



トリウム熔融塩炉 FUJI と TTS

2018-4-30

NPO 法人トリウム熔融塩国際フォーラム・名誉理事長

株式会社トリウムテックソリューション・技術顧問

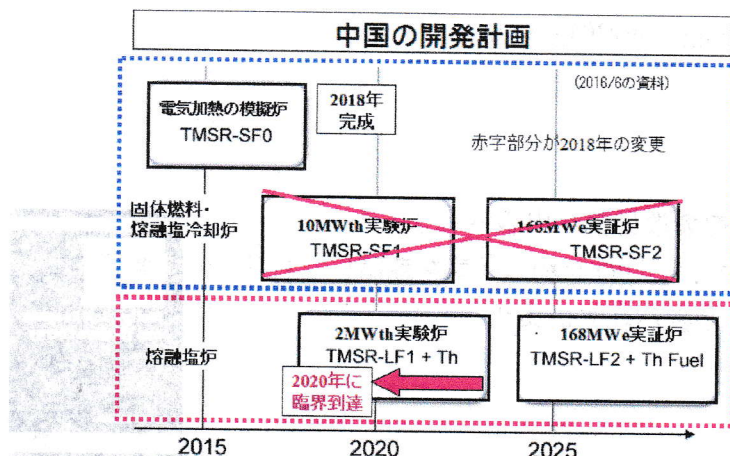
吉岡 律夫

1945 年、原爆開発に成功した ORNL(オークリッジ国立研究所)では、戦後の世界を見据えて、ワインバーグ博士とウィグナー博士(後のノーベル賞受賞者)が「トリウムを利用した液体燃料循環型の原子炉」の論文を出します。そして、各種の液体燃料炉を検討した結果、Th 熔融塩炉を ORNL 所長として 20 年間に渡って推進しますが、軽水炉の安全性と Pu 問題を指摘し続けた為に、1973 年に解雇されてしまいます。

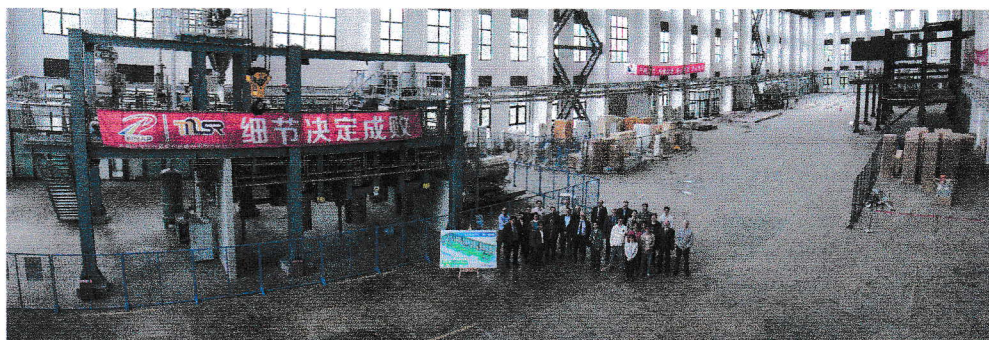
その間に、ORNL では、あらゆるアイデアを検討し、最初に水溶液系を検討しますが高温化が困難で排除し、次に熔融金属を検討するものの取り扱いが困難で排除し、最後に熔融塩に行き着きます。そして何千種類もある熔融塩から塩化物(高速炉型)などを排除し、最終的に弗化物を選定します。これらを基に、1954 年の最初の実験炉以降、合計 3 基の実験炉を建設し、1971 年に最終的な案として、大型発電炉 MSBR の設計書を出します。現在、世界中に 20 社の熔融塩炉ベンチャーがありますが、殆ど全ては ORNL の天才達の頭脳にあったものです。

