

実用高温ガス炉の核熱計算モデルの作成

仕様書

1. 件名

実用高温ガス炉の核熱計算モデルの作成

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）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核熱計算モデルの作成を、受注者に請負わせるための仕様について定めたものである。

2. 2 提出書類

(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) 入出力ファイル説明書	作業終了後速やかに	3部
(4) 打合せ議事録※	打合せの都度	3部
(5) 以下を収納したメディア (CD-ROM又はDVD-ROM又はUSB-FLUSH) 納入時		1式
・ 作業報告書		
・ 計算入出力		
・ 作業時に作成した入出力ファイル一式と説明書		
・ 図表データ一式（数値を含む）		
(6) 情報セキュリティに関わる書類 契約締結後速やかに		
① 資本関係及び役員情報		1部
② 本契約の実施場所		1部
③ 従事者の所属・専門性（情報セキュリティに係わる資格・研修等）		1部
④ 実績及び国籍についての情報		1部
(7) 業務遂行能力に関わる書類 契約締結後速やかに		
① 関連する業務の実績一覧表		1部
② 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7年9月15日（月）

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、計算結果が妥当であること、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 実用高温ガス炉概念設計 GTHTR300 について

GTHTR300の主な仕様、被覆燃料粒子の仕様、燃料体の仕様、燃料配置の仕様についてそれぞれ表1、表2、表3、表4に示す。炉心は燃料カラム数90を（炉心外径約5.6m）を環状に配置し、燃料領域高さ8mの形状となり、縦横断面図を図1、図2に示す。内側可動反射体は73カラム（制御棒案内カラムを含む）、高さ8段8.4mの炉心構成である。燃料体は半径41.2cm（ヘリウムギャップ0.2cmを含む）、高さ100cmの正六角柱黒鉛ブロック、57本燃料棒の燃料体で構成され（図3参照）、一体型燃料を使用している（図4参照）。また、制御棒案内ブロック構造を図5に示す。被覆燃料粒子も、取出し平均燃焼度12万Mwd/tと高い値を目標とすることから、燃料核直径は小さくバッファ層の厚い直径1,010 μ mの大型粒子を採用している。

4. 実施内容

4. 1 熱計算モデルの作成

原子力機構が貸与するGTHTR300に対するSRAC/PIJ及びSRAC/COREBNの入出力データ等を基に、COREBNコンバータ、FTCCの入力を作成する。但し、作成の過程で貸与するコード修正が必要となった場合は、受注者が修正を行う。

4. 1. 1 諸元の整理

原子力機構からの貸与品、及び公開文献を基に、COREBNコンバータ、FTCCの入力を作成するために必要な情報を整理する。COREBNコンバータの入力として必要な情報は、エネルギー群数情報、核計算時のメッシュの寸法情報、燃料の密度情報、炉心構成情報、そして中性子束分布及び出力分布に対応したSRAC/COREBNの出力データであり、FTCCの入力として必要な情報は、冷却材流量・圧力分布情報、燃料棒の寸法情報、熱伝導率情報、そして中性子束分布及び出力分布に対応したCOREBNコンバータの

出力である。

4. 1. 2 GTHTR300のSRACコードシステム及び入力データの動作確認

原子力機構が貸与するSRACコードシステム、及びGTHTR300相当の入力データを用いて動作を確認する。必要に応じて修正を行う。

4. 1. 3 GTHTR300のCOREBNコンバータ、FTCCの入力の作成

4.1.1節での検討を基に、COREBNコンバータ、FTCCの入力を作成する。

4. 2 GTHTR300の核熱計算モデルの検証

原子力機構が貸与する実用高温ガス炉に対する核計算モデル、及び3.1節で作成した入力データの検証として、原子力機構が指定する計算ケースに対して以下を算出する。

- ・ 各燃焼ステップ（13ステップ程度×4バッチ）における軸方向出力分布
- ・ 各燃焼ステップにおける軸方向温度分布

上記の計算結果が文献値と極端に乖離していないことを確認し、核熱計算モデルの妥当性の検証とする。

4. 3 スリーブレス燃料要素のモデル作成と試計算

4. 3. 1 スリーブレス燃料要素のモデルのSRAC入力データの作成

原子力機構が貸与する実用高温ガス炉の核計算モデルを基に、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たSRAC/PLJの入力データを作成する。

