

<概要>

石油危機による脱石油政策以来、原子力発電の比重は高まってきている。原子力は供給安定性があり、他の電源に比して環境負荷が最も小さい利点に加えて、経済性も優れている。2004年現在、52基の原子力発電所、4,574万kWの発電設備容量、2001年度の総発電電力量は約2,389億kWhとなっている。2013年度までには13基が運転開始し、5,995万kWになると計画されている。これらには立地の受容性も含めて流動的な問題もある。さらに将来には、高速増殖炉の開発が重要性を持つ。

<更新年月>

2005年07月

<本文>

1. 原子力発電の特徴

わが国で原子力発電が開始されたのは、1965年の東海発電所であるが、2004年（平成16年）4月1日現在、52基の原子力発電所にて4,574万kWの発電設備容量、2001年度の総発電電力量は約2,389億kWhに達している。

石油代替エネルギーの供給目標においても、27.6%とされるなど、今後の電力供給において、石炭、天然ガスと同等の役割を果たすことが期待されている（表1）。

これは原子力が石油や他の電源に比べ、以下にあげる特徴を有していることによる。

(1) 供給安定性

中東産油国への依存度が高い原油に比べ、原子力の燃料となるウランは世界中に分布し、しかも政情の安定した先進国に多く分布しているので、資源としての不安が少ない。また、燃料の単位質量当たりのエネルギー発生量が大きいので、備蓄や輸送が容易である上、原子炉に一度燃料を装荷すると、少なくとも一年間はその燃料を取り替えずに発電できるので、その期間は燃料を貯蔵しているのと同様の効果がある。さらに国内に核燃料サイクルを確立し、プルトニウムや回収ウランを利用すれば、海外依存度の低い準国産エネルギーの長期の供給源とすることができ、一層エネルギー供給の安定性を達成できる。

(2) 環境負荷の小さいクリーンエネルギー

地球温暖化の原因の一つであるCO₂を排出しないこと、大気汚染や酸性雨の原因となるSO_x、NO_x等を排出しないなど、クリーンで環境への負荷が小さい（図1）。原子力の廃棄物においては、環境から隔離して処分できる特徴がある。

(3) 優れた経済性

資源エネルギー庁は、総合エネルギー調査会原子力部会（現総合資源エネルギー調査会電気事業分科会原子力部会）において1999年（平成11年）12月に各電源の発電コストの試算値を示した。出力130万kWの発電プラントを40年間運転するとし、設備利用率を80%（水力は45%）、割引率を3%とした場合、期間を通した耐用年発電原価は1kW時当たり約5.9円（1992年度運転開始ベース）であり、他の電源のLNG火力6.4円、石炭火力6.5円、石油火力10.2円、水力13.6円に比べ有意の経済性を示している。原子力発電コストの内訳を表2に示す。

また、発電原価に占める燃料費の割合が低い（石油火力は50%以上に対し、原子力は約29%）ため、燃料価格にあまり影響されず、長期コストの安定性に優れている。

(4) 安全性への考慮

原子力発電所には多くの安全システムが取り入れられており、これらの設計上の考え方も、他産業に比べ著しく進んでいる。国は、原子力発電の安全性を確保するため、法に基づき、原子炉

設置許可等、設計、建設および運転の各段階において厳重な安全規制を行っている。運転段階では、自主点検等も行なうなど、故障・トラブルの予防保全に努めている。これらの結果、原子力発電所による大きな周辺被害は我が国では生じていない。

2. 電力需給と原子力発電

(1) 電力需要の見込み

平成16年度（2004年度）の電力需給計画によると、今後の一般電気事業用の需要電力量については、着実に増加していくものと予想されており、2002年（平成14年）度の8,415億kWhから、2008年度には8,810億kWh、2013年度には9,411億kWhとなる見込みである。これは内需を中心とした安定的な経済成長、経済社会の高度化、アメニティ志向の高まり、高齢化の進展等により、電気の持つ利便性・制御性等からの電力化率の高まりを反映して、省エネルギー対策の着実な進展による減少要因を踏まえても、増加が上回ることによる。

