

# スリーブレス高温ガス炉の減圧事故解析

## 仕様書

## 1. 件名

スリーブレス高温ガス炉の減圧事故解析

## 2. 一般仕様

### 2. 1 目的及び概要

本仕様書は、日本原子力研究開発機構（以下、原子力機構）エネルギー研究開発領域高温ガス炉プロジェクト推進室 高温ガス炉設計グループが実施するスリーブレス燃料システムの整備において必要な減圧事故解析モデルの作成、及び減圧事故解析に関して、実施受注者に請負わせるための仕様を定めたものである。

### 2. 2 提出書類

同じ内容を、紙及び電子データ（CD-ROM 又は DVD-ROM 又は USB-FLUSH 又は外付け HD 等）の 2 種類に保存して提出すること。

原子力機構が編集可能な形式（Windows 版の Word/PowerPoint/Excel 等）であれば、提出書類の書式は Windows 版の Word と限定しない。問題が発生しないよう、予め原子力機構に書式を相談すること。

本件に従事していない原子力機構の職員が内容を理解できるよう、STAR-CCM+モデルの説明書、マニュアル等の整備を作成すること。

(1) 作業実施計画	契約締結後速やかに	3 部
(2) 作業報告書	作業終了後速やかに	3 部
(3) STAR-CCM+モデルの説明書	作業終了後速やかに	3 部
(4) マニュアル等の整備	作業終了後速やかに	3 部
(5) 打合せ議事録	打合せの都度	3 部

#### (6) 以下を収納したメディア

(CD-ROM 又は DVD-ROM 又は USB-FLUSH 又は外付け HDD 等) 納入時 1 式

- ・ 作業実施計画
- ・ 作業報告書
- ・ STAR-CCM+モデル
- ・ STAR-CCM+モデルの説明書
- ・ マニュアル等
- ・ 打合せ議事録
- ・ 図表データ一式（数値を含む）

#### (7) 情報セキュリティ（ISMS など）に関わる書類 契約締結後速やかに

- |              |     |
|--------------|-----|
| ・ 資本関係及び役員情報 | 1 部 |
| ・ 本契約の実施場所   | 1 部 |

- ・ 従事者の所属・専門性（情報セキュリティ（ISMS など）に係わる資格・研修等） 1部
- ・ 実績及び国籍についての情報 1部

(8) 業務遂行能力に関わる書類 契約締結後速やかに

- ・ 関連する業務の実績一覧表 1部
- ・ 品質マネジメント能力を示す書類（社内研修、ISO9001 認定書等） 1部

(提出場所)

原子力機構 エネルギー研究開発領域 高温ガス炉プロジェクト推進室 高温ガス炉設計グループ

※4章で示した実施内容の各項目の開始時及び終了時に、原子力機構からの作業指示、原子力機構への作業報告を行うための、打合せを行うこと。

2. 3 納期

令和8年12月25日（金）

2. 4 検収条件

作成したモデルが、原子力機構が指定する計算機上で正常に実行でき、4. 実施内容の各項目で求められた結果を満たすこと、および2. 2項に示す提出書類の確認をもって検収とする。

2. 5 グリーン購入法の推進

(1) 本契約において、グリーン購入法（国等による環境物品等の調達に関する法律）に適用する環境物品（事務用品、OA 機器等）が発生する場合は、これを採用するものとする。

(2) 本仕様に定める提出図書（納入印刷物）については、グリーン購入法の基本方針に定める「紙類」の基準を満たしたものであること。

2. 6 その他

作業の実施において不明な点が生じた場合には、別途協議の上で決定する。受注者は本作業で得られた内容・結果を第三者に漏らしてはならない。また無断で論文等に引用してはならない。さらに受注者は、納入・検査完了後に貸与及び作成したデータ・コード等の電子ファイルを速やかに完全削除するものとする。

### 3. 技術仕様

#### 3. 1 スリーブレス高温ガス炉の概念設計について

本役務で検討するスリーブレス高温ガス炉の全炉心の水平断面図、鳥観図を図 1、スリーブレス燃料棒形状を図 2、図 3、RPV 及び VCS パネルまで含めた垂直断面図を図 4、仕様を表 1 に示す。

本件で検討するスリーブレス高温ガス炉は、現在、設計中であり、パラメータ等は流動的である。そのため、図 1、図 2、図 3、図 4、表 1 に示された数値は変更になる可能性がある。具体的な数値は別途指示するので、4. 実施内容は別途指示した最新の数値で実施すること。

