

本資料は 年 月 日付で登録区分、  
変更する。

01.11.30 [技術情報室]

# 21世紀の電力供給システムにおける 高速増殖炉の質的役割に関する調査研究

(動力炉・核燃料開発事業団 委託研究成果報告書)

1987年2月

株式会社 野村総合研究所

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせください。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村大字村松4番地49  
核燃料サイクル開発機構  
技術展開部 技術協力課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:  
Technical Cooperation Section,  
Technology Management Division,  
Japan Nuclear Cycle Development Institute  
4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki, 319-1184  
Japan

© 核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute)

This document is not intended for publication. No public reference nor disclosure to the third party should be made without consent of Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation.

本資料についての問合せは下記に願います。

〒107 東京都港区赤坂1-9-13  
動力炉・核燃料開発事業団  
動力炉開発推進調整部

配 布 限 定

PNC J2295 87-001

1987年2月



## 21世紀の電力供給システムにおける 高速増殖炉の質的役割に関する調査研究

久保川 俊彦<sup>\*</sup>, 山本 敬一<sup>\*</sup>, 山田 澤明<sup>\*</sup>,  
三好 俊一<sup>\*</sup>, 辻 直志<sup>\*</sup>, 竹内 八枝子<sup>\*</sup>,  
栢山 美紀<sup>\*</sup>

### 要 旨

1983年以降の大幅なエネルギー需給の緩和基調の中で、エネルギー開発の方向が大きく修正されつつある。

政府及び電力業界をはじめとする民間エネルギー産業においては、2030年までの長期のエネルギー情勢を見通したビジョンが検討され、超長期の視点に立った長期戦略がこのほどとりまとめられた。

本調査研究は、このようなエネルギー関連の21世紀エネルギービジョンの検討と並行して、2030年までの超長期的な視点から、高速増殖炉のわが国エネルギー供給に果たす主として質的な役割を検討したものである。

本調査研究の内容は、

- (1) 最近のエネルギー情勢
- (ii) 21世紀への国際エネルギー情勢
- (iii) 日本のエネルギー需給の展望
- (iv) 21世紀の高速増殖炉の質的役割
- (v) 高速炉開発の課題

からなっているが、従来からの国のエネルギー戦略上の高速増殖炉の役割の検討に加え、ユーザーである電気事業にとっての導入意義、原子力開発全体にとっての推進上の役割という産業経済的な側面からその役割と開発のあり方を検討したものである。

---

本報告書は、(株)野村総合研究所が動力炉・核燃料開発事業団の委託により実施した成果である。

契約番号 610C088

事業団担当者 石上 牟(企画部)

\* (株)野村総合研究所 社会システム研究部 資源エネルギー研究室

## 目 次

1.	最近のエネルギー情勢 .....	1
2.	21世紀への国際エネルギー情勢 .....	4
2.1	エネルギー資源と国際エネルギー需要の展望 .....	4
2.2	国際エネルギー需要の展望 .....	5
3.	日本のエネルギー需給の展望 .....	20
3.1	日本のエネルギー需給の展望 .....	20
3.2	日本のエネルギー需給と電源構成の展望 .....	23
3.3	21世紀へのエネルギー産業 .....	26
4.	21世紀の高速増殖炉の質的役割 .....	28
4.1	21世紀のエネルギー需給環境 .....	28
4.2	高速炉導入意義の基本的視点 .....	29
4.3	高速炉の導入意義 .....	30
5.	高速炉開発の課題 .....	46
5.1	高速炉導入ビジョンの必要性 .....	46
5.2	長期的視点に立った設計コンセプトの必要性 .....	46
5.3	ユーザーサイドの視点に立った高速炉開発の必要性 .....	46
5.4	今後の高速炉開発の方向 .....	46

## 目 次

図 2 - 1	エネルギー源別資源量 (R/P比)	5
図 2 - 2	OPEC・非OPEC生産量の変化	9
図 2 - 3	OPECの原油生産稼働率と原油価格の変化	10
図 2 - 4	原油価格予測	11
図 2 - 5	原油価格予測のバラツキ	12
図 2 - 6	21世紀の原油生産モデル	13
図 2 - 7	ウラン生産量及び需要量の推移	14
図 2 - 8	天然ウラン価格	14
図 2 - 9	WOCAウラン生産能力及び必要量	15
図 2 - 10	U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> 価格見通し	15
図 2 - 11	カナダにおけるウラン探鉱支出とウラン価格	17
図 2 - 12	ウラン必要量の長期見通し	17
図 2 - 13	WOCAウラン生産能力及び必要量 (低ケース)	18
図 2 - 14	ウラン需給とウラン価格の展望シナリオ	19
図 3 - 1	電力負荷パターンと原子力発電	21
図 4 - 1	Learning Effect による高速炉のコスト低減のイメージ	39
図 4 - 2	原子力発電所の建設単価と物価水準	40
図 4 - 3	第一次石油危機における発電コストの変化	43
図 4 - 4	エネルギー価格と軽水炉の導入の歴史	44
図 5 - 1	高速炉新開発戦略への新機軸	48

## 表 目 次

表 1 - 1	原油輸入価格の推移 .....	2
表 1 - 2	エネルギー価格の推移 .....	2
表 1 - 3	最近のエネルギー需要と経済成長（対前年度比伸び率） .....	3
表 1 - 4	昭和 6 0 年度部門別エネルギー需要の伸び率（対前年度比） .....	3
表 2 - 1	世界のエネルギー資源埋蔵量 .....	4
表 2 - 2	自由世界のエネルギー見通し .....	6
表 2 - 3	超長期のエネルギー需給見通し .....	7
表 2 - 4	地域別原油生産コスト試算 .....	8
表 2 - 5	ウラン資源量の推移 .....	16
表 3 - 1	エネルギー需要の見通し .....	20
表 3 - 2	エネルギー需要に占める電力の比率（電力化率）の推移と見通し .....	22
表 3 - 3	一次エネルギー供給の推移と見通し .....	23
表 3 - 4	発電電力量の推移と見通し .....	25
表 3 - 5	エネルギー産業の多角化の状況 .....	27
表 4 - 1	高速増殖炉に関するユーザーの見方 .....	31
表 4 - 2	高速炉の開発導入シナリオ .....	34
表 4 - 3	高速炉導入シナリオの特性 .....	35
表 4 - 4	Learning Effect による建設費の低減（Learning Curve） .....	38
表 4 - 5	軽水炉技術高度化の主な開発目標 .....	40

## 1. 最近のエネルギー情勢

### ① エネルギー技術開発を取り巻く最近の環境は

- 原油価格の下落
- 急速な円高の進展
- エネルギー需要の低迷
- エネルギー間競合の激化

と大きく変わり

- エネルギー低価格時代
- エネルギー供給過剰時代
- 複合エネルギー時代

が到来している。

② このような環境下で、エネルギー産業の技術開発も供給技術開発に加え、エネルギー利用技術開発を急速に強化しており、全体としては、供給技術開発から利用技術開発へと重点が移っている。

③ このような、エネルギー価格の低下傾向の中で、軽水炉の発電コストも石炭火力の発電コストと同等の水準になってきており、原子力開発の基本方針に変更はないものの、原子力発電の経済性に関しては、厳しい要求がなされるようになってきている。

表 1 - 1 原油輸入価格の推移

FY	57	58	59	60	61/8	61年 8月 / 57年度比率
ドル建輸入C I F 価格 (ドル / B)	34	30	29	27	10	<u>0.29</u>
為替レート (円 / ドル)	250	237	243	224	155	<u>0.62</u>
円建輸入C I F 価格	53,533	44,141	44,574	38,356	10,094	<u>0.19</u>

(出所) 日本貿易月表

ドル建輸入価格は、円建輸入価格より逆算

表 1 - 2 エネルギー価格の推移

FY	57	58	59	60	61/8	61年 8月 / 57年度比率
一般炭輸入C I F 価格 (円 / t)	16,005	12,522	11,787	10,024	6,544	<u>0.41</u>
LNG 輸入C I F 価格 (円 / t)	73,975	60,529	62,119	58,283	27,982	<u>0.38</u>

(出所) 日本貿易月表



表1-3 最近のエネルギー需要と経済成長（対前年度比伸び率）

	(%)				
年 度	5 6	5 7	5 8	5 9	6 0
① 最終エネルギー消費	△2.4	△3.9	4.0	2.2	0.7
② 実質国民総生産	3.3	3.2	3.7	5.0	4.2
③ 弾性値(①÷②)	—	—	1.1	0.44	0.17

(注) エネルギーバランス表ベース

表1-4 昭和60年度部門別エネルギー需要の伸び率（対前年度比）

	(%)				
	石 炭	石油製品	電 力	都市ガス	エネルギー計
産 業	4.0	△3.2	1.5	12.5	△1.5
民 生	11.3	3.6	5.0	3.4	<u>4.1</u>
交 通	—	2.3	2.0	—	2.3
非エネルギー	—	△1.9	—	—	△1.9
合 計	4.9	0.3	3.0	5.0	0.7

(注) エネルギーバランス表ベース  
 エネルギー計には「その他」のエネルギー種を含む

2. 21世紀への国際エネルギー情勢

2.1. エネルギー資源と国際エネルギー需給の展望

2.1.1. エネルギー資源埋蔵量

(1) 世界のエネルギー資源埋蔵量

① 石油、天然ガス、石炭について、中東あるいは共産圏依存率が高い。

表2-1 世界のエネルギー資源埋蔵量

		石 油	天 然 ガ ス	石 炭	オ イ ル サ ン ド オ イ ル シ ュ ール	ウ ラ ン
埋 蔵 量 (注1)		2兆バレル 自由世界 1.5 共産圏 0.5	204兆m <sup>3</sup>	8.4兆トン [うち高品位炭 5.7兆トン]	(注4) オイルサンド 16,000億バレル オイルシュール 55,000億バレル	不 詳
確 認 可 採 埋 蔵 量 (R)	(注2)	'85年1月 6,987億バレル 自由世界 6,146 共産圏 841	'85年1月 96兆m <sup>3</sup> 自由世界 54 共産圏 42	'83年9月 7,610億トン うち高品位炭 5,460億トン 自由世界 3,080 共産圏 2,380		'83年1月 226万吨 \$80/Kg以下 164万吨 \$80~\$130/Kg 62万吨
地 域 別 賦 存 状 況						
	北 米	4.9%	8.5%	高品位炭 23.2%	74.0%	26.3%
	中 南 米	11.9	5.5	0.5	21.1	8.5
	西 欧	3.5	6.1	14.2		7.7
	中 東	57.0	25.5	-		0.2
	アジア・太平洋	2.7	4.9	7.7	4.9	26.5
	アフリカ	8.0	3.5	10.8		30.8
	共 産 圏	12.0	44.0	43.6		不 詳
年 生 産 量 (P)	(注2)	'84年 198億バレル 自由世界 143 共産圏 55	'84年 170百億m <sup>3</sup> 自由世界 104 共産圏 66	'83年(高品位炭) 28.3億トン	(少 量)	'83年 3.7万吨 (共産圏を除く)
可 採 年 数 (R/P)		'84年 全世界 35年 自由世界 43年 共産圏 15年	'84年 全世界 56年 自由世界 52年 共産圏 64年	高品位炭 全世界 193年	(大)	61年 (共産圏を除く)
石 油 換 算 (億トン)	(注3)	1,111	820	高品位炭 3,640	-	-
出 典	(注1)	Moody ('75年)	Weeks ('71年)	世界エネルギー会議('83年)	Encyclopedia of Energy等	-
	(注2)	Oil & Gas Journal	Oil & Gas Journal	Coal information 1985		OECD/IAEA('84年6月部分修正)

(注3) 確認可採埋蔵量を石油換算表示した。

(注4) オイルシュール、オイルサンドは原始埋蔵量(ただし確認されたもの)である。

(コメント) 石油については、他のエネルギー資源に比して、可採年数が短いこと、及び賦存状況が著しく中東地域に偏っていることが特徴である。

(出所) 通産省

(2) エネルギー源別資源量 (R/P比)

- ① 石炭の埋蔵量は現在の生産量の数百年分在るが、石油、天然ガスのそれは、50年程度以下である。
- ② 石油業界は、石油の資源面の制約はないと考えている。

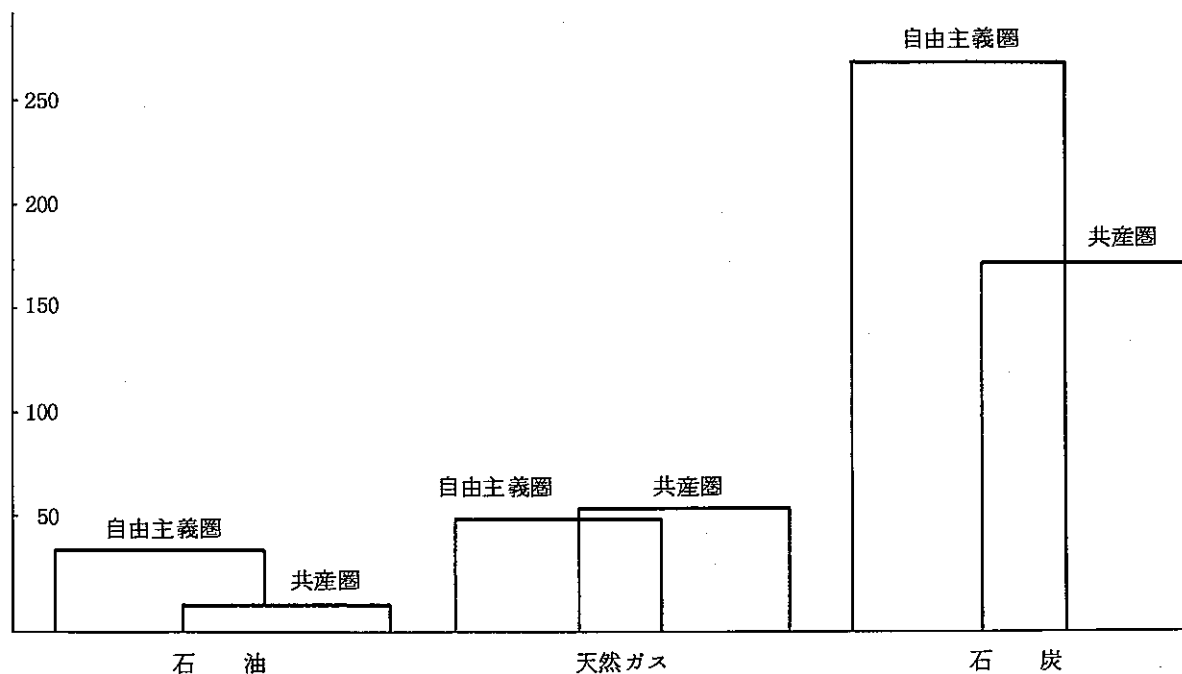
1985 R/P ratios of fossil fuels

At today's production rates, the world's reserves of coal will outlast those of oil and natural gas by a very considerable margin. The CPEs are less well placed than the NCW - except for natural gas, where the USSR's vast reserves are a crucial factor.

