

# 「超小型原子炉 4S 炉」に対する新たな第三者評価出現 ～第 54 回日韓技術士国際会議 in 新潟での韓国側への情報発信～

井上 祥一郎

## 1. はじめに

2025 年 9 月 15~17 日「第 54 回日韓技術士国際会議 in 新潟」が開催された。エネルギー・環境を扱う第 3 分科会で、超小型原子炉 “4S 炉” の第三者評価を中心に発表した。第 47 回釜山大会（2017）での “トリウム熔融塩炉” の紹介以来である。韓国側技術士は技術視点で原子力発電所（以下原発）を直視するのに、日本側は横を向き避けて通る印象で、この落差が中々払拭できないでいる。

関西電力美浜原発建て替えに向けた地質調査発表に対する 2025 年 7 月 24 日付け信濃毎日新聞社説「進むべき道問い合わせ直さねば」を目にした。「原発は重大事故のリスクを抱える。稼働によって生じる核廃棄物の行き場も確保できていない。着々と進む原発回帰は、深刻な問題の数々を国民が共有して選ばれた方針ではない。-中略-今月 20 日（参院選）投開票でも争点とならず、直後に狙いましたような新設への着手である。正面からの原発論議が求められる。」とあった。これを公益確保の責務を持つ技術士への直言と私は受け取り、9 月発表資料に加筆して個人研究発表とさせて頂く。

## 2. 門外漢からの原発安全炉情報発信

筆者の技術士登録部門に原子力・放射線部門はないが水産部門はある。もし原発で何らかの問題が起きた時、近隣の水産業への影響はどうか？を危惧している。当地では県庁所在地松江市の北端の海辺に、大規模原発 3 基（廃止炉 1 ・ 再稼働炉 1 ・ 未完成炉 1 ）の島根原発が現存する。原発回帰対象の 100 万 kW 級の大型軽水炉の安全性欠如は、東京電力福島第一原発（以下 F1）で証明された。島根原発で事故が起これば、宍道湖のヤマトシジミや、日本海側境港等の水産資源に対する風評被害は避けられない。そこで風評被害への警鐘として、全電源喪失は重大事故につながる F1 事故から学んだことを忘れないため、門外漢と明記して、原発の安全炉問題を個人研究発表で報告してきた。安全性の高い原子炉として、初めに “トリウム熔融塩炉”、次いで “4S 炉” を紹介した。情報源は、文庫・新書や単行本等市販図書に限った。その理由は、一般市民に向けて直接的に特定の原子炉の情報を、責任をもって語り伝えようとする著者の思いが反映されていると考えるからである。著者による “熔融塩炉”、“溶融塩炉”、“4S 炉”、“4 s 炉” の表示違いには留意していない。

一方、リスクの評価として、2011 年 3 月 11 日の大型軽水炉で起きた F1 事故では、放射能漏れによる死者はゼロとの主張もあるが、15 年近く経た現在でも、廃炉への時間的な想定すら発表できない状況である。他方、“トリウム熔融塩炉” が安全であるという第三者評価は、多くの市販書で見られる。アメリカのオークリッジ国立研究所

で実験炉段階までが成功裏に終わり、その後に日本の古川和男博士が続いてトリウム小型熔融塩炉“不二”を完成させた経過や、資源工学・環境部門の大木久光技術士著「イラストレーションでわかる原発と放射能」(技報堂出版 2012)、機械・総合技術管理部門の荒野てつ也技術士の電子書籍“プルトニウム・核ゴミ等も消滅処理できる次世代原発～本質的に安全性も高いトリウム溶融塩原子炉～”(2014)の出版等、“トリウム熔融塩炉”的第三者評価者の書籍もある。

今回は“4S炉”に対する第三者評価の市販書として“超小型原子炉の教室”と、認知科学者等多彩な近代的肩書を持つ著者の苦米地英人を紹介する。

### 3. “4S炉”が登場する市販書

“4S炉”的発案者は、1933年生まれの服部禎男である。“遺言 私が見た原子力と放射能の真実”(かざひの文庫 2017)の著者で、原子炉リスク分野の工学博士。

“遺言”は著者が84歳の時の出版である。Super-Safe, Small, and-Simpleの頭文字を取って“4S炉”と名付けたという。“遺言”を含む下記の7冊が“4S炉”が登場する手持ちの市販書である。但し、服部の評伝とされる、ヒカルランド社の2冊の内、2022年版は2011年版の増補版である。冒頭に「増補改訂版にあたって」の10頁が加わるだけで、それ以外には内容の違いはなかった。ヒカルランド社版の著者、大下英治はノンフィクション作家であり、服部を丹念に取材し、服部も詳細に自己の活動の経緯を提供していることが2002年発表の文庫版“エンロンが弾いた新エネルギー戦争の罠”(徳間文庫)から明白に伝わる。服部の評伝書も手掛けているので、服部論の代弁者の立場の作家と考え第三者評価者には含めない。認知科学者苦米地英人は原子炉の安全性評価に参考にしたのはヒカルランドの評伝書(後掲)と“遺言”的2冊と自書に明記している。