**Design Manager** を使った最適化、設計探索、設計変更が自動化できるようにすること。柔軟かつロバスト性の高い **3D-CAD** を作成すること。デザインパラメータを設定する箇所は原子力機構と相談し、決定すること。

#### 4. 実施内容

初めにメッシュモデル、新型燃料モデル 5 段、新型燃料モデル 6 段の 3D-CAD を作成すること。

次に各々の 3D-CAD を使って Mesh を作成すること。

次に各々の Mesh を使って定常解析のベースモデルを構築すること。

最後に定常解析のベースモデルを使って過渡解析（減圧事故解析）のベースモデルを構築すること。

原子力機構は、構築された定常解析のベースモデル及び過渡解析（減圧事故解析）のベースモデルを使って、原子力機構のスパコン（HPE SGI8600）上で繰り返し計算を実施し、パラメータ調整を実施することで、解析結果と実験結果の最終的な合わせ込みを行い、解析結果を検証する。

解析結果と実験結果の最終的な合わせ込みができない場合、検証を通して洗い出された問題点を解決するために、落札者は原子力機構の指示に基づき、メッシュモデル、新型燃料モデル 5 段、新型燃料モデル 6 段モデル、各々の 3D-CAD を使って作成された Mesh、各々の Mesh を使って構築された定常解析のベースモデル、定常解析のベースモデルを使って構築された過渡解析（減圧事故解析）のベースモデルに含まれるパラメータ等を変更すること。

ただし、以下の場合には別途協議の上で対応範囲および工数を決定する。

- ・ 大幅なモデル構造変更を伴う場合
- ・ 初期仕様から逸脱する新規要件の追加が発生した場合
- ・ 解析条件および設計条件の大幅変更があった場合

#### （役割分担）

本契約における役割分担は以下のとおりとする。

##### （1）受注者（落札者）

- ・ 各モデル（メッシュモデル、新型燃料モデル 5 段、新型燃料モデル 6 段）の 3D-CAD の作成
- ・ 各モデルに対するメッシュ作成
- ・ 各解析（定常解析および過渡解析）のベースモデル構築
- ・ 解析が実行可能な状態のモデル整備および再現性の確保

##### （2）原子力機構

- ・ 構築されたベースモデルを用いたスパコン上での繰り返し計算の実施
- ・ 実験データとの比較および最終的なキャリブレーション（パラメータ調整）
- ・ 最終的な解析結果の妥当性確認

なお、実験結果との一致を目的とした最終的な合わせ込み（キャリブレーション）は原子力機構が主体となって実施するものとし、受注者はそのためのベースモデル提供までを責務とする。

（ベースモデルの完成条件）

受注者が構築するベースモデルは、以下の条件を満たすものとする。

- ・原子力機構が指定する計算環境上でエラーなく実行できること
- ・定常解析および過渡解析がエラーなく実行できること
- ・一般的な収束条件を満たす設定がなされていること

#### 4. 1 高温工学試験研究炉 (HTTR) の STAR-CCM+ (メッシュモデル) の 3D-CAD の作成、定常解析及び過渡解析の実施

##### 4. 1. 1 HTTR の STAR-CCM+ (メッシュモデル) の 3D-CAD の作成

原子力機構に依頼し、過去の HTTR の STAR-CCM+ のモデルから寸法データ等を読み取ること。

STAR-CCM+ の燃料部に、原子力機構が別途指定する燃料棒の形状・材料組成の情報を反映し、図 4 に示す RPV 及び VCS パネルまで含めた全炉心の HTTR の STAR-CCM+ (メッシュモデル) を用いて、上流側の 3D-CAD を新たに作成すること。

なお必要ならば、原子力機構に依頼し、過去の HTTR の ANSYS Fluent モデルや Ansys Mechanical APDL モデルから寸法データ等を読み取ること。

なお必要ならば、原子力機構に依頼し、HTTR の資料から寸法データ等を読み取ること。

以下、STAR-CCM+ の全てのモデルは、上流側の 3D-CAD を含むものとする。

##### 4. 1. 2 定常解析 (HTTR) の実施

作成した HTTR の STAR-CCM+ (メッシュモデル) に定常解析の境界条件及び初期条件を設定すること。

【境界条件】 VCS パネルの固定温度を 24.85°C と設定する。

原子炉入口冷却材温度を 394.85°C と設定する。

原子炉入口冷却材流量を 2.083kg/s と設定する。

60 度のセクターモデル (扇型) であるため、360 度モデルの原子炉入口冷却材流量は 44.9928ton/h となる。

【初期条件】 4MPa 及び 300K と設定する。ただし、STAR-CCM+ (メッシュモデル) の定常解析の結果又は途中結果がある場合は、その解析結果を初期条件とする。