Primary energy

NCW  
CPEs

Years



(出所) B P、"B P Statistical review of world energy " 1986.6

図 2 - 1 エネルギー源別資源量 (R/P比)

## 2.2. 国際エネルギー需給の展望

### 2.2.1. 世界のエネルギー需要の展望

#### (1) 2000年までの見通し

- ① 先進国のエネルギー需要は、産業構造の変化や省エネルギーによる原単位の低下が着実に進むなかで、経済成長に伴い緩かに増加していく。
- ② 発展途上国のエネルギー需要は、重化学工業化の進展と生活水準の向上によって、今後も高い伸びを示すと予想される。
- ③ 石油のシェア減少、石炭と天然ガスはほぼ横ばい、原子力は拡大。
- ④ 電力業界は、太陽光や風力などの再生可能エネルギーは、21世紀においては、エネルギー供給の主役となりえないと考えている。

表2-2 自由世界のエネルギー見通し

(単位：百万B/D)

	(注1)1985年		1995年				2000年							
	実績		アシュランド社		米国DOE		テキサコ社		コノコ社		アモコ社		シェブロン社	
	(BP統計)	構成比	85年7月	構成比	86年3月	構成比	85年3月	構成比	85年3月	構成比	86年4月	構成比	86年6月	構成比
エネルギー需要国	96.9	100.0	116.7	100.0	124.0	100.0	130.5	100.0	128.0	100.0	137.1	100.0	130.7	100.0
先進国	74.7	77.1	82.5	70.7	91.9	74.1	91.5	70.1	91.0	71.1	91.3	66.6	85.0	65.0
途上国	22.2	22.9	34.2	29.3	32.1	25.9	39.0	29.9	37.0	28.9	45.9	33.4	45.7	35.0
石炭	21.6	22.3	24.9	21.3	27.4	21.9	33.3	25.5	30.0	23.4	32.9	24.0	28.8	22.0
天然ガス	18.3	18.9	19.8	17.0	26.8	21.6	23.0	17.6	22.0	17.2	24.7	18.0	23.5	18.0
原子力	5.8	6.0	10.5	9.0	20.2	16.3	9.0	6.9	11.0	8.6	10.2	7.4	11.8	9.0
水力/その他	8.0	8.2	10.0	8.6			10.2	7.8	11.0	8.6	14.1	10.3	14.3	11.0
石油	53.7	55.4	65.2	55.9	74.1	59.8	75.5	57.8	74.0	57.8	81.9	59.7	78.4	60.0
石油計	43.2	44.6	51.5	44.1	49.9	40.2	55.0	42.2	54.0	42.2	55.1	40.2	52.3	40.0
先進国	32.0	(74.1)	37.8	(73.4)	35.9	(71.9)	36.8	(66.9)	38.0	(70.4)	35.0	(63.5)	33.5	(64.0)
途上国	11.2	(25.9)	13.7	(26.6)	14.0	(28.1)	18.2	(33.1)	16.0	(29.6)	20.1	(36.5)	18.8	(36.0)
実質経済成長率 (%)	-	-	2.7 (1990~1995)		2.9 (1990~1995)		2.6 (1985~2000)		3.0弱 (1990~2000)		3.4 (1985~2000)		3 (1986~2000)	
原油価格 (\$/B)	-	-	26.00~36.47 基準 30.78		41~61 基準 50		-		42~72 (グラフ読取)		-		-	
原油価格 (1985 \$/B) 実質	-	-	16.67~20.40 基準 18.55		25~37 基準 30		-		-		-		20~32	
一次エネルギー需要伸び率 (%/年)	-	-	(1984~1995) 1.7		(1983~1995) 2.2		(1985~2000) 2.0		(1984~2000) 1.8		(1985~2000) 2.2		(1985~2000) 2.1	
石油需要伸び率 (%/年)	-	-	1.0		0.8		1.1		1.0		1.4		1.0	

(注1) 石油換算百万トン表示の原数値をBP統計の換算係数1石油換算百万トン=0.0217万B/Dで換算した。

(出所) 通産省編「21世紀エネルギービジョン」P.108

(2) 超長期の見通し

① 2030年には、現在の2~2.5倍程度のエネルギー需要が発生する。

表2-3 超長期のエネルギー需給見通し

(注10)  
(単位:石油換算 百万B/D)

	1980 実績	IIASA(注1)		WEC(注2)		IEA/ORAU(注3)		MITEL(注6)		Nordhaus & Yohe	Colombo & Bernardini	Lovins 他	Goldemberg 他
		High	Low	High	Low	(注4)	(注5)	A	J	(注7)	(注8)	(注9)	
推定年	—	2030		2020		2025	2025	2025		2025	2030	2030	2020
人口(10億人)	4.43	7.98		7.72		7.36	7.36	7.36		7.82	7.98	7.98	6.95
一人当たりGDPの 成長率(%/年)		2.1	1.1	2.0	1.1	1.6	1.6	1.6		1.9	1.2	1.1	—
一次エネルギー													
世界(百万B/D)	145.4	497.0	310.7	348.8	271.1	265.5	375.6	255.6	170.9	346.0	203.3	73.4	158.2
工業国	98.8	283.8	190.6	209.0	176.5	179.3	223.1				101.7	50.8	55.1
途上国	45.6	213.2	118.6	139.8	94.6	86.1	152.5			—	101.7	24.0	103.1
エネルギー供給 (百万B/D)													
石油	59.0	96.4	70.9	82.0	60.2	56.6	82.0	34.5	22.2		38.3		45.6
ガス	24.6	84.3	49.0	64.8	48.3	50.8	50.7	23.2	23.9		—		45.6
石炭	34.5	169.4	91.1	109.3	85.6	133.7	156.7	121.4	45.6		69.9		27.5
水力	2.7	7.3	7.3	9.9	7.3	14.7	15.4	13.1	17.2		10.7		6.5
原子力	3.1	114.2	73.0	45.3	32.6	9.7	70.9	25.6	42.2		24.6		10.6
その他	21.0	25.6	18.8	37.4	37.4	—	—	37.7	19.2		60.4		22.3

- (注) 1. IIASA (国際応用システム分析研究所), 1981.  
 2. WEC (第12回世界エネルギー会議), 1983.  
 3. IEA/ORAU: Institute for Energy Analysis/Oak Ridge Associated Universities  
 4. J.A.Edmonds 他, 1981.  
 5. J.A.Edmonds, 1983.  
 6. MITEL: MIT Energy Laboratory, D.J.Rose 他, 1983.  
 7. W.D.Nordhaus 他, 1983.  
 8. U.Colombo 他, 1979.  
 9. A.B.Lovins 他, 1981.  
 10. TW (テラワット) 表示の原数値を, 1 TW = 14.12石油換算百万B/Dで換算した。  
 (出所) Jose Goldemberg 他 "An End-Use Oriented Global Energy Strategy", 1985.

(出所) 通産省編「21世紀エネルギービジョン」P.113

## 2.2.2.世界のエネルギー供給の展望

### (1) 原油生産コスト

- ① 中東、発展途上国の生産コストは低く、先進国の生産コストは高い。
- ② 中東では生産能力の余力があるが、その他のほとんどの地域は余力がない。

表 2 - 4 地域別原油生産コスト試算

原油生産コスト (単位：万バレル/日)			
バレル 当たり	生産能力	生産量	生産地域
2ドル以下	1,500	800	中東
2～4ドル	1,500	1,200	中東、アフリカ、インドネシア、 メキシコ、北海、南アメリカ
4～6	1,000	1,000	北海、米国、アフリカ、南アメリカ
6～8	600	600	北海、米国、カナダ、アジア、 南アメリカ
8～10	400	400	米国、カナダ、アジア、欧州
10～12	200	200	米国、カナダ、欧州
12～14	200	200	米国、カナダ、欧州
14～24	200	100	米国、カナダ、欧州
計	5,600	4,500	

注) 同社の生産コストとは、操業費、ロイヤリティ、生産税を含む。

出所：Texas Eastern Corp. (1985. 11.)

(出典) 通産省編「21世紀エネルギービジョン」P.90

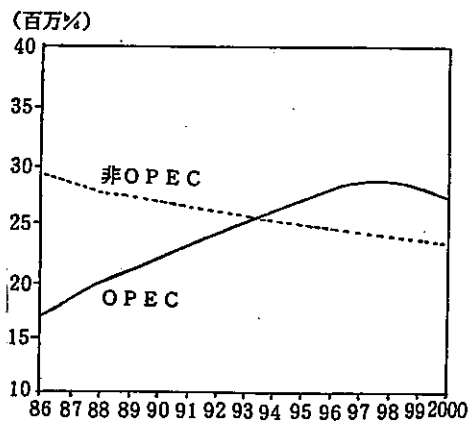
(2) O P E C ・ 非 O P E C 生産量の変化

- ① 現在は、非O P E CのシェアがO P E Cのシェアよりも高いが、今後O P E Cのシェアが高まり、1993～94年頃逆転する。

↓

O P E Cの石油価格支配力が再び巨大になる可能性がある。

- ② 石油業界は、石油価格は引き続き市場原理によって決定されると考えている。



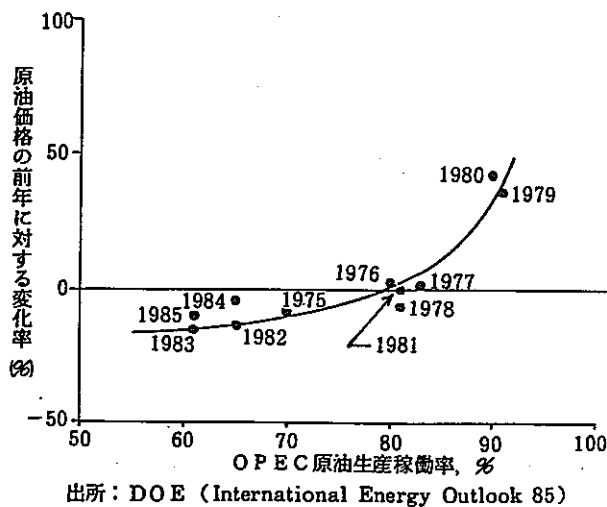
(出所) D O E (1986.4)

(出典) 「石油政策'86.10.5」 P.8

図 2 - 2 O P E C ・ 非 O P E C 生産量の変化

(3) O P E C の原油生産稼働率と原油価格の変化

- ① 過去の実績から、O P E C の原油生産の稼働率が80%を超えた場合に実質価格が上昇すると見込まれるが、1990年には80%を超える。



(出典) 通産省編「21世紀エネルギービジョン」P.99

図2-3 O P E C の原油生産稼働率と原油価格の変化

(参考)

	1985年	1990年	1995年
O P E C 原油生産稼働率 (%)	62.6	83.9~88.9	80.1~82.0

(出所) DOE (1986.4) より N R I 作成



#### (4) 原油価格予測

- ① 原油価格は1990年以降上昇し、2000年において名目価格が約40ドルとなる。
- ② 石炭、LNGの価格も競合関係にある石油と類似した動きをとると予想される。
- ③ 電力業界は石油価格の振幅が大きいと考えている。

