

原子炉停止余裕及びワンロッドスタックマージンの不確かさの計算方法を示すこと。

不確かさ $\sigma_{k'}$ は下式を用いて計算したものである。

$$\rho = \frac{1}{k_0} - \frac{1}{k_1}, \sigma_\rho = \sqrt{\frac{\sigma_{k_0}^2}{k_0^4} + \frac{\sigma_{k_1}^2}{k_1^4}}$$

$$\rho' = \rho + 0.8\beta_{\max}$$

$$k' = \frac{1}{1 - \rho'}, \sigma_{k'} = \frac{\sigma_\rho}{(1 - \rho')^2}$$

ただし、記号は、以下のとおりである。

ρ	安全板の反応度効果
k_0	安全板を挿入しないときの中性子実効増倍率
σ_{k_0}	k_0 の不確かさ（1標準偏差）
k_1	安全板を挿入したときの中性子実効増倍率
σ_{k_1}	k_1 の不確かさ（1標準偏差）
σ_ρ	ρ の不確かさ（1標準偏差）
ρ'	最大過剰反応度 0.8 ドルを考慮した反応度効果
β_{\max}	実効遅発中性子割合の最大値（ 8.1×10^{-3} ※）
k'	安全板挿入時の中性子実効増倍率
$\sigma_{k'}$	k' の不確かさ（1標準偏差）

※本設工認添付書類 4-(1) 炉心の核的設計計算書作成の基本方針表 2 参照。

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。	<p>【添八 1.3耐震設計方針 1.3.1基本方針】</p> <p>(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。</p> <p>(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。</p> <p>(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。</p> <p>(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。</p>	<p>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。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 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。	<p>【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)】</p> <p>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。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ STACY 施設は耐震重要施設を有しないため該当なし。
	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。		

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	記載内容案(設計条件)又は該当なしの理由
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。	<p>【添八別1 6. 実験設備 6.1.2設計方針】</p> <p>(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。</p> <p>・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。</p>
第38条 (実験設 備等)	1	<p>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> <p>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。</p>	<p>【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)】</p> <p>適合のための設計方針</p> <p>(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。</p> <p>【添八別1 6. 実験設備 6.1.2設計方針】</p> <p>(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。</p> <p>(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氣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。</p> <p>・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。</p> <p>・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氣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。</p>
	1	<p>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。</p>	<p>【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)】</p> <p>適合のための設計方針</p> <p>(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に、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。</p> <p>【添八別1 6. 実験設備 6.1.2設計方針】</p> <p>・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。</p> <p>・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。</p> <p>・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に、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。</p> <p>・可溶性中性子吸収材は、実験計画に応じて軽水に添加</p>

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	記載内容案(設計方針抜粋)	
		記載内容	記載内容案(設計条件)又は該当なしの理由	
		<p>(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。</p> <p>(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。</p> <p>(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。</p> <p>(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。</p>	<p>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。</p>	
	1	<p>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。</p>	<p>【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</p> <p>(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。</p> <p>【添八別1 6.実験設備 6.1.2設計方針】</p> <p>(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。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・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	<p>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</p>	<p>【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</p> <p>(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</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・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

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
		示できるものであること。	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、可動式の場合は制御室より駆動制御できる設計とする。	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。

<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	<p>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>	<p>【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</p> <p>(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。</p> <p>(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。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。 <p>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。</p> <p>第3項及び第4項について</p> <p>(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。</p> <p>(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。</p> <p>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。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・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。 <ul style="list-style-type: none"> (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。 <p>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。</p> ・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	<p>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。</p>		<ul style="list-style-type: none"> ・STACY施設は船舶に設置しないため該当なし。

令和 5 年 ● 月 ● 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)		設工認申請書案(設計条件・設計仕様)						
<p>【添八 1.3 耐震設計方針 1.3.1 基本方針】</p> <p>(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。</p> <p>(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。</p> <p>(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。</p> <p>(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。</p>		<p>【第 1 編 実験用装荷物】</p> <p>3. 設計</p> <p>3. 1 設計条件</p> <p>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。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 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。 						
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			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	
		主要設備 ^{※1}	クラス	支援設備 ^{※2}				
B	STACYの緊急停止のために急激に負の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、低連給水吐出弁、低連流量調整弁、低連給水バイパス弁)	B	安全保護回路	B	炉下室	S ₀ ^{※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 ₀ ^{※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保管ビット本体)	B	—	—	実験棟 A	S ₀ ^{※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)
<p>【添八別1 6. 実験設備 6.1.2 設計方針】</p> <p>(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。</p> <p>【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)】</p> <p>適合のための設計方針</p> <p>(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。</p> <p>【添八別1 6. 実験設備 6.1.2 設計方針】</p> <p>(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。</p> <p>(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氣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。</p> <p>【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)】</p> <p>適合のための設計方針</p> <p>(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</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・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氣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、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)
<p>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に、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。</p> <p>【添八別1 6. 実験設備 6.1.2 設計方針】</p> <p>(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。</p> <p>(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。</p> <p>(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に、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。</p> <p>(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。</p> <p>【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)】</p> <p>適合のための設計方針</p> <p>(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</p>	<p>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。</p> <ul style="list-style-type: none"> 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に、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。 <ul style="list-style-type: none"> 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)
<p>いのおそれがない設計とする。</p> <p>【添八別1 6. 実験設備 6.1.2 設計方針】</p> <p>(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。</p> <p>【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)】</p> <p>適合のための設計方針</p> <p>(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。</p> <p>【添八別1 6. 実験設備 6.1.2 設計方針】</p> <p>(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、可動式の場合は制御室より駆動制御できる設計とする。</p> <p>【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)】</p> <p>適合のための設計方針</p> <p>(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。</p> <p>【添八別1 5.6 制御室等 5.6.2 設計方針】</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・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。 ・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。

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)
<p>(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。</p> <p>【本文】</p> <p>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</p> <p>ハ 原子炉本体の構造及び設備</p> <p>(4) 原子炉容器</p> <p>(i) 構造 (省略)</p> <p>(ii) 最高使用圧力及び最高使用温度</p> <p>最高使用圧力 静水頭 (約 2 m水頭)</p> <p>最高使用温度 80 °C</p>	<p>・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°Cの設計とする。</p>

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)																																										
<p>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</p> <p>(2) 主要な実験設備の構造</p> <p>(i) 実験用装荷物 (省略)</p> <p>c. デブリ構造材模擬体</p> <p>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。)</p> <p>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。)</p> <p>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)</p> <p>e. 燃料試料挿入管</p> <p>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。)</p> <p>設置方法 格子板に配列</p> <p>²³⁵U濃縮度 10wt%以下</p> <p>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。</p> <p>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)</p> <p>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</p> <p>炉心装荷量 燃料試料挿入管に含まれる²³⁵Uの重量が炉心装荷総²³⁵U重量の5/100以下</p>	<p>3. 2 設計仕様</p> <p>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。</p> <table border="1" data-bbox="1171 384 2096 831"> <thead> <tr> <th colspan="2">名称</th> <th>デブリ構造材模擬体 (鉄)</th> </tr> <tr> <th colspan="2">型式</th> <th>棒状形状</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">主要寸法</td> <td>直径</td> <td>9.5 mm</td> </tr> <tr> <td>全長</td> <td>1500 mm</td> </tr> <tr> <td>主要材料</td> <td>SUS 棒</td> <td>SUS304</td> </tr> <tr> <td colspan="2">本数</td> <td>70 本</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" data-bbox="1171 879 2096 1422"> <thead> <tr> <th colspan="2">名称</th> <th>デブリ構造材模擬体 (コンクリート)</th> </tr> <tr> <th colspan="2">型式</th> <th>棒状形状</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">主要寸法</td> <td>被覆管外径</td> <td>9.5 mm</td> </tr> <tr> <td>被覆管内径</td> <td>7.5 mm</td> </tr> <tr> <td>全長</td> <td>1500 mm</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">主要材料</td> <td>被覆管</td> <td>アルミニウム合金*1</td> </tr> <tr> <td>上部端栓</td> <td>アルミニウム合金*2</td> </tr> <tr> <td>下部端栓</td> <td>アルミニウム合金*2</td> </tr> <tr> <td>コンクリート</td> <td>水分率 9wt%</td> </tr> <tr> <td colspan="2">本数</td> <td>70 本</td> </tr> </tbody> </table>	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
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)

f. 内挿管

核的制限 反応度値 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

設工認申請書案 (設計条件・設計仕様)

- *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8mm
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	800g U/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)															
<p data-bbox="398 248 837 276">第6.1-1表(3) 実験用装荷物の主要仕様</p> <table border="1" data-bbox="129 288 1111 868"> <tr> <td data-bbox="141 304 264 331">6. 内挿管</td> <td data-bbox="376 304 479 331">種 類</td> <td data-bbox="546 304 1099 448">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</td> </tr> <tr> <td></td> <td data-bbox="376 464 479 491">構 造</td> <td data-bbox="546 464 696 491">中空パイプ状</td> </tr> <tr> <td></td> <td data-bbox="376 507 479 534">核的制限</td> <td data-bbox="546 507 1099 651">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。)</td> </tr> <tr> <td></td> <td data-bbox="376 667 479 694">主要寸法</td> <td data-bbox="546 667 1099 767">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。)</td> </tr> <tr> <td colspan="3" data-bbox="141 815 309 842">7. ~ 8. 省略</td> </tr> </table>	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			<p data-bbox="1406 201 1827 228">設工認申請書案 (設計条件・設計仕様)</p> <p data-bbox="1137 300 1406 327">(1) 内挿管の置換反応度</p> <p data-bbox="1167 347 2101 470">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、</p> <p data-bbox="1137 544 1503 571">(2) 中性子吸収材の管理及び制限</p> <p data-bbox="1167 592 2101 667">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、</p> <p data-bbox="1137 735 1406 762">(3) 実験用装荷物の監視</p> <p data-bbox="1167 783 2101 858">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モニタが設置されている。</p> <p data-bbox="1137 927 1406 954">(4) 通信連絡設備の設置</p> <p data-bbox="1167 975 2101 1098">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なっている。</p>
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																

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)
<p>【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)】</p> <p>適合のための設計方針</p> <p>第1項及び第2項について</p> <p>(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。</p> <p>(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。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。 <p>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。</p> <p>第3項及び第4項について</p> <p>(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。</p> <p>(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。</p> <p>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。</p>	<p>【第2編 デブリ模擬炉心(1)】</p> <p>3. 設 計</p> <p>3.1 設計条件</p> <p>デブリ模擬炉心(1)の設計条件は、次のとおりとする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。 <p>(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。</p> <p>(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。</p> <p>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。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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	<ul style="list-style-type: none"> ・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	<ul style="list-style-type: none"> ・ウラン棒状燃料(^{235}U濃縮度10wt%以下)は、単一種類又は複数種類の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	<ul style="list-style-type: none"> ・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値	0.3 ドル以下			
	主要な熱的制限値	70 °C 以下			

設置(変更)許可申請書(設計方針抜粋)

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 V_{lim}^* (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

設工認申請書案(設計条件・設計仕様)

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 V_{lim}^* (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 ($\Delta k/k/^\circ\text{C}$)	$+3.8 \times 10^{-4}$	-3.7×10^{-5}
減速材ボイド 反応度係数 ($\Delta k/k/\text{vol}\%$)	$+3.7 \times 10^{-3}$	-3.8×10^{-3}
棒状燃料温度 反応度係数 ($\Delta k/k/^\circ\text{C}$)	-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 ($\Delta k/k/^\circ\text{C}$)	$+3.8 \times 10^{-4}$	-3.7×10^{-5}
減速材ボイド 反応度係数 ($\Delta k/k/\text{vol}\%$)	$+3.7 \times 10^{-3}$	-3.8×10^{-3}
棒状燃料温度 反応度係数 ($\Delta k/k/^\circ\text{C}$)	-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²³⁵U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

²³⁵U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	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)
<p>る。</p> <p>(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)</p> <p>(ii) 使用温度範囲 常温～70℃</p> <p>【本文 (3) 制御設備】</p> <p>(i) 制御材の個数及び構造</p> <p>(中略)</p> <p>b. 安全板</p> <p>(a) 個数 2枚以上8枚以下</p> <p>(b) 構造</p> <p>吸収材 カドミウム</p> <p>被覆材 ステンレス鋼</p> <p>形状 平板形状</p> <p>寸法 吸収材有効幅 20 cm 以上 又は 約 10 cm</p> <p>厚さ 約 2 mm</p> <p>吸収材有効長 約 150 cm</p> <p>(ii) 制御材駆動設備の個数及び構造</p> <p>a. 給排水系</p> <p>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。</p> <p>【添八 別1 5.3 プロセス計装設備】</p> <p>5.3.1 概要</p>	<p>状燃料を用いる他、[ウラン棒状燃料の製作] (平成30年5月30日付け原規規発第1805304号で認可) に記載するものを用いる。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p>

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)
<p>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。</p> <p>(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</p> <p>(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</p>	

令和 5 年 ● 月 ● 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

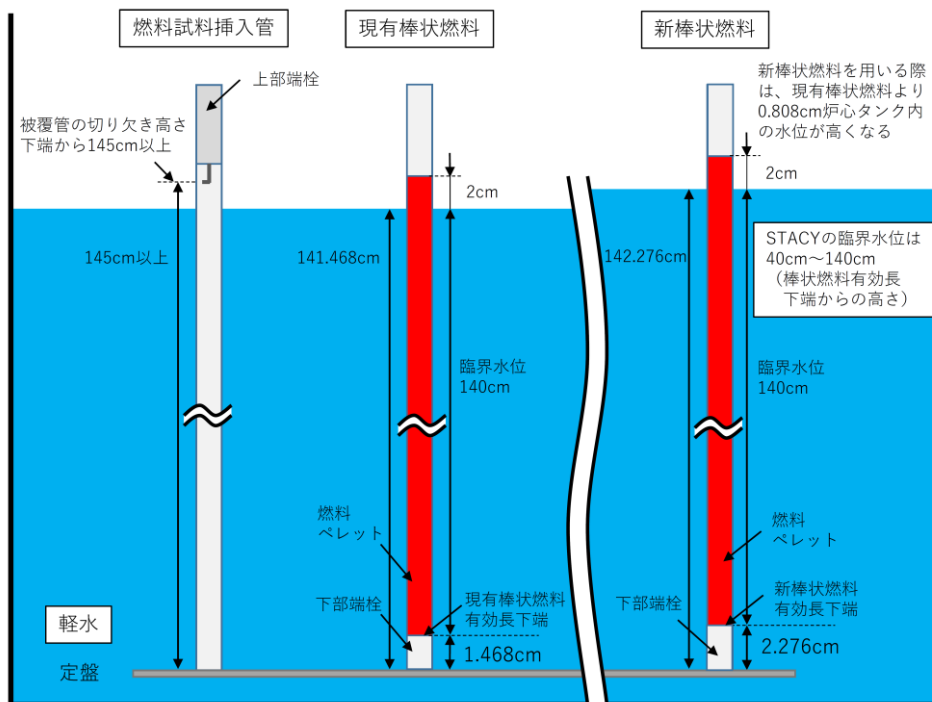


図2 燃料試料挿入管の上部端栓位置と水位の関係

【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。現有棒状燃料と新棒状燃料の下部端栓の長さが異なるため、新棒状燃料の炉心タンク水位は現有棒状燃料のそれよりも0.808cm高くなる。炉心タンク水位を140cmに設定する場合は燃料試料挿入管の下端（定盤上面）から142.276cmの水位となる。この場合でも、水面が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。なお、現有棒状燃料と新棒状燃料が混在した場合の炉心タンク水位については下図（図3）で説明する。

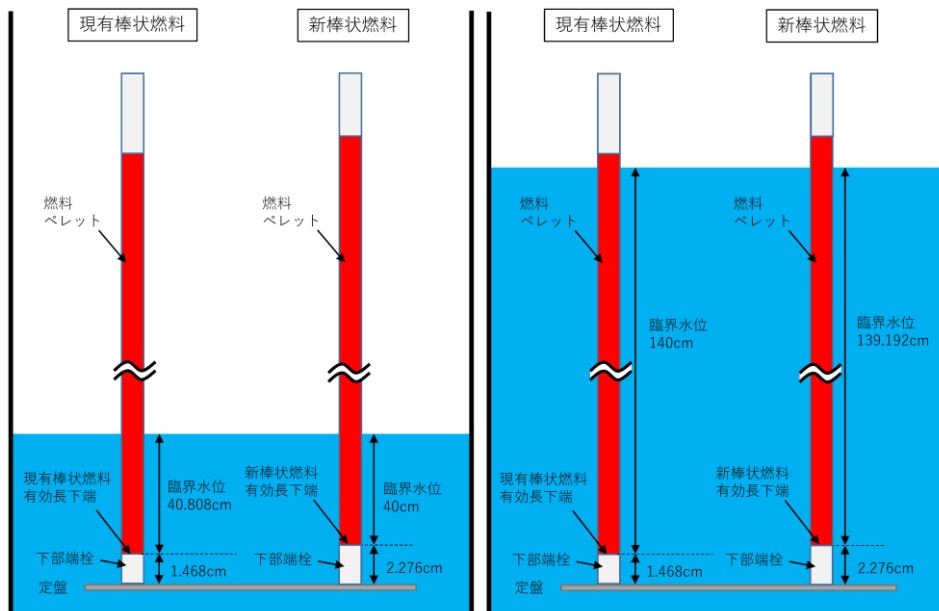


図3 現有棒状燃料と新棒状燃料が混在した場合の炉心タンク水位（現有棒状燃料の有効長下端を基点とした場合）

【現有棒状燃料と新棒状燃料を混在させた場合の炉心タンク水位について】

実験精度の観点から、寸法仕様の異なる棒状燃料を混在させることは避けるが、やむを得ず現有棒状燃料と新棒状燃料を混在させる場合は、現有棒状燃料の有効長下端を基点として炉心タンク水位を計測する。この場合においても、現有棒状燃料と新棒状燃料それぞれの有効長下端からの臨界水位が40cm~140cmとなる範囲、すなわち現有棒状燃料の有効長下端からの臨界水位を40.808cm~140cmに制限することで、新棒状燃料の有効長下端からの臨界水位も40cm~139.192cmの範囲で運転可能となる。実際の運用に当たっては公差等を考慮し、臨界水位を42cm~140cmに制限することを保安規定に記載する。

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。

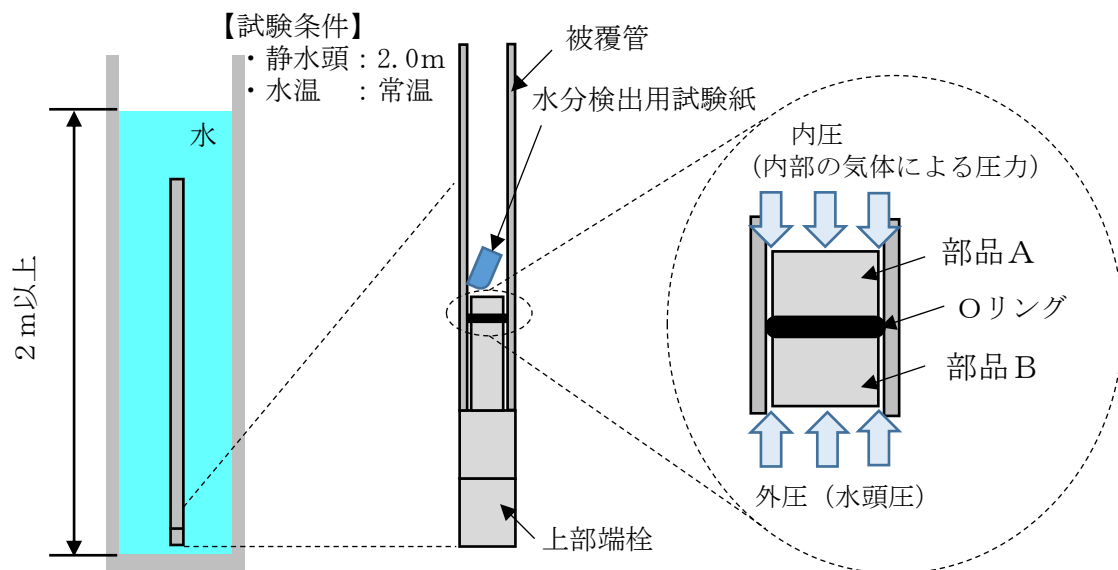


図 燃料試料挿入管の密封性確認検査体系図

【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

令和 5 年 ●月●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ー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。

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	<u>デブリ構造材模擬体 (鉄+コンクリート)</u>	0~140	0, <u>約 70*</u> , <u>約 140*</u>	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	<u>40, 70, 110,</u> <u>140</u>	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表を参照)。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、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。解析結果のうち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 $8 \times 10^{-5} \Delta k$ (0.1 標準偏差程度) でありほぼ同等である。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 $3 \times 10^{-3} \Delta k$ 程度 (4 標準偏差程度) であり、大きなものではない。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。

(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 $7 \times 10^{-3} \Delta k$ 、原子炉停止余裕は $2 \times 10^{-2} \Delta k$ 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1 σ の大きさはマーカーと同程度である。

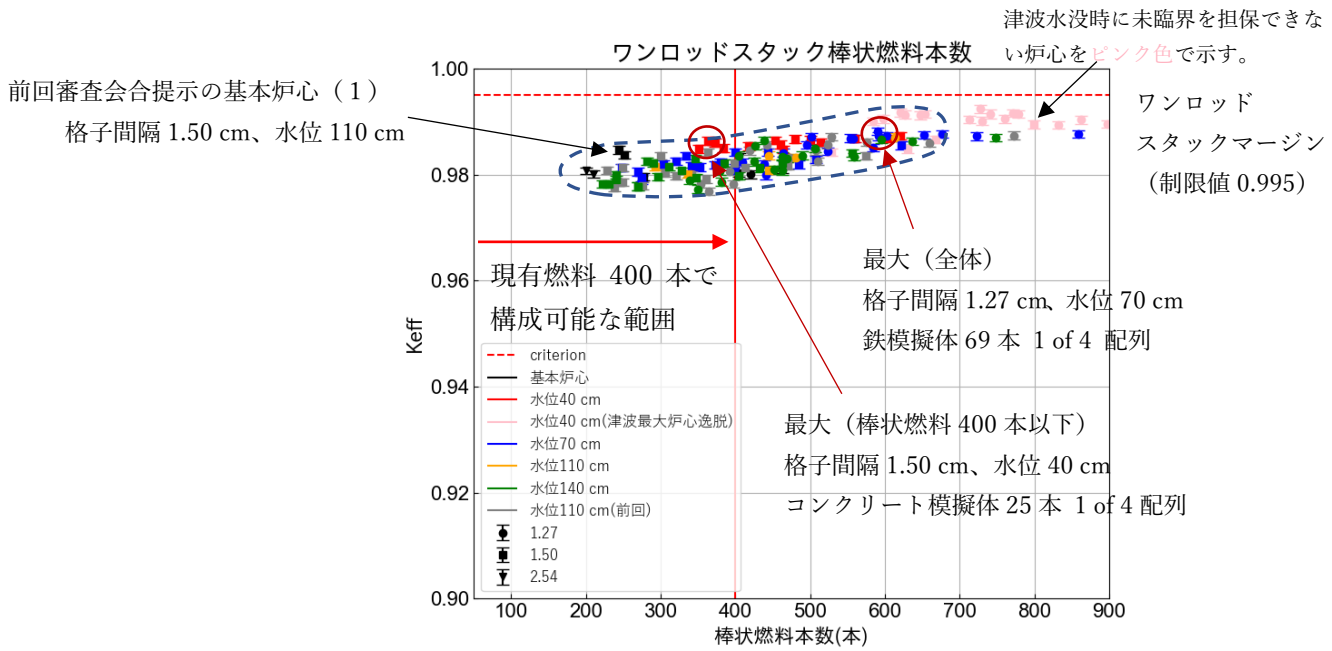
図2より、配列パターン（1 of 4、2 of 4、4 of 4）に依らず、水位の上昇とともに、中性子実効増倍率は減少する（安全板の反応度効果が強まる）傾向にある。また、装荷本数が同数であればコンクリートよりも鉄のほうが、また、その本数が増えるほうが、中性子実効増倍率が高めの値（安全板の反応度効果が弱まる）となる。ただし、格子間隔1.5 cmの2 of 4、4 of 4炉心では、中性子減速能の変化により、鉄とコンクリートの最大数を混在させたほうが、鉄単独の最大数よりも中性子実効増倍率が高めの値となる。しかし、この傾向について、格子間隔1.27 cm（減速不足の炉心）では臨界水位が下がるにつれてその差が小さくなり（収斂していき）、かつ、臨界水位40 cm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。

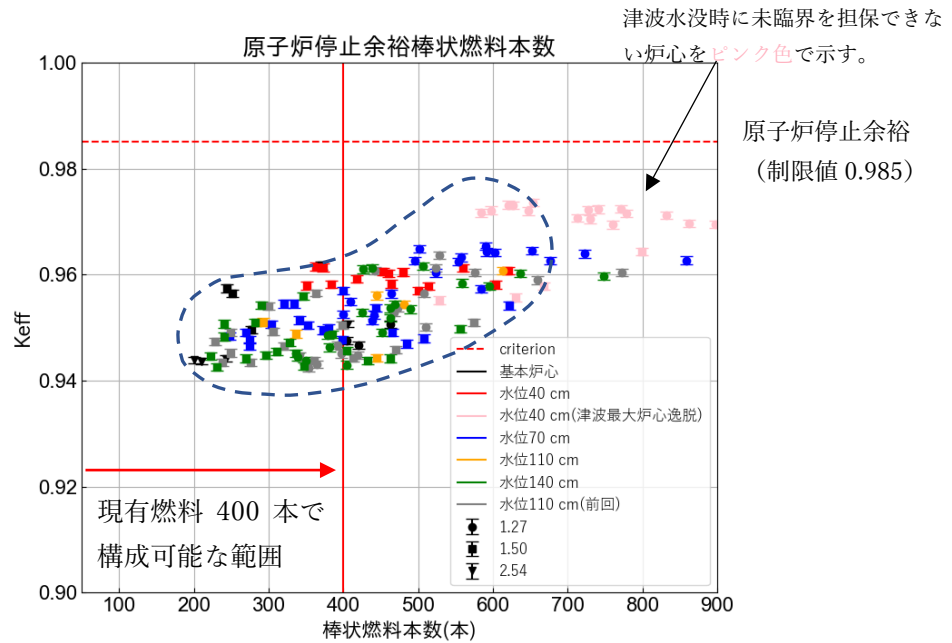
鉄のデブリ構造材模擬体を37本、コンクリートのデブリ構造材模擬体を32本（合計69本）使用した炉心と、それぞれのデブリ構造材模擬体を単独で69本使用した炉心のワンロッドスタックマージンの評価結果を図3に示す。図に示されるように、混在させた炉心はおおむね単独の炉心の評価結果の間に収まっている。逸脱は大きなもの

でも $1 \times 10^{-3} \Delta k$ 程度 (格子間隔 1.27 cm、臨界水位 110 cm、4 of 4 配列) で誤差棒 1σ の程度であり、顕著なものではない。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。



(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)

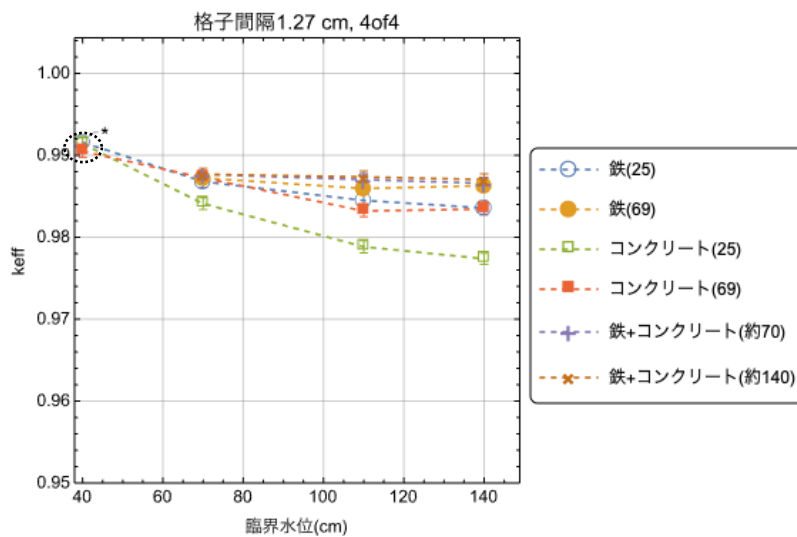
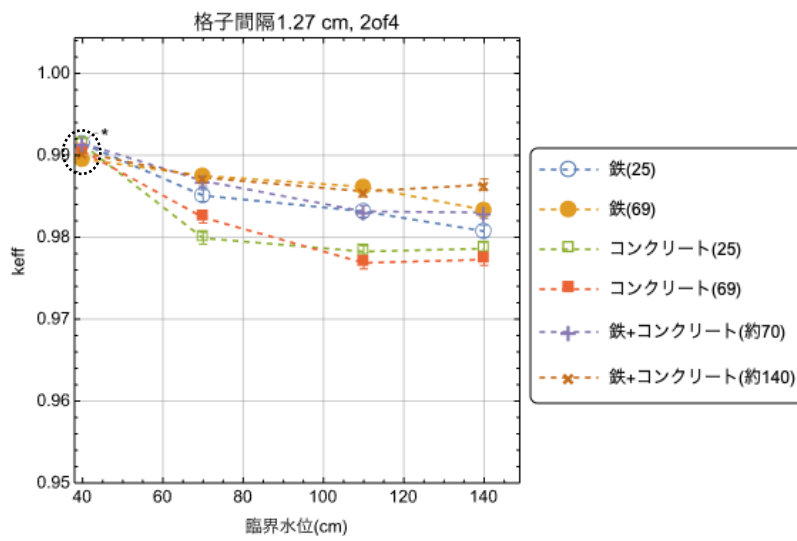
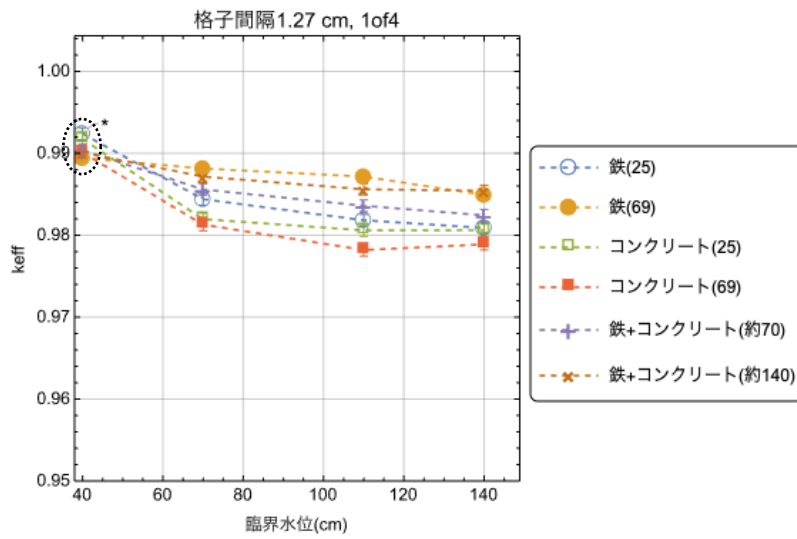


(b) 原子炉停止余裕の評価 (誤差棒=1σ)

(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)

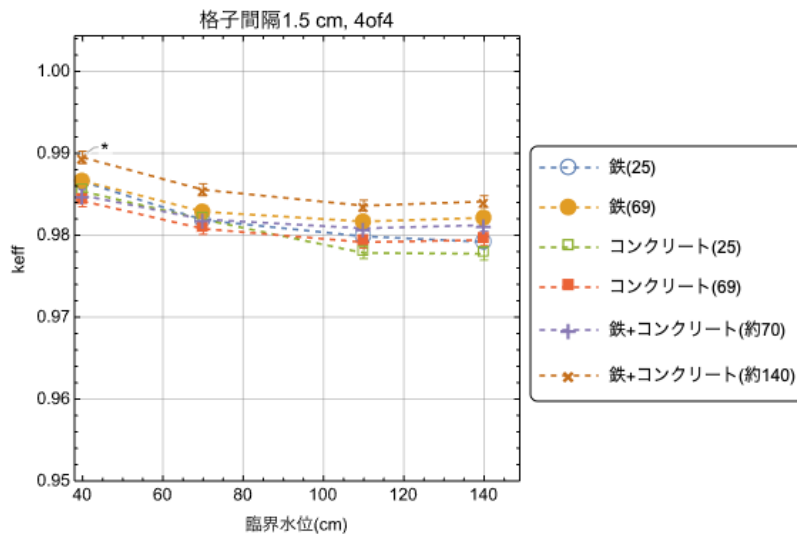
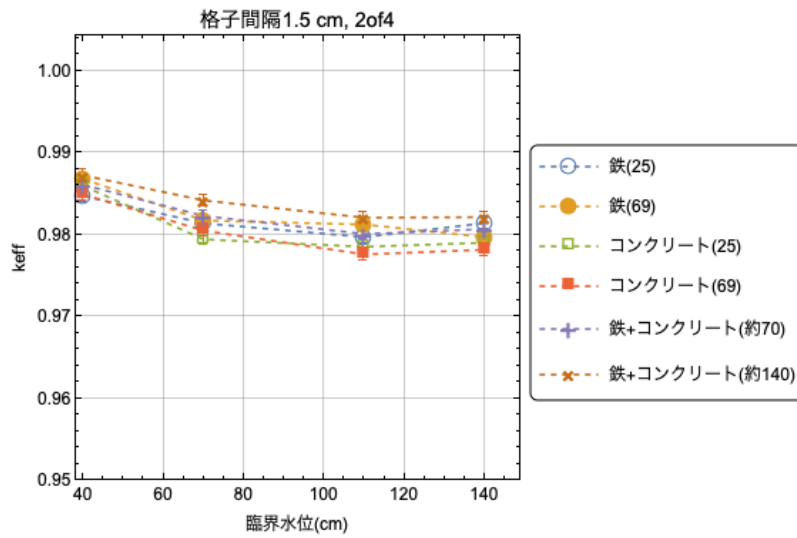
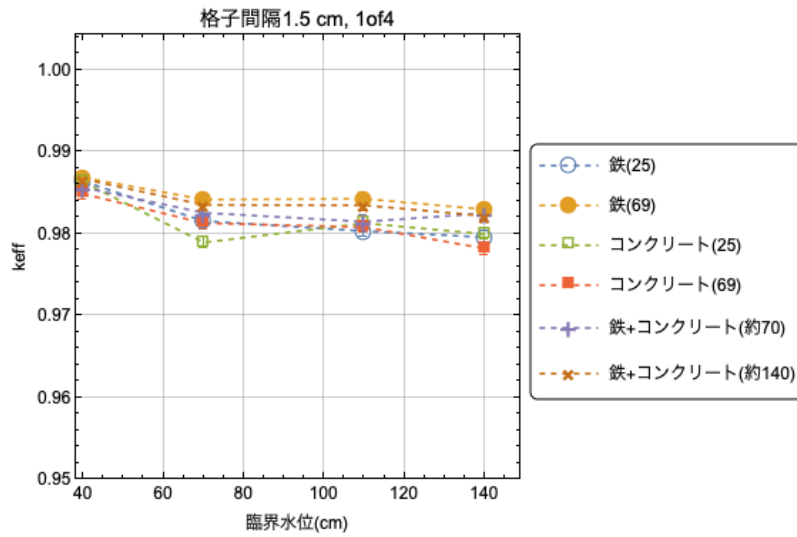
図 1 棒状燃料本数と安全板の原子炉停止効果

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。



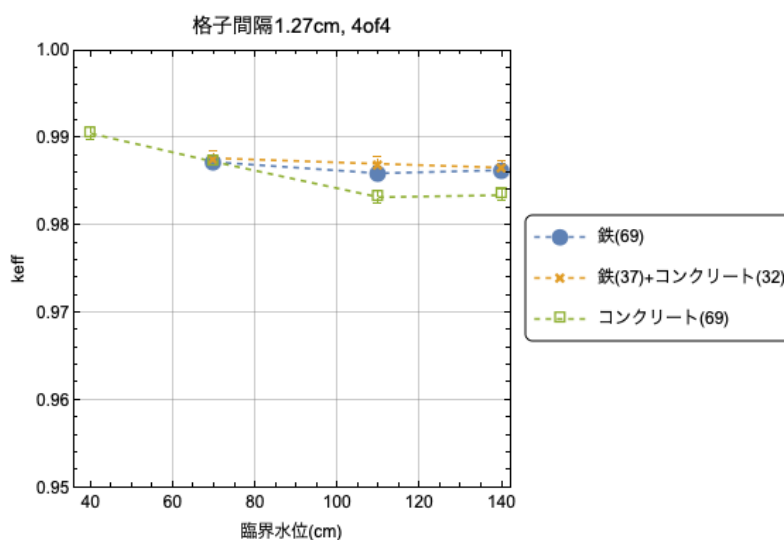
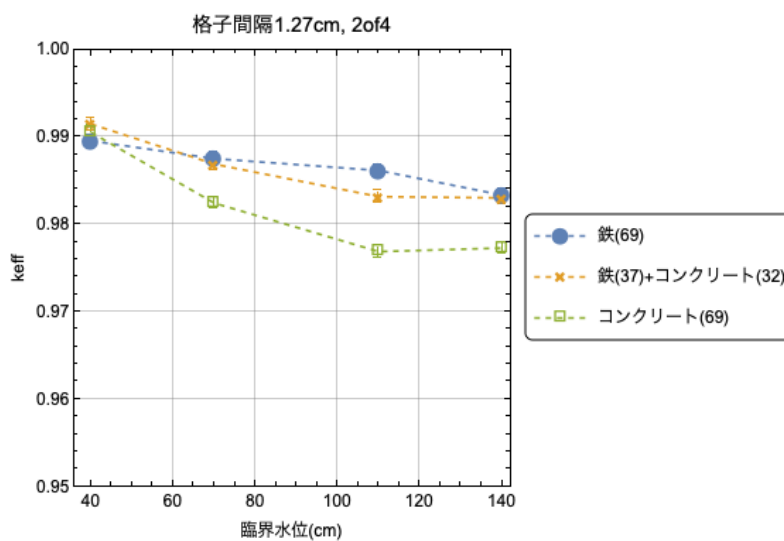
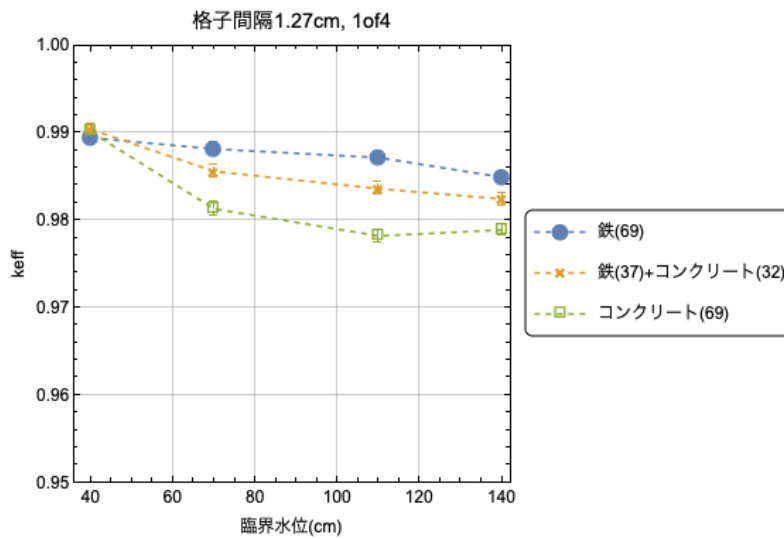
誤差棒=1σ (マーカーと同程度)、* : 津波水没時に未臨界を担保できない炉心

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



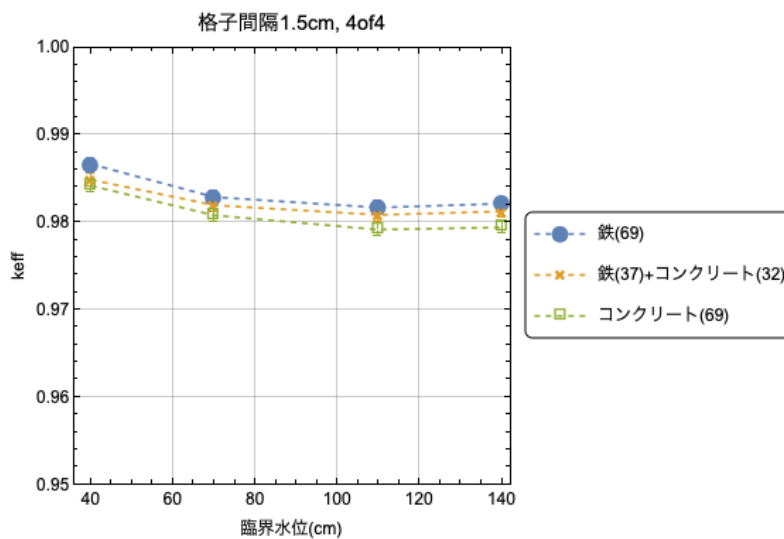
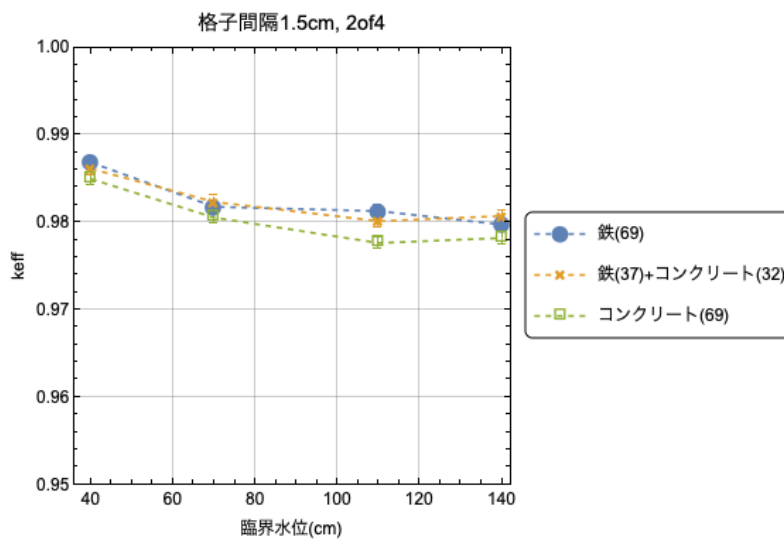
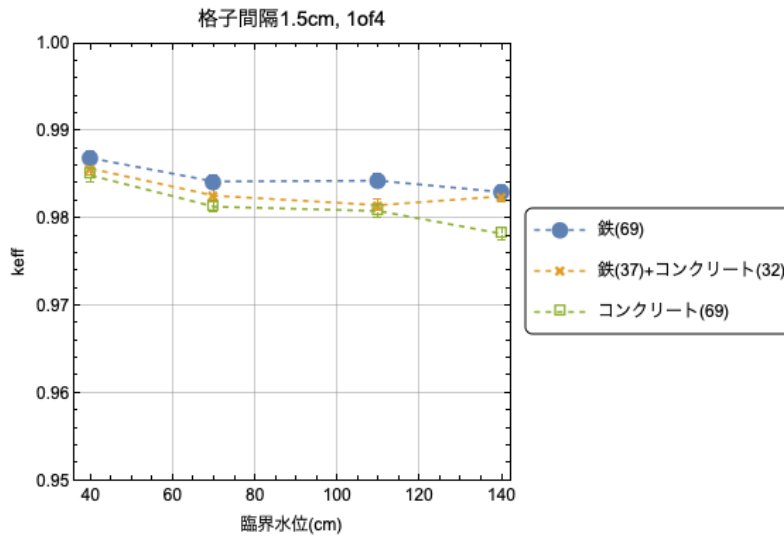
誤差棒=1σ (マーカーと同程度)、* : 津波水没時に未臨界を担保できない炉心

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=1σ (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=1σ (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

参考表 減速材対燃料ペレット体積比（VR）最大値範囲で使用できるデブリ構造材模擬体本数

格子間隔 (cm)	デブリ構造材模擬体本数 (棒状燃料 400 本時)	デブリ構造材模擬体本数 (棒状燃料 900 本時)
1.27	2163	4868
1.50	1104	2484
2.54	3	8

注：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。

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

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。

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ー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

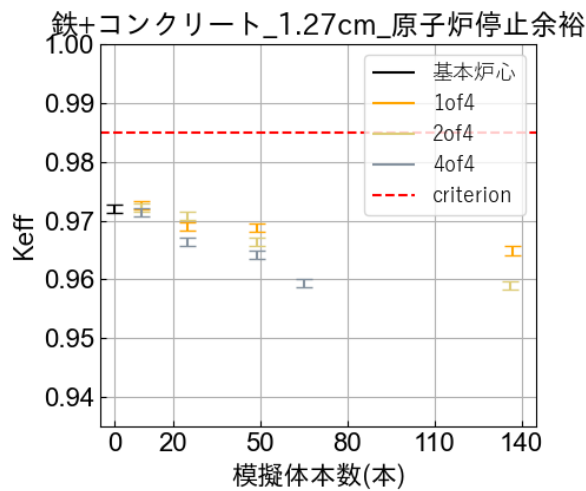
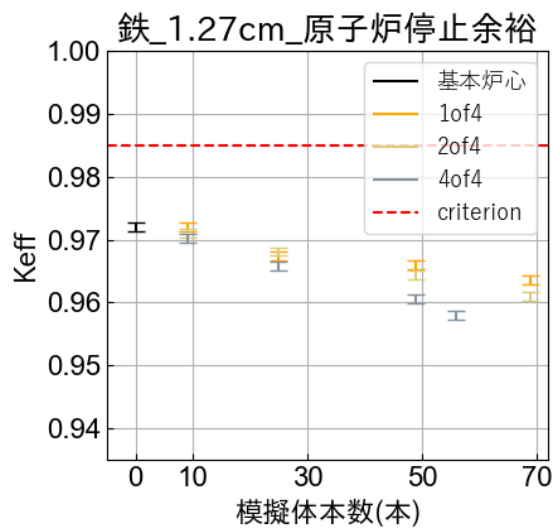
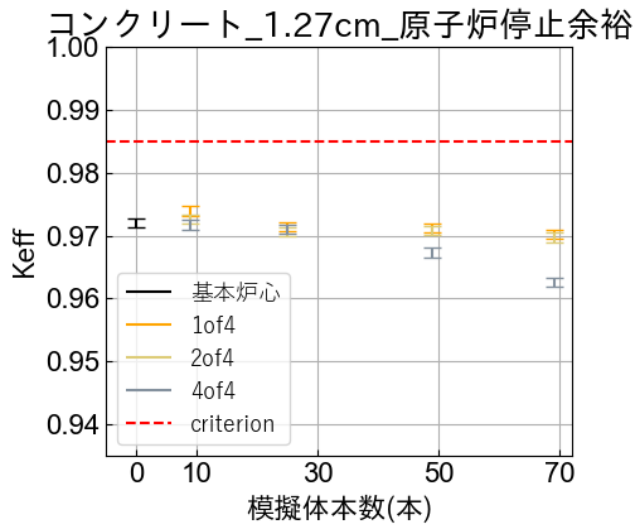
炉心形状（炉心水平方向の大きさ）を固定し、デブリ構造材模擬体本数を増加させた炉心について、原子炉停止余裕の及びワンロッドスタックマージンの解析結果をそれぞれ図付-1及び図付-2に示す。図付-1及び付-2より、炉心の大きさを固定した場合、原子炉停止余裕及びワンロッドスタックマージンは、模擬体本数が増大、臨界水位が変化するにつれて安全側（中性子実効増倍率が減少する側）に変化する傾向が見られる。

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 $2 \times 10^{-3} \Delta k$ 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 (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 $5 \times 10^{-3} \Delta k$ 程度）。

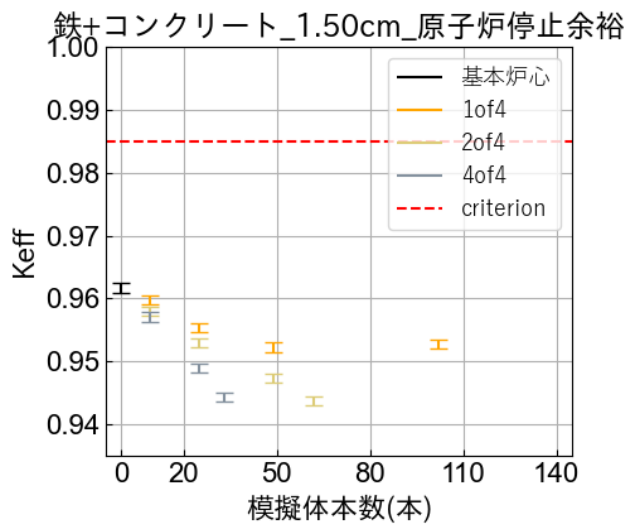
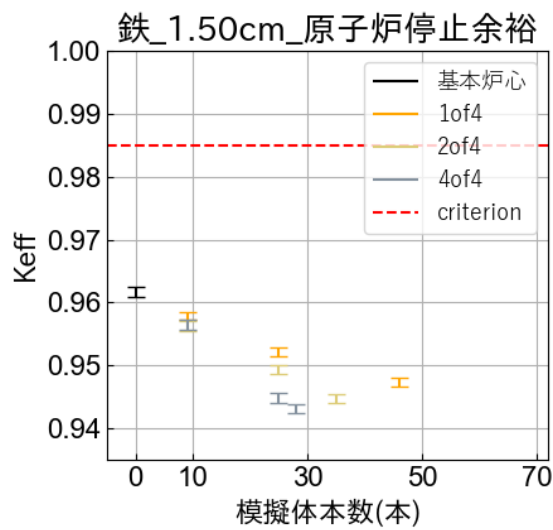
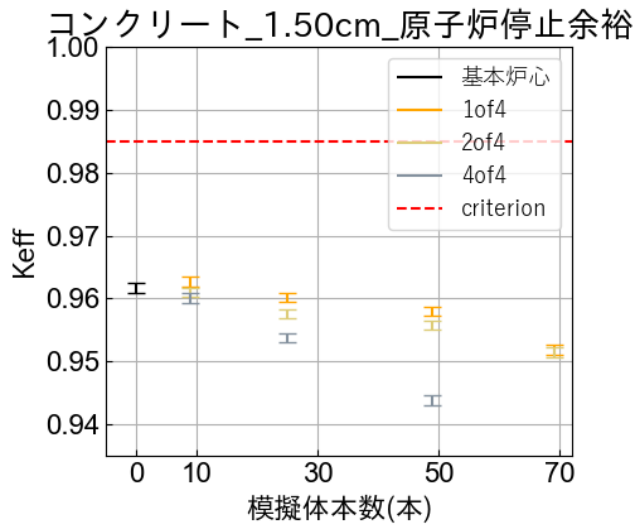
したがって、形状（炉心水平方向の大きさ）を固定した炉心においては、配列パターンや模擬体の種類が原子炉停止余裕及びワンロッドスタックマージンへ与える影響は小さく、また、多くの模擬体が装荷される炉心では、これらの指標は安全側へ変化することが予想される。

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。



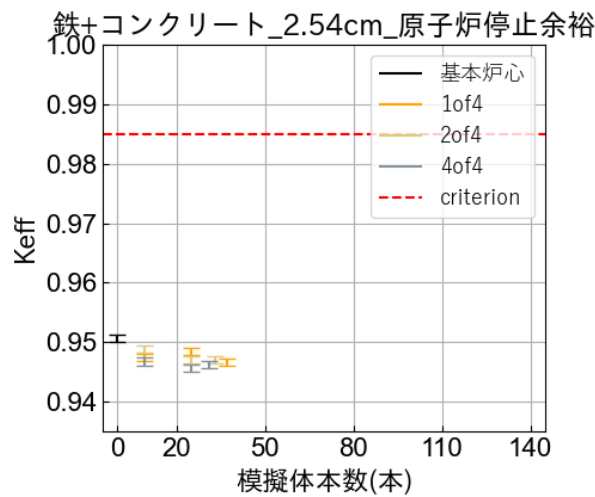
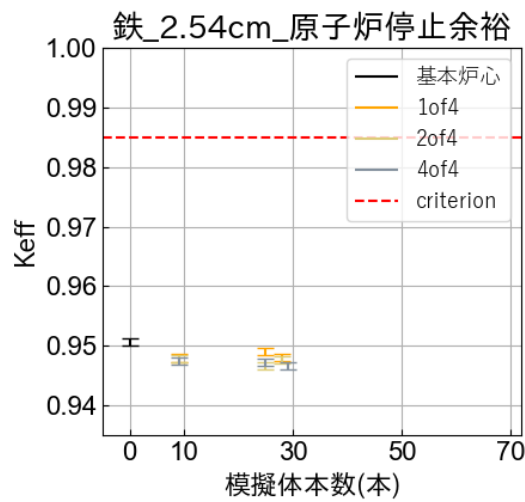
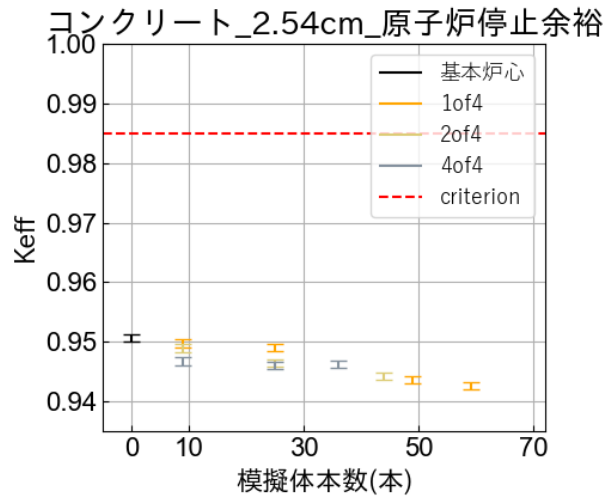
図付-1 (1/3) 炉心形状を固定（棒状燃料をデブリ構造材模擬体に置換）し、水位で臨界調整したときの原子炉停止余裕の計算結果（格子間隔 1.27 cm）

（誤差棒=1σ）



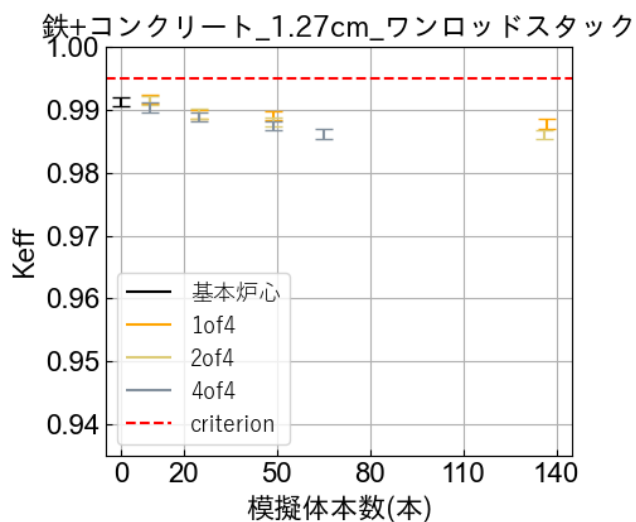
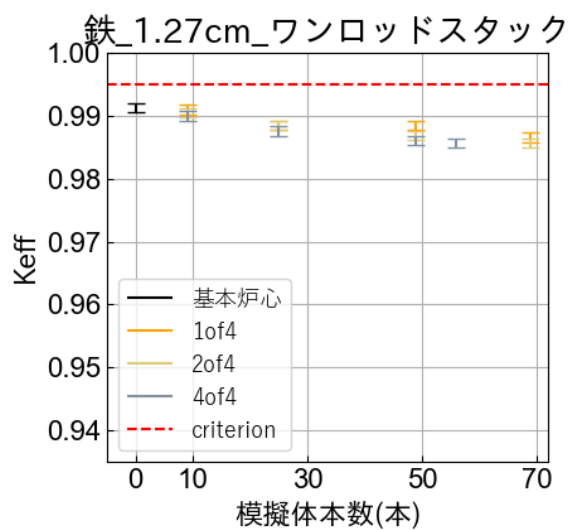
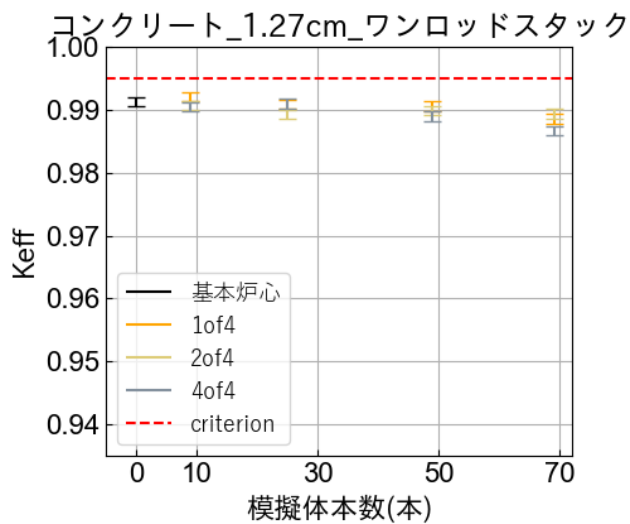
図付-1 (2/3) 炉心形状を固定（棒状燃料をデブリ構造材模擬体に置換）し、水位で臨界調整したときの原子炉停止余裕の計算結果（格子間隔 1.50cm）

(誤差棒=1σ)



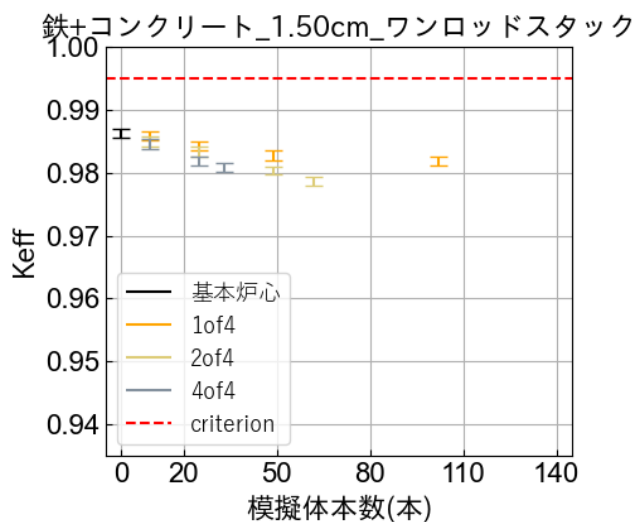
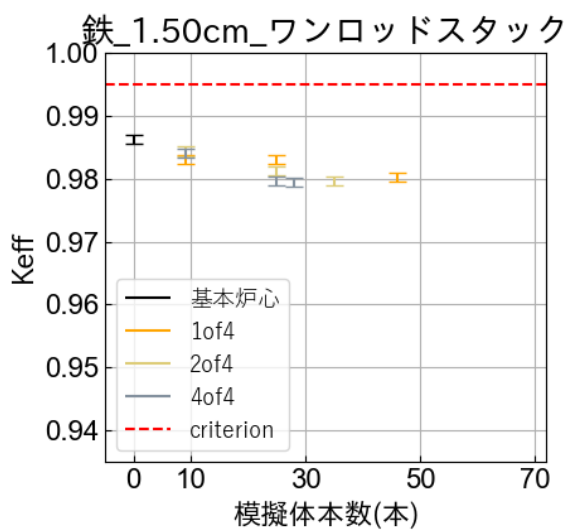
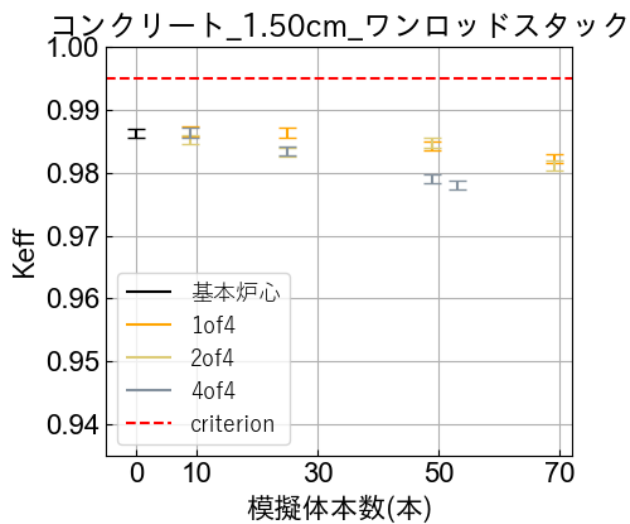
図付-1 (3/3) 炉心形状を固定（棒状燃料をデブリ構造材模擬体に置換）し、水位で臨界調整したときの原子炉停止余裕の計算結果（格子間隔 2.54 cm）

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=1σ)



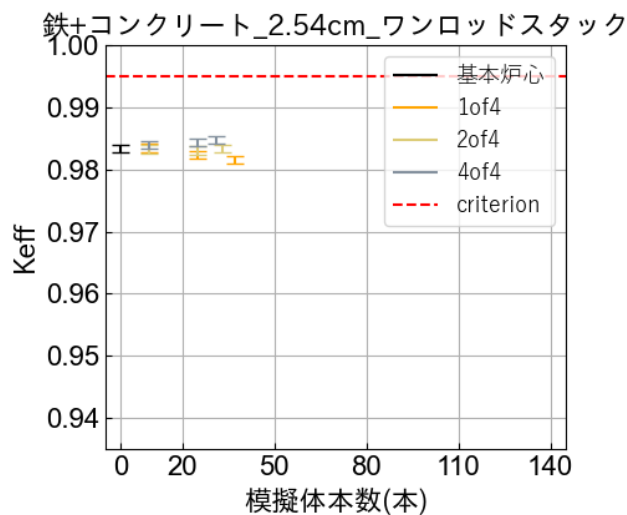
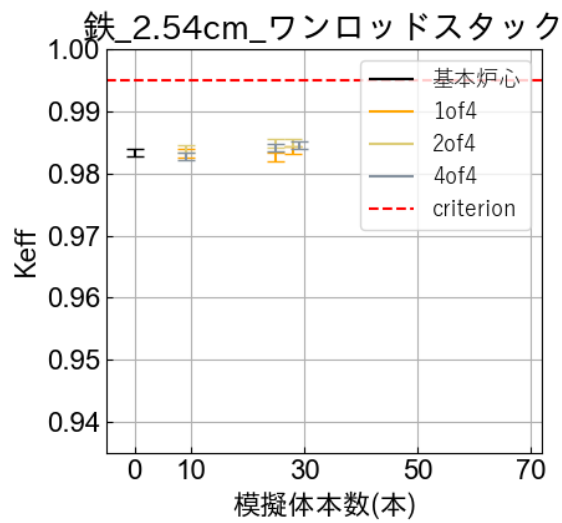
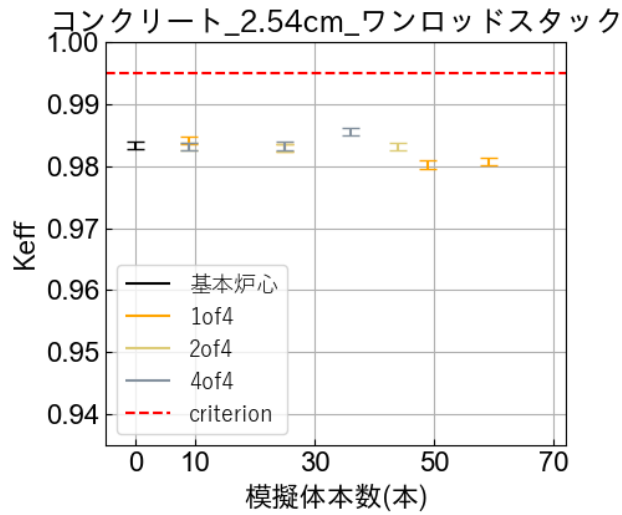
図付-2 (1/3) 炉心形状を固定（棒状燃料をデブリ構造材模擬体に置換）し、水位で臨界調整したときのワンロッドスタックマージンの計算結果（格子間隔 1.27 cm）

（誤差棒=1σ）



図付-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=1σ)