(2) 長期電力需給バランス

電力は、需要に応じ安定的に供給する必要がある、常に最大需要電力の増加に対応し得るよう電源設備を計画的に開発していく必要がある。電源設備の開発に当たっては、認可出力から定期検査を控除し、水力発電の水力減少等、異常高気温、景気変動等の予期し得ない事態が発生した場合においても電力を安定的に供給することができるように、一定の予備力を加えた供給力を確保する必要がある。

供給力は、今後10年間の電源の開発および適切な調達により、2008年度には1億8,069万kW、2013年度には1億9,242万kWを確保する計画となっている。その結果、夏の最大需要電力に対して、2008年度で9.7%、2013年度で10.2%の予備率を有しており、安定供給が確保できる計画となっている（表3）。

電源構成については、非化石エネルギーの中核として原子力の開発を推進するとともに、電源の多様化の観点から、原子力に加え、石炭火力、LNG火力、水力（一般および揚水）等についてバランスのとれた開発をすることとなっている。また、石炭火力、LNG（Liquefied Natural Gas：液化天然ガス）火力については、地球環境問題への対応および省エネルギーの推進の観点から、高効率発電方式を採用し、発電効率の向上に努めることとしている。

原子力発電は、2013年度までに13基が運転開始し、5,995万kWになると計画されている。これらには立地の受容性も含めて流動的な問題もある。図2に日本の原子力発電所の分布を、表4に今後の原子力立地計画を示す。これらの原子力発電の増設の結果、発電設備構成に占める原子力の割合は図3のようになる。

3. 核燃料サイクルの仕組みと原子力の未来

鉱山から採掘されたウラン鉱石は、製錬工程などを経て核燃料に加工され、原子力発電所で使用される。使い終わった燃料（使用済み燃料）は再処理して、燃え残りのウランやプルトニウムを取り出し、再び核燃料に加工して原子力発電所の燃料として使用すれば、ウラン利用のサイクル体系が完成する（図4）。この核燃料サイクルを確立することには、以下のような期待と課題がある。

(1) エネルギー安定性（セキュリティ）の確保

原子力は上記のように、供給安定性や価格安定性に優れたエネルギー源であるが、国内に核燃料サイクルが確立すれば、供給安定性は一層強化される。

(2) 資源の有効利用

再処理によって使用済燃料から燃え残りのウランやプルトニウム等の有用な核物質を分離回収し、これを再利用することにより、ウラン資源の有効利用が可能となる。

(3) プルトニウムの利用

高速増殖炉（FBR：Fast Breeder Reactor）が開発されれば、そのままでは燃料として使えないウランの99.3%も占めるウラン238が、再処理によって回収されるプルトニウムをリサイクルして、燃料として50倍以上に利用できるようになる。未来の資源を決定付けるものとして期待されている。高速増殖原型炉「もんじゅ」は開発の段階で1995年ナトリウム漏れを起こし、2005年現在運転が停止されている。高速増殖炉の実用化が遠くなれば、軽水炉にプルトニウムを用い（いわゆるプルサーマル）、リサイクルして燃やすことで、ウランの有効利用を図ることができるが、立地自治体の受け容れが問題となっている。

(4) 放射性廃棄物処理・処分の負荷の低減

再処理は、使用済燃料に含まれる放射性廃棄物を適切に処理処分する上でも効果的で、放射能濃度の高い、いわゆる高レベル放射性廃棄物の発生量は40%程度に減少する。さらに、再処理の過程で、放射能レベルの高低、放射性廃棄物の性状に応じて廃棄物を分別することができるため、合理的な処分をすることができる。

現在主流の軽水炉、それに続くべき高速増殖炉のほか、将来型炉として高温ガス炉などの開発も進められている。

＜関連タイトル＞

[電気事業審議会の長期電力需給見通し（1998年6月） \(01-09-05-13\)](#)

[長期エネルギー需給見通し（2001年7月・総合資源エネルギー調査会） \(01-09-09-06\)](#)

[高速増殖炉の必要性 \(03-01-01-02\)](#)

[高温ガス炉概念の特徴 \(03-03-01-02\)](#)

