

原子炉開発路線の経緯と矛盾

——東西対立が生んだ軽水炉の抱える問題

森 一久

今日では世界的に原子力発電は軽水炉が主流というのが現状で、今後もそれが続くものと信じられているように見える。しかし軽水炉中心の体系が、多くの問題を抱えながらも何とか発展できたのは、戦後続いた大国主導の国際政治体制の結果といえる。

今、100年に一度——つまりは近代産業史上最初——の世界同時の経済破綻の收拾は、あらゆる世界秩序の変動を伴わずして望めないところと思われる。それだけに、原子力（平和利用）路線がこの50年間、いかに技術以外の要因でどれほど（曲げられ）、影響されてきたか、それを省みることが、今後日本の原子力が、そのあるべき姿に立ち向かうためにも、極めて重要と考える。

核分裂の発見と東西冷戦

ここに1938年12月22日の核分裂発見以来の歴史を詳述する紙数はないが、簡単に回顧すると、そのわずか3カ月後の翌1939年2月には、ウランが中性子で分裂するとき数個の中性子が発生する事、そのうち一個ほどは分裂の瞬間より1秒ほど遅れて出ること（連鎖反応とその制御可能性）、続いて1年あまりの間に、分裂しやすいのはウランの同位元素のうち235であり、238の方は中性子を吸収して分裂性のプルトニウムができること等々、原子力が軍事（爆弾）と平和（発電など）と両面の利用が出来ることが判明した。その後今日まで、米ソなどの大国間の競争・戦略の渦の中に、何時も、「原子力」もままれ続けてきたのである。

戦後米ソの冷戦時代が続き、原水爆の開発競争に明け暮れた半世紀の間、実は平和利用（原子力発電など）での米ソ間の「睨み合い」は早い時期から始まっていた。すでに終戦翌年の46年末、英仏加に先駆けてソ連は、5500Kwという大型の研究炉を完成させていて、米国もその急迫ぶりを警戒、ウランの禁輸などの措置を講じ始めてはいた。しかし核兵器面の絶対優位を梃にしての戦後体制の構築に自信を持っていた米国は、1949年のソ連最初の核実験以降も、軍事・平和両面の優位を信じて、原水爆の強力化・軽量化の開発・大量生産を精力的に進めていた。

米国はそのころ、平和利用では将来炉の選定について、きわめて系統的に、高速中性子と熱中性子の比較、さらに減速材には（濃縮ウランを使うとしても、中性子吸収の少ない）黒鉛・重水を中心に、冷却材と燃料被覆材にも同じく中性子経済がよく熱伝達性のよいガス・Naなどの液体金属や鉄・ジルコニウム等を比較検討していた。その結果早くも1951年12月2日、米国が世界最初の発電炉を運転したが、それは「ナトリウム冷却・高速中性子型のPu増殖の」発電炉（100kW）であった。そして将来の商業用原子力発電はその延長線上を行くものと考えられていた。

英国は軍事Pu生産用の黒鉛減速・炭酸ガス冷却の

炉に発電機を付け加えた、「コールドーホール改良型」の二重目的炉を建設し、カナダは安い水力と豊富なウランを生かして「重水減速冷却型」の発電炉を建設し、両国とも発電炉の輸出に動いていた。

「アイゼンハワー声明」を生んだ衝撃

その頃の米ソ間の諜報合戦の真相は、今日でも明らかではないが、ソ連も平和利用面で原子力発電の開発を進め、その技術で衛星国を囲い込もうしていることは米国も知っていたに違いない。しかし米国は上記のような英・カナダの発電炉輸出の動きにもあまり関与しなかった。

そこに降って湧いたのが、ソ連による1953年8月12日の小型軽量の「乾式水爆実験」である。前年秋に米国が実験した世界最初の水爆は、液体重水素を運ぶ延々1キロの装置の付いた水爆「装置」で、兵器にはほど遠いものだった。この瞬間、戦後8年続いた米国の核兵器の圧倒的優位は大きく揺らいだ。