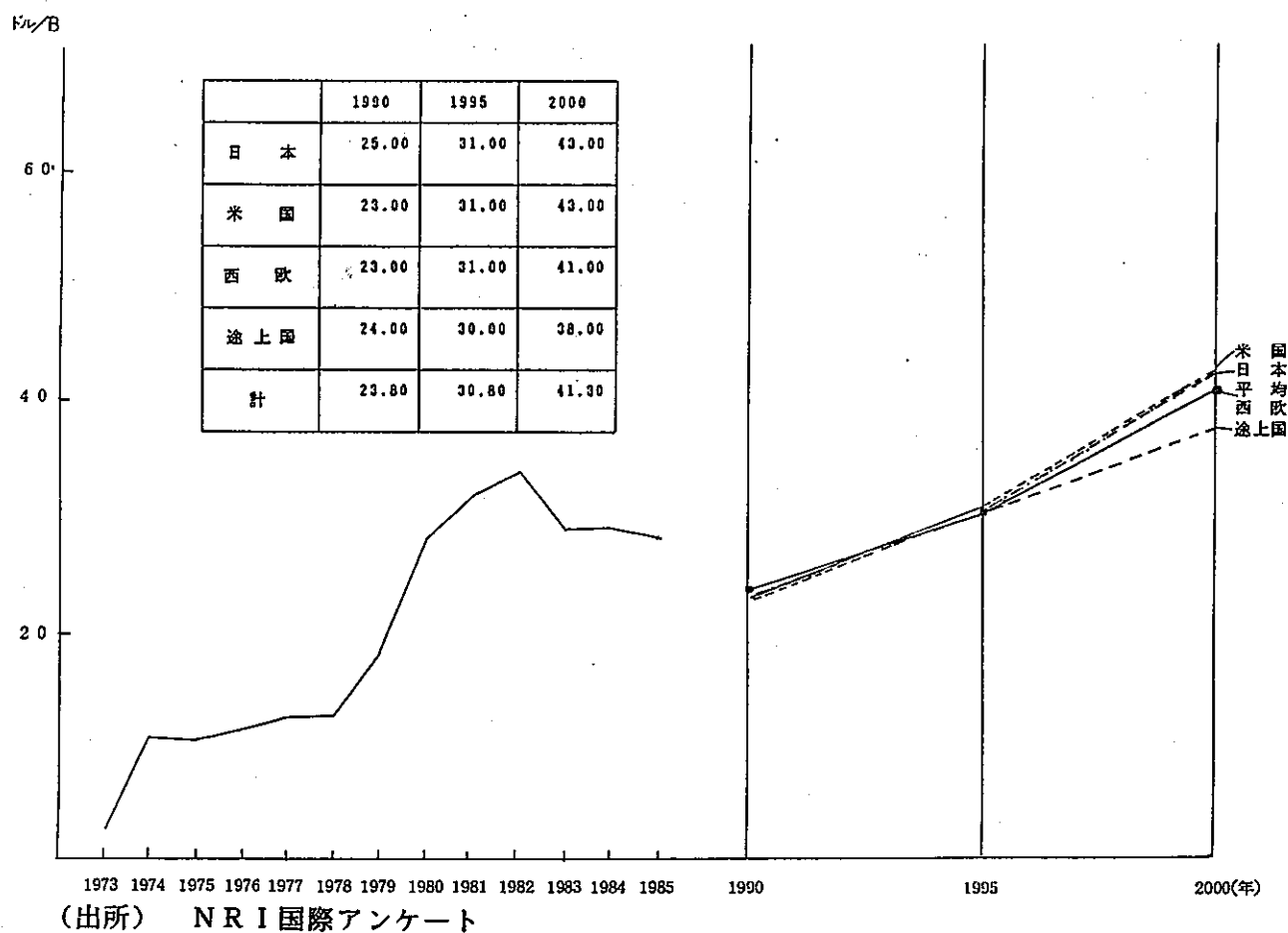


図2-4 原油価格予測

(5) 原油価格予測のバラツキ

① 予測のバラツキが非常に大きい（将来の原油価格の不確実性が大きい）

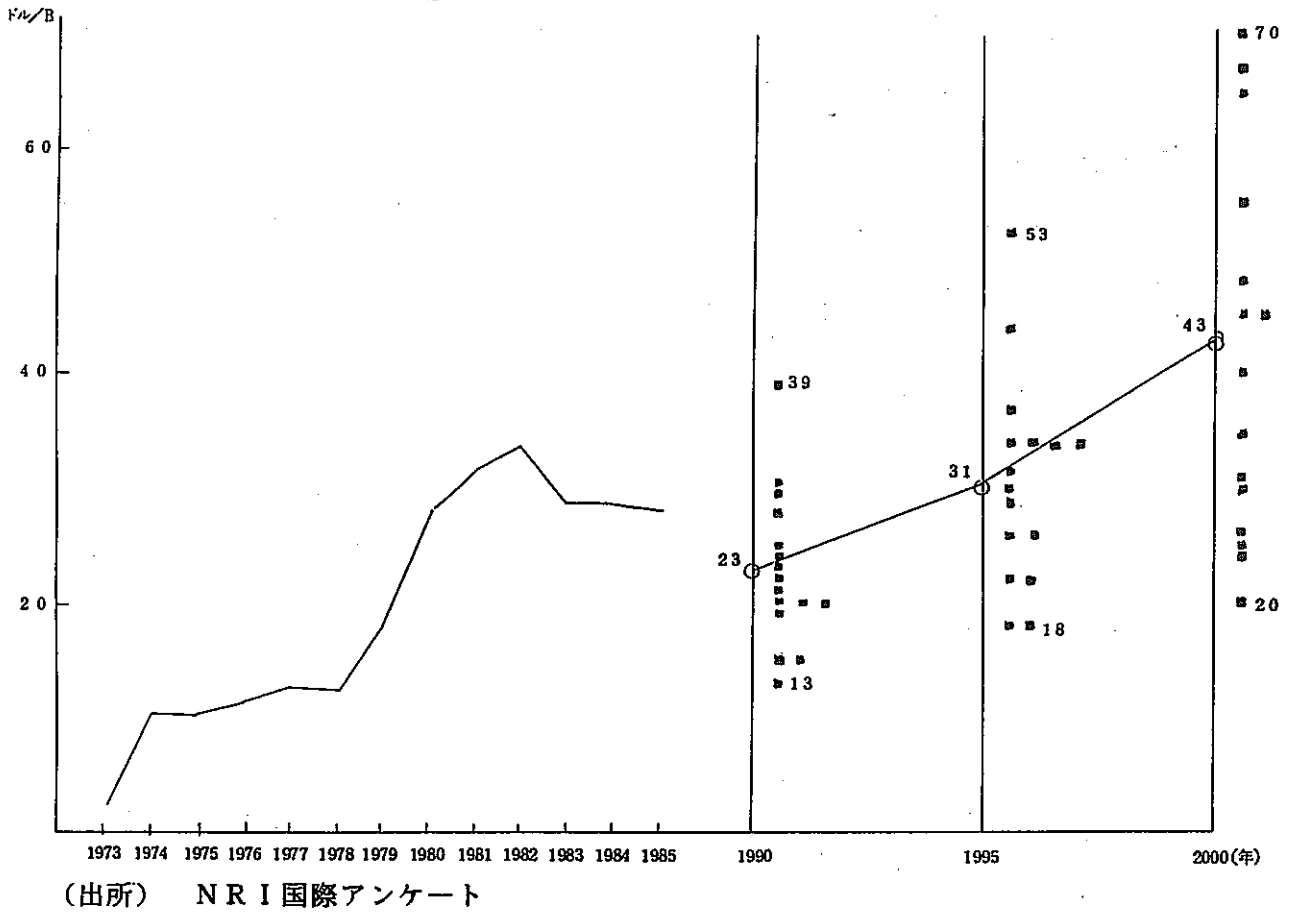
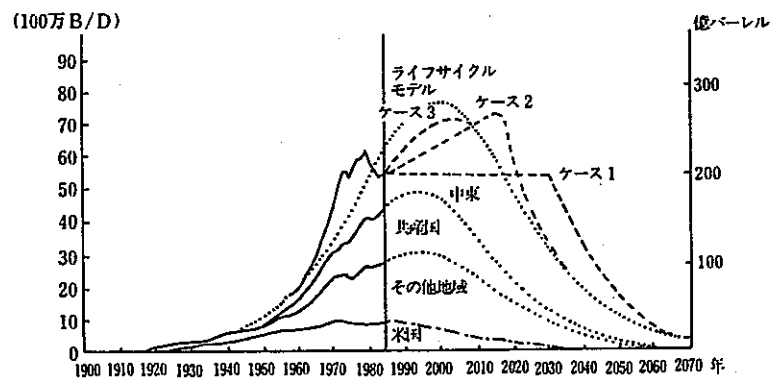


図 2 - 5 原油価格予測のバラツキ

(6) 21世紀の原油生産見通し

- ① 年率2%程度の需要増があった場合には、21世紀初頭にも、生産量がピークを迎える可能性が大きい。
- ② 資源量の先行きが明らかになった時点から、価格が相当上昇速度を増していくと考えられる。これに伴って、化石燃料の供給が不安定化していくと考えられる。



(出所) 通産省編「21世紀エネルギービジョン」P.76

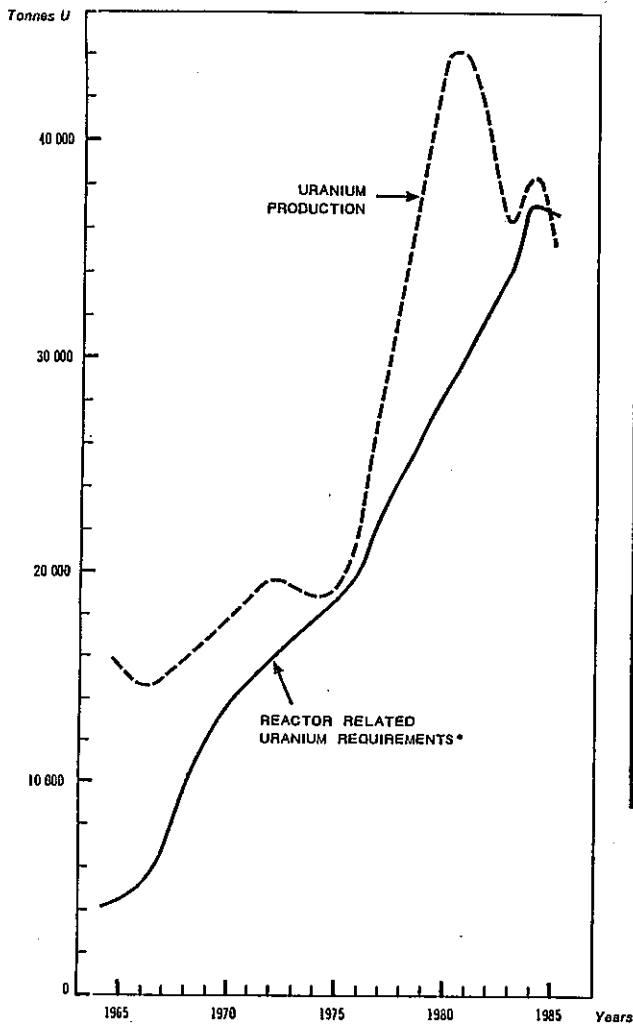
図2-6 21世紀の原油生産モデル

### 2.2.3.ウラン供給の展望

#### (1) 中期的（1985～1995）展望

##### ① ウラン需給とウラン価格の関係

ウラン需給の逼迫によりウラン価格は高騰し、次に供給力が急速に増加し、供給過剰となる。そして価格は急落する。完全に市場メカニズムが機能している。



\* Reactor related requirements as reported in previous Red Books.

図 2 - 7 ウラン生産量及び需要量の推移

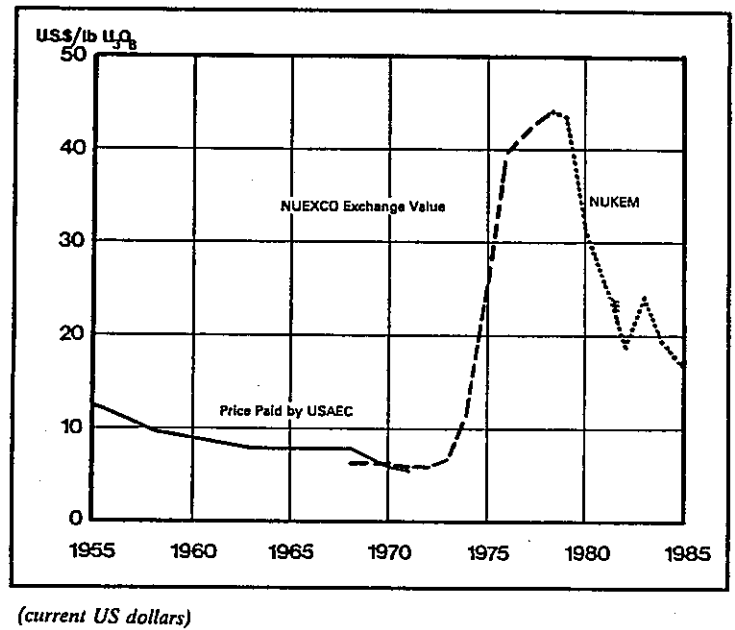
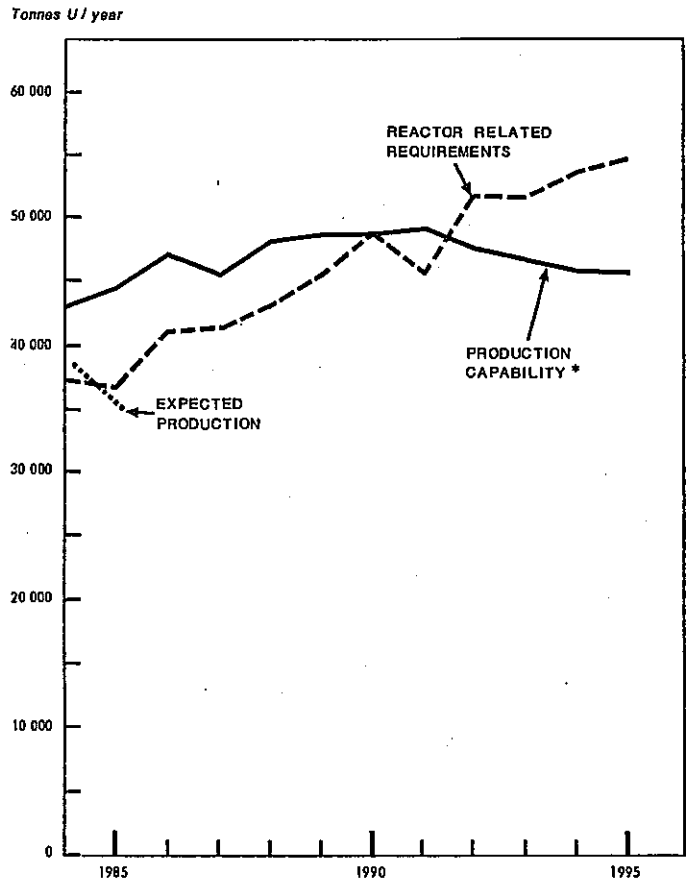


図 2 - 8 天然ウラン価格

- ② 1985～1995年の間は、再びウラン需給がタイトとなるため、ウラン価格は上昇する。



\* Based on existing and committed production centres supported by known resources (RAR and EAR-1) recoverable at costs up to \$ 130/Kg U.

