慶應義塾大学学術情報リポジトリ
Keio Associated Repository of Academic resouces

Title	地球温暖化とエネルギー政策 : 日本経済の多部門一般均衡モデルによる我が国エネルギー需給見通し
Sub Title	Outlook of energy and environment in Japan : the case of BaU scenario
Author	黒田, 昌裕(Kuroda, Masahiro) 野村, 浩二(Nomura, Koji)
Publisher	慶應義塾経済学会
Publication year	2001
Jtitle	三田学会雑誌 (Keio journal of economics). Vol.94, No.1 (2001. 4) ,p.85- 104
JaLC DOI	10.14991/001.20010401-0085
Abstract	
Notes	小特集 : 地球温暖化対策および循環型社会の形成
Genre	Journal Article
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN00234610-20010401-0085

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

「三田学会雑誌」94巻1号（2001年4月）

地球温暖化とエネルギー政策*

――日本経済の多部門一般均衡モデルによる我が国エネルギー需給見通し――

黒田昌裕
野村浩二

1　はじめに

1998年6月のエネルギー需給見通しの策定作業のあと，経済成長の鈍化など我が国の経済状況は急速に変化し，ここ数年のエネルギー需要の伸びは，とりわけ産業用の需要を中心に低下している。また，原子力をめぐる相次ぐ事故によって，原子力安全管理に対する反省や原子力廃棄物処理の施策の必要性など国民的議論も高まってきている。さらにはまた，電力業界を含む規制緩和の促進が，エネルギー安全保障と環境保全との両立をさらに難しくしているという局面も出てきている。そうした中，原油などエネルギー資源の価格の高騰も今後のエネルギー需給見通しの策定に大きな変化を齎している。

2001年総合資源・エネルギー調査会でのエネルギー需給見通しの作成は，単なる努力目標の作成という観点から，一歩進めて政策シナリオを含め，見通しの実現可能性（feasibility）を強く意識して提言をまとめるべきとの総合部会での合意を得ている。その合意に基づき，今回の改訂では，経済成長と環境保全の施策との総合的な整合性をチェックするために，当初から両者を総合的に判断できる定量的モデルを用いるという方法が取られている。用いられたモデルは，基本的には，経済モデルとしての多部門一般均衡モデルであるが，それを後述のわれわれのモデル（Keio Economic Observatory Model：以下ではKEOモデルと呼ぶ）に依拠している。また，それを相互補完する形で，

＊　この研究は，筆者らが経済産業省総合資源エネルギー調査会でのエネルギー需給見通し作成作業に参加し，慶応義塾大学産業研究所のKEOモデルを用いて，エネルギー需給見通しの基準ケースシナリオを策定した際の成果を取りまとめたものである。すでに，同調査会の総合部会および需給部会で結果は報告されているが，ここでは，モデルの構造および策定作業の詳細をまとめている。ここでの政策評価および見通しのシナリオの評価に関しては，筆者らの私見であり，総合資源エネルギー調査会での審議とは，独立のものであることをお断りしておく。

すでに決定されている幾つかの政策によるエネルギー効率の改善の見通しを作成する要素積上モデルと，電力供給のシナリオを策定する長期電力供給計画モデルとが，多部門一般均衡モデルに連携させる形で構成されている。

KEOモデルでは，経済成長率や産業構造の変化などの経済諸変数は，幾つかの外生的に与える前提条件のもとで内生的に決定される形になっている。そこでは，エネルギー効率の変化に関する施策，具体的には，トップランナー方式による運輸・民生用省エネルギー基準の導入スケジュールや，経団連の環境自主行動計画による効率改善努力によるエネルギー効率の改善については，要素積上モデルによって，あらかじめ算定されており，それを一般均衡モデルの想定値として与えている。これらの施策が織り込まれているという意味では，シナリオは予定されている施策をあらかじめ前提としていることから，1998年のエネルギー需給見通しの際の自然体ケースとは異なっている。

今回の改訂では，このシナリオを基準ケースと呼んでいる。基準ケースシナリオにおいて，電力供給の長期シナリオに関しては，後述のように電力中央研究所の電源構成モデルを用いている。そこでは，電力の需要見通し，諸エネルギー資源の価格動向，その他生産要素の価格動向を外生的に与えた上で，電源構成の合理的長期シナリオを作成している。電力の需要見通しに関しては，一般均衡モデルで求められた需要見通しと整合性が図られる。したがって，今回の見通し作成の手順は，前回の見通し作成の際に用いたマクロ経済諸変量の想定に整合的なエネルギー技術シナリオを要素積上モデルによって作成するという手法とは異なり，要素積上モデルによる技術シナリオに整合的，且つ内生的にマクロ経済諸変量を決定するという手法を用いている。いわば，top-down，bottom-upの混合方式ともいえるものである。そこでは，すでに予定されている幾つかの施策の実現を前提として，経済諸変数の動向に関しては内生的に，かつ，諸政策，諸前提と整合的に解かれることになる。したがって，ここでの基準ケースでは，もし必要であれば導入される今後の追加的施策を評価するための基準となるべきシナリオを策定したことになる。勿論経済成長率など内生的に算定された諸変数は，あらかじめ想定された諸エネルギー政策以外の諸変数の前提（人口，エネルギー価格，為替レートなど）にも依存しており，その意味では，条件つき予測である。また，モデルを用いて，ここであらかじめ想定された省エネルギー施策などをまったく導入しないという，いわゆる自然体ケースを描くことも可能であるが，それ自体が，もうひとつの条件付き予測を構成することとなり，前提条件の置き方によって，将来の経済成長に大きな予測の幅ができることになる。その妥当性の評価は極めて難しく，その姿が，すでに導入を予定されている施策の効果をどの程度と見るかに関しての判断を左右することになってしまうという問題を残すことになる。こうした困難を回避するために，ここでは，あくまで予定されている施策の効果を織り込んで，これからの追加的施策の必要性と効果を見極めるという立場から，基準シナリオの作成という方法をとった。勿論，折り込み済みとここで考えた施策の中には，経団連環境自主行動計画のように，必ずしも政策的な強制力をもっていない施策も含まれており，それが計画通り実行されなかった場合の政策的担保措

置も，追加的施策の評価と併せて考えておく必要があることは言うまでもない。その点については，今後の議論となろう。

われわれの多部門一般均衡モデルでは，各経済主体はその行動の原理として主体均衡の経済合理性を追求する。そこでは，各期の期首に与えられた諸条件を前提として，一期ごとの合理的行動を積み重ねて，逐次的に経済成長の経路を導くことになっている。このモデルによって京都議定書の目標対象期間2008-12年におけるCO_2排出量が求められ，目標値との関係で，新たな施策の導入の可否が検討され，必要であれば何らかの追加的施策の導入が経済成長の逐次的経路に如何なる影響を及ぼすかを算定することができる。

次節で，多部門一般均衡モデルを簡単に説明する。このモデルは，環境政策などの政策シミュレーションのために，われわれの研究室で作成したものであるが，黒田・野村（1998）に詳細は報告されている。ここでは，今回のモデルの改訂部分および基準ケース・シナリオに焦点をあてて，説明したい。

2　多部門一般均衡モデルの構築

このモデルは経済の一般的相互依存を定量的に分析するために開発したものである。生産者としての経済主体と，世帯主年齢階層別に区分された世帯類型に基づく消費者としての経済主体が，財・サービス市場，資本・労働の生産要素市場において経済合理性をもって行動する結果として，すべての部門で，均衡価格と均衡数量とが市場均衡の条件から達成されることをこの模型によって描こうとしている。

2.1　構造の概要

生産者としての経済主体は，大きく二つの局面に分けて考えることができる。ひとつは，期首の資本ストックないしは生産能力，および雇用者数を所与とし，そこで実現している生産技術も与えられているという状態での生産者が，短期的に利潤極大行動によって決定する短期供給スケジュールの提示のメカニズムである。短期的にここで導かれる供給スケジュールは，中間原材料や労働サービスの価格に依存しており，中間財市場や労働市場を通じて他の産業部門と相互依存的関係をもっている。もう一つの生産者行動は，短期で与えられる期首の資本ストックや生産能力，雇用係数や中間投入係数などの技術条件を決定する行動である。ここでは，長期の需要見通しと要素相対価格，および技術進歩の方向を推察した上で，長期的に費用極小化の行動をとるものと仮定している。長期費用関数は，各産業部門についてトランス・ログ型の定式をもちいており，将来の需要規模の想定と，資本，労働，原材料，エネルギーの各要素価格が，各生産要素の長期的なコストシェアを決定するものと考えている。ここで，各生産要素のコストシェアが決定されるとそれに対応した，

資本（K），労働（L），エネルギー（E），原材料（M）の実質投入量が決定されることになる。資本量は長期的な需要，価格の見通しに基づく最適資本ストックであるということができるが，期首の資本ストックとこの最適資本ストックの差異は，減価償却を考慮すれば，当期の最適投資需要のフロー量と対応することになる。

