

■ 展 望 ■

エネルギー・電力需給の長期展望とその課題

A Long-Term Perspective of Energy-Electricity
Demand and Supply: Projection and Problems.

梅 津 照 裕*
Teruhiro Umezu



1. はじめに

第2次石油ショック以後、国際石油市場は需給緩和基調で推移してきたが、本年の2月に入って、価格下落の方向を辿りはじめた。過去十数年にわたって、OPEC主導のもとに価格上昇を続けてきた経緯を考慮すると、市場構造変化の意義は極めて大きい。

過去10年間の石油市場動向から明らかにされたことは、石油をはじめ各種エネルギーは、市場原理に従って動く経済的財であるという事実である。

したがって、昨今の石油市場動向にからんで、エネルギー需給の短期的緩和はあっても、長期的にはエネルギー需要の増大とエネルギー資源の制約を背景に、石油価格は上昇基調をとり、代替エネルギー開発の必要性が高まることは必至である。

昨年(1982年10月)発表されたIEAのWorld Energy Outlook においても、80年代前半には実質石油価格の低下を見込んでいるが、今世紀末にかけて石油の供給不足の生ずる可能性を指摘し、石油代替エネルギー開発の必要性を強調している。(表1参照)

しかしながら、石油価格の低下に伴うエネルギー市場の短期的変動は、石油需要の増大を喚起し、エネルギー転換を遅らせ、新規油田開発や新エネルギー開発を一時的に手控えさせる可能性が強いばかりでなく、広く国民経済、国際経済、国際金融市場等にさまざまな形で影響を与えるであろう。

その意味では、これら短期的変動がエネルギーの長期的需給に波及することになる。

本文は、昨年10月、電力中央研究所が発表した超長期展望に基づいており、ここ数ヶ月の石油市場の変化は考慮していない。現在、最近の各条件変化を織り込んだ長期見通しの見直し作業を進めており、本年10月に改めて発表する予定であるが、本報告の基本的枠組みの変更を求めるものとはならないであろう。

電力中央研究所としては、産油国に対するバーゲニング・パワーとして、石油価格の上昇を抑制するためにも、またわが国のエネルギー・セキュリティの確保と供給コストの低減を図り、内外の経済変動に左右されない体質へ脱皮するためにも、代替エネルギー開発を推進することが必要であると考えている。

2. エネルギー資源の展望

(1) 化石エネルギー資源の有限性

地球規模でのあらゆる資源は有限であり、「もし、このまま現在の成長率が不変のままに続くならば、来たるべき100年以内に地球上の成長は限界点に到達するであろう。」と警告した1971年のローマクラブの「成長の限界」ほど、世の識者に訴えたものはないであろう。

特に化石エネルギー資源の基幹として、1960年代以来その主流を占めてきた石油が、20~30年以内に枯渇するであろうという予測は極めて衝撃的であった。

(図-1、表2参照)

このローマクラブ警告から間もない1973年に第1次石油ショックが発生し、石油価格は図-2に示すようにバーレル当たり約2ドルであったものが、10年間に約20

* (財)電力中央研究所 理事

(註) 本研究会、第4回総会記念特別講演会

〒100 東京都千代田区大手町1-6-1(大手町ビル)

(58/4/26)で講演

表1 IEAによる世界の石油需給バランス予測

単位Mbd

		1980		1985		1990		2000	
		—	低	高	低	高	低	高	
需 要	OECD	38.7	35	36	34	37	33	43	
	OPEC	2.9	4	4	5	6	8	9	
	非OPEC発展途上国	7.9	9	10	11	13	17	22	
	計	49.5	48	50	50	56	58	74	
供 給	OECD	14.8	15	15	14	13	15	13	
	OPEC	27.5	23	26	27	29	24	28	
	非OPEC発展途上国	5.3	8	9	8	11	9	13	
	中央計画経済国の輸出	1.3	1	-1	0	-2	0	-2	
	精製プロセス生産量	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	
	計	49.5	48	50	50	52	49	53	
供給不足量		—	0	0	0	4	9	21	

(注)1 IEA World Energy Outlook 1982-10より

2 シナリオの前提条件として下記による。

高需要シナリオ(石油価格一定, 高成長ケース) 1980~1985, 1985~2000

石油価格(実質) -3.9% 0.0%

経済成長(実質) 2.6% 3.2%

低需要シナリオ(石油価格上昇, 低成長ケース)

石油価格(実質) -3.3% 3.0%

経済成長(実質) 2.4% 2.7%

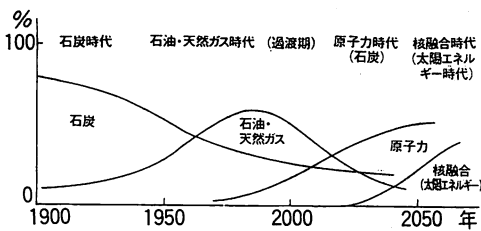


図-1 主流エネルギーの変遷

倍と上昇し、世界のエネルギー事情は一変し、世界経済は不況に入ったまま低迷状態を続けてきた。

しかしながら、1983年に入って石油価格は下落に転じ、その景気回復への効果が期待されるが、なお国際経済その他への波及を含めて、短期的に不透明な霧の中にあるといえよう。

(2) 各種エネルギー源の位置づけ

エネルギー源としての石油, LNG, 石炭, 原子力

表2 世界の化石エネルギー資源の有限性(その1)

()内は石油換算

資源	年間生産量 ²⁾ (A)	確認埋蔵量 (B)	究極埋蔵量 (C)	可採年数 ⁵⁾	
				1	2
石油	32.1億kℓ (1981年)	1066億kℓ ²⁾	3766億kℓ ¹⁾	33年	117年
天然ガス	1.6兆m ³ (17.0億kℓ) (1981年)	82兆m ³ ²⁾ (852億kℓ)	267兆m ³ ⁴⁾ (2774億kℓ)	50年	162年
石炭 ³⁾	27.3億t (19.1億kℓ) (1980年)	5993億t ¹⁾ (4195億kℓ)	11.06兆t ¹⁾ (7.74兆kℓ)	220年	4050年

(1) Survey of Energy Resources, WEC. 1980.

(2) エネルギー統計資料, 日本エネルギー経済研究所(57年版)

(3) 垂炭も含む。

(4) Natural Gas—perspective to 2000, IEA Report., 1982.

