

島根原子力発電所 3 号炉 審査資料	
資料番号	S3-EP-004改03(説1)
提出年月日	2023年 2月15日

島根原子力発電所 3 号炉 炉心解析コード (LANCR/AETNA) (解析モデルについて)

2023年 2月
中国電力株式会社

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

Energia

はじめに	P.2
審査会合での指摘事項一覧	P.3
1. 炉心解析コード (LANCR/AETNA) の概要	P.5
2. LANCR解析モデル	P.8
3. AETNA解析モデル	P.17

はじめに

- ▶ 島根3号炉チャンネルボックス厚変更に伴う許認可解析に対する炉心解析コード（LANCR/AETNA）の適用性に関して、以下の項目を説明する。

- 重要現象についてのモデル化と妥当性確認について

- ・モデル化と妥当性確認の網羅性について
- ・モデル化の網羅性確認
- ・妥当性確認の網羅性確認

- 解析モデル

- ・LANCR 解析モデル
- ・AETNA 解析モデル

- 検証及び妥当性確認

- ・LANCR の検証及び妥当性確認
- ・AETNA の検証及び妥当性確認

- 許認可解析への適用

- ・妥当性確認の実施条件と不確かさのまとめ
- ・許認可解析へのLANCR/AETNA コード適用

— — — — — : ご説明済の範囲

— — — — — : 本日も説明範囲

審査会合での指摘事項一覧（1/2）

No.	審査会合日	指摘事項の内容	回答頁
4	2022年9月29日	検証及び妥当性確認のプロセスが適切に実施されているかを確認するため、当該プロセスの内容を整理すること。なお、学協会基準等を参照した場合は、参照した基準等を示すこと。	後日回答
5	2022年9月29日	妥当性確認に採用している試験データ等について、解析結果と比較するにあたって、想定している炉心状態を網羅しているか、信頼性のある試験データかなどを含め、試験データ等の選定の考え方を整理すること。	後日回答
6	2022年9月29日	試験データ等と比較した結果により、妥当と判断した考え方（どういう観点から、何を満たしていればよいと考えるのか）を整理すること。	後日回答
7	2022年9月29日	安全解析コード等の入力となるLANCR/AETNAコードの出力を整理し、必要に応じて当該出力から安全解析コード等への入力のための処理プロセスも示すこと。	本日回答 (P.6, 7)
8	2022年9月29日	妥当性確認プロセスから、どのように解析コードの不確かさの値を算出しているのか整理すること。	後日回答
9	2022年9月29日	解析コードの不確かさと設計における設定値との比較においては、解析コード以外の不確かさ（取替炉心段階に生じる不確かさ等）の値も示した上で、設計における設定値内であることを示すこと。	後日回答

審査会合での指摘事項一覧（2/2）

No.	審査会合日	指摘事項の内容	回答頁
10	2022年12月13日	手順⑤のLANCR/AETNAの達成すべき予測性能について、指標となるパラメータの選定及び許容される不確かさ等の達成基準の考え方を説明すること。また、安全解析の対象となる平衡炉心の成立性に関しても、予測性能を設定する必要はないか説明すること。	後日回答
11	2022年12月13日	手順④の“モデル実装/コード検証/解検証はメーカーのQMSにより達成されることを前提としている”について、事業者におけるQMS上の調達管理としてどのように確認したのか具体例を示しつつ、説明すること。	後日回答
12	2022年12月13日	手順④の妥当性確認を通した総括不確かさの評価について、物理的モデルの不確かさの影響についても説明すること。	後日回答
13	2022年12月13日	階層構造分析による物理現象の整理について、システムを炉心（シュラウド内）に限定している理由を説明すること。外部ループ（再循環系，給復水系），原子炉ドーム圧，システムの境界を構成する構造物等の炉心外の要素がどのように取り扱われているか説明すること。	後日回答
14	2022年12月13日	各PIRTでランクLとした項目のうち、参考文献以外を判断根拠としているものについて、感度解析等の結果を根拠としているものについては、そのデータを示して根拠を説明すること。	後日回答
15	2022年12月13日	モデル化されていない物理現象の扱いについて、モデル化しないことによる不確かさへの影響等をどのように考慮しているかを説明すること。	後日回答