上記のような$KLEM$型費用関数は，そのパラメタが過去の観察値に基づいて計測されたものであるという意味で産業別の要素代替可能性を反映したものであるけれども，外挿期間における経済合理性に基づいた技術選択が将来の技術的実現可能性（feasibility）を必ずしも満たしているという保証は無い。われわれのモデルではこのような限界や，あるいは技術選択において規制的性質の強い産業の存在を鑑み，将来導入されうる技術の見通しが比較的明確な産業に対して，将来の技術導入に関する選択可能なシナリオを外生的に与えることもできるような，構造上の柔軟性を有している。その際，各々の技術シナリオは経済モデルにおける技術の記述としての実質投入係数，雇用係数およびそれを規定する資本係数あるいは資本ストック量によって把握する必要がある。後述するように基準ケースシナリオでは，発電部門および輸送部門などについては技術シナリオを外生的に設定し，発電部門ではサブモデル内で発電形態別稼働率を内生的に決定するメカニズムを持っている。

各産業部門の労働投入量については，生産者の長期費用極小行動から，資本ストックの最適レベルに対応した労働雇用量のレベルが決定されると考えている。それが労働市場での労働雇用の需要水準に対応している。一方，労働の供給に関しては，世帯主年齢階層別に区分された家計行動の結果として，個人年齢階層別の労働供給が決定されると考えている。そこでは各家計単位での労働供給行動を世帯主と非世帯主とに分けて，世帯主の労働供給が，自身の直面する労働市場においての賃金率もしくは労働サービス価格に感応的であるのに対して，非世帯主の労働供給は，所属する世帯の世帯主所得，および非世帯主に提示される賃金率に弾力的であると仮定されている。これは，労働供給に関するダグラス・有沢法則を具体化する形で家計の各世帯員の労働供給行動を定式化したものであり，それが個人年齢階層別に集計されて，個人年齢階層別労働供給量が導かれる。一人当たりの標準労働時間を所与として，各産業部門の個人年齢別労働需要と家計から導かれる個人年齢別の労働供給が一致するというように均衡賃金率および均衡雇用者数が決定される。ここで決定された賃金率は短期的には調整されないものと仮定しており，短期の供給スケジュール上では，賃金率は期首の値，すなわち前期の労働市場で決められた契約に基づいて与えられると考えている。したがって，長期的費用極小の行動によって選択された技術条件は，次期の最適資本ストック量，労働雇用量，賃金率，中間原材料投入係数，およびエネルギー投入係数などを決定し，一期のラグを伴って次期の短期供給行動の期首条件を与えることになる。

短期の供給行動は，長期で選択された技術条件を所与として，各産業部門における生産者の利潤極大の行動から，供給スケジュールが導かれる。短期の供給スケジュール（短期供給関数）では，

中間投入，エネルギー投入の実質投入係数，生産能力を規定する資本ストック量，資本ストックに対応した労働の雇用量が与えられており，設備の稼動時間を調整することによって，供給量と供給価格とのスケジュールが描けるかたちになっている。供給スケジュールは，中間原材料およびエネルギーとして，他部門の財・サービスを用いており，その価格が費用に反映されることから，ある部門の供給は他のすべての部門と供給構造において相互依存的関係にある。よって均衡状態は，すべての部門の財市場において同時的に決定されることになる。なお市場均衡の結果として実現する労働時間は，各個人が就業選択の際に想定した標準労働時間と乖離する可能性がある。労働市場の需給均衡によって，ここではいわゆる非自発的失業者は存在しないけれども，短期供給曲線における就業者および賃金の硬直性からマンアワー（人・時間）ベースでは非自発的な労働需給ギャップが存在すると解すことができる。

短期の財市場における需給均衡のプロセスは，一方で各財の需要のスケジュールによって調整される。需要曲線は，中間需要，および最終需要を構成する，家計消費支出，民間総固定資本形成，政府消費支出，公的総固定資本形成，在庫投資，輸出，（控除）輸入などの項目からなる。このうち，政府消費支出および公的総固定資本形成，在庫投資は商品別に実質値を外生的に与えている。輸出量は，国内財価格と外生で与えられる海外財価格との相対価格，同じく外生的に与える世界貿易量によって，商品別輸出関数から実質輸出量が決定される。輸入については，中間財，最終財ともに商品別輸入シェア関数を設定しており，国内財，輸入財（CIF 価格＋関税）の相対価格に依存して不完全代替的に輸入シェアが決定され，すべての財市場の需給均衡の結果として輸入量がもとめられる。民間総固定資本形成は上述のように生産者の長期費用極小から求められた，最適資本ストックを実現すべく，産業別実質投資額が決定し，観察された産業別資本財構成（時系列固定資本マトリックス）を経由して投資財需要ベクトルがもとめられる。

最後に，家計消費支出については２つの段階に分割される。第１段階では，各産業部門の労働所得および資本所得によって，各種税制の考慮の後に可処分所得がもとめられ，所得制約と各財の価格制約とから，効用極大原理にもとづいて貯蓄，総消費が決定される。家計消費行動の第２段階では，各財・サービスに関する選好のもとで効用極大化により費目別消費量を決定する。その際，家計のエネルギー需要に関しては，輸送用，暖房用，冷房用，給湯用，厨房用，動力用の用途別にエネルギー需要をまず算定する。後述するように基準ケースでは，乗用車，家電製品など個別機器毎のトップランナー方式によるエネルギー効率の改善率とストックベースの機器の保有率分布の変化を考慮して家計部門の用途別エネルギー消費量を決定している。家計消費の全体の予算制約から，エネルギー関連消費に要する需要額を差し引いた残りをもとめ，それを効用極大概念で求められる需要関数によって，それ以外の費目に振り分けることになる。家計のエネルギー需要は，家計の消費活動のみの定式化では，先取りされる形になるが，一般均衡モデル全体では，すべてが同時決定されることになり，他費目消費需要とエネルギー需要とは，整合的に振り分けられることになる。

なお費目別消費需要は用途別エネルギー需要を含め，すべて世帯主年齢階層別に求められ，今後の高齢化社会での人口・世帯構成の変化を反映している。求められた費目別の消費需要は，商品－費目コンバーターを経由して商品別に集計され家計消費ベクトルを形成することになる。もちろん，所得および各種消費財価格は，全部門の需給均衡に至るプロセスによって変化することになるので，貯蓄，消費もまた，体系の均衡解と同時的に決定されることになる。最終需要の各要素に応じて，期首の中間投入係数を所与として，レオンチェフ逆行列の算定から，最終需要を満たす直接・間接需要量としての財・サービス別国内需要量（需要スケジュール）が導かれ，短期生産者行動における供給スケジュールとの対応で，財市場において需給が均衡するまで，価格，数量，所得等の各変数が調整されることになる。

すべての財市場および労働市場で需給が均衡すると，発生付加価値と最終需要が集計名目値で一致し，結果としてマクロでの貯蓄投資バランスが達成される。また一方で貨幣の需給方程式があり，いわゆるIS-LMの均衡によって，同時に利子率が内生的に決定される。

2.2　部門分類と産業連関表

われわれのモデルにおける産業連関表のイメージと，各種部門分類を与えておくことにしよう。次頁の図1がモデル体系内において解かれる産業連関表を示しており，この産業連関表が同図右下に示した10の各ブロックと整合的なかたちで毎年次解かれることになる。なお，図では簡単化のため，消費税および炭素税賦課前の一物一価の体系として描いていることに留意されたい。産業連関表は，表1で示しているように，内生36産業部門（ただし発電部門においては8つの電源構成を持ち，運輸部門は5つの輸送形態に分割される）および内生36商品部門であり，4つの外生的な非競争輸入財，および8つの屑・副産物投入および発生を特掲している。またエネルギー投入のうち，ナフサなど原料として投入されるものを除く燃料種別エネルギー投入量を導出し，そこから発生するCO_2排出量を計測している。

3　多部門一般均衡モデルによる基準ケースシナリオ

はじめにわれわれの多部門一般均衡モデルにおいて，特にエネルギー関連の扱いを中心として概要を示し，その後に基準ケースシナリオを描くための外生変数と，内生的に解かれた基準ケースシナリオの姿を概観する。

3.1　エネルギー需給構造

われわれの一般均衡モデルにおいて明示的に扱うエネルギー種別分類は表1のとおりであり，各エネルギー消費主体では，これらのエネルギーを燃料として用いるときにのみCO_2の排出が行わ