(5) 可採年数1=B/A 可採年数2=C/A

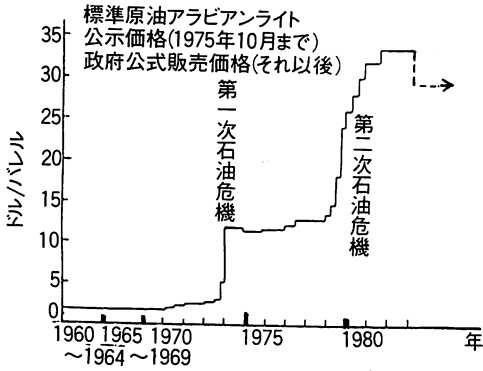


図-2 石油価格の推移

ならびに新エネルギーの今後の位置づけについて考察する。(表3参照)

i) 石油 石油については、様々な不安定要因が予想されるものの、質および量の両面から我が国にとってのエネルギー源としての重要性は、2000年初頭までの範囲において失なわれることはないともてよいであろう。2000年を超えるにつれ石油事情はより厳しくなるものと考えられ、代替エネルギーの導入もかなり行われるが、その速度や量に限界があることはたしかである。

短期的、あるいは中期的に省エネルギーの進展や産業構造の変化によって石油需要が抑えられ、石油

需給が緩和することがあったとしても、それは一時的なものと考えた方が適切であり、長期・超長期的には多くの不確定要素が制約条件として顕在化し、供給が次第に厳しくなっていくものと思われる。

ii) LNG LNGは主として火力発電および都市ガス製造用であるが、原理的には多くの産業で利用することができる。LNGについては長期的に石油と同様な不安定要素がある。しかし、石油代替エネルギーとしては石油に最も近い位置にあるので、一般産業用も含め広くその用途を開発し、利用のための組織や設備を整備する必要があると思われる。なお、天然ガスの資源埋蔵量について、従来考えられているもの以外に「地球深層地圧下のメタン」が液状貯留層の形で、無限に近く存在し得るという仮説もあり、これの検証如何によっては従来の定説を見直す必要も生じよう。

iii) 石炭 石炭については積極的な導入が行われようとしているが、長期的にみれば導入の主体は電力部門である。石炭はハンドリング、輸送特性、環境特性、および灰処理などに基本的デメリットを有し、石炭利用のためのインフラストラクチャーも十分整備されていない現在では、その将来に対する不確定要素も多い。また、エネルギー需要、電力需要が予

表3 世界のエネルギー資源の有限性(その2)
(電力中央研究所調査報告A81002より、1982-3)

資源	単位Q*1 および		
	確認埋蔵量 〔究極可採埋蔵量〕(Q)	可採年数A (年)	可採年数B (年)
石油	1.7 〔23〕	7 〔92〕	0.6 〔8.2〕
天然ガス	1.9 〔32〕	8 〔128〕	0.7 〔11.4〕
石炭	18.0 〔320〕	72 〔1280〕	6.4 〔11.43〕
その他化石燃料	0.9 〔79〕	4 〔320〕	0.3 〔28.2〕
〔化石燃料合計〕	22.5 〔452〕	90 〔1820〕	8.0 〔161.4〕
原子力 (軽水炉)	2.6×10^4 〔 7.5×10^4 〕	10×10^4 〔 30×10^4 〕	0.9×10^4 〔 2.7×10^4 〕
原子力 (増殖炉)	9.5×10^5 〔 30.0×10^5 〕	38×10^5 〔 120×10^5 〕	3.4×10^5 〔 11.0×10^5 〕
核融合 (DTサイクル)	6×10^6	24×10^6	2×10^6
核融合 (DTサイクル)	7.5×10^9	30×10^9	2.5×10^9

注) (1) $1Q=10^{18}$ BTU= 2.52×10^{17} Kcal=(石炭約400億トン)

(2) 可採年数A: 1980年の世界消費量約0.25Qで割った年数

(3) 可採年数B: 西暦2000年の米国人1人当り消費量 4×10^8 Btuが、全世界1人当りの消費量に等しいと仮定した世界消費量の漸近値28Qで割った年数

想を下まわる伸びとなれば、エネルギー供給計画のしわ寄せが石炭に来ることによって、石炭の将来の需要が計画よりもかなり下まわる可能性も否定できない。しかし、中・長期的に石油の消費を増加させないためには本格的な石炭の導入は不可欠である。ただ石炭を利用した合成燃料の研究は各国で考えられているが、研究開発スケジュールその他からみて2000年までにはあまり多くは期待できないとみた方が適切であろう。

IV) 原子力 原子力エネルギーは長期・超長期的にみて我が国の最も重要なエネルギー源である。原子力に関する最大のネックは放射性廃棄物と立地問題であり、それに関する諸問題を解決するための制度や研究開発がますます必要になっている。原子力発電規模が拡大するにつれ、炉型戦略、核燃料サイクルと廃棄物処理・処分、廃炉問題等が大きな問題として浮び上がってくることになるう。

V) 新エネルギー 新エネルギーについては現在活発な研究開発が進められているが、エネルギー技術の種類拡大、研究開発費の巨大化に伴って将来有望となる技術をより厳格に評価・選択することが求められるようになってきている。新エネルギーは基本的には有力な代替エネルギーとしての可能性を秘めているが、2000年までには価格、量の面からあまり多くを期待できないと考えられる。

3. エネルギー転換期としての我が国の現在

(1) 1次エネルギーの需要

我が国のエネルギー需給は最近のエネルギー需要の推移や需給構造の急速な変化に象徴されているように、1つの転換期にある。

図-3に昭和40年(1965年度)より、最近までのGNP、エネルギー需要、電力需要(自家発電を含む)の関係の推移を昭和40年度を100とする指数で示す。

石油ショックの生じた昭和48年度(1973年度)までは、エネルギーも、電力もGNPを上回る比率で増加して来たのは明らかである。石油ショック以後は、エネルギーの伸びは相対的に低迷している。

エネルギーとGNPとの関係をさらに詳細に図-4によって示す。

石油ショックの生じた昭和48年度(1973年度)の総1次エネルギー需要は石油換算で4.0億kℓ程度であり、それまではかなりの速度で増加していたが、石油ショック以後突然にその伸びを停止してしまった。昭和55年