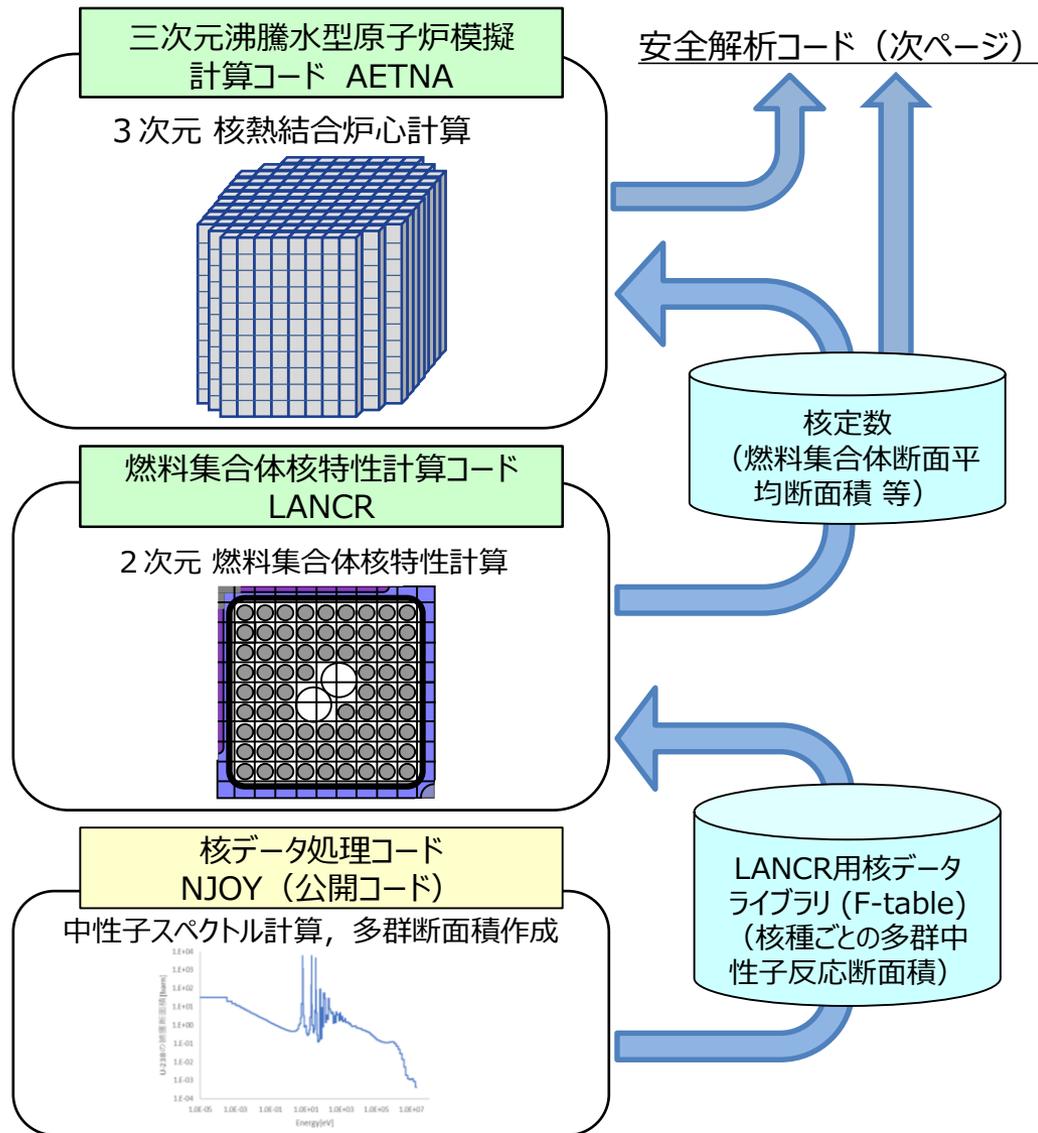
解析システムの構成

AETNA : 炉心全体に対して、燃料集合体単位の特徴を用いた3次元の核熱水力反復計算を行い、出力分布や炉停止余裕などの各種炉心特性を評価する。

LANCR : 燃料集合体の断面に対して燃料棒単位の詳細な核計算を2次元体系で実施し、AETNAに必要な燃料集合体断面の平均的な核特性を計算する。

LANCRの計算に必要な核データライブラリは、評価済み核データを公開コードNJOY*1で処理し、F-table形式で作成する。

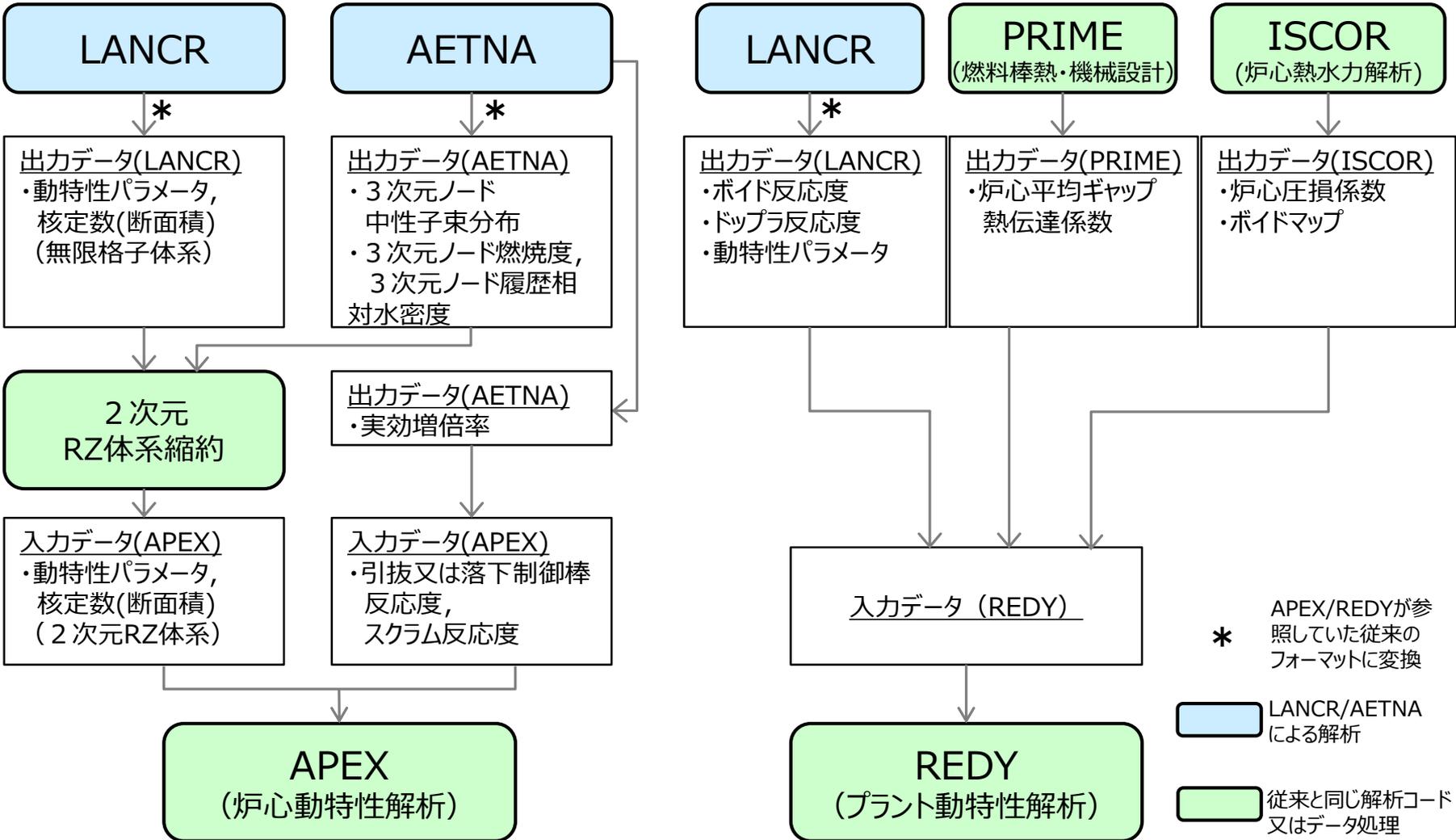
*1 : NJOYはNJOY99を使用



LANCR/AETNAを用いた炉心解析の流れ

1. 炉心解析コード (LANCR/AETNA) の概要 安全解析コードに引き渡すデータの処理プロセス

➤ 安全解析コードに引き渡すデータの処理プロセスの例として、APEX/REDYに引き渡すデータの処理プロセスを以下に示す。



1. 炉心解析コード (LANCR/AETNA) の概要

安全解析コードに引き渡すデータ

- LANCR/AETNAの解析結果を用いて、原子炉設置変更許可申請書添付書類十に示す安全解析を実施する。
- 各種安全解析コードに引き渡すデータ項目を以下に示す。

安全解析コードに引き渡すデータ

解析	安全解析コード	安全解析コードで使用されるLANCR/AETNAの出力データ		
		LANCR	AETNA	
運転時の異常な 過渡変化の解析	原子炉起動時における制御棒の異常な引き抜き	APEX/SCAT	核定数（拡散定数, 核分裂断面積, 生成断面積, 吸収断面積, 減速断面積, 中性子速度）, ドップラ係数, 局所出力ピーキング係数, R因子, 動特性パラメータ（遅発中性子割合, 遅発中性子先行核崩壊定数）	引抜制御棒反応度, スクラム反応度 （入力作成過程で使用されるデータ） 実効増倍率, 3次元ノード中性子束分布, 3次元ノード燃焼度, 3次元ノード履歴相対水密度
	出力運転中の制御棒の異常な引き抜き	AETNA		
	給水加熱喪失	REDY/ISCOR	ボイド反応度, ドップラ反応度, R因子, 動特性パラメータ（遅発中性子割合, 中性子平均寿命, 遅発中性子先行核崩壊定数）	（入力作成過程で使用されるデータ） 3次元出力分布, 3次元ノード燃焼度
	上記以外の運転時の異常な過渡変化の解析	REDY/SCAT	ボイド反応度, ドップラ反応度, R因子, 動特性パラメータ（遅発中性子割合, 中性子平均寿命, 遅発中性子先行核崩壊定数）	（入力作成過程で使用されるデータ） 3次元出力分布, 3次元ノード燃焼度
設計基準 事故解析	原子炉冷却材喪失	LAMB/SCAT/SAFER		
	原子炉冷却材流量の喪失	REDY/SCAT/SAFER	ボイド反応度, ドップラ反応度, 動特性パラメータ（遅発中性子割合, 中性子平均寿命, 遅発中性子先行核崩壊定数）	（入力作成過程で使用されるデータ） 3次元出力分布, 3次元ノード燃焼度
	制御棒落下	APEX/SCAT	使用するデータの項目は“原子炉起動時における制御棒の異常な引き抜き”と同じ	
	主蒸気管破断	LAMB/SCAT/SAFER		

