

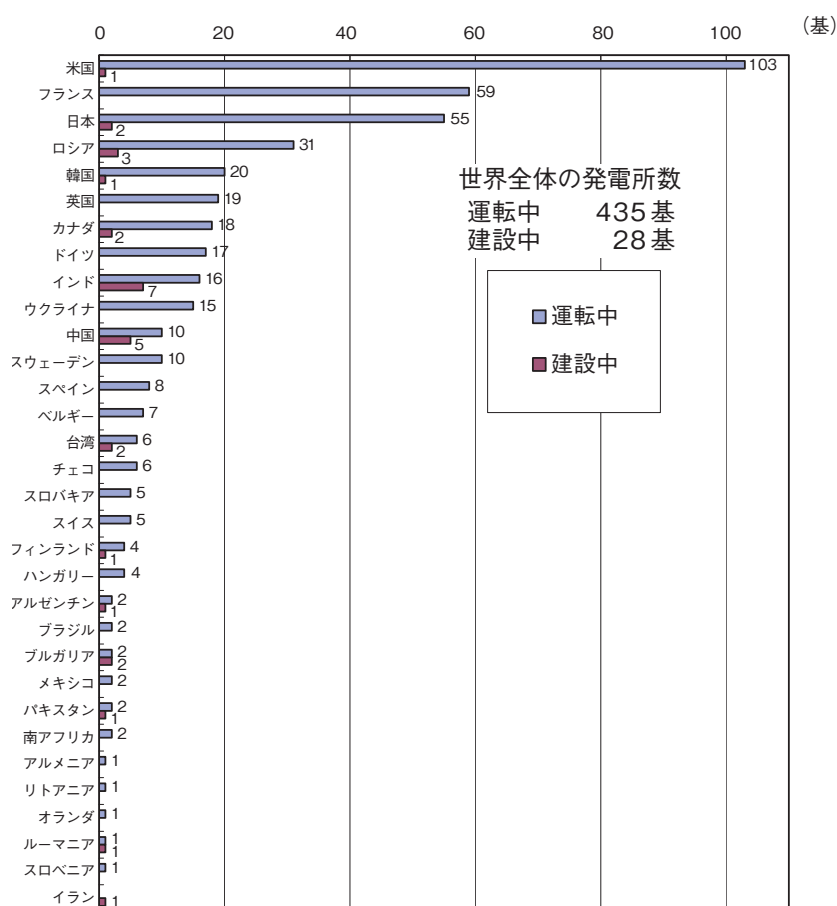
第2節 世界に広がる原子力発電の拡大の流れ

前節に示したエネルギー資源や地球温暖化を巡る状況を反映して、世界各国において、原子力発電所の新增設や原子力発電導入政策への転換の動きが見られる。このような動きに伴い、原子力に関する国際協力の新たな動きや、原子力産業の国際的な合従連衡の動きも起きている。また、先進諸国を中心に核燃料サイクルに係る取組が進められているとともに、高レベル放射性廃棄物の処分を始めとする放射性廃棄物の適切な管理に向けた活動が各国で進められている。

1 諸外国における原子力発電の拡大の動き

図1-2-1にあるように、平成18年（2006年）12月末現在、31の国及び地域で435基の原子力発電所が運転中、28基が建設中であり、建設中のうち12基は中国とインドのものである。

図1-2-1 世界の原子力発電所の基数（運転中・建設中）（平成18年12月末現在）

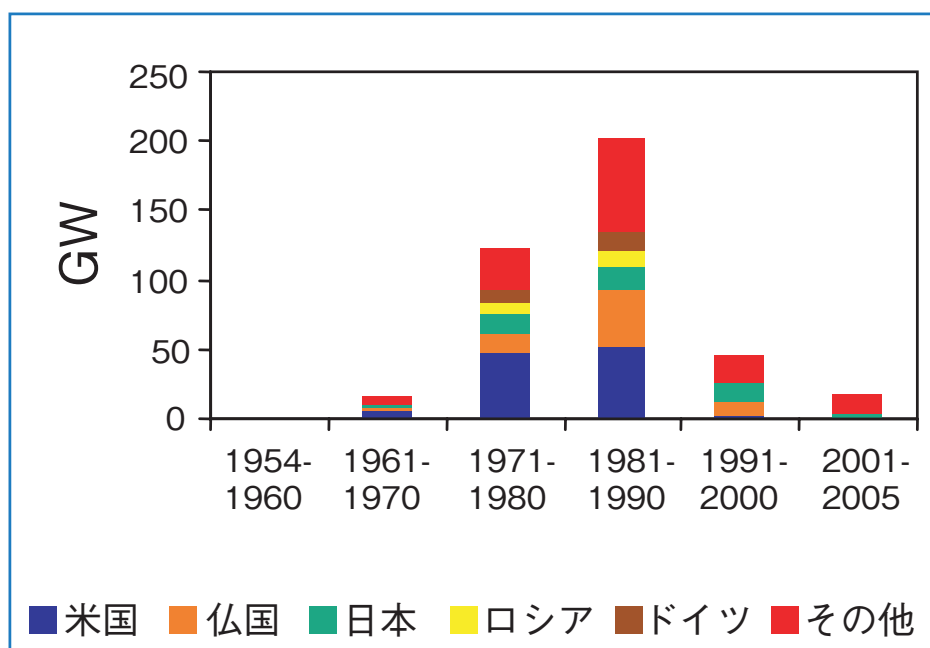


(出典) WNA (世界原子力協会)

運転中の発電所の多くは1970年代から1980年代にかけて米国や仏国を中心に建設されたものである。その後、スリーマイルアイランド原子力発電所¹¹やチェルノブイリ原子力発電所の事故¹²の影響や、エネルギー資源価格が安定したこともあり、欧米諸国の中に原子力発電に消極的政策や脱原子力政策を掲げる国々が現れたことなどから、1990年代以降、世界における原子力発電所の新增設は減少してきた。

図1-2-2

世界における10年間毎の原子力発電所の新增設に伴う設備規模の伸びの推移



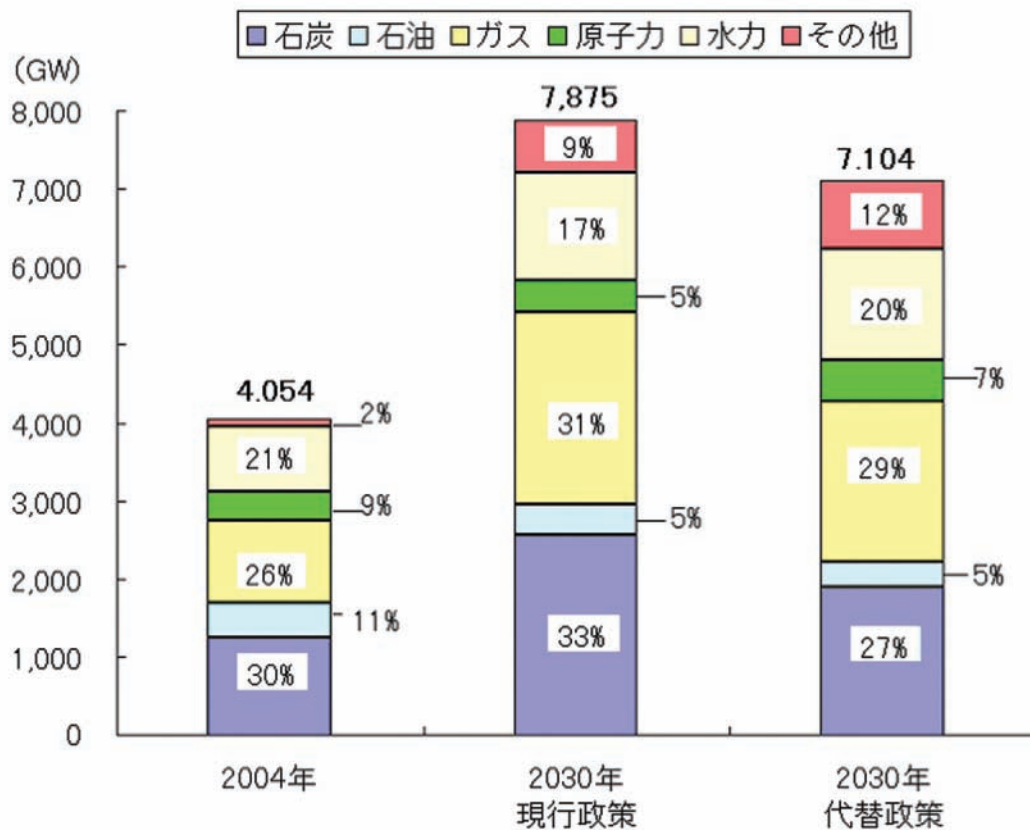
(出典) IEA WORLD ENERGY OUTLOOK 2006

しかし、近年、前節にあるようにエネルギー価格の高騰やエネルギー安定供給、地球環境問題に関する懸念の高まりから、国毎に力点の置きどころに違いはあるものの原子力発電の価値が見直される傾向にある。国際エネルギー機関（IEA）の見通しでは、世界の原子力発電所の設備容量は、平成16年（2004年）に364GWであったものが、平成42年（2030年）には現行政策に沿ったシナリオで約13%増の416GW、各国が検討中の温暖化ガス排出抑制策を盛り込んだ代替政策シナリオでは約41%増の519GWに達する見込みである。図1-2-3には、それぞれのシナリオにおける設備容量の構成の見通しを示す。