このソ連水爆のショックは、冷戦時代で米国が受けた最初かつ最大のものだったと思われる。事実、ソ連の乾式水爆実験後、米国は1958年までの5年間に、ソ連の2倍の150回と核実験も急増させて開発を急ぎ、1963年までの10年間、ソ連とともに地球大気の深刻な放射能汚染を招いた。強い国際批判で、大気圏内核実験「禁止条約」が発効した後も、地下核実験を重ね、両大国は壮絶な原水爆開発競争を展開した。

1954年3月1日早暁、第五福竜丸を襲ったのは、米国がソ連に追い付くべく急造した、にわか造りの「乾式水爆」だったのである。爆発力の推定も誤算し、穴倉の中で実験結果の測定に携わっていた要員が一週間も閉じ込められたという始末であった。（オキーフ著『核の人質』など）

1953年12月8日アイゼンハワー米大統領は、国連総会で突然声明を発表、それまで秘密の扉に閉ざされていた、原子力利用の情報解禁と積極的対外援助、それに核物質の国際管理などの転用防止策を提案して世界を驚かせ、世界は原子力発電時代に突入していく。この突然の平和利用解禁の、同大統領の真意は、今日でも未だ明確とはいえないが、筆者の上記の「起承転結」から言って、対ソ優位の保持ためであったことはほぼ間違いないと思う。

追っかけてのソ連の世界最初の実規模（？）原子力発電所

翌54年6月ソ連は「実規模の」原子力発電所（5000Kw）の運転開始と、10万Kw級発電所を建設中と発表した。ソ連の先行は絶対許せずと、米国は、それまでの炉系選定の方針を捨てて、潜水艦用の原型炉（軽水型）を発電所に急遽作り直して、3カ月後には商業炉原型として建設を開始。同時に米は、研究炉を建設したい国には35万ドルを援助すると、自由諸国側の引き締めを図る。（時のAECのハフ

シュタッド原子炉開発部長は職を賭けてこの性急な方針転換に反対するも、容れられず辞任した。これは筆者が当人から直接聞いたことだが、詳細は次の機会に。

そして米国は自由諸国への軽水炉の売り込みに注力するが、これも軍事面の要因——原水爆がPu路線に向かい、濃縮能力の余剰が生じるなどとのしがらみは、続く。

インドの核実験で平和利用は垣根の中に

最初から原子力の輸出・輸入にはすべて、当事国の政府間で必ず「協力協定」を結び、平和利用に限定することを担保してきたが、1974年、インドがカナダから輸入した研究炉の使用済み燃料から密かにPuを抽出して、突然原爆実験を行った。初めから想定しうる事態であったはずだが、大国間の輸出競争にかまかけて配慮を欠いていたといえる。一方ソ連は衛星国への輸出炉については、使用済み燃料はすべてソ連が持ち帰るといふ、簡明な政策で軍事制限に対処してきた。

米国は、この出来事に衝撃を受け、輸入国のPu抽出に関連する再処理、濃縮・高速中性子炉等の技術の研究・開発を一切禁止し、自国も同種の（軍事は除く）施設の解体と開発中止を断行した。ちょうど建設中の日本の再処理工場に運転中止を申し入れ、戦後最初の日米対立として紛糾したのは周知の通り……。以来今日まで、非核兵器国で、再処理・濃縮を行っているのは日本のみであり、日本の責任の重さを認識すべきである。

それ以後は、輸入国への燃料供給は厳しい条件付であり、（日本以外の）各国の使用済み燃料は国際機関の厳重な監視の下で、すべて貯蔵されており、将来の方策は未定のみである。この点からも、エネルギー源として原子力は、極めて特殊な存在である。

一方、最近そのインドを原子力貿易の制限から除外しようとする動きが大国中心に高まり、核不拡散を大義としてきた日本政府の政策も揺らいでいる。このように、核兵器の存在は、平和利用の正常な発展を常に阻害し続けてきたわけである。

