

## 最近の原子力発電建設・計画の動向

2007.11.21

日本原子力研究開発機構

戦略調査室 小林孝男

原油価格高騰、地球温暖化に対する懸念の高まりを受けて、原子力カルネッサンスの波が世界的に高まりつつあるこの頃であるが、世界の原子力発電の実際の建設・計画の最新の動向はどうか、中国、ロシア、インドを中心に調べてみた（ソースは主に WNA Website, 2007/10）。世界全体の動向については、WNA Website, 2007/9/30 の表をベースに各国の最近の動向を追加し、別表に示した。

### 1. 主要国の原子力発電建設・計画動向

#### (1) 中国

中国の 2006 年の発電容量は 2005 年の 508GWe から 20%成長して 610GWe（発電量は約 2,700 TWh）になった。電力の約 80%は化石燃料（主に石炭）から生産されており、約 18%が水力、原子力は 1.9%でしかない。石炭火力への依存が大き過ぎて大気汚染が深刻な状況を打開するため、また、石炭産地から離れた経済発展の著しい沿海地域の電力需要を満たすため、中国は原子力発電シェアの大幅拡大を計画している。2020 年の原子力発電容量を現在の 8.6GWe から 40GWe に拡大させる計画である。また、2007 年 5 月に、国家発展改革委員会は、2030 年の原子力発電容量の目標は 160GWe と発表した。

江蘇省 Jiangsu の田湾 Tianwan で建設を進めていたロシア VVER（1,060MWe×2 基）は、完成がやや遅れたものの 2007 年 1 月に 1 号基、8 月に 2 号基が無事運転を開始し、10 月現在の中国の発電容量は、約 8.6GWe になった（表 1）。

表 1 運転中の原子炉

プラント名	省名	炉型	デザイン	発電容量 net	運転開始
大亜湾 Daya Bay-1 & 2	広東	PWR	仏 Framatome	2×944 MWe	1994
秦山 Qinshan-1	浙江	PWR	中国	279 MWe	April 1994
秦山 Qinshan-2 & 3	浙江	PWR	中国 CNP-600	2×610 MWe	2002, 2004
嶺澳 Lingao-1 & 2	広東	PWR	仏 Framatome	2×935 MWe	2002, 2003
秦山 Qinshan-4 & 5	浙江	PHWR	カナダ Candu-6	2×665 MWe	2002, 2003
田湾 Tianwan-1 & 2	江蘇	PWR	ロシア VVER	2×1,000 MWe	2007
<b>合計 (11 基)</b>				<b>8,587 MWe</b>	

データ：WNA,2007/10

今年 8 月には、遼寧省で初めての紅沿河 Hongyanhe 原子力発電所の建設が着工し、現在、嶺澳 Lingao II、秦山 QinshanIV を合せ、5 基が建設中で、2009 年までには合計 18 基 (18.5GWe)

が建設を開始する予定である（表2）。

当初、三門 Sanmen I と陽江 Yangjiang I の建設は、海外企業を対象とした競争入札が行われ、Westinghouse の AP-1000 が勝ち取ったが、その後、陽江 Yangjiang I は中国の CPR-1000（Framatome の技術をベースに開発）に置き換えられ、Westinghouse は三門 Sanmen I と海陽 Haiyang I を建設することになった。AP-1000 の技術は中国の第3世代炉技術の先導的役割を果たすとともに、中国の更なる技術開発のためのプラットフォームを提供することになった。国務院直属の SNPTC（State Nuclear Power Technology Corp.）はその技術開発の責任者であり、AP-1000 技術のライセンス保有者になることが期待されている。

上記競争入札に関しては、第3世代炉の技術として海外技術の国産化を志向する SNPTC と国産の第2世代炉を押す CNNC（China National Nuclear Corporation；中国核工業集团公司）との間で激しい駆け引きがあったとされているが、結果は SNPTC の勝利に終わった。第3世代炉の技術として、今後フランスの EPR（広東省の台山 Taishan：2基）およびロシア炉（江蘇省の田湾 Tianwan II：2基）の導入も予定されている（表3）（以上 WNA Website, 2007/10）。



図1 中国の運転・建設中および計画原子炉位置図

出典：WNA, 2007/10

表3に示した17基(18GWe)までが計画中のプロジェクトと位置づけられており、具体的な建設計画も決まりつつある。2030年の目標160GWeはともかくとして、2020年の目標40GWe達成に向けては、順調に進捗していると言えそうである。