2. LANCER 解析モデル

LANCRの概要

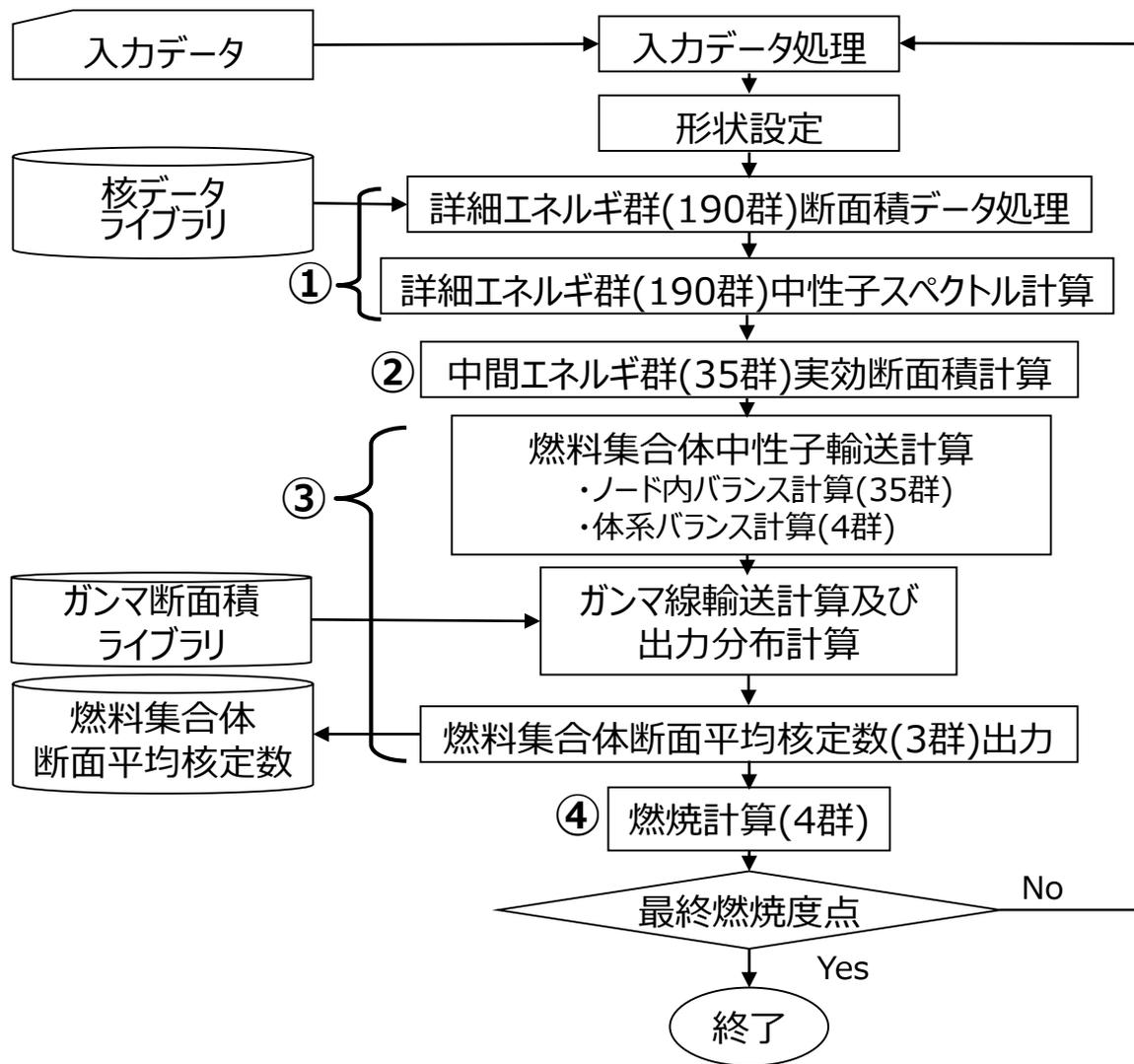
- LANCERは燃料集合体の断面に対して燃料棒単位の詳細な核計算を2次元体系で実施し、AETNAに必要な燃料集合体断面平均核定数を計算する。

① 中間エネルギー群（35群）実効断面積の計算に必要な、詳細エネルギー群（190群）断面積データ及び詳細エネルギー群（190群）中性子スペクトルを求める。

② 燃料集合体中性子輸送計算に必要な中間エネルギー群（35群）実効断面積を、詳細エネルギー群（190群）中性子スペクトル計算の結果から算出する。

③ 燃料集合体中性子輸送計算結果及びガンマ線輸送計算結果からAETNAに必要な燃料集合体断面平均核定数（3群）を作成する。

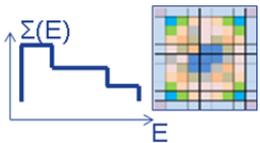
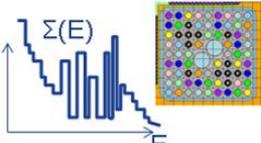
④ 燃焼計算を行い次のステップに進む。



2. LANCR 解析モデル 従来コードとの比較

- LANCRの解析モデルのうち、従来コードから変更があったモデルを以下に示す。

従来コードとLANCRコードの解析モデルの比較（変更があった点）

	従来コード (HINES)	LANCR
核データライブラリ (P.11)	ENDF/B-IV,-V	ENDF/B-VII.0
詳細エネルギー群 中性子スペクトル計算 (P.12)	衝突確率法 (68+30群)	衝突確率法 (190群)
中間エネルギー群 実効断面積計算 (P.13)	エネルギー 3 群実効断面積に縮約	エネルギー35群実効断面積に縮約
燃料集合体 中性子輸送計算 (P.14)	エネルギー3群 拡散計算法 	エネルギー35群 輸送計算法 
ガンマ線輸送計算および 出力分布計算 (P.15)	ガンマ線反応による発熱は核分裂・ 捕獲反応率から簡易計算	中性子輸送計算をもとにソース設定, ガンマ線輸送計算を行い, ガンマ線 反応による発熱を計算し, 核分裂反 応による発熱と合算して燃料棒出力 を計算
燃料集合体断面平均 核定数出力 (P.15)	修正 1 群計算用 核定数出力	3 群計算用 核定数出力
燃焼計算 (P.16)	重核 : 24核種, FP等 : 30核種	重核 : 38核種, FP等 : 138核種

