

# 米国のマクロ経済とエネルギー需給を シミュレーションするための統合モデルの構築

任 守 偉 / 猪 平 進

1. 緒 言
2. 米国の経済, エネルギー需給および環境の現状
3. 米国のマクロ経済・エネルギー需給統合モデルの全体構成
4. 米国マクロ経済モデル
5. 米国エネルギー需給モデル
6. 米国マクロ経済・エネルギー需給統合モデルの精度評価
7. 米国の経済, エネルギー, CO<sub>2</sub> 排出量のシミュレーション分析
8. 結 言
9. 付 録
  - 9.1 変数一覧表
  - 9.2 米国モデルの方程式

## 1. 緒 言

最近, 世界のあちこちで異常気候が相次いで発生した。2006 年 11 月に北海道佐呂間町で初めて竜巻が起きた。2007 年 1 月には米国でニューヨークの気温が 22 度になった。この一連の異常気象には地球温暖化の影響があると考えられている。地球全体の温度はこの 100 年で約 0.6% 上昇している。北極の氷山も溶け始めている。その影響はわれわれ人類だけではなく, 地球上のあらゆる生命に及ぶ。米国政府の発表によると, 北極のホッキョクグマ

は今絶滅危惧種に指定された。氷山が溶けているため、ホッキョクグマの居場所がだんだん縮小してきたのである。

米国経済は、2003年後半から再び高成長を続け、現在も継続している。経済の発展によりエネルギー需給も増える一方である。よく知られているように、米国のエネルギー消費量は世界最大であり、特に化石燃料の消費は国内生産量を超え、純輸入国になった。そのうち石油の消費量は世界最大である。また米国は世界で石炭埋蔵量が一番多い国である。石炭の消費は主に発電部門である。国内石炭供給量の80～90%を発電用に消費すると見込まれる。このような大量の化石燃料の消費により、温暖化ガスの排出量も多い。米国は温暖化ガスCO<sub>2</sub>などの排出量が世界一である。2003年度における世界のCO<sub>2</sub>排出量は6869(炭素換算百万トン)であったが、米国はその23%の1565.1(炭素換算百万トン)を占める。日本の5倍、イギリスの10倍である。また、一人当たりのCO<sub>2</sub>排出量も世界一である。同じ2003年度、一人当たりCO<sub>2</sub>排出量(炭素換算)の世界平均は1.1トンであったが、米国は5.31トンで世界平均の約5倍にも達する。

京都議定書は、世界が協力して地球温暖化対策に取り組むための重要な第一歩である。けれども世界最大の温室効果ガス排出国である米国は、環境より経済の方を優先し、京都議定書から離脱した。

以上の背景より、CO<sub>2</sub>排出量が世界最大である米国の経済とエネルギー消費の将来を予測することは、地球の温暖化防止にとって、大きな意義を持つと考えられる。そこで本論文では、米国のマクロ経済・エネルギー需給統合モデルを構築して、米国における30年後の経済・エネルギー需給、一次エネルギー消費量とCO<sub>2</sub>排出量をシミュレーションで予測する。本論文ではこれまで日本および中国について研究してきたモデル化方法を発展させ、新規に米国に対する計量モデルを構築している。なおモデル作成およびシミュレーションのツールとしては、計量分析ソフト「エコノメイト2003」(Economate2003, 東洋経済新報社)を使用した。

本論文の内容は、2章で米国の経済およびエネルギー消費また環境の現状を述べる。3章でモデルの全体構成を示した後、4章と5章でそれぞれマクロ経済モデルとエネルギー需給モデルの定式化を説明する。次に、経済・エネルギー統合モデルを用いて2030年までの米国の経済およびエネルギー需給等のシミュレーションを行う。シミュレーションは、米国の原油価格により、基準ケース、原油高ケース、原油安コースの三つのシナリオを想定して実施し、結果の分析を行った。最後に、本研究のシミュレーションで得られた予測結果を、米国のエネルギー省エネルギー情報局（以下、EIAと表記する）の予測と比較した。

## 2. 米国の経済，エネルギー需給 および環境の現状

### 2.1 米国の経済動向

米国経済の成長は、次頁の図2.1に示したように、IT革命により90年代後半から高成長期に入り、2001年まで続いた。2001年9月のテロ事件で景気は一次的に後退したが、その後再び景気を回復し、高成長を続け、現在も継続している。近年の経済成長率は、2003年2.7%、2004年4.2%であり、2005年はハリケーンの影響を受け、3.5%まで落ちたものの、昨年2006年第1四半期は前期比年率5.3%と再び高成長を維持している。

### 2.2 米国のエネルギー需給の現状

こうした高成長の経済を背景として、米国のエネルギー消費も増大してきた。現在、米国のエネルギー消費量は世界最大である。EIAの統計による

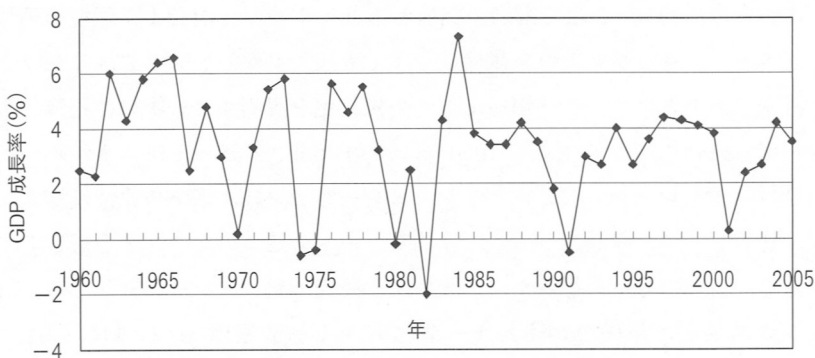


図 2.1 米国 GDP の成長率

(出所：Department of Commerce <http://www.commerce.gov> のデータにより作成)

と、米国の一次エネルギー消費 (=供給) は、1970 年から 2005 年まで年平均 1.12% の伸びで増加してきた。1970 年には 6 京 7844 兆 BTU※) で、2005 年には 10 京 157 兆 BTU になった。エネルギー消費の内訳から見ると、石油の消費量が一番多く、次が石炭と天然ガスである。2005 年の時点で石油の消費量は 4 京 441 兆 BTU (シェア 40.4%)、石炭が 2 京 2874 兆 BTU (22.9%)、天然ガス 2 京 2640 兆 BTU (22.6%) であった (図 2.2)。

※) BTU = ヤードポンド単位系での熱量の単位。1BTU = 252 cal = 1.05506 kJ

また、2006 年 12 月の EIA が発表した長期見通し (Annual Energy Outlook 2007) によると、2005 年から 2030 年にかけて、米国の GDP 成長率は 2.9% で、一次エネルギー消費は年平均 1.1% の伸び率で増加し、2030 年には 13 京 1160 兆 BTU に達すると予測されている (図 2.3)。

一方、米国は、世界有数のエネルギー産出国でもある。しかし、2005 年の総エネルギー生産量は 6 京 9428 兆 BTU で、消費量は 10 京 157 兆 BTU となっていた。その差は輸入に頼っている。米国にとって最大のエネルギー源である石油は特に顕著となっている。EIA の見通しによると、米国の石油輸入は 2030 年には 3 京 8460 兆 BTU まで増大と予想されている (図 2.4)。米

米国のマクロ経済とエネルギー需給をシミュレーションするための統合モデルの構築 (任 / 猪平)

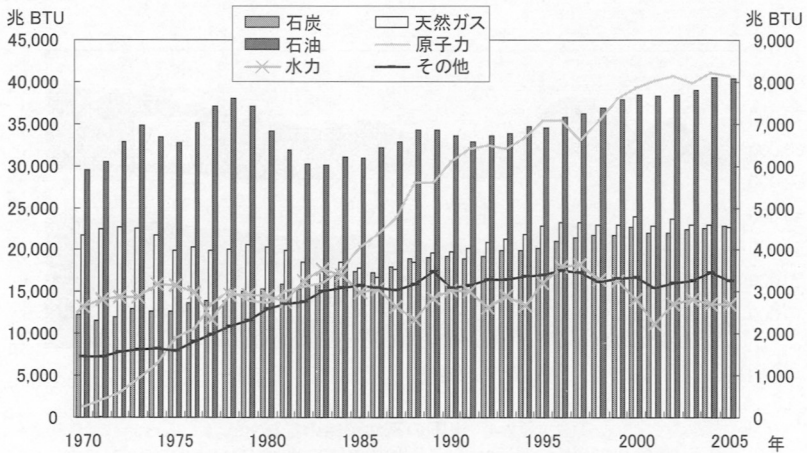


図 2.2 米国の一次エネルギー供給の推移

(出所：米国エネルギー省エネルギー情報局 EIA 資料[11]により作成)

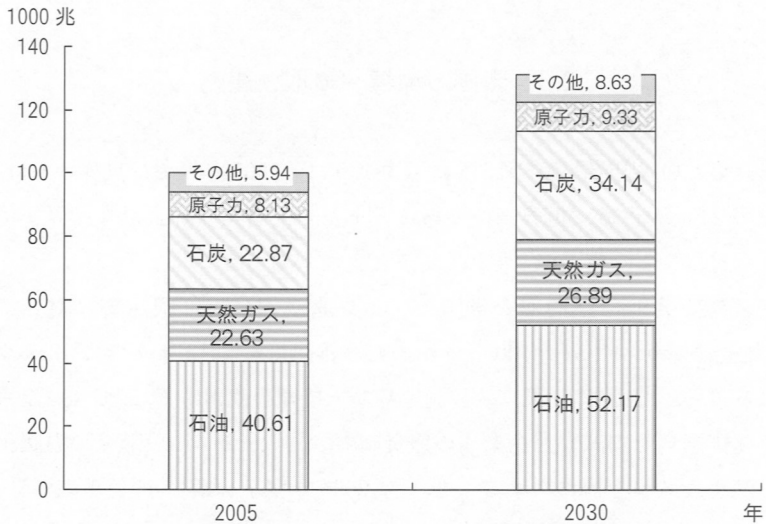


図 2.3 米国の一次エネルギー供給の見直し

(出所：米国エネルギー省エネルギー情報局 EIA 資料[11]により作成)

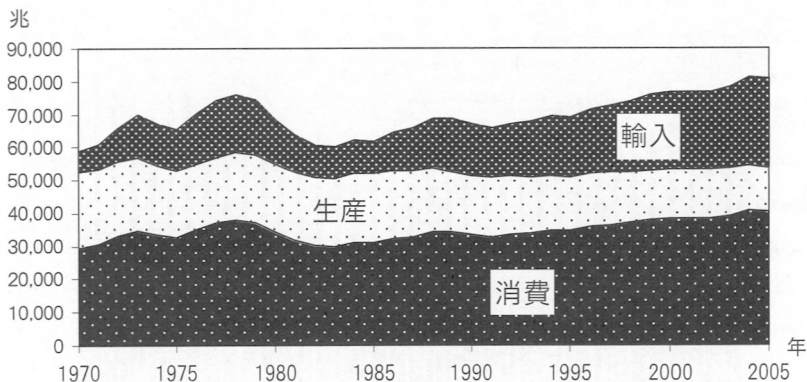


図 2.4 米国の石油需給の推移  
 (出所：米国エネルギー省エネルギー情報局 EIA 資料[11]により作成)

国はすでに全体としてエネルギー純輸入国となっている。

### 2.3 米国の環境への取り組み

米国の CO<sub>2</sub> 排出量は、図 2.5 に示すように、2003 年度では世界の CO<sub>2</sub> 排出量の 23% を占め、世界一位である。また一人当たり排出量も世界一位であり、日本や EU 諸国の 2 倍以上と突出している (図 2.6)。

京都議定書から離脱した米国のブッシュ政権は京都議定書に対して、① 温室効果ガス、GDP 100 万ドル当たり排出量を 2012 年までに 18% カットすること、② 温室効果ガスの測定基準・技術を改善すること、③ 温室効果ガス排出量を削減した企業への報奨制度、④ 2012 年の段階での温暖化状況を踏まえ政策を再検討すること、⑤ 2003 年度予算案に 46 億ドル (前年比 7 億ドル増) の温暖化関連予算 (代替エネルギーの税控除など) を計上することなどのプログラムを対置し、「京都議定書よりも穏健で成長型のプログラム」であると主張している。

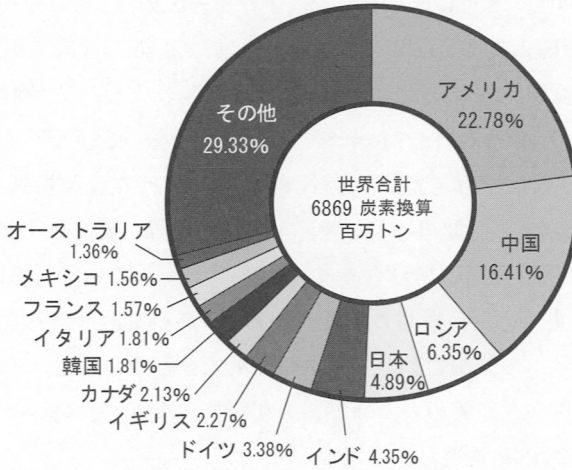


図 2.5 2003 年世界の CO<sub>2</sub> 排出量  
(出所：日本エネルギー研究所データバンク [8] により作成)

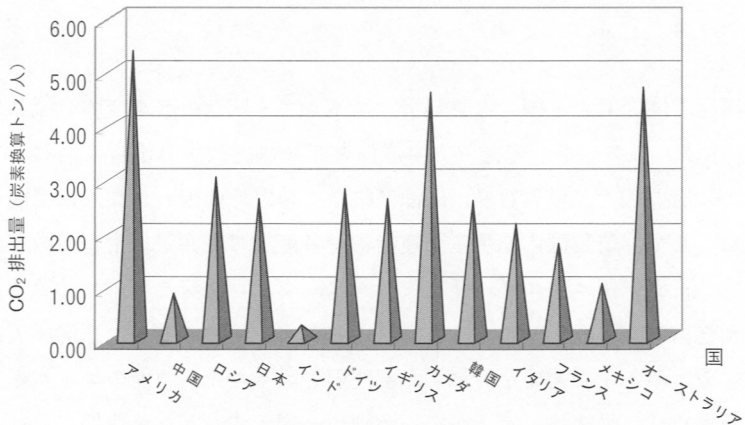


図 2.6 世界 2003 年一人当たりの CO<sub>2</sub> 排出量  
(出所：日本エネルギー研究所データバンク [8] により作成)

さらに、2005年8月に成立した「エネルギー政策法」で、① エネルギー高効率機器の購入支援を通じた省エネの推進、② 連邦政府の再生可能エネルギー調達義務、各種再生可能エネルギーへの支援、③ 戦略石油備蓄 (SPR) の貯油能力を現7億バレルから10億バレルへ拡張、④ メキシコ湾深海鉦区のロイヤルティ減免、大陸棚外延部における資源量調査の実施、⑤ LNG受入基地の許認可権限を連邦エネルギー規制委員会 (FERC) に一元化、⑥ 新規原子力発電所建設への支援、⑦ ハイブリッド車購入支援、⑧ 2020年の実用化を目指した水素インフラ、燃料電池車研究開発の実施、⑨ 送電事業者への強制力のある供給信頼度安全基準の設定、インフラ投資促進、⑩ エタノール等のバイオ燃料の利用拡大、ガソリンへの含酸素燃料混入義務廃止などを推進しつつある。

### 3. 米国のマクロ経済・エネルギー需給 統合モデルの全体構成

本研究で開発した米国マクロ経済・エネルギー統合モデル全体の流れを図3.1に示す。このうち、米国マクロ経済モデルは、政府の投資、消費、支出などの政府要因と、世界貿易、原油価格などの海外要因および人口要因を外生変数として、実質国内総生産関連指標や各産業の生産量、生産指数を計算できる。また米国エネルギー需給モデルは、マクロ経済モデルで計算した経済、価格指標、各種エネルギー生産量などから、石油、電力、石炭、天然ガスなどのエネルギー需要を計算し、部門別とエネルギー源別のエネルギー消費量を求める。最後に、エネルギー源別の一次エネルギー消費量にそれぞれのCO<sub>2</sub>排出係数をかけて、CO<sub>2</sub>排出量を計算している。