4. 3. 2 スリーブレス燃料要素のモデルのCOREBNコンバータ、FTCCの入力の作成

必要に応じて、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たCOREBNコンバータ、FTCCの入力を作成する。

4. 3. 3 スリーブレス燃料要素のモデルの試計算

4.3.1節、4.3.2節で作成したモデルを基に、核・熱計算を実施する。試計算は1ケース以上行うものとする。

4. 4 報告書作成

作業報告書、作成した入出力ファイル説明書を作成する。

5. 特記事項

- (1) 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。
- (2) 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。
- (3) 変数の配列サイズの不足等、何らかの原因によりSRACコードシステム等が正常に動作しない場合は、正常に動作するように受注者が各ソースファイルの改造を行い、実行モジュールを

作成する。ソースファイルの貸与については、別途協議の上で発注者が決定する。

(4) 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) 品名 | SRACコードシステム
GTHTR300相当のSRAC/PIJ、SRAC/HIST、SRAC/COREBNの入出力データ
COREBNコンバータ、及び入力例
FTCC、及び入力例
GTHTR300に関する資料 |
| (2) 数量 | 1 式 |
| (3) 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 |
| (4) 引渡時期 | 契約締結後 |
| (5) 引渡方法 | 持込引渡し |

表1 GTHTR300の主要原子炉仕様

項目	GTHTR300	単位
原子炉熱出力	600	MWth
原子炉入口冷却材温度	587	°C
原子炉出口冷却材温度	850	°C
冷却材圧力	7	Mpa
冷却材流量	438	kg/s
取出し平均燃焼度	12	万MWd/t
燃焼期間／バッチ	730	日
燃料交換期間	30	日
バッチ数	4	
燃料交換方式		
燃料体型式	一体型燃料	
燃料体材料	IG11	
初期濃縮度	14	wt%
残存濃縮度	5.5	wt%
燃料種類数	1	
燃料粒子	SiC被覆粒子	
BP	3	本/体
ホウ素濃度		%
直径		cm
長さ	95	cm
ブロック間ギャップ	0.2	cm
ブロック高さ	105	cm
ブロック段数	8	段
燃料領域高さ	840	cm
軸方向可動反射体高さ	80	cm
軸方向可動反射体段数	2	段
上部遮蔽体	40	cm
内側可動反射体	55	カラム
内側制御カラム	18	カラム
内側合計カラム数	73	カラム
燃料カラム数	90	カラム
外側可動反射体	30	カラム
外側制御カラム	18	カラム
外側合計カラム数	48	カラム
固定反射体等厚さ	60.5	cm
圧力容器内径	7.6	m
炉心平均出力密度	?	W/cc

表 2 被覆燃料粒子の仕様

項目	単位	600MWt	密度(g/cc)
燃料核直径	μm	550	10.8
バッファー層厚さ	μm	140	1.15
内側PyC層厚さ	μm	25	1.85
SiC層厚さ	μm	40	3.2
外側PyC層厚さ	μm	25	1.85
被覆燃料粒子直径	μm	1010	-
燃料体積比	%	0.16	-
燃料粒子充填率	%	29.0	-

表 3 燃料体の仕様

項目	単位	燃料体各寸法	
燃料ピン数		57	
ピン配列数		9	
コンパクト内径	cm	0.90	
コンパクト厚さ	cm		0.75
コンパクト外径	cm	2.40	
内側黒鉛被覆内径	cm	0.70	
黒鉛被覆厚さ	cm		0.10
内側黒鉛被覆外径	cm	0.90	
外側黒鉛被覆内径	cm	2.40	
黒鉛被覆厚さ	cm		0.10
外側黒鉛被覆外径	cm	2.60	
冷却材流路幅	cm		1.50
冷却口内径	cm	3.90	
燃料ピンリガメント	cm		0.80
燃料ピンピッチ	cm	4.70	
ブロックリガメント	cm		2.27
ブロックギャップ	cm	0.20	
ブロック平径	cm	41.00	

