

THORIMS-NES 全体のリーダーもですが、これは数十年にわたるので交代も必然でしょうが、しかしもっと厳格であるべき miniFUJI プロジェクトでは、「一人」が重要であるのは自明です。

第 8 部 新トリウム戦略への国内外の支持

(国際共同開発の経過)

*我々のトリウム熔融塩炉開発略史

古川が トリウム熔融塩炉を知り、life-work と意識してからそろそろ 50 年近くになります。思いのままに生き過ぎて過ぎた 5 年、10 年といった感覚が自然に湧くのですが、実態はやはり波乱万丈だったのだと思います。考えられない位多くの方々の協力・支援を受け、また逆に憤懣限りない不当な事態も多々ありました。その極く一部の顕著な事象を羅列したのが、次の略史ですが、本人も驚かざるような事項が並び、信じて良いのかと目を疑います。皆様も本当かとお思いでしょう。

捨て身で思うところに従って言動してきたのですが、昔は、全てを明かすのは「国際的支障」ないし「宣伝多過」なるかと遠慮せざるをえないことも多々ありました。しかし、余程今は社会的話題になってまいりましたので、誤解を残さないために事実を少し詳細に記録紹介しておきたいと思います。

“トリウム熔融塩炉(MSR)” 研究開発 略年表

| 年代 | 主要な出来事 | 特記事項 |
|-----------|--|---|
| 1947-1976 | ORNL(オークリッジ国立研): MSR-program 実施 | 増殖炉 MSBR 構想の研究開発 |
| 1965-1969 | 熔融塩実験炉 (MSRE) の運転実験成功 | (2.6 万時間運転 無事故) |
| 1968-1980 | 米: 熔融塩グループ (Ebasco, Conoco 等) 日本に | 共同開発提案 |
| 1972-1983 | 仏: EdF (電力庁)-CEA (原子力庁): MSBR (末期は古川案に) | 開発計画実施: 炉内液 Pb 失敗 |
| 1980. 10 | 古川らの発明: AMSB (加速器熔融塩増殖施設) | ターゲット・ブランケット兼用熔融塩 (米 MSBR 構想の矛盾解消) |
| 1981 | トリウム・エネルギー学術委員会(茅誠司会長)発足 仏: Drs. Lecocq & Bienvenu (EdF 開発本部長) が AMSB を支持 | 自民党トリウム議員懇話会 (百名) 発足: 二階堂会長 |
| 1982. 5 | 最初の MSR 専門家会議: 古川招待さる | EUCHEM-Conf., LaGaillarde 仏 |
| 1983. 6 | ソ連 Kurchatov 研 Alexandrov 所長: MSR-共同開発古川に提案 | (古川は、事情不詳で留保) |
| 1985. 8 | 古川らの新発明: FUJI (燃料自給自足型小型原発) | 連続化学処理と炉心黒鉛取替え不要な単純小型密閉熔融塩炉 |
| 1986. 3 | ソ連 Kurchatov 研: MSR 建設許可: Chernobyl 事故直前。 (leader: Dr. Legasov は Chernobyl 災害対処に従事させらる) | [1988. 4: 災害 2 周年記念日前夜に、Dr. Legasov は自殺。] |
| 1987. 11 | 仏 EdF: FBR “SUPERPHENIX-2 号機 は不建設” と決定。 | 総裁が古川構想検討こと招待 |
| 1988. 11 | 米 ORNL 所長: 古川にソ連 Kurchatov 研と三者共同開発提案。 | |
| 1988. 12 | 仏 EdF より招待され、Clamart 研で古川が “THORIMS-NES [トリウム熔融塩核エネルギー協働システム] Report” を作製。 | 原子力庁 (CEA) が反対し、逸機した。十年後 FBR 計画は後退。 |
| 1990. 5 | ソ連 Kurchatov 研: 古川に、再び熔融塩炉の共同開発提案。 | |
| 1991. 7 | ソ連理論実験物理研 ITEP: 古川と AMSB の共同研究開始 ベラルーシ Belarus, Minsk Sosny 科学センターも協力 | |
| 1992. 6 | 米 Bush 大統領科学技術補佐官 Dr. Allan Bromley に面会: 激励を受ける | 彼は、研究経験から AMSB 構想を深く理解し、推奨激励。 |

| | | |
|--------------|---|---|
| 1995. 6 | ロシア技術物理研究所(核弾頭開発研究所長 Academician Avrorin) Inst. Tech. Phys., Snezhinsk が miniFUJI 共同開発を提案 露政府承認 | 1997. 7: ITP 所内に miniFUJI-建設敷地 内定 (Siberia 西端) |
| 1997. 4 | 国際熔融塩炉専門家会議開催: (7カ国+IAEA) miniFUJI 計画支持. | 24名参加, RAND本部, Cf., USA |
| 1997. 8 | 米 Clinton 大統領科学技術補佐官 Dr. John Gibbons に面会: 日米露三国共同開発に理解表明 (AlGore 副大統領が書簡を) | ORNL などとの共同にも問題なしと。 |
| 1999. 12. 24 | 国際機関共同: Three Agency Study (OECD/IEA, // NEA, IAEA 共同) [2002. 10: 最終報告書公開] | FUJI を含む 1 2 炉型の原発の国際開発を推奨 |
| 2004. 9 | Czech: SKODA 社 との 技術協力を強化。 | |
| 2004. 10 | IAEA: FUJI を含む中小型炉開発支持の論文公表 Status-Report 報告提出要請。 | 最終報告 2007. 1. 発表 IAEA-TECDOC-1536 |
| 2005. 8 | Th 熔融塩炉総合解説 (英文) | Electrochem. 73 (8) (2005・8) |
| 2005. 9 | 米 Lawrence Livermore Nat. Lab. (LLNL) の Drs. R. Moir と Edward Teller (核科学最高指導者) が FUJI 支持の論文公表。 | (直後に Dr. Ed. Teller 死去) |
| 2006. 3 | 第 4 世代炉 GIF-MSR Steer. Comm. Meeting, OECD, Paris 参加。 | FUJI 構想提示 |
| 2006. 6 | 第 22 回佐藤栄作賞「核拡散防止」応募論文 ”核拡散防止への実効ある提言” (古川) に「最優秀賞」 | (佐藤栄作[Nobel 平和賞]記念 国連大学協賛財団) |
| 2007. 6. | 13 th ICENES 国際会議で冒頭講演: Th エネルギー利用の開発戦略 “A Road Map for the Realiz. of Global-scale Th Breeding Fuel Cycle by Single Molten Fluoride Flow “ | Istanbul (国内外同志 17 名連名) 専門誌: Energy Conv. & Manag. に 公開決定 |

* “トリウム熔融塩炉 “構想 の生い立ち

トリウム熔融塩炉開発構想は、「トリウム熔融塩核エネルギー産業を創出し、今世紀の人類社会に貢献するのを主目的」としてしておりますが、少しその技術の生い立ちについて考えてみたいと思います。

基礎となるのは「熔融塩技術」ですが、そのお手本は実は地球のマグマの営みにあります。マグマは岩石の熔融母体の熔融珪酸塩ですが、その多彩な営みにより金銀などからダイヤモンドのような特殊物質、さらに鉱物岩石、粘土土壌までを含む地球約 10 km の表層を生み出し、人類文化を育てて来ました。人類は古代より金属精錬、特に製鉄に熔鉱炉でその本性を直接応用してきたのです。(我々の「熔融塩炉」は、このマグマと極めて類縁の性格のフッ化物熔融塩を利用します。)

しかし熔融塩技術のより本格的な利用は、百二十年前の 1886 年にアルミニウム電解精錬へフッ化物熔融塩(950℃)を利用し、高度の産業技術へと発展させたのに始まります。

これらの成功は、熔融塩が高温でも常圧・安定でありながら、反応操作・熱輸送・熱貯蔵・化学処理などの作業媒体として、同時、または随時にこれら多彩な機能を安全有効に発揮出来ることにあります。その特長概要は、我々が纏めた解説書(*1)に紹介してありますが、そこにも示されているように今後に向かってさらに多大の新しい可能性を秘めており、人類文明に対して計り知れない貢献が期待できる技術なのです。

(*1) 「熔融塩・熱技術の基礎」熔融塩・熱技術研究会編著(1993)

アグネ技術センター刊、320 頁 [初版は 1979/7、英訳本出版は 1980/8]

この技術の壮大な利用展開を育成したいとかがえており、以下に論ずる主目的の他に、有害有毒有機物質(例えば PCB, フロン類、毒物・老朽火薬・化学兵器物質など)の熔融塩による完全分解・無害化を行う応用産業の育成も考えております。これは直ちに実用化出来る段階に来ており、先行している米国企業との共同によりその応用拡大を計画しております。早急な熔融塩産業基盤の拡大・活性化に貢献出来ると信ずるからです。

主目的は、現在のウラン・プルトニウムに依存した難問だらけの「現在の核エネルギー産業」を、安全

かつ経済的で全人類に喜んでもらえるような「トリウム熔融塩を利用した新技術」へと徐々かつ円滑に置き換える事業の創設です。これにより、エネルギー・環境・南北問題のみでなく、核拡散・核テロリズムにも対応できる産業が、次第に無理なく今世紀世界全体に広く展開できることでしょう。

この技術では、アルミニウム製錬産業と同様に、フッ化物熔融塩を核燃料・熱媒体・化学処理媒体として兼用します。なおここで使う特殊な Flibe 系熔融塩は、地球マグマ(これは熔融酸化物)に構造・物性が本質的に酷似したのですが、フッ化物であるために(フッ素原子価は1で、酸素の2の半分で相互作用が弱いために)低融点となり、地球の営みを真似つつより精細多彩な機能を発揮できる興味ある超ハイテク技術が準備できるのです。

すでに解説しましたようにこの技術の基礎は、大戦直後(1947年頃)から米国オークリッジ国立研究所(ORNL)の化学者達を中心になって育てたものです。(その萌芽が大戦中のシカゴにあったことは、第2部でお話しました。)1954年の熔融塩燃料予備試験炉ARE[860°Cで十日間]の運転成功を含め、1958年には最初の総合報告書(*2)が公開されました。アイゼンハワー大統領の”Atoms for Peace”計画に基づく公開です。

(*2)「Fluid Fuel Reactors」USAEC,1958, Part II p.563-697,Ed. by H. G. MacPherson

古川もそれを読み、直ちに生涯の仕事とする決意を固めました。実は、大学卒業(1951)前から父の道でもあった熔融塩電解などの高温乾式(水溶液利用の湿式ではない)製錬技術改善を目指し、また敗戦時にこわした健康回復を図りつつ、まず無機液体構造化学[特に液体金属・熔融塩対象]の基礎作り(*3)に関わり、それをほぼ終えた所で、より日本の将来に益する研究だと判断して変心した訳です。なおこの液体構造基礎研究で、1960年始めLondon大学 J. D. Bernal 教授より一年間招聘され、また1992年には、ウクライナ科学アカデミーから外国会員に選出されました。

(*3) K. Furukawa: Report on Progress in Physics(London), Vol. 25 (1962)p.395-440 ; Discuss. Faraday Society, Vol. 32 (1962) p.53-62 その他。

古川のようにORNLの計画に魅せられた人々が世界に広く居ます。ある程度の行動を起こした人々の数は、数十もしくは数百人になるのではないかと思います。日本人でも、後述のように少なくとも10人位おいででした。詳しくは別に解説してありますが、国名を順不同で列記しますと、米・仏・インド・英・西独・日本・ソ連・ポーランド・スイス・ベルギー・ブラジル・アルゼンチンなどでした。

その後オークリッジ研は、本格的な熔融塩実験炉“MSRE”の建設運転に成功[7500 kW、1965-69年の満4年間]、熔融塩増殖発電炉”MSBR”の概念設計の完成[1971年]など輝かしい成果を挙げ、熔融塩炉技術の確固たる基盤を完成させました。二十世紀の科学技術史上で最も顕著な成果の一つでしょう(*4)。