定常解析を実施し、原子炉出口冷却材温度が 850°C 程度になることを確認すること。

表 1 に示すように HTTR の原子炉入口冷却材温度は 395°C である。一方、原子炉出口冷却材温度が 850°C になるように、原子炉入口冷却材温度を 394.85°C と調整している。

原子炉出口冷却材温度が 850°C 程度になるように原子炉入口冷却材温度を調整すること。

原子炉出口冷却材温度が 850°C 程度を示さない場合、4.1.1 節まで戻り、STAR-CCM+ のメッシュモデルに含まれる問題点を具体的に洗い出すこと。

洗い出された問題点を解決するために、メッシュモデルに含まれるパラメータ等を変更すること。変更の具体的な内容については別途指示する。

一般的な収束条件を満たし、温度や流量などの主要な物理量が妥当な値に収束した場合に完了とする。

#### 4. 1. 3 過渡解析 (HTTR) の実施

妥当性が確認された定常解析の結果を初期条件とすること。過渡解析の境界条件を設定すること。

HTTR の境界条件及び初期条件を以下の値に設定する。

【境界条件】 VCS パネルの固定温度を 24.85°C と設定する。

原子炉入口冷却材温度を断熱壁とする。

原子炉入口冷却材流量を断熱壁とする。

合わせて原子炉出口面も断熱壁とする。

【初期条件】 定常解析の結果を初期条件とする。

過渡解析を実施し、自然放熱による冷却過程を確認する。時間刻み幅および事象時間は計算時間も考慮した上で適宜調整する。

過渡解析を実施し、HTTR の実験結果を参考に原子力機構が解析結果の妥当性を確認する。具体的には、過去に公開された論文等と同様の結果や挙動を示していることを確認すること。

過去に公開された論文等と同様の結果や挙動を示さない限り、4.1.1 節まで戻り、STAR-CCM+ のメッシュモデルに含まれる問題点を具体的に洗い出すこと。

洗い出された問題点を解決するために、メッシュモデルに含まれるパラメータ等を変更すること。変更の具体的な内容については別途指示する。

一般的な収束条件を満たし、温度や流量などの主要な物理量が妥当な値に収束した場合に完了とする。

#### 4. 2 スリーブレス燃料を用いた高温ガス炉の STAR-CCM+ (新型燃料モデル 5 段) の 3D-CAD の作成、定常解析及び減圧事故解析の実施

本件で検討するスリーブレス高温ガス炉は、現在、設計中であり、パラメータ等は流動的である。そのため、図 1、図 2、図 3、図 4、表 1 に示された数値は変更になる可能性がある。具体的な数値は別途指示するので、4. 2 は別途指示した最新の数値で実施すること。

Design Manager を使った最適化、設計探索、設計変更が自動化できるようにすること。柔軟かつロバスト性の高い 3D-CAD を作成すること。デザインパラメータを設定する箇所は原子力機構と相談し、決定すること。

##### 4. 2. 1 スリーブレス燃料を用いた高温ガス炉の STAR-CCM+ (新型燃料モデル 5 段) の 3D-CAD の作成

STAR-CCM+ (メッシュモデル) の燃料部に、原子力機構が別途指定する燃料棒の形状・材料組成の情報を反映し、図 4 に示す RPV 及び VCS パネルまで含めた全炉心のスリーブレス燃料を用いた高温ガス炉の STAR-CCM+ (新型燃料モデル 5 段) を新たに作成すること。

HTTR の燃料は燃料部の垂直方向に 5 段ある。新型燃料は燃料部の垂直方向に 5 段とすること。

なお必要ならば、原子力機構に依頼し、HTTR の資料から寸法データ等を読み取ること。

##### 4. 2. 2 定常解析 (スリーブレス燃料を用いた高温ガス炉) の実施

作成したスリーブレス燃料を用いた高温ガス炉の STAR-CCM+ (新型燃料モデル 5 段) に定常解析の境界条件及び初期条件を設定すること。

【境界条件】 VCS パネルの固定温度を 24.85°C と設定する。

原子炉入口冷却材温度を 325°C と設定する。

原子炉入口冷却材流量を 3.427 kg/s と設定する。

60 度のセクターモデル (扇型) であるため、360 度モデルの原子炉入口冷却材流量は 74.0232ton/h となる。

【初期条件】 4.053MPa (40 気圧) 及び 300K と設定する。ただし、STAR-CCM+ (新型燃料モデル 5 段) の定常解析の結果又は途中結果がある場合は、その解析結果を初期条件とする。

