

流体燃料の将来シナリオ分析

Scenario Analysis of Future Fluid Fuel Use

茅 陽 一*・手塚 哲 央**

Yoichi Kaya

Tetsuo Tezuka

1. はじめに

過去2度に亘る石油危機を契機として、日本のエネルギー源構成は脱石油化の方向に進みつつあるが、それでも、石油は、昭和57年において全エネルギー消費量の約62%を占めており¹⁾、石油製品がエネルギー需給の中心的存在になっている点には変りはない。さて、その石油製品の油種別需要構成は表1に示す推移をし

表1 日本の石油製品需要の推移²⁾
〔百万kl〕
()内は構成比〔%〕

	S45	S48	S53	S55
軽質油	48.7 (26.0)	63.5 (27.1)	68.8 (29.3)	60.8 (29.1)
中間留分	40.1 (21.4)	59.7 (25.5)	70.6 (30.0)	69.2 (33.1)
重質油	98.5 (52.6)	111.0 (47.5)	95.7 (40.4)	79.2 (37.8)
計	187.3	234.1	235.1	209.2

ており、脱石油化が重質油を中心に行われてきている様子が理解される。そして、今後、更に脱石油化が進むとするならば、民生部門における灯油消費の電力・都市ガス消費への移行、発電・産業部門におけるC重油消費の石炭・天然ガス消費への移行等が第一に考えられ、内燃機関用燃料であるガソリン・軽油は他燃料との代替が現在のところ容易ではないところから、将来、ガソリン・軽油の需要の石油製品における比率が大幅に増大することが予想される。しかしながら、現在の日本の製油所における製品得率の自由度は大きいものではなく、表1に示した過去の需要比率の変動に対しては設備の運転条件の変更等で対応できてはいる

が²⁾、将来予想される大きな製品需要構成の変動に対しては、各種重油分解装置の導入、現在開発中の新燃料油の導入等の検討を行う必要がある。また、それらの導入には、莫大な額の設備投資、長期に渡る研究開発を要するが、将来の日本のエネルギー需要量、一次エネルギー供給可能量等については不確定要因が多く、将来、どの程度の石油製品需要が生じ、石油精製を中心とするエネルギー産業界においてどのような対策が必要となるか、という点については、曖昧な点が多い。そこで、現在予想される将来のエネルギー需要シナリオの検討を通して、重油分解装置、新燃料油のエネルギー需給システムへの参入の可能性を論ずることは、今後の新設備に対する設備投資を有効に行う上においても重要な問題となる。筆者らは、このような認識にもとづき、文部省エネルギー特別研究の中でワークグループを設け検討を行った。すなわち、この研究では、流体燃料（以下では石油製品、新燃料油の液体燃料を指すものとする）の需要側、供給側の双方の分析を通して、西暦2000年を対象とした実現可能性のある流体燃料需給シナリオ群の検討を行い、流体燃料に対する政策的対応のガイドラインを与えることを目的としている。本文では、その概要を説明したい。

2. 分析方法

シナリオの作成は、新たに作成した線型計画型のエネルギーモデルをトータルコスト最小の条件で動かすことにより行っている。これにより、エネルギー需給バランス等の各種制約条件を満すシナリオを作成することができる。即ち、各種制約条件を変化させることにより各種シナリオの作成を行い、得られたシナリオ群の比較分析を行うことにより、将来流体燃料に関する知見をひき出す。ここで用いられるモデルは、需要面、供給面双方で流体燃料需給とその代替性に焦点をあわせたモデルとなっており、反面、電力、ガスの需

* 東京大学工学部教授

〒113 東京都文京区本郷7-3-1

** 京都大学工学部助手

給構造は大幅に簡略化されている。過去においてエネルギー需給シナリオの分析に最適化モデルを用いた例は数多く見られ、文献3)、4)、5)に挙げたものはその代表的なものである。それらは電力需給を含む大規模なものであるが、目的がエネルギー需給全般の展望であって、このモデルのように、流体燃料需給に焦点をあわせモデルを構成し、それを用いて得られたシナリオ群の比較・検討を行った例は殆んどみられない。