図 2 - 9 W O C A ウラン生産能力及び必要量

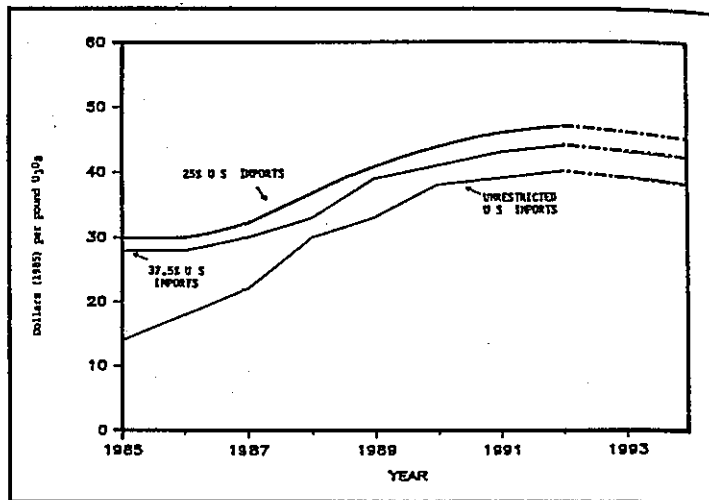


図 2 - 10 U<sub>3</sub> O<sub>8</sub> 価格見通し

(2) 長期的展望（～2010年）

① ウラン資源開発の必要量

- 1985年～2010年の間に 150万トンのウランが消費される。
- したがって、2010年までに、 $6,800 - 4,680 + 1,500 = 3,620$ （千トン）のウラン資源開発を行う必要がある。
- リードタイムを考慮すると、1990年～2005年の15年間に開発投資を行う必要がある。
- 次図に示すように、ウラン価格とウラン開発投資額には強い相関関係が認められる。
- 1990年以降の価格上昇の幅が、360万トンのウラン開発への十分なインセンティブにならない場合には、2000年以降にもう一段高となることが考えられる。  
（生産コストの高いウランの開発）

表 2 - 5 ウラン資源量の推移

（単位：千トン）

年	30 <sup>F<sub>U</sub></sup> / 1bU <sub>3</sub> O <sub>8</sub> 以下 (*)		30～50 <sup>F<sub>U</sub></sup> / 1bU <sub>3</sub> O <sub>8</sub> (*)		合 計	需 要	合計／需要
	R A R	E A R	R A R	E A R			
1973	866	916	680	632	3,094	16	193倍
1977	1,650	1,510	540	590	4,290	24	179倍
1979	1,850	1,480	740	970	5,040	28	180倍
1981	1,747	1,605	546	1,115	5,013	31	162倍
1985	1,609	1,500	641	930	4,680	36	130倍
(**) 2010					6,800	85	80倍

(\*) 1973年においては、10ドル以下、10～15ドルという区分であった。

(\*\*) 仮想値

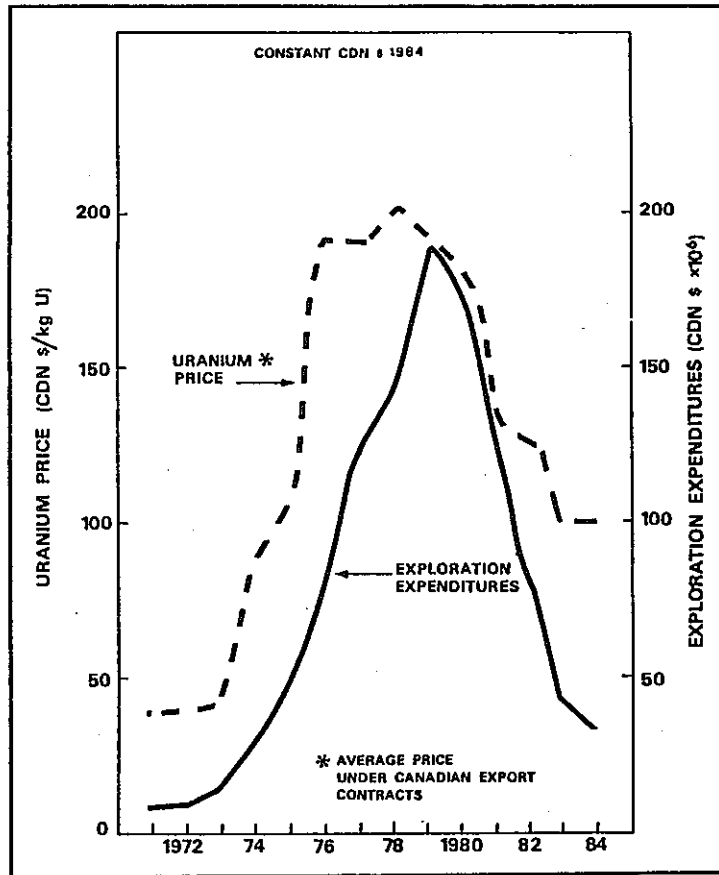


図 2-11 カナダにおけるウラン探鉱支出とウラン価格

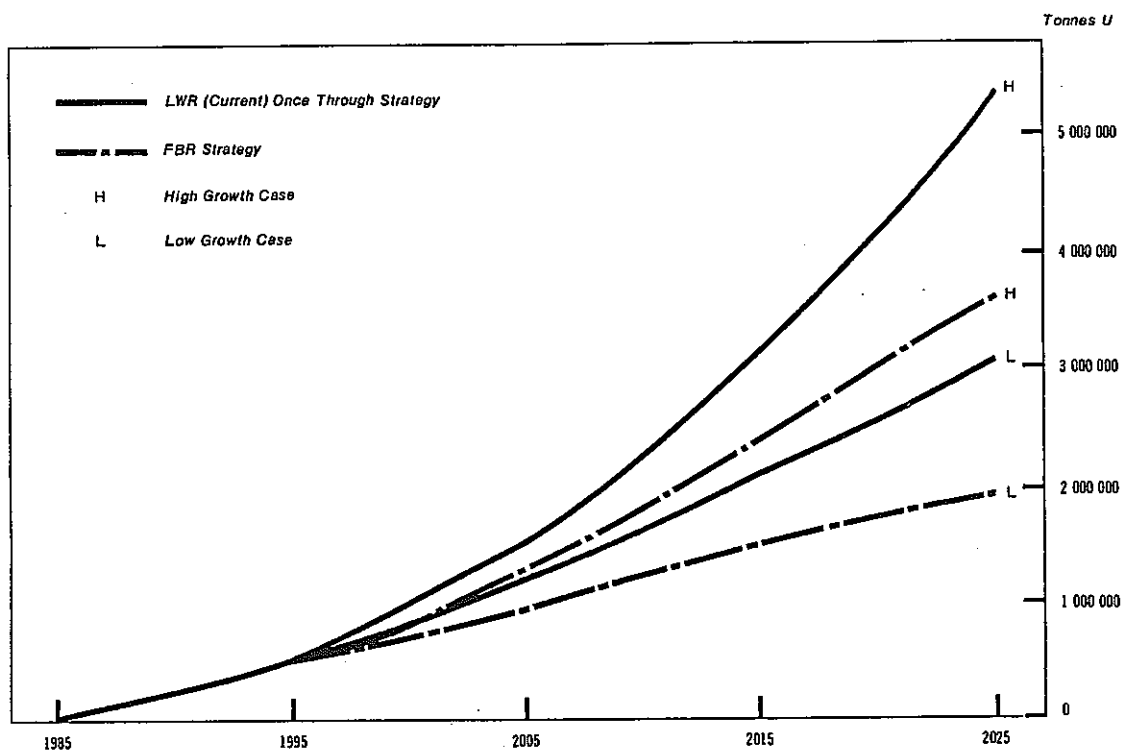


図 2-12 ウラン必要量の長期見通し

W O C A U R A N I U M P R O D U C T I O N C A P A B I L I T Y A N D R E A C T O R R E L A T E D R E Q U I R E M E N T S  
 - I L L U S T R A T I V E L O N G T E R M P R O J E C T I O N S -  
 L O W C A S E

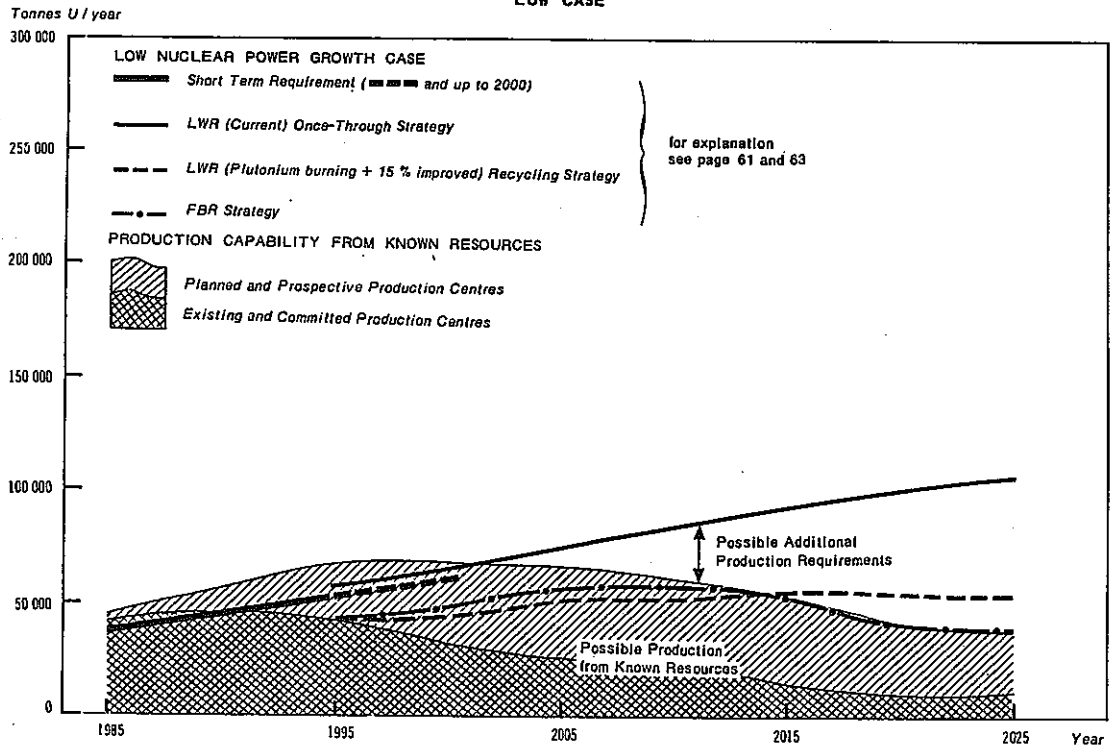


図 2 - 13 W O C A ウ ラ ン 生 産 能 力 及 び 必 要 量 ( 低 ケ ー ス )



