

【解析関係抜粋、一部編集(赤字、点線枠)】

STACY施設 設工認 (実験用装荷物の製作及びデブリ模擬炉心の新設)

日本原子力研究開発機構 原子力科学研究所
臨界ホット試験技術部

令和4年12月23日

- デブリ模擬炉心(1)の解析の一例を以降に示す。

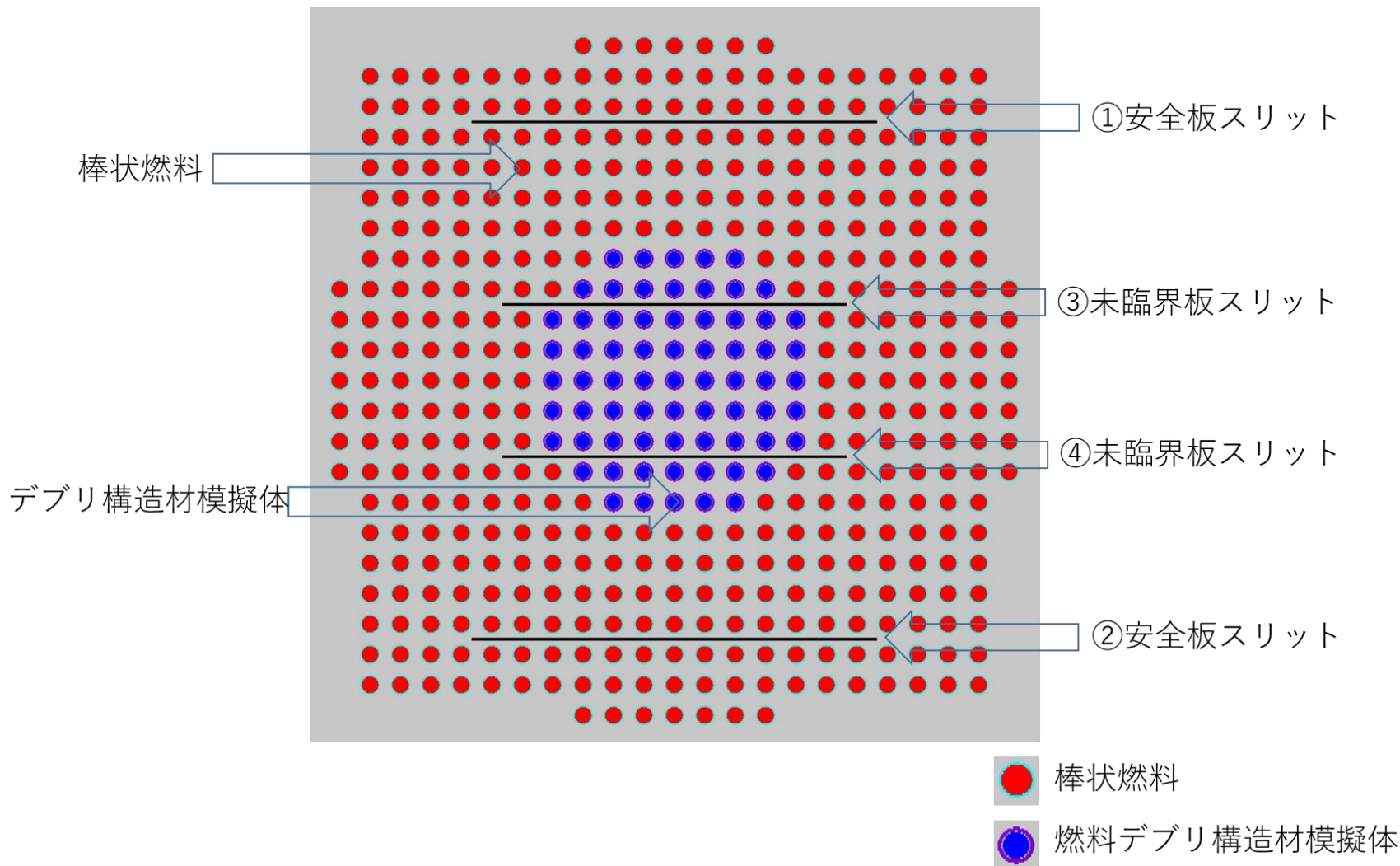
デブリ模擬炉心(1)の解析パターンの一例※	
組成	コンクリート(普通コンクリート) 鉄(SUS304)
配列パターン	5×5 1of4 2of4 詳細は次頁以降参照
臨界水位(cm)	40 70 110 140
格子間隔(mm)	12.7 15 25.4