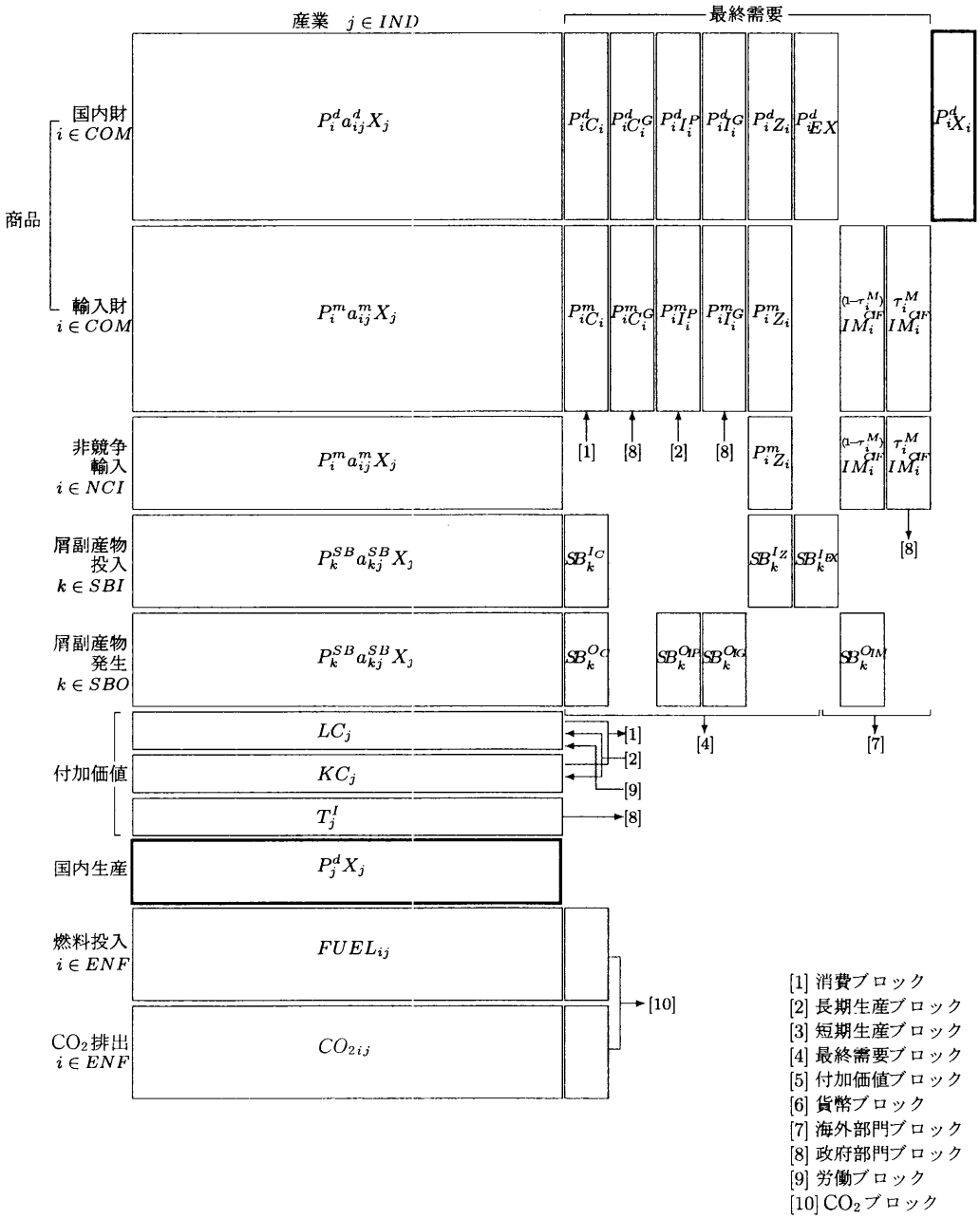

図1　多部門一般均衡モデルにおける産業連関表

表1　各種部門分類

商品・産業	最終需要	付加価値	年齢階層	家計消費費目
1.農林水産業	37.家計消費支出	57.雇用者所得	1.15-24歳	1.エネルギー消費支出
2.石炭鉱業	38.政府消費支出	58.資本所得	2.25-34歳	2.食料品
3.その他鉱業	39.民間総固定資本形成	59.純間接税	3.35-44歳	3.衣服・履物
4.建設	40.公的総固定資本形成		4.45-54歳	4.家賃・水道
5.食料品	41.在庫品増加		5.55-64歳	5.家具・家事用品
6.繊維	42.輸出		6.65歳以上	6.医療・保健
7.衣服	43.輸入			7.交通・通信
8.木材木製品	44.関税・輸入品商品税			8.教育・娯楽
9.家具備品				9.その他の消費
10.紙パルプ	家計エネルギー用途	非競争輸入	屑部門	電源構成
11.出版印刷	1.輸送用	37.原油	41.古紙	29-1.原子力発電
12.化学	2.暖房用	38.天然ガス	42.LPG	29-2.石炭火力発電
13.石油製品	3.冷房用	39.鉄鉱石	43.コークス	29-3.LNG 火力発電
14.石炭製品	4.給湯用	40.その他	44.高炉ガス	29-4.石油火力発電
15.ゴム製品	5.厨房用		45.ガラス屑	29-5.水力・地熱発電
16.皮革製品	6.動力他		46.鉄屑	29-6.新エネルギー発電
17.窯業土石			47.非鉄屑	29-7.自家発電
18.鉄鋼			48.鋼船	29-8.揚水発電
19.非鉄金属				
20.金属製品	家計エネルギー種	運輸部門		
21.一般機械	1.電力	27-1.鉄道輸送		
22.電気機械	2.都市ガス	27-2.道路輸送		
23.自動車	3.LPG	27-3.水運		
24.その他輸送機械	4.灯油	27-4.航空輸送		
25.精密機械	5.石炭他	27-5.倉庫他		
26.その他製造業	6.太陽熱			
27.運輸	7.ガソリン			
28.通信	8.軽油			
29.電力				
30.ガス供給				
31.水道				
32.卸小売				
33.金融保険				
34.不動産業				
35.その他サービス				
36.公務				

れる。エネルギー種別の平均発熱量係数およびCO_2排出係数は，より詳細な産業別エネルギー消費構造の相違を反映すべく，石炭は原料炭，一般炭，石油製品は揮発油，ジェット燃料，灯油，軽油，A 重油，BC 重油，LPG，潤滑油などの細分類における平均発熱量や炭素含有量から集計定義しており，産業別に異なっている。以下ではエネルギー需給構造の概要と基準ケースにおける各種

シナリオへの対応を紹介しておきたい。

はじめにエネルギーの需要主体側から，産業，民生，運輸とそれぞれについて述べておきたい。各産業の省エネルギーに関する技術選択は，費用極小行動の結果として資本，労働，非エネルギー原材料との代替関係によってモデルで内生的に求められる部門と，外生的に技術シナリオを与える部門に分かれる。前述のとおり，内生的に求める際は，各生産要素の相対価格と将来の需要規模とによって，合理的な技術条件が選択され，エネルギーを含む各生産要素の投入原単位が決定されることになる。エネルギーの種別エネルギー源の選択に関しても，エネルギー種別の相対価格がエネルギー種別選択に影響することになる。長期費用曲線は，技術進歩を反映しており，技術の変化が省エネルギー化の方向に変化すれば，それに応じてエネルギー投入原単位に技術状態が反映されることになる。短期供給曲線の導出では前期に選択された技術状態で固定されているものの，基準ケースを描くにあたっては，経団連による環境自主行動計画に基づく措置に対応してエネルギー効率の上昇が達成されるものとして外生的に与えている。(1)

民生部門のエネルギー消費については，エネルギー統計の概念上その消費主体として家庭と業務の二つに別れる。家庭部門におけるエネルギー消費については，前述のとおりモデルでは家計消費支出がエネルギー関連支出とそれ以外の費目に別れており，エネルギー関連支出は，世帯主年齢階層別に用途別エネルギー消費関数として記述されている。用途分類は，輸送用，暖房用，冷房用，給湯用，厨房用，動力用の６つであり，輸送用（自家用車分）を除いたものが家庭部門に相応し，それを含めたものを家計部門と呼んでいる。ここで外生的な条件となるものは，用途別エネルギー種別消費コンバーター，用途別エネルギー効率指数（保有ベース），用途別保有率指数，天候等の自然条件である。（自然条件を除く）各種外生値は，資源エネルギー庁による省エネルギー要素積上モデルによって求められている。要素積上モデルでは，家電製品等のトップランナー機器それぞれに，省エネ法に定められた目標年度，機器全体およびトップランナー機器の普及台数見込み，住宅のエネルギー効率改善の効果等により，エネルギー効率指数（新規購入ベースと保有ベース）と機器別保有量がもとめられる。ここで内生的に決定された各機器の効率指数および保有指数から，それぞれ用途別集計指数を算定し一般均衡モデルへと接合している。なお複数保有の際に２台目以降の家電利用率が逓減することなども考えられ，その影響は集計保有率指数において反映されるものとしている。用途別エネルギー種別消費コンバーターは，家庭部門におけるある用途のための機器保有の構成を反映したものであるから（たとえば暖房用には石油ストーブとエアコンなど），短期的には安定性を有しており，モデルでは内生的に解かれるエネルギー種別価格からこのコンバーターを通じて用途別集計価格が定義され，用途によっては価格弾力的であると想定している。(2)

（１） 経団連環境自主行動計画の内容は，産業によって，行動目標が一律ではない。ここでは，モデルに導入するために，原単位エネルギー効率の改善指数にすべてを置き換えて考えている。

民生業務部門のエネルギー消費は，モデルではその多くが第3次産業に対応するが，間接部門における照明用電力消費などはそれぞれの産業部門に含まれている。また運輸部門は，産業としての輸送業の他に各産業（特に商業など第３次産業）における自家輸送，および家計の自家用輸送が相応するが，モデルでは各産業における自家輸送分を特掲していない。純粋な業務用エネルギー消費量および各産業の自家輸送分を抽出することはできず，そのために基準ケースで見込まれている業務部門におけるトップランナー機器および建築物のエネルギー効率改善など，また各産業の自家輸送におけるトップランナー方式，交通・物流対策分などは，モデルの試算後，最終エネルギー消費，一次エネルギー供給から差し引いて調整をおこなうに留めている。またテレワークの推進などモデルとの接合が困難であった省エネ対策についても同様である。この点は，われわれのモデルとデータベースにおいて克服されるべき課題となっている。以上のように，エネルギー需要は，産業，民生業務・家庭，運輸とそれぞれの経済主体の経済合理性の反映として求められることになる。