② ウラン需給とウラン価格の展望シナリオ

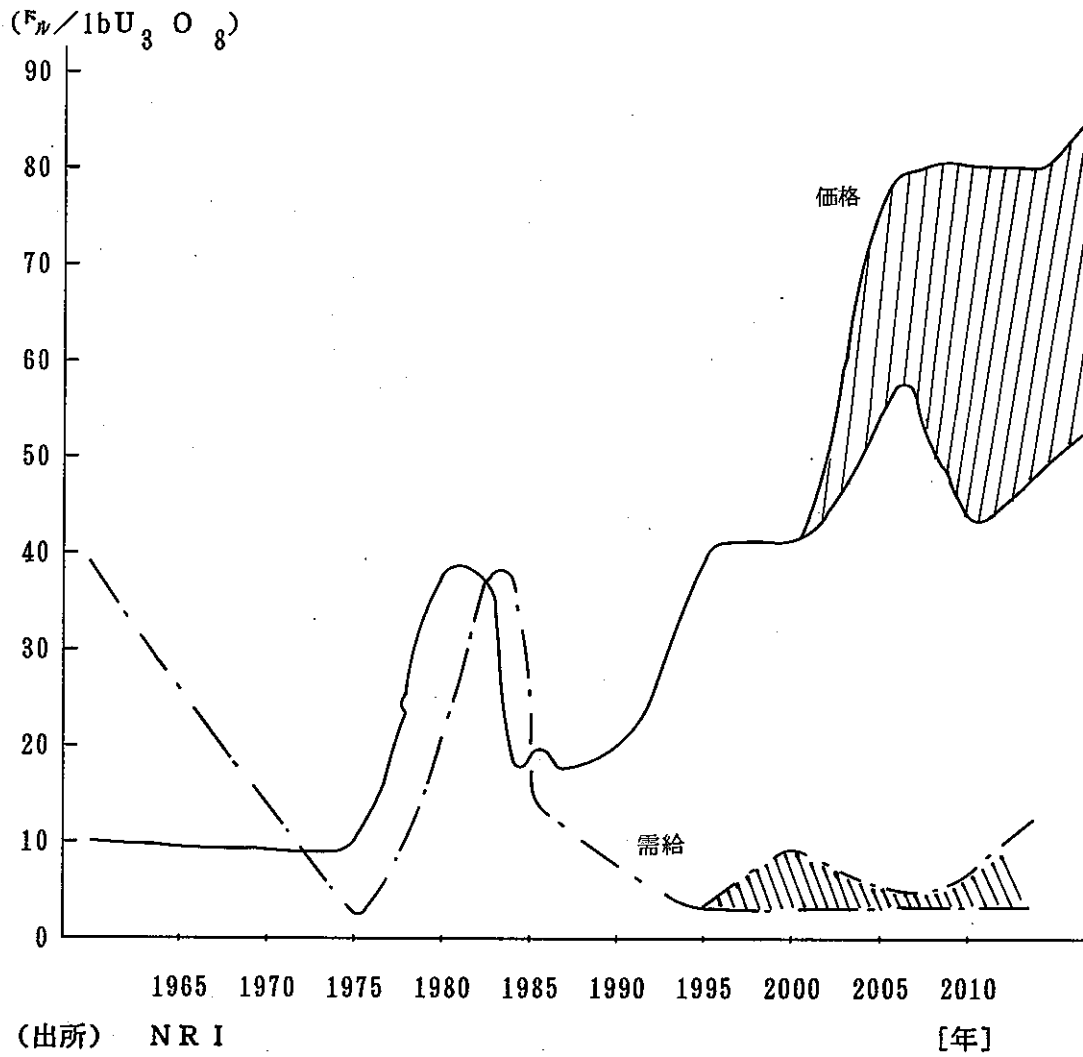


図 2-14 ウラン需給とウラン価格の展望シナリオ

### 3. 日本のエネルギー需給の展望

#### 3.1.日本のエネルギー需要の展望

##### (1) エネルギー需要

- ・ エネルギー需要は、2000年まで、民生部門の需要を中心に2%/年程度で増加
- ・ 2000年以降は、民生部門も人口の停滞、エネルギー利用技術の進展により伸びは一層鈍化

表3-1 エネルギー需要の見通し

① 経済成長率	②エネルギー需要の伸び	弾性値
～2000年 4%	2%強	0.5強
2000～2030年 2.5%	1%弱	0.4弱

##### (2) エネルギー間競合

- ・ ガス冷房、コージェネレーション技術等エネルギー利用技術の進展により、需要家のエネルギー選択幅が拡大し、パイが伸びない環境下で、電力、都市ガス、石油のエネルギー間競合が激化

##### (3) 電力負荷

- ① 電力負荷は2000年まで、24時間操業型の基礎素材産業の停滞、冷房需要の伸長により悪化基調継続
- ② 2000年以降は、自動化工場の増加、ガス冷房の普及、蓄エネルギー技術の進展、暖房用途の拡大によって平準化の方向へ向う。

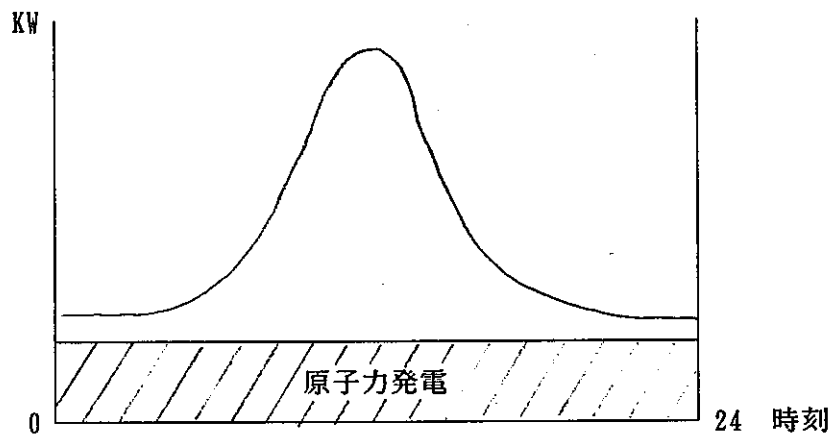


図 3 - 1 電力負荷パターンと原子力発電

- ③ 21世紀には電気自動車の普及も考えられ、深夜電力を利用した蓄電により走行するため、これも負荷平準化要因となる。

#### (4) 電力用途の変化

- ① 業務部門における、OA・コンピュータ部門の電力用途の拡大（2000年で業務用電力の一割程度を占める）、工場生産のコンピュータ化、ホームオートメーションの普及によって、情報用電力用途が拡大し、電力供給には一層の安定供給性が求められる。
- ② 停電等の事故での社会的混乱、損失のリスクが大きくなる。

#### (5) 電力化の進行

- ① ヒートポンプ技術の進展、熱以外の用途の拡大（情報用、家電製品用等）によって、電力化率は今後も高まっていき、2030年には50%を超える。

表3-2 エネルギー需要に占める電力の比率（電力化率）の推移と見通し

	1955	1975	1983	2000	2030
電力化率	26.0	32.1	37.8	43~44	~50

(注) ・2000年は総合エネルギー調査会見通しを参考

・2030年は原子力ビジョンを参考

### 3.2.日本のエネルギー需給と電源構成の展望

#### 3.2.1.一次エネルギー供給

① 化石燃料資源については

- ・石 油 …… 資源の希少化に伴う高価格化
- ・天然ガス …… 石油価格上昇に伴う価格上昇
- ・石 炭 …… CO<sub>2</sub> の国際的規制の可能性等の環境負荷問題の深刻化といったシナリオが考えられ一次エネルギー供給においては石油シェアは減少、天然ガス、石炭シェアは頭打ちとなる。

② 新エネルギー（太陽光発電、オイルシェール、サンド、石炭液化等）は、主として2000年以降に導入の必要性が高まり技術開発が進展するため、2030年には、一次エネルギー供給シェアの10～20%を担うことを期待される。

③ 原子力発電は、着実な開発によって、一次エネルギー供給の30%と突出したシェアを占めることになり、準国産エネルギーではあるが、ウラン供給のセキュリティも問題となる可能性がある。

表 3 - 3 一次エネルギー供給の推移と見通し

(単位：%)

年 度	1955	1975	1983	2000	2030
水 力	21.2%	5.8	5.7	5	～5
原子力	—	1.7	7.4	16	～30
石 炭	49.2	16.4	18.2	20	～20
	(4.4)	(13.1)	(15.3)	(20)	(～20)
石 油	20.2	73.3	60.9	42	20～30
	(19.6)	(73.1)	(60.8)	(42)	(20～30)
天然ガス	0.4	2.5	7.8	11	～10
	(0.0)	(1.3)	(7.2)	(11)	(10)
そ の 他	9.0	0.3	0.0	7～10	10～20
合 計	0.6億K1	3.9	4.1	6	7～ 8
[原油換算]					

(注) ・ ( ) 内は輸入分構成比

- ・ 2000年は総合エネルギー調査会見通し
- ・ 2030年は原子力ビジョンを参考

### 3.2.2.電源構成

- ① 原子力発電は資本費の構成比率が高いため、ベース電源としての役割を担う。
- ② LNG火力については、特に2000年以降資源価格の上昇が考えられるため現在のミドル供給から21世紀はピーク供給が中心となる。
- ③ 石油火力については、ピーク供給の一部として残る可能性はあるもののLNGのピーク供給を補完する役割にとどまり、発電電力量に占めるシェアは現在よりも大幅に小さくなる。
- ④ 石炭火力は、原子力発電の導入拡大に伴い、現在のベースロードの役割からミドル供給への役割へと変化する。
- ⑤ 結果として原子力発電は2030年に60%の電力供給を担うことになり、電力安定供給、電力会社の経営の死活を決する電源となる。電源立地が大きな課題となるとともに、セキュリティ上、炉型の多様化の必要性が高まる。
- ⑥ 太陽電池やコージェネレーション等の新発電方式は、サービス性に限界。既存電源の一部を置き換える程度普及。

表 3 - 4 発電電力量の推移と見通し

(単位 :  $10^6$  KWH(%))

年度	1960	1975	1983	2000	2030
水 力	80,080 (22)	85,906 (18)	87,982 (14)	110,000 (12)	150,000 (10)
火 力	274,829 (76)	364,763 (77)	415,828 (67)	425,000 (45)	450,000 (30)
原 子 力	4,581 (1)	25,125 (5)	114,290 (18)	370,000 (39)	900,000 (60)
そ の 他	- (-)	- (-)	- (-)	45,000 (5)	- (-)
合 計	359,490(100)	475,794(100)	618,100 (100)	950,000 (100)	1,500,000 (100)

(注) ・2000年電事審見通し (1983.11)

・2030年原子力ビジョン (1986. 7) を参考

### 3.3. 21世紀へのエネルギー産業

- ① 21世紀へのエネルギー産業を取り巻く経営環境は
  - (1) エネルギー需要の伸びが経済成長を大幅に下回る。
  - (2) 利用技術の進展によって、エネルギーの選択幅が拡大し、ユーザーの厳しい選択が行われる。
  - (3) 国際エネルギー情勢は、依然として楽観視できないという環境下にある。
  
- ② エネルギー産業は
  - (1) エネルギー需要高度化への対応
  - (2) 経営の活性化
  - (3) 国際環境変化への対応力強化
  - (4) 効率的エネルギー供給体制の整備といった課題がある。
  
- ③ 特に経営の活性化に関しては、都市ガス事業の「総合都市生活産業」を経営目標に掲げているように、経営の多角化が進められつつあり、電気事業も例外ではない。



表 3 - 5 エネルギー産業の多角化の状況

	石 油	ガ ス	電 力
本事業周辺分野	<ul style="list-style-type: none"> <li>工業用潤滑油利用周辺掃除機</li> <li>プラントエンジニアリング</li> <li>自動車整備工場あっせん事業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ガス関連エンジニアリング</li> <li>大型ガス機器のリース</li> <li>ガス利用機器の販売</li> <li>住宅設備販売</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>電気温水器、電磁調理器販売</li> <li>電力関連エンジニアリング</li> </ul>
エネルギー分野	<ul style="list-style-type: none"> <li>太陽電池</li> <li>地熱発電</li> <li>石炭開発・販売</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>熱供給事業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>熱供給事業</li> </ul>
先端技術分野	<ul style="list-style-type: none"> <li>炭素繊維製造(石油ビッチ)</li> <li>複合材料(CFRA、CFRP)</li> <li>高含水ゴム</li> <li>バイオ(モノクロナール抗体)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>炭素繊維製造(石炭系)</li> </ul>	
情報分野	<ul style="list-style-type: none"> <li>コンピュータサービス</li> <li>VAN事業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>電気通信事業</li> <li>VAN事業</li> <li>ホームテレホン販売</li> <li>情報システムサービス事業</li> <li>無線通信</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>情報システムサービス事業(機器、ソフト販売、システム設計)</li> <li>電気通信事業</li> <li>無線通信</li> </ul>
サービス産業分野	<ul style="list-style-type: none"> <li>マンション経営、ビル賃貸業</li> <li>タンク賃貸業務</li> <li>カタログ販売、無店舗販売</li> <li>不動産事業</li> <li>家電製品販売</li> <li>絵画のリース</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>冷凍食品</li> <li>冷凍倉庫</li> <li>外食産業</li> <li>不動産事業</li> <li>ホームセキュリティ事業</li> <li>スポーツセンター経営</li> </ul>	
その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>健康茶栽培</li> <li>温室栽培</li> <li>健康食品</li> <li>産業用浄水器製造販売</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>観葉植物、トマトの栽培(温排水の有効利用)</li> </ul>

