

中国における原子力発電開発の現状と中長期展望

計量分析部 計量分析グループ 客員研究員 李 志東
長岡技術科学大学 経営情報系 助教授

1. 問題意識と研究目的

中国の原子力発電開発は、国際社会の注目を集めている。世界の原子力発電開発が停滞しつつある今日において、先進国を中心とする国際原子力資本が中国を21世紀最大の市場として、そして次世代原子炉の開発、実験の場として期待している。一方、過去20年間のような海外技術を中心とする原子力発電の急速導入は安全性問題、コスト競争力問題、雇用機会の喪失問題などを内包すると同時に、原子力発電技術の国産化を遅らせ、それが結果的に中国の原子力発電開発を遅らせるのではないかと懸念されている。また、省エネルギーの潜在力も、水力、風力など再生可能エネルギーの開発潜在力も巨大であるにもかかわらず、なぜ国産化もできず、廃棄物の安全処理問題も残る原子力発電を行うのか、との疑問も多々ある。このような期待、懸念そして疑問の交じった眼差しが中国に注がれているのである。

本稿の目的は、中国における原子力発電開発の現状を明らかにするとともに、中長

期展望を試みることである。まず2節で原子力産業の歴史を概観したうえで、原子力発電開発の現状を分析する。3節では、様々な計画、見直しを中心に原子力発電開発の中長期展望を行う。最後に4節では、原子力発電開発の是非と課題などについて検討を試みる。

2. 原子力発電開発の現状

中国の原子力産業の歴史は50年余りで、比較的長い。表2-1に示すとおり、1949年建国直後に研究機関として中国原子力科学研究院を設置、1955年に旧ソ連と原子力協力協定を締結、1956年に主管官庁を設けた。その後中ソ対立を期に、1960年から軍事目的の原子力自主開発が展開されてきた。そして1964年10月16日に原子爆弾の実験が成功し、続いて1967年6月17日に水素爆弾の実験成功、1971年9月に核潜水艦運行を見た。

軍事目的の開発が成功したのち、1972年に上海核工程研究院を設置し、発電用原子炉として秦山原子力発電所(30万kW、加圧水型(PWR))の設計を開始した。その10年後

表2-1 中国の原子力年表

暦年	中国の原子力関連の主要組織変化, 開発状況
1949年	中華人民共和国建国(10月1日)。中国科学院近代物理研究所を設置。
1950年	中国科学院近代物理研究所を設置。
1955年	共産党中央が原子力工業の建設を決定(1月15日)。中ソ原子力協力協定締結(4月)。
1956年	核工業主管官庁として第三機械工業部を設置(11月)。
1957年	近代物理研究所が中国原子力科学研究院(通称北京原研)へ改組(5月)。
1958年	第三機械工業部を第二機械工業部へ改組(2月)。ソ連の援助で7MWの重水型研究炉が設置。
1959年	中ソ対立, ソ連が原子力協力協定を一方向的に廃棄。
1960年	ソ連の専門家が中国から引き上げ, 中国が原子力の軍事利用を中心に自主開発を開始。
1962年	湖南省衡陽でウラン生産開始。
1963年	甘肅省蘭州でガス拡散法による濃縮ウランの製造を開始。
1964年	中国初の核実験が成功(10月16日)。
1967年	中国初の水爆実験が成功(6月17日)。
1971年	中国初の核潜水艦運行が成功(9月)。
1972年	上海核工程研究設計院を設置, 原子力平和利用の原子炉開発に取り組む。
1973年	発電用原子炉として秦山原子力発電所の設計が開始。 西南原子炉工学研究設計院(現中国核動力研究設計院)と西南物理研究所を設置。
1982年	第二機械工業部を核工業部へ改組(5月4日)。
1984年	国家科学技術委員会に, 民生用原子力安全の主管官庁として, 国家核安全局(NNSA)を設置(10月)。
1985年	中国最初の原子力発電所として, 自主設計の秦山原子力発電所(30万kW)の建設が着工(3月)。
1987年	中国二番目の原子力発電所として, フランスから導入した大亜湾原子力発電所 号基の建設が着工(8月)。 高速増殖炉開発プロジェクトが中国国家科学技術委員会高科学技術発展計画(863計画)に組み込まれる。
1988年	核工業部を廃止, 行政機能をも持つ国営企業として, 核工業総公司(CNNC)を設立(9月15日)。 原子能科学研究所がタンク型, 熱出力65MW, 電気出力20MWの高速増力炉の設計研究を開始。
1992年	高温ガス冷却炉(HTGR)実験炉プロジェクトが國務院に批准。
1993年	中国最初の輸出原子力発電所として, パキスタンの30万kW発電所の建設が開始(8月1日)。
1994年	政府の原子力対外機関として, 国防科学技術工業委員会に中国原子力機構(CAEA)を設置(1月)。
1995年	10MW高温ガス冷却炉(HTGR, モジュール型)実験炉建設が開始, 清華大学核エネルギー技術設計研究院が担当。
1996年	中国の自主開発中心の60万kW級PWRを導入する秦山原子力発電所第2期工事 号基の建設が開始(6月)。
1998年	国家核安全局が国家科学技術委員会から国家環境保護総局へ移転(3月)。
1999年	核工業総公司(新CNNC)が核工業 中国原子力機構が原子力平和利用の主管官庁として強化。 核工業集団会社が自主開発の百万kW級改良型PWR原子炉CNP1000を国産化標準炉型として政府と業者に推薦。
2000年	高温ガス冷却炉実験炉が完成, 初臨界を達成(12月)。
2002年	高速増殖炉実験炉土木建設工事が完了(8月15日), {2005年に臨界及び定格出力, 2030年前後商業運転の予定}。
2003年	高温ガス実験炉が初めて送電網に接続(1月7日), 定格出力を実現(3月1日)。