[平成16年度電力供給計画 \(01-09-05-21\)](#)

＜参考文献＞

(1) 経済産業省ホームページ：「石油代替エネルギーの供給目標改定」について（2005年4月）

(2) 経済産業省ホームページ：原子力のページ

(3) 資源エネルギー庁：平成16年度電力供給計画の概要、資源エネルギー庁（2004年3月）

(4) (財)日本原子力文化振興財団：「原子力」図面集 2001-2002年版、（2001年10月）、
p.60、139

(5) (社)日本原子力産業会議（編）：世界の原子力発電開発の動向1998年次報告（1999年5月14日）

(6) (社)日本原子力産業会議（編）：原子力産業新聞（第2018号）、（1999年12月23日）

(7) 資源エネルギー庁ホームページ：総合資源エネルギー調査会 統合部会／需給部会報告書
「今後のエネルギー政策について」（2001年7月）

表1 石油代替エネルギー供給目標改定(2010年度)

(平成17年4月28日閣議決定)

石油代替エネルギーの種類	石油代替エネルギー供給数量の目標		
	万kL	%	備 考
原子力	8,700	27.6%	原子力の供給数量は、原子力発電による電気の供給数量であり、原子力発電に係る施設の出力は、5,014万kW、年間発電電力量3,872億kWhである。
石炭	10,100	32.1%	石炭の供給数量は、14,700万トンである。
天然ガス	8,100	25.7%	天然ガスの供給数量は、LNG換算で5,700万トンである。
水力	2,100	6.7%	水力の供給数量は、一般水力発電(水力発電のうち揚水式のものを除くものをいう)による電気の供給数量であり、一般水力発電に係る施設の出力は2,070万kW、年間発電電力量は927億kWhである。(なお、揚水式水力発電に係る施設の出力は、2,720万kWである)
地熱	100	0.3%	地熱の供給数量のうち、地熱を利用する電気事業用火力発電に係る施設の出力は52万kW、年間発電電力量は32億kWhである。
その他の石油代替エネルギー	2,400	7.6%	その他の石油代替エネルギーとは太陽エネルギー、風力発電、廃棄物発電、バイオマスエネルギー等をいう。
(参考) 合計	原油換算 3.1億kl	100.0%	1次エネルギー供給に占める比率 55.6%

[出所]経済産業省ホームページ:「石油代替エネルギーの供給目標改定」について(2005年4月)、
<http://www.meti.go.jp/press/20050428012/050428oil.pdf>

表2 原子力発電コストの内訳

総	費用		5.9円/kWh
	資本費	(減価償却費、固定資産税、廃炉費用等)	2.3円/kWh
	運転維持費	(修繕費、一般管理費、事業税等)	1.9円/kWh
	燃料費	1.65円/kWh(→)	1.7円/kWh
	核燃料サイクルコスト	フロントエンド	0.74円/kWh
		鉱石調達、精鉱、転換	0.17円/kWh
		濃縮	0.27円/kWh
		再転換・成型加工	0.29円/kWh
		再処理	0.63円/kWh
		バックエンド	0.29円/kWh
		中間貯蔵	0.03円/kWh
		廃棄物処理・処分※	0.25円/kWh

※「廃棄物処理・処分」は高レベル放射性廃棄物処分と、その他再処理に伴い発生する廃棄物の処理・貯蔵・処分費用が含まれる。

【出典】 1.資源エネルギー庁：原子力発電の経済性について

(1999年12月16日開催/統合エネルギー調査会原子力部会の配付資料)

2.(社)日本原子力産業会議(編集発行)：原子力産業新聞(第2018号)

(1999年12月23日)、p.1

表3 今後の電源開発量と需給バランス

(単位:万kW)

	平成15年度 (2003年度)	平成16年度 (2004年度)	平成17年度 (2005年度)	平成18年度 (2006年度)	平成19年度 (2007年度)	平成20年度 (2008 年度)
8月需給バランス						
最大需要電力	16,398	17,264	17,384	17,612	17,844	18,069
供給力	18,890	19,670	19,603	19,496	19,589	19,829
供給予備率	15.2%	13.9%	12.8%	10.7%	9.8%	9.7%
年間開発・調達量 (前年9月～8月)	321	99	245	121	6	131

