

門外漢、原子力発電技術「トリウム熔融塩炉」を調べる ②

一 臆心の引き倒しにならないために一

井上 祥一郎

はじめに

今年、平成 28 年は専門の技術士登録分野では、宍道湖北岸、一畑電鉄津ノ森駅近くの宍道湖漁協ワカサギ孵化場で水路状水槽 3 槽を使わせて貰い、4 月～11 月までケイ酸供給による植物プランクトンの種組成変化の追跡に時間を費やした。ヤマトシジミの餌料になる微細藻類が増殖しやすい水質の確認、ひいては、宍道湖に注ぐ斐伊川の流域環境整備のあり方に結び付けばと思っている。この活動報告は 29 年 1 月 7、8 日に島根大学で開催される「島根大学汽水域研究センター第 24 回新春恒例汽水域研究発表会汽水域研究会第 5 回例会合同研究発表会」で行う。

松江市内に「ウラン軽水炉」の島根原発がある。この原発で過酷事故が起これば、恵み豊かな宍道湖の再生を模索することが無意味になってしまう。従って島根原発には関心を持たざるを得ない。原子力・放射線部門には登録が無いので非専門分野になるが、1 月発行の「27 年度研究報告」に個人研究として核分裂のエネルギーを利用する炉に関して、第 4 世代の一つ「トリウム熔融塩炉」を紹介する処女論文掲載を手始めに、オモシロ技術塾、個人研究発表会での話題提供、名古屋では名古屋環境大学の愛知県技術士会担当講座で、当該技術について紹介する等自己研鑽を続けた。

技術士たる者の位置付けを、経団連名誉会長名で技術士要覧に寄せた土光敏夫も、技術者にとっての啓発図書として著名な「技士道十五ヶ条」の著者、西堀榮三郎もトリウム熔融塩炉は「良いことだらけの原発」と、この普及を積極的に働きかけた。同時期に政界も動いたという。1981 年頃のことである。

日本技術士会のこの分野の CPD 教材 (2013) を入手したが、土光や西堀の動きもトリウムの利用技術の記載もない。もしかしたら「良いことだらけの原子炉」の土光や西堀の活動が、「臆心の引き倒し」になったのかもしれないと思う程である。「臆心の引き倒し」を広辞苑 (第二版補訂版) で引くと「臆心することによって、かえってその人を不利に導くこと。」とあった。

公益確保は技術士法で課せられている我々の責務である。臆心の引き倒しで公益確保の責務である公共の福祉や環境の保全に支障があってはならない。本論はその点に特に注意して記述するように心掛けた。

終りの見えぬブックサーフィンを続けているが、原子力基本法にウランと並んで書かれているトリウムについては、我が国の原発への取組黎明期にこの研究優占が議論されていたことも、NHK ETV 特集取材班 (新潮文庫) の著書から知ることができた。今年の最大の収穫であろうか？

また、調べれば調べるほど土光や西堀は例外で、原発の推進論も廃止論も、時には

科学ジャーナリストの手による原子力開発の経緯を記した書籍ですら【原発＝ウラン軽水炉】で議論されていることが分かった。

日本技術士会の CPD 教材には「本冊子は最終的なものではなく 2013 年以降も意見を反映した編纂を続ける予定」とあるので、改訂版には紹介されるのかもしれない。技術士の著書でトリウムに触れているのは、2012 年 1 月刊の大木久光、2014 年 2 月刊の荒野てつ也の 2 冊がある。

1. 原発の燃料と炉形式による枠組みの設定

前出の NHK ETV 特集取材班が著したのは「原子力政策研究会 100 時間の極秘音源－メルトダウンへの道－」（新潮文庫 2016）である。奥付に「平成 25 年 11 月新潮社より発刊された「メルトダウンへの道－原子力政策研究会 100 時間の証言」を改題したものとある。加筆・訂正したとは書いていない。

100 時間のテープを提供した関係者が、テープに含まれていない議事録を記者に提供した場面がある。1956 年 6 月、発足したばかりの科学技術庁で、将来の原子力行政を担わされた主要メンバーによる内部会議の議事録である。

