.0	0.0000±0.0006
		1.5	0.0005±0.0006
		2.0	0.0012±0.0006

表参－５　コンクリート主要成分の感度解析結果（図２関連）

2 of 4(69 本)、水位 110 cm

格子間隔 (cm)	棒状燃料本数 (本)	Si 及び Ca の変化率	ρ（Δk/k） ± 1σ
1.27	365	0.5	-0.0009±0.0007
		1.0	0.0000±0.0007
		2.0	-0.0018±0.0007
1.50	238	0.5	-0.0003±0.0007
		1.0	0.0000±0.0007
		2.0	-0.0011±0.0007
2.54	466	0.5	-0.0003±0.0006
		1.0	0.0000±0.0006
		2.0	-0.0018±0.0006

表参－６　コンクリートの水分量の感度解析結果（図３関連）

1 of 4(69 本)、水位 90 cm

格子間隔 (cm)	棒状燃料本数 (本)	コンクリート水分量の変化率	ρ（Δk/k） ± 1σ
1.27	374	0.0	-0.0069±0.0008
		0.5	-0.0035±0.0007
		1.0	0.0000±0.0008
		1.5	0.0023±0.0007
		2.0	0.0069±0.0007
1.50	234	0.0	-0.0044±0.0007
		0.5	-0.0022±0.0007
		1.0	0.0000±0.0007
		1.5	0.0017±0.0007
		2.0	0.0025±0.0007
2.54	410	0.0	-0.0002±0.0006
		0.5	-0.0005±0.0006
		1.0	0.0000±0.0006
		1.5	-0.0008±0.0006
		2.0	-0.0008±0.0006

2 of 4(69 本)、水位 90 cm

格子間隔 (cm)	棒状燃料本数 (本)	コンクリート水分量の変化率	ρ（Δk/k） ± 1σ
1.27	379	0.0	-0.0057±0.0007
		0.5	-0.0032±0.0008
		1.0	0.0000±0.0008
		1.5	0.0019±0.0007
		2.0	0.0053±0.0007
1.50	248	0.0	-0.0016±0.0007
		0.5	-0.0007±0.0007
		1.0	0.0000±0.0007
		1.5	0.0028±0.0007
		2.0	0.0039±0.0007
2.54	485	0.0	0.0001±0.0006
		0.5	-0.0006±0.0006
		1.0	0.0000±0.0006
		1.5	-0.0008±0.0006
		2.0	-0.0012±0.0006

表参－６　コンクリートの水分量の感度解析結果（図３関連）（続き）

4 of 4(69 本)、水位 90 cm

格子間隔 (cm)	棒状燃料本数 (本)	コンクリート水分量の変化率	ρ（Δk/k）± 1σ
1.27	490	0.0	0.0017±0.0007
		0.5	0.0008±0.0007
		1.0	0.0000±0.0007
		1.5	-0.0031±0.0007
		2.0	-0.0045±0.0007
1.50	377	0.0	0.0044±0.0007
		0.5	0.0020±0.0007
		1.0	0.0000±0.0007
		1.5	-0.0019±0.0007
		2.0	-0.0033±0.0007
2.54	504	0.0	0.0019±0.0006
		0.5	0.0017±0.0006
		1.0	0.0000±0.0006
		1.5	0.0009±0.0006
		2.0	0.0010±0.0006

付録表　コンクリートの組成データ

コンクリート（標準組成）			
核種	密度（$10^{24}/cm^3$）	核種	密度（$10^{24}/cm^3$）
H-1	1.3743 ×10 $^{-2}$	Al-27	1.7409 ×10 $^{-3}$
O-16	4.5933 ×10 $^{-2}$	Si-nat	1.6617 ×10 $^{-2}$
C-nat	1.1532 ×10 $^{-4}$	K-nat	4.6054 ×10 $^{-4}$
Na-nat	9.6397 ×10 $^{-4}$	Ca-nat	1.5026 ×10 $^{-3}$
Mg-nat	1.2389 ×10 $^{-4}$	Fe-nat	3.4507 ×10 $^{-4}$

コンクリート(密度 0.5 倍)			
核種	密度（$10^{24}/cm^3$）	核種	密度（$10^{24}/cm^3$）
H-1	6.8715 ×10 $^{-3}$	Al-27	8.7045 ×10 $^{-4}$
O-16	2.2967 ×10 $^{-3}$	Si-nat	8.3085 ×10 $^{-3}$
C-nat	5.7660 ×10 $^{-5}$	K-nat	2.3027 ×10 $^{-4}$
Na-nat	4.8199 ×10 $^{-4}$	Ca-nat	7.5130 ×10 $^{-4}$
Mg-nat	6.1945 ×10 $^{-5}$	Fe-nat	1.7254 ×10 $^{-4}$

コンクリート(密度 2.0 倍)			
核種	密度（$10^{24}/cm^3$）	核種	密度（$10^{24}/cm^3$）
H-1	2.7486 ×10 $^{-2}$	Al-27	3.4818 ×10 $^{-3}$
O-16	9.1867 ×10 $^{-2}$	Si-nat	3.3234 ×10 $^{-2}$
C-nat	2.3064 ×10 $^{-4}$	K-nat	9.2108 ×10 $^{-4}$
Na-nat	1.9280 ×10 $^{-3}$	Ca-nat	3.0052 ×10 $^{-3}$
Mg-nat	2.4778 ×10 $^{-4}$	Fe-nat	6.9014 ×10 $^{-4}$

※ -natは天然核種組成を示す。

付録表　コンクリートの組成データ（続き）

コンクリート(水分量 0.5 倍)　水分率約 4.7 wt%			
核種	密度（$10^{24}/cm^3$）	核種	密度（$10^{24}/cm^3$）
H-1	6.8715　×10 $^{-3}$	Al-27	1.7409　×10 $^{-3}$
O-16	4.2497　×10 $^{-2}$	Si-nat	1.6617　×10 $^{-2}$
C-nat	1.1532　×10 $^{-4}$	K-nat	4.6054　×10 $^{-4}$
Na-nat	9.6397　×10 $^{-4}$	Ca-nat	1.5026　×10 $^{-3}$
Mg-nat	1.2389　×10 $^{-4}$	Fe-nat	3.4507　×10 $^{-4}$

コンクリート(水分量 2.0 倍)　水分率約 16.4 wt%			
核種	密度（$10^{24}/cm^3$）	核種	密度（$10^{24}/cm^3$）
H-1	2.7486　×10 $^{-2}$	Al-27	1.7409　×10 $^{-3}$
O-16	5.2805　×10 $^{-2}$	Si-nat	1.6617　×10 $^{-2}$
C-nat	1.1532　×10 $^{-4}$	K-nat	4.6054　×10 $^{-4}$
Na-nat	9.6397　×10 $^{-4}$	Ca-nat	1.5026　×10 $^{-3}$
Mg-nat	1.2389　×10 $^{-4}$	Fe-nat	3.4507　×10 $^{-4}$

※ -natは天然核種組成を示す。

（参考）コンクリートの水分量

組成	水分量 w (g/cm^3)	水分以外の組成 o (g/cm^3)	水分率 w/(w+o) (wt%)
標準組成	0.206	2.094	9.0
水分量 0.5 倍	0.103	2.094	4.7
水分量 2.0 倍	0.412	2.094	16.4

補足説明資料 5-2

令和 5 年 9 月28日
日本原子力研究開発機構
臨界ホット試験技術部

STACY 設工認に係る審査会合（令和 5 年 3 月 24 日）での指摘事項対応のための解析結果

1. 概要

令和 5 年 3 月 24 日第 478 回審査会合（以下「前回審査会合」という。）での指摘を踏まえ、前回審査会合資料 1-3 の解析⑤「デブリ構造材模擬体が原子炉停止余裕に及ぼす影響」の解析対象範囲を拡大し、主要な核的制限値である原子炉停止余裕及びワンロッドスタックマージンが厳しくなる、つまり原子炉停止系である安全板の効果が小さくなる炉心の変化傾向を把握するとともに、炉心構成の範囲全般について見通しを得た。

上記解析における変化傾向の要因を分析するため、炉心形状（炉心水平方向の大きさ）が変わる効果を排除して、デブリ構造材模擬体の種類、装荷本数及び配列パターンが原子炉停止余裕に及ぼす効果を確認するための炉心形状固定の解析も実施した。当該解析については付録－１に示す。また、燃料試料挿入管及び内挿管の核的な影響についての検討を付録－２に、デブリ構造材模擬体の放射化が遮蔽計算に及ぼす影響についての検討を付録－３に示す。

なお、本資料においては、STACY の炉心構成範囲の中で構成することができない「減速材対燃料ペレット体積比が 0.9~11 の範囲に入らない炉心」及び「津波水没時に未臨界を確保できない炉心」については、解析結果から除去又はマーカーをつけることで考慮した。

2. 解析内容

解析範囲を次頁**表 1** に示す。前回審査会合における指摘事項を踏まえ、前回審査会合の解析⑤「デブリ構造材模擬体が原子炉停止余裕に及ぼす影響」の解析範囲について、臨界水位 (パラメータ F) のケースを増やした。また、デブリ構造材模擬体の配置 (パラメータ B) に関し鉄及びコンクリートのデブリ構造材模擬体を混在させた体系としてそれぞれ約 70 本（単独挿入時の最大数)、約 140 本（最大数）のケースを追加した。

表１ 解析範囲

	パラメータ	設工認に定める範囲	解析範囲	解析ケース数	備考
A	棒状燃料本数	50~900	50~900	-	変化させるパラメータ
B-1	デブリ構造材模擬体（鉄）	0~70	0, 25, 69	2（0 は基本炉心であるためケース数に数えない。以下同じ）	69 は 70 本以下で対称配置できる最大数
B-2	デブリ構造材模擬体（コンクリート）	0~70	0, 25, 69	2	
B-3	デブリ構造材模擬体（鉄+コンクリート）	0~140	0, 約 70※, 約 140※	2	※本数はなるべく対称となるよう調整する
C	格子間隔	1.27 ~ 2.54	1.27, 1.50, 2.54	3	
D	安全板	2 ~ 4	2 ~ 4	-	格子間隔により配置は固定
E	デブリ構造材模擬体の配置		1 of 4, 2 of 4, 4 of 4	3	
F	臨界水位	40~140	40, 70, 110, 140	4	
	合計			216	

下線部のパラメータは前回審査会合から追加

3. 解析結果

(1) 安全板の効果が小さくなる炉心

安全板の効果が小さくなる炉心の探索結果を**図 1** に示す。これは、前回審査会合資料 1-3 の図 9 にデータを追加したものである。また、前回審査会合にて提示した、臨界水位 110 cm の結果が分布している範囲を示した補助線を図中に破線で示す。なお、減速材対燃料ペレット体積比(VR)が制限範囲（0.9~11）を逸脱する炉心は構成できないため、図中から削除している（VR については資料末の参考 1 を参照)。また、津波水没時に未臨界を担保できない炉心も構成できないため、「津波最大炉心逸脱」として識別した。

図 1 より、解析範囲を広げたことにより X 軸の正の方向にデータが追加されるものの、Y 軸方向には前回審査会合で提示した範囲に収まっていることが判る。全体として、低水位（40 cm）が厳しくなる傾向を見せているが、その詳細については次項(2)で示す。解析結果より、鉄及びコンクリートのデブリ構造材模擬体を使用した炉心それぞれについて、中性子実効増倍率が最大となった（安全板の効果が小さくなった）炉心を**表 2** に示す。中性子実効増倍率が最大となったのは、津波水没時に未臨界を担保できない炉心を除いた場合、現有燃料 400 本以下の範囲ではコンクリートのデブリ構造材模擬体を 25 本使用した「格子間隔 1.50 cm、水位 40 cm、棒状燃料本数 363 本の炉心」であり、許可上の最大本数 900 本以下の範囲では鉄のデブリ構造材模擬体を 69 本使用した「格子間隔 1.27 cm、水位 70 cm、棒状燃料本数 590 本の炉心」である。前者の条件においては、前回審査会合資料の結果（鉄のデブリ構造材を使用した炉心が最大となった）と異なり、鉄ではなくコンクリートのデブリ構造材模擬体を挿入した炉心が最大となった。その理由は、鉄のデブリ構造材模擬体をコンクリートと同数の 25 本挿入した炉心を臨界にするには 400 本超の棒状燃料が必要となるため、集計範囲から外れたことによる。なお、両者の差はワンロッドスタックマージンの計算結果にして $8\times10^{-5}\,\Delta k$ であり、モンテカルロ計算に由来する計算結果の不確かさ（1 標準偏差）の 10 分の 1 程度である。また、当該炉心と、前回審査会合で比較対象とした基本炉心（1）（格子間隔 1.5 cm、臨界水位 110 cm）の炉心の差は約 $3\times10^{-3}\,\Delta k$ 程度（4 標準偏差程度）である。図 1 に示した計算結果は傾向を示すための例であるが、津波水没時に未臨界を担保できない炉心も含め、すべて原子炉停止余裕又はワンロッドスタックマージンの制限値を満足する。

以上の解析より、安全板の効果が小さくなる、つまり原子炉停止余裕を厳しくする炉心の傾向及び範囲に関する情報が拡充され、前回審査会合資料で示した結果を変えることなく、核的制限値を満足しつつ運転できる見通しが得られた。実際の運転においては、これらの知見を参考に実験炉心を構成する。

設工認申請書の補正方針： 本解析の結果を踏まえ、上記見通しを示す解析結果を設工認申請書 第 2 編 デブリ模擬炉心（1）の添付書類として追加して補正する。なお、STACY 設工認（第 3 回）で認可を取得した基本炉心の変更の手続きについては付録－5 に示す。

(2) 安全板の効果の精査

以下、(2)-1 では、図 1 で示したデブリ構造材模擬体の反応度効果を比較検討する。また、(2)-2 では、複数種類のデブリ構造材模擬体を混在させた炉心について、それぞれのデブリ構造材模擬体を単独で使用した炉心との解析結果を比較する。これら解析した炉心に関する参考データを別添参考資料に示す。

(2)-1 デブリ構造材模擬体の反応度効果の比較

デブリ構造材模擬体の反応度効果の比較のため、図 1 のデータのうち、より核的制限値に近い、厳しい結果が得られたワンロッドスタックマージンの計算結果（本解析で最も厳しくなった解析結果を比較すると、ワンロッドスタックマージンは制限値まで 7×10^{-3} Δk、原子炉停止余裕は 2×10^{-2} Δk の余裕である。）を、格子間隔及びデブリ構造材模擬体の配列パターン毎に分解して整理したグラフを**図 2** に示す。同図において、模擬体装荷により減速材対燃料ペレット体積比（VR）が制限範囲 0.9～11 に収まらず構成できない炉心は、図 1 同様に除いている。また、津波水没時に未臨界を担保できない炉心には*印を付けて識別している。なお、誤差棒 1σ の大きさはマーカーと同程度である。

図 2 より、配列パターン（1 of 4、2 of 4、4 of 4）に依らず、水位の上昇とともに、中性子実効増倍率は減少する（安全板の反応度効果が強まる）傾向にある。また、装荷本数が同数であればコンクリートよりも鉄のほうが、また、その本数が増えるほうが、中性子実効増倍率が高めの値（安全板の反応度効果が弱まる）となる。ただし、格子間隔 1.5 cm の 2 of 4、4 of 4 炉心では、中性子減速能の変化により、鉄とコンクリートの最大数を混在させたほうが、鉄単独の最大数よりも中性子実効増倍率が高めの値となる。しかし、この傾向について、格子間隔 1.27cm（減速不足の炉心）では臨界水位が下がるにつれてその差が小さくなり（収斂していき）、かつ、臨界水位 40cm の炉心では、逆転する例が見られる。この理由については今後の研究に委ねることになるが、これらの炉心は津波水没時に未臨界を担保できない炉心であるため構成することはしない。

(2)-2 複数種類のデブリ構造材模擬体の混在の影響

デブリ構造材模擬体は、鉄及びコンクリートの 2 種類をひとつの炉心に混在させて使用することも想定される。このような場合に、混在させた炉心は、それぞれのデブリ構造材模擬体を単独で使用した炉心の核特性に包含されるかを確認した。

鉄のデブリ構造材模擬体を 37 本、コンクリートのデブリ構造材模擬体を 32 本（合計 69 本）使用した炉心と、それぞれのデブリ構造材模擬体を単独で 69 本使用した炉心のワンロッドスタックマージンの評価結果を**図 3** に示す。図に示されるように、混在させた炉心はおおむね単独の炉心の評価結果の間に収まっている。逸脱は大きなもの

でも $1\times10^{-3}\,\Delta k$ 程度（格子間隔 1.27 cm、臨界水位 110 cm、4 of 4 配列）で誤差棒（$\pm1\,\sigma$）程度である。したがって、複数種類のデブリ構造材模擬体を混在させた炉心の安全板の効果は、それぞれの模擬体を単独で使用した炉心の評価結果に包含されるとみなして問題ない。

表２　中性子実効増倍率が最大となった炉心

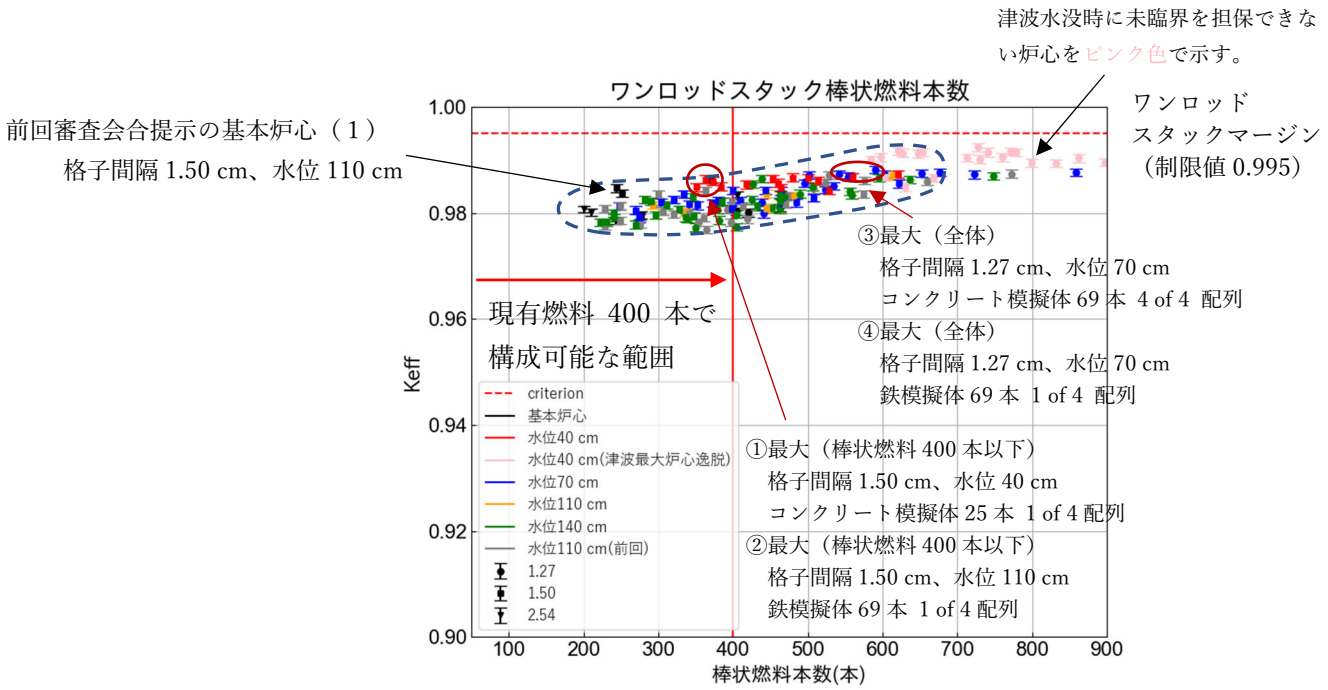
No.	格子間隔（cm）	コンクリート模擬体（本）	鉄模擬体（本）	配列パターン	臨界水位（cm）	棒状燃料（本）	原子炉停止余裕	ワンロッドスタックマージン	津波水没評価※（安全板）	津波水没評価※（未臨界板）
	現有の棒状燃料 400 本以下で臨界となる炉心									
①	1.50	25	0	1 of 4	40	363	0.9615　±0.0007	<u>0.9863</u>　<u>±0.0008</u>	0.9899	0.9224
②	1.50	0	69	1 of 4	110	363	0.9565　±0.0007	0.9843　±0.0007	0.9049	0.8625
	許可上の最大棒状燃料 900 本以下で臨界となる炉心									
③	1.27	69	0	4 of 4	70	592	0.9643　±0.0007	0.9873　±0.0007	0.9451	0.8920
④	1.27	0	69	1 of 4	70	590	0.9654　±0.0007	<u>0.9881</u>　<u>±0.0007</u>	0.9546	0.9280

<u>一重下線</u>：棒状燃料 400 本以下で最も厳しくなった（制限値に近づいた）計算結果

<u>二重下線</u>：棒状燃料 900 本以下で最も厳しくなった（制限値に近づいた）計算結果

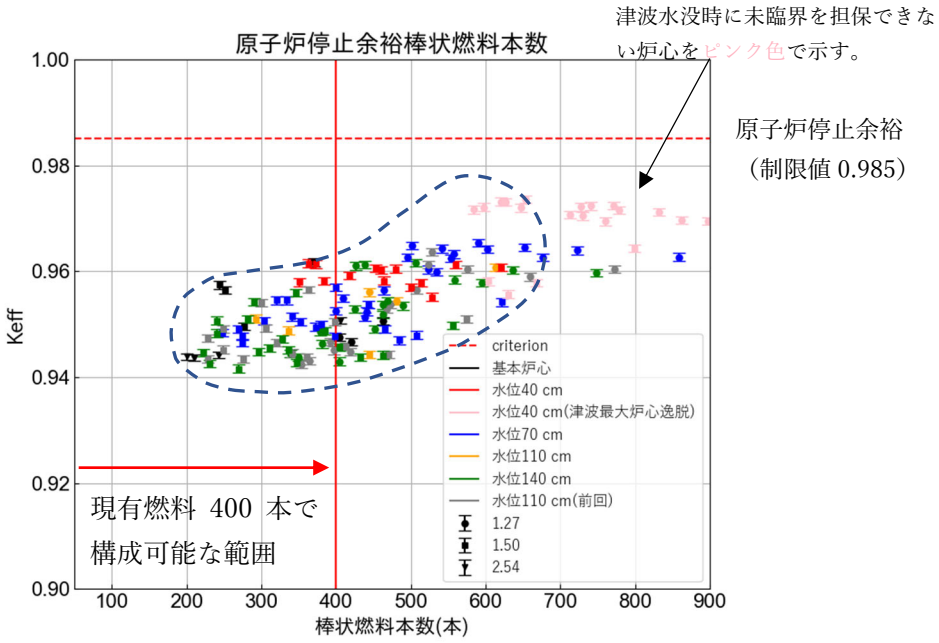
※$k_{eff}+3\sigma$ の計算結果。判定基準は 0.995 未満。

原子炉停止余裕及びワンロッドスタックマージン以外の動特性パラメータについては参考 2 に示す。



（a）ワンロッドスタックマージンの評価（誤差棒=1σ）

（破線は前回（令和 5 年 3 月 24 日第 478 回）審査会合にて提示した変化範囲を示す補助線）

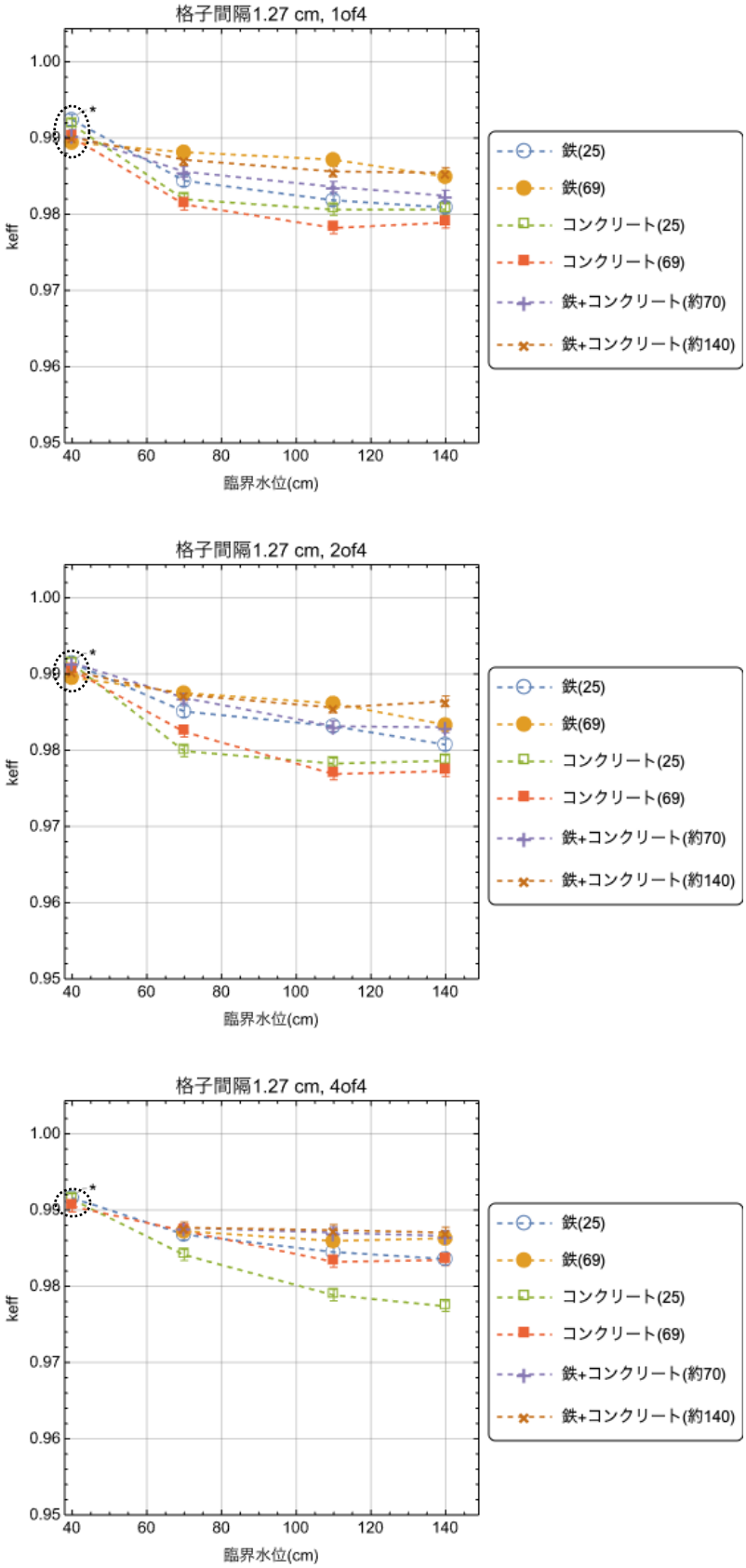


（b）原子炉停止余裕の評価（誤差棒=1σ）

（破線は前回（令和 5 年 3 月 24 日第 478 回）審査会合にて提示した変化範囲を示す補助線）

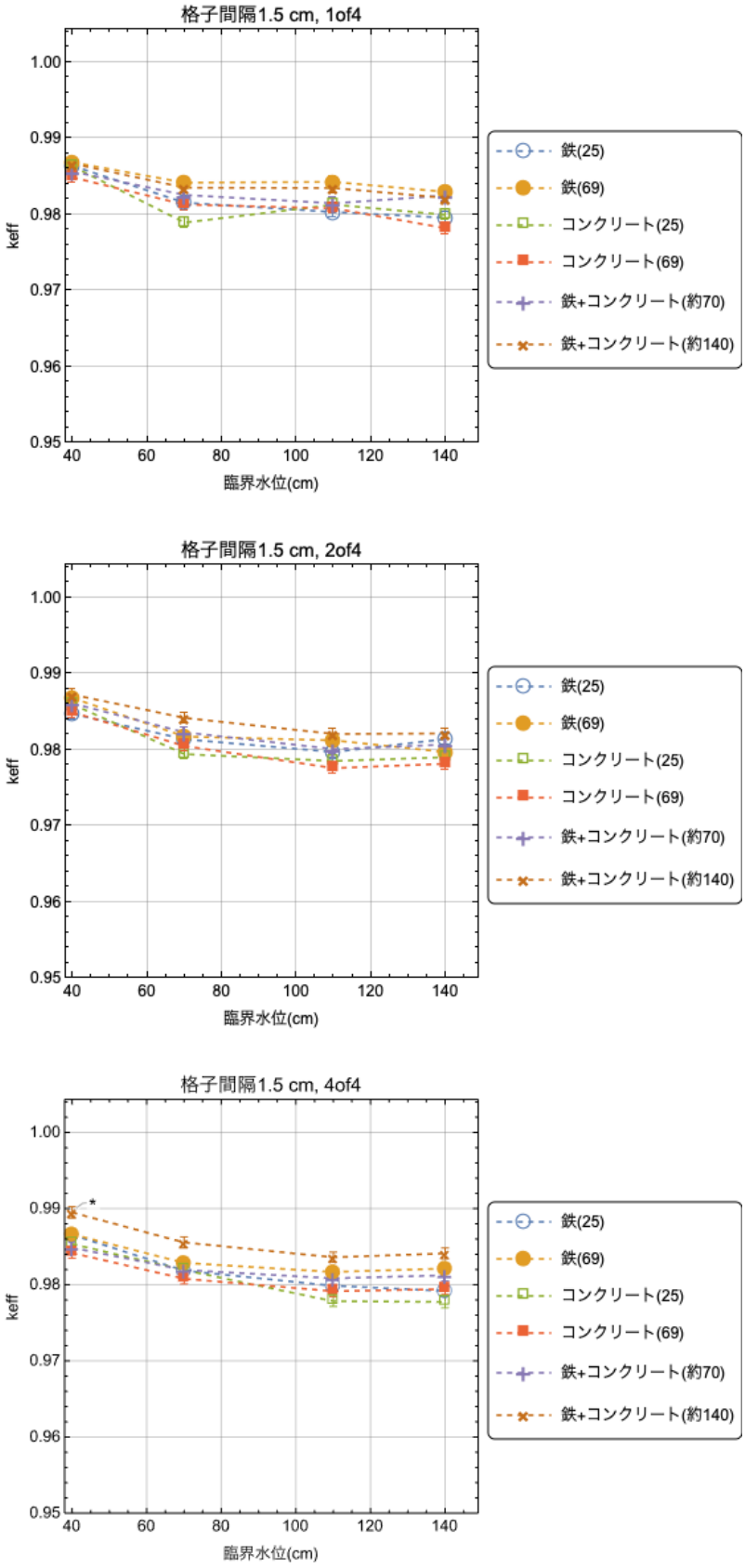
図 1　棒状燃料本数と安全板の原子炉停止効果

格子間隔 2.54 cm において減速材対燃料ペレット体積比が炉心構成範囲を超えるものを除いた。



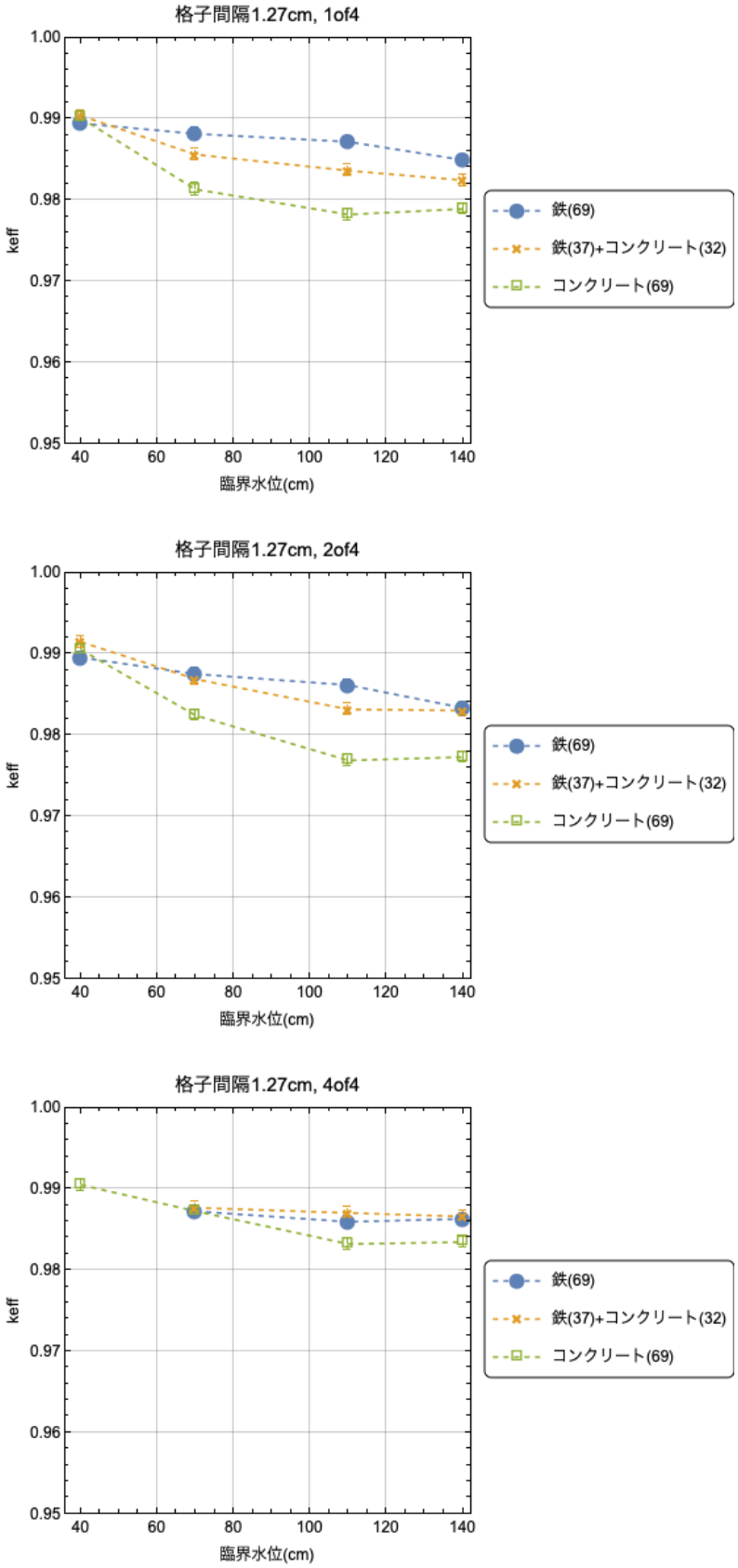
誤差棒=1σ（マーカーと同程度）、＊：津波水没時に未臨界を担保できない炉心

図 2 (1/2) デブリ構造材模擬体の効果の比較（格子間隔 1.27 cm）
ワンロッドスタックマージンの評価結果



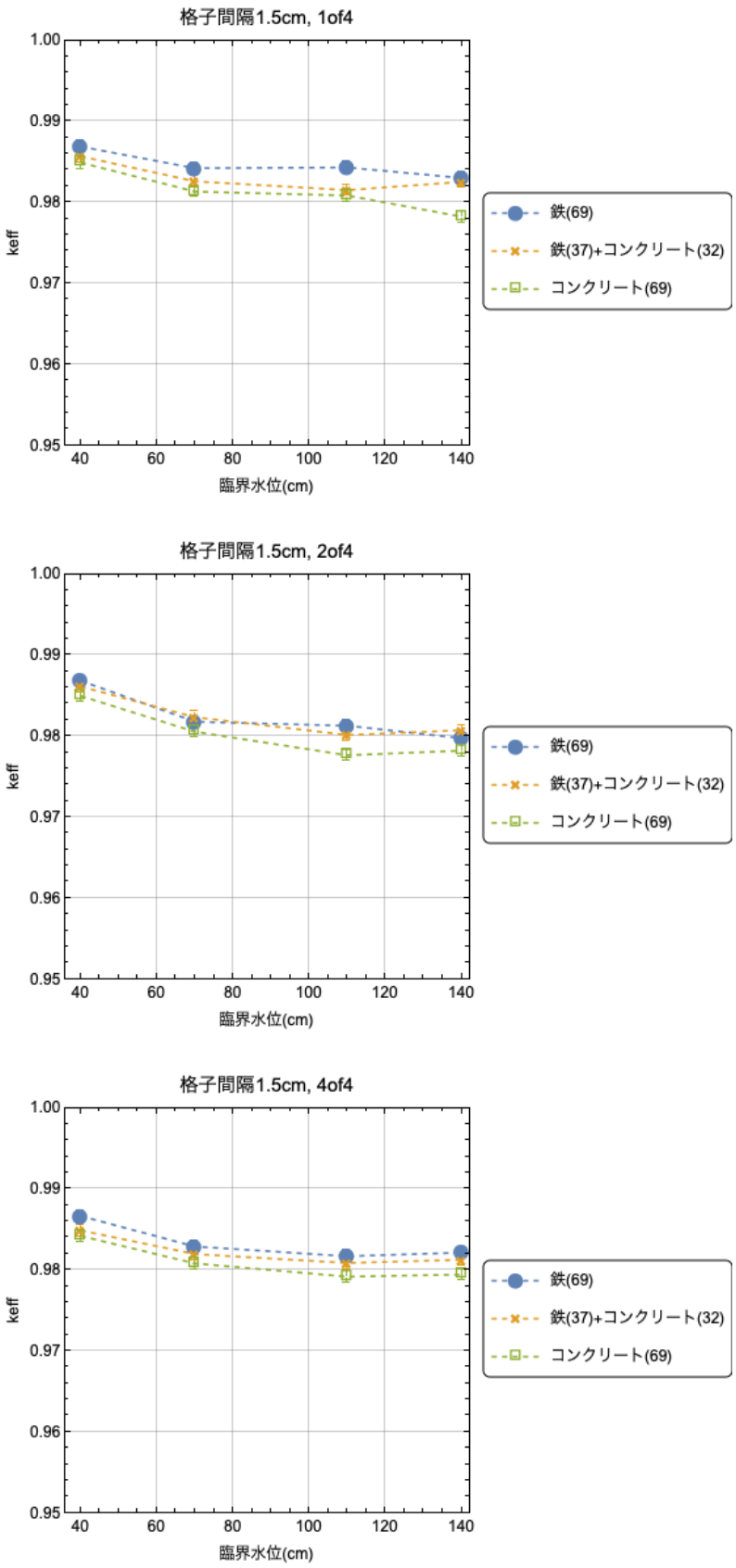
誤差棒=1σ（マーカーと同程度）、＊：津波水没時に未臨界を担保できない炉心

図 2 (2/2) デブリ構造材模擬体の効果の比較（格子間隔 1.50 cm）
ワンロッドスタックマージンの評価結果



誤差棒=1 σ（マーカーと同程度）

図 3 (1/2) デブリ構造材模擬体の混在の効果の比較（格子間隔 1.27 cm）
ワンロッドスタックマージンの評価結果



誤差棒=1 σ（マーカーと同程度）

図 3 (2/2) デブリ構造材模擬体の混在の効果の比較（格子間隔 1.50 cm）
ワンロッドスタックマージンの評価結果

参考１　減速材対燃料ペレット体積比（VR）の計算方法

減速材対燃料ペレット体積比(VR)の計算式は以下のとおり。

$$\mathrm{VR} = \left(p^2 - \frac{\pi}{4} {D_O}^2\right) \times \left(N_f + N_p\right) \Big/ \left(\frac{\pi}{4} {D_i}^2 N_f\right)$$

ただし、

p: 格子間隔(cm)

D_O: 棒状燃料/デブリ構造材模擬体の外径(=0.95 cm)

D_i: 棒状燃料ペレットの外径（=0.819 cm）

N_f: 棒状燃料本数（本）

N_p: デブリ構造材模擬体本数（本）

なお、棒状燃料の寸法は平成 30 年 5 月 30 日付け原規規発第 1805304 号で認可されたウラン棒状燃料の製作に係る設工認、デブリ構造材模擬体の寸法は本申請の設工認の値（ノミナル値）を用いた。

参考２ 「表２　中性子実効増倍率が最大となった炉心」に掲載した炉心の動特性パラメータを以下に示す。

No.	格子間隔 (cm)	コンクリート模擬体 (本)	鉄模擬体 (本)	配列パターン	臨界水位 (cm)	棒状燃料 (本)	α_{TM} (Δk/k/℃)	α_{TF} (Δk/k/℃)	α_{V} (Δk/k/%)	dρ/dh ($/mm)	β_{eff} (-)	l (s)	備考
①	1.50	25	0	1 of 4	40	363	2.52E-05	-1.88E-05	-1.98E-03	5.46E-02	7.88E-03	3.68E-05	
②	1.50	0	69	1 of 4	110	363	3.18E-05	-1.89E-05	-2.06E-03	4.64E-03	7.55E-03	3.68E-05	
③	1.27	69	0	4 of 4	70	542	1.10E-04	-2.44E-05	-1.96E-03	1.49E-02	7.75E-03	3.89E-05	
④	1.27	0	69	1 of 4	70	590	3.66E-05	-2.64E-05	-2.37E-03	1.46E-02	7.69E-03	2.90E-05	
①’	1.50	25	0	1 of 4	40	363	2.52E-05	-1.88E-05	-1.98E-03	5.46E-02	7.88E-03	3.68E-05	①と同じ
	1.50	25	0	1 of 4	50	311	1.89E-05	-1.91E-05	-2.23E-03	3.32E-02	7.84E-03	3.75E-05	
②’	1.50	0	69	1 of 4	90	377	4.14E-05	-1.90E-05	-1.91E-03	7.53E-03	7.55E-03	3.67E-05	
	1.50	0	69	1 of 4	140	346	3.76E-05	-1.91E-05	-2.06E-03	2.39E-03	7.53E-03	3.68E-05	
③’	1.27	69	0	4 of 4	55	592	1.02E-04	-2.49E-05	-1.78E-03	2.66E-02	7.78E-03	3.76E-05	
	1.27	69	0	4 of 4	90	490	8.74E-05	-2.40E-05	-2.23E-03	7.86E-03	7.74E-03	3.74E-05	
④’	1.27	0	69	1 of 4	60	637	3.14E-05	-2.67E-05	-2.25E-03	2.13E-02	7.70E-03	2.84E-05	
	1.27	0	69	1 of 4	80	569	4.10E-05	-2.65E-05	-2.46E-03	1.09E-02	7.67E-03	2.95E-05	

α_{TM}: 減速材温度反応度係数（Δk/k/℃）、α_{TF}: 棒状燃料温度反応度係数（Δk/k/℃）、α_{V}: 減速材ボイド反応度係数（Δk/k/%）、
β eff: 実効遅発中性子割合(-)、l: 即発中性子寿命（s）

付録－１　炉心形状固定の解析

付-1-1 解析内容

炉心形状（炉心水平方向の大きさ）が変化する効果を排除してデブリ構造材模擬体の種類、装荷本数及び配列パターンが原子炉停止余裕に及ぼす効果を確認するため、基本炉心の臨界水位 40 cm をベースの炉心とし、棒状燃料をデブリ構造材模擬体に置換（挿入した模擬体の本数分だけ棒状燃料を抜く）し、その反応度効果を水位の変化で補償する。解析した臨界炉心についてワンロッドスタックマージン及び原子炉停止余裕を解析する。

パラメータ	設工認に定める範囲	解析範囲	解析ケース数	備考
格子間隔(cm)	1.27 ~ 2.54	1.27, 1.50, 2.54	3	
デブリ構造材模擬体	鉄、コンクリート、鉄+コンクリート	鉄、コンクリート、鉄+コンクリート	3	
デブリ構造材模擬体本数	0~最大本数（鉄、コンクリート：最大 70 本、鉄+コンクリート：最大 140 本。なるべく対称となるよう配置）	0~最大本数※	-	変化させるパラメータ。 ※製作する最大本数もしくは水位 140cm で臨界となる最大数
配列パターン		1of4, 2of4, 4of4	3	
合計			27	

付-1-2 解析結果

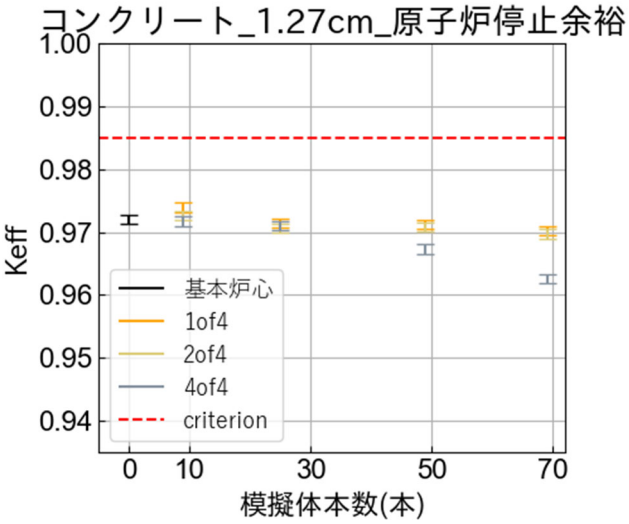
炉心形状（炉心水平方向の大きさ）を固定し、デブリ構造材模擬体本数を増加させた炉心について、原子炉停止余裕の及びワンロッドスタックマージンの解析結果をそれぞれ**図付 1 - 1** 及び**図付 1 - 2** に示す。図付 1 - 1 及び付 1 - 2 より、炉心の大きさを固定した場合、原子炉停止余裕及びワンロッドスタックマージンは、模擬体本数が増大、臨界水位が変化するにつれて安全側（中性子実効増倍率が減少する側）に変化する傾向が見られる。

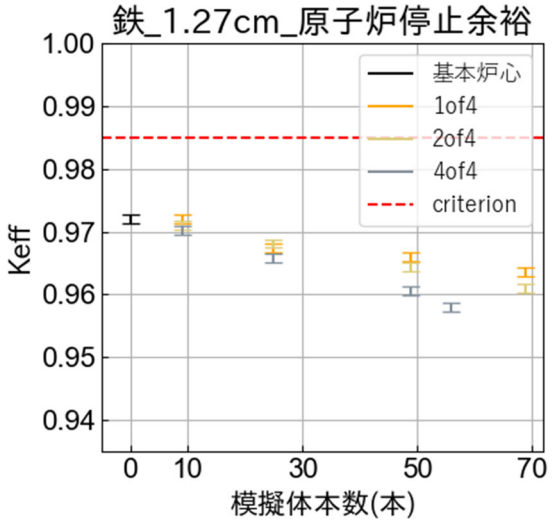
また、配列パターンについては、1 of 4 配列において、他の配列と比べ、模擬体本数の増大による安全側への変化傾向が小さくなる様子が見られるが、その違いは顕著なものではない（例えば、図付- 1 (1/3)で格子間隔 1.27 cm、コンクリート模擬体炉心で 9 本挿入時に基本炉心を上回る位置にプロットされているが、原子炉停止余裕の差は $2\times10^{-3}\,\Delta k$ 程度)。

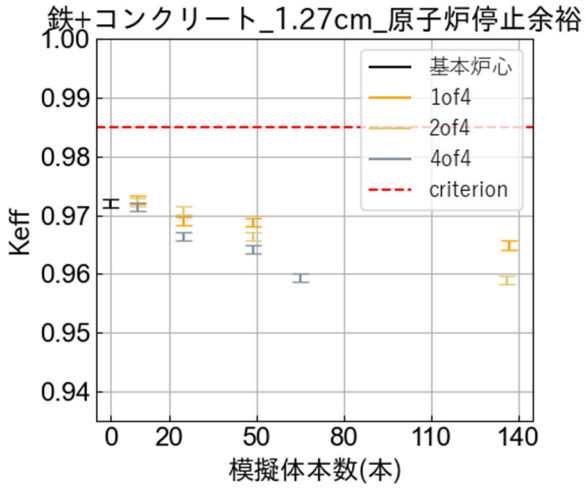
デブリ構造材模擬体の種類についても、鉄とコンクリートの模擬体を混合させた炉心も含めて顕著な違いはない（例えば、図付 1 - 1 (2/3)で格子間隔 1.50 cm、デブリ構造材模擬体本数 9 本の炉心ではコンクリート模擬体のほうが危険側であるが、原子炉停止余裕の差は $5\times10^{-3}\,\Delta k$ 程度)。

したがって、形状（炉心水平方向の大きさ）を固定した炉心においては、配列パターンや模擬体の種類が原子炉停止余裕及びワンロッドスタックマージンへ与える影響は小さく、また、多くの模擬体が装荷される炉心では、これらの指標は安全側へ変化することが予想される。

これらの結果より、原子炉停止余裕（ワンロッドスタックマージン）への影響は、炉心形状（炉心水平方向の大きさ）による影響が大きいと推測できる。

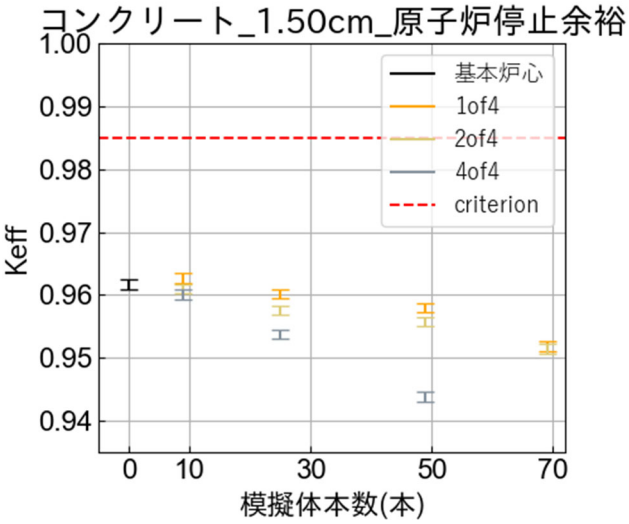


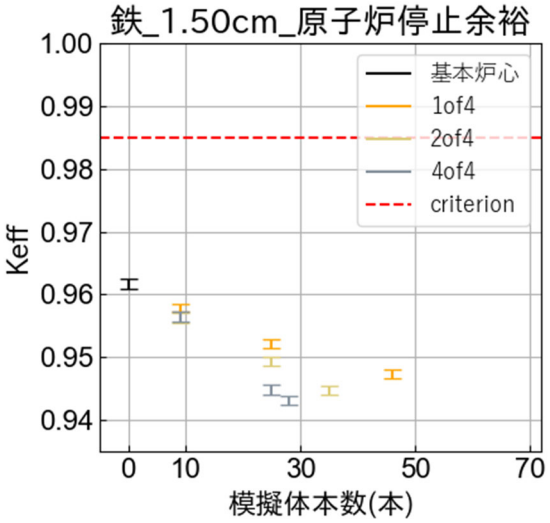


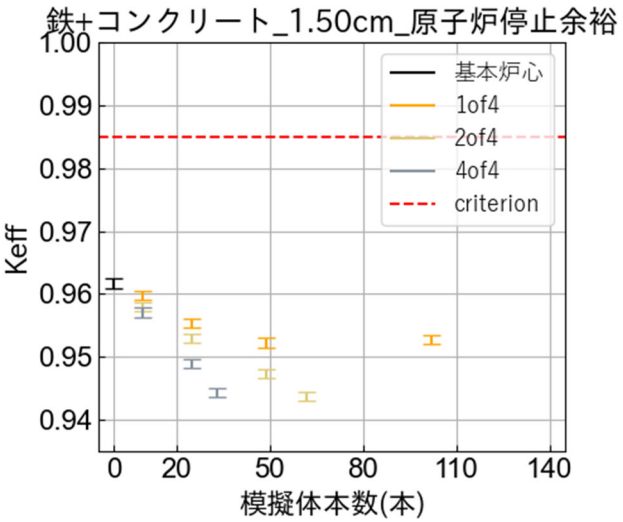


図付 1 - 1 (1/3)　炉心形状を固定（棒状燃料をデブリ構造材模擬体に置換）し、水位で臨界調整したときの原子炉停止余裕の計算結果（格子間隔 1.27 cm）

（誤差棒=1 σ）

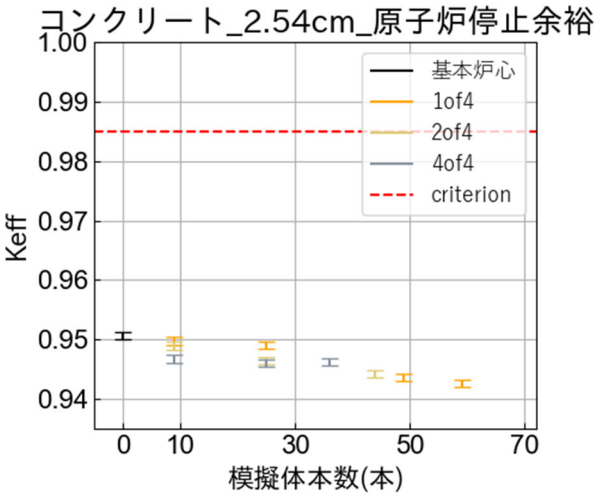


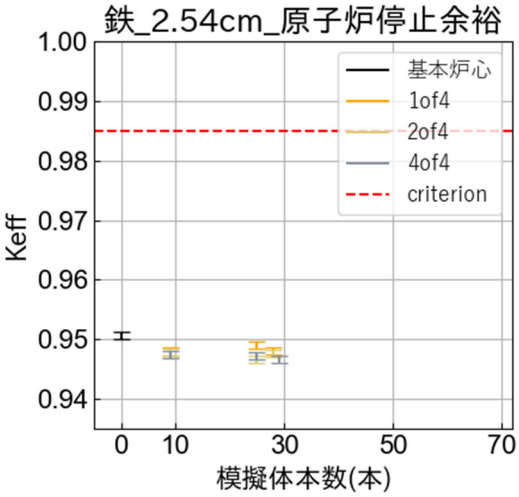


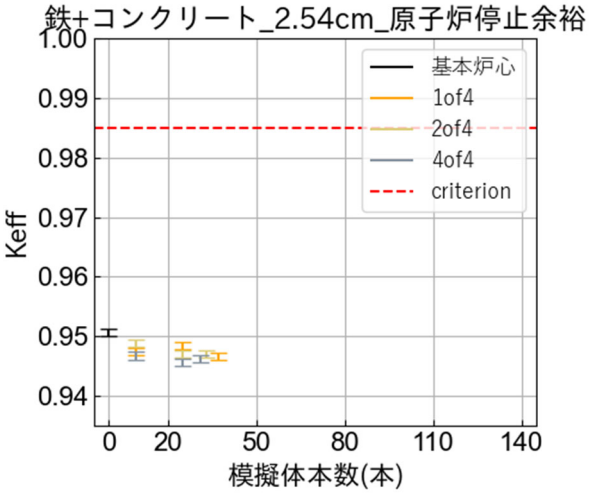


図付 1 - 1 (2/3)　炉心形状を固定（棒状燃料をデブリ構造材模擬体に置換）し、水位で臨界調整したときの原子炉停止余裕の計算結果（格子間隔 1.50cm）

（誤差棒=1 σ）



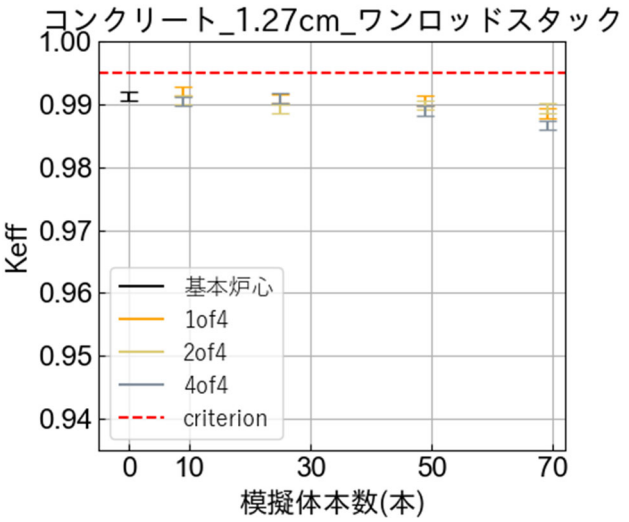


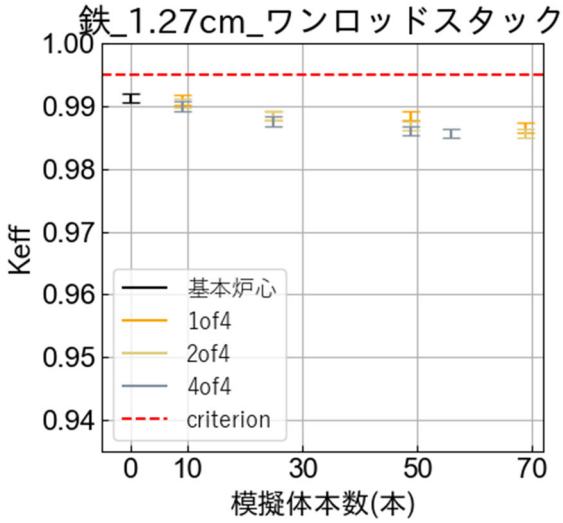


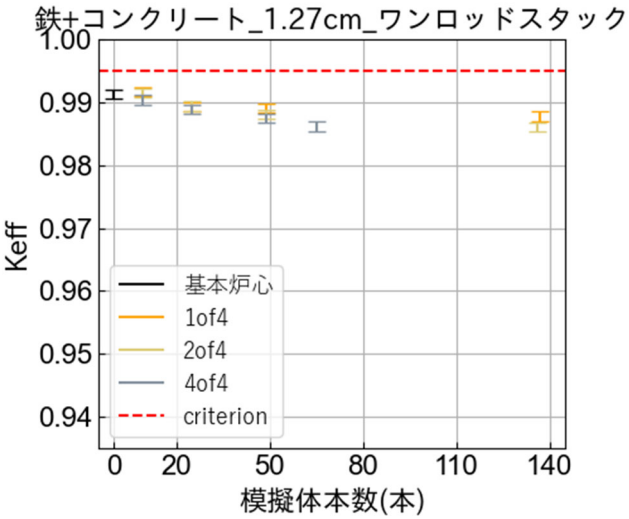
図付 1 - 1 (3/3)　炉心形状を固定（棒状燃料をデブリ構造材模擬体に置換）し、水位で臨界調整したときの原子炉停止余裕の計算結果（格子間隔 2.54 cm）

デブリ構造材模擬体 8 本以上を置換した炉心は減速材対燃料ペレット体積比が炉心構成範囲を超えるため参考値

（誤差棒=1 σ）

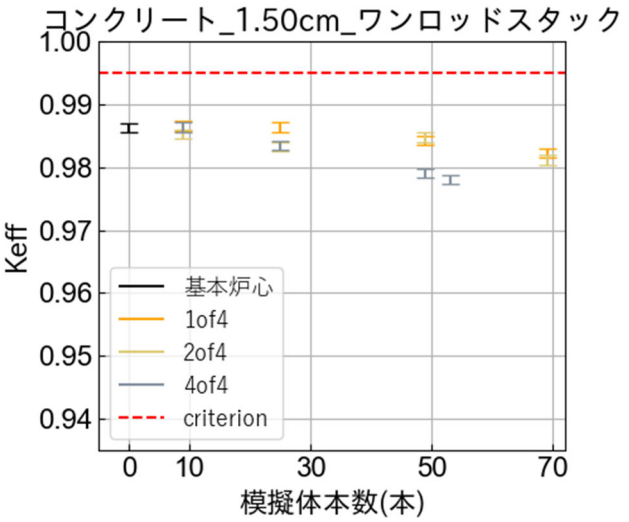


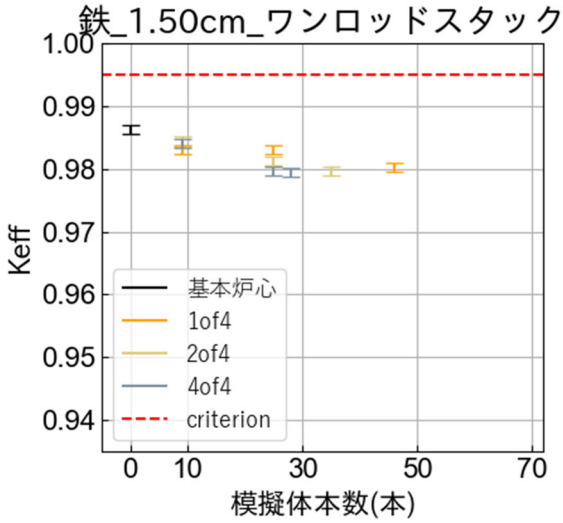


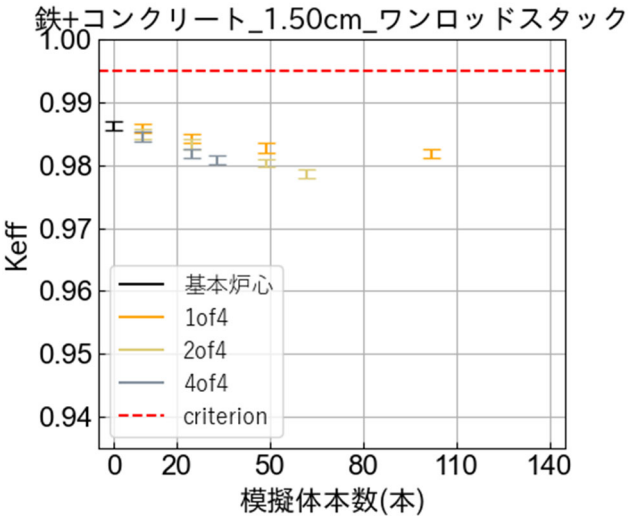


図付 1 - 2 (1/3)　炉心形状を固定（棒状燃料をデブリ構造材模擬体に置換）し、水位で臨界調整したときのワンロッドスタックマージンの計算結果（格子間隔 1.27 cm）

（誤差棒=1 σ）

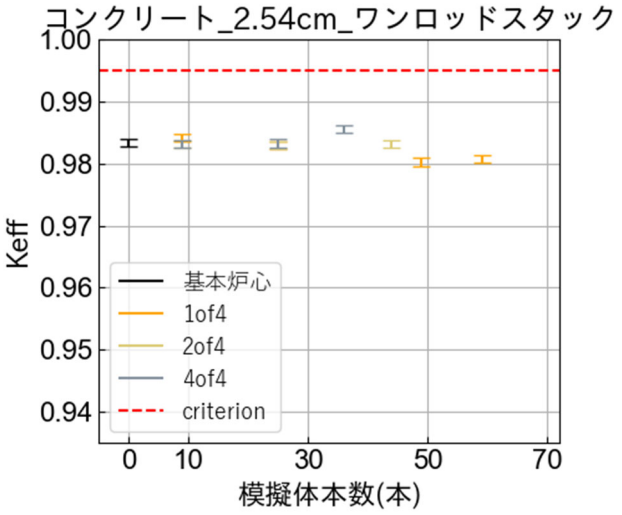


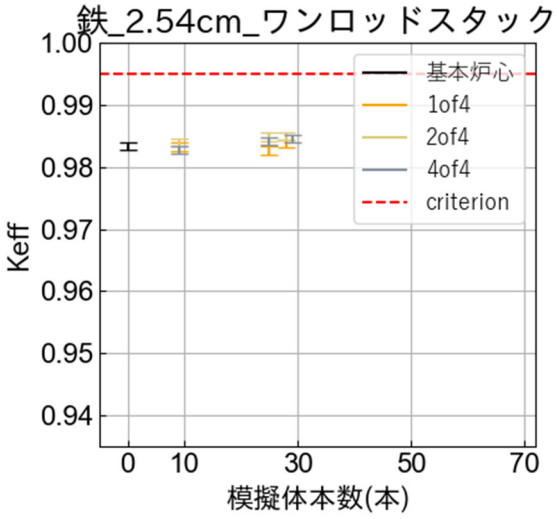


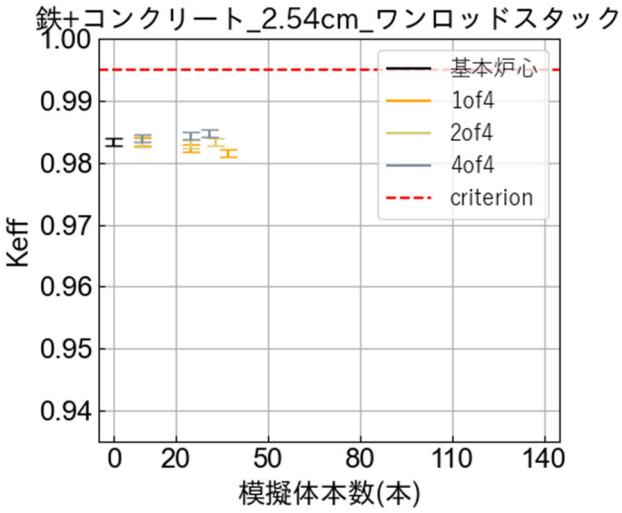


図付 1 - 2 (2/3)　炉心形状を固定（棒状燃料をデブリ構造材模擬体に置換）し、水位で臨界調整したときのワンロッドスタックマージンの計算結果（格子間隔 1.50 cm）

（誤差棒=1 σ）







図付 1 - 2 (3/3)　炉心形状を固定（棒状燃料をデブリ構造材模擬体に置換）し、水位で臨界調整したときのワンロッドスタックマージンの計算結果（格子間隔 2.54 cm）

（誤差棒=1 σ）

デブリ構造材模擬体 8 本以上を置換した炉心は減速材対燃料ペレット体積比が炉心構成範囲を超えるため参考

付録－２　燃料試料挿入管及び内挿管の核的影響について

燃料試料挿入管及び内挿管は少量試料を炉心に挿入するものであり、実験試料など核的な影響が小さいものを装荷するのとして、炉心の種類（基本炉心、デブリ模擬炉心）を問わず装荷する計画（令和 5 年 1 月 30 日審査会合資料 2 の p.7 参照）であるが、核的な影響について検討する。

(1) 燃料試料挿入管について

燃料試料挿入管は、上部に脱着式端栓を備えた、棒状燃料と同径かつ同等材料でできた被覆管である。本設工認で申請している燃料試料挿入管はジルコニウム合金製であり、核的な影響は無視できる。また、基本炉心及びデブリ模擬炉心で使用する燃料試料挿入管の装荷物には、^{235}U 濃縮度 5 wt%以下の二酸化ウランに鉄、コンクリート、ジルコニウム、アルミニウム等の炉心構造材を模擬した構造材模擬材を添加したもの（ペレット成型したもの）を想定している。このため、燃料試料挿入管の核的な影響は、棒状燃料、コンクリートのデブリ構造材模擬体、鉄のデブリ構造材模擬体それぞれに起因する核特性に包含される。これらの核特性が STACY の安全な運転に支障ないことは事前解析によって示されているが、実験運転に当たっては、実験計画に応じて、保安規定に定め設工認添付計算書に示した手順で事前解析を行い、核的安全性を確認する。

(2) 内挿管について

内挿管は、アルミニウム合金、ジルコニウム合金、ステンレス鋼その他の金属製の中空管又はそれらを組み合わせたものであり、検出器を始めとする実験試料等を挿入し、炉心に配列する。本設工認で申請する内挿管はジルコニウム合金製で棒状燃料と同径のもの（以下「細径内挿管」という。）及びアルミニウム合金製で外径が 28.8 mm のもの（以下「太径内挿管」という。）の 2 種類である。内挿管は基本炉心、デブリ模擬炉心等を問わずに使用されるが、いずれの炉心においても核的制限値として、万一の浸水による置換反応度が合計 0.3 ドル以下となるようにしなければならない。以下では、内挿管が万一浸水した場合でも核的制限値を満足できること、及び、内挿管を挿入した典型的な炉心の安全板挿入時の中性子実効増倍率について示す。

(2)-1 内挿管浸水時の反応度効果

浸水時の水置換反応度効果を評価する対象は、浸水時の反応度効果がより大きい太径内挿管とする。太径内挿管に挿入する代表的な実験試料等として、He-3 検出器を想定する。計算モデルを図付 2-1 に示す。太径内挿管の挿入本数は最大数である 3 本とした。計算コ

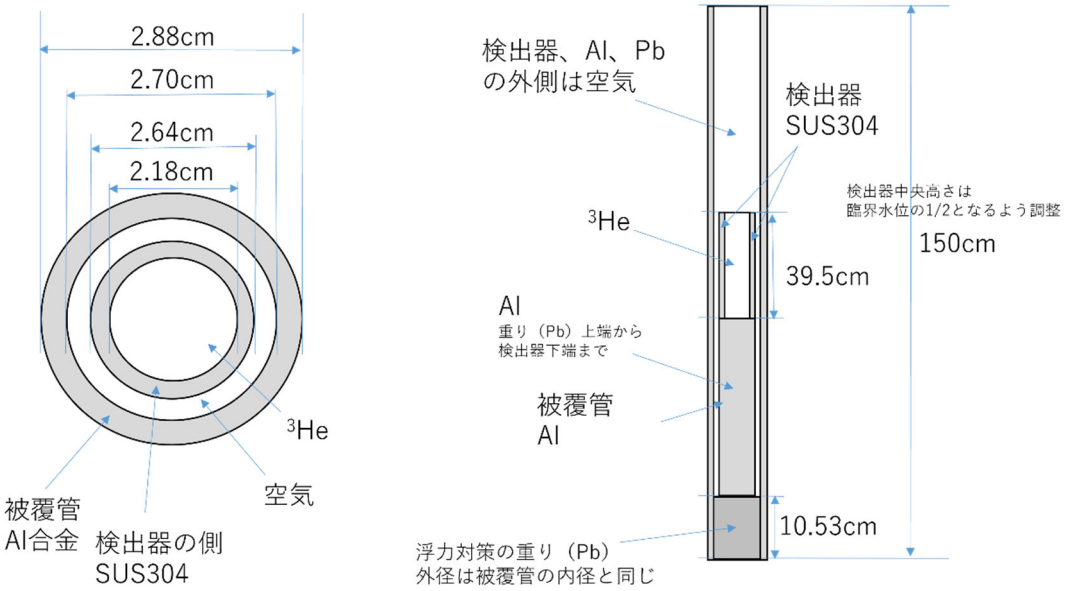
ード及び核データライブラリは、デブリ構造材模擬体の核特性評価に使用したものと同じ、モンテカルロコード MVP2 と JENDL-3.3 を使用した。計算範囲は、格子間隔を 1.27 cm、1.50 cm、2.54 cm とし、水位は 40 cm、70 cm、110 cm、140 cm とした。計算に当たっては、それぞれの条件で棒状燃料本数を変化させて臨界調整し、当該体系と、内挿管内の水面高さ以下の空隙を水に置換した場合の反応度効果を計算した。

計算結果を図付 2-2 に示す。なお、反応度をドル（$）単位に換算する際の実効遅発中性子割合は、デブリ構造材模擬体の解析で安全板挿入時の中性子実効増倍率が最大となった炉心の値が 7.5×10^{-3}～7.8×10^{-3} であったことから、有効数字 1 桁で切り下げて 7×10^{-3} とした。図より、内挿管の浸水による置換反応度は、いずれもモンテカルロ計算に由来する 3 標準偏差の統計誤差を考慮しても核的制限値を満足することがわかる。なお、実験運転に当たっては、実験計画に応じて、保安規定に定め設工認添付計算書に示した手順で事前解析を行い、核的な安全性を確認する。解析により核的制限値を満足しない可能性が確認された炉心は、「構成してはならない炉心」として識別するか、或いは水による置換を防ぐため、内挿管内の空隙部にアクリル材等の充填材を配置して運転する。

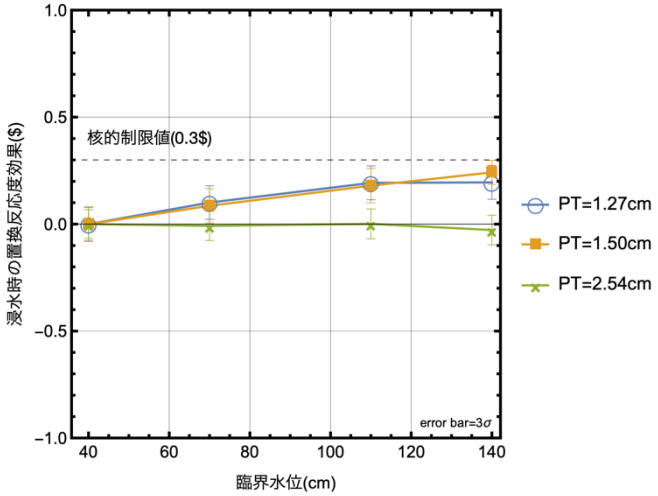
(2)-1 安全板挿入時の中性子実効増倍率

内挿管挿入時にも核的安全性が確保できることを確認するため、内挿管を挿入した炉心の安全板挿入時の中性子実効増倍率（全挿入時及びワンロッドスタック時）を計算した。内挿管は細径又は太径を考慮した。挿入本数は、細径の場合は 1 本、9 本、25 本のほか、製作する 30 本を包含する本数として 49 本とし、太径の場合は 3 本とした。内挿管に挿入する実験試料等は、太径については(1)の解析と同様の H-3 検出器とし、細径については金線とした。なお、反応度効果を大きくするために、金線はカドミウムで被覆し、さらに周囲をアクリルで充填した。細径内挿管の計算モデルを図付 2-3 に、炉心配置マップを図付 2-4 に示す。

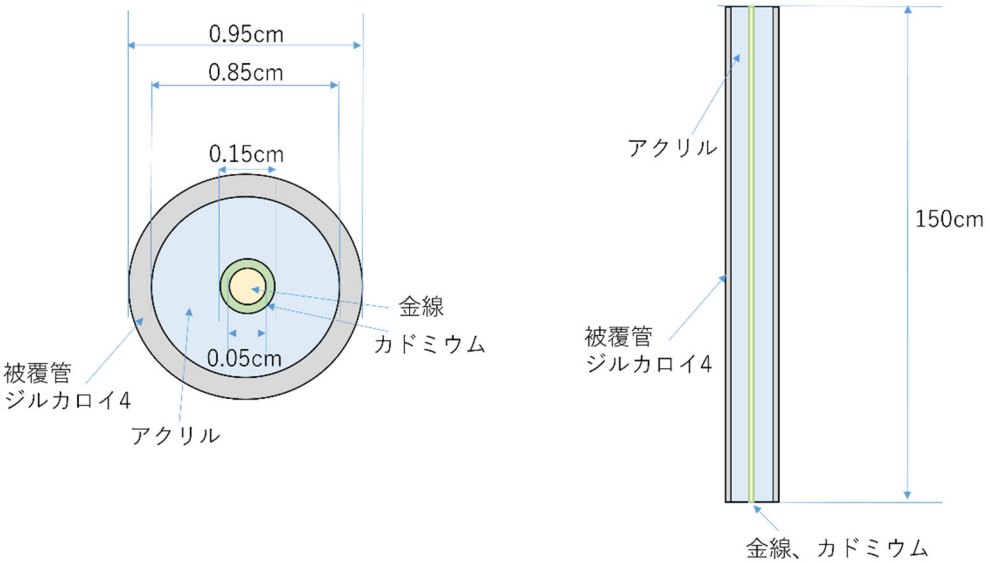
計算結果を図付 2-5 に示す。中性子実効増倍率が最大となったのは太径内挿管を挿入した炉心であるが、デブリ構造材模擬体の解析で中性子実効増倍率が最大となった炉心との差は $7\times10^{-4}\Delta k$（約 0.9σ）とモンテカルロ計算の誤差範囲内であった。デブリ構造材模擬体と同様、実験計画に応じて、保安規定に定め設工認添付計算書に示した手順で事前解析を行い、核的な安全性を確認しつつ運転できることが確認できた。