TMI事故、軍艦用原子炉と商業炉とは袂を別つ

周知のようにこの事故が原子力業界に与えたショックは大きく、放出放射能は数十Ciであったが、カーター大統領の指示で広範囲の住民退避も実行された。この事故が「炉心熔融」にまで到っていたかどうかで議論が紛糾、原子力委員会側は、部分的な燃料破損のみで熔融までは起きていないと主張していた。しかし約1年後、解体検査の結果、かなりの熔融が確認された。

丁度その頃米ソ間では、原潜の、原水爆搭載のための大型化・量産の熾烈な競争が展開されようとしていたし、原子力空母の建造も始まろうとしていた。またこの頃から、核兵器競争よりその運搬手段のミサイル・軍艦に米ソの睨み合いが重みを増していっただけに、米海軍はこの事故の原因分析は真剣であった。つまり艦船乗員の多い狭い艦内で「炉心熔融」など絶対に避けねばならないと、軍用炉の安全設計を徹底的に洗い直すこととなった。その結果、燃料被覆材には、水との激しい燃焼反応を起こし易いジルコニ

ウムからステンレスに変更した。さらに、炉容器の貫通部分を無くし（おそらく電磁ポンプなどを採用）、燃料濃縮度を90%以上に、数十年間取替えなしなど、大きな設計変更で踏み切った。

一方、原子力産業側では、TMI事故の主因は当該電力会社の無謀な運転にあったため、TMIのような責任体制の不明確な、共有の発電所が多いなどの所有形態にメスを入れ、また全米の事故・運転情報を一元的に共有する機関INPOを設置するなど、思い切った改善が図られた。そして設計、材料面でも、水面下ではかなり真剣な検討はなされたが、すでに世界で100基を超える軽水炉が運転されており、大きな変更には踏み切れなかったようである。しかしこの時、ジルコニウムとステンレスの比較は技術的には真剣に検討され、中性子経済の違いや強度の分析を精力的に研究して、大きな相違のないことが判明するなどの成果も得られていた。30年後の今日になって、軽水炉の高燃焼度用の燃料被覆材にステンレスを採用する際のデータとして見直されているのも、奇妙な因果を感じる。

このようにTMI事故の結果、電力会社では、運転体制などの徹底的改善が行われたものの、発電炉そのものの設計・材料には基本的な変更はなく、今日に至っている。つまり、潜水艦用動力炉の転用から始まった商業用原子炉は、この時点から全く別の道を歩むこととなったのである。

竿頭に立つも怪（てん）として——日本

周知のように日本は、軽水炉のターンキー一括輸入から、技術導入による国産化、次いで国産比率の上昇という経路を経て今日に至っている。その間、米国の製造技術の荒廃から多くの深刻な技術的トラブルに見舞われ、発電所稼働率の維持に苦労した。その結果、日本本来の技術力が漸く実を結び、主要機器（圧力容器・熱交換器など）では国際的な最高水準を維持するに至っている。しかし戦前からの米メーカーとの系列が尾を引いて、軽水炉はPWRとBWRとの二種が並存しているし、3社ものプラント・メーカーがシェアを分かち合っている。さらに日本特有の課題としては、米メーカーとの関係がある。

フランスは、同じ米メーカーからの技術導入で日本より遅れて軽水炉に参入したにもかかわらず、既に多くの軽水炉の輸出に成功しているし、国内では電力の原子力比率7割を維持している。しかし日本は下請けの機器輸出だけで、一基もプラント輸出の実績がない。これには多くの課題があるが、やはりここでも「よろず米国頼み」の体質が、大きく尾を引いている。

日本は前記のように、非核国で唯一再処理・濃縮・プルトニウム加工などの、根燃料サイクル施設の所有を国際的に認められている。それに加え、被爆国として安全面などで格別の配慮を重ねながらも、原子力関係者は不祥事などで社会の信頼を失い、「もんじゅ」などでも、ガヴァナンスの欠如を露呈し続けている。

このような日本の現状が、原子力のあるべき姿を追求する上で、果たして十分であるかについては、改めて真剣に検討する必要があると考える。

【元日本原子力産業会議専務理事・副会長】