(出所) 中国能源信息网の関連サイト, 原子力産業新聞, CNNC ホームページなどにより李志東が作成。

の1982年に秦山原子力発電所は、「経済社会発展第6次5ヶ年計画(1981～1985年)」に建設計画が盛り込まれた。この計画は、「改革開放」後に策定された最初の5ヶ年計画である。1985年3月に着工し, 1991年12月に試験運転, 1994年5月に商業運転を始めた。中国は, 世界30番目の原子力発電国となった。これは中国にとって「核があって, 原子力発電がない」という歴史がつい

に終焉し, エネルギー産業としての原子力産業の始まりを意味する出来事といえる。

秦山原子力発電所建設を皮切りに, 中国政府は表2-2に示すとおり, 第7次5ヶ年計画(1986～90年)で「重点的かつ段階的に原子力発電所を建設する」, 第8次5ヶ年計画(1991～95年)と10年規劃で「原子力を含む一定規模の大型, 中型の発電所を計画的に, 秦山 原子力発電所を重点的に建設

表2-2 中国原子力発電関連の政府計画、執行状況及び関連論述の推移

関連計画の名称	原子力に関する論述の骨子	執行状況・計画関連論述等
第6次5ヶ年計画 (1981-1985)	30万kWの原子力発電所を建設。	1985年3月秦山 着工
第7次5ヶ年計画 (1986-1990)	重点的に、段階的に原子力発電所を建設。	1987年8月大亜湾1号機, 1988年4月2号機着工
第8次5ヶ年計画 (1991-1995)と10年規劃 (1991-2000)	計画的に一定規模の大型、中型の発電所(水力、火力、原子力)を新設, 増設, 更新。 重点的に秦山 原子力発電所を建設。	数字目標なし。鄧小平氏講話(1990年): 「我々はやはり原子力発電を進展させるべき」 新規着工なし
第9次5ヶ年計画 (1996-2000)と2010年遠景目標綱要	原子力などの高技術の産業化が顕著な進展を成し遂げる。 適度に原子力発電を進展させる。	数字目標なし 4ヶ所8基660万kW着工
第10次5ヶ年計画 (2001-2005)	適度に原子力発電を進展させる。	数字目標なし
第10次5ヶ年計画 能源發展重点 專項 規劃(元国家計画發 展委員會)	適度に原子力発電を進展させ、国産化の実現を早めること: 我が国のすでに形成された設計・製造・建設及び運営の能力を十分に利用し、我が国を主とし、海外合作を行い、競争力のある電力単価の達成を目標とし、原子力発電の国産化を実現する。同時に、我が国独自の新しい改良型原子炉開発を積極的に支持し、第11次5ヶ年計画期間及びその後の原子力発電発展の基礎を固める。 原子力発電建設については、建設中のプロジェクトを問題なく完成させるうえで、第10次5ヶ年計画期間の適切な時期に、国産化目的の原子力発電所プロジェクトの建設を開始。	元国家計画發展委員會規劃司研究報告(朱宝芝他, 1999年)の見解: 原子力発電の進展は東南沿海地域を重点、設備の国産化を中心とする。建設中のプロジェクトを順調に完成させる。自主設計・自主製造・自主建設・自主運営の国産化方針に従い、浙江省三門、広東省第3、福建省、山東省に原子力発電所建設の前期準備活動を行う。
電力工業第10次 5ヶ年規劃(元国家 經濟貿易委員會)	適度に原子力発電を進展させる。 電源開発に関しては、原子力発電所を適度に建設する。原子力発電国産化の駆動プロジェクトの建設を適度に開始し、徐々に(逐步)自主設計・自主製造・自主建設・自主運営の国産化目標を実現。	国家電力公司周小謙氏論文(2000年)の見解: 原子力発電の建設を早めることが必要、カギは国産化。総設備容量は2010年に2,000万、2020年に4,000~5,000万kWに達することが目標。
中国核能和平利用 第10次5ヶ年發展計 画綱要(国家原子力 機構)	原子力発電の進展は核和平利用の牽引車で、適度に原子力発電を進展させることは、核工業の研究開発能力と生産能力の維持、エネルギー構造の改善、関連産業の発展にとって重大な意義を持つ。原子力発電の進展、国産化の早期実現は、核工業の科学技術人材の確保、科学技術能力の向上、核工業の良性循環の実現に重大な意義を与え、我が国の核大国の地位維持にも有利。 第10次5ヶ年計画の重点と目標は、原子炉の型式を統一し、百万kW級の加圧水型原子炉の開発と建設を行うこと、プロジェクトを通じて、百万kW級原子力発電設備の国産化と標準化を実現すること。具体的に、最初のプロジェクトから「我が国を主とし、中外合作を行う」という方式を取り、徐々に完全に自主設計を実現する。設備国産化率は、最初の百万kW2基が55%以上、第3基、第4基が70%を実現。 第10次5ヶ年計画の發展規模: 600万kWの新規建設を出来るだけ開始し、2010年までに原子力発電設備總容量を1,500万kWに。 立地について、「一サイト多基」の原則を貫き、できる限り既存原子力発電基地を利用。広東省、浙江省及び山東省に一つずつプロジェクトを開始し、一つのプロジェクトにつき、百万kW2基を導入するよう、提案。	中国核工業集團公司(CNNC)總公司李定凡氏論文(2000)での見解。 CNNCは特大型軍事工業企業として、「軍民の結合、原子力発電の進展、構造調整、効率と利益重視、經營強化、科学技術による核工業の振興」を方針に、21世紀における核工業の更なる進展を促進。 CNNCが知的所有権のある改良型百万kW級加圧水型原子炉CNP1000を国産標準炉型として推薦。設計寿命60年、燃料取換サイクル18ヶ月、設備稼働率87%、kW建設単価1500\$以下、kWh送電単価0.05\$以下、国産化率75%以上、炉心熔込確率10万分の1以下。 2005年までに百万kW級6-8基を着工、總設備容量が2020年に4,000万kWに、平均2年3基を着工。