3. モデル構造

本節で分析の対象としている、エネルギー供給・需要モデルの構造を簡単に説明する。

3.1 エネルギー供給部門

ここでは、流体燃料供給部門として石油精製部門の他に、新燃料油製造部門として、天然ガスからのメタノール合成（モービル法によるガソリン合成を含む）、石炭直接液化、石炭間接液化の3種類の技術を考慮している。

(1) 石油精製部門

石油製品としては、LPG、ナフサ、ガソリン、ジェット油、灯油、軽油、A重油、C重油（B重油を含む）をとりあげ、これ以上詳細な性状（粘性等）による製品の分類は考慮しないものとする。そして、各製品の得率の自由度を反映できる範囲内で簡略化された精油所モデルを作成している。2000年の輸入原油は中東原油を中心にして構成され、その構成比はAPI度にして31程度まで重質化（昭和55年で33.8）するものと仮定している。また、常圧蒸留装置における各留分の得率は、最近の製品規格の緩和を反映したものと表2に示す値を用いている。さて、石油精製部門に

表2 常圧蒸留における各留分の得率

	得率(cal%)	沸点範囲
ナフサ留分	19.3	初留点～170℃
灯・軽油留分	33.9	170℃～380℃
常圧残油	45.6	380℃～

において検討の中心となるものは、ガソリン・軽油等の生産量と重油分解装置の導入量との関係である。重油分解装置といっても現在開発中のものまで含めると実に様々なものが存在するが、ここではその代表的なものとして、ガソリン、軽油製造及び常圧残油分解用として流動層接触分解装置（FCC）、灯・軽油製造用として水素化分解装置（HC）、減圧残油分解用としてビスブレーカー（VB）をとりあげている。そのなかで、FCCは、建設許可分も含めて41万BD（バレル/日）

の設備が存在するが⁶⁾、HCは設備コスト、運転コスト（H₂製造コスト他）が高価であり、中間留分の価格がそれに見合うほど高くないという理由から日本では未だ存在しない。日本では、FCCを中間留分増産型に改造するというも行われている。

(2) 天然ガスからのメタノール合成部門

これは、化学用メタノールの合成法として完成された技術であるが、燃料用メタノールの合成を行う場合にはプラント規模も異り、専門技士の養成等の問題はあるものの、製造効率も70%程度でありコスト的にも有望視されている技術である。用途としては、ガソリンに混合（10cal%以下）してガソールとして用いる他、軽油の代替燃料（メタノール専燃）として用いることが考えられる。但し、化学的活性が強いことから、ガソリンスタンド等の利用設備への大規模な投資が必要な点が問題点として挙げられる。また、メタノールは高オクタン価のガソリン（以下ではモービルガソリンと呼ぶ）に転換することができ、エネルギー利用側から言えばこの方が望ましくもあるが、メタノールからの変換の際の約25%のエネルギー損失が問題とされている。

(3) 石炭直接液化、間接液化部門⁷⁾

石炭を液化することにより石油製品と同等のものを合成する技術は内外で活発に研究されているが、製造単価が高いという理由から未だ実用化には至っていない。石炭液化法は、直接液化法と間接液化法とに分けられる。直接液化法は重質油の得率が多く、また灯・軽油の生産には不向きであるが、製品の一つであるナフサは改質により高オクタン価のガソリンに転換されるという特徴を持っている。ここでは直接液化法の代表的なものとして、SRC-II法、H-COAL法を取りあげている。間接液化法は、Fisher-Tropsh合成法（F-T合成法）とメタノール合成法とに分けられるが、ガス化プロセスを含むため、液化効率は直接液化法よりも悪くなる。しかし、直接液化法では困難とされている製品のup-gradingも間接液化法では必要なく、F-T合成法は中間留分製造には適していると言える。