デブリ構造材模擬体(鉄、コンクリート)の本数は、製作本数70本のうち対称に装荷可能な最大数として69本、変化傾向を確認するために25本とした。

※解析の一例であり、実験に応じて各パラメータを変更する。

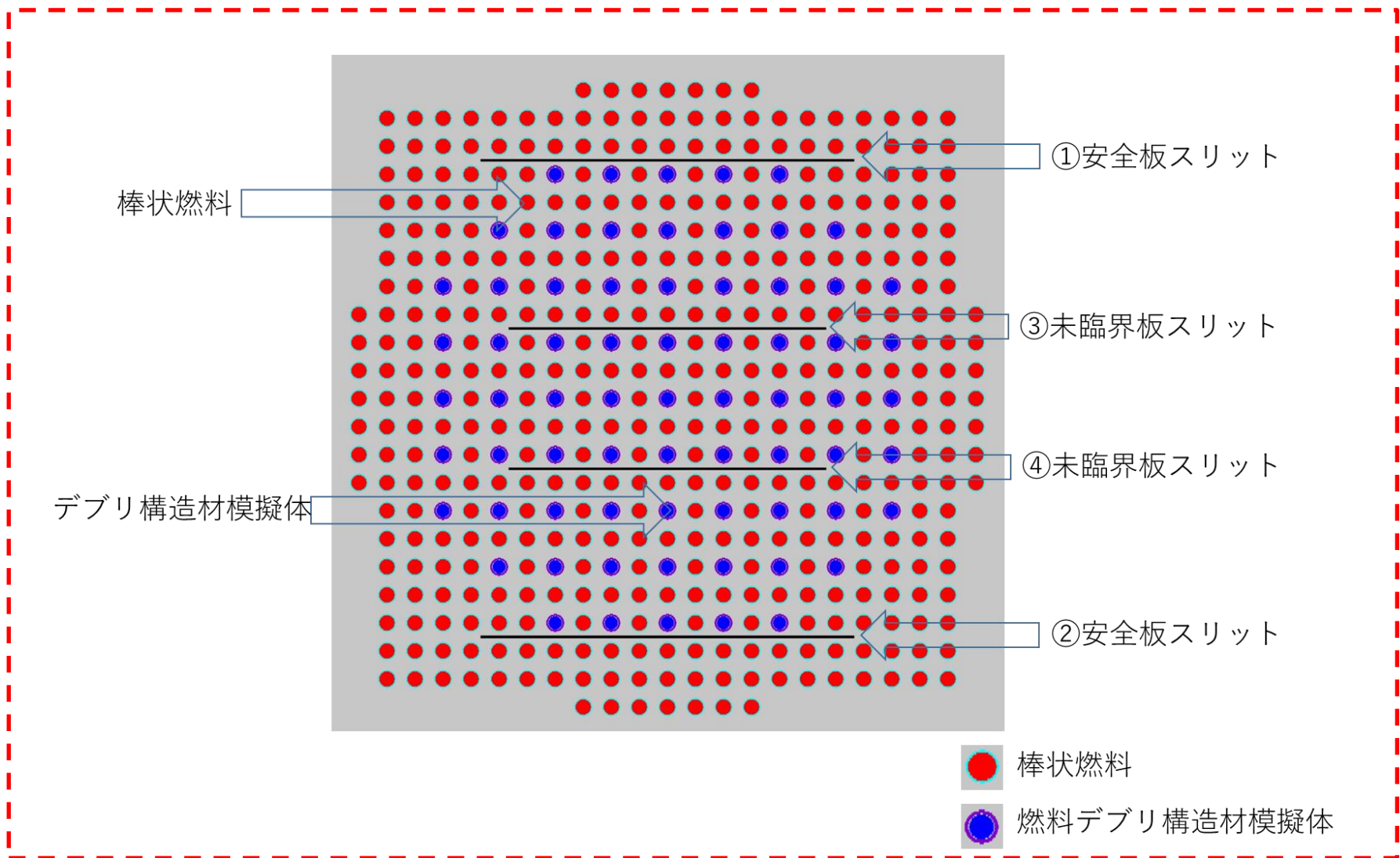
- 各組成、配列パターン、臨界水位、格子間隔で臨界炉心、臨界ボロン濃度を評価した。
- 津波最大炉心については臨界水位ではなく水没させたときを想定して評価した。

