

第3節 原子力発電と核燃料サイクル

原子力発電は、既に国内総発電電力量の約3分の1の電力を供給し、我が国のエネルギー自給率の向上及びエネルギーの安定供給に貢献するとともに、エネルギー生産当たりの二酸化炭素排出量の低減に大きく寄与しており、エネルギー基本計画では、「今後とも基幹電源と位置付け引き続き推進する」としている。核燃料サイクルは、供給安定性等に優れているという原子力発電の特性を一層改善するものであり、我が国としては核燃料サイクル政策を推進することも国の基本的考え方としている。高レベル放射性廃棄物については、関係住民の理解と協力を得るため情報公開を徹底し、透明性を確保しつつ、その処分地の選定、最終処分施設の建設に向けた努力を行う。

また、原子力長期計画において、高速増殖炉サイクル技術は、「ウラン資源の利用率を現状に比べ飛躍的に高めることができ、高レベル放射性廃棄物中に長期的に残留する放射能を少なくする可能性を有していることから、将来の有力な技術的選択肢として位置付け、適時適切な評価の下にその研究開発を着実に進める。」としている。プルトニウム利用を進めるに当たっては、安全確保を大前提とするとともに平和利用に係る透明性の確保の徹底を図る。

1 原子力発電の着実な展開

国や民間は、原子力発電が今後とも引き続き期待される役割を果たしていくために、新しい価値観や環境制約の出現に備えた技術開発に取り組むとともに、我が国のエネルギー供給システムの高度化を図るに相応しい技術的成果については積極的に導入していくことが重要である。

(1) 原子力発電を取り巻く状況

エネルギー情勢とその政策

平成13年の我が国のエネルギー自給率は、水力、地熱などによりわずか4%（供給安定性の高い原子力を加えても20%）に過ぎず、欧米諸国と比較しても低い状況にある。また、島国であることから諸外国のように近隣諸国とエネルギーを容易に融通しあえる状況にはなく、こうした地理的、資源的制約により、エネルギー安定供給のためには、エネルギー源の多様化、非常事態に備えた備蓄などの政策を採ることが求められている。今日ではこれに加え、環境保全・効率化にも対応したエネルギー政策が求められており、平成14年6月にはエネルギー政策基本法が成立、施行され、これに基づき平成15年10月にはエネルギー基本計画を閣議決定しているが、この中で原子力については、安定供給性に資するほか、

地球温暖化対策の面で優れた特性を有するエネルギーであるため、安全の確保を大前提に、核燃料サイクルを含め、原力発電を基幹電源として推進することとしている。

電気事業の自由化については、まず発電設備を持つ企業が一般電気事業者に入札を通じて電力を販売できる卸電力入札制度を平成7年に導入し、平成12年3月からは特別高圧需要家へ、平成16年4月には高圧500kW以上の需要家への小売自由化範囲が拡大され、平成17年4月には高圧50kW以上の需要家への小売自由化範囲が拡大される予定である。

地球温暖化対策について

平成9年12月の京都議定書の採択を受け、平成10年6月に、地球温暖化対策推進本部は、平成22年に向けて緊急に推進すべき地球温暖化対策として「地球温暖化対策推進大綱」を決定し、平成14年3月に見直しを行った。この中で原子力については、発電過程で二酸化炭素を排出しない電源として、エネルギー供給面での二酸化炭素削減対策として新エネルギー対策及び燃料転換等とともに位置付けられている。

(2) 我が国の原子力発電の状況

昭和38年10月26日、日本原子力研究所の動力試験炉「JPDR³」（軽水型、電気出力12,500kW）が運転を開始し、我が国初の原子力発電が始まった（後にこの日を「原子力の日」と決める）。その後、我が国の発電設備容量は順調に伸び、昭和53年には1,000万kW、昭和59年には2,000万kW、平成2年には3,000万kW、平成6年には4,000万kW、平成9年には4,500万kWを超えた。

表2-3-1 我が国の原子力発電設備容量（平成16年12月末現在）

	基 数	総容量（グロス電気出力）
運 転 中	52	4,574.2 万kW
建 設 中	5(4)	503.0(475.0) 万kW
建設準備中	12	1,631.8 万kW
合 計	69(68)	6,709.0(6681.0) 万kW

()内は研究開発段階の原子炉を除く

21世紀に入って、新規の原子力発電所として、東北電力（株）女川原子力発電所3号炉（出力82万5千kW）が平成14年1月に運転を開始した。また、新型転換炉原型炉「ふげん」が平成15年3月に運転を終了した。

3 JPDR : Japan Power Demonstration Reactor

図2-3-1 東北電力(株)女川原子力発電

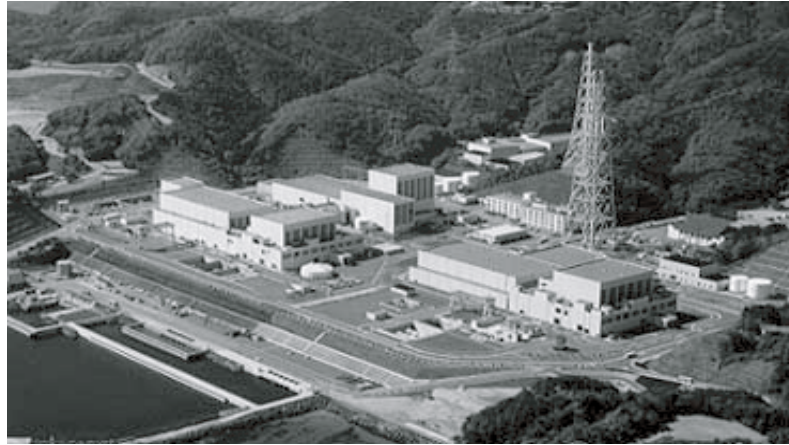


図2-3-2 新型転換炉原型炉「ふげん」



運転中の商業用発電炉は52基、発電設備容量は4,574万2千kWとなっている。これは、米国、フランスに次ぐ世界第3位の設備容量である。

平成16年度電力供給計画によると、建設中の商業用発電炉は、北海道電力(株)泊発電所3号炉、東北電力(株)東通原子力発電所1号炉、中部電力(株)浜岡原子力発電所5号炉及び北陸電力(株)志賀原子力発電所2号炉の4基、475万kWである。また、建設準備中のものは、東北電力(株)東通2号炉、浪江・小高原原子力発電所1号炉、東京電力(株)福島第一原子力発電所7、8号炉、東通原子力発電所1、2号炉、中国電力(株)島根原子力発電所3号炉、上関原子力発電所1、2号炉、電源開発(株)大間原子力発電所1号炉及び日本原子力発電(株)敦賀発電所3、4号炉と合わせて合計12基1,631万8千kWである。

以上の運転中、建設中及び建設準備中のものを含めた合計は、商業用発電炉は68基、6,681万kW、研究開発段階発電炉(もんじゅ)を含めると、69基、6,709万kWである。

原子力発電は、平成15年度末現在、一般電気事業用の発電設備容量の19.5%、平成15年度実績で、一般電気事業用の発電電力量の25.7%を占め、主要な役割を果たしている。

図2-3-3 我が国の年間発電電力量（一般電気事業用）の推移

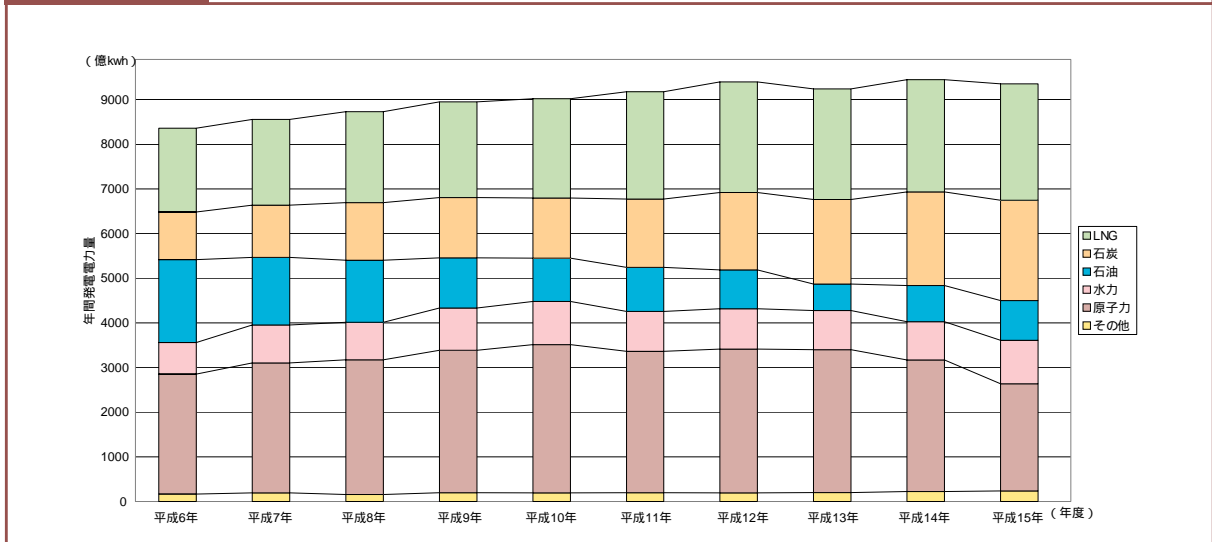


表2-3-2 設備利用率の推移

(単位：%)

年度	BWR	PWR	総合平均
平成6年	77.8 [25]	75.2 [22]	76.6 [48]
平成7年	82.5 [26]	77.6 [22]	80.2 [49]
平成8年	83.5 [27]	77.5 [22]	80.8 [50]
平成9年	79.7 [28]	83.4 [23]	81.3 [52]
平成10年	84.6 [28]	83.7 [23]	84.2 [51]
平成11年	79.5 [28]	80.9 [23]	80.1 [51]
平成12年	79.9 [28]	84.1 [23]	81.7 [51]
平成13年	78.6 [29]	82.9 [23]	80.5 [52]
平成14年	61.9 [29]	89.1 [23]	73.4 [52]
平成15年	39.0 [29]	87.9 [23]	59.7 [52]

(注) 設備利用率(%) = [発電電力量(kWh)の合計] / [(認可出力(kW) × 暦時間数(h))の合計] × 100
平成9年までの総合平均はガス冷却炉(GCR)を含めた値
[]内は基数

(出典：経済産業省資料)

表2-3-3 運転月数の推移（ガス冷却炉(GCR)を除く平均）

終了年度	平成6年	平成7年	平成8年	平成9年	平成10年	平成11年	平成12年	平成13年	平成14年	平成15年
運転月数	11.3	12.1	12.2	12.5	12.6	12.4	12.7	12.9	11.5	12.2

(注) ・年度内に定期検査が開始された各プラントの前回定期検査終了（総合負荷性能検査）から今回定期検査開始による発電停止までの期間（中間停止及びトラブルによる停止期間は除く）を平均したものを運転月数（日数 / 30日）とした。
・新規プラントの第一サイクルは除いた。

(出典：経済産業省資料)

表 2-3-4 トラブル報告件数（法律対象）と年平均報告件数

年 度	平成6年	平成7年	平成8年	平成9年	平成10年	平成11年	平成12年	平成13年	平成14年	平成15年
報告件数	14	14	14	14	14	17	19	11	8	11
基 数	48	49	50	52	51	51	51	52	52	52
平均報告件数 (件数/基数)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.2	0.2	0.2

(注) 基数は、年度末における営業運転基数。
 一基当たり報告件数は、営業運転中の報告件数及び基数で算出。
 省令改正（平成15年11月）に伴い、法律に基づく報告と通達に基づく報告は1本化

(出典：経済産業省資料)

(3) 原子力発電の将来見通し

表 2-3-5 原子力発電供給の見通し

(単位：原油換算百万k l)

項目	平成2年度		平成12年度		平成22年度 目標ケース	
	実数	構成比%	実数	構成比%	実数	構成比%
一次エネルギー供給	526		604		602程度	
エネルギー別区分	実数	構成比%	実数	構成比%	実数	構成比%
原子力	49	9.4	75	12.4	93	15程度

原子力は我が国の発電電力量の約3割を担うまで成長している。エネルギー情勢の中でのもう一つの大きな変化として(1)でも述べたように、環境、特に地球温暖化問題への影響が1980年代後半から世界的に取り上げられるようになったことである。平成9年には、COP3が京都で開催され、先進国の温室効果ガスの約8割がエネルギー起源の二酸化炭素であり、我が国はこれを平成22年度において平成2年度と同水準に抑制することとして、化石燃料への依存度を減らし、省エネルギー等の対策が必要である。原子力はエネルギーの供給多様化だけでなく、発電過程で二酸化炭素を出さないという意味でもCO₂排出量抑制の観点からも大きな役割を担うようになっている。

原子力発電の今後の増設については、現在3基が建設中であるなど進捗が見られる地点がある一方、従来平成22年度までに運転開始する原子力発電所は16～20基とされていたものが、平成11年のJCO事故等の原子力に対する国民の信頼を損なう問題が発生したこと等を背景として、発電所の立地には計画から運転開始までのリードタイムがさらに長期に及んでいる。

我が国のエネルギー供給において大きな割合を占めている原子力については、安定供給や環境保全の観点から、引き続き積極的な導入促進が必要であり、平成22年度までに原子力発電所による発電電力量を3割増やすことが必要であると考えられるが、そのためには、何よりその安全確保が大前提であることは言うまでもない。

注) 経済産業省の総合資源エネルギー調査会需給部会において平成16年10月にとりまとめた「2030

年のエネルギー需給展望（中間とりまとめ）」では、平成22年度までに運転開始する原子力発電所は、現在建設中の3基を加えた56基、5,049、2万kwと見込んでいる。

（４）世界の原子力発電の状況

世界の原子力発電設備容量は、平成15年12月末現在、運転中のものは434基、3億7,628万6千kWに達しており、建設中、計画中のものを含めると総計498基、4億3,549万3千kWとなっている。供給された電力量は2兆6,000億kWhであり、これは全世界の電力の約16%にあたる。また、アジアや東ヨーロッパを中心に36基の建設中の原子力発電所があるが、欧米でも新規原子力発電所建設に向けた動きが出ている。他方、ドイツ、ベルギー、スウェーデン等では、緑の党の影響等により段階的に原子力発電所を廃止する脱原子力政策が採用されている。