島村原子力政策課長、村田原子力調査課員等 7 人の若手官僚が参加しており、アメリカへの原子力国費留学から帰国したばかりの一人を除いて、核燃料サイクルの資源として、プルトニウムではなく「トリウム」に注目していたとある。その理由は、

- ① レアアースの副産物としてトリウムは比較的容易に入手可能
- ② ウランに比べて埋蔵量をはるかに多いとの見込み
- ③ 核兵器の材料のプルトニウム 239 が生じず軍事利用が極めて困難
- ④ 発生するトリウムは強いガンマ線を発し核ジャックのターゲットにされにくいとある。しかし、一人の「プルトニウムの方が経験がある」という主張で結果は先送りされたと記されている。

同書には土光や西堀も登場はするが、東京電力で草創期から原子力を担当した豊田正敏（後の副社長）の名前が頻繁に出てくる。豊田は「プルトニウムにウランではなくトリウムを混ぜて軽水炉で燃やしてしまうトリウム発電炉構想」を述べている。

豊田は後年「原子力発電の歴史と展望」を 2008 年 10 月初版、2010 年 3 月改訂新装初版を東京図書から出している。この書籍の購入は叶わなかったのが、愛知県図書館で閲覧して、必要部分をコピーした。同書では 2008 年版では 16 章核拡散防止策の 5 節で「トリウム発電炉」を取り上げ、2010 年版では 18 章で、プルサーマルとこれに代わるトリウム発電炉と、章立てして記述し、2 年間で著者のトリウム発電炉への技術的な確信が一層強まったことが見て取れる。

先行研究のアメリカにわたりトリウム熔融塩炉の実験炉を見て技術の優秀性を確信したのが故古川和男で、一般読者向けに『「原発」革命』と「原発安全革命」（文春新書 2001、2011）を書いている。

豊田と古川を参考にして燃料と炉形式を組み合わせると、次図の 3 種類が想定される。【原発＝ウラン軽水炉】では、推進・廃止の二項対立しかないが、3 種の技術が比

較されれば科学的で客観的な評価が可能になる。但し、ウラン熔融塩炉はトリウムの火種（プルトニウムも同様）として共に熔融する形となる。

項目	軽水炉（物理炉）	熔融塩炉（化学炉）
ウラン	ウラン軽水炉（現行）	トリウム（ウランまたはプルトニウム）熔融塩炉（古川）
トリウム	トリウム軽水炉（豊田）	

この表を叩き台にして議論が深まることを期待する。

3. 報道関係（者）の著作に見る新型炉の捉え方

古川は2006年「核拡散防止」をテーマにした第22回佐藤栄作賞に、「核拡散防止への実効ある提言」と題する論文を出し最優秀賞を受賞している。主催は佐藤栄作記念国連大学協賛財団、後援が、外務省、文科省、日経新聞、国際連合大学である。

ところが長瀬隆の「トリウム原子炉革命」（展望社2014）によると、一位入賞の記事が豆記事として朝日と日経に掲載されたが、論文内容は、一位になったことの理由とともに、その時もその後も一切報道がなかったという。

川端幹人が「タブーの正体！－マスコミが『あのこと』に触れない理由－」（ちくま新書2012）で「原発タブー」を扱っている。そこで、マスコミは「トリウム」情報をどのように扱ったかを、報道関係者が著者になっている書籍を調べてみた。そこからの引用と若干の周辺情報加え、冷静にして客観的な情報提供を心掛けたい。

年代順に挙げていくが、後ろに粗密が激しいが年表を付けた。参考にして頂きたい。

① 1977年2月 朝日新聞科学部・大熊由紀子「核燃料－探査から廃棄物処理まで－」朝日新聞社：初版は上記の通りだが、手元の版は1983年7月25日で12刷、きわめて多い印象を持った。1979年から朝日新聞の科学部次長とある。種々の科学情報が平易な文章で書かれているし、あとがきには、「長年、科学記者として核燃料のことを取材し、考え続けてきた私のたどりついた結論は、『核燃料からエネルギーを取り出すことは、資源小国の日本にとっては、避け得ない選択である』」と書かれているので、電力関係者が啓発書として利用したようにも思う。

