

トリウム熔融塩原子炉 FUJI

熔融塩炉 (MSR: Molten Salt Reactor) の特長 :

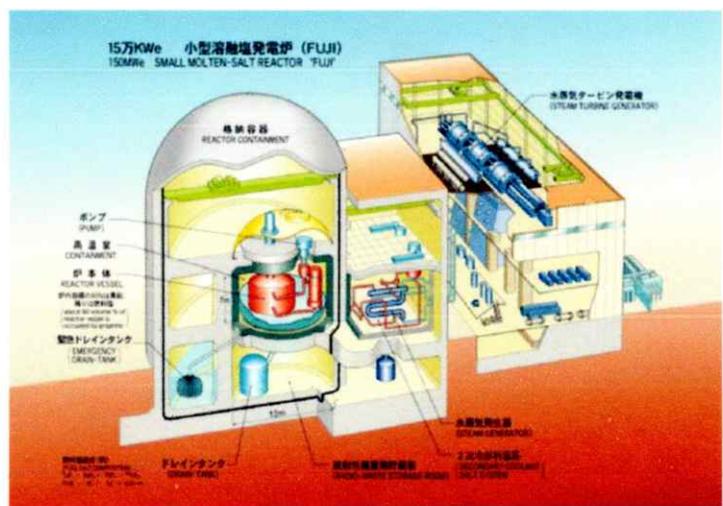
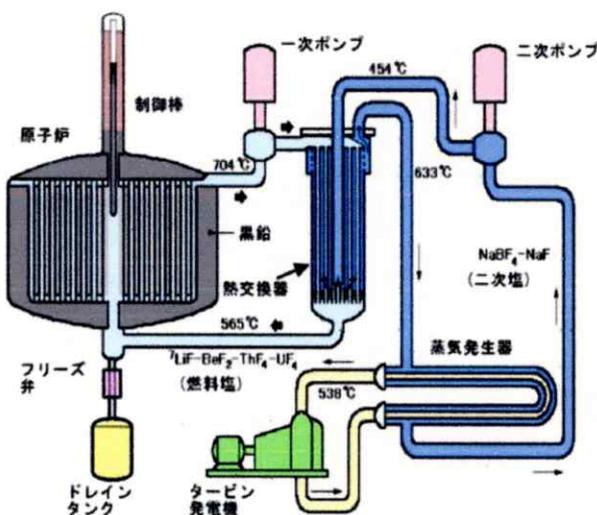
MSRは、高温液体の塩に、トリウムと少量のウラン等を混合して燃料塩とする液体燃料炉です。燃料塩と黒鉛減速材で炉心を構成し、燃料塩自体を炉心外に循環させ、熱交換器を介して2次系に除熱し、更に、蒸気発生器によって水蒸気を作り、発電します。また、1960年代に米国で実験炉が建設・運転され、良好な実績をあげました。

原子炉内は黒鉛のみの単純構造で、高温の為、44%という高い発電効率が達成できます。また、炉内は常圧で安全で、実質的に過酷事故が起きない設計です。さらに、燃料は転換率1.0と自給自足型にでき、経済性に優れています。

燃料は、成型加工不要で、燃料交換が不要なため稼働率が高く、イオン性液体なので燃料損傷はありませんし、空気や水との化学反応性がなく安全です。また、放射性ガスを連続除去することが可能なので、放射性ガスの環境放出事故はありません。

- 1) 巨大エネルギー需要を賄える安全安心な熔融塩炉
- 2) Pu問題を解決し、核兵器なき原子力を実現する熔融塩炉
- 3) 安全性と経済性に優れた熔融塩炉 (福島事故のような過酷事故なし)
- 4) 資源問題を解決するトリウム熔融塩炉
- 5) 巨大原子力産業の誕生
- 6) 軽水炉使用済燃料からのPuと長寿命廃棄物の消滅処理が可能
- 7) 国際的ネットワーク活用