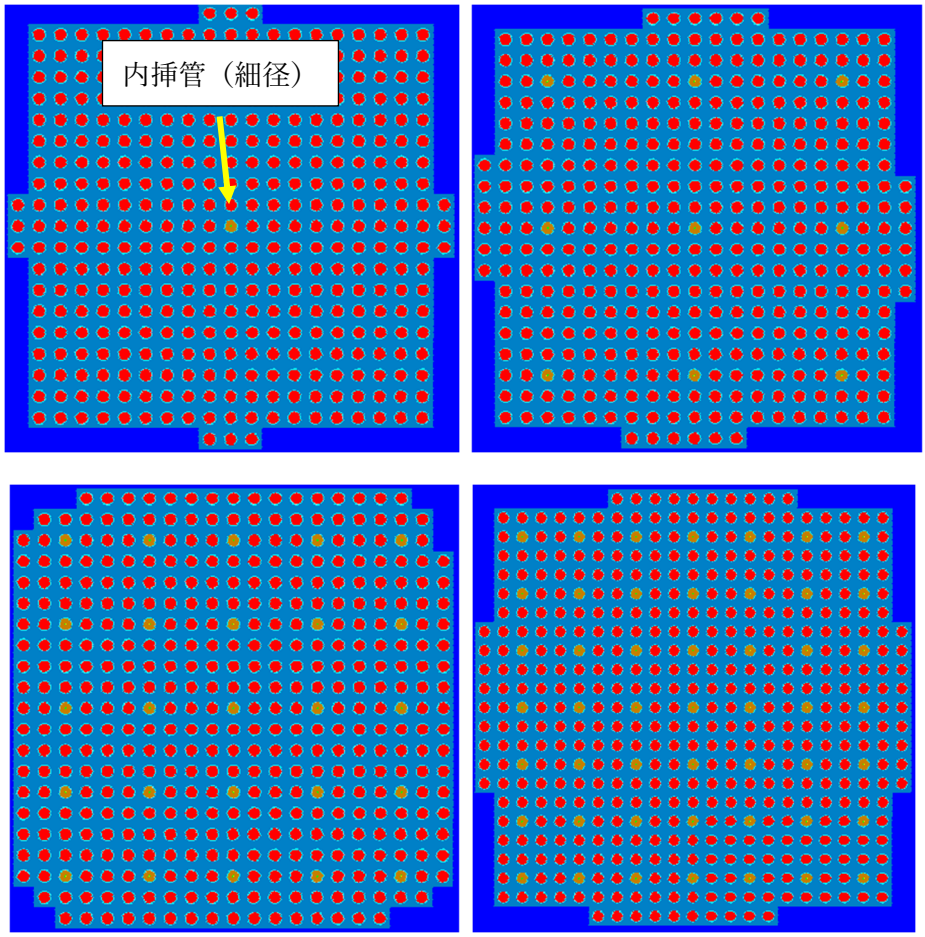
図付 2-1　内挿管（太径）の浸水による置換反応度の計算モデル
（左：上面図、右：立面図）



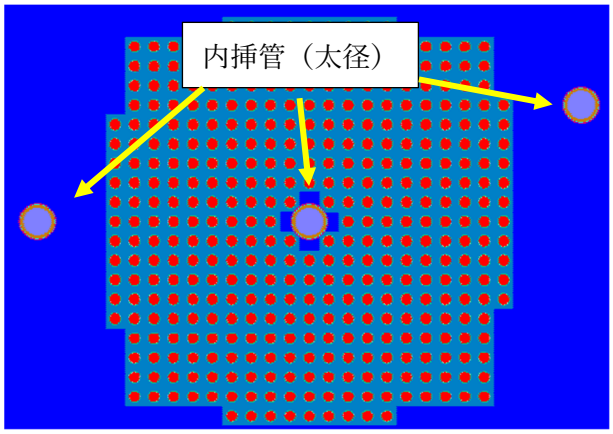
図付 2-2　内挿管（太径内挿管 3 本）の浸水による置換反応度の計算結果



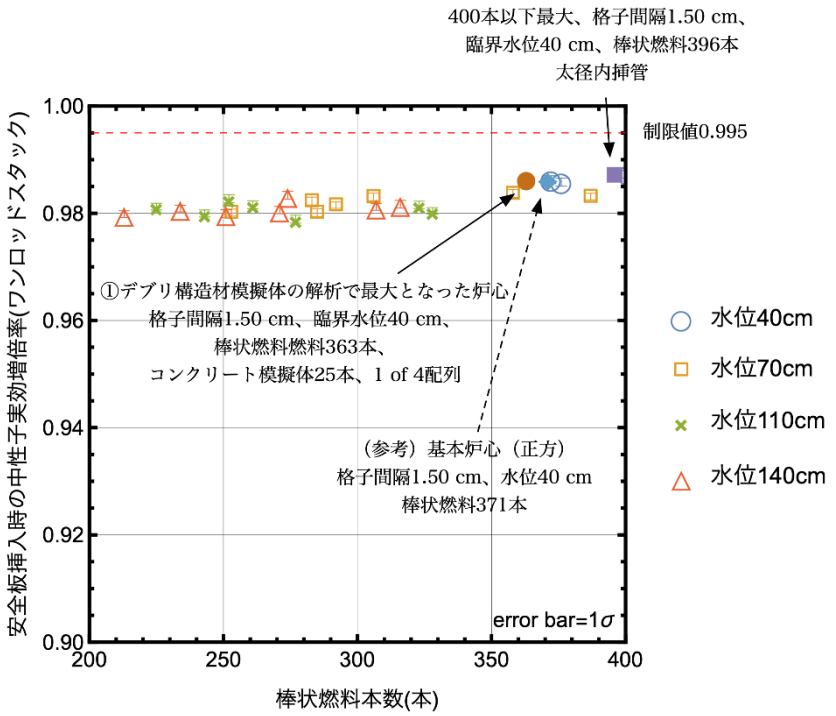
図付 2-3　内挿管（細径）の計算モデル
（左：上面図、右：立面図）



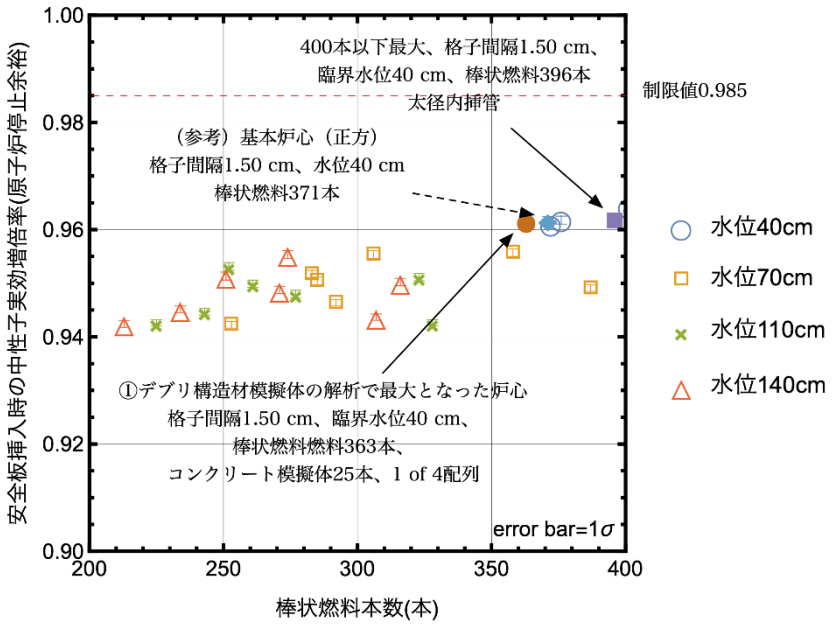
図付 2-4(1)　内挿管挿入時の炉心マップの例
（左上から右下へ細径 1 本、9 本、25 本、49 本）



図付 2-4(2) 内挿管挿入時の炉心マップの例（太径 3 本）



図付 2-5(1)　内挿管挿入炉心の安全板挿入時の中性子実効増倍率（ワンロッドスタック）



図付 2-5(2)　内挿管挿入炉心の安全板挿入時の中性子実効増倍率（原子炉停止余裕）

付録－３　デブリ構造材模擬体が遮蔽計算に及ぼす影響についての検討

デブリ模擬炉心の遮蔽計算について、デブリ構造材模擬体が炉心内で放射化することにより基本炉心より線源が強くなる可能性について、デブリ構造材模擬体（鉄、コンクリート）の放射化物線源強度のオーダーを、以下のとおり評価した。

(1) 対象核種は、代表的なステンレス鋼の放射化核種[1]である Co-60 と Fe-55 のうち、γ 線源である Co-60 とする。なお、Fe-55 は軟 X 線源であり、またコンクリートの主要な放射化核種[1]である H-3 は β 線源であるため、遮蔽評価上問題とならない。
(2) 保守的な評価とするため、STACY が許可上の最大週間積算出力（0.3 kW･h/週）で 20 週連続運転を実施（２年間の運転に相当）した直後の放射化量を評価する。なお、この設定は、基本炉心の遮蔽計算（令和２年 11 月 18 日付け原規規発 2011187 号をもって認可取得）の線源の設定と同様である。
(3) U-235 の核分裂によって発生する中性子を１核分裂当たり 2.5 個[2]とし、核分裂連鎖反応の継続に使用される１個を除いた中性子 1.5 個がすべて放射化に寄与するものとする。
(4) 20 週連続運転期間中の放射化物の減衰は無視する。

上記評価条件より、STACY の２年分の運転により発生する中性子数は以下のとおりである。なお、１核分裂当たりの熱エネルギー発生量は 200 MeV（=8.9×10^{-18} kW･h）とした。

$$\frac{0.3\ \mathrm{kW\cdot h/週}\times 20\ 週}{8.9\times10^{-18}\ \mathrm{kW\cdot h}}\times\ 1.5\ 個\ =\ 1.0\times10^{18}\ 個$$

Co-60 は、崩壊定数 4.2×10^{-9} (1/秒)で崩壊する際に２本の γ 線（エネルギー1.173 MeV, 1.332 MeV）を放出する[3]。上式で評価した中性子がすべて Co-60 を生成したものとした場合、γ 線の放出率は以下のとおりである。

$$1.0\times10^{18}\left(個\right)\times4.2\times10^{-9}\left(1/秒\right)\times2\left(本\right)=\ 8.4\times10^{9}\left(本/秒\right)$$

上記線源を基本炉心の遮蔽計算で使用した線源と比較すると、核分裂生成物を想定した線源である「運転に使用した燃料」の上限エネルギー1.66 MeV 及び 1.33 MeV の γ 線に相当する（次頁表の矢印部参照）。これらの放出率はそれぞれ 2.68×10^{12} (本/秒)、3.69×10^{12} (本/秒)であり、デブリ構造材模擬体の放射化による γ 線は当該線源より３桁小さく、放射化物からの放射線は問題とならない。

STACY 第 3 回設工認（令和 2 年 11 月 18 日原規規発第 2011187 号をもって認可取得、令和 4 年 2 月 28 日付け令原機(科臨)017 で記載事項変更届を提出。）の添付書類 Ⅲ－５－２－(1)「直接線及びスカイシャインガンマ線の線量率計算書」より抜粋。
矢印は引用者による。

表１　ＳＴＡＣＹ運転により放出されるガンマ線

（出力 200 W、運転に使用した燃料は 20 週連続最大積算出力運転直後）

上限エネルギー (MeV)	放出数※ (本/核分裂)	核分裂放出率 (本/秒)	運転に使用した燃料† 放出率（本/秒）
10.0	0.020	1.23×10^{11}	2.09×10^{8}
8.0	0.015	9.23×10^{10}	8.06×10^{9}
6.5	0.03	1.85×10^{11}	1.56×10^{11}
5.0	0.058	3.64×10^{11}	1.53×10^{11}
4.0	0.154	9.61×10^{11}	8.01×10^{11}
3.0	0.162	1.01×10^{12}	1.05×10^{12}
2.5	0.285	1.78×10^{12}	1.64×10^{12}
2.0	0.320	2.00×10^{12}	1.66×10^{12}
1.66	0.509	3.18×10^{12}	2.68×10^{12}
1.33	0.892	5.57×10^{12}	3.69×10^{12}
1.0	0.615	3.84×10^{12}	3.61×10^{12}
0.8	1.011	6.31×10^{12}	3.84×10^{12}
0.6	1.143	7.13×10^{12}	4.10×10^{12}
0.4	0.571	3.57×10^{12}	2.11×10^{12}
0.3	0.571	3.57×10^{12}	2.03×10^{12}
0.2	0.571	3.57×10^{12}	2.12×10^{12}
0.1	0.286	1.78×10^{12}	1.30×10^{12}
0.05	0.286	1.78×10^{12}	2.75×10^{12}

※出典 JENDL-3.3 U-235 300K ポイントワイズデータ

†ORIGEN-2.2 及び JENDL-3.3 による評価

添Ⅲ-5-2-(1)-6

参考文献

[1] 永田ほか、「JMTR 原子炉施設に残存する放射化汚染物の放射能量評価」、JAEA-Technology 2022-017、日本原子力研究開発機構、(2022)

[2] 日本原子力学会炉物理部会、「原子炉の物理」、p.97（図 5.2)、(2019)

[3] (公社)日本アイソトープ協会、「アイソトープ手帳 12 版」、(2020)

付録－４　棒状燃料 400 本とした場合のデブリ模擬炉心及び基本炉心の受検炉心

１. STACY 運転用棒状燃料の調達の見通し

STACY の設工認（第３回）で申請し、認可を取得した「基本炉心」並びに実験用装荷物の製作及びデブリ模擬炉心の新設の設工認（実験用装荷物等）で申請中の「デブリ模擬炉心」において、棒状燃料の申請範囲は 50 本～900 本となっているが、当初使用する予定であった 900 本の棒状燃料を調達できる見通しが立っていない。以下では、設工認申請中のデブリ模擬炉心及び認可済みの基本炉心について、当該事態への対応方針を示す。

２. 今後の対応方針

(1) 設工認（実験用装荷物等）について

現在申請中の設工認（実験用装荷物等）のデブリ模擬炉心について、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ことから、設工認本文「３.２　設計仕様」に記載した使用燃料体の申請範囲を「50 本以上 900 本以下」から「50 本以上 400 本以下」に変更する。なお、設工認添付書類「４. デブリ模擬炉心についての評価書」では、炉心核特性の典型的な変化傾向を示すため「50 本以上 900 本以下」で評価を行っているが、変更後の申請範囲（50 本以上 400 本以下）の評価結果は、現行の申請範囲（50 本以上 900 本以下）の評価結果に含まれることが明らかであり、評価についてはこのままとし、使用燃料体の申請範囲を変更して補正申請を行う。

(2) 設工認（実験用装荷物等）「デブリ模擬炉心」の受検炉心について

変更後の設工認申請範囲（50 本以上 400 本以下）のうち、解析により安全板挿入時の中性子実効増倍率が最大となった炉心（表１参照）を参考に受検炉心を設定する。

表１　解析により安全板挿入時の中性子実効増倍率が最大となった炉心

No.	格子間隔 (cm)	コンクリート模擬体(本)	鉄模擬体(本)	配列パターン	臨界水位 (cm)	棒状燃料 (本)	備考
①	1.50	25	0	1 of 4	40	363	
②	1.50	0	69	1 of 4	110	363	

また、表１を参考に受検炉心を設定するに当たり、STACY 更新炉は未知炉心での運転を前提とした臨界実験装置であることから、新たな炉心を構成するときは、核的制限値からの逸脱を防止するため、適切な裕度を加味して段階的に模擬体（実験用装荷物）の本数を増やしていきたいと考えている。つまり、表２に示す複数の受検炉心（案）により段階的に表１の炉心構成に近づけ、最終的に表１の炉心に近い炉心条件により使用前事業者検査を受検することとしたい。

表２　デブリ模擬炉心の受検炉心（案）

No.	格子間隔 (cm)	コンクリート 模擬体(本)	鉄 模擬体(本)	配列 パターン	臨界水位※ (cm)	棒状燃料※ (本)	備考
①’	1.50	9	0	1 of 4	約 70	約 280	事前確認
	1.50	25	0	1 of 4	40～50*	363～311*	受検炉心
②’	1.50	0	25	1 of 4	約 70	約 340	事前確認
	1.50	0	69	1 of 4	90～140*	377～346*	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、実測データ及び臨界近接の結果により決定する。

＊変化幅について参考１及び参考２で説明する。また、本数の大小が逆であるのは、臨界水位の大小と合わせたため（臨界水位が増大すると本数は減少する。）。

受検炉心の、安全板挿入時の中性子実効増倍率以外のパラメータについて参考３に、安全板挿入時の中性子実効増倍率について参考４に示す。

(3) 設工認（第３回）の申請範囲について

STACY 更新炉は、現在申請中の設工認（実験用装荷物等）の「デブリ模擬炉心」に先立ち、設工認（第３回）で申請した「基本炉心」で初臨界を行う予定である。設工認（第３回）についても同様に、設工認本文「３.２　設計仕様」に記載した使用燃料体の申請範囲を「50 本以上 900 本以下」から「50 本以上 400 本以下」に変更する。

なお、この変更は、以下の理由から、試験研究の用に供する原子炉等の設置、運転等に関する規則の第二条の二（設計及び工事の計画の認可を要しない工事等）で定める「設備又は機器の配置の変更であって、同条第一項又は第二項の認可を受けたところによる放射線遮蔽物の側壁における線量当量率の値を大きくしないものその他試験研究用等原子炉施設の保全上支障のない変更」に該当すると考えるため、変更届にて対応したい。詳細については付録－５に示す。

- 炉心を構成する棒状燃料の本数を減らすことは「炉心構成（機器の配置）の変更」であり、それによって放射線遮蔽物の側壁における線量当量率の値は大きくならない。
- 設工認添付書類「Ⅲ－９－３　反応度制御についての評価書」では、「50 本以上 900 本以下」で評価を行っているが、変更後の申請範囲（50 本以上 400 本以下）の評価結果は、現行の申請範囲（50 本以上 900 本以下）の評価結果に含まれ、STACY 施設の保全上支障のない変更である。

(4) 設工認（第３回）「基本炉心」の受検炉心について

基本炉心における炉心核特性の典型的な変化傾向を示すための事前解析として、安全板挿入時の中性子実効増倍率（全挿入時及びワンロッドスタック時）を計算した。炉心の格

子間隔は 1.50 cm のほか、1.27 cm 格子板を 1 本飛ばしで使用した 2.54 cm（許可上最大）とした。なお、1.27 cm 間隔で配列する炉心は、臨界となる棒状燃料本数が現有の 400 本を超えるため除外した。臨界水位は、許可上の最小である 40 cm から最大である 140 cm のほか、中間の値として 70 cm 及び 110 cm とした。炉心の形状は、円筒形及び正方形とした。基本炉心の計算の結果を参考 5 に示す。基本炉心の中性子実効増倍率は、格子間隔については 2.54cm よりも 1.50 cm のほうが、また、炉心形状については円筒形のほうが大きくなる傾向が見られた。ここで、中性子実効増倍率が大きくなる結果が得られた格子間隔 1.50cm の臨界水位については、低水位 40 cm においてその他の水位に比べて中性子実効増倍率が低くなる傾向が得られたが、他方、水位 70 cm 以上の炉心においては有意な違いは見られないものの、ワンロッドスタックマージンの評価において臨界水位 110 cm の炉心が最大となった。また、1.27 cm 格子板を使用した格子間隔 2.54 cm の炉心では、ワンロッドスタックマージンでは高水位側 140 cm の炉心が、原子炉停止余裕では低水位 40 cm で中性子実効増倍率が大きくなる傾向が見られたが、補足資料に示すとおり低水位のほうがやや大きくなった。

以上の結果から、基本炉心において、格子間隔 1.50 cm の格子板を使用する場合は水位 70 cm 付近から実験を開始して高水位側の炉心を受検炉心とし、他方、格子間隔 1.27 cm の格子板を使用する場合は同様に水位 70 cm 付近から実験を開始し、低水位側で使用前事業者検査を受検することとしたい。基本炉心の受検炉心の案を表 3 に示す。

表 3　基本炉心の受検炉心（案）

No.	格子間隔 (cm)	臨界水位※ (cm)	棒状燃料※ (本)	配列 パターン	備考
基本炉心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
基本炉心②’	2.54†	約 70	約 240	円筒炉心	事前確認
	2.54†	40～50	400～300*	円筒炉心	受検炉心

†格子間隔 1.27cm の格子板に棒状燃料を 1 本飛ばしで挿入する。
※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。
＊本数の大小が逆であるのは、臨界水位の大小と合わせたため（臨界水位が増大すると本数は減少する。）。

以 上

参考 1

参考 1　水位変化による反応度調整幅を確保する考え方

デブリ模擬炉心の臨界調整に係る反応度の調整幅として考慮すべき要素（(1)デブリ構造材模擬体の製作公差、(2)解析誤差の 2 種類を検討した。なお、評価に際しては、実効遅発中性子割合β_{eff}は 0.007 とし、有効数字 1 桁で検討する。

(1) デブリ構造材模擬体の製作公差

デブリ構造材の模擬体の製作公差については、令和 5 年 3 月 24 日第 478 回審査会合資料 1-3 においてコンクリートの密度及び水分率についての感度解析を実施したところ、最大でも±0.01Δk/k を超えることはなかった。よって、コンクリートのデブリ構造材模擬体の製作公差の調整幅を 3$とする。

（±0.01×2 → 0.02 → 0.02/0.007=2.9$ → 3$）

また、鉄のデブリ構造材模擬体はコンクリートに比して不確かさが小さく±0.002 程度であるため、調整幅を 1$とする。

（±0.002×2 → 0.004 → 0.004/0.007=0.6$ → 1$）

(2) 解析誤差

解析誤差として、モンテカルロ計算に伴う不確かさを考慮する。予備解析の不確かさは 1 標準偏差(1σ)が最大でも 0.0008Δk であった。3σを考慮した場合、解析誤差の調整幅は 0.7$となる。

（±0.0008×2×3 → 0.0048 →0.0048/0.007=0.69$ → 0.7$）

デブリ模擬炉心の臨界調整に係る反応度の調整幅の大きさはコンクリート模擬体について(3$＋0.7$) =3.7$ → 4$とし、調整幅は±2$とする。また、鉄模擬体については(1$+0.7$) = 1.7$ = 2$ とし、調整幅は±1$とする。

なお、表 2 の臨界水位の変化幅は、水位反応度係数が修正一群理論に従うものとして上記の調整幅に合わせて設定し[1]、5 cm 単位に丸めたものである。変化幅の具体的な計算方法を別紙 2 に示す。

[1] 令和 5 年 3 月 24 日第 478 回審査会合資料 1-3 表参-2 のうち格子間隔 1.50 cm の基本炉心のパラメータを使用し、同表下部の式を積分して計算。なお、同資料図参-3 のとおり、どの炉心でも水位反応度係数のグラフはほぼ同じである。

参考 2

参考 2　「表 2　デブリ模擬炉心の受検炉心（案)」の臨界水位幅の算出の方法

受検炉心の選定候補に当たっては、臨界水位に反応度調整のための変化幅を設けている。本資料では、当該変化幅の計算方法を示す。

別紙 1「参考　水位変化による反応度調整幅を確保する考え方」に示すとおり、反応度の調整幅は、コンクリート模擬体を使用する炉心において±2$=4$幅、鉄模擬体を使用する炉心において±1$=2$幅とする。臨界水位の変化幅は、水位反応度係数が修正一群理論に従うものとして反応度の調整幅に合わせて計算し、5 cm 単位に丸めて設定する。

修正一群理論[1]において水位反応度係数（単位水位変化当たりの反応度効果）dρ/dh は次の式で表される。ここで、数値フィッティングにより算出される定数 C 及びλは炉心の種類毎の値であるがどの炉心でも大差はなく、dρ/dh はほぼ臨界水位によって定まることが知られている。

$$\frac{\mathrm{d}\rho}{\mathrm{d}h} = \frac{C}{(h+\lambda)^3} \tag{1}$$

以下では、

ρ: 反応度($)

h: 臨界水位(cm)

C: 変換定数 7.7×10^4（$・$cm^2$）

λ: 外挿距離（炉心外挿境界で中性子束がゼロとなる外挿幅）12.1 (cm)

として計算する。

式(1)を臨界水位 h_0 から変更後水位 h_1 まで積分することで、水位変化による反応度効果を計算できる。積分した式を以下に示す。

$$\rho = \frac{C}{2}\left(\frac{1}{(h_0+\lambda)^2} - \frac{1}{(h_1+\lambda)^2}\right) \tag{2}$$

式(2)を用いて算出した、反応度幅が 4.0$又は 2.0$となる（h_0, h_1）の組合せを次頁表に示す。なお、基準となる臨界水位 h_0 は表 1 の臨界水位を使用したが、炉心①'においては、許可上の下限水位である 40.0cm を基準としてその上方にのみ変化させた。

表参 2-1　水位の変化幅の計算結果

	水位（丸め前） （cm）		反応度幅 （$）	水位（丸め後） （cm）	
No.	h_0	h_1	ρ	h_0	h_1
①’	40.0	49.6	4.0	40	50
②’	91.4	144.3	2.0	90	140
③’	58.4	90.1	4.0	55	90
④’	63.6	78.4	2.0	60	80

参考文献

[1] ラマーシュ、「原子炉の初等理論」、吉岡書店、(1974)

参考３　表１、表２及び表３の補足データ

「表１ 安全板挿入時の中性子実効増倍率が最大となった炉心」及び「表２　デブリ模擬炉心の受検炉心（案)」に掲載した炉心（表２については受検炉心）の動特性パラメータを以下に示す。

デブリ模擬炉心No.	格子間隔(cm)	コンクリート模擬体(本)	鉄模擬体(本)	配列パターン	臨界水位(cm)	棒状燃料(本)	α_{TM} (Δk/k/℃)	α_{TF} (Δk/k/℃)	α_{V} (Δk/k/%)	dρ/dh ($/mm)	β_{eff} (-)	l (s)	備考
①	1.50	25	0	1 of 4	40	363	2.52E-05	-1.88E-05	-1.98E-03	5.46E-02	7.88E-03	3.68E-05	
②	1.50	0	69	1 of 4	110	363	3.18E-05	-1.89E-05	-2.06E-03	4.64E-03	7.55E-03	3.68E-05	
①’	1.50	25	0	1 of 4	40	363	2.52E-05	-1.88E-05	-1.98E-03	5.46E-02	7.88E-03	3.68E-05	①と同じ
	1.50	25	0	1 of 4	50	311	1.89E-05	-1.91E-05	-2.23E-03	3.32E-02	7.84E-03	3.75E-05	
②’	1.50	0	69	1 of 4	90	377	4.14E-05	-1.90E-05	-1.91E-03	7.53E-03	7.55E-03	3.67E-05	
	1.50	0	69	1 of 4	140	346	3.76E-05	-1.91E-05	-2.06E-03	2.39E-03	7.53E-03	3.68E-05	

α_{TM}: 減速材温度反応度係数（Δk/k/℃)、α_{TF}: 棒状燃料温度反応度係数（Δk/k/℃)、α_{V}: 減速材ボイド反応度係数（Δk/k/%)、βeff: 実効遅発中性子割合(-)、l: 即発中性子寿命（s）

また、「表３　基本炉心の受検炉心（案)」の動特性パラメータについては、以下のとおり。

基本炉心No.	格子間隔(cm)	炉心形状	臨界水位(cm)	棒状燃料(本)	α_{TM} (Δk/k/℃)	α_{TF} (Δk/k/℃)	α_{V} (Δk/k/%)	dρ/dh ($/mm)	β_{eff} (-)	l (s)	備考
①’	1.50	円筒	70	274	6.77E-06	-2.03E-05	-2.96E-03	1.37E-02	7.90E-03	3.57E-05	事前確認
	1.50	円筒	110	250	1.57E-05	-2.00E-05	-3.22E-03	4.24E-03	7.88E-03	3.66E-05	受検炉心案
②’	2.54	円筒	70	240	1.43E-04	-1.08E-05	7.52E-04	1.42E-02	7.32E-03	6.82E-05	事前確認
	2.54	円筒	40	402	1.52E-04	-1.12E-05	1.63E-03	5.89E-02	7.32E-03	6.74E-05	受検炉心案

記号の意味は上表と同様。

参考４　表２の補足データ

「表２　デブリ模擬炉心の受検炉心（案)」に掲載した受検炉心の安全板評価結果を以下に示す。

No.	格子間隔（cm）	コンクリート模擬体（本）	鉄模擬体（本）	配列パターン	臨界水位（cm）	棒状燃料（本）	原子炉停止余裕	ワンロッドスタックマージン	津波水没評価※（安全板）	津波水没評価※（未臨界板）
①’	1.50	25	0	1 of 4	40	363	0.9615　±0.0007	0.9863　±0.0008	0.9899	0.9224
	1.50	25	0	1 of 4	50	311	0.9558　±0.0008	0.9838　±0.0008	0.9536	0.8769
②’	1.50	0	69	1 of 4	90	377	0.9559　±0.0007	0.9839　±0.0007	0.9134	0.8721
	1.50	0	69	1 of 4	140	346	0.9560　±0.0007	0.9830　±0.0007	0.8993	0.8542

※$k_{eff}+3\sigma$の計算結果。判定基準は 0.995 未満

参考 5 基本炉心の事前解析

参 5-1. 評価範囲

基本炉心の事前解析の評価範囲を下表に示す。

パラメータ	変化範囲	備考
棒状燃料本数	50~400 本	
臨界水位	40, 70, 110, 140 cm	
炉心形状 （水平断面）	円筒形、正方形	
格子間隔	1.50, 2.54 cm	1.27 cm は 400 本以上の棒状燃料を要するため除外。

参 5-2. 評価結果

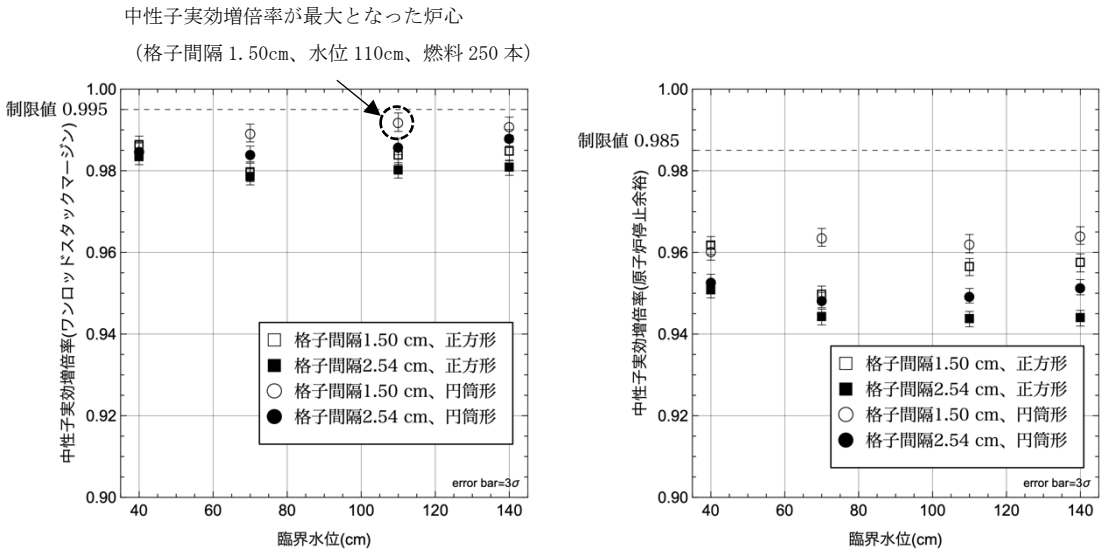
基本炉心の事前解析結果を**図参 5-1** に示す。図の横軸は臨界水位、縦軸は安全板挿入時の中性子実効増倍率（ワンロッドスタックマージン及び原子炉停止余裕）である。エラーバーはモンテカルロ計算に付随する不確かさを 1σ（約 0.0007）として±3σである。

図より、基本炉心の中性子実効増倍率は、格子間隔については 1.50 cm のほうが、炉心形状については円筒形のほうが大きくなる傾向が見られる。臨界水位については、格子間隔 1.50 cm の円筒形炉心の場合、デジタル値では臨界水位 110 cm でワンロッドスタックマージン時の、臨界水位 140 cm で原子炉停止余裕の結果が最大となったものの、臨界水位 70 cm 以上ではほぼ違いが見られなかった（**表参 5-1** に示すとおり、差は±3σ以内）。また、格子間隔 1.27 cm の格子板を使用した場合（格子間隔 2.54 cm）では、ワンロッドスタックマージンの結果では高水位側 140 cm の炉心が、原子炉停止余裕の結果では低水位 40 cm の炉心で中性子実効増倍率が大きくなる傾向が見られた。このとき、**表参考 5-2** に示すとおり、臨界水位 70 cm 炉心の結果を基準とした場合、低水位側のほうがやや中性子実効増倍率が大きくなったため、受検炉心としては低水位を提案する。

以 上

（評価結果の補足）

図参 5- 1 の横軸を炉心の幅（正方形の炉心では 1 辺の長さ、円筒形の炉心では直径）で整理した結果を図参 5-2 に示す。図には、各格子板の安全板スリットの間隔を縦線で示した。図より、安全板の間隔と円筒形炉心の直径が一致するとき、中性子実効増倍率が大きくなっていることがわかる。中性子実効増倍率が最大となった炉心の大きさと安全板の位置関係について図参 5-3 に示す。



図参 5-1 基本炉心の事前解析結果

（左：ワンロッドスタックマージン、右：原子炉停止余裕）

表参 5-1 格子間隔 1.50 cm、円筒炉心の中性子実効増倍率の比較

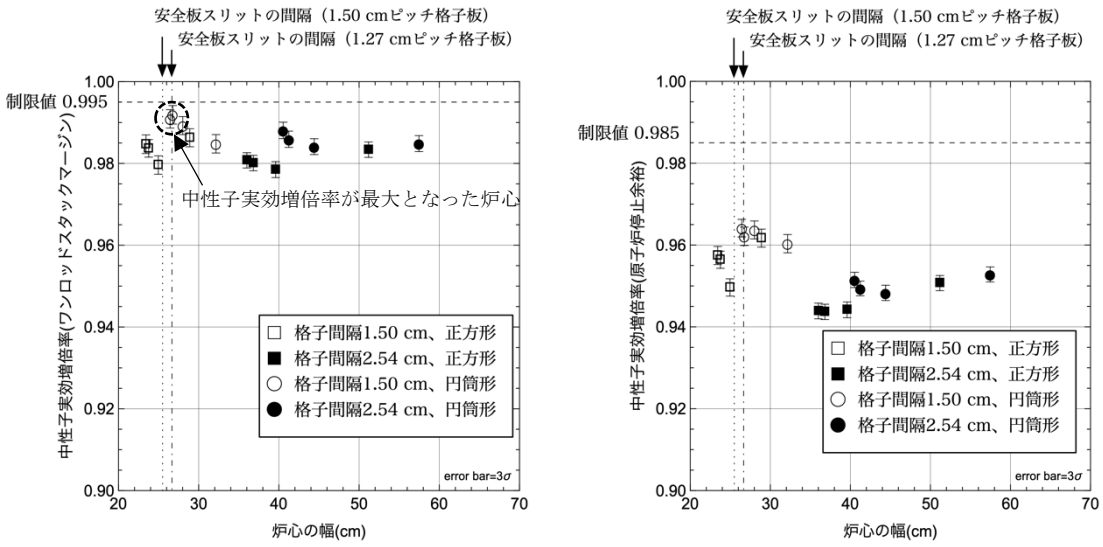
臨界水位 (cm)	棒状燃料本数	ワンロッドスタックマージン		水位 70cm 炉心との差 (σ)※	原子炉停止余裕		水位 70cm 炉心との差 (σ)※
		k_{eff}	±1σ		k_{eff}	±1σ	
40	361	0.9848	0.0008	-4.2	0.9603	0.0007	-3.2
70	274	0.9892	0.0007	−	0.9637	0.0007	−
110	250	0.9919	0.0008	2.5	0.9621	0.0008	-1.5
140	244	0.9909	0.0007	1.6	0.9641	0.0007	0.4

※臨界水位 70 cm の炉心の計算結果を k_0, σ_0 とした場合、$(k_{eff}-k_0)/\sqrt{(\sigma^2+\sigma_0^2)}$で計算。

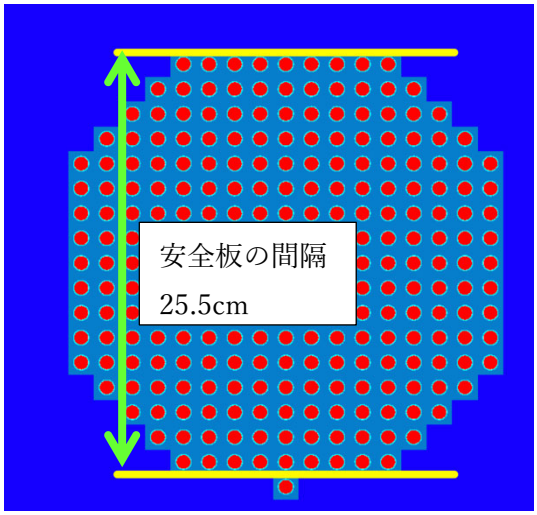
表参 5-2 格子間隔 2.54cm、円筒炉心の中性子実効増倍率の比較

臨界水位 (cm)	棒状燃料本数	ワンロッドスタックマージン		水位 70cm 炉心との差 (σ)※	原子炉停止余裕		水位 70cm 炉心との差 (σ)※
		k_{eff}	±1σ		k_{eff}	±1σ	
40	402	0.9848	0.0007	0.8	0.9528	0.0006	5.2
70	240	0.9841	0.0006	−	0.9483	0.0006	−
110	207	0.9859	0.0007	2.0	0.9494	0.0006	1.3
140	200	0.9881	0.0007	4.3	0.9515	0.0006	3.6

※臨界水位 70 cm の炉心の計算結果を k_0, σ_0 とした場合、$(k_{eff}-k_0)/\sqrt{(\sigma^2+\sigma_0^2)}$で計算。



図参 5-2 基本炉心の事前解析結果（炉心の幅で整理）
（左：ワンロッドスタックマージン、右：原子炉停止余裕）

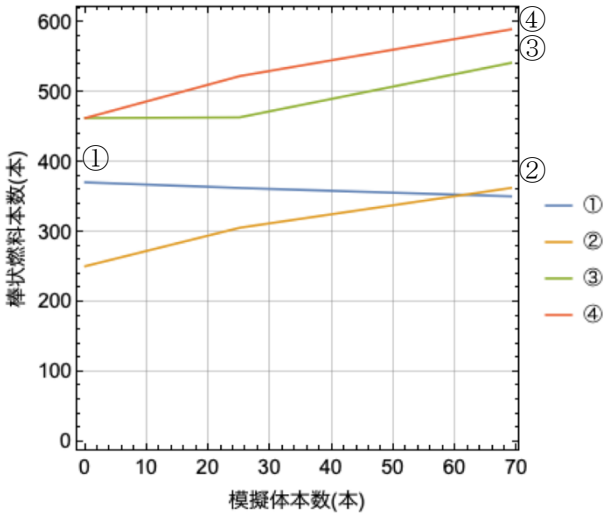


図参 5-3 中性子実効増倍率が最大となった炉心（格子間隔 1.50 cm、棒状燃料 250 本）と安全板の位置関係

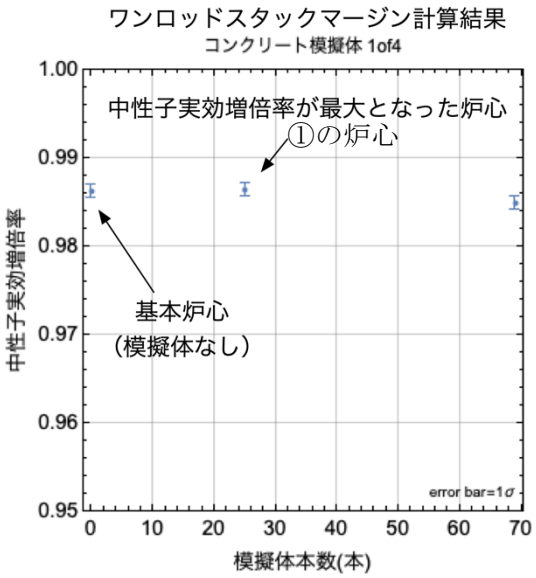
参考 6　棒状燃料 400 本以下で中性子実効増倍率が最大となったコンクリート模擬体 25 本の炉心についての補足

表 1 において中性子実効増倍率が最大となった炉心は、①を除き構造材模擬体本数が最大（69 本）の炉心であった。この結果は、事前解析により得られている、構造材模擬体の本数が増大し、炉心が大きくなるほど安全板の効果が小さくなる（安全板の大きさと挿入位置が固定のため、炉心が大きくなると安全板による中性子吸収範囲が相対的に小さくなるため。）傾向と整合したものである。

ただし、下図に示すように、①の条件（格子間隔 1.50 cm、棒状燃料 400 本以下、コンクリートデブリ構造材模擬体使用）は②～④と傾向が異なり、模擬体本数が増大するほど臨界に要する棒状燃料の本数が減少している。これにより、①の条件においては、中性子吸収と中性子減速に関し、模擬体の本数が増加する効果と、棒状燃料本数が減少する効果が相殺し合うことが考えられる。実際に安全板の効果を計算すると、図参 6-2 に示すように、デブリ構造材模擬体の本数 25 本以下においては安全板の効果は基本炉心(模擬体を用いない炉心)と違いがない（違いは 0.1 σ 未満)。したがって、①の条件においては、デブリ構造材模擬体の本数を、0～25 本の間で任意に選択して差し支えない。表 2 においては、典型的な挿入本数として選択した 25 本をそのまま使用している。



図参 6-1　模擬体本数と棒状燃料本数の関係



図参 6-2　コンクリート模擬体のワンロッドスタックマージン計算結果
（格子間隔 1.50 cm、臨界水位 40 cm、1 of 4 配列）

付録－５　設工認（第３回）の基本炉心で使用する棒状燃料の申請範囲を変更する際の手続きについて

令和５年８月31日の面談において、設計及び工事の計画の認可申請（以下「設工認」という。）（第３回）のうち「基本炉心」で使用する使用燃料体の設計仕様を「50 本以上 900 本以下」から「50 本以上 400 本以下」に変更するにあたり、その際の手続き（認可、届出又は手続不要）について確認したところ以下のコメントを受け、検討した結果を示す。

１.面談（令和５年８月31日）での主なコメント

設工認（第３回）の基本炉心で使用する棒状燃料の設計仕様を変更する際の手続きについて、「試験研究用等原子炉における設工認手続きの範囲（令和４年２月８日、研究炉等審査部門)」を参考に、認可後に変更を行う場合の手続きを検討すること。

２．検討結果

2.1　変更の概要

令和２年11月18日付け原規規発第2011187号をもって認可を受けた原子炉施設　〔ＳＴＡＣＹ（定常臨界実験装置）施設〕の変更に係る設計及び工事の計画の認可申請書〔ＳＴＡＣＹの更新（第３回申請)〕について、主な変更点は以下のとおりである。

(1) 海外から調達する予定であったウラン棒状燃料の調達が困難となったことから、第３回設工認の基本炉心（1）では既設のウラン棒状燃料（400本）のみを使用する。このため、炉心に係る設計仕様のうち、使用燃料体の装荷本数を「50本以上900本以下」から「50本以上400本以下」に変更する。

(2) 上記の設計仕様の変更に伴い、使用燃料体として既設のウラン棒状燃料を用いることを明確化するため、設計仕様及び工事フローの注釈に記載された〔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）で製作するウラン棒状燃料の記載を削除する。

2.2　設計及び工事の計画の認可を要しない工事等の根拠法令

（設計及び工事の計画の認可）炉規法

第二十七条　試験研究用等原子炉施設の設置又は変更の工事（核燃料物質若しくは核燃料物質によつて汚染された物又は試験研究用等原子炉による災害の防止上支障がないものとして原子力規制委員会規則で定めるものを除く。）をしようとする試験研究用等原子炉設置者は、原子力規制委員会規則で定めるところにより、当該工事に着手する前に、その設計及び工事の方法その他の工事の計画（以下この条及び次条第二項第一号において「設計及び工事の計画」という。）について原子力規制委員会の認可を受けなければならない。ただし、試験研究用等原子

炉施設の一部が滅失し、若しくは損壊した場合又は災害その他非常の場合において、やむを得ない一時的な工事としてするときは、この限りでない。

2　前項の認可を受けた者は、当該認可を受けた設計及び工事の計画を変更しようとするときは、原子力規制委員会規則で定めるところにより、原子力規制委員会の認可を受けなければならない。ただし、その変更が原子力規制委員会規則で定める軽微なものであるときは、この限りでない。

（設計及び工事の計画の認可を要しない工事等）試験炉規則

第二条の二　法第二十七条第一項の原子力規制委員会規則で定める工事は、変更の工事であつて、次条第一項第三号に掲げる事項の変更を伴う工事以外の工事とする。

2　法第二十七条第二項ただし書の原子力規制委員会規則で定める軽微な変更は、設備又は機器の配置の変更であつて、同条第一項又は第二項の認可を受けたところによる放射線遮蔽物の側壁における線量当量率の値を大きくしないものその他試験研究用等原子炉施設の保全上支障のない変更とする。

2.3　「設計及び工事の計画の認可を要しない工事」に該当することの検討結果

「試験研究用等原子炉における設工認手続きの範囲（令和 4 年 2 月 8 日、研究炉等審査部門)」を参考に、今回の変更が試験炉規則第二条の二第二項に基づく「原子力規制委員会規則で定める軽微な変更」であることを確認した。

(1)「設備又は機器の配置の変更」であることについて

- 第 3 回設工認は、既設の棒状燃料 400 本及び新設の棒状燃料 900 本を使用して、「50 本以上 900 本以下」の任意の本数の棒状燃料を炉心（格子板）に配置できるように認可を取得している。本変更内容は、既設の棒状燃料 400 本を使用して、「50 本以上 400 本以下」の任意の本数の棒状燃料を炉心（格子板）に配置するものである。このため、本変更は「設備又は機器の配置の変更」に該当する。

(2)「放射線遮蔽物の側壁における線量当量率の値を大きくしないもの」であることについて

- 第 3 回設工認では、50 本以上 900 本の棒状燃料を用いた場合において、最大熱出力 200W及び最大積算出力 0.3kW･h/週及び 3kW･h/年を用いて線量当量率を算出し、技術基準に適合していることを評価している。原子炉の放射線放出特性は、棒状燃料の本数に依らず炉心全体の熱出力で決まるものであり、本変更で棒状燃料を「50 本以上 400 本以下」に変更した場合でも、最大熱出力 200W及び最大積算出力に変更はないことから、線量当量率は既存の評価結果に変わりはない。このため、本変更は「放射線遮蔽物の側壁における線量当量率の値を大きくしないもの」である。

(3)「試験研究用等原子炉施設の保全上支障のない変更」であることについて

- 「試験研究用等原子炉における設工認手続きの範囲」における【保全上支障のない変更の確認の観点】を参考に、以下を確認した。

①「変更の内容が、設備の仕様の変更であって性能に影響を及ぼすものでないこと。また、他の安全設備に対して、影響を及ぼさないこと。」

→第 3 回設工認は、「50 本以上 900 本以下」のうち任意の本数の棒状燃料を用いて、許可された動特性パラメータ等の範囲内で運転できる性能があることに対し認可を取得しているものである。本変更により設計仕様を「50 本以上 400 本以下」に変更しても、当該仕様変更は「50 本以上 900 本以下」の設計仕様に包含されていることから、この「運転できる性能」に影響を及ぼすものでない。また、運転できる性能に影響を及ぼすものでないことから、他の安全設備に対して影響を及ぼすものではない。

②「変更の内容に対して、認可を得た工事の方法（工事の手順並びに使用前事業者検査の項目及び方法）に変更がなく、使用前事業者検査が実施可能であること。」

→上記の設計仕様の変更に伴い次のとおり工事フローの脚注を変更するが、それは記載の整合（炉心構成時の使用燃料体の明確化）のためのものであり、「工事の手順」を変更するものではない。

【現設工認の記載】*1：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。

【修正後の記載案】*1：既設のもの。

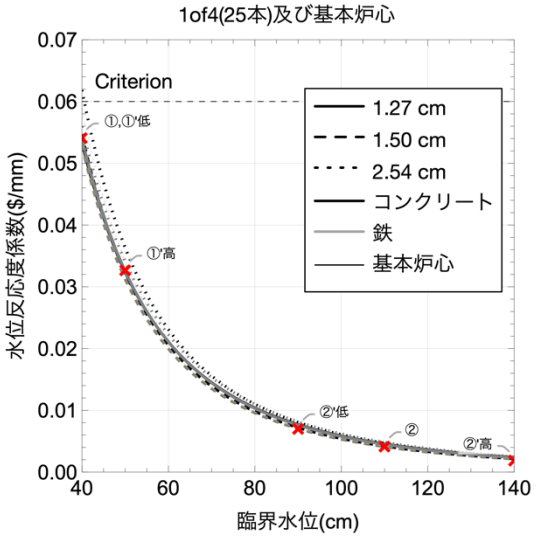
→また、使用前事業者検査の項目及び方法（反応度添加率検査、原子炉停止余裕検査、線量当量率検査等）に変更はなく、既設の棒状燃料 400 本で使用前事業者検査が実施可能である。

以上のとおり、本変更は試験炉規則の第二条の二（設計及び工事の計画の認可を要しない工事等）第二項で定める「設備又は機器の配置の変更であつて、同条第一項又は第二項の認可を受けたところによる放射線遮蔽物の側壁における線量当量率の値を大きくしないものその他試験研究用等原子炉施設の保全上支障のない変更」すなわち「軽微な変更」に該当すると思われるため、変更届にて対応したい。

以 上

付録－６　使用前事業者検査受検炉心案の水位反応度係数について

デブリ模擬炉心の事前解析によって求めた、安全板挿入時の中性子実効増倍率が厳しくなる炉心のうち、棒状燃料 400 本以下で臨界となる①及び②の炉心並びにそれらを参考にして検討した使用前事業者検査受検炉心の案である①'及び②'について、それらの水位反応度係数を、別途解析したデブリ模擬炉心の水位反応度係数プロット（補足説明資料 5-1 図参-3 (b)）に重ねて示す。両者の解析条件は厳密に同一のものではないが、修正一群理論に従って得た解析結果は一致し、全ケースにおいて制限値である 0.06 $/mm を下回ることが確認できた。



※：高、低は高水位側、低水位側を示す

図 補足説明資料 5-1 図参-3(b)とデブリ模擬炉心受検炉心案との比較

付録－７　可溶性中性子吸収材の核的効果について

(1) 解析対象炉心

デブリ模擬炉心においては、基本炉心と同様、減速材に可溶性中性子吸収材としてボロンを添加することができる。添加に当たっては、基本炉心と同様に、実験計画に応じて炉心構成条件を決定し、核的制限値を始めとする炉心構成条件を満足することを、原則として計算解析により確認する。また、その確認手順を原子力科学研究所原子炉施設保安規定に定め、遵守する[2]。

デブリ模擬炉心への可溶性中性子吸収材添加について、事前解析を実施した。解析は、デブリ模擬炉心の事前解析で安全板挿入時の中性子実効増倍率が大きくなった条件（格子間隔 1.5 cm、コンクリート模擬体 25 本又は鉄模擬体 69 本）に対して実施することとし、棒状燃料本数は、基本炉心と同様の手順に従い、STACY の炉心構成条件の一つである、津波冠水時にも安全板又は未臨界板によって臨界とならない最大の炉心（津波最大炉心）を対象とした。解析対象の炉心を**表付８－１**に示す。なお、棒状燃料が 400 本を超える炉心が含まれるが、後述のとおり棒状燃料本数は結果に影響しない。

(2) 可溶性中性子吸収材濃度の上限値

表付８－１の炉心に可溶性中性子吸収材としてボロンを添加し、ボロン濃度をパラメータとして臨界調整した結果を**図付８－１**に示す。図より、解析範囲における可溶性中性子吸収材濃度の上限は約 430 ppm であることが確認できた。

(3) 可溶性中性子吸収材の核的影響

可溶性中性子吸収材の核的影響の検討として、デブリ模擬炉心の事前解析と同様、安全板挿入時の中性子実効増倍率を計算した。安全板は 2 枚とし、2 枚挿入時の原子炉停止余裕及び、1 枚挿入時のワンロッドスタックマージンをそれぞれ計算した。計算結果を**図付８－２**に示す。

図付８－２より、可溶性中性子吸収材を添加した津波最大炉心では、計算したすべての炉心において制限値を満足した。また、ボロン濃度約 430 ppm 以下の範囲でほぼ中性子実効増倍率に違いが見られず（ノミナル値の標準偏差は 1×10^{-3} Δk 程度）、模擬体の種類及び棒状燃料本数に依らず制限値を満足できることが確認できた。その他の炉心についても、運転に先立ち、同様の手順に従って炉心構成条件を満足することを確認する。

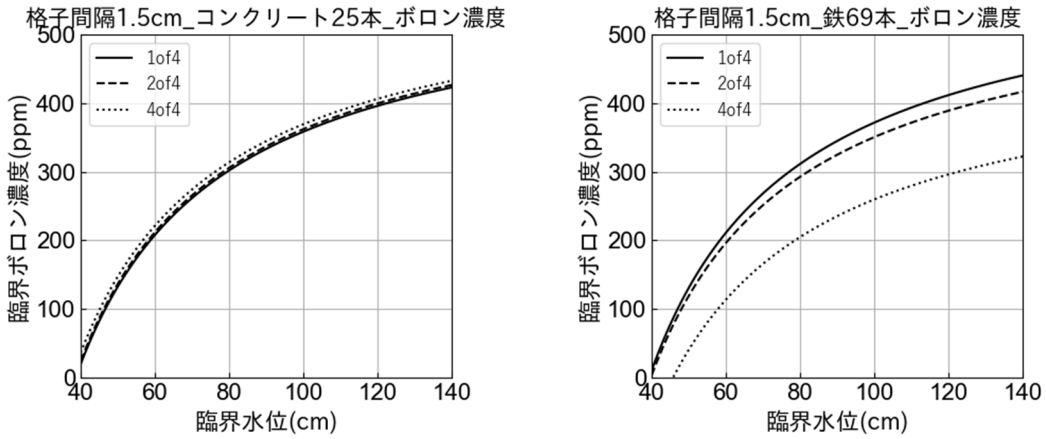
以　上

[2] 当該手順を定めた保安規定を令和 4 年 4 月 26 日付けで申請し、令和 4 年 12 月 23 日付けで認可を取得した。

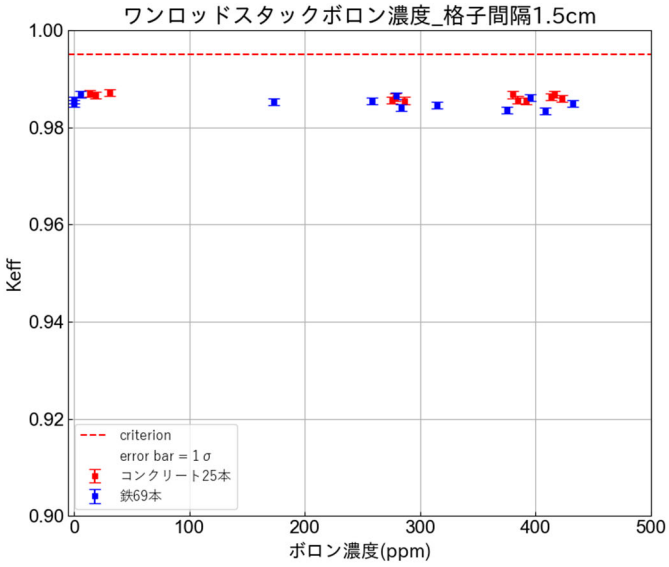
表付８－１　解析対象炉心

格子間隔（cm）	コンクリート模擬体（本）	鉄模擬体（本）	配列パターン	棒状燃料本数（本）	臨界水位（cm）
1.50	25	0	1 of 4	371	40※～140
1.50	25	0	2 of 4	383	40※～140
1.50	25	0	4 of 4	431	40※～140
1.50	0	69	1 of 4	561	40※～140
1.50	0	69	2 of 4	597	40※～140
1.50	0	69	4 of 4	600	40※～140

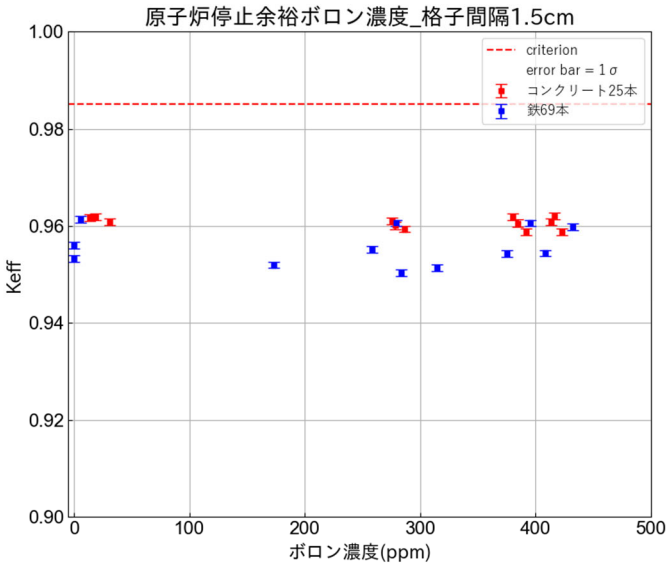
※40 cm で臨界とならない場合は水位を上昇させて調整



図付８－１　可溶性中性子吸収材の上限濃度
（左）コンクリート模擬体 25 本、（右）鉄模擬体 69 本



(a) ワンロッドスタックマージンの評価結果



(b) 原子炉停止余裕の評価結果

図付８－２ 可溶性中性子吸収材を添加した津波最大炉心における
安全板挿入時の中性子実効増倍率

補足説明資料 5-3

令和５年９月28日
日本原子力研究開発機構
臨界ホット試験技術部

STACY 設工認に係る審査会合での指摘事項対応のための解析結果

参考図表集

目次

図参１　安全板の効果が小さくなる炉心探索：臨界サーベイの結果 参-2

図参２　安全板の効果が小さくなる炉心探索：ワンロッドスタックマージン／原子炉停止余裕の計算結果 参-5

図参３　安全板の効果が小さくなる炉心探索：炉心の配列パターン 参-23

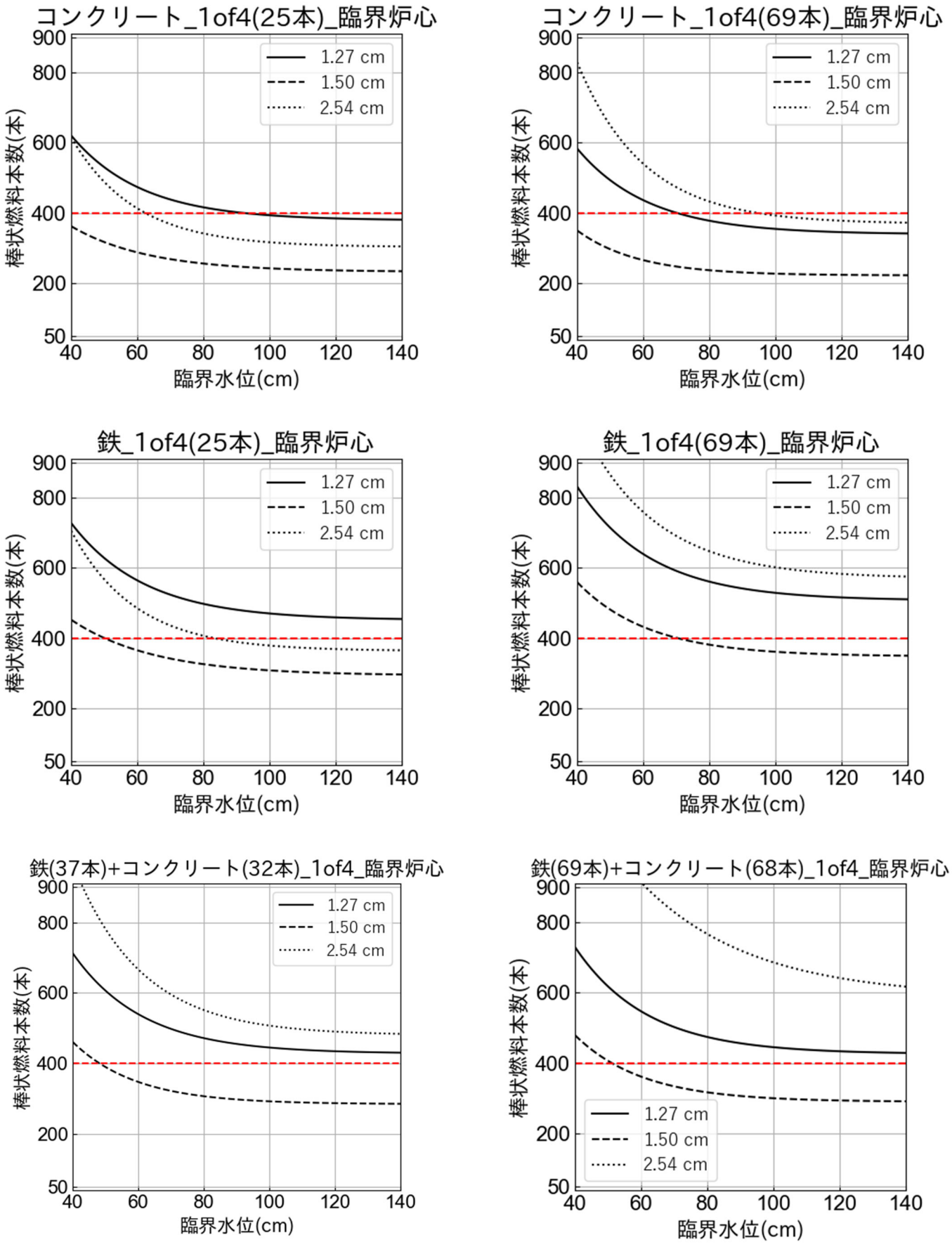
図参４　炉心形状固定の解析：臨界サーベイの結果 参-59

図参５　炉心形状固定の解析：炉心の配列パターン 参-62

図参６　未臨界板挿入位置（例） 参-89

表参１　安全板の効果が小さくなる炉心探索：解析結果のデジタル値 参-91

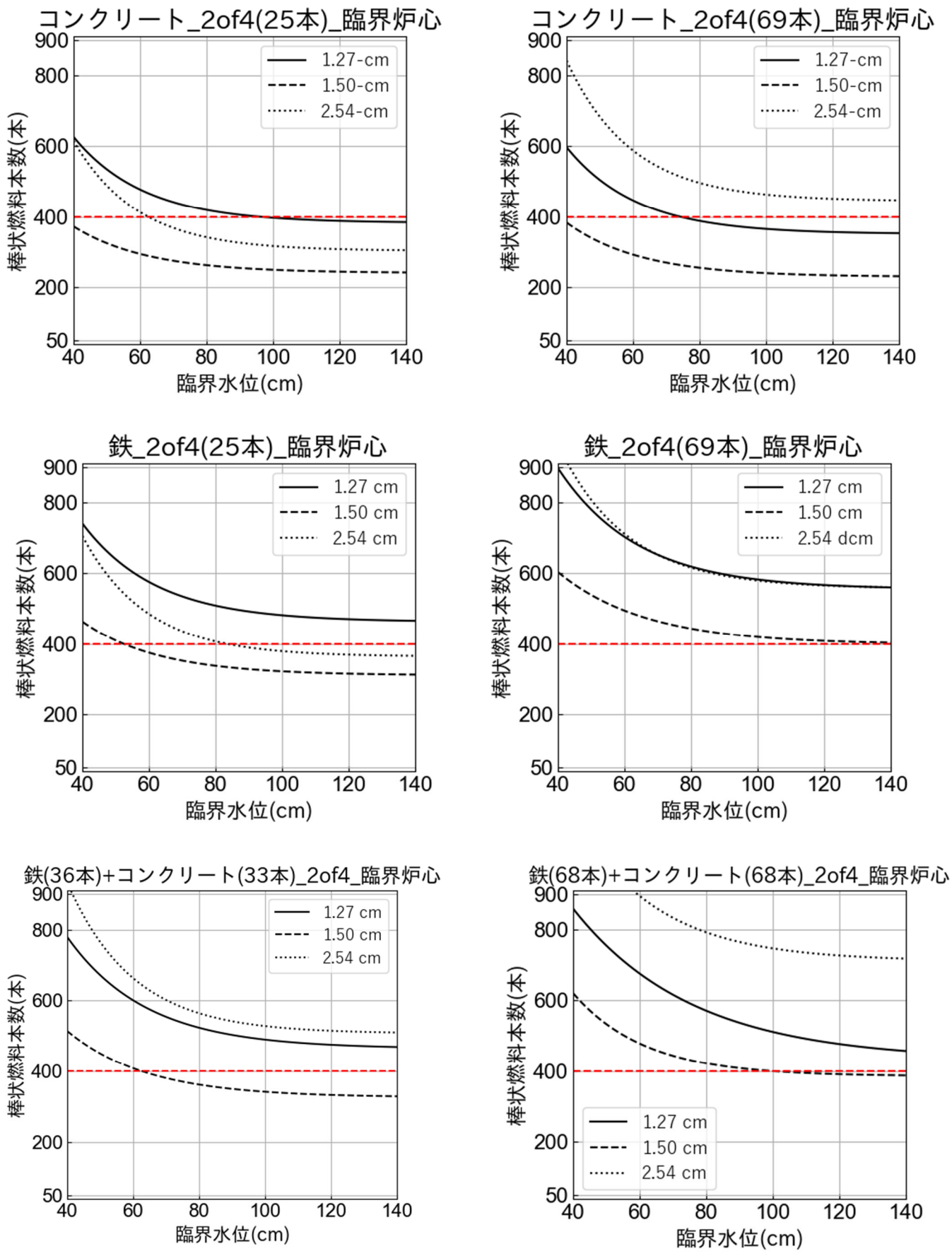
表参２　炉心形状固定の解析：解析結果のデジタル値 参-97



図参 1-1　安全板の効果が小さくなる炉心解析の臨界サーベイの結果（1 of 4 配列）

（配列パターンは図参 3 参照）

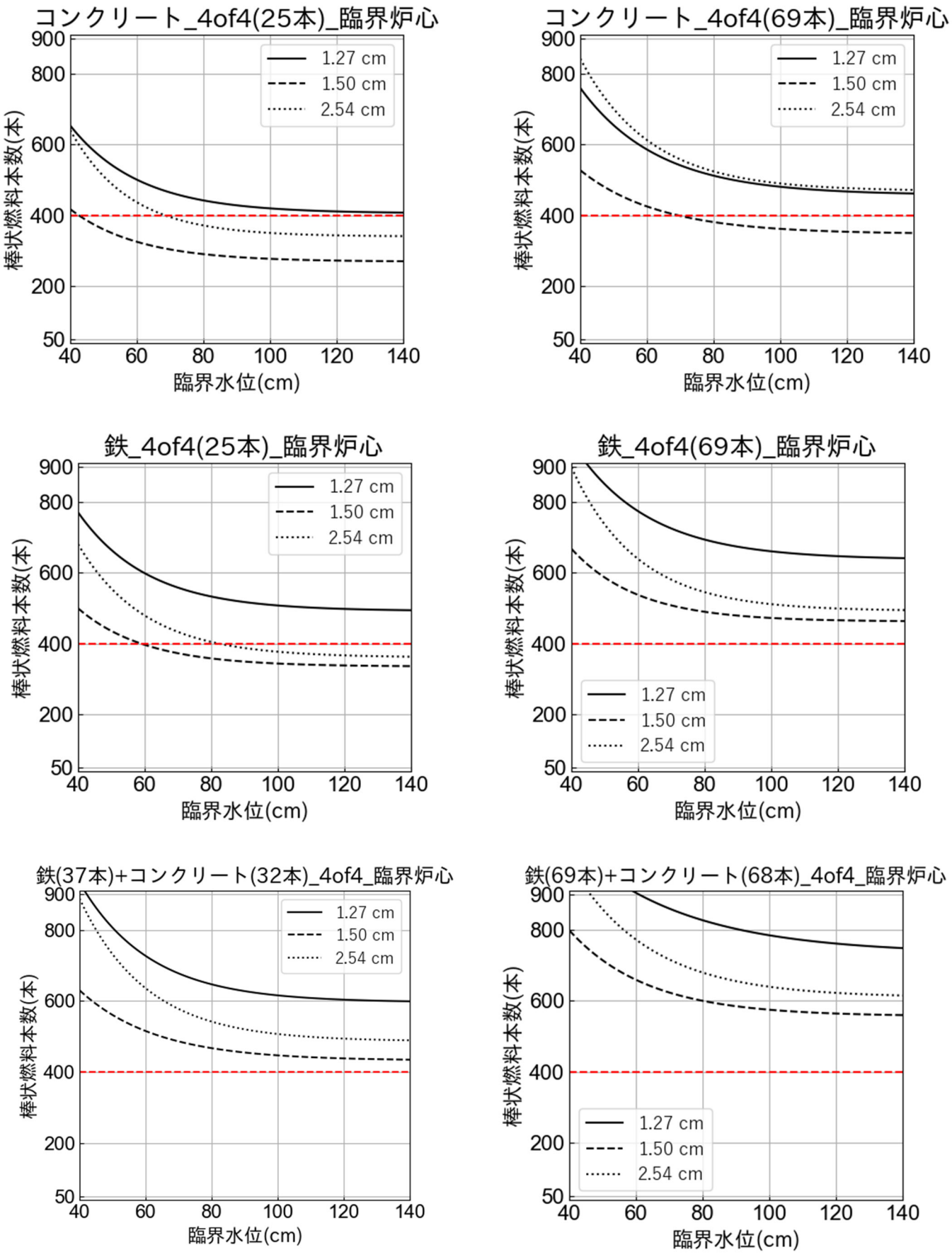
格子間隔 2.54cm において減速材燃料ペレット体積比が炉心構成範囲を超えるものは参考値



図参 1-2　安全板の効果が小さくなる炉心解析の臨界サーベイの結果（2 of 4 配列）

（配列パターンは図参 3 参照）

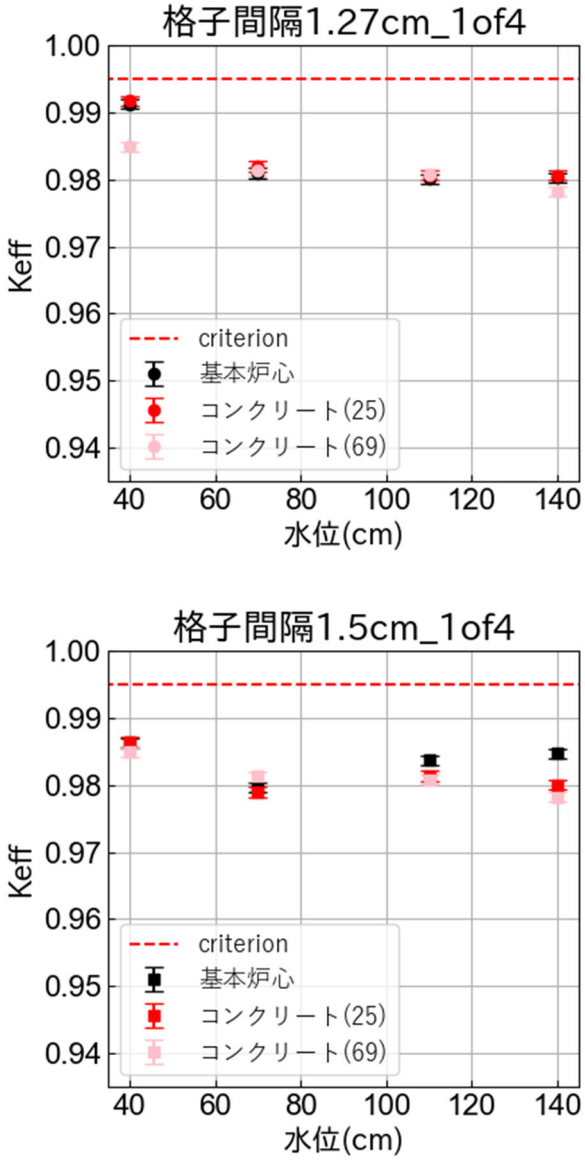
格子間隔 2.54cm において減速材燃料ペレット体積比が炉心構成範囲を超えるものは参考値



図参 1-3　安全板の効果が小さくなる炉心解析の臨界サーベイの結果（4 of 4 配列）

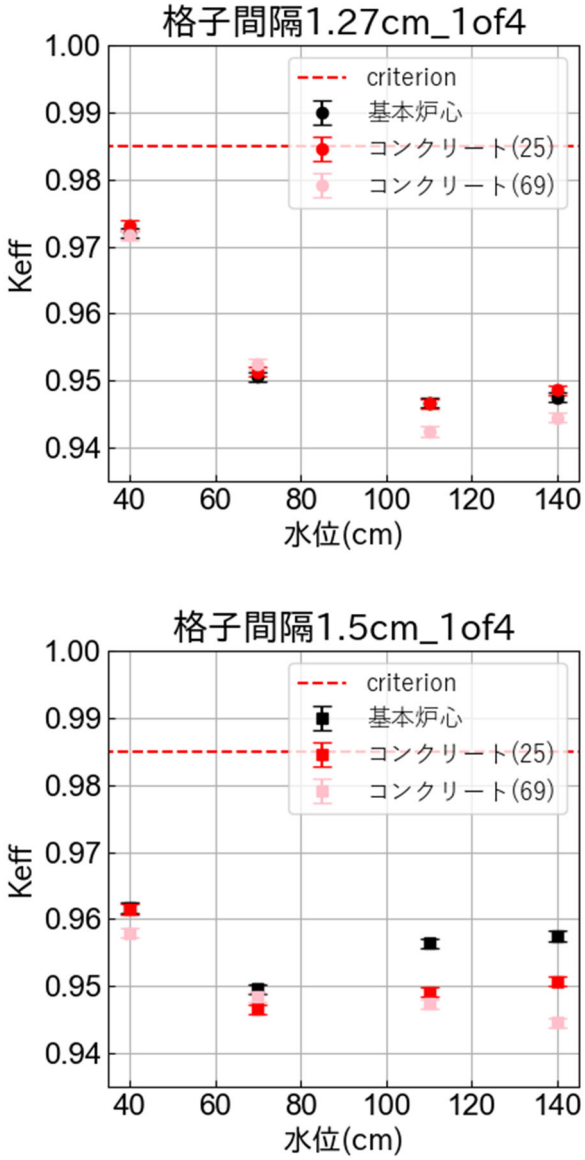
（配列パターンは図参 3 参照）

格子間隔 2.54cm において減速材燃料ペレット体積比が炉心構成範囲を超えるものは参考値



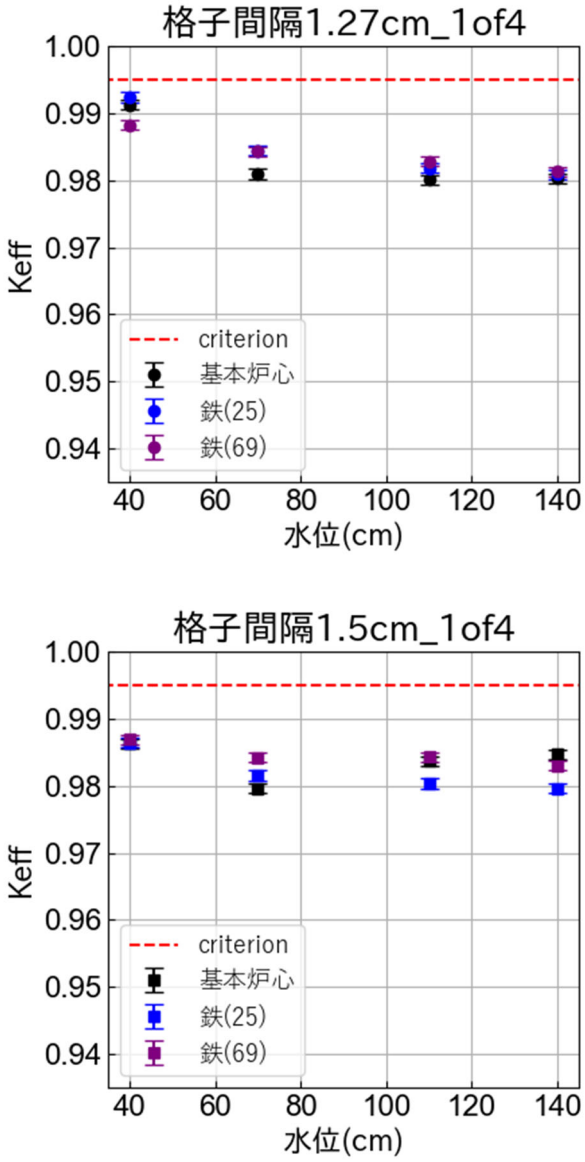
図参 2-1 (1/2)　デブリ構造材模擬体本数を固定し、棒状燃料本数で臨界調整したときの
ワンロッドスタックマージンの計算結果（コンクリート、1 of 4）