表2-3-6 世界の原子力発電開発状況（平成15年12月末現在）

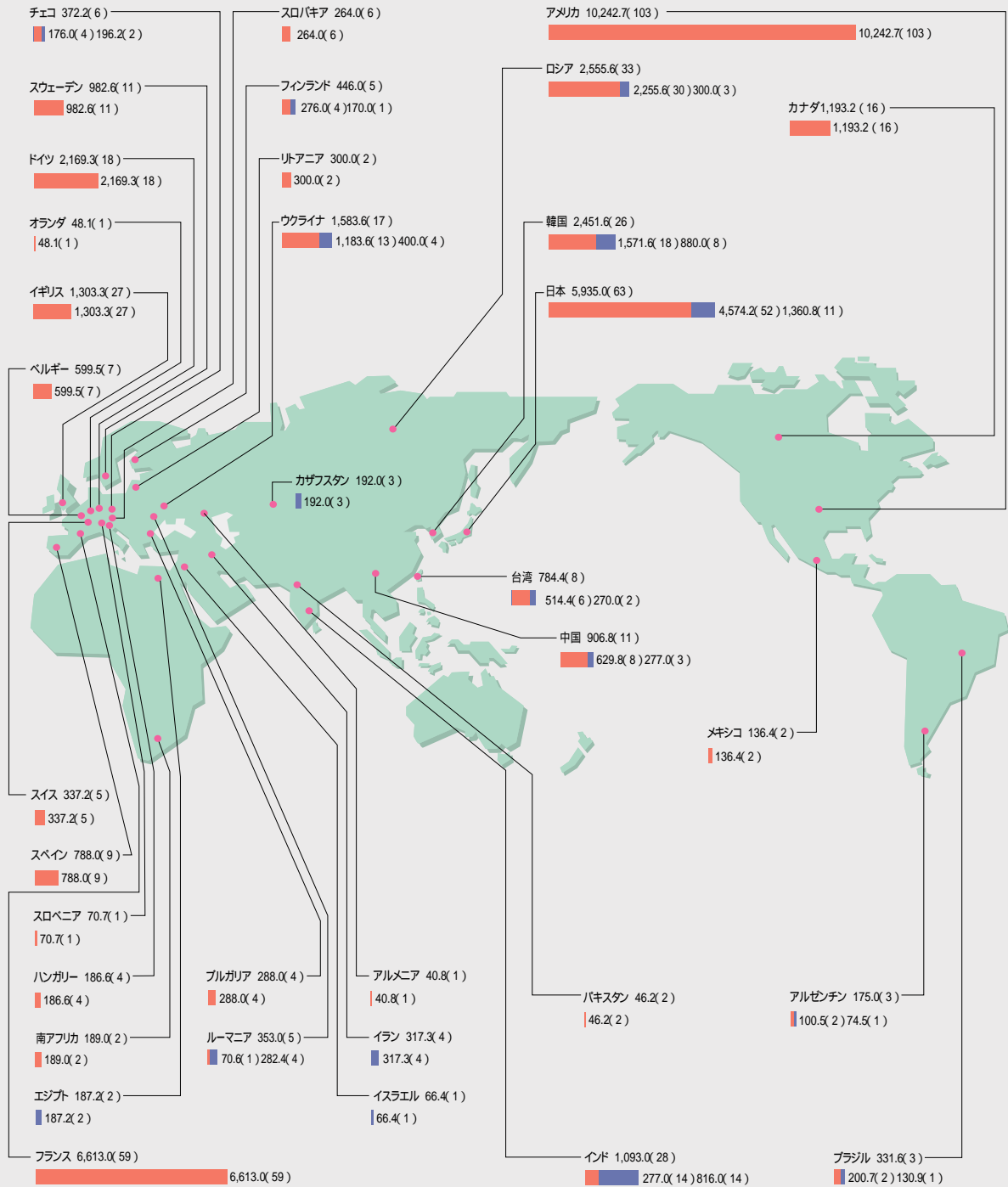
国・地域		（万kw、グロス電気出力）							
		運転中		建設中		計画中		合計	
		出力	基数	出力	基数	出力	基数	出力	基数
1	米国	10,242.7	103					10,242.7	103
2	フランス	6,613.0	59					6,613.0	59
3	日本	4,574.2	52	503	5	857.8	6	5,935.0	63
4	ロシア	2,255.6	30	300	3			2,555.6	33
5	ドイツ	2,169.3	18					2,169.3	18
6	韓国	1,571.6	18	200		680	6	2,451.6	26
7	英国	1,303.3	27					1,303.3	27
8	カナダ	1,193.2	16					1,193.2	16
9	ウクライナ	1,183.6	13	400	4			1,583.6	17
10	スウェーデン	982.6	11					982.6	11
11	スペイン	788.0	9					788.0	9
12	中国	629.8	8	277	3			906.8	11
13	ベルギー	599.5	7					599.5	7
14	台湾	514.4	6	270	2			784.4	8
15	スイス	337.2	5					337.2	5
16	リトアニア	300.0	2					300.0	2
17	ブルガリア	288.0	4					288.0	4
18	インド	277.0	14	396	8	420	6	1,093.0	28
19	フィンランド	276.0	4			170	1	446.0	5
20	スロバキア	264.0	6					264.0	6
21	ブラジル	200.7	2			130.9	1	331.6	3
22	南アフリカ	189.0	2					189.0	2
23	ハンガリー	186.6	4					186.6	4
24	チェコ	176.0	4	196.2	2			372.2	6
25	メキシコ	136.4	2					136.4	2
26	アルゼンチン	100.5	2	74.5	1			175.0	3
27	スロベニア	70.7	1					70.7	1
28	ルーマニア	70.6	1	282.4	4			353.0	5
29	オランダ	48.1	1					48.1	1
30	パキスタン	46.2	2					46.2	2
31	アルメニア	40.8	1					40.8	1
32	イラン			229.3	2	88	2	317.3	4
33	カザフスタン					192	3	192.0	3
34	エジプト					187.2	2	187.2	2
35	イスラエル					66.4	1	66.4	1
	合計	37,628.60	434	3128.4	34	2792.3	28	43,549.3	498
	()内は前年値	(37,372.2)	(436)	(3,469.6)	(39)	(2,536.0)	(27)	(43,378.3)	(502)

((社)日本原子力産業会議調べ)

図2-3-4 世界の原子力発電所

世界の原子力発電の開発状況

■ 運転中 ■ 建設中・計画中 単位は万kW ()内は基数を表す(平成15年12月末日現在)



出典：(社)日本原子力産業会議「世界の原子力発電開発の動向 2003年次報告」

米国

(平成15年(2003年)12月末現在)

運転中	103基	10,242.7万kW
	103基	10,174.2万kW

総発電電力量に占める原子力の割合(平成15年(2003年)): 19.9%

平均設備利用率(平成15年(2003年)): 88.3%

原子力発電はその設備容量が1億kWと世界一の規模を誇っている。現在103基の原子炉が稼働しており、発電シェアでは約20%を占めている。昭和49年(1974年)以降原子力発電設備の新規の建設は行われていないが、近年は、運転期間40年を60年に延長できるようにする動きがあり、アーカンソー・ニュークリア・ワン1号機を含めて平成14年(2002年)7月現在、10基が運転期間の延長をNRCから認められる一方で、効率の低い発電所に対しては、許可期間終了を待たずして閉鎖するケースもあった。平成12年(2000年)～平成13年(2001年)にカリフォルニア州で発生した電力危機や天然ガス価格の上昇により原子力は電力供給の要として新たに脚光を浴びようになっている。平成13年(2001年)5月に発表されたブッシュ政権の国家エネルギー政策では、カリフォルニアのエネルギー危機等を背景に、省エネルギー、エネルギー基盤の強化、エネルギー供給の拡大、環境保全の加速、エネルギー安全保障の強化という5つの目標のもと様々な政策を進めるものである。原子力については、エネルギー安全保障、温室効果ガス削減の観点から重要な役割が与えられており、原子力推進に対する政府の強い姿勢を示し、原子力開発の再開も表明された。このような米国の姿勢は、平成22年(2010年)までに新たな原子力発電所を建設、運転開始することを目標とした、「原子力2010計画の推進」として具体化されている。

既設の原子力発電設備は近年、設備利用率が90%を越える等、自由化された電力市場でも十分、競争力を持って運転されているが、ブッシュ政権下で新規設備の建設や次世代炉開発の動きも活発化している。

また、放射性廃棄物政策修正法に基づく手続きを経て、高レベル放射性廃棄物の処分場をネバダ州ユッカマウンテンに建設することが、平成14年(2002年)7月に決定された。

米国エネルギー省は、別途、先進的燃料サイクル・イニシアチブ(Advanced Fuel Cycle Initiative: A F C I)を立ち上げ、原子力発電所から出る高レベル放射性廃棄物の量の削減、使用済燃料中に含まれる放射毒性の強い長寿命核種の分離、使用済燃料を発電のための燃料として再利用することについて検討を行っている。

さらに、平成15年(2003年)2月、ブッシュ大統領は、水素燃料イニシアチブを発表した。温室効果ガスを劇的に削減し、国家のエネルギー自立性を高める水素利用のメリットを主張した。平成27年(2015年)までに高温ガス炉等を使用した水素製造システムの構築を目指すこととしている。

図2-3-5 米国 デュアンアーノルド原子力発電所



図2-3-6 米国 アーカンソー・ニュークリア・ワン1号機



フランス

(平成15年(2003年)12月末現在)

運転中	59基	6,613.0万kW
	59基	6,613.0万kW

総発電電力量に占める原子力の割合(平成15年(2003年)): 77.7%

平均設備利用率(平成15年(2003年)): 82.7%

原子力発電規模はアメリカに次ぐ第2位を誇り、総発電電力量に占める原子力の割合は77.1%となっている。周辺各国のイタリア、イギリス、ドイツなどに約732億kWh(平成11年(1999年)総発電電力量の約14%)の電力を輸出している。また、使用済燃料を再処理して得られるプルトニウムをMOX燃料に加工して軽水炉で使用するプルサーマルが1980年代後半から行われている。また、PWRの改良を進め、N4シリーズの開発に続き、平成元年(1989年)には仏フラマトム社と独ジーメンス社の共同でEPR(欧州加圧水型炉)の開発に着手した。

平成9年(1997年)の社会党、共産党、緑の党の連立政権発足により、反原子力を提唱し、

平成10年（1998年）のスーパーフェニックスの廃止など原子力推進政策に変化が見られるのではないかと注目されたが、平成14年（2002年）5月の大統領選挙で原子力推進派のシラク大統領が再選され、同年6月の国民議会総選挙においても、大統領支持派が勝利するなど、今後も原子力推進の方針が継続されるものと見られる。ラファラン首相は、原子力エネルギーの位置付けを明らかにするエネルギー政策法を制定する方針を示しており、同法の策定プロセスに国民を参加させることを目的とした「エネルギー政策に関する国民討論」が平成15年（2003年）3月から5月にかけて行われた。この結果を受けて、エネルギー戦略法案が国民議会で審議中である。

図2-3-7 フランス フラマンビル発電所



英国

(平成15年(2003年)12月末現在)

運転中	27基	1,303.3万kW
	27基	1,303.3万kW

総発電電力量に占める原子力の割合(平成15年(2003年)): 23.7%

平均設備利用率(平成13年(2001年)): 71.1%(25)

注) 括弧内の数字は、設備利用率算出の対象とした発電端出力が135MW以上の発電所の原子炉の基数を示す。

北海油田の開発により、国内のエネルギー自給率100%を超えていることから、原子力発電所の新規建設計画の見通しはない。

ブレア首相の指示により、内閣府が平成14年(2002年)2月にまとめた「The Energy Review」と題した報告書をたたき台に、貿易産業省(DTI)が将来のエネルギー供給を見据えた「エネルギー政策レビュー」をとりまとめた。この白書では、原子力発電所の新設についての具体的な計画は盛り込まれなかったが、将来において検討する可能性は排除しないとされている。

図2-3-8 英国 コールダーホール発電所



ドイツ

(平成15年(2003年)12月末現在)

運転中	18基	2,169.3万kW
	18基	2,169.3万kW

総発電電力量に占める原子力の割合(平成15年(2003年)) : 28.7%

平均設備利用率(平成15年(2003年)) : 86.7%

平成10年(1998年)の総選挙で、社会民主党(SPD)が、キリスト教民主同盟(CDU)を破り、緑の党と連立政権を樹立、シュレーダー内閣が誕生した。その後、連邦政府は電力業界を始めとする産業界と、段階的な原子力発電の閉鎖について協議を行い、連邦政府と大手電力4社は平成13年(2001年)6月に原子力発電所の発電量の設定などを盛り込んだ取り決めに正式に署名した。

原子力発電所の運転期間については、送電開始から基本的に32年とした上で、これまでの運転実績をベースに平成12年(2000年)以降の発電電力量を19基合わせて約2兆6,233億kWhと設定。この規定の発電量に達した原子力発電所から順次、閉鎖となるが、今後、発電電力量の約3割を占める原子力に代わって電力需要をまかなう電源の確保が課題である。

図2-3-9 ドイツ オブリッヒハイム発電所



スウェーデン

(平成15年(2003年)12月末現在)

運転中	11基	982.6万kW
	11基	982.6万kW

総発電電力量に占める原子力の割合(平成15年(2003年)) : 49.6%

平均設備利用率(平成15年(2003年)) : 82.9%

昭和55年(1980年)6月の国民投票の結果を受け、平成22年(2010年)までにすべての原子力発電所を全廃するとの国会決議がなされたが、エネルギー供給の安定化と経済の国際競争力維持、雇用確保の観点から閉鎖の実施は先送りされてきた。平成10年(1998年)、与野党3党は、バーゼベック発電所1、2号機を平成10年(1998年)、平成13年(2001年)までに閉鎖することで合意されたが、その一方で、平成22年(2010年)までという原子力発電所の全廃期限は延期された。バーゼベック1号機の閉鎖については、電力会社が政府の決定を不服として最高裁に提訴したため、当初の予定から遅れて平成11年(1999年)に閉鎖したが、2号機については、その電力の補てんを巡って閉鎖時期の調整が続き、現在は平成17年(2005年)に閉鎖する方針となっている。

平成14年(2002年)6月、議会は政府が策定した新エネルギー法案を承認した。原子力発電所の段階的閉鎖のスケジュールについては、政府と産業界で交渉を続けていたが、平成16年(2004年)10月、政府は交渉の取り止めを発表し、バーゼベック2号機の平成17年(2005年)閉鎖を決定した。

図2-3-10 スウェーデン フォルスマルク発電所



フィンランド

(平成15年(2003年)12月末現在)

運転中	4基	276.0万kW
計画中	1基	170.0万kW
	5基	446.0万kW

総発電電力量に占める原子力の割合(平成15年(2003年)) : 27.3%

平均設備利用率(平成15年(2003年)) : 94.6%

平成12年(2000年)11月、民営電力会社であるTVO社は国内5基目の原子力発電所の建設に関する原則決定を政府に求める申請を提出した。平成14年(2002年)1月、政府はこの建設を認める原則決定を行い、同年5月、議会において承認され、平成16年(2004年)2月、国内5基目となるオルキルト3号機(EPR(欧州加圧水型炉)160万kW)の掘削・土木工事を開始した。また、オルキルトに高レベル放射性廃棄物の処分場を建設することが決められている。

図2-3-11 フィンランド ロビーサ発電所



スイス

(平成15年(2003年)12月末現在)

運転中	5基	337.2万kW
	5基	337.2万kW

総発電電力量に占める原子力の割合(平成15年(2003年)) : 39.7%

平均設備利用率(平成15年(2003年)) : 92.4%

原子力発電開発に当たっては、1960年代から賛否両論に分かれ、原子力発電の是非を問う国民投票が過去4回行われ、平成2年(1990年)の国民投票では新規原子力発電所の建設を平成12年(2000年)まで10年間凍結が選択された。平成11年(1999年)、社会民主党と緑の党は「凍結の10年延長」と「原子力に依存しない電力」の二つの発議を連邦評議会に提出した。平成15年(2003年)5月に行われた国民投票では、新たに2案提示されていた原子力の段階的廃止議案がいずれも否決され、原子力発電を継続することとなった。

連邦評議会は平成13年(2001年)2月、原子力をエネルギー源の選択肢として維持することや、使用済燃料の再処理を今後一切行わないことなどを内容とする改正原子力法案を議会に提出した。この法案は、上院において、再処理の禁止期間を10年延長へと修正された