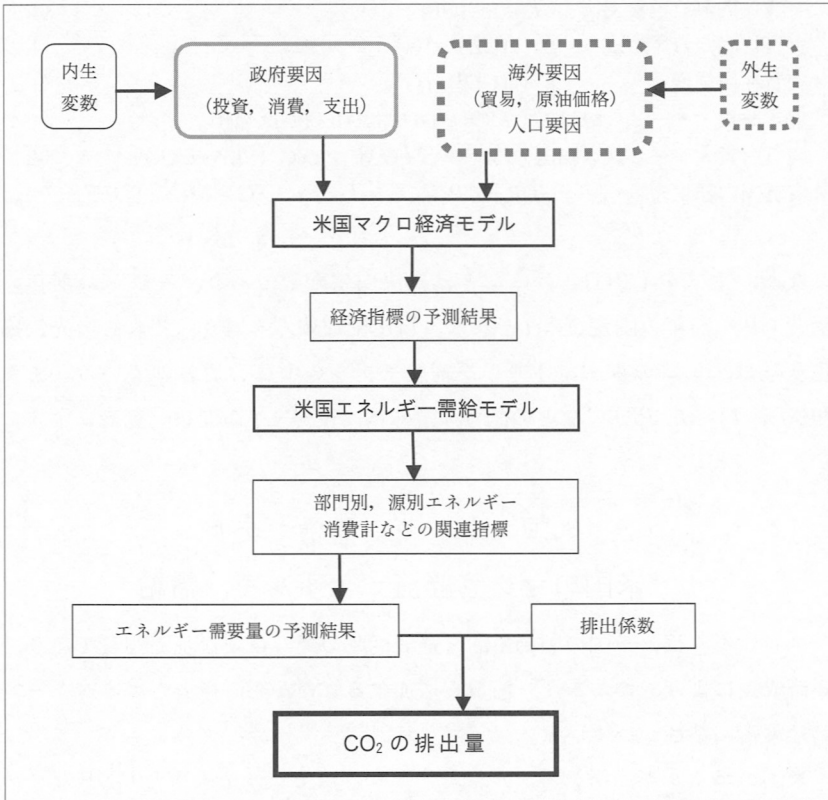


図 3.1 米国マクロ経済・エネルギー需給統合モデルの全体構成

#### 4. 米国マクロ経済モデル

米国マクロ経済モデルは、実質支出などの6本のモデル式から構成される。

実質支出では、次の式で計算を行う。

$$\text{実質民間最終消費支出 } CP = f(GDP, CP(1)) \quad (4.1)$$

$$\text{実質総固定資本形成 } I = f(GDP, I(1)) \quad (4.2)$$

$$\text{実質在庫純増 } J = f(GDP, J(1)) \quad (4.3)$$

$$\text{実質財貨・サービスの輸入 } MC = f(GDP, PMC/PGD, MC(1)) \quad (4.4)$$

$$\text{実質財貨・サービスの輸出 } EXC = f(TWM, PEXC/(PEW*EXR)) \quad (4.5)$$

$$\text{実質国内総生産 } GDP = CP + CG + I + J + EXC - MC + SDEF \quad (4.6)$$

なお、上式の  $CP(1)$ 、 $I(1)$  などは先決内生変数であり、それぞれ前年の消費  $CP$  や前年の固定資本  $I$  を表し、自己回帰項とも言う。これらの先決内生変数は、以降の米国エネルギー需給モデルの中にも使われている。また  $PEXC$ 、 $TWM$ 、 $PEXC$  などの記号の意味は、後掲 9.1 の変数一覧表に示す。

## 5. 米国エネルギー需給モデル

エネルギーは、一国の国民生活と経済活動の最も重要な基礎物質であり、経済成長により、エネルギー消費も増加する。だから、経済とエネルギー需給は緊密に結びついている。

米国のエネルギー需給モデルは、マクロ経済モデルで求めた GDP などの各種経済指標を前提として、エネルギー需給バランスを決定するものであり、生産指数・生産量モデル、エネルギー価格モデル、最終エネルギー消費モデル、エネルギー転換部門モデル、一次エネルギー国内供給モデルから構成されている。CO<sub>2</sub> の排出量を求めるため、CO<sub>2</sub> の排出量モデルも構築した。

モデルに必要な多数の変数データは、米国のホームページや、日本エネルギー経済研究所計量分析ユニットデータバンクの海外のデータ、および各文献の統計データなどより収集した。

## 5.1 生産指数・生産量モデル

生産指数・生産量については、鋳工業生産指数、粗鋼、エチレン、紙・パルプの生産量によって、以下のような推定を行う。このうち、鋳工業生産指数  $IIP$  は、実質国内総生産  $GDP$  と粗鋼生産量  $STEEL$  および自己回帰項で推定する。粗鋼生産量は、実質国内総生産と石炭価格および自己回帰項により推定する。エチレン生産量は、鋳工業生産指数、原油価格と総合卸売物価指数デフレーターとの比と自己回帰項で計算する。紙・パルプの生産量は、実質国内総生産  $GDP$  と業務用電力価格および自己回帰項で計算する。

$$\text{鋳工業生産指数} \quad IIP = f(GDP, STEEL, IIP(1)) \quad (5.1)$$

$$\text{粗鋼生産量} \quad STEEL = f(GDP, GDP(1), PCOLU, PCOLU(1)) \quad (5.2)$$

$$\text{エチレン生産量} \quad ETYLEN = f(IIP, POILU/WPI, ETYLEN(1)) \quad (5.3)$$

$$\text{紙・パルプ生産量} \quad PLPPD = f(GDP, PELEB, PLPPD(1)) \quad (5.4)$$

上式の各記号の意味は、後掲 9.1 の変数一覧表に示している。以降に現れる式中の記号もすべて同様である。

## 5.2 エネルギー価格モデル

電力の価格は、石炭価格とエネルギー自己回帰項を使った回帰式によるモデルを用いている。灯油、A 重油、天然ガスの価格については、原油価格とエネルギー自己回帰項を使った回帰式によるモデルを構築している。また都市ガスは天然ガス価格とエネルギー自己回帰項を使った回帰式によるモデルを使用した。

$$\text{家庭用電力価格} \quad PELEH = f(PCOLU, PELEH(1)) \quad (5.5)$$

$$\text{業務用電力価格} \quad PELEB = f(PCOLU, PELEB(1)) \quad (5.6)$$

$$\text{灯油価格} \quad PKERO = f(POILU, PKERO(1)) \quad (5.7)$$

$$A \text{ 重油価格} \quad POILA = f(POILU, POILA(1)) \quad (5.8)$$

$$\text{天然ガス価格} \quad PLNG = f(POILU, PLNG(1)) \quad (5.9)$$

$$\text{家庭用都市ガス価格} \quad PTG = f(PLNG, PTG(1)) \quad (5.10)$$

### 5.3 最終エネルギー消費モデル

最終エネルギー消費モデルは、産業部門、運輸部門とその他部門（サービスと家庭）の三つの部門に分けて、部門別に構築した。

#### 5.3.1 産業部門 最終消費モデル

産業部門は鉄鋼業、化学、非鉄金属、非金属鉱物、機械、食料品、紙・パルプ・印刷、繊維・皮革、その他の9業種から構成されている。

##### 1 鉄鋼業

$$\text{石炭} \quad COLSTE = f(STEEL, PCOLU, COLSTE(1)) \quad (5.11)$$

$$\text{ガス} \quad GASSTE = f(STEEL, PTG, GASSTE(1)) \quad (5.12)$$

$$\text{電力} \quad ELESTE = f(STEEL, PELEB, ELESTE(1)) \quad (5.13)$$

鉄鋼業最終エネルギー消費計

$$FDSTE = COLSTE + GASSTE + ELESTE \quad (5.14)$$

##### 2 化学

$$\text{石炭} \quad COLCHM = f(ETYLEN, PCOLU, COLCHM(1)) \quad (5.15)$$

$$\text{石油製品} \quad OILCHM = f(ETYLEN, POILU, OILCHM(1)) \quad (5.16)$$

$$\text{ガス} \quad GASCHM = f(ETYLEN, PTG, GASCHM(1)) \quad (5.17)$$

$$\text{電力} \quad ELECHM = f(ETYLEN, PELEB, ELECHM(1)) \quad (5.18)$$

化学最終エネルギー消費計

$$FDCHM = COLCHM + OILCHM + GASCHM + ELECHM \quad (5.19)$$

##### 3 非鉄金属

$$\text{電力} \quad ELENMET = f(IIPNFM, PELEB, ELENMET(1)) \quad (5.20)$$

非鉄金属最終エネルギー消費計

$$FDNMET = ELENMET \quad (5.21)$$

##### 4 非金属鉱物

$$\text{石 炭} \quad \text{COLNFE} = f(\text{IIPNFE}, \text{PCOLU}, \text{COLNFE}(1)) \quad (5.22)$$

$$\text{電 力} \quad \text{ELENFE} = f(\text{IIPNFE}, \text{PELEB}, \text{ELENFE}(1)) \quad (5.23)$$

非金属鉱物最終エネルギー消費計

$$\text{FDNFE} = \text{COLNFE} + \text{ELENFE} \quad (5.24)$$

5 機 械

$$\text{電 力} \quad \text{ELEMAC} = f(\text{IIP}, \text{PELEB}, \text{ELEMAC}(1)) \quad (5.25)$$

機械最終エネルギー消費計

$$\text{FDMAC} = \text{ELEMAC} \quad (5.26)$$

6 食 料 品

$$\text{ガ ス} \quad \text{GASFOO} = f(\text{IIPFOO}, \text{PTG}, \text{GASFOO}(1)) \quad (5.27)$$

$$\text{電 力} \quad \text{ELEFOO} = f(\text{IIPFOO}, \text{PELEB}, \text{ELEFOO}(1)) \quad (5.28)$$

食料品最終エネルギー消費計

$$\text{FDFOO} = \text{GASFOO} + \text{ELEFOO} \quad (5.29)$$

7 紙・パルプ・印刷

$$\text{石 炭} \quad \text{COLPAP} = f(\text{PLPPD}, \text{PCOLU}, \text{COLPAP}(1)) \quad (5.30)$$

$$\text{ガ ス} \quad \text{GASPAP} = f(\text{PLPPD}, \text{PTG}, \text{GASPAP}(1)) \quad (5.31)$$

$$\text{電 力} \quad \text{ELEPAP} = f(\text{PLPPD}, \text{PELEB}, \text{ELEPAP}(1)) \quad (5.32)$$

$$\text{他再生燃料} \quad \text{RECPAP} = f(\text{PLPPD}, \text{RECPAP}(1)) \quad (5.33)$$

紙・パルプ・印刷最終エネルギー消費計

$$\text{FDPAP} = \text{COLPAP} + \text{GASPAP} + \text{ELEPAP} + \text{RECPAP} \quad (5.34)$$

8 繊維・皮革

$$\text{電 力} \quad \text{ELEFIB} = f(\text{IIPFIB}, \text{PELEB}, \text{ELEFIB}(1)) \quad (5.35)$$

繊維・皮革最終エネルギー消費計

$$\text{FDFIB} = \text{ELEFIB} \quad (5.36)$$

9 そ の 他

$$\text{石 炭} \quad \text{COLTHMAN} = f(\text{POILU}, \text{COLTHMAN}(1)) \quad (5.37)$$

$$\text{石油製品} \quad \text{OILTHMAN} = f(\text{POILU}, \text{OILTHMAN}(1)) \quad (5.38)$$

$$\text{電 力} \quad \text{ELETHMAN} = f(\text{PELEB}, \text{ELETHMAN}(1)) \quad (5.39)$$

$$\text{他再生燃料} \quad \text{RECTHMAN} = f(\text{CP}, \text{RECTHMAN}(1)) \quad (5.40)$$

その他最終エネルギー消費計

$$\begin{aligned} \text{FDTHMAN} = & \text{COLTHMAN} + \text{OILTHMAN} + \text{GASTHMAN} \\ & + \text{ELETHMAN} + \text{REOTHMAN} + \text{NEWTHMAN} \\ & + \text{HEATTHMAN} \end{aligned} \quad (5.41)$$

産業部門最終エネルギー消費計：

$$\begin{aligned}
 FIND = & FDSTE + FDCHM + FDNMET + FDNFE + FDMAC + FDFOO \\
 & + FDPAP + FDFIB + FDTHMAN
 \end{aligned}
 \tag{5.42}$$

産業部門計：

$$\begin{aligned}
 \text{石 炭} \quad COLIND = & COLSTE + COLCHM + COLNFE + COLPAP \\
 & + COLTHMAN
 \end{aligned}
 \tag{5.43}$$

$$\text{石油製品} \quad OILIND = OILCHM + OILTHMAN
 \tag{5.44}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ガ ス} \quad GASIND = & GASSTE + GASCHM + GASFOO + GASPAP \\
 & + GASTHMAN
 \end{aligned}
 \tag{5.45}$$

$$\begin{aligned}
 \text{電 力} \quad ELEIND = & ELESTE + ELECHM + ELENMET + ELENFE \\
 & + ELEMAC + ELEFOO + ELEPAP + ELEFIB \\
 & + ELETHMAN
 \end{aligned}
 \tag{5.46}$$

$$\text{他再生燃料} \quad RECIND = RECPAP + RECOTHMAN
 \tag{5.47}$$

### 5.3.2 運輸部門 最終消費モデル

運輸部門は航空，自動車，鉄道とその他から構成されている。

#### 1 航 空

$$\text{石油製品} \quad OILPDSA = f(NKA, POILU, OILPDSA(1))
 \tag{5.48}$$

航空最終エネルギー消費計

$$FDPSA = OILPDSA
 \tag{5.49}$$

#### 2 自 動 車

$$\text{石油製品} \quad OILPDSJJ = f(CARHLD, POILU, OILPDSJJ(1))
 \tag{5.50}$$

$$\text{他再生燃料} \quad REPDSJJ = f(CARHLD, REPDSJJ(1))
 \tag{5.51}$$

自動車最終エネルギー消費計

$$FDPSJJ = OILPDSJJ + REPDSJJ
 \tag{5.52}$$

#### 3 鉄 道

$$\text{石油製品} \quad OILPDRAI = f(RAITK, POILU, OILPDRAI(1))
 \tag{5.53}$$

鉄道最終エネルギー消費計

$$FDRAI = OILPDRAI
 \tag{5.54}$$

#### 4 そ の 他

その他最終エネルギー消費計

$$FDTH = COLPDTH + REPDTH + OILPDTH + GASPDTH + ELEPDTH \quad (5.55)$$

運輸部門最終エネルギー消費計

$$FDTRP = FDPSA + FDPSJJ + FDRAI + FDTH \quad (5.56)$$

運輸部門計：

石 炭  $COLPDIND = COLPDTH$  (5.57)

石油製品  $OILPDIND = OILPDSA + OILPDSJJ + OILPDRAI + OILPDTH$  (5.58)

電 力  $ELEPDIND = ELEPDRAI$  (5.59)

ガ ス  $GASPDIND = GASPDTH$  (5.60)

他再生燃料  $REPDIND = REPDSJJ + REPDTH$  (5.61)

5.3.3 その他部門 最終消費モデル

その他部門は農業、業務・公共サービスと家庭とその他から構成されている。

1 農 業

石油製品  $OILPDAGR = f(IIPAGR, POILU, OILPDAGR(1))$  (5.62)

産業エネルギー消費計

$$FDAGR = OILPDAGR \quad (5.63)$$

2 業務・公共サービス

石油製品  $OILPDBUS = f(GDP, POILU, OILPDBUS(1))$  (5.64)

石 炭  $COLBUS = f(GDP, PCOLU, COLBUS(1))$  (5.65)

ガ ス  $GASBUS = f(GDP, PTG, GASBUS(1))$  (5.66)

電 力  $ELEBUS = f(GDP, PELEB/WPI)$  (5.67)

業務・公共サービスエネルギー消費計

$$FDBUS = OILPDBUS + COLBUS + GASBUS + ELEBUS \quad (5.68)$$

3 家 庭

石油製品  $OILPDHOM$

	$= f(CP, PKERO/PDG, POPT, OILPDHOM(1))$	(5.69)
石炭	$COLHOM = f(CP, POPT, PCOLU, COLHOM(1))$	(5.70)
ガス	$GASHOM = f(GDP, POPT, GASHOM(1))$	(5.71)
電力	$ELEHOM = f(GDP, POPT, PELEH, ELEHOM(1))$	(5.72)
他再生燃料	$RECHOM = f(CP, POPT, RECHOM(1))$	(5.73)

家庭エネルギー消費計

$$FDHOM = OILPDHOM + COLHOM + GASHOM + ELEHOM + RECHOM \quad (5.74)$$

4 その他

その他エネルギー消費計

$$FDOTH = COLOTH + RECOTH + OILPDOTH + NEWOTH + ELEOTH + HEATOTH \quad (5.75)$$

その他部門最終エネルギー消費計

$$FDOTHER = FDAGR + FDBUS + FDHOM + FDOTH \quad (5.76)$$

その他部門計：

石油製品	$OILPDOTHER = OILPDAGR + OILPDBUS + OILPDHOM + OILPDOTH$	(5.77)
石炭	$COLTHER = COLBUS + COLHOM + COLOTH$	(5.78)
電力	$ELEOTHER = ELEBUS + ELEHOM + ELEOTH$	(5.79)
ガス	$GASOTHER = GASBUS + GASHOM$	(5.80)
他再生燃料	$RECOTHER = RECHOM + RECOTH$	(5.81)
熱	$HEATOTHER = HEATBUS$	(5.82)
新エネルギー	$NEWOTHER = NEWOTH$	(5.83)

