

原子炉地域センター構想の新しい展開について

(研究用原子炉による人材養成のために)

柴田 俊一*

Local Reactor Center Concept (for Professional Training and Public Acceptance)

Toshikazu SHIBATA*

(Received 30 November, 2000)

ABSTRACT

New concepts of the Local Reactor Centers for professional training and public acceptance are discussed. For the site selection and the utilization of the reactor centers, a new concept is proposed.

§ 緒

米国では原子力平和利用を始めるに当たり人材養成のため、約80基もの大学炉を作った。ほとんどが私学にもかかわらず、政府から手厚い補助、支援が行なわれた。

原子炉の燃料サイクルに係る費用はすべて政府負担という補助は十数年前まで継続された代表的な支援である。濃縮ウラン代、燃料加工費、再処理費などを含む膨大な経費を伴う有効な策で、長年多数の研究炉が存続できた主な理由と言われている。後にカーター大統領が打ち出した、研究炉燃料の濃縮度低減化政策の実施に際しても米国内ではそのための費用はすべて国の予算でまかなわれた。

わが国でも京大が原子炉設置申請を提出した頃は、計算の追加の要求があったとき予算がないという理由で断ったら、当時の金で180万円程の予算が

科学技術庁から京大へ移管された。国としての原子力開発に対する積極的な姿勢が強く印象に残った。

現在はどうかはさておき、文部科学省へ再編されることは何らかの変革を期待させるものとの多くの切実な声が聞かれる。

§ 京都大学原子炉実験所の創設

日本では敗戦後禁止されていた原子核、原子力の研究開発が約10年で解禁されたのを受けて、各大学では一斉に原子力の研究、教育に取り組むことになった。

まず大学院専攻を創設しようという考えが文部省の方針であったようで、各大学では、計画推進のため、有力教授が競って事情調査のため海外に出張された。ところが、京都大学を除いてどの大学も研究

* 近畿大学原子力研究所 所長

* Director of Atomic Energy Research Institute, Kinki University

柴田：原子炉地域センター構想の新しい展開について（研究用原子炉による人材養成のために）

用原子炉を建設して研究教育を行う計画は立案しなかった。東京工大の濃縮ウランを使用する未臨界の指数実験装置計画は、将来機会があれば臨界にできる原子炉にするという考えであって、これが原子炉を視野に入れた京大以外の唯一の計画であった。

当時、私は大阪大学に在職していたが、恩師の吹田教授（初代原子力安全委員長）が原子力関係の計画推進の中心的役割を果たされていてこれを補佐する立場にあった。吹田先生もやはり、原子炉を避けて加速器やアイソトープを軸に研究、教育を進めようという考えを固め、私達もその方針に従って準備を進めた。

実は終戦のとき、わが国に資源の無いことが開戦の名目に利用され、結果として敗戦の惨状をもたらしたことを痛感した。同時に原爆の凄い力をゆるやかに出させるようにすれば資源の不足を超越して復興が可能になるのではないかと考えた。再開された大学に改めて入学する気になったのもそういう考えが根底にあったからだが、入学してみると、いろいろと魅力のある研究があって、ついそちらにのめり込み、吹田先生の「原子炉ぬきの原子力工学」の方針にもほとんど反発を感じなかったのは今では少々うしろめたい気がしている。

ところが、京都大学は凜として、研究炉はどうしても必要、と文部省へ予算要求をした。私自身決して積極的というわけではなかったが、おつき合いという感じで研究用原子炉建設の計画に加わった。阪大の研究炉予算要求に同意したときも特別な意義を認めたわけではなく、自分の力の一部を提供して協力すればよいというぐらいの軽い気持ちであった。

当時の日本の財政事情から同時に2基の原子炉の建設は無理、ということで、京都大学、大阪大学共同でやるなら、という条件で建設が認められ、調査費が計上された。

そこで京都大学が中心となって大阪大学をはじめ多くの大学が共同・協力して建設する準備を始めることになった。この研究用原子炉は一部の大学研究者が建設に反対したこともあって、なかなか立地候補地の承諾が得られず難航した。最初の候補地は京大の宇治キャンパスであったが強い反対もあってま