表2 建設中または着工間近の原子炉

プラント名	省名	炉型	デザイン	発電容量 (MWe gross)	建設開始	運転開始 予定
嶺澳 Lingao II (Lingao-3 & 4)	広東	PWR	中国 CPR-1000 (元 は Framatome)	2×1,080	2005/12	2010 2011
秦山 QinshanIV (Qinshan-6 & 7)	浙江	PHWR	中国 CNP-600	2×650	2006/3 2007/1	2011 2012
紅沿河 Hongyanhe I (4基)	遼寧	PWR	中国 CPR-1000	4×1,080	2007/8	2012~ 2014
三門 Sanmen I (2基)	浙江	PWR	WH AP-1000	2×1,100	2007/12 2009	2013 2014
陽江 Yangjiang I (4基)	広東	PWR	中国 CPR-1000	4×1,080	2008/9	2013~
寧徳 Ningde I (2基)	福建	PWR	中国 CPR-1000	2×1,080	2008/4	2013
海陽 Haiyang I (2基)	山東	PWR	WH AP-1000	2×1,100	2009	2014~ 2015
<b>合計 (18基)</b>				<b>18,500</b>		

ローマ数字はフェーズを示す

データ : WNA,2007/10

表3 第11次5カ年計画(2006-2010)に含まれているような次の建設計画

プラント名	省名	炉型	デザイン	発電容量 (MWe gross)	建設開始	運転開始 予定
石島湾 Shidaowan, Rongcheng	山東	HTR-PM	中国 Huaneng Group	200	2007?	2012?
Bailong (2基)	広西	PWR	中国 CPR-1000	2×1,080	2008	2013
田湾 Tianwan II (2基)	江蘇	PWR	ロシア VVER-1000	2×1,060	2008?	
Honshiding I (2基)	山東			2×1,000	2009	2015
惠安 Hui'an/Fuging (2基)	福建	PWR		2×1,000		
台山 Taishan (2基)	広東	PWR	Areva NP EPR	2×1,600		
Tianwei/Shanwei, Lufeng (2基)	広東	PWR	CPR-1000	2×1,080		
紅沿河 Hongyanhe II (2基)	遼寧	PWR	CPR-1000	2×1,080		2014~
Bamaoshan/ 蕉湖 Wuhu I (2基)	安徽	PWR	CPR-1000	2×1,080		2015~
<b>合計 (17基)</b>				<b>18,000</b>		

ローマ数字はフェーズを示す

データ : WNA,2007/10

## (2) ロシア

ロシアの2005年の発電量は953 TWhで、46%が天然ガス火力、17%が石炭火力、18%が水力そして原子力は16%であった。原子力の発電容量は総発電容量211GWeの約10%であるが、発電シェアが容量シェアより大きいのは設備利用率が大きく向上したためである。ロシアの総発電量は、2015年には1,400TWh(340 GWe)に、2020年には1,700-2,000TWh(390GWe)に成長すると見込まれている。

電力需要が急成長する中、ロシアの天然ガス発電の60%を占めるガスプロムは、天然ガスを西ヨーロッパに輸出する方が5倍も高値で売れるため国内供給を削減してきており、2020年には国内への供給量を半減する意向である。ロシアの政策目標は、発電用の天然ガス消費を削減し、その代替として原子力発電量を2020年までに2倍に増大させることとしている。

現在稼働中の31基(表4)のうち、第1世代のPWR12基(5.7GWe)は、2015~2020年までに必要な改修・改造を行い当初の30年間の運転許可を15年間延長することになっている。11基のPBMK炉も同様の運転期間延長が検討されている。

表4 運転中の原子炉

プラント名	炉型 V=PWR	発電容量 MWe net,	運転開始	閉鎖予定
Balakovo 1-2	V-320	2×950	5/86, 1/88	2015, 2017
Balakovo 3-4	V-320	2×950	4/89, 12/93	2018, 2023
Beloyarsk 3	BN600 FBR	560	11/81	2010
Bilibino 1-4	LWGR	4×11	4/74-1/77	2009, 09, 11, 12
Kalinin 1-2	V-338	2×950	6/85, 3/87	2014, 2016
Kalinin 3	V-320	950	12/04	2034
Kola 1-2	V-230	2×411	12/73, 2/75	2018, 2019
Kola 3-4	V-213	2×411	12/82, 12/84	2011, 2014
Kursk 1-2	RBMK	2×925	10/77, 8/79	2021, 2024
Kursk 3-4	RBMK	2×925	3/84, 2/86	2013, 2015
Leningrad 1-2	RBMK	2×925	11/74, 2/76	2018, 2020
Leningrad 3-4	RBMK	2×925	6/80, 8/81	2009, 2011?
Novovoronezh 3-4	V-179	2×385	6/72, 3/73	2016, 2017
Novovoronezh 5	V-187	950	2/81	2010
Smolensk 1-3	RBMK	2×925	9/83-1/90	2013, 2020
Volgodonsk 1	V-320	950	3/01	2030
合計(31基)		21,743 MWe		