（誤差棒＝ 1 σ）



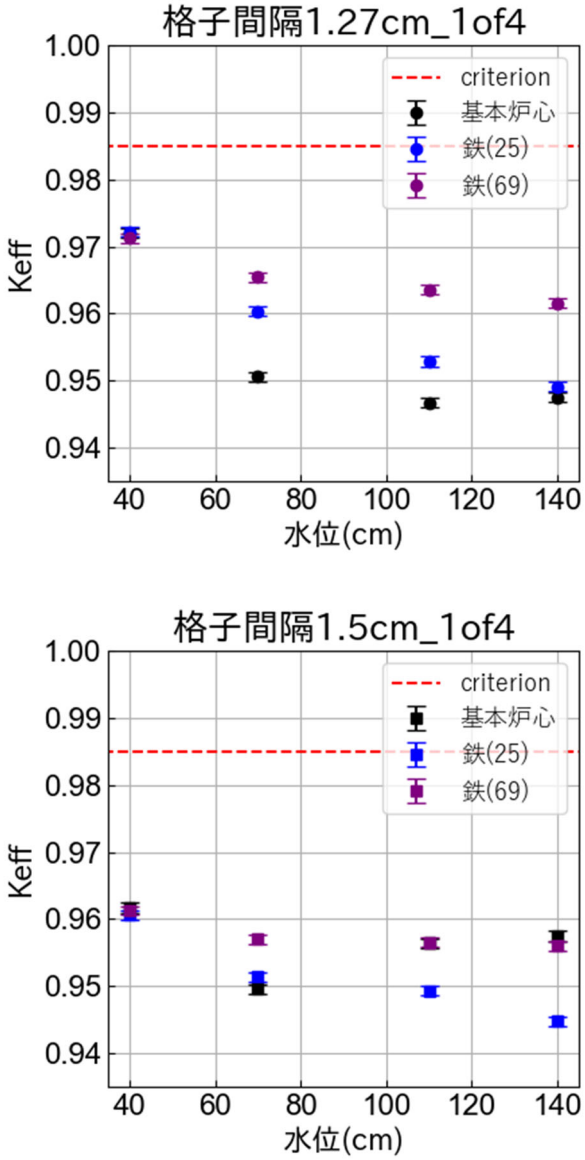
図参 2-1 (2/2)　デブリ構造材模擬体本数を固定し、棒状燃料本数で臨界調整したときの原子炉停止余裕の計算結果（コンクリート、1 of 4）

（誤差棒＝１ σ）



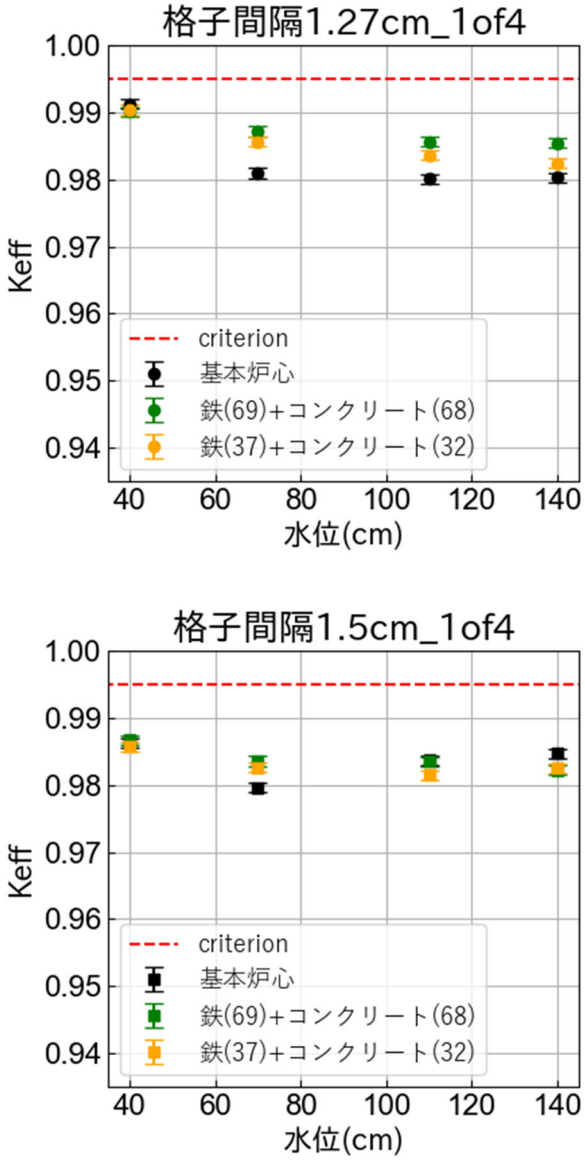
図参 2-2 (1/2)　デブリ構造材模擬体本数を固定し、棒状燃料本数で臨界調整したときの
ワンロッドスタックマージンの計算結果（鉄、1 of 4）

（誤差棒＝１ σ）



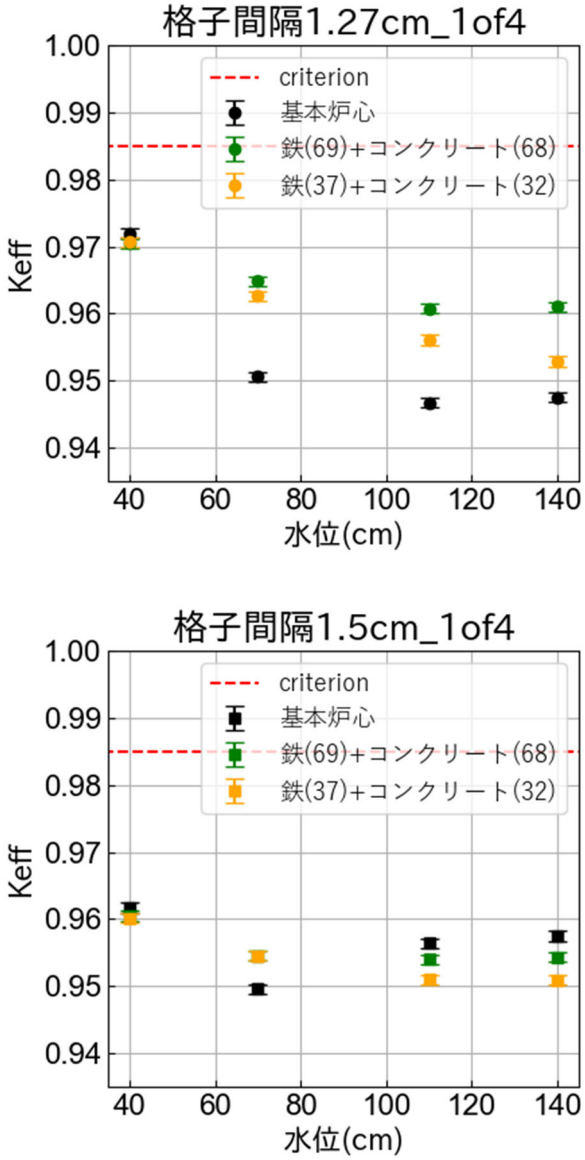
図参 2-2 (2/2)　デブリ構造材模擬体本数を固定し、棒状燃料本数で臨界調整したときの原子炉停止余裕の計算結果（鉄、1 of 4）

（誤差棒＝ 1 σ）



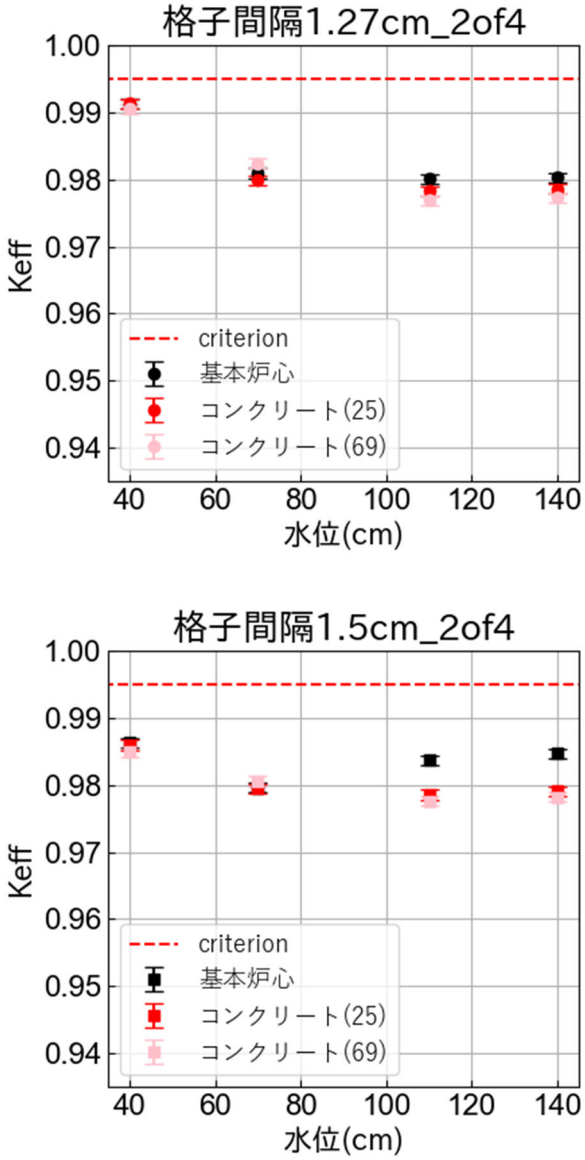
図参 2-3 (1/2)　デブリ構造材模擬体本数を固定し、棒状燃料本数で臨界調整したときの
ワンロッドスタックマージンの計算結果（コンクリート＋鉄、1 of 4）

（誤差棒＝ 1 σ）



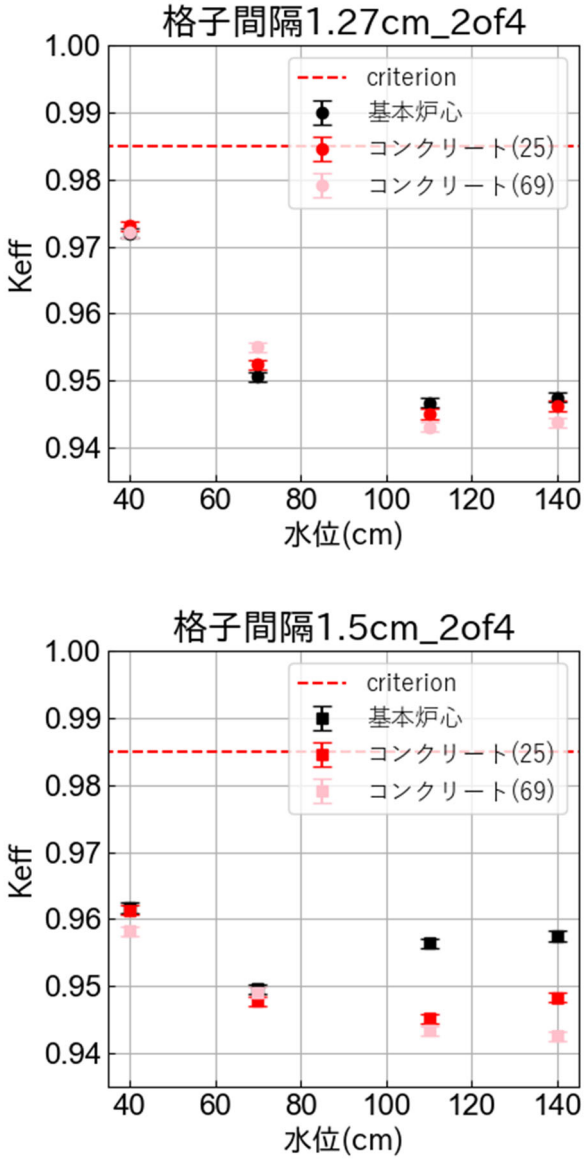
図参 2-3 (2/2)　デブリ構造材模擬体本数を固定し、棒状燃料本数で臨界調整したときの原子炉停止余裕の計算結果（コンクリート＋鉄、1 of 4）

（誤差棒＝ 1 σ）



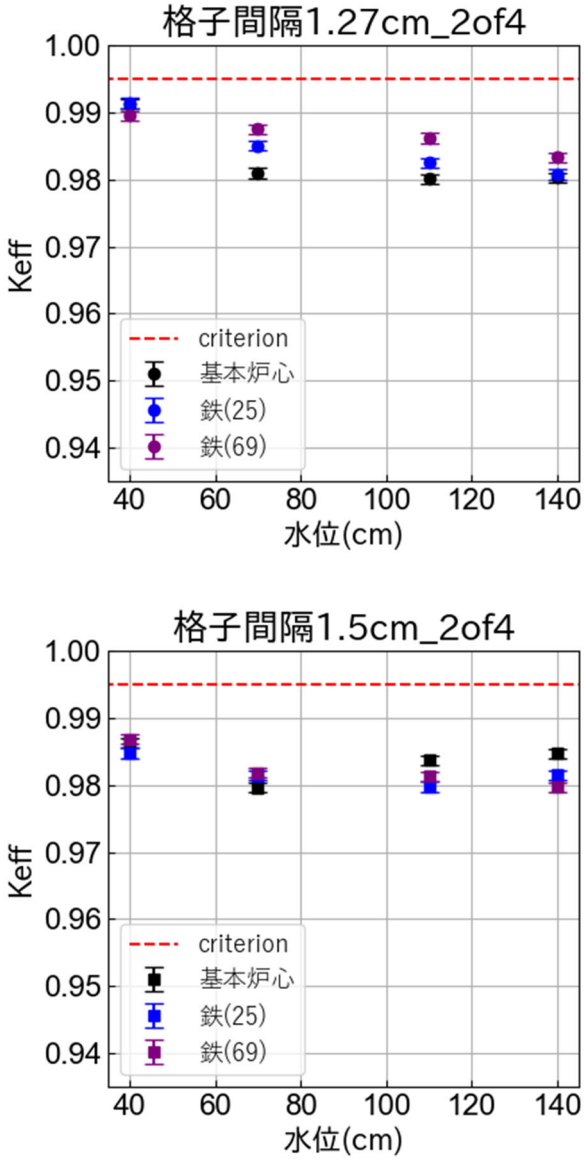
図参 2-4 (1/2)　デブリ構造材模擬体本数を固定し、棒状燃料本数で臨界調整したときの
ワンロッドスタックマージンの計算結果（コンクリート、2 of 4）

（誤差棒＝ 1 σ）



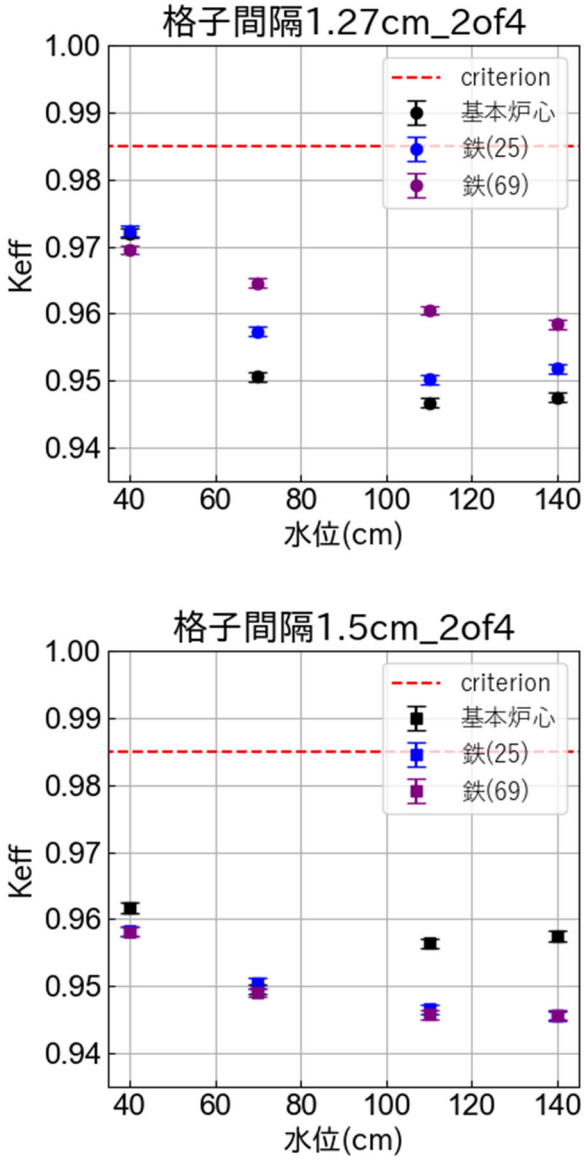
図参 2-4 (2/2)　デブリ構造材模擬体本数を固定し、棒状燃料本数で臨界調整したときの原子炉停止余裕の計算結果（コンクリート、2 of 4）

（誤差棒＝ 1 σ）



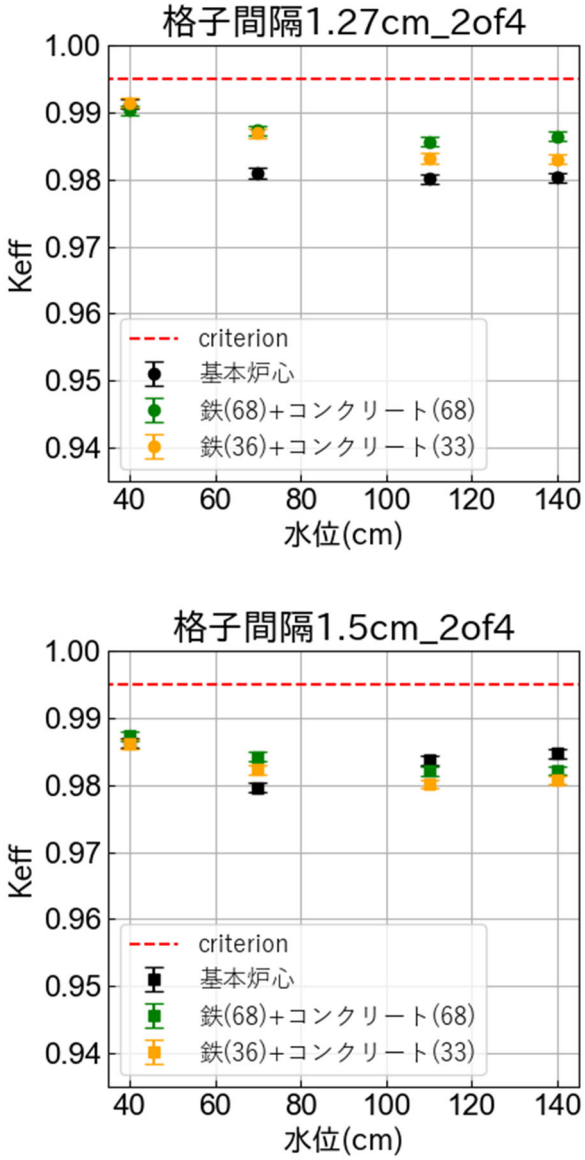
図参 2-5 (1/2)　デブリ構造材模擬体本数を固定し、棒状燃料本数で臨界調整したときの
ワンロッドスタックマージンの計算結果（鉄、2 of 4）

（誤差棒＝ 1 σ）



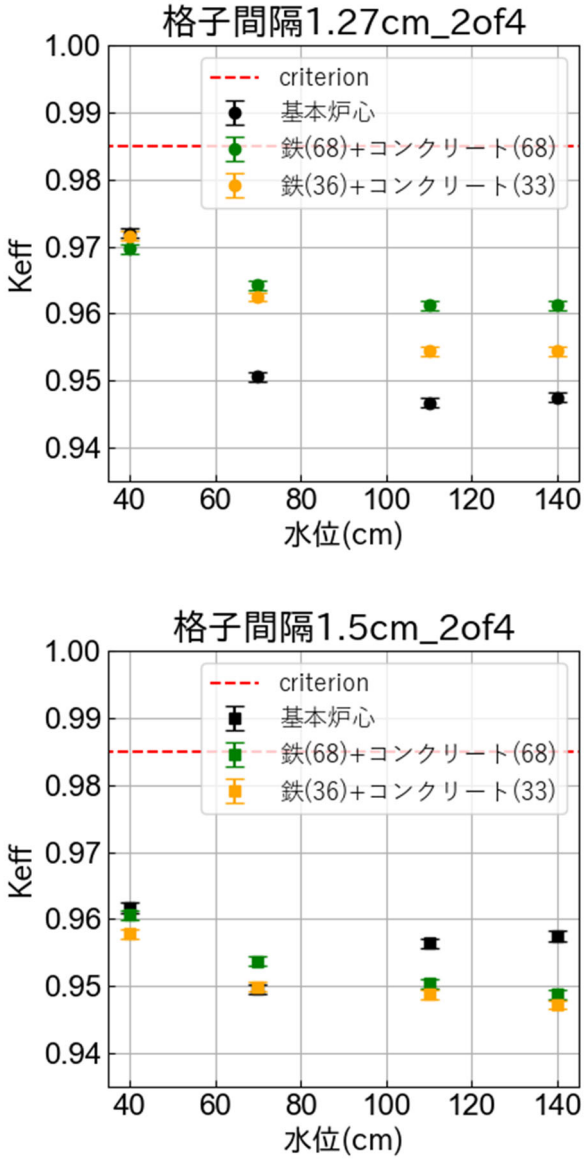
図参 2-5 (2/2)　デブリ構造材模擬体本数を固定し、棒状燃料本数で臨界調整したときの原子炉停止余裕の計算結果（鉄、2 of 4）

（誤差棒＝ 1 σ）



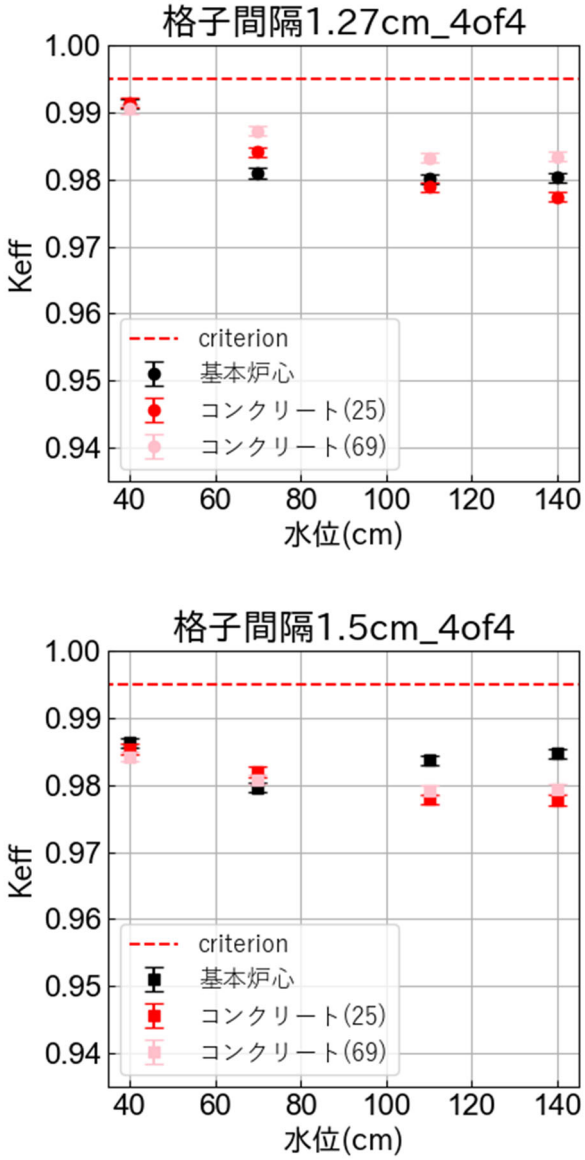
図参 2-6 (1/2)　デブリ構造材模擬体本数を固定し、棒状燃料本数で臨界調整したときの
ワンロッドスタックマージンの計算結果（コンクリート＋鉄、2 of 4）

（誤差棒＝ 1 σ）



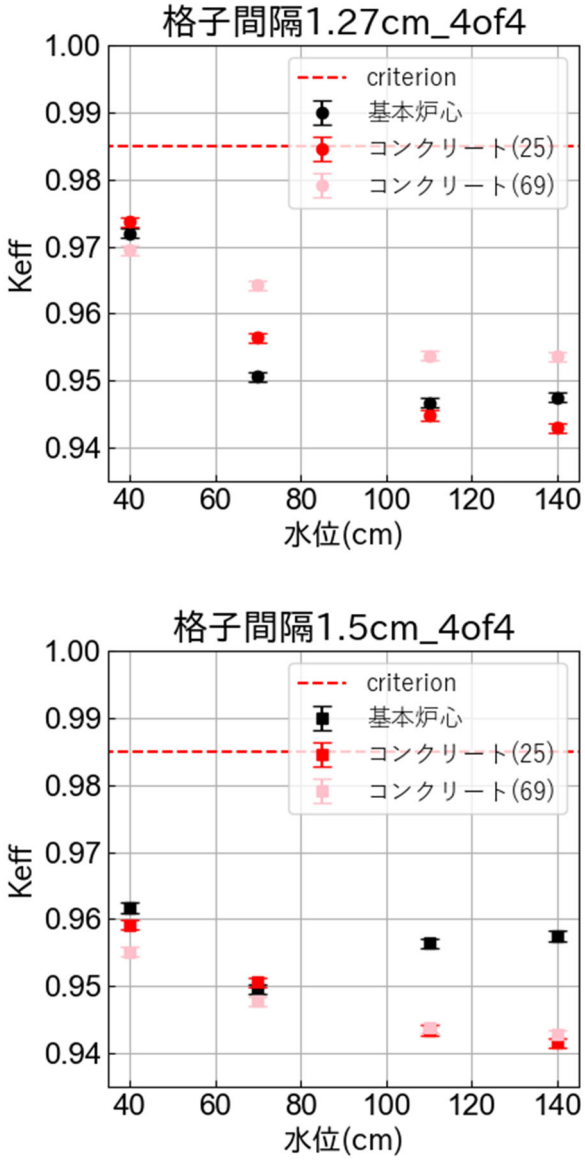
図参 2-6 (2/2)　デブリ構造材模擬体本数を固定し、棒状燃料本数で臨界調整したときの原子炉停止余裕の計算結果（コンクリート＋鉄、2 of 4）

（誤差棒＝ 1 σ）



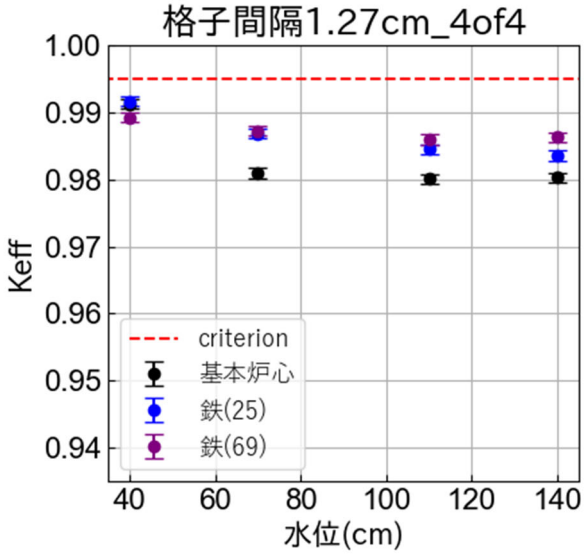
図参 2-7 (1/2)　デブリ構造材模擬体本数を固定し、棒状燃料本数で臨界調整したときの
ワンロッドスタックマージンの計算結果（コンクリート、4 of 4）

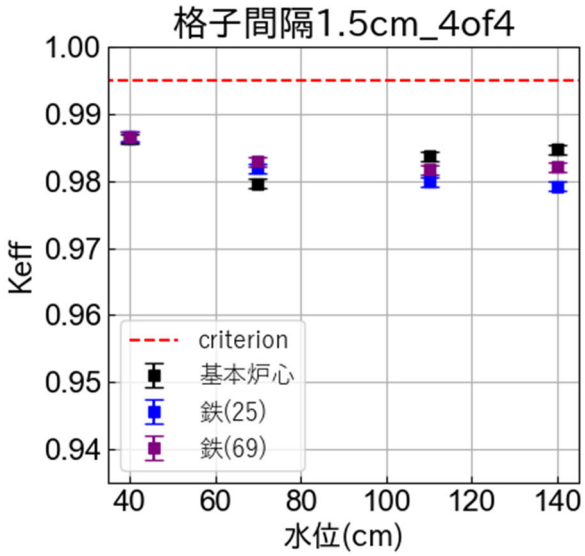
（誤差棒＝ 1 σ）



図参 2-7 (2/2)　デブリ構造材模擬体本数を固定し、棒状燃料本数で臨界調整したときの原子炉停止余裕の計算結果（コンクリート、4 of 4）

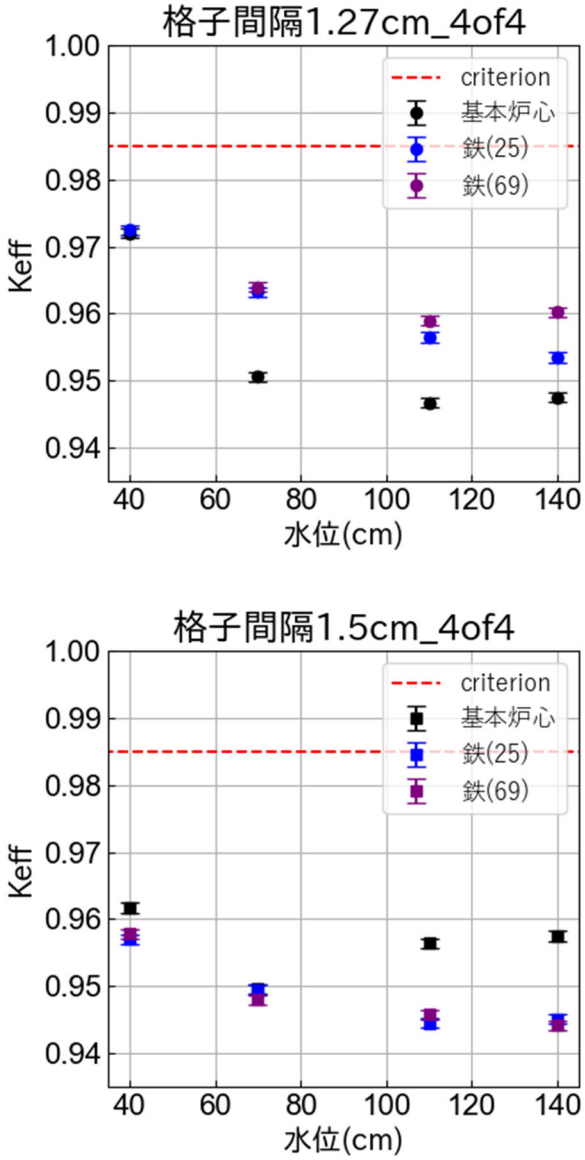
（誤差棒＝１ σ）





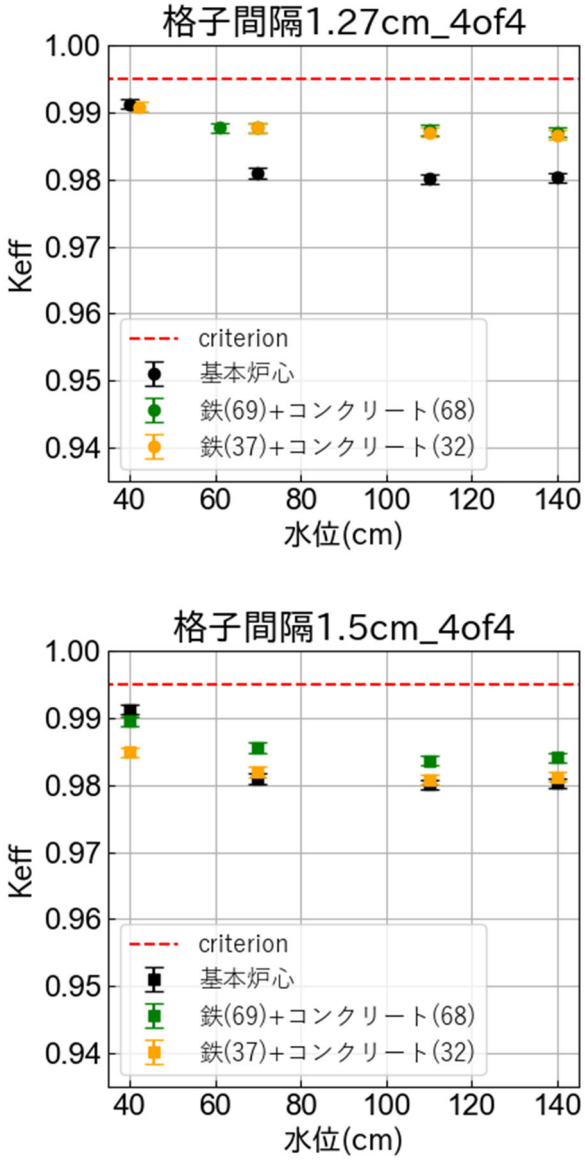
図参 2-8 (1/2)　デブリ構造材模擬体本数を固定し、棒状燃料本数で臨界調整したときの
ワンロッドスタックマージンの計算結果（鉄、4 of 4）

（誤差棒＝ 1 σ）



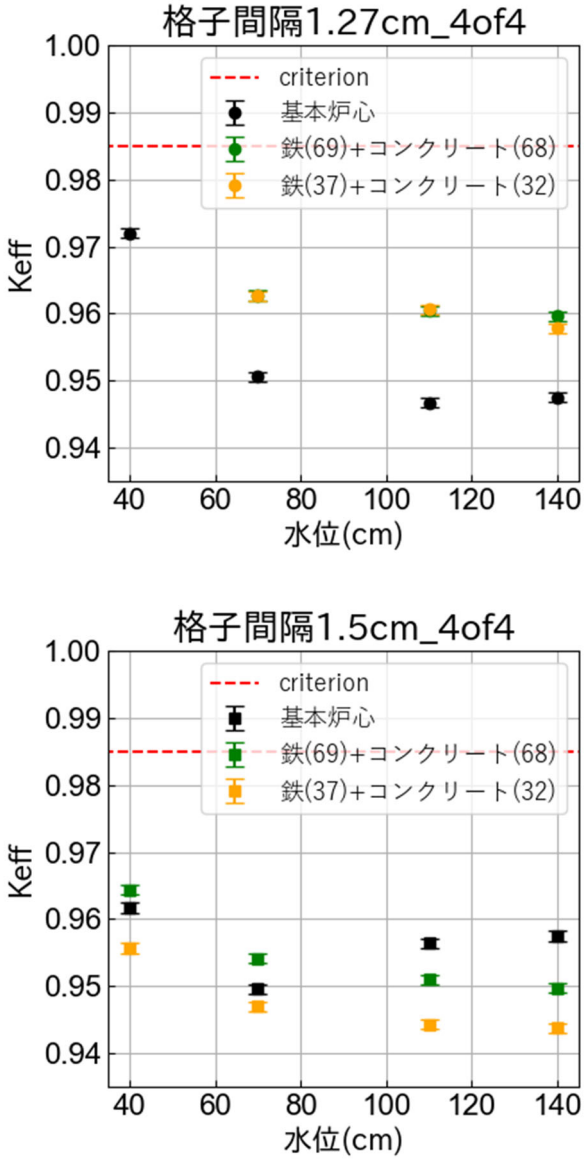
図参 2-8 (2/2)　デブリ構造材模擬体本数を固定し、棒状燃料本数で臨界調整したときの原子炉停止余裕の計算結果（鉄、4 of 4）

（誤差棒＝１ σ）



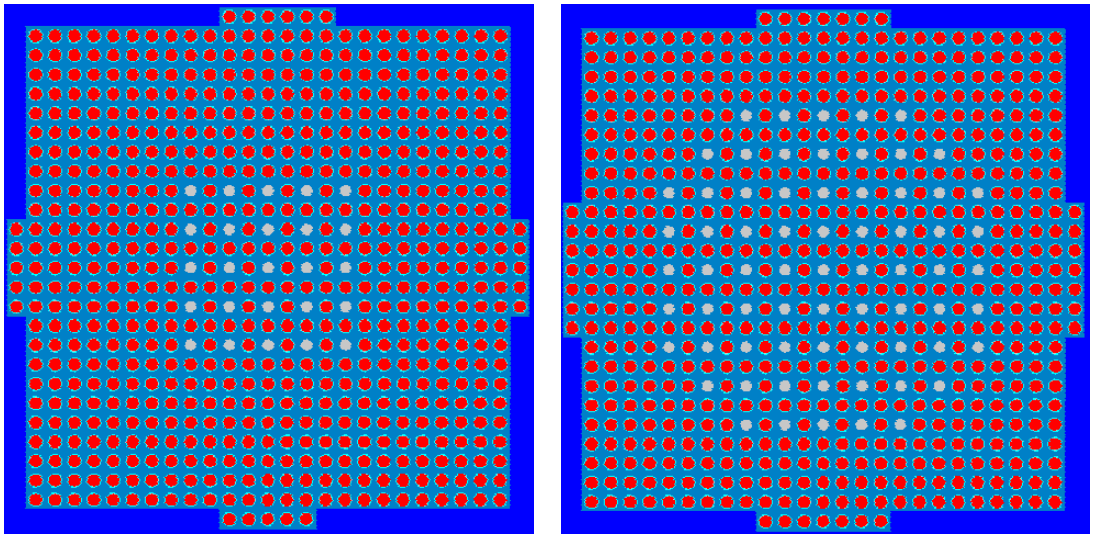
図参 2-9 (1/2)　デブリ構造材模擬体本数を固定し、棒状燃料本数で臨界調整したときの
ワンロッドスタックマージンの計算結果（コンクリート＋鉄、4 of 4）

（誤差棒＝ 1 σ）

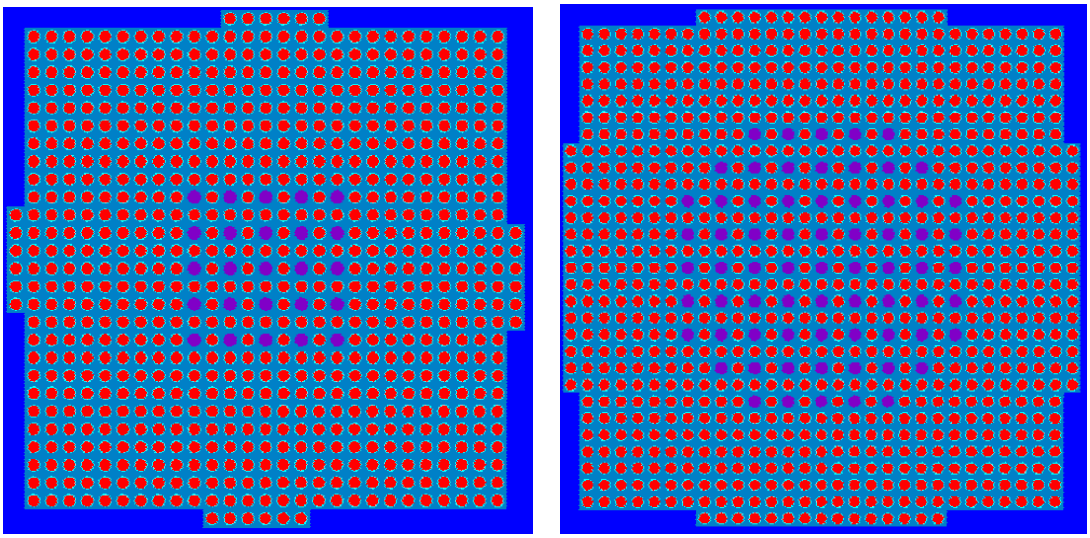


図参 2-9 (2/2)　デブリ構造材模擬体本数を固定し、棒状燃料本数で臨界調整したときの原子炉停止余裕の計算結果（コンクリート＋鉄、4 of 4）

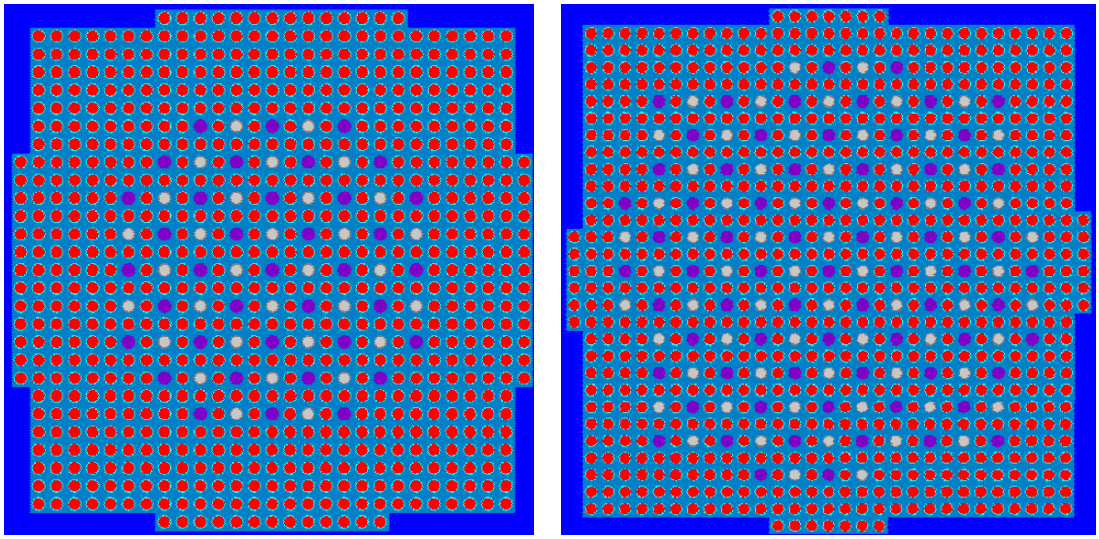
（誤差棒＝ 1 σ）



（左）コンクリート 25 本、棒状燃料 621 本、（右）コンクリート 69 本、棒状燃料 584 本

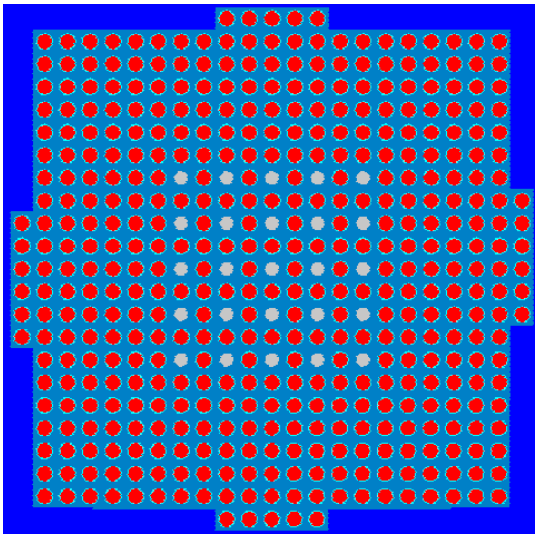
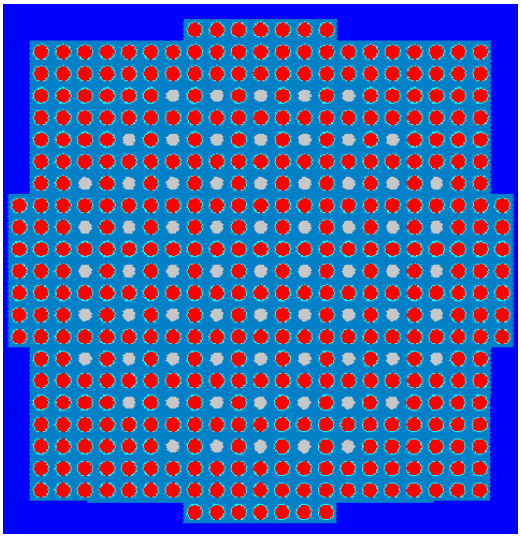


（左）鉄 25 本、棒状燃料 728 本、（右）鉄 69 本、棒状燃料 832 本

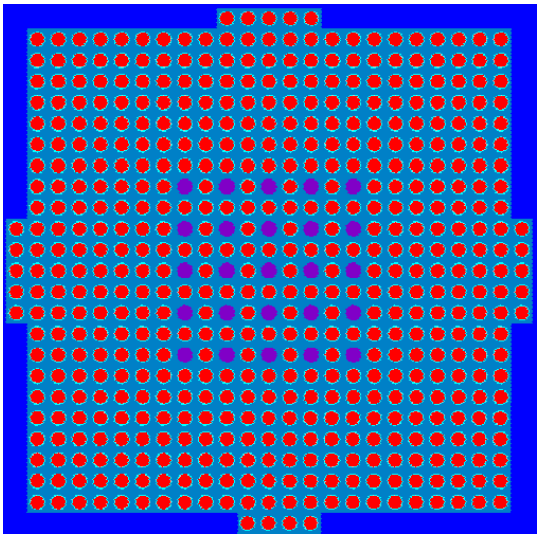
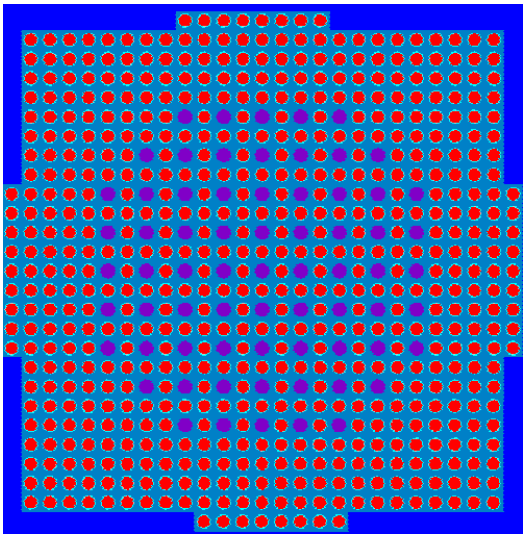


（左）コンクリート 32 本、鉄 37 本、棒状燃料 713 本、（右）コンクリート 68 本、鉄 69 本、棒状燃料 730 本

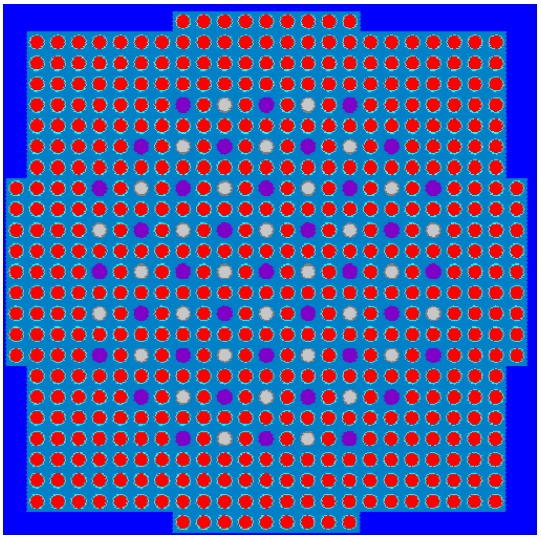
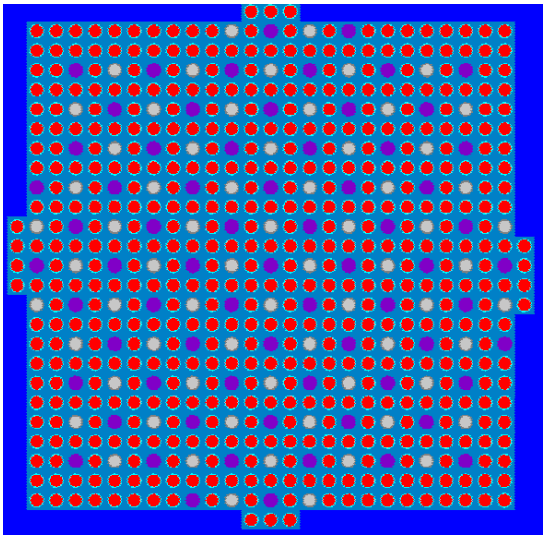
図参 3-1　デブリ構造材模擬体の配列パターン（図参 1-1 関連）
（格子間隔 1.27cm、水位 40cm、1 of 4 配列）

（左）コンクリート 25 本、棒状燃料 438 本、（右）コンクリート 69 本、棒状燃料 400 本

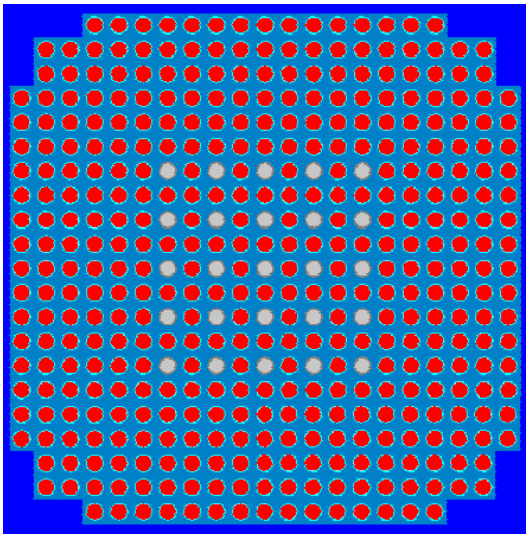
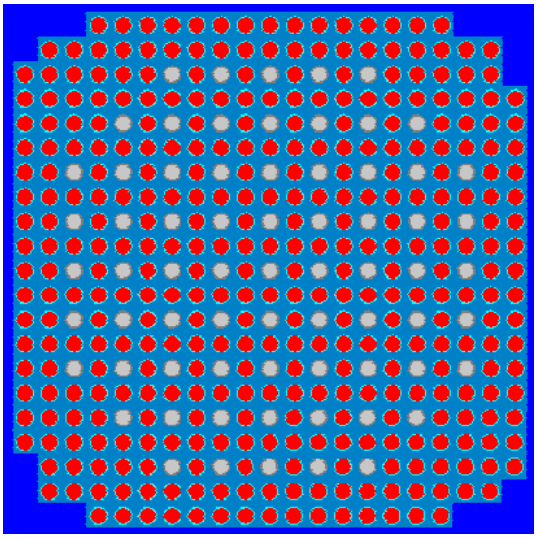



（左）鉄 25 本、棒状燃料 523 本、（右）鉄 69 本、棒状燃料 590 本

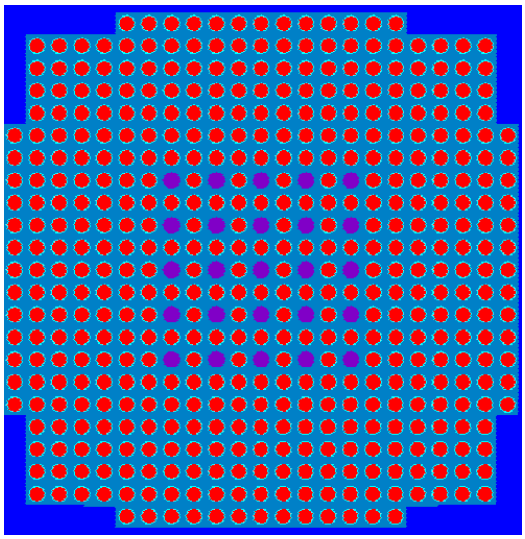
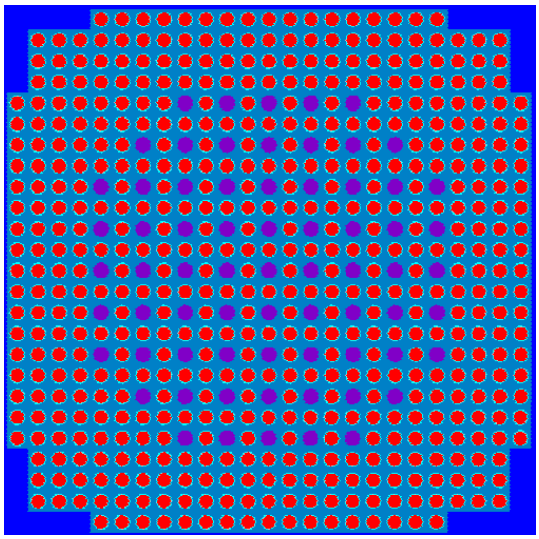



（左）コンクリート 32 本、鉄 37 本、棒状燃料 496 本、（右）コンクリート 68 本、鉄 69 本、棒状燃料 502 本

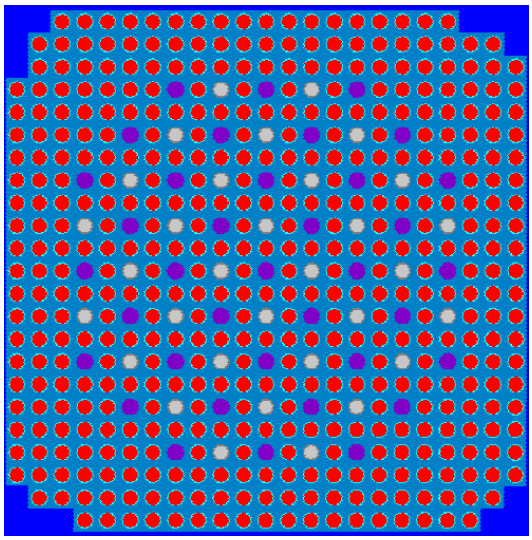
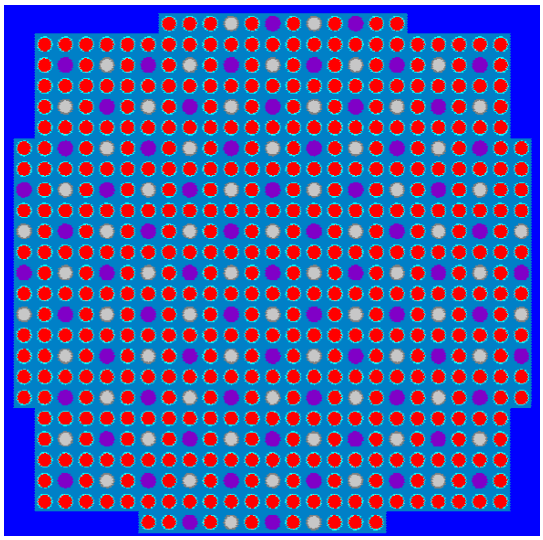
図参 3-2　デブリ構造材模擬体の配列パターン（図参 1-1 関連）
（格子間隔 1.27cm、水位 70cm、1 of 4 配列）

（左）コンクリート 25 本、棒状燃料 392 本、（右）コンクリート 69 本、棒状燃料 354 本

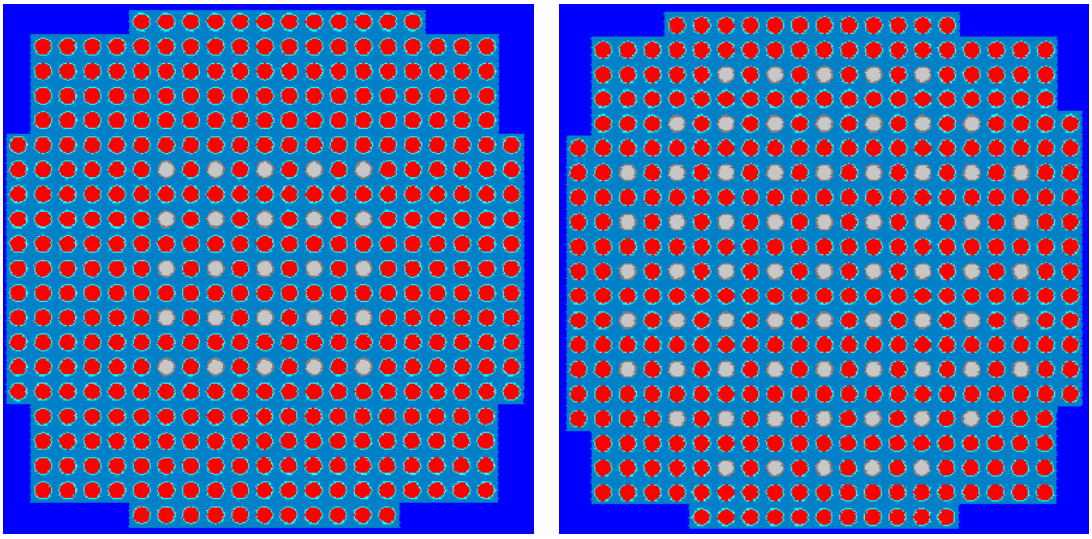



（左）鉄 25 本、棒状燃料 468 本、（右）鉄 69 本、棒状燃料 528 本

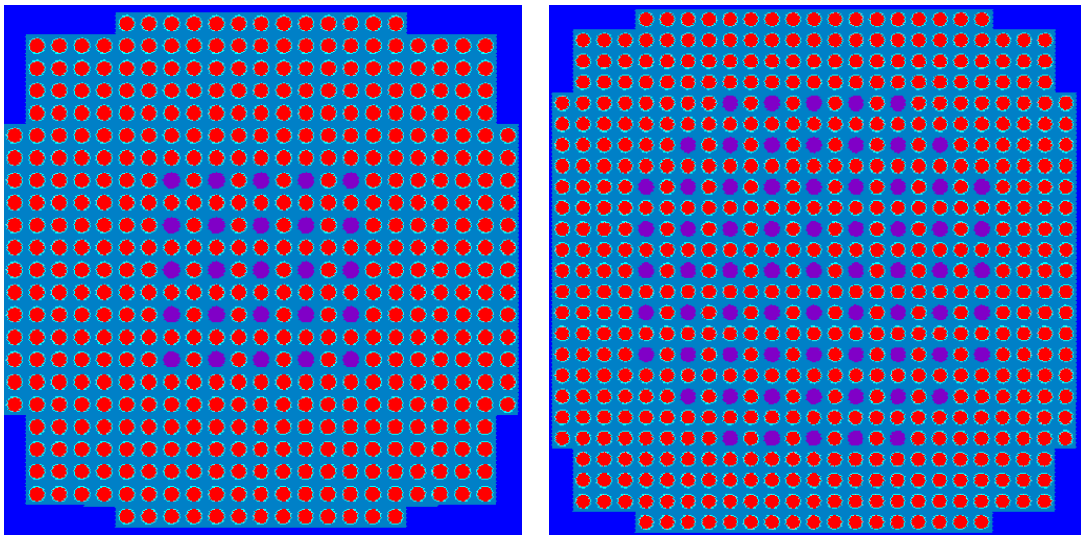



（左）コンクリート 32 本、鉄 37 本、棒状燃料 445 本、（右）コンクリート 68 本、鉄 69 本、棒状燃料 442 本

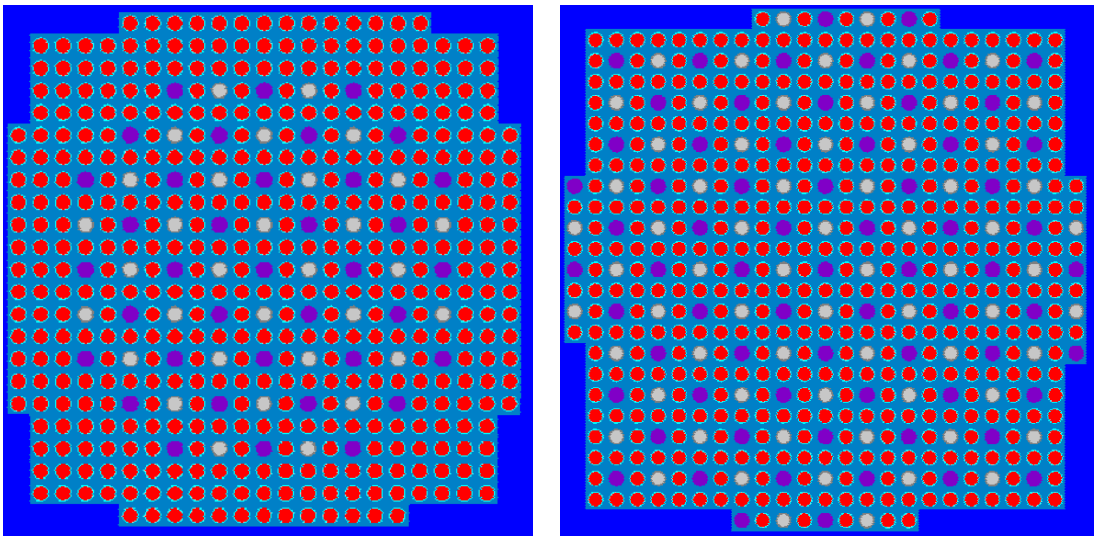
図参 3-3　デブリ構造材模擬体の配列パターン（図参 1-1 関連）
（格子間隔 1.27cm、水位 110cm、1 of 4 配列）



（左）コンクリート 25 本、棒状燃料 379 本、（右）コンクリート 69 本、棒状燃料 339 本

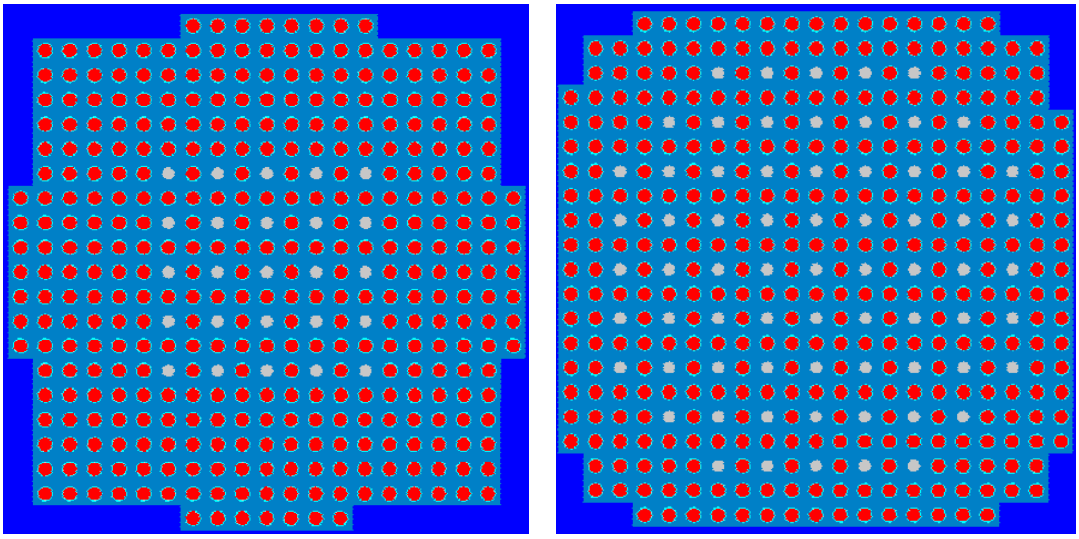


（左）鉄 25 本、棒状燃料 452 本、（右）鉄 69 本、棒状燃料 506 本

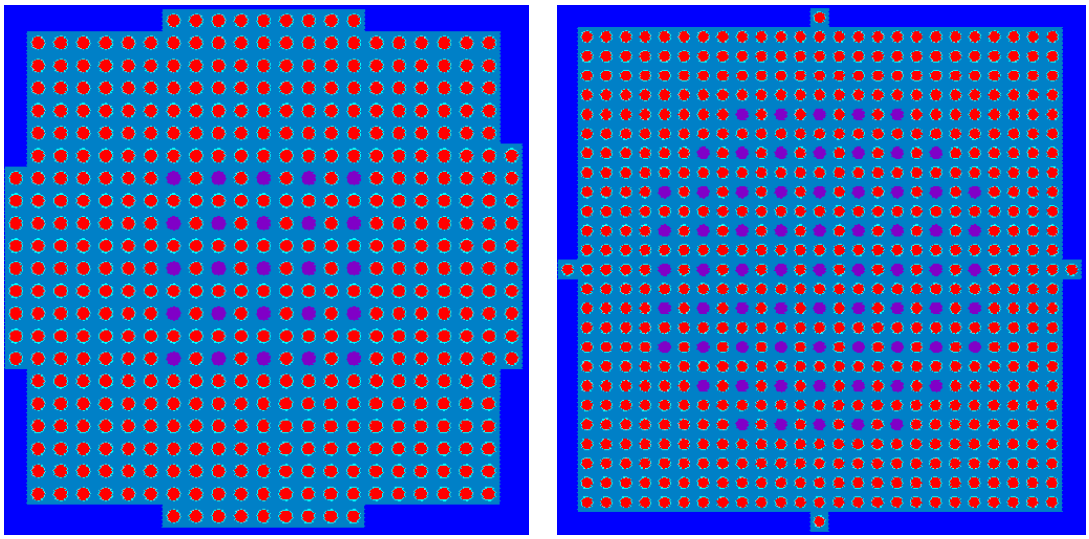


（左）コンクリート 32 本、鉄 37 本、棒状燃料 425 本、（右）コンクリート 68 本、鉄 69 本、棒状燃料 427 本

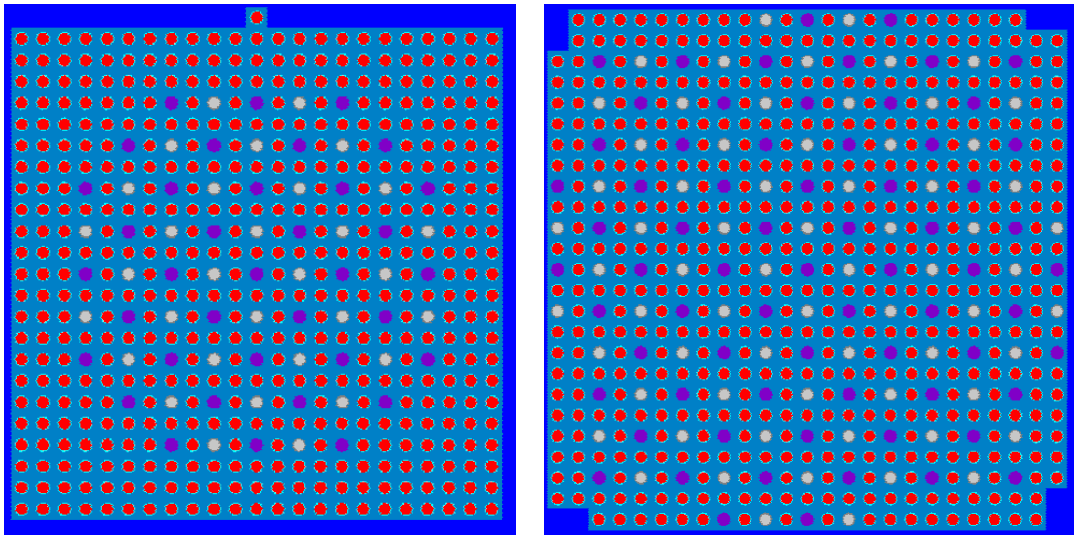
図参 3-4　デブリ構造材模擬体の配列パターン（図参 1-1 関連）
（格子間隔 1.27cm、水位 140cm、1 of 4 配列）



（左）コンクリート 25 本、棒状燃料 363 本、（右）コンクリート 69 本、棒状燃料 351 本

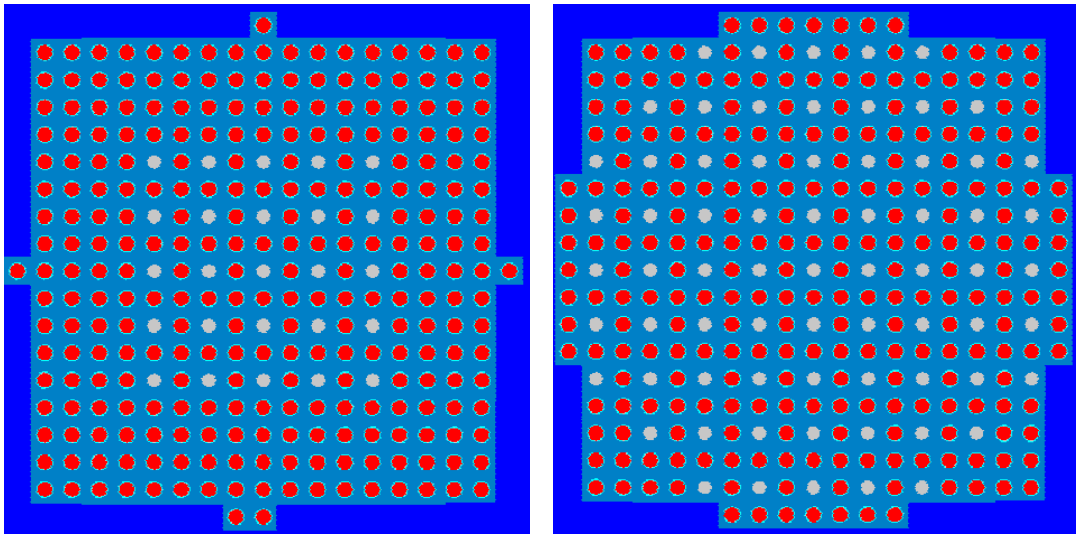


（左）鉄 25 本、棒状燃料 453 本、（右）鉄 69 本、棒状燃料 560 本

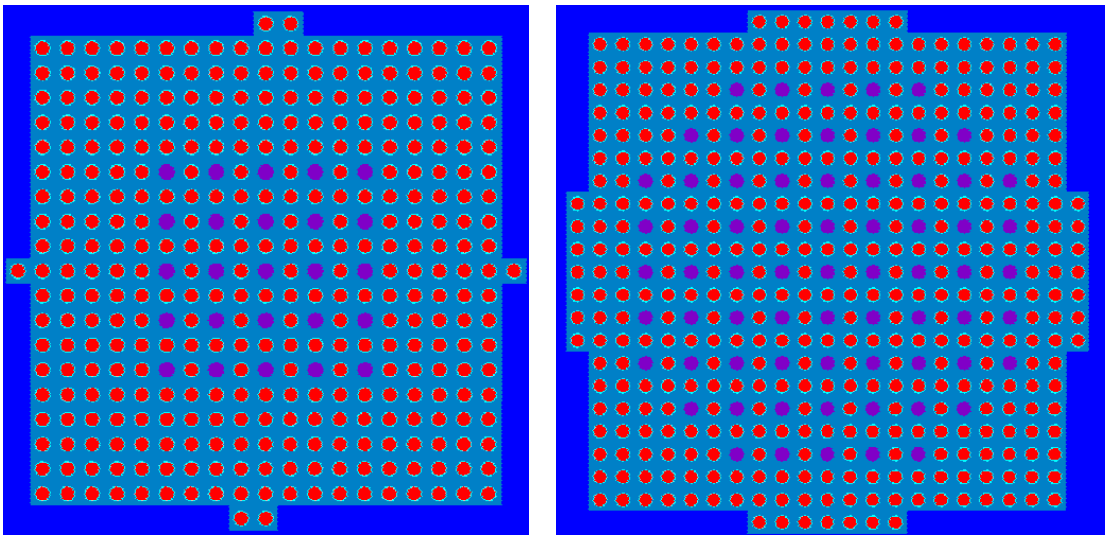


（左）コンクリート 32 本、鉄 37 本、棒状燃料 461 本、（右）コンクリート 68 本、鉄 69 本、棒状燃料 480 本

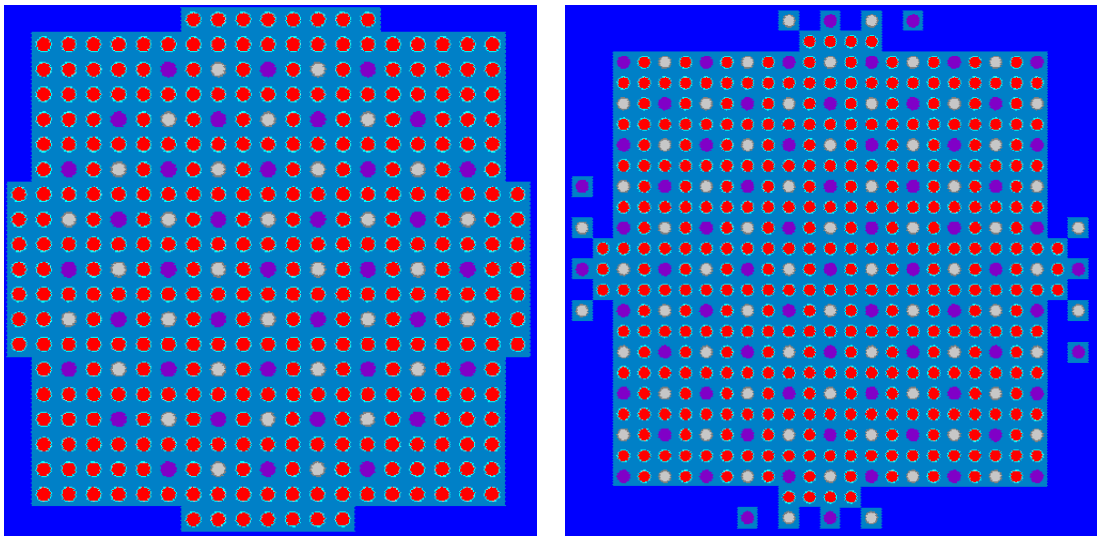
図参 3-5　デブリ構造材模擬体の配列パターン（図参 1-1 関連）
（格子間隔 1.50cm、水位 40cm、1 of 4 配列）



（左）コンクリート 25 本、棒状燃料 275 本、（右）コンクリート 69 本、棒状燃料 248 本

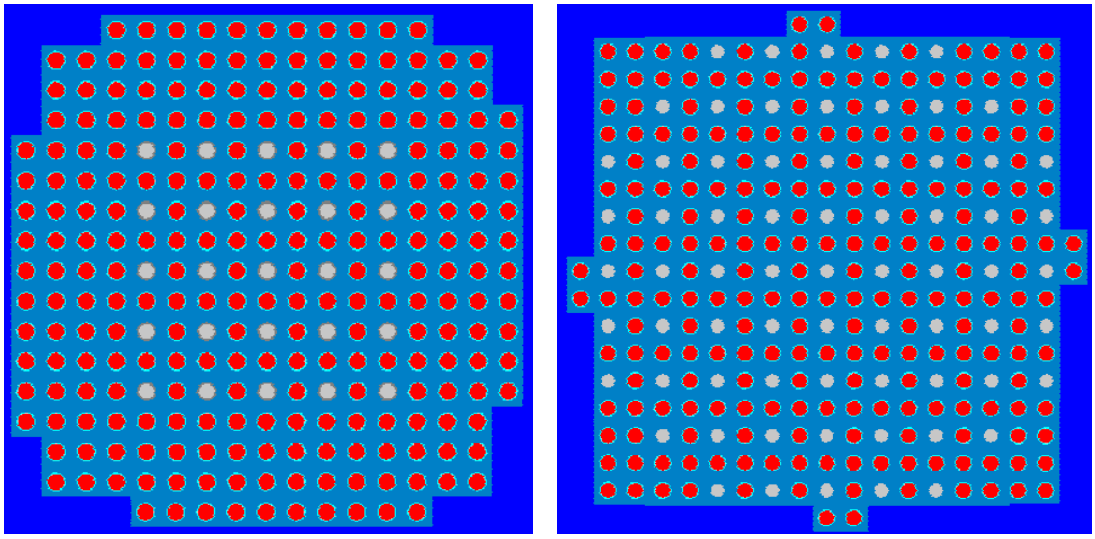


（左）鉄 25 本、棒状燃料 342 本、（右）鉄 69 本、棒状燃料 400 本

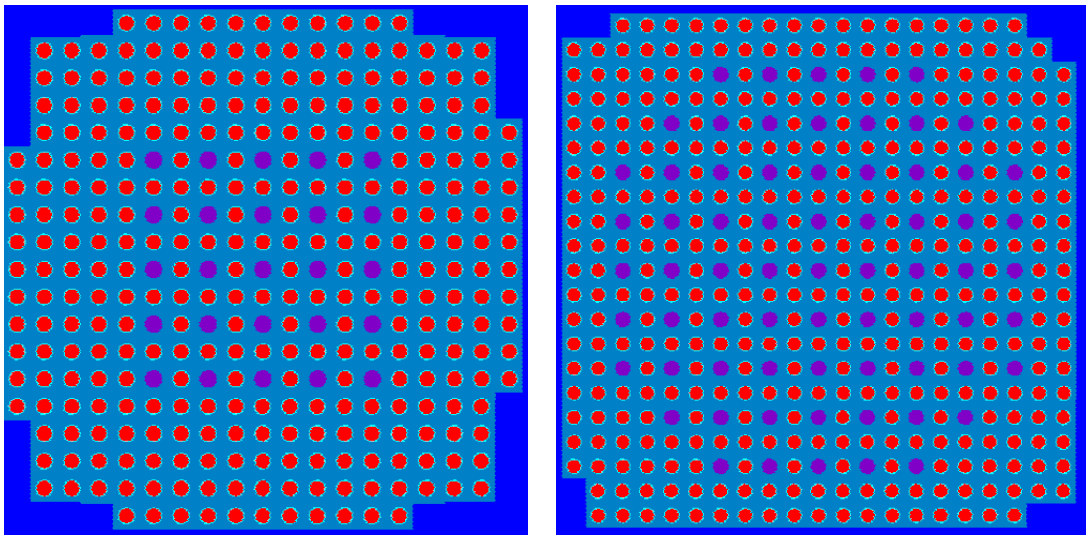


（左）コンクリート 32 本、鉄 37 本、棒状燃料 321 本、（右）コンクリート 68 本、鉄 69 本、棒状燃料 334 本

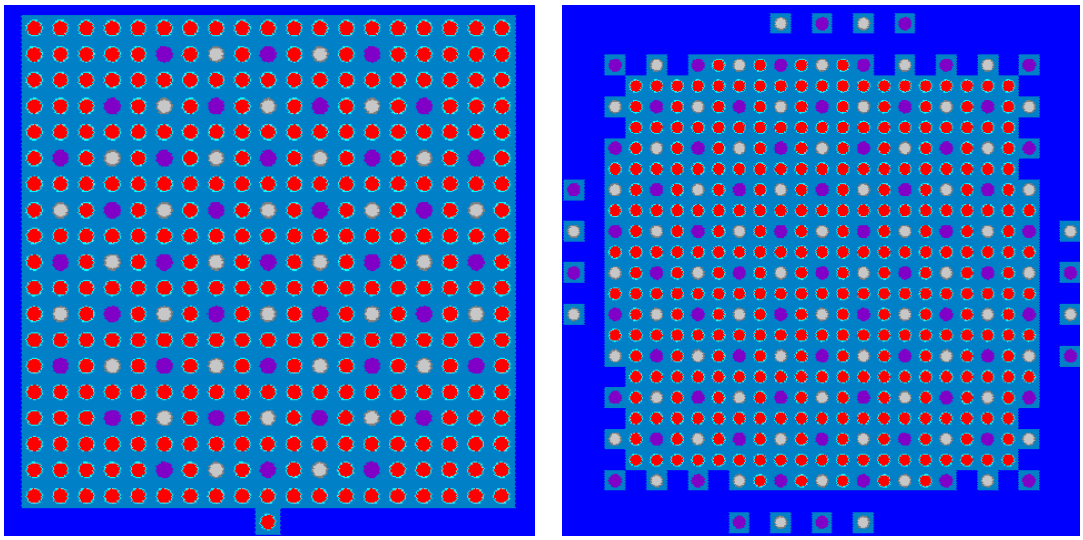
図参 3-6　デブリ構造材模擬体の配列パターン（図参 1-1 関連）
（格子間隔 1.50cm、水位 70cm、1 of 4 配列）