一方，エネルギーの供給側については，二次エネルギーのうち，電力の電源構成が特に重要な問題となる。一般均衡モデルでは発電部門について，表１に示した８つの発電形態を持つサブモデルを有しており，モデル全体と連動して各発電形態別に稼働率が内生的に決定されるようになっている。発電形態別の各設備容量は規制的性質が強いため，資源エネルギー庁の電力供給計画などを想定できるよう，モデルでは外生扱いである。基準ケースにおいては，電力中央研究所の最適電源構成モデルから求められた電力設備容量が，われわれのモデルにとって外生的に用意された設備容量シナリオとして与えられる。電中研モデルでは，将来の総電力需要量および各種エネルギー価格を外生値として，建設費用および運転費用を含めた総費用の割引現在価値が最小化となるように最適電源構成を求めるものである。そこでは，原子力，水力，地熱，揚水，新エネルギーは，外生的にシナリオが与えられており，われわれのモデルと共通化している。また総電力需要量やエネルギー価格については，われわれのモデルにおいては内生値であり，両モデル間で何度かのやり取りを通じて相互の整合性を図っている。

電力サブモデルでは，経済活動の結果として算定される産業，民生業務，家庭の主体別電力需要量を季節別に分割し，そして一日の時間帯別電力需要分布を各主体ごとに与えることで，その集計

（２） 用途別エネルギー消費量はコンバーターを通じて再びエネルギー種別消費量へと集計され，内生的な価格を乗じて家計消費ベクトルの一部を形成することになる。自家用輸送を含む家計部門のエネルギー消費に関する詳細は，野村（2000）を参照されたい。なお要素積上モデルによって求められる詳細な個別機器における省エネルギー量の検討は，その集計量として，一般均衡モデルにおける試算値と比較検討することができる。一般均衡モデルでは，家計部門の省エネによるエネルギー需要量の減少がエネルギー価格の低下を齎し，その価格効果によって，また他費目消費量に対しての所得効果によって，エネルギー需要が全体としてある程度増加（リバウンド）するという均衡モデルとしての性質を持つ。その意味で，要素積上モデルとの比較では省エネの達成量は，事後的に幾分か少なめになる。

量としての季節別日負荷曲線を求めている。よって民生業務部門の電力需要増は，ピーク時（14-15時）の電力需要を増加させるなど，電力需要主体の変化が集計された日負荷曲線の形状に反映されている。電力供給側では，その日負荷曲線に対応して,外生的に与えた自家発電（厳密には自家消費用の発電のみ[3]），および基底電源としての原子力，水力，新エネルギーなどによる設備容量を超える部分について，経常コストの費用極小原則から石炭火力，LNG火力，石油火力のそれぞれを選択しながら運転をおこなう。揚水発電については，設備容量および上限稼働率を設定しており，基底電源により余裕のある時間帯はその電力によって，不足の場合には最廉価となる火力発電の運転によって揚水し，ピーク時に放流発電をおこなうものと仮定している。以上から，１年間を通じて集計した結果として，事後的に発電形態別稼働率が決定されている。

3.2　基準ケース・シナリオの諸前提

モデルの基準ケースにおける各種内生変数の姿を描くために，まず外生変数についての将来の想定シナリオを与えることが必要である。主要外生変数について，以下のように想定を与えている。

人口：基準年では1985年1.210億人，1995年1.256億人から1999年に1.266億人，2007年まで増加し，2007年1.278億人がピークとなり，以降2010年には1.276億人まで逓減（国立社会保障・人口問題研究所中位推計による）。15歳以上人口も2007年にピークとなり1.116億人となるが，うち就業可能人口では2010年の1.052億人がピークとなる。また年齢階層別には，1995年では65歳以上人口は就業可能人口の20.5%であるが，高齢化の進行に伴って2010年には32.1%を占める。

世帯数：基準年では1985年3875万世帯，1995年4375万世帯から増加し，1999年で4669万世帯，2010年では4914万世帯まで逓増，うち単身世帯は1995年では23.7%，2010年では28.6%に増加。

政府支出：外挿期間について，政府消費支出および公的総固定資本形成は実質で2000年以降年率1.5-1.6%増，社会保障給付および負担については年率５%増。各種税率は外挿期間については一定。

マネーサプライ：外挿期間は実質で年率２%増。

為替レート：1985年238.5円/ドル，1995年の94.1円/ドルより2000年以降2020年迄110円/ドルに固定している。

原油価格：1999年21.0ドル/bblから2005年に24ドル/bbl，2010年30ドル/bbl，2020年48ドル/bblまで緩やかに上昇を仮定，LNG価格は，原油価格に連動して，1999年の183ドル/tから，

（3）　新エネルギーの想定のうち，自家消費分は，その他の自家消費と合算して考えており，それを除く新エネルギーからの売電分のみを電力事業者の発電と考えている。また基準ケースシナリオへの対応では，本モデルで接合が困難であったコジェネレーションによる熱供給，黒液廃材等の自家発電･熱利用，クリーンエネルギー自動車などは，モデルの試算後に燃料転換等の補正をおこなうに留めている。

2010年の248ドル/t，2020年350ドル/tまで上昇を仮定。一方，一般炭の価格は，1999年の35ドル/tから2010年45ドル/t，2020年の72ドル/tへと推移すると仮定している。

世界貿易量：外挿期間は実質で年率2％増。

3.3 基準ケース・シナリオ

基準ケースにおける外生変数のシナリオに基づいて，モデル体系内から求められる姿を概観しておこう。想定に基づいて描いた基準ケースの主要変数の推移を示したものが，表2の結果である。表の上段には主要な外生変数，下段には主要な内生変数，また右方にはそれぞれの年平均成長率を記載している。基準ケースの結果によれば，実質GDP（1985年不変価格）は，1990年の406兆円から，2010年には547兆円となり，1995-2000年の年平均成長率をみると0.80％であるが，2000-2005年では1.94％，2005-2010年では，2.03％と回復し，その後成長率は若干低下する。2000-2010年では年平均1.98％で成長する。この間の最終エネルギー消費は，表3に内訳が記載されているが，総量（原油換算）で2000年の393.6百万klから，2010年の417.85百万klにまで伸びる。われわれのモデルでは，業務用の自家輸送によるエネルギー使用量の省エネ分および交通・物流対策，業務用省エネルギー対策の一部などによる省エネルギーの効果が含まれていないため，政府が前回の見通しに際して見込んだこの部分の効率改善による削減量，9.70百万klを併せて勘案すると，2010年の最終エネルギー消費は，約409百万klということになる。そのときのモデルでの評価では，CO_2排出量は，2010年3.32億t-C（炭素換算）まで，2000-2010年で年率0.52％で拡大することとなる。最終エネルギー消費の場合と同様に，業務用自家輸送分および交通物流対策などによる省エネルギー分を前回の見通しに習い，また未対応の新エネについての燃料転換等の補正をおこなった結果，2010年のCO_2排出量は3.07億t-Cと算定される。この基準ケースの算定では，最終エネルギー消費は，前回の2010年の目標値である原油換算400百万klを9百万kl上回る程度に収まることになるが，排出されるCO_2量では，目標の1990年レベルを約2000万t-C上回ることになってしまう。エネルギーの需要サイドからの分解では，最終エネルギー消費を部門別にみた場合，民生業務用の需要拡大が目立っている。これは，サービス化に伴う産業構造の変化，IT化などの業務用利用の拡大によるものと考えられる。前回の見通しに比べて，2010年でこの部門のエネルギー消費は，13百万klの拡大となる。乗用車エネルギー消費は，前回ケースより3百万klの上昇，家庭用の需要は2010年で現在とほぼ同じ程度と見込まれている。これに対して，運輸部門の貨物輸送，産業用エネルギー需要は，若干の低下傾向を示している。したがって，今回の基準ケースでは，すでに産業の環境自主行動計画やトップランナー方式による機器の効率向上が見込まれているために，その結果として，特に自主行動計画などの対策がとられていない民生業務のエネルギー需要の拡大が，産業構造の変位の結果とも重なって顕著となっている。最終エネルギー消費のわれわれのモデルによる結果は，表3にまとめている。ここでは，業務用自家輸送分および交通・物流対策などの省エネル