➤ 5×5: 炉心中央にデブリ構造材模擬体を縦横5本ずつ装荷

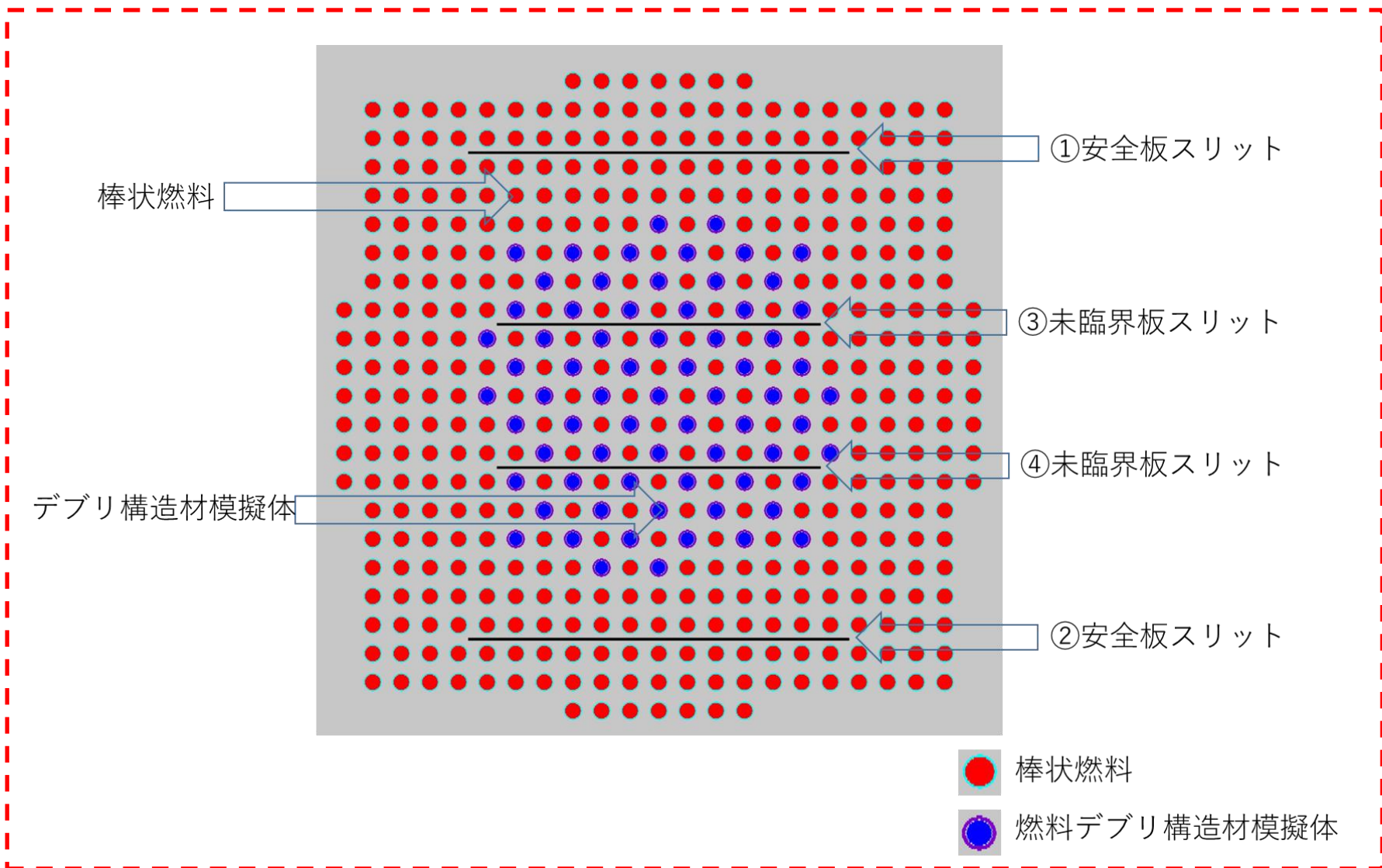


デブリ模擬炉心(1)の配列パターンイメージ(1of4)