表 4 燃料配置仕様

領域 (*1)	燃料	反応度調整材 諸元(*2)					
		1			2		
上からの 段数	濃縮度 (wt %)	直 径 (mm)	天然ほう素 濃度 (wt%)	ブロック内 装荷孔数	直 径 (mm)	天然ほう素 濃度 (wt%)	ブロック内 装荷孔数
1、2	約14	約48	約0.18	3	約48	約0.15	3
3、4	約14	約48	約0.80	3	約48	約0.38	3
5、6	約14	約48	約0.90	3	約48	約0.40	3
7、8	約14	約38	約0.80	3	約38	約0.60	3

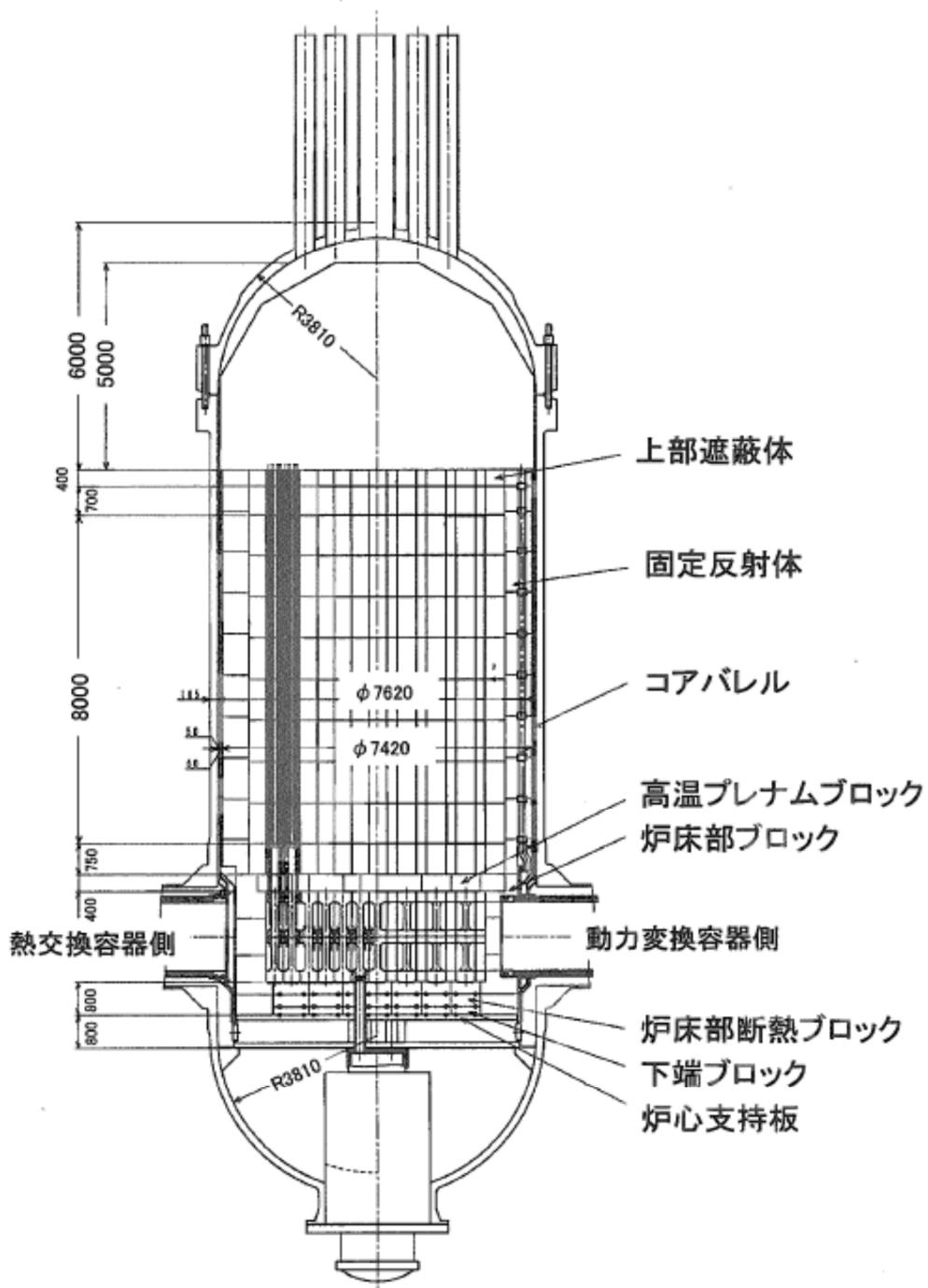


図1 GTHR300原子炉縦断面図

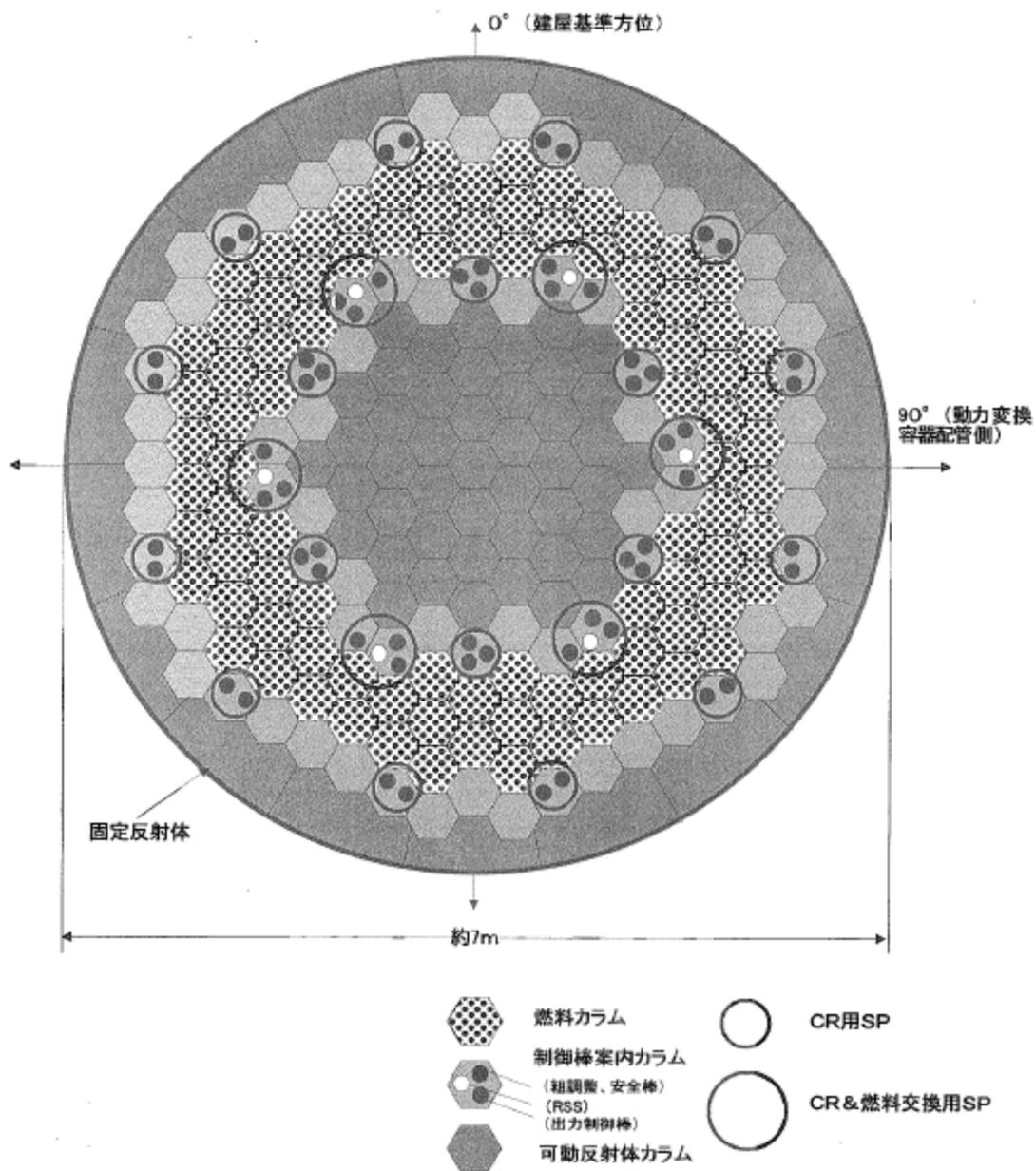