手持ちの“4S炉”市販書を時系列に並べると①鳥井弘之“原子力の未来”(日本経済新聞社 1999.5.25)②大下英治“エンロンが弾いた新エネルギー戦争の罠”(徳間文庫 2002.4.15)③松井賢一“福島原発事故を乗り越えて”(エネルギー・フオーラム新書 2011.8.16)④大下英治“原子力と50年 服部禎男大激白「超小型原子炉」なら日本も世界も救われる!”(ヒカルランド 2011.11.30)⑤服部禎男“遺言 私が見た原子力と放射能の真実”(かざひの文庫 2017.12.7)⑥苦米地英人“いま日本人が知るべき原子力の真実 超小型原子炉の教室”(サイゾー 2022.7.16)⑦大下英治“④の増補改訂版”(ヒカルランド 2022.10.31)となる。全7冊、5人の著者の内、第三者評価者といえるのは、鳥井弘之、松井賢一、苦米地英人の3人。①の出版から⑦の出版まで23年間が経過しているが、1933年生まれの服部の年齢でいくと、①が66歳時点、⑦が89歳時点となる。開発者服部が自書を世に出せたのが84歳時点である。この間に服部が業界の中でどのように活動したかを“遺言”で辿ると、技術士の最重要事項とされる“公益確保の責務”的追及人生であり、その実現を望まない特殊社会の存在を髣髴とさせる。原子力・放射線部門の技術士の方々の“遺言”に対する

ご感想を是非伺いたく思う。

#### 4. 異例の“4S炉”第三者評価者 認知科学者 苛米地英人

鳥井弘之と松井賢一がエネルギー問題の専門家として著名であることは、上掲の2冊に目を通して容易に想像できた。原子力・放射線分野の方々にとては馴染みのある有識者と推察する。また、鳥井、松井の上掲書に、“トリウム熔融塩炉”と“4S炉”的二つが共通して出ている。(松井は“4S炉”的命名は米国人と誤解している)

著者紹介では、①鳥井 1942年生まれ、東京大学工学部卒、同大学院修士課程修了、69年日本経済新聞社入社、編集局科学技術部、産業部記者、1987年より論説委員、原子力委員会委員、航空・電子等技術審議会専門委員などを務める、とある。  
②松井 1963年東京大学教養学部卒業、1966年日本エネルギー経済研究所入社、1973年OECD長期エネルギーアセスメント研究員、国際エネルギー機関IEA統計コンサルタント、龍谷大学国際文化学部教授、国際エネルギー経済学会IAEE会長、APEC・EWG・エネルギーデータ分析専門家グループ議長、等が並ぶ。

苦米地書の著者紹介は極めて長いので以下に留める。1959年東京生まれ、認知科学者(機能脳科学、計算言語学、認知心理学、分析哲学)、計算機科学者(計算機科学、離散数理、人工知能)等々と並ぶ。2013年に“原発洗脳 アメリカに支配される日本の原子力”(日本文芸社)を上梓しているが、表紙の著者名の後に短く、認知科学者・カーネギーメロン大学博士とある。

“原発洗脳”では、「原発なしでもエネルギーは貰える」と主張していたが、9年後、2022年出版の“超小型原子炉の教室”では、「太陽光、風力等の再生可能エネルギーではエネルギー問題は解決しない。4S炉サイズの原子炉・超小型原子炉だけが安全な小型原子炉」と主張を変えている。更に、小型原子炉の“小型”は様々な解釈がなされているので、安全性の担保が“小型炉”では意味がないと強調する。「本当に小型炉で安全性が保てているのかを我々は検証しなければならない。その時必要になるのは本当の小型原子炉の知識です。服部博士が開発したSuper-Safe、Small&Simpleなサイズの原子炉=超小型原子炉だけが安全な小型原子炉なのだということを理解してほしい。服部先生も電話で、理想を言えば2万kWです、最大でも10万kW以下でないと安全な原子炉にならない可能性があると語られた。」と、技術開発者で“遺言”著者の服部とのやり取りを披露している。

