

# 燃料無交換密封型ナトリウム冷却小型高速炉 (4S) 概念

## 背景

当所では、昭和63年より安全性とメンテナンス性の高い小型高速炉(4S)の開発を実施している<sup>1)</sup>。負の反応度係数をもつ4S炉の安全上の特徴を継承しつつ炉心寿命を延長し、燃料無交換の密封型原子炉概念を構築することができれば、高い核拡散抵抗性と安全性を併せもつ原子炉概念の成立が期待できる。

この小型高速炉は、送電インフラの十分整備できていない地域や島嶼での電力供給、熱供給、海水淡水化等、地域共生型の原子力多目的利用に貢献できる可能性がある。

2000年に米国エネルギー省(DOE)により提唱された第4世代原子炉には、核拡散抵抗性の確保、エネルギー源としての持続可能性、炉心損傷頻度の飛躍的低減などが求められている。燃料無交換の4S炉はこれらの要求条件を満足できると考えられる。

## 目的

4S炉の優れた特性を維持させながら、これまで10年であった炉心寿命を30年に延長し、プラント寿命中燃料交換の不要な高速炉概念を構築する。

## 主な成果

- (1) 安全特性を維持しつつ、炉心寿命を長期化する場合、燃焼欠損反応度に対する反射体価値不足が最大の課題であった。これを解決するため、炉心仕様についてのパラメータサーベイを行い、固定吸収体の採用、および反射体を炉心槽へ近接配置する構造の採用により、燃料無交換で30年の炉心寿命をもつ出力1万kWの炉心概念を構築することができた。図1に炉心概念、燃焼欠損反応度補償の考え方を示す。
- (2) 小出力化によるスケールデメリットを克服するため、小さい炉心径を活かしたループ型プラントとした(図2、表1)。主冷却系は1系統とし、1次、2次電磁ポンプ、中間熱交換器、および蒸気発生器を1つの容器に収めた合体機器で構成される。崩壊熱除去系は、これまでのRVACS<sup>注1)</sup>とPRACS<sup>注2)</sup>の組み合わせから、2系統独立の自然通風冷却システム(RVACS, SGACS<sup>注3)</sup>)に変更した。機器配置の自然冷却性能に与える影響を過渡計算で評価した結果、原子炉容器(R/V)と合体機器を同じレベルで配置しても除熱性能が設計要求条件を満たすことを確認した。原子炉建屋サイズに大きなインパクトを与えていたPRACS用空気冷却器等を省略でき、また、R/Vと合体機器を同レベルで配置したことから、原子炉建屋のコンパクト化が図れた。

1) Design study of Sodium Cooled Small Fast Reactor, Ueda, N., et-al, GENES4/ANP2003, Paper1114

注1) Reactor Vessel Auxiliary Cooling System 原子炉容器冷却方式、原子炉容器外面を自然通風により除熱する方式

注2) Primary Reactor Auxiliary Cooling System IHX冷却方式、IHXに組み込んだ補助熱交換器により除熱を行う方式

注3) Steam Generator Vessel Auxiliary Cooling System SG容器冷却方式、SG容器外面を自然通風により除熱する方式

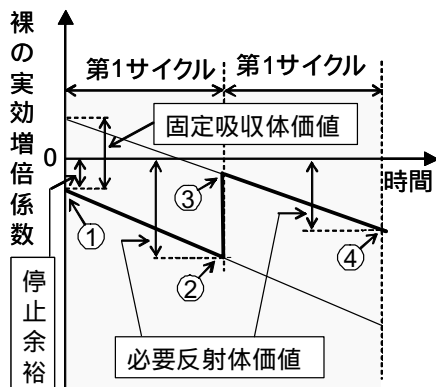
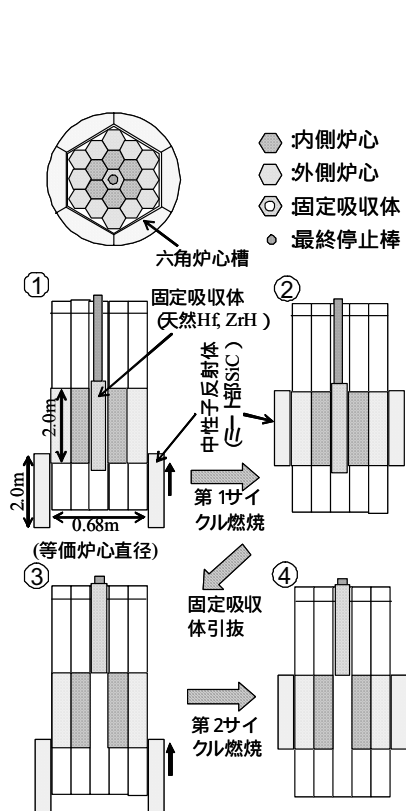


図1 炉心概念と反応度補償の考え方

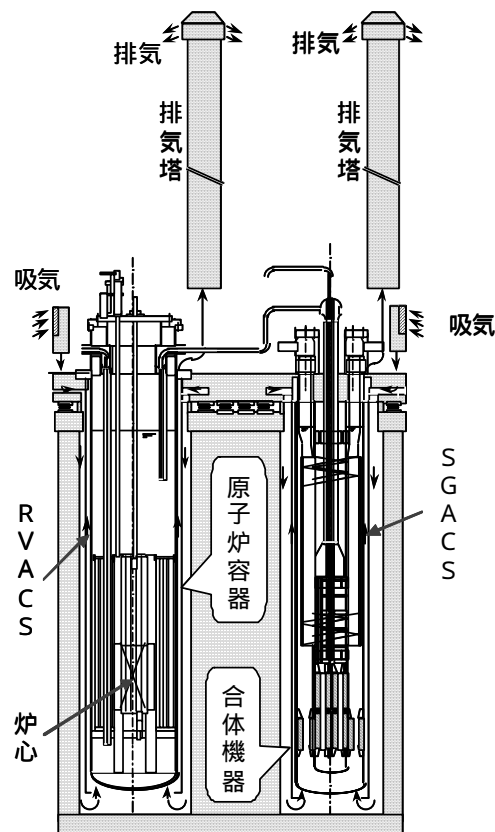


図2 原子炉システム概念

表1 主要仕様

	本概念	オリジナル 4S炉
電気出力[MW]	10	50
熱出力[MW]	30	135
炉心寿命(年)	30	10
プラント形式	ループ型	タンク型
炉心等価直径(m)	0.68	1.2
炉心高さ(m)	2.0	1.5/1.0
原子炉容器径(m)	2.55	3.0
原子炉容器高(m)	11.5	17
集合体数	18	18
中央チャンネル	最終停止棒、 固定吸収体	最終停止棒
崩壊熱除去系	RVACS、SGACS	RVACS、PRACS

研究報告 T03058	キーワード：小型原子炉，高速炉，ナトリウム冷却，自然循環，プラント動特性
関連研究報告書	
担当者	西 義久（狛江研究所 原子炉システム部）
連絡先	（財）電力中央研究所 狛江研究所 事務部 研究管理担当 Tel. 03-3480-2111(代) E-mail : ko-rr-ml@criepi.denken.or.jp