(4) 新技術導入の優先順位

(1)～(3)に述べた諸技術を、線型計画モデルでは、コスト上の優先順位として高いものから順に、(FCC)→(HC)→(天然ガスからのメタノール合成)→(モービルガソリン合成)→(石炭直接液化)→(石炭間接液化)の順と想定している。しかし、当然のことで

はあるが、製品の連産品特性より、モデルから得られるシナリオは必ずしもこの優先順位のみから定まるわけではない。

(5) その他 — 電力・都市ガス製造部門

需要部門における、灯油、A重油消費から電力、都市ガス消費への移行は、安全性、供給安定性等の多くの要因に依存する。そこで、このモデルでは電力・都市ガスに関しては殆んど代替性は考慮されていない。そのため、電力・都市ガス製造部門は一種のエネルギー消費部門として、その燃料や原料を選択する構造となっている。なお、総発電量における原子力・水力による発電量のシェアは55%を仮定している。これは今年11月に公表された電力中央研究所の予測⁹⁾のケースIIの値と同一である。

3.2 エネルギー需要の推計

エネルギー需要側は大きく運輸、産業、民生の3つの部門に分けられ、各部門毎に2000年におけるエネルギー需要量が推計される。その基本となる経済フレームは、経済企画庁の「2000年の日本⁹⁾」と題した長期展望に従うこととする(1980~2000年において平均経済成長率4.2%、実質石油価格一定)。この展望は産業連関表を基にしたターンパイク型の最適化モデルの結果にもとづいている。なお、4.2%という成長率は、最近発表されたエネルギー調査会の長期見通し(以下では単に長期見通しと呼ぶこととする)や電力中央研究所の予測(ケースI)等の3.9%に比べ多少高いものである。

(1) 運輸部門

運輸部門のエネルギー需要に関しては、既に詳細な計量モデル¹⁰⁾が筆者らにより作成されており、これを用い前述の経済フレームに従ってシミュレーションを行った結果を燃料代替の可能性と共に表3に示す。これによると、自動車用燃料消費は乗用車・貨物車共、車の保有水準が高まる、信号設備等による走行パターンの変化により燃費はそれ程改善されない、等の理由により、年3%の高い伸びを示す。また、航空、船舶も過去の高成長の傾向から、各々、年7.2%、5.3%と高い伸びを、鉄道はそのシェアの低下から2.4%と若干低い伸びを示す。ただ、昭和55年以降の運輸部門のエネルギー需要はめだって停滞しており、予測は全般に高目の値となっている印象が強い。そこで、鉄道・船舶のエネルギー需要を現状維持、航空を3.6%(予測の半分)の成長率としたケースをシナリオに含めている。また、自動車の燃料代替は1990年の新車から100

表3 運輸部門エネルギー需要

() 内は低成長ケースの値

車種	×10 ¹³ Kcal	使用可能燃料
乗用車等 { 自家用乗用 軽四輪 小型貨物	42.4	ガソリン ガソホール
小型貨物車 (ディーゼル)	6.0	軽油、ガソリン ガソホール
普通貨物等 { 普通貨物 バス特種	10.6	軽油 ニート・メタノール
大型貨物等 同上	10.6	軽油
タクシー	4.0	LPG
残存ガソリン車	5.9	ガソリン
残存ディーゼル車	5.9	軽油
航空	8.4(4.4)	ジェット燃料油
船舶	19.0(6.8)	A, C重油
鉄道	6.3(3.9)	電力

%可能としてそのシェアが計算されている。ただし、LPG消費は、スタンドの都合上タクシーのみの利用に限定されている。

(2) 産業部門

ここでは将来像の予測が目的であることから複雑なモデルは避け、文献11に見られるものと同様のフロー型の計量モデルを作成している。モデルでは、産業を表4に示す8つの部門に分け、「その他」を除く各々の部門について、電力・非電力各々のエネルギー需要