出典：WNA,2007/10

2006年10月に、ロシアは2015年までのUS\$55b.(6兆円)の原子力開発計画を正式に承認した。US\$55b.のうち2015年までのUS\$26b.は政府予算から支出し、残りはRosatomからの出資である。2015年以後のすべての予算はRosatomから出資されることになっている。現在7基(4.8GWe)が建設中で、2015年までに少なくとも9.8GWeが新規に運転開始される計画である。

2007年4月に、ロシアは2020年までの原則的な発電プラント建設計画を承認した。この計画では2009年以降1基/年、2012年以降2基/年、2015年以降3基/年、2016年以降4基/年で新規原子炉の運転が開始されることになっている。2007年9月には、表5のスキームが発表された。ただし、2015年以降は2基/年までが予算規模内と注意書きされている。したがって2015, 2016年の3基目は提案と位置づけられている(以上WNA Website, 2007/10)。

仮に予算規模内だけしか建設できないとした場合でも、2020年までに24GWeが新規に運転されることになり、2020年までに現状(21.7GWe net)の2倍という目標は達成される計算になる。

表5 建設中および計画・提案の主な原子炉

プラント名	炉型	発電容量 MWe	状況	運転開始 予定
Volgodonsk 2	V-320	1000	建設中	2009
Kursk 5	RBMK	1000	建設中	2010??
Kalinin 4	V-320	1000	建設中	2011
Beloyarsk 4	BN-800 FBR	800	建設中	2012
Novovoronezh II -1	AES-2006 / VVER 1200	1200	建設中	2012
Severodvinsk	KLT-40	40 x 2	建設中(4/07)	2011
小計 (7基)		4790 net		
Novovoronezh II -2	AES-2006 / VVER 1200	1200	計画	2013
Leningrad II -1	AES-2006 / VVER 1200	1200	計画(10/8)	2013
Volgodonsk 3	AES-2006 / VVER 1200	1200	計画	2014
Leningrad II -2	AES-2006 / VVER 1200	1200	計画	2014
Severskaya 1	AES-2006 / VVER 1200	1200	計画	2015
Leningrad II -3	AES-2006 / VVER 1200	1200	計画	2015
Volgodonsk 4	AES-2006 / VVER 1200	1200	計画	2016
Nizhegorod 1	AES-2006 / VVER 1200	1200	計画	2016
Tverskaya 1	AES-2006 / VVER 1200	1200	提案	2015
South Ural 1	AES-2006 / VVER 1200	1200	提案	2016
Tverskaya 2	AES-2006 / VVER 1200	1200	提案	2017
Severskaya 2	AES-2006 / VVER 1200	1200	提案	2017
Tsentralnaya 1	AES-2006 / VVER 1200	1200	提案	2017
Kola II - 1	VK-300 BWR	300	提案	2017
Nizhegorod 2	AES-2006 / VVER 1200	1200	提案	2018
Leningrad II -4	AES-2006 / VVER 1200	1200	提案	2018
South Ural 2	AES-2006 / VVER 1200	1200	提案	2018
Kola II - 2	VK-300 BWR	300	提案	2018
Tverskaya 3	AES-2006 / VVER 1200	1200	提案	2019
South Ural 3	AES-2006 / VVER 1200	1200	提案	2019
Tsentralnaya 2	AES-2006 / VVER 1200	1200	提案	2019
Kola II - 3	VK-300 BWR	300	提案	2019
Primorskaya 1	VK-300 BWR	300	提案	2019
Nizhegorod 3	AES-2006 / VVER 1200	1200	提案	2020
South Ural 4	AES-2006 / VVER 1200	1200	提案	2020
Tverskaya 4	AES-2006 / VVER 1200	1200	提案	2020
Kola II - 4	VK-300 BWR	300	提案	2020
Primorskaya 2	VK-300 BWR	300	提案	2020