5.3.4 非エネルギー 最終消費モデル

石油製品	$OILPDNE = f(CP, POILU, OILPDNE(1))$	(5.84)
------	--------------------------------------	--------

ガス	$GASPDNE = f(CP, PLNG, GASPDNE(1))$	(5.85)
----	-------------------------------------	--------

非エネルギー部門最終エネルギー消費計

$$FDNE = OILPDNE + GASPDNE \quad (5.86)$$



### 5.3.5 最終エネルギー消費計モデル

$$\text{石 炭} \quad FDCOL = COLIND + COLPDIND + COLOTHER \quad (5.87)$$

$$\begin{aligned} \text{石油製品} \quad FDOIL &= OILIND + OILPDIND + OILPDOTHER \\ &+ OILPDNE \end{aligned} \quad (5.88)$$

$$\begin{aligned} \text{ガ ス} \quad FDGAS &= GASIND + GASPDIND + GASOTHER \\ &+ GASPDNE \end{aligned} \quad (5.89)$$

$$\text{電 力} \quad FDELE = ELEIND + ELEPDIND + ELEOTHER \quad (5.90)$$

$$\text{他再生燃料} \quad FDREC = RECIND + REPDIND + RECOTHER \quad (5.91)$$

最終エネルギー消費計

$$FDFIN = FIND + FDTRP + FDOTHER + FDNE \quad (5.92)$$

## 5.4 エネルギー転換部門モデル

エネルギー転換部門モデルは、発電部門、石油精製、ガス製造の3部門からモデルを構築した。

### 5.4.1 発電部門

発電部門は電気事業者が、石炭、石油、ガスなどの化石燃料を火力発電所に投入して生産する電力や、水力発電所、地熱発電所、原子力発電所を介して得る電力を扱う部門である。

$$\text{電気事業者電力計} \quad PUELEC = f(FDELE) \quad (5.93)$$

$$\text{発電ロス含む投入量} \quad PUELEC\# = f(PUELEC + LOSELEC) \quad (5.94)$$

電気事業者

石炭消費量 (投入量)

$$COLELEC = f(PUELEC\#, COLELEC(1)) \quad (5.95)$$

石油製品消費量 (投入量)

$$OILPDELEC = f(PUELEC\#, OILPDELEC(1)) \quad (5.96)$$

ガス消費量 (投入量)

$$GASELEC = f(PUELEC\#, GASELEC(1)) \quad (5.97)$$

原子力消費量 (投入量)

$$PUNU = f(PUELEC\#, PUNU(1)) \quad (5.98)$$

水力消費量 (投入量)

$$PUHD = f(PUELEC\#, PUHD(1)) \quad (5.99)$$

新エネルギー消費量 (投入量)

$$PUNEW = f(PUELEC\#, PUNEW(1)) \quad (5.100)$$

他再生燃料消費量 (投入量)

$$PUREC = f(PUELEC\#, PUREC(1)) \quad (5.101)$$

#### 5.4.2 石油精製

石油精製業が原油を石油精製装置で加工して得る石油製品 (ガソリン, ナフサ, 灯油, 軽油, 重油等) のことである。石油精製における原油投入量  $OILREF$  は以下の式のように, 石油最終エネルギー消費量  $FDOIL$  から石油製品国内供給量  $PDPT$  と転換用石油製品消費量  $OILPDTRA$  を差し引き, 発電用石油消費量  $OILPDELEC$ , 自家消費石油消費量  $OILPDSELF$  を加えたものである。

原油消費量 (投入量)

$$OILREF = f(FDOIL - PDPT + OILPDELEC + OILPDSELF - OILPDTRA) \quad (5.102)$$

#### 5.4.3 ガス製造

$$\text{ガス製造エネルギー合計} \quad PUGAS = FDGAS \quad (5.103)$$

### 5.5 一次エネルギー国内供給モデル

一次エネルギー国内供給は一次エネルギー総供給から, 輸出と在庫変動を

除いたもので、国内の需要に対する供給という意味である。需要と供給がバランスするため、「一次エネルギー国内供給」は「一次エネルギー消費」に等しい。一次エネルギー国内供給（一次エネルギー消費）は、各エネルギー源別に、上で求めた最終エネルギー消費量とエネルギー転換部門での消費量の合計より計算する。

$$\text{石 炭} \quad \text{COAL} = f(\text{FDCOL} + \text{COLELEC}) \quad (5.104)$$

$$\text{石 油} \quad \text{OIL} = f(\text{OILREF} + \text{OILTRA}) \quad (5.105)$$

$$\text{ガ ス} \quad \text{GAS} = f(\text{FDGAS} + \text{GASELEC}) \quad (5.106)$$

$$\text{原 子 力} \quad \text{NU} = f(\text{PUNU}) \quad (5.107)$$

$$\text{水 力} \quad \text{HD} = f(\text{PUHD}) \quad (5.108)$$

$$\text{新エネルギー} \quad \text{NEW} = f(\text{PUNEW} + \text{OTHNEW}) \quad (5.109)$$

$$\text{他再生燃料} \quad \text{REC} = f(\text{FDREC} + \text{PUREC} + \text{OTHREC}) \quad (5.110)$$

国内供給計

$$\text{TOTAL} = f(\text{COAL} + \text{OIL} + \text{GAS} + \text{PDPT} + \text{NU} + \text{HD} + \text{NEW} + \text{REC}) \quad (5.111)$$

## 5.6 CO<sub>2</sub> 排出量モデル

CO<sub>2</sub> 排出量の単位としては、国際エネルギー機関 (EIA) が利用している炭素換算を使用した。CO<sub>2</sub> 排出量の算出方法は以下のとおりである。

$$\text{CO}_2 \text{ 排出量} = \sum (\text{源別エネルギー消費量} \times \text{排出係数})$$

つまり以上で求めた各一次エネルギー国内供給計の値に CO<sub>2</sub> 排出係数をかけることにより CO<sub>2</sub> の排出量を計算した。CO<sub>2</sub> 排出係数は真発熱量ベースのものを用いた。すなわち、CO<sub>2</sub> 排出係数は、石炭が 1.08、原油と石油製品が 0.837、天然ガスが 0.641 とし、CO<sub>2</sub> の排出量は次のものになる。

$$DISCO_2 = (1.08 * COAL + 0.837 * (OIL + PDPT - 0.8 * FDCHM) + 0.641 * GAS) * 23.889 / 1000 \quad (5.112)$$

なお、上式から得た CO<sub>2</sub> 排出量の単位は、炭素換算 100 万トン (Mt-C) となる。

## 6. 米国マクロ経済・エネルギー需給 統合モデルの精度評価

ここまで作成した個々のモデル式の精度は、OLS (いわゆる最小二乗法) で各パラメータを推計する際、得られた決定係数や標準誤差およびダービン・ワトソン比などの値から、ある程度判断できる。しかしモデル全体としては評価が不十分であるので、ここでは内挿テストのパーシャルテストとファイナルテストを行い、モデル全体がどの程度うまく現実の経済変動を追跡できるかをテストした。結果は以下のとおりである。

パーシャルテストの結果、定義式 GDP などの誤差率は 0 であり、モデルの定義上のミスはないことを確認した (表 6.1)。紙数の関係でこのパーシャルテストの結果は一部のみ示した。

ファイナルテストは、外生変数および先決内生変数の初期値を除く全ての

表 6.1 パーシャルテストの結果

期	収束回数	変数名	誤差率	変数名	誤差率	変数名	誤差率
1972	1	CP	0.81	COAL	1.39	REC	19.94
1973	1	GDP	0.00	OIL	0.43	TOTAL	0.04
1974	1	I	3.13	GAS	4.40	DISCO2	3.99
1975	1	J	62.63	NU	0.00		
1976	1	EXC	4.66	HD	1.74		
1977	1	MC	4.08	NEW	35.20		

表 6.2 ファイナルテストの結果

期	収束回数	変数名	誤差率	変数名	誤差率	変数名	誤差率
1972	3	CP	2.52	OILPDSJJ	2.41	FDCOL	4.83
1973	5	GDP	2.02	REPDSJJ	58.25	FDREC	22.23
1974	5	I	7.04	FDPSJJ	2.48	FDOIL	3.61
1975	5	J	64.85	OILPDRAI	8.07	FDGAS	1.62
1976	9	EXC	4.66	FDRAI	8.07	FDELE	1.70
1977	10	MC	10.82	FDTH	0.00	FDFIN	2.31
1978	6	IIP	3.81	COLPDIND	0.00	PUELEC	3.96
1979	6	ETYLEN	7.29	REPDIND	58.24	PUELEC#	1.50
1980	8	PLPPD	5.31	OILPDIND	2.18	COLELEC	2.82
1981	11	PELEB	5.23	GASPDIND	0.00	PUNU	8.04
1982	5	PELEH	11.28	ELEPDIND	0.00	PUHD	10.72
1983	5	PELEB	12.99	FDTRP	2.16	PUNEW	26.62
1984	6	PKERO	20.09	OILPDAGR	5.51	PUREC	11.23
1985	6	POILA	20.37	FDAGR	5.51	OILREF	3.27
1986	6	PLNG	39.12	OILPDBUS	9.64	PUGAS	2.55
1987	6	PTG	25.18	GASBUS	3.86	COAL	2.76
1988	6	FDSTE	26.50	ELEBUS	2.08	OIL	2.90
1989	7	FDCHM	2.31	FDBUS	18.52	GAS	4.84
1990	5	FDNMET	12.95	GASHOM	3.60	NU	8.04
1991	2	FDNFE	5.95	ELEHOM	1.75	HD	10.65
1992	5	FDMAC	9.24	FDHOM	2.07	NEW	23.31
1993	5	FDFOO	4.92	FDOTH	0.00	REC	20.34
1994	7	FDPAP	5.62	COLOTHER	0.00	TOTAL	2.41
1995	4	FDFIB	6.72	RECOTHER	0.00	DISCO2	2.80
1996	4	FDTHMAN	11.90	OILPDOTHER	3.74		
1997	4	COLIND	5.79	GASOTHER	2.85		
1998	4	OILIND	30.20	ELEOTHER	1.48		
1999	4	GASIND	0.39	NEWOTHER	0.00		
2000	4	ELEIND	3.72	HEATOTHER	0.00		
2001	3	RECIND	35.24	FDOTHER	7.19		
2002	3	FIND	8.79	OILPDNE	9.06		
		OILPDSA	2.42	GASPDNE	8.14		
		FDPSA	2.42	FDNE	8.66		

説明変数に計算値を代入してモデルを解くテストであり、誤差の影響は当期だけでなく、次期以降とも影響していくため、ファイナルテストは内挿テストの中で最も厳しいテストとなる。モデル構築の際には、このファイナルテストで常に精度をチェックしながら式の改善を繰り返していった。

表 6.2 のファイナルテストの結果で示したように、GDP など大事な変数の誤差率はかなり低く、より良好な結果になっている。その結果をグラフ化して、以下の図 6.1～6.14 に示している。なお、2002 年まではファイナルテストの値で、2003 年から 2030 年まではシミュレーションにより予測された推計値（次章の基準ケース）を合わせてグラフにしている。

