

中国の経験と日本の経験

—福島第一原子力発電所事故発生 の 解明と 原子力政策の将来を念頭において—

大澤正治¹

要旨

日本と中国の原子力発電開発にの歴史を辿り、原子力発電技術の定着性、政策、経済体制の観点から比較を行った。

この比較を行うことにより、福島第一原子力発電所以降のわが国のエネルギー政策見直しの基礎となるべきエネルギーの技術と安全に関する考察を試みた。

キーワード：両弾一星、福島第一原子力発電所事故、原子力発電密度、日本のエネルギー政策見直し、コンカレントエンジニアリング

I. 日本ウサギと中国カメの原子力発電所開発の違い

わが国においては、2011年3月11日東日本大震災に伴う福島第一原子力発電所事故をきっかけとして、わが国における原子力発電の位置づけをめぐる議論が噴出している。筆者は2011年7月研究ノート『福島第1(F1)事故以降わが国原子力発電に関する緊要な論点』を愛知大学経済論集第186号に発表し、わが国原子力発電開発の歩みを紐解き、原子力技術の定着性に関する疑問を明らかにした。

この時期に、愛知大学経済学部教授李春利は、『中国の原子力政策と原発開発—時期区分を中心として—（『愛知大学国際問題研究所紀要』第139号、2011年12月）』を発表した。この報告の主要な論点は、2011年度ICCSワークショップにおいて紹介があったが、中国の原子力開発の経緯を知り、今後を展望する上で大変に貴重な論文である。

今回は、この李春利論文をふまえ、原子力発電開発に関する日本の経験と中国の経験を比較しながら、改めてわが国原子力発電問題の核心に近づいてみることにした。

原子力発電に関する日本と中国の違いは、日本は、現在、世界第三位の原子力発電設備保有国であるのに対して、中国はその約5分の1の設備が稼働しているのにすぎないという現状であるということと、中国は今後、わが国を上回る設備保有国となる計画があることである。この計画については、李論文が詳しい。まさに、開発が進んだ日本と今後、開発を進める中国である。

このような現状の違いとともに、重要な違いは、中国は核兵器不拡散条約(NPT)において明らかにされた核兵器保有国五国の一つであるのに対して、日本は非保有国であるということである。

この違いのために、一見、開発が遅れたような印象を与える中国における原子力発電開

発あるいは核技術に対する評価を見誤る恐れがある。

李論文を理解しながら作成した年表「日本、中国の原子力発電開発の推移」をふまえ、両国の原子力発電開発への歩みが意味するところを整理することとする。

世界の原子力発電開発の歴史は 20 世紀の半ばに始まる。しかしながら、原子力発電のための核技術は平和利用の代表格である原子力発電以前に軍事利用からスタートし、世界にその効力が轟きわたった。むしろ、軍事利用に覆いかぶせるように平和利用の原子力発電の開発が始まり、進んだ。その開発には核の軍事利用（例えば、1954 年のビキニ環礁水爆実験における第五福竜丸被害発生など）に手を染めた米国が核の平和利用についても最も積極的であり、やがて、国際原子力機関の設立等世界諸国を囲い込み、原子力発電普及の範囲を世界に広げるなどは米国の貢献に負うところが大きであった。この後、やがて 1960 年代、1970 年代と引き続き原子力開発の世界的ブームが起こることになった。原子力発電開発は 1950 年以降、急速に進み始めたことを考えると商業化への時間が大変に短いことに注目したい。なぜ短期間に商業化が実現したのか、答えは軍事利用の技術経験が活かされたからと考えられる。

日本も中国も世界的な原子力発電開発が始まる時期に遅れることなく原子力発電への取り組みに着手している。しかしながら、スタートは日本、中国、同時であったが、その後の 40 年、50 年に大きな違いが生じるようになった。