トリウム熔融塩炉については、古川和男が室長（当時）を務める日本原子力研究所高温融体材料研究室を取材し、5ページを使った丁寧な紹介記事にしている。フクシマを経験した現在、科学記者としてその後の取材も含めて、どのようなエネルギーの将来像を描くのかを心底聞きたく思った。

②1982年11月 NHK取材班「原子力－秘められた巨大技術－」日本放送出版協会：日本原子力研究所東海研究所燃料工学部主任研究員の古川氏の話によればこの書き出しで紹介している。「とくに限りのある予算の中でその研究開発をどのように進めていこうとしているのか」と疑問を呈している。西堀榮三郎、茅誠司の名も出てくるが、積極的に情報収集した形跡は感じられない。

② 1986年4月 岸本康「原子力その不安と希望」(講談社):岸本は共同通信社に1947年入社。科学部長、論説副委員長などを経て80年退社。執筆当時は日本原子力文化振興財団常務理事。科学記者の草分けで40年にわたり科学ジャーナリストとして活躍。「不完全な知識は疑惑・不安を伴うが、正しい理解からは新しい希望が生まれる、という姿勢で本書を書いた。」とあるが、トリウムには一切触れられていない。①の大熊に関する記述があるので知見はあったと思うのだが・・・・

④2000年4月 徳山明・鳥居弘之・帆足養右・吉村秀實『「原発ごみ」はどこへ』電力新報社:執筆時、鳥居は日本経済新聞社論説委員、帆足は前朝日新聞社論説委員、吉村は日本訪欧協会解説委員。徳山は富士常葉大学学長。全体は放射性廃棄物の地層処分の安全性を科学的に論証する立場で書かれている。トリウムの文字はないが、鳥居は「現在の原子力技術は世界中が頼りにできる技術までには成熟していない。プルトニウムを燃料として使うことができ、メンテナンスフリーで無人運転が可能、設置場所で燃料を交換しなくて済み、エネルギー需要の増加に柔軟に対応できるような原子力技術の確立が望まれる。」と述べている。トリウム熔融塩炉を想定しているように感じられる。

⑤2011年12月 NHKスペシャル「日本新生」取材班「エネルギーを選ぶ時代は来るのか」NHK出版新書:原発を「ウラン軽水炉」に限定しているため、トリウムについての記述はない。

⑥2012年1月 川端幹人「タブーの正体—マスコミが『あのこと』に触れない理由」ちくま新書:川端は休刊中の「噂の真相」の副編集長。休刊後はフリージャーナリスト兼編集者。マスコミにおいての原発タブーを作り出したのは電力業界の金としていて、2009年度の11電力会社の広告宣伝費を884億5400万円という数字を挙げている。これだけの金額をトリウム研究に向ければ大きな成果が期待できるのにとしきりである。

⑦2012年2月 毎日新聞「震災検証」取材班「検証『大震災』伝えなければならないこと」:「フクシマ後の世界『原発推進』と『脱原発』の二大潮流へ」との章立てがあるが、文章中にはトリウムの文字は無い。二項対立の殻は大震災でも破られていない。

⑧2012年8月 産経新聞九州総局「原発再稼働までに何が起きたか」(産経新聞出版):トリウム熔融塩炉について「トリウム熔融塩炉は中国が急ぐ第4世代原発/脱原発は技術・人材の流出を招く」との2見出しで8頁を割いて紹介している。基本は既存原発の再稼働支持だが、「既存原発の再稼働に加え、将来の電源確保の観点から第4世代原発の開発も急がれる。トリウムとプルトニウムを燃料に使う『トリウム熔融塩炉』や、水の代わりに安定物質のヘリウムガスを冷却材に使う『高温ガス炉』など、安全性能と効率を高めた新しい原発の研究は資源小国・日本に不可欠と言える。」と結んでいる。