定常解析を実施し、燃料モデルの変更による影響を確認する。

定常解析を実施し、HTTRの実験結果を参考に原子力機構が解析結果の妥当性を確認する。具体的には、過去に公開された論文等と同様の結果や挙動を示していることを確認すること。

過去に公開された論文等と同様の結果や挙動を示さない限り、4.2.1節まで戻り、STAR-CCM+の新型燃料モデル5段に含まれる問題点を具体的に洗い出すこと。

洗い出された問題点を解決するために、新型燃料モデル5段に含まれるパラメータ等を変更すること。変更の具体的な内容については別途指示する。

一般的な収束条件を満たし、温度や流量などの主要な物理量が妥当な値に収束した場合に完了とする。

#### 4. 2. 3 減圧事故解析（スリーブレス燃料を用いた高温ガス炉）の実施

妥当性が確認された定常解析の結果を初期条件とすること。減圧事故解析の境界条件を設定すること。

スリーブレス燃料を用いた高温ガス炉の境界条件及び初期条件を以下の値に設定する。

**【境界条件】** VCS パネルの固定温度を 24.85℃と設定する。

原子炉入口冷却材温度を断熱壁とする。

原子炉入口冷却材流量を断熱壁とする。

**【初期条件】** 定常解析の結果を初期条件とする。

**【減圧事故条件】** 二重管配管破断事故を想定し、以下のような二段階の非定常解析を行う。

##### **【フェーズ1】**

体積分率でヘリウム割合 60%と空気割合 40%となる多成分流体を入口から流入させる。なお、流体は非圧縮として扱う。

RPV 内のヘリウム割合 100%を 60%まで減少させる。RPV 内の空気割合 0%を 40%まで上昇させる。

RPV 内圧力を 4.053MPa（40 気圧）から 0.253312MPa（2.5 気圧）まで減少させる。

短時間的な挙動の確認を目的とし、RPV 内のヘリウム割合 100%の状態が、概ねヘリウム割合 60%に置換されるまでを目安に、事象時間とタイムステップを設定する。

##### **【フェーズ2】**

長時間の温度変化を確認するために、流れ場を固定し、タイムステップを大きめに再設定して、冷却過程をシミュレーションする。

時間刻み幅および事象時間は計算時間も考慮した上で適宜調整する。

減圧事故解析を実施し、自然放熱による冷却過程を確認する。時間刻み幅および事象時間は計算時間も考慮した上で適宜調整する。

減圧事故解析を実施し、HTTRの実験結果を参考に原子力機構が解析結果の妥当性を確認する。具体的には、過去に公開された論文等と同様の結果や挙動を示していることを確認すること。

過去に公開された論文等と同様の結果や挙動を示さない限り、4.2.1節まで戻り、STAR-CCM+の新型燃料モデル5段に含まれる問題点を具体的に洗い出すこと。

洗い出された問題点を解決するために、新型燃料モデル5段に含まれるパラメータ等を変更すること。変更の具体的な内容については別途指示する。

一般的な収束条件を満たし、温度や流量などの主要な物理量が妥当な値に収束した場合に完了とする。

#### 4. 3 スリーブレス燃料を用いた高温ガス炉の STAR-CCM+ (新型燃料モデル 6 段) の 3D-CAD の作成、定常解析及び減圧事故解析の実施

本件で検討するスリーブレス高温ガス炉は、現在、設計中であり、パラメータ等は流動的である。そのため、図 1、図 2、図 3、図 4、表 1 に示された数値は変更になる可能性がある。具体的な数値は別途指示するので、4. 3 は別途指示した最新の数値で実施すること。

Design Manager を使った最適化、設計探索、設計変更が自動化できるようにすること。柔軟かつロバスト性の高い 3D-CAD を作成すること。デザインパラメータを設定する箇所は原子力機構と相談し、決定すること。

##### 4. 3. 1 スリーブレス燃料を用いた高温ガス炉の STAR-CCM+ (新型燃料モデル 6 段) の 3D-CAD の作成

最上部にある新型燃料の上に更に新型燃料を 1 段増やすこと。新型燃料は燃料部の垂直方向に 6 段とすること。

新たに増やした新型燃料の 1 段分の水平方向にある燃料部以外の他の構造材も、新たに増やした新型燃料の 1 段分の高さだけ垂直方向に高くすること。3D-CAD に問題が生じた場合は、必ず原子力機構に相談すること。