表 2　主要変数

	単位	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	1985-90	1990-95	95-2000	2000-05	2005-10	2010-20
主要外生変数										年平均成長率					
人口	万人	12105	12361	12557	12689	12768	12763	12644	12414	0.42	0.31	0.21	0.12	-0.01	-0.28
マネーサプライ	1兆円	295.2	451.2	478.5	539.3	596.0	658.7	728.0	804.5	8.49	1.17	2.39	2.00	2.00	2.00
為替レート	円／$	238.54	144.81	94.06	110.00	110.00	110.00	110.00	110.00	-9.98	-8.63	3.13	0.00	0.00	0.00
原子力発電設備能力	万kW	2452	3206	4255	4492	4958	5970	6570	7054	5.36	5.66	1.08	1.98	3.71	1.67
原油CIF輸入価格	$／bbl	27.21	22.76	18.26	20.00	24.00	30.00	38.00	48.00	-3.57	-4.41	1.82	3.65	4.46	4.70
社会保障給付	10億円	34918	48823	64597	82944	106502	136751	175592	225465	6.70	5.60	5.00	5.00	5.00	5.00
社会保障負担	10億円	26185	38957	50197	64454	82760	106266	136449	175204	7.95	5.07	5.00	5.00	5.00	5.00
政府消費支出	10億円	30680	34697	39061	42224	45513	49057	52878	56997	2.46	2.37	1.56	1.50	1.50	1.50
政府資本形成	10億円	11148	14570	20513	20787	22518	24272	26163	28200	5.35	6.84	0.27	1.60	1.50	1.50
世界貿易量	10億$	1936	3466	5147	5833	6447	7125	7874	8702	11.65	7.91	2.50	2.00	2.00	2.00
主要内生変数										年平均成長率					
実質GDP	10億円	314433	406278	431013	448529	494148	546932	602778	665727	5.13	1.18	0.80	1.94	2.03	1.97
利子率	%	6.61	3.44	3.40	2.10	2.35	2.70	2.93	3.15	-13.10	-0.24	-9.58	2.26	2.71	1.55
CO_2排出量	M.ton-C	248.8	289.1	308.8	315.1	327.8	332.6	345.2	360.7	3.00	1.32	0.40	0.79	0.25	0.83
一人当たりCO_2排出	ton-C	2.055	2.339	2.459	2.483	2.567	2.601	2.730	2.906	2.58	1.00	0.19	0.67	0.26	1.11
一次エネルギー供給	10^{12}kcal	3954	4820	5432	5590	5856	6126	6405	6640	3.96	2.39	0.57	0.93	0.90	0.81
最終エネルギー消費	10^{12}kcal	2717	3202	3508	3622	3728	3845	3970	4020	3.28	1.82	0.64	0.58	0.62	0.45
発電電力量	10億kWh	649	829	959	1047	1126	1195	1272	1342	4.89	2.92	1.74	1.46	1.18	1.16
CO_2排出／エネ消費	g/cal	91.54	90.27	88.02	86.98	87.91	86.33	86.93	89.72	-0.28	-0.50	-0.24	0.21	-0.36	0.39
CO_2排出／実質GDP	g/円	0.791	0.712	0.716	0.702	0.663	0.607	0.573	0.542	-2.12	0.14	-0.39	-1.15	-1.78	-1.13
エネ消費／実質GDP	kcal/円	12.57	11.86	12.60	12.46	11.85	11.20	10.63	9.97	-1.16	1.21	-0.22	-1.01	-1.13	-1.16
原子力発電シェア	%	24.63	24.30	30.22	30.09	30.87	35.04	36.21	36.85						
石炭火力発電シェア	%	13.33	11.90	13.81	15.94	21.39	21.24	23.70	30.76						
LNG火力発電シェア	%	18.64	19.91	19.00	24.47	22.25	21.15	19.04	14.14						
石油火力発電シェア	%	20.07	20.75	14.85	8.03	4.80	3.44	2.44	1.09						
水力発電シェア	%	11.47	9.78	7.87	8.02	7.46	7.03	6.60	6.26						
新エネ発電シェア	%	0.15	0.22	0.29	0.42	0.49	0.56	0.61	0.67						
自家発電シェア	%	10.48	12.03	12.70	12.55	11.80	10.18	9.14	7.83						
揚水発電シェア	%	1.23	1.12	1.25	0.49	0.94	1.37	2.25	2.40						
家計消費総額	10億円	182473	233714	258390	256028	279259	306295	336922	376846	4.95	2.01	-0.18	1.74	1.85	2.07
民間固定資本形成	10億円	78890	133121	115613	120325	120620	124964	131038	136635	10.46	-2.82	0.80	0.05	0.71	0.89
輸出総額（FOB）	10億円	47322	53813	64968	79825	99177	118813	136707	152511	2.57	3.77	4.12	4.34	3.61	2.50
輸入総額（CIF）	10億円	36178	64579	74723	78292	80924	84736	89482	94404	11.59	2.92	0.93	0.66	0.92	1.08
政府税収総額	10億円	57521	84144	86258	101533	112755	125280	138559	153087	7.61	0.50	3.26	2.10	2.11	2.00
資本所得税	10億円	18782	27536	21960	22977	25733	28518	31802	35870	7.65	-4.53	0.91	2.27	2.06	2.29
労働所得税	10億円	19549	29261	30272	30207	32638	35840	38805	41769	8.07	0.68	-0.04	1.55	1.87	1.53
固定資産税	10億円	7470	9699	13425	18069	19672	20681	21479	22125	5.22	6.50	5.94	1.70	1.00	0.67
消費税	10億円	0	6302	7222	12853	14608	16617	18822	21480	−	2.73	11.53	2.56	2.58	2.57
間接税	10億円	10577	8241	8581	9895	11414	13456	15843	18367	-4.99	0.81	2.85	2.85	3.29	3.11
関税・輸入品商品税	10億円	1143	3104	4798	7533	8691	10169	11808	13476	19.98	8.71	9.02	2.86	3.14	2.82

表3　最終エネルギー消費

10^{10}kcal	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	1985-90	1990-95	1995-2000	2000-05	2005-10
消費	275145	322294	352662	364067	374721	386505	399066	404078	3.16	1.80	0.64	0.58	0.62
産業	133509	156120	157354	160292	160488	161369	163363	159876	3.13	0.16	0.37	0.02	0.11
民生家庭	36195	40917	50677	51694	53770	54656	54611	54360	2.45	4.28	0.40	0.79	0.33
民生業務	64336	80841	88995	93610	100028	108930	119474	127997	4.57	1.92	1.01	1.33	1.71
運輸	41104	44417	55637	58472	60435	61551	61617	61846	1.55	4.50	0.99	0.66	0.37

シェア	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
消費	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
産業	48.52	48.44	44.62	44.03	42.83	41.75	40.94	39.57
民生家庭	13.15	12.70	14.37	14.20	14.35	14.14	13.68	13.45
民生業務	23.38	25.08	25.24	25.71	26.69	28.18	29.94	31.68
運輸	14.94	13.78	15.78	16.06	16.13	15.92	15.44	15.31

注：ここでは近似的に「産業」は第2次産業，「民生業務」は第3次産業を対応させており，また産業部門の自家輸送は上記「運輸」には含まず，「産業」と「民生業務」に含まれているなど，総合資源・エネルギー調査会での部門概念とは異なっていることに留意されたい。

10^{10}kcal	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	1985-90	1990-95	1995-2000	2000-05	2005-10
消費	275145	322294	352662	364067	374721	386505	399066	404078	3.16	1.80	0.64	0.58	0.62
石炭	52714	53586	52248	51489	51008	49873	50011	49305	0.33	-0.51	-0.29	-0.19	-0.45
石油	158353	187405	205414	207101	211477	218521	225350	228105	3.37	1.84	0.16	0.42	0.66
都市ガス	12267	15094	18519	21024	22000	23027	23846	21569	4.15	4.09	2.54	0.91	0.91
電力	51810	66209	76481	84453	90237	95084	99858	105098	4.90	2.88	1.98	1.32	1.05

万kl（原油換算）	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
消費	29746	34843	38126	39359	40511	41785	43143	43685
石炭	5699	5793	5649	5566	5514	5392	5407	5330
石油	17120	20260	22207	22390	22863	23624	24363	24660
都市ガス	1326	1632	2002	2273	2378	2489	2578	2332
電力	5601	7158	8268	9130	9756	10280	10796	11362

シェア	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
消費	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
石炭	19.16	16.63	14.82	14.14	13.61	12.90	12.53	12.20
石油	57.55	58.15	58.25	56.89	56.44	56.54	56.47	56.45
都市ガス	4.46	4.68	5.25	5.77	5.87	5.96	5.98	5.34
電力	18.83	20.54	21.69	23.20	24.08	24.60	25.02	26.01

注：最終エネルギー消費はエネルギーバランス表と異なり、ナフサ等原料消費量を含まない
：また自家発に要する燃料投入は（部分的に）各産業におけるエネルギー消費に含まれている

エネルギー輸入価格（CIF名目）

	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
原油（$/bbl）	27.21	22.76	18.26	20.00	24.00	30.00	38.00	48.00
一般炭($/t)	44.74	50.76	49.65	42.00	42.00	45.00	57.00	72.00
LPG($/t)	244.43	191.55	222.52	199.17	227.56	270.16	326.95	397.94
LNG($/t)	259.68	202.39	178.99	191.15	213.86	247.92	293.33	350.10

ギー分は含まれていないことに注意して欲しい。それらを除いた状態でも，最終エネルギー消費のレベルでの電力化率は，今後上昇することが見込まれている。

産業構造の変化を示したものが，表4である。電気機械，通信，卸小売部門のシェアが拡大する一方で，鉄鋼，化学，窯業土石，紙パルプなどのいわゆるエネルギー多消費産業の生産シェアは伸び悩んでいる。これらの産業構造の変化を実現しても，なお，CO_2の排出目標の達成には更なる努力が必要とされるというのが，基準ケースのシナリオである。表5では，産業別のCO_2排出量を整理している。経団連自主行動計画によるエネルギー効率上昇のシナリオをここでは与えているため，電力以外の部門では，2000年以降のCO_2排出量の推移は比較的緩やかである。通信や卸小売の産業シェアの拡大は，民生業務用のCO_2排出量を大きくしている。

一方家計のエネルギー需要に関しては，世帯主年齢階層別の一世帯当たりの用途別エネルギー消費の結果を表6にまとめている。世帯主年齢の階層平均では，2000年から2010年まで年率▲0.41%の低下となっている。用途別には，動力用以外が若干の低下を示している。世帯主年齢階層別にも，第一階層の▲0.18%から，▲0.27%，▲0.30%，▲0.32%，▲0.35%，▲0.36%とかなりの差異が見られ、若年世帯での省エネルギーが今後の課題といえる。