とまらず、次第に淀川の沿岸を川下に下る形で一年毎に候補地が移って行った。

昭和34年、敷地の交渉が円滑に進まない状況から吹田教授は私に「今のうちに実際の原子炉のことを勉強して来い」と指示された。

京大、阪大をはじめ皆が一所懸命努力しているのに抜けるのは気がひける、と渋ったが先生はさっさとミシガン大学の原子炉のGomberg所長と連絡をとり留学の了承までとりつける手回しの良さであった。

進めていたいくつかの研究の進行も気になって心が残ったが、この米国留学は今にして思えば私の原子力に対する、技術者としての資格を根底からたたき直し、考え方を確立させるものであった。

「研究はできればやった方がよいが、できなければ無理するな。留学は学を留めると書く。しかし原子炉のOperator License（国家資格）はとってくる」と命令された。実物のことはほとんど経験、知識はないが、原子炉理論は少し勉強し、計算などは大分やったので何とかなるだろう、と楽観的に考えて出発した。Gomberg所長からは「原子炉の安全にかかわるから、英会話は十分にできるように、特に聞き取りは間違いがないように」との注文があったので、途中、ハワイ、サンフランシスコ、ロサンゼルスと寄り道をして英語会話に磨きをかけながら悠々とミシガンへ行った。サンフランシスコでは米国留学の経験のある大阪大学大学院生から英語の先生になってくれるように頼んだカリフォルニア大学の院生が3日間ピッタリとついて、あちらこちら連れまわって英語の特訓をしてくれた。ハワイとロスでは、旅行途中に知り合った人に誘われてフラフラとついて行って泊まったというわけで、昭和34年頃というのはお金はなかったが古きよき時代ではあった。

途中で道草を食ったので4~5日遅れて大学に着いたら、Operator Licenseのcourseは既に始まっていた。しかし途中の英会話の特訓は大きな効果があって、デトロイト空港からミシガン大学の国際センターまで、タクシー代を値切りチップを入れて8ドルという日本人の最低記録を樹立して評判になった。その前の記録が12ドルで通常のメーターでは16ドル位、何かで20ドル以上払った者もあるとかで、この

記録は長く破られなかった。

このコースに入ることは了承されているものと気楽に考えていたら3,000ドル納めるようにという通知があった。1ドル360円の時代で108万円、助教授の給料が月2万円弱の頃で、青くなったが、必死の交渉でこれも免除された。

いよいよ本番となり、実物の原子炉でいろいろと経験ができると張り切ったが1週間程して、原子炉でトラブルが発生した。炉心から中性子ビームを引き出す実験孔にプラグを挿入するとき、先端が斜めになっている（炉心の面に沿うように）のを逆向きにいれてとがった方が反対側をつき破って大量の一次冷却水がもれたのである。長さ数センチ、巾1センチ程の裂け目が出来たので、もれる、という感じではなく滝のように出たわけで、実験孔の口に仮の鉄板の蓋をとりつけて応急に止めた。しかし、仮止めの作業が終わるまでに100トン以上の水がもれて、中性子ビーム実験の地下フロアは水浸しとなり、魚釣り用の腰まで入る長靴をつけた所員が膝の上まである水の中で不自由そうに作業をしていた。

これは当分運転再開はできないのではないか、と勝手に判断し、どこかよそへかわらなければならないか、など悩んだ。

ところが驚いたことに、この大量の水は2～3日後にはアッサリとプールに戻された。破れたビーム孔は先端部が取り外し式になっているので、破損部分を所内の工場で作成、取りかえることになったが、若い所員が水に潜って作業するという。地下室にたまった水を戻す作業は勝手な判断をして見損なったので、この先端部交換作業は最初から間近にいて終始観察した。

完全水密の潜水服を着て作業するものと思っていたら、何と、普通のアクアラングをつけ、水泳パンツという姿である。当然、一次冷却水は、鼻、口などに直接あたる。厳密に言えば僅かではあるが口の中にも入る。