出典：WNA,2007/10

### (3) インド

インドは2006年に約600TWhを発電し、原子力発電はその2.6% (15.6TWh) を発電した。電力需要は年6.3%の割合で上昇していることに加え、総発電量の69%を担っている石炭火力は、石炭資源が限られていることから、インドの原子力発電への期待は大きい。2004年の政府目標は、原子力発電容量を2020年までに20GWeに拡大することであったが、2007年にシン首相は、この目標は中間目標であり、国際協力を始めることにより倍増できると表明した。しかし、自国の燃料供給だけでは20GWeの目標も達成できないと考えられている。少なくともウランの輸入なくしては現状維持すら困難である (WNA Website, 2007/10)。

2005年7月に、シン首相とブッシュ大統領が約束した米印原子力協力の協定法案は2007年8月に米国の国会を通過したが、インド側では連立与党である共産党の強い反対により、目下国会承認の見通しがあやしくなっている。協定案によるとインドのほとんどの原子力発電所はIAEAの保障措置下に置かれることが条件となっており (現状では4基が特定の保障措置を受けているのみ)、共産党はインドの安全保障・防衛政策が制限されることを問題にしている。しかし、米印原子力協力が成立するためには45カ国の原子力供給国グループ (NSG) の承認が必要であり、そのためにインドはIAEAと包括的保障措置協定を締結することが条件となっている。協力協定に関する米国の最終承認は、NSGの承認後となっていることから、ブッシュ大統領の政権内での法案成立が危ぶまれている。しかし最近、インド共産党が態度を軟化させ、契約の最終的な内容については彼らの同意が必要との条件付で、政府がIAEAとの保障措置に関する交渉を行うことを認めたため (Bloomberg, 2007/11/14)、にわかに急展開の可能性も出てきた。

上記に関連する最近の動向として、インドは、ロシアから更なる4基のVVER炉を輸入することについて、2007年1月のロシアとの基本合意に基づき、この11月11日、シン首相がロシアを訪問した際に、政府間契約に調印する予定であった。しかし、NSGの承認 (すなわちインドが包括的保障措置を受け入れること) なしにロシア単独でインドへの原子力輸出を進めることはできないとの理由で調印は先送りになった (China View, 2007/11/11)。また、17基あるインドの原子力発電所は、定期検査中の2基を除き、3基が燃料不足のため運転停止、運転中の12基も50-70%の稼働率での運転を余儀なくされているとの情報がある (Sify, 2007/10/22)。インドは新規ウラン鉱山を開発するため、2005, 2006年にUS\$700m.を投じ、2007年から新しい製錬所 (2件目) と鉱山 (5件目) が生産を開始した (WNA Website, 2007/10) とのことであるが、燃料不足はいまだ解消されていないようである。

一方、原子力発電所の建設は現在のところ順調に進んでおり、2007年に運転開始したKaiga 3を含め現在17基 (3.78GWe) が運転中 (表6)、さらに、ロシアのVVER 2基を含む6基 (2.98GWe) が建設中である (表7)。また、政府は2007年4月に8基の新規建設を承認した (表8 ; WNA Website, 2007/10)

建設中および計画中の炉には軽水炉8基 (7.9GWe) が含まれており、ロシア以外のPWRの輸入も当然視野に入っている。軽水炉の容量増大により、ウランだけでなく濃縮役務の手当ても今後の重要な課題である。米印原子力協力とNSGによるインドへの原子力技術・核燃料

輸出承認がインドの原子力成長の命運を握っていることに変わりはない。

表6 インドの運転中の原子炉

プラント名	炉型	容量 MWe net,	運転開始	保障措置の状況
Tarapur 1 & 2	BWR	2×150	1969	特定項目での保障措置協定あり
Kaiga 1 & 2	PHWR	2×202	2000	
Kaiga 3	PHWR	202	2007	
Kakrapar 1 & 2	PHWR	2×202	1993-95	2012年までに協定締結予定
Kalpakkam 1 & 2 (MAPS)	PHWR	2×202	1984-86	
Narora 1 & 2	PHWR	2×202	1991-92	2014年までに協定締結予定
Rawatbhata 1 (Rajasthan)	PHWR	90	1973	特定項目での保障措置協定あり
Rawatbhata 2 (Rajasthan)	PHWR	187	1981	特定項目での保障措置協定あり
Rawatbhata 3 & 4 (Rajasthan)	PHWR	2×202	2000	2010年までに協定締結予定
Tarapur 3 & 4	PHWR	2×490	2006, 05	
<b>合計 (17基)</b>		<b>3779 MWe</b>		