表4 産業部門エネルギー需要

() 内は年平均成長率(%)

[] 内は低成長ケース

産業	非電力エネルギー需要 ×10 ¹³ Kcal	大口電力需要 ×10 ¹³ Kcal
農業	6.54 (3.1)	—
漁業	9.82 (3.2)	—
紙・パルプ	2.58 (-0.6)	2.08 (0.1)
化学	28.54 (-0.1)	3.98 (0.1)
窯業	25.84 (3.9)	3.55 (4.6)
	[12.29]	[1.47]
鉄鋼	48.94 (0.7)	7.59 (0.7)
	[42.09]	[6.67]
機械	14.88 (8.7)	9.82 (7.5)
その他	8.37	9.48
	[4.37]	[8.34]
計	145.51 (1.5)	36.50 (2.6)
	[121.11]	[32.36]
		小口電力需要計 12.47 (4.0)

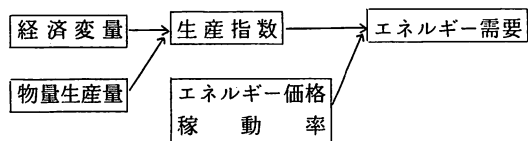


図-1 産業部門エネルギー需要推定フロー

を図-1に示す様なフローにより求めている。但し、電力は大口電力需要のみを部門別に求め、小口電力需要・自家発電量は全産業で一括して推計している。また、7部門以外の統計的バラツキが大きいと考えられる産業は、一括して「その他の産業」とし次の形で求める。まず、7部門の大口電力需要、非電力エネルギー需要を求め、それが全産業のエネルギー消費量の約80%を占めることから、

全産業の需要 = $A + B^*$ (7部門の需要の合計)

という統計式を用いて全需要を求める。その上で、これら7部門の需要を差引いた値を「その他の産業」の需要とする。この様に考えても、7つの部門には、機械産業、装置産業という上昇型、衰退型の双方の産業が含まれることから、将来推計に大きな偏りを生ずる可能性は少ないものと考えられる。

結果は表4に示す通りであるが、エネルギー多消費産業の伸びが低く、付加価値産業の伸びが高くなっており、結果として全産業のエネルギー消費量の伸びが低く留まっている点が特徴である。また、窯業、鉄鋼業に関しては伸び率が高目と考えられることから、適当な仮定に基づいた装置産業低成長ケースをシナリオに含めている。

産業部門における各種エネルギー間の代替に関しては、各種エネルギーの利用状況、代替可能性の検討が不十分であることから、各産業毎に、

- 1) 石炭と重油の総消費量、及び石炭の消費量の非電力エネルギーに占める比率は、各々の現状値を上限とする。
- 2) 灯油・A重油・LPGの総消費量、及び灯油消費量の非電力エネルギーに占める比率は、各々の現状値からLNG転換可能量を除いた値を下限とする。という制約を設けるに留めている。この考え方は、今後環境制約が厳しくなり、現状より質の低いエネルギーへの代替は起らないとみたことによる。また、LPGの全産業における化学用原料を除く消費量の上限値として、現状推移程度の 5×10^{13} Kcalを与えている。更に、産業用LNGは文献12と同様の計算により、各産業毎にその消費量の上限値を与えている。

(3) 民生部門

民生部門は家庭部門と業務部門とに大きく分けられるが、そのエネルギー消費構造に関するデータの不十分性から計量分析は極めて困難である。そこで、現状のエネルギー消費形態として文献13の値を採用し、表5に示す値に基づき将来の冷・暖房・給湯需要をシナリオ的に求めた値を表6に示す。

表5 民生部門基礎データ

住宅戸数 (2000年値/1980年値)	1.26	人口問題研究会の予測、及び、過去の世帯数、戸数の推移により決定
一戸当たり床面積 (2000年値/1980年値)	1.15	過去の平均床面積の伸びの傾向と新築分の平均床面積により推計
民間消費支出 (対GNP弾性値)	0.93	過去の傾向より推計