(*4)その概要は、「熔融塩増殖炉」日本原子力学会刊(1977/4、改定増補 1981/4)参照。《この図版作製や印刷には、亀井貫一郎先生、野田ヶ谷明司氏、網本義弘教授(九州産業大学)の多大の協力を得ました。》

しかし、1976年には米政府が当面”全ての増殖炉開発の中止”を決定し、ORNLのMSR計画も途絶えました。研究者の一人は、悲憤絶望し自殺しました。[原潜炉開発技術者でもあったカーター大統領は、当時から現在まで、この熔融塩炉計画の理解者です。]

* 日本での初期研究開発活動 (1960~1980年)

日本の初期事情を説明しましょう。先の原子力委員長代理の向坊隆先生は、初代科学アタツシエとして米国に行かれた時から、熔融塩炉に多大の関心を持たれ、折りに触れ「注視すべし」と講演し、生涯我々を激励して下さいました。また、元原子力委員の武田栄一先生(協力者は古橋晃氏)も同様です。お二人とも、大戦中の若い時代に熔融塩電解を志しておられたからです。その他、例えば代議士では前田正夫・塩出啓典両氏、京都大学化学の先輩中尾常世・桐原朝夫教授なども強い関心を自らお持ちでした。

古川の場合は、決意に従って1961年に東北大学金属材料研究所から日本原子力研究所に出向しましたが、まだ米国にも実験炉さえ無い段階なので実用炉完成は私の死ぬ前(即ち現在)と予測し、その中間の日本救済のため、および核関連の高温融体炉技術ないし増殖炉思想学習取得のために、まず西堀栄三郎先生

が推進しておられた平均質炉の冷却材液体Biの検討実験を引受けました。

それを有望でないと判定(1962年)した上で、丁度次に日本国民に強く支えられた国策として、熱烈に「技術の自主開発」が願望されていた「高速増殖炉(FBR)」用の冷却材液体Na技術の基礎開発を担当し、その技術指導者を育てました(1961-1970年)。

この液体Na技術を実用化しておけば、同じ高温融体炉技術として熔融塩炉技術の実用化は(化学反応性・熱衝撃性が共にないから)極めて容易になると信じたからです。45年後の今、その時が来たと思っています。現価で軽く数十兆円になる世界各国での巨大投資・努力を今こそ生かすべきです。(未だに生かされていませんし、次第にFBRは先細りです。)

非常に厳しいNa技術基盤作りを成功させ、さらに動力炉・核燃料開発事業団発足に協力しつつ技術を動燃団(及び企業)に伝達し、自らは1970年頃より本格的にトリウム熔融塩炉の検討に着手し現在に至りました。手法としては、単に核分裂炉のみでなく、核融合炉(磁場及びレーザー方式閉じ込め)の可能性、さらには陽子加速器との組合せ方式などの利用可能性を広く探求しました。公表論文中に多くの協力者が共著者として出て来ますが、国内で最も重要な協力者は加藤義夫・三田地紘史の両氏です。(公表した熔融塩炉関係の論文は計千ページを越し、合本に整理されています。)

米国からの日本国内社会への働きかけも1972年頃から始まりました。米国のMolten Salt(産業)グループ[代表はエンジニアリング会社EBASCO副社長のライクリー(L.F.C.Reichle)、技師長ドウボアブラン(D.R.deBoisblanc)]が、米議会公認の下に日本とのMSBR共同開発を、昭和史に名の残る国際政治学者亀井貫一郎先生に相談を持ちかけて来たのに始まります。(亀井先生は、独シュワーベンのライクリー一家をナチから救ったのです。)

古川の書いたMSBR解説が縁でご相談を受け、亀井先生が戦中にご指導なさった西堀先生に中心となって頂きつつ、日米協同の「MSBR開発」を産・官・学界に呼びかけ始めましたが、古川も大いに関与して育てたNa高速増殖炉計画の隆盛が大きな障害となりました。高速炉より先の次の世代を担うものであるのに、「古川さんの顔はNaに見えるのに、それより良いと言われても」との反応でした。技術に終わりはないのに新しい研究を嫌い、未だに日本人は科学的・歴史的思考に馴染まないようです。感覚のずれとの闘いに創造的研究者は苦勞の連続です。「研究」と「開発」の区別が判らないということでもあります。優れた技術者が日本にも有史以来多数いるのですが、彼らは縄文人だという事でしょうか? 国際的には、プルトニウム核戦略の冷戦最盛期であったのも明らかに災いしました。平和国家日本こそ、先頭に立って別の道を探るべきで、逆の良い時期でしたのに。(冷戦が終わっても、日本は後手の先頭です。)

しかし一方、1974年より日本原子力学会で、まず斉藤信房先生及び武田栄一先生のお世話になりつつMSBR研究専門委員会を組織し、研究者層の充実拡大に努めました(1987年まで継続)。斉藤先生は、2007年にお亡くなりになりましたが、日本の放射科学の先覚者と言う以上に核エネルギー科学の健全発展に配慮なさっており、戦後日本電力事業の理論的武装を、世界に先駆けた「エネルギー一元論」により主導した偉才高橋実氏(電中研特任理事)と語らって、早い時期からMSBRの啓蒙活動を手掛けておられたのです。武田先生は、茅・伏見提案で日本の原子力平和利用の道を拓いた茅誠司先生が最も信頼しておられた日本の核物理創始者の一人で、現職教授で唯一原子力委員に任命された方でしたが、この時丁度委員任期を終えた所であり、私はこれ幸いと専門委員会の長をお願いしたのですが、「少し休ませて下さい」と言われ、第2期からお世話いただきました。

数年は30名位で、学会・企業・電力の指導的論客が自由に論議が出来る良い時代でした。「安定なフツ化物を使うから安全」と申しますと、化学は不得手だったのでしょか東京電力原子力研究所長が「そういうことを言われるから困ります。最も危険なフツ素を使うのに。」と卒直に言ってくれました。唾然とするより嬉しい事だったので。(読者は、最も危険な酸素の化合物が最も安定な「酸化物」を作るのをご存知でしょう。)しかしその後の劣化は顕著で、どう見ても組織から命令されて「情報探り」に参加するという風潮が瀰漫してきて、10年位で消滅して行きましたが、主流でない仕事に関わるのは損、との認識が歴然な世相となって行きました。

その後、文部省のトリウムに関する特別研究が10年位続きましたが、observerとして参加した我々の成果以外に、動力炉に関する貢献は残らなかったようです。結局そのリーダー達の関心が核デターにあり、我々のようにトリウムエネルギーの実用化をめざすなど「狂気」と思っていたようです。(これは、22

世紀のための仕事」などというのを、たしなめて撤回させたことがありました。)

敢えて申しますと、日本には満足に「科学史家」が居ないのです。従って、最近になって「この10年で、原子力工学科の学生が1/10になった。大変だ。」と騒ぎ始めました、日本の国是では「原子力立国」となっていますが、東大から「原子力工学科」の名称を抹殺し、それに皆追随して恥じなかったのです。批判の声は蚊の鳴くようなもので、学会誌でも満足に取上げませんでした。これが事実だから、上記の現実なのです。原子力の指導者と称してきた人々は「国民に顔向け」出来るのでしょうか。国民の皆様にも、もう少し歴史を大事にしないと自分の未来が危うい事を考えてみて頂きたいものです。それには、ここにも学習すべきよい歴史的事例があります。日本で最初に「原子力工学科」を作った東海大学も、最近改めて学科再建に動き出したようです。

また1976年からは、一般の熔融塩産業技術者との連携組織育成を目指して、当時通産省の「熔融塩による太陽熱蓄熱計画」の担当責任者であった小坂峯雄氏と語り、西堀・亀井両先生及び熔融塩電解技術の指導者石野俊夫先生(阪大)其の他の方々の協力で、新しい「熔融塩・熱技術研究会(後に協会)」を発足させ、可なりの実績を残しましたが、今は消滅しました。しかし、良い「総合技術解説書」を2回にわたり、出版してあります。それが(*1)に示した資料です。

*熔融塩増殖炉の批判開始

上記のような委員会活動などを介しつつ、詳細にMSBR技術の本質に迫っていったのですが、次第にその「弱点」が見えてきました。第4部などでもしばしば紹介しましたように、「連続化学処理装置開発の困難」と「炉心黒鉛取替えへの疑問」などです。

しかし、平行して厳しく検討していた「核融合炉」の致命的な技術困難をも深く認識しておりましたので、純粋な核融合ではなく「核融合・核分裂ハイブリッド炉」などによる打開策を探ったりしておりました。1970年代のことですがその時、日本原子力研究所の友人より、「加速器による『核消滅用ターゲット』として、米国で「液体金属U」利用などが提案されているが、どう思うか?」と問われたのです。それで、「それは技術的ミス。熔融塩で考えてみよう。」と、種々な予備検討と一緒に進めることにしました。そして、カナダを中心とした下記のような研究状況を知りました。

・カナダと加速器増殖

カナダ核エネルギー開発の卓越した指導者ルイス(Dr. W. B. Lewis)は、すでに1950年代始めから一般に理想とされていた「核分裂増殖発電炉概念」を否定し、転換率の良いCANDU重水炉に将来は加速器増殖炉を組合せて実用的な燃料増殖サイクルを完成させると宣言し、その加速器増殖炉の物理的基礎確立に多大の努力を傾注させていました(Charlottesville Nuclear Laboratories: RANLが中心)。

それに先行した研究開発には、米国で大战直後に1954年まで原爆核物質製造用の超秘密研究(暗号はMTA: Material Test Accelerator 計画)として、Lawrence教授が500 MeVに加速の重陽子によって、劣化ウランからPuを生産した実績がありました(コロラドに多量のU資源が発見され廃止されました)が、産業的利用の可能性を明らかにしたのは、専ら三十年近くに亘ったING(Intense Neutron Generation)プロジェクトと名付けられた上記のCRNLの業績です。

基礎研究面では、ソ連・米国の専門家も協力しましたが、MTA計画と共にING計画の詳細が公開されたのは1977年でした。ORNLのMSR計画に対比出来る、目覚しい反主流で独創的な挑戦研究開発であったわけです。エネルギー資源の豊かなカナダ政府は早くから支持せず、殆ど研究所予算で維持されたのであったのも両者が似ています。

実は、古川も1962年頃、原研で高速増殖炉の可否を検討していた時にそのLewis構想を知ったのですが、未だとても実用からは遠いと判断したものでした。しかし、1978年頃よりこの物理的概念に熔融塩炉技術を組合せたならば産業技術に育てうると考えて、1980年には塚田甲子男・中原康明両氏の協力で“加速器熔融塩増殖装置”[Accelerator Molten-Salt Breeder: AMSB]を発明したわけです。

・米国と加速器炉

カナダのING計画は1981年に終わりましたが、その継承発展を米国 Brookhaven 国立研究所(BNL)が Dr. P. Grand を先頭に立ち上げを試みました。しかし、CRNLと同じように(融体)材料技術に不得手な物理系の人々で具体的成果をあげませんでした。厳しい照射損傷・熱除去・核変換の対処には我々が採用した一流体方式しかないと考えます。この様な事情はその後、米 Los Alamos 国立研究所においても同様で、現在まで続いて居るようです。

*加速器熔融塩増殖装置(AMSB)発明により開けた「新しいトリウム利用への道」

巨大な加速器利用を含むこの新提案に対し、戦中から仁科グループのサイクロトン加速器開発にマイクロ電波技術で協力された西堀先生がまず全面的に賛意を表明して下さり、さらに井深太氏、茅誠司先生、伏見康治先生、西川正治先生、武田・斉藤・石野先生其の他に働きかけて下さり賛同をえて、まず「トリウム学術研究委員会(茅先生が会長)」の財団化を目指す事になりました。