苦米地書“超小型原子炉の教室”的章立ては、①脱酸素社会の圧力 ②新旧交代 ③原子力の真実 ④超小型原子炉 ⑤原子力と安全保障 である。③章の原子炉の真実に“超小型原子炉の教室”を書こうとした動機が、自民党総裁候補4人中3人が小型原子炉の推進を謡ったことという。他の第三者評価者、鳥井、松井とは異なった視点であろう。技術士会の研究発表の場であるので、この点にはこれ以上言及しない。興味のある方は同書をお読み頂きたい。④章は“遺言”と評伝からの引用が多い。

## 5. “新4S炉”の技術特性

“4S炉”は2段階で開発されたようで、“遺言”では“新4S炉（A4S）”が改良ヶ所を示して紹介される。「細長い小型原子炉容器にタービンを回すエネルギーを得る蒸気発生器のチューブを巻きつけ、ひとつのカプセルに全部収容してしまう」という画期的な形状で、出力は2万kW以下の超小型炉である。マサチューセッツ工科大学やハーバード大学に所属するアメリカ原子力学会の長老たちのアドバイスに応えて生まれ、長老たちの勧めもあって2005年9月にアメリカで特許を取得した。」という。

服部は“新4S炉”的特徴を“遺言”の中で、①30年間、原子炉寿命期間中の燃料交換は不要 ②制御棒がなく、原子炉運転作業がまったくないため、運転員が不要。よってヒューマンエラーが発生しない ③自然負荷追従型電源となる ④超安全のために都心部にも設置可能 ⑤原子炉運転技術者不要のため、インサイダーテロを回避できる ⑥二次ナトリウム系の合理化で全部をカプセル内に一体化し、輸送、据え付けが容易 ⑦現場工事を事実上なくして、工場での高品質量産用設計が可能 の7点としている。設置から30年間経って回収がなされることになるが、使用済み核燃料の処理には触れていない。ここで“トリウム熔融塩炉”との協働が考えられるのではないかと思う。ウランから変化したプルトニウム等の放射性物質からの中性子が、トリウムのウラン化に寄与することは明らかにされている。“新4S炉”中で30年間を経たプルトニウム等が、トリウムへの中性子源として使える可能性は無いだろうか？こんなことを考えることも門外漢の技術士であればこそその楽しみである。

## 6. 原発再起動への服部提案

現実に戻って、原発回帰の対応に注意を向けてみたい。服部は“遺言”の中で「アメリカの原子炉トラブル公開法（LER）を読んで、非常用ディーゼル発電機の起動不良が故障の中で最も多いたことに気付いた。原発リスクの確率論をアメリカで学んだが、具体的には原発における電源喪失が最も恐ろしいと認識していた。待機設備の起動不良確率、非常用ディーゼル発電機の起動不良の防止が重要になる。結論を言えば、非常用のディーゼル発電機をいろいろな位置に、いろいろな型式で12台設置して連続運転させておけば、たとえ外部電源の喪失が起きても電源は確保でき安全ということになる、と提言したが周囲の理解は得られなかった。」と述懐している。

原発回帰策が現実となってきた原発再稼働に当たって、ディーゼル発電機12台常時稼働案報道は全く聞かない。防潮堤強化策等の土木工事に比べると、ディーゼル発電機複数台常時運転案は、維持管理を含めても費用負担は小さいのではなかろうか？また、F1の冷却水配管の損傷は、津波到達以前の地震動によって起きたと、元実務者が公開資料を解析して月刊誌で明らかにしていた。何れの費用も電気料金に上乗せされると考えると、公益確保の責務の観点からも、服部提案を支持したくなる。

安全最優先の原則で大型軽水炉は廃炉にし、新たな発電ネットワークとして“新4

S炉（A4S）”を需要地に合わせ分散配置することが望ましい。それが実現できるまでの間、“再稼働の対応策：ディーゼルエンジン12台分散配置・常時運転服部案”を島根県技術士会の有志で協議し、合意を条件に市民への情報提供を提言したい。識者、漁業者等多様な関係者に対し、科学的で公平な技術士のコンピテンシーに則り話し合う価値はあると思う。中海干拓反対運動で活動した元漁協組合長との個人的なお付き合いも続いている。元組合長に試案に対するご意見を聞くことから始めたい。

