

溶融塩原子炉を実現する基盤技術としての溶融塩ループの開発

Development of a molten salt Loop system to materialize molten salt reactors

*木下幹康¹

¹MOSTECH

第4世代発電炉の候補の一つとして、安全性に優れ高温熱源ともなる溶融塩炉には、我が国原子力の未来への期待がある。その基礎技術として溶融塩ループの位置づけを議論する。

キーワード：溶融塩、熔融塩、循環ループ、フッ化物、塩化物、使用済み燃料、水素製造

1. 緒言

溶融塩原子炉を開発において、溶融塩ループは核分裂で放射性物質を作り出す直前までのエンジニアリング・フィールド、とくに非核加熱原子炉シミュレータ構築の基盤技術となる。

2. 国内、これまでの経過と状況

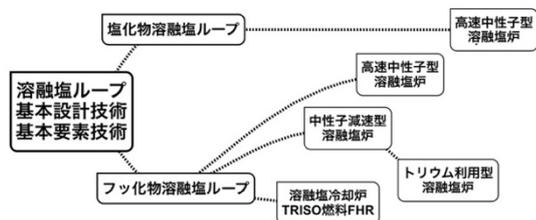
国内では、1970年代に故古川和男、故加藤義夫、大野英雄らによりフッ化物自然循環ループが複数台製作され稼働した。その後2015年に国立施設で唯一、核融合科学研究所（NIFS、土岐市）に溶融塩（フッ化物、FLiNaK）循環 Orosshi-2 ループが建設され現在稼働している[1]。その建設目的は核融合熱利用とトリチウム生成用の核融合炉ブランケット工学にあり、同目的で建設された東北大学 TNT ループ、NIFSの1号機に続く国内3番目のループになる。2021年初頭現在、これら循環ループの設計・製作・運転技術のすべての知識を集め、九州大学に建設候補地を得て、経済産業省の開発資金支援（NEXIP）と文部科学省の協力のもとに、溶融塩炉実現を目指した最初の実験ループの設計が進行中。その規模と性能はオークリッジ国立研究所で2016年から稼働したフッ化物（FLiNaK）ループと同規模・同性能である。

3. 国外状況

溶融塩炉を最初に実現した米国オークリッジ国立研究所では、DOE支援のTRISO固体燃料フッ化物溶融塩冷却FHRの開発（Kairos Power）に協力。米国内ではコンソーシアムでの塩化物高速炉、カナダでは産業界と政府支援でフッ化物中性子減速炉（Terrestrial Energy）、ロシアではフッ化物高速炉、デンマークではフッ化物減速炉、中国ではMSREのほぼ同型のフッ化物減速炉がゴビ砂漠で建設中であり2021年内に臨界予定。

4. 溶融塩循環ループの位置づけ

安全性で一線を画す溶融塩炉には使用済み燃料/MA処理、低コスト発電、高温水素製造への期待がある。下図に各種溶融塩炉開発と循環ループの繋がりを示す。循環液体としての各種溶融塩特性を以下に示す。



Materials	MP(°C)	BP(°C)	ρ Cp(MJ/m ³ K)	k(W/mK)	Pr
FLiBe (at 700 °C)	455	1430	4.69	1.1	13.5
FLiNaK (at 700 °C)	454	1570	3.81	0.92	5.9
FNaBe (at 700 °C)	340	1400	4.37	0.87	17.5
NaNO ₃ -NaNO ₂ -KNO ₃ /HTS (49: 7: 44 mol %) (at 442 °C)	142	538	1.51	0.57	9.1
NaCl-KCl-MgCl ₂ (30: 20: 50 mol %) (at 700 °C)	396	2500	1.72	0.39	3.04
Water (at 7.5 MPa, 300 °C)	0	290	4.13	0.54	0.97

3. 結論

原子炉工学的規模のフッ化物ないし塩化物循環ループは日本の原子力業界にとり未経験の領域であり、段階を追って規模を拡大していくことがエンジニアリング上、不可欠である、溶融塩ループが実現できれば、それは、原子炉工学への溶融塩利用、特に溶融塩原子炉をワールドの範囲で体験する場として期待される。

参考文献

[1] A. Sagara, et.al, Fusion Sci. Tech. vol 68 pp385, 2015,

*Motoyasu Kinoshita¹, ¹MOSTECH Co. Ltd.