「熔融塩 (Molten Salt)」とは「塩が高温で熔融してできた液体」です。熔融塩炉で用いられる熔融塩はLiF-BeF₂ (通称フリーベ) という弗化物熔融塩で、不活性で安定な化合物です。「トリウム」はウランに比べ3-4倍多く、偏在せず独占されていません。プルトニウム (Pu) 生成が殆どなく、また、長寿命の超ウラン元素生成も殆どありません。強いガンマ線を随伴する為、核兵器転用は非常に困難、かつ検知も容易で、核拡散抵抗性が高いのが特長です。



NPO法人トリウム熔融塩国際フォーラム
理事長：木下 幹康
<http://msr21.fc2web.com/>

事務局：〒234-0053 横浜市港南区日野中央3-17-24
吉岡 律夫 TEL:045-832-5103 FAX:045-832-9277
<ritsuo.yoshioka@nifty.ne.jp>

熔融塩炉の経済性

2015-11-14, 吉岡律夫

MSRの経済性については、オークリッジ国立研究所 ORNL の MSBR (熔融塩増殖炉) に対する詳細評価[1]があるが、その後、ORNL の最終設計である DMSR (変性 MSR) に対する再評価があり、100 万 KWe のプラントを想定して、軽水炉 (PWR) と比較している[2]。これらを総合すると、

- ①資本費では、MSR が、FBR のような 3 次系構成で多少複雑になっている要素もあるが、プラント効率が高く、炉内圧力がほぼ常圧で、安全系も簡素化されているので、トータルでは、LWR と同程度とされている。
- ②燃料費では、LWR は大量の天然ウランと濃縮された U235 を必要とするが、MSR は、僅かなトリウムと U233 補給を必要とするだけである。また、固体燃料とは異なり、燃料成型加工費が不要なこともあり、燃料サイクル費では、かなり安くなる。
- ③運転保守費は、放射能が高い燃料塩が炉心容器外を循環しており、遠隔保守が必要と考えられるが、安全系が簡素化されていること、長期運転が可能なこと等により、米国評価では、LWR よりも安いとしている。
- ④MSR は燃料交換が不要で、稼働率は LWR より高いと見込まれるので、発電コスト上、有利である。以上から、MSR の経済性は LWR より安いと推察される。

更にその後、米国のローレンス国立研究所 LLNL が、上記の DMSR と PWR の発電コスト比較を再評価した[3]。それによると、資本費、運転保守費、燃料費、廃棄物費、解体費の 5 項目について計算し、MSR の稼働率を 90%、PWR の稼働率を 80% と想定している。ただし、LLNL の評価は U235 を燃料とした変性 MSR なので、今回、燃料サイクル費は、U233 を燃料とする FUJI 炉のデータを使用した。そして、LLNL の結果と合わせると、MSR の発電コストは、PWR より約 30% 安いという結果を得た。

なお、FUJI 炉は、LLNL の計算の前提である DMSR と同様に、連続化学処理設備を不要としており、また、30 年のプラント寿命中、黒鉛交換は不要としているので、おおよそ、この評価は FUJI 炉に対するものとして良いと考えられる。

	MSR	PWR
資本費 (セント/KWh、以下同じ)	2.01	2.07
運転保守費	0.58	1.13
燃料サイクル費	0.12	0.66
廃棄物処理費	0.10	0.10
解体費	0.04	0.07
合計発電コスト	2.85(-29%)	4.0

参考文献

- [1] R. C. Robertson "Conceptual Design Study of a Single-fluid Molten-Salt Breeder Reactor", ORNL-4541, 1971
- [2] J. R. Engel et al. "Conceptual Design Characteristics of a Denatured Molten-Salt Reactor with Once-Through Fueling", ORNL/TM-7207, 1980
- [3] R. W. Moir "Cost of Electricity from Molten Salt Reactors", Nuclear Technology, Vol.138, No.1, P.93-95. 2002.