➤ 1of4: 棒状燃料だけの行と棒状燃料1本につき左右にデブリ構造材模擬体を1本ずつ装荷する行を2行ごとに繰り返す



➤ 2of4: 棒状燃料1本につき上下左右にデブリ構造材模擬体を1本ずつ装荷



➤ 計算条件

計算コード、断面積ライブラリ及び群定数

- 中性子実効増倍率の計算

計算コード: 連続エネルギーモンテカルロ計算コード MVP2

断面積ライブラリ: JENDL-3.3

- 核特性パラメータの計算

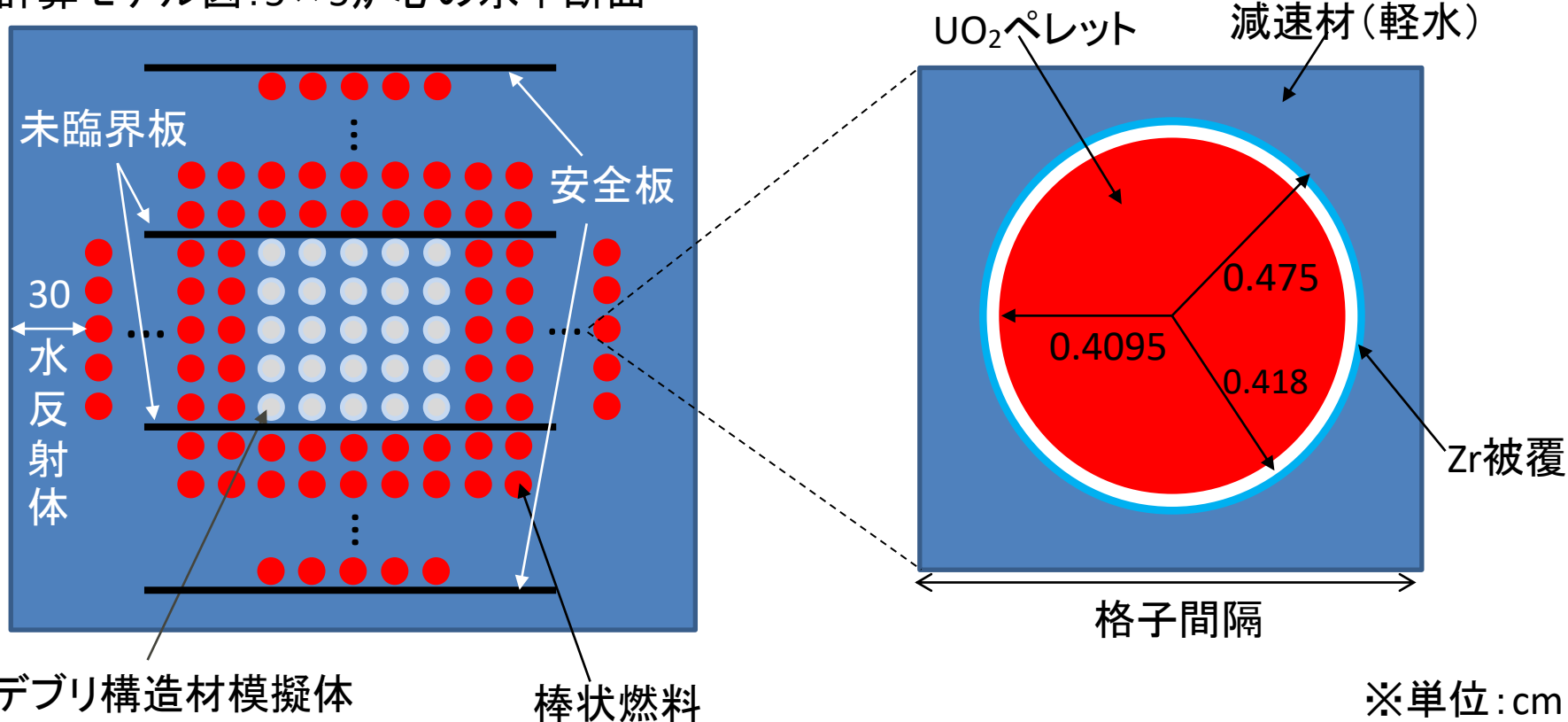
計算コード: 多群法に基づくSn法輸送計算コードDANTSYS

群定数: JENDL-3.3を基にした統合核計算コードシステムSRACライブラリ107群定数をSRAC内の衝突確率法に基づくPIJモジュールで求めた空間依存スペクトルを重みとして縮約したもの。

表 MVPの解析条件

バッチあたりの粒子数	10000
バッチ数	500
スキップバッチ数	200
粒子源発生分布	XY方向: 燃料ペレット部に均一分布 水没部: 余弦分布 水没部より上: 均一分布

