

塩化物溶融塩高速炉のフィージビリティ研究（II）
（1）研究概要

Feasibility Study of Integral Molten Chloride Salt Fast Reactor

(1) Outline of the Study

*山脇 道夫¹、望月 弘保^{1,2}、三田地 紘史¹、島津 洋一郎¹、有田 裕二³、福元 謙一³、
後藤 琢也⁴、小山 正史⁵、村上 毅⁵

¹次世代 R&D 機構、²東工大、³福井大、⁴同志社大、⁵電中研

塩化物溶融塩燃料を用いた統合型溶融塩高速炉 Integral Molten Salt Fast Reactor (IMSFR) システムを提案している。海外の研究を調査するとともに、燃料塩の物性値、安全性、TRU 燃焼特性、材料の腐食、燃料処理等の観点から研究を行っている。

キーワード： 溶融塩高速炉（IMSFR）、第 4 世代原子炉、塩化物燃料、固有の安全性、TRU 燃焼

1. 提案する原子炉技術の概要説明： 高速スペクトルを利用した溶融塩炉に関しては、欧州が MSFR の名称でフランスが代表になって研究しており、アメリカのベンチャーである TerraPower 社、Elysium 社が塩化物燃料を用いた溶融塩高速炉を提案している。このタイプの溶融塩炉で最も進んでいると思われるものは、TerraPower 社が提案している MCFR であり、昨年 11 月に US DOE が Southern Company, TerraPower 社、INL の連合で世界初の実験炉を実証すると発表している。本研究で提案している図 1 に示す IMSFR は、2 次系に蓄熱タンクを設けて、短い周期の負荷追従運転等に対応できるようにしている。炉心には、制御棒は設けていない。

2. 研究成果概要： IMSFR で利用する液体燃料と冷却塩は、表 1 に示すように NaCl をベースとした組成のものを考えている。このような液体燃料の物性値に関しては、現時点では計測値がないため、(1) 模擬物質を利用して評価する研究を行った。さらに、この組成の溶融塩燃料を用いた場合に対して (2) 即発臨界を大幅に超える反応度が印加された場合の炉心挙動を核熱結合して解析し、炉の固有の安全性を評価した。(3) 初期炉心には、Pu などの核分裂物質を用い、燃焼が進行してから ²³⁸U を供給するだけで運転を継続する研究と TRU を燃焼させる研究、(4) Ni 基、Fe 基耐熱合金の腐食挙動に関する金属組織学的研究、(5) Ni 基、Fe 基耐熱合金の腐食挙動に関する電気化学的研究、(6) 再処理プロセスに関する試験研究を行った。これらの研究の詳細に関して、6 件のシリーズで報告する。

本研究は、経済産業省の「社会的要請に応える革新的原子力技術開発支援事業」の一環として、原子力研究開発機構から委託を受けて実施したものである。

*YAMAWAKI Michio¹, MOCHIZUKI Hiroyasu^{1,2}, MITACHI Koshi¹, SHIMAZU Yoichiro¹, ARITA Yuji³, FUKUMOTO Kenichi³, GOTO Takuya⁴, KOYAMA Tadafumi⁵, MURAKAMI Tsuyoshi⁵

¹BERD, ²Tokyo Tech, ³Univ. of Fukui, ⁴Doshisha Univ., ⁵CRIEPI

表 1 IMSFR のプラント諸元

原子炉熱出力		700 MWt
1次系	炉心入口温度	827.6 K
	炉心出口温度	923.2 K
	炉心寸法	D: 2.3 m, H: 2.4 m
	出力密度	72 MW/m ³
	溶融塩燃料組成	35NaCl+35CaCl ₂ + 20(UCl ₃ +UCl ₄)+10(PuCl ₃ +MACl ₃)
2次系	熱交換器入口温度	752.5 K
	熱交換器出口温度	811.7 K
	蓄熱タンク	2 基
	溶融塩冷却材組成	27.5NaCl+32.5KCl+40MgCl ₂
3次系	作動流体	N ₂
機能と特徴	安全性	温度に対する負の反応度
	機動性	ポンプ回転数変化による日負荷追従
	放射性廃棄物対策	TRU の効率的な燃焼と持続可能性

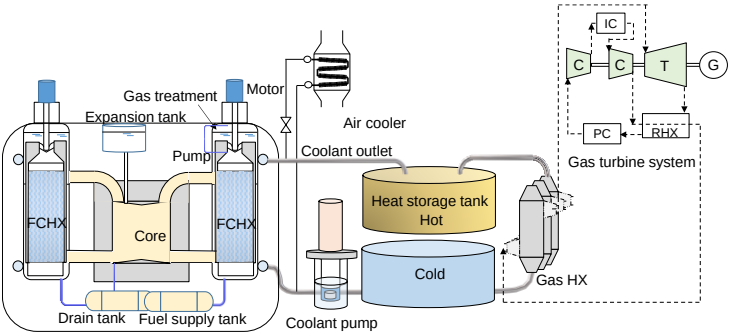


図 1 IMSFR のプラント概要