(出所) 以下の資料により李志東作成。

全国人民大会で承認された各期の經濟社会發展5ヶ年計画及び関連長期計画。

元国家發展計画委員會「第10次5ヶ年計画能源發展重点專項規劃」。

元国家經濟貿易委員會「電力工業第10次5ヶ年規劃」。

国家原子力機構「中国核能和平利用第10次5ヶ年發展計画綱要」。

鄧小平(1990)「善于利用時機, 解決發展問題」『鄧小平文選第3卷』。

朱宝芝、他(1999)「十五期間我国能源交通發展思路与生産力布局研究」。

周小謙(2000)「中国電力工業發展的前景」。

李定凡(2000)「發展核工業、增強国力、造福人民」。

する」, 第9次5ヶ年計画(1996~2000年) 業化が顕著な進展を成し遂げる。原子力発
と2010年規劃で「原子力など高度技術の産 電を適度に進展させる」,そして第10次5ヶ

年計画で「原子力発電を適度に発展させる」方針を打ち出し、原子力発電を発展させてきた。その結果、表2-3に示すように、2003年4月末現在、原子力発電設備は運転中7基540万kW、建設中4基330万kW、合計11基870万kWとなった。電力産業に占める原子力発電の比率をみると、表2-4のとおり、2002年末現在容量ベースでは1.2%、発電量ベースでは1.5%となった。

一方、技術開発に関しては、世界の主流となる熱中性子炉技術としてのPWRに重点を置き、秦山を通じて30万kW級の国産化と輸出を実現し、秦山を通じて60万kW級の国産化をほぼ実現した。そして、100万kW級の国産化も進んでおり、中国最大の原子力事業者である中国核工業集团公司(CNNC)が1999年に知的所有権のある改良

型PWR(CNP-1000)を国産標準炉型として、政府と事業者に推薦した(李定凡,2000)。PWR国産化への取り組みのほかに、高温ガス冷却炉開発も進んでいる。実験炉(10MW,モジュール型)プロジェクトが1992年に国务院の許可を得て、1995年に建設開始、2000年12月に初臨界を達成、そして2003年1月に送電網に接続、3月に定格出力を実現した(新華網,2003年3月3日)。さらに、次世代原子炉として高速増殖炉の開発は、1987年に中国国家科学技術委員会高度科学技術発展計画に盛り込まれ、翌年に研究設計(タンク型,熱出力65MW,電気出力20MW)が開始し、2002年8月に実験炉土木建設工事が完了した。計画として、2005年に初臨界を実現し、2030年頃商業運転を目指すという(中国新聞網,2002/8/16等)。

表2-3 中国における運転、建設中の原子力発電所の状況(2003年4月末現在)