1981年には「トリウム・エネルギー学術委員会」が茅誠司会長、西堀・伏見・武田・石野・斎藤・山本寛先生などが副会長で発足いたしました。

茅先生の要請で経団連の花村氏は資金援助に応じてくれ、また自民党は独自に超派閥百名の「トリウム研究促進議員懇話会(二階堂会長)」を作りましたが、政府・電力業界は全く応答なしでした。さらに茅先生の依頼で土光敏夫さんが動く決意して下さった矢先に政府の行革臨調の委員長に推され、他のすべての公職は辞退するとなりまして挫折してしまいました。科技庁が、古川に熔融塩炉技術調査費を出し、カナダ・米・仏・スイス等海外調査と国内の技術調査を行えたくらいでした。

ある指導者は、「いや君、次はNa高速増殖炉。その次は核融合炉。もう少し早く言って呉ればね。」と。私が「それは…」と言っても、聞く耳を持ちませんでした。我々の提案は決して間違っていない「研究に値する(茅先生のお言葉)」ものであったことは、下記のような国外の反響を含め時と共に明白と成りつつありますが、これが世の常、いや日本の水準ということでしょう。それは、核冷戦時代が崩壊し変革が進むにつれて、一層明確になり少しずつ理解されて参りました。

・フランスとの接触

フランスは、すかさず仏電力庁(EdF) 研究開発本部長ビエンブヌ Dr. C. Bienbenu および MSBR 開発部長ルコック Dr. A. Lecocq らが、AMSB構想に深い関心と支持を表明してくれ、多大な激励協力をえました。(後述参照)

・ソ連との接触

さらに旧ソ連では、海外情報用の”Atomic Energy Abroad”誌が古川らのAMSB論文を、日本の核エネルギー論文では最初のものとして掲載しました。これは、1983年の国際会議(Helsinki)で Kurchatov 研(KI)のノビコフ(Dr. V. M. Novikov)の尽力と知りましたが、彼から熔融塩炉共同開発の提案をうけ、これは Alexandrov KI 所長(科学アカデミー総裁)の了解済みといわれましたが、フランスの友人より米国の協力が困難になるとの助言で断念しました。また、細かい事情状況を読み取れたのは十年後だったのですが、三年後の1986年 Chernobyl 大災害発生の直前に、KIの第一副所長レガースフ(Dr. V. A. Legasov)が熔融塩炉建設許可を取得していたのです。しかしこの災害対策担当にされ、1988年の災害記念2周年前夜に自殺し、計画は消滅しました。これでソ連自身も滅亡したのですから、まつわる政治責任のハザマで殺されたのです。死の半年前に、彼とノビコフ連名で、「熔融塩炉は安全性に決定的優位性をもつ。開発すべし。」との論文を、古川に送ってきていました。

*“トリウム熔融塩核エネルギー協働システム構想”(THORIMS-NES)の提唱と

ソ連（露）・仏などや日本国内の反応

これまで、ORNLと共に推奨してきたMSBRは、来世紀世界に広く展開する発電所としては、(1)大規模・複雑、(2)増殖性能が不十分、(3)連続化学処理装置開発の困難、などの難点を指摘し、その打開にはこの新しいAMSB[増殖担当]と規模自由で単純な熔融塩炉発電所[Molten-Salt Reactors: MSR]との組合せにより新しい「トリウム熔融塩核燃料増殖サイクル・システム」を完成させるべきだ、と提案しました。

これを“トリウム熔融塩核エネルギー協働システム構想(THORIMS-NES: Thorium Molten-Salt Nuclear Energy Synergetics)と、1987年より名付けております。

なお、熔融塩炉発電所[MSR]の設計研究については、古川の東海大学時代(1983—96年)に大きな成果を収めました。初期には富士通の南多喜氏、その後は主として豊橋技術科学大学の三田地紘史氏が協力してくれたものですが、米国のMSBRとは違って①炉内黒鉛取替え不要・連続化学処理不要ですから、機能・構造が単純となり、しかも燃料自給自足能力を持ち、②Chernobyl災害の様な過酷事故は原理的に不可能な安全な原発、③プルトニウムなどの超U元素を作らず(しかも、それらを有効利用しつつ消滅できる)、核廃棄物が少なく処理が容易で、核拡散・核テロに強い非軍事的原発です。さらに、④研究開発経費および期間は極めて僅かであり、また、⑤炉寿命の30年間殆ど手の掛からない運転容易かつ十分経済的な小型原子力発電炉に出来ます。世界の貧困・エネルギー・環境問題解決のために、現在の数十倍量の原発を広く全世界に展開出来るでしょう。この様な我々のMSRを“FUJI(不二)”と名付けました。

・仏電力庁の提案など

それに対し1987年11月末、仏の電力庁EdFから共同研究の提案を受けました。これには、下記のようにEdFの重大な政策変更決定があったからです。それに関し、“この時期、社会党がみどりの党との連立政権を取り、政治的理由によりスーパーフェニックスが廃炉に追いやられた。”などと解説されていますが、これは不適切であり客観的な評価とはとても思えません。日本の国策を論議する上からも最重要な課題ですから、私の「体験事実」を紹介しておきます。:

それは、「問題点の科学技術的論拠」を無視したから、社会的反発をあふった結果生じた社会騒動(バズーカで原子炉建屋の一部破損したなど)では有りませんか。技術的根拠がなくて廃棄など出来るのでしょうか?もし、上の解説が真実ならば、FBR開発再開を言っている現在、120万kW e Superphenixの再建、ないしその上に行く性能の炉開発を推進できる筈です。

現実には逆で、今辛うじて2025年までに増殖率1.0に過ぎない高速原型炉を作ろうかと言っています。(EdF総裁はかなり「FBRの将来」に自信を弱め、MSBRも勉強しておけ、とっています。) (なお、Superphenixの倍增時間は詳細な検討の結果、正式に100年と結論されています。)

古川招待の根拠は、説明を受けた通りに専門家達の詳細な評価解析結果として「Superphenixには経済性なし」だったからです。したがって、それがEdF理事会で承認された丁度「翌日(1987年11月)」にEDF研究所を訪ねていた私に「古川案を含め、新代替政策を検討する事になったので、協力してくれ。誰に招待斡旋依頼状を書けば来れるか?」と申しますので、先ず「昨日は、中々一、と言っていたのに何故1夜で意見が変わったのか?」と質問しますと、上記の理事会決定を説明してくれ「二号機を作ったらフランスが破産するという事」と申しましたので、「では、私の東海大学松前重義総長に手紙を書いてくれ」と話し、実行されたのです。これはSuperphenixが運転開始直後のことです。政争など関係ない事実です。

そして、翌1988年には6週間、EdFのClamart研究所(パリ郊外Fontenay-aux-Roses)に招待され、Cacherra技師長などの協力をえて「トリウム熔融塩炉開発戦略報告書」を纏めました。(*6)

(*6) 英文約百頁の報告書「Prelim. Exam. on the Next Generation Reactors in Comparison with the Small Thorium Molten-Salt Reactor」23 December, 1988.

これは明白な歴史的事実です。その2、3年前に私の新構想の骨格は出来ていたのですが、それをMadridでの国際会議ICENESの幕間にDr. Vendryes(仏FBR-project-leader)に1時間に渡り説明しましたが、「興味ある話、有難う」と言っていました。彼はPoly-Tech.出身のエリート化学者で、Na技術関係から親しくしており理解力ある人物と知っていたからです。しかし、彼は「日本賞」も貰ったりして有名になり、仏FBR派は一番氣勢を上げている最中でしたから、裏で彼らCEA(原子力庁)が反対して我々の提

案を消してしまったようです。世界中が、FBRの《勝利》？を確信している時代風潮でしたから起きたのでしょうか、1997年中頃ついに廃絶が決定しました。その後の10-12年で全ては覆った訳です。あの時採用していれば核産業界は世界に十年先行できた筈ですし、世界の「原子力界」のその後の展開は全く変わっていたでしょう。その後の原子力界の低落ぶりは目を覆いたくなります（原発が飽和して仕事なくなったのが根源ですが、だから古川構想に注目したのです）。その挙句が、日本との「ITER」争奪戦による科学技術者救済劇なのだと解されます。核冷戦終結と関連した、世界的理念低落潮流下にあったのでしょうか。

なお、その2,3年後でしたか、私からそれを聞いた人物が「仏大使館」に事実確認を試みたのだそうですが、「事実無根」との答えだったそうです。無理ありません、認めたくない「政治失策」ですから。この様に少し政治的なので今まで余り話題にしませんでしたが、良い科学技術発展のためには、歴史的事実はしっかり押さえておくべきと信じます。

1988年のEdFでの作業の背景には、1981年以来、元仏CEA研究員ルコックの一心同体的協力がありました（この共同は今も続いています）。1989年にはソ連Kurchatov 研究所長 Dr. Velikhov から改めて古川への共同研究提案、米ORNL 所長 Dr. Trivelpiece の米・日・ソ共同研究支持表明（皆書簡あり）などがありました。1991年春の「核廃棄物の加速器消滅国際会議, Stockholm」の会議中にソ連の理論実験物理学研究所(I T E P) I. V. Chuvilo 所長より、直ぐ続く類似のソ連 Obninsk 国際会議に異例の特別招待をうけ、彼らとの共同研究を始めました。またこの機会に、ベラルーシ Belarus の SOSNY Sci. Center との共同研究(後述)も始まりました。

1992年に、Bush 米国大統領科学技術補佐官 (Dr. Alan Bromley) は、AMSB と THORIMS-NES システムを高く評価称賛してくれました。彼は若い時、カナダの ING 計画に参加した専門家だったのです。

・日本国内の動向

日本国内の動きは遥かに緩慢でした。1992年始めには改めて我々の研究成果に基づく社会への提案書を纏めるための「トリウム・エネルギー研究協会設立準備会 (PreRATHEN: Prep. Commi. of Res. Assoc. for Th Energy)」を発足させようとしたのですが、社会の硬直振りは目を見張るものがありました。何も直ぐ現実を大変革させようというのではなく、核産業の行き詰まりを円滑に打開し全員に益する提案だったのですが、財界代表も「古川に遣らせておけ」と、「反原発の風潮」をやり過ごす事しか連想できないようでした。

一つ思い出を記録しておきましょう。上記の会発足を決意したのは、丁度故向坊隆先生が10年の原子力委員長代理の職を終えられ原子力産業会議会長に就任された時だったので、ご相談し会長をお願いしたら快諾して下さったから会発足を決意したのです。所が発足式の前日になって、「申し訳なし。皆に反対されて。」と降りられ挫折したのです。先生の助教授時代から「熔融塩委員会」でご縁があり、知らぬ人のない「MSR シンパ」として長年激励して下さっていたのです。苦い経験です。

しかし、1993年には「単純なPu利用路線の前途への危惧」が強まり、通産省の検討要望をも受けて、村越駿一・高橋守雄両氏の尽力で「人類とエネルギー研究会 (会長稲葉秀三氏)」に「熔融塩特別部会 (部会長古川)」を設置し、代表的企業・電力からの約30名で11回連続の「Pu消滅処理への熔融塩炉の応用」研究集会所が持たれ、報告書をまとめました。

尚その間に、我々により現在のPu時代よりTh時代に円滑に移行させる新構想の具体策が纏められ、多くの国際学会で発表いたしました。既存炉の使用済み燃料から仏・ソ連・チェコ共同で開発されたフッ化処理法で一気に熔融フッ化物とし、そのPu含有熔融塩をFUIやAMSBで利用・燃焼させつつ233U燃料に転換し、自然にTh時代へと移行してしまう方式です。通産省の委託で第2年度に報告書をまとめましたが、記録公開されず何処かへ消えてしまいました。これも歴史に残る怪事です。

国外でも類似の動きがありました。米国 Los Alamos 国立研が1990年から我々の主張の一部のみを容れ、AMSBに似た構想を掲げて一時は世界を騒がせましたが、無理な設計構想を次々に出して消滅しつつあります。またそれに誘導され、欧州CERNの所長であった Mr. Carlo Rubbia (ノベル賞受賞者)が、1993年11月に論拠不明確のままに我々と同じ三つのキーワード(トリウム・加速器・熔融塩)で発電所を作ると言挙げを始めましたが、公共発電所に適するものであるはずがありません。共に加速器開発資金調