上で可決された。下院においては、再処理の禁止について否決された。その後、上下院での調整が行われたが、再審議において、下院が10年間の再処理凍結案を可決するなどの歩み寄りを見せ、平成15年(2003年)3月、改正原子力法が可決、成立した。

図2-3-12 スイス ベツナウ発電所



ロシア

(平成15年(2003年)12月末現在)

運転中	30基	2,255.6万kW
建設中	3基	300.0万kW
	33基	2,555.6万kW

総発電電力量に占める原子力の割合(平成15年(2003年)) : 16.5%

平均設備利用率(平成15年(2003年)) : 78.1%

ロシア政府は原子力を重要なエネルギー源として位置付け、原子力省を中心に積極的な開発を続けている。平成12年(2000年)5月、原子力省は原子力開発の今後50年間の長期戦略として、「21世紀前半におけるロシアの原子力発電開発の戦略」を発表した。平成22年(2010年)までに原子力発電容量を3,000万kW~3,200万kWに増加させる等の目標を掲げている。平成15年(2003年)には平成32年(2020年)までの「ロシアのエネルギー戦略」を策定、その中で原子力発電所における発電量を火力発電所に比べより迅速に増加させること等により、電力生産構成を整備すると記述されている。

海外の使用済燃料受け入れについては、これまで国内への中間貯蔵及び処分を目的とした持ち込みを禁じていたが、プーチン大統領は平成13年(2001年)7月、海外からの使用済燃料の輸入を解禁する関連法案に署名、同法が成立した。平成15年(2003年)7月、カミヤ

ノフ首相が使用済燃料輸入の条件と手続きを定めた政令に署名したことにより、国外から持ち込まれた使用済燃料の中間貯蔵が可能となっている。原子力省(MINATOM)は、今後10~20年間に、外国からの使用済燃料を最大2万トン受け入れることにより、少なくとも200億米ドルの収入が得られると試算している。

図2-3-13 ロシア コラ発電所



ウクライナ

(平成15年(2003年)12月末現在)

運転中	13基	1,183.6万kW
建設中	4基	400.0万kW
	17基	1583.6万kW

総発電電力量に占める原子力の割合(平成15年(2003年)) : 45.9%

平均設備利用率(平成15年(2003年)) : 79.5%

平成7年(1995年)12月、ウクライナ政府とG7及び欧州委員会(EC)との間で、チェルノブイリ発電所で最後まで運転を続けていた3号機の閉鎖及び代替電源の確保への支援・協力等を内容とする了解覚書を合意した。平成12年(2000年)12月、ウクライナ政府は同機を停止、閉鎖した。この閉鎖に伴う代替電源の確保として、ウクライナは2基の原子力発電所を完成させることとし、建設資金総額148,000万ドルは、EU、欧州復興開発銀行(EBRD)、輸出信用機関からの融資などで調達する計画であった。平成12年(2000年)12月には、EBRDは条件付で21,500万ドルの融資を決定したが、ウクライナ政府がEBRDの融資の全ての条件を満たせなかったため、この融資計画全体が白紙に戻されることとなった。EBRDとの交渉が難航する一方、ロシアがウクライナに融資を提案。平成13年(2001年)12月、ロシアとウクライナは両国の協力により2基の原子力発電所を完成させるための合意文書に調印し、平成16年(2004年)に同2基が運転開始した。

図2-3-14 ウクライナ 南ウクライナ発電所



韓国

(平成15年(2003年)12月末現在)

運転中	18基	1,571.6万kW
建設中	2基	200.0万kW
計画中	6基	680.0万kW
	26基	2,451.6万kW

総発電電力量に占める原子力の割合(平成15年(2003年)) : 40.0%

平均設備利用率(平成15年(2003年)) : 90.4%

平成12年(2000年)に合意された第5次長期エネルギー開発計画によると、平成27年(2015年)までの計画では、28基の原子力発電所が稼働する見込みである。その時点での原子力発電所の設備容量は2,605万kWとなり総発電設備の33%、発電電力量の44.5%を占めることになる。一方、昭和53年(1978年)年最初に運転開始した古里1号機が平成20年(2008年)に閉鎖を予定している。

平成4年(1992年)より次世代炉(APR1400)の研究開発が行われ、新古里3、4号機において採用することを決定し、それぞれ平成22年(2010年)、平成23年(2011年)の運転開始を予定している。また、電気事業は過去40年間、韓国電力公社(KEPCO)が実施していたが、平成21年(2009年)からの完全自由化に向けて現在準備を進めている。

図2-3-15 韓国 蔚珍発電所



中国

(平成15年(2003年)12月末現在)

運転中	8基	629.8万kW
建設中	3基	277.0万kW
	11基	906.8万kW

総発電電力量に占める原子力の割合(平成15年(2003年)) : 2.2%

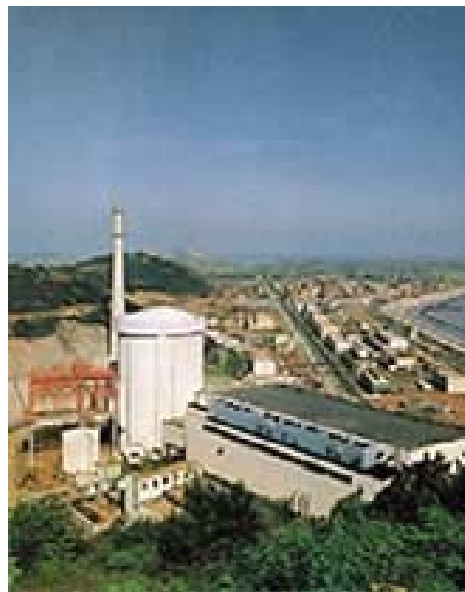
平均設備利用率(平成15年(2003年)) : 87.0%

平成13年(2001年)3月、全国人民代表大会会議において第10次5カ年計画(平成13年(2001年)~平成17年(2005年))が承認されたが、この中で平成17年(2005年)までに総発電設備容量が39,000万kWに達し、原子力の総発電電力量に占める割合も現在の1%から2.5%になると予測された。平成15年(2003年)9月に発表された国家発展・改革委員会の電力発展原則では、「原子力の積極開発」が盛り込まれた。

平成16年(2004年)3月に発表された国家電力網会社の「第11次電力産業五カ年計画」では、平成32年(2020年)時点の総発電設備容量9億5100万kWのうち原子力が3,600万kW(3.8%)まで引き上げる予定となっている。

平成14年(2002年)から平成15年(2003年)にかけて4基の原子力発電所が運転を開始した。平成16年(2004年)12月の時点では、9基が運転中、2基が建設中となっている。

図2-3-16 中国 泰山原子力発電所



台湾

(平成15年(2003年)12月末現在)

運転中	6基	514.4万kW
計画中	2基	270.0万kW
	8基	784.4万kW

総発電電力量に占める原子力の割合(平成15年(2003年)) : 21.6%

平均設備利用率(平成15年(2003年)) : 88.1%

エネルギー資源に恵まれない台湾では、原子力発電に大きな期待を寄せている。特に、台湾では、近年の電力需要の増大に伴い新たな電源確保が急務となっている。

同国で7、8番目の原子力発電所となる「第四(龍門)原子力発電所」については、昭和55年(1980)年に行政院の建設承認が得られた後、政府内の協議が長期化し、ようやく平成11年(1999年)に原子能委員会が龍門原子力発電所の建設を承認した。しかし、平成12年(2000年)3月の総選挙で、民主進歩党の陳水扁氏が勝利すると、計画の見直しが行われ、平成12年(2000年)10月、行政院は、建設中の龍門原子力発電所の建設を中止する旨の決定を発表。建設を推進する国民党を第一党とする立法院が激しく反発し、政局が混乱した。その後、行政院と立法院との間で協議が行われ、平成13年(2001年)2月に行政院が、「エネルギー不足を生じさせないことを前提とする将来的な脱原子力」を最終的な目標とすることを条件に建設の再開に応じ、平成13年(2001年)11月には本格的に工事が再開された。平成16年(2004年)3月に選挙が行われ、陳水扁現大統領が辛勝し、現政策を維持している。

図2-3-17 台湾 第2原子力発電所(国聖)



その他

その他として、以下の国において原子力発電所を運転中である。

表2-3-7 その他各国における原子力発電所の運転状況

地域	国	運転基数	発電設備容量
北米	カナダ	16基	1193万kW
西欧	スペイン	9基	788万kW
	ベルギー	7基	600万kW
	オランダ	1基	48万kW
C I S (独立国家共同体)	アルメニア	1基	41万kW
中・東欧等	ブルガリア	4基	288万kW
	リトアニア	2基	300万kW
	スロバキア	6基	264万kW
	ハンガリー	4基	187万kW
	チェコ	4基	176万kW
	スロベニア	1基	71万kW
	ルーマニア	1基	71万kW
アジア	インド	14基	277万kW
	パキスタン	2基	46万kW
アフリカ	南アフリカ	2基	189万kW
中南米	ブラジル	2基	201万kW
	メキシコ	2基	136万kW
	アルゼンチン	2基	101万kW

(注記)

- ・運転中、建設中、計画中の基数および容量は、(社)日本原子力産業会議「世界の原子力発電開発の動向」による。総発電電力量に占める原子力の割合は、IAEAの発表データによる。平均設備利用率は、NUCLEONICS WEEK等による。
- ・四捨五入により、一部積算が一致しない場合がある。

2 天然ウランの確保

我が国電気事業者が、当面、引き続き適切な価格により天然ウランを調達することは可能と考えられるが、天然ウランを将来にわたって安定的に確保することの重要性を踏まえれば、鉱山開発のリードタイムの長期化、ウラン産業の寡占化の進行等にも留意して、適切な量の備蓄を保有する一方、供給源の多様化に配慮しつつ、引き続き長期購入契約を軸とした天然ウランの確保を図ることが重要である。

原子力発電の安定性を確保する観点から、天然ウランの安定確保を図ることが重要であるが、少なくとも今後十数年間は世界のウラン価格は安定的な状態にあると推定され、また、我が国の電気事業者はカナダ、オーストラリア、英国などから主として長期購入契約により確保している。

表2-3-8 世界のウラン資源埋蔵量（平成15年1月1日現在）

（単位：1,000 トンU）

国名	確認埋蔵量*
オーストラリア	1,058
カザフスタン	848
カナダ	439
南アフリカ	396
米国	345
ロシア	264
ナミビア	258
ニジェール	228
ブラジル	143
ウズベキスタン	118
ウクライナ	76
モンゴル	62
インド	60
中国	50
日本	7
その他	238
合計	4,589

資料：OECD/NEA, IAEA, Uranium2003：Resources, Production and Demand
注）*ここで確認埋蔵量とは出典資料の「既知資源」に該当。

3 ウラン濃縮と核燃料成型加工・再転換

我が国として、濃縮ウランの供給安定性や核燃料サイクルの自主性を向上させていくことは重要である。また、我が国の濃縮技術を国際競争力のあるものとするためには、濃縮技術が高度でかつ機微な技術であることなどを勘案して、国内において研究開発を引き続き推進することが重要である。

(1) ウラン濃縮

ウラン濃縮役務については、現在世界的に、供給能力が需要に対して過剰な状況であり、この状況は今後もある程度の期間続くものと推定されている。しかし、我が国としては、濃縮ウランの安定供給を確保する観点ばかりではなく、我が国における核燃料サイクル全体の自主性を確保する観点から、経済性を考慮しつつ、ウラン濃縮の事業化を推進する。

日本原燃(株)の六ヶ所ウラン濃縮工場については、昭和63年10月に建設工事が開始され、平成4年3月のRE-1A(150トンSWU⁴/年)の操業開始から、最終目標である1,500トンSWU/年体制の確立を目指し順次拡大を続け、昭和63年10月にはRE-2C(150トンSWU/年)の運転開始により、1,050トンSWU/年規模で操業を行っていた。しかし、RE-1Aは、回転胴底部部品へのウラン化合物の付着、剥離を原因とする遠心機の早期停止により生産能力が低下したために、平成12年4月に計画的に運転を停止した。また、同様にRE-1Bが平成14年12月に、RE-1Cが平成15年6月に生産を停止し、現在600トンSWU/年の規模で生産運転を行っている。

ウラン濃縮技術の研究開発については、旧動力炉・核燃料開発事業団がパイロットプラント及び原型プラントの建設、運転等を通じて行っていた遠心分離法濃縮技術の研究開発は、動燃改革に伴い、平成15年9月をもって終了した。開発した技術については、六ヶ所ウラン濃縮工場に導入され、国内ウラン濃縮事業の確立に活かされている。

日本原燃(株)は、平成12年11月にウラン濃縮技術開発センターを設立し、核燃料サイクル開発機構との技術協力協定により同機構が培ってきた技術の移転を受けつつ、より高性能で経済性に優れた新型遠心分離機を開発している。新型遠心分離機は、平成22年頃に六ヶ所ウラン濃縮工場へ導入を予定している。

さらに、次世代の技術と考えられる原子レーザー法によるウラン濃縮技術については、昭和62年度から平成11年度までの研究開発により、各要素技術を商業規模のレベルまで高めることができた。しかし、当面は実用技術としての確立が求められる環境にはないことなどから、将来、外部環境が整い実用化が必要になった時点で円滑に対応できるよう成果の取りまとめを行うこととし、要素機器を組み合わせたシステム全体の性能を評価するた

4 SWU : Separative Work Unit

SWUは、天然ウランを濃縮する際に必要とする濃縮度の濃縮ウランを得るための仕事量を表す単位である。ウラン濃縮度を高めるほど、また、廃棄濃度を低くするほど、SWUは大きくなる。例えば、約0.7%の天然ウランから4%の濃縮ウランを1トン生産するためには、廃棄濃度が0.25%の場合、約5.8トンSWUの分離作業量が必要である。

めに、平成13年度までウラン濃縮試験を実施した。

また、再処理により回収されるウランについても、経済性及び利用可能量の観点から、再濃縮によるリサイクル利用を図っている。平成8年9月より平成9年5月までと、平成9年12月より平成10年3月までの2回にわたり、動力炉・核燃料開発事業団人形峠事業所のウラン濃縮原型プラントにおいて、回収ウランの濃縮が行われた。

表2-3-9 回収ウラン利用実績（平成16年9月末）

電 力	プラント	装荷時期	装荷体数
東京電力（株）	福島第一3号機	昭和62年	4体
	福島第二1号機	平成5年	24体
関西電力（株）	大飯2号機	平成3年	20体
	美浜3号機	平成7年	52体
	高浜1号機	平成15年	24体
	高浜1号機	平成16年	24体
四国電力（株）	伊方3号機	平成15年	12体
日本原子力発電（株）	敦賀2号機	平成14年	24体

図2-3-18 青森県六ヶ所村 日本原燃（株）ウラン濃縮工場



（2）核燃料成型加工・再転換

濃縮されたウラン（六フッ化ウランの形態）を軽水炉用の核燃料として使用できる形にするためには、これを粉末（二酸化ウランの形態）にする「再転換」と、これをペレットに加工し、被覆管の中に収納して燃料集合体とする「成型加工」の工程が必要となる。

再転換事業については、平成11年9月にJCO事故が発生し、それ以降は我が国では三菱原子燃料（株）のみが再転換業務を実施している。これにより、PWR用のウランについては、一部を海外で再転換した後に輸入している。また、BWR用のものについては、そのほとんどを海外で再転換した後に輸入している。