最終エネルギー消費が，前回の目標ケースを9百万kl上回る程度で収まるにも関わらず，CO_2排出量のベースでは，2000万t-Cの目標未達が発生するのは，一つには，原子力発電の施設見通しが20基から13基に縮小されたこと，さらには，次に述べるように，原子力による不足分を石炭火力の拡大によって賄うという電源構成によるものと考えられる。内生的に解かれた電力需要の伸びを加味した最終的な電源構成については，原子力発電シェアが，1990年の24.3%から2010年には35.0%にシフトするのに対して，石炭火力発電が1990年の11.9%から，2010年には21.2%にまで拡大し，一方石油火力発電のシェアが同期間，20.8%から3.4%にまで低下する結果となっている。LNG火力発電についても同様の傾向で，1990年の19.9%から，2010年には21.2%になる。[(4)] この電源構成見通しは，前回の見通しと大きく異なっている。前回の見通しでは，2010年の石炭火力が構成比で13%，石油火力8%，LNG火力20%となっており，原子力のウェイトも高くなっていた。石炭火力のウェイトの拡大は，エネルギー相対価格の見通しを反映しており，原子力の未達の分が石炭火力に大きく代替されたこととなっている。このことが今回の基準ケースにおけるCO_2排出量を多くしている大きな要因となっている。

これを一次エネルギーの供給ベースでまとめると，コスト面で優位性をもつ石炭の割合が，1999

（4） 総合資源エネルギー調査会の公表資料では，自家発電のうち売電分を電力事業者として，電力事業者の定義範囲がわれわれのモデルと異なっており，モデルの試算値から，補正を加えている。また，業務用，物流・交通対策の電力需要分の補正を加えている。そうした差異を調整して，電力事業者ベースに補正した結果として，2010年の発電電力量（電気事業者）の電源構成別構成比は，石炭火力，石油火力，LNG火力でそれぞれ22.8%，3.7%，22.7%となっているが，趨勢に相違はない。

表 4　産業別生産額

	単位	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	1985-90	1990-95	95-2000	2000-05	2005-10	2010-20
	実質10億円									年平均成長率					
1.農林水産業		18020	16817	15839	14863	15791	16359	16887	17517	-1.38	-1.20	1.27	1.21	0.71	0.68
2.石炭鉱業		290	259	230	130	118	93	78	71	-2.24	-2.37	-11.41	-2.04	-4.66	-2.72
3.その他鉱業		1674	2027	2089	2070	2332	2536	2698	2834	3.83	0.60	-0.18	2.39	1.68	1.11
4.建設業		56985	88624	78076	77170	77971	80764	84728	88646	8.83	-2.53	-0.23	0.21	0.70	0.93
5.食料品		38613	42933	40053	33632	34744	36995	39310	42164	2.12	-1.39	-3.49	0.65	1.26	1.31
6.繊維		7205	6776	4890	3566	3126	3475	3547	3782	-1.23	-6.52	-6.31	-2.64	2.12	0.85
7.衣服・身回品		6022	7039	4704	4108	4554	4889	5319	5828	3.12	-8.06	-2.71	2.06	1.42	1.76
8.製材・木製品		3653	4701	4004	3602	3563	3430	3351	3287	5.05	-3.21	-2.11	-0.22	-0.76	-0.43
9.家具・備品		3023	3994	3653	3700	3947	3963	4050	4135	5.57	-1.78	0.25	1.29	0.08	0.43
10.紙・パルプ		8616	9071	8860	8301	8965	9761	10429	11278	1.03	-0.47	-1.30	1.54	1.70	1.44
11.出版・印刷		8756	10275	9638	8603	9038	9760	10549	11483	3.20	-1.28	-2.27	0.99	1.54	1.63
12.化学		22579	24767	27002	26016	28248	30765	32308	33622	1.85	1.73	-0.74	1.65	1.71	0.89
13.石油精製製品		14020	16594	17701	17473	17679	18100	18541	18665	3.37	1.29	-0.26	0.23	0.47	0.31
14.石炭製品		2326	2479	2401	2401	2494	2466	2528	2727	1.28	-0.64	0.00	0.76	-0.23	1.01
15.ゴム製品		2572	3081	3184	3169	3484	3861	4197	4556	3.61	0.66	0.10	1.90	2.05	1.65
16.皮革製品		1249	1458	1190	969	1052	1155	1287	1450	3.09	-4.05	-4.12	1.65	1.87	2.28
17.窯業・土石		8412	10597	10385	9944	10309	10778	11198	11803	4.62	-0.41	-0.87	0.72	0.89	0.91
18.鉄鋼		27583	27618	25151	23942	25098	26697	27013	27235	0.03	-1.87	-0.99	0.94	1.24	0.20
19.非鉄金属		6545	7429	8282	8689	9629	10309	10899	11345	2.53	2.17	0.96	2.05	1.37	0.96
20.金属製品		11307	14260	12550	11709	12158	12887	13683	14483	4.64	-2.56	-1.39	0.75	1.16	1.17
21.一般機械		30335	41712	42756	47147	49859	54378	58696	63027	6.37	0.49	1.96	1.12	1.74	1.48
22.電気機械		39077	61741	81662	100720	123464	145728	166301	183649	9.15	5.59	4.20	4.07	3.32	2.31
23.自動車		30329	39583	39995	38849	43723	48093	52000	56270	5.33	0.21	-0.58	2.36	1.91	1.57
24.その他輸送機械		4926	5035	4738	5011	5027	5037	4993	4912	0.44	-1.22	1.12	0.06	0.04	-0.25
25.精密機械		4049	5258	5054	5254	5661	6204	6640	6974	5.23	-0.79	0.78	1.49	1.83	1.17
26.その他製造業		13318	15280	14564	14423	15623	16242	16607	16748	2.75	-0.96	-0.19	1.60	0.78	0.31
27.運輸		26906	27304	31495	31727	32590	33220	33584	33973	0.29	2.86	0.15	0.54	0.38	0.22
28.通信		7479	8765	15460	21706	28847	35335	41959	48446	3.18	11.35	6.79	5.69	4.06	3.16
29.電力		14512	18527	21442	23396	25174	26703	28439	30002	4.89	2.92	1.74	1.46	1.18	1.16
30.ガス		1963	2415	2970	3361	3494	3632	3739	3402	4.15	4.14	2.47	0.78	0.77	-0.65
31.水道		1846	1946	2333	2741	3172	3477	3722	3966	1.05	3.63	3.23	2.92	1.84	1.32
32.卸売・小売		60696	85969	76989	63561	65596	76914	92978	116716	6.96	-2.21	-3.83	0.63	3.18	4.17
33.金融・保険		27143	32609	37015	39253	41311	43033	44226	45125	3.67	2.53	1.17	1.02	0.82	0.47
34.不動産業		23211	28501	36352	40474	42863	43904	44820	45821	4.11	4.87	2.15	1.15	0.48	0.43
35.その他サービス		112318	132381	149276	160387	178291	194953	211884	230507	3.29	2.40	1.44	2.12	1.79	1.68
36.公務		22086	22418	22015	21879	23347	24830	26300	27598	0.30	-0.36	-0.12	1.30	1.23	1.06
CO_2発生量	Mt-C									年平均成長率					
10.紙・パルプ		5.4	5.8	5.6	5.4	5.6	5.9	6.2	5.4	1.35	-0.57	-0.87	0.94	1.06	0.89
12.化学		8.6	9.4	10.3	10.1	10.2	10.4	10.8	10.9	1.74	1.80	-0.44	0.32	0.29	0.50
17.窯業・土石		9.4	12.0	11.9	11.6	12.0	12.6	11.8	9.8	4.87	0.11	0.56	0.78	0.89	2.46
18.鉄鋼		50.6	49.6	47.7	47.1	46.3	44.2	44.5	44.9	-0.42	-0.77	-0.25	-0.32	-0.93	0.15
27.運輸		17.8	17.4	20.6	20.9	21.5	21.9	22.2	22.4	-0.41	3.34	0.34	0.54	0.38	0.22
29.電力		64.1	81.4	87.4	92.5	102.0	101.6	108.9	124.0	4.77	1.43	1.12	1.97	-0.08	1.99
35.その他サービス		17.4	21.2	25.1	28.2	31.5	34.4	37.4	37.5	4.01	3.37	2.28	2.21	1.79	0.86
家計		28.5	32.4	41.1	41.9	43.3	43.7	43.1	42.4	2.58	4.76	0.40	0.64	0.16	0.29