図2 GTHR300原子炉横断面図

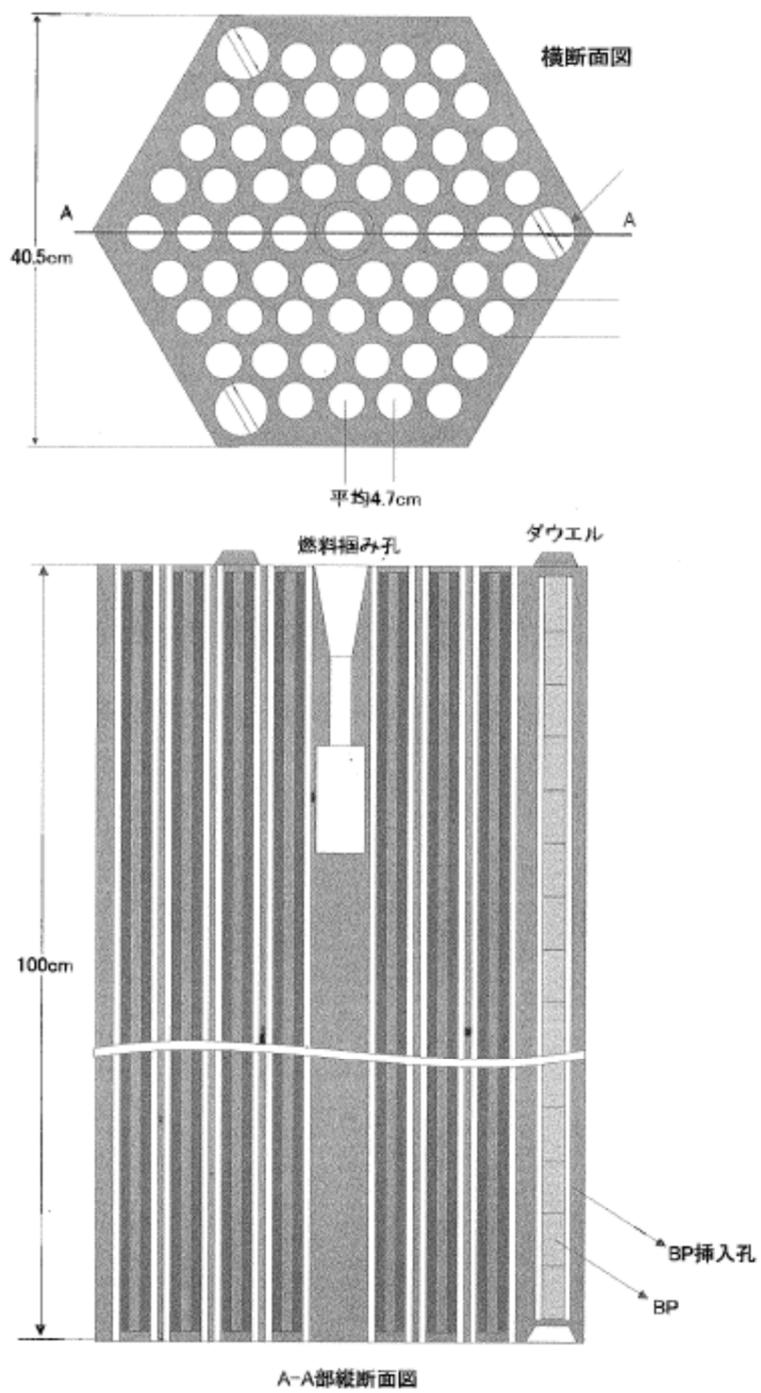


図3 燃料体構造概念図

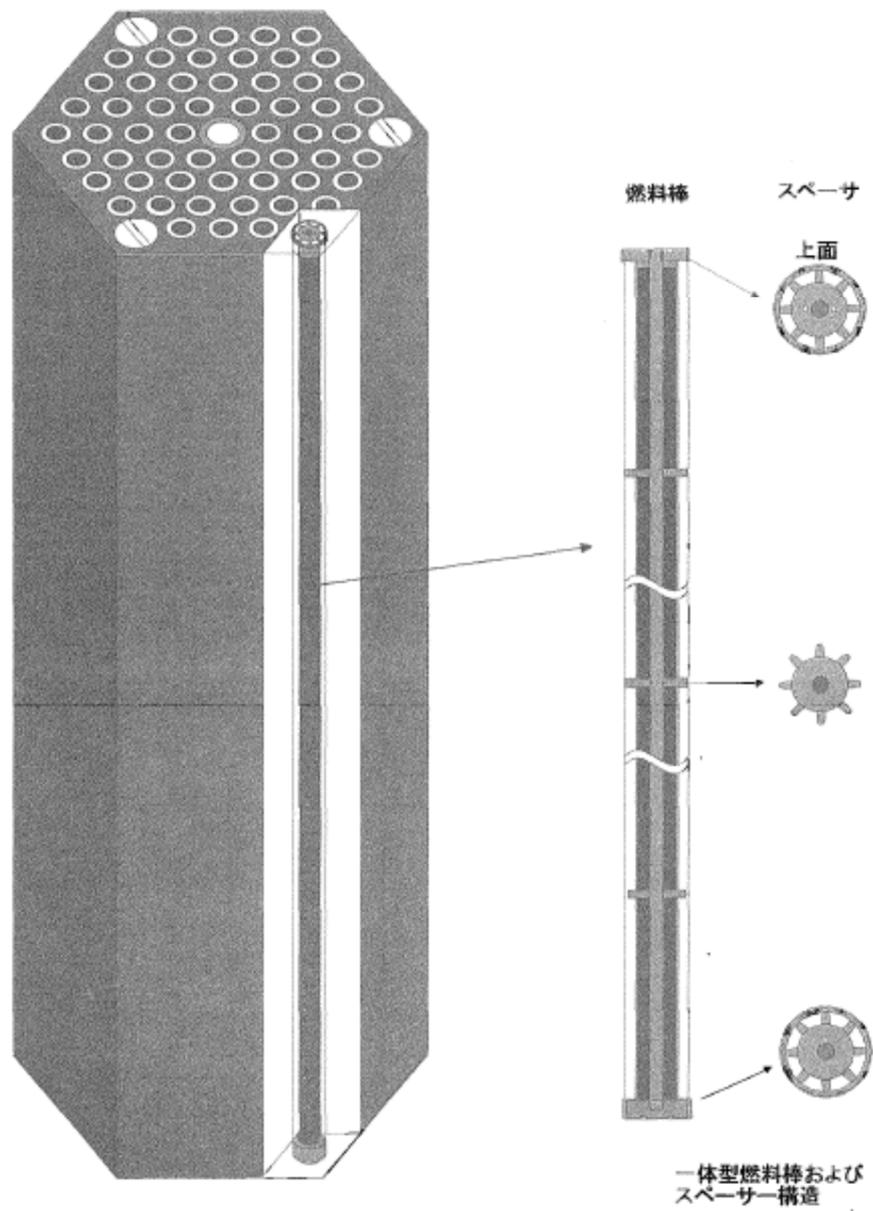