2. LANCR 解析モデル

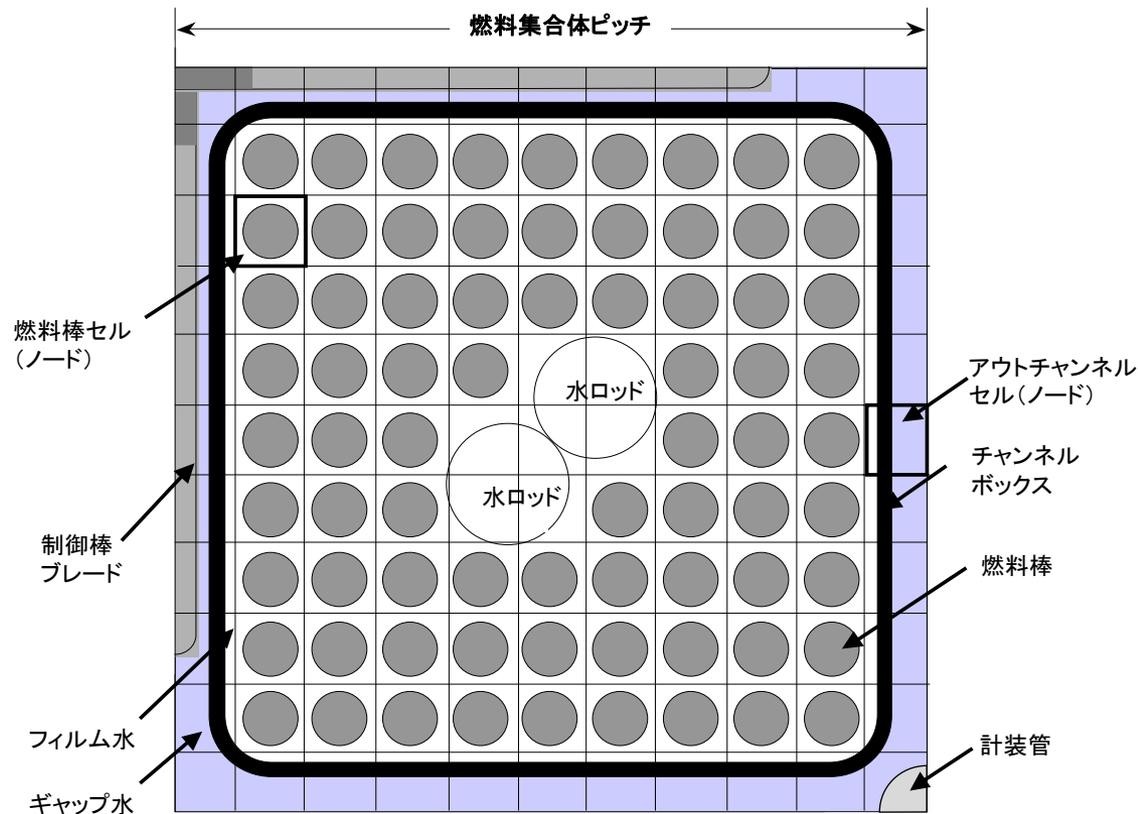
(1)入力データ処理, 形状設定

入力データ処理

燃料集合体の形状, 燃料棒毎の核種組成とその配置, 減速材や構造材の組成, これらの温度などの状態量や計算オプション等を読み込む。

形状設定

中性子輸送計算や燃焼計算等で必要となる燃料棒配列, チャンネルボックスや水ロッド形状を含む燃料集合体の断面幾何形状や, 幾何形状と関連づけられた領域ごとの物質組成データを設定する。



燃料集合体形状と各部名称
(9×9配列の例)

2. LANCR 解析モデル

(2) 核データライブラリ, 詳細エネルギー群断面積データ処理

- 評価済み核データを基に, 詳細エネルギー群中性子スペクトル計算で必要となる190群の実効断面積データを作成する。
 - 核データライブラリファイルを, 評価済み核データ ENDF/B-VII.0から核データライブラリ処理コードNJOYにより事前に生成する。
 - 生成した核データライブラリファイルを読み込み, 190群の実効断面積データを作成する。

LANCRより上流の処理 (NJOYを利用)

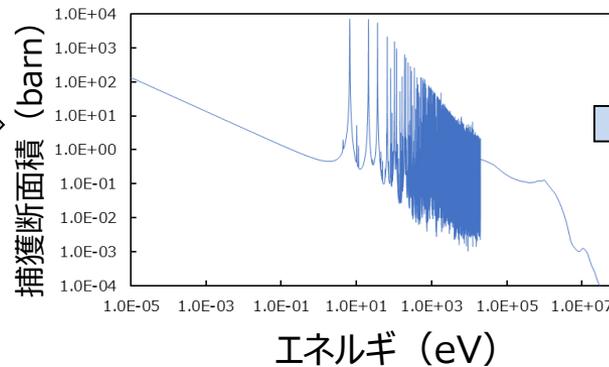
評価済み核データ
(ENDF/B-VII.0)

```

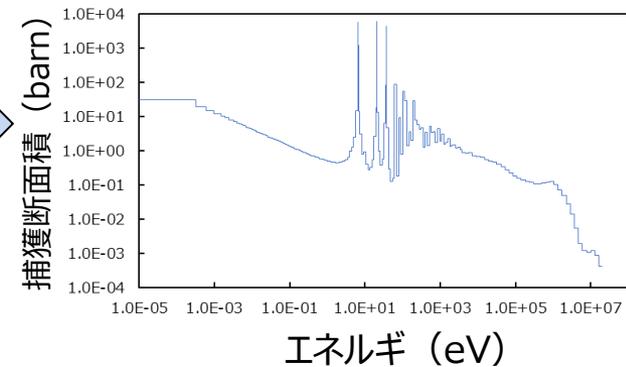
...
1.490288+5 6.091120+0 1.806460-1 7.439600-4 2.434410-2 0.000000+0 0.9237 2 151 3454
0.000000+0 0.000000+0 0 0 0 0 0.9237 2 099999
0.000000+0 0.000000+0 0 0 0 0 0.9237 0 0
9.223800+4 2.360058+2 0 0 0 0 0.9237 3 1 1
0.000000+0 0.000000+0 0 0 1 3959237 3 1 2
| 395 2 9237 3 1 3
1.000000+0 0.000000+0 2.000000+0 0.000000+0 2.000000+4 1.429020+19237 3 1 4
2.299700+4 1.408890+1 2.300000+4 1.408870+1 2.302800+4 1.408710+19237 3 1 5
2.305900+4 1.408540+1 2.497100+4 1.397690+1 2.506600+4 1.397490+19237 3 1 6
2.504100+4 1.397290+1 2.600000+4 1.391850+1 2.606700+4 1.391520+19237 3 1 7
2.610500+4 1.391350+1 2.614300+4 1.391170+1 2.735900+4 1.385310+19237 3 1 8
2.735900+4 1.385120+1 2.745900+4 1.384930+1 2.817300+4 1.381390+19237 3 1 9
2.821500+4 1.381190+1 2.825700+4 1.380990+1 3.000000+4 1.372600+19237 3 1 10
3.089200+4 1.368990+1 3.094000+4 1.368800+1 3.098800+4 1.368600+19237 3 1 11
3.227000+4 1.363410+1 3.232200+4 1.363200+1 3.237400+4 1.362990+19237 3 1 12
3.500000+4 1.352360+1 3.555400+4 1.350450+1 3.561400+4 1.350240+19237 3 1 13
...
  
```

共鳴パラメータ
断面積 など

連続エネルギー



LANCRの核データライブラリ
(エネルギー190群)



詳細エネルギー群断面積データ処理の例 (U-238捕獲断面積)