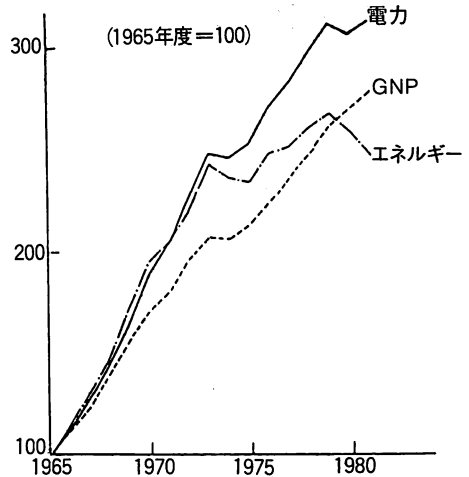


図-3 GNP・エネルギー・電力需要の推移

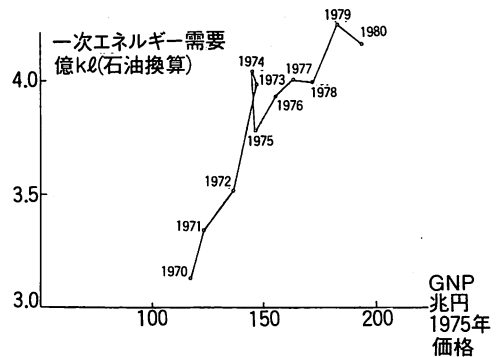


図-4 最近の一次エネルギー需要とGNPの推移

度のエネルギー需要は4.2億kℓ弱にとどまっており、昭和48~55年度の総エネルギー需要の対GNP弾性値は0.35となっている。このことは我が国のエネルギー需要とGNPが長期的にきわめて安定した比例的関係にあったことを考えれば異常なことである。さらに、最近の石油価格の低下の需要への影響をも考慮すると、今後の長期、超長期のエネルギー需給を展望する上で、この状況がどの程度持続するかを見極めることがきわめて重要である。

歴史的にみると、エネルギー需要の対GNP弾性値が異常な値をとる期間の長さは限られており、今後、比較的ゆっくりとしたペースではあってもエネルギー需要は再び増加し始めると考えられる。しかし、一方ではエネルギー需要の絶対値そのものが大きくなりすぎており、今後エネルギー需給構造を大きく変化させながら需要の伸びは比較的小さな値にとどまる可能性もある。

エネルギー需要に影響を与える要因を大きく産業構造、省エネルギーに分けて、その方向を展望すると次

のように要約できるものと思われる。

第一の産業構造に関してはエネルギー高価格化の下での素材産業の動向と、エレクトロニクス関係の新技术を背景とした機械産業の動きが重要である。我が国の産業はその生産物を資源・エネルギー多消費型の製品から、軽量小型の高加工度品に推移させていくことによって、安定的な経済成長とエネルギー供給を両立させていくことになるとと思われる。

この結果として産業部門のエネルギー需要の伸びは従来から較べるとかなり小さくなるが、一方では民生部門においてもエネルギー使用機器の効率の向上、需要の伸びの低下もあり、全体として民生部門のシェアは急増することがないであろう。

第二の今後の省エネルギーの動きに関しては未知の要素が多い。1974年以後始まった省エネルギー努力は大きな成果を生んだが、当面の努力は一巡したともいわれ、今後の省エネルギー投資はよりコスト高の方向に向かうと同時に技術的にも限界があると考えられる。また最近では、石油価格が安定してきているので省エネルギー技術の導入を見送らせている面もある。しかし、長期的にみればエネルギー価格は上昇すると予想されるので、従来の省エネルギー投資の回収期間が比較的短かったことを考えれば、我が国ではまだ多くの省エネルギーの余地が残されているとみることができる。

(2) 電気エネルギーの需要

さきに、図-3に示したように、電気はエネルギー全体の低退傾向に比べて、石油ショック直後の電力需要制限の昭和49年度(1974年度)のマイナス成長を記録したことを除けば、昭和54年度(1979年度)までは、GNPとほぼ同じように増加してきたが、昭和55年度(1980年度)に対前年度比でマイナスとなり、それ以降低迷傾向が続いている。しかし、エネルギー全体と比べれば、相対的に増加している。

電力とGNPとの関係をさらに詳細に図-5によって示す。

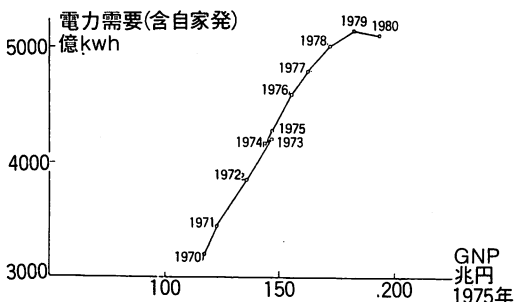


図-5 最近の電力需要とGNPの推移

電力需要の伸び率は他のエネルギーよりも高く、かつ安定している。図-5を図-4と対比させればそのことは明白である。図-6に示す電力比率が増大している背景に電力原単位の増加、石油のシェアの低下のほかは電力需要のもつ安定さが大きく影響している。

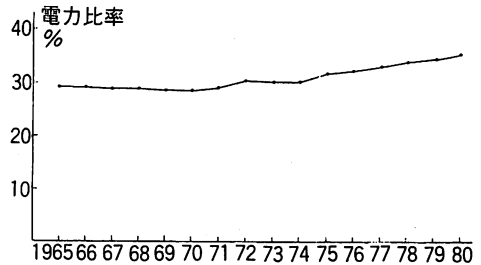


図-6 エネルギー需要に占める電力の割合(電力比率) (電力比率)

今後のエネルギー需要を長期的に展望する上で電力シフトは一つの重要な視点である。超長期的にみて我が国のエネルギー供給の中における石油のシェアを本格的に低下させるためには石油から電力への代替が不可欠である。

4. 我が国経済の展望

エネルギー需給の将来展望を行うに当っては、先ず我が国の経済がどのような成長経済をたどるかを明らかにする必要がある。

以下に電力中央研究所において行った研究をもとに説明する。

研究の方法としては、現在より2000年までは、いわゆる探究的(Explorative)手法により、現在時点で得られるシーズに基づいて、これを延長的にとらえた。しかしこの方法では、今後に期待される新技术開発、あるいは電源開発などのように、リードタイムが長く、かつ不確実性の伴う問題を取り扱うためにはやや不十分である。そこで信頼性を一層高めるために、検討目標年次を2000年からさらに2030年に延ばし、2030年における将来社会像をニーズとしてとらえ、これより2000年のあり方を見直す、いわゆる規範的(Normative)手法による考察を加え、前者との整合を図るものとした。