図4 燃料棒構造概念図

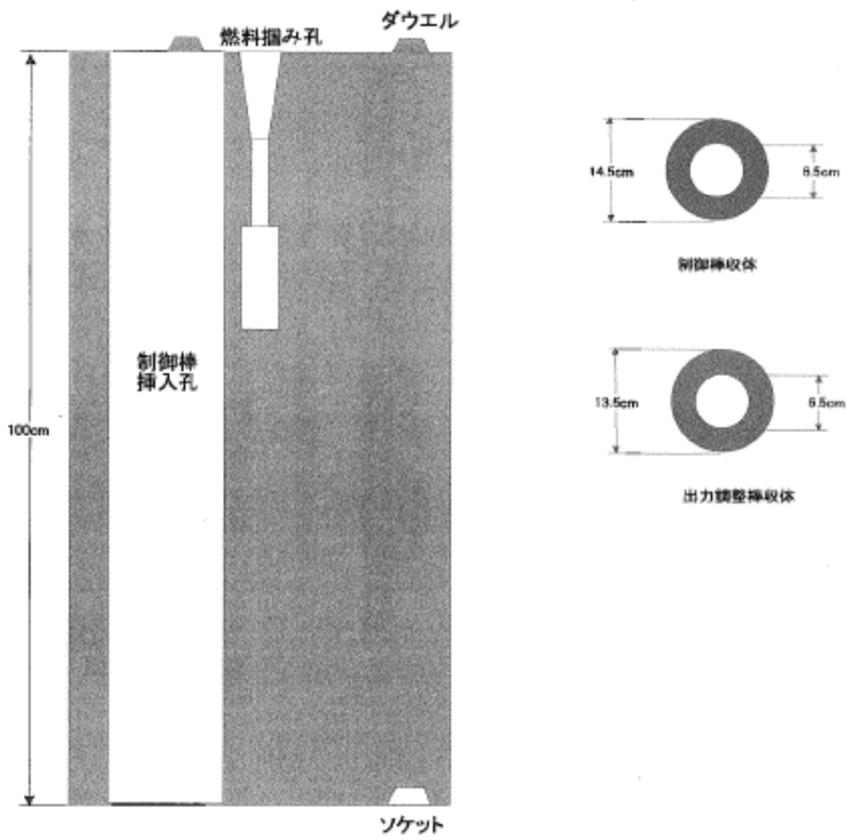
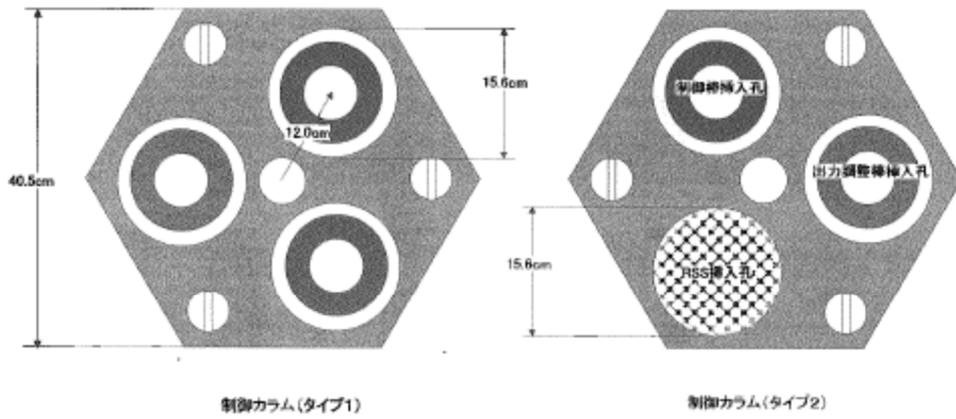


図5 制御棒案内ブロック概念図

以上