➤ 計算モデル図: 5×5炉心の水平断面



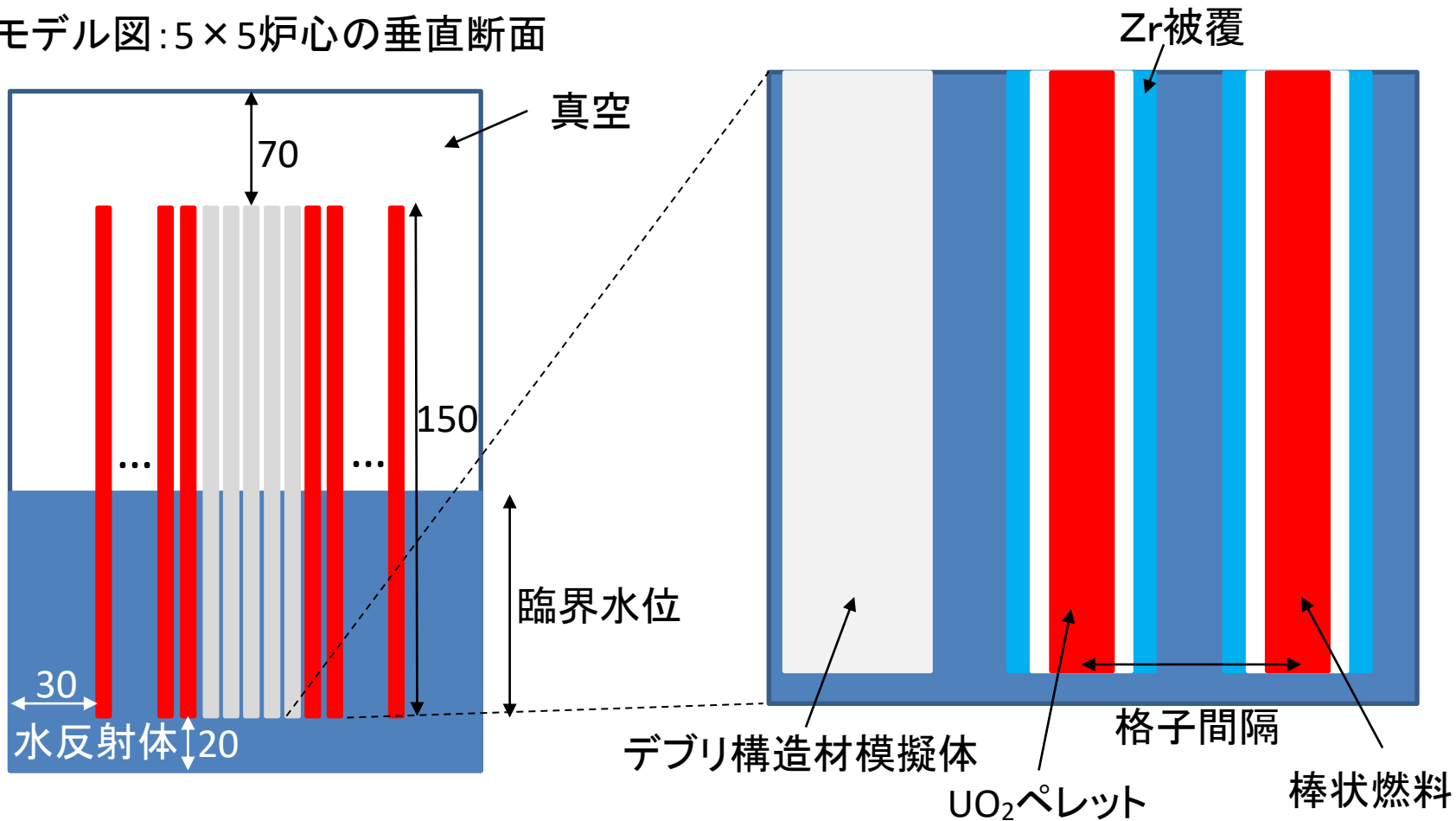
※単位: cm

- 炉心を30cmの水反射体で囲った。
- 格子間隔を12.7, 15, 25.4mmとした。
- 津波水没時の計算では水反射体及び減速材を海水とした。
- 計算解析を保守的な評価とするため、以下の条件を設定した。
 - (1) 安全板の幅は、実機よりも狭い20cmとした。未臨界板の幅は設計仕様よりも狭く17cmとした※1。
 - (2) 安全板の全体の厚み及びカドミウムの厚みは、実機よりも薄い1.25mm、0.3mmとした※2。なお、未臨界板の厚みは安全板と同じとした。

※1 有効寸法(中性子吸収材(カドミウム)の寸法)を示す。安全板実機の幅は22cm、未臨界板実機の幅は18cm。

※2 安全板実機の全体の厚みは1.5mm、カドミウムの厚みは0.5mm、未臨界板実機の全体の厚みは2.0mm、カドミウムの厚みは1.0mm。

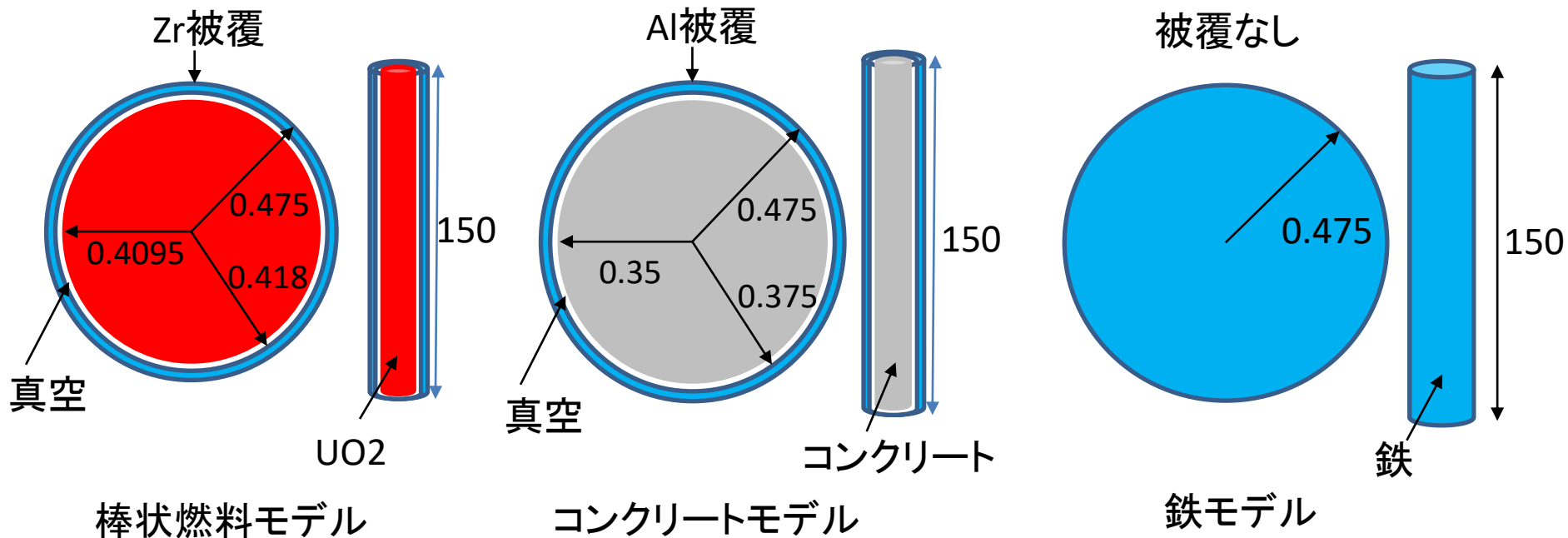
➤ 計算モデル図: 5×5炉心の垂直断面



※単位: cm

- 棒状燃料、デブリ構造材模擬体の下端から下側で水反射体20cmとした。
- 臨界水位を40,70,110,140cmとして解析した。
- 水面から上部は真空とした。