(出所) 野村総合研究所

#### 4. 21世紀の高速増殖炉の質的役割

##### 4.1. 21世紀のエネルギー需給環境

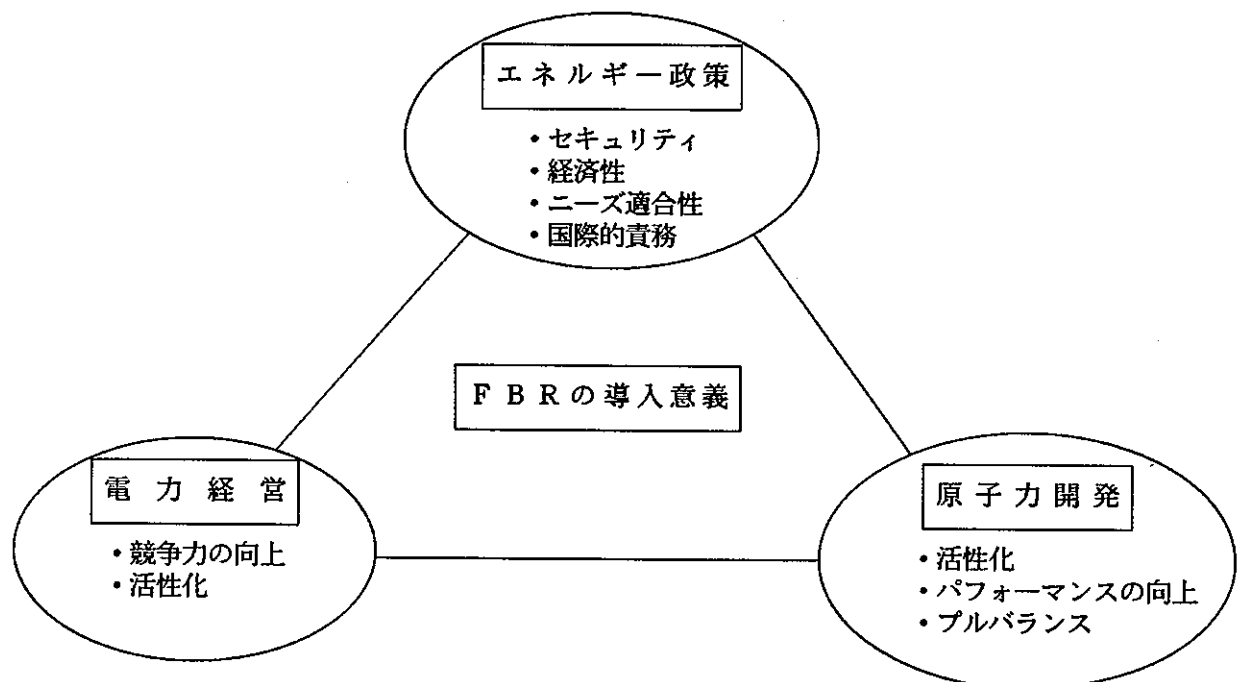
- ① 21世紀においてもエネルギー供給の重要な役割を担っている石油の生産量は、中東依存度が一層高まるとともに21世紀の初頭にピークを迎える。
- ② ウランの生産については、計画中を含め、2000年頃需給バランスが均衡し、以後は全く新規のウラン鉱山開発が必要となる。
- ③ わが国のエネルギー需要は、低成長ではあるものの、2030年には現在の2倍程度となる。
- ④ エネルギー種別では、電力需要の伸びが、相対的に高く、電力化率は、2030年で50%（1985年37.8%）を超え、電力供給の60%（1985年26%）が、原子力発電で賄われる。
- ⑤ 2030年の電力供給は、原子力発電を軽水炉中心に考えると、その資源の大半を輸入することになり、「輸入依存度」は、むしろ上昇する。
- ⑥ 電気事業は低成長下、エネルギー間競争の激化の中で、より効率的なエネルギー供給体制に加え、事業の多角的展開も必要となる。

#### 4.2.高速炉導入意義の基本的視点

① 高速炉の導入意義を考える場合、基本的には、以下の3つの観点から検討することが重要である。

- (1) 国のエネルギー戦略上の視点
- (2) ユーザーである電気事業の経営戦略上の視点
- (3) 原子力開発戦略上の視点

② これまで、高速炉は、国レベルのナショナルセキュリティという観点からその導入意義が論じられてきたが、今後はユーザーである電気事業にとっての意義、あるいは、メーカー等の原子力産業のパフォーマンスを上げる、活性化を図るといった産業経済的な側面、市場メカニズムの中での導入意義を考える必要がある。



#### 4.3.高速炉の導入意義

① 高速炉の基本的導入に関しては、政府、電力ともにその必要性に関してコンセンサスがある。

② したがって、高速炉の導入意義を質的役割を含めどう考え、それを発揮するための

- ・導入量
- ・導入ペース
- ・導入のタイミング
- ・開発体制、開発戦略

をどう考えるかが問題となる。

表4-1 高速増殖炉に関するユーザーの見方

視 点	多 数 意 見	小 数 意 見
1. 基本的必要性	<ul style="list-style-type: none"> <li>○高速炉は必ず必要となる（ウラン資源面から）。しかし、後40～50年は軽水炉でやっていく。</li> <li>○こういう状況では、あわてて導入する必要はない。</li> <li>○将来のエネルギー危機に対する保険である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ウラン資源的に重要であるから急ぐべき。</li> </ul>
2. 現在の開発について	<ul style="list-style-type: none"> <li>○「もんじゅ」は高すぎる。</li> </ul>	
3. 経 済 性	<ul style="list-style-type: none"> <li>○本格的導入時には軽水炉と同等のコストである必要がある。</li> <li>○コスト低減は簡単には進まない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○1台目3倍、2台目で2倍、3台目で1.5倍と順調に下がればよい。</li> </ul>
4. 導入のテンポ	<ul style="list-style-type: none"> <li>○技術開発進展度とウラン価格を見て決める。</li> <li>○開発費もそれによって決める。</li> <li>○経済社会の動きにまかせる。</li> <li>○入れるのならば大量導入。少数基は意味がない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○急ぐべきである。</li> </ul>
5. 開発の進め方	<ul style="list-style-type: none"> <li>○民間企業中心でやっていく（電力会社が主体的にやっていく）。</li> <li>○開発の準備だけをしておけば後の世代が引継ぐ。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○だれかがやらなければ、コストは下がらない。</li> <li>○電力のサポートが重要。</li> </ul>
6. そ の 他		<ul style="list-style-type: none"> <li>○安全設計を根本的に見直して簡素化する。</li> <li>○Na 冷却炉に注目して活用する道があるのでは。</li> </ul>

#### 4.3.1.高速炉増殖炉の質的役割

(1) 21世紀のエネルギー環境を踏まえると高速炉の導入に関しては、以下の7点の意義が指摘できる。

##### ① 炉型多様化

- 一次エネルギー供給のシェアは2030年に原子力が30%となって、最も大きなエネルギー供給源になり、電力供給の60%が原子力となる。
- 現在のウラン価格を前提にしても、2030年には年間約4000億円がウラン購入費となる。（現在は700億円程度）

##### ② 資源節約

- 国際的に貢献するためにも、大資源消費国である日本が資源節約を率先して行う必要がある。

##### ③ 資源輸入依存度の低下

- 2030年の電源の輸入資源依存度は、現在よりも約20%上昇し、90%となる。

##### ④ ウラン価格の安定化

- 軽水炉と競合しうる高速炉の開発によって、ウラン価格上昇のカウンターパートとなり、軽水炉の発電コスト抑制になる。

##### ⑤ 競争環境下での炉型開発

- 軽水炉と特性の異なる電源を適切なタイミングで開発することによって、競争原理を働かせ、ウラン価格上昇時にも、適切なコストの電源を円滑に導入する。

##### ⑥ プルトニウム管理

- プルトニウムの収支を適切にバランスさせることによって、プルトニウム貯蔵費用、核拡散上のプレッシャーを小さくする。

##### ⑦ 原子力開発の活力の維持

- 常に次世代の高性能原子炉の開発を夢のあるビジョンのもとで開発を進めることによって、技術力の向上を図る。

#### 4.3.2.高速炉の導入シナリオと評価

##### (1) 3つの高速炉の導入シナリオ

- ① ここでは、高速炉の導入のあり方を検討するために、3つの導入シナリオを考える。
- ② 第一のシナリオは、原子力ビジョンで描かれている2020年代に実用炉を導入し、2030年の原子力発電の5%を高速炉にするというシナリオである。
- ③ ここでは、加えて  
ケース1 : 2020年以降2年に1基のペースで高速炉を導入  
ケース2 : 2010年以降年に1基のペースで高速炉を導入  
の2つのケースを考える。
- ④ 2030年における原子力発電に占める高速炉の比率は、  
ケース1 : 10%  
ケース2 : 20%  
となる。

表 4 - 2 高速炉の開発導入シナリオ

	1990年代	2000年代	2010年代	2020年代	2030年代
原子力 ビジョン	原型炉 もんじゅ (28 万KW)	実証炉 (80 ~ 100万KW) [1.5倍]	初期実用 炉 1 (150万KW) [1.2倍]	初期実用 炉 2 (150万KW) [1.1倍]  実用炉 150万KW × 2 基	原子力発電に 占める比率 5 %
ケース I	“	“	初期実用炉 (150万KW) [1.2倍]	150万KW × 7 基  (2020年代 2 年に 1 基)	原子力発電に 占める比率 10%
ケース II	“	“	初期実用炉 (150万KW) [1.2倍]	150万KW × 19 基  (2010年代以降 1 年に 1 基)	原子力発電に 占める比率 20%



(2) 導入シナリオの評価

① 導入シナリオを評価するためにここでは

・セキュリティ —— セキュリティを確保するための適切な導入量

・コスト —— 経済性を発揮するための導入ペース  
経済性を発揮するための導入のタイミング

という点から評価する。

表 4-3 高速炉導入シナリオの特性

	原子力発電に占める比率 (2030年)	経験による 建設費の低減効果 <sup>*1</sup>	建設体制
原子力 ビジョン	5%	(8~15%) <sup>*2</sup>	4基/20年
ケース1	10%	16~30%	8基/20年
ケース2	20%	20~37%	20基/20年

(注) \*1 経験 (Learning Effect) による建設費の低減効果は、Learning Factor を5~10%としている。

\*2 Learning Effect がある場合

## セキュリティ確保のための導入量

- ① 2030年における原子力発電に占める高速炉のシェアで見ると、原子力ビジョンでは5%となっている。
- ② このシェアは、高速炉の経済性とのバランスで考える必要があり、どの水準がよいかは、一概にはいえないが、2030年の現在考えられるエネルギー情勢は、
  - ・石油の中東依存度の増大
  - ・石油生産量がピークを過ぎているということを考えれば、エネルギー価格は上昇傾向下にあると考えられる。
- ③ したがって、ウラン価格が現在の水準であっても2030年の天然ウラン購入費用は、4000億円/年程度になっていることから、ウラン価格上昇のインパクトは極めて大きいものとなる。
- ④ 電力化率が50%を超えること、電力供給の60%が原子力発電であること、他電源に関してもほとんどが輸入資源に頼っていること、第二次石油危機のあった昭和55年度末で原子力発電設備が全発電設備の約11%あり、その後比較的短期間でエネルギー価格に市場メカニズムが働いたこと等を考えると、セキュリティ面からは、2030年には少なくとも原子力発電の1割程度が高速炉であることが望まれる。

## 適切な導入ペース

- ① 高速炉の発電コストについては、通常のプラントのように建設基数が増えることによるコスト低減効果が期待される。(Learning Effect)
- ② これは、設計や工程管理に経験が生かされ、建設基数を数多く経験することによって、プラントコストを低減できるという経験則である。  
しかしながら、その効果を大きなものとするためには、ある一定のペースで建設を進めることが必要で、さらには、メーカーの生産体制を効率化することになる。
- ③ 通常のLearning Effect はLearning Factor が 5~10%の場合で10基建設することにより、10基目の建設コストを16~30%低減できるとされている。
- ④ 軽水炉の建設コストは、運開ペースで昭和55年以降インフレ率を上回るペースで上昇してきたが、これはTMI以後安全規制が強化されてきたこと、他の電源のコストも著しく上昇していたため、比較的建設コストの上昇が容認される環境にあったこと等が原因であると考えられる。
- ⑤ すなわち、高速炉についても、他のプラントと同様にLearning Effect によるコスト低減効果が期待しうると考えられること、Learning Effect を見込むためには、あるペースを持って建設を計画的に進める必要があること等が指摘できる。
- ⑥ したがって、原子力ビジョンに示されているような導入ペースの場合、プラントの設計、工程管理が単発に経験されることとなり、Learning Effect の効果を期待することが難しくなり、仮にそのような効果があった場合にも、20年、30年時点における高速炉の低コスト化の実現は、多くの技術革新に依存せざるを得なくなるものと考えられる。
- ⑦ なお、軽水炉についても、新型軽水炉、次世代型軽水炉と技術を高度化させていく過程で、技術革新によるコストの低減、Learning Effect が当然考えられるが、技術の成熟度(すでにかかなりの建設基数を越えている)から考えて、Learning Effect は相対的に小さなものとなることも考えられる。

表 4 - 4 Learning Effect による建設費の低減 (Learning Curve)

基 \ Learning Factor	5%	10%	15%
1	1.0	1.00	1.00
2	0.95	0.90	0.85
3	0.92	0.85	0.77
4	0.90	0.81	0.72
5	0.89	0.78	0.69
10	0.84	0.70	0.58
15	0.82	0.66	0.53
20	0.80	0.63	0.50