名称	所在地	設備番号	出力(万kW)	原子炉型式	調達先	着工	営業運転	備考
大亜湾	広東省	1号機	90	PWR	フランス	1987年8月	1994年2月	運転
		2号機	90	PWR	フランス	1988年4月	1994年5月	運転
秦山	浙江省	1号機	30	PWR	国産	1985年3月	1994年4月	運転
秦山	浙江省	1号機	60	PWR	国産	1996年6月	2002年4月	運転
		2号機	60	PWR	国産	1997年4月	2003年予定	建設中
秦山	浙江省	1号機	70	CANDU	カナダ	1998年6月	2002年12月	運転
		2号機	70	CANDU	カナダ	1998年6月	2003年11月予定	建設中
嶺澳()	広東省	1号機	100	PWR	フランス	1997年5月	2002年5月	運転
		2号機	100	PWR	フランス	1997年5月	2003年1月	運転
田湾(連雲港)()	江蘇省	1号機	100	VVER	ロシア	1999年10月	2004年予定	建設中
		2号機	100	VVER	ロシア	2000年9月	2005年予定	建設中
合計	4省	11基	870	PWR中心	海外中心			
内：運転中		7基	540					
内：建設中		4基	330					
内：国産設備		3基	150					
内：輸入設備		8基	520					

(注) PWR(Pressurized Water Reactor)は加圧水型原子炉。
 VVER(Vodo-Vodyanoi Energetichesky Reaktor)=WWER(Water-Water Power Reactor)はロシア型加圧水型原炉。
 CANDU(CANadian Deuterium Uranium)はカナダが開発した加圧重水型原子炉(Pressurized Heavy Water Reactor)。
 (出所)中国能源信息网、中国人民日報、經濟日報、原子力産業新聞、ATOMICA など各種資料より作成。

表2-4 中国の電力産業における原子力発電の位置

	発電設備容量			発電電力量		
	合計 (GW)	原子力 (GW)	シェア (%)	合計 (TWh)	原子力 (TWh)	シェア (%)
1990	137.9	0.0	0.0	621.3	0.0	0.0
1991	151.5	0.0	0.0	677.5	0.0	0.0
1992	166.5	0.0	0.0	754.2	0.0	0.0
1993	182.9	0.0	0.0	836.4	0.0	0.0
1994	199.9	2.1	1.1	927.9	14.0	1.5
1995	217.2	2.1	1.0	1,006.9	12.8	1.3
1996	236.5	2.1	0.9	1,079.4	14.3	1.3
1997	254.2	2.1	0.8	1,134.2	14.4	1.3
1998	277.3	2.1	0.8	1,157.7	14.1	1.2
1999	298.8	2.1	0.7	1,233.1	14.8	1.2
2000	319.3	2.1	0.7	1,368.5	16.7	1.2
2001	338.0	2.1	0.6	1,478.0	17.4	1.2
2002	353.7	4.4	1.2	1,640.0	25.0	1.5

(注) 2002年は速報値。

(出所)『中国統計年鑑』各年版、『中国電力』
Vol.36, No.2 (2003)より作成。

3 . 原子力発電開発の中長期見通し

中国では、改革開放に伴う高度経済成長と旺盛な電力需要を背景に、沿海地域を中心に多くの原子力発電所建設計画、構想が出されている。その殆どが1990年代半ば頃までに出されたものである。政府の承認が得られたもの、承認待ちのもの、立地選択を終えたもの、設備、資金調達のめどがすでに立ったもの、構想だけが先行しているものなど、様々なレベルの建設計画が見られるが、それらを一覧にしてまとめたのは表3-1である。

2003年4月末現在建設中の4基330万kWは、2005年までにすべて完成し、商業運転を開始する見込みである。稼働中の7基540万kWに加え、2005年における原子力発電設備容量は870万kWとなる。

今後の新規建設について、現時点で検討

されているのは26基2,300万kWである。中国政府が国産化の実現を目標に、「原子力発電を適度に発展させる」との方針を第10次5ヶ年計画で打ち出している。それに合わせて、原子力平和利用の主管行政機関である国家原子力機構が2005年までに6基600万kWを着工させる計画を立てた。一方、中国核工業集団公司是6～8基、容量にして600万～800万kWの新設を見込んでいる(李定凡,2000)。工事期間が6年前後と考えれば、2010年まで少なくとも4基400万kW、最大で8基800万kWが完成されるだろう。そうすると、2010年における原子力発電設備容量は1,270万～1,670万kWになる可能性がある。

残りの18～22基、1,500万～1,900万kWについては、2006年から2010年までに着工すれば、2015年までの運転が可能となる。そうすると、2015年に営業稼働のできる設備容量は37基3,170万kWとなる。し

表 3-1 中国原子力発電所の運転・建設・計画・検討の状況(2003年4月末現在)