- 11 1979年3月28日、米国のスリーマイルアイランド（TMI）原子力発電所2号機で発生した事故。原子炉内の一次冷却材が減少、炉心上部が露出し、燃料の損傷や炉内構造物の一部溶融が生じるとともに、周辺に放射性物質が放出され、住民の一部が避難した。
- 12 1986年4月26日、旧ソ連ウクライナ共和国のチェルノブイリ原子力発電所4号機で発生した事故。急激な出力の上昇による原子炉や建屋の破壊に伴い大量の放射性物質が外部に放出され、ウクライナ、ロシア、ベラルーシや隣接する欧州諸国を中心に広範囲にわたる放射能汚染をもたらした。

図1-2-3

世界における発電設備容量の構成の見通し（発電方式別）



(出典) IEA WORLD ENERGY OUTLOOK 2006

ただし、このように原子力の発電設備容量が増大しても、発電部門における火力発電（石油、石炭及び天然ガス）の割合は平成42年（2030年）においてもなお6割以上を占めるとされている。

以下には、最近活発化している世界各国における原子力発電の導入・拡大の動きのうち、主なものについて記載する。

①米国 – 原子力発電所の新增設に向けた取組を再開 –

米国では、平成18年（2006年）12月末現在103基の原子炉が運転中であり、同国は世界全体の原子炉数の約24%を保有する世界第1位の原子力発電大国であるが、スリーマイルアイランド原子力発電所の事故を境に約30年間、新規の原子力発電設備の発注はなかった。しかしながら、近年に至り、供給予備率の低下、化石燃料価格の上昇や石炭火力への環境制約などから電気事業者が原子力発電所の新設を検討する環境が生まれ、連邦政府も平成17年（2005年）7月の議会で成立した「包括エネルギー法」等に基づき、原子力発電所の新設を誘導するために新規建設に係る財務リスクを軽減する措置を整備している。この結果、表1-2-1に示すように、約30基の原子力発電所の新設が電気事業者によって検討されている。

表1-2-1

米国において事業者が新設を検討している原子力発電所の一覧

No	グループ・事業者	候補サイト		炉型	基数
1	ニュースタート (エクセロン、エンタジー、 サザン・カンパニー等の電 力会社9社にGE、WHの メーカーを加えた社により 構成)	アラバマ州	ベルフォンテ (テネシ ー渓谷開発公社所有)	AP-1000	1基
2		ミシシッピ州	グランドガルフ発電所 (エンタジー所有)	ESBWR	1基
3	ドミニオン・ニュークリア	バージニア州	ノースアナ発電所	ESBWR	1基
4	エンタジー	ルイジアナ州	リバーベント発電所	ESBWR	1基
5	エクセロン	イリノイ州	クリントン発電所	未定	1基
6		テキサス州	未定	未定	未定
7	サザン・カンパニー	ジョージア州	アルビン・W・ボーグ ル発電所	AP-1000	2基
8	プログレス・エナジー	ノースカロライナ州	シアロンハリス発電所	AP-1000	2基
9		フロリダ州	未定		2基
10	ユニスター・ニュークリア (コンステレーション・エナ ジー、アレバ (仏) により 構成)	メリーランド州	カルバートクリフス発 電所	US - EPR	2基
11		ニューヨーク州	ナインマイルポイント 発電所	US - EPR	2基
12	デューク・エナジー／サザ ン・カンパニー	サウスカロライナ州	W・S・リーⅢ発電所	AP-1000	2基
13	デューク・エナジー	サウスカロライナ州	オコニー郡	未定	未定
14		ノースカロライナ州	デイビー郡	未定	未定
15	サウスカロライナ・エレクト リック・アンド・ガス／ サンティー・クーパー (サウスカロライナ州の電 力・水道会社)	サウスカロライナ州	サマー発電所	AP-1000	2基
16	フロリダ・パワー・アンド・ ライト	フロリダ州	未定	未定	未定
17	NRGエナジー	テキサス州	サウステキサス・プロ ジェクト発電所	ABWR	2基
18	アマリロ・パワー	テキサス州	アマリロ市近郊	ABWR	2基
19	TXU エレクトリックデリバ リー	テキサス州	コマンチェピーク発電 所	未定	2基
20		未定	未定	未定	2～ 4基

出典：米原子力エネルギー協会 (NEI)
(平成18年調べ)

②カナダ – 運転休止中の原子力発電所を再開 –

我が国への天然ウラン輸出国でもあるカナダでは、豊富な水資源を利用した水力発電の比率が約60%と高く、原子力発電の役割はもともと補完的なものであったが、原子力発電所のトラブルが続いたこともあり、経済性の観点から一部の原子力発電所を停止していた。しかしながら、近年に至り、エネルギー価格の上昇を踏まえ経済性の観点から原子力発電が見直され、停止していた原子炉を再稼動させて原子力発電による電力供給を増加させている。さらに、新規の原子力発電所建設に向けた検討も行われている。

③ロシア – 原子力発電の拡大を積極的に推進 –

ロシアは世界第4位の原子力発電大国であり、平成18年（2006年）12月末現在31基の原子炉が運転中で、3基が建設中である。プーチン政権は、エネルギー資源大国として国際社会に対する影響力を強化することを目指して、外貨を獲得できる天然ガスや原油を輸出に回す一方で、原子力産業について国際市場における主要プレーヤーとなり得るよう再編成を進めている。また、国内においては、老朽化した原子力発電所の更新を進めつつ原子力エネルギー利用の拡大を図るために、毎年着実に新增設を進め、平成18年（2006年）には16%である総発電電力量に占める原子力発電の割合を平成42年（2030年）には25%に引き上げることとしている。

図1-2-4

ロシア カリーニン原子力発電所



④英国 – 新規原子力発電所の建設再開に向けた動き –

英国は原子力発電の先進国であるが、1970年代に北海油田が生産を開始し、昭和56年（1981年）以降、平成13年（2001年）までエネルギー自給率が100%を超える資源国であったこともあり、これまで約20年にわたり、新規の原子力発電所の建設は1基しか行われてこなかった。しかしながら、平成18年（2006年）7月に公表された「The Energy Challenge」報告書では、今後老朽化した原子力発電所の閉鎖が見込まれる中で、原子力発電は将来的にも必要であるとの判断を明確に打ち出し、既存の原子力発電所の更新を含めた新規建設を可能にするための環境整備が開始された。

⑤フィンランド、スウェーデン – 脱原子力政策等からの転換 –

フィンランド、スウェーデンでは、近年の温暖な気候の影響によるとみられる貯水量の

大幅な減少に伴い、水力による発電電力量が減少している。この結果、フィンランドはロシアから、スウェーデンはフィンランドからの輸入電力量が増大するとともに、平成15年（2003年）には北欧電力市場での平均取引価格が過去最高を記録した。

フィンランドでは、平成5年（1993年）に、政府によって一度承認された原子力発電所の建設計画が、チェルノブイリ原子力発電所の事故の影響により議会で否決されたが、将来の電力需要の増大への対応、電力供給の対外依存度の低減及び京都議定書の目標達成の観点から、平成16年（2004年）1月に5基目となる原子力発電所の建設許可申請がなされ、現在、平成22年（2010年）運転開始を目指して建設が進められている。