(1) 前提条件と3つのシナリオ

2000年を超えて、21世紀の始めの四半世紀にかけて、日本の経済・社会構造の変化への圧力となる要因は次のようなものである。

1) まず、国際環境は2000年に至るまでに国際的な相

互依存関係の強まりとともに協調体制の強化が試みられるが、他方で民族主義的な行動を軸とする国際的な多極化の傾向も生じ、複雑化する。この傾向は依然として2030年まで継続するものと考えられる。そうした中で日本はますます国際化への対応を要求される。

- ii) さらに資源・環境制約はより厳しくなる。エネルギーの制約も、石油の依存度は相当低下するものの依然として、エネルギー源の海外依存を基本とし、その安定供給の確保とエネルギー源の多様化が試みられている。
- iii) 国内的にも、2000年までに展開される人口年齢の高齢化はさらに進展し、2030年には老年人口は2600万人強に達し、ほぼ総人口の20%に達すると予想される。このような急激な高齢化社会の到来は、新しい福祉社会システムの創造を余儀なくするであろう。以上の前提条件に基づいて、2030年の経済社会像について次の3つのシナリオを作成した。

①シナリオA（現状延長型社会） このシナリオは、成長指向の価値観、産業・国民生活の都市集中、社会保障を中心とした福祉制度が基盤となっている。産業は、技術革新を軸にして生産性向上を図り、経済摩擦に悩みながらも比較的恵まれた国際環境の下で、経済性中心の調整を進め、資源・環境等の制約にもかかわらず、比較的高い経済成長を継続している。

②シナリオB（日本型福祉社会） このシナリオでは、所得の増加よりも生きがいを重視した価値観、産業・国民生活の地方分散、社会保障と自助努力を併せたわが国独自の福祉制度が基盤となっており、産業は、技術革新を軸として、経済性とセキュリティとの調和を図りながら厳しい国際環境への適応を図っている。資源・環境等の制約、さらに厳しい国際環境の下で、低成長社会に移行しているが、低成長が社会的に受け入れられ、技術立国として、わが国経済社会の特色を生かした安定的社会が実現している。

③シナリオC（不安定社会） このシナリオでは、シナリオAと同じように、成長志向の価値観、産業・国民生活の都市集中、社会保障を中心とした福祉制度が基盤となっている。しかし、経済性中心の産業調整は厳しい国際環境にうまく適応できないで、技術革新は生産性・所得向上に結実しえず、低成長社会への社会的適応力に欠けた不安定

社会となっている。

以上、3つのシナリオの実現可能性について、各界の専門家約400名を対象としたデルファイ方式によるアンケート調査を実施した。その結果によるとシナリオBの支持率がもっとも高く、71%（第2回の結果による）となっている。こうした結果も考慮しながら、長期エネルギー・電力需給問題を検討するにあたっての標準ケースは、シナリオBとした。（図-7参照）

なお、各シナリオの賛成者の問題意識について、興味ある点を紹介すると、図-8に示すように、d項（公共部門の肥大化と非効率）特にf項（地球レベルの環境問題の深刻化）については、価値観の異なる各シナリオ賛成者の見解もかなり一致していることは注目に価する。

2) 解析結果の概要

図-9、表4に日本経済の成長経路の解析結果を示す。

2000年展望を試みるに当たって、前述の前提条件に加えて、エネルギー輸入価格が、実質で1980年の1.3倍（年率1.2%）に上昇する場合のケース1と、同じく1.5倍（年率2.0%）になる場合のケース2の2つのケースを仮定した。これらの結果はいずれもエネルギー輸入価格の高騰が、交易条件の悪化と所得の海外流出とによって、国際収支の限界を引き下げるため、潜在生産能力（潜在GNP）と現実GNPとギャップを生じさせていることを示している。

ケース1では、2000年のGNPは、1980年の2.4倍の規模（1975年価格で446兆円）で、年平均4.4%の成長率である一方、ケース2では、2000年のGNPは1980年の2.0倍の規模（1975年価格で370兆円）で、年平均3.4%の成長率である。

次いで、2000年～2030年の超長期的な日本の潜在成長経路（ケース0）は、人口年齢の高齢化と、総人口自体は2015年頃をピークとしてマイナス成長の局面に移行すること、さらに資源・環境等の制約を考慮すれば、年率3%程度に減速する。

シナリオA（ケース1）は、資源・環境等の制約にもかかわらず、とりわけ比較的恵まれた国際環境の下で、2000年までの成長に対応して、それ以降は年率平均2.5%（2000～2030年）と持続的な経済成長をしている。このシナリオでは、産業構造はメカトロニクス、バイオテクノロジー等の新しい技術革新により、変化が大きい。