(注) Learning Curveは  $C_n = (1 - \alpha)^X$

$C_n$  : n 基目の建設

$C_0$  : 1 基目の建設

$\alpha$  : Learning Factor

$X$  :  $X = \text{Log } 2n = \text{Log } n / \text{Log } 2$

Learning Effect による  
高速炉のコスト低減のイメージ

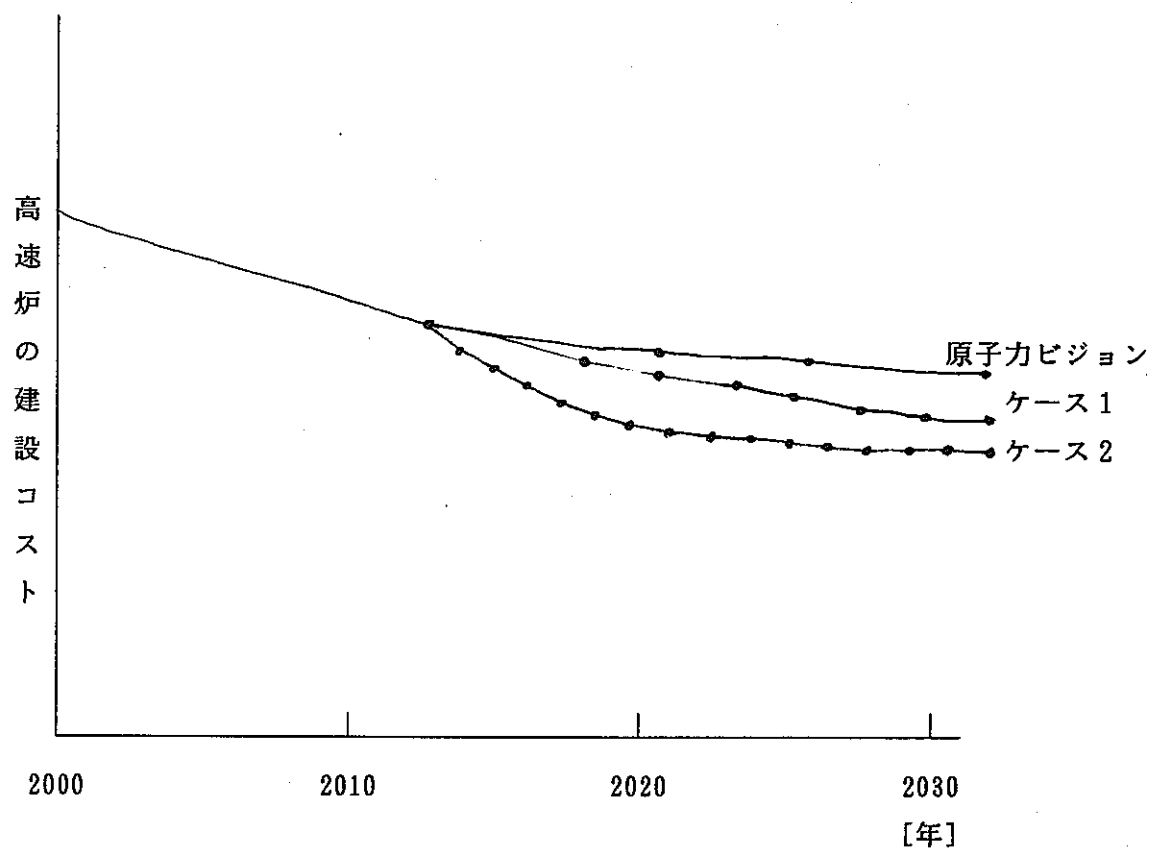
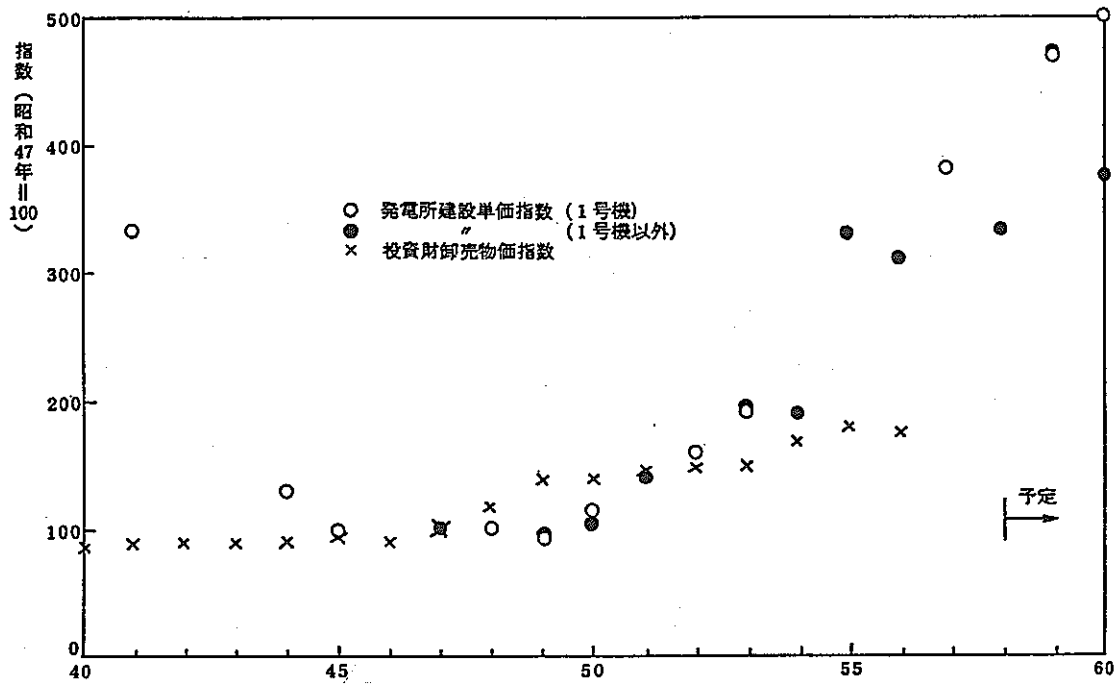


図4-1 Learning Effect による高速炉のコスト低減のイメージ



(注) 発電所建設単価指数は運転開始年度ベースでプロットしてある。

(出所) NRI

図4-2 原子力発電所の建設単価と物価水準

表4-5 軽水炉技術高度化の主な開発目標

主な開発目標	現行の軽水炉 ('85年度実績)	既存型軽水炉の 技術高度化	新型軽水炉の開 発	次世代型軽水炉 の開発
経済性の向上	———	———	既存型軽水炉と 比べ発電コスト 10%程度低減	新型軽水炉と比 べ発電コスト10 %程度低減
稼働率の向上	時間稼働率 77.2% (連続運転期間 12ヶ月 定期検査期間 112日)	時間稼働率 80~85% (15ヶ月 60日)	時間稼働率 85~90% (15ヶ月以上 50~60日)	時間稼働率 90~95% (18ヶ月以上 40~50日)
ウラン節約	———	———	既存型軽水炉と 比べ 10~20%	新型軽水炉と比 べ 10%以上
作業者の受ける放射線量の低減	350人・レム /年・炉	250人・レム /年・炉	50~100人・レム /年・炉	50人・レム /年・炉以下
低レベル放射性廃棄物発生量の低減	1,100本 /年・炉	———	100~200本 /年・炉	100本/年・炉 以下

## 低コスト化のためのメーカーの生産体制

- ① 建設コストの低減の問題、技術開発のインセンティブという点、すなわち、メーカーサイドの生産、体制面から評価しても、原子力ビジョンの2010年～2030年までの20年間に4基建設するというシナリオは、結果として、高速炉をより高価格なものとする可能性がある。
- ② 将来のFBRメーカーは、現在の軽水炉の生産が3社で事実上行われていること、競争原理を働かせるためには複数のメーカーが必要であることを考えると、複数メーカーによって生産されると考えるのが現実的である。
- ③ この場合、メーカーを3社と考えると20年間に1基強生産するにすぎない。
- ④ このような生産体制は、
  - ・ 人・設備に関して・非効率的な生産体制とならざるを得ない
  - ・ 技術の継承が円滑に行われない可能性がある。
  - ・ 技術開発に対する積極的な展開を見込むことが難しくなるといった点で、建設コスト面、技術開発面のいずれかにとっても良好なパフォーマンスを期待することが難しいといえる。

## 導入のタイミング

- ① 軽水炉の歴史を振り返ると、必ずしも経済的に他電源とコンペティティブな状況で導入されたわけではない。
- ② 軽水炉が他電源に圧倒的に優位となったのは、第二次石油危機以後の数年間のみであり、現在では石炭火力と優劣がつけにくい状況にある。  
これは、TMI事故を契機として、軽水炉の安全規準が強化されたこと、建設費が割高でも優位な状況にあり、安全確保優先においたこと等によって、建設費が高騰する一方で、国際的エネルギー需給が大幅に緩和し、石油をはじめとするエネルギー価格が急落したためである。
- ③ しかしながら、このような国際エネルギー価格の急落の背景には、先進諸国を

中心に原子力発電の導入が進んだことが要因ともなっているため、軽水炉が国際エネルギー需給の安定化に大きく役立ったと評価することができよう。

④ また、軽水炉が第一次石油危機以前から技術的にアベイラブルであり、導入が開始されていたことによって、

- ・ 国際エネルギー価格の高騰に対して、市場メカニズムを比較的早期に働かせることができたこと（エネルギー価格の上昇に対して、上限価格を持ちえたこと）
- ・ 軽水炉の発電コストの上昇もウラン価格の高騰のみで優位なポジションを持ちえたこと（石油危機後に開発導入された場合、石油火力並みの発電コストを目標に開発導入されたことも考えられる）

というメリットがあったといえよう。

⑤ すなわち、

- ・ 依存度の高い電源に対するカウンターパワーとなる電源をある程度保有すること
- ・ 依存度の高い電源（経済性に優れる）を目標として、常に他の性格の異なる電源をより目標コストに近づけるべき技術を開発し、競争環境下で新電源の開発導入を行うこと

といった電源開発に常に競争環境下を作ることが、安定的電力供給確保につながるといえる。

⑥ したがって、高速炉の導入のタイミングとしては、ウラン価格の上昇が予想される時期以前から、実用化されていることが重要であり、将来的に軽水炉並みの経済性が確保できると判断される時点から、導入を開始していくことが、電力供給コストの安定化のためには重要であると考えられる。



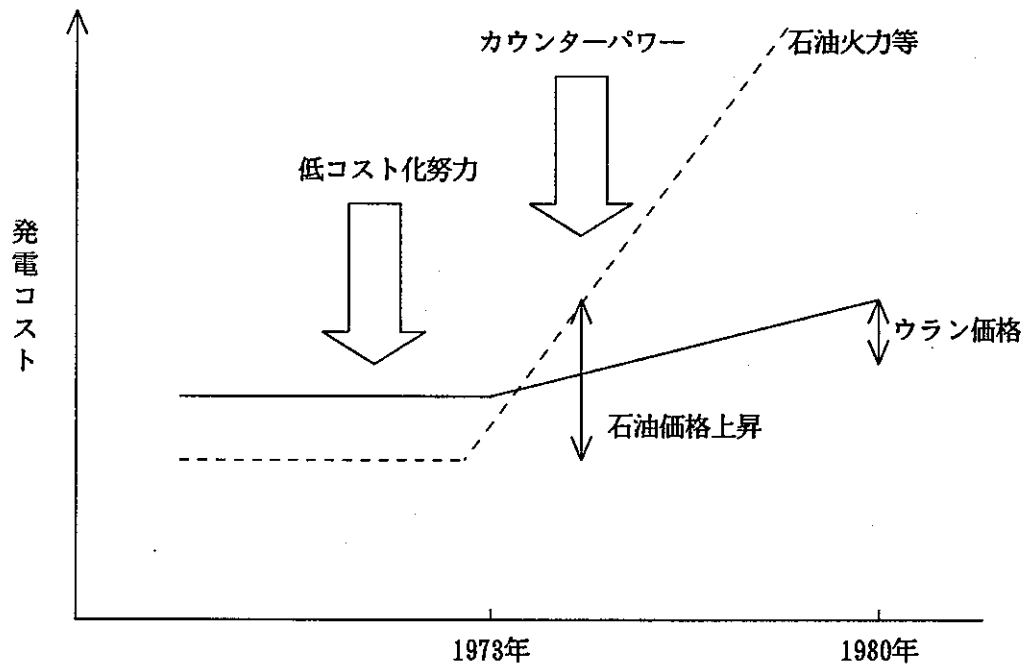
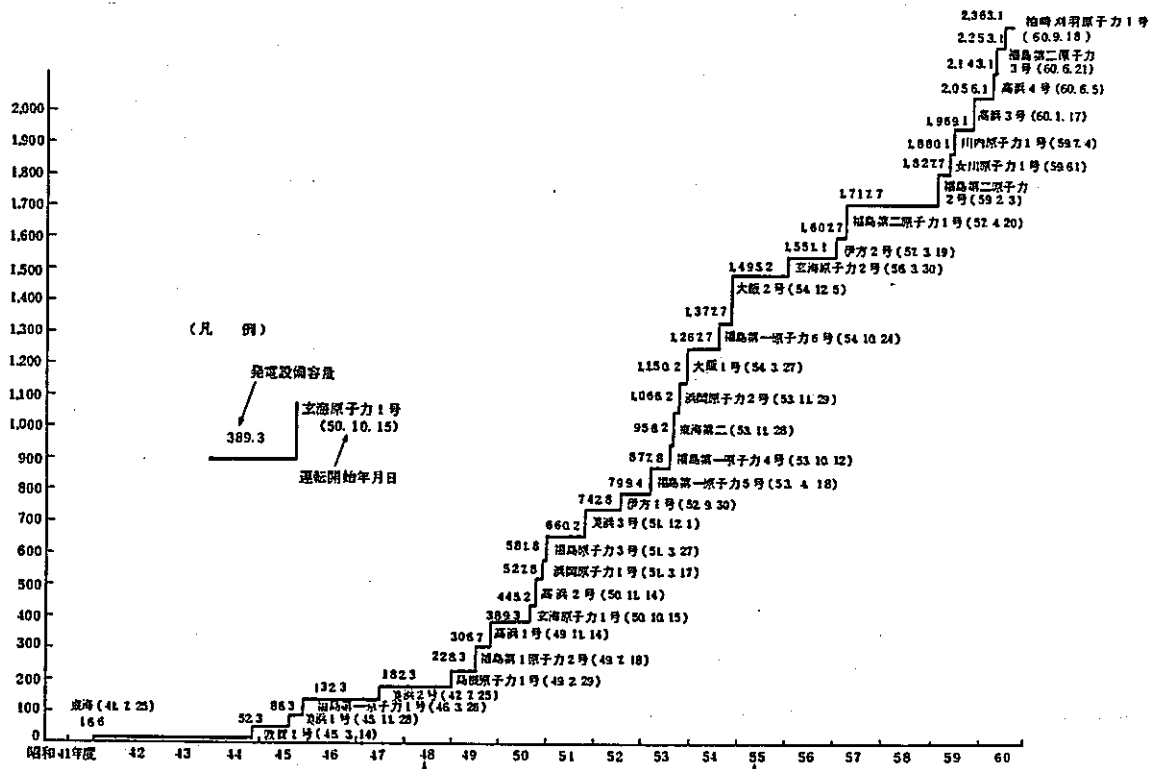