➤ 計算モデル図：棒状燃料、デブリ構造材模擬体モデル図



※単位: cm

- 棒状燃料、コンクリートモデルの下部端栓は無し
- 棒状燃料モデルのZr肉厚: 0.057cm
- コンクリートモデルのAl肉厚: 0.1cm
- 鉄モデルは被覆無し

➤ 臨界炉心の評価

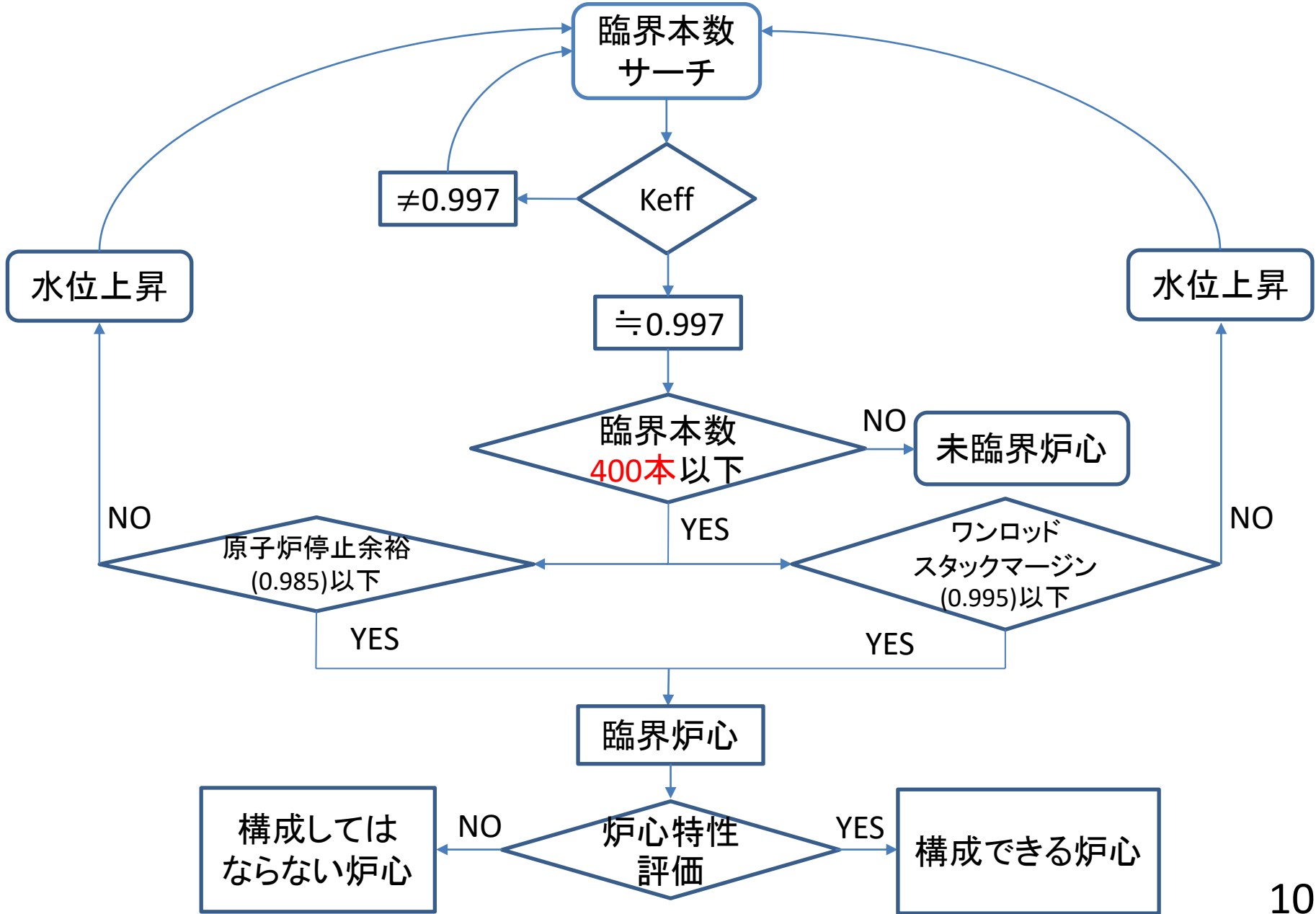
- 中性子実効増倍率が臨界となる棒状燃料本数を評価し、その本数を臨界本数とする。
(各組成、配列パターン、臨界水位、格子間隔で評価)
- 棒状燃料本数が400本を超えた場合、その炉心は未臨界炉心として扱う。

➤ 安全板の評価

- 臨界炉心について原子炉停止余裕、ワンロッドスタックマージンを満足することを確認する。
- 満足しない場合は、臨界水位を上げ、臨界本数を減らし満足することを確認し、その炉心を臨界炉心とする。