（左）コンクリート 25 本、棒状燃料 249 本、（右）コンクリート 69 本、棒状燃料 228 本

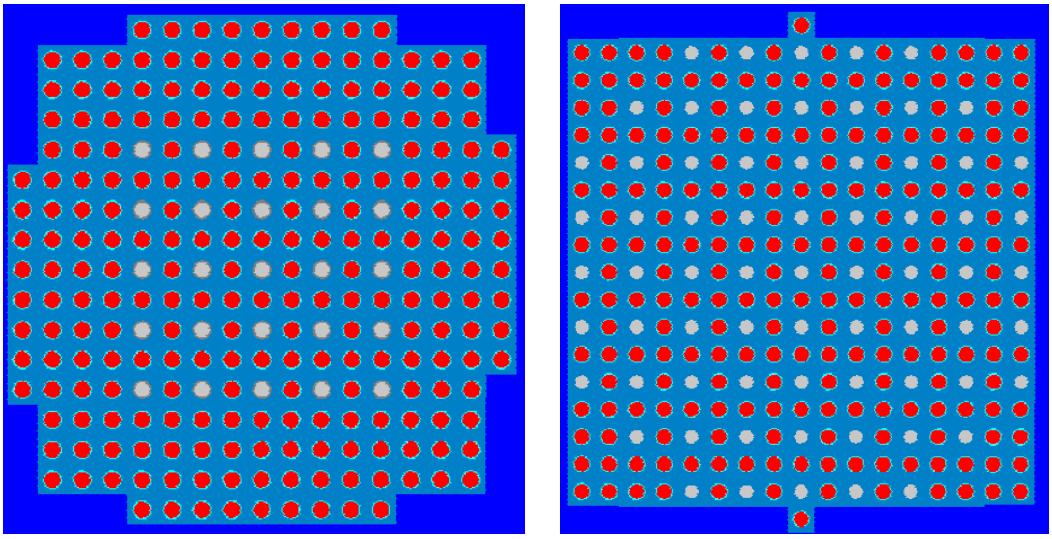


（左）鉄 25 本、棒状燃料 306 本、（右）鉄 69 本、棒状燃料 363 本

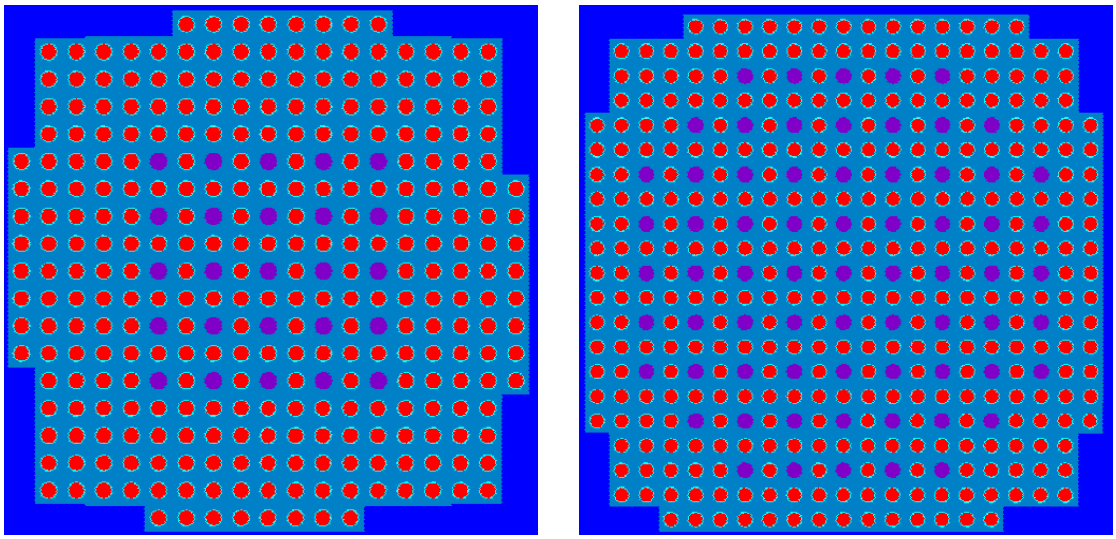


（左）コンクリート 32 本、鉄 37 本、棒状燃料 293 本、（右）コンクリート 68 本、鉄 69 本、棒状燃料 300 本

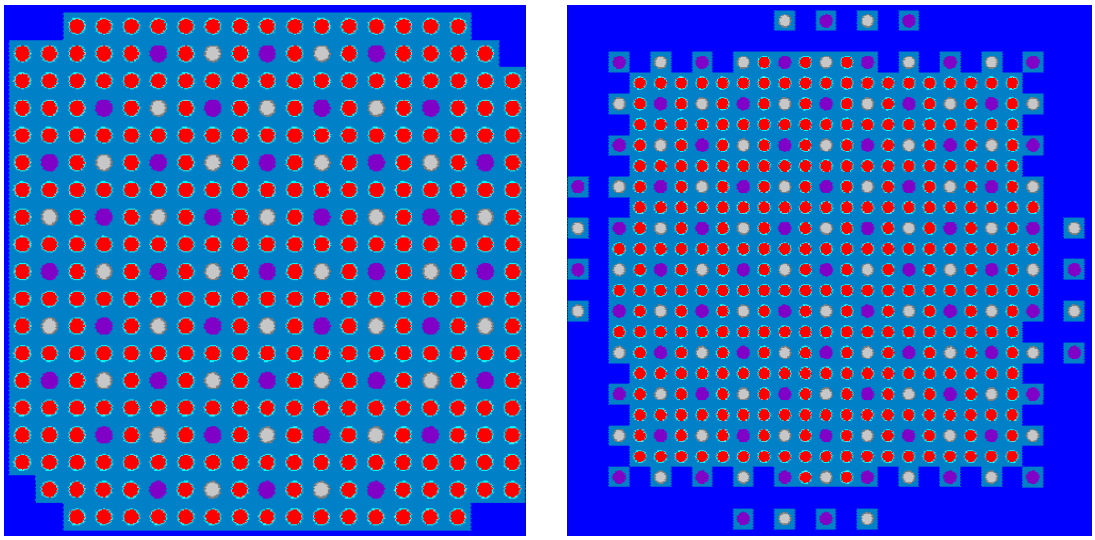
図参 3-7　デブリ構造材模擬体の配列パターン（図参 1-1 関連）
（格子間隔 1.50cm、水位 110cm、1 of 4 配列）



（左）コンクリート 25 本、棒状燃料 241 本、（右）コンクリート 69 本、棒状燃料 222 本

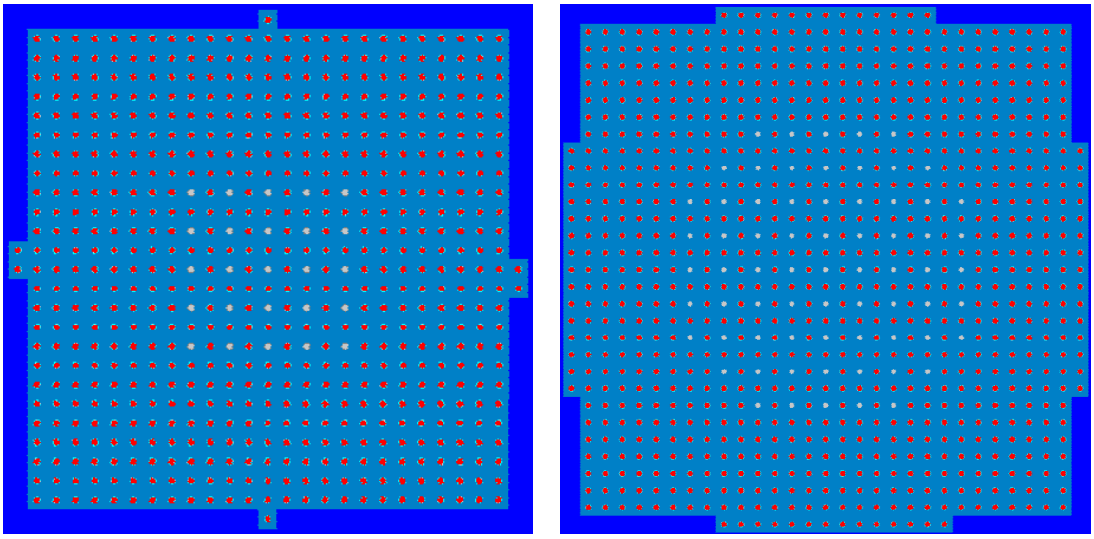


（左）鉄 25 本、棒状燃料 296 本、（右）鉄 69 本、棒状燃料 346 本

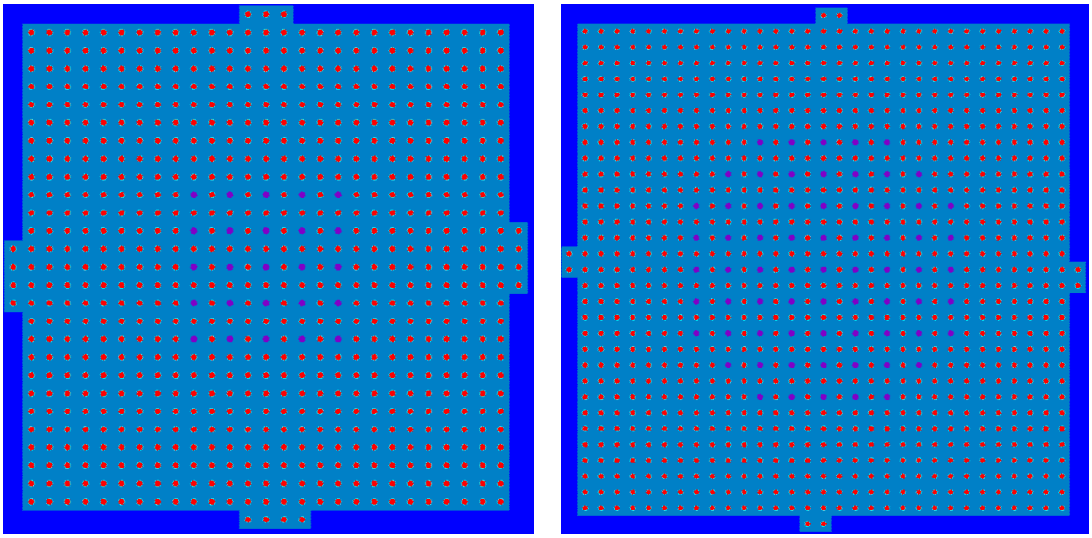


（左）コンクリート 32 本、鉄 37 本、棒状燃料 282 本、（右）コンクリート 68 本、鉄 69 本、棒状燃料 290 本

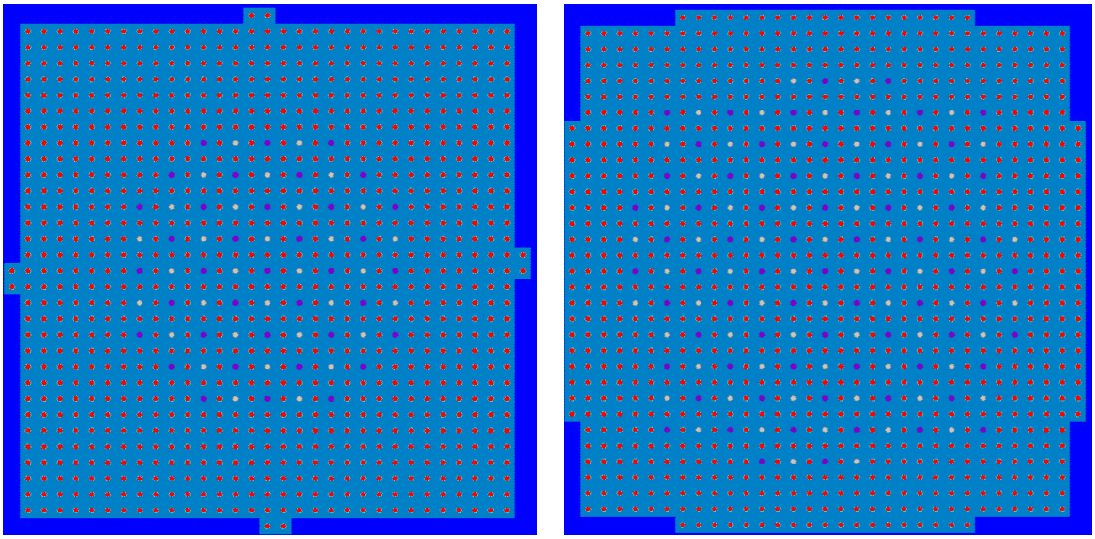
図参 3-8　デブリ構造材模擬体の配列パターン（図参 1-1 関連）
（格子間隔 1.50cm、水位 140cm、1 of 4 配列）



（左）コンクリート 25 本、棒状燃料 606 本、（右）コンクリート 69 本、棒状燃料 829 本



（左）鉄 25 本、棒状燃料 719 本、（右）鉄 69 本、棒状燃料 900 本（水位 47.5cm）

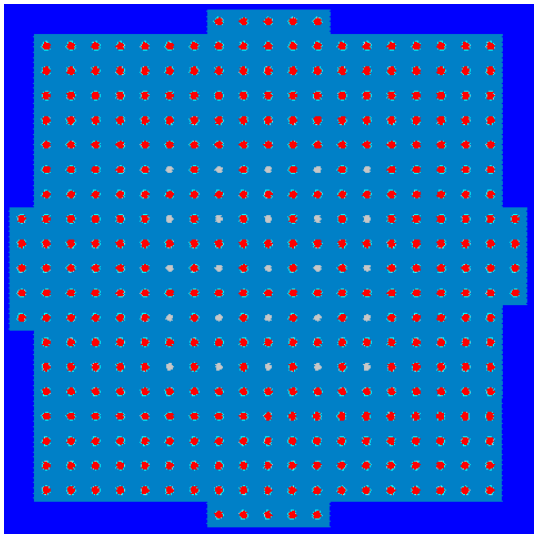
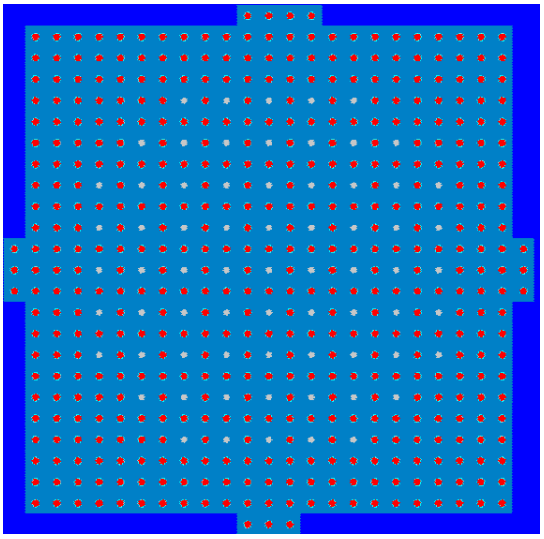


（左）コンクリート 32 本、鉄 37 本、棒状燃料 900 本（水位 43.1cm）、（右）コンクリート 68 本、鉄 69 本、棒状燃料 900 本（水位 61.0cm）

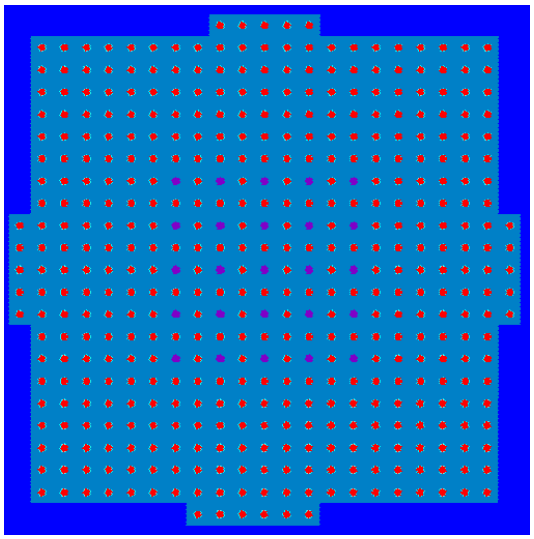
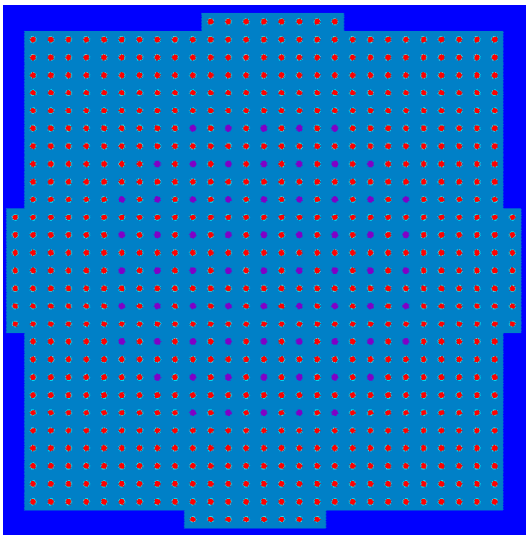
図参 3-9　デブリ構造材模擬体の配列パターン（図参 1-1 関連）

（格子間隔 2.54cm、水位 40cm、1 of 4 配列）

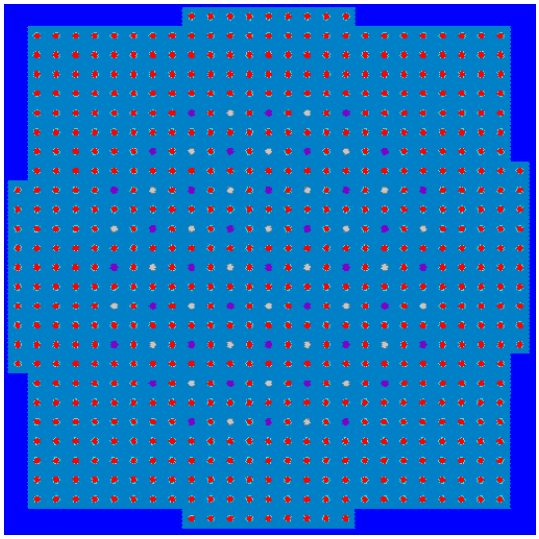
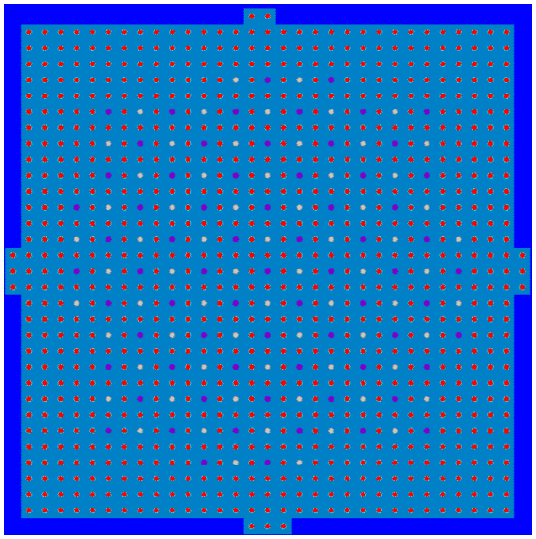
格子間隔 2.54cm において減速材燃料ペレット体積比が炉心構成範囲を超えるものは参考

（左）コンクリート 25 本、棒状燃料 355 本、（右）コンクリート 69 本、棒状燃料 473 本

（左）鉄 25 本、棒状燃料 437 本、（右）鉄 69 本、棒状燃料 690 本

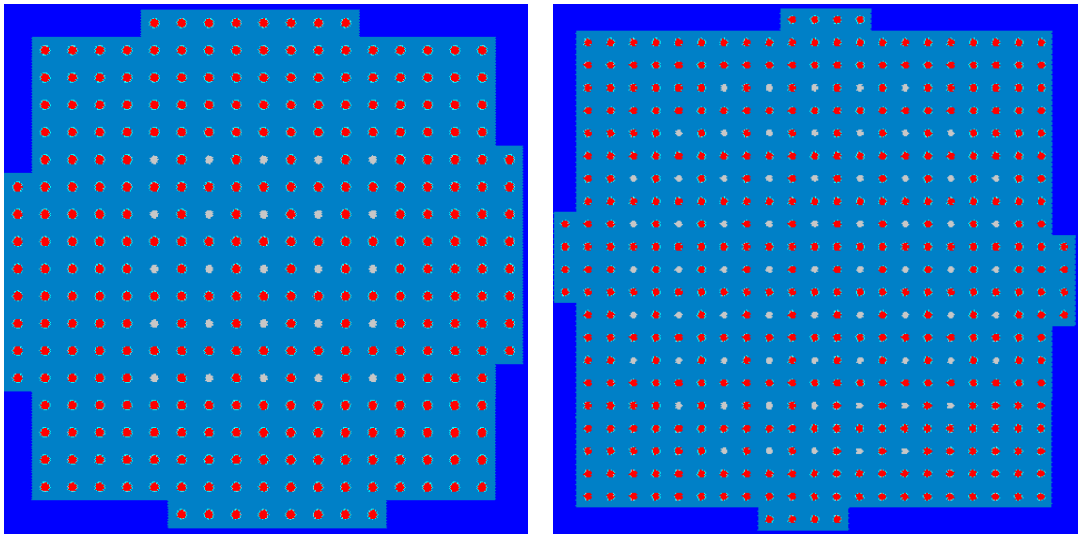



（左）コンクリート 32 本、鉄 37 本、棒状燃料 594 本、（右）コンクリート 68 本、鉄 69 本、棒状燃料 835 本

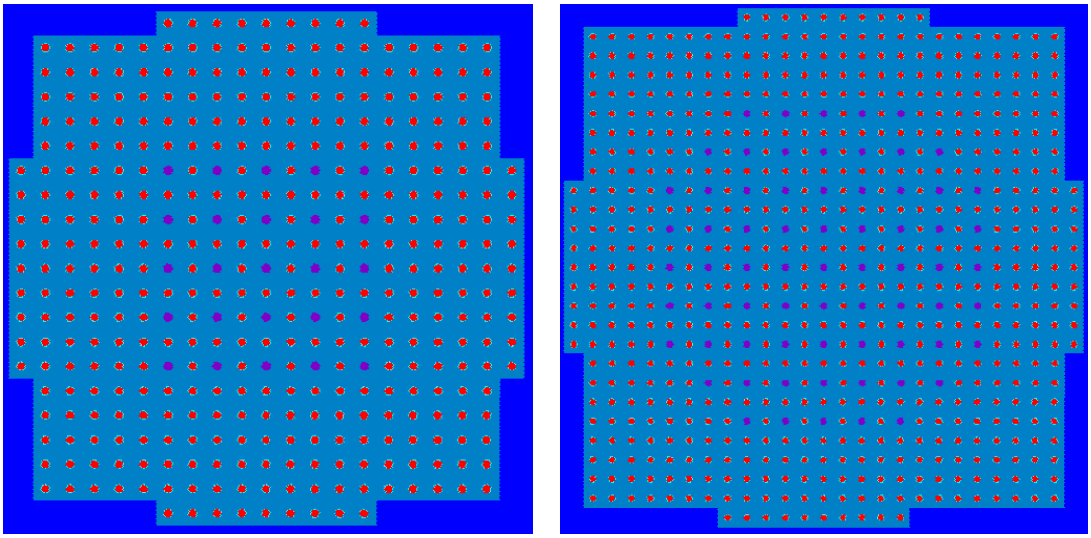
図参 3-10　デブリ構造材模擬体の配列パターン（図参 1-1 関連）

（格子間隔 2.54cm、水位 70cm、1 of 4 配列）

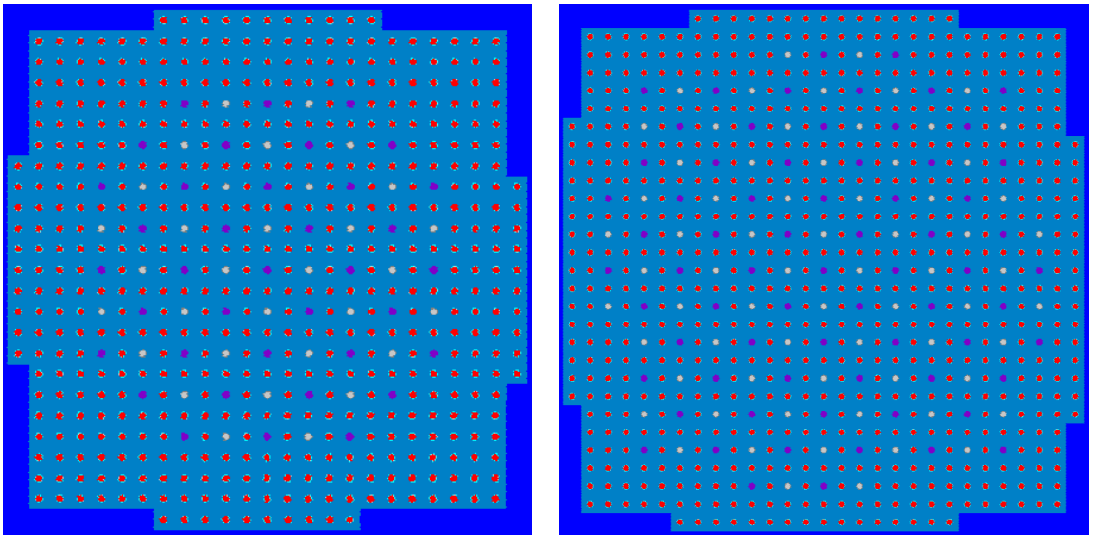
格子間隔 2.54cm において減速材燃料ペレット体積比が炉心構成範囲を超えるものは参考



（左）コンクリート 25 本、棒状燃料 296 本、（右）コンクリート 69 本、棒状燃料 388 本



（左）鉄 25 本、棒状燃料 372 本、（右）鉄 69 本、棒状燃料 594 本

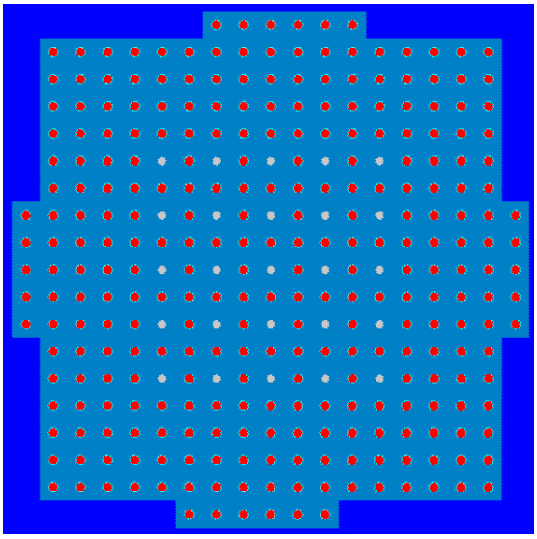
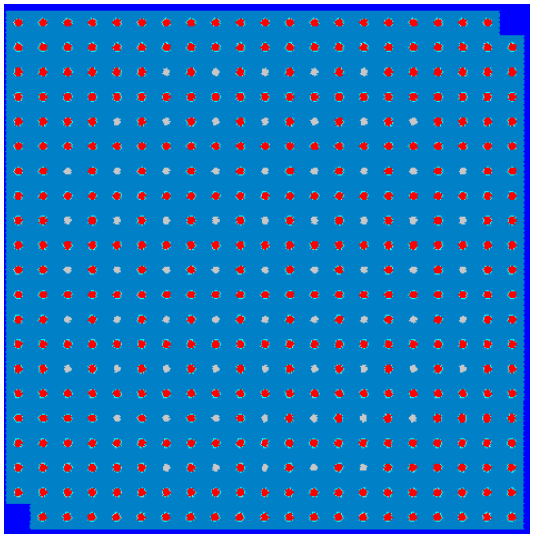


（左）コンクリート 32 本、鉄 37 本、棒状燃料 501 本、（右）コンクリート 68 本、鉄 69 本、棒状燃料 655 本

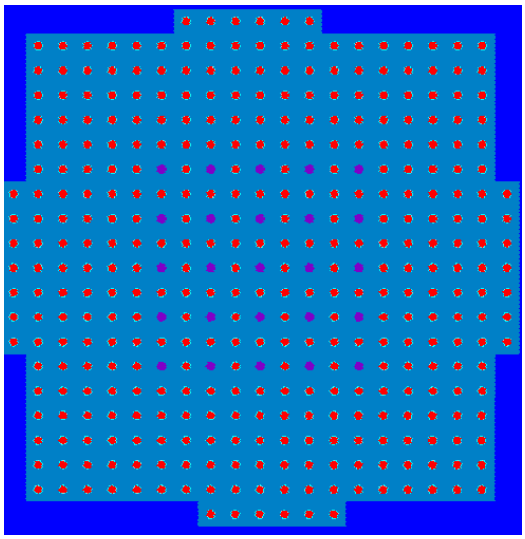
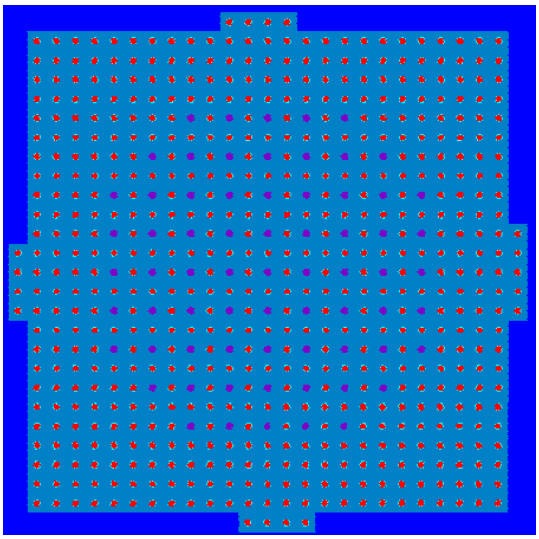
図参 3-11　デブリ構造材模擬体の配列パターン（図参 1-1 関連）

（格子間隔 2.54cm、水位 110cm、1 of 4 配列）

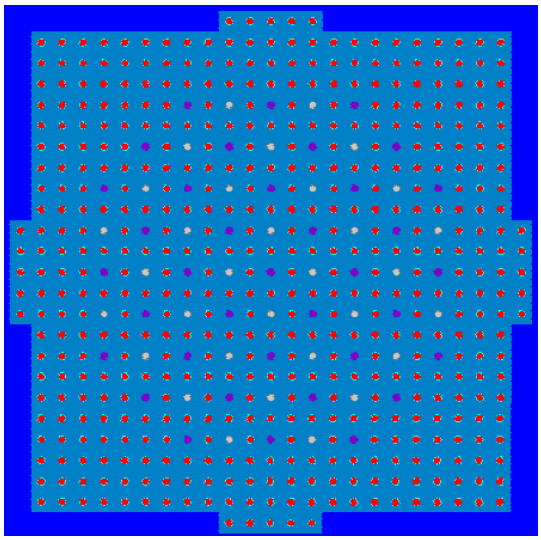
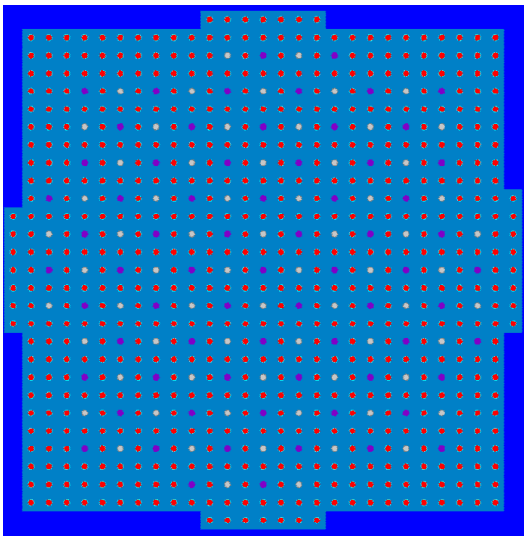
格子間隔 2.54cm において減速材燃料ペレット体積比が炉心構成範囲を超えるものは参考

（左）コンクリート 25 本、棒状燃料 286 本、（右）コンクリート 69 本、棒状燃料 370 本

（左）鉄 25 本、棒状燃料 362 本、（右）鉄 69 本、棒状燃料 573 本

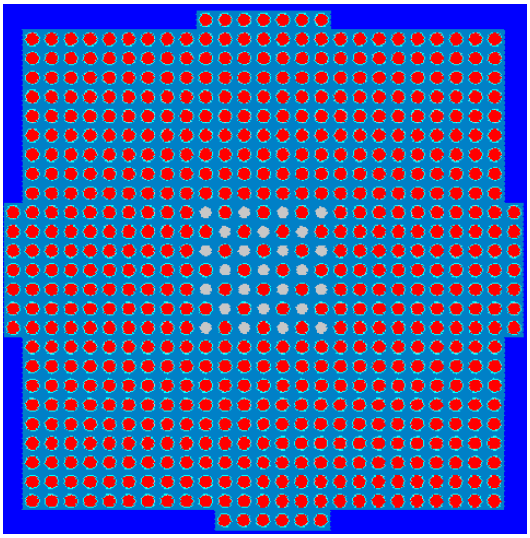
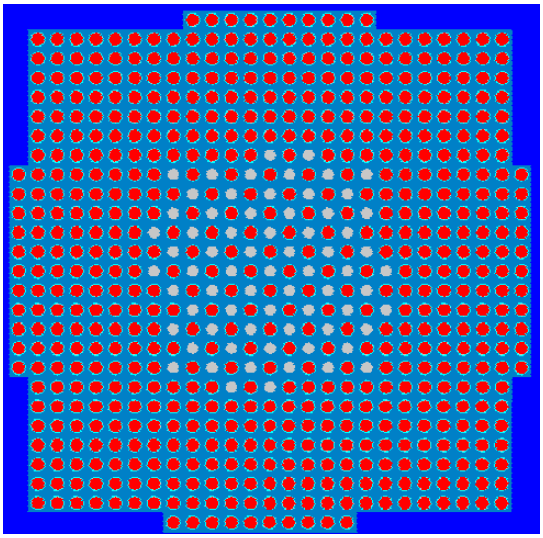



（左）コンクリート 32 本、鉄 37 本、棒状燃料 480 本、（右）コンクリート 68 本、鉄 69 本、棒状燃料 621 本

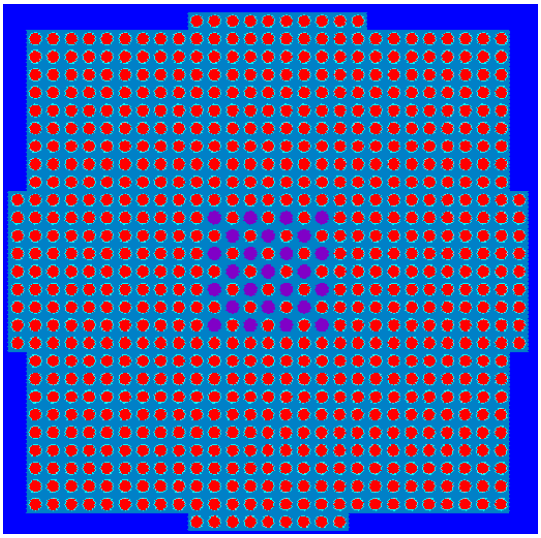
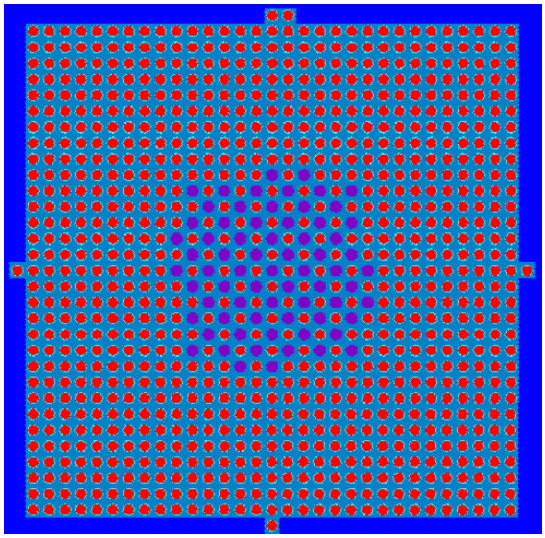
図参 3-12　デブリ構造材模擬体の配列パターン（図参 1-1 関連）

（格子間隔 2.54cm、水位 140cm、1 of 4 配列）

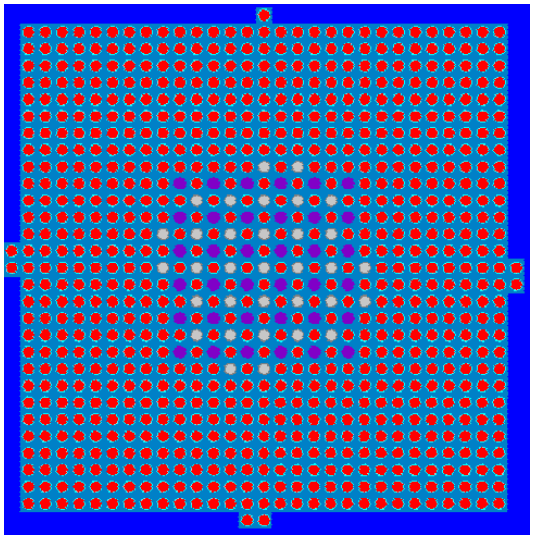
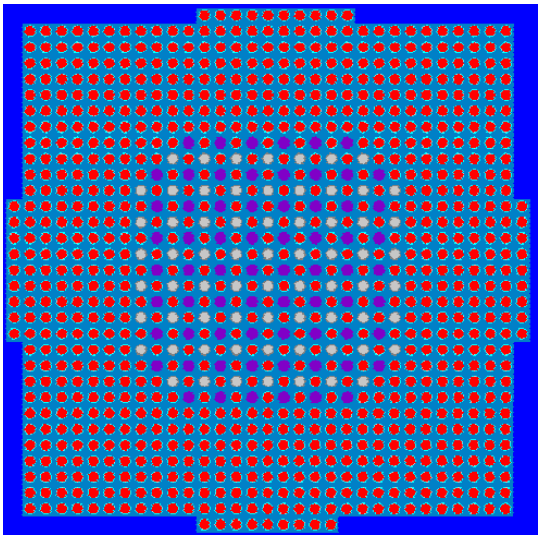
格子間隔 2.54cm において減速材燃料ペレット体積比が炉心構成範囲を超えるものは参考

（左）コンクリート 25 本、棒状燃料 627 本、（右）コンクリート 69 本、棒状燃料 598 本

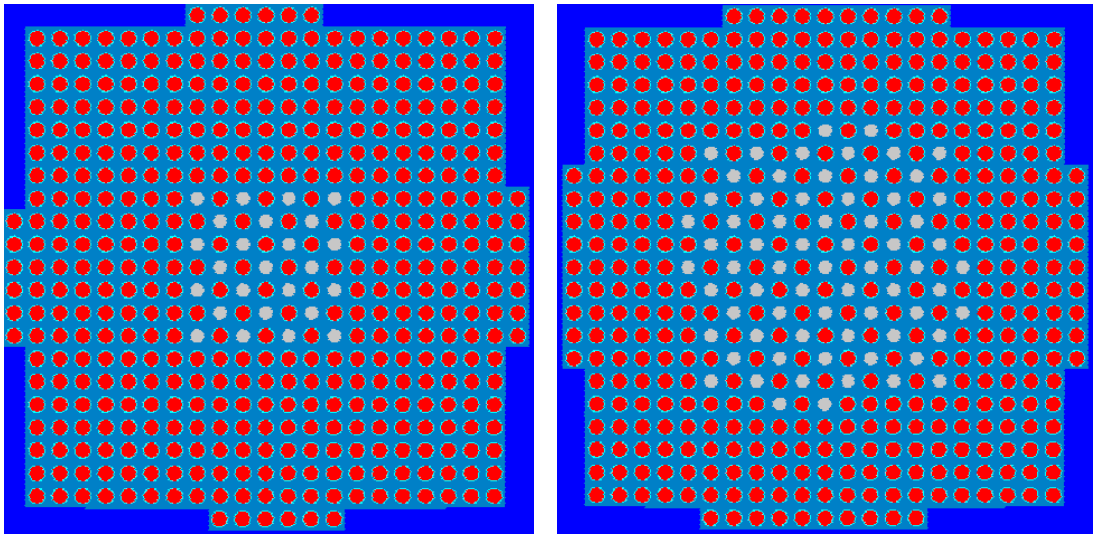



（左）鉄 25 本、棒状燃料 741 本、（右）鉄 69 本、棒状燃料 897 本

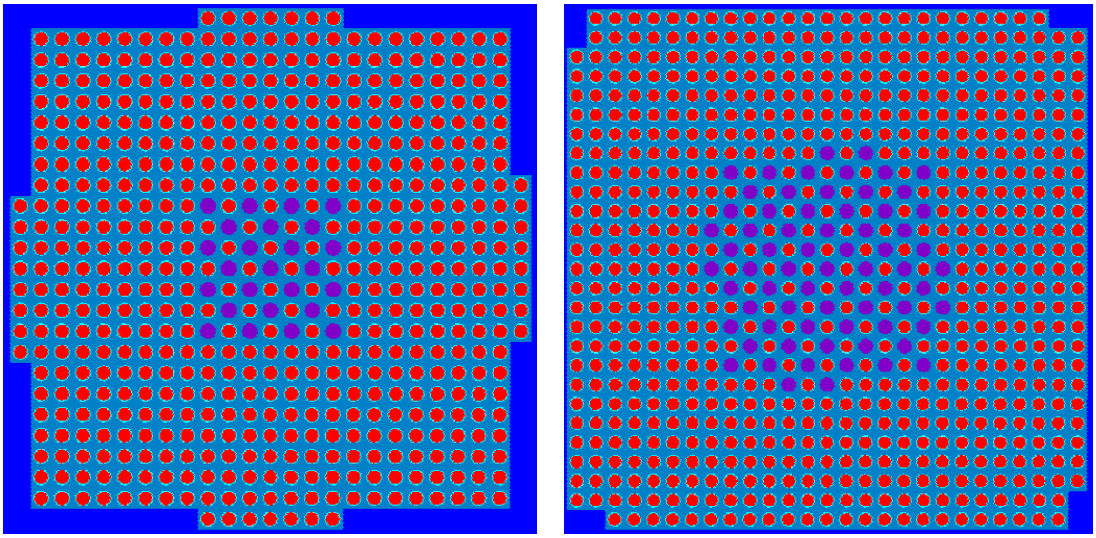



（左）コンクリート 33 本、鉄 36 本、棒状燃料 779 本、（右）コンクリート 68 本、鉄 68 本、棒状燃料 862 本

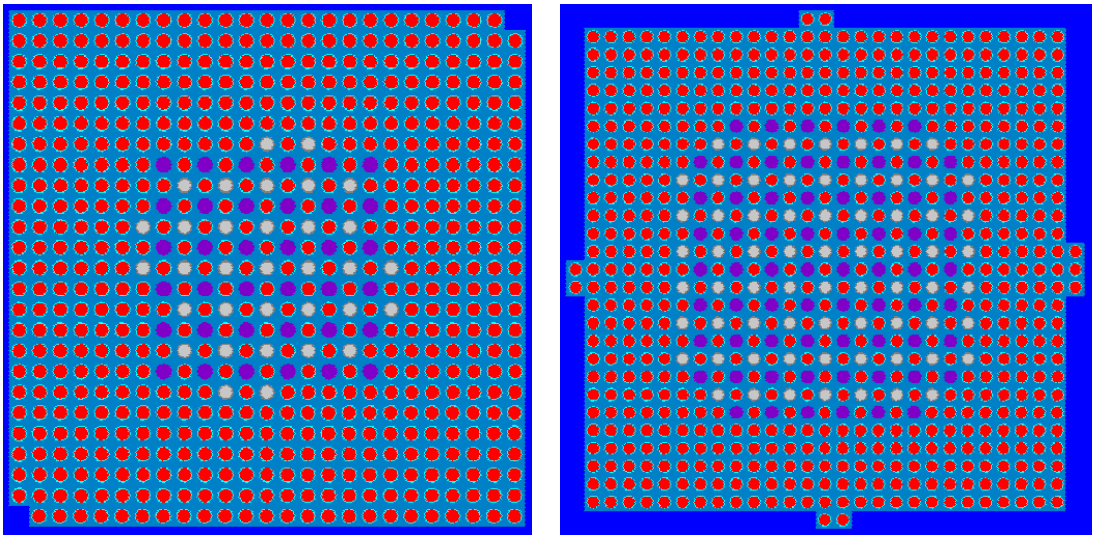
図参 3-13　デブリ構造材模擬体の配列パターン（図参 1-2 関連）
（格子間隔 1.27cm、水位 40cm、2 of 4 配列）



（左）コンクリート 25 本、棒状燃料 441 本、（右）コンクリート 69 本、棒状燃料 410 本

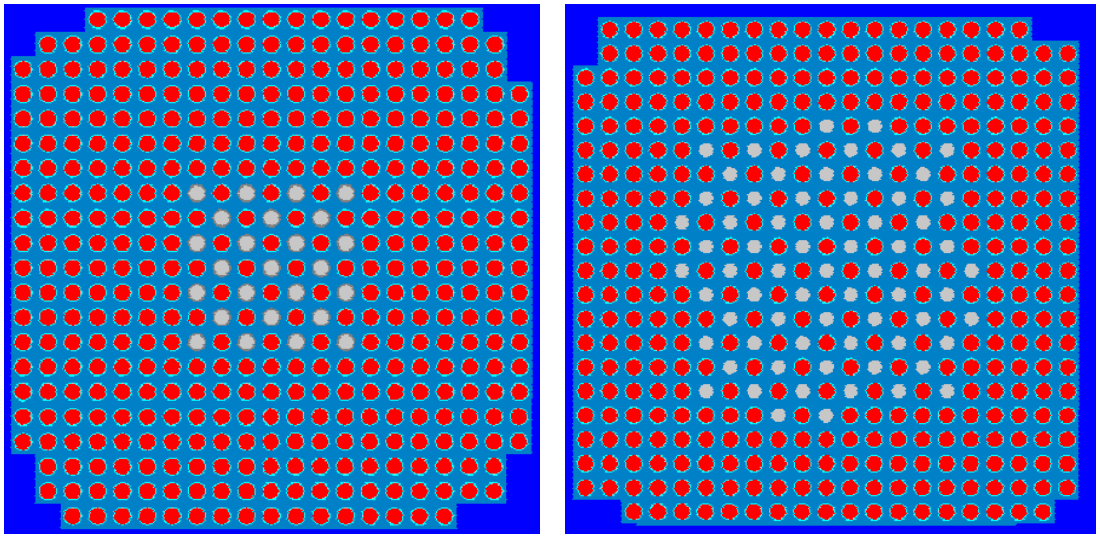


（左）鉄 25 本、棒状燃料 534 本、（右）鉄 69 本、棒状燃料 652 本

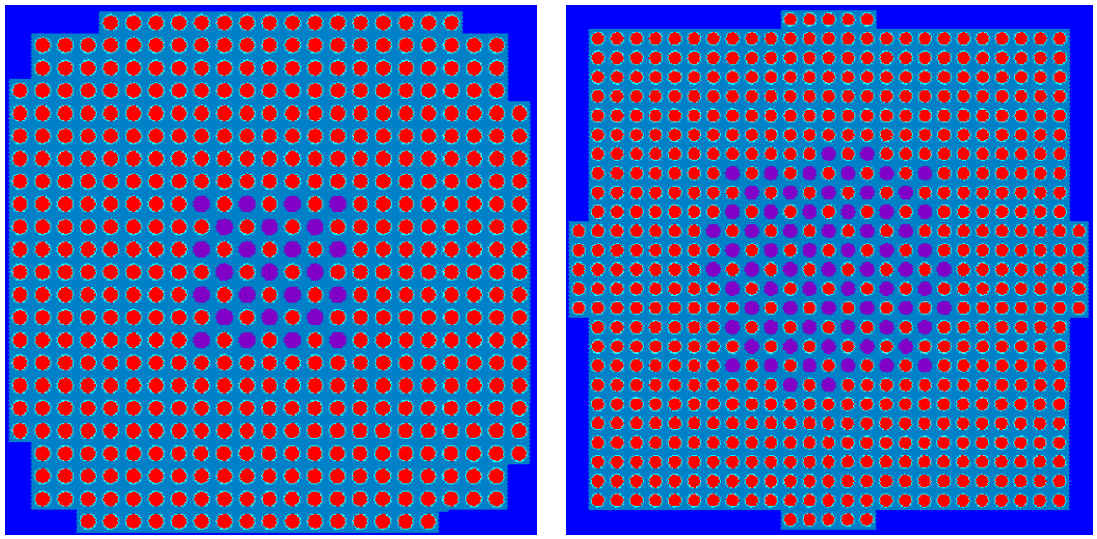


（左）コンクリート 33 本、鉄 36 本、棒状燃料 554 本、（右）コンクリート 68 本、鉄 68 本、棒状燃料 602 本

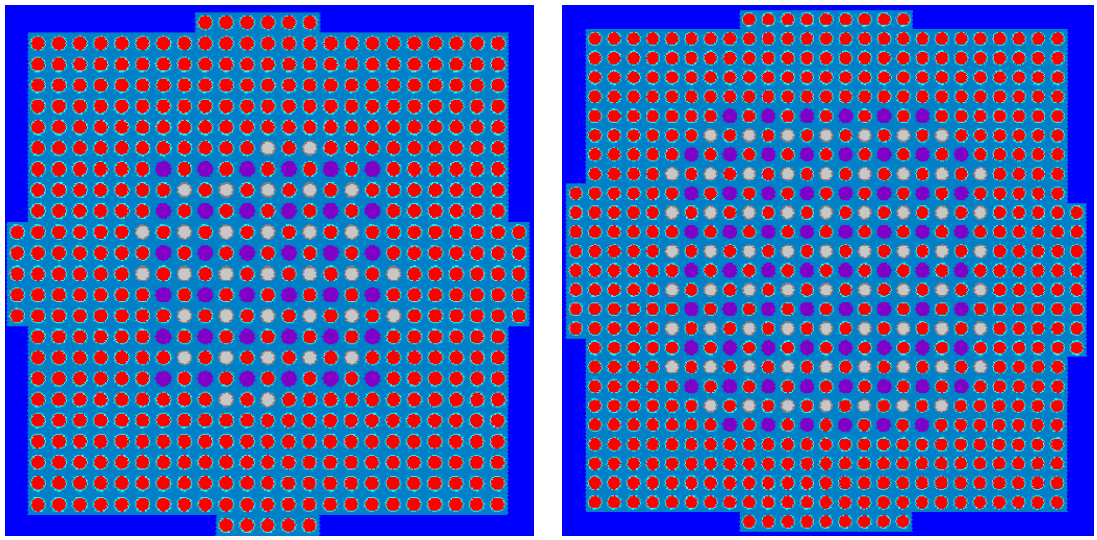
図参 3-14　デブリ構造材模擬体の配列パターン（図参 1-2 関連））
（格子間隔 1.27cm、水位 70cm、2 of 4 配列）



（左）コンクリート 25 本、棒状燃料 397 本、（右）コンクリート 69 本、棒状燃料 365 本

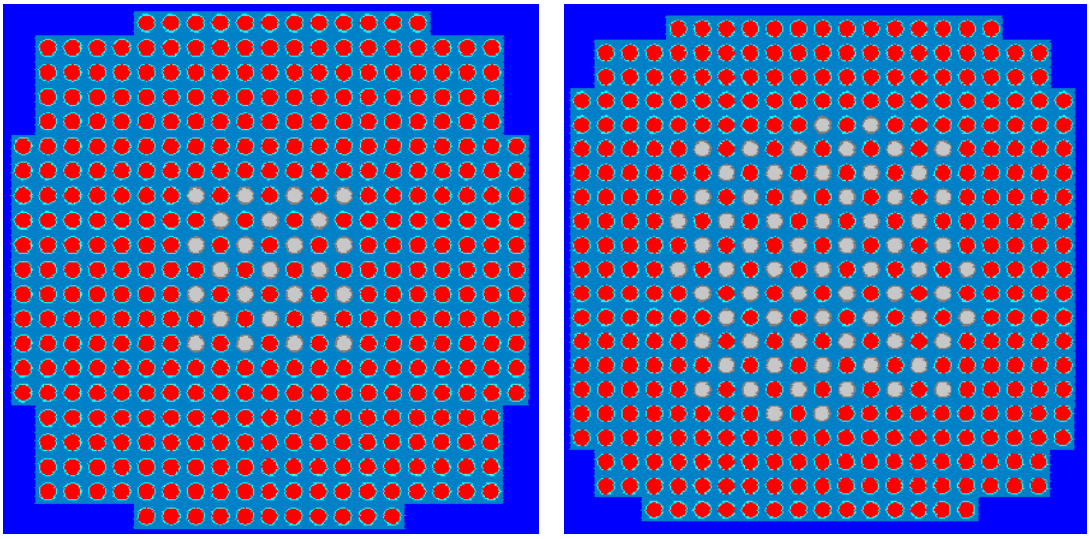


（左）鉄 25 本、棒状燃料 480 本、（右）鉄 69 本、棒状燃料 576 本

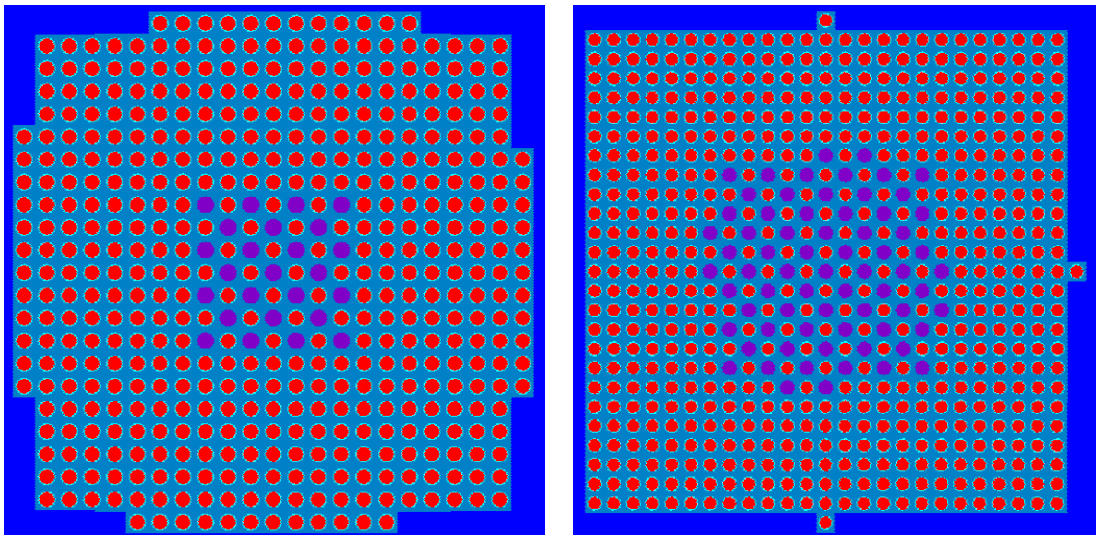


（左）コンクリート 33 本、鉄 36 本、棒状燃料 481 本、（右）コンクリート 68 本、鉄 68 本、棒状燃料 523 本

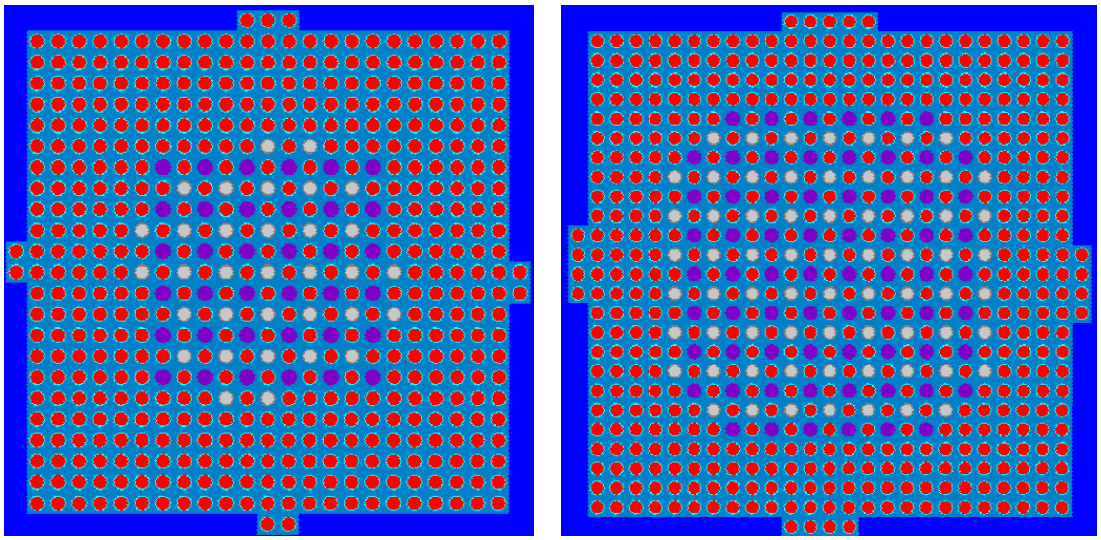
図参 3-15　デブリ構造材模擬体の配列パターン（図参 1-2 関連）
（格子間隔 1.27cm、水位 110cm、2 of 4 配列）



（左）コンクリート 25 本、棒状燃料 381 本、（右）コンクリート 69 本、棒状燃料 350 本

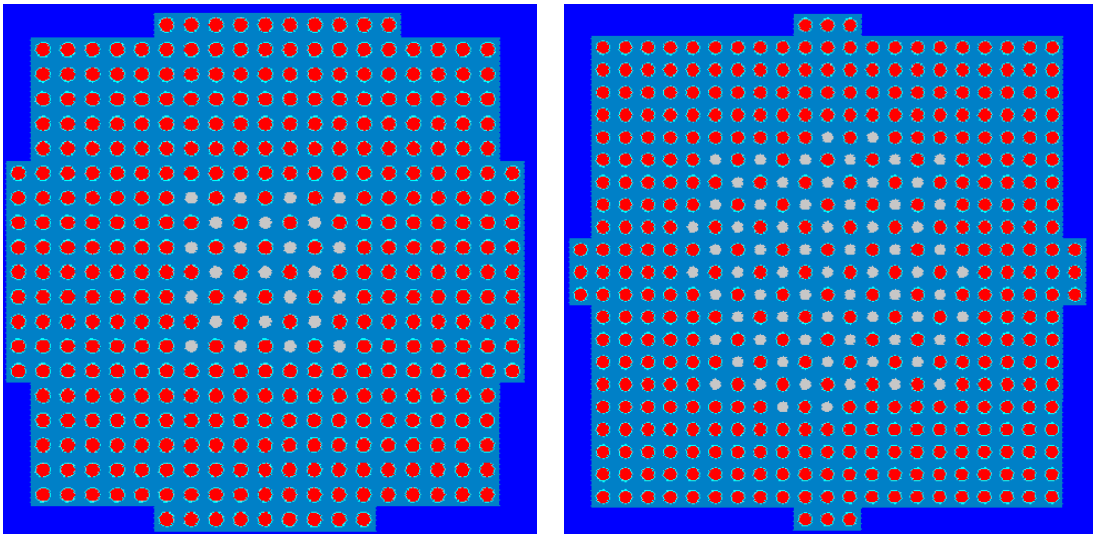


（左）鉄 25 本、棒状燃料 463 本、（右）鉄 69 本、棒状燃料 559 本

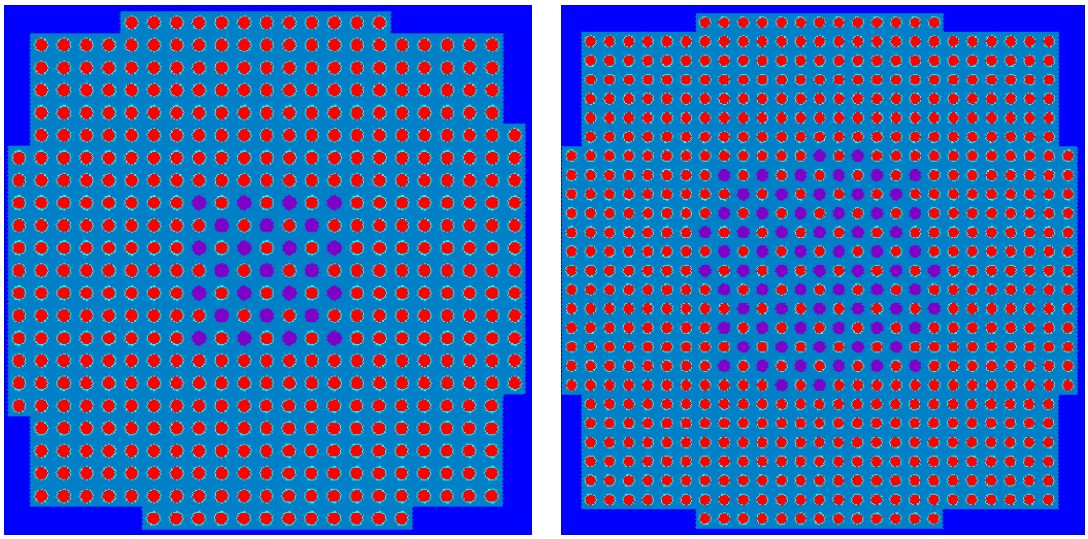


（左）コンクリート 33 本、鉄 36 本、棒状燃料 469 本、（右）コンクリート 68 本、鉄 68 本、棒状燃料 438 本

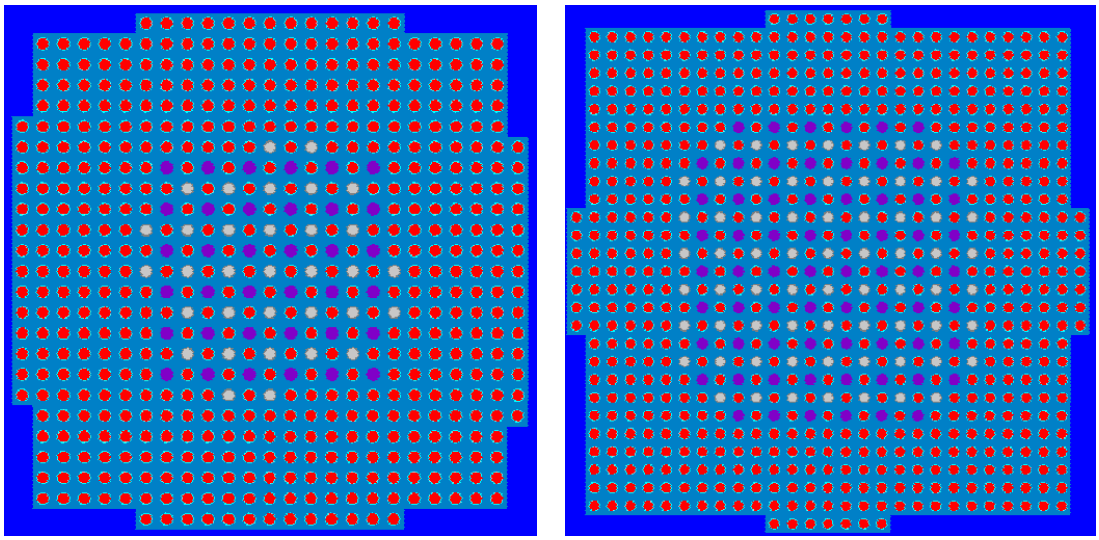
図参 3-16　デブリ構造材模擬体の配列パターン（図参 1-2 関連）
（格子間隔 1.27cm、水位 140cm、2 of 4 配列）



（左）コンクリート 25 本、棒状燃料 373 本、（右）コンクリート 69 本、棒状燃料 384 本

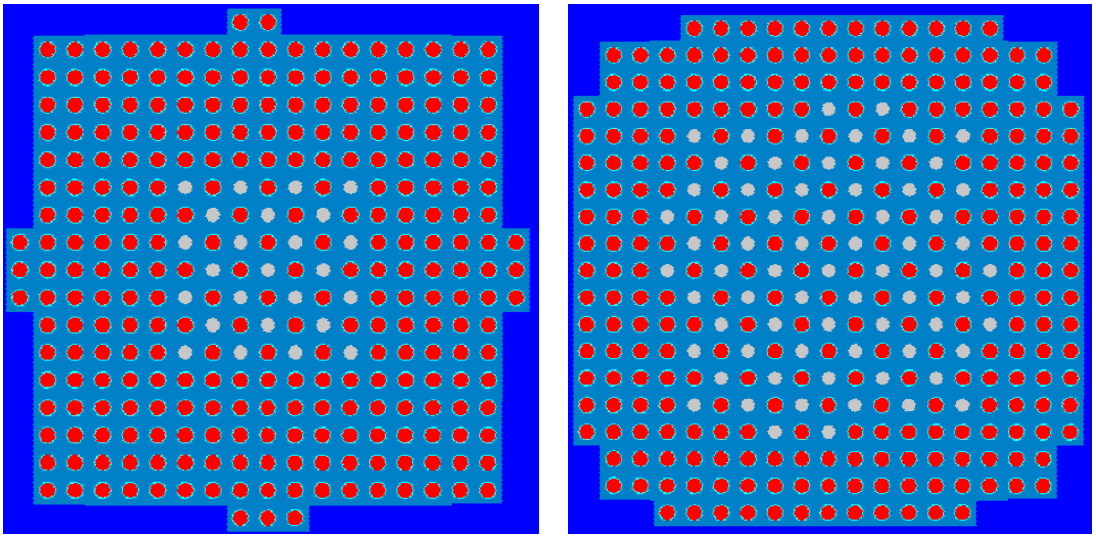


（左）鉄 25 本、棒状燃料 464 本、（右）鉄 69 本、棒状燃料 604 本

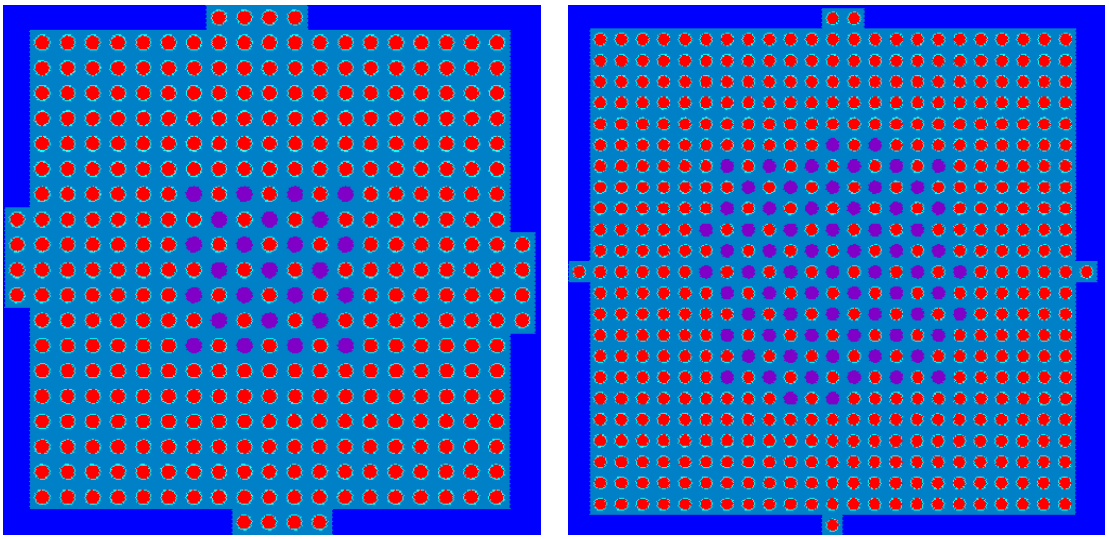


（左）コンクリート 33 本、鉄 36 本、棒状燃料 514 本、（右）コンクリート 68 本、鉄 68 本、棒状燃料 621 本

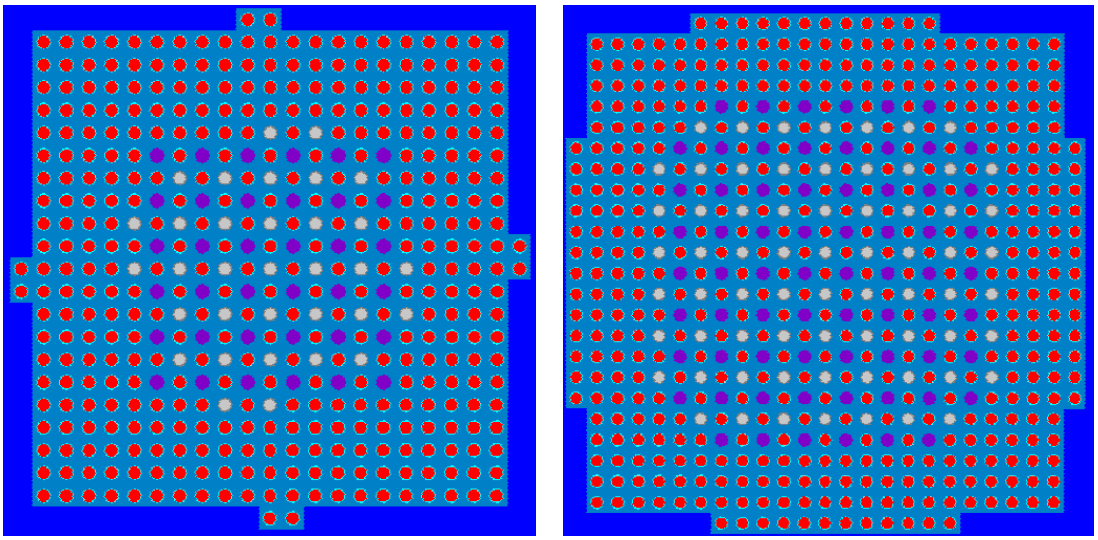
図参 3-17　デブリ構造材模擬体の配列パターン（図参 1-2 関連）
（格子間隔 1.50cm、水位 40cm、2 of 4 配列）



（左）コンクリート 25 本、棒状燃料 275 本、（右）コンクリート 69 本、棒状燃料 270 本

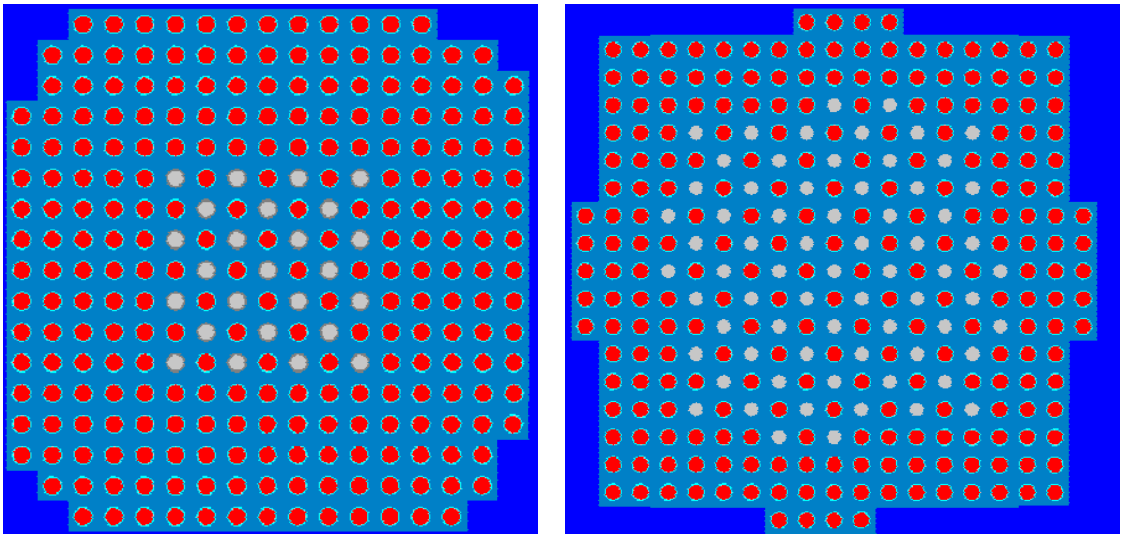


（左）鉄 25 本、棒状燃料 352 本、（右）鉄 69 本、棒状燃料 465 本

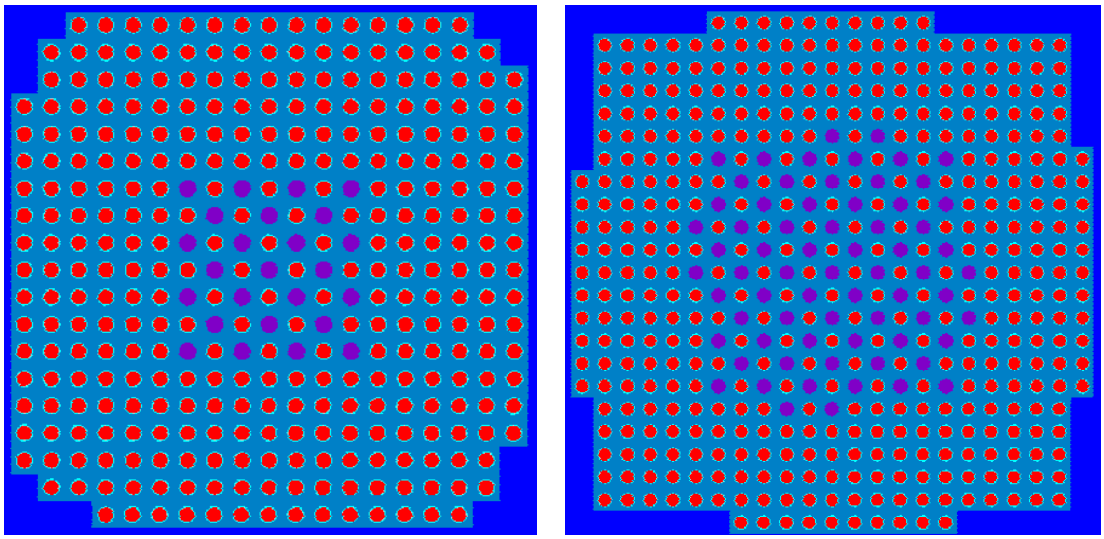


（左）コンクリート 33 本、鉄 36 本、棒状燃料 380 本、（右）コンクリート 68 本、鉄 68 本、棒状燃料 443 本

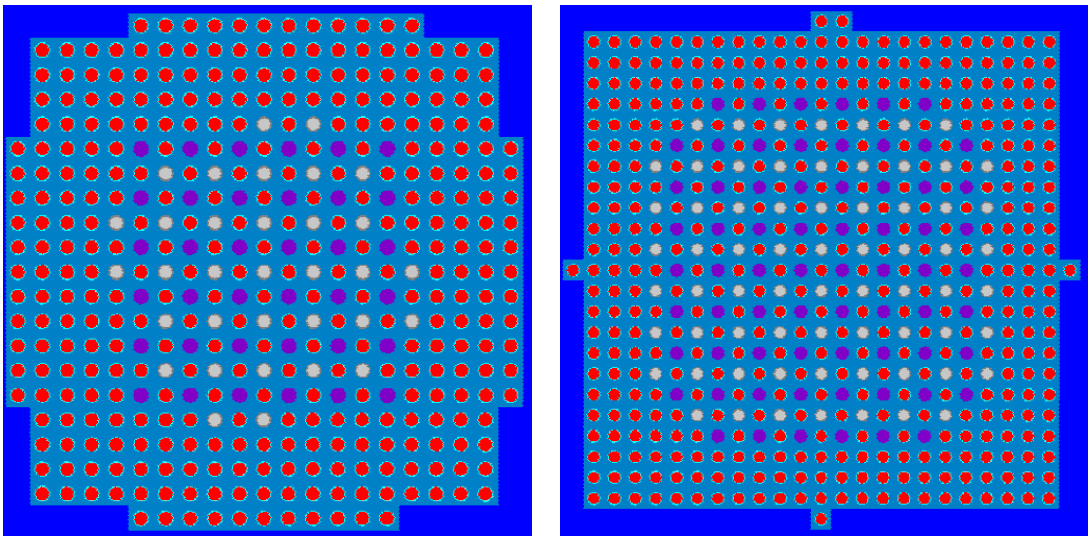
図参 3-18　デブリ構造材模擬体の配列パターン（図参 1-2 関連）
（格子間隔 1.50cm、水位 70cm、2 of 4 配列）