一方、スウェーデンでは、昭和55年（1980年）の国民投票で平成22年（2010年）までに原子力発電所を段階的に廃止する方針が採択され、平成11年（1999年）にバーセベック1号機、平成17年（2005年）に同2号機が閉鎖された。しかし、増大する国内の電力消費を前に、廃止する原子力発電所が担っていた発電電力量を代替するためには、国外からの電力輸入か、二酸化炭素を排出する火力発電に依存せざるを得ないが、これは経済性や地球温暖化対策の観点から望ましくないと批判されていた。このような背景から、平成22年（2010年）という原子力発電所の廃止期限は平成9年（1997年）に撤回されている。また、平成18年（2006年）9月の総選挙の結果、12年ぶりの政権交代があり、新たな政権は原子力発電に関して、①平成18年（2006年）～22年（2010年）までの間には原子力発電所の段階的廃止についての政策決定は行わず、②新しい原子力発電所の建設は行わず、③既に廃止した2基の原子力発電所の運転再開はしないが、既存の原子力発電所の出力増強は認めるとし、脱原子力政策からいわば現状維持の方針に転換している。

図1-2-5

フィンランド オルキルオト原子力発電所3号機の完成予想図



⑥アジア諸国 –新たなエネルギー源としての原子力発電への期待–

アジア地域では、現在、日本の他、韓国、中国、台湾、インド、パキスタンの5つの国・地域で原子力発電が行われている。平成18年（2006年）12月末現在、運転中の原子炉は109基で、世界全体の約25%を占めている。また、世界で建設中の原子炉の6割強に当たる18基がアジア地域に集中している。しかもアジア地域では今度とも経済活動が拡大を続け、エネルギー需要が増加していくと予測されていることから、更に多くの原子力発

電所が建設されていくことが予想される。

特に、中国ではエネルギー需要の増大が見込まれることを踏まえて、平成17年（2005年）～平成32年（2020年）までの原子力中期発展計画を定め、平成32年（2020年）までに原子力発電の設備容量を現在の9GWから40GWに引き上げ、建設中の設備容量を18GWにするとしている。また、平成18年（2006年）12月には、原子力発電所4基の国際入札が行われた。また、米、中、露に次ぐエネルギー消費国であるインドにおいても、近年の経済成長に伴うエネルギー需要の増加への対応が課題となっており、火力発電と水力発電の規模の増大が中心であるが、それに加えて、平成32年（2020年）までに原子力発電の総設備容量を現在の約7倍の20GWに増やすことを計画している。

さらに、原子力発電をまだ導入していない国においても、新たに原子力発電の導入を目指す動きがでてきている。インドネシアでは、エネルギー資源に比較的恵まれているものの、これらの将来の枯渇に備え、石油や天然ガス以外の方法によるエネルギー供給を推進することとし、平成16年（2004年）2月には原子力を新エネルギーの一つとする「国家エネルギー計画」を策定している。インドネシア原子力庁は原子力発電所の初号機の平成28年（2016年）の運転開始を目指すとしており、今後平成32年（2020年）までに合わせて1GW級原子炉6基の建設が計画されている。また、ベトナムでも、原子力発電導入可能性の予備調査の結果、平成29年（2017年）～32年（2020年）の間に原子力発電所の総設備容量を2～4GWにする方針が示され、今後、原子力発電の導入に向けて本格的な活動が行われると予想されている。

（その他、各国の詳細については、第2章第3節1 1.（4）に記述）

図1-2-6

中国 田湾1号機、2号機



※図1-2-4～図1-2-6の掲載写真は、(社)日本原子力産業協会が各国の発電所から提供を受けたものを転載。

2 我が国の原子力発電の状況

我が国はエネルギー資源の輸入依存度が95.7%（平成17年）と先進国の中では極めて高く、今後長期にわたってエネルギーの安定供給を確かにすることが重要課題となっている。そのため、エネルギー安定供給、地球温暖化問題への対応の観点から、供給の多くを担う化石エネルギーの利用効率を向上させることを含む省エネルギー努力の推進や新エネルギ

一の導入に努めると同時に、原子力発電の利用を推進するエネルギー政策を採用している。原子力発電は、燃料となるウランを海外から輸入しているが、①ウラン資源は特定の地域に偏在せず政情の安定した国々から産出されていること、②燃料の備蓄が容易であること、③これらの輸入制約が発生しても相当長期にわたって原子力発電所の運転の継続が可能であることから、この課題の解決に寄与することができる有力な電源として導入が進められてきている。平成18年（2006年）末には55基の原子力発電所が運転しており、総発電電力量の約3分の1（平成17年度）を供給して我が国の基幹電源としての役割を担っている。

図1-2-7

我が国の発電電力量の構成の推移（一般電気事業者用）

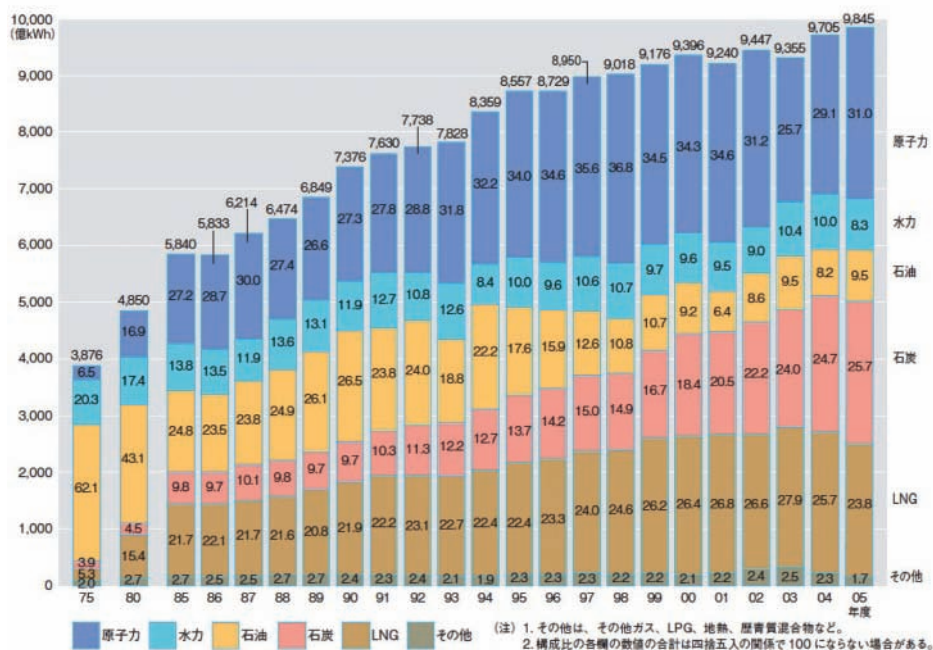
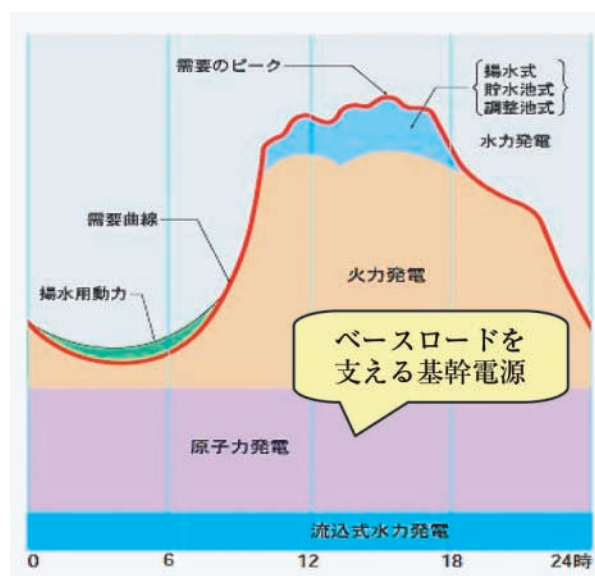