達が主眼の動きでエネルギー政策は騙りにすぎませんが、これらは我々の良い宣伝になりました。

またその間、国内外の民間実業家方が資金作りに努力して下さるようになりました。

その前には、茅・西堀両先生がお亡くなりになり、孤立が強まった時期を中心の十数年に渡り、外国特許維持その他に有形無形のご援助を頂いた関西財界の能村龍太郎氏のご厚情は忘れられないものです。

* 1995年以降の概況：

その後、1995年以降には事態はさらにダイナミックとなりましたので、細かい解説は書ききれません。ここには最も顕著な事項を要約しておきますが、付録の日誌概要[ITHMSF-歴史付表]も参照願いたいです：先ず我々にも有用なNa炉技術ですが、

(A) Na高速増殖炉関係：1995年12月8日の「もんじゅNa漏洩」は重大な事態を招きました。これは「自主開発という初心」を忘れNaを中心とする技術軽視に堕した結末であり、10年以上の歳月を日本は浪費したのです。心ある人々は一層我々の考えに耳を傾ける様になり、また、遂に仏政府もSuperphenix廃絶を決定しました。そもそも、増殖発電炉概念一般が時代錯誤なのです(前述)。「これは、ごく最近米が主張するGNEP計画では、事実上「増殖」の看板を下ろしてしまい、日本も追隨している事からも理解して頂けるでしょう。」

日本の自主的開発能力を育成するには、動燃団(現在は旧原研と合体し「日本原子力研究開発機構」)を精神的にも再建し、歯を食い縛って「もんじゅ」を数年間きっちり運転発電させてみせる事が必須と考えます。その様な努力の積み上げの中でのみ日本の技術力は高まる。その上で廃絶を考えたらよいと、我々は主張してきています。実力を磨く施設は此れのみなのです。技術は汗水を通してのみ育てられ維持されるものです。その基盤がなくなるとは、日本の未来はありません。

(B) 日・米・ロシア共同開発の準備：1995年6月よりロシアのウラル山脈東麓にある核弾頭開発研究所ITP(Inst. Tech. Phys., Snezhinsk：俗称 Russian L L N L)が、我々のminiFUJIの共同建設を提案してきて、日・米・露三国共同開発計画会議をAvrorin所長・Simonenko副所長らと交え三度持ち、研究所敷地内にminiFUJIの建設予定地も定めました。Snezhinsk市長も全面的に支持を約してくれ、残されたのは資金調達のみです。ロシアには、膨大な人材・開発施設・開発必要性・意欲が存在し、その救済は世界平和・世界救済の為にも有意義と考えます。核弾頭プルトニウムの有効利用・消滅にも役立ちます。ロシア政府も、これを認めています。其処を含む共同開発戦略については、第7部で紹介しました。

1997年4月にはTHORIMS-NES開発に対する我々の戦略は、世界のMSR専門家による「Th熔融塩原子炉開発に関する国際会議」(会場RAND本部, Santa Monica, California, USA, 1997年4月8~11日開催)で24名の参加者全員(日本、米、ロシア、ベラルーシ、チェコ、フランス、インド、トルコとIAEAから要望されて部長Dr. J. Kupitzが参加)によって包括的討議を行い、全員合意の下に「総括及び提言書」をまとめました。我々の開発戦略が全面的に支持されたのです

(C) 米国の新エネルギー政策発表：1997年9月30日、米政府が我々と基本的に同方向の新しい核エネルギー開発長期計画を発表しました。その前の8月1日にWashingtonで、クリントン大統領科学技術補佐官Dr. John H. Gibbonsを、親友Dr. Jack Pleasant(弁護士, 法学博士)と訪問し三国共同計画への良い理解をえて、「エネルギー省DOEに説明する。ORNLとの協力にも問題ない。」と激励されました。

9月30日には、President's Comm. Advisors on Sci. Tech. (PCAST) [Chair: Dr. J. Gibbons]が「21世紀に挑戦する米連邦のエネルギー研究開発」計画の概要を発表しました。今後5年間に連邦政府の関連予算を2倍にする提案であるが、特に著しい提案は核分裂エネルギーに関するもので、過去11年間に12分の1までに削られたのを、約3倍に増加させ、今までの新型軽水炉開発予算などは打ち切り、経済・安全・廃棄物・核拡散の改善に優れた炉構想や小型炉原発の開発に投入することを決めました。

さらに、10月21日付けで副大統領Mr. Al GoreがDr. J. Pleasantに返信し、我々のTh-MSR構想提案に対する謝意と、大統領との共同検討を約束してくれました。

しかし、その後としては政権交代もあり、進展が止まったのは残念です。

(D) 有害有機物処理への応用：先に述べた有害有毒有機物質(例えばPCB, フロン類, 化学兵器など)の熔融塩による完全分解・無害化への応用産業育成に関しても、米国の共同開発企業先との予備協議、担

当技術者の人選、応用先との連携、そして中国残留化学兵器処分に関する中国政府への技術内容説明など、準備は順調でしたが、これも資金調達で行き詰まったのは残念です。機会があれば、実用化すべきです。

なお、元 ORNL 所長で熔融塩炉開発を指導した Dr. Alvin M. Weinberg (2006 年 10 月死去) を始め多数の友人を米国内に持ち、三十年以上多大の協力をえています。

(E) G I F : 最近、米政府の革新原発開発計画 G I F (Generation IV Internat. Forum) が選んだ 6 炉型中に、熔融塩炉も採用されました。熔融塩炉に関しては、日本政府はわれわれのグループを observer として参加させています。正式 member の米・仏・EU などは、呉越同舟で実用性のない種々の炉概念を追っています。米の代表は昔の MS R 計画の関係者でない熱工学者であるのもあり、熔融塩の熱媒体としての優位性を主張するのに熱心と見ます。米で熔融塩炉を開発する契機は未だないと判断しているようです。仏には MS B R 開発チームもあったのですが、それと無関係な炉物系の人々が牛耳っており、新規を銜うかのように高速炉系に熱心ですが、技術評価が問題です。EU 系としては、チェコの人々が Actinoid 消滅用の MSR を構想し、予備実験を積み上げています。我々は、observer として、我々の THORIMS-NES 構想の優位性を紹介しています。残念ながら、彼らは R&D 作業持続が意図する所としか見られません。

(F) 興味ある動きとしては、OECD (経済協力開発機構) 内の 2 機関の国際エネルギー機関 IEA (Int. Ene. Agency) と原子力エネルギー機関 NEA (Nucl. Ene. Agency)、および IAEA (国際原子力機関) との異例 (それまでは対立的であったが、原子力の現状への危機感から協調) の「共同調査研究」: Three Agency Study (TAS) 『次世代用原発の研究開発』が数年がかりで進められ、2002 年秋に公表されましたが、そこでは我々の「F U J I」を含む 1 2 炉型が、国際共同開発に推薦されました。最初の連絡がミレニアムのクリスマスの日だったのは、印象的でした。

この TAS 作業結果をさらに進展させる IAEA 次期計画 “INPRO” (革新的原発・核燃料サイクル開発) への協力を、当時の副事務総長 Dr. V. M. Mourovov より要請されました。

有難い事態ですが、私の卒直な意見を言わせて頂きますと、上記 6 ないし 1 2 の炉型を 2, 3 個以下に絞るのに今後何年掛るかという疑念のほかに、本格的な革新原発開発はもう産業界企業の仕事であるべきだ、と考えます。核分裂炉の原理発見以来もう六十年が経過し、しかも超異例の巨大投資がなされた事業に、まだ国家・国際機関が動かねばならないのはおかしいし、それでは真の活力ある世界産業界が育つはずがありません。そう確信します。言うまでもなく国家・国際機関の適切な支援協力は必須ですが。

将来、全世界・地球の問題解決に役立つ健全で活力ある評判の良い巨大民間産業界にならねば無意味だからです。しかし、船頭多くしては非効率ですから、我々は日・米・露三国を中心とし、それにすでに関心の高い諸外国から一〜二名ずつ研究員を受容して推進したいと考えています。参加の意志ある国はすでに少なくとも、印・仏・ベラルーシ・韓国・中国・トルコ・ブラジル・カナダ・英などがあり、将来、各国がこの炉の早い実用化を図る際に、彼等協力者の存在は非常に役立つでしょう。着実に準備は進んでいます。

なお、他のライバルの革新炉型は如何なのでしょう？結論的には、安全性・核拡散防止性 (P u 問題) ・核燃料増殖サイクル完成 (核廃棄物問題) ・経済性などの全てを解決できて、世界に展開できる炉型が他にあるとは思えません。どれも、精々部分解決策です。

(G) さらにまた、2001 年に日本語 [42] で社会的解説書: 古川 和男著「[原発]革命」(文春新書、2001) が出版されました、そして、MSR システムは日本でも市民によって認められ始め、それまで原子力に関係なかった方を中心に、多くの方が啓蒙を含め多大のご助力を払って下さるようになり、それが今も徐々に強まっております。

(H) 佐藤賞による支持表明: 国際的な核政策に関する最近の混乱、核テロリズムに対する恐れ、石油価格の上昇などにより、多くの国はトリウムに関心を持ち始めています。2006 年 6 月に、第 22 回佐藤栄作記念論文 [核拡散防止] 選考で、古川の論説が最優秀賞をえました。これはノーベル平和賞受賞者の故佐藤栄作氏 (日本の元首相) の遺志により設立されたものです。

(I) 「ニューズウィーク」2007 年新年号に示された Thorium Power 社のメッセージでは、「核拡散防止のためには 50 年前に始めたトリウム利用に帰ることだ」と訴えています。軽水炉、重水炉または高温ガス冷却炉などへのトリウム固形燃料の直接利用は、トリウム時代を開く初期段階として役立ちます。

(J) THORIMS-NES の開発決意表明: 2007 年 6 月に Istanbul, Turkey で催された第 13 回 ICENES (創発的核エネルギーシステム国際会議) で、核分裂関係の冒頭講演として、我々の THORIMS-NES 構想の総括およ

び開発 Road-Map を提示しました。この論文は国内外の同志 17 名連名にものものであって、長文包括的なものですが専門誌 "Energy Conversion and Management" に掲載されました。

(K) 世界は増殖を断念?: 最近、米国中心に日本・EU なども参加しつつ、GNEP (Global Nuclear Energy Partnership) 構想が原子力世界の主題になっていますが、これは「核拡散防止」を重視して高速炉を中心にした核燃料サイクルを構築しようとするもので、したがって「増殖サイクル」構築は放棄したように見えます。「増殖炉」の語を使わなくなりました。さらに「経済性」に関しても、米科学アカデミーが厳しい批判を公開しています。

老朽原発の更新やアジア中心の原発建設は進んでいますが、知らぬ間に、GNEP に協調する日本国策の高速増殖炉開発は消え、U 資源供給の先行き不安、核廃棄物問題の棚上げ傾向をふくめ、原子力産業界は氣力を失っているかのようです。したがって、われわれの主張が一層重要性を高めていると思えます。

*我々と関連する諸外国の動向についての補遺

国際的共同活動の主要なものは前節までに概観解説しましたが、その他少し各国の個別的な関連事項で重要なものを下記に記録を残しておきたいと思います。

・米国: 現在、米国で最も深く我々と連携共同しているのは、ローレンスリバモア国立研究所 (LLNL: Lawrence Livermore National Lab.) に属してレーザー慣性核融合炉の設計主任を長らく務めていたモイヤー (Dr. Ralph Moir) です。彼は 20 年来、核融合炉ブランケットに Flibe を応用する研究を続けていました。その関係で古川に協力を求めて来ての関係でしたが、実用目的には MSR を高く評価していました。それで多大の協力を続けているのですが、彼と親密な関係にあった著名な核物理学指導者テラー (Edward Teller) と共同で、FUJI などの MSR システムを推奨する科学論説 [39] を 2006 年に発表しています。これはテラーの最後の論説になりました。