成型加工事業については、PWR用、BWR用ともに必要とされる燃料の大部分を国内で生産している。

(3) 諸外国のウラン濃縮の状況

世界全体の濃縮需要は約38,000トンSWU/年で、アジア地域の需要増加により今後、徐々に増加するものと見られている。主要国の状況を以下に示す。

米国

ウラン濃縮事業はエネルギー省(DOE⁵)の所管であったが、平成4年(1992年)10月に成立したエネルギー政策法により公社化されることとなり、平成5年(1993年)7月に合衆国濃縮公社(USEC⁶)が発足、平成9年(1997年)7月に米国政府が民営化の実施を承認し、平成10年(1998年)1月に民営化プロセスが開始された。オハイオ州ポーツマス、ケンタッキー州パデューカのガス拡散法による2工場は、老朽化による生産性の低下により平成13年(2001年)5月にポーツマス工場が操業を停止し、現在はパデューカ工場のみが生産運転を行っている。このような状況の中、将来的に生産能力を確保するために、USECは遠心分離法を用いた新たな濃縮工場の建設計画を進めており、平成15年(2003年)2月にオハイオ州に先行カスケード工場の建設を行うための許認可申請を原子力規制委員会(NRC)に提出している。また、米国電力会社と欧州の濃縮会社URENCO社との合弁会社であるルイジアナ・エネルギー・サービス社も、テネシー州に遠心分離法による新たな工場の建設計画を進めている。

なお、原子レーザー法による濃縮技術については、平成6年(1994年)7月にUSEC理事会において承認され、商業化するために必要な措置を採り始める方針が決定され、ローレンス・リバモア国立研究所において技術開発を進められてきたが、平成11年(1999年)6月に中断している。

フランス

フランス、イタリア、スペイン、ベルギー及びイランの合弁会社であるユーロディフ社が、トリカスタンにおいてガス拡散法による工場を操業しており、我が国の濃縮役務需要の一部を賄っている。また、原子レーザー濃縮法を中心とする研究開発が仏原子力庁(CEA)により進められ、平成15年(2003年)までに科学的、工学的実証を達成する計画を立てている。

その他

英国、ドイツ及びオランダの合弁会社であるウレンコ社が、カーペンハースト(英国)、アルメロ(オランダ)、グロナウ(ドイツ)において濃縮工場の操業を行い、また、ロシアでは、ロシア原子力省(MINATOM)が、遠心分離法による濃縮工場4箇所での操業を行っている。

5 DOE : Department of Energy

6 USEC : United States Enrichment Corporation

4 軽水炉による混合酸化物（MOX）燃料利用（プルサーマル）

プルサーマルは、ウラン資源の有効利用を図る技術であるとともに、原子力発電に係る燃料供給の代替方式であり、燃料供給の安定性向上の観点から有用で、将来の核燃料サイクル分野における本格的な資源リサイクル時代に備えてその産業基盤や社会環境を整備することにも寄与すると考えられる。

（1）軽水炉によるMOX燃料利用（プルサーマル）

我が国では原子力発電の初期の段階より、軽水炉でウラン・プルトニウム混合酸化物（MOX）燃料を利用するプルサーマルの実施に向けて研究開発等の取組を進めてきた。軽水炉でのMOX燃料利用は、海外において既に約4000体の実績があり、我が国において実施した少数体規模での実証試験においても、良好な成果が得られている。

平成9年2月には、「現時点で最も確実なプルトニウムの利用方法であるプルサーマルを早急に開始することが必要である」とする閣議了解が行われ、これを踏まえて橋本総理大臣（当時）から、福島県、新潟県及び福井県の三県の知事に対し閣議了解の説明及び協力要請が行われた。電気事業者においても、これにあわせて平成22年度までに16～18基の軽水炉においてプルサーマルを順次実施するプルサーマル計画を取りまとめ公表した。

プルサーマルについては、現行の原子力長期計画において「プルサーマルは、ウラン資源の有効利用を図る技術であるとともに、原子力発電に係る燃料供給の代替方式であり、燃料供給の安定性向上の観点から有用で、将来の核燃料サイクル分野における本格的な資源リサイクル時代に備えてその産業基盤や社会環境を整備することにも寄与すると考えられる」とされている。また、平成15年10月に閣議決定された「エネルギー基本計画」においても、「核燃料サイクルの重要な前提である使用済燃料の再処理によって発生するプルトニウムの確実な利用という点で、当面の中軸となるプルサーマルを着実に推進していくものとする。このため、電気事業者は、関係住民等の理解を得つつ、プルサーマルを計画的かつ着実に進めることが期待される。これと併せて、国としても国民の理解を得る活動を前面に出して実施すること等により、プルサーマルの実現に向けて政府一体となって取り組むこととする。」としている。

平成16年では、5月に九州電力（株）が玄海原子力発電所3号機でプルサーマルを実施することについて原子炉設置変更許可申請を行うとともに佐賀県ならびに玄海町に事前了解願いの申し入れを行い、また、5月に四国電力（株）は伊方発電所3号機でプルサーマルを実施することについて、安全協定に基づき、愛媛県及び伊方町に事前了解願いを提出した。11月には、愛媛県及び伊方町は、四国電力が国へ原子炉設置変更許可申請を行うことを正式に了承し、これを受けて四国電力は同申請を行った。（プルサーマルの詳細については、第1章参照。）

(2) MOX燃料加工

我が国では、核燃料サイクル開発機構(旧:動力炉・核燃料開発事業団)を中心として、新型転換炉、高速増殖炉等のMOX燃料加工の研究開発を実施してきており、その加工実績も平成16年3月末までの累積でMOX燃料重量約170トンに達しており、ここで培われたMOX燃料加工技術は世界的にみても高い水準にある。

現在の燃料製造設備能力は、高速増殖炉燃料製造施設プルトニウム燃料第三開発室FBRラインの5トンMOX/年である。

また、日本原燃(株)は、平成12年11月にMOX燃料加工事業に係る事業主体となることを表明し、平成21年4月の操業を目指してわが国初の民間MOX燃料工場(最大加工能力は年間130トン・HM)を建設することとしており、平成13年8月に青森県及び六ヶ所村に対して立地協力要請を行った。青森県は、平成13年9月にMOX燃料加工施設に係る安全性チェック・検討会を設置し、県民の視点から検討を重ね、平成14年4月に報告書を取りまとめた。さらに、住民説明会等が開催された。その後、六ヶ所再処理工場における使用済燃料受入れ、貯蔵施設プール水漏えい等の問題により検討が中断されていたが、日本原燃(株)の品質保証体制が改善されたこと等を受けて、平成16年12月、青森県は検討を再開する考えを明らかにした。

海外再処理により回収されるプルトニウムについては、基本的には欧州においてMOX燃料に加工し、我が国の軽水炉で利用する予定である。このためのMOX燃料加工については、平成7年4月東京電力が、同年12月には関西電力が、それぞれベルギー、英国で加工を行うべく契約を締結した。平成9年2月には、ベルギーでの加工のため移転される我が国起源の核物質が平和目的以外に転用されないことなどについて保証を得るため、我が国政府と欧州共同体委員会との間及びベルギー政府との間で交換公文が取り交わされた。なお、東京電力(株)は平成9年5月にベルゴニュークリア、関西電力(株)は平成10年1月に英国核燃料会社(BNFL)の各燃料製造会社でそれぞれ加工開始し、加工を完了した燃料は、各発電所に搬入されたが、前述のBNFLによる品質管理データ改ざんにより、関西電力(株)向けのMOX燃料はBNFLに返還された。

図2-3-19

核燃料サイクル開発機構 東海事業所 再処理施設



5 軽水炉使用済燃料再処理

我が国においては、軽水炉の使用済燃料はこれまで、核燃料サイクル開発機構の東海事業所再処理施設において再処理されるとともに、海外の再処理事業者に委託され再処理されてきた。この間に、民間事業者は、国内におけるその需要の動向等を勘案し、核燃料サイクル開発機構の東海事業所再処理施設の運転経験を踏まえつつ、海外の再処理先進国の技術、経験を導入して、六ヶ所再処理工場を計画し、現在、平成18年の操業開始に向けて建設を進めている。

我が国は、使用済燃料の再処理について、これまで、核燃料サイクル開発機構東海事業所再処理施設にて行うほか、英国核燃料会社（BNFL）及び仏国核燃料会社（COGEMA）への再処理委託契約により実施してきた。

我が国初の再処理施設である核燃料サイクル開発機構東海事業所再処理施設での使用済燃料の累計再処理量は、試験運転期間を含め昭和52年9月から平成16年12月末までに、約1,062トンUとなっている。

また、日本原燃（株）は、青森県六ヶ所村に年間再処理能力800トンUの再処理工場を平成18年7月の操業開始に向けて建設中である。平成16年12月現在の建設工事進捗率は約95%であり、平成13年4月から通水作動試験（水・蒸気・空気を使った試験）、平成14年11月から化学試験（化学薬品を使った試験）を開始するなど試運転を進めている。平成16年12月からは、ウランを使ったウラン試験が開始された。今後、使用済燃料を使ったアクティブ試験を実施することとしている。再処理工場の使用済燃料受入れ・貯蔵施設については、平成12年12月から電気事業者の使用済燃料の本格搬入を開始し、平成16年9月の使用済燃料の受け入れ量は約1,181トンUとなっている。（燃料貯蔵プール水漏えい問題及び品質保証体制の整備については、第1章参照。）

一方、我が国の電気事業者は、BNFL及びCOGEMAと再処理委託契約を結んでいる。軽水炉使用済燃料については、BNFL及びCOGEMAと合計約5,600トンUの再処理委託契約を結んでいる。さらに、ガス炉使用済燃料については、BNFLと約1,500トンUの再処理委託契約を結んでいる。これらの契約に基づき、平成13年6月までに、軽水炉使用済燃料及びガス炉使用済燃料の契約全量が既に英国及び仏国に輸送されている。

使用済燃料は、再処理されるまで適切に貯蔵・管理することとしており、各原子力発電所の貯蔵プールには、平成16年3月末現在、合計11,110トンUの使用済燃料が安全に保管されている。初期に建設された発電所の貯蔵プールの中には貯蔵容量が比較的小さいものがあり、同じ発電所内で貯蔵容量に余裕のある他の原子炉の貯蔵プールに使用済燃料を移送したり、貯蔵容量を増強するなど、対策が講じられている。

我が国における再処理技術に関する研究開発は、核燃料サイクル開発機構、日本原子力研究所などにおいて行われている。

核燃料サイクル開発機構では、前述の東海事業所再処理施設において、軽水炉及び新型

転換炉「ふげん」の使用済燃料の再処理を通じて得た技術を日本原燃（株）六ヶ所再処理施設に反映させ、技術協力を進めている。また、現在高速増殖炉サイクル実用化戦略調査研究を実施しているが、この中で、再処理法についても、乾式再処理を含めた複数の実用化候補概念について技術的課題等の明確化を図るとともに、今後の研究開発計画の提示に向けた研究を進めている。（第2章3節8．高速増殖炉サイクル技術 参照）

日本原子力研究所においては、燃料サイクル安全工学研究施設（NUCEF⁷）を完成させ、臨界安全性に関する研究、高度化再処理プロセスに関する研究、TRU廃棄物の安全管理技術に関する研究などについて、ホット試験⁸を実施している。

表2-3-10 海外再処理委託の状況

（単位：tU）

	BNFL	COGEMA	合計
軽水炉	約 2,700	約 2,900	約 5,600
ガス炉	約 1,500		約 1,500

委託契約量は平成13年6月に全量搬出済み

図2-3-20 青森県六ヶ所村 日本原燃（株）再処理工場



7 NUCFF : Nuclear Fuel Cycle Safety Engineering Research Facility
 8 ホット試験：実際に放射性物質を用いて行う試験。

表2-3-11 各原子力発電所の使用済燃料貯蔵量及び貯蔵容量

(平成16年3月末現在)

電力会社	発電所名	1炉心 (tU)	1取替分 (tU)	使用済燃料 貯蔵量 (tU)	管理容量 (tU)
北海道電力	泊	100	30	290	420
東北電力	女川	260	60	280	790
東京電力	福島第一	580	150	1,360	2,100
	福島第二	520	140	1,250	1,360
	柏崎刈羽	960	250	1,840	2,630
中部電力	浜岡	420	110	820	1,090
北陸電力	志賀	60	20	70	160
関西電力	美浜	160	50	360	620
	高浜	290	100	940	1,100
	大飯	360	120	1,030	1,900
中国電力	島根	170	40	330	600
四国電力	伊方	170	60	450	930
九州電力	玄海	270	100	660	1,060
	川内	140	50	630	900
日本原子力発電	敦賀	140	40	520	870
	東海第二	130	30	300	420
合計		4,730	1,350	11,110	16,940

注1)管理容量は、原則として「貯蔵容量から1炉心+1取替分を差し引いた容量」。
 注2)四捨五入の関係で合計値は、各項目を加算した数値と一致しない部分がある。

図2-3-21 燃料サイクル安全工学研究施設 (NUCEF)



6 使用済燃料中間貯蔵

使用済燃料の中間貯蔵は、使用済燃料が再処理されるまでの間の時間的な調整を行うことを可能にするので、核燃料サイクル全体の運営に柔軟性を付与する手段として重要である。我が国においては平成11年に中間貯蔵に係わる法整備が行われ、民間事業者は平成22年までに操業を開始するべく準備を進めているところである。今後は、中間貯蔵を適切に運営、管理することができる実施主体が、安全の確保を大前提に、事業を着実に実現していくことが期待される。

このため、国及び電気事業者は、この中間貯蔵施設の必要性、安全性などについて、国民に対してきめ細かく、かつ、分かりやすく説明していくことが重要である。

使用済燃料貯蔵対策については、今後長期的に使用済燃料の貯蔵量が増大するとの見通しを踏まえ、平成9年2月の閣議了解に基づき、科学技術庁（当時）、通商産業省（当時）及び電気事業者からなる使用済燃料貯蔵対策検討会にて同年3月から実務的な検討を行い、使用済燃料を中間的に貯蔵することを目的とした施設を平成22年までに確実に操業開始できるよう取り組むことが必要であるとの報告をまとめた。これを受け、平成10年6月の総合エネルギー調査会原子力部会（当時）中間報告において、中間貯蔵施設の必要性を述べ、その中で貯蔵対策必要量等について言及された。引き続き、使用済燃料の貯蔵事業が可能となるように法整備がなされ、平成11年6月に核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律の一部改正が行われた。（中間貯蔵施設の詳細については、第1章参照。）

7 放射性廃棄物の処理及び処分

放射性廃棄物は、原子力発電所や核燃料サイクル施設から発生するもの（海外委託再処理に伴い返還されるものを含む。）が大部分を占めるが、大学、研究所、医療施設等からも発生する。その安全な処理及び処分は、これを発生させた者の責任においてなされることが基本であり、また、国はこれらの処理及び処分が安全かつ適切に行われるよう発生者等に対して指導や規制を行うなど所要の措置をとることが必要である。

（1）放射性廃棄物の処理処分対策

放射性廃棄物は、原子力発電所や核燃料サイクル施設から発生するものが大部分を占めるが、大学、研究所、医療施設等からも発生する。その安全な処理処分は、これを発生させた者の責任においてなされることが基本であり、また、国は、これらの処理処分が安全かつ適切に行われるよう発生者等に対して指導や規制を行うなど所要の措置を講ずること

が必要であるとされている。

原子力発電所から発生する大部分の低レベル放射性廃棄物については、既に埋設処分が進められており、それ以外の放射性廃棄物についても、処理処分の基本的考え方が示されている。