表6 民生部門エネルギー需要

家庭用途別需要	$\times 10^{13}$ Kcal
暖房*	9.0 (1.9)
冷房*	4.4 (6.0)
給湯*	13.7 (2.7)
厨房	4.7 (1.1)
その他電力	7.3 (4.7)
業務用途別需要	$\times 10^{13}$ Kcal
暖房&給湯*	14.3 (3.6)
冷房*	7.6 (3.6)
厨房	2.6 (3.6)
その他電力	13.8 (3.6)

*: 燃料種別利用効率で割ることにより、エネルギー消費量に換算される。

() 内は、年平均伸び率 (%)

家庭部門については、暖房需要は建物の省エネルギー効果と暖房面積率の増加が打ち消し合って、全床面積程度の伸びを示すものとし、冷房需要に関しては、その上に普及率の大幅な増大を見込んでいる。給湯需要については、風呂用需要は戸数に比例し、それ以外の需要は民間消費支出程度の伸びを示すものとしている。

業務部門に関しては、業務用床面積の伸び率が近年民間消費支出に近い値になってきていることから、業務用需要の伸びを、民間消費支出の伸びに2000年迄の省エネルギー効果20%を見込んだ値と仮定している。

検討の中心となる灯油・A重油・C重油の需要に関しては、共に、電力、都市ガスへの大幅な移行が生じ

表7 一次エネルギー供給制約と他の予測値との比較 ※：原油換算量

	モデル制約	エネルギー長期見通し	電力中研ケース I	電力中研ケース II
原油供給量	① 制限なし ② 400万BD上限 ③ 350万BD上限	410万BD (含製品輸入)	440万BD (含製品輸入)	410万BD (含製品輸入)
一般炭供給量	① 制約なし ② 9,000万t上限 ③ 7,000万t上限	7,300万t	15,300万t (含原料炭)	12,500万t (含原料炭)
LNG	① 4,000万t下限	4,400万t	5,900万kl※ (国産を含む)	5,900万kl※ (国産を含む)

るものと考え、家庭用灯油需要は現状に比べ微増し、業務用の灯油・A、C重油の需要は現状程度に留まるというシナリオに基づき、各種燃料のシェアを用途別に与えている。

なお、以上から得られた2000年における一次エネルギー総供給量は、運輸の低シナリオ、産業の高シナリオを用いた場合で5.7~6.0億kl(原油換算)の値を示し、長期見通しの2000年外挿値の6億kl、電力中央研究所のケースIの5.9億klに近い値となっている。

4. エネルギー需要に関する各種制約条件の選択とシミュレーション結果

シナリオを作成する際に用いている、原油・一般炭・LNGの供給に対する制約を表7に示す。表7には長期見通しの値、電力中央研究所のケースI、IIの値を並べて記す。なお、石油製品輸入は、LPG・ナフサ・C重油に対して考え、総量64万BDという昭和57年の実績値が今後横ばいで続くと仮定している。これを含めると、原油供給量350万BDという値は、長期見通し等の予測値とほぼ等しいことが分る。また、一般炭の7千万t、LNGの4千万tという値も長期見通しの値に近いものである。なお、LNGの4千万t以上という制約はLNG需要の下方硬直性と現在のLNGの契約量を考慮して想定したものである。

ところで、表7に示した制約条件の他にも、重油分解装置の導入の可能性、燃料メタノール利用の可能性等と、将来における不確定要因は多く、その全ての組合せケースについてシミュレーションを行うことは不可能に近い。しかし、その条件の組合せの中には起りえないと考えられる組合せも存在することから、ここでは、将来起りうると考えられる制約条件の組合せを、クロスインパクト法(X-I法)を用いて選択することとした。X-I法とは、種々の事象の生起確率、及び他の事象が生起した場合の条件付生起確率を人間に