20 世紀の後半、日本では原子力発電建設のラッシュであったのに対して、中国ではようやく 1991 年に商業用原子力発電所が泰山で臨界に達している。

この 20 世紀の後半、商業用に原子力発電所を活用したいと願いながら、中国は何をしてきたかが重要なところである。

日本が米国の傘下に入り、原子力発電開発の歩みを始めたのに対して、中国はソ連支援の下で原子力発電に対する取り組みを始めている。この岐路は当時の国際政治から当然のことであり、両国が違った道を選択することはありえなかったと思われる。日本は天然ウランを用いる英国炉の道を歩むことも可能であったが、米国の支援の下、濃縮ウランによる原子力発電開発の道を辿ることとなった。

一方、中国が 20 世紀の後半、原子力発電開発の準備に明け暮れたのは、支援をえた旧ソ連の技術の性ではなく、むしろ、中ソの国交断絶により、中国がソ連に決別し、改めて世界に原子力発電技術を求める独自の道を歩まなければならず、おそらく、この道以外に道はなかったからであると考えられる。

その独自の道は、平和利用ではなく、軍事利用につながる道であり、その道を選択した背景については国際政治情勢であり、孤立し、不安定な時期を経由した中国の歴史を理解する必要がある。同時に、今となっては、このような準備ができた中国とこのような準備をスキップした日本の違いも理解すべきである。この間、中国は軍事利用から核技術にアプローチし、核燃料サイクルの技術蓄積を行っていたことに注目する必要がある。

改めて、日本の原子力発電所建設の歴史を振り返ると、経済性優先の名目の下、米国軽水炉をフルターンキー契約で、いわば既成品を導入し、それからなぞるように原子炉技術を修得し、核燃料サイクルについては商業ベースの電気事業とは一線を画して開発を進めようとした事実を検証することができる。核技術の体系的理解にはかなり難しい状況下のままで、高度成長のわが国を支える電力供給

力に原子力発電所を貼りつけてきたと言いたい。

これまでのことを結論的にまとめると、20世紀後半の時間をどう使ったかという違いを考えると、原子力発電技術に直接、触れる機会は中国の方が多かったと言える。

このことは、原子力発電技術に関する両国の国際展開の歴史の違いにも通じることとして理解できる。中国は国内での商業炉臨界以前に、アルジェリア、パキスタンに対する技術供与を行い、国外を舞台にして技術実証の経験を積んでいたことになる。日本はアジア諸国の原子力開発への協力を視野に入れ始めたのは21世紀に入ってからである。

原子力発電所を介した国際関係の構築は外交上、極めて重要な意味をもっていることは北朝鮮、イラン、リビアなど核疑惑の国々が世界各国の視線を集めながら、瀬戸際外交を展開し、いまだに軍事利用を实践することなく確実に原子力発電技術を修得していると解釈できることからわかる。中国は自国内の商業炉の開発と同時に、原子力発電と外交の強いリンケージを感じていたと思われる。

今、さらに、アジアの中で、ベトナム、トルコ、カザフスタン、インドネシア、さらにタイ、フィリピンなど原子力発電への関心が高まってきており、アジア諸国に対する原子力発電開発の指導力が問われている。日本と中国が歩んできた異なった原子力発電開発のそれぞれの足跡を今後、原子力発電を導入しようとしているアジア各国に活かすために日中両国がお互いの歴史を承知していることが重要となってくる。

以上、両国における20世紀後半の時間の使い方の違いについてみてきたが、この違いは、両国の外交上、置かれた世界的な位置に基づき必然的なこととも理解できるが、この間、国内でどのように原子力発電開発に取り組ん

できたのかについてもそれぞれの国の違いを理解することができる。

日本は、1956年に原子力委員会が設立されたが、開発を急ぐ正力松太郎委員長と基礎開発からのアプローチを重視する湯川秀樹委員が対立し、1957年には湯川委員は原子力委員会を辞任した。以降、日本の原子力発電開発のながれは、商業化された米国軽水炉を受け入れる促進体制が整備され、学术界との間に隙間が生じた。