これらのうち、処分のための具体的な対応がなされるに至っていない放射性廃棄物については、早期に安全かつ効率的な処理処分が行えるよう、発生者等の関係者が十分協議・協力し、具体的な実施計画を立案、推進していくことが重要であり、その際、原子力の開発利用が支障を来たさないように、国は必要に応じ関係者の取組を支援することが必要であるとされている。

また、放射性廃棄物は、放射能レベルの高低、含まれる放射性物質の種類等が多種多様であることから、同一の処分場において複数の処分方法による処分を実施することや、処分方法が同じ放射性廃棄物を発生源の違いによらず同一の処分場に処分することについて検討する必要があるほか、資源の有効利用の観点から、再利用についての検討も進めるととされている。

(2) 高レベル放射性廃棄物の処理処分

高レベル放射性廃棄物の概要及び処分の基本的考え方

高レベル放射性廃棄物は、使用済燃料の再処理の過程で分離された核分裂生成物や超ウラン元素を含む放射能レベルの高い廃棄物のことであり、ガラス原料と溶かし合わせて安定な形態に固化（ガラス固化）した後、30年から50年間程度冷却のための貯蔵を行い、その後、地下300メートル以深の安定した地層中に埋設処分（地層処分）することとされている。

高レベル放射性廃棄物の発生及び管理の状況

我が国の使用済燃料の再処理は、これまで、核燃料サイクル開発機構に委託された一部を除いて、英国核燃料会社（BNFL）及びフランス核燃料会社（COGEMA）の再処理工場において実施されている。このうち、核燃料サイクル開発機構東海事業所の再処理施設で生じた高レベル放射性廃液は、同施設内の貯蔵タンクに厳重な安全管理の下に保管されている。平成16年12月末現在、高レベル放射性廃液の量は、約418立方メートルである。さらに、同廃液をガラス固化する技術の開発を目的としたガラス固化技術開発施設（TVF）が、平成7年12月に運転を開始した。平成16年12月末現在の同施設におけるガラス固化体の保管量は、149本である。

一方、我が国の電気事業者は、BNFL及びCOGEMAと再処理委託契約を結んでいる。その契約量は、これまで、軽水炉使用済燃料：約5,600トンU、ガス炉使用済燃料：約1,500トンUであり、これらの契約に基づく再処理に伴い発生する高レベル放射性廃棄物は、ガラス固化して安定な形態とされた後、我が国の電気事業者に返還されることとなっている。平成7年のフランスからの返還を第1回目として、その後、年に1～2回程度、10数年間で約2,200本が返還される予定である。なお、平成16年12月末までに、892本のガラ

ス固化体が返還されている。

関係者の取組

原子力委員会は、高レベル放射性廃棄物の最終処分の円滑な実施に向けて、社会的・経済的側面を含め幅広い検討を行うため、平成7年9月、高レベル放射性廃棄物処分懇談会を設け、約2年にわたる議論や各地での意見交換会などを踏まえ、平成10年5月に報告書「高レベル放射性廃棄物の処分に向けての基本的考え方について」を取りまとめた。この中で、法律の制定を含めて、今後進めるべき具体的な方策の策定に向けた基本的考え方を提言し、特に、事業資金の確保と実施主体の設立が喫緊の課題であるとして、そのための関係機関の取組を強く要請した。

一方、平成9年4月に公表された原子力委員会原子力バックエンド対策専門部会報告書「高レベル放射性廃棄物の地層処分研究開発等の今後の進め方」に基づき、核燃料サイクル開発機構により、「我が国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性 - 地層処分研究開発第2次取りまとめ - 」(以下「第2次取りまとめ」という。)が平成11年11月に原子力委員会へ報告された。

これを受けて、同専門部会により第2次取りまとめの研究開発成果を総合的に評価するとともに、上記原子力バックエンド対策専門部会報告書で示した技術的重点課題等に沿って適切に達成されているかどうかについて、「地層処分研究開発第2次取りまとめ評価分科会」を設置し、平成11年12月から検討を行い、平成12年7月に報告書案を公開した。その後、国内外からの意見を踏まえ、更に議論を行った結果、同年10月に報告書「我が国における高レベル放射性廃棄物地層処分研究開発の技術的信頼性の評価」を取りまとめた。この中で、第2次取りまとめは、我が国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性が示されているとともに、処分予定地の選定と安全基準の策定に資する技術的拠り所となることが示されており、地層処分の事業化に向けての技術的拠り所となると判断した。(経済産業省及び処分実施主体の原子力発電環境整備機構等の取組みについては、第1章参照。)

高レベル放射性廃棄物の処理処分に関する研究開発

高レベル放射性廃棄物の処理に関する研究開発については、核燃料サイクル開発機構のガラス固化技術開発施設(TVF)が、平成7年12月に運転を開始し、実際の高放射性廃液をガラス固化する開発運転を行うことにより、運転技術、保守技術等を蓄積するとともに、ガラス固化溶融炉の改良などの技術開発を進めている。

一方、高レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発については、最終処分の実施に向けて、原子力発電環境整備機構による概要調査地区等の選定の進展に応じ、特定地域を対象とした地質環境の把握、より詳細な工学的検討及びその合理化、それらを用いた安全性評価等が必要となる。

これらについては、現在、核燃料サイクル開発機構を中心として、独立行政法人産業技術総合研究所、日本原子力研究所、(財)電力中央研究所、(財)原子力環境整備促進・資

金管理センター、独立行政法人物質・材料研究機構、独立行政法人防災科学技術研究所等において、地層処分研究開発及びその基盤となる深地層の科学的研究が継続して進められている。

これらの研究開発を推進するため、核燃料サイクル開発機構は、茨城県東海村の地層処分基盤研究施設及び地層処分放射化学研究施設等を利用し、処分事業の各段階に先立って研究開発を行い、その成果を原子力発電環境整備機構の処分事業や国の安全規制に適宜反映していくこととしている。

瑞浪超深地層研究所及び幌延深地層研究センターは、それぞれ平成14年7月と平成15年7月に施設の造成工事に着手し、このうち瑞浪深地層研究所については平成15年7月に立坑掘削を開始するなど、着実に計画が進められている。

また、最終処分の安全な実施、経済性及び効率性の向上等を目的とする研究開発は、原子力発電環境整備機構が担当することとなっており、発電用原子炉設置者は、同機構に対する人的及び技術的支援等を行うとともに、放射性廃棄物に係る共通的研究開発を行う必要がある。

長寿命核種の分離変換技術に関する研究開発

分離変換技術は、高レベル放射性廃棄物に含まれる元素や放射性核種を、その半減期や利用目的に応じて分離するとともに、長寿命核種を短寿命核種または安定な非放射性核種に変換するものである。原理的に全ての放射性物質を無くすことができないため、分離変換技術は、高レベル放射性廃棄物の地層処分の必要性を変えるものではないが、処分に伴う環境への負荷の低減、資源の有効利用に寄与する可能性がある。

この分離変換技術に関する研究開発については、原子力委員会原子力バックエンド対策専門部会が、平成12年3月に報告書「長寿命核種の分離変換技術に関する研究開発の現状と今後の進め方」を取りまとめた。

同報告書において、分離変換技術は以下のように位置づけられている。

- ・分離変換技術の研究開発の目的は、核燃料サイクルの検討の場に対し、核燃料サイクルへの分離変換技術システムの導入シナリオを示すとともに、そのためのシステムを設計し、必要な要素技術を確立することである。このため、核燃料サイクル全体を視野に入れて、経済性、エネルギー資源の確保、廃棄物に含まれる放射能インベントリの低減、新たな放射性廃棄物や二次廃棄物の発生量などについて信頼性の高い評価を行うとともに、それらの考慮すべきファクターのトレードオフについて検討を進める必要がある。
- ・分離変換技術は、核燃料サイクルと密接不可分であることから、核燃料サイクルの研究開発と整合性のあるタイムスケジュールを念頭に置きつつ、研究開発に取り組むことが適当である。現在、高速増殖炉及びこれに関連する核燃料サイクルについての調査研究が実施されている。この調査研究では、平成17年頃を目途に評価を行うこととしており、分離変換技術についても、平成17年頃が研究開発シナリオ全体の再検討を実施する機会であると考えられる。その後も、研究開発の進捗、成果及び進め方について、

概ね5年を目途にチェック・アンド・レビューを行い、分離変換技術のシステム概念の評価や導入シナリオの見直しを進めるべきである。

これらを踏まえ、日本原子力研究所、核燃料サイクル開発機構及び（財）電力中央研究所の3機関が中心となって長寿命核種の分離変換技術に関する研究開発が進められている。

（3）低レベル放射性廃棄物の処理処分

低レベル放射性廃棄物の概要及び処分の基本的考え方

低レベル放射性廃棄物は、高レベル放射性廃棄物以外の放射性廃棄物であり、原子力発電施設において発生する発電所廃棄物、再処理施設やMOX燃料加工施設から発生するTRU廃棄物、ウラン燃料加工施設やウラン濃縮施設から発生するウラン廃棄物、放射性同位元素使用施設、試験研究炉、核燃料物質の使用施設等から発生するRI・研究所等廃棄物に大別される。

発電所廃棄物のうち、原子力発電所の運転等に伴い発生する低レベル放射性廃棄物の一部については、青森県六ヶ所村にある日本原燃（株）の低レベル放射性廃棄物埋設センターにおいて、平成4年12月から埋設処分（コンクリートピット処分）が開始されている。炉内構造物など放射能レベルが比較的高い放射性廃棄物については、同社において、平成14年まで実施された埋設施設の設置可能性確認のための予備調査を経て、現在、本格調査が行われているところであり、具体的な処分が可能になるまで、これらの廃棄物は各原子力発電施設内で厳重に管理されている。

また、日本原子力発電（株）東海発電所においては、平成13年12月から廃止措置が着手され、今後、解体廃棄物として放射能濃度の比較的高い炉内構造物等の廃棄物（高廃棄物）や放射能濃度の極めて低いコンクリート等の廃棄物も発生することとなる。前者については、日本原燃（株）が、一般的であると考えられる地下利用に対して十分余裕を持った深度（例えば、50～100m）にコンクリートピットと同等以上の放射性核種の閉じ込め性能を持つ処分施設を設置して埋設処分（余裕深度処分）するための調査を実施している。後者については、コンクリート等の人工バリアを設けず、素掘りの溝状等の空間に廃棄物を定置して埋設処分（素掘り処分）することが可能であるとされている。素掘り処分については、日本原子力研究所が、動力試験炉（JPDR）の解体によって発生した放射能濃度が極めて低いコンクリート廃棄物を実際に浅地中に埋設し、環境に影響を与えることなく埋設処分できることを実証している。

TRU廃棄物、ウラン廃棄物及びRI・研究所等廃棄物については、平成12年までに原子力委員会において処理処分の基本的考え方を取りまとめている。この中で、それぞれの廃棄物は、性状や放射能濃度に応じて適切に区分し、安全かつ合理的に埋設処分することが可能としている。現在、原子力安全委員会において、これらの放射性廃棄物処分の安全規制の基本的考え方についての検討が進められている。

なお、放射能濃度が極めて低く、放射性廃棄物として扱う必要のない廃棄物については、合理的に達成できる限りにおいて、基本的にリサイクルしていくことが重要であるとされ

ている。このため、「放射性物質として扱う必要がない物」を制度化する際に基礎となる基準値（クリアランスレベル）等に関する検討が原子力安全委員会において進められ、原子炉施設及び核燃料使用施設（照射済燃料及び材料を取り扱う施設）におけるコンクリートや金属を対象に、その具体的数値が示された。また、クリアランスレベルを用いて「放射性物質として扱う必要がない物」であることを判断するための基本的考え方が示され、これらを踏まえ、経済産業省及び文部科学省では制度化に向けての検討が行われている。

発電所廃棄物の処理処分

（ア）発電所廃棄物の発生及び管理の状況

原子力発電所の運転及び定期点検から、発電所廃棄物が発生する。これらの処理については、各事業者が各発電所内で行っており、このうち液体の放射性廃棄物は蒸発濃縮した後、セメント等を用いてドラム缶に固化している。また、紙・布等の可燃物は焼却した後、ドラム缶に保管している。さらに、プラスチック・金属等の難燃物及び不燃物は、圧縮減容等した後、ドラム缶に保管している。これらの発電所廃棄物は、発電所敷地内の貯蔵庫に安全に保管されており、平成16年3月末現在の累積保管量は、200リットルドラム缶換算で約53万本である。

発電所廃棄物のうち、気体状の放射性廃棄物及び放射能濃度の極めて低い液体状の放射性廃棄物は、適切な処理を施し、厳重な管理の下で、法令で定められた基準を下回ることを確認した後、施設の外に放出するなど、安全に管理されているが、今後とも放出量の低減化に努めていくこととしている。

（イ）処分の現状

発電所廃棄物のうち、セメント等を用いてドラム缶に固化された発電所廃棄物で、放射能濃度の低いものについては、浅地中の埋設処分を進めることとしており、その一部について、青森県六ヶ所村の日本原燃（株）の低レベル放射性廃棄物埋設センターにおいて、平成4年12月から埋設事業が開始されている。同センターでは、1号埋設施設として、濃縮廃液等を均一に固化した廃棄体約4万立方メートル（200リットルドラム缶で約20万本）を埋設する予定であり、平成16年11月末の累積受け入れ本数は、約136,000本である。また、金属等の固体状の廃棄物を固型化した廃棄体を対象とした2号埋設施設（200リットルドラム缶で約20万本）の平成16年11月末の累積受入本数は、約33,000本である。なお、最終的な埋設能力は、約60万立方メートル（200リットルドラム缶で約300万本）となる計画である。

T R U 廃棄物の処理処分

（ア）T R U 廃棄物の発生及び管理の状況

T R U 核種を含む放射性廃棄物については、再処理施設やM O X 燃料加工施設等で発生するが、我が国では、これまで核燃料サイクル開発機構及び日本原子力研究所において発生しており、施設内に安全に保管されている。平成16年3月末現在の保管量は、200リット

ルドラム缶換算で、それぞれ約106,000本及び約14,000本である。

また、我が国の電気事業者は、使用済燃料の再処理を、BNFL及びCOGEMAに委託している。再処理委託契約上、再処理の結果発生する放射性廃棄物は、我が国に返還されることとなっており、現在、その返還時期及び返還量について、事業者間で調整が行われているところである。

(イ) 処理処分の基本的考え方

原子力委員会は、平成12年3月に報告書「超ウラン核種を含む放射性廃棄物処理処分の基本的考え方について」を取りまとめた。

同報告書においては、

- ・対象廃棄物のうち、放射性核種の濃度が比較的低いものについては、浅地中処分であるコンクリートピット処分あるいは余裕深度処分の適用可能性の見通しが得られた。一方、核種の濃度が高い等により、浅地中処分以外の埋設処分が適切と考えられるものについては、対象廃棄物の物理化学的性状及び含まれる核種の種類・濃度に応じて適切に分類し、各々の特性を考慮して人工バリアを設置し、地下空洞内にまとめて処分することは可能である。
- ・今後は、TRU廃棄物の発生者等は、処分の具体化に向けて密接に協力しながら着実に取り組むことが重要である。また、それぞれの区分に応じた処分方法について、TRU廃棄物の特徴を考慮した安全規制の基本的考え方、放射性廃棄物の濃度上限値、クリアランスレベル等が原子力安全委員会において検討されることを期待する。国においては、この結果を踏まえて必要な制度の整備を図ることが重要である。