⑨2013年2月 静岡新聞社編「続・浜岡原発の選択」(静岡新聞社):浜岡原発が停止中であるが、静岡県知事が使用済み核燃料の始末がつかない限り再稼働は認めないという方針であると聞く。地元紙として全88回の連載をまとめたものである。2013年

3月23日付で「トリウム炉、世界で注目」と題して紹介し、この記事に対する読者の反応を2件掲載している。取材班として五つの提言を掲げているがその中にトリウム炉は含まれていない。

⑩2016年3月 NHK ETV 特集取材班「原子力政策研究会 100時間の極秘音源」(新潮文庫)(2013年初版を改題):貴重な記録だと思う。トリウムについては前述の通り、豊田自身と豊田の「トリウム軽水炉」については多くの紙数を割いているが、古川の「トリウム熔融塩炉」の記述は一切ない。西堀の「半均質炉」の記述はあるので、調べれば「技士道十五ヶ条」(朝日文庫2008)で「将来はきっと固体燃料を使う原子炉からこの液体燃料を使う熔融塩炉にとって代わると思っている。」と絶賛していることも分かりそうなものだ。恣意的に取り上げなかったと言われた場合、公器として釈明ができるのだろうか?と思った。

10冊の書物を挙げた。内②⑤⑩がNHKの取材班がまとめている。トリウムに関しては、②で古川を取材して「トリウム熔融塩炉」について触れているが、出版の前年1981年はトリウム熔融塩炉に関して、学术界でも政界でもかなり活発な動きがあった年であることを考えると、それらの動きを反映しているようには感じられない。その後に出版された⑤ではトリウムには触れず、⑩(2013、2016)では豊田のトリウム(軽水)炉だけを取り上げ、古川のトリウム(熔融塩)炉を登場させてはいない。豊田の著作が2008年、2010年、古川の新書が2001年、2011年なので違和感が残る。

4. GDP(国内総生産)に代わる評価法への期待

東京電力福島第一発電所の過酷事故の処理では多くの資金が投入されているので、GDPはその分上積みされている筈である。GDPは加算法で事故による損失は反映されない。直接の廃炉作業以外に例えば農地が利用できなくても、補償金が支払われればそれが加算されGDPは上がることになるのであろう。

経済学には疎いので、社会環境経済学者がフクシマ事故をそのような見方で検証して頂けないものだろうか?期待するところ大である。古沢広祐の「地球文明ビジョン」(NHKブックス1995)で示された「持続的経済厚生指標(ISEW: Index of Sustainable Economic Welfare)をイメージしている。

おわりに

伊藤滋・尾島俊雄編「東日本大震災からの日本再生—第4章日本国再生の2050年計画」(中央公論新社2011)中の、「『科学技術』との賢い付き合い方」(東京大学大学院総合文化研究所教授 黒田玲子)で次の文章を見つけた。長いが引用しておく。

「あえて原子力発電の将来を考えるのなら、現在世界中で利用されているウラン原発以外の方法も考慮する必要がある。トリウム熔融塩炉は、トリウムが連続的にウラン233をつくることによってトリウム自身の燃料を生み出し(増殖)、同じ量の燃料からウランの90倍のエネルギーを生み出す。燃料が最初から熔融しているので、燃

料棒のメルトダウンはありえず、核反応は冷却にしたがって減速される (Matt Ridley, The Wall Street Journal, 2011. 3. 19)。ウラン 233 の核分裂反応はプルトニウム等核兵器製造の原料を産出しない利点もある。もともと 1960 年代に米国のオークリッジ国立研究所の物理学者たちによって研究されたものだが、実用化に向けての開発は行われなかった。期せずして東日本大震災の起きる数週間前に、中国科学院がトリウム熔融塩炉をベースとする原子力発電の技術開発に乗り出したと公式発表した。今後技術開発の進められる分野であるが、この方法ゆえの短所も出てくるであろう。すべてが理想的な“ばら色”の技術などありえない。原発は非常事態だけでなく、平時に排出され続ける放射性廃棄物の問題を解決しなければならない。—中略—市民も科学技術を闇雲に否定したり恩恵をあたえるものと 100 パーセント信頼したりするのではなく、科学的知識と科学的なものの考え方を身につけ、科学技術と賢く付き合う必要がある。」