なお必要ならば、原子力機構に依頼し、HTTR の資料から寸法データ等を読み取ること。

##### 4. 3. 2 定常解析 (スリーブレス燃料を用いた高温ガス炉) の実施

作成したスリーブレス燃料を用いた高温ガス炉の STAR-CCM+ (新型燃料モデル 6 段) に定常解析の境界条件及び初期条件を設定すること。

【境界条件】 VCS パネルの固定温度を 24.85°C と設定する。

原子炉入口冷却材温度を 325°C と設定する。

原子炉入口冷却材流量を 3.427 kg/s と設定する。

60 度のセクターモデル (扇型) であるため、360 度モデルの原子炉入口冷却材流量は 74.0232ton/h となる。

【初期条件】 4.053MPa (40 気圧) 及び 300K と設定する。ただし、STAR-CCM+ (新型燃料モデル 6 段) の定常解析の結果又は途中結果がある場合は、その解析結果を初期条件とする。

定常解析を実施し、燃料モデルの変更による影響を確認する。

定常解析を実施し、HTTR の実験結果を参考に原子力機構が解析結果の妥当性を確認す

る。具体的には、過去に公開された論文等と同様の結果や挙動を示していることを確認すること。

過去に公開された論文等と同様の結果や挙動を示さない限り、4.3.1 節まで戻り、STAR-CCM+の新型燃料モデル 6 段に含まれる問題点を具体的に洗い出すこと。

洗い出された問題点を解決するために、新型燃料モデル 6 段に含まれるパラメータ等を変更すること。変更の具体的な内容については別途指示する。

一般的な収束条件を満たし、温度や流量などの主要な物理量が妥当な値に収束した場合に完了とする。

#### 4. 3. 3 減圧事故解析（スリーブレス燃料を用いた高温ガス炉）の実施

妥当性が確認された定常解析結果を初期条件とする。減圧事故解析の境界条件を設定すること。

スリーブレス燃料を用いた高温ガス炉の境界条件及び初期条件を以下の値に設定する。

【境界条件】 VCS パネルの固定温度を 24.85℃と設定する。

原子炉入口冷却材温度を断熱壁とする。

原子炉入口冷却材流量を断熱壁とする。

【初期条件】 定常解析の結果を初期条件とする。

【減圧事故条件】 二重管配管破断事故を想定し、以下のような二段階の非定常解析を行う。

##### 【フェーズ 1】

体積分率でヘリウム割合 60%と空気割合 40%となる多成分流体を入口から流入させる。なお、流体は非圧縮として扱う。

RPV 内のヘリウム割合 100%を 60%まで減少させる。RPV 内の空気割合 0%を 40%まで上昇させる。

RPV 内圧力を 4.053MPa（40 気圧）から 0.253312MPa（2.5 気圧）まで減少させる。

短時間的な挙動の確認を目的とし、RPV 内のヘリウム割合 100%の状態が、概ねヘリウム割合 60%に置換されるまでを目安に、事象時間とタイムステップを設定する。

##### 【フェーズ 2】

長時間の温度変化を確認するために、流れ場を固定し、タイムステップを大きめに再設定して、冷却過程をシミュレーションする。

時間刻み幅および事象時間は計算時間も考慮した上で適宜調整する。

減圧事故解析を実施し、自然放熱による冷却過程を確認する。時間刻み幅および事象時間は計算時間も考慮した上で適宜調整する。

減圧事故解析を実施し、HTTRの実験結果を参考に原子力機構が解析結果の妥当性を確認する。具体的には、過去に公開された論文等と同様の結果や挙動を示していることを確認すること。

過去に公開された論文等と同様の結果や挙動を示さない限り、4.3.1節まで戻り、STAR-CCM+の新型燃料モデル6段に含まれる問題点を具体的に洗い出すこと。

洗い出された問題点を解決するために、新型燃料モデル6段に含まれるパラメータ等を変更すること。変更の具体的な内容については別途指示する。

一般的な収束条件を満たし、温度や流量などの主要な物理量が妥当な値に収束した場合に完了とする。

#### 4. 4 必要メモリ削減のためのメッシュ数制約のリスク

原子力機構のスパコン（HPE SGI8600）にインストールされている STAR-CCM+は、通常 8 並列で実行する。現在実行時の使用メモリは①108GB であるが、今後②800GB まで増加する予定である。他に実行時の使用メモリが③128GB の PC もある。

②800GB のメモリ容量を考慮しつつ、雛形となる設定ファイルを指定のメッシュ規模に収まるように作成すること。

メッシュ数は解析結果に影響する重要なパラメータである。可能な範囲で②800GB のメモリ容量のマシンで計算可能なメッシュ数になるように調整する。

一方、メモリ削減のため、メッシュ数を必要以上に少なくしないこと。正しい解析結果が得られなくなり、解析結果の妥当性を確認できなくなる可能性がある。本作業は解析結果を重要視する。