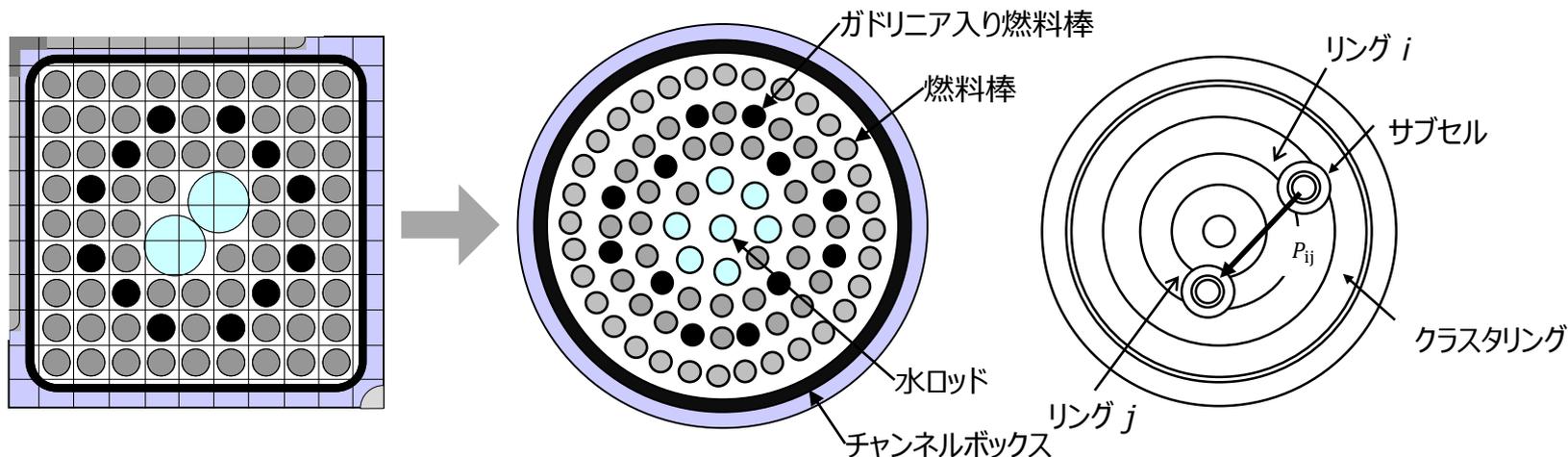
2. LANCR 解析モデル

(3) 詳細エネルギー群中性子スペクトル計算

- ▶ 詳細エネルギー群断面積処理で求めた190群の断面積を用いて，燃料集合体の各領域の190群中性子スペクトルを衝突確率法により計算する。

LANCRでの詳細エネルギー群スペクトル計算の特徴

- ▶ 燃料集合体の2次元断面を円筒クラスタでモデル化
 - ▶ 衝突確率法計算により詳細エネルギー群中性子の領域間の動きと減速を算出
 - ▶ 中性子スペクトルに影響する非均質性を扱いながら，計算の高速化が可能
- ▶ 個々の燃料棒をリング内に置いたサブセル（燃料棒，被覆管，減速材から構成）でモデル化



190群スペクトル計算用円筒クラスタ近似

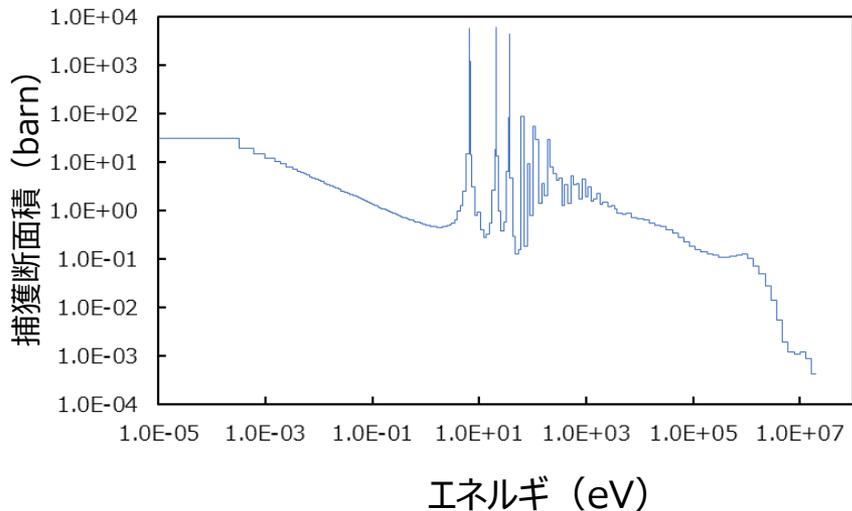
衝突確率法による各領域のスペクトル計算

2. LANCR 解析モデル

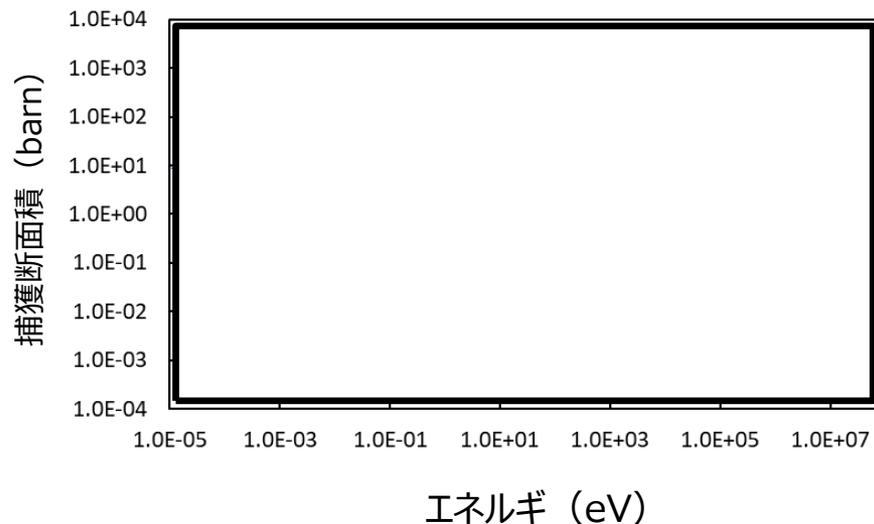
(4) 中間エネルギー群実効断面積計算

- 燃料集合体中性子輸送計算に使用する各領域の中間エネルギー群（35群）実効断面積を算出する。
 - 詳細エネルギー群中性子スペクトル計算で求めた各領域の190群スペクトルを用いて、詳細エネルギー群断面積処理で求めた190群断面積を中間エネルギー群（35群）にエネルギー縮約する。

核データライブラリ（エネルギー190群）



中間エネルギー群断面積（エネルギー35群）

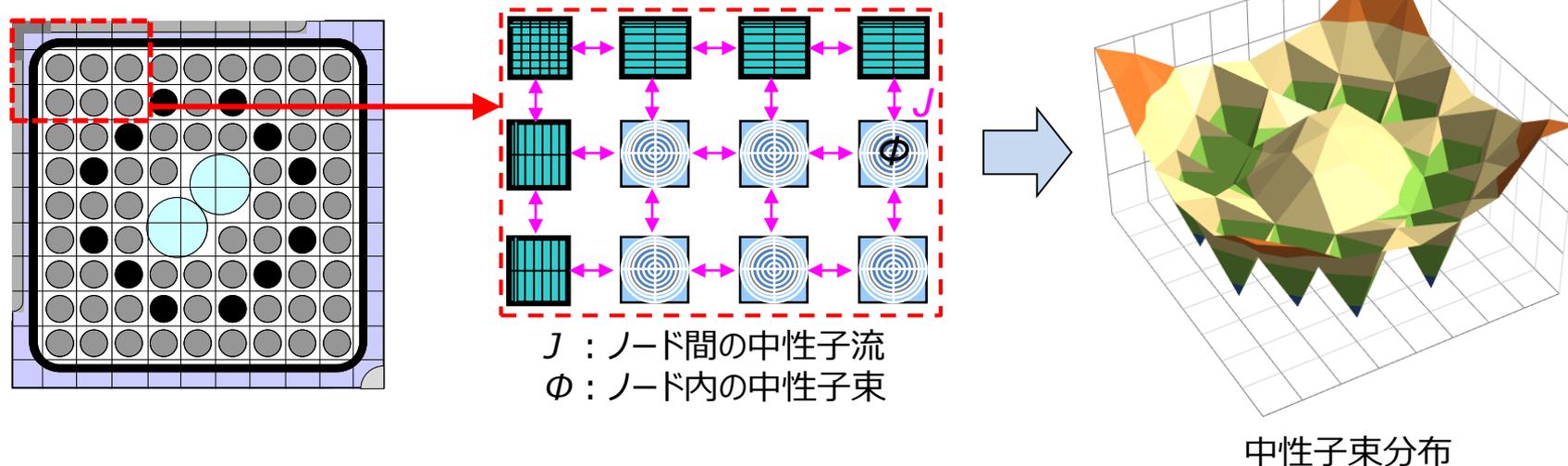


中間エネルギー群実効断面積計算の例（U-238捕獲断面積）

2. LANCR 解析モデル

(5) 燃料集合体中性子輸送計算

- 燃料集合体内の中性子束分布を計算するため、2次元燃料集合体体系を対象に、Current Coupling Collision Probability (CCCP：中性子流結合衝突確率) 法による中性子輸送計算を行う。