図1-2-8

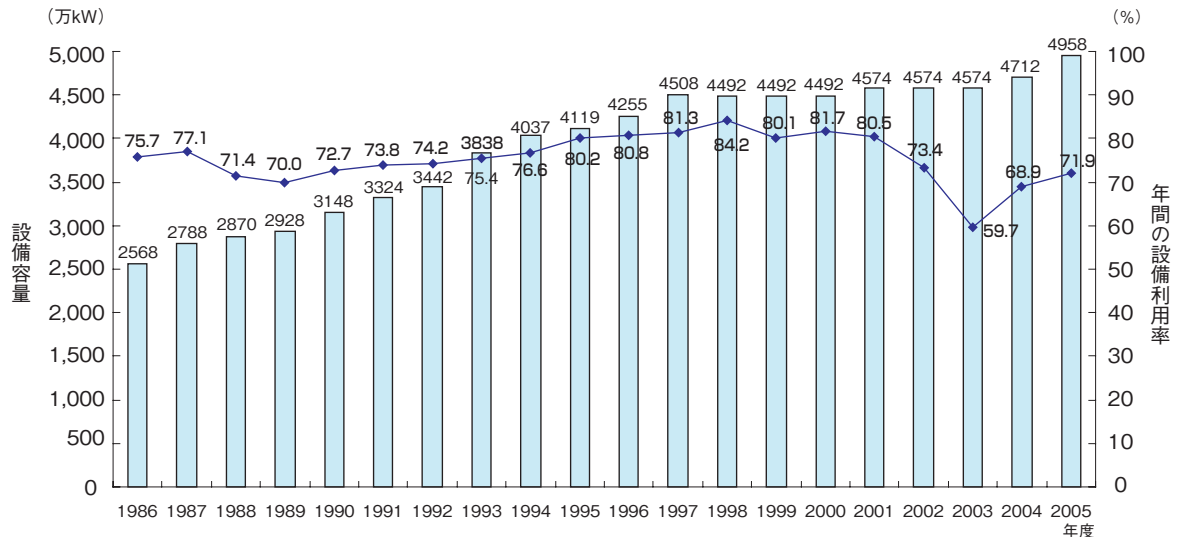
電力の需要と供給のイメージ



(出典) 原子力2005

図1-2-9

日本の原子力発電の設備容量及び年間設備利用率の推移（一般電気事業用）



（出典）（独）原子力安全基盤機構「平成18年版施設運転管理年報」

（注）年間の設備利用率（％）＝〔実際の年間の発電電力量（kWh）÷（定格出力（kW）×365日×24時間）〕×100

一方で、我が国における原子力発電の設備利用率は、平成14年（2002年）に明らかになった検査・点検等における不正問題等の影響で一時期60%弱まで低下した。その後、平成17年度（2005年度）では71.9%（前年度比＋3%）にまで回復したが、世界で原子力発電を行っている国・地域のうち約半分が設備利用率で80%を超えている現状を踏まえると未だ低い状況にあり、安全性の維持・向上を前提に国際標準となり得る科学的・合理的な安全規制を実現するべく、検討が進められている。

3 世界の核燃料サイクル関連事業の動向

現在、多くの国で原子力発電に使われている軽水炉¹³では、1～2年に一度炉心を構成する燃料の一部を新燃料に置き換えている。この新燃料はウラン鉱山から採掘された天然ウランをウラン濃縮工場で濃縮ウランとし、これを燃料加工工場で加工して作られる。一方、原子炉から取り出した使用済燃料は発電所内の使用済燃料貯蔵プール¹⁴でしばらく冷却貯蔵されるが、その後、これを廃棄物として直接処分することを選択している国と、これを有用資源として再処理し、燃料に再利用できるウラン、プルトニウム等を回収し、新燃料に加工することで、真に用途のないもののみを廃棄物として分離・処分する「核燃料のリサイクル利用」を選択している国がある。

ウラン濃縮¹⁵や再処理といった核燃料サイクルに係る技術を持つ国は核兵器保有国以外

13 軽水炉：核分裂連鎖反応が起きてエネルギーを発生する炉心の冷却と中性子の減速のために普通の水（軽水）を用いた原子炉。

14 使用済燃料貯蔵プール：使用済燃料を貯蔵冷却しておくための原子力発電所内の専用プール。

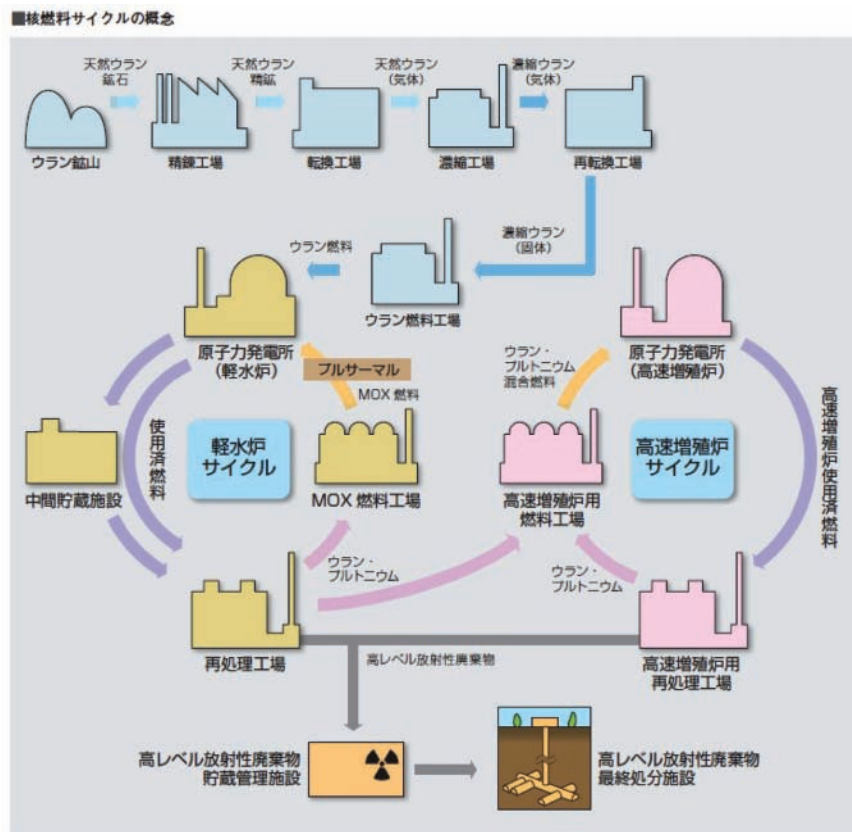
15 ウラン濃縮：天然ウランに含まれるウラン235の割合を増加させること。軽水炉用の燃料として利用するためには核分裂しやすいウラン235の割合を高める必要がある。

では一部の国に限られており、かつ、規模の経済が働くことから、これらの国の多くは他国にこれらのサービスを提供することを念頭に施設を建設していることもあって、天然ウランや燃料製造はもとより、ウラン濃縮・再処理サービスについても国際取引が成立している。

また、最近では、これまで直接処分することを選択してきた米国が、自国内の放射性廃棄物処分場の容量の問題や国際的な原子力発電拡大の動向を踏まえ、平成18年（2006年）2月に「国際原子力エネルギー・パートナーシップ（GNEP）」構想を発表し、その中で使用済燃料の再処理を伴う核燃料サイクルを実現する革新技術の開発を進めることに取り組むこととし、各国に協力を呼びかけている。

図1-2-10

核燃料サイクルの概念



(出典：経済産業省資料)

(1) 濃縮ウランの製造

世界のウラン濃縮事業は、表1-2-2に示すように、米国のUSEC、仏国を含めた5カ国¹⁶の共同事業体ユーロディフ、英国・オランダ・ドイツの共同事業体ウレンコ、ロシアのロスアトムといった欧米・ロシアの企業でその大半が行われている。欧米・ロシア以外では、日本、中国、パキスタンで濃縮事業が行われている。

16 仏国、イタリア、スペイン、ベルギー、イランの5カ国による合併会社としてユーロディフを運営。

また、近年、2つの主要濃縮法のうち遠心分離法¹⁷が主流となってきており、現在、米、仏、ウレンコなどで、遠心分離法による新型機の開発・導入を行い、濃縮工場の増設や設備規模の拡充を図る動きがあるとともに、中国においても500トンSWUの設備規模を有する工場を建設中である。

表1-2-2

世界のウラン濃縮工場

平成17年（2005年）12月末現在

国名	濃縮法	工場所在地	規模 (tSWU/ 年)
米国	ガス拡散法	パデューカ	11,300
ユーロディフ (仏国含め5カ国)	ガス拡散法	トリカスタン (フランス)	10,800
ウレンコ (英国・オランダ・ドイツ)	遠心分離法	カーペンハースト (イギリス)	約 3,400
		アルメロ (オランダ)	約 2,900
		グロナウ (ドイツ)	約 1,800
ロシア	遠心分離法	エカテリンブルグ	7,000
		セベルスク (トムスク)	4,000
		ジェレノゴルスク (クラスノヤルスク)	3,000
		アンガルスク	1,000
中国	ガス拡散法	甘粛省蘭州	約 900
	遠心分離法	四川省乐山	約 200
		陝西省漢中	
日本	遠心分離法	青森県六ヶ所村	1,050 (最終的には 1,500tSWU/ 年とする予定)