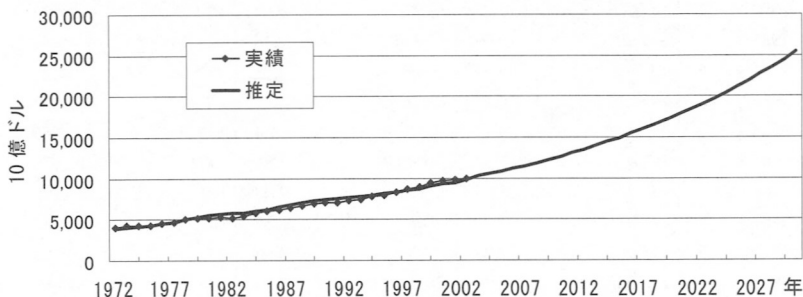


図 6.1 GDP 国内総生産

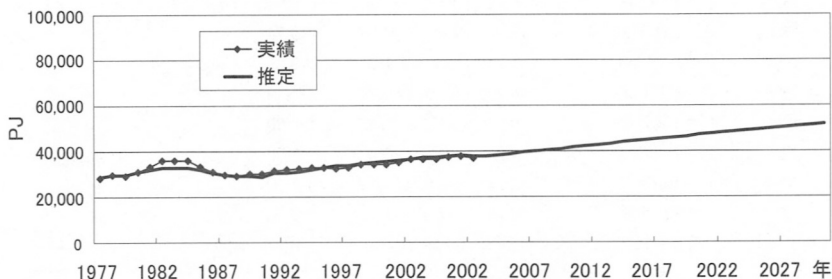


図 6.2 石油一次エネルギー国内供給

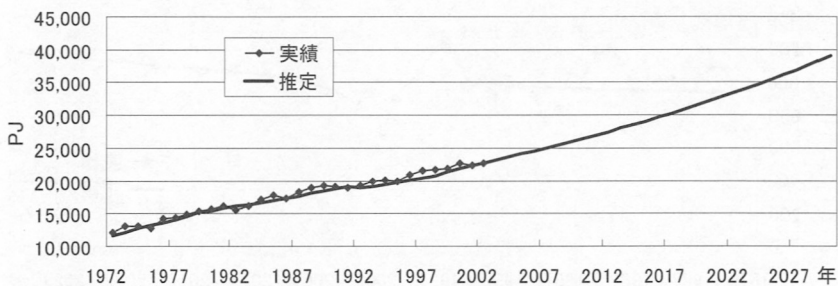


図 6.3 石炭一次エネルギー国内供給

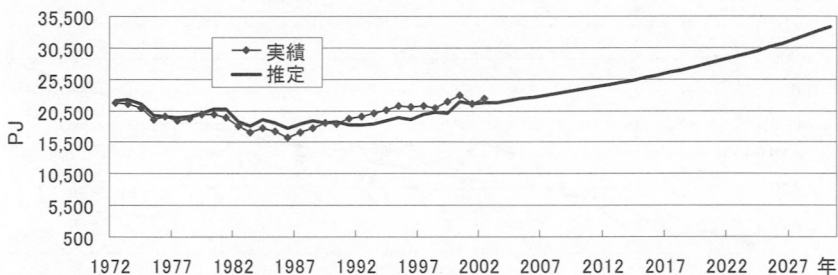


図 6.4 天然ガス一次エネルギー国内供給

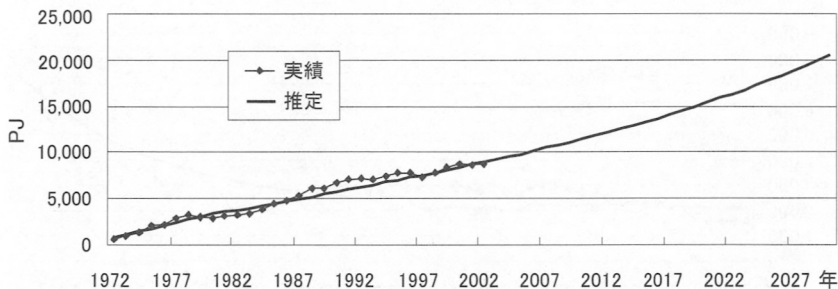


図 6.5 原子力一次エネルギー国内供給

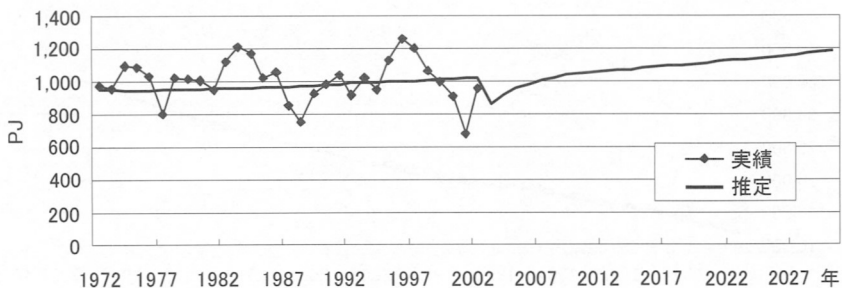


図 6.6 水力一次エネルギー国内供給

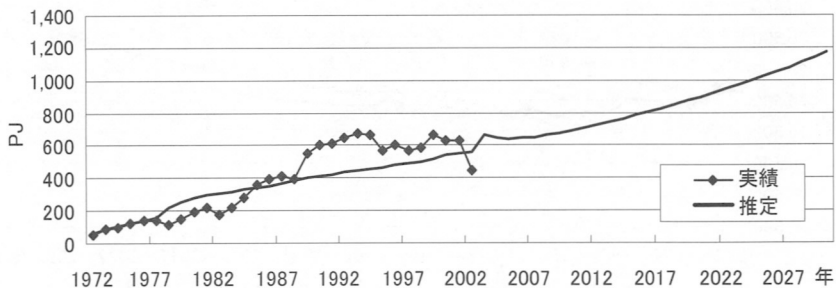


図 6.7 新エネルギー 一国内供給

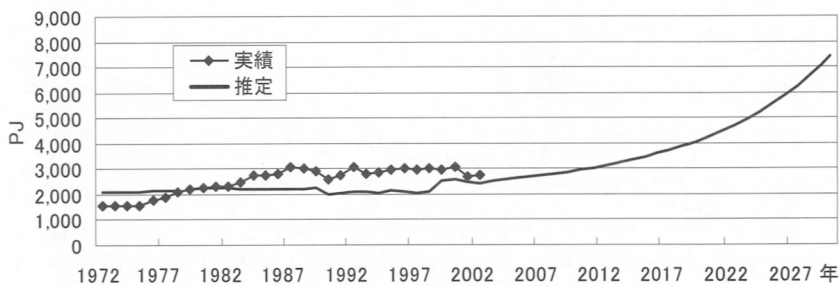


図 6.8 他再生燃料一次エネルギー国内供給



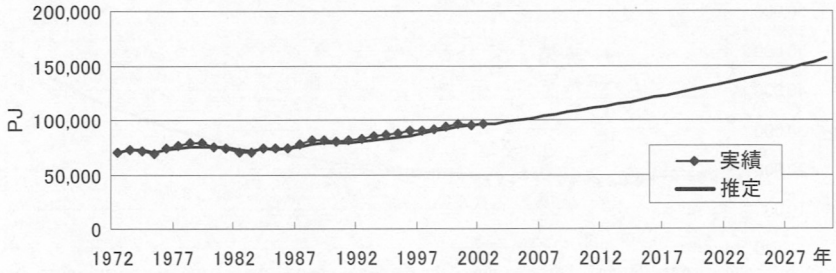


図 6.9 一次エネルギー国内総供給

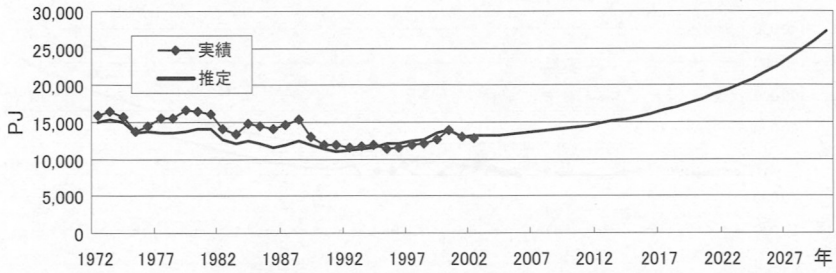


図 6.10 産業部門最終エネルギー需要

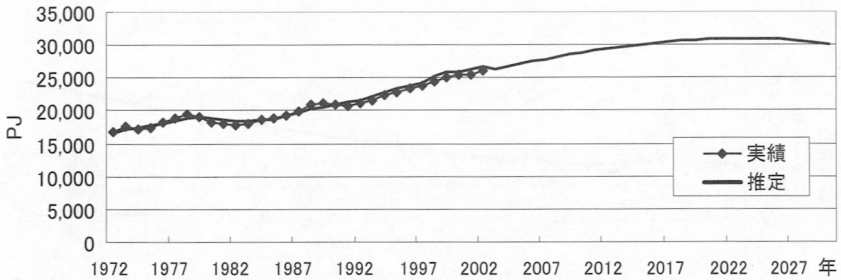


図 6.11 運輸部門最終エネルギー需要

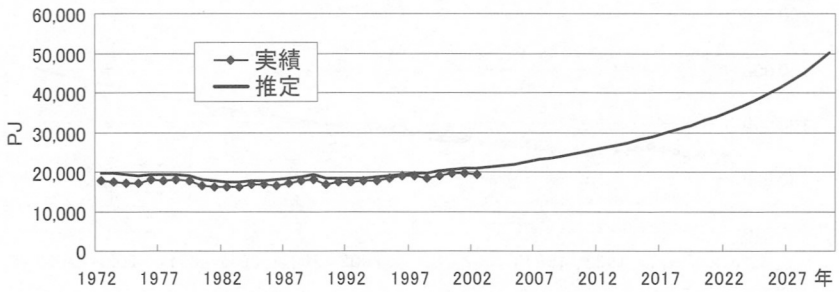


図 6.12 その他部門最終エネルギー需要

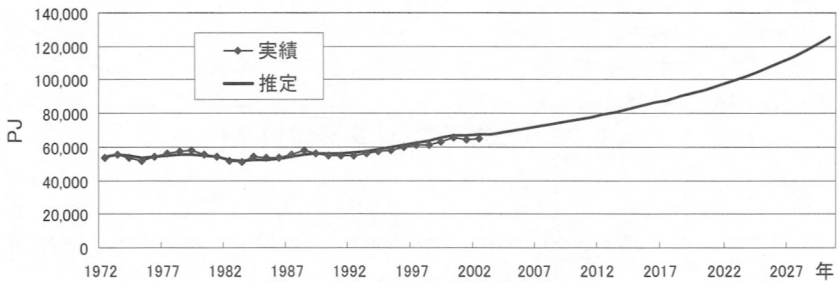


図 6.13 最終エネルギー需要合計

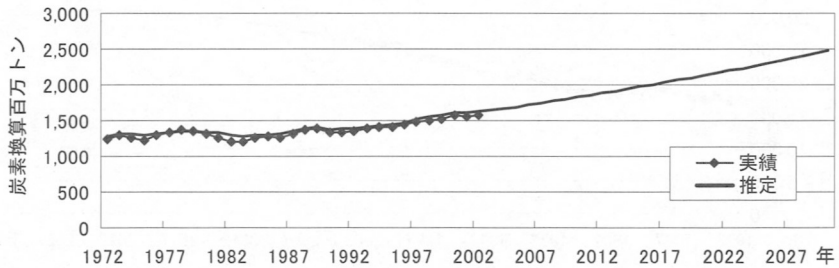


図 6.14 CO<sub>2</sub> 排出量

## 7. 米国の経済，エネルギー，CO<sub>2</sub> 排出量のシミュレーション分析

構築した米国マクロ経済・エネルギー需給統合モデルを用いて 2030 年までのマクロ経済指標，エネルギー需要量，CO<sub>2</sub> 排出量などをシミュレーションにより予測した。そのシミュレーション結果（基準ケース）の一部は前述の図 6.1～6.14 にも示したが，以下では近年変動の激しい原油価格の高低に着目したシナリオ分析の結果を含め，それらのシミュレーションの条件および結果を詳細に示す。

### 7.1 シミュレーション設定の条件

近年の原油価格高騰を考慮して，本研究のシミュレーションには，原油価格の変動により，「基準ケース」，「原油高ケース」，「原油安ケース」を設定した。

#### 7.1.1 基準ケース

基準ケースとはいわゆる BAU (Business As Usual; トレンド延長型) ケースである。表 7.1 に基準ケースのシミュレーション条件を示す。本モデルには外生変数が 57 個あり，それぞれ固定値と伸び率の予測値を与え，条件を設定した。ここで EXOR は伸び率で，EXOC は固定値となる。伸び率の値は過去の時系列データの年平均伸び率を参考にして決定したものである。

#### 7.1.2 原油高ケース

原油高ケースは，近年の石油価格の高騰により，米国の経済とエネルギー

表 7.1 基準ケースのシミュレーション条件

入力方法	変数名	開始期	終了期	値	入力方法	変数名	開始期	終了期	値
EXOR	CARHLD	2002	2030	0.2	EXOC	IIPNFM	2002	2030	94
EXOR	CG	2002	2030	1.8	EXOR	LOSELEC	2002	2030	1.7
EXOR	COLBUS	2002	2030	6.6	EXOR	NEWOTH	2002	2030	8
EXOC	COLCHM	2002	2030	200	EXOC	NEWTHMAN	2002	2030	4
EXOC	COLHOM	2002	2030	0	EXOR	NKA	2002	2030	3.4
EXOC	COLOTH	2002	2030	10	EXOC	OILCHM	2002	2030	240
EXOC	COLPDTH	2002	2030	0	EXOR	OILPDELEC	2002	2030	2
EXOC	COLTHMAN	2002	2030	260	EXOC	OILPDHOM	2002	2030	1,300
EXOC	DUM6078	2002	2030	0	EXOC	OILPDOTH	2002	2030	0
EXOC	DUM6089	2002	2003	0	EXOC	OILPDSELF	2002	2030	2,100
EXOC	DUM6094	2003	2030	0	EXOC	OILPDTH	2002	2030	190
EXOC	DUM6098	2002	2030	0	EXOR	OILPDTRA	2002	2030	2
EXOC	DUM7094	2002	2030	0	EXOR	PCOLU	2002	2030	0.2
EXOC	DUM9004	2002	2030	0	EXOC	PDPT	2002	2030	500
EXOC	IIPNFE	2002	2030	96	EXOR	PEW	2002	2030	3.6
EXOC	WPI	2002	2030	100	EXOC	PEXC	2002	2030	100
EXOC	ELEOTH	2002	2030	0	EXOC	PGD	2002	2030	100
EXOC	ELEPDTH	2002	2030	17	EXOC	PMC	2002	2030	100
EXOC	ELETHMAN	2002	2030	770	EXOR	POILU	2002	2030	3
EXOC	EXR	2002	2030	1	EXOR	POPT	2002	2030	1.2
EXOR	GASCHM	2002	2030	2	EXOR	RAITK	2002	2030	3.5
EXOR	GASELEC	2002	2030	3.2	EXOR	RECHOM	2002	2030	-2
EXOC	GASPDTH	2002	2030	650	EXOC	RECOLTH	2002	2030	60
EXOR	GASTHMAN	2002	2030	-4.6	EXOR	RECPAP	2002	2030	10
EXOC	HEATOTH	2002	2030	55	EXOR	REPDSJJ	2002	2030	9
EXOC	HEATTHMAN	2002	2030	65	EXOC	REPPTH	2002	2030	2
EXOC	IIPAGR	2002	2030	95	EXOC	SDEF	2002	2030	0
EXOC	IIPFIB	2002	2030	94	EXOR	TWM	2002	2030	5.2
EXOR	IIPFOO	2002	2030	0.8					

消費に大きな影響を与えていると考え、設定した。基準ケースの原油価格の年平均伸び率を3%から10%へ増大させた。他の外生変数は、基準ケースと同じに設定した。

### 7.1.3 原油安ケース

逆に、今後原油価格が低下する場合を仮定して、原油安ケースを設定した。原油価格の年平均伸び率を1%に設定した。

## 7.2 シミュレーションの結果

まず基準ケースについてのシミュレーション結果の要約表を表7.2～7.8に示す。次に原油高ケースおよび原油安ケースについても同様な要約表が得られているが、ここでは紙数の関係からそれらを省略し、三つのケースの比較結果を、表7.9および図7.1～7.3に示した。

以上の結果から得られた各ケースの要点とその比較を以下に述べる。

### 7.2.1 基準ケース

基準ケースのシミュレーション結果では、GDP（実質国内総生産）は2000～2030年の間の伸び率が2.7～3.7%であり、2030年で、25兆9712億ドルに達し、2000年時点の2.5倍近くとなる。一次エネルギー国内供給および最終エネルギー需要は、それぞれ2030年に145512.9(PJ)、106773.2(PJ)になり、2000年の1.5倍と1.6倍になる。またCO<sub>2</sub>排出量（炭素換算百万トン）については、2000～2030年の間の伸び率が1.3%で横ばい、2030年は2308.8となり2000年の1.5倍近くなる。数値で示したように、米国の経済がこのまま進むと、エネルギーの需要もそれに伴い相変わらず増大していくことがわかる。CO<sub>2</sub>排出量も増えることも当然である。とはいえCO<sub>2</sub>排出量の年間の伸び率は安定していることから、米国の省エネルギー政策や温暖化防止技術も進んできていると推定される。

### 7.2.2 原油高ケース

今回の経済モデルでは原油高ケースのGDPなどの経済指標（実質国内総支

出)は、基準ケースと変わらないためその要約表はここでは省略した。原油高ケースのCO<sub>2</sub>排出量は、2000～2030年の間の伸び率が0.9～0.5%まで減少し、2030年の米国のCO<sub>2</sub>排出量は、1888.2(炭素換算百万トン)になる。また一次エネルギー国内供給、最終エネルギー需要はそれぞれ2030年で124184.8(PJ)、85116.4(PJ)まで減少する結果となった。

### 7.2.3 原油安ケース

原油安ケースのCO<sub>2</sub>排出量は、2000～2030年の間の伸び率が1.4～1.9%まで増加し、2030年の米国のCO<sub>2</sub>排出量は、2596(炭素換算百万トン)になる。また一次エネルギー国内供給、最終エネルギー需要はそれぞれ2030年で159997.6(PJ)、121589.3(PJ)まで増加する結果となった。

### 7.2.4 ケース間の比較

次に表7.9および図7.1～7.3に示したケース間の比較について説明する。まず図7.1は運輸部門のケース間の比較を示す。運輸部門は、最も原油価格の影響を受けやすいため、図7.1を作成した。図に示したように、基準ケースを基にして、原油価格が安いと石油の使用量も大きく増大し、逆に原油価格が高いと使用量も大きく減少するが、それらが定量的にどのくらいに増減するかが明らかとなっている。

次に最終エネルギー需要は図7.2に示しているが、2020～2030年間の伸び率で見ると、基準ケースは2.1%、原油高ケースは1.4%、原油安ケースは2.8%である。そして図7.3に示す一次エネルギー国内供給は、2020～2030年間の伸び率で見ると、基準ケースが1.6%、原油高ケースが1.1%、原油安ケースが2.2%である。この結果、2020～2030年間の伸び率で見ると、基準ケースは1.3%、原油高ケースは0.5%、原油安ケースは1.9%となっている。このように米国のCO<sub>2</sub>排出量は、原油価格の変動に大きく影響されて変化することがわかる。

表 7.2 基準ケース実質国内総支出

(単位：10 億ドル，年平均伸び率 (%))

	1980	1990	2000	2010	2020	2030	1990/ 1980	2000/ 1990	2010/ 2000	2020/ 2010	2030/ 2020	
実質国内総生産	5,128	7,055	9,764.8	12,692.8	18,000	25,971.2	3.2	3.3	2.7	3.6	3.7	
実質民間最終消費支出	3,364.5	4,759.1	6,739.4	8,847.7	12,632.1	18,335.8	3.5	3.5	2.8	3.6	3.8	
実質政府最終消費支出	957.1	1,293.8	1,404.1	1,701.5	2,033.8	2,431	3.1	0.8	1.9	1.8	1.8	
実質総固定資本形成	792.1	1,067	1,944.2	2,425.7	3,543.6	5,255.8	3.0	6.2	2.2	3.9	4.0	
実質在庫純増	-6.5	14.4	56.5	47.2	65.6	93.3	0.0	14.6	-1.8	3.3	3.6	
財貨・サービスの輸出	323.5	552.5	1,096.3	1,693	2,793.1	4,538	5.5	7.1	4.4	5.1	5.0	
財貨・サービスの輸入	310.9	607.1	1,475.8	2,022.3	3,068.2	4,682.6	6.9	9.3	3.2	4.3	4.3	
	構 成 比 (%)											
実質国内総生産	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0						
実質民間最終消費支出	65.6	67.5	69	69.7	70.2	70.6						
実質政府最終消費支出	18.7	18.3	14.4	13.4	11.3	9.4						
実質総固定資本形成	15.4	15.1	19.9	19.1	19.7	20.2						
実質在庫純増	-0.1	0.2	0.6	0.4	0.4	0.4						
財貨・サービスの輸出	6.3	7.8	11.2	13.3	15.5	17.5						
財貨・サービスの輸入	6.1	8.6	15.1	15.9	17	18						

表 7.3 基準ケース最終エネルギー需要

(単位：PJ，年平均伸び率 (%))

	1980	1990	2000	2010	2020	2030	1990/ 1980	2000/ 1990	2010/ 2000	2020/ 2010	2030/ 2020	
最終エネルギー消費	55,249	54,702.4	65,552.4	73,656.9	86,766.8	106,773.2	-0.1	1.8	1.2	1.7	2.1	
産業部門	16,454.4	11,952.6	13,866.7	13,905.1	17,425.3	26,278	-3.1	1.5	0.0	2.3	4.2	
運輸部門	18,124.7	21,016.2	25,514.4	28,859.4	31,229.9	31,541.8	1.5	2.0	1.2	0.8	0.1	
その他部門	16,644.7	16,902.6	19,818.9	22,989.5	27,680.2	34,669.7	0.2	1.6	1.5	1.9	2.3	
非エネルギー部門	4,025.2	4,831	6,352.3	7,902.9	10,431.4	14,283.7	1.8	2.8	2.2	2.8	3.2	
	構 成 比 (%)											
最終エネルギー消費	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0						
産業部門	29.8	21.9	21.2	18.9	20.1	24.6						
運輸部門	32.8	38.4	38.9	39.2	36.0	29.5						
その他部門	30.1	30.9	30.2	31.2	31.9	32.5						
非エネルギー部門	7.3	8.8	9.7	10.7	12	13.4						

表 7.4 基準ケース運輸部門最終エネルギー需要

(単位: PJ, 年平均伸び率 (%))

	1980	1990	2000	2010	2020	2030	1990/ 1980	2000/ 1990	2010/ 2000	2020/ 2010	2030/ 2020
運輸部門	18,124.7	21,016.2	25,514.4	28,859.4	31,229.9	31,541.8	1.5	2.0	1.2	0.8	0.1
航空	2,341.8	3,208.1	3,656.6	3,886.8	4,393.1	4,965.4	3.2	1.3	0.6	1.2	1.2
自動車	14,510.4	16,432.5	20,609	23,718.1	25,616.1	25,392.2	1.3	2.3	1.4	0.8	-0.1
鉄道	594	444.9	423.5	395.5	361.7	325.3	-2.9	-0.5	-0.7	-0.9	-1.1
その他	678.3	930.8	825.4	859	859	859	3.2	-1.2	0.4	0	0
構 成 比 (%)											
運輸部門	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0					
航空	12.9	15.3	14.3	13.5	14.1	15.7					
自動車	80.1	78.2	80.8	82.2	82	80.5					
鉄道	3.3	2.1	1.7	1.4	1.2	1					
その他	3.7	4.4	3.2	3	2.8	2.7					

表 7.5 基準ケースその他部門最終エネルギー需要

(単位: PJ, 年平均伸び率 (%))

	1980	1990	2000	2010	2020	2030	1990/ 1980	2000/ 1990	2010/ 2000	2020/ 2010	2030/ 2020
その他部門	16,644.7	16,902.6	19,818.9	22,989.5	27,680.2	34,669.7	0.2	1.6	1.5	1.9	2.3
農業	576.5	610.6	597.8	598.5	563.8	517.2	0.6	-0.2	0	-0.6	-0.9
業務	5,976.5	6,584	7,983.3	10,338.3	13,129.5	17,301	1	1.9	2.6	2.4	2.8
家庭	9,046.4	8,799	10,999.3	11,776.4	13,535.2	16,021	-0.3	2.3	0.7	1.4	1.7
その他	1,045.3	909.1	238.4	276.4	451.8	830.6	-1.4	-12.5	1.5	5	6.3
構 成 比 (%)											
その他部門	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0					
農業	3.5	3.6	3	2.6	2	1.5					
業務	35.9	39	40.3	45	47.4	49.9					
家庭	54.3	52.1	55.5	51.2	48.9	46.2					
その他	6.3	5.4	1.2	1.2	1.6	2.4					