- 燃料集合体を多数のノード*に分割
- ノード内の衝突確率によりノード境界の中性子流からノード内中性子束分布を算出 (ノード内バランス計算 (35群))
- ノード内中性子束分布を用い、体系全体でバランスするように中性子流を算出 (体系バランス計算 (4群))
- ノード内バランス計算と体系バランス計算を繰り返して中性子束分布の収束解を算出

* ノード：計算において離散化された単位領域に対する呼称。

LANCRでは燃料棒1本の領域に対して用いる。

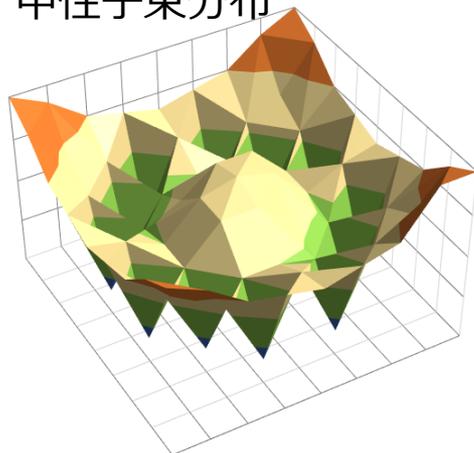
なお、AETNAでは約15cm四方 (径方向集合体1体、軸方向集合体24分割) の領域に対して用いる。

2. LANCR 解析モデル

(6) ガンマ線輸送計算及び出力分布計算，燃料集合体断面平均核定数出力

- 中性子束分布等にもとづき燃料体断面平均の核定数を計算する。
- また，ガンマ線についても輸送計算により燃料集合体内の分布を算出する。
- 核分裂反応とガンマ線反応による発熱を考慮して燃料棒出力を算出する。

中性子束分布



エネルギー35群→3群の縮約
燃料集合体全体の平均処理



燃料体断面平均核定数

吸収断面積
核分裂断面積
生成断面積
拡散係数
中性子束不連続因子
燃料棒相対出力
その他



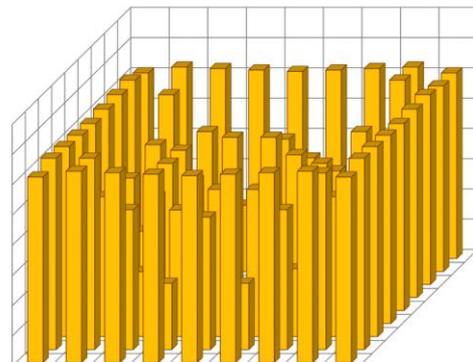
核分裂反応
による発熱: P_f



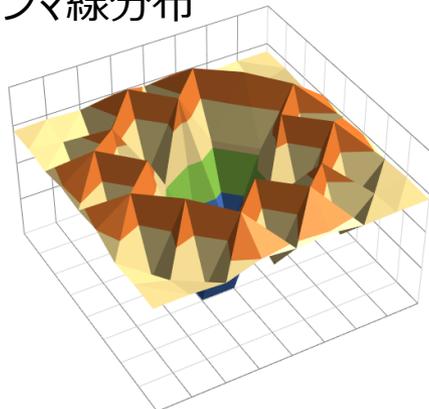
ガンマ線反応
による発熱: P_γ

燃料棒出力分布

$$P = P_f + P_\gamma$$



ガンマ線分布

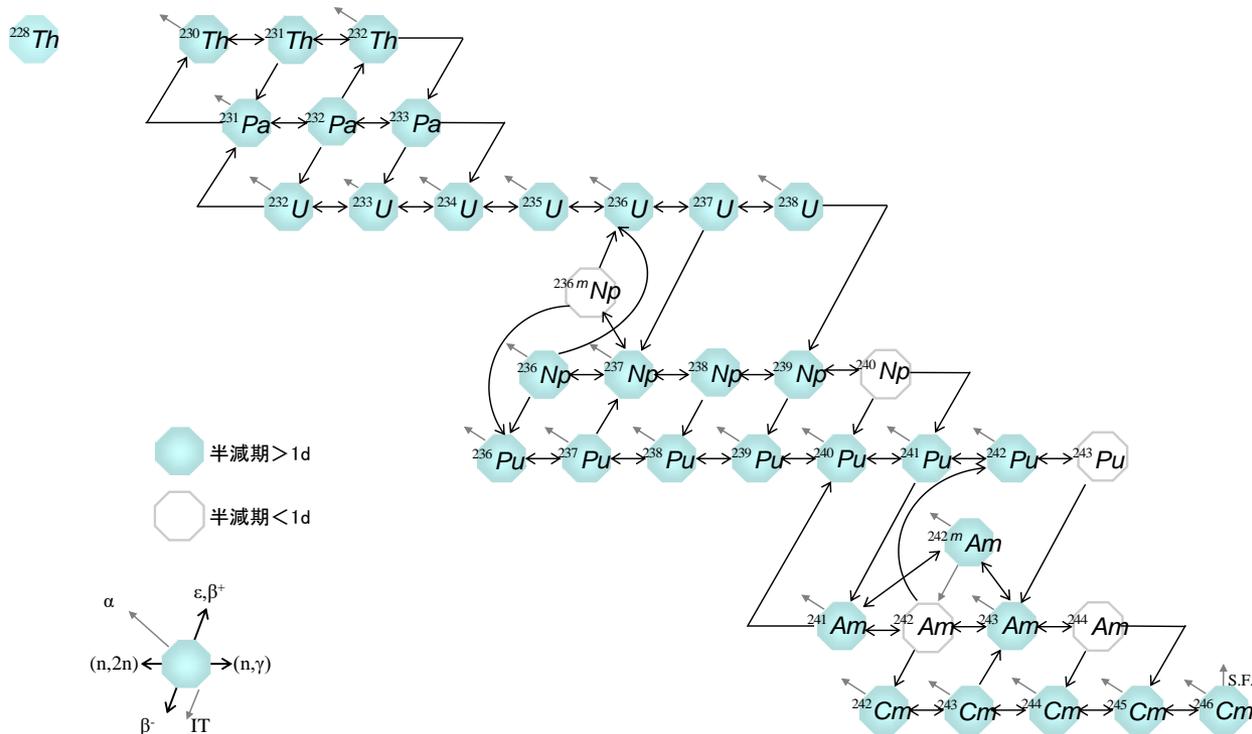


2. LANCR 解析モデル (7) 燃焼計算

- 照射による燃料組成の変化を模擬するため、以下の燃焼方程式を解いて燃焼度ごとの核種の数密度を求める。

$$\frac{dN_i(t)}{dt} = P_i(t) - D_i(t) \quad i: \text{核種}, N_i: \text{原子数密度}, P_i: \text{生成率}, D_i: \text{消滅率}$$