シナリオB（ケース2）、シナリオC（ケース3）で

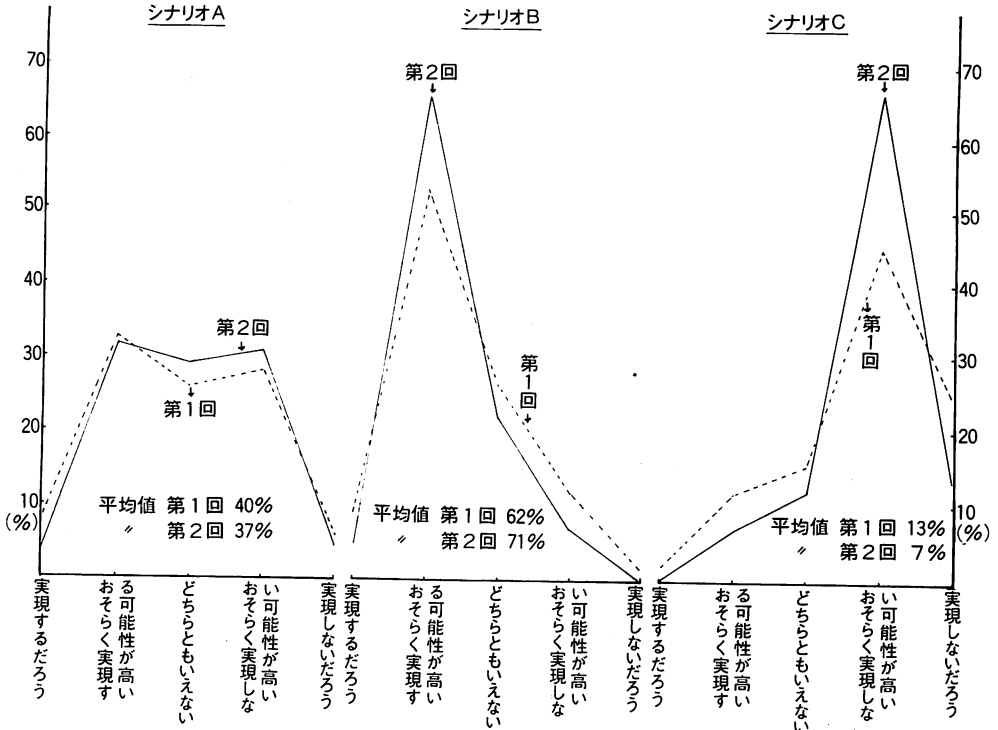


図-7 3つのシナリオの実現性

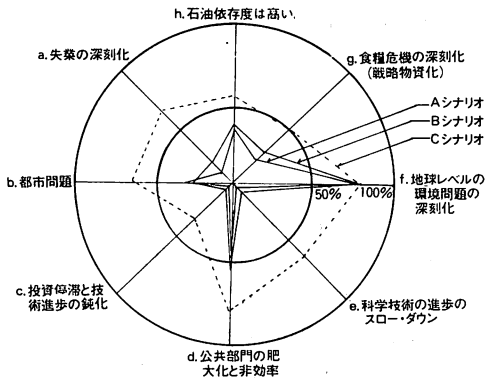


図-8 各シナリオ・グループの問題意識

は、資源・環境制約に加え、シナリオ A に比してより厳しい国際環境が前提とされている。したがって、これらのシナリオの場合、シナリオ A に比してより低成長の社会に移行せざるを得ない。

5. 我が国のエネルギー・電力需給の展望

(1) 2000年までの展望

ⅰ) エネルギー需給の展望

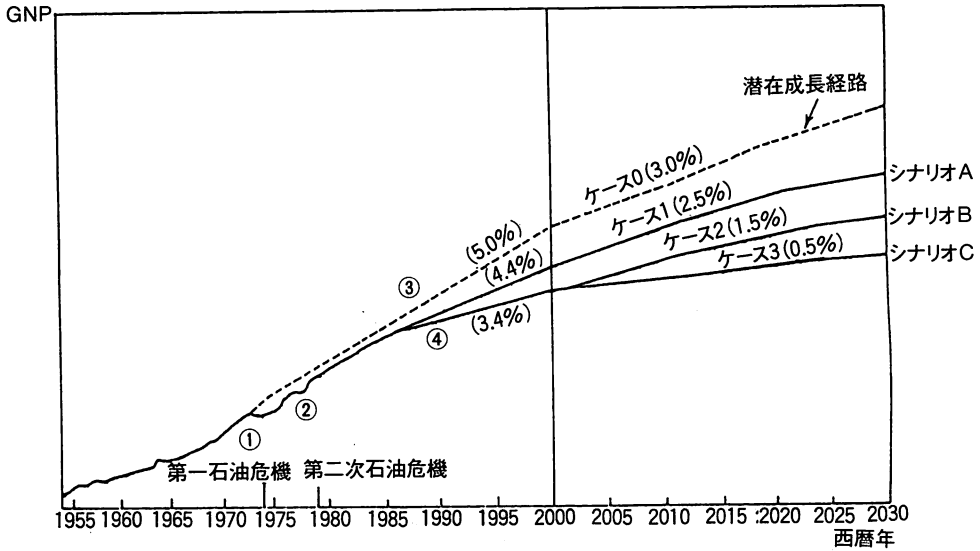
2000年までの長期エネルギー需給見通しとしては政府がエネルギー政策のもととしている総合エネルギー調査会によるもの(1982年4月)が知られている。これは、我が国経済の今後の健全かつ安定的な

発展、国民生活および福祉の向上、雇用の安定確保を図るためには、エネルギーの安定供給が最も重要な政策課題であるとの基本的認識の下に、国際石油市場の動向、国際的責務の遂行、我が国のエネルギーセキュリティの確保などを踏まえ、2000年までのエネルギー供給構造を定量的に明らかにしたものである。(表5参照)

電力中央研究所では、こうした基本的な考え方に沿いながらも、流動的なエネルギー需給事情に対応して、より現実的な立場から総合的な分析を行うとともに長期のエネルギー需給見通しを作成した。

我が国は一次エネルギーの85%程度(1980年)を輸入に頼っている。輸入総額の50%はエネルギーの費用である。したがって、当面一時的に石油需給は緩和しているものの、再び輸入エネルギー価格が上昇したり、その供給が不安定化すれば、我が国は大きな影響を受ける。表5に前述のシナリオ A (ケース1) およびシナリオ B (ケース2) に対する我が国のエネルギー需給バランスを示す。2000年の総一次エネルギー需要はケース1で石油換算6.6億kl、ケース2で5.7億klとなる。

ケース1、ケース2とも、様々な経済的社会的条件とエネルギーとの相互作用を考慮しながら、主な



- ① 高度成長期の成長経路(1965—73年, 年成長率10.4%)
- ② 現時点の短期成長経路
- ③ 長期の潜在成長経路(1980～2000年:年成長率 5.0%, 2000～2030年:年成長率 3.0%)
- ④ 長期の現実成長経路
 - ケース1 1980～2000年:年成長率 4.4%
 - 2000～2030年:年成長率 2.5%
 - ケース2 1980～2000年:年成長率 3.4%
 - 2000～2030年:年成長率 1.5%
 - ケース3 1980～2000年:年成長率 3.4%
 - 2000～2030年:年成長率 0.5%

注1 潜在成長経路とは、資源や環境などの制約がなく、資本および労働が完全に利用されるという前提で計算した経路である。

図-9 日本の成長経路

表4 GNPの成長経路

	1980	2000	2030	1980～2000	2000～2030
Case0 (兆円) (倍率)	193 1.0	512 2.7	1,242 6.4	5.0%	3.0%
Case1 (兆円) (倍率)	189 1.0	446 2.4	950 5.0	4.4%	2.5%
Case2 (兆円) (倍率)		370 2.0	580 3.1	3.4%	1.5%