勿論、炉心のそばの作業なので、燃料要素、制御

棒など、強い放射線源で取り外せるものはすべて外して原子炉プールの炉心とは反対側の端まで遠ざけてあるが、炉心関係の構造材は運転によって放射化されていて相当高い線量率である。水を張ったまま作業するので水が遮蔽材の役割をするが、それでも、作業時間を考えると、数百ミリレム（数ミリシーベルト）の程度の被ばくとなる予定と説明があった。

若い所員が2～3人アクアラングをつけて、潜り、クレーンから吊したワイヤーを破損した先端部にかき、締め付けボルトを外して吊り上げた。続いて、作り直した先端部を吊り下ろして、破損部品の代わりにとりつけ、仮止めの鉄板を外して水漏れのないことを確かめて作業を終了した。原子炉プール水は前の運転の余熱で40℃近くもあってなま暖かいのだが、それでも外気温零度以下冬最中に手に汗握って体を硬くして見ていたので相当時間が経ったように思われた。しかしせいぜい20～30分間位で、作業員の被爆線量は約200ミリレムということであった。

当時、放射性物質については日本で少々取り扱いの経験があり、放射線下の作業についての議論は大体においてミリレムの桁の線量が対象であった。ミシガン大学の原子炉プール潜水作業は、私に原子炉とつき合うということはこういうことだ、と実物で教えてくれたことになった。しかもあの「大」作業を行った若い所員には特別な手当てや、休暇に類する処置など何もないのである。

何十km離れたところの竜巻には号外を出す新聞がこういうことが起きて何も出ないということもあって所員に余分のストレスがかからないこともあるが、それにしても日本との大きな差はなぜ起きたのか改めて考えさせられた。よく言われるように原爆の被爆国ということもあるが、一般の人あまり実物に近寄らせない、ことさら恐怖感をおおるようなことをするなども原因となっているように思われる。着替えもはきかえもなく柄のついたキャンデーをなめながら、原子炉プールのまわりの手すりにもたれ、チェレンコフの光を見ながら、笑いながら話を聞いていたミシガンの小学生達を思い出す度に、考えさせられ焦燥を覚えるのである。

念のためにつけ加えておく、彼らはルーズなので

はない。着がえの必要な場所、実験にはちゃんと着がえをするし、原子炉異常緊急避難警報のブザーが鳴ると、たとえそれが私達研修生のボタンの押し間違いであってもきめられたシェルターまで実験を放り出して退避する。ぶつぶつ文句を言ったり、途中のいい加減なところで止まってズルをきめこむ日本人研究者のような者はいない。規則はできるだけ守りやすく、少なくする代わりキッチンと守る習慣になっている。

Operator Licenseのコースの受講生は、毎朝起動前点検を分担して行うことになっていた。日本の主任技術者の制度では、学科試験合格と運転の管理の経験が要求されるが、米国では学科の他起動・停止20回以上が要求される。（米国でも"Supervisor"の資格があるが、"Operator"を経由するようである。）起動前点検はその実習の一環だが、女子便所の床の排水口の中の水位の点検までやるのは少々抵抗があった。現在と違って日本では男女別の便所はまだ一般化していなかったから、女便所に対しては米国人以上の特別な緊張感があった。ところで、この水位点検はどういう意味かという、実は炉室の気密保持の境界の一部になっていて、水がなくなると気密が保てなくなるのである。これ以外にも水封ダンパーとか、いろいろな点検部があるが、これらはすべて設備の構造機能と関連している。点検そのものが構造の勉強であると同時に緊急時、において事態の状況判断にあたって自然に、即座にこの構造が思い出せるようになる効果を生むと感じた。炉室内に便所を作ると非常に便利はよいが、管理が厄介であり、排泄物の始末など机上で考えると止めどもなく心配は増えて、結局は日本では実現しないようだ。

留学中、Gomberg 所長の紹介で各地の大学炉、国立研究所を見学した。それぞれ得るところが多く、何年経ったらこのレベルに追いつけるかと悲観したものだが、対応してくれた人達は皆親切で日本の若者が熱心に見学に来た、ということで、いろいろと教えてくれた。特に参考になったのは、ノースカロライナ大学のマーレー教授を訪問した時のことであった。