島根大学法文学部山陰研究センターは「山陰研究ブックレット」を刊行し、5 号として「島根の原発・エネルギー問題を問い直す」が 2016 年 3 月に出された。そこでは「正確な情報の共有が市民的議論を尽くすことの前提」としている。情報の中には技術情報も含まれる。ここに技術士の出番があると思うが関係者のご賛同を頂けるだろうか？

トリウムを含む原発に着目した年表

- 1945 年 8 月 広島にウラン原爆、長崎にプルトニウム原爆投下。日本無条件降伏
- 1947 年 1 月 極東委員会、日本の原子力研究の禁止を決議
- 1947 年 米オークリッジ研究所 (ORNL、ワインバーグ所長)、トリウム熔融塩炉 (MSR) 計画を実施。熔融塩増殖炉 (MSBR) 構想を研究開発 (~76 年)
- 1951 年 最初の原子力発電に実験炉で成功 (米国立原子炉研究所)
- 1952 年 10 月 森一久ら原子力談話会第一回会合開催／武谷三男「日本の原子力研究の方向」発表／茅誠司・伏見康治、学術会議に原子力研究の再開を提案、反対多数で却下
- 1952 年 サンフランシスコ平和条約で日本は独立を回復、原子力に関する研究解禁
- 1953 年 米アイゼンハワー大統領が国連で {平和のための原子力} 演説
- 1953 年 6 月 電力経済研究所、原子力発電調査のための研究委員会を設置
- 1954 年 最初の原子力潜水艦が進水 (米ノーチラス号加圧水型軽水炉) ／初の熔融塩原子炉による航空機実験で 1000 時間運転 (ORNL) ／最初の原子力発電所ソ連オブリンスク原発黒鉛減速沸騰軽水圧力管型原子炉)
- 1954 年 2 月 学術会議原子力問題委員会、原子力に関するシンポジウム開催
- 1954 年 3 月 米国、ビキニ環礁で水爆実験、第五福竜丸乗組員が被爆／初の原子力予算国会提出 (4 月自然成立)

- 1954年4月 日本学術会議「原子力平和利用三原則（民主・自主・公開）」表明
- 1954年12月 初の原子力海外調査団出発
- 1955年3月 初の原子力留学生がアルゴンヌ国立研究所に派遣
- 1955年4月 原子力平和利用懇談会発足
- 1955年6月 日米原子力協定仮調印、12月発効
- 1956年 科学技術庁発足
- 1956年6月 科学技術庁原子力政策課内部会議（島村武久政策課長ら原子力長期計画）
- 1956年10月 英国コールダーホール原発運転開始
- 1957年11月 日本原子力発電(株)設立
- 1958年 アメリカ初の商用原子力発電が運転開始（ SHIPPINGボード原発・加圧水型軽水炉）
- 1958年9月 ジュネーブで第2回原子力平和利用国際会議開催
- 1961年1月 原研、西堀栄三郎らによる半均質炉の臨界実験装置が臨界を達成
- 1963年6月 原子力委員会国産動力炉の炉型として重水減速型を選択決定／西堀栄三郎らによる半均質炉開発プロジェクト中止
- 1963年 島根原発の候補地調査開始
- 1964年12月 東電、原子力発電委員会、福島調査所を設置
- 1968年 古川和男 オークリッジ研究所を訪問し、熔融塩炉見学
- 1974年3月 島根原発1号炉（46万キロワット）運転開始
- 1977年2月 大熊由紀子「核燃料―探査から廃棄物処理まで―」朝日新聞社
- 1977年頃 カーター米大統領、井上五郎使節団にプルトニウムを使わない熔融塩炉を示唆
- 1980年夏 古川独自のトリウム熔融塩炉の構想完成
- 1981年 トリウム・エネルギー学術委員会（茅誠司会長）発足／自民党トリウム利用推進議員懇談会（二階堂進会長、会員108名）発足
- 1982年11月 NHK取材班「原子力―秘められた巨大技術―」日本放送出版協会
- 1985年7月 島村原子力政策研究会 初会合
- 1986年4月 岸本康「原子力その不安と希望」（講談社）
- 1989年2月 島根原発2号炉（82万キロワット）運転開始
- 1991年7月～1992年5月 古川和男原子力工業誌「来世紀の核エネルギーシステム」（日刊工業新聞）
- 1995年2月 古沢広裕「地球文明ビジョン『環境』が語る脱成長社会」NHKブックス
- 2000年4月 徳山明・鳥居弘之・帆足養右・吉村秀實「『原発ごみ』はどこへ」（電力新報社）
- 2001年8月 古川和男「『原発』革命」（文春新書）
- 2008年10月 豊田正敏「原子力発電の歴史と展望」（リフレ出版）
- 2010年3月 豊田正敏「改訂新装版 原子力発電の歴史と展望」（リフレ出版）