(注) SWUは、分離作業単位(Separative Work Unit)の略。ウランを濃縮する際に、必要となる仕事量の単位。

(出典) OECD/NEA “Trend in the Nuclear Fuel Cycle (2001)”
IAEA-HP “Nuclear Fuel Information Systems”

17 遠心分離法：ウラン235の割合を高めた濃縮ウランを作るために用いられる方法の一種で、分子量の異なったものに遠心力を与えると、分子量の大きいものほど外側に分布する性質を利用し、気体状の六フッ化ウランにおいて、ウラン235とウラン238を分離させるための方法。

(2) 再処理及び燃料加工施設

①使用済燃料の再処理

再処理工場は仏国、英国、ロシア等で稼働しており、そのうち、仏国及び英国では、自国内で発生する使用済燃料の再処理を実施するとともに、海外からの委託再処理も実施している（表1-2-3）。日本では研究開発目的で独立行政法人日本原子力研究開発機構（以下、「原子力機構」という。）の東海再処理工場が稼働し、また、年間800トン・ウランの処理能力を持つ日本原燃株式会社の六ヶ所再処理工場が建設中で、現在は商業運転に向けて試験を進めている。その他、ロシア及びインドでも再処理工場が稼働しており、中国では、年間800トン・ウランの処理能力を持つ軽水炉燃料再処理工場のパイロットプラントの建設が進められている。

表1-2-3

世界の主な再処理工場（平成17年（2005年）10月時点）

運転中

国名	設置者	設置場所（工場名）	年間処理能力	操業開始年
仏国	フランス核燃料公社 (COGEMA)	ラ・アーグ UP2	1,000tU	1967
		ラ・アーグ UP3	1,000tU	1990
英国	イギリス原子燃料会社 (BNFL)	セラフィールド (THORP)	900tU	1994
ロシア	連邦原子力局 (ロスアトム)	チェリアピンスク (RT-1)	400tU	1971
日本	日本原子力研究開発機構 (JAEA)	東海再処理工場	210tU	1977

建設中

国名	設置者	設置場所（工場名）	処理能力	操業開始年
日本	日本原燃株式会社 (JNFL)	青森六ヶ所村	800tU	2007 (予定)

（出典）IAEA-HP "Nuclear Fuel Information Systems"

図1-2-11

仏国 ラ・アーグ再処理工場



②燃料加工施設

米国、仏国、ロシアでは、年間1,000トン以上の製造能力を有するウラン燃料加工工場が稼働している。また、ドイツ、ベルギー、韓国、中国、ブラジル、インドなど10カ国でも工場が設置されている。我が国では合計で年間1,674トンのウラン燃料の加工能力を有する4つの燃料加工工場が稼働中であり、MOX燃料（ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料）加工工場は、仏国、ベルギー、英国で稼働している。我が国では、日本原燃株式会社が平成24年（2012年）頃の操業を目指して建設準備を進めている。

③プルサーマル¹⁸

使用済燃料の再処理により回収されたプルトニウムは、1960年代からドイツ、ベルギーでMOX燃料に加工して軽水炉で利用され始め、次第に仏国、米国、スイスなどでも行われるようになり、平成17年（2005年）12月末までには10カ国の56基の原子炉に合計5,290体のMOX燃料を有する燃料集合体が装荷された。その主な国は2,012体（15基）を装荷したドイツと2,466体（21基）を装荷した仏国である。

表1-2-4

軽水炉でのMOX燃料利用

国 名	装 荷 年	装荷体数
米国	昭和 39 年 (1964 年) ～	95
ドイツ	昭和 41 年 (1966 年) ～	2,012
仏国	昭和 49 年 (1974 年) ～	2,466
スイス	昭和 53 年 (1978 年) ～	308
ベルギー	昭和 38 年 (1963 年) ～	313
イタリア	昭和 43 年 (1968 年) ～ 昭和 57 年 (1982 年)	70
オランダ	昭和 46 年 (1971 年) ～ 平成 5 年 (1993 年)	7
スウェーデン	昭和 49 年 (1974 年) ～ 昭和 54 年 (1979 年)	3
日本	昭和 62 年 (1986 年) ～ 平成 3 年 (1991 年)	6
インド	平成 6 年 (1994 年) ～	10
合 計		5,290

（平成17年（2005年）12月現在）

（3）放射性廃棄物の処分の動向

①高レベル放射性廃棄物の処分の動向

原子力発電には、放射性廃棄物の発生を伴うため、その処理・処分を行い、適切に管理することが求められる。

廃棄物として処分する使用済燃料、再処理で使用済燃料からウラン、プルトニウム等を回収した後に残ったものをガラス固化したガラス固化体¹⁹等は高レベル放射性廃棄物と呼ばれる。高レベル放射性廃棄物については、廃棄物からの発熱量がある程度低減するまで

18 プルサーマル:使用済燃料の再処理により回収されるプルトニウムを、MOX燃料（混合酸化物（Mixed Oxide）燃料）として一般の原子力発電所（軽水炉）で利用すること。

19 第2章第2節3 1.（1）を参照。

の期間貯蔵した後に深地層に処分する方針が各国で採用されている。これは、この方式で処分が適切に実施されることによって、人々の生活環境の放射線レベルに対して実質的に影響を与えることは無いという技術的見通しが得られているからである。

この高レベル放射性廃棄物の処分を行うため、各国で処分の実施主体の設立、処分のための資金確保などの法制度の整備、処分地の選定、必要な研究開発が進められるとともに、国民の理解を得るための活動が行われており、既に、フィンランドでは処分地が決定され、米国とスウェーデンでは候補地が選定されてその適性調査が行われているところである。なお、米国では、地層処分相当の長半減期低発熱放射性廃棄物²⁰を地下約650mに地層処分することを平成12年（2000年）から実施している。

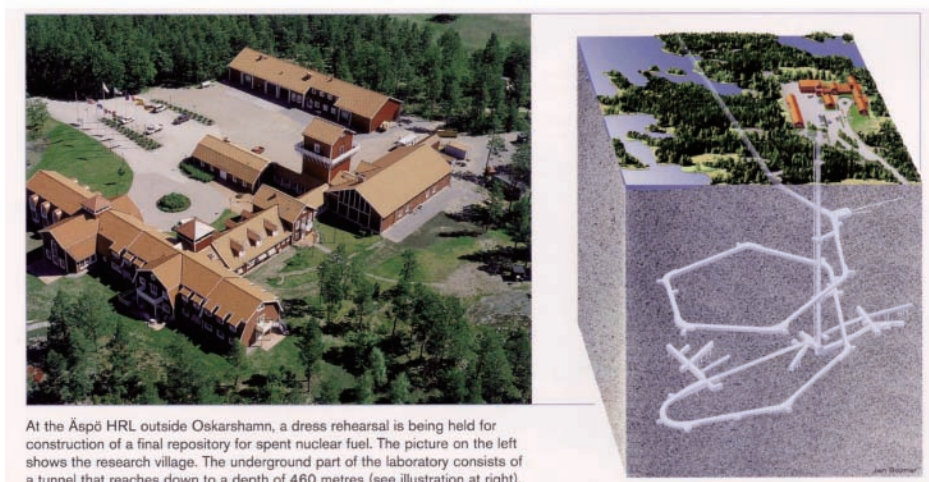
表1-2-5

高レベル放射性廃棄物処分に関する概況（イメージ図）

国名	処分形態	処分実施主体	処分候補地	操業予定
フィンランド	使用済燃料	ポシヴァ社	オルキルオト	2020年
米国	ガラス固化体 使用済燃料	エネルギー省	ユッカマウンテン	2010年代後半
スウェーデン	使用済燃料	核燃料・廃棄物管理会社	オスカーシャム	2023年
ドイツ	ガラス固化体 使用済燃料	連邦放射線防衛庁	ゴアレーベン	2030年
仏国	未定	放射性廃棄物管理機構	未定	未定
スイス	ガラス固化体 使用済燃料	放射線廃棄物管理協同組合	未定	2040年頃
中国	ガラス固化体	中国核工業集团公司	未定	2040～ 2050年頃
日本	ガラス固化体	原子力発電環境整備機構 (NUMO)	未定	2030年代～ 2040年代半ば