表8 クロスインパクト法による制約条件の選択 6事象とその組合せ

事象 シナリオ	1 2 3 4 5 6						特 徴
	①	0	0	0	1	0	
②	0	0	0	0	0	1	原油供給余裕, LNG拡大型
	0	0	0	1	0	1	
③	1	1	0	1	0	1	原油制約, 重油分解拡大型
	1	0	0	1	0	1	
④	1	0	0	1	1	1	原油制約, メタノール拡大型
⑤	1	1	1	1	1	1	脱石油進行, 重油分解拡大型
	1	0	1	1	1	1	

事象

- 1 原油供給が4MBD以下に制約される。
- 2 重油分解設備が大幅に拡大する。
- 3 燃料炭世界市場が拡大し、70Mton以上の輸入が可能となる。
- 4 運輸エネルギー需要が停滞する。
- 5 メタノールの貨物車燃料としての利用が実用化する。
- 6 LNG需要が4,000万ton以上ある。(下方硬直性4,000万ton min)

与えてもらうことにより、人間が漠然と抱いている将来像を確率論的整合性のとれた形で引き出そうとするものである(詳細は文献14参照)。ここでは、表8に示す6個の事象について当ワークグループに属する数人の専門家が予測を実行し、最終的には、将来生起可能性の高い組合せとして表8に示す諸組合せ事象が得られた。これを念頭において、各種制約条件下におけるモデルシミュレーションを実行した。結果を表9に示す。

この表9の諸シナリオについて若干説明を加えておこう。シナリオ1~3は、原油輸入制約が全くないとした場合で、中・軽質分需要の拡大を反映し、重油分解装置が現状程度にとどまる場合は、原油輸入量は、500万BDないしそれ以上必要となる。しかし、この量は過去の輸入量最高と比すると必ずしも過大とは言

表9 シナリオ一覧

シナリオ番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<一次エネルギー供給>														
原油供給上限値〔百万BD〕	∞	∞	∞	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
原油実供給量〔百万BD〕	5.0	4.2	5.2	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
一般炭供給上限値〔千万t/年〕	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	9.0	7.0	7.0	∞	9.0	9.0	∞	9.0	9.0
一般炭実供給量〔注1〕 〔液化用〕〔千万t/年〕	0.1 (0)	7.0 (0)	1.7 (0)	7.0 (0)	7.0 (0)	9.0 (4.0)	7.0 (0)	7.0 (0)	14.0 (0)	9.0 (7.1)	9.0 (0)	13.8 (0)	9.0 (0)	9.0 (0)
天然ガス輸入下限値〔千万t/年〕	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
天然ガス実輸入量〔千万t/年〕	4.0	4.0	4.0	5.0	4.4	4.3	4.9	6.9	4.2	7.0	4.4	4.0	5.5	4.0
内 LNG〔千万t/年〕	4.0	4.0	4.0	3.3	4.4	3.9	3.1	4.4	1.1	5.4	1.5	4.0	5.5	4.0
内メタノール転換用〔千万t/年〕	0	0	0	1.7	0	0.4	1.8	2.5	3.1	1.5	2.8	0	0	0
一次エネルギー供給量〔注2〕 〔億kcl/年〕	5.7	5.7	5.7	5.9	5.7	5.9	5.8	6.1	5.9	6.0	5.5	5.7	5.7	5.3
<液体燃料>														
重油分解設備制約〔注3〕	現状	∞	現状	現状	∞	現状	現状	現状	現状	現状	現状	∞	∞	∞
FCC処理量〔百万BD〕	0.38	0.82	0.38	0.38	0.99	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	1.20	1.20	1.30
H C処理量〔百万BD〕	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.06	0.06	0.03
新燃料油制約														
メタノールの軽油代替	不可	可	可	不可	不可	不可	可	可	可	可	可	可	可	可
モービル法の導入	不可	可	可	可	可	不可	可	可	可	不可	可	可	可	可
新燃料油供給量〔原油換算〕														
ニート・メタノール〔10 ¹⁴ Kcal/年〕	0	0	0	0	0	0	0.91	1.06	1.06	1.06	1.06	0	0	0
ガソール用メタノール〔10 ¹⁴ Kcal/年〕	0	0	0	0.45	0	0.42	0.42	0.42	0.42	0.43	0.42	0	0	0
モービル・ガソリン〔10 ¹⁴ Kcal/年〕	0	0	0	0.91	0	0	0.32	0.73	1.15	0	0.95	0	0	0
石炭直接液化油〔10 ¹⁴ Kcal/年〕	0	0	0	0	0	2.55	0	0	0	1.83	0	0	0	0
石炭間接液化油〔10 ¹⁴ Kcal/年〕	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.87	0	0	0	0
石油製品中のC重油比率〔%〕	30.6	20.4	28.5	26.4	17.5	28.5	27.1	23.1	23.9	25.4	24.2	10.4	10.4	8.9
<需要部門>														
運輸需要の規模	低	低	高	低	低	低	低	高	低	低	低	低	低	低
産業需要の規模	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高	低	高	高	低
産業用LPG消費〔10 ¹⁴ Kcal/年〕	0	0.50	0.07	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
産業用LNG消費〔10 ¹⁴ Kcal/年〕	0	0	0	0.48	0	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.34	0.38	0.38	0
電力用LPG消費〔10 ¹⁴ Kcal/年〕	1.30	0.72	1.25	0.20	0.41	0.81	0.42	0.28	0	0.84	0.10	0.04	0.01	0.39
電力用LNG消費〔10 ¹⁴ Kcal/年〕	3.51	3.52	3.51	0.29	4.95	3.74	2.69	4.31	0	0.94	0.76	3.13	6.07	3.75
X-Iシナリオとの対応〔注4〕	①②		②	③	③	③	④		⑤	⑤	⑤	⑤	⑤	⑤