➤ 炉心特性評価

- 上記の安全板の評価を満足した臨界炉心について各炉心特性値を評価し、構成範囲を逸脱しないことを確認する。
- 逸脱した炉心は構成してはならない炉心として扱う。

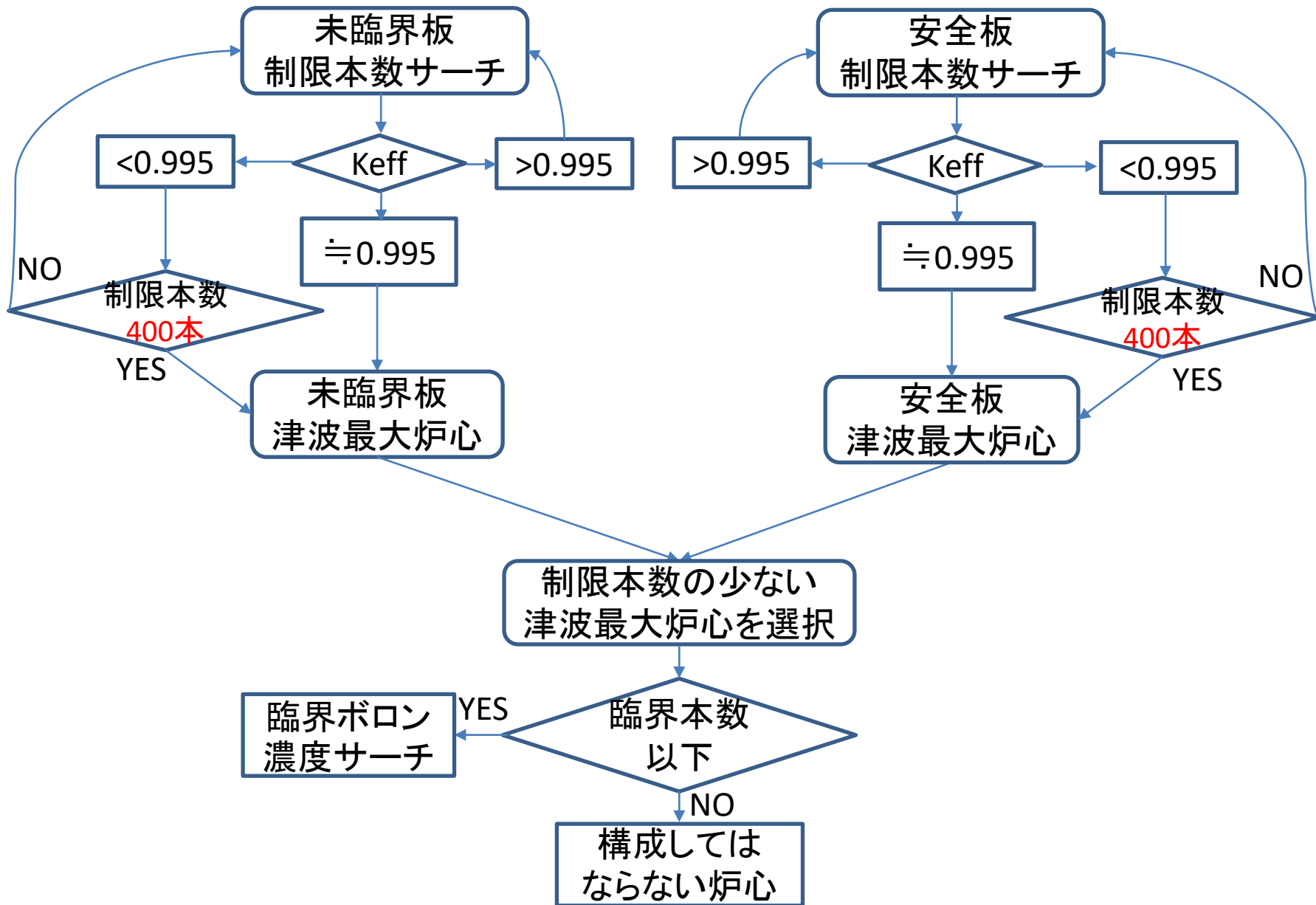


➤ 津波最大炉心とは

- STACYは津波が到達しない施設であるが、想定を超える津波に水没した場合でも臨界事故にならない炉心を構成することとしている。
- 安全板又は未臨界板を炉心に挿入している状態で海水に水没した場合でも臨界にならない最大の炉心を評価し、それより小さな炉心で運転を行う。