図1-2-12

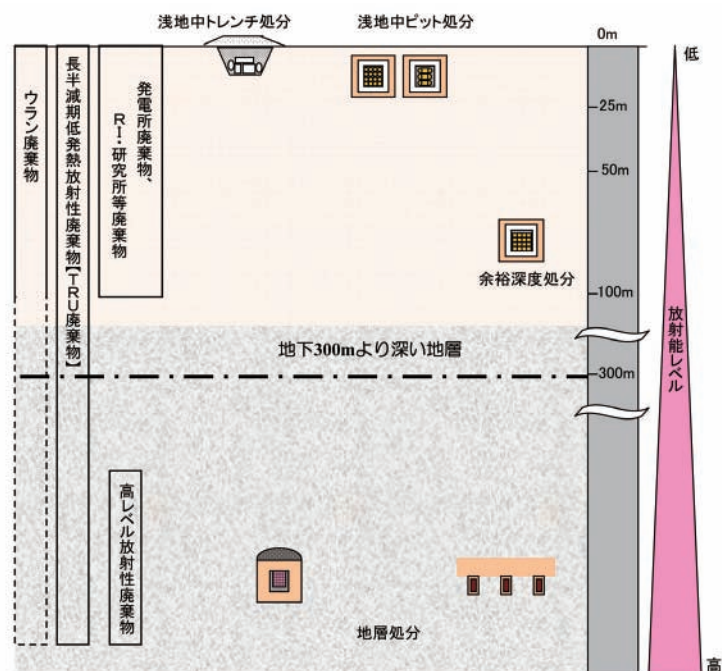
スウェーデン オスカーシャムサイト（イメージ図）



20 長半減期低発熱放射性廃棄物：再処理施設及びMOX燃料加工施設から発生する低レベル放射性廃棄物で、ウランより原子番号が大きい人工放射性核種（TRU核種）を含む廃棄物。TRU廃棄物ともいう。

図1-2-13

我が国の放射性廃棄物の地層処分の種類



(出典) 新計画策定会議（第19回）資料第2号「放射性廃棄物処理処分について」より

我が国においては、使用済燃料を再処理した際に発生する高レベル放射性廃棄物は、技術的な知見を踏まえ、安定なガラス固化体にした後、30年～50年程度冷却のため貯蔵し、その後、深い地層に処分（地層処分）することとしている（図1-2-13）。これまでに、高レベル放射性廃棄物の処分に関する法律（処分地の選定やその実施主体、処分に係る経費の積立などについて規定）を整備したところであり、現在、高レベル放射性廃棄物の処分の実施に向けて、その実施主体である認可法人 原子力発電環境整備機構（NUMO）が平成14年（2002年）12月から全国の市町村を対象とした「高レベル放射性廃棄物の最終処分施設の設置可能性を調査する地域」²¹の公募を行っており、平成19年（2007年）1月には、高知県東洋町から応募があり、今後NUMOが必要な調査等を行うこととしている。また、我が国においても本事業の実施に関する住民の理解と認識を得ることが大きな課題となっており、関係者は、広聴・広報活動等を通じて、最終処分事業の重要性やそのための処分場の立地が地域社会にもたらす利害得失について住民の十分な理解と認識を得るべく努力を重ねている。この他に、原子力機構やNUMO等において、地層処分に関する安全規制及び地層処分技術の信頼性や事業の経済性の向上等を目的とする研究開発が着実に進められている。

②その他の放射性廃棄物

高レベル放射性廃棄物以外の放射性廃棄物については、米国、仏国、ドイツ、スウェーデン、フィンランド、英国、スペインで既に処分場が整備され、埋設処分が各国の実情に

21 最終処分地の選定プロセスの詳細については、第2章第2節3 1.（3）を参照。

応じて行われており、着実に実績を重ねている。

我が国においては、原子力発電所から発生する低レベル放射性廃棄物については、六ヶ所村に設置された低レベル放射性廃棄物埋設センターで処分が始められており、その他にも長半減期低発熱放射性廃棄物やR I・研究所等廃棄物²²等については、処分に向けた在り方の検討が行われ、その結果を踏まえて必要な環境整備等が進められている。

4 原子力分野の国際協力の進展

各国が増加するエネルギー需要や地球温暖化問題への対応の観点から原子力発電所の計画や建設を進める際には、それらを独自技術により進めるのではなく、国際市場で原子力資機材を調達して進めることが多い。この調達においては、相手国と核物質や原子力資機材の調達に関する協力に合意するとともに、移動する核物質及び原子力資機材が平和目的にのみ利用されることを確保する必要がある。また、この際の協力の枠組みの一つとして二国間原子力協力協定があり、我が国は相手国の状況等を十分に勘案した上で、協定締結の必要性を検討することとしている。現在、我が国は、カナダ、英国、仏国、豪州、中国、米国、欧州原子力共同体（ユーラトム）と二国間原子力協力協定を締結している。

また、多国間で情報交換や人の交流、共同研究開発を実施する場合には、国際機関の場やその機能を活用したり、締結されている科学技術協力協定を活用したり、政府間で交換公文（原子力平和利用について言及）を交わして進められる。我が国が近隣アジア諸国との間で行っている原子力に関わる技術支援等の協力はこのようにして進められている。

（1）新たな二国間国際協力の動き

原子力発電の利用拡大の流れに伴い、原子力発電の拡大を強力に推し進めている中国、インドとの間で原子力協力を進めようとする動きが各国に見られる。また、ウラン資源確保等も含め、これまで原子力に関する協力を積極的に行っていなかった国の間でも協力を進める動きが盛んとなっている。

①原子力先進国間の動き

これまで米国は、イランに対するロシアの原子力発電に関する支援などを理由にロシアとの原子力協力協定の締結を拒否してきたが、平成18年（2006年）7月のサンクトペテルブルクサミットに合わせて行われた米国のブッシュ大統領とロシアのプーチン大統領との首脳会談で「米露原子力協力協定」の交渉を開始することが合意された。欧州では同年6月に英国と仏国が原子力協力の拡大に向けて「原子力フォーラム」を立ち上げることで合意した。

22 R I・研究所等廃棄物：放射性同位元素（R I：Radio-isotope）の使用施設、試験研究炉、核燃料物質などの使用施設から発生する放射性廃棄物。

②中国を巡る動き

原子力発電の拡大を進めている中国では、積極的に新たな二国間協定の締結を進めている。平成18年（2006年）11月に中国の温家宝首相は、ロシアのフラトコフ首相と定期会談を行い、原子力発電分野で協力を進めることを確認した他、エネルギー協力や貿易の拡大、国際問題に協調して対処していくことなどを申し合わせた。また、胡錦濤中国国家主席は同月にインドのシン首相と会談し、首脳級協議の定期開催や、貿易・投資の促進、民生用の原子力分野や宇宙開発分野を含む科学技術協力の促進など、関係強化のための10項目の戦略を掲げた共同宣言を発表した。平成19年（2007年）1月には豪中間で核物質移転協定及び原子力の平和的利用協力協定が締結された。

表1-2-6

平成18年（2006年）を中心とした諸外国における二国間原子力協力に関する主な動向

国 名	経緯等
米国－ロシア	平成 18 年（2006 年）7 月 「米露原子力平和協力協定」の交渉開始を合意
米国－インド	平成 17 年（2005 年）7 月 首脳間で民生用原子力分野における協力を意図したイニシアティブに合意 平成 18 年（2006 年）3 月 上記イニシアティブに関する具体的事項について合意 平成 18 年（2006 年）12 月 米においてインドとの原子力協力を可能にする米国内法が成立
仏国－インド	平成 18 年（2006 年）2 月 「平和目的の原子力開発に関する印仏宣言」発表
中国－インド	平成 18 年（2006 年）11 月 中・国家主席と印・首相との会談において、民生用原子力分野を含む科学技術協力など 10 項目の戦略を掲げた共同宣言を発表
中国－ロシア	平成 18 年（2006 年）3 月 露中首脳会談で原子力協力への言及のある共同宣言を発出
中国－豪州	平成 19 年（2007 年）1 月 豪中間で核物質移転協定及び原子力の平和的利用協力協定を締結
中国－エジプト	平成 15 年（2003 年） 原子力の平和利用に関する協定を締結
ロシア－カザフスタン	平成 18 年（2006 年）7 月 原子力分野で 3 つの合併企業を設立することに合意、覚書に署名
日－カザフスタン	平成 18 年（2006 年）8 月「原子力の平和的利用の分野における協力の促進に関する日本国政府とカザフスタン共和国政府との間の覚書」に署名
日－ユーラトム	平成 18 年（2006 年）11 月 I T E R と並行して進める幅広いアプローチに関する協定に仮署名 平成 18 年（2006 年）12 月「原子力の平和的利用に関する協力のための日本国政府と欧州原子力共同体との間の協定」を締結
日－米国	平成 19 年（2007 年）1 月 「エネルギー安全保障に向けた日米協力文書」に両国のエネルギー担当大臣が合意