〔注1〕()内は、液化用石炭消費量 (注3) 現状は現在の設備量を上限とすることを、∞は設備量制約のないことを意味する。

〔注2〕原油換算量

〔注4〕表8のシナリオとの対応関係を見る。

えない。今後石油市場が長期にグラツクな状態を続けるならば、石油価格は上らず、石炭の相対的優位性も一時的で、しかも石油業界の体質の脆弱性から重油分解装置の積極的拡大が起らず、結局ケース1ないし3という現状維持型になる可能性がある。ケース2は、重油分解装置を積極的に導入した場合で、重質油が石炭で代替させるため原油輸入必要量は大きく減少する。ただ、この程度の原油量が確保できる状況であれば、石油価格も比較的安く石炭の相対優位も小さいと目さ

れ、ここまで重油分解が進展することは考えにくい。

シナリオ4～8は原油輸入量を400万BDに抑えた場合で、この程度であると重油分解の大幅拡大か、新燃料油の導入のいずれかが必然となる。新燃料油が不要となるのは重油分解が現状の約3倍となる(シナリオ5)場合であるが、ここまで拡大するには相当の設備投資が必要で、むしろ他のシナリオとの中間程度におさまるとみるのが妥当なところであろう。

シナリオ9～14は、原油輸入が更に下り350万BD

となった場合で、前述の様に石油製品輸入も含めて考えると、これが長期見通しとほぼ対応する。この場合は、シナリオ9～11のように、石炭、LNGで重質油需要を、メタノールとモービルガソリンで中・軽質油需要を代替するか、シナリオ12～14のように、重油分解の大々的拡大により中・軽質油需要をまかない、重質油需要は石炭、LNGで対応するか、この2つのタイプのシナリオが得られている。この場合、シナリオ9、12は一般炭輸入が余りに大きいので現実的でないが、いずれにせよこの原油事情の下ではエネルギー供給、需要両サイドでかなり大きな変化が必要となることがシナリオから読みとれる。