昨今、日本では原子力関係の研究体制について「原子力村」という言葉で皮肉っているが、その源は1957年にあり、その歴史は長いと思われる。

一方、中国においては超ハイテク技術として「両弾一星」（原爆、水爆、人工衛星）を位置づけ、政治と技術の一体化のもと、国家を上げた強力な開発指導体制が整備された。

その中国では、原子力発電開発の原則は、「安全、実用、経済性、自力更生」と確認されていた。1956年に設立された日本の原子力基本法第二条には、学会会議の三原則（公開・民主・自主）声明を受け、「原子力の研究開発及び利用は、平和の目的に限り、安全の確保を旨として、民主的な運営の下に、自主的にこれを行うものとし、その成果を公開し、進んで国際協力に資するものとする」と基本方針が定められている。

中国が提示した原則は、その後の開発へ向けたスローペースとは裏腹に、より実践へ向けた方向づけがなされており、将来を暗示しているように見えるのに対し、日本は学术界が提示した原則と開発の実際の動きが整合していないことが奇妙に感じられるとともに、両国の歴史をある意味で正確に物語っているように思える。

日本、中国の原子力発電開発の推移

年	世界の動き		中国の原子力発電開発の動き	日本の原子力発電開発の動き	年
	一般情勢	原子力関連			
1945 (昭 20)		・広島、長崎に原子力爆弾投下			1945 (昭 20)
1949 (昭 24)	・中華人民共和国成立				1949 (昭 24)
1950 (昭 25)	・朝鮮戦争起こる				1950 (昭 25)
1951 (昭 26)		・米アイゼンハワー大統領国連総会演説「Atoms for Peace」 ・世界ではじめての原子力発電 (100kW) の実験		・九電力体制スタート	1951 (昭 26)
1954 (昭 29)		・米国、ビキニ環礁水爆実験 ・米国核燃料物質民間移管		・原子力利用準備調査会発足	1954 (昭 29)
1955 (昭 30)			・中ソ原子力協定締結、1958 年ソ連支援で 7MW 重水炉研究炉臨界、1959 年中ソ対立によりソ連側から破棄	・日米原子力研究協定締結	1955 (昭 30)
1956 (昭 31)	・日本国連加盟			・原子力委員会設立 ・原子力三法の施行 ・日本原子力研究所実験炉 (154kW) 開発始まる。臨界は 1957 年	1956 (昭 31)
1957 (昭 32)		・国際原子力機関 (IAEA) 設立			1957 (昭 32)
1962 (昭 37)			・周恩来首相のもと、「両弾一星」開発指導体制確立		1962 (昭 37)
1963 (昭 38)			・甘肅省蘭州ウランガス拡散濃縮工場稼働		1963 (昭 38)
1964 (昭 39)			・中国、初の核実験		1964 (昭 39)
1965 (昭 40)				・日本原子力発電所東海発電所 GCR (160 kW) 臨界	1965 (昭 40)
1965～66 年		・世界的な第一次原子力発電所開発ブーム			1965～66 年
1966 (昭 41)	・中国文化大革命起こる		・使用済核燃料再処理工場稼働		1966 (昭 41)
1965～67 年				・日本原子力発電所敦賀 1 号、重電福島第 1、2 号、関電美浜 1、2 号着工	1965～67 年
1967 (昭 41)				・動力炉・核燃料事業団設立	1967 (昭 41)
1970 (昭 45)		・核不拡散条約発効			1970 (昭 45)
1970～74 年		・世界的な第二次原子力発電所開発ブーム			1970～74 年
1971 (昭 46)	・中華人民共和国国連加盟				1971 (昭 46)
1972 (昭 47)			・周恩来首相が平和利用の原子炉開発を指示、1982 年エネルギー長期戦略、原子力発電計画を発表		1972 (昭 47)
1973 (昭 48)	・第 4 次中東戦争起こる				1973 (昭 48)
1974 (昭 49)				・電源三法公布	1974 (昭 49)
1977 (昭 52)				・動燃事業団 FBR 実験炉「常陽」臨界	1977 (昭 52)
1979 (昭 54)				・動燃事業団新型転換炉原型炉「ふげん」臨界	1979 (昭 54)
1984 (昭 59)			・中国、IAEA 加盟		1984 (昭 59)
1985 (昭 60)			・中国の自主設計秦山原子力発電所 (PWR) 着工、1991 年臨界	・原燃サイクル施設の立地に関する基本協定 (青森県、六ヶ所村、日本原燃サービス、日本原燃産業)	1985 (昭 60)
1986 (昭 61)		・チェルノブイリ原子力発電所事故			1986 (昭 61)
1987 (昭 62)		・米ソ、中距離核兵器廃棄条約調印			1987 (昭 62)
1989 (平 1)	・天安門事変	・放射性廃棄物深地地層処分地ゴビ砂漠の調査開始			1989 (平 1)
1990 (平 2)	・ドイツ統一				1990 (平 2)
1991 (平 3)	・ソ連崩壊				1991 (平 3)
1992 (平 4)				・日本での商業用ウラン濃縮工場操業	1992 (平 4)