2011年3月11日14時46分 東日本大震災発生／東京電力福島第一原子力発電所1～3号機、第二原子力発電所1～4号機自動停止／11日19時3分 日本初の「原子力緊急事態宣言」発令／12日15時36分 第一原発1号機水素爆発／14日11時1分 第一原発3号機で水素爆発／15日6時頃 4号機と2号機で爆発音。3号機から白煙／16日5時45分 4号機で火災確認／23日14時20分頃 葛飾区金町浄水場で乳幼児の飲用に適さない放射性物質検出

2011年5月 古川和男「原発安全革命」(文春新書)

2011年6月 伊藤滋・尾島俊雄編「東日本大震災からの日本再生―第4章日本国再生の2050年計画：黒田玲子：『科学技術』との賢い付き合い方」(中央公論新社)

2011年12月 NHKスペシャル「日本新生」取材班 「エネルギーを選ぶ時代は来るのか」(NHK出版新書)

2012年1月 川端幹人「タブーの招待―マスコミが『あのこと』に触れない理由」(ちくま新書)

2012年1月 大木久光「イラストでわかる原発と放射能」(技報堂出版)

2012年2月 毎日新聞「震災検証」取材班 「検証『大震災』」毎日新聞社

2012年3月21日 静岡県 第2回原子力経済性等検証専門部会

2012年6月 森中定治「プルトニウム消滅」展望社

2012年8月 産経新聞九州総局 「原発再稼働までに何が起きたか」(産経新聞出版)

2013年2月 静岡新聞社編「続・浜岡原発の選択」(静岡新聞社)

2013年3月 日本技術士会CPD実行委員会編「技術士CPD教材(共通):13-1 原子力・放射線の整理と検討のための資料～3.11福島第一原子力発電所事故について共に考える～」(日本技術士会)

2013年11月 NHK ETV特集取材班「メルトダウンへの道―原子力政策研究会100時間の証言」(新潮社)

2014年2月 荒野てつ也「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―」(荒野技研)

2014年8月 長瀬隆「トリウム原子炉革命―古川和男・ヒロシマからの出発」(展望社)

2015年8月11日 九州電力川内原子力発電所1号機フクシマ事故後初の再稼働

2015年9月 山本謙「島根核発電所 原発その光と影」(三和書籍)

2016年3月 NHK ETV特集取材班「原子力政策研究会100時間の極秘音源―メルトダウンへの道―」新潮文庫

2016年3月 上園昌武・菊池慶之・片岡佳美・吹野卓・関耕平・伊藤勝久「島根の原発・エネルギー問題を問いなおす」山陰研究ブックレット5(今井出版)

2016年7月10日 鹿児島県知事選挙

2016年10月16日 新潟県知事選挙

2016年10月23日 鹿児島県薩摩川内市市長選挙

2016年11月20日 新潟県柏崎市市長選挙

以上