5. シナリオ分析からの知見

これらのシナリオから得られる主要な知見を、以下に箇条書で示そう。

- 1) 今後原油需給が長期的に緩んだまま推移するならば、原油輸入は500万BD前後、一般炭需要は拡大せず、新燃料油は殆ど導入されない、という現状維持型パターンの生ずる可能性が大きい。
- 2) 脱石油化が進み、原油輸入が400万BD以下に抑えられる状況下では、余程の重油分解設備投資の進展がないかぎり、天然ガス原料のメタノール導入が、中間留分需要の補完として必然的である。
- 3) メタノール導入に対する当然の対応として、スタンド体制の整備、ガソホール・メタノール(ニート)にそれぞれ適するエンジン開発を、今後積極的に推進する必要がある。
- 4) モービルガソリンは、コスト高ではあるが、脱石油化状況では天然ガス原料のメタノール経由である程度導入される可能性がある。この場合も石油業界の重油分解設備がどこまで拡大されるかが鍵となる。
- 5) 石炭直接液化は、原油輸入が制約され、しかもメタノールの軽油代替、モービルガソリンの導入が進まず、重油分解設備も殆ど拡大しない、というきわめて限定した状況でのみ導入があり得る。その意味では、西暦2000年までに石炭液化が実際に必要となる可能性はきわめて少ない。

6. おわりに

本研究により新燃料油導入の可能性に対する考え方がある程度明確になったと考えられるが、なお民生を中心とするエネルギー需要の分析、全部門に亘る燃料

間の代替特性に関する分析がまだまだ不十分である。特に、産業、民生部門でのLPG、LNG利用の大幅拡大といったエネルギー利用構造の大規模な変革を考えるには、燃料間代替に関するより詳細な分析が不可欠である。そのためにも、エネルギー利用構造に関する統計データの整備の促進が心より望まれる。

なお、本研究は文部省科学研究費エネルギー特別研究の一環として行われたものであり、「将来流体燃料評価グループ」の富永博夫、林武人(東大工)、大島栄次、富田重幸(東工大)、斎藤雄志(電力中研)、室田泰弘(埼玉大)の諸氏に心からの謝意を表する。

参 考 文 献

- 1) エネルギーマトリクス, (財)日本エネルギー経済研究所
- 2) 太田; 重質油対策の現状と見通し, 調査, 日本開発銀行, S57
- 3) トータルエネルギーシステムに関する調査・研究, (財)日本産業技術振興会, S57
- 4) エネルギー・電力需給の長期展望, 電力中央研究所報告, Z-04, (財)電力中央研究所
- 5) D.A.Pilati, F.T.Sparrow, 'The Brookhaven Process Optimization Models' Energy vol.5 1980 pp417-428
- 6) 松田; 昭和60年代のC重油ネックの行方, エネルギー経済, vol7, No6, pp40-58
- 7) K.A.Rogers, R.F.Hill 'Coal Conversion Comparisons' The Engineering Societies Commission of Energy inc. 1979
- 8) エネルギー・電力需給の長期展望, 電力中央研究所, S58, 11月
- 9) 2000年の日本・長期展望テクニカルレポート, 2000年の日本シリーズ(10), 経済企画庁.
- 10) 自動車燃料需要動向に関する研究, (財)道路経済研究所, S58, 3月.
- 11) 和泉; 産業部門エネルギー消費原単位変化の計量的測定, エネルギー経済, vol6, No5, pp16-31.
- 12) 岡谷, 庄司; 産業用LNG導入の現状と今後の課題, エネルギー経済, vol8, No9, pp2-18.
- 13) 国民生活水準と民生用エネルギー需要, (財)日本エネルギー経済研究所, 1980.
- 14) Y.Kaya et al.; A Revised Cross Impact Method and its Application to the Forecast of Urban Transportation Technology: Technological Forecasting and Social Change, 14, 1979, p243-257.