

Th-U型/非Th-U型溶融アクチニド塩 回収/変換システム:MOSART

概要 / 目的:

GIFで検討しているフッ化物塩に核分裂物質が溶けている溶融塩炉設計について紹介します。今回の発表は、使用済燃料から回収した異なる組成の超ウラン元素の三フッ化物を添加したTh-U型/非Th-U型のMOSART (MOlten Salt Actinide Recycler & Transforming) システムに関するものです。ロシア/モスクワのクルチャトフ研究所では、均質炉心及び高溶解度超ウラン元素塩燃料を用いた新しい設計が研究しています。ここではMOSARTシステムの燃料サイクルの柔軟性について、本研究で明らかとなった技術制約及び実験データを踏まえてご紹介します。燃料塩の主な物理的・化学的特性及び材料共存性についての実験結果が、MOSARTの要求を満たすことを述べます。また、MOSART概念の主な設計オプション・特性や安全性、過渡特性模擬、小規模の実験及び低出力実証MOSARTの開発計画についても説明します。

講演者紹介:

Victor Ignatiev (ヴィクトル・イグナティエフ) 博士は、ロシアのモスクワにあるNRC「クルチャトフ研究所」に、溶融塩炉実験室の所長(2012年～)兼教授(2009年～)として勤務しています。1976年にソ連の原子力システム・モスクワ物理工学研究所を卒業し、1986年にソ連モスクワのクルチャトフ原子力研究所で博士号を取得しました。博士号取得後は、溶融塩炉の研究に従事。2014年から第四世代国際フォーラムMSR pSSCの共同議長を務める。1985年には、溶融塩炉の基礎研究に関するクルチャトフ賞を受賞し、2016年には、溶融塩炉の工学研究に関するクルチャトフ賞を受賞した。



主に溶融塩炉を中心に、以下の研究活動を行っている。

- (1) Th-U燃料サイクルとTRU燃焼炉
- (2) 設計運転を模擬したパラメータでの選択された溶融塩環境における複合材料の適合性と塩の化学的制御
- (3) 燃料と冷却材の塩組成の物理的・化学的特性
- (4) 炉物理、熱流動、安全性に関連する課題を含むフローシートの最適化

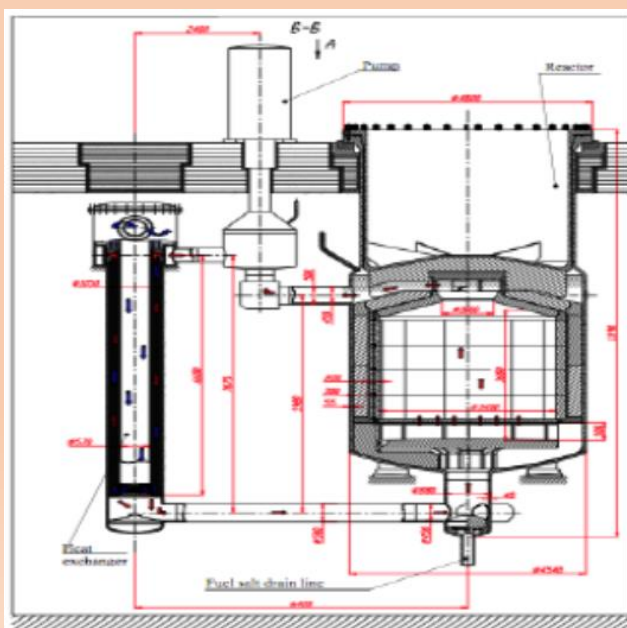
1. MSR及びMOSARTの紹介:

MSR(溶融塩炉)では、固体燃料の代わりに液体燃料が用いられます。軽水炉使用済燃料からのTRU(超ウラン)フッ化物で始まるMOSART(Molten Salt Actinide Recycler & Transformer)は、様々なモード(核変換、自足自給、増殖)で運転することができます。