③インドを巡る動き

国際社会は、原子力関連機器及び技術の輸出管理のためのNSGガイドライン²³に基づき、NP T非締約国であり独自に核実験を実施したインドを含む、IAEA包括的保障措置を実施していない国々に対する原子力協力に制限を設けてきた。近年に至り、インドが有するグローバルな安全保障に対する貢献やこの国の経済発展に伴って次第に国際的なエネルギー安全保障や地球温暖化問題に対する影響が増大していることを考慮して、この国の原子力分野が各国と互惠関係を維持しながら発展していくよう協力を進めることが適切との考え方から、米国のブッシュ大統領は、インドのシン首相との間で平成17年（2005年）7月、民生用原子力協力に関するイニシアティブに合意し、共同声明を発出した。このイニシアティブの中で、インドは、①原子力施設の軍民分離、②民生施設へのIAEA保障措置の適用、③民生施設に関する追加議定書の署名、遵守、④カットオフ条約の締結に向けた米国との協力、⑤輸出管理の遵守など、核軍縮・核不拡散への貢献を約束した。更に、平成18年（2006年）3月には、上記イニシアティブを実施するための具体的な内容について、米国とインドの間で合意した。また、平成18年（2006年）12月には、ブッシュ大統領は、インドとの原子力協力を可能とする米印原子力平和協力法に署名した。ただし、実際に米国とインドの間での民生原子力協力が開始されるまでには、米国とインドの二国間原子力協力協定の締結、インドとIAEAの間での保障措置に関する合意、NSGガイドラインに関する調整などが必要となる。また、同年2月にはインド－仏国間で「平和目的の原子力開発に関する印仏宣言」が発表された他、同年11月には中国国家主席と印首相との会談において、民生用原子力分野を含む科学技術協力など10項目の戦略を掲げた共同宣言が発出された。

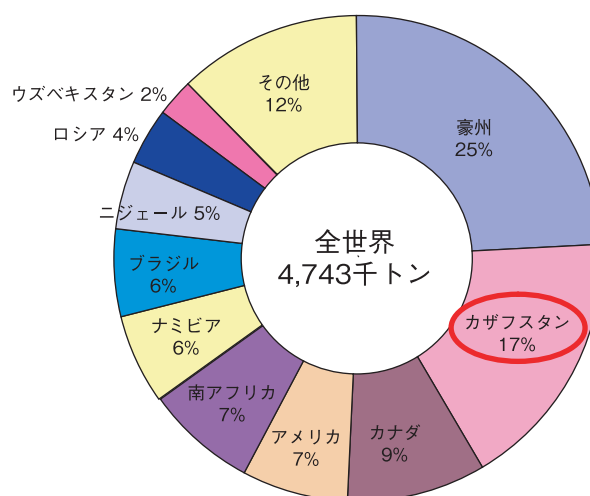
④ウラン資源を巡る動き

ウラン価格の上昇、原子力発電の拡大等の国際状況も踏まえ、原子力発電の実施国が主要なウラン資源保有国である豪州やカザフスタンとの協力を進める動きも活発化している。我が国においても、小泉内閣総理大臣（当時）が平成18年（2006年）8月、カザフスタン共和国を訪問してナザルバーエフ大統領と会談を行い、「原子力の平和的利用の分野における協力の促進に関する日本国政府とカザフスタン共和国政府との間の覚書」が合意された。本覚書には、ウラン鉱山共同開発を含む広範囲な原子力の平和的利用の分野における両国間の交流及び協力を今後一層促進することなどが盛り込まれた。この他にも、我が国とウラン産出国であるウズベキスタンや豪州との対話が進められている。

23 NSGガイドライン：原子力供給国で構成されるNSGが原子力関連機器及び技術の輸出管理のために定めたガイドラインのこと。詳細は第1章第3節1.（3）を参照。

図1-2-14

握手する小泉内閣総理大臣（当時）とナザルバーエフ・カザフスタン大統領



(出典) OECD/NEA&IAEA. Uranium 2005

図1-2-15

世界のウラン資源量

(2) 多国間協力

多国間においても次世代原子炉に関する長期的な研究開発に関する協力や、地域における原子力協力が進められている。

① G I F、I N P R O

原子力技術が将来社会においてエネルギー需要や社会的ニーズへの対応を分担していくことができるためには、社会の要請により応えることのできる特性を備えた革新的な原子炉及び核燃料サイクル技術（革新的原子力システム）を実用化する必要があるとの認識が高まっている。そして、そうした技術の研究開発には長期を要することやそれに要する資源が膨大であることを踏まえて、これを一国で進めるよりは、人的・資源的に国際分担を行い、成果を共有する国際的枠組みで進めることが合理的であるという認識が広まっている。

現在推進されている革新的原子力システムの開発に関する国際的取組には、第4世代原子力システム²⁴に関する国際フォーラム（Generation IV International Forum：G I F）と革新的原子炉及び燃料サイクルに関する国際プロジェクト（International Project on Innovative Nuclear Reactors and Fuel Cycles：I N P R O）がある。

G I Fは、米国エネルギー省の提唱により、「核拡散抵抗性の確保」、「持続可能性」、「安全性及び信頼性の向上」及び「高い経済性」の達成を目標とする次世代の原子炉概念を選定し、その研究開発を国際共同作業で進めるためのフォーラムで、平成12年（2000年）に発足し、日本を含む10ヶ国と1機関（アルゼンチン、ブラジル、カナダ、仏国、日本、韓国、南アフリカ、スイス、英国、米国、ユーラトム）が参加している。現在、第

24 第4世代原子力システムとは、第1世代(初期の原型炉的な炉)、第2世代(PWR、BWR、CANDU炉など)、第3世代(ABWR、AP600、EPRなど)に続く原子力システム。平成42年（2030年）頃の実用化を念頭。

4世代原子力システムに求められている達成目標を満足し、平成42年（2030年）までに実用化が可能と考えられる6候補概念（①ガス冷却高速炉、②熔融塩炉、③ナトリウム冷却高速炉（MOX燃料、金属燃料）、④鉛冷却高速炉、⑤超臨界圧水冷却炉、⑥超高温ガス炉）を選定し終わって、今後進めていくべき国際共同作業を進めるための準備を行っているところである。平成18年（2006年）には中国及びロシアの新規参加が決まった。我が国は、最高決定機関である政策グループ会合の副議長を務めるなどして、主導的立場から積極的に参画している。

一方、INPROは、増加するエネルギー需要への対応の一環として安全性、経済性、核拡散抵抗性等を備えた革新的システムの導入環境の整備等の支援を行うことを目的として平成13年（2001年）5月にIAEAの呼びかけにより発足したもので、平成18年（2006年）12月現在、ロシアなど27ヶ国と欧州委員会（EC）が参加している。我が国は平成18年（2006年）から参加している。現在、平成62年（2050年）までを見通した、将来の原子力エネルギー技術、概念の比較方法および基準を選定するとともに、ユーザー要求を定めるための検討を行っている。

②地域協力

IAEAは、世界の各地域を対象に、原子力科学技術に関する研究開発と訓練を加盟国間の相互協力で行う地域協力を進めている。アジア・太平洋地域を対象にしたRCA（原子力科学技術に関する研究、開発及び訓練のための地域協力協定）、アフリカ地域を対象としたAFRA（African Regional Cooperative Agreement for Research, Development and Training Related to Nuclear Science and Technology）、ラテンアメリカ地域を対象としたARCAL（Regional Cooperative Agreement for the Advancement of Nuclear Science and Technology in Latin America and the Caribbean）などがあり、我が国はRCA参加国として協力を進めている。

RCAは、IAEA活動の一環として、アジア・太平洋地域の途上国を対象とした原子力科学技術に関する共同の研究、開発及び訓練の計画を、締約国間の相互協力及びIAEAとの協力により、締約国内の適当な機関を通じて促進及び調整することを目的とする。RCAの参加国は現在17ヶ国で、農業、医療・健康等8分野でプロジェクトが実施されている。