- 燃焼チェーンは、重核38核種、核分裂生成核136核種、擬似FP核種2種類より構成している。

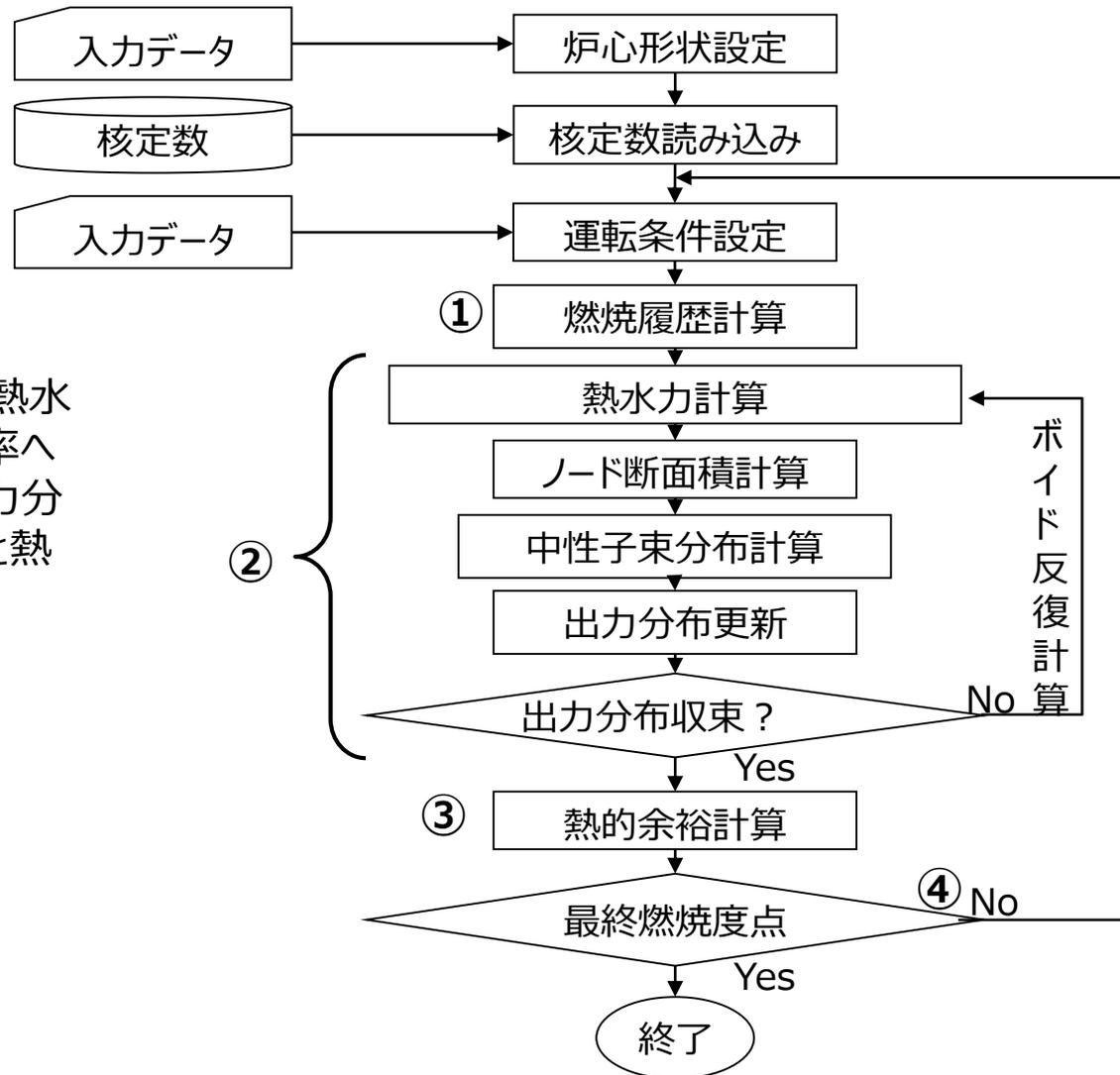


アクチノイド核種の生成・崩壊チェーン

3. AETNA解析モデル AETNAの概要

- AETNAは炉心全体に対して、燃料集合体単位の特性を用いた3次元の核熱水力反復計算を行い、出力分布や熱的余裕などの各種炉心特性を評価する。

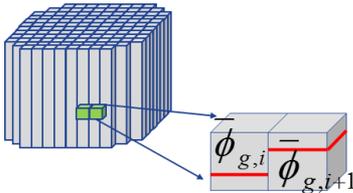
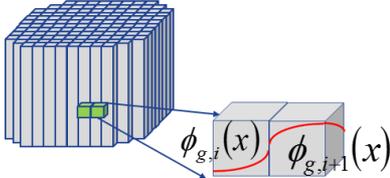
- ① 燃烧履歴を計算する。
- ② 核計算に使用するノード断面積は、熱水力計算から得られる各ノードのボイド率への依存性があるが、ボイド分布は出力分布の影響を受ける。そのため、核計算と熱水力計算を同時に行う。
- ③ 熱的余裕を計算する。
- ④ 次のステップに進む。



3. AETNA解析モデル 従来コードとの比較

- AETNAの解析モデルのうち、従来コードから変更があったモデルを以下に示す。

従来コードとAETNAコードの解析モデルの比較（変更があった点）

	従来コード（PANACH）	AETNA
燃焼履歴計算 (P.19)	E/UH（ノード平均）	E/UHSPH（ノード内分布考慮）
ノード断面積計算 (P.21)	マクロ燃焼モデル, 過渡キセノン考慮, ドップラ考慮	マクロ燃焼 + ミクロ燃焼モデル, ドップラ考慮
中性子束計算 (P.22)	エネルギー修正1群 有限差分法 	エネルギー3群 解析的多項式ノード法 
熱的余裕計算 (P.23)	集合体計算の燃料棒出力/R因子	炉心計算の再構築燃料棒出力/R因子

3. AETNA解析モデル

(1) 燃焼履歴計算

- 断面積計算に必要なノード*の燃焼度および履歴相対水密度を計算する。

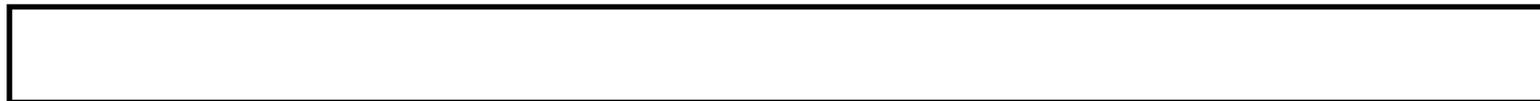
燃焼度(E)

燃焼終了時のノードの燃焼度は、前回燃焼度に対しノード出力の時間積分値を加える。

スペクトル履歴相対水密度(UHSPH)

核定数を参照する指標として、従来コードでは瞬時相対水密度 (U) から計算される履歴相対水密度(UH)を用いていたが、AETNAでは核特性と直接関係するノード平均の中性子エネルギースペクトル指標（高速群と熱群の中性子束比； $\bar{\phi}_3/\bar{\phi}_1$ ）から計算されるスペクトル履歴相対水密度（UHSPH）を用いる。これにより、炉心体系でのスペクトルミスマッチの影響が考慮される。

AETNAで明示的に計算される $\bar{\phi}_3/\bar{\phi}_1$ を以下で瞬時相対水密度相当値 U_0 に変換し、従来コードで用いられてきたUからUHを計算する手法と同じ方法で、 U_0 からUHSPHを計算する。



なお、燃焼度、履歴相対水密度のいずれについても、従来コードはノード平均値を用いていたが、AETNAではノード内分布を考慮する。これにより、ノード法による中性子束のノード内分布に加え、断面積のノード内分布も熱的余裕計算に考慮できる。（P.23）

* ノード：計算において離散化された単位領域に対する呼称。

AETNAでは約15cm四方（径方向集合体1体、軸方向集合体24分割）の領域に対して用いる。

なお、LANCRでは燃料棒1本の領域に対して用いる。

3. AETNA解析モデル

(2) 熱水力計算

- ▶ ボイド分布はノード断面積を通して出力分布に影響するため、核計算に加え熱水力計算も行う。
- ▶ 計算には混相流に対する3保存式に基づく圧損評価と、ドリフトフラックスモデルに基づくボイド率評価を用いる。(従来コードと同様)

混合流体保存式

熱水力モデルは垂直方向の強制流を仮定する。燃料集合体内の二相流に対し、定常状態の混合流に対する3保存式(圧損計算)とドリフトフラックスモデル(ボイド率計算)を適用する。

○ 圧力計算

1次元均質流に対する運動量保存式を積分した結果得られる以下の式で評価する。

$$P_k - P_{k+1} = \underbrace{\Delta P_{friction}}_{\text{摩擦圧損}} + \underbrace{\Delta P_{local}}_{\text{局所圧損}} + \underbrace{\Delta P_{acceleration}}_{\text{加速圧損}} + \underbrace{\Delta P_{elevation}}_{\text{位置圧損}}$$