・中国について、李春利『中国の原子力政策と原発開発』愛知大学国際問題研究所紀要第 139 号より

II. 狭い国日本と広い国中国の原子力発電開発の違い

発電システムの中でも原子力発電については、安全性の評価をめぐり、リスク拡散の地理的範囲の広さと時間的範囲の広さが特徴である。この特徴から、国土面積に対する原子力発電の容量、即ち原子力発電密度によってその国の原子力発電リスクを知ることができる。

世界的にみれば、現在、国土面積（1km²）あたりの原子力発電密度は韓国が最も大きく、次が日本である。原子力発電密度が大きいこ

とは、放射線に伴うリスク被害がもたらす影響が大きく、安全性の問題が深刻であることを意味する。

李報告による現在の中国の原子力発電開発計画では約1億kWの規模の原子力発電所を中国がかかえるビジョンを示しているが、原子力発電密度は約10kWであり、現在の米国程度であり、まだ現在の韓国、日本に比べて一桁、小さい。もしも、中国が現在の日本の原子力発電密度まで原子力発電設備を建設すると想定すれば、12億2千万kWの原子力発電所を建設することができる。

世界の原子力発電設備容量
(わが国は核兵器をもたない、最も原子力発電容量をもつ国である)

		<原子力発電設備容量>	<国土面積>	<km ² あたり 原子力設備容量>
◎	米 国	10630 万 kW	9629 千 km ²	11 kW
◎	フランス	6602 万 kW	552 千 km ²	120 kW
	日 本	4794 万 kW	378 千 km ²	127 kW
◎	ロシア	2319 万 kW	170984 千 km ²	1.4 kW
	ドイツ	2146 万 kW	3574 千 km ²	60 kW
	韓 国	1772 万 kW	100 千 km ²	177 kW
	ウクライナ	1382 万 kW	604 千 km ²	23 kW
	カナダ	1343 万 kW	9985 千 km ²	1.3 kW
◎	英 国	1195 万 kW	243 千 km ²	49 kW
	スウェーデン	938 万 kW	441 千 km ²	21 kW
◎	中 国	912 万 kW	9597 千 km ²	1.0 kW

(注)◎:核不拡散条約に定める核兵器国
原子力発電設備容量 2009 年 1 月 1 日現在
資料:愛知大学経済論集第 186 号, p.297

最適な原子力発電密度は安全対策の技術向上によって大きくなると考えられ、各国の技術力によって許容される原子力発電密度及び規模は異なるが、世界各国が共有する目安があるとしたら、中国はまだまだ開発の余地があると言える。一方、日本は韓国とともに、

目安を超える超過原子力発電国と言えるのではないかと考えられる。

このようなことについて、化石燃焼を利用する発電方式で考えると CO2 排出量取引としてその超過に関する新たな市場を舞台とする取引が可能となるが、原子力発電容量の超