	基数	単機容量 (万kW)	合計容量	
2005年までに運転予定	11		870	第9次5ヶ年計画までに批准。 電力不足の解消が主目的。 国産化率が低く、輸入比率が高い。 輸入国、炉型が統一していない。 東南沿海の3省に集中。
2003年4月末までに運転中	7		540	
大亜湾	2	90	180	
秦山	1	30	30	
秦山 -1	1	60	60	
秦山 -1	1	70	70	
嶺澳()	2	100	200	
2003年5月から12月まで運転開始	2		130	
秦山 -2	1	60	60	
秦山 -2	1	70	70	
2004年に運転開始	1		100	
田湾()-1	1	100	100	
2005年に運転開始	1		100	
田湾()-2	1	100	100	
2003年3月までに計画、検討	26		2,300	第10次5ヶ年計画で考慮。 国産化実現が主目的。 炉型はPWRに統一の可能性が大。 設備輸入の可能性が低い。 東南沿海に集中。
「十五計画」国産化プロジェクト候補	8		800	
三門(浙江省)	2	100	200	
陽江(, 広東省)	2	100	200	
海陽(山東省)	2	100	200	
惠安(福建省)	2	100	200	
その他申請、検討中プロジェクト	18		1,500	国産化実現後の後続プロジェクト。 改良型PWR導入の可能性もある。 炉型はPWRに統一の可能性が大。 設備輸入の可能性が低い。 東南沿海への集中化が進むが、 内陸地域での導入もありうる。
秦山	2	100	200	
田湾	2	100	200	
嶺澳	2	100	200	
陽江(, , 広東省)	4	100	400	
金州湾(遼寧省)	2	100	200	
九江(江西省)	2	30	60	
海南(海南省)	2	30	60	
涪陵白涛鎮(重慶市)	2	90	180	
合計	37		3,170	

(出所)『中国能源五十年』、『中国能源発展報告2001』、『中国核能和平利用「十五」発展計劃綱要』、『電力工業「十五」規劃』、『国民經濟和社会發展第十個五年計劃能源發展重点專項規劃』、『中華人民共和國国民經濟和社会發展第十個五年計劃綱要』、宋任窮・他「中国核工業創建40周年の光輝歷程」、中国能源信息网、人民日報、經濟日報、原子力産業新聞など各種資料より作成。

かし、現時点ではその可能性は極めて小さいと考える。ただし、国産化プロジェクトが順調に進めば、4～6基程度、最大で8基が着工になる可能性は有りうる。

以上のように得られた2015年までの原子力発電開発見通しと併せて、関係機関の見通しを表3-2に示す。

2010年の原子力発電設備容量について

は、860万～2,000万kWとかなりの幅を持っているが、1,500万kW前後とみるのは妥当であろう。2020年以降については、中国核工業集团公司(CNNC)は2020年に6,400万～8,400万kW、2030年に13,500万～17,000万kW、2050年に30,000万～35,000万kWとかなり大規模の開発見通しを1994年に出したが、最近では2020年に4,000万kW

表3-2 中国における中長期原子力発電設備容量の導入見通し

	2000	2005	2010	2015	2020	2030	2050
容量見通しの範囲(MkWh)	2.1~2.7	5.3~8.7	8.6~20	9.6~32	11~51	31~90	120~240
課題組(1996/11)	2.7		20		40~50		120~200
基準ケース	2.7		20		40		120
高ケース	2.7		20		50		200
工程院(1997/5)	2.1		20		40		120~240
基準ケース	2.1		20		40		120
高ケース	2.1		20		40		240
能源研(1999/2)	2.1	6.7	16.7	26.7	36.7	56.7	
中国核工業集团公司(2000)	2.1	8.7	14.7~16.7		40~		
基準ケース	2.1	8.7	14.7		40		
高ケース	2.1	8.7	16.7				
国家電力公司(2000/11)	2.1		20		40~50		
基準ケース	2.1		20		40		
高ケース	2.1		20		50		
EIA/DOE/USA(2001)	2.167	5.3~6.6	8.6~11.6	9.6~18.7	10.6~20.7		
基準ケース	2.167	5.922	9.587	11.587	18.652		
高ケース	2.167	6.587	11.587	18.652	20.652		
低ケース	2.167	5.257	8.587	9.587	10.587		
IEA(2002)	2.1		11		21	31	
国家原子能機構(2003)	2.1	8.7	15				
吳敬儒(2003/4)	2.1	8.7	13.7	23.7	40		
李志東	2.1	8.7	12.7~16.7	16.7~31.7	20.7~50.7	40~90	
基準ケース	2.1	8.7	14.7	22.7	30.7	50	
高ケース	2.1	8.7	16.7	31.7	50.7	90	
低ケース	2.1	8.7	12.7	16.7	20.7	40	

(出所) 中国能源戦略研究課題組『中国能源戦略研究(2000~2050年)』中国電力出版社, 1996。

中国工程院能源項目組『中国可持續發展能源戰略研究總報告初稿』1997。

周鳳起・周大地『中国中長期能源戰略』中国計劃出版社, 1999。

中国核工業集团公司(李定凡)「發展核工業, 增強国力, 造福人民」同公司ホームページ, 2000。

国家電力公司(周小謙)「中国電力工業發展的前景」中国能源信息网, 2000。

EIA/DOE/USA, International Energy Outlook 2001.