表 5　産業別 CO_2 排出量

	単位	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	1985-90	1990-95	95-2000	2000-05	2005-10	2010-20
	Mt-C									年平均成長率					
産業合計		220.30	256.69	267.68	273.13	284.46	288.30	302.08	318.29	3.06	0.84	0.40	0.81	0.27	0.99
1.農林水産業		5.19	4.94	4.73	4.33	3.18	2.73	2.38	2.11	-1.02	-0.87	-1.77	-6.18	-3.02	-2.56
2.石炭鉱業		0.05	0.04	0.04	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	-1.84	-1.76	-10.82	-1.94	-4.66	-2.71
3.その他鉱業		1.49	1.86	1.97	1.92	1.41	1.18	1.00	0.85	4.39	1.16	-0.46	-6.24	-3.56	-3.22
4.建設業		5.83	9.38	8.67	8.98	9.12	9.45	9.91	8.98	9.51	-1.57	0.69	0.32	0.70	-0.51
5.食料品		3.56	4.07	3.78	3.27	3.35	3.52	3.72	3.88	2.71	-1.48	-2.90	0.47	1.01	0.97
6.繊維		1.74	1.69	1.26	0.96	0.84	0.94	0.96	1.02	-0.63	-5.76	-5.55	-2.52	2.12	0.85
7.衣服・身回品		0.47	0.56	0.39	0.35	0.39	0.42	0.45	0.50	3.71	-7.44	-2.10	2.18	1.42	1.76
8.製材・木製品		0.10	0.13	0.12	0.11	0.11	0.10	0.10	0.10	5.41	-2.63	-1.53	-0.11	-0.76	-0.80
9.家具・備品		0.12	0.17	0.16	0.17	0.18	0.18	0.18	0.14	5.94	-1.06	1.11	1.40	0.08	-2.21
10.紙・パルプ		5.38	5.76	5.60	5.36	5.62	5.92	6.21	5.42	1.35	-0.57	-0.87	0.94	1.06	-0.89
11.出版・印刷		0.21	0.26	0.25	0.23	0.22	0.21	0.17	0.14	4.26	-0.82	-1.80	-0.74	-1.38	-4.15
12.化学		8.63	9.42	10.31	10.08	10.25	10.40	10.77	10.93	1.74	1.80	-0.44	0.32	0.29	0.50
13.石油精製製品		4.82	5.70	6.08	6.00	6.07	6.21	6.37	6.41	3.36	1.29	-0.26	0.23	0.47	0.31
14.石炭製品		0.57	0.61	0.59	0.59	0.61	0.60	0.62	0.67	1.28	-0.64	0.00	0.76	-0.23	1.01
15.ゴム製品		0.29	0.35	0.37	0.38	0.39	0.35	0.30	0.26	4.19	1.22	0.46	0.56	-2.26	-3.17
16.皮革製品		0.08	0.10	0.08	0.07	0.08	0.08	0.08	0.07	3.49	-3.44	-3.53	1.76	1.87	-1.32
17.窯業・土石		9.39	11.97	11.90	11.57	12.03	12.58	11.84	9.84	4.87	-0.11	-0.56	0.78	0.89	-2.46
18.鉄鋼		50.60	49.55	47.67	47.07	46.32	44.21	44.52	44.88	-0.42	-0.77	-0.25	-0.32	-0.93	0.15
19.非鉄金属		1.93	2.23	2.43	2.52	1.59	1.45	1.32	1.18	2.98	1.72	0.66	-9.13	-1.92	-2.07
20.金属製品		1.22	1.58	1.46	1.43	1.48	1.53	1.62	1.72	5.23	-1.58	-0.40	0.58	0.76	1.13
21.一般機械		1.07	1.51	1.62	1.87	1.82	1.82	1.93	2.07	6.98	1.37	2.88	-0.53	0.01	1.27
22.電気機械		1.53	2.47	3.31	4.11	3.93	3.84	3.53	3.17	9.52	5.86	4.33	-0.92	-0.43	-1.93
23.自動車		1.51	2.04	2.16	2.23	2.29	2.30	2.44	2.64	5.95	1.22	0.57	0.53	0.16	1.36
24.その他輸送機械		0.29	0.30	0.29	0.31	0.27	0.25	0.22	0.19	0.83	-0.74	1.23	-2.85	-1.93	-2.34
25.精密機械		0.12	0.18	0.20	0.23	0.24	0.24	0.25	0.26	7.27	2.19	3.38	0.35	0.71	0.73
26.その他製造業		0.81	0.95	0.93	0.92	0.82	0.75	0.68	0.63	3.11	-0.40	-0.25	-2.34	-1.75	-1.78
27.運輸		17.77	17.42	20.58	20.93	21.50	21.92	22.16	22.41	-0.41	3.34	0.34	0.54	0.38	0.22
28.通信		0.23	0.28	0.49	0.69	0.79	0.89	0.94	0.97	3.50	11.47	6.91	2.54	2.31	0.94
29.電力		64.12	81.39	87.43	92.46	102.00	101.60	108.89	124.00	4.77	1.43	1.12	1.97	-0.08	1.99
30.ガス		0.28	0.35	0.43	0.48	0.50	0.52	0.54	0.49	4.15	4.14	2.47	0.78	0.77	-0.65
31.水道		0.13	0.14	0.18	0.21	0.14	0.11	0.08	0.06	2.10	4.14	3.08	-7.83	-5.22	-5.65
32.卸売・小売		10.28	14.51	13.41	11.41	11.79	13.76	16.55	20.67	6.90	-1.59	-3.22	0.65	3.08	4.07
33.金融・保険		0.19	0.28	0.34	0.37	0.39	0.41	0.42	0.43	7.97	4.46	1.51	1.09	0.82	0.47
34.不動産業		0.27	0.34	0.44	0.48	0.27	0.22	0.19	0.17	4.75	5.41	1.76	-12.01	-3.85	-2.42
35.その他サービス		17.38	21.24	25.13	28.17	31.45	34.39	37.38	37.50	4.01	3.37	2.28	2.21	1.79	0.86
36.公務		2.65	2.94	2.87	2.84	3.01	3.19	3.36	3.51	2.10	-0.47	-0.22	1.20	1.13	0.96
家計部門		28.47	32.39	41.10	41.93	43.30	43.66	43.08	42.42	2.58	4.76	0.40	0.64	0.16	-0.29
合計		248.77	289.08	308.78	315.06	327.76	331.96	345.16	360.71	3.00	1.32	0.40	0.79	0.25	0.83

表6　家計部門エネルギー消費量

家計部門：世帯主年齢階層別用途別エネルギー消費量
単位：千 kcal/世帯

1985年	世帯平均	第1世帯	第2世帯	第3世帯	第4世帯	第5世帯	第6世帯	世帯平均	第1世帯	第2世帯	第3世帯	第4世帯	第5世帯	第6世帯
1.輸送用	4022	3787	4047	4170	4859	3943	2657	0.296	0.341	0.337	0.308	0.316	0.277	0.211
2.暖房用	3152	1007	2172	3018	3811	3785	3374	0.232	0.091	0.181	0.223	0.248	0.266	0.268
3.冷房用	199	64	137	190	241	239	213	0.015	0.006	0.011	0.014	0.016	0.017	0.017
4.給湯用	3070	3803	3187	3042	2959	2875	3131	0.226	0.342	0.265	0.225	0.193	0.202	0.248
5.厨房用	1755	1329	1501	1709	1918	1888	1837	0.129	0.120	0.125	0.126	0.125	0.133	0.146
6.動力他	1382	1121	967	1416	1572	1514	1394	0.102	0.101	0.081	0.105	0.102	0.106	0.111
合計	13580	11110	12011	13547	15361	14244	12606	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

1990年	世帯平均	第1世帯	第2世帯	第3世帯	第4世帯	第5世帯	第6世帯	世帯平均	第1世帯	第2世帯	第3世帯	第4世帯	第5世帯	第6世帯
1.輸送用	4720	4483	4792	4937	5753	4669	3146	0.314	0.361	0.360	0.330	0.339	0.298	0.228
2.暖房用	3217	1013	2184	3035	3833	3807	3393	0.214	0.082	0.164	0.203	0.226	0.243	0.246
3.冷房用	270	85	183	255	322	319	285	0.018	0.007	0.014	0.017	0.019	0.020	0.021
4.給湯用	3349	4150	3483	3327	3237	3145	3423	0.223	0.334	0.261	0.222	0.191	0.201	0.249
5.厨房用	1820	1368	1545	1760	1975	1943	1891	0.121	0.110	0.116	0.117	0.116	0.124	0.137
6.動力他	1635	1315	1135	1662	1845	1777	1636	0.109	0.106	0.085	0.111	0.109	0.113	0.119
合計	15011	12414	13322	14976	16965	15660	13773	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

2000年	世帯平均	第1世帯	第2世帯	第3世帯	第4世帯	第5世帯	第6世帯	世帯平均	第1世帯	第2世帯	第3世帯	第4世帯	第5世帯	第6世帯
1.輸送用	6102	5970	6381	6574	7661	6216	4189	0.351	0.423	0.414	0.375	0.382	0.338	0.265
2.暖房用	4101	1276	2751	3824	4828	4796	4275	0.236	0.091	0.178	0.218	0.241	0.261	0.271
3.冷房用	334	104	224	312	394	391	349	0.019	0.007	0.015	0.018	0.020	0.021	0.022
4.給湯用	3031	3764	3154	3011	2929	2845	3099	0.174	0.267	0.205	0.172	0.146	0.155	0.196
5.厨房用	1660	1240	1401	1595	1790	1761	1714	0.095	0.088	0.091	0.091	0.089	0.096	0.109
6.動力他	2169	1748	1509	2210	2453	2362	2175	0.125	0.124	0.098	0.126	0.122	0.129	0.138
合計	17397	14102	15420	17526	20055	18372	15800	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