（左）コンクリート 25 本、棒状燃料 249 本、（右）コンクリート 69 本、棒状燃料 228 本

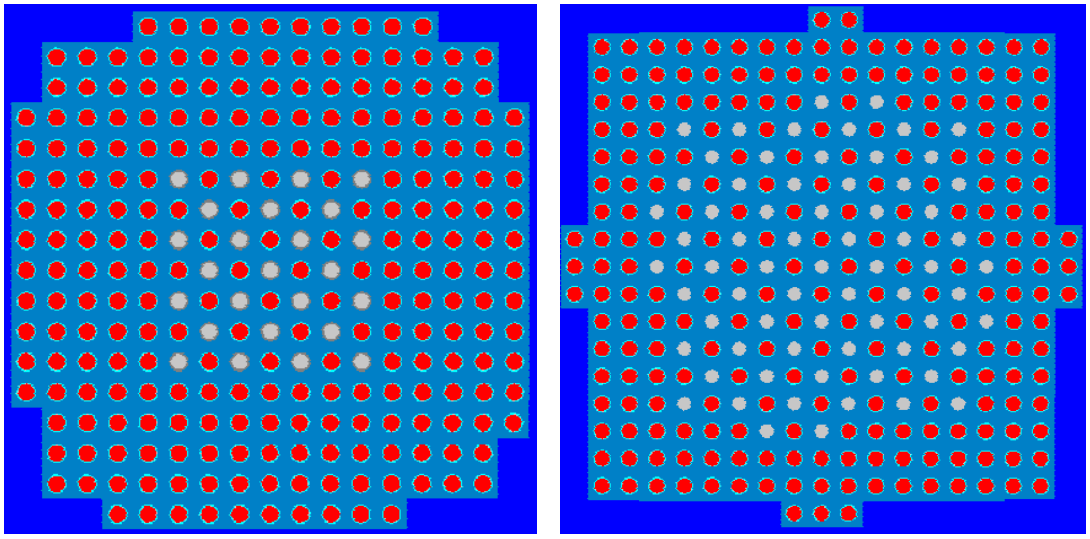


（左）鉄 25 本、棒状燃料 321 本、（右）鉄 69 本、棒状燃料 413 本

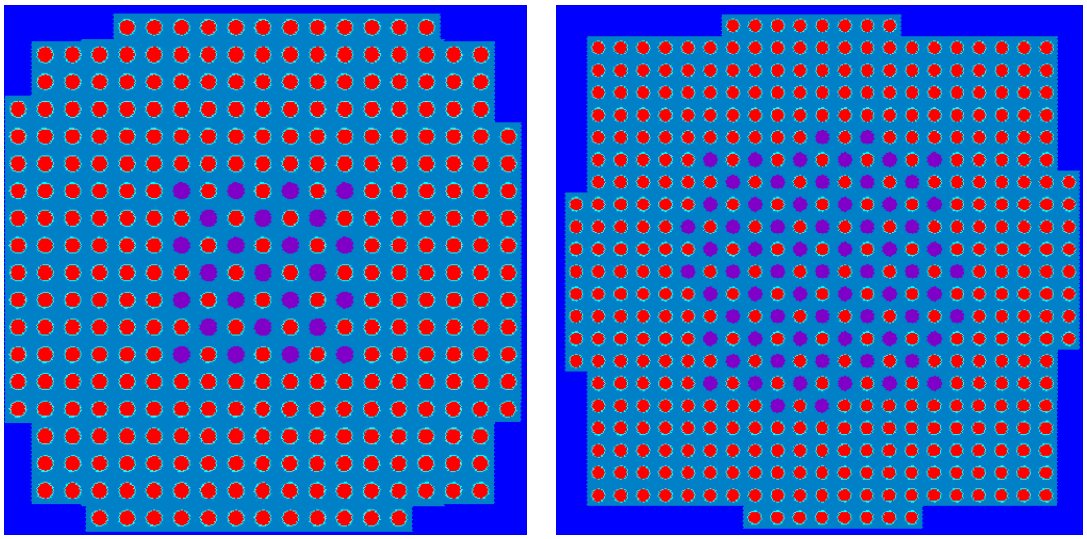


（左）コンクリート 33 本、鉄 36 本、棒状燃料 337 本、（右）コンクリート 68 本、鉄 68 本、棒状燃料 398 本

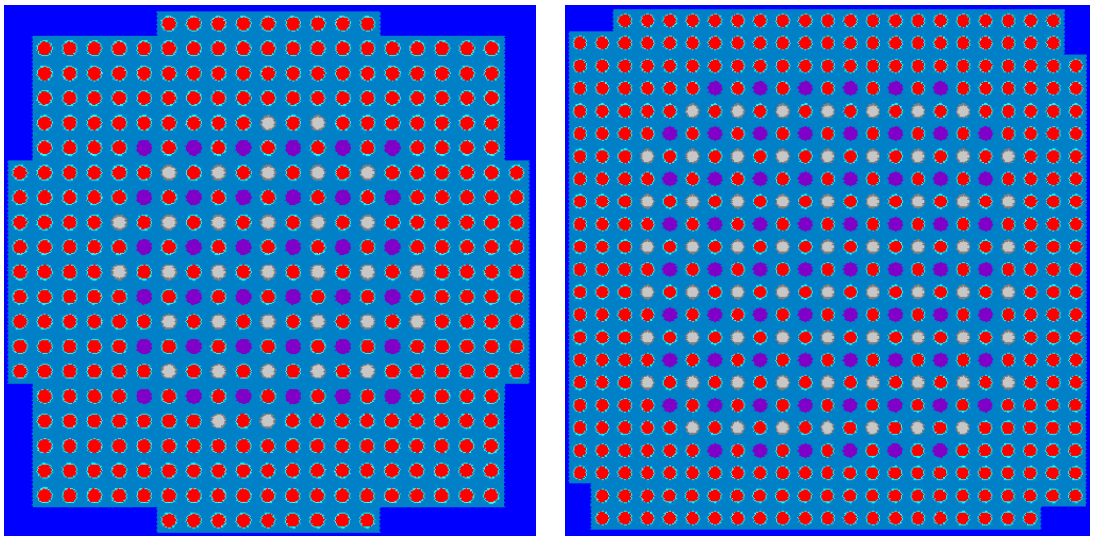
図参 3-19　デブリ構造材模擬体の配列パターン（図参 1-2 関連）
（格子間隔 1.50cm、水位 110cm、2 of 4 配列）



（左）コンクリート 25 本、棒状燃料 241 本、（右）コンクリート 69 本、棒状燃料 231 本

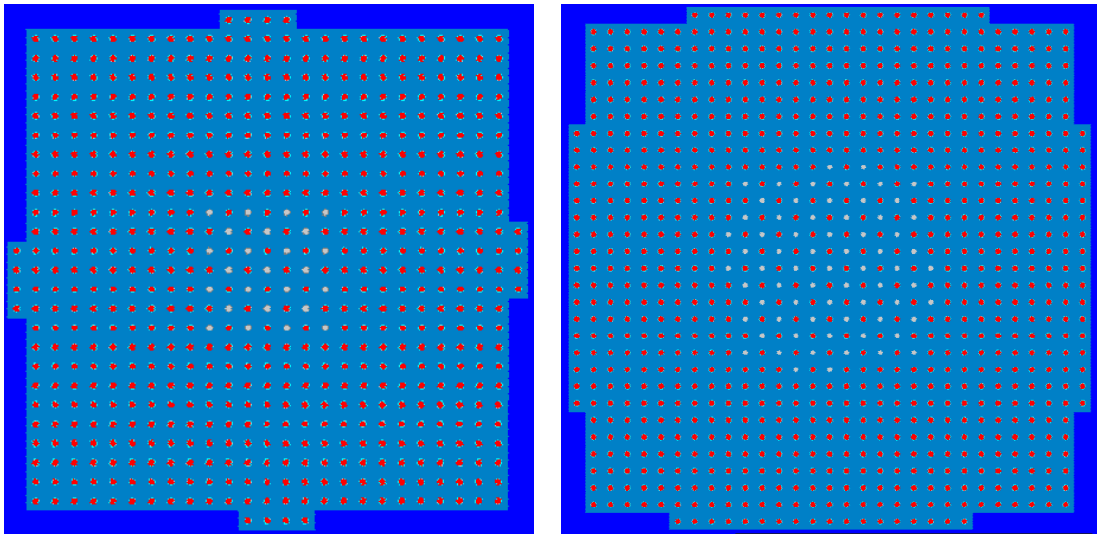


（左）鉄 25 本、棒状燃料 311 本、（右）鉄 69 本、棒状燃料 404 本

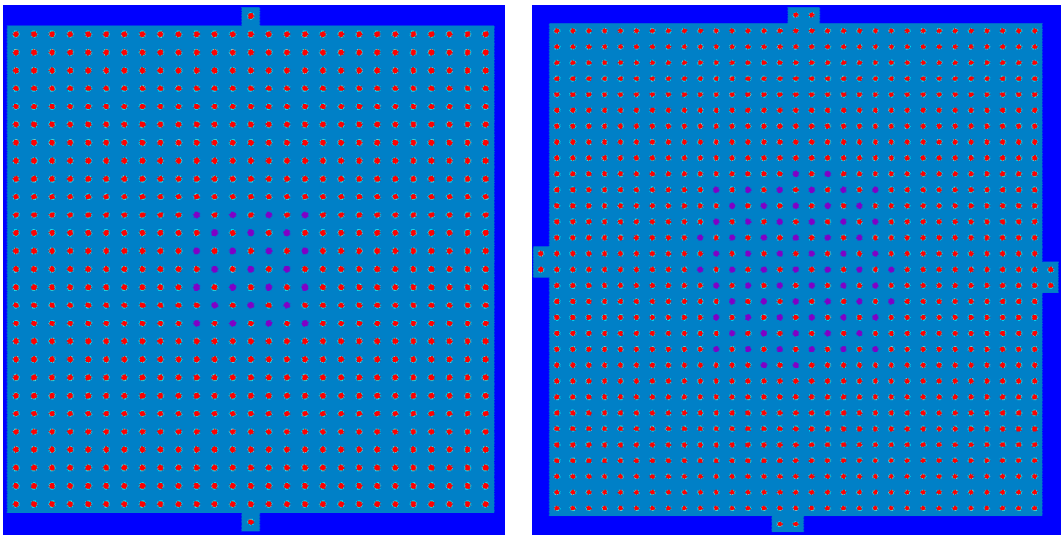


（左）コンクリート 33 本、鉄 36 本、棒状燃料 328 本、（右）コンクリート 68 本、鉄 68 本、棒状燃料 385 本

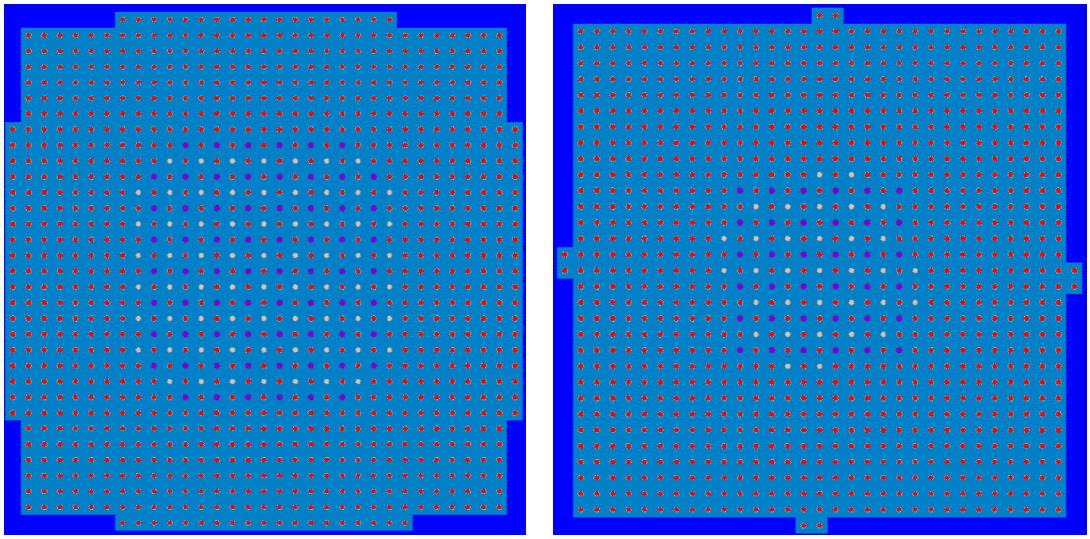
図参 3-20　デブリ構造材模擬体の配列パターン（図参 1-2 関連）
（格子間隔 1.50cm、水位 140cm、2 of 4 配列）



（左）コンクリート 25 本、棒状燃料 616 本、（右）コンクリート 69 本、棒状燃料 842 本

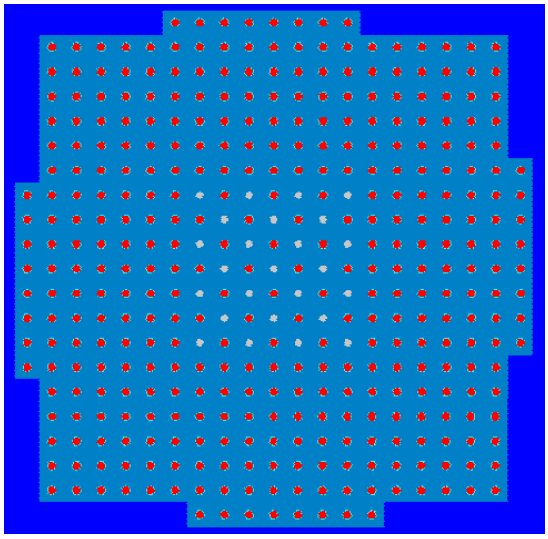
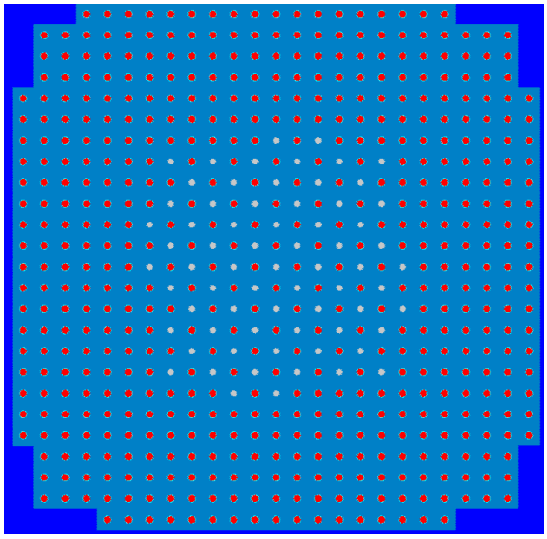


（左）鉄 25 本、棒状燃料 706 本、（右）鉄 69 本、棒状燃料 900 本（水位 55cm）

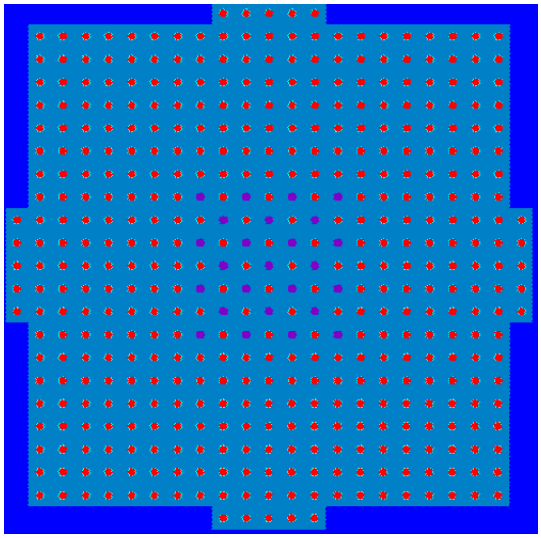
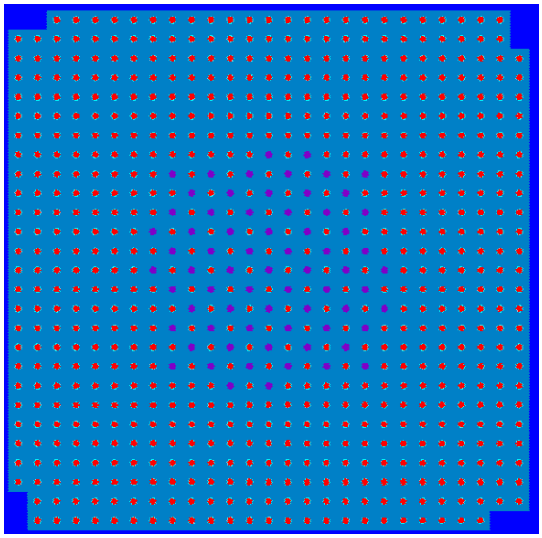


（左）コンクリート 33 本、鉄 36 本、棒状燃料 900 本（水位 41.6cm）、（右）コンクリート 68 本、鉄 68 本、棒状燃料 900 本（水位 57.1cm）

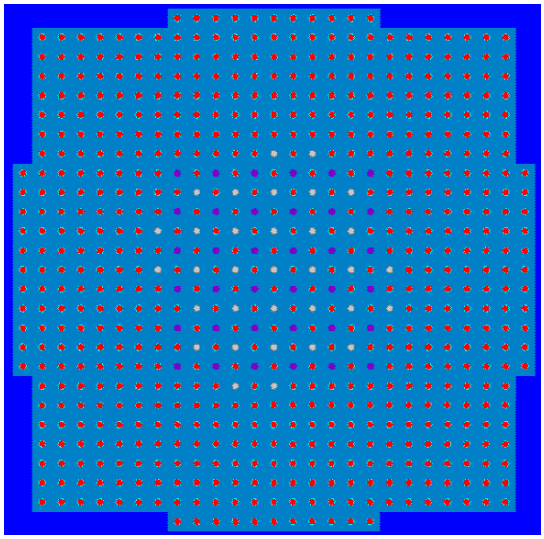
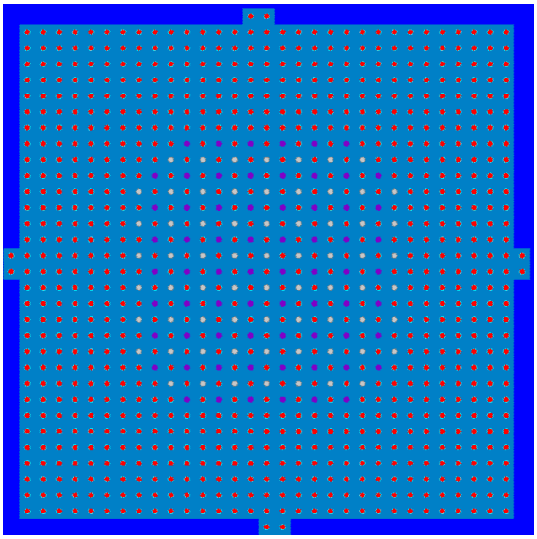
図参 3-21　デブリ構造材模擬体の配列パターン（図参 1-2 関連）
（格子間隔 2.54cm、水位 40cm、2 of 4 配列）
格子間隔 2.54cm において減速材燃料ペレット体積比が炉心構成範囲を超えるものは参考

（左）コンクリート 25 本、棒状燃料 368 本、（右）コンクリート 69 本、棒状燃料 529 本

（左）鉄 25 本、棒状燃料 436 本、（右）鉄 69 本、棒状燃料 652 本

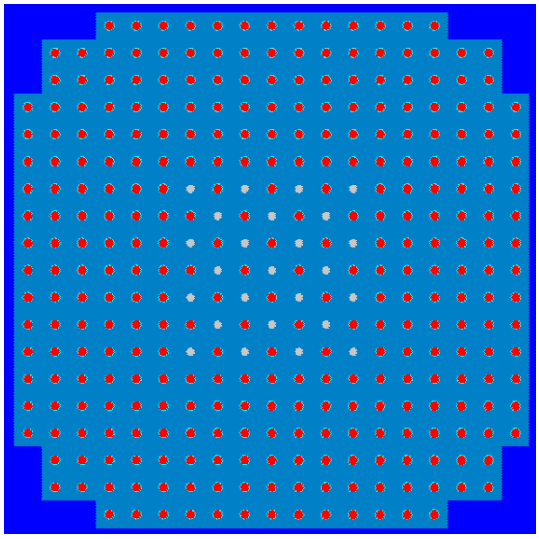
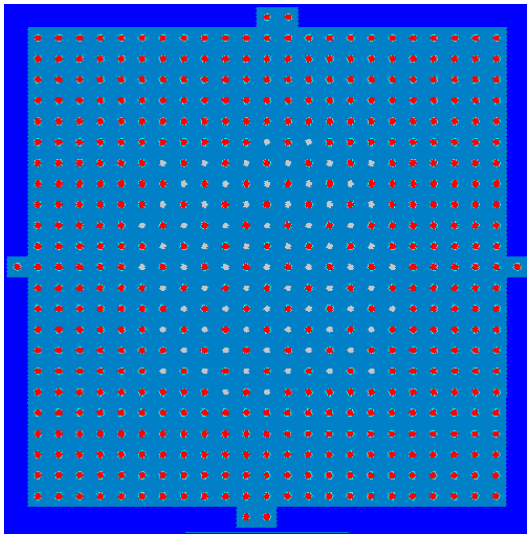



（左）コンクリート 33 本、鉄 36 本、棒状燃料 600 本、（右）コンクリート 68 本、鉄 68 本、棒状燃料 833 本

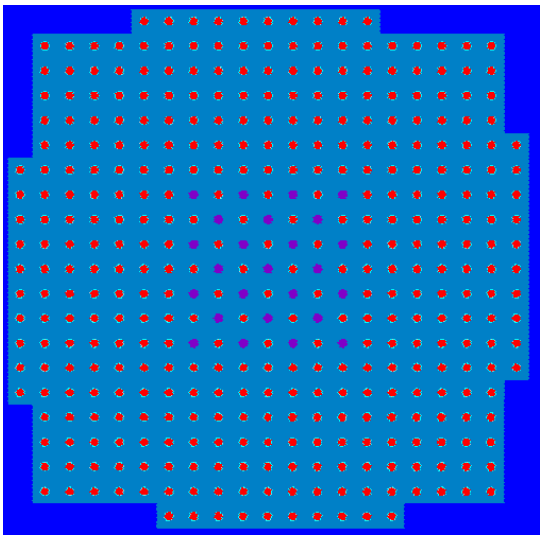
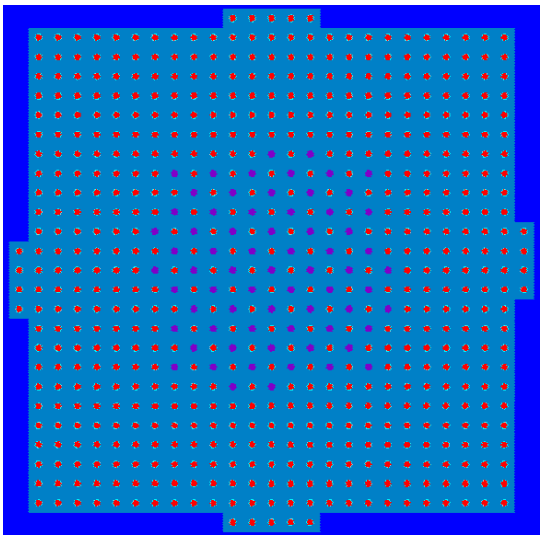
図参 3-22　デブリ構造材模擬体の配列パターン（図参 1-2 関連）

（格子間隔 2.54cm、水位 70cm、2 of 4 配列）

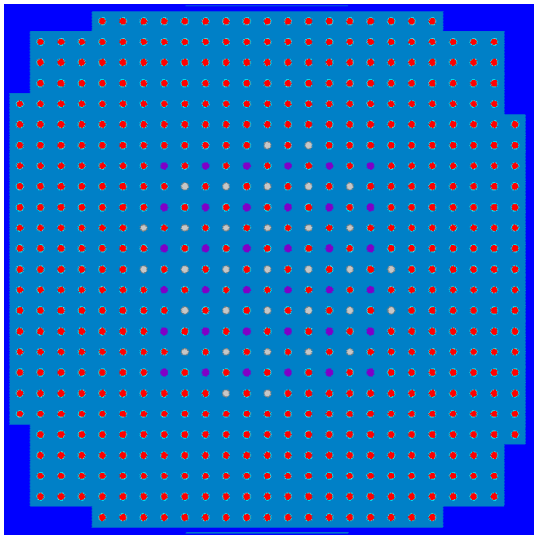
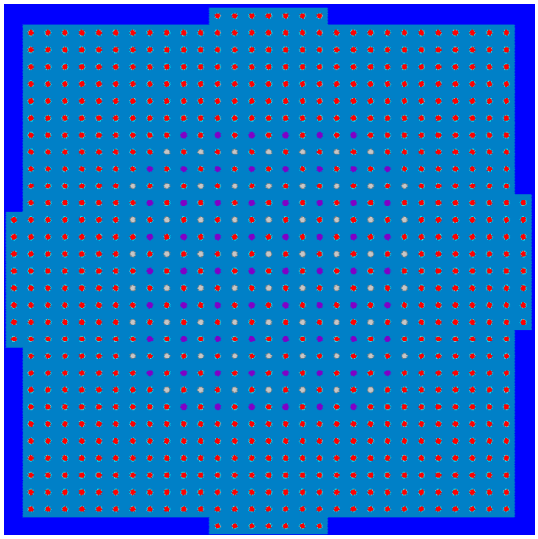
格子間隔 2.54cm において減速材燃料ペレット体積比が炉心構成範囲を超えるものは参考

（左）コンクリート 25 本、棒状燃料 316 本、（右）コンクリート 69 本、棒状燃料 466 本

（左）鉄 25 本、棒状燃料 376 本、（右）鉄 69 本、棒状燃料 574 本

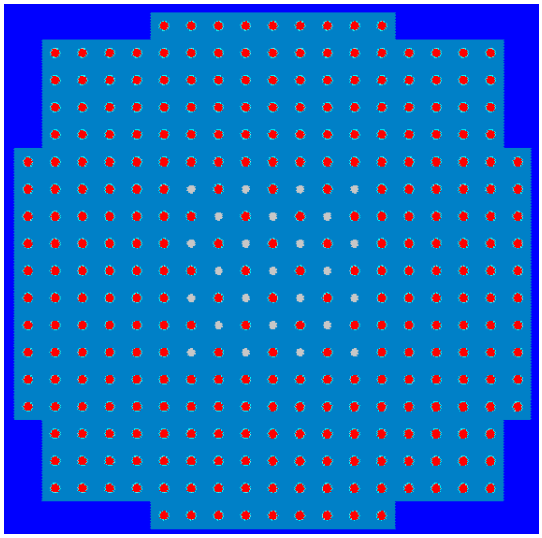
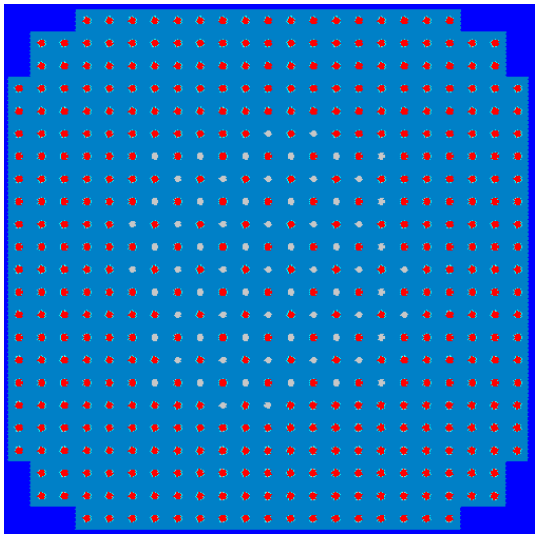



（左）コンクリート 33 本、鉄 36 本、棒状燃料 526 本、（右）コンクリート 68 本、鉄 68 本、棒状燃料 735 本

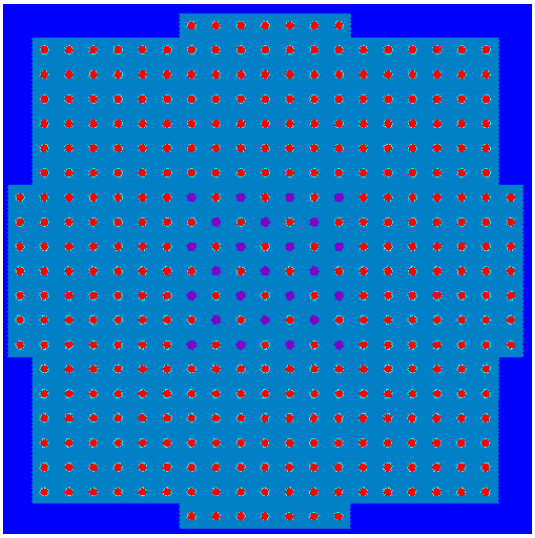
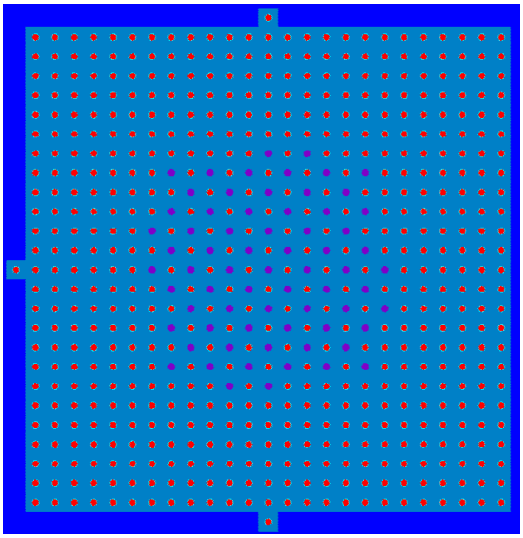
図参 3-23　デブリ構造材模擬体の配列パターン（図参 1-2 関連）

（格子間隔 2.54cm、水位 110cm、2 of 4 配列）

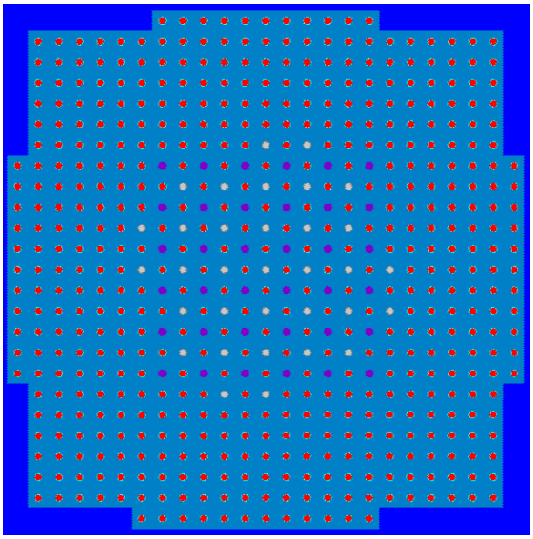
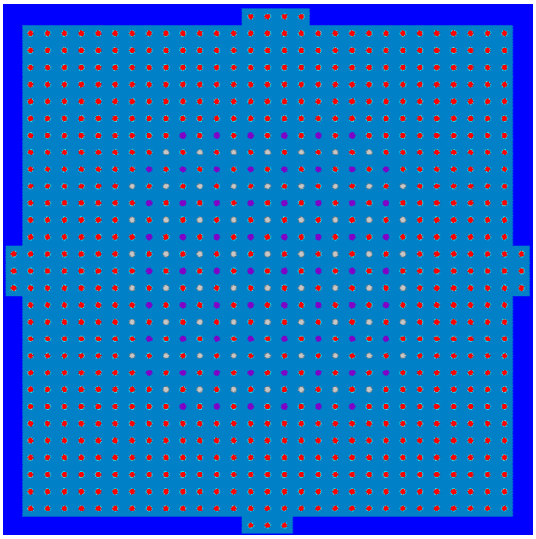
格子間隔 2.54cm において減速材燃料ペレット体積比が炉心構成範囲を超えるものは参考

（左）コンクリート 25 本、棒状燃料 302 本、（右）コンクリート 69 本、棒状燃料 440 本

（左）鉄 25 本、棒状燃料 364 本、（右）鉄 69 本、棒状燃料 559 本

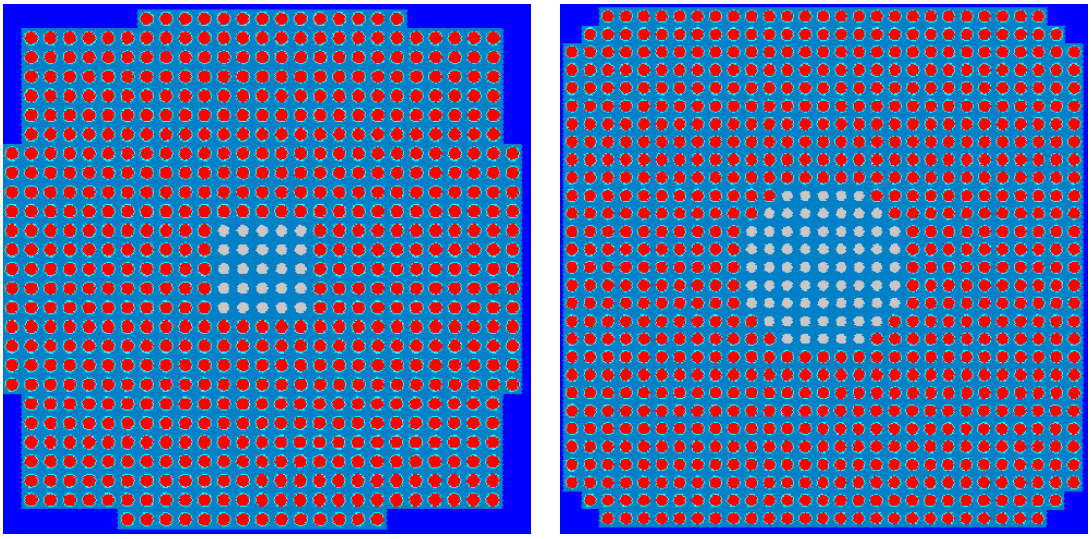



（左）コンクリート 33 本、鉄 36 本、棒状燃料 505 本、（右）コンクリート 68 本、鉄 68 本、棒状燃料 718 本

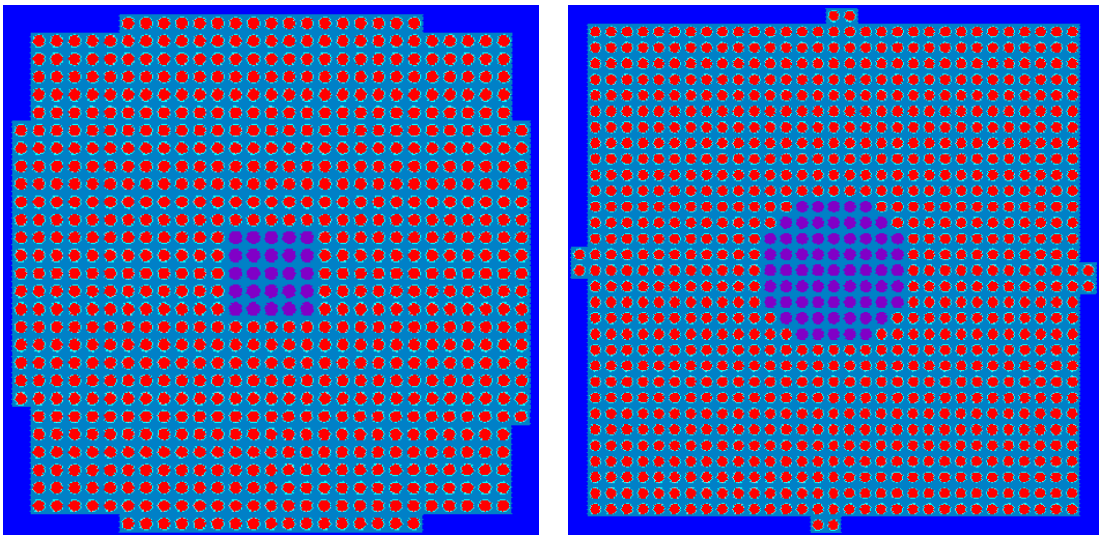
図参 3-24　デブリ構造材模擬体の配列パターン（図参 1-2 関連）

（格子間隔 2.54cm、水位 140cm、2 of 4 配列）

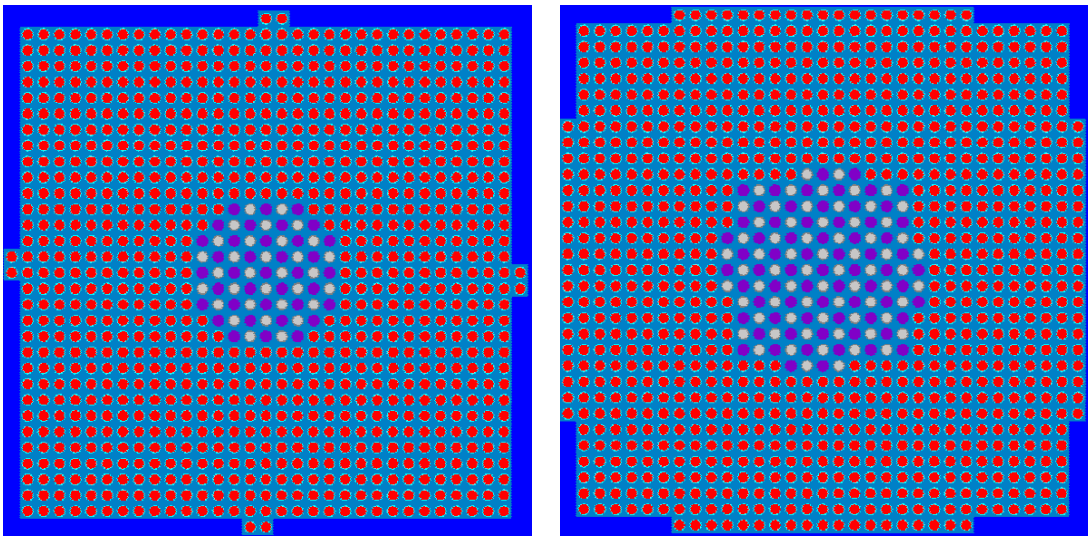
格子間隔 2.54cm において減速材燃料ペレット体積比が炉心構成範囲を超えるものは参考



（左）コンクリート 25 本、棒状燃料 654 本、（右）コンクリート 69 本、棒状燃料 760 本

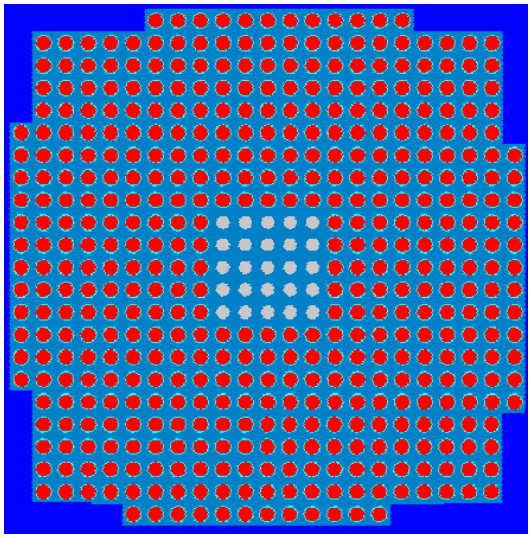
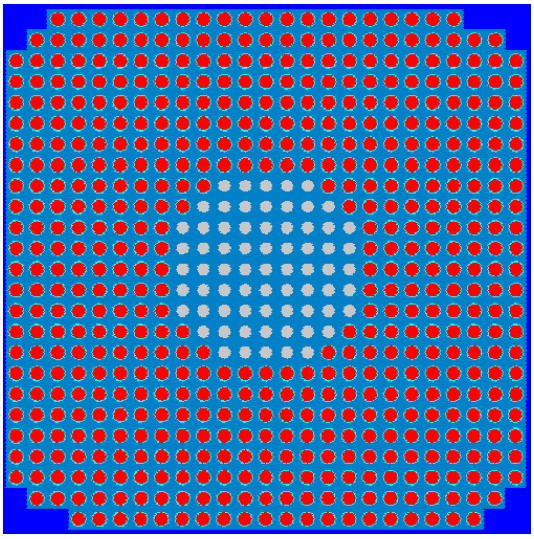


（左）鉄 25 本、棒状燃料 771 本、（右）鉄 69 本、棒状燃料 900 本（水位 45.3cm）

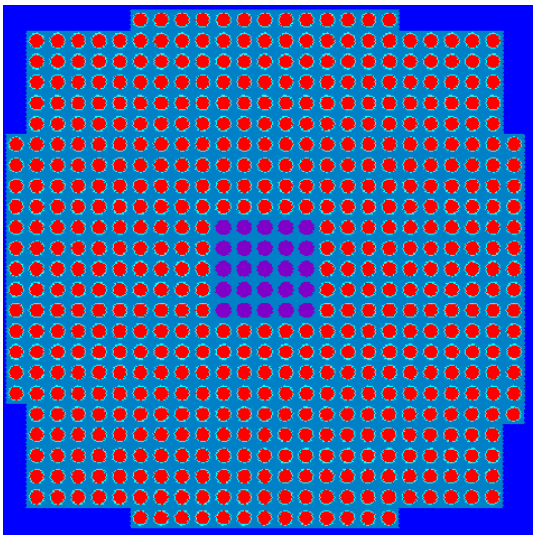
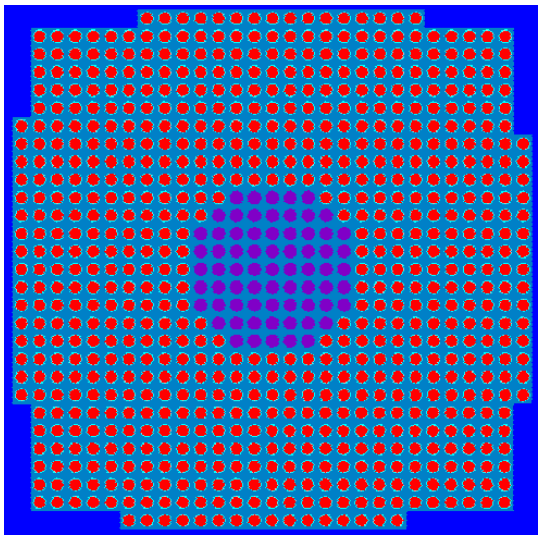


（左）コンクリート 32 本、鉄 37 本、棒状燃料 900 本（水位 42.2cm）、（右）コンクリート 68 本、鉄 69 本、棒状燃料 900 本（水位 60.9cm）

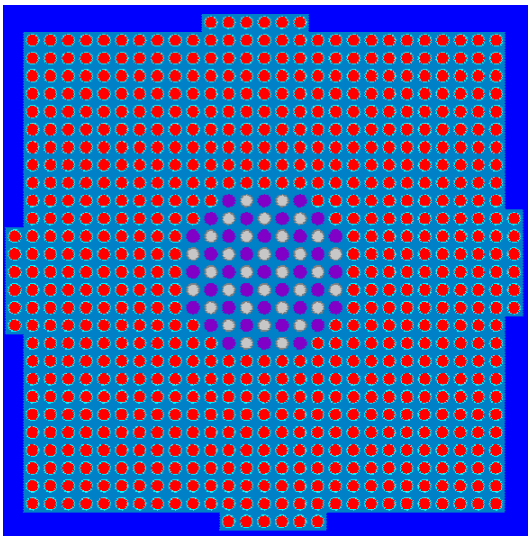
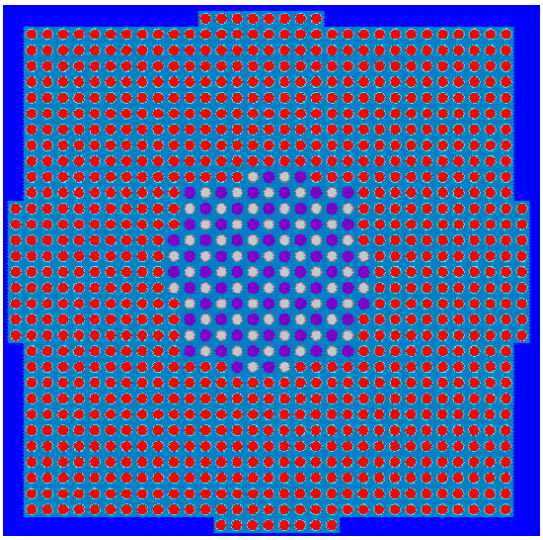
図参 3-25　デブリ構造材模擬体の配列パターン（図参 1-3 関連）
（格子間隔 1.27cm、水位 40cm、4 of 4 配列）

（左）コンクリート 25 本、棒状燃料 464 本、（右）コンクリート 69 本、棒状燃料 542 本

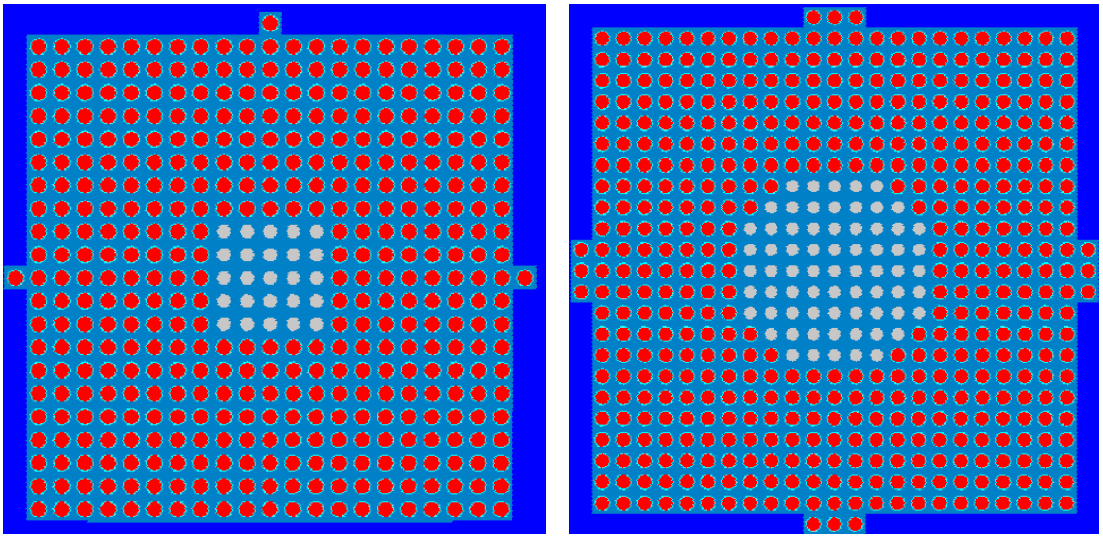



（左）鉄 25 本、棒状燃料 557 本、（右）鉄 69 本、棒状燃料 723 本

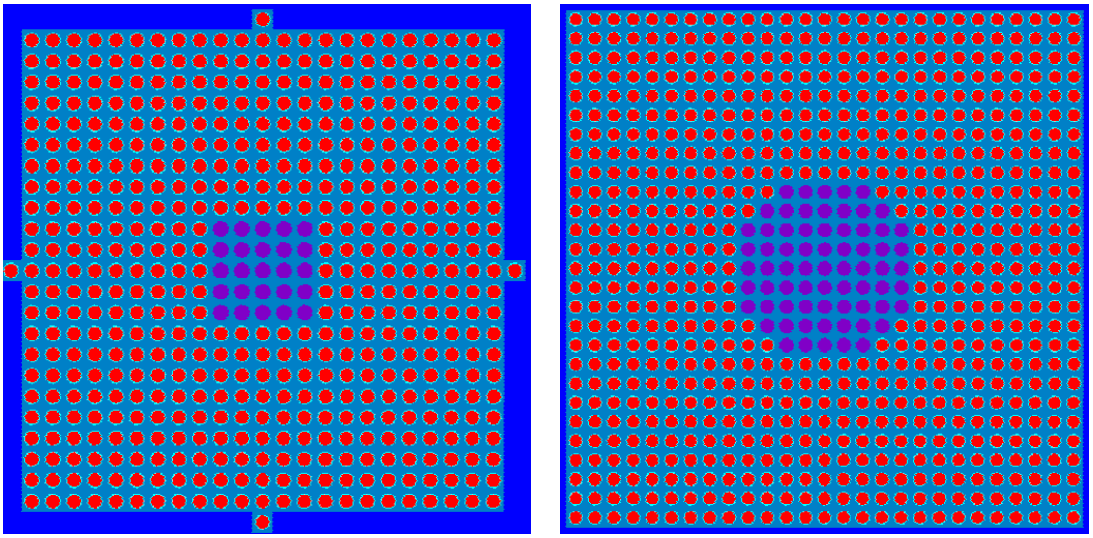



（左）コンクリート 32 本、鉄 37 本、棒状燃料 676 本、（右）コンクリート 68 本、鉄 69 本、棒状燃料 859 本

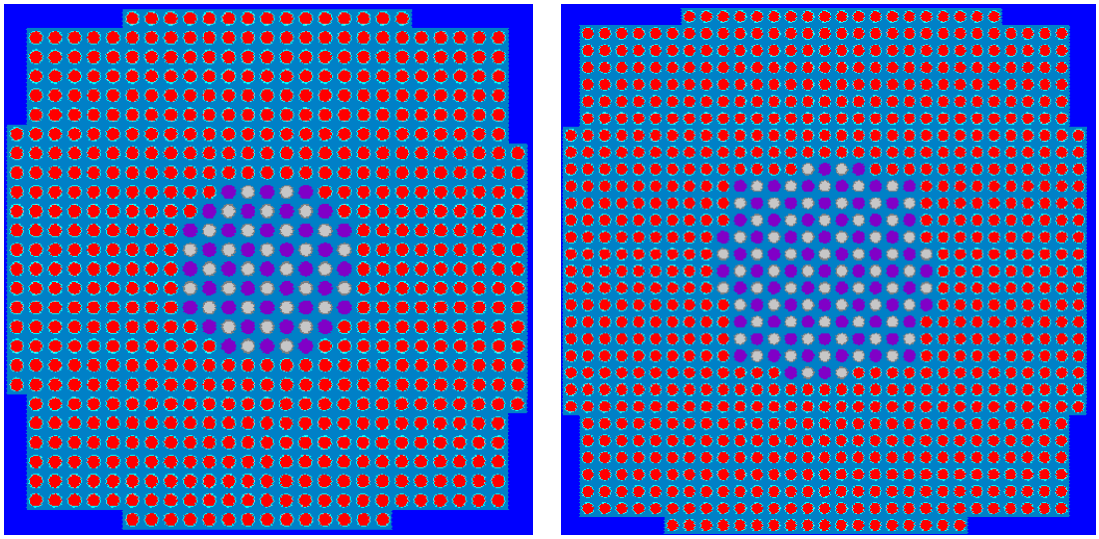
図参 3-26　デブリ構造材模擬体の配列パターン（図参 1-3 関連）
（格子間隔 1.27cm、水位 70cm、4 of 4 配列）



（左）コンクリート 25 本、棒状燃料 419 本、（右）コンクリート 69 本、棒状燃料 472 本

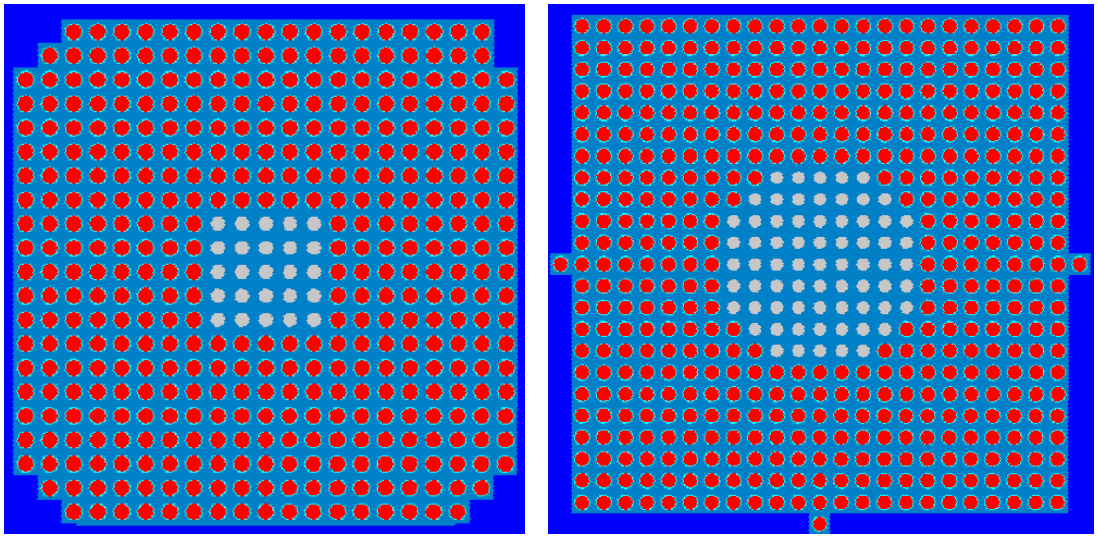


（左）鉄 25 本、棒状燃料 508 本、（右）鉄 69 本、棒状燃料 660 本

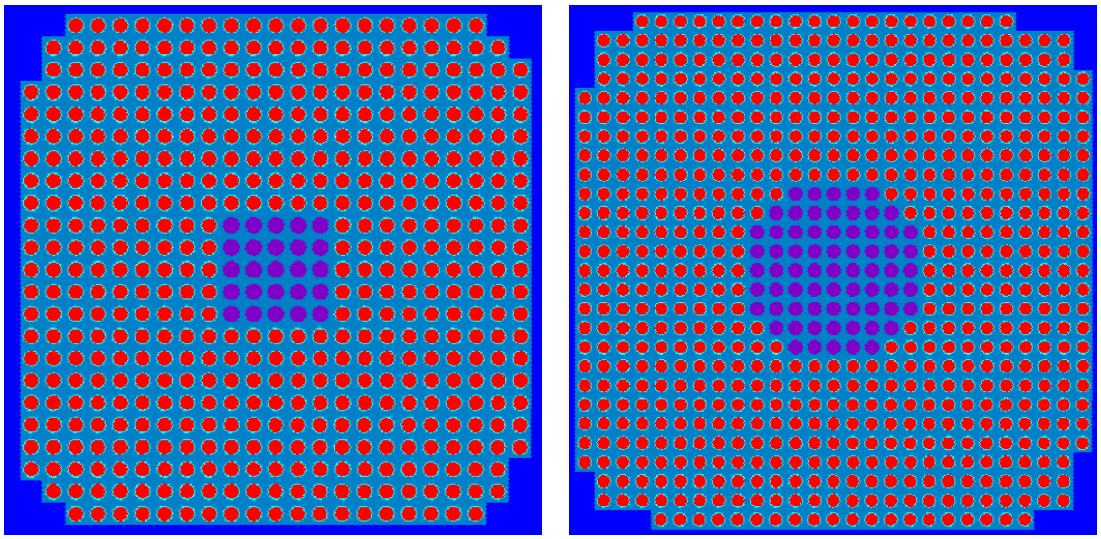


（左）コンクリート 32 本、鉄 37 本、棒状燃料 613 本、（右）コンクリート 68 本、鉄 69 本、棒状燃料 772 本

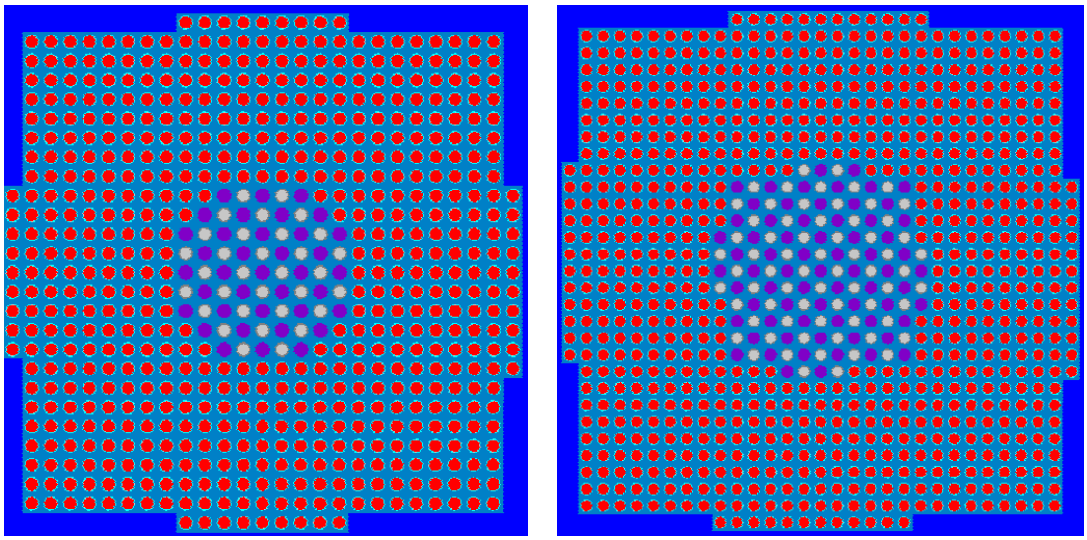
図参 3-27　デブリ構造材模擬体の配列パターン（図参 1-3 関連）
（格子間隔 1.27cm、水位 110cm、4 of 4 配列）



（左）コンクリート 25 本、棒状燃料 405 本、（右）コンクリート 69 本、棒状燃料 463 本

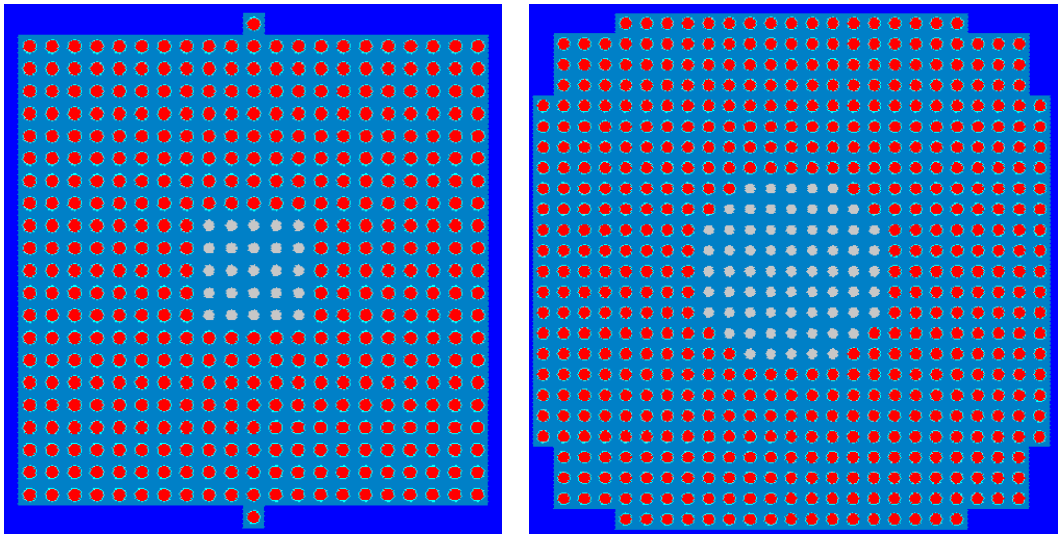


（左）鉄 25 本、棒状燃料 490 本、（右）鉄 69 本、棒状燃料 636 本

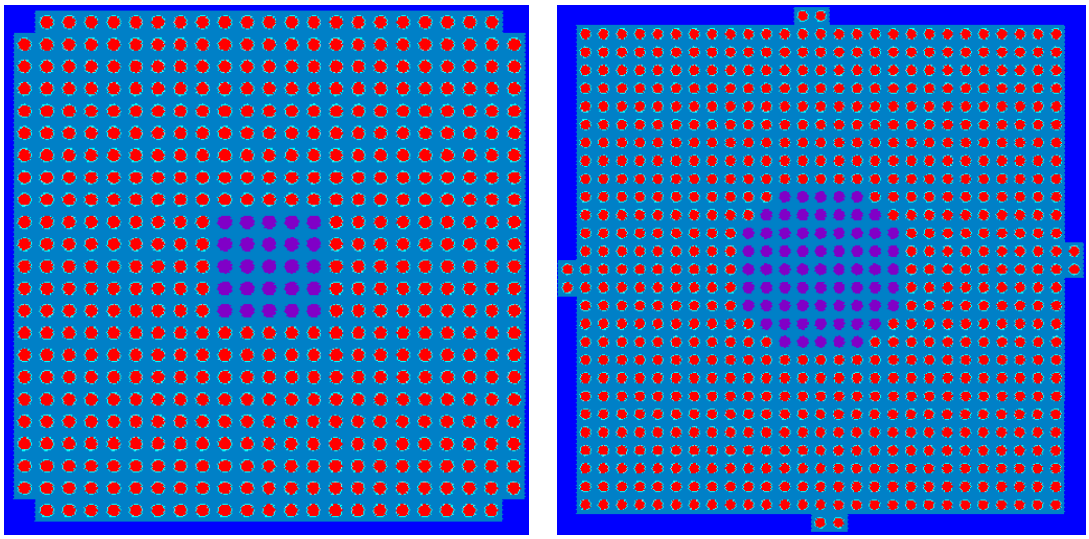


（左）コンクリート 32 本、鉄 37 本、棒状燃料 595 本、（右）コンクリート 68 本、鉄 69 本、棒状燃料 748 本

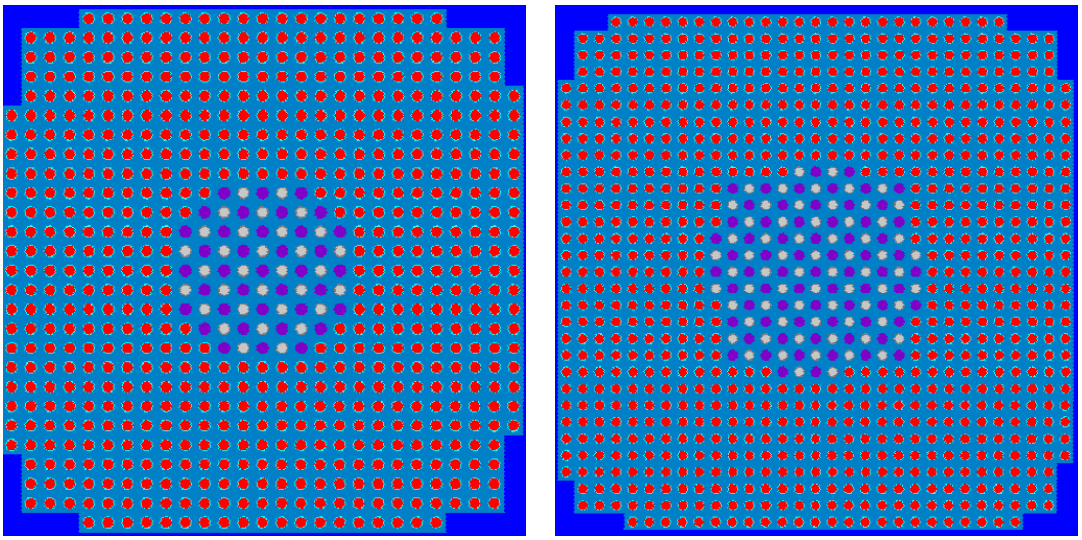
図参 3-28　デブリ構造材模擬体の配列パターン（図参 1-3 関連）
（格子間隔 1.27cm、水位 140cm、4 of 4 配列）



（左）コンクリート 25 本、棒状燃料 418 本、（右）コンクリート 69 本、棒状燃料 528 本

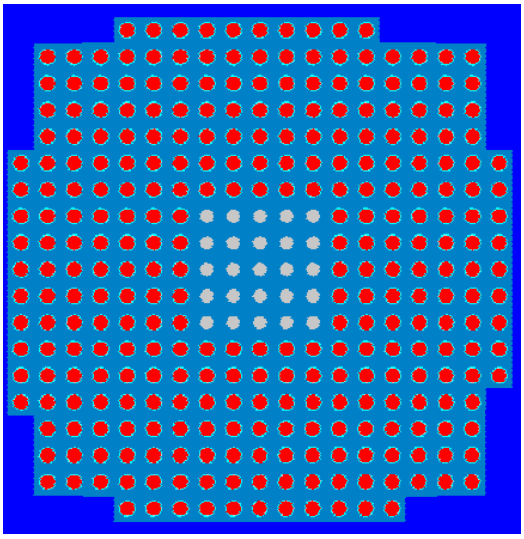
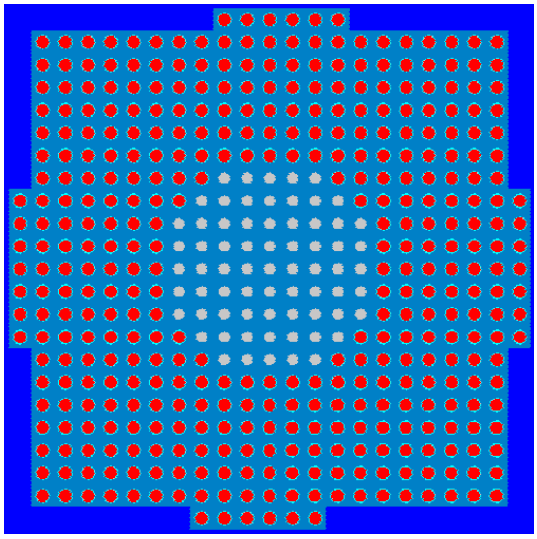


（左）鉄 25 本、棒状燃料 500 本、（右）鉄 69 本、棒状燃料 668 本

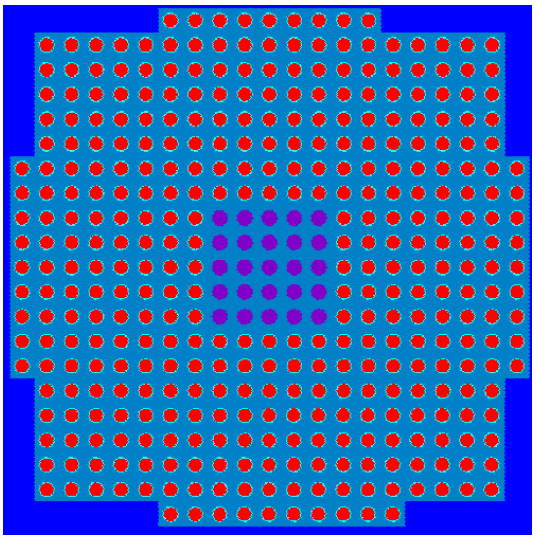
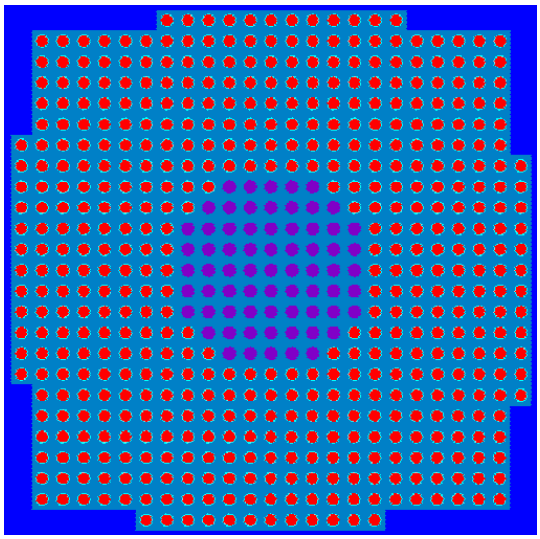


（左）コンクリート 32 本、鉄 37 本、棒状燃料 630 本、（右）コンクリート 68 本、鉄 69 本、棒状燃料 799 本

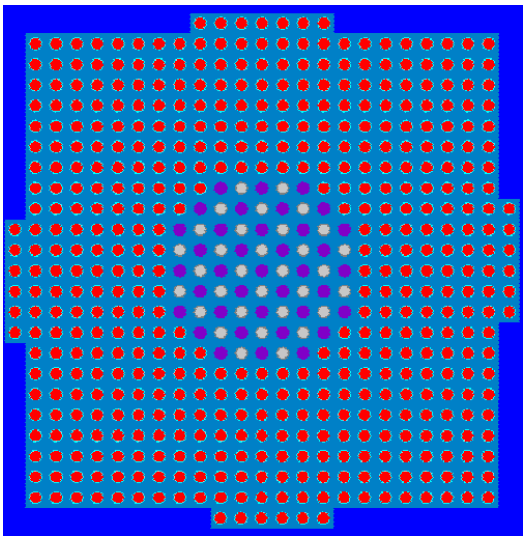
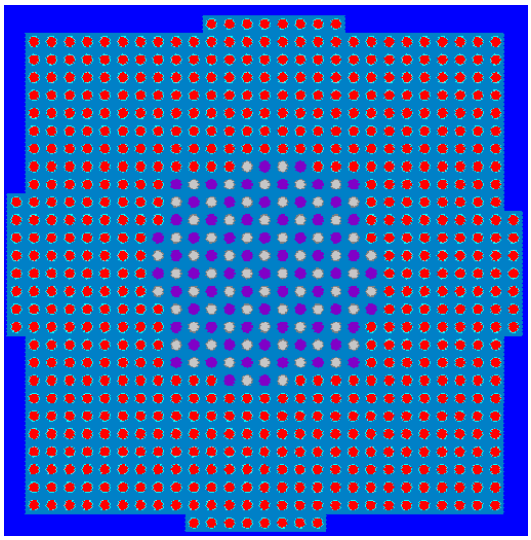
図参 3-29　デブリ構造材模擬体の配列パターン（図参 1-3 関連）
（格子間隔 1.50cm、水位 40cm、4 of 4 配列）

（左）コンクリート 25 本、棒状燃料 304 本、（右）コンクリート 69 本、棒状燃料 398 本

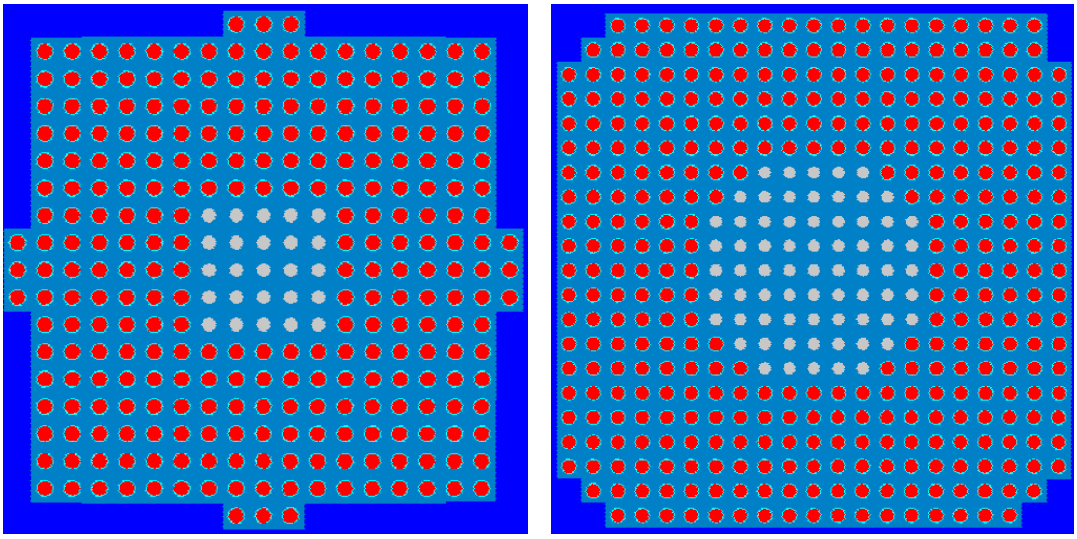



（左）鉄 25 本、棒状燃料 373 本、（右）鉄 69 本、棒状燃料 508 本

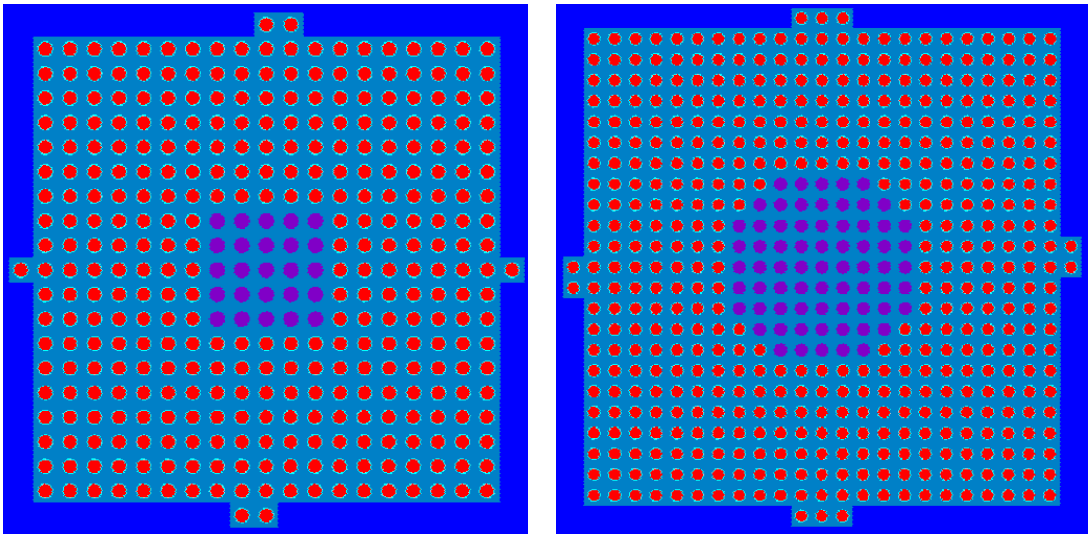



（左）コンクリート 32 本、鉄 37 本、棒状燃料 485 本、（右）コンクリート 68 本、鉄 69 本、棒状燃料 622 本

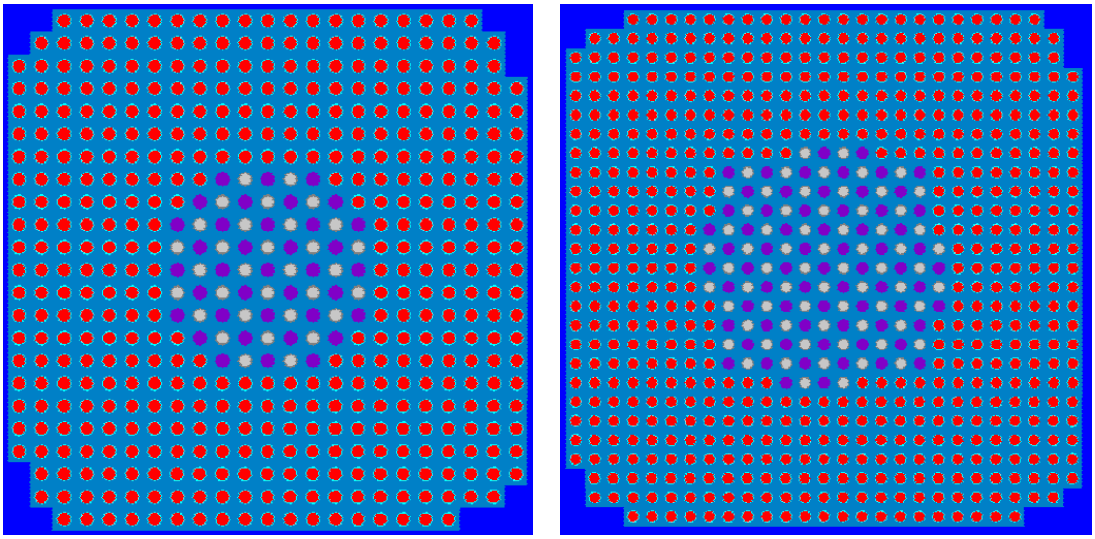
図参 3-30　デブリ構造材模擬体の配列パターン（図参 1-3 関連）
（格子間隔 1.50cm、水位 70cm、4 of 4 配列）