表 7.6 基準ケース非エネルギー部門最終エネルギー需要

(単位: PJ, 年平均伸び率 (%))

	1980	1990	2000	2010	2020	2030	1990/ 1980	2000/ 1990	2010/ 2000	2020/ 2010	2030/ 2020
非エネルギー部門	4,025.2	4,831	6,352.3	8,528.7	12,309.3	18,090.8	1.8	2.8	2.2	2.8	3.2
石油製品	4,025.2	4,249.7	5,623	7,873	11,605.1	17,312.7	0.5	2.8	2.6	3	3.3
ガ ス	0	581.3	729.4	655.7	704	777.9	0	2.3	-1.2	0.5	0.7
構 成 比 (%)											
非エネルギー部門	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0					
石油製品	100	88	88.5	91.8	93.5	94.9					
ガ ス	0	12	11.5	8.2	6.5	5.1					

表 7.7 基準ケース産業部門最終エネルギー需要

(単位: PJ, 年平均伸び率 (%))

	1980	1990	2000	2010	2020	2030	1990/ 1980	2000/ 1990	2010/ 2000	2020/ 2010	2030/ 2020
産業部門	16,454.4	11,952.6	13,866.7	13,905.1	17,425.3	26,278.0	-3.1	1.5	0	2.3	4.2
鉄 鋼	1,113.4	759.4	1,102	911.1	874.6	797.7	-3.8	3.8	-1.9	-0.4	-0.9
化 学	1,078.4	2,834.9	3,662.3	3,769.7	4,452.3	5,303	10.1	2.6	0.3	1.7	1.8
非鉄金属鉱物	436.3	200.9	339.7	342.4	342.6	342.9	-7.5	5.4	0.1	0	0
非金属鉱物	402.7	443.1	469.5	420.8	417.1	419.6	1	0.6	-1.1	-0.1	0.1
機 械	315.8	569.3	711.8	715.4	915.2	1,216.5	6.1	2.3	0	2.5	2.9
食 料 品	153	214.6	888.2	883.3	933.9	1,003.6	3.4	15.3	-0.1	0.6	0.7
紙・パルプ・印刷	421.2	754	2,212.5	3,219.2	6,407.2	14,538.4	6	11.4	3.8	7.1	8.5
繊維・皮革	119.3	134.4	137.5	139.6	139.7	139.6	1.2	0.2	0.1	0	0
そ の 他	12,414.2	6,042	4,342.7	3,493.8	2,949.6	2,565.7	-6.9	-3.2	-2.2	-1.7	-1.4
構 成 比 (%)											
産業部門	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0					
鉄 鋼	6.8	6.4	6.8	6.6	5	3					
化 学	6.6	23.7	6.6	27.1	25.6	20.2					
非鉄金属鉱物	2.7	1.7	2.7	2.5	2	1.3					
非金属鉱物	2.4	3.7	2.4	3	2.4	1.6					
機 械	1.9	4.8	1.9	5.1	5.3	4.6					
食 料 品	0.9	1.8	0.9	6.4	5.4	3.8					
紙・パルプ・印刷	2.6	6.3	2.6	23.2	36.8	55.3					
繊維・皮革	0.7	1.1	0.7	1	0.8	0.5					
そ の 他	75.4	50.5	75.4	25.1	16.9	9.8					

表 7.8 基準ケース電源構成

(単位：PJ, 年平均伸び率 (%))

	1980	1990	2000	2010	2020	2030	1990/ 1980	2000/ 1990	2010/ 2000	2020/ 2010	2030/ 2020	
電気事業者発電計	22,446.7	27,919.6	35,236	41,530	50,691.8	62,649.4	2.2	2.4	2	2	2.1	
石 炭	12,225.2	16,061.3	20,021	22,911.6	27,059	32,314.7	2.8	2.2	1.4	1.7	1.8	
石油製品	2,534.9	1,141	750.7	916	1,116.6	1,361	-7.7	-4.1	2	2	2	
ガ ス	3,581.9	2,734.4	3,941.8	5,357.7	7,341.4	10,059.5	-2.7	3.7	3.1	3	3	
原 子 力	2,903.8	6,670.6	8,702.4	11,210.3	14,481.9	18,709.5	9	2.7	2.6	2.6	2.6	
水 力	1,003.6	960.9	896.2	1,025.6	1,080.8	1,138.7	-0.4	-0.7	1	0.5	0.5	
新エネルギー	193	327.4	552.1	476.6	584.2	728	5.4	5.4	-1.5	2.1	2.2	
他再生燃料	4.6	24	372.3	422.8	431.5	442.7	18	31.5	1.3	0.2	0.3	
	構 成 比 (%)											
電気事業者発電計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0						
石 炭	54.5	57.5	56.8	55.2	53.4	51.6						
石油製品	11.3	4.1	2.1	2.2	2.2	2.2						
ガ ス	16	9.8	11.2	12.9	15	16						
原 子 力	12.9	23.9	24.7	27	28.6	29.9						
水 力	4.5	3.4	2.5	2.5	2	1.8						
新エネルギー	0.9	1.2	1.6	1	1.2	1.2						
他再生燃料	0	0.1	1.1	1.0	0.9	0.7						

表 7.9 CO<sub>2</sub> 排出量

(単位：炭素換算百万トン)

	1980	1990	2000	2010	2020	2030	1990/ 1980	2000/ 1990	2010/ 2000	2020/ 2010	2030/ 2020
基準ケース	1,307.5	1,339.3	1,578.2	1,795.4	2,039.1	2,308.8	0.2	1.7	1.3	1.3	1.3
原油高ケース	1,307.5	1,339.3	1,578.2	1,730.1	1,788.8	1,888.2	0.2	1.7	1	0	0.5
原油安ケース	1,307.5	1,339.3	1,578.2	1,816.2	2,143.8	2,596	0.2	1.7	1.4	1.7	1.9

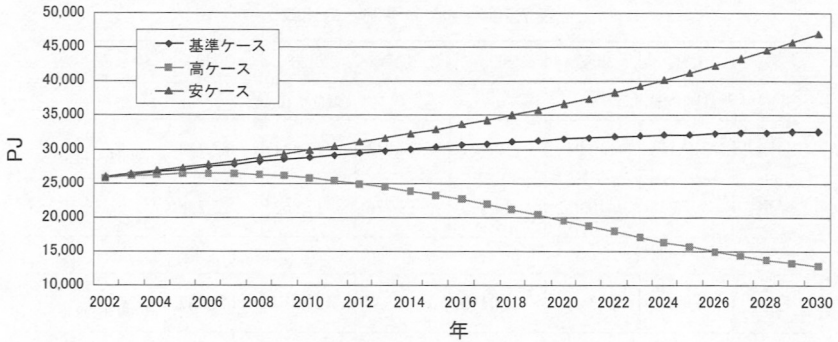


図 7.1 運輸部門最終エネルギー需要

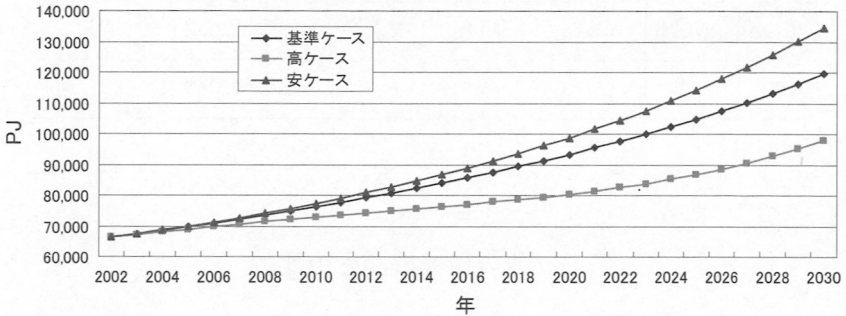


図 7.2 最終エネルギー需要

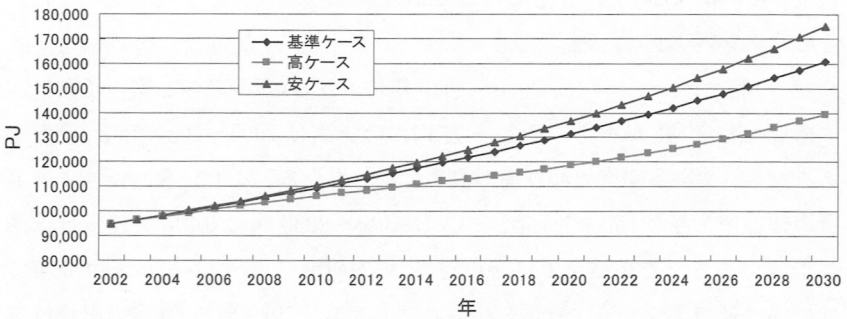


図 7.3 一次エネルギー国内供給計

表 7.10 EIA の予測との比較

	1990	2002	2003	2010	2020	2030	伸び率 (%)
GDP (実質国内総生産) (単位: 10 億ドル, %)							
EIA	7,113	10,049	10,321	13,043	17,541	23,112	3.0 (2003~2030)
本研究	7,055	10,032	10,343	12,776	17,962	25,738	3.3 (2000~2030)
一次エネルギー消費 (単位: PJ, %)							
EIA	89,242	103,483	103,483	113,820	127,217	141,247	1.2 (2003~2030)
本研究	80,692	94,829	96,336	106,707	123,756	145,513	1.3 (2000~2030)
CO <sub>2</sub> の排出量 (単位: 炭素換算 100 万トン, %)							
EIA	1,357.6	1,567.6	1,580.7	1,735.9	1,941.5	2,213.2	1.3 (2003~2030)
本研究	1,339.3	1,571.5	1,565.1	1,803.4	2,054.8	2,335.7	1.3 (2000~2030)

### 7.3 他の研究機関との比較

本研究のシミュレーションによる予測 (基準ケース) を、米国エネルギー省エネルギー情報局 EIA (International Energy Outlook 2006) の予測と比較した。その結果を表 7.10 に示す。

表 7.10 に示したように、2000~2030 年における GDP の伸び率の予測は、本研究では 3.3% が得られた。一方 EIA の予測は 2003~2030 年で 3.0% であるから、やや本研究の伸び率が高めになっている。また一次エネルギー消費の伸び率の予測は、本研究と EIA は 2003~2030 年で 0.1% の差でほぼ同じ予測である。この結果 CO<sub>2</sub> の予測は、本研究と EIA は 2003~2030 年でほぼ同じ伸び率 1.3% の予測となった。しかし、2030 年の CO<sub>2</sub> 排出量は本研究の方がやや高めの予測になっており、これは GDP の予測と同じ傾向で

ある。

## 8. 結 言

本論文では、米国のマクロ経済・エネルギー需給統合モデルを構築し、基準ケースと原油高ケースおよび原油安ケースでの 2030 年までのシミュレーションを実施した。その結果、このモデルにより、米国のエネルギー需要、一次エネルギー消費および CO<sub>2</sub> に関するさまざまな予測が可能となったが、特に原油価格を変動させたシナリオ分析により米国のエネルギー需要および消費は原油価格によって大きく変化することがわかった。なお基準ケースの GDP と CO<sub>2</sub> の結果について、EIA (米国のエネルギー省エネルギー情報局) の予測と比較したところ、使用したデータは EIA のものと多少差があるため値は一致していないが、比較的近い結果が得られている。

モデルを構築する際に、必要なデータがないところは、いろいろな別の手段を試みて、より良いモデルを追求した。エネルギー需給モデル改良の際、初めはダミー変数を導入したが、うまく行かず、最後に対数関数を用いる方法でよい結果が得られたところもある。最終的に本研究のモデル式は、マクロ経済モデル 6 本とエネルギー需給統合モデル 112 本の合計 118 本で構成した。

今回のシミュレーション分析により、米国は運輸部門に最も石油を使っていることがわかった。今 ECO 車など環境に優しい、燃費がよい車の開発が進んでいる。米国ではエタノール混合燃料や天然ガスなどの代替燃料を使える「脱ガソリン車」が相次いで登場している。しかし完全に石油を代替するのは、簡単ではない。燃料が変わることで、車の買い替えもしなければならない。また近年とうもろこしなどの食料のバイオ燃料への転換がブームになった結果、エネルギーと食料の競合の問題が起こっている。政府の政策が

しっかりしないと、消費者全体は受け止めにいと考えられる。

地球温暖化の問題は、世界でますます重要になっている。近年地球上で自然災害や異常気象が相次いで発生した。この冬には、米国のニューヨークの気温（1月6日）が22.2度になったといわれる。ニューヨークの緯度と言えば、日本の青森県の八戸と盛岡の間である。通常冬の平均気温は0°Cから-10°Cで、特に1月、2月が厳しい。数回雪が積もる。寒さのため凍死するホームレスもでてくるほどである。けれども、今年の1月6日、半裸の大人や子供がニューヨークの公園や町のあちこちに見えた。子供の笑顔を見るとわれわれは本当に幸せを感じる。しかしこれは地球温暖化が深刻化したしるしだと、大自然がわれわれに教えている。今すぐ地球温暖化に歯止めをかけなければならない。そうでないと、あと何百年あるいは何十年かには、われわれの子孫の笑顔が今のように見えなくなるかもしれない。

地球温暖化問題は、一国の経済成長、エネルギー消費と深く関係がある。従って、国家レベルでの政策判断が大きなウェイトを占めている。米国の場合は、京都議定書から離脱して、政府が「Vision 21 計画」のような新エネルギー政策法を制定し、温暖化防止技術の開発も入れて取り組み、いわゆる「京都議定書よりも穏健で成長型のプログラム」と主張している。けれども、世界で最大の経済大国であるのに、その政策と実行はまだ十分でない。米国の一人当たりのCO<sub>2</sub>排出量が世界平均の2倍になっていることは、米国の国民の地球温暖化への認識が薄いことを示す。2005年の大型ハリケーンと今年の真冬の夏（真冬ののに夏のような気温）など、相次ぎ発生した異常気象は米国人にとって何か示唆を与えているのではないか。

本研究の今後に残った課題としては、まず米国の経済の変化に伴いエネルギーの消費も大きな影響を受けることから、経済とエネルギーに関して定期的に最新のデータに更新し、より良い結果を示す必要がある。また収集が不十分なデータは、継続して探さなければならない。データ収集が完備すればモデルの高精度化ももう一歩進めることが可能となろう。他の研究との比較

では、最終エネルギーのデータがEIAのデータと差があったが、十分検討できなかった。また、地球温暖化に関する温室効果ガスは、CO<sub>2</sub>以外に、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>Oなどほかに多くの物質がある。今後、これらの温室効果ガスも、エネルギー消費によって地球環境にどんな影響を与えるかを総合的に考察していくことも課題であろう。

## 9. 付 録

### 9.1 変数一覧表

変数名	日本語名	変数名	日本語名
GDP	実質国内総生産	FDPSJJ	運輸部門自動車用合計消費量
CP	実質民間最終消費支出	OILPDRAI	運輸部門鉄道用石油製品消費量
CG	実質政府最終消費支出	FDRAI	運輸部門鉄道用合計消費量
I	実質総固定資本形成	COLPDTH	運輸部門その他用石炭
J	実質在庫純増	REPDTH	運輸部門その他用他再生燃
EXC	実質財貨・サービスの輸出	OILPDTH	運輸部門その他用石油製品消費量
MC	実質財貨・サービスの輸入	GASPDTH	運輸部門その他用ガス消費量
PGD	国内総生産デフレーター	ELEPDTH	運輸部門その他用電力
PEXC	財貨・サービスの輸出デフレーター	FDTH	運輸部門その他用合計消費量
PMC	財貨・サービスの輸入デフレーター	COLPDIND	石炭運輸部門計
EXR	米ドル換算係数	REPDIND	他再生燃運輸部門計
SDEF	調整項	OILPDIND	石油運輸部門計
WPI	総合卸売物価指数デフレーター	GASPDIND	ガス運輸部門計
PC	民間最終消費支出デフレーター	ELEPDIND	電力運輸部門計
TWM	世界貿易 (実質, 年度平均)	FDTRP	運輸部門最後エネルギー消費計
PEW	世界工業製品輸出物価指数 (年度平均)	OILPDAGR	その他部門農業用石油製品消費計
DUM9091	湾岸戦争ダミー	FDAGR	その他部門農業用エネルギー消費計
DUM0102	テロ戦争ダミー	COLBUS	その他部門業務用石炭消費計