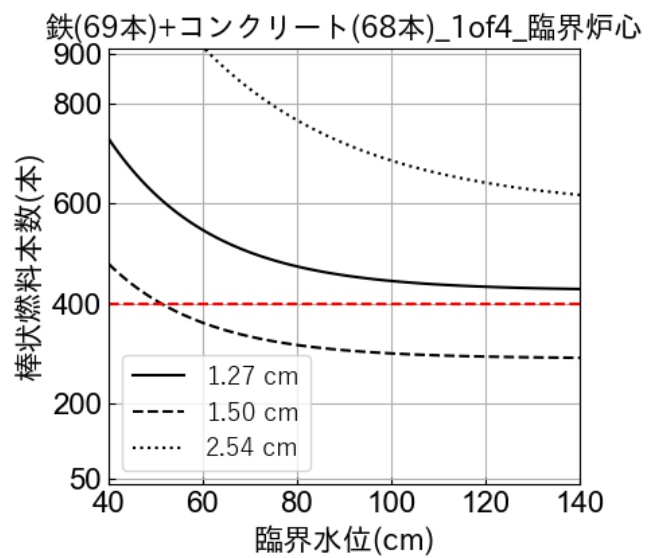
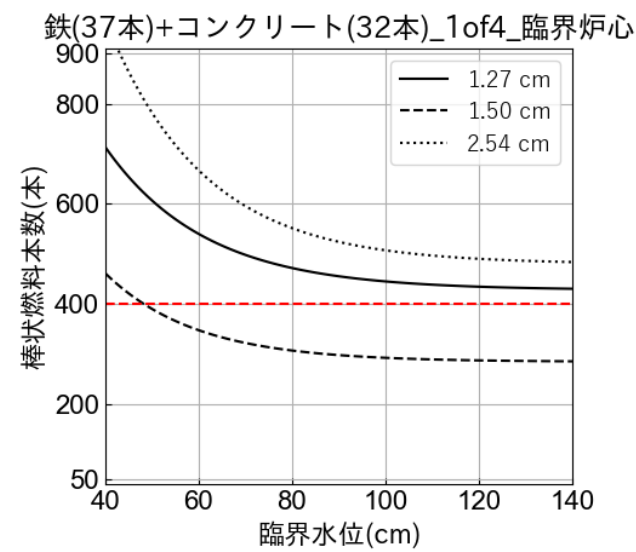
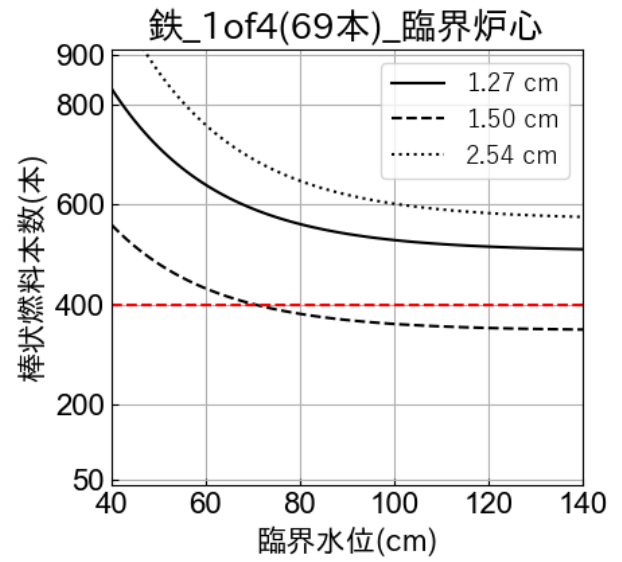
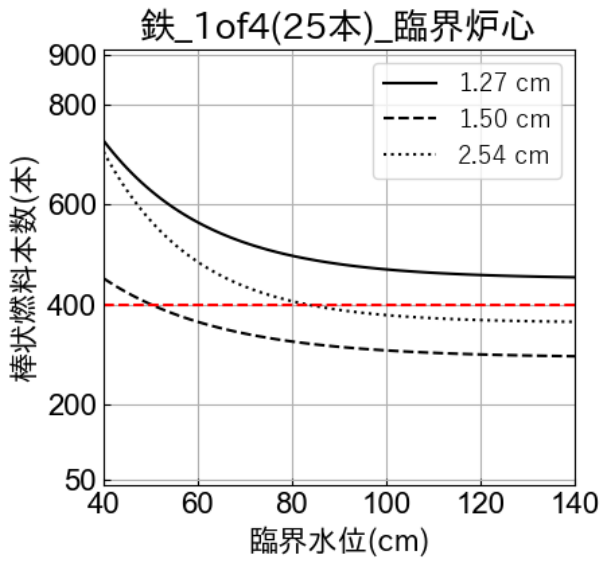
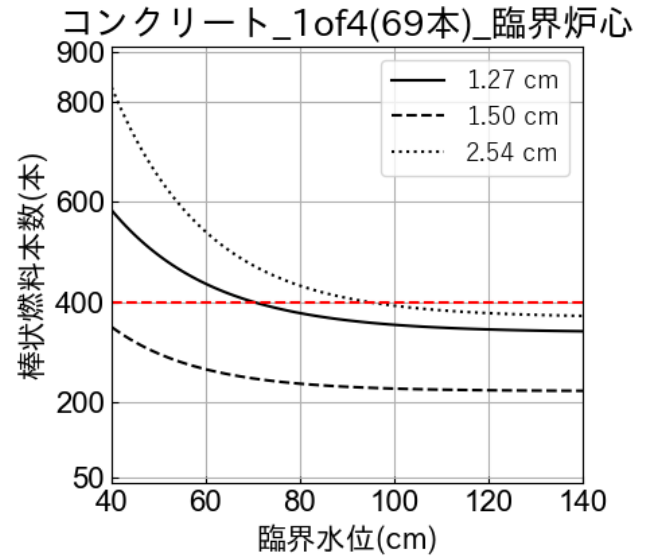
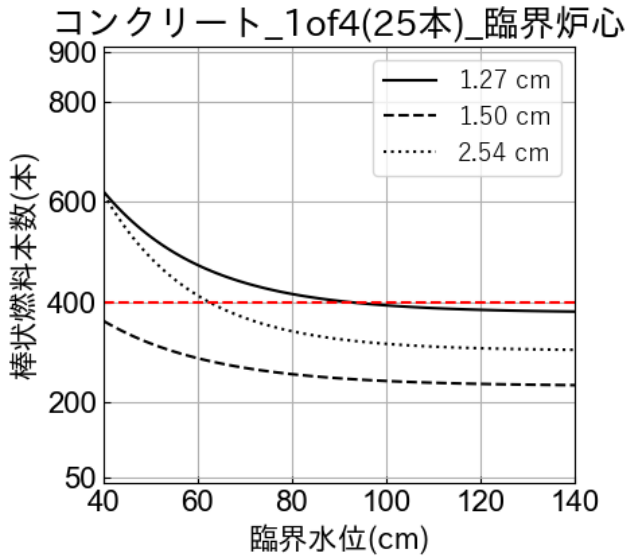
図付-2 (3/3) 炉心形状を固定（棒状燃料をデブリ構造材模擬体に置換）し、水位で臨界調整したときのワンロッドスタックマージンの計算結果（格子間隔 2.54 cm）

（誤差棒=1σ）

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

目次

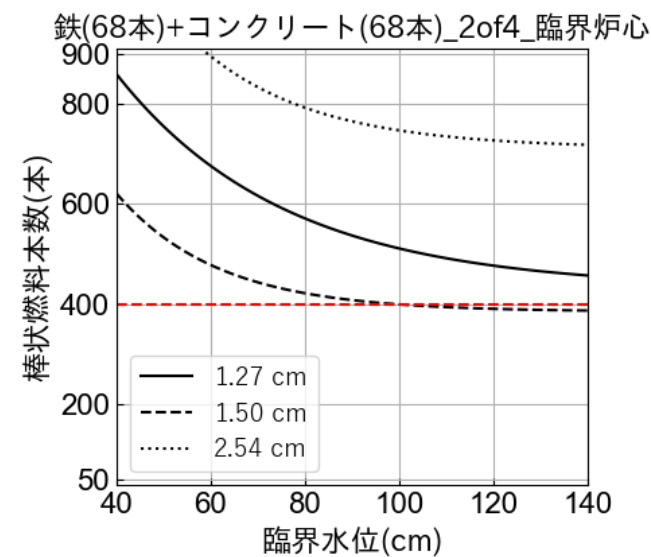
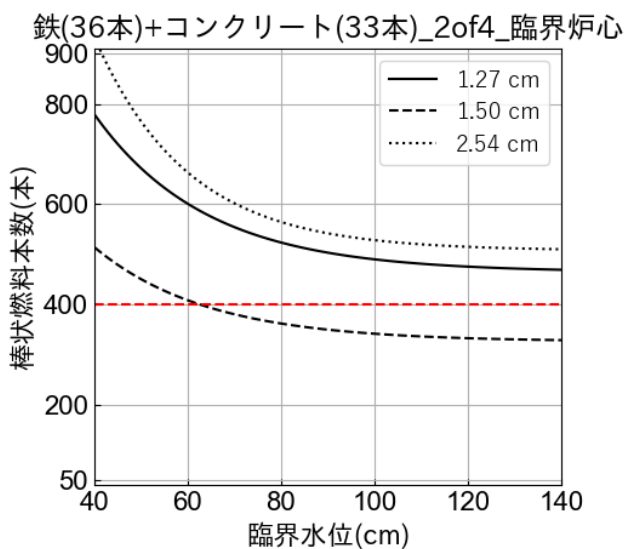
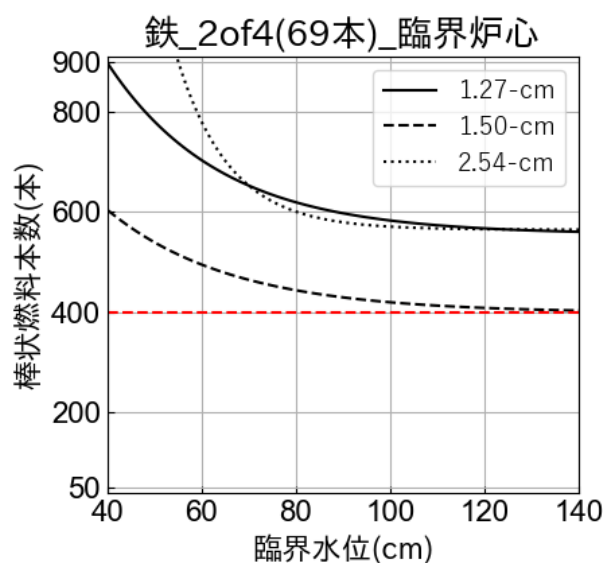
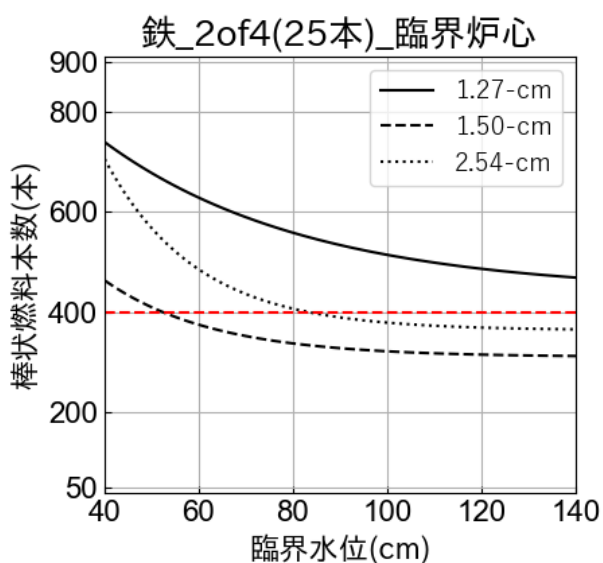
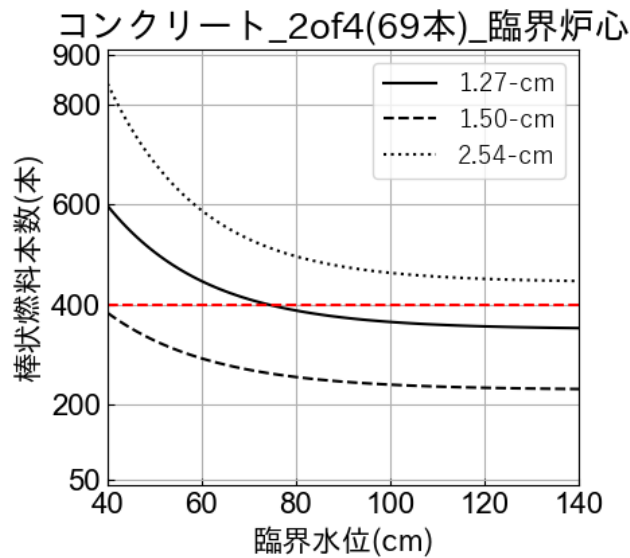
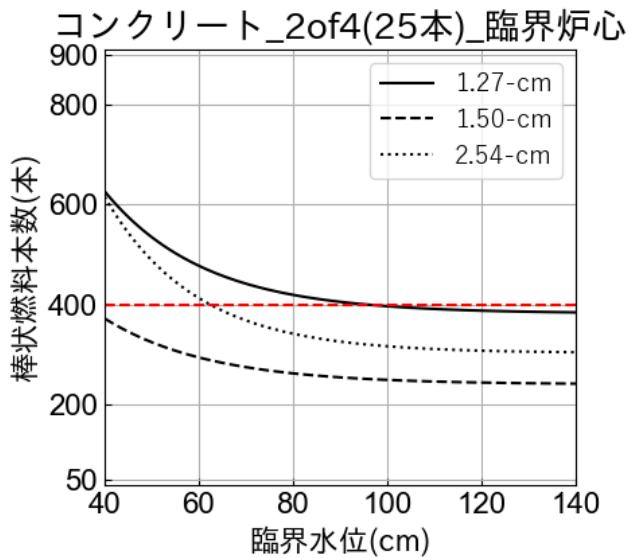
図参 1	安全板の効果が小さくなる炉心探索：臨界サーベイの結果.....	参-2
図参 2	安全板の効果が小さくなる炉心探索：ワンロッドスタックマージン／原子炉停止余裕の計算結果	参-5
図参 3	安全板の効果が小さくなる炉心探索：炉心の配列パターン.....	参-23
図参 4	炉心形状固定の解析：臨界サーベイの結果.....	参-59
図参 5	炉心形状固定の解析：炉心の配列パターン	参-62
図参 6	未臨界板挿入位置（例）	参-89
表参 1	安全板の効果が小さくなる炉心探索：解析結果のデジタル値.....	参-90
表参 2	炉心形状固定の解析：解析結果のデジタル値	参-96



図参 1-1 解析(2)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)

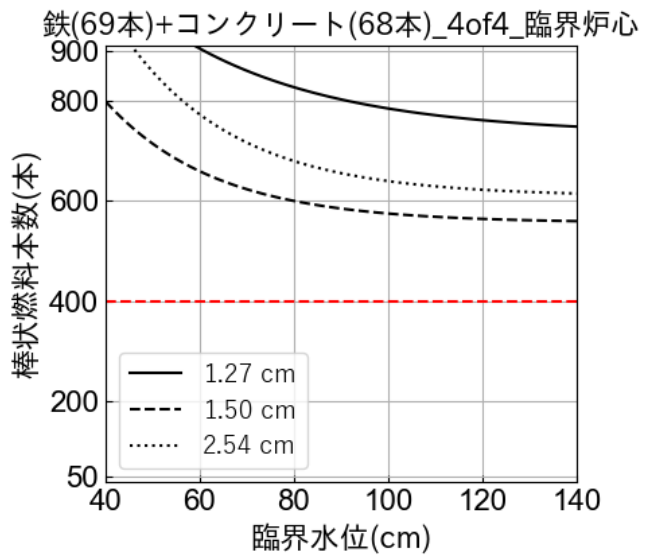
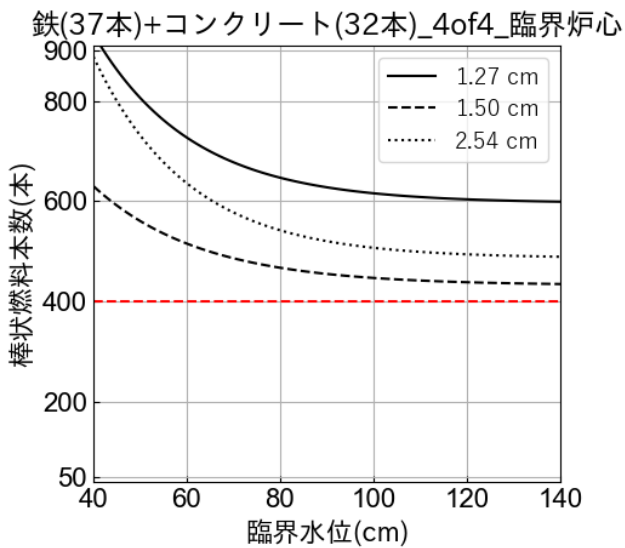
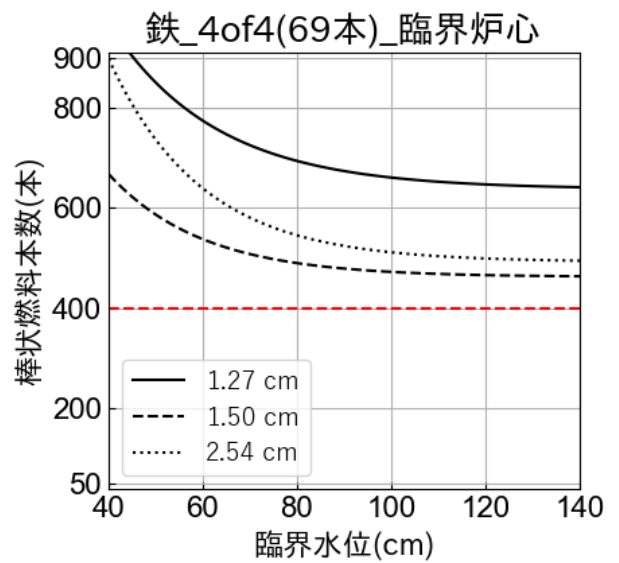
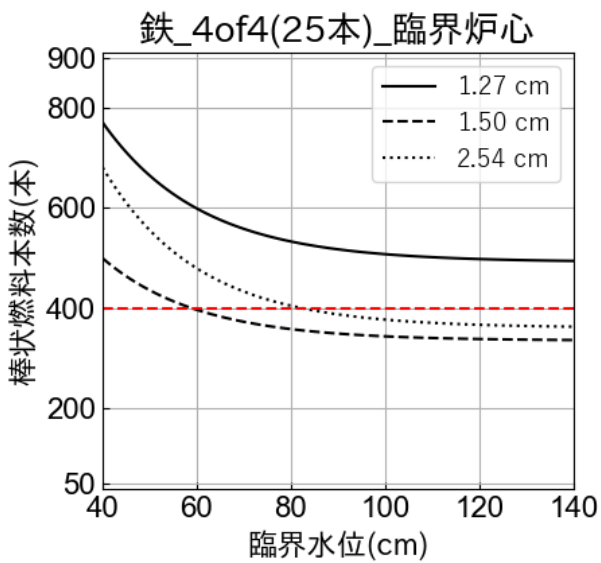
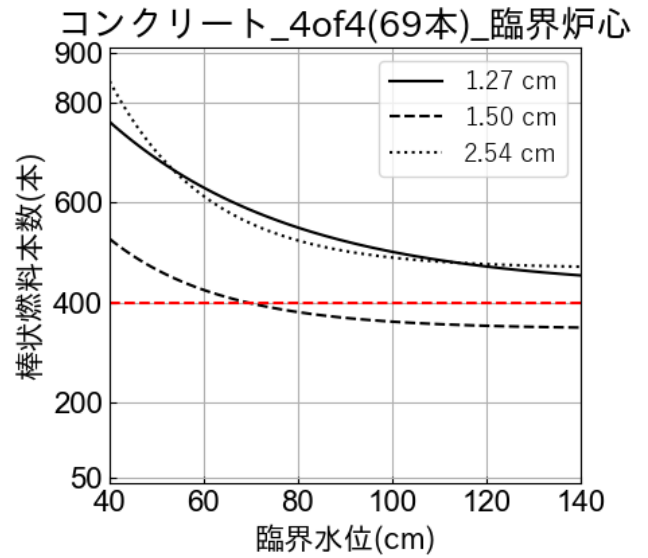
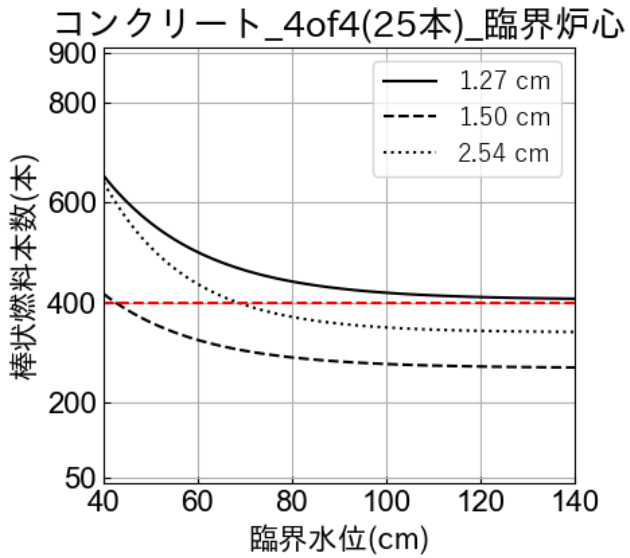
格子間隔 2.54cm において減速材燃料ペレット体積比が炉心構成範囲を超えるものは参考値



図参 1-2 解析(2)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)

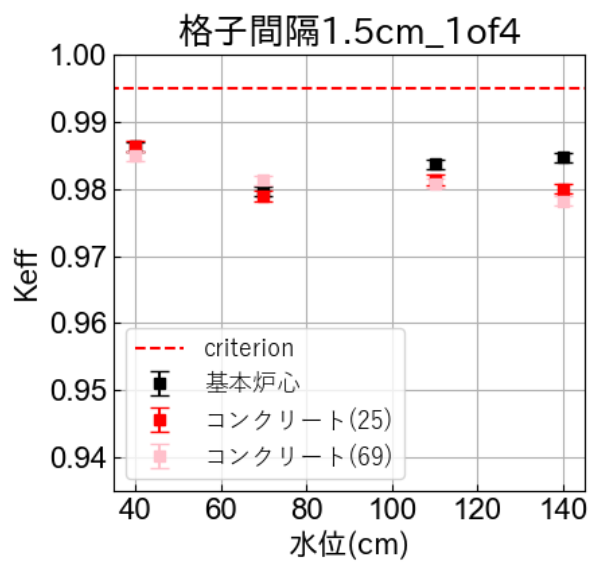
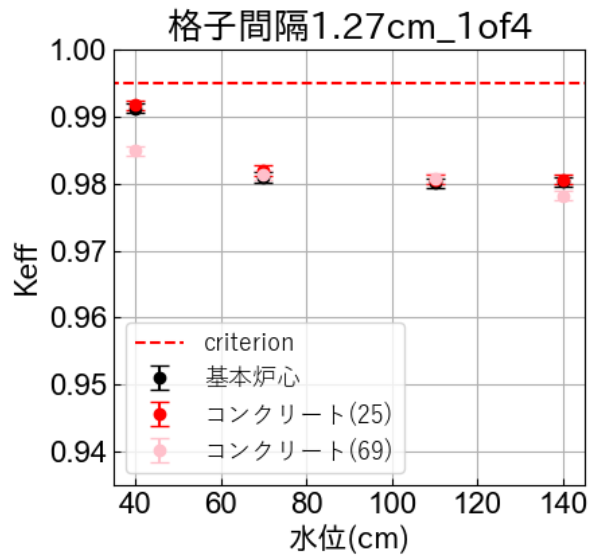
格子間隔 2.54cm において減速材燃料ペレット体積比が炉心構成範囲を超えるものは参考値



図参 1-3 解析(2)の臨界サーベイの結果 (4 of 4 配列)

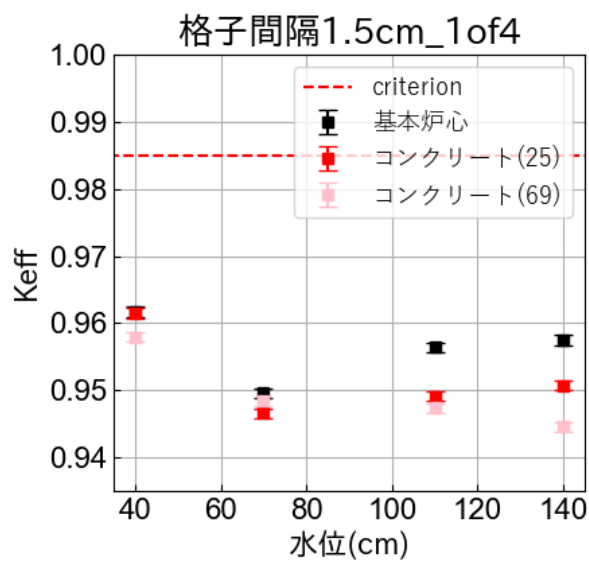
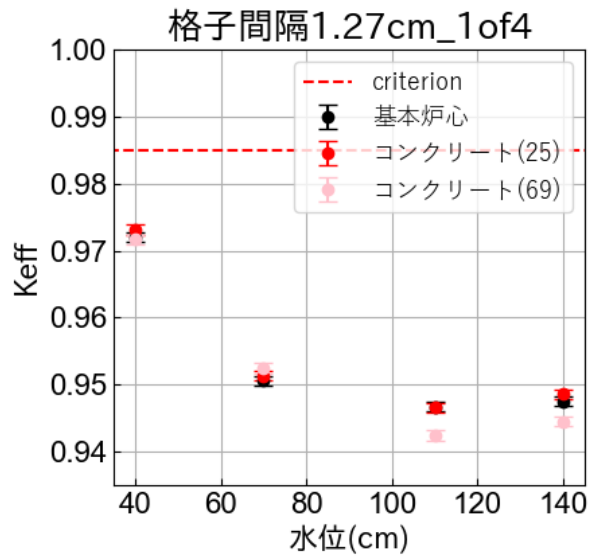
(配列パターンは図参 3 参照)

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



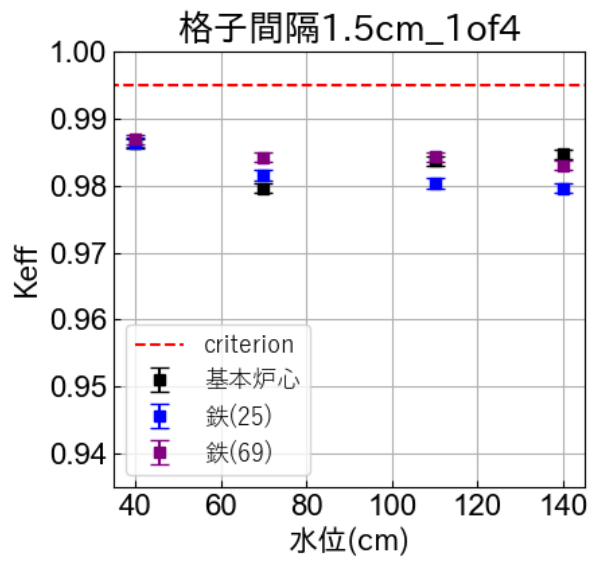
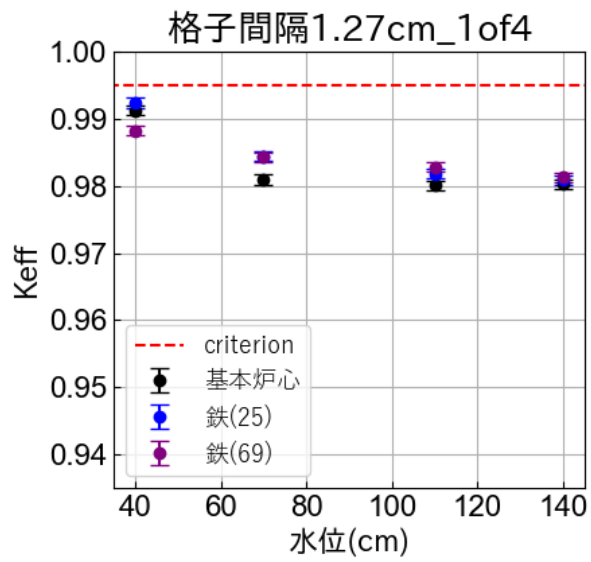
図参 2-1 (1/2) デブリ構造材模擬体本数を固定し、棒状燃料本数で臨界調整したときの
ワンロッドスタックマージンの計算結果 (コンクリート、1 of 4)

(誤差棒 = 1 σ)



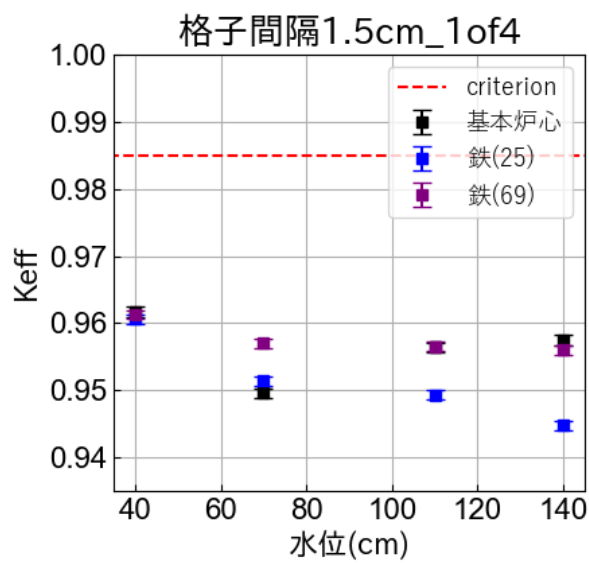
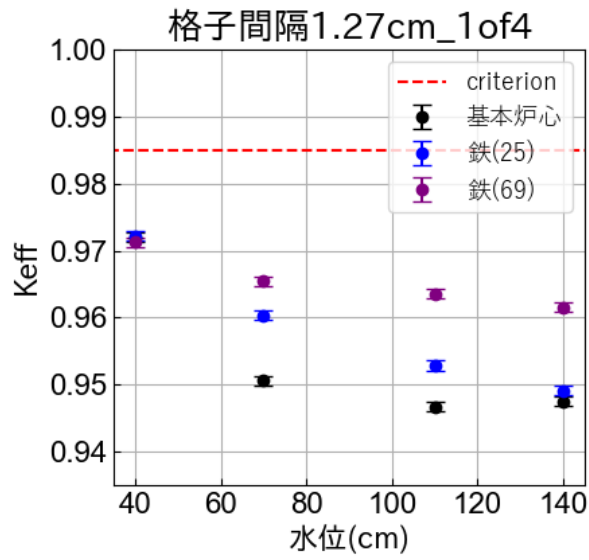
図参 2-1 (2/2) デブリ構造材模擬体本数を固定し、棒状燃料本数で臨界調整したときの原子炉停止余裕の計算結果 (コンクリート、1 of 4)

(誤差棒 = 1 σ)



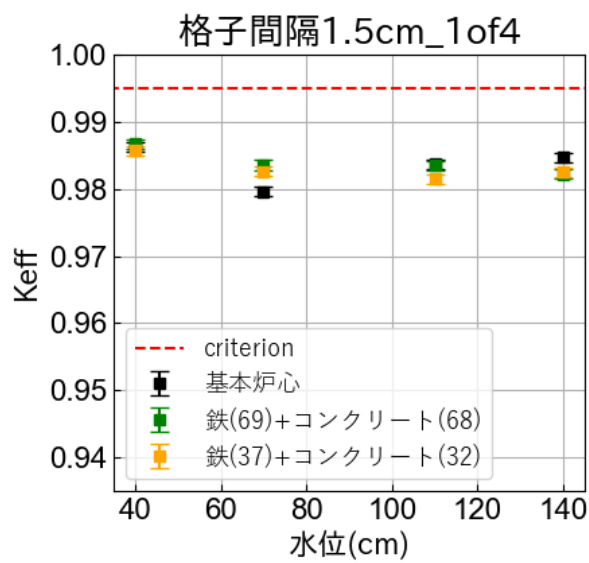
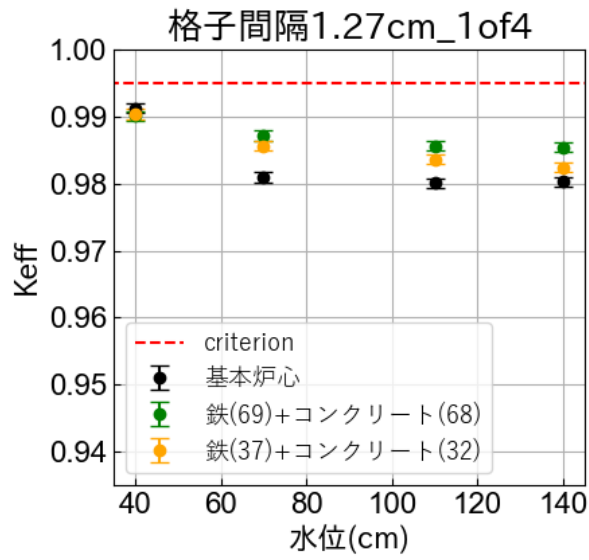
図参 2-2 (1/2) デブリ構造材模擬体本数を固定し、棒状燃料本数で臨界調整したときの
ワンロッドスタックマージンの計算結果 (鉄、1 of 4)

(誤差棒 = 1 σ)



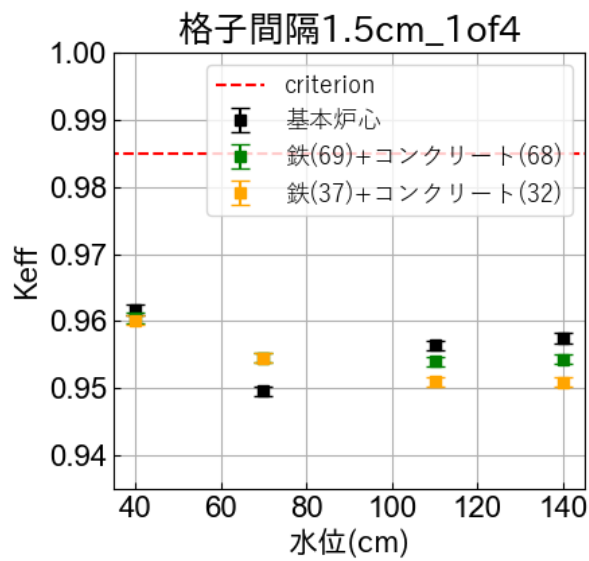
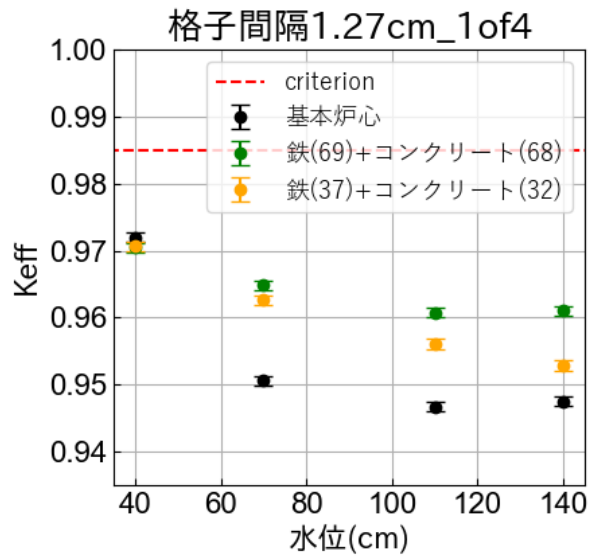
図参 2-2 (2/2) デブリ構造材模擬体本数を固定し、棒状燃料本数で臨界調整したときの
原子炉停止余裕の計算結果 (鉄、1 of 4)

(誤差棒 = 1 σ)



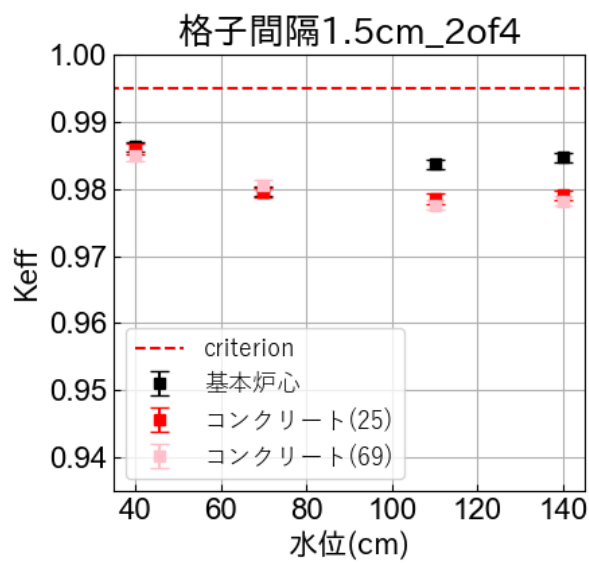
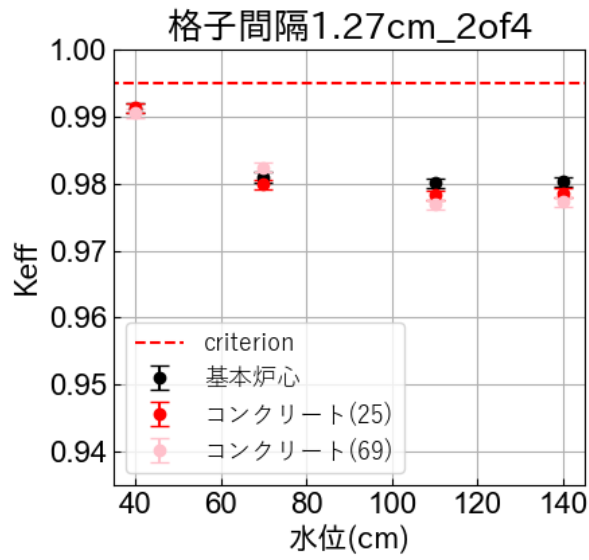
図参 2-3 (1/2) デブリ構造材模擬体本数を固定し、棒状燃料本数で臨界調整したときの
ワンロッドスタックマージンの計算結果 (コンクリート+鉄、1 of 4)

(誤差棒 = 1 σ)



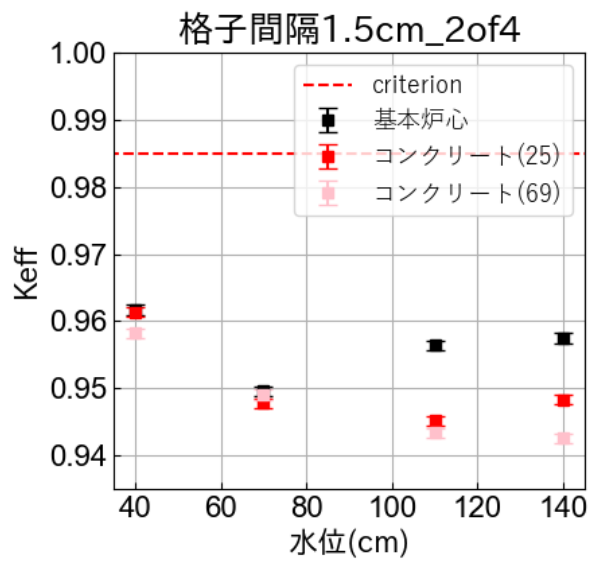
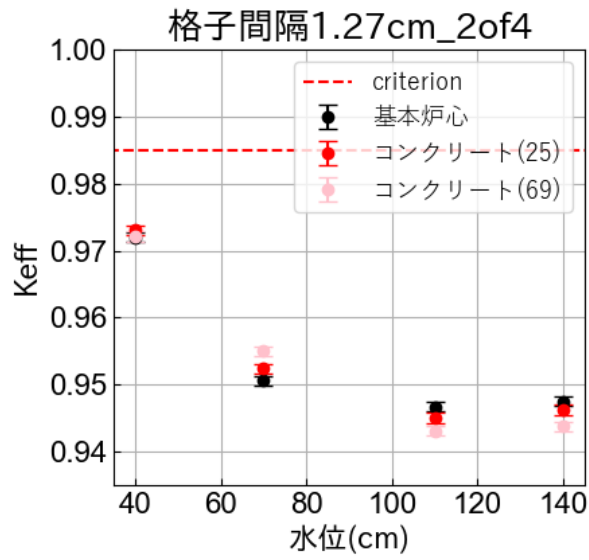
図参 2-3 (2/2) デブリ構造材模擬体本数を固定し、棒状燃料本数で臨界調整したときの原子炉停止余裕の計算結果 (コンクリート+鉄、1 of 4)

(誤差棒 = 1 σ)



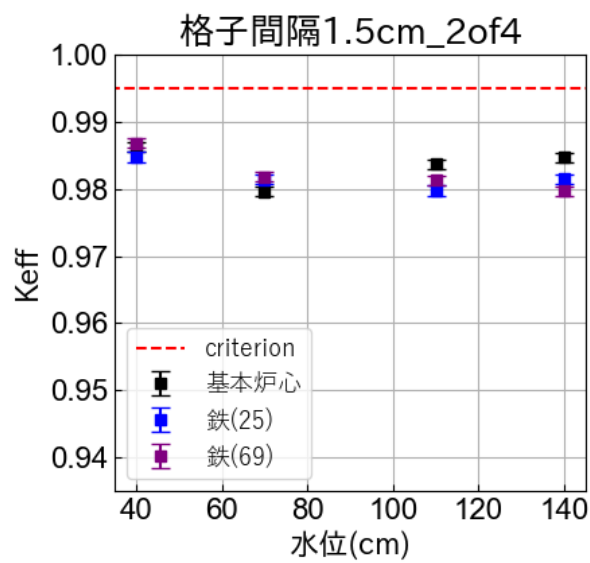
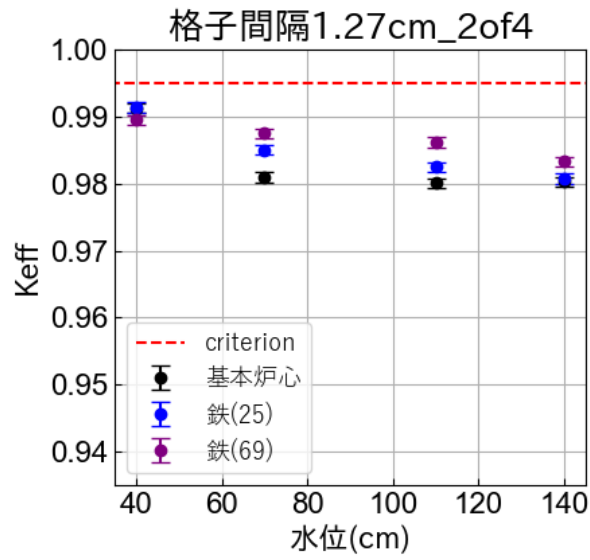
図参 2-4 (1/2) デブリ構造材模擬体本数を固定し、棒状燃料本数で臨界調整したときの
ワンロッドスタックマージンの計算結果 (コンクリート、2 of 4)

(誤差棒 = 1 σ)



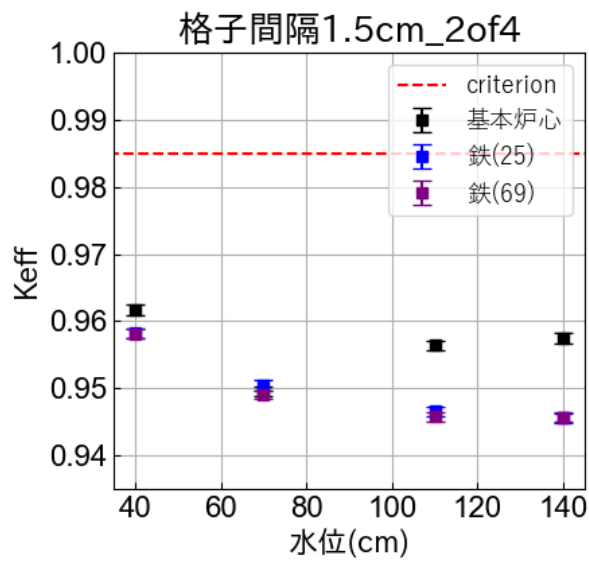
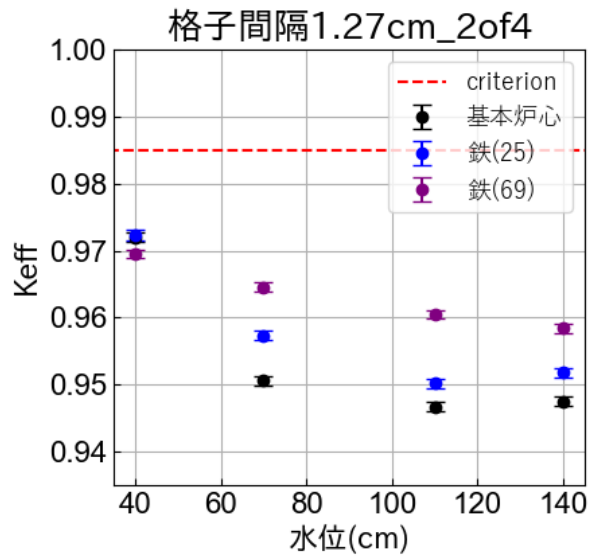
図参 2-4 (2/2) デブリ構造材模擬体本数を固定し、棒状燃料本数で臨界調整したときの原子炉停止余裕の計算結果 (コンクリート、2 of 4)

(誤差棒 = 1 σ)



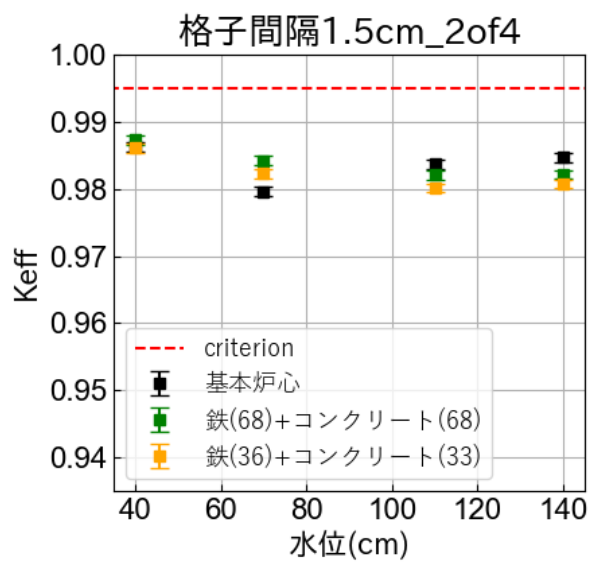
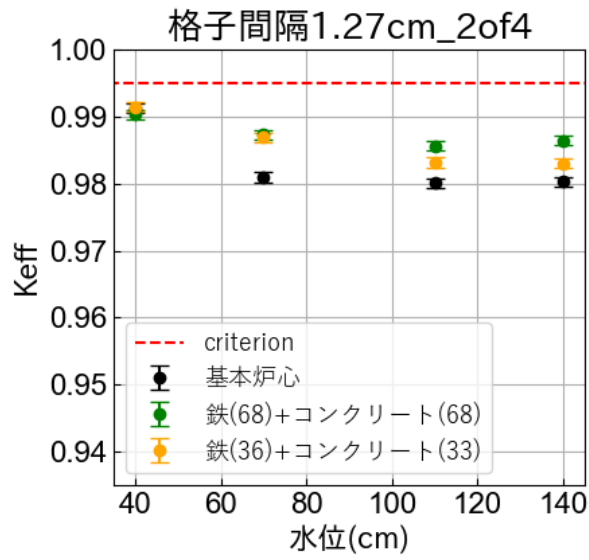
図参 2-5 (1/2) デブリ構造材模擬体本数を固定し、棒状燃料本数で臨界調整したときのワンロッドスタックマージンの計算結果 (鉄、2 of 4)

(誤差棒 = 1 σ)



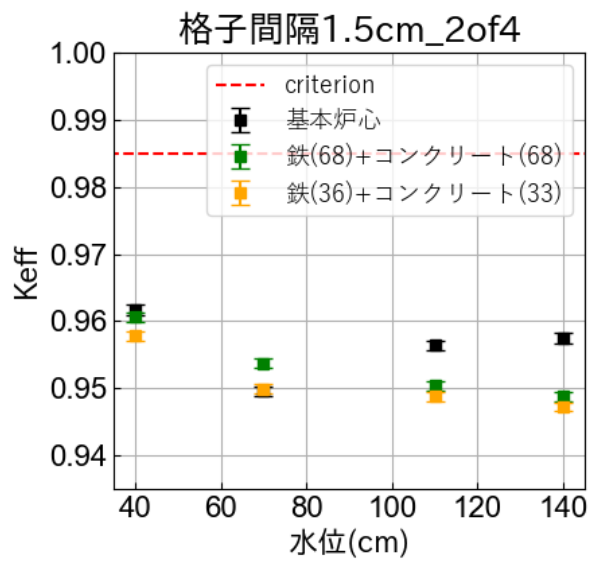
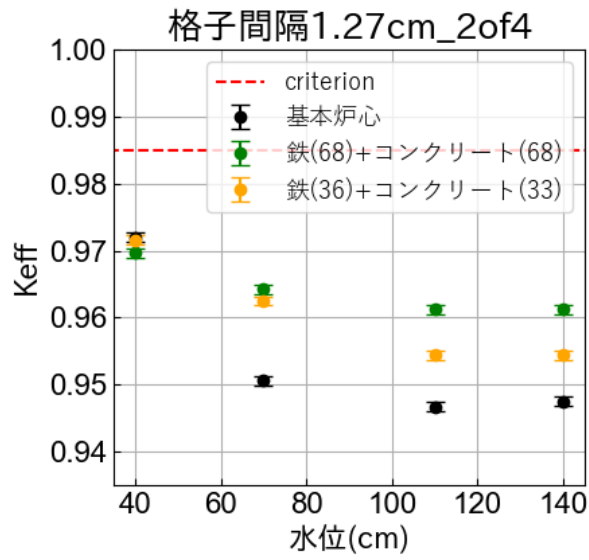
図参 2-5 (2/2) デブリ構造材模擬体本数を固定し、棒状燃料本数で臨界調整したときの
原子炉停止余裕の計算結果 (鉄、2 of 4)

(誤差棒 = 1 σ)



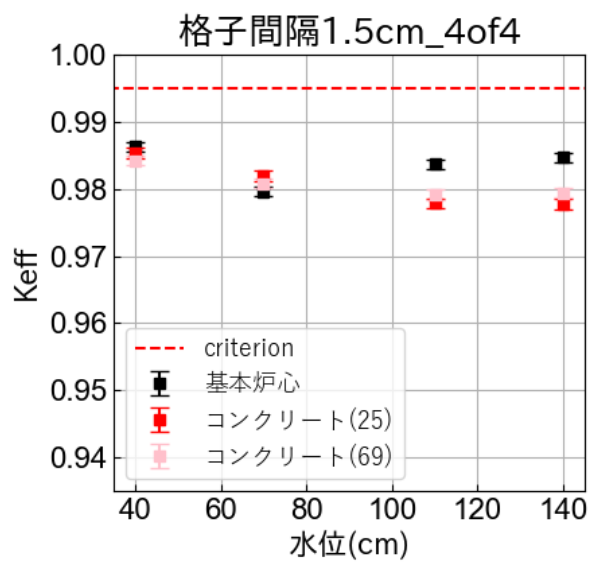
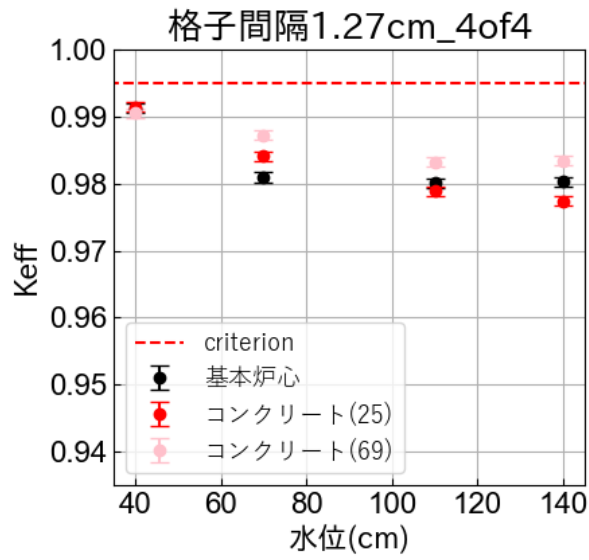
図参 2-6 (1/2) デブリ構造材模擬体本数を固定し、棒状燃料本数で臨界調整したときの
ワンロッドスタックマージンの計算結果 (コンクリート+鉄、2 of 4)

(誤差棒 = 1 σ)



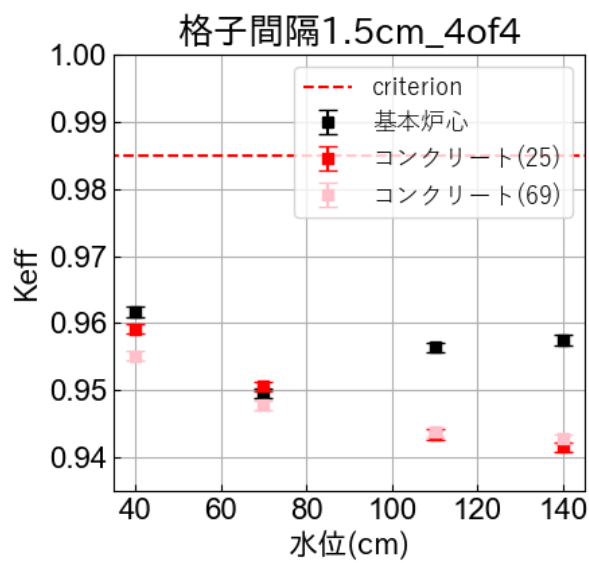
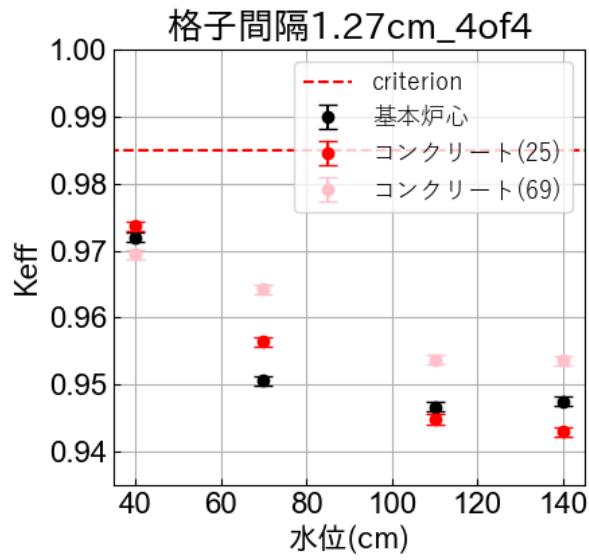
図参 2-6 (2/2) デブリ構造材模擬体本数を固定し、棒状燃料本数で臨界調整したときの原子炉停止余裕の計算結果 (コンクリート+鉄、2 of 4)

(誤差棒 = 1 σ)



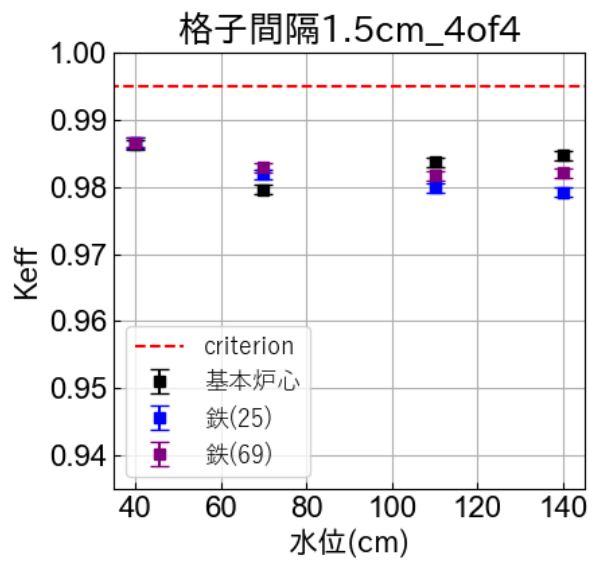
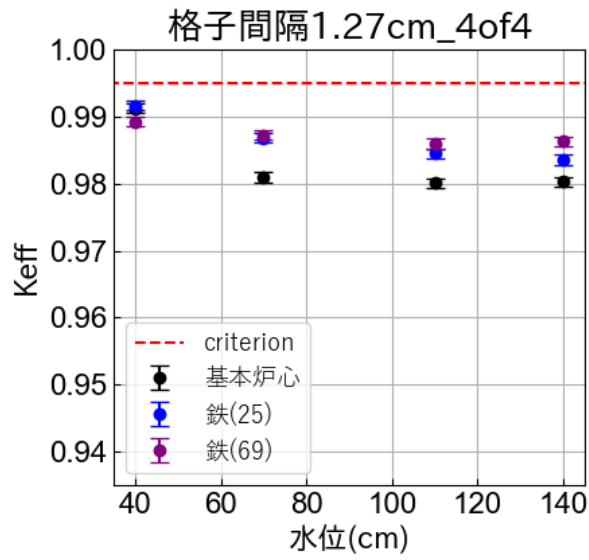
図参 2-7 (1/2) デブリ構造材模擬体本数を固定し、棒状燃料本数で臨界調整したときの
ワンロッドスタックマージンの計算結果 (コンクリート、4 of 4)

(誤差棒 = 1 σ)



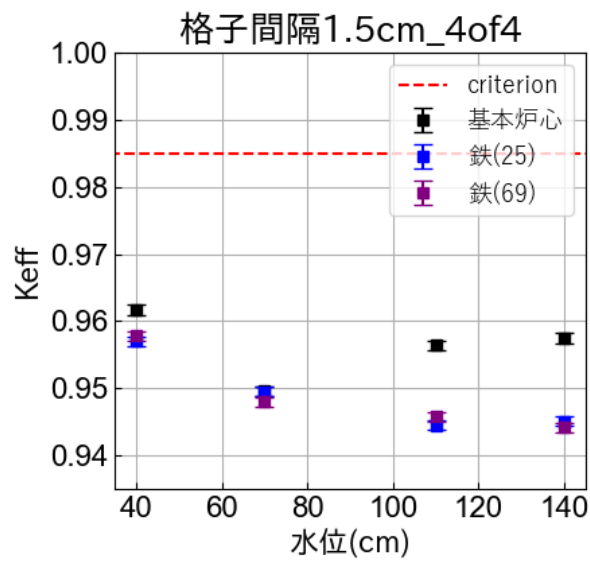
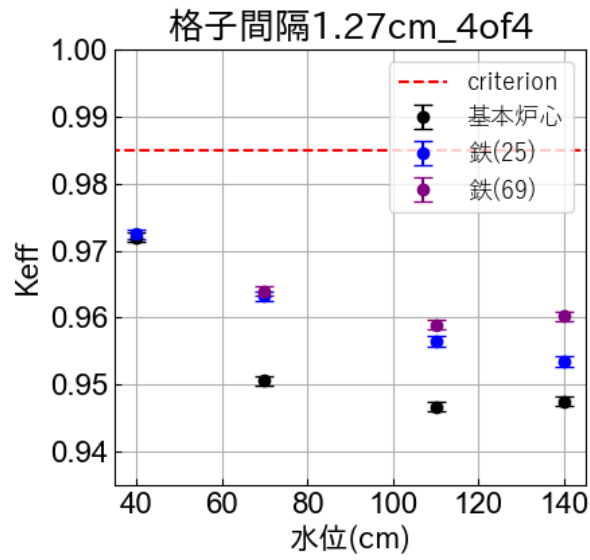
図参 2-7 (2/2) デブリ構造材模擬体本数を固定し、棒状燃料本数で臨界調整したときの原子炉停止余裕の計算結果 (コンクリート、4 of 4)

(誤差棒 = 1 σ)



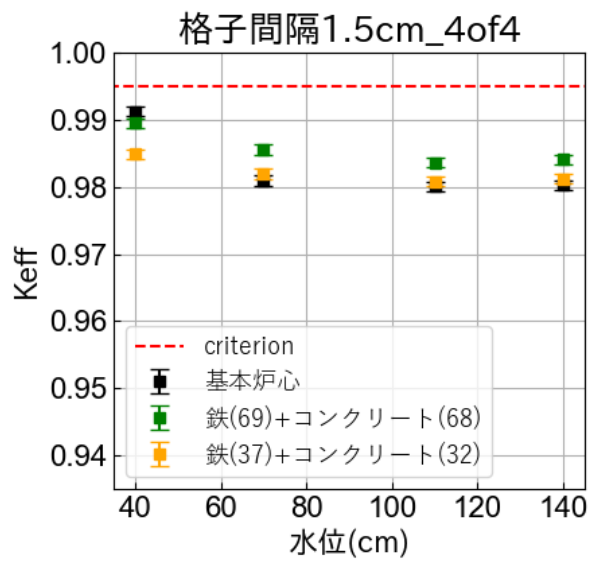
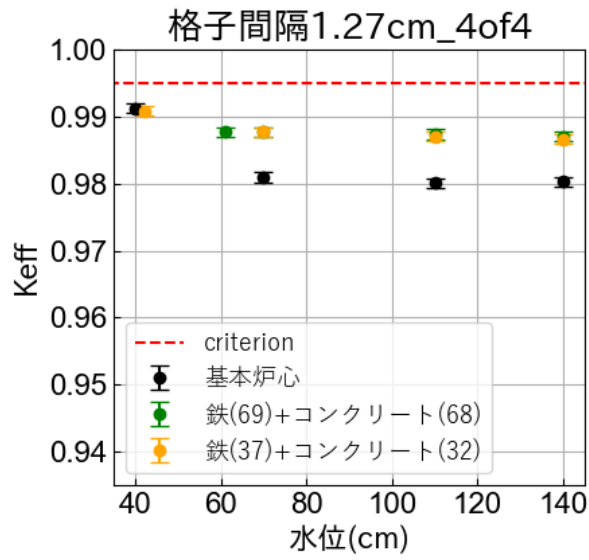
図参 2-8 (1/2) デブリ構造材模擬体本数を固定し、棒状燃料本数で臨界調整したときの
ワンロッドスタックマージンの計算結果 (鉄、4 of 4)

(誤差棒 = 1 σ)



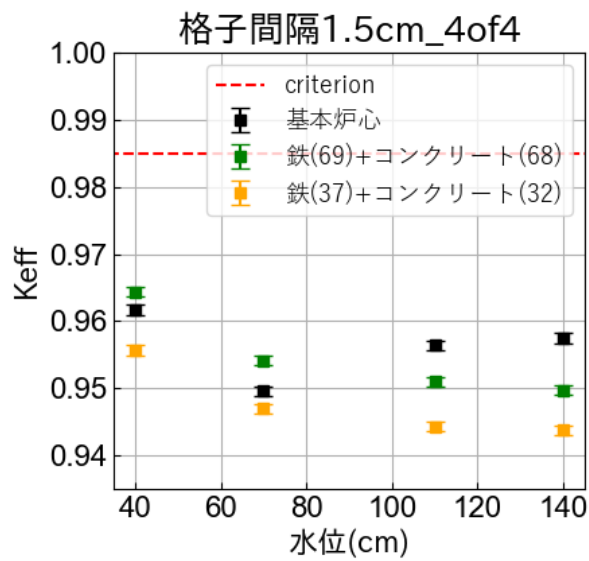
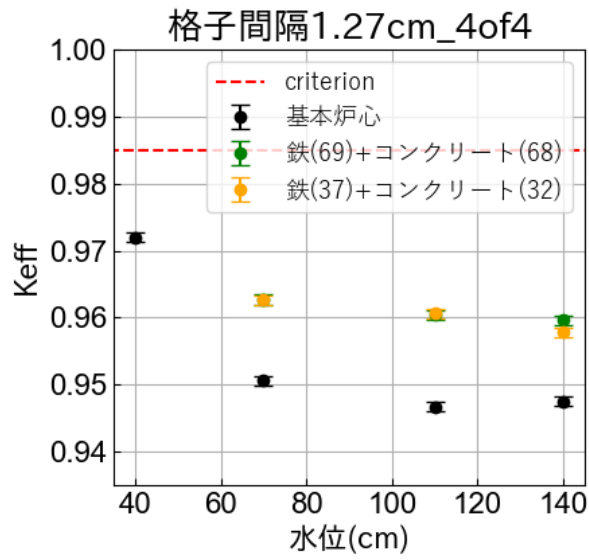
図参 2-8 (2/2) デブリ構造材模擬体本数を固定し、棒状燃料本数で臨界調整したときの
原子炉停止余裕の計算結果（鉄、4 of 4）