IEA, World Energy Outlook 2002.

中国国家原子能機構「中国核能和平利用「十五」發展計劃綱要」中国能源信息网, 2003。

吳敬儒「未来20年核電應有大發展」中国能源信息网, 2003。

本研究。

以上と下方修正している(Zhao, 1994; 李定凡, 2000)。一方, 海外の見方は, 中国関連機関の見通しより遥かに低い。IEA(2002)では, 2020年に2,100万kW, 2030年に3,100万kWと見ている。DOE/EIA/USA(2001)では, 2020年に高くても2,100万kW, 低い場合1,100万kWにとどまるという極めて低い見通しを出している。

原子力発電導入の是非に関する価値判断を別にして, 筆者は, 2030年までに年平均経済成長率が6%以上に維持すること, 国産

化が順調に進むこと, 大きな放射能汚染事故が発生せず, 国内での原子力反対運動が起きないこと, などの条件が揃えば, 原子力発電設備容量は2020年に3,100万~5,100万kW, 2030年に5,000万~9,000万になる可能性があると考えられる。上記条件がすべて満たされないことは考えにくい, 何れかが欠落する可能性はあるだろう。その場合でも, すでに遅れている核開発をも含む研究開発水準の向上, 人材確保, 核保有国地位の維持などのために, 中国政府が

現在の開発規模を縮小する公算は小さく，原子力発電設備容量は2030年に4,000万kWを下回らないだろう。

4 . 原子力発電の是非と課題

国務院発展研究センターの研究報告『中国原子力発電産業の発展と政策に関する研究』によれば，中国では，原子力発電の是非と導入路線について，現在も論争が続いている（魯・熊，2000）。しかし，残念ながら，筆者の知る限りにおいては，「是」に関する文献は豊富にあるが，「非」に関する文献，そして「論争」を裏付ける文献は殆ど公表されていない。

原子力発電の導入はすでに政府計画に織り込まれていることから分かるように，中国では導入派が主流である。その主な根拠は，概ね以下のように要約できる（王慶一，1988；宋任窮・他，1995；蒋心雄，1998；李定凡，1999，2000；魯・熊，2000；『中国原子力エネルギー平和利用第10次5ヶ年計画綱要』等）。

第一に，電力供給の確保とエネルギー安全保障の確保に原子力が必要である。電力供給が不足していた1990年代半ばまでは電力供給確保論が主流で，エネルギー安全保障問題が顕在化しつつある1990年代後半以降は，エネルギー安全保障論が主流になっている。第二に，原子力発電はクリーンかつ安全なエネルギー源で，大気汚染問題と地球温暖化問題の解決に寄与するからである。第三に，冷戦終結後，核実験を行う環境が厳しくなるなか，中国の核保有国の地位を向上させるために，原子力発電開

発を通じて，技術開発と人材確保を促進する必要がある。上記以外に，1990年代末頃までに，原子力発電の経済性も根拠として挙げられていたが，中国核工業総公司の事実上の民営化と電力自由化が断行されてから，経済性問題は逆に原子力発電推進論の足枷となっている。

導入派は主流であるが，国産化の進展に合わせて導入すべきかどうか，という導入路線にめぐって，意見の対立が存在している。過去20年余りの歴史を踏まえて検証してみよう（前掲表2-1と表2-2を参照）。

現在稼働と建設中の11基の原子力発電炉はすべて1990年代半ばまでに計画，または追加的に承認されたプロジェクトである。1985年に着工した秦山発電所は第6次5ヶ年計画(1981-1985)に明記され，国産技術を中心とするものである。国産化率は部品ベースでは95%，金額ベースでは70%に達した(CNNCホームページ)。フランスから原子炉を輸入し，1987年，88年に着工した大亜湾発電所（PWR90万kW，2基）は第7次5ヶ年計画(1986-1990)に明記されていないが，技術取得を意識したものと推測できる。1996年に着工した秦山は大亜湾発電所をベース設計されたことはその証左であろう（丁燕，2002）。第8次5ヶ年計画(1991-1995)では，国産技術を中心とする「秦山 発電所の建設を重点的」に推進すると明記している。すなわち，中国政府は原子力発電導入の初期段階で，国産化を目指しており，国産化に合わせて原子力導入を行う「堅実路線」を選択していると考えられる。