2. MOSART:

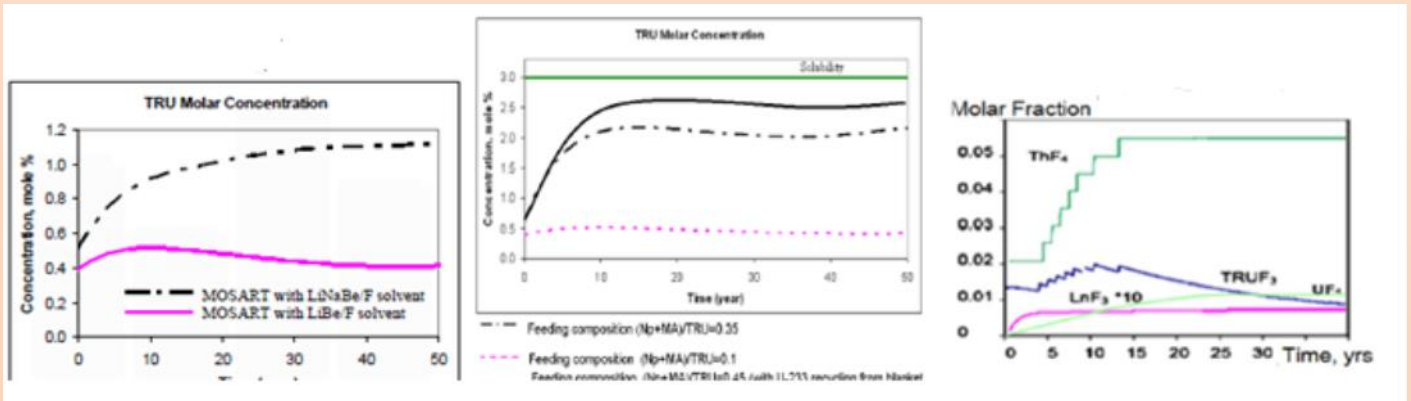
MOSARTの設計では、超ウラン元素の三フッ化物を高溶解度で含有する燃料塩の均質炉心というオプションを用意しています。



System	burner	/ breeder
Fluid streams	1	2
Power capacity, MWt	2400	2400
Fuel salt inlet/outlet temperature, °C	600 / 720	600 / 720
Fuel salt composition, mole %	72LiF 27BeF ₂ 1TRUF ₃	75LiF 16.5BeF ₂ 6ThF ₄ 2.5TRUF ₃
Blanket salt composition, mole %	no	75LiF 5BeF ₂ 20ThF ₄

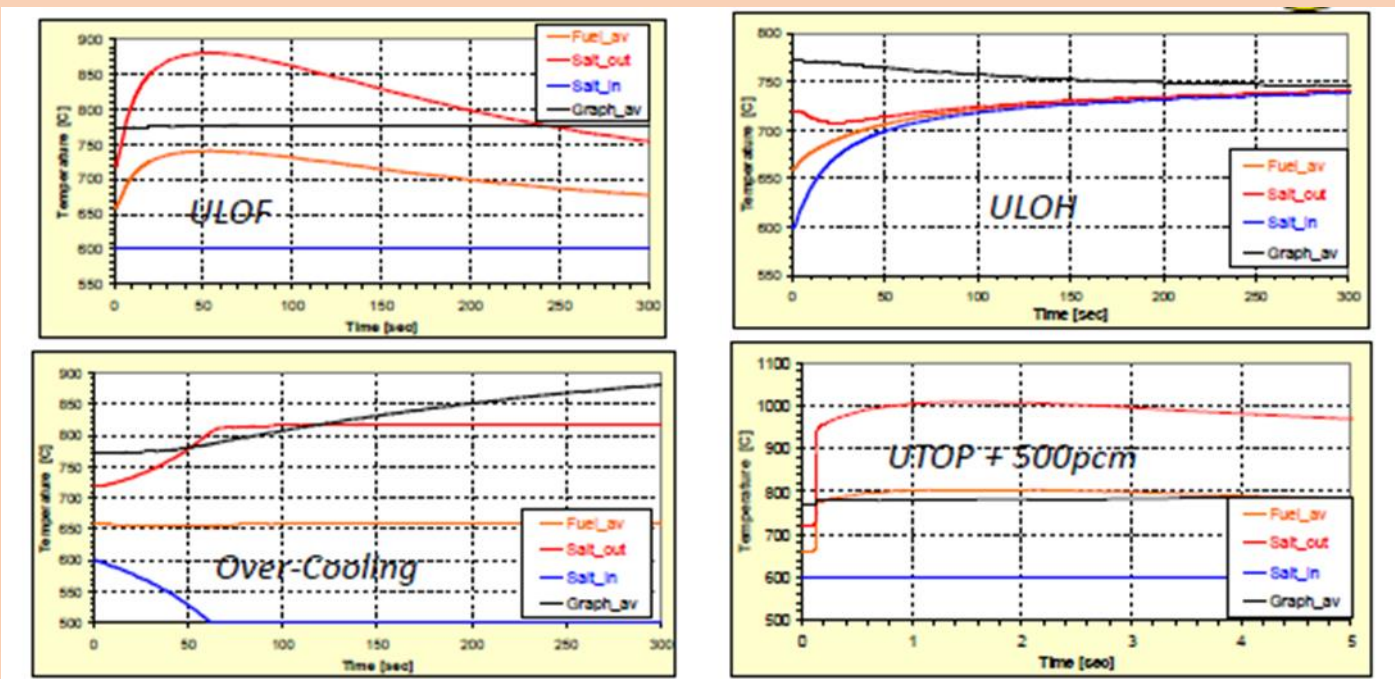
3. MOSARTの燃料サイクル:

2モル%の ThF_4 と1.2モル%の TRUF_3 を初期装荷として含むMOSART炉心は、レアース除去サイクル12年後(定格出力300日運転相当)で、 TRUF_3 を全く増加させずにTh自立型システムとして運転することができる。
平衡状態では、燃料塩中の親物質は凡そ6モル%である。



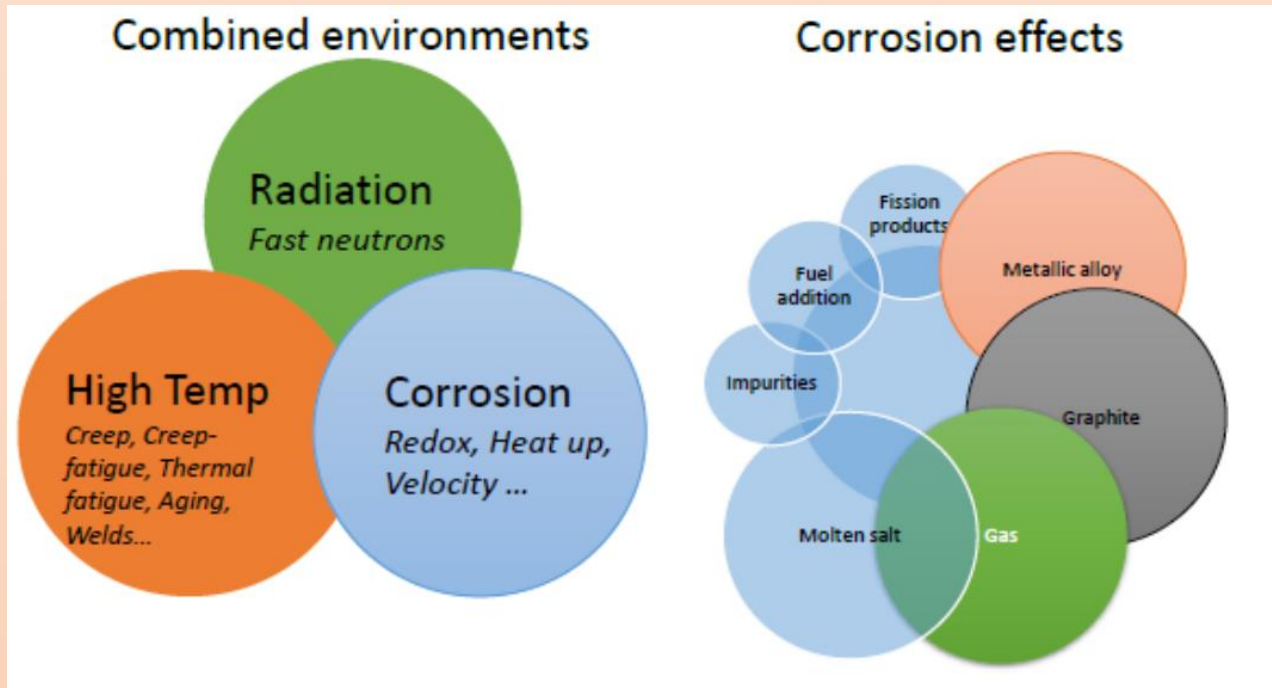
4. MOSARTでの過渡試験:

主要な制御系不作動事故(流量喪失事故ULOF、熱除去機能喪失事故ULOH、過冷却事故、更には過出力事故UTOPでも)においても、重大な問題は発生しないと考えられる。



5. MSRの材料(燃料用・構造材):

酸化還元電位測定を行った多くの熱ループでの実験結果から、 UF_4 燃料あるいは PuF_3 燃料を含有するLi / Beフッ化塩の運転は、高純度を保てば可能である。Ti、Al、Vを含む合金の照射特性が最も優れていた。



6. 燃料及び冷却材の選択:

多くの場合、最も特性の優れたLi-Beフッ化塩が、基準の燃料/冷却塩となった。