オークリッジ研の MSR 研究はあまり意欲的でなく、フォルスベルグ (Dr. C. Forsberg) が中心になって MSR の高温化、および高温黒鉛燃料炉の熔融塩冷却などに熱心です。MSR 計画関係者が居なくなったのです。工科大学 MIT (Massachusetts Inst. Tech.) の核分裂炉研究指導者の M. W. Golay 教授が少し熔融塩炉の設計研究を行っており、LLNL の Dr. J. D. Lee 及び Rensselaer Politec. Inst. (New York) の Prof. G. Xu も FUJI に関心を示してくれています。

その他、前述のような Thorium Power 社の動きの他、何人かの個人的な活動があるのみなのはざんねんです。それだけエネルギー資源の豊富な国なのでしょう。

・インド: 古くから世界屈指の Th 資源国として知られており、初期リーダーの Bhabha 博士の推奨もあり 1970 年には ORNL との共同研究を含め燃料塩研究が始められましたが、世界の FBR (高速増殖炉) 指向に押され、既存重水発電炉から生まれる Pu で FBR を動かしつつ U₂₃₃ を生産し、次に MSR も考えるとの基本戦略を進めています。さらに、1992 年から重水原発に ThO₂ を導入して Th の商業利用を始めているが、固体燃料の経済的再処理は事実上不可能であり、MSR に回帰すべきと考えます。

1991 年に訪問したとき忠告したのですが、中国・パキスタンなどとの核戦略に引きずられていたからで、もう再考の時期に来ているとみえます。なお我々の重要な協力者スード (Dr. D. D. Sood) は 1970 年に ORNL の MSR 計画に参加しており、燃料塩中の PuF₃ 溶解度について良い研究成果を挙げた優れた炉化学者です。現在の原子力委員長カドカール (Dr. A. Kakodkar) は MSR の良い理解者です。Bhabha 研究所長時代に、「MSR 専門家国際会議」(1997 年)へ激励書簡を送ってくれました。

・フランスと乾式再処理・MSBR: FBR を含め高燃焼度の固体燃料の化学再処理用に、そのフッ素化および熔融フッ化物による化学処理法の研究が CEA (原子力庁) および Pechiney 社で進められました。その実用化の試みは、その後ソ連で進められました(後述)。

また 1973~83 年の 10 年間には、EdF (電力庁) が中心になり CEA が協力して、年間約 2 億円・約 30 名による MSBR 開発研究が実施されました。燃料塩・黒鉛・Ni 合金などの研究は進んだが、液体鉛に

よる炉内冷却方式を採用して失敗したのは残念です。しかし、Superphenix (120万kW e FBR)の経済的実用化の失敗が明らかになった1987年末には、EdFは古川構想の検討を決意し、古川を公式に招待しました。翌年、共同で調査報告書が作製されましたが、CEAのFBR固執で機を失ってしまったわけです。

この様に、1982-90年の間には多大の共同関係が保たれました。中心人物はルコックで、今も緊密な共同関係にあります。ジョリオ・キュリー (Joliot Curie) の弟子だった故シエムラ教授 (M. Chemla)、原子炉エンジニア会社 CERCA 社長のロマノ (R. Romano) その他多数の友人がよく支援してくれました。

1982年5月には、欧州中心の熔融塩国際会議：EUCHEM-Conf. が南仏の La Gaillarde で催された折に、際に、仏の上記の人々の努力により、EdFのR&D-director, Dr. C. Bienvenue も招待しつつ、古川構想を推奨するのを意図した約20名での世界最初と言ってよいMSR専門家会議が開催されました。

・米国と加速器炉：カナダのING計画は1981年に終結させられましたが、その継承発展を米国 Brookhaven 国立研究所 (BNL) が Dr. P. Grand を先頭に試みましたが、しかし、カナダのCRNLと同じように(融体)材料技術に不得手でした。厳しい照射損傷・熱除去・核変換の対処には、我々が採用した一流体ターゲット・ブランケット方式しかないと考えます。研究はその後現在まで続いて居るようです。

CRNLから移動してきた Los Alamos 国立研究所 (LANL) の Dr. Schreiber 達も、1990年に古川の助言で熔融塩を採用し始めたが、活かし切れませんでした。LANLは最初、貴重な陽子線形加速器：LAMPPFを守るためにスポレーション反応を核廃棄物消滅に積極的に利用する提案を始めたのですが、次第に夢を膨らませ、核燃料製造よりも発電所用を目指し自滅したと見ます。カナダのルイス (Dr. W. B. Lewis) が志したようにこれは核燃料製造のためのプロセス装置であるべきであって、我々は副次的に核廃棄物消滅に利用し、さらに発電は副々次的[使用電力回収用が主]と考えています。

しかし1990年以降の彼らの華やかな動きは、スイス国立研など海外の友人達が言って呉れているように、我々の十年以上先行した仕事の存在を明らかにしてくれたと言えるでしょう。

・CERN・伊・仏・スペイン・EUなどの動向：同様に、CERN (欧州高エネルギー研究センター) 所長でノーベル賞受賞者のルビア (Mr. Carlo Rubbia) は、これも資金調達のために、突然我々と同じ三つのキーワード(トリウム・加速器・熔融塩)で言挙げを始め、超安全な未臨界の発電所を実現させると称して、次々に派手な構想を呈示しています。だが加速器専門家救済の色が濃すぎるのが心配です。上述の様な原則を見据え直すべきと考えます。我々の核分裂連鎖反応発電所：FUJIは十分に安全(過酷事故不能)・単純で小型にも出来、経済的で、原理的にも最良の公共発電所と考えます。

彼には伊・スペインその他のEUの研究者達が追随しています。さらに、FBR計画に混迷しているフランスまでが、急速に Rubbia 構想 (Rubbiatron) にのめり込みつつあるのは、敢えて醜態と評したい。火急を要する地球環境・エネルギー対策を忘れていると思われるからです。

・スイス：1970年代よりスイス国立核物理研：SIN (現在PSI) では、スポレーション反応による中性子発生装置の着実な研究を、困難を乗り越えつつ続けています。我々のAMSB研究を高く評価し、アチソン (Mr. F. Atchison) はスポレーション生成物の計算に協力してくれました。さらに陽子照射実験も勧めてくれたが、資金が得られず断念しました(1983年)。彼は、今でも我々に助力を惜しみません。

1960年頃よりポーランドの研究者も熔融塩炉に関心を示し、その一人タウベ (Dr. M. Taube) はスイス国立原子力研に移り熔融塩炉型の概念研究を1980年頃まで活発に行いました。種々の熔融塩を持ち込んだMSR概念構想を(化学者として)楽しんでいましたが、残念な事に技術的実現性に無配慮でした。亡命者に、愛国・愛社会は無縁だったのでしょか。その後、宇宙化学を楽しんでいます。

・ソ連およびロシア：この国にも伝統的に、熔融塩技術に関して強大な学術・産業基盤が存在しています。熔融塩炉関連でも、Kurchatov Inst. Atom. Ene. を中心に活発な研究がなされました。そのリーダーのひとりがプルサコフ (Dr. V. N. Prusakov) で、プルトニウム化学からフッ化物による乾式再処理に次第に移りました。今一人はノビコフ (Dr. V. N. Novikov) で、最初は核融合・分裂ハイブリッド炉への熔融フッ化

物ブランケット利用から始め、核冷戦下でしたが米国との共同実験も企画していました。その後、次第にMSBRに関心を移し、イグナチェフ(Dr.V. Ignatzev)などと工業熱供給用高温炉の開発実験などを進めました。われわれのAMSB構想を最も早く評価してくれた一人で、1983年には古川に共同の提案をしました。現在は、ウインのIIASAで核廃棄物処分の検討を行っています。

また、第一副所長レガソフ(Dr.V.A. Legasov)はノビコフと共に意欲的に既存原発の改革に取り組んでおり、来世紀には人類は百倍量の原発が必要であるから炉安全性を百倍改善する必要がある、それに適合するのはフッ化物熔融塩炉型であると決断し、炉建設の許可を所長Dr.Alexandrov(USSR Academie 総裁)よりえていました。しかし、その一週間後(1986年)にウクライナでChernobyl炉大災害が発生し、全ては水泡と帰しました。彼は直ちに災害対策責任者に任命され、命を賭して奔走し満二年後には心身ぼろぼろになって自殺したのです。正に悲劇そのものでした。

そのみではなく、プルサコフ等の提案で使用済みFBR燃料のフッ素化乾式再処理装置の開発が、フランス・チェコの協力をえてDemitrovgradの原子炉研究所RIAR(Res. Inst. Atomic Reactors)で進められていましたが、FREGARTE-II装置が60%以上完成した所で、ソ連が弱体化して放棄されました。残念でしたが、その技術は製作を担当したチェコが保全しています。我々は、これによって現在未来の使用済み酸化燃料を極めて安全・経済的にPu含有熔融フッ化物に転換し、直接FUJIやAMSBに使用すると良いと考えています。実は、この乾式法の基礎開発はフランスの親友ルコックたちが行ったものです。

なおRIARには優れた熔融塩技術者が存在するだけでなく、核燃料材料の専門開発研として世界一高性能の照射試験炉SM-III(設計者Saveli Moisci教授はイグナチェフの義父)が在ります。これは我々の開発に必須・最有用な施設と言うべきでしょう。

その他詳細は略しますが、I P P E (Inst. Phys. Power Engineering, Obninsk), I T E P (Inst. Theore. Experi. Physics, Moscow)その他、原子力省: MINATOM(Ministry of Atomic Energy, 現在はState Cooperation” ROSATOM”)傘下には巨大研究施設が約十、総計数万人の研究技術者が温存されており、特に我々は技術物理研究所I T P (Inst. Technical Phys., Snezhinsk)との共同で 其処に mini F U J I の建設を計画し、Kurchatov研その他から協力を得ることを考えています。例えば、I T E PはAMSB関係の共同実験計画を用意しています。I P P Eからは特殊な炉工学問題で協力がえられるでしょう。これらは、ロシアのみに残っている貴重な世界資産・能力です。なお、Kurchatov研は、科学アカデミーに属します。

・ベラルース: B e l a r u s は平坦な農業国でエネルギー資源は皆無に近く、しかも地下は「核兵器で溢れて」います。まだソ連時代に、科学アカデミー所属の S O S N Y Sci.Center のチグリーノフ(Dr.S.Chigrinov)から、「是非AMSBの炉心設計研究を手伝わせてほしい」との要望をうけました。基礎データを提供した所でソ連は崩壊し、独立国となりましたが、初代大統領は彼らの指導者の核物理学者であり、Chigrinovは所長となって我々に多大の協力をしてくれました。彼はDubna高エネルギー研究センターで、スプレーション反応の実験・理論研究を行っており、我々に適した理論計算法を開発しつつ煩雑・膨大な計算を進めてくれました。特にPu利用削減への応用の見通しを立ててくれました。またI T E Pとも協力して中性子実験を準備してくれています。中心になっているのは、アーニア・キエビエツカヤ(Dr. Anna Kievitskaia)です。

・チェコ: 旧ソ連のFREGATE計画には、原子力研究所(NRI: Nucl. Res. Inst., Rez)のペカ(Dr. I. Peka)が装置の製作設計の面で中心となって協力しました。製作は著名な機械製造会社SKODA社が担当したのですが、その経験から、彼らは共同して加速器炉のための熔融塩実験を始め、それで我々との関係ができましたが、次いで超U元素消滅用熔融塩炉の開発計画を進めています。2004年頃からはより一層我々との共同を希望しています。2006年には、原子力部門会社SKODA-JSの50周年記念祭に招かれ連携を強めています。上記の他に諸工科大学を含め多くの良い協力者(ロンDR. M. Hron, ホズネヅルDr. P. Hosnedl, マタラ Prof. O. Matal等)が居ます。miniFUJI計画の炉化学およびエンジニア部門担当が期待されています。もう完全に共産社会から脱却し、昔のように勤勉で高度の科学技術国家として再出発しているからで