(誤差棒 = 1 σ)



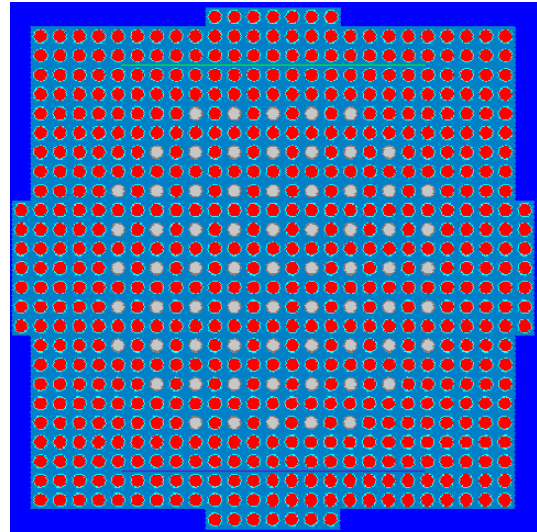
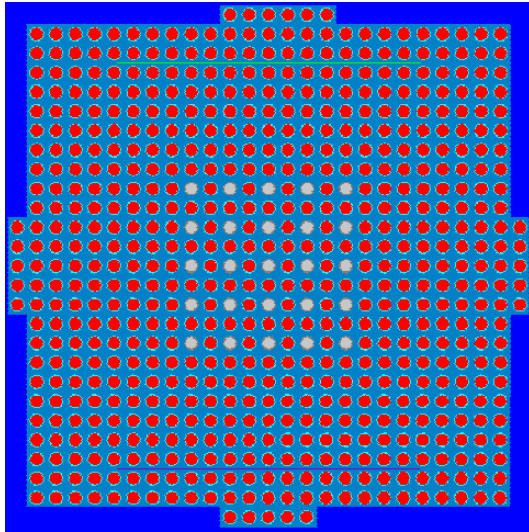
図参 2-9 (1/2) デブリ構造材模擬体本数を固定し、棒状燃料本数で臨界調整したときの
ワンロッドスタックマージンの計算結果 (コンクリート+鉄、4 of 4)

(誤差棒 = 1 σ)

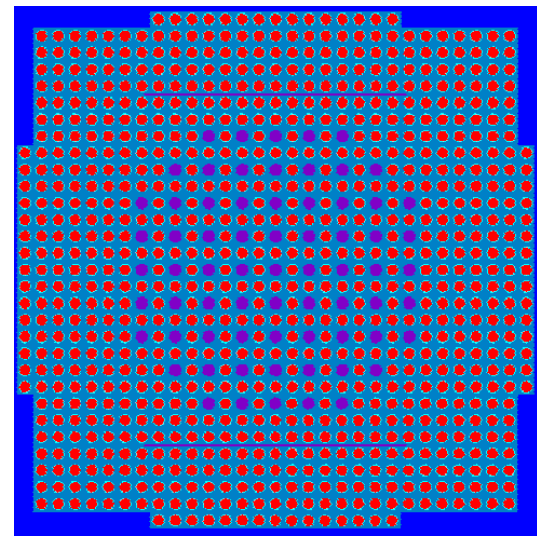
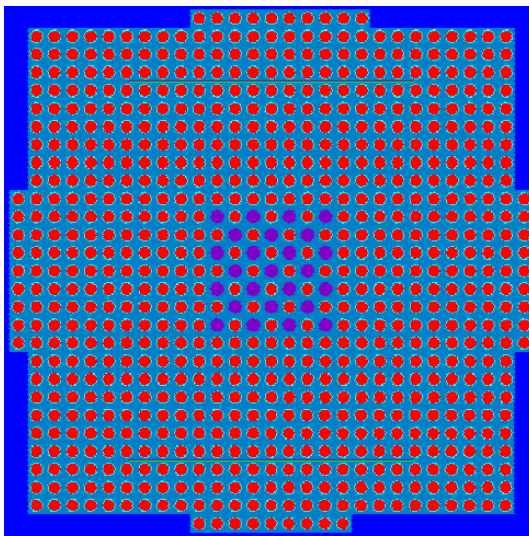


図参 2-9 (2/2) デブリ構造材模擬体本数を固定し、棒状燃料本数で臨界調整したときの原子炉停止余裕の計算結果 (コンクリート+鉄、4 of 4)

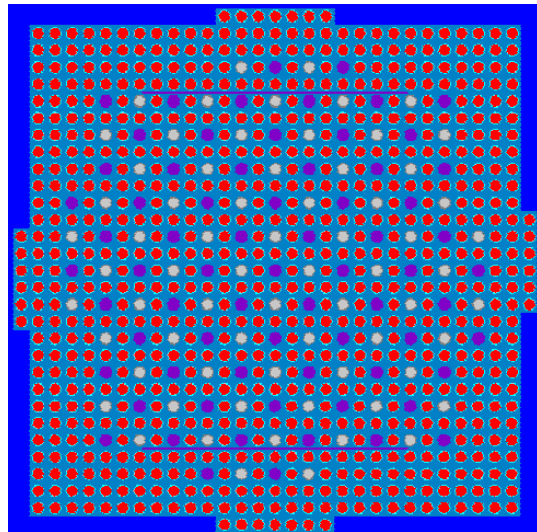
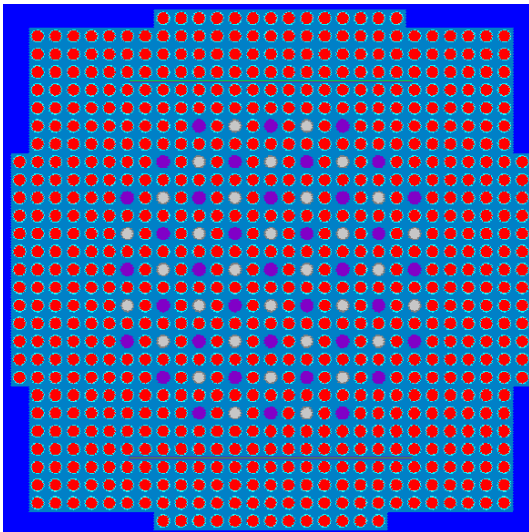
(誤差棒 = 1 σ)



(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

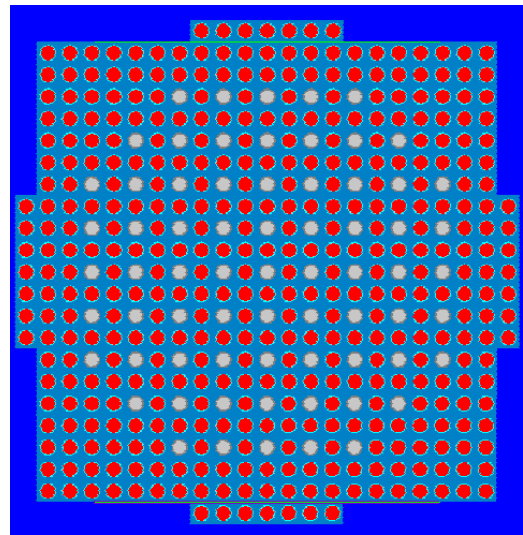
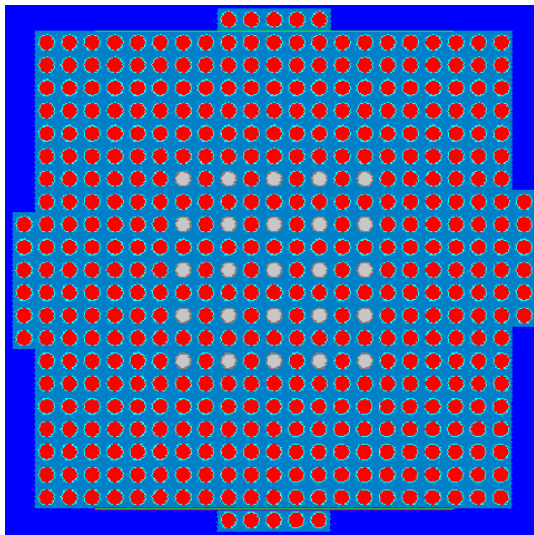


(左) 鉄 25 本、棒状燃料 728 本、(右) 鉄 69 本、棒状燃料 832 本

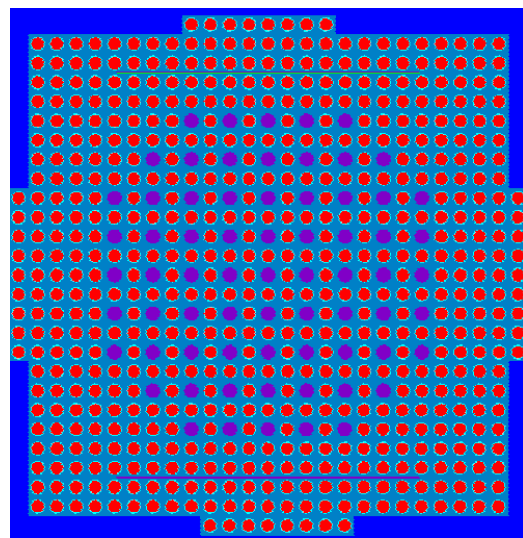
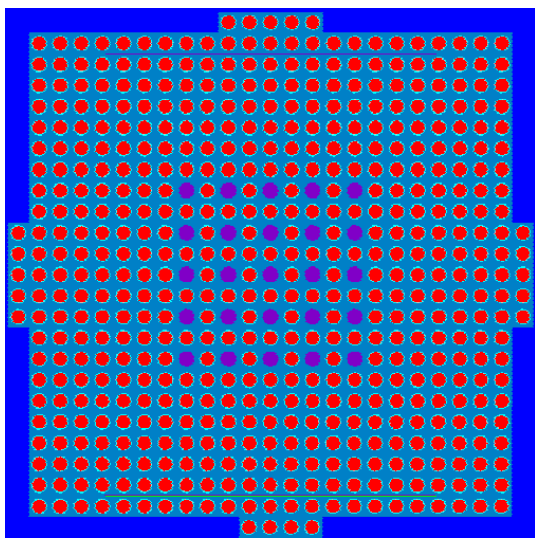


(左) コンクリート 32 本、鉄 37 本、棒状燃料 713 本、(右) コンクリート 68 本、鉄 69 本、棒状燃料 730 本

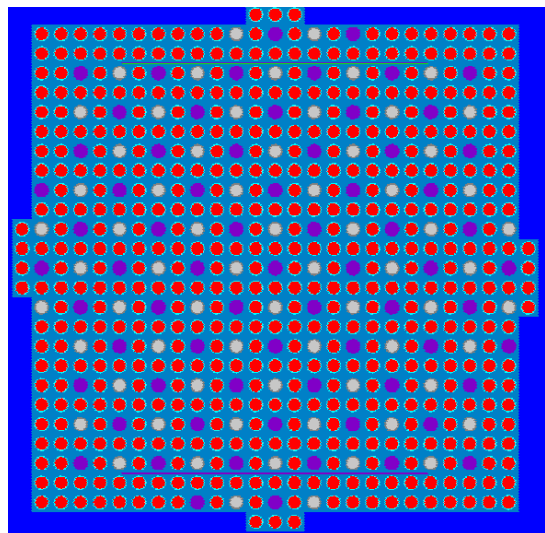
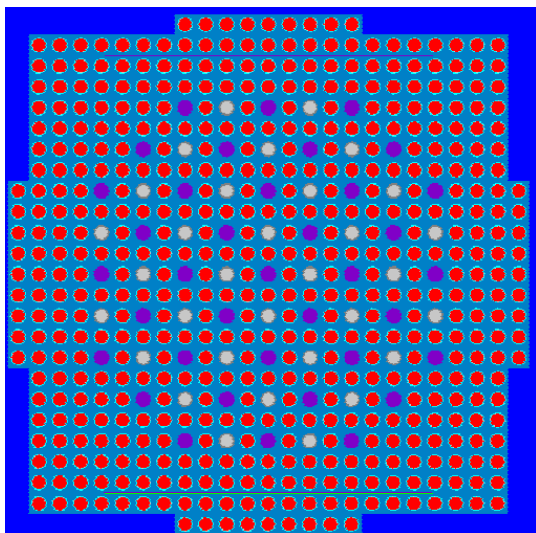
図参 3-1 デブリ構造材模擬体の配列パターン (図参 1-1 関連)
(格子間隔 1.27cm、水位 40cm、1 of 4 配列)



(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

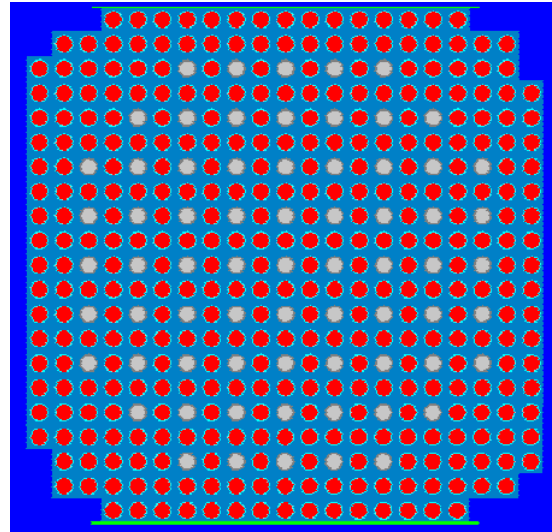
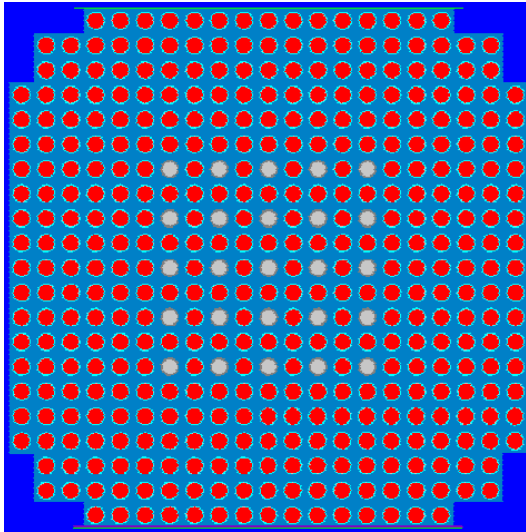


(左) 鉄 25 本、棒状燃料 523 本、(右) 鉄 69 本、棒状燃料 590 本

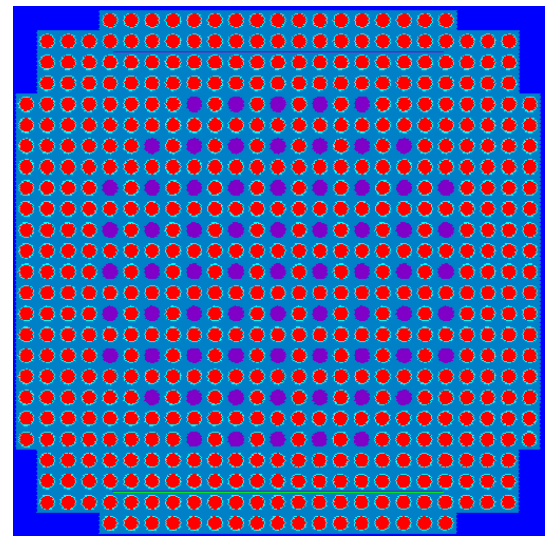
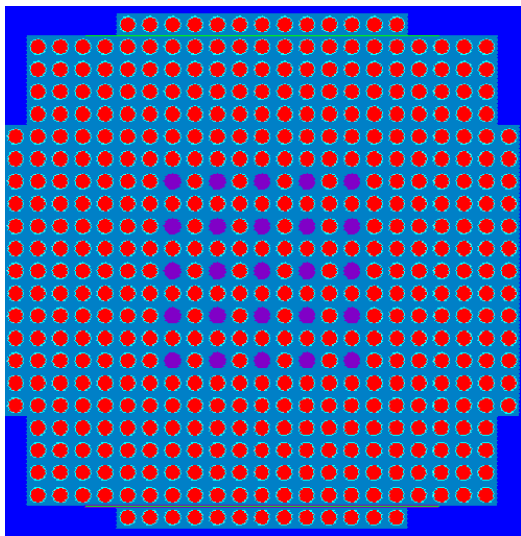


(左) コンクリート 32 本、鉄 37 本、棒状燃料 496 本、(右) コンクリート 68 本、鉄 69 本、棒状燃料 502 本

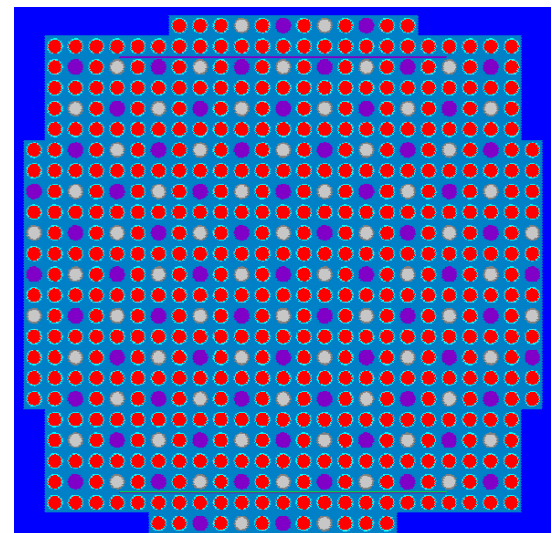
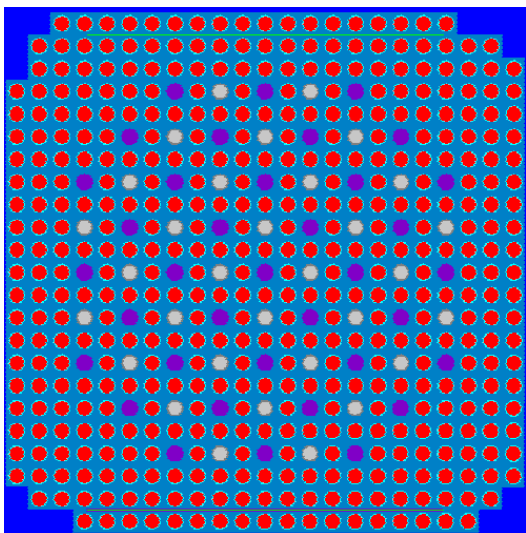
図参 3-2 デブリ構造材模擬体の配列パターン (図参 1-1 関連)
(格子間隔 1.27cm、水位 70cm、1 of 4 配列)



(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

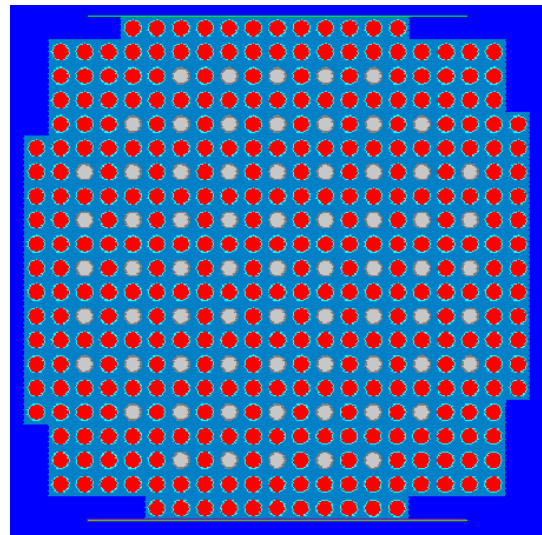
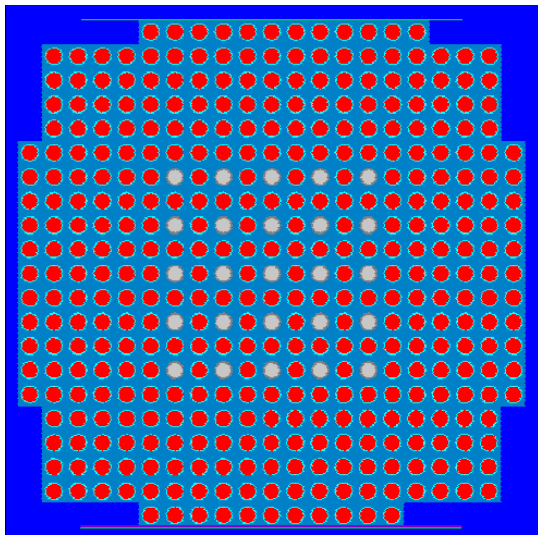


(左) 鉄 25 本、棒状燃料 468 本、(右) 鉄 69 本、棒状燃料 528 本

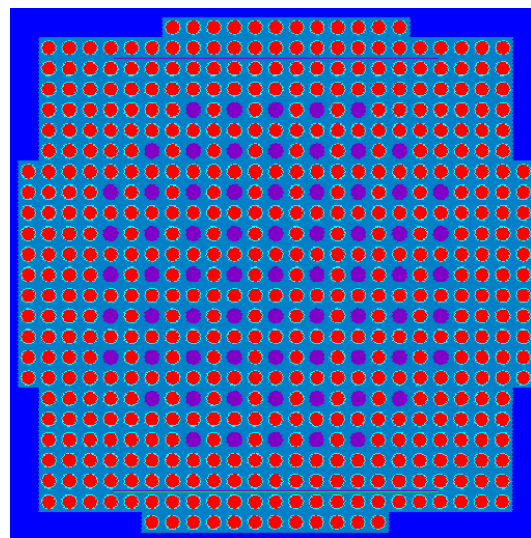
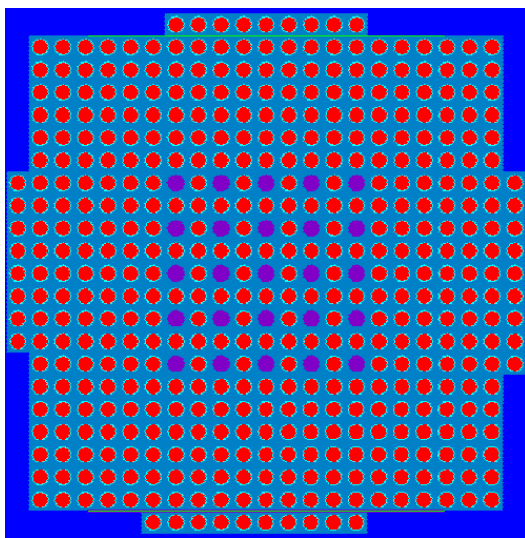


(左) コンクリート 32 本、鉄 37 本、棒状燃料 445 本、(右) コンクリート 68 本、鉄 69 本、棒状燃料 442 本

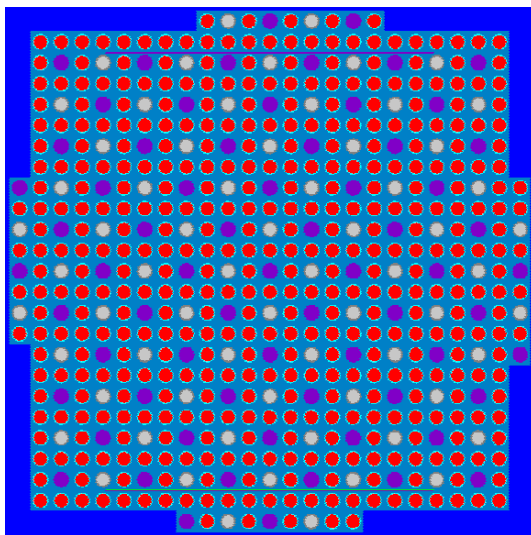
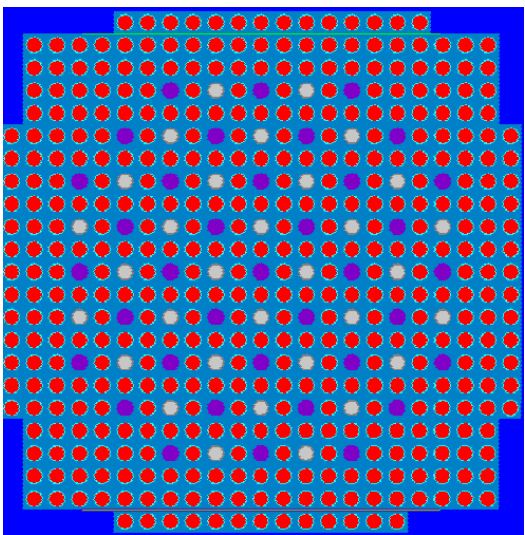
図参 3-3 デブリ構造材模擬体の配列パターン (図参 1-1 関連)
(格子間隔 1.27cm、水位 110cm、1 of 4 配列)



(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

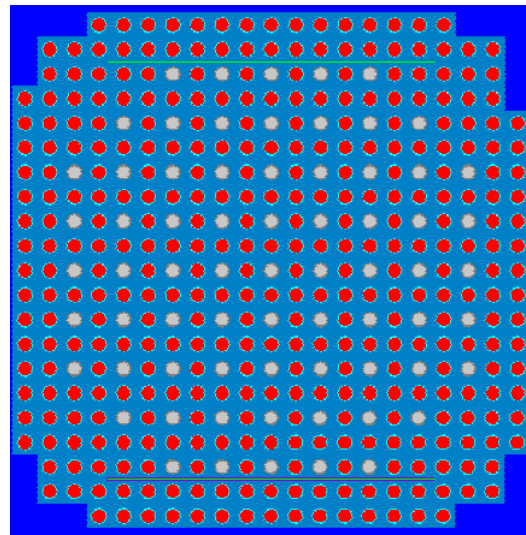
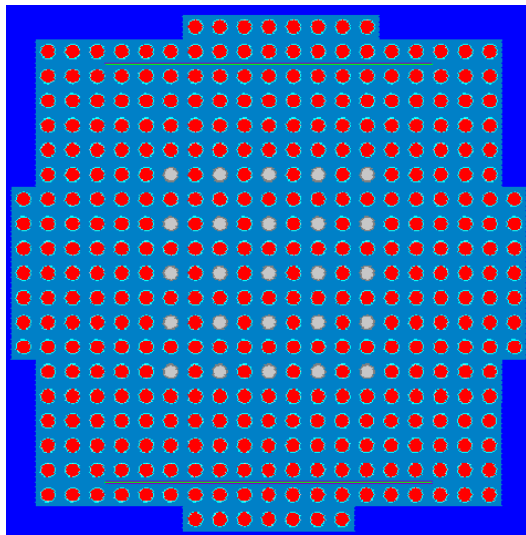


(左) 鉄 25 本、棒状燃料 452 本、(右) 鉄 69 本、棒状燃料 506 本

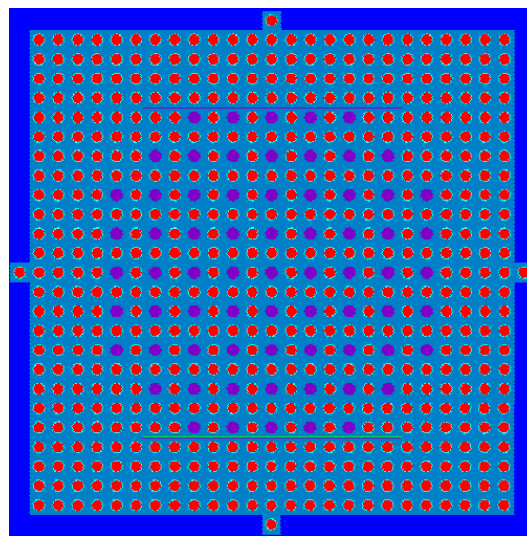
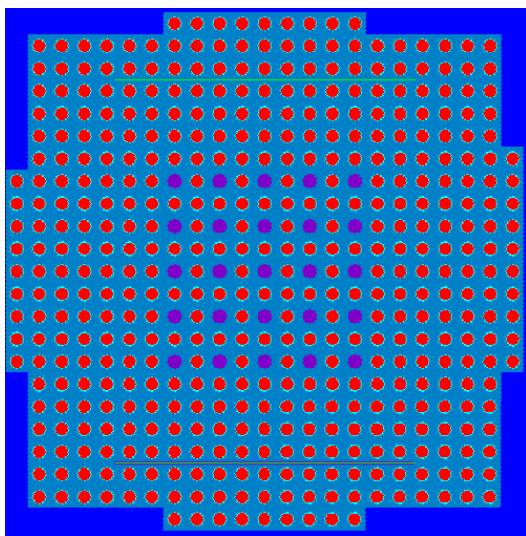


(左) コンクリート 32 本、鉄 37 本、棒状燃料 425 本、(右) コンクリート 68 本、鉄 69 本、棒状燃料 427 本

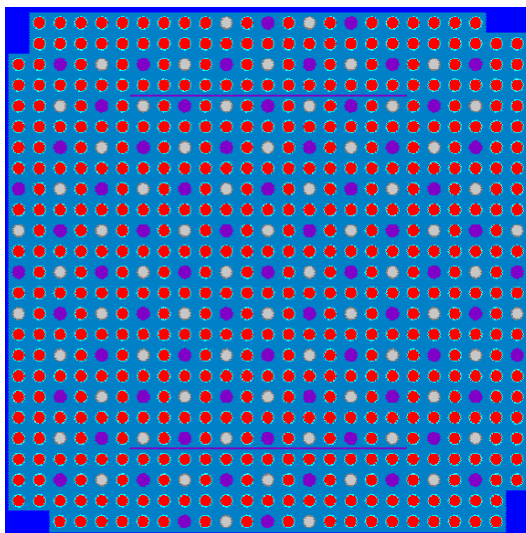
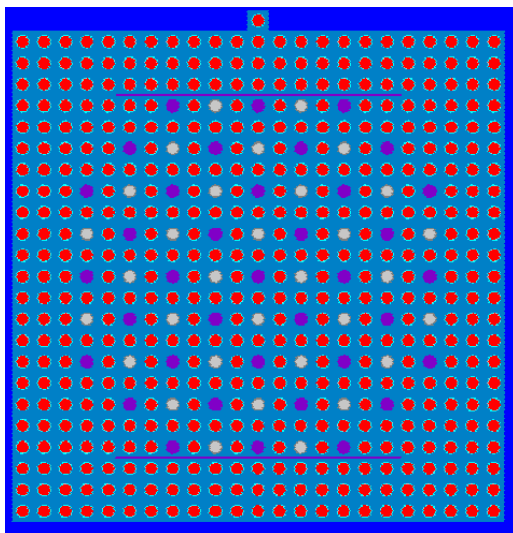
図参 3-4 デブリ構造材模擬体の配列パターン (図参 1-1 関連)
(格子間隔 1.27cm、水位 140cm、1 of 4 配列)



(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

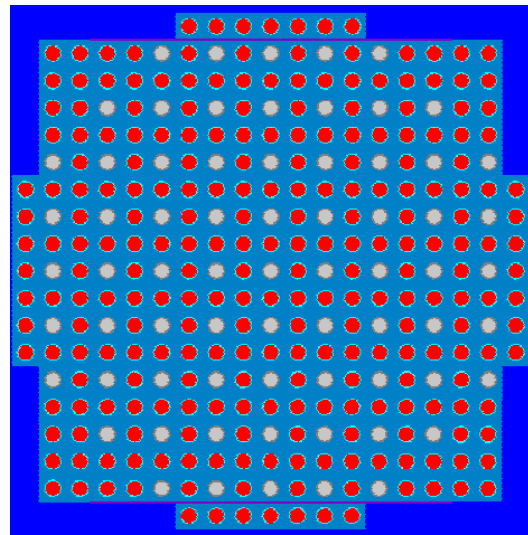
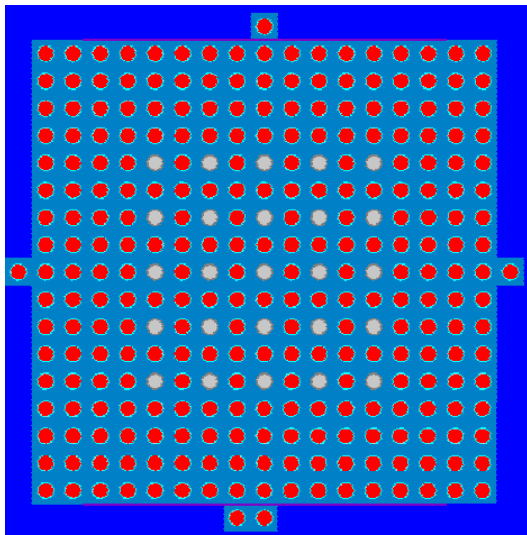


(左) 鉄 25 本、棒状燃料 453 本、(右) 鉄 69 本、棒状燃料 560 本

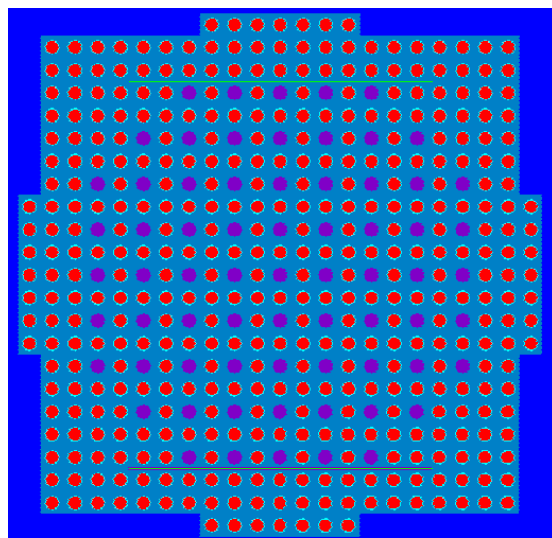
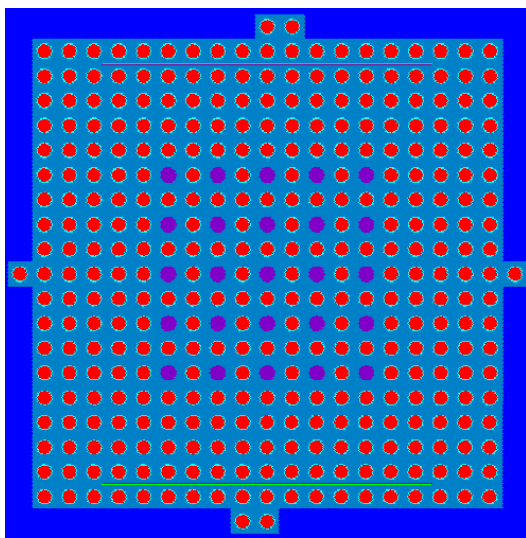


(左) コンクリート 32 本、鉄 37 本、棒状燃料 461 本、(右) コンクリート 68 本、鉄 69 本、棒状燃料 480 本

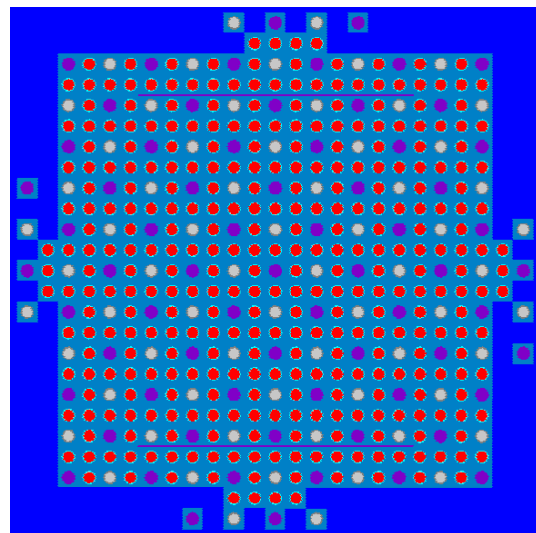
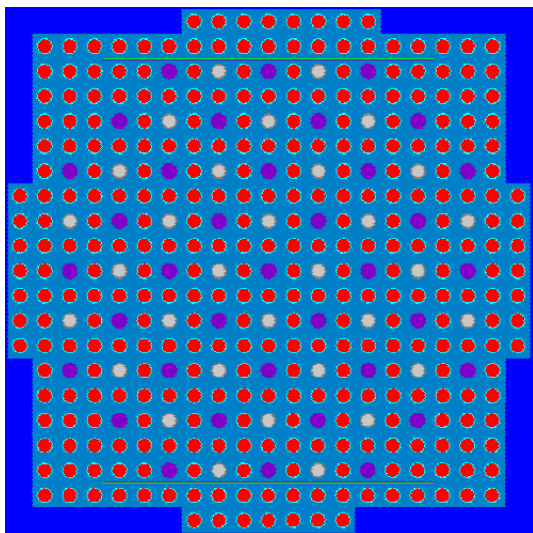
図参 3-5 デブリ構造材模擬体の配列パターン (図参 1-1 関連)
(格子間隔 1.50cm、水位 40cm、1 of 4 配列)



(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

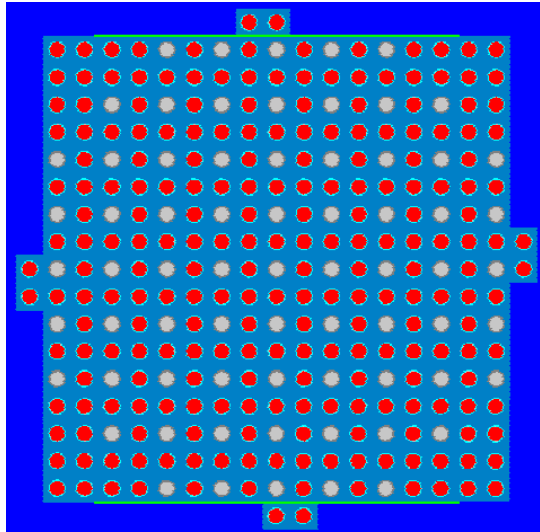
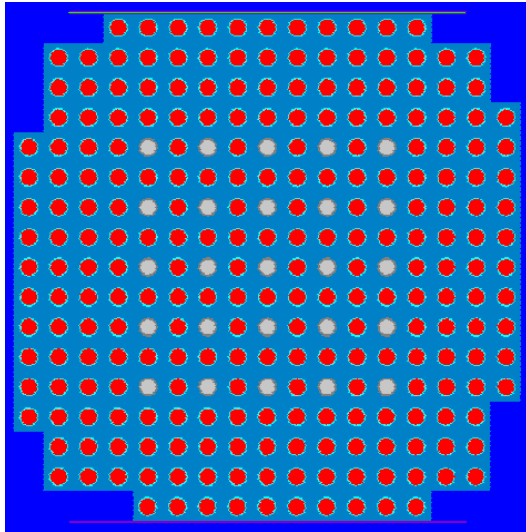


(左) 鉄 25 本、棒状燃料 342 本、(右) 鉄 69 本、棒状燃料 400 本

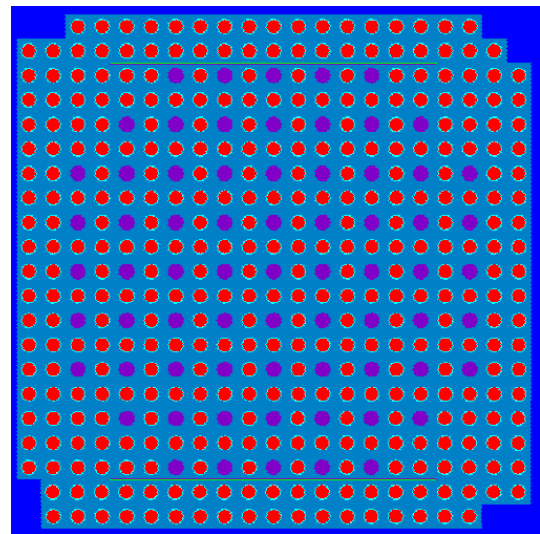
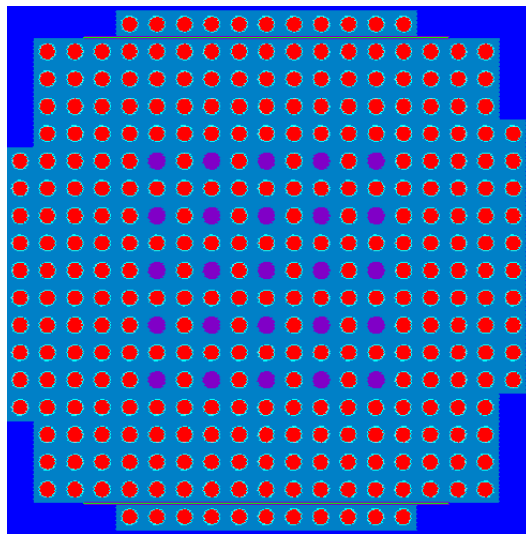


(左) コンクリート 32 本、鉄 37 本、棒状燃料 321 本、(右) コンクリート 68 本、鉄 69 本、棒状燃料 334 本

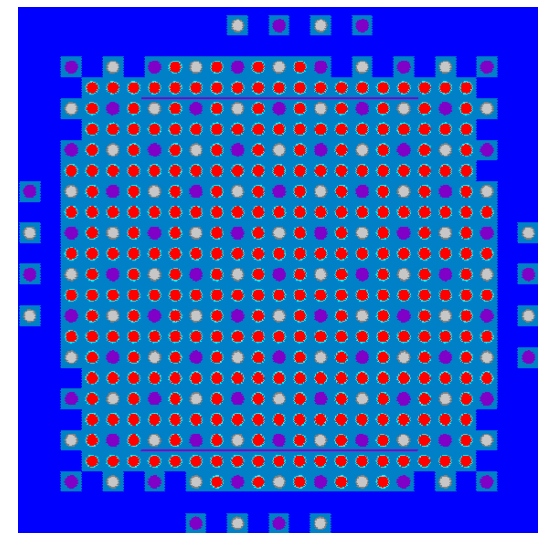
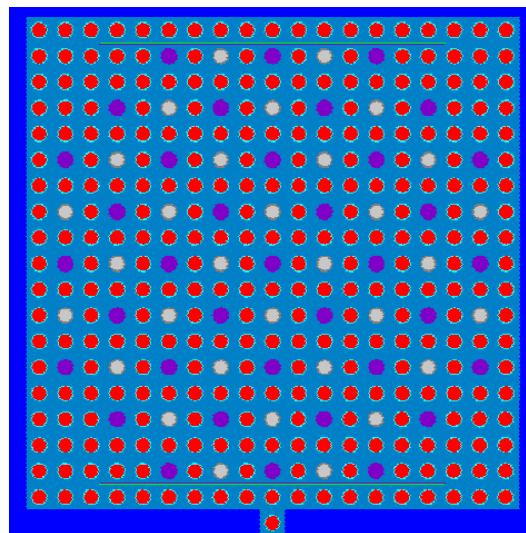
図参 3-6 デブリ構造材模擬体の配列パターン (図参 1-1 関連)
(格子間隔 1.50cm、水位 70cm、1 of 4 配列)



(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

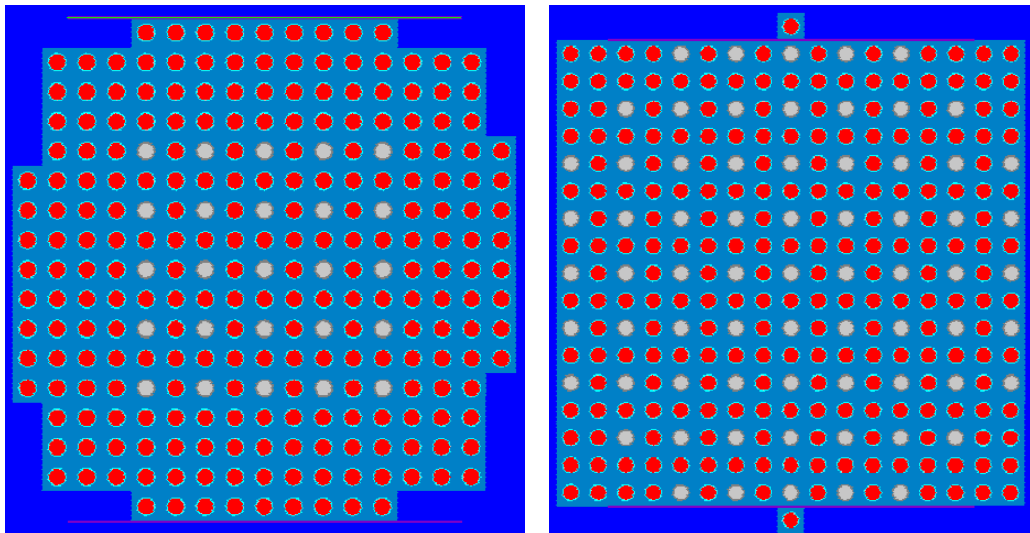


(左) 鉄 25 本、棒状燃料 306 本、(右) 鉄 69 本、棒状燃料 363 本

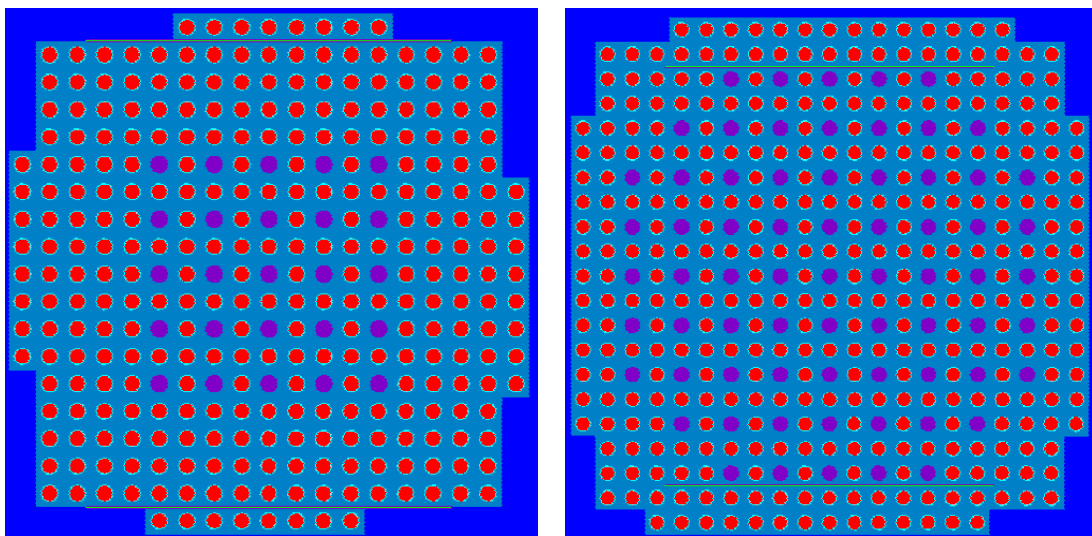


(左) コンクリート 32 本、鉄 37 本、棒状燃料 293 本、(右) コンクリート 68 本、鉄 69 本、棒状燃料 300 本

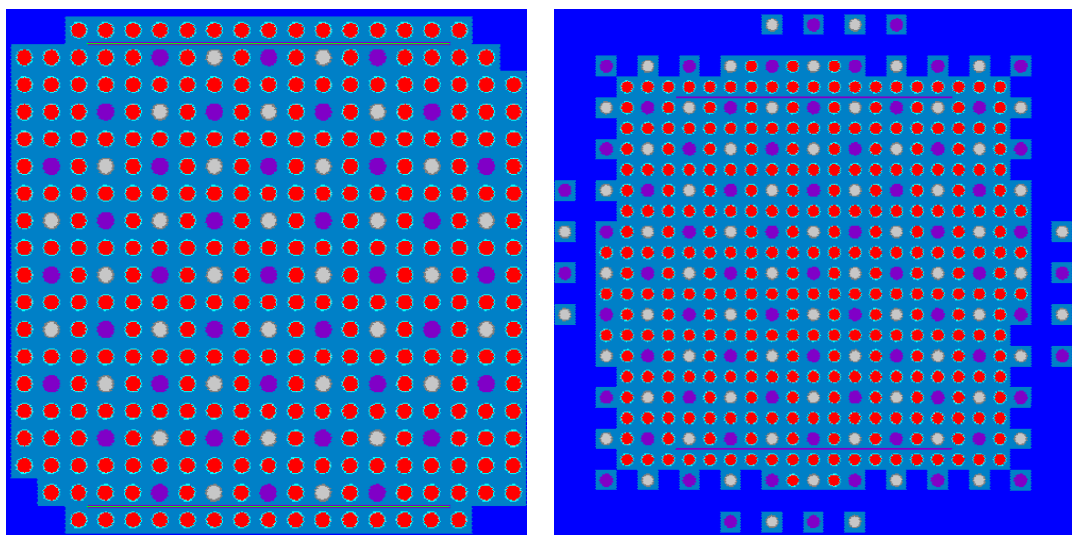
図参 3-7 デブリ構造材模擬体の配列パターン (図参 1-1 関連)
(格子間隔 1.50cm、水位 110cm、1 of 4 配列)



(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

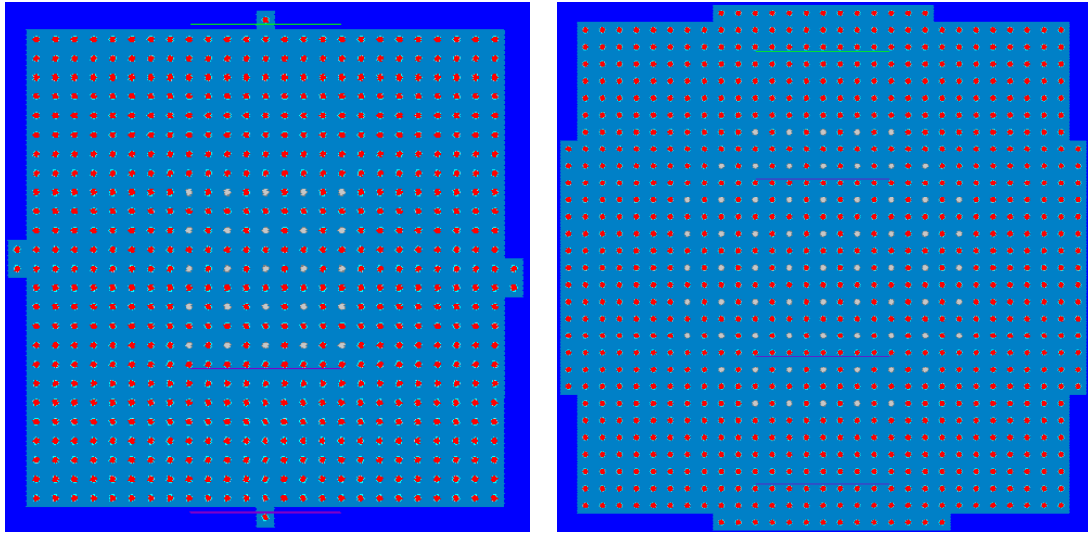


(左) 鉄 25 本、棒状燃料 296 本、(右) 鉄 69 本、棒状燃料 346 本

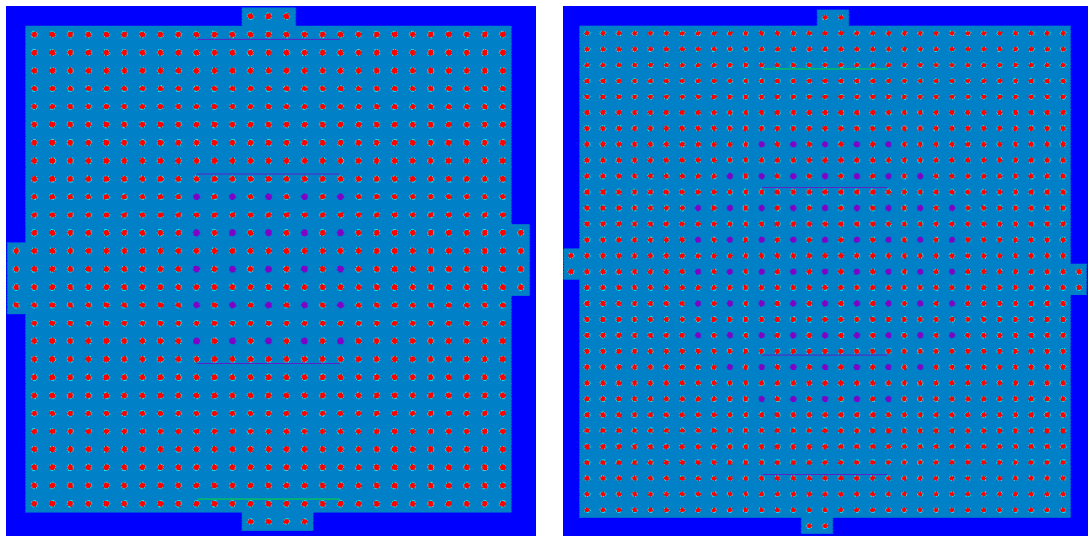


(左) コンクリート 32 本、鉄 37 本、棒状燃料 282 本、(右) コンクリート 68 本、鉄 69 本、棒状燃料 290 本

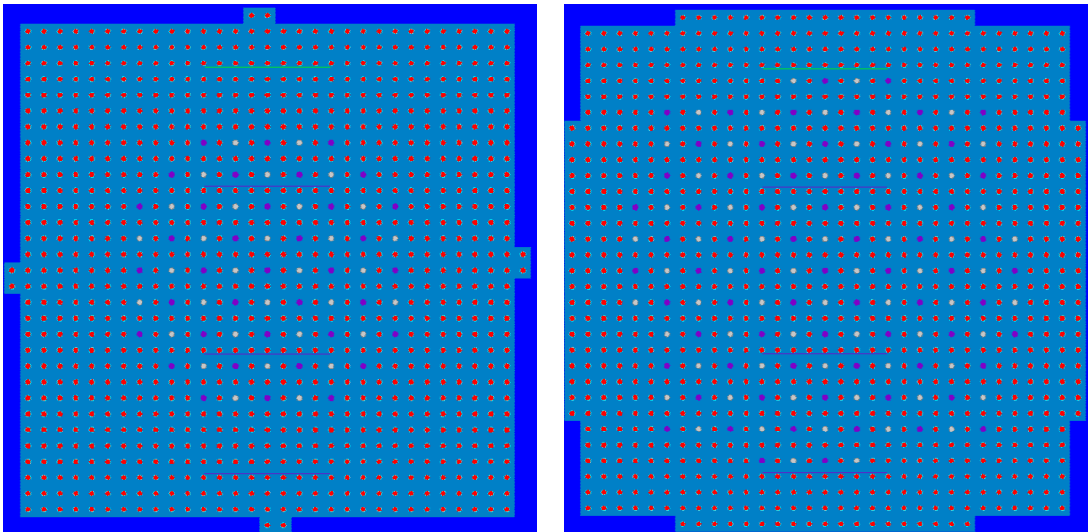
図参 3-8 デブリ構造材模擬体の配列パターン (図参 1-1 関連)
(格子間隔 1.50cm、水位 140cm、1 of 4 配列)



(左) コンクリート 25 本、棒状燃料 616 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)

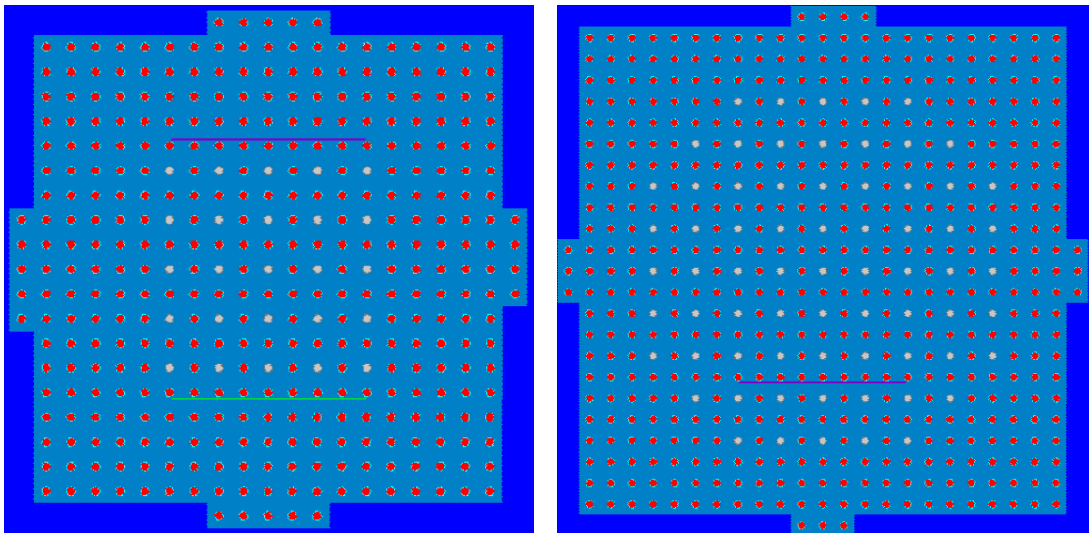


(左) コンクリート 32 本、鉄 37 本、棒状燃料 900 本 (水位 43.1cm)、(右) コンクリート 68 本、鉄 69 本、棒状燃料 900 本 (水位 61.0cm)

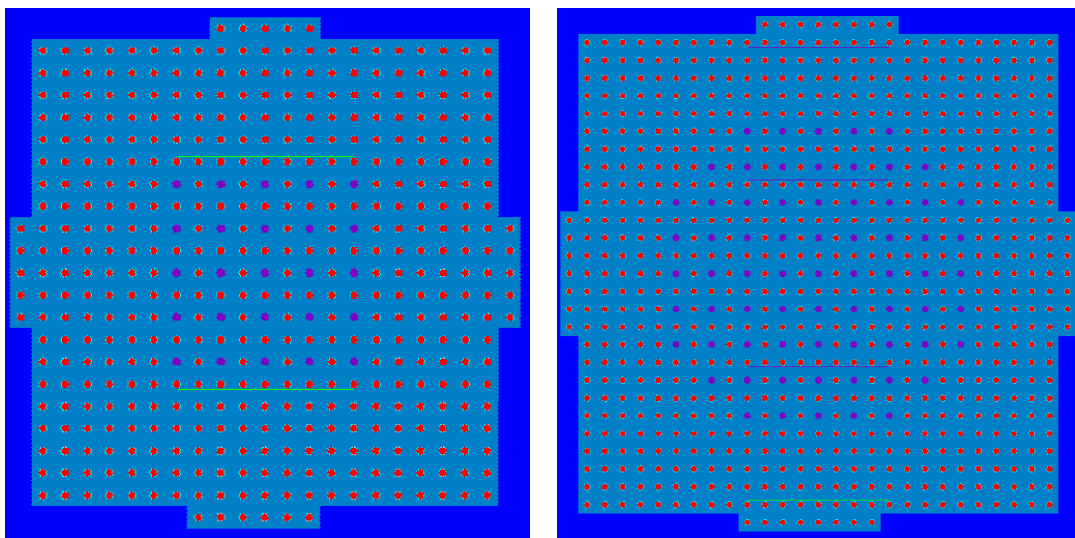
図参 3-9 デブリ構造材模擬体の配列パターン (図参 1-1 関連)

(格子間隔 2.54cm、水位 40cm、1 of 4 配列)

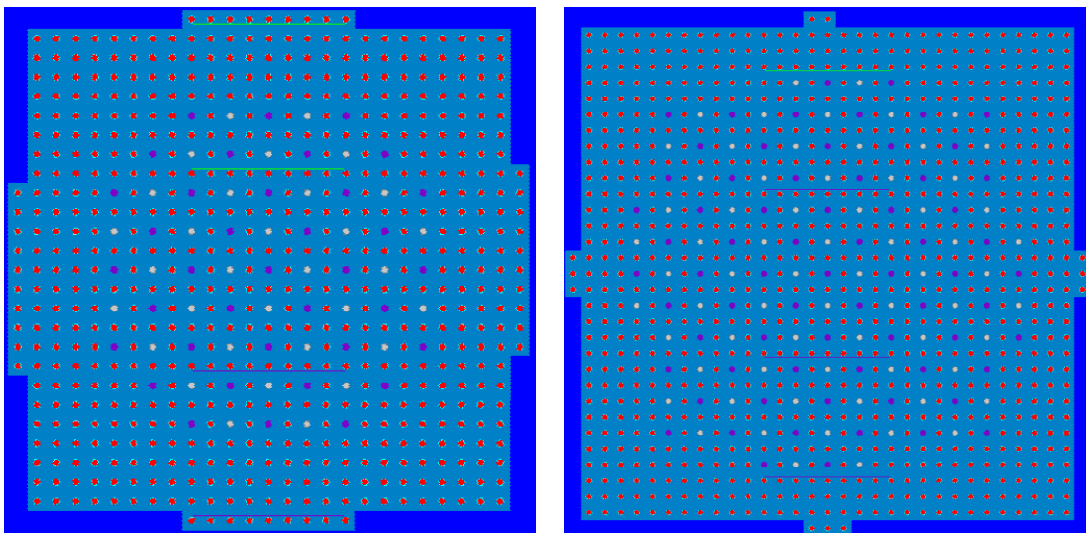
格子間隔 2.54cm において減速材燃料ペレット体積比が炉心構成範囲を超えるものは参考



(左) コンクリート 25 本、棒状燃料 368 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

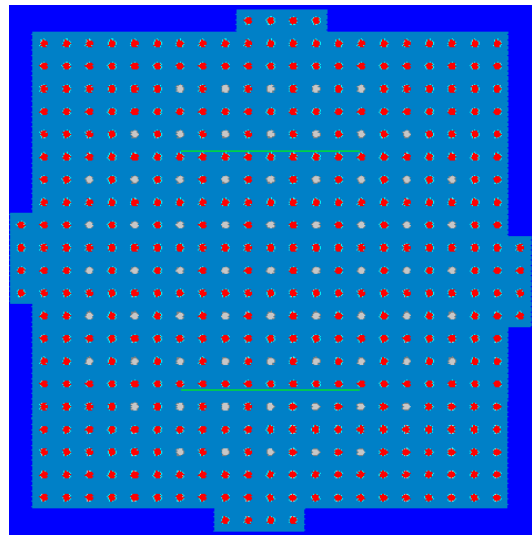
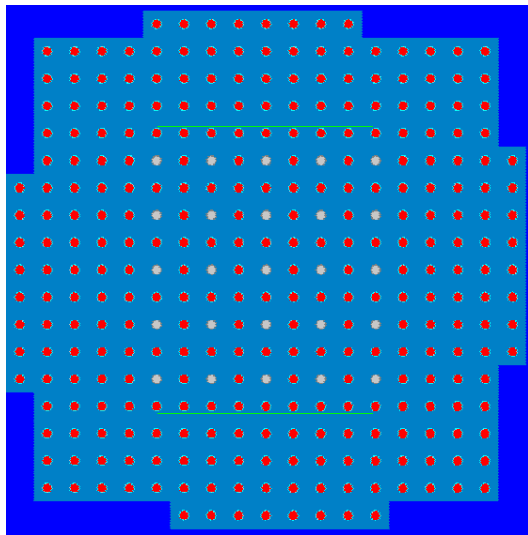


(左) コンクリート 32 本、鉄 37 本、棒状燃料 594 本、(右) コンクリート 68 本、鉄 69 本、棒状燃料 835 本

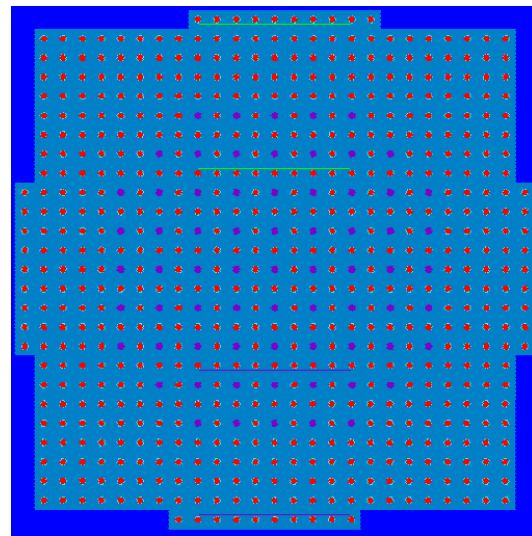
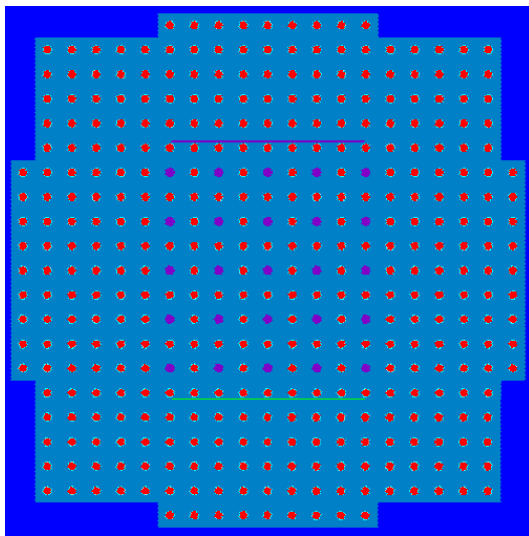
図参 3-10 デブリ構造材模擬体の配列パターン (図参 1-1 関連)