変数名	日本語名	変数名	日本語名
IIP	鉱工業生産指数	OILPDBUS	その他部門業務用石油製品消費計
STEEL	粗鋼生産量	GASBUS	その他部門業務用ガス消費計
ETYLEN	エチレン生産量	ELEBUS	その他部門業務用電力消費計
PLPPD	紙・パルプ生産量	FDBUS	その他部門業務用エネルギー消費計
IIPNFM	非鉄金属生産指数	COLHOM	その他部門家庭用石炭消費計
IIPNFE	非金属鉱物生産量	RECHOM	その他部門家庭用他再生燃消費計
IIPFOO	食料品生産指数	OILPDHOM	その他部門家庭用石油製品消費計
IIPFIB	繊維皮革生産指数	GASHOM	その他部門家庭用ガス消費計
NKA	航空人マイル	ELEHOM	その他部門家庭用電力消費計
CARHLD	乗用車保有台数	FDHOM	その他部門家庭用エネルギー消費計
RAITK	鉄道トンキロ	COLOTH	その他部門その他用石炭消費計
IIPAGR	農林水産指数	RECOTH	その他部門その他用他再生燃消費計
POPT	人口総数	OILPDOTH	その他部門その他用石油製品消費計
POILU	原油価格	NEWOTH	その他部門その他用新エネ消費計
PNAPH	石油製品価格	ELEOTH	その他部門その他用電力消費計
POILA	重油価格指数	HEATOTH	その他部門その他用熱消費計
PKERO	灯油価格	FDOTH	その他部門その他エネルギー消費計
PCOLU	石炭価格	COLOTHER	その他部門石炭消費計
PELEH	家庭用電力価格	RECOTHER	その他部門他再生燃消費計
PELEB	業務用電力価格	OILPDOTHER	その他部門石油製品消費計
PLNG	天然ガス価格	GASOTHER	その他部門ガス消費計
PTG	家庭用都市ガス価格	NEWOTHER	その他部門新エネ消費計
COLSTE	産業部門鉄鋼用石炭製品消費量	ELEOTHER	その他部門電力消費計
ELESTE	産業部門鉄鋼用電力計消費量	HEATOTHER	その他部門熱消費計
GASSTE	産業部門鉄鋼用ガス計消費量	FDOTHER	その他部門最終エネルギー消費
FDSTE	産業部門鉄鋼業最終エネルギー消費計	OILPDNE	非エネルギー石油製品消費計
COLCHM	産業部門化学用石炭製品消費量	GASPDNE	非エネルギーガス消費計
OILCHM	産業部門化学用石油製品消費量	FDNE	非エネルギー最終エネルギー消費
GASCHM	産業部門化学用ガス消費量	FDCOL	最終石炭消費計
ELECHM	産業部門化学用電力計消費量	FDREC	最終他再生燃消費計
FDCHM	産業部門化学業最終エネルギー消費計	FDOIL	最終石油製品消費計



変数名	日本語名	変数名	日本語名
ELENMET	産業部門非鉄金属鉱物用電力計消費量	FDGAS	最終ガス消費計
FDNMET	産業部門非鉄金属鉱物業最終エネルギー消費計	FDHEAT	最終熱消費計
COLNFE	産業部門非金属鉱物用石炭製品消費量	FDELE	最終電力消費計
ELENFE	産業部門非金属鉱物用電力計消費量	FDFIN	最終エネルギー消費計
FDNFE	産業部門非金属鉱物業最終エネルギー消費計	PUELEC	電気事業者発電計
ELEMAC	産業部門機械用電力計消費量	PUELEC#	発電ロス含む投入量
FDMAC	産業部門機械業最終エネルギー消費	COLELEC	電気事業者石炭消費量
GASFOO	産業部門食料品用ガス消費量	OILPDELEC	電気事業者石油製品消費量
ELEFOO	産業部門食料品用電力計消費量	GASELEC	電気事業者ガス消費量
FDFOO	産業部門食料品最終エネルギー消費	PUNU	電気事業者原子力消費量
COLPAP	産業部門紙・パルプ・印刷石炭製品消費量	PUHD	電気事業者水力消費量
RECPAP	産業部門紙・パルプ・印刷他再生燃消費量	PUNEW	電気事業者新エネルギー消費量
GASPAP	産業部門紙・パルプ・印刷用ガス消費量	PUREC	電気事業者他再生エネルギー消費量
ELEPAP	産業部門紙・パルプ・印刷用電力消費量	LOSELEC	発電ロス
FDPAP	産業部門紙・パルプ最終エネルギー消費計	OILREF	石油精製原油消費量
ELEFIB	産業部門繊維・皮革用電力計消費量	PDPT	石油製品一次エネルギー国内供給計
FDFIB	産業部門繊維・皮革最終エネルギー消費計	OILPDSELF	自家消費石油製品消費量
COLTHMAN	産業部門その他用石炭消費量	OILPDTRA	転換用石油製品消費量
RECTHMAN	産業部門その他用他再生燃消費量	PUGAS	ガス製造エネルギー合計
OILTHMAN	産業部門その他用石油製品消費量	COAL	石炭
GASTHMAN	産業部門その他用ガス消費量	REC	他再生燃
ELETHMAN	産業部門その他用電力計消費量	OIL	原油
NEWTHMAN	産業部門その他用新エネ計消費量	OIL#	石油製品
HEATTHMAN	産業部門その他用熱計消費量	GAS	ガス
FDTHMAN	産業部門その他最終エネルギー消費計	NU	原子力
COLIND	石炭産業部門計	HD	水力
RECIND	他再生燃産業部門計	NEW	新エネ
OILIND	石油産業部門計	TOTAL	合計
GASIND	ガス産業部門計	DISCO2	CO <sub>2</sub> 排出量
ELEIND	電力産業部門計	DUM7094	構造変化ダミー (産鉄)

変数名	日本語名	変数名	日本語名
NEWIND	新エネ産業部門計	DUM6092	構造ダミー (産紙)
HEATIND	熱産業部門計	DUM6094	構造ダミー
FIND	産業部門最後エネルギー消費計	DUM6089	構造ダミー (産化ガス)
OILPDSA	運輸部門航空用石油製品消費量	DUM9004	構造ダミー (産その他)
FDPSA	運輸部門航空用合計消費量	DUM6098	構造ダミー (電事再生)
REPDSJJ	運輸部門自動車他再生燃	DUM8201	構造ダミー (電事ガス)
OILPDSJJ	運輸部門自動車石油製品消費量	DUM6078	構造ダミー (運輸自動車)

## 9.2 米国モデルの方程式

### \* 米国マクロ経済モデル

\* (1) 実質民間最終消費支出 (最小二乗法 1961-2004)

$$CP = -211.4110 + .503732*(GDP) + .315938*(CP(1))$$

$$* \quad (-5.98) \quad (9.08) \quad (4.04)$$

\* 決定係数 = 0.9990 標準誤差 = 57.771 ダービン・ワトソン比 = 0.938

\* (2) 実質総固定資本形成 (最小二乗法 1961-2004)

$$I = -55.1645 + .052434*(GDP) + .769994*(I(1))$$

$$* \quad (-1.96) \quad (2.94) \quad (8.50)$$

\* 決定係数 = 0.9896 標準誤差 = 52.115 ダービン・ワトソン比 = 0.940

\* (3) 実質在庫純増 (最小二乗法 1961-2004)

$$J = +2.77156 + .003005*(GDP) + .138756*(J(1))$$

$$* \quad (.32) \quad (2.08) \quad (.89)$$

\* 決定係数 = 0.1094 標準誤差 = 22.231 ダービン・ワトソン比 = 1.926

\* (4) 実質財貨・サービスの輸出 (最小二乗法 1971-2002)

$$EXC = +64.4375 + .169394*(TWM) - 130.0073*(PEXC/(PEW*EXR))$$

$$* \quad (.96) \quad (40.68) \quad (-2.50)$$

\* 決定係数 = 0.9880 標準誤差 = 32.923 ダービン・ワトソン比 = 0.643

\* (5) 実質財貨・サービスの輸入 (最小二乗法 1971-2002)

$$MC = -25.0622 + .041589*(GDP) - 90.6498*(PMC/PGD) + .828319*(MC(1))$$

$$* \quad (-.34) \quad (3.02) \quad (-2.04) \quad (11.07)$$

\* 決定係数 = 0.9911 標準誤差 = 37.061 ダービン・ワトソン比 = 1.526

$$GDP = CP + CG + I + J + EXC - MC + SDEF$$

生産指数・生産量モデル

(1) 鉱工業生産指数 (最小二乗法 1961-2004)

$$IIP = -3.83834 + .004574*(GDP) + .0000642*(STEEL) + .588537*(IIP(1))$$

( -1.40)    (4.31)                    (2.84)                    (5.76)

決定係数 = 0.9929    標準誤差 = 2.190    ダービン・ワトソン比 = 1.026

(2) 粗鋼生産量 (最小二乗法 1971-2004)

$$STEEL = +132,263.8 + 48.7753*(GDP) - 51.7459*(GDP(1)) + 4,877.22*(PCOLU)$$

(14.01)    (3.32)                    (-3.45)                    (3.86)

$$- 6,256.69*(PCOLU(1))$$

(-5.52)

決定係数 = 0.7096    標準誤差 = 9012.976    ダービン・ワトソン比 = 1.05

(3) エチレン生産量 (最小二乗法 1971-2002)

$$ETYLEN = +19.4281 + 129.2367*(IIP) - 2,471.44*(POILU/WPI) + .449446*(ETYLEN(1))$$

( .02)    (3.01)                    (-1.39)                    (2.57)

決定係数 = 0.9656    標準誤差 = 961.075    ダービン・ワトソン比 = 1.553

(4) 紙・パルプ生産量 (最小二乗法 1971-2003)

$$PLPPD = +4,755.05 + .558700*(GDP) + 11,104.2*(PELEB) + .880367*(PLPPD(1))$$

(1.24)    (.54)                    (.35)                    (6.10)

決定係数 = 0.9533    標準誤差 = 2963.196    ダービン・ワトソン比 = 2.12

エネルギー価格モデル

(5) 家庭用電力価格 (最小二乗法 1972-2004)

$$PELEH = +.002199 + .000120*(PCOLU) + .954541*(PELEH(1))$$

( .35)    (.46)                    (19.54)

決定係数 = 0.9226    標準誤差 = 0.006    ダービン・ワトソン比 = 1.908

(6) 業務用電力価格 (最小二乗法 1972-2004)

$$PELEB = -.003520 + .001020*(PCOLU) + .679091*(PELEB(1))$$

(-.78)    (3.24)                    (8.22)

決定係数 = 0.8832    標準誤差 = 0.005    ダービン・ワトソン比 = 2.041

(7) 灯油価格 (ジェット (灯油タイプ)) (最小二乗法 1979-2004)

$$PKERO = +.126606 + .023383*(POILU) + .088695*(PKERO(1))$$

(2.69)    (12.37)                    (1.08)

決定係数 = 0.9126    標準誤差 = 0.055    ダービン・ワトソン比 = 1.061

'(8) 重油価格指数 (最小二乗法 1979-2004)

$$POILA = +.088509 + .021731*(POILU) + .162179*(POILA(1))$$

' (1.96) (12.08) (2.08)

' 決定係数 = 0.9110 標準誤差 = 0.054 ダービン・ワトソン比 = 1.065

'(9) 天然ガス価格 (最小二乗法 1972-2004)

$$PLNG = -1.25590 + .146125*(POILU) + .858541*(PLNG(1))$$

' (-1.41) (2.90) (9.10)

' 決定係数 = 0.8491 標準誤差 = 1.883 ダービン・ワトソン比 = 2.076

'(10) 家庭用都市ガス価格 (最小二乗法 1972-2004)

$$PTG = +1.84205 + .793749*(PLNG) + .656770*(PTG(1))$$

' (3.07) (8.54) (13.57)

' 決定係数 = 0.9787 標準誤差 = 1.407 ダービン・ワトソン比 = 2.099

' 最終エネルギー消費モデル 産業部門

'(11) 産業部門鉄鋼用石炭製品消費量 (最小二乗法 1970-2004)

$$LOG(COLSTE) = -6.99977 + .640669*LOG(STEEL) + .091931*LOG(PCOLU)$$

' (-2.42) (2.61) (.85)

$$+ .891063*LOG(COLSTE(1))$$

(17.35)

' 決定係数 = 0.9304 標準誤差 = 0.186 ダービン・ワトソン比 = 1.980

'(12) 産業部門鉄鋼用電力計消費量 (最小二乗法 1971-2004)

$$LOG(ELESTE) = -2.64735 + .554419*LOG(STEEL) + .119614*LOG(PELEB)$$

' (-2.26) (5.07) (2.43)

$$+ .385533*LOG(ELESTE(1))$$

(3.74)

' 決定係数 = 0.6070 標準誤差 = 0.069 ダービン・ワトソン比 = 1.435

'(13) 産業部門鉄鋼用ガス計消費量 (最小二乗法 1961-2004)

$$GASSTE = +384.3033 + .000666*(STEEL) + .019986*(PTG) + .056708*(GASSTE(1))$$

' (8.04) (1.73) (.04) (1.28)

$$- 452.2745*(DUM7094)$$

(-21.56)

' 決定係数 = 0.9814 標準誤差 = 32.987 ダービン・ワトソン比 = 1.585

'(14) 産業部門鉄鋼業最終エネルギー消費計 (最小二乗法 1960-2004)

$$FDSTE = +.0000181 + 1.000000*((COLSTE + ELESTE + GASSTE))$$

' (1.17) (97592160.50)

決定係数 = 1.0000 標準誤差 = 0.000 ダービン・ワトソン比 = 2.149

(15) 産業部門化学用石炭製品消費量 (最小二乗法 1972-2004)

$$LOG(COLCHM) = -.160395 + .063969*LOG(STEEL) + .080953*LOG(PCOLU)$$

$$(-.06) \quad (.33) \quad (.68)$$

$$+ .853349*LOG(COLCHM(1))$$

$$(8.88)$$

決定係数 = 0.7104 標準誤差 = 0.149 ダービン・ワトソン比 = 1.755

(16) 産業部門化学用石油製品消費量 (最小二乗法 1960-2004)

$$OILCHM = +452.4005 - .013303*(ETYLEN) + .358922*(POILU) + .562369*(OILCHM(1))$$

$$(4.24) \quad (-2.05) \quad (.09) \quad (.570)$$

$$- 259.8102*(DUM7094)$$

$$(-3.67)$$

決定係数 = 0.7263 標準誤差 = 200.643 ダービン・ワトソン比 = 2.184

(17) 産業部門化学用ガス消費量 (最小二乗法 1960-2004)

$$GASCHM = +1,770.84 - .018157*(ETYLEN) + 24.2386*(PLNG) + .044643*(GASCHM(1))$$

$$(9.88) \quad (-2.28) \quad (3.11) \quad (.57)$$

$$- 1,680.29*(DUM6089)$$

$$(-11.56)$$

決定係数 = 0.9689 標準誤差 = 145.729 ダービン・ワトソン比 = 1.472

(18) 産業部門化学用電力計消費量 (最小二乗法 1971-2004)

$$LOG(ELECHM) = +.371413 + .166164*LOG(ETYLEN) - .031266*LOG(PELEB)$$

$$(1.11) \quad (1.96) \quad (-1.11)$$

$$+ .684276*LOG(ELECHM(1))$$

$$(5.90)$$

決定係数 = 0.9408 標準誤差 = 0.055 ダービン・ワトソン比 = 1.462

(19) 産業部門化学業最終エネルギー消費計 (最小二乗法 1960-2004)

$$FDCHM = -.0000200 + 1.00000*((COLCHM + OILCHM + GASCHM + ELECHM))$$

$$(-.98) \quad (94084672.29)$$

決定係数 = 1.0000 標準誤差 = 0.000 ダービン・ワトソン比 = 2.050

(20) 産業部門非鉄金属鉱物用電力計消費量 (最小二乗法 1972-2003)

$$LOG(ELENMET) = +1.19077 + .769358*LOG(IIPNFM) + .024801*LOG(PELEB)$$

$$(.81) \quad (2.24) \quad (.20)$$

$$+ .210170*LOG(ELENMET(1))$$

$$(1.22)$$

決定係数 = 0.2223 標準誤差 = 0.176 ダービン・ワトソン比 = 1.858

' (21) 産業部門非鉄金属鉱物業最終エネルギー消費計 (最小二乗法 1960-2003)

$$FDNMET = +.0000000 + 1.0000000 * ((ELENMET))$$

$$' \quad (6.46) \quad (16735212339477800.00)$$

' 決定係数 = 1.0000 標準誤差 = 0.000 ダービン・ワトソン比 = 0.212

' (22) 産業部門非金属鉱物用石炭製品消費量 (最小二乗法 1972-2003)

$$LOG(COLNFE) = +1.49341 - .133347 * LOG(IIPNFE) + .174218 * LOG(PCOLU)$$

$$' \quad (1.04) \quad (-.47) \quad (2.94)$$

$$+ .754657 * LOG(COLNFE(1))$$

$$(10.68)$$

' 決定係数 = 0.8964 標準誤差 = 0.072 ダービン・ワトソン比 = 1.967

' (23) 産業部門非金属鉱物用電力計消費量 (最小二乗法 1972-2003)

$$ELENFE = +11.8172 + .042617 * (IIPNFE) - 15.6271 * (PELEB) + .882182 * (ELENFE(1))$$

$$' \quad (.37) \quad (.16) \quad (-.23) \quad (10.60)$$

' 決定係数 = 0.8407 標準誤差 = 5.852 ダービン・ワトソン比 = 1.394

' (24) 産業部門非金属鉱物業最終エネルギー消費計 (最小二乗法 1960-2003)

$$FDNFE = -.0000004 + 1.0000000 * ((COLNFE + ELENFE))$$

$$' \quad (-.08) \quad (72177357.70)$$

' 決定係数 = 1.0000 標準誤差 = 0.000 ダービン・ワトソン比 = 2.620

' (25) 産業部門機械用電力計消費量 (最小二乗法 1972-2004)

$$LOG(ELEMAC) = +.983179 + .222244 * LOG(IIP) + .078023 * LOG(PELEB)$$

$$' \quad (2.35) \quad (1.56) \quad (1.47)$$

$$+ .722072 * LOG(ELEMAC(1))$$

$$(5.83)$$

' 決定係数 = 0.9066 標準誤差 = 0.097 ダービン・ワトソン比 = 1.736

' (26) 産業部門機械業最終エネルギー消費計 (最小二乗法 1960-2004)

$$FDMAC = +.0000000 + 1.0000000 * ((ELEMAC))$$

$$' \quad (3.05) \quad (9215706259895220.00)$$

' 決定係数 = 1.0000 標準誤差 = 0.000 ダービン・ワトソン比 = 0.055

' (27) 産業部門食料品用ガス消費量 (最小二乗法 1960-2003)

$$GASFOO = +568.5740 - .823119 * (IIPFOO) + 1.57079 * (PTG) + .068348 * (GASFOO(1))$$

$$' \quad (17.52) \quad (-1.78) \quad (1.87) \quad (2.08)$$

$$- 531.3159 * (DUM6094)$$

$$(-29.61)$$

' 決定係数 = 0.9947 標準誤差 = 16.897 ダービン・ワトソン比 = 2.647

' (28) 産業部門食料品用電力計消費量 (最小二乗法 1972-2003)

$$\begin{aligned} \text{LOG}(ELEFOO) = & -389944 + .424012 * \text{LOG}(IIPFOO) - .044364 * \text{LOG}(PELEB) \\ & (-1.43) \quad (2.93) \quad (-1.54) \\ & + .695482 * \text{LOG}(ELEFOO(1)) \\ & (7.28) \end{aligned}$$