#### 4. 5 作業報告書、STAR-CCM+モデルの説明書、マニュアル等の整備

作業報告書を作成すること。その際、文章や章立て、解析結果の図のレイアウトについては、原子力機構の指示に従い、原子力機構が作成中の報告書にすぐに転用できる様式にすること。

STAR-CCM+モデルの説明書を作成すること。

次年度以降、作業者が変わっても作業がスムーズに開始できるようマニュアル等を整備すること。

#### 5. 特記事項

受注者は、本作業で得られた内容及び結果を第三者に提供してはならない。また、無断で論文等に引用してはならない。但し、予め書面により原子力機構の承認を受けた場合はこの限りではない。

受注者は、貸与品を本作業以外の目的に使用してはならない。貸与品を原子力機構外への持ち出してはならない。原子力機構の許可無しに貸与品の複製物の作成、改変または翻案を行ってはならない。貸与品は本契約終了時に返却すること。

作業の実施において不明な点が生じた場合には、別途協議の上で発注者が決定する。

#### 6. 貸与品

- (1) 資料や寸法データ等：原子力機構との協議の上、必要に応じ、参考文献等
- (2) 引渡場所：高温ガス炉プロジェクト推進室 高温ガス炉設計グループ
- (3) 引渡時期：契約締結後
- (4) 引渡方法：持込引渡し

本件で検討するスリーブレス高温ガス炉は、現在、設計中であり、パラメータ等は流動的である。そのため、図1、図2、図3、図4、表1に示された数値は変更になる可能性がある。具体的な数値は別途指示するので、4.2及び4.3は別途指示した最新の数値で実施すること。

Design Manager を使った最適化、設計探索、設計変更が自動化できるようにすること。柔軟かつロバスト性の高い3D-CADを作成すること。デザインパラメータを設定する箇所は原子力機構と相談し、決定すること。

表1 スリーブレス高温ガス炉の仕様

	NS-HTR60S	参考：HTTR
原子炉出力	60 MW	30 MW
平均出力密度	4.2 MW/cm <sup>3</sup>	2.5 MW/cm <sup>3</sup>
原子炉入口冷却材温度 / 原子炉出口冷却材温度	325°C/800°C	395°C/850°C
炉心冷却材流量	20.4 kg/s	12.4 kg/s
燃焼日数	730 days	660 days
平均燃焼度	40 GWd/t	22 GWd/t
炉心高さ / 炉心直径	3.48 m / 2.3 m	2.9 m / 2.3 m
燃料体の数	180 (30 columns × 6 layers)	150 (30 columns × 5 layers)
燃料体の種類	33 ピン燃料体のみ	31 ピン燃料体 及び 33 ピン燃料体
燃料体の幅 / 高さ	36 cm / 58 cm	36 cm / 58 cm
燃料物質	UO <sub>2</sub>	UO <sub>2</sub>
平均燃料濃縮度	8.5	5.9 wt%
燃料濃縮度の数	4	12
被覆燃料粒子の直径	0.92 mm	0.92 mm
燃料核の直径	0.60 mm	0.60 mm
燃料コンパクト母材物質	SiC	Graphite
燃料コンパクトの直径 (内径 / 外径)	22 mm / 32 mm	10 mm / 26 mm
燃料コンパクトの半径 (内径 / 外径)	11 mm / 16 mm	5 mm / 13 mm
燃料コンパクトの高さ (内径 / 外径)	39 mm	39 mm
黒鉛スリーブ	無し	有り