(格子間隔 2.54cm、水位 70cm、1 of 4 配列)

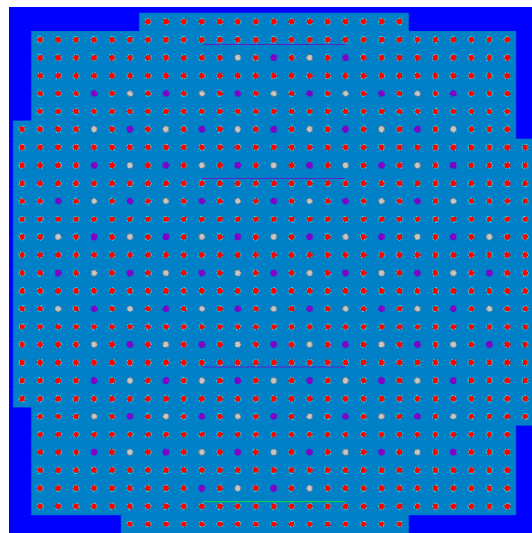
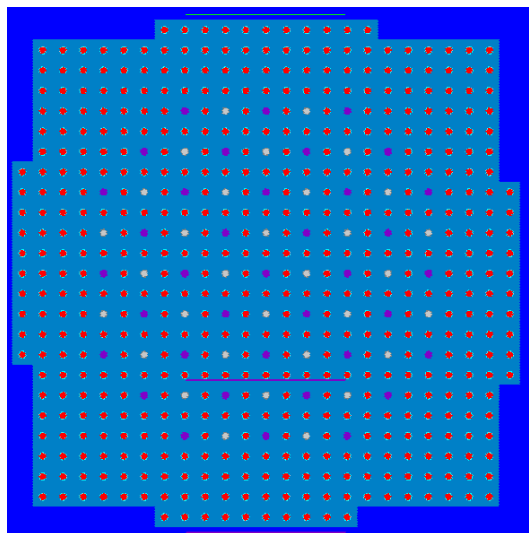
格子間隔 2.54cm において減速材燃料ペレット体積比が炉心構成範囲を超えるものは参考



(左) コンクリート 25 本、棒状燃料 316 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

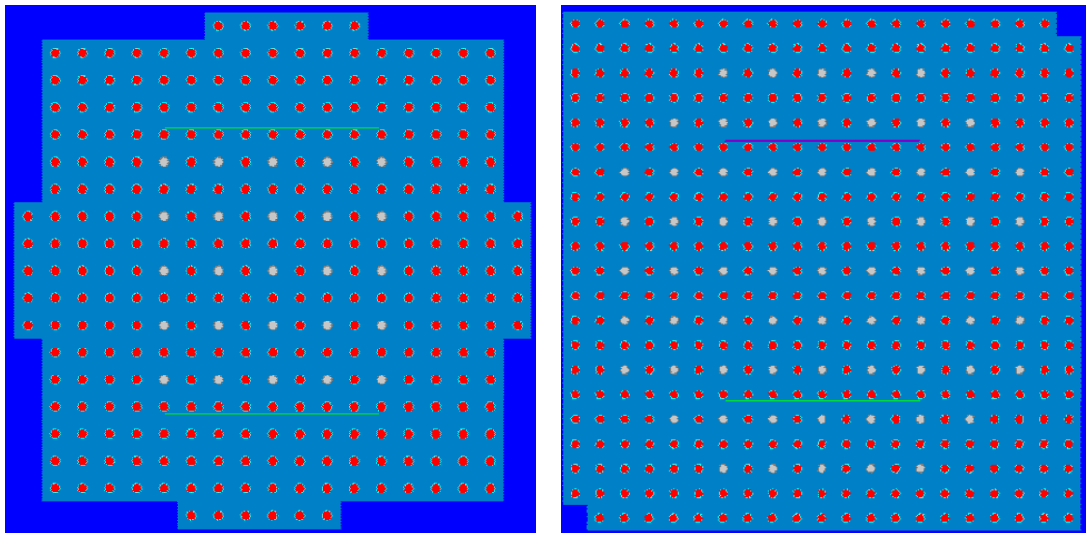


(左) コンクリート 32 本、鉄 37 本、棒状燃料 501 本、(右) コンクリート 68 本、鉄 69 本、棒状燃料 655 本

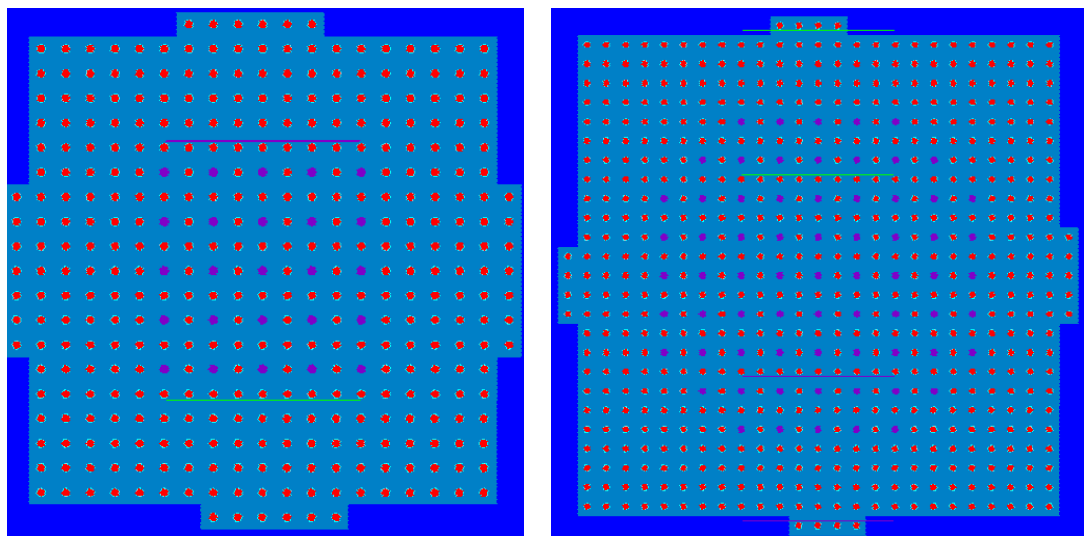
図参 3-11 デブリ構造材模擬体の配列パターン (図参 1-1 関連)

(格子間隔 2.54cm、水位 110cm、1 of 4 配列)

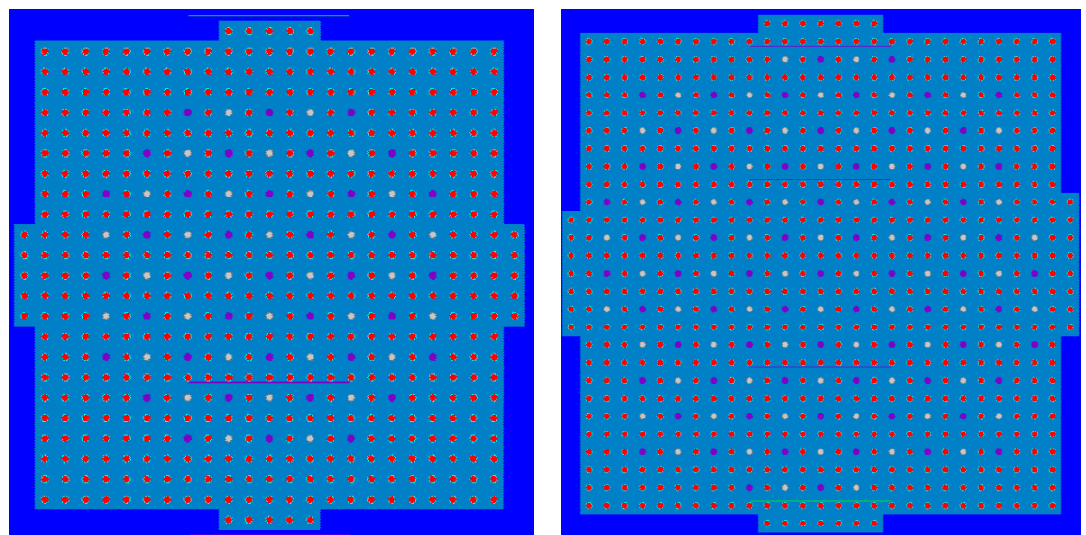
格子間隔 2.54cm において減速材燃料ペレット体積比が炉心構成範囲を超えるものは参考



(左) コンクリート 25 本、棒状燃料 302 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

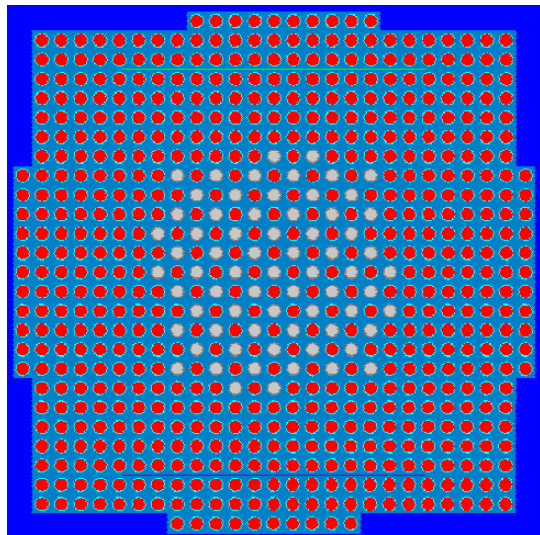
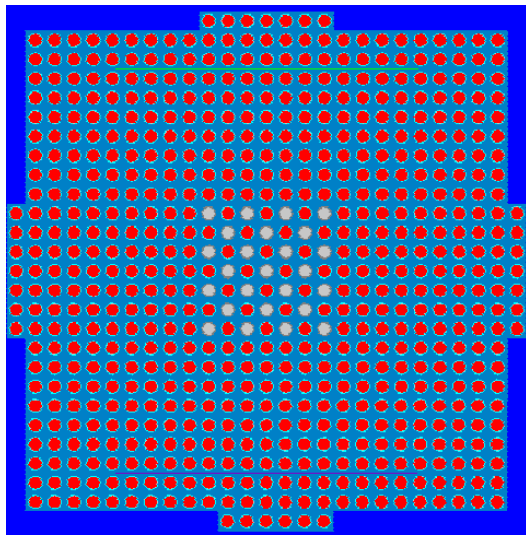


(左) コンクリート 32 本、鉄 37 本、棒状燃料 480 本、(右) コンクリート 68 本、鉄 69 本、棒状燃料 621 本

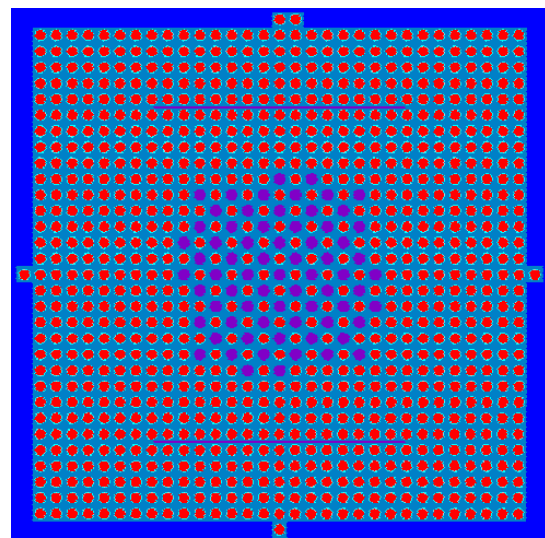
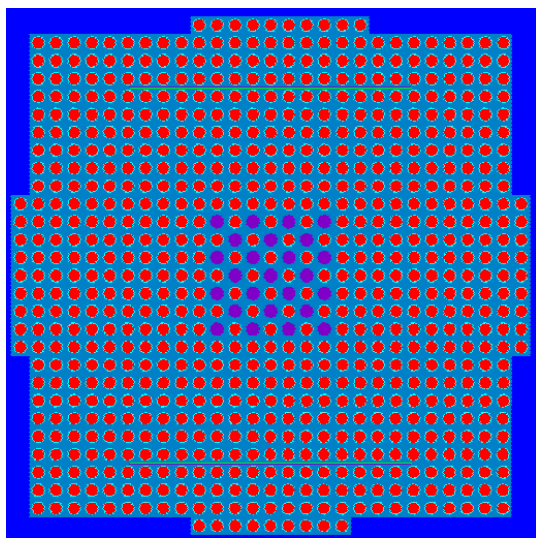
図参 3-12 デブリ構造材模擬体の配列パターン (図参 1-1 関連)

(格子間隔 2.54cm、水位 140cm、1 of 4 配列)

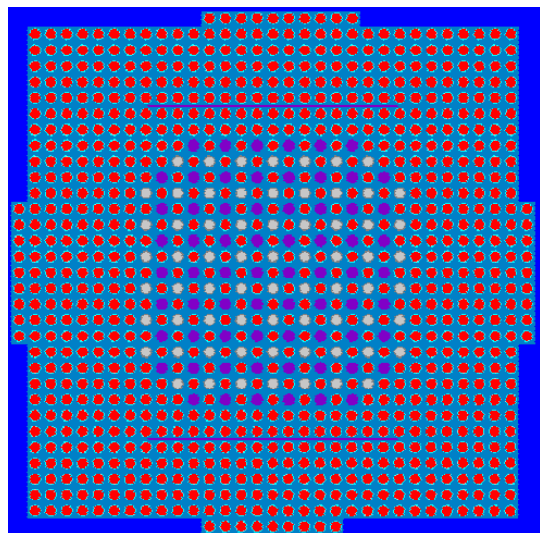
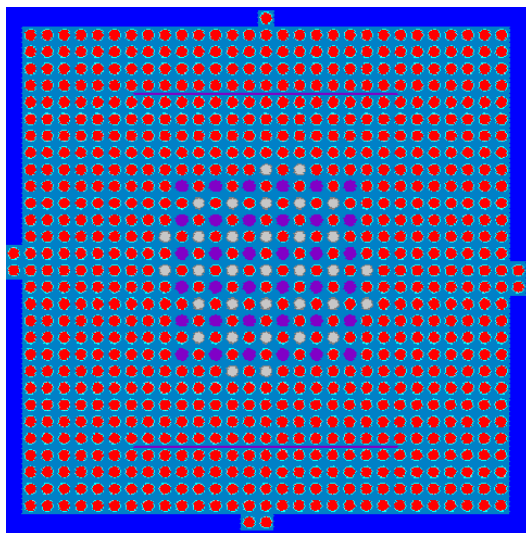
格子間隔 2.54cm において減速材燃料ペレット体積比が炉心構成範囲を超えるものは参考



(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

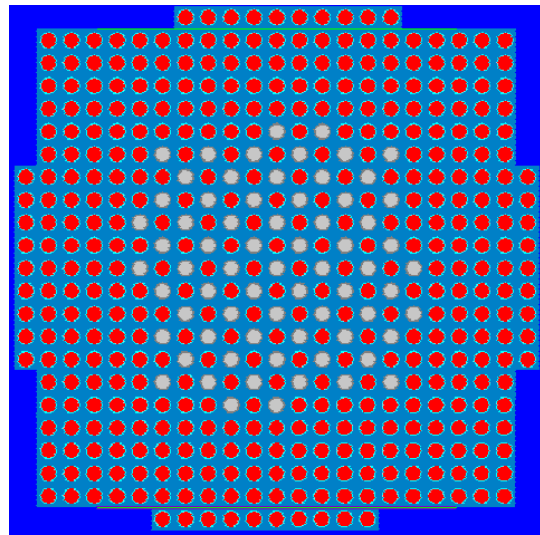
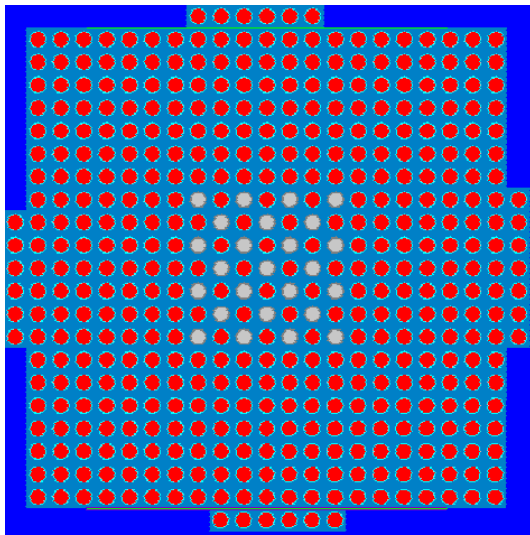


(左) 鉄 25 本、棒状燃料 741 本、(右) 鉄 69 本、棒状燃料 897 本

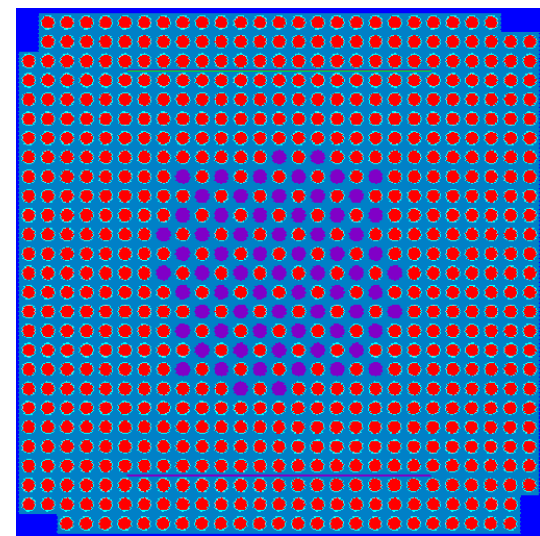
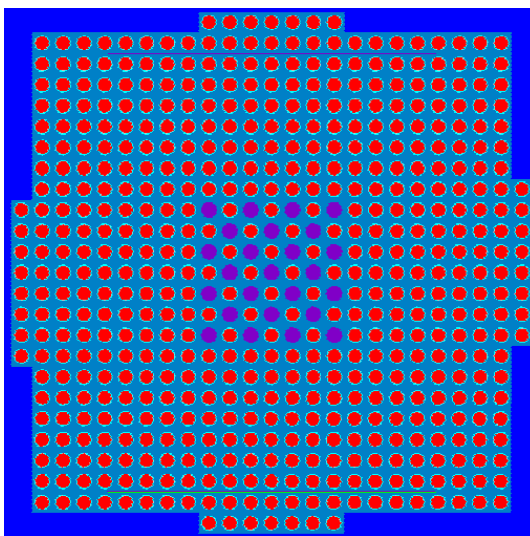


(左) コンクリート 33 本、鉄 36 本、棒状燃料 779 本、(右) コンクリート 68 本、鉄 68 本、棒状燃料 862 本

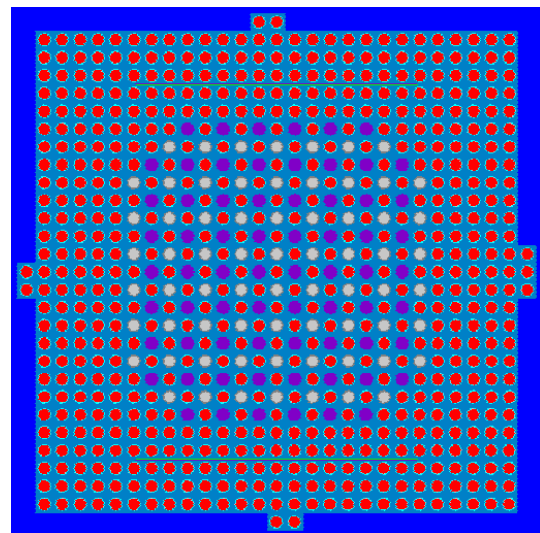
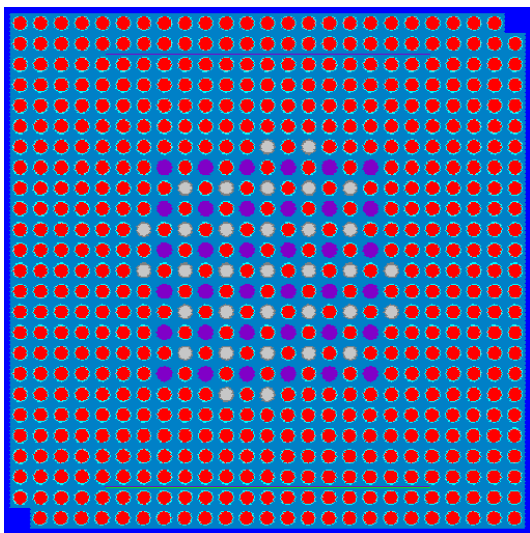
図参 3-13 デブリ構造材模擬体の配列パターン (図参 1-2 関連)
(格子間隔 1.27cm、水位 40cm、2 of 4 配列)



(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

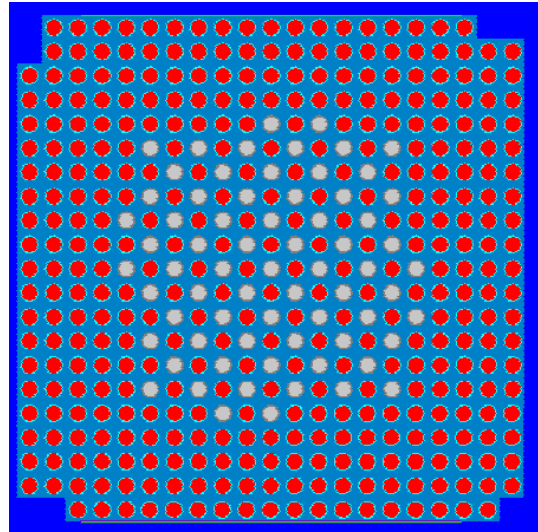
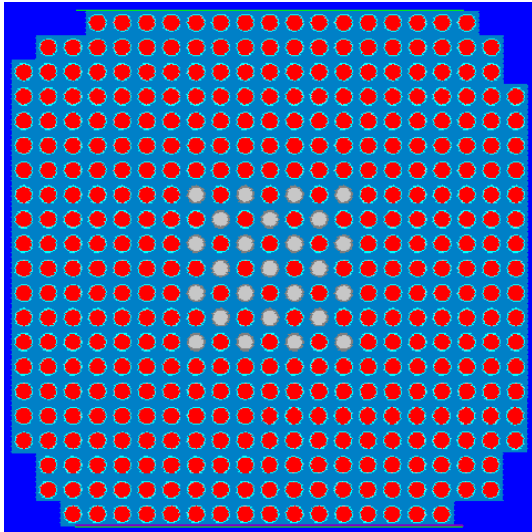


(左) 鉄 25 本、棒状燃料 534 本、(右) 鉄 69 本、棒状燃料 652 本

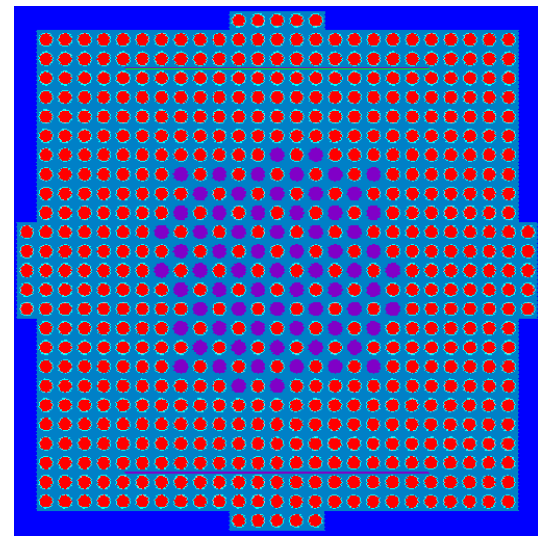
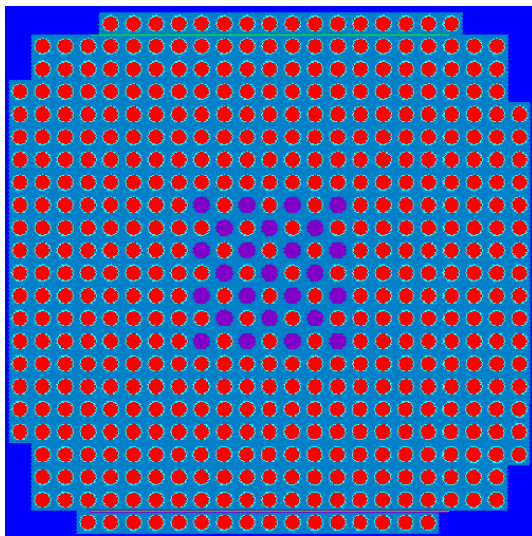


(左) コンクリート 33 本、鉄 36 本、棒状燃料 554 本、(右) コンクリート 68 本、鉄 68 本、棒状燃料 602 本

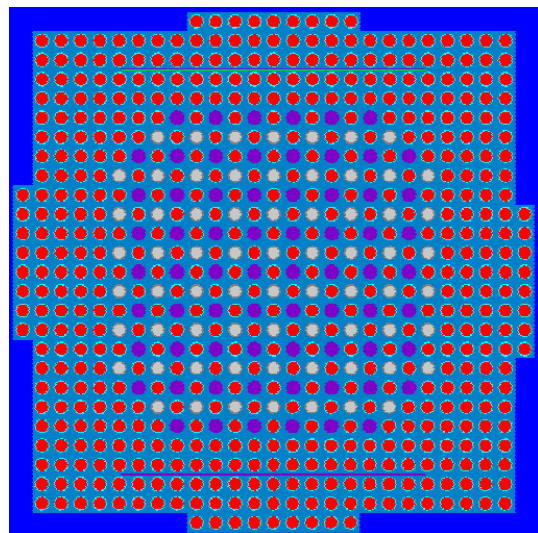
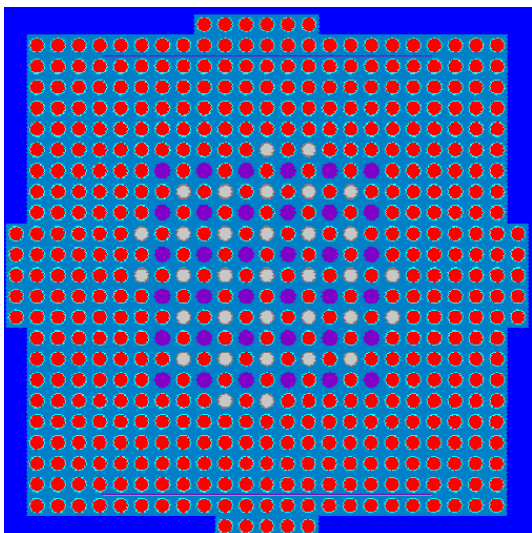
図参 3-14 デブリ構造材模擬体の配列パターン (図参 1-2 関連)
(格子間隔 1.27cm、水位 70cm、2 of 4 配列)



(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

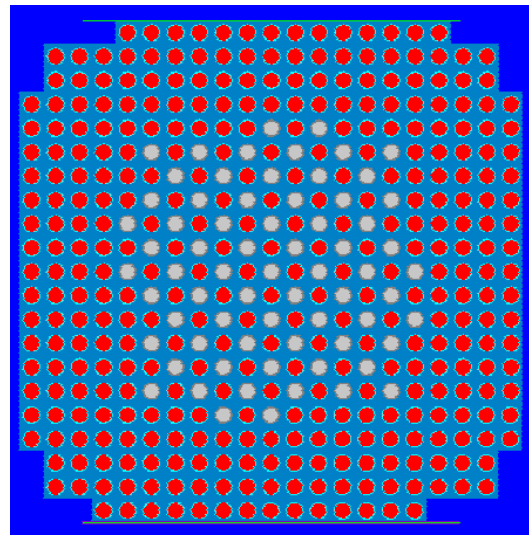
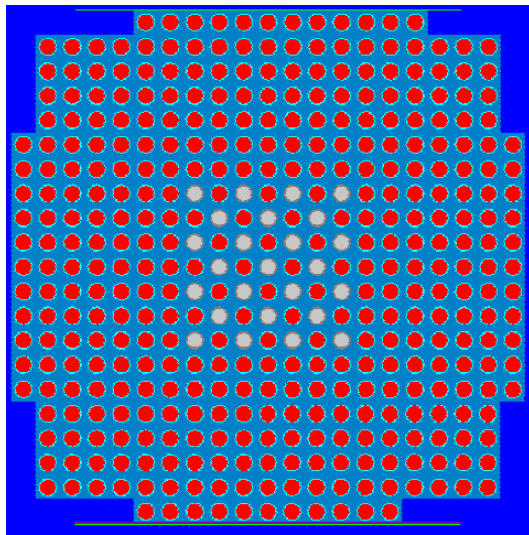


(左) 鉄 25 本、棒状燃料 480 本、(右) 鉄 69 本、棒状燃料 576 本

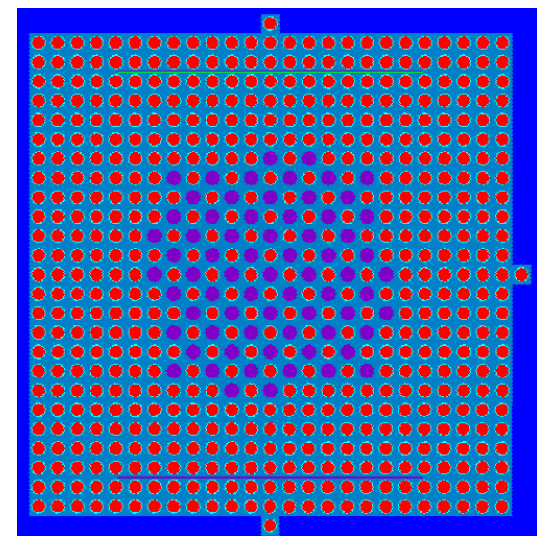
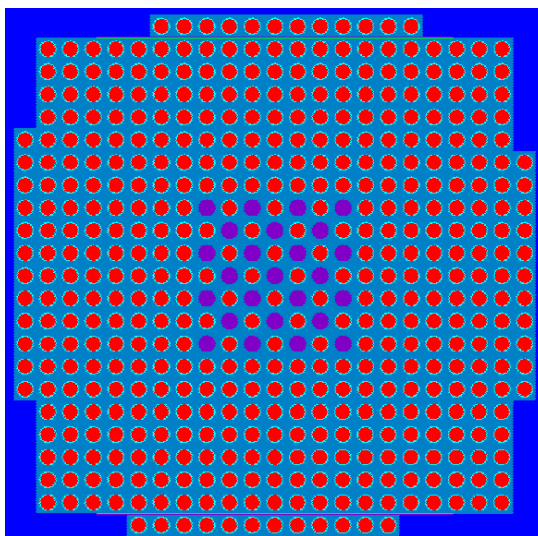


(左) コンクリート 33 本、鉄 36 本、棒状燃料 481 本、(右) コンクリート 68 本、鉄 68 本、棒状燃料 523 本

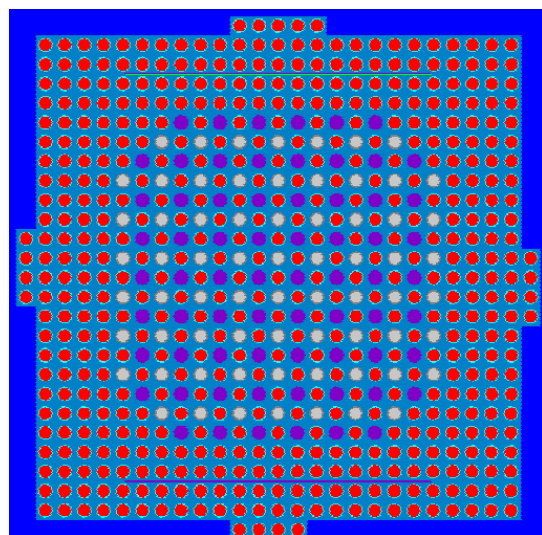
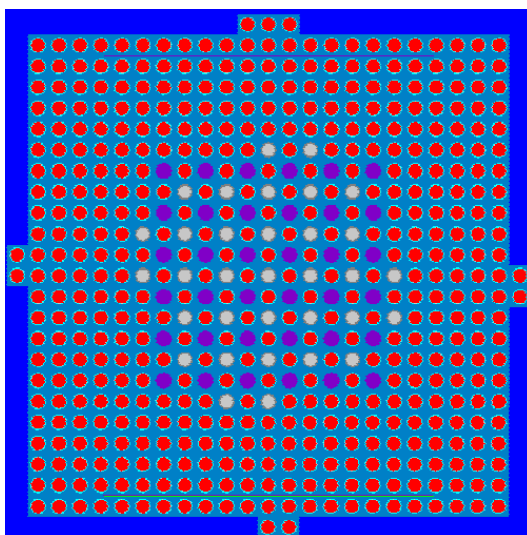
図参 3-15 デブリ構造材模擬体の配列パターン (図参 1-2 関連)
(格子間隔 1.27cm、水位 110cm、2 of 4 配列)



(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

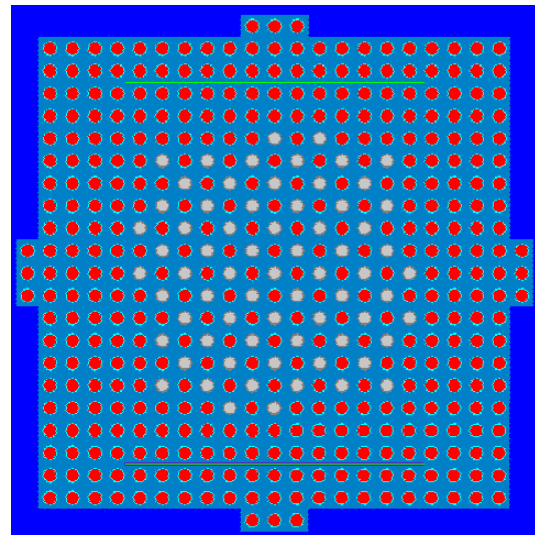
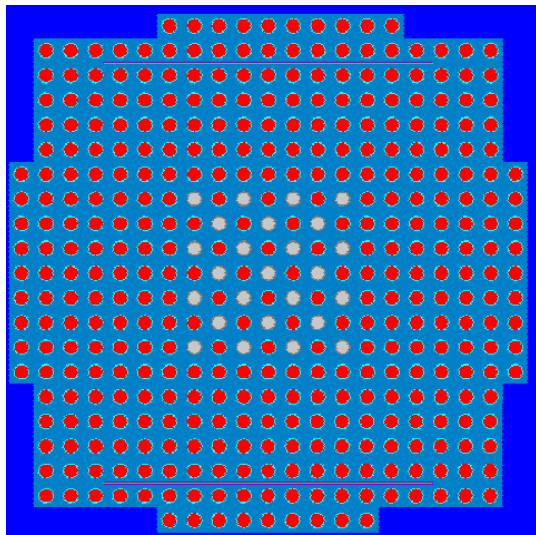


(左) 鉄 25 本、棒状燃料 463 本、(右) 鉄 69 本、棒状燃料 559 本

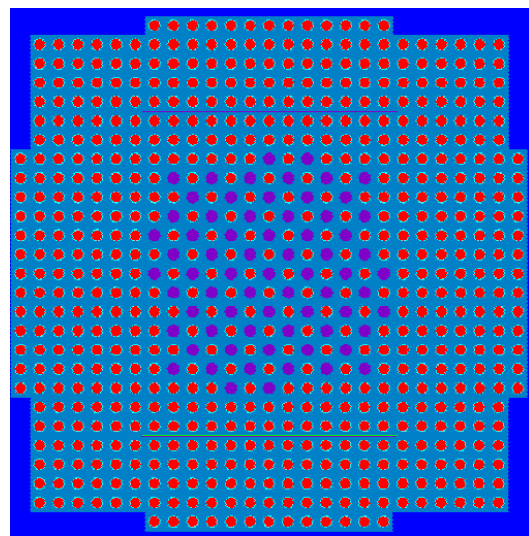
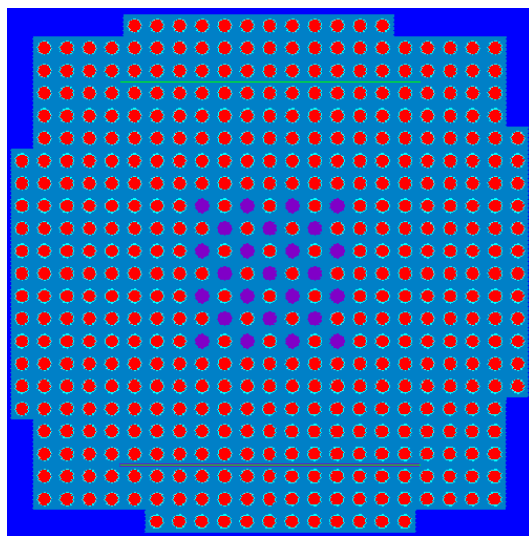


(左) コンクリート 33 本、鉄 36 本、棒状燃料 469 本、(右) コンクリート 68 本、鉄 68 本、棒状燃料 438 本

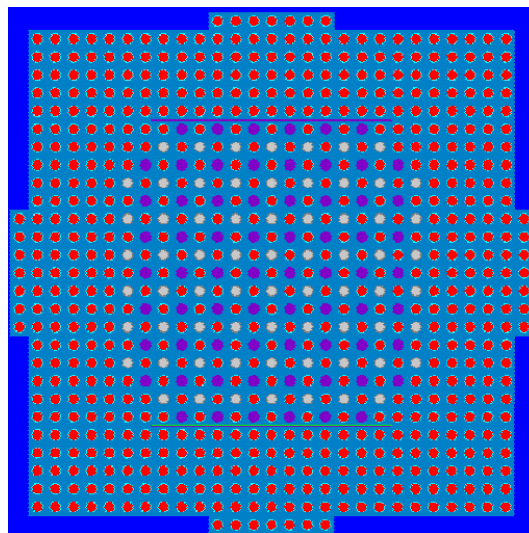
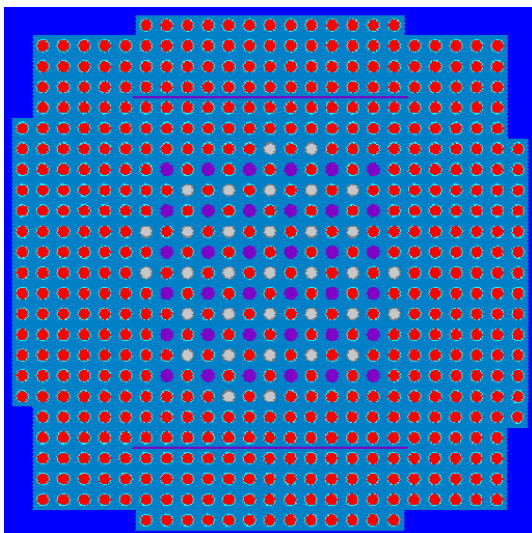
図参 3-16 デブリ構造材模擬体の配列パターン (図参 1-2 関連)
(格子間隔 1.27cm、水位 140cm、2 of 4 配列)



(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

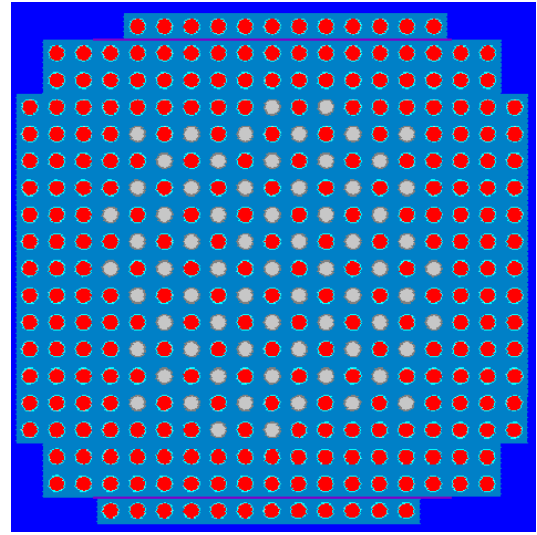
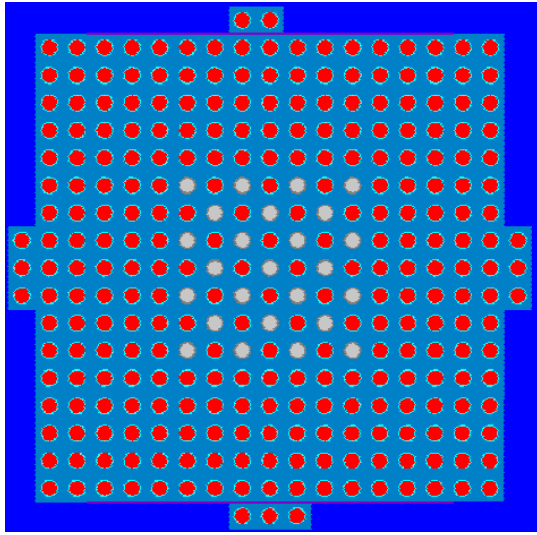


(左) 鉄 25 本、棒状燃料 464 本、(右) 鉄 69 本、棒状燃料 604 本

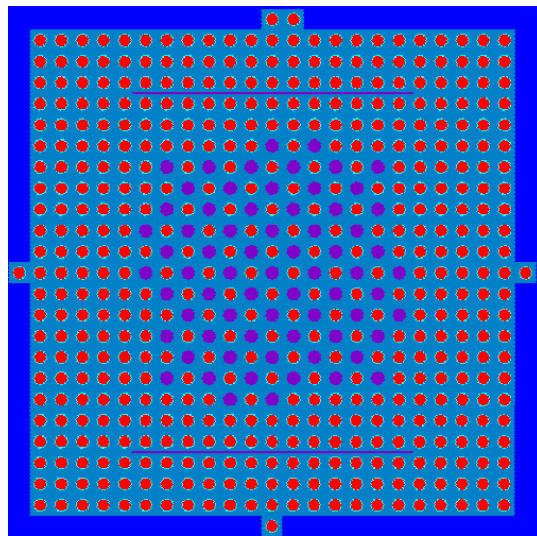
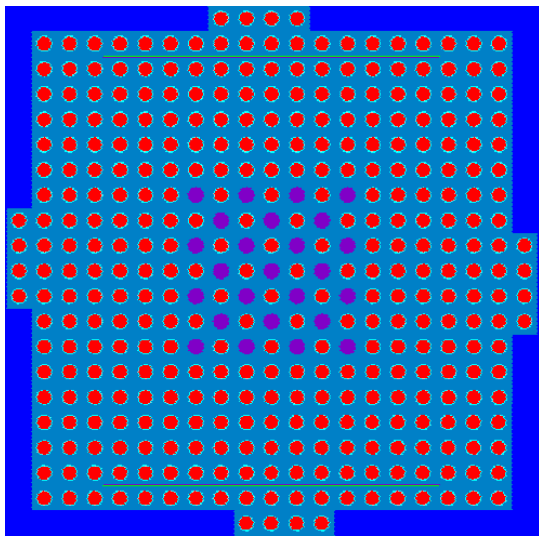


(左) コンクリート 33 本、鉄 36 本、棒状燃料 514 本、(右) コンクリート 68 本、鉄 68 本、棒状燃料 621 本

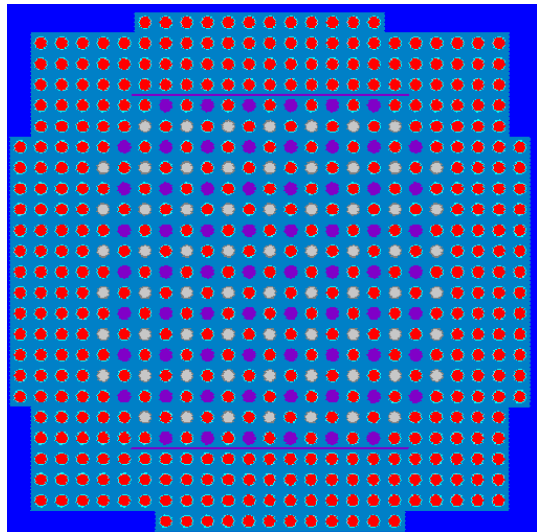
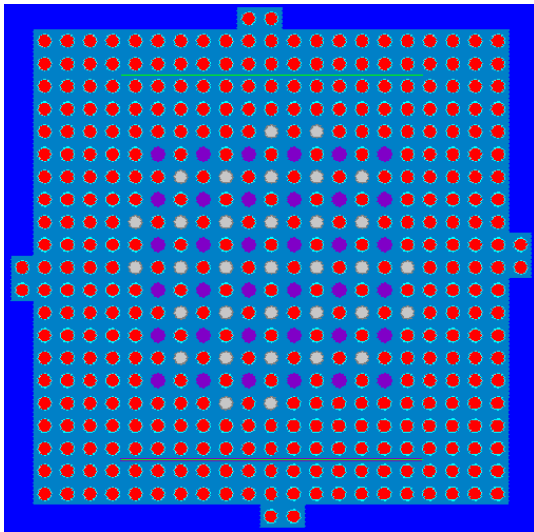
図参 3-17 デブリ構造材模擬体の配列パターン (図参 1-2 関連)
(格子間隔 1.50cm、水位 40cm、2 of 4 配列)



(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

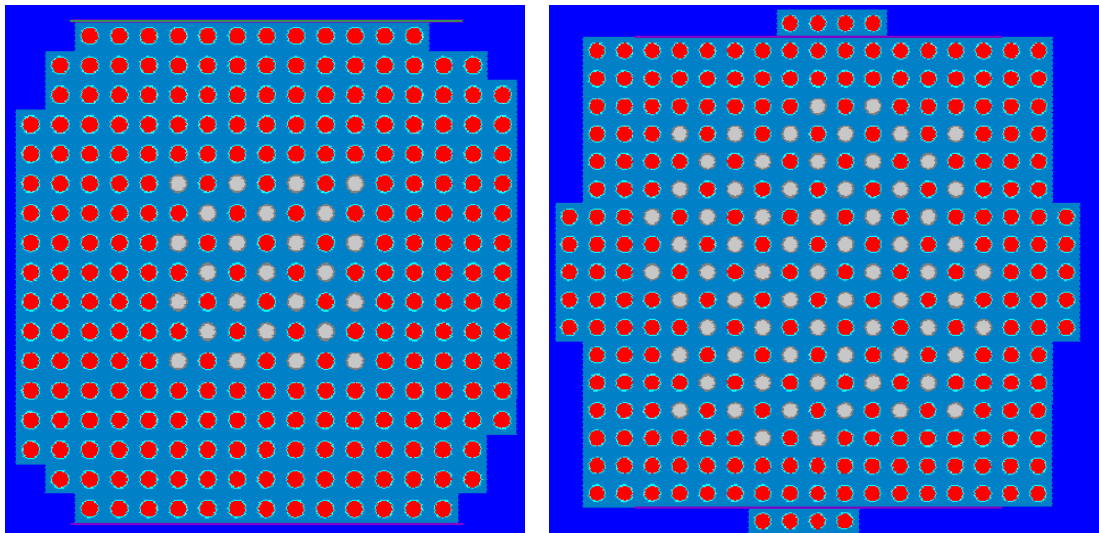


(左) 鉄 25 本、棒状燃料 352 本、(右) 鉄 69 本、棒状燃料 465 本

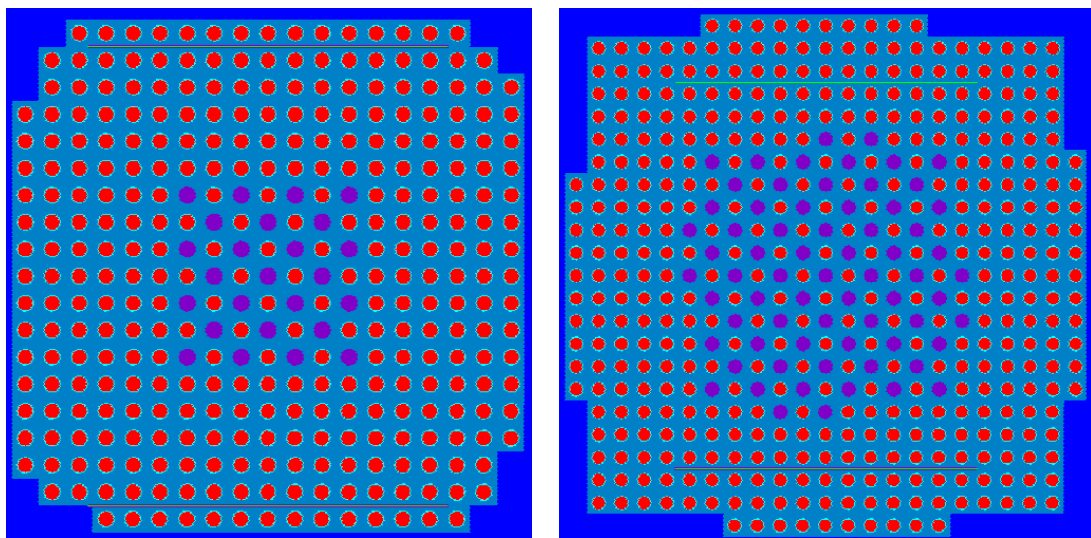


(左) コンクリート 33 本、鉄 36 本、棒状燃料 380 本、(右) コンクリート 68 本、鉄 68 本、棒状燃料 443 本

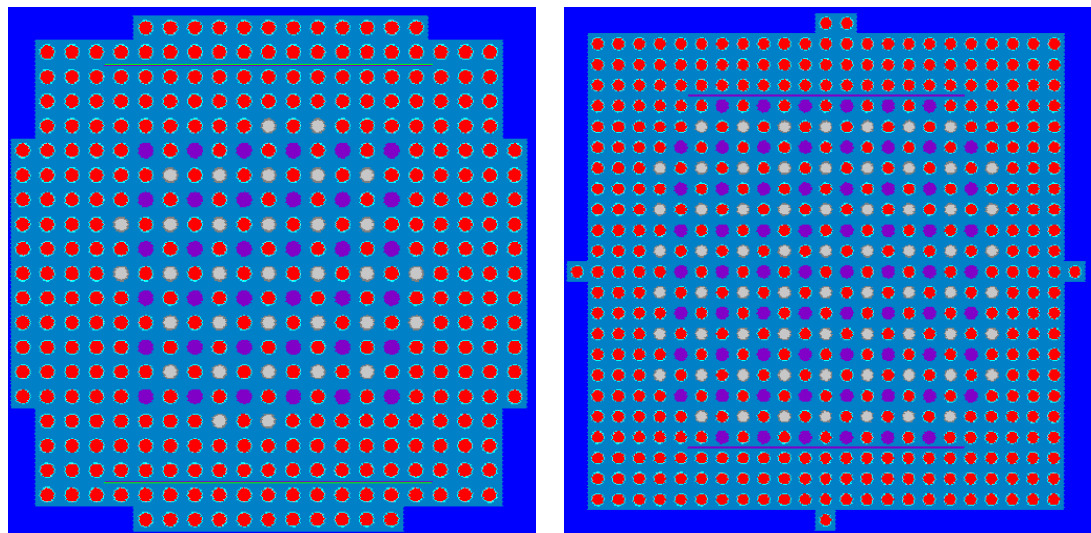
図参 3-18 デブリ構造材模擬体の配列パターン (図参 1-2 関連)
(格子間隔 1.50cm、水位 70cm、2 of 4 配列)



(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

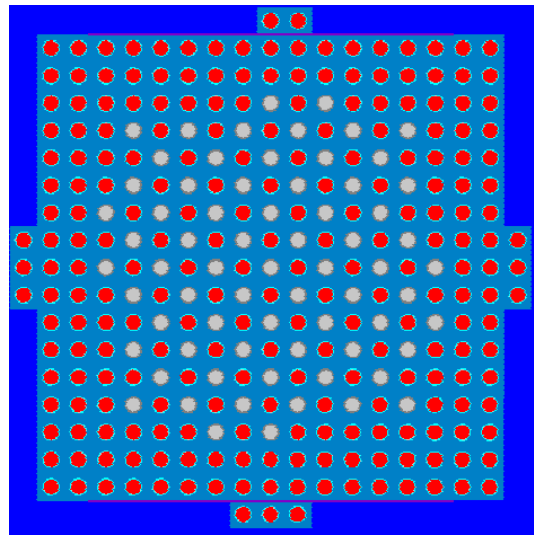
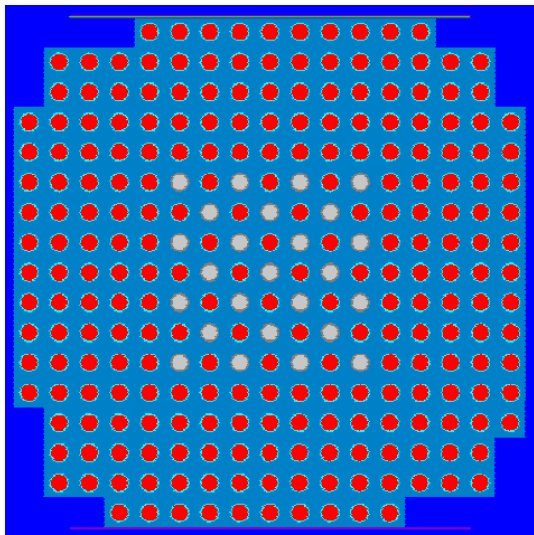


(左) 鉄 25 本、棒状燃料 321 本、(右) 鉄 69 本、棒状燃料 413 本

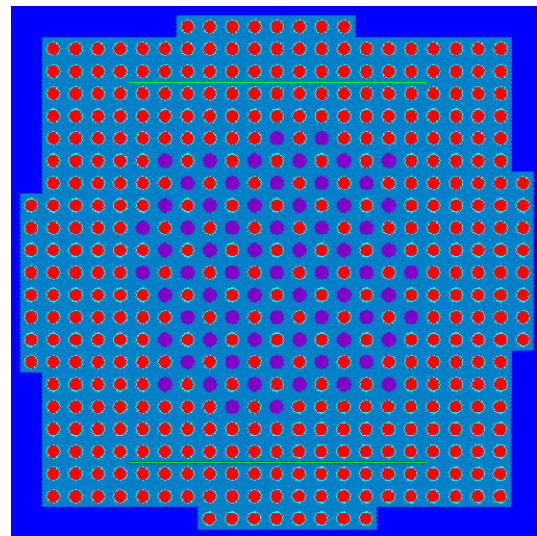
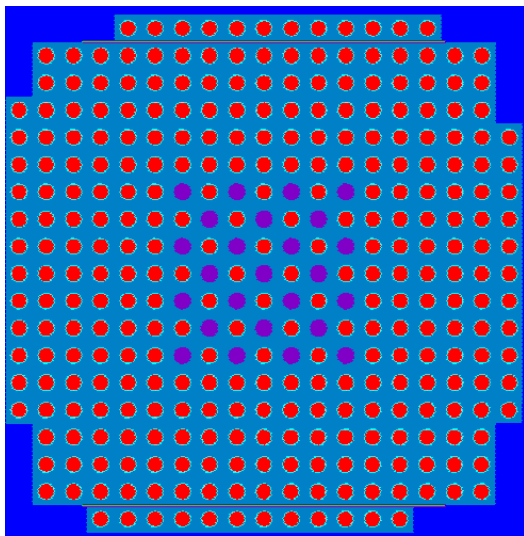


(左) コンクリート 33 本、鉄 36 本、棒状燃料 337 本、(右) コンクリート 68 本、鉄 68 本、棒状燃料 398 本

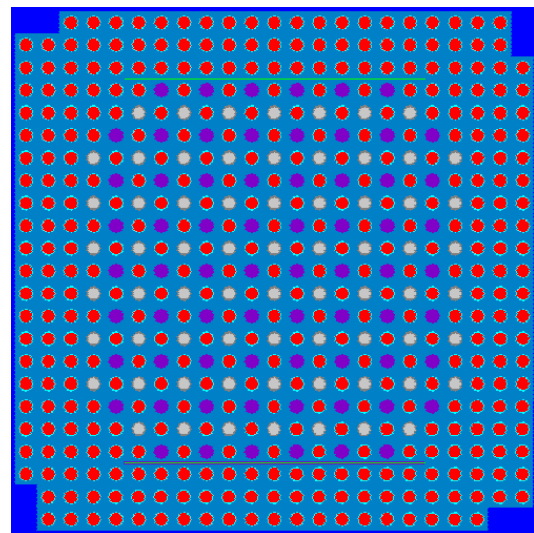
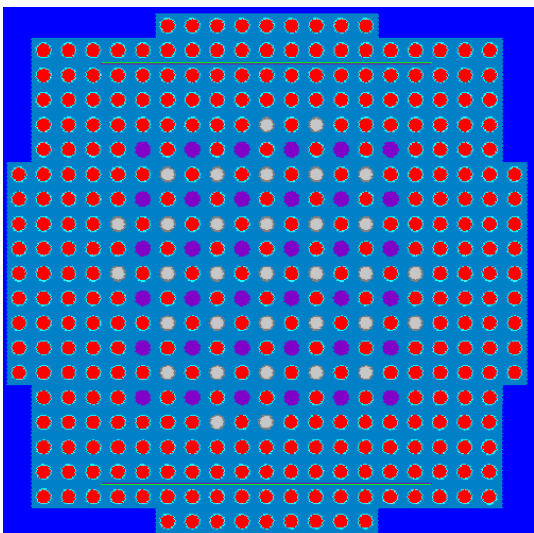
図参 3-19 デブリ構造材模擬体の配列パターン (図参 1-2 関連)
(格子間隔 1.50cm、水位 110cm、2 of 4 配列)



(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

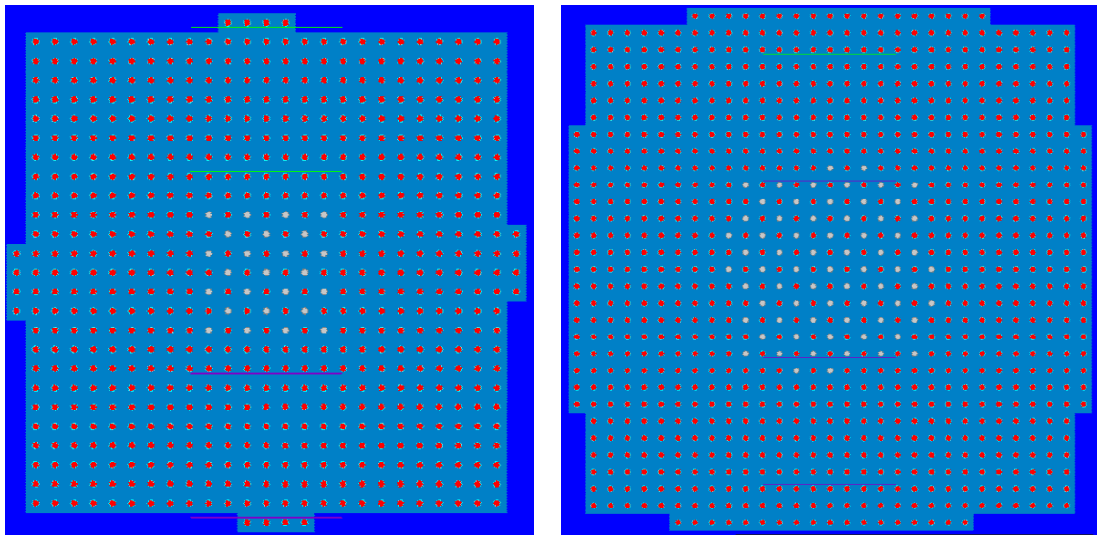


(左) 鉄 25 本、棒状燃料 311 本、(右) 鉄 69 本、棒状燃料 404 本

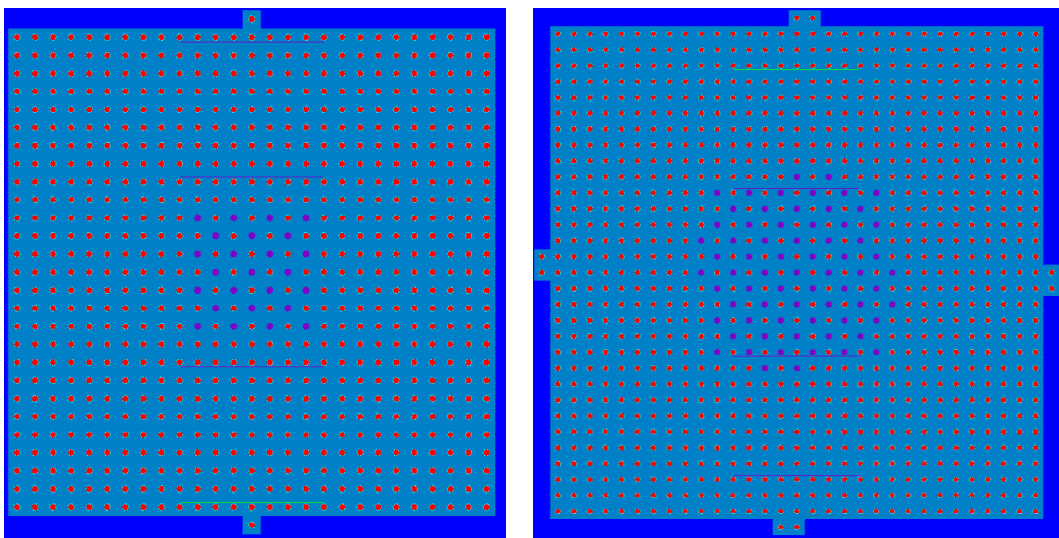


(左) コンクリート 33 本、鉄 36 本、棒状燃料 328 本、(右) コンクリート 68 本、鉄 68 本、棒状燃料 385 本

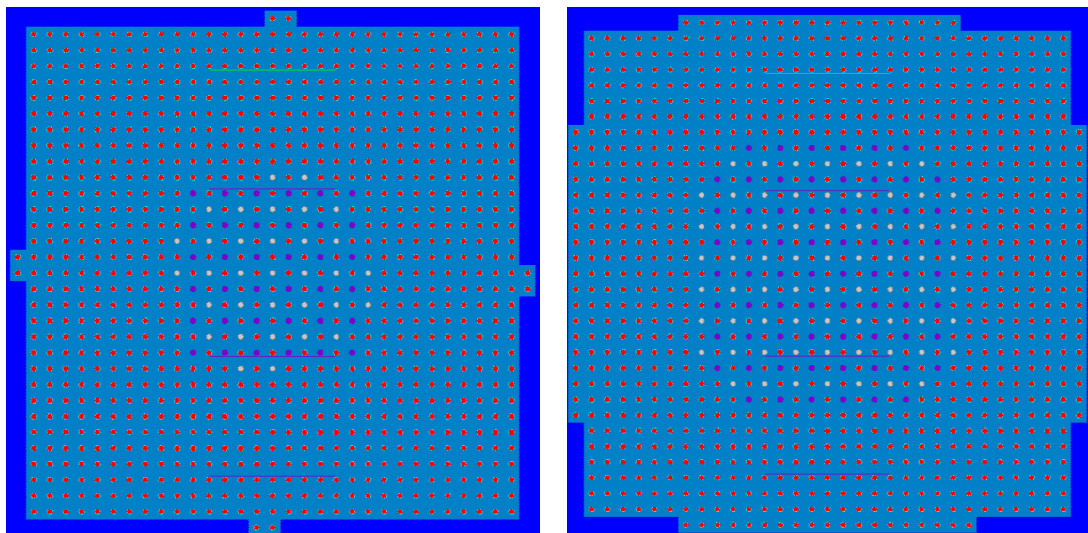
図参 3-20 デブリ構造材模擬体の配列パターン (図参 1-2 関連)
(格子間隔 1.50cm、水位 140cm、2 of 4 配列)