2010年	世帯平均	第1世帯	第2世帯	第3世帯	第4世帯	第5世帯	第6世帯	世帯平均	第1世帯	第2世帯	第3世帯	第4世帯	第5世帯	第6世帯
1.輸送用	5858	5936	6345	6538	7618	6182	4166	0.351	0.429	0.423	0.385	0.392	0.348	0.273
2.暖房用	3711	1142	2463	3423	4322	4293	3827	0.222	0.082	0.164	0.201	0.223	0.242	0.251
3.冷房用	324	100	215	299	377	374	334	0.019	0.007	0.014	0.018	0.019	0.021	0.022
4.給湯用	2972	3697	3098	2957	2877	2794	3044	0.178	0.267	0.206	0.174	0.148	0.157	0.200
5.厨房用	1591	1183	1336	1521	1708	1680	1635	0.095	0.085	0.089	0.089	0.088	0.095	0.107
6.動力他	2234	1792	1547	2265	2515	2421	2229	0.134	0.129	0.103	0.133	0.130	0.136	0.146
合計	16690	13851	15004	17003	19416	17745	15234	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

家計部門：用途別エネルギー消費量
単位：100億 kcal

	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	90-2000	2000-05	2005-10	2010-20
1.輸送用	15586	19276	26082	28473	29621	30142	29863	29724	0.039	0.025	0.003	-0.001
2.暖房用	12213	13137	19014	19135	19567	19093	18307	17412	0.038	0.006	-0.005	-0.009
3.冷房用	771	1102	1458	1560	1766	1665	1692	1766	0.035	0.038	0.012	0.006
4.給湯用	11896	13676	13680	14142	14785	15292	15520	15534	0.003	0.016	0.007	0.002
5.厨房用	6803	7431	8137	7744	7879	8186	8463	8664	0.004	-0.006	0.008	0.006
6.動力他	5355	6677	9341	10120	10791	11492	11733	12101	0.042	0.029	0.013	0.005
家庭部門	37037	42023	51629	52700	54788	55728	55715	55477	0.023	0.012	0.003	0.000
家計部門	52623	61300	77711	81173	84409	85870	85578	85201	0.028	0.017	0.003	-0.001

家計部門：種別エネルギー消費量
単位：100億 kcal

	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	90-2000	2000-05	2005-10	2010-20
1.電力	12455	15443	20431	22772	24125	25005	25422	25911	0.039	0.033	0.007	0.004
2.都市ガス	6731	7762	8800	9190	9525	9706	9742	9672	0.017	0.016	0.004	0.000
3.LPG	5710	6521	7015	5981	6160	6255	6251	6169	-0.009	-0.026	0.003	-0.001
4.灯油	10943	10969	14284	13692	13960	13689	13197	12607	0.022	-0.005	-0.004	-0.008
5.石炭他	356	222	146	59	0	0	0	0	-0.132	-	-	-
6.太陽熱	842	1106	952	1006	1018	1072	1104	1117	-0.009	0.013	0.010	0.004
7.ガソリン	15170	18826	23758	26460	27629	28214	28000	27916	0.034	0.030	0.004	0.001
8.軽油	415	451	2324	2013	1992	1928	1863	1809	0.150	-0.031	0.007	-0.006
合計	52623	61300	77711	81173	84409	85870	85578	85201	0.028	0.017	0.003	-0.001
(電力化率)												
家庭部門	0.336	0.367	0.396	0.432	0.440	0.449	0.456	0.467				
家計部門	0.237	0.252	0.263	0.281	0.286	0.291	0.297	0.304				

家計部門：世帯主年齢階層別エネルギー消費量
単位：100億 kcal

	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	90-2000	2000-05	2005-10	2010-20
第1世帯	2323	2551	3017	2565	2222	1895	1704	1709	0.001	-0.061	0.032	0.010
第2世帯	7056	7196	8959	10099	10166	8754	7466	6529	0.034	0.025	0.030	-0.029
第3世帯	12589	13424	13454	12539	13619	15037	14770	12724	-0.007	0.002	0.020	-0.017
第4世帯	13521	15802	21242	20605	17271	16286	17222	19157	0.027	-0.041	-0.012	0.016
第5世帯	9874	12664	16268	17175	19714	19378	16478	15720	0.030	0.038	-0.003	-0.021
第6世帯	7259	9662	14771	18190	21418	24520	27939	29362	0.063	0.074	0.027	0.018
世帯合計	52623	61300	77711	81173	84409	85870	85578	85201	0.028	0.017	0.003	-0.001

年度の17.4%から，2010年21.9%と上昇し，前回の見通し14.9%と比較しても，大きくなっている。石油に関しては，依然として最大のエネルギー源ではあるが，石油依存度は，現行の52.0%から2010年には45.0%にまで低下することになる。

4. 結びにかえて

2001年度の我が国エネルギー需給見通し作成作業として，目下検討中の総合資源・エネルギー調査会での議論を踏まえて，その基準ケース・シナリオの内容を中心にまとめてみた。調査会では，この基準ケースをもとに，CO_2排出量の1990年レベル安定化を目指す目標ケースのシナリオをまとめつつある。経済成長，エネルギー安全保障，環境保全のいわゆる3Eを同時達成するという目標は，必ずしも容易なものではない。この報告を書いている最中にも，米国ブッシュ政権のもとでは，米国が京都議定書で合意した2008-12年の温暖化効果ガスの削減目標の設定を破棄するという立場を一方的に宣言した。我が国でも，90年代以降の経済停滞が，経済成長と環境保全の目標との同時達成を難しくしているという感も免れ得ない。もちろん，次世代に環境資源を保全して継承する責任は，極めて大きいことは云うまでもない。しかし一方で，現世代の環境保全に対する国民負担の程度を度外視して，環境を優先するということも許される状況ではない。そうした中で，少なくとも現在までの我が国の各方面での議論が，国民のコスト負担の程度やそれを実現するための政策的手段の効率性，効果性についての定量的議論が不足しているという感想も，筆者らが常々抱き続けてきたところである。今回のエネルギー需給見通しの作成プロセスでは，作成過程での情報開示が積極的に行われており，これを契機により活発な議論が行われるものと期待している。われわれのモデル作業が議論の一端を担う役割を果たすことができれば，と願っている。

（商学部教授）
（産業研究所助手）

参 考 文 献

[1] Baumol, W.J. and W.E. Oates (1988), *The Theory of Environmental Policy*, second ed., Cambridge University Press.
[2] Burniaux, J.M. and J. Oliviera-Martins (1992), "The Effect of Existing Distortions in Energy Markets on the Cost of Policies to Reduce CO2 Emissions: Evidence from GREEN"., OECD Economic Studios. No.19, OECD. Paris.
[3] Cropper, M.L. and W.E. Oates (1992), "Environmental Economics: A Survey" Journal of Economic Literature, Vol.30, NO.2. pp.675-740.
[4] Dean, A. (1994), "Costs of cutting CO2 Emissions: Evidence from 'Top Down' Models", in OECD/

lEA.
[5] JDB Research Center on Global Warming (1996), Symposium on the Environment and Sustainable Development: Roles for Japan with Regard to Global Environmental Issues, The Japan Development Bank.
[6] Jorgenson, D.W. and P.J. Wilcoxen (1993), "Reducing US Carbon Dioxide Emissions: The Cost of Alternative Instruments", Journal of Policy Modeling, Vol. 15, No. 1.
[7] Kuroda, Masahiro, Koji Nomura, Kobayashi Nobuyuki, Kuninori Morio. Hanabusa Kimiko, and Tomita Hideaki, "Reduction of Carbon Dioxide Emission and Its Distributional Impacts.", presented at The JDB Symposium on the Environment and Sustainable Development. Hakone, Nov., 1995.
[8] Manne, A.S. and R.G, Richels (1991), "International Trade in Carbon Emission Rights: A Decomposition Procedure", AEA Papers and Proceedings. Vol. 81, NO.2, pp. 135-9.
[9] Oliviera-Martins, J., J.M. Bunaiaux and J.P. Martin (1992), "Trade and the Effectiveness of Unilateral CO2 Abatement Policies: Evidence of GREEN", OECD Economic Studies, No. 19, Winter,pp. 123-40.
[10] Pigou, A.C. (1932), *The Economics of Welfare*, 4th ed., London:Macmillan.
[11] Shah, A and B. Larsen (1992), "Carbon Taxes, the Greenhouse Effect and Developing Countries", Working Paper WPS957, Policy Research Division, World Bank, Washington DC.
[12] OECD-IEA (1994), *The Economics of Climate Change: proceedings of an OECD-IEA Conference*, Organization for Economic Cooperation and Development, Paris.
[13] 宇沢弘文・国則守生（1993），『地球温暖化の経済分析』，東京大学出版会。
[14] 黒田昌裕・新保一成・野村浩二・小林信行（1997），『KEO データベース－産出および資本・労働投入の測定－』，KEO モノグラフシリーズ No. 8，慶應義塾大学産業研究所。
[15] 黒田昌裕・野村浩二（1998），「日本経済の多部門一般均衡モデルの構築と環境保全シミュレーション－（I）環境保全政策と多部門一般均衡モデルの構築」，KEO Discussion Paper（未来開拓プロジェクト）No.15，慶應義塾大学産業研究所。
[16] 高橋雅仁・浅野浩志・岡田健司・永田豊（1997），「長期電源構成モデルを用いた DSM プログラムの費用効果分析」，電力技術・電力系統技術合同研究会。
[17] 高橋雅仁・浅野浩志・永田豊（1998），「総合資源計画モデルの開発と蓄熱式空調システム普及方策への適用」，電力中央研究所報告：Y97021。
[18] 日本国政府（1997），「気候変動に関する国際連合枠組条約京都議定書」。
[19] 野村浩二（2000），「家計部門における用途別エネルギー消費関数の計測と炭素税賦課による影響」，KEO Discussion Paper No.57，慶應義塾大学産業研究所。