	平成21年度 (2009年度)	平成22年度 (2010年度)	平成23年度 (2011年度)	平成24年度 (2012年度)	平成25年度 (2013年度)	合 計
8月需給バランス						
最大需要電力	18,298	18,539	18,777	19,003	19,242	
供給力	20,061	20,411	20,714	21,053	21,208	
供給予備率	9.6%	10.1%	10.3%	10.8%	10.2%	
年間開発・調達量 (前年9月～8月)	186	396	321	587	76	2,487

[出典]資源エネルギー庁:平成16年度電力供給計画の概要、資源エネルギー庁(2004年3月)、
p.7-8

表4 今後の原子力立地計画

事業者名	発電所名	出力 [万kW]	着工 (西暦)	運転開始 (西暦)	進捗状況
北海道電力	泊3	91.2	2003年11月	2009年12月	建設中
東北電力	東通1	110.0	1998年12月	2005年7月	建設中
	浪江・小高	82.5	2010年度	2015年度	
	東通2	138.5	2010年度以降	2015年度以降	
東京電力	福島第一7	138.0	2006年4月	2010年10月	
	福島第一8	138.0	2006年4月	2011年10月	
	東通1	138.5	2006年度	2012年度	
	東通2	138.5	2008年度以降	2014年度以降	
中部電力	浜岡5	138.0	1999年3月	2005年1月	建設中
北陸電力	志賀2	135.8	1999年8月	2006年3月	建設中
中国電力	島根3	137.3	2005年3月	2011年3月	
	上関1	137.3	2008年度	2013年度	
	上関2	137.3	2011年度	2016年度	
電源開発	大間	138.3	2006年8月	2012年3月	
日本原子力発電	敦賀3	153.8	2007年度	2013年度	
	敦賀4	153.8	2007年度	2014年度	
合計	16基	2,106.8			