(左) コンクリート 25 本、棒状燃料 606 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)

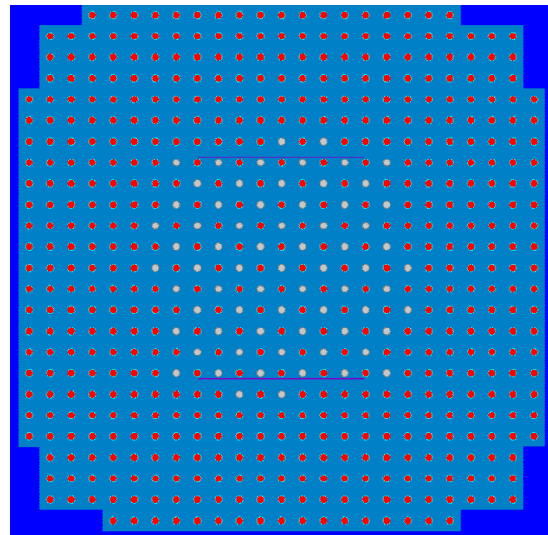
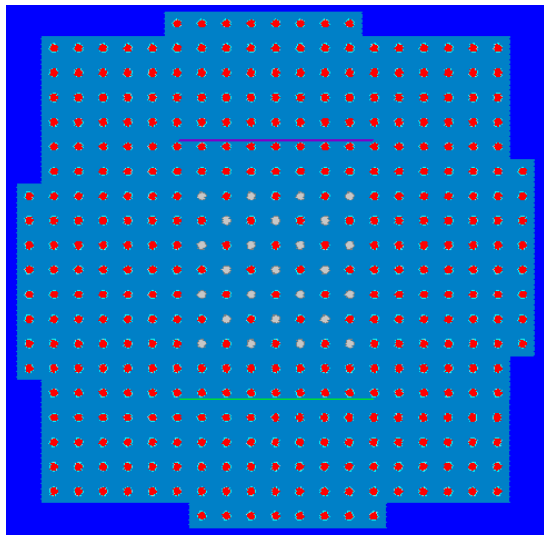


(左) コンクリート 33 本、鉄 36 本、棒状燃料 900 本 (水位 41.6cm)、(右) コンクリート 68 本、鉄 68 本、棒状燃料 900 本 (水位 57.1cm)

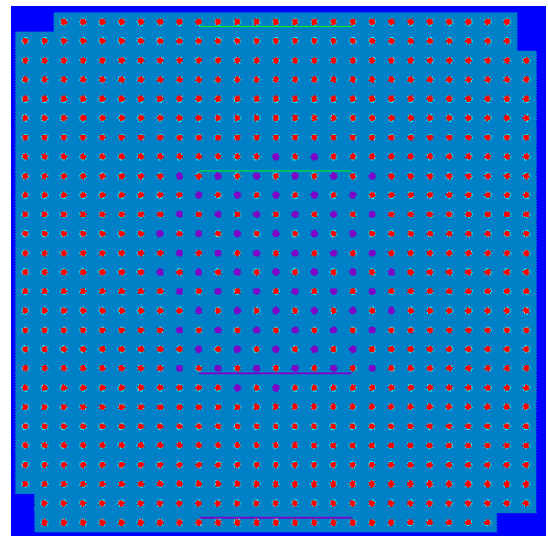
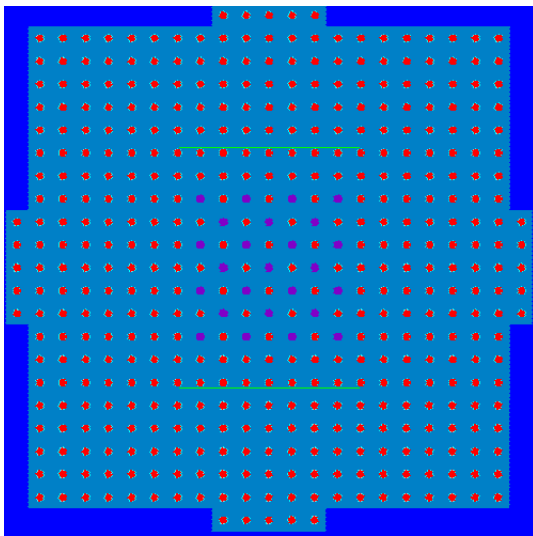
図参 3-21 デブリ構造材模擬体の配列パターン (図参 1-2 関連)

(格子間隔 2.54cm、水位 40cm、2 of 4 配列)

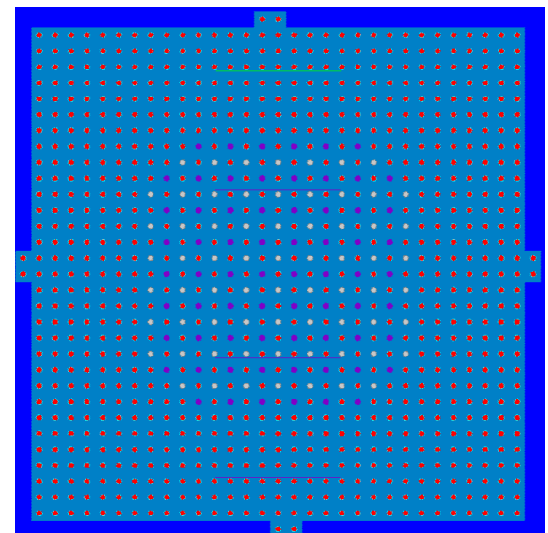
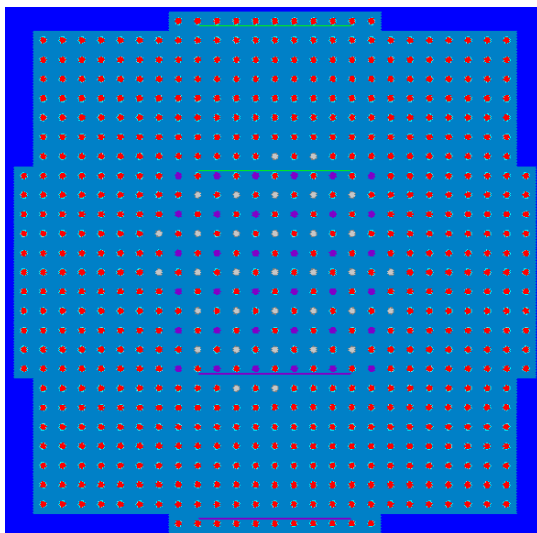
格子間隔 2.54cm において減速材燃料ペレット体積比が炉心構成範囲を超えるものは参考



(左) コンクリート 25 本、棒状燃料 353 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

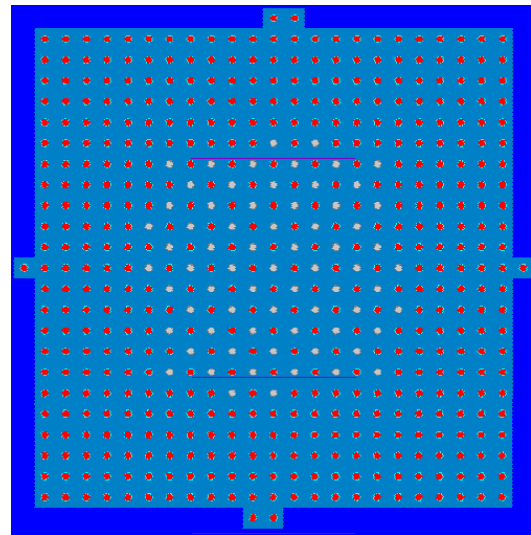
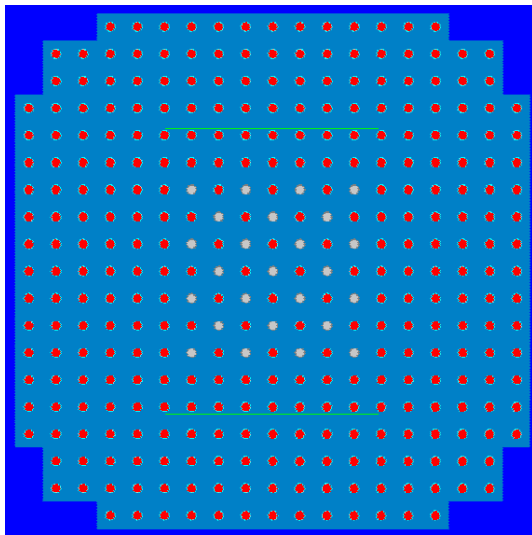


(左) コンクリート 33 本、鉄 36 本、棒状燃料 600 本、(右) コンクリート 68 本、鉄 68 本、棒状燃料 833 本

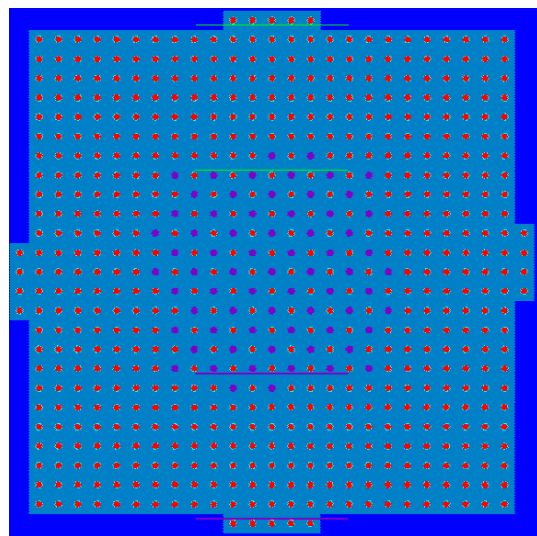
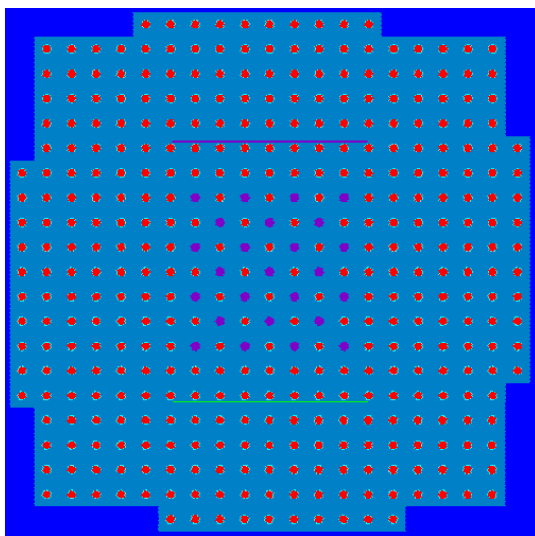
図参 3-22 デブリ構造材模擬体の配列パターン (図参 1-2 関連)

(格子間隔 2.54cm、水位 70cm、2 of 4 配列)

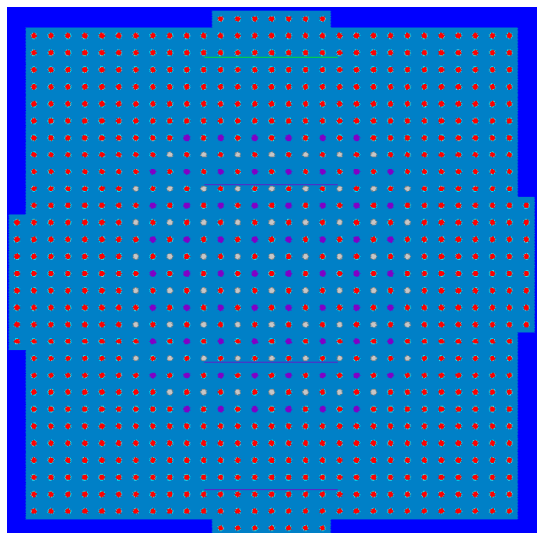
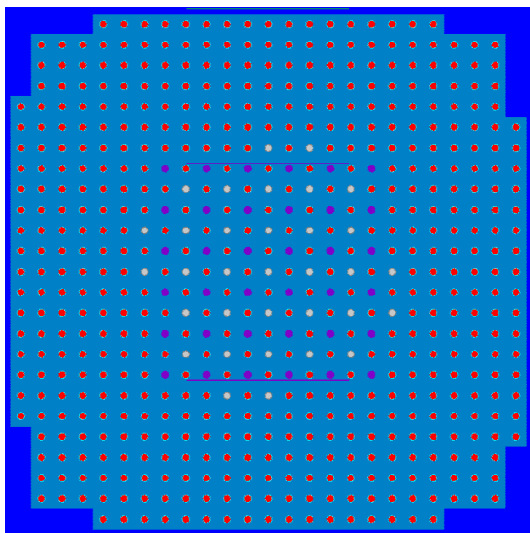
格子間隔 2.54cm において減速材燃料ペレット体積比が炉心構成範囲を超えるものは参考



(左) コンクリート 25 本、棒状燃料 296 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

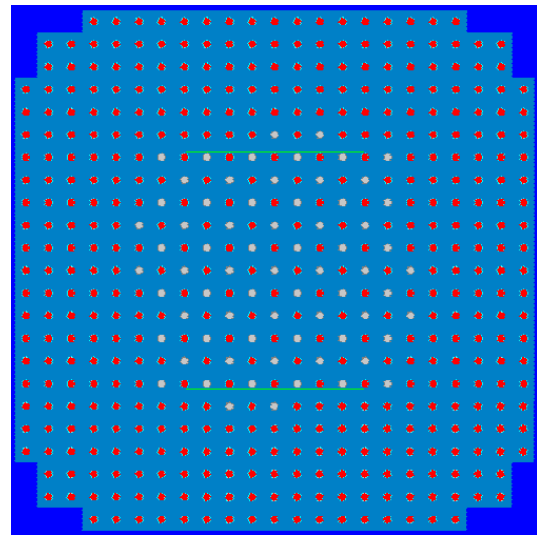
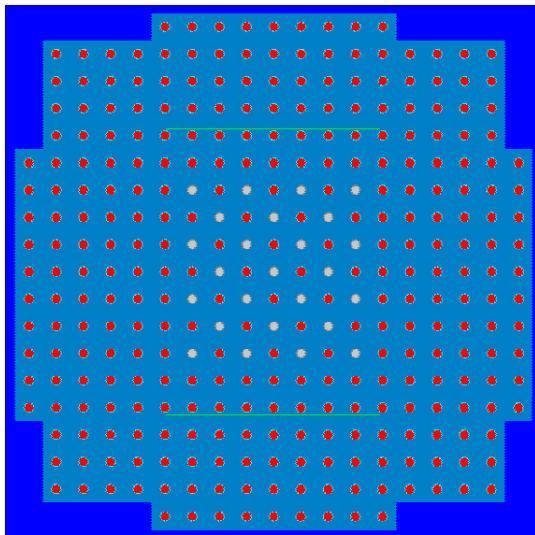


(左) コンクリート 33 本、鉄 36 本、棒状燃料 526 本、(右) コンクリート 68 本、鉄 68 本、棒状燃料 735 本

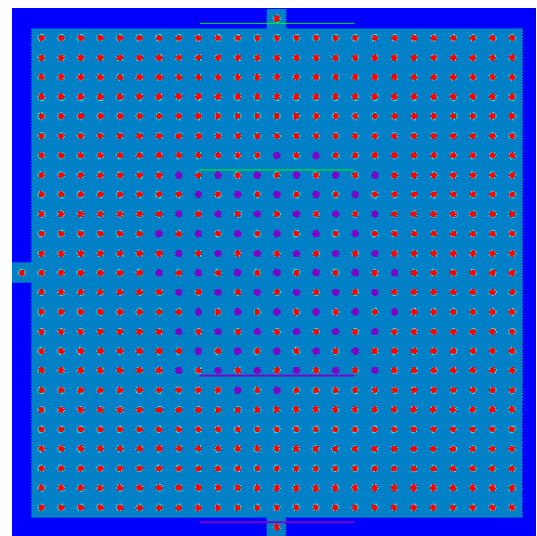
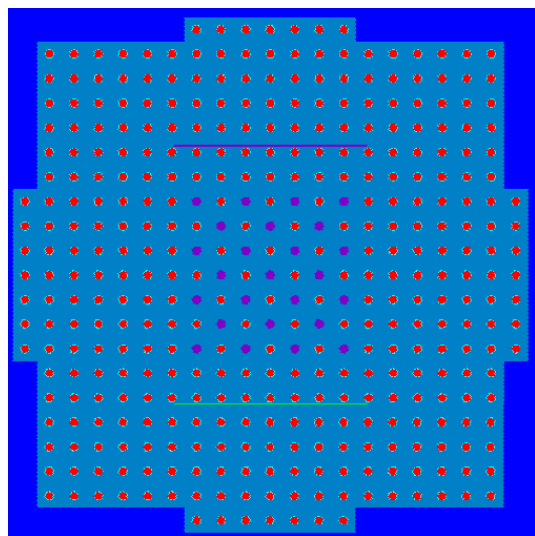
図参 3-23 デブリ構造材模擬体の配列パターン (図参 1-2 関連)

(格子間隔 2.54cm、水位 110cm、2 of 4 配列)

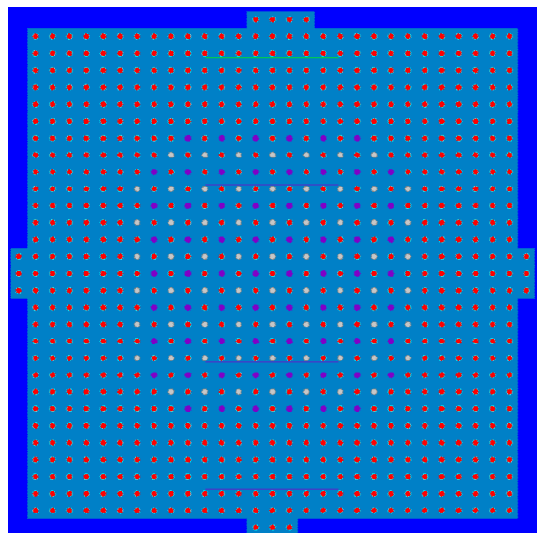
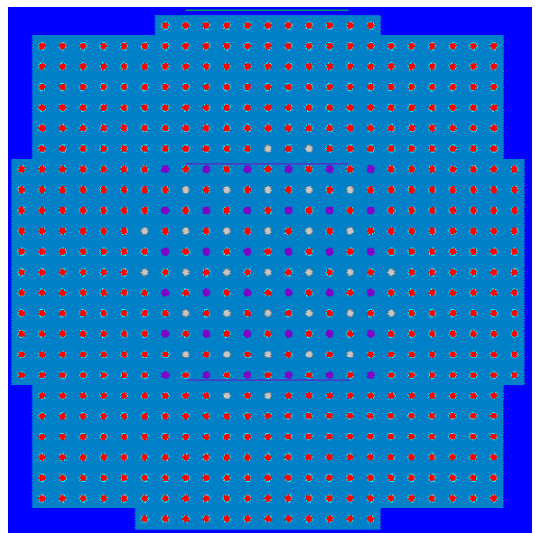
格子間隔 2.54cm において減速材燃料ペレット体積比が炉心構成範囲を超えるものは参考



(左) コンクリート 25 本、棒状燃料 286 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

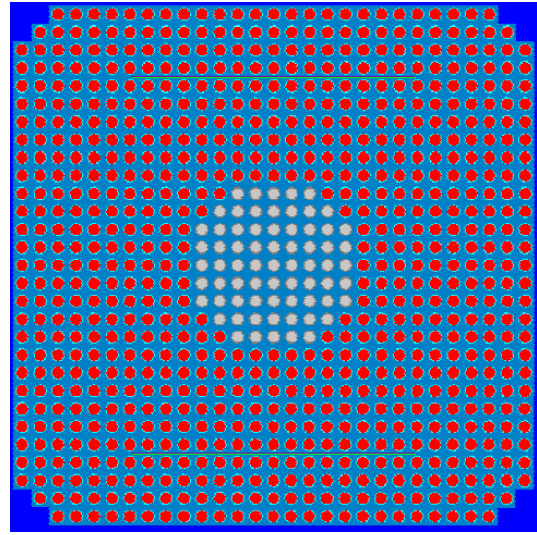
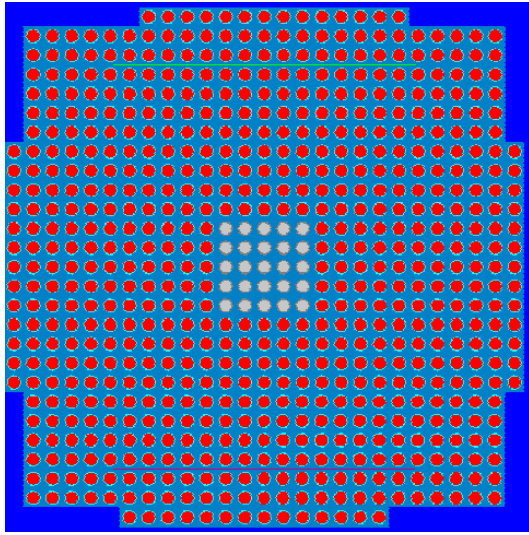


(左) コンクリート 33 本、鉄 36 本、棒状燃料 505 本、(右) コンクリート 68 本、鉄 68 本、棒状燃料 718 本

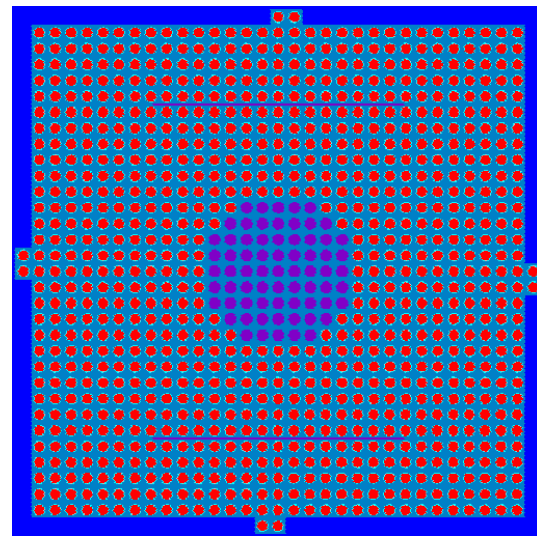
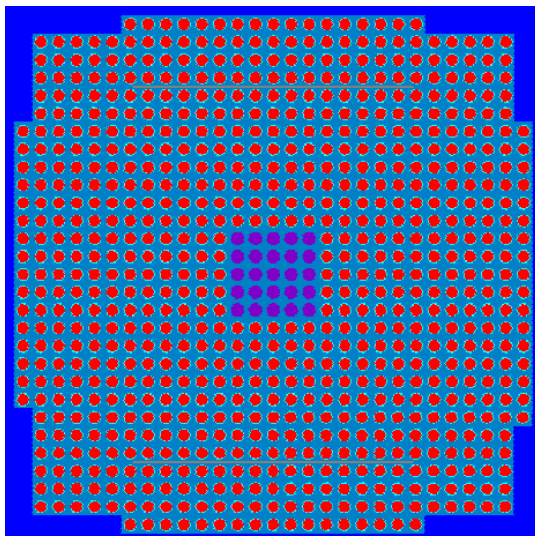
図参 3-24 デブリ構造材模擬体の配列パターン (図参 1-2 関連)

(格子間隔 2.54cm、水位 140cm、2 of 4 配列)

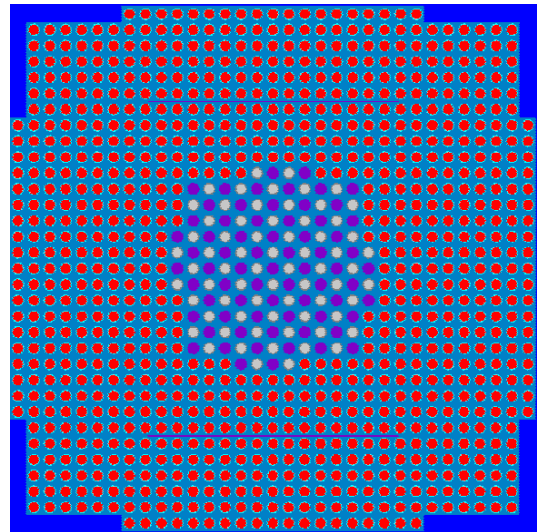
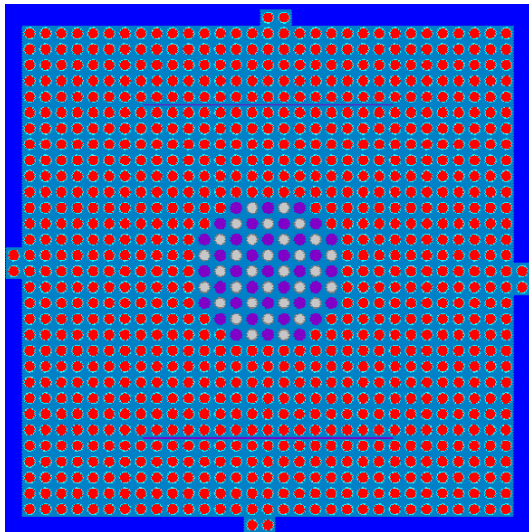
格子間隔 2.54cm において減速材燃料ペレット体積比が炉心構成範囲を超えるものは参考



(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

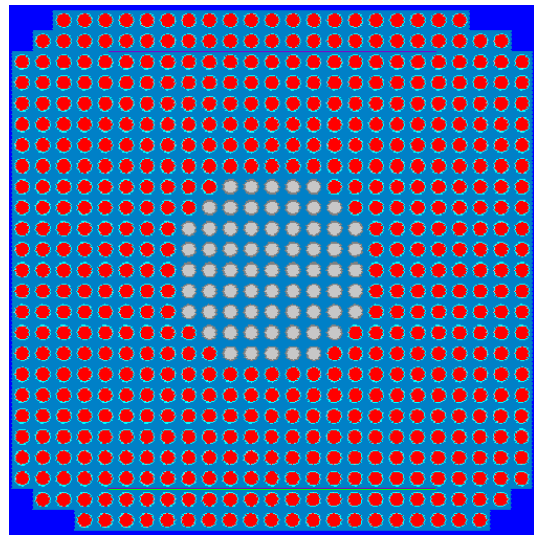
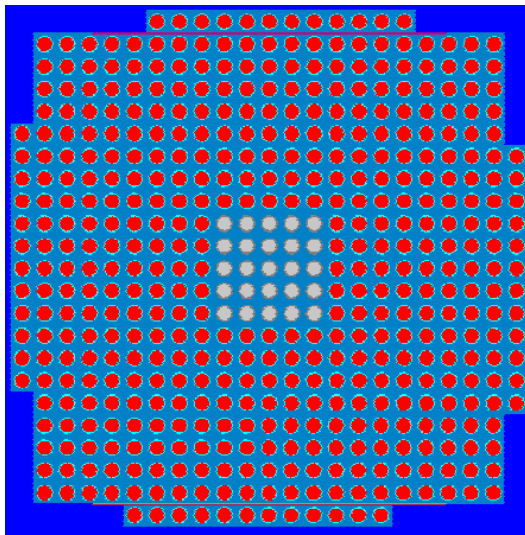


(左) 鉄 25 本、棒状燃料 771 本、(右) 鉄 69 本、棒状燃料 900 本 (水位 45.3cm)

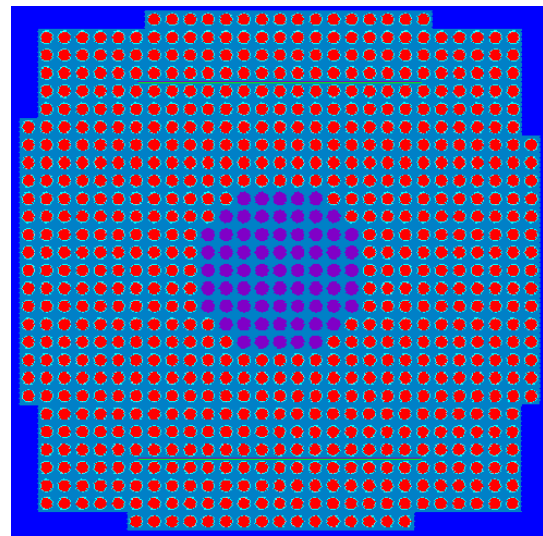
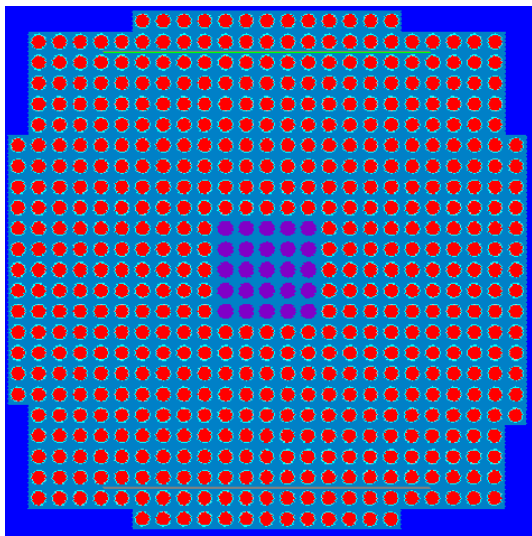


(左) コンクリート 32 本、鉄 37 本、棒状燃料 900 本 (水位 42.2cm)、(右) コンクリート 68 本、鉄 69 本、棒状燃料 900 本 (水位 60.9cm)

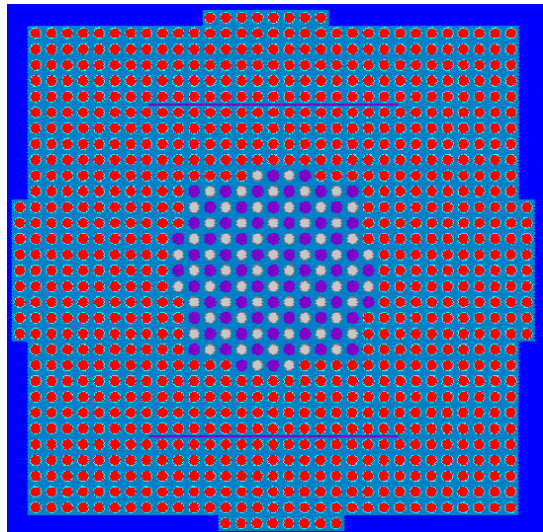
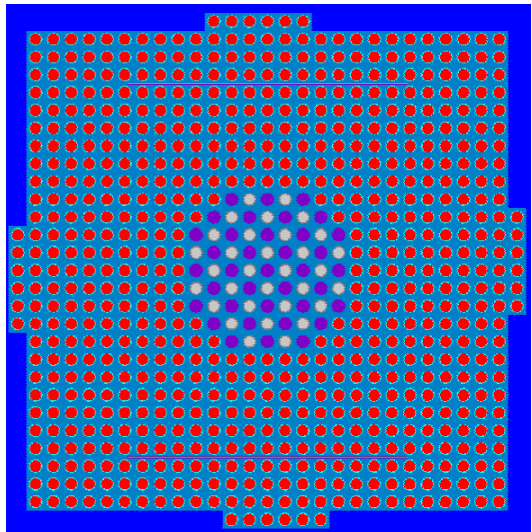
図参 3-25 デブリ構造材模擬体の配列パターン (図参 1-3 関連)
(格子間隔 1.27cm、水位 40cm、4 of 4 配列)



(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 592 本

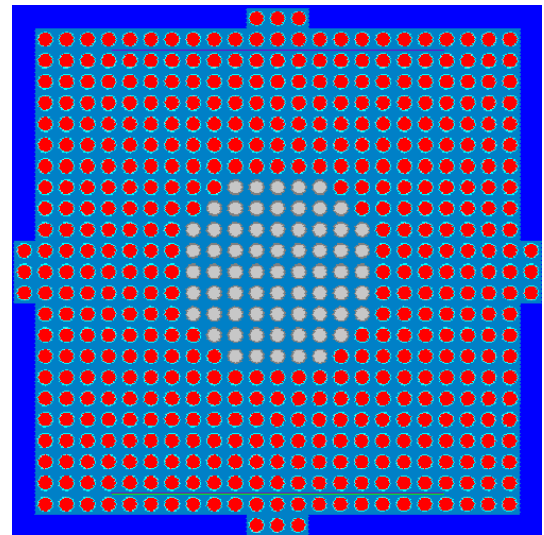
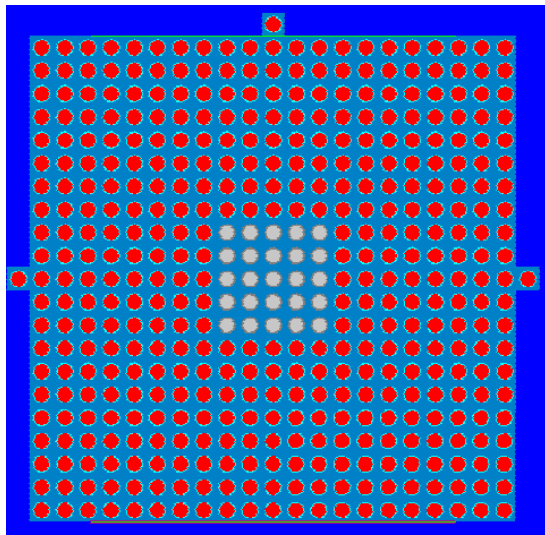


(左) 鉄 25 本、棒状燃料 557 本、(右) 鉄 69 本、棒状燃料 723 本

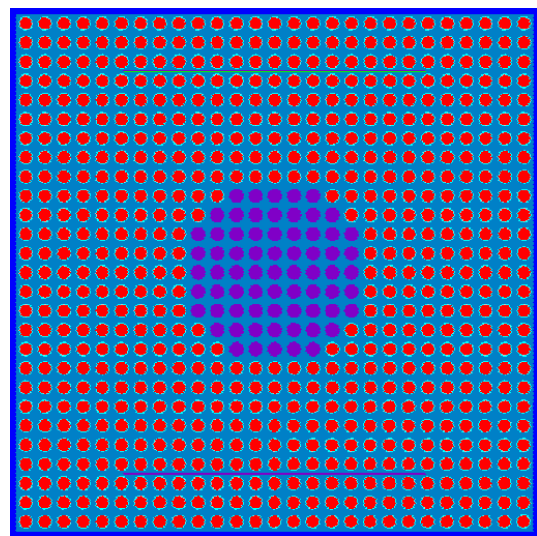
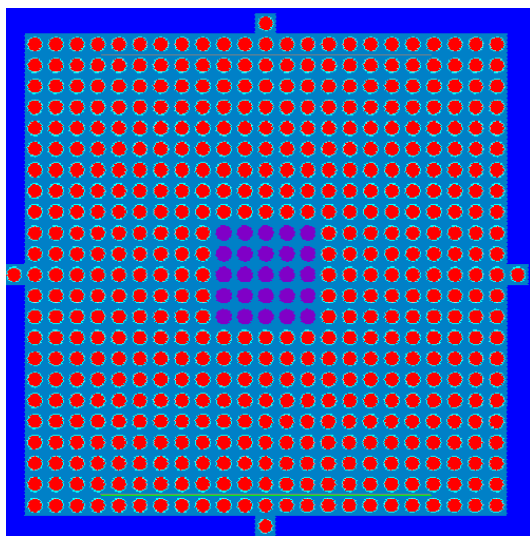


(左) コンクリート 32 本、鉄 37 本、棒状燃料 676 本、(右) コンクリート 68 本、鉄 69 本、棒状燃料 859 本

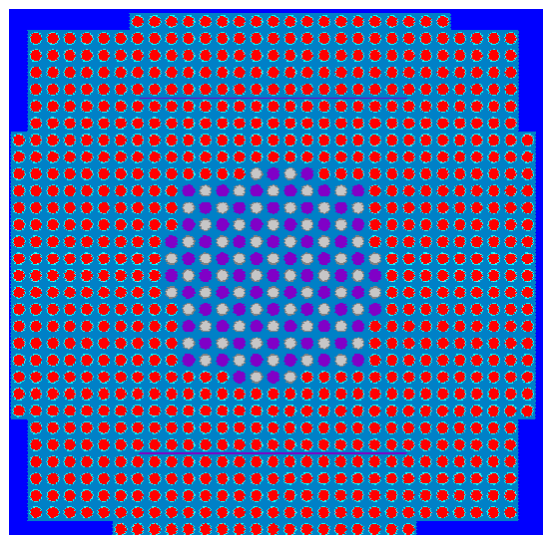
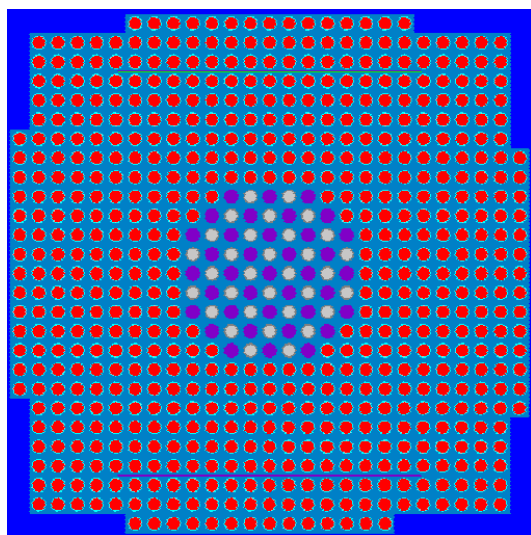
図参 3-26 デブリ構造材模擬体の配列パターン (図参 1-3 関連)
(格子間隔 1.27cm、水位 70cm、4 of 4 配列)



(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

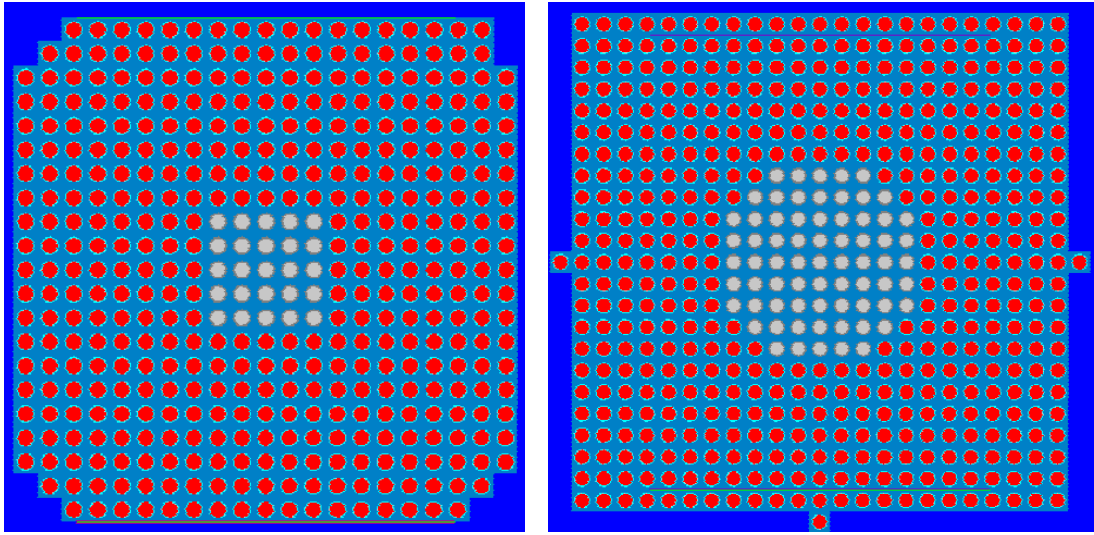


(左) 鉄 25 本、棒状燃料 508 本、(右) 鉄 69 本、棒状燃料 660 本

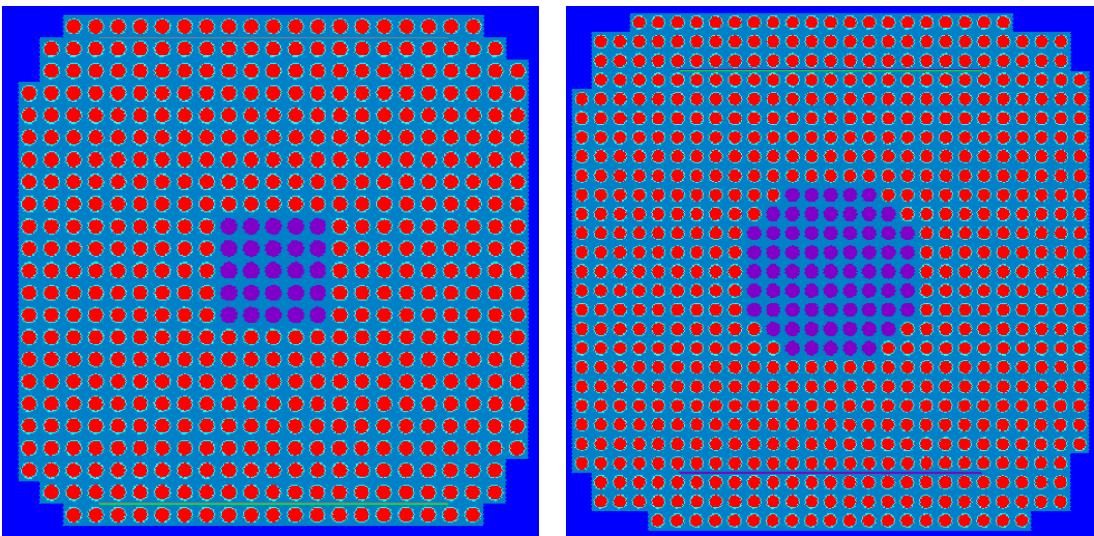


(左) コンクリート 32 本、鉄 37 本、棒状燃料 613 本、(右) コンクリート 68 本、鉄 69 本、棒状燃料 772 本

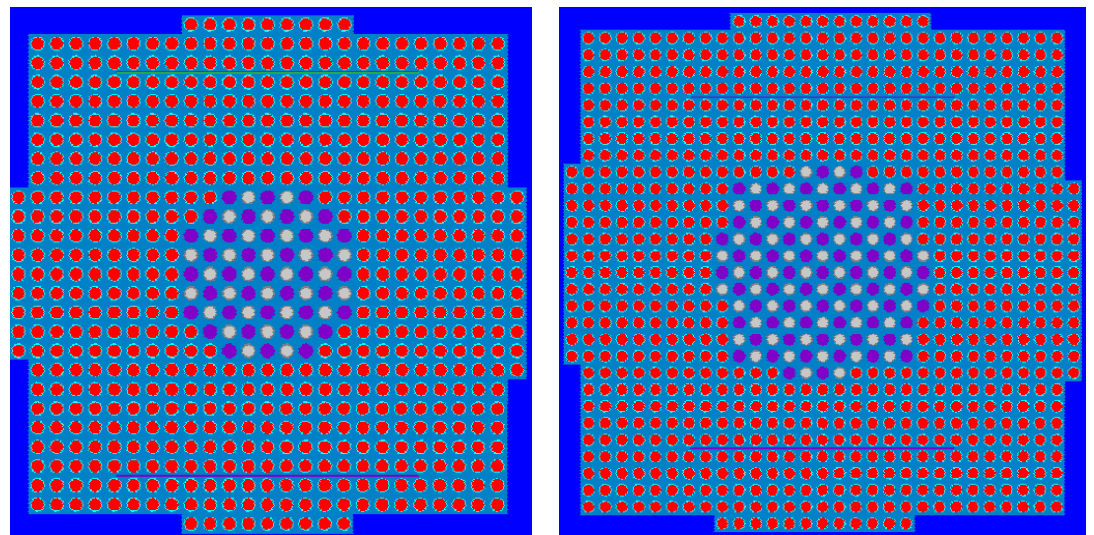
図参 3-27 デブリ構造材模擬体の配列パターン (図参 1-3 関連)
(格子間隔 1.27cm、水位 110cm、4 of 4 配列)



(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

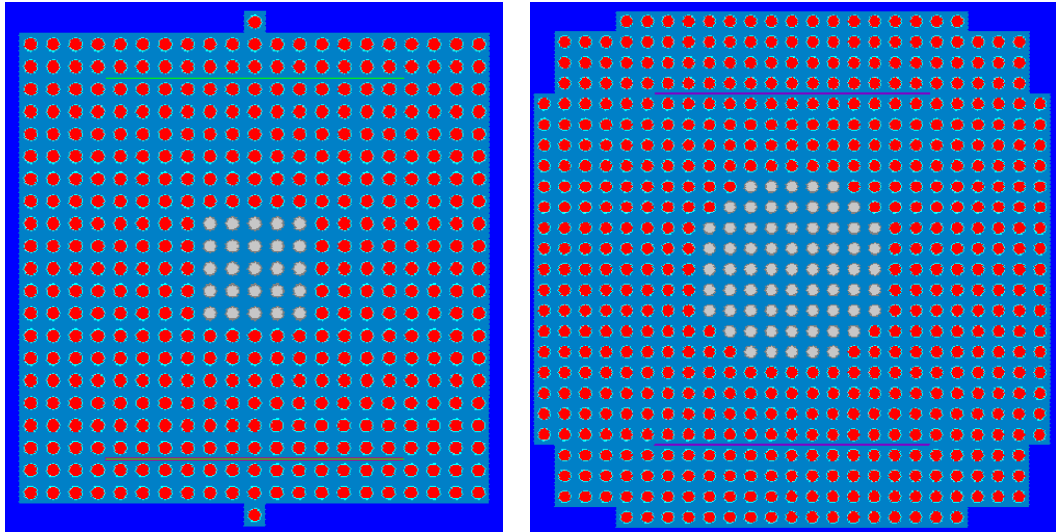


(左) 鉄 25 本、棒状燃料 490 本、(右) 鉄 69 本、棒状燃料 636 本

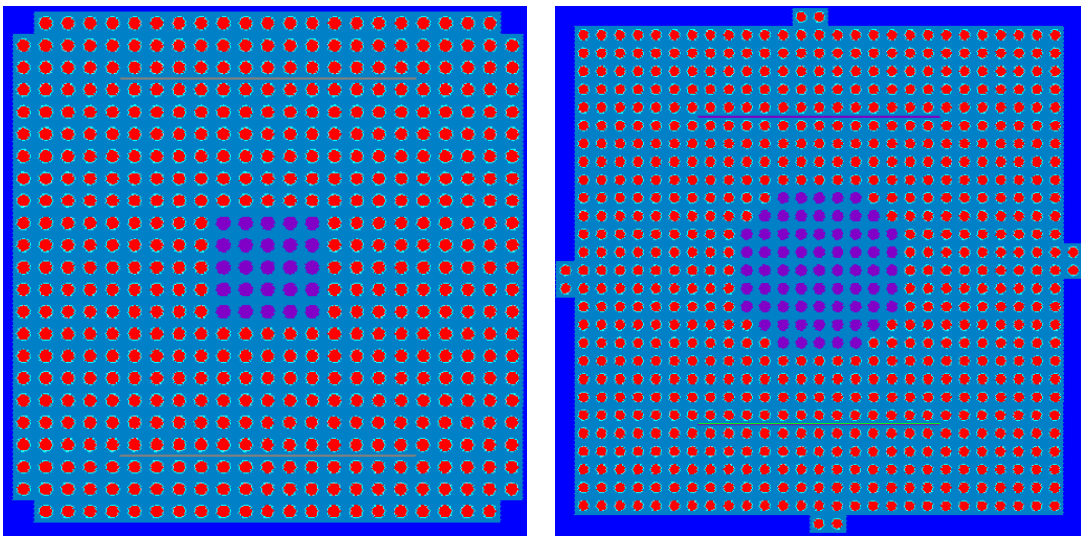


(左) コンクリート 32 本、鉄 37 本、棒状燃料 595 本、(右) コンクリート 68 本、鉄 69 本、棒状燃料 748 本

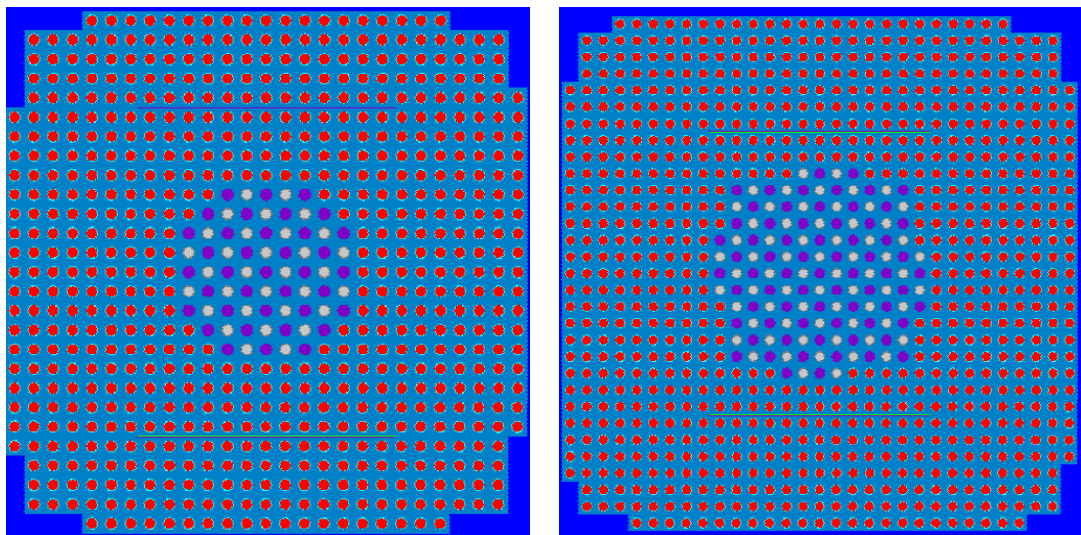
図参 3-28 デブリ構造材模擬体の配列パターン (図参 1-3 関連)
(格子間隔 1.27cm、水位 140cm、4 of 4 配列)



(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

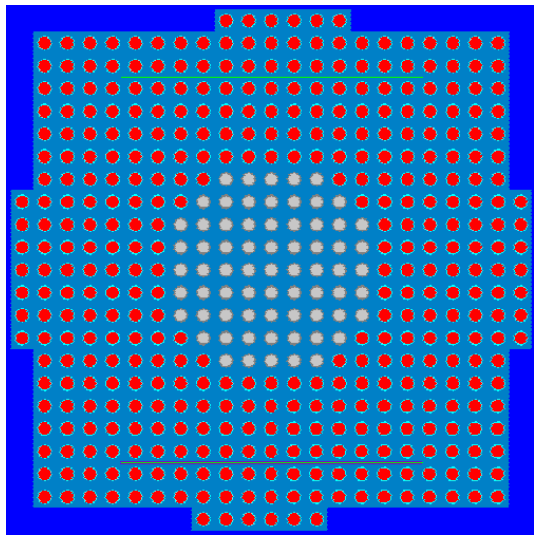
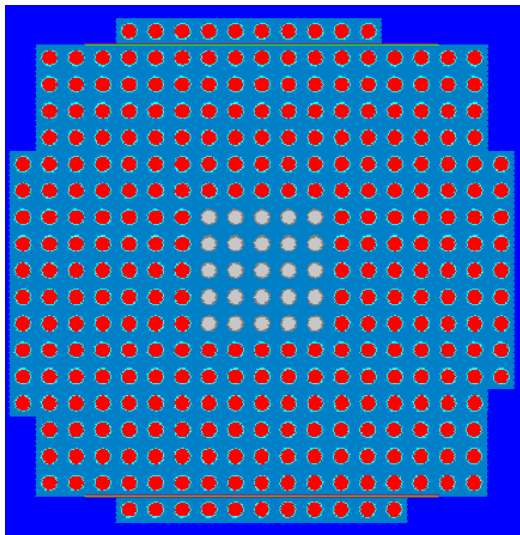


(左) 鉄 25 本、棒状燃料 500 本、(右) 鉄 69 本、棒状燃料 668 本

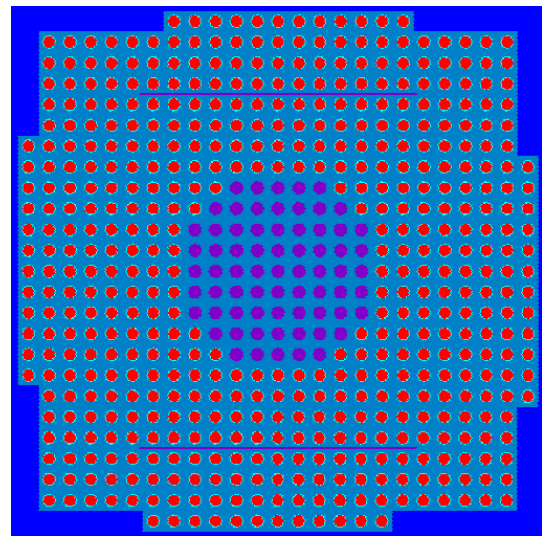
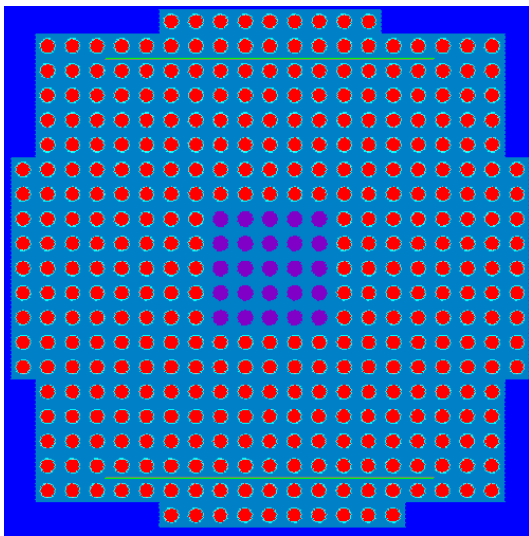


(左) コンクリート 32 本、鉄 37 本、棒状燃料 630 本、(右) コンクリート 68 本、鉄 69 本、棒状燃料 799 本

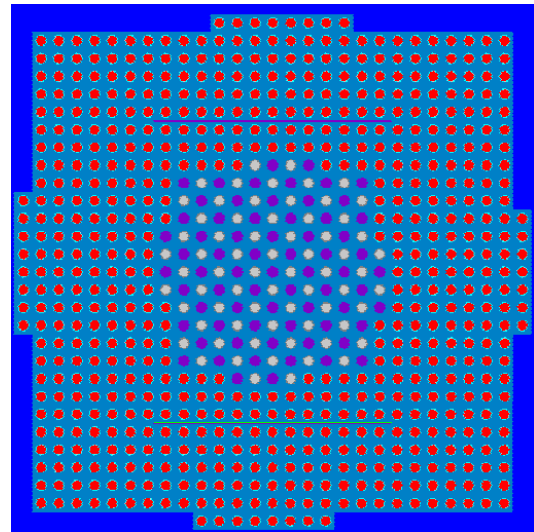
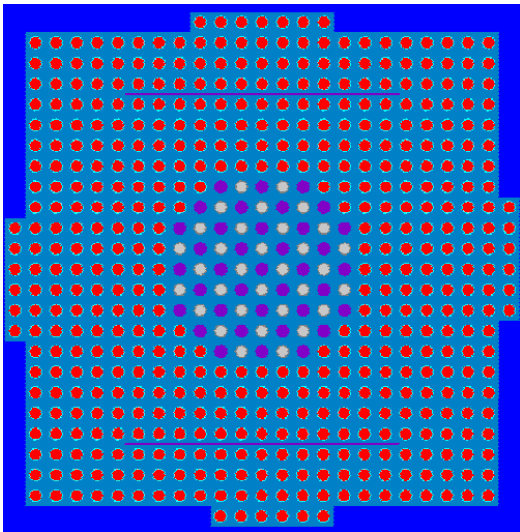
図参 3-29 デブリ構造材模擬体の配列パターン (図参 1-3 関連)
(格子間隔 1.50cm、水位 40cm、4 of 4 配列)



(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

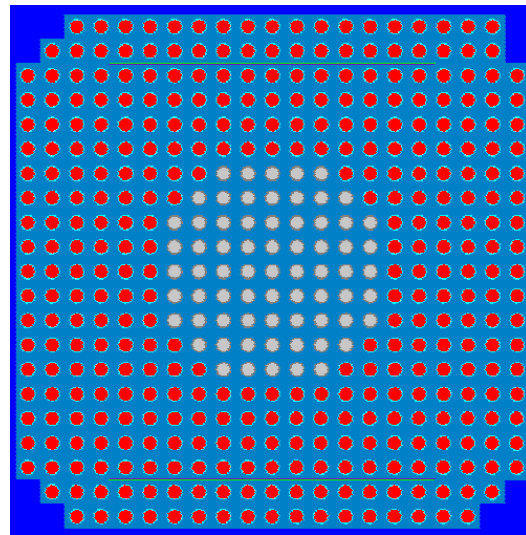
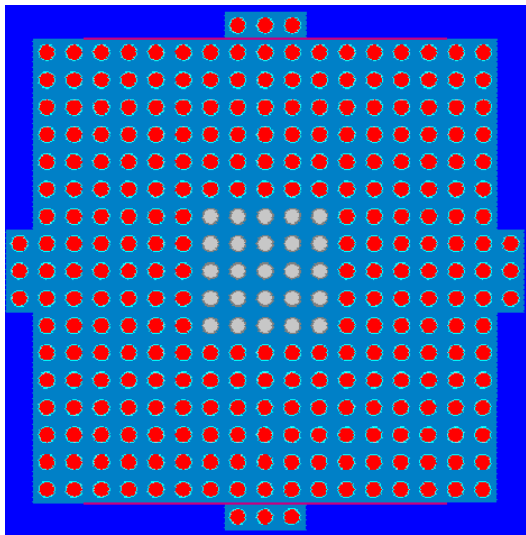


(左) 鉄 25 本、棒状燃料 373 本、(右) 鉄 69 本、棒状燃料 508 本

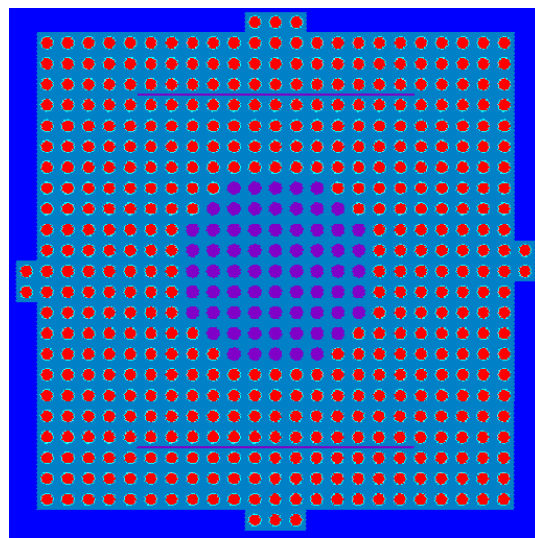
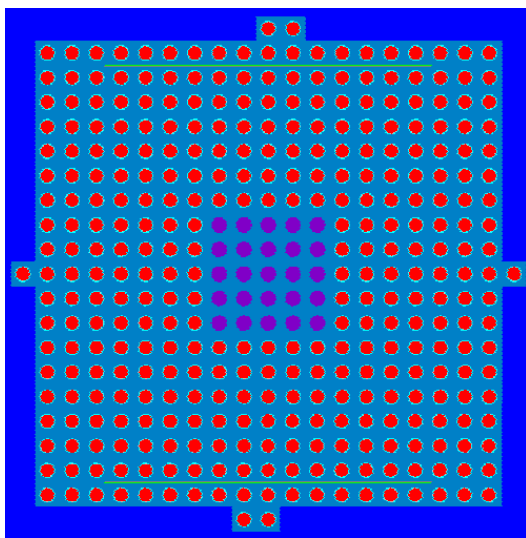


(左) コンクリート 32 本、鉄 37 本、棒状燃料 485 本、(右) コンクリート 68 本、鉄 69 本、棒状燃料 622 本

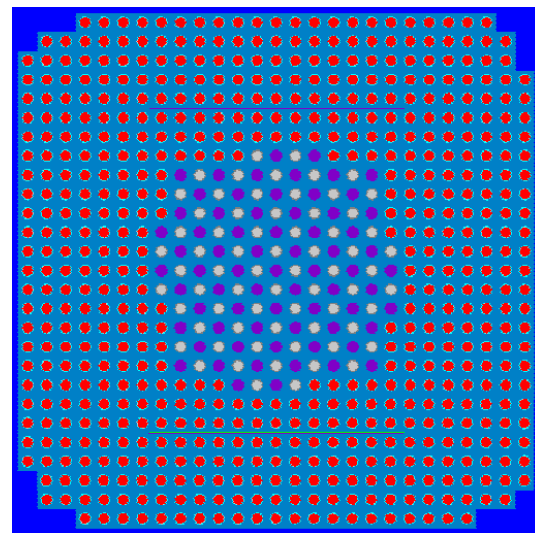
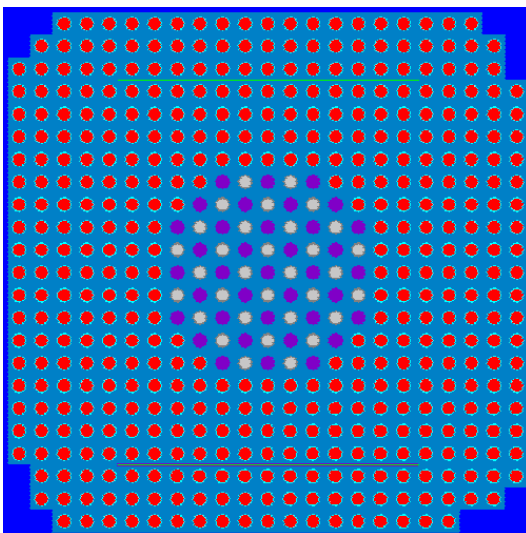
図参 3-30 デブリ構造材模擬体の配列パターン (図参 1-3 関連)
(格子間隔 1.50cm、水位 70cm、4 of 4 配列)