とされている。

(ウ) TRU廃棄物の処理処分に関する研究開発

上記「超ウラン核種を含む放射性廃棄物処理処分の基本的考え方について」の中で、技術開発課題について、発生者等（再処理事業者、MOX燃料加工事業者、日本原子力研究所、核燃料サイクル開発機構、(社)日本アイソトープ協会、電気事業者など）は、処分の具体化に向けて密接に協力しながら着実に取り組むことが重要とされた。

これを受け、核燃料サイクル開発機構及び電気事業者等は、平成12年5月に「超ウラン核種を含む放射性廃棄物の処分の具体化に係わる協力の覚書」を締結し、引き続き上記関係機関の協力を得て技術的な検討を進めている。また、核燃料サイクル開発機構及び電気事業者等は、「TRU廃棄物処分概念検討書」以降に各機関において進めてきた研究開発により得られつつある最新の成果を集約し、平成16年度末を目途に「第2次TRU廃棄物処分概念検討書（仮称）」をとりまとめることとしている。

ウラン廃棄物の処理処分

(ア) ウラン廃棄物の発生及び管理の状況

民間のウラン燃料加工施設、日本原燃（株）のウラン濃縮施設、核燃料サイクル開発機

構のウラン濃縮施設、日本原子力研究所の研究施設等から発生するウラン廃棄物については、現在、各事業所において安全に保管されている。平成16年3月末現在、200リットルドラム缶換算で、民間のウラン燃料加工事業者等においては約40,000本、日本原燃（株）においては約4,000本、核燃料サイクル開発機構においては約47,000本、日本原子力研究所においては約2,000本保管されている。

（イ）処理処分の基本的考え方

原子力委員会は、平成12年12月に報告書「ウラン廃棄物処理処分の基本的考え方について」を取りまとめた。

同報告書においては、

- ・ウラン廃棄物については、廃棄物の放射性核種濃度などに応じた適切な区分を行うこと、それぞれの区分に応じた処分方策を講ずることとする。
- ・ウラン核種は、これまでに処分方策の検討が行われてきた放射性廃棄物に含まれる核種とは異なる特徴がある。特に、天然にも存在すること、半減期が長く時間の経過による放射性物質の低減が期待できないこと、放射性子孫核種が生成及び累積することなどはウラン核種の顕著な特徴である。これらの特徴は、対象廃棄物の処分方策を検討する上で重要である。
- ・今後は、廃棄物を直接発生する濃縮事業者、再転換・成型加工業者、核燃料サイクル開発機構及び日本原子力研究所などの核燃料物質使用者のほか、廃棄物の発生に密接に関連する電気事業者などが、処分の具体化に向けて密接に協力しながら着実に取り組むことが重要である。また、ウラン廃棄物の特徴や処分方法を考慮した安全規制の基本的考え方や線量目標値の設定をはじめとした安全基準などが、原子力安全委員会において検討されることを期待する。国においては、この結果を踏まえて必要な制度の整備を図ることが重要である。

とされている。

（ウ）ウラン廃棄物の処理処分に関する研究開発

上記「ウラン廃棄物処理処分の基本的考え方について」において、ウラン廃棄物の処理処分に関する技術開発課題として、低濃度の放射性核種の評価技術、効率的な除染処理技術などが挙げられており、これらについての研究開発がウラン燃料加工事業者、日本原燃（株）、核燃料サイクル開発機構及び日本原子力研究所等において進められている。

R I ・ 研究所等廃棄物の処理処分

（ア）R I ・ 研究所等廃棄物の発生及び管理の状況

医療機関及び研究機関等の放射性同位元素の使用施設等から発生する放射性廃棄物（R I 廃棄物）は、発生した事業所より収集され、廃棄の業の許可事業者へ引き渡す等されている。廃棄の業の許可事業者は、廃棄物を圧縮、焼却等の処理をした後、施設で安全に保管している。

また、試験研究炉、核燃料物質の使用施設等から発生する研究所等廃棄物は、発生した事業所等において圧縮、焼却等の処理をした後、施設で安全に保管されている。

R I・研究所等廃棄物の主要な発生者における平成16年3月末現在の保管量は、日本原子力研究所：約145,000本、核燃料サイクル開発機構：約22,000本、(社)日本アイソトープ協会：約94,000本である。

(イ) 処理処分の基本的考え方

原子力委員会は、平成10年5月に報告書「R I・研究所等廃棄物処理処分の基本的考え方について」を取りまとめた。

同報告書においては、

- ・ R I・研究所等廃棄物の処分について、放射性核種の種類と放射能濃度を勘案して廃棄物を区別し、各々に適した処分施設において、安全かつ合理的な処分を行うことが必要。
- ・ 現行(当時)の濃度上限値以下の低レベル放射性廃棄物で、極低レベル放射性廃棄物より放射能濃度が高いR I・研究所等廃棄物は、現行の発電所廃棄物と同様に浅地中の「コンクリートピット型埋設処分」が適当。
- ・ 放射能濃度で区別すると、極低レベル放射性廃棄物以下に相当するR I・研究所等廃棄物については、「人工構造物を設けない浅地中処分(素掘り処分)」が可能と考えられる。

とされている。

(ウ) 関係者における取組

原子力委員会が策定した原子力長期計画や「R I・研究所等廃棄物処理処分の基本的考え方」を踏まえ、事業者においてR I・研究所等廃棄物の処分に向けた取組が行われているところである。

文部科学省においては、上記の原子力委員会や関係機関における検討等を踏まえ、平成14年2月、研究振興局に「R I・研究所等廃棄物の処分事業に関する懇談会」を設置し、処分事業の実施主体に関する基本的考え方等についての検討を行い、平成16年3月に報告書がとりまとめられたところである。

原子力安全委員会は、平成16年1月に「放射性同位元素使用施設等から発生する放射性固体廃棄物の安全規制に関する基本的考え方」を示し、それを踏まえ平成16年6月に放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律が改正され、廃棄物の埋設処分に係る規定が法律に取り込まれた。

(4) 原子力施設の廃止措置

海外では、平成15年現在、104基の原子力施設が閉鎖され、うち13基について解体撤去工事が終了している。このうち、米国の SHIPPINGPORT、独国のニードーアイヒバッハ等が解体撤去を終了した。我が国においては、日本原子力研究所の動力試験炉(JPD

R) が既に解体撤去を終え、跡地の整地や敷地の解放がなされている。

このような中、日本原子力発電(株)は、平成10年3月、東海発電所の営業運転を停止した。平成13年6月に全燃料搬出を完了させ、同年12月から解体工事に着手した。平成17年までは主要な機器の系統除染を実施、その後、平成22年までは熱交換器等の一部付属設備を撤去しつつ、安全貯蔵期間を終えた平成23年から平成29年に原子炉本体及び各建屋の解体撤去を予定している。

また、核燃料サイクル開発機構の新型転換炉「ふげん」は、平成15年3月に運転を終了し、今後、約10年の廃止措置準備期間を経て、廃止措置を開始することとしている。

原子力施設の廃止措置に関しては、日本原子力研究所、(財)原子力発電技術機構等において除染技術、残留放射能測定・評価技術、解体技術、処理技術等に関する技術開発が進められてきたところであり、既存技術により安全かつ円滑に実施できることが総合エネルギー調査会等により示されている。新型転換炉「ふげん」については、廃止措置技術の一層の高度化、原子炉本体や重水系統施設の解体技術等、「ふげん」固有の機器の廃止措置技術の開発等を核燃料サイクル開発機構において行うこととしている。

一方、再処理施設、燃料加工施設等の原子炉以外の原子力施設の廃止措置に際しては、放射化についてはほとんど考慮する必要がないが、TRU核種及び核分裂生成物による汚染への対応が求められるため、原子炉の廃止措置とは異なった観点からの技術開発が必要である。このため、日本原子力研究所において、同研究所の再処理特別研究棟(JRTF)を対象として、解体技術の実証のための技術開発が平成2年度から開始され、除染技術や遠隔操作による大型槽類の解体技術等の技術開発が進められるとともに、解体実地試験が実施されている。また、核燃料サイクル開発機構においても施設の更新、解体等のための技術開発が行われている。

また、廃止措置に係る国際協力については、日本原子力研究所、核燃料サイクル開発機構、日本原子力発電(株)が経済協力開発機構原子力機関(OECD/NEA)の「原子力施設デコミッションングプロジェクトに関する科学技術情報交換協力計画」に参画しているほか、IAEAにおけるセミナー等にも関係機関が参画している。

(5) バックエンド対策を巡る国際動向

原子力バックエンド対策は、原子力開発利用を進めている各国とも重要な問題として捉え、取り組んでいるところである。高レベル放射性廃棄物処分対策、低レベル放射性廃棄物処分対策、原子力施設廃止措置の各国の現状について、それぞれ表2-3-11、表2-3-12及び表2-3-13に示す。

現代の人間活動の結果発生した、長期間にわたり適切な管理を必要とする高レベル放射性廃棄物の処分については、世代間及び同世代内の公平といった観点や、人間の健康や自然環境の保護といった環境面の観点からどのように捉えていかなければならないかという問題を含んでいる。

このような捉え方については、国際的にも議論が進められており、平成7年(1995年)5月、経済協力開発機構/原子力機関(OECD/NEA)の放射性廃棄物管理委員会(RWM

C)が、「長寿命放射性廃棄物の地層処分における環境と倫理の基礎(The Environmental and Ethical Basis of Geological Disposal of Long-Lived Radioactive Waste)」の集約意見として、長寿命放射性廃棄物の最終処分方策について、社会的側面からみた考え方を世界の専門家の参加を得て取りまとめている。

集約意見では、環境保護及び将来世代への責任等の観点から、地層処分について考察し、これらを踏まえて、放射性廃棄物の地層処分は、世代内及び世代間の公平といった観点及び人間の健康や自然環境の保護といった観点の基本的な要請に適うものであり、その推進を図ることは適当であると結論づけている。

また、RWMCは、近年新しい活動方針及び活動体制で活動しており、本会合の下に3つのサブグループ、さらにその下にタスクグループを置いて、環境、安全など廃棄物管理全般に関する事項、長寿命放射性廃棄物処分場の開発プロセス、廃止措置・解体からの物質管理、公衆の信頼と理解、国際的な指針・合意への参加実施及びシステム分析と技術の進展について重点を置いた活動を行っている。

表2-3-11 諸外国における高レベル放射性廃棄物処分対策の状況

国名	高レベル放射性廃棄物の形態	処分概念*	候補地層	処分候補地	これまでの成果等	今後のスケジュール
米国	使用済燃料 ガラス固化体	地下 200～500m に地層処分	凝灰岩	ユッカマウンテン (ネバダ州) 1987年放射性廃棄物政策修正法による	1982 放射性廃棄物政策法(NWPA) 1987 放射性廃棄物政策修正法(NWPAA) 1988 サイト特性調査計画書 1991 ユッカマウンテンでのサイト特性調査(地表試験)開始 1992 エネルギー政策法 1993 地下の調査施設の着工 1998 実現可能性評価(VA) 1999 ドラフト環境影響評価書 2002 サイト決定	2005 建設認可申請 2008 建設許可取得 2010 処分場運開

* サイト選定が終了している米国とフィンランド以外は概念設計上の進捗

国名	高レベル放射性廃棄物の形態	処分概念*	候補地層	処分候補地	これまでの成果等	今後のスケジュール
カナダ	使用済燃料	核燃料廃棄物法に基づき、地層処分、サイト内貯蔵、集中貯蔵の各々を含む廃棄物管理アプローチを検討し、この中から選択・承認されたアプローチを実施	未定	未定	1978 放射性廃棄物管理計画 1980～ 地下研究所（ホワイトシエル（マニトバ州））を中心とした調査研究 1981 連邦政府とオンタリオ州政府の共同宣言とそれに基づく調査研究 1994 処分概念に関する環境影響評価書 1996～1997 公聴会 1998 環境評価レビューパネルの答申 1998 答申に対する政府の回答 2001 核燃料廃棄物法案を議会提出 2002 核燃料廃棄物法施行、実施主体の核燃料廃棄物管理機関（NWMO）設立	2005 NWMOが長期管理方針を提案
フランス	ガラス固化体	地層処分とともに長寿命放射性核種の分離変換、長期地上貯蔵の3通りの管理方法の研究を実施。2006年末にその総括評価を行う。	粘土層、花崗岩	地下研究所を東部サイトに建設中、花崗岩の地下研究サイト選定を中断し、海外での地下研究所を利用	1983 CEA 全体計画 1984 キャスタン報告 1987 ゴーゲル報告候補地選定 1990 計画見直し開始 バタイユ報告 1991 リスク防止委員会報告 放射性廃棄物管理研究法 1992 放射性廃棄物交渉官 1993 地下研究施設候補サイト公募開始、8 県を勧告 1994 4 県 3 地点絞込 1996 地下研究施設建設許可申請 1997 公衆アンケート調査（公聴会）終了 1998 東部サイト（粘土層）地下研究所建設許可 花崗岩サイト選定開始の政府決定 2000 東部サイト地下研究所建設開始、花崗岩サイトの選定中断	2006 政府が 国家評価委員会の総括報告書を議会に提出
ドイツ	使用済燃料 ガラス固化体	未定（ゴアレーベンの場合は、地下約 840～1200m に地層処分）	未定（ゴアレーベンの場合は、岩塩層）	未定（ゴアレーベン（ニーダーザクセン州）で調査を中断し、サイト選定手続きの見直し検討中）	1977 ゴアレーベンを候補サイトとして選定 1979～1983 地上調査 1984 処分に関する安全研究報告書（PSE） 1986～ 探査孔掘削 1991 ゴアレーベン安全評価書 2000 ゴアレーベンでの調査中断 2002 サイト選定手続委員会最終報告	2030 処分場の操業

* サイト選定が終了している米国とフィンランド以外は概念設計上の進捗

国名	高レベル放射性廃棄物の形態	処分概念*	候補地層	処分候補地	これまでの成果等	今後のスケジュール
スイス	ガラス固化体 (返還廃棄物) 使用済燃料	40年間以上中間 貯蔵後、地層処分 処分深度： 粘土層 約 650m 結晶質岩 約 1,000m	粘土層 結晶質岩	未定	1959 原子力法 1978 原子力法に関する連 邦決議 1985 保証プロジェクト報 告書 (Project Gewähr) 1988 連邦評議会が上記報 告書に対する政府決 定を公表 粘土層での処分オブ ションの検討を要請 1992 放射性廃棄物処分概 念及び実現計画 1994 評価報告書 (Kristallin-) 2000 放射性廃棄物処分概 念専門家グループ (EKRA)新しい処分 概念に関する報告書 公表 2002 処分の実現可能性実 証プロジェクト報告 書(Project Opalinus Clay)	2006 連邦評議会が処分 の実現可能性実 証プロジェクト 報告書に対する 政府決定を公表 2020 処分方針の決定 2050頃 国内処分場操 業開始
スウェーデン	使用済燃料	使用済燃料中間 貯蔵施設 (CLAB) で約 30 ~ 40年間 集中貯蔵後、地 下約 400 ~ 700m に地層処分	結晶質岩	オスカーシ ヤム エストハン マル サイト調査 を実施中	1977 条件法 (処分技術実 証の必要性) 1983 概念設計、評価報告 書 (KBS-3) 1990 地下研究施設建設開 始 1992 RD&D92の研究開発 実証プログラム「実証 処分場」の提案 1993 ~ フィージビリティ 調査実施 (8 地点) 1995 ストールウーマン自 治体撤退 1997 マーロア自治体撤退 2000 6地点の中からサイト 調査を行う3地点を 公表 2002 自治体の承認を受け た2地点でサイト調 査を開始	2007 処分地立地・建設 ・詳細特性調査の 申請 2015 初期操業開始 2023 本格操業
フィンランド	使用済燃料	地下約 400 ~ 500 mに地層処分	花崗岩	オルキルオ ト	1983 ~ 1985 スクリーニング、候補地選定 1986 ~ 1992 予備調査 1993 ~ 2000 詳細調査 (4 地点の中からオルキ ルオトサイトを選 定) 2001 フィンランド議会在 原則決定承認 2004 地下特性調査施設 (ONKALO)建設開始	2012 処分場の建設許可 申請 2020頃処分場の操業 許可申請