一次エネルギー供給の上限値を想定し、図-10のエネルギー需給モデル等により我が国のエネルギー供給の費用を最小化するという考え方で求めたものである。

両ケースを、現在との連続性、将来におけるエネルギー供給の可能性等を考慮してエネルギーの面から評価するならばケース2の方がより現実かつ望ましいシナリオといえよう。

エネルギー需要の対GNP弾性値は約0.5である。

ii) 電力需給の展望

一方、2000年における電力需要はケース2で、8,500億kwhとなり、その対GNP弾性値は、0.71でエネルギーの弾性値よりかなり大きい。

供給面では2000年の原子力規模を7000万kw、水力2800万kw、地熱250万kw、石炭1.4～1.6億t(国内石炭も含む)、天然ガスを石油換算0.8～0.5億kl、石油2.7～3.1億klと想定した。石油の供給は現状程度の水準に保たれているので総一次エネルギーに占める石油のシェアは1980年の67%から2000年には46～47%に下がっている。新エネルギーについてはあまり多くを期待できず、国産では太陽エネルギーを中心に利用され、輸入では合成燃料の使用が2000年頃から始まると考えた。

表5に示されているように、今後、代替エネルギーの導入は積極的に行なわれていくものの、石油のエネルギー供給に占めるシェアは依然として高くその重要度はここ当面失なわれることはないともてよいであろう。

表5 2000年のエネルギー・電力需給バランス

		1980年 実績	2000年			2030年 ケース2	
			ケース1	ケース2	総合エネルギー 調査会		
GNP	金額(兆円)	189	446	370	455	580	
	成長率 ³⁾ (%/年)		4.4	3.4	1980年代 5.0 1990年代 4.0	1.5	
エネルギー 供給	一般水力(万kw)	1,900 (5.7)	2,800 (4.4)	2,800 (5.1)	3,000 (5)	3,200 (5.1)	
	地熱(〃)	16 (0.0)	250 (0.5)	250 (0.6)	800 (2)	1000 (2.1)	
	原子力(〃)	1,570 (5.2)	7,000 (16.7)	7,000 (19.0)	9,000 (18)	13,000 (31.0)	
	石炭(億t)	0.86 (15.4)	1.58 (17.0)	1.37 (16.9)	2.00 (19)	1.53 (16.3)	
	天然ガス(億kℓ)	0.25 (0.2)	0.76 (11.6)	0.53 (9.4)	0.82 (11)	0.45 (6.3)	
	新燃料油・新エネルギー(〃)	0.0 (0.0)	0.14 (2.1)	0.16 (2.7)	0.65 (8)	0.90 (13.7)	
	石油(〃)	2.85 (67.3)	3.12 (47.7)	2.65 (46.4)	2.9 (38)	1.66 (25.6)	
	供給合計(〃)	4.16 (100.0)	6.55 (100.0)	5.74 (100.0)	7.7 (100.0)	6.49 (100.0)	
	増加率 ³⁾ (%/年)		2.3	1.6	3.1	0.4	
	対GNP弾性値		0.53	0.48	0.70	0.27	
エネルギー 需要	エネルギー最終需要(億kℓ)	2.80 (100.0)	4.15 (100.0)	3.63 ⁴⁾ (100.0)	—	3.79 ⁴⁾ (100.0)	
	内訳	産業・輸送	2.21 (79.1)	3.20 (77.0)	2.75 (75.9)	—	2.78 (73.4)
		民生	0.58 (20.9)	0.95 (23.0)	0.87 (24.1)	—	1.01 (26.6)
エネルギー/GNP比(1980=1.0に基準化)		1.00	0.67	0.70	0.77	0.51	
電力 需要	需要量(受電端, 含自家発, 兆kwh)	0.53	0.99	0.85		1.18	
	増加率 ³⁾ (%/年)		3.2	2.4		1.1	
	対GNP弾性値		0.73	0.71		0.73	
	発電電力量(発電端, 電気事業用, 兆kwh)	0.51	1.02	0.88	1.16	1.27	
エネルギーに占める電力の割合(%)		35	42	41	—	51	
エネルギー価格上昇率(%/年)			1.2	2.0		2.0	

注) 1) エネルギー利用も含めると石油換算1,500万kl
 2) ()内は構成比率
 3) 成長率, 増加等は
 ① 2000年では1980~2000年
 ② 2030年(参考)では2000年~2030年の期間の平均値を示す。
 4) 2000年と2030年のエネルギー最終需要の値はみかけ上, 同程度であるが電力を1kwh=860klで表現してあるため, 実質的需要増が電力シフトによって相殺されている。

(2) 2000~2030年の展望

先に示した経済社会シナリオ(図-9, 表4)に基づいて2030年までのエネルギー需給シナリオとして表6および図-11が得られる。

これらのエネルギー需給シナリオの特徴を挙げると次の通りである。

i) 基準ケース(ケース2)で見る限り, エネルギー供給に占める石油の割合は2000年で46%であるが, 2030年になると約26%とかなり低下する。しかしエネルギー価格は相当に上昇するので, 我が国のエネルギー需要は2000年以後大きく増えない。ケース2の2000~2030年の総一次エネルギー需要の増加率は

年平均で0.4%程度となり, しかも2030年に近づく
とエネルギーゼロ成長に近づく。

ii) しかしながら, 各種エネルギーの中では電力の伸びは相対的に高く, エネルギー最終需要に占める電力の割合は増加していく。ケース2でみると, 2000~2030年の対GNP弾性値はエネルギー全体が0.3%程度であるのに対し, 電力のそれは0.7である。電気自動車の導入, 一部産業用熱源の電力への転換, ヒートポンプによる暖房の拡大, 一般的な電力原単位の増大等によって2030年の電力シェアは50%を超えるに至っている。ただ, 電力需要を絶対値そのものでみると, ケース2で2000年に8500億kwhとなり,