(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

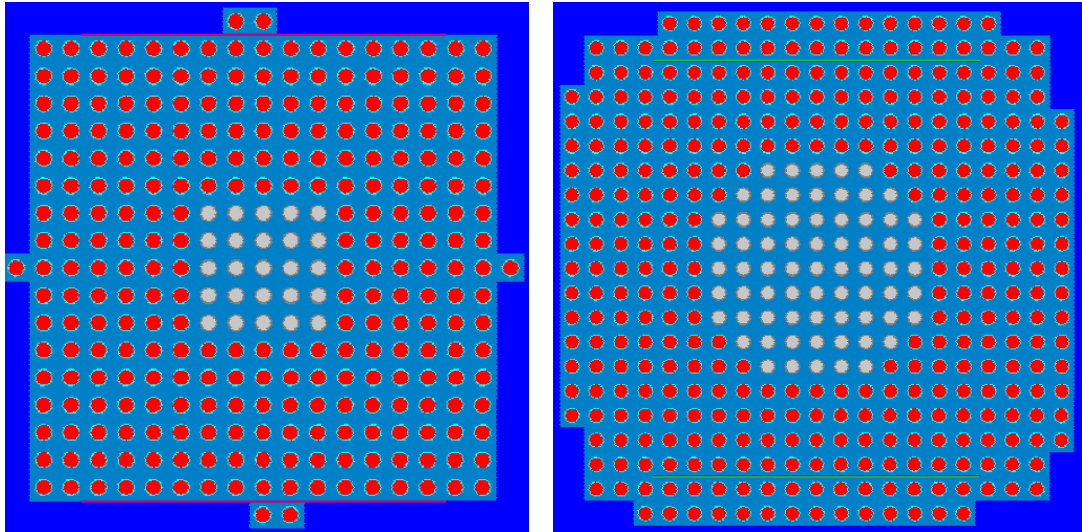


(左) 鉄 25 本、棒状燃料 342 本、(右) 鉄 69 本、棒状燃料 470 本

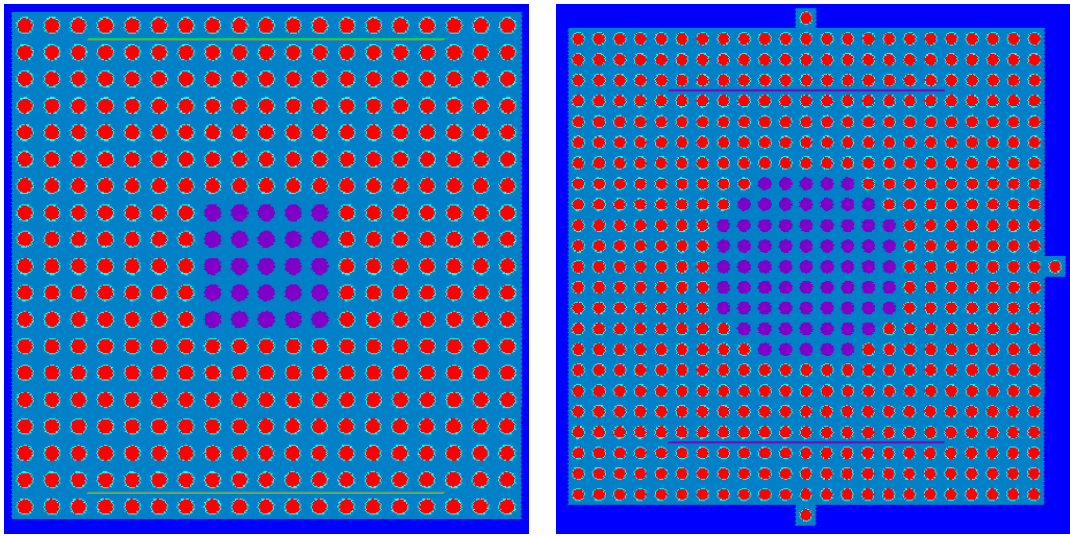


(左) コンクリート 32 本、鉄 37 本、棒状燃料 445 本、(右) コンクリート 68 本、鉄 69 本、棒状燃料 574 本

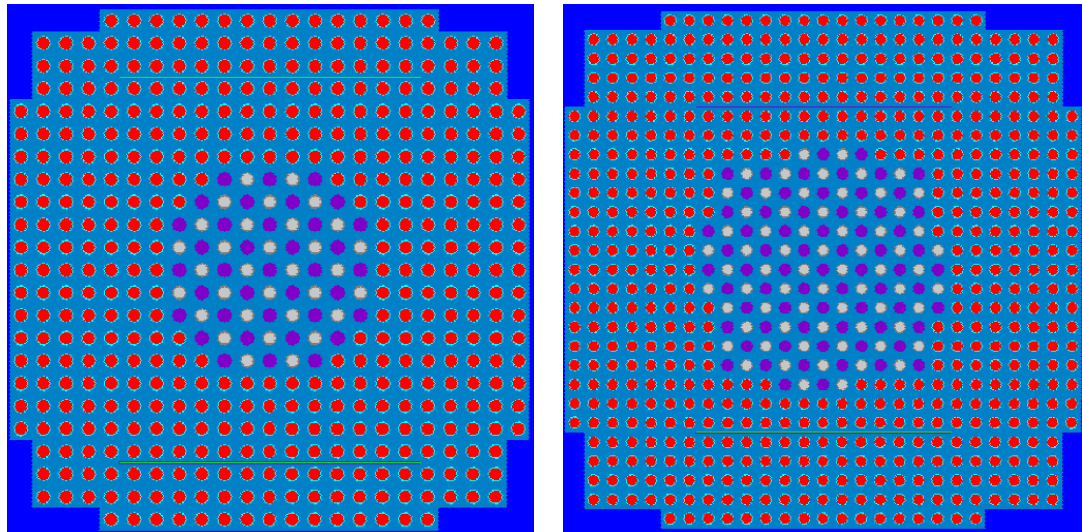
図参 3-31 デブリ構造材模擬体の配列パターン (図参 1-3 関連)
(格子間隔 1.50cm、水位 110cm、4 of 4 配列)



(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

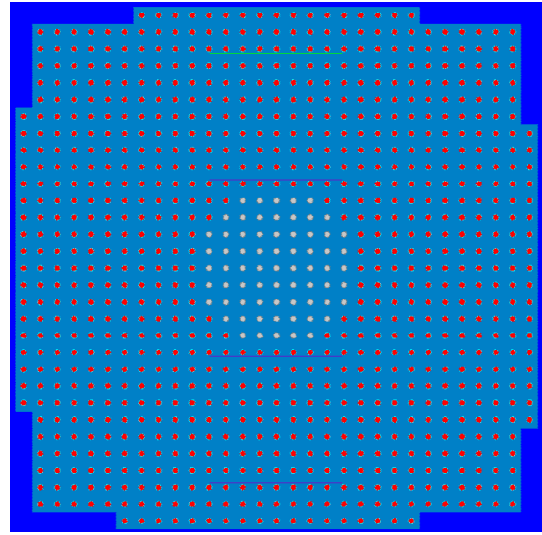
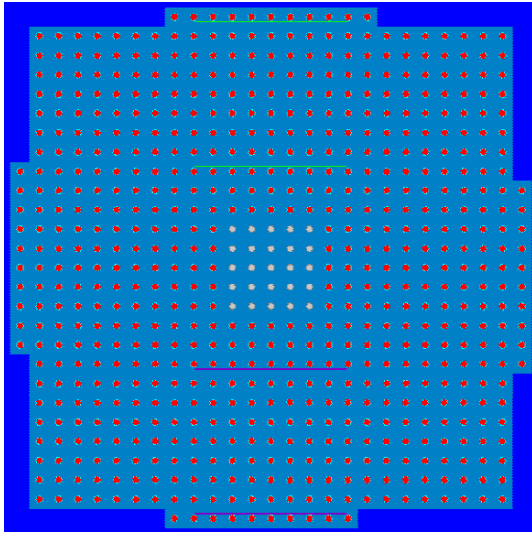


(左) 鉄 25 本、棒状燃料 336 本、(右) 鉄 69 本、棒状燃料 463 本

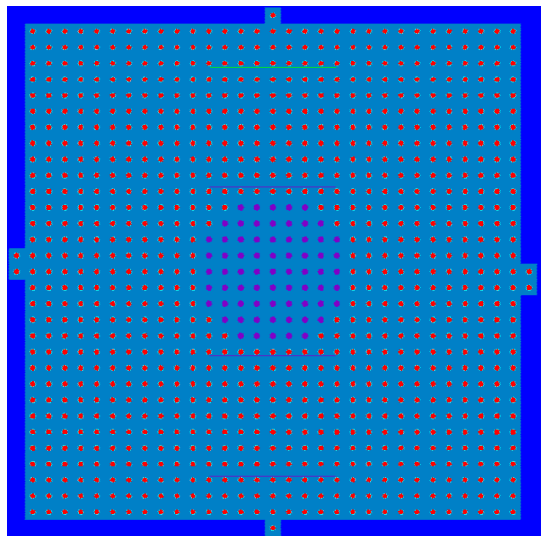
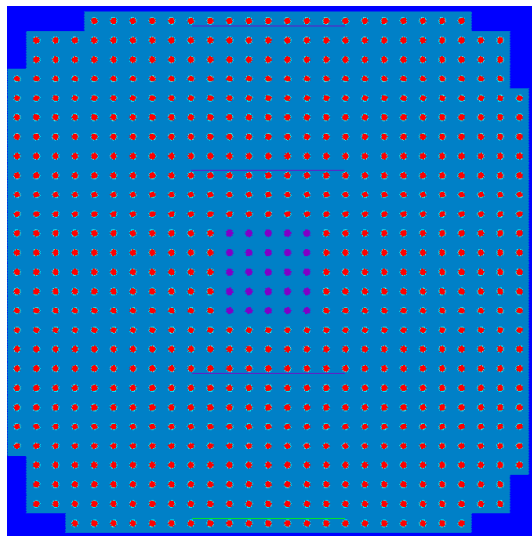


(左) コンクリート 32 本、鉄 37 本、棒状燃料 432 本、(右) コンクリート 68 本、鉄 69 本、棒状燃料 556 本

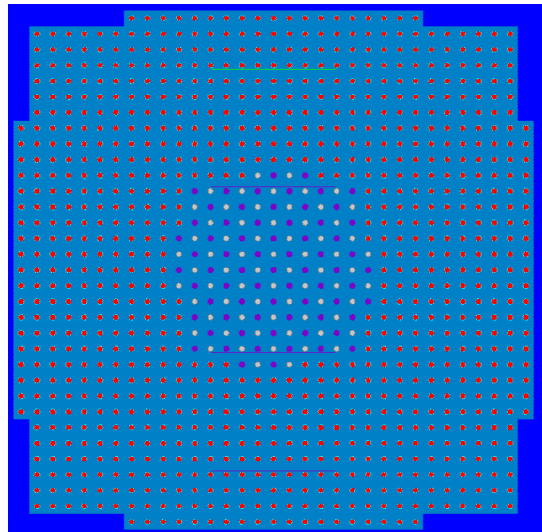
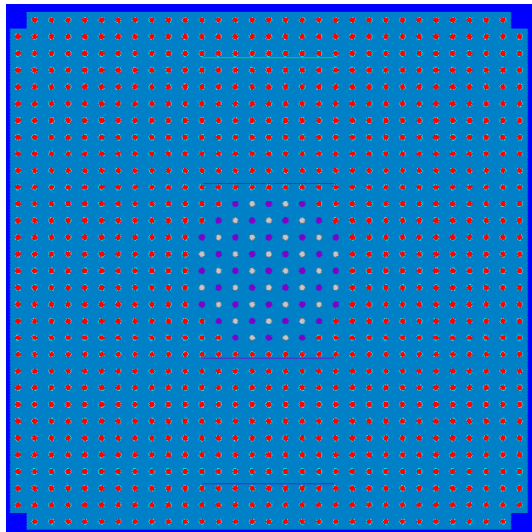
図参 3-32 デブリ構造材模擬体の配列パターン (図参 1-3 関連)
(格子間隔 1.50cm、水位 140cm、4 of 4 配列)



(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

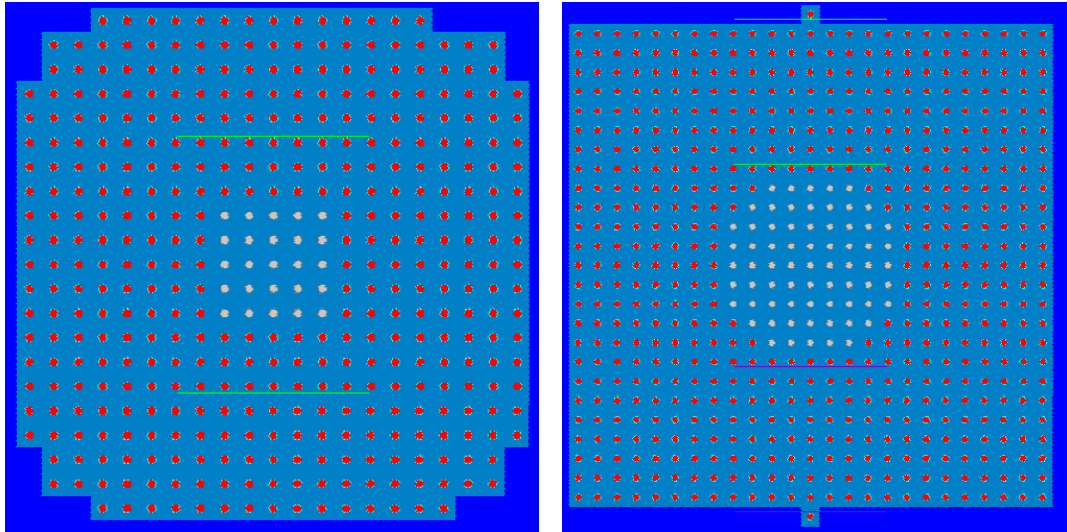


(左) コンクリート 32 本、鉄 37 本、棒状燃料 900 本 (水位 46.3cm)、(右) コンクリート 68 本、鉄 69 本、棒状燃料 888 本

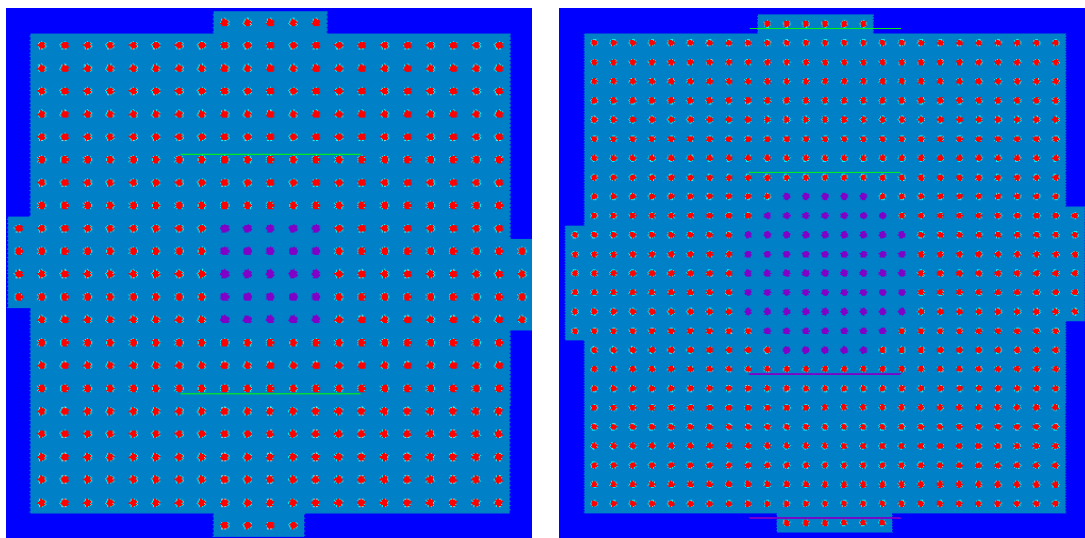
図参 3-33 デブリ構造材模擬体の配列パターン (図参 1-3 関連)

(格子間隔 2.54cm、水位 40cm、4 of 4 配列)

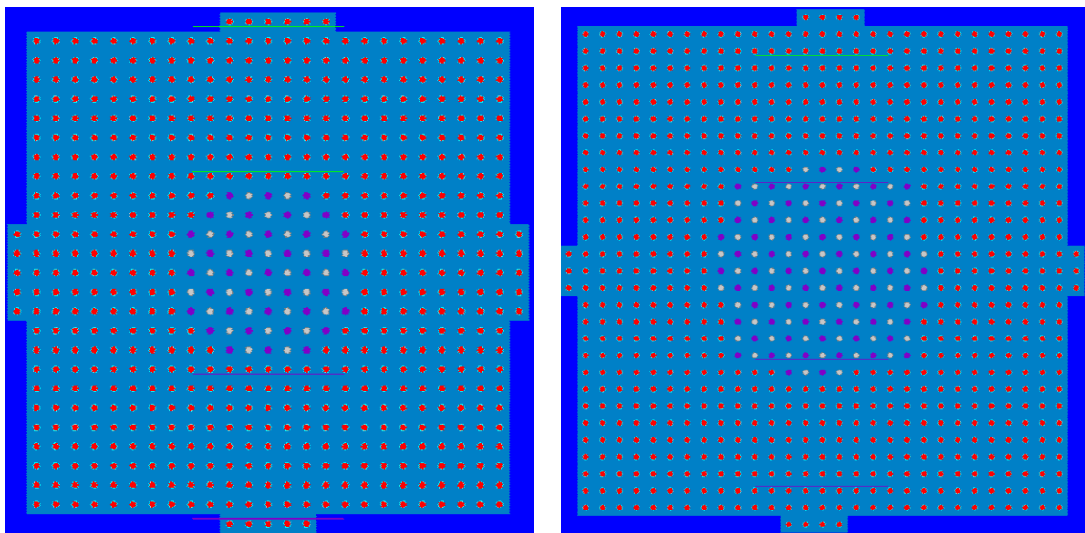
格子間隔 2.54cm において減速材燃料ペレット体積比が炉心構成範囲を超えるものは参考



(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

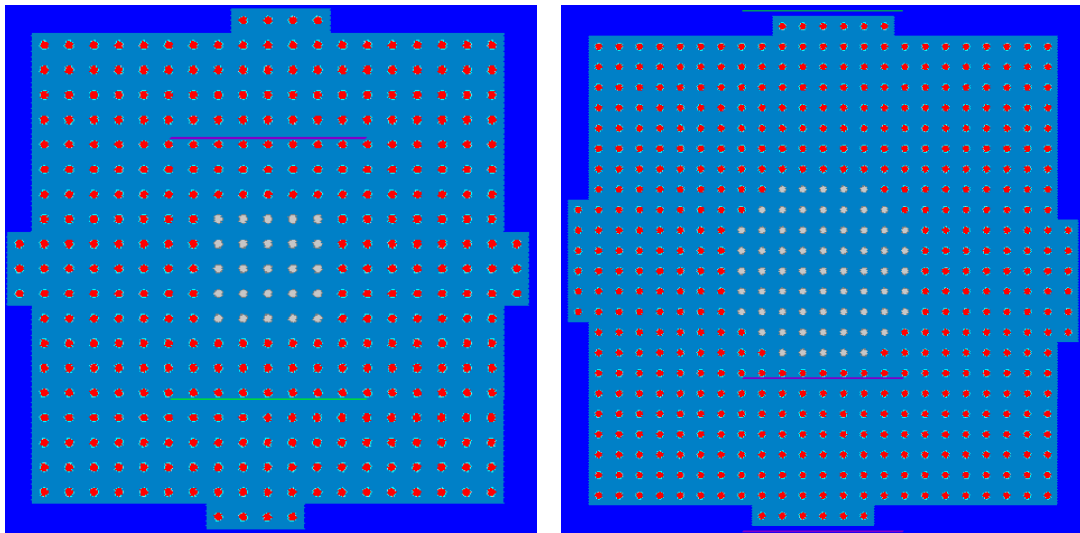


(左) コンクリート 32 本、鉄 37 本、棒状燃料 577 本、(右) コンクリート 68 本、鉄 69 本、棒状燃料 716 本

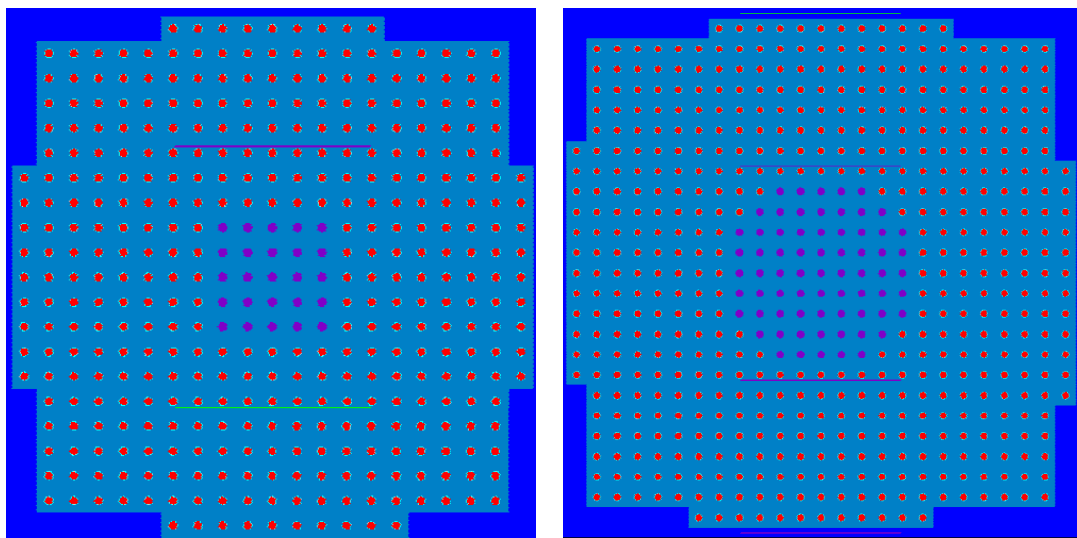
図参 3-34 デブリ構造材模擬体の配列パターン (図参 1-3 関連)

(格子間隔 2.54cm、水位 70cm、4 of 4 配列)

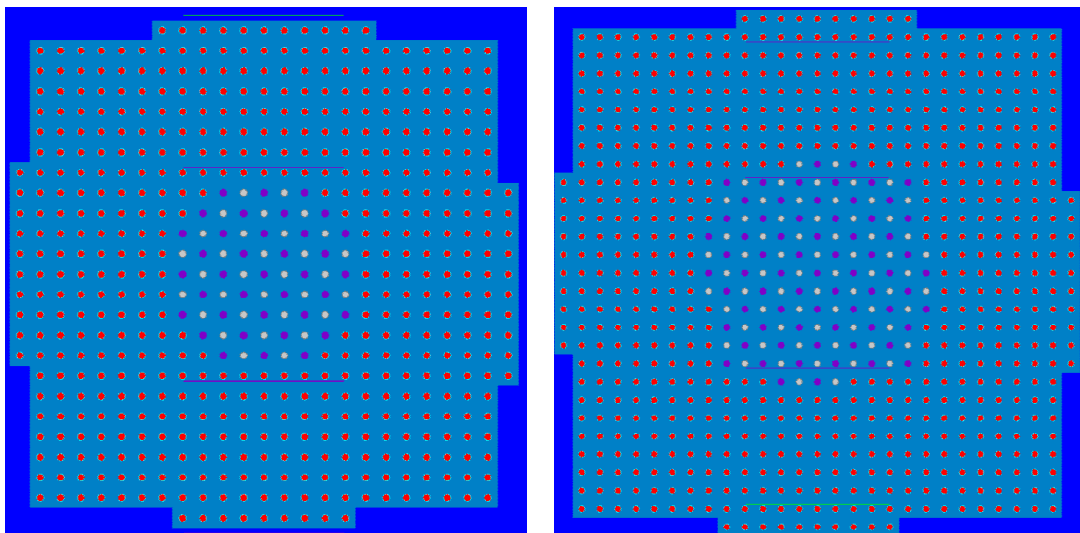
格子間隔 2.54cm において減速材燃料ペレット体積比が炉心構成範囲を超えるものは参考



(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

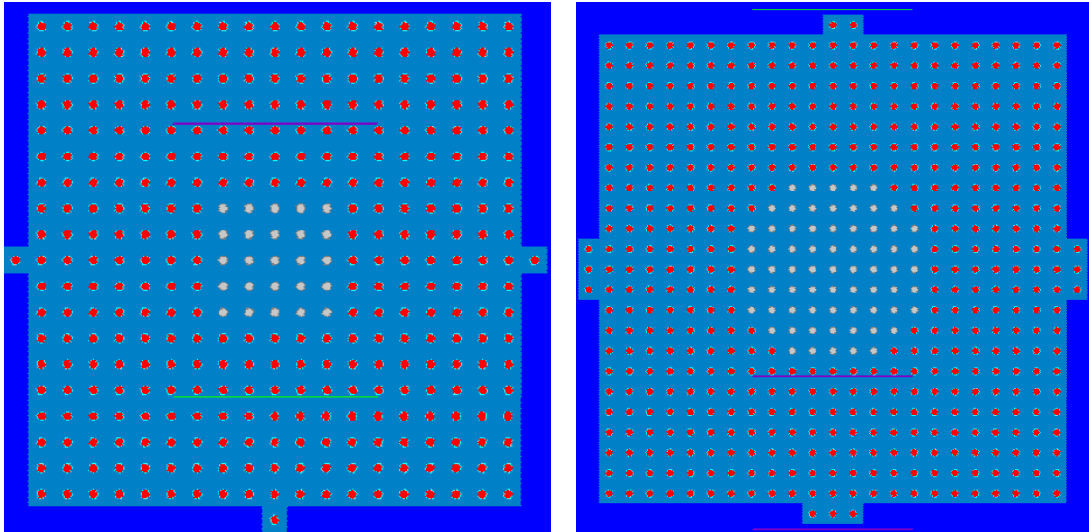


(左) コンクリート 32 本、鉄 37 本、棒状燃料 500 本、(右) コンクリート 68 本、鉄 69 本、棒状燃料 631 本

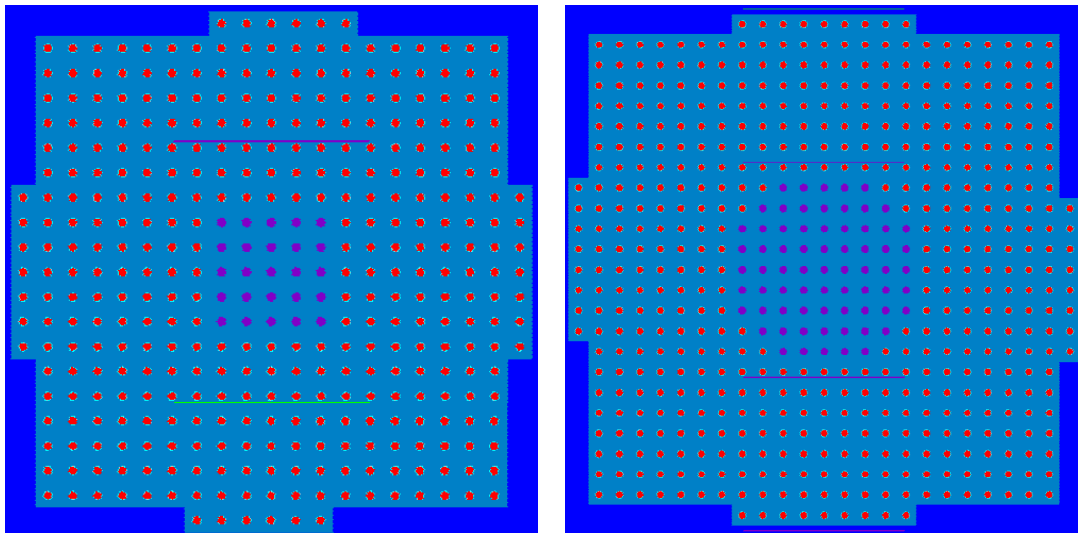
図参 3-35 デブリ構造材模擬体の配列パターン (図参 1-3 関連)

(格子間隔 2.54cm、水位 110cm、4 of 4 配列)

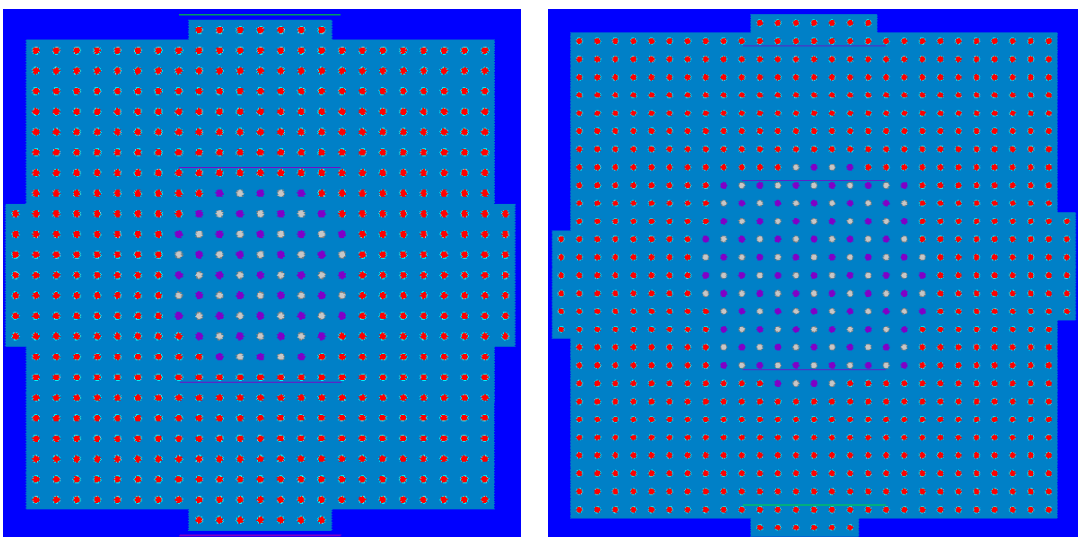
格子間隔 2.54cm において減速材燃料ペレット体積比が炉心構成範囲を超えるものは参考



(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

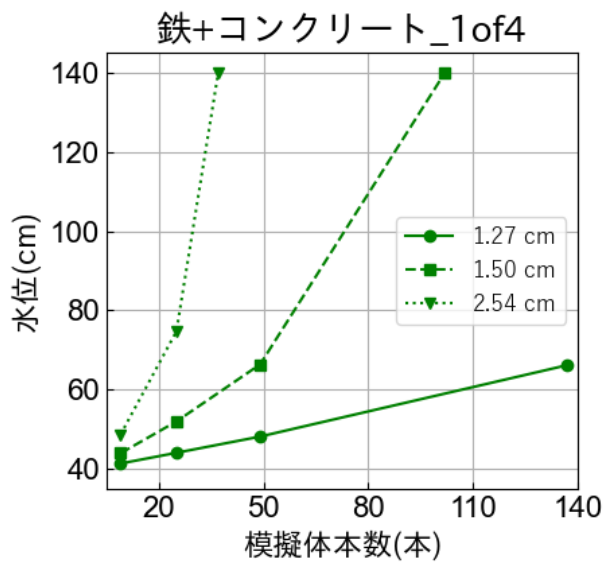
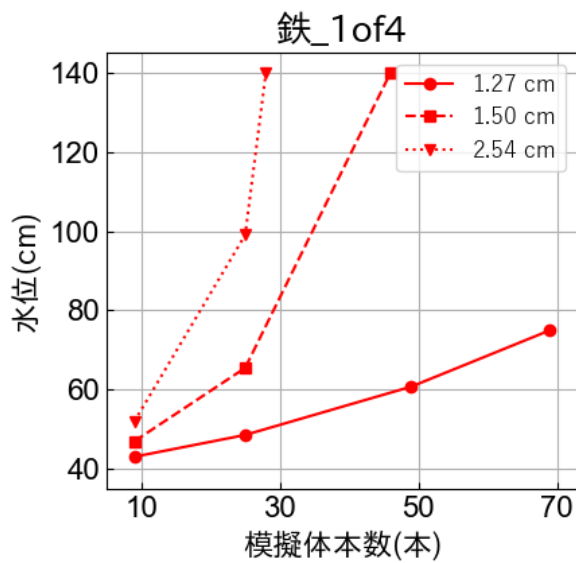
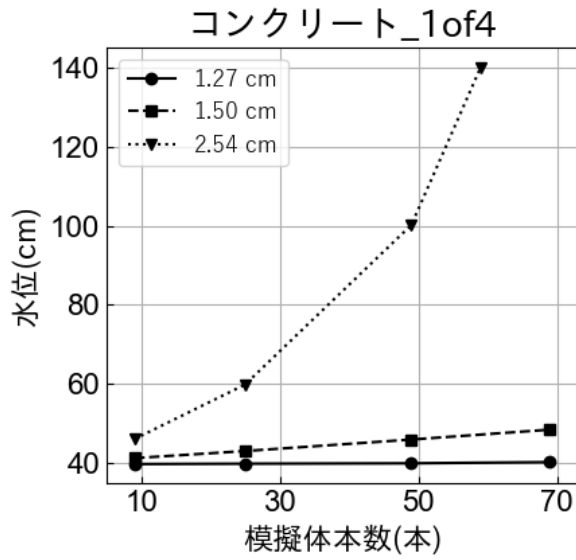


(左) コンクリート 32 本、鉄 37 本、棒状燃料 488 本、(右) コンクリート 68 本、鉄 69 本、棒状燃料 614 本

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)

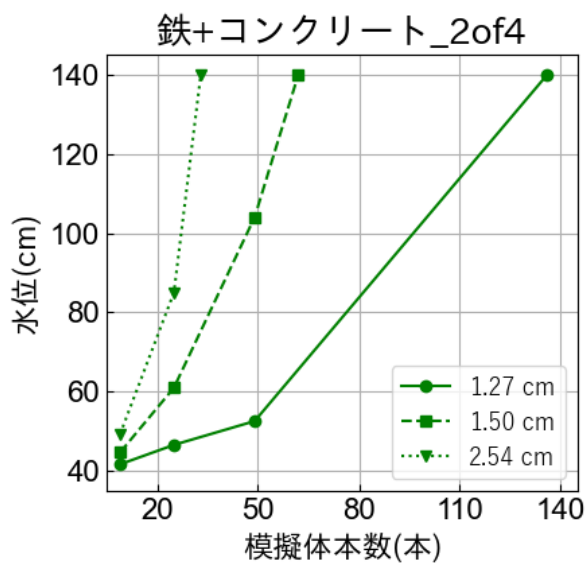
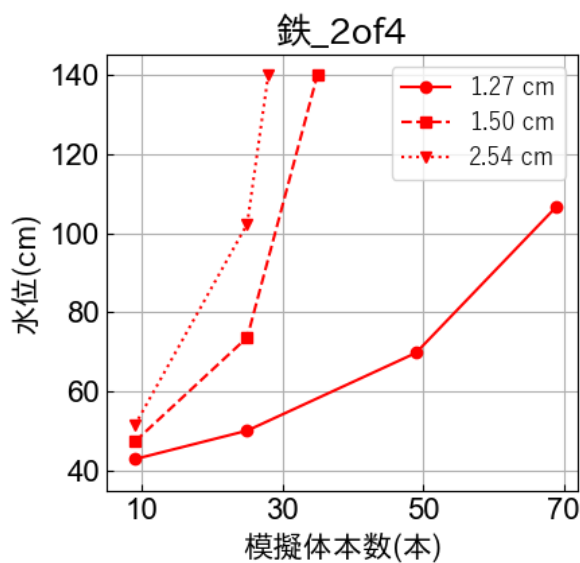
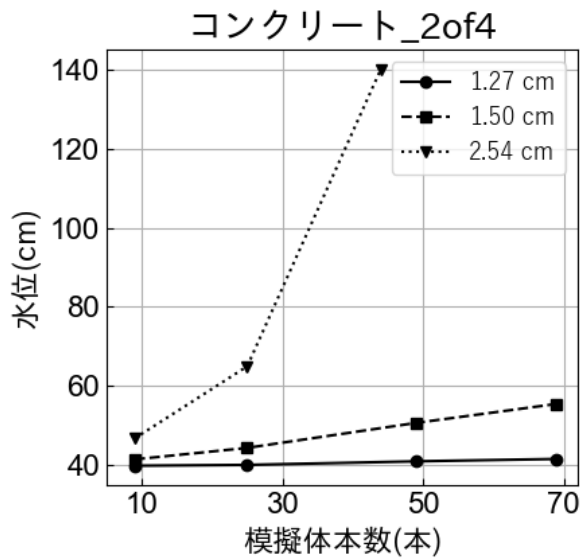
(格子間隔 2.54cm、水位 140cm、4 of 4 配列)

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



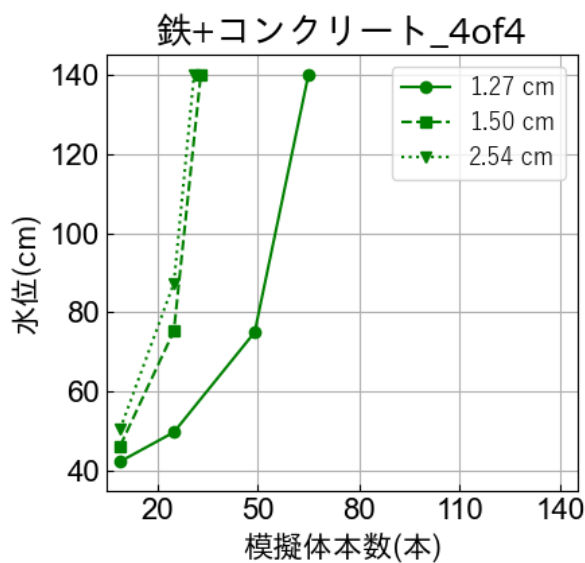
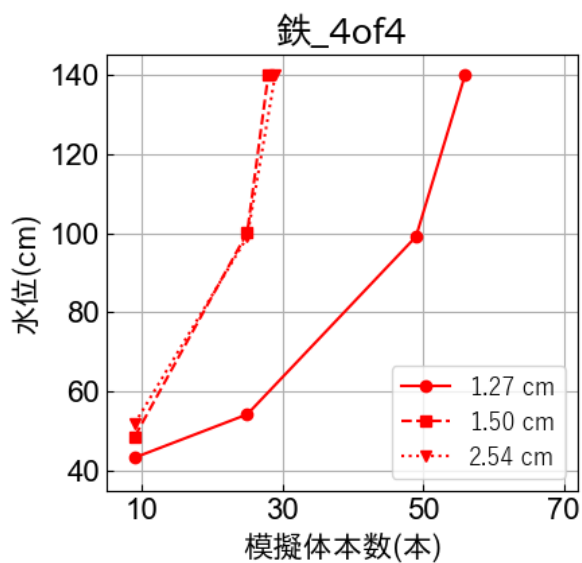
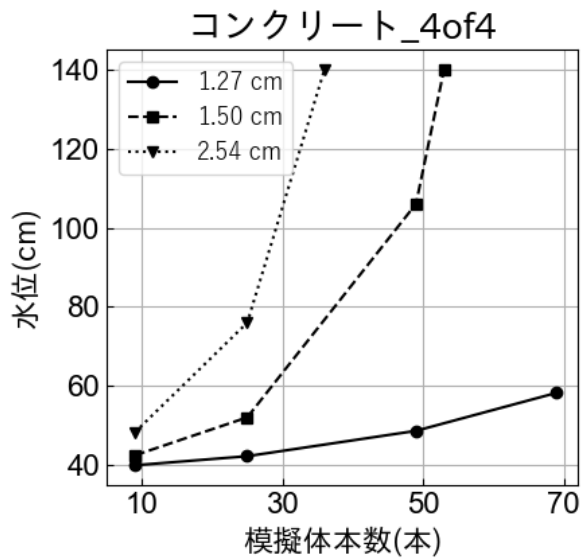
図参 4-1 解析(1)の臨界サーベイの結果 (1 of 4 配列)
(配列パターンは図参 5 参照)

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



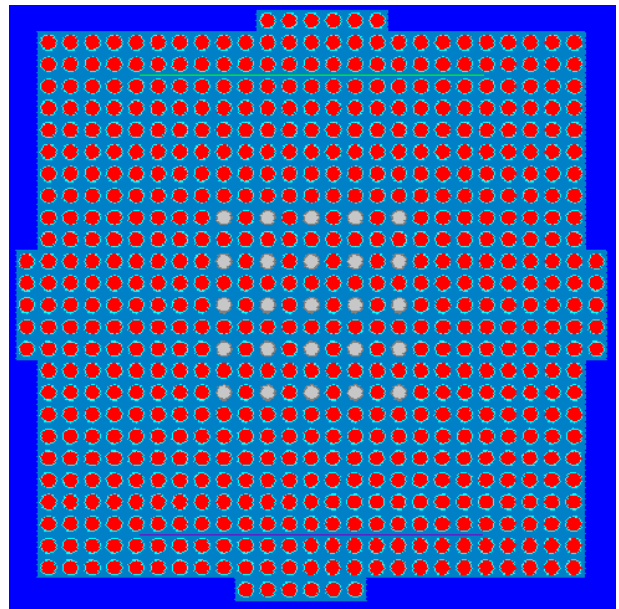
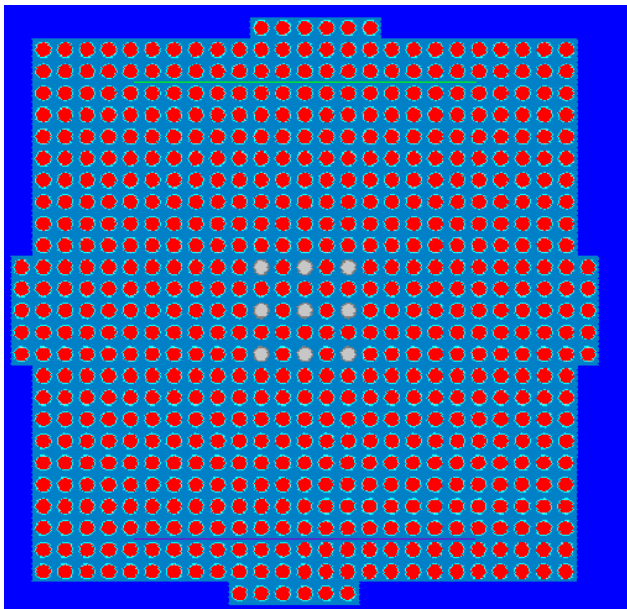
図参 4-2 解析(1)の臨界サーベイの結果 (2 of 4 配列)
(配列パターンは図参 5 参照)

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

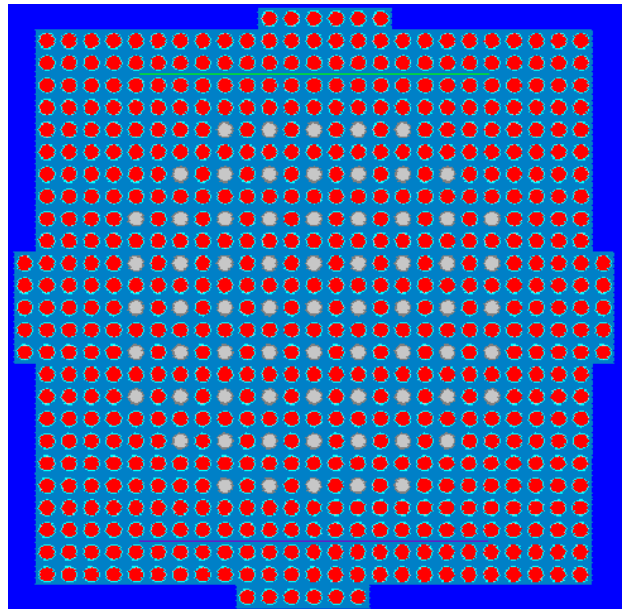
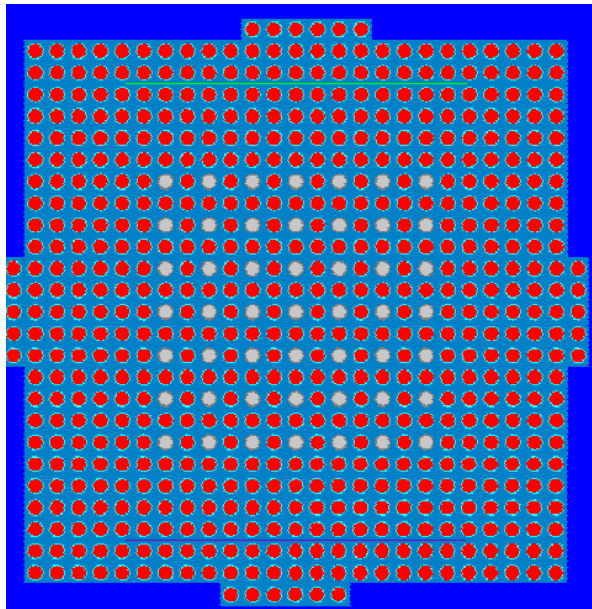


図参 4-3 解析(1)の臨界サーベイの結果 (4 of 4 配列)
(配列パターンは図参 5 参照)

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



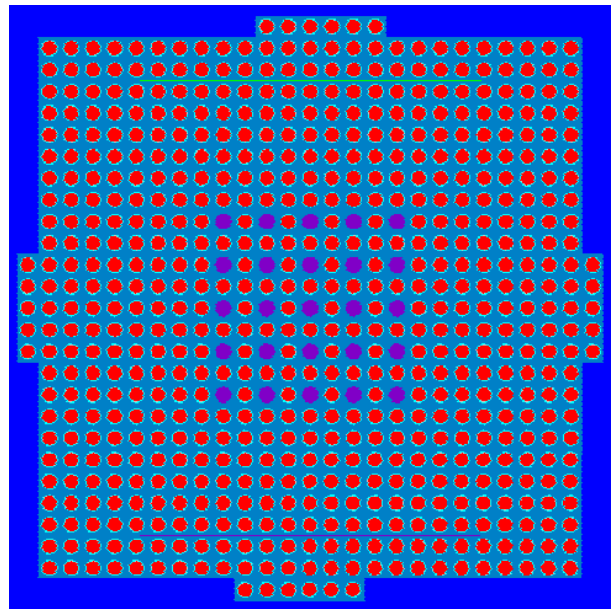
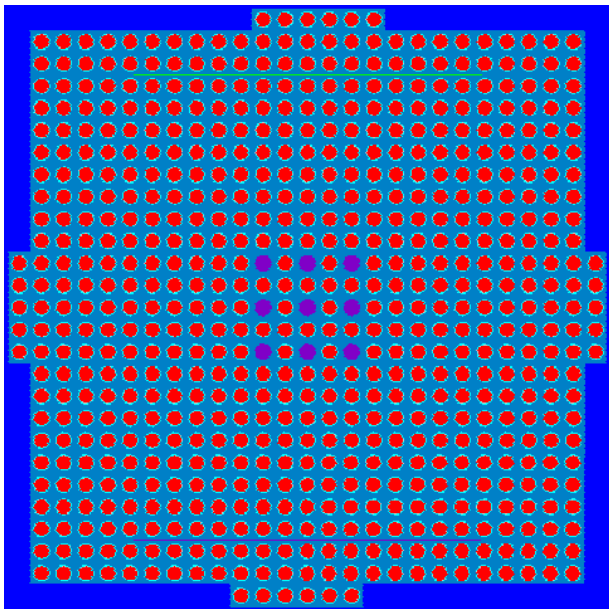
(左) コンクリート 9 本、棒状燃料 638 本、(右) コンクリート 25 本、棒状燃料 622 本



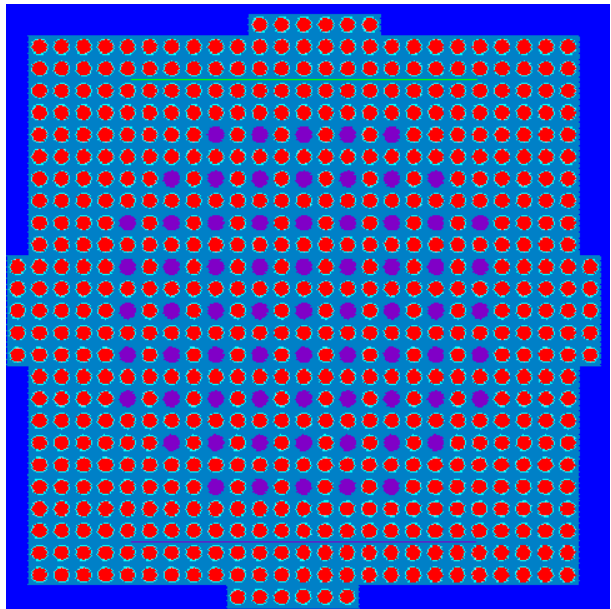
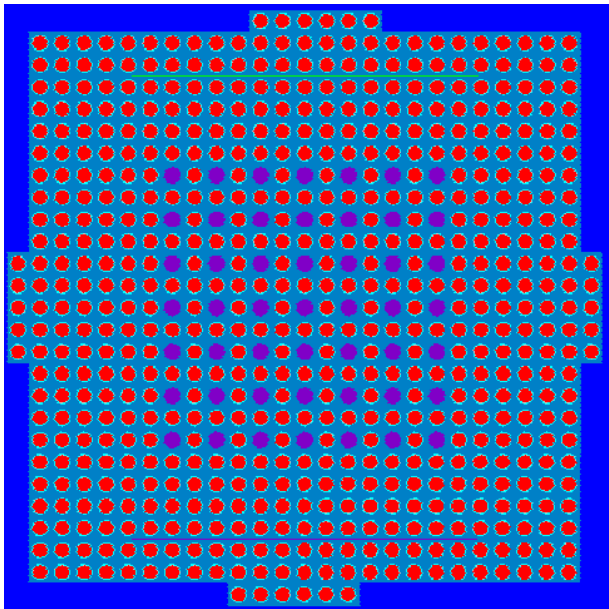
(左) コンクリート 49 本、棒状燃料 598 本、(右) コンクリート 69 本、棒状燃料 578 本

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)

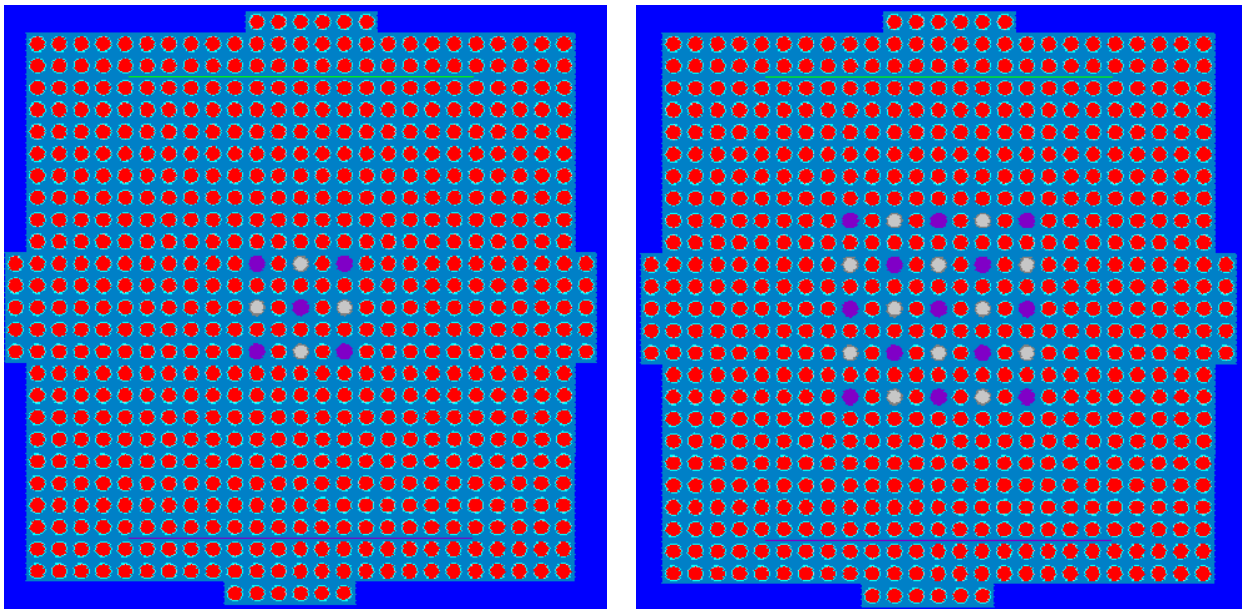


(左) 鉄9本、棒状燃料638本、(右) 鉄25本、棒状燃料622本

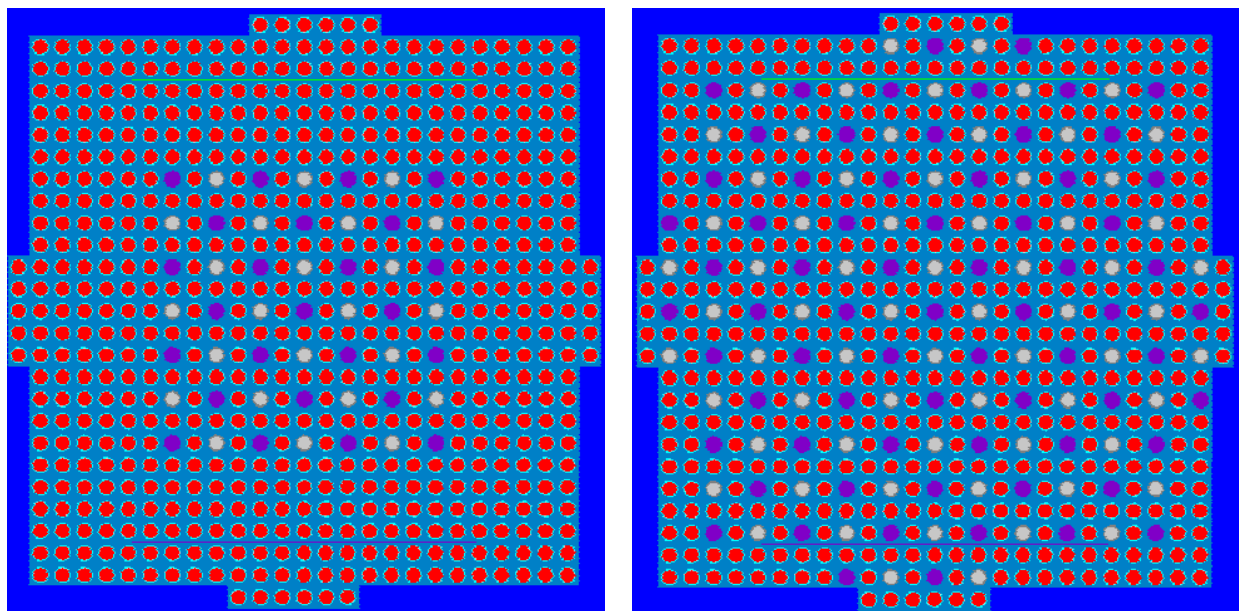


(左) 鉄49本、棒状燃料598本、(右) 鉄69本、棒状燃料578本

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)

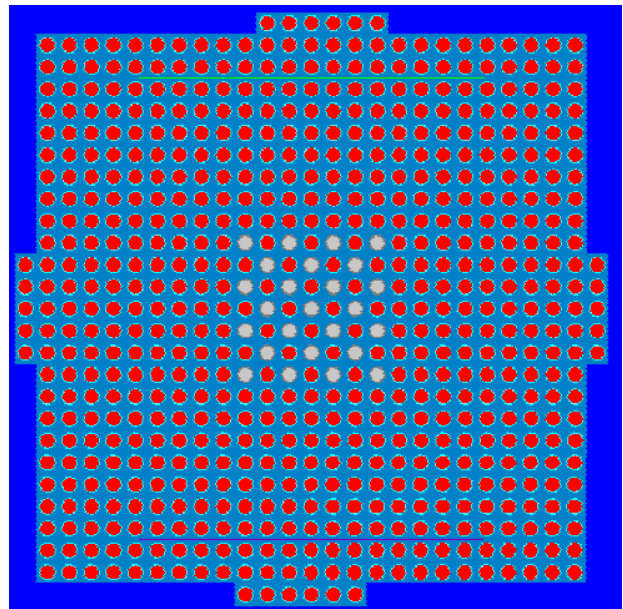
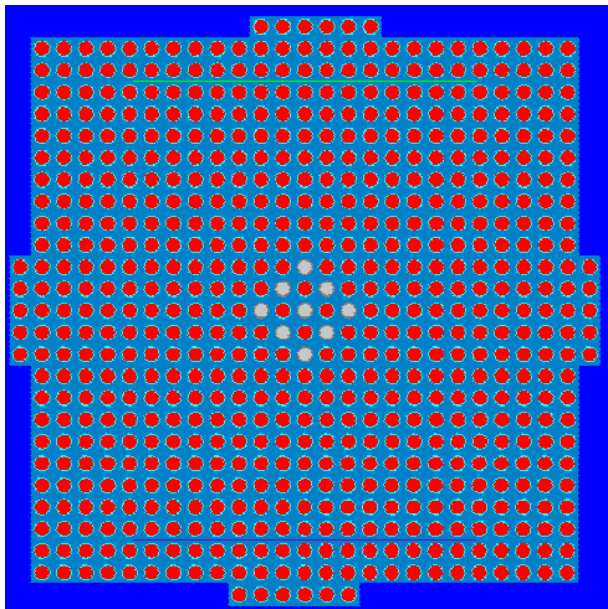


(左) コンクリート 4 本、鉄 5 本、棒状燃料 638 本、(右) コンクリート 12 本、鉄 13 本、棒状燃料 622 本

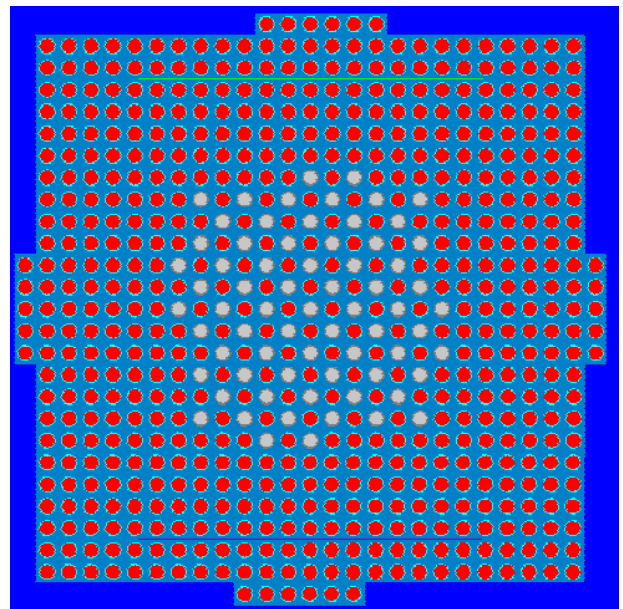
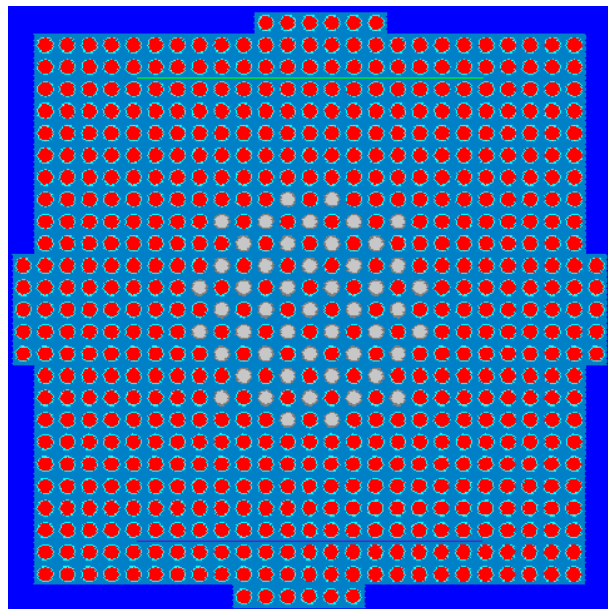


(左) コンクリート 24 本、鉄 25 本、棒状燃料 598 本、(右) コンクリート 68 本、鉄 69 本、棒状燃料 510 本

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)

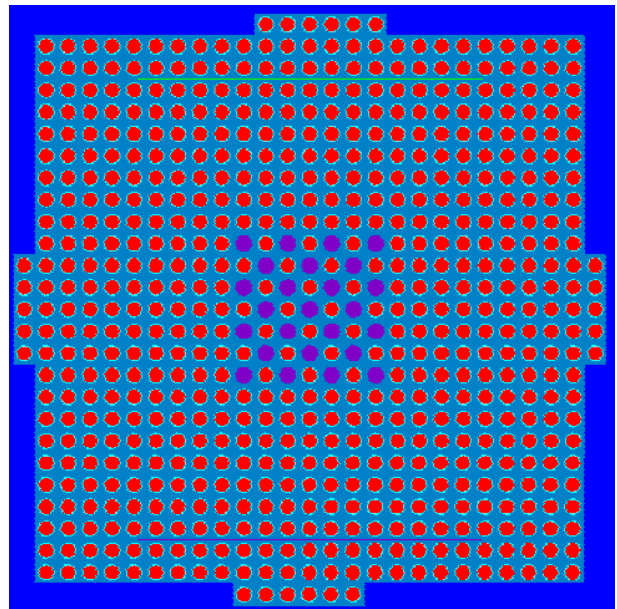
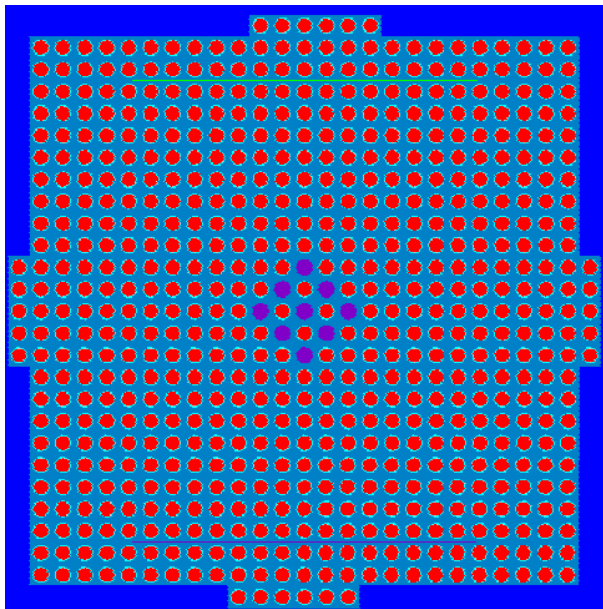


(左) コンクリート 9 本、棒状燃料 638 本、(右) コンクリート 25 本、棒状燃料 622 本

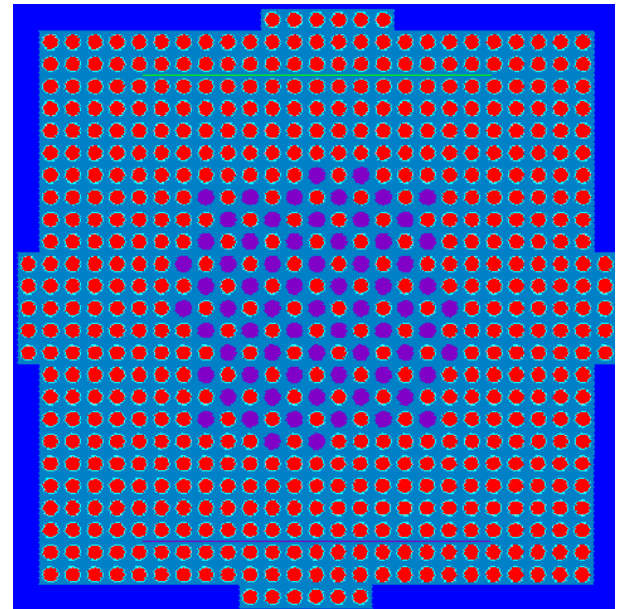
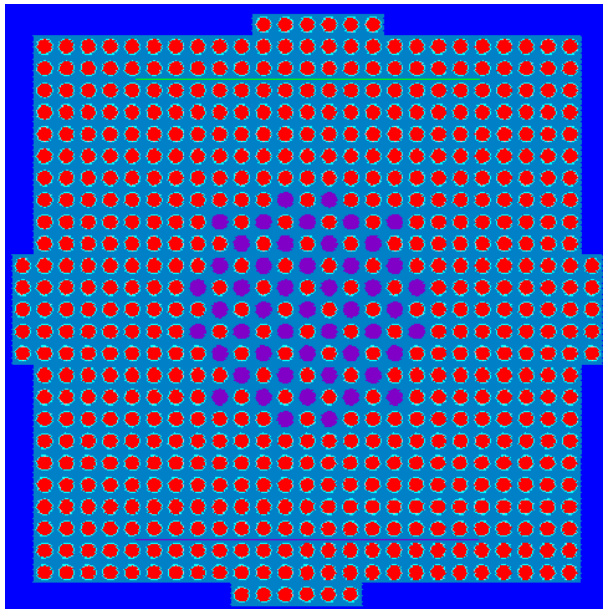


(左) コンクリート 49 本、棒状燃料 598 本、(右) コンクリート 69 本、棒状燃料 578 本

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)

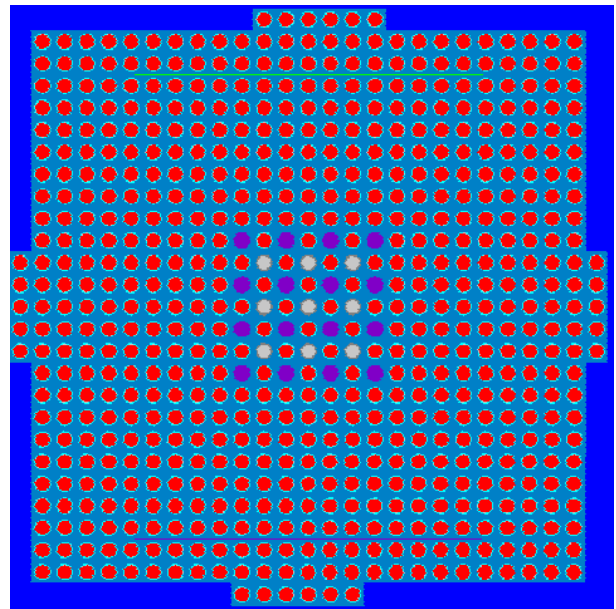
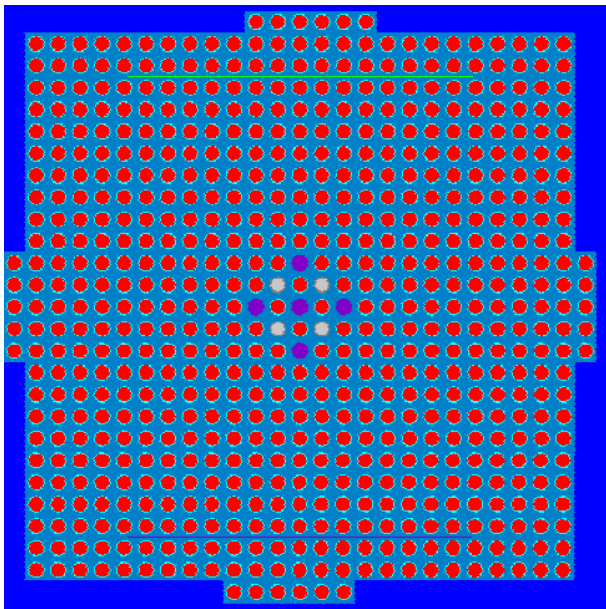