（左）コンクリート 25 本、棒状燃料 276 本、（右）コンクリート 69 本、棒状燃料 361 本

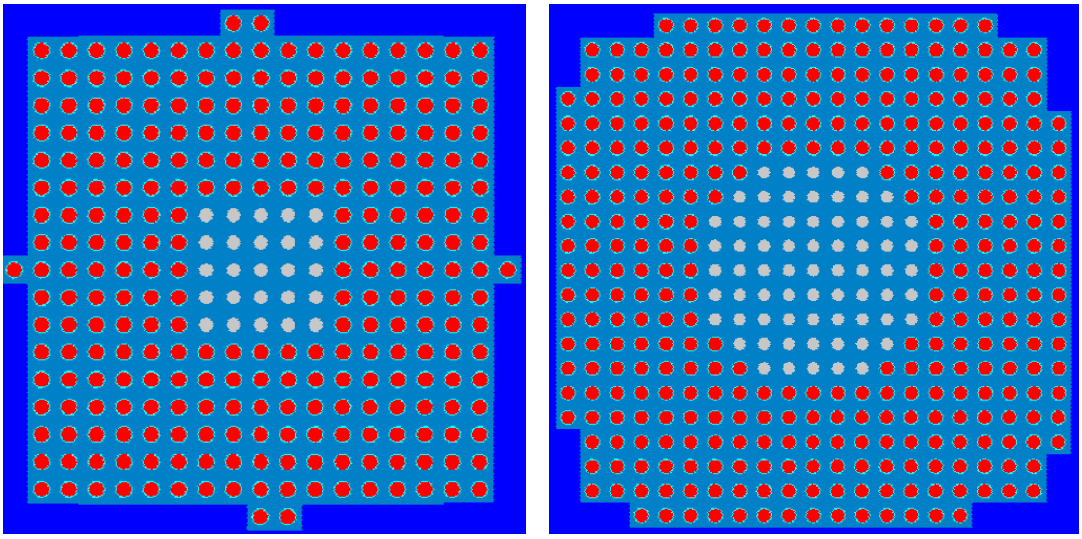


（左）鉄 25 本、棒状燃料 342 本、（右）鉄 69 本、棒状燃料 470 本

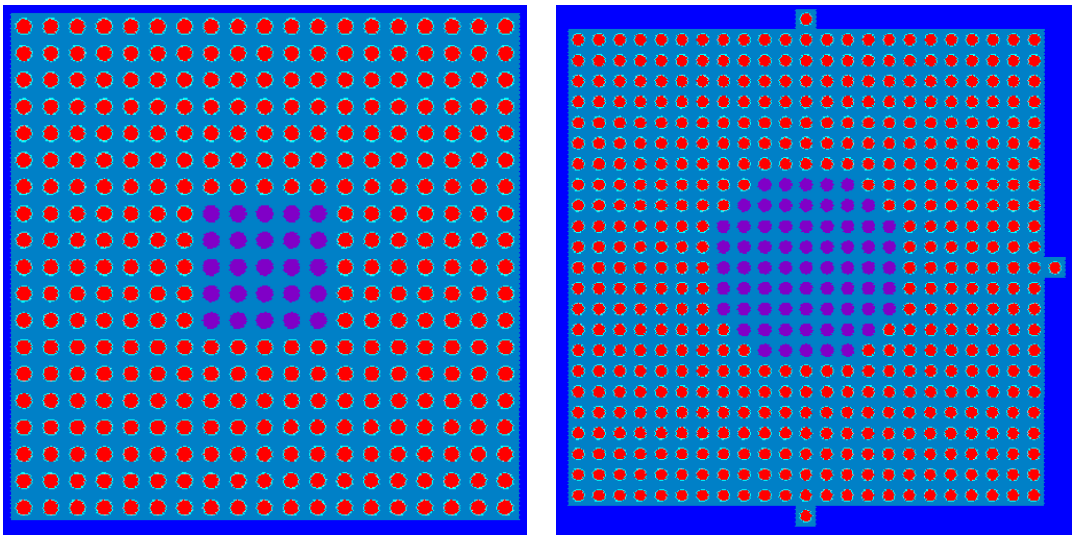


（左）コンクリート 32 本、鉄 37 本、棒状燃料 445 本、（右）コンクリート 68 本、鉄 69 本、棒状燃料 574 本

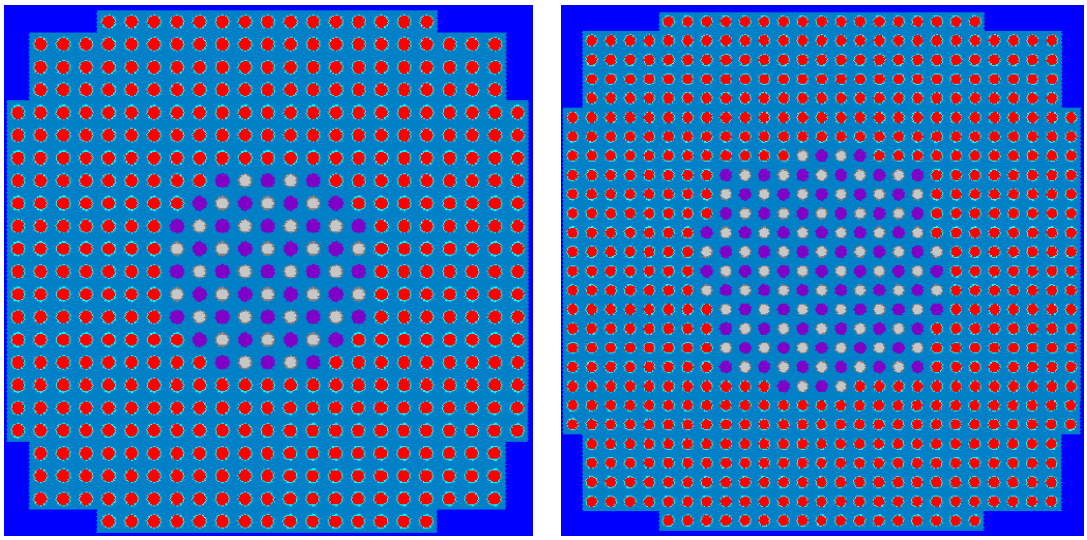
図参 3-31　デブリ構造材模擬体の配列パターン（図参 1-3 関連）
（格子間隔 1.50cm、水位 110cm、4 of 4 配列）



（左）コンクリート 25 本、棒状燃料 270 本、（右）コンクリート 69 本、棒状燃料 348 本

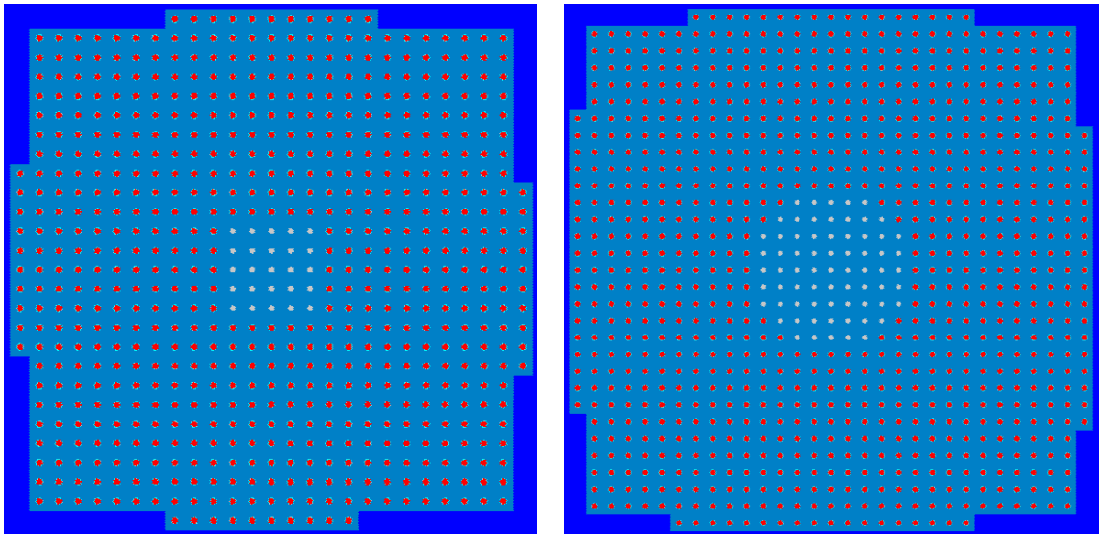


（左）鉄 25 本、棒状燃料 336 本、（右）鉄 69 本、棒状燃料 463 本

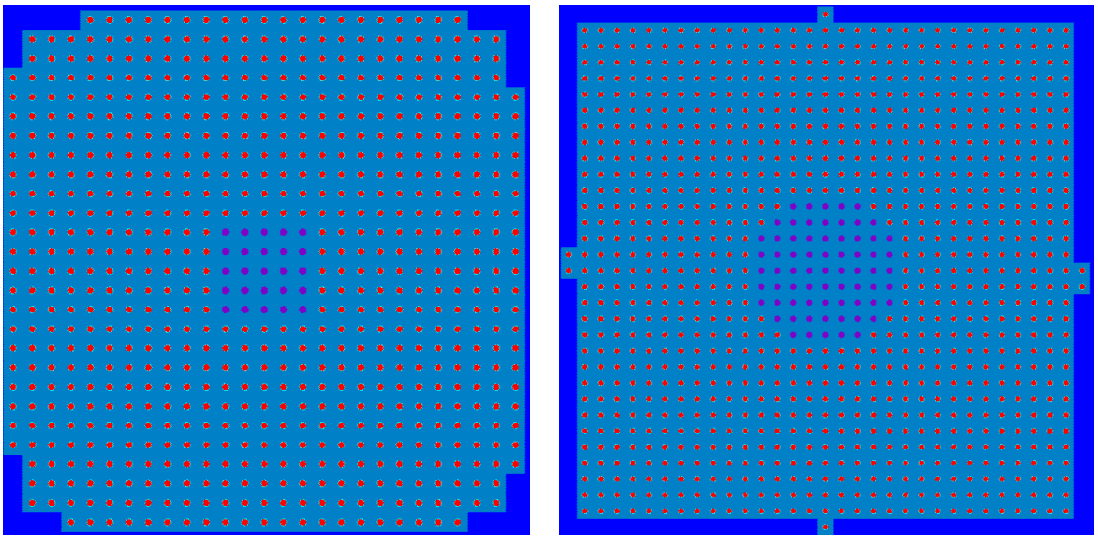


（左）コンクリート 32 本、鉄 37 本、棒状燃料 432 本、（右）コンクリート 68 本、鉄 69 本、棒状燃料 556 本

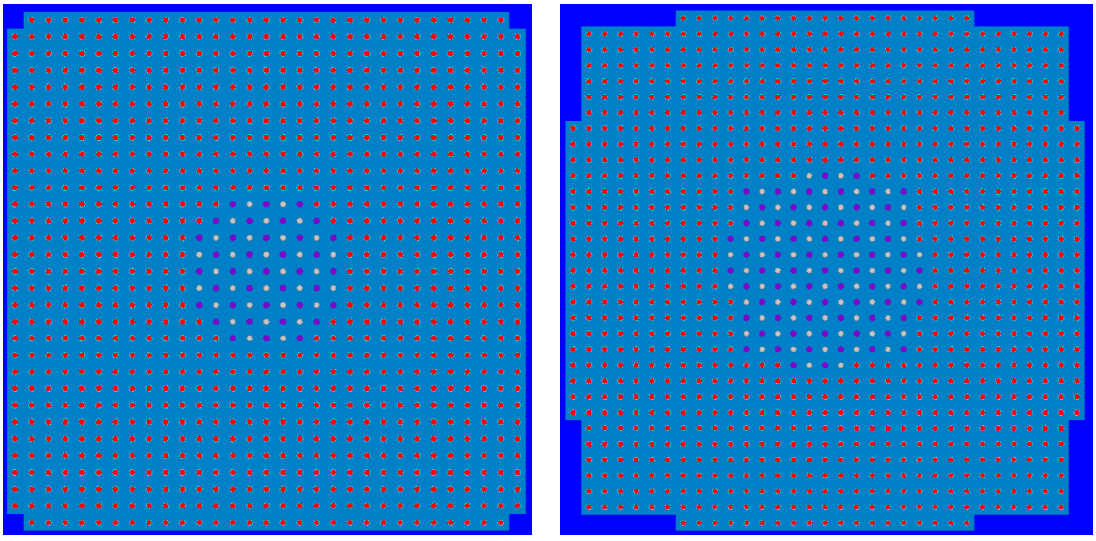
図参 3-32　デブリ構造材模擬体の配列パターン（図参 1-3 関連）
（格子間隔 1.50cm、水位 140cm、4 of 4 配列）



（左）コンクリート 25 本、棒状燃料 641 本、（右）コンクリート 69 本、棒状燃料 848 本



（左）鉄 25 本、棒状燃料 681 本、（右）鉄 69 本、棒状燃料 898 本

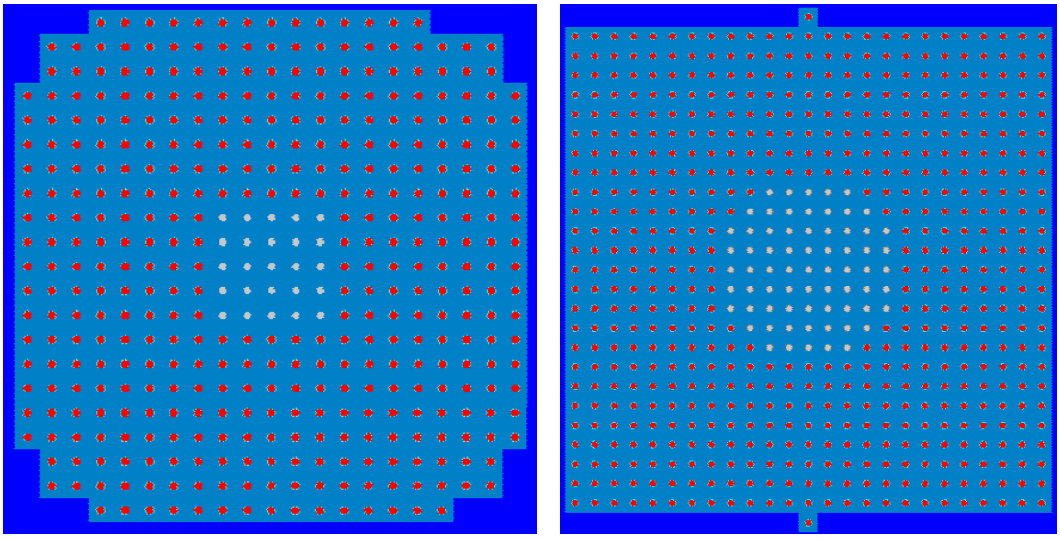


（左）コンクリート 32 本、鉄 37 本、棒状燃料 900 本（水位 46.7cm）、（右）コンクリート 68 本、鉄 69 本、棒状燃料 888 本

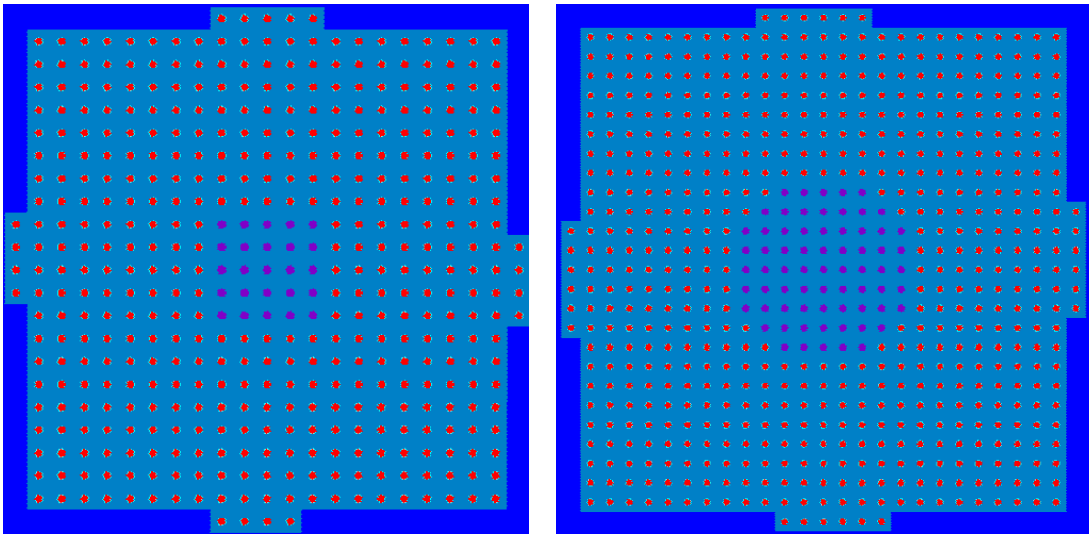
図参 3-33　デブリ構造材模擬体の配列パターン（図参 1-3 関連）

（格子間隔 2.54cm、水位 40cm、4 of 4 配列）

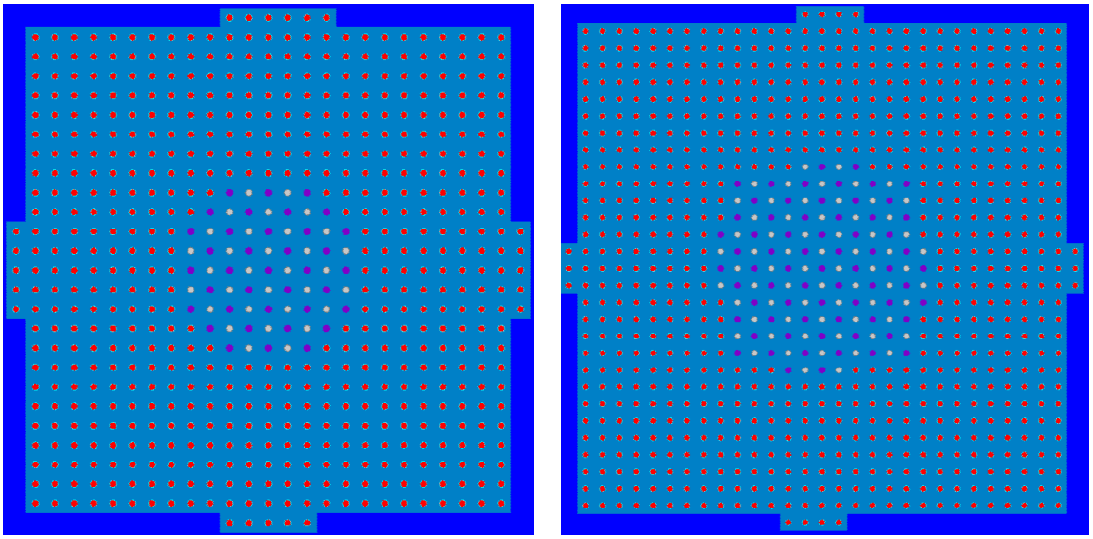
格子間隔 2.54cm において減速材燃料ペレット体積比が炉心構成範囲を超えるものは参考



（左）コンクリート 25 本、棒状燃料 395 本、（右）コンクリート 69 本、棒状燃料 558 本



（左）鉄 25 本、棒状燃料 433 本、（右）鉄 69 本、棒状燃料 580 本

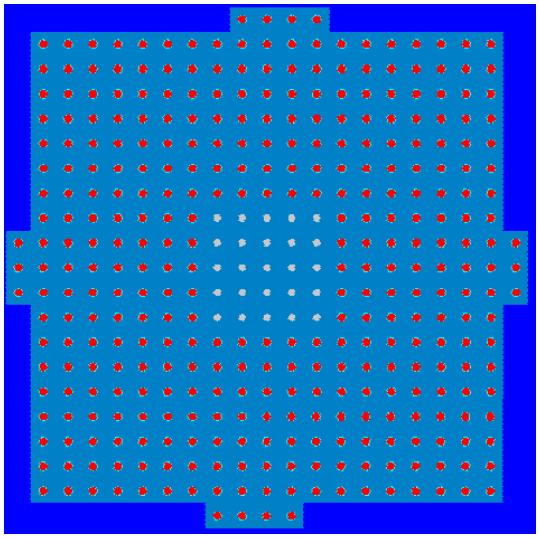
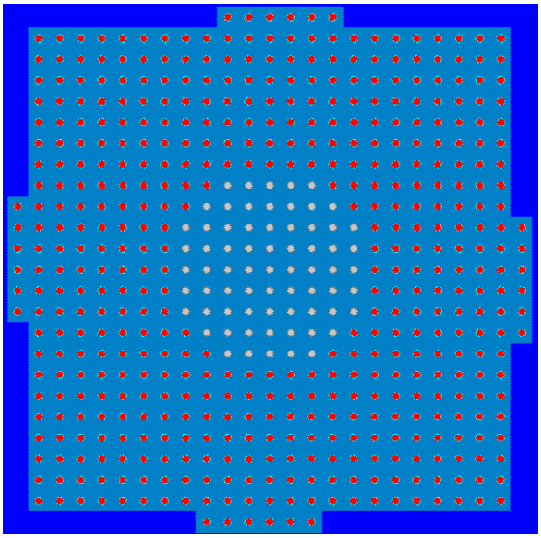


（左）コンクリート 32 本、鉄 37 本、棒状燃料 577 本、（右）コンクリート 68 本、鉄 69 本、棒状燃料 716 本

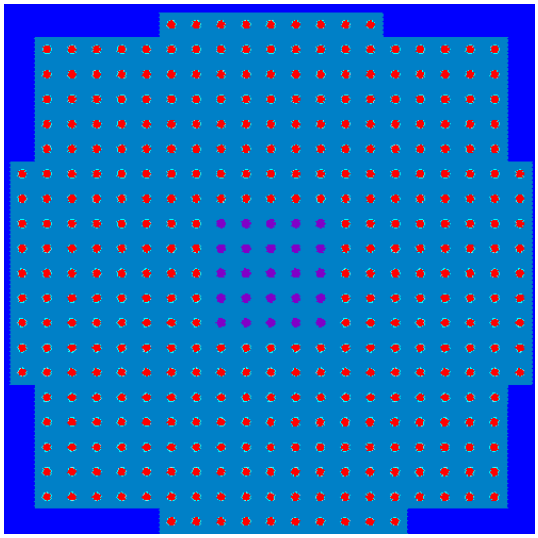
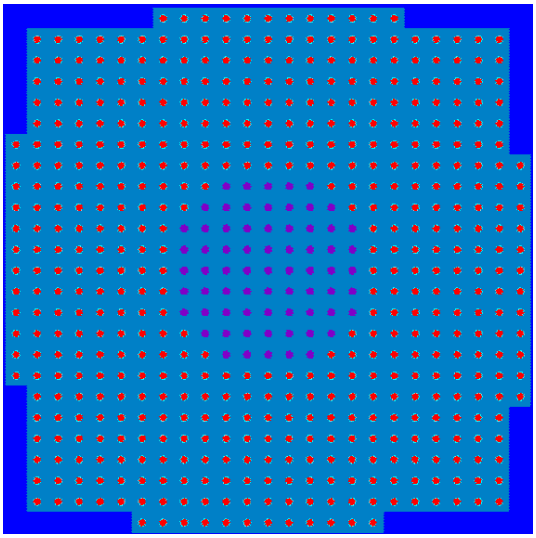
図参 3-34　デブリ構造材模擬体の配列パターン（図参 1-3 関連）

（格子間隔 2.54cm、水位 70cm、4 of 4 配列）

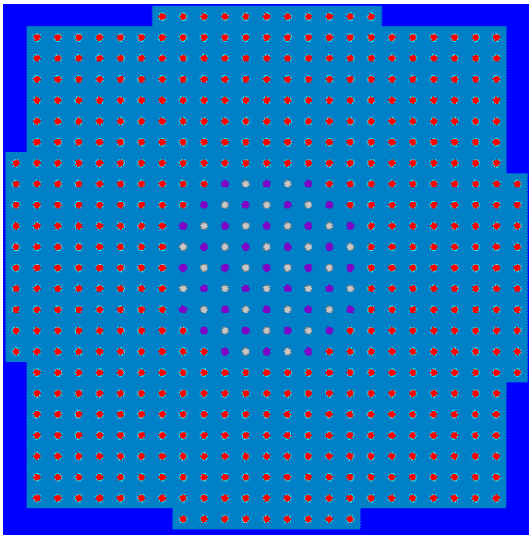
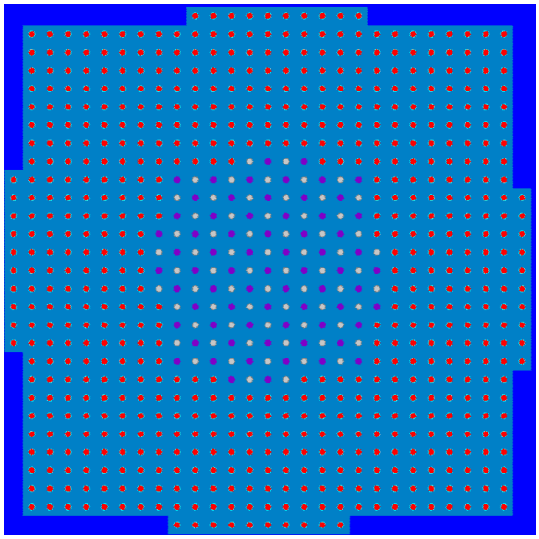
格子間隔 2.54cm において減速材燃料ペレット体積比が炉心構成範囲を超えるものは参考

（左）コンクリート 25 本、棒状燃料 350 本、（右）コンクリート 69 本、棒状燃料 484 本

（左）鉄 25 本、棒状燃料 373 本、（右）鉄 69 本、棒状燃料 508 本

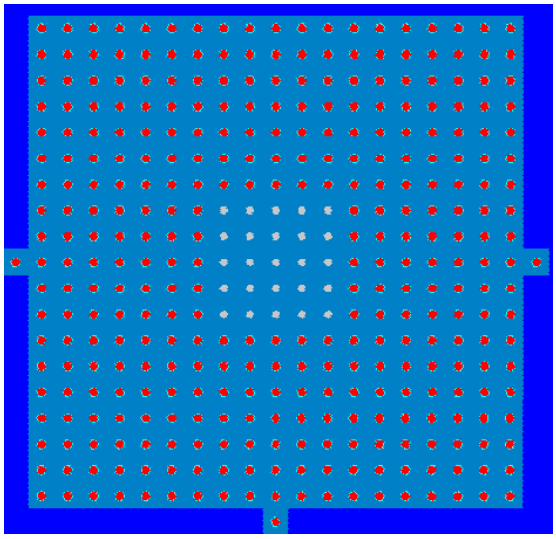
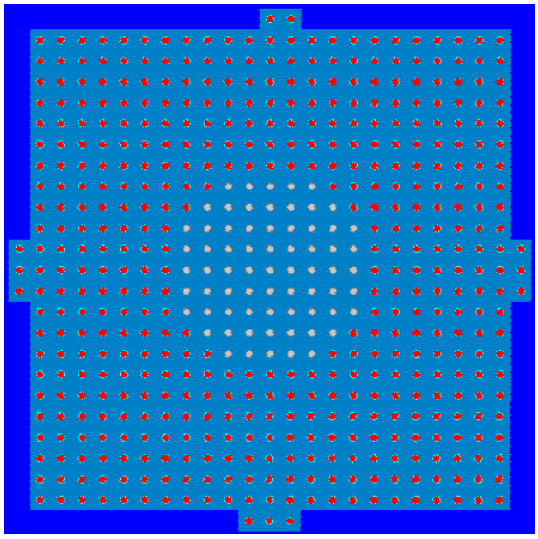



（左）コンクリート 32 本、鉄 37 本、棒状燃料 500 本、（右）コンクリート 68 本、鉄 69 本、棒状燃料 631 本

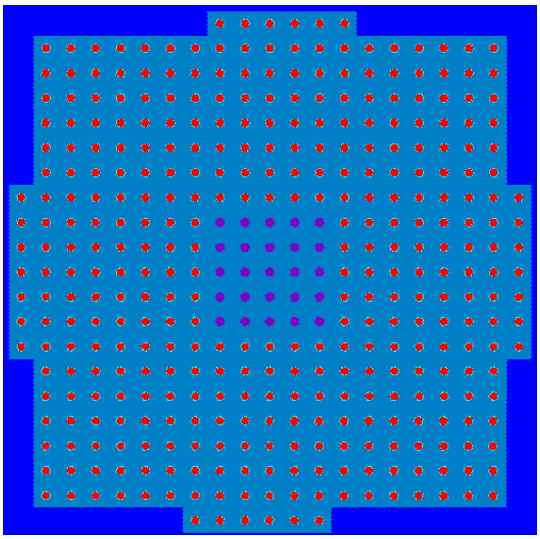
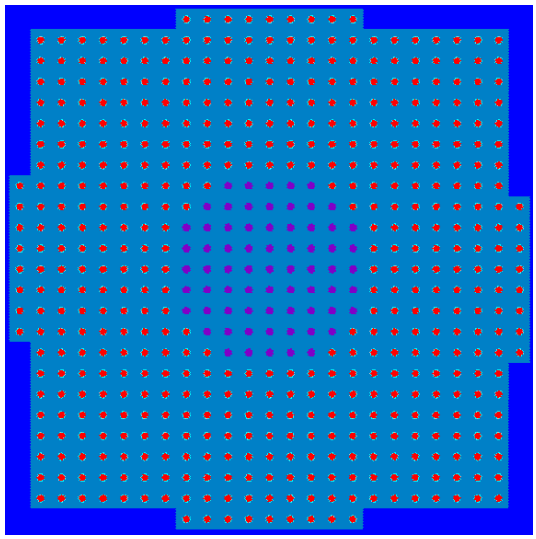
図参 3-35　デブリ構造材模擬体の配列パターン（図参 1-3 関連）

（格子間隔 2.54cm、水位 110cm、4 of 4 配列）

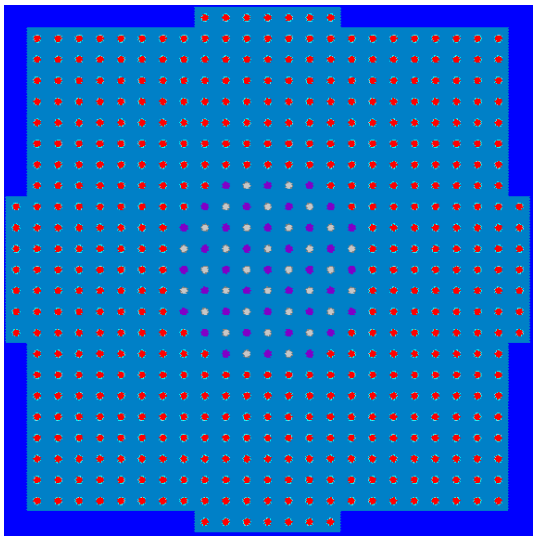
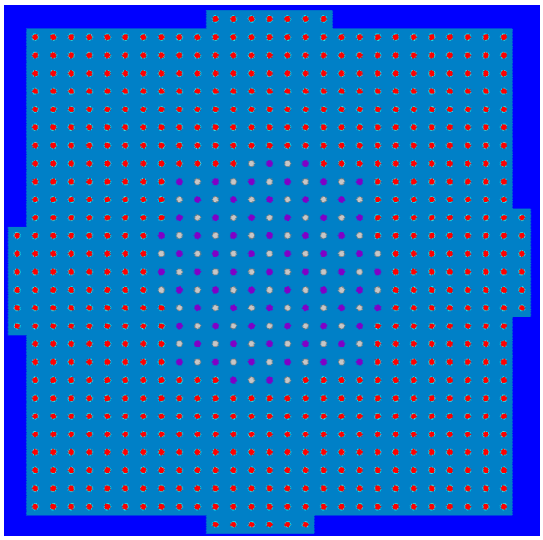
格子間隔 2.54cm において減速材燃料ペレット体積比が炉心構成範囲を超えるものは参考

（左）コンクリート 25 本、棒状燃料 339 本、（右）コンクリート 69 本、棒状燃料 471 本

（左）鉄 25 本、棒状燃料 362 本、（右）鉄 69 本、棒状燃料 492 本

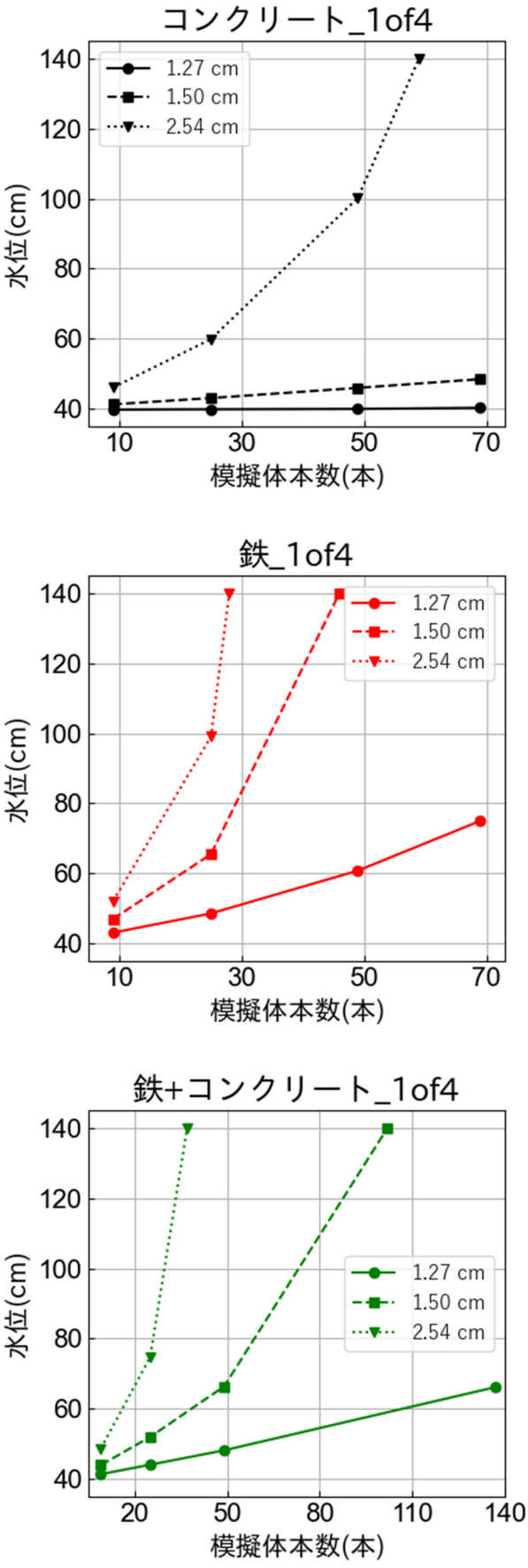



（左）コンクリート 32 本、鉄 37 本、棒状燃料 488 本、（右）コンクリート 68 本、鉄 69 本、棒状燃料 614 本

図参 3-36　デブリ構造材模擬体の配列パターン（図参 1-3 関連）

（格子間隔 2.54cm、水位 140cm、4 of 4 配列）

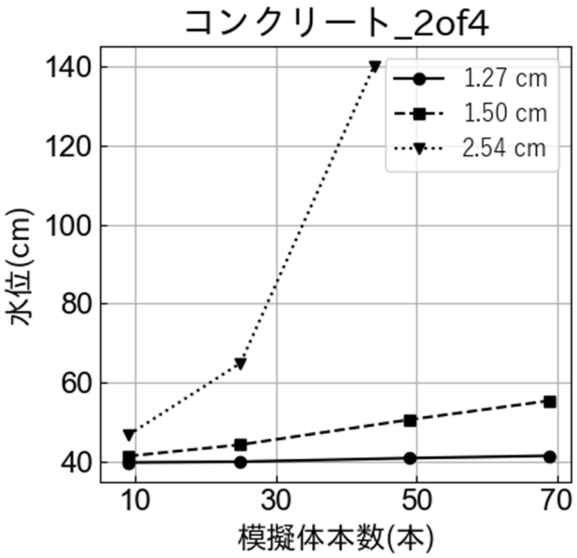
格子間隔 2.54cm において減速材燃料ペレット体積比が炉心構成範囲を超えるものは参考

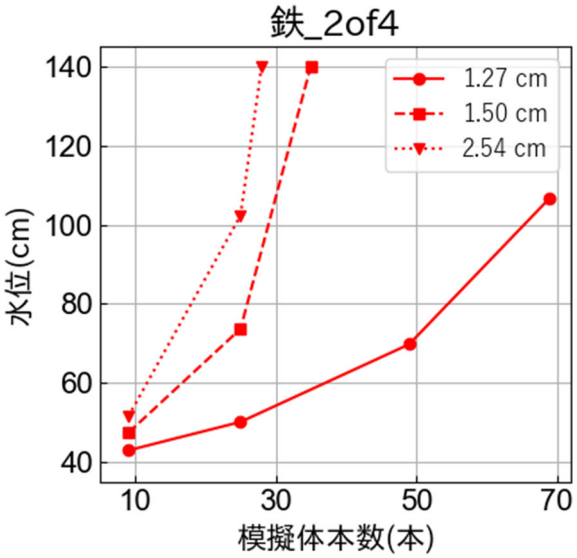


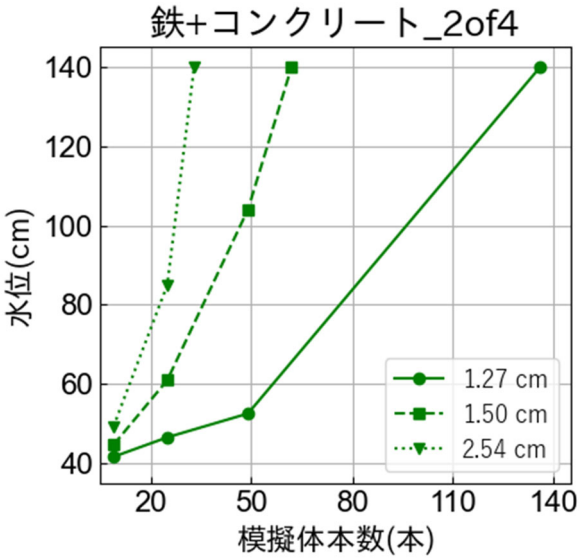
図参 4-1　炉心形状固定の解析の臨界サーベイの結果（1 of 4 配列）

（配列パターンは図参 5 参照）

格子間隔 2.54cm において減速材燃料ペレット体積比が炉心構成範囲を超えるものは参考値



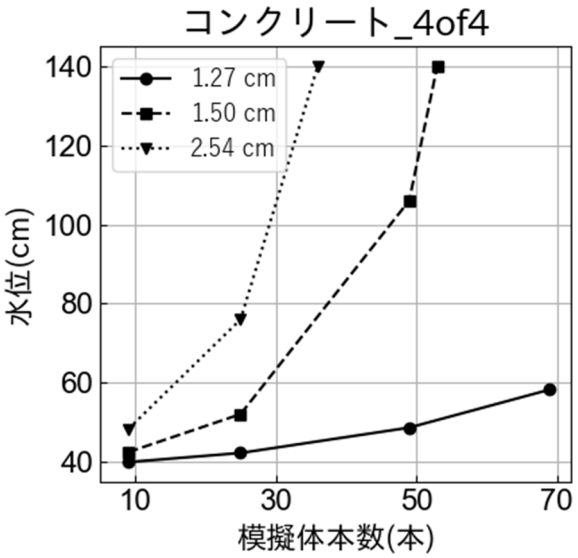


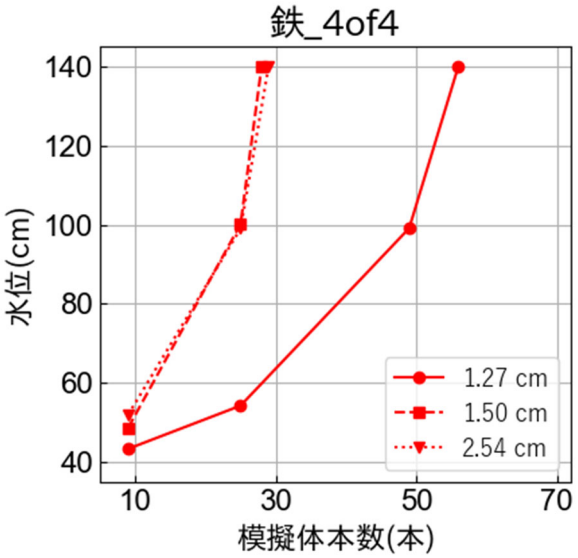


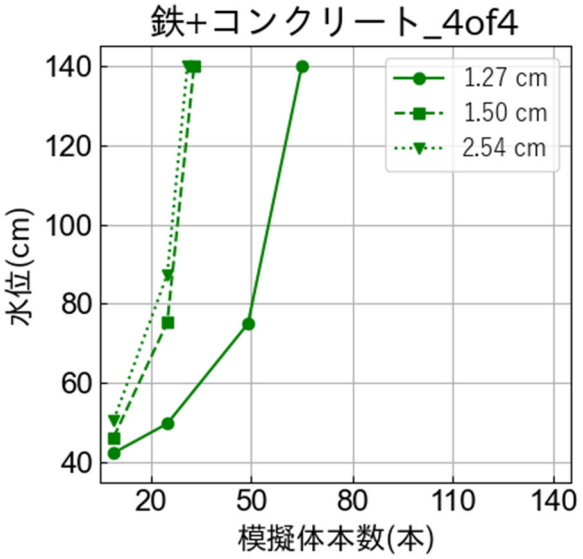
図参 4-2　炉心形状固定の解析の臨界サーベイの結果（2 of 4 配列）

（配列パターンは図参 5 参照）

格子間隔 2.54cm において減速材燃料ペレット体積比が炉心構成範囲を超えるものは参考値



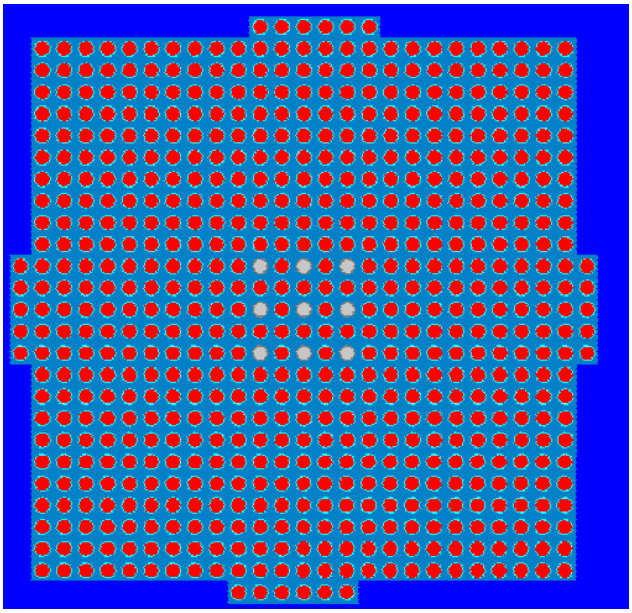


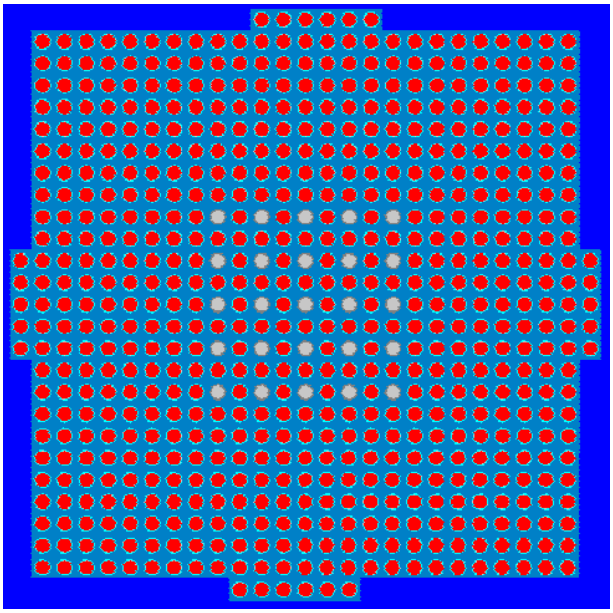


図参 4-3　炉心形状固定の解析の臨界サーベイの結果（4 of 4 配列）

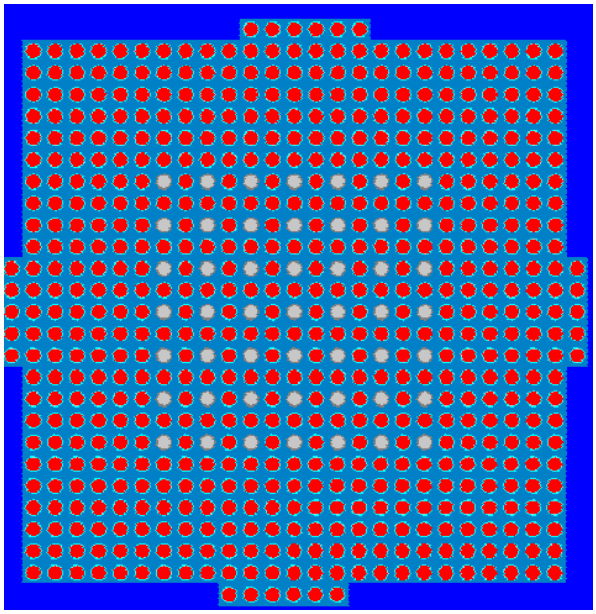
（配列パターンは図参 5 参照）

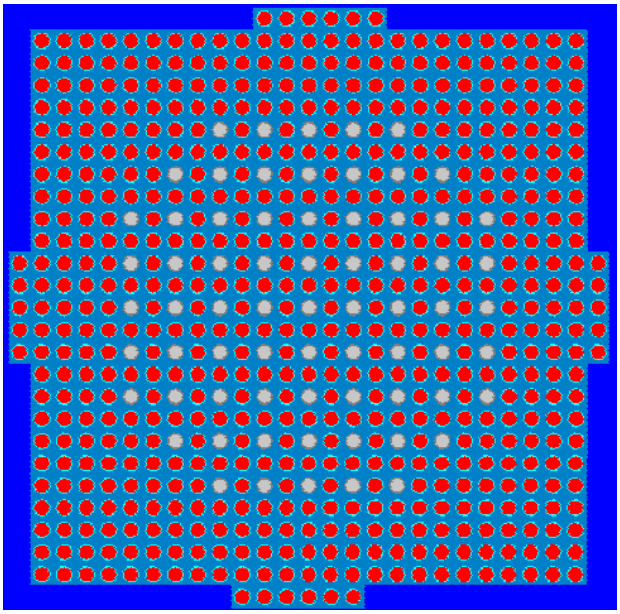
格子間隔 2.54cm において減速材燃料ペレット体積比が炉心構成範囲を超えるものは参考値





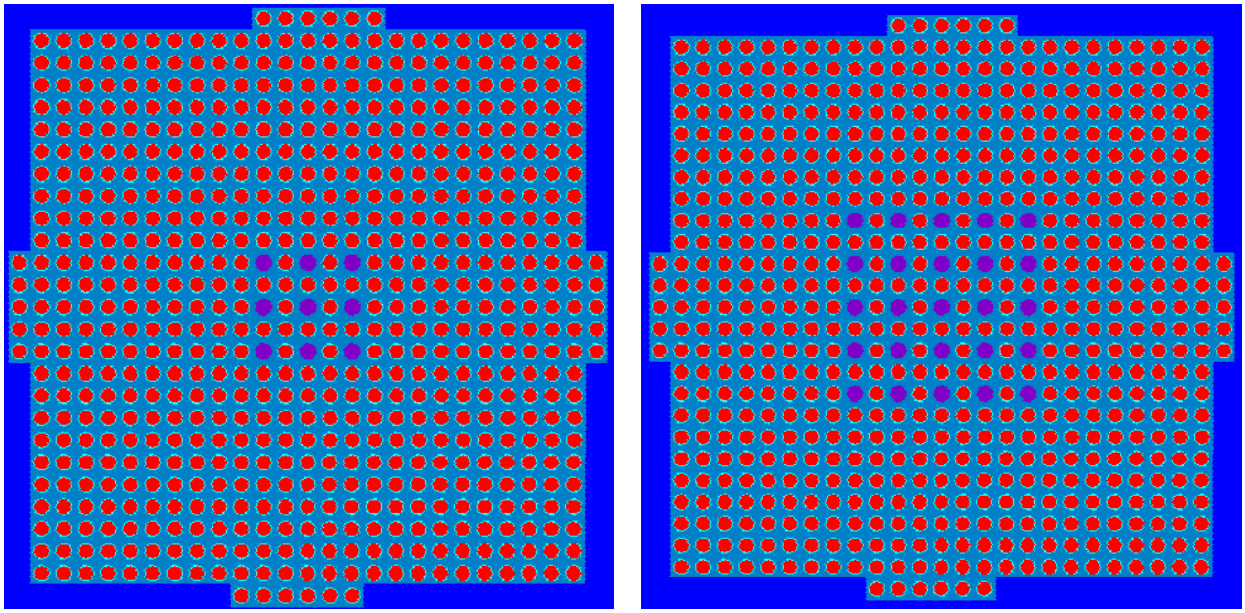
（左）コンクリート 9 本、棒状燃料 638 本、（右）コンクリート 25 本、棒状燃料 622 本



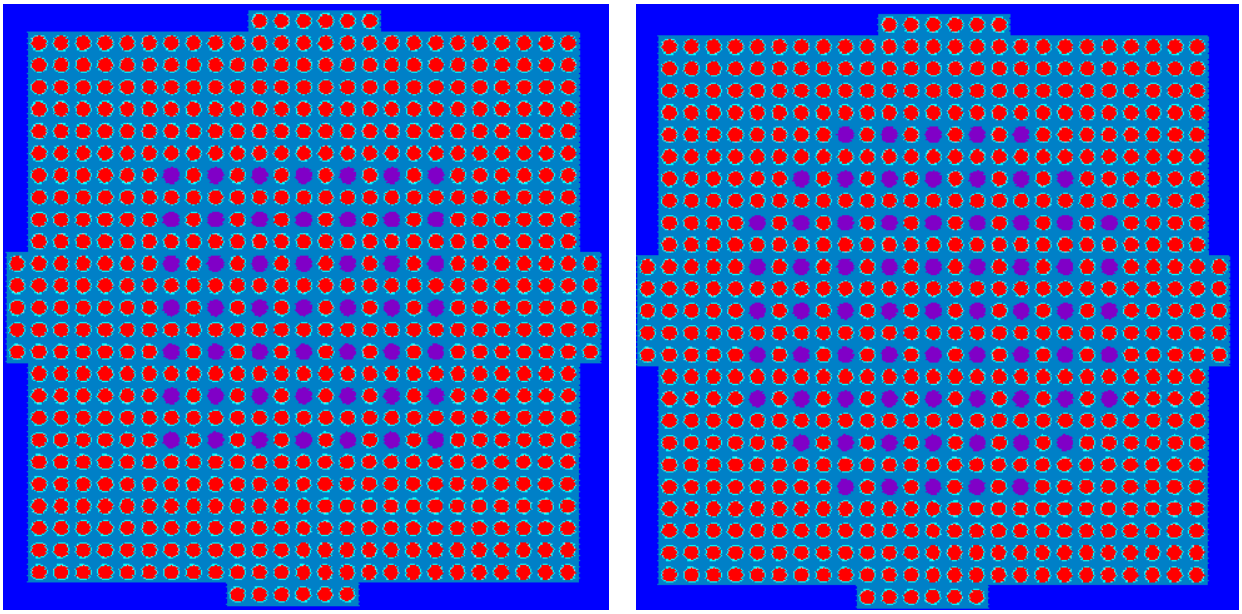


（左）コンクリート 49 本、棒状燃料 598 本、（右）コンクリート 69 本、棒状燃料 578 本

図参 5-1　デブリ構造材模擬体（コンクリート）配列パターン（格子間隔 1.27cm、1 of 4 配列）
（図参 4-1 関連）

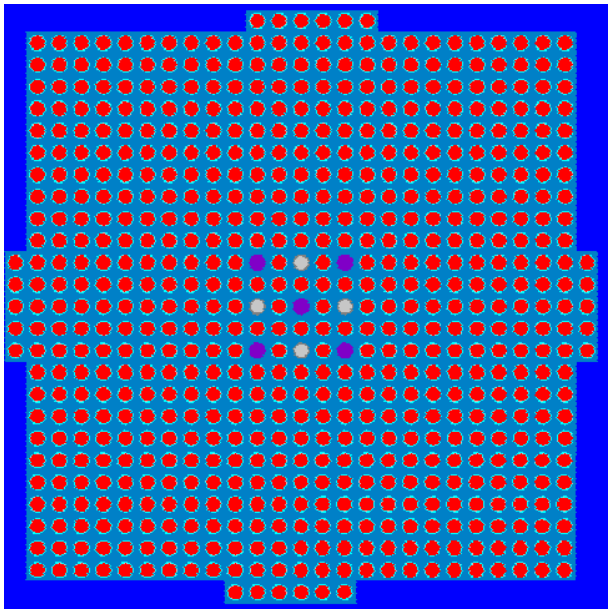


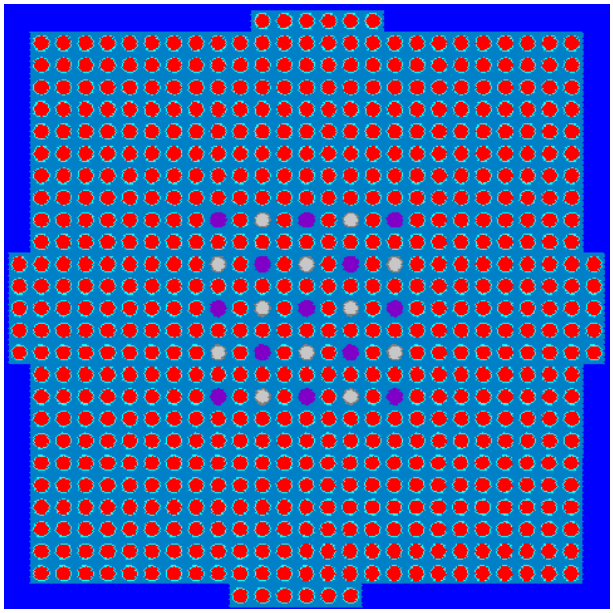
（左）鉄 9 本、棒状燃料 638 本、（右）鉄 25 本、棒状燃料 622 本



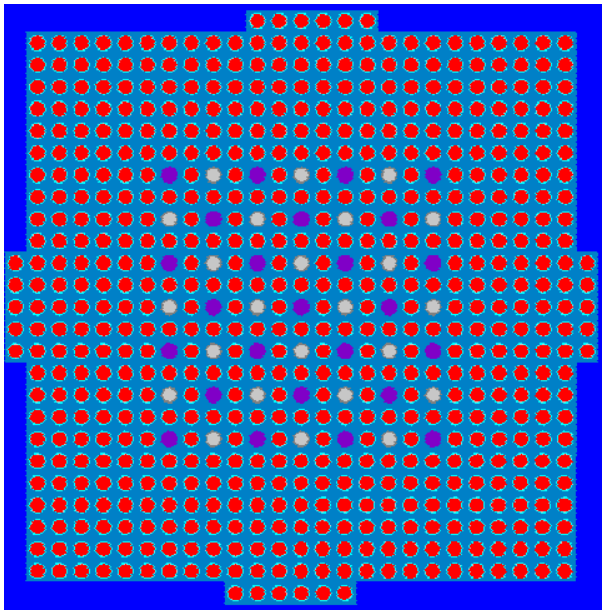
（左）鉄 49 本、棒状燃料 598 本、（右）鉄 69 本、棒状燃料 578 本

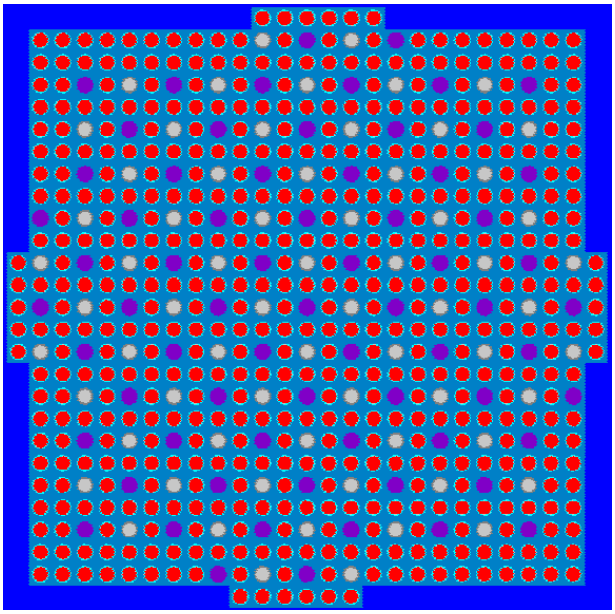
図参 5-2　デブリ構造材模擬体（鉄）配列パターン（格子間隔 1.27cm、1 of 4 配列）
（図参 4-1 関連）





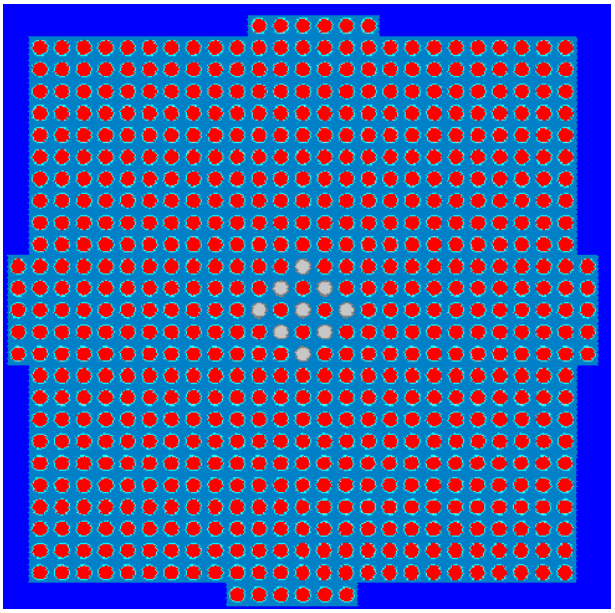
（左）コンクリート 4 本、鉄 5 本、棒状燃料 638 本、（右）コンクリート 12 本、鉄 13 本、棒状燃料 622 本



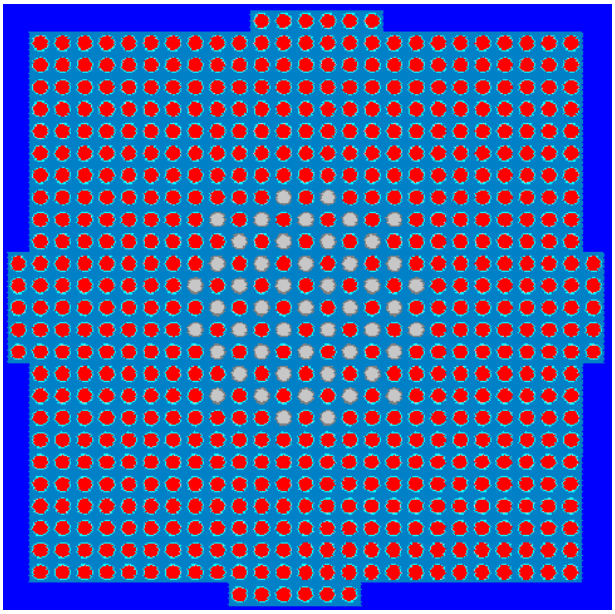


（左）コンクリート 24 本、鉄 25 本、棒状燃料 598 本、（右）コンクリート 68 本、鉄 69 本、棒状燃料 510 本

図参 5-3　デブリ構造材模擬体（コンクリート＋鉄）配列パターン（格子間隔 1.27cm、1 of 4 配列）
（図参 4-1 関連）

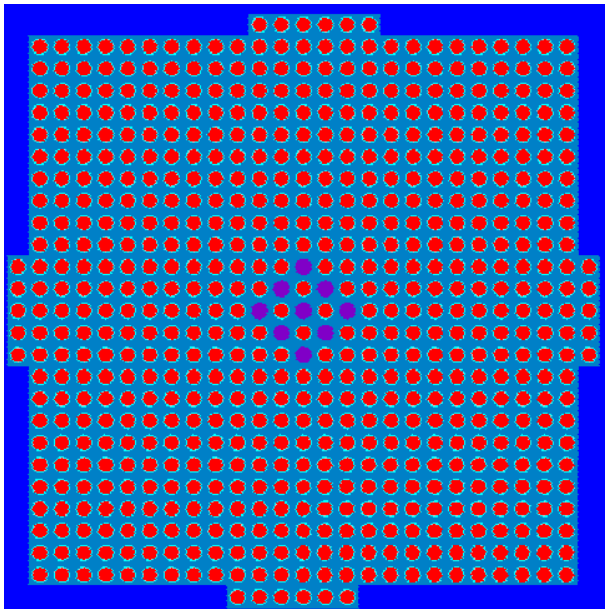


（左）コンクリート 9 本、棒状燃料 638 本、（右）コンクリート 25 本、棒状燃料 622 本

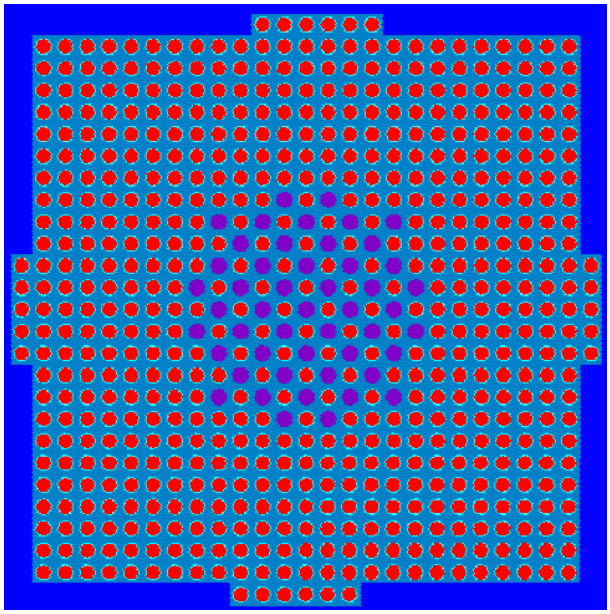


（左）コンクリート 49 本、棒状燃料 598 本、（右）コンクリート 69 本、棒状燃料 578 本

図参 5-4　デブリ構造材模擬体（コンクリート）配列パターン（格子間隔 1.27cm、2 of 4 配列）
（図参 4-2 関連）

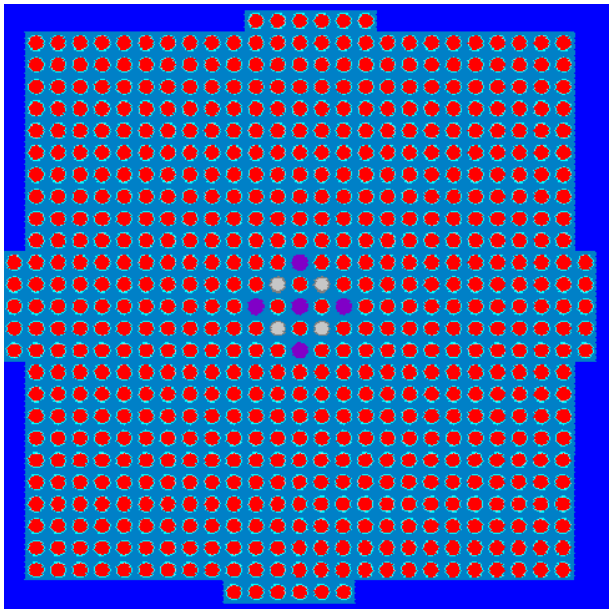
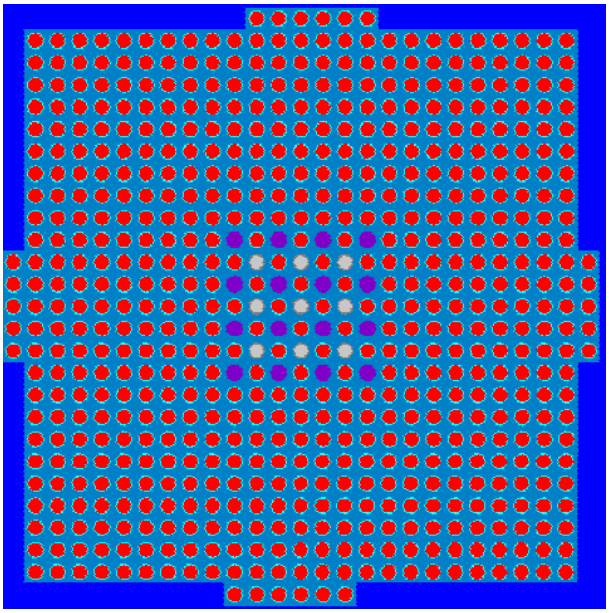


（左）鉄 9 本、棒状燃料 638 本、（右）鉄 25 本、棒状燃料 622 本

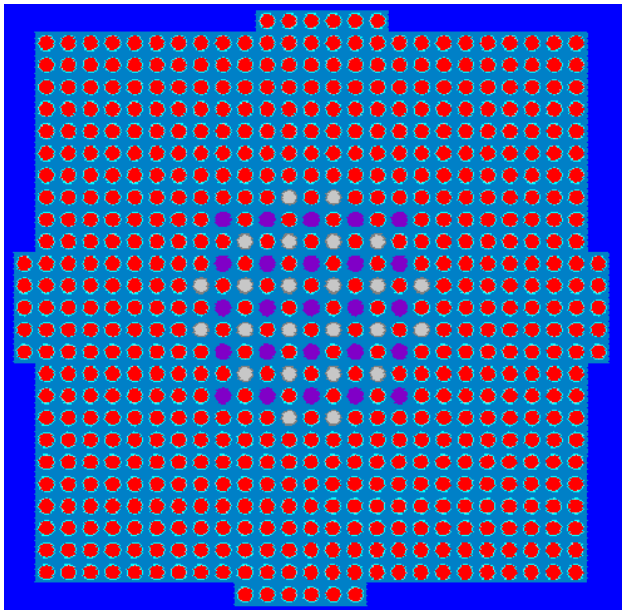
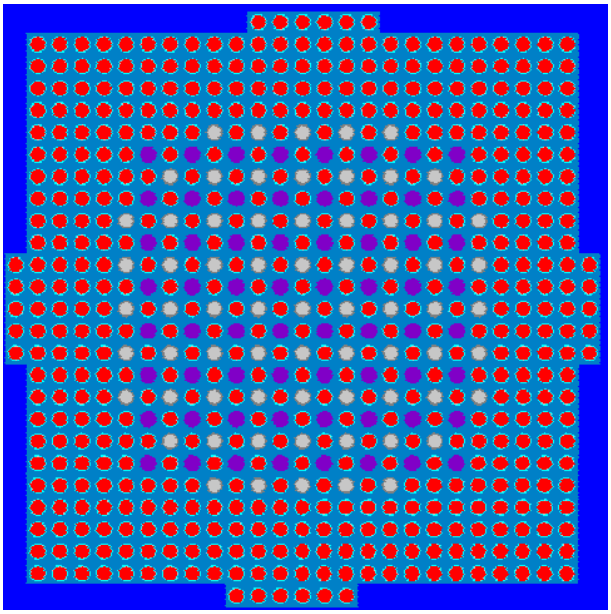


（左）鉄 49 本、棒状燃料 598 本、（右）鉄 69 本、棒状燃料 578 本

図参 5-5　デブリ構造材模擬体（鉄）配列パターン（格子間隔 1.27cm、2 of 4 配列）
（図参 4-2 関連）

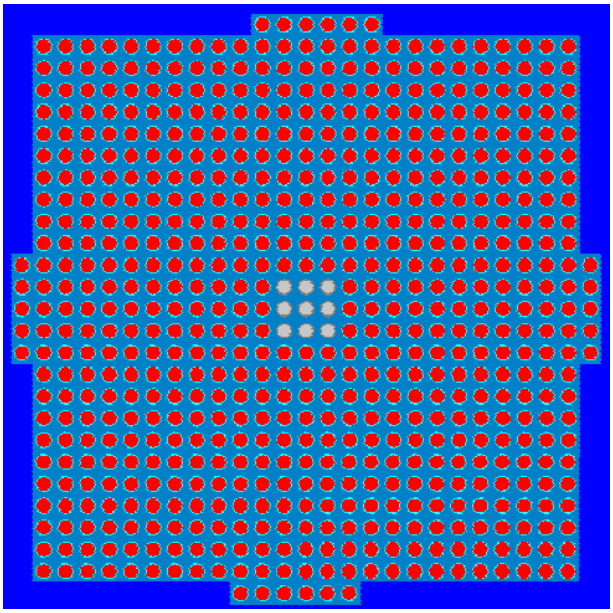



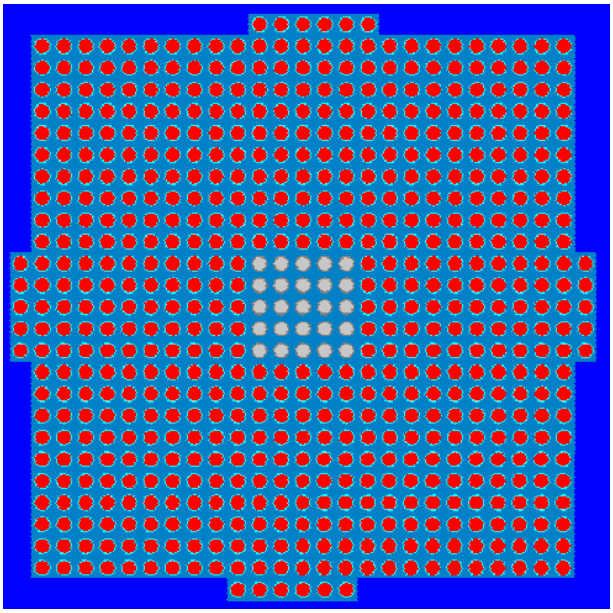
（左）コンクリート 4 本、鉄 5 本、棒状燃料 638 本、（右）コンクリート 9 本、鉄 16 本、棒状燃料 622 本

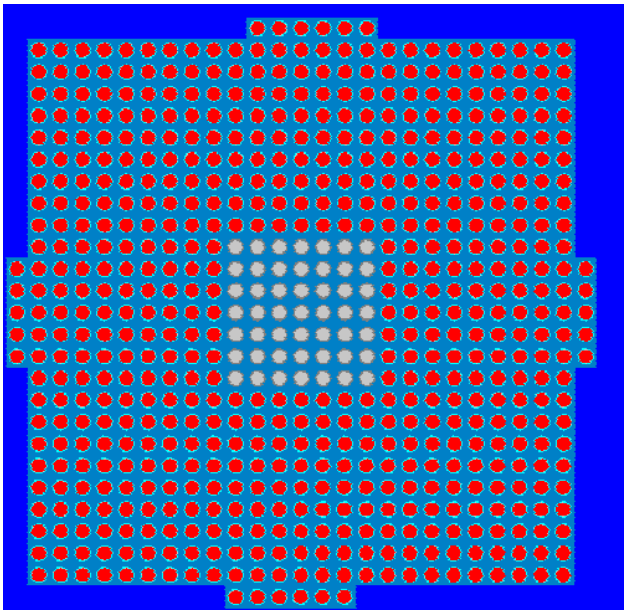
（左）コンクリート 24 本、鉄 25 本、棒状燃料 598 本、（右）コンクリート 68 本、鉄 68 本、棒状燃料 511 本

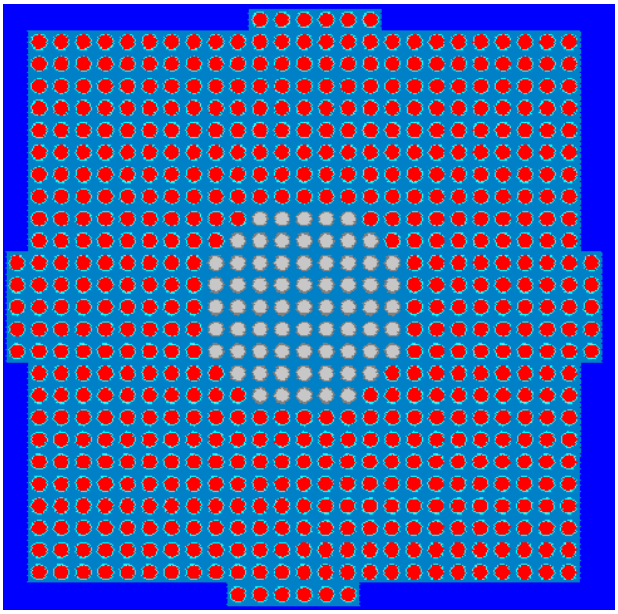
図参 5-6　デブリ構造材模擬体（コンクリート＋鉄）配列パターン（格子間隔 1.27cm、2 of 4 配列）
（図参 4-2 関連）





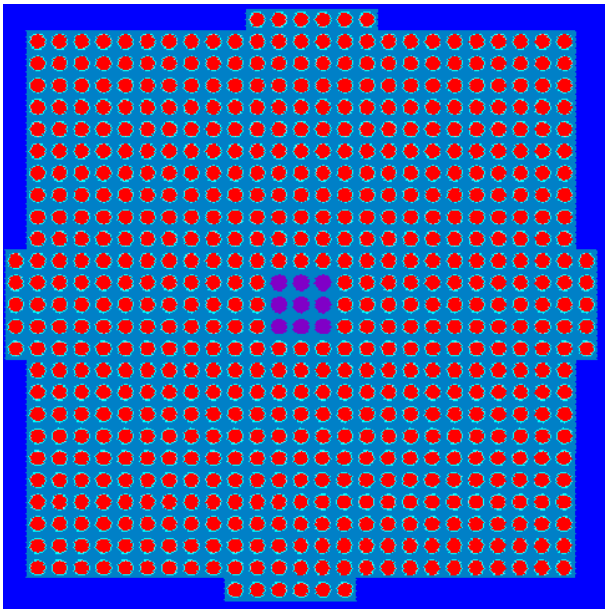
（左）コンクリート 9 本、棒状燃料 638 本、（右）コンクリート 25 本、棒状燃料 622 本



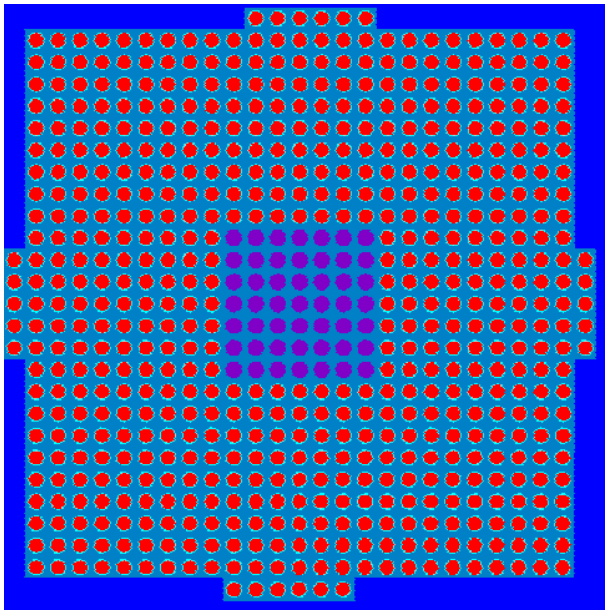


（左）コンクリート 49 本、棒状燃料 598 本、（右）コンクリート 69 本、棒状燃料 578 本

図参 5-7　デブリ構造材模擬体（コンクリート）配列パターン（格子間隔 1.27cm、4 of 4 配列）
（図参 4-3 関連）

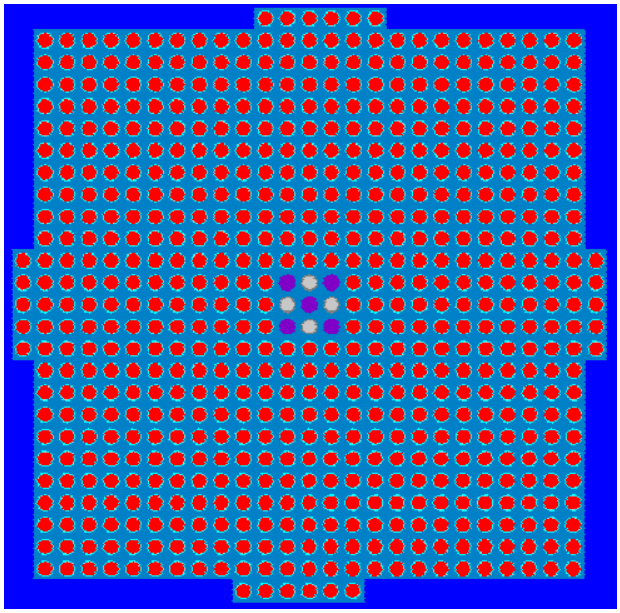


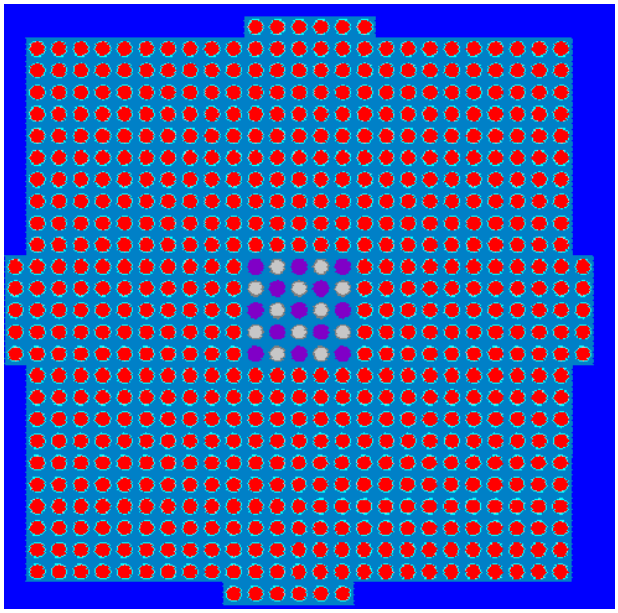
（左）鉄 9 本、棒状燃料 638 本、（右）鉄 25 本、棒状燃料 622 本