注) は2013年度までに運転開始する予定のもの。

下記の出典から作成した。

[出典] 資源エネルギー庁: 平成16年度供給計画の概要(2004年3月16日)、p.12

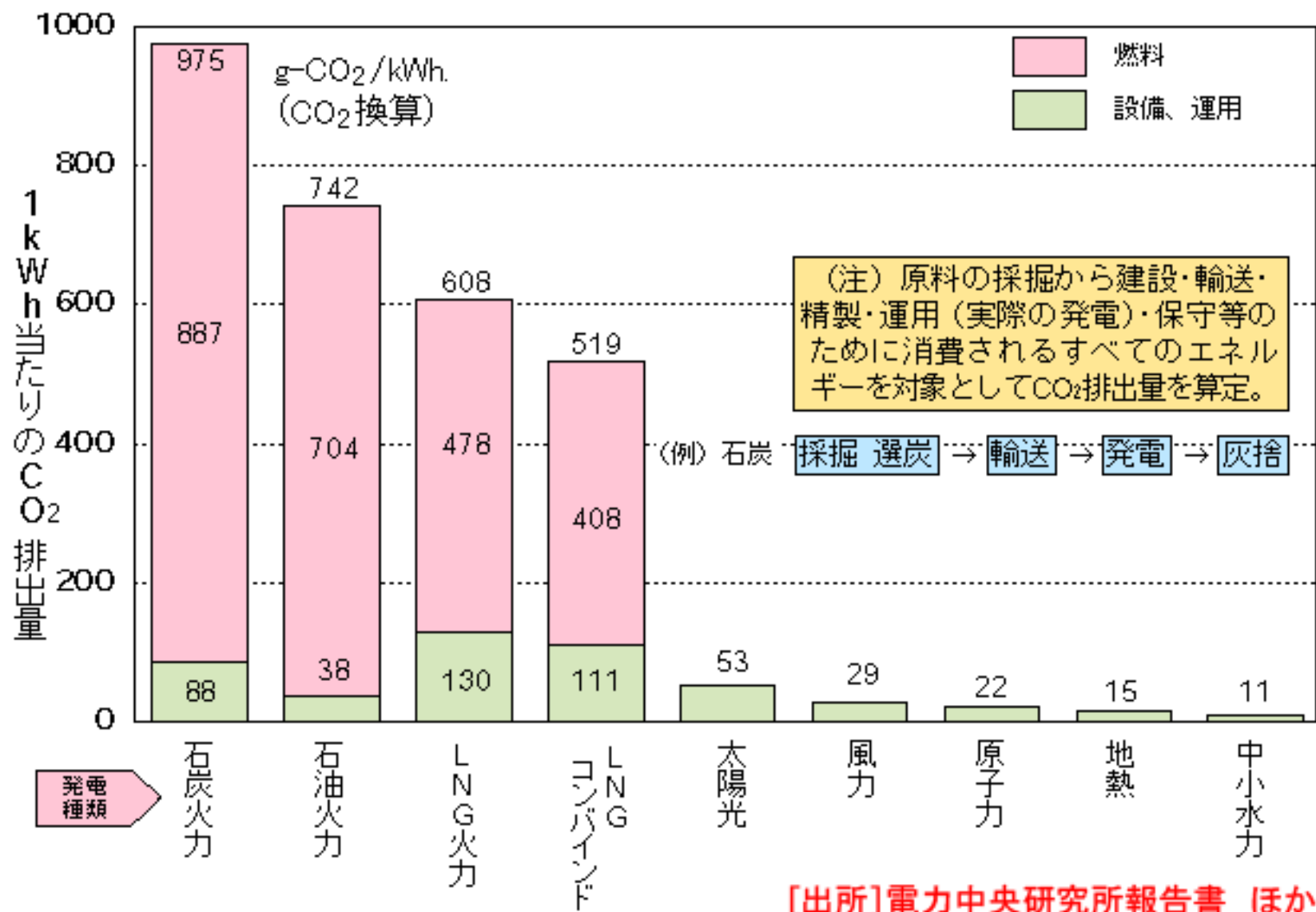


図1 各種電源別のCO₂排出量

[出典] 日本原子力文化振興財団: 各種電源別のCO₂排出量、「原子力」図面集
—2001-2002年版一、(2001年10月)、p.60

北陸電力(株) 志賀原子力発電所



核燃料サイクル開発機構 ふげん
運転終了 (2003.3.29) 発電所

核燃料サイクル開発機構もんじゅ
建設所



日本原子力発電(株) 敦賀発電所



関西電力(株) 美浜発電所



関西電力(株) 大飯発電所



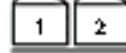
関西電力(株) 高浜発電所



中国電力(株) 島根原子力
発電所



中国電力(株) 上関原子力
発電所



九州電力(株) 玄海原子力
発電所



北海道電力(株) 泊発電所



東北電力(株)
東通原子力発電所



電源開発(株)
大間原子力発電所



東京電力(株) 柏崎刈羽原子力発電所



東北電力(株) 女川原子力発電所



東京電力(株) 福島第一原子力発電所



東京電力(株) 福島第二原子力発電所



日本原子力発電(株) 東海発電所
運転終了(1998.3.31)

日本原子力発電(株) 東海第二発電所



中部電力(株) 浜岡原子力発電所



四国電力(株) 伊方発電所



九州電力(株)
川内原子力発電所



出力規模



運転中



建設中



建設準備中

	基数	合計出力(万kW)
運転中	52	4,574.2
建設中	5	503.0
建設準備中	6	857.8
合計	63	5,935.0

図2 日本の原子力発電所

[出所] 経済産業省ホームページ: 原子力のページ、調べる、日本の原子力発電の現状と今後の見通し、詳しい説明、<http://www.atom.meti.go.jp/siraberu/atom/05/index01s.html>

(万kW)