(左) 鉄9本、棒状燃料638本、(右) 鉄25本、棒状燃料622本

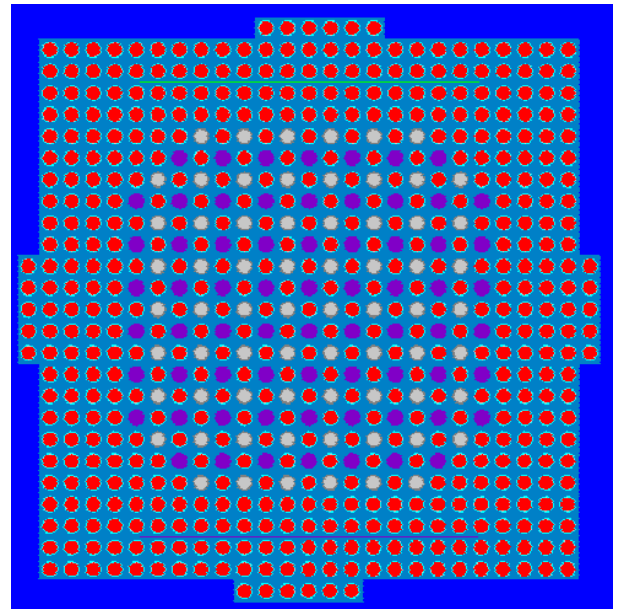
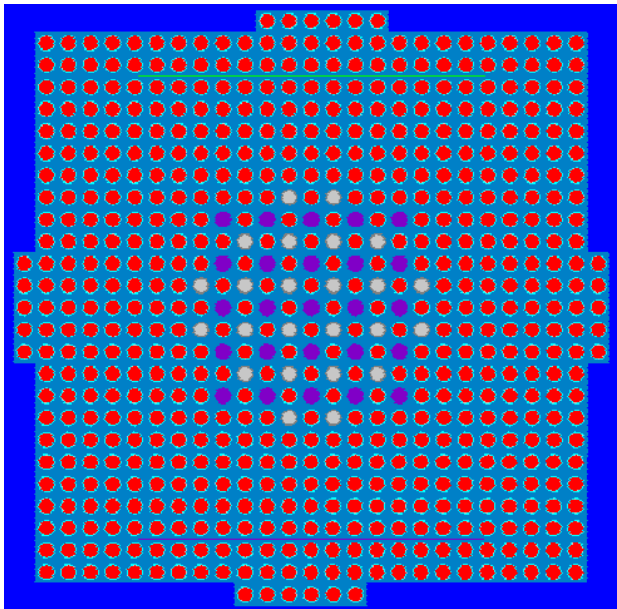


(左) 鉄49本、棒状燃料598本、(右) 鉄69本、棒状燃料578本

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)

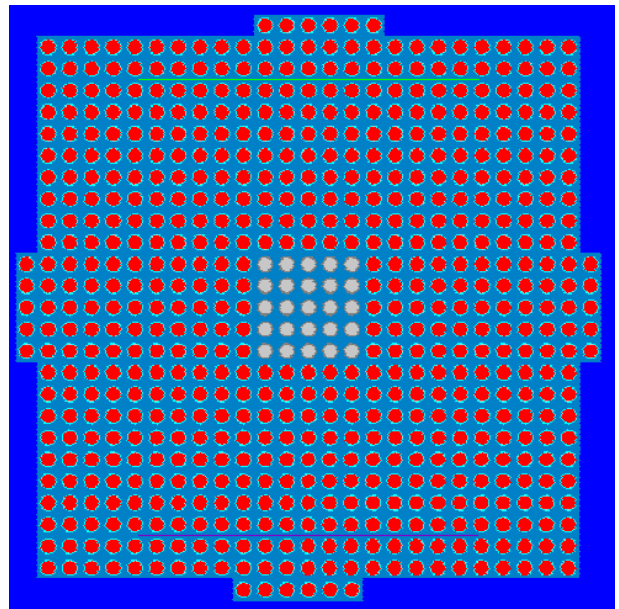
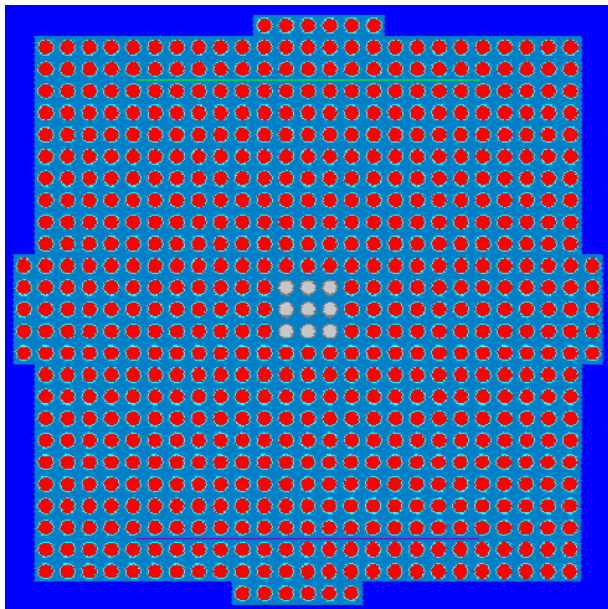


(左) コンクリート 4 本、鉄 5 本、棒状燃料 638 本、(右) コンクリート 9 本、鉄 16 本、棒状燃料 622 本

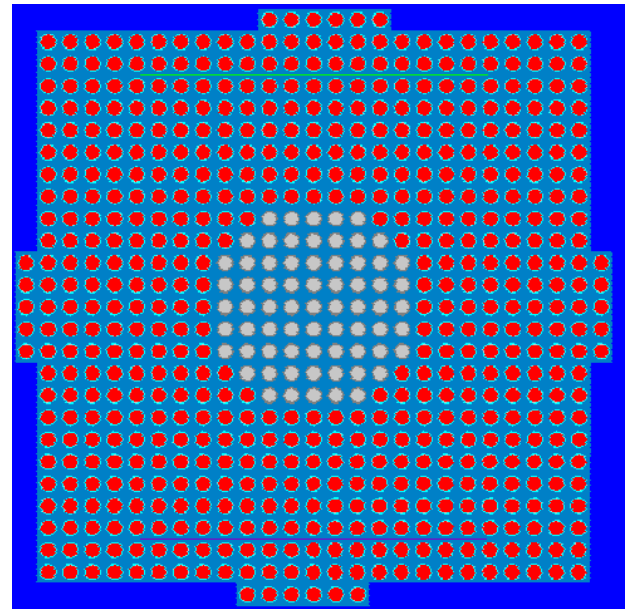
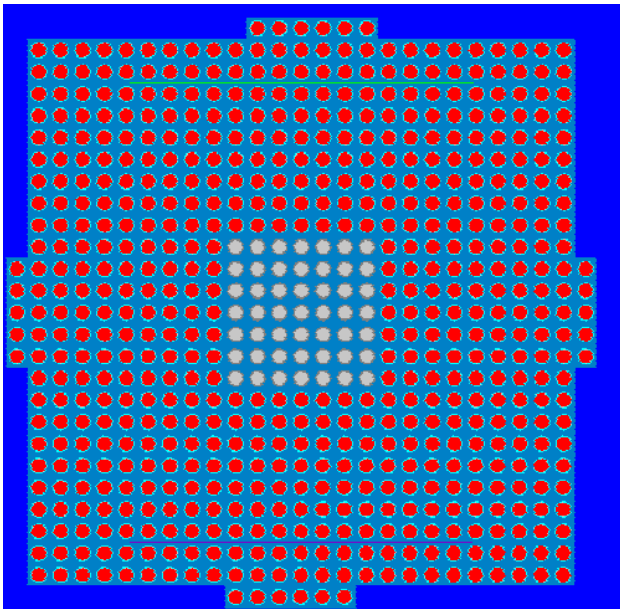


(左) コンクリート 24 本、鉄 25 本、棒状燃料 598 本、(右) コンクリート 68 本、鉄 68 本、棒状燃料 511 本

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)

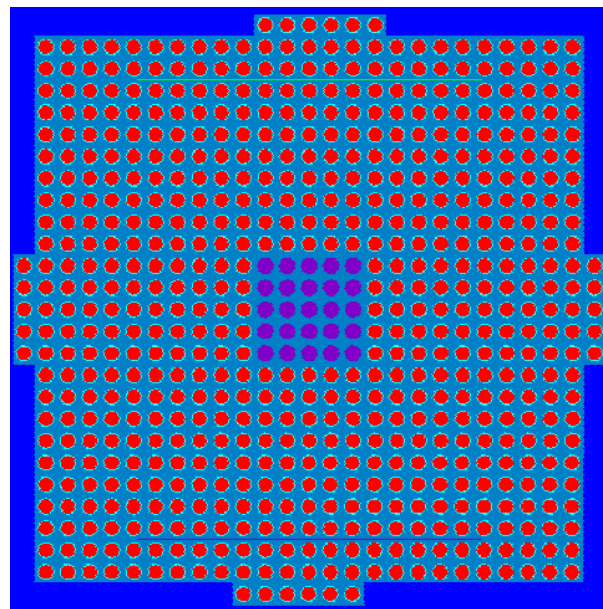
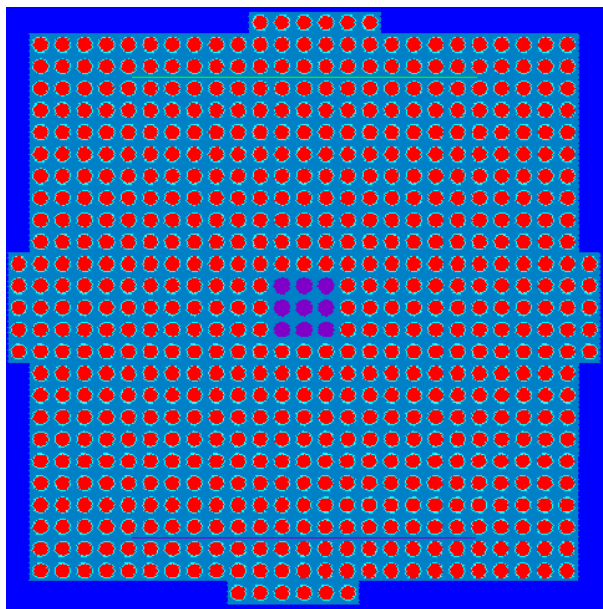


(左) コンクリート 9 本、棒状燃料 638 本、(右) コンクリート 25 本、棒状燃料 622 本

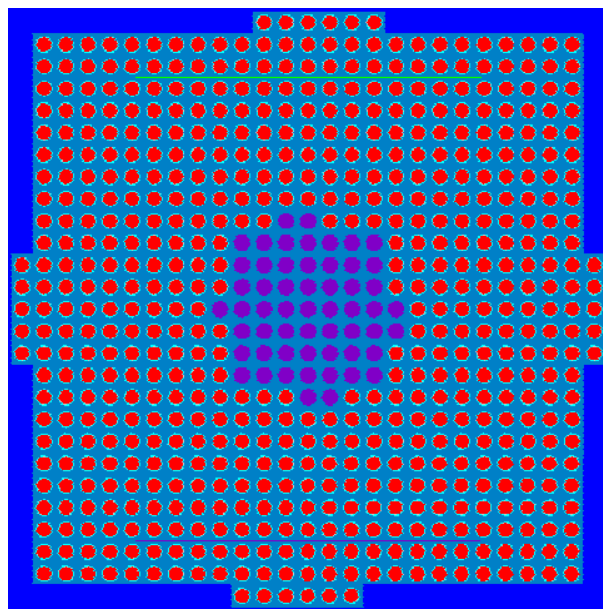
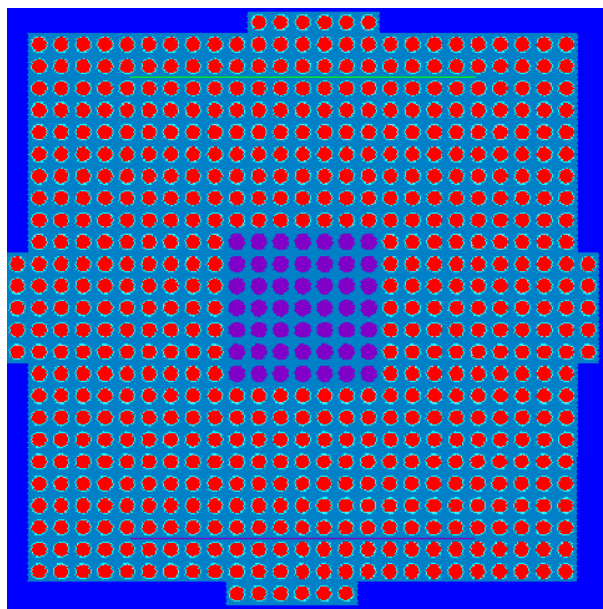


(左) コンクリート 49 本、棒状燃料 598 本、(右) コンクリート 69 本、棒状燃料 578 本

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)

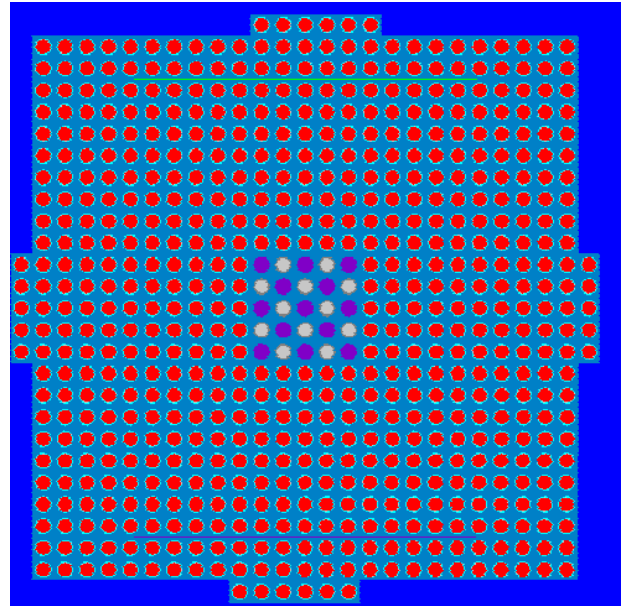
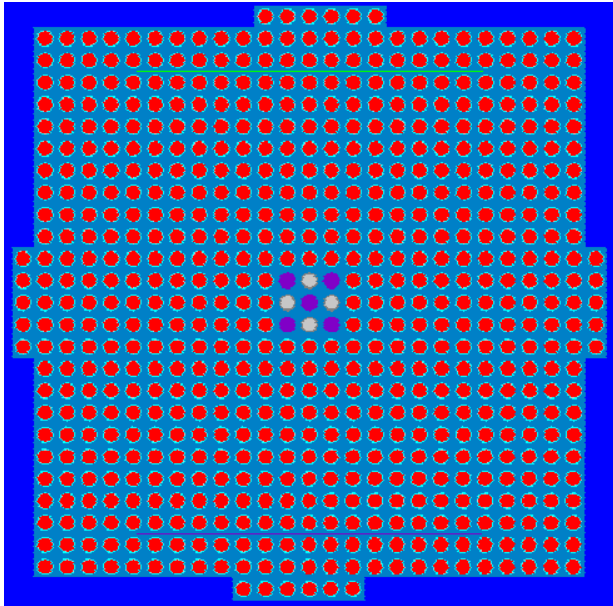


(左) 鉄 9 本、棒状燃料 638 本、(右) 鉄 25 本、棒状燃料 622 本

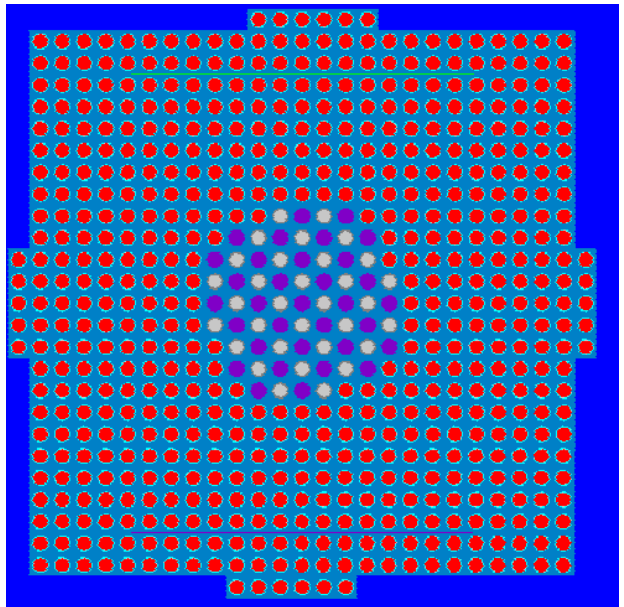
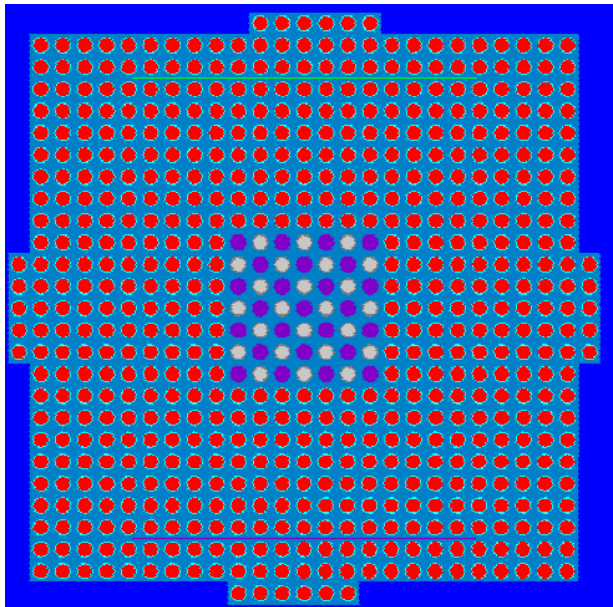


(左) 鉄 49 本、棒状燃料 598 本、(右) 鉄 56 本、棒状燃料 591 本

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)

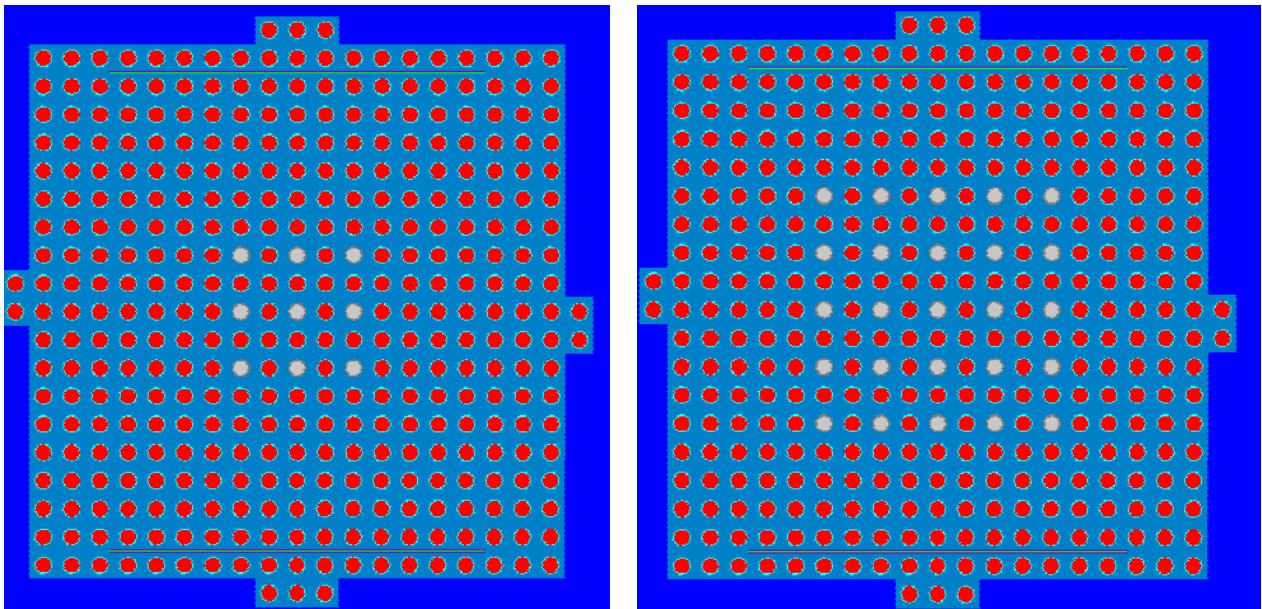


(左) コンクリート 4 本、鉄 5 本、棒状燃料 638 本、(右) コンクリート 12 本、鉄 13 本、棒状燃料 622 本

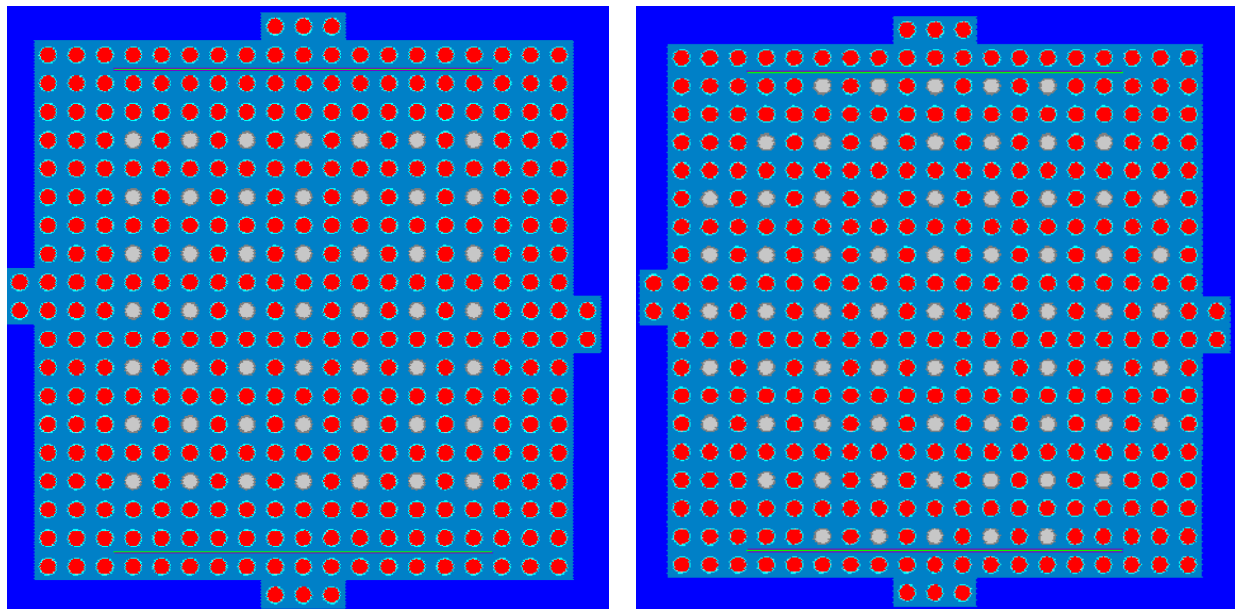


(左) コンクリート 24 本、鉄 25 本、棒状燃料 598 本、(右) コンクリート 32 本、鉄 33 本、棒状燃料 582 本

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)

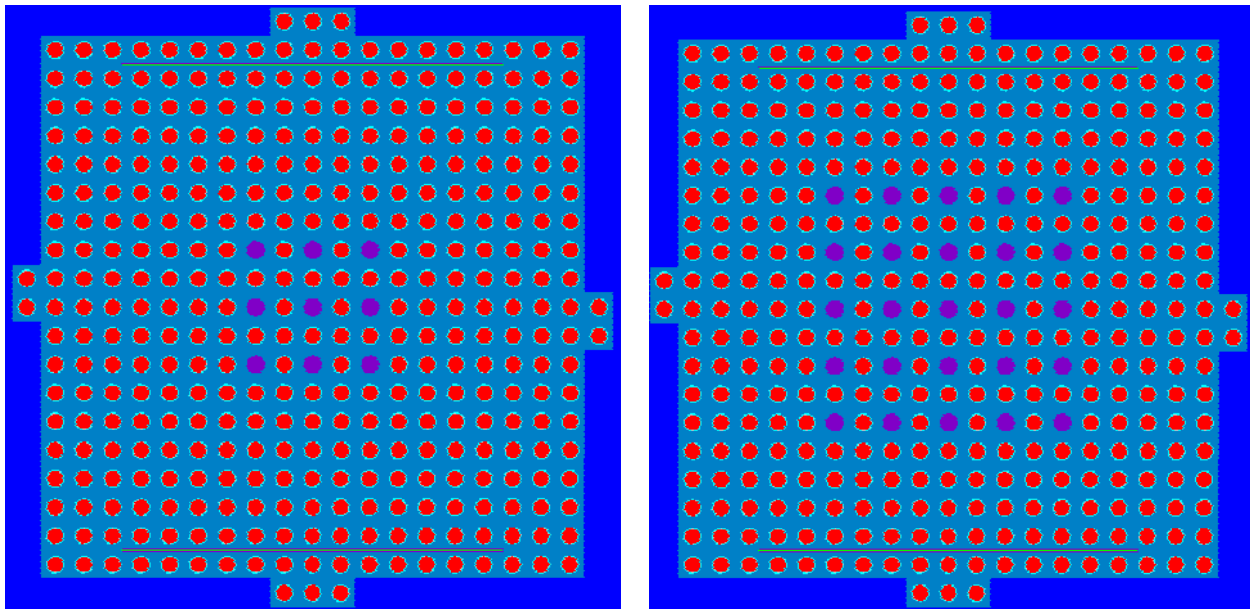


(左) コンクリート 9 本、棒状燃料 362 本、(右) コンクリート 25 本、棒状燃料 346 本

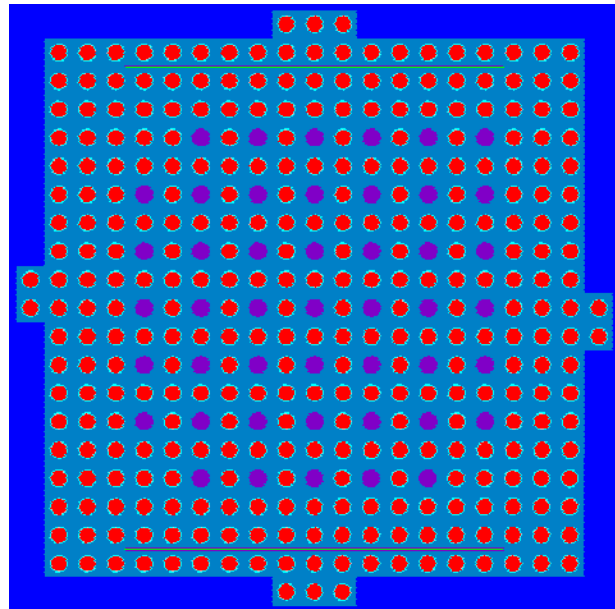


(左) コンクリート 49 本、棒状燃料 322 本、(右) コンクリート 69 本、棒状燃料 302 本

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)

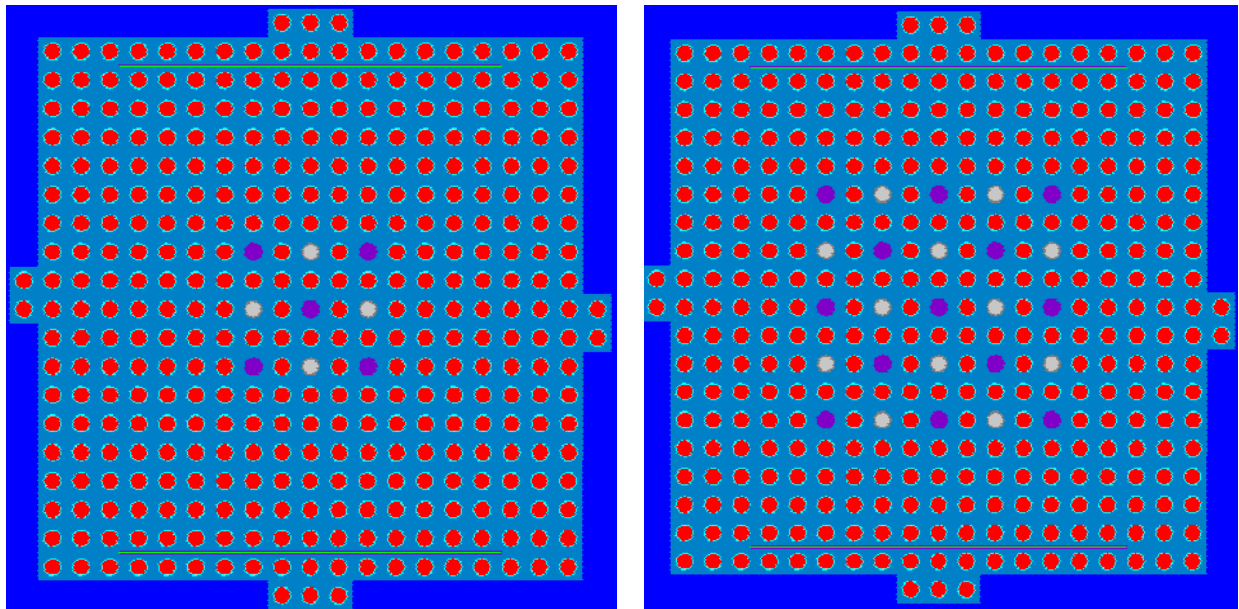


(左) 鉄 9 本、棒状燃料 362 本、(右) 鉄 25 本、棒状燃料 346 本

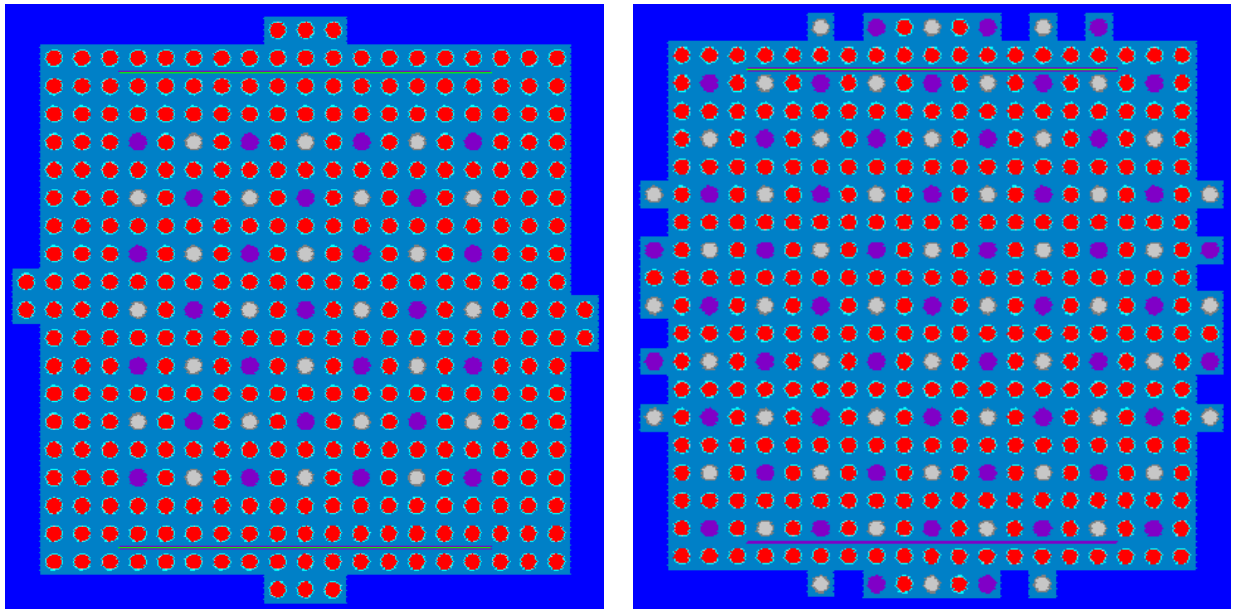


鉄 46 本、棒状燃料 325 本

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)

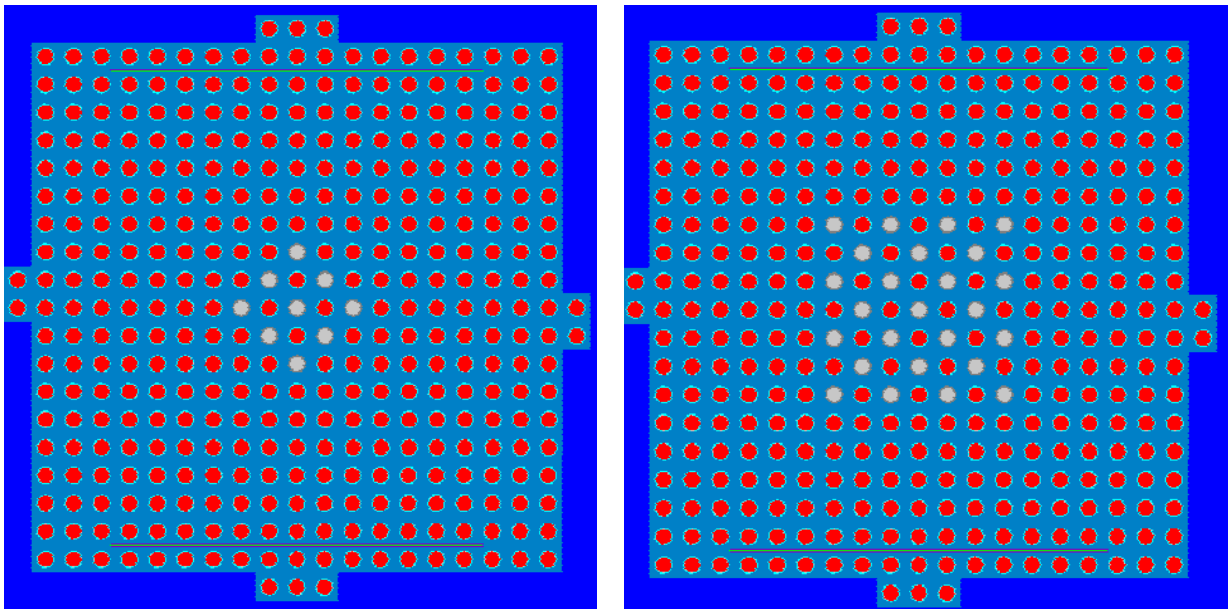


(左) コンクリート 4 本、鉄 5 本、棒状燃料 362 本、(右) コンクリート 12 本、鉄 13 本、棒状燃料 346 本

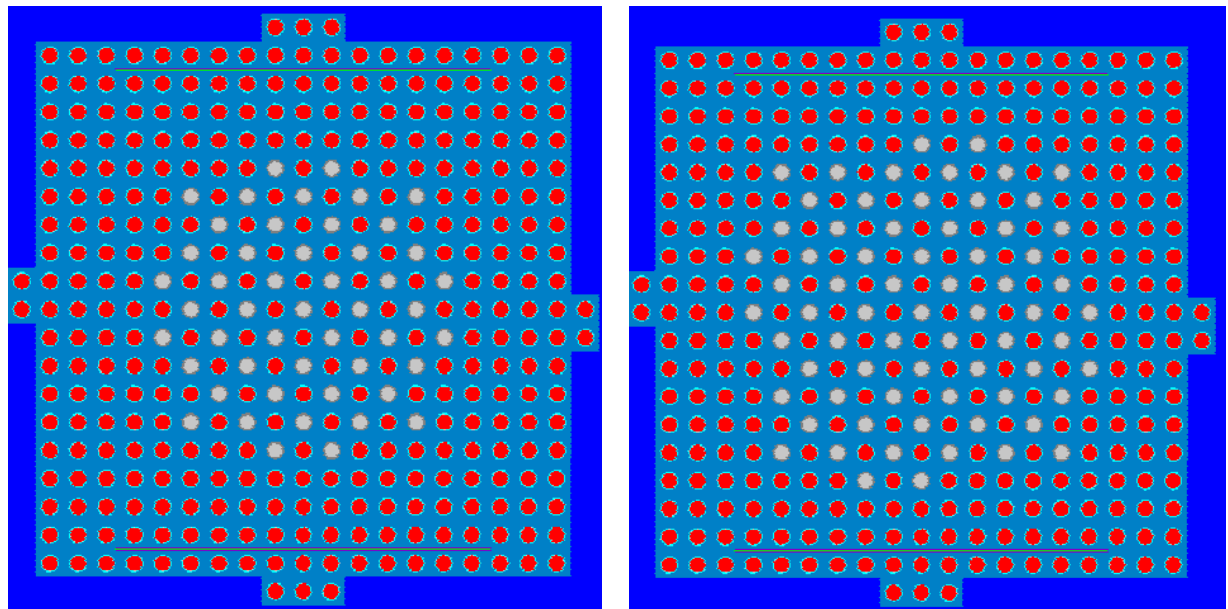


(左) コンクリート 24 本、鉄 25 本、棒状燃料 322 本、(右) コンクリート 52 本、鉄 50 本、棒状燃料 269 本

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)

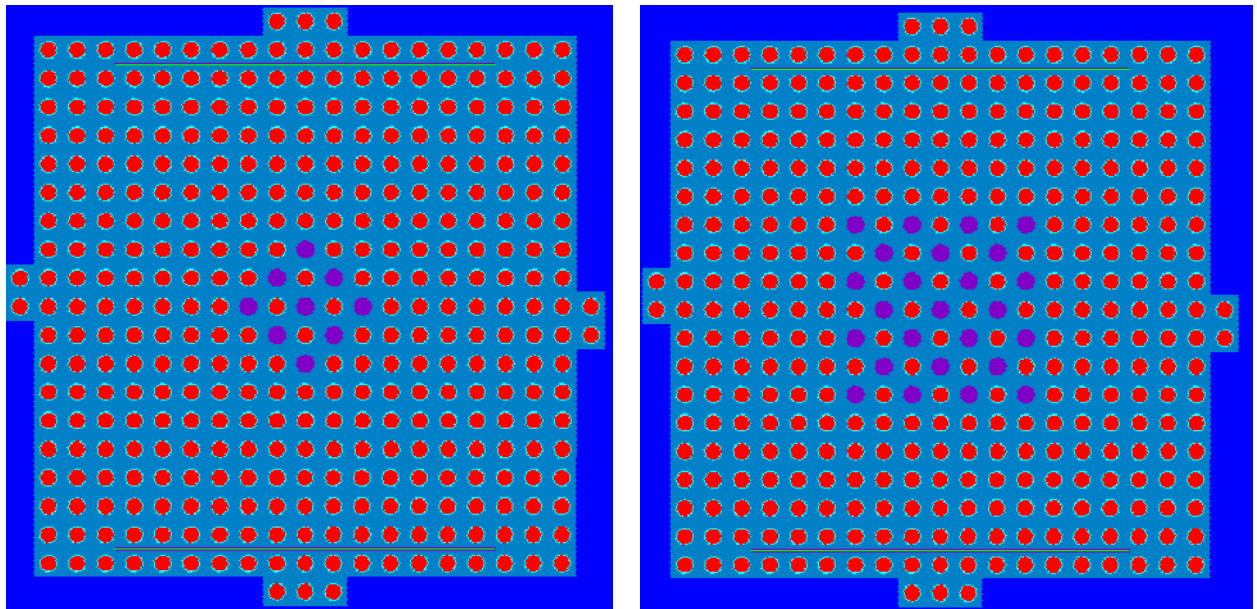


(左) コンクリート 9 本、棒状燃料 362 本、(右) コンクリート 25 本、棒状燃料 346 本

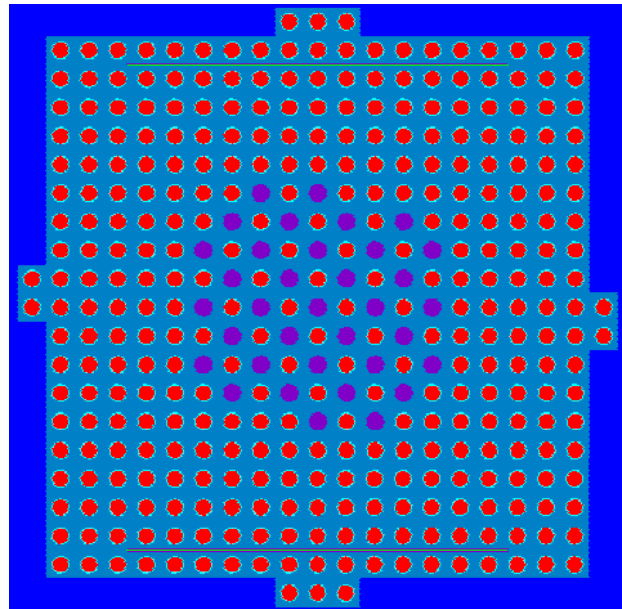


(左) コンクリート 49 本、棒状燃料 322 本、(右) コンクリート 69 本、棒状燃料 302 本

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)

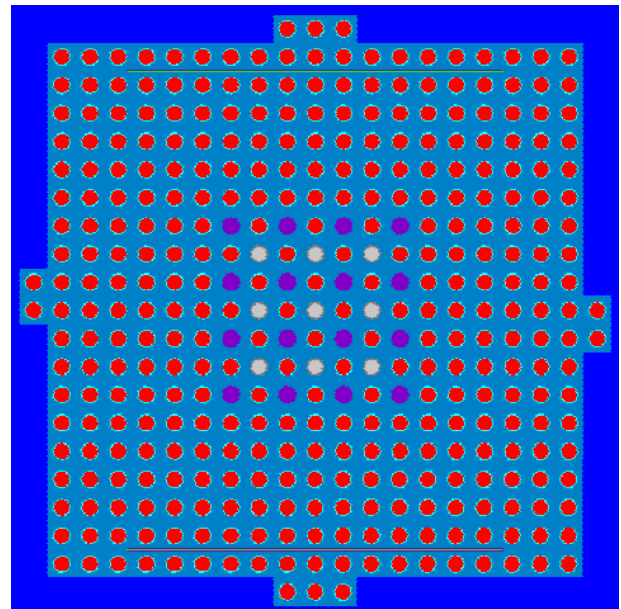
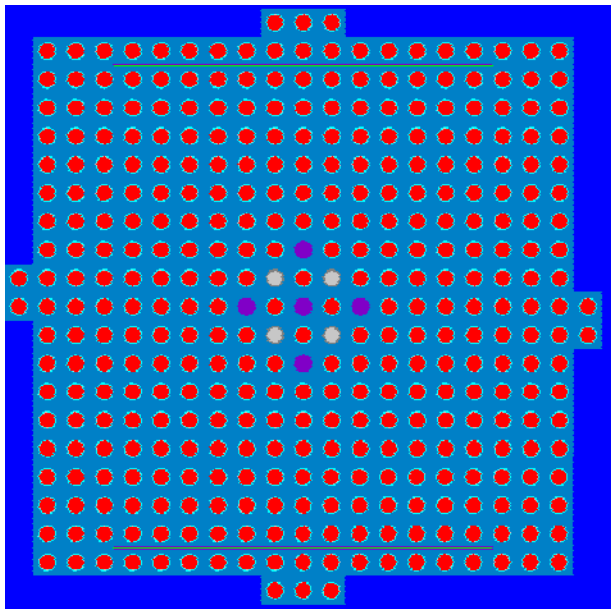


(左) 鉄 9 本、棒状燃料 362 本、(右) 鉄 25 本、棒状燃料 346 本

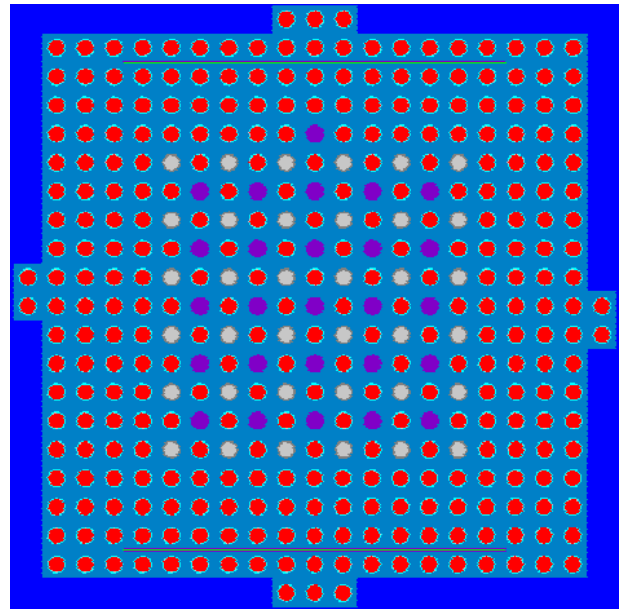
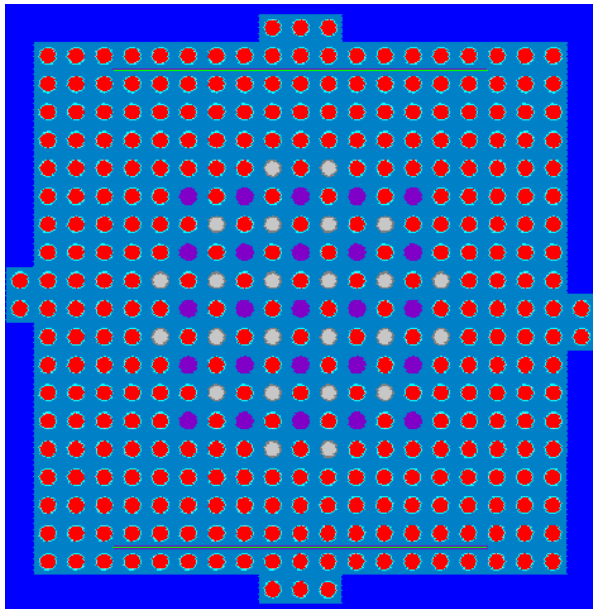


鉄 35 本、棒状燃料 336 本

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)

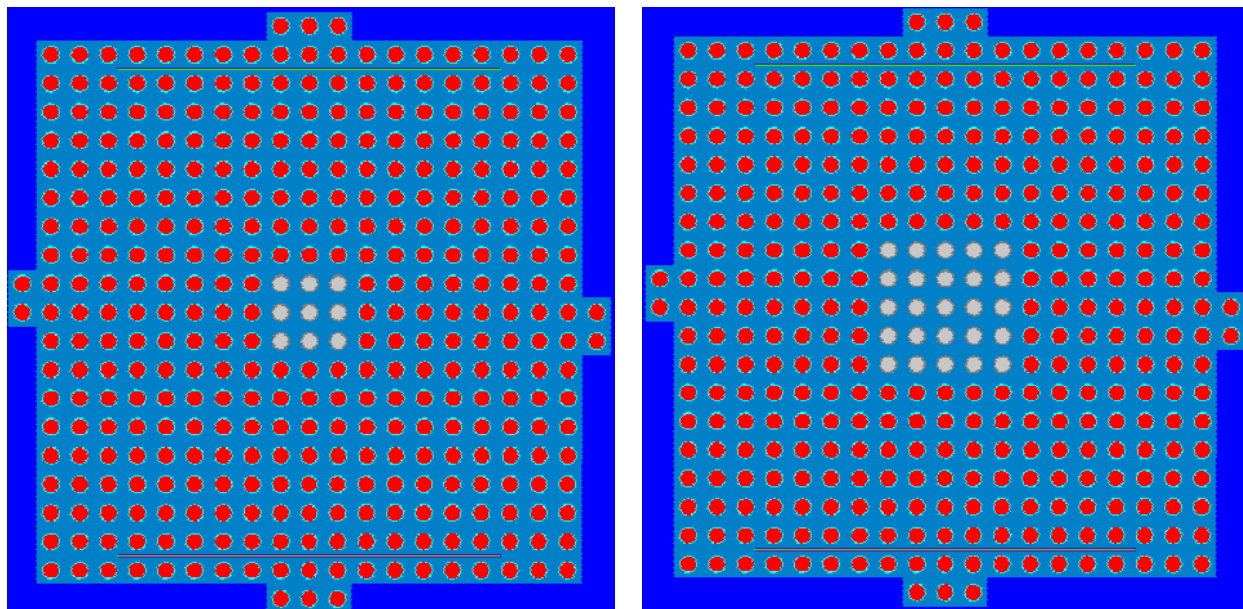


(左) コンクリート 4 本、鉄 5 本、棒状燃料 362 本、(右) コンクリート 9 本、鉄 16 本、棒状燃料 346 本

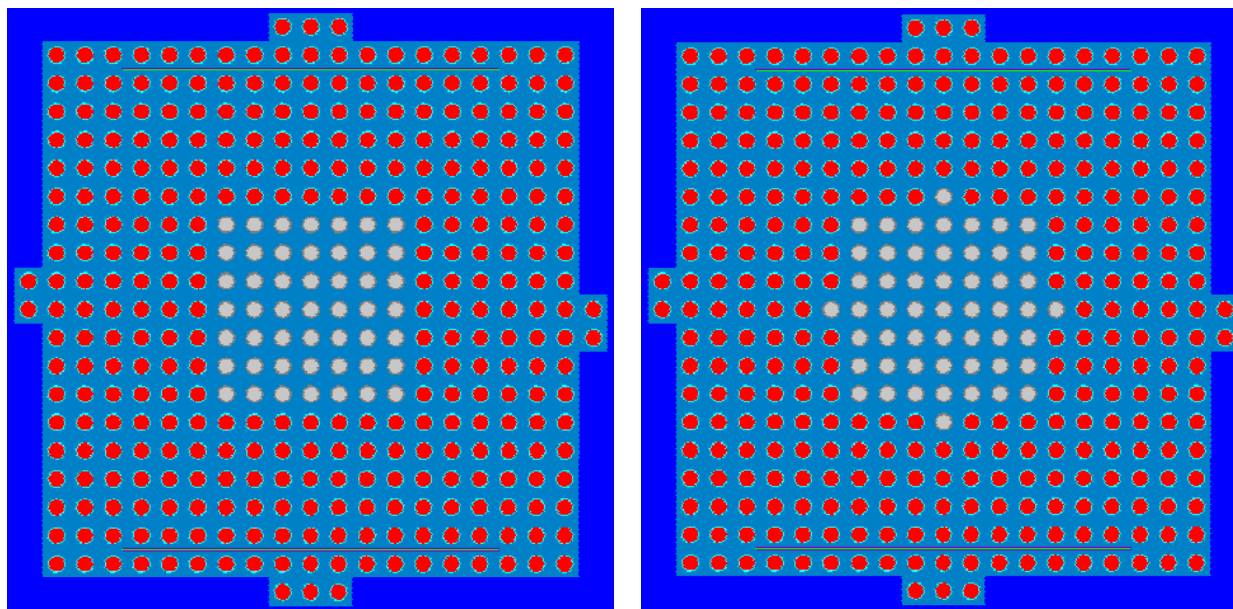


(左) コンクリート 24 本、鉄 25 本、棒状燃料 322 本、(右) コンクリート 36 本、鉄 26 本、棒状燃料 309 本

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)

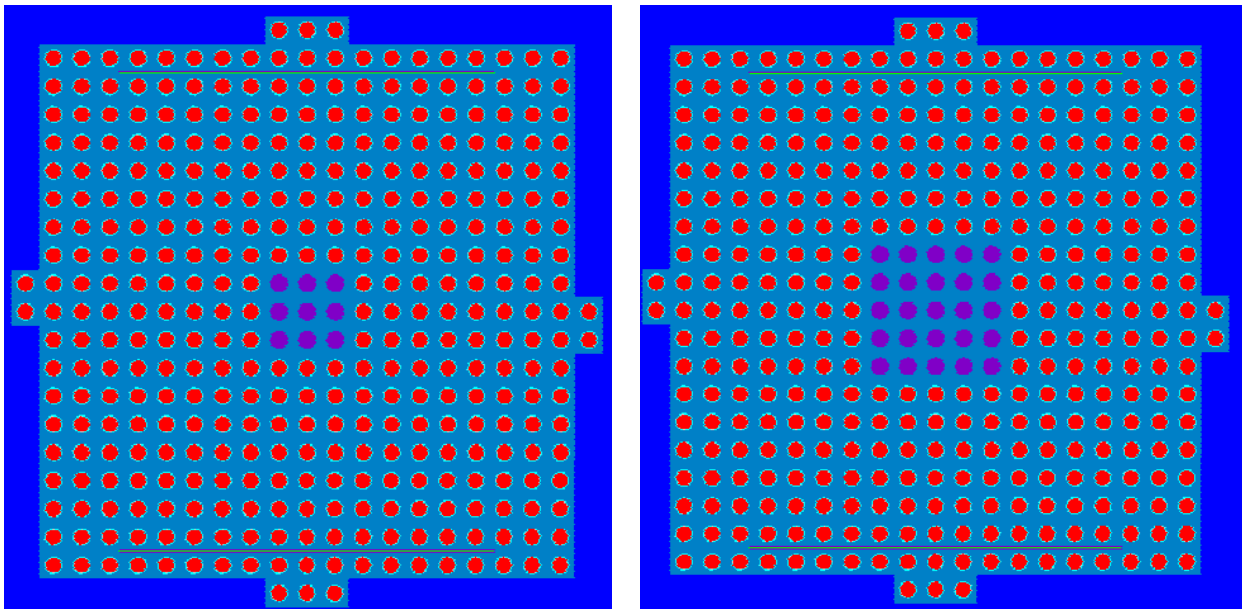


(左) コンクリート 9 本、棒状燃料 362 本、(右) コンクリート 25 本、棒状燃料 346 本

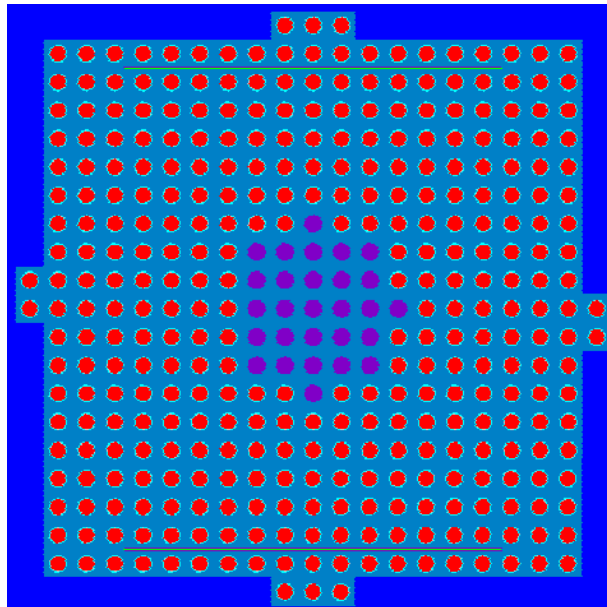


(左) コンクリート 49 本、棒状燃料 322 本、(右) コンクリート 53 本、棒状燃料 318 本

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)

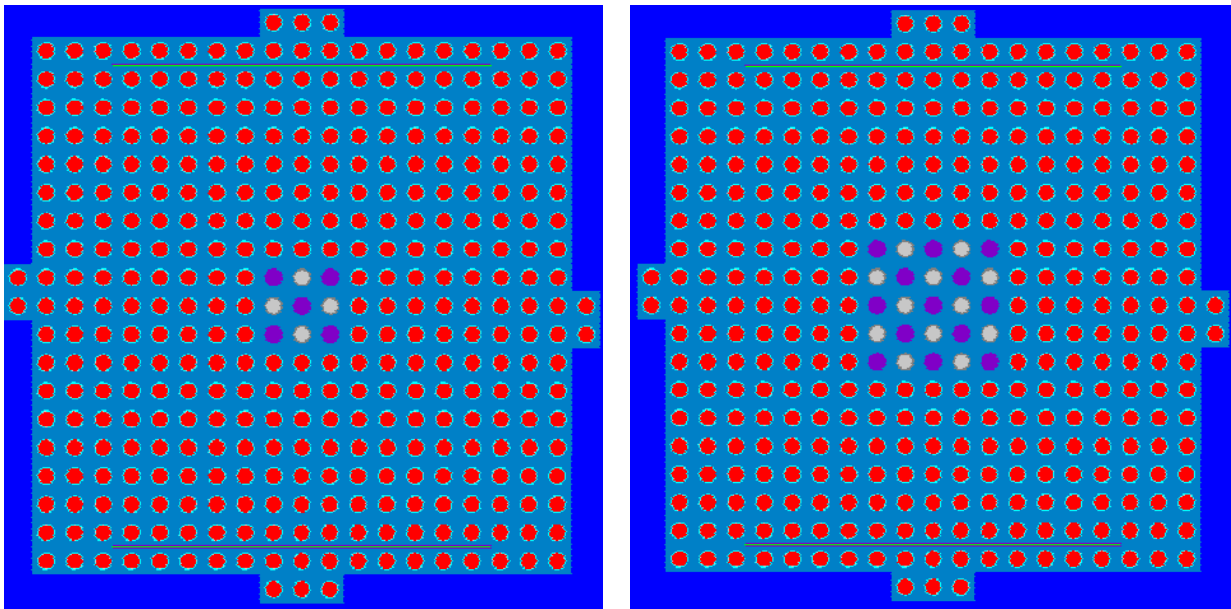


(左) 鉄 9 本、棒状燃料 362 本、(右) 鉄 25 本、棒状燃料 346 本

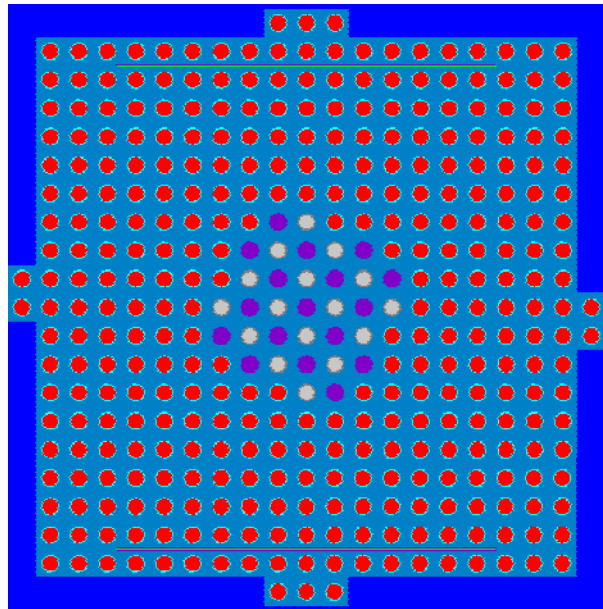


鉄 28 本、棒状燃料 343 本

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)

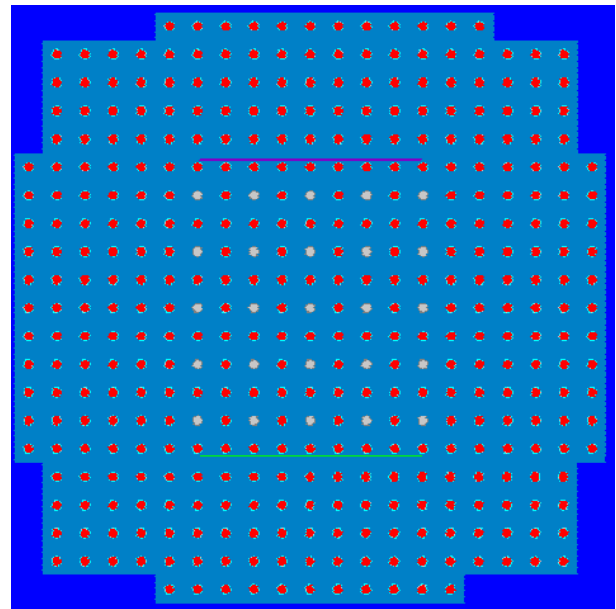
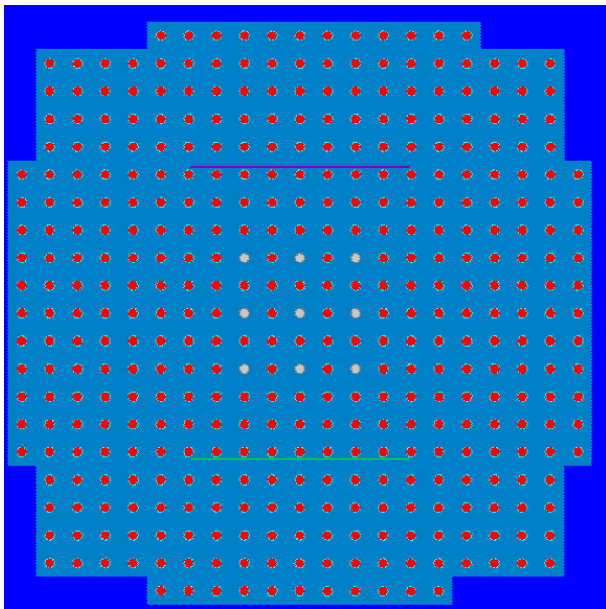


(左) コンクリート 4 本、鉄 5 本、棒状燃料 362 本、(右) コンクリート 12 本、鉄 13 本、棒状燃料 346 本

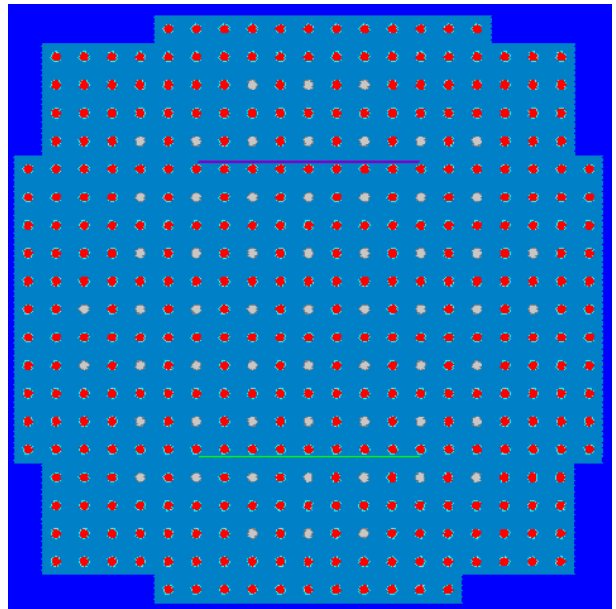
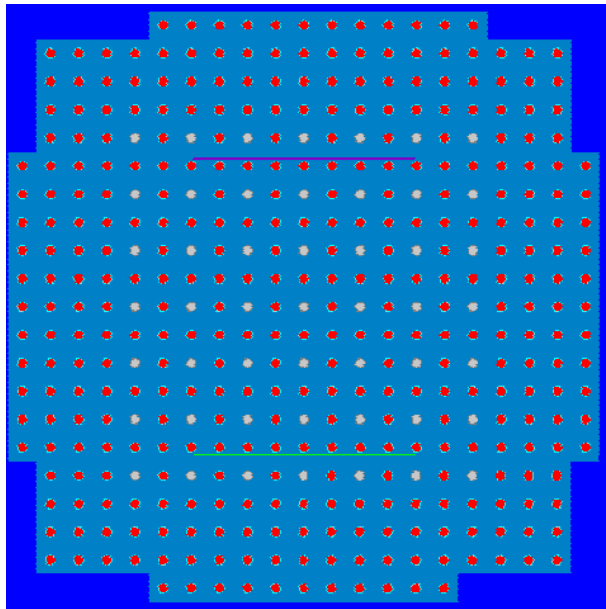