出典：WNA,2007/10 (NPCIL Annual Report 2006-2007 に基づき一部修正)

NPCIL; Nuclear Power Corporation India Limited

表7 インドの建設中の原子炉

プラント名	炉型	発電容量 MWe net	運転者	運転開始予定	保障措置状況
Kaiga 4	PHWR	202	NPCIL	9/2007	
Rawatbhata 5 & 6	PHWR	2×202	NPCIL	8/2007, 2/08	2008年までに協定締結予定
Kudankulam 1 & 2	PWR (VVER)	2×950	NPCIL	12/2007, 12/08	特定項目での保障措置協定あり
Kalpakkam PFBR	FBR	470	Bhavini	3/2011	協定締結は否定的

出典：WNA,2007/10 (NPCIL Annual Report 2006-2007 に基づき一部修正)

表8 インドの計画または確かな提案中の原子炉

プラント名	炉型	発電容量 MWe net	運転者	運転開始予定
Kakrapar 3 & 4	PHWR	2×640	NPCIL	2014
Rawatbhata 7 & 8	PHWR	2×640	NPCIL	2015
Kudankulam 3 & 4	PWR - VVER	2×1000	NPCIL	2013
Jaitapur 1 & 2	PWR	2×1000	NPCIL	2014
?	PWR	2×1000	NTPC	2014
?	PHWR	4×640	NPCIL	
?	FBR	4×470	Bhavini	~2020
?	AHWR	300	?	2020

出典：WNA,2007/10 (NPCIL Annual Report 2006-2007 に基づき一部修正)

## 2. その他の主な動向

### (1) 米国

米国では現存原子炉の出力拡大および運転期間の延長（40年→60年）により、実質的な原子力発電容量の拡大が図られてきたところであるが、ようやく2007年後半になって新規原子炉建設に向けての具体的な動きが見えてきた。9月30日に、NRG Energy社が米国原子力規制委員会（NRC）に初めての新規原子炉建設の建設・操業ライセンス（COL）申請を行った。申請は2基のABWRをNRGが現在2基の運転を行っている南テキサスプロジェクトのサイトに建設するものである。COLの審査プロセスは44ヶ月かけて行われるとされており、NRGは2基の運転は2014、2015年に開始できると見込んでいる（UxWeekly, 2007/9/24）。更に10月30日に、TVAとNuStart Energyコンソーシアムは、アラバマ州のベラフォンテに2基のAP1000を建設するCOL申請をNRCに提出した（UxWeekly, 2007/11/5）。

NRCは今後2～3年間の間に20件（31基）以上の申請を受けると予測しているが、NRCの現在のマンパワーではこれだけの件数をこなすのは不可能であり、また米国の産業もこれだけの急速な建設には耐えられないとの見方もある（Nukem Market Report, 2007/10）。

### (2) ヨーロッパ

ヨーロッパでは、2006年1月のロシアによるウクライナへの天然ガス供給中断が、エネルギー供給保障に対する強い関心を引き起こしたと思われる。当事国であるウクライナはその後2030年までに11基増設（容量倍増）する計画を政府が承認した。

英国では、2006年7月に政府によるエネルギーレビュー報告書が発表され、原子力も発電ミックスの中で重要な役割を果たすと位置づけられた。2007年5月にはエネルギー白書が発表され、エネルギー保障とCO2放出量の最小化に強い関心が示された。これを受けた10月までの委員会では、再生利用可能エネルギー事業への更なる支援とともに原子力発電が英国の将来エネルギーの中で重要な役割を果たすべく民間の投資を促すための明確な支援策が必要との議論が行われている。

ベルギーでは2003年の原子力発電フェーズアウト政策を維持すべきかどうか、2007年に再検討されている。スウェーデンにおいても、2006年9月に発足した中道右派4党による新政権は、原子力に積極的である。2010年までは閉鎖も新規建設も行わないと決めているが、主要原子炉の出力拡大計画は認めている。右派4党のうちキリスト教民主党は2007年3月にフェーズアウト政策を変換し、2010年以降の新規建設を認める決定を行っている（WNA, Website, 2007/10）。2010年以降の新規建設計画承認への動きが始まる可能性が強い。

ドイツはフェーズアウト政策を維持しているが、予定通り閉鎖が進むと（2009年に4基が閉鎖予定）、ロシア天然ガスへの依存がますます強まることは必至であり、将来のエネルギー供給への大きな不安を抱えていることは言うまでもない。

以上