## 7. 報道関係者の著作から

本発表の書き出しで、信濃毎日新聞社の社説を引用させてもらった。原発に関するマスコミ、報道機関の対応を考えてみる。広告収入を重要な収益源とする民間の報道組織では、広告主への忖度が記事や放送に影響するとの噂を聞く。それに対し、日本放送協会、NHKは視聴料収入によって経営されているので“公共放送”と呼ばれている。原発に関してNHK関係者が関与した市販書で取り組みを調べてみた。“NHK出版新書”で、水野倫之・山崎淑行・藤原淳登著“緊急解説！福島第一原発事故と放射線”（2011・6・10）と、水野倫之・山崎淑行著“徹底解説 エネルギー危機と原発回帰”（2023・7・10）の2冊があった。後者の第1章が「原発回帰、5つの課題」、そこに「次世代革新炉とは」の見出しがありその②に“小型軽水炉（SMR）”がある。

長くなるが引用する。「同じ軽水炉で出力が一般の原発の3分の1程度の炉が、小型軽水炉（SMR）だ。ほとんどの設備を工場内でつくることができ、現場では組み上げるだけなので工事期間が短いとされるほか、小さいため全体をプールに沈めるなどして事故の拡大を防ぐことができ、安全性が高いとされている。-中略-ただ大型の軽水炉と同じ発電量を確保するには数多く建設する必要があり、コスト高になる可能性も指摘されている。また、安全性についてもさらに検証が求められている。」認知科学者苦米地英人の危惧そのままの内容である。

率直に言って情報量の少なさを感じたので、前者の“福島第一原発事故と放射線”で“放射線”的記述を見てみた。第3章 放射線の健康への影響は？（藤原淳登）の見出し「放射線に対する考え方」から2か所を引用する。①は「放射線の健康への影響については、これまでそれほど多くのデータが集まっているわけではありません。世界中の研究者が、影響を科学的に見出そうとしてきましたが、まだわかっていないことも数多く残されています。歴史的にみると、放射線の被ばく限度線量は、新たな知見がでる度により厳しく設定されてきました。」とあり、②は「なお、私たちの周りには、天然の放射線も存在します。しかしここでは、天然の放射線ではなく、原発事故により問題となっている人工の放射線について述べます。」とある。

近年、原子力関連分野で科学的な知見が積みあがっている分野であると考えるが、この程度の情報収集力なのかと疑問を覚えた。NHK出版新書の著者である、NHK解説委員と記者の方々の取材方法を聞きたくなる。服部書“遺言”には、“新4S炉”的

他、青森六ヶ所村での“放射性廃棄物再処理法 ピューレックス法”とは別の“乾式再処理法”や、服部が若い研究者から1984年に見せられた論文が切っ掛けとなったという“放射線ホルミシス法”など多くの示唆に満ちており、読者への啓発材料が豊富にある。更に、登場人物が実名記載なので、取材先の特定に苦労しない。鳥井書(1999)、松井書(2011)から“トリウム熔融塩炉”と“4S炉”を知り、両著者の取材から始めることで、多くの科学的事実を国民に伝えられる端緒になると考える。

## 8. おわりに

原子力発電は核分裂の際発生する熱エネルギーを利用する技術であり、放射線の発生を伴いその障害も実際にある。しかし、私たちの周りには宇宙からも地球自身からも発生する天然の放射線が存在する。地熱は地下の放射性物質の崩壊熱が寄与するという。また、DNAへの放射線障害に対して、地球の生物は特別の例外を除いた修復の仕組みで常に放射線を浴びながら進化したという。坂本浩幸技術士(原子力・放射線部門)は“技術士2024.1(特別号)”で“オクロ天然原子炉”について述べている。

これらは高齢者にとって驚きの科学的情報であるが、山火事が火の効用を知る切っ掛けと学んだことと大差がない。地球の仕組みだが火と異なり目に見えない存在だったから、放射線は少なければ少ないほど安全性が高いという仮説は真実に迫れなかった時代の便法と考えると分かり易い。安全という条件付きで科学的な検証を積み、使い方を習得すれば、生物と共に存できる貴重な地球のエネルギー源である。一方、核融合は地球上では確認されておらず、太陽の科学に位置付けることが現実的である。

核エネルギー、放射線問題に欠かせない人材が、平成16(2004)年度の試験から新設された原子力・放射線部門の技術士である。日本原子力学会誌Vol.57, No.3(2015)への桑江良明原子力・放射線部門技術士の投稿の一部を紹介して筆をおく。

「原子力学会からの要望に端を発し、技術士資格21番目の部門として“原子力・放射線部門新設を検討した文部科学省/科学技術・学術審議会の答申(2003)”に“技術者一人一人が組織の論理に埋没せず、常に社会のあるべき姿を認識し、意識や技術を常に向上させる仕組みが必要である。-中略-社会から信頼される個人としての技術者の存在が不可欠である。”」を紹介し、「本部門は、原子力・放射線技術に対する社会的信頼回復を主な目的として2004年に誕生した。」と結んでいる。