30,000

25,000

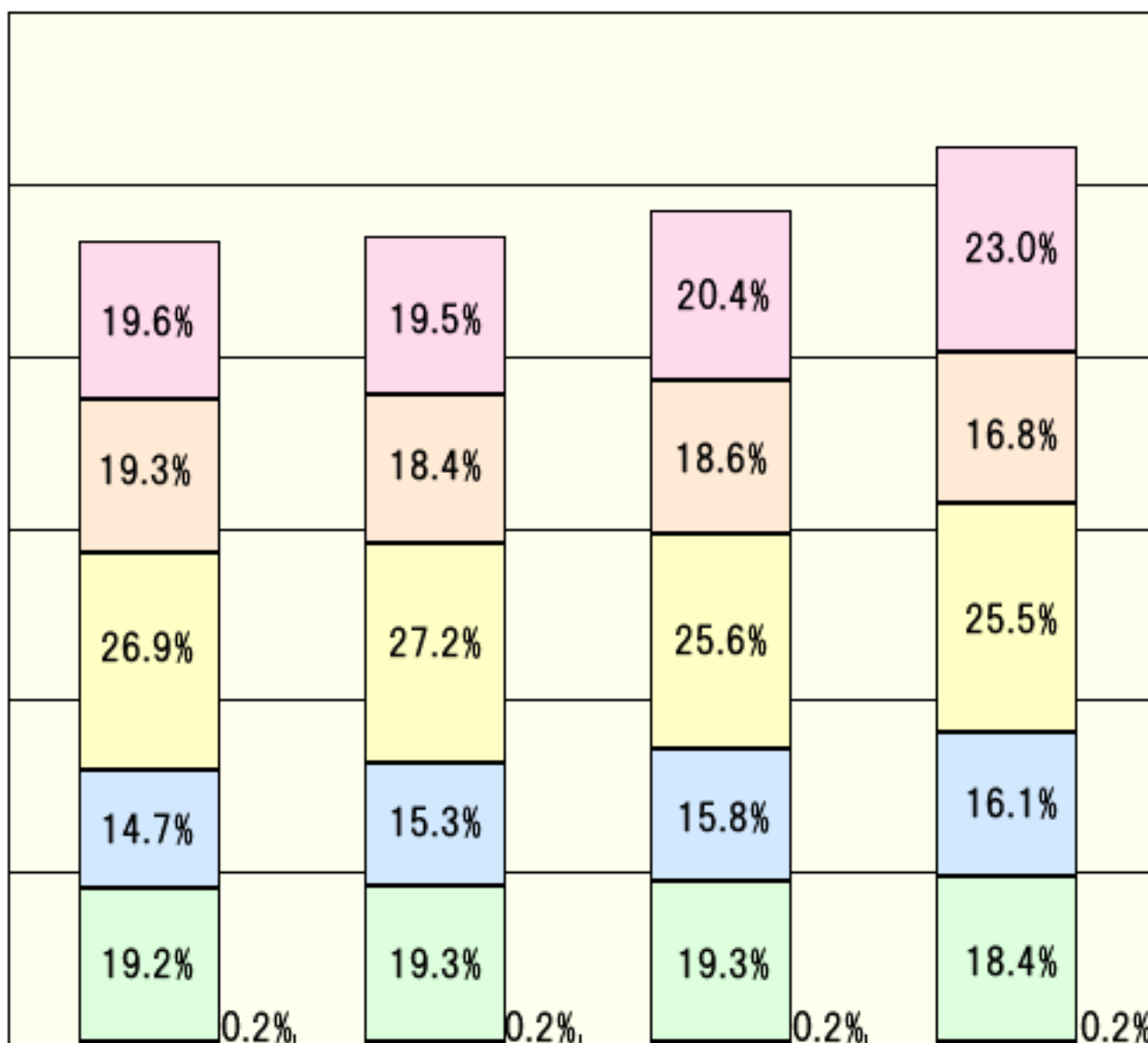
20,000

15,000

10,000

5,000

0



2002年度末 2003年度末 2008年度末 2013年度末

注) LNG…LPGおよびその他ガスを含む 石炭…瀝青質混合物を含む

図3 発電設備構成の推移(一般電気事業用)