しかし，1990年12月24日，鄧小平氏が

政府要人と会談し、「機会をよく利用して、発展の問題を解決せよ（原文：善于利用時機解決發展問題）」、「我々はやはり原子力発電を發展させるべきだ（原文：核電廠我們還是要發展）」との認識を示した（『鄧小平文選』第3巻）。つまり、国内において高度經濟成長に伴って、エネルギー需要、特に電力需要が急増しており、海外において原子力発電開發が停滞し、國際原子力資本が中国市場に活路を求めている。これこそが中国の原子力発電開發にとって良い機会であり、大いに利用すべきである（宋任窮，他，1995年）。この発言を期に、国産能力を超える原子力発電の導入が一気に進められ、路線は「堅実路線」から「急速拡大路線」へ轉換された。前述した旧中国核工業總公司の野心的な見通しも、この背景下で生まれたものであろう。1996年以降に着工した8基の内、第8次5ヶ年計画にあった秦山の2基を除く6基はフランス、カナダ、ロシアからそれぞれ2基ずつ輸入したものである。

第9次5ヶ年計画(1996～2000)では、原子力の産業化を進展させること、原子力を適度に發展させることとする方針を打ち出し、「堅実路線」への再轉換が図られた。以来、すでに追加的に承認された輸入プロジェクトこそ中止することはできなかったが、新たな輸入プロジェクトの承認は皆無である。同時に、大亜湾原子力発電所(3ループ100万kW,2基)をモデルに秦山発電所(2ループ60万kW,2基)の建設に取り組み、56%の国産化率(価格ベース)を実現した(丁燕,2002;中国青年報,2002年8月5日)。また、国産標準炉型として100万kW

級改良型PWR(CNP-1000)の設計もほぼ完成された(李定凡,2000)。そして、第10次5ヶ年計画(2001～2005)では、国産化をベースに、原子力を適度に發展させるという「堅実路線」が再度確認された。

『中国原子力エネルギー平和利用第10次5ヶ年計画綱要』では、今までの原子力平和利用における主な問題として、「長期發展計画の指導の欠如により、原子力発電の技術開發と設備国産化の進展が緩慢であったこと、産業規模と技術水準が先進国に遅れていること、基礎研究と技術開發の資金不足が深刻であり、裝備が古く、人材流失が多く、海外と比べると中心技術の格差が比較的大きい」と総括している。これは国産化重視の「堅実路線」が再び取られた主な理由でもあると考えられよう。

その他の理由として、無視できないのは經濟効果と經濟性の問題である。1996年以降に着工した8基660万kWの原子力発電所建設の總投資額は990億元(1.5兆円)にのぼるが、その60%、594億元(9,000億円)は海外に支払われた(李定凡,2000)。經濟成長率が1992年の14.2%をピークに低下し、失業問題も重要な社会問題になりつつある中国にとっては、大きな損失である。經濟性について、輸入発電所の建設単価は1,800～2,000ドル/kWであるが、秦山の1,330ドル/kWより遥かに高い(李永江,2002)。国産化は、經濟効果の確保と建設単価そして発電単価の低減にとって必要不可欠である。

一方、導入を真っ向から反対する公式文獻は殆ど見られないが、筆者も含めて、もっと慎重に検討すべきだとの見方がある

(例えば,中国科学院地質・地球物理研究所 傅氷駿, 2002/12/19)。

第一に,中国の省エネルギーおよび再生可能エネルギー開発の潜在力が共に巨大で,その潜在力の実現を優先すべきである。先進国と比べると,中国のエネルギー利用効率は概ね2~4割ほど低い(李志東, 2003)。再生可能エネルギーについては,開発可能な水力資源は3.8億kWあるが,2001年における設備容量ベースの開発率は僅かに21.8%に止まっている。開発可能な風力資源は2.5億kWと推定されるが,2000年現在の風力発電設備容量は僅か35万kWである。太陽エネルギーなどの利用はさらに遅れている。

第二に,原子力の安全性問題,特に高濃度廃棄物の安全処理問題が依然として未解決である。ウランの採掘・加工・輸送・原子炉運転・廃棄物処理などの事故が放射能汚染を引き起こすが,それを防げるかどうかは疑問である。また,高濃度廃棄物の処理について,地下貯蔵の方法が検討されているが,将来世代に災いを残す可能性が否定できない。

第三に,原子力発電はエネルギー安全保障に寄与するかどうかについて,再検討する必要がある。日本などの例に見られるように,事故,トラブル隠しのような事件が,原子力拒否運動を誘発し,電力供給危機をもたらしかねないことも否定できないだろう。

第四に,原子力発電の経済性が十分に確立されているとは言えない。大亜湾原子力発電所を持つ広東省の場合,原子力の送電単価は0.53~0.54元/kWで,火力の平均送電単価0.40元/kWより32.5~35.0%高