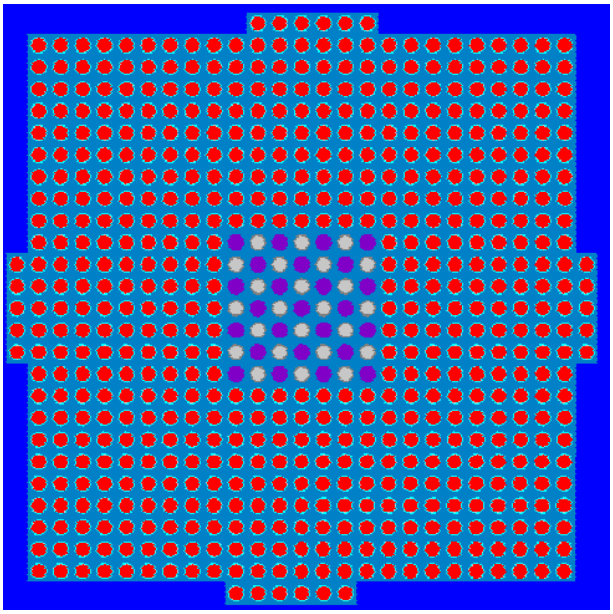
（左）鉄 49 本、棒状燃料 598 本、（右）鉄 56 本、棒状燃料 591 本

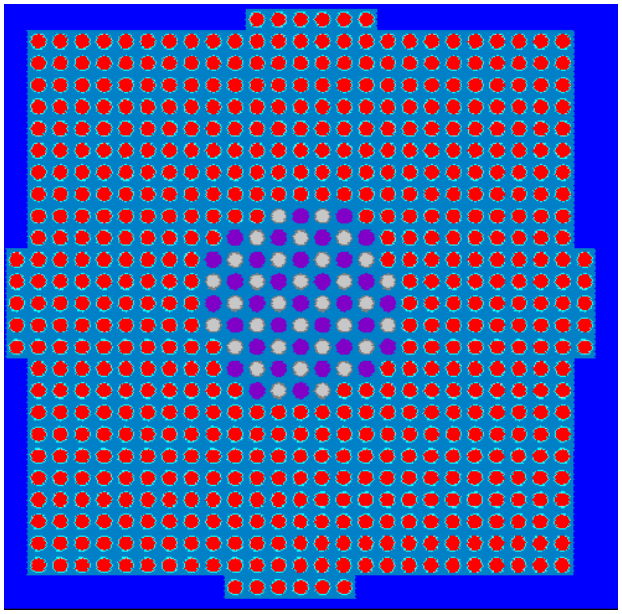
図参 5-8　デブリ構造材模擬体（鉄）配列パターン（格子間隔 1.27cm、4 of 4 配列）
（図参 4-3 関連）





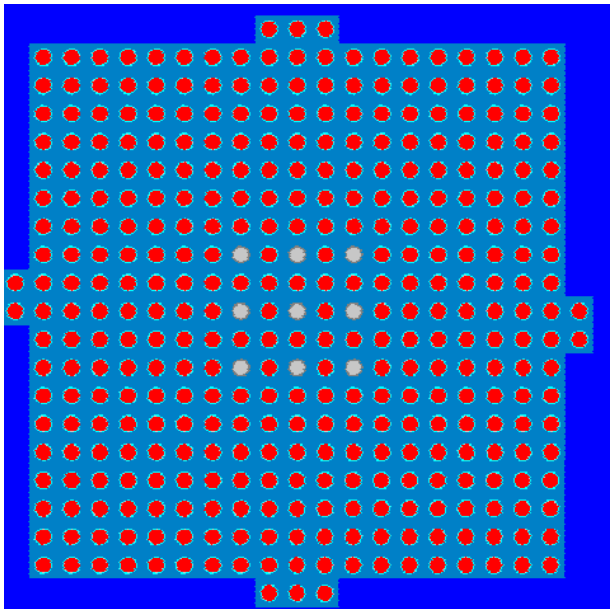
（左）コンクリート 4 本、鉄 5 本、棒状燃料 638 本、（右）コンクリート 12 本、鉄 13 本、棒状燃料 622 本

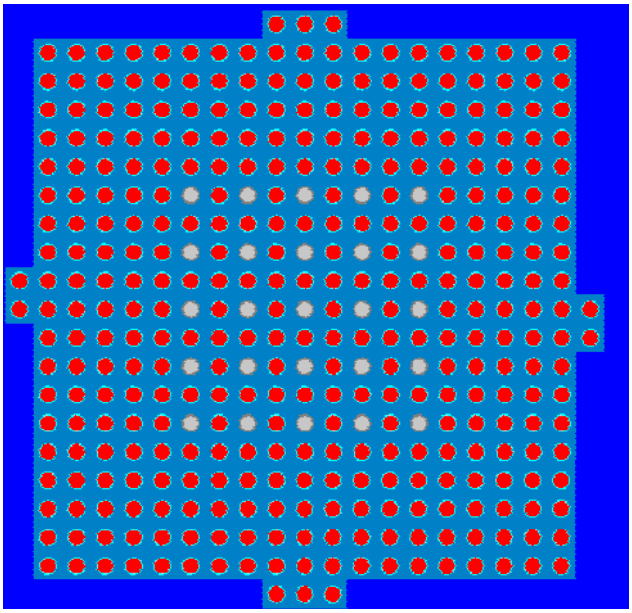




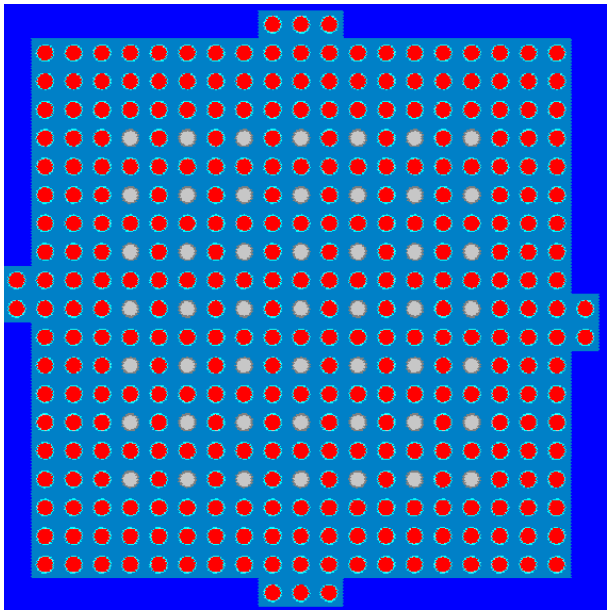
（左）コンクリート 24 本、鉄 25 本、棒状燃料 598 本、（右）コンクリート 32 本、鉄 33 本、棒状燃料 582 本

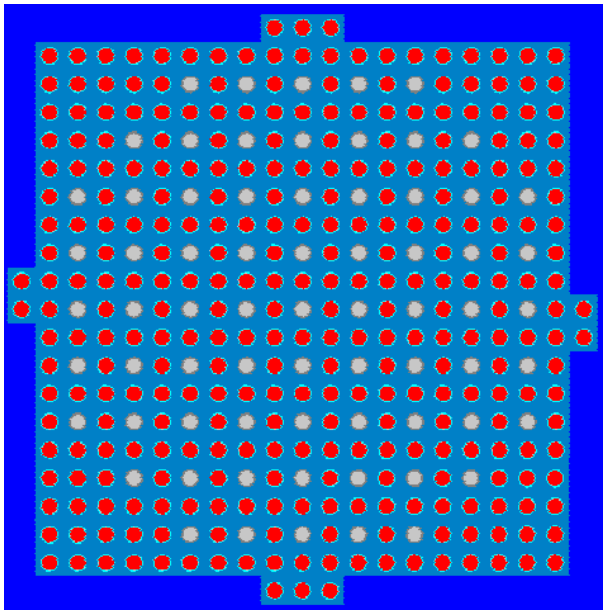
図参 5-9　デブリ構造材模擬体（コンクリート＋鉄）配列パターン（格子間隔 1.27cm、4 of 4 配列）
（図参 4-3 関連）





（左）コンクリート 9 本、棒状燃料 362 本、（右）コンクリート 25 本、棒状燃料 346 本

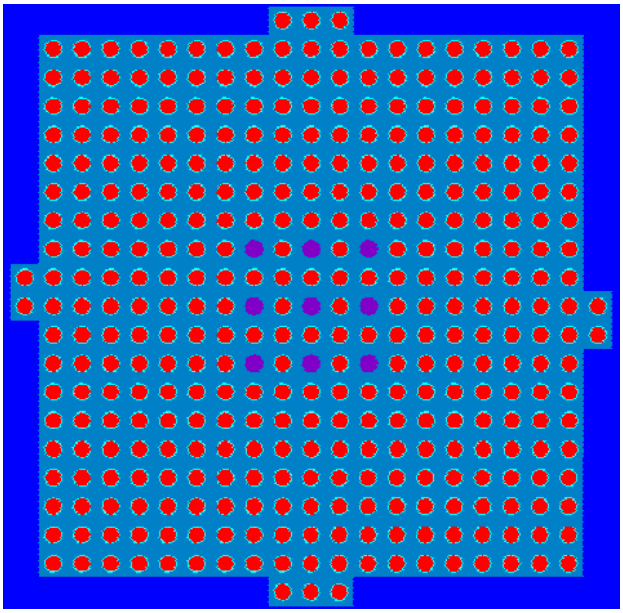
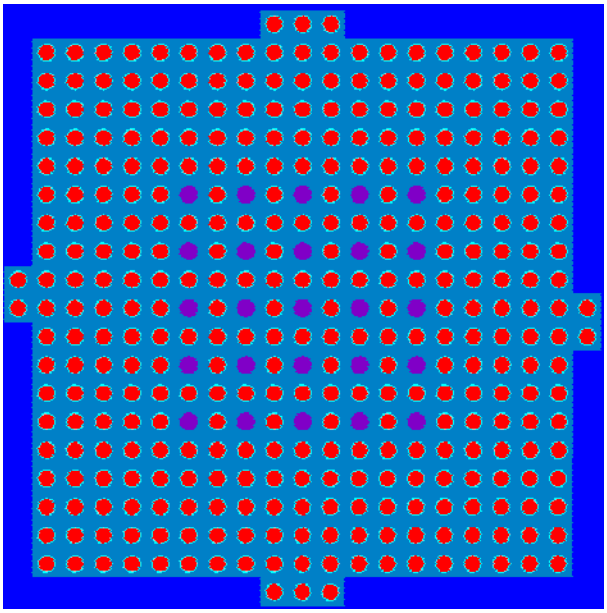




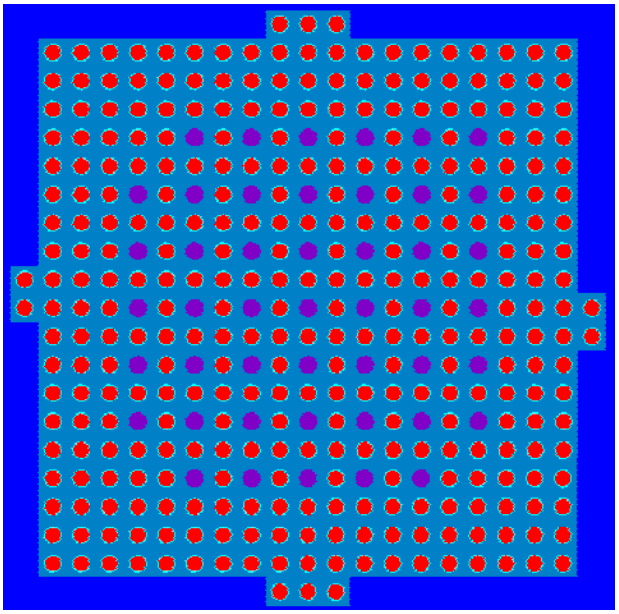
（左）コンクリート 49 本、棒状燃料 322 本、（右）コンクリート 69 本、棒状燃料 302 本

図参 5-10　デブリ構造材模擬体（コンクリート）配列パターン（格子間隔 1.50cm、1 of 4 配列）
（図参 4-1 関連）

302

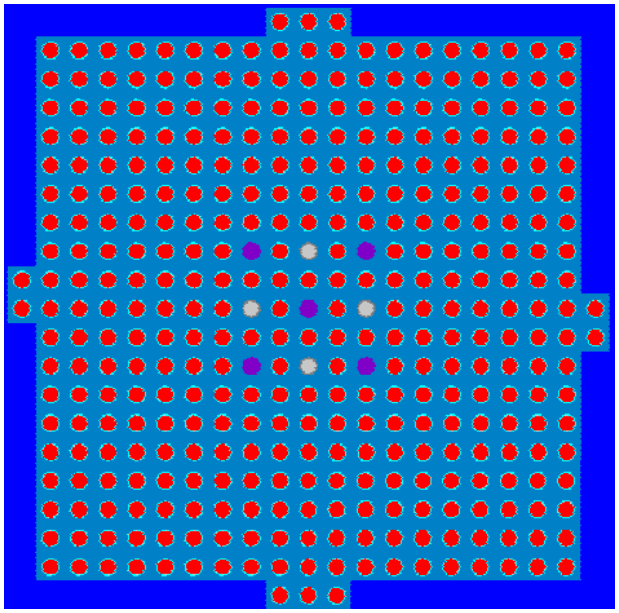
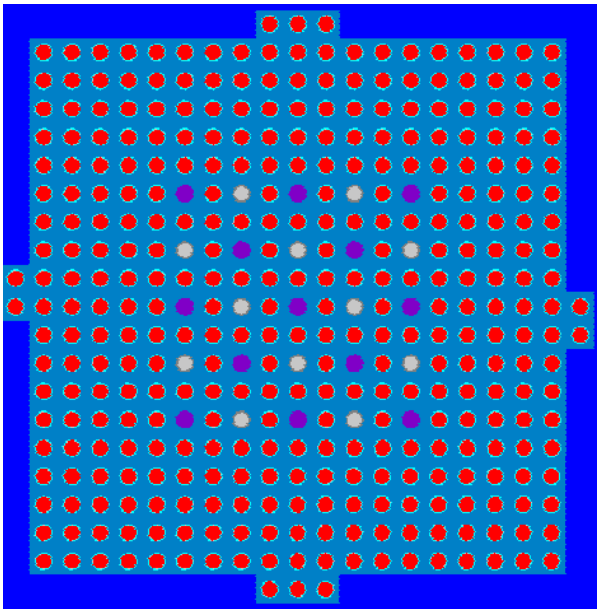



（左）鉄 9 本、棒状燃料 362 本、（右）鉄 25 本、棒状燃料 346 本

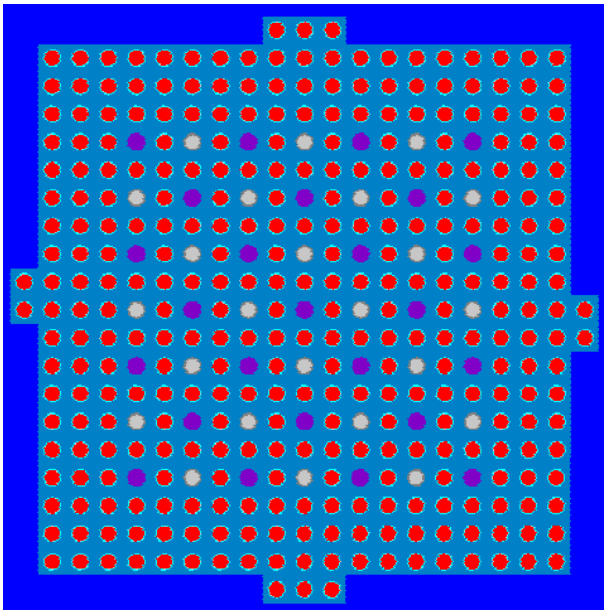
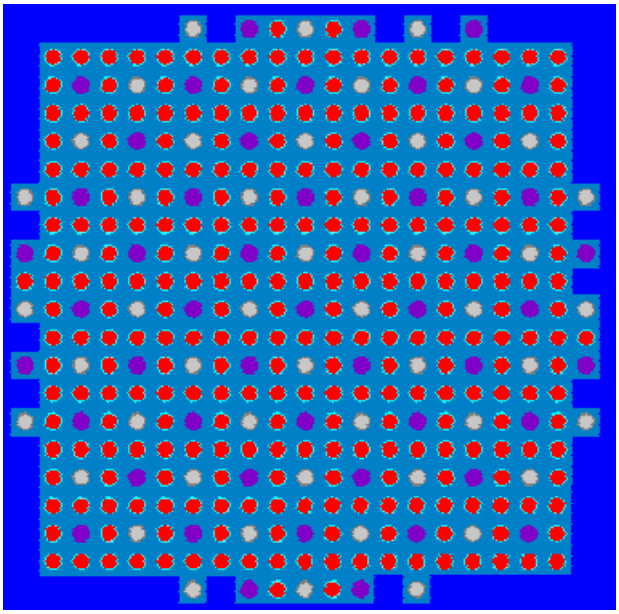


鉄 46 本、棒状燃料 325 本

図参 5-11　デブリ構造材模擬体（鉄）配列パターン（格子間隔 1.50cm、1 of 4 配列）
（図参 4-1 関連）

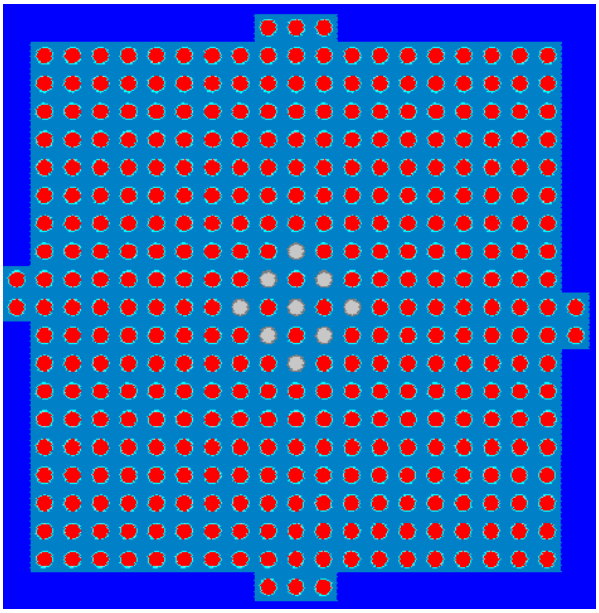



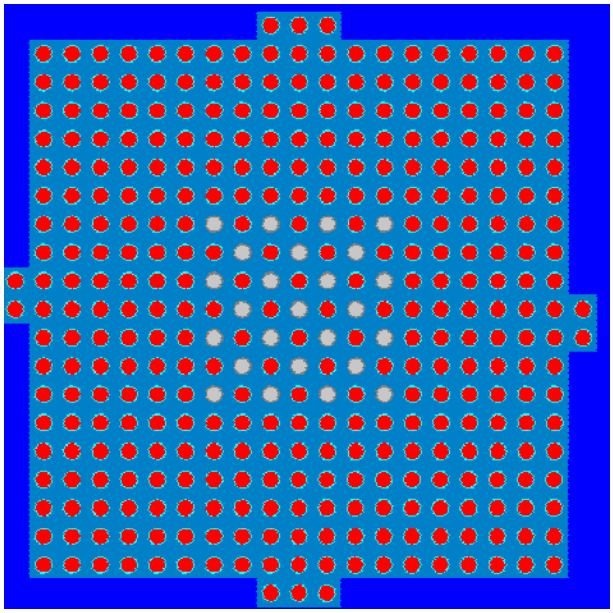
（左）コンクリート 4 本、鉄 5 本、棒状燃料 362 本、（右）コンクリート 12 本、鉄 13 本、棒状燃料 346 本

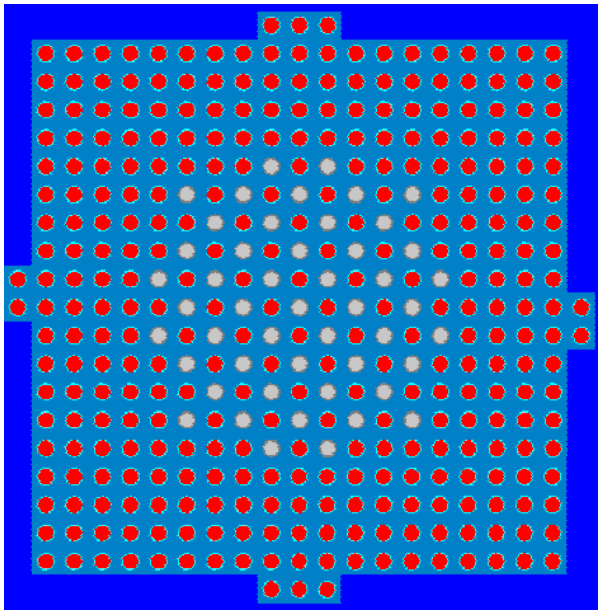
（左）コンクリート 24 本、鉄 25 本、棒状燃料 322 本、（右）コンクリート 52 本、鉄 50 本、棒状燃料 269 本

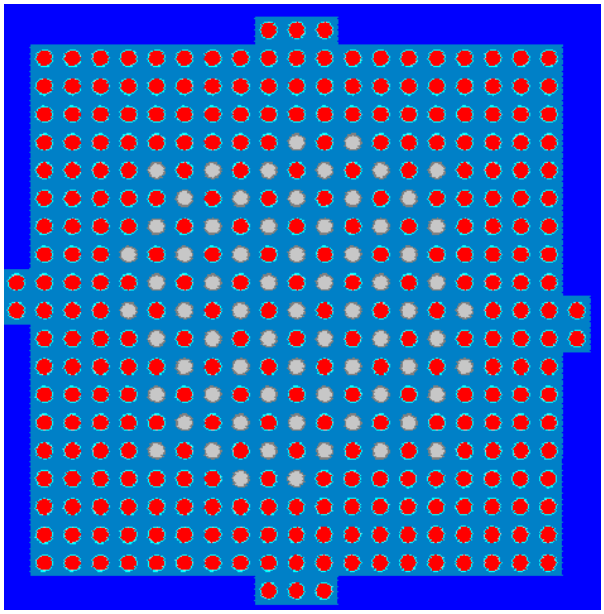
図参 5-12　デブリ構造材模擬体（コンクリート＋鉄）配列パターン（格子間隔 1.50cm、1 of 4 配列）
（図参 4-1 関連）





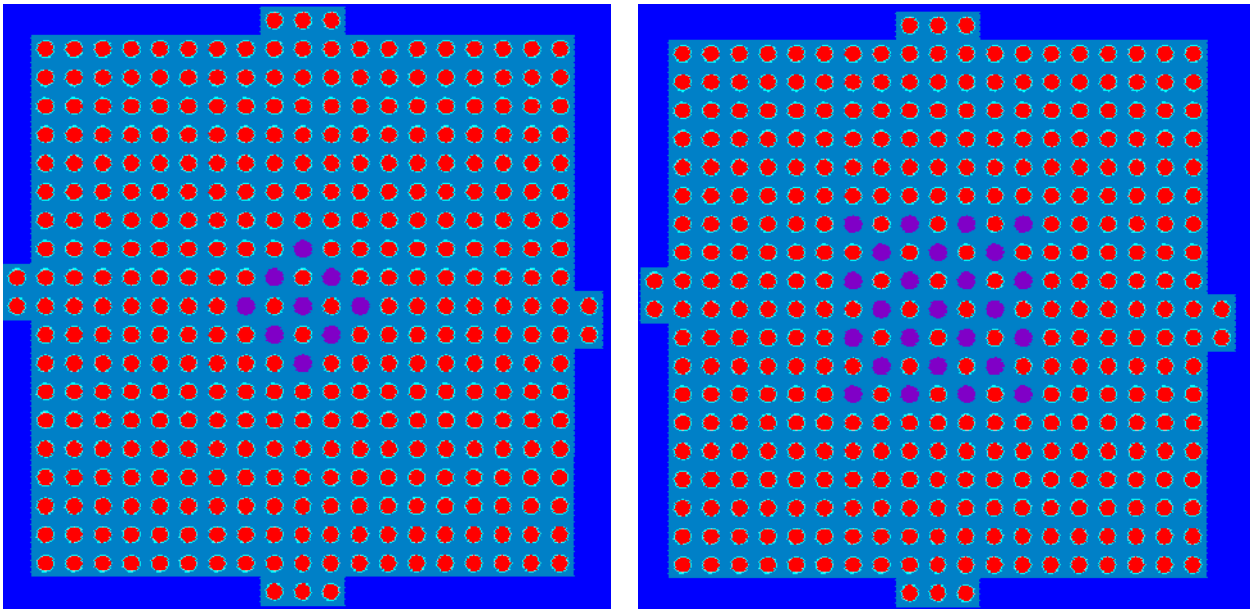
（左）コンクリート 9 本、棒状燃料 362 本、（右）コンクリート 25 本、棒状燃料 346 本



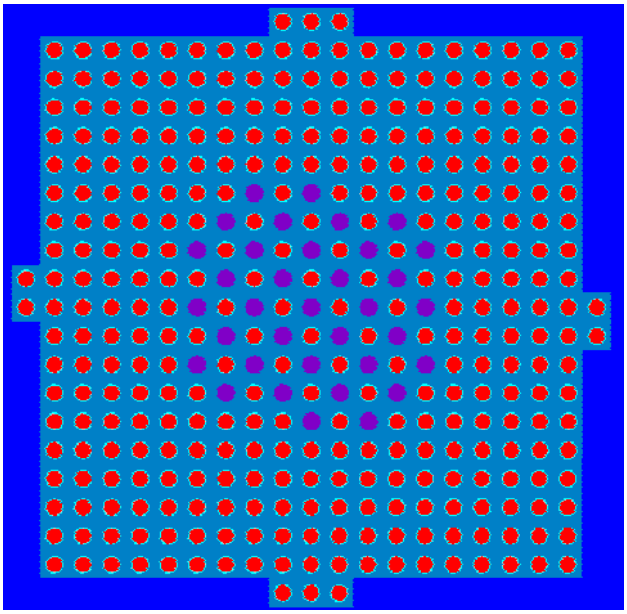


（左）コンクリート 49 本、棒状燃料 322 本、（右）コンクリート 69 本、棒状燃料 302 本

図参 5-13　デブリ構造材模擬体（コンクリート）配列パターン（格子間隔 1.50cm、2 of 4 配列）
（図参 4-2 関連）

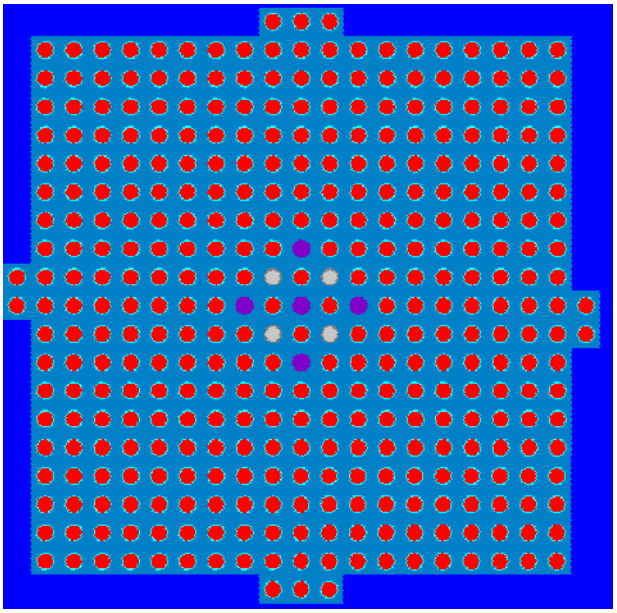


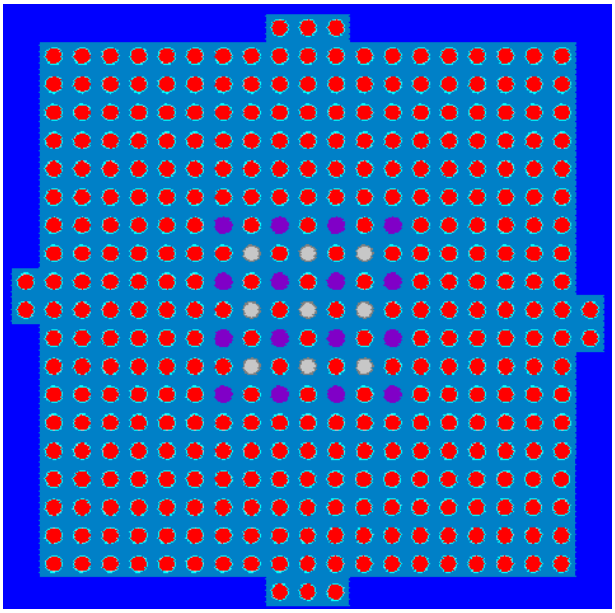
（左）鉄 9 本、棒状燃料 362 本、（右）鉄 25 本、棒状燃料 346 本



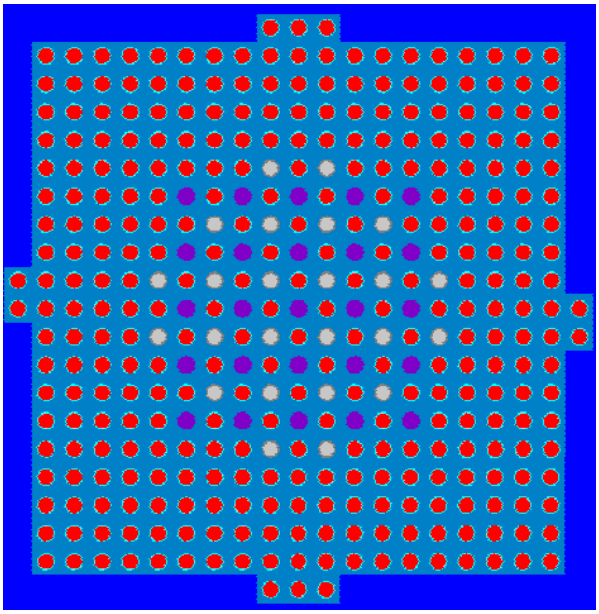
鉄 35 本、棒状燃料 336 本

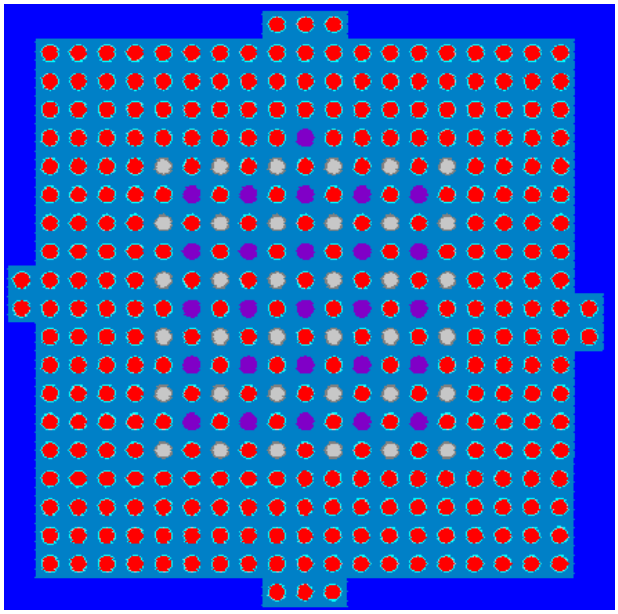
図参 5-14　デブリ構造材模擬体（鉄）配列パターン（格子間隔 1.50cm、2 of 4 配列）
（図参 4-2 関連）





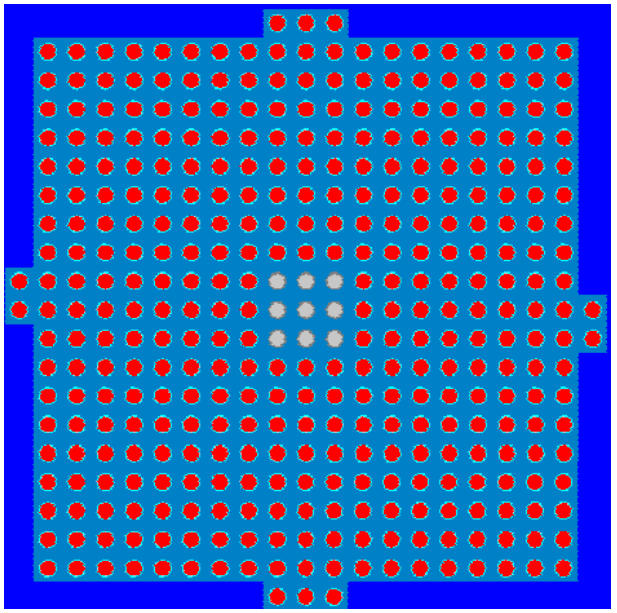
（左）コンクリート 4 本、鉄 5 本、棒状燃料 362 本、（右）コンクリート 9 本、鉄 16 本、棒状燃料 346 本

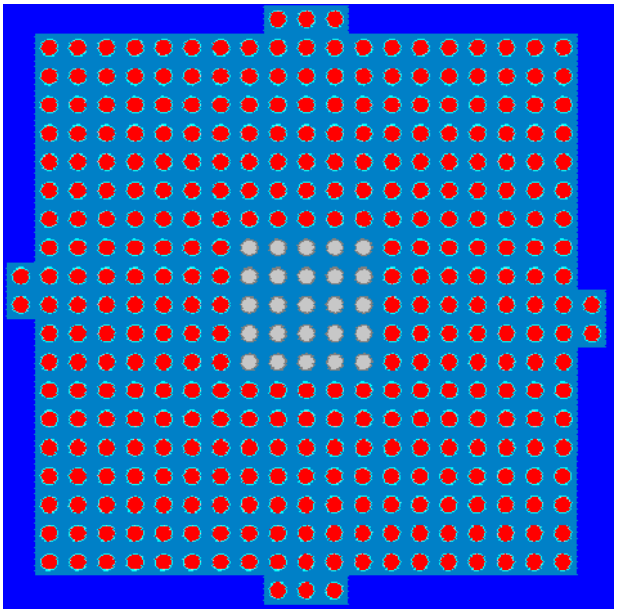




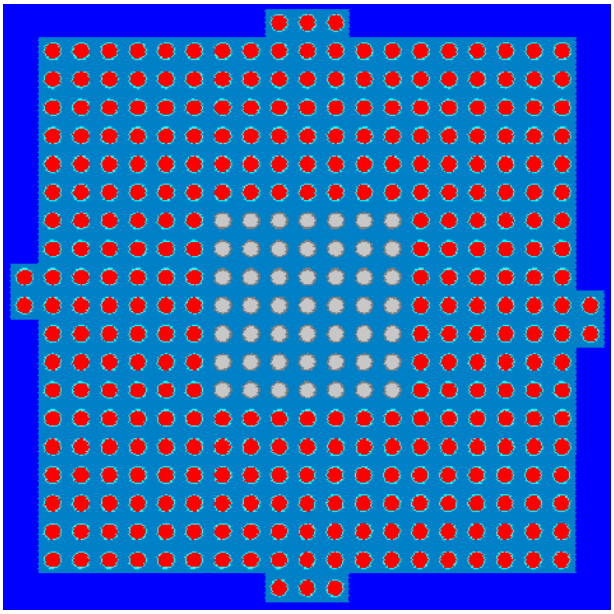
（左）コンクリート 24 本、鉄 25 本、棒状燃料 322 本、（右）コンクリート 36 本、鉄 26 本、棒状燃料 309 本

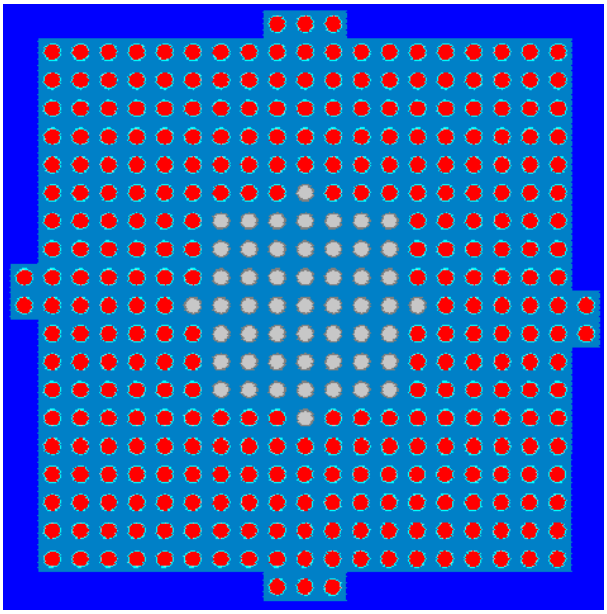
図参 5-15　デブリ構造材模擬体（コンクリート＋鉄）配列パターン（格子間隔 1.50cm、2 of 4 配列）
（図参 4-2 関連）





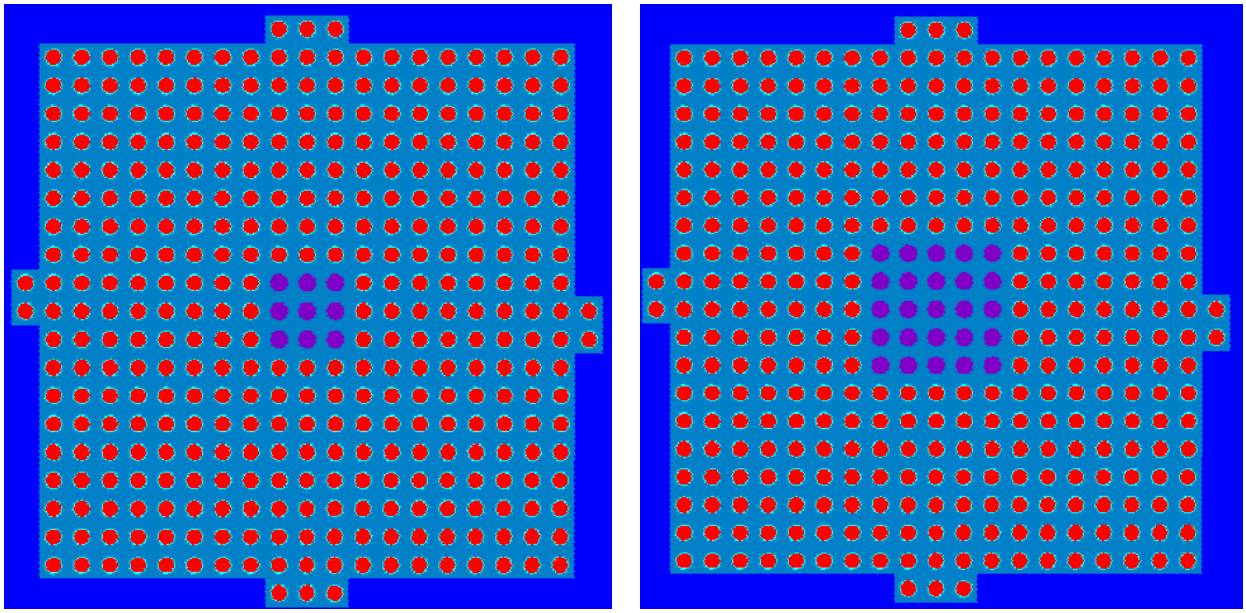
（左）コンクリート 9 本、棒状燃料 362 本、（右）コンクリート 25 本、棒状燃料 346 本



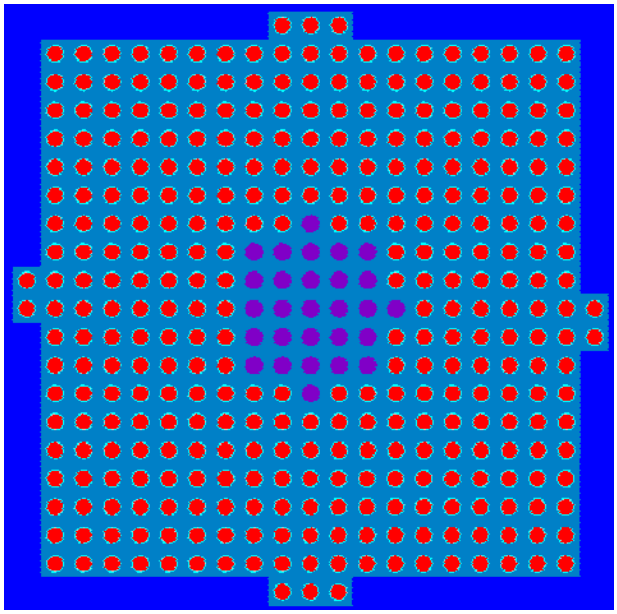


（左）コンクリート 49 本、棒状燃料 322 本、（右）コンクリート 53 本、棒状燃料 318 本

図参 5-16　デブリ構造材模擬体（コンクリート）配列パターン（格子間隔 1.50cm、4 of 4 配列）
（図参 4-3 関連）

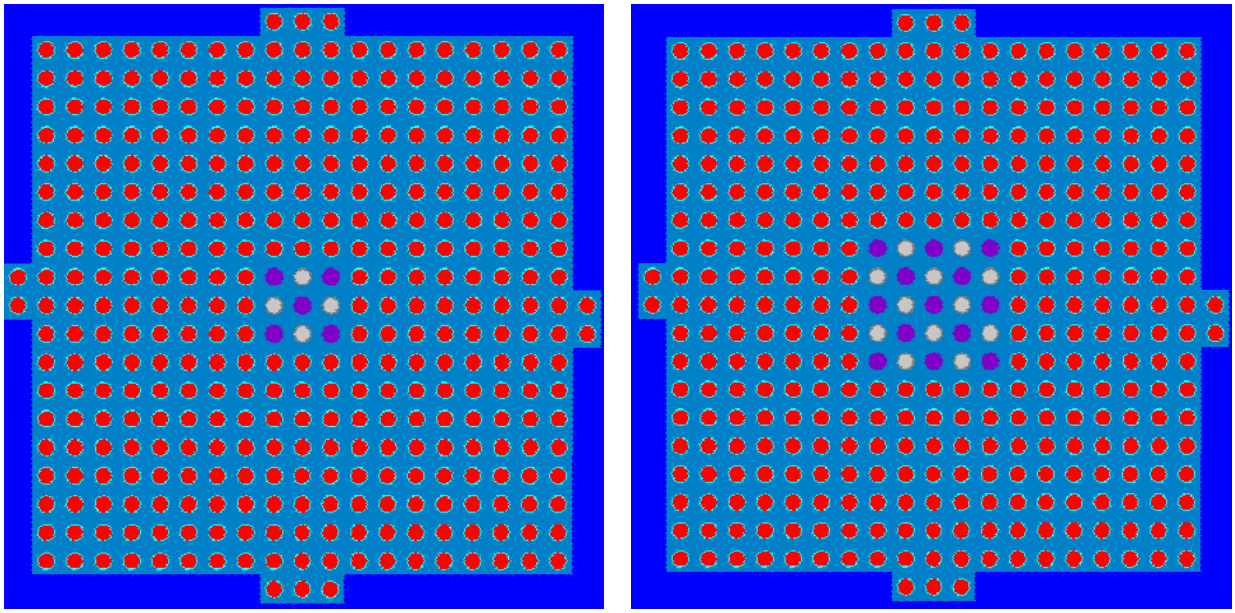


（左）鉄 9 本、棒状燃料 362 本、（右）鉄 25 本、棒状燃料 346 本

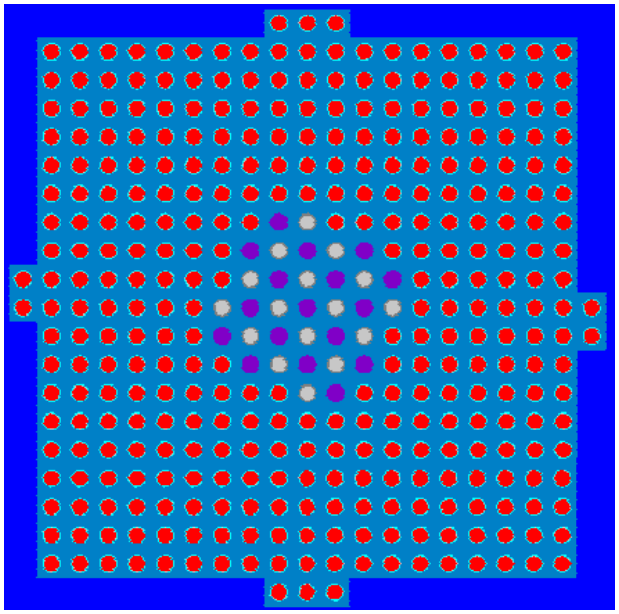


鉄 28 本、棒状燃料 343 本

図参 5-17　デブリ構造材模擬体（鉄）配列パターン（格子間隔 1.50cm、4 of 4 配列）
（図参 4-3 関連）

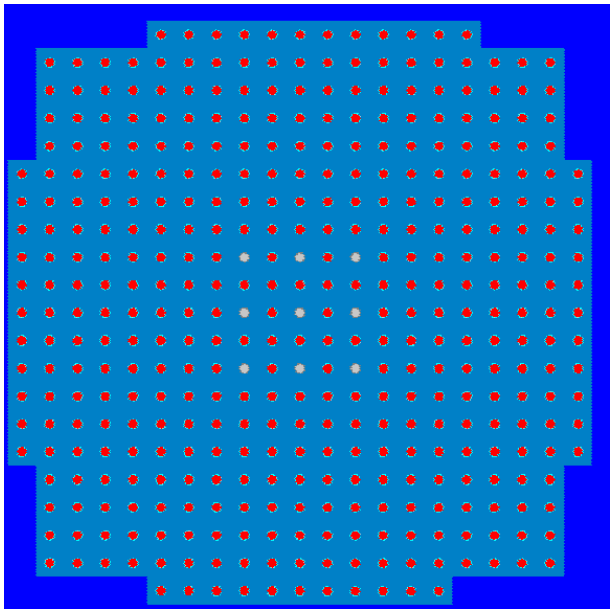


（左）コンクリート 4 本、鉄 5 本、棒状燃料 362 本、（右）コンクリート 12 本、鉄 13 本、棒状燃料 346 本

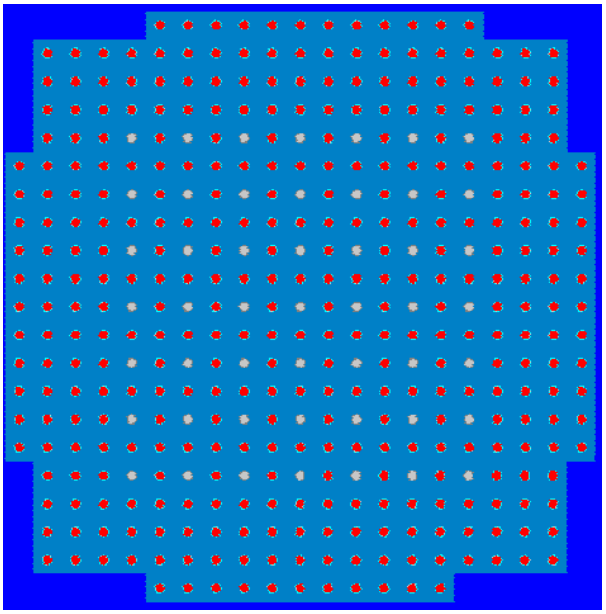


コンクリート 16 本、鉄 17 本、棒状燃料 338 本

図参 5-18　デブリ構造材模擬体（コンクリート＋鉄）配列パターン（格子間隔 1.50cm、4 of 4 配列）
（図参 4-3 関連）



（左）コンクリート 9 本、棒状燃料 397 本、（右）コンクリート 25 本、棒状燃料 381 本

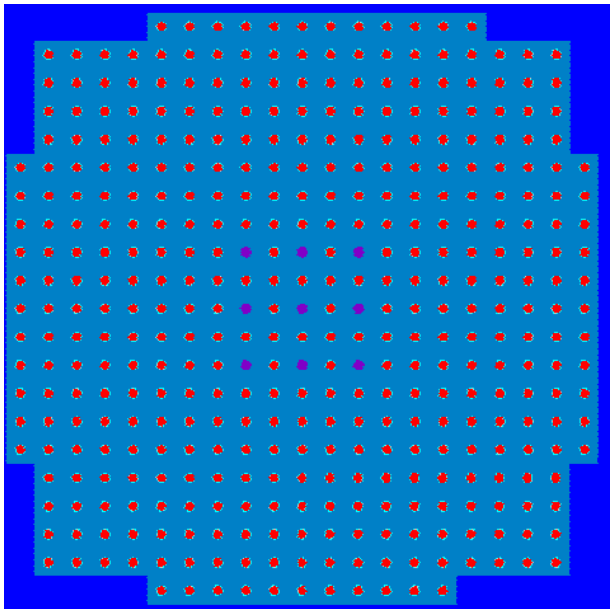


（左）コンクリート 49 本、棒状燃料 357 本、（右）コンクリート 59 本、棒状燃料 347 本

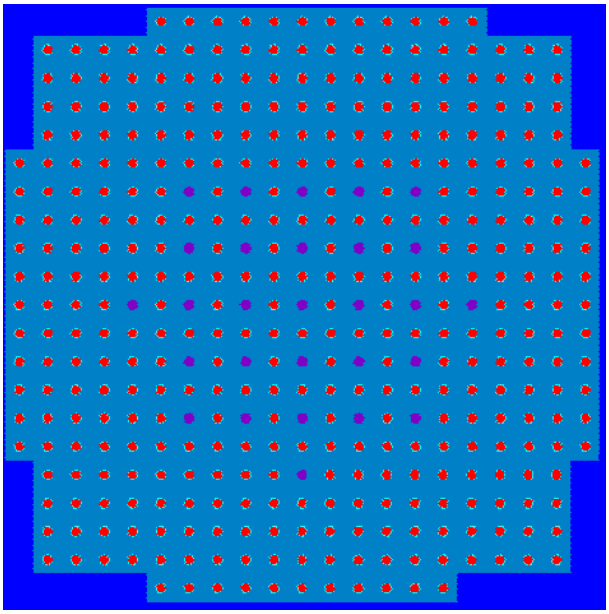
図参 5-19　デブリ構造材模擬体（コンクリート）配列パターン（格子間隔 2.54cm、1 of 4 配列）

（図参 4-1 関連）

格子間隔 2.54cm において減速材燃料ペレット体積比が炉心構成範囲を超えるものは参考



（左）鉄 9 本、棒状燃料 397 本、（右）鉄 25 本、棒状燃料 381 本

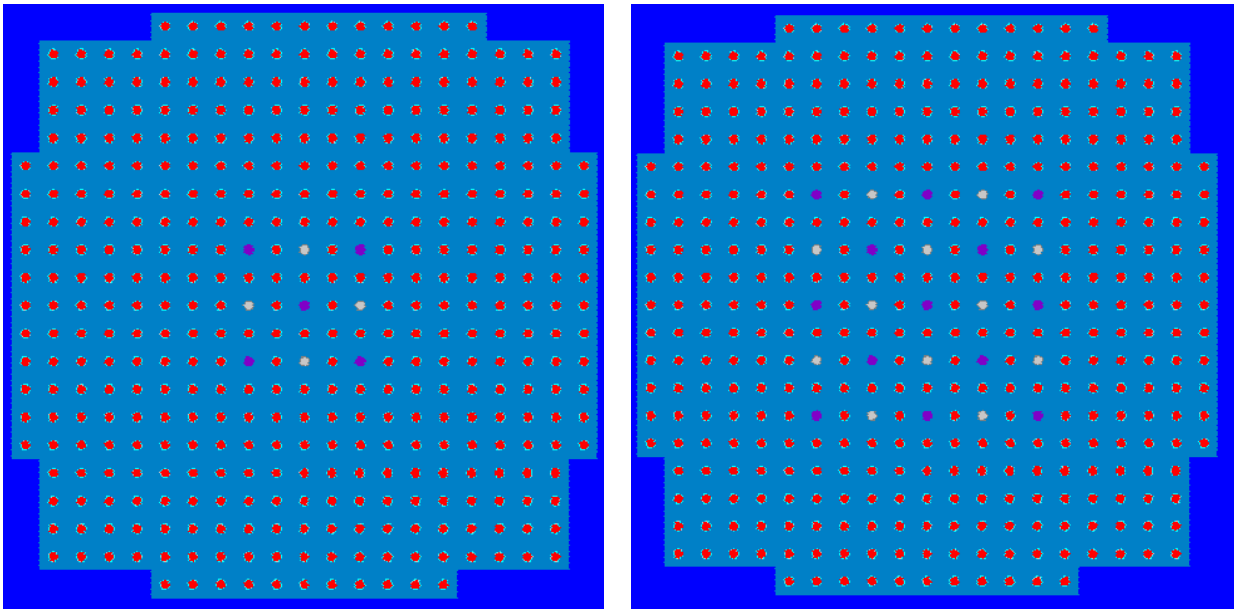


鉄 28 本、棒状燃料 378 本

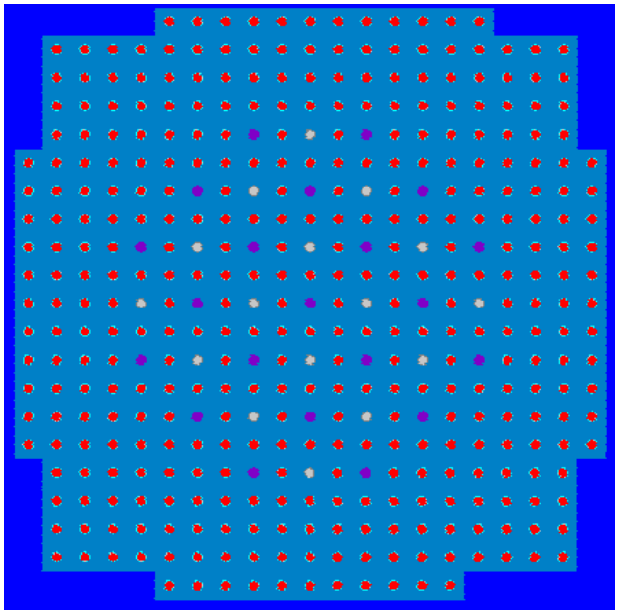
図参 5-20　デブリ構造材模擬体（鉄）配列パターン（格子間隔 2.54cm、1 of 4 配列）

（図参 4-1 関連）

格子間隔 2.54cm において減速材燃料ペレット体積比が炉心構成範囲を超えるものは参考



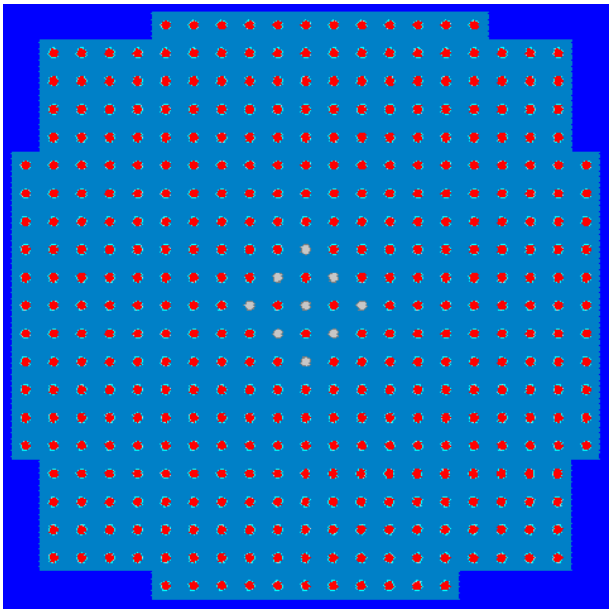
（左）コンクリート 4 本、鉄 5 本、棒状燃料 397 本、（右）コンクリート 12 本、鉄 13 本、棒状燃料 381 本



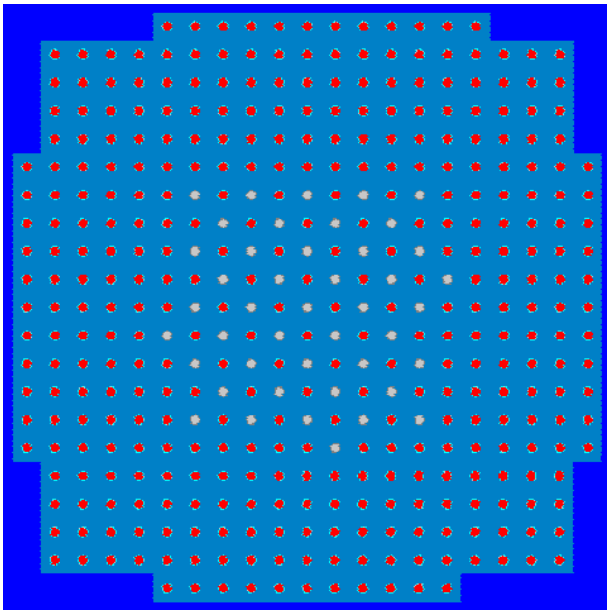
コンクリート 16 本、鉄 21 本、棒状燃料 369 本

図参 5-21　デブリ構造材模擬体（コンクリート＋鉄）配列パターン（格子間隔 2.54cm、1 of 4 配列）
（図参 4-1 関連）

格子間隔 2.54cm において減速材燃料ペレット体積比が炉心構成範囲を超えるものは参考



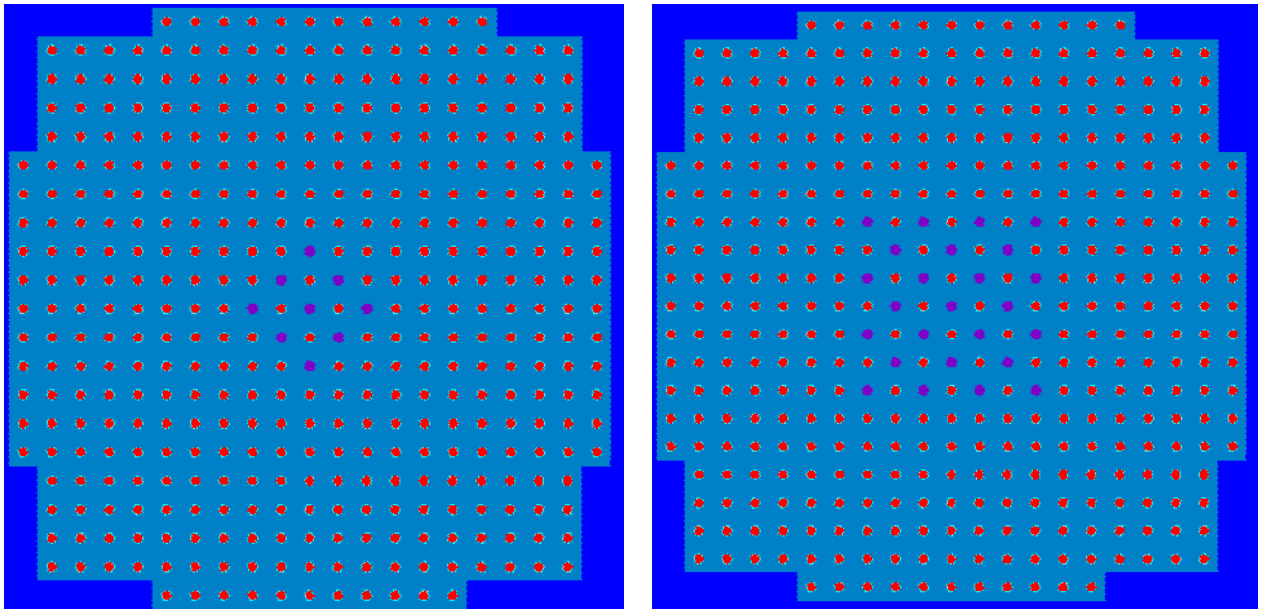
（左）コンクリート 9 本、棒状燃料 397 本、（右）コンクリート 25 本、棒状燃料 381 本



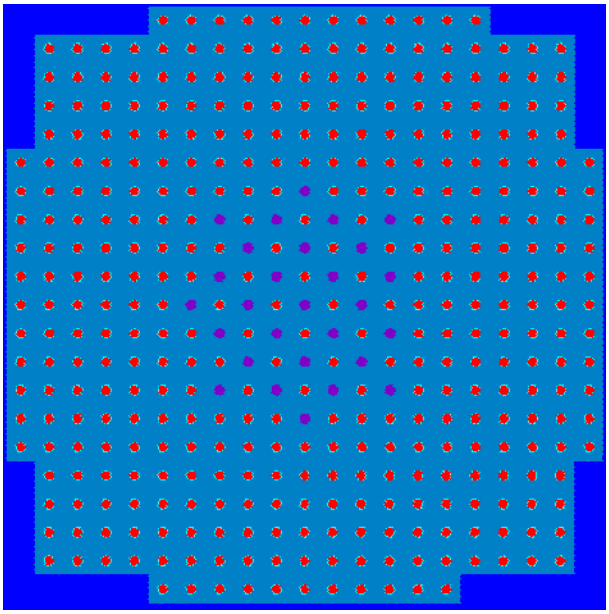
コンクリート 44 本、棒状燃料 362 本

図参 5-22　デブリ構造材模擬体（コンクリート）配列パターン（格子間隔 2.54cm、2 of 4 配列）
（図参 4-2 関連）

格子間隔 2.54cm において減速材燃料ペレット体積比が炉心構成範囲を超えるものは参考



（左）鉄 9 本、棒状燃料 397 本、（右）鉄 25 本、棒状燃料 381 本

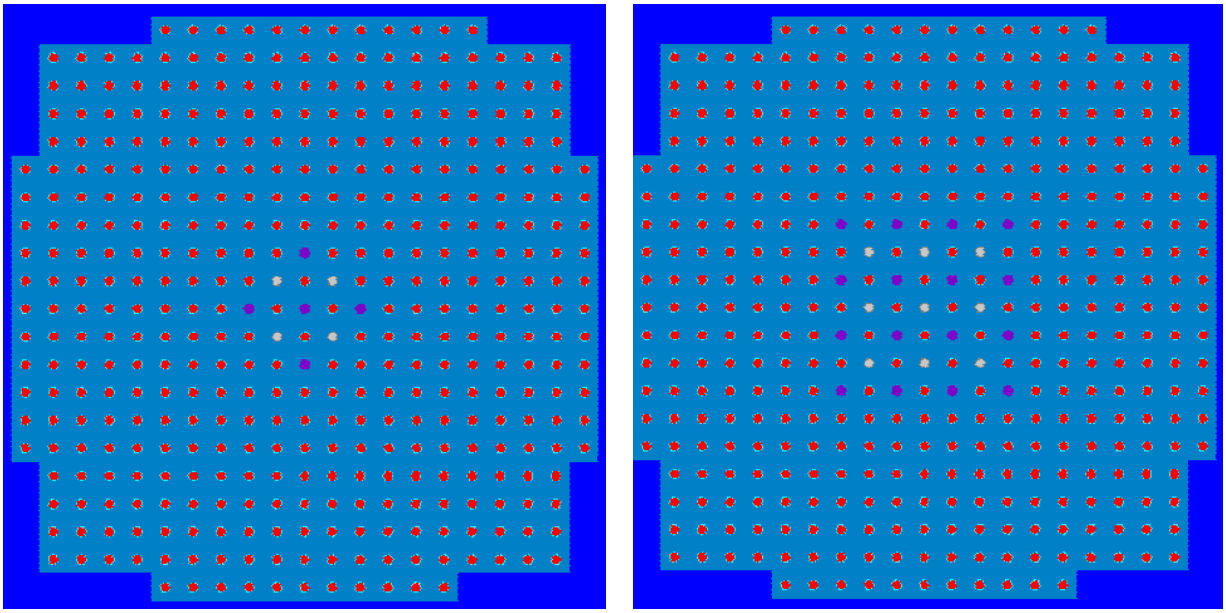


鉄 28 本、棒状燃料 378 本

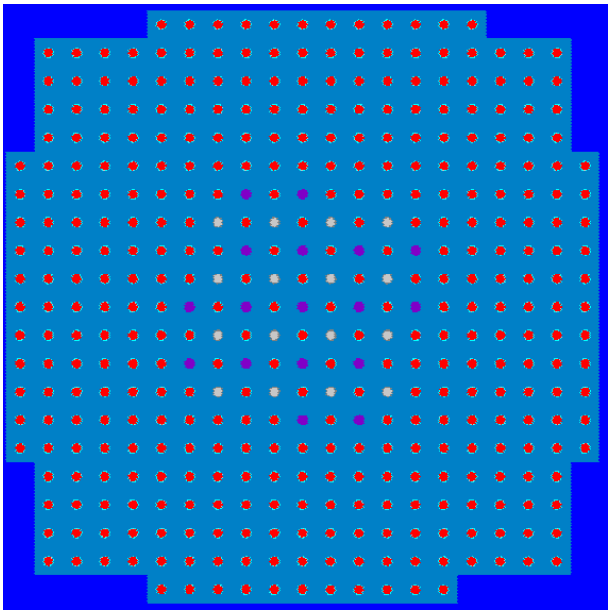
図参 5-23　デブリ構造材模擬体（鉄）配列パターン（格子間隔 2.54cm、2 of 4 配列）

（図参 4-2 関連）

格子間隔 2.54cm において減速材燃料ペレット体積比が炉心構成範囲を超えるものは参考



（左）コンクリート 4 本、鉄 5 本、棒状燃料 397 本、（右）コンクリート 9 本、鉄 16 本、棒状燃料 381 本

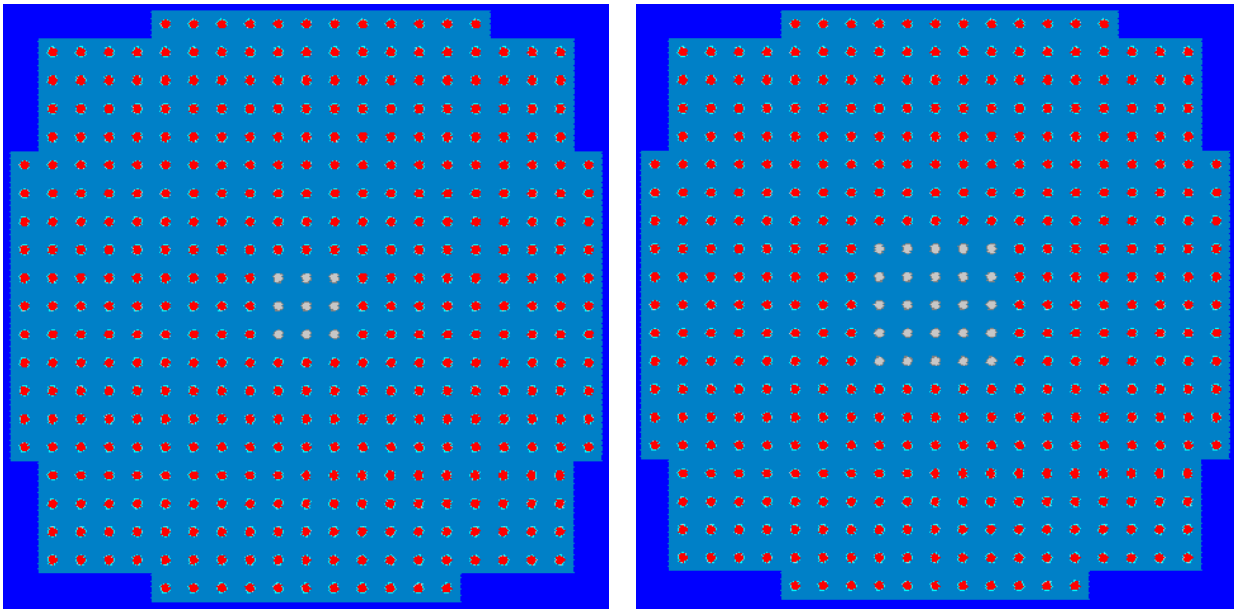


コンクリート 16 本、鉄 17 本、棒状燃料 373 本

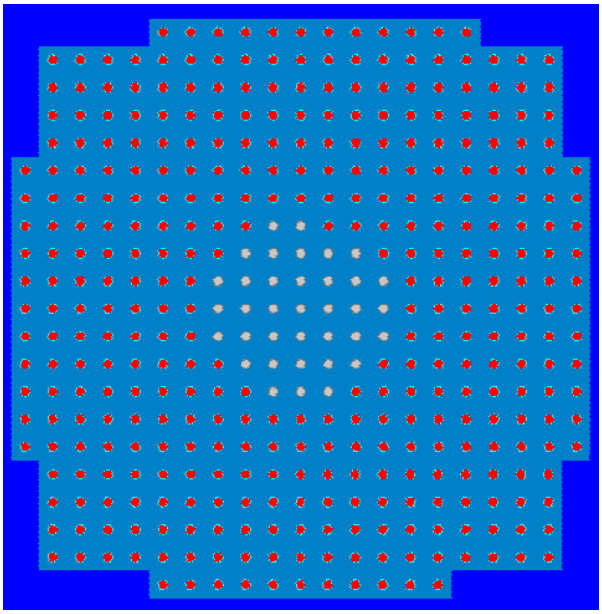
図参 5-24　デブリ構造材模擬体（コンクリート＋鉄）配列パターン（格子間隔 2.54cm、2 of 4 配列）

（図参 4-2 関連）

格子間隔 2.54cm において減速材燃料ペレット体積比が炉心構成範囲を超えるものは参考



（左）コンクリート 9 本、棒状燃料 397 本、（右）コンクリート 25 本、棒状燃料 381 本

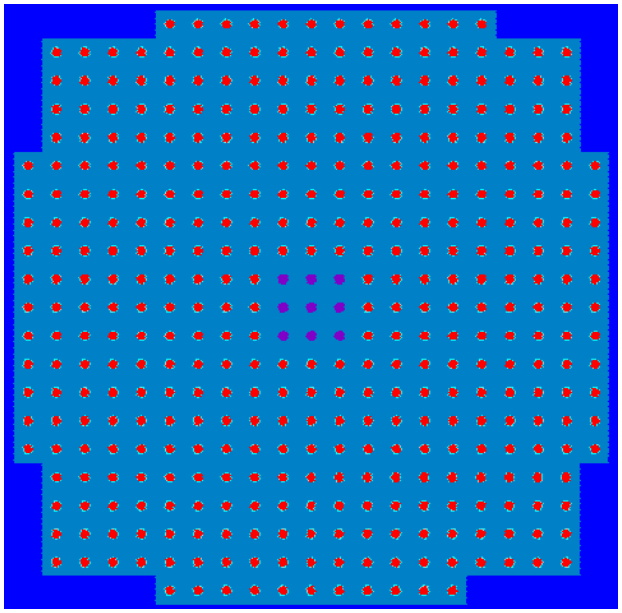


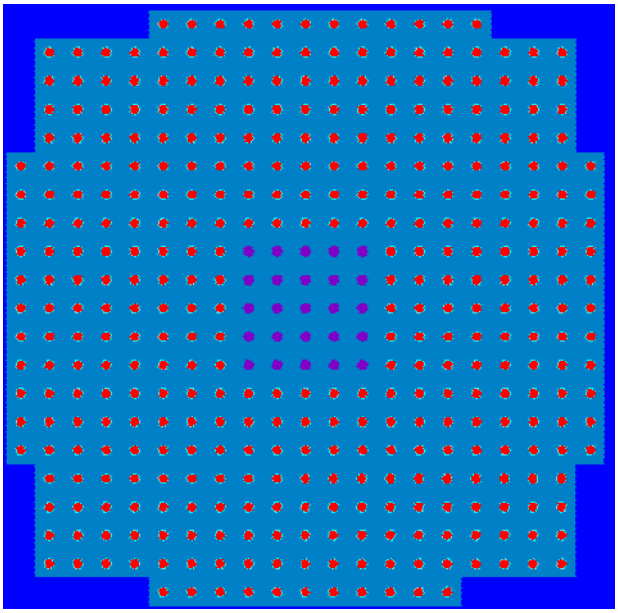
コンクリート 36 本、棒状燃料 370 本

図参 5-25　デブリ構造材模擬体（コンクリート）配列パターン（格子間隔 2.54cm、4 of 4 配列）

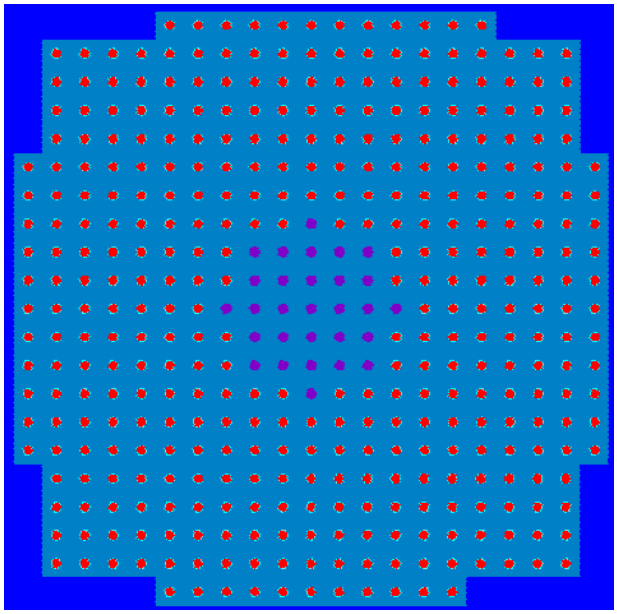
（図参 4-3 関連）

格子間隔 2.54cm において減速材燃料ペレット体積比が炉心構成範囲を超えるものは参考





（左）鉄 9 本、棒状燃料 397 本、（右）鉄 25 本、棒状燃料 381 本

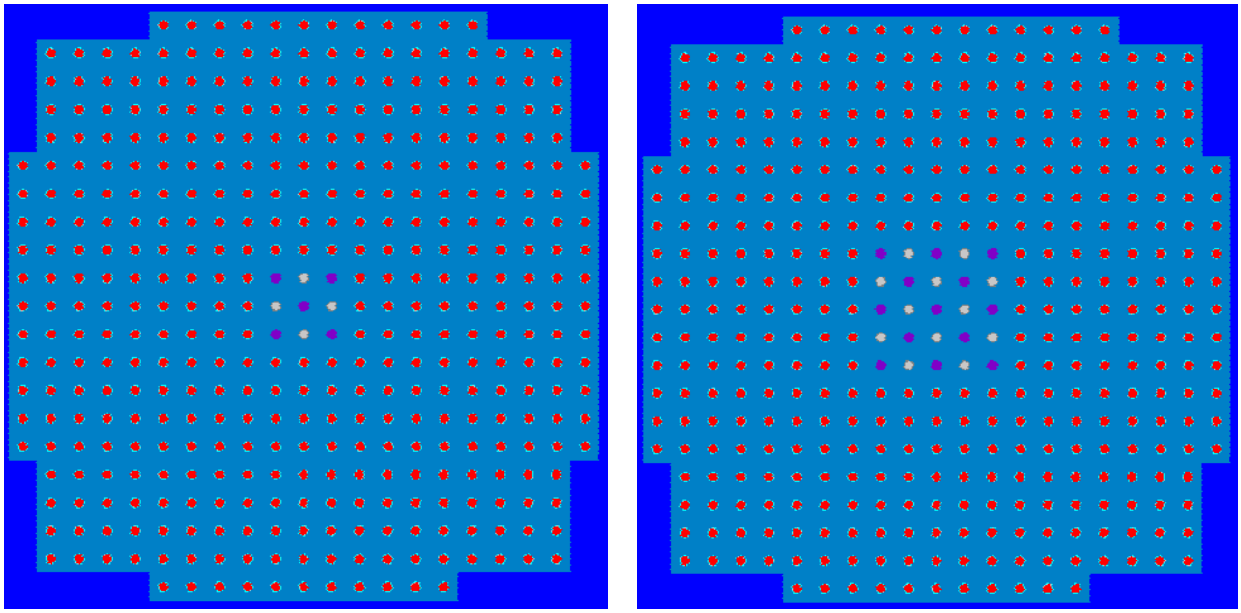


鉄 29 本、棒状燃料 378 本

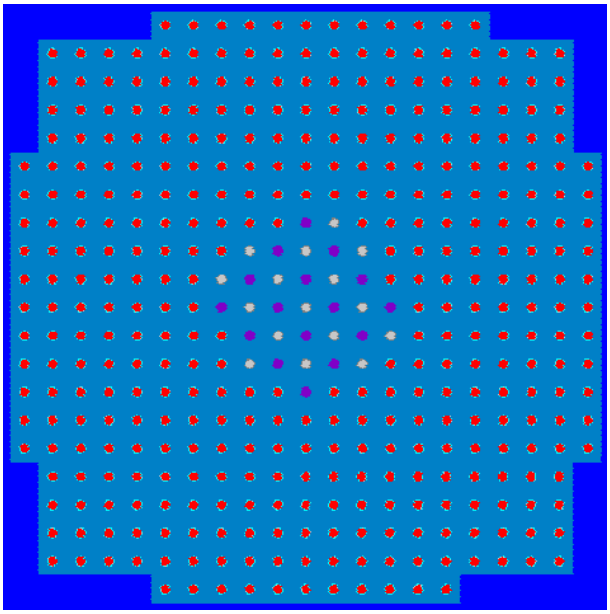
図参 5-26　デブリ構造材模擬体（鉄）配列パターン（格子間隔 2.54cm、4 of 4 配列）