* サイト選定が終了している米国とフィンランド以外は概念設計上の進捗

表2-3-13

諸外国における低レベル放射性廃棄物処分対策の状況

国名	処分施設	処分場規模 (m ³)	運営者	対象廃棄物 (種類・形態)	施設主要構造 (方式・処分深度)	備考
	バーンウェル (サウスカロライナ州)	約 88 万	ケム・ニュークリアシステム社	200リットルドラム缶詰固化体、木箱詰雑個体、高性能廃棄物容器入廃樹脂、等	大きな素掘の穴を掘って廃棄物を埋設処分する	浅地中処分を実施中
米国	リッチランド (ワシントン州)	約 170 万	USエコロジーニュークリア社	200リットルドラム缶詰固化体、金属箱入り雑個体	大きな素掘の穴を掘って廃棄物を埋設処分する	浅地中処分を実施中
	WIPP (ニューメキシコ州)	約 17.6 万	DOE (米国エネルギー省)	DOE関連施設から発生するTRU廃棄物	深度約 655mの岩塩層中の水平孔に処分する	
フランス	オーブ	約 100 万	ANDRA (放射性廃棄物管理機関)	コンクリートコンテナ詰固化体、角形金属容器入固化体、450リットルドラム缶詰圧縮雑個体	地下のコンクリート施設に廃棄物を埋設処分する。	
ドイツ	コンラッド	約 30 万	BfS (連邦放射線防護庁)	200リットルドラム缶詰固化体、廃炉廃棄物等	鉄鉱山の地下 800～1300mの水平坑道内に廃棄物を入れる	
スウェーデン	SFR - 1	約 6 万 (最終的、約 9 万)	SKB (スウェーデン核燃料廃棄物管理会社)	コンクリート製角型コンテナ、金属容器、200リットルドラム缶、等	原子力発電所の沖合 3kmの水深 50mの海底下 (深度 60m) に作られたサイロ及びトンネル空洞に廃棄物を入れ、埋めもどす	リングハルス発電所、オスカーシャム発電所、スッドビック研究所、フォルスマルク発電所にて、極低レベル放射性廃棄物を処分中
フィンランド	オルキオト VLJ 処分場	約 0.8 万	TVO (原子力発電事業者)	200リットルドラム缶、1.4m ³ 鉄製コンテナ及び 5.8m ³ コンクリート製コンテナ	地下 70～110mの岩盤サイロ型施設に処分	
	ロビーサ VLJ 処分場	約 0.5 万	FPHO (原子力発電事業者)	200リットルドラム缶、1m ³ コンクリートドラム缶 (円筒形)	地下 120mの坑道型施設に処分	
英国	ドリッグ	約 200 万	BNFL (英国核燃料会社)	200リットルドラム缶詰雑個体 (可燃物を含む) ISO規格コンテナ	大きな素掘の穴を掘って廃棄物を埋設処分をしていたが中止。現在は、地下のコンクリート施設に廃棄物を埋設処分。	
スペイン	エルカプリル	約 5 万	ENRESA (スペイン放射性廃棄物管理公社)	200リットルドラム缶 18本を鉄筋コンクリート容器に定置し、モルタル充填固化。原子力施設及びRI使用施設から発生する中低レベル廃棄物	コンクリート型の構造セルからなる浅地中処分	

表2-3-14 諸外国における主な原子力施設廃止措置動向

国名	原子力施設	現状		
米国	バスファインダー発電所 スリーマイルアイランド発電所(2号炉) SHIPPINGポート発電所(2号炉) ショーハム発電所 フォート・セント・ブレイン発電所 ヤンキーロー発電所 非軍事用施設: ガス拡散濃縮工場等 軍事用施設: 8基のプルトニウム生産炉 CP-5	BWR、 6.2万KWe PWR、 95.9万KWe LWBR、 5.2万KWe BWR、 84.0万KWe HTGR、 34.2万KWe PWR、 18.5万KWe 重水型研究炉	解体撤去終了(1991) 安全貯蔵 即時解体撤去終了(1989) 即時解体撤去終了(1995) 即時解体撤去終了(1997) 即時解体撤去 除染解体中 廃止措置(計画中) 遮蔽隔離中	
	フランス	シノン発電所(A1炉) マルクールG2発電所 モンダーレL4発電所 シノン発電所(A3炉)	GCR、 8.4万KWe GCR、 4.0万KWe HWGCR、 7.7万KWe GCR、 37.5万KWe	安全貯蔵 安全貯蔵 即時解体撤去 安全貯蔵(準備中)
ドイツ	ニーダーアイヒバッハ発電所(KKN) リンゲン発電所(KWL) グンドレミンゲンKRB-A発電所 ノルト(グライフスヴァルト)発電所 ラインスベルク発電所(KKR) 再処理施設(WAK)	HWGCR、 10.6万KWe BWR、 25.2万KWe BWR、 25.2万KWe PWR、 44万KWe x 5基 PWR、 8.0万KWe	解体撤去終了(1994) 安全貯蔵 即時解体撤去 即時解体撤去 即時解体撤去 解体撤去	
	英国	ウインズケールAGR発電所 パークレー発電所(1号炉) パークレー発電所(2号炉) ウィンフリスSGHWR発電所	AGR、 3.6万KWe GCR、 16.0万KWe GCR、 16.0万KWe SGHWR、 10.2万KWe	即時解体撤去 安全貯蔵(準備中) 安全貯蔵(準備中) 安全貯蔵
ベルギー	BR-3発電所 ユーロケミック再処理施設	PWR、 1.1万KWe	解体撤去 解体撤去	
ロシア	ベロヤルスク発電所(1号炉) ノボボロネジ発電所(1号炉) ベロヤルスク発電所(2号炉) ノボボロネジ発電所(2号炉)	LWGR、 10.8万KWe PWR、 27.8万KWe LWGR、 19.4万KWe PWR、 36.5万KWe	安全貯蔵(準備中) 安全貯蔵(準備中) 安全貯蔵(準備中) 安全貯蔵(準備中)	
	スペイン	バンデヨス発電所(1号炉)	GCR、 50.0万KWe	安全貯蔵(準備中)
	カナダ	ジェンティリー発電所(1号炉) ダグラスポイント ロルフトンNPD-2	CANDU、 26.0万KWe CANDU、 21.8万KWe CANDU、 2.5万KWe	安全貯蔵 安全貯蔵 安全貯蔵
		イタリア	ガリリアーノ発電所 ラティナ トリノ・ベルチェレッセ カオルソ	BWR、 16.4万KWe GCR、 16.0万KWe PWR、 27.0万KWe BWR、 88.2万KWe

8 高速増殖炉サイクル技術

高速増殖炉（FBR⁹）は、発電しながら消費した以上の核燃料を生成することができ、ウラン資源の利用効率を飛躍的に高めることができる原子炉である。高速増殖炉及び関連する核燃料サイクル技術（以下、「高速増殖炉サイクル技術」という。）は、将来実用化されれば、現在知られている技術的、経済的に利用可能なウラン資源だけでも数百年にわたって原子力エネルギーを利用し続けることができる可能性や、高レベル放射性廃棄物中に長期に残留する放射能を少なくして環境負荷を更に低減させる可能性を有するものであり、不透明な将来に備え、将来のエネルギーの有力な選択肢を確保しておく観点から着実にその開発に取り組むことが重要である。

（1）実験炉の運転

実験炉「常陽」は、昭和52年4月初めの臨界以来順調な運転を続け、高速増殖炉の開発に必要な技術データや運転経験を着実に蓄積してきた。初臨界以来、平成16年8月末現在で、累積運転時間が約65,600時間、累積熱出力が約55.7億kW時に達しており、539体の運転用燃料、220体のブランケット燃料及び92体の試験燃料等を照射し、高速炉炉心での燃料集合体や燃料ピンの安全性と照射特性を明らかにしてきている。

また、高中性子束化と照射場の拡大等を図るため、平成12年に原子炉の改造工事に着手し、平成15年7月に高性能照射用炉心（MK-炉心）としての初臨界を達成した。平成16年5月からは、MK-炉心での本格運転を開始し、高速増殖炉実用化のための燃料・材料開発や、外部研究機関による研究に活用されている。

図2-3-22 高速実験炉「常陽」



（2）原型炉の建設等

「もんじゅ」は高速増殖炉サイクル技術のうち最も開発が進んでいるMOX燃料とナトリウム冷却技術を用いた発電設備を有する我が国唯一の高速増殖炉プラントであり、平成

9 FBR : Fast Breeder Reactor

7年12月の2次冷却系ナトリウム漏えい事故以来、プラントは停止状態にある。核燃料サイクル開発機構は、平成14年12月に原子炉施設の安全性向上を目指した改造工事等を目的する原子炉設置変更許可を得るとともに、平成16年1月にはそれに基づいた設計及び工事の方法の変更が認可された。昭和60年に周辺住民から福井地裁に行政訴訟及び民事訴訟が提起され、行政訴訟については、第二審（名古屋高裁金沢支部）で国側が敗訴したため、国側は平成15年1月に最高裁に上告受理申立て（上訴）を行った。最高裁は、平成16年12月に同申立てを上告審として受理し、平成17年3月17日を口頭弁論期日に指定した。また民事訴訟については、平成15年3月に訴訟の取下げがなされた。（「もんじゅ」の経緯の詳細については、第1章参照。）

表2-3-15 高速増殖炉の位置付けに関する経緯

	旧原子力長期計画 （平成6年6月）	懇談会報告書 （平成9年12月）	原子力長期計画 （平成12年11月）
高速増殖炉の 位置付け	将来的に核燃料リサイクル体系の中核として位置付け。高速増殖炉は将来の原子力発電の主流にしていくべき。	将来の非化石エネルギーの一つの有力な選択肢。 長期的なエネルギー源の確保の観点から重要。	高速増殖炉サイクル技術は、ウランの利用効率を飛躍的に高めることができ、高レベル放射性廃棄物の放射能を少なくして環境負荷を更に低減させる可能性を有する。将来のエネルギーの有力な選択肢を確保しておく観点から着実にその開発に取り組むことが重要。
原型炉 「もんじゅ」	性能試験を着実に進め、1995年末の本格運転を目指す。得られる成果を実証炉以降の高速増殖炉開発に反映していく。	実用化の可能性を確度高く追求するための研究開発の場。動燃改革が確実に実現され、慎重な運転管理が行われることを前提に、「もんじゅ」での研究開発が実施されることが望まれる。	高速増殖炉サイクル技術の研究開発の場の中核。さらにまた、国際的にも貴重な研究開発施設。発電プラントとしての信頼性の実証とその運転経験を通じたナトリウム取扱技術の確立という所期の目的を達成することは他の選択肢との比較評価のベースともなることから優先して取り組むことが重要であり、早期の運転再開を目指す。
実用化に向けて	「もんじゅ」の運転実績の反映等を考慮して、2000年代初頭に実証炉を着工することを目標に計画を進める。電気事業者は、実証炉について必要な研究開発とその着工に向けての所要の準備を進める。適切な間隔で実証炉1号炉、これに続く実証炉2号炉の建設を進める。2030年頃までには実用化が可能となるよう技術体系の確立を目指す。	「もんじゅ」の運転経験を実証炉に反映することが必要。「もんじゅ」及び民間の研究開発などの成果を十分に評価した上で、実証炉の具体化のための計画の決定が行われるべき。非化石エネルギー源の一つの有力な選択肢として、実用化の可能性を追求するために研究開発を進めることが妥当。実用化時期を含めた開発計画について、安全性と経済性を追求しつつ、将来のエネルギー状況を見ながら、柔軟に対応していく。	高速増殖炉サイクル技術として適切な実用化像とそこに至るための研究開発計画を提示することを目的に、現在、核燃料サイクル開発機構において電気事業者等、関連する機関の協力を得つつ実施している「実用化戦略調査研究」等を引き続き推進。実証炉については、実用化に向けた研究開発の過程で得られる種々の成果等を十分に評価した上で、具体的計画の決定が行われることが適切。実用化への開発計画については実用化時期を含め柔軟かつ着実に検討を進めていく。

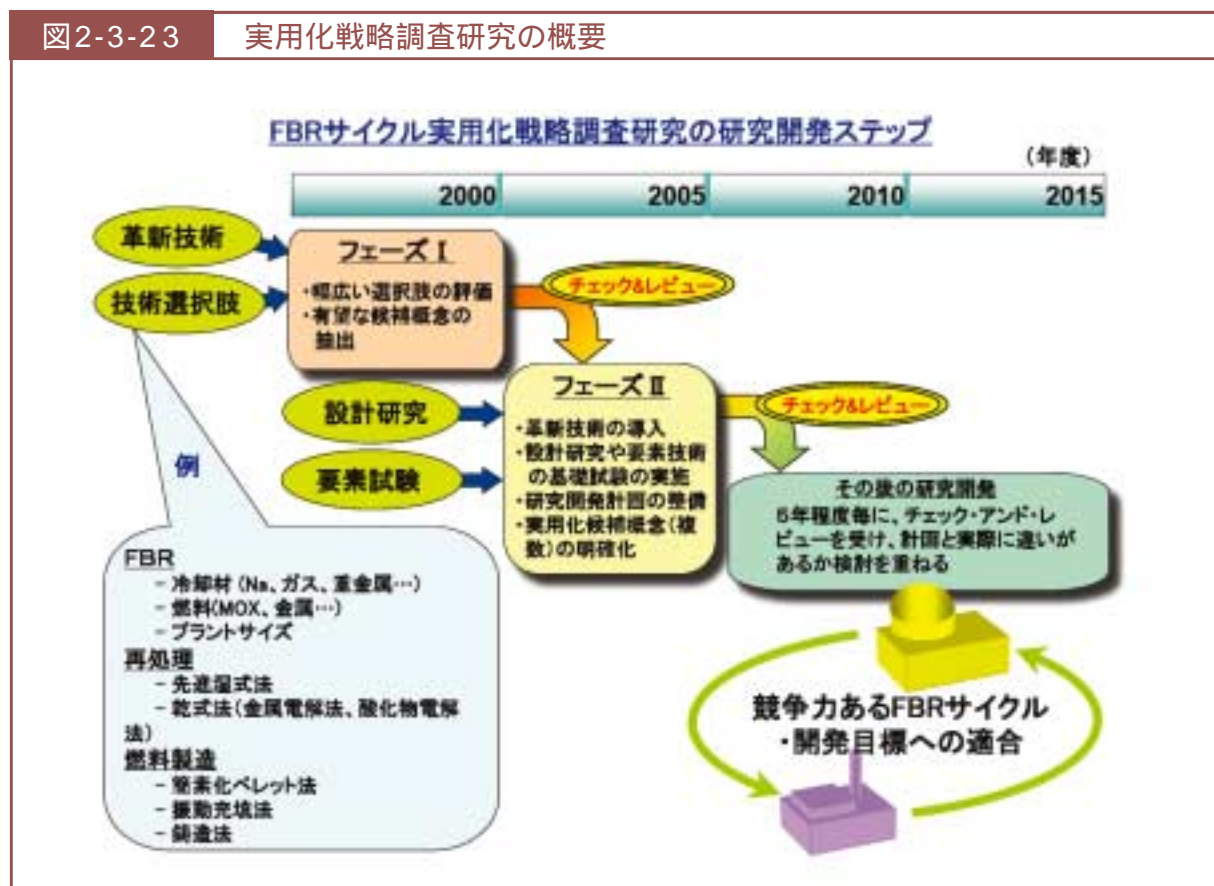
(3) 実用化に向けた展開

高速増殖炉サイクル技術の研究開発に当たっては、社会的な情勢や内外の研究開発動向等を見極めつつ、長期的展望を踏まえ進める必要がある。そのため、核燃料サイクル開発機構では、平成11年7月から、電気事業者等、関連する機関の協力を得て、高速増殖炉サイクル技術として適切な実用化像とそこに至るための研究開発計画を提示することを目的に、炉型、再処理等、高速増殖炉サイクル技術に関する多様な選択肢について検討する、「実用化戦略調査研究」を実施している。