す。

・トルコ：二十数年前、トルコ内陸に多量のTh資源が発見され、公称では世界最大のTh資源国となっています。人口の多い意欲的な国であり、水力に余力があるが環境問題から原発建設の準備を進めています。1991年8月、原子力機関総裁から招待を受けました。また、それ以来開発研究所・大学関係者が我々の構想の勉強を始め、将来の協力を希望してきています。特にアールバイ女史(Prof. B. Erbay)とは緊密な共同研究を進めています。

・韓国：韓国もようやく、核エネルギー開発基盤・経済基盤が整ったのを受けて、新事態に即応した開発路線設定に真剣になっています。それには、Pu取扱に極めて厳しい制約を受けていることもあり、1997年10月に原子力研究所・京城国民大学・朝鮮大学から招待され、中核の研究者と踏み込んだ討議を交わすことができました。しかし、残念ながらその直後に経済破綻がおき、連携は途絶えてしまいました。その内、復活すべきと考えています。

・中国：中国では文化革命末期に激しい炉型路線論争討議がなされ、時期的にFBRが勝ちMSRが潰されたのだそうです。核武装との関連があるのは明白と思いますが、それでMSR関係の指導者は殆ど消えてしまいました。急速に進む「電力不足」そして「環境破壊」から原発開発は急務であるが、U資源に恵まれない事から見ても、次第にトリウムへの関心が高まりつつあり、2007年12月には北京でIAEAと精華大学共催のトリウムWork-shop:TU2007が組織されました。

しかし、まだ本格的なトリウム利用ではなく、カナダの重水炉 group との連携で、それへのThO₂ 固体燃料導入を推進するのが意図だったのですが、我々は熔融塩炉によるもっと本格的なTh-U サイクル利用を知ってもらうために、4名が参加し3論文を発表しました。

・ドイツ：昔と違い、現在は核科学研究は非常に抑圧されていますが、殆ど唯一の高度研究を続けているKarlsruheの超U元素研究所(Inst. Transuranium Elem.)の研究員ベネス(Dr. O. Benes)が、FUJIの核分裂生成物の検討を手伝ってくれています。風力などのsolar系技術に膨大な国費を投入していますが、不安定・不規則でまだ主力エネルギー技術に成りえません。まして条件の悪い他国ではもっと問題です。

・ノルウェー (スウェーデン)：2007年初めからは、国家として将来かなり豊富にもつトリウム資源をどう活用すべきかの検討を始めています。1年後の2008年に予定通りに最初の「調査報告書」を公表しましたが、かねがね水力発電に恵まれ、更に北海油田開発で25年前には完全に原子力より撤退してしまったため、人材を含め何も基盤なく、EUの援助を受けつつまづ大学講座再建からだ、ということを正直に結論しています。

我々にも色々な形で接触してきていますが、これには、隣国スウェーデンもある程度関与しているようで、その関連で南の港湾都市GoeteborgのChalmers Tech. Univ.の若い友人ファガー(Dr. V. Fhager)がFUJIの研究を行いたいと言っています。

・OECD/IAEA関係：2002年、OECD/IEA、/NEA及びIAEA共同の検討結果から、FUJIシステムが14種の国際的な共同開発推薦計画の中に選ばれました。ブラジル、中国、インドネシア、韓国、オーストラリアその他も、このMSRシステムに対する強い関心を示しています。最近、IAEAは「燃料再補給不要の小型炉研究の現状：2007年」報告書(IAEA-TECDOC-1536)で、THORIMS-NESを詳しく紹介[41]しています。

・GIF-MSR運営委員会のその後：先に紹介しましたように、この委員会責任者達が6組のGIF活動の中で優先度が低いと自認しているようで、あまり意欲的でなく、しかも我々とは異なって「トリウムサイクル」を開くためにこそ「熔融塩炉」は存在するとの認識を「強調」することはないようです。U-Puサイクルに準拠する主流に反するのは不利との政治判断かと思われます。超U元素消滅を強調したり、FBRや高温ガス炉の冷却材を買って出ようとしたりしております。

多分に弱体な組織では無理もないのですが、炉物理計算に手一杯で熔融塩炉技術のタレント不在です。学術論文は作られるが、我々のように「実験炉を作り社会に早く貢献したい」との意欲がない、と言うより論議内容が其処まで到達していないと判断せざるをえません。所詮、6個の委員会全てに十分な開発資金を分配する事はあり得ないわけですが、ましてどのような基準でそれから幾つかを選択するのか、気の遠くなる話です。基本戦略が間違っているのでしょうか。この頃は、欧州独自の計画にしようとしているようですが。

上述の1年に涉ったノルウエーの「トリウム利用調査」では、私の代表のみが招待されていますが、何の貢献も出来なかったかに見えるのが、一つの証明です。

・その他の諸国： 国情からすぐの開発に取り掛かれないのですが、他の多くの国々の専門家が関心を表明し資料を要求してきています。今は国名だけをあげておきます：

ブラジル・インドネシア・オーストラリア・スロバキア・イラン・アルゼンチン・ベネズエラ・ハンガリー・南ア連邦・イスラエル・オーストリーその他。

* 情報の混乱・不備について

最後に少し述べたいのは、意外に間違った認識が熔融塩炉：特にORNLの成果に絡まって世界に広がっていることです。それを正すのは決して容易ではありませんが、この話題に関連する事項・論拠を最小限列挙しておきましょう。その中には、「誤解・無理解を誘発するにいたった特殊な事情・状況」とか「意図的に仕組まれた情報操作」などが順不同で列記されています：

- a) 液体核燃料炉概念そのものへの無知・非人気： すべての動力炉はこれまで固体核燃料原子炉で、液体核燃料概念は異様なものに見られてしまいます。それは既に紹介しましたように、大戦後早急に究極兵器の原子力潜水艦用電源が必要であり、水蒸気発電装置と連結させやすい「軽水原発」がまづ実用化されてしまったためともいえます。その発明者の代表故A. Weinberg博士は、またオークリッジ研の熔融塩炉開発の最高指導者でもあったわけですが、最後まで「生きているうちにminiFUJIが動くのを見届けたいもの」と書いて、常に我々を励まして下さいました。この様に、もう本書の読者は「液体核燃料炉」を異常とは感じないでしょう。
- b) MSR以外の液体核燃料原子炉の非成功： 熔融塩炉以外の液体核燃料原子炉はみな技術的に失敗したといつてよいのです。熔融塩炉は全くの例外的成功例でした。それで失敗した他の液体核燃料原子炉からの類推で、多くの人々は熔融塩炉もその容器材料選択が困難な筈と連想するようです。1970年に実験炉 Molten-Salt Reactor Experiment (MSRE) を解体した後のNi合金 Hastelloy NのTe-侵食現象の発見のnewsは、この予測を強めました。この問題の対応策は、最後の研究開発段階(1972~76年)の中で見事に解決されました。クルチャートフ研究所のソ連研究グループも、それをより良い結果をえつつ再確認しました。しかし、この1970年以降に研究開発されたORNLの諸成果は、一般には決して引合いに出されないのです。この件については改めて後述します。
- c) トリウム元素には核分裂性の同位元素が不在： 天然ウランが核分裂性同位元素U235(0.72%)の存在のため直接に原子炉で利用できるのに対して、トリウムではそれができません。トリウムは親物質の働きをするのみで、必要な核分裂性物質を最初は外部から供給しなければなりません。さらに、初期のウラン動力炉は、武器用のプルトニウム製造工場を兼ねることさえできたのです。この事と、トリウムから作られる核分裂性U233はガンマ線が強くて軍用に適さないのが、敬遠の要因でした。
- d) 燃料体製造事業がなくなるから反対： 1968~70年が重要であつて、実験炉MSRE計画の成功および熔融塩増殖発電炉MSBRの優れた設計がまとまりました。そして、米国、フランス、EC、インド、日本、その他いくつかのグループはORNLで共同開発に動こうと計画していました。
その様な情勢の中で1973年頃、MSBR 開発推進を主張する米民間団体の要望で米議会両院合同原子力委

委員会の公聴会が持たれたのですが、原発業界代表が「MSBR には興味がありません。この炉では固体燃料製造の利益が期待できないので。」と証言しました。確かに、原発業者は今でも燃料体製造でのみ潤っているのです。

推進派はこれにより意欲を失いはしませんでした。余りに呆れた狭い丁見の本音発言です。エネルギー産業は製造業の利益のために在るものではありません。この様な根性であったから、核産業は以後営々と衰弱し、皆海外に買収されたといえるかもしれません。この実態は、今日では逆に「熔融塩炉系が如何に優れた核エネルギー産業であるか」を証すものと理解するべきでしょう。

- e) 70年代の政治情勢：さらに1976年には、技術的理由でなく核拡散を防止する政治決断によって「増殖炉開発禁止 Moratorium」が実施されて、MSBR プログラムまでが終了させられました。

これは、実に理解困難な措置です。種々の混乱を引き起こしています。これを決定的にしたカーター大統領は、若い時は原潜開発担当の核工学専門家であり、国家の存亡に関わると FBR 開発 Pu 利用推進を主張する非資源国日本に「では FBR でなく MSBR を開発したらどうですか？」と薦めているのです。2人の立ち会った外交官が別個に古川に聞かしてくれた事実です。それは日本の担当者の理解を全く越えており、FBR 開発続行に落ちついたのですが、カーターが米国での MSBR 開発推進をやめたのは、まだ MSBR の開発段階が未熟 (MSR ではなく MSBR についてです。)であるのを知っており、それを認めればその数十倍する勢力と実績を持つ FBR 支持者を抑えるのは決定的に困難となる、と考えたのででしょう。現に、その後10年以上も FBR 推進派は議会ですら予算停止に抵抗を続けたのでしたから。なお、米国は日本と違いエネルギー資源はまだ有り余っていましたから、MSBR などの開発を急ぐ必要は無かったのです。

- f) プルトニウム擁護派の勢力は隠然たるもの：これは到所にはびこっています。NPT 関連でも常に国際的混乱を引き起こしていることから想像して貰えるでしょう。だから、隙をねらってトリウム推奨は抹殺されるのです。その最たるものを指摘しますと、Pu は U233 に比べ決定的に核兵器向きであるにも関わらず、「U-Pu サイクルと Th-U サイクルは核拡散防止に大差なし」と言う犯罪的な結論を、EC・日本などが先導して、INFCE (国際核燃料サイクル会議、1978) で取り決めていました。「FBR 擁護のため」でした (と、関係者自身が言明しています) が、今でも無思慮な専門家達がそれを信じています。ただしそれには、当時主力の MSBR には連続化学処理装置が用意され、これが核拡散防止上では不利だったのも影響しているようです。

重要な歴史的事実としてもう少し言い添えておきますと、Ford 財団基金で纏められた「MITRE 報告」(1976年)が「FBR はまだ経済性などに問題がある。もう一度研究室に戻して見直すべきだ。」と結論したのに基づいているのです。30年以上経った今でも、これは「正論」のようです。

- g) 核冷戦時代に不向き：核冷戦の激化で圧倒的に Pu に関心が向けられ、Th 研究は殆ど 1980 年以前に死滅させられました。我々の努力は本当に例外だったのです。後になって気づいたのですが、最近の教科書には、「熔融塩炉 “は勿論” Th “さえも全く現れないのが一般的なのです。その結果として、原発は専ら “U-Pu 固体燃料炉” に限られてしまいました。(液体燃料炉型を教科書で取り上げるとしたら、原理的に全く新しい章を始めねば成りません。それが嫌だったのは判ります。)

それゆえに、原子炉に関与している現代の核エネルギー技術専門家は、ウランしかも固体燃料炉領域の知識に特定されています。彼らは 1950 年代または 60 年代の核専門家によって齎された核科学基礎論をよく知らないのです。30年以上前に書かれた教科書では、ウランとトリウム燃料サイクルの原理が共に解析研究され、トリウムに関しても多量の検討結果が示されていたのです。