過分については、超過分により起こりうるリスク被害即ちリスクコスト負担の大きさを考えると市場取引は不適切と考えざるをえない。

広い国の中国と狭い国の日本では、その開発のテンポの違いがあっても、原子力発電規模に関して、あるいは規模に基づく世界市場における占有に関して、動かすことのできない絶対的な違いがあることを認識せざるをえない。

もっとも、原子力発電の世界市場における占有とは、その国内に建設する発電容量のみを尺度とするのではないと考えても、前章で述べたように他国への進出はすでに中国の方が積極的であったことも念頭に置いておく必要がある。

さらに、もう一点、中国の広さと日本の狭さから原子力発電開発の違いを認識させられることがある。日本は、戦後の私営九電力体制における総括原価にまもられた供給安定性命題のもと、原子力発電を発電の一種と位置づけ、とくに、経済性については電力供給のベース供給力として火力発電との比較を意識しながら市場競争原理を基礎として原子力発電を発展させてきた。日本には、このように商業ベース原子力発電の主体を「民間」に委ねる一方、核燃料サイクル及び核燃料サイクルがらみの原子力発電の技術開発には国家研究開発予算を投入し、「官」で推進してきた歴史が残っている。「民間」と「官」は九電力体制という日本の電気事業体制をバックに、いわば、対立の構図であったと言える。

一方、中国は、原子力発電というよりも核技術として、「両弾一星」の言葉が示すように、国威をまもるためのプロジェクトと位置づけられ、国家をあげて、官学連携体制で原子力発電へ取り組んできた。国家プロジェクトとして、実際の実施体制は、中国核工業総公司 (CNNC) と中国広東核電集团公司 (CGNPC) の二社の国営企業が牽引車役を担った。この

二社は、地域割の原則や研究開発は CNNC が担うなどの原則があるものの、その原則にかかわらず、競争原理が機能している。

一般的に、自由経済国ではなかった中国は市場整備に対して独自のスタンスを保っていた。石油、通信などの場合と同様、原子力発電に関しても複数国営企業体制をとりながら、競争が起こっていた。このような競争が自由経済の国々とコミュニケーションできた鍵ではなかったのかと推察する。

狭い国日本では、福島第一原子力発電所事故以来、原子力発電の国営化も議論されているが、中国が原子力発電開発において残した国営の効果とは随分、違う国営に焦点をあてているように思える。少なくとも、PWR 国営会社と BWR 国営会社の構想は議論されていない。中国は広い国であるから、国営会社を二社設立しただけではなく、中国は国土の広さをどのように考えたか日本は改めて考えてみる必要があるのではないと思われる。

ところで、現在、前述した原子力発電開発計画に示されたように中国においては原子力発電開発ブームである。そして、李報告によると、原子力発電所立地誘致をめぐる地域間に競争すら起こっている。日本が原子力発電所建設に際してどのような地域対策を実施し、開発スピードを加速させたか中国にとっては関心の高いところのことであるが、中国は広い国であることを改めて認識し、原子力発電密度の低い国々の経験を学ぶべきではないと思われる。

III. 産学官連携日本と学官産連携中国の原子力発電開発の違い

2012 年 2 月 27 日愛知大学車道校舎で開催された次世代自動車開発をめぐる日中比較をテーマとする公開講演会で中国次世代自動車開発のキーパーソンである清華大学自動車工

学専攻教授張劍波氏は日中両国における産学経験から、日本の技術開発は産主導の産官学連携型、中国の技術開発は学主導による学官産連携型であり、日本の技術開発検討会は産または官が主催し、その座長に大学の研究者が座らされていることが印象に残っていると述べた。

原子力開発においても、これまでに述べてきた「両弾一星」と位置づけた中国と原子力委員会委員を湯川秀樹が辞した日本のシーンを垣間見るだけで、張氏の指摘は的をえていると思わざるをえない。