また、核燃料サイクル開発機構、日本原子力研究所、電力中央研究所、大学、メーカー等は、国内外の研究開発施設の活用や海外の優れた研究者の参加を含め、高速増殖炉サイクル技術について裾野の広い基盤的な研究開発を行っている。

高速増殖炉の実証炉については、実用化に向けた研究開発の過程で得られる種々の成果等を十分に評価した上で、具体的計画の決定が行われることが適切であり、実用化への開発計画については実用化時期を含め柔軟かつ着実に検討を進めていくこととしている。

図2-3-23 実用化戦略調査研究の概要



実用化戦略調査研究では、図2-3-25に示す5つの開発目標(安全性、経済性、環境負荷低減性、資源有効利用性、核不拡散性)を設定し、21世紀の社会ニーズに適合した主要なエネルギー供給源としてFBRサイクルの実用化像を明確にし、その技術体系を平成27年ごろまでに整備することを目的に、研究開発を進めている。

図2-3-25 実用化戦略調査研究の開発目標

安全性

取り扱い物質の特性(化学的活性度、毒性など)やプロセス条件(運転温度など)を踏まえた安全対策
FBRサイクルの導入リスクが、社会にすでに存在するリスクに比べて十分小さい

FBRシステム ・ 炉心損傷に至る恐れのある事象の発生を防止するとともに、その発生を
仮定しても炉容器または格納施設内で終息

燃料サイクルシステム ・ 臨界安全、閉じ込め機能の確保

経済性

将来の軽水炉に比肩する発電単価の達成

世界に通用するコスト競争力の確保

・ より一層の物量削減

・ 海外調達、など

環境負荷低減性

長寿命核種(TRUおよびLLFP)の燃焼または分離変換による地層処分への負荷軽減

運転・保守および廃止措置に伴う廃棄物の発生量低減

資源有効利用性

優れた中性子経済を活用し持続的に核燃料を生産

・ TRU燃料の多量リサイクル

・ 軽水炉TRUのリサイクル

エネルギー源としての多様なニーズへの対応

・ 水素製造、海水淡水化、熱供給、分散電源など

核拡散抵抗性

核物質防護および保障措置への負荷軽減(単体プルトニウムが純粋な状態で存在しないこと、など)

核不拡散性制度の運用の効率化(遠隔保守・監視、自動化技術など)

高速増殖炉燃料サイクルに係る再処理技術については、先進湿式再処理技術や乾式再処理技術について、高レベル放射性物質研究施設(CPF)において研究開発を進める計画であり、現在、先進的再処理プロセスの研究開発や分離変換技術の研究開発を中心とする多様な高速増殖炉燃料の再処理技術に関する研究開発を行っている。高速炉MOX燃料製造に係る技術についても試験を継続し、その成果を「実用化戦略調査研究」に反映して実用化していくこととしている。

9 核燃料物質等の輸送

現在、我が国で使用されている核燃料物質は、そのほとんどが外国から船舶で輸送され、港からトレーラによって加工工場等へ陸上輸送されている。また、国内の原子力発電所からでる使用済燃料は、国内の再処理工場に専用運搬船により海上輸送されている。

海外から我が国へ輸送される核燃料物質は、発電用低濃縮ウラン燃料の場合は、低濃縮ウランの原料となる天然六フッ化ウラン、海外で濃縮された六フッ化ウランまたはさらに

転換された二酸化ウラン粉末の形態で輸送されている。

これらの核燃料物質は、加工事業所間においては、二酸化ウラン粉末または六フッ化ウラン、また、加工事業者と原子力発電所等の間においては、新燃料集合体の形で輸送されている。

青森県六ヶ所村日本原燃(株)ウラン濃縮工場への天然六フッ化ウラン輸送については、陸上輸送、またはむつ小川原港まで直接海上輸送により行われることとされ、平成16年12月まで37回の海上輸送が安全に実施されている。

使用済燃料については、東海事業所再処理センター及び六ヶ所村再処理施設(再処理工場内プール水漏洩により、平成14年12月以降受け入れが中断されていたが、平成16年6月から受け入れを再開)へ、各原子力発電所から、専用運搬船により輸送されている。

低レベル放射性廃棄物については、専用運搬船により全国の原子力発電所から六ヶ所村の低レベル廃棄物埋設施設への輸送が行われている。

図2-3-29 核燃料物質の陸上輸送



図2-3-30 高レベル放射性廃棄物(ガラス固化体)運搬船(パシフィック・スワン号)



英国及びフランスでの再処理により回収されたプルトニウムについては、基本的には海外でMOX燃料に加工し、我が国に海上輸送により返還し、軽水炉により利用することとしており、輸送が円滑に実施できるよう、国としても所要の調整を進めることとしている。

また、同じく英国及びフランスでの再処理により発生する高レベル放射性廃棄物については、ガラス固化体としてフランスから英国の輸送船によって我が国に返還されている。

図2-3-31 ガラス固化体輸送容器（キャスク）



10 核燃料サイクルを巡る諸外国の動向

各国は、それぞれのエネルギー事情などに応じて独自に必要なに応じて核燃料サイクルを含む原子力政策を立案し、取り組んでいる。

原子力の平和的利用を進める上で核燃料サイクル（プルサーマル）を行うこととしている国は、フランス、英国、ドイツ、スイス、ベルギー、日本などである。ドイツは、今後再処理を行わない方針であり、スイスも凍結、ベルギーも凍結の見込みである。他方、核燃料サイクルを行わないこととしている国としては、米国、カナダ、スウェーデンなどがある。

原子力政策の選択は、それぞれの国ごとの事情によってなされるものであるが、核不拡散の動向やエネルギー資源の状況によるところが大きく、また、経済性の比較、環境への負荷度の評価も大きな要素であると考えられる。特にエネルギー資源の状況に関しては、ウラン資源の需給動向が大きな要素であり、各国の核燃料サイクルへの取組に影響を与えている。

使用済燃料の再処理

平成15年(2003年)現在の世界の再処理設備容量を表2-3-15に示す。

(ア) フランス

自国内で再処理を実施するとともに、外国からの委託再処理も実施している。また、軽水炉でのプルトニウム利用など核燃料サイクルを積極的に推進しており、平成10年(1998年)12月に高速増殖実証炉スーパーフェニックスは閉鎖されたものの、核燃料サイクルの方針については変わっていない。

COGEMAは、ラ・アーグに、海外からの委託再処理を行うためのUP-3(処理能力：軽水炉燃料1,000トン/年、操業開始：平成2年(1990年))及びフランス国内の使用済燃料の再処理を受け持つUP2-800(処理能力：軽水炉燃料1,000トン/年、操業開始：平成6年(1994年))の2つの再処理工場を有している。

表2-3-16 世界の再処理設備容量

フランス	UP2-800	1,000トンU/年(濃縮ウラン)*
	UP3	1,000トンU/年(濃縮ウラン)*
英国	THORP	1,200トンU/年(濃縮ウラン)
	B205	1,500トンU/年(天然ウラン)
日本	JNC東海再処理	90トンU/年(濃縮ウラン)**
	六ヶ所再処理	800トンU/年(濃縮ウラン)***
ロシア	RT-1	400トンU/年(濃縮ウラン)
インド	タラポール等	130トンHM/年(加圧重水型炉燃料等)

* ただし、2機合計の処理能力は1700トンU/年

** 日本の再処理設備容量(JNC東海再処理工場)は0.7トン/日であり、年間70~90トンUの再処理実績がある。

*** 建設中

図2-3-32 ラ・アーグ再処理工場(フランス、ラ・アーグ)



(イ) 英国

自国内で再処理を実施するとともに、外国からの委託再処理も実施しており、軽水炉でのプルトニウム利用を図っていく方針である。

B N F Lは、セラフィールドの再処理工場 B-205プラント（処理能力1,500トンU / 年（天然ウラン））に加え、平成6年（1994年）1月よりセラフィールドにおいて、外国からの委託再処理のため1,200トンU / 年の処理能力を有する軽水炉燃料の再処理工場（THORP¹⁰）の操業を開始した。

図2-3-33

THORP（英国、セラフィールド）



(ウ) ドイツ

再処理・プルトニウム利用の推進が基本であったが、E C統合などの背景の下、平成元年（1989年）に自国内での再処理方針から、英仏に再処理委託を行っていく方針に変更した。

また、平成14年（2002年）4月に施行された改正原子力法では、再処理のための輸送を平成17年（2005年）6月までとするとともに、中間貯蔵施設を設置することとした。

(エ) ロシア

自国内で再処理を進めており、昭和51年（1976年）に運転開始した再処理工場 R T - 1により V V E R - 440 の使用済燃料の再処理を実施している。

(オ) 中国

核燃料サイクル政策を進めており、使用済燃料は基本的に自国で再処理することとしている。このため、再処理のパイロットプラントの建設を進めており、さらに、大規模再処理工場を平成22年（2020年）頃に操業することを計画している。

10 THORP : Thermal Oxide Reprocessing Plant

MOX燃料利用

プルトニウムの軽水炉による利用については、主として欧州で実績が積み重ねられている。

表2-3-17 軽水炉でのMOX燃料利用

国名	装荷年	装荷体数
アメリカ	昭和39年(1964年)~昭和60年(1985年)	91
ドイツ	昭和41年(1966年)~	1,644
フランス	昭和49年(1974年)~	2,030
スイス	昭和53年(1978年)~	304
ベルギー	昭和38年(1963年)~	297
イタリア	昭和63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62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		4,462

(平成15年(2003年)12月現在)

(ア) ベルギー

デッセルにおいてベルゴニュークリア社が40トンHM/年のMOX燃料加工工場を操業中である。

平成5年(1993年)12月、ベルギー議会は2基の軽水炉へのMOX燃料装荷を承認した。ベルギーでは、昭和38年(1963年)から昭和62年(1987年)まで研究炉BR-3(PWR, 1万kW)においてMOX燃料を合計151本装荷した経験を有しており、平成7年(1995年)からチアンジェ2号機(PWR, 94.1万kW)及びドール3号機(PWR, 105.6万kW)においてMOX燃料が装荷されている。

(イ) フランス

昭和62年(1987年)から軽水炉でのプルトニウム利用を開始し、平成8年(1996年)には11基の90万kW級軽水炉でプルトニウムのリサイクルを行っている。これまでに20基でMOX燃料が装荷されている。燃料加工に関しては、マルクールにおいてCOGEMA、フラマトムが共同で建設した120トンHM/年のMELOXが、平成7年(1995年)に操業を開始し、現在、145トンHM/年で操業中である。また、35トンHM/年で操業を行ってきたカダラッシュの工場は平成15年(2003年)9月に商業生産を中止した。

(ウ) ドイツ

1960年代よりMOX燃料を試験的に使用し、1980年代からは本格的に展開して、現在は

10基の軽水炉でMOX燃料を使用している。

(エ) 英国

B N F Lが、セラフィールドにおいて8トンHM/年のMOX燃料加工実証プラントを運転してきたが、現在、商業生産を中止している。また、B N F Lは120トンHM/年のセラフィールドMOXプラントの建設を平成6年(1994年)4月に開始しており、平成13年(平成13年(2001年))12月に操業が開始されている。

高速増殖炉の開発

(ア) 米国

核不拡散などの観点から研究開発を中断しているが、原子力開発当初から高速増殖炉研究開発に着手しており、相当の技術的蓄積を有している。また近年、米国エネルギー省が中心となって次世代原子力システムの開発に関し、各国と共同研究を行うべく、第4世代原子力システムに関する国際フォーラムを積極的に推進しており、本枠組みの下での研究開発の対象の一つとして高速炉に対して関心を示している。

(イ) フランス

平成10年(1998年)に経済性等の理由から実証炉スーパーフェニックス(124万kW)の放棄を決定したが、原型炉フェニックス(25万kW)による研究開発は平成20年(2008年)まで継続される。また、米国と共に国際フォーラムに対して積極的に取り組んでおり、高温ガス冷却高速炉に対して高い関心を示している。

(ウ) 英国

原型炉(25万kW)を約20年間運転し、開発成果を蓄積してきた。平成6年(1994年)3月に運転を終了した。

(エ) ロシア

実験炉B R - 10(1万kW)、原型炉B N - 600(60万kW)などを運転するとともに、これに続くB N - 800(80万kW)の建設計画を有するなど高速増殖炉の研究開発を積極的に推進している。また、フランスとともに高速増殖炉の研究開発に長期的視点から取り組んでいる。

(オ) 中国

高速増殖炉開発を積極的に進めており、実験炉C E F R(2.5万kW)を建設中である。

(カ) インド

高速増殖炉としてはナトリウム冷却炉の開発を積極的に進めており、昭和60年(1985年)に実験炉F B T R(1.3万kW)を臨界させ現在も運転中である、平成22年(2010年)完成を

目指して原型炉 P F B R (50万kW) を建設中である。

11 新型転換炉

平成15年3月に、新型転換炉「ふげん」は、25年間にわたる運転を終了した。今後は廃止措置に必要な研究開発を継続している。

平成7年に原子力委員会による民間の新型転換炉実証炉建設計画の見直しがなされ、その後の動燃改革において、新型転換炉研究開発はその役割が終了しつつあることから、適切な過渡期間において撤退することとされ、原型炉「ふげん」は平成15年3月をもって運転を終了した。

この間25年間にわたる運転を通じた研究開発の成果として772体のMOX燃料の装荷実績（単一炉としては世界一）を有するなどの成果を得た。

今後は、「ふげん」の運転を通して得られた新型転換炉の核燃料利用上の技術的特長や、MOX燃料の安全評価手法、炉心管理手法等のプルトニウム利用技術、水化学管理技術、除染技術等のプラント管理技術について、研究開発成果の集大成を行った。

また、運転終了後の「ふげん」については、適切な廃止措置準備期間を設け、廃止措置計画の具体化に必要な技術開発・研究、使用済燃料及び重水の発電所外への搬出などを行う。廃止措置は、この準備期間の事業の進捗を踏まえ、法令に基づく諸手続きを行った後に着手することとしている。