➤ 津波最大炉心の評価

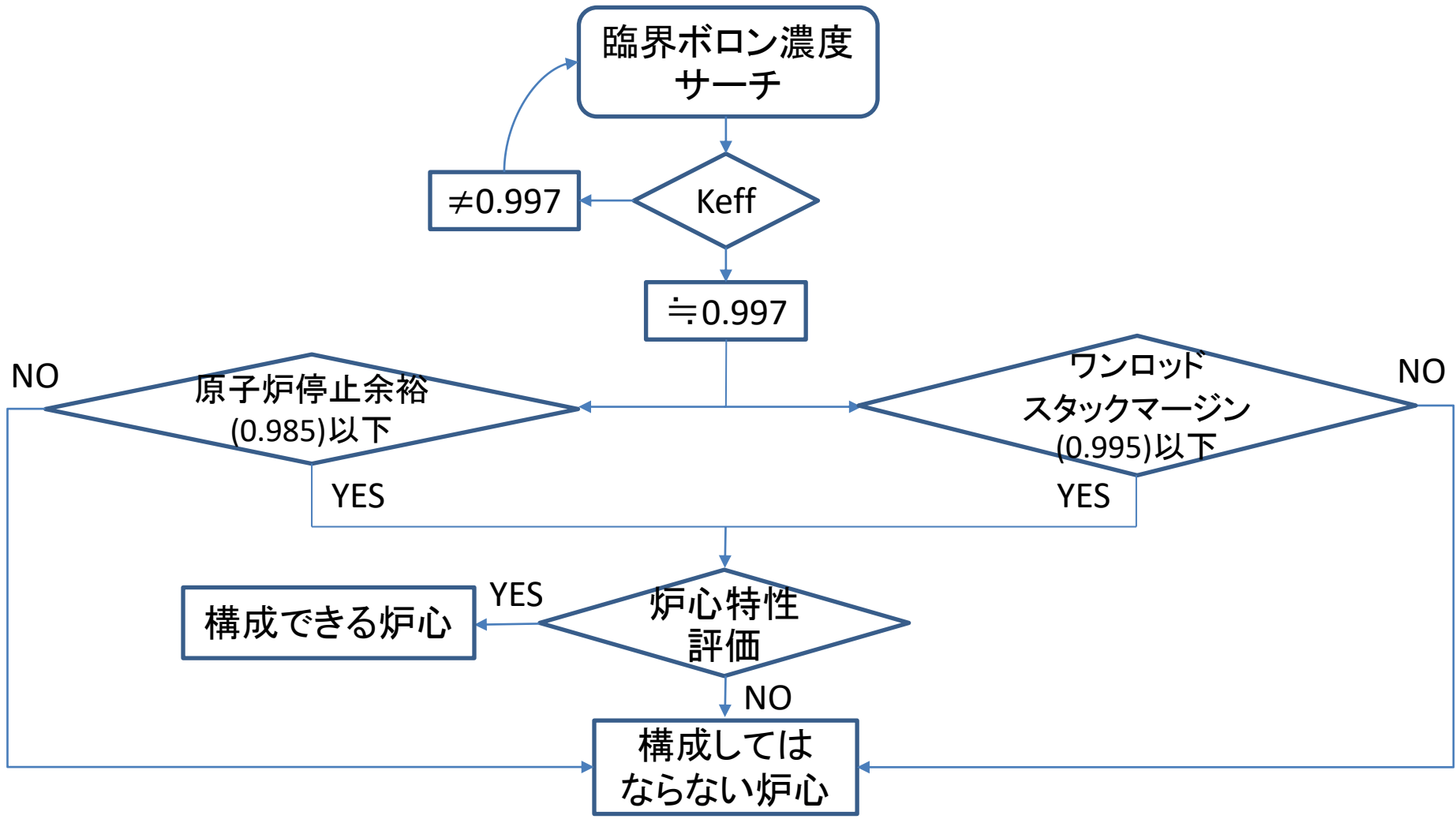
- 炉心が津波により水没したときを想定し、津波水没時に安全板又は未臨界板が2枚挿入され、中性子実効増倍率が0.995以下になる棒状燃料本数を評価する。
- この炉心を津波最大炉心とし、その際の棒状燃料本数を制限本数(最大400本)と定める。
- この制限本数が臨界炉心の臨界本数(棒状燃料本数)を下回る場合(制限本数<臨界本数)、その炉心は構成してはならない炉心として扱う。
- 構成してはならない炉心については、棒状燃料本数を制限本数と同じにして臨界となる水位を上昇させ、構成できる炉心を再評価する。



- 可溶性中性子吸収材(ボロン濃度)評価
 - ボロン添加実験のため津波最大炉心(安全板、未臨界板)の制限本数の少ない炉心について棒状燃料本数を制限本数と同じにして、各パターンで臨界ボロン濃度(臨界となるボロン濃度)を評価する。

- 安全板の評価
 - 評価した臨界ボロン濃度での原子炉停止余裕、ワンロッドスタックマーヅンを満足することを確認する。
 - 満足しない場合、その炉心については構成してはならない炉心として扱う。

- 炉心特性評価
 - 上記の安全板評価を満足した臨界炉心について各炉心特性値を評価し、構成範囲を逸脱しないことを確認する。
 - 逸脱した炉心は構成してはならない炉心として扱う。



➤ 構成してはならない炉心の再評価

- 臨界炉心の本数が津波最大炉心の制限本数を越えた炉心は構成してはならない炉心と識別する。
- 構成できる炉心条件を明らかにするために棒状燃料本数を制限本数と同じにして、水位を上昇させることで構成できる臨界炉心を評価する。

➤ 安全板の評価

- 再評価した臨界炉心について原子炉停止余裕、ワンロッドスタックマージンを満足することを確認する。
- 満足しない炉心については構成してはならない炉心として扱う。

➤ 炉心特性評価

- 上記の安全板評価を満足した臨界炉心について各炉心特性値を評価し、構成範囲を逸脱しないことを確認する。
- 逸脱した炉心は構成してはならない炉心として扱う。