また、張氏は中国の「失敗から学ぶ」技術開発に対して日本は常に完成度の高さを求める技術開発を進めていると指摘している。

2011年3月11日の福島第一原子力発電所事故以降、この経験を世界各国と共有したいとする言葉の現実性よりも事故のない原子力発電を一層、求める姿勢の方に実感するのも張氏の指摘が裏づけているのではないかと思われる。

大学が技術開発に係わる重要性については改めて張氏と論議し、整理することとして、産業が前面にでる技術開発がもたらす危険性についてここで警告しておきたい。張氏の指摘によれば、中国は産業の育成が課題であるが、日本は産業の力が強すぎるがかえって課題となっている。産業の力が強すぎるというよりも産と官ないし学とのバランスがとれていない課題というべきかも知れない。

日本では、原子力発電開発に関しても官と電気事業が対立的であったことは既に指摘したところであるが、このような構図で日本の原子力政策が策定されていたので、電気事業が商業炉として軽水炉を導入する部分についてはその現実を後追いするだけの原子力政策であったといえる。

そして、米国からフルターンキーで導入した技術を下請としての位置から丁稚奉公のよ

うに技術を身につけながら、日本の原子力産業は育ってきた。米国原子炉メーカーから日本の原子力産業がどのようにして技術移転がされたかが重要なところであるが、日本の電気事業者は経済性を念頭におきながら、各要素技術を集約し、最適な解を求めるコンカレントエンジニアリングとして原子力発電所を建設した。相次ぐ原子力発電所建設は、独創性に基づくプロダクトイノベーション型ではなく、既存の技術を前提とするプロセスイノベーション型で日本の原子力産業を育成することになった。

このような日本の原子力発電開発の経験から、日本の原子力産業としての基礎的技術力を十分に検証しないままに、電気事業という産業が原子力産業の体系化、あるいは囲い込みをはかることになったと見ることができる。競争、国際性など外部の刺激を受けないように、電気事業者は特定の原子力産業を育てることになった。このような状況下では、即ち、官とは隔離された電気事業の保護のもと育ってきた原子力産業に関する競争政策が重要となってくるが、競争政策をも電気事業者は囲い込んでしまったのではないかと考えられる。電気事業者によるコンカレントエンジニアリングは原子力発電の各技術を選択することになるが、その選択において原子力産業の競争が機能していたか、技術力の養成にプラスになったのか、コンカレントエンジニアリングで切り捨てられた技術に失敗を救う機能が残されていなかったか、このような技術の選択が必需性の高いエネルギー供給を通じて国民にもたらしたものが何か福島第一原子力発電所の事故を契機に改めて検討してみる必要があるのではないと思われる。

現在、福島第一発電所事故をきっかけとして日本ではエネルギー政策を白紙に戻して検討が行われている。スマートグリッドという新たな技術の導入も重要な検討課題となって

いる。しかしながら、その技術がコンカレントエンジニアリングによって選択され、特定の技術企業以外の技術メニューを少なくしてしまうこと、あるいはプロダクトイノベーションが否定されるのであれば、省エネルギー政策におけるトップランナー方式と同様、また、技術企業を囲い込むことになり、原子力発電開発の歴史と同じ道を相変わらず歩んでいるのではないかと警告したい。

いきなり商業炉導入を求めたときのように、経済性のために自らの首を絞めることにならないか、ほんとうに技術を熟知しているか、中国流に福島第一原子力発電所の失敗からの学びとして同じ道を歩まないように注意しなければならないのではないかと思う。

脚注*

¹ 愛知大学経済学部教授。

*参考文献

- [1] 李春利「中国の原子力政策と原発開発 — 時期区分を中心として —」『愛知大学国際問題研究所紀要』第 139 号, 2011 年 12 月
- [2] 大澤正治「福島第一（F1）事故以降のわが国原子力発電に関する緊要な論点」『愛知大学経済論集』第 186 号, 2011 年 7 月
- [3] 平成 21 年版原子力白書
- [4] 原子力ポケットブック 2009 年版