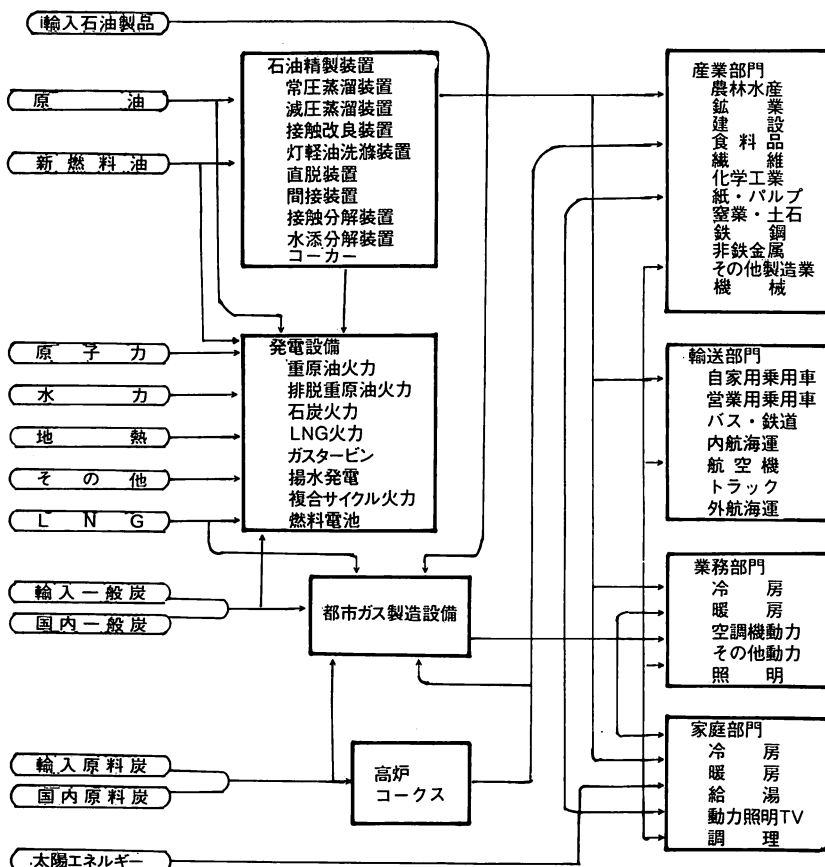


図-10 エネルギー需給モデルの概要

表6 超長期エネルギー需給シナリオ

	1980	ケース1		ケース2	
		2000	2030	2000	2030
G D P (兆円) (指数)	189 (100)	446 (237)	950 (503)	370 (196)	580 (306)
一次エネルギー需要 (10 ¹³ kcal) (指数)	391 (100)	616 (158)	858 (219)	540 (138)	610 (156)
エネルギー / G D P 比 (1980=1)	1.00	0.67	0.44	0.70	0.51
電力需要 (兆kwh) (指数)	0.53 (100)	0.99 (188)	1.73 (330)	0.85 (162)	1.18 (224)
エネルギー電力最終需要 に占める割合	35	42	52	41	51

さらに2030年においても1.2兆kwh程度にしか増加しない。

iii) 我が国の流体燃料に対する依存率を下げるのは容易なことではない。図-11では石油依存率そのものは30%を切っているが、合成燃料も含めた流体燃料のシェアは40%に近い。これも石油の一種とみなせば、今後50年程度で我が国は真の意味の脱石油はほぼ困難であることを意味している。これは石油が可搬性などの利用特性に優れたエネルギー源であることによる。

iv) 2000年を超えると原子力エネルギーは我が国にとってますます重要なエネルギー源となる。図-12に

示すシナリオでは2030年の原子力規模は1.3億kwで総一次エネルギーに占めるシェアは30%を超えている。技術的な意味ではこの程度の規模の原子力発電所の立地は十分に可能であり、かつ現実的目標といえる。問題は社会的な合意にあり、もし原子力発電所の立地が大幅に抑えられることになれば、我が国は大きく石油に依存せざるを得ず、エネルギー的に不安定な状況におかれることになる。原子力は熱源として利用される可能性も秘めており、我が国はそのエネルギー的安定性を高めていくためには好むと好まざるにかかわらず原子力への傾斜を深めていかざるを得ないであろう。そのためにはあらゆる意味での原子力の安全性の向上と国民からの信頼を得る必要がある。

6. 電源立地の展望

21世紀初頭までの原子力発電所の立地地点は在来の立地方式に頼るかぎり、既設を含め1億4千万kw程度(うち北海道分2,000万kw)が限度であり、21世紀へかけて立地の窮迫が必至である。(表7参照)

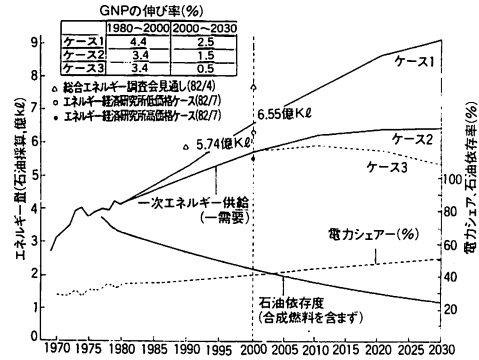


図-11 我が国のエネルギー需要、電力シェアと石油依存率

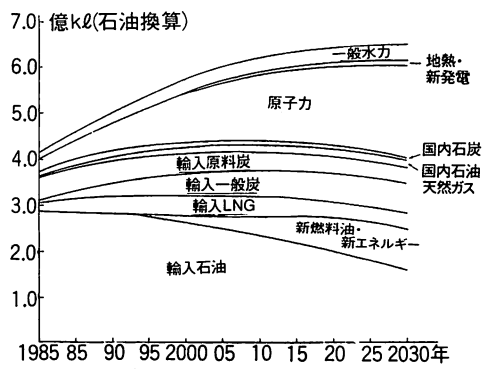


図-12 一次エネルギー供給構造の推移 (ケース2)