[出典]資源エネルギー庁:平成16年度電力供給計画の概要、(2004年3月16日)、p.10

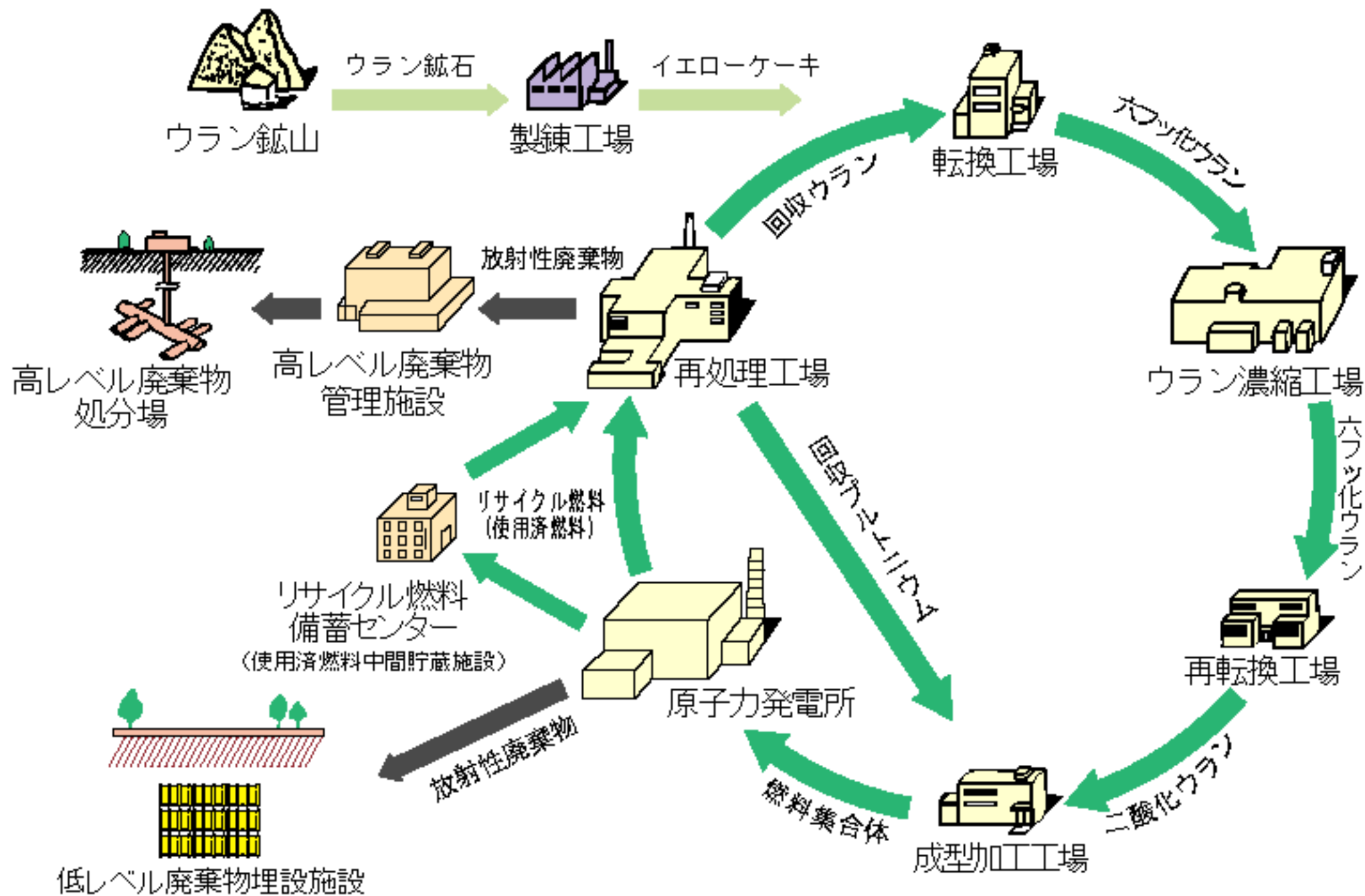


図4 核燃料サイクルの流れ図

[出典]日本原子力文化振興財団：原子燃料サイクル、「原子力」図面集－2001-2002年版－、
(2001年10月)、p.139