- h) 熔融塩炉は余りに成功し、失敗なくニュース性なし：内容が余りに新規で大衆的でなく、また話題に登る機会が限られていたのです。それは、TVA (テネシー溪谷総合開発) 計画としてルーズベルトの New Deal 政策に取上げられた位の最僻地で開発されたからです。僻地だからこそ ORNL には TVA 電力依存の超秘密 U 濃縮工場があり、接近はさらに困難でした。また、ORNL 一個所のみで開発は進められ、信じられない位の僅かな資金と人員 (最高 230 名) により極めて合理的に進められ成功したのです。事故皆無ですから、一般専門家を含め世界的な話題になる事が本当に少なかったのです。これは「いかに優れた技術内容の物であったか」の証しですが、不運にも逆にこれが最大の”欠点”となって、殆ど

知られもせず誤解を誘発した、と私は言いたいのです。

したがって考えられない不当な評価が世に流れていました。それに対して抗議しようとした人が何人もいました。我々もそうですが、肝心の ORNL の人々が何も言わないものですから、「では、なぜ ORNL は止めたのか？」との捨て台詞を浴びるのが常でした。実は職を賭して発言しようとした ORNL 人も何人かいたのですが、所長らに抑えられました。政府に睨まれるとさらに予算が切られ、研究員を退職させねばならないからだったのです。しかし、数年たった 1984 年に古川は、講演に集まってくれた ORNL の Weinberg 所長ら幹部を含む数十人の熔融塩炉関係者に対し、上記の苦衷を強く訴え「一般科学誌への技術成果解説」を要請しました。翌年、初代 project-leader だった故マクフアーソン教授が専門評論誌[Nucl. Sci. Eng., 90, 374(1985)]に書いてくれたのですが、遠慮した硬い文章で直接の技術内容には触れず一般にはあまり読まれませんでした。

- i) 不当な解説の事例：従って代表的な学術書にも熔融塩炉に関する不当な解説が実に多く存在し、それが陰に陽に利用されて、どれだけ我々の努力を妨害しているか測り知れないものがあります。例は枚挙に暇が無いのですが、ここでは三つだけ指摘しておきましょう：
- (1) 1978 年に米国の最も権威ある物理学専門誌に、核燃料サイクルの総合報告 [Rev. Modern Phys., 50(1), S17(1978)]が出ていますが、その中の MSBR の解説には、熔融塩を LiBeF_2 と誤記しているのみか、「主として熔融塩の腐食問題により開発停止」させられたと論拠なく書いてあるのみです。
 - (2) 前述の様にインドは熔融塩炉の特別なシンパだといつてよいのですが、その炉材料部長 ロドリゲツ (Dr. P. Rodriguez, その後インヂラ・ガンジー高速炉研 Indira Ga dhi Res. Centre 所長) が最も権威ある核燃・材料専門誌に書いた炉材料の総合解説 [Journal of Nuclear Materials, 100, p. 227-249(1981)] には、熔融塩炉材料の研究成果を 1970 年までしか取上げていなかったのです。1970~76 年の間に極めて重要な進展がみられたのに全く触れず、「まだ多くの材料問題が残っている。」と実現可能性を否定しています。私はそれを 1991 年に彼より贈られて知り、二度嚴重に抗議しましたが何の釈明もないのです。今は理由が良く判ります。1970 年前後に印度は、密かに重大な核軍備戦略を採択しプルトニウム路線に強く傾いてゆきましたから、それに反するものを排除した結果だったのです。
 - (3) 驚いた事に 1997 年夏、EC による Th サイクル研究の総合調査報告が贈られてきました [A. Lung, EUR-17771(1997)] が、これは (2) より悪く ORNL の業績は 1968 年までの記述で終わっているのです。考えられません！これ以降に決定的な進歩が行われたのですから、それを全て抹殺して熔融塩炉が語られうるのでしょくか？ 1980 年にはじまった我々の構想は紹介され、古川に謝意まで表しますのに。嚴重に数度抗議しましたが逃げるのみです。彼にトリウム研究歴はありません。
- 1968 年以降にこそ世界を変えるような成果が挙がり始まり、そして世界的にそれより何百倍の投資がなされていた高速増殖炉の牙城を 1970 年辺りから揺るがせ始めたのですが、インドも EU も未だにそれに固執していますから、熔融塩炉推奨を意図的に抹殺してしまったのです。Lung の解説は、最近のノルウェーの“トリウム報告書 2008”にも、大きく引用されています。(今の人間社会は情報過多で不備、この種類の「悪行」を修正させるのは不可能に近いのです。社会は「無知」ですから、批判する人間の方が「非難」され、社会的損害は拡大されます。)

この様な不当な資料が代表的に流布されているためでしょうが、最近でも「熔融塩炉を評価」せねばならない立場に突然立たされた「非専門家」は、全員と言ってよいほど「熔融塩炉は腐食が問題である」とただ一言のみで排除するのが常です。「文献を調べたのか」と言っても答える人はいません。聞かされた話の孫引きのまた孫引きであって、科学的論拠文献といえるものが示される例を知りません。「皆が言っている」と自問自答すれば簡便で、論争からの逃避容易ということのようです。

既に詳しく論じた (第 4 部) ことですが、この様に重要な案件なので上記の言い分に、ごく「簡潔な反論」を示しておきましょう：

“一般の構造材料における空気酸化・水腐食などに対する「皮膜防食」とは違い、熔融非化物塩腐食は「皮膜のない裸の母体金属との共存性」に基づく耐食なのです。したがって、電気化学的に明快に評価できます。さらにまた、高度に発電炉を模擬した試験ループによって、動的装置での温度差による「質量移

行現象」など複雑な機構が悪作用を及ぼさないか長時間の詳細な試験が必要ですが、1万時間以上の良い耐食結果が整えられています。しかし、それでも実際の工業装置のためには、実機による経験的実証が必要です。不純物の存在や操業汚染などが関与するからです。したがって、MSRE 実験炉での4年間の実績は決定的に重要なのですが、腐食は皆無という結果が得られています。例外として微弱なテルル問題が発見されましたが、電気化学的に原因が解明され解決策が立てられました。”

もっと詳細には、先の紹介や専門的解説を見ていただかねばなりません、延々と終わる事のない複雑怪奇な軽水原発の腐食現象などとの比較でいえば、雲泥の差をもって明快に解決しています。

勿論、広い意味で「材料問題の無い技術などはない」のも事実です。したがって、運転経験実績を積むことの重要性は大いに主張していますが、不当・安易に「腐食に問題あり」と「上記のような知識さえもなく言う」のは許せません。まして、専門家が「ORNLにおけるR&D実績を秘匿」するなど論外です。この先は、実機による長期運転実績のみが結論を導くでしょう。もし問題が発見されても、理論的に原因が解明され対応策が簡明に開発できるでしょう。それがこの技術の優れたところです。

* 開発経過と現状紹介の終わりに

以上で歴史的経過を中心とした解説を終えます。我々はトリウム熔融塩炉の研究を40年以上続けていますが、それにはここに触れていないさらに数多くの先輩・友人たちの協力がありました。国内に留まらず十数ヶ国に及ぶわけですが、特にこの優れた技術の基礎を築いたORNLの人々の助力は莫大です。別に詳しく記録したいと考えますが、その恩と期待に応えるために今最も緊急に為さねばならない事は何か、一層思いを深めねばならないと考える次第です。

第9部 まとめ—目指す未来像：戦争のない世界

* 核問題との最初の関わり

すでに研究開発の歴史をお話しましたから順序が逆になりますが、古川が核問題と関わり始めた初期を話させて頂きたいのです。さらにもう一言、初めに言い添えさせていただきますと：私は敗戦の時熊本でほとんど死んでいましたのが、原爆の犠牲者達が身代わりになって早く敗戦終結を迎えられたがゆえに、今生きているのです。昭和が始って51日目に生まれ、敗戦時は18.5歳でした。ただただまだ生きている幸運に感謝していますが、「九州は第2の沖縄に成らないで済んだ」という事実を、若しかしたら「誰一人取上げようとしない」のでは？ 私は、それが「反原水爆運動をマンネリ化させ、後退させているのではないか」と2006年、「秋葉市長」などにあらためて働きかけましたが、ほとんど誰も理解してくれませんでした。「真実」の認識が世界を動かすのです。心残りです。

幸い生きた私は1951年春に大学卒業後、東北大・金属材料研究所の竹内栄先生の下で心ゆくまで8年半遊ばせてもらいましたが、その目的は体力回復と父の志を継いで「乾式金属製錬法開発」のための基盤づくり：「無機液体構造化学」の構築でした。私は、物事の理解は直感的なものとならねば活かせない、役に立つものにならないと考えます。その意味でも、ここで最も参考にしましたのは、学生時代から魅了されていたL. Paulingの「結晶化学」的手法でした。最少限基盤づくりが得られたので、ミイラ取りのミイラにならないよう、若い内に開発に船出しようとした矢先の1959年に、米オークリッジ研の公表した「トリウム熔融塩原子力発電炉」の基本構想を、金研図書室の新着図書「Fluid-fuel Reactors」(1958)で知りました。彼らの中の熔融塩基礎研究チームは兼ねがね私の最良の研究ライバルでしたが、これで彼らの真の研究意図を知り、それを私もライフワークに選ぶのに時間は掛りませんでした。

そして、尊敬する先輩の西堀栄三郎先生の居られた原研に移り、今日までそれに専念しています。

私は、京都大学二年の演習で無機化学を習得すべく、丁度公開が始まった米 Dr. Seaborg 一派の 5 f 元素(アクチノイド)化学の恐らく日本最初の総説を纏めました(4 f 化学を含め指導して下さった佐々木申二先生が殆どそのまま公表し、記録*に残っています。)

(注* 佐々木申二：“人工元素の化学”，「最新の化学とその応用」P.34-46 (1949)、日本化学会・近畿化学工業会共編，工業通信社発行。)

また、ビキニ事件での署名運動では(液体構造解析実験の手は緩めませんでした)体を張って市民と語り合いつつ、「原水爆は、人殺し兵器としてだけでなく、核エネルギー平和利用を阻害するから二重の悪」とのパンフレットを纏めました。今でも通用する内容です。何故ならば、当時最良唯一の核分裂炉教科書[グラストン・エドランド著] (伏見先生の大学院生：大塚益比古訳)は、3晩で通読できる位私の専門研究手法に近かったからです。中性子主役のその核化学は、電子が関わらず無電荷で最も単純な化学反応なのです。伊達たまき先生(御茶ノ水の化学出身で、平和そして児童問題に生涯をささげられた聖女)の勧めで「第1回原水爆禁止世界大会(広島1955年)」にご一緒し、薦められて上記の意見を発表し、怒号の嵐を受けましたが動じませんでした。

こんな中で突然、竹内先生から「原子力講座を作る。趣意書を書いてくれ。」と言われて全く驚きましたが、講座作りに協力して東北大最初の原子力講座が発足しました。しかし更に「君を原子力留学生に推薦したよ」と言われたのには、困惑の極でした。未だ液体構造研究が五里霧中だったからです。故岩瀬慶三先生にもご相談し「二股もありうる」と言われたのですが、初志を変えず故可知祐次先輩(その後京大教授)に場を譲りました。なお、古川の提示した研究課題は、同じ研究室の故桐原朝夫先輩(名大名譽教授)の Ti 熔融塩電解の実績を生かした、「金属トリウム製造法」の研究でした。これで故佐藤経郎さん達が成果を挙げました。まだこの時は、生涯トリウムと関わる運命になろうとは予想も致しませんでした。

しかしさらに驚いたことに、新講座開設費の半分以上がボンと新しい構想の X線液体構造解析装置費(200万円)に化けたのです。竹内先生にこの構想はお話してありましたが、実現は全く夢のまた夢の筈だったのです。(この新構想は、世界で三人がほとんど同時に思いついたのを後で知りました。オークリッジ研とボン大学と古川。)これで、液体構造研究は大きく飛躍できました。「無欲への報酬」といっては身も蓋もないですが、運命とは恐ろしいものです。