また、我が国は、同時に、アジア地域のパートナーシップを通して原子力技術の平和的で安全な利用を進め、地域の社会・経済的發展を促進することに貢献することを目指して、アジア原子力協力フォーラム（FNCA：Forum for Nuclear Cooperation in Asia）を推進している。FNCAの参加国は豪州、中国、インドネシア、日本、韓国、マレーシア、フィリピン、タイ、ベトナム、バングラディシュの計10ヶ国で、研究炉利用、原子力広報、人材養成等の8つの分野で12のプロジェクトを展開し、年1回開催する大臣級会合では原子力利用に関する政策対話を行っている。平成18年（2006年）11月に開催された第7回大臣級会合では「アジアの持続的発展における原子力エネルギーの役割」をテーマの一つに、FNCA参加国における原子力発電の役割について討議を行い、ア

アジア地域のエネルギー安定供給、地球環境問題に対して原子力発電が重要な役割を果たすことが確認された。また、原子力発電の導入に当たっては安全確保、人材育成、広報、経済性・財政評価、核不拡散、核セキュリティの基盤整備が必要である等について共通の認識に達し、平成19年度（2007年度）以降、新たにアジアの原子力エネルギー分野における協力のための検討パネルを開催していくこととした。

③ I T E R（国際熱核融合実験炉）計画

I T E R（イーター）計画は、平和目的の核融合エネルギー利用技術が科学技術的に成立することを実証する為に、人類初の核融合実験炉を実現しようとする国際共同プロジェクトである。本プロジェクトには、日本・欧州原子力共同体（ユーラトム）・米国・ロシア・中国・韓国・インドの7極が参加している。I T E R計画は、I T E R機構設立協定に基づき設立されるI T E R機構を実施主体として、10年をかけて実験炉I T E Rを仏国・カダラッシュに建設し、その後これを20年間運転する予定としている。平成18年（2006年）11月にはI T E R機構設立協定の署名が7極代表の参加を得て行われ、I T E R機構が暫定的に活動を開始した。更に、I T E Rの建設期間と並行して日欧間の協力により、我が国において実施する研究開発プロジェクト「幅広いアプローチ」に関する協定についても、同月に仮署名が行われた（平成19年（2007年）2月署名）。I T E R機構設立協定が発効すればI T E R機構が正式に発足し、将来における世界のエネルギー需要に応える新しいエネルギー技術の確立を目指して、世界人口の過半数を占める国々が共同して取り組む一大プロジェクトが本格始動することとなる。また、「幅広いアプローチ」の実施により、我が国にはI T E Rの次の核融合原型炉に向けた研究開発を行う国際研究開発拠点が構築されることとなる。

図1-2-16

I T E R機構設立協定署名式（平成18年（2006年）11月）



5 原子力産業の国際的動向

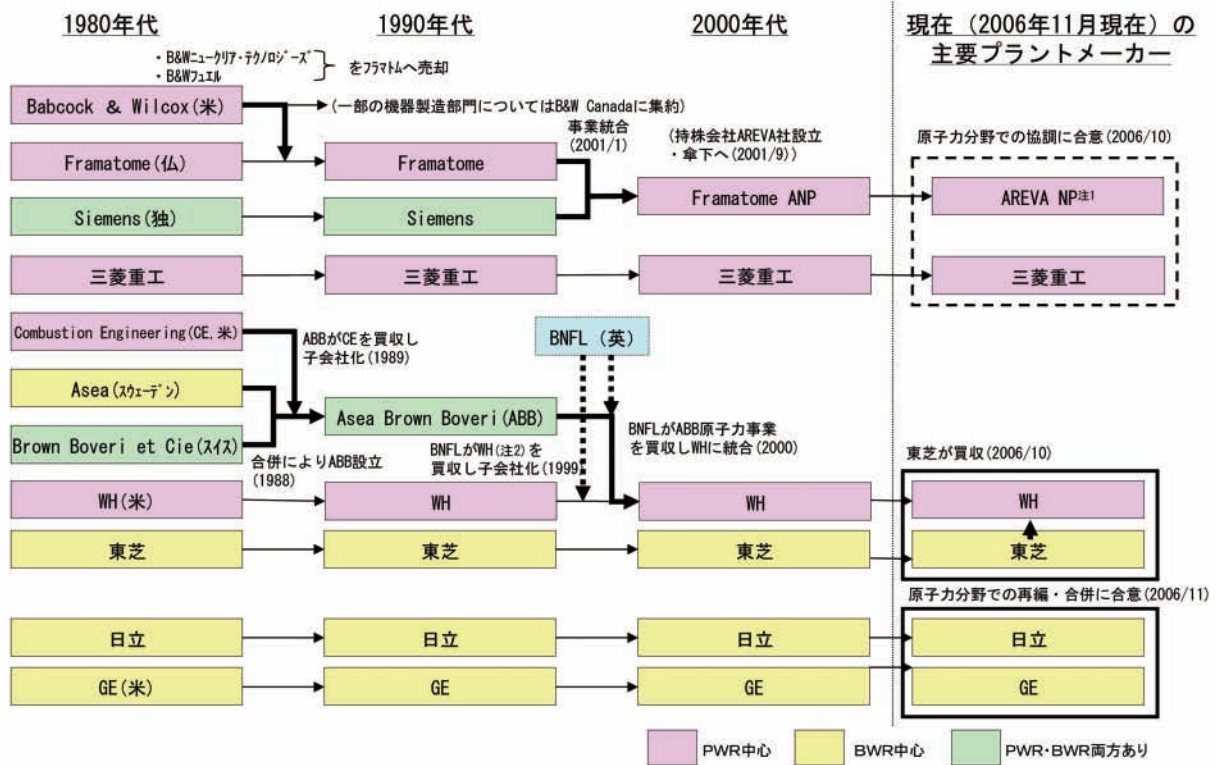
世界の原子力産業は、1990年代以降、縮小する市場に適合して総合産業に必要な規模と競争力を維持していくために、国境を越えて合従連衡を追及してきている。我が国では、規模は減少しつつも新規建設が継続されてきたため、最近まで国内メーカー各社の提携関係に変化はなかったが、平成18年（2006年）10月に英BNFL傘下にあった米ウェスチングハウス社（WH社）を東芝が買収した。これを契機として、同月に三菱重工が仏アレバ社と100万kW級中型炉開発で提携を行うことを発表し、同年11月に日立製作所と米ゼネラルエレクトリック社（GE社）がそれぞれの原子力部門を相互に出資する新会社に移行することに合意するなど、国際的な再編の動きに参加することになった。

また、ロシアでは、複数の国営企業が原子力事業を行ってきているが、原子力部門の軍民分離作業に伴い、ウランの生産から原子力発電所の建設、運転までを手掛ける巨大原子力企業（仮称：アトムエネルゴプロム）への統合に向けた準備が進められており、平成19年（2007年）6月に設立される見込みである。現在、ロシアのアトムストロイエクスポート社が海外で4基の原子力発電所を建設中であり、更にブルガリアで2基の建設を受注している。また、今後は、平成42年（2030年）までに海外で60基の原子力発電所建設の受注を希望していると伝えられている。

その他の原子力プラントメーカーとして、カナダのAECI社が原子炉について多数の輸出実績を持っている。韓国でも中核メーカーは、政府の支援の下、海外からの技術導入を終え技術の国産化が進んでおり、これまで国産の韓国標準型炉の建設実績を積み上げるとともに、現在、国家プロジェクトとして開発を進めている次世代原子炉により、アジア地域等での輸出を目指している。また、中国のプラントメーカーは、海外からの技術導入を踏まえて100万kWクラスの国産炉の開発を進めるとともに、国内での建設実績を踏まえてパキスタンにおいて30万kWクラスの原子力発電所2基の建設を行っている。

このような状況を踏まえると、今後世界では、東芝－WH社、三菱重工－アレバ社、日立製作所－GE社の3大グループとロシア企業を中心に、中国、韓国、カナダの企業体、あるいはインドの企業体も参加して、各社が新興市場において原子炉機器の製造、保守サービス、ウラン濃縮サービス、そして燃料製造を巡って、国境を越えた激しい受注競争を繰り広げていくことになると思われる。

図1-2-17 世界の3大原子カプラントメーカーグループの変遷



注1 2006年3月1日より、「AREVA NP」に社名変更

注2 米国防衛・環境関連はWashington Group International(米)が買収

(出典) 「原子力立国計画」(経済産業省)