原子炉室へ案内されると、原子炉は解体され、何か改造しているように見えたので、「何をしていますのですか」と聞くと、これこれこういう実験をしたので少し改造している、という返事である。非常に気軽な発言であったので、誰が設計したのか、と聞くと、当然という感じで、所内の教授です、という答えである。

原子炉というのは、何か神様の作られた完全無欠のもので勝手にいじったり、部分的でもこわして改造など考えられなかった私は大変なショックを受けた。

ミシガンの経験と、ノースカロライナ炉の改造現場での体験は、私の原子炉に対する考えを根本から変えさせる決定的な原因となった。

原子炉はいい加減に作られている、ということではない。人間がいろいろ苦心し、工夫して作って行くものである、ということなのである。

§ 京都大学での体験

縁あって国立大学の第1号の研究炉である京大炉の建設を担当するという幸運に恵まれた。当初の計画では、水泳プール型 1,000kWの研究炉を建設すると決められた。京大内からもひそかに、今頃からその程度のもを作って何ができるか、という批判的な意見が出た。私自身も少々自信をなくして、悩んだ。しかし、ミシガンの例を見てもかなりの実験ができることが分かっている。ないよりはあった方がよい、と考え、いろいろ利用しやすい、安全な炉の完成を目指して苦心した。

中性子回折のグループを作ることを考え、大阪大学理学部の有力教授に協力を頼みに行った時にはその位の原子炉で中性子回折の研究が出来ますか、と質問された。研究の内容まで保証は出来ないが、ミシガン大学では学生実験でも中性子回折をスムーズにやっていた、と説明して、軸になる研究者の推薦を依頼した。

原子炉も当時、世界では出力3万kWの試験炉が稼働しており、国内の唯一の大学炉として、1,000kWはいかにも頼りない。先行していた、原研の1万kWの重水炉も燃料のトラブルを起こして気がか

りな状態にあった。出来るだけ早い時機にせめて5,000kWまで出力を上げることにしよう、建設にかかわった若い研究者はひそかに考え、秘密裡にその可能性を当初の原子炉設計に組み込んだ。

しかし、原子炉はそんな単純なものではなかった。ミシガンでかなり慣れて、そこでわかった、設計の欠点などをすべて消して、考え得る最高、と自負できる程のものにした筈であった。ところが至るところで問題が起こるのである。

こういう経験は誇らしげに人に言えるものではない。まして非常に敏感な社会事情ではなおさら、である。しかし黙っているのは誰もそういう事情を知らないで議論し、考えることになる。これは危険なことだと気になっていた。十年前に胃ガンが見つかり、手術を受けたのがきっかけで今までの体験を出来るだけ詳しく述べて、単行本「原子炉お節学入門、上巻、下巻」を出版した。原子炉で起きる様々なことはある程度の出力の研究炉で大体経験できるし、原子炉で起きる特有の臨界事故は出力に関係なく起こり得る現象である。

そこで原子力研究教育のために、研究炉は必要不可欠の設備であることを改めて強調した。勿論事故の防止や、対応についても出来るだけ詳しく述べた。しかし文章だけでは限界がある。実物に触れる体験こそが重要である。

§ 原子力基礎研究将来計画の政府への勧告

京都大学の研究用原子炉(5,000kW)が出来て数年経った頃、学術会議の原子力特別委員会で、伏見康治委員長のリードで、大学における原子力基礎研究将来計画を作り学術会議内の討議を経て、対政府勧告となった。私はその策定作業に幹事の一人として参加した。

その中の重要な計画として、研究炉などを中心とする地域センターを全国に配置することが提案された。

しかし、大学の自治に委ねる原則を尊重する方針としたため、京大の後に続く国立大学は東大が日本原研東海研の敷地内に作った出力2kWの高速中性

子源炉「やよい」だけであった。

九州大学、四国4大学連合で具体的計画があったが、地域住民との交渉の段階までで、それ以上は進まなかった。

法的手続きや、地元との交渉など信じられない程の困難さは余程周囲からの大きな支援がなければ乗り越えられるものではない。

しかし、順調に進んでいるように見えた、わが国の原子力は最近になってさまざまなトラブルを起し遂にJCO臨界事故という、最も基本的、初歩的な失敗を犯す事態となった。練習機による飛行訓練なしで、多数の乗客の乗ったジャンボ旅客機を操縦するような状態を想像すれば事態が容易ではないことが理解出来よう。