図 4 - 3 第一次石油危機における発電コストの変化



石油危機

石油危機  
TMI事故

	低稼働率 (50%前後)		高稼働率 (70%以上)	
原子力 (軽水炉)			建設費高騰	
		ウラン高価格		
	高発電コスト	イーブン	低発電コスト	イーブン
原油	2ドル/B	12ドル/B	30ドル/B	急落
石炭	-	30ドル/t	60ドル/B	急落
LNG	3ドル/B	13ドル/B	30ドル/B	急落

図4-4 エネルギー価格と軽水炉の導入の歴史

中心に原子力発電の導入が進んだことが要因ともなっているため、軽水炉が国際エネルギー需給の安定化に大きく役立ったと評価することができよう。

④ また、軽水炉が第一次石油危機以前から技術的にアベイラブルであり、導入が開始されていたことによって、

- ・ 国際エネルギー価格の高騰に対して、市場メカニズムを比較的早期に働かせることができたこと（エネルギー価格の上昇に対して、上限価格を持ちえたこと）
- ・ 軽水炉の発電コストの上昇もウラン価格の高騰のみで優位なポジションを持ちえたこと（石油危機後に開発導入された場合、石油火力並みの発電コストを目標に開発導入されたことも考えられる）

というメリットがあったといえよう。

⑤ すなわち、

- ・ 依存度の高い電源に対するカウンターパワーとなる電源をある程度保有すること
- ・ 依存度の高い電源（経済性に優れる）を目標として、常に他の性格の異なる電源をより目標コストに近づけるべき技術を開発し、競争環境下で新電源の開発導入を行うこと

といった電源開発に常に競争環境下を作ることが、安定的電力供給確保につながるといえる。

⑥ したがって、高速炉の導入のタイミングとしては、ウラン価格の上昇が予想される時期以前から、実用化されていることが重要であり、将来的に軽水炉並みの経済性が確保できると判断される時点から、導入を開始していくことが、電力供給コストの安定化のためには重要であると考えられる。

## 5. 高速炉開発の課題

### 5.1. 高速炉導入ビジョンの必要性

- ① エネルギー価格の急落下にあつて、高速炉の開発は揺れ動いており、長期的視点に立った人、組織を動かすビジョンの必要性が高まっていると考えられる。
- ② 前述のような産業経済的な側面にも立ったビジョンを策定し、高速炉開発の方向性、目標を打ち出す必要がある。
- ③ この際、高速炉の役割を十分踏まえ、事業団内外の広範な議論を通じてビジョン策定を行うことが重要であると考えられる。

### 5.2. 長期的視点に立った設計コンセプトの必要性

- ① 高速炉の開発は、いずれにしても長期に及ぶものであり、急速な技術革新や社会経済環境変化の中で開発が進められることになる。
- ② このような変化の中では、21世紀をにらんだ開発が重要であり、設計コンセプトも今後の技術革新をおり込み、21世紀社会のニーズに適合している必要がある。

### 5.3. ユーザーサイドの視点に立った高速炉開発の必要性

- ① 電気事業の置かれている状況は、1980年代を境に大きく変わってきており、単に国レベルのセキュリティ面からの要請に答えるのではなく、ユーザーサイドの視点に立った「魅力的な商品の開発」の発想を取入れる必要がある。

### 5.4. 今後の高速炉開発の方向

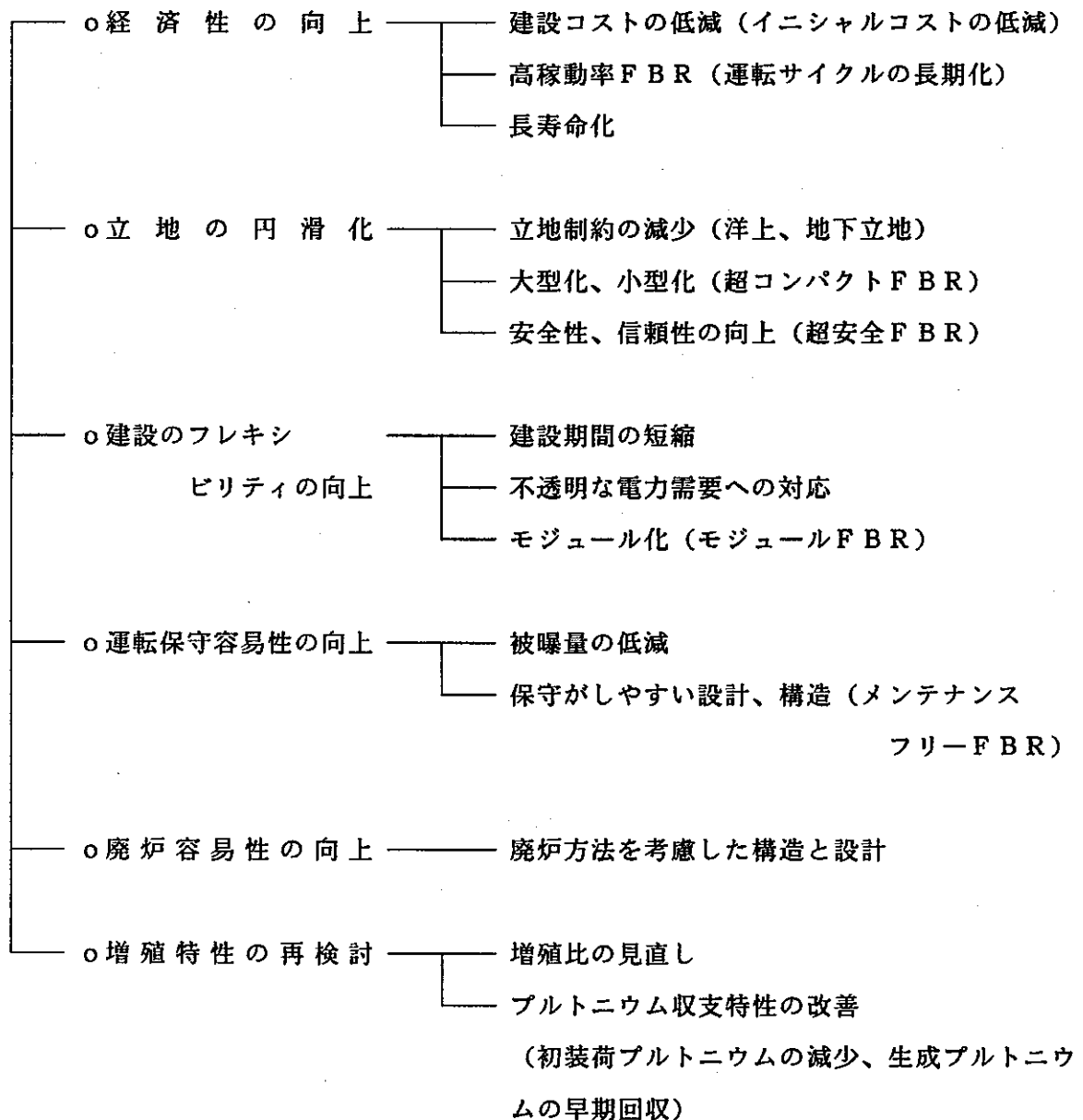
- ① 今後の高速炉開発に最も重要な視点は、ユーザーである電気事業のニーズに合致したマーケット・イン思想に基づく高速炉の開発である。

② したがって、現在最も力が入られている経済性の向上はいうまでもないが、今後の原子力開発でより重要になってくると考えられる

- ・ 発電所の立地や廃炉
- ・ 保守・運転の容易さ
- ・ システム固有の安全性

等に関して、高速炉が軽水炉より優れた特性を発揮していく必要がある。

③ 今後の高速炉開発に重要となる開発の方向としては、以下のような点があげられる。



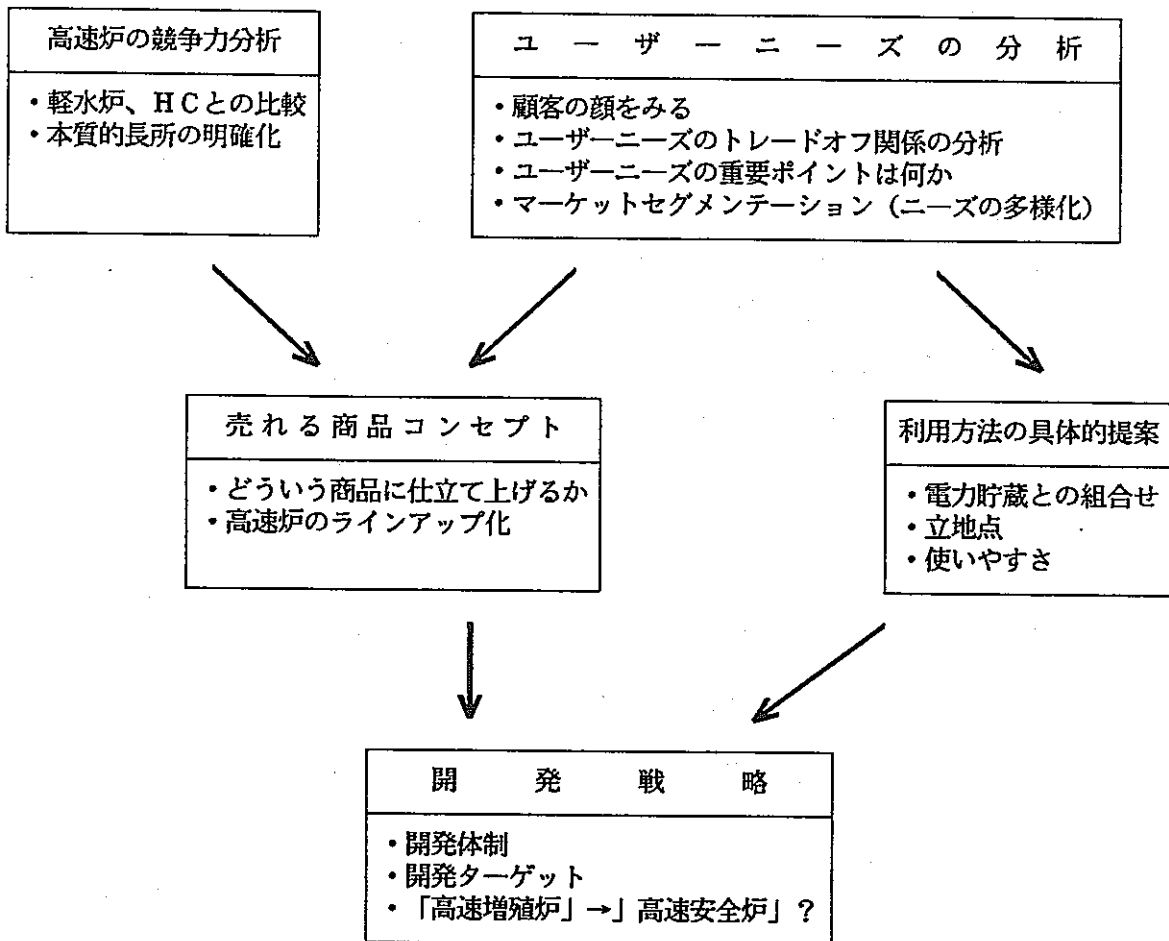


図5-1 高速炉新開発戦略への新機軸  
 —プロダクト・アウトからマーケット・インへ—