従って本当に、「トリウム熔融塩原発」構想における ORNL の真意理解は一瞬で可能でした。それから五十年近くが経ちましたが、本当に幸運です。未だに最高の価値ある構想として生きているのです。その経緯の一部は第7,8部で紹介いたしました。三国志のように波乱万丈でした。だがあくまで「良い構想」であり続けています。常に我々の予測予断以上の優れた技術的可能性を持つ事を誇っていて、「構想」の方からわれわれに迫ってくるのです。(しかしなお、科学に「正しいなどない」と敢えて事挙げしていることもご承知おき下さい。)

ただし、“原子力界”周辺の雑音は最高に不快なものでした。これは、気力の権化のような探検冒険家の最高峰に立つあの故西堀栄三郎先生でも一時完全に逃出した位ですから。しかし、海に山にハッピーだった先生を引き戻し、晩年にご苦勞の限りを尽くさせ、早死にと追い込んだ責任を痛烈に感じています。なお、晩年の茅誠司先生にも大変なお世話になりました。「私は専門ではないが、研究に値すると思うので、研究できるよう支援する。」と。(実は、古川は孫弟子のほぼ筆頭に位置します。大学卒論でお世話になった高木秀夫先生は、茅先生の北海道大学時代の筆頭弟子だからです。もう液体を life-work と決意していましたので、大学では固体の勉強をしておこうとお世話になりました。卒業論文実験では、結晶方向を任意に選べる長い鉄合金単結晶づくりに成功し、固液両面を睨んで、茅先生の鉄磁性の仕事に直結しています。なお、竹内先生は高木先生と同期生というご縁。)しかし、陰で電事連や政府は妨害。晩年の先生方に不当なご苦勞をお掛けいたしました。

もう一言添えねばならないのは、土光敏夫さんの事です。素晴らしい方でしかも茅先生の蔵前同期生ですから、茅先生の一語で本気に支持に立ちあがって下さったのですが、その1週間後に「臨調審議会」会長にされ、全ては無に帰しました。これも大事な仕事と諦めましたが、あれは土光さんを利用し憤死させたのみ、とは今や定説です。しかし数年前、「土光さんの意志を継ぐ会」の方々のご長男を含め改めて研究開発支援を真剣に考えて下さり、種々の努力をして下さいました。

少し私的歴史に深入りしましたのをお許し頂きたいですが、物事には歴史があるのです。それにしてもこのような特殊偶然の因縁の中で育ってきた我々のこの課題が、50年経っても色あせないのは余りに特異な運命・奇縁と感無量です。

* トリウムへの期待

まず核燃料を固体から液体に替え、ウランではなくトリウムを使い、増殖発電炉方式をやめるといった革命的提案は、一見無暴にみえるでしょうが実は全く逆なのを以上の解説からお判り頂けたかと思えます。その構想の総括的特色は、表3? に整理して示してあります。

核エネルギー研究開発の歴史は既に六十年を超えています。現在がその理想的形態をまとめる最後の機会です。なぜこの様に回り道をしたのか。一つは核冷戦ですが、もう一つは原発を構想するに当って炉化学的問題意識が機械工学的思考に比べ薄弱であった点を指摘せねばなりません。

地球の現状はもはや「待てない」状況にあります。技術基盤は米国が作り、それを抜本的に改良単純化したのが我々の新構想で初期開発費は僅かで済みます。しかも、種々ある革新的原発炉型のなかで、我々の熔融塩炉型のみが実験炉段階を終了しているといえるでしょう。発電炉FUJ Iの全寿命期間の1/3に相当する燃料塩燃焼挙動解析が、すでにオークリッジ研の実験炉MSREで終了しています。発電はまだ行われていませんが、ナトリウムのような水反応性がなく、ニッケル系配管技術主体で設計できるので応力腐食問題が避けられ、技術的実現可能性は充分と確信します。しかも膨大な投資に支えられたナトリウム高速増殖炉技術は、同じ高温融体炉技術として大いに流用できます。早く実験発電炉 miniFUJI プロジェクトを発足させたいものです。

FUJ Iは充分控えめの設計に押さえてありますので、将来のさらなる技術革新による経済性・社会適合性向上の余地は多大です。それをどのような方向に導いてゆくかは、世界各地の受益市民社会との連携が大いに重要となります。

具体的個々技術としても、Ni合金(Hastelloy-N)製造・高密度黒鉛・遠隔操作(ロボット)技術・高エネルギー陽子加速器技術・高温機器技術・熔融塩技術・核燃料管理技術等々、日本としても自信の持てる項目が多々あります。日本が生きてゆくための大きな柱となる産業に育てて欲しいです。

* 平和で住み良い地球実現のために

トリウムサイクルの道は日本人悲願の核兵器完全廃絶に繋がっています。それでこそ真の核エネルギー平和利用が達成できると思います。終局的にはプルトニウムさらにウランの使用禁止が必要となりますが、核保有国に対する説得に努力を惜しまないならば、それが実現でき核拡散・核テロ防止に決定的に有効となるでしょう。前の拙著でも論じましたが、困難であっても銃や麻薬規制問題と同等にもっと論議すべき時が来たと思うのです。これでこそ辛うじて現状維持しているかの核エネルギー産業は決定的に再生され、壮大な将来展望が開けるでしょう。

この世紀の世界生き残りに対する最も有望な哲学的で技術的な戦略のうちの1つが、ここに提示されています。さらに詳細な設計および最適化研究が必要で、国際協力を続行しなければなりません。THORIMS-NESの合理的な技術的完全性を明らかにしつつトリウム時代への最初のステップを踏むために、我々はまづ簡素なパイロットプラント(miniFUJI)から出発しなければなりません。

我々は我々の仕事が、デイヴィッドE・リリエンソール(David E. Lilienthal, TVA 総裁、米初代原子力委員長、20世紀の最も顕著な優れたアメリカ人/Human)の真摯な願望[45]への返答に値することを願っています。彼の最後の著書：“原子力：新出発”において、「私が考えて書いたものは、単に電気エネルギーの新源泉だとか経済統計としてのエネルギーとかいうことではありません。私のテーマは、すべての道義的文化的懸念の中で最大のもの — 人間間の公正さ、平和を目指す終りない探求 — に対するものです。」と語り、そのような目的のために、「現在の技術とは異なって、私は我々が平和目的の原子力利用を進めるに当って、爆弾材料を生産せずより安全な平和利用技術を目指す“新出発”となることを提唱したい。」とし、さらに彼は「我々は、より良い方法(人間の健康に対して、そして世界の平和と正にその

生き残りに対してより危険でないルート)を見出すために、我々の現在の核への対応状態から抜け出さねばなりません。」と我々に訴えているのです。

古川は、このトリウムの仕事の基礎となった無機液体構造化学に関する初期の科学的な仕事において、深くバナー John. Desmond Bernal 教授 [46] の強い支持をうけました。バナーは、「戦争のない世界」 [47] 実現に戦った著名な科学者の 1 人でもありました。そして、最近よく使用されるフレーズ「大量破壊兵器」の最初の提唱者でもありました。彼の人生の終わりに近い誕生日に、彼は「私は、あなたがあまり遠くない将来に、科学がすべての人類のために使われるようになるかもしれない、という私の望みを共有すると確信します」と書いておいでです。

1975 年に京都で開催されたパグウォッシュ会議「完全な核兵器廃絶への新設計」において、日本のノーベル物理学賞受賞者の 湯川秀樹・朝永振一郎 博士は、「核抑止論を越えて」と題する以下の Statement [48] を示し 28 人の科学者によって署名されました：「条件なしに核兵器の使用を捨てるように全ての政府を説得するため、科学者の協力を求めます」と。THORIMS-NES は、種々のトリウム利用方式の中で特に核拡散防止に有利な条件を備えています。核兵器を備える国々に対して、その使用を捨てて、人類へエネルギーを供給するためにのみ生産される核分裂性物質を使うためのチャンスを提供できます。

我々の悲願「核兵器完全廃絶」への的確な方向付けも、プルトニウム利用の完全排除を介して可能となるでしょう。そうしてはじめて核管理体制を最少限におさえた真に好まれる民間原発産業を育てると確信します。そして最も合理的経済的な、民間活力によるエネルギー・環境問題解決策となるでしょう。若い方々の挑戦を期待したいです。

(以上)

謝辞：

本構想をまとめるに当って、我々は過去 50 年間に世界中の数十人数百人に及ぶ先覚者・研究者・事業家・市民の方々より、数多くの協力、支持と励ましを受け取りました。海外では米・仏・露・印・ベラルーシなどが著しく、国内では日本原子力研究所・東海大学・豊橋技科大・北海道大学・東北大学・静岡大学・京都大学などが中心でした。このご厚情に対しまして、真実で心からの感謝を表明いたします。すべてのお名前はとても銘記することは出来ず部分的になりますが、タイトルを除いた形でいくらかのお名前をここに記載いたします：

Japan: 西堀 栄三郎、茅 誠司、伏見康治、亀井貫一郎、石谷清幹、斎藤信房、武田栄一、向坊 隆、西沢潤一、唐津一、能村龍太郎、濱田成徳、津田久、桐原朝夫、山本寛、西垣昭、那須翔、西川正治、石野 俊夫、岡田辰三、渡辺信淳、藤永太一郎、高木秀夫、竹内 栄、高橋 実、小林清志、荒木信幸、中原康明、塚田甲子男、田子精男、南多善、生田一成、神田啓治、小坂峯雄、河原崎雄紀、中村規男、橋谷博、杉暉夫、飯田嘉宏、草柳大蔵、松前達郎、加藤尚彦、三輪晴治、園山英明、馬杉秀昭、柴田俊一、鈴木篁、澤田沙葉、近藤照久、塩出啓典、飯沼和正、中川秀直、加藤義夫、三田地 紘史、吉岡律夫、島津洋一郎、亀井敬史、山口作太郎、古橋 晃、大石 純、佐藤 謙、沼田博雄、内藤淑孝、伊藤靖彦、大道 敏彦、荒河一渡、野口幸三、網本義弘、関本 博、小寺正俊、小島融三
USA: A. M. Weinberg, H. G. MacPherson, L Lidsky, M. W. Rosenthal, A. W. Trivelpiece, W. R. Grimes, F. C. Reicle, D. R. deBoisblanc, J. R. Engel, U. Gat, R. E. Thoma, J. H. DeVan, P. R. Kasten, P. Grand, A. Bromley, J. Gibbons, L. Dodds, C. W. Forsberg; *France*: C. Bienvenu, M. Chemla, R. Romano, M. Israel, M. Gaune-Escard; *USSR, Russia*: V. N. Novikov, E. P. Velikov, I. V. Chuvillo, G. V. Kiselev, Y. Korovin, V. N. Prusakov, L. V. Konstantinov, D. A. Semenov, E. N. Avrorin, V. M. Mourougov, K. F. Grevionkin; *Belarus*: S. Chigrinov, A. Kievitskaya, S. Shuskevich; *Czech*: I. Peka, M. Hron, P. Hosnedl, O. Matal, M. Fiala; *India*: P. K. Iyengar, M. Srinivasan, R. Chidambaram, A. K. Kakodkar; *Switzerland*: F. Atchison; *Brazil*: C. W. Urban; *Canada*: A. A. Harms, G. A. Bartholomew; etc.

[参考文献] (未完)

[索引] (未完)

- [45] David E. Lillienthal 著 [戦中の TVA 公社総裁; 初代米国原子力委員長]:
“Atomic Energy: A New Start”, Harper & Row Pub., 124pp (1980)
訳書: リリエンスール著: 「岐路に立つ原子力」(古川和男訳): 日本生産性本部(1981)
- [46] A. Brown : “J.D. Bernal: The Sage of Science” ,Oxford Univ. Press, 562pp (2005)
- [47] J.D. Bernal : “World without War” : Routledge & Kegan Paul Ltd., London(1958).
訳書: J.D. バナール著; “戦争のない世界” 上、下 (鎮目恭夫訳) 岩波書店(1959)
- [48] Tomonaga S, Yukawa H. “Beyond nuclear deterrence” (核抑止力を超えて) .
Bull Atomic Scientists (Dec 1975) P.9.