（図参 4-3 関連）

格子間隔 2.54cm において減速材燃料ペレット体積比が炉心構成範囲を超えるものは参考



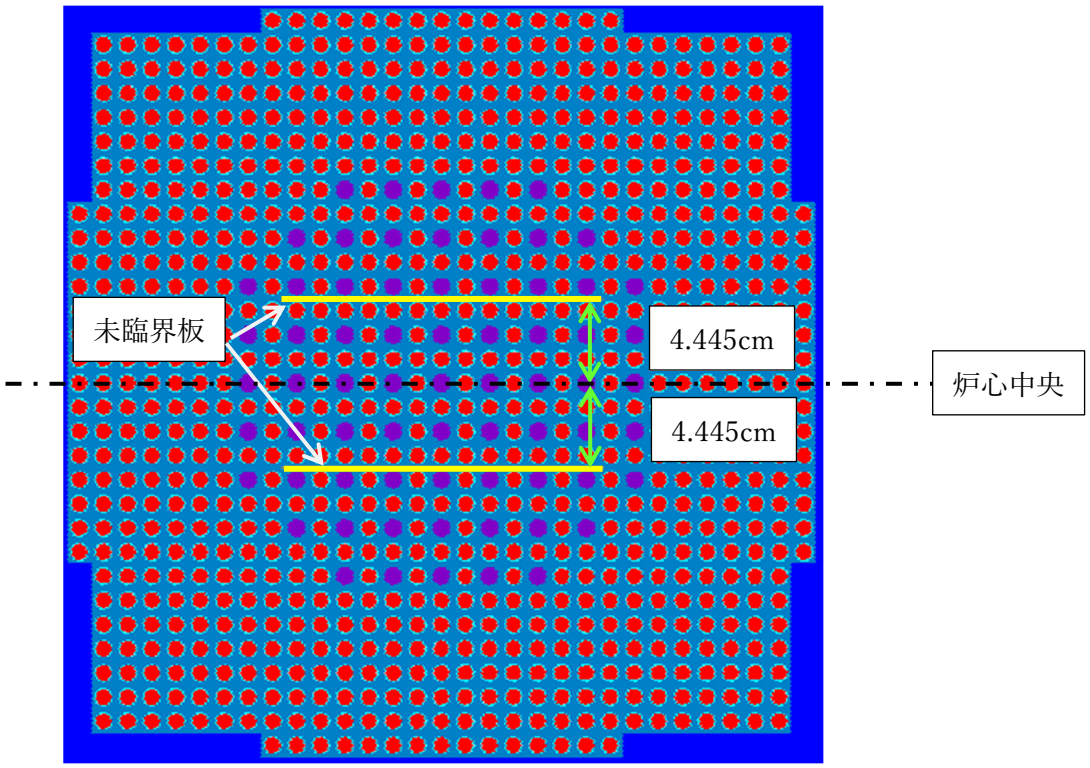
（左）コンクリート 4 本、鉄 5 本、棒状燃料 397 本、（右）コンクリート 12 本、鉄 13 本、棒状燃料 381 本



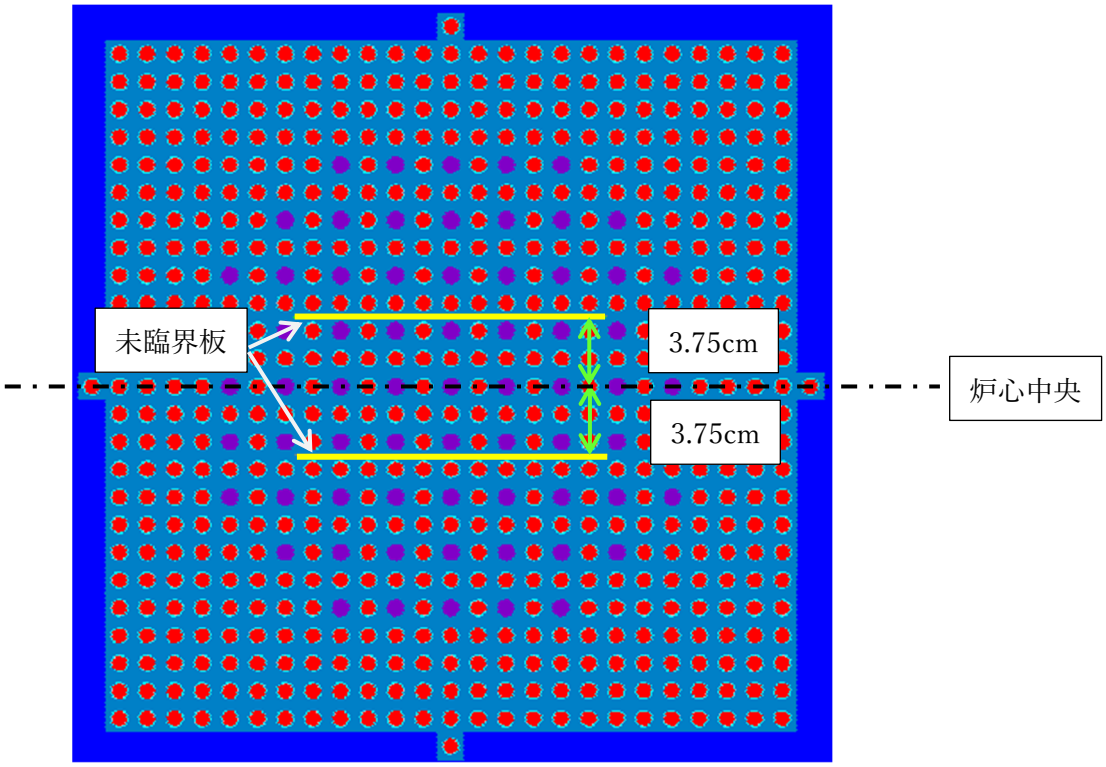
コンクリート 16 本、鉄 15 本、棒状燃料 375 本

図参 5-27　デブリ構造材模擬体（コンクリート＋鉄）配列パターン（格子間隔 2.54cm、4 of 4 配列）
（図参 4-3 関連）

格子間隔 2.54cm において減速材燃料ペレット体積比が炉心構成範囲を超えるものは参考



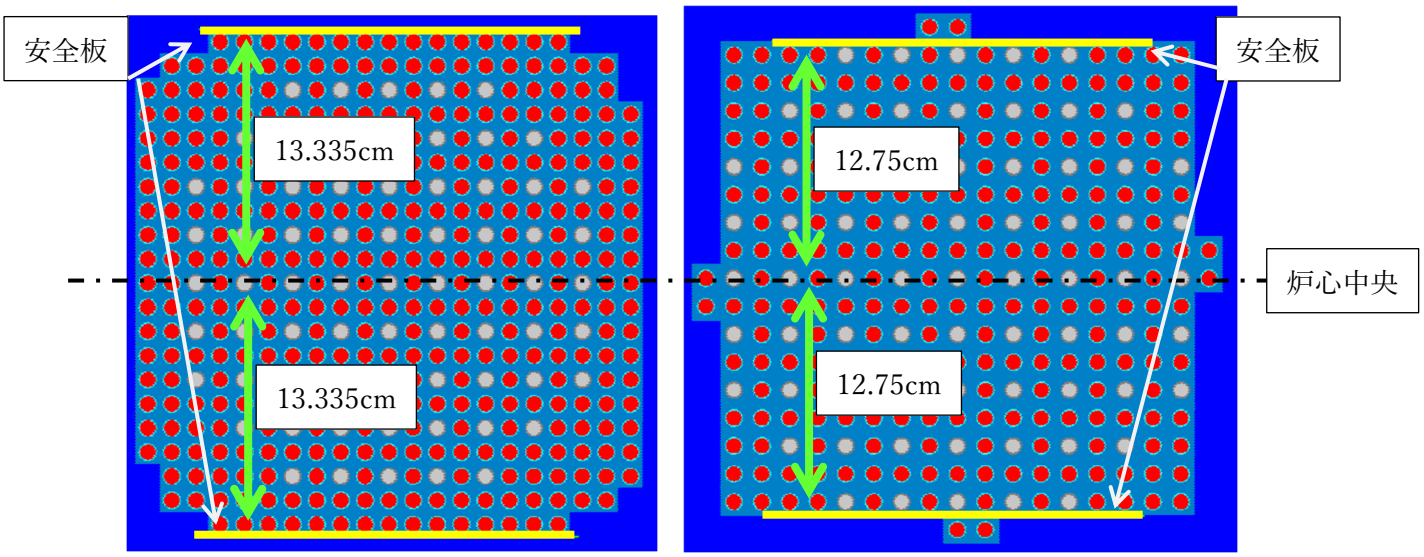
格子間隔 1.27cm



格子間隔 1.50cm

図参 6-1　未臨界板挿入位置（例）

格子間隔 2.54cm は、減速材対燃料ペレット体積比が炉心構成範囲を超えるため記載省略



（左）格子間隔 1.27 cm、（右）格子間隔 1.50 cm

図参 6 -2　安全板の挿入位置（例）

格子間隔 2.54cm は、減速材対燃料ペレット体積比が炉心構成範囲を超えるため記載省略

表参 1-1　安全板の効果が小さくなる炉心探索の解析結果

（図参 1-1、図参 2-1～2-3 及び図参 3-1～3-12 関連）

配列	デブリ構造材模擬体本数(本)		格子間隔（cm）	水位（cm）	棒状燃料本数（本）	keff± 1 σ		炉心平均 VR（vm/vf）
	コンクリート	鉄				原子炉停止余裕	ワンロッドスタックマージン	
1 of 4	25	0	1.27	40.0	621	0.9731±0.0008	0.9917±0.0007	1.785
1 of 4	25	0	1.27	70.0	438	0.9513±0.0007	0.9820±0.0007	1.814
1 of 4	25	0	1.27	110.0	392	0.9466±0.0007	0.9806±0.0007	1.826
1 of 4	25	0	1.27	140.0	379	0.9486±0.0008	0.9806±0.0007	1.829
1 of 4	69	0	1.27	40.0	584	0.9717±0.0007	0.9901±0.0007	1.919
1 of 4	69	0	1.27	70.0	400	0.9525±0.0007	0.9813±0.0008	2.012
1 of 4	69	0	1.27	110.0	354	0.9424±0.0008	0.9782±0.0007	2.051
1 of 4	69	0	1.27	140.0	339	0.9445±0.0007	0.9789±0.0007	2.065
1 of 4	25	0	1.50	40.0	363	0.9615±0.0007	0.9863±0.0008	3.127
1 of 4	25	0	1.50	70.0	275	0.9465±0.0007	0.9790±0.0007	3.191
1 of 4	25	0	1.50	110.0	249	0.9491±0.0007	0.9813±0.0008	3.219
1 of 4	25	0	1.50	140.0	241	0.9507±0.0007	0.9800±0.0007	3.229
1 of 4	69	0	1.50	40.0	351	0.9579±0.0007	0.9849±0.0008	3.501
1 of 4	69	0	1.50	70.0	248	0.9483±0.0007	0.9813±0.0007	3.739
1 of 4	69	0	1.50	110.0	228	0.9474±0.0007	0.9808±0.0007	3.811
1 of 4	69	0	1.50	140.0	222	0.9446±0.0007	0.9782±0.0007	3.835
~~1 of 4~~	~~25~~	~~0~~	~~2.54~~	~~40.0~~	~~606~~	~~0.9623±0.0006~~	~~0.9865±0.0006~~	~~11.35~~
~~1 of 4~~	~~25~~	~~0~~	~~2.54~~	~~70.0~~	~~355~~	~~0.9437±0.0006~~	~~0.9806±0.0006~~	~~11.67~~
~~1 of 4~~	~~25~~	~~0~~	~~2.54~~	~~110.0~~	~~296~~	~~0.9381±0.0006~~	~~0.9787±0.0006~~	~~11.82~~
~~1 of 4~~	~~25~~	~~0~~	~~2.54~~	~~140.0~~	~~286~~	~~0.9373±0.0006~~	~~0.9783±0.0006~~	~~11.85~~
~~1 of 4~~	~~69~~	~~0~~	~~2.54~~	~~40.0~~	~~829~~	~~0.9708±0.0006~~	~~0.9852±0.0006~~	~~11.81~~
~~1 of 4~~	~~69~~	~~0~~	~~2.54~~	~~70.0~~	~~473~~	~~0.9525±0.0006~~	~~0.9829±0.0006~~	~~12.49~~
~~1 of 4~~	~~69~~	~~0~~	~~2.54~~	~~110.0~~	~~388~~	~~0.947±0.0006~~	~~0.9816±0.0006~~	~~12.84~~
~~1 of 4~~	~~69~~	~~0~~	~~2.54~~	~~140.0~~	~~370~~	~~0.9433±0.0006~~	~~0.9814±0.0006~~	~~12.93~~
1 of 4	0	25	1.27	40.0	728	0.9722±0.0007	0.9924±0.0007	1.775
1 of 4	0	25	1.27	70.0	523	0.9603±0.0007	0.9844±0.0007	1.798
1 of 4	0	25	1.27	110.0	468	0.9529±0.0007	0.9818±0.0007	1.808
1 of 4	0	25	1.27	140.0	452	0.9491±0.0007	0.9809±0.0007	1.811
1 of 4	0	69	1.27	40.0	832	0.9713±0.0007	0.9894±0.0007	1.858
1 of 4	0	69	1.27	70.0	590	0.9654±0.0007	0.9881±0.0007	1.917
1 of 4	0	69	1.27	110.0	528	0.9636±0.0007	0.9872±0.0007	1.940
1 of 4	0	69	1.27	140.0	506	0.9616±0.0007	0.9849±0.0007	1.950
1 of 4	0	25	1.50	40.0	453	0.9606±0.0007	0.9864±0.0007	3.087
1 of 4	0	25	1.50	70.0	342	0.9514±0.0007	0.9816±0.0007	3.139
1 of 4	0	25	1.50	110.0	306	0.9493±0.0007	0.9803±0.0007	3.165
1 of 4	0	25	1.50	140.0	296	0.9448±0.0007	0.9796±0.0007	3.173

下線は、津波水没時を考慮し「構成してはならない炉心」と識別された炉心

~~取り消し線~~は、炉心平均 VR(vm/vf)を考慮し「構成してはならない炉心」と識別された炉心

表参 1-1　安全板の効果が小さくなる炉心探索の解析結果

（図参 1-1、図参 2-1～2-3 及び図参 3-1～3-12 関連）（つづき）

配列	デブリ構造材模擬体本数(本)		格子間隔 (cm)	水位 (cm)	棒状燃料本数 (本)	keff± 1 σ		炉心平均 VR (vm/vf)
	コンクリート	鉄				原子炉停止余裕	ワンロッドスタックマージン	
1 of 4	0	69	1.50	40.0	560	0.9613±0.0007	0.9869±0.0007	3.286
1 of 4	0	69	1.50	70.0	400	0.9570±0.0007	0.9842±0.0007	3.430
1 of 4	0	69	1.50	110.0	363	0.9565±0.0007	0.9843±0.0007	3.482
1 of 4	0	69	1.50	140.0	346	0.9560±0.0007	0.9830±0.0007	3.509
~~1 of 4~~	~~0~~	~~25~~	~~2.54~~	~~40.0~~	~~719~~	~~0.9700±0.0006~~	~~0.9864±0.0006~~	~~11.28~~
~~1 of 4~~	~~0~~	~~25~~	~~2.54~~	~~70.0~~	~~437~~	~~0.9535±0.0006~~	~~0.9845±0.0006~~	~~11.52~~
~~1 of 4~~	~~0~~	~~25~~	~~2.54~~	~~110.0~~	~~372~~	~~0.9467±0.0006~~	~~0.9826±0.0006~~	~~11.63~~
~~1 of 4~~	~~0~~	~~25~~	~~2.54~~	~~140.0~~	~~362~~	~~0.9456±0.0006~~	~~0.9824±0.0006~~	~~11.65~~
~~1 of 4~~	~~0~~	~~69~~	~~2.54~~	~~70.0~~	~~690~~	~~0.9705±0.0006~~	~~0.9836±0.0006~~	~~11.99~~
~~1 of 4~~	~~0~~	~~69~~	~~2.54~~	~~110.0~~	~~594~~	~~0.9665±0.0006~~	~~0.9843±0.0006~~	~~12.17~~
~~1 of 4~~	~~0~~	~~69~~	~~2.54~~	~~140.0~~	~~573~~	~~0.9646±0.0006~~	~~0.9835±0.0006~~	~~12.21~~
1 of 4	68	69	1.27	40.0	730	0.9704±0.0007	0.9901±0.0008	2.038
1 of 4	68	69	1.27	70.0	502	0.9649±0.0007	0.9871±0.0007	2.185
1 of 4	68	69	1.27	110.0	442	0.9608±0.0007	0.9856±0.0007	2.248
1 of 4	68	69	1.27	140.0	427	0.9610±0.0007	0.9854±0.0007	2.267
1 of 4	32	37	1.27	40.0	713	0.9707±0.0007	0.9904±0.0007	1.882
1 of 4	32	37	1.27	70.0	496	0.9626±0.0007	0.9856±0.0007	1.955
1 of 4	32	37	1.27	110.0	445	0.9560±0.0007	0.9836±0.0007	1.982
1 of 4	32	37	1.27	140.0	425	0.9529±0.0007	0.9824±0.0007	1.995
1 of 4	68	69	1.50	40.0	480	0.9605±0.0007	0.9867±0.0007	3.760
1 of 4	68	69	1.50	70.0	334	0.9545±0.0007	0.9835±0.0007	4.125
1 of 4	68	69	1.50	110.0	300	0.9540±0.0007	0.9835±0.0007	4.261
1 of 4	68	69	1.50	140.0	290	0.9543±0.0007	0.9822±0.0007	4.308
1 of 4	32	37	1.50	40.0	461	0.9602±0.0007	0.9857±0.0007	3.363
1 of 4	32	37	1.50	70.0	321	0.9545±0.0007	0.9826±0.0007	3.554
1 of 4	32	37	1.50	110.0	293	0.9510±0.0008	0.9815±0.0007	3.614
1 of 4	32	37	1.50	140.0	282	0.9509±0.0007	0.9825±0.0007	3.641
~~1 of 4~~	~~68~~	~~69~~	~~2.54~~	~~70.0~~	~~835~~	~~0.9681±0.0006~~	~~0.9831±0.0005~~	~~12.69~~
~~1 of 4~~	~~68~~	~~69~~	~~2.54~~	~~110.0~~	~~655~~	~~0.9582±0.0006~~	~~0.9807±0.0006~~	~~13.18~~
~~1 of 4~~	~~68~~	~~69~~	~~2.54~~	~~140.0~~	~~621~~	~~0.9568±0.0006~~	~~0.9808±0.0006~~	~~13.31~~
~~1 of 4~~	~~32~~	~~37~~	~~2.54~~	~~70.0~~	~~594~~	~~0.9624±0.0006~~	~~0.9829±0.0006~~	~~12.17~~
~~1 of 4~~	~~32~~	~~37~~	~~2.54~~	~~110.0~~	~~501~~	~~0.9571±0.0006~~	~~0.9836±0.0006~~	~~12.40~~
~~1 of 4~~	~~32~~	~~37~~	~~2.54~~	~~140.0~~	~~480~~	~~0.9556±0.0006~~	~~0.9825±0.0006~~	~~12.47~~

下線は、津波水没時を考慮し「構成してはならない炉心」と識別された炉心

~~取り消し線~~は、炉心平均 VR(vm/vf)を考慮し「構成してはならない炉心」と識別された炉心

表参 1-2　安全板の効果が小さくなる炉心探索の解析結果

（図参 1-2、図参 2-4～2-6 及び図参 3-13～3-24 関連）

配列	デブリ構造材模擬体本数(本)		格子間隔（cm）	水位（cm）	棒状燃料本数（本）	keff± 1 σ		炉心平均 VR（vm/vf）
	コンクリート	鉄				原子炉停止余裕	ワンロッドスタックマージン	
2 of 4	25	0	1.27	40.0	627	0.9731±0.0007	0.9913±0.0007	1.785
2 of 4	25	0	1.27	70.0	441	0.9524±0.0007	0.9799±0.0007	1.813
2 of 4	25	0	1.27	110.0	397	0.9451±0.0008	0.9783±0.0007	1.824
2 of 4	25	0	1.27	140.0	381	0.9462±0.0007	0.9786±0.0008	1.829
2 of 4	69	0	1.27	40.0	598	0.9721±0.0007	0.9905±0.0008	1.914
2 of 4	69	0	1.27	70.0	410	0.9550±0.0007	0.9824±0.0007	2.005
2 of 4	69	0	1.27	110.0	365	0.9431±0.0007	0.9769±0.0007	2.041
2 of 4	69	0	1.27	140.0	350	0.9438±0.0007	0.9773±0.0007	2.054
2 of 4	25	0	1.50	40.0	373	0.9613±0.0008	0.9860±0.0008	3.122
2 of 4	25	0	1.50	70.0	275	0.9478±0.0007	0.9795±0.0007	3.191
2 of 4	25	0	1.50	110.0	249	0.9452±0.0007	0.9786±0.0007	3.219
2 of 4	25	0	1.50	140.0	241	0.9483±0.0007	0.9791±0.0007	3.229
2 of 4	69	0	1.50	40.0	384	0.9582±0.0007	0.9849±0.0007	3.451
2 of 4	69	0	1.50	70.0	270	0.9491±0.0007	0.9805±0.0007	3.673
2 of 4	69	0	1.50	110.0	228	0.9434±0.0007	0.9776±0.0007	3.811
2 of 4	69	0	1.50	140.0	231	0.9425±0.0007	0.9782±0.0007	3.799
~~2 of 4~~	~~25~~	~~0~~	~~2.54~~	~~40.0~~	~~616~~	~~0.9622±0.0006~~	~~0.9858±0.0006~~	~~11.34~~
~~2 of 4~~	~~25~~	~~0~~	~~2.54~~	~~70.0~~	~~368~~	~~0.9467±0.0006~~	~~0.9830±0.0006~~	~~11.64~~
~~2 of 4~~	~~25~~	~~0~~	~~2.54~~	~~110.0~~	~~316~~	~~0.9368±0.0006~~	~~0.9790±0.0006~~	~~11.76~~
~~2 of 4~~	~~25~~	~~0~~	~~2.54~~	~~140.0~~	~~302~~	~~0.9372±0.0006~~	~~0.9804±0.0006~~	~~11.80~~
~~2 of 4~~	~~69~~	~~0~~	~~2.54~~	~~40.0~~	~~842~~	~~0.9770±0.0006~~	~~0.9867±0.0006~~	~~11.79~~
~~2 of 4~~	~~69~~	~~0~~	~~2.54~~	~~70.0~~	~~529~~	~~0.9672±0.0006~~	~~0.9876±0.0006~~	~~12.32~~
~~2 of 4~~	~~69~~	~~0~~	~~2.54~~	~~110.0~~	~~466~~	~~0.9618±0.0006~~	~~0.9862±0.0006~~	~~12.52~~
~~2 of 4~~	~~69~~	~~0~~	~~2.54~~	~~140.0~~	~~440~~	~~0.9612±0.0006~~	~~0.9863±0.0006~~	~~12.61~~
2 of 4	0	25	1.27	40.0	741	0.9723±0.0008	0.9914±0.0008	1.774
2 of 4	0	25	1.27	70.0	534	0.9598±0.0007	0.9851±0.0007	1.797
2 of 4	0	25	1.27	110.0	480	0.9546±0.0007	0.9832±0.0007	1.806
2 of 4	0	25	1.27	140.0	463	0.9518±0.0007	0.9807±0.0007	1.809
2 of 4	0	69	1.27	40.0	897	0.9695±0.0007	0.9895±0.0007	1.848
2 of 4	0	69	1.27	70.0	652	0.9645±0.0007	0.9875±0.0007	1.898
2 of 4	0	69	1.27	110.0	576	0.9605±0.0007	0.9861±0.0007	1.922
2 of 4	0	69	1.27	140.0	559	0.9584±0.0007	0.9833±0.0007	1.928
2 of 4	0	25	1.50	40.0	464	0.9582±0.0007	0.9847±0.0007	3.083
2 of 4	0	25	1.50	70.0	352	0.9505±0.0007	0.9814±0.0008	3.133
2 of 4	0	25	1.50	110.0	321	0.9466±0.0007	0.9797±0.0007	3.153
2 of 4	0	25	1.50	140.0	311	0.9455±0.0007	0.9814±0.0007	3.161

下線は、津波水没時を考慮し「構成してはならない炉心」と識別された炉心

~~取り消し線~~は、炉心平均 VR(vm/vf)を考慮し「構成してはならない炉心」と識別された炉心

表参 1-2　安全板の効果が小さくなる炉心探索の解析結果

（図参 1-2、図参 2-4～2-6 及び図参 3-13～3-24 関連）（つづき）

配列	デブリ構造材模擬体本数(本)		格子間隔（cm）	水位（cm）	棒状燃料本数（本）	keff± 1 σ		炉心平均 VR（vm/vf）
	コンクリート	鉄				原子炉停止余裕	ワンロッドスタックマージン	
2 of 4	0	69	1.50	40.0	604	0.9581±0.0007	0.9868±0.0007	3.260
2 of 4	0	69	1.50	70.0	465	0.9491±0.0006	0.9818±0.0007	3.360
2 of 4	0	69	1.50	110.0	413	0.9458±0.0007	0.9813±0.0007	3.414
2 of 4	0	69	1.50	140.0	404	0.9457±0.0007	0.9797±0.0007	3.425
~~2 of 4~~	~~0~~	~~25~~	~~2.54~~	~~40.0~~	~~706~~	~~0.9683±0.0006~~	~~0.9861±0.0006~~	~~11.29~~
~~2 of 4~~	~~0~~	~~25~~	~~2.54~~	~~70.0~~	~~436~~	~~0.9529±0.0006~~	~~0.9847±0.0006~~	~~11.53~~
~~2 of 4~~	~~0~~	~~25~~	~~2.54~~	~~110.0~~	~~376~~	~~0.9466±0.0006~~	~~0.9830±0.0006~~	~~11.63~~
~~2 of 4~~	~~0~~	~~25~~	~~2.54~~	~~140.0~~	~~364~~	~~0.9454±0.0006~~	~~0.9834±0.0006~~	~~11.65~~
~~2 of 4~~	~~0~~	~~69~~	~~2.54~~	~~70.0~~	~~652~~	~~0.9795±0.0006~~	~~0.9883±0.0006~~	~~12.05~~
~~2 of 4~~	~~0~~	~~69~~	~~2.54~~	~~110.0~~	~~574~~	~~0.9762±0.0006~~	~~0.9876±0.0006~~	~~12.21~~
~~2of4~~	~~0~~	~~69~~	~~2.54~~	~~140.0~~	~~559~~	~~0.9780±0.0006~~	~~0.9897±0.0006~~	~~12.25~~
2 of 4	68	68	1.27	40.0	862	0.9697±0.0007	0.9903±0.0007	1.987
2 of 4	68	68	1.27	70.0	602	0.9642±0.0007	0.9873±0.0007	2.104
2 of 4	68	68	1.27	110.0	523	0.9612±0.0007	0.9856±0.0007	2.162
2 of 4	68	68	1.27	140.0	438	0.9612±0.0007	0.9864±0.0007	2.249
2 of 4	33	36	1.27	40.0	779	0.9715±0.0007	0.9915±0.0007	1.868
2 of 4	33	36	1.27	70.0	554	0.9625±0.0007	0.9869±0.0007	1.930
2 of 4	33	36	1.27	110.0	481	0.9544±0.0007	0.9832±0.0007	1.962
2 of 4	33	36	1.27	140.0	469	0.9544±0.0007	0.9830±0.0007	1.969
2 of 4	68	68	1.50	40.0	621	0.9607±0.0007	0.9873±0.0007	3.566
2 of 4	68	68	1.50	70.0	443	0.9537±0.0007	0.9842±0.0007	3.824
2 of 4	68	68	1.50	110.0	398	0.9504±0.0007	0.9821±0.0007	3.925
2 of 4	68	68	1.50	140.0	385	0.9488±0.0007	0.9822±0.0007	3.959
2 of 4	33	36	1.50	40.0	514	0.9578±0.0007	0.9861±0.0007	3.318
2 of 4	33	36	1.50	70.0	380	0.9499±0.0007	0.9823±0.0007	3.457
2 of 4	33	36	1.50	110.0	337	0.9488±0.0007	0.9801±0.0007	3.524
2 of 4	33	36	1.50	140.0	328	0.9472±0.0007	0.9807±0.0007	3.541
~~2 of 4~~	~~68~~	~~68~~	~~2.54~~	~~70.0~~	~~833~~	~~0.9848±0.0006~~	~~0.9939±0.0006~~	~~12.68~~
~~2 of 4~~	~~68~~	~~68~~	~~2.54~~	~~110.0~~	~~735~~	~~0.9814±0.0006~~	~~0.9907±0.0007~~	~~12.92~~
~~2 of 4~~	~~68~~	~~68~~	~~2.54~~	~~140.0~~	~~718~~	~~0.9828±0.0006~~	~~0.9904±0.0006~~	~~12.97~~
~~2 of 4~~	~~33~~	~~36~~	~~2.54~~	~~70.0~~	~~600~~	~~0.9754±0.0006~~	~~0.9873±0.0006~~	~~12.15~~
~~2 of 4~~	~~33~~	~~36~~	~~2.54~~	~~110.0~~	~~526~~	~~0.9732±0.0006~~	~~0.9892±0.0006~~	~~12.33~~
~~2 of 4~~	~~33~~	~~36~~	~~2.54~~	~~140.0~~	~~505~~	~~0.9713±0.0006~~	~~0.9880±0.0006~~	~~12.39~~

下線は、津波水没時を考慮し「構成してはならない炉心」と識別された炉心

~~取り消し線~~は、炉心平均 VR(vm/vf)を考慮し「構成してはならない炉心」と識別された炉心

表参 1-3　安全板の効果が小さくなる炉心探索の解析結果

（図参 1-3、図参 2-7～2-9 及び図参 3-25～3-36 関連）

配列	デブリ構造材模擬体本数(本)		格子間隔（cm）	水位（cm）	棒状燃料本数（本）	keff± 1 σ		炉心平均 VR（vm/vf）
	コンクリート	鉄				原子炉停止余裕	ワンロッドスタックマージン	
4 of 4	25	0	1.27	40.0	654	0.9736±0.0007	0.9914±0.0007	1.782
4 of 4	25	0	1.27	70.0	464	0.9564±0.0008	0.9841±0.0007	1.809
4 of 4	25	0	1.27	110.0	419	0.9448±0.0007	0.9788±0.0007	1.819
4 of 4	25	0	1.27	140.0	405	0.9430±0.0007	0.9774±0.0007	1.822
4 of 4	69	0	1.27	40.0	760	0.9694±0.0007	0.9905±0.0007	1.872
4 of 4	69	0	1.27	70.0	542	0.9643±0.0007	0.9873±0.0007	1.916
4 of 4	69	0	1.27	110.0	472	0.9537±0.0007	0.9832±0.0007	1.967
4 of 4	69	0	1.27	140.0	463	0.9536±0.0007	0.9834±0.0007	1.972
4 of 4	25	0	1.50	40.0	418	0.9592±0.0007	0.9854±0.0008	3.100
4 of 4	25	0	1.50	70.0	304	0.9506±0.0007	0.9819±0.0008	3.166
4 of 4	25	0	1.50	110.0	276	0.9434±0.0007	0.9778±0.0007	3.191
4 of 4	25	0	1.50	140.0	270	0.9416±0.0007	0.9777±0.0008	3.196
4 of 4	69	0	1.50	40.0	528	0.9551±0.0007	0.9842±0.0007	3.308
4 of 4	69	0	1.50	70.0	398	0.9478±0.0007	0.9808±0.0007	3.433
4 of 4	69	0	1.50	110.0	361	0.9438±0.0007	0.9791±0.0007	3.485
4 of 4	69	0	1.50	140.0	348	0.9428±0.0007	0.9794±0.0007	3.506
~~4 of 4~~	~~25~~	~~0~~	~~2.54~~	~~40.0~~	~~641~~	~~0.9685±0.0006~~	~~0.9860±0.0007~~	~~11.33~~
~~4 of 4~~	~~25~~	~~0~~	~~2.54~~	~~70.0~~	~~395~~	~~0.9478±0.0006~~	~~0.9835±0.0006~~	~~11.59~~
~~4 of 4~~	~~25~~	~~0~~	~~2.54~~	~~110.0~~	~~350~~	~~0.9399±0.0006~~	~~0.9818±0.0006~~	~~11.68~~
~~4 of 4~~	~~25~~	~~0~~	~~2.54~~	~~140.0~~	~~339~~	~~0.9401±0.0006~~	~~0.9819±0.0006~~	~~11.70~~
~~4 of 4~~	~~69~~	~~0~~	~~2.54~~	~~40.0~~	~~843~~	~~0.9784±0.0006~~	~~0.9876±0.0006~~	~~11.79~~
~~4 of 4~~	~~69~~	~~0~~	~~2.54~~	~~70.0~~	~~558~~	~~0.9692±0.0006~~	~~0.9876±0.0006~~	~~12.25~~
~~4 of 4~~	~~69~~	~~0~~	~~2.54~~	~~110.0~~	~~484~~	~~0.9655±0.0006~~	~~0.9868±0.0006~~	~~12.46~~
~~4 of 4~~	~~69~~	~~0~~	~~2.54~~	~~140.0~~	~~471~~	~~0.9642±0.0006~~	~~0.9885±0.0007~~	~~12.50~~
4 of 4	0	25	1.27	40.0	771	0.9724±0.0007	0.9916±0.0007	1.772
4 of 4	0	25	1.27	70.0	557	0.9632±0.0007	0.9868±0.0007	1.793
4 of 4	0	25	1.27	110.0	508	0.9564±0.0008	0.9845±0.0007	1.801
4 of 4	0	25	1.27	140.0	490	0.9535±0.0007	0.9836±0.0007	1.804
4 of 4	0	69	1.27	70.0	723	0.9639±0.0007	0.9872±0.0007	1.880
4 of 4	0	69	1.27	110.0	660	0.9589±0.0007	0.9859±0.0007	1.896
4 of 4	0	69	1.27	140.0	636	0.9602±0.0007	0.9863±0.0007	1.902
4 of 4	0	25	1.50	40.0	500	0.9570±0.0007	0.9866±0.0008	3.072
4 of 4	0	25	1.50	70.0	373	0.9495±0.0007	0.9819±0.0007	3.122
4 of 4	0	25	1.50	110.0	342	0.9445±0.0007	0.9799±0.0007	3.139
4 of 4	0	25	1.50	140.0	336	0.9451±0.0007	0.9792±0.0007	3.143

下線は、津波水没時を考慮し「構成してはならない炉心」と識別された炉心

~~取り消し線~~は、炉心平均 VR(vm/vf)を考慮し「構成してはならない炉心」と識別された炉心

表参 1-3　安全板の効果が小さくなる炉心探索の解析結果

（図参 1-3、図参 2-7～2-9 及び図参 3-25～3-36 関連）（つづき）

配列	デブリ構造材模擬体本数(本)		格子間隔 (cm)	水位 (cm)	棒状燃料本数 (本)	keff± 1 σ		炉心平均 VR (vm/vf)
	コンクリート	鉄				原子炉停止余裕	ワンロッドスタックマージン	
4 of 4	0	69	1.50	40.0	668	0.9578±0.0007	0.9866±0.0007	3.228
4 of 4	0	69	1.50	70.0	508	0.9479±0.0007	0.9829±0.0007	3.323
4 of 4	0	69	1.50	110.0	470	0.9442±0.0007	0.9817±0.0007	3.355
4 of 4	0	69	1.50	140.0	463	0.9442±0.0007	0.9821±0.0007	3.361
~~4 of 4~~	~~0~~	~~25~~	~~2.54~~	~~40.0~~	~~681~~	~~0.9664±0.0006~~	~~0.9866±0.0007~~	~~11.30~~
~~4 of 4~~	~~0~~	~~25~~	~~2.54~~	~~70.0~~	~~433~~	~~0.9527±0.0006~~	~~0.9860±0.0006~~	~~11.53~~
~~4 of 4~~	~~0~~	~~25~~	~~2.54~~	~~110.0~~	~~373~~	~~0.9462±0.0007~~	~~0.9837±0.0007~~	~~11.63~~
~~4 of 4~~	~~0~~	~~25~~	~~2.54~~	~~140.0~~	~~362~~	~~0.9441±0.0006~~	~~0.9840±0.0006~~	~~11.65~~
~~4 of 4~~	~~0~~	~~69~~	~~2.54~~	~~40.0~~	~~898~~	~~0.9805±0.0006~~	~~0.9878±0.0007~~	~~11.74~~
~~4 of 4~~	~~0~~	~~69~~	~~2.54~~	~~70.0~~	~~580~~	~~0.9720±0.0006~~	~~0.9867±0.0006~~	~~12.20~~
~~4 of 4~~	~~0~~	~~69~~	~~2.54~~	~~110.0~~	~~508~~	~~0.9686±0.0006~~	~~0.9875±0.0006~~	~~12.38~~
~~4 of 4~~	~~0~~	~~69~~	~~2.54~~	~~140.0~~	~~492~~	~~0.9695±0.0006~~	~~0.9878±0.0007~~	~~12.43~~
4 of 4	68	69	1.27	70.0	859	0.9627±0.0007	0.9877±0.0007	1.990
4 of 4	68	69	1.27	110.0	772	0.9604±0.0007	0.9874±0.0007	2.021
4 of 4	68	69	1.27	140.0	748	0.9596±0.0007	0.9870±0.0007	2.030
4 of 4	32	37	1.27	70.0	676	0.9626±0.0007	0.9877±0.0007	1.891
4 of 4	32	37	1.27	110.0	613	0.9607±0.0007	0.9870±0.0007	1.909
4 of 4	32	37	1.27	140.0	595	0.9578±0.0007	0.9866±0.0007	1.915
4 of 4	68	69	1.50	40.0	799	0.9644±0.0007	0.9895±0.0008	3.427
4 of 4	68	69	1.50	70.0	622	0.9541±0.0007	0.9856±0.0007	3.570
4 of 4	68	69	1.50	110.0	574	0.9510±0.0007	0.9836±0.0007	3.624
4 of 4	68	69	1.50	140.0	556	0.9497±0.0007	0.9841±0.0007	3.646
4 of 4	32	37	1.50	40.0	630	0.9557±0.0007	0.9849±0.0007	3.246
4 of 4	32	37	1.50	70.0	485	0.9470±0.0008	0.9819±0.0007	3.342
4 of 4	32	37	1.50	110.0	445	0.9443±0.0007	0.9808±0.0008	3.379
4 of 4	32	37	1.50	140.0	432	0.9438±0.0007	0.9812±0.0007	3.393
~~4 of 4~~	~~68~~	~~69~~	~~2.54~~	~~70.0~~	~~716~~	~~0.9856±0.0006~~	~~0.9966±0.0006~~	~~12.99~~
~~4 of 4~~	~~68~~	~~69~~	~~2.54~~	~~110.0~~	~~631~~	~~0.9865±0.0006~~	~~0.9952±0.0007~~	~~13.27~~
~~4 of 4~~	~~68~~	~~69~~	~~2.54~~	~~140.0~~	~~614~~	~~0.9859±0.0006~~	~~0.9964±0.0006~~	~~13.33~~
~~4 of 4~~	~~32~~	~~37~~	~~2.54~~	~~40.0~~	~~888~~	~~0.9807±0.0006~~	~~0.9885±0.0006~~	~~11.75~~
~~4 of 4~~	~~32~~	~~37~~	~~2.54~~	~~70.0~~	~~577~~	~~0.9709±0.0006~~	~~0.9880±0.0006~~	~~12.20~~
~~4 of 4~~	~~32~~	~~37~~	~~2.54~~	~~110.0~~	~~500~~	~~0.9678±0.0006~~	~~0.9870±0.0006~~	~~12.41~~
~~4 of 4~~	~~32~~	~~37~~	~~2.54~~	~~140.0~~	~~488~~	~~0.9681±0.0006~~	~~0.9891±0.0007~~	~~12.44~~

下線は、津波水没時を考慮し「構成してはならない炉心」と識別された炉心

~~取り消し線~~は、炉心平均 VR(vm/vf)を考慮し「構成してはならない炉心」と識別された炉心

表参 2　炉心形状固定の解析結果（図 4-1～4-3 及び図参 5-1～5-27 関連）

配列	デブリ構造材模擬体本数(本)		格子間隔（cm）	水位（cm）	棒状燃料本数（本）	keff± 1 σ		炉心平均 VR（vm/vf）
	コンクリート	鉄				原子炉停止余裕	ワンロッドスタックマージン	
1.27	9	0	1 of 4	39.8	638	0.9739±0.0008	0.9920±0.0007	1.740
1.27	25	0	1 of 4	39.9	622	0.9714±0.0007	0.9898±0.0008	1.785
1.27	49	0	1 of 4	40.0	598	0.9713±0.0007	0.9906±0.0008	1.857
1.27	69	0	1 of 4	40.3	578	0.9702±0.0007	0.9885±0.0008	1.921
1.27	9	0	2 of 4	39.9	638	0.9726±0.0007	0.9906±0.0007	1.740
1.27	25	0	2 of 4	40.1	622	0.9706±0.0007	0.9893±0.0007	1.785
1.27	49	0	2 of 4	41.0	598	0.9709±0.0007	0.9898±0.0007	1.857
1.27	69	0	2 of 4	41.6	578	0.9697±0.0007	0.9894±0.0008	1.921
1.27	9	0	4 of 4	40.0	638	0.9717±0.0007	0.9904±0.0007	1.740
1.27	25	0	4 of 4	42.3	622	0.9710±0.0007	0.9910±0.0008	1.785
1.27	49	0	4 of 4	49.0	598	0.9673±0.0008	0.9890±0.0008	1.857
1.27	69	0	4 of 4	58.3	578	0.9626±0.0008	0.9867±0.0008	1.921
1.27	0	9	1 of 4	43.1	638	0.9720±0.0007	0.9910±0.0007	1.740
1.27	0	25	1 of 4	48.8	622	0.9673±0.0007	0.9885±0.0007	1.785
1.27	0	49	1 of 4	60.8	598	0.9660±0.0007	0.9885±0.0007	1.857
1.27	0	69	1 of 4	75.0	578	0.9637±0.0007	0.9866±0.0007	1.921
1.27	0	9	2 of 4	43.0	638	0.9709±0.0007	0.9905±0.0007	1.740
1.27	0	25	2 of 4	50.2	622	0.9681±0.0007	0.9884±0.0007	1.785
1.27	0	49	2 of 4	69.8	598	0.9644±0.0007	0.9868±0.0007	1.857
1.27	0	69	2 of 4	106.7	578	0.9609±0.0006	0.9857±0.0007	1.921
1.27	0	9	4 of 4	43.4	638	0.9702±0.0007	0.9900±0.0007	1.740
1.27	0	25	4 of 4	54.3	622	0.9657±0.0007	0.9876±0.0007	1.785
1.27	0	49	4 of 4	99.1	598	0.9605±0.0007	0.9861±0.0007	1.857
1.27	0	56	4 of 4	140.0	591	0.9580±0.0007	0.9857±0.0007	1.879
1.27	4	5	1 of 4	41.4	638	0.9725±0.0007	0.9916±0.0007	1.740
1.27	12	13	1 of 4	44.1	622	0.9691±0.0007	0.9893±0.0007	1.785
1.27	24	25	1 of 4	48.2	598	0.9689±0.0007	0.9890±0.0007	1.857
1.27	68	69	1 of 4	66.2	510	0.9649±0.0007	0.9878±0.0008	2.177
1.27	4	5	2 of 4	41.7	638	0.9722±0.0007	0.9915±0.0007	1.740
1.27	9	16	2 of 4	46.6	622	0.9708±0.0007	0.9894±0.0007	1.785
1.27	24	25	2 of 4	52.6	598	0.9664±0.0007	0.9880±0.0007	1.857
1.27	68	68	2 of 4	140.0	511	0.9589±0.0007	0.9860±0.0007	2.173
1.27	4	5	4 of 4	42.4	638	0.9714±0.0007	0.9904±0.0008	1.740
1.27	12	13	4 of 4	49.8	622	0.9664±0.0007	0.9888±0.0007	1.785
1.27	24	25	4 of 4	75.0	598	0.9642±0.0007	0.9875±0.0007	1.857
1.27	32	33	4 of 4	140.0	582	0.9595±0.0007	0.9862±0.0007	1.908

下線は、津波水没時を考慮し「構成してはならない炉心」と識別された炉心

表参 2　炉心形状固定の解析結果（図 4-1～4-3 及び図参 5-1～5-27 関連）（つづき）

配列	デブリ構造材模擬体本数(本)		格子間隔（cm）	水位（cm）	棒状燃料本数（本）	keff± 1 σ		炉心平均 VR（vm/vf）
	コンクリート	鉄				原子炉停止余裕	ワンロッドスタックマージン	
1.50	9	0	1 of 4	41.3	362	0.9626±0.0008	0.9866±0.0008	2.998
1.50	25	0	1 of 4	43.1	346	0.9601±0.0007	0.9863±0.0007	3.137
1.50	49	0	1 of 4	46.0	322	0.9579±0.0007	0.9842±0.0008	3.371
1.50	69	0	1 of 4	48.5	302	0.9519±0.0007	0.9823±0.0007	3.594
1.50	9	0	2 of 4	41.5	362	0.9610±0.0007	0.9852±0.0007	2.998
1.50	25	0	2 of 4	44.4	346	0.9576±0.0007	0.9833±0.0007	3.137
1.50	49	0	2 of 4	50.7	322	0.9558±0.0007	0.9848±0.0007	3.371
1.50	69	0	2 of 4	55.5	302	0.9515±0.0007	0.9811±0.0008	3.594
1.50	9	0	4 of 4	42.5	362	0.9601±0.0007	0.9864±0.0008	2.998
1.50	25	0	4 of 4	52.1	346	0.9538±0.0007	0.9834±0.0007	3.137
1.50	49	0	4 of 4	106.0	322	0.9439±0.0008	0.9791±0.0007	3.371
1.50	53	0	4 of 4	140.0	318	0.9418±0.0007	0.9780±0.0007	3.413
1.50	0	9	1 of 4	47.0	362	0.9579±0.0007	0.9830±0.0007	2.998
1.50	0	25	1 of 4	65.5	346	0.9521±0.0007	0.9830±0.0008	3.137
1.50	0	46	1 of 4	140.0	325	0.9474±0.0007	0.9802±0.0007	3.340
1.50	0	9	2 of 4	47.4	362	0.9562±0.0008	0.9844±0.0008	2.998
1.50	0	25	2 of 4	73.7	346	0.9494±0.0007	0.9813±0.0007	3.137
1.50	0	35	2 of 4	140.0	336	0.9448±0.0007	0.9796±0.0007	3.230
1.50	0	9	4 of 4	48.7	362	0.9565±0.0008	0.9841±0.0007	2.998
1.50	0	25	4 of 4	100.1	346	0.9448±0.0007	0.9797±0.0007	3.137
1.50	0	28	4 of 4	140.0	343	0.9431±0.0007	0.9794±0.0007	3.164
1.50	4	5	1 of 4	44.0	362	0.9598±0.0008	0.9859±0.0007	2.998
1.50	12	13	1 of 4	52.0	346	0.9553±0.0007	0.9843±0.0008	3.137
1.50	24	25	1 of 4	66.4	322	0.9523±0.0007	0.9828±0.0008	3.371
1.50	52	50	1 of 4	140.0	269	0.9527±0.0007	0.9818±0.0007	4.035
1.50	4	5	2 of 4	44.7	362	0.9580±0.0007	0.9850±0.0007	2.998
1.50	9	16	2 of 4	61.0	346	0.9530±0.0007	0.9834±0.0007	3.137
1.50	24	25	2 of 4	104.0	322	0.9473±0.0007	0.9803±0.0007	3.371
1.50	36	26	2 of 4	140.0	309	0.9437±0.0007	0.9787±0.0007	3.512
1.50	4	5	4 of 4	46.3	362	0.9571±0.0007	0.9845±0.0007	2.998
1.50	12	13	4 of 4	52.0	346	0.9489±0.0007	0.9819±0.0007	3.137
1.50	16	17	4 of 4	66.4	338	0.9444±0.0007	0.9809±0.0007	3.211

表参 2　炉心形状固定の解析結果（図 4-1～4-3 及び図参 5-1～5-27 関連）（つづき）

配列	デブリ構造材模擬体本数(本)		格子間隔（cm）	水位（cm）	棒状燃料本数（本）	keff± 1 σ		炉心平均 VR（vm/vf）
	コンクリート	鉄				原子炉停止余裕	ワンロッドスタックマージン	
~~2.54~~	~~9~~	~~0~~	~~1 of 4~~	~~46.1~~	~~397~~	~~0.9497±0.0006~~	~~0.9842±0.0006~~	~~11.15~~
~~2.54~~	~~25~~	~~0~~	~~1 of 4~~	~~59.9~~	~~381~~	~~0.9491±0.0006~~	~~0.9830±0.0006~~	~~11.62~~
~~2.54~~	~~49~~	~~0~~	~~1 of 4~~	~~100.2~~	~~357~~	~~0.9437±0.0006~~	~~0.9802±0.0006~~	~~12.40~~
~~2.54~~	~~59~~	~~0~~	~~1 of 4~~	~~140.0~~	~~347~~	~~0.9426±0.0006~~	~~0.9808±0.0006~~	~~12.75~~
~~2.54~~	~~9~~	~~0~~	~~2 of 4~~	~~46.8~~	~~397~~	~~0.9489±0.0007~~	~~0.9831±0.0006~~	~~11.15~~
~~2.54~~	~~25~~	~~0~~	~~2 of 4~~	~~65.0~~	~~381~~	~~0.9465±0.0006~~	~~0.9829±0.0006~~	~~11.62~~
~~2.54~~	~~44~~	~~0~~	~~2 of 4~~	~~140.0~~	~~362~~	~~0.9442±0.0006~~	~~0.9831±0.0006~~	~~12.23~~
~~2.54~~	~~9~~	~~0~~	~~4 of 4~~	~~48.3~~	~~397~~	~~0.9467±0.0007~~	~~0.9832±0.0007~~	~~11.15~~
~~2.54~~	~~25~~	~~0~~	~~4 of 4~~	~~76.0~~	~~381~~	~~0.9460±0.0006~~	~~0.9833±0.0006~~	~~11.62~~
~~2.54~~	~~36~~	~~0~~	~~4 of 4~~	~~140.0~~	~~370~~	~~0.9462±0.0006~~	~~0.9856±0.0006~~	~~11.96~~
~~2.54~~	~~0~~	~~9~~	~~1 of 4~~	~~52.0~~	~~397~~	~~0.9480±0.0007~~	~~0.9833±0.0006~~	~~11.15~~
~~2.54~~	~~0~~	~~25~~	~~1 of 4~~	~~99.0~~	~~381~~	~~0.9490±0.0006~~	~~0.9826±0.0007~~	~~11.62~~
~~2.54~~	~~0~~	~~28~~	~~1 of 4~~	~~140.0~~	~~378~~	~~0.9481±0.0006~~	~~0.9837±0.0006~~	~~11.71~~
~~2.54~~	~~0~~	~~9~~	~~2 of 4~~	~~51.5~~	~~397~~	~~0.9479±0.0006~~	~~0.9840±0.0006~~	~~11.15~~
~~2.54~~	~~0~~	~~25~~	~~2 of 4~~	~~102.3~~	~~381~~	~~0.9467±0.0006~~	~~0.9849±0.0006~~	~~11.62~~
~~2.54~~	~~0~~	~~28~~	~~2 of 4~~	~~140.0~~	~~378~~	~~0.9476±0.0006~~	~~0.9849±0.0006~~	~~11.71~~
~~2.54~~	~~0~~	~~9~~	~~4 of 4~~	~~51.5~~	~~397~~	~~0.9475±0.0006~~	~~0.9828±0.0006~~	~~11.15~~
~~2.54~~	~~0~~	~~25~~	~~4 of 4~~	~~102.3~~	~~381~~	~~0.9473±0.0006~~	~~0.9841±0.0006~~	~~11.62~~
~~2.54~~	~~0~~	~~28~~	~~4 of 4~~	~~140.0~~	~~378~~	~~0.9466±0.0007~~	~~0.9846±0.0006~~	~~11.71~~
~~2.54~~	~~4~~	~~5~~	~~1 of 4~~	~~48.7~~	~~397~~	~~0.9474±0.0006~~	~~0.9835±0.0006~~	~~11.15~~
~~2.54~~	~~12~~	~~13~~	~~1 of 4~~	~~74.7~~	~~381~~	~~0.9485±0.0006~~	~~0.9823±0.0006~~	~~11.62~~
~~2.54~~	~~16~~	~~21~~	~~1 of 4~~	~~140.0~~	~~369~~	~~0.9467±0.0006~~	~~0.9815±0.0006~~	~~11.99~~
~~2.54~~	~~4~~	~~5~~	~~2 of 4~~	~~49.3~~	~~397~~	~~0.9488±0.0006~~	~~0.9832±0.0007~~	~~11.15~~
~~2.54~~	~~9~~	~~16~~	~~2 of 4~~	~~85.0~~	~~381~~	~~0.9470±0.0006~~	~~0.9830±0.0006~~	~~11.62~~
~~2.54~~	~~16~~	~~17~~	~~2 of 4~~	~~140.0~~	~~373~~	~~0.9471±0.0006~~	~~0.9833±0.0006~~	~~11.87~~
~~2.54~~	~~4~~	~~5~~	~~4 of 4~~	~~50.5~~	~~397~~	~~0.9468±0.0006~~	~~0.9839±0.0006~~	~~11.15~~
~~2.54~~	~~12~~	~~13~~	~~4 of 4~~	~~87.4~~	~~381~~	~~0.9456±0.0006~~	~~0.9843±0.0006~~	~~11.62~~
~~2.54~~	~~16~~	~~15~~	~~4 of 4~~	~~140.0~~	~~375~~	~~0.9463±0.0006~~	~~0.9848±0.0006~~	~~11.80~~

~~取り消し線~~は、炉心平均 VR(vm/vf)を考慮し「構成してはならない炉心」と識別された炉心

補足説明資料６

令和５年９月28日

日本原子力研究開発機構

原子力科学研究所

臨界実験装置における核的制限値の担保について（設工認段階以降）

臨界実験装置は、原子炉等規制法施行令において「炉心構造を容易に変更することができる試験研究用等原子炉であって、核燃料物質の臨界量等当該試験研究用等原子炉の核特性を測定する用に専ら供するもの」と定義される。また、旧原子力安全委員会の「水冷却型試験研究用原子炉施設の安全評価に関する審査指針」の中で、「臨界実験装置は、多種多様の燃料及び実験試料が使用され、炉心構成を変えるたびに制御棒価値、反応度フィードバック等の核特性、核計装の応答性等が異なることから、安全確保上、運転管理に負うところが大きい。このため、原子炉の運転出力及び積分出力を極めて低く制限して核分裂生成物の蓄積及び放射線を抑えることにより、炉心の冷却設備や炉心周囲に接した遮蔽体を要しないなどの特徴を有している。したがって、臨界実験装置の安全評価に当たっては、これらの臨界実験装置の特徴を踏まえる必要がある」（以上、要約抜粋・補足加筆）との基本的考え方が示されている。STACYにおいては、上記を踏まえ、保安規定に安全確保のための運転管理の手順が定められている。

この基本的考え方を踏まえ、以下では、設計及び工事の計画に係る認可申請書（以下「設工認申請書」又は単に「設工認」という。）の審査段階以降における「臨界実験装置の核的制限値の担保」の具体的方策について述べる。

(1) 設工認における核的制限値を満足する見通しの確認

設工認段階においては、試験炉技術基準規則第10条（原子炉施設の機能）の前段「通常運転時において原子炉の反応度を安全かつ安定的に制御できること」に対し、本設工認の範囲で構成可能な炉心の組合せ（例）の中から、核的制限値が厳しくなる炉心条件（代表炉心）を把握し、その代表炉心においても核的制限値を満足し、安全かつ安定的に制御できることを示す。具体的には、デブリ構造材模擬体（鉄、コンクリート）及び棒状燃料の装荷本数、それらの配列並びに格子間隔等を変化させた炉心の原子炉停止余裕（安全板全数挿入）及びワンロッドスタックマージン（最大反応度価値を有する安全板１枚が挿入不能）の変化傾向を示す。（補足説明資料5-1参照）

(2) 使用前事業者検査における代表炉心

STACY更新炉は未知炉心での運転を前提とした臨界実験装置であることから、新たな炉心を構成するときは、核的制限値からの逸脱を防止するため、適切な裕度を加味して段階的に模擬体（実験用装荷物）の本数を増やしていきたいと考えている（**図１**及び次項参照）。このため、使用前事業者検査の受検炉心を代表炉心で行うとした場合は、代表炉心を参考

としつつ、製作公差、解析誤差及び事前解析の検証精度を考慮した調整幅を加味して選定した上で、核特性が知られた既知炉心から段階的に代表炉心の条件に近づけていくこととする（なお、このような運用は実験計画の一部でもある。）。

なお、使用前事業者検査の確認事項の一つ、原子炉等規制法第28条第２項第１号「工事が設工認に従って行われたものであること」については、棒状燃料や格子板、実験用装荷物等の工事（製作）は個々に材料検査、寸法検査、単体及び系統での機能検査（動作試験）等によって確認する。他方、それら装荷物等を組み合わせた炉心構成は「工事」ではなく構造材の「配置」であって、その炉心構成手順が守られていることを品質マネジメントシステム検査で確認する。

もう一つの同条項第２号「技術上の基準に適合するものであること」については、試験炉技術基準規則第10条（原子炉施設の機能）の前段「通常運転時において原子炉の反応度を安全かつ安定的に制御できること」に対し、計測制御系統施設の核計装、反応度制御設備（給水ポンプ、排水弁等による炉心水位制御）、反応度制御回路（インターロック）等及びそれらの警報監視・操作設備（制御室）によって、原子炉が安全かつ安定して運転できることを確認する。また、同条の後段「運転時の異常な過渡変化時においても《中略》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こと」については、計測制御系統施設の安全保護回路及び反応度制御設備（排水弁、安全板装置）の機能検査（模擬入力による動作試験）により原子炉がスクラムすることを確認する。

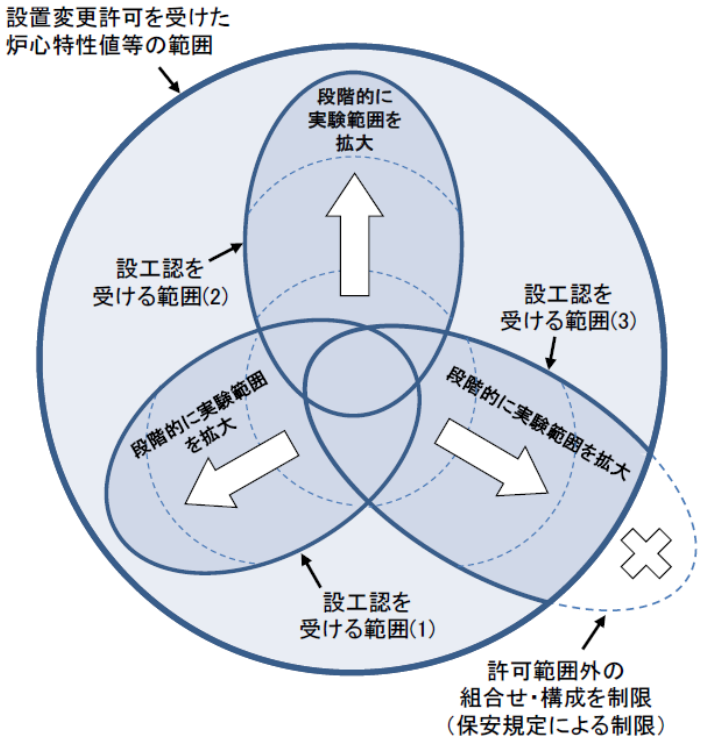


図１　新しい炉心を構成する際の方針（概念図）

(3) 保安規定における炉心核特性の算定とその結果の承認

上記(2)の際、炉心の配置換えに伴う炉心核特性の算定及びその結果の承認に関する手順として、保安規定とその下部要領（原子炉運転手引）に定める「炉心構成書」及び「炉心証明書」の作成と原子炉主任技術者等による確認を行う。

この炉心構成書は、炉心に装荷する燃料及び実験用装荷物の種類、装荷本数や量の範囲、それらの組合せ（すなわち、個別に使用前事業者検査を受けた規格品の配置換え）その他実験条件等を定め、予め解析により、構成する炉心が原子炉設置（変更）許可を受けた炉心核特性の範囲内に収まる見通しを記載する（**図２**参照）。また、炉心証明書は、その炉心構成範囲の中で初回炉心の配置パターンとその核特性値の解析値を求め、原子炉を運転して炉心核特性値を実測し、核的制限値を満足することを確認する（**図３**参照）。

その後の実験拡張に当たっても同様に、炉心構成書及び炉心証明書の範囲において、事前解析値と実測値との比較検証により核的制限値を満足する見通しであることを確認しつつ、原子炉を運転する。なお、核的制限値を満足する見通しであることの確認において、解析値が実測値と大きく離れている場合、かつ、実測値が解析値よりも危険側（制限値に近い側）にある場合は、解析値と実測値の偏差基準（Ｃ／Ｅ値）を調整した上で改めて解析を行い、次の実験拡張における条件設定を慎重に行って再度実測値と比較・検証する。

原子力科学研究所原子炉施設保安規定（第11編）STACYの管理

（炉心構成書）

第５条　臨界ホット試験技術部長は、新炉心を構成しようとするときは、次の各号に掲げる事項を明らかにした炉心構成書を作成し、所長の承認を受けなければならない。これを変更しようとするときも、同様とする。

(1) 実験の目的
(2) 最大熱出力
(3) 炉心構成
(4) 給水制限
(5) 過剰反応度
(6) 安全板の反応度（炉心が浸水（海水による全水没）した場合の安全板及び未臨界板の中性子実効増倍率の評価を含む。）

２　前項の炉心構成書は、別表第１に掲げる炉心構成の条件を満たすものでなければならない。

３　所長は、第１項の承認をしようとするときは、原子炉主任技術者の同意を得なければならない。

(a) 保安規定（令和４年12月23日認可時）の該当条文

別記様式第５

ＳＴＡＣＹ炉心構成書

承認	同意	起案		
原子力科学研究所長	原子炉主任技術者	臨界ホット試験技術部長	臨界技術第１課長	炉心構成書作成担当者
/ /	/ /	/ /	/ /	/ /

炉心名称		構成書番号	
実験目的		作成年月日	
		承認年月日	

項目				条件
最大熱出力			W以下	２００W以下
炉心構成	格子板	種類（格子間隔）		
		アタッチメント		
		蓋（１）		
		蓋（２）		
		蓋（３）		
	＊棒状燃料	種類		
		濃縮度	wt%	10wt%以下
		本数	～　本	50本以上900本以下***
		Vm/Vf**		0.9 以上 11 以下
	可溶性中性子吸収材		ボロン　ppm 以下	

＊：　炉心構成図（別図）を添付する。　＊＊：減速材対燃料ペレット体積比（炉心平均）
＊＊＊：1400mm 超の給水でも臨界とならない場合は 900 本以下であること

項目				条件
炉心構成	安全板*		枚	
	実験用装荷物*			
臨界水位			cm	４０～１４０cm
減速材及び反射材温度			℃以下	７０℃以下
反応度	給水制限 高速給水速度（高速給水流量）		mm／s 以下（　ℓ／min 以下）	水位上昇速度：2.5mm／s 以下
	給水制限 低速給水速度（低速給水流量）		mm／s 以下（　ℓ／min 以下）	水位上昇速度：1 mm／s 以下
	臨界近傍での反応度添加率		¢／s 以下	３¢／s 以下
	給水による最大添加反応度		$ 以下	0.3$ 以下
	最大過剰反応度		$ 以下	0.8$ 以下
	安全板の中性子実効増倍率	全挿入時	以下	0.985 以下
		ﾘﾝｸﾞｯﾄﾞｽﾀｯｸ時	以下	0.995 以下
		海水水没時	以下	0.995 以下
	未臨界板の中性子実効増倍率	海水水没時	以下	0.995 以下
	可動装荷物 最大添加反応度		$ 以下	0.3$ 以下
	可動装荷物 反応度添加率		¢／s 以下	３¢／s 以下

その他必要な事項

＊：　炉心構成図（別図）を添付する。

(b) 運転手引（令和５年３月１日改定時）の該当様式

図２　炉心構成書の作成及び承認手順並びに様式

原子力科学研究所原子炉施設保安規定（第11編）STACYの管理

（炉心証明書）

第６条　臨界技術第１課長は、前条の炉心構成書で定められた範囲内において炉心を構成するとき、次の各号に掲げる事項のうち、第１号及び第２号の事項並びに第３号から第５号までの推定値（計算解析により算定。ただし、測定値により推定可能な場合は計算解析を省略することができる。）を記載した炉心証明書を作成し、臨界ホット試験技術部長の承認を受けなければならない。なお、次項の承認を受けた炉心を構成する場合は、この限りでない。

（1）最大熱出力

（2）炉心構成

イ　格子板（格子間隔、アタッチメントの種類、実験用装荷物貫通孔蓋の種類）

ロ　棒状燃料（種類、濃縮度、本数、減速材対燃料ペレット体積比、炉心配置）

ハ　安全板（枚数、炉心配置）

ニ　実験用装荷物（種類、炉心配置。ただし、可溶性中性子吸収材を除く。）

ホ　可溶性中性子吸収材（種類）

ヘ　減速材及び反射材温度

（3）臨界量

（4）過剰反応度

（5）安全板の反応度

（6）炉心構成の変化範囲

２　臨界技術第１課長は、前項で承認を受けた炉心において運転を行う場合、前項第３号から第５号までの測定値及び第６号を記載した炉心証明書を作成し、臨界ホット試験技術部長の承認を受けなければならない。なお、前項第６号の炉心構成の変化範囲を記載するに当たり、炉心の核特性が大きく変化する場合（例えば、安全板の炉心配置、可溶性中性子吸収材の種類又はその有無、軽水昇温の有無等を変更する場合）は、再度炉心証明書を作成し、臨界ホット試験技術部長の承認を受ける。ただし、炉心の核特性が安全側に変化する場合は、この限りでない。

３　臨界ホット試験技術部長は、前２項の承認をしようとするときは、原子炉主任技術者の同意を得なければならない。

（a）保安規定（令和４年12月23日認可時）の該当条文

別記様式第７

ＳＴＡＣＹ炉心証明書

臨界技術第１課長	炉心証明書作成担当者
/ /	

炉心構成書番号		炉心構成書承認年月日	
炉心証明書番号		炉心証明書作成年月日	

項　目			備　考
最　大　熱　出　力		W以下	200W以下であること
炉心構成	格子板 種類（格子間隔）		
	格子板 アタッチメント		
	格子板 蓋（１）		
	格子板 蓋（２）		
	格子板 蓋（３）		
	棒状燃料* 種　類		
	棒状燃料* 濃　縮　度	wt%	10wt%以下であること
	棒状燃料* 本　数	本	50本以上900本以下であること***
	棒状燃料* Vm/Vf**		0.9 以上 11 以下であること
	安全板*	枚	2 枚以上 8 枚以下であること
	実験用装荷物*		
	減速材及び反射材温度	℃	７０℃以下
	可溶性中性子吸収材		

項　目	制 限 値	推定値（運転前）	測定値（運転後）
臨界量（棒状燃料の本数及び臨界水位）	50 本以上 900 本以下 400mm 以上 1400mm 以下	本 / mm	本 / mm
高速給水速度	2.5mm/s 以下	mm/s（高速給水流量：　ℓ/min）	mm/s（高速給水流量：　ℓ/min）

＊：　炉心配置図（別図）参照のこと。　＊＊：減速材対燃料ペレット体積比（炉心平均）
＊＊＊：1400mm 超の給水でも臨界とならない場合は 900 本以下であること

項　目	制 限 値	推定値（運転前）	測定値（運転後）
臨界近傍の反応度添加率	３￠/s 以下	￠/s 低速給水速度：　mm/s 低速給水流量：　ℓ/min	￠/s 低速給水速度：　mm/s 低速給水流量：　ℓ/min
最大添加反応度	0.3＄以下	＄ 給水停止棄子の上限位置：　mm	＄ 給水停止棄子の上限位置：　mm
最大過剰反応度	0.8＄以下	＄ 最大給水制限棄子の上限位置：　mm	＄ 最大給水制限棄子の上限位置：　mm
安全板の中性子実効増倍率	全挿入時 0.985 以下		
	ﾜﾝｼｮｯﾄﾞｽﾀｯｸﾞ時 0.995 以下		
可動装荷物	最大添加反応度 0.3＄以下	＄	＄
	反応度添加率 ３￠/s 以下	￠／s	￠／s
炉心構成の変化範囲	格子板		
	棒状燃料		
	可溶性中性子吸収材		
	実験用装荷物		
	その他		

その他必要な事項

承　認		同意
臨界近接を行うことを承認する。 令和　年　月　日	臨界ホット試験技術部長	原子炉主任技術者 / /
既知炉心として運転することを承認する。 令和　年　月　日	臨界ホット試験技術部長	原子炉主任技術者 / /

（b）運転手引（令和５年３月１日改定時）の該当様式

図３　炉心証明書の作成及び承認手順並びに様式

(4) 原子炉運転時の核的制限値の遵守方法（起動前点検及び運転時の確認）

原子炉の運転に当たっては、核的制限値を担保するために、原子炉起動前点検及び運転中の設定値調整等として、

① 過剰反応度に係る炉心タンク水位の制限（最大給水制限スイッチ、給水停止スイッチ）

② 反応度添加率に係る水位上昇速度の制限（給水ポンプ流量制限）

③ 原子炉停止余裕に係る安全板の位置及び挿入性（炉心構成点検、安全板挿入点検）

の確認を行うとともに、段階的な炉心タンクへの給水により予想臨界水位を確かめつつ臨界近接操作※を行う（**図４**参照）。これら手順の詳細については、運転手引に定める。

《※初回炉心やその後の実験炉心の臨界近接操作（逆増倍率法と呼ばれる一般的な原子炉運転方法）において予想臨界水位が許可範囲（40cm～140cm）を逸脱するおそれがある場合は、原子炉の運転を中止し実験計画を見直すため、原子炉の安全運転に支障はない。》

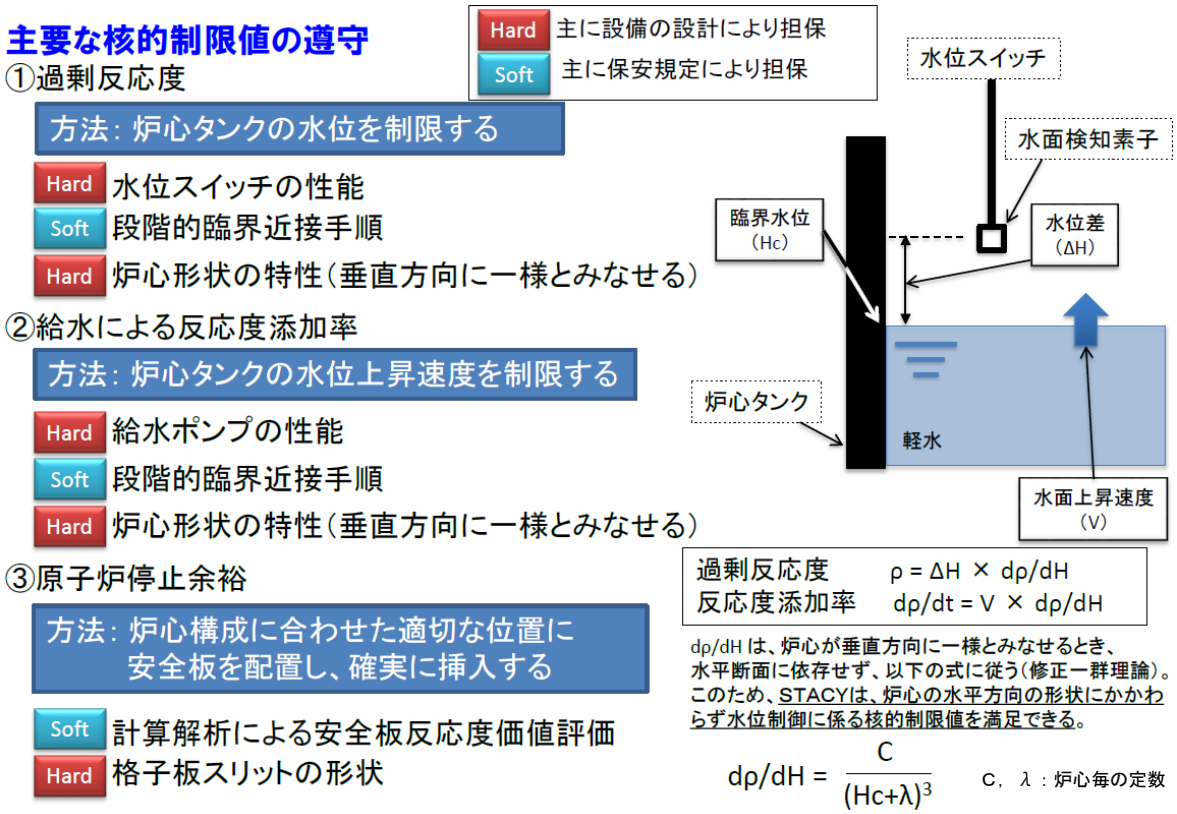


図４　原子炉運転時の核的制限値の遵守方法

(5) 供用期間中の運転手順の監督及び定期事業者検査での確認

上記(2)～(4)の手順が正しく行われていることを、使用前事業者検査及び定期事業者検査における品質マネジメントシステム検査（保安記録確認検査）により確認する※（**図5**参照）。

《※前述の旧原子力安全委員会「水冷却型試験研究用原子炉施設の安全評価に関する審査指針」に示された基本的考え方「臨界実験装置は、（中略）安全確保上、運転管理に負うところが大きい」を踏まえ、従前から保安規定及び運転手引に基づき、原子炉運転に必要な力量を持った運転要員により事前解析及び書類作成がなされ、それらを原子力科学研究所長及び臨界ホット試験技術部長が承認並びに原子炉主任技術者が監督（承認時の同意）することによって、施設の安全が十分に確保されている。》

使用前事業者検査（炉心性能検査）に係る品質マネジメントシステム検査の例（抜粋）
（下線は、今回の説明のために引いたもの。）

4.1　工事が設工認申請書に従って行われたものであることの確認に係る検査
4.1.1　品質マネジメントシステム検査
(2) 検査手順
設工認申請書に定められた「原子力科学研究所原子炉施設及び核燃料物質使用施設等品質マネジメント計画書」（以下「品質マネジメント計画書」という。）に基づき、工事及び検査に係る保安活動が行われていることについて、工事の特徴を踏まえ次の項目を確認する。ただし、検査期間が長期にわたる場合は、検査開始前に検査全体を確認した後、内容に変更が生じた項目について、検査期間の終了時までに適宜確認を行う。
①品質マネジメント活動の実施に係る組織
・作業及び検査に必要な人員（力量）が確保され、関係部署を含めた責任及び権限を明確にした体制が構築されていること。
・自主検査の実施に当たっては、試験・検査の管理要領等に基づき、独立性が確保されていること。
・外部発注による調達を実施した場合は、受注者の選定や管理が調達管理要領等に従って実施され、作業に係る役割分担及び責任が明確に定められていること。
②保安活動の計画
・検査に係る対象設備について、必要な要領等が制定され、全体工程や各工程段階における工程管理により、作業及び検査に関する監視・検証が適切に実施されていること。
・①の受注者（調達物品や役務を含む。）の管理方法についても作業に関する引合仕様書等に定められていること。
③保安活動の実施
・検査に係る教育訓練が実施されていること。
・作業及び検査が②の計画に従って漏れなく実施されていること。
・検査記録が文書及び記録管理要領等に従って適切に管理されていること。
・調達物品や役務作業についても、引合仕様書等に従って適切に実施されていること。
④保安活動の評価
・検査に係る保安活動が、要求事項に適合していることを実証するため、②の計画に従って漏れなく監視、測定及び検査が行われていることを評価していること。また、不適合が発生した場合の処置についても品質マネジメント計画書に従って行われていること。
⑤保安活動の改善
・未然防止処置又は不適合に対する是正処置等により、品質マネジメント活動の継続的改善が実施されていること。
・CAP（Corrective Action Program：是正処置プログラム）による改善活動が適切に実施されていること。

図5　事業者検査の例

以 上