く,原子力を含む総平均送電単価0.47元/kWより12.8~14.9%高い(周・張, 1999; 王・他, 1999)。国務院発展研究センターの研究報告『中国原子力発電産業の発展と政策に関する研究』では,現在の経済環境においては,原子力産業は商業化による自立的な発展を達成することが不可能であり,税制上の優遇,資金調達上の優遇,原子力発電電力の割り当て購入などの政策を通じて重点的に育成すべきである,と指摘している(魯・熊, 2000)。『中国原子力エネルギー平和利用第10次5ヶ年計画綱要』では,国産化などを通じて,石炭生産地に遠い沿海地域において,原子力の送電単価を脱硫装置付きの石炭火力の送電単価と競争できるレベルまでに下げることが将来の目標としている。しかし,これらのコスト計算に,高濃度廃棄物の処理コストを考慮していない。現在,西北ゴビ砂漠地帯(北山)に高濃度廃棄物処分施設を建設する構想が検討されているが,建設費だけでも数百億元もかかるといわれている(石丁, 2003)。もし,建設費,維持費などを含む高濃度廃棄物の処分コストをも加算されると,原子力発電の経済性は更に悪くなるだろう。

上記指摘の多くは世界原子力発電開発にも当てはまるが,後発者としての中国にとって,いずれも真剣に取り組みなければならない課題であろう。

謝辞:本研究の一部はNEDO国際エネルギー使用合理化基盤整備事業及び科研費基盤研究B(12572044)の援助を受けて行ったものである。記して謝意を表す。

< 参考文献 >

- [1] DOE/EIA/USA, INTERNATIONAL ENERGY OUTLOOK, 2001 .
- [2] IEA , WORLD ENERGY OUTLOOK , 2002 .
- [3] Zhao Renkai, 「Present Status and Prospects of Nuclear Power Development in China」, 9th Pacific Basin Nuclear Conference, Sydney, Australia, 1-6 May 1994 .
- [4] 王慶一編『中国能源』冶金工業出版社, 1988年 .
- [5] 王良友・他「"西電東送"市場需給予測分析」国家電力公司『中国電力市場分析与研究 1999年』中国電力出版社, 1999年 .
- [6] 原子力産業新聞, 各期 .
- [7] 吳敬儒「未来20年核電必有大發展」, 2003年, 中国能源網 .
- [8] 国家統計局『中国統計年鑑』各年版, 中国統計出版社 .
- [9] 朱宝芝・他「十五期間我国能源交通發展思路与生産力布局研究」, 1999年, 中国能源網 .
- [10] 周家麟・張一心「広東核電の現状与發展戰略」,(推定)1999年, 中国能源網 .
- [11] 周小謙「中国電力工業發展的前掲」, 2000年, 中国能源網 .
- [12] 周鳳起・周大地『中国能源中長期能源戰略』中国計画出版社, 1999年 .
- [13] 蔣心雄「核工業の歴史性跨越: 記念党的十一届三中全会召開20周年」, 中国核工業報, 1998年12月16日 .
- [14] 石丁「專家称北山是最理想的核廢棄物庫址之一」, 2003年4月25日, 中国能源網 .
- [15] 宋任窮・他「中国核工業創建40周年的光輝歷程」, 中国核工業報, 1995年1月9日 .
- [16] 丁燕「国産化的抉択」, 2002年4月24日, 中国能源網 .
- [17] 中国經濟社会發展第6~10個5年計画 .
- [18] 中国核能和平利用第10個5年發展計画綱要 .
- [19] 中国電力工業第10個5年規劃 .
- [20] 中国工程院能源項目組『中国可持續發展能源戰略研究總報告初稿』1997年 .
- [21] 中国青年報, 2002年8月5日 .
- [22] 中国能源戰略研究課題組『中国能源戰略研究(2000~2050年)』中国電力出版社, 1996年 .
- [23] 中国能源研究会・国家電力公司戰略研究与企画部『中国能源五十年』中国電力出版社, 2002/1 .
- [24] 中国能源網(<http://www.china5e.com.cn/>)
- [25] 中国国家原子能機構ホームページ(<http://www.caea.gov.cn/>)
- [26] 中国核工業集团公司ホームページ(<http://www.cnnc.com.cn/>)
- [27] 鄧小平「善于利用時機解決發展問題」, 1990年12月24日, 『鄧小平文選』第3卷 .
- [28] 日本原子力産業会議『世界の原子力発電開発の年次報告』各年版 .
- [29] 傅冰駿「核電是一種安全清潔的能源嗎?」, 2002年, 中国能源網 .
- [30] 李永江「加快我国核電国産化建設的步伐」, 2003年3月7日, 中国能源網 .
- [32] 李志東「中国高度經濟成長の陰に潜むエネルギー・環境問題: 中長期の問題, 対策および日中相互協力の視点を以て」『エネルギー経済』2003年夏季号(同号) .
- [33] 李定凡「努力開創核工業改革發展的新局面」, 1999年, 中国核工業集团公司ホームページ .
- [34] 李定凡「發展核工業, 增強国力, 造福人民」,(推定)2000年, 中国核工業集团公司ホームページ .
- [35] 魯志強・熊賢良「对我国核電産業發展戰略和政策的建議」,(推定)2000年, 中国能源網 .