マニュアル通りにすれば、ジャンボの操縦でもできる、というような話が横行していることも事実である。自分だけがその飛行機に乗るのなら別に文句を言う気はないが、自分は乗らず、責任もとらない人達の無責任な発言を黙認するわけには行かない。

§ 新しい構想で地域センターを

京大原子炉(水泳プール型5,000kW)の経験から研究炉の有用性、必要性を実感し、これを全国的に配置して、研究教育に利用するという考えは、多くの人が賛成したが、現実の困難を克服する努力までを期待することは無理であった。世の中は見かけの業績を評価することが主流となり、形にならないこういう陰の努力を評価しない風潮が普通となってきたことが理由とも考えられる。しかしここでこれを批判して改めるようにする時間的余裕はない。実現可能な方策で、センターを作り、研究者、教育者に押しつける位の施策でなければ永久に現実のものにならないと考えられる。

そこで改めて、実現可能と思われる少し違った提案をしたい。まず、立地は、既設又はこれから建設する原子力発電所の敷地内の端の一部を借用することを考える。

研究、教育にあたるスタッフは、作るからには無責任体質は許されない。計画、設計、建設の段階か

柴田：原子炉地域センター構想の新しい展開について（研究用原子炉による人材養成のために）

ら、若い研究者、技術者（メーカーを含む）、公務員（国、地方）など、適当なメンバーを選び組織を作って進める。近くの大学に産業界等から受けた寄付講座に所属する研究者と他機関からの出向者で組織する形が一番考えやすい。この場合できるだけその地域の若者の中から選任することを考える。原子炉施設がすべて完成した後は適当なメンバーを残して、次の地域センター建設にあたるか、元の所属にもどる。

初めから全センターを同時に始めるのではなく、2～3年遅らせて次の地域の計画に進むようにする。数カ所が完成する頃には上述の40年前のアメリカと同じ状態とまではいかないとしても、かなり状況が変わることが期待できる。現在の、推進する側の、しかも「専門家」が自信のなさから恐る恐る仕事をし、責任ある行動ができないような現実から脱却して、一般の人から信頼されるようになる筈である。

さらに地域の若者にこの分野の勉学に進む機会を増やし、真に地域住民のためを考えて仕事をする有能な技術者を育てることに役立つことになる筈である。

さらに一般人に対しても実物の原子炉に直接ふれて、操作し、安全のしくみ、特長を理解する機会を与えることは、賛成反対を問わず、科学的技術的根拠の確かな、価値ある議論に進むために有効である。このことは当研究所で13年にわたって年間約10回実施してきた各種の原子炉実験研修会で明らかに確認されている。空虚な説明や、外観だけの見学、実態に程遠い模型による説明などは、小さなトラブルのニュース報道によって一瞬に霧消する。

しっかりした体制、設備で動いている実物の原子炉を可能な限りじかに体験することが最も速く効果のある理解の手段であることを強調したい。

§ 結——地域センターの具体化に向けて

どの地域から始めるか、という質問を受けることがある。これは機械的、お役所的に決めるべきではない。上に述べたような趣旨を理解されて受け入れ

の気運が明らかになったところから始めるのがよいと考える。強いて言えば、原子力の安全性への懸念を強く持たれる地域では是非早期の実現を図り、地域の学問的、技術的レベルを上げ、推進側の「専門家」に対して対等の議論が可能になるようにするという考えが頭に浮かぶ。

私自身、どこであれ、必要があれば、若手グループのアドバイザー役として喜んで協力するつもりである。

ベトナムから原子力を始めるにあたって日本へ研修に来られた専門家に、上の地域センター構想を説明したことがある。3箇所位作ってはと勧めたところ、いや10箇所は作りたいと答えられた。もし日本での実現が大きく遅れるようなら、ベトナムに協力して早く作り、日本からの研修生の受け入れを頼むつもりである。