表7 各種の電源立地の可能性の推定

		既設	短期計画	中期計画・長期計画	残存電源素材
		1977年まで	1978年 1987年	1988年 2030年	
原子力	地上大型立地	910	3,300	10,000	地盤条件で順位の落ちるもの6,400万kw
	地下立地	—	—	2,600	優先順位は低いが技術的に可能9,400万kw
	地上立地	—	—	1,600	候補地22カ所のうち、2030年頃までに8カ所1,600万kwの開発を見込み、14カ所5,200万kwを残存素材とした。
	小計	910	3,300	14,200	
火力	石油	5,484	500	200	
	石炭	424	1,000	2,200	
	天然ガス(LNG)	1,055	2,000	5,000	
	その他	123	—	—	
小計	7,086	3,500	7,400		
国産エネルギー	地熱発電	4	50	1,500	1,000万kw
	水力発電	1,693	377	3,200	
	揚水発電	798	1,402	5,000	
	太陽光・太陽熱発電	—	—	110	5,900
	波力発電	—	—	20	50
	風力発電	—	—	60	270
	海洋温度差発電	—	—	推定困難	
	海流発電	—	—	推定困難	
小計	2,095	1,829	9,890		
合計	10,491	8,629	31,490		

したがって次の研究開発によって原子力発電の立地拡大を図ることが必要となる。

- (1) 法制的打開策としては、現行の立地技術に関する安全審査の指針や、自然公園法による環境保護など法制上の制約条件の合理的な見直しが必要である。
- (2) 第四紀地盤立地、地下立地の新技術開発を早急に進め、技術の基準化を図る。
- (3) 洋上立地に関しては、防波護岸の工事など支配的な要因の抽出に努め、種々の実際問題解決に一步を

踏み出す。

一方、火力発電は、21世紀に入ると、LNG複合火力、石炭新利用発電が本格化するであろう。このためにLNGの地下貯蔵施設、石炭受入れの大型荷役港湾施設と灰捨地の確保等の条件整備が必要となる。

また電源立地を推進するためには、地域社会との協調を図り、合意形成を確立することが基本的条件となる。電源立地に関する合意形成の問題は、発電方式および立地方式の変化とともに一層の工夫が必要となる。

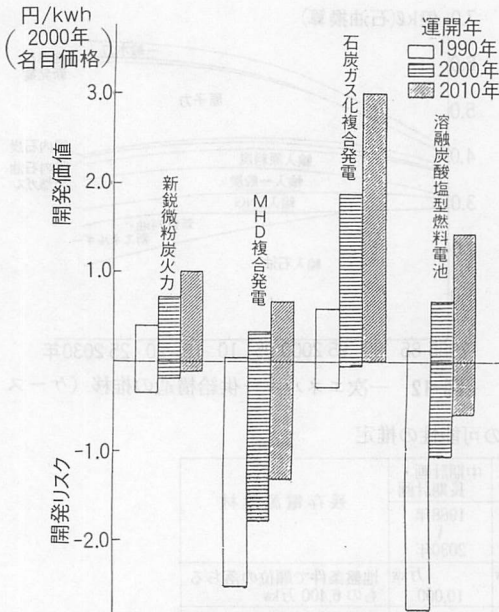


図-13 石炭新発電技術の開発価値と開発リスクの推移 (微粉炭火力に対する経済性の評価)(ケース2)

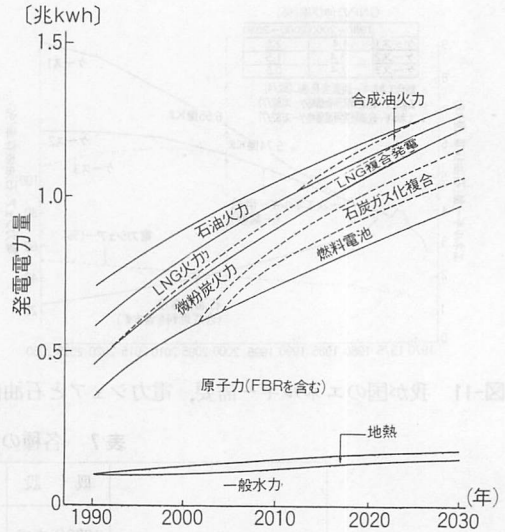


図-14 最適発電電力量構成の推移(ケース2)

7. 新技術の導入と最適電源構成の展望

(1) 新技術の評価

我が国においても各種新エネルギー技術に関する研究開発が活発化するとともに大型化しつつある。例えば、石炭新利用技術の電力への適用だけを取り上げても、流動床燃焼発電、新鋭微粉炭火力、石炭ガス化複合発電、MHD複合発電、溶融炭酸塩型燃料電池、石炭液化油火力、メタノール火力、COM火力など実に様々な技術が開発の対象となっている。しかも各技術ごとに種々の方式が考案されつつあり、新エネルギー技術開発のスペクトルは拡大する一方で微細化してきている。原子力や自然エネルギーなど、どの分野を取り上げても事情は同様である。

その結果として新エネルギー技術開発の方向選択に大きな問題が生じてきている。新エネルギー技術開発には巨額の研究開発費と長期開発期間が必要なことを考えれば確かな評価を行った上で開発路線を決定する必要がある。現在では、これらの多くの技術のうちどれが重要であり、どれがそうでないのか十分明らかにされておらず、社会的評価も一定していない。

電力中央研究所では、新技術の評価手法として、発電コスト(建設費、発電効率など)の不確実性を考慮した開発価値(又は開発リスク)の確率的指標をもつ

て優先順位を決定する方法を開発した。試算例として、石炭をベースとする各種新技術について比較評価を行った。(図-13参照)

エネルギー価格シナリオとしてはケース2を用いた。エネルギー価格の上昇によって、微粉炭火力に対する優位性が高まり2000年前後を境にして石炭新利用技術の開発価値が開発リスクを上まわっていく。しかも対象とした4つの技術の中では石炭ガス化複合発電が最も有利であり、新鋭微粉炭火力、溶融炭酸塩型燃料電池がそれに次ぐ。エネルギー価格の上昇とともに石炭新利用技術が微粉炭火力より有利になっていくのは、これらの技術の建設費は微粉炭火力より割高であるがエネルギー効率が優れているからである。

(2) 最適電源構成の展望

各種の新発電技術が2000年～2030年に至る経路において、どの時期に、どのように導入されるかを展望するため、これまでに想定した電力需要と発電技術とに関する条件の下で、発電コストを極力抑制するため、“最適電源構成”について試算した。その結果を図-14に示す。

この試算には電力需要としてケース2の値を用いた。なお、解析手法としては、現在より2030年に至る現在価値の全積算コストを最小とする線型計画法を用いた。

これによると、2000年までは在来型の発電方式が中心となるが、2000年以降は原子力を主力としながらも、各種高効率発電方式が大きな役割を果たすことになるという姿が示されている。