MSBR は、オンライン再処理設備を併設し、黒鉛を 4 年毎に交換するなど、実機建設に当たっての開発要素も残っていました。そこで、1980 年に ORNL の研究者(古川和男先生の古い友人のディック・エンゲル氏ら)が、再処理設備を削除し、黒鉛の交換不要となる設計(DMSR)を提示します。古川和男先生の FUJI は、これを小型化したものです。つまり、FUJI は ORNL の天才達がベストとして選んだ設計を基にしているということです(詳細については文末書籍を参照)

現在、トリウム熔融塩炉は世界の約 20 ヶ国で研究開発が進められています。欧州では、フランス、英国、チェコ、ドイツ、イタリア、オランダ、スイス、トルコ、デンマーク、ロシア、ウクライナ、北米等では、米国、カナダ、ベネズエラ、アジア等では、中国、韓国、インド、インドネシア、オーストラリア、日本です。この内、中国については、2018 年 4 月の上海での会議で、大幅な開発加速が発表され、現在、約 700 名の研究員が開発に従事しています。固体燃料・熔融塩冷却の炉型を捨て、2020 年に FUJI 型の実験炉を建設し、臨界に到達するとしています(下表)。



早期に実現できるのは FUJI 型のみ
という証左。



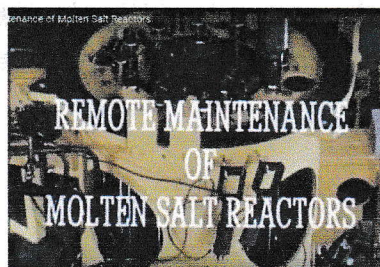
右端が 2018 年に完成予定の模擬炉

また、現在、欧米を中心に熔融塩炉ベンチャーが 20 社あり、この分野のビジネスが有望と見なされている証左とも言えます。なお、TTS が最古参（2008 年）で、次が米国 FLiBe Energy 社（2011 年）です。これら各社は、製造工場を探しており、日本が貢献できるはず（後述）。

（TerraPower、ThorCon Power、FLiBe Energy、Transatomic Power、Elysium Industries、Kairos Power、MicroNuclear、NuVision Engineering、Muons Inc.、Alpha Tech Research Corp.、Schattke Advanced Nuclear Eng.、Thorenco、THOREACT（以上、米国）、Terrestrial Energy（カナダ）、Moltex Energy（英国）、Copenhagen Atomics（デンマーク）、Seaborg Technologies（同）、Aristos Power（フランス等）、FIGES Nuclear Technology（トルコ）、Thorium Tech. Solution（日本））

我が国は、熔融塩炉のキー要素である①熔融塩技術、②炉内黒鉛製造技術、③炉容器材料製造技術（ハステロイ N 合金）、④高温融体技術（例えば Na 取り扱い技術）、の 4 つ全てを持っており、更に原子炉総合メーカーが 3 社もあるなど、世界的にも優位な立場にあります。故古川和男先生は、これら日本の優れた物造り会社との関係を図ってこられました。TTS はその理念を引き継ぎ、上記技術を統合する「総合プロデューサー」として活躍できる可能性があると思います。

なお、熔融塩炉の課題として、保守問題が挙げられることがありますが、下記 URL に動画が掲載されており、1 件目は米国実験炉 MSRE の建設記録で、2 件目が MSRE の遠隔保守の紹介です。MSRE と同じ大きさの模擬炉を製作し、モーターやポンプ、配管、原子炉容器本体まで、遠隔で取り外し・取り付けを実演しており、廃炉後の解体にも適用可能な技術を開発していた、という記録映画です。他の炉型で、ここまでやっていた事例は聞いたことがありません。



映画「米国実験炉 MSRE の遠隔保守」

<https://msr2017.ornl.gov/>

2017 年、トリウム熔融塩炉に関する世界初の教科書が出版されました。

上記の ORNL の歴史や FUJI 設計等について、当 NPO が約 200 頁を寄稿しており、裏表紙には「当 NPO の協力で完成した」と書かれています。

題名「Molten Salt Reactors and Thorium Energy」

出版社: Woodhead Publishing (Elsevier)

<https://www.amazon.co.jp/Molten-Reactors-Thorium-Woodhead-Publishing/dp/0081011261r>