' 決定係数 = 0.9812 標準誤差 = 0.034 ダービン・ワトソン比 = 1.541

' (29) 産業部門食料品業最終エネルギー消費計 (最小二乗法 1960-2004)

$$\begin{aligned} \text{FDFOO} = & -.0000002 + 1.00000 * ((\text{GASFOO} + \text{ELEFOO})) \\ & (-.04) \quad (111221419.89) \end{aligned}$$

' 決定係数 = 1.0000 標準誤差 = 0.000 ダービン・ワトソン比 = 2.000

' (30) 産業部門紙・パルプ・印刷用石炭製品消費量 (最小二乗法 1972-2004)

$$\begin{aligned} \text{COLPAP} = & +38.1295 - .0000460 * (\text{PLPPD}) + 1.48825 * (\text{PCOLU}) + .724706 * (\text{COLPAP}(1)) \\ & (.92) \quad (-.12) \quad (1.02) \quad (6.89) \\ & - 26.7457 * (\text{DUM9004}) \\ & (-1.77) \end{aligned}$$

' 決定係数 = 0.7664 標準誤差 = 33.215 ダービン・ワトソン比 = 2.011

' (31) 産業部門紙・パルプ・印刷用他再生燃消費量 (最小二乗法 1960-2004)

$$\begin{aligned} \text{RECPAP} = & +195.5327 - .000328 * (\text{PLPPD}) + .779891 * (\text{RECPAP}(1)) - 178.6707 * (\text{DUM6092}) \\ & (1.96) \quad (-.33) \quad (8.34) \quad (-2.73) \end{aligned}$$

' 決定係数 = 0.8477 標準誤差 = 115.425 ダービン・ワトソン比 = 1.880

' (32) 産業部門紙・パルプ・印刷用ガス消費量 (最小二乗法 1960-2004)

$$\begin{aligned} \text{GASPAP} = & +583.9663 + .000224 * (\text{PLPPD}) - .354203 * (\text{PTG}) - .027622 * (\text{GASPAP}(1)) \\ & (38.07) \quad (1.90) \quad (-1.49) \quad (-1.17) \\ & - 591.8141 * (\text{DUM6094}) \\ & (-44.33) \end{aligned}$$

' 決定係数 = 0.9972 標準誤差 = 12.882 ダービン・ワトソン比 = 2.588

' (33) 産業部門紙・パルプ・印刷用電力計消費量 (最小二乗法 1972-2003)

$$\begin{aligned} \text{LOG}(ELEPAP) = & -2.38287 + .386484 * \text{LOG}(PLPPD) + .117113 * \text{LOG}(PELEB) \\ & (-1.18) \quad (1.57) \quad (2.61) \\ & + .735042 * \text{LOG}(ELEPAP(1)) \\ & (6.16) \end{aligned}$$

' 決定係数 = 0.9698 標準誤差 = 0.072 ダービン・ワトソン比 = 1.691

' (34) 産業部門紙・パルプ・印刷業最終エネルギー消費計 (最小二乗法 1960-2004)

$$\begin{aligned} \text{FDPAP} = & +.0000041 + 1.00000 * ((\text{COLPAP} + \text{GASPAP} + \text{ELEPAP} + \text{RECPAP})) \\ & (.38) \quad (87933635.86) \end{aligned}$$

決定係数 = 1.0000 標準誤差 = 0.000 ダービン・ワトソン比 = 1.495

(35) 産業部門繊維・皮革用電力計消費量 (最小二乗法 1972-2003)

$$ELEFIB = +11.6286 + .431161*(IIPFIB) - 7.09319*(PELEB) + .628861*(ELEFIB(1))$$

(.63) (1.57) (-.06) (3.33)

決定係数 = 0.5922 標準誤差 = 9.146 ダービン・ワトソン比 = 1.394

(36) 産業部門繊維・皮革業最終エネルギー消費計 (最小二乗法 1960-2004)

$$FDFIB = -.0000000 + 1.000000*(ELEFIB)$$

(-4.52) (13670156384919100.00)

決定係数 = 1.0000 標準誤差 = 0.000 ダービン・ワトソン比 = 0.158

(37) 産業部門その他用石炭消費量 (最小二乗法 1970-2004)

$$LOG(COLTHMAN) = +1.31735 + .124414*LOG(PCOLU) + .704603*LOG(COLTHMAN(1))$$

(1.60) (.96) (7.65)

決定係数 = 0.6915 標準誤差 = 0.221 ダービン・ワトソン比 = 2.345

(38) 産業部門その他用他再生燃消費量 (最小二乗法 1961-2004)

$$LOG(RECTHMAN) = +1.90300 - .130289*LOG(CP) + .872517*LOG(RECTHMAN(1))$$

(1.89) (-1.51) (12.08)

決定係数 = 0.8196 標準誤差 = 0.266 ダービン・ワトソン比 = 1.831

(39) 産業部門その他用石油製品消費量 (最小二乗法 1971-2004)

$$LOG(OILTHMAN) = +.347516 - .013633*LOG(POILU) + .955679*LOG(OILTHMAN(1))$$

(.68) (-.22) (16.38)

決定係数 = 0.8937 標準誤差 = 0.178 ダービン・ワトソン比 = 2.054

(40) 産業部門その他用電力計消費量 (最小二乗法 1971-2004)

産業部門その他用電力計消費量 (最小二乗法 1971-2004)

$$LOG(ELETHMAN) = +2.36978 + .120035*LOG(PELEB) + .677705*LOG(ELETHMAN(1))$$

(3.16) (.98) (5.83)

決定係数 = 0.4924 標準誤差 = 0.254 ダービン・ワトソン比 = 1.250

(41) 産業部門その他用最終エネルギー消費計 (最小二乗法 1960-2004)

$$FDTHMAN = +.000185 + 1.000000*((COLTHMAN + OILTHMAN + GASTHMAN$$

(.78) (41466464.53)  
+ ELETHMAN + RECTHMAN + NEWTHMAN + HEATTHMAN))

決定係数 = 1.0000 標準誤差 = 0.001 ダービン・ワトソン比 = 1.705

(42) 石炭産業部門計 (最小二乗法 1960-2004)

$$COLIND = -.002950 + 1.000000*((COLSTE + COLCHM + COLNFE + COLPAP + COLTHMAN))$$

(-.14) (118543.93)

決定係数 = 1.0000 標準誤差 = 0.054 ダービン・ワトソン比 = 2.209



'(43) 石油産業部門計 (最小二乗法 1960-2004)

$$\text{LOG}(\text{OILIND}) = -.000174 + 1.00002 * \text{LOG}((\text{OILCHM} + \text{OILTHMAN}))$$

$$(-3.58) \quad (161284.08)$$

' 決定係数 = 1.0000 標準誤差 = 0.000 ダービン・ワトソン比 = 2.110

'(44) ガス産業部門計 (最小二乗法 1960-2004)

$$\text{GASIND} = -.003575 + 1.00000 * ((\text{GASSTE} + \text{GASCHM} + \text{GASFOO} + \text{GASPAP} + \text{GASTHMAN}))$$

$$(-.16) \quad (248374.94)$$

' 決定係数 = 1.0000 標準誤差 = 0.024 ダービン・ワトソン比 = 2.366

'(45) 電力産業部門計 (最小二乗法 1960-2004)

$$\text{ELEIND} = -.005311 + 1.00000 * ((\text{ELESTE} + \text{ELECHM} + \text{ELENMET} + \text{ELENFE} + \text{ELEMAC}$$

$$(-.23) \quad (122743.54)$$

$$+ \text{ELEFOO} + \text{ELEPAP} + \text{ELEFIB} + \text{ELETHMAN}))$$

' 決定係数 = 1.0000 標準誤差 = 0.046 ダービン・ワトソン比 = 2.118

'(46) 他再生燃産業部門計 (最小二乗法 1960-2004)

$$\text{RECIND} = -.000362 + 1.00000 * ((\text{RECPAP} + \text{RECTHMAN}))$$

$$(-.06) \quad (190487.14)$$

' 決定係数 = 1.0000 標準誤差 = 0.016 ダービン・ワトソン比 = 1.453

'(47) 産業部門最後エネルギー消費計 (最小二乗法 1960-2004)

$$\text{FIND} = +76.0236 + .995249 * ((\text{FDSTE} + \text{FDCHM} + \text{FDNMET} + \text{FDNFE} + \text{FDMAC}$$

$$(2.63) \quad (496.04)$$

$$+ \text{FDFOO} + \text{FDPAP} + \text{FDFIB} + \text{FDTHMAN}))$$

' 決定係数 = 0.9998 標準誤差 = 27.726 ダービン・ワトソン比 = 1.696

### ' 運輸部門

'(48) 運輸部門航空用石油製品消費量 (最小二乗法 1971-2004)

$$\text{LOG}(\text{OILPDSA}) = +1.26075 + .256746 * \text{LOG}(\text{NKA}) - .065747 * \text{LOG}(\text{POILU})$$

$$(4.51) \quad (5.13) \quad (-4.08)$$

$$+ .457659 * \text{LOG}(\text{OILPDSA}(1))$$

$$(4.42)$$

' 決定係数 = 0.9801 標準誤差 = 0.028 ダービン・ワトソン比 = 1.875

'(49) 運輸部門航空用合計消費量 (最小二乗法 1960-2004)

$$\text{FDPSA} = +.0000000 + 1.00000 * ((\text{OILPDSA}))$$

$$(.48) \quad (3080921767634160.00)$$

' 決定係数 = 1.0000 標準誤差 = 0.000 ダービン・ワトソン比 = 0.007

' (50) 運輸部門自動車石油製品消費量 (最小二乗法 1971-2004)

$$\text{LOG(OILPDSJJ)} = -.323632 + .013622 * \text{LOG(CARHLD)} - .039958 * \text{LOG(POILU)}$$

$$(-.74) \quad (.29) \quad (-4.34)$$

$$+ 1.03058 * \text{LOG(OILPDSJJ}(1))$$

$$(30.86)$$

' 決定係数=0.9815 標準誤差=0.021 ダービン・ワトソン比=1.563

' (51) 運輸部門自動車他再生燃 (最小二乗法 1960-2004)

$$\text{REPDSJJ} = +20.8443 + .0000566 * (\text{CARHLD}) + .959095 * (\text{REPDSJJ}(1))$$

$$(1.10) \quad (.52) \quad (10.16)$$

$$- 26.8994 * (\text{DUM6092})$$

$$(-2.13)$$

' 決定係数 = 0.9413 標準誤差 = 16.711 ダービン・ワトソン比 = 1.421

' (52) 運輸部門自動車用合計消費量 (最小二乗法 1960-2004)

$$\text{FDPSJJ} = +.0000237 + 1.000000 * ((\text{REPDSJJ} + \text{OILPDSJJ}))$$

$$(.07) \quad (46845685.69)$$

' 決定係数 = 1.0000 標準誤差 = 0.001 ダービン・ワトソン比 = 2.500

' (53) 運輸部門鉄道用石油製品消費量 (最小二乗法 1971-2002)

$$\text{LOG(OILPDRAI)} = +.680871 + .002685 * \text{LOG(RAITK)} - .041619 * \text{LOG(POILU)}$$

$$(.36) \quad (.03) \quad (-1.65)$$

$$+ .901682 * \text{LOG(OILPDRAI}(1))$$

$$(7.45)$$

' 決定係数 = 0.8327 標準誤差 = 0.066 ダービン・ワトソン比 = 2.324

' (54) 運輸部門鉄道用合計消費量 (最小二乗法 1960-2004)

$$\text{FDRAI} = -.0000000 + 1.000000 * ((\text{OILPDRAI}))$$

$$(-1.47) \quad (7628921153631000.00)$$

' 決定係数 = 1.0000 標準誤差 = 0.000 ダービン・ワトソン比 = 0.021

' (55) 運輸部門その他用合計消費量 (最小二乗法 1960-2004)

$$\text{FDTH} = +.0000182 + 1.000000 * ((\text{COLPDTH} + \text{REPDTH} + \text{OILPDTH} + \text{GASPDTH} + \text{ELEPDTH}))$$

$$(.94) \quad (52062086.22)$$

' 決定係数 = 1.0000 標準誤差 = 0.000 ダービン・ワトソン比 = 2.098

' (56) 石炭運輸部門計 (最小二乗法 1960-2004)

$$\text{COLPDIND} = -.0000000 + 1.000000 * ((\text{COLPDTH}))$$

$$(-1.54) \quad (26839476097997000.00)$$

' 決定係数=1.0000 標準誤差=0.000 ダービン・ワトソン比 = 0.140

' (57) 他再生燃運輸部門計 (最小二乗法 1960-2004)

$$REPDIND = -.000330 + 1.00002 * ((REPDSJJ + REPDTH))$$

$$' \quad (-1.28) \quad (302921.93)$$

' 決定係数 = 1.0000 標準誤差 = 0.002 ダービン・ワトソン比 = 0.832

' (58) 石油運輸部門計 (最小二乗法 1960-2004)

$$OILPDIND = +.001160 + 1.000000 * ((OILPDSA + OILPDSJJ + OILPDRAI + OILPDTH))$$

$$' \quad (.06) \quad (1001701.03)$$

' 決定係数 = 1.0000 標準誤差 = 0.030 ダービン・ワトソン比 = 2.544

' (59) ガス運輸部門計 (最小二乗法 1960-2004)

$$GASPDIND = -.000132 + .999996 * ((GASPDTH))$$

$$' \quad (-.05) \quad (206053.68)$$

' 決定係数 = 1.0000 標準誤差 = 0.009 ダービン・ワトソン比 = 1.947

' (60) 電力運輸部門計 (最小二乗法 1960-2004)

$$ELEPDIND = -.0000000 + 1.00000 * ((ELEPDTH))$$

$$' \quad (-6.51) \quad (1438329910285520.00)$$

' 決定係数 = 1.0000 標準誤差 = 0.000 ダービン・ワトソン比 = 0.264

' (61) 運輸部門最後エネルギー消費計 (最小二乗法 1960-2004)

$$FDTRP = -.014948 + 1.00000 * ((FDPSA + FDPSJJ + FDRAI + FDTH))$$

$$' \quad (-.65) \quad (831913.78)$$

' 決定係数 = 1.0000 標準誤差 = 0.038 ダービン・ワトソン比 = 2.631

' その他部門

' (62) その他部門農業用石油製品消費計 (最小二乗法 1971-2003)

$$OILPDAGR = +358.2755 + .508252 * (IIPAGR) - 2.10340 * (POILU) + .418605 * (OILPDAGR(1))$$

$$' \quad (2.90) \quad (.71) \quad (-1.84) \quad (2.39)$$

' 決定係数 = 0.3337 標準誤差 = 42.351 ダービン・ワトソン比 = 1.436

' (63) その他部門農業用エネルギー消費計 (最小二乗法 1960-2004)

$$FDAGR = +.0000000 + 1.000000 * ((OILPDAGR))$$

$$' \quad (1.99) \quad (1954648813568960.00)$$

' 決定係数 = 1.0000 標準誤差 = 0.000 ダービン・ワトソン比 = 0.001

' (64) その他部門業務用石炭消費計 (最小二乗法 1970-2004)

$$COLBUS = +30.2979 - .001771 * (GDP) + .232594 * (PCOLU) + .740563 * (COLBUS(1))$$

$$' \quad (.70) \quad (-.58) \quad (.29) \quad (5.56)$$

' 決定係数 = 0.8135 標準誤差 = 19.714 ダービン・ワトソン比 = 2.172

' (65) その他部門業務用石油製品消費計 (最小二乗法 1971-2004)

$$LOG(OILPDBUS) = +1.78216 - .095487*LOG(GDP) - .030301*LOG(POILU)$$

$$', \quad (.82) \quad (-.59) \quad (-.88)$$

$$+ .873012*LOG(OILPDBUS(1))$$

$$(7.69)$$

' 決定係数 = 0.9578 標準誤差 = 0.088 ダービン・ワトソン比 = 1.540

' (66) その他部門業務用ガス消費計 (最小二乗法 1971-2004)

$$LOG(GASBUS) = +1.90921 + .283436*LOG(GDP) - .081506*LOG(PTG)$$

$$', \quad (2.85) \quad (3.88) \quad (-3.19)$$

$$+ .473020*LOG(GASBUS(1))$$

$$(3.59)$$

' 決定係数 = 0.8551 標準誤差 = 0.036 ダービン・ワトソン比 = 1.972

' (67) その他部門業務用電力消費計 (最小二乗法 1971-2004)

$$ELEBUS = -229.9476 + .255669*(GDP) + 1,904.02*(PELEB) + .443365*(ELEBUS(1))$$

$$', \quad (-2.45) \quad (4.08) \quad (1.96) \quad (3.21)$$

' 決定係数 = 0.9929 標準誤差 = 79.768 ダービン・ワトソン比 = 2.173

' (68) その他部門業務用エネルギー消費計 (最小二乗法 1960-2004)

$$FDBUS = +.0000118 + 1.000000*((OILPDBUS + COLBUS + GASBUS + ELEBUS))$$

$$', \quad (.06) \quad (33199626.74)$$

' 決定係数 = 1.0000 標準誤差 = 0.000 ダービン・ワトソン比 = 2.636

' (69) その他部門家庭用石炭消費計 (最小二乗法 1971-2004)

$$COLHOM = -407.5329 - .168788*(CP) + 3.29098*(POPT) - 2.46876*(PCOLU)$$

$$', \quad (-3.02) \quad (-3.96) \quad (3.63) \quad (-2.80)$$

$$+ .362046*(COLHOM(1))$$

$$(2.41)$$

' 決定係数 = 0.8430 標準誤差 = 12.647 ダービン・ワトソン比 = 2.182

' (70) その他部門家庭用他再生燃消費計 (最小二乗法 1961-2004)

$$RECHOM = -1,499.30 - .168774*(CP) + 9.71273*(POPT) + .716403*(RECHOM(1))$$

$$', \quad (-1.75) \quad (-1.83) \quad (1.88) \quad (5.79)$$

$$- 101.3416*(DUM7094)$$

$$(-1.57)$$

' 決定係数 = 0.8278 標準誤差 = 104.201 ダービン・ワトソン比 = 2.083

' (71) その他部門家庭用石油製品消費計 (最小二乗法 1978-2004)

$$LOG(OILPDHOM) = +2.13693 + .004989*LOG(CP) - .083999*LOG(PKERO/PGD)$$

$$', \quad (.37) \quad (.01) \quad (-1.32)$$



' (78) その他部門石油製品消費計 (最小二乗法 1960-2004)

$$\text{OILPDOTHER} = +.026004 + .999994 * ((\text{OILPDAGR} + \text{OILPDBUS} + \text{OILPDHOM} + \text{OILPDOTH}))$$