コンクリート 16 本、鉄 17 本、棒状燃料 338 本

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

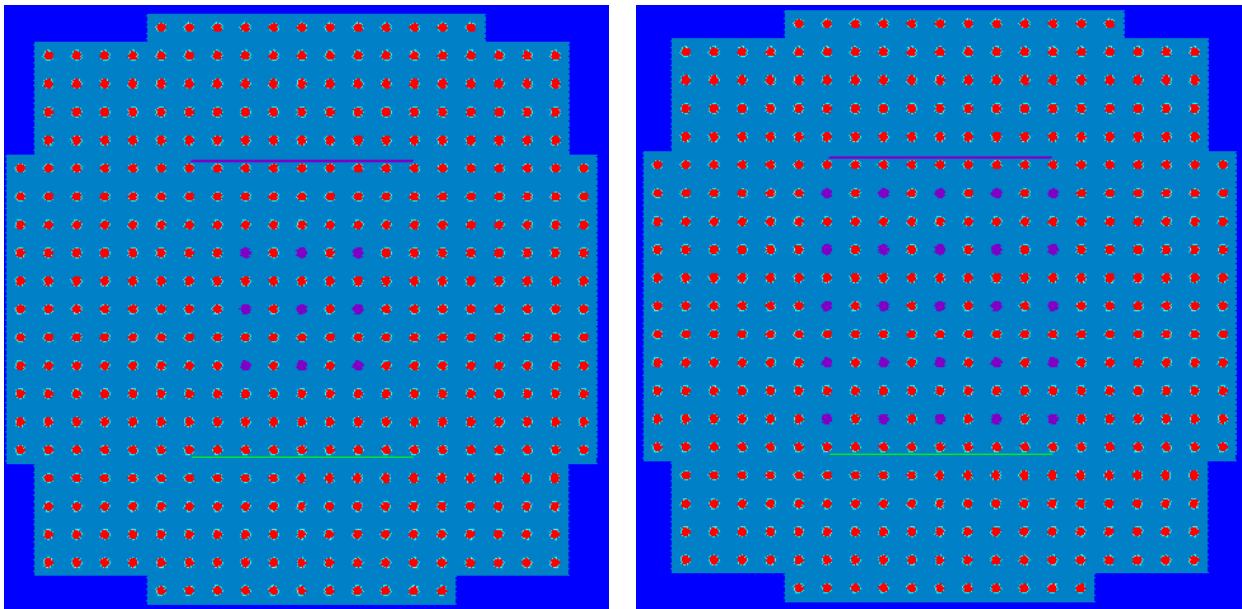


(左) コンクリート 49 本、棒状燃料 357 本、(右) コンクリート 59 本、棒状燃料 347 本

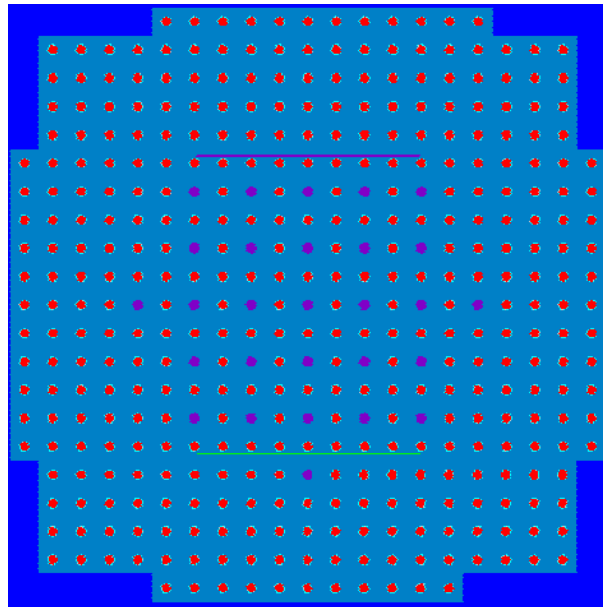
図参 5-19 デブリ構造材模擬体（コンクリート）配列パターン（格子間隔 2.54cm、1 of 4 配列）

（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

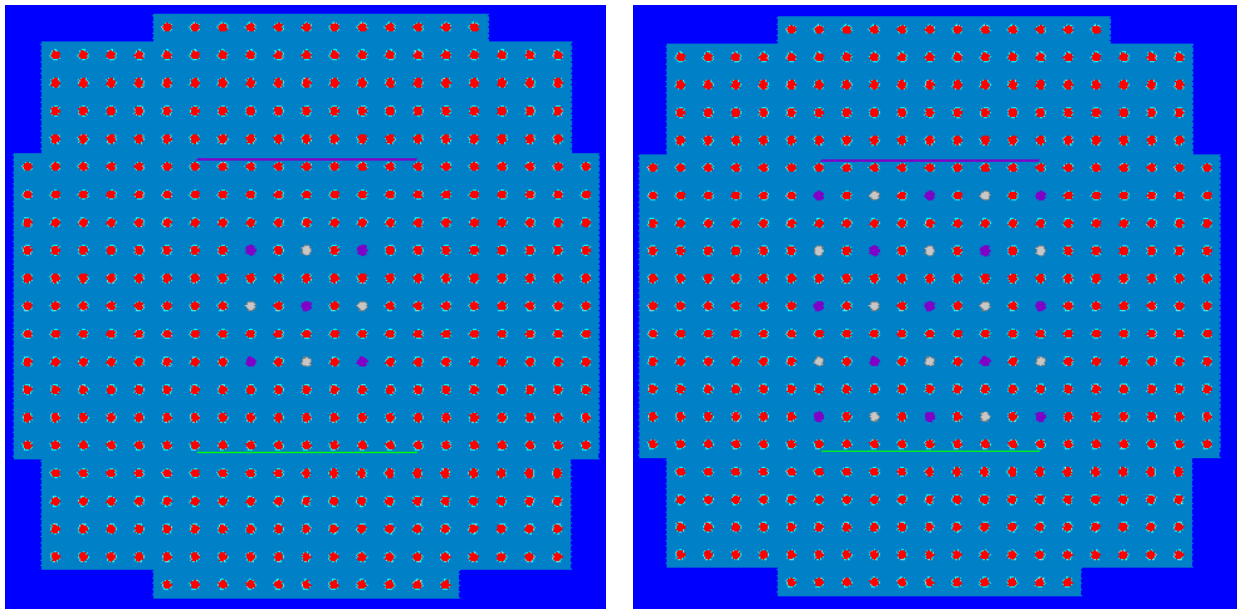


鉄 28 本、棒状燃料 378 本

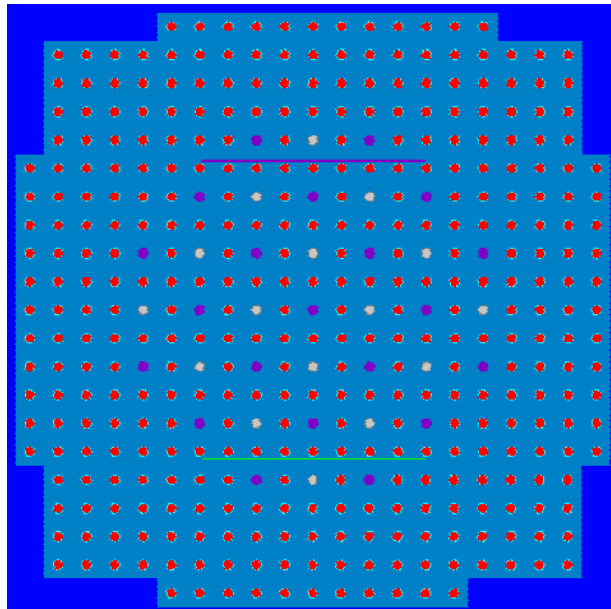
図参 5-20 デブリ構造材模擬体 (鉄) 配列パターン (格子間隔 2.54cm、1 of 4 配列)

(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

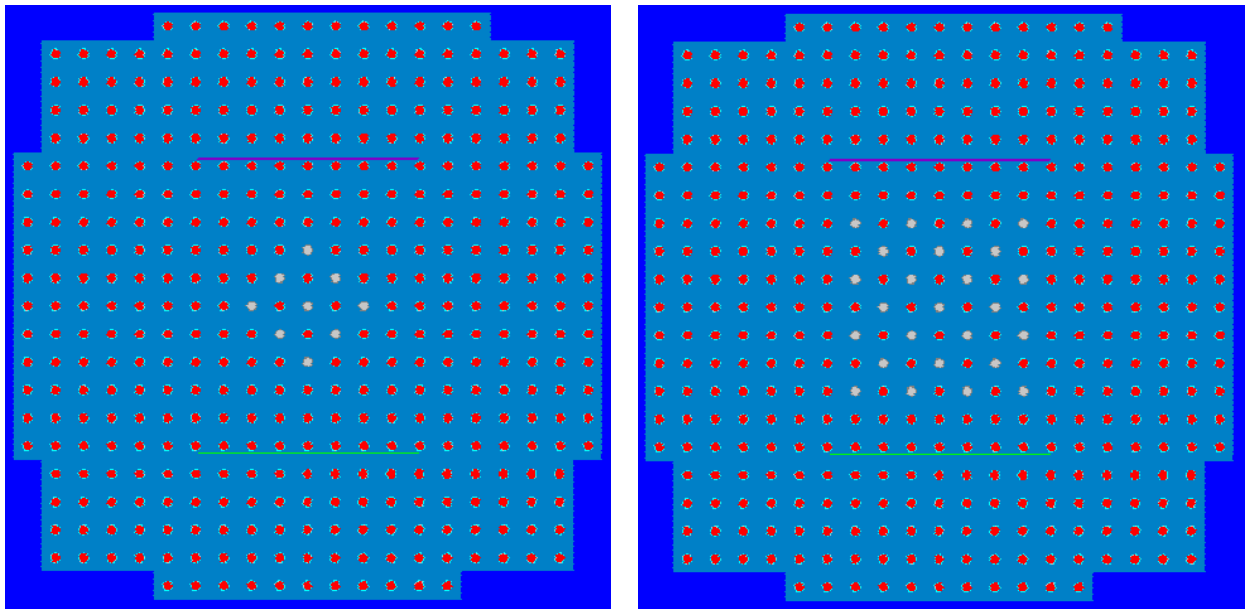


コンクリート 16 本、鉄 21 本、棒状燃料 369 本

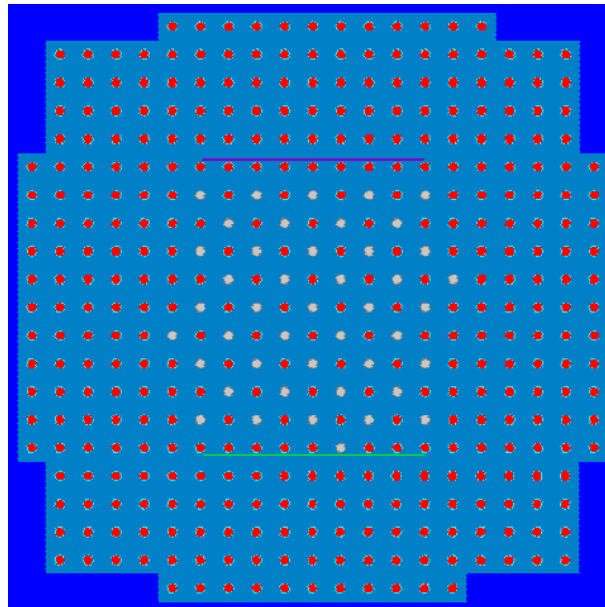
図参 5-21 デブリ構造材模擬体 (コンクリート+鉄) 配列パターン (格子間隔 2.54cm、1 of 4 配列)

(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

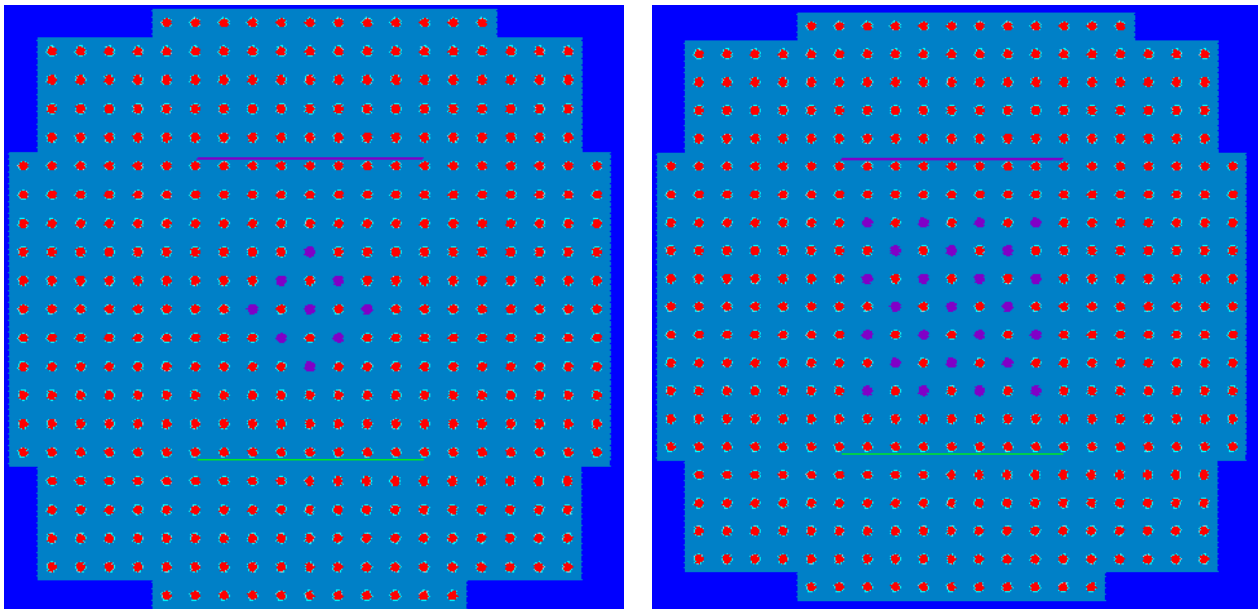


コンクリート 44 本、棒状燃料 362 本

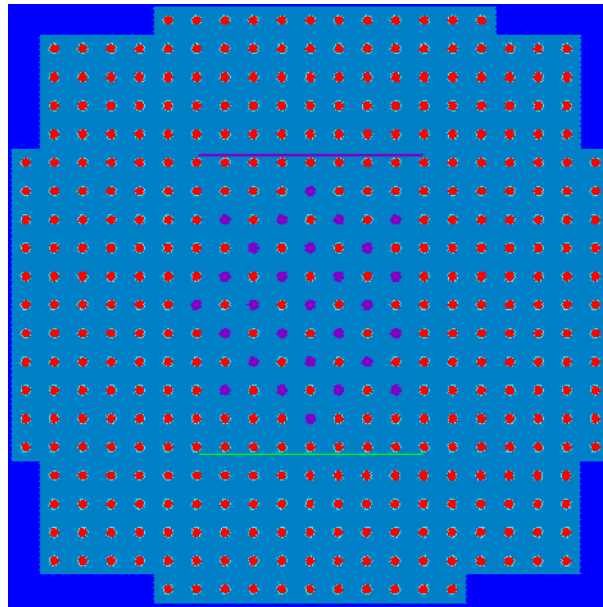
図参 5-22 デブリ構造材模擬体（コンクリート）配列パターン（格子間隔 2.54cm、2 of 4 配列）

（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

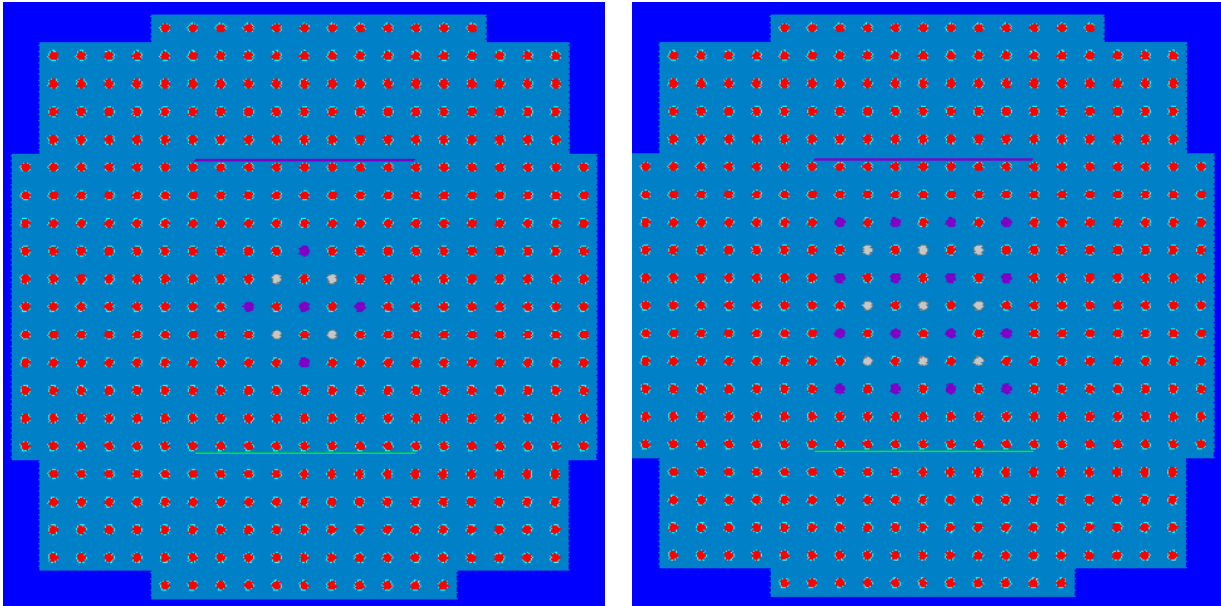


鉄 28 本、棒状燃料 378 本

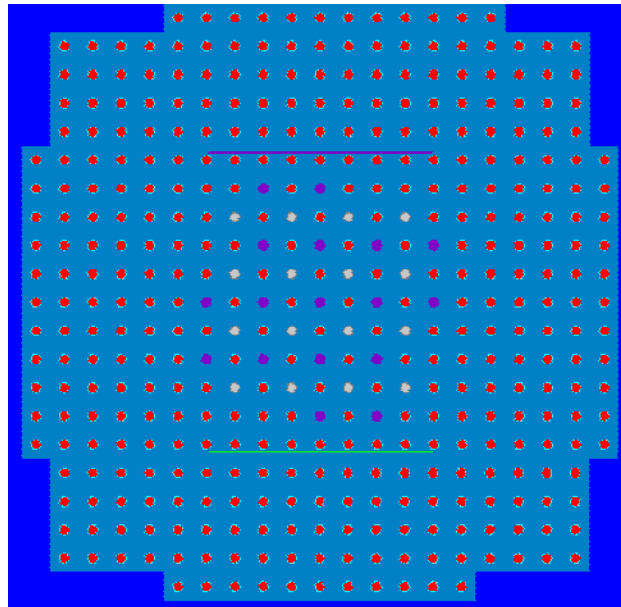
図参 5-23 デブリ構造材模擬体 (鉄) 配列パターン (格子間隔 2.54cm、2 of 4 配列)

(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

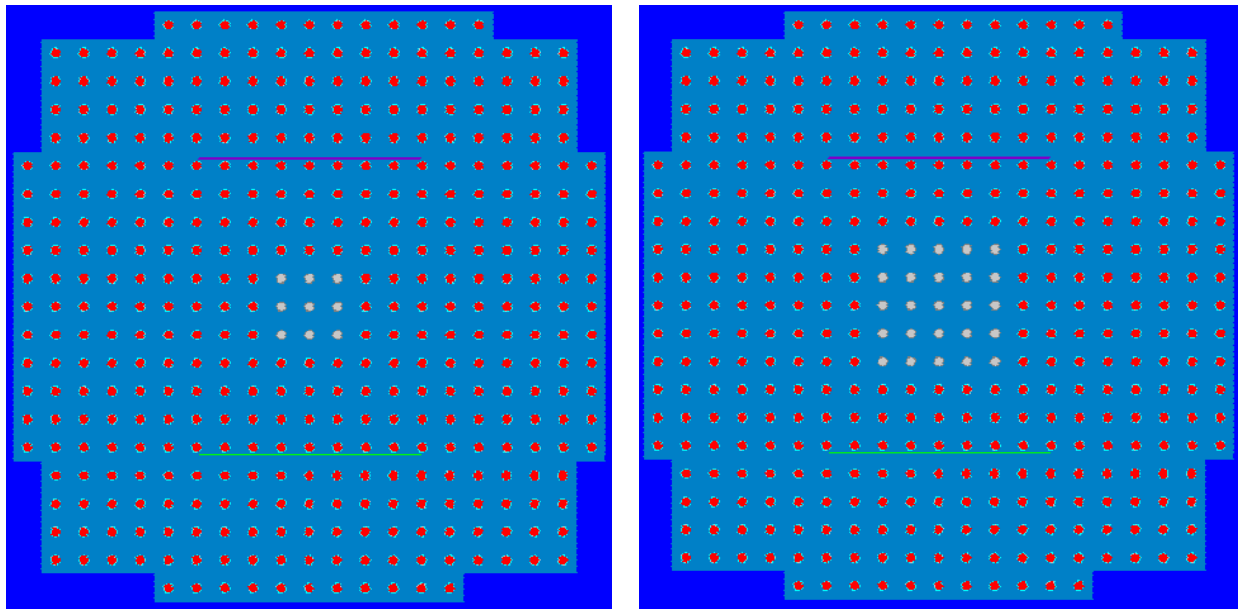


コンクリート 16 本、鉄 17 本、棒状燃料 373 本

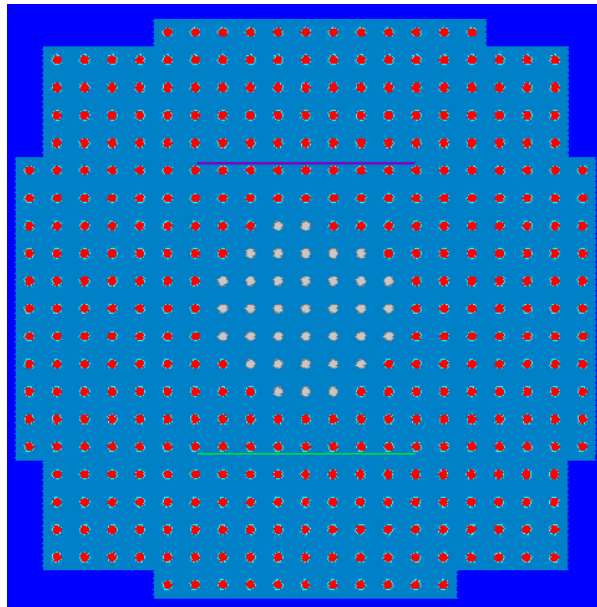
図参 5-24 デブリ構造材模擬体（コンクリート+鉄）配列パターン（格子間隔 2.54cm、2 of 4 配列）

（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

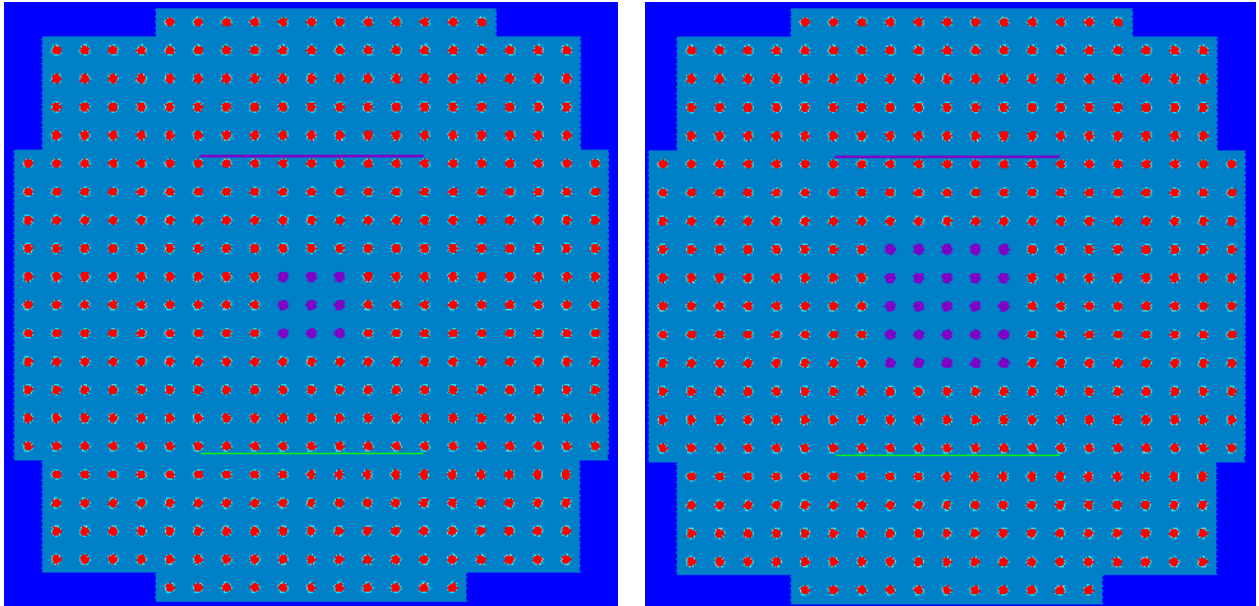


コンクリート 36 本、棒状燃料 370 本

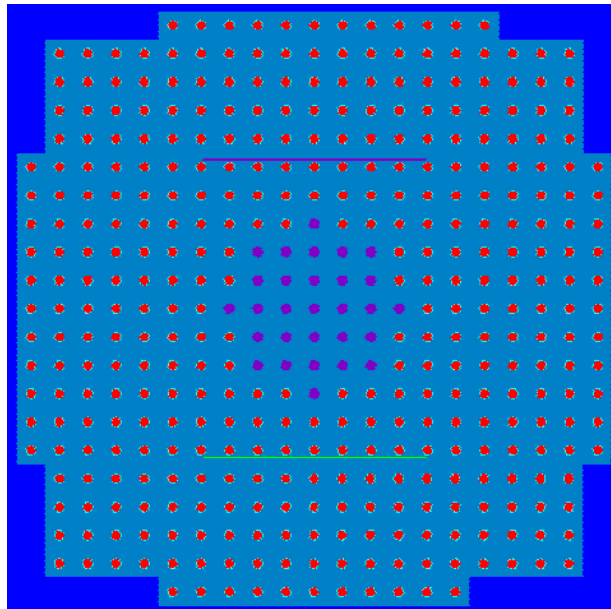
図参 5-25 デブリ構造材模擬体（コンクリート）配列パターン（格子間隔 2.54cm、4 of 4 配列）

（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

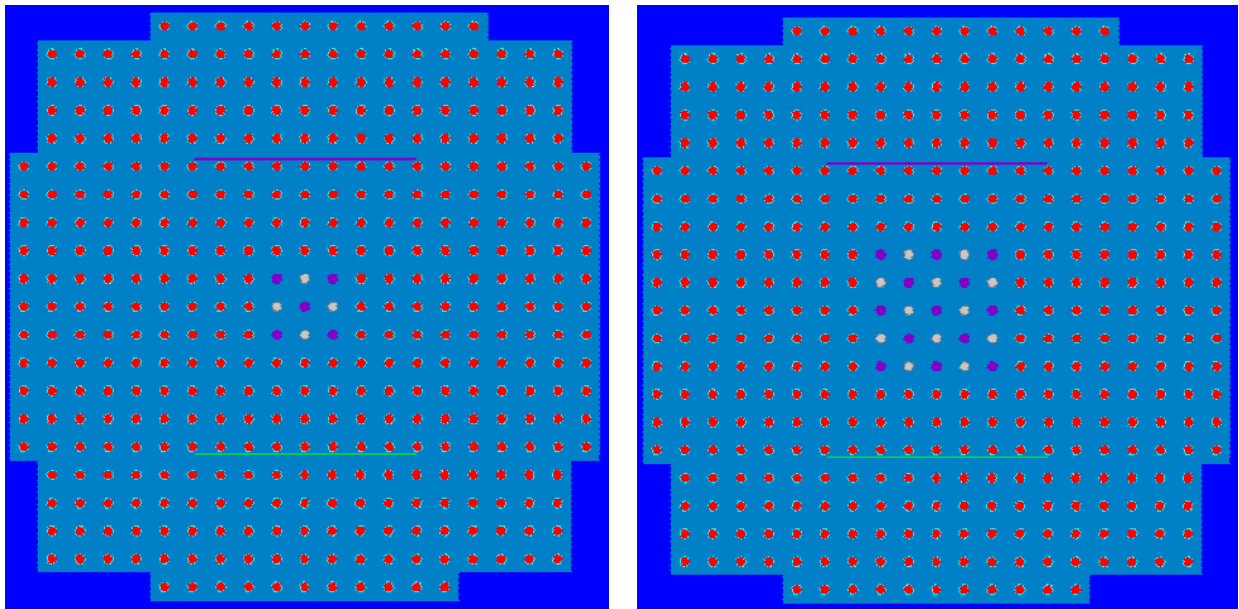


鉄 29 本、棒状燃料 378 本

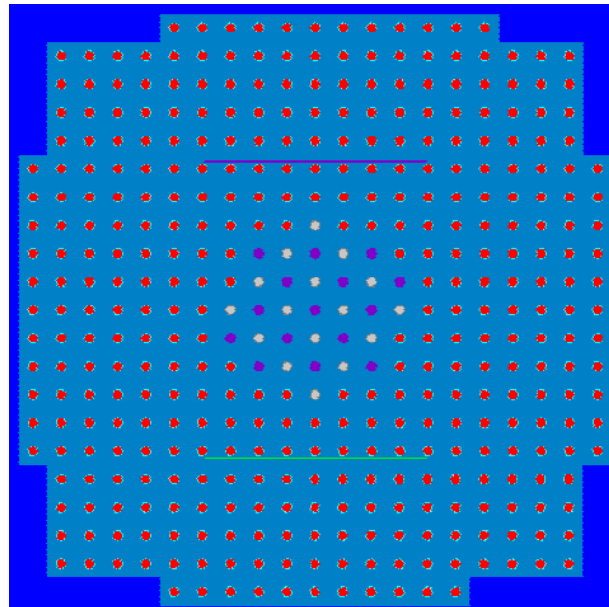
図参 5-26 デブリ構造材模擬体 (鉄) 配列パターン (格子間隔 2.54cm、4 of 4 配列)

(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

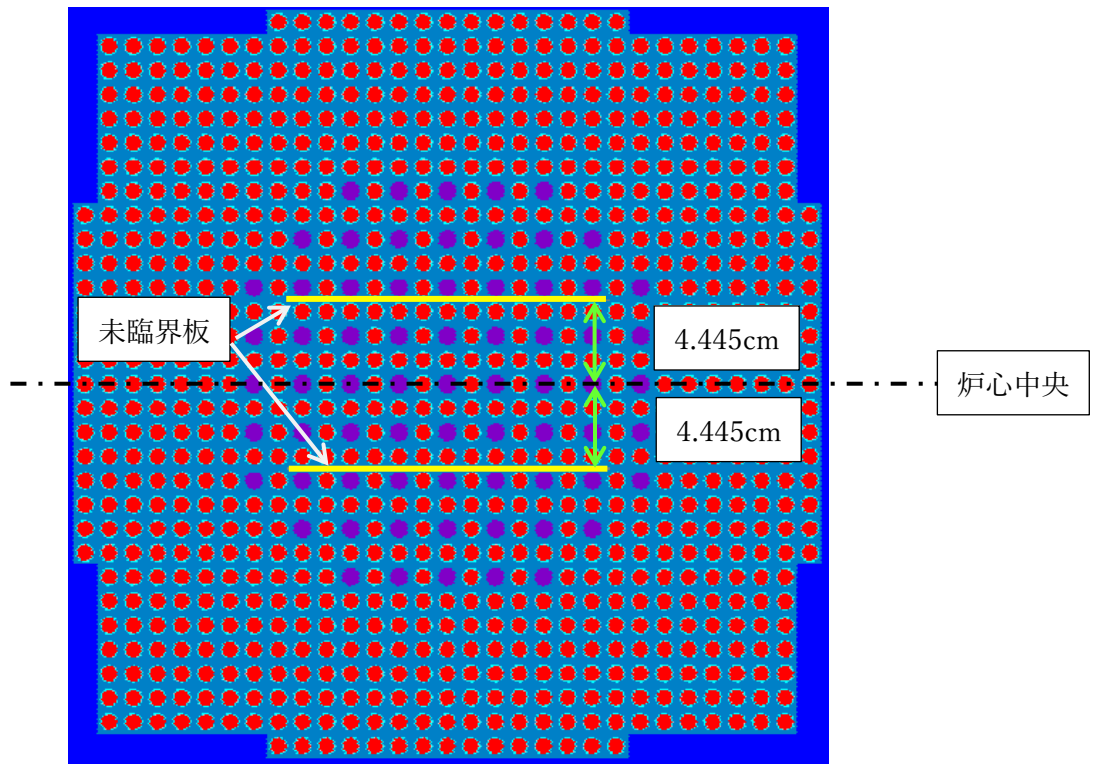


コンクリート 16 本、鉄 15 本、棒状燃料 375 本

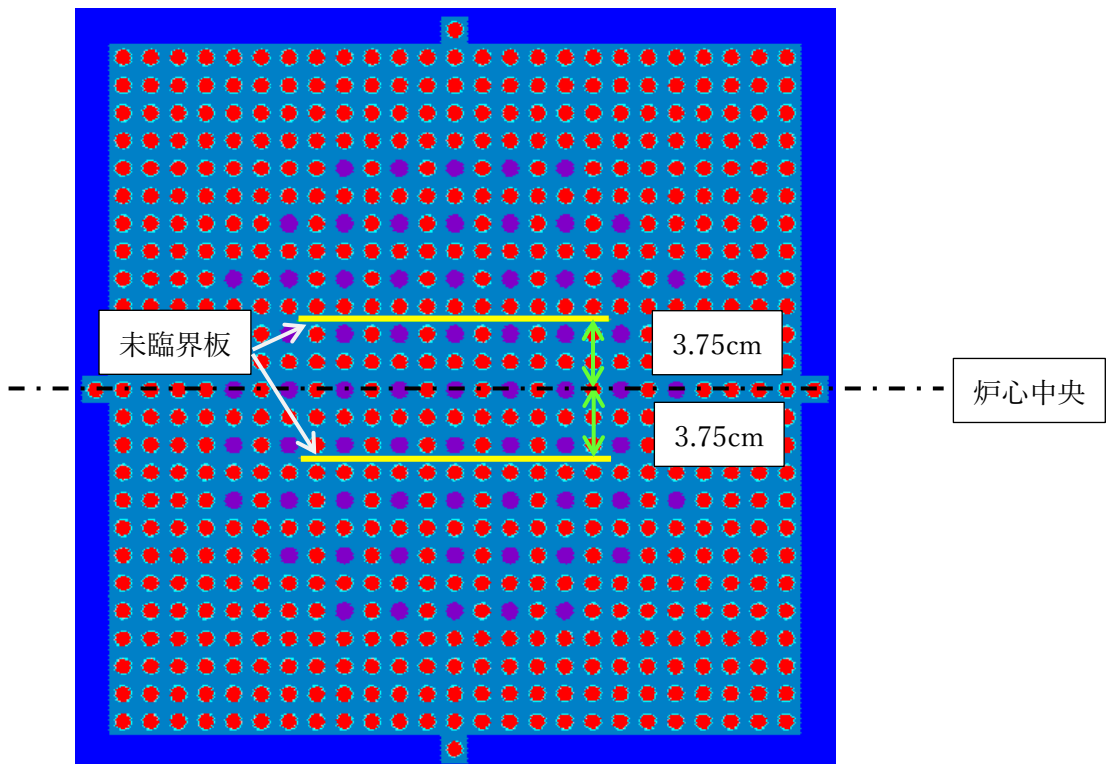
図参 5-27 デブリ構造材模擬体（コンクリート+鉄）配列パターン（格子間隔 2.54cm、4 of 4 配列）

（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 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

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±1σ	
	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 of 4	25	0	1.27	70.0	438	0.9513±0.0007	0.9820±0.0007
1 of 4	25	0	1.27	110.0	392	0.9466±0.0007	0.9806±0.0007
1 of 4	25	0	1.27	140.0	379	0.9486±0.0008	0.9806±0.0007
1 of 4	69	0	1.27	40.0	584	0.9717±0.0007	0.9901±0.0007
1 of 4	69	0	1.27	70.0	400	0.9525±0.0007	0.9813±0.0008
1 of 4	69	0	1.27	110.0	354	0.9424±0.0008	0.9782±0.0007
1 of 4	69	0	1.27	140.0	339	0.9445±0.0007	0.9789±0.0007
1 of 4	25	0	1.50	40.0	363	0.9615±0.0007	0.9863±0.0008
1 of 4	25	0	1.50	70.0	275	0.9465±0.0007	0.9790±0.0007
1 of 4	25	0	1.50	110.0	249	0.9491±0.0007	0.9813±0.0008
1 of 4	25	0	1.50	140.0	241	0.9507±0.0007	0.9800±0.0007
1 of 4	69	0	1.50	40.0	351	0.9579±0.0007	0.9849±0.0008
1 of 4	69	0	1.50	70.0	248	0.9483±0.0007	0.9813±0.0007
1 of 4	69	0	1.50	110.0	228	0.9474±0.0007	0.9808±0.0007
1 of 4	69	0	1.50	140.0	222	0.9446±0.0007	0.9782±0.0007
1 of 4	0	25	1.27	40.0	728	0.9722±0.0007	0.9924±0.0007
1 of 4	0	25	1.27	70.0	523	0.9603±0.0007	0.9844±0.0007
1 of 4	0	25	1.27	110.0	468	0.9529±0.0007	0.9818±0.0007
1 of 4	0	25	1.27	140.0	452	0.9491±0.0007	0.9809±0.0007
1 of 4	0	69	1.27	40.0	832	0.9713±0.0007	0.9894±0.0007
1 of 4	0	69	1.27	70.0	590	0.9654±0.0007	0.9881±0.0007
1 of 4	0	69	1.27	110.0	528	0.9636±0.0007	0.9872±0.0007
1 of 4	0	69	1.27	140.0	506	0.9616±0.0007	0.9849±0.0007
1 of 4	0	25	1.50	40.0	453	0.9606±0.0007	0.9864±0.0007
1 of 4	0	25	1.50	70.0	342	0.9514±0.0007	0.9816±0.0007
1 of 4	0	25	1.50	110.0	306	0.9493±0.0007	0.9803±0.0007
1 of 4	0	25	1.50	140.0	296	0.9448±0.0007	0.9796±0.0007
1 of 4	0	69	1.50	40.0	560	0.9613±0.0007	0.9869±0.0007
1 of 4	0	69	1.50	70.0	400	0.9570±0.0007	0.9842±0.0007
1 of 4	0	69	1.50	110.0	363	0.9565±0.0007	0.9843±0.0007
1 of 4	0	69	1.50	140.0	346	0.9560±0.0007	0.9830±0.0007

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±1σ	
	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	68	69	1.27	40.0	730	0.9704±0.0007	0.9901±0.0008
1 of 4	68	69	1.27	70.0	502	0.9649±0.0007	0.9871±0.0007
1 of 4	68	69	1.27	110.0	442	0.9608±0.0007	0.9856±0.0007
1 of 4	68	69	1.27	140.0	427	0.9610±0.0007	0.9854±0.0007
1 of 4	32	37	1.27	40.0	713	0.9707±0.0007	0.9904±0.0007
1 of 4	32	37	1.27	70.0	496	0.9626±0.0007	0.9856±0.0007
1 of 4	32	37	1.27	110.0	445	0.9560±0.0007	0.9836±0.0007
1 of 4	32	37	1.27	140.0	425	0.9529±0.0007	0.9824±0.0007
1 of 4	68	69	1.50	40.0	480	0.9605±0.0007	0.9867±0.0007
1 of 4	68	69	1.50	70.0	334	0.9545±0.0007	0.9835±0.0007
1 of 4	68	69	1.50	110.0	300	0.9540±0.0007	0.9835±0.0007
1 of 4	68	69	1.50	140.0	290	0.9543±0.0007	0.9822±0.0007
1 of 4	32	37	1.50	40.0	461	0.9602±0.0007	0.9857±0.0007
1 of 4	32	37	1.50	70.0	321	0.9545±0.0007	0.9826±0.0007
1 of 4	32	37	1.50	110.0	293	0.9510±0.0008	0.9815±0.0007
1 of 4	32	37	1.50	140.0	282	0.9509±0.0007	0.9825±0.0007

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±1σ	
	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
2 of 4	25	0	1.27	70.0	441	0.9524±0.0007	0.9799±0.0007
2 of 4	25	0	1.27	110.0	397	0.9451±0.0008	0.9783±0.0007
2 of 4	25	0	1.27	140.0	381	0.9462±0.0007	0.9786±0.0008
2 of 4	69	0	1.27	40.0	598	0.9721±0.0007	0.9905±0.0008
2 of 4	69	0	1.27	70.0	410	0.9550±0.0007	0.9824±0.0007
2 of 4	69	0	1.27	110.0	365	0.9431±0.0007	0.9769±0.0007
2 of 4	69	0	1.27	140.0	350	0.9438±0.0007	0.9773±0.0007
2 of 4	25	0	1.50	40.0	373	0.9613±0.0008	0.9860±0.0008
2 of 4	25	0	1.50	70.0	275	0.9478±0.0007	0.9795±0.0007
2 of 4	25	0	1.50	110.0	249	0.9452±0.0007	0.9786±0.0007
2 of 4	25	0	1.50	140.0	241	0.9483±0.0007	0.9791±0.0007
2 of 4	69	0	1.50	40.0	384	0.9582±0.0007	0.9849±0.0007
2 of 4	69	0	1.50	70.0	270	0.9491±0.0007	0.9805±0.0007
2 of 4	69	0	1.50	110.0	228	0.9434±0.0007	0.9776±0.0007
2 of 4	69	0	1.50	140.0	231	0.9425±0.0007	0.9782±0.0007
2 of 4	0	25	1.27	40.0	741	0.9723±0.0008	0.9914±0.0008
2 of 4	0	25	1.27	70.0	534	0.9598±0.0007	0.9851±0.0007
2 of 4	0	25	1.27	110.0	480	0.9546±0.0007	0.9832±0.0007
2 of 4	0	25	1.27	140.0	463	0.9518±0.0007	0.9807±0.0007
2 of 4	0	69	1.27	40.0	897	0.9695±0.0007	0.9895±0.0007
2 of 4	0	69	1.27	70.0	652	0.9645±0.0007	0.9875±0.0007
2 of 4	0	69	1.27	110.0	576	0.9605±0.0007	0.9861±0.0007
2 of 4	0	69	1.27	140.0	559	0.9584±0.0007	0.9833±0.0007
2 of 4	0	25	1.50	40.0	464	0.9582±0.0007	0.9847±0.0007
2 of 4	0	25	1.50	70.0	352	0.9505±0.0007	0.9814±0.0008
2 of 4	0	25	1.50	110.0	321	0.9466±0.0007	0.9797±0.0007
2 of 4	0	25	1.50	140.0	311	0.9455±0.0007	0.9814±0.0007
2 of 4	0	69	1.50	40.0	604	0.9581±0.0007	0.9868±0.0007
2 of 4	0	69	1.50	70.0	465	0.9491±0.0006	0.9818±0.0007
2 of 4	0	69	1.50	110.0	413	0.9458±0.0007	0.9813±0.0007
2 of 4	0	69	1.50	140.0	404	0.9457±0.0007	0.9797±0.0007

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±1σ	
	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	68	68	1.27	40.0	862	0.9697±0.0007	0.9903±0.0007
2 of 4	68	68	1.27	70.0	602	0.9642±0.0007	0.9873±0.0007
2 of 4	68	68	1.27	110.0	523	0.9612±0.0007	0.9856±0.0007
2 of 4	68	68	1.27	140.0	438	0.9612±0.0007	0.9864±0.0007
2 of 4	33	36	1.27	40.0	779	0.9715±0.0007	0.9915±0.0007
2 of 4	33	36	1.27	70.0	554	0.9625±0.0007	0.9869±0.0007
2 of 4	33	36	1.27	110.0	481	0.9544±0.0007	0.9832±0.0007
2 of 4	33	36	1.27	140.0	469	0.9544±0.0007	0.9830±0.0007
2 of 4	68	68	1.50	40.0	621	0.9607±0.0007	0.9873±0.0007
2 of 4	68	68	1.50	70.0	443	0.9537±0.0007	0.9842±0.0007
2 of 4	68	68	1.50	110.0	398	0.9504±0.0007	0.9821±0.0007
2 of 4	68	68	1.50	140.0	385	0.9488±0.0007	0.9822±0.0007
2 of 4	33	36	1.50	40.0	514	0.9578±0.0007	0.9861±0.0007
2 of 4	33	36	1.50	70.0	380	0.9499±0.0007	0.9823±0.0007
2 of 4	33	36	1.50	110.0	337	0.9488±0.0007	0.9801±0.0007
2 of 4	33	36	1.50	140.0	328	0.9472±0.0007	0.9807±0.0007

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±1σ	
	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
4 of 4	25	0	1.27	70.0	464	0.9564±0.0008	0.9841±0.0007
4 of 4	25	0	1.27	110.0	419	0.9448±0.0007	0.9788±0.0007
4 of 4	25	0	1.27	140.0	405	0.9430±0.0007	0.9774±0.0007
4 of 4	69	0	1.27	40.0	760	0.9694±0.0007	0.9905±0.0007
4 of 4	69	0	1.27	70.0	592	0.9643±0.0007	0.9873±0.0007
4 of 4	69	0	1.27	110.0	472	0.9537±0.0007	0.9832±0.0007
4 of 4	69	0	1.27	140.0	463	0.9536±0.0007	0.9834±0.0007
4 of 4	25	0	1.50	40.0	418	0.9592±0.0007	0.9854±0.0008
4 of 4	25	0	1.50	70.0	304	0.9506±0.0007	0.9819±0.0008
4 of 4	25	0	1.50	110.0	276	0.9434±0.0007	0.9778±0.0007
4 of 4	25	0	1.50	140.0	270	0.9416±0.0007	0.9777±0.0008
4 of 4	69	0	1.50	40.0	528	0.9551±0.0007	0.9842±0.0007
4 of 4	69	0	1.50	70.0	398	0.9478±0.0007	0.9808±0.0007
4 of 4	69	0	1.50	110.0	361	0.9438±0.0007	0.9791±0.0007
4 of 4	69	0	1.50	140.0	348	0.9428±0.0007	0.9794±0.0007
4 of 4	0	25	1.27	40.0	771	0.9724±0.0007	0.9916±0.0007
4 of 4	0	25	1.27	70.0	557	0.9632±0.0007	0.9868±0.0007
4 of 4	0	25	1.27	110.0	508	0.9564±0.0008	0.9845±0.0007
4 of 4	0	25	1.27	140.0	490	0.9535±0.0007	0.9836±0.0007
4 of 4	0	69	1.27	70.0	723	0.9639±0.0007	0.9872±0.0007
4 of 4	0	69	1.27	110.0	660	0.9589±0.0007	0.9859±0.0007
4 of 4	0	69	1.27	140.0	636	0.9602±0.0007	0.9863±0.0007
4 of 4	0	25	1.50	40.0	500	0.9570±0.0007	0.9866±0.0008
4 of 4	0	25	1.50	70.0	373	0.9495±0.0007	0.9819±0.0007
4 of 4	0	25	1.50	110.0	342	0.9445±0.0007	0.9799±0.0007
4 of 4	0	25	1.50	140.0	336	0.9451±0.0007	0.9792±0.0007
4 of 4	0	69	1.50	40.0	668	0.9578±0.0007	0.9866±0.0007
4 of 4	0	69	1.50	70.0	508	0.9479±0.0007	0.9829±0.0007
4 of 4	0	69	1.50	110.0	470	0.9442±0.0007	0.9817±0.0007
4 of 4	0	69	1.50	140.0	463	0.9442±0.0007	0.9821±0.0007

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±1σ	
	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	68	69	1.27	70.0	859	0.9627±0.0007	0.9877±0.0007
4 of 4	68	69	1.27	110.0	772	0.9604±0.0007	0.9874±0.0007
4 of 4	68	69	1.27	140.0	748	0.9596±0.0007	0.9870±0.0007
4 of 4	32	37	1.27	70.0	676	0.9626±0.0007	0.9877±0.0007
4 of 4	32	37	1.27	110.0	613	0.9607±0.0007	0.9870±0.0007
4 of 4	32	37	1.27	140.0	595	0.9578±0.0007	0.9866±0.0007
4 of 4	68	69	1.50	40.0	799	0.9644±0.0007	0.9895±0.0008
4 of 4	68	69	1.50	70.0	622	0.9541±0.0007	0.9856±0.0007
4 of 4	68	69	1.50	110.0	574	0.9510±0.0007	0.9836±0.0007
4 of 4	68	69	1.50	140.0	556	0.9497±0.0007	0.9841±0.0007
4 of 4	32	37	1.50	40.0	630	0.9557±0.0007	0.9849±0.0007
4 of 4	32	37	1.50	70.0	485	0.9470±0.0008	0.9819±0.0007
4 of 4	32	37	1.50	110.0	445	0.9443±0.0007	0.9808±0.0008
4 of 4	32	37	1.50	140.0	432	0.9438±0.0007	0.9812±0.0007

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)

格子間隔 (cm)	デブリ構造材 模擬体本数(本)		配列	水位 (cm)	棒状燃料 本数 (本)	keff ± 1 σ	
	コンク リート	鉄				原子炉停止余裕	ワンロードスタック マージン
1.27	9	0	1 of 4	39.8	638	0.9739 ± 0.0008	0.9920 ± 0.0007
1.27	25	0	1 of 4	39.9	622	0.9714 ± 0.0007	0.9898 ± 0.0008
1.27	49	0	1 of 4	40.0	598	0.9713 ± 0.0007	0.9906 ± 0.0008
1.27	69	0	1 of 4	40.3	578	0.9702 ± 0.0007	0.9885 ± 0.0008
1.27	9	0	2 of 4	39.9	638	0.9726 ± 0.0007	0.9906 ± 0.0007
1.27	25	0	2 of 4	40.1	622	0.9706 ± 0.0007	0.9893 ± 0.0007
1.27	49	0	2 of 4	41.0	598	0.9709 ± 0.0007	0.9898 ± 0.0007
1.27	69	0	2 of 4	41.6	578	0.9697 ± 0.0007	0.9894 ± 0.0008
1.27	9	0	4 of 4	40.0	638	0.9717 ± 0.0007	0.9904 ± 0.0007
1.27	25	0	4 of 4	42.3	622	0.9710 ± 0.0007	0.9910 ± 0.0008
1.27	49	0	4 of 4	49.0	598	0.9673 ± 0.0008	0.9890 ± 0.0008
1.27	69	0	4 of 4	58.3	578	0.9626 ± 0.0008	0.9867 ± 0.0008
1.27	0	9	1 of 4	43.1	638	0.9720 ± 0.0007	0.9910 ± 0.0007
1.27	0	25	1 of 4	48.8	622	0.9673 ± 0.0007	0.9885 ± 0.0007
1.27	0	49	1 of 4	60.8	598	0.9660 ± 0.0007	0.9885 ± 0.0007
1.27	0	69	1 of 4	75.0	578	0.9637 ± 0.0007	0.9866 ± 0.0007
1.27	0	9	2 of 4	43.0	638	0.9709 ± 0.0007	0.9905 ± 0.0007
1.27	0	25	2 of 4	50.2	622	0.9681 ± 0.0007	0.9884 ± 0.0007
1.27	0	49	2 of 4	69.8	598	0.9644 ± 0.0007	0.9868 ± 0.0007
1.27	0	69	2 of 4	106.7	578	0.9609 ± 0.0006	0.9857 ± 0.0007
1.27	0	9	4 of 4	43.4	638	0.9702 ± 0.0007	0.9900 ± 0.0007
1.27	0	25	4 of 4	54.3	622	0.9657 ± 0.0007	0.9876 ± 0.0007
1.27	0	49	4 of 4	99.1	598	0.9605 ± 0.0007	0.9861 ± 0.0007
1.27	0	56	4 of 4	140.0	591	0.9580 ± 0.0007	0.9857 ± 0.0007
1.27	4	5	1 of 4	41.4	638	0.9725 ± 0.0007	0.9916 ± 0.0007
1.27	12	13	1 of 4	44.1	622	0.9691 ± 0.0007	0.9893 ± 0.0007
1.27	24	25	1 of 4	48.2	598	0.9689 ± 0.0007	0.9890 ± 0.0007
1.27	68	69	1 of 4	66.2	510	0.9649 ± 0.0007	0.9878 ± 0.0008
1.27	4	5	2 of 4	41.7	638	0.9722 ± 0.0007	0.9915 ± 0.0007
1.27	9	16	2 of 4	46.6	622	0.9708 ± 0.0007	0.9894 ± 0.0007
1.27	24	25	2 of 4	52.6	598	0.9664 ± 0.0007	0.9880 ± 0.0007
1.27	68	68	2 of 4	140.0	511	0.9589 ± 0.0007	0.9860 ± 0.0007
1.27	4	5	4 of 4	42.4	638	0.9714 ± 0.0007	0.9904 ± 0.0008
1.27	12	13	4 of 4	49.8	622	0.9664 ± 0.0007	0.9888 ± 0.0007
1.27	24	25	4 of 4	75.0	598	0.9642 ± 0.0007	0.9875 ± 0.0007
1.27	32	33	4 of 4	66.2	582	0.9595 ± 0.0007	0.9862 ± 0.0007

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)

格子間隔 (cm)	デブリ構造材 模擬体本数(本)		配列	水位 (cm)	棒状燃料 本数 (本)	keff±1σ	
	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
1.50	25	0	1 of 4	43.1	346	0.9601±0.0007	0.9863±0.0007
1.50	49	0	1 of 4	46.0	322	0.9579±0.0007	0.9842±0.0008
1.50	69	0	1 of 4	48.5	302	0.9519±0.0007	0.9823±0.0007
1.50	9	0	2 of 4	41.5	362	0.9610±0.0007	0.9852±0.0007
1.50	25	0	2 of 4	44.4	346	0.9576±0.0007	0.9833±0.0007
1.50	49	0	2 of 4	50.7	322	0.9558±0.0007	0.9848±0.0007
1.50	69	0	2 of 4	55.5	302	0.9515±0.0007	0.9811±0.0008
1.50	9	0	4 of 4	42.5	362	0.9601±0.0007	0.9864±0.0008
1.50	25	0	4 of 4	52.1	346	0.9538±0.0007	0.9834±0.0007
1.50	49	0	4 of 4	106.0	322	0.9439±0.0008	0.9791±0.0007
1.50	53	0	4 of 4	140.0	318	0.9418±0.0007	0.9780±0.0007
1.50	0	9	1 of 4	47.0	362	0.9579±0.0007	0.9830±0.0007
1.50	0	25	1 of 4	65.5	346	0.9521±0.0007	0.9830±0.0008
1.50	0	46	1 of 4	140.0	325	0.9474±0.0007	0.9802±0.0007
1.50	0	9	2 of 4	47.4	362	0.9562±0.0008	0.9844±0.0008
1.50	0	25	2 of 4	73.7	346	0.9494±0.0007	0.9813±0.0007
1.50	0	35	2 of 4	140.0	336	0.9448±0.0007	0.9796±0.0007
1.50	0	9	4 of 4	48.7	362	0.9565±0.0008	0.9841±0.0007
1.50	0	25	4 of 4	100.1	346	0.9448±0.0007	0.9797±0.0007
1.50	0	28	4 of 4	140.0	343	0.9431±0.0007	0.9794±0.0007
1.50	4	5	1 of 4	44.0	362	0.9598±0.0008	0.9859±0.0007
1.50	12	13	1 of 4	52.0	346	0.9553±0.0007	0.9843±0.0008
1.50	24	25	1 of 4	66.4	322	0.9523±0.0007	0.9828±0.0008
1.50	52	50	1 of 4	140.0	269	0.9527±0.0007	0.9818±0.0007
1.50	4	5	2 of 4	44.7	362	0.9580±0.0007	0.9850±0.0007
1.50	9	16	2 of 4	61.0	346	0.9530±0.0007	0.9834±0.0007
1.50	24	25	2 of 4	104.0	322	0.9473±0.0007	0.9803±0.0007
1.50	36	26	2 of 4	140.0	309	0.9437±0.0007	0.9787±0.0007
1.50	4	5	4 of 4	46.3	362	0.9571±0.0007	0.9845±0.0007
1.50	12	13	4 of 4	52.0	346	0.9489±0.0007	0.9819±0.0007
1.50	16	17	4 of 4	66.4	338	0.9444±0.0007	0.9809±0.0007

令和 5 年 ● 月 ● 日
日本原子力研究開発機構
臨界ホット試験技術部

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。（資料ST-12-6参照）

なお、臨界実験装置の核的制限値は、事故時の限界仕様（危険な状態）として「制限」しているものではなく、原子炉の運転制御（臨界・出力調整）に支障のない範囲で「設定」しているものであり、それらの範囲を超えたからと言って、すぐに原子炉が危険な状態になるものではない。すなわち、

- ・反応度係数については、炉心物理量の変化があつて初めて原子炉に反応度が添加されるものであり、原子炉運転中に異常な出力上昇（炉周期短、最大熱出力超）を検知したと

きは、安全保護回路により原子炉はスクラム（緊急停止）する。

- ・原子炉停止余裕として示している「安全板の反応度効果」については、原子炉停止の二つの方法のうちの一つであり、これが制限値を逸脱していたとしても、もう一つの停止方法（解析上は無視している。）である「炉心に給水した減速材の排出」により原子炉は確実に停止する。

(2) 使用前事業者検査における代表炉心の確認

設工認で示す工事フローとの関連で、使用前事業者検査段階においては、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」に対し、設工認で示した「代表炉心（核的制限値を厳しくする炉心）」と、使用前事業者検査（工事が設工認に従って行われたものであることの確認）の「受検炉心」を同一とすべきとの意見もある。しかし、臨界実験装置の特徴及び運転目的（未知炉心・未知試料に係る核特性の実験検証）を踏まえると、代表炉心を受検炉心とする必要はないと考える。つまり、これから実験拡張して検証していく実験炉心及び実験試料装荷の限界（すなわち代表炉心）の探査は事業者が行う実験計画そのものであり、その実験拡張の際の安全確保は保安規定に定める手順によって行われるからである（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する。（このような対応は、今回製作する試料が鉄やコンクリートなど全く未知の試料ではないため可能であるが、例えば核データの検証が十分でないマイナーアクチニドなどの未知試料を多用する炉心構成の場合には避けることが望ましい。）

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。

もう一つの特条項第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。

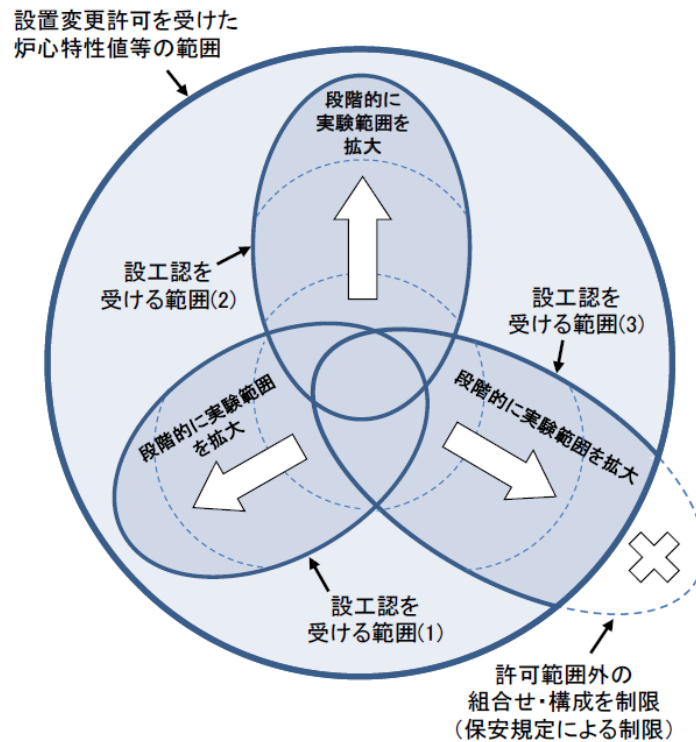


図1 新しい炉心を構成する際の方針（概念図）

(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）の該当条文

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	条件
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）	
棒状燃料	濃縮度	wt% 10wt%以下
	本数	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

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
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
	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： 1mm/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
反応度	安全板の 中性子実効増倍率	全挿入時	以下 0.985以下
		「ワコッド」スタート時	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
	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。 **：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

*：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）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、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）の該当条文

STACY炉心証明書

別記様式第7

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	制限値	推定値(運転前)	測定値(運転後)	
最大熱出力	W以下		200W以下であること	
炉心構成	種類(格子間隔)			
	アタッチメント			
	蓋(1)			
	蓋(2)			
	蓋(3)			
	種類			
	濃縮度	wt%		10wt%以下であること
	本数	本		50本以上900本以下であること***
	Vm/Vr**			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				

*：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)
臨界近傍の反応度追加率	3%/s以下	%/s	%/s
		低連給水速度： mm/s	低連給水速度： mm/s
最大追加反応度	0.3%以下	%/min	%/min
		給水停止素子の上限位置： mm	給水停止素子の上限位置： mm
最大過剰反応度	0.8%以下	%/min	%/min
		最大給水制限素子の上限位置： mm	最大給水制限素子の上限位置： mm
安全板の中性子実効増倍率	全挿入時 0.985以下 ワットスワッチ時 0.985以下		
		\$	\$
可動装荷物	最大追加反応度 0.3%以下 反応度追加率 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

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 / /
-----------------------------	-------------	-----------------

同意

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）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。》

主要な核的制限値の遵守

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

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

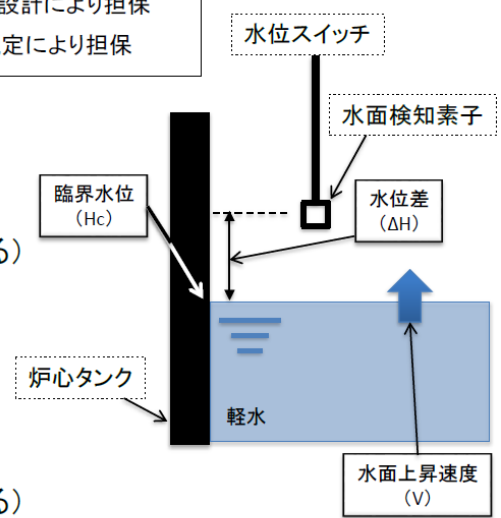
方法：炉心タンクの水位上昇速度を制限する

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

dp/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。

$$dp/dH = \frac{C}{(Hc+\lambda)^3} \quad C, \lambda : \text{炉心毎の定数}$$

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

令和5年●月●日
日本原子力研究開発機構
臨界ホット試験技術部

普通コンクリートの水分率約9 wt%の計算方法について出典を示して説明すること。

普通コンクリートの組成は文献[1]（臨界安全ハンドブック第2版データ集）のデータを使用している。ただし、同文献では酸素Oのうち水分（H₂O）に由来する割合が記載されていないため、文献[2]（Reactor Physics Constants）に記載の Ordinary Concretes 02-a の組成を使用して水分率を計算した。なお、下表に示すとおり、文献[1]と文献[2]の組成は厳密に一致している。

表 普通コンクリートの組成（単位：g/cm³）

元素	文献[1] 表 2.7 普通コンクリート	文献[2] Table 8-16 Ordinary Concretes 02-a	備考
H	0.023	0.023	
O	1.220	0.183 (in water)	0.183+1.037 =1.220
		1.037 (in dry mix)	
C	0.0023	0.0023	
Na	0.0368	0.0368	
Mg	0.005	0.005	
Al	0.078	0.078	
Si	0.775	0.775	
K	0.0299	0.0299	
Ca	0.100	0.100	
Fe	0.032	0.032	
合計	2.30	2.30	

水分率の計算は上表の値を使用して以下のとおり行なった。

$$w = \frac{\rho_{O_w} \times M_{H_2O}}{\rho_{concrete}} \times 100 = 9.0 \text{ wt\%}$$

ただし、

w : 水分率(wt%)

ρ_{O_w} : 水分由来の酸素密度(0.183 g/cm³)

M_O : 酸素(O)の原子量(16.0 g/mol)

M_{H_2O} : 水(H₂O)の分子量(18.0 g/mol)

$\rho_{concrete}$: 普通コンクリートの密度(2.30 g/cm³)

である。

文献[1] 「臨界安全ハンドブック・データ集第2版」、日本原子力研究開発機構、JAEA-Data/Code 2009-010, (2009)

文献[2] "Reactor Physics Constants", Argonne National Laboratory, ANL-5800, (1963)