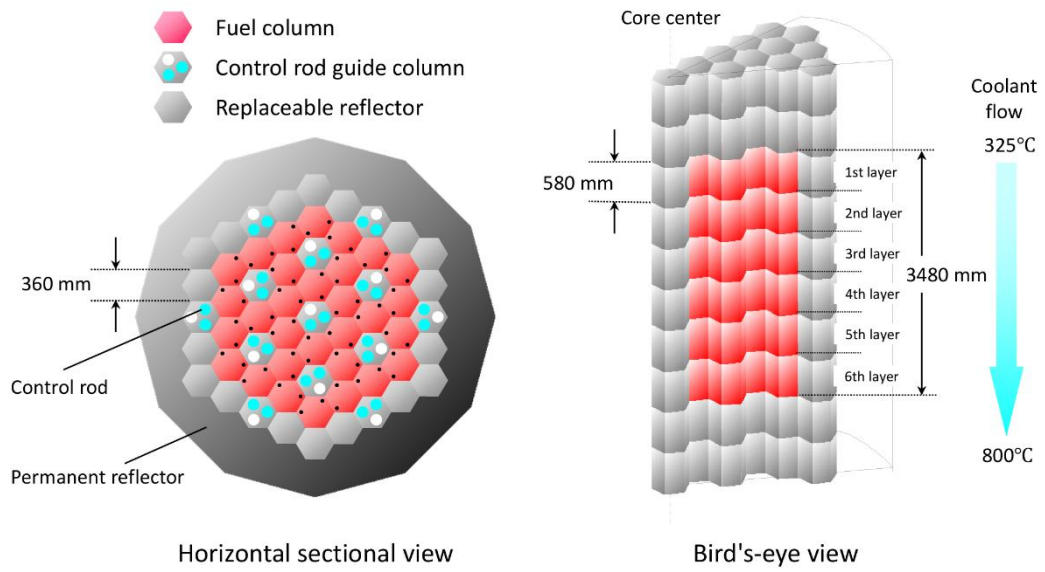


图 1 全炉心水平断面、鳥観図

**暫定形状・組成**

- ✓ 燃料ブロックの形状は、HTTRと同じ。燃料棒（下図）、冷却孔の形が異なる。
- ✓ 冷却孔直径：41 mm (HTTR) → 36 mmに変更
- ✓ 被覆燃料粒子の充填率30%、母材密度：理論密度60%