' (1.95) (291245.47)

' 決定係数 = 1.0000 標準誤差 = 0.026 ダービン・ワトソン比 = 1.924

' (79) その他部門ガス消費計 (最小二乗法 1960-2004)

$$\text{GASOTHER} = +.005598 + 1.000000 * ((\text{GASBUS} + \text{GASHOM}))$$

' (.27) (330110.51)

' 決定係数 = 1.0000 標準誤差 = 0.020 ダービン・ワトソン比 = 1.819

' (80) その他部門電力消費計 (最小二乗法 1960-2004)

$$\text{ELEOTHER} = -.007053 + 1.000000 * ((\text{ELEBUS} + \text{ELEHOM} + \text{ELEOTH}))$$

' (-.93) (730337.78)

' 決定係数 = 1.0000 標準誤差 = 0.022 ダービン・ワトソン比 = 1.717

(81)  $\text{NEWOTHER} = \text{NEWOTH}$

(82)  $\text{HEATOTHER} = \text{HEATOTH}$

' (83) その他部門最終エネルギー消費計 (最小二乗法 1960-2004)

$$\text{FDOTHER} = -.074474 + 1.000000 * ((\text{FDAGR} + \text{FDBUS} + \text{FDHOM} + \text{FDOTH}))$$

' (-1.65) (375042.98)

' 決定係数 = 1.0000 標準誤差 = 0.044 ダービン・ワトソン比 = 1.604

' 非エネルギーモデル

' (84) 非エネルギー石油製品消費計 (最小二乗法 1961-2004)

$$\text{OILPDNE} = +245.7302 + .128490 * (\text{GDP}) + .761207 * (\text{OILPDNE}(1))$$

' (1.84) (2.47) (8.08)

' 決定係数 = 0.9533 標準誤差 = 299.633 ダービン・ワトソン比 = 2.032

' (85) 非エネルギーガス消費計 (最小二乗法 1960-2004)

$$\text{GASPDNE} = +517.7623 + .007557 * (\text{CP}) + .222578 * (\text{PLNG}) + .089444 * (\text{GASPDNE}(1))$$

' (14.67) (1.03) (.13) (2.00)

$$- 539.5985 * (\text{DUM6089})$$

' (-19.73)

' 決定係数 = 0.9918 標準誤差 = 26.696 ダービン・ワトソン比 = 1.230

' (86) 非エネルギー最終エネルギー消費計 (最小二乗法 1960-2004)

$$\text{FDNE} = -.036302 + 1.00001 * ((\text{OILPDNE} + \text{GASPDNE}))$$

' (-1.13) (133503.72)

' 決定係数 = 1.0000 標準誤差 = 0.082 ダービン・ワトソン比 = 1.097

' (87) 最終石炭消費計 (最小二乗法 1960-2004)

$$FDCOL = +.044310 + .999987 * ((COLIND + COLPDIND + COLOOTHER))$$

$$, \quad (1.52) \quad (98928.83)$$

' 決定係数 = 1.0000 標準誤差 = 0.079 ダービン・ワトソン比 = 1.185

' (88) 最終他再生燃消費計 (最小二乗法 1960-2004)

$$FDREC = -.009141 + 1.00001 * ((RECIND + REPDIND + RECOTHER))$$

$$, \quad (-.74) \quad (148610.16)$$

' 決定係数 = 1.0000 標準誤差 = 0.025 ダービン・ワトソン比 = 2.248

' (89) 最終石油製品消費計 (最小二乗法 1960-2004)

$$FDOIL = +.008725 + .999999 * ((OILIND + OILPDIND + OILPDOTHER + OILPDNE))$$

$$, \quad (.31) \quad (1030571.19)$$

' 決定係数 = 1.0000 標準誤差 = 0.028 ダービン・ワトソン比 = 2.355

' (90) 最終ガス消費計 (最小二乗法 1960-2004)

$$FDGAS = -.048599 + 1.00000 * ((GASIND + GASPIND + GASOTHER + GASPINDNE))$$

$$, \quad (-1.54) \quad (415612.76)$$

' 決定係数 = 1.0000 標準誤差 = 0.029 ダービン・ワトソン比 = 2.714

' (91) 最終電力消費計 (最小二乗法 1960-2004)

$$FDELE = +.001697 + 1.00000 * ((ELEIND + ELEPDIND + ELEOTHER))$$

$$, \quad (.21) \quad (1038404.11)$$

' 決定係数 = 1.0000 標準誤差 = 0.020 ダービン・ワトソン比 = 2.508

' (92) 最終エネルギー消費計 (最小二乗法 1960-2004)

$$FDFIN = -.009547 + 1.00000 * ((FIND + FDTRP + FDOTHER + FDNE))$$

$$, \quad (-.33) \quad (1851007.15)$$

' 決定係数 = 1.0000 標準誤差 = 0.029 ダービン・ワトソン比 = 2.050

### ' 電気事業者

' (93) 電気事業者発電計 (最小二乗法 1960-2004)

$$LOG(PUELEC) = +.878510 + .914372 * LOG((FDELE))$$

$$, \quad (7.68) \quad (70.81)$$

' 決定係数 = 0.9913 標準誤差 = 0.041 ダービン・ワトソン比 = 0.148

' (94) 発電ロス含む投入量 (最小二乗法 1960-2004)

$$PUELEC\# = +.0000844 + 1.000000 * ((PUELEC + LOSELEC))$$

$$, \quad (.18) \quad (51871755.93)$$

' 決定係数 = 1.0000 標準誤差 = 0.001 ダービン・ワトソン比 = 2.566

'(95) 電気事業者石炭消費量 (最小二乗法 1961-2004)

$$\text{LOG}(\text{COLELEC}) = +.188472 + .165783 * \text{LOG}(\text{PUELEC}\#) + .806911 * \text{LOG}(\text{COLELEC}(1))$$

(1.63)      (2.74)                      (13.62)

' 決定係数 = 0.9948 標準誤差 = 0.032 ダービン・ワトソン比 = 2.138

'(96) 電気事業者ガス消費量 (最小二乗法 1961-2004)

$$\text{LOG}(\text{GASELEC}) = +1.21184 + .001251 * \text{LOG}(\text{PUELEC}\#) + .848979 * \text{LOG}(\text{GASELEC}(1))$$

(2.35)      (.03)                      (11.16)

' 決定係数 = 0.7999 標準誤差 = 0.088 ダービン・ワトソン比 = 1.931

'(97) 電気事業者石油製品消費量 (最小二乗法 1961-2004)

$$\text{OILPDELEC} = +282.1257 - .007596 * (\text{PUELEC}\#) + .937442 * (\text{OILPDELEC}(1))$$

(1.83)      (-1.40)                      (20.32)

' 決定係数 = 0.9073 標準誤差 = 300.748 ダービン・ワトソン比 = 1.159

'(98) 電気事業者石油製品消費量 (最小二乗法 1961-2004)

$$\text{LOG}(\text{OILPDELEC}) = +1.40661 - .094619 * \text{LOG}(\text{PUELEC}\#) + .937311 * \text{LOG}(\text{OILPDELEC}(1))$$

(2.09)      (-1.47)                      (19.79)

' 決定係数 = 0.9015 標準誤差 = 0.184 ダービン・ワトソン比 = 1.643

'(99) 電気事業者原子力消費量 (最小二乗法 1961-2004)

$$\text{PUNU} = -581.8720 + .059057 * (\text{PUELEC}\#) + .855040 * (\text{PUNU}(1))$$

(-2.49)      (3.37)                      (18.46)

' 決定係数 = 0.9940 標準誤差 = 250.114 ダービン・ワトソン比 = 1.583

'(100) 電気事業者原子力消費量 (最小二乗法 1961-2004)

$$\text{LOG}(\text{PUNU}) = -3.46610 + .496212 * \text{LOG}(\text{PUELEC}\#) + .819545 * \text{LOG}(\text{PUNU}(1))$$

(-1.34)      (1.62)                      (12.69)

' 決定係数 = 0.9931 標準誤差 = 0.161 ダービン・ワトソン比 = 1.244

'(101) 電気事業者水力消費量 (最小二乗法 1961-2004)

$$\text{LOG}(\text{PUHD}) = +1.79641 + .061596 * \text{LOG}(\text{PUELEC}\#) + .647850 * \text{LOG}(\text{PUHD}(1))$$

(3.13)      (1.13)                      (5.56)

' 決定係数 = 0.6386 標準誤差 = 0.115 ダービン・ワトソン比 = 2.096

'(102) 電気事業者水力消費量 (最小二乗法 1961-2004)

$$\text{PUHD} = +260.4352 + .001591 * (\text{PUELEC}\#) + .687653 * (\text{PUHD}(1))$$

(3.04)      (.71)                      (6.26)

' 決定係数 = 0.5908 標準誤差 = 104.077 ダービン・ワトソン比 = 2.041

'(103) 電気事業者新エネルギー消費量 (最小二乗法 1960-2004)

$$\text{PUNEW} = -11.9552 + .004750 * (\text{PUELEC}\#) + .621480 * (\text{PUNEW}(1)) - 31.3551 * (\text{DUM}6078)$$

(-.19)      (1.80)                      (5.18)                      (-.83)



決定係数 = 0.8497 標準誤差 = 64.089 ダービン・ワトソン比 = 1.766

\*(104) 電気事業者他再生エネルギー消費量 (最小二乗法 1960-2004)

$$PUREC = +313.9887 + .000775*(PUELEC\#) + .181637*(PUREC(1)) - 322.7793*(DUM6098)$$

’ (26.26) (3.60) (6.23) (-31.07)

決定係数 = 0.9945 標準誤差 = 10.064 ダービン・ワトソン比 = 1.270

### 石油精製

\*(105) 石油精製原油消費量 (最小二乗法 1960-2004)

$$LOG(OILREF) = +.341125 + .967068*LOG((FDOIL - PDPT + OILPDELEC + OILPDSELF - OILPDTRA))$$

’ (3.51) (101.95)

決定係数 = 0.9958 標準誤差 = 0.013 ダービン・ワトソン比 = 1.425

### ガス製造モデル

\*(106) ガス製造エネルギー合計 (最小二乗法 1960-2004)

$$LOG(PUGAS) = +.481996 + .947253*LOG(FDGAS)$$

’ (2.23) (41.55)

決定係数 = 0.9752 標準誤差 = 0.024 ダービン・ワトソン比 = 0.155

### 一次エネルギー国内供給モデル

\*(107) 石炭 (最小二乗法 1960-2004)

$$LOG(COAL) = -.269298 + 1.03323*LOG((FDCOL + COLELEC))$$

’ (-2.56) (94.52)

決定係数 = 0.9951 標準誤差 = 0.020 ダービン・ワトソン比 = 1.087

\*(108) 原油 (最小二乗法 1960-2004)

$$LOG(OIL) = -.153385 + 1.01454*LOG((OILREF + OILPDTRA))$$

’ (-3.66) (249.50)

決定係数 = 0.9993 標準誤差 = 0.006 ダービン・ワトソン比 = 0.548

\*(109) ガス (最小二乗法 1960-2004)

$$GAS = +792.7935 + 1.13582*(FDGAS + GASELEC)$$

’ (.88) (20.41)

決定係数 = 0.9043 標準誤差 = 857.642 ダービン・ワトソン比 = 0.305

\*(110) 原子力 (最小二乗法 1960-2004)

$$NU = -.014033 + 1.00003*(PUNU)$$

’ (-.21) (77405.85)

決定係数 = 1.0000 標準誤差 = 0.279 ダービン・ワトソン比 = 0.420

'(111) 水力 (最小二乗法 1960-2004)

$$HD = -22.2165 + 1.03641*(PUHD)$$

' (-1.51) (65.64)

' 決定係数 = 0.9899 標準誤差 = 17.950 ダービン・ワトソン比 = 0.170

'(112) 新エネ (最小二乗法 1960-2004)

$$LOG(NEW) = -.153566 + 1.08033*LOG(PUNEW)$$

' (-.99) (33.70)

' 決定係数 = 0.9627 標準誤差 = 0.348 ダービン・ワトソン比 = 0.279

'(113) 他再生燃 (最小二乗法 1960-2004)

$$REC = +1,478.64 + .427993*(FDREC + PUREC)$$

' (4.87) (2.67)

' 決定係数 = 0.1223 標準誤差 = 619.018 ダービン・ワトソン比 = 0.048

'(114) 合計 (最小二乗法 1960-2004)

$$TOTAL = -90.2243 + 1.00214*((COAL+OIL+GAS+PDPT+NU+HD+NEW+REC))$$

' (-2.81) (2361.66)

' 決定係数 = 1.0000 標準誤差 = 43.147 ダービン・ワトソン比 = 0.397

' CO<sub>2</sub> 排出量モデル

$$DISCO2 = (1.08*COAL + 0.837*(OIL + PDPT - 0.8*FDCHM) + 0.641*GAS)*23.889/1000$$

#### [参考文献]

- [1] 白砂堤津耶『例題で学ぶ 初歩からの計量経済学』日本評論社 2003年
- [2] 室田泰弘『パソコンによる経済予測入門第3版』東洋経済新報社 2005年
- [3] (財)日本エネルギー経済研究所計量分析ユニット『改訂版 図解 エネルギー・経済データの読み方入門』省エネルギーセンター 2004年
- [4] 華 紀文「中国のエネルギー需給の現状と展望——計量モデルによるアプローチ——」専修大学大学院修士論文 1994年
- [5] マクロエコノメトリックス研究会『計量経済予測パッケージ Economate2003』東洋経済新報社 2003年
- [6] 楊敏「日本のエネルギー需給モデル構築とシミュレーション——産業部門最終需要の高精度化——」岐阜経済大学大学院経営学研究科修士論文 2005年
- [7] 李 応枚「アメリカのマクロ経済, エネルギーモデル構築とシミュレーション分析」岐阜経済大学大学院経営学研究科修士論文 2006年
- [8] (財)日本エネルギー経済研究所計量分析ユニット <http://www.iej.or.jp/edmc>

- [ 9 ] 総務省統計局『世界の統計』総務省統計研修所編集 1994～2006 年
- [10] 総務庁統計局『国際統計要覧』1970～1993 年
- [11] 米国エネルギー省エネルギー情報局 <http://www.eia.doe.gov/>
- [12] 経済産業省『エネルギー白書 2005 版』2005 年
- [13] 経済産業省『エネルギー白書 2006 版』2006 年
- [14] 日本政策投資現行『統計要覧』調査部 1997～2005 年
- [15] 世界銀行 <http://www.worldbank.org>
- [16] 稲田義久『米国経済早分かり』<http://kccn.konan-u.ac.jp/keizai/america/glance.html>
- [17] 米国経済分析局 <http://www.fedstats.gov>
- [18] 世界の経済の潮流 <http://www5.cao.go.jp/keizai3/whitepaper.html#chouryuu>
- [19] 世界経済白書 (年次世界経済報告) <http://wp.cao.go.jp/zenbun/sekai/index.html>
- [20] 日本財務省 財政金融統計月報 第 638 号 [http://www.mof.go.jp/kankou/hyout/g638/638\\_b.pdf](http://www.mof.go.jp/kankou/hyout/g638/638_b.pdf)
- [21] 日本銀行統計局『外国経済統計年報』1978～1993 年
- [22] 総務庁統計局『国際統計要覧』1970～1993 年