局所圧損は、オリフィス、下部及び上部タイププレート、燃料集合体のスパーサなどによる流路内の面積変化により起こる圧力損失である。

加速圧損成分では、流路面積及び密度の変化の両方を考慮する。

○ ドリフトフラックスモデルに基づくボイド率(α)計算

$$\alpha = \frac{j_g}{C_0 j + \bar{V}_{gj}} = \frac{x}{C_0 \left\{ x + (1-x) \frac{\rho_g}{\rho_f} \right\} + \frac{\rho_g \bar{V}_{gj}}{\bar{G}}}$$

$$C_0 = \frac{\langle j \alpha \rangle}{\langle j \rangle \langle \alpha \rangle}$$

$$\bar{V}_{gj} = \frac{\langle (v_g - j) \alpha \rangle}{\langle \alpha \rangle}$$

C_0 : 分布パラメータ
 \bar{V}_{gj} : ドリフト速度
 j : 混合流体の体積流束
 j_g : 蒸気の体積流束
 x : 蒸気クオリティ
 \bar{G} : 混合流質量流束
 ρ : 密度 (f : 飽和水, g : 飽和蒸気)

3. AETNA解析モデル

(3) ノード断面積計算

- 中性子束分布計算に用いるノードの断面積を求める。
- LANCRから作成される断面積（核定数）テーブルの各燃焼区間において、ノードの断面積 $X(E, UHSPH, U)$ は、燃焼度 E 、スペクトル履歴水密度 $UHSPH$ 、瞬時相対水密度 U 、減速材温度(冷温時)の関数としてフィッティングする。（マクロ燃焼モデル）



- ノード断面積は、以下のモデルにより反応度を考慮した補正を行う。

キセノン毒作用モデル（マイクロ燃焼モデルの一部）

Xe-135数密度は出力密度履歴に大きく依存するため、実際出力密度履歴が燃料集合体計算と異なる効果を、微視的燃焼モデルを用いて計算し、熱群の除去断面積を補正する。

ドップラモデル

燃料集合体計算でのベース温度と、炉心計算での燃料平均温度の差からドップラ反応度を計算し、共鳴群吸収断面積を補正する。

CBH（制御棒履歴効果）反応度モデル

制御棒挿入状態での集合体燃焼計算結果を基に、CBH効果が反応度に及ぼす影響を補正する。

その他の核種のマイクロ燃焼モデル

キセノン以外に、サマリウム、ガドリニウム、プルトニウム等をノードごとに解析解に基づいて個数密度を追跡（マイクロ燃焼モデル）し、ノード断面積を補正する。

3. AETNA解析モデル

(4) 中性子束計算

- 中性子束分布を求めるためにエネルギー 3 群拡散方程式を解く。

$$\underbrace{\nabla \cdot J_g^i(x, y, z)}_{\text{(中性子の漏れ)}} + \underbrace{\Sigma_{rg}^i \phi_g^i(x, y, z)}_{\text{(中性子の吸収)}} = \underbrace{Q_g^i(x, y, z)}_{\text{(中性子の生成)}}$$

ϕ_g^i : 第g群中性子束

J_g^i : 第g群中性子流

Σ_{rg}^i : 第g群除去断面積

Q_g^i : 第g群中性子源項

$g=1,2,3$ はそれぞれ高速群, 共鳴群, 熱群

- AETNAではノード i 内の中性子束分布を x, y, z の各方向に分解し以下の形で近似する。

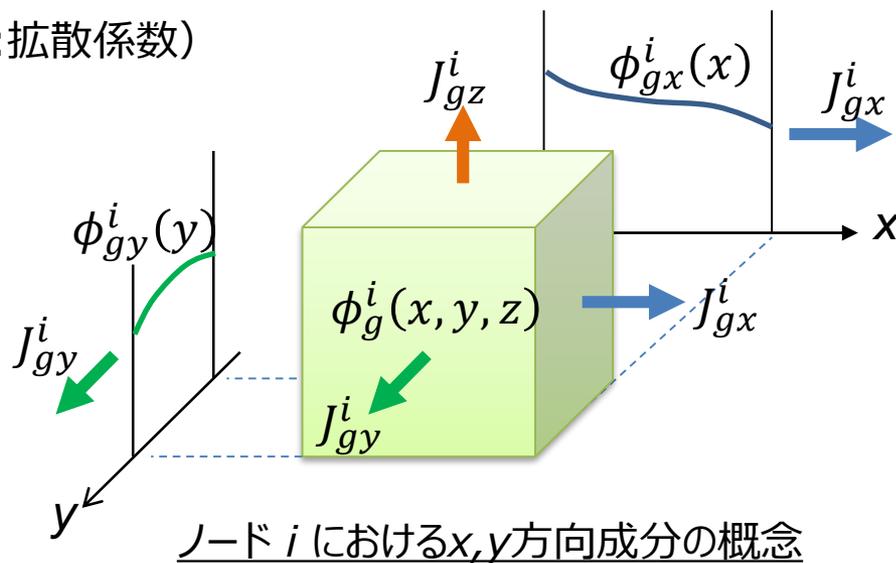
$$\phi_{gx}^i(x) = A_{gx}^i \cosh \kappa_g^i x + B_{gx}^i \sinh \kappa_g^i x + \sum_{n=0}^2 a_{gxn}^i w_n(x/h_x^i), \quad (w_n : 2 \text{ 次ルジャンドル多項式})$$

- 拡散近似 $J_{gx}^i = -D_g^i d\phi_{gx}^i(x)/dx$, (D_g^i : 拡散係数)

ノード間の J_{gx}^i の連続条件

に基づく方程式について数値解を求め,

各ノードの平均中性子束 $\bar{\phi}_g^i$ を算出する。



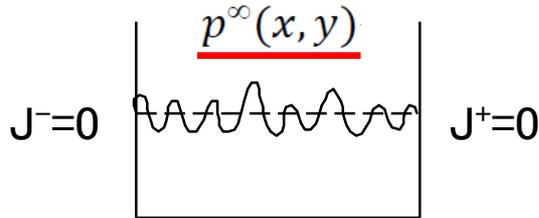
3. AETNA解析モデル

(5) 熱的余裕計算

- 出力分布の確定後、熱的制限値に対する余裕として、最小限界出力比 (MCPR) と最大線出力密度 (MLHGR) を計算する。
- これに必要となる各ノードの燃料棒出力は、隣接ノードの影響を考慮するため、燃料棒出力再構築計算により求める。MCPRの計算は、従来コードと同じ沸騰遷移相関式に基づくCPR評価を用いているが、これに必要なR因子も再構築後燃料棒出力に基づき計算する。

燃料棒出力の再構築モデル

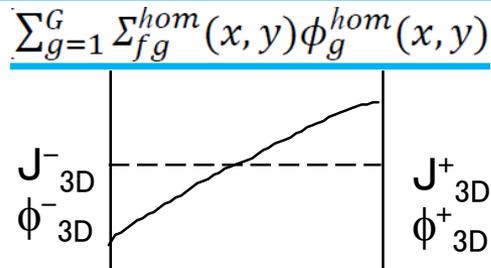
LANCR (詳細メッシュ) による無限格子体系 (反射境界条件) での非均質燃料棒出力分布



再構築された燃料棒出力分布

$$p(x, y) = \underbrace{p^{\infty}(x, y)}_{\text{LANCR}} \left\{ \underbrace{\sum_{g=1}^G \Sigma_{fg}^{hom}(x, y) \phi_g^{hom}(x, y)}_{\text{AETNA}} \right\}$$

AETNA (粗メッシュ) による漏れを考慮した均質出力分布 (=断面積×中性子束の群積算値の分布)



合成