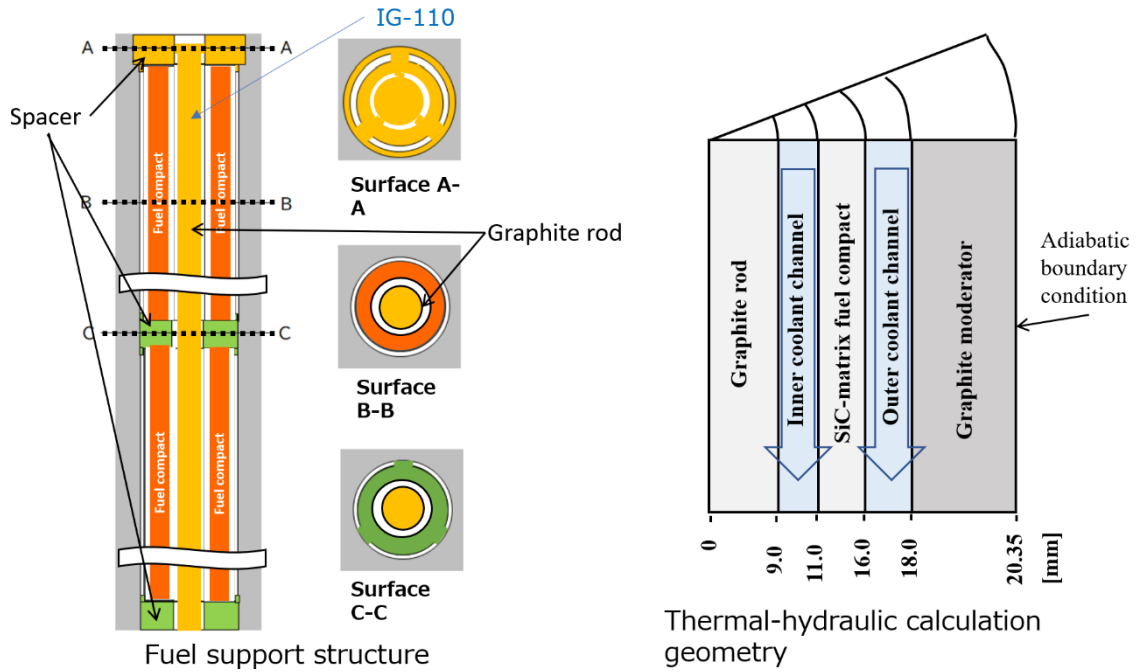


図2 燃料棒の形状

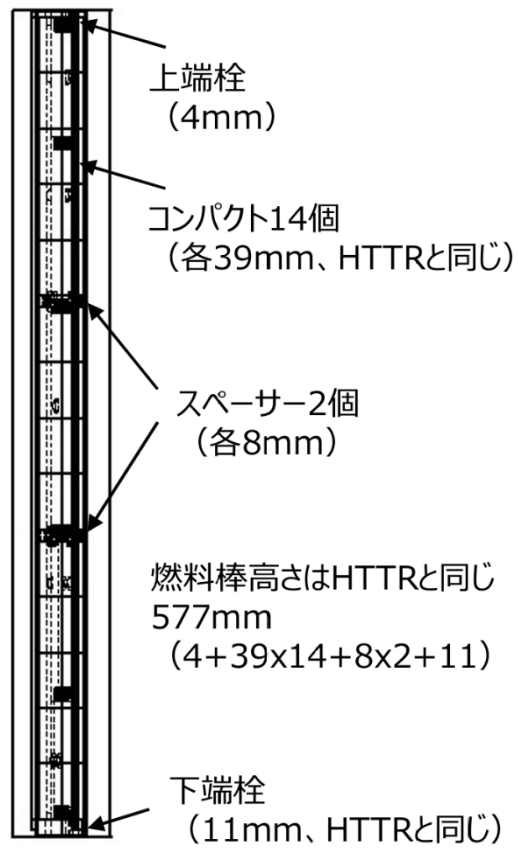


図3 燃料棒の長軸方向の寸法

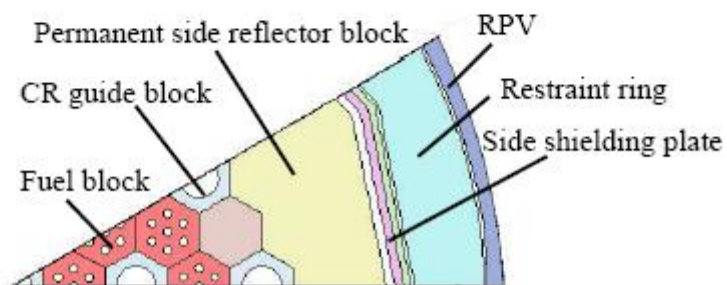
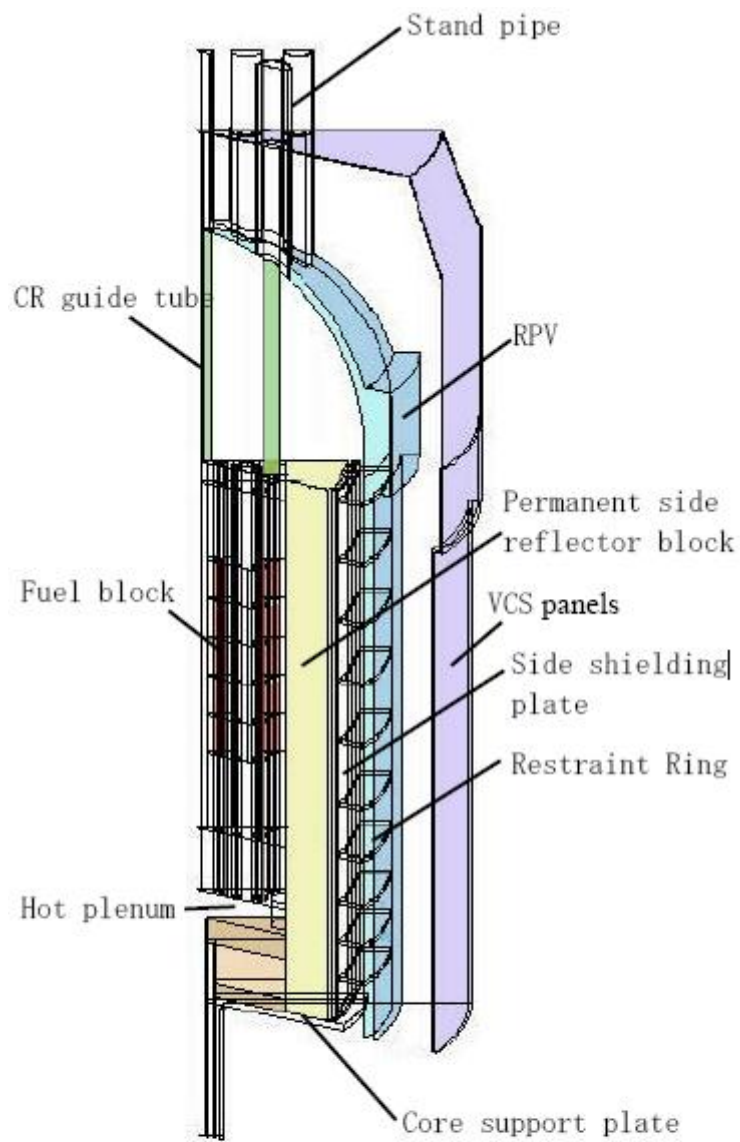


図4 RPV 及び VCS パネルまで含めた垂直断面図 (燃料ブロックの均質化の方法)  
 本図は HTTR の垂直断面図であるため Fuel block は 5 段のみ示している。  
 一方、本作業の Fuel block は 6 段となることに注意。

以上